

Natuurwetenschappen

2^{de} graad D-finaliteit
II-Nat-d

BRUSSEL

D/2024/13.758/052

Versie juni 2024

1 Inleiding

De uitrol van de modernisering secundair onderwijs gaat gepaard met een nieuwe generatie leerplannen. Leerplannen geven richting en laten ruimte. Ze faciliteren de inhoudelijke dynamiek en de continuïteit in een school en lerarenteam. Ze garanderen binnen het kader dat door de Vlaamse regering werd vastgelegd voldoende vrijheid voor schoolbesturen om het eigen pedagogisch project vorm te geven vanuit de eigen schoolcontext. Leerplannen zijn ingebed in het vormingsconcept van de katholieke dialoogschool. Ze versterken het eigenaarschap van scholen die d.m.v. eigen beleidskeuzes de vorming van leerlingen gestalte geven. Leerplannen laten ruimte voor het vakinhoudelijk en pedagogisch-didactisch meesterschap van de leraar, maar bieden ondersteuning waar nodig.

1.1 Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten

Leerplannen vertrekken vanuit het **vormingsconcept** van de katholieke dialoogschool. Ze laten toe om optimaal aan te sluiten bij het pedagogisch project van de school en de beleidsbeslissingen die de school neemt vanuit haar eigen visie op onderwijs (taalbeleid, evaluatiebeleid, zorgbeleid, ICT-beleid, kwaliteitsontwikkeling, keuze voor vakken en lessen ...).

Leerplannen ondersteunen **kwaliteitsontwikkeling**: het leerplanconcept spoort met kwaliteitsverwachtingen van het Referentiekader onderwijskwaliteit (ROK). Kwaliteitsontwikkeling volgt dan als vanzelfsprekend uit keuzes die de school maakt bij de implementatie van leerplannen.

Leerplannen faciliteren een **gerichte studiekeuze**. De leerplandoelen sluiten aan bij de verwachte competenties van leerlingen in een bepaald structuuronderdeel. De feedback en evaluatie bij de realisatie ervan beïnvloeden op een positieve manier de keuze van leerlingen na elke graad.

Leerplannen gaan uit van de **professionaliteit** van de leraar en het **eigenaarschap** van de school en het lerarenteam. Ze bieden voldoende ruimte voor eigen inhoudelijke keuzes en een eigen didactische aanpak van de leraar, het lerarenteam en de school.

Leerplannen borgen de **samenhang** in de vorming. Die samenhang betreft de verticale samenhang (de plaats van het leerplan in de opbouw van het curriculum) en de horizontale samenhang tussen vakken binnen structuuronderdelen en over structuuronderdelen heen. Leerplannen geven expliciet aan voor welke leerplandoelen van andere leerplannen in de school verdere afstemming mogelijk is. Op die manier faciliteren en stimuleren de leerplannen leraren om over de vakken heen samen te werken en van elkaar te leren. Een verwijzing van een leraar naar de lessen van een collega laat leerlingen niet alleen aanvoelen dat de verschillende vakken onderling samenhangen en dat ze over dezelfde werkelijkheid gaan, maar versterkt ook de mogelijkheden tot transfer.

1.2 De vormingscirkel – de opdracht van secundair onderwijs

De leerplannen vertrekken vanuit een gedeelde inspiratie die door middel van een vormingscirkel voorgesteld wordt. We 'lezen' de cirkel van buiten naar binnen.

- Een lerarenteam werkt in een katholieke dialoogschool die onderwijs verstrekt vanuit een **specifieke traditie**. Vanuit het eigen pedagogisch project kiezen leraren voor wat voor hen en hun school goed



onderwijs is. Ze wijzen leerlingen daarbij de weg en gebruiken daarvoor **wegwijzers**. Die zijn een inspiratiebron voor leraren en zorgen voor een Bijbelse 'drive' in hun onderwijs.

- De kwetsbaarheid van leerlingen ernstig nemen betekent dat elke leerling **beloftevol** is en alle leerkansen verdient. Die leerling is **uniek als persoon** maar ook **verbonden** met de klas, de school en de bredere samenleving. Scholen zijn **gastvrije plaatsen** waar leerlingen en leraren elkaar ontmoeten in diverse contexten. De leraar vormt zijn leerlingen vanuit een **genereuze** attitude, hij geeft om zijn leerlingen en hij houdt van zijn vak. Hij durft af en toe de gebaande paden verlaten en stimuleert de **verbeelding en creativiteit** van leerlingen. Zo zaait hij door zijn onderwijs de kiemen van een hoopvolle, **meer duurzame en meer rechtvaardige wereld**.
- Leraren vormen leerlingen door middel van leerinhouden die we groeperen in negen **vormingscomponenten**. De aaneengesloten cirkel van vormingscomponenten wijst erop dat vorming een geheel is en zich niet in schijfjes laat verdelen. Je kan onmogelijk over taal spreken zonder over cultuur bezig te zijn; wetenschap en techniek hebben een band met economie, wiskunde, geschiedenis ... Dwarsverbanden doorheen de vakken zijn belangrijk. De vormingscirkel vormt dan ook een dynamisch geheel van elkaar voortdurend beïnvloedende en versterkende componenten.
- Vorming is voor een leraar nooit te herleiden tot een cognitieve overdracht van inhouden. Zijn meesterschap en passie brengt een leraar ertoe om voor iedere leerling de juiste woorden en gebaren te zoeken om **de wereld te ontsluiten**. Hij introduceert leerlingen in de wereld waarvan hij houdt. Een leraar zorgt er bijvoorbeeld voor dat leerlingen kunnen worden gegrepen door de cultuur van het Frans of door het ambacht van een metselaar. Hij initieert leerlingen in een wereld en probeert hen zover te brengen dat ze er hun eigen weg in kunnen vinden.
- Een leraar vormt leerlingen als **individuele leraar**, maar werkt ook binnen **lerarenteams** en binnen een **beleid van de school**. Het Gemeenschappelijk funderend leerplan helpt daartoe. Het zorgt voor het fundament van heel de vorming dat gerealiseerd wordt in vakken, in projecten, in schoolbrede initiatieven of in een specifieke schoolcultuur.
- De uiteindelijke bedoeling is om **alle leerlingen** kwaliteitsvol te vormen. Leerlingen zijn dan ook het hart van de vormingscirkel, zij zijn het op wie we inzetten. Zij dragen onze hoop mee: de nieuwe generatie die een meer duurzame en meer rechtvaardige wereld zal creëren.



1.3 Ruimte voor leraren(teams) en scholen

De leraar als professional, als meester in zijn vak krijgt vrijheid om samen met zijn collega's vanuit de leerplannen aan de slag te gaan. Hij kan eigen accenten leggen en differentiëren vanuit zijn passie, expertise, het pedagogisch project van de school en de beginsituatie van zijn leerlingen.

De leerplandoelen zijn noch chronologisch, noch hiërarchisch geordend. Ze laten ruimte aan het lerarenteam en de individuele leraar om te bepalen welke leerplandoelen op welk moment worden samengenomen, om didactische werkvormen te kiezen, contexten te bepalen, eigen leerlijnen op te bouwen, vakoverschrijdend te werken, flexibel om te gaan met een indicatie van onderwijstijd.

1.4 Differentiatie

Om optimale leerkansen te bieden is [differentiëren](#) van belang in alle leerlingengroepen. Leerlingen voor wie dit leerplan is bestemd, behoren immers wel tot dezelfde doelgroep, maar bevinden zich niet noodzakelijk in dezelfde beginsituatie. Zij hebben een niet te onderschatten – maar soms sterk verschillende – bagage mee vanuit de onderliggende graad, de thuissituatie en vormen van informeel leren. Het is belangrijk om zicht te krijgen op die aanwezige kennis en vaardigheden en vanuit dat gegeven, soms gedifferentieerd, verder te bouwen. Positief en planmatig omgaan met verschillen tussen leerlingen verhoogt de motivatie, het welbevinden en de leerwinst voor elke leerling.

De leerplannen bieden kansen om te differentiëren door te verdiepen en te verbreden en door de leeromgeving aan te passen. Ze nodigen ook uit om te differentiëren in evaluatie.

Differentiatie door te verdiepen en te verbreden

Sommige leerlingen denken meer conceptueel en abstract. Andere leerlingen komen vanuit een meer concrete benadering sneller tot inzichtelijk denken. Variëren in abstractie spreekt leerlingen aan op hun capaciteiten en daagt hen uit om van daaruit te groeien.

Daarnaast bieden leerplannen kansen om de complexiteit van leerinhouden aan te passen. Dat kan door een complexere situatie te schetsen, een minder ingewikkelde bewerking of handeling voor te stellen, of door meer kennis of vaardigheden aan te bieden om leerlingen uit te dagen.

De ene context kan betekenisvol zijn voor een leerlingengroep, terwijl een andere context dan weer betekenisvoller kan zijn voor een andere leerlingengroep. Leerinhouden in verschillende contexten aanbrengen biedt kansen om leerlingen aan te spreken op hun interesses en daagt hen tegelijk uit om andere interesses te verkennen en zo hun horizon te verruimen.

In 'extra' wenken bij de leerplandoelen en in beperkte mate ook via keuzeleerplandoelen bieden we je inspiratie om te differentiëren door te verdiepen en te verbreden.

Differentiatie door de leeromgeving aan te passen

Doordachte variatie in werkvormen (groepswork, individueel, auditief, visueel, actief ...) vergroot de kans dat leerdoelen worden gerealiseerd door alle leerlingen. Het helpt hen bovendien ontdekken welke manieren van leren en informatie verwerken best bij hen passen.

De ene leerling kan snel of zelfstandig werken, de andere heeft meer tijd of begeleiding nodig. Variëren in de mate van ondersteuning, gericht aanbieden van hulpmiddelen (voorbeelden, schrijfkaders, stappenplannen ...) en meer of minder tijd geven, daagt leerlingen uit op hun niveau en tempo.

Leerlingen op hun niveau en vanuit eigen interesses laten werken kan door te differentiëren in product, bijvoorbeeld door leerlingen te laten kiezen tussen opdrachten die leiden tot verschillende eindproducten.

Het samenstellen van groepen kan een effectieve manier zijn om te differentiëren. Rekening houden met verschil in leerdoelen en leerlingenkenmerken laat leerlingen toe van en met elkaar te leren.

Technologie kan al die vormen van differentiatie ondersteunen. Zo kunnen leerlingen op hun maat werken met digitale leermiddelen zoals educatieve software of online oefenprogramma's.

Differentiatie in evaluatie

Tenslotte laten de leerplannen toe te differentiëren in [evaluatie](#) en feedback. Evalueren is beoordelen om te waarderen, krachtiger te maken en te sturen.

Na de afronding van een lessenreeks of na een langere periode gaan leraren door middel van summatieve evaluatie na waar leerlingen staan. De keuze van een evaluatie- en feedbackvorm is afhankelijk van de vooropgestelde doelen.



Formatieve evaluatie is geïntegreerd in het leerproces en gaat uit van een actieve betrokkenheid van leraar en leerling. Het zet leerlingen aan het denken over hun vorderingen en laat leraren toe om tijdens het leerproces effectieve feedback te geven. Door middel van formatieve evaluatie krijgen leraren een goed zicht op het leerproces van leerlingen zodat ze het verder gericht en waar nodig kunnen bijsturen. Het is bovendien een rijke bron voor leraren om te reflecteren over de eigen onderwijspraktijk en de eigen pedagogisch-didactische aanpak bij te sturen.

1.5 Opbouw van leerplannen

Elk leerplan is opgebouwd volgens een vaste structuur. Alle onderdelen maken inherent deel uit van het leerplan. Schoolbesturen van Katholiek Onderwijs Vlaanderen die de leerplannen gebruiken, verbinden zich tot de realisatie van het gehele leerplan.

De **inleiding** licht het leerplanconcept toe en gaat dieper in op de visie op vorming, de ruimte voor leraren(teams) en scholen en de mogelijkheden tot differentiatie.

De **situering** geeft aan waarop het leerplan is gebaseerd en beschrijft de samenhang binnen de graad en met de onderliggende graad, en de plaats in de lessentabel.

In de **pedagogisch-didactische duiding** komen de inbedding in het vormingsconcept, de krachtlijnen, de opbouw, de leerlijnen, de aandachtspunten met o.m. nieuwe accenten van het leerplan aan bod.

De **leerplandoelen** zijn helder geformuleerd en geven aan wat van leerlingen wordt verwacht. Waar relevant geeft een opsomming of een afbakening (★) aan wat bij de realisatie van het leerplandoel aan bod moet komen. Ook pop-ups bevatten informatie die noodzakelijk is bij de realisatie van het leerplandoel. De leerplandoelen zijn gebaseerd op de minimumdoelen van de basisvorming, de cesuurdoelen of de doelen die leiden naar een beroepskwalificatie. Indien een leerplandoel verder gaat, vind je een '+' bij het nummer van het leerplandoel. Al die leerplandoelen zijn verplicht te realiseren. In een aantal gevallen zijn keuzedoelen opgenomen; die leerplandoelen zijn weergegeven in een grijze kleur en het nummer van het leerplandoel wordt voorafgegaan door 'K'.

