

# FOCUS

**Chemie 4.2**  
Leerwerkboek

**Editie  
2024**

© 2022 Pelckmans Portaal maakt deel uit van de Pelckmans uitgeverij n.v. Brussel, België - pelckmansuitgeverij.be  
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervaardigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt,  
op welke wijze ook, zonder de uitdrukkelijke voorafgaande en schriftelijke toestemming van de uitgever, behalve in geval van wettelijke uitzondering.

Pelckmans  
**Portaal**

Pelckmans  
**Portaal**

P E L C K M A N S

# FOCUS

## Chemie 4.2 Leerwerkboek





# Digitale ondersteuning



Onlinelesmateriaal doet je vaak nog beter studeren.

**Pelckmans Portaal** bundelt heel wat extra's die aansluiten bij onze lesmethodes en helpt je zowel thuis als in de klas te werken in een gebruiksvriendelijke en stimulerende leeromgeving: [pelckmansportaal.be](https://pelckmansportaal.be).

**Activeer jouw licentie aan de hand van onderstaande code.**

Voor het activeren van de licentie is een eenmalige registratie en het accepteren van de gebruikersvoorwaarden noodzakelijk.

Opgelet: na activatie is de code 1 jaar geldig.

## Eenvoudige inlogprocedure

Na activatie van bovenstaande code krijg je als leerling automatisch toegang tot Pelckmans Portaal.

Je kunt inloggen via:

[pelckmansportaal.be](https://pelckmansportaal.be)



# pelckmansportaal.be

## Voor wie kopiëren wil:

U vindt dit boek goed en wenst er kopieën van te maken. Besef dan:

- dat dit boek de vrucht is van intense arbeid: auteurs en uitgever hebben er heel wat geld en energie in gestoken;
- dat auteurs en uitgeverij van dit werk moeten bestaan;
- dat kopiëren zonder voorafgaande schriftelijke toestemming onwettig is.

©2024, Pelckmans Uitgevers nv

[pelckmans.be](https://pelckmans.be)

Brasschaatsteenweg 308, 2920 Kalmthout, België

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeleenvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, op welke wijze ook, zonder de uitdrukkelijke voorafgaande en schriftelijke toestemming van de uitgever, behalve in geval van wettelijke uitzondering. Informatie over kopieerrechten en de wetgeving met betrekking tot de reproductie vindt u op [www.reprobel.be](https://www.reprobel.be).

All rights reserved. No part of this book may be reproduced, stored or made public by any means whatsoever, whether electronic or mechanical, without prior permission in writing from the publisher.

Bij de samenstelling van *Focus Chemie 4.2* hebben wij teksten en illustraties ontleend waarvan wij de bron niet hebben kunnen achterhalen. Mogelijke rechthebbenden kunnen zich tot de uitgever wenden.

Omslagbeeld: Pelckmans Uitgevers

Lay-out: Crius Group

Tekeningen: Crius Group, Dave Van Beethoven

Illustraties: Belga Image, Imageselect, iStock, Science Photo Library, Science Source

D/2024/0055/196

ISBN 978 94 6310 713 6

NUR 126, 128

[pelckmans.be](https://pelckmans.be)



[pelckmanssecundair](https://pelckmanssecundair)



[vimeo.com/Pelckmans](https://vimeo.com/Pelckmans)

# FO

## Chemie 4.2 Leerwerkboek

Doorstroomfinaliteit domeinoverschrijdend  
Natuurwetenschappen  
Sportwetenschappen  
Doorstroomfinaliteit domeingebonden  
Biotechnologische (STEM-)wetenschappen

# CU

### AUTEURS

Liesbeth Guldentops  
Griet Muylaert  
Filip Poncelet

# S

P E L C K M A N S



# Hoe werk je met Focus Chemie 4?

## 2 De zuurtegraad van een oplossing

Als je een zuur samenstelt met een hydroxide treedt er een neutralisatiereactie op. Eerst worden de  $H^+$ -ionen en  $OH^-$ -ionen in stochiometrische verhoudingen overgenomen, is de reactievolte volledig. Aanpakken is de neutralisatiereactie niet zinnig, want waarom, kun je niet weten of er nog zuur of hydroxide in de oplossing aanwezig is. Er is nu een methode om de hoeveelheid  $H^+$ -ionen en  $OH^-$ -ionen in een volume oplossing aan te tonen.

### 2.1 Concentratie van een oplossing

In zuiver water ioniseert een zeer klein deel van de watermoleculen:  $H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$ . Bij het koken van 1 liter water ontstaat uit 1 liter water  $10^{-7}$  mol  $H^+$  en  $10^{-7}$  mol  $OH^-$ . Hieruit volgt dat de hoeveelheid stof van de waterstofionen gelijk is aan de hoeveelheid stof van de hydroxide-ionen:  $n(H^+) = n(OH^-)$ .

De experimentele gegevens laten zien dat zuiver water de elektrische stroom geleiding niet geleidt. Dit is een gevolg van de ionen die ontstaan door het ioniseren van water in een klein.

In zuiver water zal de waterstofionenconcentratie gelijk zijn aan de hydroxide-ionenconcentratie:  $c(H^+) = 10^{-7} \text{ mol/L}$  of  $c(OH^-) = 10^{-7} \text{ mol/L}$ .

In werkelijkheid vindt een kleine watermoleculen het proton.



Je spreekt van een **neutrale oplossing** als de hoeveelheid stof van de waterstofionen gelijk is aan de hoeveelheid stof van de hydroxide-ionen:  $n(H^+) = n(OH^-)$ . Aanpakken is de hoeveelheid volume afzetten, is  $c(H^+) = c(OH^-)$ .

Vraag je een zuur aan water toe, dan ioniseert het zuur. De hoeveelheid  $H^+$ -ionen in de oplossing neemt toe. Een deel van de  $H^+$ -ionen gaat met de aanwezige  $OH^-$ -ionen van water een neutralisatiereactie aan. De hoeveelheid  $OH^-$ -ionen neemt af.

In een waterige oplossing met zuur geldt:  $c(H^+) > 10^{-7} \text{ mol/L}$  of  $c(H^+) > c(OH^-)$ . Hoe meer  $H^+$ -ionen en dus hoe meer  $OH^-$ -ionen in de oplossing aanwezig zijn, hoe basischer de oplossing is.

### 2.2 De zuurtegraad van een oplossing

De ionisatiereactie van waterstofchloride in water heeft een zuur oplossing als resultaat.  $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ .  $H^+$ -ionen zijn zowel afhankelijk van  $HCl$  als van  $H_2O$ .  $OH^-$ -ionen zijn enkel afhankelijk van  $H_2O$ . Een deel van de  $H^+$ -ionen reageren met de  $OH^-$ -ionen:  $n(H^+) > n(OH^-)$  of  $c(H^+) > c(OH^-)$ .

Vraag je een hydroxide toe aan water, dan dissocieert de hydroxide. De hoeveelheid  $OH^-$ -ionen neemt toe. Een deel van de  $OH^-$ -ionen gaat met de aanwezige  $H^+$ -ionen van water een neutralisatiereactie aan. De hoeveelheid  $H^+$ -ionen neemt af. In werkelijkheid is de hoeveelheid  $H^+$ -ionen en  $OH^-$ -ionen afhankelijk van de hoeveelheid  $H^+$ -ionen en  $OH^-$ -ionen:  $n(H^+) < n(OH^-)$  of  $c(H^+) < c(OH^-)$ . In een waterige oplossing met een hydroxide zal:  $c(OH^-) > 10^{-7} \text{ mol/L}$  of  $c(OH^-) > c(H^+)$ .

Hoe minder  $H^+$ -ionen en dus hoe meer  $OH^-$ -ionen in de oplossing aanwezig zijn, hoe basischer de oplossing is.

### 2.3 De zuurtegraad van een oplossing

De dissociatiereactie van natriumhydroxide in water veroorzaakt een basische oplossing.  $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$ .  $OH^-$ -ionen zijn zowel afhankelijk van  $NaOH$  als van  $H_2O$ .  $H^+$ -ionen zijn enkel afhankelijk van  $H_2O$ . Een deel van de  $OH^-$ -ionen reageren met de  $H^+$ -ionen:  $n(H^+) < n(OH^-)$  of  $c(H^+) < c(OH^-)$ .

Vraag je een zuur toe aan hydroxide toe aan water, dan dissocieert het zuur en dissocieert de hydroxide. De aanwezige  $H^+$ -ionen van het zuur ondergaan een neutralisatiereactie met de aanwezige  $OH^-$ -ionen. Hierbij reageren  $10^{-7}$  mol  $H^+$  met  $10^{-7}$  mol  $OH^-$ . De reactie is volledig, ze gaan door tot minimum een van de reagentia volledig weg is.

Wanneer de hoeveelheid  $H^+$ -ionen, afhankelijk van het toegevoegde zuur, gelijk is aan de hoeveelheid  $OH^-$ -ionen van de toegevoegde hydroxide, dan kunnen beide reagentia in volledige mate reageren. De afgevoerde neutralisatiereactie met alle reagentia om in water. Er ontstaat een neutrale oplossing, ongeveer aanwezige  $H^+$ -ionen en  $OH^-$ -ionen enkel afhankelijk zijn van de ionisatie van water in een klein.

Wanneer de hoeveelheid  $H^+$ -ionen afhankelijk van het toegevoegde zuur, groter is dan de hoeveelheid  $OH^-$ -ionen afhankelijk van de toegevoegde hydroxide, dan is de hoeveelheid  $H^+$ -ionen afhankelijk van de toegevoegde hydroxide, dan is het, dat het toegevoegde of toegevoegde reagentia, het zuur is het reagentia in overmaat. Na de afgevoerde neutralisatiereactie blijft er nog een deel over van de hoeveelheid  $H^+$ -ionen afhankelijk van het toegevoegde zuur. Er ontstaat een zuur oplossing, ongeveer  $n(H^+) > n(OH^-)$  of  $c(H^+) > c(OH^-)$ .

Wanneer de hoeveelheid  $H^+$ -ionen afhankelijk van het toegevoegde zuur, kleiner is dan de hoeveelheid  $OH^-$ -ionen afhankelijk van de toegevoegde hydroxide, dan is het, dat het toegevoegde of toegevoegde reagentia, de hydroxide is het reagentia in overmaat. Na de afgevoerde neutralisatiereactie blijft er nog een deel over van de hoeveelheid  $OH^-$ -ionen afhankelijk van de toegevoegde hydroxide. Er ontstaat een basische oplossing, ongeveer  $n(H^+) < n(OH^-)$  of  $c(H^+) < c(OH^-)$ .

## kernbegrippen

oefen vet in de

rand van vragen op het einde hoofdstuk kun je of je de lestekst en hebt.

### CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR?

- 1 mol diwaterstof bestaat uit  $6,022 \cdot 10^{23}$  moleculen diwaterstof.
- 2 De eenheid van molaire massa is mol per gram.
- 3 1 gram ammoniak bestaat uit 1 mol ammoniak.
- 4 In 10 g zuurstofgas zitten meer moleculen dan in 10 g stikstofgas.
- 5 1 mol NaOH heeft een massa van 30,0 g.

W NIW

☐ ☐

☐ ☐

☐ ☐

☐ ☐

☐ ☐

☐ ☐

### OPDRACHTEN

1 2 3 4

+ MENU

☐ Stoffhoeveelheden in space

ONDERZOEKEN

☐ 4 Chemisch rekenen

### TEST JEZELF

1 2 3

☐ Stoffhoeveelheden in space

ONDERZOEKEN

☐ 4 Chemisch rekenen

Hier vind je welk ander materiaal aansluit bij deze leerstof.

+ menu onderwerpen die de leerstof uitbreiden  
onderzoeken die horen bij dit hoofdstuk

Je verwerkt de leerstof.

basisoefeningen

oefeningen met meer uitdaging

### Opdrachten

| STOF                         | SOORT VERBINDING | WELKE WET TOEGEPAST |
|------------------------------|------------------|---------------------|
| H <sub>2</sub> O             |                  |                     |
| Br <sub>2</sub>              |                  |                     |
| CaCl <sub>2</sub>            |                  |                     |
| n-pentaan                    |                  |                     |
| gevoelende CaCl <sub>2</sub> |                  |                     |

| OPDRACHT         | SOORT VERBINDING | WELKE WET TOEGEPAST | OPDRACHT OF WET TOEGEPAST |
|------------------|------------------|---------------------|---------------------------|
| di-lood          |                  |                     |                           |
| natriumchloride  |                  |                     |                           |
| calciumnitraat   |                  |                     |                           |
| methanol         |                  |                     |                           |
| calciumhydroxide |                  |                     |                           |

Hydroxide

### Synthese

**Indeling van samenstellende stoffen**

| ANORGANISCHE STOFFEN                                                                           | ORGANISCHE STOFFEN                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>anorganisch</b><br>komen voor in <b>niet-levende natuur</b><br>zouten, zuren, basen, zouten | <b>organisch</b><br>komen voor in <b>levende natuur</b><br>koolwaterstoffen, eiwitten, vetten, koolhydraten, ... |

**Organische stoffen**

| ANORGANISCHE STOFFEN                                                                           | ORGANISCHE STOFFEN                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>anorganisch</b><br>komen voor in <b>niet-levende natuur</b><br>zouten, zuren, basen, zouten | <b>organisch</b><br>komen voor in <b>levende natuur</b><br>koolwaterstoffen, eiwitten, vetten, koolhydraten, ... |

**Organische stoffen**

| ANORGANISCHE STOFFEN                                                                           | ORGANISCHE STOFFEN                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>anorganisch</b><br>komen voor in <b>niet-levende natuur</b><br>zouten, zuren, basen, zouten | <b>organisch</b><br>komen voor in <b>levende natuur</b><br>koolwaterstoffen, eiwitten, vetten, koolhydraten, ... |

**Organische stoffen**

| ANORGANISCHE STOFFEN                                                                           | ORGANISCHE STOFFEN                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>anorganisch</b><br>komen voor in <b>niet-levende natuur</b><br>zouten, zuren, basen, zouten | <b>organisch</b><br>komen voor in <b>levende natuur</b><br>koolwaterstoffen, eiwitten, vetten, koolhydraten, ... |

De kern van de leerstof, samengebracht in één overzicht.

Verder oefenen op de leerstof, een voorbereiding op een evaluatiemoment.

### Test jezelf

**1. Ionenwisselingsreacties herkennen**

1. Naamswisselingsreacties herkennen

2. Bepaal of een samenstelling mogelijk is met alle ingrediënten een waterstofverbinding en een zuur. Welke type ionenwisselingsreactie zal er in combinatie met het water uit het ding optreden (oplos, het kookt)?

3. Maak een Antacid is een geneesmiddel voor de symptomen van de behandeling van brandend maagzuur. Het bevat de bestanddelen: aluminiumhydroxide en magnesiumhydroxide. Welke type ionenwisselingsreactie treedt er op na de inname?

**2. Ionenwisselingsreacties herkennen**

1. Observeer en vul aan.

| $\text{CuCl}_2$ | $\text{NaOH}$ | $\text{NaCl}$ | $\text{CuCl}_2 + \text{NaOH}$ |
|-----------------|---------------|---------------|-------------------------------|
|                 |               |               |                               |

oplosbaarheid in water

2. Schrijf de dissociatie- of de reactievergelijking van de goed oplosbare stoffen. Gaat het hier over een dissociatie- of een reactievergelijking? Overstreef het juiste antwoord.

3. Identificeer de slecht oplosbare stoffen door de volgende vragen te beantwoorden:

- $\text{CuCl}_2 + \text{NaOH}$  Welke ionen worden tot de positieve  $\text{Na}^+$ -ionen aangetrokken?
- Vormen  $\text{Na}^+$ -ionen en  $\text{Cl}^-$ -ionen een neerslag?
- Welke ionen worden tot de positieve  $\text{Cu}^{2+}$ -ionen aangetrokken?
- Tit welke ionen bestaat de neerslag?

Wat vind je op Pelckmans Portaal?



Een instructievideo bij de synthese in stappen, met of zonder controlevragen.

Wat vind je op Pelckmans Portaal?



Een digitale *Test jezelf* om nog meer te oefenen.

Vademecum chemie



Het vademecum is een handig werkinstrument tijdens de onderzoeken: je vindt er o.a. tips en stappenplannen, het PSE en enkele belangrijke veiligheidsvoorschriften.



In het eerste deel van het vademecum vind je een portfolio met studietips en een opsomming van wat je per thema moet kennen en kunnen.

## INHOUD LEERWERKBOEK

### Hoe werk je met *Focus Chemie 4*?

#### Thema 1 Samengestelde stoffen

|                      |                                                                                            |                                                                                       |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                    | Indeling van samengestelde stoffen                                                         | 10                                                                                    |
| ANORGANISCHE STOFFEN |                                                                                            |                                                                                       |
| 2                    | Oxiden                                                                                     | 19                                                                                    |
| 3                    | Zuren                                                                                      | 27                                                                                    |
| 4                    | Basen                                                                                      | 36                                                                                    |
| 5                    | Zouten                                                                                     | 41                                                                                    |
| ORGANISCHE STOFFEN   |                                                                                            |                                                                                       |
| 6                    | Organische stoffen voorstellen                                                             | 48                                                                                    |
| 7                    | Alkanen                                                                                    |                                                                                       |
| Focus                | Made of: aardolie                                                                          | 56                                                                                    |
| 8                    | Alkenen en alkynen                                                                         | 58                                                                                    |
| 9                    | Alcoholen                                                                                  | 61                                                                                    |
| Focus                | De effecten van alcohol                                                                    | 64                                                                                    |
| 10                   | Carbonzuren                                                                                | 66                                                                                    |
| + menu               | Ongebluste kalk; Zwavelzuur mag niet gedoopt worden; Skeletnotaties bij organische stoffen |  |
| Synthese             |                                                                                            | 69                                                                                    |
| Test jezelf          |                                                                                            | 74                                                                                    |

#### Thema 2 Eigenschappen van stoffen op basis van hun structuur

|             |                                                                                                                                                                |                                                                                       |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1           | Polair en apolair                                                                                                                                              | 94                                                                                    |
| 2           | Intermoleculaire krachten                                                                                                                                      | 102                                                                                   |
| Focus       | Het uitzonderlijke gedrag van water                                                                                                                            | 110                                                                                   |
| 3           | Oplosbaarheid van stoffen                                                                                                                                      | 112                                                                                   |
| 4           | Elektrisch geleidingsvermogen                                                                                                                                  | 121                                                                                   |
| + menu      | Gouden tips om vlekken te verwijderen; Sportdrink met elektrolyten; Elektriciteit en water: een gevaarlijk duo; Geleidbaarheid als maat voor de waterkwaliteit |  |
| Synthese    |                                                                                                                                                                | 127                                                                                   |
| Test jezelf |                                                                                                                                                                | 130                                                                                   |



| Thema 3     |                                                                                                    |  | Kwantitatieve aspecten                                                               |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1           | Stofhoeveelheden                                                                                   |  | 138                                                                                  |
| 2           | Concentratie                                                                                       |  | 144                                                                                  |
| Focus       | De vijf dodelijkste gifstoffen ter wereld                                                          |  | 154                                                                                  |
| 3           | Molair volume                                                                                      |  | 156                                                                                  |
| + menu      | Stofhoeveelheden in space; Een verdunningsreeks bereiden; Molair volume in standaardomstandigheden |  |   |
| Synthese    |                                                                                                    |  | 160                                                                                  |
| Test jezelf |                                                                                                    |  | 161                                                                                  |
| Thema 4     |                                                                                                    |  | Indeling van chemische reacties                                                      |
| 1           | Ionenuitwisselingsreacties                                                                         |  | 170                                                                                  |
| 2           | De zuurtegraad van een oplossing                                                                   |  | 182                                                                                  |
| Focus       | De zuurtegraad van oplossingen in het dagelijks leven                                              |  | 194                                                                                  |
| 3           | Redoxreacties                                                                                      |  | 194                                                                                  |
| + menu      | Neutralisatiereacties waarnemen; De spanningsreeks van metalen                                     |  |  |
| Synthese    |                                                                                                    |  | 197                                                                                  |
| Test jezelf |                                                                                                    |  | 200                                                                                  |
|             |                                                                                                    |  | Vademecum                                                                            |

## INHOUD ONDERZOEKEN

|                     |                                                                      |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <b>Thema 1</b>      | <b>Samengestelde stoffen</b>                                         |
| <b>Onderzoek 1</b>  | Anorganische stoffen vormen                                          |
| <b>Thema 2</b>      | <b>Eigenschappen van stoffen op basis van hun structuur</b>          |
| <b>Onderzoek 2</b>  | Factoren die de oplosbaarheid van stoffen in water beïnvloeden       |
| <b>Onderzoek 3</b>  | Elektrisch geleidingsvermogen                                        |
| <b>Thema 3</b>      | <b>Kwantitatieve aspecten</b>                                        |
| <b>Onderzoek 4</b>  | Chemisch rekenen                                                     |
| <b>Onderzoek 5</b>  | Bereiden en verdunnen van een oplossing                              |
| <b>Thema 4</b>      | <b>Indeling van chemische reacties</b>                               |
| <b>Onderzoek 6</b>  | Neerslagreacties waarnemen                                           |
| <b>Onderzoek 7</b>  | De samenstelling van stoepkrijt en bordkrijt onderzoeken             |
| <b>Onderzoek 8</b>  | De neutralisatiereactie tussen een HCl- en een NaOH-oplossing volgen |
| <b>Onderzoek 9</b>  | Puzzeltitratie                                                       |
| <b>Onderzoek 10</b> | Zuur-base-indicatoren                                                |
| <b>Onderzoek 11</b> | De spanningsreeks van metalen opstellen                              |
|                     | <b>STEM-onderzoek</b>                                                |
| <b>Onderzoek</b>    | Focus op STEM                                                        |

# Samengestelde stoffen

Zuivere stoffen bestaan uit zowel enkelvoudige stoffen als samengestelde stoffen. Enkelvoudige stoffen bestudeerde je al. In dit thema ga je aan de slag met de samengestelde stoffen. Je leert ze correct benoemen en noteren in symbolen. Verder bestudeer je de toepassingen en fysische eigenschappen ervan.

© 2022 Pelckmans Portaal maakt deel uit van de Pelckmans uitgeverij NV Brasschaatseweg 208 - 2920 Kalmthout - België - pelckmansuitgeverij.be  
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervaardigd, opgedragen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, op welke wijze ook, zonder de uitdrukkelijke voorafgaande en schriftelijke toestemming van de uitgever, behalve in geval van wettelijke uitzondering.

## INHOUD

|                      |                                    |    |
|----------------------|------------------------------------|----|
| 1                    | Indeling van samengestelde stoffen | 10 |
| ANORGANISCHE STOFFEN |                                    |    |
| 2                    | Oxiden                             | 19 |
| 3                    | Zuren                              | 27 |
| 4                    | Basen                              | 36 |
| 5                    | Zouten                             | 41 |
| ORGANISCHE STOFFEN   |                                    |    |
| 6                    | Organische stoffen voorstellen     | 48 |
| 7                    | Alkanen                            | 51 |
| Focus                | Made of: aardolie                  | 56 |
| 8                    | Alkenen en alkynen                 | 58 |
| 9                    | Alcoholen                          | 61 |
| Focus                | De effecten van alcohol            | 64 |
| 10                   | Carbonzuren                        | 66 |

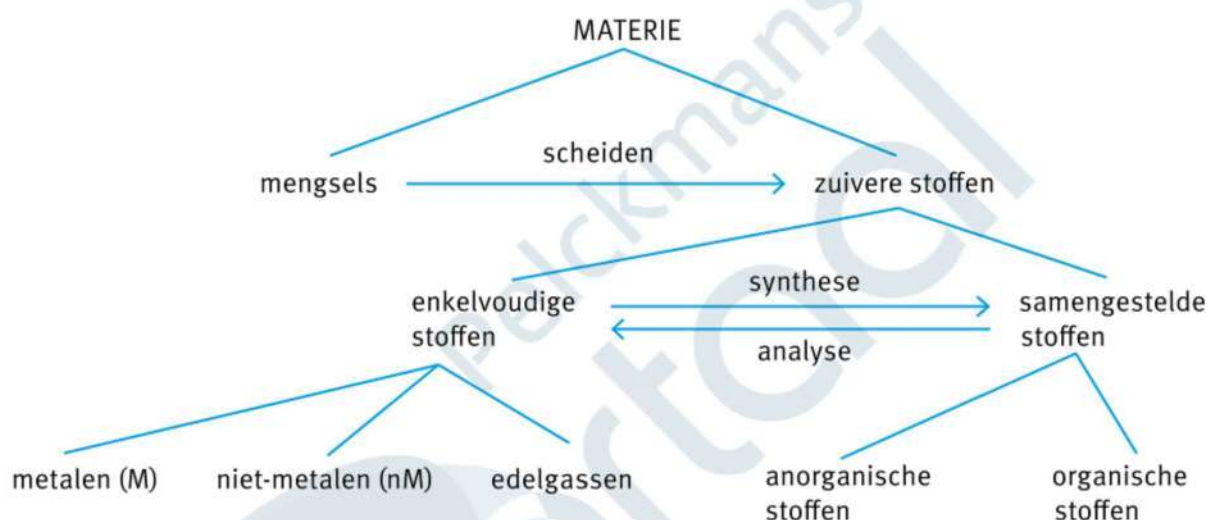


# 1 Indeling van samengestelde stoffen

Materie is de verzamelnaam voor stoffen. Ze omvat alles wat een massa heeft. Stoffen komen zelden voor als zuivere stof. Meestal vind je ze in een mengsel met andere stoffen. Er bestaan homogene en heterogene mengsels die je beide verder kunt onderverdelen. Een mengsel kun je scheiden via scheidingstechnieken om zuivere stoffen te verkrijgen.

De zuivere stoffen verdeel je op basis van het aantal voorkomende atoomsoorten in twee groepen.

- De enkelvoudige stoffen bestaan slechts uit één atoomsoort. Je onderscheidt hierbij de metalen, de niet-metalen en de edelgassen.
- De samengestelde stoffen bestaan uit meer dan één atoomsoort. Wegens het grote aantal samengestelde stoffen gebruik je meerdere subgroepen om die te classificeren. Dat doe je op basis van hun gelijkaardige chemische eigenschappen.

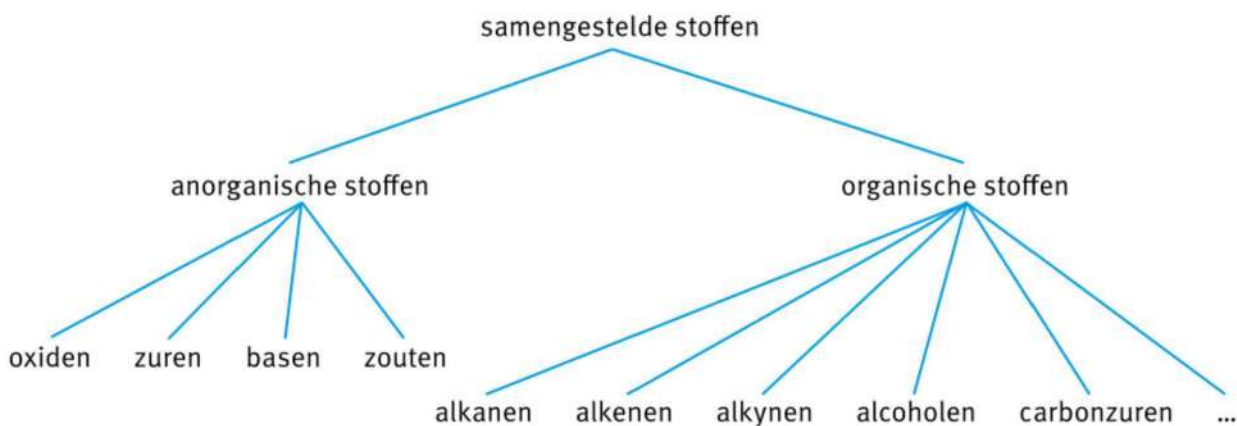


## 1.1 Anorganische en organische stoffen

De samengestelde stoffen deel je onder in de anorganische en de organische stofklasse. Een **stofklasse** is een groep stoffen met gelijkaardige chemische eigenschappen. Deze stoffen hebben een gemeenschappelijk atoom of atoomgroep. Dit is de **functionele** of **karakteristieke groep**.

**Anorganische stoffen** zijn samengestelde stoffen die vooral voorkomen in de niet-levende natuur. Je vindt ze voornamelijk in de aardkorst en de atmosfeer. Voorbeelden van anorganische stoffen zijn siliciumdioxide (wit zand), koolstofdioxide, natriumchloride en water. De anorganische stoffen verdeel je in vier stofklassen: oxiden, zuren, basen en zouten.

**Organische stoffen** zijn samengestelde stoffen die allemaal het element koolstof bevatten. Daarom spreek je bij organische stoffen vaak van **koolstofverbindingen**. Je vindt ze in de levende natuur. De chemische industrie synthetiseert ook heel wat van deze natuurlijk voorkomende verbindingen maar maakt ook nieuwe organische moleculen. Voorbeelden van organische stoffen zijn ethanol, azijnzuur, methaangas en pvc (polyvinylchloride). De organische stoffen verdeel je in verschillende organische stofklassen. Je bestudeert er hier vijf: alkanen, alkenen, alkynen, alcoholen en carbonzuren.



Een aantal verbindingen met het element koolstof, zoals koolstofdioxide ( $\text{CO}_2$ ) en koolzuurgas ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), behoren tot de anorganische stofklasse.

#### VOORBEELD Voorkomen van anorganische en organische stoffen

##### Anorganische stoffen uit de aardkorst



Ijzererts ontginnen

Ijzererts bestaat onder andere uit de anorganische stof  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .



Zoutmijnen

De anorganische stof  $\text{NaCl}$  wordt opgedolven uit zoutmijnen.

##### Organische stoffen uit de levende natuur



Aardappelzetmeel



Maiszetmeel of maizena

De organische stof zetmeel haal je onder meer uit aardappels en mais.



Stoffen die in de natuur voorkomen, zijn **natuurlijke stoffen**.

**Synthetische stoffen** zijn stoffen die bereid worden in de chemische industrie. Sommige stoffen zijn zowel synthetisch als natuurlijk van oorsprong. Steeds meer produceert de chemische industrie synthetische stoffen die niet voorkomen in de natuur omdat die interessante eigenschappen hebben.

#### VOORBEELD De oorsprong van stoffen

##### Zowel natuurlijk als synthetisch



Citroenzuur uit citroenen



Citroenzuur bereid door de chemische industrie

##### Uitsluitend synthetisch



Plastic bolletjes van polyetheen uitsluitend te bereiden door de chemische industrie



Afvalcontainer gemaakt uit polyetheen



## 1.2 Oxidatiegetal in binaire verbindingen

Chemische bindingen houden de atomen bij elkaar in chemische verbindingen. De binding is afhankelijk van het type bindende elementen.

Een ionbinding vindt altijd plaats tussen metaal- en niet-metaalionen. Het metaal geeft hierbij de valentie-elektronen af aan het niet-metaal. Je stelt de verbinding voor met een formule-eenheid.

Een atoombinding vindt plaats tussen niet-metaalatomen. Ze stellen hierbij elektronen gemeenschappelijk. Je stelt de verbinding voor met een brutoformule.

Een metaalbinding vindt plaats tussen metaalatomen. De vrije elektronen en het positieve metaalion trekken elkaar aan en blijven samen. Je stelt de verbinding voor met een brutoformule.

### VOORBEELD Chemische verbindingen

| VOORBEELD | BINDING TUSSEN ... | TYPE BINDING  | VOORKOMEN     |
|-----------|--------------------|---------------|---------------|
| NaCl      | M en nM            | ionbinding    | ionrooster    |
| HCl       | nM en nM           | atoombinding  | molecule      |
| Al        | M                  | metaalbinding | metaalrooster |

Het **oxidatiegetal** (OG) is de denkbeeldige lading die een atoom krijgt als alle bindingen met de atomen van een ander element in die verbinding ionbindingen zijn. Het oxidatiegetal stel je voor door een Romeins cijfer voorafgegaan door een + of een -.

De som van de OG van de elementen in een verbinding is nul of gelijk aan de lading van het ion. Om het OG van een element in een verbinding te bepalen, kun je de volgende tips gebruiken.

- Het OG van een ion uit groep Ia = +I.
- Het OG van een ion uit groep IIa = +II.
- Het OG van een ion uit groep IIIa = +III.
- Het OG(H) in een samengestelde stof = +I.
- Het OG(O) in een samengestelde stof = -II.

Een **binaire verbinding** is een verbinding die bestaat uit 2 elementen.

Om het OG te bepalen van een element in een binaire verbinding of een element in een ion, gebruik je een stappenplan.

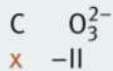
- Stap 1** Plaats het bekende OG onder het element. Plaats een x onder het element met het onbekende OG.
- Stap 2** Vermenigvuldig het OG met het aantal aanwezige atomen van het element, de index.
- Stap 3** De som van alle OG is gelijk aan nul of de lading van het ion.
- Stap 4** Bepaal het ontbrekende OG door de vergelijking met één onbekende op te lossen.

### VOORBEELD Bepaling van het OG van elementen in een binaire verbinding of een ion.

Bepaal het OG van de elementen in  $\text{CO}_2$ .



**Stap 1** Bekende OG en x plaatsen



**Stap 2** Vermenigvuldigen met index



**Stap 3** Gelijkstellen aan 0 of lading ion



**Stap 4** Ontbrekende OG bepalen

$$x = +\text{IV} = \text{OG}(\text{C})$$

$$x = +\text{IV} = \text{OG}(\text{C})$$



$$x = +\text{V} = \text{OG}(\text{N})$$

Sommige elementen hebben meerdere mogelijke OG, afhankelijk van de verbinding waarin ze aanwezig zijn. Een opsomming van deze mogelijke OG vind je in het PSE.

Om een formule te bepalen van een binaire stof gebruik je de OG van de elementen in de verbinding.

**Stap 1** Zoek de OG van de elementen op in het PSE of leid ze af uit de opgave. Plaats de OG onder de elementen.

**Stap 2** De som van alle OG is gelijk aan nul of de lading van het ion.

**Stap 3** Zoek de kleinste gehele getallen waarmee je de OG moet vermenigvuldigen zodat de som klopt. Dit zijn de indices in de formule.

### VOORBEELD Chemische formule van een binaire verbinding opstellen met behulp van de OG

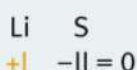
Bepaal de formule van de verbinding met de elementen:

lithium en zwavel (-II)

**Stap 1** OG onder elementen plaatsen



**Stap 2** Gelijkstellen aan nul of lading ion



**Stap 3** Som doen kloppen



Formule binaire verbinding:  $\text{Li}_2\text{S}$

stikstof (+V) en zuurstof



Formule binaire verbinding:  $\text{N}_2\text{O}_5$

| CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR? |                                                                                          | W                        | NW                       |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                            | Elk element heeft een negatief en een positief OG.                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2                            | Het OG van zuurstof is +I in een samengestelde stof.                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3                            | Natuurlijke organische stoffen worden gemaakt in de chemische industrie.                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4                            | Zuren en alcoholen zijn anorganische stoffen.                                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5                            | $C_6H_{12}O_6$ is een voorbeeld van een organische stof.                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6                            | De mogelijke OG van mangaan in een samengestelde stof zijn: +II, +III, +IV, +VI en +VII. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |



1

## Anorganische en organische stoffen onderscheiden

a Noteer de samengestelde stof in de juiste kolom.



Kalk in kalksteenrotsen



Water in komkommer



Methaangas in koeienscheten



Koolstofdioxide in uitlaatgassen



Crème brûlée-brander met n-butaangas



Zwavelzuur bij vulkaanuitbarstingen

| ANORGANISCHE STOFFEN | ORGANISCHE STOFFEN |
|----------------------|--------------------|
| koolstofdioxide      | methaangas         |
| water                | n-butaangas        |
| kalk                 |                    |
| zwavelzuur           |                    |

b Verklaar je keuze.

Anorganische stoffen komen vooral voor in de atmosfeer en aardkorst.

2

## Organische stoffen onderscheiden

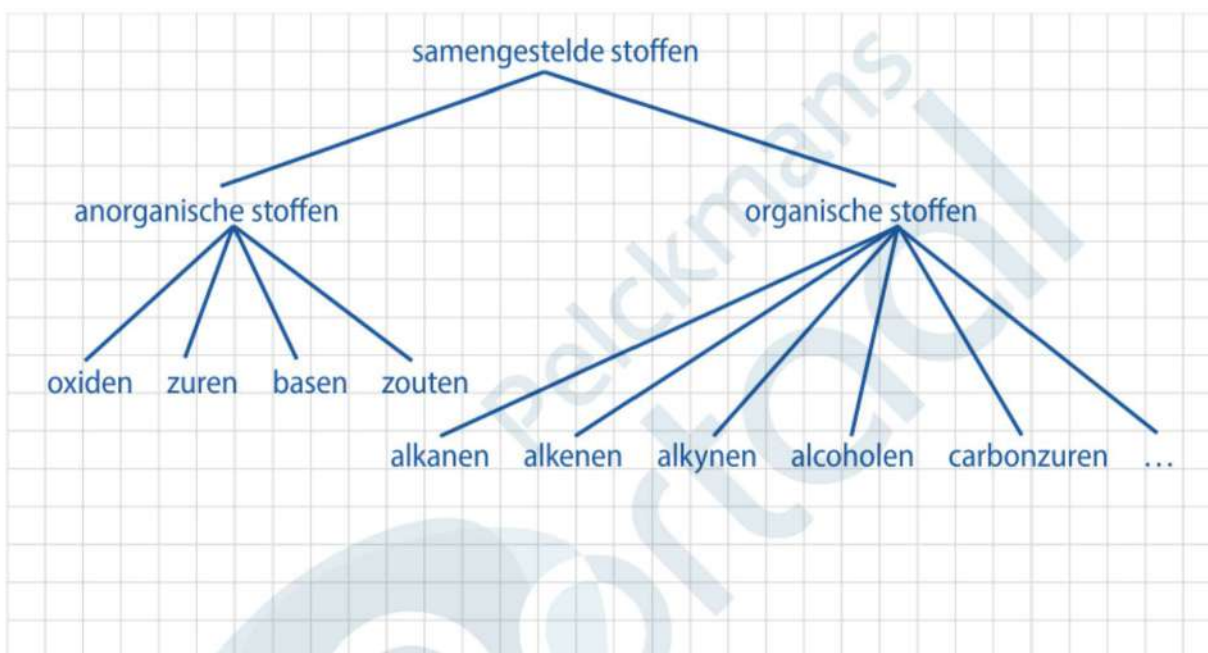
Verklaar: 'Vitamine C is een organische stof die zowel van natuurlijke als van synthetische oorsprong kan zijn.'

Vitamine C uit citrusvruchten heeft een natuurlijke oorsprong. Om de kostprijs te drukken, wordt vitamine C ook door de chemische industrie geproduceerd. Dan is ze van synthetische oorsprong.

3

## Samengestelde stoffen indelen

De samengestelde stoffen kun je verder onderverdelen in 2 groepen, die je op hun beurt verder kunt indelen in stofklassen. Stel dit geheel overzichtelijk voor.



4

## Het oxidatiegetal bepalen

Bepaal het OG van elk element van de binaire verbinding. Gebruik het stappenplan als dat nodig is.

a  $\text{H}_2\text{S}$

$$+1 \cdot 2 + x = 0 \quad x = -2 = \text{OG}(\text{S})$$

b  $\text{NaBr}$

$$+1 + x = 0 \quad x = -1 = \text{OG}(\text{Br})$$

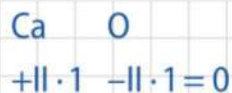
c  $\text{MgCl}_2$

$$+2 + x \cdot 2 = 0 \quad x = -1 = \text{OG}(\text{Cl})$$

## Formules van binaire verbindingen vormen

Je kunt het stappenplan gebruiken.

- a verbinding tussen het element calcium en zuurstof



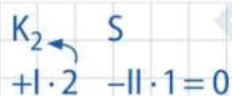
formule verbinding:  $\text{CaO}$

- b verbinding tussen koper (+I) en jood (-I)



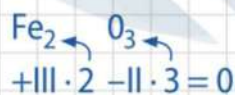
formule verbinding:  $\text{CuI}$

- c verbinding tussen K en S



formule verbinding:  $\text{K}_2\text{S}$

- d mogelijke verbindingen tussen Fe en O



formule verbindingen:  $\text{FeO}$  en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$





## 2.2 Formule en naam

Algemene formule:

metaaloxide



$M^{m+}$ : metaalion

$x$ : aantal metaalionen

$y$ : aantal  $O^{2-}$ -ionen = oxide-ionen

niet-metaaloxide



$nM$ : niet-metaalatoom

$x$ : aantal niet-metaalatomen

$y$ : aantal O-atomen

### VOORBEELD Vorming van metaaloxiden en niet-metaaloxiden

#### Metaaloxiden

verbranding van magnesium  $\rightarrow$  magnesiumoxide



#### Niet-metaaloxiden

verbranding van octazwavel  $\rightarrow$  zwaveltrioxide



Metaaloxiden en niet-metaaloxiden benoem je met de IUPAC-benaming. In deze benaming vind je de naam van het aanwezige metaal of niet-metaal terug met daarachter de term oxide.

Bij de IUPAC-benaming van de metaaloxiden noteer je het Romeins cijfer van het element met een positief OG tussen haken. Het plusteken vermeld je hier niet bij. Je haalt hiervoor de info uit het PSE. Je gebruikt deze methode uitsluitend als het positieve metaal in de verbinding meerdere OG heeft.

metaaloxide: naam metaal - (getalwaarde OG metaal) - oxide

Zowel het niet-metaal als de term oxide kan voorafgegaan worden door het Griekse telwoord dat het aantal atomen in de verbinding weergeeft. De index 1 vermeld je niet.

#### GRIEKSE TELWOORDEN

|          |           |           |           |           |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 = mono | 3 = tri   | 5 = penta | 7 = hepta | 9 = nona  |
| 2 = di   | 4 = tetra | 6 = hexa  | 8 = octa  | 10 = deca |

De IUPAC-benaming van een niet-metaaloxide bestaat uit:

niet-metaaloxide:

voorvoegsel - naam niet-metaal - voorvoegsel - oxide

Eindigt het Griekse telwoord op a, dan valt de a van het voorvoegsel weg als hierna de term oxide volgt. Zo bekom je bijvoorbeeld difosforpentoxide.

#### VOORBEELD IUPAC-benaming van oxiden

##### Metaaloxiden

| FORMULE               | MOGELIJKE OG (M) | IUPAC-BENAMING |
|-----------------------|------------------|----------------|
| $\text{Na}_2\text{O}$ | +I               | natriumoxide   |

Het metaal Na heeft uitsluitend +I als OG in een samengestelde stof. Bij de IUPAC-benaming noteer je géén OG.

| FORMULE        | MOGELIJKE OG (M) | IUPAC-BENAMING |
|----------------|------------------|----------------|
| $\text{PbO}_2$ | +II, +IV         | lood(IV)oxide  |

Het metaal Pb heeft 2 OG in een samengestelde stof. Bij de IUPAC-benaming noteer je het OG van Pb tussen haken zonder teken.

##### Niet-metaaloxiden

| FORMULE       | IUPAC-BENAMING  |
|---------------|-----------------|
| $\text{CO}_2$ | koolstofdioxide |

Het niet-metaal C heeft index 1. Je noteert bij de IUPAC-benaming het Griekse telwoord van het element koolstof niet.

| FORMULE                | IUPAC-BENAMING      |
|------------------------|---------------------|
| $\text{N}_2\text{O}_5$ | distikstofpentoxide |

Elk element komt meermaals voor in de verbinding. Je noteert bij de IUPAC-benaming het Griekse telwoord voor elk element.

In het dagelijks leven gebruik je bij een aantal oxiden de **triviale namen**. Een ander woord voor triviale naam is gebruikersnaam.

#### VOORBEELD Triviale namen van veelvoorkomende oxiden in het dagelijks leven

| FORMULE                 | IUPAC-BENAMING  | TRIVIALE NAAM    |
|-------------------------|-----------------|------------------|
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | ijzer(III)oxide | roest            |
| $\text{CO}$             | koolstofoxide   | koolstofmonoxide |
| $\text{CO}_2$           | koolstofdioxide | koolzuurgas      |
| $\text{N}_2\text{O}$    | distikstofoxide | lachgas          |



## 2.3 Chemische processen

Bij de verbranding van metalen en niet-metalen ontstaan oxiden. Bij een verbrandingsreactie wordt er zuurstofgas toegevoegd.

Algemene reactievergelijking:



### VOORBEELD Vorming van roest

Het roestproces is een voorbeeld van corrosie waarbij het metaal ijzer reageert met zuurstofgas.

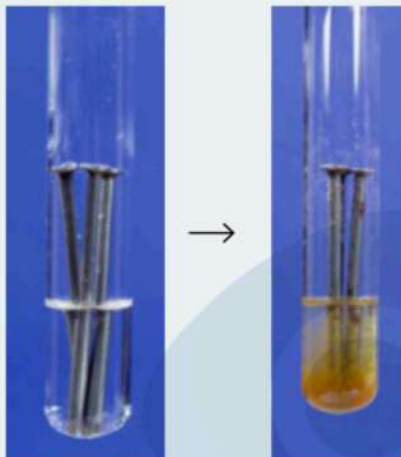
ijzer en zuurstofgas  $\longrightarrow$  roest



Ijzer roest niet in alle omstandigheden.

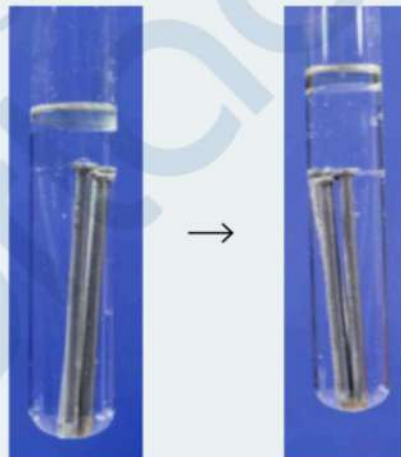
Tijdens een onderzoek worden ijzeren spijkers in een verschillende omgeving gebracht.

proefbuis 1:



spijker in water en lucht

proefbuis 2:



spijker in water, van de lucht afgescheiden door een laagje olie

In proefbuis 1 ontstaat roest doordat de spijkers reageren met zuurstofgas uit de lucht. In proefbuis 2 zijn er geen zuurstofmoleculen aanwezig die kunnen binden. Vandaar dat hier geen roestvorming optreedt. Hieruit kun je besluiten dat ijzer enkel roest als er zuurstofgas aanwezig is.

## 2.4 Fysische eigenschappen

Metaaloxiden zijn ionverbindingen die voorkomen in een ionrooster. Hierdoor zijn ze bij kamertemperatuur vast en hebben ze een hoog smelt- en kookpunt.

Niet-metaaloxiden zijn atoomverbindingen die bij een zeer lage temperatuur in molecuulroosters voorkomen. Ze zijn bij kamertemperatuur meestal gasvormig door hun lage kookpunt.

### VOORBEELD Kook- en smeltpunt van oxiden

| FORMULE           | SMELTPUNT (°C) | KOOKPUNT (°C) |
|-------------------|----------------|---------------|
| Na <sub>2</sub> O | 1275           | 1950          |
| CaO               | 2614           | 2850          |
| CuO               | 1326           | 2000          |
| SO <sub>2</sub>   | -73            | -10           |
| NO                | -163           | -152          |
| CO                | -205           | -192          |

## 2.5 Toepassingen

Heel wat metaaloxiden vind je terug in de kleurrijke mineralen in de bodem. Metaaloxiden worden vaak als kleurpigment gebruikt in verven en lakken.



Kopererts

Veel niet-metaaloxiden vind je terug in de lucht. Een aantal niet-metaaloxiden, waaronder CO<sub>2</sub> en N<sub>2</sub>O, zijn broeikasgassen en zorgen voor het broeikaseffect.

## VOORBEELD Toepassingen van oxiden

| IJZER(III)OXIDE ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )                                                                                                                                                                                           | KOOLSTOFDIOXIDE ( $\text{CO}_2$ )                                                                                                                                                                                                                                                                             | KOOLSTOFOXIDE ( $\text{CO}$ )                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• zit in veel ijzerhoudende gesteenten in de bovenste aardlagen (roodbruine kleur)</li> <li>• roodbruine kleurstof in kunststoffen</li> <li>• katalysator in de chemische industrie</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wordt onder druk toegevoegd aan frisdrank of water voor gasbellen</li> <li>• zit in brandblussers</li> <li>• rol in het fotosyntheseproces bij planten</li> <li>• in de atmosfeer: is als broeikasgas mee verantwoordelijk voor de opwarming van de aarde</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• reukloos en kleurloos gas dat kan leiden tot de dood</li> <li>• ontstaat bij een slechte verbranding van fossiele brandstoffen</li> <li>• in de natuur: komt vrij bij vulkaanuitbarstingen en bosbranden</li> </ul> |
|  <p>Gebergte met hematiet, ijzerhoudend mineraal</p>                                                                                                 |  <p>Atmosfeer</p>                                                                                                                                                                                                           |  <p>Bosbrand</p>                                                                                                                                                          |

### CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR?

- 1  $\text{Al}_2\text{O}_3$  is een voorbeeld van een nMO of niet-metaaloxide.
- 2 De IUPAC-benaming van  $\text{NiO}$  is nikkel(II)oxide.
- 3 Een oxide is het reactieproduct van metalen of niet-metalen die worden opgelost in water.

W NW

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### OPDRACHTEN

6 7 8 9  
10

+ MENU

☐ Ongebluste kalk

### TEST JEZELF

7 8 9 10  
11





6

## Anorganische stoffen benoemen

Vul de tabel aan.

| FORMULE                 | MOGELIJKE OG (M OF nM)    | IUPAC-BENAMING    |
|-------------------------|---------------------------|-------------------|
| $\text{Cu}_2\text{O}$   | +I, +II                   | koper(I)oxide     |
| $\text{MnO}_2$          | +II, +III, +IV, +VI, +VII | mangaan(IV)oxide  |
| $\text{Cl}_2\text{O}_5$ | -I, +I, +III, +V, +VII    | dichloorpentoxide |
| $\text{SO}_3$           | -II, +IV, +VI             | zwaveltrioxide    |

7

## Formules van anorganische stoffen vormen

Vul de tabel over de oxiden aan. Gebruik het stappenplan om de formule van binaire verbindingen te vormen.

| VOORKOMEND OG | MOGELIJKE POSITIEVE OG | FORMULE                                                                                      | IUPAC-BENAMING      |
|---------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Li            | +I                     | $\text{Li}_2 \quad \text{O}$<br>$+I \cdot 2 - II \cdot 1 = 0$<br>$\text{Li}_2\text{O}$       | lithiumoxide        |
| Fe (+III)     | +II, +III              | $\text{Fe}_2 \quad \text{O}_3$<br>$+III \cdot 2 - II \cdot 3 = 0$<br>$\text{Fe}_2\text{O}_3$ | ijzer(III)oxide     |
| N (+V)        | +I, +II, +III, +IV, +V | $\text{N}_2 \quad \text{O}_5$<br>$+V \cdot 2 - II \cdot 5 = 0$<br>$\text{N}_2\text{O}_5$     | distikstofpentoxide |
| Zn (+II)      | +II                    | $\text{Zn} \quad \text{O}$<br>$+II \cdot 1 - II \cdot 1 = 0$<br>$\text{ZnO}$                 | zinkoxide           |
| Au (+III)     | +I, +III               | $\text{Au}_2 \quad \text{O}_3$<br>$+III \cdot 2 - II \cdot 3 = 0$<br>$\text{Au}_2\text{O}_3$ | goud(III)oxide      |
| Al            | +III                   | $\text{Al}_2 \quad \text{O}_3$<br>$+III \cdot 2 - II \cdot 3 = 0$<br>$\text{Al}_2\text{O}_3$ | aluminiumoxide      |
| Cl (+VII)     | +I, +III, +V, +VII     | $\text{Cl}_2 \quad \text{O}_7$<br>$+VII \cdot 2 - II \cdot 7 = 0$<br>$\text{Cl}_2\text{O}_7$ | dichloorheptoxide   |

8

### Chemische processen herkennen

Noteer de reactievergelijkingen en balanceer ze.

- a de vorming van roest uit ijzer



- b de verbranding van stikstofgas tot stikstofdioxide

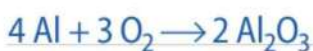


9

### Chemische processen herkennen

Noteer de reactievergelijkingen en balanceer ze.

- a de vorming van aluminiumoxide



- b de vorming van CO



10

### Fysische eigenschappen en toepassingen herkennen

Zet de volgende eigenschappen bij de correcte oxidesoort.

*atoomverbinding – bij kamertemperatuur gasvormig – gevormd door de verbranding van niet-metalen – hoog kook- en smeltpunt – ionverbinding*

| NIET-METAALOXIDE                             | METAALOXIDE             |
|----------------------------------------------|-------------------------|
| gevormd door de verbranding van niet-metalen | hoog kook- en smeltpunt |
| bij kamertemperatuur gasvormig               | ionverbinding           |
| atoomverbinding                              |                         |
|                                              |                         |
|                                              |                         |

De zuren behoren tot de anorganische stoffen. De functionele groep of het atoom dat ze steeds gemeenschappelijk hebben, is een waterstofatoom dat kan vrijkomen als een waterstofion. De formules en de IUPAC-benaming beginnen altijd met het element waterstof (H).

### 3.1 Definitie

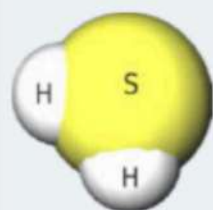
**Zuren** zijn atoomverbindingen tussen één of meerdere waterstofatomen en een zuurrest. Het waterstofatoom kan vrijkomen als een **waterstofion**. Het negatieve ion dat hierbij ontstaat, is de **zuurrest**.

Zuren kun je opdelen in binaire en ternaire zuren.

**Binaire zuren** zijn opgebouwd uit 2 elementen: waterstof en een niet-metaal. De zuurrest bestaat uitsluitend uit een niet-metaal.

**Ternaire zuren** zijn opgebouwd uit 3 elementen: waterstof, een niet-metaal en zuurstof. Het niet-metaal en het element zuurstof vormen samen de zuurrest.

#### VOORBEELD Opbouw van binaire en ternaire zuren



Binair zuur opgebouwd uit H en niet-metaal S



Ternair zuur opgebouwd uit H, niet-metaal S en O



waterstofatoom



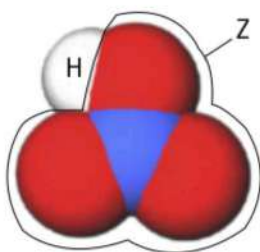
zwavelatoom



zuurstofatoom



## 3.2 Formule en naam



Salpeterzuur

Algemene formule:  $H_nZ$

$n$ : aantal waterstofatomen

$Z^{n-}$ : zuurrest

De bepaling van de IUPAC-benaming is afhankelijk van het type zuur.

De benaming van de zuren begint steeds met waterstof, gevolgd door de naam van de zuurrest. De uitgang voor de binaire zuren is -ide, voor de ternaire zuren -aat.

| ELEMENT | STAM    | ELEMENT | STAM  |
|---------|---------|---------|-------|
| Br      | brom-   | P       | fosf- |
| C       | carbon- | I       | jod-  |
| Cl      | chlor-  | N       | nitr- |
| F       | fluor-  | S       | sulf- |

Voor binaire zuren geldt:

waterstof - stam van het niet-metaal - ide

Voor ternaire zuren geldt:

**OG = groepsnummer nM** →

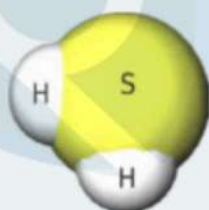
waterstof - stam van het niet-metaal - aat

Opgelet: voor ternaire zuren waarbij het niet-metaal een halogeen (groep VIIa) is, geldt:

**OG = groepsnummer nM - 2** →

waterstof - stam van het niet-metaal - aat

### VOORBEELD Naamgeving bij binaire zuren



waterstof - stam van het niet-metaal - ide

waterstof - sulf - ide

→ waterstofsulfide =  $H_2S$

### VOORBEELD Naamgeving bij ternaire zuren

niet-metaal = S



$$+I \cdot 2 + x - II \cdot 4 = 0$$

$$x = +VI = \text{OG (S)}$$

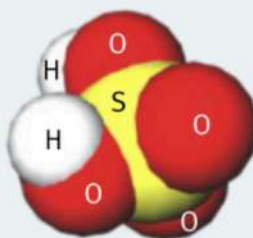
$$\text{OG (S)} = +VI = \text{groepsnummer}$$

uitgang = -aat

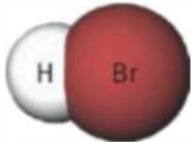
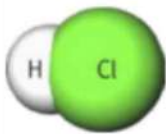
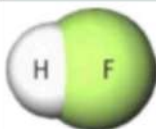
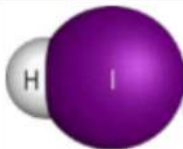
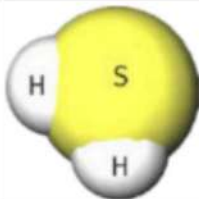
waterstof - stam van het niet-metaal - aat

waterstof - sulf - aat

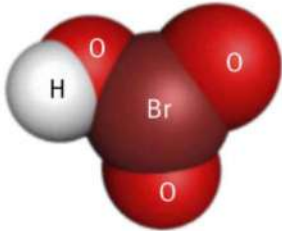
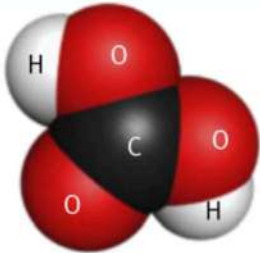
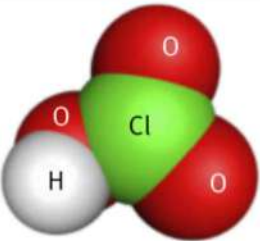
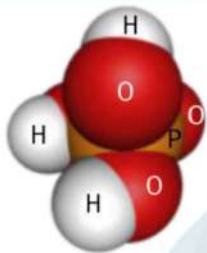
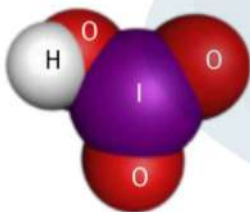
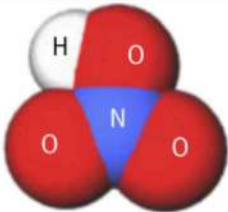
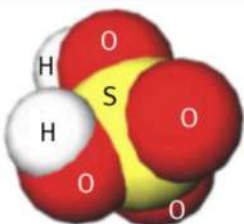
→ watersulfaat =  $\text{H}_2\text{SO}_4$



### De te kennen binaire zuren zijn:

| MOLECULEMODEL                                                                       | BRUTOFORMULE         | IUPAC-BENAMING    | TRIVIALE NAAM |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|---------------|
|    | HBr                  | waterstofbromide  | /             |
|   | HCl                  | waterstofchloride | zoutzuur      |
|  | HF                   | waterstoffluoride | /             |
|  | HI                   | waterstofjodide   | /             |
|  | $\text{H}_2\text{S}$ | waterstofsulfide  | /             |

De te kennen ternaire zuren zijn:

| MOLECULEMODEL                                                                       | BRUTOFORMULE                   | OG (nM) | IUPAC-BENAMING     | TRIVIALE NAAM |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------|--------------------|---------------|
|    | HBrO <sub>3</sub>              | +V      | waterstofbromaat   | broomzuur     |
|    | H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | +IV     | waterstofcarbonaat | koolzuur      |
|   | HClO <sub>3</sub>              | +V      | waterstofchloraat  | chloorzuur    |
|  | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | +V      | waterstoffsfaat    | fosforzuur    |
|  | HIO <sub>3</sub>               | +V      | waterstofjodaat    | joodzuur      |
|  | HNO <sub>3</sub>               | +V      | waterstofnitraat   | salpeterzuur  |
|  | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | +VI     | waterstofsulfaat   | zwavelzuur    |



### 3.3 Chemische processen

In water vormt een zuur één of meer waterstofionen (protonen) en een zuurrest.

Als het waterstofion vrijkomt, verkrijg je een geladen zuurrest. De lading hiervan bereken je door te kijken naar het aantal gevormde protonen. De getalwaarde van de lading van de zuurrest komt overeen met het aantal gevormde waterstofionen. De som van de OG van de elementen van de zuurrest komt overeen met de lading van de zuurrest.

#### VOORBEELD Zuurrest analyseren

Als je 2 protonen afsplitst van  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , verkrijg je een zuurrest met lading  $2^-$ .



waterstofsulfaat  $\rightarrow$  2 protonen + sulfaation

$$\text{OG}(\text{S}) + 4 \cdot \text{OG}(\text{O}) = -11$$

Dat komt overeen met de lading van de zuurrest  $\text{SO}_4^{2-}$ .

De te kennen binaire zuurresten zijn:

| BINAIR ZUUR          | FORMULE ZUURREST | IUPAC-BENAMING ZUURREST |
|----------------------|------------------|-------------------------|
| HBr                  | $\text{Br}^-$    | bromide-ion             |
| HCl                  | $\text{Cl}^-$    | chloride-ion            |
| HF                   | $\text{F}^-$     | fluoride-ion            |
| HI                   | $\text{I}^-$     | jodide-ion              |
| $\text{H}_2\text{S}$ | $\text{S}^{2-}$  | sulfide-ion             |

De te kennen ternaire zuurresten zijn:

| TERNAIR ZUUR                   | FORMULE ZUURREST              | IUPAC-BENAMING ZUURREST |
|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| HBrO <sub>3</sub>              | BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | bromaat                 |
| H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | carbonaat               |
| HClO <sub>3</sub>              | ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | chloraat                |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | fosfaat                 |
| HIO <sub>3</sub>               | IO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | jodaat                  |
| HNO <sub>3</sub>               | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | nitraat                 |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | sulfaat                 |

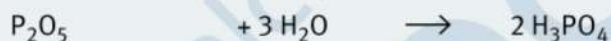
Niet-metaaloxiden die reageren met water vormen ternaire zuren. Hierbij verandert het OG van het niet-metaal niet.

