

## Inhoud

1	Inleiding .....	6
2	Bouw van de materie en inzicht in het periodiek systeem.....	8
<b>2.1</b>	<b>Elementaire deeltjes van de stof .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2</b>	<b>Atomen en periodiek systeem .....</b>	<b>9</b>
2.2.1	Atomen .....	9
2.2.2	Periodiek systeem .....	9
<b>2.3</b>	<b>Atoombouw .....</b>	<b>12</b>
2.3.1	Protonen, neutronen en elektronen .....	12
2.3.2	Isotopen.....	14
2.3.3	Elektronen en elektronenschillen.....	15
2.3.4	Orbitalen .....	17
2.3.5	Ionen .....	21
<b>2.4</b>	<b>Oefeningen.....</b>	<b>21</b>
3	Type bindingen in relatie tot gedrag en eigenschappen van stoffen.....	23
<b>3.1</b>	<b>Elektronegativiteit (EN) .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2</b>	<b>Bindingen.....</b>	<b>24</b>
<b>3.3</b>	<b>Ionbinding .....</b>	<b>24</b>
3.3.1	Algemeen .....	24
3.3.2	Vorming keukenzout .....	25
3.3.3	Vorming magnesiumchloride .....	26
3.3.4	Vorming positieve metaalionen.....	26
3.3.5	Vorming van negatieve niet-metaalionen.....	27
3.3.6	Eigenschappen ionbinding.....	28
3.3.7	Naamgeving zouten .....	28
<b>3.4</b>	<b>Atoombinding of covalente binding .....</b>	<b>29</b>
3.4.1	De gewone covalente binding.....	29
3.4.2	Datief covalente binding.....	31
3.4.3	Sigma ( $\sigma$ )- en pi ( $\pi$ )-binding .....	32
3.4.4	Hybridisatie.....	34
3.4.5	Polair – apolair.....	37
3.4.6	Naamgeving moleculen .....	39
<b>3.5</b>	<b>Intermoleculaire krachten .....</b>	<b>40</b>
3.5.1	Dipool-dipoolkrachten .....	40
3.5.2	Ion-dipoolkrachten (IDK).....	40
3.5.3	Waterstofbruggen .....	41
3.5.4	Vanderwaalskrachten.....	43
3.5.5	Hydrofoob gedrag.....	43
3.5.6	Condensatie en hydrolyse .....	43
3.5.7	Complexbinding .....	44
<b>3.6</b>	<b>De metaalbinding .....</b>	<b>45</b>
<b>3.7</b>	<b>Valentie, oxidatiegetal, oxidatietrap .....</b>	<b>45</b>
3.7.1	Inleiding .....	45
3.7.2	Regels voor het vaststellen van de oxidatiegetallen of valentiewaarden.....	46
<b>3.8</b>	<b>Oefeningen.....</b>	<b>47</b>
4	Anorganische versus organische chemie: onderscheid, raakvlakken en link met levensprocessen en herkomst van energetische nutriënten.....	49

