

## Les 3: Scheikunde is 'spelen met deeltjes'



Het alfabet bestaat uit 26 letters. En met deze 26 letters zijn onnoemelijk veel woorden samen te stellen in verschillende talen en met elk hun eigen betekenis. Een boek bestaat uit een gigantische verzameling woorden die allemaal samengesteld zijn uit een selectie van slechts 26 letters.

Nu zal je je misschien afvragen, wat heeft dit nu met scheikunde te maken? In deze les zal duidelijk worden dat ook in de scheikunde slechts weinig bouwstenen (**de letters**) gebruikt worden, maar dat met deze bouwstenen onnoemelijk veel verschillende stoffen (**de woorden**) gemaakt kunnen worden.

***Letters zijn atomen,  
woorden zijn moleculen!***

### **Opdracht:**

- Uit hoeveel verschillende letters bestaat het woord '**bodemchemie**'? Benoem ze.  
.....  
.....
- Maak tweetallen en verzin met deze letters zoveel mogelijk andere woorden. Schrijf ze allemaal op een blaadje. Dit mogen korte en lange woorden zijn. Hoeveel woorden kunnen jullie in 5 minuten samenstellen?
- Hierna krijg je nog 2 minuten de tijd om een zo lang mogelijk nieuw woord samen te stellen uit dezelfde letters.

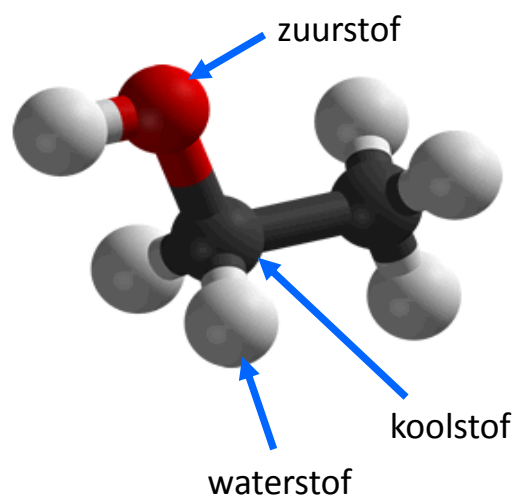
.....  
.....

## Wat is nu het verband met scheikunde?

Een voorbeeld: Een flesje bier bevat gemiddeld zo'n 5 procent aan alcohol. De echte scheikundige naam voor alcohol is **ethanol**. Ethanol (of alcohol) is een chemische stof die bestaat uit slechts 3 bouwstenen:

- Koolstof
- Waterstof
- Zuurstof

Probeer je eens voor te stellen: Je probeert een klein druppeltje zuivere alcohol te pakken te krijgen dat zo klein is dat je nog slechts één deeltje van deze stof over hebt. In dat geval heb je één **molecuul alcohol** (figuur 1) over. Zo'n deeltje is zo klein dat je dit niet eens als een druppeltje kunt zien. Je hebt een hele speciale microscoop nodig om dit molecuul te kunnen zien.



*Figuur 1: een molecuul ethanol (= alcohol)*

Zoals je in figuur 1 kunt zien is 1 molecuul ethanol dus opgebouwd uit een constructie van witte, zwarte en rode bolletjes. Deze bolletjes worden atomen genoemd en zijn als het ware de bouwstenen van het molecuul.

### Vraag 1:

Kijk goed naar bovenstaand plaatje, figuur 1.

- Een wit bolletje stelt een waterstofatoom voor.
- Een zwart bolletje stelt een koolstofatoom voor.
- Een rood bolletje stelt een zuurstofatoom voor.

Uit hoeveel waterstof-, koolstof- en zuurstofatomen bestaat een molecuul alcohol?

.....  
.....  
.....  
.....

**Vraag 2:**

Welke informatie kan je vinden over alcohol (ethanol)? Ofwel, welke kenmerkende eigenschappen heeft dit deze chemische stof?

