

Een must  
voor iedere  
HO-student

HO

# BASISVAARDIGHEDEN

## Toegepaste Scheikunde



1e druk



Noordhoff Uitgevers

$\text{-C-OH}$   
carbonsuur

$\text{-C-O-}$   
ester



**Basisvaardigheden Toegepaste Scheikunde**  
voor het HO



# **Basis- vaardigheden Toegepaste Scheikunde** voor het HO

Harm Scholte

Björn Besselink

Gerlof Kruidhof

Gooitzen Zwanenburg

Noordhoff Uitgevers Groningen | Houten

*Ontwerp omslag:* AtweeA, Foelke Vos, Groningen

*Omslagillustratie:* AtweeA, Foelke Vos, Groningen

Eventuele op- en aanmerkingen over deze of andere uitgaven kunt u richten aan: Noordhoff Uitgevers bv, Afdeling Hoger Onderwijs, Antwoordnummer 13, 9700 VB Groningen, e-mail: [info@noordhoff.nl](mailto:info@noordhoff.nl)

*Aan de totstandkoming van deze uitgave is de uiterste zorg besteed. Voor informatie die desondanks onvolledig of onjuist is opgenomen, aanvaarden auteur(s), redactie en uitgever geen aansprakelijkheid. Voor eventuele verbeteringen van de opgenomen gegevens houden zij zich aanbevolen.*

Deze uitgave is gedrukt op FSC-papier.

1 / 13

© 2011 Noordhoff Uitgevers bv Groningen/Houten, The Netherlands.

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Voor zover het maken van reprografische verveelvoudigingen uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16h Auteurswet 1912 dient men de daarvoor verschuldigde vergoedingen te voldoen aan Stichting Reprorecht (postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, [www.reprorecht.nl](http://www.reprorecht.nl)). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) kan men zich wenden tot Stichting PRO (Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie, postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, [www.stichting-pro.nl](http://www.stichting-pro.nl)).

*All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the publisher.*

ISBN (ebook) 978 90 01 84414 1

ISBN 978 90 01 80196 0

NUR 913

# Voorwoord

Met dit boek kun je zelfstandig je scheikundige vaardigheden op een peil brengen dat nodig is om een hbo-opleiding waarin scheikunde een rol speelt met succes te kunnen volgen. De leerstof van dit boek staat op het niveau van havo scheikunde en bevat de examenstof van dat programma. In enkele gevallen is de leerstof een beetje uitgebreid, voornamelijk bij het onderwerp van de chemische evenwichten. Studenten met een vooropleiding scheikunde kunnen het boek gebruiken als snelle opfriscursus. Voor studenten met een mbo-vooropleiding of vergelijkbaar biedt het boek een effectieve manier om de nodige scheikundekennis te verwerven.

Je kunt beginnen met het maken van de instaptoets. Die vind je op de website [www.basisvaardighedentoegepastescheikunde.noordhoff.nl](http://www.basisvaardighedentoegepastescheikunde.noordhoff.nl). Met deze instaptoets krijg je een beeld van je eigen scheikundekennis. Aan het eind van de toets krijg je per hoofdstuk een overzicht van je vaardigheden. Zo kun je snel zien welke onderdelen je in elk geval nog moet bestuderen.

In het boek vind je op de linkerpagina steeds een korte uitleg van de theorie, vaak voorzien van enkele voorbeelden. Op de rechterpagina staan de bijbehorende opgaven. De antwoorden van deze opgaven staan achterin het boek, de uitwerkingen op de website. Hier kun je controleren of je de juiste aanpak hebt gekozen bij het oplossen. Als je meer wilt oefenen, kun je daarvoor de extra opgaven op de site gebruiken.

Met de korte digitale diagnostische toets bij elk hoofdstuk op de site kun je nagaan of je het onderwerp van dat hoofdstuk voldoende beheerst.

We wensen je veel plezier en vooral succes bij het werken met dit boek.

We hebben bij het schrijven van dit boek dankbaar gebruik kunnen maken van de expertise en adviezen van Jan van Dijk, Hogeschool Utrecht.