<b>4.1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>49</b>
<b>4.2</b>	<b>Synthese van organische moleculen</b> .....	<b>49</b>
<b>4.3</b>	<b>Belang organische chemie</b> .....	<b>49</b>
<b>4.4</b>	<b>Verschillen anorganische versus organische chemie</b> .....	<b>50</b>
<b>4.5</b>	<b>Opbouw van organische moleculen en het begrip isomerie</b> .....	<b>51</b>
4.5.1	Opbouw van organische moleculen .....	51
4.5.2	Isomerie .....	51
4.5.3	Belang van isomerie .....	54
<b>4.6</b>	<b>Link tussen anorganische en organische moleculen binnen levensprocessen en de herkomst van energetische nutriënten</b> .....	<b>55</b>
<b>5</b>	<b>Belangrijke chemische stoffen en hun link met biotische en abiotische factoren binnen de brede agrologische context en doorheen de voedselketen</b> ....	<b>59</b>
<b>5.1</b>	<b>Chemische stoffen in de lucht</b> .....	<b>59</b>
5.1.1	Stikstofverbindingen .....	59
5.1.2	Zuurstof en ozon .....	59
5.1.3	Koolstofverbindingen .....	59
5.1.4	Edelgassen .....	59
<b>5.2</b>	<b>Chemische stoffen in de bodem en water</b> .....	<b>60</b>
5.2.1	Organische stoffen in de bodem .....	60
5.2.2	Anorganische stoffen in de bodem .....	60
<b>5.3</b>	<b>Chemische stoffen binnen de landbouw</b> .....	<b>61</b>
<b>5.4</b>	<b>Biomoleculen</b> .....	<b>64</b>
5.4.1	Aminozuren .....	64
5.4.2	Koolhydraten .....	64
5.4.3	Nucleotiden .....	64
5.4.4	Lipiden .....	65
<b>6</b>	<b>Reactievergelijkingen en chemisch rekenen (stoichiometrie)</b> .....	<b>66</b>
<b>6.1</b>	<b>De chemische reactie als proces van herschikking van atomen</b> .....	<b>66</b>
6.1.1	De wet van behoud van massa .....	66
6.1.2	Wet van de constante massa-verhouding .....	66
<b>6.2</b>	<b>Reactievergelijkingen</b> .....	<b>66</b>
<b>6.3</b>	<b>Kwantitatieve aspecten van de chemische reactie</b> .....	<b>68</b>
6.3.1	Massa van atomen, moleculen en ionen .....	68
6.3.2	Hoeveelheid stof (n) en begrip mol .....	69
6.3.3	Molmassa (M) [g/mol] .....	70
6.3.4	Molair volume $V_m$ [l/mol] .....	70
6.3.5	Concentratie .....	71
6.3.6	Stoichiometrische berekeningen .....	72
<b>6.4</b>	<b>Oefeningen</b> .....	<b>75</b>
<b>7</b>	<b>Stofklassen binnen anorganische chemie: oxiden, zuren, basen en zouten</b>	<b>76</b>
<b>7.1</b>	<b>Oxiden</b> .....	<b>76</b>
7.1.1	Metaal-oxiden .....	76
7.1.2	Niet-metaaloxiden .....	76
<b>7.2</b>	<b>Zuren</b> .....	<b>77</b>
7.2.1	Zuurtegraad .....	77
7.2.2	Definitie .....	78
7.2.3	Binaire zuren .....	78
7.2.4	Ternaire zuren .....	78
7.2.5	Eigenschappen .....	81

<b>7.3</b>	<b>Basen .....</b>	<b>82</b>
7.3.1	Vorming en nomenclatuur .....	82
7.3.2	Eigenschappen .....	84
<b>7.4</b>	<b>Zouten .....</b>	<b>84</b>
7.4.1	Vorming van zouten uit zuren en hydroxiden .....	84
7.4.2	Scheikundige namen van zouten .....	86
7.4.3	Andere wijzen van ontstaan van zouten .....	87
7.4.4	Zure zouten .....	88
7.4.5	Basische zouten .....	90
7.4.6	Dubbelzouten .....	90
<b>7.5</b>	<b>Oefeningen .....</b>	<b>92</b>
<b>8</b>	<b>Stofklassen binnen de organische chemie.....</b>	<b>93</b>
<b>8.1</b>	<b>Stofklassen en functionele groepen .....</b>	<b>93</b>
8.1.1	Definitie .....	93
8.1.2	Overzicht van de stofklassen in de organische chemie.....	94
<b>8.2</b>	<b>Structuurformule van organische verbindingen.....</b>	<b>94</b>
<b>8.3</b>	<b>Koolwaterstoffen .....</b>	<b>95</b>
8.3.1	Algemeen overzicht .....	95
8.3.2	Alkanen .....	95
8.3.3	Cycloalkanen .....	101
8.3.4	Alkenen.....	102
8.3.5	Alkynen.....	106
8.3.6	Onverzadigde cyclische koolwaterstoffen.....	107
<b>8.4</b>	<b>Alcoholen, fenolen en thiolen .....</b>	<b>109</b>
8.4.1	Alcoholen.....	109
8.4.2	Fenolen .....	114
8.4.3	Thiolen of mercaptanen .....	115
<b>8.5</b>	<b>Ethers, epoxiden en sulfiden .....</b>	<b>116</b>
<b>8.6</b>	<b>Aminen en alkaloiden .....</b>	<b>118</b>
8.6.1	Aminen .....	118
8.6.2	alkaloiden.....	120
<b>8.7</b>	<b>Aldehyden en ketonen .....</b>	<b>120</b>
8.7.1	Aldehyden.....	122
8.7.2	Ketonen.....	123
<b>8.8</b>	<b>Carbonsuren en esters.....</b>	<b>125</b>
8.8.1	Carbonsuren.....	125
8.8.2	Esters.....	127
<b>8.9</b>	<b>Algemene regels nomenclatuur .....</b>	<b>128</b>
<b>8.10</b>	<b>Oefeningen .....</b>	<b>131</b>
<b>9</b>	<b>Oplosbaarheid, reactiesnelheid en chemisch evenwicht.....</b>	<b>134</b>
<b>9.1</b>	<b>oplosbaarheid .....</b>	<b>134</b>
9.1.1	oplossing .....	134
9.1.2	Eigenschappen van oplossingen .....	134
9.1.3	Oplosbaarheid van zuren, basen en zouten in water.....	136
<b>9.2</b>	<b>Reactiesnelheid.....</b>	<b>137</b>
9.2.1	Begrip reactiesnelheid .....	137
9.2.2	Botsingsmodel .....	137
9.2.3	Invloedfactoren reactiesnelheid .....	138
<b>9.3</b>	<b>Chemisch evenwicht .....</b>	<b>141</b>

