



NATUURWETENSCHAPPEN

derde graad kso

Architecturale vorming
Audiovisuele vorming
Beeldende vorming
Industriële kunst

BRUSSEL

D/2017/13.758/014

September 2017

(vervangt leerplan D/2009/7841/008)



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	25
6.4	Grootheden, eenheden, grafieken.....	26
7	Leerplandoelstellingen.....	28
7.1	Voortplanting	28
7.2	Erfelijkheid	35
7.3	Evolutie.....	37
7.4	Chemische reacties	39
7.5	Koolstofchemie	42
7.6	Materialen en producten	46
7.7	Bewegingsleer	47
7.8	Elektriciteit	51
7.9	Geluid en licht.....	55
7.10	Anatomie	59

8	Minimale materiële vereisten	61
8.1	Algemeen.....	61
8.2	Het vaklokaal: een inspirerende leeromgeving.....	61
8.3	Materiaal voor demonstratie- en leerlingenexperimenten.....	61
9	Evaluatie	64
9.1	Inleiding	64
9.2	Leerstrategieën.....	64
9.3	Proces- en productevaluatie.....	65
9.4	Groepswork, groepstaken en leerlingenexperimenten	65
10	Begrippenkader	66
10.1	Leerplanbegrippen	66
10.2	Operationele werkwoorden gebruikt in de doelstellingen	66
11	Eindtermen.....	68



1 Inleiding en situering van het leerplan

1.1 Inleiding

Dit leerplan is van toepassing voor volgende studierichtingen in de derde graad kso:

- Architecturale vorming
- Audiovisuele vorming
- Beeldende vorming
- Industriële kunst

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 kso**
Deze leerlijn beschrijft de samenhang van de thema's in het vak Natuurwetenschappen (zie 3.3).

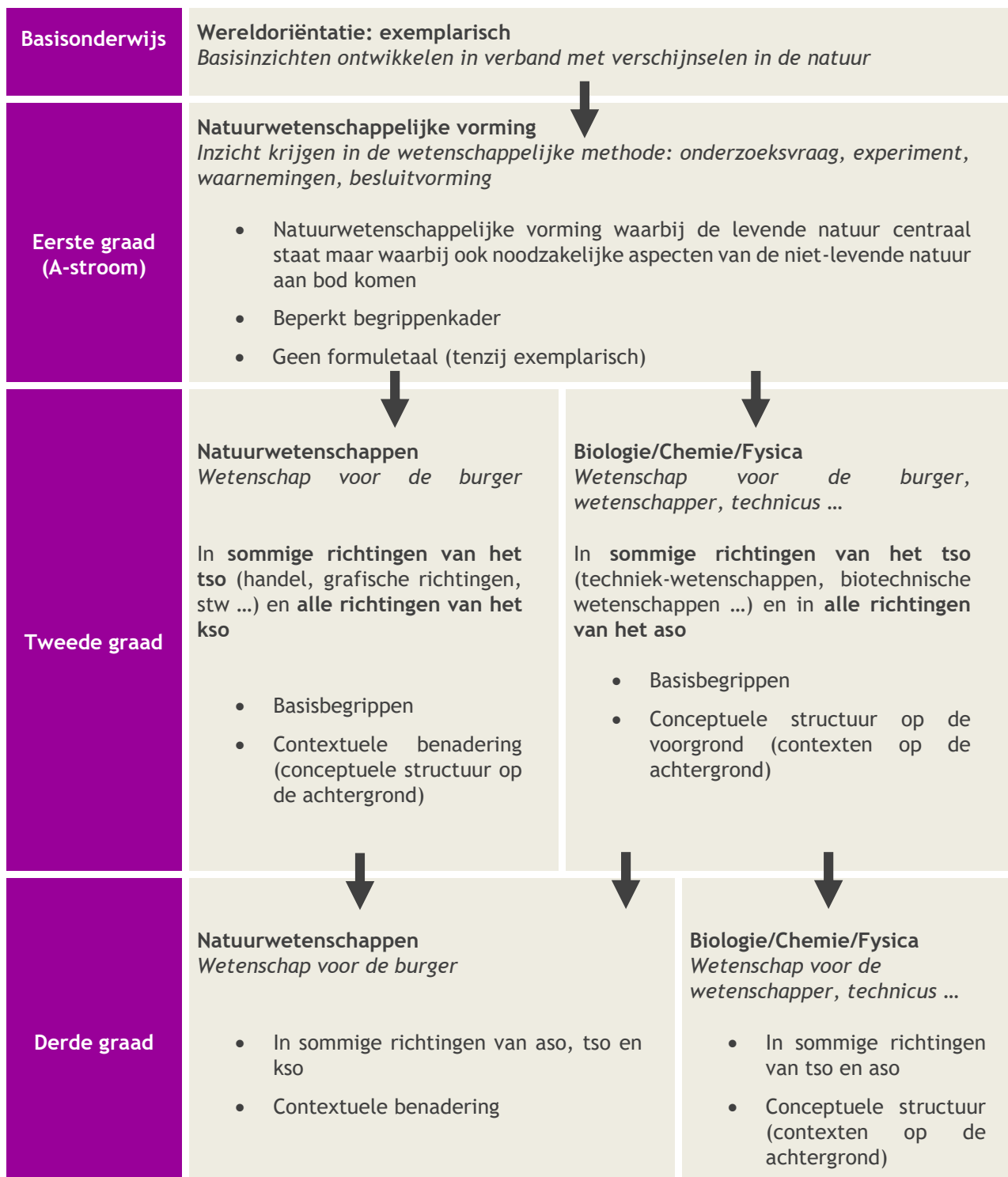
Leerplandoelstellingen vormen de bakens om deze leerlijnen te realiseren.

