



LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

NATUURWETENSCHAPPEN

derde graad tso

Grafische communicatie



BRUSSEL

D/2017/13.758/015

September 2017

(vervangt leerplan D/2008/7841/042)



Inhoud

1	Inleiding en situering van het leerplan	4
1.1	Inleiding	4
1.2	Plaats in de lessentabel	4
2	Beginsituatie en instroom	5
3	Leerlijnen	6
3.1	Vormende leerlijn.....	7
3.2	Leerlijn van de eerste tot de derde graad	8
3.3	Leerlijn en mogelijke timing	12
4	Christelijke mensbeeld	14
5	Algemene pedagogische wenken.....	15
5.1	Leeswijzer bij de doelstellingen	15
5.2	Leerplan versus handboek	17
5.3	Taalgericht vakonderwijs	17
6	Algemene doelstellingen	20
6.1	Onderzoekend leren	21
6.2	Wetenschap en samenleving.....	23
6.3	Veiligheid en gezondheid	26
6.4	Grootheden, eenheden, grafieken.....	26
7	Leerplandoelstellingen.....	28
7.1	Voortplanting	28
7.2	Erfelijkheid	35
7.3	Evolutie.....	37
7.4	Stoichiometrische berekeningen.....	39
7.5	Chemisch evenwicht.....	40
7.6	Koolstofchemie	41
7.7	Biochemie	43
7.8	Kunststoffen	45
7.9	Inkten	47
7.10	Geluid en licht.....	48

7.11	Elektriciteit	54
7.12	Kernfysica	59
7.13	Bewegingsleer	61
8	Minimale materiële vereisten	65
8.1	Algemeen.....	65
8.2	Het vaklokaal: een inspirerende leeromgeving.....	65
8.3	Materiaal voor demonstratie- en leerlingenexperimenten.....	65
9	Evaluatie.....	67
9.1	Inleiding	67
9.2	Leerstrategieën.....	67
9.3	Proces- en productevaluatie.....	68
9.4	Groepswork, groepstaken en leerlingenexperimenten	68
10	Begrippenkader	69
10.1	Leerplanbegrippen	69
10.2	Operationele werkwoorden gebruikt in de doelstellingen	69
11	Eindtermen.....	71





1 Inleiding en situering van het leerplan

1.1 Inleiding

Dit leerplan is van toepassing voor de studierichting Grafische communicatie 3de graad tso.

1.2 Plaats in de lessentabel

Om een goed overzicht te krijgen van de plaats van dit leerplan binnen het geheel van de vorming, verwijzen we naar de lessentabel op de website van het [Katholiek Onderwijs Vlaanderen](#). Deze lessentabel is richtinggevend en kan verschillen van de lessentabel die op uw school gehanteerd wordt.

2 Beginsituatie en instroom

De meeste leerlingen hebben al kennis gemaakt met de geïntegreerde aanpak van natuurwetenschappen (tweede graad tso/kso). Andere leerlingen komen uit studierichtingen waar ze via fysica, chemie en/of biologie hebben kennis gemaakt met wetenschappelijke begrippen en de wetenschappelijke methode. We kunnen er dus van uitgaan dat de leerlingen over voldoende basiskennis beschikken.

Volgende begrippen kwamen in **alle richtingen** van de tweede graad tso/kso (met uitzondering van de techniekrichtingen) aan bod:

- **Begrippen i.v.m. materie en materie-eigenschappen:** materiemodel: mengsel en zuivere stof, deeltjesmodel (atoom, molecule), enkelvoudige en samengestelde stof, moleculaire formules, aggregatietoestand, faseovergangen, chemische reactie, massa en massadichtheid, omgaan met stoffen in leefwereldsituaties.
- **Begrippen i.v.m. kracht en beweging:** zwaartekracht, verandering van bewegingstoestand.
- **Begrippen i.v.m. energie:** arbeid, energie- en energieomzettingen.
- **Begrippen i.v.m. druk:** kwalitatief in concrete situaties.
- **Begrippen i.v.m. licht en zien:** terugkaatsing en breking, optische toestellen (niet in techniekrichtingen).
- **Begrippen i.v.m. ecologie:** relaties tussen organismen en milieu (niet in techniekrichtingen).
- **Begrippen i.v.m. warmteleer:** warmtehoeveelheid en temperatuursveranderingen, thermisch evenwicht.

Voor meer informatie verwijzen we naar de specifieke leerlijnen die in elk leerplan vermeld staan.

3 Leerlijnen

Een leerlijn beschrijft de constructieve en (chrono)logische opeenvolging van wat er geleerd dient te worden. Deze leerlijn situeert zich over volgende dimensies:

- **De vormende leerlijn**
Deze leerlijn geeft een overzicht van de wetenschappelijke vorming van het basisonderwijs tot en met de derde graad van het secundair onderwijs (zie 3.1).
- **De leerlijn van de eerste graad tot de derde graad**
Deze leerlijn beschrijft de samenhang van natuurwetenschappelijke begrippen en vaardigheden (zie 3.2).
- **De leerlijn binnen de derde graad tso**
Deze leerlijn beschrijft de samenhang van de thema's in het vak Natuurwetenschappen (zie 3.3).

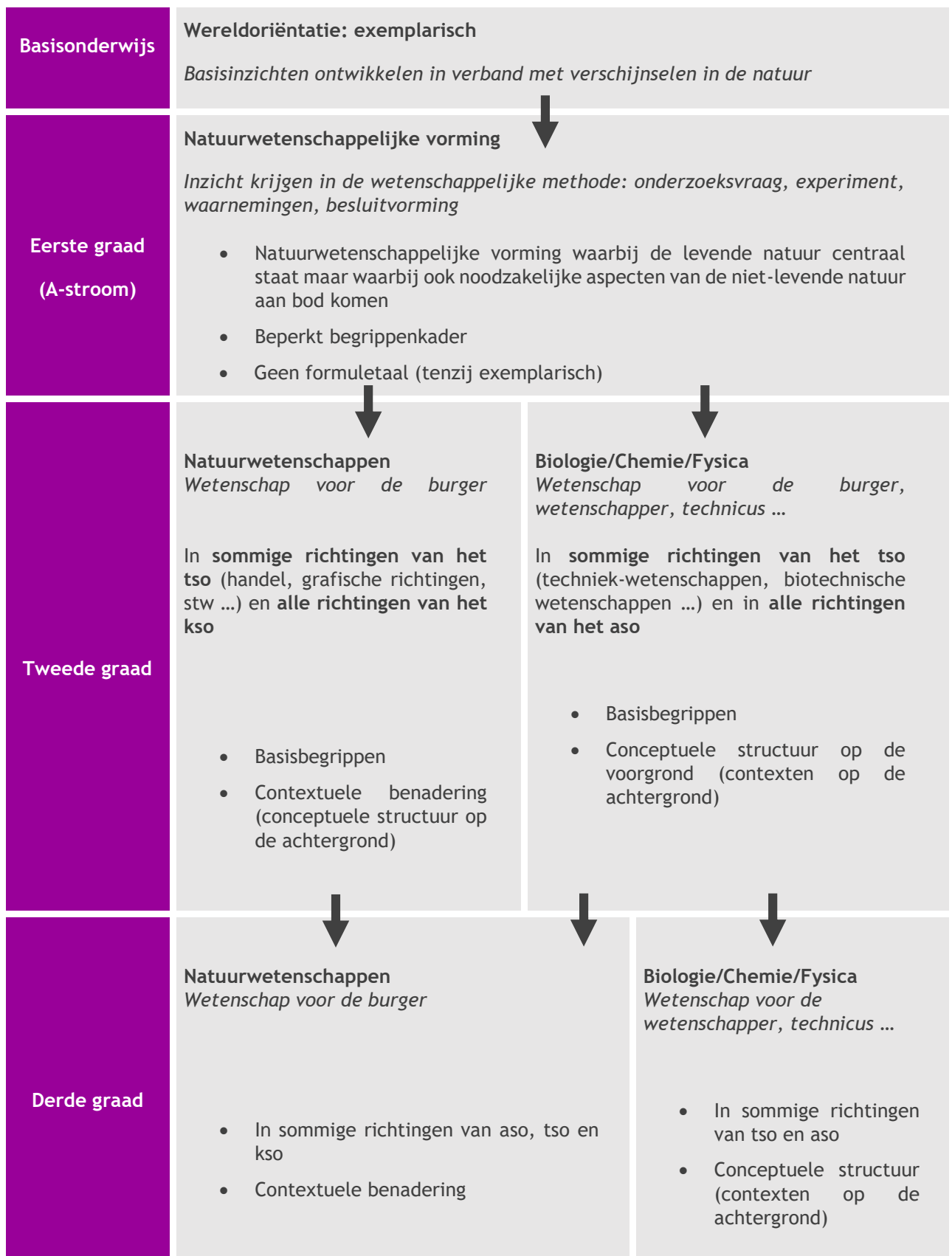
Leerplandoelstellingen vormen de bakens om deze leerlijnen te realiseren.

Eerste graad	Tweede graad	Derde graad

Leerlijnen van de eerste graad over de tweede graad naar de derde graad

Leerlijn binnen de derde graad

3.1 Vormende leerlijn





3.2 Leerlijn van de eerste tot de derde graad

In onderstaande tabel staan alle aspecten opgenomen die aan bod kunnen komen in de derde graad tso Grafische communicatie.

In functie van de respectievelijke studierichting kunnen ook andere begrippen aan bod komen.

Om de opbouw van de leerlijn van de eerste over de tweede naar de derde graad te waarborgen - ook wat betreft tot de invulling van de (demonstratie-) experimenten - is overleg tussen vakcollega's uit andere graden noodzakelijk.

	EERSTE GRAAD	TWEEDE GRAAD	DERDE GRAAD
MATERIE	<u>Deeltjesmodel</u> <ul style="list-style-type: none"> Materie bestaat uit deeltjes met ruimte tussen De deeltjes bewegen met een snelheid afhankelijk van de temperatuur 	<u>Deeltjesmodel</u> <ul style="list-style-type: none"> Moleculen Atoombouw (atoommodel van Rutherford) 	
	<u>Stoffen</u> <ul style="list-style-type: none"> Mengsels en zuivere stoffen Mengsels scheiden: op basis van deeltjesgrootte Massa en volume Uitzetten en inkrimpen 	<u>Stoffen</u> <ul style="list-style-type: none"> Stofconstanten: smeltpunt, kookpunt, massadichtheid Symbolische voorstelling van atomen en moleculen Moleculaire structuren Enkelvoudige/samengestelde stoffen Oplossingen: opgeloste stof, oplosmiddel, concentratie pH van een oplossing Water/niet-wateroplosbaar 	<u>Stoffen</u> <ul style="list-style-type: none"> Molaire massa en molbegrip Molaire concentratie Stoichiometrie pH-begrip Koolstofverbindingen m.i.v. polymeren en biochemische stofklassen (eiwitten, vetten, suikers en kernzuren) thermoharders/thermoplasten pigmenten

	<u>Faseovergangen</u> <ul style="list-style-type: none"> • Kwalitatief 		
	<u>Stofomzettingen</u> <ul style="list-style-type: none"> • Structuurveranderingen verklaren met deeltjesmodel 	<u>Stofomzettingen</u> <ul style="list-style-type: none"> • Chemische reacties - reactievergelijkingen • Botsingsmodel 	<u>Stofomzettingen</u> <ul style="list-style-type: none"> • Reactiesnelheid • Chemisch evenwicht • Reactiesoorten in de koolstofchemie • Stofwisseling: opbouw-afbraakreacties
SNELHEID, KRACHT EN DRUK	<u>Snelheid</u> <ul style="list-style-type: none"> • Kracht en snelheidsverandering 	<u>Snelheid</u> <ul style="list-style-type: none"> • Kracht en bewegingstoestand • ERB 	
	<u>Krachtwerking</u> <ul style="list-style-type: none"> • Een kracht als oorzaak van vorm- en/of snelheidsverandering van een voorwerp 	<u>Krachtwerking</u> <ul style="list-style-type: none"> • Kracht is een vectoriële grootte 	<u>Krachtwerking</u> <ul style="list-style-type: none"> • Moment van een kracht - evenwicht • Druk- en trekspanning, buigmoment
	<u>Soorten krachten</u> <ul style="list-style-type: none"> • Magnetische • Elektrische • Mechanische 	<u>Soorten krachten</u> <ul style="list-style-type: none"> • Zwaartekracht 	<u>Soorten krachten</u> <ul style="list-style-type: none"> • Krachten tussen ladingen
		<u>Druk</u> <ul style="list-style-type: none"> • Druk bij vaste stoffen • Druk in gassen (m.i.v. luchtdruk) 	
ENERGIE	<u>Energievormen</u> <ul style="list-style-type: none"> • Energie in stoffen (voeding, brandstoffen, batterijen ...) 	<u>Energievormen</u> <ul style="list-style-type: none"> • Warmte: onderscheid tussen warmtehoeveelheid en temperatuur 	
	<u>Energieomzettingen</u> <ul style="list-style-type: none"> • Fotosynthese 	<u>Energieomzettingen</u> <ul style="list-style-type: none"> • Wet van behoud van energie 	<u>Energieomzettingen</u> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrische energie, spanning, stroomsterkte,



		<ul style="list-style-type: none"> • Rendement van een energieomzetting • Vermogen • Exo- en endo-energetische chemische reacties 	joule-effect, risico's en veiligheid
	<u>Transport van energie</u> <ul style="list-style-type: none"> • Geleiding • Convectie • Straling 	<u>Transport van energie</u> <ul style="list-style-type: none"> • Deeltjesmodel (geleiding, convectie, straling) 	<u>Transport van energie</u> <ul style="list-style-type: none"> • Trillingsenergie: trillingen en golven, geluid + kenmerken
	<u>Licht en straling</u> <ul style="list-style-type: none"> • Zichtbare en onzichtbare straling 	<u>Licht en straling</u> <ul style="list-style-type: none"> • Onderscheid EM-straling en geluid 	<u>Licht en straling</u> <ul style="list-style-type: none"> • EM-spectrum
LEVEN	<u>Biologische eenheid</u> <ul style="list-style-type: none"> • 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) 		
	<u>Soorten</u> <ul style="list-style-type: none"> • Herkennen a.d.h.v. determineerkaarten • Verscheidenheid • Aanpassingen aan omgeving 		
	<u>Levend doorgeven</u> <ul style="list-style-type: none"> • Voortplanting bij bloemplanten, bij de mens 		<u>Leven doorgeven</u> <ul style="list-style-type: none"> • Erfelijkheid • Voortplanting