De leerplandoelen zijn ingedeeld in een aantal rubrieken. Bovenaan elke rubriek vind je de relevante minimumdoelen van de basisvorming, de cesuurdoelen en/of doelen die leiden naar een of meer beroepskwalificaties, afhankelijk van de finaliteit. Als leraar hoef je je die taal niet eigen te maken. Het volstaat dat je de leerplandoelen realiseert zoals opgenomen in het leerplan.

Waar relevant wordt de samenhang met andere leerplannen in dezelfde graad aangegeven, evenals de samenhang met de onderliggende graad.

'Duiding' bij een leerplandoel bevat een noodzakelijke toelichting bij het doel. In pedagogisch-didactische wenken vinden leraren inspiratie om met het leerplandoel aan de slag te gaan. Een rubriek 'extra' bij een leerplandoel biedt leraren inspiratie om verder te gaan dan wat het leerplandoel minimaal vraagt.

De **basisuitrusting** geeft aan welke materiële uitrusting vereist is om de leerplandoelen te kunnen realiseren.

Het **glossarium** bevat een overzicht van handelingswerkwoorden die in alle leerplannen van de graad als synoniem van elkaar worden gebruikt of meer toelichting nodig hebben.

De **concordantie** geeft aan welke leerplandoelen gerelateerd zijn aan bepaalde minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar een of meer beroepskwalificaties.

2 Situering

Het leerplan is gebaseerd op minimumdoelen van de basisvorming Wetenschappen en STEM.

2.1 Samenhang met de eerste graad

Het leerplan Natuurwetenschappen (II-Nat-d) van de tweede graad D-finaliteit bouwt verder op het leerplan Natuurwetenschappen (I-Nat-a) en voor een aantal doelen ook op het leerplan Techniek (I-Tec-a) van de eerste graad A-stroom.

2.2 Samenhang in de tweede graad

Er zijn verschillende leerplannen Natuurwetenschappen voor de studierichtingen van de tweede graad D-finaliteit. In de onderstaande tabel wordt aangegeven voor welke studierichtingen de leerplannen gelden. Bijkomende informatie kan je raadplegen op de [leerplanpagina](#).

II-Nat-d	Architecturale en beeldende vorming; Bedrijfswetenschappen; Beeldende en audiovisuele vorming; Dans; Maatschappij- en welzijnswetenschappen; Muziek; Topsport-Economie; Woordkunst-drama
II-Nat'-d	Economische wetenschappen; Freinetpedagogie; Grieks-Latijn; Humane wetenschappen; Latijn; Moderne talen; Topsport-Natuurwetenschappen
II-NatS-d	Natuurwetenschappen; Sportwetenschappen
II-BiWe-d	Biotechnologische wetenschappen
II-BSW-d	Biotechnologische STEM-wetenschappen

Samenhang tussen basisvorming en specifieke vorming in leerplannen Natuurwetenschappen

Leerplannen	II-Nat-d	II-Nat'-d	II-BiWe-d	II-BSW-d	II-NatS-d
STEM	B	B	B+S	B+S	B+S
Informaticawetenschappen				S	
Biologie	B	B+	B+S	B+S	B+S
Chemie	B	B+	B+S	B+S	B+S
Fysica	B	B+	B+S'	B+S	B+S

2.3 Plaats in de lessentabel

Het leerplan is gebaseerd op minimumdoelen van de basisvorming. Het is gericht op 4 graaduren en is bestemd voor volgende studierichtingen: Architecturale en beeldende vorming; Bedrijfswetenschappen; Beeldende en audiovisuele vorming; Dans; Maatschappij- en welzijnswetenschappen; Muziek; Topsport-Economie; Woordkunst-drama.

Het geheel van de algemene en specifieke vorming in elke studierichting vind je terug op de [PRO-pagina](#) met alle vakken en leerplannen die gelden per studierichting.

3 Pedagogisch-didactische duiding

3.1 Natuurwetenschappen en het vormingsconcept

Het leerplan Natuurwetenschappen is ingebed in het vormingsconcept van de katholieke dialogeschool. In het leerplan ligt de nadruk op de natuurwetenschappelijke vorming. De wegwijzers duurzaamheid en verbeelding maken er inherent deel van uit.



Natuurwetenschappelijke en technische vorming

Via de verschillende wetenschapsvakken verwerven jongeren op een methodische wijze betrouwbare kennis. Leerlingen stellen hun denkbeelden bij door ze te confronteren met denkbeelden van anderen en door samen te argumenteren. Door het inzetten van wetenschappelijke concepten leren leerlingen een fysische werkelijkheid of een natuurlijk fenomeen te vatten. Daarnaast leren ze om wetenschappelijke, technische en wiskundige inzichten in te zetten om complexe vragen of levensechte problemen op te lossen. Verwondering, het voeden van nieuwsgierigheid zijn een belangrijke motor om verschijnselen op een wetenschappelijke manier te beschrijven en te verklaren. Niet alleen de inhouden maar vooral de duurzaamheid van kennis en vaardigheden, het zelf denken en kritisch zijn, het zelf kunnen onderzoeken en ontwerpen zijn richtinggevend.

In wetenschappen wordt kennis opgebouwd vanuit een natuurwetenschappelijke methode. Daarbij wordt het onderzoekend leren/leren onderzoeken in het lesgebeuren en in het uitvoeren van practica geïntegreerd. Leerlingen leren om in verschillende contexten aan de hand van hulpmiddelen en meetinstrumenten te observeren, te meten, te onderzoeken en te experimenteren. Ze leren op een veilige en duurzame manier omgaan met materialen, chemische stoffen, levende materie en technische systemen.

Een vlot gebruik van informaticatechnologieën in wetenschappen kan een sterk hulpmiddel zijn. berekeningen die, handmatig uitgevoerd, langdurig en lastig zijn, kunnen in een oogwenk worden afgehandeld door gebruik van een gepast programma. Computers zijn hét hulpmiddel bij uitstek om grote hoeveelheden data te ordenen en te structureren, patronen te zoeken en te communiceren. Ook simulatiesoftware kan een krachtig hulpmiddel zijn bij conceptvorming en inzicht in abstracte begrippen. Dit geldt zowel voor het bekijken en gebruiken van simulaties, als voor het zelf creëren ervan.

Wiskundige vorming

Wiskunde is een taal om patronen in de werkelijkheid compact en ondubbelzinnig te beschrijven, en wordt daarvoor veelvuldig gebruikt in wetenschap en techniek. Een vlot gebruik van wiskundige symbolen en kennis van bewerkingen en conventies zijn noodzakelijke vaardigheden om zowel wetenschappelijke kennis te verwerven als om te communiceren. Wiskunde is ook een krachtig instrument om complexe problemen te beschrijven en op te lossen. De lessen wetenschappen bieden een waaier aan opportuniteiten om de leerlingen te laten inzien hoe (op het eerste zicht abstracte) wiskundige technieken concrete toepassingen hebben. De leerlingen kunnen op deze manier dieper inzicht in en appreciatie voor wiskunde verwerven, terwijl ze hun wetenschappelijke kennis verdiepen.

Maatschappelijke vorming

Wetenschappen vervullen een cruciale rol in onze samenleving. De ontwikkelingen in de geneeskunde, telecommunicatie, biotechnologie ... hebben een grote impact op het welzijn van mensen. Wetenschappen hebben dan ook een rol te spelen in het creëren van een samenleving waarin onderzoeks- & innovatiepraktijken streven naar duurzame, ethisch aanvaardbare en maatschappelijk gewenste resultaten. In de diverse wetenschapsvakken willen we de maatschappelijke betrokkenheid bij leerlingen bevorderen. Leerlingen moeten kunnen bijdragen aan en hun zegje doen over onderzoek en innovatie en kritisch reflecteren over de rol van de mens in het systeem aarde.

Duurzaamheid en verbeelding

Werken vanuit duurzaamheid legt sterk de nadruk op de intrinsieke verbondenheid van alle dingen en mensen en op het behoud en de verbetering van een duurzame wereld. Inhoudelijk gaat het ook om het belang van biodiversiteit en duurzaam omgaan met technologie met aandacht voor ecologie. Verbeelding in het leerplan geeft leraren en leerlingen zuurstof om uitdagingen, vragen en problemen niet op één bepaalde manier op te lossen of te beantwoorden en om vooropgestelde methodes niet slaafs te volgen. De wetenschappelijke praktijk heeft immers in essentie een creatief karakter.

Uit die vormingscomponenten en wegwijzers zijn de krachtlijnen van het leerplan ontstaan.

3.2 Krachtlijnen

Wetenschappelijke inzichten opbouwen voor de burger en professional van morgen

Leerlingen leren concepten uit Biologie, Chemie en Fysica. Op vlak van Biologie komen eigenschappen van levende systemen aan bod. In Chemie staan inzichten in bouw, structuur en eigenschappen van materie centraal naast wisselwerking tussen materie en energie. In Fysica wordt vooral ingegaan op kracht en verandering van beweging. Daarnaast bestuderen leerlingen processen waarbij energie wordt omgezet.

Wetenschappelijke methoden, denk- en werkwijzen en vaardigheden inzetten om betrouwbare kennis en aangepaste oplossingen te ontwikkelen

Leerlingen leren wetenschappelijke methoden toepassen. Daarbij leren ze ook om te werken met materialen, stoffen en organismen. Leerlingen leren om een oplossing te ontwerpen voor een probleem.

Inzicht ontwikkelen in de verbanden tussen wetenschappen, wiskunde, technologie en de samenleving

STEM kan niet los worden gezien van de samenleving. Ideeën die worden ontwikkeld over natuur, (bio-)techniek of wiskunde en de concrete inzet van deze ideeën in menselijke activiteiten, technische systemen en (veranderings)processen beïnvloeden maatschappelijke denkbeelden en vice versa. Daartoe analyseren leerlingen interacties tussen STEM en samenleving.

3.3 Opbouw

Het leerplan is opgebouwd uit inhoudsoverschrijdende STEM-doelen en inhoudsgebonden doelen Biologie, Chemie en Fysica.

Het is niet de bedoeling om de STEM-doelen als een apart gegeven te benaderen. Sommige STEM-doelen zoals het 'voeren van onderzoek' kunnen in Biologie, Chemie en Fysica aan bod komen. Andere zoals 'werken met materialen en stoffen' zijn vlotter combineerbaar met bepaalde inhoud, in dit geval Chemie. 'STEM-geïntegreerd probleemoplossen' kan bijvoorbeeld in samenhang en projectmatig worden aangepakt.

Een lerarenteam kan de STEM-doelen vanuit een gedeelde verantwoordelijkheid inzetten bij het werken aan de leerplandoelen Biologie, Chemie en Fysica. In de wenken bij de leerplandoelen vind je daartoe suggesties.

Overzicht van onderdelen in het leerplan

STEM-doelen (basis)	Biologie (basis)	Chemie (basis)	Fysica (basis)
Onderzoek voeren aan de hand van een wetenschappelijke methode	Homeostase: • Feedbacksysteem • Coördinatie reacties op prikkels	Mengsels en zuivere stoffen	Kracht en verandering van beweging
Veilig en duurzaam werken met materialen, stoffen en organismen	Voortplanting: hormonale regeling	Aspecten van een chemische reactie	Druk
	Biodiversiteit	Bouw en eigenschappen van atomen	Energieomzetting en vermogen
			Thermodynamica



Een oplossing ontwerpen voor een probleem	Interactie tussen organismen	Indeling samengestelde stoffen	Elektrodynamica
STEM-interacties in de samenleving analyseren	Materie-en energiestromen in ecosystemen	Eigenschappen van stoffen	
		Kwantitatieve aspecten	
4 graaduren			

3.4 Leerlijnen

3.4.1 Samenhang met de eerste graad

Biologie	Eerste graad	Tweede graad II-Nat-d; II-Bio-d; II-BiCh-d
Structuur, functie en informatieverwerking KERNIDEE: levende wezens bestaan uit cellen met een gelijkaardige structuur	Organisatieniveaus Celstructuren	
		Virussen, bacteriën, schimmels
		Prikkelontvangst – en verwerking Homeostase
Materie en energie in organismen en ecosystemen KERNIDEE: in ecosystemen concurreren organismen om materie en energie	Biotoop	Interacties tussen organismen
	Stof- en energieomzetting Transport in een organisme	
	Fotosynthese	
Groei, ontwikkeling en reproductie van organismen		Materie- en energiestromen in ecosysteem
Natuurlijke selectie en evolutie KERNIDEE: organismen evolueren door overerving, variatie en selectie van kenmerken	Aseksuele en seksuele voortplanting	
	Voortplanting bij de mens	Voortplanting bij de mens: hormonale regeling
	Biodiversiteit Verband organisme en omgeving	