9.3.1	Omkeerbare reacties en evenwichtstoestand .....	141
9.3.2	Evenwichtsconstanten en hun voorspellende kracht .....	141
9.3.3	Beïnvloeding van het chemisch evenwicht.....	142
10	Redoxreacties .....	144
<b>10.1</b>	<b>Oxidatie en reductie in beperkte zin .....</b>	<b>144</b>
<b>10.2</b>	<b>Oxidatie en reductie in de ruime zin .....</b>	<b>144</b>
10.2.1	algemeen .....	144
10.2.2	Voorbeelden.....	145
<b>10.3</b>	<b>Verdringingsreeksen.....</b>	<b>145</b>
10.3.1	Metalen .....	145
10.3.2	Niet-metalen .....	146
<b>10.4</b>	<b>Redoxreacties met samengestelde ionen .....</b>	<b>147</b>
10.4.1	Inleiding .....	147
10.4.2	Reacties met samengestelde oxidatoren .....	147
10.4.3	Reacties met samengestelde reductoren .....	149
10.4.4	Redoxreacties.....	151
<b>10.5</b>	<b>Enkele veel voorkomende redoxreacties in de natuur en het dagelijks leven ...</b>	<b>151</b>
10.5.1	Werking van een batterij en accu.....	151
10.5.2	Fotosynthese .....	152
10.5.3	De omzetting van ammonium in nitraat (nitrificatie) .....	153
10.5.4	De omzetting van $\text{Fe}^{2+}$ naar $\text{Fe}^{3+}$ .....	154
10.5.5	Sulfide $\leftrightarrow$ zwavel $\leftrightarrow$ sulfiet $\leftrightarrow$ sulfaat.....	154
10.5.6	De omzetting $\text{Mn}^{2+} \leftrightarrow \text{Mn}^{4+}$ .....	155
10.5.7	Stikstofbinding en stikstofcyclus .....	155
10.5.8	Redoxtitraties .....	156
<b>10.6</b>	<b>Oefeningen.....</b>	<b>157</b>
11	Zuur-base evenwichten in een waterig milieu .....	158
<b>11.1</b>	<b>Zuur-base theorie.....</b>	<b>158</b>
<b>11.2</b>	<b>Zuur-base systemen in water .....</b>	<b>158</b>
11.2.1	$K_z$ , $K_b$ , $pK_z$ , $pK_b$ .....	158
11.2.2	De begrippen pH en pOH .....	161
<b>11.3</b>	<b>pH berekeningen .....</b>	<b>162</b>
11.3.1	pH van een sterk zuur .....	162
11.3.2	pH van een sterke base .....	163
11.3.3	pH van een verdunning van een sterk zuur of sterke base.....	164
11.3.4	pH van een mengsel van een sterk zuur en een sterke base.....	165
11.3.5	pH van zoutoplossingen.....	165
11.3.6	pH van een zwak zuur en zwakke base .....	166
<b>11.4</b>	<b>Buffer .....</b>	<b>167</b>
<b>11.5</b>	<b>Oefeningen.....</b>	<b>168</b>
12	De scheikunde van water .....	169
<b>12.1</b>	<b>Algemeen .....</b>	<b>169</b>
<b>12.2</b>	<b>De rol van water in de biologie .....</b>	<b>169</b>
<b>12.3</b>	<b>Soorten water .....</b>	<b>170</b>
12.3.1	Hard water .....	170
12.3.2	Zout water .....	171
12.3.3	Zoet water .....	171
12.3.4	Leidingwater .....	171
12.3.5	Regenwater .....	172