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 kso Architecturale vorming, Audiovisuele vorming, Beeldende vorming en Industriële kunst.

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"> polaire-apolaire verbindingen thermoharders/thermoplasten metalen/legeringen Koolstofverbindingen m.i.v. polymeren en biochemische stofklassen
	<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"> Reactiesoorten: neutralisatiereacties, neerslagreacties, gasvormingsreacties, redoxreacties,

			reactiesoorten in de koolstofchemie <ul style="list-style-type: none"> • 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 grootheid 	<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 • Rendement van een energieomzetting • Vermogen • Exo- en endo-energetische chemische reacties 	<u>Energieomzettingen</u> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrische energie, spanning, stroomsterkte, joule-effect, risico's en veiligheid
	<u>Transport van energie</u> <ul style="list-style-type: none"> • Geleiding • Convectorie • Straling 	<u>Transport van energie</u> <ul style="list-style-type: none"> • Deeltjesmodel (geleiding, convectorie, 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
	<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 		<u>Evolutie</u> <ul style="list-style-type: none"> Evoluтиetheorie

WETENSCHAPPELIJKE VAARDIGHEDEN

	<ul style="list-style-type: none"> Biodiversiteit vaststellen Aanpassingen bij bloemplanten, gewervelde dieren (zoogdieren) 		
	<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 gevolgde studierichting.

Aanbevolen thema's	Aanbevolen aantal lestijden	Sterk aanbevolen voor
<i>75 tot 125 lestijden</i>		
Chemische reacties <ul style="list-style-type: none">• Water als oplosmiddel• Reacties tussen ionen in een waterig milieu• Reacties met overdracht van elektronen	3u. 5u. 5u.	
Koolstofchemie <ul style="list-style-type: none">• Organische stoffen• Biochemie	8u. 5u.	Beeldende vorming en Industriële kunst

Materialen en producten	6u.	Beeldende vorming en Industriële kunst
Bewegingsleer		
• Wetten van Newton, ERB, EVRB	12u.	Architecturale vorming
• Statica	6u.	Architecturale vorming
Elektriciteit:		
• Elektrodynamica	12u.	
• Elektromagnetisme	10u.	
Geluid en licht:		
• Trillingen en golven	3u.	
• Geluid	5u.	
• Licht en het EM-spectrum	6u.	Architecturale vorming, Audiovisuele vorming, Beeldende vorming, Industriële kunst
Anatomie	8u.	Beeldende vorming





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 illustre ren.	NW 6
Wenken <p>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.</p> <p>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.</p>		
Wenken		

5.1.2 Doelstellingen

Het verwachte beheersingsniveau heet **basis**. Dit is **het te realiseren niveau voor alle leerlingen van deze studierichtingen**. 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 kso Architecturale vorming, Audiovisuele vorming, Beeldende vorming en Industriële kunst is een graadlerplan voor 2 wekelijkse lestijden per leerjaar.