Raadpleeg hiervoor deze wikipedia-pagina:

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Ethanol>

Kijk bij de informatie in de rechtse kolom (zie figuur 2) en onder het kopje 'Fysische eigenschappen'.

Beantwoord de volgende vragen:

- a. Hoe luidt de **'Beschrijving'** van ethanol volgens Wikipedia:

.....  
.....  
.....

- b. Wat is het kookpunt van ethanol?

Kookpunt = ..... °C

- c. Wat is het smeltpunt van ethanol?

Smeltpunt = ..... °C

- d. Wat is de zelfontbrandingstemperatuur van ethanol?

Ethanol ontbrandt bij ..... °C

- e. Is ethanol goed, matig of slecht brandbaar?

.....  
.....  
.....

- f. Hoe moet de stof ethanol opgeslagen worden?

.....  
.....  
.....

The image shows a screenshot of a Wikipedia page for Ethanol. At the top, it displays the title 'Ethanol' and the subtitle 'Structuurformule en molecuulmodel'. Below this is a skeletal structure of ethanol (CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH) and a ball-and-stick model. A Proton-NMR spectrum is shown below the models, with peaks labeled 'H' corresponding to the different hydrogen environments in the molecule. The spectrum shows a triplet for the methyl group, a quartet for the methylene group, and a broad singlet for the hydroxyl group. Below the NMR spectrum is a table of general properties under the heading 'Algemeen'. The table lists: Molecuulformule (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), IUPAC-naam (ethanol), Molmassa (46,0688 g/mol), SMILES (CCO), CAS-nummer (64-17-5), EG-nummer (200-578-6), PubChem (702), and Beschrijving (Kleurloze, ontvlambare vloeistof met een kenmerkende geur). At the bottom of the table, it says 'Vergelijkbaar met methanol, 1-propanol' and 'Waarschuwingen en veiligheidsmaatregelen'. A hazard symbol (flame) is shown with the word 'Gevaar' below it.

**Figuur 2: voorbeeld van informatie die op Wikipedia over ethanol te vinden is**

g. Wat betekent het gevarensymbool dat bij ethanol vermeld staat?

.....  
.....  
.....

h. Is ethanol giftig volgens jou? Leg uit waarom je dit denkt.

.....  
.....  
.....

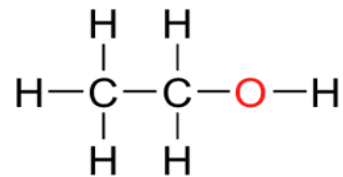
i. Hoe zou jij de kenmerkende geur van alcohol omschrijven?

.....  
.....  
.....

Door bovenstaande vragen te beantwoorden heb je in korte tijd veel belangrijke informatie over alcohol gevonden.

Informatie die veel verder gaat dan wat bijvoorbeeld op het etiket van een flesje bier wordt vermeld, namelijk dat het biertje ongeveer 5 vol% alcohol bevat.

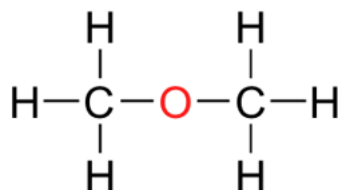
Wanneer je een molecuul bekijkt als een bouwwerk van LEGO-blokjes, dan zou je het molecuul dus af kunnen breken en dan houd je de losse LEGO-blokjes over.



***Figuur 3: Hoe is een molecuul ethanol opgebouwd?***

Zou je een willekeurig iemand vragen om met deze blokjes een nieuw bouwwerk in elkaar te zetten, dan is de kans groot dat die persoon de blokjes op een andere manier aan elkaar klikt. Op die manier ontstaat dan een ander molecuul. Een ander molecuul houdt in dat je dan een andere chemische stof gemaakt hebt, die dus ook andere kenmerkende eigenschappen heeft.