WETENSCHAPPELIJKE VAARDIGHEDEN	<u>Interacties tussen organismen onderling en met de omgeving</u> <ul style="list-style-type: none"> • Gezondheid (n.a.v. stelsels) • Abiotische en biotische relaties: <ul style="list-style-type: none"> ○ voedselrelaties ○ invloed mens • Duurzaam leven 	<u>Ecologie: relaties tussen organismen en milieu</u> <ul style="list-style-type: none"> • Ecosysteem • Biodiversiteit • Invloed van de mens 	
	<u>Evolutie</u> <ul style="list-style-type: none"> • Verscheidenheid • Biodiversiteit vaststellen • Aanpassingen bij bloemplanten, gewervelde dieren (zoogdieren) 		<u>Evolutie</u> <ul style="list-style-type: none"> • Evolutietheorie
	<u>Waarnemen van organismen en verschijnselen</u> <ul style="list-style-type: none"> • Geleid 	<u>Waarnemen van organismen en verschijnselen</u> <ul style="list-style-type: none"> • Geleid en gericht 	<u>Waarnemen van organismen en verschijnselen</u> <ul style="list-style-type: none"> • Geleid en gericht
	<u>Metingen</u> <ul style="list-style-type: none"> • Massa, volume, temperatuur, abiotische factoren (licht, luchtvochtigheid ...) • Een meetinstrument correct aflezen en de meetresultaten correct noteren 	<u>Metingen</u> <ul style="list-style-type: none"> • SI eenheden 	
	<u>Gegevens</u> <ul style="list-style-type: none"> • Onder begeleiding: <ul style="list-style-type: none"> ○ grafieken interpreteren ○ Determineerkaarten hanteren 	<u>Gegevens</u> <ul style="list-style-type: none"> • Begeleid zelfstandig: <ul style="list-style-type: none"> ○ wetmatigheden interpreteren ○ verbanden tussen factoren interpreteren 	<u>Gegevens</u> <ul style="list-style-type: none"> • Begeleid zelfstandig: <ul style="list-style-type: none"> ○ wetmatigheden interpreteren ○ verbanden tussen factoren interpreteren





<u>Instructies</u> <ul style="list-style-type: none"> • Gesloten • Begeleid 		
<u>Microscopie</u> <ul style="list-style-type: none"> • Lichtmicroscopische beelden: waarnemen en interpreteren 		
<u>Onderzoekscompetentie</u> <ul style="list-style-type: none"> • Begeleid en klassikaal • Onderzoeksstappen onderscheiden: <ul style="list-style-type: none"> ○ onderzoeksvraag ○ hypothese formuleren ○ voorbereiden ○ experiment uitvoeren, data hanteren, resultaten weergeven, ○ besluit formuleren 	<u>Onderzoekend leren</u> <ul style="list-style-type: none"> • Begeleid de natuurwetenschappelijke methode hanteren 	<u>Onderzoekend leren</u> <ul style="list-style-type: none"> • Begeleid de natuurwetenschappelijke methode hanteren

3.3 Leerlijn en mogelijke timing

3.3.1 *Verplichte thema's (ET-gebonden)*

Onderstaande timing is richtinggevend om de verschillende leerinhouden te behandelen. De volgorde van de leerinhouden houdt rekening met de denkprocessen van de leerlingen.

Verplichte thema's	Lestijden
<i>Totaal aantal lestijden: 25</i>	
Voortplanting: <ul style="list-style-type: none"> • De cel • Betekenis geslachtelijke voortplanting • Celcyclus • Voortplanting bij de mens 	12u.
Erfelijkheid	8u.
Evolutie	5u.

3.3.2 Aanbevolen thema's

Uit de aanbevolen thema's worden er minstens vier gekozen in functie van de specificiteit van de studierichting.

Aanbevolen thema's	Aanbevolen aantal lestijden
Stoichiometrische berekeningen	8u.
Chemisch evenwicht	8u.
Koolstofchemie	25u.
Biochemie	8u.
Kunststoffen	8u.
Inkten	8u.
Geluid en licht: <ul style="list-style-type: none">• Trillingen en golven	10u.
<ul style="list-style-type: none">• Geluid	6u.
<ul style="list-style-type: none">• Licht en het EM-spectrum	12u.
Elektriciteit: <ul style="list-style-type: none">• Elektrodynamica	12u.
<ul style="list-style-type: none">• Elektromagnetisme	12u.
Kernfysica	8u.
Bewegingsleer	15u.



4 Christelijke mensbeeld

Ons onderwijs streeft de vorming van de totale persoon na waarbij het christelijk mensbeeld centraal staat. Dit leerplan Natuurwetenschappen biedt kansen om in de verschillende studierichtingen waarden aan te reiken:

respect voor de medemens;

- focus op talent;
- respectvol omgaan met eigen lichaam;
- solidariteit;
- verbondenheid;
- zorg voor milieu en leven;
- respectvol omgaan met eigen geloof, andersgelovigen en niet-gelovigen;
- vanuit eigen spiritualiteit omgaan met ethische problemen.

De houding, de competenties, interactievaardigheden en de persoonlijkheid van de leraar kunnen de betrokkenheid en het welbevinden van de leerling positief beïnvloeden.

De leraar creëert kansen voor de leerling om het geleerde een eigen betekenis en zin te geven in het leven. De houding, de competenties, de interactievaardigheden, de persoonlijkheid van de leraar en de manier waarop hij in het leven staat, kunnen de betrokkenheid en het welbevinden van de leerling positief beïnvloeden.

De vakkennis en competentie van de leraar staan garant voor een soort deskundigheid. De zorg, gedrevenheid en begeestering van de leraar (meesterschap van de leraar) inspireren de leerling in zijn groei. Dit meesterschap stimuleert de aandacht en de interesse van de leerling, daagt de leerling uit om te leren en plezier te hebben in het leren.

Bezielende leraren zijn altijd bezielde leraren.

5 Algemene pedagogische wenken

5.1 Leeswijzer bij de doelstellingen

5.1.1 Algemene doelstellingen (AD)

De algemene doelstellingen (AD) slaan op de **brede, natuurwetenschappelijke vorming**. Algemene doelstellingen worden gerealiseerd binnen leerinhouden die door leerplandoelstellingen worden bepaald.

Nummer algemene doelstelling	Verwoording doelstelling	Verwijzing naar eindterm
AD5	MAATSCHAPPIJ De wisselwerking tussen natuurwetenschappen en maatschappij op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak illustreren .	NW 6
Wenken In de tweede graad kwamen al ecologische, ethische en technische aspecten aan bod. In de derde 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 en de maatschappij. Belang van de 'sociobiologie' (evolutionaire betekenis en ontwikkeling van sociaal gedrag bij mens en dier) kan ter sprake komen.		
Wenken		

5.1.2 Doelstellingen

Het verwachte beheersingsniveau heet **basis**. Dit is **het te realiseren niveau voor alle leerlingen van deze studierichting**. De basisdoelstellingen zijn bepalend voor de evaluatie. De basisdoelstellingen worden in dit leerplan genummerd als B1, B2...

Bij sommige basisdoelstellingen kan de leerkracht uitbreidend gaan werken. Deze uitbreidende doelstellingen worden in dit leerplan genummerd als U12, U18... Het cijfer, volgend op de "U", geeft aan bij welke basisdoelstelling de uitbreidende doelstelling hoort. Een uitbreidende doelstelling beoogt een extra leerinhoud bij de basisdoelstelling. Uitbreidende doelstellingen vormen een aanvulling bij de evaluatie en hebben als doel de leerling extra advies te kunnen geven.

In elke doelstelling is de leerstrategie en het beheersingsniveau (werkwoord) “**vetjes**” aangeduid. De operationele formulering maakt een verbinding tussen het leerproduct (het inhoudelijk) en het leerproces (de leerstrategie). Centraal in dat leerproces staat het ontwikkelen van leerstrategieën, van algemene en specifieke attitudes en de groei naar **actief leren**.

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

- **Aan de hand van afbeeldingen en schema’s... herkennen en benoemen**
- ...functie **toelichten**
- ...duiden ...
- ...verduidelijken door het verband te leggen
- ...beschrijven...

Het is belangrijk dat tijdens evaluatiemomenten ook deze strategieën getoetst worden.

Nummer basisdoelstelling	Nummer uitbreidende doelstelling	Verwoording doelstelling	Verwijzing naar eindterm
B12	Aan de hand van afbeeldingen de bevruchting en innesteling op een eenvoudige manier toelichten.		NW 3
U12	De ontwikkeling van het embryo, de foetale groei en de geboorte beschrijven.		NW 3

Wenken

De geslachtsorganen (primaire geslachtkenmerken) produceren vanaf de puberteit geslachtshormonen, die de secundaire geslachtkenmerken doen ontstaan. Vanaf de puberteit manifesteren zich dan ook belangrijke verschillen tussen man en vrouw op gebied van ...

Wenken

5.1.3 *Wenken*

Wenken zijn niet-bindende adviezen om de lessen doelgericht, boeiend en efficiënt uit te bouwen.

Link met het leerplan van de eerste graad en Link met het leerplan van de tweede graad

Bij deze wenken wordt duidelijk gemaakt wat de leerlingen geleerd hebben in de eerste graad en tweede graad. Het is belangrijk om deze voorkennis mee te nemen bij het uitwerken van concrete lessen.

Suggesties voor leerlingexperimenten en demonstratie-experimenten

Bij de wenken staan leerlingexperimenten of demonstratie-experimenten vermeld.

5.2 Leerplan versus handboek

Het leerplan bepaalt welke doelstellingen moeten gerealiseerd worden en welk beheersingsniveau moet bereikt worden. Sommige doelstellingen bepalen welke strategieën er moeten gehanteerd worden zoals:

- Aan de hand van afbeeldingen en schema's...herkennen, benoemen en de functie toelichten
- ...duiden...
- ...verduidelijken door het verband te leggen...
- ...beschrijven...
- ...kwalitatief toepassen...
- ...structuren verbinden met macroscopische eigenschappen...
- ...voorstellen als...
- ...herkennen als...
- Uit waarnemingen afleiden...
- Het belang van... illustreren aan de hand van een voorbeeld

Bij het uitwerken van lessen en het gebruik van een handboek moet het leerplan steeds het uitgangspunt zijn. Een handboek gaat soms verder dan de basisdoelstellingen.


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

5.3.1 Context

Onder context verstaan we het verband waarin de nieuwe leerinhoud geplaatst wordt. Welke aanknopingspunten reiken we onze leerlingen aan? Welke verbanden laten we henzelf 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.

Leerlingen van de 3de graad hebben in het basisonderwijs, de eerste en de tweede graad van het secundair onderwijs heel wat kennis verworven. Daarom wordt bij de leerplandoelstellingen, daar waar zinvol, de link met de eerste en/of de tweede graad aangegeven.



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.

5.3.2 *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) waarnemingsopdrachten.
- 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 (onderzoeks)vraag.
- Leerlingen formuleren een eigen besluit en toetsen die af aan de bevindingen van anderen bij een bepaalde waarnemingsopdracht.

5.3.3 *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...). De betekenis van deze woorden is noodzakelijk om de betekenis van de opdracht te begrijpen.

Leerlingen die niet voldoende woordkennis hebben in verband met instructietaal, zullen problemen hebben met het begrijpen van de opdrachten die gegeven worden door de leerkracht, niet alleen bij mondelinge maar ook bij schriftelijke opdrachten zoals toetsen en huistaken.

Opdrachten moeten voor leerlingen talig toegankelijk zijn. Bij het organiseren van taalsteun worden lessen, bronnen, opdrachten, examens... begrijpelijker gemaakt voor de leerlingen.

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

5.3.4 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 natuurwetenschappen.

- als leermiddel in de lessen: visualisaties, informatieverwerving (opzoeken van informatie in elektronische gegevensbanken, mindmapping...);
- bij experimentele opdrachten of waarnemingsopdrachten: chronometer, fototoestel, apps, sensoren(vb. grafisch aantonen van de invloed van een bepaalde parameter...);
- voor tools die de leerling helpen bij het studeren: leerplatform (inoefenen van concepten en vaardigheden met behulp van digitaal lesmateriaal al of niet geïntegreerd met een elektronische leeromgeving) apps...;
- bij opdrachten zowel buiten als binnen de les: toepassingssoftware, leerplatform... actief en ontdekkend leren aan de hand van bijvoorbeeld vraag gestuurde presentaties;
- bij communicatie;
- ...



6 Algemene doelstellingen

We vertrekken in dit leerplan vanuit algemene doelstellingen. Het realiseren van deze algemene doelstellingen gebeurt binnen contexten die worden bepaald door de leerplandoelstellingen.

Concreet betekent dit dat je dit leerplan realiseert door enerzijds de leerplandoelstellingen invulling te geven vanuit de leef- en/of interessewereld van de leerling en anderzijds door de algemene doelstelling m.b.t. ‘Onderzoekend leren’ hierin te integreren.

Natuurwetenschappen is in essentie een probleemherkende en -oplossende activiteit. Het hanteren of stellen van onderzoeksvragen en hypothesen, het uitvoeren van (demo-) experimenten, het reflecteren (over denkbeelden, waarnemingen en onderzoeksresultaten) zijn aspecten die essentieel zijn om te leren hoe wetenschappelijke kennis tot stand komt.

Leerlingenexperimenten

Het leerplan Natuurwetenschappen voor de 3de graad tso Grafisch communicatie is een graadleerplan voor 2 tot 3 wekelijkse lestijden per leerjaar.

Hierbij zijn 2 lessen leerlingenexperimenten per ingericht graaduur verplicht. .

Een **leerlingenexperiment** is een activiteit waarbij leerlingen, alleen of in kleine groepjes van 2 tot 3 leerlingen, begeleid zelfstandig **een experiment of waarnemingsopdracht** uitvoeren in het kader van een gegeven onderzoeksvraag. **Hierbij is het maken van een verslag niet verplicht, beperkte rapportering is wel noodzakelijk** (zie wenken bij AD4).

Demonstratie-experimenten

Ook demonstratie-experimenten zijn **verplicht**.

Tijdens de (demonstratie)-experimenten wordt de nodige aandacht besteed aan:

- het veilig werken door o.a. het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen.
- formules kwalitatief in contexten te hanteren om verbanden te begrijpen en te verduidelijken. Het kwalitatief hanteren van formules wordt verduidelijkt bij de wenken van de leerplandoelstellingen.
- het persoonsgerichte en het maatschappelijke belang zichtbaar te maken. Vooral de algemene doelstellingen m.b.t. ‘Wetenschap en samenleving’ komen hier in het vizier.

Deze visie van wetenschappelijke geletterdheid (contexten, lesdidactiek, omgaan met formules, persoonsgericht en maatschappelijk belang) wordt zowel in de leerplandoelstellingen als de wenken geëxpliciteerd.

6.1 Onderzoekend leren

AD1

ONDERZOEKSVRAAG

Onder begeleiding een onderzoeksvraag **hanteren** en indien mogelijk een **hypothese of verwachting formuleren**.

Wenken

Leerlingen geven eerst (zonder onderzoek) een antwoord (een eigen hypothese of verwachting met een mogelijke verklaring) op deze vraag. Hierbij zullen voorkennis en bestaande misconcepten een belangrijke rol spelen.

Een demonstratie-experiment wordt niet louter als een illustratie van de theorie gezien. Een experiment start bij een (onderzoeks-)vraag waarop men eerst een hypothese (verwachting) formuleert. Het experiment bevestigt of verwerpt de hypothese. Nadien kan men via reflectie veralgemenen (bv. in een formule). Door sterk betrokken te zijn bij demonstratieproeven worden de leerlingen geleidelijk aan meer vertrouwd met de **wetenschappelijke methode**.

Link met het leerplan van de eerste graad

Deze algemene doelstelling komt ook voor in het leerplan natuurwetenschappen van de 1ste graad. In de 2de graad werken we op een systematische manier verder aan deze algemene doelstelling.

Link met het leerplan van de tweede graad

In de tweede graad werden de **bouwstenen** van natuurwetenschappen aangebracht. Ook aan de **wetenschappelijke methode** werd in de tweede graad via onderzoekend leren reeds ruime aandacht geschonken.

