

Scheikunde voor Dummies

2e editie

John T. Moore



BBNC
uitgevers

Amersfoort, 2016

Inhoud



Over de auteur	xvii
Dankwoord	xviii

<i>Inleiding</i>	1
------------------------	---

<i>Deel 1: Basisbegrippen van de scheikunde</i>	7
---	---

Hoofdstuk 1: Wat is scheikunde en waarom moet je er iets van afweten?	9
Begrijpen wat scheikunde is	9
Wetenschap en technologie van elkaar onderscheiden	10
De wetenschappelijke methode ontcijferen	11
Hoe de wetenschappelijke methode werkt	12
Hoe je de wetenschappelijke methode kunt gebruiken	14
De verschillende takken van scheikunde bekijken	15
Macroscopische versus microscopische gezichtspunten	17
Fundamentele versus toegepaste scheikunde	17
Wat doe je nu tijdens zo'n scheikundeles?	18

Hoofdstuk 2: Scheikundige berekeningen uitvoeren	21
Het SI-stelsel begrijpen	21
De elementaire SI-voorvoegsels nader bekeken	22
Eenheden van lengte	22
Eenheden van massa	23
Eenheden van volume	23
Eenheden van temperatuur	24
Eenheden van druk	24
Eenheden van energie	24
Met heel kleine of heel grote getallen werken	25
Exponentiële en wetenschappelijke notatie onderzoeken	25
Optellen en aftrekken	26
Vermenigvuldigen en delen	26
Een getal tot een macht verheffen	27
Vertrouwen op een rekenmachientje	27
Het verschil tussen nauwkeurigheid en precisie ontcijferen	27
Leren omgaan met significante cijfers	29
Getallen vergelijken: exact en geteld versus gemeten	29
Het aantal significante cijfers in een gemeten getal bepalen	30
Het juiste aantal significante cijfers rapporteren	31
Getallen afronden	31



Hoofdstuk 3: Materie en energie	33
De details van materie waarnemen	33
Vaste stoffen	34
Vloeistoffen	35
Gassen	35
Zwemmen in de zomer en schaatsen in de winter: materie kan van toestand veranderen	35
Ik smelt helemaal!	36
Kookpunt	36
Vriespunt: het wonder van de ijsklontjes	37
Dit is subliem!	38
Zuivere stoffen en mengsels classificeren	38
Houd het simpel met zuivere stoffen	38
Een beetje van dit en een beetje van dat: mengsels	40
Leuke eigenschappen heb je daar	40
Stoffen identificeren via hun dichtheid	41
Hoe compact ben jij? Dichtheid meten	42
De wereld in beweging houden: energie	44
Recht vooruit bewegen: kinetische energie	44
Lekker blijven zitten: potentiële energie	44
Energie meten	45
Naar de temperatuur kijken	45
De warmte voelen	47
 Hoofdstuk 4: Nog kleiner dan een atoom? De structuur van atomen	 49
Atomen van dichtbij bekijken: subatomaire deeltjes	49
Concentreren op het centrum: de kern	51
De elektronen in een atoom lokaliseren	55
Het model van Bohr: best gemakkelijk	56
Het kwantummechanische model	57
Elektronenconfiguraties (koppen tellen voor elektronen)	61
Het energieniveauschema onderzoeken	62
Elektronenconfiguraties bekijken	64
Op het randje balanceren: valentie-elektronen	65
Isotopen en ionen onderzoeken	65
Isotopen isoleren	65
Een oogje op ionen hebben	67
 Hoofdstuk 5: Het periodiek systeem (daar zit ordening in)	 69
Zich herhalende patronen van periodiciteit	69
Begrijpen hoe de elementen in het periodiek systeem gerangschikt zijn	72
Metalen, niet-metalen en metalloïden classificeren	72
Perioden en groepen indelen	74
 Hoofdstuk 6: Ballonnen, banden en duiktanks: de wonderlijke wereld van gassen	 81
Met een microscopische blik naar gassen kijken: de kinetische moleculaire theorie	81
Onder druk staan, namelijk atmosferische druk	84
De atmosferische druk meten: de barometer	84
De druk van een afgesloten gas meten: de manometer	86
De verschillende gaswetten begrijpen	86
De wet van Boyle: daar val je je geen buil aan	87
De wet van Charles (nee, niet die prins)	89