Hierbij zijn 2 lesuren 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 verworpt 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;
- benodigdheden selecteren;
- een proefopstelling maken;
- doelgericht, vanuit een hypothese of verwachting, waarnemen;
- inschatten hoe een waargenomen effect kan beïnvloed worden;
- zelfstandig (alleen of in groep) een opdracht/experiment uitvoeren met 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).

AD4

RAPPORTEREN

Onder begeleiding over een experiment/waarnemingsopdracht en het resultaat rapporteren.

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.

AD7	DUURZAAMHEID Bij het verduidelijken van en het zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op biodiversiteit en het leefmilieu.	NW 5
<p>Wenken</p> <p>Enkele voorbeelden die aan bod kunnen komen in de lessen Natuurwetenschappen (zie basisdoelstellingen B13, B15, B16):</p> <ul style="list-style-type: none"> • aandacht voor de eigen gezondheid en deze van anderen; • respect voor het leefmilieu; • gebruik van GGO's: <i>bacteriën vangen zware metalen, uranium en ander radioactief afval</i>; • milieuvriendelijke alternatieven voor chemische processen: <i>enzymen bij biologische wasmiddelen, biologisch afbreekbare plastics, waterzuivering met actief slib</i>. • ... <p>Link met leerplan Aardrijkskunde derde graad tso/kso 2017/010 nummers leerplandoelstellingen 31, 33, 34, 37</p> <p>Overleg met de leraar aardrijkskunde is aangewezen.</p>		

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
<p>Wenken</p> <p>Concrete toepassingen kunnen aan bod komen in de leerplandoelstellingen: B13, B15 en B16.</p> <p>Voorbeelden die aan bod kunnen komen in de lessen biologie:</p>		





- 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 veelvoud en delen van SI-eenheden kan best enkel gebruikt worden in betekenisvolle situaties. Voorbeelden hiervan zijn de luchtdruk in hPa, massadichtheid in g/cm³, 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 grootte;
- oppervlakte onder een curve koppelen aan een grootte.

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, meeldraadhalen 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 leerlingexperiment/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 geduïd 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 risicozwangenschappen 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 vaatandoeningen... 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 Chemische reacties

7.4.1 Water als oplosmiddel

(ca. 3 lestijden)

B25

De polariteit van een binding aanduiden vanuit de elektronegatieve waarden vermeld in het PSE.

Wenken

Het is belangrijk om hier het onderscheid tussen polaire en apolaire bindingen te benadrukken.

B26

De polariteit van water aangeven vanuit het verschil in elektronegatieve waarden tussen zuurstof en waterstof en de geometrie van de molecule.

Wenken

Het polair karakter van water kan aan de hand van een afbuigingsproef aangetoond worden. Een waterstraal wordt hierbij afgebogen door een elektrostatisch geladen staaf.

B27

Het al of niet polair zijn van een stof verklaren aan de hand van de oplosbaarheid in water.

Wenken

Aan de hand van modellen en computersimulaties kan het onderscheid tussen polaire en apolaire stoffen toegelicht worden.

Water speelt een belangrijke rol bij allerlei levensprocessen. Dit komt door zijn unieke eigenschappen: klein molecule en toch vloeibaar, polair karakter ... De aanwezigheid van water wordt als een noodzakelijke voorwaarde beschouwd bij de zoektocht naar leven op andere planeten.

Bij de keuze van producten zoals verven, vernissen ... kiest men bij voorkeur wateroplosbare producten omdat deze milieuvriendelijker zijn.

Geen wateronoplosbare producten (white spirit, frituurolie ...) verwijderen via riolering. Het gebruik van het containerpark is de juiste weg voor het verwijderen van deze producten.

**B28**

Het polair karakter van water **in verband brengen met** het dissociëren van ionverbindingen en het ioniseren van polaire covalente verbindingen.