Algemene reactievergelijking:

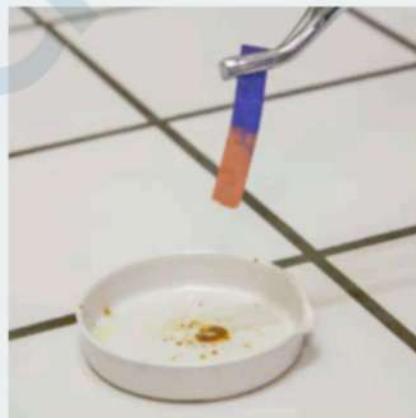


**VOORBEELD** Vorming van ternair zuur uit niet-metaaloxide

difosforpentoxide + water → waterstoffosfaat



Een vochtig lakmoespapier boven P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dampen



Het blauwe lakmoespapier kleurt rood wat wijst op een zuur.

### 3.4 Fysische eigenschappen

Zuren zijn atoomverbindingen of covalente verbindingen.

De aantrekkingskracht tussen de moleculen in binaire zuren is klein, waardoor deze zuren in normale omstandigheden gasvormig zijn.

Bij ternaire zuren is de aantrekkingskracht tussen de moleculen groter, waardoor deze zuren in normale omstandigheden vloeibaar zijn. Een uitzondering hierop is fosforzuur. Dat smelt bij een temperatuur van 42,4 °C.  $\text{HNO}_3$  daarentegen is gasvormig bij kamertemperatuur.

#### VOORBEELD Kook- en smeltpunt van binaire en ternaire zuren

| FORMULE                 | SMELTPUNT (°C) | KOOKPUNT (°C) |
|-------------------------|----------------|---------------|
| HF                      | -83,1          | 19,5          |
| HCl                     | -114,8         | -84,9         |
| HBr                     | -88,5          | -67,0         |
| $\text{H}_2\text{S}$    | -85,5          | -60,7         |
| $\text{H}_2\text{SO}_4$ | 10,4           | 330,0         |
| $\text{H}_3\text{PO}_4$ | 42,4           | 213,0         |
| $\text{HNO}_3$          | -42,0          | 83,0          |

Zuren komen zelden voor als zuivere stof. Meestal zijn ze opgelost in water.

#### VOORBEELD Oplossingen van zuren

##### Salpeterzuur

$\text{HNO}_3$

69 %



CAS  
7697-37-2  
Gevaar

H 272-314-331-EUH071 Kan brand bevorderen; oxiderend. Veroorzaakt ernstige brandwonden en oogletsel. Giftig bij inademing. Bijtend voor de luchtwegen.

P 260-280.1+3+7-301+330+331-305+351+338 Stof/rook/gas/nevel/damp/spuitnevel niet inademen. Beschermende handschoenen en oogbescherming dragen en in afzuigkast werken. NA INSLIKKEN: de mond spoelen. GEEN braken opwekken. BIJ CONTACT MET DE OGEN: voorzichtig afspoelen met water gedurende een aantal minuten; contactlenzen verwijderen, indien mogelijk; blijven spoelen.

WGK 1

Mr: 63,01

Mijn instelling

##### Zoutzuur

HCl

35 %



CAS  
7647-01-0  
Gevaar

H 314-335 Veroorzaakt ernstige brandwonden en oogletsel. Kan irritatie van de luchtwegen veroorzaken. P 280.1+3+7-301+330+331-305+351+338 Beschermende handschoenen en oogbescherming dragen en in afzuigkast werken. NA INSLIKKEN: de mond spoelen. GEEN braken opwekken. BIJ CONTACT MET DE OGEN: voorzichtig afspoelen met water gedurende een aantal minuten; contactlenzen verwijderen, indien mogelijk; blijven spoelen.

WGK 1

Mr: 36,46

Mijn school

De zoutzuuroplossing bestaat voor 35 % uit HCl en 65 % uit water. De salpeterzuuroplossing bestaat voor 69 % uit salpeterzuur en 31 % uit water.



### 3.5 Toepassingen

Zuren zijn zeer corrosief of bijtend. Deze eigenschap zie je in de toepassingen. Zo kun je met fosforzuur bloed- en vetvlekken van kleren verwijderen, met zoutzuur toiletten ontstoppen en met fosforzuur roest weghalen.



Gevaarpictogram:  
corrosief, bijtend

#### VOORBEELD Toepassingen van zuren

| WATERSTOFCHLORIDE (HCl)                                                                                                                                                            | WATERSTOFSULFAAT (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                       | WATERSTOFFOSFAAT (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> )                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwijdt kalkvlekken</li> <li>• ontstopt toiletten en afvoerleidingen</li> <li>• breekt in de maag bepaalde voedingsstoffen af</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruikt bij de productie van kunstmest en detergents</li> <li>• zit in sommige batterijen</li> <li>• droogmiddel voor restgassen in de industrie</li> <li>• wordt geproduceerd uit zwavelrijke verbindingen die ontstaan bij vulkanische activiteit</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwijdt kalkaanslag in toiletten</li> <li>• verwijdt vlekken van olie, vet en bloed</li> <li>• verwijdt makkelijk roest</li> <li>• zit in cola, detergents en kunstmest</li> </ul> |
|                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                              |
| Maag                                                                                                                                                                               | Zwavelresten door een vulkaanuitbarsting                                                                                                                                                                                                                                                                 | Cola                                                                                                                                                                                                                         |

#### CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR?

- 1 De zuurrest is altijd een negatief ion.
- 2 Zwavelzuur en salpeterzuur zijn ternaire zuren.
- 3 De meeste zuren kun je in zuivere toestand drinken.
- 4 HBrO<sub>2</sub> is de formule voor waterstofbromaat.

W NW

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

#### OPDRACHTEN

11 12 13 14

#### + MENU

- ☐ Zwavelzuur mag niet gedoopt worden

#### TEST JEZELF

12 13 14



11

## Anorganische stoffen onderverdelen

Kruis aan.

| STOFFEN                        | BINAIR ZUUR | TERNAIR ZUUR | GEEN ZUUR |
|--------------------------------|-------------|--------------|-----------|
| H <sub>2</sub> S               | X           |              |           |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |             | X            |           |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> |             | X            |           |
| Ba(OH) <sub>2</sub>            |             |              | X         |

12

## Anorganische stoffen benoemen

Vul de tabel aan.

| IUPAC-BENAMING    | TRIVIALE NAAM | FORMULE                        |
|-------------------|---------------|--------------------------------|
| waterstofnitraat  | salpeterzuur  | HNO <sub>3</sub>               |
| waterstofchloraat | chloorzuur    | HClO <sub>3</sub>              |
| waterstofsulfaat  | zwavelzuur    | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| waterstofchloride | zoutzuur      | HCl                            |
| waterstofjodaat   | joodzuur      | HIO <sub>3</sub>               |
| waterstofbromide  | /             | HBr                            |

13

## Zuurresten bepalen

Geef de formule van de zuurresten.

carbonaation: CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>

jodaation: IO<sub>3</sub><sup>-</sup>

fosfaation: PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>

nitraation: NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

sulfaation: SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

sulfide-ion: S<sup>2-</sup>

bromaation: BrO<sub>3</sub><sup>-</sup>

chloride-ion: Cl<sup>-</sup>

fluoride-ion: F<sup>-</sup>

jodide-ion: I<sup>-</sup>

14

## Chemische processen herkennen

Noteer de reactievergelijking en balanceer ze.

- a de vorming van koolzuur uit koolstofdioxide en water



- b de vorming van zwavelzuur uit zwaveltrioxide en water



- c de vorming van HNO<sub>3</sub> uit N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en H<sub>2</sub>O



Opgelost in water leveren zuren  $H^+$ -ionen. Als **basen** worden opgelost in water nemen ze makkelijk  $H^+$ -ionen op. De basen behoren tot de anorganische stoffen.

## 4.1 Definitie

Basen kun je verder onderverdelen in **ammoniak** ( $NH_3$ ) en **hydroxiden**. Hydroxiden zijn ionverbindingen tussen een metaalion en één of meerdere **hydroxide-ionen**,  $OH^-$ . Dit is de functionele groep van de hydroxiden.

### VOORBEELD Functionele groep analyseren

Bepaal het OG van het hydroxide-ion.



$$-II + I = -1$$

Dit komt overeen met de lading van het hydroxide-ion  $OH^-$ .

## 4.2 Formule en naam

Algemene formule hydroxiden:



$M^{n+}$ : metaalion

$n$ : aantal hydroxide-ionen

In de benaming van de hydroxiden vind je de naam van het aanwezige metaal terug en de uitgang 'hydroxide'.

De IUPAC-benaming van een hydroxide bestaat uit:

**naam metaal - (getalwaarde OG metaal) - hydroxide**

Hierbij noteer je de getalwaarde van het OG van het metaalion tussen haakjes wanneer er meerdere OG van het metaal zijn.

### VOORBEELD Naamgeving van hydroxiden

#### Hydroxiden waarvan de metalen uitsluitend 1 OG hebben

| FORMULE             | IUPAC-BENAMING     | TRIVIALE NAAM |
|---------------------|--------------------|---------------|
| NaOH                | natriumhydroxide   | bijtende soda |
| Ca(OH) <sub>2</sub> | calciumhydroxide   | gebluste kalk |
| Al(OH) <sub>3</sub> | aluminiumhydroxide | /             |

#### Hydroxiden waarvan de metalen meerdere OG hebben

| FORMULE             | MOGELIJKE OG (METAAL) | IUPAC-BENAMING      |
|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Fe(OH) <sub>2</sub> | +II, +III             | ijzer(II)hydroxide  |
| Fe(OH) <sub>3</sub> | +II, +III             | ijzer(III)hydroxide |



Om de formules van hydroxiden op te stellen, gebruik je een stappenplan.

- Stap 1** Plaats het OG onder de ionen. Om het vereenvoudigd voor te stellen, bekijk je het hydroxide-ion als een groep. Zet hieronder de som van de OG namelijk  $-I$ .
- Stap 2** De som van alle OG is gelijk aan nul.
- Stap 3** Zoek de kleinste gehele getallen waarmee je de OG moet vermenigvuldigen zodat de som klopt. Dit zijn de indices in de formule. Hoort er een index bij de OH-groep, dan zet je de OH-groep tussen haken.

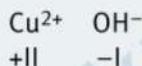
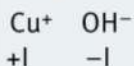
#### VOORBEELD Formule hydroxide opstellen

Stel de formules van hydroxiden op met hierin het metaal koper. Gebruik het stappenplan om een verbinding te bepalen met behulp van de OG.

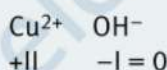
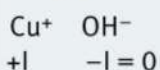
hydroxide van: Cu (+I)

Cu (+II)

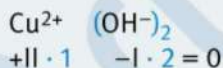
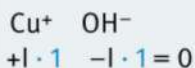
**Stap 1** OG onder metaalion en hydroxide-ion plaatsen.



**Stap 2** Som van OG gelijkstellen aan nul



**Stap 3** Som doen kloppen



De formule-eenheid is CuOH.

De formule-eenheid is Cu(OH)<sub>2</sub>.

## 4.3 Chemische processen

Metaaloxiden die reageren met water vormen hydroxiden. Bij deze reactie blijft het OG van het metaal behouden.

Algemene reactievergelijking:



### VOORBEELD Vorming van een base

natriumoxide + water  $\longrightarrow$  natriumhydroxide



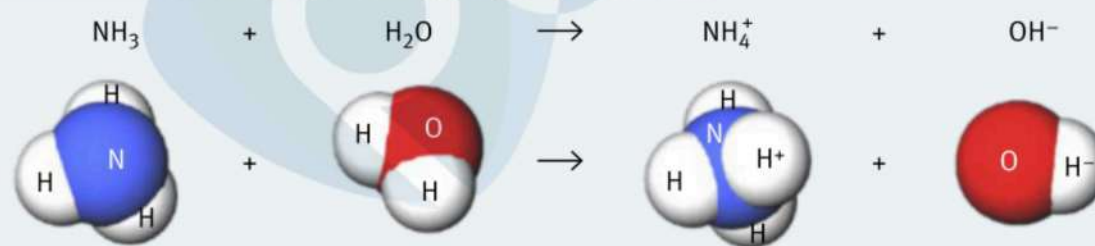
De indicator fenolftaleïne bij water geeft een kleurloze oplossing.



Bij het toevoegen van  $\text{Na}_2\text{O}$  bij water kleurt de fenolftaleïne magenta. Dit wijst op de vorming van een hydroxide.

De base ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) vormt in water een hydroxide ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ). Een klein gedeelte van de ammoniakmoleculen onttrekken een  $\text{H}^+$ -ion aan water en vormen zo een ammoniumion  $\text{NH}_4^+$  en een hydroxide-ion  $\text{OH}^-$ .

### VOORBEELD Schematische vorming van een ammoniumion



## 4.4 Fysische eigenschappen

Hydroxiden zijn bij kamertemperatuur vast. Ammoniak is bij kamertemperatuur gasvormig.

### VOORBEELD Kook- en smeltpunt van basen

| FORMULE       | SMELTPUNT (°C) | KOOKPUNT (°C) |
|---------------|----------------|---------------|
| NaOH          | 318            | 1390          |
| KOH           | 360            | 1320          |
| $\text{NH}_3$ | -78            | -33           |

## 4.5 Toepassingen

Basen zijn sterk corrosief en kunnen in zuivere vorm makkelijk brandplekken veroorzaken. Ze hebben een zeepachtige textuur.

### Natriumhydroxide

NaOH



**Gevaar**

CAS 1310-73-2

H 314

P 280.1+3-301+330+331-305+351+338

#### VOORBEELD Toepassingen van hydroxiden

##### NATRIUMHYDROXIDE (NaOH)

- gebruikt bij de productie van zeep, kleurstoffen, kunstzijde ... in de industrie
- in verdunde vorm gebruikt als gootsteenontstopper, als ontharingsmiddel en in sommige batterijen



##### CALCIUMHYDROXIDE (Ca(OH)<sub>2</sub>)

- gebruikt in wasmiddelen
- gebruikt om zure grond te neutraliseren
- een Ca(OH)<sub>2</sub>-oplossing wordt troebel in contact met CO<sub>2</sub>-gas. Dit is een indicator om CO<sub>2</sub> op te sporen.



##### MAGNESIUMHYDROXIDE (Mg(OH)<sub>2</sub>)

- gebruikt in medicijnen tegen maagzuur



#### CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR?

- 1 Een base is altijd een hydroxide maar een hydroxide is niet altijd een base.
- 2 De correcte IUPAC-benaming van Ni(OH)<sub>2</sub> is nikkel(II)hydroxide.
- 3 Er zijn twee verschillende hydroxiden met daarin een ijzerion.

W NW

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

#### OPDRACHTEN

15 16 17

#### TEST JEZELF

15 16 17 18

19



15

## Anorganische stoffen benoemen

Vul de IUPAC-benaming aan.

| FORMULE             | MOGELIJKE OG METAALION | IUPAC-BENAMING      |
|---------------------|------------------------|---------------------|
| Fe(OH) <sub>3</sub> | +II, +III              | ijzer(III)hydroxide |
| Ba(OH) <sub>2</sub> | +II                    | bariumhydroxide     |
| AgOH                | +I                     | zilverhydroxide     |
| Pb(OH) <sub>2</sub> | +II, +IV               | lood(II)hydroxide   |
| CuOH                | +I, +II                | koper(I)hydroxide   |

16

## Formules van anorganische stoffen vormen

Al deze metalen hebben meerdere OG. Ze vormen een hydroxide. Noteer de formule en de IUPAC-benaming. Bij het vormen van de formule kun je het stappenplan gebruiken.

| METAALION        | OG (M) | FORMULE                                                                                                                     | IUPAC-BENAMING      |
|------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Fe <sup>3+</sup> | +III   | $\begin{array}{l} \text{Fe}^{3+} \quad (\text{OH}^-)_3 \\ +III \cdot 1 \quad -I \cdot 3 = 0 \\ \text{Fe(OH)}_3 \end{array}$ | ijzer(III)hydroxide |
| Cu <sup>2+</sup> | +II    | $\begin{array}{l} \text{Cu}^{2+} \quad (\text{OH}^-)_2 \\ +II \cdot 1 \quad -I \cdot 2 = 0 \\ \text{Cu(OH)}_2 \end{array}$  | koper(II)hydroxide  |
| Ni <sup>2+</sup> | +II    | $\begin{array}{l} \text{Ni}^{2+} \quad (\text{OH}^-)_2 \\ +II \cdot 1 \quad -I \cdot 2 = 0 \\ \text{Ni(OH)}_2 \end{array}$  | nikkel(II)hydroxide |

17

## Chemische processen herkennen

Noteer de reactievergelijking en balanceer ze.

- a de vorming van ijzer(II)hydroxide uit ijzer(II)oxide en water



- b de vorming van aluminiumhydroxide



- c de vorming van Ca(OH)<sub>2</sub>



Als een hydroxide en een zuur met elkaar reageren, krijg je een zout en water.

## 5.1 Definitie

**Zouten** zijn ionverbindingen tussen één of meer metaal- of ammoniumionen ( $\text{NH}_4^+$ ) en één of meer zuurrestionen. Afhankelijk van de bouw van de zoutverbinding kun je ze in verschillende groepen indelen.

**Binaire zouten** zijn zouten waarvan de zuurrest afkomstig is van een binair zuur. De zuurrest bestaat uitsluitend uit een niet-metaalion.

**Ternaire zouten** zijn zouten waarvan de zuurrest afkomstig is van een ternair zuur. De zuurrest is een negatief ion opgebouwd uit een niet-metaal en het element zuurstof.

### VOORBEELD Verschillende zouttypes

#### 1 binaire zouten

natriumchloride  $\rightarrow$  De zuurrest  $\text{Cl}^-$  is afkomstig van het binaire zuur  $\text{HCl}$ .

#### 2 ternaire zouten

natriumchloraat  $\rightarrow$  De zuurrest  $\text{ClO}_3^-$  is afkomstig van het ternaire zuur  $\text{HClO}_3$ .

## 5.2 Formule en naam

Algemene formule:  $\text{M}_n\text{Z}_m$

$\text{M}^{x+}$ : metaalion of ammoniumion ( $\text{NH}_4^+$ )

$n$ : aantal metaal- of ammoniumionen

$\text{Z}^{y-}$ : de zuurrest

$m$ : aantal zuurrestionen

In de benaming van de zouten vind je de naam van het aanwezige metaal- of ammoniumion terug en de naam van de zuurrest.

De naamgeving van de binaire zouten en ternaire zouten is afhankelijk van het aantal oxidatiegetallen dat het metaal kan aannemen. Opgelet: een zout kan ook opgebouwd zijn uit een ammoniumion en een zuurrest. Het metaal wordt bij de naamgeving dan vervangen door ammonium.

De IUPAC-benaming bestaat uit:

naam metaal - (getalwaarde OG metaal) - naam zuurrest

Je noteert de getalwaarde van het OG van het metaal uitsluitend wanneer er meerdere mogelijke OG van het metaal zijn.

### VOORBEELD Naamgeving van zouten

#### Zouten waarvan de metalen uitsluitend 1 OG hebben

| FORMULE                         | IUPAC-BENAMING   | TRIVIALE NAAM |
|---------------------------------|------------------|---------------|
| NaCl                            | natriumchloride  | keukenzout    |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | natriumcarbonaat | soda          |

#### Zouten waarvan de metalen meerdere OG hebben

| FORMULE           | MOGELIJKE OG (METAAL) | IUPAC-BENAMING     |
|-------------------|-----------------------|--------------------|
| FeCl <sub>2</sub> | +II, +III             | ijzer(II)chloride  |
| FeCl <sub>3</sub> | +II, +III             | ijzer(III)chloride |

Om de formule-eenheid van een zout op te stellen, gebruik je een stappenplan.

- Stap 1** Plaats het OG onder de ionen. Om het vereenvoudigd voor te stellen, bekijk je het OG van deze zuurrest of ammoniumion als een groep. Zet hieronder de som van de OG.
- Stap 2** De som van alle OG is gelijk aan nul.
- Stap 3** Zoek de kleinste gehele getallen waarmee je de OG moet vermenigvuldigen zodat de som klopt. Dit zijn de indices in de formule. Hoort er een index bij de groep, dan plaats je de zuurrest en/of het ammoniumion tussen haken.

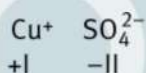
### VOORBEELD Formule-eenheid van een zout opstellen

Stel de formule-eenheden van zouten samen met een koperion en een sulfaation. Gebruik het stappenplan om de verbindingen te bepalen.

zout van: Cu<sup>+</sup>-ion en sulfaation

Cu<sup>2+</sup>-ion en sulfaation

**Stap 1** OG onder ionen plaatsen



**Stap 2** Gelijkstellen aan nul



**Stap 3** Som doen kloppen



De formule-eenheid is Cu<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

De formule-eenheid is CuSO<sub>4</sub>.



### 5.3 Chemische processen

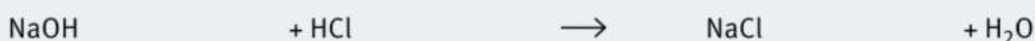
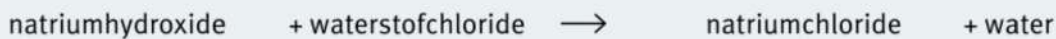
Zouten ontstaan uit de reactie tussen zuren en basen.

Algemene reactievergelijking:



#### VOORBEELD Vorming van een zout

Natriumchloride ontstaat uit de reactie tussen natriumhydroxide en waterstofchloride:



Natriumhydroxide reageert met waterstofchloride.



Natriumhydroxide reageert met waterstofchloride en vormt natriumchloride en water.

### 5.4 Fysische eigenschappen

De binding tussen een metaalion of ammoniumion en de zuurrest is een ionbinding. Ionverbindingen hebben een hoge smeltpunt. Hierdoor zijn zouten bij kamertemperatuur vast en hebben ze een kristallijne structuur.



Veel zouten zijn gekleurd.

#### VOORBEELD Smeltpunt van zouten

| FORMULE                           | SMELTPUNT (°C) |
|-----------------------------------|----------------|
| NaCl                              | 801            |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>   | 851            |
| NaNO <sub>3</sub>                 | 307            |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   | 884            |
| CaCl <sub>2</sub>                 | 782            |
| CaCO <sub>3</sub>                 | 825 (ontbindt) |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | 561            |

## 5.5 Toepassingen

Het bekendste zout natriumchloride is het hoofdbestanddeel van keukenzout. Dat ken je als smaakmaker. Naast dit zout zijn er nog heel wat andere zouten met nuttige toepassingen.

### VOORBEELD Toepassingen van zouten

| NATRIUMCHLORIDE ( $\text{NaCl}$ )                                                                                                                                                                                | NATRIUMCARBONAAT ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )                                                                                                                                                                                                                                                                             | CALCIUMSULFAAT ( $\text{CaSO}_4$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>gebruikt als smaakmaker in de keuken en als conserveermiddel</li> <li>houdt in het lichaam het vocht op peil</li> <li>te winnen door het indampen van zeewater</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>gebruikt in wasmiddel, bleekmiddel, kleefstof</li> <li>de grootste gebruiker is de glasindustrie</li> <li>lost goed op in water, is in de winkel te vinden onder de naam sodakristallen of huishoudsoda</li> <li>kan worden bereid uit magnesiumzouten (Solvay-fabriek)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>hoofdbestanddeel van gipsverbanden</li> <li>talrijke toepassingen in de geneeskunde, bv. als bot- en gewrichts vervanging om lege ruimtes binnen het bot op te vullen</li> <li>in de bouw: in pleisterwerk, gipsplaten en gipsblokken</li> <li>zit in de aardkorst</li> </ul> |
|  <p>Winning keukenzout in Thailand</p>                                                                                         |  <p>Solvay-fabriek in België</p>                                                                                                                                                                                                       |  <p>De Dent du Villard in de Franse Alpen bestaat voornamelijk uit gips.</p>                                                                                                                                                     |

#### CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR?

- Zowel binaire zuren al binaire zouten hebben de uitgang -ide.
- Binaire zouten zijn opgebouwd uit een metaal, een niet-metaal en het element zuurstof.
- Als zuren reageren met niet-metaaloxiden, krijg je zouten en water.

W NW

☐ ☐
☐ ☐
☐ ☐

#### OPDRACHTEN

18 19 20 21  
22

#### TEST JEZELF

20 21 22 23  
24 25 26 27  
28 29 30 31

#### ONDERZOEK

- ☐ 1 Anorganische stoffen vormen

18

## Anorganische stoffen onderverdelen

Geef het type zout. Kies uit: *binair zout* – *ternair zout*.

| ZOUT                         | TYPE ZOUT    |
|------------------------------|--------------|
| magnesiumnitraat             | ternair zout |
| $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ | ternair zout |
| $\text{CaSO}_4$              | ternair zout |
| aluminiumjodide              | binair zout  |
| $\text{ZnI}_2$               | binair zout  |
| koper(II)sulfaat             | ternair zout |

19

## Anorganische stoffen benoemen

Zoek uit of de metalen meerdere OG hebben en noteer de IUPAC-benaming.

|                              | MOGELIJKE OG M OF $\text{NH}_4^+$ | IUPAC-BENAMING     |
|------------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| $\text{Ag}_2\text{CO}_3$     | +I                                | zilvercarbonaat    |
| $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$   | +II                               | magnesiumnitraat   |
| $\text{FeCl}_3$              | +II, +III                         | ijzer(III)chloride |
| $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$   | +II, +III                         | nikkel(II)nitraat  |
| $\text{MnSO}_4$              | +II, +III, +IV, +VI, +VII         | mangaan(II)sulfaat |
| $\text{HgCl}_2$              | +I, +II                           | kwik(II)chloride   |
| $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ | $\text{NH}_4^+$                   | ammoniumcarbonaat  |



## Formules van anorganische stoffen vormen

Al deze metalen hebben meerdere OG. Ze vormen een zout. Noteer de IUPAC-benaming. Bij het vormen van de formule kun je het stappenplan gebruiken.

| METAAL-ION       | ZUUR-REST          | FORMULE                                                                                                      | IUPAC-BENAMING       |
|------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| $\text{Hg}^{2+}$ | $\text{S}^{2-}$    | $\text{Hg}^{2+} \quad \text{S}^{2-}$<br>$+II \cdot 1 \quad -II \cdot 1 = 0$<br>$\text{HgS}$                  | kwik(II)sulfide      |
| $\text{Cu}^{2+}$ | $\text{CO}_3^{2-}$ | $\text{Cu}^{2+} \quad \text{CO}_3^{2-}$<br>$+II \cdot 1 \quad -II \cdot 1 = 0$<br>$\text{CuCO}_3$            | koper(II)carbonaat   |
| $\text{Ni}^{2+}$ | $\text{SO}_4^{2-}$ | $\text{Ni}^{2+} \quad \text{SO}_4^{2-}$<br>$+II \cdot 1 \quad -II \cdot 1 = 0$<br>$\text{NiSO}_4$            | nikkel(II)sulfaat    |
| $\text{Fe}^{2+}$ | $\text{NO}_3^-$    | $\text{Fe}^{2+} \quad (\text{NO}_3^-)_2$<br>$+II \cdot 1 \quad -I \cdot 2 = 0$<br>$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ | ijzer(II)nitraat     |
| $\text{Au}^{3+}$ | $\text{Cl}^-$      | $\text{Au}^{3+} \quad \text{Cl}_3^-$<br>$+III \cdot 1 \quad -I \cdot 3 = 0$<br>$\text{AuCl}_3$               | goud(III)chloride    |
| $\text{Mn}^{2+}$ | $\text{CO}_3^{2-}$ | $\text{Mn}^{2+} \quad \text{CO}_3^{2-}$<br>$+II \cdot 1 \quad -II \cdot 1 = 0$<br>$\text{MnCO}_3$            | mangaan(II)carbonaat |
| $\text{Ni}^{3+}$ | $\text{S}^{2-}$    | $\text{Ni}_2^{3+} \quad \text{S}_3^{2-}$<br>$+III \cdot 2 \quad -II \cdot 3 = 0$<br>$\text{Ni}_2\text{S}_3$  | nikkel(III)sulfide   |
| $\text{Pt}^{4+}$ | $\text{Cl}^-$      | $\text{Pt}^{4+} \quad \text{Cl}_4^-$<br>$+IV \cdot 1 \quad -I \cdot 4 = 0$<br>$\text{PtCl}_4$                | platina(IV)chloride  |

## Chemische processen herkennen

Noteer de reactievergelijking en balanceer ze.

- a de vorming van natriumchloride en water



- b de vorming van  $\text{BaSO}_4$  en water uit bariumhydroxide en zwavelzuur



- c de vorming van soda en water uit natriumhydroxide en waterstofcarbonaat



## Anorganische stoffen classificeren

- a Classificeer de anorganische in stofklassen op basis van hun naam.

*calciumsulfaat – waterstofnitraat – zinkoxide – waterstofchloride – natriumhydroxide – koolstofdioxide – magnesiumhydroxide – ammoniak*

• oxiden: zinkoxide en koolstofdioxide

• zuren: waterstofnitraat en waterstofchloride

• basen: natriumhydroxide, magnesiumhydroxide en ammoniak

• zouten: calciumsulfaat

- b Classificeer de anorganische in stofklassen op basis van hun naam.

$\text{AgNO}_3$  –  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  –  $\text{NH}_3$  –  $\text{HNO}_3$  –  $\text{AlPO}_4$  –  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  –  $\text{NaCl}$  –  $\text{SO}_3$  –  $\text{H}_2\text{S}$

• oxiden:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  en  $\text{SO}_3$

• zuren:  $\text{HNO}_3$  en  $\text{H}_2\text{S}$

• basen:  $\text{NH}_3$  en  $\text{Mg}(\text{OH})_2$

• zouten:  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{AlPO}_4$  en  $\text{NaCl}$

# 6 Organische stoffen voorstellen

## 6.1 Definitie

In de organische chemie bestudeer je de stoffen die bestaan uit bindingen met koolstofatomen. Dat zijn de koolstofverbindingen.

**Koolwaterstoffen** zijn koolstofverbindingen waarin uitsluitend koolstofatomen en waterstofatomen voorkomen. De koolstofatomen kunnen aan elkaar gebonden zijn door een enkelvoudige, dubbele of drievoudige binding.

Naast koolwaterstoffen bestudeer je dit jaar ook een aantal koolstofverbindingen die zuurstofatomen bevatten.

## 6.2 Formule en naam

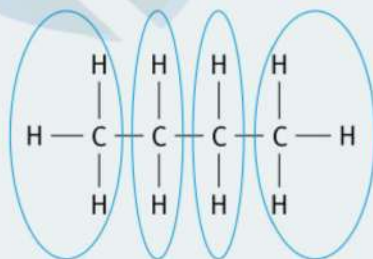
Organische verbindingen kunnen vele atomen bevatten. Afhankelijk van de context geef je de voorkeur aan een bepaalde manier van voorstellen. Zo heb je brutoformules, structuurformules, verkorte structuurformules en 3D-modellen.

- In een brutoformule noteer je enkel het symbool van de aanwezige elementen en hun aantal.
- In de structuurformule geef je naast de soort en het aantal van de voorkomende elementen ook weer hoe ze aan elkaar gebonden zijn door de lewisstructuur te tekenen. Je schrijft zowel hun positie in de molecule als het aantal bindingen tussen de atomen.
- In de **verkorte structuurformule** schrijf je de bindingen met het element waterstof niet.
- Wil je de nadruk leggen op de ruimtelijke structuur? Gebruik dan 3D-modellen, zoals bolstaaf- en bolschilmodellen.

Om een verkorte structuurformule uit te schrijven, start je vanuit de structuurformule. In de structuurformule maak je groepjes.

### VOORBEELD Een verkorte structuurformule schrijven

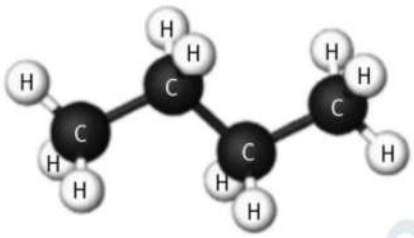
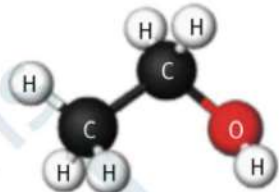
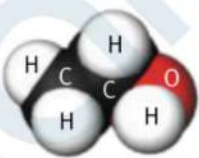
Om de verkorte structuurformule van n-butaan te schrijven, maak je eerst groepjes.



$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$  of kortweg  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_2\text{-CH}_3$



## VOORBEELD Organische verbindingen weergeven

|                           | n-BUTAAN                                                                                                                     | ETHANOL                                                                                  |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| brutoformule              | $C_4H_{10}$                                                                                                                  | $C_2H_6O$                                                                                |
| structuurformule          | <pre>       H   H   H   H                     H — C — C — C — C — H                           H   H   H   H           </pre> | <pre>       H   H             H — C — C — O — H                   H   H           </pre> |
| verkorte structuurformule | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$                                                                                                        | $CH_3-CH_2-OH$                                                                           |
| bolstaafmodel             |                                             |       |
| bolschilmodel             |                                            |      |

### CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR?

- Koolwaterstoffen is een ander woord voor koolstofverbindingen.
- Bij de verkorte structuurformule noteer je geen symbolen van de elementen.

W NW  
☐ ☐  
☐ ☐

### OPDRACHTEN

23

### TEST JEZELF

32

### + MENU

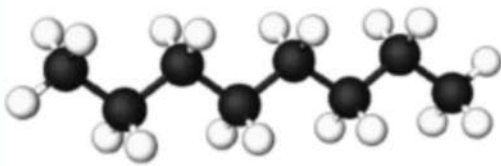
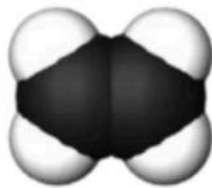
☐ Skeletnotaties bij organische stoffen



23

## Voorstellingswijzen van organische stoffen benoemen

Met welke voorstelling worden de organische stoffen weergegeven?

| FORMULE                                                                                                                   | VOORSTELLING                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                          | <a href="#">bolstaafmodel</a>             |
| $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ | <a href="#">verkorte structuurformule</a> |
|                                          | <a href="#">bolschilmodel</a>             |
| $  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\    \\  \text{H}  \end{array}  $            | <a href="#">structuurformule</a>          |
| $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$                                                                                          | <a href="#">brutoformule</a>              |

## 7.1 Definitie

**Alkanen** zijn koolwaterstoffen met enkelvoudige bindingen tussen de C-atomen. Als alle C-atomen één lange keten vormen, spreek je van een lineair alkaan of **n-alkaan** (normaal-alkaan).

## 7.2 Formule en IUPAC-benaming

Algemene brutoformule alkaan:



De IUPAC-benaming voor een alkaan bestaat uit:

**(n-)stam - aan**

Vanaf 4 C-atomen schrijf je het voorvoegsel n-.

De **stamnaam** geeft aan hoeveel koolstofatomen er in de koolstofketen aanwezig zijn.

| AANTAL KOOLSTOFATOMEN | STAM  |
|-----------------------|-------|
| 1                     | meth- |
| 2                     | eth-  |
| 3                     | prop- |
| 4                     | but-  |
| 5                     | pent- |
| 6                     | hex-  |
| 7                     | hept- |
| 8                     | oct-  |
| 9                     | non-  |
| 10                    | dec-  |

Vanaf 5 C-atomen is de stam afgeleid van het Griekse telwoord.



De te kennen alkanen zijn:

| BOLSTAAFMODEL | IUPAC-BENAMING | BRUTO-FORMULE                   | STRUCTUURFORMULE                                                                                                           |
|---------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | methaan        | CH <sub>4</sub>                 | <pre>  H     H-C-H       H</pre>                                                                                           |
|               | ethaan         | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>   | <pre>  H H       H-C-C-H         H H</pre>                                                                                 |
|               | propaan        | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>   | <pre>  H H H         H-C-C-C-H           H H H</pre>                                                                       |
|               | n-butaan       | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>  | <pre>  H H H H           H-C-C-C-C-H             H H H H</pre>                                                             |
|               | n-pentaan      | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>  | <pre>  H H H H H             H-C-C-C-C-C-H               H H H H H</pre>                                                   |
|               | n-hexaan       | C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>  | <pre>  H H H H H H               H-C-C-C-C-C-C-H                 H H H H H H</pre>                                         |
|               | n-heptaan      | C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>  | <pre>  H H H H H H H                 H-C-C-C-C-C-C-C-H                   H H H H H H H</pre>                               |
|               | n-octaan       | C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>  | <pre>  H H H H H H H H                   H-C-C-C-C-C-C-C-C-H                     H H H H H H H H</pre>                     |
|               | n-nonaan       | C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>  | <pre>  H H H H H H H H H                     H-C-C-C-C-C-C-C-C-C-H                       H H H H H H H H H</pre>           |
|               | n-decaan       | C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> | <pre>  H H H H H H H H H H                       H-C-C-C-C-C-C-C-C-C-C-H                         H H H H H H H H H H</pre> |

## 7.3 Toepassingen

Zowel aardgas als aardolie zijn miljoenen jaren geleden gevormd op de bodem van de zee. Afgestorven organisch materiaal, zoals plantenresten, vormde een dikke laag op de bodem. Die laag raakte bedekt met slib. Onder invloed van druk, temperaturen tot 100 °C en bacteriën brak het afgestorven materiaal af tot aardolie. Steeg de temperatuur tot boven 100 °C, dan ontstond er aardgas.

Methaan vormt het hoofdbestanddeel van aardgas en biogas. Ethaan, propaan en n-butaan komen ook voor in aardgas, maar in kleinere hoeveelheden. Alle andere alkanen die je moet kennen vind je in ruwe aardolie. Op boorplatforms worden aardgas en aardolie uit de bodem van de zee gehaald. Jaknikkers pompen olie uit de grond. Olietankers voeren de ruwe olie naar hun verwerkingsplaats.

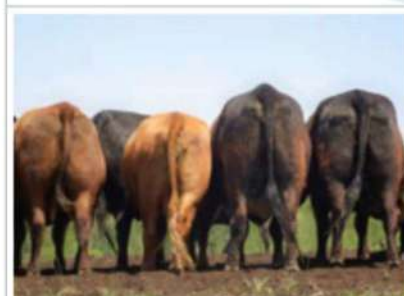


Jaknikkers pompen olie uit de grond.



Olietankers vervoeren ruwe olie.

| METHAAN                                                                                                                                                                                                        | PROPAAN                                                                                                                                                                                                                                                                   | n-BUTAAN                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>gebruikt als brandstof</li> <li>broeikasgas</li> <li>uitgestoten door o.a. runderen</li> <li>komt vrij bij het opwekken van energie in olie- en gascentrales</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>gebruikt als koelmiddel in koelkasten en airco's</li> <li>aanwezig in gasflessen voor kookvuurtjes</li> <li>gebruikt als brandstof bij auto's die rijden op lpg (liquefied petroleum gas)</li> <li>aanwezig in aardolie</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>aanwezig in aanstekers en gasflessen voor kookvuren</li> <li>gebruikt als brandstof in auto's die rijden op lpg (mengsel van propaan en n-butaan)</li> <li>aanwezig in aardolie</li> </ul> |



Koeien stoten methaangas uit.



Wegvarende olietanker uit haven

### CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR?

- De 'n' van n-alkaan staat voor nummer.
- De verkorte structuurformule van n-pentaan is  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_2\text{-CH}_3$ .
- De brutoformule van n-nonaan is  $\text{C}_9\text{H}_{18}$ .

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| W                        | NW                       |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

OPDRACHTEN

TEST JEZELF

24 25

33

## Organische stoffen benoemen

Leid de structuurformule af van het bolstaafmodel. Noteer onder de structuurformule de verkorte structuurformule en de IUPAC-benaming.

| BOLSTAAFMODEL | STRUCTUURFORMULE EN IUPAC-BENAMING                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | $  \begin{array}{cccc}  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\    &   &   &   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    &   &   &   \\  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ <p>CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> of CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub><br/>n-butaan</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|               | $  \begin{array}{ccc}  \text{H} & \text{H} & \text{H} \\    &   &   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    &   &   \\  \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ <p>CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub><br/>propan</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|               | $  \begin{array}{cccccc}  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\    &   &   &   &   &   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    &   &   &   &   &   \\  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ <p>CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub><br/>of CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>-CH<sub>3</sub><br/>n-hexaan</p>                                                                                                                                                                      |
|               | $  \begin{array}{ccccccccc}  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\    &   &   &   &   &   &   &   &   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    &   &   &   &   &   &   &   &   \\  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ <p>CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub><br/>of CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>7</sub>-CH<sub>3</sub><br/>n-nonaan</p> |
|               | $  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}  \end{array}  $ <p>CH<sub>4</sub><br/>methaan</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |



## Organische stoffen benoemen

Geef de formule en de IUPAC-benaming van het alkaan.

| VERKORTE STRUCTUURFORMULE                 | BRUTOFORMULE                 | IUPAC-BENAMING |
|-------------------------------------------|------------------------------|----------------|
| $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$     | $\text{C}_3\text{H}_8$       | propaan        |
| $\text{CH}_3\text{-(CH}_2)_8\text{-CH}_3$ | $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ | n-decaan       |
| $\text{CH}_4$                             | $\text{CH}_4$                | methaan        |
| $\text{CH}_3\text{-(CH}_2)_4\text{-CH}_3$ | $\text{C}_6\text{H}_{14}$    | n-hexaan       |
| $\text{CH}_3\text{-(CH}_2)_6\text{-CH}_3$ | $\text{C}_8\text{H}_{18}$    | n-octaan       |
| $\text{CH}_3\text{-(CH}_2)_2\text{-CH}_3$ | $\text{C}_4\text{H}_{10}$    | n-butaan       |

# Made of: aardolie



## Destillatietoren

Een gefractioneerde destillatie van aardolie of raffinage gebeurt in een aardolieraffinaderij. Bij het destilleren van aardolie krijg je verschillende fracties. Een fractie bestaat uit een mengsel van koolwaterstoffen en heeft telkens een eigen kooktraject.

De ruwe aardolie vloeit via buizen in de oven. De dampen die tijdens het verwarmen ontsnappen, gaan via de borrelkapjes hoger de destillatietoren in. Bereikt de fractie de temperatuur waarop ze vloeibaar wordt, dan gaat ze via buizen de destillatietoren uit. Hoe langer de koolstofketen van de componenten van de fractie, hoe hoger de kooktemperatuur en hoe lager de fractie terechtkomt in de destillatietoren. Het residu pompt men weg.



Grondstof voor geneesmiddelen



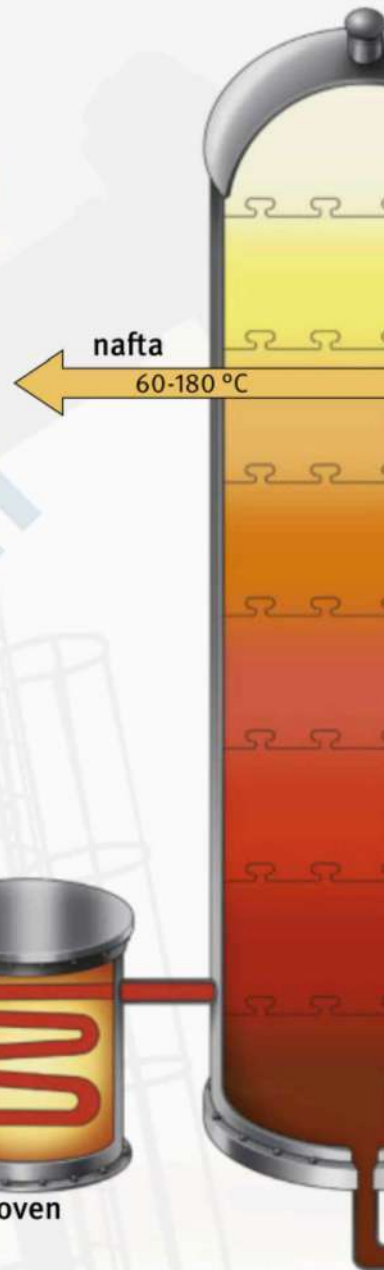
In plastics



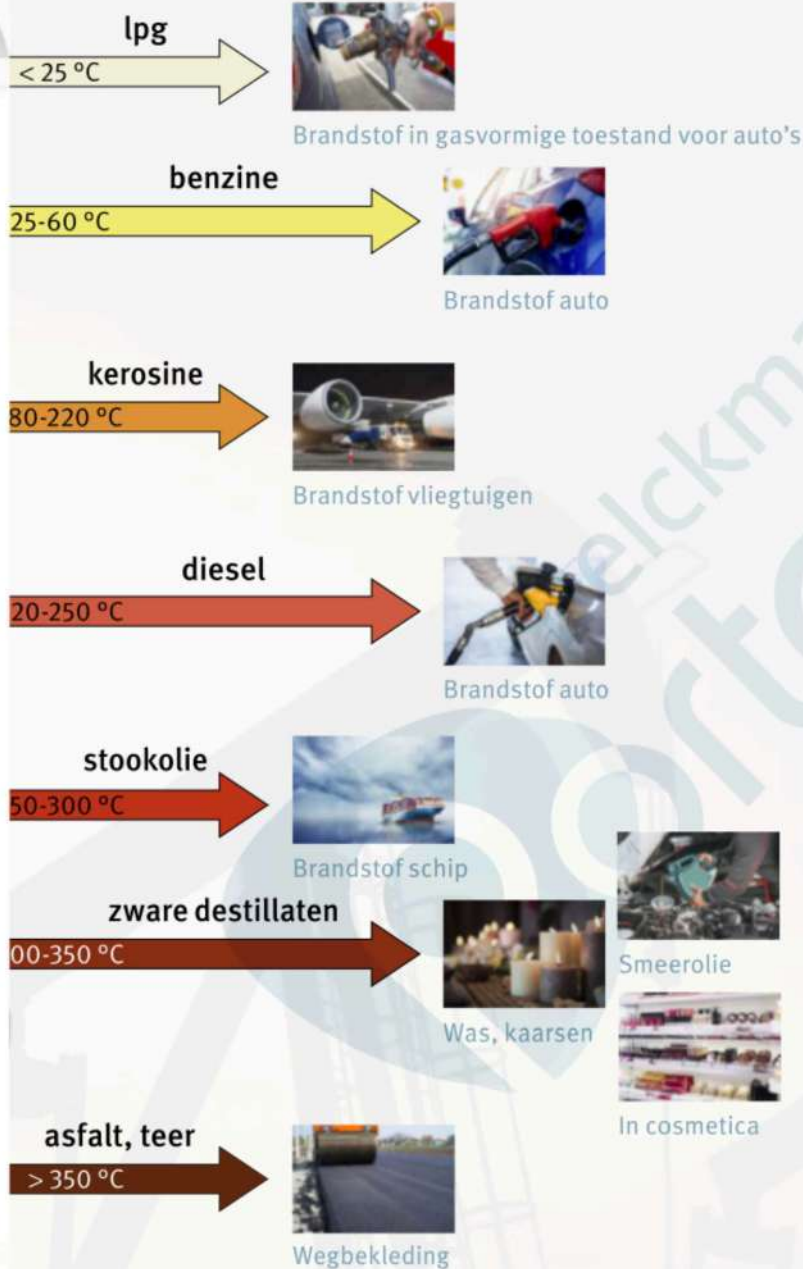
In voedingsmiddelen



In pesticiden en insecticiden



## Fracties met de laagste kooktemperatuur



De acht verschillende fracties verkregen uit de destillatietoren hebben andere eigenschappen. Ze verschillen in massadichtheid, kooktraject, viscositeit, kleur ... Van links naar rechts herken je bitumen, zware destillaten, stookolie, diesel, kerosine, nafta, benzine en lpg.



## Fracties met de hoogste kooktemperatuur



# 8 Alkenen en alkynen

## 8.1 Definitie

**Alkenen** zijn koolwaterstoffen met een dubbele binding tussen twee C-atomen.  
**Alkynen** zijn koolwaterstoffen met een drievoudige binding tussen twee C-atomen.

## 8.2 Formule en IUPAC-benaming

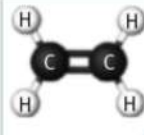
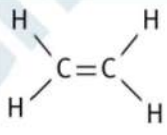
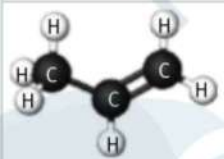
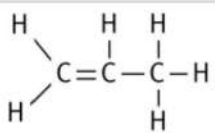
Algemene brutoformule alkeen:



De IUPAC-benaming voor een alkeen bestaat uit:

**stam - een**

Voorbeelden:

| BOLSTAAFMODEL                                                                       | IUPAC-BENAMING | BRUTOFORMULE | STRUCTUURFORMULE<br>VERKORTE<br>STRUCTUURFORMULE                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | etheen         | $C_2H_4$     | <br>$CH_2=CH_2$     |
|  | propeen        | $C_3H_6$     | <br>$CH_2=CH-CH_3$ |

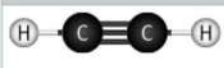
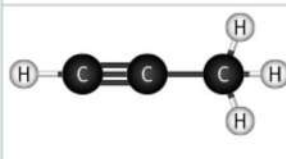
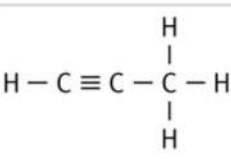
Algemene brutoformule alkyn:



De IUPAC-benaming voor een alkyn bestaat uit:

**stam - yn**

Voorbeelden:

| BOLSTAAFMODEL                                                                       | IUPAC-BENAMING | BRUTOFORMULE | STRUCTUURFORMULE<br>VERKORTE<br>STRUCTUURFORMULE                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ethyn          | $C_2H_2$     | $H-C \equiv C-H$<br>$CH \equiv CH$                                                                          |
|  | propyn         | $C_3H_4$     | <br>$CH \equiv C-CH_3$ |



Alkenen



Alkynen



Vergelijking alkanen  
-alkenen-alkynen

## 8.3 Toepassingen

Zowel etheen als propheen worden gewonnen uit aardolie in de petrochemische industrie.



Petrochemische industrie in de Antwerpse haven

| ETHEEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | PROPEEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• triviale naam is ethyleen</li> <li>• aanwezig in fruit en groenten als hormoon dat fruit en groenten sneller doet rijpen (bv. appels en bananen laten andere fruit- en groentesoorten sneller rijpen)</li> <li>• grondstof in de kunststof-synthese van polyetheen (PE) voor heel wat toepassingen zoals plastic zakjes, plastic flesjes, verpakkingsfolie en mantels van elektrische kabels</li> <li>• geproduceerd in de petrochemie waar ze stoffen uit aardolie verwerken</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• triviale naam is propyleen</li> <li>• grondstof in de kunststof-synthese van polypropreen (PP) voor de productie van jerrycans, tapijten, plastic meubelen en auto-onderdelen van hard plastic zoals het dashboard van een auto</li> <li>• in de dampkring van Titan (de grootste maan van Saturnus) is een hoeveelheid propheen aanwezig alsook andere kool-waterstoffen</li> </ul> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Tomaten rijpen sneller in aanwezigheid van een rijpe banaan.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | De dampkring van Titan bevat propyleen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

### CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR?

- 1 Het aantal waterstofatomen in propyn is 6.
- 2 De algemene formule van een alkeen is  $C_nH_{2n}$ .

| W                        | NW                       |
|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### OPDRACHTEN

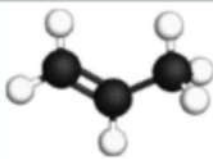
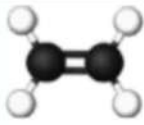
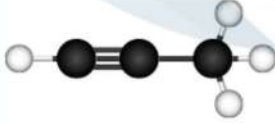
26

### TEST JEZELF

34

## Organische stoffen benoemen

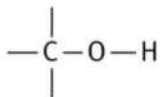
Noteer de structuurformule en de verkorte weergave hiervan naast het bolstaafmodel.

| BOLSTAAFMODEL                                                                       | STRUCTUURFORMULE<br>VERKORTE STRUCTUURFORMULE                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ &   &   \\ \text{H}-\text{C} & = & \text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & &   \\ & & \text{H} \end{array}$ $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ |
|    | $\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$ $\text{CH}_2=\text{CH}_2$                      |
|  | $\text{H}-\text{C} \equiv \text{C}-\text{H}$ $\text{CH} \equiv \text{CH}$                                                                                                                   |
|  | $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C} \equiv \text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$ $\text{CH} \equiv \text{C}-\text{CH}_3$                                |



## 9.1 Definitie

**Alcoholen** zijn organische verbindingen met als functionele groep een **hydroxylgroep** (-OH). In tegenstelling tot de hydroxiden is het O-atoom uit de hydroxylgroep gebonden via een atoombinding aan een C-atoom:



Functionele groep: -O-H of verkort: -OH

## 9.2 Formule en IUPAC-benaming

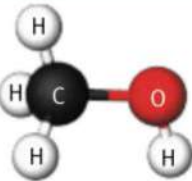
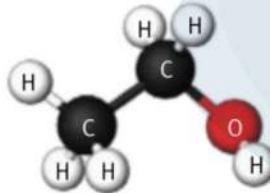
Algemene brutoformule alcohol:



De IUPAC-benaming voor een alcohol bestaat uit:

**overeenkomstig koolwaterstof - ol**

Voorbeelden:

| BOLSTAAFMODEL                                                                       | IUPAC-BENAMING | BRUTO-FORMULE                   | STRUCTUURFORMULE<br>VERKORTE<br>STRUCTUURFORMULE                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | methanol       | CH <sub>4</sub> O               | $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$<br>CH <sub>3</sub> -OH                                                                         |
|  | ethanol        | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O | $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$<br>CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -OH |



Alcoholen

## 9.3 Toepassingen

De alcoholen zijn zeer brandbaar en kennen verschillende toepassingen.

| METHANOL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ETHANOL                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• triviale naam is houtspiritus of houtalcohol</li> <li>• gebruikt in brandspiritus (mengsel ethanol, methanol en kleurstof)</li> <li>• oplosmiddel en extractiemiddel in cosmetica</li> <li>• geproduceerd uit CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub> in de Carbon Recycling International fabriek</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• triviale naam is drankalcohol</li> <li>• gebruikt in brandspiritus (mengsel ethanol, methanol en kleurstof)</li> <li>• verslavend</li> <li>• aanwezig in ontsmettende sprays</li> <li>• te bereiden uit de vergisting van suikers in fruit en granen</li> </ul> |
|  <p>De fabriek van Carbon Recycling International in IJsland</p>                                                                                                                                                                                              |  <p>Vergistingsproces van granen op een industriële manier om ethanol te bekomen</p>                                                                                                                                   |

27

## Organische stoffen benoemen

Noteer telkens de IUPAC-benaming van de correcte alcohol.

|                                                                                                         |                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|  <p>methanol</p>       | <p><math>C_2H_6O</math></p> <p>ethanol</p>  |
| <pre>       H   H             H — C — C — O — H                   H   H           </pre> <p>ethanol</p> | <p><math>CH_3-OH</math></p> <p>methanol</p> |



# De effecten van alcohol

De Belgische wetgeving zegt dat jongeren onder de 16 jaar geen alcohol mogen drinken. De voornaamste reden is dat meerdere onderzoeken aantonen dat alcohol schadelijk is voor de lichamelijke en geestelijke ontwikkeling.

## Wat is een standaardglas alcohol?

Hoe hoger de concentratie, hoe kleiner het standaardglas waarin de alcoholische drank meestal geschonken wordt. Door af te wijken van standaardmaten, krijg je vaak een veel grotere portie alcohol binnen dan je beseft.



## Welk effect heeft alcohol op je lichaam?

Opgelet: hieronder wordt uitgegaan van een standardsituatie. De effecten zijn verschillend naargelang geslacht en lichaamsgewicht, maar ook stress en vermoeidheid zijn van belang. De omstandigheden, zoals het tempo bij het drinken, al dan niet op een nuchtere of een volle maag, spelen ook een rol. Over het algemeen worden vrouwen sneller dronken dan mannen.

### 1 tot 2 standaardglazen



- ademhaling en hartslag nemen toe
- meer ontspannen en levendiger worden
- minder pijngevoelig zijn
- vaker plassen
- praten gaat vlotter



### 3 tot 7 standaardglazen



- onhandiger worden in bewegingen
- reactietijd neemt af
- moeilijker om situaties te beoordelen
- smaller gezichtsvermogen (tunneleffect)
- minder goed horen en luider praten
- nog vrolijker en uitbundiger worden of prikkelbaarder en grof (persoonsafhankelijk)
- jezelf overschatten





## 8 tot 14 standaardglazen



- verslechterde lichaamscoördinatie
- sterk verslechterde reactiesnelheid
- struikelen over woorden en daardoor moeizaam praten
- rood gezicht
- verwijde pupillen
- dingen doen die je normaal niet doet
- misselijk worden tot zelfs braken



## 15 tot 20 standaardglazen



- sterk verdoofde zintuigen
- ongecoördineerde bewegingen
- hoge kans op black-outs
- bij sluiten ogen misselijkheid en draaiëring gevoel



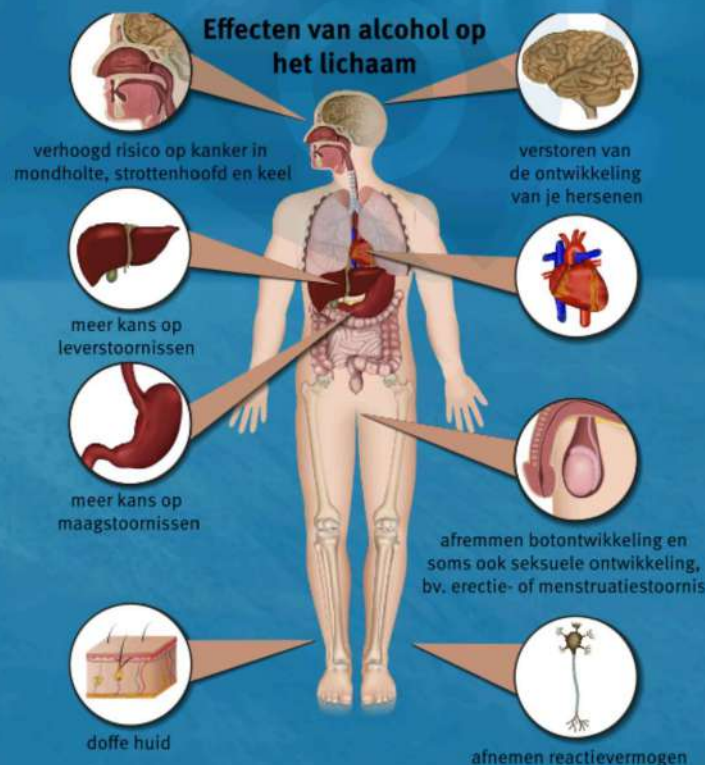
## Meer dan 20 standaardglazen



- sterk vertraagde ademhaling en hartslag
- alcoholvergiftiging: bewusteloosheid gevolgd door coma
- mogelijkheid tot hartstilstand



## Risico's bij jongeren



- afnemen reactievermogen waardoor je meer kans hebt op ongevallen
- verminderen zelfcontrole waardoor je je makkelijker agressief of impulsief gedraagt
- black-outs
- alcoholvergiftiging
- verhoogt risico op ernstige alcoholproblemen op latere leeftijd

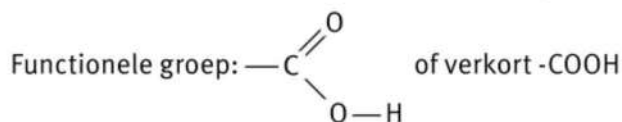


## 10 Carbonzuren

### 10.1 Definitie

**Carbonzuren** zijn organische verbindingen met als functionele groep een **carboxylgroep** (-COOH). Net als de anorganische zuren kunnen ze in water een waterstofion vrijzetten.

In de carboxylgroep bindt het C-atoom naast een een hydroxylgroep bijkomend een O-atoom, via een dubbele binding.