AD2

UITVOEREN

Onder begeleiding en met een **aangereikte methode**, **een antwoord zoeken op de onderzoeksvraag**.

Wenken

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

- een werkplan opstellen;
- behoeften 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
- aangereikte techniek, materiaal, werkschema;
- materieel correct hanteren: microscoop, binoculair ...;

- onderzoeksgegevens geordend weergeven in schema's, tabellen, grafieken...

Het aanreiken van de methode kan in overleg met de leerlingen plaatsvinden. Bij het uitvoeren van metingen zijn er verschillende taken zoals het organiseren van de werkzaamheden, de apparatuur bedienen, meetresultaten noteren... De leden van een onderzoeksgroep kunnen elke rol opnemen tijdens het onderzoek.

AD3

REFLECTEREN

Onder begeleiding over het resultaat van het experiment/waarnemingsopdracht reflecteren.

Wenken

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 materieel;
- aangereikte methode te vervangen door een eigen alternatief;
- geschikte methode op te zoeken;
- eigen methode voor te stellen.

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;
- 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?

Met "onder begeleiding... reflecteren" bedoelen we

- aan de hand van gerichte mondelinge vraagstelling van de leraar;
- aan de hand van een werkblad (opgavenblad, instructieblad ...) tijdens een opdracht;
- aan de hand van vragen van de leerling(en).

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.

In functie van de klasgroep kan rapporteren variëren van STERK GESTUURD naar MEER OPEN.

Sterk 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 voorgedrukte lege tabellen, grafieken met reeds benoemde assen, lege schema's die moeten aangevuld worden;
- aan de hand van een gesloten verslag met reflectievragen.

Meer open rapporteren:

- 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.

6.2 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 tweede 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.



**AD5****MAATSCHAPPIJ****De wisselwerking tussen natuurwetenschappen en maatschappij op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak illustreren.****NW 6****Wenken**

In de tweede graad kwamen al ecologische, ethische en technische aspecten aan bod. In de derde 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 en de maatschappij. Ook het belang van de 'sociobiologie' (evolutionaire betekenis en ontwikkeling van sociaal gedrag bij mens en dier) kan hier ter sprake komen.

Bepaalde attitudes worden nagestreefd zodat de leerlingen er op ingesteld zijn om:

- waarnemingen en informatie objectief en kritisch voor te stellen en de eigen conclusies te verantwoorden;
- zich correct in een wetenschappelijke taal uit te drukken;
- feiten te onderscheiden van meningen en vermoedens;
- weerbaar te zijn in onze technologische maatschappij (pro's en contra's);
- met anderen samen te werken, naar anderen te luisteren en de eigen mening zo nodig te herzien;
- ...

Concrete toepassingen kunnen aan bod komen in de leerplandoelstellingen B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14 en B15, B16, B17, B18, B19.

Bedrijven gebruiken natuurwetenschappelijke toepassingen om te innoveren. Tal van deze op biologisch inzichten gebaseerde technieken kunnen vanuit ethisch standpunt kritisch benaderd worden zoals therapeutisch en reproductief klonen, prenatale/genetische diagnostiek en de toegang tot deze informatie, verantwoordelijkheid t.o.v. voeding en gezondheid, de ontwikkeling van biobrandstoffen en het verlies van landbouwgrond voor voedingsgewassen...

Dat de mens ook een product is van evolutie is vanuit filosofisch (levensbeschouwelijk) oogpunt een interessant gegeven. Het spanningsveld tussen godsdienst en wetenschap kan hier ter sprake komen.

AD6**CULTUUR****Illustreren dat natuurwetenschappen behoort tot de culturele ontwikkeling van de mensheid.****NW 6**

Wenken

Leerlingen kunnen verduidelijken dat natuurwetenschappelijke opvattingen behoren tot cultuur als ze worden gedeeld door vele personen en worden overgedragen aan toekomstige generaties. Zo zijn begrippen als gen, DNA, straling, energie, kunststof... in het dagelijks taalgebruik doorgedrongen.

Enkele suggesties:

- de evolutietheorieën van De Lamarck en Darwin;
- kennis dat kenmerken van generatie naar generatie overgaan;
- een kritische houding aannemen tegenover theorieën die de evolutie tegenspreken (creationisme, Intelligent Design);
- belang van de 'sociobiologie' (evolutionaire betekenis en ontwikkeling van sociaal gedrag bij mens en dier).

Leerlingen kunnen voorbeelden geven van mijlpalen in de historische en conceptuele ontwikkeling van de natuurwetenschappen en deze een plaats geven in de culturele en maatschappelijke context.

- ontdekking van het DNA door Watson and Crick;
- Human Genome Project;
- evolutietheorie;
- de ontwikkeling van de biotechnologie en genetische gemanipuleerde (gemodificeerde) organismen in geneeskunde, veeteelt en landbouw.

DUURZAAMHEID

AD7

Bij het verduidelijken van en het zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken **wetenschappelijke principes hanteren** die betrekking hebben op biodiversiteit en het leefmilieu.

NW 5

Wenken

Enkele voorbeelden die aan bod kunnen komen in de lessen Natuurwetenschappen (zie basisdoelstellingen B13, B15, B16):

- aandacht voor de eigen gezondheid en deze van anderen;
- respect voor het leefmilieu;
- gebruik van GGO's: *bacteriën vangen zware metalen, uranium en ander radioactief afval*;
- milieuvriendelijke alternatieven voor chemische processen: *enzymen bij biologische wasmiddelen, biologisch afbreekbare plastics, waterzuivering met actief slib*.
- ...

Link met leerplan Aardrijkskunde derde graad tso/kso 2017/010 nummers leerplandoelstellingen 31, 33, 34, 37

Overleg met de leraar aardrijkskunde is aangewezen.

6.3 Veiligheid en gezondheid

AD8

VEILIGHEID EN GEZONDHEID

Illustreren dat verantwoord omgaan met veiligheid en gezondheid gebaseerd is op wetenschappelijke principes.

NW 6
NW 5

Wenken

Concrete toepassingen kunnen aan bod komen in de leerplandoelstellingen: B13, B15 en B16.

Voorbeelden die aan bod kunnen komen in de lessen biologie:

- een condoom gebruiken in de strijd tegen AIDS en andere soa's;
- het belang van de prenatale zorg, en het belang van de gezonde leefwijze van de zwangere vrouw kan benadrukt worden;
- de invloed van mutagene milieufactoren (chemische stoffen, stralingen...) op het ontstaan en de frequentie van mutaties (en kanker) kan aan de hand van voorbeelden toegelicht worden;
- ...

Ook bij het uitvoeren van (demonstratie-)experimenten en het aanbrengen van bepaalde wetenschappelijke concepten kunnen inzichten m.b.t. veiligheid en gezondheid aan bod komen.

- Bij het werken met chemicaliën houdt men rekening met de richtlijnen zoals weergegeven in de COS-brochure (COS: Chemicaliën op School - de meest recente versie is te downloaden van www.kvcv.be).

6.4 Grootheden, eenheden, grafieken

AD9

GROOTHEDEN EN EENHEDEN

Courante grootheden en SI-eenheden **hanteren** en bij berekeningen waarden **correct weergeven**.

Wenken

Een aantal voorbeelden uit de leefwereld geeft leerlingen een gevoel van grootteorde.

Alhoewel het toepassen van de SI-eenheden verplicht is, zijn er sommige niet SI-eenheden zoals °C, bar en km/h relevant.

Het hanteren van veelvouden en delen van SI-eenheden kan best enkel gebruikt worden in betekenisvolle situaties. Voorbeelden hiervan zijn de luchtdruk in hPa, massadichtheid in g/cm^3 , vermogen in kW of MW, energie in kJ of kWh.

Leerlingen zijn er zich van bewust dat cijfers communiceren met anderen impliciete informatie bevat over de fout/nauwkeurigheid van de metingen en berekeningen. Het oordeelkundig gebruik van beduidende cijfers is hierbij aangewezen.

AD10

GRAFIEKEN

Meetresultaten grafisch voorstellen in een diagram en deze interpreteren.

Wenken

‘Interpreteren’ kan betekenen (naargelang de situatie):

- recht en omgekeerd evenredige verbanden tussen grootheden ontdekken;
- stijgen en dalen van een curve herkennen;
- steilheid en vorm van een curve herkennen, benoemen of koppelen aan een grootheid;
- oppervlakte onder een curve koppelen aan een grootheid.

Veel computergestuurde programma’s kunnen een hele reeks numerieke analysetechnieken aan. Via een rekenblad kunnen leerlingen via de optie “trendlijn” het verband tussen de gemeten grootheden en eventueel de kwaliteit van het onderzoek achterhalen.

7 Leerplandoelstellingen

Deel 1: Verplichte thema's

7.1 Voortplanting

(ca. 12 lestijden)

7.1.1 De cel

B1	De cel duiden als morfologische, functionele en fysiologische basiseenheid van de levende materie.	
B2	Aan de hand van afbeeldingen en schema's microscopisch waarneembare organellen van een dierlijke cel herkennen en benoemen en hun functie toelichten .	
B3	Aan de hand van afbeeldingen en schema's enkele submicroscopisch waarneembare organellen van dierlijke cel herkennen en benoemen en hun functie toelichten .	
B4	De functie en betekenis van de celkern toelichten .	NW 2

Wenken

In de cel worden de verschillende functies uitgevoerd door verschillende celorganellen. De vergelijking met de functie van de organen in het menselijk lichaam kan hier aan bod komen.

Door de bespreking van de celorganellen komen de leerlingen tot het inzicht dat de cel grotendeels autonoom haar levensfuncties vervult.

Er kan geduid worden dat vele functies uitgevoerd worden door organellen die enkel submicroscopisch zichtbaar zijn. De organellen worden besproken in functie van wat er nodig is om celdeling en de voortplanting te begrijpen.

De volgende functies van de organellen in de cel kunnen vermeld worden: coördinatiefunctie, transportfunctie, verpakkingsfunctie, synthesefunctie, afbraakfunctie, opslagfunctie, verdedigingsfunctie, energiefunctie, barrièrefunctie.

Submicroscopische kunnen volgende celorganellen aan bod komen: kern, mitochondriën, lysosomen, vacuolen, ruw en glad endoplasmatisch reticulum, ribosomen, golgi-apparaat, cytoskelet, centrosoom/ centriolen, celwand, celmembraan.

Aangezien de cel een driedimensionaal geheel is, kies bij voorkeur een afbeelding die enig dieptezicht weergeeft.

Voorbeelden van maatschappelijke aspecten die hier aan bod kunnen komen (AD5):

- mitochondrie en celademhaling: veiligheid en gevaren van het inademen van giftige stofdeeltjes voor de longen en de opname van zuurstofgas en de celademhaling;
- kernmembraan met poriën: bepaalde stoffen wel/niet tot in de kern doordringen (kankerverwekkende stoffen);
- rol van lysosomen bij Alzheimer, gekkekoeienziekte, apoptose...
- ...

Suggestie voor leerlingenexperiment/demonstratie

- Lichtmicroscopische bouw en samenhang van plantaardige en dierlijke cellen onderzoeken: cellen van waterpest, rok van ui, aardappel, meeldraadharer van eendagsbloem...; cellen van het mondepitheel (binnenzijde van de wang).

Link met leerplan natuurwetenschappen van de eerste graad

De leerlingen hebben in de eerste graad in het vak natuurwetenschappen kennis gemaakt met de lichtoptische bouw van de cel.

Volgende aspecten kwamen er aan bod:

- samenhang tussen cel, weefsel, orgaan, stelsel, organisme illustreren met voorbeelden;
- cellen gegroepeerd in weefsels en weefsels in organen: lichtmicroscopisch afleiden;
- structuur plantaardige en dierlijke cellen op lichtmicroscopisch niveau.

B5

Het **begrip** genetisch materiaal **verduidelijken door het verband te leggen** tussen DNA, gen en chromosoom in haploïde en diploïde cellen.

NW 1
NW 2

Wenken

De bouw van DNA uit nucleotiden, de bouw van chromatinevezels uit eiwitten en DNA en het oprollen (spiraliseren) van de chromatinevezels tot chromosomen kan aangebracht worden.

Om verwarring en misconcepten te voorkomen, is het nodig om de begrippen en beelden voor de leerlingen heel expliciet met elkaar te verbinden. Het werken met materiële dragers is hier aangewezen. Aan de hand van elektronenmicroscopische beelden, een model en/of afbeeldingen kan het verband gelegd worden tussen chromosomen, chromatinevezels en het DNA-molecule.

Aan de hand van een karyogram en tabellen met chromosomenaantallen, kan het verschil in het aantal chromosomen bij verschillende soorten, haploïd en diploïd, de verschillen tussen de chromosomen bij man en vrouw, afwijkende karyogrammen (genoommutaties) zoals bij syndroom van Down, Turner, Klinefelter... aangebracht worden. Afwijkende voorbeelden zoals aardbeien (polyploïd), bananen (3n), sociale insecten... kunnen eveneens vermeld worden.



De betekenis van de celkern als drager van de erfelijke kenmerken in de celdeling en bij de synthese van eiwitten, kan aan bod komen.

Suggestie voor leerlingenexperiment/demonstratie

- DNA
- Modellen bouwen van DNA;
- Isolatie van DNA.

7.1.2 *Betekenis geslachtelijke voortplanting*

B6	De betekenis van geslachtelijke voortplanting in het voortbestaan van de soort toelichten .	NW 1 NW 2
Wenken <p>Organismen vertonen een aangeboren drang om zich voort te planten en zo het voortbestaan van de soort te realiseren. Aan de hand van voorbeelden uit de natuur, kan men aantonen dat er door geslachtelijke voortplanting (in tegenstelling tot ongeslachtelijke voortplanting) genetische variaties tussen organismen van een zelfde soort ontstaan. Genetische variaties spelen een rol in het mechanisme van natuurlijke selectie bij evolutie.</p> <p>De noodzaak om het aantal chromosomen bij de geslachtelijke voortplanting constant te houden en de rol van meiose hierbij, kan hier al aan bod komen.</p>		

7.1.3 *Celcyclus*

B7	De structuur en replicatie van DNA schematisch voorstellen en situeren in de celcyclus.	NW 2
B8	Mitose en meiose situeren in de celcyclus en de betekenis van beide delingen toelichten .	NW 2 NW 1
B9	De invloed van omgevingsfactoren op mitose en meiose illustreren .	NW 1
Wenken <p>Illustratieve software kan helpen om de bouw van DNA uit nucleotiden en de stappen van het replicatieproces van het DNA te bespreken. Er kan best geïllustreerd worden dat dankzij het voorkomen van de complementaire basen tijdens de replicatie identieke DNA-strengen gevormd worden. DNA moleculen zijn “slimme” moleculen.</p>		

Het is niet de bedoeling het verloop van de verschillende fasen van mitose en meiose te bespreken. We kunnen de leerlingen met behulp van beeldmateriaal en schema's de mitose en meiose laten vergelijken en interpreteren en op die manier inzicht laten verwerven in de verschillen tussen beide delingen.

Zo kunnen animaties verduidelijken dat identieke cellen ontstaan bij de gewone kern- en celdeling. De bespreking van de celvermeerdering voor groei, herstel van weefsel, ongeslachtelijke voortplanting, klonen, maar ook de ongebreidelde groei van kankercellen, zullen bijdrage tot inzicht in de functie van de mitosedeling. De nadruk wordt gelegd op het ontstaan van identieke cellen.