Chemie	Eerste graad	Tweede graad II-Nat-d; II-BiCh-d
Structuur en eigenschappen van de materie KERNIDEE: materie bestaat uit deeltjes	Mengsels, zuivere stoffen, verbindingen en atomen	Eigenschappen mengsels en zuivere stoffen Atoommodel PSE
		Oxiden, basen, zuren, zouten, alkanen
		pH Zuur-base indicator
		Concentratie
Chemische reacties	Stofomzetting versus verandering van aggregatietoestand (Fysica)	Materie- en energie-uitwisseling bij chemische reacties

KERNIDEE: bij elk proces wordt energie omgezet van één vorm in een andere		
---	--	--

Fysica	Eerste graad	Tweede graad II-Nat-d
Kracht en bewegings- verandering KERNIDEE: wijziging van beweging vereist interactie met een ander object	Constante snelheid	Rechtlijnige bewegingen
	Uitwerking van krachten	Kracht als vector Kracht en bewegingsverandering
Structuur en eigenschappen van materie KERNIDEE: materie bestaat uit deeltjes	Stofomzetting versus verandering van aggregatietoestand	Druk
	Massadichtheid	
	Materialen (Techniek)	
Energie KERNIDEE: bij elk proces wordt energie omgezet van één vorm in een andere	Energievormen	Energieomzettingen
		Vermogen en rendement
	Energiesystemen (Techniek)	Wet van Ohm Elektrisch vermogen en Joule- effect
Straling KERNIDEE: straling is overal	Energie en veiligheid	
	Fotosynthese	

STEM Eerste graad	Tweede graad
Onderzoek voeren aan de hand van een wetenschappelijke methode	
Meetinstrumenten gebruiken, grootheden en eenheden	
Een oplossing ontwerpen voor een probleem	
Veilig en duurzaam werken	
Wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij	

3.4.2 Samenhang in de tweede graad

In het leerplan Natuurwetenschappen vinden we heel wat methodische en inhoudelijke relaties met inhouden uit het leerplan Wiskunde. Ook met Aardrijkskunde zijn er elementen van samenhang. Daarnaast is er nog inhoudelijke samenhang voor een aantal biologische en chemische inhouden.

Leerinhoud Wiskunde	Leerinhoud Natuurwetenschappen
Fenomenen beschrijven uit de realiteit aan de hand van wiskundige concepten	De wisselwerking tussen wetenschappen, technologie en de maatschappij
Vraagstukken en problemen oplossen	Een oplossing ontwerpen
Bewerkingen met vectoren	Resulterende kracht
Eerstegraadsfuncties	Eenparig rechtlijnige beweging



Formules omvormen	Formules gebruiken bij fysische problemen Energieomzettingen kwantificeren
Leerinhoud Aardrijkskunde	Leerinhoud Natuurwetenschappen
Kringlopen	Materie- en energiestromen
Leerinhoud Fysica	Leerinhoud Chemie
Energie en warmte	Energieuitwisseling bij chemische reactie
Elektrische ladingen	Atoommodel
Geleiders en isolatoren	Bindingstype en geleiding

3.5 Aandachtspunten

3.5.1 Oriëntatie van het leerplan

Wetenschappelijke vorming kan verschillende oriëntaties aannemen: naargelang de studierichting kan de nadruk eerder liggen op een doorgedreven wetenschappelijke vorming voor de STEM-professional van morgen dan wel op de vorming van wetenschappelijke geletterdheid voor de burger van morgen. De pedagogisch-didactische aanpak vertrekt dan van een eerder conceptuele dan wel contextuele structuur van de vorming.

In dit leerplan ligt de nadruk op wetenschappelijke geletterdheid voor de burger van morgen met elementen van wetenschappelijke vorming voor de professional van morgen.

3.5.2 Samenhang tussen wetenschappen

Betekenisvol STEM-onderwijs doorbreekt de grenzen van traditionele disciplines en leert verbanden leggen tussen concepten, fenomenen en toepassingen. Die samenhang komt op drie verschillende manieren in het leerplan aan bod:

- Vertrekken vanuit de ideeën en interesses van de leerlingen. Om dat concreet vorm te geven in de didactische praktijk kan je als leraar de concept-contextbenadering hanteren.
- De STEM-doelen (vaardigheden) in het leerplan doelgericht combineren met inhoudelijke doelen Biologie, Chemie en/of Fysica. Aan de hand van de STEM-doelen kunnen leerlingen de rol van een aantal vakdiscipline-overschrijdende werkwijzen ervaren.
- Gebruik maken van STEM-concepten. Dat zijn vakdiscipline-overschrijdende denkwijzen om natuurlijke en technische systemen te beschrijven of te analyseren. Bij doelen Biologie, Chemie en Fysica vind je bij de wenken inspiratie om ze aan bod te laten komen.

Die drie manieren om meer samenhang en betekenisgeving in het STEM-onderwijs te verkrijgen overschrijden de grenzen van dit leerplan want ze komen in meerdere vakken en over de graden en finaliteiten heen aan bod. Een lerarenteam kan de samenhang tussen S, T, E en M via de geschetste drie manieren nastreven en op die manier werken aan STEM op niveau van het leerplan en verbindingen leggen naar STEM in andere vakken. Een geïntegreerde aanpak van STEM-onderwijs vraagt visievorming en overleg in de betrokken vakgroepen.

Methodische samenhang tussen wetenschappen vanuit de STEM-doelen

De STEM-doelen zijn overkoepelende, breed-wetenschappelijke werkwijzen of procedures. De doelen verwijzen naar karakteristieke werkwijzen die terug te vinden zijn bij onderzoekers, ingenieurs, ontwerpers,

technici ... De STEM-doelen bouwen voort op de STEM-doelen in leerplannen van de eerste graad. Daarin staat het voeren van onderzoek en het probleemoplossend denken centraal.

Als leerlingen de STEM-doelen inoefenen met verschillende inhouden en in verschillende contexten krijgen zij kansen om vlotter tot transfer te komen. Daardoor kan het schoolteam verbanden tussen kennis en vaardigheden op verschillende manieren benaderen en meer betekenis geven aan de doelen.

Onderzoekend leren, leren onderzoeken en practicum

Onderzoekend leren is een belangrijk element in goed STEM-onderwijs en biedt kansen om:

- leerlingen te motiveren vanuit hun verwondering bij het waarnemen van verschijnselen;
 - geïnformeerd te leren werken met meetinstrumenten, hulpmiddelen en stoffen;
 - ideeën over fenomenen en systemen experimenteel te toetsen en te reflecteren over het wetenschappelijk belang van het empirisch testen van die ideeën;
 - onderzoeksvaardigheden en een onderzoekende houding te ontwikkelen: kritisch willen zijn, willen begrijpen, willen delen, willen vernieuwen, nauwkeurigheid, objectief waarnemen, planmatig werken
- ...

Vooraf de eerste twee doelen kunnen goed via experimenten worden aangeleerd. Om begrippen te leren en ze vast te zetten en om onderzoeksvaardigheden te ontwikkelen blijkt practicum geen superieure werkvorm. Effectief practicum heeft een afgebakend leerdoel en activeert het bijbehorend denkproces. Om het doelgericht karakter van practicum en de bijhorende didactiek aan te scherpen kan je een gerichter practicum inzetten zoals onderzoekspracticum, begripspracticum, apparaatpracticum.

Mogelijke leerlijnen in practicum:

- Via autonomie: de graad van begeleiding varieert van gesloten naar open practicum om gericht te werken aan toenemende aandacht voor kwaliteit van onderzoek.
- Via complexiteit: de nadruk ligt op zo zelfstandig mogelijk werken vanuit eenvoudige practica naar practica met toenemende complexiteit.

Het is weinig zinvol om een minimumaantal experimenten te omschrijven die leerlingen dienen uit te voeren in een labo. Zo kunnen onderzoeksvaardigheden en begripsontwikkeling ook via meer aanbiedende werkvormen aan bod komen. Ook demo-experimenten, filmmateriaal, concept cartoons ... kunnen een belangrijke rol spelen. Vanuit dat perspectief hoeft een doelgericht practicum niet altijd een volledig lesuur te duren.

Samenhang vanuit het gebruik van STEM-concepten

STEM-professionals hanteren STEM-concepten als 'typische denkwijzen' die kennis uit verschillende disciplines met elkaar verbinden. De STEM-concepten kunnen een hulpmiddel en leidraad zijn om fenomenen of systemen te analyseren of te beschrijven. Ze helpen om vanuit een bepaald perspectief te kijken naar het systeem. Via de STEM-concepten ontwikkelen leerlingen geleidelijk aan een breder en dieper inzicht in vakinhouden en ontdekken ze overeenkomsten met andere inhouden. Ze kunnen apart of gecombineerd worden ingezet.

STEM-concepten:

- systemen en modellen ervan;
- patronen herkennen;
- relatie tussen structuur en functie;
- stromen en behoud van energie, materie en informatie;
- oorzaak en gevolg, terugkoppeling;



- invloed van verhouding en hoeveelheid;
- stabiliteit, verandering en verstoringen.

In heel wat leerplandoelen staan suggesties die verduidelijken hoe de STEM-concepten kunnen worden gebruikt in combinatie met vakinhouden.

3.5.3 Dissecties als werkvorm

Het uitvoeren van proeven op dieren is een onderwerp dat momenteel in het maatschappelijk-ethisch debat ter discussie staat. Het al of niet uitvoeren van dissecties in het secundair onderwijs kan als een uitloper van dergelijke discussie worden gezien. De huidige wettelijke bepalingen verbieden dissecties in het secundair onderwijs niet.

Het ethisch kader dat de mens in de maatschappij hanteert, verandert voortdurend. Voor jongeren is het onderwijs een belangrijke factor bij het ondersteunen en opbouwen van een eigen ethisch waardepatroon. Om daaraan tegemoet te komen zijn in onze leerplannen geen leerplandoelen opgenomen die dissectie als werkvorm opleggen. Bij de wenken worden ook andere didactische werkvormen voorgesteld zoals modellen, filmpjes, animaties, afbeeldingen, tekeningen die het realiseren van het leerplandoel ondersteunen.

Op de [leerplanpagina](#) vind je een aantal wenken en vragen die je kunnen ondersteunen bij het uitwerken van een schooleigen beleid.

3.6 Leerplanpagina

Wil je als gebruiker van dit leerplan op de hoogte blijven van inspirerend materiaal, achtergrond, professionalisering en lerarennetwerken, surf dan naar de [leerplanpagina](#).



4 Leerplandoelen

4.1 STEM-doelen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 1 S De leerlingen voeren onderzoek aan de hand van een wetenschappelijke methode om kennis te ontwikkelen en vragen te beantwoorden.

1ste graad: onderzoek voeren (I-Nat-a LPD 1)

Wenk: Relevante deelvaardigheden die aan bod kunnen komen bij het voeren van onderzoek:

- vanuit criteria een onderzoeksvraag formuleren;

- een beredeneerde hypothese formuleren;
- een onderzoeksplan opstellen;
- data waarnemen en verzamelen;
- data analyseren en conclusies trekken;
- een hypothese aftoetsen en een antwoord formuleren op een onderzoeksvraag;
- reflecteren en communiceren over de gekozen methodologie en resultaten.

Wenk: Bij de realisatie van dit leerplandoel is het belangrijk dat leerlingen inzicht ontwikkelen in de manier waarop betrouwbare kennis ontstaat en hoe wetenschappelijke methoden daar kunnen toe bijdragen door die zelf eens uit te voeren in onderzoeksactiviteiten. Ze kunnen worden beperkt in complexiteit of kunnen sterk worden begeleid. Zo kan je ook taalsteun geven bijv. aan de hand van spreek- en of schrijfkaders.

Wenk: Leerlingen hoeven niet alle vaardigheden in te oefenen bij elk onderzoek. Ze kunnen ook aan bod komen bij demonstratie-experimenten of simulaties. Zo hoeven data niet altijd in eigen experimenteel onderzoek verzameld te worden maar kan ook gebruik worden gemaakt van gegeven data. Wetenschappelijk onderzoek mag niet worden voorgesteld als het toepassen van een uniforme wetenschappelijke methode die verloopt volgens een vast ritueel of recept.

Wenk: In wetenschappelijk onderzoek is er altijd wisselwerking tussen de creatieve menselijke ideeënwereld (hypothesen, modellen, theorieën) en data uit waarnemingen (observatie, experiment, meting, test) om betrouwbare verklaringen en oplossingen te ontwikkelen. In die wisselwerking staat kritische argumentatie centraal.

Wenk: Daarom is het van belang dat leerlingen lezen, schrijven en discussiëren over wetenschappelijke ideeën en die confronteren met waarnemingen.

Wenk: Goede observaties waarin een aantal variabelen kunnen worden onderscheiden geven vaak spontaan aanleiding tot interessante onderzoeksvragen.

LPD 2 S De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met materialen, stoffen, organismen en technische systemen.

