

LEERPLAN

Natuurwetenschappen C

2de graad D-finaliteit

II-NatS-d

BRUSSEL

D/2021/13.758/034

Disclaimer

Gezien de te grote omvang en gedetailleerdheid van het geheel van de basisvorming en de specifieke vorming zoals bepaald door de Vlaamse regering (eindtermen, specifieke eindtermen, beroepskwalificaties) zal er, in tegenstelling tot het oorspronkelijke opzet van onze leerplannen, veelal onvoldoende ruimte zijn om de leerplandoelen in dit leerplan met voldoende diepgang te realiseren binnen de beschikbare onderwijstijd of voor het schoolbestuur, het lerarenteam of de individuele leraar om eigen inhoudelijke of didactische keuzes te maken.

De leerplannen 2de graad zijn opgesteld onder voorbehoud van de uitspraak van het Grondwettelijk Hof met betrekking tot het verzoekschrift waarmee de schorsing en de vernietiging van dat decreet wordt gevraagd.

Naargelang de samenstelling van de studierichting waarvoor een leerplan geldt, integreren de leerplandoelen eindtermen basisvorming, cesuurdoelen en/of doelen die leiden naar een beroepskwalificatie. In de concordantietabel geven we duidelijk aan welke leerplandoelen de eindtermen basisvorming, de cesuurdoelen en/of de doelen die leiden naar een beroepskwalificatie realiseren. De opgenomen cesuurdoelen en de doelen die leiden naar een beroepskwalificatie werden in overleg met de onderwijsverstrekkers vastgelegd en zijn onder voorbehoud van de goedkeuring van de curriculumdossiers 2de graad.



1 Algemene inleiding

De start van de modernisering secundair onderwijs gaat gepaard met een nieuwe generatie leerplannen. Net zoals in de eerste graad zijn de nieuwe leerplannen van de tweede graad ingebed in het vormingsconcept van de katholieke dialoogschool en gaan ze uit van de professionaliteit van de leraar en het eigenaarschap van de school en het lerarenteam.

1.1 Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten

De nieuwe leerplannen vertrekken vanuit het **vormingsconcept** van de katholieke dialoogschool en 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 lesuren ...).

De nieuwe 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.

De nieuwe leerplannen faciliteren een **gerichte studiekeuze** na de tweede graad. Het proces van de studiekeuze eindigt immers niet na de eerste graad. In de tweede graad onderzoeken leerlingen meer gericht waar hun capaciteiten liggen en wat hun talenten zijn. Leerplannen zijn daarbij een belangrijk hulpmiddel. Doelen sluiten aan bij de verwachte competenties van leerlingen die voor een bepaalde studierichting kiezen. De feedback en evaluatie bij de realisatie ervan beïnvloeden op een positieve manier hun keuze voor een meer geprofileerde studierichting in de derde graad.

De nieuwe leerplannen gaan uit van de **professionaliteit** van de leraar en het **eigenaarschap** van de school en het lerarenteam. Ze bieden pedagogisch-didactisch voldoende ruimte voor een eigen aanpak van de leraar, het lerarenteam of de school [zie disclaimer].

De nieuwe leerplannen borgen de **samenhang** in de vorming van de tweede graad. Leerplannen zorgen voor een samenhangend fundament van vorming voor alle leerlingen binnen een finaliteit en een studierichting. Ze vertrekken vanuit een gemeenschappelijk referentiekader en hanteren een gelijkgerichte terminologie met respect voor de eigenheid van elk vak. De samenhang in de tweede graad betreft zowel de verticale samenhang (de plaats van het leerplan in de opbouw van het curriculum) als de horizontale samenhang binnen studierichtingen en over studierichtingen en finaliteiten. Waar relevant geven de leerplannen expliciet aan met welke doelen 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, leraren basisvorming (incl. godsdienstleraren) en leraren specifieke vorming. Een verwijzing van een vakleraar naar de lessen van een collega laat de leerlingen niet alleen aanvoelen dat de verschillende vakken onderling samenhangen en dat ze over dezelfde werkelijkheid gaan, maar versterkt ook de mogelijkheden tot transfer.

In wat volgt gaan we dieper in op een aantal uitgangspunten.

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 hen en hun collega's 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 leraar, de school en de bredere samenleving.



Scholen zijn daarbij **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 inhouden van vorming, die we groeperen in **vormingscomponenten**: levensbeschouwelijke vorming, culturele vorming, economische vorming, lichamelijke vorming, maatschappelijke vorming, natuurwetenschappelijke en technische vorming, sociale vorming, talige vorming en wiskundige vorming. De aaneengesloten cirkel van vormingscomponenten wijst erop dat vorming een geheel is en zich niet in schijfjes laat verdelen. Je kan onmogelijk over culturele vorming spreken zonder met taal bezig te zijn; je kan niet beweren dat wetenschap en techniek geen band hebben met economie, wiskunde of geschiedenis. Dwarsverbanden doorheen de vakken zijn daarbij belangrijk. De vormingscirkel vormt dan ook een dynamisch geheel van elkaar voortdurend beïnvloedende en versterkende componenten.
- Een leraar vormt leerlingen als **individuele leraar** maar werkt ook binnen **lerarenteams** en binnen een **beleid van de school**. De gemeenschappelijke leerplannen (Gemeenschappelijk funderend leerplan en Gemeenschappelijk leerplan ICT) helpen daartoe. Ze worden gestuurd door keuzes die een school (schoolbestuur, beleidsteam, lerarenteam) maakt. Het Gemeenschappelijk funderend leerplan 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. Die 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

[zie disclaimer]

De vrijheid die de leraar krijgt om met het leerplan te werken vraagt van hem een grote professionaliteit. Professionaliteit vergt meesterschap. De leraar is dus een meester in zijn vak; hij beheerst de inhouden die hij onderwijst. Een diep gevoel van verantwoordelijkheid en de overtuiging dat elke leerling het recht heeft om op een goede manier gevormd te worden, liggen aan de basis van zijn professioneel bezig zijn.

Vorming is voor die leraar nooit te herleiden tot een cognitieve overdracht van inhouden. Vorming is iets wat hem in die mate beroert dat hij voor iedere leerling de juiste woorden en gebaren zoekt om de wereld te ontsluiten. Hij wil de leerling tot bij de wereld brengen. De leraar introduceert leerlingen in de wereld waarvan hij houdt en hij probeert hen ook vriend van die wereld te laten worden. Een leraar zorgt er bijvoorbeeld voor dat leerlingen gegrepen kunnen worden 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.

We hebben de leerplandoelen noch chronologisch noch hiërarchisch geordend. Vanuit het pedagogisch project van de school, vanuit zijn passie, expertise en creativiteit, in functie (van de beginsituatie) van de klasgroep kan de leraar eigen accenten leggen en differentiëren. Hij kan kiezen welke leerplandoelen hij op welke manier samenneemt bij het uitwerken van lessen, thema's of projecten.

In het leerplan leggen we geen didactische werkvormen vast. Ter ondersteuning van leraren(teams) geven we voor bepaalde leerplanonderdelen een indicatie van de nodige onderwijstijd. Dat betekent dat leraren(teams) alle vrijheid hebben om langere leerlijnen op te bouwen en in te zetten op de spiraalsgewijze aanpak van bepaalde inhoudelijke leerplandoelen. Leraren bepalen zelf welke contexten ze laten spelen, welke methodieken ze hanteren.

1.4 Differentiatie

De nieuwe leerplannen bieden volop kansen om gedifferentieerd te werken. Ze laten toe om te differentiëren op verschillende manieren:

- verschillende inhoudelijke keuzes;
- doelen integreren;
- inhouden verbreden door andere contexten aan bod te laten komen;
- verdieping aanbieden;
- in te spelen op verschillen in het abstractievermogen van leerlingen.

Differentiëren is van belang in alle leerlingengroepen. Leerlingen die starten in een studierichting van de tweede graad en voor wie dit leerplan bestemd is, behoren immers wel tot de doelgroep, maar bevinden zich niet noodzakelijk in dezelfde beginsituatie. Dikwijls hebben zij reeds een niet te onderschatten – maar soms sterk verschillende – bagage mee vanuit de eerste graad, de gevolgde basisoptie, 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.

Ook de motivatie van leerlingen is soms sterk verschillend. Sommige leerlingen denken meer conceptueel en abstract. Andere leerlingen komen vanuit een meer concrete benadering sneller tot inzichtelijk denken. Een context is betekenisvol voor een leerlingengroep, een andere context voor een andere.

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 het aanbieden van meer kennis of vaardigheden leerlingen uit te dagen.

Verschiedende leerinhouden aanbieden aan verschillende leerlingen is één vorm van differentiatie. Andere mogelijkheden zijn differentiëren in didactiek, in graad van autonomie en ondersteuning. De ene leerling kan snel zelfstandig werken, de andere heeft intense begeleiding nodig. In de wenken bij de leerplandoelen verwijzen we naar mogelijkheden tot differentiëren. Dat kan door al dan niet ondersteuning of hulpmiddelen aan te bieden in de vorm van voorbeelden, schrijfkaders, stappenplannen ...

Didactische differentiatie kan ook betrekking hebben op het flexibel aanwenden van de beschikbare leertijd, zoals variëren in tempo van onderwijzen en in leertempo van leerlingen, de ene leerling of leerlingengroep wat meer tijd geven dan de andere om hetzelfde te leren.



Differentiatie kan ook door leerlingen naar verschillende producten te laten toewerken die dan naar gedifferentieerde vormen van evaluatie leiden.

1.5 Opbouw van de leerplannen

Elk leerplan is opgebouwd volgens een vaste structuur: algemene inleiding, situering, pedagogisch-didactische duiding, leerplandoelen, basisuitrusting, concordantie. Alle onderdelen van het leerplan 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.

