

## LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

**Vak:** **AV Chemie** **4 lt/w**

**Studierichting:** **Bijzondere wetenschappelijke vorming**

**Onderwijsvorm:** **ASO**

**Graad:** **derde graad**

**Leerjaar:** **derde leerjaar**

**Leerplannummer:** **2007/091**  
**(vervangt 97010)**

**Nummer inspectie:** **2007 / 50 // 1 / H / SG / 1 / III3 / / D/**

onderwijs van de  
Vlaamse Gemeenschap



## INHOUD

Visie .....	2
Beginsituatie .....	5
Algemene doelstellingen .....	6
Gemeenschappelijke doelstellingen .....	7
Leerplandoelstellingen/Leerinhouden.....	15
Pedagogisch-didactische wenken .....	42
Minimale materiële vereisten .....	47
Evaluatie .....	48
Bibliografie .....	51

## VISIE

### 1 Chemie als kennisdomein

Chemie is een natuurwetenschap. Ze bestudeert de 'moleculaire' structuur van stoffen, eigenschappen die er uit voortvloeien, transformaties en energie-uitwisselingen die kunnen optreden.

Net als andere natuurwetenschappen biedt chemie ook een kader aan om de fysische werkelijkheid te interpreteren door ordenen en verklaren en om er handelend mee om te gaan. Dit handelings- en denkkader bevat begrippen en modellen, wetten en regels die toelaten problemen in de fysische realiteit te herkennen en te formuleren, er oplossingen voor te zoeken en deze ook uit te testen. Aldus is chemie ook in essentie een probleemherkende en probleemoplossende activiteit. Dit wezenlijke kenmerk moet uiteraard ook in het onderwijs van de chemie een centrale plaats toebedeeld krijgen.

Natuurwetenschappen onderscheiden zich onderling en van andere kennisvormen door de aard van de probleemstellingen, door de criteria waaraan aanvaardbare oplossingen moeten voldoen en door de hulpmiddelen die worden ingezet om oplossingen te bereiken. Met andere natuurwetenschappen heeft chemie een aantal kenmerken gemeen. Ze onderscheidt zich echter van deze door haar onderzoeksobject (probleemstelling) en door de eigen aard van haar onderzoeksmethoden (hulpmiddelen).

De chemie onderzoekt entiteiten op een organisatieniveau tussen dat van de fysica en de biologie. Haar verklaringsmodellen zijn bij uitstek corpusculair. Ze onderzoekt de bereiding en de eigenschappen van stoffen en de transformaties die deze kunnen ondergaan. Ze verklaart eigenschappen en structuren van stoffen op macroniveau door deze terug te voeren op de eigenschappen en structuren van submicroscopische entiteiten zoals moleculen, die zelf zijn samengesteld uit atomen van een beperkt aantal chemische elementen. Ze verklaart omzettingen van stoffen in termen van hun corpusculaire structuur en in termen van energie-uitwisselingen die hierbij kunnen optreden.

In deze zin is chemie een 'moleculaire' wetenschap. Beschrijvende aspecten spelen een grotere rol dan in fysica, maar minder dan in biologie. Ze laat minder kwantitatieve conclusies toe dan de fysica, maar is sterker geformaliseerd dan de biologie. Voor het onderwijs betekent dit dat via chemie in het bijzonder het corpusculair modeldenken en het ordenen volgens waarnemingscriteria zullen worden ingeoefend.

De uitbouw van het chemie-onderwijs vereist een bijzondere aandacht voor het tonen van de expliciete samenhang tussen de diverse onderdelen van de chemie als wetenschap:

- chemie beschrijft en ordent de submicroscopische corpusculaire structuren waaruit de stoffen zijn opgebouwd;
- chemie karakteriseert en classificeert stoffen op basis van hun samenstelling en eigenschappen;
- chemie ordent en beschrijft stofveranderingen en interacties tussen stoffen op corpusculair niveau;
- chemie beschrijft de dynamische en energetische aspecten van de interactie tussen stoffen.

Chemie reikt middelen aan om:

- stoffen kwalitatief en kwantitatief te detecteren;
- stoffen te isoleren uit mengsels;
- stoffen te synthetiseren.

## 2 Chemie als onderwijsvak

Chemie als onderwijsvak in het secundair onderwijs wordt gestructureerd rond volgende pijlers: chemie als wetenschap, chemie als maatschappelijk verschijnsel en chemie als toegepaste en praktische wetenschap.

### *Chemie als wetenschap*

In dit luik wordt chemie als zuivere natuurwetenschap geïntroduceerd. De leerinhouden worden intern, d.w.z. binnen de wetenschappelijke vakstructuur, bepaald en geselecteerd op basis van de spilfunctie die ze vervullen bij het op- en uitbouwen van de conceptuele basisstructuur van de chemie.

Wetten, theorieën en modellen worden bij voorkeur op een zodanig niveau geformuleerd dat ze ook kwantitatieve conclusies toelaten.

Taal en denken zijn nauw met elkaar verbonden: helder denken in chemie veronderstelt een ondubbelzinnig taalgebruik. Aan het correct leren hanteren van de chemische vaktaal moet bijgevolg bijzondere aandacht worden besteed, te meer omdat begrippen uit de alledaagse omgangstaal vaak geproblematiseerd worden in de chemie en er een heel andere betekenis krijgen. Concepten, stofnamen en symbolen moeten zorgvuldig en eenduidig worden gebruikt.

Zoals in elke andere natuurwetenschap neemt ook in de chemie het experiment een belangrijke plaats in. In het onderwijs mag het experiment niet uitsluitend een visualiseringsmiddel van chemische verschijnselen zijn maar zal het ook en vooral worden aangewend om het onderzoekend handelen als onderdeel van de wetenschappelijke onderzoeksmethode te illustreren en te ontwikkelen. Tevens biedt het zelfstandig experimenteren door leerlingen de mogelijkheid typische vaardigheden en attitudes te verwerven.

De leerlingen worden vertrouwd gemaakt met de basiskenmerken van de wetenschappelijke onderzoeksmethode d.m.v. het zelfstandig uitvoeren van aangepaste onderzoeksopdrachten. Op deze wijze zal ook het ontwikkelen van probleemoplossend denken worden bevorderd.

De leerinhouden en vaardigheden die via dit luik aan de leerlingen worden aangeboden zullen hen ertoe aanzetten eigen mogelijkheden en voorkeuren te exploreren en hen helpen eigen waarden en doelen te bepalen.

### *Chemie als maatschappelijk verschijnsel*

Traditioneel is het wetenschapsonderwijs erg productgericht: centraal staat de zorg de leerlingen zo dicht mogelijk te laten aansluiten bij het corpus van de thans algemeen aanvaarde chemische kennis en hen de vaardigheden te doen verwerven om deze kennis op nieuwe, maar aanverwante problemen en probleemgebieden te kunnen toepassen. Chemie wordt beschouwd als gedreven door haar interne dynamiek, waarbij externe factoren geen wezenlijke rol vervullen.

Voor historische, sociale en ethische beschouwingen was in het traditionele, productgerichte chemieonderwijs weinig plaats. Het succes van de chemie is ongetwijfeld voor een deel aan deze benadering te danken. Aan de andere kant heeft dit er ook toe geleid dat chemie door velen als een cultuurvreemd en soms zelfs als een cultuurvijandig element wordt ervaren.

Door de menselijke aspecten uitdrukkelijk in het onderwijs te betrekken, toont de chemie via onderwijs hoe ze een bijdrage kan leveren aan een harmonische persoonlijkheidsontwikkeling.

Het onderwijs in chemie mag zich bijgevolg niet beperken tot het overdragen van instrumentele, vakspecifieke kennis, vaardigheden en attitudes, maar moet ook expliciet aandacht vragen voor de chemie als maatschappelijk proces, tijdens wat ook externe randvoorwaarden van sociale, historische, filosofische of ethische aard een rol spelen.

De diverse leerinhouden zullen zo worden uitgebouwd dat op exemplarische wijze aandacht kan worden besteed aan de interrelaties tussen chemie en samenleving, aan de cultuurhistorische en de maatschappelijke context waarin chemie functioneert en tot ontwikkeling komt. Alleen op deze wijze is een genuanceerd oordeel over het belang, de waarde en beperkingen van chemie mogelijk en kan de band met de algemene cultuur worden gevrijwaard.

Er is bovendien ook een didactisch argument om historische aspecten in het chemieonderwijs te betrekken. Opvattingen over chemie ontstaan vaak vanuit de media (milieu- en afvalproblematiek) of vanuit dagelijkse ervaringen in de omgang met stoffen. Daardoor kunnen conflicten ontstaan tussen 'gezond verstand' en 'desinformatie via onkritische berichtgeving' enerzijds en 'de wetenschappelijke chemie' anderzijds. Kritisch en zinvol leren ontstaat pas als vooraf dergelijke preconcepties op een actieve wijze worden afgebouwd. De verschillende stadia in de ontwikkeling van de historische chemie zijn erg illustratief voor de moeilijkheden die onze jongeren ondervinden om hun misconcepties af te bouwen. Ze kunnen een weg wijzen om nieuwe kennis in de cognitieve structuur van de lerenden te integreren.

#### *Chemie als toegepaste en praktische wetenschap*

Zoals elke natuurwetenschap kan ook chemie onder een dubbel aspect worden beschouwd. Enerzijds is ze een conceptueel kader om fenomenen te beschrijven, te ordenen, te verklaren of te voorspellen. De chemie-als-theorie is dan losgemaakt van haar concrete voedingsbodem van steeds wisselende en fluctuerende verschijnselen om, onafhankelijk ervan, tot de stabiele en gemeenschappelijke kern achter deze verschijnselen door te dringen. Anderzijds staat niet het uitbouwen van dit conceptuele kader centraal, maar wordt de toepassing ervan in de courante ervaringswereld of voor het vervullen van specifieke materiële noden en behoeften beoogd.

Het accent ligt dan niet meer op verklaren of beschrijven, maar op het omgaan met en het maken van stoffen. Het is vooral via dit technisch-industriële aspect dat de natuurwetenschappen in het algemeen en de chemie in het bijzonder onze hedendaagse materiële cultuur verregaand bepalen. In een algemeen chemische vorming mogen basiselementen van de industriële chemie en van haar impact op de samenleving en milieu bijgevolg niet ontbreken. Een accentverschuiving naar toegepaste chemie zal er bovendien toe bijdragen de waarde van de tweedeling tussen denken en doen, tussen zuivere en toegepaste kennis te relativeren.

In het onderwijs bestaat tussen beide aspecten een onmiskenbaar onevenwicht. Traditioneel wordt aan het uitbouwen van het conceptuele kader zoveel aandacht en tijd besteed dat aspecten van toegepaste chemie zeer beperkt of nauwelijks aan bod kunnen komen. De hogere waardering die het zuivere, abstracte denken in onze cultuur geniet, in vergelijking met toepassingsgericht denken, is hiervoor een belangrijke oorzaak. Doordat ze vele disparate feiten onder één noemer brengt is theoretische kennis denkeconomisch ongetwijfeld nuttig. Sommigen zullen er, precies door het afstandelijke en abstracte karakter ervan, door aangetrokken worden. Het is niettemin ook onmiskenbaar dat kennis die geen of onvoldoende ankerpunten in de concrete ervaringswereld vindt, vaak niet beklijft en dat haar relevantie in vraag kan worden gesteld.

Zowel met het oog op een evenwichtige vorming door chemie, als om leerpsychologische redenen is het bijgevolg van belang leerinhouden zodanig te kiezen en uit te bouwen dat ook aan de technische en toepassingsgerichte aspecten van de chemie aandacht kan worden besteed.

Rekening houdend met de verschillende benaderingen van 'wetenschap' kunnen de minimumdoelstellingen chemie op verschillende wijzen met toegepaste, praktische, maatschappelijke of actuele wetenschappelijke contexten worden verbonden.

## BEGINSITUATIE

Deze cursus vervolledigt de opleiding chemie voor leerlingen die in het eerste en tweede jaar van de derde graad een niet-wetenschappelijke studierichting gevolgd hebben of die zich, na het volgen van een wetenschappelijke richting, onvoldoende voorbereid voelen om hogere studies met wetenschappelijke basis met kans op succes aan te vatten.

Als beginsituatie wordt uitgegaan van het feit dat de leerlingen die dit derde leerjaar van derde graad ASO aanvatten, bepaalde essentiële doelstellingen van de leerstof chemie nog niet bereikt hebben.

Het is van essentieel belang dat de leraar bij de aanvang van elk hoofdstuk nagaat waar voor de individuele leerlingen de belangrijkste hiaten zijn. Hij leunt telkens aan bij de leerinhouden die in de tweede graad aan bod zijn gekomen en gaat na of de daaraan verbonden doelstellingen werden bereikt.

Overleg met de collega's fysica en biologie is voor een aantal leerinhouden belangrijk. Een goede vakgroepwerking staat hier op zijn plaats.

De belangrijkste leerinhouden van de tweede graad worden herhaald en uitgediept. Via een aangepaste concentrische benadering krijgen de leerlingen de gelegenheid om geziene begrippen en structuren te integreren in hun wetenschappelijke kennis en verder uit te diepen naar een hoger beheersingsniveau.

Er wordt rekening gehouden met het nieuwe gegeven dat de toegangsproof burgerlijk ingenieur als het ware vervangen is door de toegangsproof arts/tandarts, zodat het aan te bevelen is de te kennen leerstof voor de toegangsproof zoveel als mogelijk te verwerken in de aangeboden leerinhouden.

Algemene basisbegrippen van de tweede graad:

- voorwerpen – stoffen – mengsels
- corpusculaire bouw van de materie
- element (aatomsoort) + symbolen en namen van de meest voorkomende elementen
- stoffen en reacties
- behoud van een element tijdens een chemische reactie
- massawetten (wetten van chemische reacties)
- formules en reactievergelijkingen

Toepassen van de wet van Lavoisier (wet van het behoud van massa) bij het schrijven van reactievergelijkingen.

Classificatie van stoffen en de belangrijkste nomenclatuurregels van de anorganische chemie (enkelvoudige stoffen, samengestelde stoffen: zuren, hydroxiden en zouten).

## ALGEMENE DOELSTELLINGEN

De leerlingen die kiezen voor dit derde leerjaar zo goed mogelijk voorbereiden op het eerste bachelorjaar aan de universiteit of aan de hogeschool, waar zij in hun studiepakket chemie op het programma hebben. De leerlingen die kiezen voor de toegangsproof arts -tandarts zo voorbereiden dat zij een reële slaagkans hebben voor chemie.

Op het einde van een lessenreeks moeten de leerlingen een aantal chemische verschijnselen in een correcte chemische taal kunnen uitleggen aan de hand van geschikte modellen. Ze moeten aansluitende problemen kunnen benaderen met passende hypothesen. Ze moeten de problemen kunnen oplossen door te steunen op experimenten, op hun basiskennis chemie of op hun algemene ervaringswereld. Dit moet leiden tot de ontwikkeling van een aantal algemene attitudes die hierna opgesomd worden.

Op het einde van het derde leerjaar van de derde graad kunnen de leerlingen:

- een probleem nauwkeurig verwoorden;
- de relevante factoren in een probleemsituatie herkennen;
- objectieve en subjectieve gegevens onderscheiden bij het beoordelen van een situatie;
- na kritisch afwegen van relevante factoren een beslissing nemen in een probleemsituatie;
- in een situatie oorzaak en gevolg onderscheiden;
- hypothesen formuleren;
- hypothesen na onderzoek bevestigen of verwerpen;
- experimenten uitvoeren en doelgericht observeren;
- de veiligheidsvoorschriften in acht nemen bij het uitvoeren van experimenten;
- de resultaten van een experiment formuleren en op overzichtelijke wijze noteren;
- informatie zoals tabellen, grafieken, schematische voorstellingen interpreteren en kritisch verwerken
- informatie correct doorgeven;
- fouten opsporen;
- regels en wetmatigheden in nieuwe situaties toepassen;
- correcte besluiten trekken en deze formuleren;
- een verslag opmaken;
- de inductieve en deductieve methode op een gepaste wijze toepassen;
- bescheiden blijven bij behaalde positieve resultaten;
- het verband zien tussen gebruikte modellen en de realiteit;
- het geschikte model hanteren als functie van een bepaald aspect van de realiteit dat onderzocht wordt;
- de beperking van de gebruikte modellen verwoorden;
- zonder verdere aansporing een opdracht tegen een vastgesteld tijdstip uitvoeren;
- geconcentreerd en met doorzetting werken;
- in groep werken en afspraken naleven;
- bij groepswork de leiding nemen;
- een omvangrijke taak uitvoeren door het opstellen van een werkplan en het toepassen van een rationele methode;
- zich aanpassen aan nieuwe situaties;
- open staan voor de mening van anderen;
- fouten toegeven en verbeteren;
- abstract denken.

