



## E-klas Wat bak jij ervan?

Auteur

Team

Laatst gewijzigd

Licentie

Webadres

Bètapartners

Wikiwijs Maken Auteurs

7 mei 2015

CC Naamsvermelding-GelijkDelen 3.0 Nederland licentie

<https://maken.wikiwijs.nl/55223/>



Dit lesmateriaal is gemaakt met Wikiwijs van Kennisnet. Wikiwijs is hét onderwijsplatform waar je leermiddelen zoekt, maakt en deelt.

# Inhoudsopgave

Home .....	2
Studiewijzer .....	3
Inleiding .....	7
1 Werken met hoeveelheden .....	9
1.1 Dichtheid .....	9
1.2 Significantie en machten van tien .....	11
1.3 Omrekenen van eenheden .....	16
2 De chemische hoeveelheid .....	19
2.1 Atoommassa en molecuulmassa .....	19
2.2 Molaire massa .....	21
3 De algemene gaswet .....	24
3.1 Het verband tussen gasvolume en mol .....	24
3.2 De wet van Avogadro .....	25
3.3 De algemene gaswet (verdiepingsstof) .....	28
3.4 Het van mol naar en terug schema .....	32
4 Rekenen aan reacties .....	35
4.1 Experimentele bepaling van de wet van Proust .....	35
4.2 Molverhouding bij een chemische reactie .....	37
4.3 Rekenen aan reacties .....	40
D-toets .....	41
5 Elementenanalyse .....	42
5.1 Massapercentage koolstof in kristalsuiker .....	42
5.2 Massapercentage kristalwater in blauwe kopersulfaat .....	46
5.3 De CHN microanalyse .....	48
6 Rekenen met concentraties .....	50
6.1 De chemische concentratie aanduiding .....	50
6.2 Rekenen aan oplossingen .....	59
6.3 een webexperiment .....	61
6.4 Een isotone dorstlesser .....	63
7 A Big Mac .....	66
7.1 MAC-waarden van ppm's .....	66
7.2 Veiligheid van voedsel .....	69
8 Een sticky toffee pudding .....	72
8.1 Massapercentage zuiveringszout in bakpoeder .....	72
8.2 Het bakken van de sticky toffee pudding .....	73
9 De hersenkraker .....	75
9.1 Bakken met cement .....	75
9.2 Nog even puzzelen .....	78
9.3 Als het naar meer smaakt .....	79
Oefenen .....	80
Over deze module .....	83
Over dit lesmateriaal .....	84

# Home

## Welkom bij 'Wat bak jij er van?'

In deze e-klas gaan we chemisch rekenen. Wat je leert, pas je toe op een recept voor 'sticky toffee pudding' dat wij versleuteld hebben. Als je de e-klas succesvol afrondt, kun je het recept compleet maken en de sticky toffee pudding bakken.

In een werkdocument vind je vragen en opdrachten, die je in het document zelf of in je schrift kunt beantwoorden (vraag je docent wat je moet doen). In de e-klas zelf vind je informatie en oefeningen, maar je docent zal je ook het een en ander vertellen. Natuurlijk is het zaak daar goed naar te luisteren. Wat bak jij ervan?



# Studiewijzer

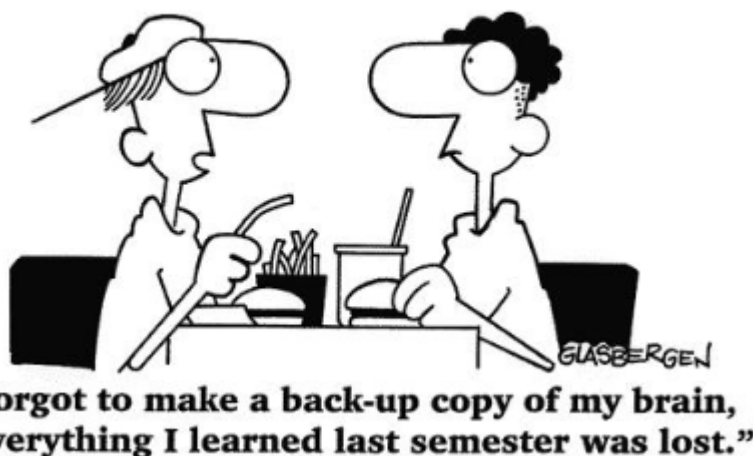
Je kunt de studiewijzer gebruiken bij het doorwerken van de e-klas. Op de volgende pagina's kun je vinden wat je moet weten voordat je aan de e-klas begint, en welke leerdoelen je hebt bereikt na afloop. De tabel die op de pagina 'planning' gegeven wordt, kun je gebruiken als richtlijn bij het maken van je eigen planning. Vraag eerst aan je docent wat de bedoeling is. Op de laatste pagina van de studiewijzer kun je lezen hoe je beoordeeld wordt.

## Voorkennis

Copyright 1997 Randy Glasbergen. [www.glasbergen.com](http://www.glasbergen.com)

Om deze e-klas goed te kunnen doorlopen moet je de volgende voorkennis beheersen:

- alle stof van de derde klas
- het periodiek systeem van Mendelejev
- de atoomtheorie van Rutherford
- de ionentheorie en zoutformules
- oplos- en



neerslagreactievergelijkingen van zouten

## Leerdoelen

### Belangrijke begrippen

Deze module staat in het teken van chemisch rekenen. In deze module maak je kennis met een aantal belangrijke chemische begrippen en berekeningen. De voornaamste begrippen zijn:

- molecuul- en molaire massa
- molvolume
- molverhouding
- molariteit
- significantie
- massapercentage en elementenanalyse
- MAC waarde en ppm

### Leerdoelen

Voor ieder hoofdstuk zijn enkele leerdoelen opgesteld. Die leerdoelen geven aan wat je aan het eind van het hoofdstuk moet weten en wat je moet kunnen. Een overzicht van alle leerdoelen vind je hieronder.

Na hoofdstuk 1 kun je:

- op twee manieren de dichtheid experimenteel bepalen
- rekenen met dichtheden
- eenheden en waarden omrekenen (bijvoorbeeld van  $\text{kg m}^{-3}$  naar  $\text{g cm}^{-3}$ )
- werken met machten van tien
- omgaan met significante cijfers en op de juiste manier afronden
- het verschil tussen meetwaarden en telwaarden uitleggen

Na hoofdstuk 2 kun je:

- met behulp van de atoommassa een molecuulmassa of molmassa berekenen

- het verband tussen het getal van Avogadro en de atomaire massa-eenheid uitleggen
- de definitie van de chemische hoeveelheid (mol) geven
- werken met de begrippen mol en molmassa: omrekenen van mol naar gram en omgekeerd

Na hoofdstuk 3 kun je:

- de wet van Avogadro en de algemene gaswet uitleggen
- het molvolume bij standaardomstandigheden noemen ( $22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ )
- het molvolume experimenteel bepalen
- de algemene gaswet toepassen, bijvoorbeeld bij het berekenen van het molvolume bij andere omstandigheden (**dit is verdiepingsstof**)
- rekenen met het molvolume: het omzetten van mol naar  $\text{dm}^3$  en omgekeerd
- rekenen met het "van mol naar en terug schema"

Na hoofdstuk 4 kun je:

- de wet van Proust langs experimentele weg bewijzen
- de molverhouding afleiden uit een reactievergelijking
- uit de molverhouding van een chemische reactie de massaverhouding afleiden
- het "van van mol naar en terug schema" toepassen bij het rekenen aan chemische reacties

Na hoofdstuk 5 kun je:

- de massapercentages in verbindingen experimenteel bepalen
- de massapercentages in verbindingen theoretisch bepalen
- met behulp van een elementenanalyse de formule van een stof bepalen

Na hoofdstuk 6 kun je:

- werken met de chemische concentratie aanduiding: het begrip molariteit
- de molariteit van zowel 'gewone' oplossingen als zoutoplossingen uitrekenen
- rekenen aan neerslagreacties
- je eigen isotone dorstlesser maken aan de hand van een aantal voorgeschreven ingrediënten

Na hoofdstuk 7 kun je:

- de begrippen MAC-waarde en ppm uitleggen
- rekenen met MAC-waarden en ppm's
- een massa of volume ppm berekenen en toepassen

Na hoofdstuk 8 kun je:

- op experimentele wijze het massapercentage zuiveringszout in bakpoeder bepalen
- een sticky toffee pudding bakken

Na hoofdstuk 9 kun je:

- echte chemische rekenhersenkrakers oplossen

### Planning en voortgang

Deze e-klas is gemaakt om negen weken te duren, met een totale studielast van 40 slu. Een mogelijke planning is:

week	hoofdstuk (zie de navigatiebalk bovenaan de lesmateriaalpagina's)
------	---

1	het recept, de boodschappen en het werkdocument hoofdstuk 1 - werken met hoeveelheden
2	hoofdstuk 2 - de chemische hoeveelheid
3	hoofdstuk 3 - de algemene gaswet
4	hoofdstuk 4 - rekenen aan reacties diagnostische toets
5	hoofdstuk 5 - elementenanalyse
6	hoofdstuk 6 - rekenen met concentraties
7	hoofdstuk 7 - a big mac
8	hoofdstuk 8 - een sticky toffee pudding
9	hoofdstuk 9 - de hersenkraker voorbeeld proefwerkopgaven + eindtoets

### Het werkdocument en het recept

Bij deze e-klas hoort een **werkdocument**. Hierin vind je opdrachten en kun je uitkomsten van experimenten bijhouden. Vraag je docent of je het document moet bijhouden, of dat je bijvoorbeeld de antwoorden in je schrift moet schrijven. Een ander belangrijk document is het **recept voor de sticky toffee pudding**. Het recept is versleuteld en in de loop van de e-klas ga je het ontcijferen. Ook dit document moet je regelmatig inleveren.

Let op: zorg dat je van alle documenten altijd een extra kopie bewaart op een veilige plek.



[Werkdocument](#)



[Het recept](#)



# Inleiding

**Welkom bij 'Wat bak jij er van?', een e-klas over chemisch rekenen.**

In deze e-klas gaan we chemisch rekenen. In de derde klas heb je als het goed is al geleerd dat bij chemische reacties stoffen reageren en ontstaan volgens vaste massaverhoudingen. Verder heb je gewerkt met de wet van behoud van massa. Vooral in de chemische industrie zijn deze berekeningen van groot belang. Je kunt chemische stoffen niet zo maar bij elkaar gooien en hopen dat alles goed gaat. Eigenlijk is het net als bij het bakken van een taart. Je hebt een recept nodig waarin in staat hoeveel van welke ingrediënten je nodig hebt. En verder is het natuurlijk belangrijk hoe je met deze ingrediënten omgaat. Want het bakken van een taart kan nog wel eens mislukken. Daarom is de vraag aan jou: wat bak jij er van? Aan het einde van deze module krijg je hierop een antwoord. Je gaat een overheerlijke *sticky toffee pudding* bakken. Pas wel op, het is een tamelijk machtig gerecht!



## Het recept

Sticky toffee pudding is een typisch Brits dessert. Het bestaat uit een vochtige, sponsachtige cake, gemaakt van een beslag met gepureerde dadels. De sticky toffee saus gaat over de cake heen. Deze Britse klassieker wordt vaak geserveerd met slagroom en/of vanille-ijs. Een machtige hap dus!

Het recept is halverwege de twintigste eeuw uitgevonden in Engeland. Download het [recept](#) (in Word) voor een sticky toffee pudding. Lees het recept eens rustig door. Zoals je ziet is het recept 'versleuteld'. In de ingrediëntenlijst zie je waarschijnlijk een aantal vreemd aandoende hoeveelheden. Deze zul je eerst moeten ontcijferen door middel van chemische berekeningen. In deze e-klas leer je hoe je dat moet doen, stap voor stap, ingrediënt voor ingrediënt... Ieder ingrediënt dat je verdient wordt (als afbeelding) bijgeschreven op je [boodschappenlijstje](#). Je boodschappenlijstje is nu nog helemaal leeg. Tijd



om aan de slag te gaan dus!



[Het recept](#)



[Boodschappenlijst](#)

### Het werkdocument

In het werkdocument maak je oefenopgaven en houd je de resultaten van practica en opdrachten bij. Bewaar je werkdocument op een veilige plek waar je het gemakkelijk terug kunt vinden. Het werkdocument wordt ook gebruikt door je docent (of PAL-student) om je vorderingen te bekijken en te beoordelen. Je zult dus af en toe je werkdocument moeten uploaden naar je postbus. Verder kun je het werkdocument goed gebruiken bij de voorbereiding op de eindtoets.

We beginnen met een beknopte herhaling van het chemisch rekenen in de derde klas. Deze berekeningen zijn gebaseerd op twee oude wetten.

### Werkdocument opdracht 1 t/m 3

Download je [werkdocument](#).



[Werkdocument](#)

Maak opdracht 1 t/m 3 van je werkdocument. Upload je werkdocument vervolgens naar je postbus voor eventuele feedback van docent of PAL-student.

# 1 Werken met hoeveelheden



bron: fotolia.com

## Na dit hoofdstuk kun je:

- op twee manieren de dichtheid experimenteel bepalen
- rekenen met dichtheden
- eenheden en Binas waarden omrekenen (bv. van  $\text{kg m}^{-3}$  naar  $\text{g cm}^{-3}$ )
- werken met machten van tien
- goed omgaan met significante cijfers en op de juiste manier afronden
- het verschil tussen meetwaarden en telwaarden uitleggen

## 1.1 Dichtheid

### Het recept

In het recept staat dat je voor de sticky toffee pudding stroop en water nodig hebt. Alleen: de hoeveelheden zijn gegeven in grammen! Dat is niet handig. Zie je jezelf al stroop afwegen? Je moet de grammen omrekenen naar milliliters of aantal eetlepels (hoeveel mL is een eetlepel?). Daar heb je het

begrip dichtheid voor nodig.

## Dichtheid

In de tweede klas heb je geleerd dat de [dichtheid](#) een eigenschap van een stof is (en dus niet van een voorwerp). De dichtheid geeft aan hoeveel gram er in één  $\text{cm}^3$  van die stof zit. Zo is de dichtheid van koper 8,9 g per  $\text{cm}^3$ . Dat wil zeggen: elke  $\text{cm}^3$  koper heeft een massa van 8,9 gram. De dichtheid heb je nodig om voor de eerste ingrediënten van de sticky toffee pudding de benodigde hoeveelheden om te rekenen. Hoe kun je de dichtheid van een stof bepalen met een experiment?

De dichtheid kun je niet direct aflezen van een meetinstrument. Je moet namelijk twee dingen meten: het aantal gram (de massa) en het aantal  $\text{cm}^3$  (het volume).

## Werkdocument opdracht 4 - onderzoek: experimentele bepaling van de dichtheid



[werkdocument 4](#)

Bepaal zo nauwkeurig mogelijk de dichtheid van het metaal [aluminium](#) (uitgedrukt in gram per  $\text{cm}^3$ ). Bedenk dat je het volume van het blokje aluminium op twee verschillende manieren kunt meten. Probeer dan ook beide manieren uit. Gebruik de hiervoor beschikbare materialen in het lokaal of spullen die je zelf bij je hebt. Noteer de uitkomsten van beide experimenten in het werkdocument.

Bepaal vervolgens de massa van 25 mL water, één van de ingrediënten van de pudding. Gebruik hiervoor achtereenvolgens een bekerglas, een maatcilinder en een volpipet. Bereken hiermee telkens de dichtheid van water. Leg uit welke uitkomst je het meest betrouwbaar lijkt.

Let op: de resultaten van de experimenten heb je nodig bij de volgende twee paragrafen.



*bron: webelements.com*

### **Decoderen van het recept: water en stroop**

Met de opgefriste kennis over dichtheid is het de hoogste tijd om de eerste ingrediënten voor de pudding te verdienen. Open het recept in Word en 'decodeer' (reken om):

- 59 g donkere stroop in het aantal eetlepels (voor de pudding)
- 39 g donkere stroop in het aantal eetlepels (voor de saus)
- 300,0 g water in het aantal deciliters

Vervang deze hoeveelheden in je recept en vraag aan je docent of je het moet inleveren.

## **1.2 Significantie en machten van tien**

### **Meten is weten.**

Hoe nauwkeuriger je meet, des te meer je weet. In de natuurwetenschappelijke vakken maken we er een gewoonte van om de waarden van gemeten grootheden zó op te schrijven dat je aan het resultaat meteen kan zien hoe nauwkeurig er gemeten is. Nauwkeurigheid wordt uitgedrukt in het aantal cijfers in een meetwaarde. Bijvoorbeeld, als leerling P een stroomsterkte opschrijft van 2,1 A en leerling Q een stroomsterkte van 2,103 A, dan kun je in één oogopslag zien dat leerling Q een nauwkeuriger waarde heeft: deze waarde bevat meer significante cijfers. Het kan zijn dat leerling P heel slordig gemeten heeft,

maar het is ook mogelijk dat leerling Q een veel nauwkeuriger instrument heeft gebruikt.

Let op: de nauwkeurigheid van een meting leid je dus af uit het aantal. Het aantal significante cijfers van een meetwaarde is het aantal cijfers zonder op de komma te letten. Nullen aan het begin van een getal tellen niet mee. Dus het getal 0,0000021 bevat slechts twee significante cijfers.

Significantie geeft aan 'wat je zeker weet' en 'wat je moet schatten'. Wanneer je bijvoorbeeld 80,0 mL water afmeet in een maatcilinder van 100,0 mL weet je zeker dat je ongeveer 80,0 mL water hebt; de eerste decimaal achter de komma moet je schatten. De significantie is dus 3.

## Significante cijfers

Getallen die iets zeggen over de nauwkeurigheid van een meting noemen we **significante cijfers**. Als je op een gewone weegschaal staat, kun je jezelf op de kilo nauwkeurig wegen. De weegschaal geeft bijvoorbeeld 68 kg aan. Deze meetwaarde heeft twee significante cijfers. Een digitale weegschaal is wat nauwkeuriger. Je leest bijvoorbeeld 67,7 kg af. Dat zijn drie significante cijfers. Bij het tellen van het aantal significante cijfers moet je altijd van rechts naar links tellen. Kom je verder alleen maar nullen tegen, dan tellen die niet mee. Dat is logisch toch?



