

In het schooljaar 2017-2018 is dit leerplan voor de 3^{de} graad aso Sportwetenschappen enkel nog van toepassing in het 2^{de} leerjaar van de graad. Voor het 1^{ste} leerjaar is het nieuwe leerplan 2017/007 van toepassing.

CHEMIE DERDE GRAAD ASO

ECONOMIE-WETENSCHAPPEN, GRIEKS-WETENSCHAPPEN,
LATIJN-WETENSCHAPPEN, MODERNE TALEN-WETENSCHAPPEN,
WETENSCHAPPEN-TOPSPORT, WETENSCHAPPEN-WISKUNDE,
SPORTWETENSCHAPPEN

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

VVKSO – BRUSSEL D/2014/7841/013
Vervangt leerplan D/2006/0279/040 vanaf 1 september 2014



Vlaams Verbond van het Katholiek Secundair Onderwijs
Guimardstraat 1, 1040 Brussel

Inhoud

1	Beginsituatie.....	3
2	Leerlijnen	4
2.1	De vormende lijn voor natuurwetenschappen.....	5
2.2	Leerlijnen natuurwetenschappen van de 1ste graad over de 2de graad naar de 3de graad	5
2.3	Leerlijn en mogelijke timing chemie voor aso-studierichtingen met pool wetenschappen	10
3	Algemene pedagogisch-didactische wenken	12
3.1	Leeswijzer bij de doelstellingen.....	12
3.2	Leerplan versus handboek.....	13
3.3	Taalgericht vakonderwijs.....	13
3.4	ICT.....	15
4	Algemene doelstellingen	16
4.1	Onderzoekend leren/leren onderzoeken.....	17
4.2	Wetenschap en samenleving	19
4.3	Omgaan met stoffen.....	21
5	Leerplandoelstellingen	22
5.1	Structuur en eigenschappen van de materie	22
5.2	De chemische reactie.....	32
6	minimale materiële vereisten.....	45
6.1	Infrastructuur	45
6.2	Uitrusting	45
6.3	Basismateriaal.....	46
6.4	Toestellen.....	46
6.5	Chemicaliën.....	46
6.6	Tabellen.....	46
6.7	Veiligheid en milieu	47
7	Evaluatie	48
7.1	Inleiding	48
7.2	Leerstrategieën	48
7.3	Proces- en productevaluatie	49
8	Eindtermen.....	50
8.1	Eindtermen voor de basisvorming.....	50
8.2	Specifieke eindtermen wetenschappen 3de graad (SET).....	52

1 Beginsituatie

Het leerplan wordt gerealiseerd binnen volgende studierichtingen van het aso:

- *Economie - Wetenschappen*
- *Grieks - Wetenschappen*
- *Latijn - Wetenschappen*
- *Moderne talen - Wetenschappen*
- *Wetenschappen - Topsport*
- *Wetenschappen - Wiskunde*
- ~~*Sportwetenschappen*~~

Gedifferentieerde beginsituatie

Als de 2de graad haar observerende en oriënterende rol heeft waargemaakt, mogen we er van uitgaan dat de leerling die start in één van bovenstaande studierichtingen interesse heeft voor natuurwetenschappen. Daarnaast zal deze leerling op wetenschappelijk én wiskundig vlak de nodige competenties (kennis, vaardigheden, attitudes) beheersen om met succes deze richting te volgen.

- Deze leerlingen hebben met succes één van de volgende studierichtingen van het aso gevolgd:
- Studierichtingen met **1-uursleerplannen** biologie, chemie en fysica: *Economie, Grieks, Grieks-Latijn, Humane wetenschappen, Latijn*.
- Studierichtingen met **2-uursleerplannen** biologie, chemie en fysica: *Wetenschappen, Wetenschappen-Topsport en Sportwetenschappen*.

Leerlingen die uit de studierichting *Wetenschappen, Wetenschappen-Topsport* of ~~*Sportwetenschappen*~~ komen, hebben bepaalde wetenschappelijke inzichten op een hoger beheersingsniveau verworven en meer ervaring opgedaan in het onderzoekende aspect van wetenschappen. Dit komt tot uiting in:

- De doelstellingen: de algemene doelstellingen 'Onderzoekend leren/leren onderzoeken' en sommige leerplandoelstellingen streven een hoger beheersingsniveau na.
- Het aantal uur practica per leerjaar en per wetenschapsvak: 7 u in de richting *Wetenschappen en Sportwetenschappen* tegenover 2u in de andere studierichtingen.
- De aanpak van de practica: in *Wetenschappen en Sportwetenschappen* moeten verschillende deelaspecten van de onderzoekscompetentie op een geïntegreerde manier aan bod komen. In de andere studierichtingen spreken we van leerlingexperimenten waarbij vooral de nadruk ligt op het uitvoeren van het experiment en niet zozeer op de verschillende deelaspecten van de onderzoekscompetentie.
- Verslaggeving: in *Wetenschappen en Sportwetenschappen* is verslaggeving bij een experiment verplicht, in de andere studierichtingen kan de rapportering beperkt zijn.

Om de gedifferentieerde beginsituatie van de leerlingen goed te kennen is het dan ook belangrijk om de leerplannen van de 2de graad grondig door te nemen.

2 Leerlijnen

Een leerlijn is de lijn die wordt gevolgd om kennis, attitudes of vaardigheden te ontwikkelen. Een leerlijn beschrijft de constructieve en (chrono)logische openvolging van wat er geleerd dient te worden.

Leerlijnen geven de samenhang in de doelen, in de leerinhoud en in de uit te werken thema's weer.

- **De vormende lijn voor natuurwetenschappen** geeft een overzicht van de wetenschappelijke vorming van het basisonderwijs tot de 3de graad van het secundair onderwijs (zie 2.1).
- **De leerlijnen natuurwetenschappen van de 1ste graad over de 2de graad naar de 3de graad** beschrijven de samenhang van natuurwetenschappelijke begrippen en vaardigheden (zie 2.2).
- **De leerlijn chemie binnen de 3de graad aso** beschrijft de samenhang van de thema's (zie 2.3).

De leerplandoelstellingen vormen de bakens om de leerlijnen te realiseren. **Sommige methodes bieden daarvoor een houvast, maar gebruik steeds het leerplan parallel aan de methode!**

1ste graad	2de graad	3de graad
→		
→		
→		
→		

Leerlijnen van de 1ste graad over de 2de graad naar de 3de graad

Leerlijn binnen de 3de graad

2.1 De vormende lijn voor natuurwetenschappen

Basisonderwijs	Wereldoriëntatie: exemplarisch <i>Basisinzichten ontwikkelen in verband met verschijnselen in de natuur</i>	
1ste graad (A-stroom)	Natuurwetenschappelijke vorming <i>Inzicht krijgen in de wetenschappelijke methode: onderzoeksvraag, experiment, waarnemingen, besluitvorming</i> <ul style="list-style-type: none"> Natuurwetenschappelijke vorming waarbij de levende natuur centraal staat maar waarbij ook noodzakelijke aspecten van de niet-levende natuur aan bod komen Beperkt begrippenkader Geen formuletaal (tenzij exemplarisch) 	
2de graad	Natuurwetenschappen <i>Wetenschap voor de burger</i> <p>In sommige richtingen van het tso (handel, grafische richtingen, stw ...) en alle richtingen van het kso</p> <ul style="list-style-type: none"> Basisbegrippen Contextuele benadering (conceptuele structuur op de achtergrond) 	Biologie/Chemie/Fysica <i>Wetenschap voor de burger, wetenschapper, technicus ...</i> <p>In sommige richtingen van het tso (techniekwetenschappen, biotechnische wetenschappen ...) en in alle richtingen van het aso</p> <ul style="list-style-type: none"> Basisbegrippen Conceptuele structuur op de voorgrond (contexten op de achtergrond)
3de graad	Natuurwetenschappen <i>Wetenschap voor de burger</i> <ul style="list-style-type: none"> In sommige richtingen van aso, tso en kso Contextuele benadering 	Biologie/Chemie/Fysica <i>Wetenschap voor de wetenschapper, technicus ...</i> <ul style="list-style-type: none"> In sommige richtingen van tso en aso Conceptuele structuur (contexten op de achtergrond)

2.2 Leerlijnen natuurwetenschappen van de 1ste graad over de 2de graad naar de 3de graad

De inhoud van **chemie** staan in het **vet** gedrukt. Om de realisatie van de leerlijn te waarborgen is overleg met collega's van de 2de graad nodig, ook wat betreft de invulling van de practica en de keuze van demo-proeven.

Leerlijn	1ste graad	2de graad	3de graad (pool wetenschappen)
Materie	<p><u>Deeltjesmodel</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Materie bestaat uit deeltjes met ruimte ertussen - De deeltjes bewegen met een snelheid afhankelijk van de temperatuur <p><u>Stoffen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mengsels en zuivere stoffen - Mengsels scheiden: op basis van deeltjesgrootte - Massa en volume - Uitzetten en inkrimpen <p><u>Faseovergangen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Kwalitatief <p><u>Stofomzettingen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Structuurveranderingen verklaren met deeltjesmodel 	<p><u>Deeltjesmodel</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Moleculen - Atoombouw - atoommodellen (eerste 18 elementen) - Snelheid van deeltjes en temperatuur <p><u>Stoffen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Stofconstanten: smeltpunt, stolpunt, kookpunt, massadichtheid - Mengsels: scheidingstechnieken, concentratiebegrip - Chemische bindingen - Formules - Molaire massa en molbegrip - Enkelvoudige en samengestelde - Stofklassen - Thermische uitzetting <p><u>Faseovergangen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Kritisch punt, tripelpunt, toestandsdiagram - Energie bij fasen en faseovergangen: kwantitatief <p><u>Stofomzettingen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Chemische reacties – reactievergelijkingen - Reactiesnelheid: kwalitatief - Reactiesoorten: ionenuitwisseling en elektronenoverdracht - Oplosproces in water 	<p><u>Deeltjesmodel</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Uitbreiding atoommodel en opbouw periodiek systeem - Isotopen <p><u>Stoffen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ruimtelijke bouw - Lewisstructuren - Polaire-apolaire - Koolstofverbindingen m.i.v. polymeren en biochemische stofklassen (eiwitten, vetten, suikers en kernzuren) - Mengsels: uitbreiding concentratie-eenheden - Geleiders, isolatoren, Wet van Pouillet, temperatuurs-afhankelijkheid van weerstanden <p><u>Stofomzettingen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Stoichiometrie - Reactiesnelheid kwantitatief - Chemisch evenwicht - Reactiesoorten: zuur-basereacties, redoxreacties, reactiesoorten in de koolstofchemie - Stofwisseling: opbouw-afbraakreacties - Radioactief verval

Snelheid, kracht, druk	<p><u>Snelheid</u> - Kracht en snelheidsverandering</p> <p><u>Krachtwerking</u> - Een kracht als oorzaak van vormen/of snelheidsverandering van een voorwerp</p> <p><u>Soorten krachten</u> - Magnetische - Elektrische - Mechanische</p>	<p><u>Snelheid</u> - Als vector - Van licht - Kinetische energie</p> <p><u>Krachtwerking</u> - Kracht is een vectoriële grootheid - Krachten met zelfde aangrijpingspunt samenstellen en ontbinden - Evenwicht van krachten: lichaam in rust en ERB</p> <p><u>Soorten krachten</u> - Contactkrachten en veldkrachten - Zwaartekracht, gewicht - Veerkracht</p> <p><u>Druk</u> - bij vaste stoffen - in vloeistoffen - in gassen (m.i.v. de gaswetten)</p>	<p><u>Snelheid</u> - Kinematica: snelheid en snelheidsveranderingen, één- en tweedimensionaal - Golfsnelheden</p> <p><u>Krachtwerking</u> - Kracht als oorzaak van EVRB - Centripetale kracht bij ECB - Onafhankelijkheidsbeginsel - Beginselen van Newton - Harmonische trillingen (veersysteem en slinger)</p> <p><u>Soorten krachten</u> - Elektrische krachtwerking, elektrisch veld, coulombkracht, intra- en inter-moleculaire krachten - Magnetische krachtwerking, magnetische veld, lorentzkracht - Gravitatiekracht, gravitatieveld - De vier fundamentele wisselwerkingen</p>
Energie	<p><u>Energievormen</u> - Energie in stoffen (voeding, brandstoffen, batterijen ...)</p> <p><u>Energieomzettingen</u> - Fotosynthese</p> <p><u>Transport van energie</u> - Geleiding - Convectorie - Straling</p> <p><u>Licht en straling</u> - Zichtbare en onzichtbare straling</p>	<p><u>Energievormen</u> - Warmte: onderscheid tussen warmtehoeveelheid en temperatuur</p> <p><u>Energieomzettingen</u> - Arbeid, energie, vermogen berekenen - Wet van behoud van energie - Energiedoorstroming in ecosystemen - Exo- en endo-energetische chemische reacties</p> <p><u>Licht en straling</u> - Licht: rechte lijnige voortplanting, terugkaatsing, breking, lenzen, spiegels, optische toestellen</p>	<p><u>Energievormen</u> - Elektrische energie, spanning, stroomsterkte, joule-effect, toepassingen - Elektromagnetisch inductie-verschijnsel - Gravitationele potentiële en kinetische energie - Elastische potentiële energie - Energie uit atoomkernen (fissie en fusie)</p> <p><u>Energieomzettingen</u> - In gravitatieveld - Bij harmonische trillingen - Foto-elektrisch effect - Resonantie - Fotosynthese - Aerobe en anaerobe celademhaling - Spontane en gedwongen chemische reacties</p> <p><u>Transport van energie</u> - Trillingsenergie: lopende golven, geluid, eigenschappen</p> <p><u>Licht en straling</u> - Ioniserende straling: soorten, eigenschappen - Ontstaan van licht - Transport van elektromagnetische energie: EM spectrum - Golfverschijnselen bij licht</p>

Biologische eenheid

- Cel op lichtmicroscopisch niveau herkennen
- Organisme is samenhang tussen organisatieniveaus (cellen - weefsels - organen)
- Bloemplanten: functionele bouw wortel, stengel, blad, bloem
- Gewervelde dieren (zoogdier) - mens: (functionele) bouw (uitwendig-inwendig; organen-stelsels)

Soorten

- Herkennen a.d.h.v. determineerkaarten
- Verscheidenheid
- Aanpassingen aan omgeving

In stand houden van leven

- Bij zoogdieren en de mens:
 - ✓ de structuur en de functie van spijsverteringsstelsel
 - ✓ transportstelsel
 - ✓ ademhalingsstelsel
 - ✓ excretiestelsel
- Bij bloemplanten de structuur en functie van hoofdelen

Interacties tussen organismen onderling en met de omgeving

- Gezondheid (n.a.v. stelsels)
- Abiotische en biotische relaties:
 - ✓ voedselrelaties
 - ✓ invloed mens
- Duurzaam leven

Leven doorgeven

- Voortplanting bij bloemplanten en bij de mens

Evolutie

- Verscheidenheid
- Biodiversiteit vaststellen
- Aanpassingen aan omgeving bij bloemplanten, gewervelde dieren (zoogdieren)

Biologische eenheid

- Cel op lichtmicroscopisch niveau: prokaryote en eukaryote cel, plantaardige en dierlijke cel