12.3.6	Putwater en grondwater .....	172
12.3.7	Gedemineraliseerd water .....	172
12.3.8	Gedestilleerd water .....	172
<b>12.4</b>	<b>Waterverontreiniging .....</b>	<b>172</b>
12.4.1	Afbreekbaar organisch materiaal .....	173
12.4.2	Zouten, zuren en basen .....	173
12.4.3	Bestrijdingsmiddelen .....	173
12.4.4	Olie en vet.....	174
12.4.5	Thermische vervuiling .....	174
12.4.6	Radioactieve stoffen .....	174
12.4.7	Ziektekiemen .....	174
<b>12.5</b>	<b>Wateranalyse.....</b>	<b>174</b>
12.5.1	Hardheid .....	175
12.5.2	Elektrische geleidbaarheid.....	175
12.5.3	Zuurtegraad.....	175
12.5.4	Fosfaatgehalte .....	175
12.5.5	Ijzer .....	176
12.5.6	Chloridegehalte.....	176
12.5.7	Sulfaat .....	176
12.5.8	Waterstofcarbonaat .....	176
12.5.9	Nitraat .....	176
12.5.10	De CZV en BZV bepaling .....	177
<b>13</b>	<b>Bodemanalyse .....</b>	<b>178</b>
<b>13.1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>178</b>
<b>13.2</b>	<b>De vaste bestanddelen van de bodem.....</b>	<b>178</b>
13.2.1	Mineralen .....	178
13.2.2	Organische stof en humus.....	179
13.2.3	CEC bepalingen .....	179
13.2.4	Neergeslagen oplosbare zouten .....	179
<b>13.3</b>	<b>De samenstelling van de bodemoplossing.....</b>	<b>180</b>
<b>13.4</b>	<b>Het chemisch grondonderzoek .....</b>	<b>180</b>
13.4.1	Bepaling van de totale hoeveelheid oplosbare zouten.....	180
13.4.2	Bepaling van de zuurtegraad .....	180
13.4.3	Stikstof-, fosfaat-, kalium-, magnesium- en kalkbepaling.....	180
<b>13.5</b>	<b>De bodemvervuiling.....</b>	<b>180</b>
13.5.1	Algemeen .....	180
<b>14</b>	<b>Scheikunde van plantennutriënten .....</b>	<b>182</b>
<b>14.1</b>	<b>Algemeen .....</b>	<b>182</b>
<b>15</b>	<b>Scheikunde van voeding en voeders .....</b>	<b>185</b>
<b>15.1</b>	<b>Veevoeding.....</b>	<b>185</b>
<b>15.2</b>	<b>De chemische analyse van voedselbestanddelen .....</b>	<b>185</b>
15.2.1	Inleiding .....	185
15.2.2	De Weenderanalyse .....	186
15.2.3	Verteerbaarheid.....	187

# 1 Inleiding

Chemie vinden we terug in tal van andere opleidingsonderdelen en speelt een belangrijke rol in de biotische en abiotische factoren binnen de agrologische context en binnen de voedselketen. Naast de basisprincipes van chemie, komt in deze cursus de link met chemische processen en stoffen in de natuur, landbouw, tuinbouw, voeder en voeding aan bod. Oefeningen aan het einde van de hoofdstukken moeten de theorie verduidelijken en toetsen.

Chemie of scheikunde is de wetenschap die chemische verschijnselen bestudeert en die verschijnselen tracht te voorspellen en te verklaren. Alhoewel 'chemische reacties' het belangrijkste onderwerp zijn in de chemie, ligt de interesse van chemie veel verder. Binnen de chemie wordt de samenstelling en structuur van stoffen bestudeerd en de krachten die aan de basis liggen van de vorming van bepaalde stoffen. Men houdt zich bezig met het scheiden van stoffen en het opbouwen (synthese) van stoffen. De chemische industrie is één van de grootste en belangrijkste industrieën in de wereld.