De wet van Gay-Lussac	90
De gecombineerde gaswet	91
De wet van Avogadro	93
De algemene gaswet	94
De vanderwaalsvergelijking	95
De gaswetten op stoichiometrie toepassen	96
De wetten van Dalton en Graham tackelen	96
De wet van Dalton	97
De wet van Graham	97

Deel II: Een overvloed aan chemische concepten 99

Hoofdstuk 7: Scheikundig kokkerellen: chemische reacties 101

Weten wat je hebt en wat je krijgt: reactanten en producten	101
Begrijpen hoe reacties plaatsvinden: de botsingstheorie	103
Een voorbeeld van een éénstapsreactie bekijken	103
Naar een exotherm voorbeeld kijken	104
Naar een endotherm voorbeeld kijken	105
Verschillende soorten reacties onderscheiden	106
Combinatiereacties	107
Ontledingsreacties	107
Enkelvoudige vervangingsreacties	107
Dubbele vervangingsreacties	109
Verbrandingsreacties	111
Redoxreacties	111
Chemische reacties kloppend maken	111
De ammoniakproductie laten kloppen	112
De aansteker ontsteken	113

Hoofdstuk 8: De mol: onmisbaar hulpmiddel 115

Deeltjes tellen door te wegen	115
De mol gebruiken om te rekenen	116
Avogadro's nummer opzoeken: niet in het telefoonboek	117
De mol aan het werk zetten	117
Empirische formules berekenen	118
De rol van de mol bij chemische reacties begrijpen	120
Berekeningen uitvoeren	120
Bepalen hoeveel je nodig hebt en wat je krijgt: reactiestoichiometrie	122
Wat levert het op? Procentuele opbrengst	124
Als er iets opdraait en iets achterblijft: limiterende reactanten	124

Hoofdstuk 9: Stoffen mengen: oplossingen 127

Je definities in orde maken: opgeloste stoffen, oplosmiddelen en oplossingen	127
Oplosbaarheid bespreken: hoeveel stof lost op	128
Verzadiging onderzoeken	129
Inzoomen op eenheden voor oplossingsconcentraties	129
Procentuele samenstelling: drie verschillende verhoudingen	130
Molariteit: die staat op een!	132
Molaliteit: een andere toepassing van de mol	135
Delen per miljoen: de vervuilingseenheid	135

Colligatieve eigenschappen van oplossingen doorgronden	136
De druk verminderen: dampdrukverlaging	137
Het gebruik van antivries in de zomer: kookpuntverhoging	137
Ijs maken: vriespuntverlaging	138
Bloedlichaampjes gezond houden: osmotische druk	140
De lucht klaren over colloïden	142
Hoofdstuk 10: Thermochemie: heet spul	145
Naar reacties en energieveranderingen kijken	146
Systemen en omgeving	146
Warmte	146
Eenheden van energie	147
Soortelijke warmte	147
Calorimetrie	149
Enthalpieveranderingen begrijpen	152
Reactiewarmtes bepalen	154
Zelf meten	154
Verwijzen naar tabellen	154
Vertrouwen op de wet van Hess	154
De vormingswarmte gebruiken	156
Enthalpie- en faseveranderingen blootleggen	157
Hoofdstuk 11: Zuur en bitter: zuren en basen	159
De eigenschappen van zuren en basen leren kennen: macroscopische blik	159
Zuren en basen herkennen: Microscopische blik	161
De arrheniustheorie: er is water nodig	161
De zuur-basetheorie van Brønsted & Lowry: geven en nemen	162
Sterke en zwakke zuren en basen van elkaar onderscheiden	163
Volledig ioniseren: sterke zuren	163
Uit elkaar vallen: sterke basen	164
Gedeeltelijk ioniseren: zwakke zuren	164
In evenwicht met water: zwakke basen	166
Vechten om protonen: zuur-basereacties volgens Brønsted & Lowry	167
Beide partijen spelen: amfoteer water	167
Zuren en basen identificeren met indicatoren	168
Even dippen met lakmoespapier	169
Titren met fenolftaleïne	169
Koffie en andere stoffen langs de pH-schaal leggen	171
De pH regelen met buffers	174
Deel III: Gezegend zijn de banden die binden	177
Hoofdstuk 12: Waar heb ik dat elektron gelaten? Kwantumtheorie	179
Naar de concepten materie en licht kijken	179
De onderdelen begrijpen	180
Spectroscopie	181
Het atoommodel van Bohr bevatten	183
De bijdrage van De Broglie	184
Het werk van Heisenberg	185
Het kwantummechanische model begrijpen	185