Bij de bespreking van de meiose kunnen de volgende fundamentele inzichten aan bod komen:

- de noodzaak om bij de geslachtelijke voortplanting het aantal chromosomen van een soort constant te houden en de rol van meiose hierbij;
- de gameten, die het resultaat zijn van meiose, bezitten slechts de helft van de erfelijke informatie van de moedercel. De begrippen haploïd en diploïd worden aangebracht;
- dat de meiose deling erfelijk verschillende cellen oplevert (elke gameet is uniek door crossing-over waarbij erfelijk materiaal tussen homologe chromosomen uitgewisseld wordt en door mixing van vaderlijke en moederlijke chromosomen);
- een willekeurige en unieke eicel vormt samen met een willekeurig en unieke zaadcel een uniek individu;
- het ontstaan van variatie tussen de (erfelijk verschillende) gameten en het inzicht in het belang van variatie voor evolutie.

De factoren die de celdeling stimuleren of remmen, of volledig stil leggen, kunnen aan bod komen.

- Eenmaal de cel gedifferentieerd is, kan er in normale omstandigheden geen mitose meer optreden. Voorbeeld: Problemen bij aangroei o.a. van zenuwweefsel...
- We denken hierbij aan fysische en chemische factoren zoals :
 - straling;
 - temperatuur;
 - organische stoffen.

De link met het ontstaan, voorkomen en met bepaalde behandelingen van kanker kan hier worden gelegd. Ook radio- en chemotherapie bij het behandelen van kanker zijn mogelijke gespreksonderwerpen.

- De invloed van (geslacht)hormonen op de groei:
 - de groei van het kraakbeen van de lange pijpbeenderen gebeurt door mitose en wordt hormonaal geregeld, daarna volgt de verbening van een been;
 - de hormonale regeling van de groei, de groeistop en osteoporose kunnen besproken worden;



- de lengtegroei stopt rond \pm 20ste levensjaar doordat kraakbeen vervangen wordt door bot;
- de groeisput bij jongens en meisjes;
- de groei tijdens de embryonale ontwikkeling.
- De meiose bij de vrouw (oögenese) en bij de man (spermatogenese) worden op gang gebracht door de geslachtshormonen.
- De temperatuur speelt bij de man een belangrijke rol.
- Klonen:
 - therapeutisch klonen en de toepassing bij de vorming van lichaamseigen weefsel (o.a. huid);
 - reproductief klonen.

Suggesties voor leerlingexperimenten/demonstratie

- Microscopisch onderzoek uitvoeren van mitosefiguren (worteltop van een ui, van een hyacint, van een tulp).
- Maken van een model van de verschillende fasen van een mitose (bv. pijpenkuisers, papier of plasticine).
- Maken van een model van de verschillende fasen van een meiose (bv. pijpenkuisers, papier of plasticine).

7.1.4 Voorplanting bij de mens

B10	De bouw en de functie van het voortplantingsstelsel bij man en vrouw toelichten .	NW 3
B11	De hormonale regeling van de zaadcelvorming bij man en eicelvorming en menstruele cyclus bij de vrouw toelichten .	NW 3
B12	Aan de hand van afbeeldingen de bevruchting en innesteling op een eenvoudige manier toelichten .	NW 3
U12	De ontwikkeling van het embryo, de foetale groei en de geboorte beschrijven .	NW 3

Wenken

De geslachtsorganen (primaire geslachtkenmerken) produceren vanaf de puberteit geslachtshormonen, die de secundaire geslachtkenmerken doen ontstaan. Vanaf de puberteit manifesteren zich dan ook belangrijke verschillen tussen man en vrouw op gebied van lichaamsbouw, manier van voortbewegen en spierontwikkeling, vetgehalte, cardiovasculair gebied (longinhoud, hartslagvolume, bloedvolume), groei, lengte, massa, (schoenmaat)... (AD6).

Men kan wijzen op het feit dat tertiaire geslachtskenmerken voornamelijk bepaald worden door cultuur, maatschappelijke waarden en normen, de leefwereld, de tijdsgeest...

Het bespreken van de bouw van het voortplantingsstelsel bij de vrouw kan men koppelen aan de vorming van voortplantingscellen (gametogenese) en de menstruele cyclus (hormonaal, morfologisch). De menstruatiecyclus kan men duiden met een diagram waarin men als synthese het parallelle verloop van eicelrijping, hormonenconcentraties, aangroei en afbraak baarmoederslijmvlies verwerkt.

Ook bij de man komt de hormonale regeling en het terugkoppelingsmechanisme tijdens de vorming van zaadcellen aan bod.

Een beknopte beschrijving van de verschillende fasen van de bevruchting is voldoende.

Hier komen ook ethische aspecten aan bod. Het is de gelegenheid om te wijzen op de verantwoordelijkheid van beide partners binnen een relatie (AD5, AD6).

Link met het leerplan van de eerste graad

In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad is een hoofdstuk gewijd aan de voortplanting bij de mens. Aan de hand van modellen kunnen deze leerinhouden worden opgefrist en uitgediept.

Volgende leerplandoelstellingen uit dit leerplan kwamen aan bod:

- B56 Op model en beeldmateriaal de belangrijkste voortplantingsorganen van man en vrouw herkennen, benoemen en hun functie weergeven.
- B57 Primaire en secundaire geslachtskenmerken onderscheiden.
- B58 Eicelrijping, eisprong, vruchtbare periode en menstruatie weergeven en op een tijdlijn van de menstruatiecyclus aanduiden.
- B59 De belangrijkste fasen vanaf de coïtus tot de geboorte weergeven.

B13

De **invloed** van omgevingsfactoren op de ontwikkeling van embryo en de groei van de foetus **bespreken**.

NW 1
NW 3
NW 6

Wenken

Het is belangrijk dat leerlingen inzien dat teratogene factoren zoals geneesmiddelen, drugs, nicotine, alcohol, ziekteverwekkers, stress, knellend ondergoed, stralingen de ontwikkeling van embryo en de groei van de foetus beïnvloeden. Hier kan men een link leggen met AD5 en AD8.

Bij de prenatale diagnostiek kan er een onderscheid gemaakt worden tussen de routinematige controles en de technieken toegepast bij risicozwangerschappen zoals vruchtwaterpunctie, chorionvlokkentest.



B14	Belangrijke middelen om zwangerschap te voorkomen, benoemen en hun betrouwbaarheid vergelijken .	NW 3
B15	Illustreren dat er mogelijkheden bestaan om vruchtbaarheid te stimuleren.	NW 3 NW 5 NW 6
B16	Enkele voorzorgsmaatregelen beschrijven om soa's te vermijden.	NW 5 NW 6

Wenken

Men maakt onderscheid tussen hormonale middelen en niet-hormonale middelen. Het is belangrijk dat leerlingen inzien hoe deze inwerken op de eierstok (stock of voorraad van eitjes) en baarmoedercyclus zoals barrièremiddelen (o.a. het spiraaltje, het condoom), kalender- temperatuurmethode, sterilisatie...

Contraceptiva worden benaderd vanuit de actualiteit, de betrouwbaarheid en de werking.

Volgende technieken die de vruchtbaarheid stimuleren kunnen aan bod komen: kunstmatige inseminatie (KID), in-vitrofertilisatie (IVF), intracytoplasmatische sperma injectie (ICSI), in-vitro-maturatie (IVM), donoreicel, donorzaadcel...

Het is belangrijk de voor- en nadelen van de methoden van anticonceptie en de vruchtbaarheidsbehandeling te bediscussiëren met de leerlingen. Het belang van een gezonde en duurzame levenswijze om zwanger te worden kan aan bod komen en ethische aspecten bij behandeling van onvruchtbaarheid, draagmoederschap, noodpil, abortus... kunnen besproken worden (AD5, AD7 en AD8).

Het inzicht op de noodzaak van preventie van soa's primeert op een systematische studie van verschillende aandoeningen (AD5, AD7 en AD8). Het biologisch inzicht in het verloop en de behandeling zou bij de leerlingen moeten resulteren in een verantwoord en duurzaam gedrag.

Het verschil tussen bacteriële en virale infecties en het gepast gebruik van antibiotica kan hier aan bod komen. Soa's die aan bod kunnen komen, zijn: chlamydia, gonorrhoe, syfilis, genitale wratten, hepatitis B, Herpes genitalis, hiv-infecties, humaan papillomavirus...

Illustratiemateriaal kan je bekomen bij het CLB, arts, Sensoa (vb de koffer met voorbehoedsmiddelen). Voor medische informatie is het aangewezen de leerlingen door te verwijzen naar een arts of apotheker.

Het is zinvol om verschillende (betrouwbare) informatiebronnen te raadplegen.

Link met het leerplan van de eerste graad

- B 60: Gebruik en functie weergeven van middelen om zwangerschap en soa's te voorkomen.

7.2 Erfelijkheid

(ca. 8 lestijden)

B17	Aan de hand van eenvoudige kruisingsschema's en/of stambomen de overerving van kenmerken bij de mens toelichten.	NW 1 NW 2
B18	In concrete voorbeelden de begrippen gen, dominant en recessief allel, homozygoot en heterozygoot, genotype en fenotype, dominante/recessieve en intermediaire overerving hanteren.	NW 2
U18	De overerving van het geslacht door het verschil tussen het X- en Y-chromosoom met seks bepalende regio (SRY) (met TDF en MIS) als geslachtsbepalende factor, verduidelijken .	

Wenken

Leerlingen hebben vaak eigen ideeën en beelden (misconcepten) over aanleg, erfelijkheid, lijken op ouders. Stambomen en kruisingsschema's helpen om wetenschappelijke inzicht te verwerven in de wetmatigheden van overerving.

De begrippen fenotype en genotype, dominante/recessieve en co-dominante allelen, homozygote en heterozygote cel komen aan bod tijdens het bestuderen van de stambomen en kruisingsschema's.

Het is belangrijk dat de leerlingen inzicht verwerven in het feit dat de meeste (menselijke) kenmerken niet door één gen maar door meerdere genen worden bepaald. Deze genen werken samen. Bovendien oefent het milieu eveneens een invloed uit op de expressie van genen. Op die manier ontstaat het fenotype.

Voorbeelden van monohybride kenmerken die nauw aansluiten bij de leefwereld van de jongere zoals mucoviscidose, Huntington, dwerggroei, tongrollen, vergroeiing van het oorlelletje, blindheid, doofheid... kunnen gebruikt worden.

Voorbeelden van X-geslachtsgebonden allelen zijn: kleurenblindheid, hemofilie, Duchenne-spierdystrofie... De stamboom van de koningshuizen in Europa is hierbij een mogelijk voorbeeld om de overerving van hemofilie te illustreren.

Genen en allelen die nog aan bod kunnen komen zijn:

- de resusfactor: het belang van de resusfactor bij bloedtransfusies en zwangerschap;
- de overerving van bloedgroepen (multiple allelen). Inzicht in het overerven van multiple allelen primeert boven de terminologie.



B19	Aan de hand van concrete voorbeelden illustreren dat de genetische informatie in het DNA tot expressie komt in kenmerken.	NW 1 NW 2
B20	Illustreren aan de hand van voorbeelden dat variatie tussen organismen ontstaat door het samenspel van genetisch materiaal en omgevingsinvloeden.	NW 1 NW 5

Wenken

Elk gen brengt de boodschap voor een eiwit en via een eiwit komt een kenmerk tot uiting. Er zijn vele voorbeelden die aantonen dat genetische informatie in het DNA tot expressie komt in kenmerken.

Aan de hand van voorbeelden van veranderingen in het DNA, die resulteren in eiwitdefecten zoals spierdystrofie, diabetes, albinisme, jicht... krijgen de leerlingen een breder zicht op hoe genen/allelen tot expressie komen in kenmerken (AD5, AD7).

In de gentechnologie vinden we ook verschillende voorbeelden van genexpressie:

- productie van medicijnen in stamcellen (menselijk insuline, menselijk EPO);
- het ontrafelen van het genoom van de mens, bacteriën, dieren en planten;
- het opsporen van DNA-fragmenten bij forensisch onderzoek;
- het zoeken naar genmutaties;
- de diagnose van ziekten en verwantschappen;
- de ontwikkelen van GGO's (genetisch gemodificeerde organismen).

Omgevingsfactoren kunnen zowel fenotypische (niet-overerfbare) veranderingen als veranderingen in het DNA (overerfbare) doen ontstaan. Het is niet de bedoeling om diep in te gaan op alle mogelijke vormen van mutaties. De invloed van biologische, chemische en fysische factoren bij het ontstaan van mutaties kunnen verbonden worden aan aspecten van lichamelijke gezondheid (AD8). Zo is de invloed van het milieu op de bloedgroepen onbestaande (100% erfelijk) terwijl de invloed van voeding op de grootte van mensen, de ontwikkeling van hart- en vaataandoeningen... aanzienlijk is. De link naar de factoren die een invloed hebben op de zwangerschap is al eerder besproken. Ook kenmerken als intelligentie, alcoholisme, extraversie... worden op verschillende manieren door het milieu beïnvloed. Begrippen als “nature and nurture” kunnen hier aan bod komen.

7.3 Evolutie

(ca. 5 lestijden)

B21	Argumenten aangeven die de biologische evolutie ondersteunen en tegenargumenten kritisch bespreken.	NW 4 NW 6
B22	De evolutie van soorten verklaren volgens de theorie van de Lamarck en Darwin.	NW 4 NW 6
B23	Met de hedendaagse opvattingen over evolutie verklaren hoe soorten kunnen veranderen en nieuwe soorten kunnen ontstaan.	NW 1 NW 4 NW 5 NW 6

Wenken

In verschillende wetenschappelijke disciplines zoals anatomie en embryologie, paleontologie, biochemie, moleculaire biologie, ecologie en ethologie... vinden we argumenten terug om de evolutiegedachte te ondersteunen. Je kunt aan de hand van figuren en foto's van voorbeelden een aantal van deze argumenten illustreren.

In "On the origin of species by means of natural selection" (1859) pleitte Darwin voor natuurlijke selectie als een mechanisme voor evolutie. Daarbij kun je benadrukken dat deze theorieën ontstonden voor de publicatie van het werk van Mendel.

De theorieën van Darwin en 'de Lamarck' kun je vergelijkend bestuderen.

De oorspronkelijke ideeën rond evolutie kun je uitbreiden met de begrippen mutatie, isolatie, selectie en genetische drift.

De moderne evolutietheorie stoelt op de genetische verscheidenheid binnen een populatie, die ontstaat door de recombinatie van de genen bij elke nieuwe generatie en door mutaties. Op die verscheidenheid werken allerlei vormen van isolatie en selectie divergerend in. Door het bespreken van concrete voorbeelden komen de leerlingen tot het besef dat in al deze gevallen de genetische samenstelling van een populatie wel verandert, dus evolueert. Hierbij mag de natuurlijke selectie als sterkste drijfkracht van evolutie beschouwd worden. De natuurlijke selectie werkt zowel in de richting van aanpassing aan het milieu, als in de richting van een groeiende onafhankelijkheid ten opzichte van het milieu.

Het is de bedoeling leerlingen te laten inzien dat adaptatie geen doelgerichte aanpassing is maar het aangepast zijn aan het milieu evolutionair voordeel biedt (variatie of mutatie). Dit is noodzakelijk om het mechanisme van evolutie goed te begrijpen.