In de **algemene inleiding** belichten we het nieuwe leerplanconcept dat Katholiek Onderwijs Vlaanderen heeft gehanteerd en gaan we o.m. dieper in op de visie op vorming, de ruimte voor leraren(teams) en scholen en de mogelijkheden tot differentiatie.

In de **situering** beschrijven we - waar relevant - de samenhang met de eerste graad, de samenhang in de tweede 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. de nieuwe accenten van het leerplan aan bod.

De **leerplandoelen** zijn sober en helder geformuleerd waarbij het leerplandoel als geheel het verwachte niveau van realisatie en beheersing aangeeft. Waar relevant voegen we bij de leerplandoelen een opsomming of een afbakening (★) toe die duidelijk aangeeft wat bij de realisatie van het leerplandoel aan bod moet komen. Ook de pop-ups bevatten informatie die noodzakelijk is bij de realisatie van het leerplandoel.

Alle leerplandoelen zijn te bereiken, met uitzondering van attitudes. Leerplandoelen die een **attitude** zijn en dus na te streven, duiden we aan met een sterretje (*).

We tonen de **samenhang** met andere leerplannen in de **tweede graad**. Zo geven we het overleg in lerarenteams alle kansen. Waar relevant verwijzen we ook naar **samenhang met de eerste graad** en naar specifieke items die reeds in de leerplannen van de eerste graad aan bod kwamen.

Tenslotte geven we een aantal zinvolle of inspirerende **wenken** (✓). Het aantal wenken is doorgaans beperkt; het betreft voornamelijk een noodzakelijke toelichting bij leerplandoelen of specifieke begrippen, suggesties voor een mogelijke didactische aanpak of een afbakening van de leerstof.

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

In de **concordantie** geven we aan welke leerplandoelen gerelateerd zijn aan bepaalde eindtermen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar beroepskwalificaties.

Samenvattend [zie disclaimer]

De nieuwe leerplannen geven richting en laten ruimte. Ze faciliteren de inhoudelijke dynamiek en de continuïteit in een school en lerarenteam. Ze vormen een kwaliteitskader dat inzet op een eigen visie en een identiteitskader dat de unieke identiteit van een school in de diverse samenleving versterkt en ondersteunt. Zo garanderen we 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. We versterken het eigenaarschap van scholen die d.m.v. eigen beleidskeuzes de vorming van leerlingen gestalte geven. We creëren ook ruimte voor het vakinhoudelijk en pedagogisch-didactisch meesterschap van de leraar, maar bieden – via pedagogische begeleiding – ondersteuning waar nodig.

2 Situering

2.1 Samenhang met de eerste graad

In het leerplan Natuur, ruimte & techniek van de eerste graad komen al discipline-overstijgende STEM-vaardigheden aan bod zoals bij het onderzoeken van verschijnselen en systemen in aardrijkskunde, natuurwetenschappen en techniek. Ook het [modelleren](#) en problemen oplossen komt aan bod. Daarnaast duiden leerlingen interacties tussen mens, natuur, techniek en ruimte. Ook in het leerplan wiskunde ligt er meer nadruk op probleemoplossend denken. Bij berekeningen staat het handig en inzichtelijk rekenen meer centraal. Nieuw is dat leerlingen al een beschrijvend statistisch onderzoek uitvoeren.

We vinden in het leerplan Natuur, ruimte & techniek doelen terug die betrekking hebben op kracht en (verandering van) beweging, energie, materie, structuur en functies in [systemen](#), interacties tussen mens, natuur, techniek en ruimte, kringlopen en voortplanting. Nieuw voor de eerste graad is dat deze breed-wetenschappelijke thema's een invulling krijgen vanuit zowel aardrijkskunde, natuurwetenschappen als techniek. Deze invulling kan zowel vanuit aparte vakken Aardrijkskunde, Natuurwetenschappen als Techniek gebeuren als vanuit het interdisciplinaire leerplan Natuur, ruimte & techniek. In de leerplannen Natuurwetenschappen van de tweede graad ontwikkelen leerlingen meer inzicht in deze wetenschappelijke thema's of de zogenaamde 'Big Ideas in Science'.

2.2 Samenhang in de tweede graad

2.2.1 Samenhang binnen de studierichting

Het leerplan Natuurwetenschappen bestaat uit vier grote leerplanonderdelen: de STEM-doelen en de leerplandoelen Biologie, Chemie en Fysica.

2.2.2 Samenhang met andere leerplannen Natuurwetenschappen binnen de finaliteit

Verwante leerplannen in de doorstroomfinaliteit

In de tweede graad doorstroom vinden we de volgende op bètawetenschappelijk vlak verwante leerplannen terug:

- een leerplan Natuurwetenschappen voor de basisvorming.
- een leerplan Natuurwetenschappen met verdiepte basis dat het mogelijk maakt om in de overgang van de tweede naar de derde graad nog aan te sluiten bij een richting met specifieke eindtermen Biologie, Chemie en Fysica. Voor Biologie bevat dit leerplan dezelfde doelen als het leerplan Natuurwetenschappen basis.
- een leerplan Natuurwetenschappen met cesuurdoelen voor de studierichtingen Natuurwetenschappen en Sportwetenschappen.
- een leerplan voor Biotechnologische wetenschappen met meer aandacht voor experimentele vaardigheden waaronder onderzoeksvaardigheden en labo. Voor Biologie, Chemie en Fysica zijn de cesuurdoelen identiek aan die voor de richting Natuurwetenschappen met uitzondering voor de rubriek optica die in de derde graad aan bod komt...
- een leerplan Biotechnologische STEM-wetenschappen met meer aandacht voor experimentele vaardigheden waaronder STEM-geïntegreerd oplossen van problemen. Voor Biologie en Chemie zijn de cesuurdoelen identiek aan die voor de richting Natuurwetenschappen. Voor Fysica zijn er een beperkt aantal verschillen met het leerplan Biotechnologische wetenschappen: er is meer aandacht voor thermodynamica, statica en kinematica (eenparig cirkelvormige beweging).



- een leerplan voor Technologische wetenschappen met basis en gevorderde Fysica en STEM-engineering en een verdiepte basis Chemie. In een apart leerplan komt de basisvorming Biologie aan bod.
- het leerplan Bouwwetenschappen met basisvorming Fysica, STEM-geïntegreerd oplossen van bouwkundige problemen en bouwfysica. In een apart leerplan komt de basisvorming Biologie en Chemie aan bod.

Verwante leerplannen	STEM-doelen	Biologie	Chemie	Fysica
Natuurwetenschappen basis (3-3)	Basis	Basis	Basis	Basis
Natuurwetenschappen verdiepte basis (3-3)	Basis	Basis	Verdiepte basis	Verdiepte basis
Natuurwetenschappen met cesuurdoelen voor studierichting Natuurwetenschappen en Sportwetenschappen (6-6)	Verdiepte basis	Cesuurdoelen	Cesuurdoelen	Cesuurdoelen
Biotechnologische wetenschappen (10-11)	Cesuurdoelen	Cesuurdoelen	Cesuurdoelen	Cesuurdoelen eigen aan studierichting
Biotechnologische STEM-wetenschappen (10-11)	Cesuurdoelen	Cesuurdoelen	Cesuurdoelen	Cesuurdoelen eigen aan studierichting
Bouwwetenschappen	Cesuurdoelen	-	-	Cesuurdoelen eigen aan studierichting
Biologie en Chemie (1-2) voor Bouwwetenschappen	Selectie	Basis	Basis	-
Technologische wetenschappen	Cesuurdoelen	-	Verdiepte basis	Cesuurdoelen eigen aan studierichting
Biologie (1-1) voor Technologische wetenschappen	Selectie	Basis	-	-

Verwante domeinoverschrijdende leerplannen

Biologie doorstroom domeinoverschrijdend

	Basis	Verdiepte basis	Basis + cesuurdoel uit de 'Uitgebreide biologie'
Eigenschappen van levende systemen	Homeostase - Waterhuishouding in planten		
	Coördinatie tussen prikkel en reactie – Zintuigen- Impulsgeleiding- Spieren- Endocrien stelsel		
	Bevruchting en beïnvloeding ontwikkeling embryo en foetus		
	Driedomeinensysteem- Soort- Biodiversiteit	Idem basis	Idem basis + Groepen micro-organismen - Structuur of voortplanting van micro-organismen - Virussen- Belang van micro-organismen
	Gedrag van en interacties van organismen binnen de soort/tussen soorten		
	Materie- en energiestromen in een ecosysteem		

Chemie doorstroom domeinoverschrijdend

	Basis	Verdiepte basis	Basis + cesuurdoelen uit de 'Uitgebreide chemie'
Inzichten in bouw, structuur en eigenschappen van materie	Scheidingstechnieken en stoffeigenschappen		
	Atoommodellen, atomen en ionen		
	Hanteren PSE als infobron over atomen en ionen		
	Opstellen chemische formules voor eenvoudige en samengestelde anorganische stoffen (PSE)		
	Classificeren stoffen vanuit formule/uit naam	Idem basis + Extra doel rond opstellen chemische formules anorganische stoffen	Idem verdiepte basis + Uitbreiding van te kennen stoffen + Herkennen van reactiepatronen
	Toepassingen van organische en anorganische stoffen in het dagelijks leven/ in processen.		
Wisselwerking tussen materie en energie	Chemische reactie- Wet van behoud van massa		
	Eenvoudige neutralisatiereactie opstellen	Idem basis + Opstellen reactievergelijking van een neerslagreactie, gasvormingsreactie op en ontleden van een eenvoudige redoxreactie	Idem verdiepte basis + Opstellen eenvoudige redoxvergelijkingen tussen eenvoudige stoffen
	pH, protonen-en hydroxideconcentraties		
	Mol, molaire massa en molaire concentratie - Stoichiometrische berekeningen		