### 10.2 Formule en IUPAC-benaming

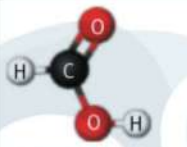
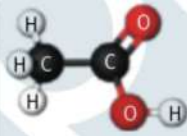
Algemene brutoformule carbonzuur:



De IUPAC-benaming voor een carbonzuur bestaat uit:

**overeenkomstig koolwaterstof - zuur**

Voorbeelden:

| BOLSTAAFMODEL                                                                       | IUPAC-BENAMING | BRUTOFORMULE                     | STRUCTUURFORMULE<br>VERKORTE<br>STRUCTUURFORMULE                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | methaanzuur    | $\text{CH}_2\text{O}_2$          | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H—C} \\ \diagdown \\ \text{O—H} \end{array}$<br>HCOOH                                                                           |
|  | ethaanzuur     | $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ | $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H—C—C} \\   \quad \parallel \\ \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \diagdown \\ \quad \text{O—H} \end{array}$<br>$\text{CH}_3\text{-COOH}$ |



Carbonzuren



### 10.3 Toepassingen

| METHAANZUUR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ETHAANZUUR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• triviale naam is mierenzuur</li> <li>• aangemaakt door mieren, wespen, bijen, hommels en brandnetels als verdedigingsmiddel</li> <li>• gebruikt om waterstofgas te produceren voor elektrische bussen die rijden op waterstof</li> <li>• gebruikt als conserveermiddel en antibacterieel middel in voeding</li> <li>• zichtbaar op voedingsetiketten onder de naam E236</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• triviale naam is azijnzuur</li> <li>• grondstof voor kunststoffen en geneesmiddelen zoals aspirine</li> <li>• fixeert de kleuren van kledingstukken</li> <li>• gebruikt als smaakstof, conserveermiddel of om de zuurtegraad in voedingsmiddelen te regelen</li> <li>• zichtbaar op voedingsetiketten onder de naam E260</li> <li>• te bereiden door fermentatie van alcohol</li> <li>• synthetische bereiding via een syntheseproces, het Monsanto proces</li> <li>• hoofdingrediënt van tafelazijn, een oplossing van azijnzuur en water</li> </ul> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Mier                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | De Monsanto-site in Antwerpen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

#### CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR?

1 De brutoformule van methaanzuur is  $\text{CH}_2\text{O}_2$ .

W NW  
☐ ☐

#### OPDRACHTEN

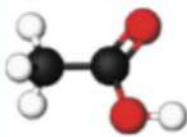
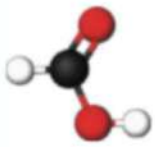
28

#### TEST JEZELF

37 38

## Organische stoffen benoemen

Vul de tabel aan met de gegevens van de carbonzuren.

| BOLSTAAFMODEL                                                                     | STRUCTUURFORMULE<br>VERKORTE STRUCTUURFORMULE                                                                                                                                 | BRUTOFORMULE                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|  | $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{O} \\   \quad \quad   \\ \text{H} \quad \quad \text{O}-\text{H} \end{array}$<br>$\text{CH}_3\text{-COOH}$ | $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ |
|  | $\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}-\text{C} \\   \\ \text{O}-\text{H} \end{array}$<br>$\text{HCOOH}$                                                                | $\text{CH}_2\text{O}_2$          |

## 11. AMINES

📌 uitleg amines 1

📌 uitleg amines 2

## Indeling van samengestelde stoffen

| ANORGANISCHE STOFFEN                     | ORGANISCHE STOFFEN                                          |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| DEFINITIE                                |                                                             |
| komen voor in <b>niet-levende natuur</b> | koolstofverbindingen<br>komen voor in <b>levende natuur</b> |
| STOFKLASSEN                              |                                                             |
| oxiden, zuren, basen, zouten             | alkanen, alkenen, alkynen, alcoholen,<br>carbonszuren ...   |

## Anorganische stoffen

## Oxiden

| METAALOXIDE                                                   | NIET-METAALOXIDE                                               |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| DEFINITIE                                                     |                                                                |
| <b>ionverbindingen:</b><br><b>metaalionen + zuurstofionen</b> | <b>atoomverbindingen:</b><br><b>niet-metaal + zuurstof</b>     |
| FORMULE                                                       |                                                                |
| $M_xO_y$                                                      | $nM_xO_y$                                                      |
| IUPAC-BENAMING                                                |                                                                |
| naam metaal - (getalwaarde OG metaal) - <b>oxide</b>          | voorvoegsel - naam niet-metaal - voorvoegsel -<br><b>oxide</b> |
| CHEMISCHE PROCESSEN                                           |                                                                |
| metaal + $O_2 \rightarrow$ metaaloxide                        | niet-metaal + $O_2 \rightarrow$ niet-metaaloxide               |
| FYSISCHE EIGENSCHAPPEN                                        |                                                                |
| bij kamertemperatuur vast                                     | bij kamertemperatuur meestal gasvormig                         |

## Zuren

| BINAIRE ZUREN                                               | TERNAIRE ZUREN                                                         |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| DEFINITIE                                                   |                                                                        |
| <b>atoomverbindingen:</b><br><b>waterstof + niet-metaal</b> | <b>atoomverbindingen:</b><br><b>waterstof + niet-metaal + zuurstof</b> |
| FORMULE                                                     |                                                                        |
| $H_nZ$                                                      | $H_nZ$                                                                 |
| IUPAC-BENAMING                                              |                                                                        |
| waterstof - stam niet-metaal - <b>ide</b>                   | waterstof - stam niet-metaal - <b>aat</b>                              |
| CHEMISCHE PROCESSEN                                         |                                                                        |
| /                                                           | niet-metaaloxide + $H_2O \rightarrow$ ternair zuur                     |
| FYSISCHE EIGENSCHAPPEN                                      |                                                                        |
| bij kamertemperatuur meestal gasvormig                      | bij kamertemperatuur meestal vloeibaar                                 |



| TE KENNEN BINAIRE ZUREN |                   |               |
|-------------------------|-------------------|---------------|
| BRUTOFORMULE            | IUPAC-BENAMING    | TRIVIALE NAAM |
| HBr                     | waterstofbromide  | /             |
| HCl                     | waterstofchloride | zoutzuur      |
| HF                      | waterstoffluoride | /             |
| HI                      | waterstofjodide   | /             |
| H <sub>2</sub> S        | waterstofsulfide  | /             |

| TE KENNEN TERNAIRE ZUREN       |                    |               |
|--------------------------------|--------------------|---------------|
| BRUTOFORMULE                   | IUPAC-BENAMING     | TRIVIALE NAAM |
| HBrO <sub>3</sub>              | waterstofbromaat   | broomzuur     |
| H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | waterstofcarbonaat | koolzuur      |
| HClO <sub>3</sub>              | waterstofchloraat  | chloorzuur    |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | waterstoffosfaat   | fosforzuur    |
| HIO <sub>3</sub>               | waterstofjodaat    | joodzuur      |
| HNO <sub>3</sub>               | waterstofnitraat   | salpeterzuur  |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | waterstofsulfaat   | zwavelzuur    |

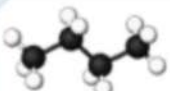
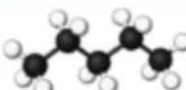
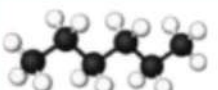
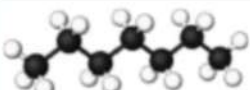
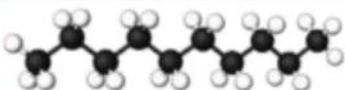
## Basen

| HYDROXIDEN                                                                     | AMMONIAK                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| DEFINITIE                                                                      |                                                                                     |
| <b>ionverbindingen:</b><br><b>metaalion + hydroxide-ion(en) OH<sup>-</sup></b> | <b>atoomverbinding:</b><br><b>N + 3 H-atomen</b>                                    |
| FORMULE                                                                        |                                                                                     |
| M(OH) <sub>n</sub>                                                             | NH <sub>3</sub>                                                                     |
| IUPAC-BENAMING                                                                 |                                                                                     |
| naam metaal - (getalwaarde OG metaal) -<br><b>hydroxide</b>                    | ammoniak                                                                            |
| CHEMISCHE PROCESSEN                                                            |                                                                                     |
| metaaloxide + H <sub>2</sub> O → hydroxide                                     | NH <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O → NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> + OH <sup>-</sup> |
| FYSISCHE EIGENSCHAPPEN                                                         |                                                                                     |
| bij kamertemperatuur vast                                                      | bij kamertemperatuur gasvorming                                                     |

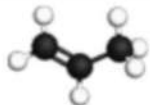
## Zouten

| BINAIRE ZOUTEN                                                                                | TERNAIRE ZOUTEN                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| DEFINITIE                                                                                     |                                      |
| <b>ionverbinding: metaal- of ammoniumion(en) NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + zuurrestion(en)</b> |                                      |
| zuurrest<br>= niet-metaal                                                                     | zuurrest<br>= niet-metaal + zuurstof |
| FORMULE                                                                                       |                                      |
| M <sub>n</sub> Z <sub>m</sub>                                                                 |                                      |
| IUPAC-BENAMING                                                                                |                                      |
| naam metaal of ammonium - <b>naam zuurrest</b>                                                |                                      |
| naam metaal - (getalwaarde OG metaal) - naam zuurrest                                         |                                      |
| CHEMISCHE PROCESSEN                                                                           |                                      |
| base + zuur → zout + H <sub>2</sub> O                                                         |                                      |
| FYSISCHE EIGENSCHAPPEN                                                                        |                                      |
| bij kamertemperatuur vast                                                                     |                                      |

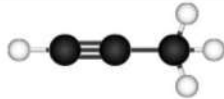
## Alkanen

| DEFINITIE                                                                                                                                |                |                                                                                               |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| koolwaterstoffen met <b>enkelvoudige bindingen</b> tussen de C-atomen<br>als de koolstofketen <b>één lange keten</b> is: <b>n-alkaan</b> |                |                                                                                               |                                                                                       |
| FORMULE                                                                                                                                  |                |                                                                                               |                                                                                       |
| $C_nH_{2n+2}$ met $n > 0$                                                                                                                |                |                                                                                               |                                                                                       |
| IUPAC-BENAMING                                                                                                                           |                |                                                                                               |                                                                                       |
| (n-)stam - <b>aan</b>                                                                                                                    |                |                                                                                               |                                                                                       |
| VERKORTE STRUCTUURFORMULE                                                                                                                |                |                                                                                               |                                                                                       |
| De bindingsstreepjes met H noteer je niet.                                                                                               |                |                                                                                               |                                                                                       |
| TE KENNEN ALKANEN                                                                                                                        |                |                                                                                               |                                                                                       |
| BRUTO-FORMULE                                                                                                                            | IUPAC-BENAMING | VERKORTE STRUCTUURFORMULE                                                                     | BOLSTAAFMODEL                                                                         |
| $CH_4$                                                                                                                                   | methaan        | $CH_4$                                                                                        |    |
| $C_2H_6$                                                                                                                                 | ethaan         | $CH_3-CH_3$                                                                                   |    |
| $C_3H_8$                                                                                                                                 | propaan        | $CH_3-CH_2-CH_3$                                                                              |   |
| $C_4H_{10}$                                                                                                                              | n-butaan       | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$<br>of $CH_3-(CH_2)_2-CH_3$                                              |  |
| $C_5H_{12}$                                                                                                                              | n-pentaaan     | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$<br>of $CH_3-(CH_2)_3-CH_3$                                         |  |
| $C_6H_{14}$                                                                                                                              | n-hexaan       | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$<br>of $CH_3-(CH_2)_4-CH_3$                                    |  |
| $C_7H_{16}$                                                                                                                              | n-heptaan      | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$<br>of $CH_3-(CH_2)_5-CH_3$                               |  |
| $C_8H_{18}$                                                                                                                              | n-octaan       | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$<br>of $CH_3-(CH_2)_6-CH_3$                          |  |
| $C_9H_{20}$                                                                                                                              | n-nonaan       | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$<br>of $CH_3-(CH_2)_7-CH_3$                     |  |
| $C_{10}H_{22}$                                                                                                                           | n-decaan       | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$<br> <br>$CH_3$<br>of $CH_3-(CH_2)_8-CH_3$ |  |

## Alkenen

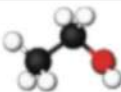
| DEFINITIE                                                             |                |                           |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>koolwaterstoffen met 1 dubbele binding tussen 2 koolstofatomen</b> |                |                           |                                                                                     |
| FORMULE                                                               |                |                           |                                                                                     |
| $C_nH_{2n}$ met $n > 1$                                               |                |                           |                                                                                     |
| IUPAC-BENAMING                                                        |                |                           |                                                                                     |
| stam - <b>een</b>                                                     |                |                           |                                                                                     |
| VOORBEELDEN                                                           |                |                           |                                                                                     |
| BRUTOFORMULE                                                          | IUPAC-BENAMING | VERKORTE STRUCTUURFORMULE | BOLSTAAFMODEL                                                                       |
| $C_2H_4$                                                              | etheen         | $CH_2=CH_2$               |  |
| $C_3H_6$                                                              | propheen       | $CH_2=CH-CH_3$            |  |

## Alkynen

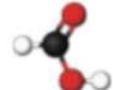
| DEFINITIE                                                                 |                |                           |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>koolwaterstoffen met 1 drievoudige binding tussen 2 koolstofatomen</b> |                |                           |                                                                                       |
| FORMULE                                                                   |                |                           |                                                                                       |
| $C_nH_{2n-2}$ met $n > 1$                                                 |                |                           |                                                                                       |
| IUPAC-BENAMING                                                            |                |                           |                                                                                       |
| stam - <b>yn</b>                                                          |                |                           |                                                                                       |
| VOORBEELDEN                                                               |                |                           |                                                                                       |
| BRUTOFORMULE                                                              | IUPAC-BENAMING | VERKORTE STRUCTUURFORMULE | BOLSTAAFMODEL                                                                         |
| $C_2H_2$                                                                  | ethyn          | $CH\equiv CH$             |  |
| $C_3H_4$                                                                  | propyn         | $CH\equiv CH-CH_3$        |  |



## Alcoholen

| DEFINITIE                                                                            |                |                           |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>organische verbindingen</b> met als functionele groep de <b>hydroxylgroep -OH</b> |                |                           |                                                                                     |
| FORMULE                                                                              |                |                           |                                                                                     |
| $C_nH_{2n+2}O$ met $n > 0$                                                           |                |                           |                                                                                     |
| IUPAC-BENAMING                                                                       |                |                           |                                                                                     |
| overeenkomstig koolwaterstof - <b>ol</b>                                             |                |                           |                                                                                     |
| VOORBEELDEN                                                                          |                |                           |                                                                                     |
| BRUTOFORMULE                                                                         | IUPAC-BENAMING | VERKORTE STRUCTUURFORMULE | BOLSTAAFMODEL                                                                       |
| $CH_4O$                                                                              | methanol       | $CH_3-OH$                 |  |
| $C_2H_6O$                                                                            | ethanol        | $CH_3-CH_2-OH$            |  |

## Carbonzuren

| DEFINITIE                                                                              |                |                           |                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>organische verbindingen</b> met als functionele groep de <b>carboxylgroep -COOH</b> |                |                           |                                                                                       |
| FORMULE                                                                                |                |                           |                                                                                       |
| $C_nH_{2n}O_2$ met $n > 0$                                                             |                |                           |                                                                                       |
| IUPAC-BENAMING                                                                         |                |                           |                                                                                       |
| overeenkomstig koolwaterstof - <b>zuur</b>                                             |                |                           |                                                                                       |
| VOORBEELDEN                                                                            |                |                           |                                                                                       |
| BRUTOFORMULE                                                                           | IUPAC-BENAMING | VERKORTE STRUCTUURFORMULE | BOLSTAAFMODEL                                                                         |
| $CH_2O_2$                                                                              | methaanzuur    | $HCOOH$                   |  |
| $C_2H_4O_2$                                                                            | ethaanzuur     | $CH_3-COOH$               |  |

## 1 Indeling van samengestelde stoffen

### 1 Anorganische en organische stoffen onderscheiden

Schrap de foute antwoorden.

- a In de fotosynthese ontstaat glucose  $C_6H_{12}O_6$  (~~anorganisch~~ / organisch) uit water  $H_2O$  (~~anorganisch~~ / ~~organisch~~) en koolstofdioxide  $CO_2$  (~~anorganisch~~ / ~~organisch~~).
- b De samenvoeging van citroenzuur  $C_6H_8O_7$  (~~anorganisch~~ / organisch) en bakpoeder  $NaHCO_3$  (~~anorganisch~~ / ~~organisch~~) vormt het koolzuurgas  $CO_2$  (~~anorganisch~~ / ~~organisch~~).
- Kristalsuiker  $C_{12}H_{22}O_{11}$  (~~anorganisch~~ / organisch) ontleedt door verhitting in koolstof C (~~anorganisch~~ / ~~organisch~~) en water  $H_2O$  (~~anorganisch~~ / ~~organisch~~).
- Methaangas  $CH_4$  (~~anorganisch~~ / organisch) wordt in de industrie gemaakt uit koolstofoxide CO (~~anorganisch~~ / ~~organisch~~) en waterstofgas  $H_2$  (~~anorganisch~~ / ~~organisch~~).

### Anorganische en organische stoffen onderscheiden

Stoffen kunnen een verschillende oorsprong hebben. Kies de juiste aan.

| Stof       | ANORGANISCH | ORGANISCH: NATUURLIJK | ORGANISCH: SYNTHETISCH |
|------------|-------------|-----------------------|------------------------|
| keukenzout | X           |                       |                        |
| vetten     |             | X                     |                        |
| roest      | X           |                       |                        |
| vanille    |             | X                     | X                      |
| water      | X           |                       |                        |
| petfles    |             |                       | X                      |

### Samengestelde stoffen indelen

De samengestelde stoffen (SS) kun je indelen in twee groepen.

- a Welke groepen zijn dat?  
anorganische en organische stoffen
- b Op basis waarvan wordt dit onderscheid gemaakt?  
De SS worden ingedeeld op basis van herkomst. De anorganische stoffen komen vooral uit de niet-levende natuur en de organische uit de levende natuur.

- c Hoe zijn ze opgebouwd?

Organische stoffen zijn opgebouwd rond het element C. Er bestaan ook enkele anorganische verbindingen die het element C bevatten:  $CO$ ,  $CO_2$  en stoffen die de groep  $CO_3^{2-}$  bevatten.

### 4 Het oxidatiegetal bepalen

Bepaal het OG van elk element van de binaire verbinding. Gebruik indien nodig het stappenplan.

- a  $SnO_2$

$$x - II \cdot 2 = 0$$

$$x = +IV = OG(Sn)$$

- b  $Al_2O_3$

$$Al\text{-groep IIIa: } OG(Al) = +III$$

$$OG(O) = -II$$

- c  $Na_2O$

$$Na\text{-groep Ia: } OG(Na) = +I$$

$$OG(O) = -II$$

- d  $H_2S$

$$+I \cdot 2 + x = 0$$

$$x = -II = OG(S)$$

5

### Het oxidatiegetal bepalen

Bepaal het OG van de niet-metalen. Gebruik indien nodig het stappenplan.

a  $\text{Cl}^-$

$$x = -1 = \text{OG}(\text{Cl})$$



$$x - \text{II} \cdot 4 = -2$$

$$x = +\text{VI} = \text{OG}(\text{S})$$



$$x - \text{II} \cdot 4 = -3$$

$$x = +\text{V} = \text{OG}(\text{P})$$



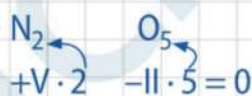
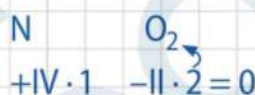
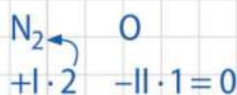
$$x - \text{II} \cdot 3 = -1$$

$$x = +\text{V} = \text{OG}(\text{N})$$

6

### Formules van binaire verbindingen vormen

Stel al de mogelijke formules van de binaire verbinding tussen stikstof en zuurstof voor. Gebruik het PSE en indien nodig het stappenplan.



## 2 Oxiden

7

### Anorganische stoffen benoemen

ul de tabel aan.

| UPAC-BENAMING    | FORMULE              | $\text{M}_x\text{O}_y/\text{nM}_x\text{O}_y$ |
|------------------|----------------------|----------------------------------------------|
| magnesiumoxide   | $\text{MgO}$         | $\text{M}_x\text{O}_y$                       |
| kaliumoxide      | $\text{K}_2\text{O}$ | $\text{M}_x\text{O}_y$                       |
| koolstofdioxide  | $\text{CO}_2$        | $\text{nM}_x\text{O}_y$                      |
| tin(IV)oxide     | $\text{SnO}_2$       | $\text{M}_x\text{O}_y$                       |
| mangaan(II)oxide | $\text{MnO}$         | $\text{M}_x\text{O}_y$                       |
| zwaveltrioxide   | $\text{SO}_3$        | $\text{nM}_x\text{O}_y$                      |



## Anorganische stoffen benoemen

Vul de tabel aan.

| ELEMENT | MOGELIJKE OG   | MOGELIJKE FORMULES OXIDEN                          |
|---------|----------------|----------------------------------------------------|
| Hg      | +I, +II        | $\text{Hg}_2\text{O}$ en $\text{HgO}$              |
| Na      | +I             | $\text{Na}_2\text{O}$                              |
| As      | -III, +III, +V | $\text{As}_2\text{O}_3$ en $\text{As}_2\text{O}_5$ |
| P       | -III, +III, +V | $\text{P}_2\text{O}_3$ en $\text{P}_2\text{O}_5$   |

## Anorganische stoffen benoemen

Gebruik de tekst en de fotobijdschriften. Zet in de tabel al de formules en de bijbehorende IUPAC-benaming van de oxiden die je vindt.

Glas bestaat hoofdzakelijk uit siliciumdioxide of zand. Het zand te smelten, wordt een smeltmiddel toegevoegd, zoals  $\text{Na}_2\text{O}$  of  $\text{K}_2\text{O}$ . Om verwerkbaar glas te maken, is er ook een stollingsmiddel nodig, zoals  $\text{CaO}$ . Het glas vertrekt men van natriumcarbonaat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), calciumcarbonaat ( $\text{CaCO}_3$ ) en zand. Het mengsel wordt molten in een bepaalde verhouding. Na ontbinding heeft het gesmolten mengsel als samenstelling  $\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ .

Soms vaker worden glasscherven gemengd met de grondstoffen om de juiste kleur en kwaliteit te waarborgen. Bij afkoeling ontstaat een toestand waarbij het mengsel niet uitkristalliseert maar langzaam vastervult. Door toevoeging van andere oxiden krijg je glas met verschillende eigenschappen en kleuren.



Groene flessen  
(toevoeging van  $\text{FeO}$ )



Borosilicaatglas  
(toevoeging van  $\text{B}_2\text{O}_3$ )



Melkglas (toevoeging van  $\text{SnO}_2$ )



Loodglas (toevoeging van  $\text{PbO}$ )



Bruine flessen (toevoeging van  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )



Hard glas (Boheems glas):  
 $\text{K}_2\text{O}$  vervangt  $\text{Na}_2\text{O}$

| FORMULE                 | IUPAC-BENAMING  |
|-------------------------|-----------------|
| $\text{SiO}_2$          | siliciumdioxide |
| $\text{Na}_2\text{O}$   | natriumoxide    |
| $\text{K}_2\text{O}$    | kaliumoxide     |
| $\text{CaO}$            | calciumoxide    |
| $\text{FeO}$            | ijzer(II)oxide  |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | ijzer(III)oxide |
| $\text{PbO}$            | lood(II)oxide   |
| $\text{SnO}_2$          | tin(IV)oxide    |
| $\text{B}_2\text{O}_3$  | diboortrioxide  |

## 10

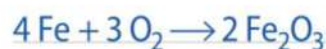
## Chemische processen herkennen

Noteer de reactievergelijkingen en balanceer ze.

- a De vorming van magnesiumoxide uit de verbranding van magnesium



- b De vorming van  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  uit de verbranding van ijzer



- c De vorming van  $\text{CO}_2$  uit de verbranding van C



- d De verbranding van tetrafosfor tot difosforpentoxide



Lees het artikel en beantwoord de vragen.

## Handige tips voor uw haard of kachel

Zo volledig mogelijk verbranden, daar komt het op aan.

Verbranden betekent dat een bepaalde brandstof reageert met het in de lucht aanwezige zuurstofgas. Bij dat proces worden warmte en allerlei chemische verbindingen geproduceerd. Een volledige verbranding produceert enkel warmte, koolstofdioxide en water. Echter, in de praktijk is een verbranding meestal onvolledig. Er komen dan nog een hele reeks schadelijke stoffen vrij, waaronder koolstofmonoxide.



Noteer de reactievergelijking voor de volledige verbranding van koolstof.



Wanneer ontstaat CO?

Door een onvolledige verbranding kan CO ontstaan.

Noteer de reactievergelijking waarbij koolstofoxide ontstaat.



Geef de algemene reactievergelijking bij deze verbrandingsreactie.



### Zuurresten bepalen

Geef de IUPAC-benaming en de formule van de zuurrest als alle protonen zijn vrijgekomen.

| ZUUR                           | IUPAC-BENAMING ZUURREST | FORMULE ZUURREST              |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| H <sub>2</sub> S               | sulfide-ion             | S <sup>2-</sup>               |
| HF                             | fluoride-ion            | F <sup>-</sup>                |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | fosfaation              | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> |
| waterstofbromaat               | bromaation              | BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup> |
| waterstofcarbonaat             | carbonaation            | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> |

### Chemische processen herkennen

Noteer de reactievergelijking en balanceer ze.

- a Reactie tussen koolstofdioxide en water

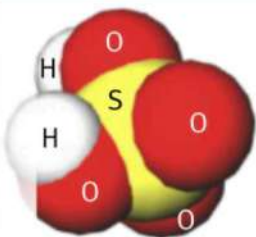
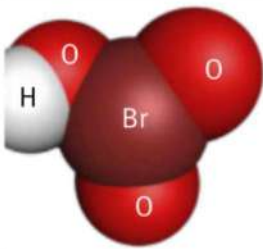
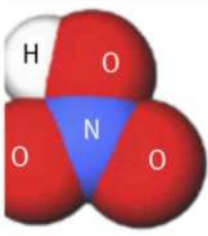
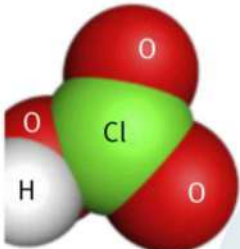
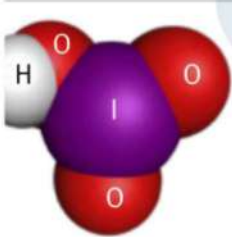
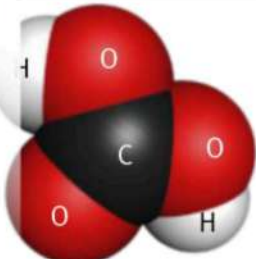


- b De vorming van HBrO<sub>3</sub> uit Br<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en H<sub>2</sub>O





Vul de tabel verder aan.

| MOLECULEMODEL                                                                       | BRUTOFORMULE            | IUPAC-BENAMING     | TRIVIALE NAAM |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|---------------|
|    | $\text{H}_2\text{SO}_4$ | waterstofsulfaat   | zwavelzuur    |
|    | $\text{HBrO}_3$         | waterstofbromaat   | broomzuur     |
|   | $\text{HNO}_3$          | waterstofnitraat   | salpeterzuur  |
|  | $\text{HClO}_3$         | waterstofchloraat  | chloorzuur    |
|  | $\text{HIO}_3$          | waterstofjodaat    | joodzuur      |
|  | $\text{H}_2\text{CO}_3$ | waterstofcarbonaat | koolzuur      |



## Anorganische stoffen benoemen

Vul de tabel aan. Gebruik het stappenplan wanneer nodig.

| FORMULE                  | MOGELIJKE OG METAALION | IUPAC-BENAMING      |
|--------------------------|------------------------|---------------------|
| $\text{Fe}(\text{OH})_2$ | +II, +III              | ijzer(II)hydroxide  |
| $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | +II                    | calciumhydroxide    |
| $\text{KOH}$             | +I                     | kaliumhydroxide     |
| $\text{AgOH}$            | +I                     | zilverhydroxide     |
| $\text{Al}(\text{OH})_3$ | +III                   | aluminiumhydroxide  |
| $\text{Ni}(\text{OH})_2$ | +II, +III              | nikkel(II)hydroxide |
| $\text{Hg}(\text{OH})_2$ | +I, +II                | kwik(II)hydroxide   |
| $\text{CuOH}$            | +I, +II                | koper(I)hydroxide   |
| $\text{Au}(\text{OH})_3$ | +I, +III               | goud(III)hydroxide  |
| $\text{NaOH}$            | +I                     | natriumhydroxide    |

## Chemische processen herkennen

Noteer de reactievergelijking en balanceer ze.

De vorming van ammoniumion door de reactie tussen ammoniak en water



De vorming van KOH



De vorming van  $\text{Ba}(\text{OH})_2$



## Chemische processen herkennen

- Bekijk de demoproef en noteer de waarnemingen.



| REACTIE 1                                                                           | REACTIE 2                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| aluminiumfolie en natriumhydroxide                                                  | aluminiumfolie, natriumhydroxide en water                                           |
|  |  |

| REACTIE 1                                                         | REACTIE 2                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Er gebeurt niets, de witte tabletjes liggen op de aluminiumfolie. | Er treedt een hevige reactie op met gasvorming, het aluminiumfolie reageert weg, er ontstaat een zwarte neerslag. |

- b Welke eigenschappen van hydroxiden toont deze proef aan?

de corrosiviteit van hydroxiden

Lees het artikel en beantwoord de vragen.

## Twée keer kokend water over buik Layla, nadien ontstopper

Onderzoek wijst uit dat de 18-jarige Layla uit Antwerpen een gruwelijke dood stierf bij een ritueel voor duiveluitdrijving met kokend water en zuur. Vooral het gebruik van het bijtende zuur natriumhydroxide veroorzaakte vreselijke wonden. Het brandde door haar vel en vlees, tot op het bot. Vermoedelijk werd ontstopper gebruikt. Het meisje werd dood aangetroffen in de ouderlijke woning.  
Bron: *GvA*

Over welke chemische stof heeft de schrijver van het artikel het?

natriumhydroxide

Welke chemische eigenschap heeft deze stof?

Ze heeft een bijtende werking.

In welk huishoudproduct vind je deze stof?

in ontstopper

In het artikel gebruikt de schrijver een chemische term foutief. Verbeter deze fout.

... duiveluitdrijving met kokend water en een hydroxide. Vooral het gebruik van het bijtende hydroxide ...

### Toepassingen van anorganische stoffen bestuderen

de onderstreepte delen van de stelling juist of :? Verbeter indien nodig.

Hydroxiden zijn basen in vaste toestand.

juist

**b** Natriumhydroxide is sterk corrosief.

juist

**c** Bijtende soda is de gebruikersnaam voor calciumhydroxide.

fout: natriumhydroxide

**d** Calciumhydroxide neutraliseert een zure bodem.  
juist

### Anorganische stoffen benoemen

Noteer de formule en de IUPAC-benaming van de zouten die je kunt vormen.

|                                        | FORMULE                                        | IUPAC-BENAMING          |
|----------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|
| $\text{Al}^{3+}$ en $\text{NO}_3^-$    | <u><math>\text{Al}(\text{NO}_3)_3</math></u>   | <u>aluminiumnitraat</u> |
| $\text{Ca}^{2+}$ en $\text{PO}_4^{3-}$ | <u><math>\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2</math></u> | <u>calciumfosfaat</u>   |
| $\text{Al}^{3+}$ en $\text{S}^{2-}$    | <u><math>\text{Al}_2\text{S}_3</math></u>      | <u>aluminiumsulfide</u> |
| $\text{Li}^+$ en $\text{S}^{2-}$       | <u><math>\text{Li}_2\text{S}</math></u>        | <u>lithiumsulfide</u>   |

### Anorganische stoffen benoemen

Noteer de formule van het zout.

| METAAL           | ZUURREST  | FORMULE ZOUT                                   |
|------------------|-----------|------------------------------------------------|
| <b>a</b> calcium | fosfaat   | <u><math>\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2</math></u> |
| <b>b</b> natrium | carbonaat | <u><math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math></u>     |
| <b>c</b> kalium  | chloraat  | <u><math>\text{KClO}_3</math></u>              |
| <b>d</b> barium  | fluoride  | <u><math>\text{BaF}_2</math></u>               |
| <b>e</b> lithium | sulfaat   | <u><math>\text{Li}_2\text{SO}_4</math></u>     |

### Anorganische stoffen benoemen

Vul de tabel aan.

| FORMULE                                      | IUPAC-BENAMING          |
|----------------------------------------------|-------------------------|
| $\text{BaCl}_2$                              | <u>bariumchloride</u>   |
| $\text{NH}_4\text{ClO}_3$                    | <u>ammoniumchloraat</u> |
| <u><math>\text{FeSO}_4</math></u>            | ijzer(II)sulfaat        |
| <u><math>\text{Cu}(\text{NO}_3)_2</math></u> | koper(II)nitraat        |
| $\text{Na}_2\text{SO}_4$                     | <u>natriumsulfaat</u>   |
| <u><math>\text{FeCO}_3</math></u>            | ijzer(II)carbonaat      |
| $\text{PbS}_2$                               | <u>lood(IV)sulfide</u>  |



## Chemische processen herkennen

Bekijk de bijsluiter van Maalox® en beantwoord de vragen.

**Maalox®****Informatie voor de gebruik(st)er**

Maalox 200 mg/400 mg, kauwtabletten

Maalox 220 mg/380 mg per 10 ml, suspensie voor  
oraal gebruik

Maalox Forte 600 mg/400 mg, kauwtabletten

Maalox Forte 900 mg/600 mg per 10 ml, suspensie  
voor oraal gebruik

Aluminiumoxide – magnesiumhydroxide

Hoe neutraliseert de magnesiumhydroxide uit  
Maalox het maagzuur?

Het vormt een zout.

Noteer de reactievergelijking daarvan als je weet  
dat maagzuur HCl is.



Geef de algemene reactievergelijking.

hydroxide + zuur  $\rightarrow$  zout + water

## Chemische processen herkennen

Bekijk de bijsluiter van kalkmeststof en beantwoord  
de vragen.

**Technische omschrijving****GEKORRELDE KALKMESTSTOF –**

Magnesiumcalciumcarbonaat

Neutraliserende waarde 50

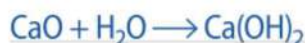
Calciumoxide (CaO) totaal, oplosbaar in mineraal  
zuur 30 %

Magnesiumoxide (MgO) totaal, oplosbaar in  
mineraal zuur 15 %

- a Als magnesiumoxide oplost in het bodemwater, ontstaat een hydroxide. Noteer de reactievergelijking.



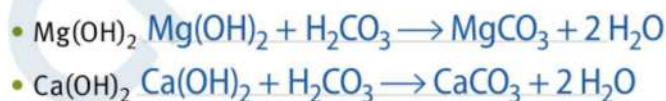
- b Ook calciumoxide lost op in de bodem en vormt een hydroxide. Noteer de reactievergelijking.



- c Waarom kan deze kalkmeststof de bodem ontzu-  
ren?

Door een hydroxide bij een zure  
bodem toe te voegen, kun je de bodem  
neutraliseren.

- d Noteer de reactievergelijking van de gevormde  
hydroxiden met waterstofcarbonaat.



## Anorganische stoffen classificeren

Welke anorganische stof herken je in de algemene  
formule?

- a  $\text{M}(\text{OH})_n$ : hydroxide  
b  $\text{M}_x\text{O}_y$ : metaaloxide  
c  $n\text{M}_x\text{O}_y$ : niet-metaaloxide  
d  $\text{M}_n\text{Z}_m$ : zout  
e  $\text{H}_n\text{Z}$ : zuur



Kruis het juiste antwoord aan.

|                             | BINAIR<br>ZUUR | TERNAIR<br>ZUUR | HYDROXIDE | METAALOXIDE | NIET-<br>METAALOXIDE | BINAIR<br>ZOUT | TERNAIR<br>ZOUT | ORGANISCHE<br>STOF | ENKELVOUDIGE<br>STOF |
|-----------------------------|----------------|-----------------|-----------|-------------|----------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------------------|
| a $\text{HNO}_3$            |                | X               |           |             |                      |                |                 |                    |                      |
| b $\text{Na}_2\text{CO}_3$  |                |                 |           |             |                      |                | X               |                    |                      |
| c $\text{C}_5\text{H}_{12}$ |                |                 |           |             |                      |                |                 | X                  |                      |
| d $\text{b(OH)}_2$          |                |                 | X         |             |                      |                |                 |                    |                      |
| e $\text{IF}$               | X              |                 |           |             |                      |                |                 |                    |                      |
| f $\text{nS}_2$             |                |                 |           |             |                      | X              |                 |                    |                      |
| g $\text{bO}$               |                |                 |           | X           |                      |                |                 |                    |                      |
| h $\text{r}_2$              |                |                 |           |             |                      |                |                 |                    | X                    |

### Anorganische stoffen benoemen

f de formules van de ternaire zuren en zouten van de elementen.

| MENT | TERNAIR ZUUR            | TERNAIR ZOUT MET METAALION CALCIUM |
|------|-------------------------|------------------------------------|
|      | $\text{HClO}_3$         | $\text{Ca(ClO}_3)_2$               |
|      | $\text{H}_3\text{PO}_4$ | $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$       |
|      | $\text{HNO}_3$          | $\text{Ca(NO}_3)_2$                |
|      | $\text{H}_2\text{SO}_4$ | $\text{CaSO}_4$                    |

### Anorganische stoffen benoemen

f de formule en de stofklasse.

| AC-BENAMING         | FORMULE                      | STOFKLASSE              |
|---------------------|------------------------------|-------------------------|
| moniumchloraat      | $\text{NH}_4\text{ClO}_3$    | $\text{M}_n\text{Z}_m$  |
| miniumhydroxide     | $\text{Al(OH)}_3$            | $\text{M(OH)}_n$        |
| cadmiumsulfide      | $\text{CdS}$                 | $\text{M}_n\text{Z}_m$  |
| koper(II)oxide      | $\text{CuO}$                 | $\text{M}_x\text{O}_y$  |
| distikstofpentoxide | $\text{N}_2\text{O}_5$       | $\text{nM}_x\text{O}_y$ |
| calciumfosfaat      | $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ | $\text{M}_n\text{Z}_m$  |
| zilverfluoride      | $\text{AgF}$                 | $\text{M}_n\text{Z}_m$  |
| waterstofsulfaat    | $\text{H}_2\text{SO}_4$      | $\text{H}_n\text{Z}$    |
| nikkel(II)hydroxide | $\text{Ni(OH)}_2$            | $\text{M(OH)}_n$        |
| goud(III)chloride   | $\text{AuCl}_3$              | $\text{M}_n\text{Z}_m$  |
| kwik(II)hydroxide   | $\text{Hg(OH)}_2$            | $\text{M(OH)}_n$        |

Geef de IUPAC-benaming en de stofklasse.

| FORMULE                     | IUPAC-BENAMING       | STOFKLASSE              |
|-----------------------------|----------------------|-------------------------|
| $\text{HNO}_3$              | waterstofnitraat     | $\text{H}_n\text{Z}$    |
| $\text{H}_2\text{S}$        | waterstofsulfide     | $\text{H}_n\text{Z}$    |
| $\text{Cl}_2\text{O}_7$     | dichloorheptoxide    | $n\text{M}_x\text{O}_y$ |
| $\text{Mg}(\text{BrO}_3)_2$ | magnesiumbromaat     | $\text{M}_n\text{Z}_m$  |
| $\text{Pb}(\text{ClO}_3)_2$ | lood(II)chloraat     | $\text{M}_n\text{Z}_m$  |
| $\text{Cu}(\text{OH})_2$    | koper(II)hydroxide   | $\text{M}(\text{OH})_n$ |
| $\text{Mn}_2\text{O}_3$     | mangaan(III)oxide    | $\text{M}_x\text{O}_y$  |
| $\text{Ni}(\text{OH})_3$    | nikkel(III)hydroxide | $\text{M}(\text{OH})_n$ |

Volg de tabel aan.

| ELEMENT | OG IN SS  | FORMULES MOGELIJKE MO                           | FORMULES MOGELIJKE MOH                              | FORMULES MOGELIJKE MZ (MET $\text{PO}_4^{3-}$ ALS ZUURREST) |
|---------|-----------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Na      | +I        | $\text{Na}_2\text{O}$                           | $\text{NaOH}$                                       | $\text{Na}_3\text{PO}_4$                                    |
| Al      | +III      | $\text{Al}_2\text{O}_3$                         | $\text{Al}(\text{OH})_3$                            | $\text{AlPO}_4$                                             |
| Sn      | +II, +IV  | $\text{SnO}$ , $\text{SnO}_2$                   | $\text{Sn}(\text{OH})_2$ , $\text{Sn}(\text{OH})_4$ | $\text{Sn}_3(\text{PO}_4)_2$ , $\text{Sn}_3(\text{PO}_4)_4$ |
| Au      | +I, +III  | $\text{Au}_2\text{O}$ , $\text{Au}_2\text{O}_3$ | $\text{AuOH}$ , $\text{Au}(\text{OH})_3$            | $\text{Au}_3\text{PO}_4$ , $\text{AuPO}_4$                  |
| Cu      | +I, +II   | $\text{Cu}_2\text{O}$ , $\text{CuO}$            | $\text{CuOH}$ , $\text{Cu}(\text{OH})_2$            | $\text{Cu}_3\text{PO}_4$ , $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$     |
| Fe      | +II, +III | $\text{FeO}$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$          | $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ | $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ , $\text{FePO}_4$              |

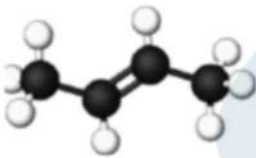
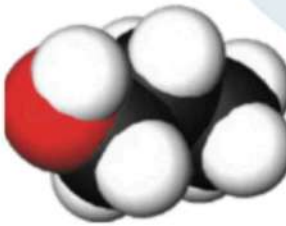
Vul de reactievergelijkingen aan.

| REACTIEVERGELIJKING                                                                        | ALGEMENE REACTIEVERGELIJKING                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| $4 \text{ K} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ K}_2\text{O}$                               | metaal + $\text{O}_2 \rightarrow$ metaaloxide                      |
| $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$                       | $\text{H}_2\text{O} +$ niet-metaaloxide $\rightarrow$ ternair zuur |
| $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$                                            | niet-metaal + $\text{O}_2 \rightarrow$ niet-metaaloxide            |
| $\text{P}_2\text{O}_5 + 3 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ H}_3\text{PO}_4$        | niet-metaaloxide + $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ternair zuur   |
| $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$                              | metaaloxide + $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ hydroxide           |
| $\text{Ca(OH)}_2 + 2 \text{ HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$        | hydroxide + zuur $\rightarrow$ zout + $\text{H}_2\text{O}$         |
| $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + 2 \text{ H}_2\text{O}$ | hydroxide + zuur $\rightarrow$ zout + $\text{H}_2\text{O}$         |
| $\text{KOH} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$                  | hydroxide + zuur $\rightarrow$ zout + $\text{H}_2\text{O}$         |

## Organische stoffen voorstellen

### Voorstellingswijzen van organische stoffen benoemen

Welke voorstelling worden de organische stoffen weergegeven?

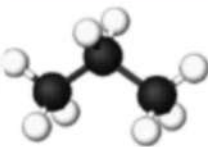
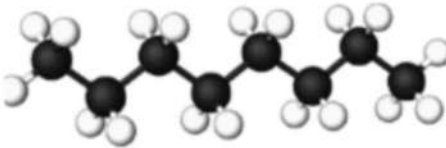
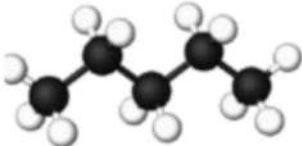
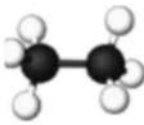
| FORMULE                                                                             | VOORSTELLING              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$                                                    | brutoformule              |
|  | bolstaafmodel             |
|  | bolschilmodel             |
| d $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$                                               | verkorte structuurformule |
| e $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$                     | verkorte structuurformule |



## 7 Alkanen

### 33 Organische stoffen benoemen

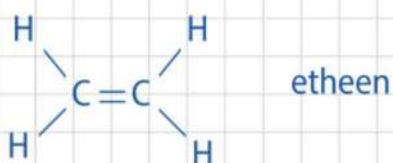
Benoem de alkanen aan de hand van het bolstaafmodel. Noteer de brutoformule en de verkorte structuurformule.

| BOLSTAAFMODEL                                                                       | IUPAC-BENAMING | BRUTOFORMULE   | VERKORTE STRUCTUURFORMULE |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|---------------------------|
|    | propaan        | $C_3H_8$       | $CH_3-CH_2-CH_3$          |
|    | n-octaan       | $C_8H_{18}$    | $CH_3-(CH_2)_6-CH_3$      |
|    | n-pentaan      | $C_5H_{12}$    | $CH_3-(CH_2)_3-CH_3$      |
|  | ethaan         | $C_2H_6$       | $CH_3-CH_3$               |
|  | n-decaan       | $C_{10}H_{22}$ | $CH_3-(CH_2)_8-CH_3$      |

## 8 Alkenen en alkyne

### 34 Organische stoffen benoemen

Teken de structuurformules van het alkeen en alkyne dat bestaat uit 2 koolstofatomen. Noteer de IUPAC-benaming.

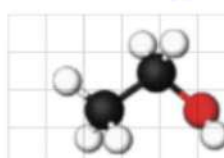


## 9 Alcoholen

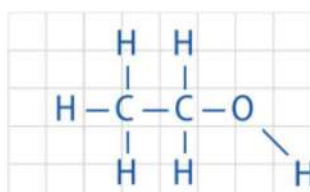
### 35 Organische stoffen benoemen

Teken een molecuule van drankalcohol (a). Noteer de structuurformule (b) en de verkorte structuurformule (c).

a



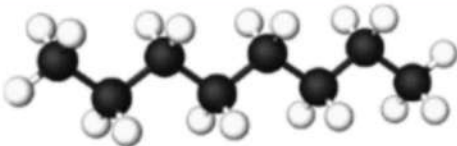
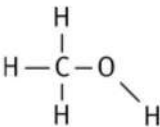
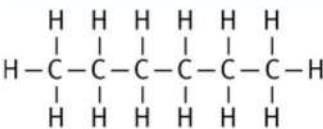
b



c



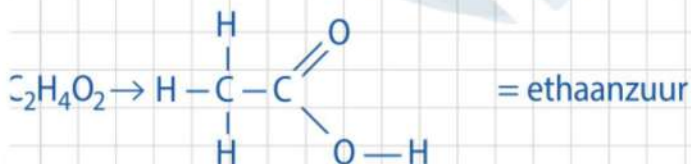
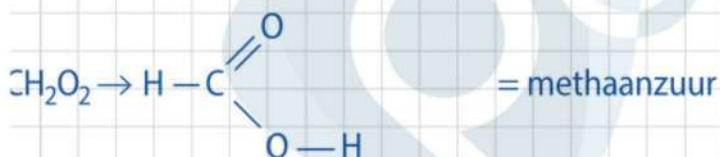
Benoem de verschillende organische stoffen.

| FORMULE                                                                                                                | IUPAC-BENAMING |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>a</b>                              | n-octaan       |
| <b>b</b> $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ | n-decaan       |
|                                       | etheen         |
|                                       | methanol       |
|                                       | n-hexaan       |

## Carbonzuren

### Organische stoffen benoemen

f de structuurformule van  $\text{CH}_2\text{O}_2$  (a) en die van  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  (b) en benoem deze stoffen met hun IUPAC-benaming.



Verschillende organische stofklassen zijn onder elkaar gemengd. Vul de tabel aan.

| IUPAC-BENAMING | TRIVIALE NAAM | VERKORTE STRUCTUURFORMULE                        |
|----------------|---------------|--------------------------------------------------|
| ethanol        | drankalcohol  | $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$              |
| methaan        |               | $\text{CH}_4$                                    |
| ethaanzuur     | azijnzuur     | $\text{CH}_3\text{-COOH}$                        |
| 1-octaan       |               | $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_6\text{-CH}_3$ |
| nethanol       | houtalcohol   | $\text{CH}_3\text{-OH}$                          |
| 1-butaan       |               | $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_2\text{-CH}_3$ |
| 1-hexaan       |               | $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-CH}_3$ |
| nethaanzuur    | mierenzuur    | $\text{HCOOH}$                                   |
| proppeen       | propyleen     | $\text{CH}_2\text{=CH-CH}_3$                     |



## Oplossingen

### 1 Indeling van samengestelde stoffen

- 1 a organisch, anorganisch, anorganisch  
b organisch, anorganisch, anorganisch  
c organisch, anorganisch, anorganisch  
d organisch, anorganisch, anorganisch
- 2 a anorganisch  
b organisch: natuurlijk  
c anorganisch  
d organisch: natuurlijk + synthetisch  
e anorganisch  
f organisch: synthetisch
- 3 a Je deelt de samengestelde stoffen in anorganische en organische stoffen in.  
b De SS worden ingedeeld op basis van herkomst. De anorganische stoffen komen vooral uit de niet-levende natuur en de organische uit de levende natuur.  
c Organische stoffen zijn opgebouwd rond het element C. Er bestaan ook enkele anorganische verbindingen die het element C bevatten: CO, CO<sub>2</sub> en stoffen die de groep CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> bevatten.
- a SnO<sub>2</sub>  
 $x - II \cdot 2 = 0 \rightarrow x = +IV = OG(Sn)$   
b Al-groep IIIa: OG(Al) = +III  
OG(O) = -II  
c Na-groep Ia: OG(Na) = +I  
OG(O) = -II  
d H<sub>2</sub>S  
 $+I \cdot 2 + x = 0 \rightarrow x = -II = OG(S)$   
a  $x = -I = OG(Cl)$   
b  $x - II \cdot 4 = -2 \rightarrow x = +VI = OG(S)$   
c  $x - II \cdot 4 = -3 \rightarrow x = +V = OG(P)$   
d  $x - II \cdot 3 = -1 \rightarrow x = +V = OG(N)$
- N<sub>2</sub> O  
 $+I \cdot 2 - II \cdot 1 = 0$   
N O  
 $+II \cdot 1 - II \cdot 1 = 0$   
N<sub>2</sub> O<sub>3</sub>  
 $+III \cdot 2 - II \cdot 3 = 0$   
N O<sub>2</sub>  
 $+IV \cdot 1 - II \cdot 2 = 0$   
N<sub>2</sub> O<sub>5</sub>  
 $+V \cdot 2 - II \cdot 5 = 0$

### Oxiden

| IUPAC-BENAMING   | FORMULE          | M <sub>x</sub> O <sub>y</sub> /<br>nM <sub>x</sub> O <sub>y</sub> |
|------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------|
| magnesiumoxide   | MgO              | M <sub>x</sub> O <sub>y</sub>                                     |
| kaliumoxide      | K <sub>2</sub> O | M <sub>x</sub> O <sub>y</sub>                                     |
| koolstofdioxide  | CO <sub>2</sub>  | nM <sub>x</sub> O <sub>y</sub>                                    |
| tin(IV)oxide     | SnO <sub>2</sub> | M <sub>x</sub> O <sub>y</sub>                                     |
| mangaan(II)oxide | MnO              | M <sub>x</sub> O <sub>y</sub>                                     |
| zwaveltrioxide   | SO <sub>3</sub>  | nM <sub>x</sub> O <sub>y</sub>                                    |

8

| ELEMENT | MOGELIJKE OG  | MOGELIJKE FORMULES OXIDEN                                        |
|---------|---------------|------------------------------------------------------------------|
| Hg      | +I, +II       | Hg <sub>2</sub> O en HgO                                         |
| Na      | +I            | Na <sub>2</sub> O                                                |
| As      | +III, +V      | As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> en As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
| P       | -II, +III, +V | P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   |

9

| FORMULE                        | IUPAC-BENAMING  |
|--------------------------------|-----------------|
| SiO <sub>2</sub>               | siliciumdioxide |
| Na <sub>2</sub> O              | natriumoxide    |
| K <sub>2</sub> O               | kaliumoxide     |
| CaO                            | calciumoxide    |
| FeO                            | ijzer(II)oxide  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ijzer(III)oxide |
| PbO                            | lood(II)oxide   |
| SnO <sub>2</sub>               | tin(IV)oxide    |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | dibooortrioxide |

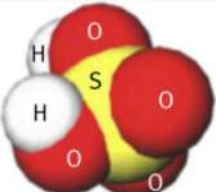
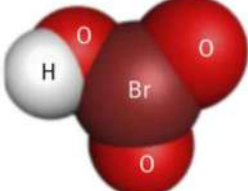
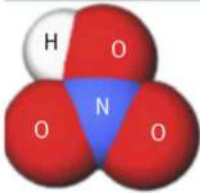
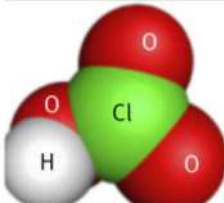
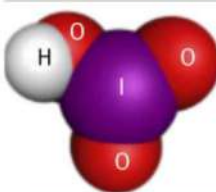
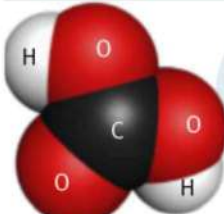
- 10 a  $2 Mg + O_2 \rightarrow 2 MgO$   
b  $4 Fe + 3 O_2 \rightarrow 2 Fe_2O_3$   
c  $C + O_2 \rightarrow CO_2$   
d  $P_4 + 5 O_2 \rightarrow 2 P_2O_5$
- 11 a  $C + O_2 \rightarrow CO_2$   
b Door een onvolledige verbranding kan CO ontstaan.  
c  $2 C + O_2 \rightarrow 2 CO$   
d niet-metaal + O<sub>2</sub> → niet-metaaloxide

### 3 Zuren

12

| ZUUR                           | IUPAC-BENAMING<br>ZUURREST | FORMULE ZUURREST              |
|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| H <sub>2</sub> S               | sulfide-ion                | S <sup>2-</sup>               |
| HF                             | fluoride-ion               | F <sup>-</sup>                |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | fosfaat-ion                | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> |
| waterstofbromaat               | bromaat-ion                | BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup> |
| waterstofcarbonaat             | carbonaat-ion              | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> |

- 13 a  $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$   
b  $Br_2O_5 + H_2O \rightarrow 2 HBrO_3$

| MOLECULEMODEL                                                                       | BRUTOFORMULE            | IUPAC-BENAMING     | TRIVIALE NAAM |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|---------------|
|    | $\text{H}_2\text{SO}_4$ | waterstofsulfaat   | zwavelzuur    |
|    | $\text{HBrO}_3$         | waterstofbromaat   | broomzuur     |
|    | $\text{HNO}_3$          | waterstofnitraat   | salpeterzuur  |
|   | $\text{HClO}_3$         | waterstofchloraat  | chloorzuur    |
|  | $\text{HIO}_3$          | waterstofjodaat    | joodzuur      |
|  | $\text{H}_2\text{CO}_3$ | waterstofcarbonaat | koolzuur      |

## 4 Basen

15

| FORMULE                  | MOGELIJKE OG METAALION | IUPAC-BENAMING      |
|--------------------------|------------------------|---------------------|
| $\text{Fe}(\text{OH})_2$ | +II, +III              | ijzer(II)hydroxide  |
| $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | +II                    | calciumhydroxide    |
| $\text{KOH}$             | +I                     | kaliumhydroxide     |
| $\text{AgOH}$            | +I                     | zilverhydroxide     |
| $\text{Al}(\text{OH})_3$ | +III                   | aluminiumhydroxide  |
| $\text{Ni}(\text{OH})_2$ | +II, +III              | nikkel(II)hydroxide |
| $\text{Hg}(\text{OH})_2$ | +I, +II                | kwik(II)hydroxide   |
| $\text{Cu}(\text{OH})$   | +I, +II                | koper(I)hydroxide   |
| $\text{Au}(\text{OH})_3$ | +I, +III               | goud(III)hydroxide  |
| $\text{NaOH}$            | +I                     | natriumhydroxide    |



a Reactie 1: er gebeurt niets, de witte tabletjes liggen op de aluminiumfolie.

Reactie 2: er treedt een hevige reactie op met gasvorming, het aluminiumfolie reageert weg, er ontstaat een zwarte neerslag.

b de corrosiviteit van hydroxiden

a natriumhydroxide

b Ze heeft een bijtende werking.

c in ontstopper

d ... duiveluitdrijving met kokend water en **een hydroxide**. Vooral het gebruik van het bijtende **hydroxide** ...

a juist

b juist

c fout: natriumhydroxide

d juist

## 5 Zouten

20

|                                        | FORMULE                      | IUPAC-BENAMING   |
|----------------------------------------|------------------------------|------------------|
| $\text{Al}^{3+}$ en $\text{NO}_3^-$    | $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$   | aluminiumnitraat |
| $\text{Ca}^{2+}$ en $\text{PO}_4^{3-}$ | $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ | calciumfosfaat   |
| $\text{Al}^{3+}$ en $\text{S}^{2-}$    | $\text{Al}_2\text{S}_3$      | aluminiumsulfide |
| $\text{Li}^+$ en $\text{S}^{2-}$       | $\text{Li}_2\text{S}$        | lithiumsulfide   |



22

| FORMULE                    | IUPAC-BENAMING     |
|----------------------------|--------------------|
| $\text{BaCl}_2$            | bariumchloride     |
| $\text{NH}_4\text{ClO}_3$  | ammoniumchloraat   |
| $\text{FeSO}_4$            | ijzer(II)sulfaat   |
| $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ | koper(II)nitraat   |
| $\text{Na}_2\text{SO}_4$   | natriumsulfaat     |
| $\text{FeCO}_3$            | ijzer(II)carbonaat |
| $\text{PbS}_2$             | lood(IV)sulfide    |

23 a Het vormt een zout.



c hydroxide + zuur  $\longrightarrow$  zout + water



c Door een hydroxide bij een zure bodem toe te voegen, kun je de bodem neutraliseren.



25 a hydroxide

b metaaloxide

c niet-metaaloxide

d zout

e zuur

26 a ternair zuur

b ternair zout

c organische stof

d hydroxide

e binair zuur

f binair zout

g metaaloxide

h enkelvoudige stof



27

| ELEMENT | TERNAIR ZUUR                   | TERNAIR ZOUT MET METAALION CALCIUM              |
|---------|--------------------------------|-------------------------------------------------|
| Cl      | HClO <sub>3</sub>              | Ca(ClO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>              |
| P       | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> |
| N       | HNO <sub>3</sub>               | Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               |
| S       | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | CaSO <sub>4</sub>                               |

28

| SYSTEMATISCHE NAAM  | FORMULE                                         | STOFKLASSE                     |
|---------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------|
| ammoniumchloraat    | NH <sub>4</sub> ClO <sub>3</sub>                | M <sub>n</sub> Z <sub>m</sub>  |
| aluminiumhydroxide  | Al(OH) <sub>3</sub>                             | M(OH) <sub>n</sub>             |
| cadmiumsulfide      | CdS                                             | M <sub>n</sub> Z <sub>m</sub>  |
| koper(II)oxide      | CuO                                             | M <sub>x</sub> O <sub>y</sub>  |
| distikstofpentoxide | N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                   | nM <sub>x</sub> O <sub>y</sub> |
| calciumfosfaat      | Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> | M <sub>n</sub> Z <sub>m</sub>  |
| silverfluoride      | AgF                                             | M <sub>n</sub> Z <sub>m</sub>  |
| waterstofsulfaat    | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                  | H <sub>n</sub> Z               |
| nikkel(II)hydroxide | Ni(OH) <sub>2</sub>                             | M(OH) <sub>n</sub>             |
| lood(II)chloride    | AuCl <sub>3</sub>                               | M <sub>n</sub> Z <sub>m</sub>  |
| kwik(II)hydroxide   | Hg(OH) <sub>2</sub>                             | M(OH) <sub>n</sub>             |

0

| ELEMENT | OG IN SS  | FORMULES MOGELIJKE MO                             | FORMULES MOGELIJKE MOH                    | FORMULES MOGELIJKE MZ (MET PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ALS ZUURREST)                            |
|---------|-----------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Na      | +I        | Na <sub>2</sub> O                                 | NaOH                                      | Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>                                                                   |
| Al      | +III      | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                    | Al(OH) <sub>3</sub>                       | AlPO <sub>4</sub>                                                                                 |
| Sn      | +II, +IV  | SnO, SnO <sub>2</sub>                             | Sn(OH) <sub>2</sub> , Sn(OH) <sub>4</sub> | Sn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> , Sn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> |
| Au      | +I, +III  | Au <sub>2</sub> O, Au <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | AuOH, Au(OH) <sub>3</sub>                 | Au <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , AuPO <sub>4</sub>                                               |
| Cu      | +I, +II   | Cu <sub>2</sub> O, CuO                            | CuOH, Cu(OH) <sub>2</sub>                 | Cu <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , Cu <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>                 |
| Fe      | +II, +III | FeO, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>               | Fe(OH) <sub>2</sub> , Fe(OH) <sub>3</sub> | Fe <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> , FePO <sub>4</sub>                               |

1

| REACTIEVERGELIJKING                                                                   | ALGEMENE REACTIEVERGELIJKING                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 2 K + O <sub>2</sub> → 2 K <sub>2</sub> O                                             | metaal + O <sub>2</sub> → metaaloxide              |
| H <sub>2</sub> O + CO <sub>2</sub> → H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                   | H <sub>2</sub> O + niet-metaaloxide → ternair zuur |
| C + O <sub>2</sub> → CO <sub>2</sub>                                                  | niet-metaal + O <sub>2</sub> → niet-metaaloxide    |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 3 H <sub>2</sub> O → 2 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | niet-metaaloxide + H <sub>2</sub> O → ternair zuur |
| CaO + H <sub>2</sub> O → Ca(OH) <sub>2</sub>                                          | metaaloxide + H <sub>2</sub> O → hydroxide         |
| Ca(OH) <sub>2</sub> + 2 HCl → CaCl <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O                  | hydroxide + zuur → zout + H <sub>2</sub> O         |
| 2 NaOH + H <sub>2</sub> S → Na <sub>2</sub> S + 2 H <sub>2</sub> O                    | hydroxide + zuur → zout + H <sub>2</sub> O         |
| KOH + HNO <sub>3</sub> → KNO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O                          | hydroxide + zuur → zout + H <sub>2</sub> O         |

Organische stoffen voorstellen

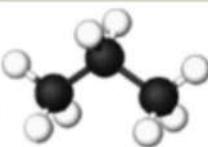
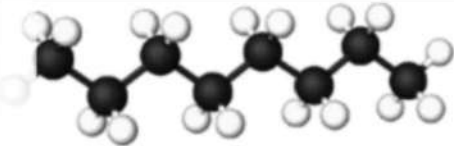
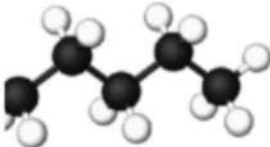
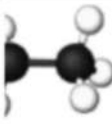
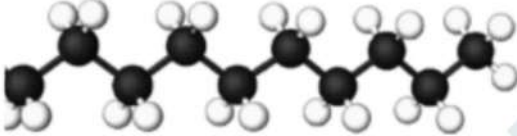
- 2 a brutoformule  
b bolstaafmodel  
c bolschilmodel  
d verkorte structuurformule  
e verkorte structuurformule

29

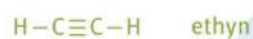
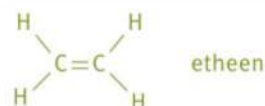
| FORMULE                            | IUPAC-BENAMING        | STOFKLASSE                     |
|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| HNO <sub>3</sub>                   | waterstofnitraat      | H <sub>n</sub> Z               |
| H <sub>2</sub> S                   | waterstofsulfide      | H <sub>n</sub> Z               |
| Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>     | dichloorheptoxide     | nM <sub>x</sub> O <sub>y</sub> |
| Mg(BrO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | magnesiumbromaat      | M <sub>n</sub> Z <sub>m</sub>  |
| Pb(ClO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | lood(II)chloraat      | M <sub>n</sub> Z <sub>m</sub>  |
| Cu(OH) <sub>2</sub>                | koper(II)hydroxide    | M(OH) <sub>n</sub>             |
| Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | mangaan(III)hydroxide | M <sub>x</sub> O <sub>y</sub>  |
| Ni(OH) <sub>3</sub>                | nikkel(III)hydroxide  | M(OH) <sub>n</sub>             |

## 7 Alkanen

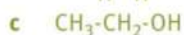
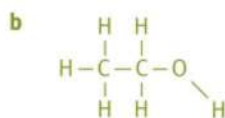
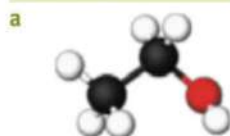
33

| BOLSTAAFMODEL                                                                      | IUPAC-BENAMING | BRUTOFORMULE   | VERKORTE STRUCTUURFORMULE |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|---------------------------|
|   | propan         | $C_3H_8$       | $CH_3-CH_2-CH_3$          |
|   | n-octaan       | $C_8H_{18}$    | $CH_3-(CH_2)_6-CH_3$      |
|   | n-pentaan      | $C_5H_{12}$    | $CH_3-(CH_2)_3-CH_3$      |
|   | ethaan         | $C_2H_6$       | $CH_3-CH_3$               |
|  | n-decaan       | $C_{10}H_{22}$ | $CH_3-(CH_2)_8-CH_3$      |

### Alkenen en alkynen

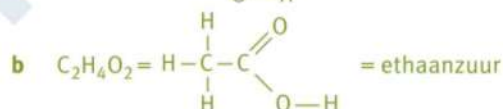
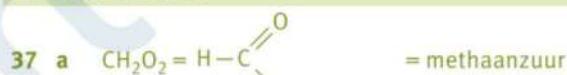


### Alcoholen



- 36 a n-octaan  
b n-decaan  
c etheen  
d methanol  
e n-hexaan

### 10 Carbonzuren



38

| IUPAC-BENAMING | TRIVIALE NAAM | VERKORTE STRUCTUURFORMULE |
|----------------|---------------|---------------------------|
| ethanol        | drankalcohol  | $CH_3-CH_2-OH$            |
| methaan        |               | $CH_4$                    |
| ethaanzuur     | azijnzuur     | $CH_3-COOH$               |
| n-octaan       |               | $CH_3-(CH_2)_6-CH_3$      |
| methanol       | houtalcohol   | $CH_3-OH$                 |
| n-butaan       |               | $CH_3-(CH_2)_2-CH_3$      |
| n-hexaan       |               | $CH_3-(CH_2)_4-CH_3$      |
| methaanzuur    | mierenzuur    | $HCOOH$                   |
| propeen        | propyleen     | $CH_2=CH-CH_3$            |



# Eigenschappen van stoffen op basis van hun structuur

Het gedrag van stoffen ten opzichte van elkaar wordt bepaald door bindingen tussen de stoffen. De mogelijke bindingen met water zijn verantwoordelijk voor het gedrag van de stoffen in water. De structuur van de stoffen verklaart hun oplosbaarheid in water en hun elektrisch geleidings- of isolerend vermogen.