### Vragen over significantie

Bekijk nu eerst de muzikale videoclip [Big Sig Fig Gig](#) over significante cijfers. Maak daarna de vragen.

1. Welke tip wordt er gegeven als het gaat om getallen kleiner dan 1?
2. Welke tip wordt er gegeven als het gaat om getallen groter dan 1?
3. Hoe zou jij de (voor ons ongebruikelijke) notatie 1300 (maar dan met de streep boven de nul) weergeven in het juiste aantal significante cijfers?

## Nog twee voorbeelden...

### Voorbeeld 1

Een stroomsterkte is 3,6 mA. Dat zijn twee significante cijfers. Deze stroomsterkte kun je ook noteren als 0,0036 A (de komma moet drie stapjes naar links). Er moeten in dit laatste getal dus ook weer twee significante cijfers staan.

### Voorbeeld 2

Een stroomsterkte is 7,2 kg. Dat zijn twee significante cijfers. Als je in de derde klas van kg naar g zou omrekenen, dan zou je daar 7200 g van gemaakt hebben. Maar hopelijk begrijp je nu dat dat niet zo maar mag: er staan dan meer significante cijfers, dus je zou denken dat de meting opeens nauwkeuriger geworden is. Daarom moet je een macht van 10 gebruiken:  $7,2 \text{ kg} = 7,2 \cdot 10^3 \text{ g}$ . Dan staan er nog steeds twee significante cijfers (maar je hebt wel omgerekend).

## Even oefenen

Hoeveel significante cijfers tref je aan in deze meetwaarde....

$0,000300679 \cdot 10^6 \text{ kg}$

☐ 6

☐ 10

☐ 13

☐ 9

---

#### Even oefenen

Hoeveel significante cijfers tref je aan in deze meetwaarde 230000 L?

☐ 2

☐ 6

---

#### Even oefenen

Hoeveel significante cijfers tref je aan in deze meetwaarde....

$2300 \cdot 10^8 \text{ mol}$

☐ 7

☐ 2

☐ 4

---

## Combineren van meetwaarden

Je berekent de dichtheid van een stof door de massa en het volume op elkaar te delen. Als je dat doet combineer je eigenlijk twee meetwaarden. Wanneer je twee meetwaarden met elkaar combineert dan moet in de uitkomst ook iets te zien zijn van de nauwkeurigheid van beide meetwaarden. Heb je bijvoorbeeld de massa heel erg nauwkeurig bepaald en het volume ook, dan is de dichtheid ook heel nauwkeurig; er staan veel significante cijfers in de dichtheid. Maar heb je de massa erg nauwkeurig bepaald maar het volume niet, dan is de berekende dichtheid helaas ook niet nauwkeurig.

Bij het combineren van meetwaarden moet je je aan de volgende regels houden:

- De uitkomst van een vermenigvuldiging of een deling mag in niet meer significante cijfers worden gegeven dan de meetwaarde met het kleinste aantal significante cijfers dat je bij de berekening hebt gebruikt.
- Bij het optellen en aftrekken wordt het antwoord in niet meer decimalen geschreven dan het bij de berekening betrokken meetresultaat met het kleinste aantal decimalen.

## Werkdocument opdracht 4 - vervolg: experimentele bepaling van de dichtheid

Kijk nog eens naar wat je genoteerd hebt bij de experimenten met aluminium en water. Beantwoord de vragen in het werkdocument.

- Heb je de gemeten massa's op de goede manier (met een verantwoord aantal significante cijfers) genoteerd?
- Heb je de gemeten en of berekende volumes op de goede manier genoteerd?
- Heb je de berekende dichtheden op de goede manier genoteerd?
- Is er verschil in nauwkeurigheid in de dichtheid van het ene en van het andere experiment? Is dat eventuele verschil ook zichtbaar in hoe je de dichtheden genoteerd hebt? Beantwoord deze twee vragen voor zowel aluminium als water!



Even oefenen

<https://maken.wikiwijs.nl/p/questionnaire/standalone/992112>

### Algemene Informatie

**Titel** Even oefenen  
**Aantal Vragen** 3

### MAIN\_SECTION

Een leerling doet een berekening met twee meetwaarden:

uitkomst =  $0,0046039 \times 2,1 \cdot 10^7$

Bereken het antwoord en geef de uitkomst in het goede aantal significante cijfers.



96.681,9



☐ 96682

☐ 97000

☐  $9,7 \cdot 10^4$

---

Een leerling doet een berekening met twee meetwaarden:

$$\text{uitkomst} = 0,0046039 / 2,10 \cdot 10^{-7}$$

Bereken het antwoord en geef de uitkomst in het goede aantal significante cijfers.

☐ 21923,33333

☐  $2,19 \cdot 10^4$

☐  $2,2 \cdot 10^4$

☐ 21923

---

Een leerling doet een berekening met twee meetwaarden:

$$\text{uitkomst} = 23000 \times 1,08 \cdot 10^3$$

Bereken het antwoord en geef de uitkomst in het goede aantal significante cijfers.

☐ 24840000

☐  $2,48 \cdot 10^7$



2,4840.10<sup>7</sup>

## Samenvatting

- De nauwkeurigheid van een meting drukken we uit in het aantal significante cijfers.
- Het aantal significante cijfers wordt bepaald door de cijfers waar je zeker van bent plus één, een geschat cijfer.
- Nullen aan het einde van een getal zijn significante cijfers. Nullen aan het begin van een getal zijn geen significante cijfers
- wanneer je meetwaarden gaat combineren door ze te vermenigvuldigen of te delen, dan bepaalt de meting met het kleinste aantal significante cijfers het aantal significante cijfers van de uitkomst.

## 1.3 Omrekenen van eenheden

### Het recept

In het recept van de sticky toffee pudding staat dat je het volgende nodig hebt: 7,5 10<sup>-5</sup> ton zachte boter, 2,00 10<sup>8</sup> µg zelfrijzend bakmeel en 1,0 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup> slagroom. Met zulke getallen kun je natuurlijk niet werken. Dat moeten grammen en deciliter worden. In deze paragraaf leer je hoe je eenheden in elkaar om kan rekenen.

### Omrekenen

In deze e-klas moet je eenheden in elkaar kunnen omrekenen. Soms doe je dat om heel kleine of heel grote getallen te vermijden. Soms reken je eenheden om in verband met het aantal significante cijfers: 0,00510 kg kun je net zo goed noteren als 5,10 g (niet 5,1 g!). Ook moet je eenheden wel eens omrekenen om een vergelijking te kunnen maken met gegevens uit Binas of van internet. Kijk maar naar het volgende voorbeeld.

### Voorbeeld

In Binas vind je de dichtheid van aluminium: 2,70.10<sup>3</sup> kg m<sup>-3</sup>. Dat staat een beetje raar, maar je moet dat lezen als 2,70 kg/m<sup>3</sup>. Stel dat je bij het bepalen van de dichtheid van aluminium 2,7 g/cm<sup>3</sup> gevonden hebt. Is dat dan gelijk aan de waarde in Binas? Om daar achter te komen kun je het beste de kg vervangen door 1000 g en m<sup>3</sup> vervangen door 1000000 cm<sup>3</sup>. Daarna neem je alle getallen bij elkaar. Je ziet dan dat er dan 'niks' overblijft (eigenlijk het getal 1). Dus:

$$2,70 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2,70 \cdot 10^3 \frac{1000 \text{ g}}{1000000 \text{ cm}^3} = 2,70 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

En, klopte de dichtheid die je in Binas gevonden had met de uitkomst van je metingen?



Vragen

<https://maken.wikiwijs.nl/p/questionnaire/standalone/992118>

### Algemene Informatie

**Titel** Vragen  
**Aantal Vragen** 3

MAIN\_SECTION

Reken om:

$$6,90 \text{ g/cm}^3 = \dots\dots \text{ kg/m}^3$$

(hint: Reken g om naar kg (1 g = 0,001 kg) en reken  $\text{cm}^3$  om naar  $\text{m}^3$  (1  $\text{cm}^3$  = 0,000001  $\text{m}^3$ ).

- ☐  $6,90 \cdot 10^3$
- ☐  $6,9 \cdot 10^{-3}$
- ☐  $6,90 \cdot 10^{-3}$
- ☐  $6,9 \cdot 10^3$

Reken om:

$$7,2 \cdot 10^3 \text{ g/dm}^3 = \dots\dots \text{ kg/m}^3$$

hint: Reken het aantal g om naar kg (1 g = 0,001 kg) en reken  $\text{dm}^3$  om naar  $\text{m}^3$  (1  $\text{dm}^3$  = 0,001  $\text{m}^3$ ).

- ☐  $7,2 \cdot 10^3$
- ☐  $7,2 \cdot 10^9$
- ☐  $7,2 \cdot 10^{-3}$

---

Reken om:

$$3,2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 = \dots \text{ g/cm}^3$$

hint: Reken het aantal kg om naar g (1 kg = 1000 g) en reken  $\text{m}^3$  om naar  $\text{dm}^3$  ( $1 \text{ m}^3 = 1000000 \text{ cm}^3$ ).

☐

3,2

☐

$3,2 \cdot 10^6$

☐

$3,2 \cdot 10^{-3}$

---

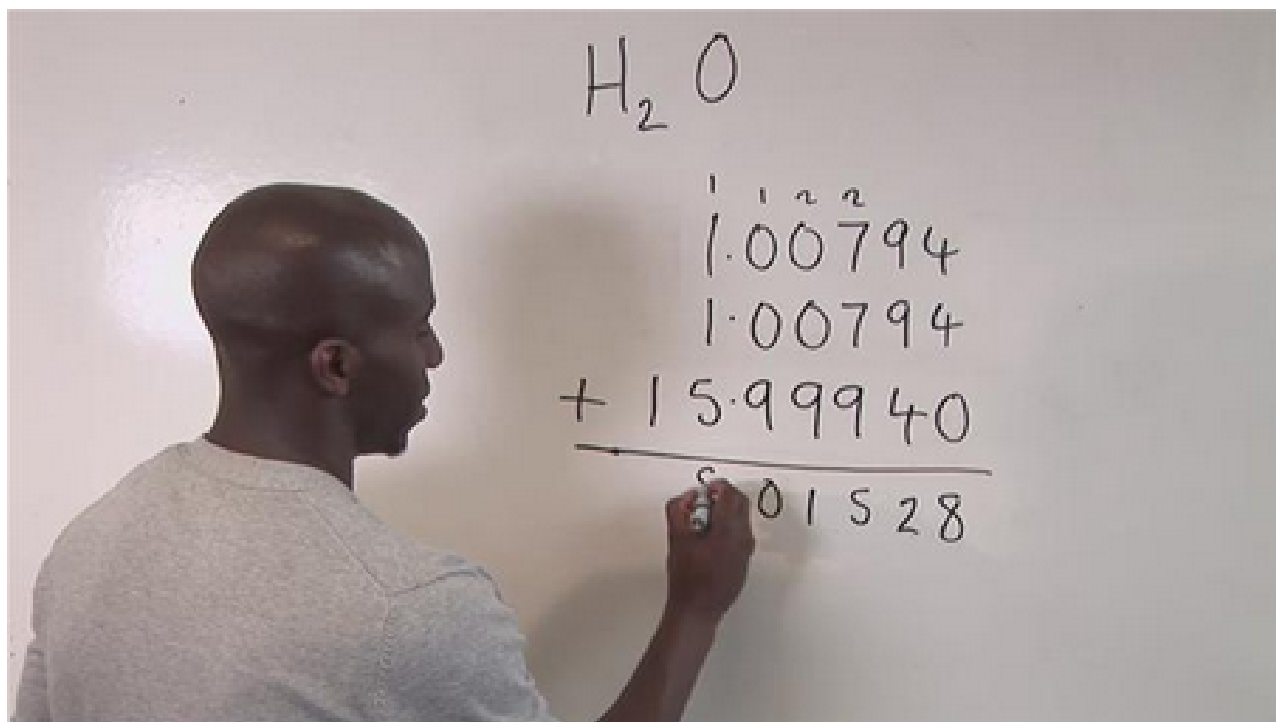
### Decoderen van het recept: de boter, het zelfrijzend bakmeel en de slagroom

Dan is het nu weer tijd om de volgende drie ingrediënten voor de pudding te verdienen. Er worden in het recept namelijk een paar ongebruikelijke eenheden gehanteerd zoals ton,  $\mu\text{g}$  en  $\text{m}^3$ . Hiermee valt niet te werken. Open het recept in Word en 'decodeer'...

- $7,5 \cdot 10^{-5}$  ton zachte boter in het aantal gram boter
- $2,00 \cdot 10^8 \mu\text{g}$  zelfrijzend bakmeel in het aantal gram zelfrijzend bakmeel
- $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$  slagroom in het aantal deciliter slagroom

Vervang deze hoeveelheden in je recept.

## 2 De chemische hoeveelheid



bron: videojug.com

### Na dit hoofdstuk kun je:

- met behulp van de atoommassa een molecuulmassa of molmassa berekenen
- het verband tussen het getal van Avogadro en de atomaire massa-eenheid uitleggen
- de definitie van de chemische hoeveelheid (mol) geven
- werken met de begrippen mol en molmassa: omrekenen van mol naar gram en omgekeerd
- met behulp van het getal van Avogadro en de chemische hoeveelheid een aantal ingrediënten decoderen voor de pudding

## 2.1 Atoommassa en molecuulmassa

### Het recept

Je hebt voor je pudding straks  $1,4 \cdot 10^{23}$  moleculen suiker nodig. Die kun je natuurlijk niet één voor één gaan tellen! Dat moet worden omgerekend naar grammen. In deze paragraaf leer je hoe dat moet.

### Atoommassa

Zoals de naam aangeeft, is de atoommassa de massa van een atoom, uitgedrukt in [atomaire massa eenheden](#) (u). Elk isotoop van een scheikundig element heeft een andere atoommassa. De atoommassa van een element als geheel is gedefinieerd als het gewogen gemiddelde van de atoommassa's van alle natuurlijke isotopen, waarbij de relatieve aanwezigheid (de mate waarin elk isotoop verhoudingsgewijs voorkomt op aarde) de wegingsfactor is. Dit gemiddelde wordt in tabellen meestal aangegeven met de relatieve atoommassa. Deze relatieve atoommassa's vind je in Binas-tabellen 40 en 99.

## Atomaire massa-eenheid (u)

De atomaire massa-eenheid (u) is een eenheid om atoommassa's en molecuulmassa's in uit te drukken. Omdat atoommassa's zeer klein zijn in vergelijking met de SI-eenheid kilogram, is hiervoor een speciale eenheid gedefinieerd. Deze eenheid is zo gekozen dat de massa van een atoom, uitgedrukt in atomaire massa-eenheden, zo goed mogelijk het aantal kerndeeltjes (protonen en neutronen) aangeeft. Het is niet helemaal waar, maar voor het gemak gaan wij er vanuit dat een proton dezelfde massa heeft als een neutron en dat de massa van een elektron te verwaarlozen is. De waarde van de atomaire massa-eenheid (u) kun je vinden in Binas-tabel 7.

## Molecuulmassa

De **molecuulmassa** van een stof is de massa van één molecuul van die stof, uitgedrukt in atomaire massa-eenheden (u). De molecuulmassa is de som van de atoommassa's van de afzonderlijke atomen waaruit het molecuul is opgebouwd. Omdat de atomen van een element meestal een mengsel zijn van verschillende isotopen, gaat men daarbij standaard uit van de normale verhouding van deze isotopen voor elk element.



### Vragen over molecuulmassa

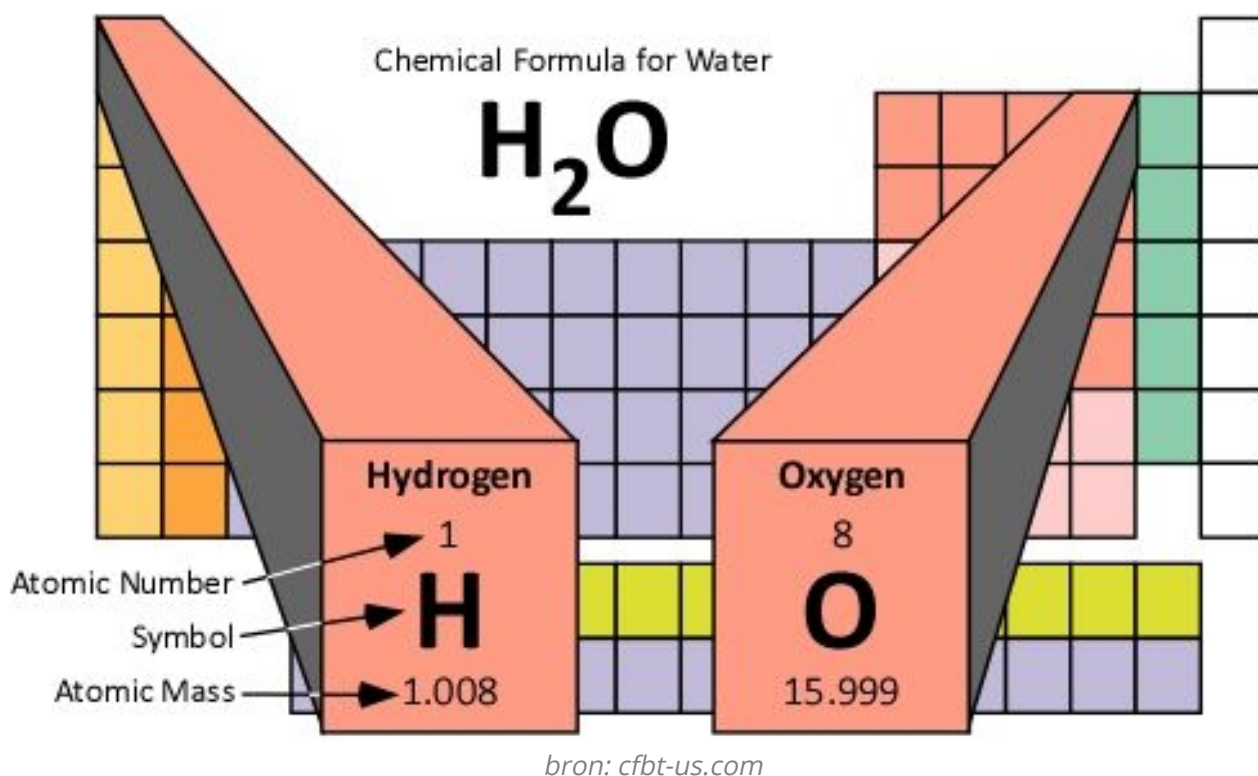
Bekijk de [videoclip](#) over het begrip molecuulmassa en maak daarna de vragen.