## GEMEENSCHAPPELIJKE DOELSTELLINGEN

De individuele leraar kan zelf beslissen op welk tijdstip van het jaar en aan de hand van welke onderwerpen hij of zij deze doelstellingen zal aanreiken. Bij elk van deze gemeenschappelijke doelstellingen wordt hierna een voorbeeld gegeven dat illustreert hoe die in de lessen chemie kan worden aangebracht.

GEMEENSCHAPPELIJKE DOELSTELLINGEN VOOR WETENSCHAPPEN (Geconcretiseerd voor CHEMIE)		
Onderzoekend leren		
Met betrekking tot een concreet natuurwetenschappelijk of toegepast natuurwetenschappelijk probleem, vraagstelling of fenomeen, kunnen de leerlingen:		
relevante parameters of gegevens aangeven, hierover informatie opzoeken en deze oordeelkundig aanwenden.	1	<p>Voorbeeld:</p> <p>Uit een gegeven verzameling van organische producten de stofklasse aanduiden door herkenning van de functionele groep in de gegeven structuurformules.</p> <p>Van deze organische producten informatie opzoeken in verband met schadelijkheid, brandbaarheid, reactiviteit, enz. Deze informatie kan verkregen worden door aflezen van etiket, opzoeken in catalogi, tabellenboeken, Internet, cd-rom.</p>
een eigen hypothese (bewering, verwachting) formuleren en aangeven hoe deze kan worden onderzocht.	2	<p>Aan de hand van de theorie van het botsingsmodel verwachten de leerlingen dat stoffen sneller reageren wanneer ze fijn verdeeld zijn. Er is immers een grotere kans op effectieve botsingen.</p> <p>Deze hypothese kan onderzocht worden door een welbepaalde stof (bijv. een metaal) in poedervorm en in plaatvorm te laten reageren.</p> <p>Ook ervaringen uit het dagelijkse leven kunnen deze hypothese ondersteunen.</p> <p>Voorbeelden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>fijn versnipperd hout brandt vlugger dan een blok hout;</li> <li>het ontstaan van stofexplosies in silo's;</li> <li>reacties in oplossing verlopen doorgaans vlug;</li> <li>in een verbrandingsmotor is de brandstof in een fijn verdeelde (vernevelde) toestand aanwezig.</li> </ul>
voorwaarden en omstandigheden die een hypothese (bewering, verwachting) weerleggen of ondersteunen, herkennen of aangeven.	3	<p>Vraag aan de leerlingen of de volgende bewering juist is: 'Als we een zuur aan een oplossing toevoegen zal de pH van de oplossing dalen'.</p> <p>De leerlingen hebben de neiging om hier positief op te antwoorden.</p> <p>We kunnen dan aan de leerlingen vragen of we in het dagelijkse leven geen voorbeelden kunnen vinden die deze</p>

		<p>bewering tegenspreken.</p> <p>Voorbeelden die hierbij aan bod kunnen komen:</p> <p style="padding-left: 40px;">bloed, maag;</p> <p style="padding-left: 40px;">bodem;</p> <p style="padding-left: 40px;">vijverwater;</p> <p>de pH blijft nagenoeg constant in deze milieus.</p> <p>Als bevestiging kan een bodemstaal onderzocht worden door telkens de pH te meten na toevoeging van een kleine hoeveelheid zuur.</p> <p>Het begrip buffermengsel is noodzakelijk om dit verschijnsel te kunnen verklaren.</p>
ideeën en informatie verzamelen om een hypothese (bewering, verwachting) te testen en te illustreren.	4	<p>Bij het gebruik van zuur-base indicatoren verwachten de leerlingen dat de indicator van kleur zal veranderen bij overgang van zuur naar basisch milieu (bij pH = 7) Meestal is dit echter niet het geval.</p> <p>Vraag aan de leerlingen:</p> <p>Hoe kunnen we dit onderzoeken?</p>
omstandigheden die een waargenomen effect kunnen beïnvloeden, inschatten.	5	<p>Voorbeelden:</p> <p style="padding-left: 40px;">de pH van een buffermengsel zal niet meer constant blijven indien we te veel zuur of base toevoegen;</p> <p style="padding-left: 40px;">de snelheid van een reactie kan beïnvloed worden door verschillende factoren.</p>
aangeven welke factoren een rol kunnen spelen en hoe ze kunnen worden onderzocht.	6	<p>Temperatuur, verdelingsgraad, aard van de stof, katalysator hebben een invloed op de reactiesnelheid. Deze factoren worden onderzocht door telkens twee proeven uit te voeren waarbij enkel de onderzochte factor verschillend is en de andere factoren constant blijven.</p> <p>Voorbeeld:</p> <p>Fijn verdeeld zinkpoeder en een plaatje zink worden beide in zoutzuur gebracht met gelijke concentratie en temperatuur. Het fijn verdeelde zinkpoeder reageert heviger (sneller) dan het plaatje zink.</p>
resultaten van experimenten en waarnemingen afwegen tegenover de verwachte, rekening houdende met de omstandigheden die de resultaten kunnen beïnvloeden.	7	<p>Een zout oplossen in water kan een zure, neutrale of basische oplossing geven.</p> <p>Reactieproducten bij een redoxreactie zijn afhankelijk van de aard van de reagentia, de concentratie en de pH.</p>
resultaten van experimenten en waarnemingen verantwoord en bij wijze van hypothese, veralgemenen.	8	<p>Voorbeeld:</p> <p>een warme thiosulfaat-oplossing reageert sneller met een zoutzuuroplossing. Uit deze proef mogen we besluiten dat de snelheid van een reactie groter wordt bij temperatuursstijging (veralgemening).</p>

experimenten of waarnemingen in klassituaties met situaties uit de leefwereld verbinden.	9	<p>Voorbeelden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>reactiesnelheid en explosieven;</li> <li>chemisch evenwicht en grotvorming;</li> <li>redoxreacties en roesten van ijzer;</li> <li>zuren en basen in huishoudproducten zoals tafelazijn, ontstopper, onderhoudsproducten;</li> <li>polaire en apolaire oplosmiddelen en het gebruik van white spirit bij het reinigen van verfborstels met lakverf;</li> <li>licht ontvlambare stoffen en benzinemotor.</li> </ul>
doelgericht, vanuit een hypothese of verwachting, waarnemen.	10	<p>Voorbeeld:</p> <p>Uit een gegeven verdringingsreeks van metalen verklaren welke stof er neerslaat op een ijzeren plaatje bij onderdompeling in een kopersulfaatoplossing.</p>
waarnemings- en andere gegevens mondeling en schriftelijk verwoorden en weergeven in tabellen, grafieken, schema's of formules.	11	<p>Voorbeelden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>een oplossing kunnen omschrijven als helder en de juiste kleur aangeven;</li> <li>het onderscheid kunnen beschrijven tussen een heldere en een troebele oplossing;</li> <li>het al dan niet elektrisch geleidend zijn van een stof of oplossing kunnen omschrijven;</li> <li>een vrijgekomen hoeveelheid gas in functie van de tijd kunnen weergeven in tabelvorm en in grafiekvorm;</li> <li>een explosieve of hevige reactie als snel omschrijven;</li> <li>een reactie met elektronenoverdracht omschrijven als een redoxreactie;</li> <li>een reactie met protonenoverdracht omschrijven als een zuur-basereactie;</li> <li>de afhankelijkheid van smeltpunt en kookpunt kunnen weergeven in een zinvolle grafiek.</li> </ul>
alleen of in groep, een opdracht uitvoeren en er een verslag over uitbrengen.	12	<p>Een eenvoudig experiment uitvoeren waarbij de waarnemingen genoteerd worden.</p> <p>Uit de gedane waarnemingen kunnen dan conclusies getrokken worden zoals:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>aard van de oplossing: zuur, basisch of neutraal;</li> <li>soort reactie: neerslag-, gasontwikkelings- of zuur-base-reactie, redoxreactie;</li> <li>endo- of exoënergetisch proces;</li> <li>vrije ionen al dan niet aanwezig;</li> <li>de snelheid (kwalitatief) van een reactie;</li> </ul>

		<p>het reducerend karakter van een metaal;</p> <p>de invloed van een bepaalde factor op de snelheid van een reactie.</p>
<b>Wetenschap en samenleving</b>		
De leerlingen kunnen met betrekking tot vakinhouden van de vakspecifieke minimumdoelstellingen:		
voorbeelden geven van mijlpalen in de historische en conceptuele ontwikkeling van de natuurwetenschappen en ze in een tijds kader plaatsen.	13	<p>Voorbeelden:</p> <p>de historische ontwikkeling van galvanische elementen: Volta-element, Daniëll-element, Leclanché-element;</p> <p>de conceptuele ontwikkeling van het begrip zuurbasereactie: theorie van Arrhenius, Brønsted, Lewis.</p>
met een voorbeeld verduidelijken hoe de genese en de acceptatie van nieuwe begrippen en theorieën verlopen.	14	<p>Voorbeelden:</p> <p>de ontrafeling van de structuurformule van benzeen. Eerst was er de structuurformule van Kekulé. Door experimentele waarnemingen (substitutiereacties i.p.v. additiereacties, bindingslengte, isomerie ...) kwam men tot het inzicht dat de structuur van Kekulé moest verfijnd worden.</p> <p>Nieuwe ontwikkelingen in het atoom- en bindingsmodel (resonantie, orbitaaltheorie) hebben uiteindelijk geleid tot een nieuw model voor de structuur van benzeen;</p> <p>het begrip oxideren: van verbranden naar verbinden met zuurstof, naar afgeven van elektronen en toenemen van oxidatietrap.</p>
de wisselwerking tussen de natuurwetenschappen, de technologische ontwikkeling en de leefomstandigheden van de mens met een voorbeeld illustreren.	15	<p>Als we alle kunststoffen uit onze leefomgeving zouden wegnemen, zou de wereld er helemaal anders uitzien. Nochtans is de ontwikkeling van de kunststof nog geen eeuw oud. Door de kennis van chemische reacties (zoals polymerisatiereacties) en de voortdurende technologische ontwikkeling van nieuwe productieprocessen waarbij katalysatoren een belangrijke rol spelen, ontstaan er nieuwe kunststoffen.</p>
een voorbeeld geven van positieve en nadelige (neven)effecten van natuurwetenschappelijke toepassingen.	16	<p>Door de kennis van chemische reacties heeft de mens nieuwe stoffen kunnen ontwikkelen zoals:</p> <p>kleurstoffen;</p> <p>kunststoffen;</p> <p>geneesmiddelen;</p> <p>meststoffen.</p>

		<p>Deze nieuwe stoffen hebben een grote invloed gehad op bijvoorbeeld:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>de mode (kleurstoffen);</li> <li>de bouw, allerlei huishoudtoestellen, kleding (kunststoffen);</li> <li>de bestrijding van ziekten (geneesmiddelen);</li> <li>de landbouw (meststoffen).</li> </ul> <p>De ontwikkeling van nieuwe stoffen heeft ook geleid tot negatieve gevolgen zoals:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>milieuproblemen (o.a. afvalproblematiek);</li> <li>medische problemen (overconsumptie van geneesmiddelen);</li> <li>ethische problemen (uittesten van nieuwe stoffen op dieren).</li> </ul>
met een voorbeeld sociale en ecologische gevolgen van natuurwetenschappelijke toepassingen illustreren.	17	<p>De ontwikkeling van de anticonceptiepil en de maatschappelijke gevolgen.</p> <p>Mede door de ontwikkeling van kunstmest en bestrijdingsmiddelen is de productiviteit in de landbouw dusdanig bevorderd dat voedseltekort in onze streken verdwenen is.</p> <p>De ontwikkeling van nieuwe stoffen die moeilijk of niet biologisch afbreekbaar zijn heeft voor ecologische problemen gezorgd.</p> <p>Door de ontwikkeling van kunststoffen is de verpakkings-industrie ontstaan. Dit heeft geleid tot goedkope verpakking. Overmatig gebruik leidt echter tot ecologische problemen.</p> <p>Door de kennis en het gebruik van R- en S-zinnen en pictogrammen zijn de mensen zich meer bewust van de gevaren en de eventuele schadelijke effecten van bepaalde stoffen.</p>
met een voorbeeld illustreren dat economische en ecologische belangen de ontwikkeling van de natuurwetenschappen kunnen richten, bevorderen of vertragen.	18	<p>Voor de productie van kunststofverpakking (zoals yoghurtpotjes, plasticzakjes ...) probeert men vanuit economisch en ecologisch oogpunt productieprocessen te ontwikkelen die minder grondstoffen verbruiken.</p> <p>Het onderzoek naar en het gebruik van katalysatoren bij industriële processen zijn belangrijk vanuit economisch oogpunt. Het rendement van een chemische reactie kan hierdoor sterk opgedreven worden.</p>
met een voorbeeld de wisselwerking tussen natuurwetenschappelijke en filosofische opvattingen over de werkelijkheid illustreren.	19	<p>Het atoombegrip is reeds door de Grieken (Democritos – 'atomos') voor het eerst ingevoerd. Dit begrip was echter louter gebaseerd op filosofische beschouwingen. De filosofie van Aristoteles, de vier-elementen theorie (water – lucht – aarde – vuur), overschaduwde tot laat in de Middeleeuwen de filosofie van het atoombegrip. Het is pas door het ontstaan van de natuurwetenschappelijke methode (experiment – waarneming – hypothese) dat het atoombegrip ingang vond en de moderne scheikunde de alchemie verdrongen heeft.</p>

met een voorbeeld verduidelijken dat natuurwetenschappen behoren tot cultuur, nl. verworven opvattingen die door meerdere personen worden gedeeld en die aan anderen overdraagbaar zijn.	20	Het model van benzeen is na verschillende aanpassingen door de wetenschappelijke wereld aanvaard.
met een voorbeeld de ethische dimensie van natuurwetenschappen illustreren.	21	<p>Door het onderzoek naar nieuwe chemische processen, kunnen producten vervaardigd worden die eventueel kunnen gebruikt worden voor chemische oorlogsvoering (voorbeeld: napalm - gifgas).</p> <p>De leerlingen proberen met eigen woorden de ethische aspecten te verwoorden en proberen eventueel een mogelijke oplossing voor te stellen voor de gestelde problemen zoals een:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>oprichting van een ethische commissie;</li> <li>verbod op onderzoek;</li> <li>aan banden leggen van vijandige naties (bijv. Irak).</li> </ul>
<b>Attitudes</b>		
De leerlingen zijn gemotiveerd om een eigen mening te verwoorden.	*22	Aan de hand van waarnemingen, gedaan tijdens een experiment (demonstratief of individueel), probeert men met eigen woorden een verklaring te vinden voor het waargenomen proces.
De leerlingen houden rekening met de mening van anderen.	*23	Bij het verwoorden van een bepaalde waarneming luistert men naar elkaar en is men bereid om zijn mening eventueel te herzien.
De leerlingen zijn bereid om resultaten van zelfstandige opdrachten objectief voor te stellen.	*24	Men stelt de resultaten van een proef (waarnemingen, berekeningen, verklaringen) op een objectieve manier voor, ook als deze niet stroken met de verwachte resultaten. Eventueel worden mogelijke oorzaken van fouten weergegeven. Hierdoor leren ze dat een zekere experimenteervaardigheid vereist is om tot goede resultaten te komen. Een demonstratieproef achteraf kan dit eventueel verduidelijken.
De leerlingen zijn bereid om samen te werken.	*25	De leerlingen kunnen bepaalde opdrachten zoals proefbuisreacties, temperatuurmetingen, metingen van het elektrisch geleidingsvermogen, opzoekwerk enz. per twee uitvoeren. Hierbij houden ze rekening met elkaars mening en zijn ze bereid om elkaar te helpen bij het maken van een verslag.
De leerlingen onderscheiden feiten van meningen of vermoedens.	26	Volgende mening is bij veel mensen aanwezig: "Synthetische stoffen zijn slecht (ongezond, giftig, schadelijk) en natuurlijke stoffen zijn goed (gezond, niet giftig of onschadelijk)". Dit is echter een veralgemening die niet op feiten is gebaseerd.