Je benadrukt best dat deze mechanismen een effect hebben op populaties van soorten en niet op het niveau van het individu. Met andere woorden binnen een "populatie van organismen" veranderen



“erfelijke” eigenschappen in de loop van de generaties als gevolg van genetische variatie, voortplanting en natuurlijke selectie na de “struggle for life”.

Suggesties voor onderzoeksonderwerpen

- Uit waarnemingen op skeletten van gewervelde dieren, op afbeeldingen van hersenen, harten, ademhalingsorganen van gewervelde dieren argumenten afleiden die de biologische evolutie ondersteunen.
- Een workshop volgen in een museum van natuurwetenschappen.

Doelstelling B23 leent zich goed om te illustreren dat natuurwetenschappen behoort tot de culturele ontwikkeling van de mensheid (AD5, AD6, AD7, AD8). Argumenten tegen de evolutietheorie worden kritisch besproken en er wordt een kritische houding aangenomen tegenover theorieën die de evolutie tegenspreken zoals creationisme, Intelligent Design...

Bedoeling is om leerlingen het inzicht bij te brengen dat de evolutietheorie gebaseerd is op natuurwetenschappelijke argumenten en geen geloofsleer is die zonder meer aanvaard moet worden maar.

B24	Het proces van de hominatie illustreren .	NW 4 NW 6
U24	Criteria hanteren die toelaten om fossiele mensachtigen op de geologische tijdschaal te plaatsen.	NW 4 NW 6

Wenken

In chronologische volgorde wordt de menswording gekenmerkt door: rechtop lopen, werktuigen gebruiken, de ontwikkeling van het denken en sociale intelligentie, het ontstaan van taal en cultuur (dodencultus).

Leerlingen leggen verbanden tussen de morfologische veranderingen die optreden en de stappen in het menswordingsproces. Ook de oorzaak van het ontstaan van de stappen in het hominatie proces kunnen aan bod komen. Het is niet de bedoeling om in te gaan op de verschillende morfologische kenmerken van de fossiele vormens (Hominidae). De onderlinge connectie tussen de verschillende mensachtigen (Hominidae) is immers nog vrij hypothetisch en wordt nog fel bediscussieerd. Regelmatig ontdekt men nog nieuwe fossielen die het opstellen van verwantschapsbomen tot een de ingewikkelde puzzel maken.

Suggestie voor onderzoeksonderwerpen

- Op foto's en tekeningen van skeletten en/of hersenen van mensachtigen de evolutie van de mens aantonen en bespreken.
- Volgen van een workshop in een museum van natuurwetenschappen (bv. KBIN).

Deel 2: Aanbevolen leerplandoelstellingen

7.4 Stoichiometrische berekeningen

(ca. 8 lestijden)

B25 Mol als eenheid van stofhoeveelheid omschrijven.

Wenken

Men brengt molhoeveelheden van vaste stoffen, vloeistoffen en gassen in verband met $6 \cdot 10^{23}$ deeltjes.

B26 Molair volume van een gas bij normomstandigheden toepassen.

Wenken

Men geeft aan het molair gasvolume bij normomstandigheden, waarbij de druk 101325 Pa en de temperatuur 273,15 K bedragen, een waarde van 22,4 liter/mol.

B27 De stofhoeveelheid berekenen uit een gegeven massa.

Wenken

Voor het berekenen van de stofhoeveelheid definieert men de molaire massa. Bij berekenen van stofhoeveelheden kan men voorbeelden uit het dagelijks leven gebruiken zoals de hoeveelheid mineralen berekenen in mineraalwater met een gegeven etiket.

B28 Het begrip concentratie toepassen.

Wenken

Het concentratiebegrip kwam reeds kwalitatief in de tweede graad aan bod (leerplan natuurwetenschappen). De molaire concentratie (mol/L) wordt gedefinieerd en toegepast in voorbeelden uit het dagelijkse leven zoals de concentratie alcohol in mol/l berekenen in wijn met een gegeven etiket. Het onderscheid tussen sterke en zwakke elektrolyten wordt hier kwalitatief benaderd en niet ondersteund door evenwichtsverschijnselen. Zwakke elektrolyten worden gedefinieerd als stoffen waarvan in water slechts een klein aantal moleculen dissocieert in ionen.

De leerlingen worden verondersteld vlot de dissociatie- en ionisatievergelijkingen te kunnen schrijven aan de hand van een tabel met de veel gebruikte kationen en anionen.

**B29**Eenvoudige stoichiometrische **berekeningen uitvoeren**.**Wenken**

De praktische nood aan een gepaste eenheid voor een groot aantal deeltjes kan ook worden geïllustreerd met reactievergelijkingen. Deze geven immers weer in welke aantalverhouding stofdeeltjes worden omgezet in andere stofdeeltjes. Aangezien het bij het uitvoeren van chemische reacties onmogelijk is om het aantal reagerende stofdeeltjes te tellen, is het dus erg belangrijk dat men bijvoorbeeld via massa's van stoffen kan achterhalen hoeveel stofdeeltjes met elkaar in reactie worden gebracht.

Voor de stoichiometrische berekeningen wordt aanbevolen te werken met reactievergelijkingen die verwijzen naar processen uit het dagelijkse leven zoals een neutralisatie (ontkalken).

7.5 Chemisch evenwicht

(ca. 8 lestijden)

B30De reactiesnelheid **omschrijven** als de verhouding van een concentratieverandering en een tijdsinterval.**Wenken**

Factoren die de reactiesnelheid bepalen, zijn reeds in de tweede graad (leerplan tweede graad natuurwetenschappen) experimenteel onderzocht. Eventueel kan dit even opgefrist worden.

Het begrip reactiesnelheid wordt gedefinieerd aan de hand van het botsingsmodel.

B31De chemische evenwichtstoestand **omschrijven** als een dynamisch stabiele toestand gekenmerkt door eenzelfde reactiesnelheid van twee reacties die gelijktijdig verlopen in tegengestelde zin.**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 kennismaking met chemische evenwichten zal dan ook proefondervindelijk worden ondersteund, hetzij met reële experimenten van kwalitatieve aard zoals kleurveranderingen, hetzij met simulaties. Tijdens de behandeling van neutralisatiereacties tussen zuren en hydroxiden kunnen indicatoren worden gebruikt voor het waarnemen van de zuurtegraad van een oplossing ten opzichte van het neutrale, chemisch zuiver water.

B32 De evenwichtsconstante **uitdrukken** in functie van evenwichtsconcentraties voor homogene en heterogene evenwichten.

B33 Verschuiving van chemische evenwichten **voorspellen**..

Wenken

Het verschuiven van het chemisch evenwicht kan best met een proef gedemonstreerd worden.

B34 Het ionenproduct van water met zijn betekenis **weergeven**.

B35 De pH van een oplossing **definiëren** en **illustreren** met voorbeelden uit het dagelijks leven.

Wenken

In de tweede graad (leerplan natuurwetenschappen) kwam de pH-schaal reeds aan bod.

De pH van gekende producten (frisdrank, melk, thee, koffie, ontstopper...) kan gemeten worden of bepaald worden via zuur-base-indicatoren.

De waterkwaliteit in grafische processen kan hier ter sprake komen met onder andere de hardheid, de elektrische geleidbaarheid en de pH.

7.6 Koolstofchemie

(ca. 25 lestijden)

B36 De bindingsmogelijkheden van het koolstofatoom **in relatie brengen met de elektronenconfiguratie**.

B37 Koolstofwaterstoffen **onderscheiden uitgaande van hun molecuulstructuur**: alkanen, alkenen, onvertakte/vertakte, verzadigde/onverzadigde, acyclische/cyclische

Wenken

Bij de studie van koolstofwaterstoffen maakt men (leerkracht en leerling) gebruik van molecuulmodellen.

Bij het aanleren van de systematische namen (tot en met 6 C-atomen) maakt men enkel gebruik van eenvoudige voorbeelden. Het is niet de bedoeling om leerlingen te overladen met naamgeving of formulevorming.

B38 De **functionele groep(en) aanduiden** en de **stofklasse weergeven** bij gegeven structuurformules van alcoholen, ethers, aldehyden, ketonen, carbonzuren.

**B39**De structuurformule **weergeven** als de systematische naam gegeven is en omgekeerd.**Wenken**

Men maakt gebruik van molecuulmodellen om inzicht te verwerven in de verschillende functionele groepen.

B40Structuur- en cis-trans-isomeren **herkennen** en **onderscheiden**.**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. Men maakt gebruik van molecuulmodellen om inzicht te verwerven in de verschillende soorten isomerie.

B41**Het verband aangeven tussen de aanwezige functionele groep en de volgende eigenschappen** van de stof: oplosbaarheid, smeltpunt, al of niet voorkomen van waterstofbruggen, polariteit.**Wenken**

Volgende fysische en chemische eigenschappen van koolstofverbindingen kunnen onderzocht worden (aan de hand van tabelgegevens of experimenteel):

- oplosbaarheid;
- evolutie van smeltpunt in relatie tot de ketenlengte;
- reactiviteit van koolstofverbindingen.

Eenvoudige proefjes kunnen uitgevoerd worden om de reactiviteit van koolstofverbindingen en de belangrijkste reactiesoorten in de koolstofchemie te onderzoeken:

- verbrandingsreacties van alcohol, ether...;
- additiereacties van dibroom aan onverzadigde verbindingen (bv. in tomatenpuree, ketchup, slaolie, ...);
- een veresteringsreactie tussen azijnzuur en ethanol;
- zure en basische eigenschappen onderzoeken met indicatoren;
- oxideren van koolstofverbindingen met verschillende oxidatoren (kaliumpermanganaat in zuur milieu, fehlingreagens, tollensreagens).

B42Enkele belangrijke eigenschappen en toepassingen van koolstofverbindingen **weergeven**.**Wenken**

Volgende fysische en chemische eigenschappen van koolstofverbindingen kunnen onderzocht worden (aan

de hand van tabelgegevens of experimenteel): de oplosbaarheid, de evolutie van smeltpunt in relatie tot de ketenlengte, de reactiviteit van koolstofverbindingen.

Toepassingen van koolstofverbindingen zijn:

- campinggas
- ontvlekkers, droogkuis, chemisch reinigen
- polaire en apolaire oplosmiddelen: white spirit (als mengsel van C-verbindingen), diëthylether, oplosmiddelen in lakken en vernissen (wateroplosbare en niet-wateroplosbare vernissen)
- tafelazijn
- esters en aromastoffen
- aceton om nagellak te verwijderen (dissolvent)
- plantaardige olie versus dierlijk vet
- ethanol in alcoholische dranken.

Veel organische producten (solventen) zijn schadelijk voor het milieu en moeten verwijderd worden via KGA en niet via de gootsteen. We denken hierbij aan verfresten, white spirit ...

7.7 Biochemie

(ca. 8 lestijden)

B43Opbouw- en afbraakreacties van volgende voedingsstoffen **schematisch weergeven**: polysachariden, triglyceriden, eiwitten.**B44**De basisstructuur van aminozuren **schrijven en gebruiken** bij de vorming van peptidebindingen.**B45****Vanuit gegeven afbeeldingen** van eiwitten, de primaire, secundaire en de tertiaire structuur **herkennen en benoemen**.**B46**Denaturatie, oplosbaarheid en enzymwerking **verklaren aan de hand van** de structuur van eiwitten.**B47**Van triglyceriden de algemene **structuurformule schrijven** en volgende **eigenschappen toelichten**: verzadigd/onverzadigd karakter, aggregatietoestand, apolair karakter en oplosbaarheid, smelttraject.

Wenken

Voor de sachariden komen glucose, fructose, sucrose, zetmeel, cellulose aan bod.

Met behulp van eenvoudige modellen kunnen opbouw en afbraak van eiwitten, polysachariden en triglyceriden schematisch weergegeven worden.

De werking van bepaalde stoffen kan verklaard worden aan de hand van denaturatie van eiwitten. Voorbeelden zijn ontsmettingsalcohol, ontstopper. Vele zware metalen zijn giftig omdat ze de structuur van enzymen wijzigen.

In gezonde voeding wordt het belang en de risico's van bepaalde stoffen benadrukt:

- eiwitten en essentiële aminozuren;
- vetten (poly-onverzadigde vetten), cholesterol, bederf van vetten;
- suikers en kunstmatige zoetstoffen;
- vitamines en voedingssupplementen.

Er wordt aandacht besteed aan het aannemen van een positieve houding t.o.v. gezonde voeding bij leerlingen. Het is belangrijk dat men deze houding ook in daden omzet zoals:

- een evenwichtige voeding:
 - geen overdaad: vet-, suiker-, alcohol-, zoutgebruik (voorkomen van suikerziekte, hart- en vaatziekten, obesitas ...)
 - het gebruik van vitaminerijke en vezelrijke voeding (groenten en fruit).
- bewuster (wetenschappelijk) en hygiënischer handelen bij de verwerking van voedsel zoals frituurvet tijdig vervangen, bewaartermijn respecteren, handhygiëne.

Demonstratie-/leerlingenproeven

Onderstaande proeven kunnen worden uitgevoerd met voedingsmiddelen.

Eenvoudige proeven i.v.m. suikers:

- Reactie tussen sacharose en geconcentreerd zwavelzuur (enkel als demonstratieproef!). In dit experiment ziet men de langzame verkoling van suiker optreden waarbij waterdamp vrijkomt. Dit proces is exotherm en moet in een trekkast uitgevoerd worden. Het historisch misconcept 'koolhydraten' kan hier toegelicht worden. Vroeger dacht men dat suiker gehydrateerde koolstof was.
- Aantonen van glucose en fructose met fehling-reagens. Het is niet de bedoeling om het onderscheid tussen reducerende en niet-reducerende suikers bij te brengen. Het fehling-reagens doet in dit experiment enkel dienst als identificatiemiddel voor glucose of fructose.
- Zure hydrolyse van sacharose met fehling-reagens.
- Afbraak van zetmeel (zure hydrolyse) volgen met fehling-reagens + lugol.

Eenvoudige proeven i.v.m. lipiden:

- Oliën en vetten oplossen in ether en/of andere apolaire solventen (werking ontvlekker).
- Verschil in onverzadigd karakter tussen slaolie en boter aantonen (door additie van dijoodoplossing).

Eenvoudige proeven i.v.m. eiwitten

- Afbraak van eiwitten (bv. in haar) met geconcentreerde NaOH-oplossing (werking ontstopper).
- Denatureren van eiwitten door verwarming, door toevoeging van zuur, zout en alcohol, door te roeren of te schudden.

7.8 Kunststoffen

(ca. 8 lestijden)

B49

Kunststoffen algemeen **omschrijven** als een aaneenschakeling van kleinere eenheden.

Wenken

Je kunt gebruik maken van molecuulmodellen om de begrippen monomeer, polymeer, macromolecule te verduidelijken. Ook het begrip polymerisatiegraad komt aan bod.

B50

Het verloop van een polymerisatiereactie **schematisch weergeven**.

Wenken

Begrippen als polymerisatiegraad kunnen aan bod komen.

B51

De herkomst van polymeren **situëren**.

Wenken


Voor de herkomst van kunststoffen, kan men verwijzen naar natuurlijke, half natuurlijke en synthetische polymeren.

B52

Kunststoffen op basis van hun thermische eigenschappen, **onderscheiden**.