1ste graad: veilig en duurzaam werken (I-Nat-a LPD 4)

Wenk: Technische systemen zoals handwerkgereedschappen, glaswerk, meetinstrumenten, computers. Je kan de link leggen met de doelen rond elektrodynamica en ingaan op veiligheidssystemen in een elektrische installatie. Relevante risico's zijn elektrocutie, brand door kortsluiting en overbelasting.

Wenk: Duurzaam omgaan met systemen: onderhouden van systemen zoals reinigen van glaswerk en balans, preventief onderhoud door juist gebruik van hulpmiddelen.

Wenk: Duurzaam omgaan met organismen bv. bacteriën, dieren, planten, schimmels: streven naar vervanging of vermindering waar mogelijk, geschikte bewaringstechnieken gebruiken; zorgen voor optimale voeding of voedingsregime, voor aangepaste huisvesting of omgeving (ook na gebruik in de klas), correct omgaan met biologisch afval.

Wenk: Voorbeelden van goede praktijken voor veilig en duurzaam werken:



- ordelijk werken; alert zijn voor energie die kan vrijkomen onder de vorm van warmte, geluid, straling, elektriciteit;
- productetiketten interpreteren (bv. veiligheids- en duurzaamheidslabels);
- omgaan met chemisch afval: vermijden of minimaliseren, kiezen voor minder schadelijke stoffen; kiezen voor de laagst mogelijke werkbare concentratie;
- aandacht voor herbruikbare materialen;
- keuze voor duurzame energiebronnen, bewust omgaan met energiegebruik.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan geïnformeerd werken door gebruik van informatie zoals instructiekaarten voor technische systemen, H/P-zinnen, pictogrammen, symbolen, onderhoudsvoorschriften, handleidingen en (werk)tekeningen.

Wenk: Je gebruikt als leraar de COS- brochure om op een verantwoorde en veilige manier om te gaan met chemische stoffen op school.

LPD 3 S De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een probleem door wetenschappen, technologie of wiskunde geïntegreerd aan te wenden.

Samenhang tweede graad: vraagstukken en problemen oplossen (II-Wis-d LPD 2; II-WisS-d LPD 2; II-WisS'-d LPD 2)

1ste graad: STEM-geïntegreerd probleemoplossen (I-Nat-a LPD 5)

Wenk: STEM betekent per definitie dat je geïntegreerd denkt en werkt. De mate van integratie is afhankelijk van het probleem. Ook niet-STEM-disciplines kunnen aan bod komen.

Wenk: Dit leerplandoel kan je op een projectmatige manier realiseren in combinatie met leerplandoelen Biologie, Chemie of Fysica, of ook hanteren als introductie of afsluiter van een lessenreeks. Je kan dit ook combineren met andere STEM-doelen: om gefundeerde beslissingen te nemen bij het probleemoplossen kunnen leerlingen onderzoek voeren. Ook het werken met materialen of technische systemen kan aan bod komen.

Wenk: Het is aangewezen om te vertrekken van een specifieke situatie om een probleem op te lossen. Leerlingen zetten kennis en vaardigheden in door creatief denken: ze bedenken mogelijke oplossingen, wegen ze tegenover elkaar af en maken keuzes. Stappenplannen en zoekstrategieën kunnen dit proces ondersteunen, maar vervangen het creatief denken niet. Het kan gaan om een kleinschalig probleem dicht bij de leefwereld van de leerlingen. Een probleemoplossend proces verloopt systematisch, maar mag niet worden voorgesteld als een vast ritueel of recept.

Wenk: Goed gekozen problemen kunnen spontaan aanleiding geven tot integratie van meerdere domeinen. Voorbeelden van problemen en uitdagingen waarvoor een relatief eenvoudige (model)oplossing kan worden ontwikkeld kan je terugvinden op de leerplanpagina.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan keuzes die de leerling(en) maakte(n) bij het ontwerpen van een oplossing. Leerlingen kunnen die beargumenteren en hun denkproces illustreren: door foto's te nemen van deeloplossingen, documentatie te verzamelen, tekeningen, schema's, een eenvoudige berekening, een proefmodel samen te stellen ...

Wenk: Het eindresultaat kan verschillende vormen aannemen en kan worden uitgewerkt in functie van test en evaluatie: een nieuwe of aangepaste werkwijze, een

interventie, een technisch systeem (product, apparaat ...).

LPD 4 S De leerlingen analyseren de wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij aan de hand van maatschappelijke uitdagingen.

Samenhang tweede graad: fenomenen beschrijven uit de realiteit aan de hand van wiskundige concepten (II-Wis-d LPD 1; II-WisS-d LPD 1; II-WisS'-d LPD 1)

1ste graad: wisselwerkingen (I-Nat-a LPD 6)

Wenk: Uitdagingen waarmee onze maatschappij geconfronteerd wordt zijn vaak een drijfveer voor onderzoek en ontwikkeling. Maatschappelijke uitdagingen die in de actualiteit aan bod komen kunnen een goede aanknopingspunt vormen om de onderlinge wisselwerking met wetenschappen, technologie en wiskunde te bespreken.

Wenk: Contexten, maatschappelijke behoeften en maatschappelijke keuzes zoals klimaatverandering, hernieuwbare energie, zorg en gezondheid, onderwijs, watervoorziening, mobiliteit, leefbare en duurzame steden of oceaanvervuiling kunnen aan bod komen.

Wenk: Een historische evolutie als casus kan de wisselwerking tussen wiskunde, wetenschappen en technologie (interdisciplinariteit) verhelderen en deze laten zien als culturele ontwikkeling. Ook een bezoek aan een bedrijf, onderzoeksinstituut of vereniging kan een casus aanbrengen die veel relaties tussen de samenleving en 'onderzoek en ontwikkeling' verheldert.

Wenk: Analyse van een concrete maatschappelijke uitdaging kan gebeuren vanuit meerdere invalshoeken (multiperspectiviteit). Het is zinvol om de link te leggen naar de duurzame ontwikkelingsdoelen van de Verenigde Naties (SDGs, Sustainable Development Goals).

LPD 5 S De leerlingen lossen fysische problemen met en zonder formule op.

Samenhang tweede graad: formules omvormen (II-Wis-d LPD 16; II-WisS-d LPD 20; II-WisS'-d LPD 16)

Wenk: Het is belangrijk dat leerlingen een formule leren gebruiken om fysische problemen op te lossen. Daarnaast kan parate kennis van basisformules helpen om vlot problemen op te lossen. Je kan afspraken maken rond te kennen basisformules en een formule laten groeien doorheen de lespraktijk. Je kan leerlingen ook betrekken bij het opstellen van een formule.

Wenk: In het kader van een onderzoeksproject (biologie, chemie, fysica) of een STEM-project kan je een formule aanreiken en verwachtingen formuleren rond te kennen basisformules.

Wenk: Je kan redeneringen onderbouwen op basis van verbanden tussen grootheden en ze linken aan formules die al dan niet in een formule kunnen worden opgenomen.



4.2 Biologie

4.2.1 Homeostase

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 1 B De leerlingen tonen aan dat plantaardige en dierlijke organismen als systeem functioneren.

1ste graad: organisatieniveaus (I-Nat-a LPD 18)

Wenk: Je kan aan de hand van eenvoudige voorbeelden aantonen dat zowel planten als dieren op uitwendige en inwendige prikkels reageren. Het is niet de bedoeling om tot op celniveau te gaan. Voorbeelden bij planten: groeien naar licht, droogtestress, beweging bij aanraking. Voorbeelden bij dierlijke organismen: honger, dorst, licht, geluid, effecten van adrenaline bij stress, hormonale regeling van de voortplanting.

Wenk: Bij planten en dieren komt telkens de systematische samenhang receptor-conductor-effector aan bod. Systeem bij planten: tropie en nastie. Systeem bij dieren: beweging en kliersecretie.

Wenk: Je kan de begrippen prikkelfilter, prikkeldempel en prikkelgewenning aan bod laten komen.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM-concept: systeem en model. De vergelijking tussen een organisme als systeem en een technisch systeem kan aan bod komen. Als systeem wordt bedoeld: het opvangen, verwerken en reageren op prikkels.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: waarnemen van prikkels bij verschillende zintuigen.

LPD 2 B De leerlingen illustreren dat plantaardige en dierlijke organismen homeostase hanteren met behulp van feedbacksystemen.

Wenk: Je kan positieve en negatieve feedback behandelen: negatieve feedback om de verandering van een grootte af te remmen en zo de waarde stabiel te houden zoals bij de regeling van de lichaamstemperatuur of de bloedsuikerspiegel, positieve feedback om de verandering van een grootte te versterken zoals bij de stijging van het hartritme bij stress.

Wenk: Dit leerplandoel hangt samen met de coördinerende rol van het endocriene stelsel en van plantenhormonen.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: oorzaak en gevolg, terugkoppeling. De vergelijking tussen een organisme als feedbacksysteem en een technisch feedbacksysteem kan aan bod komen. Je kan voorbeelden van feedbacksystemen behandelen als thermoregulatie (systeem van het organisme) en thermostatische regeling van de woonkamertemperatuur (technisch systeem). Dit leerplandoel kan je ook behandelen in samenhang met STEM-doelen.

LPD 3 B De leerlingen leggen uit hoe plantaardige en dierlijke organismen prikkels ontvangen.

- Wenk: Je kan bij het ontvangen van prikkels aandacht besteden aan prikkelwaarneming door receptoren, reacties op prikkels.
- Wenk: Dierlijke organismen: een zintuig met bijhorende receptor wordt in detail besproken. Het is de bedoeling dat elk zintuig exemplarisch wordt behandeld; het mechanisme van opvangen en verwerken van prikkels door de receptoren wordt veralgemeend voor de andere zintuigen. Receptoren zoals staafjes en kegeltjes, haarcellen komen aan bod.
Het is belangrijk om te duiden dat de verwerking van prikkels een proces is dat in de hersenen tot stand komt.
Je kan voorbeelden geven van zintuiglijke stoornissen.
- Wenk: Plantaardige organismen: je kan receptoren zoals fotoreceptoren, mechanoreceptoren aan bod laten komen.
- Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: structuur en functie.
- Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in verband met de bouw van het zintuig bv. oog, oor ... en/of in verband met de werking van het zintuig bv. onderzoek van het oog (blinde vlek, functie staafjes en kegeltjes, pupilreflex, gezichtsveld bij dieren); onderzoek van het oor (geluid, vergelijken oorschelp bij verschillende dieren, lokaliseren geluid, resonantie, gehoortest). Je kan de link leggen met de STEM-doelen.

LPD 4 B De leerlingen lichten de overdracht van informatie via impulsgeleiding en impulsoverdracht in zenuwen toe.

- Wenk: organisatieniveaus (I-Nat-a LPD 18)
- Wenk: In functie van het bespreken van de werking komt eerst het bouwplan van de zenuwcel aan bod als deel van het perifere zenuwstelsel, naast de delen van het centraal zenuwstelsel.
Je kan aandacht besteden aan het verband tussen een zenuwcel (neuron) en een zenuw.
- Wenk: Je kan het doorgeven van een impuls aan en tussen de zenuwcellen op een eenvoudige en schematische manier beschrijven en uitleggen. Het doorgeven van een impuls als de samenwerking tussen een elektrisch en chemisch proces komt best ook aan bod.
- Wenk: Je kan bij het behandelen van de werking van en het onderscheid tussen een reflex en een gewilde beweging aandacht besteden aan de kniepeesreflex of de terugtrekreflex (reflexboog via het ruggenmerg).
- Wenk: Je kan stoornissen in de werking van het zenuwstelsel toelichten.
- Wenk: Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met de STEM-concepten: structuur en functie, stabiliteit, verandering en verstoringen.
- Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen:
- onderzoek naar reactiesnelheid;
 - microscopie (doorsnede zenuw, eindplaatjes, hersenen, ruggenmerg).



LPD 5 B De leerlingen illustreren het verschil in aansturing tussen gladde en dwarsgestreepte spieren.

1ste graad: organisatieniveaus (I-Nat-a LPD 18)

Wenk: Het verband wordt gelegd tussen de bouw en ligging van de spier(cel) enerzijds en de aansturing (al dan niet onder invloed van de wil, bewust en onbewust) anderzijds.

Je bespreekt de macroscopische en microscopische bouw van de gladde en dwarsgestreepte spieren. Ook de bouw van hartspierweefsel kan aan bod komen.

Wenk: De antagonistische werking van spieren kan worden behandeld, met aandacht voor de rol van beenderen en gewrichten bij beweging. Spiercontractie wordt op macroscopisch niveau behandeld.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: structuur en functie.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen:

- macroscopisch onderzoek van spierweefsel (kippenvleugel, ham, soepvlees);
- microscopie van spierweefsel (preparaten).

LPD 6 B De leerlingen vergelijken de bouw en werking van exocriene en endocriene klieren.

Wenk: De bouw van endo- en exocriene klieren kan worden beperkt tot de aan- of afwezigheid van een afvoerbuis.

Je behandelt minstens twee exocriene klieren zoals speekselklier, traanklier, zweetklier, melkklier of talgklier en minstens twee endocriene klieren zoals hypofyse, schildklier, thymus, bijnieren, pancreas, eierstokken of teelballen.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: microscopie van exo- en endocriene klieren.