		<p>Gezond, giftig of schadelijk zijn eigenschappen die niets met natuurlijk of synthetisch te maken hebben:</p> <p style="padding-left: 40px;">synthetisch bereid vitamine C is identiek aan natuurlijk bereid (d.w.z. door de natuur gemaakt) vitamine C;</p> <p style="padding-left: 40px;">sommige planten of de vruchten van sommige planten zijn zeer giftig.</p> <p>Gezond of ongezond houdt verband met o.a. stofeigenschappen, samenstelling, concentratie, voorkomen ... De invloed van deze eigenschappen wordt wetenschappelijk onderzocht.</p>
De leerlingen beoordelen eigen werk en werk van anderen kritisch en objectief.	*27	<p>Bij een demonstratie-experiment of een zelf uitgevoerd experiment controleert men telkens volgende punten:</p> <p style="padding-left: 40px;">kloppen de neergeschreven of verwoorde waarnemingen met wat men gezien heeft.                      Voorbeeld: " is er een neerslag gevormd of was het glaswerk vuil?"</p> <p style="padding-left: 40px;">is het neergeschreven of verwoorde besluit of hypothese gebaseerd op de gedane waarnemingen</p>
De leerlingen trekken conclusies die ze kunnen verantwoorden.	*28	<p>Nooit besluiten formuleren uit vermoedens.</p> <p>Een wetenschappelijke bewijsvoering is steeds een kritische bewijsvoering.</p> <p>Een voorbeeld:</p> <p>We voegen een beetje basische oplossing toe aan een zure oplossing met een methylooranje indicator. Bij kleuromslag mogen we niet zomaar besluiten dat de oplossing basisch geworden is. Het aspect omslaggebied is hierbij belangrijk.</p>
De leerlingen hebben aandacht voor het correct en nauwkeurig gebruik van wetenschappelijke terminologie, symbolen, eenheden en data.	*29	<p>Voorbeelden:</p> <p style="padding-left: 40px;">oxidatie (reductie) is een proces, oxidator (reductor) is een stof of materiedeeltje;</p> <p style="padding-left: 40px;">'white spirit' heeft een kooktraject i.p.v. een kookpunt;</p> <p style="padding-left: 40px;">stoffen zoals keukenzout, zuurstofgas, met een correcte formule weergeven;</p> <p style="padding-left: 40px;">begrippen zoals stof, element, verbinding, zuivere stof in een juiste context gebruiken;</p> <p style="padding-left: 40px;">grootheden steeds weergeven met de correcte SI-eenheid;</p> <p style="padding-left: 40px;">op de grafiekassen steeds de grootheid en de eenheid weergeven.</p>

<p>De leerlingen zijn ingesteld op het veilig en milieubewust uitvoeren van een experiment.</p>	<p>*30</p>	<p>De leerlingen volgen de voorschriften om het afval op een correcte manier te verzamelen.</p> <p>Oplossingen met zware metalen niet via de gootsteen verwijderen. Het afvalwater verzamelen in het afvalcontainertje 'afvalwater' dat in het labo staat.</p> <p>Oplossingen met organische solventen verzamelen in het afvalcontainertje 'organische solventen'</p> <p>Een opdracht nauwgezet uitvoeren d.w.z. enkel de beschreven producten gebruiken in de juiste hoeveelheden (in het geval van oplossingen: met de juiste concentratie) en met het juiste glaswerk.</p> <p>De door de leraar voorgestelde beschermingsmiddelen zoals veiligheidsbril en beschermkledij gebruiken.</p> <p>Bij het gebruik van een product tijdens een proef het etiket interpreteren d.w.z.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>het eventuele gevaarsymbool kennen en kunnen interpreteren;</li> <li>de eventuele R- en S-codes kunnen interpreteren aan de hand van een tabel;</li> <li>weten dat bij oplossingen de concentratie een belangrijke rol speelt om te kunnen spreken van giftig, schadelijk, corrosief enz. Sterk verdunde oplossingen zijn minder gevaarlijk, schadelijk ... dan geconcentreerde oplossingen.</li> </ul>
<p>De leerlingen houden zich aan de instructies en voorschriften bij het uitvoeren van opdrachten.</p>	<p>*31</p>	

## LEERPLANDOELSTELLINGEN/LEERINHOUDEN

Omwille van de leesbaarheid worden de leerplandoelstellingen, de leerinhouden en de methodologische wenken in afzonderlijke cellen geplaatst per hoofdstuk.

Binnen deze cellen werd getracht de horizontale lezing zo veel als mogelijk door te trekken. Daarom dient elk blok als een geheel te worden beschouwd.

*De niet-verplichte uitbreidingsdoelstellingen zijn met de letter 'U' aangeduid.*

Ook zijn de leerlingenproeven aangeduid. Leerlingenproeven (leerlingenpractica) zijn activiteiten waarbij leerlingen alleen of in kleine groepjes (2 à 3) zelfstandig, maar onder begeleiding en toezicht, experimenteel werk uitvoeren in verband met een verschijnsel dat tot het leerpakket behoort.

De leerinhouden de uitgebreidheid geven als functie van de ter beschikking zijnde lesuren en de heterogeniteit van de groep. Hierbij dient rekening gehouden te worden met een aantal nuttige en voor de leerlingen motiverende zelfstandige werksessies.

Voor meer informatie, o.a. richtlijnen, lesmateriaal, nuttige links, zie:

<http://www.rago.be/wetenschappen/Chemie/Startchemie.htm>

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
	<p>chemische informatie in gedrukte bronnen en langs elektronische weg systematisch opzoeken, en met behulp van ICT weergeven in grafieken, diagrammen of tabellen.</p> <p>veilig en verantwoord omgaan met stoffen en chemisch afval, gevarensymbolen interpreteren en R- en S-zinnen opzoeken.</p> <p>de aanwezigheid van een stof vaststellen met behulp van een gegeven identificatiemethode.</p> <p>het belang van chemische kennis in verschillende opleidingen en beroepen illustreren.</p> <p>het chemisch rekenen toepassen.</p>	<p><b>ALGEMENE PRINCIPES</b></p>	<p><b>Algemene principes</b></p> <p>Voor het opzoeken van de belangrijkste chemische begrippen kunnen de leerlingen gebruik maken van het chemielexicon (zie bibliografie).</p> <p>Voor praktische tips rond 'Veiligheid in de schoollaboratoria' en nuttige weblinks: <a href="http://pbd.gemeenschapsonderwijs.net/wetenschappen">http://pbd.gemeenschapsonderwijs.net/wetenschappen</a>.</p> <p>Voorbeeld: aantonen van reagentia en reactieproducten bij reacties, zoals <math>\text{Fe}^{3+}</math> met <math>\text{SCN}^-</math>; <math>\text{Fe}^{2+}</math> met <math>\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}</math>; <math>\text{I}_2</math> met zetmeel, enz.</p> <p>Informatie over studie- en beroepsmogelijkheden is te vinden op de website: <a href="http://www.jobscemie.be">http://www.jobscemie.be</a>.</p> <p>Het chemisch rekenen wordt geïntegreerd in de daarvoor geschikte hoofdstukken.</p>

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
	<p><b>1</b></p> <p>aan de hand van energieniveaus uitleggen hoe een atoom energie kan opnemen en uitzenden.</p> <p>aan de hand van het lijnenspectrum van een atoom uitleggen dat de energieniveaus gekwantiseerd zijn.</p> <p>een onderscheid maken tussen het hoofd-energieniveau, het subniveau, het magnetisch deelniveau en de spin van een elektron en deze niveaus beschrijven met de kwantumgetallen <math>n</math>, <math>l</math>, <math>m_l</math> en <math>m_s</math>.</p> <p>een overzicht van de energieniveaus van een atoom geven.</p> <p>de verbodsregel van Pauli toepassen.</p> <p>de elektronenconfiguraties van de elementen voorstellen met pijltjes in vakjes die rekening houden met de kwantumgetallen en de regel van Hund en deze configuraties schrijven met vermelding van s, p, d en f per schil.</p>	<p><b>1 Atoombouw</b></p> <p>1.1 Uitbreiding van het atoommodel</p>	<p><b>1 Atoombouw</b></p> <p>1.1 Uitbreiding atoommodel</p> <p>De atoommodellen van Dalton, Thomson, Rutherford-Bohr (zie leerinhouden tweede graad) worden kort besproken en in een historisch perspectief geplaatst. De uitbreiding van het atoommodel leunt aan bij het atoommodel van Sommerfeld (de opsplitsing van de energieniveaus op basis van de lijnenspectra).</p> <p>De hoofdenrgieniveaus in verband brengen met de elektronenschillen van Bohr.</p> <p>De subniveaus rangschikken volgens toenemende energie op eenzelfde schil: s, p, d en f.</p> <p>De maximale elektronenbezetting per subniveau aangeven en voorstellen <math>s^2</math>, <math>p^6</math>, <math>d^{10}</math> en <math>f^{14}</math>.</p> <p>Oefeningen op de elektronenconfiguratie van atomen en mono-atomische ionen.</p>
	<p>het verband tussen de atoombouw en de</p>	<p>1.2 Periodiek systeem (PS)</p>	<p>1.2 Periodiek systeem</p> <p>Vanwaar de benaming periodiek systeem (PS)?</p>

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
	<p>rangschikking van de elementen in het periodiek systeem aangeven.</p> <p>de indeling van de elementen in perioden en in groepen kenschetsen.</p>		<p>(Het verband tussen de eigenschappen van de elementen en het atoomnummer Z leidt tot een periodieke herhaling).</p> <p>Het historisch belang van het periodiek systeem wordt uitgelegd: D.I. Mendelejev kon voorspellingen doen over het bestaan van elementen en hun eigenschappen.</p> <p>De eigenschappen en het gebruik van de enkelvoudige stoffen uit bepaalde hoofdgroepen toelichten, bijv. edelgassen, halogenen, alkalimetalen.</p> <p>Door vergelijking van feitenmateriaal de periodiciteit van eigenschappen onderzoeken en verifiëren.</p>
	<p><b>2</b></p> <p>uitleggen hoe de ionbinding tot stand komt.</p> <p>de belangrijkste eigenschappen van ionverbindingen met voorbeelden uitleggen.</p> <p>dissociatievergelijking schrijven.</p> <p>reacties tussen ionen met vorming van een gas of van een neerslag weergeven.</p>	<p><b>2 Chemische bindingen</b></p> <p>2.1 Ionbinding</p>	<p><b>2 Chemische binding</b></p> <p>Atomen binden zich (92 stabiele elementen en ongeveer 12 miljoen stoffen)</p> <p>Onderzoek van het elektrisch geleidingsvermogen bewijst dat er verschillende soorten bindingen moeten bestaan.</p> <p>2.1 Ionbinding (<i>elektrovalente binding</i>)</p> <p>Uit de elektronenuitwisseling de regel afleiden om de verhoudingsformule van ionverbindingen op te stellen en indices te bepalen. Toepassen op eenvoudige synthesesen.</p> <p>De nomenclatuur en de formulevorming van de zouten wordt hier uitgebreid herhaald.</p> <p>De oplosbaarheid van zouten via een tabel opzoeken.</p>

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
	<p>met voorbeelden uitleggen hoe een covalente binding tot stand komt.</p> <p>de kleinste, afzonderlijk bestaande deeltjes van een covalente verbinding benoemen als moleculen.</p> <p>de datieve covalente binding met een voorbeeld bespreken.</p> <p>het verschijnsel mesomerie met voorbeelden uitleggen.</p> <p>de lewisvoorstelling van moleculen geven.</p> <p>de formele lading in moleculen aangeven.</p> <p>voorstellingen die de ruimtelijke structuur van de molecule weergeven.</p> <p>de polaire en apolaire covalente binding via het begrip elektronegatieve waarde uitleggen.</p> <p>de belangrijkste eigenschappen van covalente verbindingen geven.</p> <p>het begrip 'waterstofbrug' kenschetsen.</p>	2.2 Covalente binding	<p>2.2 Covalente binding</p> <p>De covalente binding wordt ook atoombinding genoemd.</p> <p>Voorbeelden van binaire covalente verbindingen uit de anorganische chemie: <math>H_2</math>, <math>O_2</math>, <math>N_2</math>, <math>HCl</math>, <math>H_2O</math>.</p> <p>Voorbeelden uit de organische chemie komen vooral aan bod bij behandeling van de koolstofverbindingen.</p> <p>Molecule: neutraal geheel (aggregaat) van atomen waarbij de atomen op covalente wijze gebonden zijn.</p> <p>Lewisvoorstelling zeggen niets over de ruimtelijke schikking van de atomen in de molecule. Men spreekt van de elektronenstipformule of van de structuurformule of van de lewisformule van de molecule. Hierbij worden ook regels aangeleerd voor het schrijven van de formule van complexere moleculen waarbij de achtoomringingsregel gevolgd wordt. Het begrip formele lading wordt bijgebracht.</p> <p>De studie van de polariteit van moleculen is een uitbreiding van de tweede graad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dipoolmoleculen</li> <li>- intermoleculaire krachten.</li> </ul> <p>De waterstofbruggen werden in de tweede graad aangehaald bij water (o.m. sneeuw). Het begrip kan uitgebreid worden naar voorbeelden met F, O, N.</p>
	via eigenschappen van metalen komen tot een geschikt bindingstype.	2.3 Metaalbinding	<p>2.3 Metaalbinding</p> <p>Belangrijke eigenschappen van metalen toetsen aan het meegedeeld of opgezocht, volledig model van een</p>

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
			metaal.
	<p><b>3</b></p> <p>de wet van behoud van energie formuleren.</p> <p>uitleggen dat een stof inwendige energie bezit die afhangt van de aard van de bindingen, de aggregatietoestand en de temperatuur.</p> <p>de enthalpieverandering <math>\Delta H</math> van een stof definiëren als verandering van de energie-inhoud.</p> <p>uitleggen dat het verbreken van bindingen gepaard gaat met <math>\Delta H &gt; 0</math> en dat het vormen van bindingen gepaard gaat met <math>\Delta H &lt; 0</math>.</p>	<p><b>3 Drijfveren van chemische reacties</b></p> <p>3.1 Energie en enthalpie</p>	<p><b>3 Drijfveren van chemische reacties</b></p> <p>3.1 Energie en enthalpie</p> <p>Enthalpie (symbool <math>H</math>, van <i>Heat</i>):  <math>H = \text{inwendige energie} + p \cdot V</math>  <math>p</math> en <math>V</math> zijn enkel belangrijk bij gassen.</p> <p>Enthalpieverandering <math>\Delta H</math>:  <math>\Delta H = \text{verandering aan inwendige energie} + p \cdot \Delta V</math>.              Voor inwendige energie wordt het symbool <math>U</math> gebruikt.</p> <p>De afname van de enthalpie bij het ontstaan van een covalente binding of van een ionrooster leidt tot een grotere stabiliteit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de bindingsenergie is de energie die vrijkomt bij de vorming van een mol van een covalente binding;</li> <li>- de roosterenergie is de energie die vrijkomt bij de vorming van een mol kristallijne ionverbinding uit de samenstellende positieve en negatieve ionen.</li> </ul>
	<p>de reactie-enthalpie <math>\Delta H</math> definiëren als het verschil tussen de enthalpie van de reactieproducten en de enthalpie van de uitgangsstoffen.</p> <p>het verband leggen tussen het teken van <math>\Delta H</math> en het exo-energetisch of endo-energetisch karakter van de reactie.</p> <p>de vormingsenthalpie definiëren.</p> <p>de wet van Hess formuleren.</p>	3.2 Reactie-enthalpie	<p>3.2 Reactie-enthalpie</p> <p>Experimenteel nagaan of een reactie exo- of endo-energetisch is.</p> <p>De reactievergelijking voor de vorming van een samengestelde stof uit de enkelvoudige stoffen schrijven en de overeenkomstige vormingsenthalpie opzoeken in een tabel.</p> <p>De reactie-enthalpie berekenen uit de vormingsenthalpieën van de uitgangsstoffen en de reactieproducten.</p>