Wenken

Door het opwarmen of afkoelen van kunststoffen kan men het onderscheid tussen thermoharders, thermoplasten en elastomeren verduidelijken. Voorbeelden zijn: een lege PET-fles krimpt bij opwarmen,



een leeg yoghurtpotje krimpt tot een plaatje bij opwarmen, een elastiekje verliest z'n elasticiteit in de diepvries, Bakeliet wordt niet plastisch bij opwarmen...

B53

Het belang van kunststoffen in onze maatschappij **toelichten met enkele concrete voorbeelden.**

Wenken

Kunststoffen zijn in onze huidige maatschappij niet meer weg te denken: verpakkingsmateriaal, sportwereld, medische wereld, huishoudtoestellen, speelgoed... Enkele concrete toepassingen kunnen besproken worden zoals:

- sportwereld: tennisracket, carbonfiets, gore-tex in kledij ...
- voedingsindustrie: bewaarfolies
- uithardende kunststoffen in tandvullingen, polyesters, valse nagels ...
- biodegradeerbare kunststoffen in verpakkingsmateriaal.

Aandacht kan besteed worden aan nieuwe ontwikkelingen zoals de zelfherstellende kunststoffen, de slimme kunststoffen en het gebruik van nanocoating bij kunststoffen.

B54

De levensloop van een kunststof in een concreet product beschrijven.

Wenken

De levensloop van een kunststofproduct achterhalen kan als een opdracht aan de leerlingen gegeven worden. De zoekopdracht kan met concrete vragen gestuurd worden: welke basisgrondstoffen zijn gebruikt, welke verwerkingstechniek is toegepast (sputgieten, extruderen ...), wat zijn de concrete toepassingen van dit product, hoe wordt het afval verwijderd en verwerkt, welke mogelijke recyclageproducten worden gevormd. Deze opdracht kan eventueel uitgewerkt worden in een OLC (open-leer-centrum) als BZL-opdracht.

Aandacht kan besteed worden aan het correct inzamelen van kunststofafval (al of niet PMD) en het aannemen van een duurzame houding i.v.m. het gebruik van verpakkingsmateriaal. Verpakking vermijden is te verkiezen boven recycleren.

7.9 Inkten

(ca. 8 lestijden)

B55

Aangeven dat inkt en verf grotendeels bestaan uit een pigment, een bindmiddel en een oplosmiddel.

B56

Het nut van de bestanddelen van inkt **verwoorden**.

Wenken

De pigmenten kunnen ingedeeld worden in:

- Kleurpigmenten:
 - anorganische pigmenten zoals chroomgeel, berlijnsblauw, kobaltblauw, ultramarijn, chromaatgroen, vermiljoen
 - organische pigmenten zoals karmijnrood, indigoblauw, Indisch geel
- zwarte pigmenten, ontstaan door onvolledige verbranding van koolstofverbindingen zoals vlamroet, lampenroet, gasroet
- witte pigmenten
 - dekkende pigmenten zoals titaanwit, zinkwit
 - transparante pigmenten zoals barietwit

Je kunt hier benadrukken dat het bindmiddel geen oplosmiddel mag zijn voor het pigment maar wel een dispersiemiddel zodat tijdens het schrijven of het drukken het oplosmiddel verdampt en het pigment gebonden wordt op het papier. Functies van het bindmiddel zijn: samenhouden van het pigment, vervoer en hechting.

Plantaardige olie, minerale olie, natuurlijke en synthetische harsen worden hier als bindmiddel vermeld en toegelicht. Ook eventueel enkele toevoegmiddelen kunnen vermeld worden zoals geleermiddelen, wassen...

B57

Fysische en chemische drogingsmechanismen **onderscheiden** en **verklaren**.

B58

Aangeven welke drogingsmechanismen mogelijk zijn naargelang de soort inkt en het soort papier.

Wenken

De drogingsmechanismen kunnen verduidelijkt worden.

- Bij de chemische droging: oxidatieve droging (gekoppeld aan polymerisatie) en stralendroging (UV en IR)
- Bij de fysische droging: absorptie en verdamping



Als solventen kunnen gegeven worden:

- alkanolen (methanol, ethanol, ...)
- polyolen (glycol, glycerol, ...)
- ketonen (aceton)
- KWS (hexaan, heptaan, toluen, xyleen, ...)

De milieuproblemen die hieraan verbonden zijn, kunnen besproken worden, evenals mogelijke oplossing.

7.10 Geluid en licht

7.10.1 Trillingen en golven

(ca. 10 lestijden)

B59

De grootheden **hoeksnelheid**, **omtreksnelheid**, **periode** en **frequentie** bij ECB kwalitatief en kwantitatief **gebruiken**.

Wenken

Eventueel kan het verschil tussen hoeksnelheid en omtreksnelheid toegelicht worden aan de hand van de tandwielen bij een fiets. De ECB wordt hier geïntroduceerd om van daaruit de harmonische trilling aan te brengen.

B60

De **formule voor de uitwijking** van een harmonische trilling **toelichten** in concrete voorbeelden en de uitwijking **grafisch voorstellen** in een $y(t)$ -grafiek.

Wenken

De harmonische trilling wordt aangebracht als de projectie van een eenparig cirkelvormig bewegend punt. De amplitude, pulsatie en beginfase van de harmonische trilling staan hierbij dan in verband met de straal, de hoeksnelheid en de beginhoek bij de ECB.

B61

Het verschijnsel **resonantie** **toelichten** aan de hand van voorbeelden.

Wenken

Als bij een gedwongen harmonische trilling de frequentie van de uitwendige kracht gelijk is aan de eigenfrequentie van het trillend systeem, dan trilt dat systeem met een grote amplitude. Dit noemen we resonantie. Voorbeelden zijn het instorten van de Tacoma Narrows Bridge, het breken van een wijnglas, 2 gelijke stemvorken...

B62

Het onderscheid tussen een trilling en een golf **aan de hand van een concreet voorbeeld toelichten.**

B63

Het onderscheid tussen longitudinale en transversale golven en tussen mechanische en elektromagnetische golven **in concrete voorbeelden herkennen.**

Wenken

Een trillende dobber veroorzaakt een golf die zich voortplant op een wateroppervlak. Men kan dit ook aantonen met een golf op een touw of in een slinky-veer.

Met behulp van applets kan men aantonen dat bij een golf de deeltjes ter plaatse trillen. Bij een golf is er geen transport van materie maar is er voortplanting van energie. Hier kan eventueel de link gelegd worden met de 'wave' in een sportstadion. Met een dik touw op de grond kan men kwalitatief de relatie tussen frequentie en golflengte aantonen.

B64

Het begrip golflengte **toelichten en in verband brengen** met frequentie en energie.

Wenken

Door met de hand een trilling op het beginpunt van een touw aan te leggen met een kleine frequentie en daarna met een grotere frequentie, kan het omgekeerd evenredig verband tussen frequentie en golflengte geïllustreerd worden.

B65

Met behulp van het golfmodel **terugkaatsing, breking, buiging en interferentie** van lopende golven **toelichten.**

Wenken

Je kan de terugkaatsingwet en de brekingswet vanuit het beginsel van Huygens bewijzen, maar dit is hier niet aangewezen. Wel kan men aantonen dat de wetten die de leerlingen kennen voor licht ook geldig zijn voor alle golven. Wijs bv. op een parabolantenne voor radiogolven, echo, sonar...

De verschijnselen buiging en interferentie werden niet in de 2de graad behandeld. Interessant bij buiging is het verschillend gedrag van geluid en licht bij een deuropening. Hieruit kan de buigingsvoorwaarde duidelijk gemaakt worden. Deze verklaart bv. waarom een lichtmicroscop objecten kleiner dan de golflengte van het licht niet kan detecteren. Merk hierbij op dat buiging zich zowel aan een opening als aan een hindernis kan voordoen. Constructieve interferentie doet zich voor in die stroken waar golven in fase toekomen. De link met het weglengteverschil kan aanschouwelijk voorgesteld worden via een applet.

Link met het leerplan van de tweede graad

- De terugkaatsingswetten van een lichtstraal bij een vlakke spiegel weergeven en toepassen. (B45)
- De stralengang van licht bij overgang tussen twee homogene middens weergeven en enkele eenvoudige toepassingen toelichten. (B40)

Suggesties voor leerlingenexperimenten

- Onderzoek van de periode bij de harmonische trilling van een massa aan een veer.

7.10.2 *Geluid*

(ca. 6 lestijden)

B66

Het ontstaan en de voortplanting van geluid **toelichten**.

Wenken

Hier kan de werking van een aantal muziekinstrumenten gedemonstreerd worden zoals snaarinstrumenten, blaasinstrumenten, trommels ...

B67

De kenmerken toonhoogte, toonsterkte en toonklank van een geluidsgolf **toelichten**.

Wenken

Hoe korter een muziekinstrument is (snaarinstrumenten, blaasinstrumenten...) hoe hoger de toon. Je kunt dit aantonen door te blazen in een half dichtgeknepen uiteinde van een rietje dat telkens korter wordt geknipt. Hier kan ook eventueel het voorkomen van infrasonen en ultrasonen en hun toepassingen aan bod komen. Via een app kan je ook het trillingspatroon van geluid zichtbaar maken en zo het begrip toonklank (klankkleur, timbre) uitleggen: een even luide la op een blokfluit klinkt bv. anders dan op een dwarsfluit.

Bij ultrasonen kan eventueel een kleine gehoortest worden uitgevoerd. Je vindt heel wat bruikbare tests op het internet zoals: <http://www.oorcheck.nl/test-jezelf/hoe-hoog-kom-jij/>. Heel wat jongeren zijn er zich niet van bewust dat ze reeds onomkeerbare gehoorschade hebben oplopen door onverstandig gebruik van oortjes: www.hoortest.nl/hoortest.html.

Bij het meten van de toonsterkte maakt men gebruik van de dB-schaal. Deze schaal is logaritmisch, waardoor een toename met 3 dB eigenlijk een verdubbeling betekent van de toonsterkte.

B68

Courante toepassingen van geluidsgolven **weergeven en omschrijven**.

Wenken

Hier kan ook eventueel het voorkomen van infrasonen en ultrasonen en hun toepassingen zoals echografie aan bod komen.

Via een applet kan het dopplereffect eenvoudig worden aangetoond. Leerlingen kennen dat van een voorbijrijdende ambulance. Bij een echografie in de bloedbanen bepaalt een cardioloog hiermee de snelheid van het bloed of bepaalt het flitstoestel van de politie hoe snel je rijdt.

Wanneer je met twee lichtjes verschillende stemvorken geluid produceert, dan doen er zich zwevingen voor omdat de geluidsgolven elkaar beurtelings versterken of afzwakken.

Suggesties voor leerlingexperimenten

- Onderzoek van de toonhoogte, toonsterkte en toonklank

7.10.3 Licht en het EM-spectrum

(ca. 12 lestijden)

B69

Het ontstaan van licht via absorptie en spontane emissie **beschrijven en hiermee de frequentie en de fase toelichten.**

Wenken

We maken hierbij gebruik van het atoommodel van Bohr.

Bij de bespreking van het ontstaan van licht kan men oog hebben voor de verschillende soorten lichtbronnen (gloeilamp, LED-lamp, gasontladingslamp en fluorescentielamp) en hierbij de eigenschappen frequentie (monochromatisch-polychromatisch) en fase (coherent-incoherent) bespreken.

B70

Het recht evenredig **verband** tussen energie en frequentie bij EM-straling **hanteren.**

Wenken

Alle vormen van spectraalanalyse in chemie en astrofysica vinden hierin hun oorsprong.

B71

De **kenmerken** van laserlicht **toelichten.**

Wenken

De speciale eigenschappen van laserlicht zijn het gevolg van haar manier van ontstaan: gestimuleerde emissie. Daardoor is laserlicht het enige licht dat coherent is en dit verklaart de hoge intensiteit en de



beperkte divergentie. Laserlicht is ook monochromatisch.

Bij een blue-ray dvd maakt men gebruik van een blauwe laser van 405 nm golflengte. Standaard dvd's gebruiken een rode laser met een golflengte van 650 nm en cd's gebruiken een laser met een golflengte van 780 nm. Dankzij de kleinere golflengte is men in staat om nog meer gegevens op te slaan op een kleinere ruimte.

B72

Enkele andere elektromagnetische golven situeren in het elektromagnetisch spectrum en enkele belangrijke toepassingen opnoemen en toelichten.

Wenken

- Bij Uv-straling kan wat dieper ingegaan worden op de gevolgen van het overmatig zonnen.
- Bij microgolven kan de microgolfoven aan bod komen, alsook het gebruik ervan bij GSM.

De frequentie van 2450 MHz die in microgolfovens wordt gebruikt is vrijgegeven en wordt ook gebruikt bij WiFi en BlueTooth.

- Het gebruik van röntgenstraling en radiogolven (MRI) bij medische beeldvorming kan ook aan bod komen.
- I.R.-straling komt voor bij warmtebronnen, alarminstallaties, afstandsbediening, ...

Het is belangrijk leerlingen te wijzen op het belang van aandacht voor eigen gezondheid en deze van anderen door hen bewust te maken van de impact van sommige EM-straling op de mens (schadelijke Uv-straling, gammastraling).

In het kader van de AD rond wetenschap en samenleving zijn er hier heel wat mogelijkheden.

B73

Aan de hand van waarnemingen het verschijnsel interferentie bij licht toelichten.

Wenken

Via de proef van Young, kan je interferentie aan twee spleten aantonen. Interferentie aan een rooster kan je met een laserpen aantonen. Dit principe gebruikt men om de verschillende kleuren waaruit licht is samengesteld te tonen. Interferentie komt ook voor bij pauwenstaarten, vlinders, zeepbellen, olie op water, weerkaatsing van licht op een cd.

B74

De brekingswetten toepassen.

Wenken

Via de wet van Snellius wordt de brekingsindex aangebracht. In de tweede graad is breking bij licht kwalitatief aan bod gekomen.

Link met het leerplan van de tweede graad

- De stralengang van licht bij overgang tussen twee homogene middens weergeven en enkele eenvoudige toepassingen toelichten. (B40)

B75 Het begrip **grenshoek** en **totale terugkaatsing** verklaren.

B76 Toepassingen van totale terugkaatsing verklaren.

Wenken

Totale terugkaatsing wordt toegepast in optische vezels, periscopen en verrekijkers. Het principe van een glasvezel kan aangetoond worden met laserlicht in een waterstraaltje uit een petfles.

B77 De **verschuiving** bij een planparallele plaat **toelichten**.

Wenken

De evenwijdige verschuiving bij een planparallele plaat is afhankelijk van de brekingsindex van het materiaal, de dikte van het plaatje en de invalshoek. Je kan 2 van die 3 factoren door de leerlingen zelf laten constateren door via een plexiglazen balkje naar een tekstje te kijken en dit te vergelijken met de rest van de zin ernaast. Eventueel kan je vooraf naar de hypothese vragen.

B78 **Lichtbreking** door een prisma **beschrijven** en **verklaren**.

Wenken

Bij een prisma kan je de kleurschifting van wit licht verklaren door aan te tonen dat violet sterker breekt dan rood licht of op basis van het verschil in brekingsindex. Het is niet de bedoeling om de deviatiehoek te bepalen.

Suggesties voor leerlingexperimenten:

- Bepaling van de golflengte van een laserpen via interferentie aan een rooster;
- Bepaling van de brekingsindex van plexiglas, water;
- Bepaling van de grenshoek;
- Onderzoek van de evenwijdige verschuiving bij een planparallele plaat.