Een voorbeeld van een andere chemische stof die je uit exact dezelfde bouwstenen kunt maken (soorten én hoeveelheden) is **dimethyl ether**. Een voorbeeld van een molecuul dimethyl ether is hieronder te zien bij figuur 4:



***Figuur 4: Een molecuul dimethyl ether***

**Vraag 3:**

Welke informatie kan je vinden over de stof *dimethyl ether*? Ofwel, welke kenmerkende eigenschappen heeft dit deze chemische stof? Raadpleeg hiervoor deze wikipedia-pagina: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Dimethylether>

Kijk bij de informatie in de rechtse kolom (zie figuur 2) en onder het kopje 'Fysische eigenschappen'.

Beantwoord de volgende vragen:

- a. Hoe luidt de '**Beschrijving**' van dimethyl ether volgens Wikipedia:

.....  
.....  
.....

- b. Wat is het kookpunt van dimethyl ether?

Kookpunt = ..... °C

- c. Wat is het smeltpunt van dimethyl ether?

Smeltpunt = ..... °C

- d. Wat is de zelfontbrandingstemperatuur van dimethyl ether?

dimethyl ether ontbrandt bij ..... °C

- e. Is dimethyl ether goed, matig of slecht brandbaar?

.....  
.....  
.....

- f. Hoe moet de stof dimethyl ether opgeslagen worden?

.....  
.....  
.....

- g. Wat betekenen de gevarensymbolen die bij dimethyl ether vermeld staan?

.....  
.....  
.....

Dimethylether	
Structuurformule en molecuulmodel	
	
Structuurformule van dimethylether	
Algemeen	
Molecuulformule (uitleg)	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O
IUPAC-naam	methoxymethaan
Andere namen	DME, houtether, dimethyloxyde, Demeon, Dymel A
Molmassa	46,07 g/mol
SMILES	COC
CAS-nummer	115-10-6 <a href="#">↗</a>
EG-nummer	204-065-8 <a href="#">↗</a>
Beschrijving	Kleurloos gas met een kenmerkende geur
Vergelijkbaar met	di-ethylether
Waarschuwingen en veiligheidsmaatregelen	
	
Gevaar	

**Figuur 5: voorbeeld van informatie die op Wikipedia over dimethyl ether te vinden is**

h. Is dimethyl ether giftig volgens jou? Leg uit waarom je dit denkt.

.....  
.....  
.....

i. Welke interessante informatie over dimethyl ether heb je nog meer gevonden?

.....  
.....  
.....

j. Is dimethyl ether nu hetzelfde als ethanol? Leg uit waarom je dit denkt.

.....  
.....  
.....

### Samenvatting:

Alles om je heen, zelfs je eigen lichaam, is opgebouwd uit allerlei verschillende stoffen. Het kleinste deeltje van elke afzonderlijke stof wordt een molecuul genoemd.

### **Wat is een molecuul?**

***Een molecuul is het kleinste deeltje dat nog de eigenschappen van een stof heeft.***

Zo bestaat zuiver water alleen maar uit watermoleculen. In theorie zou je dus een glas puur water kunnen splitsen in een gigantische hoeveelheid moleculen die allemaal hetzelfde zijn, maar dat is onbegonnen werk. Moleculen zijn namelijk heel klein. De grootte van moleculen wordt uitgedrukt in nanometer, één nanometer is gelijk aan één miljardste meter.

Een ander mooi voorbeeld is suiker. Wanneer je suikerkorrels gaat vermalen in extreem fijn poeder, dan blijft zelfs het kleinste poederdeeltje nog zoet smaken. Dus in de samenstelling verandert er niets en zullen er nog steeds evenveel, identieke moleculen van suiker aanwezig zijn. Zelfs wanneer de suiker wordt opgesplitst in afzonderlijke moleculen, bijvoorbeeld door suiker op te lossen in je kopje thee zal de stof niet verdwijnen en zullen de eigenschappen nog steeds herkenbaar zijn: de zoete smaak.