	Chemische reactie en energie-uitwisseling met de omgeving		
	Oplossen- Elektrisch geleiden	Idem basis + Verband tussen de structuur en de eigenschappen van stoffen: ionrooster, molecuulrooster, atoomrooster, metaalrooster	Idem verdiepte basis + Verband tussen de structuur en de eigenschappen van stoffen: • Intermoleculaire krachten: dipoolkrachten, waterstofbruggen, ion-dipoolkrachten • Polariteit • Stofeigenschappen: kookpunt, smeltpunt, oplosgedrag van stoffen, geleidbaarheid, zuur-base eigenschappen, oxidatie en reductie eigenschappen, ionisatie en dissociatie eigenschappen

Fysica doorstroom domeinoverschrijdend

	Basis	Verdiepte basis	Basis + cesuur domeinoverschrijdend
Kracht en verandering van beweging	Rechthoekige bewegingen analyseren door het verband te leggen tussen positie, tijdstip, snelheid en versnelling.	Idem basis	De verticale worp van puntmassa's kwalitatief en kwantitatief analyseren door het verband te leggen tussen positie, tijdstip, ogenblikkelijke snelheid en ogenblikkelijke versnelling.
	De concepten kracht en veld gebruiken om interacties tussen systemen te beschrijven.	Idem basis+ archimedeskracht	De statica van systemen in het vlak kwalitatief en kwantitatief analyseren aan de hand van krachten en krachtmomenten.
Structuur en eigenschappen van materie	Het concept druk gebruiken bij vaste stoffen, gassen en vloeistoffen kwalitatief en kwantitatief om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren.	Idem basis+ gaswet Algemene gaswet: $p \cdot V/T = \text{Cte}$	Ideale gaswet: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$
Energie	De wet van behoud van energie kwalitatief en kwantitatief gebruiken om energieomzettingen, rendement en vermogen in systemen te beschrijven.	De <u>concepten</u> arbeid, energie, warmte en de verbanden ertussen gebruiken om energieomzettingen te kwantificeren.	De concepten arbeid, energie, warmte en de verbanden ertussen gebruiken om energieomzettingen te kwantificeren.
	Het energietransport verklaren bij faseovergangen en bij temperatuursveranderingen van stoffen kwalitatief aan de hand van het deeltjesmodel.	Het energietransport bij faseovergangen en bij temperatuursveranderingen van stoffen kwantitatief bepalen.	
	Gelijkstroomkringen beschrijven	Elektrische gelijkstroomkringen kwalitatief en kwantitatief analyseren in gemengde schakelingen met ten hoogste drie weerstanden.	Elektrische gelijkstroomkringen kwalitatief en kwantitatief analyseren.

Straling			Het stralenmodel van licht gebruiken om optische fenomenen in verband met absorptie, weerkaatsing en breking en toepassingen ervan te verklaren.
----------	--	--	--



2.3 Plaats in de lessentabel

Dit leerplan 'Natuurwetenschappen C' is bestemd voor volgende studierichtingen: Natuurwetenschappen; Sportwetenschappen; Topsport-Natuurwetenschappen.

Het leerplan is gericht op 12 graaduren waaronder 4 graaduren Biologie, 4 graaduren Chemie en 4 graaduren Fysica. [\[zie disclaimer\]](#)

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 levenssechte 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 inhoud 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. Hierbij 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 afgehandeld worden 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. Dit vormt dan ook een grote uitdaging voor de wetenschappen namelijk 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 & 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 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 de vormingscomponenten en wegwijzers zijn de krachtlijnen van het leerplan ontstaan.

3.2 Krachtlijnen

Doorgedreven wetenschappelijke inzichten opbouwen voor de STEM-professional en burger en van morgen

Leerlingen leren concepten rond 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 omgezet wordt.

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

Leerlingen leren wetenschappelijke methoden toepassen. Daarnaast analyseren zij natuurlijke en technische systemen aan de hand van STEM-concepten. Ze leren meetinstrumenten gebruiken en omgaan met grootheden en eenheden. Daarbij leren ze ook om geïnformeerd te werken met materialen en stoffen. Leerlingen leren natuurwetenschappelijke, technologische en wiskundige modellen ontwikkelen om te verklaren of om geïntegreerde STEM-oplossingen voor problemen te ontwikkelen.

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

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

Bij het onderzoeken en ontwerpen beargumenteren leerlingen de gemaakte keuzes. Daarnaast onderzoeken zij 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. De STEM-doelen worden door het betrokken lerarenteam gerealiseerd vanuit een gedeelde verantwoordelijkheid. Sommige STEM-doelen zoals het 'toepassen van wetenschappelijke methoden' kunnen in Biologie, Chemie en Fysica aan bod komen. Andere zoals 'geïnformeerd werken met materialen en stoffen' zijn vlotter combineerbaar met bepaalde inhouden, in dit geval Chemie. Het 'analyseren van verbanden' kan goed gecombineerd worden met inhouden Fysica. Een derde groep van STEM-doelen zoals '[Modellen](#) ontwikkelen', 'STEM-geïntegreerd probleemoplossen' en het 'beargumenteren van keuzes' kan bijvoorbeeld in samenhang en projectmatig aangepakt worden.

Een lerarenteam heeft de vrijheid en de verantwoordelijkheid om de STEM-doelen strategisch in te zetten bij het werken rond de doelen Biologie, Chemie en Fysica. In de wenken bij de leerplandoelen vind je hiertoe suggesties.

Mogelijke timing van onderdelen in het leerplan [zie disclaimer]

STEM-doelen	Biologie (met cesuur)	Chemie (met cesuur)	Fysica (met cesuur)
Wetenschappelijke methoden toepassen	Homeostase: (28u) • Feedbacksysteem (3u)	Mengsels en zuivere stoffen (12u)	Verbanden tussen grootheden (3u)
Systemen analyseren aan de hand van STEM-concepten	• Coördinatie reacties op prikkels bij mens en andere dieren (17u)	Aspecten van een chemische reactie (5u)	Kracht en verandering van beweging, ERB (7u)
Meetinstrumenten en hulpmiddelen gebruiken	• Coördinatie reacties op prikkels bij planten (8u)	Bouw en eigenschappen van atomen (7u)	Licht en straling (9u)
Grootheden en eenheden gebruiken	Voortplanting: bevruchting (3u)	Chemische bindingen (6u)	Veerkracht, zwaartekracht en -veld (6u)
Geïnformeerd werken met materialen en stoffen	Biodiversiteit (6u)	Indeling samengestelde stoffen (15u)	Druk, Archimedeskracht (8u)
Labovaardigheden toepassen	Belang van micro-organismen (8u)	Eigenschappen van stoffen op basis van hun structuur (9u)	Statica van systemen (5u)
Verbanden tussen grootheden onderzoeken	Interactie tussen organismen (6u)	Kwantitatieve aspecten (8u)	Energieomzettingen kwantitatief (inclusief arbeid) (8u)
Modellen ontwikkelen	Materie-en energiestromen in ecosystemen (8u)	Reactiesoorten (10u)	Ideale gaswet $p.V=n.R.T$ (6u)
STEM-geïntegreerd problemen oplossen.			Energietransport: warmte en temperatuur (kwantitatief) (8u)
Keuzes beargumenteren			Rechtlijnig versnelde beweging met beginsnelheid + vrije val + verticale worp (8u)
STEM-interacties in de samenleving onderzoeken			Elektrische systemen: gemengde gelijkstroomkringen (10u)
Ca. 20 % van de lestijd			
12 graaduren			



3.4 Leerlijnen

3.4.1 Samenhang met de eerste graad

Het leerplan sluit vanuit de vormingscomponenten aan bij een aantal leerplannen uit de eerste graad: Aardrijkskunde, Natuurwetenschappen, Techniek (of het leerplan Natuur, ruimte & techniek) en Wiskunde.

Aardrijkskunde: vanuit een terreinstudie en waarnemingen via geografische hulpbronnen onderzoeken leerlingen in de eerste graad kenmerken van landschapsvormende lagen. Vervolgens onderzoeken ze interacties tussen die lagen in samenhang met de studie van materie, krachten en energie. Daarnaast onderzoeken leerlingen de ruimtelijke effecten van natuurlijke en menselijke factoren op het landschap.

Natuurwetenschappen: vanuit een biotoopstudie en de studie van materie en energie ontwikkelen de leerlingen in de eerste graad een aantal inzichten in structuur, functies en samenhang in levende [systemen](#). Vervolgens maken ze kennis met transport, belang en effecten van energie en fotosynthese. Daarnaast worden doelen rond krachten en voortplanting behandeld.

Techniek: de leerlingen onderzoeken in de eerste graad eigenschappen van een aantal materialen en van technische systemen binnen verschillende ervaringsgebieden in wisselwerking met enkele ontwerp- en realisatieopdrachten.

Nieuw in de STEM-gerelateerde vorming in de eerste graad is een grotere nadruk op een inzichtelijke benadering eerder dan een beschrijvende. Op vlak van natuurwetenschappen is er meer aandacht voor evolutie en ecologie. Binnen techniek is er meer aandacht voor het onderzoeken van materialen en technische systemen en voor aardrijkskunde is er meer nadruk op mondiale vraagstukken i.v.m. duurzaamheid.

Wiskunde: de leerlingen in de eerste graad maken kennis met de verschillende getallenverzamelingen en kunnen meetkundige objecten onderscheiden en classificeren. Daarnaast beschikken ze ook over inzicht in het begrip schaal als evenredigheidsfactor en kunnen soorten data onderscheiden en informatie halen uit tabellen, diagrammen en grafieken. Vervolgens gaan ze in op het berekenen van procenten, het nemen van machten, het hanteren van coördinaten, het gebruik van letters, het omgaan met eerstegraadsvergelijkingen en het onderzoeken van meetkundige eigenschappen. Daarnaast komen ook [concepten](#) als transformaties en congruentie aan bod. Evenals het rekenen met lettervormen.