7.11 Elektriciteit

7.11.1 *Electrodynamica*

(ca. 12 lestijden)

B79

Het ontstaan van twee soorten ladingen **toelichten**, hun onderlinge wisselwerking **kwalitatief beschrijven**.

Wenken

Je kunt experimenteel het opwekken en de herverdeling van ladingen aantonen d.m.v. wrijvingsproeven (wollen doek, plastic staaf, glazen staaf). Deze experimenten kunnen in verband gebracht worden met elektrostatische verschijnselen in het dagelijks leven, zoals o.a. vonkjes bij het uittrekken van een wollen trui, statische elektriciteit bij beeldschermen en auto's, gebruik van een poetsdoek.

B80

Het verschil tussen geleiders en niet-geleiders **verklaren** op basis van het al of niet voorkomen van vrije ladingsdragers.

Wenken

Alleen de stroom in metaalgeleiders is hier relevant.

B81

Een elektrische stroom als een netto verplaatsing van elektrische ladingen **omschrijven**.

B82

De grootheden spanning en stroomsterkte **toelichten en meten**.

Wenken

In een geleider gebeurt het ladingstransport via elektronen. In de praktijk gebruikt men echter de conventionele stroomzin.

Aan de hand van een eenvoudig hydrodynamisch model (waterstroommodel) kunnen de begrippen spanning, stroomsterkte en weerstand worden toegelicht.

B83

Uit experimentele waarnemingen het verband tussen spanning en stroomsterkte **aantonen en toepassen**.

Wenken

Met een elektrische stroomkring en een lampje als stroomsterkte-indicator kan men kwalitatieve waarnemingsproeven uitvoeren zoals de invloed van de grootte van de spanning op de stroomsterkte (lichtintensiteit) en de invloed van de weerstand op stroomsterkte.

B84Een gegeven eenvoudige elektrische schakeling **weergeven** in een schema en omgekeerd.**Wenken**

Eenvoudige toepassingen kunnen gebruikt worden ter illustratie van een elektrische schakeling: zaklamp, fietsverlichting (massasluiting langs het fietskader: er wordt slechts één draadje gebruikt om het lampje te schakelen, kringen in een huisinstallatie...).

B85Het joule-effect toelichten en toepassingen **bespreken**.**B86**De begrippen **elektrische energie** en **elektrisch vermogen** verklaren.**B87**Het elektrisch energieverbruik van een toestel en de kostprijs van het energieverbruik **berekenen** als het vermogen van dat toestel gekend is.**Wenken**

Het joule-effect kan geïllustreerd worden aan de hand van enkele huishoudtoestellen zoals wasmachine, strijkijzer, vaatwasmachine, broodrooster, koffiezetapparaat, elektrische kookplaat, straalkachels, gloeilamp...

Op de meeste huishoudtoestellen kan men het vermogen P aflezen. Men kan de stroomsterkte berekenen en vergelijken wanneer deze toestellen in werking zijn. Concrete situaties zijn o.a. laagspannings-halogeenspots (lage spanning, grote stroom), verwarmingstoestellen (groot vermogen, grote stroomsterkte), onderscheid tussen soorten lampen...

Uit het vermogen van een toestel en de gebruiksduur kan ook de elektrische energie en de kostprijs berekend worden, waarbij de eenheid kWh kan aangebracht worden. Handig hierbij is een concrete factuur waar daluur- en piekurtarief aan bod komen. Dit kan een aanzet zijn tot het bewust en spaarzaam gebruiken van energie.

B88Bij serie- en parallelschakeling van weerstanden respectievelijk de **spannings- en stroomwet weergeven** en **toepassen** op eenvoudige kringen.**Wenken**

Om de spanningswet experimenteel te onderzoeken kan je bv. een weerstand van $22\ \Omega$ en $47\ \Omega$ (ongeveer het dubbel) in serie plaatsen en daar $6\ \text{V}$ op aansluiten. Om de stroomwet te onderzoeken plaats je dezelfde 2 weerstanden in parallel en laat je door de hoofdtak bv. $150\ \text{mA}$ stromen. De formules voor de vervangingsweerstand van schakelingen kan je experimenteel verifiëren. Kies hierbij enkel eenvoudige voorbeelden. Men kan bv. twee gelijke weerstanden die parallel geschakeld zijn



vervangen door één weerstand waarvan de waarde de helft is. Hierbij is het belangrijk dat leerlingen inzien dat we een schakeling van toestellen kunnen zien als een eenvoudige stroomkring met één weerstand (de vervangingsweerstand). Men hoeft echter deze vervangingsweerstand niet te kunnen berekenen. Bij een kring in een elektrische huisinstallatie gaat het om een parallelschakeling. Het is belangrijk dat leerlingen inzien dat vele toestellen geschakeld op één stopcontact of op één stroomketen tot overbelasting kan aanleiding geven. Het is eveneens belangrijk dat leerlingen inzien dat bij parallel geschakelde toestellen de spanning over de toestellen gelijk is, maar de stroom door de toestellen afhankelijk is van het vermogen van de toestellen.

B89 Begrippen en verschijnselen in verband met de risico's bij elektrische toestellen **omschrijven**.

B90 Veiligheidsmaatregelen bij elektrische kringen en toestellen **toelichten**.

Wenken

Het is van het allergrootste belang dat de leerlingen vertrouwd zijn met de risico's van elektriciteit (elektrocutie, overbelasting, kortsluiting, brandgevaar) en de veiligheidsmaatregelen (zekering, aarding, differentieelschakelaar).

Bij de veiligheidsvoorschriften van een toestel kan men ook het "typeplaatje" ontleden dat meestal onderaan een toestel zit.

Een paar aandachtspunten

- Trek de aandacht op het verschil tussen geaarde toestellen en niet-geaarde zoals de dubbel geïsoleerde toestellen.
- Belangrijk is er op te wijzen dat een differentieelschakelaar geen veiligheid biedt tegen elektrocutie.

B91 Verschillende **mogelijkheden toelichten** om elektriciteit te produceren.

Wenken

Hier kan ingegaan worden op klassieke thermische centrales, kerncentrales, windturbines, waterkrachtcentrales, zonnepanelen, biomassacentrales.

Het elektriciteitssysteem (opwekking, transport, distributie, gebruiker) kan hier ook ter sprake gebracht worden. Als klant (gebruiker) heeft men in de vrije Europese markt de keuze tussen verschillende firma's die elektriciteit opwekken. Transport en distributie worden echter bepaald door de regio (gemeente, stad) waar men woont. Dit kan eventueel toegelicht worden aan de hand van een concrete factuur. Het aspect duurzame energieomzetting kan hier ook ter sprake komen.

7.11.2 Electromagnetisme

(ca. 12 lestijden)

B92

Magnetische verschijnselen bij permanente magneten **beschrijven** d.m.v. magneetpolen, magnetische krachtwerking, magnetisch veld en magnetische veldlijnen.

B93

Het **magnetiseren en demagnetiseren** van een ferromagnetische stof vanuit het model van de elementaire magneetjes **toelichten**.

Wenken

Je geeft hier best aan waar er permanente magneten en elektromagneten gebruikt worden in het dagelijks leven: bordmagneten, kastsluitingen, een kompas, in luidsprekers, bel, ...

Door het al of niet bevatten van elementaire magneetjes kan het verschil uitgelegd worden tussen ferromagnetische en non-ferromagnetische stoffen. Door het richten van de elementaire magneetjes volgens eenzelfde oriëntatie ontstaat aan de ene kant van een spijker, in de buurt van een magneet, bv. een noordpool en aan de andere kant dan een zuidpool. Dit verschijnsel heet magnetische influentie. Daardoor wordt de spijker aangetrokken door de magneet.

Magnetische veldlijnen bij een staafmagneet en een U-vormige magneet stellen ons in staat de krachtwerking bij die magneten te beschrijven. Het veld tussen polen van U-vormige magneet is een homogeen veld.

B94

De vorm van het **magnetisch veld** rond een rechte stroomvoerende draad en in een spoel **beschrijven** en m.b.v. veldlijnen **voorstellen**.

B95

Enkele praktische **toepassingen** met elektromagneten **toelichten**.


Wenken

Als een stroom door een spoel loopt, dan kan je die spoel vergelijken met een staafmagneet. Er is een vergelijkbaar magnetisch veldlijnenpatroon. We spreken van een elektromagneet. En als de stroomsterkte groot is en/of de spoel een ijzeren kern bevat, dan verkrijg je een vergelijkbare krachtwerking. Voorbeelden van het gebruik van elektromagneten zijn elektromagnetische kleppen, elektromagnetische deuropeners, een relais, een automatische zekering.

B96

De **oorsprong** van het magnetisme van de materie **verklaren** en dit **linken** aan het (de)magnetiseren van een stof.

Wenken



Uit de overeenstemmende velden van een permanente magneet en een solenoïde kan je besluiten dat binnen de materie kringstromen voorkomen die verantwoordelijk zijn voor het magnetisch gedrag van de materie.

B97 De grootte van de **lorentzkracht** op een rechte stroomgeleider **omschrijven en bepalen**.

Wenken

We beperken ons tot het geval waarbij de geleider en het magnetisch veld loodrecht op elkaar staan. Hiermee kunnen we dan de eenheid (Tesla) voor de magnetische veldsterkte (B) definiëren. We verkiezen deze term, omdat men internationaal gebruik maakt van “magnetic field vector”. Het bepalen van de zin van de Lorentzkracht via linker- of rechterhandregel hoeft niet. Je kan wel experimenteel aantonen dat de stroomzin en de zin van het magnetisch veld de zin van de Lorentzkracht bepaalt.

B98 De krachtwerking op een rechthoekige winding **toelichten en toepassen** bij de gelijkstroommotor.

Wenken

Modellen hiervan zijn te verkrijgen in de leermiddelenhandel. De betrokken modellen zijn dan eveneens bruikbaar voor het aantonen van het generatorprincipe. Animaties kunnen ook verhelderend werken. Eventueel kan ook aangegeven worden dat dit principe gehanteerd wordt bij analoge meettoestellen, voor zover die nog voorhanden zijn.

B99 Fluxverandering als oorzaak van inductiespanning **toelichten**.

Wenken

De flux is een maat voor het aantal veldlijnen door een oppervlak. Experimenteel wordt aangetoond dat een fluxverandering in een spoel, op welke wijze dit ook gebeurt, een spanning doet ontstaan aan de uiteinden van die spoel. Men wijst er vooral op dat het de verandering is van het aantal veldlijnen die de inductiespanning doet ontstaan. Indien de kring gesloten is, vloeit er een inductiestroom.

B100 Met behulp van de wet van Lenz, de zin van de **inductiespanning vinden** en de **algemene inductiewet weergeven** in formulevorm.

Wenken

De verschillende factoren in de inductiewet van Faraday kan je kwalitatief aantonen m.b.v. een staaftmag-neet, twee verschillende spoelen en een gevoelige analoge ampèremeter.

Bij rekenopdrachten kan je je beperken tot de gemiddelde inductiespanning. Voor de algemene formule heb je het afgeleidebegrip nodig.

Door een magneet in een pvc-buis door een spoel te laten vallen, kan je m.b.v. een meetinterface en pc de spanningsstoot registreren. Hieruit kan je dan de wet van Faraday afleiden.

B101

Het **werkingsprincipe** van een generator en enkele andere **toepassingen** van het elektromagnetisch inductieverschijnsel **uitleggen**.

Wenken

Toepassingen die het gevolg zijn van het elektromagnetische inductieverschijnsel: generator, fietsdynamo, sensorwerking van de fietscomputer, kaarten met magneetstrip (o.a. op betaalparking), medische beeldvorming (NMR), elektrische gitaar...

7.12 Kernfysica

(ca. 8 lestijden)

B102

Vanuit het massadefect, de **bindingsenergie** van nucliden **toelichten**.

B103

Vanuit de **grafiek**, die de **specifieke bindingsenergie** tegenover het atoomnummer weergeeft, kernsplijting en kernfusie **duiden**.

Wenken

Bij de bindingsenergie komt de equivalentie van energie en massa ter sprake ($E = m \cdot c^2$). Indien je de bindingsenergie wil berekenen, kan je gebruik maken van de energie die vrijkomt als één atomaire massa-eenheid (u) omgezet wordt: 931,5 MeV.

De specifieke bindingsenergie is de bindingsenergie per nucleon.

In het kader van duurzame energieomzetting kunnen de voor- en nadelen van onze kerncentrales besproken worden.

B104

De **verschillende soorten** natuurlijke kernstraling beschrijven en hun kenmerken (ioniserend vermogen, doordringingsvermogen) **weergeven**.

B105

De **transmutatieregels** bij kernstraling **toepassen**.

Wenken

Bij het toepassen van de transmutatieregels wordt gebruik gemaakt van tabellen met alle benodigde gegevens i.v.m. het verval. De natuurlijke radioactieve vervalreeksen kunnen vanuit de transmutatieregels worden toegelicht.



B106 Het ontstaan van radioactiviteit vanuit de instabiliteit van kernen **toelichten**.

Wenken

De structuur van de atoomkern is gekend. De meerwaarde is dat men de nadruk legt op de stabiliteit van het atoom en de atoomkern, verwijzend naar de krachten binnen de atoomkern. De kenmerken van de sterke kernkracht kunnen hier worden toegelicht. Er kan gewerkt worden vanuit de nuclidenkaart: de stabiliteitsband lokaliseert de stabiele kernen. De andere kernen zijn onstabiel en dus radioactief.

B107 De radioactieve **vervalwet** toelichten en hanteren.

Wenken

Men kan het verband leggen tussen de instabiliteit van de kern en de halveringstijd. Inzicht in het vervalproces kan niet alleen bijgebracht worden door berekeningen maar ook door meer conceptuele opdrachten, zoals bv. meerkeuzevragen. De grafische voorstelling kan hierbij nuttig zijn.

B108 Enkele **toepassingen** van radionucliden **toelichten**.

Wenken

De bekendste toepassing is de dateringsmethode op basis van koolstof-14. In de geneeskunde wordt gebruik gemaakt van radionucliden: bv. voor diagnose (PET-scanner), in het kader van radiotherapie, tracers, voor het steriel maken van materialen. In de industrie wordt ook gebruik gemaakt van radionucliden, zoals bij conservering van voeding, bij rookdetectie, bij detectie van slijtage van machineonderdelen of banden, bij de controle van lasnaden, bij diktemetingen.

B109 **Biologisch effect** van ioniserende straling op mens en milieu **toelichten** en hierbij de **eenheden** in **verband brengen** met de overeenkomstige grootheden.

Wenken

De grootheden die we gebruiken zijn de activiteit, de geabsorbeerde dosis en het dosisequivalent. Wat betreft het dosisequivalent (in Sv) stelt de overheid normen op, die niet mogen worden overschreden.

7.13 Bewegingsleer

(ca. 15 lestijden)

B110 De relativiteit van rust en beweging omschrijven.

Wenken

Rust en beweging worden steeds bekeken t.o.v. een referentiestelsel.

B111 Het eerste beginsel van Newton formuleren en toepassen op concrete situaties.

Wenken

Vanuit voorbeelden komen we tot het traagheidsbeginsel. Belangrijk hierbij is dat de resulterende kracht nul is. Bij een ERB van een fietser neutraliseren de kracht van de fietser en de wrijvingskracht elkaar. Veiligheidsmaatregelen om de negatieve gevolgen van de traagheid in het verkeer te verminderen zijn o.a. hoofdsteun (whiplash), kinderzitjes, valhelm, veiligheidsgordel, airbag, kreukelzone, compartimentering van tankwagens ...