Soorten

- Determineren en indelen

In stand houden van leven

- Bij zoogdieren en de mens:
 - ✓ structuur en functie van zenuwstelsel,
 - ✓ bewegingsstructuren,
 - ✓ hormonale regulaties

Interacties tussen organismen onderling en omgeving

- Gezondheid: invloed van micro-organismen
- Gedrag
- Abiotische en biotische relaties:
 - ✓ voedselrelaties
 - ✓ materiëlekringloop
 - ✓ energiedoorstroming
 - ✓ invloed van de mens
- Ecosystemen
- Duurzame ontwikkeling

Evolutie

- Soortenrijkdom
- Ordenen van biodiversiteit gebaseerd op evolutionaire inzichten

Biologische eenheid

- Cel op submicroscopisch niveau: prokaryote en eukaryote cel, plantaardige en dierlijke cel

Soorten

- Als voortplantingscriterium
- Genetische variaties: adaptatie, modificatie, mutatie

In stand houden van leven

- Stofuitwisseling
- Stofwisseling
- Homeostase (U)

Interacties tussen organismen onderling en omgeving

- Gezondheid: immunologie (U)
- Stofuitwisseling: passief en actief
- Biotechnologie/gentechnologie

Leven doorgeven

- DNA en celdelingen (mitose en meiose)
- Voortplanting bij de mens: verloop en hormonale regulatie
- Chromosomale genetica
- Moleculaire genetica

Evolutie

- Biodiversiteit verklaren
- Theorieën
- Van soorten m.i.v. ontstaan van eerste leven en van de mens

Waarnemen van organismen en verschijnselen

- Geleid

Metingen

- **Massa, volume, temperatuur**, abiotische factoren (licht, luchtvochtigheid ...)
- **Een meetinstrument correct aflezen en de meetresultaten correct noteren**

Gegevens

- **Onder begeleiding:**
 - ✓ grafieken interpreteren

- **Determineerkaarten hanteren**

Instructies

- **Gesloten**
- **Begeleid**

Microscopie

- **Lichtmicroscopische beelden: waarnemen en interpreteren**

Onderzoekscompetentie

- **Onder begeleiding en klassikaal**
- **Onderzoeksstappen onderscheiden:**
 - ✓ onderzoeksvraag
 - ✓ hypothese formuleren
 - ✓ voorbereiden
 - ✓ experiment uitvoeren, data hanteren, resultaten weergeven,
 - ✓ besluit formuleren

Waarnemen van organismen en verschijnselen

- **Geleid en gericht**

Metingen

- **Meetnauwkeurigheid**
- **Kracht, druk**
- **SI eenheden**

Gegevens

- **Begeleid zelfstandig:**
 - ✓ grafieken opstellen en interpreteren
 - ✓ kwalitatieve en kwantitatieve benaderingen van wetmatigheden interpreteren
 - ✓ verbanden tussen factoren interpreteren: **recht evenredig en omgekeerd evenredig**, abiotische en biotische
- **Determineren**

Instructies

- **Gesloten en open instructies**
- **Begeleid zelfstandig**

Microscopie

- **Microscop en binoculair: gebruik**
- **Lichtmicroscopische beelden: waarnemen, interpreteren**

Onderzoekscompetentie

- **Onder begeleiding en alleen of in kleine groepjes**
- **Oefenen in de onderzoeksstappen voor een gegeven probleem:**
 - ✓ onderzoeksvraag stellen
 - ✓ hypothese formuleren
 - ✓ bruikbare informatie opzoeken
 - ✓ onderzoek uitvoeren volgens de aangereikte methode
 - ✓ besluit formuleren
 - ✓ reflecteren over uitvoering en resultaat
 - ✓ rapporteren

Waarnemen van organismen en verschijnselen

- **Gericht**
- **Interpreteren**

Metingen

- **Spanning, stroomsterkte, weerstand, pH, snelheid**
- **Titreren**

Gegevens

- **Zelfstandig:**
 - ✓ grafieken opstellen en interpreteren
 - ✓ kwalitatieve en kwantitatieve benaderingen van wetmatigheden interpreteren
 - ✓ verbanden tussen factoren opsporen en interpreteren

Instructies

- **Gesloten en open instructies**
- **Zelfstandig**

Microscopie

- **Microscop en binoculair: zelfstandig gebruik**
- **Lichtmicroscopie: preparaat maken, waarnemen en interpreteren**
- **Submicroscopische beelden: waarnemen en interpreteren**

Onderzoekscompetentie

- **Begeleid zelfstandig en alleen of in kleine groepjes**
- **Een integraal mini-onderzoek uitvoeren voor een gegeven probleem:**
 - ✓ onderzoeksvraag stellen
 - ✓ hypothese formuleren
 - ✓ voorbereiden: informeren, methode opstellen, plannen
 - ✓ onderzoek uitvoeren volgens de geplande methode
 - ✓ besluit formuleren
 - ✓ reflecteren over uitvoering en resultaat
 - ✓ rapporteren

2.3 Leerlijn en mogelijke timing chemie voor aso-studierichtingen met pool wetenschappen

Het leerplan chemie is een **graadleerplan** voor **drie graduren**. Indien de school kiest voor een **vierde graaduur chemie** dan wordt sterk aanbevolen de uitbreidingsdoelstellingen (U) van dit leerplan te realiseren.

Er worden **minimum 9 uur practica** uitgevoerd over de graad, gespreid over het geheel van de leerstof. Bij kleinere laboratoriumopdrachten, die minder dan één lesuur in beslag nemen, wordt minimum een equivalent van 9 uur voorzien over de graad. Indien de school kiest voor een vierde graaduur chemie dan wordt sterk aanbevolen 3 extra uren practica binnen de graad te realiseren.

Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen staan bij ieder hoofdstuk vermeld onder de leerplandoelstellingen (zie punt 5 Leerplandoelstellingen).

Timing voor drie graduren

3de graad (drie graduren) <i>75 lestijden per graad (inclusief toetsen en 9 u practica)</i>		
Thema's	Concepten	Lestijden
Structuur en eigenschappen van de materie		
Bouw van de stoffen	<i>Atoommodellen</i>	8 u
	<i>Molecuulmodellen</i>	7 u
	<i>Intermoleculaire krachten</i>	3 u
Verdere kennismaking met de stofklassen	<i>Anorganische stofklassen</i>	7 u
	<i>Organische stofklassen</i>	8 u
De chemische reactie		
Materieaspecten		8 u
Thermodynamica		1 u
Reactiesnelheid en factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden		4 u
Chemisch evenwicht en factoren die het chemisch evenwicht beïnvloeden		7 u
Reactiesoorten	<i>Zuur-basereacties</i>	8 u
	<i>Redoxreacties</i>	6 u
	<i>Reactietypes in de koolstofchemie</i>	8 u

Timing voor vier graaduren

3de graad (vier graaduren) <i>100 lestijden per graad (inclusief toetsen en 12 u practica)</i>		
Thema's	Concepten	Lestijden
Structuur en eigenschappen van de materie		
Bouw van de stoffen	<i>Atoommodellen</i>	8 u
	<i>Molecuulmodellen</i>	7 u
	<i>Intermoleculaire krachten</i>	3 u
Verdere kennismaking met de stofklassen	<i>Anorganische stofklassen</i>	7 u
	<i>Organische stofklassen</i>	12 u
De chemische reactie		
Materieaspecten		8 u
Thermodynamica		1 u
Reactiesnelheid en factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden		5 u
Chemisch evenwicht en factoren die het chemisch evenwicht beïnvloeden		10 u
Reactiesoorten	<i>Zuur-basereacties</i>	15 u
	<i>Redoxreacties</i>	10 u
	<i>Reactietypes in de koolstofchemie</i>	14 u

De volgorde van de leerinhouden houdt rekening met de voorkennis en denkprocessen van de leerlingen. De ingebouwde leerlijn beoogt een progressieve en graduele groei van de leerling naar moeilijkere en meer complexe taken en probeert breuken in de horizontale en verticale samenhang te voorkomen.

In eerste instantie dient het leerplan te beantwoorden aan een verticale leerlijn over de leerjaren heen: een logische volgorde wat betreft de leerplaninhouden en in toenemende moeilijkheidsgraad. De concentrische aanpak van het chemieleerplan beantwoordt hier ongetwijfeld aan. Deze filosofie laat toe bepaalde vakinhouden meermaals aan bod te laten komen, telkens met een verdere uitdieping, om zo tot een betere en meer exacte begripsbeheersing te komen.

3 Algemene pedagogisch-didactische wenken

3.1 Leeswijzer bij de doelstellingen

3.1.1 Algemene doelstellingen

De algemene doelstellingen slaan op de **brede, natuurwetenschappelijke vorming**. Deze doelen worden gerealiseerd binnen leerinhouden die worden bepaald door de basisdoelstellingen en eventuele verdiepende doelstellingen.

3.1.2 Basisdoelstellingen, verdiepende doelstellingen en uitbreidingsdoelstellingen

Het verwachte beheersingsniveau heet **basis**. Dit is in principe **het te realiseren niveau voor alle leerlingen van deze studierichting**. Hoofdzakelijk dit niveau is bepalend voor de evaluatie. De basisdoelstellingen worden in dit leerplan genummerd als B1, B2 ... Ook de algemene doelstellingen (AD1, AD2 ...) behoren tot de basis.

Het hogere beheersingsniveau wordt **verdieping** genoemd. De verdiepende doelstellingen zijn niet verplicht te realiseren en horen steeds bij een overeenkomstig genummerde basisdoelstelling. Zo hoort de verdiepende V3 bij basisdoelstelling B3. De evaluatie van dit hogere niveau geeft een bijkomende houvast bij de oriëntering van de leerling naar het hoger onderwijs.

In dit leerplan zijn ook **uitbreidingsdoelstellingen** geformuleerd. Indien de school kiest voor een vierde graaduur chemie dan wordt sterk aanbevolen de uitbreidingsdoelstellingen (U) van dit leerplan te realiseren.

3.1.3 Wenken

Wenken zijn niet-bindende adviezen waarmee de leraar en/of vakwerkgroep kan rekening houden om het chemieonderwijs doelgericht, boeiend en efficiënt uit te bouwen. 'Mogelijke practica' en 'mogelijke demo-experimenten' bieden een reeks suggesties van mogelijke experimenten, waaruit de leraar een oordeelkundige keuze kan maken.

Link met 1ste/2de graad

Bij deze wenken wordt duidelijk gemaakt wat de leerlingen reeds geleerd hebben in de voorgaande graden. Het is belangrijk om deze voorkennis mee te nemen bij het uitwerken van concrete lessen.

Toelichting voor de leraar

Soms staat er bij een leerplandoelstelling een wenk 'Toelichting voor de leraar'. In deze wenken wordt specifieke achtergrondinformatie gegeven voor de leraar. Het is zeker niet de bedoeling dat de leerlingen dit moeten kennen.

Taalsteun

Zie verder.

Mogelijke practica

Onder elke groep van leerplandoelstellingen staan mogelijke practicumopdrachten vermeld. Uit de voorgestelde opdrachten kan een keuze worden gemaakt, mits een min of meer evenwichtige spreiding over de verschillende leerstofitems. Andere practica die aansluiten bij de leerplandoelstellingen zijn ook toegelaten.

3.2 Leerplan versus handboek

Het leerplan bepaalt welke doelstellingen moeten gerealiseerd worden en welk beheersingsniveau moet bereikt worden. Heel belangrijk hierin is de keuze van het werkwoord (definiëren, interpreteren, verklaren, berekenen, onderscheiden, classificeren ...). Sommige doelstellingen bepalen welke strategieën er moeten gehanteerd worden zoals:

- ... begrip definiëren en interpreteren ...
- ... verband leggen tussen ... en ...
- ... verklaren en toepassen ...
- ... formule en naam vormen ...
- ... herkennen en toepassen ...
- ... omschrijven en illustreren ...
- ... kwalitatief verklaren en voorspellen ...
- ... kwantitatief verklaren ...
- ... vaststellen en in verband brengen met ...
- ... bespreken en verklaren ...

Bij het uitwerken van lessen, het gebruik van een handboek en het evalueren moet het leerplan steeds het uitgangspunt zijn. Een handboek gaat soms verder dan de basisdoelstellingen. De leerkracht moet er in het bijzonder over waken dat ook de AD gehaald worden.

3.3 Taalgericht vakonderwijs

Taal en leren zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Die verwevenheid vormt de basis van het taalgericht vakonderwijs. Het gaat over een didactiek die, binnen het ruimere kader van een schooltaalbeleid, de taalontwikkeling van de leerlingen wil bevorderen, ook in het vak chemie.

In dit punt willen we een aantal didactische tips geven om de lessen chemie meer taalgericht te maken. Drie didactische principes: context, interactie en taalsteun wijzen een weg, maar zijn geen doel op zich.

3.3.1 Context

Onder context verstaan we het betekenisgevend kader of verband waarin de nieuwe leerinhoud geplaatst wordt. Welke aanknopingspunten reiken we onze leerlingen aan? Welke verbanden laten we hen leggen met eerdere ervaringen? Wat is hun voorkennis? Bij contextrijke lessen worden verbindingen gelegd tussen de leerinhoud, de leefwereld van de leerling, de actualiteit en eventueel andere vakken.

3.3.2 Interactie

Leren is een interactief proces: kennis groeit doordat je er met anderen over praat.

Leerlingen worden aangezet tot gerichte interactie over de leerinhoud, in groepjes (bv. bij experimenteel werk) of klassikaal. Opdrachten worden zo gesteld dat leerlingen worden uitgedaagd om in interactie te treden.

Enkele concrete voorbeelden:

- Leerlingen wisselen van gedachten tijdens het uitvoeren van (experimentele) waarnemings-opdrachten.
- Leerlingen geven instructies aan elkaar bij het uitvoeren van een meting of een experiment.
- Leerlingen vullen gezamenlijk een tabel in bij het uitvoeren van een experiment.
- Klassikale besprekingen waarbij de leerling wordt uitgedaagd om de eigen mening te verwoorden en om rekening te houden met de mening van anderen.
- Leerlingen verwoorden een eigen gemotiveerde hypothese bij een bepaalde onderzoeksvraag.
- Leerlingen formuleren zelf een onderzoeksvoorstel.
- Leerlingen formuleren een eigen besluit en toetsen die af aan de bevindingen van anderen bij een bepaalde waarnemingsopdracht.

Voorzie begeleiding tijdens de uitvoering van opdrachten, voorzie een nabespreking.

3.3.3 Taalsteun

Leerkrachten geven in een klassituatie vaak opdrachten. Voor deze opdrachten gebruiken ze een specifieke woordenschat die we 'instructietaal' noemen. Hierbij gaat het vooral over werkwoorden die een bepaalde actie uitdrukken (vergelijk, definieer, noteer, raadpleeg, situeer, vat samen, verklaar ...). Het begrijpen van deze operationele werkwoorden is noodzakelijk om de opdracht correct uit te voeren.

Door gericht voorbeelden te geven en te vragen, door kernbegrippen op te schrijven en te verwoorden, door te vragen naar werk- en denkwijzen ... stimuleren we de taalontwikkeling en de kennisopbouw.

Het onderscheid tussen dagelijkse en wetenschappelijke context moet een voortdurend aandachtspunt zijn in het wetenschapsonderwijs. Als we in de dagelijkse context spreken van 'gewicht' dan bedoelen we in een wetenschappelijke context eigenlijk 'massa'. Gewicht heeft in een wetenschappelijke context een heel andere betekenis.