Leerlingen die de basisoptie (Moderne talen-) wetenschappen of STEM-wetenschappen/technieken volgden hebben al meer ervaring en autonomie kunnen opbouwen in het onderzoekend en probleemoplossend denken. In de basisopties STEM hebben leerlingen inhouden ook al wat wiskundiger leren benaderen. Binnen (Moderne talen-) wetenschappen ligt de nadruk op het experimentele.

In beide basisopties hebben zij inhouden uit de basisvorming verbreed en verdiept. Vanuit het optionele en verkennende karakter van deze basisopties kan je er evenwel niet van uitgaan dat de kennis en vaardigheden die daarin aan bod komen noodzakelijk zijn als beginsituatie voor dit leerplan.

Leerlijnen STEM-doelen

Eerste graad	Basis tweede graad
Onderzoeken in aardrijkskunde, natuurwetenschappen en techniek	Wetenschappelijke methoden toepassen
Grootheden en eenheden gebruiken	Grootheden en eenheden gebruiken
	Systemen analyseren aan de hand van STEM-concepten
Hulpmiddelen gebruiken bij metingen, experimenten, terreinstudie	Meetinstrumenten en hulpmiddelen gebruiken
Systemen gebruiken en onderhouden	Geïnformeerd, veilig en duurzaam werken met materialen en stoffen

Duurzaam omgaan met energie en grondstoffen	
Modellen of simulaties gebruiken	Modellen ontwikkelen
Een probleemoplossend proces doorlopen (Techniek) Een systeem ontwerpen (Techniek)	STEM-geïntegreerd problemen oplossen.
Keuzes beargumenteren om een probleem op te lossen.	Keuzes beargumenteren
STEM-interacties met de maatschappij illustreren	STEM-interacties in de samenleving onderzoeken

Leerlijnen biologie

	Eerste graad	Basis tweede graad doorstroom
Biologische eenheid KERNIDEE: levende wezens bestaan uit cellen met een gelijkaardige structuur	Organisme als samenhang tussen verschillende organisatieniveaus: cellen, weefsels, organen en stelsels Celonderdelen en hun functie: celwand, celmembraan, celkern, bladgroenkorrels, mitochondriën, cytoplasma	
Soorten		Driedomeinensysteem- Soort- Biodiversiteit
In stand houden van leven	Stofomzettingen, stofuitwisseling en energieomzettingen	Homeostase - Waterhuishouding in planten
	Fotosynthese: stofomzetting, energieomzetting van lichtenergie naar chemische energie, plantendelen betrokken bij fotosynthese	Coördinatie tussen prikkel en reactie – Zintuigen- Impulsgeleiding- Spieren- Endocrien stelsel
	Transport in een organisme: ademhalingsstelsel, spijsverteringsstelsel, uitscheidingsstelsel, bloedsomloop	
Interacties tussen organismen onderling en met hun omgeving KERNIDEE: in ecosystemen concurreren organismen om materie en energie	Ecologisch evenwicht tussen abiotische en biotische factoren en de onderlinge afhankelijkheid van organismen	Gedrag van en interacties van organismen binnen de soort/tussen soorten
	Biodiversiteit Voedselrelaties: producenten, consumenten, detritivoren, reducenten	Materie- en energiestromen in een ecosysteem
Leven doorgeven	Voortplanting bij de mens: ligging en functie van de organen van het voortplantingsstelsel	Bevruchting en beïnvloeding ontwikkeling embryo en foetus
	Voortplanting bij de mens: eisprong, zaadlozing, bevruchting, menstruatie, zwangerschap, geboorte	
	Voortplantingswijzen bij planten en dieren: asexuele en seksuele voortplanting	
Evolutie KERNIDEE: organismen evolueren door overerving, variatie en selectie van kenmerken	Kenmerken van de omgeving en kenmerken van organismen	
	Struggle for life en survival of the fittest	

Leerlijnen chemie

	Eerste graad	Basis tweede graad doorstroom
Inzichten in bouw, structuur en eigenschappen van materie KERNIDEE: materie bestaat uit deeltjes	Materie bestaat uit deeltjes met ruimte ertussen	Scheidingstechnieken en stofeigenschappen
	De deeltjes bewegen met een snelheid afhankelijk van de temperatuur	Atoommodellen, atomen en ionen
	Atoom- Molecule	Hanteren PSE als infobron over atomen en ionen
Stoffen	Mengsels en zuivere stoffen- Thermisch uitzetten en krimpen van stoffen- Aggregatietoestanden: vast, vloeibaar, gas	Opstellen chemische formules voor enkelvoudige en samengestelde anorganische stoffen (PSE)
		Classificeren stoffen vanuit formule/vanuit naam
		Toepassingen van organische en anorganische stoffen in het dagelijks leven/ in processen
		pH, protonen-en hydroxideconcentraties
	Chemische omzetting	Chemische reactie- Wet van behoud van massa

Wisselwerking tussen materie en energie - Stofomzettingen KERNIDEE: bij elk proces wordt energie omgezet van één vorm in een andere	Verandering van aggregatietoestand	Oplossen- Elektrisch geleiden
		Mol, molaire massa en molaire concentratie - Stoichiometrische berekeningen
		Eenvoudige neutralisatiereactie opstellen
		Chemische reactie en energie-uitwisseling met de omgeving

Leerlijnen fysica

	Eerste graad	Basis tweede graad doorstroom
Kracht en bewegingsverandering KERNIDEE: wijziging van beweging vereist interactie met een ander object.	Verband tussen constante snelheid, afstand en tijd Soorten krachten; krachten en hun uitwerking; vectormodel Effecten van krachten: op het landschap, in overbrengingen, vervorming bij trek en druk, effect op stabiliteit, sterkte, stijfheid van constructies	Rechtlijnige bewegingen: verband tussen positie, tijdstip, snelheid en versnelling. Veerkracht, zwaartekracht en -veld om interacties tussen systemen te beschrijven.
Structuur en eigenschappen van materie KERNIDEE: materie bestaat uit deeltjes	Aggregatietoestanden toelichten met deeltjesmodel Uitzetten en inkrimpen van stoffen met deeltjesmodel en hun effecten op de bouw van technische systemen Verschil tussen stofomzetting en verandering van aggregatietoestand Eigenschappen van soorten materialen onderzoeken	Druk bij vaste stoffen, gassen en vloeistoffen kwalitatief en kwantitatief om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren.
Energie KERNIDEE: bij elk proces wordt energie omgezet van één vorm in een andere.	Energievormen in systemen herkennen Omzettingen: fotosynthese, verbranding Systeemdenken: invoer, verwerking, uitvoer, opslag Belang en effecten van energie (klimaat, straling, verbranding en broeikaseffect, duurzame energiekeuzes)	Wet van behoud van energie kwalitatief en kwantitatief om energieomzettingen, rendement en vermogen in systemen te beschrijven.
	Geleiding, convectie en straling als transportmogelijkheid	Energietransport bij faseovergangen en bij temperatuursveranderingen van stoffen kwalitatief aan de hand van het deeltjesmodel.
	Faseovergangen uitleggen met deeltjesmodel	
	Stroomkring realiseren Serie- en parallelschakeling vergelijken	Eenvoudige elektrische stroomkringen beschrijven
Straling KERNIDEE: straling is overal.	Stralingsenergie herkennen Straling als transport van warmte Effecten van verschillende stralingen	

3.4.2 Samenhang in de tweede graad

Samenhang met Wiskunde

In het leerplan Natuurwetenschappen vinden we heel wat methodische en inhoudelijke relaties met inhouden uit het leerplan Wiskunde.

Methodische relaties (STEM-doelen)

- Gebruik van grootheden en eenheden
- [Modelleren](#) en problemen oplossen in wiskunde
- Interacties van wiskunde met de andere domeinen

Inhoudelijke relaties

- Gebruik van vectoren (als model)
- 2D-voorstellingen van 3D-situaties
- Omvormen van formules
- Vergelijkingen en functies van de eerste en de tweede graad
- Omgekeerd evenredige verbanden

- Verbanden onderzoeken aan de hand van spreidingsdiagrammen
- Computationeel denken en algoritmen
- Pythagoras, goniometrie

Niet alle studierichtingen die gebruik maken van dit leerplan Natuurwetenschappen C krijgen hetzelfde leerplan Wiskunde. Soms vind je dus in het deel 'samenhang met de 2de graad' bij een bepaald leerplandoel verwijzingen naar verschillende leerplannen Wiskunde waarin de relatie tot uiting komt. In onderstaande tabel kan je de leerplancodes terugvinden die van toepassing zijn voor jouw leerlingen.

Leerplan	Betrokken studierichting	Code leerplan Wiskunde
Natuurwetenschappen C II-NatS-d	Sportwetenschappen	II-WisVB-d
	Topsport-Natuurwetenschappen	
	Natuurwetenschappen	II-WisS-d

Samenhang met Aardrijkskunde

In het leerplan Natuurwetenschappen vinden we ook heel wat methodische en inhoudelijke relaties met het leerplan Aardrijkskunde. Ook deze worden in het leerplan aangegeven via de samenhang met de tweede graad.

Methodische relaties

- Gebruik van [STEM-concepten](#) om natuurlijke en technische systemen te analyseren
- Systeemdenken waarin ook interacties met sociale systemen aan bod komen
- Wisselwerking tussen [STEM-disciplines](#) – maatschappelijke problemen
- Onderzoekstechnieken, meetinstrumenten en hulpmiddelen zoals GIS

Inhoudelijke relaties

- Koolstofcyclus
- Gevolgen van klimaatverandering
- Energieomzettingen in het systeem Aarde
- Stralingsbalans in het systeem Aarde
- Stoffen en grondstoffen rondom ons
- Transitie naar een duurzame wereld

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.