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
	stoichiometrische berekeningen maken met reactie-enthalpieën.		
	entropie als een maat van wanorde benaderen.  aangeven dat zowel de enthalpie als entropie een rol spelen als drijfveer bij het verloop van reacties.	3.3 Entropie	3.3 Entropie  Entropie (symbool $S$ ) als thermodynamische toestandsgrrootheid: maat voor de ongeordendheid van een systeem.  Experimenteel vaststellen dat ook endo-energetische reacties spontaan kunnen verlopen. Met een voorbeeld uitleggen dat er in dat geval een voldoende grote toename moet zijn van de entropie.
	<b>4</b>  de definitie van reactiesnelheid geven.  uitleggen dat in reacties (in de meeste gevallen) bestaande chemische bindingen worden verbroken en nieuwe worden gevormd.  beredeneren dat deeltjes van de uitgangsstoffen met elkaar effectief moeten botsen om te kunnen reageren.	<b>4 Reactiesnelheid</b>  4.1 Reactiesnelheid en effectieve botsingen	<b>4 Reactiesnelheid</b>  4.1 Reactiesnelheid en effectieve botsingen  Een onderscheid maken tussen gemiddelde snelheid en ogenblikkelijke snelheid.  Mogelijke proef: de reactiesnelheid voor een gekozen reactie experimenteel bepalen.  Het verband leggen tussen het toenemen van het aantal effectieve botsingen per seconde en het toenemen van de reactiesnelheid.
	aangeven, dat niet elke botsing van deeltjes effectief is.  het belang van de activeringsenergie bij effectieve botsingen beschrijven.  afleiden dat het aantal effectieve botsingen tussen de reagerende deeltjes vergroot door het toenemen van de verdelingsgraad	4.2 Factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden	4.2 Factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden    De factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden, worden experimenteel onderzocht en verklaard d.m.v. de botsingstheorie en reactiemechanismen.

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
	van de stof, de concentraties en de temperatuur.		
	de invloed van de verschillende factoren op de reactiesnelheid experimenteel onderzoeken en interpreteren.	<b>Leerlingenpracticum:</b> onderzoek van de factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden	Factoren die kunnen onderzocht en verklaard worden: › de aard van de reagerende deeltjes; › de concentratie van een oplossing; › de druk van gassen; › de temperatuur; › de verdelingsgraad van de stof; › de katalysator of de inhibitor.
	aangeven dat de meeste reacties in verschillende stappen, de z.g. 'elementaire reacties', verlopen en dat de traagste stap de reactiesnelheid van het totale proces bepaalt.  voor een algemene reactie, waarbij de uitgangsstoffen zich in dezelfde fase bevinden, de snelheidswet schrijven.	4.3 Chemische snelheidswet	4.3 Chemische snelheidswet  Voor een reactie $a A + b B + \dots \rightarrow x X + y Y + \dots$ waarbij A, B,... zich in dezelfde fase bevinden is de uitdrukking van de algemene chemische snelheidswet voor het ogenblik (t) $v_t = k \cdot [A]^m_t \cdot [B]^n_t$ , waarbij de exponenten m, n,... experimenteel worden bepaald.  De factoren met invloed op de reactiesnelheidsconstante (k) zijn: de temperatuur, de katalysator.
	<b>5</b>  enkele voorbeelden als omkeerbare reacties kenschetsen.  aangeven, dat in de chemische evenwichtstoestand, de snelheid van de heenreactie gelijk is aan de snelheid van de terugreactie.	<b>5 Chemisch evenwicht</b>  5.1.Omkeerbaarheid van chemische reacties en chemisch evenwicht	<b>5 Chemisch evenwicht</b>  5.1. Omkeerbaarheid van chemische reacties en chemisch evenwicht  Voorbeeld: historische experimenten van Lavoisier: $t > 400\text{ }^{\circ}\text{C}$ $2 \text{ HgO} \rightarrow 2 \text{ Hg} + \text{O}_2\uparrow$ $t < 400\text{ }^{\circ}\text{C}$ $2 \text{ Hg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ HgO}$

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
	<p>uit het botsingsmodel van de reacties afleiden dat er een dynamisch evenwicht ontstaat.</p> <p>de chemische evenwichtstoestand kenschetsen als een toestand met constant blijvende concentraties.</p> <p><i>het onderscheid tussen homogeen en heterogeen chemisch evenwicht uitleggen. (U)</i></p>		$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$ <p>Experiment: aantonen van omkeerbare reacties die leiden tot een chemisch evenwicht, bijv.</p> <p>- broomwater: <math>\text{Br}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Br}^- + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HBrO}</math></p> <p>- ijzer(3+)thiocyanaat: <math>\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})^{2+}</math></p> <p>Evenwichtsconcentraties worden als volgt genoteerd: <math>[\text{A}]_e</math> met als eenheid mol/L. De notatie mol/L i.p.v. mol/l is toegestaan volgens IUPAC, om verwarring te voorkomen.</p>
	<p>de concentratiebreuk schrijven voor een reactie in de chemische evenwichtstoestand.</p> <p>het verband tussen de evenwichtsconcentraties en evenwichtsconstante <math>K_c</math> schrijven.</p>	5.2 Evenwichtsconstante	<p>5.2 Evenwichtsconstante</p> <p>De evenwichtsconstante <math>K_c</math> wordt met zijn numerieke waarde aangeduid (zonder eenheid).</p> <p>Aangeven dat de evenwichtsconstante enkel van de temperatuur afhangt.</p>
	<p>uit de evenwichtsvoorwaarde afleiden dat een verandering van concentratie van een of meer stoffen een verschuiving van het chemisch evenwicht kan veroorzaken waarbij <math>K_c</math> constant blijft.</p> <p>aangeven, dat een verandering van de temperatuur een nieuw evenwicht doet ontstaan, omdat de waarde van <math>K_c</math> gewijzigd wordt.</p>	5.3 Verschuiving van het chemisch evenwicht	<p>5.3 Verschuiving van het chemisch evenwicht</p> <p>In een oplossing treedt een concentratieverandering op als men stoffen aan de oplossing toevoegt of te onttrekt.</p> <p>Mogelijke experimenten: verschuiving van het evenwicht door toevoeging van een zuur of een base bij:</p> $\text{Br}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Br}^- + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HBrO}$ $2 \text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}$ <p>In een gasmengsel treedt een concentratieverandering op door gassen samen te persen of te ontspannen</p>

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHouden	PEDAGOGISCHE WENKEN
	<p>de evolutie van een reactie in evenwicht voorspellen na een verstoring van het evenwicht door verandering van temperatuur of van concentratie.</p> <p>het principe van Le Chatelier - Van 't Hoff formuleren en toepassen op voorbeelden.</p> <p>aangeven, dat bij een constante temperatuur een katalysator wel invloed uitoefent op de insteltijd van een chemisch evenwicht, maar niet op de evenwichtsconstante <math>K_c</math>.</p> <p>het onderscheid tussen een evenwichtsreactie en een aflopende reactie beschrijven.</p> <p>het verband leggen tussen het begrip 'aflopende reactie' en het feit dat bij zulk een reactie ten minste één van de uitgangsstoffen (praktisch) volledig reageert.</p>	Principe van Le Chatelier-Van 't Hoff	<p>Mogelijk experiment:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- invloed van de drukverandering bij een ampul gevuld met stikstofdioxide: <math>2 \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4</math></li> </ul> <p>Het principe van Le Chatelier-Van 't Hoff toepassen op reacties in de chemische evenwichtstoestand:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- door een verandering van de concentratie schuift het evenwicht zodanig op, dat die verandering wordt tegengewerkt;</li> <li>- door de aanvoer of afvoer van warmte schuift het evenwicht zodanig op, dat die aanvoer of afvoer van warmte wordt tegengewerkt.</li> </ul> <p>Context: bijv. de industriële bereiding van ammoniak (invloed van de verschillende factoren op het rendement van het proces).</p>
6	<p>een brønstedzuur als een deeltje dat een proton afstaat (protondonor) en een brønstedbase als een deeltje dat een proton opneemt (protonacceptor) definiëren.</p> <p>zuur-basereacties volgens Brønsted (protolyse) schrijven.</p> <p>in een gegeven zuur-base-evenwicht de</p>	<p><b>6 Zuren en basen</b></p> <p>6.1 Zuren en basen volgens Brønsted</p>	<p><b>6 Zuren en basen</b></p> <p>6.1 Zuren en basen volgens Brønsted</p> <p>Het zuur-baseconcept van Brønsted heeft een universeler karakter dan dit van Arrhenius:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de zuur-basetheorie van Arrhenius heeft betrekking op <i>stoffen</i></li> <li>- de zuur-basetheorie van Brønsted heeft betrekking op de <i>interactie tussen deeltjes</i>, waardoor de theorie ruimer bruikbaar is</li> </ul>

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
	<p>betrokken deeltjes, op basis van de protonenoverdracht, identificeren als zuur of als base.</p> <p>in een zuur-basereactie volgens Brønsted de zuur-basekoppels voorstellen.</p> <p>herkennen dat sommige deeltjes zich als zuur of als base kunnen gedragen (amfolyten).</p>		$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ $\begin{array}{ccc} \text{I} & \text{H}^+ & \uparrow \\ \text{brø.zuur 1} & + & \text{brø.base 2} \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{ccc} \text{I} & \text{H}^+ & \uparrow \\ \text{brø.zuur 2} & + & \text{brø.base 1} \end{array}$ $\text{zuur} \rightleftharpoons \text{geconjugeerde base} + \text{H}^+$ $\text{Z} \rightleftharpoons \text{B} + \text{H}^+$ <p>Voorbeelden: (met correcte ladingsbalans)</p> $\text{HCl} \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{H}^+$ $\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}^+$ $\text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ $\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}^+$ <p>Voorbeelden met gehydrateerde metaalionen:</p> $\text{Na}(\text{H}_2\text{O})_6^+ \rightleftharpoons [\text{Na}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5] + \text{H}^+$ $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+} \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+} + \text{H}^+$ <p>Voorbeelden van amfolyten:</p> $\text{H}_2\text{O}, \text{HSO}_4^-, \text{HCO}_3^-, \text{H}_2\text{PO}_4^-, \text{HPO}_4^{2-}$
	<p>de protonenoverdracht tussen water-moleculen (autoprotolyse van water) beschrijven en herkennen als een interactie tussen deeltjes die leidt tot een chemisch evenwicht.</p> <p>de waterconstante <math>K_w</math> definiëren.</p>	<p>6.2 Ionisatie-evenwicht van water</p>	<p>6.2 Ionisatie-evenwicht van water</p> $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+].[\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ (bij } 24^\circ\text{C)}$

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
	zure, basische en neutrale oplossingen in verband brengen met de concentratie aan oxonium- en hydroxide-ionen.		Zure oplossing: $[\text{H}_3\text{O}^+] > 10^{-7} \text{ mol/L}$ , zodat $[\text{OH}^-] < 10^{-7} \text{ mol/L}$ Neutrale oplossing: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \text{ mol/L}$ en $[\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ mol/L}$ Basische oplossing: $[\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-7} \text{ mol/L}$ , zodat $[\text{OH}^-] > 10^{-7} \text{ mol/L}$
	een gemeten of een gegeven $pH$ van een oplossing in verband brengen met de concentratie aan oxonium- en aan hydroxide-ionen.  in zure, basische en neutrale oplossingen: - de $pH$ definiëren als $pH = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$ ; - de $pOH$ definiëren als $pOH = -\log [\text{OH}^-]$ ; - het verband uitleggen tussen de $pH$ en de $pOH$ van oplossingen;	6.3 Waterstofexponent $pH$	6.3 Waterstofexponent $pH$  Het begrip $pH$ werd al gezien in de tweede graad. In de derde graad gaat de leraar na in welke mate de leerlingen het begrip beheersen. Overleg met wiskunde i.v.m. logaritmen. Eventueel wordt de logaritme aan de hand van de rekenmachine uitgelegd.
	de zuurconstante $K_z$ als evenwichtsconstante van de protolyse van een brønstedzuur met water definiëren.	6.4 Sterkte van zuren en basen   Zuren	

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
	<p>de baseconstante <math>K_b</math> als evenwichtsconstante van de protolyse van een brønstedbase met water definiëren.</p> <p>in zuur-basekoppels het verband leggen tussen de zuurconstante van een brønsted-zuur en de baseconstante van de geconjugeerde base.</p> <p>de grootheden <math>pK_z</math> en <math>pK_b</math> definiëren.</p>	Basen	
	<p>de <math>pH</math> van een oplossing van een sterk zuur berekenen.</p> <p>de <math>pH</math> van een oplossing van een sterke base berekenen.</p> <p>de <math>pH</math> van een oplossing van een zwak zuur berekenen.</p> <p>de <math>pH</math> van een oplossing van een zwakke base berekenen.</p> <p>de <math>pH</math> van zoutoplossingen berekenen.</p>	6.5 Berekeningen van de $pH$	<p>6.5 Berekening van de <math>pH</math> (van oplossingen in water)</p> <p>Controleer van een aantal oplossingen de berekende <math>pH</math> experimenteel (eventuele afwijking tussen experimentele en berekende waarde kan besproken worden).</p> <p>Voorbeelden van sterke zuren: <math>HBr</math>, <math>HClO_3</math>, <math>HCl</math>, <math>HNO_3</math></p> <p>Voorbeelden van sterke basen: <math>NaOH</math>, <math>Ba(OH)_2</math>.</p> <p>Voorbeelden van zwakke zuren: <math>HF</math>, <math>CH_3COOH</math> (HAc), <math>HCOOH</math>, <math>HCN</math>, <math>H_2S</math>, <math>H_3PO_4</math>.</p> <p>Voorbeelden van zwakke basen: <math>NH_3</math>, <math>CH_3NH_2</math>.</p> <p>Goed oplosbare zouten dissociëren volledig bij het oplossen in water. De vrijgekomen ionen ondergaan een protolyse met water.</p> <p>Voorbeeld: oplossen van <math>Al(NO_3)_3</math> in water:  <math>Al(NO_3)_3 \rightarrow Al^{3+} + 3 NO_3^-</math> (dissociatie)</p>

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
			$\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+} + \text{H}_3\text{O}^+$ zwak zuur (niet te verwaarlozen) $\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HNO}_3 + \text{OH}^-$ (zeer zwakke base, te verwaarlozen) Elk zout bevat minstens een zuur (positief ion) en een base (negatief ion). Afhankelijk van het geval is de $\text{pH} < 7$ of $\text{pH} = 7$ of $\text{pH} > 7$
	de werking van zuur-base-indicatoren als toepassing van zuur-base-evenwichten verklaren.	6.6 Zuur-base-indicatoren	6.6 Zuur-base-indicatoren De experimentele bepaling van de $\text{pH}$ van oplossingen in water uitleggen (zuur-base-indicatoren en $\text{pH}$ -meter).
	een buffermengsel definiëren als een mengsel van een zwak zuur en zijn geconjugeerde base. de eigenschappen van een buffermengsel verwoorden en de werking ervan uitleggen door middel van een voorbeeld. de $\text{pH}$ van een buffermengsel berekenen. de $\text{pH}$ -verandering berekenen van een buffermengsel waaraan een (kleine) hoeveelheid sterk zuur of sterke base toegevoegd werd. enkele toepassingen van buffermengsels	6.7 Buffermengsels	6.7 Buffermengsels Mogelijke experimenten: Meten van het verloop van de $\text{pH}$ bij toevoeging van een sterk zuur of een sterke base in: <ul style="list-style-type: none"> <li>- zuiver water;</li> <li>- een bufferoplossing (bijv. <math>\text{NaAc} + \text{HAc}</math>).</li> </ul> Contexten: bijv. In het menselijk lichaam zorgen buffers ( $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ , $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$ ) ervoor dat de $\text{pH}$ van het bloed constant wordt gehouden ( $\text{pH} = 7,4$ ).