- Gebruik visuele weergaven. Enkele voorbeelden uit dit leerplan:

- modellen (van 3D-modellen tot vlakke voorstellingen, atoommodellen, molecuulmodellen, roostermodellen, orbitaalmodellen);
 - tabellen: periodiek systeem, zuur- en baseconstanten, standaardreductiepotentialen, smelt- en kookpunt van stoffen, omslaggebied van zuur-base-indicatoren;
 - schema's: anorganische reacties, organische reacties, pH-schaal;
 - stoffentoonstellingen.
- Hanteer passende leerstrategieën.

In de leerplandoelstellingen is operationeel verwoord wat de leerling moet kunnen en welke (leer)strategieën moeten gehanteerd worden. Het is belangrijk dat zowel tijdens de lessen, de opdrachten als de evaluatiemomenten deze strategieën getraind worden.

3.4 ICT

ICT is algemeen doorgedrongen in de maatschappij en het dagelijks leven van de leerling. Sommige toepassingen kunnen, daar waar zinvol, geïntegreerd worden in de lessen chemie.

- Als leermiddel in de lessen: visualisaties, informatieverwerking, mindmapping ...
- Bij experimentele opdrachten of waarnemingsopdrachten: chronometer, fototoestel, apps, sensoren ...
- Voor tools die de leerling helpen bij het studeren: leerplatform, apps ...
- Bij opdrachten zowel buiten als binnen de les: toepassingssoftware, leerplatform ...
- Bij communicatie

4 Algemene doelstellingen

Het leerplan chemie is een **graadleerplan** voor **drie graduren**. Indien de school kiest voor een vierde graaduur chemie dan wordt sterk aanbevolen de uitbreidingsdoelstellingen (U) van dit leerplan te realiseren.

Er worden minimum 9 lestijden practica uitgevoerd over de graad, gespreid over het geheel van de leerstof. Bij kleinere laboratoriumopdrachten, die minder dan één lesuur in beslag nemen, wordt minimum een equivalent van 9 uur voorzien over de graad. Indien de school kiest voor een vierde graaduur chemie dan wordt sterk aanbevolen 3 extra uren practica binnen de graad te realiseren.

Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen staan bij ieder hoofdstuk vermeld onder de leerplandoelstellingen (zie punt 5 Leerplandoelstellingen).

Het realiseren van de algemene doelstellingen gebeurt steeds binnen een context die wordt bepaald door de leerplandoelstellingen.

Realiseren van de onderzoekscompetentie binnen de pool wetenschappen

De pool wetenschappen bestaat uit verschillende vakken: biologie, chemie, fysica in tweede en 3de graad, aangevuld met aardrijkskunde in de 3de graad. De onderzoekscompetentie moet worden gerealiseerd voor de pool.

In de leerplannen wetenschappen van zowel de **tweede** als de **3de graad** zijn de specifieke eindtermen onderzoekscompetentie verwerkt in de algemene doelstellingen **AD 1 t.e.m. AD 5**. Hierdoor wordt erover gewaakt dat in **alle leerjaren (van derde t.e.m. het zesde jaar) aan de onderzoekscompetentie wordt gewerkt**. Zowel de practica als de demonstratie-experimenten lenen zich tot realisatie van deelaspecten van de onderzoekscompetentie.

De uiteindelijke realisatie van de onderzoekscompetentie mondt in het zesde jaar uit in een **'zelfstandig integraal onderzoekje'** in minstens één van de natuurwetenschappelijke vakken **of** vakoverschrijdend tussen de natuurwetenschappelijke vakken.

Met 'zelfstandig integraal onderzoekje' bedoelen we een zelfstandig onderzoekje (alleen of in kleine groepjes van 2 of 3 leerlingen) waarbij alle deelaspecten van de natuurwetenschappelijke methode zoals verwoord in 4.1 op een geïntegreerde wijze aan bod komen.

4.1 Onderzoekend leren/leren onderzoeken

In natuurwetenschappen (biologie, chemie, fysica) wordt kennis opgebouwd door de 'natuurwetenschappelijke methode'. In essentie is dit een probleemherkende en -oplossende activiteit. De algemene doelstellingen (AD) betreffende onderzoekend leren/leren onderzoeken zullen geïntegreerd worden in de didactische aanpak o.a. via demonstratie-experimenten, tijdens het uitvoeren van practica, tijdens een onderwijsleergesprek waar onderzoekende aspecten aan bod komen.

Een **practicum** is een activiteit waarbij leerlingen, alleen of in kleine groepjes van 2 tot 3 leerlingen, begeleid zelfstandig **drie of meerdere deelaspecten van de natuurwetenschappelijke methode** combineren in het kader van een natuurwetenschappelijk probleem. **Hierbij is verslaggeving verplicht** (zie wenken bij AD5).

Met deelaspecten bedoelen we:

- een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag en indien mogelijk een hypothese over deze vraag formuleren (AD1);
- op een systematische wijze informatie verzamelen en ordenen (AD2);
- met een aangereikte methode een antwoord op de onderzoeksvraag zoeken of met de aangereikte methode een onderzoeksvoorstel uitvoeren (AD3);
- over een waarnemingsopdracht/experiment/onderzoek en het resultaat reflecteren (AD4);
- over een waarnemingsopdracht/experiment/onderzoek en het resultaat rapporteren (AD5).

In de 2de graad werd sterk begeleid aan deze deelaspecten (algemene doelstellingen) gewerkt. In de 3de graad streeft men naar een toenemende mate van zelfstandigheid.

Nummer algemene doelstelling	Verwoording doelstelling	Verwijzing naar eindtermen (zie hoofdstuk 8)
AD1	ONDERZOEKSVRAAG Een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag en indien mogelijk een hypothese of onderzoeksvoorstel over deze vraag formuleren.	W1, W2, W4, SET29
Wenken Het is belangrijk dat hierbij 'onderzoekbare vragen' worden gesteld. Op deze vragen formuleren de leerlingen, indien mogelijk, een antwoord voorafgaand aan de uitvoering van het onderzoek: een eigen hypothese of een wetenschappelijk gemotiveerd onderzoeksvoorstel. Hierbij zullen voorkennis en bestaande misconcepten een belangrijke rol spelen. Het formuleren van onderzoeksvragen en hypothesen kan geïntegreerd worden in de lesdidactiek bv bij (demo-)proeven en onderwijsleergesprek.		
AD2	INFORMEREN Voor een onderzoeksvraag, op een systematische wijze informatie verzamelen en ordenen.	W3, W4, SET29
Wenken Op een systematische wijze informatie verzamelen en ordenen wil zeggen dat: <ul style="list-style-type: none"> • er in de voorbereiding van het onderzoek doelgericht wordt gezocht naar ontbrekende kennis en mogelijke onderzoekstechnieken of werkwijzen; 		

- de gevonden informatie wordt geordend en beoordeeld als al dan niet geschikt voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag.

Mogelijke bronnen zijn: boeken, tijdschriften, tabellen, catalogi ... al of niet digitaal beschikbaar. Bij de rapportering worden de gebruikte bronnen weergegeven.

AD3	UITVOEREN	W4, W5, SET30
	Met een methode een antwoord zoeken op de onderzoeksvraag.	

Wenken

Het is niet de bedoeling dat leerlingen voor elk practicum een eigen methode ontwikkelen. Om te groeien in de onderzoekscompetentie is het wel belangrijk dat leerlingen reflecteren over de methode (zie ook AD4). Dit kan door een:

- aangereikte methode te gebruiken en te evalueren;
- aangereikte methode aan te passen aan het beschikbaar materiaal;
- aangereikte methode te vervangen door een eigen alternatief;
- geschikte methode op te zoeken;
- eigen methode voor te stellen.

Tijdens het onderzoeken kunnen verschillende vaardigheden aan bod komen bv.:

- een werkplan opstellen;
- benodigdheden selecteren;
- een proefopstelling maken;
- doelgericht, vanuit een hypothese of verwachting, waarnemen;
- inschatten hoe een waargenomen effect kan beïnvloed worden;
- zelfstandig (alleen of in groep) een opdracht/experiment uitvoeren met een aangereikte techniek, materiaal, werkschema;
- materieel correct hanteren: glaswerk, meetapparatuur (geleidingsvermogen, pH-metingen ...);

Bij het uitvoeren van metingen zijn er verschillende taken zoals het organiseren van de werkzaamheden, de apparatuur bedienen, meetresultaten noteren ... De leden van een onderzoeksgroepje kunnen elke rol opnemen tijdens het onderzoek.

AD4	REFLECTEREN	W1, W2, W3, W4, SET31
	Over een waarnemingsopdracht/experiment/onderzoek en het resultaat reflecteren.	

Wenken

Reflecteren kan door:

- resultaten van experimenten en waarnemingen af te wegen tegenover de verwachte resultaten rekening houdende met de omstandigheden die de resultaten kunnen beïnvloeden;
- de onderzoeksresultaten te interpreteren, een conclusie te trekken, het antwoord op de onderzoeksvraag te formuleren;
- de aangewende techniek en concrete uitvoering van het onderzoek te evalueren en ev. bij te sturen;
- experimenten of waarnemingen in de klassituatie te verbinden met situaties en gegevens uit de leefwereld;
- een model te hanteren of te ontwikkelen om een wetenschappelijk (chemisch, biologisch of fysisch) verschijnsel te verklaren;
- vragen over de vooropgestelde hypothese te beantwoorden:
 - Was mijn hypothese (als ... dan ...) of verwachting juist?
 - Waarom was de hypothese niet juist?
 - Welke nieuwe hypothese hanteren we verder?

AD5	RAPPORTEREN Over een waarnemingsopdracht/experiment/onderzoek en het resultaat rapporteren.	W1, W3, W4, SET31
-----	---	-------------------------

Wenken

Rapporteren kan door:

- alleen of in groep waarnemings- en andere gegevens mondeling of schriftelijk te verwoorden;
- samenhangen in schema's, tabellen, grafieken of andere ordeningsmiddelen weer te geven;
- alleen of in groep verslag uit te brengen voor vooraf aangegeven rubrieken;
- alleen of in groep te rapporteren via een poster.

Rapporteren kan GESTUURD of MEER OPEN.

Met gestuurd rapporteren bedoelen we:

- aan de hand van gesloten vragen (bv. een keuze uit mogelijke antwoorden, ja-nee vragen, een gegeven formule invullen en berekenen) op een werkblad (opgavenblad, instructieblad ...);
- aan de hand van een gesloten verslag met reflectievragen.

Met meer open rapporteren bedoelen we:

- aan de hand van open vragen op een werkblad;
- aan de hand van tabellen, grafieken, schema's die door de leerlingen zelfstandig opgebouwd worden;
- aan de hand van een kort open verslag waarbij de leerling duidelijk weet welke elementen in het verslag moeten aanwezig zijn.

Reflecteren en rapporteren zijn processen die elkaar beïnvloeden en waarvan de chronologische volgorde niet strikt te bepalen is.

4.2 Wetenschap en samenleving

Ons onderwijs streeft de vorming van de totale persoon na waarbij het christelijk mensbeeld een inspiratiebron kan zijn om o.a. de algemene doelstellingen m.b.t. 'Wetenschap en samenleving' vorm te geven. Deze algemene doelstellingen, die ook al in de 2de graad aan bod kwamen, zullen nu in toenemende mate van zelfstandigheid als referentiekader gehanteerd worden.

Enkele voorbeelden die vanuit een christelijk perspectief kunnen bekeken worden:

- de relatie tussen wetenschappelijke ontwikkelingen en het ethisch denken;
- duurzaamheidsaspecten zoals solidariteit met huidige en toekomstige generaties, zorg voor milieu en leven;
- respectvol omgaan met 'eigen lichaam' (seksualiteit, gezondheid, sport);
- respectvol omgaan met het '*anders zijn*': anders gelovigen, niet-gelovigen, genderverschillen.

AD6	MAATSCHAPPIJ	W6, W7, SET25,
-----	---------------------	-------------------

	De wisselwerking tussen chemie en maatschappij op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak illustreren.	SET26, SET27, SET28
--	---	---------------------------

Wenken

In de 2de graad kwamen al ecologische, ethische en technische aspecten aan bod. In de 3de graad komen er socio-economische en filosofische aspecten bij.

De wisselwerking kan geïllustreerd worden door de wederzijdse beïnvloeding (zowel negatieve als positieve) van wetenschappelijk-technologische ontwikkelingen op de maatschappij:

- de leefomstandigheden (ecologisch, technisch) van de mens:
 - allerlei toepassingen van chemie: geneesmiddelen, kunststoffen, kleurstoffen, batterijen (heroplaadbare en niet-heroplaadbare), superabsorbers (pampers), airbag;
 - alledaagse stoffen zoals ethanol, methanol, ether, aceton, bakpoeder, bleekwater, soda, ammoniak, azijnzuur;
 - de risico's van sommige chemische stoffen zoals benzeen, dioxines, drugs;
 - de aantasting van materialen tegengaan zoals het roesten van ijzer door galvanisatie.
- het ethisch denken van de mens:
 - het weren van giftige stoffen in speelgoed, verven ...;
 - het milieubewust sorteren van (labo)afval;
 - - het recycleren van materialen.
- de ontwikkeling van wetenschap wordt vaak gestimuleerd vanuit economisch oogpunt: bijvoorbeeld de zoektocht naar goedkope batterijen, het ontwikkelen van geleidende kunststoffen. Nieuwe technologische-wetenschappelijke ontwikkelingen zorgen anderzijds ook voor welvaart door de industriële tewerkstelling (bijvoorbeeld de chemische industrie).

AD7	CULTUUR Illustreren dat chemie behoort tot de culturele ontwikkeling van de mensheid.	W7, SET26, SET27, SET28
-----	---	----------------------------------

Wenken

Men kan dit illustreren door:

- te verduidelijken dat natuurwetenschappelijke opvattingen behoren tot cultuur als ze worden gedeeld door vele personen en overgedragen aan toekomstige generaties:
 - de begrippen zuurgraad (met bijhorende pH-schaal), galvaniseren, verzilveren, vergulden, roesten, katalysator, isotoop, promille;
 - het dagelijks taalgebruik waarbij wetenschappelijke begrippen in overdrachtelijke zin worden gebruikt: 'een verzuurde reactie', 'na een vakantie zijn de batterijen weer opgeladen';
 - geneesmiddelen zoals aspirine;
 - opladen en ontladen van batterijen;
 - stoffen zoals asfalt, dioxines, drugs, vitamines;
 - nanotechnologie.
- voorbeelden te geven van mijlpalen in de historische en conceptuele ontwikkeling van de natuurwetenschappen:
 - de evolutie van het atoommodel en het molecuulmodel;
 - de evolutie van het zuur-base begrip;
 - het concept van niet-aflopende of evenwichtsreacties;
 - de aanmaak van stoffen door de mens (bijvoorbeeld kunststoffen, synthetische kleurstoffen, kunstmeststoffen, geneesmiddelen);
 - de stof als energiedrager;
 - een redoxreactie als uitbreiding van een verbrandingsreactie.

AD8	DUURZAAMHEID	W4, W6, SET24
-----	---------------------	------------------

Bij het verduidelijken van en het zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op grondstoffen, energie en het leefmilieu.