Basis-onderwijs	Oriëntatie op de wereld. De wereld leren kennen vanuit de invalshoeken natuur, ruimte en techniek door exploreren en experimenteren, ervaren en doen.
------------------------	---

Eerste graad	Basiskennis verwerven in Natuur, Ruimte en Techniek op overwegend kwalitatieve manier Basisvaardigheden ontwikkelen voor onderzoeken, ontwerpen en probleemoplossen. Concept-contextbenadering.		
Tweede en derde graad	Wetenschappelijke geletterdheid voor de burger van morgen Voor de studierichtingen in arbeidsmarkt en dubbele finaliteit buiten het STEM-domein. Context-conceptbenadering: nadruk op <u>contextuele</u> structuur.	Wetenschappelijke vorming voor de professional van morgen Voor niet-STEM doorstroomrichtingen die voorbereiden op studies die een brede wetenschappelijke kennisbasis verwachten en voor STEM studierichtingen in dubbele finaliteit die een specifieke wetenschappelijke onderbouw nastreven voor studie of beroep. Concept-context- en ook context-conceptbenadering in functie van inhouden in het leerplan.	Doorgedreven wetenschappelijke vorming voor de STEM-professional van morgen Voor de doorstroomrichtingen in het STEM-domein die voorbereiden op studies met een doorgedreven wetenschappelijke onderbouw Concept-contextbenadering: nadruk op <u>conceptuele</u> structuur.

In dit leerplan ligt de nadruk op een doorgedreven wetenschappelijke vorming voor de STEM-professional en de burger 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. Deze samenhang komt op vier verschillende manieren in het leerplan aan bod:

- vertrekken vanuit de ideeën en interesses van de leerlingen. Om dit 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 en/of Chemie en/of Fysica. Aan de hand van deze STEM-doelen kunnen leerlingen de rol van een aantal vakdiscipline-overschrijdende werkwijzen ervaren.
- gebruik maken van STEM-concepten. Dit zijn vakdiscipline-overschrijdende denkwijzen (in de vakdidactische literatuur ook soms perspectieven genoemd) om natuurlijke en technische systemen te analyseren. Deze concepten kunnen leerlingen ondersteunen bij het onderzoeken. Om dit aan bod te laten komen zet je als leraar of lerarenteam het STEM-doel 2 in rond het analyseren van systemen.
- focussen op breed-wetenschappelijke kernideeën die toepasbaar zijn in meerdere contexten en die de grenzen van individuele disciplines overschrijden. Nadruk op deze kernideeën kan leerlingen helpen om het overzicht te bewaren, om meer complexe ideeën en fenomenen te begrijpen en om problemen op te lossen.

Deze vier manieren om meer samenhang en betekenisgeving in het STEM-onderwijs te verkrijgen overschrijden de grenzen van dit leerplan want ze komen over de graden en over de finaliteiten heen aan

bod. Een lerarenteam dat de samenhang tussen S, T, E en M via de geschetste vier manieren oordeelkundig nastreeft, realiseert STEM op niveau van het leerplan.

Samenhang vanuit interesses: concept-contextbenadering

Wetenschappelijke concepten zijn mentale beelden die verwijzen naar belangrijke ideeën uit de wetenschap. In dit leerplan vormen de inhoudsgebonden leerplandoelen Biologie, Chemie en Fysica een netwerk van samenhangende begrippen. De leerplanrubrieken verwijzen naar een aantal centrale kernideeën. Vanuit dit 'netwerkcurriculum' kan meer nadruk op inzichtelijk leren gelegd worden. Een gedetailleerd overzicht opbouwen (het zogenaamde 'overzichtscurriculum') is immers geen doel op zich. Op die manier kan overladenheid teruggedrongen worden.

Contexten brengen situaties of probleemstellingen naar voren die voor leerlingen betekenis hebben of krijgen doorheen de leeractiviteiten. Vakoverstijgende contexten kunnen samenhang tonen en een beter beeld geven op "de wereld van STEM". Contexten kunnen ook motiverend zijn voor leerlingen. Zij geven betekenis aan concepten en concepten worden wendbaar toegepast in verschillende contexten: het gaat dus uitdrukkelijk om een wisselwerking. Afwisselen tussen verschillende contexten is daarbij nodig om transfer van kennis en vaardigheden te versterken. Naargelang de oriëntatie van het leerplan kunnen de lesinhouden en de opbouw van het vak meer vanuit samenhang in concepten dan wel vanuit samenhang in contexten worden ingevuld:

- concept-contextbenadering: de vakkenstructuur staat centraal en contexten illustreren deze structuur;
- verbindende context: deze context brengt een groep bij elkaar passende concepten samen in leeractiviteiten;
- context-conceptbenadering: één context staat centraal en dient als selectie criterium voor de concepten die aan bod komen.

De keuze van contexten kan ingegeven worden vanuit hun functionele relevantie (functionele context), omdat ze zeer geschikt zijn om kennis en vaardigheden in te oefenen (didactische context), omdat ze persoonlijk relevant zijn voor de leerling (leefwereldcontext) of maatschappelijk relevant (maatschappelijke context). Ook contexten die verwijzen naar de professionele STEM-praktijk zijn zinvol bij het leren van een vakgebied. De maatschappelijke en de professionele context komen vooral naar voren in de derde krachtlijn van dit leerplan.

Methodische samenhang tussen wetenschappen vanuit de STEM-doelen

De STEM-doelen zijn overkoepelende, breed-wetenschappelijke werkwijzen/procedures. Deze 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 het leerplan 'Natuur, ruimte & techniek' of de aparte leerplannen Aardrijkskunde, Natuurwetenschappen, Techniek binnen de eerste graad.

Als leerlingen deze STEM-doelen inoefenen met verschillende inhouden en in verschillende contexten krijgen zij kansen om vlotter tot transfer te komen. Daarom komen de STEM-doelen altijd in combinatie met doelen uit de leerplanrubrieken van Biologie, Chemie en Fysica aan bod. Hierdoor 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

Practicum is een belangrijk element in goed STEM-onderwijs. Practicum 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;
- ontwikkelen van onderzoeksvaardigheden en een onderzoekende houding (kritisch willen zijn, willen begrijpen, willen delen, willen vernieuwen, nauwkeurigheid, objectief waarnemen, planmatig werken ...).

Vooraf de twee eerste doelen kunnen goed via practicum aangeleerd worden. Om begrippen te leren en deze vast te zetten en om onderzoeksvaardigheden te ontwikkelen blijkt practicum geen superieure werkvorm, vooral als de geschetste objectieven tegelijk door leraren nagestreefd worden in één practicum.

Effectief practicum heeft een duidelijk leerdoel en activeert het bijhorend denkproces. Om het doelgericht karakter van practicum en de bijhorende didactiek aan te scherpen kunnen meerdere soorten practicum onderscheiden worden zoals:

- **apparatuurpracticum** of instrumenteel practicum: practicumvaardigheden zoals een meetinstrument leren gebruiken worden apart ingeëfend. Dit kan op een effectieve manier met duidelijke voorschriften, kookboekachtige instructies, handleidingen, gebruik van helpfunctie in software, veel oefening ... Deze vaardigheden vinden we terug in de STEM-doelen 3 (meetinstrumenten gebruiken) en 5 (werken met stoffen). Apparatuurpracticum kan vaak ingezet worden in een voorbereidend traject naar een onderzoekspracticum.
- **onderzoekspracticum**: leerlingen bakenen de probleemstelling af, formuleren een onderzoeksvraag, stellen een onderzoeksplan op, nemen waar, meten en analyseren data, formuleren besluiten en bespreken conclusies ...
Deze vaardigheden vinden we terug in STEM-doelen 1 (onderzoeksmethoden) en 4 (grootheden en eenheden). Om te vermijden dat leerlingen onderzoek zien als een lineair (receptachtig) stappenplan dat automatisch leidt tot betrouwbare kennis is het belangrijk dat leerlingen het cyclische en iteratieve karakter van onderzoek leren begrijpen.
- **begripspracticum**: een uitgekende serie activiteiten op basis van open interacties tussen leraar en leerlingen waarbij “leerlingdenkbeelden” (de zogenaamde misconcepties) geconfronteerd worden met cognitief conflicterende observaties uit (eenvoudige) experimenten of met conflicterende meningen van anderen.

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 hier op zo zelfstandig mogelijk werken vanuit eenvoudige practica naar practica met toenemende complexiteit.

Vanuit de geschetste overwegingen is het 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. Hier kunnen ook demo-experimenten, filmmateriaal, concept cartoons ... een belangrijke rol spelen. Vanuit dit perspectief hoeft een doelgericht practicum niet altijd minstens een lesuur te duren.

Samenhang vanuit het gebruik van STEM-concepten

Het tweede STEM-doel geeft aan dat leerlingen “natuurlijke en technische systemen analyseren aan de hand van “STEM-concepten” (internationaal ook ‘crosscutting concepts’ genoemd).

STEM-professionals hanteren deze STEM-concepten als ‘typische denkwijzen’ die kennis uit verschillende disciplines met elkaar kunnen verbinden. Voor leerlingen kunnen deze concepten toegangspoorten zijn om verbanden tussen disciplines te ontdekken.