LPD 7 B De leerlingen leggen aan de hand van een voorbeeld uit hoe de coördinerende rol van het endocriene stelsel bij een reactie op een prikkel bijdraagt tot het functioneren van een dierlijk organisme.

Wenk: Je kan beklemtonen dat hormonen chemische verbindingen zijn, aangemaakt in de endocriene klieren en bedoeld om informatie doorheen het lichaam te sturen. Voorbeelden: regeling bloedsuikerspiegel, mechanisme om calciumconcentratie op peil te houden, regeling stresshormonen, werking schildklier (met de link met stofwisseling), regeling van het voortplantingssysteem in samenhang met LPD 9B waar de hormonale regeling aan bod komt.

Dit leerplandoel hangt samen met LPD 2B over biologische feedbacksystemen.

Wenk: Je kan stoornissen in de werking van het hormonaal stelsel toelichten.

Wenk: Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met de STEM-concepten: terugkoppeling, stabiliteit en verandering.

LPD 8 B De leerlingen leggen aan de hand van een voorbeeld uit hoe de coördinerende rol van plantenhormonen bij een reactie op een prikkel bijdraagt tot het functioneren van de plant.

Wenk: Je kan plantenhormonen zoals auxine en ethyleen, de rol van ethyleen bij rijping, de rol van auxine als groeihormoon en de rol van auxine en ethyleen bij bladval aan bod laten komen.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met de STEM-concepten: terugkoppeling, stabiliteit en verandering.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: onderzoek naar invloed rijp fruit (appel, peer) op kieming zaden.

4.2.2 Voortplanting

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 9 B De leerlingen leggen de hormonale regeling van het voortplantingssysteem bij de mens uit.

1ste graad: voortplanting mens (I-Nat-a LPD 23, 24)

Wenk: Elementen zoals de menstruatiecyclus, zaadcel, zygote, embryo, foetus kunnen in een logisch verband worden gekoppeld.

Wenk: Je kan de functionele bouw van de voortplantingsorganen bij man en vrouw vergelijkend aan bod laten komen.

Wenk: Bij de hormonale regeling van het voortplantingssysteem bij de vrouw kan je aandacht besteden aan de regeling van de hormoonconcentraties (linken aan LPD 2B over biologische feedback), aan de periodieke cyclus van eicelvorming, aan groei en rol van het baarmoederslijmvlies, aan verandering van lichaamstemperatuur ...

Bij de man kan je de hormonale terugkoppeling bij zaadcelvorming aan bod laten komen.

Je kan de hormonale regeling aanbrengen via grafieken, schema's, animaties ...
Stapsgewijze visualisering kan bij vele leerlingen tot een betere begripsvorming leiden.

Wenk: Je kan het onderscheid behandelen tussen hormonen vanuit de hypofyse en vanuit de gonaden en de link leggen met puberteit, menopauze ...

Wenk: Je kan de link leggen met het gebruik van anticonceptie en focussen op het correct gebruik ervan. In de derde graad komt de hormonale beïnvloeding van de vruchtbaarheid aan bod.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan problematieken in verband met de hormonale regeling, bv. onregelmatige menstruatie, premenstrueel syndroom, endometriose, inname van testosteron (bv. door bodybuilders), eetstoornissen.



4.2.3 Biodiversiteit

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 10 B De leerlingen leggen het verband tussen eigenschappen van virussen, bacteriën en schimmels en hun positieve en negatieve rol in de natuur.

★ Microbioom

1ste graad: biodiversiteit (I-Nat-a LPD 8)

Wenk: Om diversiteit te illustreren is er een waaier aan plaatsen van voorkomen: het microbioom, verschillende ecosystemen ...

Je kan diversiteit ook illustreren op basis van eigenschappen van virussen, bacteriën en schimmels zoals bouw (vorm, grootte, ééncellig/meercellig), manier van vermenigvuldiging, voedingswijze ...

Het is niet de bedoeling om uitgebreide classificaties te doen.

Wenk: Het menselijk lichaam herbergt miljarden micro-organismen waarvan hoofdzakelijk bacteriën. Het overgrote deel van het microbioom bevindt zich in de dikke darm, maar elke lichaamsplaats die in contact staat met de buitenwereld (huid, mond, urogenitale omgeving, luchtwegen) kent een stevige microbiële kolonisatie. Deze bacteriën kunnen een impact hebben op het menselijk lichaam. In het algemeen lijkt het microbioom van verschillende mensen vrij goed op elkaar maar zijn er ook individuele verschillen bv. het darmmicrobioom. De samenstelling van het microbioom kan worden beïnvloed door bv. voeding, leeftijd, geslacht, medicatie.

Wenk: Je kan de eigenheid van een virus aan bod laten komen: een virus is in tegenstelling tot de andere micro-organismen een niet-levend wezen (gastheerafhankelijkheid).

Wenk: Je kan voorbeelden aan bod laten komen zoals bakkers- of brouwersgist als eencellige schimmel, melkzuur- en azijnzuurbacteriën, influenza (griepvirus), coronavirus ...

Voorbeelden uit de natuur waarin virussen, schimmels en bacteriën een rol spelen:

- ecologie: mycorrhiza, zelfzuiverende capaciteit van waterlopen, van bodems en zwemvijvers, waterzuivering via bacteriën, compostering, plastic-etende bacteriën ...;
- geneeskunde: microbioomtransplantaties, probiotica ...

Wenk: Je kan aandacht besteden aan hygiënemaatregelen zoals handen wassen, ontsmetten, gedragsregels bij niezen en hoesten, begroeten, zwemmen en aan hygiënemaatregelen in geneeskunde zoals afscherming, steriliseren. De problematiek van overmatige hygiëne die de goede werking van het immuunsysteem kan verstoren kan hier ook aan bod komen.

Wenk: Vaccinatie is een methode in de geneeskunde om bij dierlijke organismen immuniteit te ontwikkelen tegen infectieziekten veroorzaakt door gevaarlijke virussen en bacteriën. De mens of het dier bouwt afweer op zonder eerst ziek te worden. Bepaalde infectieziekten kunnen zo worden voorkomen. Het immuunsysteem komt aan bod in de derde graad.

- Wenk: Antibiotica bieden geen behandeling voor een virusinfectie.
De invloed van antibiotica op het darmmicrobioom kan aan bod komen.
Je kan inspelen op overheidscampagnes om het antibioticagebruik in de geneeskunde en de dierenteelt te beperken of gericht in te zetten.
Ziekenhuisbacteriën zijn voorbeelden van bacteriën die resistent zijn voor antibiotica. Je kan dit linken aan het STEM-doel over interactie STEM met de samenleving.
Antimycotica werken in op schimmels.
- Wenk: Bewaringstechnieken in de voeding om bederf te vertragen: koelen, drogen, roken, pasteuriseren, steriliseren, opleggen in zuur, suiker, alcohol of zout ...

4.2.4 Interacties tussen organismen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 11 B De leerlingen illustreren interacties tussen organismen van dezelfde soort en van verschillende soorten.

1ste graad: relaties in biotoop (I-Nat-a LPD 7); biodiversiteit (I-Nat-a LPD 8); voortplantingswijzen (I-Nat-a LPD 22)

Wenk: Soorten interacties tussen organismen: commensalisme, mutualisme, parasitisme, amensalisme (antibiose), zoönose ...

Wenk: Interactie tussen organismen vormt een dynamisch evenwicht. Factoren die dit dynamisch evenwicht verstoren komen aan bod zoals gebruik van (breedspectrum)antibiotica, zeep, alcoholgel, strooizout. Je kan besmetting met een pathogeen aan bod laten komen als een onevenwichtige interactie tussen organismen.

Wenk: Je kan gedrag van organismen aan bod laten komen bv. communicatie, gedrag in functie van taken, agressie, vluchten, verdediging, voortplanting, klassieke conditionering, mimicry ...

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: onderzoek naar samenstelling en vindplaats van korstmossen (kan in samenhang met STEM-doel over wisselwerking met de maatschappij).

4.2.5 Materie- en energiestromen in ecosystemen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 12 B De leerlingen leggen het verband tussen materie- en energiestromen in een ecosysteem.

Samenhang tweede graad: kringlopen (II-Aar-d LPD 1)

1ste graad: relaties in biotoop (I-Nat-a LPD 7); fotosynthese (I-Nat-a LPD 19)

Wenk: Je kan een ecosysteem omschrijven als het geheel van positieve en negatieve interacties tussen biotische en abiotische factoren. Voorbeelden van interacties zijn voedselrelatie, fotosynthese, betreding en bemesting.



Wenk: Energiestromen zoals fotosynthese en (cel)ademhaling en materiestromen zoals watercyclus, C-cyclus, N-cyclus komen aan bod.
Je beperkt je best tot het principe van de biologische cyclus in plaats van die chemisch te benaderen.

Wenk: Tijdens materiekringlopen kan je de continue omzetting aantonen van energie-arme naar energierijke stoffen en omgekeerd.
Je kan de rol van micro-organismen in de materie-omzetting linken aan de positieve rol van bacteriën en schimmels in de natuur.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met de STEM-concepten: stromen van energie en materie, oorzaak en gevolg en met STEM-doel over wisselwerking maatschappij (duurzame ontwikkelingsdoelen).

4.3 Chemie

4.3.1 Mengsels en zuivere stoffen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 1 C De leerlingen onderzoeken zuivere stoffen en soorten mengsels in het dagelijkse leven aan de hand van eigenschappen en scheidingstechnieken.

- ★ Stofeigenschappen: massadichtheid, kookpunt, smeltpunt, deeltjesgrootte, oplosgedrag van stoffen

1ste graad: aggregatiestoestanen en faseovergangen (I-Nat-a LPD 10); mengsels en zuivere stoffen (I-Nat-a LPD 14); massadichtheid (I-Nat-a LPD 15)

Wenk: Homogene en heterogene mengsels: aerosol (rook, nevel), oplossing, schuim, suspensie, emulsie, rook, nevel, legering ...

Wenk: Leerlingen voeren zelf slechts eenvoudige scheidingstechnieken uit zoals filtreren, decanteren, centrifugeren, destilleren, uitdampen of zeven.
Je kan principes van scheidingstechnieken aanbrengen zoals filtreren, decanteren, centrifugeren, destilleren, uitdampen, zeven.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen:

- bepaling kook-en smeltpunt van water;
- bepaling kook-en smelttraject van een water/zout-mengsel.

LPD 2 C De leerlingen interpreteren de symbolische schrijfwijze van enkelvoudige en samengestelde stoffen.

1ste graad: verbindingen en atomen (I-Nat-a LPD 13)

Wenk: Je kan het verschil tussen een enkelvoudige en een samengestelde stof illustreren met de elektrolyse van water en de thermolyse van suiker.

Wenk: Molecuulmodellen (bolschil-, bolstaafmodel) kunnen aan bod komen via simulatie of via molecuulmodelbouwdozen waarbij de begrippen index en coëfficiënt worden ingeoeft.

Wenk: Je kan de naam en symbolische voorstelling van de elementen aanbrengen in relatie tot de behandelde stoffen en verder uitbreiden waar relevant.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: model.

LPD 3 C De leerlingen interpreteren naam en formule van enkelvoudige stoffen.

Wenk: Je kan aantonen dat verschillende enkelvoudige stoffen vanuit eenzelfde atoomsoort kunnen worden gevormd.

Triviale namen komen aan bod: zuurstofgas, ozon, stikstofgas, waterstofgas ...

Wenk: Je kan aandacht besteden aan het belang en voorkomen van enkelvoudige stoffen zoals ozon, stikstofgas, zuurstofgas of waterstofgas.

Je kan edelgassen en metalen behandelen.

4.3.2 Aspecten van een chemische reactie

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 4 C De leerlingen balanceren gegeven eenvoudige anorganische chemische reacties door gebruik te maken van de wet van behoud van massa.

1ste graad: chemisch en fysisch verschijnsel (I-Nat-a LPD 12)

Wenk: Het verschil tussen een chemische reactie en een fysisch verschijnsel kan je herhalend aanbrengen vanuit de eerste graad aan de hand van een aantal (demonstratie-)experimenten.

Wenk: Het aanwenden van een stappenplan als oplossingsstrategie bij het balanceren van een chemische reactievergelijking kan aan bod komen.

Wenk: De wet van behoud van massa (wet van Lavoisier) kan je toelichten aan de hand van een experiment en dit kan dan in samenhang met STEM-doelen en met STEM-concept: modellen.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: samenvoegen van bakpoeder en tafelazijn ...

LPD 5 C De leerlingen interpreteren bij een chemische reactie de energie-uitwisseling met de omgeving.

1ste graad: energieomzettingen (I-Nat-a LPD 16)

Wenk: Je behandelt dit leerplandoel bij voorkeur vanuit waarnemingen. Zowel exo-energetische als endo-energetische reacties kunnen aan bod komen. Authentieke contexten die je kan behandelen: verbrandingsreactie, werking van een batterij, fotosynthese, explosie, coldpacks, verkleuren van textiel ...