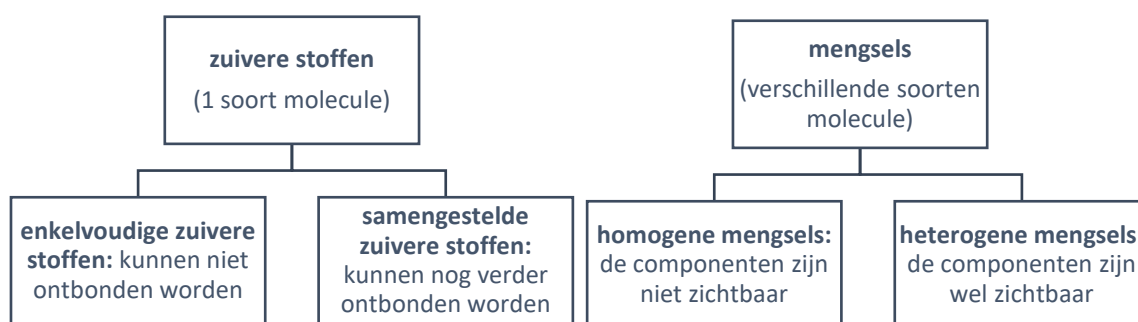
Materie kan gedefinieerd worden als iets dat ruimte inneemt en een massa heeft. Materie is opgebouwd uit stoffen. Het aantal verschillende stoffen dat op aarde voorkomt, is enorm groot.

In de chemie onderscheiden we mengsels en zuivere stoffen. De meeste materie is een mengsel van verschillende stoffen of componenten.

Wanneer we de verschillende componenten niet kunnen onderscheiden dan spreken we van een homogeen mengsel (vb. suikerwater). Zijn de verschillende componenten in het mengsel zichtbaar, dan spreken we van een heterogeen mengsel.

We definiëren een molecuul of molecule als het kleinste deel van een stof die alle chemische eigenschappen van de stof of materie bezitten. Moleculen zijn opgebouwd uit atomen of elementen.

Wanneer we een stof willen bestuderen, moeten we er zeker van zijn dat de stof zuiver is. Sommige zuivere stoffen, zoals suiker, water, ... kunnen nog verder ontbonden worden door verhitting, elektrische stroom, e.d. We noemen deze samengestelde zuivere stoffen. Andere zuivere stoffen kunnen niet verder ontbonden worden en noemen we enkelvoudige zuivere stoffen. Deze laatste stoffen bevatten 1 soort atoom. Samengestelde zuivere stoffen bevatten verschillende soorten atomen.



Figuur 1. Onderverdeling zuivere stoffen en mengsels

Wanneer we een stof uit een mengsel willen scheiden, of van onzuiverheden willen ontdoen, kunnen we gebruik maken van verschillen in eigenschappen van de diverse stoffen. Van de vele scheidingsmethoden die er zijn, noemen we er enkele:

Filtreren: deze methode kan worden toegepast als de stof die men wil afscheiden een andere aggregatietoestand heeft dan de andere stof(fen) in het mengsel. Vb. vaste stof / vloeistof of vaste stof / gas.

Centrifugeren: de scheiding van de verschillende componenten van het mengsel berust op verschillen in soortelijke massa. Bij het centrifugeren van melk zullen de vetdruppels die een kleine soortelijke massa hebben, de bovenste laag gaan vormen, het eiwit dat de grootste soortelijke massa heeft, vormt de onderste laag

Destilleren: de scheiding berust hierbij op verschillen in kookpunt. Wanneer men wijn (mengsel van voornamelijk water en alcohol) aan de kook brengt, zal eerst de alcohol verdampen en slechts een klein beetje water. De damp is dus veel rijker aan alcohol. Deze damp wordt opgevangen en afgekoeld waarbij weer vloeistof ontstaat.

Kristalleren is een methode die berust op het verschil in oplosbaarheid van stoffen. Oplosbaarheid is vaak sterk afhankelijk van de temperatuur. Wanneer men een warme oplossing van een mengsel van stoffen laat afkoelen, zal de ene stof eerder uitkristalliseren dan de andere.

Adsorptie is een scheidingsmethode waarbij een component van het mengsel aan actieve kool wordt gekoppeld.