Wenken

Door elektrische geleidingsmetingen wordt aangetoond dat er vrije ionen ontstaan bij het oplossen van ionverbindingen of polaire covalente verbindingen in water. Het onderzoek van het elektrische geleidingsvermogen van waterige oplossingen wordt uitgevoerd met gedestilleerd water. Dit is tevens een gelegenheid om het onderscheid te herhalen tussen chemisch zuiver water en allerlei watersoorten uit het dagelijkse leven (leidingwater, putwater, zeewater, mineraal water met of zonder koolstofdioxide ...). In feite zijn dit voorbeelden van oplossingen van allerlei elektrolyten. Het maatschappelijk belang van zuiver water kan hier zeker aan bod komen. In z'n dagelijks handelen probeert men het waterverbruik te beperken. Indien mogelijk verkiest men regenwater.

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.

7.4.2 *Reacties tussen ionen in een waterig milieu*

(ca. 5 lestijden)

B29

Een oplosbaarheidstabel gebruiken om neerslagreacties te verklaren of te voorspellen.

Wenken

Aan de leerlingen worden eenvoudige kwalitatieve tabellen met oplosbaarheden van zouten beschikbaar gesteld.

B30

De ionenvergelijking en de stoffenvergelijking schrijven van neutralisatie-, neerslag- en gasvormingsreacties.

Wenken

Men benadrukt dat neerslagreacties, gasvormingsreacties en neutralisatiereacties, als gevolg van het samenvoegen van elektrolytoplossingen, te verklaren zijn door eenzelfde mechanisme, namelijk recombinitie van ionen.

Behalve de essentiële ionenreactievergelijking tussen twee ionsoorten kunnen de leerlingen ook de stoffen-reactievergelijking schrijven en de reactiesoort identificeren.

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.

7.4.3 *Reacties met overdracht van elektronen*

(ca. 5 lestijden)

B31

In voorbeelden uit de leefwereld de **verandering van oxidatiegetallen vaststellen en in verband brengen met** de begrippen oxidatie, reductie en elektronenoverdracht.

B32

Een redoxreactie **definiëren** als een koppeling van een reductie en een oxidatie.

Wenken

De verbrandingsreacties zijn slechts een specifiek voorbeeld van redoxreacties. De begrippen oxidatie en reductie moeten dus worden losgekoppeld van opnemen of afgeven van dizuurstof. Eenvoudige reacties zijn synthese- en ontledingsreacties.

Bij het uitvoeren van verbrandingsreacties zal men ook aandacht geven aan middelen om een brand aan te wakkeren en te doven. Ook kunnen begrippen zoals ontstekings temperatuur, ontvlammingspunt occasioneel worden vermeld.

Eventuele elektrodeverschijnselen bij elektrolyseprocessen kunnen gebruikt worden om inzichten in redoxreacties bij te brengen.

Voor het bepalen van de oxidatiegetallen (OG) in het kader van redoxreacties maken de leerlingen gebruik van een tabel met oxidatiegetallen van atomen en atoomgroepen en de zogenaamde praktische regels.



7.5 Koolstofchemie

7.5.1 *Organische stoffen*

(ca. 8 lestijden)

B33

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

B34

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.

B35

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

Wenken

Bij het aanduiden van de functionele groepen maakt men (leerkracht en leerling) gebruik van molecuulmodellen.

Eventueel kunnen functionele groepen herkend worden in polyfunctionele verbindingen zoals hydroxycarbonzuren en aminozuren.

Voor courante producten (of mengsels) kan de triviale naam of gebruiksnaam gebruikt worden. We denken hierbij aan stoffen zoals azijnzuur, formol, white spirit, ether, ontsmettingsalcohol ...

B36

Isomerie **definiëren**.

Wenken

Isomerie kan geïllustreerd worden via andere leerplandoelstellingen.

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 ...