1. Verklaar waarom de molecuulmassa moet worden afgerond op vier significante cijfers.
2. Waarom praten we liever over de massa van een deeltje natriumchloride in plaats van de molecuulmassa van natriumchloride?
3. Bedenk twee redenen waarom je bij zouten kunt rekenen met atoommassa's in plaats van ionmassa's.

## Werkdocument opdracht 5 - het verband tussen de atomaire massa-eenheid (u) en het getal van Avogadro ( $N_A$ )



[werkdocument 5](#)



Soms is het nodig om te rekenen met hele grote of hele kleine getallen. Moleculen zijn erg klein en hebben dus ook een kleine massa. Iedereen - dus jij ook - kent de formule van water. Je gaat zometeen de molecuulmassa van water berekenen. Gebruik de volgende drie stappen:

- stap 1: schrijf de molecuulformule op
- stap 2: zoek de atoommassa's op
- stap 3: bereken de molecuulmassa

Maak opdracht 5 uit je werkdocument.

### HET RECEPT

Het is onmogelijk om ze één voor één te tellen, de  $1,4 \cdot 10^{23}$  moleculen [suiker](#). Maar met het verband tussen de atomaire massa-eenheid (u) en het getal van Avogadro ( $N_A$ ) kost het weinig moeite om er achter te komen hoeveel suiker je nodig hebt voor de saus. Open het recept en 'decodeer':

- $1,4 \cdot 10^{23}$  moleculen suiker in het aantal gram suiker

Vervang deze hoeveelheid in je recept. Weer een stapje dichterbij pudding!

## 2.2 Molaire massa

### Het verband tussen de atomaire massa-eenheid (u), het getal van Avogadro ( $N_A$ ) en de chemische hoeveelheid (mol)

Bekijk de [videoclip](#) over mol en molmassa. Hierin wordt uitgelegd wat het verband is tussen massa en mol (denk terug aan werkdocument opdracht 5).

Dan is het nu tijd om zelf te oefenen met de opgavengenerator. Eerst oefen je met het omrekenen van mol naar **gram** voor het geval de stof een **element** is. Doe op zijn minst vijf opgaven.





Bron: ChemistryDaily.com



`<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/47d963a570e9e5937b420087aec16c2d93bc742d.swf"> </embed>`

Je gaat nu oefenen met het omrekenen van **mol naar gram** bij **verbindingen**. Doe weer op zijn minst vijf opgaven



`<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/a2b62ab7b2708ac9a76f4d6c506afdc2b2f90b3d.swf" ></embed>`

Vervolgens ga je oefenen met het omrekenen van **gram naar mol** bij **elementen**. Doe weer op zijn minst vijf opgaven.



`<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/f2bd82c687d8f9a1cacac63bb8b5938697e58d93.swf" > </embed>`

Tot slot oefen je met het omrekenen van **gram naar mol** bij **verbindingen**. Doe weer minimaal vijf opgaven



`<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/40d15d93b7621f5523c5b6be062606e8afa84616.swf" ></embed>`

### Decoderen van het recept: de suiker, de eieren en de dadels voor de pudding!

Nu je goed geoefend hebt, en het verband tussen mol en massa voor jou geen geheimen meer heeft, is het een fluitje van een cent om het aantal gram suiker te berekenen voor de pudding. Open het recept en 'decodeer':

- 0,467 mol donkerbruine basterdsuiker ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )

- 0,047 mol vanille-suiker ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )

Verder kun je het getal van Avogadro gebruiken voor het berekenen van het aantal eieren en dadels. Decodeer:

-  $3,32 \cdot 10^{-24}$  mol eieren

-  $3,32 \cdot 10^{-23}$  mol gedroogde dadels (ontpit)

Vervang deze hoeveelheden in je recept.

## 3 De algemene gaswet



bron: grenswetenschap.nl

[Robert Boyle](#) (1627-1691) was een van de oprichters en boegbeelden van de vermaarde [Royal Society](#). Dit instituut bestaat vierde in 2010 haar 350e verjaardag en is met een slordige 75 Nobelprijswinnaars in haar huidige gelederen nog steeds toonaangevend in de wetenschappelijke wereld. Boyle was een toegewijd empiricus en een van de grondleggers van de moderne wetenschappelijke methode. Zonder overdrijven kan men hem de grootvader van de moderne scheikunde noemen en zijn naam is nog steeds verbonden aan de [algemene gaswet](#). Een man van formaat dus.

### Na dit hoofdstuk kun je:

- de wet van Avogadro en de algemene gaswet uitleggen
- het molvolume bij standaardomstandigheden noemen ( $22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ )
- het molvolume experimenteel bepalen
- de algemene gaswet toepassen, bijvoorbeeld bij het berekenen van het molvolume bij andere omstandigheden (**dit is verdiepingsstof**)
- rekenen met het molvolume: het omzetten van mol naar  $\text{dm}^3$  en omgekeerd
- rekenen met het "van mol naar en terug schema"

### 3.1 Het verband tussen gasvolume en mol

Bij het bakken van een cake, brood of in dit geval een sticky toffee pudding is een rijsmiddel een onmisbaar ingrediënt. Zonder rijsmiddel krijg je geen lekker luchtig resultaat. De werking van een rijsmiddel is vrij eenvoudig: tijdens het bakken ontstaat een gas, meestal koolstofdioxide. Je moet dus ook leren chemisch rekenen met gassen. Dit doen we in de chemie doorgaans niet met de dichtheid. Bij gassen is de dichtheid namelijk te veel afhankelijk van de temperatuur en de druk. Gassen zetten bijvoorbeeld uit bij een hogere temperatuur, waardoor de dichtheid kleiner wordt.

In het vorige hoofdstuk hebben we geleerd te werken met de chemische hoeveelheid en een verband gelegd tussen de massa en de chemische hoeveelheid (mol). In dit hoofdstuk onderzoeken we het

verband tussen volume en de chemische hoeveelheid (mol).

### Werkdocument opdracht 6 - verband tussen gasvolume en mol

Open je werkdocument en vul door middel van berekeningen onderstaande tabel in. Wat valt je op?



[werkdocument 6](#)

Open je werkdocument en vul door middel van berekeningen de tabel van opdracht 6 in. Wat valt je op? (Tips: kolom 4 is gewoon de dichtheid. En kolom 6 is 1 gedeeld door kolom 5).

## 3.2 De wet van Avogadro

### Wet van Avogadro

In 1811 formuleerde [Amadeo Avogadro](#) de gaswet, ook wel bekend als de [Wet van Avogadro](#). Hij veronderstelde dat een bepaald volume gas een bepaald aantal moleculen - kon bevatten en dat dat aantal onafhankelijk is van het soort gas. Het aantal deeltjes in 1 mol gas moet dan ook constant zijn. Tegenwoordig heeft men bepaald dat bij standaardomstandigheden dit aantal  $6,02212 \cdot 10^{23}$  is. Om hem te eren heeft men later dit aantal deeltjes het getal van Avogadro ( $N_A$ ) genoemd. Het getal van Avogadro ben je ook al in hoofdstuk 2 tegengekomen. Bij een andere temperatuur en druk heeft het molvolume een andere waarde. De volgende regels zijn belangrijk:

**- Bij gelijke druk en gelijke temperatuur neemt 1 mol van een willekeurig gas hetzelfde volume in. Dit noemen we het molvolume ( $V_m$ ).**

**- Bij standaardomstandigheden ( $T = 273 \text{ K}$  en  $p = p_0$ ) geldt  $V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ .**

### Werkdocument opdracht 7 - onderzoek: experimentele bepaling van het molvolume



#### Vragen over Avogadro

Bekijk de YouTube-video over [Avogadro's Law](#) en de muzikale videoclip [Rock Me Avogadro](#) en maak daarna de vragen.

1. Welke twee variabelen worden in de YouTube-video over "Avogadro's Law" constant gehouden?
2. Leg uit welk verband Avogadro ontdekte tussen het aantal mol (deeltjes) en het volume.
3. Op welke twee manieren zou je dit in formulevorm kunnen weergeven?
4. Wat kun je opmaken uit de muzikale videoclip "Rock Me Avogadro" over de gemiddelde afstand tussen de moleculen in de gasfase ten opzichte van de gemiddelde molecuulgrootte?
5. Wat is de relatie tussen de temperatuur en de snelheid waarmee moleculen bewegen?

6. Wat gebeurt er met de moleculen (in de gasfase) bij een hoge temperatuur en een lage druk? En wat gebeurt er dan met het volume?

7. Wat is "Avogadro's number" ook al weer?

8. Op welke twee manieren zou je de algemene gaswet (the combined gas law) in formulevorm kunnen weergeven? Raadpleeg ook Wikipedia.

9. Ga voor alle gebruikte grootheden na welke eenheden er gebruikt worden. Welke rol speelde volgens jou "the monkey"?



[werkdokument 7](#)

### Inleiding

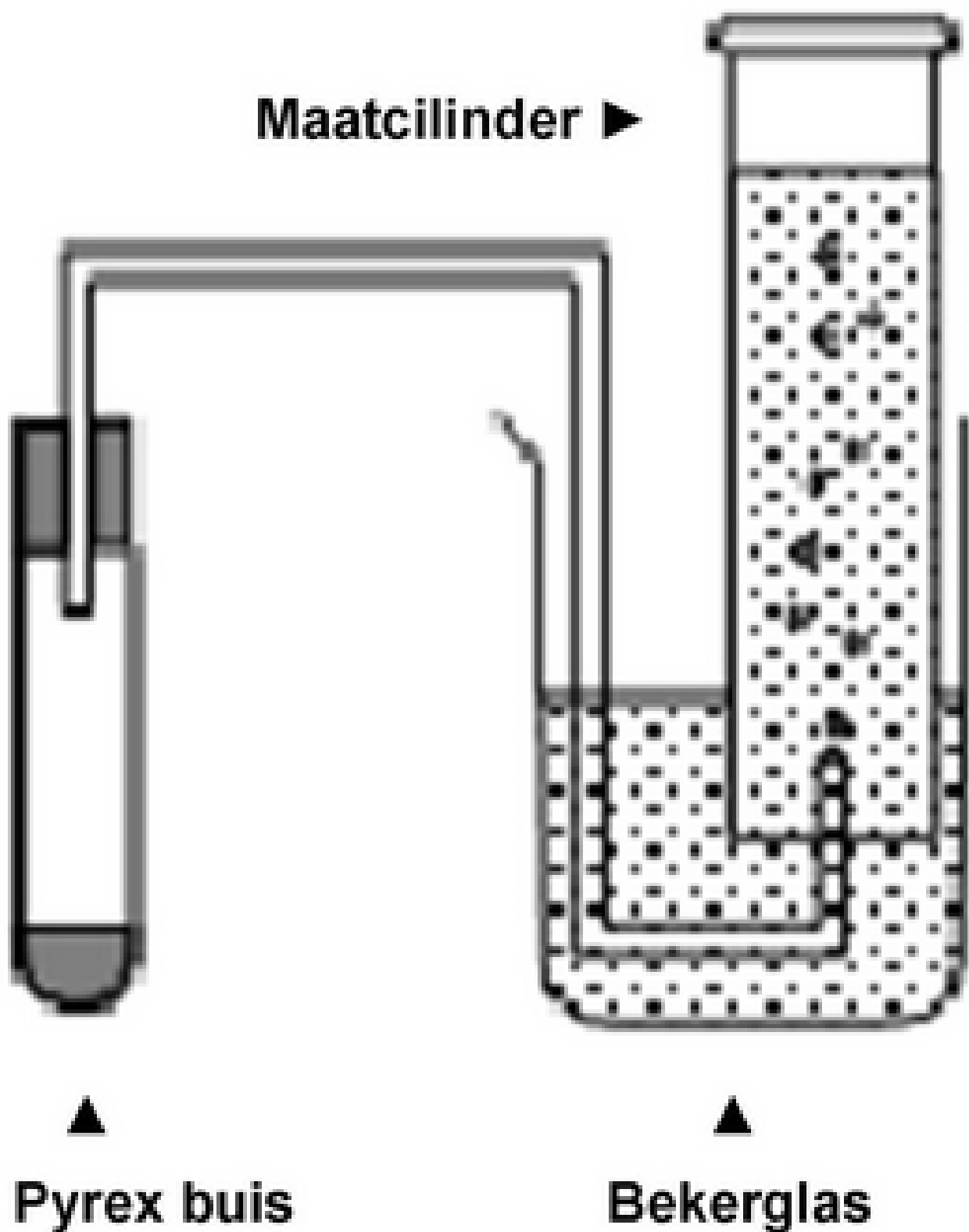
In het volgende onderzoek gaan we het molvolume bij kamertemperatuur (293 K) bepalen. Je hebt al gezien dat in het recept van de sticky toffee pudding zelfrijzend bakmeel wordt gebruikt. Dit is meel waaraan **zuiveringszout** is toegevoegd. Daarnaast moet je er nog een eetlepel extra zuiveringszout bij doen. Zuiveringszout ontleedt bij verwarmen in natriumcarbonaat, water en koolstofdioxide. Uit massa- en volume-metingen kun je het molvolume bepalen bij kamertemperatuur. Maak hierbij ondermeer gebruik van het gegeven dat er uit 2 mol natriumwaterstofcarbonaat 1 mol koolstofdioxidegas ontstaat.

### Onderzoeksvraag

Wat is het molvolume bij kamertemperatuur (293 K)?

### Werkwijze

Weeg ca. 0,5 gram natriumwaterstofcarbonaat zo nauwkeurig mogelijk af (bij voorkeur in drie decimalen). Breng deze hoeveelheid over in een hard glazen Pyrex reageerbuis. Bevestig de reageerbuis in een statief en maak de opstelling zoals hieronder is weergegeven. Gebruik een bekerglas van 1 liter en een maatcilinder van 100 mL. Warm met een kleine blauwe vlam de reageerbuis voorzichtig op en stop met verwarmen als er geen gasontwikkeling meer plaatsvindt. Lees de maatcilinder nauwkeurig af.



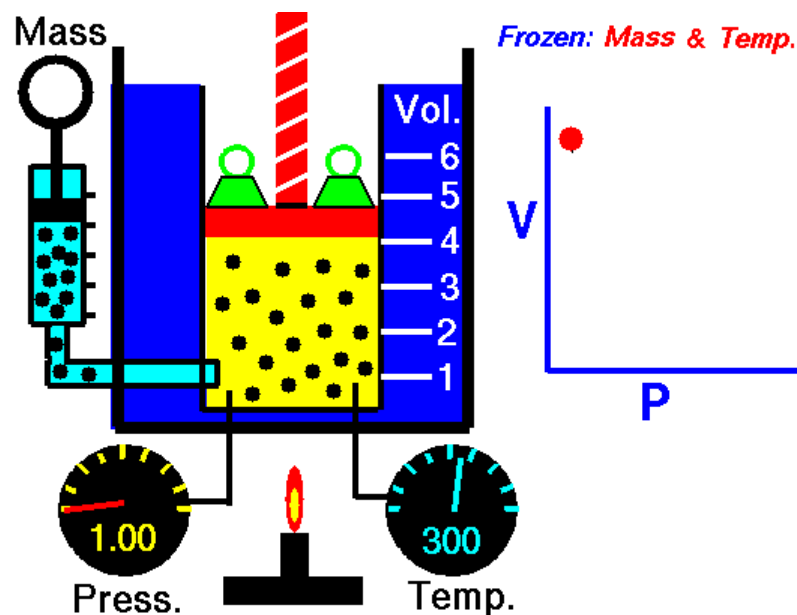
### Verwerking

Maak nu opdracht 7 uit je werkdocument. Let bij je berekeningen op het aantal significante cijfers!

### 3.3 De algemene gaswet (verdiepingsstof)

#### Verband tussen druk, volume, temperatuur en aantal deeltjes

Bekijk onderstaande animatie en maak vervolgens de vragen.



#### Vragen over de gaswet

1. Leg uit wat er gebeurt met het molvolume en concentratie als de druk groter wordt.
2. Leg uit of de deeltjes sneller gaan bewegen bij een hogere druk.
3. In de animatie wordt de temperatuur constant gehouden. Voorspel wat er zou gebeuren met het molvolume als de temperatuur wordt verhoogd bij constante druk.
4. Voorspel wat er gebeurt met het molvolume als de temperatuur wordt verhoogd bij constant volume.
5. Voorspel wat er gebeurt met de druk als de temperatuur wordt verlaagd bij constant volume.

Het verband tussen de druk (in  $\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$ ), het volume (in  $\text{m}^3$ ), de temperatuur (in K) en het aantal deeltjes (in mol) wordt weergegeven in de [algemene gaswet](#):



$$\frac{p \times V}{n \times T} = R$$

R is de gasconstante. De waarde van R staat in tabel 7 (Binas). In de chemie gebruiken de gaswet meestal op een andere manier door verschillende omstandigheden met elkaar te vergelijken:

$$\frac{p_0 \times V_0}{n_0 \times T_0} = \frac{p_1 \times V_1}{n_1 \times T_1}$$

In dat geval kun je ook andere eenheden gebruiken voor de druk en het volume. Onder standaardomstandigheden ( $p = p_0$  en  $T_0 = 273 \text{ K}$ ) geldt voor  $n_0 = 1,00 \text{ mol}$  dat  $V_0 = 22,4 \text{ dm}^3$ . Als je nu het molvolume  $V_m$  moet uitrekenen bij dezelfde druk maar een andere temperatuur, bijvoorbeeld  $293 \text{ K}$ , levert dit op:

$$\frac{p_o \times 22,4}{1,00 \times 273} = \frac{p_o \times V_m}{1,00 \times 293}$$

waaruit volgt dat  $V_m = 24,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Oefen weer met de opgavengenerator. Oefen eerst met het omrekenen van **mol naar volume** bij gassen met een temperatuur van **20 °C**. Doe minimaal vijf opgaven.