Hoofdstuk 13: Tegenpolen trekken elkaar aan: ionbinding	189
Magisch gebonden ionen: natrium + chloor = tafelzout	189
Met de onderdelen kennismaken	190
De reactie begrijpen	191
Met een binding eindigen	192
Positieve en negatieve ionen identificeren: kationen en anionen	193
Polyatomaire ionen	196
Ionen in elkaar zetten: ionverbindingen	197
Magnesium en broom bij elkaar voegen	197
De kruisregel toepassen	198
Ionverbindingen een naam geven	199
Elektrolyten en niet-elektrolyten	200
 Hoofdstuk 14: Eerlijk delen: covalente binding	203
De covalente binding beter bekijken	203
Een voorbeeld met waterstof onder de loep nemen	204
Covalente bindingen vergelijken met andere bindingen	205
Meervoudige bindingen begrijpen	206
Binaire covalente verbindingen benoemen	207
In weinig tijd veel formules leren	208
Empirische formule: alleen de elementen	209
Molecuulformule: wat de nummers betekenen	209
Structuurformules: het bindingspatroon toevoegen	210
Elektronenparen delen – soms gelijk soms niet	214
Elektronen aantrekken: elektronegativiteit	215
Polaire covalente binding	217
Je verbazen over water: een uitermate vreemd molecuul	218
 Hoofdstuk 15: Hoe zien moleculen er werkelijk uit? Moleculaire geometrie en hybridisatie ...	221
Waarom de vorm belangrijk is	222
De rol van polariteit achterhalen	222
Polariteit voorspellen	223
Elektronen- en moleculaire geometrie (VSEPR) nader bekeken	225
De valentiebindingstheorie (hybridisatie) begrijpen	228
De moleculaire orbitaaltheorie ophelderen	230
 Hoofdstuk 16: Periodieke trends herkennen	233
Het belang van grootte inzien	233
Het begrip effectieve kernlading begrijpen	234
Verschillen in atomaire straal verklaren	234
De tendens van ionstralen volgen	235
Trends in ionisatie-energie waarnemen	236
Een toename in opeenvolgende energie zien	236
De stabiliteit erbij betrekken	238
Een paar uitzonderingen op de regel bekijken	238
Naar trends in elektronenaffiniteit kijken	239
 Hoofdstuk 17: Het verband tussen intermoleculaire krachten en gecondenseerde toestanden	243
De verschillende soorten intermoleculaire krachten begrijpen	244
Ionen en dipolen samenbrengen	244
Dipolen die elkaar aantrekken	245
Hard aan waterstof trekken	245

Binden via de wolk	245
Tijdelijke binding met londonkrachten (dispersiekrachten)	246
De eigenschappen van vloeistoffen doorgronden	246
Weerstand tegen toename: oppervlaktespanning	246
Weerstand tegen stromen: viscositeit	247
Langs de wand omhoog kruipen: capillaire werking	248
Verwarmen: warmtecapaciteit	248
Werken met vaste stoffen	248
Fasediagrammen ontcijferen	250

Deel IV: Milieuchemie: voordelen en problemen 253

Hoofdstuk 18: Uche! Uche! Hatsjoe! Luchtvervuiling 255

Het effect van de beschaving op de atmosfeer	255
De atmosfeer van de aarde beter bekijken	256
De troposfeer: die beïnvloedt de mens het meest	256
De stratosfeer: de mensheid met een ozonlaag beschermen	257
Het fijne over de ozonlaag te weten komen	257
Hoe de ozonlaag met gassen reageert	258
Kijken hoe cfk's de ozonlaag aantasten	258
Het broeikas effect snappen	259
Bruine lucht inademen: fotochemische smog	261
Londense smog	261
Fotochemische smog	261
Ik los op! Zure regen	263
Wat er in zure regen zit	264
Laad het op en vang het af: elektrostatische stofvangers	266
Wassen met water: gaswassers	266