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

- verbrandingsreacties van alkanen, alcoholen ...;
- 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, fehling-reagens, tollens-reagens)



7.5.2 Biochemie

(ca. 5 lestijden)

B38	Opbouw- en afbraakreacties van volgende voedingsstoffen schematisch weergeven : polysachariden, triglyceriden, eiwitten.
B39	De basisstructuur van aminozuren schrijven en gebruiken bij de vorming van peptidebindingen.
B40	Denaturatie, oplosbaarheid en enzymwerking verklaren aan de hand van de structuur van eiwitten.
B41	Van triglyceriden de algemene structuurformule schrijven en volgende eigenschappen toelichten : verzadigd/onverzadigd karakter, aggregatietoestand, apolair karakter en oplosbaarheid, smelttraject.
B42	De structuur van enkele belangrijke sachariden schematisch weergeven en hun voorkomen bespreken .

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.

7.6 Materialen en producten

(ca. 6 lestijden)

B43

Materialen en producten die men in de praktijklessen gebruikt, experimenteel **onderzoeken**.

Wenken

Mogelijke materialen voor onderzoek zijn: verven en vernissen, hechtingsmiddelen, kunststoffen, constructiematerialen zoals beton, metalen, gips, klei, brons...

Mogelijke onderzoeken:

- wateroplosbaar of niet-wateroplosbaar zijn van gebruikte verven en vernissen;
- verschillende soorten lijmen bij het verbinden van onderdelen zoals secundelijm, twee-componentenlijm, montagelijm...
- het onderscheid tussen thermoharders en thermoplasten, op basis van thermische eigenschappen;
- het uitharden van gips, beton, polyesters
- factoren die bij het bakken van klei een rol spelen (temperatuur, vochtigheid, soort klei ...)

Kunnen ook aan bod komen: gebruik van spuitbussen, maken van houtskool, zelf verf maken.

B44

Een eenvoudig model hanteren om bepaalde eigenschappen van materialen te verklaren.

Wenken

Naargelang het onderzoek, kunnen volgende begrippen of verklaringsmodellen gehanteerd worden:

- wateroplosbaar en niet-wateroplosbaar (verven en vernissen);
- zeepwerking, emulsie, fosfolipidelaag (bol- en staartmodel);
- cohesie en adhesie (lijmen);
- draadmoleculen (thermoplasten) en vernetting (thermoharders, polyesters);
- uitharden (gips, lijmen, beton, polyesters);
- metalen en legeringen (lassen, solderen, etsen).

Mogelijke onderzoeken

- Zijn de gebruikte verven en vernissen wateroplosbaar of niet-wateroplosbaar?
- Gebruik van glasverven op verschillende soorten ondergrond.
- Gebruik van verschillende soorten lijmen bij het verbinden van onderdelen: secundelijm, twee-componentenlijm, montagelijm ...

- Onderscheid tussen thermoharders en thermoplasten op basis van thermische eigenschappen kan experimenteel onderzocht worden.
- Uitharden van gips, beton, polyesters: dit kan onderzocht worden bij een aantal concrete toepassingen tijdens praktijklessen.
- Bakken van klei: welke factoren spelen hier een rol (temperatuur, vochtigheid, soort klei ...).
- Gebruik en onderhoud van spuitbussen.
- Maken van houtskool.
- Zelf verf maken.

7.7 Bewegingsleer

7.7.1 *Wetten van Newton, ERB en EVRB*

(ca. 12 lestijden)

B45 De relativiteit van rust en beweging omschrijven.

Wenken

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

B46 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), kindersitjes, valhelm, veiligheidsgordel, airbag, kreukelzone, compartimentering van tankwagens ...

B47 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.



B48 In concrete situaties de verschillende kenmerken van de snelheidsvector **weergeven**.

B49 Aan de hand van voorbeelden aantonen dat door een resulterende kracht een snelheidsverandering ontstaat.

B50 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 ...

B51 De EVRB **definiëren** als een rechtlijnige beweging waarbij de snelheid gelijkmatig verandert.

Wenken

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

B52 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.

B53 $x(t)$ -, $v(t)$ - 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.

B54

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 $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2 = \text{N}$ (newton). We kunnen hiermee aantonen dat de valversnelling $g = 9,81 \text{ m}/\text{s}^2$ en de zwaarteveldsterkte $g = 9,81 \text{ N}/\text{kg}$ op het zelfde neerkomen.

B55

Het 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...