Wenken

Enkele voorbeelden die aan bod kunnen komen in de lessen chemie:

- bij de bespreking van endo-energetische en exo-energetische reacties de recyclage van warmte bij industriële processen ter sprake brengen;
- bij de studie van de invloed van factoren op de ligging van het chemisch evenwicht aspecten zoals rendement, hergebruik van grondstoffen aan bod laten komen;
- de zoektocht naar bioafbreekbare kunststoffen, natuurlijke en zelfherstellende polymeren, nanomaterialen;
- gebruik van milieuvriendelijke stoffen zoals verven op basis van water,
- maatregelen ter bescherming van het leefmilieu zoals verplicht gebruik van een autokatalysator, gebruik van TiO₂-coatings op materialen (zoals geluidschermen) om het NO_x-gehalte in de lucht te reduceren;
- gebruik van fossiele brandstoffen waarbij op zoek moet worden gegaan naar alternatieve energiebronnen;
- gebruik van batterijen bekeken vanuit duurzaamheidsoogpunt: gebruik van metalen, afvalproblematiek (recyclage).

4.3 Omgaan met stoffen

Onderstaande algemene doelstellingen, die ook al in de 2de graad aan bod kwamen, zullen in toenemende mate van zelfstandigheid en complexiteit gehanteerd worden.

AD9

ETIKETTEN

Productetiketten interpreteren.

W5

Wenken

Deze doelstelling zal vooral aan bod komen tijdens demonstratieproeven en practica:

- veiligheidszinnen gebruiken conform de recentste versie van de COS-brochure (COS: Chemicaliën op School – de meest recente versie is te downloaden van <http://onderwijs-opleiding.kvcv.be/cos.html>);
- speciale gevaren herkennen aan de hand van gevaarsymbolen;
- informatie op huishoudproducten en handelsverpakkingen raadplegen.

AD10

VEILIGHEID

Veilig en verantwoord omgaan met stoffen.

W5

Wenken

Deze doelstelling zal vooral aan bod komen tijdens demonstratieproeven en tijdens practica. Bij het werken met chemicaliën houdt men rekening met de richtlijnen zoals weergegeven in de COS-brochure.

5 Leerplandoelstellingen

Bij het realiseren van de leerplandoelstellingen staan de algemene doelstellingen centraal.

Een voorstel van timing vind je verder bij de verschillende hoofdstukken van leerplandoelstellingen.

5.1 Structuur en eigenschappen van de materie

5.1.1 Bouw van de stoffen

5.1.1.1 Atoommodellen

(ca 8 lestijden)

Nummerleerplandoelstelling
B = basisdoelstelling
V = verdiepende doelstelling

Verwoording doelstelling

Verwijzing naar eindtermen (zie hoofdstuk 8)

B1	Het begrip isotoop definiëren en de voorstelling ervan interpreteren .	SET1
<p>Link met de 2de graad</p> <p>Bij de invoering van het begrip isotoop kunnen het atoomnummer Z en het massagetal A opgefrist worden.</p> <p>Wenken</p> <p>Het massagetal kan in dit stadium gelinkt worden aan een welbepaald isotoop.</p> <p>Het is een maatschappelijke en ethische vereiste dat enkele basisbegrippen en toepassingen van kernchemie in het algemeen vormend onderwijs aan bod komen. Voor het aspect ioniserende straling zijn deze opgenomen in het leerplan fysica. Dit betekent dat deze niet expliciet aan bod moeten komen in de lessen chemie. Overleg met de leraren fysica blijft echter noodzakelijk om overlappingsen te voorkomen.</p>		
B2	De gemiddelde relatieve atoommassa van een element berekenen en het verband leggen tussen de gemiddelde relatieve atoommassa van een element uit het PSE en het procentueel voorkomen van natuurlijke isotopen van dat element.	SET1
<p>Link met de 2de graad</p> <p>In de 2de graad werd de internationale atoommassa-eenheid ($1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$) bij benadering gelijk gesteld aan de absolute massa van één waterstofatoom.</p> <p>Wenken</p> <p>Na kennismaking met het isotoopbegrip wordt de eenheidsmassa gelijkgesteld aan één twaalfde van de absolute massa van een ^{12}C-atoom. Gelijktijdig wordt het begrip relatieve atoommassa (A_r) opgefrist en het begrip gemiddelde relatieve atoommassa aangebracht.</p>		

B3	De steeds verdere verfijning van het atoommodel historisch interpreteren .	W7
----	---	----

Link met de 2de graad

Voor de historische ontwikkeling van atoommodellen kunnen modellen van Democritus, Dalton, Thomson, Rutherford en Bohr, aangebracht in de 2de graad, aan bod komen.

Wenken

Deze doelstelling biedt de mogelijkheid om te illustreren dat modellen, waaronder atoommodellen, voortdurend in evolutie zijn. Bij het schetsen van een tijdslijn worden bovenstaande wetenschappers uitgebreid met namen als Sommerfeld, De Broglie, Planck, Heisenberg en Schrödinger.

V3	Het verband leggen tussen het lijnenspectrum van een element en het atoommodel van Bohr en Sommerfeld.	SET4 SET5
----	---	--------------

Wenken

Om de noodzakelijke aanpassing van het atoommodel van Bohr door Sommerfeld te kaderen kan uitgegaan worden van het lijnenspectrum van bijvoorbeeld het element waterstof. Dit biedt de kans om te illustreren hoe wetenschappers tewerk gaan: experimenteel verkregen gegevens leiden tot een bruikbaar model.

B4	Hoofdniveaus, subniveaus, magnetische niveaus en spin van een elektron onderscheiden voor het beschrijven van de energietoestand van een elektron.	SET12
----	---	-------

Wenken

Voor het beschrijven van de energietoestand van een elektron kan men zich beperken tot het invoeren van de drie energieniveaus en de spin. Het gebruik van het begrip 'quantumgetal' is niet noodzakelijk en kan voorbehouden worden voor het hoger onderwijs.

Het uitsluitingsprincipe van Pauli kan hierbij vermeld worden.

B5	Een orbitaal definiëren als de voorstelling van het trefkansgebied om een elektron aan te treffen rond de atoomkern.	SET2
----	---	------

Wenken

Om misconcepties bij leerlingen rond de aanwezigheid van schillen in een atoom te vermijden is het noodzakelijk te spreken over een 'elektronenwolk' als een negatieve ladingswolk die driedimensionaal is uitgesmeerd rond de kern. De visuele voorstelling van deze elektronenwolk kan zich beperken tot een s- en p-orbitaal. Het gebruik van didactische modellen als ondersteuning is aangewezen. Het is niet de bedoeling het golfmechanisch atoommodel in detail te bespreken maar eventueel wel te kaderen in de historische ontwikkeling van het atoommodel.

B6	De basisregels voor de opvulling van de verschillende energieniveaus van de elektronen in een atoom toepassen en de elektronenconfiguratie weergeven .	
----	--	--

Wenken

De opvulling van de verschillende energieniveaus van de elektronen in een atoom wordt aangebracht via de diagonaalregel in combinatie met de regel van Hund. Voorbeelden en toepassingen beperken zich tot elementen met een niet al te grote Z-waarde.

De weergave van de elektronenconfiguratie gebeurt zowel via de exponentiële notatie, de hokjesvoorstelling (boxnotatie) als de beknopte notatie.

De toepassing van de stabiliteitsregels kan als illustratie door de leerkracht gebruikt worden om een aantal uitzonderingen op de diagonaalregel te verklaren. Het gebruik van de stabiliteitsregels voor het opstellen van de elektronenconfiguratie door de leerling dient te worden vermeden aangezien niet alle elementen deze regels volgen (vb. Ni: $[\text{Ar}] 3d^8 4s^2$ en niet $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^0$).

V6	Het verband tussen de elektronenconfiguratie en de opbouw van het PSE met s-, p-, d- en f-blok aangeven .	SET5
V6bis	De sterkte van metaal- en niet-metaalkarakter, de monoatomische ionvorming, afmetingen van atomen en monoatomische ionen en de meest voorkomende oxidatiegetallen verklaren en toepassen in relatie met het PSE of in verband brengen met de elektronenconfiguratie.	SET12 W3

Wenken

Het gebruik van de stabiliteitsregels om de monoatomische ionvorming en de meest voorkomende oxidatiegetallen in verband te brengen met de elektronenconfiguratie kan hier aangewend worden. Voor de afmetingen van atomen en monoatomische ionen kan gewezen worden op de trends in het PSE. Er wordt niet ingegaan op de uitzonderingen in het d- en f-blok.

Mogelijke practica

- Vlamproeven.

Mogelijke demo-experimenten

- Spectraalanalyse van het licht afkomstig van een lichtbron (eventueel als simulatie).
- Vlamproeven.

5.1.1.2 Molecuulmodellen

(ca 7 lestijden)

B7	Lewisformules opstellen van moleculen en polyatomische ionen waarvan het skelet gegeven is. In deze lewisformules de bindende en vrije elektronenparen aanduiden en een onderscheid maken tussen de normale en de donor-acceptoratoombinding.	SET2
----	--	------

Link met de 2de graad

Bij het opstellen van lewisformules is het aan te raden om te vertrekken van de verschillende bindingstypes (ionbinding, covalente of atoombinding, metaalbinding) aangeleerd in de 2de graad.

Wenken

De nadruk ligt op de twee soorten atoombindingen en op het opstellen van lewisformules van meer complexe moleculen (vb. ternaire verbindingen) en ionen (polyatomische ionen). Hierbij wordt steeds vertrokken van een aangereikt skelet. Op deze manier vermijdt men een dubbele sanctie bij evaluaties. Voor het onderscheid tussen een ionbinding en een atoombinding kan men verwijzen naar het verschil in elektronegatieve waarde. In concrete gevallen zal men evenwel het criterium metaal niet-metaal (2de graad) hanteren omwille van uitzonderingen. Men kan hier wijzen op het feit dat bijna alle bindingen een covalent en een ionkarakter hebben.

B8	Voor een gegeven lewisformule door middel van het sterisch getal de ruimtelijke structuur van moleculen voorspellen en tekenen .	SET1 SET2
<p>Wenken</p> <p>Naast de geometrische schikking zal men aandacht besteden aan de bindingshoek. De ruimtelijke structuur van moleculen wordt het best gevisualiseerd via molecuulmodellen.</p>		
B9	Een sigma- en een pi-binding ruimtelijk van elkaar onderscheiden .	SET1 SET2
<p>Wenken</p> <p>Om het ruimtelijk onderscheid te maken tussen een sigma- en een pi-binding maakt men gebruik van atoom- en molecuulorbitalen via eenvoudige voorbeelden zoals H₂, HCl, H₂O, O₂, N₂. De aan- of afwezigheid van de rotatiemogelijkheid en het verschil in sterkte tussen een sigma- en een pi-binding kunnen hier aangehaald worden. Tevens kan gewezen worden op het verschil in reactiviteit tussen een sigma- en een pi-binding.</p>		
V9	Hybridisatie van orbitalen gebruiken als model om bindingen in koolwaterstoffen te verklaren .	SET2
<p>Wenken</p> <p>Hybridisatie van koolstofatomen in koolwaterstoffen kan gebruikt worden als model dat in overeenstemming is met experimentele gegevens (het identiek karakter van C-H bindingen in bijvoorbeeld methaan). Het afleiden van de ruimtelijke structuur van moleculen kan beperkt worden tot het gebruik van het sterisch getal (B8).</p>		

Mogelijke practica

- Studie van de structuur van moleculen met behulp van molecuulbouwdozen.
- Studie van de geometrie van moleculen (bijvoorbeeld via begeleid zelfstandig leren (BZL)) met behulp van molecuulbouwdozen.

5.1.1.3 Intermoleculaire krachten

(ca 3 lestijden)

B10	Polaire en apolaire stoffen onderscheiden vanuit het verschil in elektronegatieve waarde tussen de bindingspartners en de gegeven geometrie van binaire en ternaire verbindingen.	SET1 SET2 SET3
V10	Polaire en apolaire stoffen onderscheiden vanuit het verschil in elektronegatieve waarde tussen de bindingspartners en de geometrie van binaire en ternaire verbindingen.	SET1 SET2 SET3
<p>Link met de 2de graad</p> <p>De studie van de polariteit van stoffen is een uitbreiding van de leerstof van de 2de graad waar vanuit de gegeven geometrie de polariteit van moleculen van binaire stoffen theoretisch werd uitgelegd als een verdiepende doelstelling (leerplan wetenschappen).</p>		

Wenken

Het onderscheid tussen het dipoolkarakter van de binding(en) en dat van de molecule kan worden gevisualiseerd door ruimtelijke molecuulmodellen waarop 'ladingsvectoren' worden aangebracht met een relatieve lengte evenredig met het verschil tussen de elektronegatieve waarde van de bindingspartners. Op die manier kunnen de leerlingen vlot inzien of de dipolen elkaar al dan niet opheffen.

Als verdiepende doelstelling kan vertrokken worden van de chemische formule of de lewisstructuur van de molecule voor de bepaling van de polariteit van de molecule.

B11 Het begrip intermoleculaire krachten **definiëren en indelen** in dispersiekrachten, dipoolkrachten en waterstofbruggen.

Wenken

Het volstaat hier om de oorsprong van de intermoleculaire krachten aan te brengen. Het verklaren van fysische eigenschappen zoals oplosbaarheid en smeltpunt/kookpunt op basis van intermoleculaire krachten gebeurt het best bij de bespreking van de stofklassen. Het verschil tussen inter- en intramoleculaire krachten kan worden geïllustreerd via bijvoorbeeld faseovergangen van stoffen. Het is bovendien zinvol te verwijzen naar het belang van intermoleculaire krachten bij de structuur van o.a. eiwitten (H-bruggen) (link met lessen biologie).

Er wordt bij voorkeur de benaming 'dispersiekrachten' (of londonkrachten) gebruikt in plaats van 'vanderwaalskrachten' als intermoleculaire krachten die tussen alle soorten deeltjes (polaire en apolaire) werkzaam zijn.

Ion-dipoolkrachten kunnen aan bod komen bij de bespreking van het oplosproces van stoffen in water als een interactie tussen een ion en het oplosmiddel als dipoolmolecule.

Mogelijke practica

- De dehydratatie en hydratatie van een zout uitvoeren en waarnemen aan de hand van kleurveranderingen en/of massaveranderingen.
- Het polair/apolair karakter van een reeks stoffen nagaan.
- Kwalitatieve studie van complexvorming.
- Onderzoek naar de polariteit van stoffen via elektrostatische eigenschappen bijvoorbeeld via afbuigingsproeven van vloeistofstralen in een elektrisch veld. Men kan uitbreiden naar stoffen zoals ethanol, aceton.

Mogelijke demo-experimenten

- Onderzoek naar de polariteit van stoffen via elektrostatische eigenschappen bijvoorbeeld via afbuigingsproeven van vloeistofstralen in een elektrisch veld. Men kan uitbreiden naar stoffen zoals ethanol, aceton.