## INHOUD

|       |                                     |     |
|-------|-------------------------------------|-----|
| 1     | Polair en apolair                   | 94  |
| 2     | Intermoleculaire krachten           | 102 |
| Focus | Het uitzonderlijke gedrag van water | 110 |
| 3     | Oplosbaarheid van stoffen           | 112 |
| 4     | Elektrisch geleidingsvermogen       | 121 |



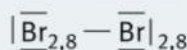
# 1 Polair en apolair

De structuur en de samenstelling van de stoffen en ook de bindingssoorten tussen elementen in de stoffen verklaren heel wat stoffeigenschappen. In het derde jaar maakte je al kennis met atoombindingen, ionbindingen en metaalbindingen. De atoombinding is nog verder te specificeren.

## 1.1 Polaire en apolaire bindingen (uitgebreider!!)

De elektronegatieve waarde of EN-waarde geeft aan hoe sterk een element de neiging heeft om elektronen naar zich toe te trekken. Hoe groter de EN-waarde van een atoom, hoe meer het atoom de elektronen in een binding naar zich toetrekt.

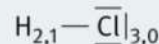
### VOORBEELD EN-waarde van atomen in een binding



elektronegatieve waarde

De 2 Br-atomen in  $\text{Br}_2$  hebben dezelfde EN-waarde (2,8). Ze zijn aan elkaar gebonden via een atoombinding.

De 2 Br-atomen trekken de bindingselektronen even sterk aan.



elektronegatieve waarde

In HCl is het H-atoom via een atoombinding gebonden aan het Cl-atoom. De  $\text{EN}(\text{Cl})$  is 3,0. Die is groter dan de  $\text{EN}(\text{H})$ , die 2,1 bedraagt.

Het Cl-atoom trekt de bindingselektronen het meest naar zich toe.

Een **polaire binding** ontstaat wanneer twee atomen met een verschillende EN-waarde een binding aangaan. De bindingselektronen verschuiven naar het atoom met de grootste EN-waarde. Hierbij ontstaat een polaire binding waarbij het meest elektronegatieve atoom een **partieel negatieve lading** en het minst elektronegatieve atoom een **partieel positieve lading** krijgt.

De verschuiving van de bindingselektronen of de **ladingsverschuiving** is groter naarmate het verschil in EN-waarde toeneemt. Je geeft dit weer met een **ladingsvector** van de partieel positieve naar de partieel negatieve lading. Dit zijn de kenmerken van de ladingsvector:

- aangrijpingspunt: de vectorpijl start in de atoomkern van het element met de laagste EN-waarde;
- richting: de vector loopt evenwijdig met de bindingselektronen.
- zin: de vector loopt van een partieel positieve lading naar een partieel negatieve lading;
- grootte: hoe groter de ladingsverschuiving, hoe groter je de ladingsvector tekent.

Elke partieel negatieve lading duid je in een lewisformule aan met het symbool  $\delta^-$ , een partieel positieve lading met  $\delta^+$ .

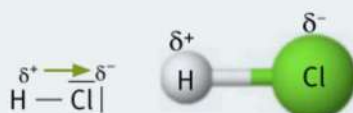
Een **apolaire binding** ontstaat wanneer twee atomen met dezelfde EN-waarde een binding aangaan. De bindingselektronen zijn gelijk verdeeld tussen de twee atomen.

## VOORBEELD Apolaire en polaire bindingen



$$\begin{aligned}\Delta\text{EN} &= \text{EN}(\text{Br}) - \text{EN}(\text{Br}) \\ &= 2,8 - 2,8 \\ &= 0\end{aligned}$$

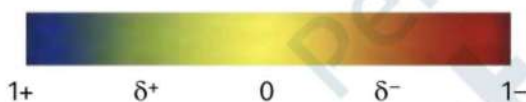
Aangezien de EN-waarden van de atomen die met elkaar een binding aangaan gelijk zijn, bevat  $\text{Br}_2$  een apolaire binding. Er is geen ladingsvector.



$$\begin{aligned}\Delta\text{EN} &= \text{EN}(\text{Cl}) - \text{EN}(\text{H}) \\ &= 3,0 - 2,1 \\ &= 0,9\end{aligned}$$

HCl bevat een polaire binding. De bindingselektronen verschuiven naar het Cl-atoom omwille van de grootste EN-waarde. Daarbij ontstaat in HCl een dipool waarbij het Cl-atoom een partieel negatieve en het H-atoom een partieel positieve lading krijgt. Door het grote verschil in EN-waarde is de ladingsverschuiving sterk en heb je een grote ladingsvector.

De ladingsverschuiving kun je visueel voorstellen in een driedimensionaal model, waarbij de kleuren de elektronendichtheid aangeven.



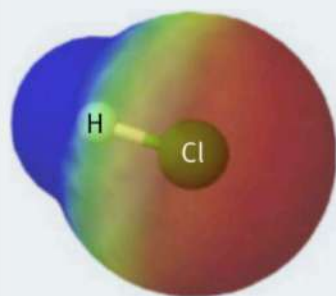
Veroorzaakt de ladingsverschuiving een verlaagde elektronendichtheid, dan stel je dit voor met een schakering van groen tot blauw rond het element. Je hebt een partieel positieve lading.

Veroorzaakt de ladingsverschuiving een verhoogde elektronendichtheid, dan stel je dit voor met een schakering van oranje tot rood rond het element. Je hebt een partieel negatieve lading.

De gele kleur betekent: geen ladingsverschuiving.

Gebeurt de overdracht van de elektronen volledig, dan stel je dit voor de negatieve lading voor met een rode kleur en voor de positieve lading met een blauwe kleur.

## VOORBEELD De elektronendichtheid in een verbinding aanduiden



De schakering van groen tot blauw rond het element H duidt de verlaagde elektronendichtheid of de partieel positieve lading aan. De schakering van oranje tot rood rond het element Cl duidt de verhoogde elektronendichtheid of de partieel negatieve lading aan.

Binnen de molecule duid je elke verschuiving van bindingselektronen aan met partiële ladingen:  $\delta^-$  of  $\delta^+$ .



In moleculen kunnen meerdere apolaire of polaire bindingen voorkomen.

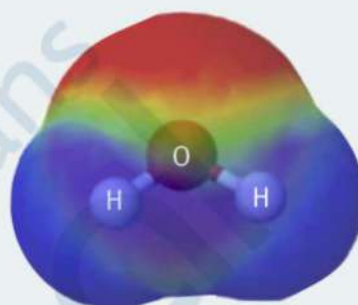
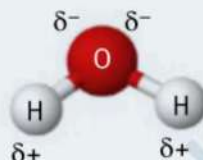
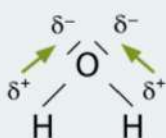
#### VOORBEELD Moleculen met meerdere polaire bindingen

##### Polaire bindingen in H<sub>2</sub>O

H<sub>2</sub>O bevat twee polaire bindingen. Bij elke binding tussen de atomen O en H verschuiven de bindingselektronen naar O. Vermits het verschil in EN-waarde tussen het H- en O-atoom groot is, is de ladingsverschuiving telkens sterk. Elk H-atoom krijgt een partieel positieve lading, het O-atoom krijgt twee keer een partieel negatieve lading.

$$\begin{aligned}\Delta EN &= EN(O) - EN(H) \\ &= 3,5 - 2,1 \\ &= 1,4\end{aligned}$$

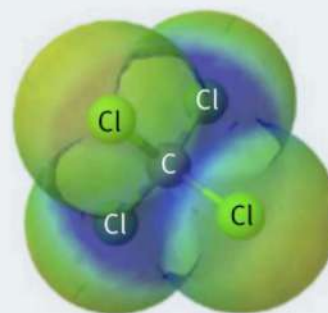
H<sub>2</sub>O bevat twee polaire bindingen.



##### Polaire bindingen in CCl<sub>4</sub>

CCl<sub>4</sub> bevat vier polaire bindingen. Bij elke binding tussen de atomen C en Cl verschuiven de bindingselektronen naar Cl. Het verschil in EN tussen een C- en een Cl-atoom is klein waardoor de ladingsverschuiving klein is. Elk Cl-atoom krijgt een partieel negatieve lading, het C-atoom krijgt vier keer een partieel positieve lading.

$$\begin{aligned}\Delta EN &= EN(Cl) - EN(C) \\ &= 3,0 - 2,5 \\ &= 0,5\end{aligned}$$





## 1.2 Polaire en apolaire moleculen (uitgebreider!!)

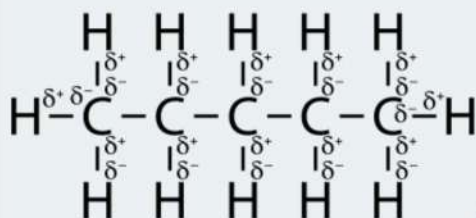
Naast een verschil in EN-waarde tussen de atomen bestudeer je ook de ruimtelijke schikking van de atomen ten opzichte van elkaar. Dit is de **geometrie** van de molecule. Je kijkt naar de vectoriële som van alle ladingvectoren. Dit is de **nettoladingsverschuiving**.

Een **polaire molecule** of **dipoolmolecule** is een molecule met een netto-ladingsverschuiving. Er is een asymmetrische verdeling van partiële ladingen. Daardoor heeft de molecule een positieve en een negatieve pool.

Een molecule zonder nettoladingsverschuiving heeft een symmetrische verdeling van partiële ladingen. Deze molecule noem je een **apolaire molecule**.

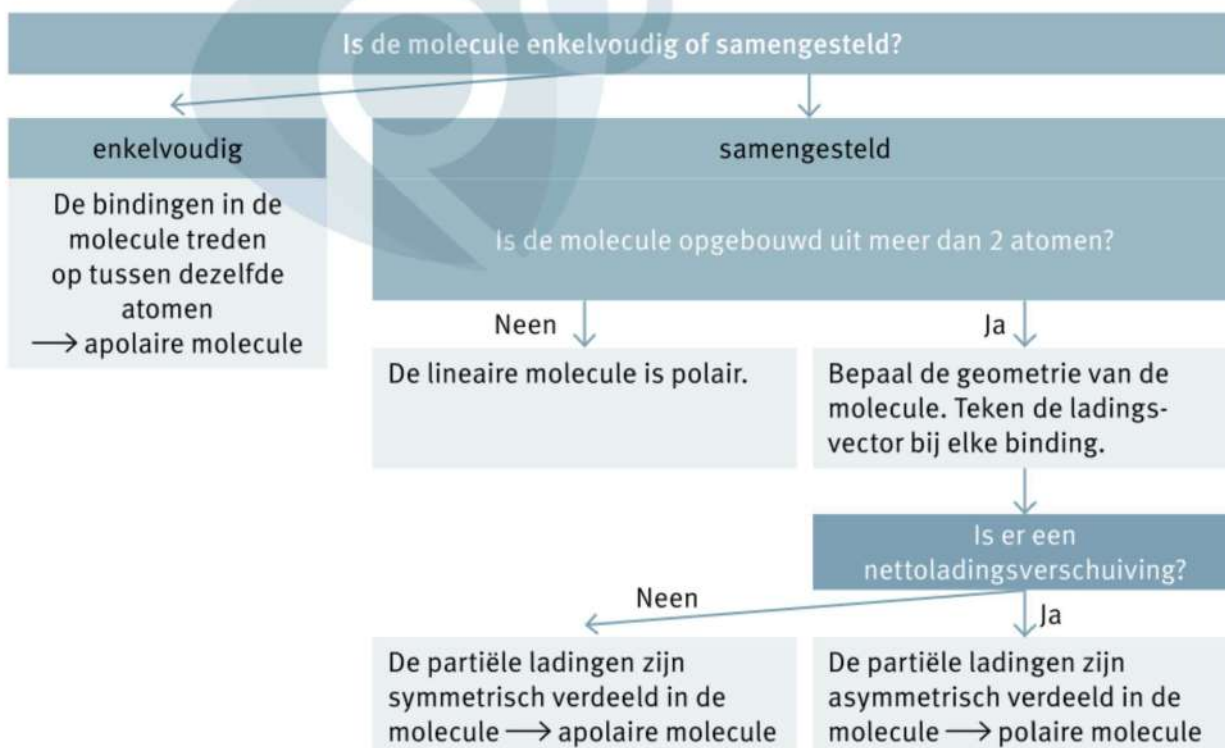
Omdat de verdeling van de partiële ladingen symmetrisch is bij lineaire alkanen, zijn het apolaire moleculen.

### VOORBEELD De invloed van de geometrie op de polariteit bestuderen



De symmetrische verdeling van de partiële ladingen bij het n-pentaan-molecule maakt dat n-pentaan een apolaire molecule is.

Om de **polariteit** (de aanwezigheid van een polair karakter) van een molecule te bepalen, kun je gebruikmaken van de determineertabel.



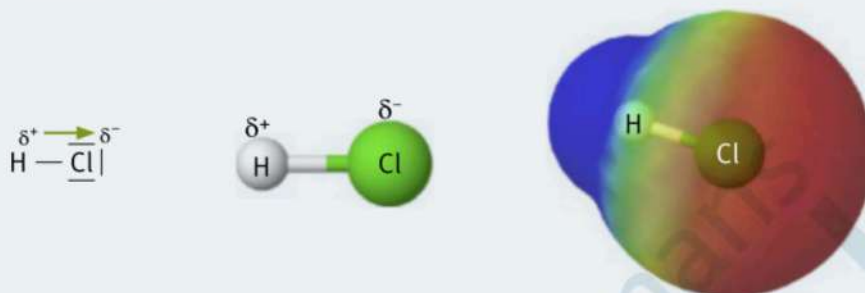
## VOORBEELD Polaire en apolaire moleculen

### 1 Molecule $H_2$



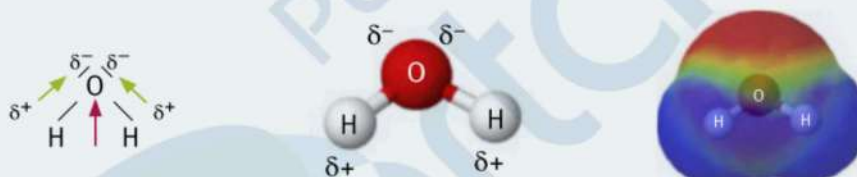
Diwaterstof is een enkelvoudige stof. De molecule is apolair.

### 2 Molecule $HCl$



Waterstofchloride is een samengestelde stof. De molecule  $HCl$  is opgebouwd uit 2 atomen. Deze atomen hebben een verschillende EN-waarde. De molecule is polair.

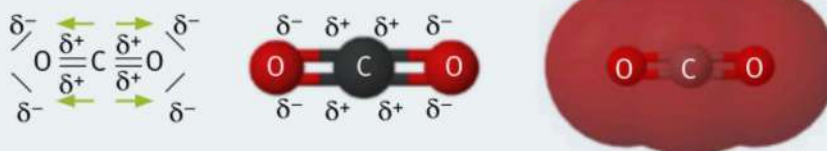
### 3 Molecule $H_2O$



Water is een samengestelde stof, opgebouwd uit 3 atomen. De 2 atoombindingen tussen O en H zijn polair. Dat geef je telkens weer met een ladingsvector.

Met de geometrie van de molecule bepaal je de nettoladingsverdeling. Deze nettoladingsverdeling (weergegeven door de rode vector) is voor de watermolecule niet gelijk aan nul. Water is een polaire molecule.

### 4 Molecule $CO_2$



Koolstofdioxide is een samengestelde stof, opgebouwd uit 3 atomen. De 4 atoombindingen tussen O en C zijn polair. Dat geef je weer met een ladingsvector.

Met de geometrie van de molecule bepaal je de nettoladingsverdeling. Koolstofdioxide is een lineaire molecule. Omdat de molecule symmetrisch is, is de nettoladingsverdeling voor de molecule gelijk aan nul. Het is een apolaire molecule.

### 1.3 Polaire ionverbindingen (uitgebreider!!)

Ionverbindingen (verbindingen tussen een metaal en een niet-metaal) zijn altijd polair omdat ze opgebouwd zijn uit tegengesteld geladen ionen. Aangezien er een elektronenoverdracht is en geen elektronenverschuiving schrijf je ladingen en geen partiële ladingen.

#### VOORBEELD Polaire ionverbindingen

Aangezien er een elektronenoverdracht is van het Na-atoom naar het Cl-atoom schrijf je een positief Na-ion en een negatief Cl-ion en geen partiële ladingen.



Door de ladingsoverdracht krijgt het Na-ion een donkerblauwe kleur en het Cl-ion een donkerrode kleur. De visuele voorstelling van de netto-ladingsverdeling is:



#### CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR?

|                                                                                                          | W                        | NW                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 Hoe groter de EN-waarde van een atoom, hoe sterker het atoom de bindingselektronen naar zich toetrekt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 De binding tussen een C-atoom en een O-atoom is polair.                                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 De elektronenverschuiving in de N-C-binding gaat naar C.                                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 De lineaire molecule CO <sub>2</sub> bevat vier polaire bindingen en is een polaire molecule.          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5 De ionverbinding CaF <sub>2</sub> is polair.                                                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

#### OPDRACHTEN

1 2 3 4

#### TEST JEZELF

1 2 3 4

5



1

## Polaire bindingen herkennen

- a Omcirkel in de lewisstructuur van HI de bindingselektronen in het groen:  $\text{H} \ominus \overline{\text{I}}$
- b Zoek de EN-waarde van waterstof en jood op.  
 $\text{EN}(\text{H}) = 2,1$ ,  $\text{EN}(\text{I}) = 2,5$
- c Welk atoom trekt de bindingselektronen het meest naar zich toe?  
 I-atom

2

## Polaire en apolaire bindingen interpreteren

Gegeven: de volgende bindingen. Noteer bij elke binding de partiële ladingen.



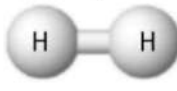
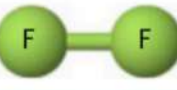
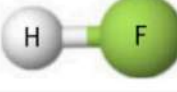
Rangschik de bindingen volgens stijgende polariteit.

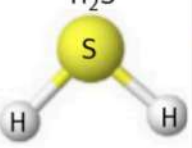
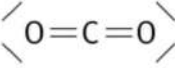
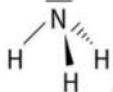
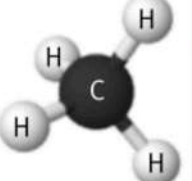
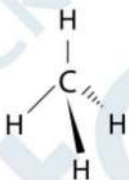


3

## De polariteit van een molecule interpreteren

Gebruik de determineertabel om te beslissen of de volgende stoffen polair zijn. Vul de tabel hieronder aan.

| VERBINDING                                                                                          | $\Delta\text{EN}$ VAN BINDINGSPARTNERS                                               | GEOMETRIE                                     | AANTAL POLAIRE BINDINGEN | IS HET EEN POLAIRE MOLECULE? |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| $\text{H}_2$<br> | $\Delta\text{EN} = \text{EN}(\text{H}) - \text{EN}(\text{H})$<br>$= 2,1 - 2,1 = 0$   | $\text{H} - \text{H}$                         | 0                        | neen                         |
| $\text{F}_2$<br> | $\Delta\text{EN} = \text{EN}(\text{F}) - \text{EN}(\text{F})$<br>$= 4,0 - 4,0 = 0$   | $ \overline{\text{F}} - \overline{\text{F}} $ | 0                        | neen                         |
| $\text{HF}$<br>  | $\Delta\text{EN} = \text{EN}(\text{F}) - \text{EN}(\text{H})$<br>$= 4,0 - 2,1 = 1,9$ | $\text{H} - \overline{\text{F}}$              | 1                        | ja                           |

| VERBINDING                                                                                    | $\Delta EN$ VAN BINDINGSPARTNERS                     | GEOMETRIE                                                                           | AANTAL POLAIRE BINDINGEN | IS HET EEN POLAIRE MOLECULE? |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| $H_2S$<br>   | $\Delta EN = EN(S) - EN(H)$<br>$= 2,5 - 2,1 = 0,4$   |    | 2                        | ja                           |
| $CO_2$<br>   | $\Delta EN = EN(O) - EN(C)$<br>$= 3,5 - 2,5 = 1,0$   |    | 4                        | neen                         |
| $NH_3$<br>   | $\Delta EN = EN(N) - EN(H)$<br>$= 3,0 - 2,1 = 0,9$   |    | 3                        | ja                           |
| $CH_4$<br>  | $\Delta EN = EN(C) - EN(H)$<br>$= 2,5 - 2,1 = 0,4$   |   | 4                        | neen                         |
| $CF_4$<br> | $\Delta EN = EN(F) - EN(C)$<br>$= 4,0 - 2,5 = 1,5$   |  | 4                        | neen                         |
| $LiBr$<br> | $\Delta EN = EN(Br) - EN(Li)$<br>$= 2,8 - 1,0 = 1,8$ | ionrooster                                                                          | /                        | polaire ionverbinding        |

4

### De polariteit van een molecule interpreteren

Zijn de onderstreepte woorden in de volgende stellingen juist of fout? Verbeter de fouten.

- Moleculen van enkelvoudige stoffen zijn steeds apolair.  
juist
- Diatomische moleculen, opgebouwd uit twee verschillende atoomsoorten, zijn altijd polaire.  
juist
- Polyatomische moleculen kunnen polair zijn als de partiële ladingen symmetrisch verdeeld zijn.  
fout: asymmetrisch

## 2 Intermoleculaire krachten

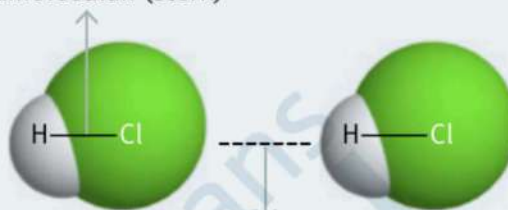
Verschillende fysische eigenschappen van stoffen kun je enkel verklaren als je weet hoe sterk chemische bindingen elkaar aantrekken.

**Intramoleculaire krachten** zijn de chemische bindingskrachten tussen de atomen van een atoomverbinding. Het gemeenschappelijk stellen van elektronen bepaalt de chemische eigenschappen van de stoffen.

**Intermoleculaire krachten** zijn krachten tussen moleculen onderling. Ze zijn zwakker en bepalen de fysische eigenschappen van stoffen.

### VOORBEELD Inter- en intramoleculaire krachten onderscheiden

intramoleculair (sterk)



intermoleculair (zwak)

In HCl is de intramoleculaire kracht de atoombinding tussen het H-atoom en het Cl-atoom. De krachten tussen de HCl-moleculen zijn de intermoleculaire krachten.

### 2.1 Intermoleculaire krachten bij atoomverbindingen

Het smelt- en kookpunt van een atoomverbinding is hoger naarmate de moleculen elkaar intermoleculair sterker aantrekken. De moleculen komen dan minder snel los van elkaar.

### VOORBEELD Kookpunten en smeltpunten van enkele atoomverbindingen

|                  | SMELTPUNT (°C) | KOOKPUNT (°C) |
|------------------|----------------|---------------|
| H <sub>2</sub>   | -259           | -253          |
| F <sub>2</sub>   | -220           | -188          |
| HCl              | -115           | -85           |
| H <sub>2</sub> O | 0              | 100           |
| NH <sub>3</sub>  | -78            | -33           |
| CH <sub>4</sub>  | -182           | -164          |

Bij atoomverbindingen komen naargelang de samenstelling van de moleculen drie intermoleculaire krachten voor. In volgorde van toenemende sterkte zijn dit dispersiekrachten, dipoolkrachten en waterstofbrugkrachten.

### A Dispersiekrachten

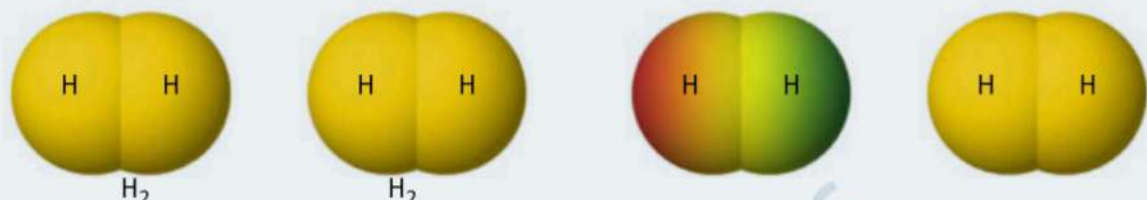
**Dispersiekrachten** zijn intermoleculaire krachten die optreden als gevolg van de voortdurende beweging van elektronen in een molecule. De elektronen in de molecule zijn bij een apolaire binding gelijk verdeeld tussen de bindende atomen. In twee nabijgelegen moleculen kunnen echter op een bepaald moment toevallig meer elektronen aan de ene kant van de molecule aanwezig zijn dan aan de andere kant. Er ontstaat zo kortstondig een dipool



in de molecule met een tijdelijk partiële negatieve lading aan de kant met het tijdelijk meer aantal elektronen en een tijdelijk partiële positieve lading aan de kant met het tijdelijk minder aantal elektronen.

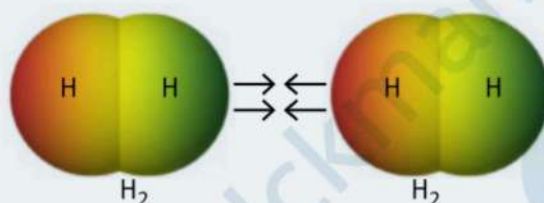
Elektronen worden afgestoten door de **tijdelijk partiële negatieve lading** of aangetrokken door de **tijdelijk partiële positieve lading**. Hierdoor zal ook in een nabijgelegen molecule een elektronenverschuiving optreden. Moleculen trekken elkaar aan via tegengestelde tijdelijk partiële ladingen.

#### VOORBEELD Dispersiekracht tussen moleculen



In beide  $\text{H}_2$ -moleculen is er geen polariteit.

In de linkse molecule is er een tijdelijke polariteit.



Er is een tijdelijke dipool in de twee moleculen, met een tijdelijke aantrekking tussen de moleculen. De tijdelijke polariteit in de linkermolecule veroorzaakt een tijdelijke aantrekking van elektronen in de rechtermolecule. De tijdelijke dipool in de twee moleculen veroorzaakt de dispersiekracht tussen de moleculen.

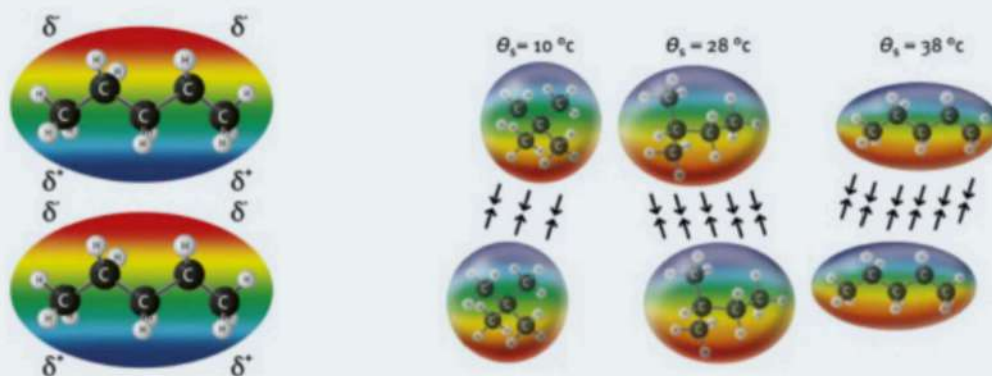
Dispersiekrachten komen voor tussen alle soorten moleculen vermits elke molecule elektronen bevat.

Hoe groter de molecule, hoe meer elektronen er voorkomen en dus hoe sterker de dispersiekrachten zijn.

Ook de vorm van de moleculen speelt een rol bij de grootte van de dispersiekrachten. Hoe groter het contactoppervlak tussen de moleculen, hoe sterker de dispersiekrachten.

Hoe sterker de dispersiekrachten tussen de onderlinge moleculen, hoe hoger de kook- en smeltpunten van moleculen.

#### VOORBEELD De invloed van het contactoppervlak op de grootte van de dispersiekracht



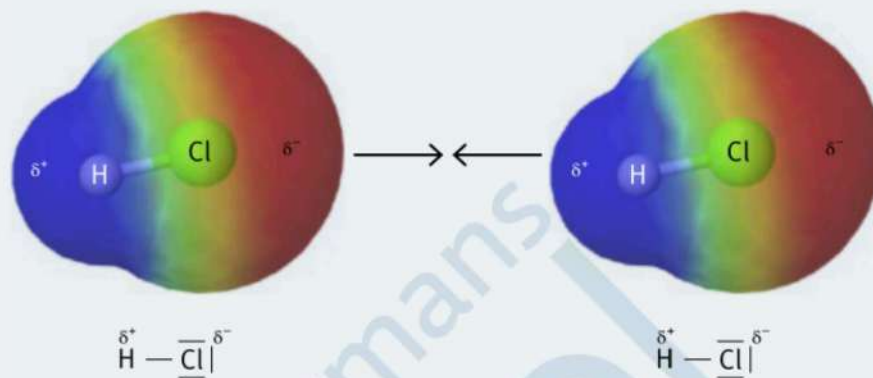
Het contactoppervlak tussen twee n-pentane-moleculen is door de vorm groot, zodat de dispersiekrachten groot zijn.

Door de vorm van de linkse moleculen zijn de contactoppervlakken en dus de dispersiekrachten kleiner dan bij de rechtse moleculen. Het kookpunt van de moleculen stijgt daarom van links naar rechts.

## B Dipoolkrachten

**Dipoolkrachten** zijn intermoleculaire krachten die optreden als gevolg van polaire moleculen. Tussen twee polaire moleculen zal de partieel positieve kant van de ene molecule aangetrokken worden door de partieel negatieve kant van de andere molecule. In tegenstelling tot de tijdelijke dispersiekrachten zijn dipoolkrachten steeds aanwezig.

### VOORBEELD Dipoolkrachten tussen twee polaire moleculen



De partieel negatieve pool (oranje-rode schakering bij Cl) van de linkse HCl-molecule trekt de partieel positieve pool (groen-blaue schakering bij H) van de rechtse HCl-molecule aan.

## C Waterstofbrugkrachten

Een speciale soort van dipoolkrachten zijn de **waterstofbrugkrachten**, intermoleculaire krachten tussen moleculen. Hiervoor moeten de moleculen een atoombinding hebben tussen een H-atoom en een atoom met een grote EN-waarde dat ook minstens een vrij elektronenpaar bevat; een N-, O- of F-atoom.

|     |      |      |      |
|-----|------|------|------|
| 1,0 | 14,0 | 16,0 | 19,0 |
| H   | N    | O    | F    |
| 1   | 7    | 8    | 9    |
| 2,1 | 3,0  | 3,5  | 4,0  |

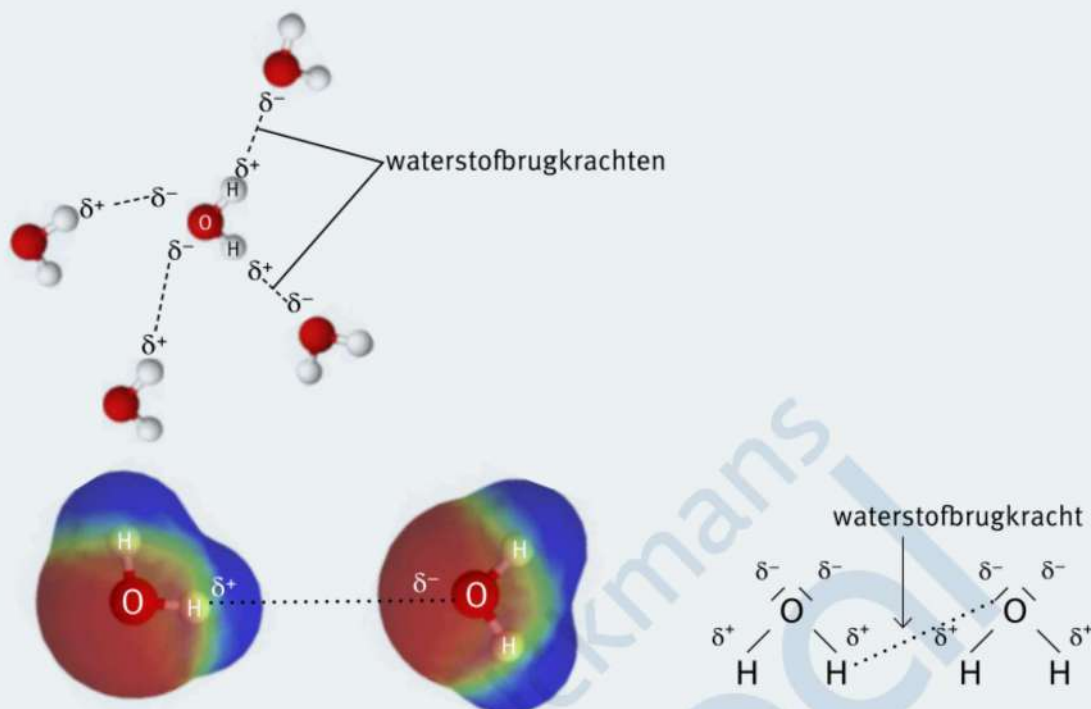
De elementen N, O en F bevatten minstens één vrij elektronenpaar.

Daardoor ontstaat een sterke aantrekking tussen het partieel positieve waterstofatoom van de ene molecule en een vrij elektronenpaar van het partieel negatieve N-, O- of F-atoom van de andere molecule.

Omdat de H-atomen een soort brug vormen tussen de nabije moleculen, gebruik je de naam waterstofbrugkrachten. De waterstofbrugkrachten tussen moleculen stel je voor met stippen of enkele evenwijdige streepjes.

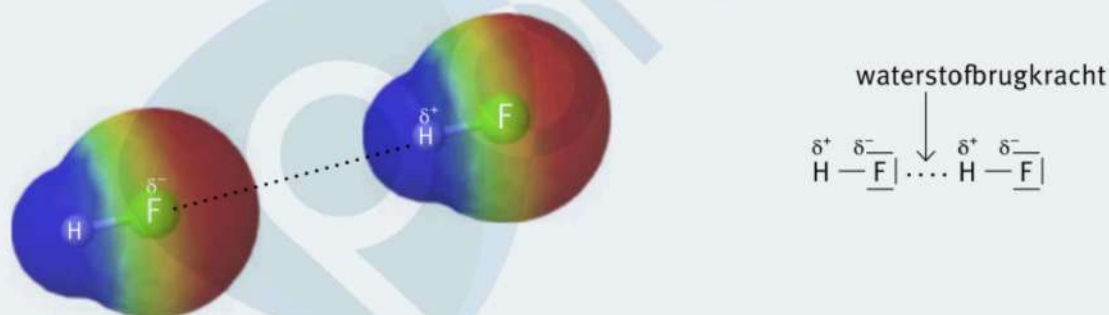


### 1 Waterstofbrugkrachten met H- en O-atomen



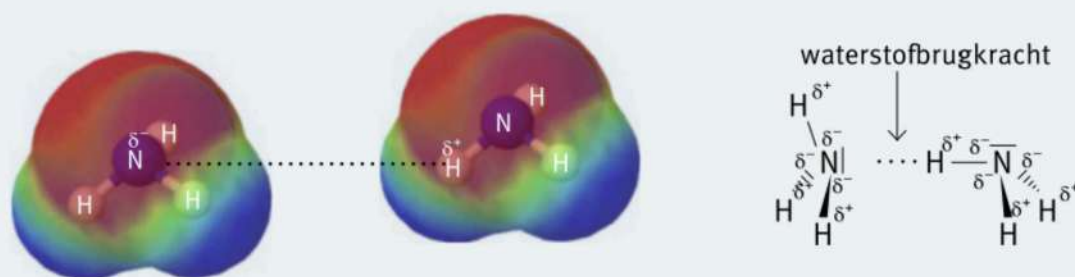
Tussen watermoleculen treden waterstofbrugkrachten op tussen een H-atoom van een watermolecule met een O-atoom van een ander watermolecule.

### 2 Waterstofbrugkrachten met H- en F-atomen



Waterstofbrugkrachten met fluoratomen komen alleen voor bij de stof HF.

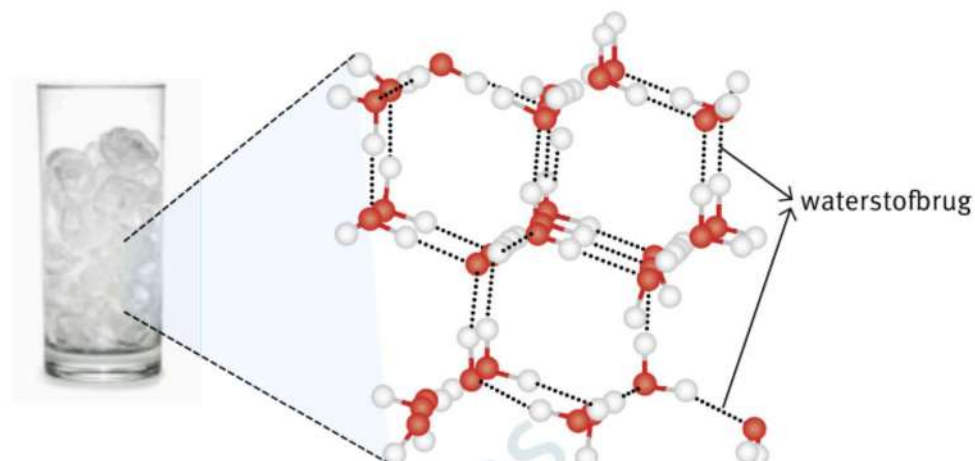
### 3 Waterstofbrugkrachten met H- en N-atomen



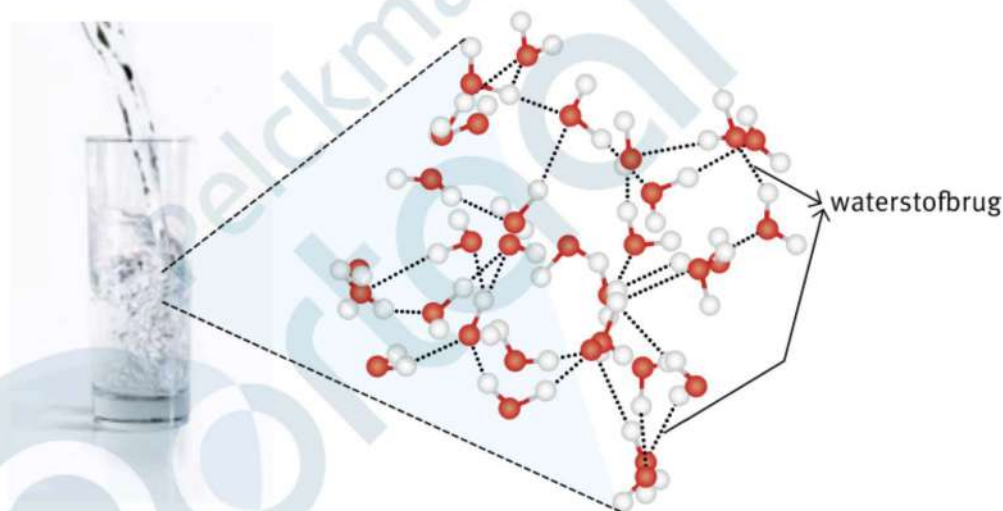
Ook tussen ammoniakmoleculen treden waterstofbrugkrachten op tussen het partieel positieve waterstofatoom van de ene molecule en een vrij elektronenpaar van het partieel negatieve stikstofatoom van een andere molecule. Deze zijn zwakker dan de waterstofbrugkrachten bij water.



Omdat elke watermolecule 2 H-atomen en 2 vrije elektronenparen bevat, komen er per watermolecule meerdere waterstofbruggen voor.



In ijs komen er steeds vier waterstofbruggen per watermolecule voor.



In vloeibaar water komen er maximaal vier waterstofbruggen voor.

Als gevolg van de waterstofbrugkrachten is het kookpunt en het smeltpunt van water veel hoger dan bij een stof met een vergelijkbare molaire massa.

#### VOORBEELD

Kook- en smeltpunten van moleculen met een vergelijkbare molaire massa als water

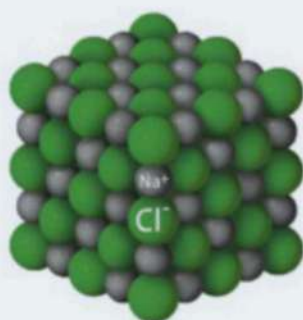
|                  | $M \left( \frac{\text{g}}{\text{mol}} \right)$ | $\theta_s \text{ (}^\circ\text{C)}$ | $\theta_k \text{ (}^\circ\text{C)}$ | WATERSTOFBRUGKRACHTEN |
|------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| H <sub>2</sub> O | 18                                             | 0                                   | 100                                 | aanwezig              |
| NH <sub>3</sub>  | 17                                             | -78                                 | -33                                 | aanwezig              |
| CH <sub>4</sub>  | 16                                             | -182                                | -164                                | afwezig               |

## 2.2 Krachten bij ionverbindingen

Ionverbindingen zijn stoffen opgebouwd uit positieve en negatieve ionen. Ze worden voorgesteld met een formule-eenheid. Er treden geen intermoleculaire krachten op. Tussen de tegengesteld geladen ionen werken de aantrekkingskrachten in alle richtingen. Dit zijn **ion-ionkrachten**.

De ionen ordenen zich volgens een regelmatig patroon: een ionrooster. In een roosterstructuur zijn er geen duidelijke grenzen. Elk positief ion wordt omgeven door negatieve ionen en omgekeerd.

### VOORBEELD Aantrekkingskrachten in het NaCl-ionrooster



- Cl<sup>-</sup>-ion
- Na<sup>+</sup>-ion

Tussen de tegengesteld geladen Na<sup>+</sup>-ionen en de Cl<sup>-</sup>-ionen treden sterke aantrekkingskrachten op. Ze ordenen zich volgens een regelmatig patroon: een ionrooster.

Ionverbindingen hebben een hoog smelt- en kookpunt. Door de sterke aantrekkingskrachten tussen de tegengesteld geladen ionen blijven ze stevig bij elkaar.

### VOORBEELD Kookpunten en smeltpunten van enkele ionverbindingen

|                   | $\theta_s$ (°C) | $\theta_k$ (°C) |
|-------------------|-----------------|-----------------|
| NaCl              | 801             | 1465            |
| KCl               | 776             | 1500            |
| MgCl <sub>2</sub> | 714             | 1412            |
| MgO               | 3073            | 3876            |
| NaF               | 995             | 1704            |

### CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR?

|                                                                                                | W                        | NW                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 De sterkste intermoleculaire krachten tussen Cl <sub>2</sub> -moleculen zijn dipoolkrachten. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 De atoombindingen in een watermolecule vormen de intermoleculaire krachten.                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 Tussen de moleculen in methanol (CH <sub>3</sub> OH) komen waterstofbrugkrachten voor.       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 Tussen HCl-moleculen komen ook dispersiekrachten voor.                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5 De dispersiekrachten tussen moleculen zijn op elk moment even sterk.                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### OPDRACHTEN

5 6 7 8

### TEST JEZELF

6 7 8 9

5

## Intermoleculaire krachten analyseren

Welke is de sterkste intermoleculaire kracht tussen ...

- a  $\text{H}_2$ -moleculen?



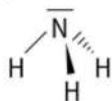
dispersiekrachten

- b HF-moleculen?



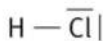
waterstofbrugkrachten

- c  $\text{NH}_3$ -moleculen?



waterstofbrugkrachten

- d HCl-moleculen?

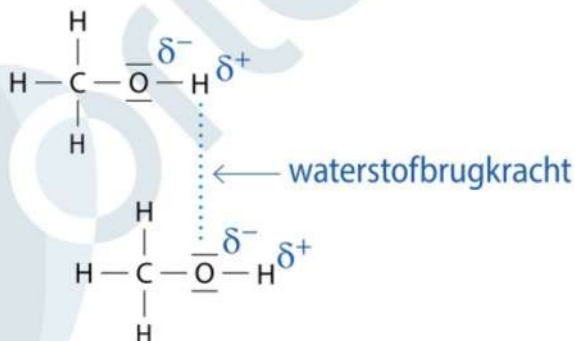


dipoolkrachten

6

## Intermoleculaire krachten analyseren

Teken de waterstofbrugkrachten tussen 2  $\text{CH}_3\text{OH}$ -moleculen.





### Toepassingen van inter- en intramoleculaire krachten analyseren

Gegeven: de tabel met smeltpunten en kookpunten van enkele stoffen onder normale omstandigheden. Vul aan en beantwoord de vragen.

| STOF            | $\theta_s$ (°C) | $\theta_k$ (°C) | BINDINGSTYPE  |
|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| $\text{Cl}_2$   | -101            | -35             | atoombinding  |
| $\text{CaCl}_2$ | 772             | /               | ionbinding    |
| $\text{CCl}_4$  | -23             | 77              | atoombinding  |
| Ca              | 839             | 1484            | metaalbinding |
| NaCl            | 801             | /               | ionbinding    |

- a Welke intermoleculaire krachten worden verbroken bij het verdampen van  $\text{CCl}_4$ ?  
dispersiekrachten
- b Verklaar het verschil in smelt- en kookpunt tussen  $\text{CaCl}_2$  en  $\text{CCl}_4$ .  
Door de sterke ion-ionkrachten hebben ionverbindingen een hoog smeltpunt. Tussen de moleculen in  $\text{CCl}_4$  zijn er enkel dispersiekrachten.
- c Verklaar het verschil in aggregatietoestand bij kamertemperatuur tussen  $\text{Cl}_2$  en  $\text{CCl}_4$ .  
De molaire massa van  $\text{CCl}_4$  is groter dan de molaire massa van  $\text{Cl}_2$ , waardoor er sterkere dispersiekrachten voorkomen. Dit heeft een hoger kook- en smeltpunt als gevolg. Hierdoor is bij kamertemperatuur  $\text{Cl}_2$  gasvormig en  $\text{CCl}_4$  vloeibaar.

### Toepassingen van inter- en intramoleculaire krachten analyseren

Hoe komt het dat de edelgassen gasvormig zijn bij kamertemperatuur?

Tussen de edelgassen zijn slechts zwakke dispersiekrachten werkzaam.



# Het uitzonderlijke

Hoewel we water overal om ons heen zien, zijn heel wat mensen zich niet bewust van de unieke eigenschappen van deze stof.

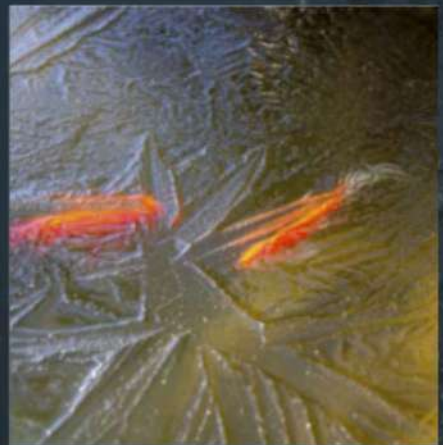


## Kookpunt en vriespunt

Water beschermt ons tegen extreme temperatuurverschillen. Ondanks zijn kleine molaire massa heeft water een zeer hoog kookpunt. Er is veel energie nodig om de waterstofbrugkrachten te verbreken zodat het kan koken. Hetzelfde geldt voor het smelten van ijs. Hierdoor kookt water en smelt ijs heel langzaam.

Voor ecosystemen is dit ontzettend belangrijk. Mocht water ons niet beschermen tegen extreme temperatuurverschillen zou dat drastische veranderingen in oceanen en meren teweegbrengen, waardoor alle organismen in het water zouden sterven.

Om niet oververhit te raken, produceer je zweet: een oplossing van water en afvalstoffen. Het verdampen van deze kleine hoeveelheid water onttrekt veel warmte aan je lichaam.



## De dichtheid van ijs

Water is een van de weinige stoffen waarvan de vaste toestand kan drijven op de vloeibare toestand. Bij een temperatuur lager dan 4 °C daalt de massadichtheid. Bij bevriezen bewegen de watermoleculen trager, waardoor er gemakkelijker waterstofbrugkrachten ontstaan en de watermoleculen zichzelf uiteindelijk in een open kristallijne structuur rangschikken. Het water-volume neemt toe met ongeveer 9 %. Daarom kan een blikje frisdrank in de vriezer exploderen.

In de winter befrist het wateroppervlak. Als ijs niet kon drijven, zou een meer van onderaf bevroren en zouden alle ecosystemen in het meer sterven. Het ijs blijft drijven waardoor de vissen kunnen overleven onder het ijsoppervlak.

Het ijsoppervlak beschermt ook tegen de koude buitentemperatuur en isoleert. Daardoor blijft het water onder het bevroren ijs vloeibaar. Het behoudt een temperatuur die volstaat om de ecosystemen te laten overleven.



# gedrag van water

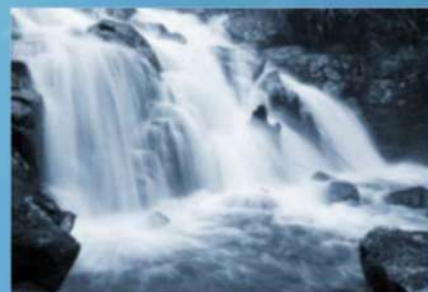


## Oppervlaktespanning

De zeer hoge oppervlaktespanning van water is te danken aan de waterstofbrugkrachten tussen de watermoleculen. Watermoleculen houden zichzelf in een druppel bij elkaar.



Je kunt een glas tot boven de rand vullen zonder dat het water wegloopt.



## Vloeibaar water

Het is zeer zeldzaam dat een verbinding die geen koolstof bevat een vloeistof is bij kamertemperatuur. Elke watermolecule verbindt zich met een aantal andere watermoleculen, maar ze kunnen vrij bewegen.



## Waterdamp of stoom

Koken verbreekt de waterstofbrugkrachten tussen de watermoleculen. Stoomdeeltjes verplaatsen zich ver uit elkaar. Stoom bevat alle energie die nodig is om de waterstofbruggen in het water te verbreken. Als stoom je huid raakt, absorbeer je de energie die de stoom heeft opgenomen door het verbreken van



de waterstofbrugkrachten in zijn vloeibare toestand. Vervolgens zet de stoom zich om in vloeibaar water en komt er extra warmte vrij. Het ontbreken van waterstofbrugkrachten verklaart waarom stoom veel ergere brandwonden veroorzaakt dan water.



### 3 Oplosbaarheid van stoffen (uitgebreider!!)

De aard van de stof en het oplosmiddel beïnvloeden de oplosbaarheid van een stof in dat oplosmiddel.

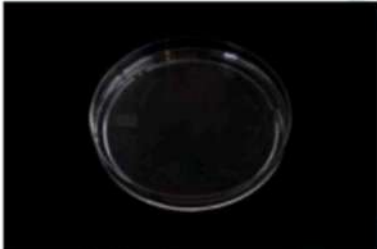
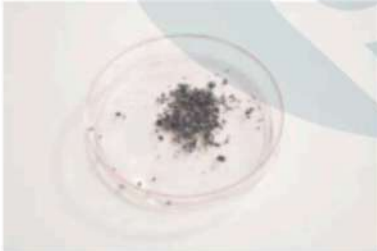
Polaire stoffen en vele ionverbindingen lossen goed op in polaire oplosmiddelen, zoals water.

Apolaire stoffen lossen goed op in apolaire oplosmiddelen, zoals white spirit.

Apolaire stoffen lossen slecht tot niet op in water en andere polaire oplosmiddelen. Polaire stoffen lossen slecht tot niet op in apolaire oplosmiddelen.

De algemene regel is: **soort zoekt soort**.

#### VOORBEELD De invloed van polariteit op het oplossen van stoffen

| OP TE LOSSEN STOF                                                                                                              | OPLOSMIDDEL                                                                                                       |                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                | WATER (POLAIR)                                                                                                    | WHITE SPIRIT (APOLAIR)                                                                                             |
| <br>Keukenzout (ionverbinding)               | <br>goed oplosbaar             | <br>slecht tot niet oplosbaar  |
| <br>Kristalsuiker (polaire atoomverbinding) | <br>goed oplosbaar            | <br>slecht tot niet oplosbaar |
| <br>Di-jood (apolaire atoomverbinding)      | <br>slecht tot niet oplosbaar | <br>goed oplosbaar            |

Keukenzout is een ionverbinding, kristalsuiker is een polaire atoomverbinding. Bijgevolg zijn ze goed oplosbaar in water en slecht tot niet oplosbaar in white spirit.

Di-jood is een apolaire atoomverbinding en bijgevolg goed oplosbaar in white spirit en slecht tot niet oplosbaar in water.

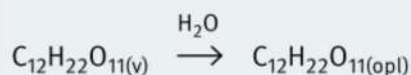
Als een stof oplost in water, krijg je op macroscopisch niveau een homogeen mengsel: een oplossing. Er zijn geen afzonderlijke fasen waarneembaar. Lost de stof niet op, dan krijg je afhankelijk van de aggregatietoestand te maken met een suspensie, een emulsie of schuim. Er ontstaat dan een heterogeen mengsel.

Op submicroscopisch niveau kun je dat voorspellen volgens de regel 'soort (op te lossen stof) zoekt soort (oplosmiddel)'.

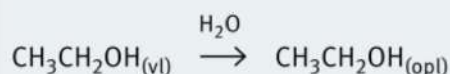
Om een fysisch proces in een vergelijking weer te geven, schrijf je rechts onder de stoffen de aggregatietoestand afgekort tussen haakjes:

- **v** = vast
- **vl** = vloeibaar
- **g** = gas
- **opl** = oplossing

#### VOORBEELD Aggregatietoestanden aanduiden bij een fysisch proces



Breng je de vaste stof sucrose in water, dan krijg je een sucrose-oplossing.



Breng je het vloeibare ethanol in water, dan krijg je een ethanoloplossing.

### 3.1 Oplossen van ionverbindingen in water (uitgebreider!!)

Door de aanwezigheid van tegengestelde ladingen trekken de ionen in een ionverbinding elkaar sterk aan. In vaste toestand vormen ze een ionrooster. De formule van een ionverbinding geef je weer met een formule-eenheid.

Deze ionroosters lossen soms op in water. De partieel positieve H-atomen van de watermoleculen trekken de negatieve ionen aan en de partieel negatieve O-atomen van de watermoleculen trekken de positieve ionen aan.

Zijn de ion-ionkrachten in het ionrooster zelf zeer groot, dan kunnen de watermoleculen de ionen niet losmaken. De ionverbinding lost niet op.

Is de aantrekkingskracht tussen de partieel positieve H-atomen van de watermoleculen en de negatieve ionen en de partieel negatieve O-atomen van de watermoleculen en de positieve ionen groter dan de ion-ionkrachten in het ionrooster, dan komen de ionen vrij in het water. Er vormt zich een homogene oplossing van de ionen in het water.

**Dissociatie** is het proces waarbij ionen uit de ionverbindingen vrijkomen wanneer ze oplossen in water. Tussen de ontstane ionen enerzijds en de polaire watermoleculen anderzijds ontstaat een sterke aantrekking. Polaire watermoleculen zijn dipoolmoleculen.

**Ion-dipoolkrachten** zijn de zeer sterke intermoleculaire aantrekkingskrachten tussen ionen en dipoolmoleculen. Deze nieuwe soort intermoleculaire aantrekkingskracht is groter dan de waterstofbrugkrachten. Daardoor is ieder ion omgeven door een aantal watermoleculen. Je spreekt van **gehydrateerde ionen**. Je geeft dit weer door de aggregatietoestanden tussen haakjes te zetten.

Een **dissociatievergelijking** is een vergelijking die de dissociatie van een ionverbinding weergeeft. Hydroxiden en zouten dissociëren volledig in ionen wanneer ze oplossen in water.



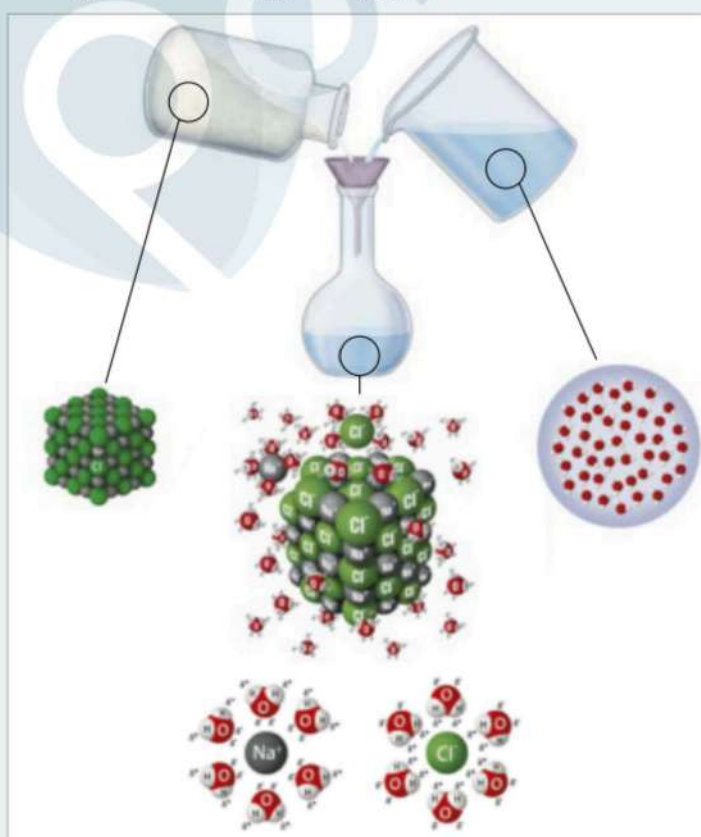
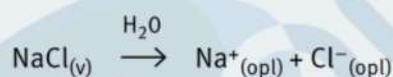
De indices bij een formule-eenheid geven de verhouding aan tussen het aantal positieve en negatieve ionen in de ionverbinding. Bij het oplossen ontstaat er in de oplossing eenzelfde verhouding aan positieve en negatieve ionen als de formule-eenheid aangeeft. De indices in de formule-eenheid zijn dus de coëfficiënten voor de respectievelijke ionen.

#### VOORBEELD Oplossen en dissociëren van zouten

##### 1 Oplossen en dissociëren van NaCl

Natriumchloride lost op in water. De ionbinding tussen het natrium- en chloride-ion dissocieert in water. Hierdoor komen  $Na^{+}$ - en  $Cl^{-}$ -ionen vrij in het water. Die worden onmiddellijk gehydrateerd.

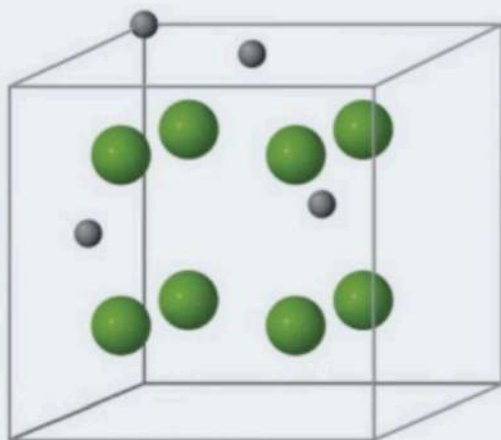
De aanduiding van de gehydrateerde ionen in de dissociatievergelijking is:



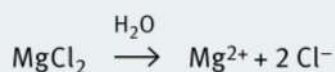


## 2 Oplossen en dissociëren van $\text{MgCl}_2$

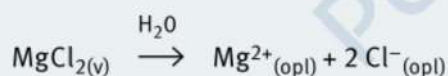
De formule-eenheid van magnesiumchloride is  $\text{MgCl}_2$ . In het ionrooster zijn er dubbel zoveel  $\text{Cl}^-$ -ionen als  $\text{Mg}^{2+}$ -ionen aanwezig.



Bij het oplossen ontstaan in de oplossing dubbel zoveel  $\text{Cl}^-$ -ionen als  $\text{Mg}^{2+}$ -ionen. De kleinste coëfficiënten om dit weer te geven, zijn 1 bij  $\text{Mg}^{2+}$  en 2 bij  $\text{Cl}^-$ .



weergegeven met de aggregatietoestanden:



Metaaloxiden zijn ionverbindingen die niet in water dissociëren. Sommige metaaloxiden reageren met water en vormen hydroxiden.

### VOORBEELD Reacties tussen metaaloxiden en water

Natriumoxide dissocieert niet in water maar reageert met water tot natriumhydroxide.



Natriumhydroxide dissocieert in water.



Magnesiumoxide dissocieert niet in water maar reageert met water tot magnesiumhydroxide.



$\text{Mg}(\text{OH})_2$  dissocieert niet in water, er ontstaat een suspensie.

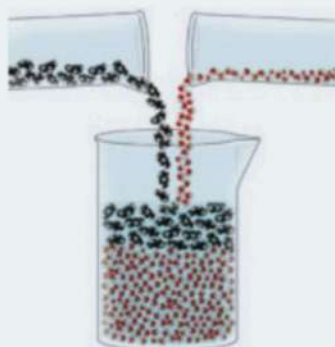
## 3.2 Oplossen van apolaire atoomverbindingen in water

Tussen de moleculen van een apolaire atoomverbinding zijn zwakke intermoleculaire krachten actief. Breng je een apolaire stof in water, dan lost die niet op omdat er weinig tot geen interactie is tussen de polaire en de apolaire moleculen. De polaire watermoleculen trekken apolaire moleculen weinig tot niet aan. De polaire watermoleculen trekken elkaar aan en blijven zo samen. Ook de apolaire moleculen trekken elkaar onderling aan en blijven samen.