7.7.2 *Statica*

(ca. 6 lestijden)

B56


Aan de hand van een voorbeeld, een moment van een kracht t.o.v. een draaipunt **verklaren.**

B57

Het moment van een kracht t.o.v. een draaipunt **berekenen.**

Wenken

Het begrip 'moment van een kracht t.o.v. een draaipunt' kan aangebracht worden met een voorbeeld zoals een schroef los (of vast) draaien met een steeksleutel; deur bij de klink duwen gaat makkelijker dan in het midden; principe van een kruiwagen, een koevoet, een trektang...



Voor de berekeningen is het aangewezen onderscheid te maken tussen een positief moment (tegen de wijzers van de klok in) en een negatief moment (met de wijzers van de klok mee).

B58 Het resulterend moment **bepalen** bij meerdere krachten t.o.v. één draaipunt.

Wenken

Hier kunnen ook evenwichtsvraagstukken aan bod komen bijvoorbeeld met een wip, een hefboom...

B59 Een (vlak) lichaam vrij maken door de steunpunten te vervangen door reactiekrachten, de evenwichtsvoorwaarden **bepalen en toepassen**.

Wenken

Om de link met de realiteit niet te verliezen, kan het nuttig zijn verschillende soorten steunpunten te behandelen (vrije oplegging, scharnierende verbinding, inklemming) en hier enkele voorbeelden van te bespreken.

B60 Drukspanningen, trekspanningen of buigmomenten die zich voordoen in een onderdeel van een constructie, **onderscheiden**.

Wenken

Bij eenvoudige herkenbare constructies zoals brug, kraan... kan men de leerlingen laten nagaan welke onderdelen gedrukt, uitgerekt of gebogen worden. Het is aangewezen hiervoor eerst de inwerkende krachten en reactiekrachten aan te duiden op een figuur.

B61 Een verband leggen tussen de spanningen die zich voordoen in een constructieonderdeel en het materiaal waaruit het gemaakt is.

Wenken

Je kunt materialen onderling vergelijken door gebruik te maken van een tabel met de maximaal toelaatbare druk (of trekspanningen) van materialen. (Deze doelstelling kan gecombineerd worden met de doelstellingen van het thema rond materialen).

Je kunt hierbij bespreken:

- welke materialen geschikt zijn om druk en/of trekspanningen op te nemen;
- waarom een betonnen balk gewapend is met staal.

I.v.m. druk en trekspanningen, kunnen eenvoudige berekeningen gemaakt worden, bijvoorbeeld de druk (of trek) berekenen (in een kolom, spankabel...) als de doorsnede en de kracht gegeven zijn, een geschikte doorsnede bepalen van een constructieonderdeel als de inwerkende kracht en de maximaal toelaatbare spanning gegeven zijn.

7.8 Elektriciteit

7.8.1 *Electrodynamica*

(ca. 12 lestijden)

B62

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.

B63

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.

B64

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

B65

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.

**B66**

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.

B67

Een 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...).

B68

Het joule-effect toelichten en toepassingen **bespreken**.

B69

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.

B70

Uit experimentele gegevens **afleiden** dat de **weerstand** van een geleider **afhankelijk is** van de temperatuur, de materiaalsoort, de doorsnede en de lengte van de geleider.

Wenken

Kringen in een huisinstallatie die naar toestellen met een hoger vermogen lopen (elektrisch fornuis, vaatwas, ...) zijn voorzien van dikkere koperen geleiders. Eventueel kan hier rechtstreeks gemeten worden met een ohmmeter.

B71 Begrippen en verschijnselen in verband met de risico's bij elektrische toestellen **omschrijven**.

B72 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.

7.8.2 *Electromagnetisme*

(ca. 10 lestijden)

B73 **Magnetische verschijnselen** bij permanente magneten **beschrijven** d.m.v. magneetpolen, magnetische krachtwerking, magnetisch veld en magnetische veldlijnen.

B74 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.

B75

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

Wenken

Het is niet de bedoeling met regeltjes de zin van de veldlijnen te bepalen. Je kan wel experimenteel aantonen dat de zin van de veldlijnen bepaald wordt door de stroomzin en de wikkelzin (spoel). Binnenin een stroom voerende spoel is het magnetisch veld homogeen.