**Bron: ChemistryDaily.com**



`<embed width="420" height="330" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/c4b5bec674781839a0881458811647fd92e75b57.swf" ></embed>`

Vervolgens doe je minimaal vijf opgaven die gaan over het omrekenen van **volume naar mol** bij gassen met een temperatuur van **20 °C**.



[<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/2b8fc223a66bbfee681c7862303af9813645c80b.swf"></embed>](https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/2b8fc223a66bbfee681c7862303af9813645c80b.swf)

Doe op zijn minst vijf opgaven die gaan over het omrekenen van **mol naar volume** bij gassen met een **andere** temperatuur.



[<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/343e2ff08357afc319e3aa82a5104452896f34ee.swf"></embed>](https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/343e2ff08357afc319e3aa82a5104452896f34ee.swf)

Doe op zijn minst vijf opgaven die gaan over het omrekenen van **volume naar mol** bij gassen met een **andere** temperatuur.

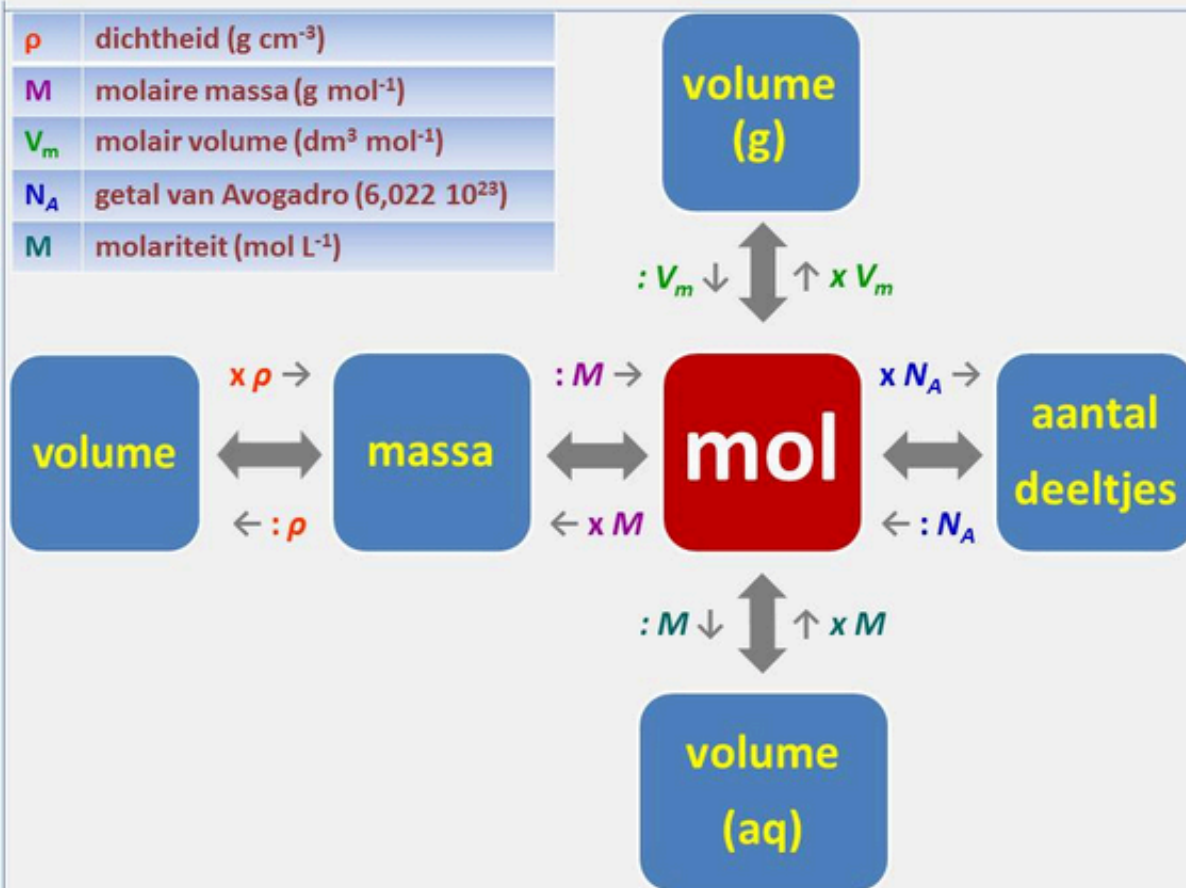


[<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/6a4fc1d3c1f55efee720384a0aaa91b90140c77d.swf" ></embed>](https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/6a4fc1d3c1f55efee720384a0aaa91b90140c77d.swf)

### 3.4 Het van mol naar en terug schema

Het schema hieronder is het zogenaamde "van mol naar en terug schema". Hierin staat welke berekening je moet uitvoeren om de ene grootheid in de andere grootheid om te rekenen. Bekijk dit schema goed. Bij de volgende opdracht in het werkdocument moet je dit schema gebruiken.

$\rho$	dichtheid ( $\text{g cm}^{-3}$ )
$M$	molaire massa ( $\text{g mol}^{-1}$ )
$V_m$	molair volume ( $\text{dm}^3 \text{mol}^{-1}$ )
$N_A$	getal van Avogadro ( $6,022 \cdot 10^{23}$ )
$M$	molariteit ( $\text{mol L}^{-1}$ )



### Vragen over het van mol naar en terug schema

1. Waar staan in het schema de grootheden?
2. En waar de eenheden?
3. Het omrekenen kan in twee richtingen, wat valt op aan twee berekeningen die steeds aan weerszijden van grijze pijl staan?

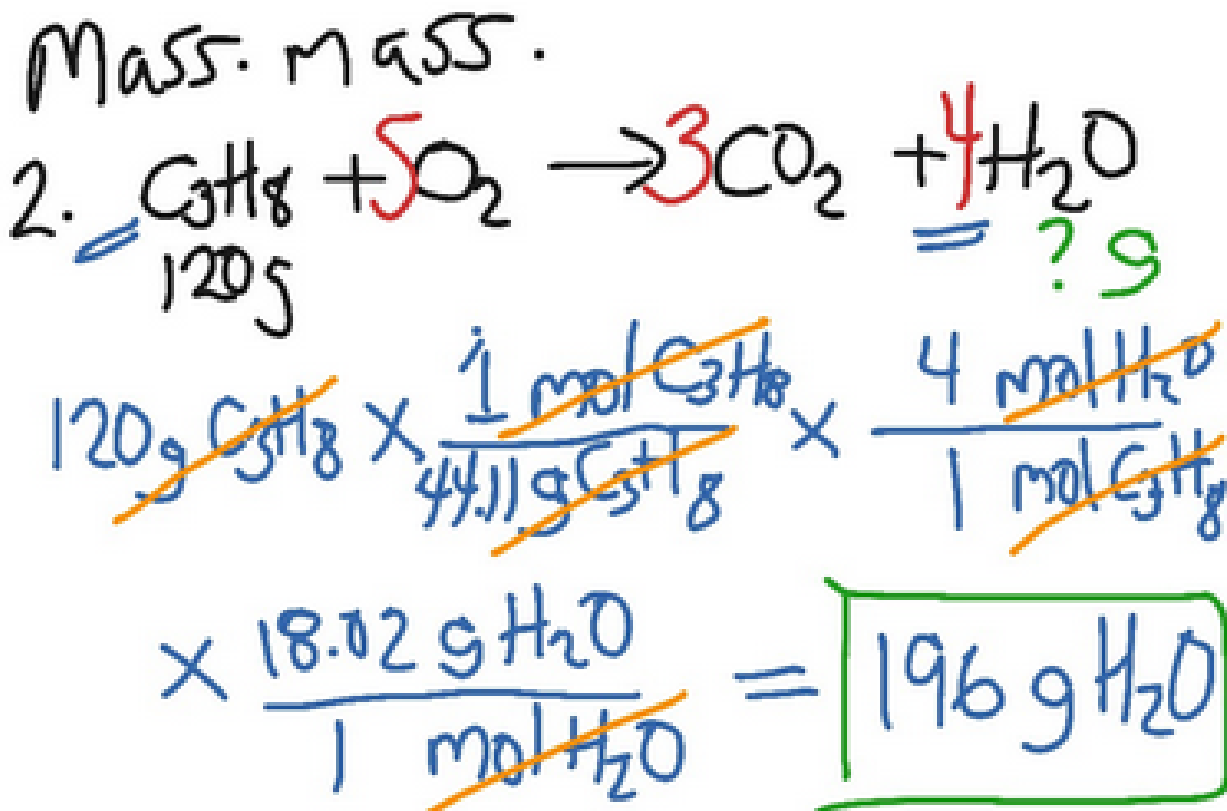
### Werkdocument opdracht 8 - rekenen met de gaswet

Maak deze opdracht 8 werkdocument.



[werkdokument 8](#)

## 4 Rekenen aan reacties



bron: chemistrylessonsonline.com

Na dit hoofdstuk kun je:

- de wet van Proust langs experimentele weg bewijzen
- de molverhouding afleiden uit een reactievergelijking
- uit de molverhouding van een chemische reactie de massaverhouding afleiden
- het "van van mol naar en terug schema" toepassen bij het rekenen aan chemische reacties

### 4.1 Experimentele bepaling van de wet van Proust

Werkdocument opdracht 9 - onderzoek: experimentele bepaling van de wet van Proust



[werkdocument 9](#)





#### Inleiding: een ode aan Louis Proust

De wet van [Louis Proust](#) (Frans chemicus die leefde van 1754-1826) zegt dat stoffen met elkaar reageren en ontstaan volgens bepaalde vaste massaverhoudingen. Als je de beginstoffen in een andere

massaverhouding bij elkaar voegt, is er altijd een overmaat van één van de stoffen. Voor elke reactie is de massaverhouding weer anders. Dit komt doordat deze massaverhouding feitelijk wordt bepaald door de deeltjesverhouding in de reactievergelijking.

### Opdracht

Bepaal experimenteel in welke massaverhouding magnesium en zoutzuur reageren en bepaal zo nauwkeurig mogelijk hoeveel cm<sup>3</sup> waterstofgas bij de reactie ontstaat. De reactie die optreedt bij het samenvoegen van magnesium en zoutzuur mag je bij deze opdracht weergeven als:



### Werkwijze

Weeg ongeveer 120 mg magnesium nauwkeurig in 3 decimalen af (dit is een overmaat) en maak een oplossing van zoutzuur waarin zich 220 mg HCl bevindt. Laat de stoffen met elkaar reageren en zorg dat je het waterstofgas opvangt. Meet als de gasontwikkeling stopt hoeveel cm<sup>3</sup> waterstofgas ontstaan is. Spoel het overgebleven magnesium schoon met water, maak het droog en weeg het op de milligram nauwkeurig.

### Verwerking

Maak opdracht 9 uit het werkdokument. Let bij je berekeningen op het aantal significante cijfers!

## 4.2 Molverhouding bij een chemische reactie

### Massa en molverhouding

Door experimenten uit te voeren kun je voor iedere reactie de massaverhouding bepalen. Met behulp van de reactievergelijking kun je controleren of dit klopt, want in de reactievergelijking geven de coëfficiënten de molverhouding aan waarin stoffen verdwijnen en ontstaan. In het volgende filmpje krijg je aan de hand van een stappenplan een voorbeeld van het rekenen aan een chemische reactie.

### Werkdocument opdracht 10 - videoclip: het stappenplan en een voorbeeld



[werkdocument 10](#)

Bekijk de [video](#) over het stappenplan bij het rekenen aan chemische reacties. Neem het stappenplan eerst over in je werkdocument. Je zult het stappenplan heel vaak moeten gebruiken. Bereken vervolgens zelf (aan de hand van het voorbeeld uit de clip) hoeveel dm<sup>3</sup> lucht (bij  $p = p_0$  en  $T = 298 \text{ K}$ ) nodig is voor de volledige verbranding van 2,50 L benzine, C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>(l).



Vragen over molvolume

Beantwoord de volgende vragen.

1. In de derde klas heb je aan reacties gerekend met gegeven massaverhoudingen. Wat is het nadeel van deze werkwijze?
2. Beredeneer waarom we bij gassen liever niet de dichtheid gebruiken maar het molvolume.
3. Leg uit waarom het heel erg fout is om het molvolume te gebruiken voor het omrekenen van een (zuivere) vloeistof.



Even oefenen

<https://maken.wikiwijs.nl/p/questionnaire/standalone/992193>

#### Algemene Informatie

**Titel** Even oefenen  
**Aantal Vragen** 3

#### MAIN\_SECTION

Gegeven:

1,0 mL ethanol reageert met  $5,52 \text{ dm}^3$  lucht bij  $p = p_0$  en  $T = 273 \text{ K}$ .

Bereken de molverhouding waarin ethanol en zuurstof met elkaar reageren.

Hint: Kijk goed naar elke stap in het uitgewerkte voorbeeld hierboven.



1 : 15



1 : 2



1 : 3

Gegeven:

1,0 mL methanol reageert met  $3,97 \text{ dm}^3$  lucht bij  $p = p_0$  en  $T = 273 \text{ K}$ .  
Bereken de molverhouding waarin ethanol en zuurstof met elkaar reageren.

Hint: Kijk goed naar elke stap in het uitgewerkte voorbeeld hierboven.

☐ 1 : 7,5 (2 : 15)

☐ 1 : 1,5 (2 : 3)

☐ 1,5 : 1 (3 : 2)

---

Gegeven:

1,0 mL propanol (dichtheid  $0,80 \text{ g cm}^{-3}$ ) reageert met  $5,91 \text{ dm}^3$  lucht bij  $p = p_0$  en  $T = 273 \text{ K}$ .  
Bereken de molverhouding waarin ethanol en zuurstof met elkaar reageren.

Hint: Kijk goed naar elke stap in het uitgewerkte voorbeeld hierboven.

☐ 1 : 3

☐ 1 : 2

☐ 1 : 4

---

Oefen weer met de opgavengenerator. Maak minimaal vijf opgaven.



**Bron: ChemistryDaily.com**



`<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/5a964fa4db7947917732627c1bc362163b1a7010.swf" ></embed>`

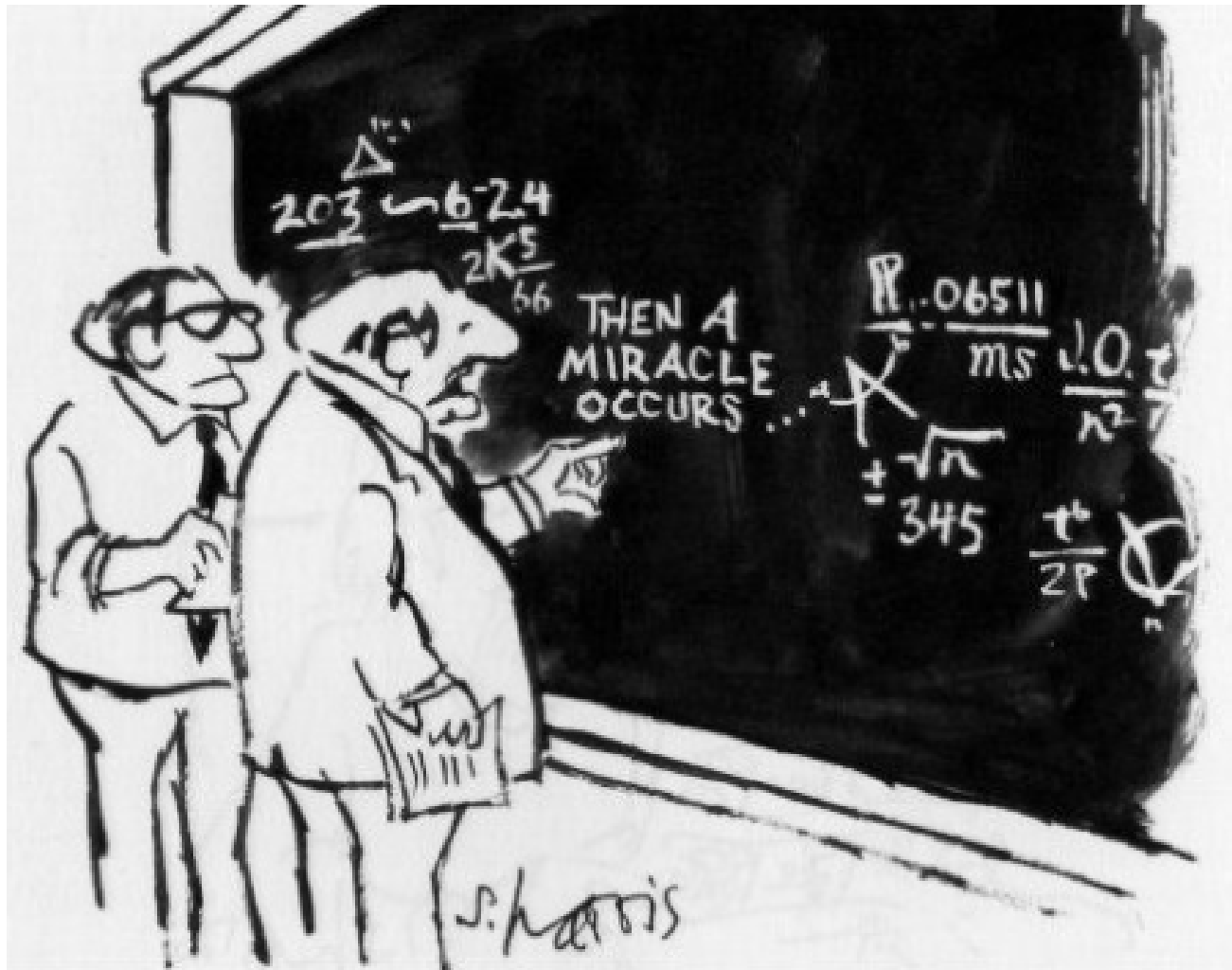
## 4.3 Rekenen aan reacties

**Werkdocument opdracht 11 - verder oefenen met rekenen aan reacties**

Maak opdracht 11 in je werkdocument.