STEM-concepten:

- patronen
- systemen
- modellen
- schaal, verhouding en hoeveelheid
- oorzaak en gevolg
- structuur en functie
- stabiliteit en verandering
- behoud, transport en kringloop van energie en materie

Samenhang vanuit inzicht in 'wetenschappelijke kernideeën' (Big Ideas)

Het is belangrijk dat leerlingen er door het wetenschapscurriculum heen in slagen om een zeker overzicht te behouden en de samenhang te zien tussen wetenschappelijke ideeën. Binnen het omvangrijk geheel van ideeën die in een wetenschapscurriculum aan bod komen zijn er een aantal kernideeën die breed kunnen ingezet worden.

Onderstaande kernideeën worden in de literatuur vaak onderscheiden:

- levende wezens bestaan uit cellen met een gelijkaardige structuur;
- organismen evolueren door overerving, variatie en selectie van kenmerken;
- in ecosystemen concurreren organismen om materie en energie;
- materie bestaat uit deeltjes;
- bij elk proces wordt energie omgezet van één vorm in een andere;
- wijziging van beweging vereist interactie met een ander object;
- straling is overal;
- er is een sterke wisselwerking tussen wetenschap, techniek en de samenleving.

In dit leerplan krijgt de aandacht voor kernconcepten over de graden en finaliteiten heen vooral vorm vanuit de leerplanrubrieken. Zij geven de structuur aan waarbinnen een netwerk van begripsvorming zich verder kan uitkristalliseren doorheen het leerproces.

3.5.3 Leerplanformularium

De formules die horen bij de leerplandoelen Fysica werden opgenomen in een leerplanformularium. De formules in de kolom 'Conceptueel te begrijpen en toe te passen' kunnen door de leraar in een aangepast formularium worden opgenomen in functie van het leertraject van de leerlingen.

FORMULES

Leerplandoel	Te kennen	Conceptueel te begrijpen en toe te passen (*)
Fysica LPD 1	Massadichtheid: $\rho = m/V$	
Fysica LPD 3	Gemiddelde snelheid: $v_g = \Delta x / \Delta t$	
Fysica LPD 7	Zwaartekracht: $F_z = m \cdot g$	Veerkracht: $F_v = k \cdot \Delta \ell$
Fysica LPD 8	Druk: $p = F/A$	Totale druk in een vloeistof: $p = p_o + p \cdot g \cdot h$
Fysica LPD 9		Archimedeskracht: $F_a = \rho \cdot g \cdot V$ Wrijvingskracht: $F_w = \mu \cdot F_n$

Fysica LPD 10		Krachtmoment: $M=r.F.\sin\alpha$
Fysica LPD 12		Gravitationele energie: $E_{\text{pot,gr}} = m.g.h$ Elastische energie: $E_{\text{pot,el}} = 1/2 \cdot k \cdot (\Delta\ell)^2$ Kinetische energie: $E_{\text{kin}} = 1/2 \cdot m \cdot v^2$ Arbeid door constante kracht: $W=F \cdot \Delta x \cdot \cos\alpha$
Fysica LPD 13	Gemiddeld vermogen: $P=\Delta E/\Delta t$ Rendement: $\eta=E_{\text{nuttig}}/E_{\text{totaal}}$	
Fysica LPD 14		Ideale gaswet: $p.V= n.R.T$
Fysica LPD17		Merkbare warmte: $Q=c.m.\Delta T$ Latente warmte: $Q=\ell.m$
Fysica LPD18	Gemiddelde snelheid: $v_g=\Delta x/\Delta t$ Gemiddelde versnelling: $a_g=\Delta v/\Delta t$	
Fysica LPD 20	Stroomsterkte: $I=\Delta Q/\Delta t$	
Fysica LPD 21	Weerstand: $R=U/I$ Geleidbaarheid: $G=I/U$	
Fysica LPD 22		Vermogen: $P=U.I$ Joule-effect: $Q=R.I^2.\Delta t$

(*) formules kunnen in een formularium worden opgenomen

Leerlingen maken waar relevant gebruik van wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische concepten, inzichten, symbolen, vaardigheden en technieken uit leerplandoelen van de tweede graad doorstroomfinaliteit. Ook het gebruik van hulpmiddelen en meetinstrumenten is verbonden met de leerplandoelen van de tweede graad. De leerlingen vormen formules om die voorkomen in de leerplandoelen en maken gebruik van een formularium. Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld. Waar relevant werken ze met vectoren.

4 Leerplandoelen

4.1 STEM-doelen

De STEM-doelen komen altijd in combinatie met doelen uit de leerplanrubrieken biologie, chemie en fysica aan bod.

LPD S1 De leerlingen passen een geschikte wetenschappelijke methode toe om kennis te ontwikkelen en om vragen te beantwoorden.

- ★ Scherpstellen en afbakenen van de probleemstelling
- Formuleren van een onderzoeksvraag en hypothese op basis van criteria
- Opstellen en uitvoeren van een onderzoeksplan
- Toepassen van onderzoekstechniek: observatie, meting, experiment
- Waarnemen en verzamelen van data

Analyseren van data die grafisch en op andere manieren worden weergegeven

Besluiten formuleren op basis van data die grafisch en op andere manieren worden weergegeven

Bespreken van conclusie(s) op basis van criteria als verklaring of antwoord op een onderzoeksvraag

Reflecteren en communiceren over de gekozen methodologie en resultaten

Samenhang tweede graad: II- GFL-ddaa LPD 23

Samenhang eerste graad: leerlingen onderzochten een aantal systemen en verschijnselen in aardrijkskunde, natuurwetenschappen en techniek (NRTa LPD 1 t.e.m. LPD 9).

- ✓ Het is niet de bedoeling alle deelvaardigheden in de afbakening te oefenen bij elk onderzoek. Ze kunnen ook betrokken worden op gedemonstreerde experimenten of simulaties.
- ✓ In wetenschap 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.
Daarom is het van belang dat leerlingen lezen, schrijven en discussiëren over wetenschappelijke ideeën en deze confronteren met waarnemingen. Het aanbieden van taalsteun kan hierbij helpen.
Het is daarom niet de bedoeling om alle mogelijke deelvaardigheden van een wetenschappelijke methode in de klaspraktijk voor te stellen als een vast ritueel of een recept.
- ✓ Goede observaties waarin een aantal variabelen kunnen worden onderscheiden geven vaak spontaan aanleiding tot interessante onderzoeksvragen.
- ✓ Criteria voor een onderzoeksvraag en hypothese zoals onderzoekbaar, ondubbelzinnig, afgebakend, relevant, beknopt.
- ✓ Criteria voor conclusies zoals onderzoeksgebaseerd, bondig, relevant, eenduidig, gestructureerd.

LPD S2 De leerlingen analyseren natuurlijke en technische systemen aan de hand van verschillende STEM-concepten.

★ STEM-concepten:

- Stromen en behoud van energie, materie en informatie (getallen, data ...)
- Oorzaak en gevolg, terugkoppeling
- Patronen
- Verhouding en hoeveelheid
- Stabiliteit, verandering en verstoringen
- Structuur en functie van een systeem
- Systemen en modellen ervan

Samenhang tweede graad: II-NatS-d LPD-B2, -B3; II-Aar-d LPD 18; II-GLI-ddaa LPD 1; II-WisVB-d LPD 35; II-WisS-d LPD 43

Samenhang eerste graad: leerlingen herkenden verschillende energievormen (NRTa 34) en leidden energieomzettingen af in systemen (NRTa LPD 37). Daarnaast gebruikten ze aangereikte en zelfgemaakte modellen of simulaties (NRTa LPD 12). Aan de hand van het deeltjesmodel verklaarden ze eigenschappen van materie. In wiskunde bepaalden leerlingen de evenredigheidsfactor bij recht evenredige grootheden: schaal, constante snelheid (WISa LPD 42). Leerlingen onderzochten ook stabiliteit van structuren (NRTa LPD 32).

- ✓ De STEM-concepten zijn een hulpmiddel en leidraad om systemen te analyseren. De leerlingen kunnen een overzicht van de STEM-concepten gebruiken bij de analyse.
- ✓ Via de STEM-concepten kunnen leerlingen een breder en dieper inzicht ontwikkelen in vakinhouden en overeenkomsten ontdekken met andere inhouden. Je kan ze apart of gecombineerd aanwenden.
- ✓ Je kan bij heel wat conceptuele leerplandoelen wenken vinden die verduidelijken hoe je de STEM-concepten kan gebruiken in combinatie met vakinhouden.
- ✓ Je kan leerlingen stromen zoals de invoer, verwerking, uitvoer en opslag van materie, energie en informatie in een systeem met deelsystemen laten onderscheiden en visualiseren met een blokschema als systeemmodel.
- ✓ Oorzaak en gevolg zoals in toestandsveranderingen, fysisch-geografische processen, milieu- en gezondheid ...
- ✓ Je kan aangeven dat terugkoppeling een grootheid in systemen stabiel houdt zoals de temperatuur in het menselijk lichaam, in een verwarmingssysteem ...
- ✓ Je kan patronen zoals in kenmerken van organismen, systemen, landschappen ... laten ontdekken als basis voor classificatie, ordening en optimalisering. Grafieken, diagrammen en kaarten kunnen helpen om patronen te ontdekken.
- ✓ Veel grootheden zijn op verhoudingen gebaseerd zoals snelheid, dichtheid, concentratie, vergrotingsfactor ...
- ✓ Stabiliteit, verandering en de invloed van verstoringen zoals in organismen, biotopen, technische systemen, van continenten ...; dynamisch evenwicht wanneer in- en uitstroom elkaar in evenwicht houden zoals de hoogte van de zeespiegel, bevolkingsgroei, gemiddelde temperatuur op aarde, cycli in de natuur ...
- ✓ Structuur en functie: functies worden verklaard met de vorm en omgekeerd. Je kan voor een systeem aangeven dat vertrouwde vormen niet willekeurig zijn maar kunnen worden verklaard door de functie.
- ✓ Leerlingen hebben al een zekere vertrouwdheid opgebouwd met het gebruik van specifieke modellen die een systeem of verschijnsel benaderd weergeven zoals deeltjesmodel, atoommodel, molecuulmodel, periodiek systeem, vectormodel, stroommodel, anatomisch model, terugkoppelingsschema ...
- ✓ Je kan de STEM-concepten met elkaar combineren in redeneringen.