5.1.2 Verdere kennismaking met de stofklassen

5.1.2.1 Anorganische stofklassen

(ca 7 lestijden)

B12	Van anorganische verbindingen met gegeven formule de verkorte systematische naam vormen en vanuit de gegeven verkorte systematische naam de formule vormen .	
Link met de 2de graad In de 2de graad werd de systematische naam van anorganische verbindingen (zuren, hydroxiden, oxiden en zouten) aangebracht. Wenken De systematische naam van anorganische verbindingen zal men vanaf nu vereenvoudigen door het weglaten van overbodige Griekse telwoorden van atomen en atoomgroepen. Is in de naamgeving van verbindingen geen verwarring mogelijk, dan is de vermelding van de Griekse telwoorden overbodig en worden deze daar ook niet vermeld. Naamgeving met de juiste vermelding van overbodige Griekse telwoorden kan echter niet als fout worden beschouwd.		
B13	Van anorganische verbindingen met gegeven formule de systematische naam vormen gebruikmakend van de stocknotatie en vanuit de gegeven stocknotatie de formule vormen .	
Wenken Is in de naamgeving van verbindingen verwarring mogelijk, dan wordt de naamgeving met vermelding van de indices door Griekse telwoorden verder gebruikt ofwel wordt de stocknotatie gehanteerd. Leerlingen mogen een tabel raadplegen om te weten van welke elementen de atomen meer dan één oxidatiegetal kunnen aannemen. De concrete waarden van de oxidatiegetallen moeten blijken uit een gegeven naam of formule en/of uit de raadpleging van het PSE en/of tabel met oxidatiegetallen. Men zal er ook over waken niet onnodig veel lesuren aan “het inoefenen van nomenclatuur” te besteden. Eens de belangrijkste basisprincipes gegeven en ingeoeffend zal men het gebruik van aanvaardbare stofnamen continu integreren in de chemielessen. De leerkracht waakt er over bij het ‘lezen’ van formules de namen van de stoffen te gebruiken in plaats van zich te beperken tot de spelling van formuleletters en indices. Een formule zoals HNO_3 zal dus worden gelezen als ‘waterstofnitraat’ en niet als ‘ha-en-o-drie’. Ook de aard van het betrokken deeltje (molecule, atoom, ion) formuleert men zo duidelijk mogelijk.		
B14	Van anorganische verbindingen formules vormen met behulp van PSE of op basis van de gegeven naam.	
Link met de 2de graad Het is niet de bedoeling dat leerlingen oxidatiegetallen van een reeks elementen van buiten leren. Zij halen deze informatie ofwel uit het PSE ofwel uit een tabel met oxidatiegetallen. De te kennen ternaire zuren uit de 2de graad (diwaterstofcarbonaat, waterstofnitraat, triwaterstoffosfaat, diwaterstofsulfaat, waterstofchloraat, waterstofbromaat, waterstofjodaat) worden nu aangevuld met de ternaire zuren met in de naam –iet, hypo-iet en per-aat. Wenken De waterstofzouten, dubbelzouten en hydraten kunnen op dit moment aan bod komen.		

V14	Fysische eigenschappen van anorganische stoffen verklaren .	C1 SET2
<p>Wenken</p> <p>Fysische eigenschappen van anorganische stoffen als oplosbaarheid, smelt- en kookpunt kunnen via een tabel met gegevens geïnterpreteerd worden. Dit is het gepaste moment om de aangebrachte theorie van intermoleculaire krachten toe te passen.</p>		
B15	Van veel gebruikte anorganische verbindingen de triviale naam en/of toepassing geven .	C1
<p>Wenken</p> <p>Het wordt sterk aangeraden de triviale naam van anorganische zuren zoals salpeterzuur, zwavelzuur, zoutzuur, blauwzuur, koolzuur en fosforzuur te introduceren.</p> <p>Andere anorganische stoffen waarvan de triviale naam kan worden gebruikt, zijn: ongebluste kalk, gebluste kalk, bijtende soda, soda, bleekwater, kalksteen, bakpoeder, keukenzout en zuurstofwater.</p> <p>Een echte kennismaking met de verbindingen wordt heel wat boeiender door enkele eenvoudige experimenten in te lassen of door gebruik te maken van een stoffenverzameling, etiketten, verpakkingen of reclamefolders eventueel in combinatie met een opdracht om het gebruik in het dagelijkse leven te illustreren.</p>		
B16	Algemene reactiepatronen herkennen en toepassen op: <ul style="list-style-type: none"> - reacties van metalen en niet-metalen met dizuurstof; - zuur-basegedrag van metaaloxiden en niet-metaaloxiden in water; - reacties van zuren met hydroxiden; - reacties van metalen met zuren. 	C1
<p>Link met de 2de graad</p> <p>De studie van de algemene reactiepatronen van anorganische stoffen bouwt verder op het leerplan van de 2de graad. Voor een groep leerlingen (2de graad wetenschappen) is dit deels een herhaling, voor andere leerlingen (2de graad niet-wetenschappen) volledig nieuw. Men dient aan deze verschillende voorkennis dus voldoende aandacht te besteden. De reactiepatronen worden uitgebreid met reacties van metalen met zuren.</p> <p>Wenken</p> <p>Vanzelfsprekend worden deze reactiepatronen ondersteund door demo-experimenten. Bij voorkeur worden voorbeelden genomen uit het dagelijks leven.</p>		
V16	Algemene reactiepatronen herkennen en toepassen op: <ul style="list-style-type: none"> - reacties van metalen met niet-metalen; - reacties van metaaloxiden met niet-metaaloxiden; - reacties van metalen met water. 	C1
<p>Wenken</p> <p>Het is voldoende elk reactiepatroon te illustreren met een aantal voorbeelden. Men beoogt niet de systematische studie van alle reactiepatronen van anorganische stoffen.</p>		

Mogelijke practica

- Studie van fysische eigenschappen (zoals oplosbaarheid en elektrische geleidbaarheid) van anorganische stoffen.
- Studie van overeenkomstige eigenschappen voor stoffen van eenzelfde verbindingsklasse.
- Studie van chemische reacties tussen anorganische stoffen.
- Bepaling van de hoeveelheid kristalwater in een hydraat.
- Analyse van anorganische stoffen via o.a. reactiepatronen.
- De dehydratatie en hydratatie van een zout uitvoeren en waarnemen aan de hand van kleurveranderingen en/of massaveranderingen.

Mogelijke demo-experimenten

- Illustratie van chemische reacties tussen anorganische stoffen in de leefwereld.
- Illustratie van overeenkomstige eigenschappen voor stoffen van eenzelfde verbindingsklasse.

Mogelijke onderzoeksopdrachten

- Identificatie van onbekende stoffen, oplossingen.

5.1.2.2 Organische stofklassen

(ca 8 lestijden)

B17	Koolwaterstoffen classificeren in acyclische en cyclische koolwaterstoffen.	SET1
V17	Van cycloalkanen, cycloalkenen en benzeen met gegeven formule de naam geven en vanuit de gegeven naam de formule vormen .	
B18	Koolwaterstoffen en monofunctionele koolstofverbindingen classificeren in hun stofklasse.	SET1
<p>Link met de 2de graad</p> <p>De systematische studie van de organische stofklassen bouwt verder op de kennismaking in de 2de graad met de onvertakte, verzadigde koolwaterstoffen en de alcoholen en monocarbonsuren. De koolwaterstoffen met een functionele groep kwamen enkel aan bod in de wetenschappelijke richtingen.</p> <p>Wenken</p> <p>Men kan wijzen op de bijna onbeperkte mogelijkheid om organische verbindingen te synthetiseren. Ook de mogelijkheid om een ringstructuur te vormen komt aan bod, evenals de vertakte organische verbindingen en de onverzadigde organische verbindingen (alkenen en alkynen). De stof benzeen neemt hier een bijzondere plaats in zowel omwille van het toxisch karakter van deze stof als van de aanwezigheid van een benzeenring.</p>		
V18	Functionele groepen herkennen en benoemen in polyfunctionele organische verbindingen.	
<p>Wenken</p>		

De illustratie van polyfunctionele organische verbindingen kan gebeuren via stoffen als sachariden, lipiden, proteïnen, geneesmiddelen en kunststoffen. Voor de biochemische stoffen is het aangewezen terug te koppelen naar het leerplan biologie 3de graad.

B19	<p>Van acyclische koolwaterstoffen en monofunctionele acyclische koolstofverbindingen met gegeven formule de naam vormen en vanuit de gegeven naam de formule vormen en dit voor:</p> <ul style="list-style-type: none"> -alkanen, alkenen, alkynen -alcoholen -halogeenalkanen -ethers -aldehyden -ketonen -carbonzuren -esters -amines -amides 	
-----	--	--

Wenken

Voor het geven van een formule die hoort bij een organische verbinding kan gewezen worden op verschillende mogelijkheden: de brutoformule, de structuurformule, de verkorte structuurformule en de zaagtandstructuur. Men let erop de structuur niet onnodig complex te maken.

Voor de naamgeving van de monofunctionele koolstofverbindingen volgt men de huidige IUPAC-regels. Dit betekent dat het positienummer van de functionele groep vóór het achtervoegsel wordt geplaatst. Men spreekt bij van butaan-1-ol (en niet 1-butanol) en van pent-2-eeen (en niet 2-penteen).

V19	Fysische eigenschappen van organische stoffen verklaren .	C1 SET2
-----	--	------------

Wenken

Fysische eigenschappen van organische stoffen als oplosbaarheid, smelt- en kookpunt kunnen via een tabel met gegevens geïnterpreteerd worden. De aangebrachte theorie van intermoleculaire krachten kan hierbij gebruikt worden.

B20	Van veel gebruikte organische stoffen de triviale naam en/of toepassing geven .	C1
-----	--	----

Wenken

Stoffen als methanol, ethanol, methaanzuur (mierenzuur), ethaanzuur (azijnzuur), aceton, formol, chloroform, etheen, ethyn, ether, glycol, white spirit en paraffine als mengsels, geurstoffen, destillatieproducten van aardolie en kunststoffen komen aan bod. Opnieuw kunnen een stoffenverzameling, etiketten, verpakkingen of reclamefolders als illustratiemateriaal gebruikt worden.

V20	De basisstructuur van lipiden, sachariden en proteïnen herkennen .	C1
-----	---	----

Wenken

Biochemische aspecten van biopolymeren komen reeds aan bod in de lessen biologie van de 3de graad. Om mogelijke overlappings te vermijden is een goed overleg met de collega biologie nodig. In de lessen chemie beoogt men in eerste instantie de structuur en de chemische eigenschappen te bespreken. Dit biedt de kans om het voorkomen van een aantal functionele groepen als alcohol, ester, amine te illustreren. Het is niet de bedoeling een volledig systematisch overzicht te geven van de mogelijke soorten sachariden.

Bij de bespreking van de lipiden kan gewezen worden op het voorkomen, de winning en eigenschappen van vetstoffen in de voeding. Hier kan eventueel ook uitgebreid worden naar de reinigende werking van natuurlijke zepen en synthetische wasmiddelen.

B21	Isomerie definiëren en herkennen in gegeven voorbeelden.	SET2
U1	Isomeren indelen en herkennen als keten-, plaats-, functie-, cis-trans- en optische isomeren.	SET2 SET3
U2	Isomeren weergeven uitgaande van de brutoformule of structuurformule.	SET2

Wenken

Men kan wijzen op het belang van isomeren in bijvoorbeeld de geneeskunde (het Softenonaccident) en de voeding (limoneen).

Voor het herkennen van de verschillende soorten isomerie kan men vertrekken van een structuurformule.

Bij optische isomerie volstaat het de noodzakelijke aanwezigheid van minstens een asymmetrisch koolstofatoom te illustreren met voorbeelden en modelvoorstellingen.

Mogelijke practica

- Studie van fysische (zoals oplosbaarheid, elektrische geleidbaarheid en brandbaarheid, aggregatietoestand) en chemische eigenschappen (zoals zuur-basegedrag) van organische stoffen.
- Isomerie (vb. via begeleid zelfstandig leren (BZL)) met behulp van molecuulbouwdozen.
- Analyse van organische stoffen via identificatiereacties.

Mogelijke demo-experimenten

- Illustratie van de brandbaarheid en lichtontvlambaarheid van koolstofverbindingen.
- Het verschil in fysische en chemische eigenschappen van isomeren experimenteel vaststellen.
- Identificatie van de verbrandingsproducten van koolwaterstoffen.
- Identificatiereacties voor een aantal organische stofklassen (waaronder alcoholen, aldehyden en carbonzuren).

Mogelijke onderzoeksopdrachten

- Samenstelling van gummibeertjes onderzoeken (suikervrije, gelatine, pectine beertjes).
- Samenstelling van druivensuiker onderzoeken (met vitamine C, met citroen, met magnesium).
- Samenstelling van melk onderzoeken (verse, gepasteuriseerde en gepasteuriseerde lactose vrije melk).
- Sprite, sprite-light en tonic van elkaar onderscheiden met behulp van gist.
- Zetmeel aantonen in knutselgerief (bioplastiek staafjes).
- Bevatten wasmiddelen enzymen die eiwitten kunnen afbreken?
- Bevatten wasmiddelen enzymen die zetmeel kunnen afbreken?

5.2 De chemische reactie

5.2.1 Materieaspecten

(ca 8 lestijden)

B22	Definiëren dat het molair gasvolume onafhankelijk is van de aard van het gas.	
B23	Het gasvolume, de gasdruk, de massa en/of het aantal gasdeeltjes berekenen .	W4
Wenken Bij de behandeling van het molair gasvolume moet men wijzen op de afhankelijkheid van de druk en temperatuur. Werkt men bij normomstandigheden, waarbij de druk 101325 Pa en de temperatuur 273,15 K bedragen, dan wordt een molair gasvolume van 22,4 liter/mol bekomen. Merk op dat men volgens IUPAC moet spreken van een standaarddruk en een standaardtemperatuur (S.T.P.) van respectievelijk 100000 Pa (of 1 bar) en 273,15 K. Het molair gasvolume bedraagt dan 22,7 liter/mol. Dit betekent dat normomstandigheden en standaardomstandigheden niet gelijk zijn. Vermits de ideale gaswet reeds behandeld werd in de lessen fysica van het tweede leerjaar van de 2de graad, is het aan te bevelen, als toepassing daarop, ook problemen te behandelen waarin gassen zich niet in normomstandigheden bevinden. Men gaat hierbij uit van de gaswet (en van de gegeven waarde van R) en van de opgegeven druk en temperatuur.		
B24	Andere concentratie-uitdrukkingen dan molaire en massaconcentratie definiëren en toe- passen in berekeningen: massaprocent, volumeprocent en massa/volumeprocent.	W4
Link met de 2de graad In de 2de graad werden de begrippen mol, molaire massa, molaire concentratie en massaconcentratie aangebracht. Deze worden in de 3de graad verder uitgebreid. In het kader van 'leren leren' kan men de leerlingen stimuleren om progressief een vademecum of reeks steekkaarten aan te vullen, hier met de nieuwe grootheden en eenheden alsook de formule voor de berekening van de grootheden. Wenken Het begrip mol is de draaischijf van waaruit alle chemische berekeningen van massa's, volumes en concentraties worden uitgevoerd. De basiswerkwijze aangebracht in de 2de graad wordt best even opgefrist omdat ze ook in de 3de graad een uitgangspunt vormt voor oplossingsstrategieën van chemische vraagstukken. Het gebruik van formule-uitdrukkingen voor de berekening van diverse grootheden wordt hierbij sterk aanbevolen. Bij de berekeningen worden ook steeds de eenheden vermeld en de benaderingsregels toegepast. Dubbelzinnigheden in verband met m/V worden vermeden indien duidelijk wordt omschreven wat wordt bedoeld. Bij massaconcentratie is dat massa opgeloste stof/volume oplossing uitgedrukt in g/L, bij de procentuele concentratie is dat massa opgeloste stof/volume oplossing uitgedrukt in g/100 milliliter, bij dichtheid is dat massa van een stof/volume van diezelfde massa stof uitgedrukt in kg/m^3 , eventueel omgezet naar g/liter.		
V24	Andere concentratie-uitdrukkingen dan molaire en massaconcentratie definiëren en toe- passen in berekeningen: promille, ppm, ppb.	W4
Wenken		

Het is aan te raden om enkele omrekeningen te maken van concentratiegegevens naar promille (deeltjes per duizend), ppm (deeltjes per miljoen) en ppb (deeltjes per miljard) opdat de leerlingen ppm- en ppb-waarden realistischer zouden kunnen interpreteren. Deze eenheden worden immers meer en meer gebruikt in allerlei wetenschappelijke vulgariserende artikels over milieu- en veiligheidsproblematiek, sporelementanalyses ...