[werkdokument 11](#)



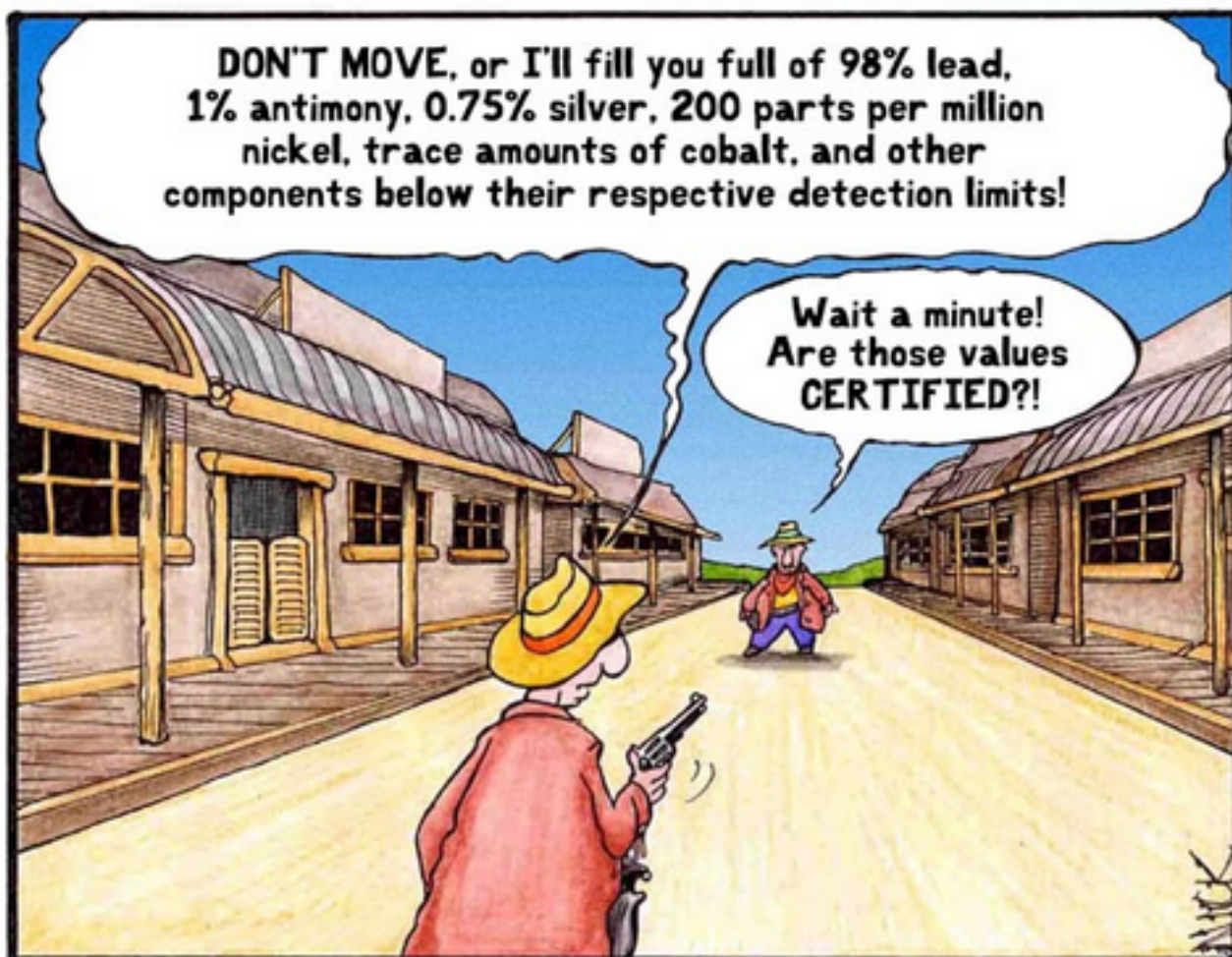
**“I think you should be more explicit here in step two.”**

from *What's so Funny about Science?* by Sidney Harris (1977)

bron: tc3.edu

## D-toets

## 5 Elementenanalyse



Analytical Chemists in the Wild West

bron: lab-initio.com

### Na dit hoofdstuk kun je:

- de massapercentages in verbindingen experimenteel bepalen
- de massapercentages in verbindingen theoretisch bepalen
- met behulp van een elementenanalyse de formule van een stof bepalen
- met behulp van het massapercentage het een-na-laatste ingrediënt decoderen voor de pudding

## 5.1 Massapercentage koolstof in kristalsuiker

Uiteraard is ook suiker één van de ingrediënten van de sticky toffee pudding. Het zit zowel in de pudding als in de saus. Tijdens het maken van de saus laat je de suiker karameliseren. Dat is een nauwkeurig werkje. Als je te sterk verhit zal de suiker namelijk gaan verkolen. We gaan deze vaardigheid oefenen in het nu volgende onderzoek. Daarnaast proberen we langs experimentele weg het massapercentage koolstof te bepalen. Dit doen we zoals gezegd door de suiker te verwarmen en vervolgens te verhitten. Hierbij vindt ontleding plaats. De uitkomst ga je vergelijken met de theoretische waarde. De theoretische waarde van het massapercentage van een element in een verbinding kun je eenvoudig berekenen, als je de formule van de verbinding hebt.

Oefen eerst een paar keer met de opgavengenerator.



**Bron: ChemistryDaily.com**



<https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/ed3a52d4e2a9caf05a2288f11c758444fdb6721d.swf>

**Werkdocument opdracht 12 - onderzoek: massapercentage koolstof in kristalsuiker**





[werkdokument 12](#)



## Inleiding

In dit onderzoek gaan we [kristalsuiker](#) verwarmen. Wat gebeurt er precies bij het verwarmen van suiker?

In eerste instantie zal de suiker gaan karameliseren: de suiker wordt omgezet tot karamel door verhitting op een laag vuur. Dat vraagt veel precisie omdat karamel oneetbaar wordt als de temperatuur boven de 170°C stijgt. Karamelisering is één van de belangrijkste typen bruinkleuringsprocessen in de levensmiddelenindustrie en leidt tot aangename kleur- en smaakvorming in bijvoorbeeld brood en banket. Ongewenste effecten van karameliseren zijn de geur van verbrande suiker en het zwart worden van levensmiddelen. Bij sterkere verhitting vindt verkoling plaats.

### Onderzoeksvraag

Wat is het massapercentage koolstof in kristalsuiker?

### Beschikbare materialen

Pyrex reageerbuis (gehard glas), reageerbuisknijper, balans, brander

### Werkplan en uitvoering

Maak een werkplan waarin je beschrijft hoe je het massapercentage koolstof in kristalsuiker gaat bepalen. In je werkplan staat hoe je het probleem gaat aanpakken, en wát en hoe je gaat meten. Voer je werkplan uit.

### Verwerking

Maak opdracht 12 uit je werkboek. De formule van kristalsuiker is  $C_{12}H_{22}O_{11}(s)$ . Maak gebruik van de chatfunctie om je ervaringen met andere groepjes te delen. Let bij je berekeningen op het aantal significante cijfers!

### Decoderen van het recept: de saus is af!

Voor de karamelsaus had je nodig:

- $1,4 \cdot 10^{23}$  moleculen suiker
- 15 massa% boter
- 39 g donkere stroop (eetlepel = 15 mL en  $\rho = 1,3 \text{ g cm}^{-3}$ )
- $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$  slagroom

Drie van deze vier ingrediënten heb je als het goed is al verdiend. Ga na welke drie dit zijn en bereken hiermee het aantal gram van het nog ontbrekende ingrediënt. Lukt dit? Dan is de saus helemaal af!

## 5.2 Massapercentage kristalwater in blauwe kopersulfaat

We doen nogmaals een massapercentage-bepaling. Ditmaal met een stof die niet kán verkolen aangezien de stof geen koolstof bevat. Langs experimentele weg gaan we het massapercentage kristalwater in een hydraat bepalen. Dit doen we wederom door de stof te verwarmen. Hierbij verliest het hydraat zijn kristalwater. De uitkomst gaan we weer vergelijken met de theoretische waarde.

### Werkdocument opdracht 13 - onderzoek: massapercentage kristalwater in blauw kopersulfaat



[werkdokument 13](#)



## Inleiding

Blauw kopersulfaat is een hydraat. De triviale naam [blauw kopersulfaat](#) staat voor kopersulfaatpentahydraat,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}(\text{s})$ .

### Onderzoeksvraag

Wat is het massapercentage kristalwater in blauw kopersulfaat?

### Beschikbare materialen, werkplan en uitvoering

Pyrex reageerbuis (gehard glas), reageerbuisknijper, balans, brander

### Werkplan en uitvoering

Maak een werkplan waarin je beschrijft hoe je het massapercentage kristalwater in blauw kopersulfaat gaat bepalen. In je werkplan staat hoe je het probleem gaat aanpakken, en wát en hoe je gaat meten. Voer je werkplan uit.

### Verwerking

Maak opdracht 13 uit je werkdocument

## 5.3 De CHN microanalyse

### Elementenanalyse

In de vorige twee paragrafen heb je geleerd hoe je massapercentages van elementen kunt bepalen langs experimentele weg en hoe je deze kunt vergelijken met de theoretische waarden. Dit wordt ook wel elementenanalyse genoemd. Met behulp van elementenanalyse is het mogelijk om de formule van een stof te bepalen. De stof moet dan wel zuiver zijn. In de praktijk worden de meeste elementenanalyses tegenwoordig gedaan met behulp van zogenaamde atoomspectroscopie.



### Vragen over massaverhouding

Bekijk de volgende [video](#) over het afleiden van een formule uit de massaverhouding. Beantwoord de vragen.

1. Leg uit dat de berekening van de molverhouding een eerste aanzet is voor de bepaling van de verhoudingsformule.
2. Leg uit dat het de bedoeling is om uiteindelijk af te ronden op hele getallen. En wat moet je doen als er 'halfjes' voorkomen, bijvoorbeeld bij een  $x=1,5$ ?
3. Geef twee redenen waarom we bij elementenanalyse praten over een verhoudingsformule en niet over een molecuulformule.

## Atoomspectroscopie

**Atoomspectroscopie** is de verzamelnaam voor een aantal natuurkundige technieken waarbij met behulp van elektromagnetische straling van verschillende golflengten een elementenanalyse van een monster wordt uitgevoerd. Deze techniek wordt veel toegepast in de scheikunde. Niet de vorm van de moleculen is daarbij het onderwerp van het onderzoek, maar alleen de verhouding waarin de verschillende elementen uit het periodiek systeem voorkomen. Voor de zogenaamde organisch chemici is de elementaire analyse of "EA" bijna altijd een zogenaamde **CHN analyse** - de bepaling van de massapercentages koolstof, waterstof en stikstof. Deze informatie kan helpen bij het bepalen van de structuur van een onbekende stof of bij het bepalen van de zuiverheid van een stof. Denk hierbij ook aan de aanwezigheid van ongewenste verontreinigingen of giftige stoffen in voedingsmiddelen.

### Een praktijkvoorbeeld: de CHN microanalyse van DMF

DMF is een kleurloze vloeistof, en goed mengbaar met water en een groot aantal organische oplosmiddelen. DMF heeft een hoog kookpunt en wordt gebruikt in de productie van acrylvezels en plastics en verder als oplosmiddel bij de productie van geneesmiddelen, pesticiden en kunststoffen. DMF wordt gesynthetiseerd door middel van de reactie van mierenzuur ( $\text{HCOOH}$ ) met dimethylamine. Het oplosmiddel is onderhevig aan bederf en dat is te merken ook: zuivere DMF is geurloos terwijl verouderde DMF vaak een vislucht heeft vanwege de terugvorming van dimethylamine.

	massa% C	massa% H	massa% N	massa% O	kookpunt
zuivere dimethylamine	53,28 %	15,65 %	31,07 %		7 °C
zuiver mierenzuur					101 °C
zuivere DMF	49.30 %	9.65 %	19.15 %		173 °C
verouderde DMF	45.51 %	9.01 %	17.85 %		mengsel

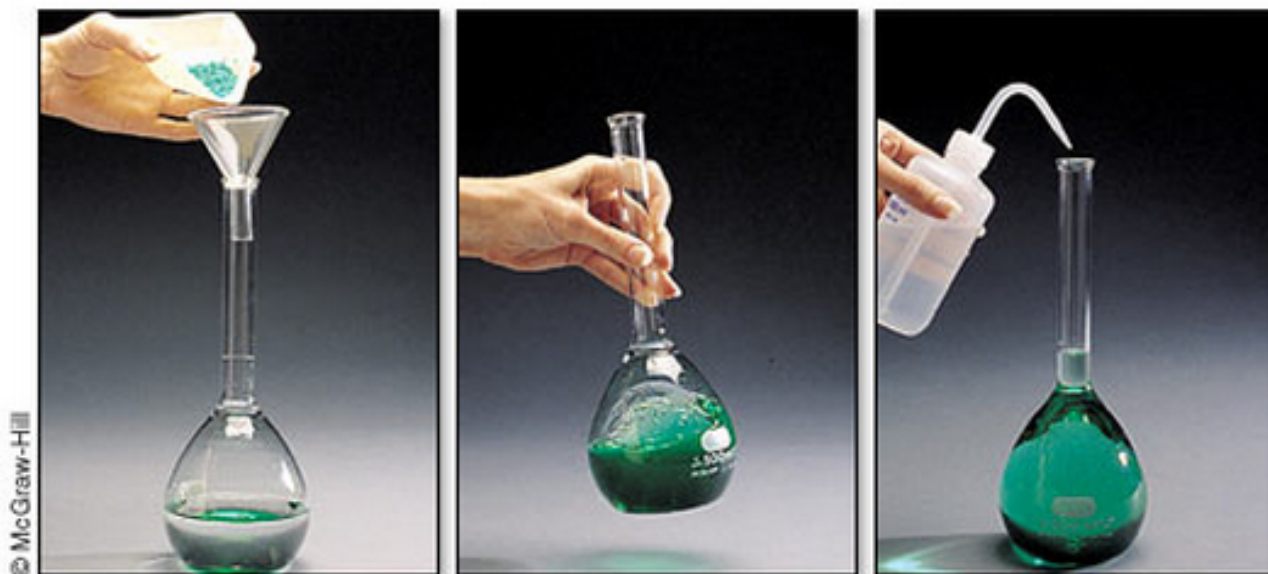
### Werkdocument opdracht 14 - de CHN microanalyse van DMF



[werkdocument 14](#)

Maak opdracht 14 in je werkdocument.

# 6 Rekenen met concentraties



$$\text{Molarity (M)} = \frac{\text{moles of solute}}{\text{L solution}}$$

bron: mhhe.com

## Na dit hoofdstuk kun je:

- werken met de chemische concentratie aanduiding: het begrip molariteit
- de molariteit van zowel 'gewone' oplossingen als zoutoplossingen uitrekenen
- rekenen aan neerslagreacties
- je eigen isotone dorstlesser maken aan de hand van een aantal voorgeschreven ingrediënten

## 6.1 De chemische concentratie aanduiding



### Vragen over oplosbaarheid

In de muzikale videoclip [For Those About To Dissolve We Solute You](#) komen begrippen als oplosbaarheid en mengbaarheid aan de orde. Waarschijnlijk ken je deze begrippen al. Bekijk de video en maak de vragen.

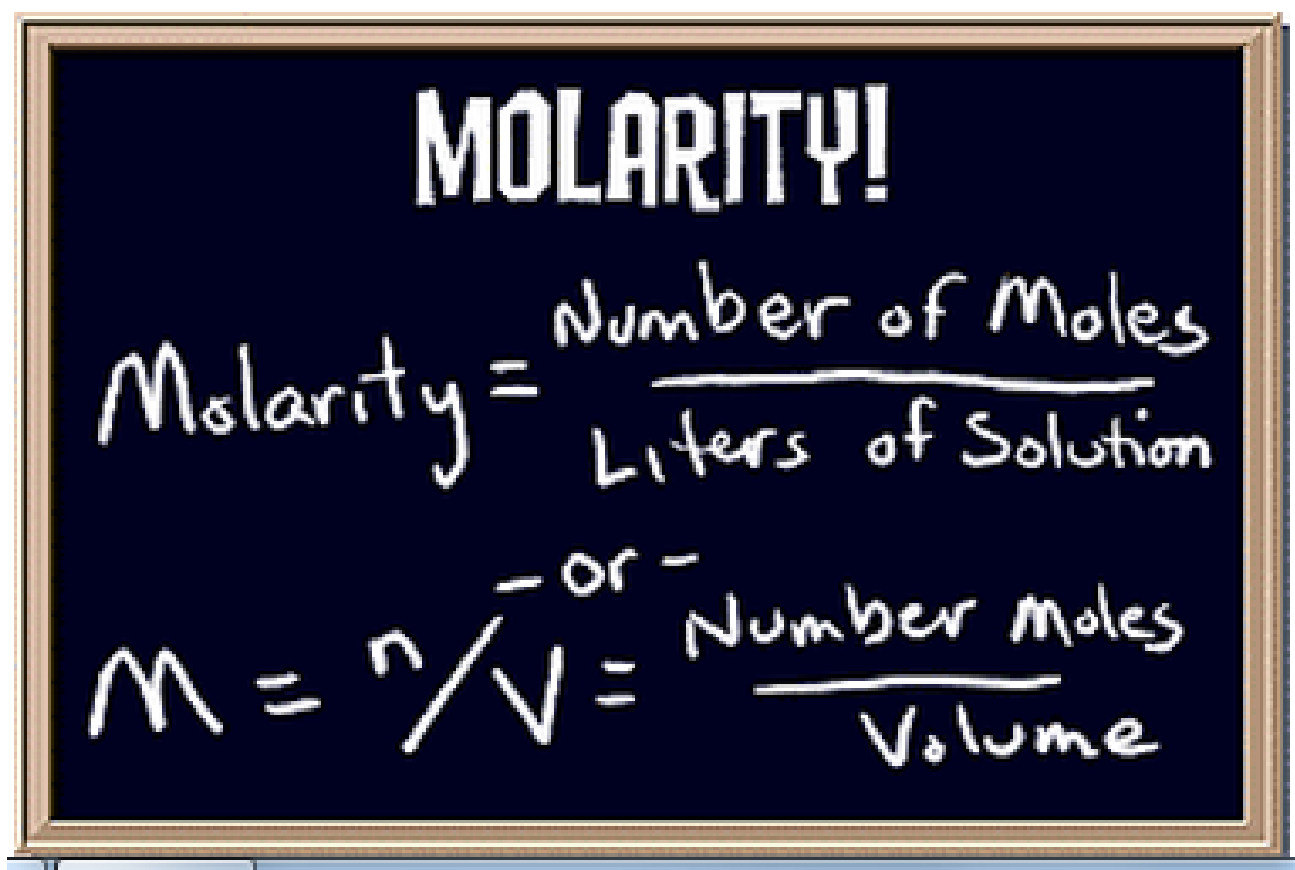
1. Wat gebeurt er bij het oplossen van een zout? Geef als voorbeeld het oplossen van natriumchloride weer in een reactievergelijking.
2. Wat wordt er bedoeld met een homogene oplossing?
3. Wat wordt er in de video gezegd over oplosbaarheid en mengbaarheid?
4. Wat is hydratatie en wat gebeurt er bij de hydratatie van de natriumionen en chloride-ionen?
5. Wat is de invloed van de temperatuur op de oplosbaarheid van vaste stoffen?
6. Wat is de invloed van de temperatuur op de oplosbaarheid van gassen?
7. Wat is het verschil tussen een onverzadigde, verzadigde en oververzadigde oplossing?