Wenk: Het gebruik en de interpretatie van een grafiek kunnen aan bod komen. Je laat een energiediagram aan bod komen waarbij je kan focussen op het verschil tussen de energie van de beginproducten en de energie van de eindproducten.

Wenk: Inhouden over energie en warmte komen in Fysica aan bod.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen:



4.3.3 Bouw en eigenschappen van atomen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 6 C De leerlingen gebruiken een atoommodel om de structuur van atomen en ionen te beschrijven.

1ste graad: verbindingen en atomen (I-Nat-a LPD 13)

Wenk: De beperktheid en geldigheid van een atoommodel kan je kort behandelen via de historische evolutie van het atoommodel.

Je kan best het atoommodel van Bohr bestuderen.

Je kan namen van elementaire deeltjes, begrippen als massagetal en atoomnummer behandelen en aandacht besteden aan de symbolische voorstelling. Ook het elektron-stipmodel komt aan bod.

Inhouden over elektrische ladingen komen aan bod in Fysica.

Wenk: Je kan de verschillende elementaire deeltjes kwantitatief bepalen vanuit A en Z met behulp van het PSE.

Je kan de structuur van ionen aan bod laten komen in samenhang met het afleiden van atomeigenschappen vanuit het PSE en linken aan het interpreteren van chemische bindingen.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met de STEM-concepten: schaal en verhouding en modellen. Je kan aandacht besteden aan de link tussen experiment en model in de vorm van modelverfijning.

LPD 7 C De leerlingen beschrijven het PSE als een rangschikking volgens toenemend atoomnummer voor elementen uit de a-groepen en de edelgassen.

Wenk: Je kan het verband aangeven tussen de elektronenconfiguratie enerzijds en het periodenummer en groepsnummer van de hoofdgroepen anderzijds, met speciale aandacht voor de stabiele edelgasconfiguratie.

Je kan het begrip overgangsmetalen (nevangroepen) kort aanhalen.

Je kan verwijzen naar de nummering van de groepen volgens IUPAC.

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met de eigenschappen van atomen en met het STEM-concept: modellen.

LPD 8 C De leerlingen leiden eigenschappen van atomen af vanuit het PSE.

Wenk: Je kan bij eigenschappen van atomen focussen op metaal-en niet-metaalkarakter en op elektronegativiteit.

Je kan eigenschappen van metalen, niet-metalen en edelgassen bv. geleidbaarheid, inertie, kookpunt, smeltpunt, warmtegeleiding, aggregatietoestand, vervormbaarheid in verband brengen met toepassingen.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: patronen.

4.3.4 Indeling van samengestelde stoffen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 9 C De leerlingen interpreteren naam en formule van anorganische zuren, basen, zouten en oxiden.

- Wenk: Het is de bedoeling dat leerlingen een zicht krijgen op de naamgeving zonder dat dit doorgedreven en complex aan bod komt. De leerlingen hoeven ook de namen van de ionen niet uit het hoofd te kennen. Je kan de relevante gegevens van de behandelde stoffen aanbieden via een overzichtstabel. De regels voor de stocknotatie en voor de naamgeving met Griekse telwoorden moeten enkel worden geïnterpreteerd en niet worden toegepast. Courante triviale namen van stoffen: zoutzuur, ammoniak, salpeterzuur, zwavelzuur, soda, koolzuur ... kan je aan bod laten komen.
- Wenk: Je kan het onderscheid maken tussen organische en anorganische stoffen. Als chemische formule kan je de brutoformule en de formule-eenheid aan bod laten komen.
- Wenk: Het onderscheid tussen een binair zuur en een ternair zuur komt aan bod. Bij de basen behandel je zowel hydroxiden als ammoniak.
- Wenk: Je kan anorganische stoffen in verband brengen met toepassingen en biologische en chemische processen in het dagelijks leven bv. metaaloxiden in glas, zuren en basen in batterijen, zouten in sportdranken, fosforzuur in cola (roest).
- Wenk: De namen en symbolen van chemische elementen worden in de media en dagelijkse omgang vaak gebruikt én om zuivere stoffen te vermelden én om de aanwezigheid van deze atoomsoorten in bepaalde componenten van mengsels aan te duiden. Voorbeelden zijn: het 'ijzer'-gehalte in het bloed, 'zware metalen' in de grond, 'fosfor' en 'stikstof' in de meststoffen, 'chloor' in het zwembadwater. Dergelijke uitdrukkingen geven enkel de aanwezigheid van bepaalde atoomsoorten weer, maar doen geen uitspraak over de samenstelling van de zuivere stoffen of mengsels waarin deze atoomsoorten voorkomen.
- Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: patronen.

LPD 10 C De leerlingen interpreteren naam en formule van alkanen.

- Wenk: Je kan de regels van de IUPAC-naamgeving van organische stoffen hanteren; de nadruk wordt gelegd op het gebruik van achtervoegsels bij de karakterisering van de functionele groep. Uitgebreidere principes van de naamgeving komen aan bod in de derde graad.
Enkel de onvertakte n-alkanen worden behandeld.
- Wenk: Je kan een tabel van de stofklassen met stam en verschillende achtervoegsels aanbieden in voorbereiding op de derde graad.
Je kan aandacht besteden aan de triviale namen.
- Wenk: Alkanen in toepassingen en biologische en chemische processen in het dagelijks leven bv. aardgas, methaangas.



Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: patronen.

4.3.5 Eigenschappen van stoffen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 11 C De leerlingen leggen het verband uit tussen bindingstype en oplosbaarheid in water.

Wenk: Je kan volgende vuistregel hanteren: een ionbinding wordt gevormd tussen metalen en niet-metalen, een atoombinding (covalente binding) tussen niet-metalen en een metaalbinding tussen metalen, omdat de regel op basis van het verschil in elektronegatieve waarde niet altijd klopt.

Wenk: Je kan elektronegatieve waarde aan bod laten komen om een polaire van een apolaire binding te onderscheiden.
Je kan polaire en apolaire stoffen onderscheiden op basis van hun oplosbaarheid in water. De chemische structuur van water wordt aangereikt.
Je kan de regel 'Soort zoekt soort' hanteren.

Wenk: Je kan dissociatie en ionisatie aan bod laten komen: je kan wijzen op het verschil tussen het vrijkomen van ionen (dissociatie) en het vormen van ionen (ionisatie).
Je kan dit linken aan water als dipoolmolecule.

LPD 12 C De leerlingen leggen het verband uit tussen het bindingstype en het geleidingsvermogen.

Wenk: Je kan het verband leggen tussen het aantal ionen in een oplossing en de geleidbaarheid ervan.
Je maakt het onderscheid tussen de geleidbaarheid van zuivere stoffen en van oplossingen. Inhouden over geleiders en isolatoren komen in Fysica aan bod.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM-doelen over onderzoeken.

LPD 13 C De leerlingen brengen pH in verband met het zuur, basisch of neutraal karakter van een waterige oplossing en lichten de functie van een zuur-base indicator toe.

Wenk: Het in verband brengen van de pH met waterstofionenconcentratie en hydroxide-ionenconcentratie kan je linken aan het interpreteren van molaire concentratie (LPD 14C).

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: het onderzoek naar het zuur, basisch of neutraal karakter met behulp van UI-papier, met indicatoren ...

4.3.6 Kwantitatieve aspecten

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 14 C De leerlingen interpretern massaconcentratie en molaire concentratie.

Wenk: Je kan massaconcentratie en molaire concentratie aanbrengen vanuit voorbeelden van oplossingen. Het is niet nodig om omzettingen en berekeningen te doen tussen de grootheden.

Wenk: Je kan aanbrengen dat stofhoeveelheid in chemie wordt uitgedrukt in mol. Eén mol kan worden gelinkt aan de constante van Avogadro.

4.4 Fysica

4.4.1 Krachten en hun gevolgen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 1 F De leerlingen interpreteren rechtlijnige bewegingen grafisch en eenparig rechtlijnige bewegingen kwantitatief.

Samenhang tweede graad: eerstegraadsfuncties (II-Wis-d LPD 20; II-WisS-d LPD 24; II-WisS'-d LPD 20)

1ste graad: verband tussen constante snelheid, verplaatsing en tijdsduur (I-Tec-a LPD 8)

Wenk: Bij een eenparig rechtlijnige beweging is de resulterende kracht op een lichaam gelijk aan nul.

Wenk: Mogelijke experimenten over het meten van (gemiddelde) snelheid: een biljartbal, cilindervormige magneet laten rollen in een U-profielvormig aluminiumgootje, luchtkussenbaan, curlingbaan uit speelgoedbaan, luchtbelproef, speelgoedauto op batterij ...

Wenk: Je kan aandacht besteden aan het verschil tussen afgelegde weg en verplaatsing.

Wenk: Je kan leerlingen voor een eenparig rechtlijnige beweging de snelheid laten berekenen en een $x(t)$ - en $v(t)$ -grafiek laten maken en interpreteren. Je kan daarbij de oppervlakte onder de snelheidsgrafiek interpreteren als de afgelegde weg. De formule voor de gemiddelde snelheid kan je in verband brengen met het begrip differentiequotiënt uit Wiskunde.

Wenk: Je kan bij de realisatie van dit doel vectoren buiten beschouwing laten.

Wenk: Je kan het onderscheid tussen scalaire en vectoriële grootte aangeven. Je kan de snelheid als vector laten tekenen bij verschillende bewegingstoestanden die aan bod komen in het leerplandoel 2F: in rust, bij eenparig rechtlijnige beweging, bij versnellen, vertragen, van richting veranderen.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan modellen: de ERB als idealisering van een rechtlijnige beweging.

Extra: Je kan ook aandacht besteden aan inhaal- en kruisingsproblemen; zij kunnen grafisch worden benaderd.

LPD 2 F De leerlingen stellen krachten vectorieel voor en leggen het verband tussen de verandering van bewegingstoestand van een lichaam en de resulterende kracht.



- ★ Dynamische effecten van een resulterende kracht: versnellen, vertragen, van richting veranderen
Zwaartekracht, verschil massa en gewicht
Normaalkracht, veerkracht

Samenhang tweede graad: bewerkingen met vectoren (II-Wis-d LPD 13; II-WisS-d LPD 13, 14; II-WisS'-d LPD 13)

1ste graad: krachten en hun uitwerking (I-Nat-a LPD 21)

Wenk: Je kan krachten definiëren als mogelijke oorzaak van vormverandering of verandering van de bewegingstoestand.

Wenk: Het is zinvol om de vectoriële krachten som in één dimensie te tekenen. Als de resultante van de inwerkende krachten gelijk is aan nul blijft de bewegingstoestand behouden. Het voorwerp blijft in rust of de snelheid zal onveranderd blijven: zowel grootte als richting van de snelheid blijven constant. Dit is het traagheidsbeginsel.

Wenk: Je kan voorbeelden geven van verandering van de bewegingstoestand om aan te sluiten bij de eerste graad: botsen van een bal (veranderen van zin), een bocht nemen (verandering van richting), versnellen of vertragen (verandering van grootte).

Wenk: Je kan de snelheid als vector voorstellen en kwalitatief aangeven hoe de vector verandert bij de bewegingsverandering.

Wenk: Gewicht is de kracht op een ondersteuning of ophanging. Een vallend lichaam is niet onderhevig aan een ondersteuning en is dus gewichtloos.

Wenk: Je kan ingaan op het recht evenredig verband tussen zwaartekracht en massa. Je kan dit experimenteel vaststellen met een dynamometer. Je kan de link leggen met de STEM-doelen en het verband tussen de grootte van de zwaartekracht en de massa laten onderzoeken met ICT.

Wenk: De bewegingstoestand van een vallend voorwerp verandert: het versnelt. Dus moet er een kracht aanwezig zijn. Je kan aangeven dat de zwaartekracht een veldkracht is.

Wenk: Je kan ingaan op het recht evenredig verband tussen veerkracht en verlenging. Je kan dit experimenteel vaststellen in het lineair werkingsgebied van een veer. Je kan de link leggen met modellen: de idealisering geldt slechts voor een beperkt gebied.

Wenk: Je kan de link leggen met het STEM-concept verhouding bij zwaartekracht en veerkracht.

LPD 3 F De leerlingen verklaren fenomenen of toepassingen uit het dagelijks leven aan de hand van het concept druk bij vaste stoffen, vloeistoffen en gassen.

- ★ Druk als grootte van de kracht per oppervlakte
Invloedsfactoren op de totale druk in een vloeistof

1ste graad: analyse van materialen (bv. drukspanning) (I-Tec-a LPD 7)

Wenk: Bij het definiëren van druk als grootte van de kracht per oppervlakte kan je ingaan

op het omgekeerd evenredig verband tussen druk en oppervlakte.

Wenk: De totale druk in een vloeistof is de som de hydrostatische druk en de atmosferische druk.