## Wat is een atoom?

***Een atoom is de kleinste 'bouwsteen' waaruit moleculen samengesteld kunnen worden.***

Het woord 'atoom' is afkomstig van het Griekse **atomos**. Dit woord is in de Griekse Oudheid bedacht door de geleerde Democritus bedacht. '**Atomos**' betekent **ondeelbaar**.

Er zijn meer dan 100 atoomsoorten bekend. Hiervan komen er slechts 90 in de natuur voor. De overige zijn kunstmatig gemaakte atoomsoorten die in de meeste gevallen ontstaan via kernreacties. Later dit jaar gaan we nog behandelen hoe atomen opgebouwd zijn.

Elke atoomsoort heeft een naam, bijvoorbeeld:

- Een ijzeratoom
- Een waterstofatoom
- Een aluminiumatoom
- Een goudatoom
- Een zuurstofatoom
- Een natriumatoom

In totaal zijn er dus meer dan 100 atoomnamen.

Atoomsoorten hebben niet alleen een naam, maar ook een bijbehorend symbool. Deze symbolen zijn een soort afkortingen van de namen.

De symbolen voor de hierboven genoemde atoomsoorten zijn achtereenvolgens: Fe, H, Al, Au, O, Na.

### Voedingswaarde

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de samenstelling van diverse biertypes. Bier bestaat voor zo'n 90% uit water. Daarnaast bevat bier koolhydraten en alcohol.

Samenstelling biertypes

Bier (250 ml)	Energie (kcal)	Koolhydraten (g)	Eiwit (g)	Vet (g)	Alcohol (g)	Water (g)
Pils	112,5	7	1	0	11	230
Alcoholvrij	65	15	0,5	0	0	229
Oud bruin	92,5	13	0,75	0	5	234
Zwaar >7% alcohol	160	10	1,25	0	16	223

Bron: NEVO-tabel (2011)

**Figuur 6: de samenstelling van een aantal soorten bier.**

Laten we het voorbeeld van een flesje bier er nog eens bij pakken. De drie belangrijkste bestanddelen van bier zijn (zie figuur 6):

- Water
- Alcohol
- Koolzuurgas

(Koolzuurgas staat niet in de tabel vernoemd maar is wel een belangrijke ingrediënt van bier)

**Vraag 3:**

Start je laptop op en open Google. Ga op zoek naar chemische informatie over de stoffen water, alcohol en koolzuurgas.

**Tip:** typ als zoektermen bijvoorbeeld de woorden **water** en **wiki** in en druk op 'zoeken'. Op de wikipedia-pagina die dan opent kan je verder zoeken op '**Chemische Eigenschappen**'.

Welke scheikundige informatie vindt je interessant om te vermelden over de chemische stoffen **water** en **koolzuurgas**?

Verwerk in je antwoord plaatjes van een molecuul, de scheikundige benaming voor deze stoffen en uit welke atomen deze stoffen opgebouwd zijn.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Vraag 4:**

In de brandkast van het scheikundelokaal worden de chemische stoffen in een aparte ruimte opgeslagen. Vanwege de mogelijke gevaren van chemicaliën (giftig, bijtend, licht ontvlambaar) moeten deze stoffen opgeslagen worden in een aparte afgesloten ruimte.

Een paar voorbeelden van chemische stoffen die je in deze kast zou kunnen aantreffen :

1. Zoutzuur
2. Zwavelzuur
3. Natronloog
4. Ammoniak
5. Aardgas
6. Ureum (bestanddeel van **urine**)



Stel, van deze stoffen heb je iets in een flesje, potje of gasfles voor je op tafel staan. Aan jou de taak om zoveel mogelijk belangrijke informatie over deze stoffen te vinden. Hiervoor zal je gebruik moeten maken van het internet. Beantwoord de volgende vragen voor elke chemische stof:

- Is de stof gasvormig, vloeibaar of vast?
- Je hebt de naam van de stof gekregen, maar hoe wordt deze stof op de scheikundige manier opgeschreven?  
(voorbeeld: butaangas =  $C_4H_{10}$ )
- Uit welke atomen is de stof opgebouwd?  
Gebruik voor het vinden van de juiste namen van de atomen **figuur 7** (zie volgende bladzijde): **Het periodiek systeem der elementen**.
- Kan je ook aangeven uit hoeveel atomen van elke atoomsoort het molecuul opgebouwd is?
- Wat zijn de gevaren van deze stof (giftigheid, ontvlambaar . . . . .)?
- Moet deze stof op een speciale manier behandeld worden?  
Denk hierbij bijvoorbeeld of de stof bewaard moet worden in de koelkast of misschien wel in een speciale brandkast.
- Wat vindt je nog meer belangrijk om te vermelden?
- Vermeld je gevonden gegevens van elke stof op een overzichtelijke manier.

# Periodiek Systeem der Elementen

1																		18																		
IA																		VIIIA																		
1	H Waterstof 1,00794											13	14	15	16	17	18																			
2	Li Lithium 6,941	4	Be Beryllium 9,012182											5	6	7	8	9	10																	
3	Na Natrium 22,989770	12	Mg Magnesium 24,3050											13	14	15	16	17	18																	
4	K Kalium 39,0983	20	Ca Calcium 40,078	21	Sc Scandium 44,955910	22	Ti Titanium 47,887	23	V Vanadium 50,9415	24	Cr Chroom 51,9961	25	Mn Mangaan 54,938049	26	Fe Izer 55,8457	27	Co Kobalt 58,933200	28	Ni Nikkel 58,6934	29	Cu Koper 63,546	30	Zn Zink 65,409	31	Ga Gallium 69,723	32	Ge Germanium 72,64	33	As Arsenium 74,92160	34	Se Selene 78,96	35	Br Bromine 79,904	36	Kr Krypton 83,798	
5	Rb Rubidium 85,4678	38	Sr Strontium 87,62	39	Y Yttrium 88,90585	40	Zr Zirkonium 91,224	41	Nb Niobium 92,90638	42	Mo Molybdeen 95,94	43	Tc Technetium (98)	44	Ru Ruthenium 101,07	45	Rh Rodium 102,90550	46	Pd Palladium 106,42	47	Ag Zilver 107,8682	48	Cd Cadmium 112,411	49	In Indium 114,818	50	Sn Tin 118,710	51	Sb Antimonium 121,760	52	Te Telluur 127,60	53	I Jodium 126,90447	54	Xe Xenon 131,293	
6	Cs Cesium 132,90544	56	Ba Barium 137,327	57 to 71			72	Hf Hafnium 178,49	73	Ta Tantalum 180,9479	74	W Wolfram 183,84	75	Re Rhenium 186,207	76	Os Osmium 190,23	77	Ir Iridium 192,217	78	Pt Platina 195,078	79	Au Goud 196,96655	80	Hg Kwik 200,59	81	Tl Thalium 204,3833	82	Pb Lood 207,2	83	Bi Bismut 208,98038	84	Po Polonium (209)	85	At Astatium (210)	86	Rn Radon (222)
7	Fr Francium (223)	88	Ra Radium (226)	89 to 103			104	Rf Rutherfordium (261)	105	Db Dubnium (262)	106	Sg Seaborgium (266)	107	Bh Bohrium (264)	108	Hs Hassium (265)	109	Mt Meitnerium (268)	110	Ds Darmstadtium (271)	111	Rg Roentgenium (272)	112	Uub Ununbium (285)	113	Uut Ununtrium (284)	114	Uuq Ununquadium (289)	115	Uup Ununpentium (288)	116	Uuh Ununhexium (292)	117	Uus Ununseptium (294)	118	Uuo Ununoctium (294)

Atomic masses in parentheses are those of the most stable or common isotope.

Note: The subgroup numbers 1-18 were adopted in 1994 by the International Union of Pure and Applied Chemistry. The names of elements 112-118 are the latin equivalents of those numbers.

Figuur 7: Het Periodiek Systeem der Elementen  
<http://www.ptable.com/images/periodiek%20systeem.png>