### VOORBEELD Apolaire atoomverbindingen in water

n-pentaan is een apolaire atoomverbinding. De n-pentaanmoleculen trekken elkaar aan via zwakke dispersiekrachten.

Water is een polaire atoomverbinding. Door de sterke waterstofbrugkrachten tussen de watermoleculen onderling trekken de watermoleculen de n-pentaanmoleculen niet aan. Hierdoor ontstaat een heterogeen mengsel van twee vloeistoffen. Doordat de massadichtheid van n-pentaan kleiner is dan deze van water, ligt n-pentaan op water.



n-pentaan

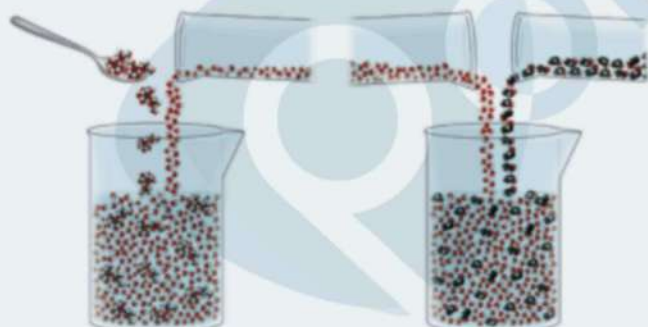


water

### 3.3 Oplossen van polaire atoomverbindingen in water (uitgebreider!!)

Breng je een polaire atoomverbinding in water, dan lost die op. De intermoleculaire krachten tussen de polaire moleculen enerzijds en tussen de watermoleculen anderzijds worden verbroken. Er ontstaan intermoleculaire krachtwerkingen tussen de watermoleculen en de polaire moleculen. Er vormt zich een homogeen mengsel van de polaire moleculen en water.

### VOORBEELD Oplossen van de polaire moleculen in water



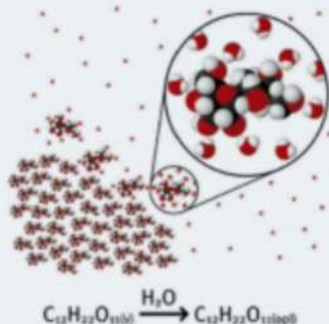
ethanol



water



sucrose



Zowel water als sucrose zijn polaire atoomverbindingen. Water maakt sucrose moleculen uit het molecuulooster los en vormt een oplossing.

Zowel ethanol als water zijn polaire atoomverbindingen. Water trekt ook ethanolmoleculen aan via dipoolkrachten en waterstofbrugkrachten. De ethanolmoleculen verdelen zich homogeen in het water. Er ontstaat een oplossing.



**Ionisatie** is het proces waarbij sommige polaire moleculen ionen vormen wanneer ze oplossen in water.

Bij zuren is de aantrekking van de watermoleculen op de atoombindingen zeer groot. De watermoleculen verbreken niet alleen de intermoleculaire krachten tussen de polaire moleculen maar ook de atoombindingen tussen de waterstofatomen en de zuurrest. De gemeenschappelijke elektronen van de atoombinding gaan naar het bindend atoom met de hoogste EN-waarde. Er vormt zich bijgevolg een oplossing van ionen in water.

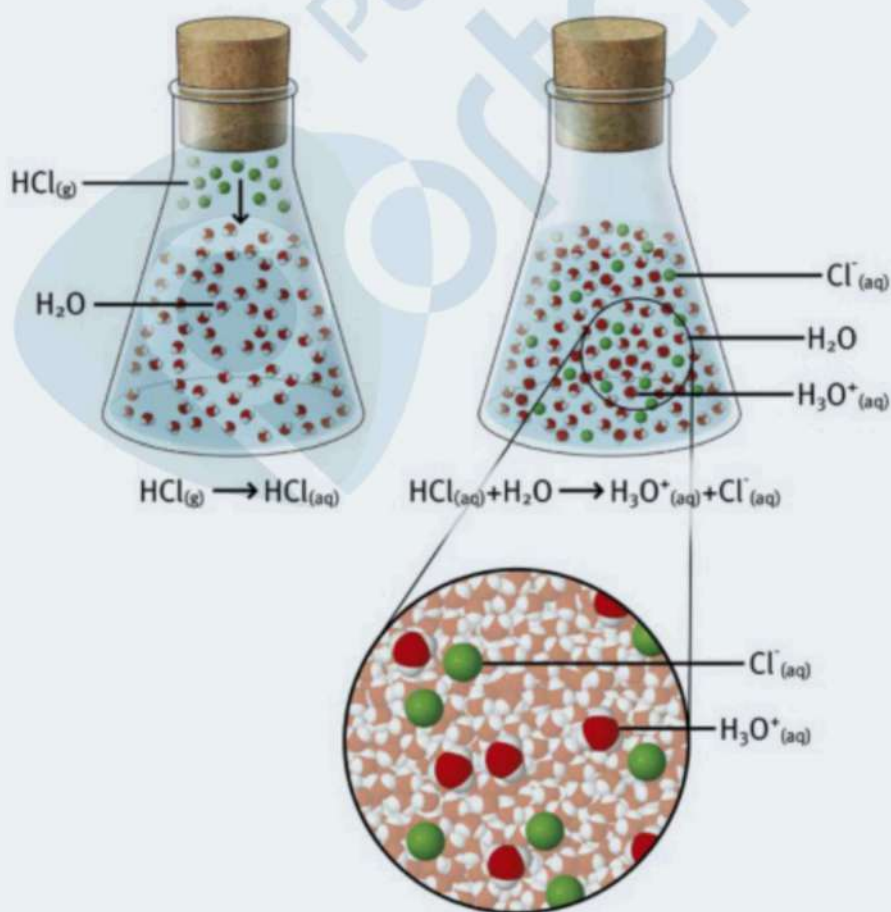
Een **ionisatievergelijking** is een vergelijking die de ionisatie van polaire moleculen in water weergeeft.

Ionisatievergelijking van zuren: 
$$\text{H}_n\text{Z}_{(\text{vl}) \text{ of } (\text{g})} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} n \text{H}^+_{(\text{opl})} + \text{Z}^{n-}_{(\text{opl})}$$

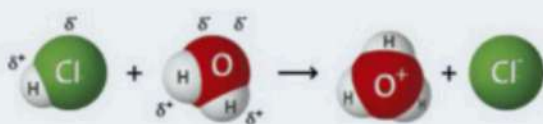
**Sterke zuren** zijn zuren waarbij alle moleculen ioniseren. **Zwakke zuren** lossen volledig op in water maar ioniseren slechts gedeeltelijk.

#### VOORBEELD Oplossen en ioniseren van sterke zuren

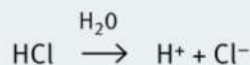
Waterstofchloride is een polaire atoomverbinding en lost op in water. De polaire atoombinding tussen het H- en het Cl-atoom ioniseert in water. De bindingselektronen tussen het H- en Cl-atoom gaan naar het Cl-atoom. Hierdoor ontstaat een  $\text{Cl}^-$ -ion en een  $\text{H}^+$ -ion. Elk  $\text{H}^+$ -ion bindt aan één watermolecule tot  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Verkort geef je dit weer als  $\text{H}^+_{(\text{opl})}$ .



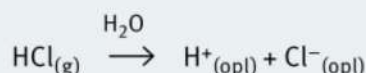




De ionisatievergelijking van zoutzuur in water:

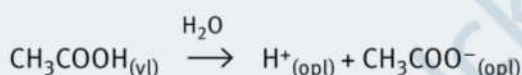


Met de aanduiding van de aggregatie-toestanden kun je de ionisatievergelijking als volgt weergeven:



### VOORBEELD Oplossen en ioniseren van zwakke zuren

Aziijnzuur is een polaire atoomverbinding. Aziijnzuur lost volledig op maar ioniseert gedeeltelijk. Hierdoor is het een zwak zuur. Bij de ionisatie ontstaan  $\text{H}^+$ -ionen en acetaationen ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ). Veel aziijnzuurmoleculen ioniseren niet. De ionisatievergelijking geldt enkel voor het geïoniseerde deel:



Niet-metaaloxiden ioniseren niet in water. Sommige niet-metaaloxiden reageren met water en vormen ternaire zuren.

### VOORBEELD Reacties van niet-metaaloxiden met water

Koolstofdioxide reageert met water tot koolzuur.



Difosforpentoxide reageert met water tot fosforzuur.



### CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR?

- |                                                                                                              |                          |                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 Chloorgas is goed oplosbaar in n-pentaan.                                                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 Vermits $\text{CO}_2$ polaire bindingen bevat tussen de C- en O-atomen is het gas goed oplosbaar in water. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 Kaarsvet, een alkaan bestaande uit vele C- en H-atomen, lost op in n-pentaan.                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 Bij een ionisatie worden ladingen gevormd, bij een dissociatie zijn die al aanwezig.                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5 Een zuur dissocieert in water.                                                                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6 Per molecule $\text{Al}(\text{OH})_3$ die dissocieert in water ontstaan 3 $\text{Al}^{3+}$ -ionen.         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7 De ion-dipoolkracht is een chemische binding.                                                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8 $\text{MgO}$ vormt in water $\text{Mg}(\text{OH})_2$ .                                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

W NW

### OPDRACHTEN

9 10 11 12  
13

### + MENU

☐ Gouden tips om vlekken te verwijderen

### ONDERZOEKEN

☐ 2 Factoren die de oplosbaarheid van stoffen in water beïnvloeden

### TEST JEZELF

10 11 12 13  
14

9

## Dissociatie en ionisatie uitleggen

Zijn de volgende beweringen juist of fout? Verklaar.

- a Metaaloxiden dissociëren in water.

**Fout. Metaaloxiden reageren met water en vormen hydroxiden.**

- b Polaire stoffen kunnen soms ioniseren in water.

**Juist.**

- c Alle zouten ioniseren in water.

**Fout. Het zijn ionverbindingen die enkel in water dissociëren als ze oplosbaar zijn.**

- d Water is goed oplosbaar in white spirit.

**Fout. Water is een polaire stof en white spirit is een apolaire stof. De algemene regel is: "soort zoekt soort". Ze lossen niet op in elkaar.**

- e Azijnzuur is een polaire stof die in water gedeeltelijk dissocieert.

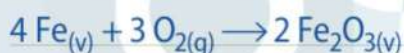
**Fout. Azijnzuur is een polaire stof die in water gedeeltelijk ioniseert.**

10

## Aggregatietoestanden bij reacties aanwijzen

Schrijf de aggregatietoestand bij de omschreven chemische reacties. Balanceer indien nodig.

- a IJzer roest door zuurstofgas tot ijzer(III)oxide.



- b Bij het ontleden van calciumcarbonaat ontstaat calciumoxide en koolstofdioxide.



- c Bij de thermolyse van glucose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) ontstaat koolstof en waterdamp.



- d Na toevoeging van een kopersulfaatoplossing aan een natriumhydroxide-oplossing ontstaat de neerslag koper(II)hydroxide in een oplossing van natriumsulfaat.



## Oplosbaarheid op submicroscopisch niveau analyseren

- a Wat gebeurt er submicroscopisch wanneer je n-hexaan in water brengt?  
Er is geen aantrekkingskracht tussen polaire watermoleculen en apolaire n-hexaanmoleculen. De moleculen mengen zich niet met elkaar.
- b Wat gebeurt er submicroscopisch wanneer je methanol in water brengt?  
Er is een aantrekkingskracht tussen de polaire watermoleculen en de polaire groep -OH in methanol. Er ontstaan dipool- en waterstofbrugkrachten tussen de moleculen. Je krijgt een oplossing. Er treedt geen ionisatiereactie op.
- c Wat gebeurt er submicroscopisch wanneer je salpeterzuur in water brengt?  
Salpeterzuur ioniseert in water. Er ontstaan waterstofionen en nitraationen in het water.

## Dissociatievergelijkingen opstellen

Vul aan.

- a  $\text{NaOH}_{(v)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+_{(opl)} + \text{OH}^-_{(opl)}$
- b  $\text{Ca(OH)}_{2(v)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Ca}^{2+}_{(opl)} + 2 \text{OH}^-_{(opl)}$
- c  $\text{NaCl}_{(v)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+_{(opl)} + \text{Cl}^-_{(opl)}$
- d  $\text{MgSO}_{4(v)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Mg}^{2+}_{(opl)} + \text{SO}_4^{2-}_{(opl)}$
- e  $\text{K}_3\text{PO}_{4(v)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} 3 \text{K}^+_{(opl)} + \text{PO}_4^{3-}_{(opl)}$

## Ionisatievergelijkingen opstellen

Vul aan.

- a  $\text{H}_2\text{SO}_{4(vl)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} 2 \text{H}^+_{(opl)} + \text{SO}_4^{2-}_{(opl)}$
- b  $\text{HBr}_{(vl)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+_{(opl)} + \text{Br}^-_{(opl)}$
- c  $\text{H}_2\text{S}_{(g)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} 2 \text{H}^+_{(opl)} + \text{S}^{2-}_{(opl)}$



## 4 Elektrisch geleidingsvermogen

**Elektrische geleiding** is het verplaatsen van elektrische ladingen. Deze elektrische ladingen kunnen beweeglijke elektronen of ionen zijn.

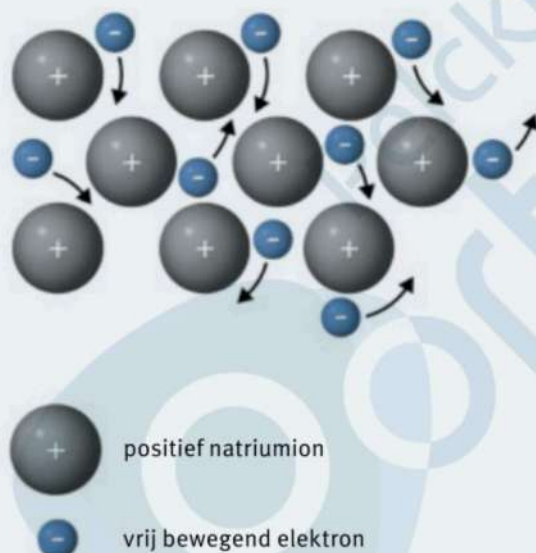
Een stof of een oplossing die verplaatsbare ladingen bevat, noem je geleidend voor elektrische stroom. Het is een geleider. Als er geen verplaatsbare ladingen aanwezig zijn, heb je een isolator.

### 4.1 Elektrisch geleidingsvermogen van enkelvoudige stoffen

Metalen zijn geleidend in vaste toestand. Het metaalrooster bestaat uit een regelmatige schikking van de positieve metaalionen met vrij bewegende elektronen. Deze beweeglijke negatieve ladingen zorgen voor elektrische geleiding.

#### VOORBEELD Geleidingsvermogen van metalen

De natriumatomen geven allemaal 1 elektron af, waardoor er  $\text{Na}^+$ -ionen ontstaan. De vrijgekomen elektronen zorgen ervoor dat het metaal geleidend is.



Niet-metalen vormen atoomverbindingen waarbij elektronen gemeenschappelijk worden gesteld. De moleculen die zo ontstaan, hebben geen vrije ladingen en zijn dus niet geleidend.

Eén uitzondering is grafiet, dat elektrische stroom beperkt geleidt. Grafiet-elektroden worden vaak gebruikt bij onderzoeken rond elektrische geleidbaarheid.

Edelgassen zijn op zich stabiel. Ze hebben geen vrije elektronen waardoor ze geen lading bevatten. Edelgassen zijn niet geleidend.

#### VOORBEELD Geleidbaarheid van enkelvoudige stoffen

| ENKELVOUDIGE STOF | GELEIDT DE ELEKTRISCHE STROOM WEL OF NIET? |
|-------------------|--------------------------------------------|
| metalen           | magnesium-lint<br>+                        |
| niet-metalen      | octazwavel<br>-                            |
| niet-metalen      | koolstof<br>+                              |

#### 4.2 Elektrisch geleidingsvermogen van samengestelde stoffen

In vaste toestand geleiden samengestelde stoffen de elektrische stroom niet. Ze bevatten geen vrij beweeglijke geladen deeltjes.

De atoomverbindingen geleiden in vloeibare of gastoestand geen elektrische stroom. Hier komen immers geen vrij beweeglijke geladen deeltjes voor.

De ionverbindingen geleiden in vloeibare toestand wel de elektrische stroom. In vloeibare toestand valt het ionrooster uiteen in vrij beweeglijke positieve en negatieve ionen.

#### VOORBEELD Geleidingsvermogen van een aantal samengestelde stoffen

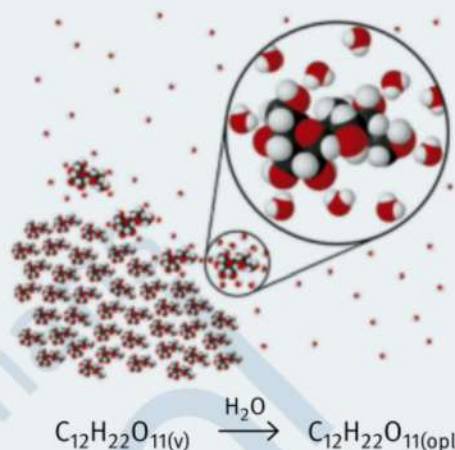
|                            | GELEIDT DE ELEKTRISCHE STROOM WEL OF NIET?                                                                                                 |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| vaste ion-verbinding       | natrium-hydroxide<br>-                                                                                                                     |
| vloeibare ion-verbinding   | gesmolten natrium-hydroxide<br>+                                                                                                           |
|                            | Door het smelten valt het NaOH-rooster uiteen in vrij beweeglijke $\text{Na}^+$ - en $\text{OH}^-$ -ionen die elektrische stroom geleiden. |
| vaste atoom-verbinding     | suiker<br>-                                                                                                                                |
| vloeibare atoom-verbinding | gesmolten suiker<br>-                                                                                                                      |

### 4.3 Elektrisch geleidingsvermogen van oplossingen

Niet alle samengestelde stoffen opgelost in water geleiden de elektrische stroom. Enkel de stoffen die een ionisatie- of dissociatiereactie ondergaan, geleiden de elektrische stroom.

#### VOORBEELD De elektrische geleidbaarheid van een niet-ioniserende atoomverbinding in water

Suiker lost goed op in water, maar bij dit proces worden geen vrije ionen gevormd. Daarom geleidt suikerwater de elektrische stroom niet.

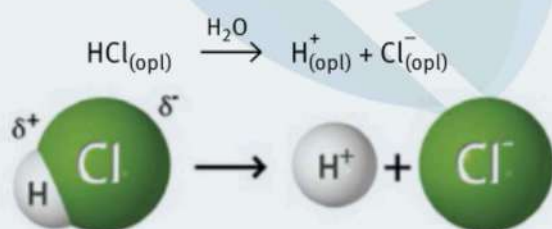


Door ionisatie vormen sommige polaire moleculen ionen wanneer ze oplossen in water. In het water zijn deze ionen vrij beweeglijk en zorgen ze ervoor dat de oplossing geleidend is.

Door dissociatie maken watermoleculen ionen uit het ionrooster vrij. Deze ionen zijn in het water vrij beweeglijk en zorgen ervoor dat de oplossing geleidend is.

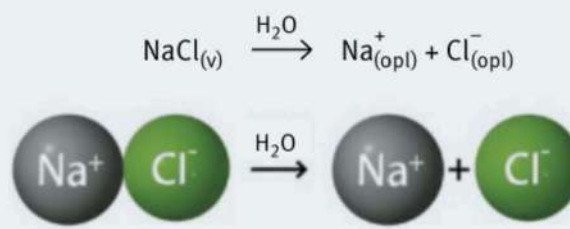
#### VOORBEELD Elektrische geleidbaarheid in water

De elektrische geleidbaarheid van een ioniserende atoomverbinding in water



Zoutzuur ioniseert in water. De beweeglijke  $\text{H}^+$ -ionen en  $\text{Cl}^-$ -ionen maken de zoutzuuroplossing geleidend.

De elektrische geleidbaarheid van een gedissocieerde ionverbinding in water



Natriumchloride dissocieert in water. De beweeglijke  $\text{Na}^+$ -ionen en  $\text{Cl}^-$ -ionen maken de oplossing geleidend.



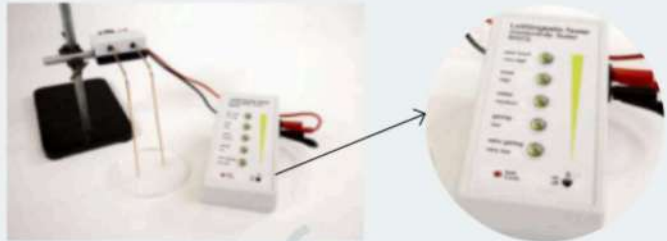
## 4.4 Elektrolyten en niet-elektrolyten

**Elektrolyten** zijn samengestelde stoffen die in gesmolten toestand en/of opgelost in water vrije en beweeglijke ionen vormen. In die toestand geleiden ze de elektrische stroom.

### VOORBEELD Elektrolyten

De ionverbindingen NaCl en NaOH vormen zowel in gesmolten toestand als opgelost in water vrije en beweeglijke ionen en zijn dus elektrolyten.

De atoomverbindingen HCl en  $\text{HNO}_3$  vormen opgelost in water vrije en beweeglijke ionen en zijn dus elektrolyten.



**Niet-elektrolyten** zijn stoffen die bij het oplossen geen ionen vormen en dus de elektrische stroom niet geleiden.

### VOORBEELD Niet-elektrolyten

Ethanol en suiker lossen op in water, maar vormen geen ionen en zijn daarom niet-elektrolyten.



### CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR?

- 1 Vermits  $\text{H}_2\text{S}$  een zwak zuur is, vind je in een  $\text{H}_2\text{S}$ -oplossing nog  $\text{H}_2\text{S}$ -moleculen.
- 2 Niet-elektrolyten lossen nooit op in water.

W NW

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### OPDRACHTEN

14 15 16

### TEST JEZELF

15 16

### + MENU

- ☐ Sportdrink met elektrolyten
- ☐ Elektriciteit en water: een gevaarlijk duo
- ☐ Geleidbaarheid als maat voor de waterkwaliteit

### ONDERZOEKEN

- ☐ 3 Elektrisch geleidingsvermogen

14

## Geleidbaarheid van stoffen verklaren

Geef aan de hand van de soort verbinding aan waarom de volgende stoffen wel of niet geleiden.

| STOF                        | SOORT VERBINDING                | WEL OF NIET GELEIDEND |
|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Mg-lint                     | metaalverbinding                | wel                   |
| Br <sub>2</sub>             | atoomverbinding                 | niet                  |
| CaCl <sub>2</sub>           | ionverbinding in vaste vorm     | niet                  |
| n-pentaaan                  | atoomverbinding                 | niet                  |
| gesmolten CaCl <sub>2</sub> | ionverbinding in vloeibare vorm | wel                   |

15

## Geleidbaarheid van oplossingen verklaren

Hoe gedragen de volgende stoffen zich in water? Zijn de oplossingen wel of niet geleidend? Zijn de zuivere stoffen elektrolyten of niet-elektrolyten? Vul de tabel in.

| ZUIVERE STOF    | GEDRAG IN WATER                                                                          | WEL OF NIET GELEIDEND | ELEKTROLYT OF NIET-ELEKTROLYT |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| di-jood         | apolaire atoomverbinding in polair oplosmiddel                                           | niet                  | niet-elektrolyt               |
| natriumchloride | dissociatiereactie met vorming van Na <sup>+</sup> - en Cl <sup>-</sup> -ionen           | wel                   | elektrolyt                    |
| salpeterzuur    | ionisatiereactie met vorming van H <sup>+</sup> - en NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -ionen | wel                   | elektrolyt                    |
| methanol        | polaire atoomverbinding die oplost in polair oplosmiddel maar geen ionen vormt           | niet                  | niet-elektrolyt               |
| kaliumhydroxide | ionisatiereactie met vorming van K <sup>+</sup> - en OH <sup>-</sup> -ionen              | wel                   | elektrolyt                    |

**Soorten elektrolyten onderscheiden**

Gaat het hier om een voorstelling van een elektrolyt of een niet-elektrolyt?





## Polair en apolair

### Apolaire en polaire bindingen

toenemende  $\Delta EN$

| ATOOMBINDING                                      |                                                  | IONBINDING                                      |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>APOLAIR</b>                                    | <b>POLAIR</b>                                    | <b>POLAIR</b>                                   |
| $\Delta EN = 0$<br>geen ladingen                  | $\Delta EN \neq 0$<br>partiële ladingen          | $\Delta EN \neq 0$<br>ladingen                  |
| voorbeeld:<br>1 apolaire atoombinding<br>in $H_2$ | voorbeeld:<br>1 polaire atoombinding<br>in $HCl$ | voorbeeld:<br>1 polaire ionbinding<br>in $NaCl$ |
|                                                   |                                                  |                                                 |

### Apolaire en polaire verbindingen

Bij een **verbinding** kijk je naar een volledig deeltje in een enkelvoudige of samengestelde stof.  
De verbinding kan **apolair** of **polair** zijn.

| ENKELVOUDIGE STOF                |                                  | SAMENGESTELDE STOF                         |                                             |                                        |
|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|
|                                  |                                  | ATOOMVERBINDING                            |                                             | IONVERBINDING                          |
|                                  |                                  | 1 atoombinding                             | meer dan 1 atoombinding                     |                                        |
| <b>APOLAIR</b>                   | <b>POLAIR</b>                    | <b>APOLAIR</b>                             | <b>POLAIR</b>                               | <b>POLAIR</b>                          |
| geen ladingen                    | partiële ladingen                | symmetrische molecule<br>partiële ladingen | asymmetrische molecule<br>partiële ladingen | ladingen                               |
| voorbeeld:<br>een molecule $H_2$ | voorbeeld:<br>een molecule $HCl$ | voorbeeld:<br>een molecule $CO_2$          | voorbeeld:<br>een molecule $H_2O$           | voorbeeld:<br>een ionverbinding $NaCl$ |
|                                  |                                  |                                            |                                             |                                        |

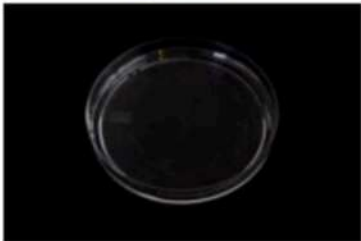
## Krachten tussen verbindingen

| INTERMOLECULAIRE KRACHTEN                                      |                                      |                                                                       | KRACHTEN TUSSEN IONEN                              |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| dispersiekrachten                                              | dipoolkrachten                       | waterstofbrugkrachten                                                 | ion-ionkrachten                                    |
| voortdurend bewegende elektronen zorgen voor tijdelijke dipool | polaire moleculen trekken elkaar aan | H-atoom in de ene molecule en N-, O- of F-atoom in de andere molecule | ionrooster aantrekkingskrachten in alle richtingen |
| voorbeeld:<br>$2 H_2$                                          | voorbeeld:<br>$2 HCl$                | voorbeeld:<br>$2 H_2O$                                                | voorbeeld:<br>een molecule $NaCl$                  |
|                                                                |                                      |                                                                       |                                                    |

toenemende krachtwerking

## Oplosbaarheid van verbindingen

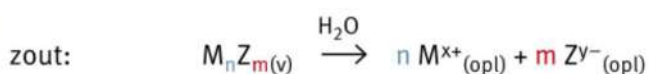
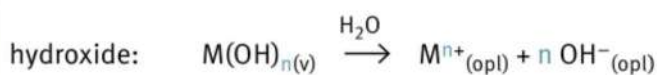
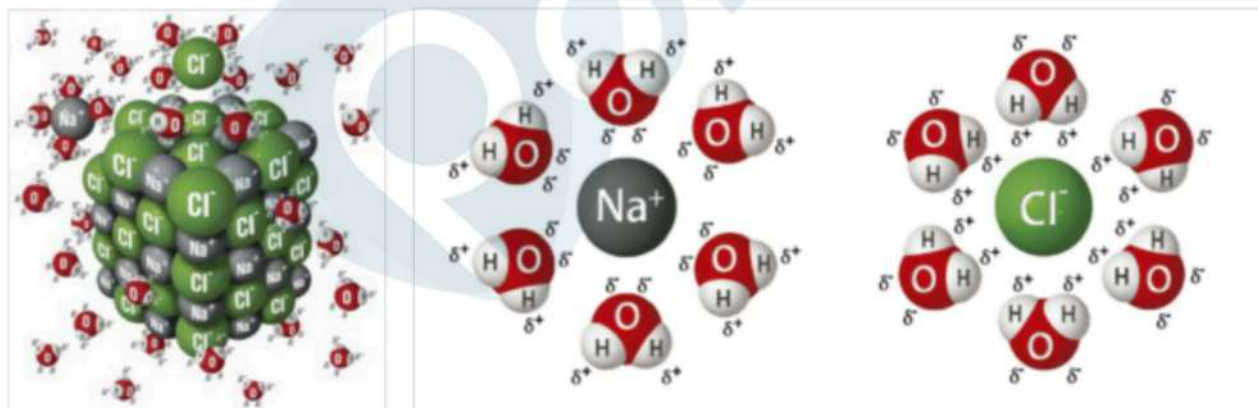
### Invloed van aard van stof en oplosmiddel

|                                     | POLAIR OPLOSMIDDEL<br>voorbeeld: water                                                                         | APOLAIR OPLOSMIDDEL<br>voorbeeld: white spirit                                                                  |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| POLAIRE STOF<br>voorbeeld: NaCl     | oplosbaar<br>                 | slecht tot niet oplosbaar<br> |
| APOLAIRE STOF<br>voorbeeld: di-jood | slecht tot niet oplosbaar<br> | oplosbaar<br>                 |

## Oplosbaarheid van verbindingen in water op submicroscopisch niveau

### Ionverbindingen

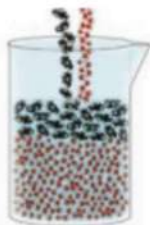
eventueel dissociatie en vorming van gehydrateerde ionen



## Atoomverbindingen

### APOLAIRE ATOOMVERBINDINGEN

lossen niet op in water



n-pentaan

water

### POLAIRE ATOOMVERBINDINGEN

lossen op in water

zonder ionisatie



ethanol

water

met ionisatie

vorming van gehydrateerde ionen



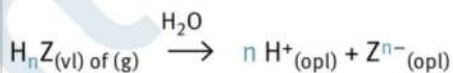
Cl<sup>-</sup>-ion

H<sub>3</sub>O<sup>+</sup><sub>(aq)</sub>

H<sub>2</sub>O

#### ionisatievergelijking

van zuren:



## Elektrisch geleidingsvermogen

### Zuivere stoffen

| ENKELVOUDIGE STOFFEN |                                     | SAMENGESTELDE STOFFEN     |                |
|----------------------|-------------------------------------|---------------------------|----------------|
| metalen              | geleidend                           | vaste ionverbindingen     | niet geleidend |
| niet-metalen         | niet geleidend<br>(behalve grafiet) | vloeibare ionverbindingen | geleidend      |
| edelgassen           | niet geleidend                      | atoomverbindingen         | niet geleidend |

### Oplossingen

#### NIET-ELEKTROLYTEN

vormen in water geen ionen  
zijn **niet elektrisch geleidend**

#### ELEKTROLYTEN

vormen in water ionen  
zijn **elektrisch geleidend**



## 1 Polair en apolair

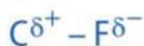
### 1 Polaire en apolaire bindingen interpreteren

Teken de eventueel aanwezige partiële ladingen voor de volgende moleculen.

a C – O



b C – F



P – H

P – H

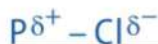
C – N



C – S

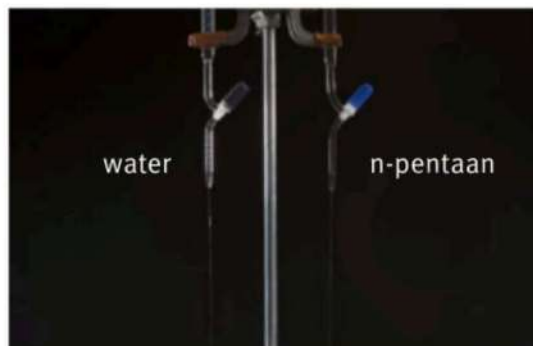
C – S

P – Cl



### De polariteit van een molecule interpreteren

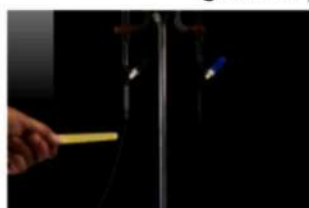
en op het moleculemodel van water en n-pentaaan welke manier de vloeistofstralen stromen.



ongeladen plastic staaf



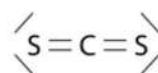
geladen plastic staaf



3

### De polariteit van een molecule interpreteren

Gegeven: de lineaire structuur van CS<sub>2</sub>



Is CS<sub>2</sub> een polaire of apolaire molecule? Vermeld alle voorwaarden.

$$\text{EN}(\text{S}) = 2,5 \quad \text{EN}(\text{C}) = 2,5 \quad \Delta \text{EN} = 0,0$$

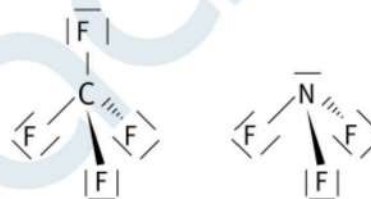
Apolaire binding en symmetrische molecule.

CS<sub>2</sub> is bijgevolg een apolaire molecule.

4

### De polariteit van een molecule interpreteren

De C – F binding is meer polair dan de N – F binding. Toch zijn CF<sub>4</sub>-moleculen apolair en NF<sub>3</sub>-moleculen polair. Verklaar.



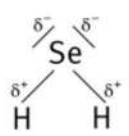
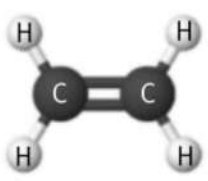
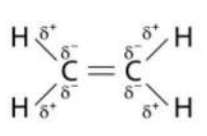
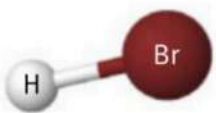
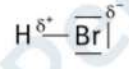
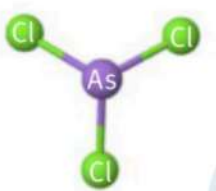
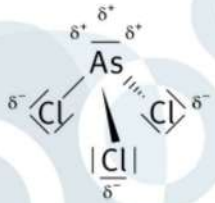
De CF<sub>4</sub>-molecule is een symmetrische molecule, de NF<sub>3</sub>-molecule is asymmetrisch.

5

### De polariteit van een molecule interpreteren

Vul aan in de tabel.

- Vermeld de EN-waarden van de atomen.
- Duid de eventueel aanwezige partiële ladingen aan op de structuur.
- Vermeld het aantal polaire bindingen en de symmetrie van de ladingsverdeling.
- Vermeld de polariteit van de molecule.

| FORMULE                                                                                                     | EN-WAARDEN VAN DE ATOMEN                                     | GEOMETRIE                                                                           | AANTAL POLAIRE BINDINGEN SYMMETRISCH OF ASYMMETRISCH?           | POLAIRE OF APOLAIRE MOLECULE |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------|
| $\text{H}_2\text{Se}$<br>  | $\text{EN}(\text{H}) = 2,1$<br>$\text{EN}(\text{Se}) = 2,4$  |    | 2 polaire bindingen<br>asymmetrisch                             | polaire molecule             |
| $\text{N}_2$<br>           | $\text{EN}(\text{N}) = 3,0$                                  | $ \text{N} \equiv \text{N} $                                                        | 3 apolaire bindingen                                            | apolaire molecule            |
| $\text{C}_2\text{H}_4$<br> | $\text{EN}(\text{H}) = 2,1$<br>$\text{EN}(\text{C}) = 2,5$   |    | per C-atoom 2 polaire en<br>2 apolaire bindingen<br>symmetrisch | apolaire molecule            |
| $\text{HBr}$<br>          | $\text{EN}(\text{H}) = 2,1$<br>$\text{EN}(\text{Br}) = 2,8$  |   | 1 polaire binding<br>asymmetrisch                               | polaire molecule             |
| $\text{AsCl}_3$<br>      | $\text{EN}(\text{As}) = 2,0$<br>$\text{EN}(\text{Cl}) = 3,0$ |  | 3 polaire bindingen<br>asymmetrisch                             | polaire molecule             |

## 2 Intermoleculaire krachten

### 6 Intermoleculaire krachten analyseren

ees aandachtig het volgende knipsel.

Het element jood dankt zijn naam aan het Griekse *ioeides*, wat 'violet' betekent. Bij kamertemperatuur is di-jood nochtans een bruinzwarte stof. Wordt de vast stof verwarmd, dan ontstaat onmiddellijk een violette damp.



Wat moet worden overwonnen bij de hierboven beschreven sublimatie (overgang van vaste toestand naar damp)?

- ☐ a intramoleculaire bindingen  
☒ c dispersiekrachten  
☐ b waterstofbrugkrachten  
☐ d dipoolkrachten



## Toepassingen van inter- en intramoleculaire krachten analyseren

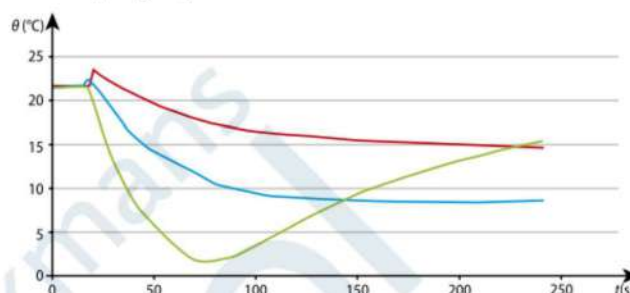
Bij het vergelijken van de verdampingssnelheid van methanol, ethanol en n-pentaaan steek je telkens een temperatuursensor in de vloeistoffen.



volgens haal je de temperatuursensor uit de vloeistof en laat je de vloeistof verdampen.



Je vindt uiteindelijk een grafiek van de temperatuur bij het verdampen van de vloeistof in functie van de verdampingstijd.



Vervolledig de volgende tabel.

| OF       | BRUTO-FORMULE       | STRUCTUURFORMULE                                                                                                                                                     | MOLAIRE MASSA<br>( $\frac{g}{mol}$ ) | WATERSTOFBRUGKRACHTEN<br>MOGELIJK? JA OF NEE? |
|----------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|
| thanol   | <chem>CH3OH</chem>  | $  \begin{array}{c}  H \\    \\  H - C - O - H \\    \\  H  \end{array}  $                                                                                           | 32,0                                 | ja                                            |
| anol     | <chem>C2H5OH</chem> | $  \begin{array}{c}  H \quad H \\    \quad   \\  H - C - C - O - H \\    \quad   \\  H \quad H  \end{array}  $                                                       | 46,0                                 | ja                                            |
| pentaaan | <chem>C5H12</chem>  | $  \begin{array}{ccccccc}  H & H & H & H & H \\    &   &   &   &   \\  H - C & - C & - C & - C & - C - H \\    &   &   &   &   \\  H & H & H & H & H  \end{array}  $ | 72,0                                 | nee                                           |

Rangschik methanol, ethanol en n-pentaaan volgens de toenemende intermoleculaire krachtwerking. Verklaar.  
 n-pentaaan < methanol < ethanol

Verdampen is een endotherm proces. Hierbij wordt warmte uit de omgeving opgenomen.

De gemeten temperatuur daalt. Hoe talrijker en hoe groter de intermoleculaire krachten

zijn, hoe trager een stof verdampt en hoe kleiner het gemeten temperatuurverschil

zal zijn. Methanol en ethanol bezitten naast dispersiekrachten en dipoolkrachten ook

waterstofbrugkrachten. Hoe groter de molaire massa, hoe sterker de intermoleculaire

krachten zijn. Dit verklaart het verschil tussen de alcoholen onderling. n-pentaaan bezit enkel

dispersiekrachten en zal dus het snelst verdampen.



c Identificeer de curven.

| KLEUR CURVE | NAAM STOF  |
|-------------|------------|
| groen       | n-pentaaan |
| blauw       | methanol   |
| rood        | ethanol    |

d Verklaar waarom de temperatuur na een tijdje weer toeneemt bij de meting van de verdampingstemperatuur van n-pentaaan.

Dat wijst erop dat de stof op dit tijdstip volledig verdampt is.

8 Intermoleculaire krachten analyseren

Waarom komt het dat een watermolecule maximaal vier waterstofbruggen kan aangaan?

Er zijn twee voorwaarden voor waterstofbrugvorming: een partieel positief geladen waterstofatoom en een vrij elektronenpaar. Vermits er per watermolecule twee partieel positieve waterstofatomen en twee vrije elektronenparen zijn, kan elke watermolecule maximaal vier waterstofbruggen aangaan.

9 Toepassingen van inter- en intramoleculaire krachten analyseren

Bij welke van de volgende stoffen worden geen chemische bindingen (ionbinding, atoombinding, metaalbinding) verbroken wanneer de stof smelt?

- 1 a  $\text{MgF}_2$  ☒ c  $\text{H}_2\text{O}$   
1 b  $\text{NaOH}$  ☐ d  $\text{Fe}$

3 Oplosbaarheid van stoffen

10 Oplosbaarheid op submicroscopisch niveau analyseren

Alle vermelde stoffen vormen ionen bij het oplossen in water. Markeer de moleculen die in water zullen ioniseren.

$\text{HCl}$  –  $\text{NaCl}$  –  $\text{H}_2\text{S}$  –  $\text{CaSO}_4$  –  $\text{Ca(OH)}_2$  –  $\text{HCOOH}$

11 Ionisatievergelijkingen opstellen

Ethaanzuur bevat een carboxylgroep.

a Schrijf de formule van ethaanzuur.



b Reageert de carboxylgroep als een zuur of als een hydroxide?

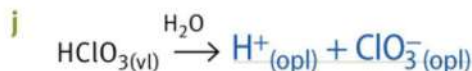
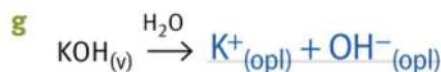
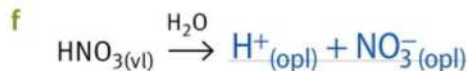
als een zuur

c Schrijf de ionisatievergelijking voor ethaanzuur.



12 Ionisatie- en dissociatievergelijkingen opstellen

Schrijf de dissociatievergelijking of de ionisatievergelijking.



13

### Ionisatie- en dissociatievergelijkingen opstellen

Kruis de juiste uitspraken aan. Als je  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  in water brengt ...

- ☐ a ontstaan er meer  $\text{Al}^{3+}$ -ionen dan  $\text{NO}_3^-$ -ionen.
- ☐ b ontstaan er evenveel  $\text{Al}^{3+}$ -ionen als  $\text{NO}_3^-$ -ionen.
- ☒ c ontstaan er minder  $\text{Al}^{3+}$ -ionen dan  $\text{NO}_3^-$ -ionen.
- d De coëfficiënten om dit weer te geven zijn 1 bij  $\text{Al}^{3+}$  en 1 bij  $\text{NO}_3^-$ .
- e De coëfficiënten om dit weer te geven zijn 3 bij  $\text{Al}^{3+}$  en 1 bij  $\text{NO}_3^-$ .
- f De coëfficiënten om dit weer te geven zijn 1 bij  $\text{Al}^{3+}$  en 3 bij  $\text{NO}_3^-$ .

### Ionisatie- en dissociatievergelijkingen opstellen

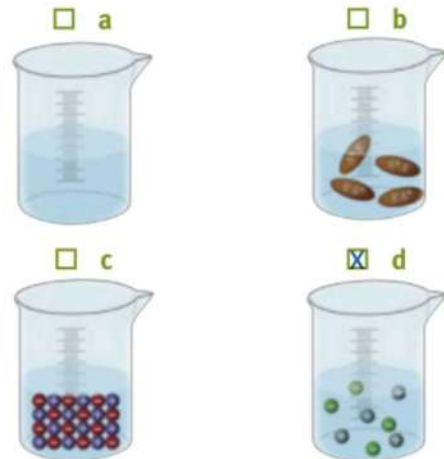
is de juiste uitspraken aan. Als je  $\text{AgNO}_3$  in water gtt ...

- a ontstaan er meer  $\text{Ag}^+$ -ionen dan  $\text{NO}_3^-$ -ionen.
- b ontstaan er evenveel  $\text{Ag}^+$ -ionen als  $\text{NO}_3^-$ -ionen.
- c ontstaan er minder  $\text{Ag}^+$ -ionen dan  $\text{NO}_3^-$ -ionen.
- d De coëfficiënten om dit weer te geven zijn 1 bij  $\text{Ag}^+$  en 1 bij  $\text{NO}_3^-$ .
- e De coëfficiënten om dit weer te geven zijn 1 bij  $\text{Ag}^+$  en 3 bij  $\text{NO}_3^-$ .
- f De coëfficiënten om dit weer te geven zijn 3 bij  $\text{Ag}^+$  en 1 bij  $\text{NO}_3^-$ .

### Elektrisch geleidingsvermogen

#### Geleidbaarheid van stoffen en verklaren

pel de elektroden verbonden met een stroombron tereenvolgens in de volgende bekert. De eerste er bevat zuiver water. Waar zal het lampje branden?



Er zijn vrij bewegende geladen deeltjes nodig voor de geleiding van elektrische stroom.

16

### Geleidbaarheid van oplossingen verklaren

Welk mineraalwater zal de elektrische stroom het meest geleiden?



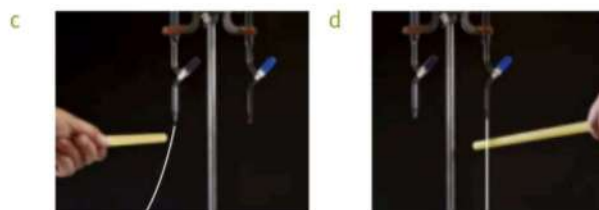
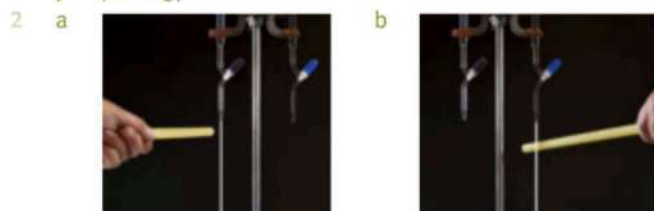
Vittel zal de elektrische stroom het meest geleiden omdat er meer ionen aanwezig zijn in de oplossing. De elektrische geleidbaarheid neemt toe met de stijgende concentratie van ionen.



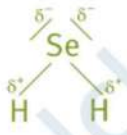
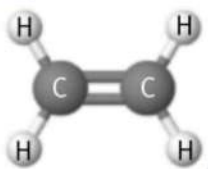
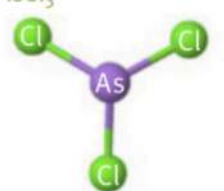
## Oplossingen

### 1 Polair en apolair

- 1 a  $C^{\delta+} - O^{\delta-}$   
 b  $C^{\delta+} - F^{\delta-}$   
 c  $P - H$   
 d  $C^{\delta+} - N^{\delta-}$   
 e  $C - S$   
 f  $P^{\delta+} - Cl^{\delta-}$



- 3  $EN(S) = 2,5$   $EN(C) = 2,5$   $\Delta EN = 0,0$   
 Apolaire binding en symmetrische molecule.  $CS_2$  is bijgevolg een apolaire molecule.  
 4 De  $CF_4$ -molecule is een symmetrische molecule, de  $NF_3$ -molecule is asymmetrisch.

| FORMULE                                                                                         | EN-WAARDEN VAN DE ATOMEN         | GEOMETRIE                                                                           | AANTAL POLAIRE BINDINGEN SYMMETRISCH OF ASYMMETRISCH?     | POLAIRE OF APOLAIRE MOLECULE |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------|
| $H_2Se$<br>    | $EN(H) = 2,1$<br>$EN(Se) = 2,4$  |    | 2 polaire bindingen asymmetrisch                          | polaire molecule             |
| $N_2$<br>    | $EN(N) = 3,0$                    | $ N \equiv N $                                                                      | 3 apolaire bindingen                                      | apolaire molecule            |
| $C_2H_4$<br> | $EN(H) = 2,1$<br>$EN(C) = 2,5$   |  | per C-atoom 2 polaire en 2 apolaire bindingen symmetrisch | apolaire molecule            |
| $HBr$<br>    | $EN(H) = 2,1$<br>$EN(Br) = 2,8$  | $H^{\delta+} - Br^{\delta-}$                                                        | 1 polaire binding asymmetrisch                            | polaire molecule             |
| $AsCl_3$<br> | $EN(As) = 2,0$<br>$EN(Cl) = 3,0$ |  | 3 polaire bindingen asymmetrisch                          | polaire molecule             |



## 2 Intermoleculaire krachten

6 c  
7 a

| STOF     | BRUTOFORMULE                     | STRUCTUURFORMULE                                                                                                                                 | MOLAIRE MASSA<br>( $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ) | WATERSTOFBRUGKRACHTEN<br>MOGELIJK? JA OF NEE? |
|----------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| methanol | CH <sub>3</sub> OH               | <pre>       H         H — C — O — H               H           </pre>                                                                             | 32,0                                               | ja                                            |
| ethanol  | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH | <pre>       H   H             H — C — C — O — H                   H   H           </pre>                                                         | 46,0                                               | ja                                            |
| pentaan  | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>   | <pre>       H   H   H   H   H                         H — C — C — C — C — C — H                               H   H   H   H   H           </pre> | 72,0                                               | nee                                           |

- b n-pentaaan < methanol < ethanol  
Verdampen is een endotherm proces. Hierbij wordt warmte uit de omgeving opgenomen. De gemeten temperatuur daalt. Hoe talrijker en hoe groter de intermoleculaire krachten zijn, hoe trager een stof verdampt en hoe kleiner het gemeten temperatuurverschil zal zijn. Methanol en ethanol bezitten naast dispersiekrachten en dipoolkrachten ook waterstofbrugkrachten. Hoe groter de molaire massa, hoe sterker de intermoleculaire krachten zijn. Dit verklaart het verschil tussen de alcoholen onderling. n-pentaaan bezit enkel dispersiekrachten en zal dus het snelst verdampen.

c

| KLEUR CURVE | NAAM STOF  |
|-------------|------------|
| groen       | n-pentaaan |
| blauw       | methanol   |
| rood        | ethanol    |

- d Dat wijst erop dat de stof op dit tijdstip volledig verdampt is.  
Er zijn twee voorwaarden voor waterstofbrugvorming: een partieel positief geladen waterstofatoom en een vrij elektronenpaar. Vermits er per watermolecule twee partieel positieve waterstofatomen en twee vrije elektronenparen zijn, kan elke watermolecule maximaal vier waterstofbruggen aangaan.  
Enkel intermoleculaire krachten worden verbroken.

## 3 Oplosbaarheid van stoffen

- 10 HCl – H<sub>2</sub>S – HCOOH  
11 a CH<sub>3</sub>COOH  
b als een zuur  
c  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{vl})} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{opl})} + \text{H}^+_{(\text{opl})}$   
12 a  $\text{Li}^+_{(\text{opl})} + \text{Cl}^-_{(\text{opl})}$   
b  $\text{Ba}^{2+}_{(\text{opl})} + 2 \text{OH}^-_{(\text{opl})}$   
c  $2 \text{H}^+_{(\text{opl})} + \text{S}^{2-}_{(\text{opl})}$   
d  $2 \text{Na}^+_{(\text{opl})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{opl})}$   
e  $\text{Fe}^{2+}_{(\text{opl})} + 2 \text{NO}_3^-_{(\text{opl})}$   
f  $\text{H}^+_{(\text{opl})} + \text{NO}_3^-_{(\text{opl})}$   
g  $\text{K}^+_{(\text{opl})} + \text{OH}^-_{(\text{opl})}$   
h  $\text{Al}^{3+}_{(\text{opl})} + 3 \text{OH}^-_{(\text{opl})}$   
i  $2 \text{Al}^{3+}_{(\text{opl})} + 3 \text{SO}_4^{2-}_{(\text{opl})}$   
j  $\text{H}^+_{(\text{opl})} + \text{ClO}_3^-_{(\text{opl})}$   
13 c en f  
14 b en d

## 4 Elektrisch geleidingsvermogen

- 15 d  
Er zijn vrij bewegende geladen deeltjes nodig voor de geleiding van elektrische stroom.  
16 Vittel zal de elektrische stroom het meest geleiden omdat er meer ionen aanwezig zijn in de oplossing. De elektrische geleidbaarheid neemt toe met de stijgende concentratie van ionen.

# Kwantitatieve aspecten

In een chemische reactie bekijk je welke stoffen er aanwezig zijn. Dat zijn kwalitatieve aspecten. Bereken je vervolgens de hoeveelheden van deze stoffen, dan bekijk je de chemische reactie op een kwantitatieve manier. De kwantitatieve samenstelling van oplossingen kun je op verschillende manieren weergeven. Het alcoholgehalte van bier bedraagt 5 %, het gehalte aan azijnzuur in tafelazijn bedraagt 7 %, in een liter volle melk vind je ongeveer 35 g vetstoffen, lucht bestaat voor 21 % uit zuurstofgas. Stofhoeveelheden druk je uit in mol.

## INHOUD

|       |                                           |     |
|-------|-------------------------------------------|-----|
| 1     | Stofhoeveelheden                          | 138 |
| 2     | Concentratie                              | 144 |
| Focus | De vijf dodelijkste gifstoffen ter wereld | 154 |
| 3     | Molair volume                             | 156 |

In de chemie druk je een hoeveelheid van een stof  $n$  uit in mol.

Grootheid: **hoeveelheid stof**

Symbol:  $n$

Eenheid: **mol**

Symbol: **mol**

Amedeo Avogadro berekende als eerste het aantal deeltjes aanwezig in één mol van om het even welke stof. Aan de hand daarvan definieerde hij de constante van Avogadro  $N_A$ .

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$$

Je kunt het aantal deeltjes  $N$  berekenen door de hoeveelheid stof  $n$  te vermenigvuldigen met de constante van Avogadro:

$$\text{aantal deeltjes} = \text{hoeveelheid stof} \cdot \text{constante van Avogadro}$$

$$N = n \cdot N_A$$

Grootheid: **aantal deeltjes**

Symbol:  $N$

Basisformule:  $N = n \cdot N_A$

Eenheid: geen

Symbol: /

$$\begin{aligned} &\updownarrow \\ n &= \frac{N}{N_A} \end{aligned}$$

Voor het berekenen van de massa van 1 deeltje houd je rekening met de samenstelling van het deeltje.

- voor 1 atoom:  $m = A_r \cdot u$
- voor 1 molecule:  $m = M_r \cdot u$

Daarbij stellen  $A_r$  en  $M_r$  respectievelijk de relatieve atoommassa en de relatieve molaire massa voor. De internationale atoommassa-eenheid  $u$  bedraagt  $1,66 \cdot 10^{-27}$  kg.

Uit het getal van Avogadro weet je dat  $6,022 \cdot 10^{23}$  deeltjes in 1 mol aanwezig zijn. De massa van 1 mol van een stof is ...

- voor atomen:  $m = A_r \cdot u \cdot N_A = A_r \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 6,022 \cdot 10^{23}$   
 $= A_r \cdot 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = A_r \cdot 1 \text{ g}$
- voor moleculen:  $m = M_r \cdot u \cdot N_A = M_r \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 6,022 \cdot 10^{23}$   
 $= M_r \cdot 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = M_r \cdot 1 \text{ g}$

De massa uitgedrukt in gram van 1 mol stof noem je de **molaire massa**  $M$ . Deze geeft de verhouding weer van de massa uitgedrukt in gram gedeeld door de hoeveelheid stof uitgedrukt in mol.

$$\text{molaire massa in } \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \frac{\text{massa in gram}}{\text{hoeveelheid stof in mol}}$$

Grootheid: **molaire massa**

Symbol:  $M$

Basisformule:  $M = \frac{m}{n}$

Eenheid: **gram per mol**

Symbol:  $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$



Gebruik je voor de massa van een stof de eenheid gram in plaats van de SI-eenheid kilogram, dan bereken je de massa van 1 mol van om het even welke stof door na de relatieve atoommassa of molaire massa de eenheid  $\frac{\text{gram}}{\text{mol}}$  te plaatsen.

- $M(\text{atoom}) = A_r(\text{atoom}) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$
- $M(\text{molecule}) = M_r(\text{molecule}) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

#### VOORBEELD De molaire massa's van stoffen berekenen

$$\begin{aligned} M(\text{H}_2\text{O}) &= M_r(\text{H}_2\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 2 \cdot A_r(\text{H}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 1 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 2 \cdot 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 1 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 18,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M(\text{CO}_2) &= M_r(\text{CO}_2) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 1 \cdot A_r(\text{C}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 1 \cdot 12,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 44,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

De hoeveelheid stof is het vertrekpunt van berekeningen van zowel de massa van de stof als het aantal deeltjes in de stof.



#### VOORBEELD Verband tussen stofhoeveelheid en massa van een stof berekenen

Bereken de massa van 0,200 mol water.

Gegeven  
 $n = 0,200 \text{ mol}$   
 water

Gevraagd  
 $m$

Oplossing  
 formule water =  $\text{H}_2\text{O}$

$$M = \frac{m}{n} \Leftrightarrow m = n \cdot M$$

$$\begin{aligned} M &= M_r(\text{H}_2\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 2 \cdot A_r(\text{H}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 1 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 2 \cdot 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 1 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 18,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n \cdot M = 0,200 \text{ mol} \cdot 18,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 3,60 \text{ g}$$

# VOORBEELD Verband tussen aantal deeltjes en massa van een stof berekenen

Bereken het aantal deeltjes in 1,00 g water.

## Gegeven

$m = 1,00 \text{ g}$   
water

## Gevraagd

$N$

## Oplossing

formule water =  $\text{H}_2\text{O}$

$$N = n \cdot N_A$$

$$M = \frac{m}{n} \Leftrightarrow n = \frac{m}{M}$$

$$\begin{aligned} M &= M_r(\text{H}_2\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 2 \cdot A_r(\text{H}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 1 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 2 \cdot 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 1 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 18,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{1,00 \text{ g}}{18,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,0556 \text{ mol}$$

$$N(\text{H}_2\text{O}) = n \cdot N_A = 0,0556 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 3,34 \cdot 10^{22}$$

## CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR?

- 1 mol diwaterstof bestaat uit  $6,022 \cdot 10^{23}$  moleculen diwaterstof.
- De eenheid van molaire massa is mol per gram.
- 1 gram ammoniak bestaat uit 1 mol ammoniak.
- In 10 g zuurstofgas zitten meer moleculen dan in 10 g stikstofgas.
- 1 mol NaOH heeft een massa van 30,0 g.

W NW

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

## OPDRACHTEN

1 2 3 4

## + MENU

☐ Stofhoeveelheden in space

## ONDERZOEKEN

☐ 4 Chemisch rekenen

## TEST JEZELF

1 2 3

1

## Met stofhoeveelheden rekenen

Bereken de molaire massa van:

- a HCl
- b C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH
- c C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>
- d Ba(OH)<sub>2</sub>

a  $M(\text{HCl})$

$$\begin{aligned}
 &= M_r(\text{HCl}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\
 &= 1 \cdot A_r(\text{H}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 1 \cdot A_r(\text{Cl}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\
 &= 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 35,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\
 &= 36,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}
 \end{aligned}$$

b  $M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$

$$\begin{aligned}
 &= M_r(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\
 &= 2 \cdot A_r(\text{C}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 6 \cdot A_r(\text{H}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 1 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\
 &= 2 \cdot 12,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 6 \cdot 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 1 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\
 &= 46,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}
 \end{aligned}$$

c  $M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$

$$\begin{aligned}
 &= M_r(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\
 &= 6 \cdot A_r(\text{C}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 12 \cdot A_r(\text{H}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 6 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\
 &= 6 \cdot 12,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 12 \cdot 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 6 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\
 &= 180,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}
 \end{aligned}$$

d  $M(\text{Ba}(\text{OH})_2)$

$$\begin{aligned}
 &= M_r(\text{Ba}(\text{OH})_2) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\
 &= 1 \cdot A_r(\text{Ba}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot A_r(\text{H}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\
 &= 137,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\
 &= 171,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}}
 \end{aligned}$$



## Met stofhoeveelheden rekenen

Hoeveel atomen Fe bevat 10,0 g ijzer?

Gegeven

$m = 10,0 \text{ g}$

ijzer

Gevraagd $N$ Oplossing

$$A_r(\text{Fe}) = 55,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$N = n \cdot N_A$$

$$M = \frac{m}{n} \Leftrightarrow n = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{Fe}) = \frac{10,0 \text{ g}}{55,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,179 \text{ mol}$$

$$N(\text{Fe}) = 0,179 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 1,08 \cdot 10^{23}$$

## Met stofhoeveelheden rekenen

Bereken de hoeveelheid stof in mol van 4,00 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .Gegeven

$m = 4,00 \text{ g}$

 $\text{NH}_4\text{Cl}$ Gevraagd $n$ Oplossing

$$\text{formule } \text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow M = M_r(\text{NH}_4\text{Cl}) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 1 \cdot A_r(\text{N}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 4 \cdot A_r(\text{H}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 1 \cdot A_r(\text{Cl}) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 1 \cdot 14,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 4 \cdot 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 1 \cdot 35,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 53,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$n(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{m}{M} = \frac{4,00 \text{ g}}{53,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 7,48 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

## Met stofhoeveelheden rekenen

Wat is het aantal deeltjes KBr in 0,120 mol KBr?

Gegeven

$$n = 0,120 \text{ mol}$$

Gevraagd $N$ Oplossing

$$N = n \cdot N_A$$

$$N(\text{KBr}) = 0,120 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 7,23 \cdot 10^{22}$$

## 2 Concentratie

Het alcoholgehalte van whisky is meestal groter dan dat van wijn. Om dat uit te drukken, gebruik je de term concentratie.



62.3%vol



12.5% vol

Alcoholgehalte van whisky en wijn

De **concentratie** van een oplossing geeft aan hoeveel opgeloste stof er in een bepaald volume van een oplossing aanwezig is. De oplossing is het uiteindelijke mengsel van de opgeloste stof (de aggregatietoestand hiervan kan vast, vloeibaar of gasvormig zijn) en het oplosmiddel.