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
	geven.		
	<p>het <math>pH</math>-verloop tijdens een zuur-basetitratie aangeven.</p> <p>een geschikte zuur-base-indicator voor een titratie kiezen.</p>	6.8 Neutralisatiereacties	<p>6.8 Neutralisatiereacties</p> <p>Bij berekeningen van het <math>pH</math>-verloop tijdens titraties kan men zich beperken tot de berekening van de <math>pH</math> bij het startpunt en bij het equivalentiepunt.</p> <p>De berekeningen bieden de gelegenheid om te oefenen bij het bepalen van de keuze van de geschikte formules voor de <math>pH</math>-berekening.</p> <p>Titratiecurven voorstellen.</p>
	<p>de verschillende stappen van een chemische analyse beschrijven en met een voorbeeld illustreren.</p> <p>met eenvoudig materiaal een eenvoudige neutralisatiereactie uitvoeren.</p>	<b>Leerlingenpracticum:</b> neutralisatiereactie	<p>Mogelijke experimenten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bepaling van de concentratie van azijnzuur in tafelazijn</li> <li>- bepaling van het gehalte acetylsalicylzuur in aspirine</li> <li>- bepaling van de concentratie NaOH in een commerciële ontstopper.</li> </ul>
	<b>7</b>	<b>7 Chemisch rekenen</b>	<b>7 Chemisch rekenen</b>  De leraar gaat na welke leerplandoelstellingen al in vorige hoofdstukken werden bereikt. In overleg met de collega fysica worden noties i.v.m. de nauwkeurigheid van metingen en berekeningen aangebracht.
	uit de procentuele samenstelling de	7.1 Procentuele samenstelling van een verbinding	7.1 Procentuele samenstelling van een verbinding  Mogelijk experiment:

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
	formule van een verbinding afleiden.		het aantal moleculen kristalwater per formule-eenheid van een hydraat bepalen en het kleurverschil tussen watervrije zouten en hydraten waarnemen.
	<p>aangeven dat het molair gasvolume bij normomstandigheden 22,4 liter per mol bedraagt en onafhankelijk is van de aard van het gas.</p> <p>het gasvolume, de massa en/of het aantal deeltjes bij normomstandigheden en bij andere omstandigheden berekenen.</p>	7.2 Molair gasvolume	<p>7.2 Molair gasvolume</p> <p>Herhaling uit de tweede graad overleg met fysica (algemene gaswet)</p> <p>Normomstandigheden (n.o.): 0 °C en 1013 hPa</p> <p>Context: historische ontwikkeling o.a. R. Boyle, A. Avogadro.</p>
	<p>de samenstelling van een oplossing uitdrukken in massa/volumepercent, concentratie, massaprocent en volumepercent.</p> <p>berekeningen maken die een verband leggen tussen de concentratie in mol per liter en de samenstelling in procent.</p> <p>berekeningen maken die verband houden met het verdunnen van een oplossing.</p> <p><i>bij het heterogeen evenwicht van een weinig oplosbare ionverbinding, het oplosbaarheidsproduct <math>K_s</math> aangeven als het</i></p>	7.3 Samenstelling van een oplossing	<p>7.3 Samenstelling van een oplossing</p> <p>Contexten: bijv.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- alcoholgehalte van drank uitgedrukt in graden of volumepercenten;</li> <li>- huishoudelijke oplossingen</li> <li>- milieunormen en het gebruik van ppm en ppb.</li> </ul> <p>Laat de leerlingen de samenstelling van bijv. zuren omrekenen van de ene uitdrukking in de andere: bijv. vertrekken van de gegevens op een etiket.</p> <p>Berekeningen van verdunningen ook in combinatie met pH-berekeningen.</p> <p>Bij het heterogeen evenwicht tussen de kristallijne fase en de opgeloste fase van een verzadigde oplossing van een weinig oplosbaar zout is het product van de ionenconcentraties bij een bepaalde temperatuur</p>

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
	<i>product van de ionenconcentraties in de verzadigde oplossing. (U)</i>		constant, dit is het oplosbaarheidsproduct $K_s$ . Het principe van Le Chatelier toepassen om het gelijknamig-ioneffect te verklaren. Berekeningen maken die het verband leggen tussen de oplosbaarheid en het oplosbaarheidsproduct.
	massa's, stofhoeveelheden, concentraties, gasvolumes (bij normomstandigheden en bij andere omstandigheden) van uitgangsstoffen en reactieproducten berekenen, bij stoichiometrische hoeveelheden en bij overmaat van één der uitgangsstoffen.	7.4 Kwantitatief aspect van de reactievergelijking	7.4 Kwantitatief aspect van de reactievergelijking Wijs ter herhaling op het bestaan van de tabel met zuur-basekoppels en zuurconstanten en gebruik de tabel om mogelijke zuur-basereacties te voorspellen. Maak o.a. pH-berekeningen na samenvoegen van een zure en een basische oplossing, in stoichiometrische verhouding en bij overmaat van één der reagentia. Context: de val van het proton.
	<b>8</b>  zoeken of in een reactie de oxidatietrap van atomen verandert en besluiten of de reactie een redoxreactie is.  besluiten dat als de oxidatietrap van een atoom daalt, respectievelijk stijgt, het atoom gereduceerd, respectievelijk geoxideerd wordt.  aantonen dat de reductie van atomen van een element steeds gepaard gaat met de oxidatie van andere atomen van een (meestal ander) element.  redoxvergelijkingen opstellen vertrekkende van de gegevens van het experiment.	<b>8 Redoxreacties en elektrochemie</b>  8.1 Oxidatietrappen en redoxvergelijkingen	<b>8 Redoxreacties en elektrochemie</b>  8.1 Oxidatietrappen en redoxvergelijkingen De leerinhouden van de tweede graad worden herhaald: - oxidatietrap - oxidatie, reductie, redoxreactie - oxidator en reductor  De leerlingen leren vuistregels voor het bepalen van de oxidatietrappen van de atomen in een verbinding.  Voor elke redoxreactie wordt zoveel mogelijk vertrokken van de waarnemingen van het experiment.  Er moet voldoende tijd besteed worden aan het opstellen

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
	<p>in een gegeven redoxvergelijking de betrokken deeltjes, op basis van de elektronenoverdracht, identificeren als oxidator of als reductor.</p> <p>redoxvergelijkingen opstellen voor reacties in zuur en in basisch midden.</p>		<p>van redoxvergelijkingen volgens een geëigend algoritme.</p> <p>Contexten: bijv.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- historische evolutie van het begrip oxidatie</li> <li>- verbrandingen</li> <li>- redoxreacties bij ademhaling en fotosynthese.</li> <li>- bleken van jeans met <math>\text{KMnO}_4</math> als oxidator</li> <li>- zuurstofwater als ontsmettingsmiddel en bleekmiddel</li> <li>- chemoluminescentie</li> </ul>
	<p>met eenvoudig materiaal een eenvoudige redoxreactie uitvoeren.</p> <p>van volgende stoffen een typische toepassing of eigenschap aangeven: natriumhypochloriet (bleekwater), waterstofperoxide.</p>	<p><b>Leerlingenpracticum:</b></p> <p>Redoxreacties</p>	<p>Mogelijke experimenten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verbranding, metaal + zuur, metaaloxide + diwaterstof;</li> <li>- katalytische (<math>\text{MnO}_2</math>) ontleding van waterstofperoxide;</li> <li>- redoxreacties met <math>\text{KMnO}_4</math>, afhankelijk van het milieu;</li> <li>- titratie van <math>\text{H}_2\text{O}_2</math> met natriumthiosulfaat;</li> <li>- opstellen van een verdringingsreeks van metalen;</li> <li>- opstellen van een verdringingsreeks van halogenen;</li> <li>- een galvanische cel samenstellen (bijv. Volta-element).</li> </ul>
	<p>met voorbeelden aangeven dat in een redoxreactie de sterkste oxidator reageert met de sterkste reductor.</p> <p><i>de sterkte van oxidators en reductors toepassen op de verdringingsreeks van de metalen.(U)</i></p> <p><i>de sterkte van oxidators en reductors toepassen op de verdringingsreeks van de niet-metalen.(U)</i></p>	<p>8.2 Sterkte van reductors en oxidators</p>	<p>8.2 Sterkte van reductors en oxidators</p> <p>Naar analogie met de zuur-basekoppels volgens Brønsted kan vastgesteld worden dat met een sterke reductor een zwakke geconjugeerde oxidator overeenkomt en vice versa.</p> <p>Experimenteel een aantal reductors en oxidators kwalitatief vergelijken.</p>

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
	<p>het begrip redoxsysteem definiëren.</p> <p>een redoxsysteem schrijven als:  <math>\text{oxidator} + n e \rightleftharpoons \text{reductor}</math>.</p> <p>het principe van de elektrochemische cel schematisch weergeven.</p> <p>in een tabel, waarin redoxsystemen gerangschikt zijn volgens de waarde van hun standaardredoxpotentiaal <math>E^\circ</math>, het potentiaalverschil <math>\Delta E^\circ</math> definiëren en berekenen.</p> <p>met behulp van deze tabel de afloop van belangrijke redoxreacties voorspellen.</p> <p>elektrolyse kenschetsen als een redoxreactie, waarbij een anodische oxidatie en een kathodische reductie optreedt.</p>	8.3 Redoxsystemen	<p>8.3 Redoxsystemen</p> <p>De redoxsystemen voorstellen van een aantal halfreacties en deze rangschikken in een redoxtabel.</p> <p>Eenvoudige galvanische cellen maken en de spanning meten.</p> <p>Het ontstaan van elektrische stroom in een galvanisch element verklaren door verschillen in oxiderend, resp. reducerend vermogen.</p> <p>Uit de tabel met standaardredoxpotentialen de te verwachten spanning tussen elektroden afleiden en vergelijken met effectieve metingen.</p> <p>De anodische oxidatie en de kathodische reductie aantonen.</p> <p>Tenminste één industriële elektrolytische bereidings- of zuiveringsmethode beschrijven.</p>
9	<p>een determineertabel gebruiken met volgende stofklassen: alkanen, alkenen, alkynen, alcoholen, halogeenalkanen, aminen, aldehyden, ketonen, carbonzuren, esters, amiden, ethers.</p> <p>koolstofverbindingen aan de hand van een gegeven structuurformule of naam toewijzen aan een stofklasse met behulp van een determineertabel.</p> <p>gegeven eigenschappen van mono-</p>	<p><b>9 Organische stoffen en hun reacties</b></p> <p>Algemeen</p>	<p><b>9 Organische stoffen en hun reacties</b></p> <p>Bij de bespreking van iedere stofklasse komen steeds dezelfde items terug nl.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- motiverende inleiding met enkele toepassingen uit het (dagelijks) milieu van de leerling;</li> <li>- bespreking van de functionele groep (belangrijk i.v.m. het chemisch gedrag van de stofklasse);</li> <li>- mogelijke isomerievormen + nomenclatuur +oefeningen;</li> </ul>

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHouden	PEDAGOGISCHE WENKEN
	<p>functionele koolstofverbindingen in verband brengen met de karakteristieke groep en het koolstofskelet.</p> <p>het begrip isomerie uitleggen aan de hand van representatieve voorbeelden van structuur- en stereo-isomerie.</p> <p>een reactie uit de koolstofchemie toewijzen aan één van de volgende reactietypes: substitutie, additie, eliminatie, condensatie, vorming van macromolecule, skeletafbraak.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- fysische eigenschappen beperkt tot smpt., kpt., oplosbaarheid in water (polair) en apolaire oplosmiddelen + verklaring via intermoleculaire krachten; vergelijken van de kookpunten van de verschillende verbindingklassen en de verklaring geven;</li> <li>- voorkomen in de natuur en/of bereiding;</li> <li>- chemische eigenschappen beperkt tot de belangrijkste en een minimum aan reactiemechanismen;</li> <li>- uitgebreidere bespreking van eventueel een of meerdere toepassingen van karakteristieke stoffen.</li> </ul> <p>In wat volgt wordt niet de gehele opsomming aan te bespreken items telkens herhaald, maar wordt eventueel een van de hogere aangehaalde items nader toegelicht.</p>
	<p>het onderscheid tussen organische en anorganische stoffen geven.</p> <p>het begrip 'organische stof' in een historisch kader plaatsen.</p> <p>de elementen die een hoofdrol spelen in de organische chemie aantonen.</p> <p>het bijzonder gedrag van koolstof kenschetsen.</p> <p>het hedendaags belang van de organische chemie met voorbeelden aangeven (kleurstoffen, kunststoffen, farmaceutica,</p>	<p>9.1 Inleiding tot de organische chemie</p>	<p>9.1 Inleiding tot de organische chemie</p> <p>Het begrip 'organische stof' en de mythe van de levenskracht ('<i>vis vitalis</i>') worden in een historisch kader geplaatst.</p> <p>Door middel van eenvoudige proeven de aanwezigheid van koolstof en van waterstof in bijvoorbeeld vet, suiker, ... aantonen.</p> <p>Dat een koolstofatoom bijna onbeperkt bindingen kan aangaan met andere koolstofatomen, is een van de oorzaken van het voorkomen van miljoenen organische stoffen.</p>

<b>Decr. nr.</b>	<b>LEERPLANDOELSTELLINGEN</b> <b>De leerlingen kunnen</b>	<b>LEERINHouden</b>	<b>PEDAGOGISCHE WEnKEN</b>
	biochemie enz.).		Voor de naamvorming van de organische verbindingen gebruiken de leerlingen een determineertabel met de belangrijkste stofklassen.
	de structuur en naam van alkanen aangeven.  keten- en ringstructuur van alkanen voorstellen.  het begrip ketenisomerie uitleggen en de naam vormen van eenvoudige ketenisomeren.  het belang van alkanen illustreren.  de structuur van alkenen en alkynen voorstellen.  met voorbeelden plaatsisomerie bij alkenen en alkynen uitleggen en de naam vormen van plaatsisomeren.  <i>cis-trans</i> -isomerie bij alkenen uitleggen.  het belang van alkenen en alkynen illustreren.	9.2 Koolwaterstoffen  Alkanen          Alkenen en alkynen	9.2 Koolwaterstoffen  Alkanen: contexten, bijv. reforming en octaangetal van benzine (opzoeken via ICT).       Alkenen en alkynen: contexten, bijv. bereiding door ‘kraken’ en gebruik.  Elektrofiele additiereacties schrijven met alkenen en alkynen.
	de reactieproducten afleiden bij de homo-lytische substitutiereactie van alkanen met halogenen.	9.3 Halogeenalkanen	9.3 Halogeenalkanen  De reactie van pentaan met dibroom uitvoeren (of een andere halogenering van een alkaan) en daarbij de invloed van licht onderzoeken.  Mogelijke additiereacties:

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
			<p>- etheen en ethyn + Br<sub>2</sub>                      - etheen en propen + HBr</p> <p>Sterische hinder op het reactievermogen van moleculen aanhalen.</p> <p>De nucleofiele substitutie van een broomatoom door een hydroxylgroep uitvoeren (bijv. omzetten van broomethaan in ethanol met natriumhydroxide).</p> <p>Mogelijke eliminatiereacties:                      - dibroom uit 1,2-dibroomethaan                      - HBr uit 2- broompropaan.</p> <p>Context: bijv.                      het belang van halogeenkoolwaterstoffen voor de petrochemie toelichten o.a.:                      - oplosmiddelen                      - koelvloeistoffen                      - insecticiden                      - kunststoffen.</p>
	<p>de oplosbaarheid en het kookpunt van alcoholen vergelijken met die van de alkanen en in verband brengen met hun structuur.</p> <p>bij nucleofiele substitutiereacties van alcoholen het nucleofiel reagens en het elektrofiel substraat en aanduiden.</p>	9.4 Alcoholen	<p>9.4 Alcoholen</p> <p>Ethanol vergelijken met water: bijv.                      - fysische eigenschappen                      - reactie met natriummetaal.</p> <p>De reactie uitvoeren van ethanol met kaliumbromide en zwavelzuur (nucleofiele substitutiereactie).</p> <p>Ethanol dehydrateren met zwavelzuur (eliminatiereactie).</p>