B25 **Berekeningen maken** in verband met omzettingen tussen concentratie-uitdrukkingen.

Wenken

Het verdunnen van oplossingen en het bereiden van mengsels kunnen hier aan bod komen.

B26 Bij aflopende reacties waarvan de reactievergelijking gegeven is massa, stofhoeveelheid, concentratie en/of gasvolume van reagentia en reactieproducten bij stoichiometrische hoeveelheden en bij overmaat **berekenen**.

C3
SET8

Link met de 2de graad

In de 2de graad hebben leerlingen die de richting wetenschappen volgden kennis gemaakt met het gebruik van stoichiometrische hoeveelheden bij de berekening van hoeveelheden reagentia en reactieproducten via een reactievergelijking.

Wenken

Het is de bedoeling in de vraagstukken verschillende begrippen aan bod te laten komen zoals aantal mol, massa, concentratie, dichtheid, limiterend reagens, molaire massa, gasvolume. Vermits de leerlingen voor de eerste maal in contact komen met dit soort complexere vraagstukken start men met eenvoudige oefeningen om het algemeen principe (d.i. oplossingsstrategie) in te oefenen alvorens wordt overgegaan naar de samengestelde stoichiometrie.

Mogelijke practica

- Bepaling van de molaire massa van stoffen of van het molair gasvolume.
- Kwantitatieve experimenten met gassen gebaseerd op de molaire druk van gassen.
- Bepaling van het gehalte calciumcarbonaat in maagtabletten/kalksteen.
- Chemisch rekenen met gassen.
- Studie van het stoichiometrisch reageren van stoffen (zoals koper met zwavel).

Mogelijke onderzoeksopdrachten

- Bevatten alle bakpoeders evenveel natriumwaterstofcarbonaat?
- Hoe maak je de beste bruisbal?

5.2.2 Thermodynamica

(ca 1 lestijd)

B27	Het onderscheid tussen activeringsenergie en reactie-energie omschrijven aan de hand van een energiediagram.	SET6
Link met de 2de graad In de 2de graad werden de begrippen exo-energetisch en endo-energetisch aangebracht. Als bijkomende ondersteuning werd het bijhorend energiediagram gegeven (leerplan wetenschappen).		
Wenken In het kader van het botsingsmodel is het belangrijk het begrip activeringsenergie te definiëren als de energie die nodig is om een reactie te laten starten. De reactie-energie is het energieverschil tussen deze van de reactieproducten en de reagentia. Men kan erop wijzen dat deze hoeveelheid energie (de reactie-energie) wordt opgenomen tijdens een endo-energetisch proces en wordt afgegeven tijdens een exo-energetisch proces. Energie kan op dit moment gedefinieerd worden als 'inwendige energie' of als de som van alle vormen van energie die een stof bezit waaronder kinetische energie en energie afkomstig van chemische bindingen. Voor deze laatste soort energie kan de term 'bindingsenergie' gebruikt worden. Op deze manier wordt een verklaring gegeven waarom tijdens een chemische reactie een energie-uitwisseling optreedt. Ook kan de link gelegd worden naar de lessen biologie (biochemie) door te verwijzen naar energiedragers zoals ATP.		
v27	Enthalpie, entropie en vrije energie kwalitatief omschrijven .	SET6 SET16
Wenken Zonder in te gaan op de kwantitatieve aspecten van thermodynamische grootheden als enthalpie, entropie en vrije energie kan gewezen worden op factoren die het al dan niet spontaan optreden van een chemische reactie beïnvloeden: een verandering van enthalpie (de reactie-enthalpie of reactiewarmte) en een verandering van entropie (een maat voor de wanorde). Een daling van de vrije energie tijdens een chemische reactie zal uiteindelijk bepalend zijn voor het spontaan verloop van een chemisch proces.		

Mogelijke demo-experimenten

- Temperatuursmetingen tijdens een chemische reactie.
- Voorbeelden van endo- en exo-energetische reacties (vb. citroenzuur en natriumwaterstofcarbonaat; bariumhydroxide en ammoniumchloride).
- Voorbeelden van spontane en niet-spontane chemische reacties.

Mogelijke onderzoeksopdrachten

- Hot Booster (zelfverhittend voedsel): in welke verhouding tussen de reagentia water en calciumoxide wordt de grootste temperatuursverandering bereikt?
- Reactie in zure hostie onderzoeken.
- Bepaling van de reactiewarmte van een chemische reactie (zoals een neutralisatie).

5.2.3 Reactiesnelheid en factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden

(ca 4 lestijden)

B28	Het begrip reactiesnelheid omschrijven en kwalitatief verklaren in termen van botsingen en van activeringsenergie.	C4 SET18
Link met de 2de graad Het voorkomen van chemische reacties met uiteenlopende tijdsduur kwam reeds aan bod in de 2de graad (wetenschappen). Wenken Het begrip reactiesnelheid wordt gedefinieerd aan de hand van het botsingsmodel waarin de begrippen effectieve botsingen en geactiveerd complex aan bod komen.		
B29	Het begrip reactiesnelheid omschrijven als een concentratieverandering van een stof binnen een bepaald tijdsverloop.	SET18
Wenken Bij de omschrijving van het begrip reactiesnelheid kunnen de gemiddelde en ogenblikkelijke reactiesnelheid gedefinieerd worden. Als illustratie kan een reactiesnelheid worden berekend.		
B30	De snelheidsvergelijking opstellen voor éénstapsreacties.	SET18
Wenken De snelheidswet van Guldberg en Waage (wet van de massawerking) kan eventueel experimenteel geverifieerd of afgeleid worden. De reactiesnelheid kan kwantitatief worden vastgesteld door de tijd te meten nodig voor het wegreageren van een vaste stof, het veranderen van kleur, het vormen van een neerslag of het ontwikkelen van een gas. Het begrip 'orde van een reactie' komt hier aan bod.		
U3	De snelheidsvergelijking opstellen voor meerstapsreacties vanuit gegeven experimenteel cijfermateriaal.	SET18 W3
Wenken Voor het bepalen van de orde bij een meerstapsreactie wordt het best vertrokken van gegeven experimenteel cijfermateriaal. Voor de verklaring van de snelheidsvergelijking van een meerstapsreactie kan gesteund worden op het reactiemechanisme en de snelheidsbepalende stap.		
V30	De snelheidsvergelijking toepassen .	SET18
Wenken Als illustratie kunnen uit de gegeven of opgestelde snelheidsvergelijking de ogenblikkelijke reactiesnelheid, de snelheidsconstante en de actuele concentratie van de reagentia berekend worden.		
B31	Factoren die de snelheid van een reactie beïnvloeden verklaren aan de hand van het botsingsmodel.	C4 SET18

Link met de 2de graad

In de 2de graad (wetenschappen) kwamen reeds factoren als verdelingsgraad, temperatuur en katalysator aan bod. Deze kunnen uitgebreid worden met de concentratie. Daarnaast kan de invloed van alle factoren op de reactiesnelheid verklaard worden aan de hand van het botsingsmodel, de activeringsenergie en de boltzmannverdeling.

Wenken

Voor de katalysator kan verwezen worden naar de lessen biologie waar enzymen aan bod komen. Tevens wordt het belang van katalysators bij industriële processen geïllustreerd alsook bij natuurlijke processen zoals de aanmaak van ozon in de atmosfeer. Voorbeelden uit het dagelijks leven waarbij snelheidsbeïnvloedende factoren worden gebruikt zijn: voeding bewaren in de koelkast, gevaar van stofexplosie, gebruik van een zuurstofmasker.

Mogelijke practica

- Het kwalitatief onderzoek van de factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden.
- Het kwantitatief onderzoek van de invloed van de concentratie van de reagentia op de reactiesnelheid.
- Studie van de reactiesnelheid (vb. ontleding van waterstofperoxide met behulp van droge gist via druksensor).

Mogelijke demo-experimenten

- Illustratie van het verschil in reactiesnelheid tussen twee reacties.
- Demonstratie van factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden.

Onderzoeksonderwerpen

- Onderzoek naar factoren die de snelheid van een maagzuurremmer beïnvloeden (vb. Maalox, Renie, Gaviscon).

5.2.4 Chemisch evenwicht en factoren die het chemisch evenwicht beïnvloeden

(ca 7 lestijden)

B32	Het begrip aflopende reactie omschrijven als een reactie die verloopt tot één van de reagentia is opgebruikt.	C5
B33	Het begrip chemisch evenwicht omschrijven als een dynamisch stabiele toestand gekenmerkt door twee reacties die met dezelfde reactiesnelheid gelijktijdig en in tegengestelde zin verlopen.	C5 SET13

Wenken

Wegens het complexe en abstracte karakter van het dynamische evenwichtsmodel van chemische reacties is het nodig deze leerinhouden te visualiseren en te illustreren aan de hand van concrete stoffensystemen. De eerste kennismaking met chemische evenwichten zal dan ook proefondervindelijk worden ondersteund, hetzij met reële experimenten van kwalitatieve aard zoals kleurveranderingen, hetzij met simulaties.

Belangrijk is dat leerlingen goed inzien dat de blijvende aanwezigheid van alle reagentia bij chemisch evenwicht niets heeft te maken met een overmaat aan een van de uitgangsstoffen.

B34	De evenwichtsconstante opstellen en berekenen voor een gegeven reactievergelijking.	SET13 SET15
U4	Evenwichtsconcentraties en het rendement berekenen met behulp van de gegeven evenwichtsconstante.	SET13 SET15
<p>Wenken</p> <p>De evenwichtsconstante wordt theoretisch als een dimensieloze grootte beschouwd. Dit vindt zijn oorsprong in de definitie van de evenwichtsconstante: de concentratie van elke stof wordt vergeleken met een standaardconcentratie van 1 mol/L waardoor alle eenheden wegvallen. De concentratie van zuivere stoffen als vaste stof en oplosmiddel worden gelijk gesteld aan 1.</p>		
B35	De invloed van concentratie, druk, temperatuur en katalysator op de ligging van het chemisch evenwicht kwalitatief verklaren en voorspellen .	SET13 SET15
V35	De invloed van concentratie, druk, temperatuur en katalysator op de ligging van het chemisch evenwicht kwantitatief verklaren .	SET13 SET15
U5	Concrete voorbeelden van chemische evenwichten in de maatschappij toelichten .	SET11 W6
<p>Wenken</p> <p>Het belang van de invloed van factoren de concentratie, druk en temperatuur op de ligging van het chemisch evenwicht kan worden geïllustreerd via bijvoorbeeld industriële productieprocessen (Haber-Bosch proces voor de synthese van ammoniak, het contactproces voor de synthese van zwavelzuur) en de ademhaling.</p>		

Mogelijke practica

- Kwalitatief onderzoek van de factoren die een chemisch evenwicht kunnen verschuiven.
- Studie van het chemisch evenwicht.

Mogelijke demo-experimenten

- Het bestaan van evenwichtsreacties aantonen.

5.2.5 Reactiesoorten

5.2.5.1 Zuur-basereacties

(ca 8 lestijden)

B36	Zuren en basen volgens Brønsted-Lowry herkennen en zuur-basekoppels schrijven .	
<p>Link met de 2de graad</p> <p>De definitie van een zuur als protondonor en een base als protonacceptor zijn een vervolg op de definitie volgens Arrhenius (2de graad).</p>		
<p>Wenken</p>		

Men kan duiden dat het zuur-baseconcept volgens Brönsted-Lowry een universeel karakter heeft dan dit van Arrhenius. Een bijkomende groep van deeltjes vormen de amfolytten.

B37

Zuursterkte en basesterkte **in verband brengen** met de zuurconstante en baseconstante.

SET7

Wenken

Het raadplegen van tabellen door leerlingen kan bij de introductie van de tabel met zuur- en baseconstanten gestimuleerd worden. De zuur- respectievelijk baseconstante worden gedefinieerd als de evenwichtsconstante die hoort bij de protolyse van een zuur respectievelijk base, allebei volgens Brönsted-Lowry, met water. Hierbij wordt de concentratie van water als oplosmiddel gelijkgesteld aan 1.

U6

Het zuur-basegedrag van zouten in water **kwalitatief verklaren**.

SET1

SET2

Wenken

Het zuur-basegedrag van zouten wordt het best ondersteund met demo-experimenten of kan in een onderzoekje door leerlingen worden uitgevoerd. Het is niet de bedoeling de experimenteel verkregen pH-waarde theoretisch af te leiden. Door de studie van het zuur-basegedrag van zouten in oplossing wordt aangetoond dat een waterige oplossing van een zout niet altijd een pH-neutrale oplossing is.

B38

De begrippen K_w , pH en pOH **definiëren**.

C6

Link met de 2de graad

In de 2de graad werd pH in verband gebracht met het zuur, neutraal of basisch karakter van een waterige oplossing.

Wenken

In dit stadium wordt pH in verband gebracht met het negatief logaritme van de concentratie van het oxoniumion (H_3O^+) of van het proton (H^+). De uitbreiding naar pOH kan functioneel praktisch zijn voor vlotte berekeningen van de pH van basische oplossingen maar is ondergeschikt aan het gebruik van het begrip pH. De K_w wordt gedefinieerd als de evenwichtsconstante die hoort bij de autoprotolyse van water. Hierbij wordt de concentratie van water als oplosmiddel gelijkgesteld aan 1.

B39

De pH en pOH **berekenen** voor waterige oplossingen van sterke zuren en sterke basen.

C6

Wenken

De berekeningen van de pH worden eenvoudig gehouden en beperkt tot oplossingen met één opgeloste stof. De berekening van de pH van een zwavelzuuroplossing dient niet te worden uitgevoerd. Wel kan gewezen worden op het feit dat de eerste protolysereactie met water een aflopend karakter heeft, terwijl de tweede geen aflopend karakter vertoont.

U7

De pH en pOH **berekenen** voor waterige oplossingen van zwakke zuren en zwakke basen.

C6

Wenken

Bij de afleiding van de pH van zwakke zuren en zwakke basen wordt niet uitsluitend gefocused op de verkregen pH-formule.

Het is belangrijk leerlingen te doen inzien dat het concept van chemisch evenwicht hier kan worden toegepast. Opnieuw geldt dat pH-berekeningen beperkt worden gehouden tot oplossingen met één opgeloste stof.