*De auteurs: Harm Scholte, Björn Besselink, Gerlof Kruidhof, Gooitzen Zwanenburg*

# Inhoud

## 1 Atoombouw

- 1.1 Atoomnummer en massagetal 10
- 1.2 Isotopen 12
- 1.3 Radioactiviteit 14
- 1.4 Periodiek systeem 16

## 2 Bindingstypen

- 2.1 Bindingen tussen atomen 18
- 2.2 Bindingen tussen niet-metaal-atomen 20
- 2.3 Ionbindingen en metaalbindingen 22
- 2.4 Bindingen tussen moleculen 24

## 3 Stoffen

- 3.1 Mengsels en zuivere stoffen 26
- 3.2 Destilleren 28
- 3.3 Scheidingsmethoden 30
- 3.4 Stoffen aantonen 32

## 4 Reacties

- 4.1 Reactievergelijkingen 34
- 4.2 Ontledingsreacties 36
- 4.3 Reactiewarmte 38
- 4.4 Verbrandingsreacties 40
- 4.5 Reactiesnelheid 42
- 4.6 Omkeerbare reacties en evenwichten 44
- 4.7 Soorten evenwichten 46
- 4.8 Beïnvloeden van een chemisch evenwicht 48

## 5 Chemisch rekenen

- 5.1 Machten van tien en significante cijfers 50
- 5.2 Eenheden 52
- 5.3 Atoommassa en molecuulmassa 54
- 5.4 Chemische hoeveelheid, mol en molaire massa 56
- 5.5 Gehalte, concentratie 58
- 5.6 Rekenen aan reacties 60



## **6 Zouten**

- 6.1 Zouten en zoutformules 62
- 6.2 Oplossen en neerslaan 64
- 6.3 Oplosbaarheid van een zout 66
- 6.4 Toepassen oplosbaarheid van zouten 68

## **7 Koolstofchemie**

- 7.1 Alkanen 70
- 7.2 Isomeren 72
- 7.3 Cycloalkanen 74
- 7.4 Alkenen en alkynen 76
- 7.5 Halogeenalkanen, alcoholen 78
- 7.6 Carbonzuren en aminen 80
- 7.7 Verestering en hydrolyse 82
- 7.8 Verzepen 84
- 7.9 Reacties met koolwaterstoffen 86
- 7.10 Overzicht naamgevingsregels 88

## **8 Polymeren en biochemie**

- 8.1 Polymeren 90
- 8.2 Thermoplasten en thermoharders 92
- 8.3 Additiepolymerisatie 94
- 8.4 Condensatiepolymerisatie 96
- 8.5 Koolhydraten 98
- 8.6 Vetten en oliën 100
- 8.7 Amino-zuren en eiwitten 102

## **9 Zuren en basen**

- 9.1 Zuren en zure oplossingen 104
- 9.2 Basen en basische oplossingen 106
- 9.3 pH meten 108
- 9.4 pH-berekeningen 110
- 9.5 Zuur/base-reacties 112

## **10 Redoxreacties**

- 10.1 Oxidator, reductor, halfreacties 114
- 10.2 Redoxreacties 116
- 10.3 Sterkte van oxidatoren en reductoren 118
- 10.4 Redoxtitraties 120
- 10.5 Batterijen 122
- 10.6 Elektrolyse 124

## **11 Procesindustrie**

11.1 Procesindustrie *126*

11.2 Blokschema *128*

11.3 Aardolie *130*

## **12 Milieu**

12.1 Milieuchemie *132*

12.2 Luchtverontreiniging *134*

12.3 Waterverontreiniging *136*

12.4 Bodemverontreiniging *138*

12.5 Veiligheid *140*

**Antwoorden** *142*

**Periodiek systeem der elementen** *178*

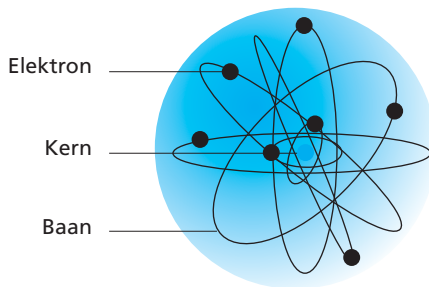
**Register** *180*



## 1.1 Atoomnummer en massagetal

Er bestaan vele miljoenen verschillende stoffen, die allemaal zijn opgebouwd uit ongeveer 100 verschillende atomen. Deze atomen zijn zelf ook weer opgebouwd uit kleinere deeltjes: positief geladen protonen, negatief geladen elektronen en ongeladen neutronen.

De protonen en neutronen zitten in de kern van het atoom, de elektronen bewegen in een wolk om de kern. Dit model van het atoom staat bekend als het **atoommodel van Rutherford**.



### Enkele belangrijke termen en begrippen

- 1 Het **atoomnummer** is gelijk aan het aantal protonen in de kern.
- 2 Het **massaget** is gelijk aan de som van het aantal protonen en het aantal neutronen in de kern.
- 3 De **kernlading** is positief en gelijk aan het aantal protonen in de kern.
- 4 Atomen zijn ongeladen; het aantal elektronen in de elektronenwolk is gelijk aan het aantal protonen in de kern.
- 5 Een **element** is een stof die uit één soort atomen bestaat. Die atomen hebben allemaal hetzelfde aantal protonen in de kern.
- 6 **Ionen** zijn geladen deeltjes die ontstaan doordat een atoom één of meer elektronen afstaat (positief ion) of opneemt (negatief ion).