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
	<p>eliminatiereacties schrijven die gebeuren ter hoogte van twee buur C-atomen.</p> <p>het onderscheid tussen primaire, secundaire en tertiaire alcoholen maken.</p> <p>eliminatiereacties schrijven die gebeuren ter hoogte van de alcoholfunctie en deze kenschetsen als een oxidatie.</p> <p>het verschil aangeven tussen de oxidatie van een primaire alcohol en de oxidatie van een secundaire alcohol.</p> <p>afleiden waarom een tertiaire alcohol niet kan geoxideerd worden.</p>		<p>Oxidatie van ethanol tot ethanal, bijv. met kaliumdichromaat in zuur milieu.</p> <p>Oxidatie van methanol tot methanal, bijv. door een gloeiende koperdraad in methanol te dompelen.</p> <p>Contexten: bijv.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de alcoholtest</li> <li>- stofwisseling: omzetting van ethanol in ethanal in het menselijk lichaam</li> <li>- methanol als brandstof</li> <li>- andere toepassingen van alcoholen.</li> </ul>
	<p>aan de hand van een determineertabel vaststellen dat aldehyden ontstaan door oxidatie van primaire alcoholen.</p> <p>aan de hand van een determineertabel vaststellen dat ketonen ontstaan door oxidatie van secundaire alcoholen.</p> <p>proefondervindelijk een aldehyd identificeren met fehling- of tollensreagens.</p> <p>uitleggen waarom een aldehyd bij oxidatie omgezet wordt in een carbonzuur, terwijl een keton zich niet leent tot deze omzetting.</p>	9.5 Aldehyden en ketonen	<p>9.5 Aldehyden en ketonen</p> <p>Zie eliminatiereacties bij de alcoholen.</p> <p>Contexten: bijv.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gebruik van 'formol' en van aceton;</li> <li>- bereiding van azijnzuur door bacteriologische oxidatie van ethanol</li> <li>- stofwisseling: omzetting van ethanol via ethanal tot ethaanzuur in het menselijk lichaam</li> <li>- glucose en fructose (in overleg met biologie).</li> </ul>
	carbonzuren als brønstedzuren	9.6 Carbonzuren	9.6 Carbonzuren

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
	<p>kenschetsen.</p> <p>de sterkte van carbonzuren onderling vergelijken en verklaren.</p> <p>de reactiviteit van halogeencarbonzuren en zuurhalogeniden vergelijken met die van de overeenstemmende carbonzuren.</p> <p>de spiegelbeeldisomerie bij melkzuur beschrijven.</p> <p>formules en structuur van amiden aangeven.</p>		<p>De oplosbaarheid van carbonzuren in water en in apolaire oplosmiddelen proefondervindelijk onderzoeken en de resultaten verklaren.</p> <p>De reactiviteit van magnesium met oplossingen (1 mol/L) van zoutzuur, mierenzuur en azijnzuur vergelijken en uitleggen met het inductief effect.</p> <p>Contexten: bijv.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- het belang en de toepassingen van enkele carbonzuren en derivaten: mierenzuur, azijnzuur, boterzuur, oxaalzuur, melkzuur (spiegelbeeldisomerie), wijnsteenzuur, citroenzuur.</li> <li>- het belang van de aminozuren</li> <li>- de vorming van eiwitten (in overleg met biologie).</li> </ul>
	<p>de reactie schrijven van de verestering van een carbonzuur.</p> <p>verzeping van een ester uitvoeren en verklaren.</p>	9.7 Esters	<p>9.7 Esters</p> <p>De reactie van ethaanzuur (of butaanzuur) met ethanol in zuur milieu: verestering en condensatiereactie.</p> <p>De hydrolyse van een ester in basisch milieu.</p> <p>Contexten: bijv.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wijn: alcoholen, carbonzuren, esters</li> <li>- vetten en zepen.</li> </ul>

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
	bereiding, eigenschappen en gebruik van ethers beschrijven.	9.8 Ethers	9.8 Ethers De vluchtigheid en oplosbaarheid van ethers onderzoeken. De reactie van een halogeenalkaan met een alkanolaat uitvoeren (williamsonsynthese van een ether).  Contexten: bijv. - de geur van kruiden; - ethers in de geneeskunde en de parfumerie.
	de reactievergelijkingen schrijven voor de bereiding van een amine.  een primair, secundair en tertiair amine als base kenschetsen.	9.9 Aminen	9.9 Aminen Een amine bereiden door reactie van een halogeenalkaan met ammoniak of een ander amine. De basische eigenschappen van ammoniak, ethylamine, diethylamine en propylamine vergelijken en verklaren.  Contexten: bijv. - de geur van rotte vis; - drugs; - geneesmiddelen.
	de historische achtergronden i.v.m. de ontdekking van de structuur van benzeen	9.10 Aromatische koolstofchemie	9.10 Aromatische koolstofchemie

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN	PEDAGOGISCHE WENKEN
	<p>weergeven.</p> <p>door mesomerie verklaren waarom benzeen bijzondere eigenschappen bezit.</p>	9.10.1 Benzeen	<p>9.10.1 Benzeen</p> <p>Mesomerie van de benzeenring.</p> <p>Het onderscheid maken tussen alifatische en aromatische cyclische verbindingen.</p> <p>Context: historische ontwikkeling.</p>
	<p>het reactiemechanisme van de elektrofiële substitutie van benzeen weergeven.</p> <p>de reactievergelijking voor de bereiding van tolueen, broombenzeen, nitrobenzeen en benzeensulfonzuur met structuurformules weergeven.</p> <p>met structuurformules de <i>ortho</i>-, de <i>meta</i>- en de <i>para</i>-isomeren van disubstitutieproducten van benzeen weergeven.</p> <p>oriëntatieregels toepassen.</p>	9.10.2 Substitutieproducten van benzeen	<p>9.10.2 Substitutieproducten van benzeen</p> <p>In het schoollaboratorium zijn experimenten met benzeen niet toegelaten. Als alternatief kan met tolueen gewerkt worden.</p> <p>Mogelijke experimenten: alkylering, bromering, nitroering, sulfonering.</p> <p>Het oriënterend en (des)activerend vermogen van een substituent uitleggen met het mesomeer effect en het inductief effect.</p> <p>Beschrijving van: fenol, aniline.</p> <p>Bespreking en bereiding van azokleurstoffen.</p> <p>Contexten: bijv.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verf, white spirit, thinner</li> <li>- springstoffen</li> <li>- wasmiddelen</li> <li>- kleurstoffen</li> <li>- geneesmiddelen.</li> </ul>

Decr. nr.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHouden	PEDAGOGISCHE WENKEN
	<p>voorbeelden geven van natuurlijke macromoleculaire stoffen en van kunststoffen.</p> <p>de reactievergelijking voor de polymerisatie schrijven, wanneer het monomeer gegeven is en motiveren waarom het monomeer een onverzadigde verbinding moet zijn.</p> <p>reactievergelijkingen van polycondensaties schrijven.</p> <p>de bereiding, eigenschappen en toepassingen van een aantal veel gebruikte kunststoffen weergeven.</p> <p>effecten van chemie op de samenleving illustreren.</p>	9.11 Kunststoffen	<p>9.11 Kunststoffen</p> <p>Fysische eigenschappen van kunststoffen onderzoeken en een onderscheid maken tussen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- thermoplasten</li> <li>- elastomeren</li> <li>- thermoharders.</li> </ul> <p>Mogelijke bereidingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- polystyreen bereiden uit styreen met zwavelzuur</li> <li>- bakeliet bereiden uit fenol, formaldehyd en zoutzuur</li> <li>- polycondensatiereactie van ftaalzuuranhydride met glycerol</li> <li>- polycondensatie van sebacyldichloride met hexamethyleendiamine.</li> </ul> <p>Contexten, eventueel geïllustreerd door een verzameling voorwerpen uit het dagelijks leven: bijv.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nitrocellulose, pingpongballen</li> <li>- polystyreen, polyethyleen, PVC, rubber, autobanden</li> <li>- bakeliet, polyester, nylon, polyamiden</li> <li>- polyurethaan.</li> </ul>
	een kunststof bereiden en de eigenschappen ervan onderzoeken.	Leerlingenpracticum	Bereiding en eigenschappen van kunststoffen.

## PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

### 1 Algemene pedagogisch-didactische wenken

#### 1.1 Begeleid zelfgestuurd leren

##### 1.1.1 Wat?

Met begeleid zelfgestuurd leren (BZL) bedoelen we het geleidelijk opbouwen van een competentie naar het einde van het secundair onderwijs, waarbij leerlingen meer en meer het leerproces zelf in handen gaan nemen. Zij zullen meer en meer zelfstandig beslissingen leren nemen in verband met leerdoelen, leeractiviteiten en zelfbeoordeling.

Dit houdt onder meer in dat:

- de opdrachten meer open worden;
- er meerdere antwoorden of oplossingen mogelijk zijn;
- de leerlingen zelf keuzes leren maken en verantwoorden;
- de leerlingen zelf leren plannen;
- er feedback wordt voorzien op proces en product;
- er gereflecteerd wordt op leerproces en leerproduct.

De leraar is ook coach, begeleider.

De impact van de leerlingen op de inhoud, de volgorde, de tijd en de aanpak wordt groter.

##### 1.1.2 Waarom?

Begeleid zelfgestuurd leren sluit aan bij enkele pijlers van ons PPGO, o.m.

- leerlingen zelfstandig leren denken over hun handelen en hierbij verantwoorde keuzes leren maken;
- leerlingen voorbereiden op levenslang leren;
- het aanleren van onderzoeksmethodes en van technieken om de verworven kennis adequaat te kunnen toepassen.

Vanaf het kleuteronderwijs worden werkvormen gebruikt die de zelfstandigheid van kinderen stimuleren, zoals het gedifferentieerd werken in groepen en het contractwerk.

Ook in het voortgezet onderwijs wordt meer en meer de nadruk gelegd op de zelfsturing van het leerproces in welke vorm dan ook.

Binnen de vakoverschrijdende eindtermen, meer bepaald “Leren leren”, vinden we aanknopingspunten als:

- keuzebekwaamheid;
- regulering van het leerproces;
- attitudes, leerhoudingen, opvattingen over leren.

In onze huidige (informatie)maatschappij wint vaardigheid in het opzoeken en beheren van kennis voortdurend aan belang.

##### 1.1.3 Hoe te realiseren?

Het is belangrijk dat bij het werken aan de competentie de verschillende actoren hun rol opnemen:

- de leerling wordt aangesproken op zijn motivatie en “leer”kracht;
- de leraar krijgt de rol van coach, begeleider;
- de school dient te ageren als stimulator van uitdagende en creatieve onderwijsleersituaties.

De eerste stappen in begeleid zelfgestuurd leren zullen afhangen van de doelgroep en van het moment in de leerlijn “Leren leren”, maar eerder dan begeleid zelfgestuurd leren op schoolniveau op te starten is “klein beginnen” aan te raden.

Vanaf het ogenblik dat de leraar zijn leerlingen op min of meer zelfstandige manier laat

- doelen voorop stellen;
- strategieën kiezen en ontwikkelen;
- oplossingen voorstellen en uitwerken;
- stappenplannen of tijdsplannen uitzetten;
- resultaten bespreken en beoordelen;
- reflecteren over contexten, over proces en product, over houdingen en handelingen;
- verantwoorde conclusies trekken;
- keuzes maken en verantwoorden

is hij al met een of ander aspect van begeleid zelfgestuurd leren bezig.

## **1.2 ICT**

### **1.2.1 Wat?**

Onder informatie- en communicatietechnologie (ICT) verstaan we het geheel van computers, netwerken, internetverbindingen, software, simulatoren, enz. Telefoon, video, televisie en overhead worden in deze context niet expliciet meegenomen.

### **1.2.2 Waarom?**

De recente toevloed van informatie maakt levenslang leren een noodzaak voor iedereen die bij wil blijven. Maatschappelijke en onderwijskundige ontwikkelingen wijzen op het belang van het verwerven van ICT. Enerzijds speelt het in op de vertrouwde met de beeldcultuur en de leefwereld van jongeren. Anderzijds moeten jongeren niet alleen in staat zijn om nieuwe media efficiënt te gebruiken, maar is ICT ook een hulpmiddel bij uitstek om de nieuwe onderwijsdoelen te realiseren. Het nastreven van die competentie veronderstelt onderwijsvernieuwing en aangepaste onderwijsleersituaties. Er wordt immers meer en meer belang gehecht aan probleemoplossend denken, het zelfstandig of in groep leren werken, het kunnen omgaan met enorme hoeveelheden aan informatie...

In bepaalde gevallen maakt ICT deel uit van de vakinhoud en is ze gericht op actieve beheersing van bijvoorbeeld een softwarepakket binnen de lessen informatica. In de meeste andere vakken of bij het nastreven van vakoverschrijdende eindtermen vervult ICT een ondersteunende rol. Door de integratie van ICT kunnen leerlingen immers:

- het leerproces in eigen handen nemen;
- zelfstandig en actief leren omgaan met les- en informatiemateriaal;
- op eigen tempo werken en een eigen parcours kiezen (differentiatie en individualisatie).

### **1.2.3 Hoe te realiseren?**

In de eerste graad van het SO kunnen leerlingen onder begeleiding elektronische informatiebronnen raadplegen. In de tweede en nog meer in de derde graad kunnen de leerlingen “spontaan” gegevens opzoeken, ordenen, selecteren en raadplegen uit diverse informatiebronnen en –kanalen met het oog op de te bereiken doelen.

Er bestaan verschillende mogelijkheden om ICT te integreren in het leerproces. Bepaalde programma's kunnen het inzicht verhogen d.m.v. visualisatie, grafische voorstellingen, simulatie, het opbouwen van schema's, stilstaande en bewegende beelden, demo...

Sommige cd-roms bieden allerlei informatie interactief aan, echter niet op een lineaire manier. De leerling komt via bepaalde zoekopdrachten en verwerkingstaken zo tot zijn eigen “gestructureerde leerstof”.

Databanken en het internet kunnen gebruikt worden om informatie op te zoeken. Wegens het grote aanbod aan informatie is het belangrijk dat de leerlingen op een efficiënte en een kritische wijze leren omgaan met deze informatie. Extra begeleiding in de vorm van studiewijzers of instructiekaarten is een must. Om tot een kwaliteitsvol eindresultaat te komen, kunnen leerlingen de auteur (persoon, organisatie...) toevoegen alsook de context, andere bronnen die de inhoud bevestigen en de onderzoeksmethode. Dit zal het voor de leraar gemakkelijker maken om het resultaat en het leerproces te beoordelen.

De resultaten van individuele of groepsopdrachten kunnen gekoppeld worden aan een mondelinge presentatie. Een presentatieprogramma kan hier ondersteunend werken. Men kan resultaten en/of informatie uitwisselen via e-mail, blackboard, chatten, nieuwsgroepen, discussiefora... ICT maakt immers allerlei nieuwe vormen van directe en indirecte communicatie mogelijk. Dit is zeker een meerwaarde omdat ICT op die manier niet alleen de mogelijkheid biedt om interscolaire projecten op te zetten, maar ook om de communicatie tussen leraar en leerling (uitwisselen van cursusmateriaal, planningsdocumenten, toets- en examenvragen...) en leraren onderling (uitwisseling lesmateriaal ...) te bevorderen. Sommige programma's laten toe op graduele niveaus te werken. Ze geven de leerling de nodige feedback en remediëring gedurende het leerproces (= zelfreflectie en -evaluatie).