B112 De formule voor de snelheid hanteren in toepassingen rond de E.R.B.

Wenken

Het is hier niet de bedoeling om vraagstukken in verband met inhaal- en ontmoetingsproblemen op te lossen.

B113 In concrete situaties de verschillende kenmerken van de snelheidsvector weergeven.

B114 Aan de hand van voorbeelden aantonen dat door een resulterende kracht een snelheidsverandering ontstaat.

B115 De versnelling definiëren als de snelheidsverandering per eenheid van tijd.

Wenken

Bij een resulterende kracht met dezelfde richting als de beweging (rechtlijnig) neemt de snelheid toe of af. Als de resulterende kracht een hoek maakt met de snelheidsvector, dan verandert die van richting en



heb je geen rechtlijnige beweging meer. Staat de resulterende kracht loodrecht op de snelheidsvector dan hebben we een eenparig cirkelvormige beweging.

Een voorwerp heeft een versnelling van 1 m/s^2 als elke seconde de snelheid toeneemt met 1 m/s . Contextrijke voorbeelden zijn: het verkeer, kermisattracties, allerlei sporten, valschermspringer ...

B116 De EVRB **definiëren** als een rechtlijnige beweging waarbij de snelheid gelijkmatig verandert.

Wenken

Als de snelheid gelijkmatig (eenparig) verandert dan is de versnelling constant.

B117 De versnelling, de snelheid en de afgelegde weg **berekenen** bij eenvoudige problemen omtrent een EVRB zonder beginsnelheid.

Wenken

Hierbij kan naast andere voorbeelden eventueel de vrije val als voorbeeld worden gebruikt.

B118 $x(t)$ -, $v(t)$ - en $a(t)$ -grafieken **tekenen en interpreteren**.

Wenken

Bij het interpreteren kunnen ook andere dan bewegingen met beginsnelheid gelijk aan nul aan bod komen. Voorbeelden zijn eenparig vertraagde bewegingen, niet eenparig veranderlijke bewegingen, val in lucht ...

Vanuit het $v(t)$ -diagram van een ERB en EVRB kan de afgelegde weg berekend worden als de oppervlakte onder de grafiek.

B119 Het tweede beginsel van Newton **kwalitatief afleiden uit experimentele waarnemingen, formuleren en toepassen in concrete situaties**.

Wenken

Aangezien bij een EVRB de versnelling een constante vector is, blijkt hier uit dat de resulterende kracht bij een EVRB een constante vector. Om te komen tot $F = m \cdot a$ definiëren we de eenheid van kracht als de $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2 = \text{N}$ (newton). We kunnen hiermee aantonen dat de valversnelling $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ en de zwaarteveldsterkte $g = 9,81 \text{ N/kg}$ op het zelfde neerkomen.

B120Het derde beginsel van Newton **formuleren en toelichten in concrete situaties.****Wenken**

Het derde beginsel kan visueel worden aangebracht met behulp van twee bij voorkeur verschillende dynamometers die op elkaar een kracht uitoefenen. Uit deze waarnemingsproef leren we dat krachten steeds in paren optreden. Verder stellen we vast dat bij de actie- en reactiekrachten de werklijn dezelfde is, de zin tegengesteld en de grootte gelijk. De aangrijpingspunten van de twee krachten liggen op verschillende voorwerpen zodat ze niet kunnen samengeteld worden.

Het is belangrijk te benadrukken dat actie en reactie is niet hetzelfde als oorzaak en gevolg. Alhoewel de twee krachten even groot zijn kan de versnelling van de twee systemen toch verschillend zijn.

Er zijn veel dagelijkse situaties die verband houden met het derde beginsel van Newton: gebruik van startblok in de atletiek, gebruik van roeispaan, rijdend voertuig met aanhangwagen, staartschroef bij helikopter, draaibare gazonsproeier, pneumatische hamer, reactiemotor, vuurpijl, terugslag geweer, straalmotoren, touwtrekken...

B121De **centripetale versnelling** en de centripetale kracht bij een ECB als vector **toelichten.****B122**De **centripetale versnelling** en **kracht berekenen in eenvoudige toepassingen.****Wenken**

De begrippen hoeksnelheid, omtreksnelheid, periode en frequentie zijn al eerder aan bod gekomen in het sterk aanbevolen thema trillingen en golven. Bij een cirkelvormige beweging, waarvan de grootte van de snelheid constant is, verandert eveneens de bewegingstoestand. De richting van de snelheidsvector verandert hier voortdurend. Er moet dus een versnelling zijn en een resulterende kracht werkzaam zijn, nl. de centripetale kracht.

Centripetaal (of middelpuntzoekend) wil zeggen volgens de straal (richting) en naar het middelpunt toe (zin). De nodige centripetale kracht om in de cirkel te blijven, wordt bv. bij een auto in een bocht geleverd door de wrijvingskracht van het wegdek op het rubber van de banden, door spierkracht als we een keitje aan een touwtje in een horizontaal vlak rondslingeren, door de gravitatiekracht van de zon op de aarde in haar baan... Het is duidelijk dat zogenaamde centrifugaal- krachten niet bestaan. Er zijn geen krachten naar buiten. Er is zelfs een kracht naar binnen, nl. de centripetale kracht. In het referentiestelsel vast verbonden aan een auto die een bocht neemt, hebben we de indruk dat er een kracht naar buiten is. In werkelijkheid speelt hier de traagheid en wil de massa van ons lichaam verder bewegen volgens een ERB.



Suggesties voor leerlingenexperimenten:

- Onderzoek van de ERB via een luchtbel in een vloeistofbuis;
- Onderzoek van bewegingen in de realiteit met een ultrasone afstandssensor of via videometen;
- Bepalen van het 2de beginsel van Newton;
- Onderzoek van de centripetale kracht bij een ECB met een rubberstop en een glazen buisje;
- Onderzoek van het 3de beginsel van Newton op skateboards, skeelers, rolschaatsen.

8 Minimale materiële vereisten

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

- de algemene doelstellingen m.b.t. onderzoekend leren in voldoende mate te bereiken;
- de veiligheid van elke leerling te garanderen.

8.1 Algemeen

Om de leerplandoelstellingen te realiseren, dient de school minimaal de hierna beschreven infrastructuur, materiële en didactische uitrusting ter beschikking te stellen, die beantwoordt aan de reglementaire eisen op het vlak van veiligheid, gezondheid, hygiëne, ergonomie en milieu. Dit alles is daarnaast aangepast aan de visie op leren die de school hanteert.

8.2 Het vaklokaal: een inspirerende leeromgeving

Leerlingen kunnen gebruik maken van een lokaal voorzien van een demonstratietafel waar zowel water, elektriciteit als gas voorhanden zijn, waarbij internet voorzien is en waarin de leerkracht moderne (mobiele) communicatiemiddelen zoals pc, laptop, tablet... ter beschikking heeft.

Visualisatie is noodzakelijk. Projectie (zoals beamer met computer, apps op tablet...) stimuleert een krachtige leeromgeving.

8.3 Materiaal voor demonstratie- en leerlingenexperimenten

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

Omdat de leerlingen per 2 (uitzonderlijk per 3) werken, zullen een aantal zaken in meervoud moeten aanwezig zijn. Voor de duurdere toestellen kan de leraar zich, afhankelijk van de klasgrootte, beperken tot 1 à 2 exemplaren, die dan gebruikt worden in een circuitpracticum.



8.3.1 *Algemeen*

Laboratoriummateriaal voor het uitvoeren van demonstratie-experimenten: glaswerk zoals maatbekers, maatcilinders, reageerbuizen en reageerbuisrekken, petrischalen.

8.3.2 *Toestellen*

- Microscopen en toebehoren
- Spanningsbron
- Thermometers
- Balans, nauwkeurigheid tot minstens 0,1 g
- Bunsenbrander of elektrische verwarmplaat
- Koelkast

8.3.3 *Hulpmiddelen bij experimenten en waarnemingen*

- Tweedimensionale modellen: foto's, wandplaten
- Driedimensionale modellen: voortplantingsorganen man en vrouw
- Koffer met voorbehoedsmiddelen (eventueel via Sensoa, CLB, mutualiteit...)
- Prikborden en/of magneetborden waarop recente actuele, wetenschappelijk relevante artikelen kunnen uitgehangen worden.
- Materiaal om pH-metingen uit te voeren (pH-meter, pH-strips, universeel indicator)
- Chemicaliën:
 - Chemicaliën voor het uitvoeren van demonstratieproeven
 - Huishoudchemicaliën
 - Elementaire herkenningmiddelen en indicatoren (o.a. voor glucose, eiwitten, vetten, water)
 - Reagentia voor eenvoudige demonstratieproeven (o.a. enzymen, solventen)
 - Kleurstoffen
 - Lijst met H- en P-zinnen en veiligheidspictogrammen

8.3.4 *Veiligheid en milieu*

- Voorziening voor correct afvalbeheer van chemicaliën
- Afsluitbare kasten geschikt voor de veilige opslag van chemicaliën
- EHBO-set
- Brandbeveiliging: brandblusser, branddeken, emmer zand
- Wettelijke etikettering van chemicaliën
- Persoonlijke beschermingsmiddelen
- Recentste versie van brochure 'Chemicaliën op school' (<http://onderwijs-opleiding.kvcv.be>)

9 Evaluatie

9.1 Inleiding

Evaluëren is een middel 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* en de leraar zijn *didactisch handelen bijsturen*.

Evaluatie is dus een onderdeel van de leeractiviteiten van leerlingen en vindt niet alleen plaats op het einde van dat leerproces of op het einde van een onderwijsperiode.

De manier van evalueren behoort tot de autonomie van de school. Het al of niet organiseren van examens en de wijze van rapporteren maakt deel uit van het schoolbeleid en de schoolteams.

9.2 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* krijgt een centrale plaats in dat leerproces.

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

- ... Aan de hand van afbeeldingen en schema's.....herkennen en benoemen en hun functie toelichten
- ...duiden ...
- ...verduidelijken door het verband te leggen...
- ...beschrijven ...
- ...kwalitatief toepassen ...
- ... structuren verbinden met macroscopische eigenschappen ...
- ... voorstellen als ...
- ... herkennen als ...
- Uit waarnemingen afleiden ...
- Het belang van ... illustreren aan de hand van een voorbeeld

Aangezien deze leerstrategieën deel uitmaken van de leerplandoelen, is het belangrijk dat ook het hanteren van deze strategieën geëvalueerd wordt.



9.3 Proces- en productevaluatie

Het gaat niet op dat men tijdens de leerfase het *leerproces* benadrukt, maar 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.

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 maar ook eventuele adviezen voor het verdere leerproces kunnen aan bod komen.

9.4 Groepswerk, groepstaken en leerlingenexperimenten

Groepswerk, groepstaken en leerlingen experimenten evenwichtig evalueren is niet eenvoudig. Bij het globaal evalueren van het groepsresultaat spelen zowel procesevaluatie als de weergave van het aandeel van elk groepslid een belangrijke rol. Peerevaluatie en zelfevaluatie maken wezenlijk deel uit van de evaluatie van groepswerk.

De leerlingen krijgen vooraf inzicht in de verschillende stappen die ze moeten doorlopen, in de criteria en in de manier waarop de evaluatie gebeurt. Dit veronderstelt dat van bij het begin van het groepswerk/leerlingenexperiment onder de groepsleden duidelijke afspraken worden gemaakt over de taakverdeling, de planning, de timing en de (zelf)evaluatie.

10 Begrippenkader

De begrippen zijn alfabetisch geordend.

10.1 Leerplanbegrippen

- **Algemene doelstellingen:** slaan op de brede vorming. Deze doelstellingen vormen het kader waarbinnen contexten zich situeren en de leerplandoelstellingen ondergebracht worden.
- **Basisdoelstelling:** een leerplandoelstelling met leerstrategie en het verwachte beheersingsniveau.
- **Contexten:** in contextrijke lessen worden verbanden gelegd tussen de leerplandoelstelling/leerinhoud, de leefwereld en de interesses van de leerling, de actualiteit en eventueel andere vakken.
- **Leerinhouden:** bakenen de doelstellingen af en zijn richtinggevend voor het uitzetten van leerlijnen. De opgenomen leerinhouden zijn de minimaal te realiseren leerinhouden.
- **Leerlijn:** de lijn die wordt gevolgd om kennis, inzichten, vaardigheden of attitudes te ontwikkelen. Een leerlijn beschrijft de constructieve en (chrono)logische opeenvolging van wat er geleerd dient te worden.
- **Leerplandoelstellingen:** de bakens om de leerlijnen te realiseren.
- **Onderzoekend leren:** leren door gebruik te maken van experimentele of theoretische activiteiten met als doel nieuwe kennis te verwerven over (aspecten van) verschijnselen en waarneembare feiten. Tijdens het onderzoekend leren worden de stappen van de wetenschappelijke denk- en werkwijze toegepast.
- **Pedagogische-didactische wenken:** niet-bindende adviezen waarmee de leerkracht en/of vakwerkgroep kan rekening houden om het onderwijs doelgericht, boeiend en efficiënt uit te bouwen.
- **Uitbreidingsdoelstelling:** een doelstelling die extra leerinhoud behandelt zonder dat een hoger beheersingsniveau nodig is.
- **Verdiepende doelstelling:** een doelstelling met een hoger beheersingsniveau dan wat de basisdoelstelling verwacht.

10.2 Operationele werkwoorden gebruikt in de doelstellingen

- Aanduiden = aanwijzen, aantonen op een bron vb. kaarten, foto's, beelden, schema's...
- Aangeven = met argumenten iets staven
- Aantonen = via voorbeelden iets staven
- Afleiden = uit onderzoek, bronnenmateriaal, veldwerk halen
- Analyseren = onderzoekende houding aannemen



- Beschrijven = een voorstelling van iets geven in woorden, door een opsomming van kenmerken en bijzonderheden.
- Duiden = uitleggen, een onderdeel plaatsen in een groter geheel
- In verband brengen = relaties leggen tussen verschillende parameters, verschijnselen
- Illustreren = aanschouwelijk maken, verduidelijken eventueel met een tekening
- Onderzoeken = vanuit een vraagstelling of probleem op zoek gaan naar mogelijke oplossingen
- Situeren = plaatsen in tijd of ruimte
- Toelichten = verduidelijken aan de hand van materiaal, voorbeelden...
- Verklaren = duidelijk maken, uitleggen door het leggen van verbanden
- Weergeven = tonen aan de hand van figuren, beeldmateriaal, kaarten...

11 Eindtermen

Context, autonomie en verantwoordelijkheid

De volgende eindtermen voor de 3de graad kso/tso worden gelezen vanuit de persoonlijke, sociale en mondiale context en dat met behulp van ondersteunende technieken.

- 1) Kenmerken van organismen en variatie tussen organismen verklaren vanuit erfelijkheid en omgevingsinvloeden.
- 2) Aan de hand van eenvoudige voorbeelden toelichten hoe kenmerken van generatie op generatie overerven.
- 3) De hormonale regeling van de menselijke voortplanting op een eenvoudige manier verklaren
- 4) Wetenschappelijk onderbouwde argumenten geven voor de biologische evolutie van organismen met inbegrip van de mens.
- 5) Bij het verduidelijken van en zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op biodiversiteit en het leefmilieu.
- 6) 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.