### Voorbeeld

Koolstof heeft atoomnummer 6. De kern van een koolstofatoom bevat dan zes protonen. Om de kern zitten zes elektronen in de elektronenwolk. Er zijn koolstofatomen met massagetal 14. Zo'n koolstofatoom heeft dan  $14 - 6 = 8$  neutronen in de kern.

## Opgaven

- 1 Waaruit zijn stoffen opgebouwd?
- 2 Noem drie bouwstenen van atomen.
- 3 Waar vind je in het atoom de:
  - a neutronen?
  - b protonen?
  - c elektronen?
- 4 Welke lading hebben de:
  - a neutronen?
  - b protonen?
  - c elektronen?
- 5 Is de kern van een atoom positief of negatief geladen?
- 6 In de natuur komt fosfor voor met een massagetal van 31.
  - a Als je weet dat in de kern van fosfor zestien neutronen zitten, wat is dan het atoomnummer van fosfor?
  - b Hoeveel elektronen heeft een fosforatoom?
- 7 Zoek in *Binas* het symbool en het atoomnummer van de volgende elementen op:
  - a antimoon
  - b tin
  - c lood
  - d ijzer
  - e goud
- 8 Natrium heeft atoomnummer 11.  
Hoe groot is de kernlading van een natriumatoom?
- 9 Van atoom X weet je dat in de elektronenwolk 18 elektronen zitten.  
Om welk element gaat het? (Gebruik *Binas* om deze vraag te beantwoorden.)
- 10 Van een onbekend element is het massagetal van het atoom 275. De kernlading is +114. Hoeveel neutronen zitten er in de kern van dit element?

## 1.2 Isotopen

Atomen die behoren tot hetzelfde element, hebben allemaal hetzelfde aantal protonen in de kern. Maar het aantal neutronen kan verschillend zijn. Atomen met hetzelfde aantal protonen maar met een verschillend aantal neutronen noem je **isotopen**.

### *Voorbeeld*

Koolstof heeft atoomnummer 6. Er zijn dus zes protonen in de kern.

Er is een isotoop met zes neutronen in de kern. Deze isotoop heeft dan een massagetal van 12. Dat isotoop kun je op twee manieren aangeven: C-12 of met  $^{12}_6\text{C}$ .

Een ander isotoop van koolstof heeft acht neutronen in de kern. Dat geef je dus aan met C-14 of  $^{14}_6\text{C}$ .

Bijna 99% van alle koolstof die in de natuur voorkomt is van de isotoop  $^{12}_6\text{C}$ .

## Opgaven

- 1** Wat is een isotoop?
- 2**
  - a** Wat is het atoomnummer van zuurstof?
  - b** Zoek in *Binas* op welke isotopen zuurstof heeft en schrijf de massagetallen van deze isotopen op.
- 3** Een isotoop van element X heeft een massagetal van 37. In de kern van element X zitten 20 neutronen. Welk element is X?
- 4** Waterstof heeft drie isotopen die alle drie een eigen naam hebben. De eerste isotoop heet waterstof. Die isotoop heeft geen neutronen in de kern. Deuterium is de tweede isotoop met één neutron in de kern. Tritium is de derde isotoop met twee neutronen. Geef de massagetallen van deze drie isotopen.
- 5** Een isotoop van element Y heeft atoomnummer 26 en massagetal 58.
  - a** Om welk element gaat het hier?
  - b** Geef de notatie van deze isotoop op twee verschillende manieren weer.

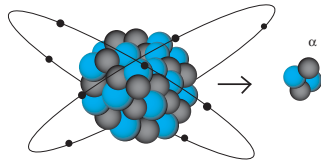
## 1.3 Radioactiviteit

Sommige atomen kunnen spontaan deeltjes uit de kern stoten. Deze atomen worden **radioactief** genoemd. Er zijn verschillende soorten radioactiviteit.

- alfa-radioactiviteit;
- bèta-radioactiviteit.

### Alfa-radioactiviteit

Een atoom stoot een alfa-deeltje bestaande uit twee protonen en twee neutronen uit de kern. Omdat een  $\alpha$ -deeltje evenveel neutronen en protonen als een heliumkern heeft, wordt een  $\alpha$ -deeltje vaak aangegeven als  ${}^4_2\text{He}$ .