8. Welke speciale eigenschap van zoutoplossingen komt aan het einde van de video nog even aan de orde?

---

### Molariteit

Er zijn verschillende manieren om van een oplossing de concentratie of het gehalte aan te geven. Op producten kun je aanduidingen vinden als massa- en volumeprocent, maar ook het aantal gram per 100 mL of per 100 g product. Zo bevat bier 5,0 volume% alcohol en zit er in volle melk 4,0 gram eiwit per 100 g. In de chemie werken we liever met een andere concentratie aanduiding: de **molariteit** (M) oftewel het aantal mol per liter (mol L<sup>-1</sup>). Bekijk de afbeeldingen hieronder.



bron: [sonnykim123.blogspot.com](http://sonnykim123.blogspot.com)



$$\text{molariteit} = \frac{\text{aantal mol}}{\text{aantal liter oplossing}} = \frac{\text{aantal mmol}}{\text{aantal mL oplossing}}$$

### Voorbeeld 1

De oplosbaarheid van zuurstof in water van 293 K is  $1,38 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$  (zie Binas-tabel 44). We zeggen ook wel dat de oplossing  $1,38 \cdot 10^{-3}$  molair is. De zuurstofconcentratie noteren we dan als  $[\text{O}_2(\text{aq})] = 1,38 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ . De hoofdletter 'M' wordt dus niet alleen gebruikt voor molecuulmassa (u) en molmassa ( $\text{g mol}^{-1}$ ), maar ook voor molariteit ( $\text{mol L}^{-1}$ ). Let dus goed op waarvoor de 'M' staat.

Maak van elk type opgaven (er zijn drie soorten) in de opgavengenerator minimaal drie opgaven.

## Oefening



Even oefenen

<https://maken.wikiwijs.nl/p/questionnaire/standalone/992232>

### Algemene Informatie

**Titel** Even oefenen  
**Aantal Vragen** 3

MAIN\_SECTION

In 500 mL wordt 3,30 g aluminiumsulfaat opgelost.

Hoe groot zijn  $[\text{Al}^{3+}]$  en  $[\text{SO}_4^{2-}]$ ?

Hint: Vergeet niet de oplosvergelijking op te stellen....

☐  $[\text{Al}^{3+}] = 0,0386 \text{ M}$  en  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,0579 \text{ M}$

☐  $[\text{Al}^{3+}] = 0,0193 \text{ M}$  en  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,0193 \text{ M}$

- ☐  $[\text{Al}^{3+}] = 0,0193 \text{ M}$  en  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,0,0290 \text{ M}$
- 

In 250 mL wordt 5,20 g natriumsulfaat opgelost.  
Hoe groot zijn  $[\text{Na}^+]$  en  $[\text{SO}_4^{2-}]$ ?

Hint: Vergeet niet de oplosvergelijking op te stellen....

- ☐  $[\text{Na}^+] = 0,146 \text{ M}$  en  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,146 \text{ M}$
- ☐  $[\text{Na}^+] = 0,0732 \text{ M}$  en  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,0366 \text{ M}$
- ☐  $[\text{Na}^+] = 0,293 \text{ M}$  en  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,146 \text{ M}$
- 

In 500 mL wordt 9,20 g natriumfosfaat opgelost.  
Hoe groot zijn  $[\text{Na}^+]$  en  $[\text{PO}_4^{3-}]$ ?

Hint: Vergeet niet de oplosvergelijking op te stellen...

- ☐  $[\text{Na}^+] = 0,112 \text{ M}$  en  $[\text{PO}_4^{3-}] = 0,112 \text{ M}$
- ☐  $[\text{Na}^+] = 0,168 \text{ M}$  en  $[\text{PO}_4^{3-}] = 0,0561 \text{ M}$
- ☐  $[\text{Na}^+] = 0,337 \text{ M}$  en  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,112 \text{ M}$
- 

Van gram en volume naar molariteit



**Bron: ChemistryDaily.com**



<https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/9ec9fc93e6a5966282d822cd1be2e5c7c258196f.swf>

van volume en molariteit naar gram



[1aa9b2f11b2a25f67ad99bd8036f00881c3320d6.swf](https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/1aa9b2f11b2a25f67ad99bd8036f00881c3320d6.swf)

van gram en molariteit naar volume



[5786fa9f00bc3f58605923f44cd0ff7df1a2e6cd.swf](https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/5786fa9f00bc3f58605923f44cd0ff7df1a2e6cd.swf)

### Voorbeeld 2

De oplosbaarheid van bariumnitraat in water van 298 K is 102 gram per liter. Om de molariteit uit te rekenen moet je van gram naar mol:  $102 \text{ g} \div 261,3 \text{ g mol}^{-1} = 0,390 \text{ mol}$ . De molariteit van de oplossing is dus 0,390 M. Voor de concentratie van de ionen heb je de oplosvergelijking nodig:



Uit één deeltje bariumnitraat ontstaan dus één bariumion en twee nitraationen. De concentratie van de nitraationen is dus twee keer zo groot. Voor de concentraties van de ionen geldt dan:

$$[\text{Ba}^{2+}(\text{aq})] = 0,390 \text{ M}$$

$$[\text{NO}_3^{-}(\text{aq})] = 2 \times 0,390 \text{ M} = 0,781 \text{ M}$$



Even oefenen  
<https://maken.wikiwijs.nl/p/questionnaire/standalone/992244>

### Algemene Informatie

**Titel** Even oefenen  
**Aantal Vragen** 3

#### MAIN\_SECTION

In 500 mL wordt 3,30 g aluminiumsulfaat opgelost.  
Hoe groot zijn  $[\text{Al}^{3+}]$  en  $[\text{SO}_4^{2-}]$ ?

hint: Vergeet niet de oplosvergelijking op te stellen....

- ☐  $[\text{Al}^{3+}] = 0,0386 \text{ M}$  en  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,0579 \text{ M}$
- ☐  $[\text{Al}^{3+}] = 0,0193 \text{ M}$  en  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,0193 \text{ M}$
- ☐  $[\text{Al}^{3+}] = 0,0193 \text{ M}$  en  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,0290 \text{ M}$

In 250 mL wordt 5,20 g natriumsulfaat opgelost.  
Hoe groot zijn  $[\text{Na}^+]$  en  $[\text{SO}_4^{2-}]$ ?

hint: Vergeet niet de oplosvergelijking op te stellen....

- ☐  $[\text{Na}^+] = 0,146 \text{ M}$  en  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,146 \text{ M}$
- ☐  $[\text{Na}^+] = 0,0732 \text{ M}$  en  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,0366 \text{ M}$
- ☐  $[\text{Na}^+] = 0,293 \text{ M}$  en  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,146 \text{ M}$

In 500 mL wordt 9,20 g natriumfosfaat opgelost.  
Hoe groot zijn  $[\text{Na}^+]$  en  $[\text{PO}_4^{3-}]$ ?

Hint: Vergeet niet de oplosvergelijking op te stellen....

- ☐  $[\text{Na}^+] = 0,112 \text{ M}$  en  $[\text{PO}_4^{3-}] = 0,112 \text{ M}$
- ☐  $[\text{Na}^+] = 0,168 \text{ M}$  en  $[\text{PO}_4^{3-}] = 0,0561 \text{ M}$
- ☐  $[\text{Na}^+] = 0,337 \text{ M}$  en  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,112 \text{ M}$

---

Oefen weer met de opgavengenerator. De opgeloste stoffen zijn nu in ionen gesplitst. Maak van elk type opgaven minimaal drie sommen.

van gram en volume naar molariteit



**Bron: ChemistryDaily.com**



<https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/962c8356c86d94ebf1425a8c58c916a6bc7121aa.swf>

van volume en molariteit naar gram



[<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/e755940cb629dd580851ce0a4b2a765bc3e0b91c.swf" ></embed>](https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/e755940cb629dd580851ce0a4b2a765bc3e0b91c.swf)

van gram en molariteit naar volume



[<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/9aa9eb76300065fc79109fed5c12571ce5f1ed15.swf" ></embed>](https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/9aa9eb76300065fc79109fed5c12571ce5f1ed15.swf)

## 6.2 Rekenen aan oplossingen

### Wat is ook al weer een neerslagreactie?

Bekijk de volgende simulatie.



[Kies er twee](#)

### Rekenen aan reacties in oplossing

Een van de problemen bij het rekenen met oplossingen is de molverhouding waarin stoffen reageren. Bij [neerslagreacties](#) zijn we gewend om de tribune-ionen weg te laten. Als we een aluminiumsulfaat-oplossing laten reageren met een natriumfosfaat-oplossing dan krijgen we:

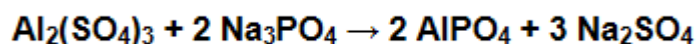


Hieruit leid je af dat de molverhouding tussen de aluminiumionen en de fosfaationen 1 : 1 is.

Als je echter gaat kijken naar de molverhouding tussen de stoffen aluminiumsulfaat en natriumfosfaat, reageert er feitelijk 0,5 mol  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  met 1 mol  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ . Om 1 mol  $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$  te krijgen moet je namelijk 0,5 mol  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  oplossen en om 1 mol  $\text{PO}_4^{3-}(\text{aq})$  te krijgen moet je 1 mol  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  oplossen. De molverhouding tussen aluminiumsulfaat en natriumfosfaat is dus 1 : 2. Het mag eigenlijk niet, maar voor



het rekenen aan een neerslagreactie is het gemakkelijker om de reactievergelijking in vaste stof notaties weer te geven. Dan krijg je namelijk dit:



Zoals je ziet is hier de molverhouding wel eenvoudig af te leiden.

### Werkdocument opdracht 15 - rekenen aan oplossingen

Maak opdracht 15 in je werkdocument.



[werkdocument 15](#)



Even oefenen

<https://maken.wikiwijs.nl/p/questionnaire/standalone/992262>

#### Algemene Informatie

**Titel** Even oefenen  
**Aantal Vragen** 3

#### MAIN\_SECTION

De ionen  $\text{Al}^{3+}$  en  $\text{PO}_4^{3-}$  reageren in de verhouding 1 : 1. Er ontstaat aluminiumfosfaat,  $\text{AlPO}_4$ . In welke molverhouding reageren de *stoffen* aluminiumnitraat en kaliumfosfaat?

Hint: Stel eerste een ionenvergelijking op.

- ☐ 1 mol aluminiumnitraat op 3 mol kaliumfosfaat
- ☐ 1 mol aluminiumnitraat op 1 mol kaliumfosfaat
- ☐ 3 mol aluminiumnitraat op 1 mol kaliumfosfaat

De ionen  $\text{Pb}^{2+}$  en  $\text{SO}_4^{2-}$  reageren in de verhouding 1 : 1. Er ontstaat lood(II)sulfaat,  $\text{PbSO}_4$ .

In welke molverhouding reageren de *stoffen* loodnitraat en aluminiumsulfaat?

Hint: Stel eerst een ionenvergelijking op.

- ☐ 1 mol loodnitraat op 1 mol aluminiumsulfaat
  - ☐ 3 mol loodnitraat op 1 mol aluminiumsulfaat
  - ☐ 1 mol loodnitraat op 3 mol aluminiumsulfaat
- 

De ionen  $\text{Hg}^{2+}$  en  $\text{I}^-$  reageren in de verhouding 1 : 2. Er ontstaat namelijk kwik(II)jodide,  $\text{HgI}_2$ .  
In welke molverhouding reageren de *stoffen* kwik(II)nitraat en magnesiumjodide?

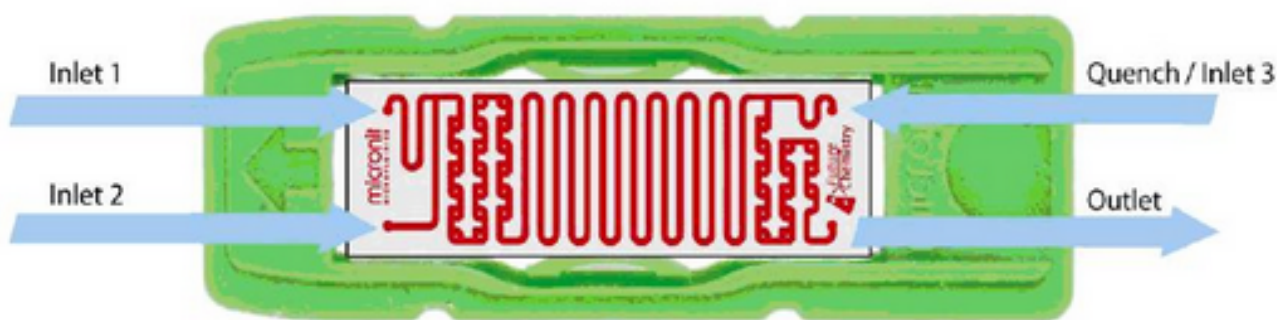
Hint: Stel eerste een ionenvergelijking op.

- ☐ 1 mol kwik(II)nitraat op 2 mol magnesiumjodide
  - ☐ 2 mol kwik(II)nitraat op 1 mol magnesiumjodide
  - ☐ 1 mol kwik(II)nitraat op 1 mol magnesiumjodide
- 

## 6.3 een webexperiment

Een van de leuke dingen van het vak scheikunde is natuurlijk dat je experimenten uitvoert. Voor dit vak heb je je hersens en je handen nodig. De moderne techniek stelt ons tegenwoordig in staat een echt scheikunde experiment *online* uit te voeren. Zo'n experiment, waarbij je vanaf elke plek op de wereld een onderzoek doet met behulp van een op afstand bestuurbare experimenteeropstelling heet een 'webexperiment'. Het gaat hier niet om een online animatie of simulatie die een scheikundig experiment moet voorstellen. In een webexperiment heb je met stoffen te maken die echt met elkaar reageren. Maar die stoffen bevinden zich in een meetopstelling in de Vrije Universiteit in Amsterdam.

In de experimenteeropstelling bevindt zich een zogenaamde microreactor. Hieronder zie je een plaatje van de microreactor die in werkelijkheid ongeveer 50 mm lang is. De kanaaltjes in de microreactor hebben een diameter van 0,3 mm.



Inlet 1, 2 en 3 zorgen voor de toevoer van oplossingen van stoffen die met elkaar moeten reageren. De 'outlet' is de uitgang van de microreactor. Daar komt methyloranje uit. Dat druppelt in een erlenmeyer.

In de experimenteeropstelling zijn drie webcams opgenomen die laten zien wat er gebeurt tijdens het webexperiment.



webcam 1

laat de injectiespuiten zien die met de beginstoffen gevuld kunnen worden.



webcam 2

laat de microreactor zien. De vloeistoffen stromen van links naar rechts.



webcam 3

laat zien of er methyloranje in de erlenmeyer druppelt.

Klik hier voor de webcams: <http://www.chem.vu.nl/en/voor-het-vwo/scheikunde-experiment/index.asp>

### Werkdocument opdracht 16 - webexperiment synthese van methyloranje



[werkdocument 16](#)

De docent of PAL-student zal jullie het webexperiment demonstreren. Tijdens, en na afloop van het webexperiment, moet je een paar vragen beantwoorden met behulp van berekeningen aan concentraties. Die vragen hebben eigenlijk te maken met deze onderzoeksvraag: heeft de temperatuur invloed op de reactie waarbij methyloranje gevormd wordt? Komt er bijvoorbeeld meer methyloranje uit als ik de temperatuur verhoog? De praktische uitvoering en bijbehorende opdrachten staan in je werkdocument.

Open je werkdocument en verwerk hierin de resultaten en je conclusie(s). Upload vervolgens naar je postbus voor eventuele feedback van docent of PAL-student.

Wil je meer van dit webexperiment weten, lees dan de handleiding (Engelstalig). Misschien vind je dit webexperiment wel zo leuk dat je er in overleg met je docent een praktische opdracht van kunt maken (en wie weet later wel een profielwerkstuk). In dat geval moet je de onderzoeksvraag goed formuleren, bijvoorbeeld zo: 'Wat is het verband tussen de temperatuur tijdens de reactie en de opbrengst (het aantal g per minuut) van het methylooranje?'