LPD S3 De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid meetinstrumenten en hulpmiddelen om te observeren, te meten, te experimenteren en te onderzoeken in natuurwetenschappelijke, technologische en STEM-contexten.

Samenhang tweede graad: II-GFL-ddaa LPD 18; II-Aar-d LPD 21

Samenhang eerste graad: leerlingen gebruikten hulpmiddelen om metingen, lokalisaties, observaties, experimenten en een terreinstudie uit te voeren (NRTa LPD 4). In wiskunde leerden ze ICT selectief en doelgericht hanteren (WISa LPD 12).

- ✓ Hulpmiddelen en meetinstrumenten zoals weegschaal, pH-meter en -indicatoren, thermometer, maatbeker, pipet, gereedschappen, chronometer, dynamometer, manometer, (beweging)sensor, camera, fototoestel, ICT, microscoop ...

LPD S4 De leerlingen gebruiken op een gepaste manier meetwaarden, grootheden en eenheden in natuurwetenschappelijke, technologische en STEM-contexten.

★ Omgaan met grootheden

Onderscheid tussen vectoriële en scalaire grootheden

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 1; II-WisS-d LPD 1

Samenhang eerste graad: leerlingen gebruikten juiste grootheden en courante eenheden in een correcte weergave en herleiden in functie van de context: lengte, oppervlakte, massa, inhoud/volume, tijd, spanning, temperatuur, kracht en energie (NRTa LPD 13). In wiskunde pasten leerlingen benaderingstechnieken toe: zinvol afronden en schatten (wiskunde 11) en pasten ze rekenregels van machten met gehele exponenten toe (WISa LPD 20).

- ✓ Je kan de lessen starten met een link naar het mathematische in fysica bijvoorbeeld aan de hand van een film over de machten van 10 en visualisaties van dimensies in de natuur.
- ✓ De wiskundige context komt aan bod in het leerplan wiskunde bij het item probleemoplossen.
- ✓ Je kan bewust leren omgaan met nauwkeurigheid van meetresultaten in functie van de gekozen meetinstrumenten en de context.
- ✓ Je kan afspraken maken over symboolgebruik over de vakken heen zodat eventuele verschillen kunnen geduid worden.

LPD S5 De leerlingen werken geïnformeerd op een veilige en duurzame manier met materialen, chemische stoffen en technische en biologische systemen.

★ Veiligheidspictogrammen, H/P-zinnen

Samenhang tweede graad: II-GFL-ddaa LPD 18, 19, 20, 37

Samenhang eerste graad: leerlingen gebruikten courante systemen duurzaam, doelgericht en veilig (NRTa LPD 19). Ook onderhoud kwam aan bod.

- ✓ Technische systemen zoals handwerkgereedschappen, glaswerk, meetinstrumenten, computers.
- ✓ Duurzaam omgaan met systemen: onderhouden van systemen zoals reinigen van glaswerk en balans, preventief onderhoud door juist gebruik van hulpmiddelen.
- ✓ Goede praktijken voor veilig en duurzaam werken zoals:
 - ordelijk werken, productetiketten interpreteren;

- alert zijn voor energie die kan vrijkomen onder de vorm van warmte, geluid, straling, elektriciteit;
- omgaan met chemisch en biologisch afval..
- ✓ Geïnformeerd werken door gebruik van informatie zoals instructiekaarten voor technische systemen, pictogrammen, symbolen, onderhoudsvoorschriften, handleidingen en (werk)tekeningen.
- ✓ Je gebruikt als leraar de COS-brochure om op een verantwoorde en veilige manier om te gaan met chemische stoffen op school.

LPD S6 De leerlingen passen labovaardigheden toe om betrouwbare informatie te verzamelen.

★ Gebruik labomateriaal en meetinstrumenten

Goede labopraktijken en veiligheidsregels

- ✓ Je kan dit leerplandoel combineren met de volgende leerplandoelen:
 - LPD 1: wetenschappelijke methoden toepassen
 - LPD 3: meetinstrumenten en hulpmiddelen gebruiken
 - LPD 4: meetwaarden, grootheden en eenheden gebruiken
 - LPD 5: veilig en duurzaam werken met materialen, stoffen en systemen

LPD S7 De leerlingen onderzoeken verbanden tussen grootheden op kwantitatieve wijze.

Samenhang tweede graad: II- WisVB-d LPD 35, 49; II-WisS-d LPD 43, 59

Samenhang eerste graad: leerlingen kwamen vanuit omtrek, oppervlakte en inhoud/volume (WISa LPD 32) al in contact met verschillende verbanden (lineair, kwadratisch en kubisch). Daarnaast legden leerlingen het verband tussen enerzijds recht- en omgekeerd evenredige verbanden en hun voorstellingswijzen (WISa LPD 41). Daarnaast hebben leerlingen een eenvoudig statistisch onderzoek uitgevoerd (WISa LPD 43 tot 48) en hierbij voorstellingswijzen gebruikt en geïnterpreteerd.

- ✓ Het is belangrijk dat leerlingen de (vaak meerdere) veranderlijke grootheden in een situatie leren herkennen. Om een verband te bestuderen moeten de andere grootheden constant gehouden worden. Dit is een manier om de werkelijkheid te modelleren.
- ✓ Verbanden die in het vak wiskunde aan bod komen in de tweede graad: lineair verband, kwadratisch verband
- ✓ In het vak wiskunde verwerven leerlingen conceptueel inzicht in een spreidingsdiagram en informeel begrip van de correlatiecoëfficiënt.
- ✓ Verbanden tussen grootheden zoals:
 - Tussen massa en volume of inhoud
 - Tussen stroomsterkte en spanning
 - Tussen de grootte van de zwaartekracht en de massa
 - Tussen temperatuurverandering, warmtehoeveelheid en massa
 - Tussen veerkracht en verlenging van een veer

LPD S8 De leerlingen ontwikkelen modellen om te visualiseren, te onderzoeken, op te lossen en te verklaren.

★ [Modelleren](#)

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 1, 18, 50; II-WisS-d LPD 1, 21, 60

Samenhang eerste graad: leerlingen gebruikten modelvoorstellingen zoals deeltjesmodel, vectormodel, algoritmes (vb. flowchart), schaalmodellen, schema's, schetsen, tekeningen, kaarten, ... (NRTa LPD 12).

- ✓ Natuurwetenschappelijke modellen zoals een model voor de krachtwerking op een biceps in functie van een belasting, stroommodel, deeltjesmodel ...
- ✓ Technologische modellen zoals schaalmodellen, technische tekeningen, algoritmes schema's ...komen ook aan bod in STEM-leerplandoel 9.
- ✓ Wiskundige modellen zoals wiskundige verbanden, formules, grafieken, vectormodel ...
- ✓ Het kan gaan over eenvoudige vormen van modelleren waarbij ook applets kunnen aangewend worden om de invloed van variabelen na te gaan.

LPD S9 De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een probleem aan de hand van natuurwetenschappen, technologie en wiskunde.

★ [Probleemoplossende strategieën](#)

Samenhang tweede graad: II-GFL-ddaa LPD 17; II-WisVB-d LPD 1, 50; II-WisS-d LPD 1, 60

Samenhang eerste graad: leerlingen doorliepen een probleemoplossend proces waarbij kennis en vaardigheden uit meerdere [STEM-disciplines](#) geïntegreerd werden aangewend (NRTa LPD 11). Daarnaast ontwierpen leerlingen een systeem (NRTa LPD 17). Zij verwierven een conceptueel inzicht in een technisch proces (NRTa LPD 15).

- ✓ Dit leerplandoel kan in nauwe samenhang met andere STEM-doelen aan bod komen zoals met het STEM-doel rond modelleren en het beargumenteren van keuzes. Het probleem en de oplossing kan in een maatschappelijk perspectief geplaatst worden. Zo kan de link gelegd worden naar het STEM-doel rond wisselwerkingen met de samenleving.
- ✓ Een oplossing kan de gedaante aannemen van een nieuwe of aangepaste werkwijze, een interventie, een technisch systeem.
- ✓ Eenvoudige problemen en uitdagingen:
Voorbeelden in het kader van duurzame ontwikkeling: ontwikkelen van een oplossing om
 - huishoudelijk afval te verminderen;
 - de lokale biodiversiteit te verhogen;
 - de waterkwaliteit of het watergebruik te optimaliseren;
 - hernieuwbare energie op te wekken;
 - een systeem voor hernieuwbare energie ontwikkelen bijvoorbeeld in de context van een passief huis;
 - een plan ontwikkelen om het energiegebruik te verminderen voor een bepaalde situatie (huiscontext, schoolse context); bijvoorbeeld verlichtingssystemen vervangen door zuinige toestellen, een plan ontwikkelen om warmteverliezen tegen te gaan na onderzoek met een infraroodcamera;

- grondstoffen circulair aan te wenden;
- in te spelen op klimaatverandering zoals bio-architectuur.
- ✓ Voorbeelden in het kader van veiligheid en gezondheid: ontwikkelen van een oplossing om ...
 - een veiligheidsrisico te verminderen;
 - mobiliteit te verbeteren;
 - een eenvoudig revalidatietoestel ontwikkelen voor een bepaalde spieraandoening.

LPD S10 De leerlingen beargumenteren vanuit verschillende invalshoeken en criteria keuzes bij het ontwerp en het gebruik van technische systemen en andere STEM-oplossingen.