Hoofdstuk 19: De details van waterverontreiniging onderzoeken 269

Waar komt water vandaan en waar gaat het naartoe?	270
Verdamping en condensatie	270
Water volgen	271
Wat beter naar water kijken: een bijzonder ongewone stof	271
Enkele bekende soorten watervervuiling identificeren	274
Van lood zijn we nog niet af: verontreiniging met zware metalen	275
Het regent zuur	276
Ziek worden van besmettelijke organismen	276
Lekkende stortplaatsen en ondergrondse tanks	276
Verontreiniging uit de landbouw	278
Met warmte vervuilen: thermische vervuiling	278
Zuurstof gebruiken: BOD	279
De stank uit afvalwater halen	279
Primaire waterzuivering	280
Secundaire waterzuivering	281
Tertiaire waterzuivering	281
Drinkwater behandelen	282

Hoofdstuk 20: Nucleaire scheikunde: daar krijg je het warm van 283

De basale atomaire structuur begrijpen: alles begint met het atoom	284
Radioactiviteit en door mensen veroorzaakt radioactief verval definiëren	284

Radioactief verval op de natuurlijke manier	286
Emissie van alfadeeltjes	287
Emissie van bètadeeltjes	287
Emissie van gammastraling	288
Emissie van positronen	288
Invangen van elektronen	289
Uitvinden wanneer radioactief verval plaatsvindt: halfwaardetijden	289
Het bepalen van halfwaardetijden	290
Veilig ermee omgaan	292
Radioactieve dateringen	293
Reacties op gang brengen: kernsplijting	293
De kritische massa bij kettingreacties uitrekenen	294
Reacties beheersen: kerncentrales	295
Plutonium maken met kweekreactors	298
Kernfusie onder de knie krijgen: de hoop voor de energie van morgen	299
Kernfusie onder controle krijgen	300
Je voorstellen wat de toekomst brengt	301
De gevolgen van straling herkennen	302

Deel V: Het deel van de tientallen 303

Hoofdstuk 21: Tien toevallige ontdekkingen in de scheikunde	305
Het volume meten	305
Rubber stabiel maken	306
Rechtse en linkse moleculen	306
Nieuwe tinten: kunstmatige kleurstof	306
De ringstructuur bij elkaar dromen	307
Radioactiviteit ontdekken	307
Een heel glad goedje vinden: teflon	308
Plak ze overal: gele plakbriefjes	308
Haar laten groeien	308
Over zoetigheid gesproken	309
Hoofdstuk 22: Tien (plus een) fantastische scheikundenerds	311
Amedeo Avogadro	311
Niels Bohr	311
Paul Crutzen	312
Marie Curie	312
John Dalton	312
Michael Faraday	313
Antoine Lavoisier	313
Linus Pauling	313
Ilya Prigogine	314
Ernest Rutherford	314
Dat meisje van negen dat met azijn en zuiveringszout aan de slag gaat	314
Hoofdstuk 23: Tien geweldige tips om te slagen voor scheikunde	315
Volg een regelmatig studieschema	315
Begrijpen – niet alleen van buiten leren	316
Oefen door je huiswerk te maken	316
Zoek hulp van aanvullende bronnen	316

Lees voor de les de stof door	317
Maak goede aantekeningen	317
Werk je aantekeningen bij	318
Stel vragen	318
Zorg voor een goede nachtrust voor examens	319
Let vooral op details	319
Hoofdstuk 24: De tien belangrijkste industriële chemicaliën	321
Zwavelzuur (H_2SO_4)	321
Stikstof (N_2)	322
Ethyleen (C_2H_4)	323
Zuurstof (O_2)	323
Propyleen (C_3H_6)	324
Chloor (Cl_2)	324
Ethyleendichloride ($\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$)	324
Fosforzuur (H_3PO_4)	325
Ammoniak (NH_3)	325
Natriumhydroxide (NaOH)	326
<i>Bijlage: Verklarende woordenlijst</i>	<i>327</i>
<i>Index</i>	<i>341</i>