Wenk: Je kan het deeltjesmodel gebruiken om het verschijnsel gasdruk te verklaren.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan toepassingen zoals bloeddruk, onderdruk en overdruk in een vat of een leiding, hoogtemeters die werken op basis van luchtdrukmeting, de invloed van luchtdrukbeïnvloeding in een vliegtuig op de constructiewijze, het gevaar voor caissonziekte bij het duiken, de invloed van de temperatuur op de luchtdruk in banden, de hydraulische pers als toepassing van het beginsel van Pascal.

Wenk: Je kan de link leggen met fenomenen zoals luchtdrukdaling in functie van de hoogte, druk en drukverschillen in de atmosfeer, wind.

4.4.2 Energieomzetting en vermogen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 4 F De leerlingen stellen de energiebalans van energieomzettingen op aan de hand van de wet van behoud van energie.

1ste graad: energieomvormingen (I-Nat-a LPD 16)

Wenk: Om dit leerplandoel te bereiken volstaat een kwalitatieve energiebalans met omzetting van gravitationele energie, elastische energie, kinetische energie, chemische energie, thermische energie, stralingsenergie, kernenergie en elektrische energie. Je kan de link leggen naar energie-uitwisseling bij chemische reacties.

Wenk: Je kan aangeven dat velden energie bevatten zoals het zwaarteveld, een magnetisch veld ... We noemen dit potentiële energie. Het is niet noodzakelijk om energie te definiëren vanuit arbeid.

Wenk: Je kan de link leggen met duurzame energieproductie. Productie betekent hier een energie-omzetting naar een door de mens bruikbare vorm. Je kan de link leggen met het STEM-doel over wisselwerkingen met de samenleving.

Wenk: Je kan gebruik maken van de STEM-concepten systemen en hun modellen en stromen van energie door de aanvoer en uitvoer van energie aan te geven in een blokschema. Op die manier verduidelijk je de energiebalans op een kwalitatieve manier. Je kan de uitgevoerde energie ook classificeren in voor de mens bruikbare en niet bruikbare energiesoorten (STEM-concept 'patronen').

LPD 5 F De leerlingen stellen kwantitatief de energiebalans op van energieomzettingen tussen kinetische, gravitationele of elastische energie in eenvoudige situaties.

Samenhang tweede graad: formules omvormen (II-Wis-d LPD 16; II-WisS-d LPD 20; II-WisS'-d LPD 16)

Wenk: Je kan vertrekken van betekenisvolle probleemstellingen. Je kan aangeven dat leerlingen met de wet van behoud van energie voorspellingen kunnen doen. Je



kan het rekenwerk beperken door gebruik te maken van ICT.

Wenk: Formules kunnen eerst worden geduid.

Wenk: Je kan de link leggen met de STEM-concepten stromen en behoud van energie. De energiebalans krijgt hier een kwantitatieve invulling.

Wenk: Je kan de link leggen met duurzame energieproductie en het doel verbinden met het STEM-doel over wisselwerkingen met de samenleving.

LPD 6 F De leerlingen voeren berekeningen uit in verband met vermogen en rendement bij energieomzettingen in systemen.

Wenk: Je kan een link leggen met duurzame/hernieuwbare energieproductie.

Wenk: Je kan het begrip het begrip rendement verbinden met het begrip energiedissipatie bij open en geïsoleerde systemen (en zo aandacht te besteden aan leerlingendenkbeelden over “energieverlies”). Je kan daarbij energiedissipatie verduidelijken als omzetting van een bruikbare geordende energievorm in een minder bruikbare ongeordende energievorm. In gewone omgangstaal spreken we over het “verbruiken” van energie terwijl het strikt genomen gaat over omzetting van energie.

Wenk: Je kan aangeven dat we - afhankelijk van de context - in het dagelijks leven meer betekenisvolle niet-SI eenheden gebruiken: kWh en kcal.

4.4.3 Thermodynamica

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 7 F De leerlingen verklaren het energietransport bij temperatuursveranderingen van stoffen aan de hand van het deeltjesmodel.

★ Absolute temperatuur

1ste graad: thermische uitzetting of krimp; deeltjesmodel (I-Nat-a LPD 11)

Wenk: Je kan temperatuur duiden als maat voor de gemiddelde snelheid van de deeltjes in een stof en zo ook het begrip absolute temperatuur duiden.

Wenk: Je kan geleiding en convectie/stroming als transportmogelijkheden van thermische energie verklaren met het deeltjesmodel. Ook straling kan je duiden als een vorm van energietransport; bv. opgenomen warmtestraling doet deeltjes in materie harder trillen.

Wenk: Je kan warmte definiëren als vorm van energietransport ten gevolge van een temperatuurverschil. Thermisch evenwicht ontstaat als twee objecten of systemen dezelfde temperatuur bereiken.

Wenk: Je kan de link leggen met praktische gevolgen van de grote specifieke warmtecapaciteit van water: de invloed van de zee op het klimaat, invloed van de grote hoeveelheid water in het menselijk lichaam op het constant houden van de lichaamstemperatuur. Je kan dit doel ook koppelen aan het STEM-doel over wisselwerkingen met de samenleving en ingaan op het maatschappelijk belang van thermische isolatie.

Extra: Je kan de link leggen met de STEM-doelen en het verband onderzoeken tussen de temperatuursverandering, de massa en de warmtehoeveelheid.

LPD 8 F De leerlingen verklaren het energietransport bij faseovergangen van stoffen aan de hand van het deeltjesmodel.

1ste graad: aggregatietoestanden en faseovergangen; deeltjesmodel (I-Nat-a LPD 10)

Wenk: Je kan aangeven dat warmte kan zorgen voor een temperatuursverandering: merkbare warmte of voor een faseovergang: latente warmte. Je kan dit verduidelijken met grafieken.

Wenk: In Chemie komen smelt- en kookpunt aan bod als stoffeigenschap.

Wenk: Je kan aangeven dat de toegevoegde energie tijdens de faseovergang gebruikt wordt om de potentiële energie te laten toenemen en dus de cohesiekrachten te overwinnen. Cohesiekrachten zijn op moleculair niveau elektrische krachten.

Wenk: Via tabellen kunnen leerlingen zich verwonderen over de grootteorde van de latente warmte en de specifieke warmtecapaciteit van water. Je kan de beïnvloedende grootheden aangeven aan de hand van de formules voor latente en merkbare warmte.

Wenk: Je kan de link leggen met praktische gevolgen van latente warmte: afkoeling van het lichaam door verdamping van transpiratievocht, benutten van condensatie-energie in een condensatieketel ...

4.4.4 Elektrodynamica

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 9 F De leerlingen analyseren verbanden tussen stroomsterkte, spanning en weerstand in een gelijkstroomkring.

1ste graad: Analyse van energiesystemen (I-Tec-a LPD 9)

Wenk: Je kan gebruik maken van een hydraulisch analogiemodel:

- de analogie tussen debiet (fluïdumstroom) en elektrische stroomsterkte;
- de analogie tussen hoogteverschil en spanning;
- de analogie tussen stromingsweerstand en elektrische weerstand.

Wenk: Elektrische energie is een vorm van potentiële energie van het elektrisch veld naar analogie met de potentiële energie van het zwaarteveld.

Wenk: Vanuit het verschil in geleidbaarheid/weerstand krijgen de begrippen geleider en isolator betekenis. Je kan dit linken aan het concept bindingstype (chemie). Het begrip elektrische lading kan je linken aan het atoommodel.

Wenk: Je kan leerlingen laten redeneren met grafische voorstellingen en de formules. Je kan dit koppelen aan betekenisvolle contexten zoals de stroom door het menselijk lichaam berekenen bij contact met een bepaalde spanning.

Wenk: Je kan ook de eigenschappen van een serie- en parallelschakeling met elkaar vergelijken en in verband brengen met toepassingen in het dagelijks leven. Leerlingen hoeven geen gemengde schakelingen te bespreken.



Wenk: Je kan aandacht besteden aan de werking en het belang van veiligheidssystemen in een elektrische installatie bij de risico's elektrocutie, kortsluiting en overbelasting. Je kan dit in verband brengen met de verbanden tussen spanning, stroom, weerstand en geleidbaarheid. Je kan dit ook koppelen aan het STEM-concept oorzaak-gevolg.

- Voor de risico's elektrocutie, brand door kortsluiting en overbelasting is het aangewezen om in te gaan op deze veiligheidssystemen: zekering, verliesstroomschakelaar, aarding en elektrische isolatie.
- Je kan wijzen op het belang van veiligheidsspanning en isolatie om eventuele stromen door het menselijk lichaam (vooral deze door het hart) te beperken in gevaarsituaties (bijv. in de auto, speelgoed ...).

Wenk: Je kan het verband tussen spanning en stroom $I=f(U)$ onderzoeken door dit doel te koppelen aan het STEM-doel over het voeren van onderzoek (LPD S1). Je kan dan vanuit de trendlijn een wiskundig model opstellen voor een gegeven weerstand. Het omgekeerde van de weerstand manifesteert zich hier als richtingscoëfficiënt in het lineair verband tussen spanning en stroom bij constante temperatuur.

Wenk: Je kan je beperken tot ohmse weerstanden en niet-lineaire weerstanden (halfgeleider zoals LED, gloeilamp ...) buiten beschouwing laten.

LPD 10 F De leerlingen gebruiken de grootheid vermogen en het Joule-effect om fenomenen in elektrische systemen te verklaren.

Wenk: Je kan het joule-effect verklaren met het deeltjesmodel: bijvoorbeeld de stroom van elektronen in een geleider veroorzaakt meer botsingen met de roosterionen waardoor ze meer gaan trillen. Je legt dan de link naar het STEM-concept 'systemen en hun modellen'.

Wenk: Je kan de formules voor het joule-effect en het vermogen poneren en duiden.

Wenk: Je kan vanuit het kwadratisch verband met de grootte van de stroom $Q=R \cdot I^2 \cdot \Delta t$ wijzen op het belang van hoogspanning om verliezen door joule-effect te beperken bij het transport van een gegeven vermogen.

Wenk: Je kan toepassingen van het joule-effect bespreken, bv. de bliksem, elektrische toestellen. Soms is het joule-effect gewenst (bv. bij verwarmingstoestellen), soms is het ongewenst (bv. bij verlichtingstoestellen, elektrische leidingen en computers).

5 Basisuitrusting

Basisuitrusting verwijst naar de infrastructuur en het (didactisch) materiaal die beschikbaar moeten zijn voor de realisatie van de leerplandoelen.

Om de leerplandoelen te realiseren dient de school minimaal de hierna beschreven infrastructuur en materiële en didactische uitrusting ter beschikking te stellen die beantwoordt aan de reglementaire eisen op het vlak van veiligheid, gezondheid, hygiëne, ergonomie en milieu.

De technische voorschriften inzake arbeidsveiligheid van de Codex over het welzijn op het werk en aanvullend ook het Algemeen Reglement voor de Arbeidsbescherming (ARAB), het Algemeen Reglement op

Elektrische Installaties (AREI) en het Vlaams Reglement betreffende de Milieuvergunning (VLAREM) zijn van toepassing.

De rubrieken 'Infrastructuur' en 'Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen' beschrijven de minimale materiële vereisten in algemene zin. Verdere materiële vereisten worden in de context van de school nog geconcretiseerd op basis van pedagogisch-didactische keuzes waaronder de geselecteerde proeven, de gebruikte stoffen en de aanwezige (basis)uitrusting. We adviseren de school om de grootte van de klasgroep en de beschikbare infrastructuur en uitrusting op elkaar af te stemmen.

De zorg van de school voor een veilige, gezonde en milieubewuste leef- en leeromgeving in de (praktische) lessen natuurwetenschappen vormen hierbij een uitgangspunt. Deze zorg voor veiligheid en milieuzorg in het schoollaboratorium wordt geconcretiseerd in adviezen vanuit wettelijke regelgeving rond welzijn en milieu in de uitgave 'Chemicaliën op school' (COS) van de Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging (KVCV). Deze COS-brochure vormt dan ook de leidraad inzake veiligheidsonderricht voor leerlingen, de aankoop, opslag en het gebruik van chemicaliën, het milieuvriendelijk en veilig afvalbeheer, de inrichting van wetenschapslokalen en de organisatie van praktijklessen. Er werd rekening gehouden met de pedagogisch-didactische aspecten van de natuurwetenschappelijke vakken in het secundair onderwijs en met het onderwijsniveau, de studierichtingen, de leerdoelen en de vaardigheidsverschillen tussen leraren en leerlingen.

Risicoanalyses voor chemicaliën en voor infrastructuur

Om leerlingen veilig te laten omgaan met chemicaliën en daarbij de nodige preventiemaatregelen te voorzien, wordt er binnen de lessen natuurwetenschappen eerst de COS-brochure geraadpleegd en indien nodig een risicoanalyse uitgevoerd. Als hulpmiddel voor het opstellen van deze risicoanalyse ontwikkelde de COS-werkgroep een module gekoppeld aan de DBGS (Databank Gevaarlijke Stoffen).