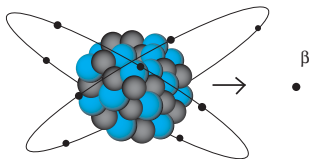


#### Voorbeeld

De isotoop van uranium, U-238 (atoomnummer 92) vertoont  $\alpha$ -activiteit. Dat betekent dat het atoomnummer 90 en het massagetal 234 wordt. Dat is de isotoop van thorium, Th-234. De vervalvergelijking voor deze reactie is:  $\text{U-238} \rightarrow \text{Th-234} + \alpha$  of  $\text{U-238} \rightarrow \text{Th-234} + {}^4_2\text{He}$

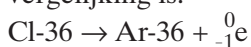
### Bèta-radioactiviteit

Een neutron wordt omgezet in een proton en een elektron. Het elektron wordt vervolgens uit de kern gestoten. Het elektron noemen we  $\beta$ -deeltje (bèta-deeltje). We schrijven dit vaak als  ${}^0_{-1}\text{e}$ .



#### Voorbeeld

De isotoop van chloor, Cl-36 (atoomnummer 17), vertoont  $\beta$ -activiteit. Er komt dan één proton meer in de kern. Het atoomnummer wordt 18. Het massagetal blijft hetzelfde. Dat is de isotoop van argon, Ar-36. De vervalvergelijking is:





## Opgaven

- 1** Pu-238 vervalt via alfa-radioactiviteit. Hierbij ontstaan atomen van element X. Gebruik voor het beantwoorden van onderstaande vragen *Binas*.

  - Wat is het atoomnummer van X?
  - Wat is het massagetal van de isotoop van X die ontstaat?
  - Geef de notatie van deze isotoop met het elementsymbool, massagetal en atoomnummer.
- 2** Co-60 vervalt via bèta-radioactiviteit. Hierbij ontstaan atomen van element Y. Gebruik voor het beantwoorden van onderstaande vragen *Binas*.

  - Wat is het atoomnummer van Y?
  - Welk massagetal heeft de isotoop van Y die ontstaat?
  - Geef de notatie van deze isotoop met het elementsymbool, massagetal en atoomnummer.
- 3** Nikkel heeft een radioactief isotoop met massagetal 63 dat door radioactiviteit overgaat in koper. Wat voor soort radioactiviteit ondergaat dit nikkel-isotoop?
- 4** In welk element gaat Pu-239 over door alfa-radioactiviteit?

## 1.4 Periodiek systeem

In het periodiek systeem zijn de elementen naar oplopend atoomnummer gerangschikt. Zo ontstaat een overzicht dat bestaat uit **perioden** en **groepen**. Een periode is een horizontale rij. Een groep is een verticale kolom. Elementen die tot dezelfde groep behoren hebben vergelijkbare chemische eigenschappen.

Een aantal groepen in de periodes 6 en 7 zijn onder het periodiek systeem gezet, omdat het periodiek systeem anders te breed zou worden om op een pagina te passen.

### Enkele belangrijke groepen in het periodiek systeem

Alkalimetalen vormen de eerste groep in het periodiek systeem. Een uitzondering is het allereerste element, waterstof, dit is geen alkalimetaal.

In de tweede groep staan de aardalkalimetalen.

Halogenen vormen in groep 17 de één-na-laatste groep.

Edelgassen staan in de laatste groep, groep 18.

Verreweg de meeste elementen zijn metalen. In het periodiek systeem vind je de niet-metalen in de grijze 'driehoek' rechtsboven en linksboven (waterstof).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Ku	105 Ha	106 Unh												
				58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
				90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

## Opgaven

- 1 Welke elementen staan in de eerste periode van het periodiek systeem?
- 2 Hoe zijn de elementen in het periodiek systeem gerangschikt?
- 3
  - a Welke elementen staan in de eerste groep van het periodiek systeem?
  - b Geef de namen van deze elementen.
- 4
  - a Geef de namen van de niet-metalen in groep 15.
  - b Geef ook de namen van de metalen in groep 15.
- 5
  - a Hoeveel edelgassen zijn er?
  - b In welke groep staan ze?
- 6 Als je weet dat het atoomnummer van kalium 19 is, wat is dan het atoomnummer van scandium (Sc), dat twee plaatsen verder in het periodiek systeem staat?
- 7 Door radioactiviteit verandert het ene element in het andere. Als element X via bèta-radioactiviteit overgaat in element Y, waar staat element Y dan in het periodiek systeem ten opzichte van X?
- 8 De elementen zwavel (S), seleen (Se) en telluur (Te) kunnen met het element waterstof verbindingen maken. Geef de formules van deze drie stoffen.
- 9 Bepaal uit de positie in het periodiek systeem hoeveel elektronen een booratom (B) heeft.
- 10 Als je weet dat natrium met chloor het zout natriumchloride (NaCl) vormt, geef dan de formule voor het zout dat rubidium met broom vormt.