B40 Het begrip buffermengsel **omschrijven** en het belang ervan **illustreren**.

C7

Wenken

Het volstaat om het principe en de samenstelling van een buffer te geven. De pH van een buffermengsel dient niet te worden afgeleid.

Het belang van buffers kan geïllustreerd worden aan de hand van de bufferende werking van bijvoorbeeld bodem, zeeën en bloed.

V40 De werking van een buffermengsel **kwalitatief verklaren**.

Wenken

Bij de werking van een buffermengsel wijst men op de optredende neutralisatie en de beïnvloeding van de aanwezige evenwichten.

U8 De werking van een zuur-base-indicator **verklaren**.

Link met de 2de graad

In de 2de graad werd kennis gemaakt met zuur-base-indicatoren om te bepalen of een oplossing zuur of basisch is.

Wenken

Via een verdere (experimentele) studie kan gewezen worden op het voorkomen van een omslaggebied en op de pH-afhankelijkheid ervan. Voor de verkleuring van een zuur-base-indicator wordt gesteund op de verschuiving van het chemisch evenwicht.

U9 Het pH-verloop tijdens de titratie van een sterk zuur of een sterke base kwalitatief **verklaren**.

W3
SET16

B41 De ongekende molaire concentratie van een zure of basische oplossing **berekenen** bij een zuur-basetitratie.

SET8

Wenken

Het is zinvol bij de bespreking van de zuur-basetitratie te wijzen op het belang ervan als analysetechniek. Het is niet de bedoeling dat leerlingen de pH voor elk punt van de zuur-basetitratie kunnen berekenen. Het volstaat in te gaan op de pH bij het begin van de titratie, op het equivalentiepunt en na het equivalentiepunt. Bij voorkeur wordt dit ondersteund door een demo-experiment of een simulatie. Als aanvulling kan eventueel een zwak zuur of een zwakke base worden getitreerd.

U10 Een zuur-basetitratie **uitvoeren**.

W5

Wenken

Bij de uitvoering van een zuur-basetitratie door leerlingen wordt voorzien in de aanwezigheid van voldoende volumetrisch labomateriaal waaronder pipet, buret en erlenmeyer (zie minimale materiële vereisten).

Mogelijke practica

- Bereiding van een buffermengsel en de werking ervan controleren.
- Bepaling van het omslaggebied van zuur-base-indicatoren.
- Uitvoeren van zuur-basetitraties.
- pH-bepaling van allerlei oplossingen (waaronder huishoudproducten).
- Studie van de invloed van het zuur / de base en de concentratie op de pH-waarde van de oplossing.
- Studie van het zuur-basgedrag van zouten in water.
- Studie van het pH-verloop tijdens een zuur-basetitratie.
- Het volgen van een zuur-basereactie aan de hand van digitale pH-, geleidbaarheids- en/of temperatuursmetingen.

Mogelijke demo-experimenten

- Illustratie van de werking van een buffermengsel.
- Illustratie van het omslaggebied van zuur-base-indicatoren.
- Demonstratie van een zuur-basetitratie.
- Demonstratie van de sterkte van een zuur/base via geleidbaarheidsmetingen.
- Illustratie van het zuur-basgedrag van zouten in water.

Mogelijke onderzoeksonderwerpen

- Bepaling van m% azijnzuur in huishoudazijn.
- Bepaling van m% calciumcarbonaat in schelpen.
- Bepaling van m% acetylsalicylzuur in een tablet aspirine.
- Zuurgraad bepalen van energiedranken en frisdranken.

5.2.5.2 Redoxreacties

(ca 6 lestijden)

B42	De verandering van oxidatiegetallen in een redoxreactie vaststellen en in verband brengen met de begrippen oxidator, reductor, oxidatie, reductie en elektronenoverdracht voor reacties met binaire en ternaire verbindingen.	
<p>Link met de 2de graad</p> <p>In de 2de graad werden redoxreacties met binaire stoffen bestudeerd. Hierbij werd de berekening van de oxidatiegetallen beperkt tot binaire samengestelde stoffen en enkelvoudige stoffen.</p> <p>Wenken</p> <p>De studie van redoxreacties wordt uitgebreid naar reacties waar behalve binaire verbindingen ook ternaire verbindingen voorkomen. Daarnaast zal men de parallellen aangeven tussen een zuur-basereactie en een redoxreactie: het zuur (protondonor) en de base (protonacceptor) worden respectievelijk vervangen door de reductor (elektronendonor) en de oxidator (elektronenacceptor). Het is didactisch interessant de voorbeelden van redoxreacties via demo-experimenten aan te reiken.</p> <p>Het is aan te bevelen om de berekening van oxidatiegetallen te herhalen en uit te breiden naar geladen deeltjes zoals kationen (bijvoorbeeld NH_4^+) en anionen (bijvoorbeeld NO_3^-). Als illustratie van de definitie van een oxidatiegetal, als de lading die aanwezig zou zijn op een atoom indien de elektronen in elke binding die dat atoom heeft aangegaan worden toegekend aan het meest elektronegatieve atoom van de binding, kan de bepaling van het oxidatiegetal van koolstof in organische verbindingen worden gegeven.</p>		
U11	Redoxvergelijkingen met binaire en ternaire verbindingen opstellen .	

Wenken

Bij het opstellen van de vergelijking voor een redoxreactie kan uitgegaan worden van oxidatiegetallen (oxidatiegetalmethode) of van de twee deelreacties (ion-elektronmethode). De laatste methode gebeurt bij voorkeur wanneer de redoxreactie in waterig milieu plaatsgrijpt. Hierbij worden de oxidatie- en de reductiereactie opgesteld met de aanwezige deeltjes in oplossing (ionen/moleculen). Bij de oxidatiegetalmethode gebeurt het opstellen op basis van de stoffenvergelijking.

B43 De sterkte van oxidator en reductor **in verband brengen** met de standaardreductiepotentiaal.

SET7

Wenken

Een standaardreductiepotentiaal is het verschil tussen de potentiaal van een willekeurig redoxkoppel en de potentiaal van de standaard-waterstofelektrode. In een standaardcel zijn de opgeloste bestanddelen aanwezig in een concentratie van 1 mol/L, de gassen bij een druk van 1 bar (100000 Pa) en een temperatuur van 298,15 K. Opnieuw kan het raadplegen van tabellen door leerlingen gestimuleerd worden bij het gebruik van de tabel met standaardreductiepotentialen. De eventueel experimenteel opgestelde verdringingsreeks van de metalen en de niet-metalen kan verklaard worden via de tabel met standaardreductiepotentialen. De omzetting van de standaardreductiepotentiaal naar de reële reductiepotentiaal (vergelijking van Nernst) dient niet te gebeuren.

B44 De bouw van een galvanische cel **bespreken** en de werking ervan **verklaren**.

SET6
SET16
SET24

Wenken

Bij de bespreking van de galvanische cel zal men benadrukken dat de redoxreactie spontaan verloopt en energie levert.

B45 Elektrolyse **herkennen** als een gedwongen chemische reactie onder invloed van elektrische stroom.

SET6
SET16
SET24

V45 De reacties aan anode en kathode bij elektrolyse van waterige oplossingen **voorspellen**.

Wenken

Bij de bespreking van elektrolyse zal men benadrukken dat de redoxreactie gedwongen verloopt en energie verbruikt.

Het is didactisch belangrijk dat men zowel de galvanische cel als de elektrolysecel illustreert met hetzelfde redoxevenwicht. Zo levert de spontane reactie tussen zinkmetaal en koper(II)-ionen elektrische energie (Daniëll-element) terwijl de gedwongen reactie tussen kopermetaal en zink(II)-ionen elektrische energie verbruikt (elektrolyse van zinksulfaatoplossing met koperelektroden). Een alternatief is het opladen en ontladen van een batterij.

U12 Concrete voorbeelden van redoxprocessen in de maatschappij **toelichten**.

W6
W7

Wenken

Bij het geven van voorbeelden van redoxprocessen denken we aan galvaniseren, verzilveren van voorwerpen, verkleuren van metalen voorwerpen, kathodische bescherming van ijzeroppervlakken, heroplaadbare en niet-heroplaadbare batterijen.

Mogelijke practica

- Studie van reacties tussen redoxkoppels.
- Opstellen van verdringingsreeks van metalen of niet-metalen door waarneming van de optredende reacties.
- Redoxtitratie.

Mogelijke demo-experimenten

- Reacties tussen redoxkoppels.
- Opstellen van een galvanische cel en een elektrolysecel.
- Verzilveren, verkoperen van voorwerpen.

Mogelijke onderzoeksonderwerpen

- Analyse van zilveren snoepparels.
- Bepaling van het H₂O₂ – gehalte in zuurstofwater.
- Bepaling van het vitamine C-gehalte in fruitsap.
- Elektrolyse van NaCl-oplossingen met verschillende concentratie.

5.2.5.3 Reactietypes in de koolstofchemie

(ca 8 lestijden)

B46	Reactiesoorten herkennen naar de wijze waarop de binding wordt verbroken en naar de aard van het aanvallend reagensdeeltje.	C2 SET9 SET24
Wenken De wijze waarop de binding wordt verbroken kan homolytisch (radicalair) of heterolytisch zijn. Reacties onderscheiden volgens de aard van het aanvallend reagensdeeltje betekent volgens de nucleofiele, elektrofile of radicalaire aard van de deeltjes die een molecuulskelet aanvallen. Het reactiemechanisme van radicalaire reacties (initiatie, propagatie, terminatie) en van substitutie-, additie- en eliminatiereacties (waaronder de orde) zijn voorbestemd voor het hoger onderwijs.		
B47	In een gegeven chemische reactie tussen koolstofverbindingen het reactietype identificeren als substitutie, additie, eliminatie, condensatie, polymeervorming en/of degradatie.	C2
Wenken De oxidatie van alcoholen kan als illustratie gebruikt worden voor een eliminatie (dehydrogenatie). Condensatie en polycondensatie kunnen geïllustreerd worden via de structuuropbouw van biomoleculen zoals sachariden (de condensatie van monosachariden), proteïnen (de vorming van een peptidebinding bij de koppeling van twee aminozuren) en lipiden (de veresteringsreactie van glycerol met een vetzuur). Bij polymeervorming kunnen polymerisatie, polyadditie en polycondensatie als voorbeelden worden gegeven. Voorbeelden van degradatie zijn kraken en verbranding van organische stoffen.		

Het is niet de bedoeling de reactiemechanismen gedetailleerd aan de hand van elektronenverschuivingen in de betrokken reagentia te bespreken.

U13 Een chemische reactie tussen koolstofverbindingen **aanvullen**.

SET3
C1

Wenken

Als uitbreiding kunnen voor een aantal organische stofklassen (bijvoorbeeld alkenen, halogeenvverbindingen, alcoholen, carbonzuren) de belangrijkste organische reacties worden opgesteld. Het is niet de bedoeling alle mogelijke reacties van alle organische stofklassen te bespreken.

V47 Een elementaire synthesesweg voor een eenvoudige koolstofverbinding **voorstellen**.

SET3
W6

Wenken

Een overzichtsschema van elementaire syntheseswegen wordt best progressief opgebouwd bij de studie van de chemische eigenschappen van de organische stofklassen. Het is niet de bedoeling dat de leerlingen dit schema kunnen reproduceren. Bedoeling is dat ze inzicht verwerven in de onderlinge samenhang van de organische stofklassen en dit schema kunnen gebruiken bij de studie van elementaire syntheseswegen uitgaande van eenvoudige grondstoffen. Een voorbeeld is de synthese van propaanzuur uitgaande van propaan.

B48 Kunststoffen **herkennen** als voorbeelden van macromoleculen.

C2

Wenken

De behandeling van macromoleculaire verbindingklassen zal zich beperken tot een elementaire kennismaking met de structuur en de belangrijkste skeletonderdelen van dergelijke moleculen. Ingewikkeldere structuurmodellen van macromoleculen kunnen wel bij wijze van illustratie worden getoond, maar hoeven niet te worden verklaard.

Aanduiden dat polymeren zowel van natuurlijke als van synthetische oorsprong kunnen zijn.

B49 Eigenschappen en actuele toepassingen van kunststoffen **verklaren** aan de hand van de moleculaire structuur van die stoffen.

C1
C2

Wenken

Men kan bij de behandeling van toepassingen wijzen op de recyclage van kunststoffen en op de nieuwe ontwikkelingen (bioafbreekbare polymeren, geleidende polymeren, nanomaterialen).

De thermische eigenschappen van kunststoffen worden in verband gebracht met de begrippen thermoplast, thermoharder en elastomeer en bij voorkeur experimenteel ondersteund.

Mogelijke practica

- Bereiding van een ester.
- Bereiding van zeep.
- Bereiding van enkele kunststoffen zoals bakeliet, nylon, polyurethaanschuim, polystyreen.
- Identificaties van kunststoffen.
- Studie van de zuursterkte van alkaanzuren.
- Synthese van organische stoffen.

Mogelijke demo-experimenten

- Oxidatie van alcoholen.
- Bromering van alkanen en alkenen.
- Identificatiereacties van organische stoffen.
- Verschil tussen thermoharder, thermoplast en elastomeer.
- Uitvoering van een elektrofile substitutie (vb. nitrering van naftaleen).

6 **inimale materiële vereisten**

Bij het uitvoeren van practica is het belangrijk dat de klasgroep tot maximaal 22 leerlingen wordt beperkt om:

- de algemene doelstellingen m.b.t. onderzoekend leren/leren onderzoeken in voldoende mate te bereiken;
- de veiligheid van iedereen te garanderen.

6.1 **Infrastructuur**

- Een chemielokaal, met een demonstratietafel waar zowel water, elektriciteit als gas voorhanden zijn, is een must. Mogelijkheid tot projectie (beamer met computer) is noodzakelijk. Een pc met internet-aansluiting is hierbij wenselijk.
- Om onderzoekend leren en regelmatig practica te kunnen organiseren is een degelijk uitgerust practicumlokaal met de nodige opbergruimte noodzakelijk. Hierbij moeten voorzieningen aanwezig zijn voor afvoer van schadelijke dampen en gassen.
- Eventueel is er bijkomende opbergruimte beschikbaar in een aangrenzend lokaal.
- Op geregelde tijdstippen is een vlotte toegang tot een open leercentrum en/of multimediasklas met beschikbaarheid van pc's noodzakelijk.
- Het lokaal dient te voldoen aan de vigerende wetgeving en normen rond veiligheid, gezondheid en hygiëne.

6.2 **Uitrusting**

De suggesties voor practica vermeld bij de leerplandoelstellingen vormen geen lijst van verplicht uit te voeren practica, maar laten de leraar toe een keuze te maken, rekening houdend met de materiële situatie in het labo. Niet vermelde practica, die aansluiten bij de leerplandoelstellingen, zijn vanzelfsprekend ook toegelaten. In die optiek kan de uitrusting van een labo nogal verschillen. Niettemin kunnen een aantal items toch als vanzelfsprekend beschouwd worden (zie 6.3 t.e.m. 6.7).

Omdat de leerlingen per 2 (uitzonderlijk per 3) werken, zullen een aantal zaken in meervoud moeten aanwezig zijn. Voor de duurere toestellen kan de leraar zich afhankelijk van de klasgrootte beperken tot 1 à 2 exemplaren, die dan gebruikt worden in een circuitpracticum. Om directe feedback te kunnen geven, moet dit echter meer als uitzondering dan als regel beschouwd worden.