[handleiding](#)

## 6.4 Een isotone dorstlesser

### Isotone dorstlesser

Wie weleens sport, weet dat je er verschrikkelijke dorst van kunt krijgen. Je lichaam verliest vocht door zweten, en heeft aanvulling nodig om je lichaamstemperatuur op een gezond niveau te kunnen houden. Tijdens langdurig sportieve inspanningen moet er dus regelmatig worden gedronken. Laten we zeggen ongeveer op een grote bidon per uur voor een goede vochtvoorziening (750-1000 mL per uur en 500 mL in de winter). Behalve water verbruik je tijdens het sporten ook koolhydraten. Die kun je ook aanvullen, maar aan de opname van koolhydraten zit een maximum. Het lichaam neemt niet meer dan 60-80 g koolhydraten op per uur. In een zogenaamde [isotone dorstlesser](#) zit ongeveer 60 g per liter - de juiste verhouding water en koolhydraten die je tijdens het sporten nodig hebt. Bij het zweten verlies je ook mineralen; die wil je misschien ook aanvullen.

Overigens, nog afgezien van de koolhydraten en mineralen die je misschien mist, is veel zuiver water drinken tijdens het sporten überhaupt niet zo'n goed idee. Om de concentratie opgeloste stoffen in je lichaam in balans te houden, zul je vrij veel gaan plassen. En dat is nu juist weer niet de bedoeling! Water met een concentratie opgeloste stoffen (zouten en koolhydraten) die lijkt op de concentratie in je lichaam is dan beter. Zo'n concentratie noemen we *isotoon*.



### AA Drink Isotone

Deze isotone dorstlesser is speciaal ontwikkeld voor tijdens het sporten. De samenstelling van [AA Isotone](#) is gelijk aan die van je lichaamsvloeistoffen, zodat het niet omgezet hoeft te worden in je maag en de stoffen onmiddellijk opgenomen worden in je bloedbaan. Aan AA Isotone zijn zes belangrijke mineralen toegevoegd: natrium, chloride, kalium, calcium, magnesium en fosfor. Je vult zo het verloren vocht en de mineralen onmiddellijk weer aan.

### Samenstelling

AA Isotone bevat onder meer de volgende ingrediënten: water, suiker, glucose, voedingszuur

(citroenzuur), citroensap, calciumlactaat, magnesiumlactaat, natriumcitraat, natriumchloride, kaliumcitraat, plantenextract (saffloor) en natriumfosfaat. Hieronder staan enkele gegevens over AA Isotone (bron:aa-drink.com).

**Voedingswaarde per 100 mL**

Energie 92 kJ ( 22 kcal)

Vetten 0 g

Eiwitten 0 g

Verzadigde vetzuren 0 g

Koolhydraten 5.7 g (waarvan suikers 5.4 g)

Voedingsvezel 0 g

Voedingzuur 3.0 g

**Toegevoegde mineralen per 100 mL**

Natrium 49 mg (1,96%)\*

Calcium 12 mg (1,5 %)\*

Chloride 36 mg (1,11%)\*

Magnesium 8 mg ( 2,67 %)\*

Kalium 10 mg (0,25 %)\*

Fosfor 6 mg (0,75%)\*

\* (..%): aanbevolen dagelijkse hoeveelheid (ADH) per 100 ml

**Werkdocument opdracht 17 - onderzoek: een isotone dorstlesser**

[werkdocument 17](#)

Voer opdracht 17 in je werkdocument uit: maak je eigen isotone dorstlesser.

# 7 A Big Mac



bron: thewvsr.com

## Na dit hoofdstuk kun je:

- de begrippen MAC-waarde en ppm uitleggen
- rekenen met MAC-waarden en ppm's
- een massa of volume ppm berekenen en toepassen

## 7.1 MAC-waarden van ppm's

### MAC-waarden en PPM's

De MAC-waarde is de [Maximaal Aanvaarde Concentratie](#) van een schadelijke stof en is gedefinieerd als de maximale concentratie van een gas, damp of nevel of van een stof in de lucht op de werkplek, die bij inademing gedurende de arbeidsperiode in het algemeen geen nadelige gevolgen heeft op de gezondheid van de werknemers en hun nageslacht. De MAC-waarde geldt voor een gezonde volwassen man; vrouwen en mensen met een verlaagde weerstand zijn niet in de overweging meegenomen. Een aantal MAC-waarden staat in Binas-tabel 97A.

Een vaak gehanteerde eenheid voor gassen is ppm: [parts per million](#). Voor vaste stoffen (in de context van luchtvervuiling ook wel fijnstof genoemd) is de eenheid meestal mg m<sup>-3</sup>. Parts per million (ppm) valt in hetzelfde rijtje als procent ("per honderd") en promille ("per duizend"). Dat wil dus zeggen dat 1 ppm één deel in 1.000.000 is, ofwel duizend keer zo weinig als een promille. Net als bij massapercentage en volumepercentage kun je spreken over massa-ppm en volume-ppm. De (dimensieloze) eenheid ppm wordt vooral veel gebruikt om lage concentraties aan te duiden in de scheikunde en dan in het bijzonder binnen de toxicologie (giftigheidsleer) en de milieukunde. Als je bijvoorbeeld 1 liter (ca. 1 kg, 1.000 g) water drinkt dat met 1 massa-ppm lood verontreinigd is, krijg je in totaal 1 milligram (0,001 g) van het zware metaal naar binnen. Maximaal aanvaarde concentraties van verontreinigingen worden zoals gezegd dikwijls in ppm's uitgedrukt of in eenheden die nog kleiner zijn, zoals ppb (parts per billion) en ppt (parts per trillion).

In een overzichtelijk rijtje:

· 1 procent =  $10^{-2}$

· 1 promille =  $10^{-3}$

· 1 ppm =  $10^{-6}$

· 1 ppb =  $10^{-9}$

· 1 ppt =  $10^{-12}$

### Werkdocument opdracht 18 - MAC-waarden en ppm's

Maak opdracht 18 in je werkdocument.



[werkdocument 18](#)



Even oefenen

<https://maken.wikiwijs.nl/p/questionnaire/standalone/992285>

#### Algemene Informatie

**Titel** Even oefenen  
**Aantal Vragen** 3

#### MAIN\_SECTION

Natriumsulfaat wordt opgelost in 400 mL water. Er bevindt zich 12,55 mg SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-ionen in de oplossing. Bereken de concentratie SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-ionen in de oplossing, uitgedrukt in massa-ppm.

Hint: Bij 'massa-ppm' moet je de massa's op elkaar delen...



- ☐  $3,14 \cdot 10^{-5}$
- ☐ 31,4 ppm
- ☐  $3,1375 \cdot 10^{-2}$
- 

Bereken hoeveel mol ammoniak in het klaslokaal aanwezig mag zijn voordat de MAC-waarde wordt overschreden. De afmetingen van het lokaal zijn  $9,0 \times 9,0 \times 3,2$  m.

Hint: De MAC-waarde is in  $\text{mg m}^{-3}$ . Je moet dus van mg naar g en dan van g naar mol.

- ☐ 4,67 mol  $\text{NH}_3$
- ☐  $1,06 \cdot 10^{-3}$  mol  $\text{NH}_3$
- ☐ 0,27 mol  $\text{NH}_3$
- 

De MAC waarde van benzeen ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) is  $7,5 \text{ mg m}^{-3}$ .

Reken deze waarde om in volume-ppm . Ga bij je berekening uit van  $T = 293\text{K}$  en  $p = p_0$ .

Hint: Reken de massa eerst om naar mol en daarna naar volume.

- ☐ 96 ppm
- ☐  $2,3 \cdot 10^3$  ppm
- ☐ 2,3 ppm
-

## 7.2 Veiligheid van voedsel

### De Warenwet

In de Warenwet staat waar levensmiddelen en andere consumentenproducten aan moeten voldoen. Een product of levensmiddel mag de veiligheid of gezondheid van de consument niet in gevaar brengen. De [nieuwe Voedsel- en Warenautoriteit](#) (nVWA) controleert of de regels van de Warenwet worden nageleefd. Bij overtreding van de Warenwet kan de nVWA maatregelen nemen. De nVWA kan bijvoorbeeld een waarschuwing geven of een bestuurlijke boete opleggen. Als er gevaar dreigt voor de consument, kan de nVWA een bedrijf bevelen een product terug te roepen. Het bedrijf moet dit dan melden met een advertentie in de grote landelijke en regionale dagbladen. Ook kan een bedrijf in het uiterste geval een periode worden gesloten.

**Meel: de meest belangrijke grondstof voor het bakken van een sticky toffee pudding**



# 'Geen gevaar voor de volksgezondheid'

Meel of bloem bestaat onder andere uit zetmeel, suikers, eiwitten, water, ascorbinezuur en enzymen. Meel en bloem zijn meestal afkomstig van de tarweplant. De rijpe korrels worden geoogst en later (in stappen) vermalen tot meel of bloem. De meelfabriek voegt aan de meeste bloemsoorten [ascorbinezuur](#) toe; maximaal toegestaan is 100 massa ppm.

**Werkdocument opdracht 19 - ascorbinezuur**



[werkdocument 19](#)

Maak opdracht 19 in je werkdocument. Maak gebruik van internetbronnen.

### **Bepaling van de hoeveelheid ascorbinezuur in zelfrijzend bakmeel**

Het bepalen van het gehalte ascorbinezuur kan op verschillende manieren, bijvoorbeeld met behulp van DCPIP ( $\text{NaC}_{12}\text{H}_6\text{Cl}_2\text{NO}_2$ ). Deze stof heeft een blauwe kleur. Door de reactie met ascorbinezuur wordt DCPIP ontleurd. Hierbij reageert één mol ascorbinezuur en met één mol DCPIP. Als praktische opdracht gaat een groepje leerlingen de hoeveelheid ascorbinezuur in zelfrijzend bakmeel bepalen. Omdat ascorbinezuur oplosbaar is in water extraheren zij 25,0 g zelfrijzend bakmeel met water. Na filtratie hebben ze een filtraat met daarin opgelost ascorbinezuur. Vervolgens maken ze een DCPIP-oplossing met een bekende molariteit van  $6,34 \cdot 10^{-4}$  M. Tijdens de bepaling blijkt dat het filtraat met daarin opgelost ascorbinezuur in staat was om 18,3 mL DCPIP oplossing te ontkleuren.

### **Werkdocument opdracht 20 - de hoeveelheid ascorbinezuur in zelfrijzend bakmeel**

Maak opdracht 20 in je werkdocument.



[werkdocument 20](#)

# 8 Een sticky toffee pudding



bron: [guardian.co.uk](http://guardian.co.uk)

## Na dit hoofdstuk kun je:

- op experimentele wijze het massapercentage zuiveringszout in bakpoeder bepalen
- een sticky toffee pudding bakken
- een sticky toffee saus maken
- met behulp van een molberekening het laatste ingrediënt voor de pudding decoderen

## 8.1 Massapercentage zuiveringszout in bakpoeder

**Werkdocument opdracht 21 - onderzoek: massapercentage zuiveringszout in Dr. oetker bakpoeder**



[werkdocument 21](#)

### Inleiding

Zuiveringszout is het laatste ingrediënt dat je nog nodig hebt voor je recept. Het zorgt er voor dat tijdens

het bakproces de sticky toffee pudding lekker luchtig wordt. Helaas is zuiveringszout nog maar nauwelijks te krijgen in de winkel. In plaats daarvan gaan we bakpoeder gebruiken. Dat bevat zuiveringszout, maar niet in zuivere vorm. In het volgende onderzoek gaan we het massapercentage zuiveringszout in bakpoeder Dr. Oetker bepalen. Zoals je in eerder onderzoek hebt kunnen zien, ontleedt zuiveringszout bij verwarming in natriumcarbonaat, water en koolstofdioxide. Daarnaast bevat Dr. Oetker bakpoeder volgens de verpakking nog wat andere ingrediënten waaronder zetmeel. Houd er rekening mee dat het zetmeel ook kan gaan ontleden tijdens het verhitten.

### Onderzoeksvraag

Wat is het massapercentage zuiveringszout in Dr. Oetker bakpoeder?

### Werkwijze

Stel eerst de reactievergelijking op en bepaal de molverhouding waarin zuiveringszout verdwijnt en koolstofdioxide ontstaat. Met behulp van deze molverhouding kun je het massapercentage zuiveringszout in bakpoeder bepalen. Stel eerst je hypothese op, maak dan een werkplan en voer dat uit.

### Verwerking

Maak opdracht 21 ik je werkdocument.

### HET RECEPT

Je hebt al een paar dingen eerder uitgerekend, zoek nog eens terug:

- het molvolume bij de baktemperatuur ( $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  en  $p=p_0$ )
- het aantal mol  $\text{CO}_2$  in  $1,5\text{ dm}^3$  tijdens het bakproces
- het aantal gram zuiveringszout dat nodig is voor de productie van deze hoeveelheid koolstofdioxide

Bereken met de uitkomst van het experiment het aantal gram Dr. Oetker bakpoeder dat je denkt nodig te hebben. Gelukt? Dan is je recept af en is het eindelijk tijd om te gaan bakken!

## 8.2 Het bakken van de sticky toffee pudding

### Baking time!

Eindelijk is het zover. Je weet nu genoeg over de chemie van bakken, rijsmiddelen, ingrediënten en hoeveelheden om aan de slag te gaan. Wat bak jij er van? We zijn erg benieuwd! Je werkt in tweetallen. Bak de sticky toffee pudding, maak de saus en neem ze de volgende les mee naar school. Maak per tweetal afspraken over wie wat doet (bijvoorbeeld: de één maakt de pudding en de ander de saus). Je kunt de pudding overigens ook van tevoren maken en invriezen. De saus is goed te bewaren in de koelkast. Verder zorgt de docent voor roomijs of slagroom om erbij te serveren! Tijdens het genieten van de pudding gaan we ook nog even kijken naar de....

### Eindopdracht: maak je eigen videoclip

Bij de afsluiting van het praktische deel van deze module hoort een feestelijk tintje! Elk baking team maakt een YouTube-video over het bakken van de pudding. In het filmpje moet je ook één van de in de module behandelde begrippen uitleggen, bijvoorbeeld significantie, machten, molmassa of molvolume. Bekijk de leerdoelen in de studiewijzer nog eens voor inspiratie. De video mag maximaal drie minuten duren. Maak gebruik van een digitale camera, je mobieltje of het programma PowerPoint. Bedenk van tevoren welk begrip je precies gaat uitleggen, en hoe je dat wilt doen. Besteed (met zijn tweeën) niet meer dan één uur aan het maken (en eventueel monteren) van het filmpje. En om met [Rudolph van Veen](#) van [24 Kitchen](#) te spreken: "Koken hoeft niet lang te duren. Maak het jezelf vooral gemakkelijk,

maar maak het wel altijd lekker!"

# 9 De hersenkraker



bron: [sleepwarrior.com](http://sleepwarrior.com)

## Na dit hoofdstuk kun je:

- echte chemische rekenhersenkrakers oplossen

## 9.1 Bakken met cement

### Ook met cement kun je bakken!

Cement (ontleend aan het Latijnse *caementum* dat refereert aan het verbinden van gehouwen steen) is een snelhardend bindmiddel gebruikt voor bouwwerken. **Cement** bestaat uit fijngemalen materiaal dat na mengen met water een min of meer plastische massa vormt, die zowel onder water als in de buitenlucht verhardt en daartoe geschikte materialen aaneen kan kitten tot een ook in water stabiele massa. Het wordt voornamelijk gebruikt als grondstof voor beton en metselspecie. Cement is een **zouthydraat**. De Grieken waren de eerste bouwers die kalk maakten door het bakken van kalksteen. De Romeinen verbeterden dit bindmiddel door er vulkanische as en baksteenpoeder aan toe te voegen. Dankzij dit bindmiddel konden grote constructies worden gebouwd zoals arena's, baden, amfitheaters of aquaducten, waarvan sommige twintig eeuwen later nog perfect bewaard zijn gebleven.

### Soorten cement



De twee belangrijkste soorten cement die tegenwoordig worden toegepast zijn portlandcement en hoogovencement. Portlandcement is een product van het branden van kalksteen en klei in steenkoolovens. Hoogovencement is een type cement met een andere samenstelling dan portlandcement. Bij hoogovencement wordt een afvalproduct van de ijzerproductie (hoogovenslakken) gebruikt. Het uiteindelijke cement bevat uiteraard geen ijzerverbindingen meer (zie de tabel hieronder).