Inleiding

De eerste hindernis naar het begrijpen van wat scheikunde is heb je net genomen: je hebt dit boek in handen genomen. Ik vermoed dat vrij veel mensen naar de titel hebben gekeken, het woord *scheikunde* zagen, en het boek hebben gemeden alsof het met een enge ziekte was besmet.

Ik weet niet hoe vaak ik op vakantie ben geweest en iemand tijdens een gesprek de gevreesde vraag stelde:

‘Wat doe je voor de kost?’

‘Ik geef les’, zeg ik dan.

‘Werkelijk? Welk vak?’

Dan zet ik mezelf schrap, en zeg ik tandenknarsend, maar op allervriendelijkste toon: ‘Scheikunde.’

Dan zie ik De Uitdrukking op hun gezicht, gevolgd door: ‘O, scheikunde heb ik nooit gehad. Dat vond ik te moeilijk.’ Of: ‘Je moet wel heel knap zijn, om scheikundeles te geven.’ Of: ‘Tot ziens!’ In het uitgaansleven zou de zin ‘Hoi, ik geef scheikundeles’ geen goede binnenkomer zijn om iemand te versieren.

Ik denk dat veel mensen er zo over denken, omdat ze de indruk hebben dat scheikunde te abstract is, te wiskundig, te ver van hun bed, van hun dagelijks leven. Maar we doen allemaal op de een of andere manier aan scheikunde.

Heb je als kind ooit een vulkaan gemaakt met zuiveringszout en azijn? Dat was scheikunde. Kook je of haal je weleens nagellak van je nagels? Dat is allemaal scheikunde. Ik had als kind nooit zo’n scheikundedoos, maar ik was altijd al dol op de natuurwetenschappen. Mijn scheikundeleraar op de middelbare school was een fantastische biologieleeraar, maar wist eigenlijk niet veel van scheikunde. Maar toen ik later op de universiteit een echt scheikundevak volgde, waren het de practica waar ik verslaafd aan raakte. Ik vond het schitterend om de kleuren te zien van vaste stoffen die uit de oplossingen te voorschijn kwamen. Ik genoot van *synthese*, het maken van nieuwe verbindingen. Het idee om iets te maken dat nog nooit eerder door iemand was gezien, fascineerde me. Ik wilde bij een chemisch bedrijf werken, onderzoek doen, maar toen ontdekte ik mijn tweede liefde: lesgeven.

Scheikunde wordt soms wel de centrale natuurwetenschap genoemd (vooral door scheikundigen), omdat je voor een goed begrip van biologie, geologie of zelfs natuurkunde eerst goed scheikunde moet begrijpen. Onze wereld is een scheikundige wereld. Ik hoop dat je geniet van het ontdekken van de chemische aard en dat je daarna het woord 'scheikunde' niet meer zo eng zult vinden.

Over dit boek

Met dit boek heb ik niet de bedoeling een scheikundespecialist van je te maken. Mijn doel is je een aantal chemische onderwerpen laten begrijpen die vaak op de middelbare school of bij andere inleidende scheikundevakken voorkomen. Als je zo'n cursus volgt, kun je dit boek gebruiken als naslagwerk samen met je aantekeningen en studieboek.

Door te kijken naar hoe mensen tennissen, hoe intensief je dat ook doet, word je geen toptennisser. Je moet oefenen. Dat geldt ook voor de scheikunde. Het is *geen* bezigheid voor toeschouwers. Als je een scheikundelès hebt, moet je oefenen en vraagstukken uitwerken. Ik zal laten zien hoe je bepaalde vraagstukken uitwerkt – bijvoorbeeld met gaswetten – maar voor de praktijk moet je je studieboek gebruiken. Ja, dat is werken, maar het kan echt leuk zijn.