6.3 Basismateriaal

Algemeen:

- Volumetrisch materiaal: maatbekers, kolven, maatcilinders, erlenmeyers, pipetten, buretten
- Recipiënten (allerhande)
- Statieven met toebehoren
- Verbindingselementen voor het monteren van opstellingen
- Tangen, spatels, roerstaven, schalen
- Houders voor reageerbuisen
- Deeltjesmodellen, atoommodellen, molecuulmodellen, orbitaalmodellen en roostermodellen

Specifiek

- Materiaal voor opvang van gassen (gasklok, meetspuit)
- Materiaal om eenvoudige elektrostaticaproeven uit te voeren

6.4 Toestellen

- Thermometer
- Geleidbaarheidsmeter
- Bunsenbrander of elektrische verwarmplaat
- Spanningsbron
- Balans, nauwkeurigheid tot minstens 0,1 g
- Materiaal om pH-metingen uit te voeren (pH-meter, pH-strips, universeelindicator)
- Stroom- en spanningsmeter

6.5 Chemicaliën

- Verzameling van de voornaamste anorganische en organische stoffen
- Zuur-base-indicatoren
- Een aantal bufferoplossingen
- Een aantal kunststoffen

6.6 Tabellen

- Tabellenboekjes of ICT-infrastructuur voor het verzamelen van informatie
- Chemicaliëncatalogi
- Periodiek systeem als wandkaart met aanduiding van s-, p-, d- en f-blokken
- Tabel met oxidatiegetallen
- Spanningsreeks van de metalen en de niet-metalen
- Tabel met omslaggebieden en kleuren van zuur-base-indicatoren
- Tabel met zuur- en baseconstanten
- Tabel met standaardreductiepotentialen

Ter ondersteuning kan volgend materiaal in het chemielokaal aanwezig zijn:

- Isotopenkaart (nuclidenkaart)
- Wandkaart van de anorganische stofklassen met formule en naam van de belangrijkste zuren, van een aantal basen, oxiden en zouten
- Wandkaart van de organische stofklassen met formule en naamgeving
- Wandkaart met de belangrijkste reacties van de anorganische stofklassen
- Wandkaart met de belangrijkste grootheden en formules gebruikt bij het chemisch rekenen
- Wandkaart met belangrijkste labomateriaal en bijhorende naam

6.7 Veiligheid en milieu

- Voorziening voor correct afvalbeheer
- Afsluitbare kasten geschikt voor de veilige opslag van chemicaliën
- EHBO-set
- Brandbeveiliging: brandblusser, branddeken, emmer zand
- Wettelijke etikettering van chemicaliën
- Persoonlijke beschermingsmiddelen: beschermkledij (labojassen), veiligheidsbrillen, handschoenen, oogdouche of oogspoelflessen, pipetvullers
- Recentste versie van brochure “Chemicaliën op school”
- Lijst met H- en P-zinnen
- Lijst met gevarenpictogrammen

7 Evaluatie

7.1 Inleiding

Evaluatie is een onderdeel van de leeractiviteiten van leerlingen en vindt bijgevolg niet alleen plaats op het einde van een leerproces of op het einde van een onderwijsperiode. Evaluatie maakt integraal deel uit van het leerproces en is dus geen doel op zich.

Evalueren is noodzakelijk om **feedback** te geven aan de leerling en aan de leraar.

Door rekening te houden met de vaststellingen gemaakt tijdens de evaluatie kan de leerling zijn **leren optimaliseren**.

De leraar kan uit evaluatiegegevens informatie halen voor **bijsturing** van zijn **didactisch handelen**.

7.2 Leerstrategieën

Onderwijs wordt niet meer beschouwd als het louter overdragen van kennis. Het ontwikkelen van leerstrategieën, van algemene en specifieke attitudes en de groei naar **actief leren** krijgen een centrale plaats in het leerproces.

Voorbeelden van strategieën die in de leerplandoelstellingen van dit leerplan voorkomen zijn:

- ... onderscheiden op basis van ...
- ... verband leggen tussen ...
- ... herkennen in en toepassen op ...
- ... afleiden
- ... indelen en herkennen
- ... omschrijven en verklaren
- ... verklaren en voorspellen
- ... in verband brengen met ...
- ... definiëren en interpreteren
- ... toepassen
- ... formule en naam vormen
- ... illustreren
- ... kwalitatief verklaren en voorspellen
- ... kwantitatief verklaren
- ... classificeren
- ... berekenen
- ... opstellen
- ... identificeren

Het is belangrijk dat tijdens evaluatiemomenten deze strategieën getoetst worden.

Ook het gebruik van stappenplannen, het raadplegen van tabellen en allerlei doelgerichte evaluatieopgaven ondersteunen de vooropgestelde leerstrategieën.

7.3 Proces- en productevaluatie

Het gaat niet op dat men tijdens de leerfase het **leerproces** benadrukt, maar dat men finaal alleen het **leerproduct** evalueert. De literatuur noemt die samenhang tussen proces- en productevaluatie **assessment**. De procesmatige doelstellingen staan in dit leerplan vooral bij de algemene doelstellingen (AD1 t.e.m. AD 10). Tevens is het leerproces intrinsiek verbonden aan de concentrische opbouw van de leerplannen chemie.

Wanneer we willen ingrijpen op het leerproces is de **rapportering, de duiding en de toelichting** van de evaluatie belangrijk. Blijft de rapportering beperkt tot het louter weergeven van de cijfers, dan krijgt de leerling weinig adequate feedback. In de rapportering kunnen de sterke en de zwakke punten van de leerling weergegeven worden en ook eventuele adviezen voor het verdere leerproces aan bod komen.

8 Eindtermen

8.1 Eindtermen voor de basisvorming

8.1.1 Wetenschappelijke vaardigheden

- W1. Eigen denkbeelden verwoorden en die confronteren met denkbeelden van anderen, metingen, observaties, onderzoeksresultaten of wetenschappelijke inzichten.
- W2. Vanuit een onderzoeksvraag een eigen hypothese of verwachting formuleren en relevante variabelen aangeven.
- W3. Uit data, een tabel of een grafiek relaties en waarden afleiden om een besluit te formuleren.
- W4. Wetenschappelijke terminologie, symbolen en SI-eenheden gebruiken.
- W5. Veilig en verantwoord omgaan met stoffen, elektrische toestellen, geluid en EM-straling.

8.1.2 Wetenschap en samenleving

- W6. Bij het verduidelijken van en het zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op tenminste grondstoffen, energie, biotechnologie, biodiversiteit en het leefmilieu.
- W7. De natuurwetenschappen als onderdeel van de culturele ontwikkeling duiden en de wisselwerking met de maatschappij op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak illustreren.

8.1.3 Eindtermen biologie

- B1. Celorganellen, zowel op lichtmicroscopisch als op elektronenmicroscopisch niveau, benoemen en de functies ervan aangeven.
- B2. Het belang van sachariden, lipiden, proteïnen, nucleïne-zuren, mineralen en water voor het metabolisme toelichten.
- B3. Het belang van mitose en meiose duiden.
- B4. De betekenis van DNA bij de celdeling en genexpressie verduidelijken.
- B5. De functie van geslachtshormonen bij de gametogenese en bij de menstruatiecyclus toelichten.
- B6. Stimulering en beheersing van de vruchtbaarheid bespreken in functie van de hormonale regeling van de voorplanting.
- B7. De bevruchting en de geboorte beschrijven en de invloed van externe factoren op de ontwikkeling van embryo en foetus bespreken.
- B8. Aan de hand van eenvoudige voorbeelden toelichten hoe kenmerken van generatie op generatie overerven.
- B9. Kenmerken van organismen en variatie tussen organismen verklaren vanuit erfelijkheid en omgevingsinvloeden.
- B10. Wetenschappelijk onderbouwde argumenten geven voor de biologische evolutie van organismen, met inbegrip van de mens.

8.1.4 Eindtermen chemie

- C1. Eigenschappen en actuele toepassingen van stoffen, waaronder kunststoffen, verklaren aan de hand van de moleculaire structuur van die stoffen.
- C2. Chemische reacties uit de koolstofchemie in verband brengen met hedendaagse toepassingen.
- C3. Voor een aflopende reactie, waarvan de reactievergelijking gegeven is, en op basis van gegeven stofhoeveelheden of massa's, de stofhoeveelheden en massa's bij de eindsituatie berekenen.
- C4. De invloed van snelheidsbepalende factoren van een reactie verklaren in termen van botsingen tussen deeltjes en van activeringsenergie.
- C5. Het onderscheid tussen een evenwichtsreactie en een aflopende reactie illustreren.
- C6. De pH van een oplossing definiëren en illustreren.
- C7. Het belang van een buffermengsel illustreren.

8.1.5 Eindtermen fysica

- F1. De beweging van een voorwerp beschrijven in termen van positie, snelheid en versnelling (eenparig versnelde en eenparig cirkelvormige beweging).
- F2. De invloed van de resulterende kracht en van de massa op de verandering van de bewegingstoestand van een voorwerp kwalitatief en kwantitatief beschrijven.
- F3. Volgende kernfysische aspecten aan de hand van toepassingen of voorbeelden illustreren:
 - aard van α -, β - en γ -straling;
 - activiteit en halveringstijd;
 - kernfusie en kernsplijting;
 - effecten van ioniserende straling op mens en milieu.
- F4. Eigenschappen van een harmonische trilling en een lopende golf met toepassingen illustreren.
- F5. Eigenschappen van geluid en mogelijke invloeden van geluid op de mens beschrijven.
- F6. De begrippen spanning, stroomsterkte, weerstand, vermogen en hun onderlinge verbanden kwalitatief en kwantitatief hanteren.
- F7. Met toepassingen illustreren:
 - een magnetisch veld ontstaat ten gevolge van bewegende elektrische ladingen;
 - het effect van een homogeen magnetisch veld op een stroomvoerende geleider;
 - elektromagnetische inductieverschijnselen.

8.2 Specifieke eindtermen wetenschappen 3de graad (SET)

Verdeling van de decretale specifieke eindtermen wetenschappen (SET + nummer)

	Biologie	Chemie	Fysica	Aardrijkskunde
Structuren (1 tot 5)	1, 2, 3, 4, 5	1, 2	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3
Interacties (6 tot 12)	6, 7, 11, 12	6, 7, 8	6, 8, 9, 10, 12	6, 9
Systemen (13 tot 16)	13, 14, 16	13, 15, 16		14
Tijd (17 tot 21)	17	18	20, 21	17, 19, 20, 21
Genese (22 tot 24)	22, 23, 24		24	22, 23, 24
Natuurwet.-Maatschappij (25 tot 28)	25, 26, 27, 28	25, 26, 27, 28	25, 26, 27, 28	25, 26, 27, 28
Onderzoek (29 tot 31)	29, 30, 31	29, 30, 31	29, 30, 31	29, 30, 31

8.2.1 Structuren

De leerlingen kunnen op verschillende schaalniveaus

- SET1. structuren classificeren en beschrijven op basis van samenstelling, eigenschappen en functies.
- SET2. structuren met behulp van een model of schema voorstellen en hiermee eigenschappen verklaren.
- SET3. relaties leggen tussen structuren.
- SET4. methoden beschrijven om structuren te onderzoeken.
- SET5. structuren op grond van observeerbare of experimentele gegevens identificeren en classificeren.

8.2.2 Interacties

De leerlingen kunnen op verschillende schaalniveaus

- SET6. processen waarbij energie wordt getransformeerd of getransporteerd beschrijven en herkennen in voorbeelden.
- SET7. vorming, stabiliteit en transformatie van structuren beschrijven, verklaren, voorspellen en met eenvoudige hulpmiddelen experimenteel onderzoeken.
- SET8. berekeningen uitvoeren bij energie- en materieomzettingen.
- SET9. effecten van de interactie tussen materie en elektro-magnetische straling beschrijven en in voorbeelden herkennen.

De leerlingen kunnen

SET10. beweging en verandering in bewegingstoestand kwalitatief beschrijven, in eenvoudige gevallen experimenteel onderzoeken en berekenen.

SET11. verbanden leggen tussen processen op verschillende schaalniveaus.

SET12. fundamentele wisselwerkingen verbinden met hun rol voor de structurering van de materie en met energieomzettingen

8.2.3 Systemen

De leerlingen kunnen op verschillende schaalniveaus

SET13. uitleggen hoe systemen een toestand van evenwicht bereiken en behouden.

SET14. relaties tussen systemen beschrijven en onderzoeken.

SET15. vanuit een begintoestand de evenwichtstoestand van een systeem en effecten van storingen kwalitatief onderzoeken en in eenvoudige gevallen berekenen.

SET16. de evolutie van een open systeem kwalitatief beschrijven

8.2.4 Tijd

De leerlingen kunnen op verschillende schaalniveaus

SET17. voorbeelden geven van cyclische processen en deze cycli op een tijdschaal plaatsen.

SET18. de levensduur van structuren en systemen en de snelheid van processen vergelijken en de factoren die hierop een invloed uitoefenen verklaren en in eenvoudige gevallen onderzoeken.

SET19. relaties tussen cyclische processen illustreren.

SET20. uitleggen hoe cyclische processen worden aangewend om de tijdsduur te bepalen.

SET21. methoden beschrijven om structuren relatief en absoluut te dateren.

8.2.5 Genese en ontwikkeling

De leerlingen kunnen op verschillende schaalniveaus

SET22. fasen in de evolutie van structuren en systemen beschrijven en ze op een tijdschaal ordenen.

SET23. relaties leggen tussen evoluties van systemen en structuren.

SET24. mechanismen beschrijven die de stabiliteit, verandering en differentiatie van structuren of systemen in de tijd verklaren.

8.2.6 *Natuurwetenschap en maatschappij*

De leerlingen kunnen

SET25. met voorbeelden illustreren dat de evolutie van de natuurwetenschappen gekenmerkt wordt door periodes van cumulatieve groei en van revolutionaire veranderingen.

SET26. natuurwetenschappelijke kennis vergelijken met andere visies op kennis.

SET27. de relatie tussen natuurwetenschappelijke ontwikkelingen en technische toepassingen illustreren.

SET28. effecten van natuurwetenschap op de samenleving illustreren, en omgekeerd.

8.2.7 *Onderzoekscompetentie*

De leerlingen kunnen

SET29. zich oriënteren op een onderzoeksprobleem door gericht informatie te verzamelen, te ordenen en te bewerken.

SET30. een onderzoeksopdracht met een wetenschappelijke component voorbereiden, uitvoeren en evalueren.

SET31. de onderzoeksresultaten en conclusies rapporteren en ze confronteren met andere standpunten.

☞ Leerplannen van het VVKSO zijn het werk van leerplancommissies, waarin begeleiders, leraren en eventueel externe deskundigen samenwerken.

Op het voorliggende leerplan kunt u als leraar ook reageren en uw opmerkingen, zowel positief als negatief, aan de leerplancommissie meedelen via e-mail (leerplannen.vvksso@vsko.be).

Vergeet niet te vermelden over welk leerplan u schrijft: vak, studierichting, graad, nummer. Langs dezelfde weg kunt u zich ook aanmelden om lid te worden van een leerplancommissie. In beide gevallen zal de coördinatrice leerplannen zo snel mogelijk op uw schrijven reageren.