### VOORBEELD Opgeloste stof, oplosmiddel, oplossing



Breng je 3 gram kopersulfaat (opgeloste stof) in water (oplosmiddel), dan bekom je een kopersulfaatoplossing.

Zowel de hoeveelheid opgeloste stof als de hoeveelheid oplossing hebben een invloed op de concentratie van de oplossing.



De concentratie van een oplossing is recht evenredig met de hoeveelheid opgeloste stof. Bij eenzelfde hoeveelheid oplossing is de concentratie met de meeste hoeveelheid opgeloste stof het grootst.

**VOORBEELD** Het verband tussen de concentratie van een oplossing en de hoeveelheid opgeloste stof



Oplossing 1: 1 g kopersulfaat in 100 ml oplossing

Oplossing 2: 2 g kopersulfaat in 100 ml oplossing

Oplossing 1 bevat minder kopersulfaat dan oplossing 2 in eenzelfde hoeveelheid oplossing. De concentratie van oplossing 1 is kleiner dan de concentratie van oplossing 2.

De concentratie van een oplossing is omgekeerd evenredig met het volume van de oplossing. Bij eenzelfde hoeveelheid opgeloste stof is de concentratie met het kleinste volume van de oplossing het grootst.

**VOORBEELD** Het verband tussen de concentratie van een oplossing en het volume oplossing



Oplossing 1: 1 g kopersulfaat in 100 ml oplossing

Oplossing 2: 1 g kopersulfaat in 50 ml oplossing

In beide oplossingen is 1 g kopersulfaat opgelost. Het volume van de eerste oplossing is echter het dubbele van het volume van de tweede oplossing. De concentratie van de eerste oplossing is dus kleiner dan de concentratie van de tweede oplossing.

### VOORBEELD Invloeden op de concentratie van een oplossing



Oplossing 1: 2 g kopersulfaat in 100 ml oplossing

Oplossing 2: 1 g kopersulfaat in 50 ml oplossing

De concentratie van oplossing 1 is gelijk aan de concentratie van oplossing 2. Dat is te verklaren doordat de hoeveelheid opgeloste stof recht evenredig en het volume oplossing omgekeerd evenredig zijn met de concentratie.

## 2.1 Molaire concentratie

De hoeveelheid stof druk je uit in mol.

De **molaire concentratie**  $c$  van een oplossing is de verhouding van de hoeveelheid opgeloste stof uitgedrukt in mol tot het volume van de oplossing uitgedrukt in liter:

$$\text{molaire concentratie} = \frac{\text{hoeveelheid opgeloste stof in mol}}{\text{volume van de oplossing in liter}}$$

Grootheid: **molaire concentratie**

Symbool:  $c$

Basisformule:  $c = \frac{n}{V}$

Eenheid: **mol per liter**

Symbool:  $\frac{\text{mol}}{\text{l}}$

### VOORBEELD Molaire concentratie berekenen

Bereken de molaire concentratie van 250 ml waterstofchloride-oplossing die 1,00 mol HCl bevat.

Gegeven

$n = 1,00 \text{ mol}$

$V = 250 \text{ ml} = 0,250 \text{ l} = 2,50 \cdot 10^{-1} \text{ l (WN)}$

Gevraagd

$c$

Oplossing

$$c(\text{HCl}) = \frac{n}{V} = \frac{1,00 \text{ mol}}{2,50 \cdot 10^{-1} \text{ l}} = 4,00 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

## 2.2 Massaconcentratie

De **massaconcentratie**  $c_m$  van een oplossing is de verhouding van de massa opgeloste stof uitgedrukt in gram tot het volume van de oplossing uitgedrukt in liter.

$$\text{massaconcentratie} = \frac{\text{massa van de opgeloste stof in gram}}{\text{volume van de oplossing in liter}}$$

Grootheid: **massaconcentratie**

Symbol:  $c_m$

Basisformule:  $c_m = \frac{m}{V}$

Eenheid: **gram per liter**

Symbol:  $\frac{\text{g}}{\text{l}}$

### VOORBEELD Massaconcentratie berekenen

In een flesje bronwater met volume 250 ml zitten 50,0 mg  $\text{Ca}^{2+}$ -ionen. Wat is de massaconcentratie van deze oplossing?

Gegeven

$$m = 50,0 \text{ mg} = 0,0500 \text{ g} = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ g (WN)}$$

$$V = 250 \text{ ml} = 0,250 \text{ l} = 2,50 \cdot 10^{-1} \text{ l (WN)}$$

Gevraagd

$c_m$

Oplossing

$$\begin{aligned} c_m(\text{Ca}^{2+}) &= \frac{m}{V} = \frac{5,00 \cdot 10^{-2} \text{ g}}{2,50 \cdot 10^{-1} \text{ l}} = 0,200 \frac{\text{g}}{\text{l}} \\ &= 2,00 \cdot 10^{-1} \frac{\text{g}}{\text{l}} \text{ (WN)} \end{aligned}$$



Bronwater

### VOORBEELD Rekenen met concentraties

Bereken de massaconcentratie van een  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -oplossing met een molaire concentratie van  $0,150 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ .

Gegeven

$$c = 0,150 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 1,50 \cdot 10^{-1} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \text{ (WN)}$$

Gevraagd

$c_m$

Oplossing

$$\begin{aligned} \text{formule } \text{Mg}(\text{OH})_2 &\longrightarrow M = M_r(\text{Mg}(\text{OH})_2) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= A_r(\text{Mg}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot A_r(\text{H}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 24,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 58,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

In 1,000 liter van de oplossing is  $0,150 \text{ mol } \text{Mg}(\text{OH})_2$  opgelost.

$$\begin{aligned} n &= \frac{m}{M} \Leftrightarrow m = n \cdot M \\ &= 1,50 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot 58,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 8,75 \text{ g} \end{aligned}$$

$$c_m(\text{Mg}(\text{OH})_2) = \frac{m}{V} = \frac{8,75 \text{ g}}{1,000 \text{ l}} = 8,75 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$



## 2.3 Verdunnen van een oplossing

Uit de formule van molaire concentratie leid je af dat de concentratie van een oplossing toeneemt als je opgeloste stof toevoegt.

De concentratie van een oplossing neemt af als je oplosmiddel toevoegt. Je spreekt dan van het **verdunnen** van een oplossing.

### VOORBEELD Verdunnen van een oplossing



Verdunningsreeks kaliumpermanganaatoplossing

Een aantal kaliumpermanganaatoplossingen gerangschikt van een sterk geconcentreerde naar een sterk verdunde oplossing.

Tijdens het verdunnen voeg je geen opgeloste stof toe, zodat de hoeveelheid opgeloste stof voor en na het verdunnen gelijk is.

$$n_{\text{verdund}} = n_{\text{geconcentreerd}} \quad \text{of verkort} \quad n_{\text{verd}} = n_{\text{conc}}$$

De hoeveelheid opgeloste stof kun je schrijven als het product van de molaire concentratie van de oplossing met het volume van de oplossing. Doe je dat zowel voor als na het verdunnen, dan vind je:

$$c_{\text{verd}} \cdot V_{\text{verd}} = c_{\text{conc}} \cdot V_{\text{conc}}$$

Dit is de **verdunningsregel**.

Deze verdunningsregel kun je ook toepassen op massaconcentraties:

$$c_{m,\text{verd}} \cdot V_{\text{verd}} = c_{m,\text{conc}} \cdot V_{\text{conc}}$$

### VOORBEELD Verdunningsregel toepassen

Hoe kun je 100 ml van een  $0,10 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  NaCl-oplossing bereiden als je vertrekt van een  $1,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  NaCl-oplossing?

#### Gegeven

$$c_{\text{verd}} = 0,10 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 1,0 \cdot 10^{-1} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$V_{\text{verd}} = 100 \text{ ml} = 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ l}$$

$$c_{\text{conc}} = 1,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

#### Gevraagd

$$V_{\text{conc}}$$

#### Oplossing

$$V_{\text{conc}} = \frac{c_{\text{verd}} \cdot V_{\text{verd}}}{c_{\text{conc}}} = \frac{1,0 \cdot 10^{-1} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ l}}{1,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}}} = 0,010 \text{ l} = 10 \text{ ml} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ l (WN)}$$

Om de verdunde oplossing te verkrijgen, leng je 10 ml geconcentreerde oplossing aan met water tot 100 ml.

### CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR?

- |                                                                                                                                                                                  | W                        | NW                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 Bij eenzelfde hoeveelheid opgeloste stof is de concentratie van de oplossing met de kleinste hoeveelheid oplossingsmiddel het kleinst.                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 Door de massaconcentratie te delen door de molaire massa van de opgeloste stof verkrijgt je de molaire concentratie van de oplossing.                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 Als je 10 ml uit een oplossing van 100 ml $1,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ HCl haalt, is de HCl-concentratie in deze 10 ml ook $1,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ .            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 Als je 10 ml $1,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ HCl-oplossing aanlengt met water tot 100 ml, heb je de oplossing 10 keer verdund ten opzichte van voor het aanlengen met water. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5 Als je 10 ml $1,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ HCl-oplossing 10 keer verdund, voeg je 100 ml water toe.                                                                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

#### OPDRACHTEN

5 6 7 8  
9 10 11 12

#### TEST JEZELF

4 5 6 7  
8 9 10 11  
12 13

#### + MENU

☐ Een verdunningsreeks bereiden

#### ONDERZOEKEN

☐ 5 Bereiden en verdunnen van een oplossing

5

## Concentraties berekenen

Vul de volgende tabel in.

| OPGELOSTE STOF                                | MASSA OPGELOSTE STOF (g) | VOLUME OPLOSSING (ml) | MOLAIRE CONCENTRATIE ( $\frac{\text{mol}}{\text{l}}$ ) | MASSACONCENTRATIE ( $\frac{\text{g}}{\text{l}}$ ) |
|-----------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| NaCl                                          | 20,0                     | 300                   | 1,14                                                   | 66,7                                              |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | 90                       | 1500                  | $6,1 \cdot 10^{-1}$ (WN)                               | 60                                                |
| C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> | 45                       | 750                   | $3,3 \cdot 10^{-1}$ (WN)                               | 60                                                |
| CH <sub>3</sub> COOH                          | 41                       | 450                   | 1,5                                                    | 90                                                |

6

## Concentraties berekenen

Gegeven de samenstelling van Red Bull

De brutoformule van cafeïne is C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>N<sub>4</sub>O<sub>2</sub> en de brutoformule van glucose is C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>.

- a Bereken de massaconcentratie cafeïne in een blikje Red Bull van 250 ml. In een blikje zit 80 mg cafeïne.



Gegeven

$$m = 80 \text{ mg} = 0,080 \text{ g} = 8,0 \cdot 10^{-2} \text{ g (WN)}$$

$$V = 250 \text{ ml} = 0,250 \text{ l} = 2,50 \cdot 10^{-1} \text{ l (WN)}$$

Gevraagd

$c_m$

Oplossing

$$c_m(\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2) = \frac{m}{V} = \frac{8,0 \cdot 10^{-2} \text{ g}}{2,50 \cdot 10^{-1} \text{ l}} = 0,32 \frac{\text{g}}{\text{l}} = 3,2 \cdot 10^{-1} \frac{\text{g}}{\text{l}} \text{ (WN)}$$

- b Bereken de molaire concentratie cafeïne in een blikje Red Bull van 250 ml.

Gegeven

$$m = 80 \text{ mg} = 0,080 \text{ g} = 8,0 \cdot 10^{-2} \text{ g (WN)}$$

$$V = 250 \text{ ml} = 0,250 \text{ l} = 2,50 \cdot 10^{-1} \text{ l (WN)}$$

Gevraagd

$c$

Oplossing

$$\begin{aligned} \text{formule cafeïne} &= \text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2 \longrightarrow M = M_r(\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 8 \cdot A_r(\text{C}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 10 \cdot A_r(\text{H}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 4 \cdot A_r(\text{N}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 8 \cdot 12,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 10 \cdot 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 4 \cdot 14,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 194,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{8,0 \cdot 10^{-2} \text{ g}}{194,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,00041 \text{ mol} = 4,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol (WN)}$$

$$c(\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2) = \frac{n}{V} = \frac{4,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{2,5 \cdot 10^{-1} \text{ l}} = 0,0016 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 1,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \text{ (WN)}$$



- c Bereken de massaconcentratie glucose in een blikje Red Bull van 250 ml. In een blikje zit 5,25 g glucose.

Gegeven

$$m = 5,25 \text{ g}$$

$$V = 250 \text{ ml} = 0,250 \text{ l} = 2,50 \cdot 10^{-1} \text{ l (WN)}$$



Oplossing

$$c_m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{m}{V} = \frac{5,25 \text{ g}}{2,50 \cdot 10^{-1} \text{ l}} = 21,0 \frac{\text{g}}{\text{l}} = 2,10 \cdot 10^1 \frac{\text{g}}{\text{l}} \text{ (WN)}$$

Gevraagd

$c_m$

- d Bereken de molaire concentratie glucose in een blikje Red Bull van 250 ml.

Gegeven

$$m = 5,25 \text{ g}$$

$$V = 250 \text{ ml} = 0,250 \text{ l} = 2,50 \cdot 10^{-1} \text{ l (WN)}$$



Oplossing

$$\begin{aligned} \text{formule glucose} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 &\rightarrow M = M_r(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 6 \cdot A_r(\text{C}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 12 \cdot A_r(\text{H}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 6 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 6 \cdot 12,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 12 \cdot 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 6 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 180,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{5,25 \text{ g}}{180,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,0292 \text{ mol} = 2,92 \cdot 10^{-2} \text{ mol (WN)}$$

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{n}{V} = \frac{2,92 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{2,50 \cdot 10^{-1} \text{ l}} = 0,117 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 1,17 \cdot 10^{-1} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \text{ (WN)}$$

Gevraagd

$c$

7

Concentratie-uitdrukkingen toepassen

Geef in symbolen weer welk verband er bestaat tussen  $c_m$  en  $c$ .

$$c_m = \frac{m}{V} = \frac{n \cdot M}{V} = c \cdot M$$

8

Concentratie-uitdrukkingen toepassen

Hoeveel gram koper(II)nitraat bevat een oplossing van 860 ml met een molaire concentratie van  $0,725 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ ?

Gegeven

$$V = 860 \text{ ml} = 0,860 \text{ l} = 8,60 \cdot 10^{-1} \text{ l (WN)}$$

$$c = 0,725 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 7,25 \cdot 10^{-1} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \text{ (WN)}$$

koper(II)nitraat

Gevraagd

$m$

### Oplossing

$$\begin{aligned}\text{formule Cu(NO}_3)_2 &\longrightarrow M = M_r(\text{Cu(NO}_3)_2) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= A_r(\text{Cu}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot A_r(\text{N}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 6 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 63,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot 14,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 6 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 187,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n = c \cdot V &= 7,25 \cdot 10^{-1} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 8,60 \cdot 10^{-1} \text{l} \\ &= 0,624 \text{ mol} = 6,24 \cdot 10^{-1} \text{ mol (WN)}\end{aligned}$$

$$m(\text{Cu(NO}_3)_2) = n \cdot M = 6,24 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot 187,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 117,0 \text{ g} = 1,170 \cdot 10^{-2} \text{ g (WN)}$$

9

### Concentratie-uitdrukkingen toepassen

Wat is het volume van een oplossing van  $0,0500 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  dat  $5,13 \text{ g Al}_2(\text{SO}_4)_3$  bevat?

#### Gegeven

$$m = 5,13 \text{ g}$$

$$c = 0,0500 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 5,00 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \text{ (WN)}$$



#### Oplossing

$$\text{formule Al}_2(\text{SO}_4)_3 \longrightarrow M = M_r(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\begin{aligned}&= 2 \cdot A_r(\text{Al}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 3 \cdot A_r(\text{S}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 12 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 2 \cdot 27,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 3 \cdot 32,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 12 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 342,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}}\end{aligned}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{5,13 \text{ g}}{342,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,0150 \text{ mol} = 1,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol (WN)}$$

$$V = \frac{n}{c} = \frac{1,50 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{5,00 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{l}}} = 0,300 \text{ l} = 3,00 \cdot 10^{-1} \text{ l (WN)}$$

10

## Concentratie-uitdrukkingen toepassen

Eosine is een rode vaste kleurstof die gemakkelijk oplost in water. De eosineoplossing kun je gebruiken om schaafwonden uit te drogen.

De massaconcentratie van een eosineoplossing bedraagt  $4,0 \frac{\text{g}}{\text{l}}$ .  
Welke massa eosine moet je afwegen om 500 ml van de oplossing te bereiden?



Eosine

## Gegeven

$$V = 500 \text{ ml} = 0,500 \text{ l} = 5,00 \cdot 10^{-1} \text{ l (WN)}$$

$$c_m = 4,0 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

## Oplossing

$$m(\text{eosine}) = c_m \cdot V = 4,0 \frac{\text{g}}{\text{l}} \cdot 5,00 \cdot 10^{-1} \text{ l} = 2,0 \text{ g}$$

## Gevraagd

 $m$ 

11

## De verdunningsregel toepassen

Bij het verdunnen vertrek je van een oplossing met een concentratie van  $2,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ . Je moet hiervan een oplossing maken van  $0,10 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  met een volume van 100 ml. Bereken hoeveel ml van de  $2,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  oplossing je nodig hebt en moet aanlengen met water tot 100 ml.

## Gegeven

$$c_{\text{verd}} = 0,10 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 1,0 \cdot 10^{-1} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$V_{\text{verd}} = 100 \text{ ml} = 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ l}$$

$$c_{\text{conc}} = 2,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

## Oplossing

$$c_{\text{verd}} \cdot V_{\text{verd}} = c_{\text{conc}} \cdot V_{\text{conc}}$$

$$\Leftrightarrow V_{\text{conc}} = \frac{c_{\text{verd}} \cdot V_{\text{verd}}}{c_{\text{conc}}}$$

$$= \frac{1,0 \cdot 10^{-1} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ l}}{2,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}}} = 0,0050 \text{ l} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ l (WN)}$$

## Gevraagd

 $V_{\text{conc}}$ 

12

## De verdunningsregel toepassen

Van een liter suikerwater met  $c = 1,00 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  giet je 100 ml weg. Het overblijvende gedeelte heeft dan een concentratie van:

☐ groter dan  $1,00 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ 
☒  $1,00 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ 
☐ kleiner dan  $1,00 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ 
☐  $0,90 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$



# De vijf dodelijkste

In en om het huis vind je levensgevaarlijke giftige stoffen, bijvoorbeeld in planten, sigaretten of pitten van vruchten. Andere dodelijke stoffen komen uit het lab. Met welke stoffen moet je echt voorzichtig zijn?

Toxiciteit beoordelen is niet eenvoudig. De chemische toestand van een stof is daarbij belangrijk, alsook hoe we ze binnenkrijgen. De meest gebruikte manier om de toxiciteit van stoffen weer te geven, is  $LD_{50}$  (lethal dose 50 %): dat is de hoeveelheid gif die nodig is om 50 % van de testpopulatie te doden.  $LD_{50}$  wordt meestal vermeld per kilogram lichaamsgewicht.



## Botulinetoxine

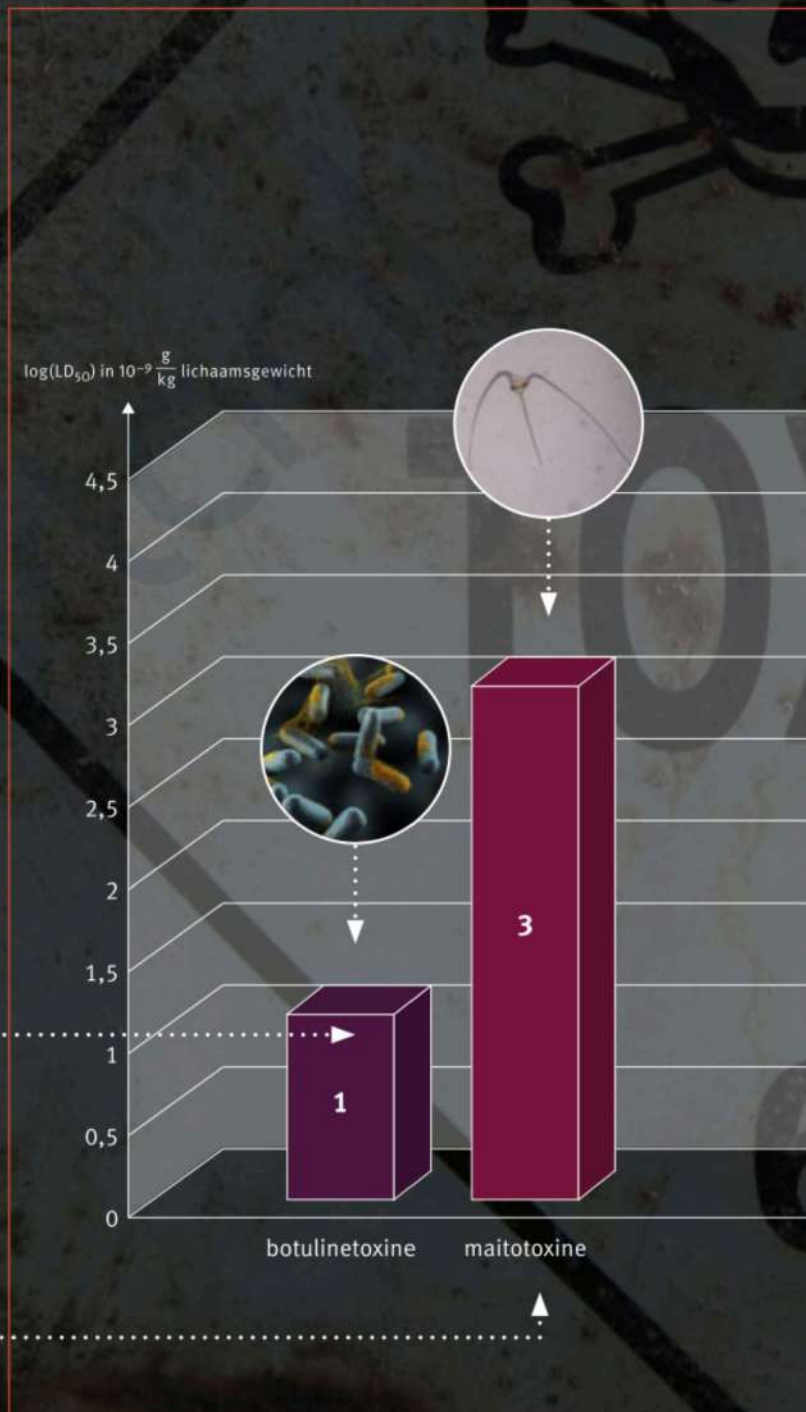
Botulinetoxine werd voor het eerst geïdentificeerd als een oorzaak van voedselvergiftiging door *Stridium botulinum* in fout bereide worst. Het veroorzaakt spierverslaving door de afgifte van de neurotransmitter acetylcholine te beletten.

De verlammingseigenschap is fundamenteel voor het klinisch gebruik van het botulinetoxine als cosmetisch Botox. Gericht injecties met kleine hoeveelheden van het toxine voorkomen dat bepaalde spieren werken en maken dat spieren spannen die anders een rimpelige huid zouden veroorzaken.

## Maitotoxine

Mariene toxines, zoals maitotoxine, zijn vaak de oorzaak van vergiftiging na het eten van besmette schelpdieren. Ze worden vaak geassocieerd met schadelijke algenbloei in de zee.

Gevormd door een dinoflagellaat, een soort marien plankton, heeft het toxine een zeer gecompliceerde structuur. Maitotoxine zorgt voor een verhoging van de  $Ca^{2+}$ -stroom door het hartspiermembraan en veroorzaakt hartfalen.

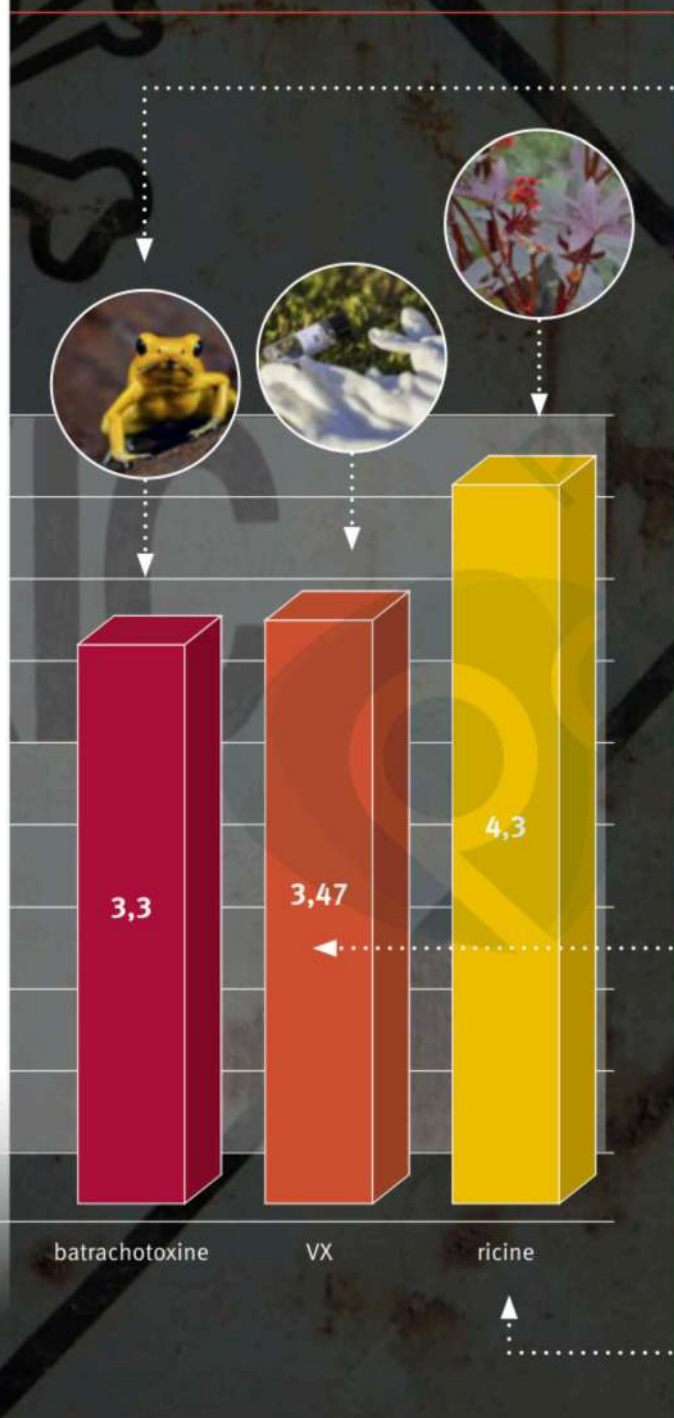




# gifstoffen ter wereld

© 2022 Peickmans Portaal maakt deel uit van de Peickmans uitgeverij nv Brasschaatweg 208 - 2920 Kalmthout - België - peickmansuitgeverij.be  
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervaardigd, opgedragen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, op welke wijze ook, zonder de uitdrukkelijke voorafgaande en schriftelijke toestemming van de uitgever, behalve in geval van wettelijke uitzondering.

Peickmans  
Portaal



## 3. Batrachotoxine

Zuid-Amerikaanse indianen gebruiken blaaspijpen met gif om op hun prooi te jagen. Het sterkste gif komt uit de huid van kleine kikkers: batrachotoxine. Indianen in West-Colombia verzamelen deze kikkers: de gouden *Phyllobates terribilis* en de veelkleurige *Phyllobates bicolor*. Ze zweten het gif uit boven een vuur voor ze het op hun pijltjes leggen. Batrachotoxine doodt door de natriumionenkanalen in de cellen van spieren en zenuwen te verstoren en ze open te drukken, zodat ze niet sluiten. Dat resulteert uiteindelijk in hartfalen.

## 4. VX

De synthetische verbinding VX is een zenuwgas met de consistentie van motorolie. VX doodt door de overdracht van zenuwimpulsen tussen de cellen te verstoren, zodat spiersamentrekkingen uit de hand lopen en er sterfte door verstikking optreedt.



## 5. Ricine

Ricine wordt verkregen uit de bonen van de ricinusolieplant (*Ricinus communis*), die wordt gekweekt om de olie te extraheren. De ricine blijft in de vaste vezels zitten. Het gif verstoort de eiwitsynthese in de cel en veroorzaakt celdood.

### 3 Molair volume (uitgebreider!!)

Het **molair volume**  $V_m$  is het volume dat 1 mol van een stof inneemt.

$$\text{molair volume} = \frac{\text{volume van de stof (in m}^3 \text{ of liter)}}{\text{hoeveelheid stof (in mol)}}$$

Grootheid: **molair volume**

Symbol:  $V_m$

Basisformule:  $V_m = \frac{V}{n}$

Eenheid: **kubieke meter per mol**

Symbol:  $\frac{\text{m}^3}{\text{mol}}$  of  $\frac{\text{l}}{\text{mol}}$

Het molair volume van een hoeveelheid gas wordt in tegenstelling tot vaste stoffen en vloeistoffen beïnvloed door temperatuur en druk. Deze invloeden vind je samengevat in de **algemene gaswet**.

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$



$$V_m = \frac{V}{n} = R \cdot \frac{T}{p}$$

Met:  $p$  = druk uitgedrukt in pascal (Pa)

$V$  = volume uitgedrukt in kubieke meter ( $\text{m}^3$ )

$n$  = hoeveelheid gas uitgedrukt in mol

$T$  = temperatuur uitgedrukt in kelvin (K) en verkrijg je door  $\theta$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) + 273.

$R$  = universele gasconstante =  $8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

Het volume dat een gas inneemt, is onafhankelijk van het soort gas. Bij eenzelfde druk en temperatuur zal daarom het molair volume van verschillende gasen dezelfde waarde aannemen.

Als de omstandigheden zijn: temperatuur  $0,00^{\circ}\text{C}$  en druk  $101\,325\text{ Pa}$  ( $p_{\text{atm}}$ ), dan spreek je bij gasen van normomstandigheden. Je geeft dit weer met het symbool  $^{\circ}$  bij het volume. Je spreekt van een molair gasvolume onder normomstandigheden. Het molair gasvolume van om het even welk gas bedraagt onder normomstandigheden:

$$V_m^{\circ} = 22,4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{mol}} \text{ of } 22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}}$$

#### VOORBEELD De algemene gaswet toepassen

Bereken het molair volume uitgedrukt in  $\frac{\text{l}}{\text{mol}}$  dat  $\text{H}_2$ -gas inneemt bij  $101\,325\text{ Pa}$  en  $0,00^{\circ}\text{C}$ .

Gegeven

$$n = 1,00 \text{ mol}$$

$$\theta = 0,00^{\circ}\text{C} \Leftrightarrow T = 273 \text{ K}$$

$$p = 101\,325 \text{ Pa}$$

Gevraagd

$$V_m$$

Oplossing

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$V_m = \frac{V}{n} = R \cdot \frac{T}{p} = \frac{8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 273 \text{ K}}{101\,325 \text{ Pa}} = 22,4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{mol}} = 22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}}$$



## VOORBEELD Rekenen met het molair gasvolume onder normomstandigheden

Welk volume neemt 100 g  $N_2$  in onder normomstandigheden?

Gegeven

$$m = 100 \text{ g}$$



Oplossing

$$\begin{aligned} N_2 &\longrightarrow M = M_r(N_2) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 2 \cdot A_r(N) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 2 \cdot 14,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 28,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

$$M = \frac{m}{n}$$

$$\Leftrightarrow n = \frac{m}{M}$$

$$n(N_2) = \frac{100 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{28,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 3,57 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} V^\circ(N_2) &= n \cdot V_m^\circ \\ &= 3,57 \text{ mol} \cdot 22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}} = 80,0 \text{ l} \end{aligned}$$

### CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR?

|                                                                                                             | W                        | NW                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 Naarmate de temperatuur van een hoeveelheid gas toeneemt, stijgt bij constante druk het ingenomen volume. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 1,0 g $N_2$ neemt onder dezelfde omstandigheden evenveel volume in als 1,0 g $O_2$ .                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 28,0 g $N_2$ neemt onder dezelfde omstandigheden evenveel volume in als 32,0 g $O_2$ .                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 Bij de ontleding van 18,0 g water ontstaat 22,4 l waterstofgas onder normomstandigheden.                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5 De temperatuur druk je in de ideale gaswet uit in kelvin.                                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6 0 K is gelijk aan 273 °C.                                                                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

#### OPDRACHTEN

13 14 15

#### TEST JEZELF

14 15

#### + MENU

☐ Molair volume in standaard-omstandigheden



13

## Met molair volume rekenen

Het molair volume van een gas in een ballon bedraagt  $10,0 \frac{\text{l}}{\text{mol}}$  gas bij  $25^\circ\text{C}$ . Bereken de aanwezige druk.



### Gegeven

$$V_m = 10,0 \frac{\text{l}}{\text{mol}} = 10,0 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{mol}}$$

$$\theta = 25^\circ\text{C} \Leftrightarrow T = 298 \text{ K}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

### Gevraagd

$p$

### Oplossing

$$V_m = \frac{V}{n} = \frac{R \cdot T}{p}$$

$$\Leftrightarrow p = \frac{R \cdot T}{V_m}$$

$$p = \frac{8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 298 \text{ K}}{10,0 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{mol}}} = 2,48 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

14

## Met molair volume rekenen

In een ballon van  $4,0 \text{ l}$  gevuld met heliumgas heerst een druk van  $50 \text{ kPa}$  bij  $18,0^\circ\text{C}$ . Bereken het aantal heliumatomen.

### Gegeven

$$p = 50 \text{ kPa} = 5,0 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$V = 4,0 \text{ l} = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\theta = 18,0^\circ\text{C} \Leftrightarrow T = 291 \text{ K}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$$

### Gevraagd

$N$

### Oplossing

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$\Leftrightarrow n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{5,0 \cdot 10^4 \text{ Pa} \cdot 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 291 \text{ K}} = 0,083 \text{ mol} = 8,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol (WN)}$$

$$N(\text{He}) = n \cdot N_A = 8,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 5,0 \cdot 10^{22}$$

## Met molair volume rekenen

Welke volume (in l) neemt 20,0 g CO<sub>2</sub> in onder normomstandigheden?

Gegeven

$$m = 20,0 \text{ g} = 2,00 \cdot 10^1 \text{ g (WN)}$$

CO<sub>2</sub>

Gevraagd

V°

Oplossing

$$\begin{aligned} \text{formule CO}_2 &\longrightarrow M = M_r(\text{CO}_2) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= A_r(\text{C}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 12,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 44,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{2,00 \cdot 10^1 \text{ g}}{44,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,455 \text{ mol} = 4,55 \cdot 10^{-1} \text{ mol (WN)}$$

$$\begin{aligned} V_m^\circ = \frac{V^\circ}{n} &\Leftrightarrow V^\circ(\text{CO}_2) = n \cdot V_m^\circ \\ &= 4,55 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot 22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}} = 10,2 \text{ l} \\ &= 1,02 \cdot 10^1 \text{ l (WN)} \end{aligned}$$



## Stofhoeveelheden

| HOEVEELHEID STOF  |                 |
|-------------------|-----------------|
| SYMBOOL GROOTHEID | SYMBOOL EENHEID |
| $n$               | mol             |
| FORMULE           |                 |
| $n = \frac{m}{M}$ |                 |

| AANTAL DEELTJES   |                 |
|-------------------|-----------------|
| SYMBOOL GROOTHEID | SYMBOOL EENHEID |
| $N$               | /               |
| FORMULE           |                 |
| $N = n \cdot N_A$ |                 |

## Concentratie

| MOLAIRE CONCENTRATIE                                                            |                               |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| SYMBOOL GROOTHEID                                                               | SYMBOOL EENHEID               |
| $c$                                                                             | $\frac{\text{mol}}{\text{l}}$ |
| FORMULE                                                                         |                               |
| $c = \frac{n}{V}$                                                               |                               |
| VERDUNNINGSREGEL                                                                |                               |
| $c_{\text{verd}} \cdot V_{\text{verd}} = c_{\text{conc}} \cdot V_{\text{conc}}$ |                               |

| MASSACONCENTRATIE                                                                   |                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| SYMBOOL GROOTHEID                                                                   | SYMBOOL EENHEID             |
| $c_m$                                                                               | $\frac{\text{g}}{\text{l}}$ |
| FORMULE                                                                             |                             |
| $c_m = \frac{m}{V}$                                                                 |                             |
| VERDUNNINGSREGEL                                                                    |                             |
| $c_{m,\text{verd}} \cdot V_{\text{verd}} = c_{m,\text{conc}} \cdot V_{\text{conc}}$ |                             |

## Molaire volume

| MOLAIR VOLUME                             |                                                                  |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| SYMBOOL GROOTHEID                         | SYMBOOL EENHEID                                                  |
| $V_m$                                     | $\frac{\text{m}^3}{\text{mol}}$ of $\frac{\text{l}}{\text{mol}}$ |
| FORMULE                                   |                                                                  |
| $V_m = \frac{V}{n}$                       |                                                                  |
| FORMULE BIJ GASSEN                        |                                                                  |
| $V_m = \frac{V}{n} = R \cdot \frac{T}{p}$ |                                                                  |

| MOLAIR VOLUME GASSEN ONDER NORMOMSTANDIGHEDEN                                                    |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| CONSTANTE                                                                                        |  |
| $V_m^0 = 22,4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{mol}}$ of $22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}}$ |  |

## 1 Stofhoeveelheden

### 1 Met stofhoeveelheden rekenen



Wat is hoeveel deeltjes bestaat 100,0 g krijt ( $\text{CaCO}_3$ )?

Gegeven  
 $m = 100,0 \text{ g}$   
 $\text{CaCO}_3$

Gevraagd  
 $N$

Oplossing

$$\begin{aligned} \text{formule } \text{CaCO}_3 &\rightarrow M = M_r(\text{CaCO}_3) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= A_r(\text{Ca}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + A_r(\text{C}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &\quad + 3 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 40,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 12,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 3 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 100,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{100,0 \text{ g}}{100,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1,00 \text{ mol}$$

$$N = n \cdot N_A$$

$$\begin{aligned} N(\text{CaCO}_3) &= 1,00 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} \\ &= 6,022 \cdot 10^{23} \end{aligned}$$

2

### Met stofhoeveelheden rekenen

Bereken de stofhoeveelheid van 6,00 kg ijzer(III)nitraat.

Gegeven  
 $m = 6,00 \text{ kg} = 6,00 \cdot 10^3 \text{ g}$   
 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$

Gevraagd  
 $n$

Oplossing

$$\begin{aligned} \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 &\rightarrow M = M_r(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= A_r(\text{Fe}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 3 \cdot A_r(\text{N}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &\quad + 9 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 55,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 3 \cdot 14,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 9 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 241,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) &= \frac{m}{M} = \frac{6,00 \cdot 10^3 \text{ g}}{241,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 24,8 \text{ mol} \\ &= 2,48 \cdot 10^1 \text{ (WN)} \end{aligned}$$

3

### Met stofhoeveelheden rekenen

Wat is de grootste stofhoeveelheid NaCl? Kruis aan.

- ☒ 1000 g NaCl  
☐  $1,00 \cdot 10^{25}$  deeltjes NaCl

2

## Concentratie

4

### Concentratie-uitdrukkingen toepassen

Bij de bereiding van wijn wordt een  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ -oplossing gebruikt om het materiaal te ontsmetten. Daarvoor wordt 10,0 g  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$  opgelost en aangelengd tot 5,00 liter.





a Bereken de molaire concentratie.

Gegeven

$$m = 10,0 \text{ g}$$

$$V = 5,00 \text{ l}$$



Gevraagd

$c$

Oplossing

$$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7 \rightarrow M = M_r(\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 2 \cdot A_r(\text{K}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot A_r(\text{S}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 7 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 2 \cdot 39,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot 32,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 7 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 254,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= \frac{m}{M} = \frac{10,0 \text{ g}}{254,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,0393 \text{ mol}$$

$$= 3,93 \cdot 10^{-2} \text{ mol (WN)}$$

$$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7 = \frac{n}{V} = \frac{3,93 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{5,00 \text{ l}}$$

$$= 0,00786 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$= 7,86 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \text{ (WN)}$$

Bereken de massaconcentratie.

Gegeven

$$m = 10,0 \text{ g}$$

$$V = 5,00 \text{ l}$$

Gevraagd

$c_m$

Oplossing

$$c_m(\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7) = \frac{m}{V} = \frac{10,0 \text{ g}}{5,00 \text{ l}} = 2,00 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

5

### Concentratie-uitdrukkingen toepassen

Natriumhypochloriet ( $\text{NaClO}$ ) wordt gebruikt om zwembaden te ontsmetten. Als de concentratie aan  $\text{NaClO}$   $1,00 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$  moet bedragen voor een voldoende ontsmetting, hoeveel gram  $\text{NaClO}$  moet je dan toevoegen aan een zwembad met 500 000 liter water?

Gegeven

$$c_m = 1,00 \frac{\text{mg}}{\text{l}} = 1,00 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

$$V = 500\,000 \text{ l} = 5,00 \cdot 10^5 \text{ l}$$

$\text{NaClO}$

Oplossing

$$c_m(\text{NaClO}) = \frac{m}{V} \Leftrightarrow m = c_m \cdot V$$

$$= 1,00 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{l}} \cdot 5,00 \cdot 10^5 \text{ l}$$

$$= 500 \text{ g} = 5,00 \cdot 10^2 \text{ g (WN)}$$

6

### Concentratie-uitdrukkingen toepassen

Je lost 100 gram bijtende soda ( $\text{NaOH}$ ) op in water tot een volume van 250 ml. Wat is de molaire concentratie van de verkregen oplossing?

Gegeven

$$m = 100 \text{ g} = 1,00 \cdot 10^2 \text{ g}$$

$$V = 250 \text{ ml} = 0,250 \text{ l} = 2,50 \cdot 10^{-1} \text{ l (WN)}$$

$\text{NaOH}$

Oplossing

$$\text{NaOH} \rightarrow M = M_r(\text{NaOH}) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= A_r(\text{Na}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + A_r(\text{H}) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 23,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 40,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{100 \text{ g}}{40,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,50 \text{ mol}$$

$$c(\text{NaOH}) = \frac{n}{V} = \frac{2,50 \text{ mol}}{2,50 \cdot 10^{-1} \text{ l}}$$

$$= 10,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 1,00 \cdot 10^1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \text{ (WN)}$$



7

## Concentratie-uitdrukkingen toepassen

Welke oplossing bevat het meeste keukenzout? Kruis aan.

- ☒ a 250 ml met een massaconcentratie van  $100 \frac{\text{g}}{\text{l}}$
- ☐ b 100 ml met een molaire concentratie van  $4,00 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$

8

## Concentratie-uitdrukkingen toepassen

Je wilt 2,50 l van een  $3,25 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  koper(II)nitraatoplossing maken. Hoeveel gram moet je afwegen?

Gegeven

$$V = 2,50 \text{ l}$$

$$c = 3,25 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$



Gevraagd

m

Oplossing

$$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow M = M_r(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= A_r(\text{Cu}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot A_r(\text{N}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 6 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 63,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot 14,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 6 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 187,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$c = \frac{n}{V} \Leftrightarrow n = c \cdot V$$

$$= 3,25 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 2,50 \text{ l}$$

$$= 8,13 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M} \Leftrightarrow m = n \cdot M$$

$$= 8,13 \text{ mol} \cdot 187,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 1,52 \cdot 10^3 \text{ g (WN)}$$

9

## Concentratie-uitdrukkingen toepassen

Hoeveel ml van een  $1,00 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  NaF-oplossing kun je maken met 25,0 g NaF?

Gegeven

$$c = 1,00 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$m = 25,0 \text{ g}$$

NaF

Gevraagd

V

Oplossing

$$\text{formule NaF} \rightarrow M = M_r(\text{NaF}) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= A_r(\text{Na}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + A_r(\text{F}) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 23,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 19,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 42,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$= \frac{25,0 \text{ g}}{42,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,595 \text{ mol} = 5,95 \cdot 10^{-1} \text{ mol (WN)}$$

$$c = \frac{n}{V} \Leftrightarrow V = \frac{n}{c} = \frac{5,95 \cdot 10^{-1} \text{ mol}}{1,00 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}$$

$$V(\text{NaF}) = 5,95 \cdot 10^{-1} \text{ l (WN)}$$

10

## De verdunningsregel toepassen

Glycerol ( $C_3H_8O_3$ ) is een stroperige vloeistof. Neem 50,0 ml van deze stof met een massadichtheid van  $1,30 \frac{g}{ml}$ . Leng deze stof aan met water tot 250,0 ml. Wat is de molaire concentratie van de glyceroloplossing?



## Gegeven

$$\begin{aligned} V_{\text{verd}} &= 50,0 \text{ ml} = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ l (WN)} \\ \rho &= 1,30 \frac{g}{ml} = 1,30 \cdot 10^3 \frac{g}{l} \text{ (WN)} \\ V_{\text{conc}} &= 250,0 \text{ ml} = 2,500 \cdot 10^{-1} \text{ l (WN)} \end{aligned}$$

## Gevraagd

c

## Oplossing

Formule glycerol:  $C_3H_8O_3 \rightarrow$

$$\begin{aligned} M &= M_r(C_3H_8O_3) \frac{g}{mol} \\ &= 3 \cdot A_r(C) \frac{g}{mol} + 8 \cdot A_r(H) \frac{g}{mol} + 3 \cdot A_r(O) \frac{g}{mol} \\ &= 3 \cdot 12,0 \frac{g}{mol} + 8 \cdot 1,0 \frac{g}{mol} + 3 \cdot 16,0 \frac{g}{mol} \\ &= 92,0 \frac{g}{mol} \end{aligned}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \cdot V = 1,30 \cdot 10^3 \frac{g}{l} \cdot 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ l} = 65,0 \text{ g}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{65,0 \text{ g}}{92,0 \frac{g}{mol}} = 7,06 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$$

$$c = \frac{n}{V}$$

$$c(C_3H_8O_3) = \frac{n}{V} = \frac{7,06 \cdot 10^{-1} \text{ mol}}{2,500 \cdot 10^{-1} \text{ l}} = 2,83 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

11

## De verdunningsregel toepassen

Maak een oplossing van 1 liter  $1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  natriumhydroxide waarbij je vertrekt van een stockoplossing met een molaire concentratie van  $5 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  natriumhydroxide. Hoeveel liter van de geconcentreerde natriumhydroxide-oplossing heb je nodig?

## Gegeven

$$V_{\text{verd}} = 1 \text{ l}$$

$$c_{\text{verd}} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$c_{\text{conc}} = 5 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

## Gevraagd

$$V_{\text{conc}}$$

## Oplossing

Met gedestilleerd water leng je 0,2 liter geconcentreerde natriumhydroxide-oplossing aan tot 1 liter.

$$c_{\text{verd}} \cdot V_{\text{verd}} = c_{\text{conc}} \cdot V_{\text{conc}}$$

$$\Leftrightarrow V_{\text{conc}} = \frac{c_{\text{verd}} \cdot V_{\text{verd}}}{c_{\text{conc}}}$$

$$= \frac{1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 1 \text{ l}}{5 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}$$

$$= 2 \cdot 10^{-1} \text{ l (WN)}$$



## De verdunningsregel toepassen

Je wilt 1,00 l suikeroplossing van  $20,0 \frac{\text{g}}{\text{l}}$  maken uit 2,00 l suikeroplossing van  $80,0 \frac{\text{g}}{\text{l}}$ . Hoe doe je dat?

## Gegeven

$$c_{m,\text{conc}} = 80,0 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

$$c_{m,\text{verd}} = 20,0 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

$$V_{\text{verd}} = 1,00 \text{ l}$$

## Gevraagd

$$V_{\text{conc}}$$

## Oplossing

Met gedestilleerd water leng je 250 ml geconcentreerde oplossing aan tot 1,00 liter.

$$c_{m,\text{conc}} \cdot V_{\text{conc}} = c_{m,\text{verd}} \cdot V_{\text{verd}}$$

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow V_{\text{conc}} &= \frac{c_{m,\text{verd}} \cdot V_{\text{verd}}}{c_{m,\text{conc}}} \\ &= \frac{20,0 \frac{\text{g}}{\text{l}} \cdot 1,00 \text{ l}}{80,0 \frac{\text{g}}{\text{l}}} \\ &= 0,250 \text{ l} = 2,50 \cdot 10^{-1} \text{ l (WN)} \end{aligned}$$

## De verdunningsregel toepassen



Amoxicilline is een molecule waarvan de brutoformule zeer sterk overeenkomt met penicilline, het eerste antibioticum, ontdekt door Alexander Fleming in 1928. De dokter schrijft het antibioticum voor bij onder andere bacteriële keel- en oorontstekingen bij kinderen. De apotheker dient de suspensie vers te bereiden.

## Samenstelling

- Amoxicillinepoeder voor orale suspensie
- 5,00 ml bereide oplossing bevat 250 mg amoxicilline.
- Aroma's, citroenzuur, natriumbenzoaat, sacharose

## Vorm

Poeder voor bereiden van orale suspensie. Inhoud fles: 100 ml.

## Hoe gebruiken en hoeveel?

Bereid de suspensie door de fles met zuiver water te vullen tot ongeveer 1 cm onder de volumemarkering. Sluit de fles en schud goed. Nadat het schuim is weggetrokken, voeg vers zuiver water toe precies tot aan de volumemarkering. Schud opnieuw krachtig. De witte tot licht geelachtige suspensie is nu klaar voor gebruik. De fles goed schudden voor iedere toediening.

- a Welke massa amoxicilline bevat de 5 ml suspensie voor het verdunnen?

250 mg

- b Welke massa amoxicilline bevat de 100 ml bereide verdunning?

250 mg

- c Bereken de massaconcentratie van de amoxicilline in de suspensie.

$$c_m = \frac{2,50 \cdot 10^{-1} \text{ g}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ l}} = 50 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

- d Bereken de massaconcentratie van de amoxicilline in het bereide geneesmiddel.

$$\begin{aligned} c_m &= \frac{2,50 \cdot 10^{-1} \text{ g}}{0,100 \text{ l}} = 2,5 \frac{\text{g}}{\text{l}} \\ &= 5,0 \cdot 10^1 \text{ g (WN)} \end{aligned}$$



### 3 Molair volume

14

#### Met molair volume rekenen

Een vat met een volume van 500 ml bevat bij 27 °C een druk van 101 300 Pa waterstofgas. Hoeveel mol van het gas zit in dit vat?

##### Gegeven

$$V = 500 \text{ ml} = 5,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$= 101\,300 \text{ Pa}$$

$$= 27^\circ\text{C} \Leftrightarrow T = 300 \text{ K}$$

$$= 8,31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$$

##### Gevraagd

$n$

##### Oplossing

$$V = n \cdot R \cdot T$$

$$\Rightarrow n(\text{H}_2) = \frac{p \cdot V}{R \cdot T}$$

$$= \frac{101\,300 \text{ Pa} \cdot 5,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 300 \text{ K}}$$

$$= 0,0203 \text{ mol} = 2,03 \cdot 10^{-2} \text{ mol (WN)}$$

#### Met molair volume rekenen

Welke temperatuur (°C) neemt het molair volume eerstofgas bij 101 300 Pa een volumetoename in 10 % ten opzichte van  $V_m^\circ$ ?

##### Gegeven

$$= 101\,300 \text{ Pa}$$

##### Gevraagd

$\theta$

$$n = 22,4 \text{ l} + 2,24 \text{ l} = 24,6 \text{ l} = 2,46 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

##### Oplossing

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{R \cdot T}{p}$$

$$\Rightarrow T = \frac{p \cdot V_m}{R} = \frac{101\,300 \text{ Pa} \cdot 2,46 \cdot 10^{-2} \frac{\text{m}^3}{\text{mol}}}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}}$$

$$= 300 \text{ K}$$

$$\theta = 27^\circ\text{C}$$

### Oplossingen

#### 1 Stoffhoeveelheden

##### Gegeven

$$m = 100,0 \text{ g}$$



##### Oplossing

$$\text{formule CaCO}_3 \rightarrow M = M_r(\text{CaCO}_3) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= A_r(\text{Ca}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + A_r(\text{C}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 3 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 40,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 12,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 3 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 100,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{100,0 \text{ g}}{100,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1,00 \text{ mol}$$

$$N = n \cdot N_A$$

$$N(\text{CaCO}_3) = 1,00 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 6,022 \cdot 10^{23}$$

##### 2 Gegeven

$$m = 6,00 \text{ kg} = 6,00 \cdot 10^3 \text{ g}$$



##### Oplossing

$$\text{Fe(NO}_3)_3 \rightarrow M = M_r(\text{Fe(NO}_3)_3) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= A_r(\text{Fe}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 3 \cdot A_r(\text{N}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 9 \cdot$$

$$A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 55,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 3 \cdot 14,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 9 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 241,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$n(\text{Fe(NO}_3)_3) = \frac{m}{M} = \frac{6,00 \cdot 10^3 \text{ g}}{241,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 24,8 \text{ mol}$$

$$= 2,48 \cdot 10^1 \text{ mol (WN)}$$

##### 3 De stofhoeveelheid van 1000 g NaCl is het grootst.

##### Gegeven

stof 1

$$m = 1,000 \cdot 10^3 \text{ g}$$

stof 2

$$N = 1,00 \cdot 10^{25}$$



##### Oplossing

$$\text{formule NaCl} \rightarrow M = M_r(\text{NaCl}) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= A_r(\text{Na}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + A_r(\text{Cl}) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 23,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 35,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 58,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

stof 1:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{1,000 \cdot 10^3 \text{ g}}{58,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 17,1 \text{ mol}$$

stof 2:

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{1,00 \cdot 10^{25}}{6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}} = 16,6 \text{ mol}$$

## 2 Concentratie

**4 a** Gegeven Gevraagd  
 $m = 10,0 \text{ g}$   $c$   
 $V = 5,00 \text{ l}$   
 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$   
Oplossing  
 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7 \rightarrow M = M_r(\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$   
 $= 2 \cdot A_r(\text{K}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot A_r(\text{S}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 7 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$   
 $= 2 \cdot 39,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot 32,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 7 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$   
 $= 254,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$   
 $n = \frac{m}{M} = \frac{10,0 \text{ g}}{254,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,0393 \text{ mol} = 3,93 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$   
 $c(\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7) = \frac{n}{V} = \frac{3,93 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{5,00 \text{ l}} = 0,00786 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$   
 $= 7,86 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \text{ (WN)}$

**b** Gegeven Gevraagd  
 $m = 10,0 \text{ g}$   $c_m$   
 $V = 5,00 \text{ l}$   
Oplossing  
 $c_m(\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7) = \frac{m}{V} = \frac{10,0 \text{ g}}{5,00 \text{ l}} = 2,00 \frac{\text{g}}{\text{l}}$

Gegeven Gevraagd  
 $c_m = 1,00 \frac{\text{mg}}{\text{l}} = 1,00 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{l}}$   $m$

$V = 500\,000 \text{ l} = 5,00 \cdot 10^5 \text{ l}$   
 $\text{NaClO}$

Oplossing

$c_m(\text{NaClO}) = \frac{m}{V} \Leftrightarrow m = c_m \cdot V$   
 $= 1,00 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{l}} \cdot 5,00 \cdot 10^5 \text{ l}$   
 $= 500 \text{ g} = 5 \cdot 10^2 \text{ g (WN)}$

Gegeven Gevraagd  
 $m = 100 \text{ g} = 1,00 \cdot 10^2 \text{ g}$   $c$   
 $V = 250 \text{ ml} = 0,250 \text{ l} = 2,50 \cdot 10^{-1} \text{ l (WN)}$

$\text{NaOH}$

Oplossing

$\text{NaOH} \rightarrow M = M_r(\text{NaOH}) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$   
 $= A_r(\text{Na}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + A_r(\text{H}) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$   
 $= 23,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$   
 $= 40,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

$n = \frac{m}{M} = \frac{100 \text{ g}}{40,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,50 \text{ mol}$

$c(\text{NaOH}) = \frac{n}{V} = \frac{2,50 \text{ mol}}{2,50 \cdot 10^{-1} \text{ l}} = 10,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$   
 $= 1,00 \cdot 10^1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \text{ (WN)}$

**7 a** Gegeven Gevraagd  
Opl 1: hoogste m

$V = 250 \text{ ml} = 2,50 \cdot 10^{-1} \text{ l}$

$c_m = 100 \frac{\text{g}}{\text{l}} = 1,00 \cdot 10^2 \frac{\text{g}}{\text{l}}$

Opl 2:

$V = 100 \text{ ml} = 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ l}$

$c = 4,00 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$

Oplossing

Opl 1:

$c_m = \frac{m}{V} \Leftrightarrow m = c_m \cdot V$   
 $= 1,00 \cdot 10^2 \frac{\text{g}}{\text{l}} \cdot 2,50 \cdot 10^{-1} \text{ l}$   
 $= 25,0 \text{ g}$

Opl 2:

$c = \frac{n}{V} \Leftrightarrow n = c \cdot V$   
 $= 4,00 \text{ mol} \cdot 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ l}$   
 $= 0,400 \text{ mol}$

Stof is keukenzout:  $\text{NaCl} \rightarrow M = M_r(\text{NaCl}) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$   
 $= A_r(\text{Na}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + A_r(\text{Cl}) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$   
 $= 23,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 35,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$   
 $= 58,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

$n = \frac{m}{M} \Leftrightarrow m = n \cdot M$   
 $= 0,400 \text{ mol} \cdot 58,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$   
 $= 23,4 \text{ g}$

**8** Gegeven Gevraagd  
 $V = 2,50 \text{ l}$   $m$

$c = 3,25 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$

koper(II)nitraat =  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

Oplossing

$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow M = M_r(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$   
 $= A_r(\text{Cu}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot A_r(\text{N}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 6 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$   
 $= 63,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot 14,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 6 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$   
 $= 187,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

$c = \frac{n}{V} \Leftrightarrow n = c \cdot V$   
 $= 3,25 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 2,50 \text{ l}$   
 $= 8,13 \text{ mol}$

$n = \frac{m}{M} \Leftrightarrow m = n \cdot M$   
 $= 8,13 \text{ mol} \cdot 187,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 1,52 \cdot 10^3 \text{ g (WN)}$

**9 Gegeven** **Gevraagd**

$$c = 1,00 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$m = 25,0 \text{ g}$$

NaF

**Oplossing**

$$\begin{aligned} \text{formule NaF} \rightarrow M &= M_r(\text{NaF}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= A_r(\text{Na}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + A_r(\text{F}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 23,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 19,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 42,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{m}{M} \\ &= \frac{25,0 \text{ g}}{42,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,595 \text{ mol} = 5,95 \cdot 10^{-1} \text{ mol (WN)} \end{aligned}$$

$$c = \frac{n}{V} \Leftrightarrow V = \frac{n}{c} = \frac{5,95 \cdot 10^{-1} \text{ mol}}{1,00 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}$$

$$V(\text{NaF}) = 5,95 \cdot 10^{-1} \text{ l (WN)}$$

**Gegeven** **Gevraagd**

$$V = 50,0 \text{ ml} = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ l (WN)} \quad c$$

$$\rho = 1,30 \frac{\text{g}}{\text{ml}} = 1,30 \cdot 10^3 \frac{\text{g}}{\text{l}} \text{ (WN)}$$

$$V = 250,0 \text{ ml} = 2,500 \cdot 10^{-1} \text{ l (WN)}$$

**Oplossing**

$$\begin{aligned} \text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3 \rightarrow M &= M_r(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 3 \cdot A_r(\text{C}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 8 \cdot A_r(\text{H}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 3 \cdot A_r(\text{O}) \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 3 \cdot 12,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 8 \cdot 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 3 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 92,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

$$m = \rho \cdot V$$

$$m = 1,30 \cdot 10^3 \frac{\text{g}}{\text{l}} \cdot 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ l} = 65,0 \text{ g}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{65,0 \text{ g}}{92,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 7,06 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$$

$$c = \frac{n}{V}$$

$$c(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = \frac{n}{V} = \frac{7,06 \cdot 10^{-1} \text{ mol}}{2,500 \cdot 10^{-1} \text{ l}} = 2,83 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

**Gegeven** **Gevraagd**

$$V_{\text{verd}} = 1 \text{ l}$$

$$V_{\text{conc}}$$

$$c_{\text{verd}} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$c_{\text{conc}} = 5 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

**Oplossing**

Met gedestilleerd water leng je 0,2 liter geconcentreerde natriumhydroxide-oplossing aan tot 1 liter.

$$c_{\text{verd}} \cdot V_{\text{verd}} = c_{\text{conc}} \cdot V_{\text{conc}}$$

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow V_{\text{conc}} &= \frac{c_{\text{verd}} \cdot V_{\text{verd}}}{c_{\text{conc}}} \\ &= \frac{1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 1 \text{ l}}{5 \frac{\text{mol}}{\text{l}}} \\ &= 2 \cdot 10^{-1} \text{ l (WN)} \end{aligned}$$

**12 Gegeven** **Gevraagd**

$$c_{\text{m,conc}} = 80,0 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

$$V_{\text{conc}}$$

$$c_{\text{m,verd}} = 20,0 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

$$V_{\text{verd}} = 1,00 \text{ l}$$

**Oplossing**

Met gedestilleerd water leng je 250 ml geconcentreerde oplossing aan tot 1,00 liter.

$$c_{\text{m,conc}} \cdot V_{\text{conc}} = c_{\text{m,verd}} \cdot V_{\text{verd}}$$

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow V_{\text{conc}} &= \frac{c_{\text{m,verd}} \cdot V_{\text{verd}}}{c_{\text{m,conc}}} \\ &= \frac{20,0 \frac{\text{g}}{\text{l}} \cdot 1,00 \text{ l}}{80,0 \frac{\text{g}}{\text{l}}} \\ &= 0,250 \text{ l} = 2,50 \cdot 10^{-1} \text{ (WN)} \end{aligned}$$

- 13 a** 250 mg  
**b** 250 mg  
**c** 5,00 ml suspensie bevat 250 mg amoxicilline

$$c_m = \frac{2,50 \cdot 10^{-1} \text{ g}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ l}} = 50 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

- d** 100 ml bereid geneesmiddel bevat 250 mg amoxicilline

$$\begin{aligned} c_m &= \frac{2,50 \cdot 10^{-1} \text{ g}}{0,100 \text{ l}} = 2,5 \frac{\text{g}}{\text{l}} \\ &= 5,0 \cdot 10^1 \text{ g (WN)} \end{aligned}$$

**3 Molair volume**

**14 Gegeven** **Gevraagd**

$$V = 500 \text{ ml} = 5,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$n$$

$$p = 101\,300 \text{ Pa}$$

$$\theta = 27^\circ \text{C} \Leftrightarrow T = 300 \text{ K}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$$

**Oplossing**

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow n(\text{H}_2) &= \frac{p \cdot V}{R \cdot T} \\ &= \frac{101\,300 \text{ Pa} \cdot 5,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 300 \text{ K}} \\ &= 0,0203 \text{ mol} = 2,03 \cdot 10^{-2} \text{ mol (WN)} \end{aligned}$$

**15 Gegeven** **Gevraagd**

$$p = 101\,300 \text{ Pa}$$

$$\theta$$

$$V_m = 22,4 \text{ l} + 2,24 \text{ l} = 24,6 \text{ l} = 2,46 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

**Oplossing**

$$V_m = \frac{V}{n} = \frac{R \cdot T}{p}$$

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow T &= \frac{p \cdot V_m}{R} = \frac{101\,300 \text{ Pa} \cdot 2,46 \cdot 10^{-2} \frac{\text{m}^3}{\text{mol}}}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}} \\ &= 300 \text{ K} \end{aligned}$$

$$\theta = 27^\circ \text{C}$$



# Indeling van chemische reacties

(volledig niet gezien in DGD)

Chemische reacties kun je indelen in verschillende reactiesoorten. Eén manier om reacties in te delen, is kijken naar welke deeltjes uitgewisseld worden. Deze uitwisselbare deeltjes kunnen ionen of elektronen zijn.