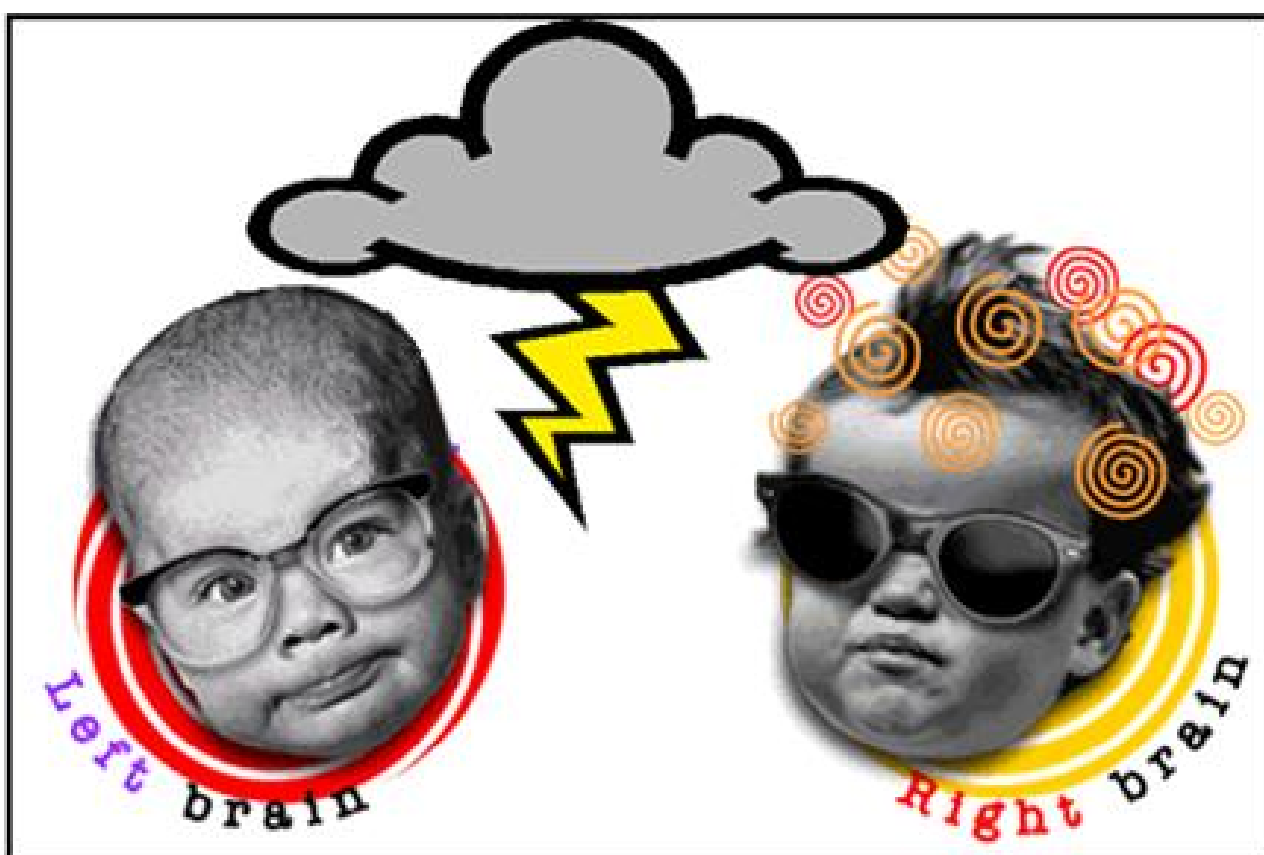
stof	massa%
CaO	40-60%
SiO <sub>2</sub>	20-40%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5-10%
MgO	0-10%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0%

## Samenstelling hoogoven cement

Calciumoxide (zie tabel) is niet alleen de grootste, maar ook de belangrijkste component van het cement. Calciumoxide is het bindmiddel, dat er voor zorgt dat het cement stevig en hard wordt. Bekijk hieronder de Klokhuis-aflevering over cement.

### [Het klokhuis](#)

Calciumoxide kan worden gemaakt van kalksteen of van schelpen, die beide bestaan uit calciumcarbonaat. Kalksteen of schelpen worden in een [kalkoven](#) (zie afbeelding) bij een temperatuur tussen 900 en 1100 °C gebrand. Bij het branden wordt calciumcarbonaat ( $\text{CaCO}_3$ ) omgezet in calciumoxide (ongebliste kalk) en koolstofdioxide. Bij het metselen reageert het calciumoxide met water - dit is het 'blussen' van kalk - en ontstaat er calciumhydroxide (gebluste kalk). Het calciumhydroxide - het feitelijke bindmiddel - gaat vervolgens reageren met kooldioxide ( $\text{CO}_2$ ) uit de lucht tot calciumcarbonaat (kalksteen). Daarmee is de zogenaamde kalkcyclus rond. En dan is het nu tijd voor...



## De hersenkraker.... de uitdaging!

Men verhit 1000 kg calciumcarbonaat gedurende enige tijd bij ongeveer 1000 °C. Na afloop is er nog 670 kg vaste stof over. Bereken hoeveel kg van welke vaste stof of stoffen er na afloop aanwezig zijn in de overgebleven 670 kg. Vraag je docent hoe je het antwoord moet inleveren?

## 9.2 Nog even puzzelen

Ben je klaar voor de eindtoets? Of wil je nog even je kennis testen door wat te puzzelen? Ga dan deze uitdaging aan, maar natuurlijk zonder gebruik te maken van de knoppen onder 'reveal'.



bron: [justcrosswords.com/Chemisch\\_Rekenen\\_01\\_custom24571.html](https://justcrosswords.com/Chemisch_Rekenen_01_custom24571.html)

## 9.3 Als het naar meer smaakt

Ben je al door de module heen? Heb je sneller gewerkt dan andere leerlingen en smaakt het naar meer? Vraag je docent of PAL-student of je een van de extra opdrachten mag uitvoeren:



Bepaling van kristalwater in aluin



Onderzoek van een cassettebandje



Bepaling van de massaverhouding bij een reactie



Zelf cement maken

# Oefenen

We zijn aan het einde gekomen van de e-klas *Wat bak jij er van?* over chemisch rekenen. Uiteraard hopen we dat na de hersenkraker van daarnet het chemisch rekenen voor jou geen geheimen meer heeft en dat je er wat van bakt op de eindtoets. Je gaat zo beginnen aan de voorbeeld proefwerkopgaven om je goed voor te bereiden op de eindtoets over dit onderwerp.

Succes!

## Proefwerkopgaven chemisch rekenen

Maak de vragen hieronder. De antwoorden krijg je van je docent of PAL-student.

### Verrijkt uranium

Bij Urenco in Almelo wordt uranium verrijkt. Dat wil zeggen dat het massapercentage van het radioactieve U-235 isotoop wordt verhoogd van de natuurlijke waarde tot 3,5 massaprocent. Dit doet men door eerst van natuurlijk uranium de stof uraniumhexafluoride,  $\text{UF}_6(\text{g})$ , te maken. Door deze stof in de gasvorm te 'centrifugeren' zullen de zware moleculen naar de buitenkant van de centrifuge worden geslingerd. De moleculen met een kleinere massa worden aan de binnenkant 'afgetapt'.

1. Hoe groot is het natuurlijke percentage U-235?
2. Geef de samenstelling van de kern van het meest voorkomende isotoop van uranium.
3. Bereken hoeveel massaprocent het molecuul  $\text{UF}_6$ , opgebouwd uit U-235, minder is ten opzichte van de gemiddelde molecuulmassa  $\text{UF}_6$ .

### Tandpasta

In sommige fluoride tandpasta's is het zout natriumfluoride aanwezig. In merk A zit 0,10 massaprocent fluoride. In merk B zit 2,0 mg natriumfluoride per gram tandpasta.

4. Leg uit in welk van de twee merken het fluoridegehalte het hoogste is.

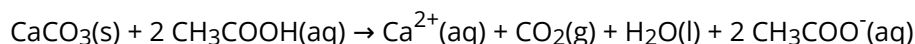
### Molvolume

Het molvolume hangt af van de druk en temperatuur.

5. Bereken met Binas-tabel 12 hoeveel mol  $\text{H}_2\text{O}$  zit in  $100 \text{ cm}^3$  waterdamp bij 373 K en  $p = p_0$ .
6. Bereken met de uitkomst van vraag 5 het molair volume  $V_m$  bij 373 K en  $p = p_0$  (heb je deze uitkomst niet, neem als uitkomst:  $3,50 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ ).
7. Leg uit waarom de bij vraag 6 berekende  $V_m$  groter is dan  $22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ .

### Vloeibaar schuurmiddel

Een vloeibaar schuurmiddel bevat diverse bestanddelen, waaronder een vaste stof die voor het schurend effect zorgt. Daarnaast bevat het water en zeepachtige stoffen. De vaste stof bestaat voor het grootste gedeelte uit calciumcarbonaat. Als je vloeibaar schuurmiddel in contact brengt met een zure oplossing, ontstaat een gas. Als je de hoeveelheid vrijgekomen gas meet, kun je daaruit met behulp van de reactievergelijking het calciumcarbonaatgehalte bepalen. De reactievergelijking van calciumcarbonaat met azijnzuur is:



Janneke en Mark wegen 0,66 g vloeibaar schuurmiddel af, voegen 30 ml azijnzuuroplossing toe (dit is

een overmaat) en vangen het koolstofdioxidegas op.

8. Teken de opstelling die Janneke en Mark bij deze proef gebruiken.

Ze vangen  $63 \text{ cm}^3$  gas op. Neem aan dat onder deze omstandigheden geldt:  $V_m = 24,0 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ .

9. Bereken het massa% calciumcarbonaat in het vloeibare schuurmiddel dat Janneke en Mark onderzochten.

### Aluin

Aluin heeft de formule  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ .

10. Bereken het massapercentage kristalwater in aluin.

### Zuigelingenvoeding

Op de verpakking van zuigelingenvoeding staat, dat het per drie maatschepjes (één maatschepje = 13,5 g) onder andere bevat:

- 1,458 gram eiwit
- 7,790 gram lactose,  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
- 3,645 gram vet
- 0,338 gram water
- 0,419 mg ijzerionen

11. Bereken het massapercentage eiwit in zuigelingenvoeding.

12. Bereken het massapercentage zuurstof in lactose.

13. Bereken het aantal mmol lactose in drie maatschepjes.

14. Bereken het aantal ijzerionen in drie maatschepjes.

### Massapercentage

Een verbinding bestaat voor 60,0 massaprocent uit koolstof, 13,3 massaprocent uit waterstof en de rest uit zuurstof. De molecuulmassa is 120 u.

15. Bepaal door berekening de molecuulformule.

Een zout bestaat voor 80,68 massaprocent uit kwik en voor 6,44% uit zwavel. De rest is zuurstof.

16. Bereken de verhoudingsformule van het zout.

### Hydrazine

Op 28 mei 1984 stortte bij het Duitse plaatsje Linz am Rhein een General Dynamics F-16 gevechtsvliegtuig van de vliegbasis Volkel neer. Bij dit ongeval werden twee mensen op slag gedood. Later bleek dat de tank van 26 liter hydrazine-70 (70% hydrazine, 30% water) leeggelopen was. Door de vrees voor vergiftiging door het vrijgekomen hydrazine hebben zo'n 380 omwonenden, brandweerlieden en militairen een uitvoerig bloedonderzoek moeten ondergaan.

Hydrazine ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) wordt in de F-16 gebruikt als brandstof voor de generator van het noodstroomsysteem en is een kleurloze en snel verdampende vloeistof. Het kookpunt van hydrazine is  $113,5^\circ\text{C}$  en bij  $52^\circ\text{C}$  vormt de stof met lucht een explosief gasmengsel. De MAC-waarde bedraagt 0,1 massa-ppm, de reukgrens 2 tot 3 massa-ppm. De MAC-waarde van hydrazine is laag omdat de stof kankerverwekkend is en zeer reactief is ten opzichte van dierlijk (menselijk) weefsel. Spatten in het oog kunnen blijvende beschadigingen veroorzaken; longen, lever en nieren kunnen worden aangetast.

17. Geef de structuurformule van hydrazine.

Hydrazine kan worden geproduceerd door ammoniak met waterstofperoxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) te laten reageren, waarbij ook water ontstaat.

18. Geef de reactievergelijking.

19. Verklaar de zeer goede oplosbaarheid van hydrazine in water.

20. Hoe zou je een hoeveelheid hydrazine snel (vrij) onschadelijk kunnen maken?

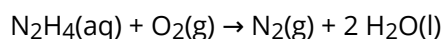
Bij sommige stoffen kan door ruiken worden vastgesteld of de MAC-waarde is overschreden.

21. Geldt dat ook voor hydrazine? Motiveer je antwoord.

De dichtheid van hydrazine-70 is  $1,09 \text{ g cm}^{-3}$ .

22. Bereken hoeveel  $\text{m}^3$  lucht minimaal nodig is ( $T = 273 \text{ K}$ ,  $p = p_0$ ) om de MAC-waarde niet te overschrijden als 26 liter hydrazine-70 verdampt.

Hydrazine wordt ook op grote schaal gebruikt als anticorrosiemiddel in boilers en stoomketels.  $\text{N}_2\text{H}_4$  reageert namelijk snel met zuurstof:



Water waarmee boilers worden gevoed, bevat in de regel 0,010 massa-ppm zuurstof.

23. Bereken hoeveel ton water van zuurstof kan worden ontdaan met 1,0 kg hydrazine.

# Over deze module

Documenten

Docentenhandleidingen en toetsen zijn voor docenten verkrijgbaar via de bètasteunpunten: zie colofon.

## Colofon

### Auteurs

Aan deze module hebben de volgende mensen gewerkt:

Auteurs:

- Henk Ubbels, Zaanlands Lyceum, Zaandam
- Hans van Dijk, Cygnus Gymnasium, Amsterdam

Redactie:

- Hanna Westbroek, Vrije Universiteit, Amsterdam
- De Praktijk, natuurwetenschappelijk onderwijs, Amsterdam

Technische ondersteuning:

- Rob Ouwerkerk, Stedelijk Gymnasium, Haarlem
- José Carlos Caballero, Cygnus Gymnasium, Amsterdam
- Habib Rejaibi, Cygnus Gymnasium, Amsterdam

### Oorsprong materiaal

In deze module is gebruik gemaakt van werk dat afkomstig is uit de [methode "Chemie in Onderzoek"](#).

### Licentie

Deze module is onder de volgende Creative Commons licentie gepubliceerd. Creative Commons Naamsvermelding-Niet-commercieel-Gelijk delen 3.0 Nederland Licentie. Aanvullende informatie vindt u op <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/nl/>.



# Over dit lesmateriaal

## Colofon

<b>Auteurs</b>	Bètapartners
<b>Team</b>	Wikiwijs Maken Auteurs
<b>Laatst gewijzigd</b>	7 mei 2015 om 15:49
<b>Licentie</b>	De Nederlandse Creative Commons 3.0 licentie waarbij de gebruiker het werk mag kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken mag maken onder de voorwaarden: Naamsvermelding en Gelijk Delen, zie <a href="http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/nl/">http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/nl/</a> . <a href="#">Meer informatie over de CC Naamsvermelding-GelijkDelen 3.0 Nederland licentie licentie.</a>

## Aanvullende informatie over dit lesmateriaal

Van dit lesmateriaal is de volgende aanvullende informatie beschikbaar:

<b>Leerniveaus</b>	VWO 4
<b>Leerinhoud en doelen</b>	Schaal, verhouding en hoeveelheid, Scheikunde, Chemisch rekenen
<b>Eindgebruiker</b>	leerling/student
<b>Studiebelasting</b>	40 uur en 0 minuten
<b>Trefwoorden</b>	e-klassen rearrangeerbaar

## Bronnen

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/47d963a570e9e5937b420087aec16c2d93bc742d.swf"> </embed>  
<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/47d963a570e9e5937b420087aec16c2d93bc742d.swf"> </embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/a2b62ab7b2708ac9a76f4d6c506afdc2b2f90b3d.swf" ></embed>  
<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/a2b62ab7b2708ac9a76f4d6c506afdc2b2f90b3d.swf" ></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/f2bd82c687d8f9a1cacac63bb8b5938697e58d93.swf" > </embed>  
<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/f2bd82c687d8f9a1cacac63bb8b5938697e58d93.swf" > </embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/40d15d93b7621f5523c5b6be062606e8afa84616.swf" ></embed>  
<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/40d15d93b7621f5523c5b6be062606e8afa84616.swf" ></embed>

<embed width="420" height="330" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/c4b5bec674781839a0881458811647fd92e75b57.swf" ></embed>  
<embed width="420" height="330" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/c4b5bec674781839a0881458811647fd92e75b57.swf" ></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/2b8fc223a66bbfee681c7862303af9813645c80b.swf"></embed>  
<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/2b8fc223a66bbfee681c7862303af9813645c80b.swf"></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/343e2ff08357afc319e3aa82a5104452896f34ee.swf"></embed>  
<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/

[343e2ff08357afc319e3aa82a5104452896f34ee.swf](https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/343e2ff08357afc319e3aa82a5104452896f34ee.swf)"></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/6a4fc1d3c1f55efee720384a0aaa91b90140c77d.swf" ></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/6a4fc1d3c1f55efee720384a0aaa91b90140c77d.swf" ></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/5a964fa4db7947917732627c1bc362163b1a7010.swf" ></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/5a964fa4db7947917732627c1bc362163b1a7010.swf" ></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/ed3a52d4e2a9caf05a2288f11c758444fdb6721d.swf" ></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/ed3a52d4e2a9caf05a2288f11c758444fdb6721d.swf" ></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/9ec9fc93e6a5966282d822cd1be2e5c7c258196f.swf" ></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/9ec9fc93e6a5966282d822cd1be2e5c7c258196f.swf" ></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/1aa9b2f11b2a25f67ad99bd8036f00881c3320d6.swf" ></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/1aa9b2f11b2a25f67ad99bd8036f00881c3320d6.swf" ></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/5786fa9f00bc3f58605923f44cd0ff7df1a2e6cd.swf" ></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/5786fa9f00bc3f58605923f44cd0ff7df1a2e6cd.swf" ></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/962c8356c86d94ebf1425a8c58c916a6bc7121aa.swf"></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/962c8356c86d94ebf1425a8c58c916a6bc7121aa.swf"></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/e755940cb629dd580851ce0a4b2a765bc3e0b91c.swf" ></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/e755940cb629dd580851ce0a4b2a765bc3e0b91c.swf" ></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/9aa9eb76300065fc79109fed5c12571ce5f1ed15.swf" ></embed>

<embed width="420" height="315" src="https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/9aa9eb76300065fc79109fed5c12571ce5f1ed15.swf" ></embed>

Kies er twee

<embed width="500" height="400" src="//www.mhhhe.com/physsci/chemistry/animations/chang\_7e\_esp/crm3s2\_3.swf"></embed>

bron: [justcrosswords.com/Chemisch\\_Rekenen\\_01\\_custom24571.html](http://justcrosswords.com/Chemisch_Rekenen_01_custom24571.html)  
[//justcrosswords.com/Chemisch\\_Rekenen\\_01\\_custom24571.html](http://justcrosswords.com/Chemisch_Rekenen_01_custom24571.html)

## Gebruikte Wikiwijs Arrangementen

*Wat bak jij ervan? (2014)*

Link: <https://maken.wikiwijs.nl/51925/>

Auteur: , Bètapartners