B76

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 rondom. 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.

B77

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.

B78

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 kiezen 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.

B79

Uit een experiment **afleiden** dat de relatieve beweging van een magneet t.o.v. een spoel een elektrische spanning opwekt.

B80

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

Wenken

In praktische toepassingen is de onderlinge beweging altijd een rotatie: elektrische centrales, windturbines, ... Toepassingen die het gevolg zijn van het elektromagnetische inductieverschijnsel: generator, fietsdynamo, sensorwerking van de fietscomputer, kaarten met magneetstrip (o.a. op betaalparking)...

B81

De **bouw** en de **functie** van een transformator toelichten.

Wenken

De bouw en de werking van een transformator kan gedemonstreerd worden met twee spoelen (met verschillend aantal windingen) en een U-vormige ijzeren kern. Transformatoren zijn belangrijk in het transport van elektrische energie van centrale naar gebruiker en bij elektronische toestellen die aangesloten zijn op of opgeladen worden door het elektrisch net.

7.9 Geluid en licht

7.9.1 Trillingen en golven

(ca. 3 lestijden)

B82

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



B83

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.

B84

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.

Suggesties voor leerlingexperimenten

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

7.9.2 *Geluid*

(ca. 5 lestijden)

B85

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

Wenken

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

B86De 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.

B87Het **verschijnsel** buiging experimenteel **aantonen**.**Wenken**

Interessant bij buiging is het verschillend gedrag van geluid en licht bij een deuropening of een paneel.

Om het hoekje bij een deuropening of achter een paneel kan je het geluid horen. Het buigt zich door de opening of omheen het paneel. Dit is niet zo bij licht, vermits de golflengte van licht hiervoor te klein is. Hieruit kan de buigingsvoorwaarde duidelijk gemaakt worden. Dit verklaart bijvoorbeeld 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.

B88Aan de hand van voorbeelden het verschijnsel resonantie **toelichten**.**Wenken**

Voorbeelden kunnen zijn: het instorten van de Tacoma Narrows Bridge, het breken van een wijnglas, 2 gelijke stemvorken ...

B89Courante 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

7.9.3 Licht en het EM-spectrum

(ca. 6 lestijden)

B90

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, gasontladinglamp en fluorescentielamp) en hierbij de eigenschappen frequentie (monochromatisch-polychromatisch) en fase (coherent-incoherent) bespreken.

B91

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

Wenken

Er geldt dat $E = h \cdot f$ waarin h de constante van Planck wordt genoemd. Alle vormen van spectraalanalyse in chemie en astrofysica vinden hierin hun oorsprong.

B92

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.

B93 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.

B94 De interactie tussen licht en materie beschrijven.

Wenken

Mogelijkheden zijn hier: ontstaan van kleuren, werking zonnecrème, onderzoek vals geld, black light, fluostift, fluoasjes, detergent en optische witmakers, polaroid zonnebril ...

7.10 Anatomie

(ca. 8 lestijden)

B95 De **samenhang** tussen skelet, gewrichten en spieren correct **weergeven**.

B96 **Onderscheid maken** tussen mogelijke en onmogelijke posities van de ledematen, de romp, de hals en het hoofd.



Wenken

Dit thema wordt vooral behandeld met het oog op de lessen waarnemingstekenen.

Volgende aspecten zijn hierbij van belang: variatie in spieren (strekkers, buigers, spieraanhechting, hefboomwerking), juiste proporties, bekkenonderscheid tussen man en vrouw.

Door beenderen, schoudergewricht en spieren van de bovenste ledematen te bestuderen verkrijgt men inzicht in de verschillende bewegingsmogelijkheden en standen van arm, schouder en hand.

Door beenderen, heupgewricht en spieren van de onderste ledematen te bestuderen verkrijgt men inzicht in de verschillende bewegingsmogelijkheden en standen van been, heup en voet.

Door beenderen en spieren van de romp te bestuderen verkrijgt men inzicht in de bewegingsmogelijkheden en standen van de romp.

8 Minimale materiële vereisten

Bij het uitvoeren van leerlingexperimenten 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 leerlingexperimenten

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, reageerbuisen 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...
- Verklaaren = 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.