Ook de veiligheid van wetenschaps- en praktijklokalen is essentieel: de bouwstenen van een veilige infrastructuur worden altijd getoetst aan de pedagogisch-didactische praktijk. Ook daarvoor is een hulpmiddel voor risicoanalyse ter beschikking.

De nodige informatie is terug te vinden op de PRO.website onder de rubriek '[Veiligheid, milieu en leerplanrealisatie](#)'.

5.1 Infrastructuur

Een lokaal

- met een (draagbare) computer waarop de nodige software en audiovisueel materiaal kwaliteitsvol werkt en die met internet verbonden is;
- met de mogelijkheid om (bewegend beeld) kwaliteitsvol te projecteren;
- met de mogelijkheid om geluid kwaliteitsvol weer te geven;
- met de mogelijkheid om draadloos internet te raadplegen met een aanvaardbare snelheid;
- met voldoende materiaal (per 2 leerlingen) voor de uit te voeren leerlingexperimenten;
- met een demonstratietafel, waar zowel water als elektriciteit voorhanden zijn;
- met de nodige werktafels, lestafels, voldoende opbergruimte, een wasbak en nutsvoorzieningen;
- met voorzieningen voor correct afvalbeheer;
- dat voldoende ruim is om eventueel flexibele klasopstellingen mogelijk te maken.

Toegang tot (mobile) devices voor leerlingen.



5.2 Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen

Om aan onderzoeksgericht onderwijs in natuurwetenschappen te doen is per vakgebied basismateriaal nodig zoals glaswerk, (meet)toestellen, sensoren, 2D- en 3D-modellen, preparaten, chemicaliën, tabellen ... Dit basismateriaal is afgestemd op de realisatie van de leerplandoelen. De beschikbaarheid van opstellingen om experimenten uit te voeren kan de lessen vlotter laten verlopen. Er worden persoonlijke en collectieve beschermingsmiddelen voorzien in functie van het uit te voeren onderzoek.

Het aanwezige materiaal is voldoende voor de grootte van de klasgroep. Omdat de leerlingen bij experimenteel werk per 2 (uitzonderlijk per 3) werken, zal een aantal zaken in meervoud aanwezig moeten zijn. Voor de duurdere toestellen kan de school zich afhankelijk van de klasgrootte beperken tot enkele exemplaren die dan in een circuitpracticum worden gebruikt.

6 Glossarium

In het glossarium vind je synoniemen voor en een toelichting bij een aantal handelingswerkwoorden die je terugvindt in leerplandoelen en (specifieke) minimumdoelen van verschillende graden.

Handelingswerkwoord	Synoniem	Toelichting
Analyseren		Verbanden zoeken tussen gegeven data en een (eigen) besluit trekken
Beargumenteren	Verklaren	Motiveren, uitleggen waarom
Beoordelen	Evalueren	Een gemotiveerd waardeoordeel geven
Berekenen	Berekeningen uitvoeren	
Berekeningen uitvoeren	Berekenen	
Beschrijven	Toelichten, uitleggen	
Betekenis geven aan	Interpreteren	
Een (...) cyclus doorlopen	Een (...) proces doorlopen	Via verschillende fasen tot een (deel)resultaat komen of een doel bereiken
Een (...) proces doorlopen	Een (...) cyclus doorlopen	Via verschillende fasen tot een (deel)resultaat komen of een doel bereiken
Evalueren	Beoordelen	
Gebruiken	Hanteren, inzetten, toepassen	
Hanteren	Gebruiken, inzetten, toepassen	
Identificeren		Benoemen; aangeven met woorden, beelden ...
Illustreren		Beschrijven (toelichten, uitleggen) aan de hand van voorbeelden
In dialoog gaan over	In interactie gaan over	
In interactie gaan over	In dialoog gaan over	
Interpreteren	Betekenis geven aan	
Inzetten	Gebruiken, hanteren, toepassen	
Kritisch omgaan met	Kritisch gebruiken	

Kwantificeren		Beredeneren door gebruik te maken van verbanden, formules, vergelijkingen ...
Onderzoeken	Onderzoek voeren	Verbanden zoeken tussen zelf verzamelde data en een (eigen) besluit trekken
Onderzoek voeren	Onderzoeken	Verbanden zoeken tussen zelf verzamelde data en een (eigen) besluit trekken
Reflecteren over		Kritisch nadenken over en argumenten afwegen zoals in een dialoog, een gedachtewisseling, een paper
Testen	Toetsen	
Toelichten	Beschrijven, uitleggen	
Toepassen	Gebruiken, hanteren, inzetten	
Toetsen	Testen	
Uitleggen	Beschrijven, toelichten	
Verklaren	Beargumenteren	Motiveren, uitleggen waarom

7 Concordantie

7.1 Concordantietabel

De concordantietabel geeft duidelijk aan welke leerplandoelen de minimumdoelen (MD) realiseren.

Leerplandoel	Minimumdoelen
1S	MD 06.51
2S	MD 06.50
3S	MD 06.52
4S	MD 06.53
5S	MD 06.40
1B	MD 06.24; MD 06.25
2B	MD 06.25; MD 06.27
3B	MD 06.24
4B	MD 06.25
5B	MD 06.26
6B	MD 06.25



7B	MD 06.25; MD 06.26
8B	MD 06.25; MD 06.26
9B	MD 06.28
10B	MD 06.29
11B	MD 06.30
12B	MD 06.31
1C	MD 06.32
2C	MD 06.35
3C	MD 06.35
4C	MD 06.37
5C	MD 06.37
6C	MD 06.33
7C	MD 06.34
8C	MD 06.34
9C	MD 06.35; MD 06.36
10	MD 06.35; MD 06.36
11C	MD 06.36
12C	MD 06.36
13C	MD 06.38
14C	MD 06.39
1F	MD 06.41
2F	MD 06.42
3F	MD 06.43
4F	MD 06.44
5F	MD 06.45
6F	MD 06.46

7F	MD 06.47
8F	MD 06.47
9F	MD 06.48
10F	MD 06.49

7.2 Minimumdoelen basisvorming

- 06.24 De leerlingen leggen uit hoe plantaardige en dierlijke organismen prikkels ontvangen.
- 06.25 De leerlingen leggen uit hoe bij plantaardige en dierlijke organismen een prikkel verwerkt wordt.
- Onderliggende (kennis)elementen:
- Zenuwstelsel
 - Hormonen
- 06.26 De leerlingen lichten het onderscheid toe tussen reacties op een prikkel bij plantaardige en dierlijke organismen.
- 06.27 De leerlingen leggen uit dat plantaardige en dierlijke organismen zich kunnen handhaven dankzij homeostase.
- 06.28 De leerlingen leggen de hormonale regeling van het voortplantingssysteem bij de mens uit.
- 06.29 De leerlingen leggen het verband tussen eigenschappen van virussen, bacteriën en schimmels en hun positieve en negatieve rol in de natuur.
- Onderliggende (kennis)elementen:
- Microbioom
- 06.30 De leerlingen illustreren interacties tussen organismen van dezelfde soort en van verschillende soorten.
- 06.31 De leerlingen leggen het verband tussen materie- en energiestromen in een ecosysteem.
- 06.32 De leerlingen onderzoeken zuivere stoffen en soorten mengsels in het dagelijkse leven aan de hand van eigenschappen en scheidingstechnieken.
- Onderliggende (kennis)elementen:
- Stofeigenschappen: massadichtheid, kookpunt, smeltpunt, deeltjesgrootte, oplosgedrag van stoffen
- 06.33 De leerlingen gebruiken een atoommodel om de structuur van atomen en ionen te beschrijven.
- 06.34 De leerlingen leggen het verband tussen de plaats en de eigenschappen van atomen in het PSE.
- 06.35 De leerlingen interpreteren de naam en symbolische schrijfwijze van enkelvoudige en samengestelde stoffen.
- 06.36 De leerlingen leggen het verband tussen de chemische binding en de eigenschappen van een stof.
- Onderliggende (kennis)elementen:



- Oxiden, basen, zuren, zouten en alkanen

06.37 De leerlingen balanceren gegeven eenvoudige chemische reacties en interpreteren ze in termen van materie- en energie-uitwisseling.

06.38 De leerlingen brengen pH in verband met het zuur, basisch of neutraal karakter van een waterige oplossing en lichten de functie van een zuur-base indicator toe.

06.39 De leerlingen interpreteren massaconcentratie en molaire concentratie.

06.40 De leerlingen lossen fysische problemen met en zonder formularium op.

Voetnoot:

Rekening houdend met concepten van de tweede graad.

06.41 De leerlingen interpreteren rechtlijnige bewegingen grafisch en eenparig rechtlijnige bewegingen kwantitatief.

06.42 De leerlingen stellen krachten vectorieel voor en leggen het verband tussen de verandering van bewegingstoestand van een lichaam en de resulterende kracht.

Onderliggende (kennis)elementen:

- Zwaartekracht, gewicht, normaalkracht, veerkracht
- Dynamische effecten van een resulterende kracht: versnellen, vertragen, van richting veranderen
- Verschil massa en gewicht

06.43 De leerlingen verklaren fenomenen of toepassingen uit het dagelijkse leven aan de hand van het concept druk bij vaste stoffen, gassen en vloeistoffen.

Onderliggende (kennis)elementen:

- Druk als grootte van de kracht per oppervlakte
- Invloedsfactoren op de totale druk in een vloeistof

06.44 De leerlingen stellen de energiebalans van energieomzettingen op aan de hand van de wet van behoud van energie.

06.45 De leerlingen stellen kwantitatief de energiebalans op van energieomzettingen tussen kinetische, gravitationele of elastische energie in eenvoudige situaties.

06.46 De leerlingen voeren berekeningen uit in verband met vermogen en rendement bij energieomzettingen in systemen.

06.47 De leerlingen verklaren het energietransport bij faseovergangen en bij temperatuursveranderingen van stoffen aan de hand van het deeltjesmodel.

Onderliggende (kennis)elementen:

- Absolute temperatuur

06.48 De leerlingen analyseren verbanden tussen stroomsterkte, spanning en weerstand in een gelijkstroomkring.

06.49 De leerlingen gebruiken de grootheid vermogen en het Joule-effect om fenomenen in elektrische systemen te verklaren.

06.50 De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met materialen, stoffen, organismen en technische systemen.

06.51 De leerlingen voeren onderzoek aan de hand van een wetenschappelijke methode om kennis te ontwikkelen en om vragen te beantwoorden.

Voetnoot:

Rekening houdend met concepten van de tweede graad.

- 06.52 De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een probleem door wetenschappen, technologie of wiskunde geïntegreerd aan te wenden.

Voetnoot:

Rekening houdend met concepten van de tweede graad en de context waarin dit minimumdoel aan bod komt.

- 06.53 De leerlingen analyseren de wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij aan de hand van maatschappelijke uitdagingen.

Voetnoot:

Rekening houdend met de context waarin dit minimumdoel aan bod komt.



Inhoud

1	Inleiding.....	3
1.1	Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten	3
1.2	De vormingscirkel – de opdracht van secundair onderwijs	3
1.3	Ruimte voor leraren(teams) en scholen	4
1.4	Differentiatie	4
1.5	Opbouw van leerplannen.....	6
2	Situering	6
2.1	Samenhang met de eerste graad	7
2.2	Samenhang in de tweede graad	7
2.3	Plaats in de lessentabel	7
3	Pedagogisch-didactische duiding	7
3.1	Natuurwetenschappen en het vormingsconcept	7
3.2	Krachtlijnen	9
3.3	Opbouw.....	9
3.4	Leerlijnen.....	10
3.4.1	Samenhang met de eerste graad	10
3.4.2	Samenhang in de tweede graad	11
3.5	Aandachtspunten	12
3.5.1	Oriëntatie van het leerplan	12
3.5.2	Samenhang tussen wetenschappen	12
3.5.3	Dissecties als werkvorm	14
3.6	Leerplanpagina.....	14
4	Leerplandoelen	14
4.1	STEM-doelen	14
4.2	Biologie.....	18
4.2.1	Homeostase	18
4.2.2	Voortplanting	21
4.2.3	Biodiversiteit	22
4.2.4	Interacties tussen organismen.....	23
4.2.5	Materie- en energiestromen in ecosystemen.....	23
4.3	Chemie	24
4.3.1	Mengsels en zuivere stoffen	24
4.3.2	Aspecten van een chemische reactie.....	25

4.3.3	Bouw en eigenschappen van atomen.....	26
4.3.4	Indeling van samengestelde stoffen	27
4.3.5	Eigenschappen van stoffen	28
4.3.6	Kwantitatieve aspecten.....	28
4.4	Fysica	29
4.4.1	Krachten en hun gevolgen	29
4.4.2	Energieomzetting en vermogen.....	31
4.4.3	Thermodynamica	32
4.4.4	Elektrodynamica	33
5	Basisuitrusting	34
5.1	Infrastructuur	35
5.2	Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen.....	36
6	Glossarium.....	36
7	Concordantie	37
7.1	Concordantietabel.....	37
7.2	Minimumdoelen basisvorming	39