© 2022 Pelckmans Portaal maakt deel uit van de Pelckmans uitgeverij nv Brasschaatseweg 208 - 2920 Kalmthout - België - pelckmansuitgeverij.be  
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervaardigd, opgedragen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, op welke wijze ook, zonder de uitdrukkelijke voorafgaande en schriftelijke toestemming van de uitgever, behalve in geval van wettelijke uitzondering.



## INHOUD

|       |                                                       |     |
|-------|-------------------------------------------------------|-----|
| 1     | Ionenuitwisselingsreacties                            | 170 |
| 2     | De zuurtegraad van een oplossing                      | 182 |
| Focus | De zuurtegraad van oplossingen in het dagelijks leven | 190 |
| 3     | Redoxreacties                                         | 192 |

# 1 Ionenuitwisselingsreacties

Elektrolyten zijn samengestelde stoffen die in gesmolten toestand en/of opgelost in water vrije ionen vormen. De ionen die in water ontstaan, kunnen het resultaat zijn van dissociatie of ionisatie.

Als je elektrolytoplossingen met verschillende ionen samenvoegt kunnen de aanwezige ionen met elkaar reageren. Aangezien gelijk geladen ionen elkaar afstoten, kijk je enkel naar een mogelijke interactie tussen tegengesteld geladen ionen.

**Ionenuitwisselingsreacties** zijn reacties tussen tegengesteld geladen ionen van twee elektrolyten in water. Op basis van de gevormde reactieproducten deel je de reacties als volgt in.

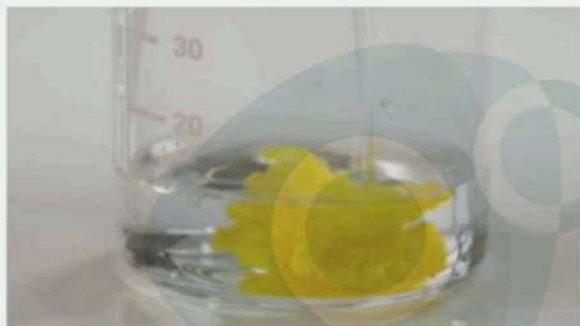
- Reacties waarbij een vaste stof gevormd wordt. Er ontstaat er een suspensie.
- Reacties waarbij een gas gevormd wordt. Er ontstaat schuim.
- Reacties waarbij water gevormd wordt. Het blijft een homogeen mengsel.

## 1.1 Neerslagreacties

Een **neerslagreactie** is een chemisch proces waarbij door het samenvoegen van elektrolytoplossingen vaste deeltjes in een vloeistof ontstaan. De onoplosbare vaste stof in de suspensie is een neerslag.

**VOORBEELD** Vorming van een neerslag door twee elektrolytoplossingen samen te voegen

Voeg je een  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ -oplossing bij een KI-oplossing, dan ontstaat er een gele neerslag.



Neerslagvorming bij reactie van een  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ -oplossing met een KI-oplossing



Detail  $\text{PbI}_2$  neerslag

Een neerslagreactie kan optreden als je oplossingen met verschillende ionen bij elkaar voegt. Bevatten de oplossingen de ionen van een onoplosbaar zout of hydroxide, dan vormen die spontaan een ionrooster.

De **oplosbaarheidstabel** geeft informatie over de mogelijkheid tot neerslagvorming.



| IONEN                        | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Cl <sup>-</sup> | Br <sup>-</sup> | I <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | S <sup>2-</sup> | OH <sup>-</sup> |
|------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Na <sup>+</sup>              |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| K <sup>+</sup>               |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Mg <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Ca <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Ba <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Al <sup>3+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               | reageert                      | reageert        |                 |
| Fe <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Fe <sup>3+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Cu <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Zn <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Ag <sup>+</sup>              |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Hg <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                | reageert                      |                               |                               |                 |                 |
| Pb <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |

#### Legende

|  |                   |
|--|-------------------|
|  | goed oplosbaar    |
|  | matig oplosbaar   |
|  | niet oplosbaar    |
|  | reageert in water |

#### Oplosbaarheidstabel

Combineer je een positief ion en een negatief ion, dan geeft de kleur van het vakje weer of er een neerslag ontstaat.

#### VOORBEELD De oplosbaarheidstabel interpreteren

Zijn er zowel Pb<sup>2+</sup>-ionen als NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-ionen, dan zie je dat het vakje op de rij van Pb<sup>2+</sup> en de kolom van NO<sub>3</sub><sup>-</sup> groen gekleurd is.

Een combinatie van beide ionen is goed oplosbaar in water. Ze blijven als afzonderlijke ionen in het water aanwezig.



Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> is goed oplosbaar.

| IONEN                        | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Cl <sup>-</sup> | Br <sup>-</sup> | I <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | S <sup>2-</sup> | OH <sup>-</sup> |
|------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Na <sup>+</sup>              |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| K <sup>+</sup>               |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Mg <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Ca <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Ba <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Al <sup>3+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               | reageert                      | reageert        |                 |
| Fe <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Fe <sup>3+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Cu <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Zn <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Ag <sup>+</sup>              |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Hg <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                | reageert                      |                               |                               |                 |                 |
| Pb <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |

Zijn er zowel Pb<sup>2+</sup>-ionen als I<sup>-</sup>-ionen, dan zie je dat het vakje op de rij van Pb<sup>2+</sup> en de kolom van I<sup>-</sup> rood gekleurd is.

Een combinatie van beide ionen is niet oplosbaar in water. Pb<sup>2+</sup>-ionen en I<sup>-</sup>-ionen vormen spon-  
taan een ionrooster met de formule-eenheid  
PbI<sub>2</sub>. Er ontstaat een neerslag.



PbI<sub>2</sub> is slecht oplosbaar.



Detail PbI<sub>2</sub>-neerslag

| IONEN                        | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Cl <sup>-</sup> | Br <sup>-</sup> | I <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | S <sup>2-</sup> | OH <sup>-</sup> |
|------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Na <sup>+</sup>              |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| K <sup>+</sup>               |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Mg <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Ca <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Ba <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Al <sup>3+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               | reageert                      | reageert        |                 |
| Fe <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Fe <sup>3+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Cu <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Zn <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Ag <sup>+</sup>              |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Hg <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                | reageert                      |                               |                               |                 |                 |
| Pb <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |



De stof die neerslaat, geef je in een reactievergelijking weer met ↓ of <sub>(v)</sub>.  
Een neerslagreactie kun je op twee manieren weergeven:

- de **essentiële ionenreactievergelijking** geeft de combinatie van de ionen weer die de neerslag vormen;
- de **stoffenreactievergelijking** geeft de reactie weer met de formules van alle reagentia en reactieproducten.

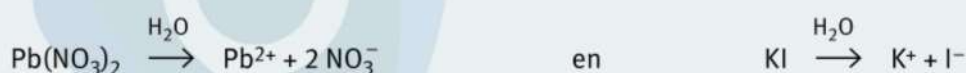
Voor het schrijven van een neerslagreactie kun je dit stappenplan gebruiken.

- Stap 1** Schrijf de dissociatiereacties en/of ionisatiereacties om te weten welke ionen er in de oplossing aanwezig zijn.
- Stap 2** Identificeer de kationen en de anionen. Zet ze in een aparte kolom zonder de coëfficiënt uit de dissociatie- of ionisatievergelijking over te nemen.
- Stap 3** Maak alle mogelijke combinaties tussen een kation en een anion. Welke ionencombinaties vormen een neerslag? Raadpleeg hiervoor de oplosbaarheidstabel.
- Stap 4** Schrijf de essentiële ionenreactievergelijking. Houd rekening met de juiste formule-eenheid van de gevormde neerslag. Gebruik de nodige indices en coëfficiënten. Achter de gevormde vaste stof plaats je ↓.
- Stap 5** Schrijf de stoffenreactievergelijking. De ionen die geen neerslag vormen, combineer je ook tot een formule-eenheid. Houd rekening met de nodige indices en coëfficiënten.  
Bij de stof die neerslaat, plaats je <sub>(v)</sub>. Achter de stof die een oplossing vormt, plaats je <sub>(opl)</sub>. Verkort kun je deze reactie weergeven door enkel achter de neerslag ↓ te plaatsen.

#### VOORBEELD Oplossingsstrategie uitwerken voor het schrijven van een neerslagreactie

Schrijf de neerslagreactie die optreedt na de toevoeging van een Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-oplossing aan een KI-oplossing.

**Stap 1** Ionisatiereactie schrijven



**Stap 2** Kationen en anionen identificeren



### Stap 3 Oplosbaarheidstabel raadplegen

#### Legende

|                   |
|-------------------|
| goed oplosbaar    |
| matig oplosbaar   |
| niet oplosbaar    |
| reageert in water |

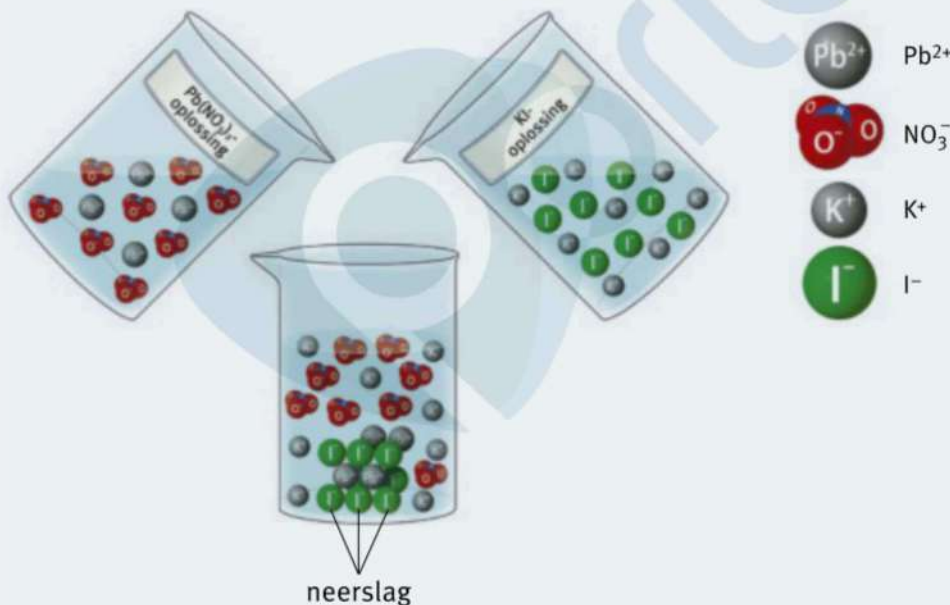
| IONEN                        | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Cl <sup>-</sup> | Br <sup>-</sup> | I <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | S <sup>2-</sup> | OH <sup>-</sup> |
|------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Na <sup>+</sup>              |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| K <sup>+</sup>               |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Mg <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Ca <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Ba <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Al <sup>3+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               | reageert                      | reageert        |                 |
| Fe <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Fe <sup>3+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Cu <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Zn <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Ag <sup>+</sup>              |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |
| Hg <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               | reageert                      |                 |                 |
| Pb <sup>2+</sup>             |                              |                 |                 |                |                               |                               |                               |                 |                 |



rood: de ionen vormen een neerslag  
groen: de ionen blijven in oplossing



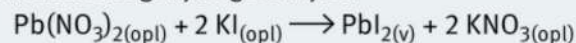
Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, KI en KNO<sub>3</sub> zijn goed oplosbaar; PbI<sub>2</sub> is slecht oplosbaar.



### Stap 4 Essentiële ionenreactievergelijking schrijven



### Stap 5 Stoffenreactievergelijking schrijven



of verkort  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{KI} \longrightarrow \text{PbI}_2 \downarrow + 2 \text{KNO}_3$

## 1.2 Gasontwikkelingsreactie

Een **gasontwikkelingsreactie** is een chemisch proces waarbij door het samenvoegen van elektrolytoplossingen gasbellen in een vloeistof ontstaan. De slecht oplosbare stof in het schuim is een gas, ontstaan door reactie tussen ionen.

### VOORBEELD Vorming van een gas door twee oplossingen samen te voegen

Als je een  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -oplossing toevoegt aan een  $\text{HCl}$ -oplossing ontstaat er een kleurloos gas.



Gasontwikkeling bij de reactie van een  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -oplossing met een  $\text{HCl}$ -oplossing



Detail  $\text{CO}_2$ -gas

Koolstofdioxide en waterstofsulfide zijn slecht oplosbare gassen. Het gas geef je in een reactievergelijking aan met  $\uparrow$  of  $_{(g)}$ .

Het koolstofdioxidegas vormt zich als je een oplossing met waterstofionen voegt bij een oplossing met carbonaationen of waterstofcarbonaationen. Het waterstofsulfidegas vormt zich als je een oplossing met waterstofionen voegt bij een oplossing met sulfide-ionen of waterstofsulfide-ionen.

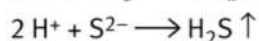
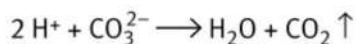
Een gasontwikkelingsreactie kun je op twee manieren weergeven:

- de **essentiële ionenreactievergelijking** geeft de combinatie van de ionen weer die het gas vormen;
- de **stoffenreactievergelijking** geeft de reactie weer met de formules van alle reagentia en reactieproducten.

Voor het schrijven van een gasontwikkelingsreactie kun je dit stappenplan gebruiken.

**Stap 1** Identificeer de stoffen. Gaat het om de combinatie van een zuur met een carbonaat- of sulfideverbinding:  $\text{CO}_3^{2-}$  of  $\text{S}^{2-}$ ? Dan treedt er gasvorming op.

**Stap 2** Schrijf de essentiële ionenreactievergelijking. Achter de gevormde gasvormige stof plaats je  $\uparrow$ . Houd rekening met de nodige indices en coëfficiënten.



**Stap 3** Schrijf de stoffenreactievergelijking. De ionen die geen gas vormen, combineer je tot een formule-eenheid. Houd rekening met de nodige indices en coëfficiënten.

Bij de stof die gasvormig is, plaats je  $_{(g)}$ . Achter de stof die een oplossing vormt, plaats je  $_{(opl)}$ . Verkort kun je deze reactie weergeven door achter het gas  $\uparrow$  te plaatsen.



## VOORBEELD Oplossingsstrategie uitwerken voor het schrijven van een gasontwikkelingsreactie

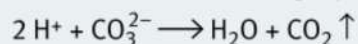
Schrijf de gasontwikkelingsreactie die optreedt na de toevoeging van een  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -oplossing aan een  $\text{HCl}$ -oplossing.

### Stap 1 Stoffen identificeren

$\text{Na}_2\text{CO}_3$ : carbonaat  $\text{CO}_3^{2-}$

$\text{HCl}$ : zuur,  $\text{H}^+$  aanwezig

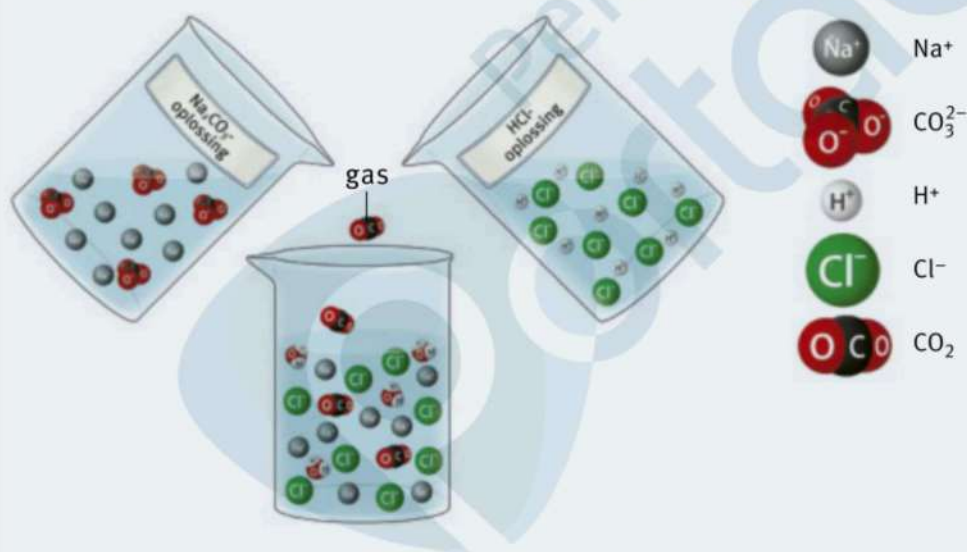
### Stap 2 Essentiële ionenreactievergelijking schrijven



$\text{Na}_2\text{CO}_3$  en  $\text{HCl}$  zijn goed oplosbaar.



$\text{CO}_2$  is slecht oplosbaar.



### Stap 3 Stoffenreactievergelijking schrijven



of verkort  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow + 2 \text{NaCl}$

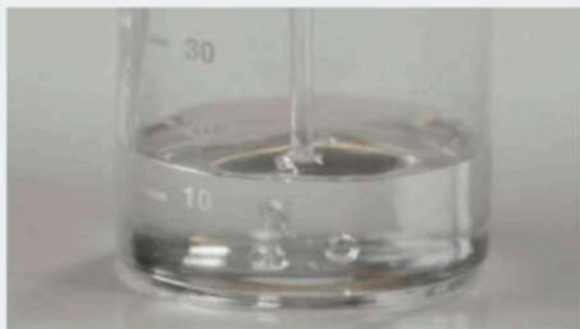
### 1.3 Neutralisatiereacties

Een neutralisatiereactie is een chemisch proces van een zuur en een hydroxide waarbij zout en water ontstaat.

In tegenstelling tot de neerslagvormingsreactie en de gasontwikkelingsreactie kun je de neutralisatiereactie niet visueel waarnemen.

#### VOORBEELD Vorming van water door twee oplossingen samen te voegen

Als je een HCl-oplossing aan een NaOH-oplossing toevoegt, ontstaat er water.



Neutralisatie bij de reactie van HCl met NaOH



Neutralisatie kun je niet visueel waarnemen

Een neutralisatiereactie kun je op twee manieren weergeven:

- de **essentiële ionenreactievergelijking** geeft de combinatie van de ionen weer die het water vormen;
- de **stoffenreactievergelijking** geeft de reactie weer met de formules van alle reagentia en reactieproducten.

Voor het schrijven van een neutralisatiereactie kun je dit stappenplan gebruiken.

- Stap 1** Identificeer de stoffen. Heb je te maken met de combinatie van een zuur met een hydroxide, dan treedt er neutralisatie op.
- Stap 2** Schrijf de essentiële ionenreactievergelijking.  
$$\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$$
- Stap 3** Schrijf de stoffenreactievergelijking. De ionen die geen water vormen, combineer je tot een formule-eenheid. Houd rekening met de nodige indices en coëfficiënten.  
Bij water plaats je <sub>(vl)</sub>. Achter de stof die een oplossing vormt, plaats je <sub>(opl)</sub>.

#### VOORBEELD Oplossingsstrategie uitwerken voor het schrijven van een neutralisatiereactie

Schrijf de neutralisatiereactie die optreedt na het toevoegen van een NaOH-oplossing aan een HCl-oplossing.

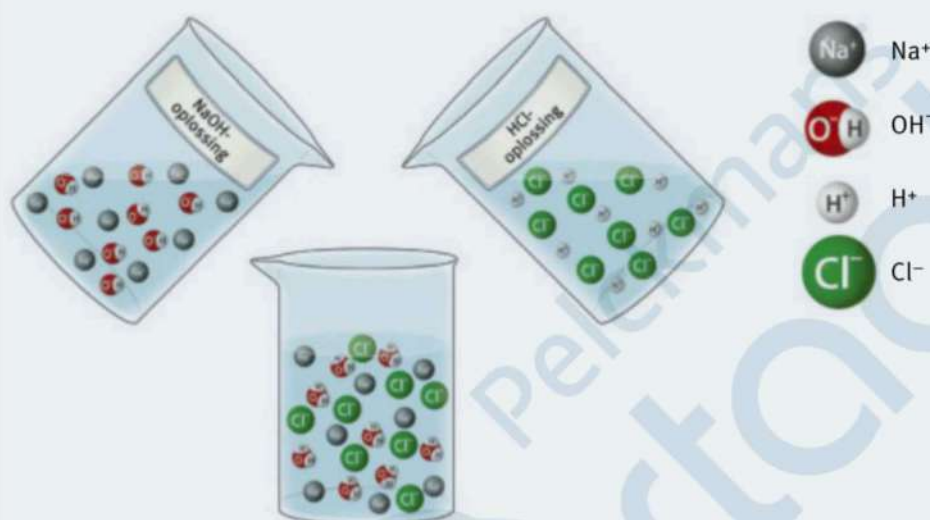
- Stap 1** Stoffen identificeren  
NaOH: hydroxide,  $\text{OH}^-$  aanwezig  
HCl: zuur,  $\text{H}^+$  aanwezig
- Stap 2** Essentiële ionenreactievergelijking schrijven  
$$\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$$



Neutralisatiereactie met de protonen van het zuur en de hydroxide-ionen van het hydroxide



Neutralisatiereacties kun je niet visueel waarnemen.



### Stap 3 Stoffenreactievergelijking schrijven



of verkort  $\text{NaOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$

#### OPDRACHTEN

1 2 3 4  
5 6 7 8  
9

#### TEST JEZELF

1 2 3 4  
5 6 7 8  
9 10 11 12  
13 14 15 16  
17

#### CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR?

- Ionuitwisselingsreacties kun je altijd visueel waarnemen.
- Met de oplosbaarheidstabel kun je achterhalen welke ionen een neerslag vormen.
- Nitraationen vormen vaak een neerslag.
- In een gasontwikkelingsreactie is er steeds een hydroxide als reagens aanwezig.
- Wanneer een willekeurig zuur reageert met een hydroxide ontstaat er altijd water.

W NW

☐ ☐  
☐ ☐  
☐ ☐  
☐ ☐  
☐ ☐

#### + MENU

☐ Neutralisatiereacties waarnemen

#### ONDERZOEKEN

- ☐ 6 Neerslagreacties waarnemen
- ☐ 7 De samenstelling van stoepkrijt en bordkrijt onderzoeken
- ☐ 8 De neutralisatiereactie tussen een HCl- en NaOH-oplossing volgen
- ☐ 9 Puzzeltitratie



1

## Ionenuitwisselingsreacties herkennen

Leg een bruistablet in een glas water. Noteer je waarneming zo nauwkeurig mogelijk. Welke ionenuitwisselingsreactie herken je?

Zodra de tablet in aanraking komt met het water, worden er gasbellen gevormd. Er ontstaat schuim. De ionenuitwisselingsreactie die optreedt, is een gasontwikkelingsreactie.



2

## Ionenuitwisselingsreacties herkennen

a Observeer en vul aan.

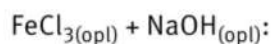
|                        | $\text{FeCl}_{3(\text{opl})}$                                                     | $\text{NaOH}_{(\text{opl})}$                                                      | $\text{NaCl}_{(\text{opl})}$                                                       | $\text{FeCl}_{3(\text{opl})} + \text{NaOH}_{(\text{opl})}$                          |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                        |  |  |  |  |
| oplosbaarheid in water | goed                                                                              | goed                                                                              | goed                                                                               | slecht<br>neerslagvorming                                                           |

|                        | $\text{HNO}_{3(\text{opl})}$                                                        | $\text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{opl})}$                                              | $\text{NaNO}_{3(\text{opl})}$                                                        | $\text{HNO}_{3(\text{opl})} + \text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{opl})}$                   |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                        |  |  |  |  |
| oplosbaarheid in water | goed                                                                                | goed                                                                                | goed                                                                                 | slecht<br>gasvorming                                                                  |

b Schrijf de dissociatie- of de ionisatiereactievergelijking van de goed oplosbare stoffen.



- c Identificeer de slecht oplosbare stoffen door de vragen te beantwoorden.



Welke ionen worden tot de positieve  $\text{Na}^+$ -ionen aangetrokken?

$\text{Cl}^-$ -ionen en  $\text{OH}^-$ -ionen

Vormen  $\text{Na}^+$ -ionen en  $\text{Cl}^-$ -ionen een neerslag?

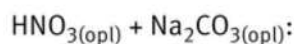
Nee,  $\text{NaCl}$  is goed oplosbaar.

Welke ionen worden door de positieve  $\text{Fe}^{3+}$ -ionen aangetrokken?

$\text{Cl}^-$ -ionen en  $\text{OH}^-$ -ionen

Uit welke ionen ontstaat de neerslag?

$\text{Fe}^{3+}$ -ionen en  $\text{OH}^-$ -ionen



Welke ionen worden tot de positieve  $\text{Na}^+$ -ionen aangetrokken?

$\text{NO}_3^-$ -ionen en  $\text{CO}_3^{2-}$ -ionen

Vormen  $\text{Na}^+$ -ionen en  $\text{NO}_3^-$ -ionen een gas?

Nee,  $\text{NaNO}_3$  is goed oplosbaar.

Welke ionen worden tot de positieve  $\text{H}^+$ -ionen aangetrokken?

$\text{NO}_3^-$ -ionen en  $\text{CO}_3^{2-}$ -ionen.

Uit welke ionen ontstaat het gas?

$\text{H}^+$ -ionen en  $\text{CO}_3^{2-}$ -ionen

3

### De oplosbaarheidstabel interpreteren

Zijn de verbindingen goed, matig of slecht oplosbaar in water? Vermeld of de stof zal neerslaan in water.

- a  $\text{MgSO}_4$  goed oplosbaar
- b  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  slecht oplosbaar, de stof zal neerslaan
- c  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  slecht oplosbaar, de stof zal neerslaan
- d  $\text{BaS}$  matig oplosbaar, de stof zal gedeeltelijk neerslaan
- e  $\text{FeI}_3$  goed oplosbaar

4

### De oplosbaarheidstabel interpreteren

Geef de formule van een goed oplosbaar hydroxide.

$\text{NaOH}$  of  $\text{KOH}$

5

### De oplosbaarheidstabel interpreteren

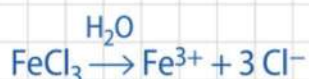
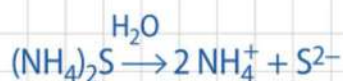
Geef de formule van een matig oplosbare bromideverbinding.

$\text{HgBr}_2$  of  $\text{PbBr}_2$

### Een neerslagreactievergelijking schrijven

Schrijf de neerslagreactievergelijking die optreedt na het toevoegen van een  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ -oplossing aan een  $\text{FeCl}_3$ -oplossing. Gebruik het stappenplan.

#### Stap 1: Dissociatiereacties schrijven



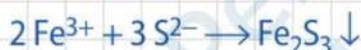
#### Stap 2: Kationen en anionen identificeren



#### Stap 3: Oplosbaarheidstabel raadplegen



#### Stap 4: Essentiële ionenreactievergelijking schrijven



#### Stap 5: Stoffenreactievergelijking schrijven



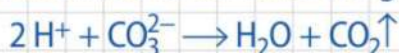
### Een gasontwikkelingsreactievergelijking schrijven

Schrijf de gasontwikkelingsreactievergelijking die optreedt na toevoeging van een  $\text{K}_2\text{CO}_3$ -oplossing aan een  $\text{H}_3\text{PO}_4$ -oplossing. Gebruik het stappenplan.

#### Stap 1: Stoffen identificeren



#### Stap 2: Essentiële ionenreactievergelijking schrijven



#### Stap 3: Stoffenreactievergelijking schrijven





### Een essentiële ionenreactievergelijking en stoffenreactievergelijking schrijven

Werk de ionenuitwisselingsreacties uit, zodat je kunt aangeven om welk type het gaat.

- a De reactie waarbij  $\text{CaCO}_3$  reageert met een  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -oplossing  
 ionenreactievergelijking:  $2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$   
 stoffenreactievergelijking:  $\text{CaCO}_{3(\text{opl})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{opl})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{vl})} + \text{CO}_{2(\text{g})} + \text{CaSO}_{4(\text{opl})}$   
 of verkort  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow + \text{CaSO}_4$   
 gasontwikkelingsreactie
- b De reactie waarbij een  $\text{KOH}$ -oplossing reageert met  $\text{HI}$   
 ionenreactievergelijking:  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$   
 stoffenreactievergelijking:  $\text{KOH}_{(\text{opl})} + \text{HI}_{(\text{opl})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{vl})} + \text{KI}_{(\text{opl})}$   
 of verkort  $\text{KOH} + \text{HI} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{KI}$   
 neutralisatiereactie
- c De reactie waarbij een  $\text{AgNO}_3$ -oplossing reageert met een  $\text{Na}_2\text{S}$ -oplossing  
 ionenreactievergelijking:  $2\text{Ag}^+ + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}\downarrow$   
 stoffenreactievergelijking:  $2\text{AgNO}_{3(\text{opl})} + \text{Na}_2\text{S}_{(\text{opl})} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}_{(\text{v})} + 2\text{NaNO}_{3(\text{opl})}$   
 of verkort  $2\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}\downarrow + 2\text{NaNO}_3$   
 neerslagreactie

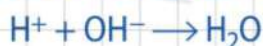
### Een neutralisatiereactie schrijven

Schrijf de essentiële ionenreactievergelijking en de stoffenreactievergelijking van een neutralisatiereactie die optreedt na het toevoegen van een  $\text{H}_2\text{CO}_3$ -oplossing aan een  $\text{KOH}$ -oplossing. Gebruik het stappenplan.

Stap 1: Stoffen identificeren  $\text{H}_2\text{CO}_3$ : zuur

$\text{KOH}$ : hydroxide

Stap 2: Essentiële ionenreactievergelijking schrijven



Stap 3: Stoffenreactievergelijking schrijven



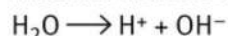
## 2 De zuurtegraad van een oplossing

Als je een zuur samenvoegt met een hydroxide treedt er een neutralisatiereactie op. Enkel wanneer de  $H^+$ -ionen en  $OH^-$ -ionen in stoichiometrische verhoudingen voorkomen, is de neutralisatie volledig.

Aangezien je de neutralisatiereactie niet zintuiglijk kunt waarnemen, kun je niet weten of er nog zuur of hydroxide in de oplossing aanwezig is. Er is nood aan een methode om de hoeveelheid  $H^+$ -ionen en  $OH^-$ -ionen in een volume oplossing aan te tonen.

### 2.1 Onderscheid tussen neutrale, zure en basische oplossingen

In zuiver water ioniseert een zeer klein deel van de watermoleculen:



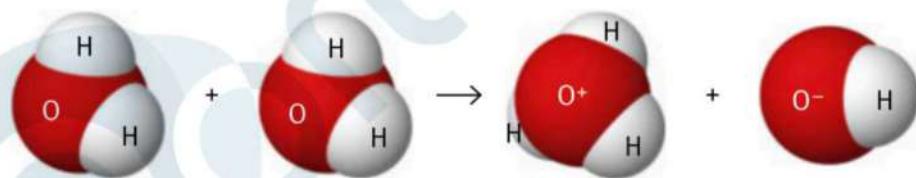
Bij het ioniseren van 1 molecule water ontstaat uit 1 molecule water 1  $H^+$ - en 1  $OH^-$ -ion. Hieruit volgt dat de hoeveelheid stof van de waterstofionen gelijk is aan de hoeveelheid stof van de hydroxide-ionen:  $n(H^+) = n(OH^-)$ .

Uit experimentele gegevens blijkt dat zuiver water de elektrische stroom nagenoeg niet geleidt. De concentratie van de ionen die ontstaat door het ioniseren van water is zeer klein.

In zuiver water zal de waterstofionenconcentratie gelijk zijn aan de hydroxide-ionenconcentratie:

$$c(H^+) = 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$
$$c(OH^-) = 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$
$$c(H^+) = c(OH^-)$$

In werkelijkheid bindt een tweede watermolecule het proton.



Je spreekt van een **neutrale oplossing** als de hoeveelheid stof van de waterstofionen gelijk is aan de hoeveelheid stof van de hydroxide-ionen:  $n(H^+) = n(OH^-)$ . Aangezien ze allebei in hetzelfde volume zitten, is  $c(H^+) = c(OH^-)$ .

Voeg je een zuur aan water toe, dan ioniseert het zuur. De hoeveelheid  $H^+$ -ionen in de oplossing neemt toe. Een deel van de  $H^+$ -ionen gaat met de aanwezige  $OH^-$ -ionen van water een neutralisatiereactie aan. De hoeveelheid  $OH^-$ -ionen neemt af.

Je spreekt van een **zure oplossing** als  $n(H^+) > n(OH^-)$  of  $c(H^+) > c(OH^-)$

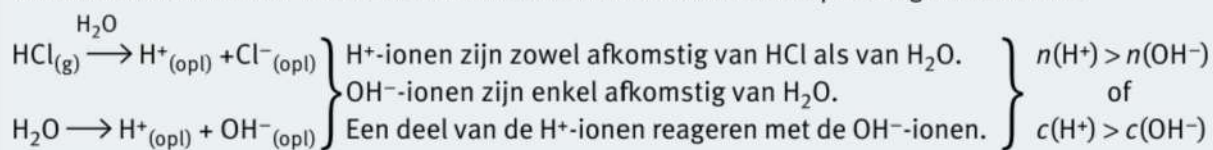
In een waterige oplossing met zuur geldt:  $c(H^+) > 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$   
 $c(OH^-) < 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$

Hoe meer  $H^+$ -ionen en dus hoe minder  $OH^-$ -ionen in de oplossing aanwezig zijn, hoe zuurder de oplossing is.



### VOORBEELD Het kenmerk van zure oplossingen verklaren

De ionisatiereactie van waterstofchloride in water heeft een zure oplossing als resultaat.



Voeg je een hydroxide toe aan water, dan dissocieert de hydroxide. De hoeveelheid  $\text{OH}^-$ -ionen neemt toe. Een deel van de  $\text{OH}^-$ -ionen gaat met de aanwezige  $\text{H}^+$ -ionen van water een neutralisatiereactie aan.

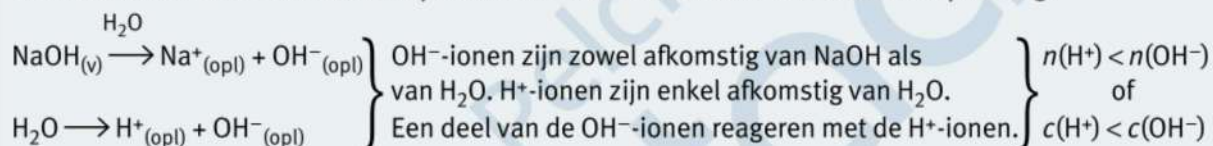
De hoeveelheid  $\text{H}^+$ -ionen neemt af. Je spreekt van een **basische oplossing** wanneer  $n(\text{H}^+) < n(\text{OH}^-)$  of  $c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-)$ .

In een waterige oplossing met een hydroxide zal:  $c(\text{H}^+) < 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$   
 $c(\text{OH}^-) > 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$

Hoe minder  $\text{H}^+$ -ionen en dus hoe meer  $\text{OH}^-$ -ionen in de oplossing aanwezig zijn, hoe basischer de oplossing is.

### VOORBEELD Het kenmerk van basische oplossingen verklaren

De dissociatiereactie van natriumhydroxide in water veroorzaakt een basische oplossing.



Voeg je een zuur én een hydroxide toe aan water, dan ioniseert het zuur en dissocieert de hydroxide. De aanwezige  $\text{H}^+$ -ionen van het zuur ondergaan een neutralisatiereactie met de aanwezige  $\text{OH}^-$ -ionen. Hierbij reageert 1  $\text{H}^+$ -ion met 1  $\text{OH}^-$ -ion. De reactie is **aflopend**, ze gaat door tot minstens een van de reagentia volledig weg is.

- Wanneer de hoeveelheid  $\text{H}^+$ -ionen, afkomstig van het toegevoegde zuur, gelijk is aan de hoeveelheid  $\text{OH}^-$ -ionen van de toegevoegde hydroxide, dan komen beide reagentia in **stoichiometrische verhoudingen** voor. De aflopende neutralisatiereactie zet alle reagentia om in water. Er ontstaat een neutrale oplossing, aangezien aanwezige  $\text{H}^+$ -ionen en  $\text{OH}^-$ -ionen enkel afkomstig zijn van de ionisatie van water en niet van het toegevoegde zuur of de hydroxide.
- Wanneer de hoeveelheid  $\text{H}^+$ -ionen afkomstig van het toegevoegde zuur, groter is dan de hoeveelheid  $\text{OH}^-$ -ionen afkomstig van de toegevoegde hydroxide, dan is de hydroxide het **beperkende of limiterend reagens**. Het zuur is het reagens in **overmaat**. Na de aflopende neutralisatiereactie blijft er nog een deel over van de hoeveelheid  $\text{H}^+$ -ionen afkomstig van het toegevoegde zuur. Er ontstaat een zure oplossing, aangezien  $n(\text{H}^+) > n(\text{OH}^-)$  of  $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ .
- Wanneer de hoeveelheid  $\text{H}^+$ -ionen afkomstig van het toegevoegde zuur, kleiner is dan de hoeveelheid  $\text{OH}^-$ -ionen afkomstig van de toegevoegde hydroxide, dan is het zuur het **beperkende of limiterend reagens**. De hydroxide is het reagens in **overmaat**. Na de aflopende neutralisatiereactie blijft er nog een deel over van de hoeveelheid  $\text{OH}^-$ -ionen afkomstig van de toegevoegde hydroxide. Er ontstaat een basische oplossing aangezien  $n(\text{H}^+) < n(\text{OH}^-)$  of  $c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-)$ .



### VOORBEELD Stoichiometrisch vraagstuk bij neutralisatiereactie

Bepaal of je een neutrale, zure of basische oplossing krijgt indien een oplossing die 3,0 mol HCl bevat toegevoegd wordt aan een oplossing die 2,5 mol NaOH bevat.

#### Gegeven

$n(\text{HCl}) = 3,0 \text{ mol}$   
 $n(\text{NaOH}) = 2,5 \text{ mol}$

#### Gevraagd

Neutrale, zure of basische oplossing?

#### Oplossing

essentiële ionenreactievergelijking:  $\text{H}^+_{(\text{opl})} + \text{OH}^-_{(\text{opl})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{vl})}$   
of stoffenreactievergelijking:  $\text{HCl}_{(\text{opl})} + \text{NaOH}_{(\text{opl})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{vl})} + \text{NaCl}_{(\text{opl})}$

verhouding reagentia:  $n(\text{HCl}_{(\text{opl})}) > n(\text{NaOH}_{(\text{opl})})$

$\text{HCl}_{(\text{opl})}$  is reagens in overmaat.

$\text{NaOH}_{(\text{opl})}$  is limiterend of beperkend reagens.

Er ontstaat een zure oplossing.

## 2.2 pH

De **zuurtegraad** van een oplossing is een maat om aan te geven of een oplossing zuur, neutraal of basisch is. Je kunt de zuurtegraad uitdrukken met  $c(\text{H}^+)$  of  $c(\text{OH}^-)$ .

Hoe zuurder de oplossing, hoe hoger de  $c(\text{H}^+)$  en dus hoe lager de  $c(\text{OH}^-)$ . De oplossing heeft een hoge zuurtegraad.

Hoe meer basisch de oplossing is, hoe lager de  $c(\text{H}^+)$  en dus hoe hoger de  $c(\text{OH}^-)$ . De oplossing heeft een lage zuurtegraad.

De  $c(\text{H}^+)$ - en  $c(\text{OH}^-)$ -waarden zijn vaak zeer klein. Om berekeningen te vereenvoudigen, voerde Sørensen het begrip **pH** in als maat voor de zuurtegraad van een waterige oplossing. Aan pH wordt geen eenheid toegekend, enkel een getalwaarde. Het is een wiskundige uitdrukking:

$$\text{pH} = -\log c(\text{H}^+) \text{ of } c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}}$$

Log is de afkorting van logaritme. De logaritme van een getal is de exponent waartoe je het getal 10 moet verheffen om het getal als resultaat te verkrijgen. Zo is  $1000 = 10^3$ ; dus  $\log 1000 = 3$ .

Dat wil zeggen dat:

- 1 logaritmische eenheid overeenkomt met een factor 10,
- 2 logaritmische eenheden komen overeen met een factor 100,
- 3 logaritmische eenheden met een factor 1000 ...

Een negatief logaritme,  $-\log$ , wil zeggen dat er een **omgekeerd evenredig** verband bestaat: 1 logaritmische eenheid **stijgen** komt overeen met een factor 10 **dalen**. Omgekeerd zal 1 logaritmische eenheid dalen overeenkomen met een factor 10 stijgen.

| $c(\text{H}^+)$<br>( $\frac{\text{mol}}{\text{l}}$ ) | $c(\text{H}^+)$<br>( $\frac{\text{mol}}{\text{l}}$ ) | pH |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----|
| 1                                                    | $10^0$                                               | 0  |
| 0,1                                                  | $10^{-1}$                                            | 1  |
| 0,01                                                 | $10^{-2}$                                            | 2  |
| 0,001                                                | $10^{-3}$                                            | 3  |
| 0,0001                                               | $10^{-4}$                                            | 4  |
| 0,00001                                              | $10^{-5}$                                            | 5  |
| 0,000001                                             | $10^{-6}$                                            | 6  |
| 0,0000001                                            | $10^{-7}$                                            | 7  |
| 0,00000001                                           | $10^{-8}$                                            | 8  |
| 0,000000001                                          | $10^{-9}$                                            | 9  |
| 0,0000000001                                         | $10^{-10}$                                           | 10 |
| 0,00000000001                                        | $10^{-11}$                                           | 11 |
| 0,000000000001                                       | $10^{-12}$                                           | 12 |
| 0,0000000000001                                      | $10^{-13}$                                           | 13 |
| 0,00000000000001                                     | $10^{-14}$                                           | 14 |

#### VOORBEELD pH interpreteren

Als in een oplossing  $c(\text{H}^+) = 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ , dan is  $\text{pH} = 3$ .

Een oplossing met  $\text{pH} = 3$  heeft een zuurtegraad die aangeeft dat er  $10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$   $\text{H}^+$ -ionen aanwezig zijn.

Als in een oplossing  $c(\text{H}^+) = 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ , dan is  $\text{pH} = 5$ .

Een oplossing met  $\text{pH} = 5$  heeft een zuurtegraad die aangeeft dat er  $10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$   $\text{H}^+$ -ionen aanwezig zijn. De  $c(\text{H}^+)$  van een oplossing met  $\text{pH} = 3$  is dus 100 keer hoger dan de  $c(\text{H}^+)$  van een oplossing met  $\text{pH} = 5$ . De zuurtegraad van een oplossing met  $\text{pH} = 3$  is 100 keer hoger dan de zuurtegraad van een oplossing met  $\text{pH} = 5$ .

In een neutrale oplossing is  $c(\text{H}^+) = 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  of  $\text{pH} = -\log c(\text{H}^+) = -\log 10^{-7} = 7$

In een zure oplossing is  $c(\text{H}^+) > 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  of  $\text{pH} < 7$

Hoe lager de pH-waarde is, hoe hoger  $c(\text{H}^+)$  in de oplossing. De oplossing is meer zuur; de zuurtegraad is hoger.

In een basische oplossing is  $c(\text{H}^+) < 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  of  $\text{pH} > 7$

Hoe hoger de pH-waarde, hoe lager  $c(\text{H}^+)$  in de oplossing. De oplossing is meer basisch; de zuurtegraad is lager.

De **pH-schaal** bevat waarden tussen 0 en 14.

Je kunt de pH-schaal gebruiken voor mengsels van zuren en basen. Enkel als  $\text{pH} = 7$  is de neutralisatie volledig:  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) = 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ .

De zuurtegraad van een oplossing kun je dus op drie manieren uitdrukken: met  $c(\text{H}^+)$ , met  $c(\text{OH}^-)$  of met een pH-waarde.

| ZUURTEGRAAD VAN EEN OPLOSSING |                                                               |                                                                |    |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----|
|                               | $c(\text{H}^+)$<br>$\left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)$ | $c(\text{OH}^-)$<br>$\left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)$ | pH |
| zuur<br>↑                     | $10^0$                                                        | $10^{-14}$                                                     | 0  |
|                               | $10^{-1}$                                                     | $10^{-13}$                                                     | 1  |
|                               | $10^{-2}$                                                     | $10^{-12}$                                                     | 2  |
|                               | $10^{-3}$                                                     | $10^{-11}$                                                     | 3  |
|                               | $10^{-4}$                                                     | $10^{-10}$                                                     | 4  |
|                               | $10^{-5}$                                                     | $10^{-9}$                                                      | 5  |
|                               | $10^{-6}$                                                     | $10^{-8}$                                                      | 6  |
| neutraal                      | $10^{-7}$                                                     | $10^{-7}$                                                      | 7  |
| ↓<br>basisch                  | $10^{-8}$                                                     | $10^{-6}$                                                      | 8  |
|                               | $10^{-9}$                                                     | $10^{-5}$                                                      | 9  |
|                               | $10^{-10}$                                                    | $10^{-4}$                                                      | 10 |
|                               | $10^{-11}$                                                    | $10^{-3}$                                                      | 11 |
|                               | $10^{-12}$                                                    | $10^{-2}$                                                      | 12 |
|                               | $10^{-13}$                                                    | $10^{-1}$                                                      | 13 |
|                               | $10^{-14}$                                                    | $10^0$                                                         | 14 |

#### VOORBEELD Zuurtegraad weergeven

Als de pH van sinaasappelsap 4 bedraagt, is de waterstofionenconcentratie  $c(\text{H}^+) = 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  en de hydroxide-ionenconcentratie  $= c(\text{OH}^-) = 10^{-10} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ .



Sinaasappelsap

### 2.3 Zuur-base-indicatoren

Een **zuur-base-indicator** is een organische kleurstof. De kleur is afhankelijk van de pH-waarde van de oplossing. Het **omslaggebied** is het pH-gebied waarin de kleurverandering gebeurt. Dat omslaggebied is voor iedere indicator anders.



## VOORBEELD De kleur van enkele indicatoren weergegeven

| INDICATOR<br>pH OMSLAGGEBIED  | pH < OMSLAGGEBIED                                                                              | pH BINNEN<br>OMSLAGGEBIED                                                                   | pH > OMSLAGGEBIED                                                                              |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| methylooranje<br>3,1 - 4,4    | <br>rood      | <br>oranje | <br>geel    |
| broomcresolgroen<br>3,8 - 5,4 | <br>geel      | <br>groen  | <br>blauw   |
| methyloorde<br>4,4 - 6,2      | <br>rood      | <br>oranje | <br>geel    |
| lakmoes<br>4,7 - 8,2          | <br>rood      | <br>paars  | <br>blauw   |
| broomthymolblauw<br>6,0 - 7,6 | <br>geel      | <br>groen  | <br>blauw   |
| fenolftaleïne<br>8,2 - 9,8    | <br>kleurloos | <br>roze   | <br>magenta |

Je kunt met een zuur-base-indicator niet nauwkeurig de pH-waarde van een oplossing bepalen. Daarvoor gebruik je een **universele indicator**. Dat is een mengsel van verschillende zuur-base-indicatoren waardoor de universele indicator voor meerdere pH-waarden een andere kleur aangeeft.

Als je de pH-waarde van de oplossing nog nauwkeuriger wilt meten, gebruik je een **pH-meter**.



Universele indicatoroplossing of -strookje doordrenkt met universele indicatoroplossing



Een pH-meter

### CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR?

- |                                                                                                                                    | W                        | NW                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 Als je een zuur toevoegt aan water verhoogt dat de zuurtegraad van de oplossing.                                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 Als je een zuur toevoegt aan water verhoogt dat de pH-waarde van de oplossing.                                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 Als je een hydroxide toevoegt aan water verlaagt dat de zuurtegraad en verhoogt dat de pH van de oplossingen.                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 Als je een willekeurige hoeveelheid zuur en base samenvoegt, krijg je altijd een neutrale oplossing.                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5 Een indicator zorgt ervoor dat de pH binnen zekere grenzen weinig verandert bij toevoeging van kleine hoeveelheden zuur of base. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6 Elke zuur-base-indicator is geschikt om pH 9 aan te tonen.                                                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### OPDRACHTEN

10 11 12 13

### TEST JEZELF

18 19 20 21  
22 23 24 25  
26 27

### ONDERZOEKEN

☐ 10 Zuur-base-indicatoren

10

## Zure, neutrale en basische oplossingen onderscheiden

Leg aan de hand van  $c(\text{H}^+)$  uit of je te maken hebt met een zure, neutrale of basische oplossing.

- a Aan zuiver water voeg je  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  toe.

ionisatie zuiver water:  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$

$\text{Ca}(\text{OH})_2$  is matig oplosbaar en een elektrolyt.

dissociatiereactie:  $\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{v})} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Ca}^{2+}_{(\text{opl})} + 2 \text{OH}^{-}_{(\text{opl})}$

$\text{H}^+$ -ionen zijn enkel afkomstig van  $\text{H}_2\text{O}$ .  $\text{OH}^-$ -ionen zijn zowel afkomstig van  $\text{H}_2\text{O}$  als van  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Een deel van de  $\text{OH}^-$ -ionen reageert met de  $\text{H}^+$ -ionen.  
 $\rightarrow c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-) \rightarrow$  basische oplossing

- b Aan zuiver water voeg je  $\text{H}_2\text{CO}_3$  toe.

ionisatie zuiver water:  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$

ionisatie  $\text{H}_2\text{CO}_3$ :  $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{v})} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} 2 \text{H}^{+}_{(\text{opl})} + \text{CO}_3^{2-}_{(\text{opl})}$

$\text{H}^+$ -ionen zijn zowel afkomstig van  $\text{H}_2\text{O}$  als van  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .  $\text{OH}^-$ -ionen zijn enkel afkomstig van  $\text{H}_2\text{O}$ . Een deel van de  $\text{H}^+$ -ionen reageert met de  $\text{OH}^-$ -ionen.  
 $\rightarrow c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-) \rightarrow$  zure oplossing

11

## De zuurtegraad van een oplossing weergeven

- a Observeer, bereken en vul aan.

In een maatbeker zit 10 ml  $0,10 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  HCl-oplossing. Aan deze oplossing voeg je langzaam een volume  $0,10 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  NaOH-oplossing toe. In de maatbeker meet een pH-meter de zuurtegraad.

| $V(\text{HCl})$<br>AANWEZIG<br>(ml) | $n(\text{HCl})$<br>AANWEZIG<br>(mol) | $V(\text{NaOH})$<br>TOEGEVOEGD<br>(ml) | $n(\text{NaOH})$<br>TOEGEVOEGD<br>(mol) | $c(\text{H}^+) \dots c(\text{OH}^-)$<br>>, = OF < | pH ... 7<br>>, = OF < |
|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------|
| 10                                  | 0,0010                               | 0                                      | 0                                       | >                                                 | <                     |
| 10                                  | 0,0010                               | 5                                      | 0,0005                                  | >                                                 | <                     |
| 10                                  | 0,0010                               | 10                                     | 0,0010                                  | =                                                 | =                     |
| 10                                  | 0,0010                               | 15                                     | 0,0015                                  | <                                                 | >                     |

- b Heb je een zure, neutrale of basische oplossing?

na toevoeging van 0 ml NaOH: zure oplossing

na toevoeging van 5 ml NaOH: zure oplossing

na toevoeging van 10 ml NaOH: neutrale oplossing

na toevoeging van 15 ml NaOH: basische oplossing



## Zuur-base-indicatoren interpreteren

a Observeer de kleur en vul aan.

|                                                                   | ZUUR,<br>NEUTRAAL<br>OF BASISCH? | METHYLORANJE                                                                                | BROOMTHYMOL-<br>BLAUW                                                                          | FENOLFTALEÏNE                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ HCl-oplossing                   | zuur                             | rood<br>   | geel<br>    | kleurloos<br> |
| $0,1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$<br>HCl-oplossing  | zuur                             | oranje<br> | geel<br>    | kleurloos<br> |
| H <sub>2</sub> O                                                  | neutraal                         | geel<br>   | groen<br>   | kleurloos<br> |
| $0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ NaOH-oplossing                  | basisch                          | geel<br> | blauw<br> | magenta<br> |
| $0,1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$<br>NaOH-oplossing | basisch                          | geel<br> | blauw<br> | magenta<br> |

b Welke indicator is het meest geschikt om ...

- een onderscheid te maken tussen zure, neutrale en basische oplossingen?  
broomthymolblauw
- een onderscheid te maken tussen verschillende concentraties van zure oplossingen?  
methyloranje

## Zuur-base-indicatoren interpreteren

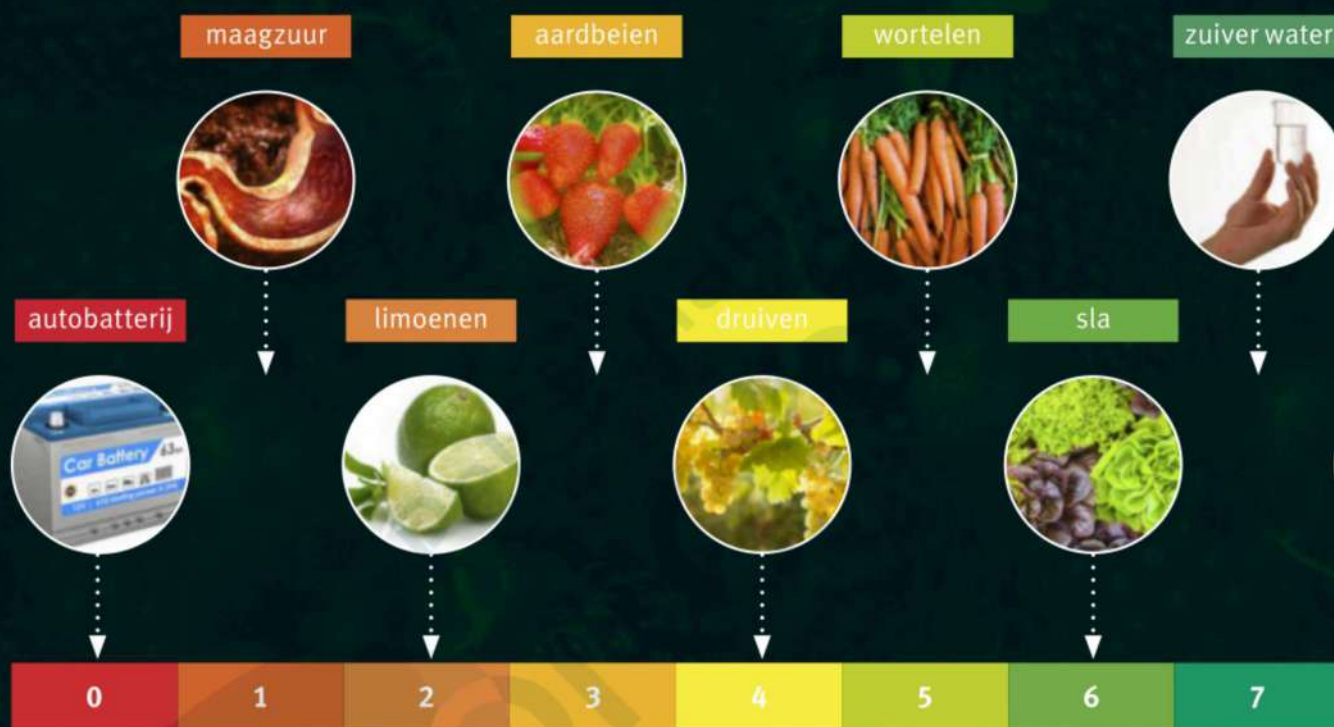
Bepaal of je een neutrale, zure of basische oplossing krijgt indien:

- a een oplossing die 1,0 mol NaOH bevat, wordt toegevoegd aan een oplossing die 1,0 mol HCl bevat.  
neutrale oplossing
- b een oplossing die 1,0 mol NaOH bevat, wordt toegevoegd aan een oplossing die 1,5 mol HCl bevat.  
zure oplossing
- c een oplossing die 1,0 mol HCl bevat wordt, toegevoegd aan een oplossing die 1,5 mol NaOH bevat  
basische oplossing



# De zuurtegraad van het dagelijks leven

In het dagelijks leven zie je oplossingen met een verschillende zuurtegraad. De zuurtegraad van deze oplossingen schommelt rond een bepaalde pH.



Anthocyanen zorgen voor de kleur in heel wat planten. Het zijn zuur-base-indicatoren. Voeg je een zuur toe, dan verkleuren ze naar rood. Voeg je een base toe, dan verkleuren ze eerst naar blauw en groen en dan naar geel.



Anthocyanen kleuren fruit en groenten rood, blauw of zwart.

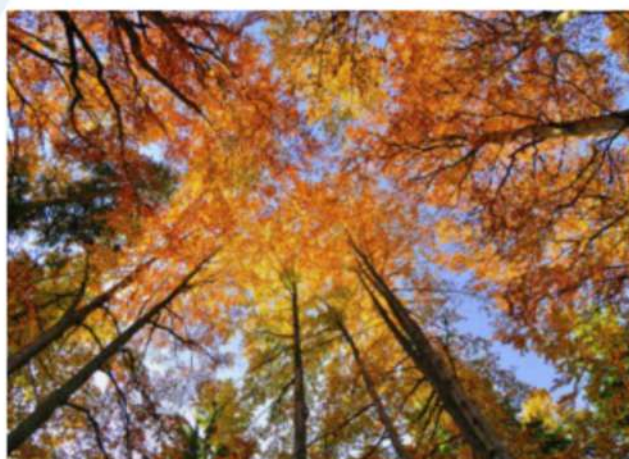


# oplossingen in

© 2022 Pelckmans Portaal maakt deel uit van de Pelckmans uitgeverij nv Brusselsteenweg 308 - 2020 Kalmbout - België - pelckmansuitgeverij.be  
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervaardigd, opgedragen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, op welke wijze ook, zonder de uitdrukkelijke voorafgaande en schriftelijke toestemming van de uitgever, behalve in geval van wettelijke uitzondering.



Anthocyanen kleuren bloemen blauw en paars.



Anthocyanen zorgen samen met andere kleurstoffen voor een prachtig kleurenpalet in de herfst.



Bij sommige chemische reacties worden ionen uitgewisseld. Daarnaast zijn er ook chemische reacties waarbij elektronen worden overgedragen tussen de reagentia.

### 3.1 Elektronenoverdracht

Wanneer in een chemische reactie het oxidatiegetal (OG) van een element verandert, weet je dat er een elektronenoverdracht plaatsvindt. Door het OG boven elk element te schrijven, maak je dat zichtbaar.

Het blijft verplicht een aanwezige lading bij een ion weer te geven. Je kunt dat niet vervangen door het schrijven van een OG.

#### VOORBEELD Een lading en OG weergeven

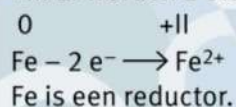
Een natriumion schrijf je als  $\overset{+I}{\text{Na}^+}$  of  $\overset{+I}{\text{Na}^+}$  maar nooit als  $\text{Na}$ .  
 Het metaal natrium schrijf je als  $\overset{0}{\text{Na}}$  of  $\text{Na}$ .

Een **oxidatie** is een chemisch proces waarbij een stof elektronen afstaat. Uit de stijging van het oxidatiegetal van een element bereken je het aantal afgestane elektronen. De stof die de elektronen afstaat, heet de **reductor**.



#### VOORBEELD Aantal afgestane elektronen bij een oxidatie bepalen

Bij de oxidatie van Fe tot  $\text{Fe}^{2+}$  stijgt het OG van het element ijzer van 0 naar +II. Er worden 2 elektronen afgestaan.

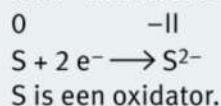


Een **reductie** is een chemisch proces waarbij een stof elektronen opneemt. Uit de daling van het oxidatiegetal van een element bereken je het aantal opgenomen elektronen. De stof die de elektronen opneemt, heet de **oxidator**.



#### VOORBEELD Aantal opgenomen elektronen bij een reductie bepalen

Bij de reductie van S tot  $\text{S}^{2-}$  daalt het OG van het element zwavel van 0 naar -II. Er worden 2 elektronen opgenomen.

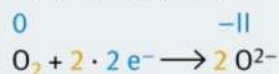


Als er meerdere atomen van het element dat van OG verandert in de stof aanwezig zijn, houd je rekening met de index van dat element. Het totaal aantal uitgewisselde elektronen bereken je door de verandering in OG te vermenigvuldigen met die index. Controleer vervolgens of er een coëfficiënt nodig is om te voldoen aan de wet van behoud van atomen.



### VOORBEELD Aantal opgenomen elektronen bij een reductie bepalen

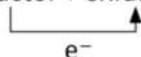
Bij de reductie van  $O_2$  naar  $O^{2-}$  daalt het OG van het element zuurstof van 0 naar -II. Er zijn 2 atomen zuurstof aanwezig in diuurstof. Er worden in totaal 2 keer 2 elektronen opgenomen. Om te voldoen aan de wet van behoud van atomen is coëfficiënt 2 voor  $O^{2-}$  nodig.



Elektronen zijn elementaire deeltjes die niet afzonderlijk kunnen bestaan. Ze worden enkel overgedragen tussen stoffen.

Een reactie waarbij het OG van een element toeneemt en het OG van een ander element afneemt, heet een **redoxreactie**. Hierbij worden elektronen overgedragen. De term redox is een combinatie van de begrippen reductie en oxidatie. Oxidatie en reductie zijn de **deelreacties** van de redoxreactie.

reductor + oxidator  $\longrightarrow$  reactieproducten

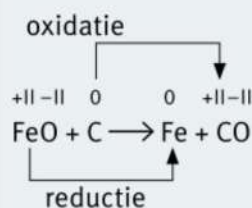


De reductor reduceert de andere stof en wordt zelf geoxideerd.