### **1.3 Uitvoeren van real-timemetingen**

Interessante experimenten die hieronder aan bod komen, o.a.:

- meten van de pH van oplossingen;
- rechtstreeks demonstreren van titratiecurven;
- meten van redoxpotentialen.

Hiervoor moet men beschikken over de gewenste apparatuur (Labsoft-3 of -4, Pasco, Coachlab).

## 2 Specifieke pedagogisch-didactische wenken

### 2.1 Verschillende benaderingen van de chemie

Chemie in studierichtingen met de pool wetenschappen beoogt de natuurlijke nieuwsgierigheid van jongeren tegenover de hen omringende wereld te stimuleren en te ondersteunen door er een wetenschappelijke fundering aan te geven. Dit gebeurt door hen te introduceren in verschillende benaderingen van de chemie, namelijk:

- chemie als middel om toestanden en verschijnselen uit de dagelijkse ervaringswereld te verklaren. Hier gaat het om het leggen van de verbinding tussen praktische toepassingen uit het dagelijkse leven en chemische kennis;
- chemie als middel om op proefondervindelijke wijze gefundeerde kennis over de werkelijkheid te vinden. Het gaat dan om het ontwikkelen van een rationeel en objectief raamwerk voor het oplossen van problemen en het begrijpen van concepten die de verschillende natuurwetenschappelijke disciplines met elkaar verbinden;
- chemie als middel om via haar toepassingen de materiële leefomstandigheden te verbeteren. Leerlingen herkennen hoe chemische ontwikkelingen invloed hebben op hun persoonlijke, sociale en fysische omgeving;
- chemie als cultuurverschijnsel en als mensenwerk. Leerlingen hebben notie van historische, filosofische, sociale en ethische aspecten van de chemie. Hierdoor zien en begrijpen ze relaties met andere disciplines.

### 2.2 Modeldenken in de wetenschappen

Het menselijk bevattingsvermogen is te klein om alle aspecten van de werkelijkheid ineens te begrijpen, laat staan te beschrijven. Van de dingen of de gebeurtenissen die wij ervaren, trachten we ons een zo getrouw mogelijke voorstelling te maken, rekening houdend met een aantal karakteristieken en relevant geoordeelde verbanden, maar met eliminatie van talrijke andere aspecten.

Een dergelijke vereenvoudiging van de realiteit, die tevens een tijdelijke visie inhoudt, noemt men een 'model'. Het is belangrijk dat ook de leerlingen beseffen dat het gebruik van modellen onontbeerlijk is. Wetenschappelijke hypothesen, theorieën en wetten functioneren binnen bepaalde modellen. Zonder theoretische achtergronden van het modeldenken in de klas te behandelen, kunnen de leerlingen er bewust van gemaakt worden dat de modellen die in de les gehanteerd worden beperkt zijn door de voorkennis van de leerlingen, maar ook door de stand van het wetenschappelijk onderzoek zelf. Ook het feit dat in andere leervakken (fysica, biologie, Nederlands) een verschillende benadering van bepaalde thema's zoals de structuur van de materie of de definitie van een zuur, mogelijk is, kunnen de leerlingen dan begrijpen en aanvaarden.

De evolutie van het denken van de leerlingen blijkt soms verbazend parallel te verlopen met de evolutie van de chemie als wetenschap. In die zin is het belangrijk om daar voldoende aandacht aan te besteden, bijv. bij het gebruik van atoommodellen.

In de tweede graad hebben de leerlingen kennis gemaakt met de atoommodellen van Dalton, Thomson, Rutherford en Bohr. Deze modellen behouden hun waarde om een aantal chemische verschijnselen te verklaren. Bij eenvoudige verschijnselen passen eenvoudige modellen.

In de derde graad worden de leerlingen geïnitieerd in meer ingewikkelde atoommodellen: het atoommodel van Sommerfeld (kwantumgetallen en energieniveaus van elektronen) en het atoommodel van Schrödinger (orbitaalmodellen). Voor het verklaren van reactiemechanismen in de koolstofchemie volstaat meestal het eenvoudiger model van Sommerfeld. Om golfmechanische principes te begrijpen is het meer ingewikkelde orbitaalmodel van Schrödinger noodzakelijk. Dit illustreert de relatieve waarde van de verschillende atoommodellen.

## 2.3 Zuur-basetheorieën

In overeenstemming met de minimumdoelstellingen wordt in de tweede graad vooral van de zuur-basetheorie van

S. Arrhenius (1890) gebruik gemaakt.

Zuur = een **stof** die in water  $H^+$  ionen afgeeft (bijv.  $HCl$ ,  $H_2SO_4$ ).

Base = een **stof** die in water  $OH^-$  ionen afgeeft (bijv.  $NaOH$ ) of vormt ( $NH_3$ ).

Volgens de zuur-basetheorie van Arrhenius zijn zuren en basen dus *stoffen*.

J. Brønsted ontwierp in 1923 meer algemene definities voor zuren en basen.

Zuur = een **molecule** of **ion** dat een  $H^+$  ion afgeeft (bijv..  $HCl$ ,  $H_2SO_4$ ,  $HSO_4^-$ ,  $H_3O^+$ ,  $Al(H_2O)_6^{3+}$ )

Base = een **molecule** of **ion** dat een  $H^+$  ion opneemt (bijv..  $NH_3$ .,  $OH^-$ ,  $CO_3^{2-}$ )

Volgens de zuur-basetheorie van Brønsted zijn zuren en basen dus *deeltjes*: moleculen of ionen.

Het onderscheid tussen een brønstedzuur en een arrheniuszuur wordt met het volgende voorbeeld verduidelijkt: alle arrheniuszuren bevatten moleculen die zich als brønstedzuur gedragen.

Bijv. de stof  $HCl$  (een arrheniuszuur) bevat moleculen  $HCl$  (een brønstedzuur).

Bij de bespreking van organische reactiemechanismen wordt de Lewistheorie (1938) toegepast:

Zuur = elektronenpaar-acceptor

Base = elektronenpaar-donor

Volgens de zuur-basetheorie van Lewis zijn zuren en basen dus ook *deeltjes* (moleculen of ionen), maar is men niet meer afhankelijk van de aanwezigheid van  $H^+$ -ionen in de reactie.

Hoewel er dus verschillende manieren zijn om zuren en basen te definiëren, betekent dit niet dat ze elkaar tegenspreken. Ze zitten op een ander niveau.

## 2.4 Werkvormen (o.a. leerlingenpractica)

Er dient een goede balans te zijn in het gebruik van de verschillende werkvormen, die elkaar aanvullen. Het best wordt uitgegaan van een context of van een probleemstelling, eventueel gekoppeld aan een demonstratieproef.

Experimenten spelen een belangrijke rol bij het verwezenlijken van de cognitieve affectieve en psychomotorische doelstellingen van dit leerplan, omdat ze bijdragen tot de ontwikkeling van een groot aantal attitudes.

Leerlingenpractica zijn leerlingenproeven die al naargelang de oefening en afhankelijk van de beschikbare tijd een volledige lestijd in beslag nemen of geïntegreerd worden in een klassikale les. Ze worden evenwichtig over het schooljaar en over de leerstof verdeeld. Ze moeten aansluiten bij de theorie, die in dezelfde periode wordt behandeld.

Elke oefening wordt ingeleid met een duidelijke probleemstelling, die aansluit bij de voorkennis van de leerlingen. De uitvoering wordt in de mate van het mogelijke voorafgegaan door een hypothese. Geef nauwkeurig geformuleerde uitvoerings- en waarnemingsopdrachten, heldere aanwijzingen voor het noteren van waarnemingen en conclusies. De oefening wordt best afgesloten met een korte nabespreking van resultaten en conclusie, in het licht van de eerder geformuleerde probleemstelling en hypothese. Indien het practicum een volledige les in beslag neemt, wordt er een verslag gemaakt.

Voorgaande werkvorm kan uitgebreid aan bod komen als er een derde lestijd chemie 'wetenschappelijk werk' wordt ingericht. In wetenschappelijke studierichtingen is de inrichting van een derde lestijd 'wetenschappelijk werk chemie' sterk aan te bevelen. De leraar moet hiervoor aandringen bij zijn directie en wijzen op de mogelijkheid die hiermee ontstaat om bij de leerlingen de onderzoekscompetenties te ontwikkelen op een hoger niveau.

Uiteraard dienen bij het uitvoeren van experimenten door leraar of leerlingen steeds de veiligheidsvoorschriften in acht te worden genomen:

<http://pbd.gemeenschapsonderwijs.net/wetenschappen>.

## MINIMALE MATERIËLE VEREISTEN<sup>1</sup>

### 1 Vaklokaal

De lessen moeten steeds gegeven worden in het daartoe bestemde chemielokaal, voorzien van een goed uitgeruste leraarstafel, leerlingentafels met water, gas en elektriciteit, trekkast(en) en een wandplaat met het Periodiek Systeem van de elementen. Het lokaal moet demonstratie- en leerlingenproeven toelaten. Het moet uitgerust zijn met een zuurkast en per twee leerlingen een werktafel voorzien van gas, water en elektriciteit. Het moet uitgerust zijn voor projecties en er moet kunnen verduisterd worden.

Algemene uitrusting:

- in de voorraadkamer bevinden zich de nodige veiligheidskasten met de nodige chemicaliën en voldoende glaswerk (reageerbuizen, bekerglazen, erlenmeyers, maatcilinders, maatkolven, kristalliseerschalen, trechters, verbrandingsbuizen, kwartsbuisje, roerstaven...) voor demonstratie- en leerlingenproeven;
- balansen (digitaal), bunsenbranders, statieven, ringen, vuurvast gaas, klemmen, noten, verbrandingslepels, stoppenassortiment, filters;
- thermostatisch waterbad, verwarmingsmantel, magnetische roerder;
- destillatieapparatuur met geslepen glas (liebighoeler, bolkoeler) (meerdere exemplaren);
- set meetspuiten, waterstraalpompen, exsiccator, mortier met stamper, porseleinen kroesjes ...;
- elektrolysetoestel, elektroden met gesinterd glas, elektroden (grafiet, Pt, Zn, Cu, Fe), ampèremeter, schuifweerstand, voltmeter, draden met banaanstekker, krokodilklemmen (alles in het veelvoud voor leerlingenpracticum);
- buretten, wasflessen, driewegkranen, zuigpipetten, reageerbuistangen, kroezentangen... (meerdere exemplaren voor leerlingenpracticum);
- moleculemodellen (1 set per 2 leerlingen), roostermodellen.

Naast de klassieke chemicaliën heeft men voor het illustreren van contexten ook een aantal materialen en producten nodig uit het dagelijkse leven.

### 2 Integratie van ICT

Het lokaal is voorzien van ten minste een goed uitgeruste computer met printer, met mogelijkheden voor 'real-time'-metingen (meetpaneel, pH- en T-sensor) en eventueel internetaansluiting en is uitgerust voor projectie.

### 3 Veiligheid

Om aan de nodige veiligheids- en milieuvoorschriften te voldoen dienen o.a. aanwezig te zijn: veiligheidstekens, veiligheidskasten voor de opslag van gevaarlijke producten (voorzien van de overeenkomstige gevarensymbolen), blustoestel, emmer met zand, branddeken, metalen papiermand, labojassen, veiligheidsbrillen, oogdouche of oogwasfles, handschoenen, EHBO-kit met brandzalf, wandplaat en/of lijst met R- en S-zinnen, containers of flessen voor selectief verzamelen van afvalstoffen.

---

<sup>1</sup> Inzake veiligheid is de volgende wetgeving van toepassing:

- Codex,
- ARAB,
- AREI,
- Vlarem.

Deze wetgeving bevat de technische voorschriften die in acht moeten genomen worden m.b.t.:

- de uitrusting en inrichting van de lokalen;
- de aankoop en het gebruik van toestellen, materiaal en materieel.

Zij schrijven voor dat:

- duidelijke Nederlandstalige handleidingen en een technisch dossier aanwezig moeten zijn;
- alle gebruikers de werkinstructies en onderhoudsvoorschriften dienen te kennen en correct kunnen toepassen;
- de collectieve veiligheidsvoorschriften nooit mogen gemanipuleerd worden;
- de persoonlijke beschermingsmiddelen aanwezig moeten zijn en gedragen worden, daar waar de wetgeving het vereist.

## EVALUATIE

### 1 De evaluatie heeft een tweevoudig doel

De evaluatie dient aan de leerling informatie te geven over de mate waarin hij of zij er in geslaagd is om zowel de kennis als de vaardigheden te beheersen die mogen verwacht worden na het leerproces.

De evaluatie moet aan de leraar de feedback geven om vast te stellen of hij of zij de meest aangepaste methode hanteert om de gestelde doelen te bereiken.

Een evaluatie is meer dan een getal om een rapportcijfer te berekenen. Het is een werkinstrument waarbij permanent en wederzijds (leerling-leraar) besluiten dienen getrokken te worden over het onderwijs- en leerproces.

In het kader van het Schoolreglement en het Schoolwerkplan is het aangewezen om ouders en leerlingen tijdig over de wijze van evalueren in te lichten.

### 2 Eigenschappen van een goede evaluatie

Door te evalueren wil men bij de leerlingen nagaan in hoeverre de doelstellingen die men met het leerproces wilde bereiken, bereikt zijn.

De evaluatie moet daarom volgende kenmerken bezitten: ze moet valide, betrouwbaar en efficiënt zijn.

Validiteit: mate waarin de toets of de eindproef overeenstemt met het gegeven onderwijs. Dit betekent o.a. dat er bij de evaluatie voldoende vragen rond de behandelde contexten moeten voorkomen.

Betrouwbaarheid: het uitschakelen van toevalsinvloeden en het aanwenden van objectieve meetmethoden.

Efficiëntie: de tijd nodig voor het voorbereiden en het afnemen van de toets moet in verhouding staan tot het bekomen van relevante informatie, liefst in een minimum van tijd.

Onvoldoende resultaten bij individuele leerlingen of bij gedeelten van de klasgroep, zullen de leraar ertoe aanzetten om remediërend in te grijpen. Indien nodig zal de leraar voor andere werkvormen en leermiddelen kiezen.

Een evaluatie kan een signaal geven om doelstellingen en /of leerinhouden bij te sturen.

Verder is de evaluatie een belangrijk gegeven bij de pedagogische begeleiding en bij de controle door de inspectie.

Voor de leerling is het van belang, om door de evaluatie te weten te komen, hoe zijn evolutie is binnen het leerproces. Een evaluatiecijfer voor dagelijks werk zal dus noodzakelijker wijze gesteund zijn op veelvuldige evaluatiemomenten die zowel kennis, vaardigheden als attitudevorming omvatten.

### 3 Soorten evaluatie

#### 3.1 *Dagelijks werk (deelproeven)*

Mondelinge beurten en korte toetsen hebben vooral als doel na te gaan of de leerlingen de genoemde doelstellingen in voldoende mate hebben bereikt. Leerlingen met achterstand zullen bijkomende opdrachten en taken krijgen om zo snel mogelijk bij te benen. Het is een belangrijke taak voor de leraar om de leerlingen individueel te begeleiden, en om de oorzaken van de achterstand te achterhalen en, mits aangepaste remediëring, deze leerlingen te helpen.

‘Leren leren’ krijgt zo een meer concrete betekenis. Via bepaalde technieken zoals beheersingsleren, geprogrammeerde instructie, hulp van medeleerlingen en eventueel van externe deskundigen (CLB) zullen deze leerlingen geholpen worden.

Voor leerlingen die in de betreffende studierichting niet op hun plaats zitten, zal middels afspraken met collega's, directie en/of CLB, op de begeleidende klassenraad zo snel mogelijk een oplossing gezocht worden. De hoofdbedoeling moet blijven, om zo veel als mogelijk leerlingen mee over de meet te krijgen.

Verwacht meer en je zult meer krijgen. Hoge verwachtingen zijn voor iedereen belangrijk, zowel voor leerlingen die moeilijk meekunnen en voor zij die zich niet erg willen inspannen als voor goede, gemotiveerde leerlingen.