Bij het up-to-date brengen van deze tweede editie van *Scheikunde voor Dummies* heb ik zitten nadenken over wat ik zou moeten opnemen. Ik vond het leuk om e-mails van mensen uit alle delen van de wereld te krijgen. Soms werden daarin vragen gesteld over de eerste editie, soms werd ik bedankt. Uit de feedback die ik over het algemeen kreeg, merkte ik dat ik niet genoeg had opgenomen over berekeningen en over enkele andere onderwerpen die meestal worden gegeven in het eerste jaar of in het eerste semester van een scheikundestudie. Over het algemeen is deze editie nuttiger voor degenen onder jullie die scheikundevakken volgen. En voor diegenen die hulp nodig hebben bij tweedesemestervakken geldt het volgende: wacht nog even af en misschien, heel misschien, tref je binnenkort *Scheikunde II voor Dummies* in je lokale boekhandel aan.

Domme aannames

Ik weet echt niet waarom je dit boek hebt gekocht (of gaat aanschaffen; als je nog in de boekhandel staat en het *nog niet* hebt gekocht, koop er dan twee en geef er een cadeau), maar ik neem aan dat je (weer) scheikundeles hebt of je erop aan het voorbereiden bent. Ik ga er ook van uit dat je je redelijk op je gemak voelt bij rekensommen en genoeg van algebra af weet om een onbekende in een vergelijking te berekenen. Verder neem ik aan dat je een wetenschappelijke calculator hebt die machten en logaritmen aankan.

Mocht je dit boek alleen maar kopen vanwege de kick van het ontdekken van iets nieuws – zonder dat je van plan bent om ooit een scheikundelares bij te wonen – dan juich ik dat toe en hoop ik dat je van dit avontuur geniet. Voel je vrij om de onderwerpen over te slaan waarin je niet geïnteresseerd bent; voor jou zijn er geen proefwerken, maar is er alleen de opwindende kennis van iets nieuws te vergroten.

Wat je niet hoeft te lezen

Ik weet dat je het druk hebt en dat je alleen uit dit boek wilt halen wat je echt nodig hebt. Hoewel ik zou willen dat je ieder woord leest wat ik geschreven heb, begrijp ik dat je misschien onder tijdsdruk staat. Ik houd de materie zo basaal mogelijk, maar neem wel een aantal zijspelingen op. Ze zijn interessant om te lezen (opnieuw, althans voor mij), maar niet echt nodig om het onderwerp goed te kunnen begrijpen. Voel je dus vrij om ze over te slaan. Dit is *jouw* boek. Gebruik het op de manier die jij wilt.

Ik markeer een aantal paragrafen met de pictogrammen voor technische info. Wat ik je in deze stukjes uitleg, gaat strikt genomen verder dan je zou moeten weten, maar ze bevatten wel behulpzame of interessante details over het onderwerp. Als je alleen de feiten wilt weten, kun je deze stukken overslaan.

Hoe dit boek is ingedeeld

Ik heb de inhoud van dit boek in een logische (tenminste, voor mij) volgorde van onderwerpen achter elkaar gezet. Maar dat betekent niet dat je bij het begin moet beginnen en het boek vervolgens tot het einde moet doorlezen. Ik heb elk hoofdstuk zo gemaakt dat het op zichzelf staat, dus je kunt rustig rondbladeren. Soms zul je er echter meer van begrijpen, als je ook kort een gedeelte met wat achtergrondinformatie bekijkt. Om je die achtergrondinformatie te helpen vinden heb ik hier en daar door het boek verwijzingen gezet met 'zie hoofdstuk X voor meer informatie'.

Omdat ik een groot aanhanger ben van concrete voorbeelden, heb ik de tekst ook voorzien van veel illustraties en afbeeldingen. Die zullen je echt helpen scheikundige onderwerpen te begrijpen. Om je met de wetkunde te helpen heb ik vraagstukken in stappen opgedeeld, zodat makkelijk te volgen is wat ik precies doe.

Ik heb de onderwerpen in een logische volgorde gezet – in wezen op dezelfde manier als mijn cursussen voor wetenschappelijke en niet-wetenschappelijke hoofdvakstudenten. Hier volgt een overzicht van de delen van het boek.