De oxidator oxideert de andere stof en wordt zelf gereduceerd.

### VOORBEELD Elektronenoverdracht bij een redoxreactie weergeven

De reactie waarbij FeO en C reageren tot Fe en CO is een redoxreactie.



FeO is de oxidator die C oxideert. C is de reductor die FeO reduceert.

## 3.2 Oplossingsstrategie voor redoxreacties

Voor het schrijven van redoxreacties kun je het volgende stappenplan gebruiken.

- Stap 1** Bepaal het OG van alle elementen.
- Stap 2** Bereken het aantal afgegeven elektronen bij de oxidatie. Schrijf indien nodig coëfficiënten voor de verbindingen.
- Stap 3** Bereken het aantal opgenomen elektronen bij de reductie. Schrijf indien nodig coëfficiënten voor de verbindingen.
- Stap 4** Vermenigvuldig de deelreacties tot het aantal afgegeven elektronen overeenkomt met het aantal opgenomen elektronen. Vermenigvuldig hiervoor de coëfficiënt van het betreffende reagens met dit getal.
- Stap 5** Controleer of je de coëfficiënten van de reactieproducten moet aanpassen om te voldoen aan de wet van behoud van atomen. Controleer de coëfficiënten van alle stoffen: zijn het de kleinst mogelijke gehele getallen?

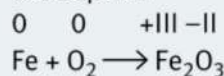


IJzer geoxideerd tot roest

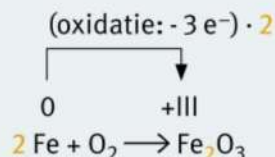
## VOORBEELD Oplossingsstrategie voor redoxreacties

Bij het roesten van ijzer reageren Fe en O<sub>2</sub> met de vorming van Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

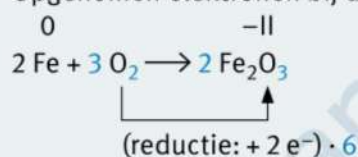
**Stap 1** OG bepalen



**Stap 2** Afgegeven elektronen bij de oxidatie berekenen



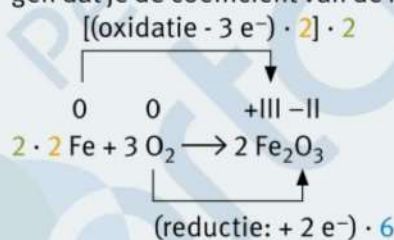
**Stap 3** Opgenomen elektronen bij de reductie berekenen



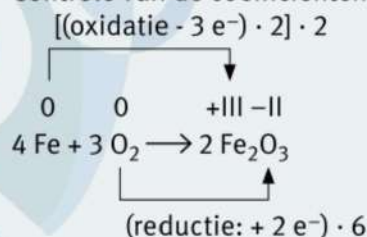
(6 is het kleinste gemene veelvoud van 2 en 3)

**Stap 4** De deelreacties vermenigvuldigen

Bij de oxidatie worden 6 elektronen afgestaan, bij de reductie 12 opgenomen. De oxidatie moet je daarom vermenigvuldigen met 2: zo worden er in totaal ook 12 elektronen afgestaan. Dit wil zeggen dat je de coëfficiënt van de reductor vermenigvuldigt met 2.



**Stap 5** Controle van de coëfficiënten



### CONTROLE: WAAR OF NIET WAAR?

- De oxidator is de stof die geoxideerd wordt.
- Bij een reductiereactie daalt het OG van een element tijdens de reactie.
- In de reactie  $C + FeO \longrightarrow Fe + CO$  is Fe de reductor.
- Bij elke oxidatie worden altijd evenveel elektronen uitgewisseld.
- Een oxidatie treedt enkel op als er ook een reductie plaatsvindt.

W NW

☐ ☐

☐ ☐

☐ ☐

☐ ☐

☐ ☐

### OPDRACHTEN

14 15 16  
17 18

### + MENU

☐ De spanningsreeks van metalen

### ONDERZOEKEN

☐ 11 De spanningsreeks van metalen opstellen

### TEST JEZELF

28 29 30  
31 32

14

## De elektronenoverdracht bepalen

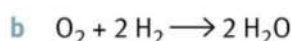
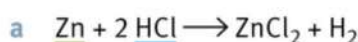
Treedt er een oxidatie of een reductie op?



15

## De elektronenoverdracht bepalen

Onderstreep de oxidator met blauw en de reductor met groen.



16

## De elektronenoverdracht bepalen

Gebruik de verandering in OG om te bepalen hoeveel elektronen er per element worden uitgewisseld.

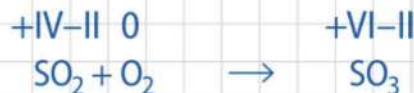




## Redoxreacties schrijven

Zwavedioxide komt vrij bij het verbranden van zwavelhoudende fossiele brandstoffen. Het is een van de belangrijkste componenten van luchtvervuiling en smog. In de atmosfeer reageert zwavedioxide met zuurstofgas tot zwaveltrioxide. Schrijf deze laatste redoxreactie. Gebruik daarbij het stappenplan.

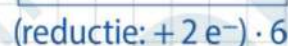
Stap 1: OG bepalen



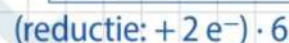
Stap 2: Uitgewisselde elektronen bij de oxidatie berekenen



Stap 3: Uitgewisselde elektronen bij de reductie berekenen



Stap 4: Deelreacties vermenigvuldigen

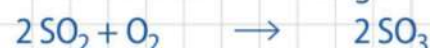


Stap 5: Controle van de coëfficiënten

Om te voldoen aan de wet van behoud van atomen moet de coëfficiënt van  $\text{SO}_3$  vervangen worden door cijfer 6.



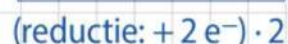
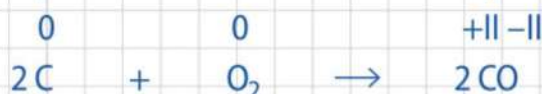
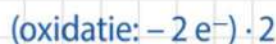
Coëfficiënten als kleinste gehele getallen:



## Redoxreacties schrijven

Bij een onvolledige verbranding reageert koolstof met zuurstofgas met de vorming van koolstofmonoxide.

a Werk de redoxreactie uit.



b Wijs de oxidator en de reductor aan.

$\text{O}_2$  is de oxidator, C is de reductor.

## Ionenuitwisselingsreacties

### Neerslagreacties

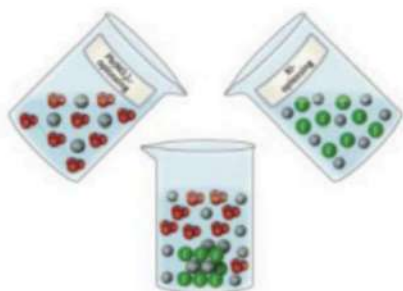
#### DEFINITIE

chemisch proces  
elektrolytoplossingen samenvoegen  $\longrightarrow$  vaste deeltjes in een vloeistof

voorbeeld:

chemisch proces

$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ -oplossing + KI-oplossing  $\longrightarrow$  gele neerslag (=  $\text{PbI}_2 \downarrow$ ) in een kleurloze oplossing (=  $\text{KNO}_3(\text{opl})$ )



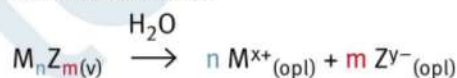
#### STAPPENPLAN NEERSLAGREACTIE SCHRIJVEN

##### Stap 1 Ionisatie-/dissociatiereacties schrijven

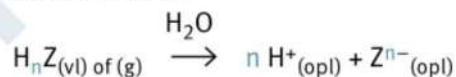
- dissociatiereactie hydroxide:



- dissociatiereactie zout:



- ionisatiereactie zuur:



##### Stap 2 Kationen en anionen identificeren

- kationen:  $\text{M}^{n+}$  of  $\text{M}^{x+}$  en  $\text{H}^{+}$
- anionen:  $\text{Z}^{y-}$  of  $\text{Z}^{n-}$  en  $\text{OH}^{-}$

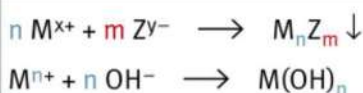
##### Stap 3 Oplosbaarheidstabel raadplegen

###### Legende

|                                                                                                                             |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <span style="background-color: #90EE90; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> | goed oplosbaar    |
| <span style="background-color: #FFDAB9; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> | matig oplosbaar   |
| <span style="background-color: #FF4500; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> | niet oplosbaar    |
| <span style="background-color: #FFFFFF; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> | reageert in water |

| IONEN             | $\text{NO}_3^{-}$ | $\text{Cl}^{-}$ | $\text{Br}^{-}$ | $\text{I}^{-}$ | $\text{SO}_4^{2-}$ | $\text{PO}_4^{3-}$ | $\text{CO}_3^{2-}$ | $\text{S}^{2-}$ | $\text{OH}^{-}$ |
|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| $\text{NH}_4^{+}$ |                   |                 |                 |                |                    |                    |                    |                 |                 |
| $\text{Na}^{+}$   |                   |                 |                 |                |                    |                    |                    |                 |                 |
| $\text{K}^{+}$    |                   |                 |                 |                |                    |                    |                    |                 |                 |
| $\text{Mg}^{2+}$  |                   |                 |                 |                |                    |                    |                    |                 |                 |
| $\text{Ca}^{2+}$  |                   |                 |                 |                |                    |                    |                    |                 |                 |
| $\text{Ba}^{2+}$  |                   |                 |                 |                |                    |                    |                    |                 |                 |
| $\text{Al}^{3+}$  |                   |                 |                 |                |                    |                    |                    |                 |                 |
| $\text{Fe}^{2+}$  |                   |                 |                 |                |                    |                    |                    |                 |                 |
| $\text{Fe}^{3+}$  |                   |                 |                 |                |                    |                    |                    |                 |                 |
| $\text{Cu}^{2+}$  |                   |                 |                 |                |                    |                    |                    |                 |                 |
| $\text{Zn}^{2+}$  |                   |                 |                 |                |                    |                    |                    |                 |                 |
| $\text{Ag}^{+}$   |                   |                 |                 |                |                    |                    |                    |                 |                 |
| $\text{Hg}^{2+}$  |                   |                 |                 |                |                    |                    |                    |                 |                 |
| $\text{Pb}^{2+}$  |                   |                 |                 |                |                    |                    |                    |                 |                 |

##### Stap 4 Essentiële ionenreactievergelijking schrijven



##### Stap 5 Stoffenreactievergelijking schrijven

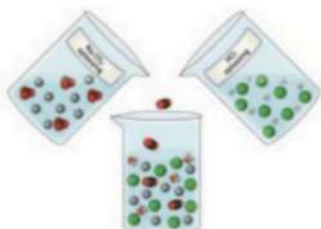
## Gasontwikkelingsreacties

### DEFINITIE

chemisch proces  
elektrolytoplossingen samenvoegen  $\longrightarrow$  gasbellen in een vloeistof

voorbeeld:

chemisch proces  
 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -oplossing +  $\text{HCl}$ -oplossing  $\longrightarrow$  kleurloos gas (=  $\text{CO}_2$ ) in een kleurloze oplossing (=  $\text{NaCl}$ )



### STAPPENPLAN GASONTWIKKELINGSREACTIE SCHRIJVEN

|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Stap 1</b> Stoffen identificeren                         | $\text{H}_n\text{Z}$ of $\text{M}_n\text{Z}_m$ met $\text{Z}^{y-}$ <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\text{CO}_3^{2-}</math></li> <li><math>\text{S}^{2-}</math></li> </ul>                                                                  |
| <b>Stap 2</b> Essentiële ionenreactievergelijking schrijven | <ul style="list-style-type: none"> <li><math>2 \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow</math></li> <li><math>2 \text{H}^+ + \text{S}^{2-} \longrightarrow \text{H}_2\text{S} \uparrow</math></li> </ul> |
| <b>Stap 3</b> Stoffenreactievergelijking schrijven          |                                                                                                                                                                                                                                                         |

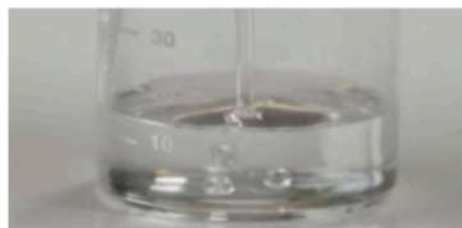
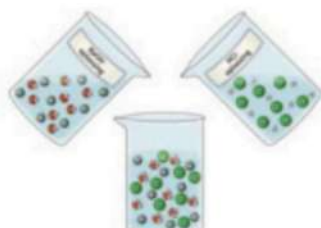
## Neutralisatiereacties

### DEFINITIE

chemisch proces  
zuur + hydroxide  $\longrightarrow$  niet-visueel waarneembaar zout in water

voorbeeld:

chemisch proces  
 $\text{HCl}$ -oplossing +  $\text{NaOH}$ -oplossing  $\longrightarrow$  niet-visueel waarneembare zoutoplossing (=  $\text{NaCl}$ ) in water (=  $\text{H}_2\text{O}$ )



### STAPPENPLAN NEUTRALISATIETREACTIE SCHRIJVEN

|                                                             |                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Stap 1</b> Stoffen identificeren                         | zuur: $\text{H}_n\text{Z}$ + base: $\text{M}(\text{OH})_n$                                                           |
| <b>Stap 2</b> Essentiële ionenreactievergelijking schrijven | $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$                                                        |
| <b>Stap 3</b> Stoffenreactievergelijking schrijven          | $x \text{H}_n\text{Z} + y \text{M}(\text{OH})_n \longrightarrow x \cdot y \text{H}_2\text{O} + \text{M}_y\text{Z}_x$ |



## De zuurtegraad van een oplossing

Na een neutralisatiereactie kan de oplossing zuur, neutraal of basisch zijn.

De **zuurtegraad** van een oplossing = maat om aan te geven of een oplossing zuur, neutraal of basisch is.

|                                                                   | ZUUR                           | NEUTRAAL            | BASISCH                       |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| Concentratie $H^+$ in $\left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)$  | $10^{-7} < c(H^+) < 10^0$      | $c(H^+) = 10^{-7}$  | $10^{-14} < c(H^+) < 10^{-7}$ |
| Concentratie $OH^-$ in $\left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)$ | $10^{-14} < c(OH^-) < 10^{-7}$ | $c(OH^-) = 10^{-7}$ | $10^{-7} < c(OH^-) < 10^0$    |
| Verhouding $H^+$ en $OH^-$                                        | meer $H^+$                     | evenveel            | meer $OH^-$                   |
| Zuurtegraad = $pH = -\log c(H^+)$                                 | $0 < pH < 7$                   | $pH = 7$            | $7 < pH < 14$                 |

**Zuur-base-indicator:** organische kleurstof waarvan de kleur afhankelijk is van de pH-waarde van de oplossing

## Elektronenuitwisselingsreacties

### Redoxreacties

| DEFINITIE                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <div style="text-align: center;">                     oxidatiereactie: <math>OG \uparrow</math><br/> <math>-x e^-</math><br/>                     reductor + oxidator <math>\rightarrow</math> reactieproducten<br/> <math>+y e^-</math><br/>                     reductiereactie: <math>OG \downarrow</math> </div> |                          |
| REDUCTOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | OXIDATOR                 |
| $e^-$ -donor                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | $e^-$ -acceptor          |
| $OG \uparrow$                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | $OG \downarrow$          |
| wordt geoxideerd                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | wordt gereduceerd        |
| reduceert een andere stof                                                                                                                                                                                                                                                                                            | oxideert een andere stof |
| STAPPENPLAN REDOXREACTIE SCHRIJVEN                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |
| <b>Stap 1</b> OG bepalen                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                          |
| <b>Stap 2</b> Uitgewisselde elektronen bij de oxidatie berekenen                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |
| <b>Stap 3</b> Uitgewisselde elektronen bij de reductie berekenen                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |
| <b>Stap 4</b> Deelreacties vermenigvuldigen tot $e^-$ afgegeven = $e^-$ opgenomen                                                                                                                                                                                                                                    |                          |
| <b>Stap 5</b> Controle van de coëfficiënten                                                                                                                                                                                                                                                                          |                          |

## 1 Ionenuitwisselingsreacties

### 1 Ionenuitwisselingsreacties herkennen

- a Bakpoeder is een samengesteld poeder met als ingrediënten een waterstofcarbonaatverbinding en een zuur. Welk type ionenuitwisselingsreactie zal er in combinatie met het vocht uit het deeg optreden tijdens het bakken?



gasontwikkelingsreactie

- b Maalox Antacid® is een geneesmiddel voor de symptomatische behandeling van brandend maagzuur. Het bevat de bestanddelen aluminiumoxide en magnesiumhydroxide. Welk type ionenuitwisselingsreactie treedt er op na de inname?



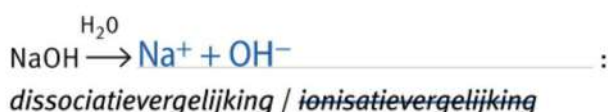
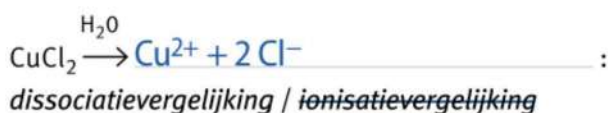
neutralisatiereactie

### Ionenuitwisselingsreacties herkennen

Observeer en vul aan.

|                        | $\text{CuCl}_{2(\text{opl})}$                                                       | $\text{NaOH}_{(\text{opl})}$                                                        | $\text{NaCl}_{(\text{opl})}$                                                         | $\text{CuCl}_{2(\text{opl})} + \text{NaOH}_{(\text{opl})}$                                  |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        |  |  |  |        |
| oplosbaarheid in water | $\text{CuCl}_{2(\text{opl})}$ :<br>goed                                             | $\text{NaOH}_{(\text{opl})}$ :<br>goed                                              | $\text{NaCl}_{(\text{opl})}$ :<br>goed                                               | $\text{CuCl}_{2(\text{opl})} + \text{NaOH}_{(\text{opl})}$ :<br>slecht<br>(neerslagvorming) |

Schrijf de dissociatie- of de ionisatievergelijking van de goed oplosbare stoffen. Gaat het hier over een dissociatie- of een ionisatievergelijking? Doorstreep het foute antwoord.



- c Identificeer de slecht oplosbare stoffen door de volgende vragen te beantwoorden.

- 1  $\text{CuCl}_2 + \text{NaOH}$ : Welke ionen worden tot de positieve  $\text{Na}^+$ -ionen aangetrokken?

$\text{Cl}^-$ -ionen en  $\text{OH}^-$ -ionen

- 2 Vormen  $\text{Na}^+$ -ionen en  $\text{Cl}^-$ -ionen een neerslag?

Nee,  $\text{NaCl}$  is goed oplosbaar.

- 3 Welke ionen worden tot de positieve  $\text{Cu}^{2+}$ -ionen aangetrokken?

$\text{Cl}^-$ -ionen en  $\text{OH}^-$ -ionen

- 4 Uit welke ionen bestaat de neerslag?

$\text{Cu}^{2+}$ -ionen en  $\text{OH}^-$ -ionen



3

### De oplosbaarheidstabel interpreteren

Zijn de verbindingen goed, matig of slecht oplosbaar in water? Vermeld of de stof zal neerslaan in water.

- a  $\text{PbSO}_4$  slecht oplosbaar, de stof zal neerslaan
- b  $\text{ZnI}_2$  goed oplosbaar
- $\text{Mg(OH)}_2$  slecht oplosbaar, de stof zal neerslaan
- $\text{CaSO}_4$  matig oplosbaar, de stof zal neerslaan
- $\text{FeI}_2$  matig oplosbaar, de stof zal neerslaan

4

### De oplosbaarheidstabel interpreteren

Onderstreep de stoffen die goed oplosbaar zijn.

$\text{CuBr}_2$  –  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$  –  $\text{Ag}_2\text{S}$  –  $\text{Pb(OH)}_2$  –  $\text{Zn(NO}_3)_2$  –  $\text{I}_2(\text{SO}_4)_3$  –  $\text{FeCO}_3$

5

### De oplosbaarheidstabel interpreteren

al er neerslag ontstaan bij het samenvoegen van ...

$\text{Fe}^{3+}$ -ionen en  $\text{NO}_3^-$ -ionen?

Nee,  $\text{Fe(NO}_3)_3$  is goed oplosbaar.

$\text{Fe}^{2+}$ -ionen en  $\text{S}^{2-}$ -ionen?

Ja,  $\text{FeS}$  is slecht oplosbaar.

$\text{Ag}^+$ -ionen en  $\text{CO}_3^{2-}$ -ionen?

Ja,  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$  is slecht oplosbaar.

$\text{Ba}^{2+}$ -ionen en  $\text{OH}^-$ -ionen?

Nee,  $\text{Ba(OH)}_2$  is slecht oplosbaar.

6

### De oplosbaarheidstabel interpreteren

De zware metalen  $\text{Pb}^{2+}$  en  $\text{Hg}^{2+}$  zijn kankerverwekkend of toxisch en moeten om die reden uit het afvalwater verwijderd worden. Om dat te doen, wordt een hydroxide bij het water gevoegd.

Geef de formule van de slecht oplosbare verbindingen die neerslaan.

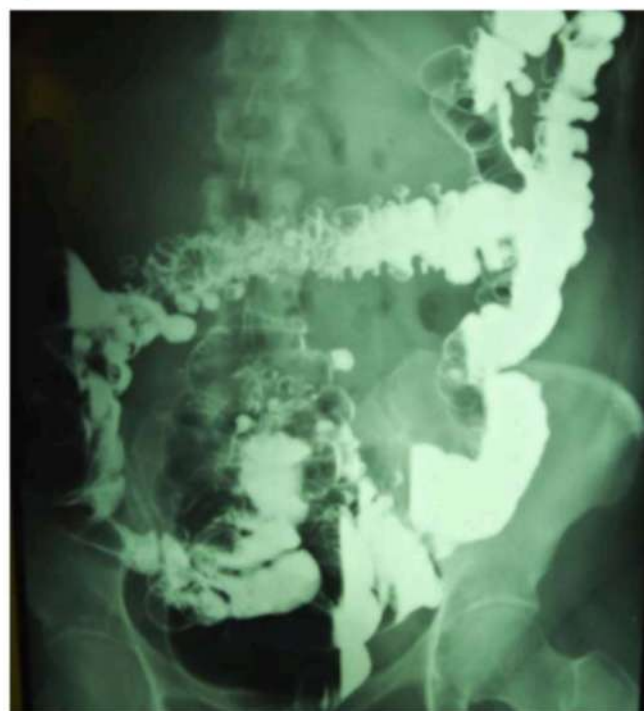


$\text{Pb(OH)}_2$  en  $\text{Hg(OH)}_2$

7

### De oplosbaarheidstabel interpreteren

Bariumsulfaat is een contraststof die gebruikt wordt om je darmen zichtbaar te maken op een röntgenfoto. Zal de vloeistof die je moet opdrinken een oplossing of een suspensie zijn?



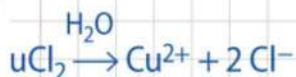
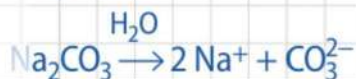
Een suspensie, want  $\text{BaSO}_4$  is slecht oplosbaar.



## Een neerslagreactievergelijking schrijven

Schrijf de stoffenreactievergelijking die optreedt na de toevoeging van een  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -oplossing aan een  $\text{CuCl}_2$ -oplossing. Gebruik het stappenplan.

## Stap 1: Dissociatiereacties schrijven



## Stap 2: Kationen en anionen identificeren



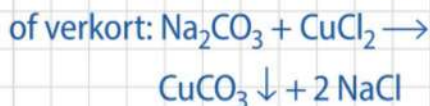
## Stap 3: Oplosbaarheidstabel raadplegen

$\text{Na}^+$  +  $\text{Cl}^-$       groen:  
 de ionen blijven in oplossing  
 $\text{Cu}^{2+}$  +  $\text{CO}_3^{2-}$       rood:  
 de ionen vormen een neerslag

## Stap 4: Essentiële ionenreactievergelijking schrijven



## Stap 5: Stoffenreactievergelijking schrijven



## Een neerslagreactievergelijking schrijven

Welke neerslag(en) ontstaat er bij het mengen?

- a KOH-oplossing +  $\text{AgNO}_3$ -oplossing  
 $\text{AgOH} \downarrow$
- b  $\text{NaCl}$ -oplossing +  $\text{AgNO}_3$ -oplossing  
 $\text{AgCl} \downarrow$
- c  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -oplossing +  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ -oplossing  
 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow$
- d  $\text{NaCl}$ -oplossing + KOH-oplossing +  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ -oplossing  
 $\text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$
- e KBr-oplossing +  $\text{AlCl}_3$ -oplossing +  $\text{AgNO}_3$ -oplossing  
 $\text{AgBr} \downarrow + \text{AgCl} \downarrow$
- f  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -oplossing +  $\text{CaCl}_2$ -oplossing +  $\text{AgNO}_3$ -oplossing  
 $\text{CaCO}_3 \downarrow + \text{Ag}_2\text{CO}_3 \downarrow + \text{AgI} \downarrow$

## Een neerslagreactievergelijking schrijven

Schrijf de essentiële ionenreactievergelijking en de stoffenreactievergelijking van de neerslagreactie die optreedt bij het toevoegen van ...

- a een  $\text{ZnBr}_2$ -oplossing aan een KOH-oplossing.  
 $\text{Zn}^{2+} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow$   
 $\text{ZnBr}_2 + 2 \text{KOH} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + 2 \text{KBr}$
- b een  $\text{HgCl}_2$ -oplossing aan een  $\text{MgI}_2$ -oplossing.  
 $\text{Hg}^{2+} + 2 \text{I}^- \rightarrow \text{HgI}_2 \downarrow$   
 $\text{HgCl}_2 + \text{MgI}_2 \rightarrow \text{HgI}_2 \downarrow + \text{MgCl}_2$
- c een  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ -oplossing aan een  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -oplossing.  
 $2 \text{PO}_4^{3-} + 3 \text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow$   
 $2 \text{Na}_3\text{PO}_4 + 3 \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$   
 $6 \text{NaNO}_3 + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow$
- d een  $\text{AgNO}_3$ -oplossing aan een  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -oplossing.  
 $2 \text{Ag}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4 \downarrow$   
 $6 \text{AgNO}_3 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow$   
 $2 \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{Ag}_2\text{SO}_4 \downarrow$

11

### Een gasontwikkelingsreactievergelijking schrijven

Zure regen ontstaat als onder andere zwaveldioxide reageert met water in de lucht. Schrijf de stoffenreactievergelijking die optreedt wanneer een  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -oplossing op zachte kalksteenlagen valt. Kalksteen bestaat uit  $\text{CaCO}_3$ . Gebruik het stappenplan.



peşnischeorstenen in Cappadocië, Turkije

#### Stap 1: Stoffen identificeren

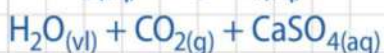
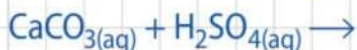
$\text{CaCO}_3$ : carbonaat-ion  $\text{CO}_3^{2-}$

$\text{H}_2\text{SO}_4$ : zuur

#### Stap 2: Essentiële ionenreactievergelijking schrijven



#### Stap 3: Stoffenreactievergelijking schrijven



12

### Een neutralisatiereactie schrijven

Treedt er bij het mengen een neutralisatiereactie op? Motiveer je antwoord.

a  $\text{HCl} + \text{NaCl}$  nee, zuur + zout

b  $\text{HBr} + \text{KOH}$  ja, zuur + hydroxide

c  $\text{NaOH} + \text{NaCl}$  nee, hydroxide + zout

d  $\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3$  nee, zuur + zout

e  $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{CO}_3$  ja, hydroxide + zuur

13

### Een neutralisatiereactie schrijven

Schrijf de stoffenreactievergelijking die optreedt na de toevoeging van een  $\text{H}_2\text{CO}_3$ -oplossing aan een  $\text{KOH}$ -oplossing. Gebruik het stappenplan.

#### Stap 1: Stoffen identificeren

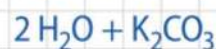
$\text{H}_2\text{CO}_3$ : zuur

$\text{KOH}$ : hydroxide

#### Stap 2: Essentiële ionenreactievergelijking schrijven



#### Stap 3: Stoffenreactievergelijking schrijven





14

## Een neutralisatiereactie schrijven

Schrijf de stoffenreactievergelijking die optreedt na de toevoeging van een azijnzuuroplossing aan een  $\text{Ca(OH)}_2$ -oplossing. Er ontstaat geen suspensie. Gebruik het stappenplan.

## Stap 1: Stoffen identificeren

 $\text{CH}_3\text{COOH}$ : zuur

 $\text{Ca(OH)}_2$ : hydroxide

## Stap 2: Essentiële ionenreactievergelijking schrijven

 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ 

## Stap 3: Stoffenreactievergelijking schrijven

 $2 \text{CH}_3\text{COOH} + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow$ 
 $2 \text{H}_2\text{O} + \text{Ca(CH}_3\text{COO)}_2$ 

15

## Een neutralisatiereactie schrijven

Schrijf de neutralisatiereactie in een correcte stoffenreactievergelijking.

a HBr-oplossing + NaOH-oplossing

 $\text{HBr} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$ 

b  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -oplossing + KOH-oplossing

 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$ 

c  $\text{Ba(OH)}_2$ -oplossing +  $\text{H}_2\text{S}$ -oplossing

 $\text{Ba(OH)}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{BaS} \downarrow + 2 \text{H}_2\text{O}$ 

d  $\text{H}_3\text{PO}_4$ -oplossing +  $\text{Fe(OH)}_2$ -oplossing

 $2 \text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{Fe(OH)}_2 \rightarrow \text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 6 \text{H}_2\text{O}$ 

## Ionenuitwisselingsreacties herkennen

Is het hier om een neerslag-, gasontwikkelings- of neutralisatiereactie? Kruis aan.

|                                            | NEERSLAGREACTIE | GASONTWIKKELINGSREACTIE | NEUTRALISATIETREACTIE |
|--------------------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|
| $\text{H} + \text{HClO}_3$                 |                 |                         | X                     |
| $(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ | X               |                         |                       |
| $\text{CO}_3 + \text{HCl}$                 |                 | X                       |                       |
| $\text{OH} + \text{H}_2\text{CO}_3$        |                 |                         | X                     |
| $\text{OH} + \text{PbCO}_3$                | X               |                         |                       |
| $\text{I}_2 + \text{H}_3\text{PO}_4$       | X               |                         |                       |

## Ionenuitwisselingsreacties herkennen

Schrijf de essentiële ionenreactievergelijking en de stoffenreactievergelijking. Geef weer om welk type van ionenuitwisselingsreactie het gaat.

a de reactie waarbij  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  reageert met een  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -oplossing

ionenreactievergelijking:  $2 \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

stoffenreactievergelijking:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$

gasontwikkelingsreactie

b de reactie waarbij een KOH-oplossing reageert met HI

ionenreactievergelijking:  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

stoffenreactievergelijking:  $\text{KOH} + \text{HI} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{KI}$

neutralisatiereactie



- c de reactie waarbij een  $\text{AgNO}_3$ -oplossing reageert met een  $\text{Na}_2\text{S}$ -oplossing  
 ionenreactievergelijking:  $2 \text{Ag}^+ + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} \downarrow$   
 stoffenreactievergelijking:  $2 \text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} \downarrow + 2 \text{NaNO}_3$   
 neerslagreactie

## 2 De zuurtegraad van een oplossing

### 18 Zure, neutrale en basische oplossingen onderscheiden

zijn de volgende oplossingen zuur, neutraal of basisch? motiveer.

een  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -oplossing

basisch:  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  is een hydroxide; aan water zijn  $\text{OH}^-$ -ionen toegevoegd

een  $\text{H}_2\text{CO}_3$ -oplossing

zuur:  $\text{H}_2\text{CO}_3$  is een zuur; aan water zijn  $\text{H}^+$ -ionen toegevoegd

een KI-oplossing

neutraal: KI is een zout; aan water zijn geen  $\text{H}^+$ - of  $\text{OH}^-$ -ionen toegevoegd

### 9 Zure, neutrale en basische oplossingen onderscheiden

zijn de volgende oplossingen na reactie zuur, neutraal of basisch?

Aan 20 ml  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -oplossing  $0,05 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  voeg je 20 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -oplossing  $0,05 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  toe.

neutrale oplossing  $n(\text{H}^+) = n(\text{OH}^-)$   
 $(n = c \cdot V)$

Aan 20 ml HCl-oplossing  $0,10 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  voeg je 20 ml KOH-oplossing  $0,20 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  toe.

basische oplossing  $n(\text{H}^+) < n(\text{OH}^-)$

- c Aan 10 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -oplossing  $0,10 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  voeg je 10 ml KOH-oplossing  $0,10 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  toe.

zure oplossing  $n(\text{H}^+) > n(\text{OH}^-)$ .

Er komen 2  $\text{H}^+$ -ionen per  $\text{H}_2\text{SO}_4$  vrij.

- d Aan 50 ml HBr-oplossing  $0,10 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  voeg je 100 ml NaOH-oplossing  $0,050 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  toe.

neutrale oplossing  $n(\text{H}^+) = n(\text{OH}^-)$

20

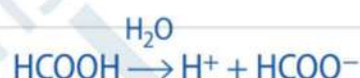
### Zure, neutrale en basische oplossingen onderscheiden

Zijn de volgende oplossingen zuur, neutraal of basisch? Motiveer.

- a Aan zuiver water voeg je  $\text{HCOOH}$  toe.

ionisatie zuiver water:  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$

ionisatie mierenzuur:



$\text{H}^+$ -ionen zijn zowel afkomstig van  $\text{H}_2\text{O}$  als van  $\text{HCOOH}$ .  $\text{OH}^-$ -ionen zijn enkel afkomstig van  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-) \rightarrow$  zure oplossing

- b Aan 20 ml ethaanzuur-oplossing  $0,10 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  voeg je 20 ml KOH-oplossing  $0,20 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  toe.

reactie



basische oplossing

voor reactie  $n(\text{CH}_3\text{-COOH}) < n(\text{OH}^-)$

$\text{H}^+$ -ionen zijn enkel afkomstig van  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_3\text{-COOH}$  reageerde volledig.

$\text{OH}^-$ -ionen zijn zowel afkomstig van  $\text{H}_2\text{O}$  als van KOH  $\rightarrow c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-) \rightarrow$

basische oplossing

21

### Zure, neutrale en basische oplossingen onderscheiden

De term zuur in het Engels is acid. Verklaar de stelling: 'De toename van  $\text{CO}_2$  in het lichaam veroorzaakt acidose.'

$\text{CO}_2$  zal met het aanwezige water in het lichaam  $\text{H}_2\text{CO}_3$  vormen. Een toename van  $\text{CO}_2$  zorgt voor een toename van zuur en dus een toename van  $c(\text{H}^+)$ . De hoeveelheid zuur of acid stijgt.

## De zuurtegraad van een oplossing weergeven

Zijn de volgende uitspraken waar of niet waar?

- a Een oplossing met  $\text{pH} = 3$  is een zure oplossing.

waar

- b Een oplossing met  $\text{pH} = 8$  heeft een grotere  $c(\text{H}^+)$  dan een oplossing met  $\text{pH} = 7$ .

niet waar

- c Een zure oplossing heeft  $c(\text{H}^+) < 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ .

niet waar

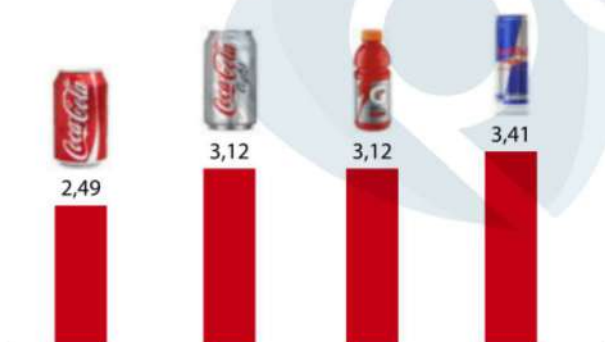
## De zuurtegraad van een oplossing weergeven

aan.

|                                                            | $c(\text{H}^+)$<br>$\left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)$ | $c(\text{OH}^-)$<br>$\left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)$ | pH | ZUUR, NEUTRAAL<br>OF BASISCH? |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----|-------------------------------|
| $\frac{\text{mol}}{\text{l}}$ HCl-oplossing                | $10^{-1}$                                                     | $10^{-13}$                                                     | 1  | zuur                          |
| $\cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ HCl-oplossing  | $10^{-4}$                                                     | $10^{-10}$                                                     | 4  | zuur                          |
| 0                                                          | $10^{-7}$                                                     | $10^{-7}$                                                      | 7  | neutraal                      |
| $\frac{\text{mol}}{\text{l}}$ NaOH-oplossing               | $10^{-13}$                                                    | $10^{-1}$                                                      | 13 | basisch                       |
| $\cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ NaOH-oplossing | $10^{-10}$                                                    | $10^{-4}$                                                      | 10 | basisch                       |

## De zuurtegraad van een oplossing weergeven

ke frisdrank is het zuurst? Coca-Cola



## De zuurtegraad van een oplossing weergeven

Oplossing A heeft  $\text{pH} = 2$ , oplossing B heeft  $\text{pH} = 4$ . Welke uitspraak is juist?

- ☐ a  $c(\text{H}^+)$  van oplossing B is 2 keer zo groot als  $c(\text{H}^+)$  van oplossing A.
- ☐ b  $c(\text{H}^+)$  van oplossing A is 2 keer zo groot als  $c(\text{H}^+)$  van oplossing B.
- ☐ c  $c(\text{H}^+)$  van oplossing B is 100 keer zo groot als  $c(\text{H}^+)$  van oplossing A.
- ☒ d  $c(\text{H}^+)$  van oplossing A is 100 keer zo groot als  $c(\text{H}^+)$  van oplossing B.

## Zuur-base-indicatoren interpreteren

Zijn de volgende uitspraken juist of fout?

- a Een indicator verandert van kleur bij een welbepaalde pH.
- Fout: er is een pH-omslaggebied.**
- b Een rode kool verandert van paars naar roze als je azijn toevoegt. Rode kool kun je gebruiken als indicator.

juist



- c Een indicator verandert altijd bij  $\text{pH} = 7$ .

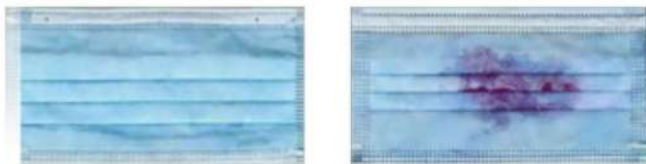
fout



27

### Zuur-base-indicatoren interpreteren

De wedstrijd Finn Upp is een uitvindingscompetitie voor Zweedse scholieren van 12 tot 16 jaar. In de editie van 2021 ging de hoofdprijs in de categorie Samenleving naar Esme Lomax voor haar speciaal chirurgisch mondkmasker dat zou verkleuren als je het te lang draagt.



De verwerkte indicatorpapier in het masker dat normaal gebruikt wordt om de zuurtegraad van bijvoorbeeld vloeistoffen te meten. Leg de werking uit.

$O_2$  vormt met het water dat uitgeademd wordt  $H_2CO_3$ ; een zuur. Als je het masker lang draagt, zal er op een bepaald moment voldoende zuur aanwezig zijn om de kleur van de indicator te veranderen.

## Redoxreacties

28

### De elektronenoverdracht bepalen

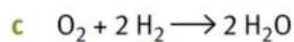
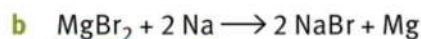
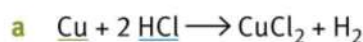
reedt er een oxidatie of een reductie op?



29

### De elektronenoverdracht bepalen

Onderstreep de oxidator met blauw en de reductor met groen.



30

### De elektronenoverdracht bepalen

Gebruik de verandering in OG om te bepalen hoeveel elektronen er per element worden uitgewisseld.

- a  $Ba^{2+} \rightarrow Ba$   
+II  $\rightarrow$  0: 2  $e^-$  opgenomen
- b  $Cu^+ \rightarrow Cu^{2+}$   
+I  $\rightarrow$  +II: 1  $e^-$  afgestaan
- c  $S \rightarrow S \text{ in } SO_3$   
0  $\rightarrow$  +VI: 6  $e^-$  afgestaan
- d  $I_2 \rightarrow I^-$   
0  $\rightarrow$  -I: 1  $e^-$  opgenomen

31

### Ionenuitwisselingsreacties herkennen

Ontstaan de gasen uit een ionenuitwisselingsreactie of uit een redoxreactie?

- a  $Zn + 2 HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2 \uparrow$   
redoxreactie
- b  $Na_2CO_3 + H_2SO_4 \rightarrow H_2O + Na_2SO_4 + CO_2 \uparrow$   
ionenuitwisselingsreactie
- c  $2 Na + H_2O \rightarrow Na_2O + H_2 \uparrow$   
redoxreactie
- d  $2 H_2O \rightarrow 2 H_2 \uparrow + O_2 \uparrow$   
redoxreactie
- e  $2 HCl + K_2S \rightarrow 2 KCl + H_2S \uparrow$   
ionenuitwisselingsreactie



## Klimaatvriendelijk ijzer produceren met het Cyclone Converter Furnace

Een vernieuwend Nederlands hoogovenconcept verbetert de milieuprestatie van de ijzerproductie aanzienlijk. Met het Cyclone Converter Furnace, CCF, valt de emissie van het broeikasgas CO<sub>2</sub> flink te reduceren. Plannen voor een proefabriek zijn in de maak. Het Cyclone Converter Furnace maakt energie-efficiënte voorbereiding van kolen (koksproductie) en erts (het maken van sinteren en pellets) overbodig en daardoor over het hele proces bekeken, efficiënter dan traditionele hoogoven. Op papier verbruikt het CCF maar liefst 20 % minder energie en dat betekent een forse daling van de uitstoot van CO<sub>2</sub>. De oven is opgebouwd uit een smeltcycloon met daaronder in de convertor een ruwijzerbad. In de cycloon blaast men zuurstofgas en gemalen ijzererts zijdelings in, terwijl men bovenaf gemalen steenkool in het bad brengt. Voor menging van het metaalbad blaast men vanuit de bodem stikstofgas. Ijzererts en zuurstofgas reageren in de cycloon met het ijzeroxide dat in de gasen in het ruwijzerbad zit, waardoor het ijzererts deels reduceert. De temperatuur loopt daarbij zo hoog op dat het ijzererts smelt. De gesmolten massa slaat tegen de wanden van de cycloon aan, en valt vervolgens in het ruwijzerbad. Bij een temperatuur van 1600 °C reageert het met de steenkool tot ruwijzerkoolstofdioxide. Ruwijzer uit het CCF kun je op dezelfde manier verder verwerken als ruwijzer uit een hoogoven.

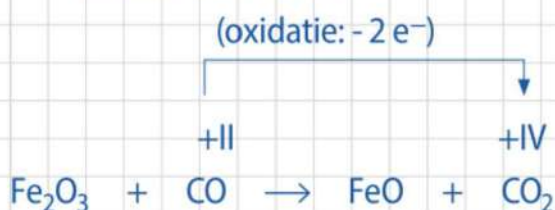


Ijzererts of ijzer(III)oxide reageert met koolstofmonoxide met de vorming van ijzer(II)oxide en koolstofdioxide. Werk de redoxreactie uit. Gebruik het stappenplan.

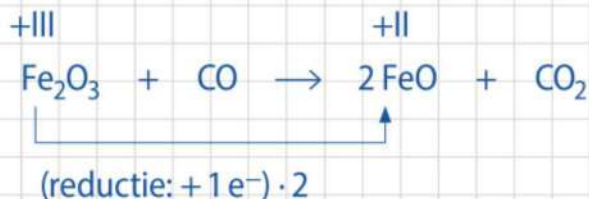
### Stap 1: OG bepalen



Stap 2: Uitgewisselde elektronen bij de oxidatie berekenen



### Stap 3: Uitgewisselde elektronen bij de reductie berekenen



Stap 4: Deelreacties vermenigvuldigen:  
niet nodig

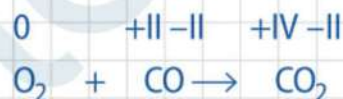
### Stap 5: Controle van de coëfficiënten



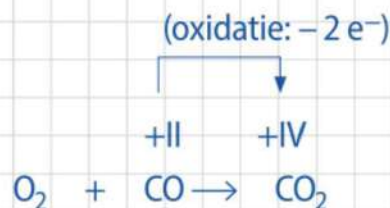
De coëfficiënten hoeven niet aangepast te worden.

- b** Zuurstofgas reageert met koolstofmonoxide met de vorming van koolstofdioxide. Werk de redoxreactie uit. Gebruik het stappenplan.

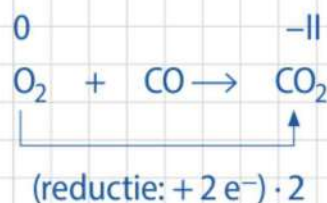
## Stap 1: OG bepalen



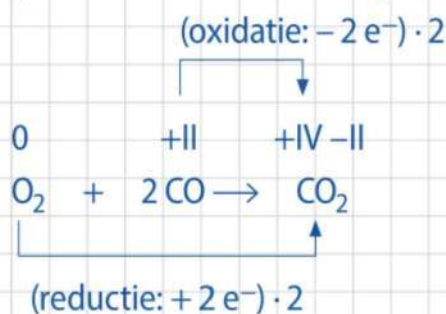
### Stap 2: Uitgewisselde elektronen bij de oxidatie berekenen



### Stap 3: Uitgewisselde elektronen bij de reductie berekenen



#### Stap 4: Deelreacties vermenigvuldigen



#### Stap 5: Controle van de coëfficiënten

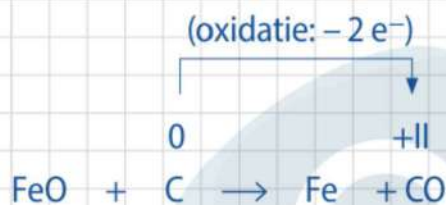


Ijzer(II)oxide reageert met koolstof met de vorming van koolstofmonoxide. Werk de redox-reactie uit. Gebruik het stappenplan.

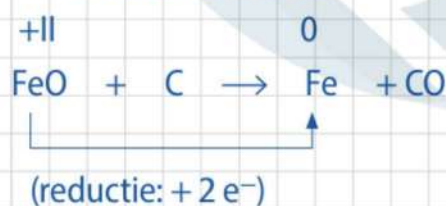
#### Stap 1: OG bepalen



#### Stap 2: Uitgewisselde elektronen bij de oxidatie berekenen



#### Stap 3: Uitgewisselde elektronen bij de reductie berekenen



#### Stap 4: Deelreacties vermenigvuldigen: niet nodig

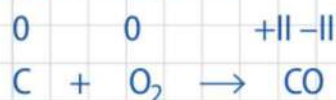
#### Stap 5: Controle van de coëfficiënten



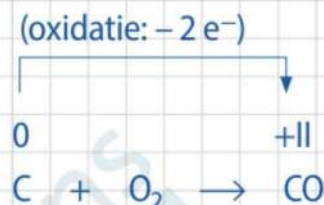
De coëfficiënten hoeven niet aangepast te worden.

- d Koolstof reageert met zuurstofgas met de vorming van koolstofmonoxide. Werk de redox-reactie uit. Gebruik het stappenplan.

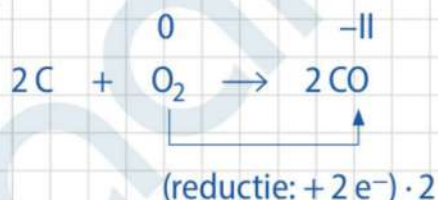
#### Stap 1: OG bepalen



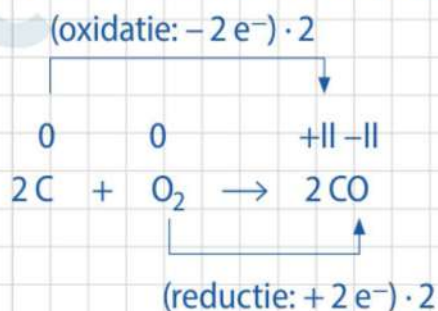
#### Stap 2: Uitgewisselde elektronen bij de oxidatie berekenen



#### Stap 3: Uitgewisselde elektronen bij de reductie berekenen



#### Stap 4: Deelreacties vermenigvuldigen



#### Stap 5: Controle van de coëfficiënten



De coëfficiënten hoeven niet aangepast te worden.



## Oplossingen

### 1 Ionenuitwisselingsreacties

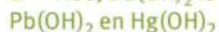
- 1 a gasontwikkelingsreactie  
b neutralisatiereactie
- 2 a oplosbaarheid in water van ...  
CuCl<sub>2</sub>(opl): goed  
NaOH(opl): goed  
NaCl(opl): goed  
CuCl<sub>2</sub>(opl) + NaOH(aq): slecht (neerslagvorming)  
b Cu<sup>2+</sup> + 2 Cl<sup>-</sup>: dissociatievergelijking  
Na<sup>+</sup> + OH<sup>-</sup>: dissociatievergelijking  
Na<sup>+</sup> + Cl<sup>-</sup>: dissociatievergelijking

- c 1 Cl<sup>-</sup>-ionen en OH<sup>-</sup>-ionen  
2 Nee, NaCl is goed oplosbaar.  
3 Cl<sup>-</sup>-ionen en OH<sup>-</sup>-ionen  
4 Cu<sup>2+</sup>-ionen en OH<sup>-</sup>-ionen

- a slecht oplosbaar, de stof zal neerslaan  
b goed oplosbaar  
c slecht oplosbaar, de stof zal neerslaan  
d matig oplosbaar, de stof zal neerslaan  
e matig oplosbaar, de stof zal neerslaan

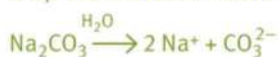


- a Nee, Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> is goed oplosbaar.  
b Ja, FeS is slecht oplosbaar.  
c Ja, Ag<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> is slecht oplosbaar.  
d Nee, Ba(OH)<sub>2</sub> is slecht oplosbaar.



Een suspensie, want BaSO<sub>4</sub> is slecht oplosbaar.

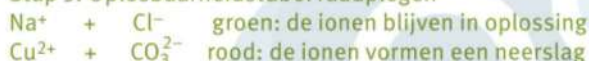
Stap 1: Dissociatiereacties schrijven



Stap 2: Kationen en anionen identificeren



Stap 3: Oplosbaarheidstabel raadplegen



Stap 4: Essentiële ionenreactievergelijking schrijven



Stap 5: Stoffenreactievergelijking schrijven



of verkort: Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + CuCl<sub>2</sub> → CuCO<sub>3</sub> ↓ + 2 NaCl

- a AgOH ↓  
b AgCl ↓  
c Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> ↓  
d Mg(OH)<sub>2</sub> ↓  
e AgBr ↓ + AgCl ↓  
f CaCO<sub>3</sub> ↓ + Ag<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ↓ + AgI ↓  
a Zn<sup>2+</sup> + 2 OH<sup>-</sup> → Zn(OH)<sub>2</sub> ↓  
ZnBr<sub>2</sub> + 2 KOH → Zn(OH)<sub>2</sub> ↓ + 2 KBr  
b Hg<sup>2+</sup> + 2 I<sup>-</sup> → HgI<sub>2</sub> ↓  
HgCl<sub>2</sub> + MgI<sub>2</sub> → HgI<sub>2</sub> ↓ + MgCl<sub>2</sub>  
c 2 PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> + 3 Ca<sup>2+</sup> → Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> ↓  
2 Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> + 3 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> → 6 NaNO<sub>3</sub> + Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> ↓  
d 2 Ag<sup>+</sup> + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> → Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ↓  
6 AgNO<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> → 2 Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> + 3 Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ↓

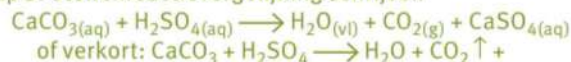
11 Stap 1: Stoffen identificeren



Stap 2: Essentiële ionenreactievergelijking schrijven



Stap 3: Stoffenreactievergelijking schrijven



- 12 a nee, zuur + zout  
b ja, zuur + hydroxide  
c nee, hydroxide + zout  
d nee, zuur + zout  
e ja, hydroxide + zuur

13 Stap 1: Stoffen identificeren



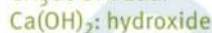
Stap 2: Essentiële ionenreactievergelijking schrijven



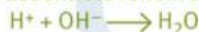
Stap 3: Stoffenreactievergelijking schrijven



14 Stap 1: Stoffen identificeren



Stap 2: Essentiële ionenreactievergelijking schrijven



Stap 3: Stoffenreactievergelijking schrijven



- 15 a HBr + NaOH → NaBr + H<sub>2</sub>O  
b H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 2 KOH → K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 2 H<sub>2</sub>O  
c Ba(OH)<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>S → BaS ↓ + 2 H<sub>2</sub>O  
d 2 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> + 3 Fe(OH)<sub>2</sub> → Fe<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> ↓ + 6 H<sub>2</sub>O

16

|                                                                     | NEERSLAG-<br>REACTIE | GASONTWIK-<br>KELINGSRE-<br>ACTIE | NEUTRALISA-<br>TIEREACTIE |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| KOH + HClO <sub>3</sub>                                             |                      |                                   | X                         |
| Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | X                    |                                   |                           |
| MgCO <sub>3</sub> + HCl                                             |                      | X                                 |                           |
| NaOH + H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                               |                      |                                   | X                         |
| NaOH + PbCO <sub>3</sub>                                            | X                    |                                   |                           |
| ZnI <sub>2</sub> + H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>                   | X                    |                                   |                           |

- 17 a ionenreactievergelijking:  
 $2 \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$   
stoffenreactievergelijking:  
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$   
gasontwikkelingsreactie  
b ionenreactievergelijking:  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$   
stoffenreactievergelijking:  $\text{KOH} + \text{HI} \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{KI}$   
neutralisatiereactie  
c ionenreactievergelijking:  $2 \text{Ag}^+ + \text{S}^{2-} \longrightarrow \text{Ag}_2\text{S} \downarrow$   
stoffenreactievergelijking:  $2 \text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{S} \longrightarrow \text{Ag}_2\text{S} \downarrow + 2 \text{NaNO}_3$   
neerslagreactie



## 2 De zuurtegraad van een oplossing

- 18 a basisch:  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  is een hydroxide; aan water zijn  $\text{OH}^-$ -ionen toegevoegd  
b zuur:  $\text{H}_2\text{CO}_3$  is een zuur; aan water zijn  $\text{H}^+$ -ionen toegevoegd  
c neutraal:  $\text{KI}$  is een zout; aan water zijn geen  $\text{H}^+$ - of  $\text{OH}^-$ -ionen toegevoegd
- 19 a neutrale oplossing  $n(\text{H}^+) = n(\text{OH}^-)$  ( $n = c \cdot V$ )  
b basische oplossing  $n(\text{H}^+) < n(\text{OH}^-)$   
c zure oplossing  $n(\text{H}^+) > n(\text{OH}^-)$ . Er komen 2  $\text{H}^+$ -ionen per  $\text{H}_2\text{SO}_4$  vrij.  
d neutrale oplossing  $n(\text{H}^+) = n(\text{OH}^-)$
- 20 a ionisatie zuiver water:  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$   
ionisatie mierenzuur:  $\text{HCOOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+ + \text{HCOO}^-$   
 $\text{H}^+$ -ionen zijn zowel afkomstig van  $\text{H}_2\text{O}$  als van  $\text{HCOOH}$ .  $\text{OH}^-$ -ionen zijn enkel afkomstig van  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-) \rightarrow$  zure oplossing  
b reactie  $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{-COO}^-$   
basische oplossing  
voor reactie  $n(\text{CH}_3\text{-COOH}) < n(\text{OH}^-)$   
 $\text{H}^+$ -ionen zijn enkel afkomstig van  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_3\text{-COOH}$  reageerde volledig.  $\text{OH}^-$ -ionen zijn zowel afkomstig van  $\text{H}_2\text{O}$  als van  $\text{KOH} \rightarrow c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-) \rightarrow$  basische oplossing
- 1  $\text{CO}_2$  zal met het aanwezige water in het lichaam  $\text{H}_2\text{CO}_3$  vormen. Een toename van  $\text{CO}_2$  zorgt voor een toename van zuur en dus een toename van  $c(\text{H}^+)$ . De hoeveelheid zuur of acid stijgt.
- 2 a waar  
b niet waar  
c niet waar
- 3

|                                                                | $c(\text{H}^+)$<br>(mol/l) | $c(\text{OH}^-)$<br>(mol/l) | pH | ZUUR, NEUTRAAL OF BASISCH? |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|----|----------------------------|
| $1,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ HCl-oplossing                | $10^{-1}$                  | $10^{-13}$                  | 1  | zuur                       |
| $1,1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ HCl-oplossing  | $10^{-4}$                  | $10^{-10}$                  | 4  | zuur                       |
| $\text{H}_2\text{O}$                                           | $10^{-7}$                  | $10^{-7}$                   | 7  | neutraal                   |
| $1,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ NaOH-oplossing               | $10^{-13}$                 | $10^{-1}$                   | 13 | basisch                    |
| $1,1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ NaOH-oplossing | $10^{-10}$                 | $10^{-4}$                   | 10 | basisch                    |

- 4 Coca-Cola  
5 d  
6 a Fout: er is een pH-omslaggebied.  
b juist  
c fout
- 27  $\text{CO}_2$  vormt met het water dat uitgeademd wordt  $\text{H}_2\text{CO}_3$ : een zuur. Als je het masker lang draagt, zal er op een bepaald moment voldoende zuur aanwezig zijn om de kleur van de indicator te veranderen.

## 3 Redoxreacties

- 28 a  $+II \rightarrow 0$ : het OG daalt, reductie  
b  $-II \rightarrow 0$ : het OG stijgt, oxidatie  
c  $+II \rightarrow +IV$ : het OG stijgt, oxidatie  
d  $+IV \rightarrow +II$  het OG daalt, reductie
- 29 a  $\text{Cu} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2$   
b  $\text{MgBr}_2 + 2 \text{Na} \rightarrow 2 \text{NaBr} + \text{Mg}$   
c  $\text{O}_2 + \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$
- 30 a  $+II \rightarrow 0$ : 2  $e^-$  opgenomen  
b  $+I \rightarrow +II$ : 1  $e^-$  afgestaan  
c  $0 \rightarrow +VI$ : 6  $e^-$  afgestaan  
d  $0 \rightarrow -I$ : 1  $e^-$  opgenomen
- 31 a redoxreactie  
b ionenuitwisselingsreactie  
c redoxreactie  
d redoxreactie  
e ionenuitwisselingsreactie
- 32 a Stap 1: OG bepalen  

$$\begin{array}{ccccccc} +III & -II & +II & -II & +II & -II & +IV & -II \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 & + & \text{CO} & \rightarrow & \text{FeO} & + & \text{CO}_2 \end{array}$$
 Stap 2: Uitgewisselde elektronen bij de oxidatie berekenen  
 (oxidatie:  $-2 e^-$ )  

$$\begin{array}{c} +II \quad +IV \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow \text{FeO} + \text{CO}_2 \end{array}$$
 Stap 3: Uitgewisselde elektronen bij de reductie berekenen  

$$\begin{array}{c} +III \quad +II \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow 2 \text{FeO} + \text{CO}_2 \end{array}$$
 (reductie:  $+1 e^- \cdot 2$ )  
 Stap 4: Deelreacties vermenigvuldigen: niet nodig  
 Stap 5: Controle van de coëfficiënten  

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow 2 \text{FeO} + \text{CO}_2$$
 De coëfficiënten hoeven niet aangepast te worden.
- b Stap 1: OG bepalen  

$$\begin{array}{ccccccc} 0 & +II & -II & +IV & -II \\ \text{O}_2 & + & \text{CO} & \rightarrow & \text{CO}_2 \end{array}$$
 Stap 2: Uitgewisselde elektronen bij de oxidatie berekenen  
 (oxidatie:  $-2 e^-$ )  

$$\begin{array}{c} +II \quad +IV \\ \text{O}_2 + \text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 \end{array}$$
 Stap 3: Uitgewisselde elektronen bij de reductie berekenen  

$$\begin{array}{c} 0 \quad -II \\ \text{O}_2 + \text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 \end{array}$$
 (reductie:  $+2 e^- \cdot 2$ )  
 Stap 4: Deelreacties vermenigvuldigen  
 (oxidatie:  $-2 e^- \cdot 2$ )  

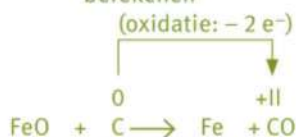
$$\begin{array}{c} 0 \quad +II \quad +IV & -II \\ \text{O}_2 & + & 2 \text{CO} & \rightarrow & \text{CO}_2 \end{array}$$
 (reductie:  $+2 e^- \cdot 2$ )  
 Stap 5: Controle van de coëfficiënten  

$$\text{O}_2 + 2 \text{CO} \rightarrow 2 \text{CO}_2$$

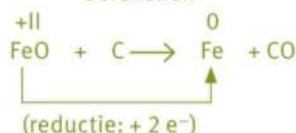
c Stap 1: OG bepalen



Stap 2: Uitgewisselde elektronen bij de oxidatie berekenen



Stap 3: Uitgewisselde elektronen bij de reductie berekenen



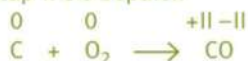
Stap 4: Deelreacties vermenigvuldigen: niet nodig

Stap 5: Controle van de coëfficiënten

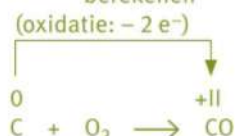


De coëfficiënten hoeven niet aangepast te worden.

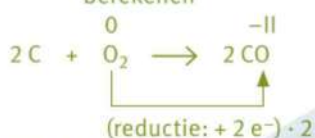
d Stap 1: OG bepalen



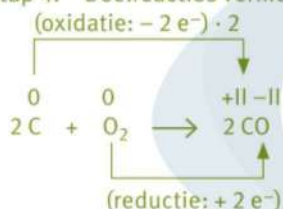
Stap 2: Uitgewisselde elektronen bij de oxidatie berekenen



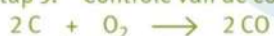
Stap 3: Uitgewisselde elektronen bij de reductie berekenen



Stap 4: Deelreacties vermenigvuldigen



Stap 5: Controle van de coëfficiënten



De coëfficiënten hoeven niet aangepast te worden.