Het rapportcijfer van het dagelijks werk is gesteund op een zo breed mogelijke permanente evaluatie van de afgelopen periode.

Zowel cognitieve als affectieve en psychomotorische doelstellingen komen hierbij aan bod. De leraar houdt hiervoor een evaluatieschrift bij. Bij elk cijfergegeven moet summier weer te vinden zijn wat de bedoeling van de evaluatie was.

Hiervoor kan de leraar beschikken over:

- notities over het leergedrag van de leerling in de klas;
- klasgesprekken;
- mondelinge overhoringen;
- korte schriftelijke toetsen;
- herhalingsstoetsen (grotere leerstofgedeelten);
- huis- en klastaken;
- kwalitatieve beoordeling aangaande praktische oefeningen, laboratoriumwerk;
- notities over de mate van het beheersen van de vaardigheden.

### 3.2 *Examens (eindproeven)*

Examens houden een productevaluatie in. Na analyse van de resultaten wordt ook hier door de leraar een diagnose opgesteld, die aanleiding kan zijn tot bijsturing van het leerproces.

Tevens kunnen remediërende maatregelen voor individuele leerlingen ook hier weer uit voortspruiten.

Zowel het gepast aanbieden van de leerstof en de evaluatie als het aanbieden van remediërende opdrachten zijn essentieel in het door ons beoogde totale leerproces.

Via een grote variatie in vraagvormen (open en halfopen, invulvragen, juist- onjuist vragen, sorteervragen, rangschikkingvragen en meerkeuzevragen) zullen vooral de minimumdoelstellingen getoetst worden. Uitsluitend theorievragen moeten vermeden worden.

De duur van de schriftelijke examens komt ten hoogste overeen met het aantal wekelijkse lestijden voor het vak met een minimum van twee lestijden.

De examens worden afgenomen in aanwezigheid van de vakleraar. Hij deelt de leerlingen, bij aanvang van de proef, mee dat bijkomende vragen ter verduidelijking kunnen gesteld worden. Elke bijkomende toelichting wordt hardop gegeven, zodat alle leerlingen op een gelijke wijze worden behandeld.

Een exemplaar van de gestelde vragen met aanduiding van de puntenverdeling wordt samen met de verbeterde examenkopijen in het archief bewaard. Dit exemplaar wordt tevens aangevuld met een niet-absolute modeloplossing (de leerling kan terecht een andere oplossingsmethode gebruiken) of met een opsomming van de aandachtspunten die aanwezig moeten zijn voor oplossingen op open vragen en taken.

Na de proeven hebben de leerlingen het recht de modeloplossing in te zien. Ook hebben zij het recht, op hun vraag, om hun gecorrigeerd examen in te zien.

Voor de examens worden met de leerlingen duidelijke afspraken gemaakt over het verloop ervan. De leraar zorgt ervoor dat minimum 75% van de examenvragen het bereiken van de minimumdoelstellingen toetst.

#### **4 Algemene richtlijnen**

De vragen/opdrachten met aanduiding van de cijferverdeling op de modeloplossing en de aanwijzingen voor de oplossing van de open vragen, worden opgesteld en vooraf aan de directeur overhandigd.

Om achteraf discussies te vermijden zorgt men ervoor dat de leerlingen beschikken over:

- een duidelijk beeld van wat van hen verwacht wordt;
- de vragen en opdrachten die reeds zijn voorgekomen gedurende het didactisch proces;
- een schriftelijk overzicht van de voor het examen te kennen leerstof;
- een geschreven mededeling waarin staat welke informatiebronnen en welk materiaal ze mogen/moeten meebrengen op het examen;
- een blad met vragen om overschrijffouten te vermijden.

Indien in een klas leerlingen van verschillende opties of studierichtingen samen alle lessen of een deel van de lessen volgen, dan is binnen deze klas differentiatie van vragen toegelaten.

Bij eventueel herexamen zal men voor de leerling de leerstof voor dat herexamen zeer nauwkeurig schriftelijk bepalen.

#### **5 Correctie**

Objectieve correctienormen zijn vanzelfsprekend een noodzaak. Wanneer een antwoord verschillende elementen inhoudt, is het aangewezen per essentieel element een puntenverdeling te maken.

De leraar die aan zelfevaluatie wil doen, zal in tabelvorm een overzicht van de behaalde resultaten per leerling en per vraag opstellen. Daarop aansluitend wordt dan verwacht dat de leraar zijn besluiten trekt in verband met de gebruikte onderwijsmethode. Tevens is dit een uitstekend hulpmiddel om gefundeerde remediërende maatregelen t.o.v. de leerlingen te treffen.

## BIBLIOGRAFIE

### 1 Pedagogisch-didactische naslagwerken

BLIECK, A. e.a., *Instrumentarium voor leraren en schoolteams*, Vakoverschrijdende thema's in het secundair onderwijs: gezondheidsopvoeding, milieueducatie en relationele vorming, Uitgeverij Garant, Leuven-Apeldoorn, 1994

BOEKAERTS, M., SIMONS, P., *Leren en instructie, Psychologie van de leerling en het leerproces*, Van Gorcum, Assen, 1995

KIEFER D., *Barron's Regents Exams and Answers, 'Chemistry'*, Barron's Educational Series Inc., New York, ISBN 0-8120-3163-6

TIELEMANS, J., *Psychodidactiek*, Uitg. Garant, Leuven, 1993, ISBN 90-5350-151-7

VERGAUWEN G. & DESERRANO G., *Attitudes evalueren* Uitg. Garant, Antwerpen, 2005

### 2 Naslagwerken chemie

Een verzameling Internet-adressen, van belang voor chemielessen. Ze zijn overzichtelijk per hoofdstuk gerangschikt, zoals ze in het chemiecurriculum van het secundair onderwijs voorkomen:  
<http://www.educeth.ch/chemie/servers/material.html#anchor94888>

John MOORE, *Scheikunde voor Dummies*, Addison Wesley, [www.pearsoneducation.nl](http://www.pearsoneducation.nl)

#### 2.1 Algemene Chemie en Organische Chemie

ATKINS, P.W. en BERAN, J.A., *General Chemistry*, W.H. Freeman and Co, New York, 1992.

BOYO, R.N. en MORRISON, R.T., *Organic Chemistry*, Sixth Edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs

McQUARRIE, D.A. en ROCK, P.A., *General Chemistry*, W.H. Freeman and Co, New York, 1991.

VAN DER MEER, A., *Basischemie voor het MLO*, Heron-reeks, tweede herziene druk, Kluwer, Antwerpen, 2000.

VAN DER MEER, A., DIRKS, R., *Organische chemie voor het MLO*, Heron-reeks, eerste druk, Kluwer, Antwerpen, 1995, ISBN 90 313 1736 5

ZUMDAHL, S.S., *Chemical Principles*, D.C. Heath, Lexington, 1992.

ZUMDAHL, ZUMDAHL, *Chemistry*, sixth edition, Houghton Mifflin Company, 2003.

#### 2.2 Anorganische Chemie

COTTON, F.A. en WILKINSON, G., *Advanced Inorganic Chemistry*, John Wiley, New York 1988.

#### 2.3 Analytische Chemie

DEWEGHE, L., MORTIER, J-M., *Eten, meten en weten*, KVCV, Leuven, ISBN 90-9007430-9

HOLLER, F.J., SKOOG, D.A. en WEST, D.M., *Fundamentals of Analytical Chemistry*, Sixth Edition, Saunders, Forth Worth, 1992.

VAN DER MEER, A., *Analytische chemie voor het MLO*, Heron-reeks, Kluwer, Antwerpen, 1999.

## 2.4 Andere naslagwerken

ANGENON, A., *Werken met grootheden en wettelijke eenheden*, Die Keure, Brugge, 1998, ISBN 9057510677

ARNOLD, N., *Explosive experiments*, Commonwealth House, London UK, ISBN 0-439-99927.8

ATKINS, P.W., *Moleculen: chemie in drie dimensies*, Natuurwetenschap & Techniek 1990.

ATKINS, P.W., *Chemische reacties: materie in beweging*, Natuurwetenschap & Techniek 1993.

BROEK (VAN DE), J., *Over sneeuwballen en glaasjes melk*, (100 alledaagse onderwerpen chemisch ontmaskerd), Uitg. ten Hagen & Stam, Den Haag, 2000.

*Chemische feitelijkheden. Actuele encyclopedie over chemie in relatie tot gezondheid, milieu en veiligheid*, ed. Commissie Voorlichting en Publiciteit van de Kon. Ned. Chemische Vereniging, Alphen a.d. Rijn, Losbladige uitgave met aanvullingen.

FAUST, R., e.a., *World Records in Chemistry*, Wiley-VCH, Weinheim, 1999, ISBN 3-527-29574-7

GEERLINGS, P., *Spiegelsymmetrie in de natuur* (Over chiraliteit in de exacte en natuurwetenschappen), VUBPRESS, Brussel, 1998, ISBN 90-5487-179-2

GLÖCKNER, W. e.a., *Handbuch der Experimentellen Chemie*, Aulis Verlag Deubner & Co, KG Köln, 1997.

HÄUSLER, K., SCHMIDKUNZ, H., *Tatort Chemie, Ein Lexicon für den Verbraucher*, Delphin, München, 1986.

HONDEBRINK, J.G., *Scheikunde de basis*, Uitg. tenHagenStam, Den Haag, 1999, ISBN 070-304 58 88

MEADOWS, J., *Geschiedenis van de Wetenschap*, Natuurwetenschap & Techniek, Amsterdam, ISBN 90 68251 902

NUNN, A., *The essential chemical industry*, The Salters Institute of Industrial Chemistry, Department of Chemistry, University of York, Heslington, YO1 5DD, York, Third Edition, 1995.

SELINGER, B., *Chemistry in the Market Place*, London (HBJ), 1988.

SIMMONS J., *De Top-100 van wetenschappers*, Uitgeverij Het Spectrum, Utrecht, 1997, ISBN 90-2746-185-6

STÖRIG, H. J., *Geschiedenis van de Wetenschap*, 3 delen, Prisma, Utrecht

VOLLMER, G., FRANZ, M., *Chemische Produkte im Alltag*, München, 1985.

## 3 Leerboeken

J.C. DE VROEY, J. VAN DE WEERDT, *Chemie GO 5* (handboek voor het eerste jaar van de derde graad, studierichtingen ASO met 2 u. chemie per week of met 1 u. chemie per week + handleiding voor de leraar), Uitgeverij De Boeck, Antwerpen

J.C. DE VROEY, J. VAN DE WEERDT, J. DEROM, *Chemie GO 6* (handboek voor het tweede jaar van de derde graad, studierichtingen ASO met 2 u. chemie per week of met 1 u. chemie per week + handleiding voor de leraar), Uitgeverij De Boeck, Antwerpen

K. BRUGGEMANS, Y. HERZOG, *Fundamentele begrippen van algemene chemie*, (leerboek en naslagwerk voor ASO), Uitgeverij De Boeck, Antwerpen

J. VAN DE WEERDT, *Tabellenboekje voor Chemie*, Uitgeverij De Boeck, Antwerpen

K. BRUGGEMANS, Y. HERZOG, *Periodiek systeem van de elementen*, Uitgeverij De Boeck, Antwerpen

## 4 Brochures en repertoria

*Chemistry Tutor*, veel informatie over chemische wetten, vergelijkingen, veiligheid, rekenmethodes en nog veel meer (w.o. vele hyperlinks): <http://library.thinkquest.org/2923/index.html>

Een website met (Duitstalige) herhalingsvragen o.a. over algemene, anorganische en organische chemie: [http://www.abi-tools.de/themen/chemie/chemie\\_b.htm](http://www.abi-tools.de/themen/chemie/chemie_b.htm)

*Gevaarlijke stoffen en preparaten (herken ze, bescherm u)*, een uitgave van het Commissariaat-generaal voor bevordering van de arbeid, 1040 Brussel

*Geen duurzame ontwikkeling zonder chemie*, Fedichem, Brussel

*Wel thuis - het voorkomen van vergiftigingen* en *Wie ons wil bellen, verliest beter geen tijd gratis brochures*, Antigifcentrum, p/a Militair Hospitaal Koningin Astrid, Bruynstraat 1120 Brussel, tel (02) 264 96 36 - fax (02)264 96 46

Chemiekaarten, *Gegevens voor veilig werken met chemicaliën*, Kluwer Editorial, Diegem

EChO, Essays voor Chemie-Onderwijs, KVCV, Leuven

*Jij en de Chemie*, een reeks (gratis) thematische documenten over chemie, Fedichem, Brussel

## 5 Tijdschriften

*Mens en Molecule (MeMo)*, maandelijks uitgave van de Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging, Heverlee: <http://www.kvcv.be/>

*Laboratorium-Praktijk*, Kluwer Editorial, Diegem

*Natuurwetenschap & Techniek*, NL -1000 BM Amsterdam

NVOX, Tijdschrift voor natuurwetenschappen op school, Uitgave van NVON, de Nederlandse vereniging voor het onderwijs in de natuurwetenschappen, <http://home.svm.nl/natwet/nvox/index.htm>

*Chemie-Actueel*, tijdschrift voor chemieonderwijs, KPC Groep, Postbus 482, 5201 AL 's-Hertogenbosch (bestelnummer 2.453.00)

*Journal of Chemical Education*, New York

*MENS* (Milieu-Educatie, Natuur & Samenleving), driemaandelijks tijdschrift, Groeneborgerlaan 171, 2020 Antwerpen, [www.2mens.com](http://www.2mens.com)

*EOS-Magazine*, Wetenschap en Technologie voor Mens en Maatschappij, Uitg. Cascade, [www.eos.be](http://www.eos.be)

*Spectrum*, VWR International, Leuven, <http://www.merckeurolab.be/>

*Velewe*, Vereniging Leraars Wetenschappen, Zichem

## 6 Cd-roms

*Chemielexicon*, KVCV, sectie Onderwijs & Opleidingen: <http://www.kvcv.be/>

*Het Digitale Archief - Natuurwetenschap & Techniek*, Deel 1 en 2: <http://www.natutech.nl/>

*Chemie en Samenleving, Van kleurstof tot kunstmest*, De Digitale Wetenschappelijke Bibliotheek - Natuurwetenschap & Techniek 1999, Amsterdam

*Chemiepractica*, Holleen, Meeuwen-Gruitrode

*Corel ChemLab, A realistic, interactive chemistry lab*, Corel Corporation

*Chemistry for Windows*, XinMicro Corporation, 1996

*Nederlandstalige Encyclopedie*, SoftKey, Amsterdam, ISBN: 90-5432-168-7

*The chemistry set*, (geavanceerd Periodiek Systeem met veel video, o.a. moleculestructuren), Cambridge

*De Grote Encyclopedie '98*, ISBN: 90-5167-655

*Science Interactive Encyclopedie*, Hachette Multimedia

*Encarta Encyclopedie*, Winkler Prins Editie, Microsoft

*ChemDAT, The Merck Chemical Database, met o.a. Material Safety Data Sheets*, ruim 5000 (gratis) veiligheidskaarten met R- en S-zinnen, VWR, Leuven, [info@be.vwr.com](mailto:info@be.vwr.com) [www.vwr.com](http://www.vwr.com)

## **7 Demonstratieproeven**

Prof. B. SHAKHASKIRI: [\*Chemical Demonstrations – 'A Handbook for Teachers of Chemistry'\*](#),  
Volumes 1, 2, 3 en 4. Uitgegeven door The University of Wisconsin Press, ISBN 0-299-  
08890-1, ISBN 0-299-10130-4, ISBN 0-299-11950-5, ISBN 0-299-12860-1

Voor tekstmateriaal, visualisaties, animaties en videofragmenten i.v.m. (demonstratie)proeven:

<http://www.scifun.org>

[http://www.ping.be/at\\_home/](http://www.ping.be/at_home/)

<http://www.chem.leeds.ac.uk/delights/texts/>

<http://jchemed.chem.wisc.edu/JCESoft/index.html>

<http://ice.chem.wisc.edu/seraphim/index.html>