Samenhang tweede graad: II-GFL-ddaa LPD 14, 18, 41

Samenhang eerste graad: leerlingen beargumenteerden keuzes die ze maken om een wiskundig, wetenschappelijk, technologisch of STEM-probleem op te lossen (NRTa LPD 13).

- ✓ Criteria zoals behoeften (individueel, maatschappelijk ...) en beperkingen (regelgeving, natuurwetten, beschikbare hulpmiddelen, tijd, geld ...).
- ✓ Invalshoeken zoals ecologisch, ethisch, cultureel, technisch, economisch, maatschappelijk.
- ✓ Ontwerpen als scheppend proces waarbij afwegingen en keuzes worden gemaakt.

LPD S11 De leerlingen onderzoeken aan de hand van concrete maatschappelijke uitdagingen de wisselwerking tussen natuurwetenschappen, technische wetenschappen, wiskunde en de maatschappij.

★ Relatie tussen maatschappelijke behoeften, keuzes en STEM-toepassingen

Wiskunde, wetenschappen en technologie als onderdeel van culturele ontwikkeling

Belang van interdisciplinariteit en multiperspectiviteit bij het aanpakken van grote uitdagingen

Samenhang tweede graad: II-Aar-d LPD 16, 19; II-WisVB-d LPD 3; II-WisS-d LPD 3; II-GFL-ddaa LPD 14

Samenhang eerste graad: leerlingen illustreerden de wisselwerking tussen [STEM-disciplines](#) onderling en met de maatschappij (NRTa LPD 21) en geven ze toepassingsvoorbeelden van wiskunde (WISa LPD 9).

- ✓ Contexten en maatschappelijke behoeften zoals klimaatverandering, hernieuwbare energie, zorg en gezondheid, onderwijs, watervoorziening, mobiliteit, leefbare en duurzame steden, oceaanvervuiling komen aan bod.
- ✓ Je kan dit horizonverruimend illustreren door linken te leggen met actualiteit over 'onderzoek en ontwikkeling'. Ook historische ontwikkelingen verhelderen deze wisselwerking en laten wiskunde, wetenschappen en technologie zien als culturele ontwikkeling.
- ✓ Een bezoek aan een bedrijf, onderzoeksinstelling of vereniging kan veel relaties tussen de samenleving en 'onderzoek en ontwikkeling' verhelderen.

- ✓ Het is belangrijk om aandacht te besteden aan de 'duurzame ontwikkelingsdoelen' van de Verenigde Naties (SDG's, Sustainable Development Goals) als referentiekader.

4.2 Biologie

4.2.1 Homeostase

Homeostase: belang en werking van feedbacksystemen

LPD B1 De leerlingen tonen aan de hand van voorbeelden aan dat planten en dieren zich in stand houden door wisselwerking tussen het inwendig en uitwendig milieu.

★ Inwendige en uitwendige prikkels

- ✓ Het is de bedoeling om aan de hand van heel eenvoudige dagelijkse voorbeelden aan te tonen dat zowel planten als dieren op uitwendige en inwendige prikkels reageren. Het is niet de bedoeling om tot op celniveau te gaan.
- ✓ Voorbeelden hierbij zijn:
 - bij planten:
 - groeien naar licht;
 - droogtestress;
 - beweging bij aanraking;
 - bij dieren:
 - honger/dorst;
 - licht/geluid;
 - effecten van adrenaline bij stress.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met [STEM-concept](#) (LPD 2): oorzaak en gevolg.
- ✓ Dit leerplandoel kan behandeld worden in samenhang met STEM LPD 1.

LPD B2 De leerlingen tonen aan dat planten en dieren als [systeem](#) functioneren.

★ Samenhang receptor – conductor - effector

Fotoreceptoren en hormonen bij planten

Samenhang tweede graad: II-Nats-d LPD-S2

Samenhang eerste graad: de leerlingen bestudeerden het groeperen van cellen in weefsels, weefsels in organen en organen tot orgaanstelsels die een welbepaalde functie hebben (NATa LPD 32, NATa LPD 36).

- ✓ De vergelijking tussen een organisme als systeem en een technisch systeem kan hier aan bod komen. Als systeem wordt bedoeld: het opvangen, verwerken en reageren op prikkels.
- ✓ Je kan hier de begrippen prikkelfilter, prikkeldrempel en prikkelgewenning aan bod laten komen.

- ✓ Systeem bij planten: tropie en nastie.
- ✓ Systeem bij dieren: beweging en kliersecretie.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (LPD 2): systeem.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 - LPD 3.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen zoals waarnemen van prikkels bij verschillende zintuigen.

LPD B3 De leerlingen illustreren dat planten en dieren homeostase hanteren.

★ Feedbacksysteem

Samenhang tweede graad: II-NatS-d LPD-S2

- ✓ Je kan hier terugkoppelen naar het organisme als een systeem en een feedbacksysteem.
- ✓ De vergelijking tussen een organisme als feedbacksysteem en een technisch feedbacksysteem kan hier aan bod komen.
- ✓ Je kan voorbeelden van feedbacksystemen behandelen als thermoregulatie (systeem van het organisme) en thermostatische regeling van de woonkamertemperatuur (technisch systeem).
- ✓ Het principe van positief feedbacksysteem kan worden aangehaald.
- ✓ Dit leerplandoel hangt samen met LPD 9.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (LPD 2): oorzaak en gevolg, terugkoppeling.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM LPD 1.

Homeostase: coördinatie van reacties op prikkels bij mens en andere dieren

LPD B4 De leerlingen leggen de structuur en werking uit van een zintuig inclusief de receptor

- ✓ Receptoren zoals staafjes en kegeltjes, haarcellen.
- ✓ Minstens één zintuig met bijhorende receptor wordt in detail besproken. Het is de bedoeling dat elk zintuig exemplarisch aan bod komt: het mechanisme van opvangen en verwerken van prikkels door de receptoren wordt veralgemeend voor de andere zintuigen.
- ✓ Het is belangrijk om te duiden dat de verwerking van prikkels een proces is dat in de hersenen tot stand komt.
- ✓ Voorbeelden van zintuiglijke stoornissen kunnen hier aan bod komen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (LPD 2): structuur en functie.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM LPD 1 - LPD 3 - LPD 5 - LPD6 (labo).
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen zoals:

- bouw van het zintuig;
 - het oog (dissectie);
 - het oor;
- werking van het zintuig;
 - het oog (onderzoek blinde vlek, functie staafjes en kegeltjes, pupilreflex, gezichtsveld bij dieren);
 - het oor (onderzoek geluid, vergelijken oorschelp bij verschillende dieren, lokaliseren geluid, resonantie, gehoortest);
 - evenwicht;
 - geur en smaak (relatie ruiken en smaken);
- stoornissen van het zintuig;
 - het oog (bril, kleurenzienstoornissen);
 - het oor (gehoorschade).

LPD B5 De leerlingen lichten de overdracht van informatie in zenuwen toe.

★ Impulsgeleiding en impulsoverdracht

Centrale zenuwstelsel: hersenen en ruggenmerg

Perifere zenuwstelsel

- ✓ 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.
- ✓ 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 hier best ook aan bod.
- ✓ Stoornissen in de werking van het zenuwstelsel kunnen hier aan bod worden gebracht.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (LPD 2): structuur en functie - stabiliteit, verandering en verstoringen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM LPD 1 - LPD 3 - LPD 4.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen zoals:
 - onderzoek naar reactiesnelheid;
 - microscopie (doorsnede zenuw, eindplaatjes, hersenen, ruggenmerg);
 - dissectie hersenen;
 - snelheid impulsgeleiding.

LPD B6 De leerlingen leggen het onderscheid uit tussen een reflex en een gewilde beweging.

★ Werking van reflex en gewilde beweging

Zenuwbaan - reflexboog

Sensorisch neuron, schakelneuron, motorisch neuron

- ✓ Dit doel behandel je best in samenhang met LPD 5.

- ✓ De kniepeesreflex of de terugtrekreflex kunnen hier ter sprake komen als reflexboog via het ruggenmerg.

LPD B7 De leerlingen illustreren het verschil in aansturing tussen gladde en dwarsgestreepte spieren.

★ Soorten spierweefsel: gladde spier, hartspier, dwarsgestreepte spier

- ✓ Hier wordt het verband gelegd tussen de bouw van de spier en de aansturing (al dan niet onder invloed van de wil, bewust en onbewust).
- ✓ Je bespreekt de macroscopische en microscopische bouw van de spieren.
- ✓ De antagonistische werking van spieren kan behandeld worden, met aandacht voor de rol van beenderen en gewrichten bij beweging. Spiercontractie wordt zowel op macroscopisch als op submicroscopisch niveau behandeld.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (LPD 2): structuur en functie.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM LPD 1 - LPD 3 - LPD 8 ([model](#)).
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen zoals:
 - macroscopisch onderzoek van spierweefsel (kippenvleugel, ham, soepvlees);
 - microscopie van spierweefsel (preparaten).

LPD B8 De leerlingen vergelijken de bouw en werking van endo-en exocriene klieren.

★ Naam van betrokken endocriene klier en bijhorende hormo(o)n(en)

- ✓ De bouw van endo-en exocriene klieren wordt besproken.
- ✓ Je behandelt minstens 2 exocriene klieren zoals speekselklier, traanklier, zweetklier, melkklier, talgklier.
- ✓ Je behandelt minstens 2 endocriene klieren zoals hypofyse, schildklier, thymus, bijnieren, pancreas, eierstokken, teelballen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM LPD 1 - LPD 3 - LPD 5 - LPD 6.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen zoals microscopie van exo- en endocriene klieren.

LPD B9 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.

★ Hormonale signalen als overdracht van informatie

- ✓ De begrippen sleutel-slotprincipe, doelwitcel en membraanreceptor komen hier aan bod.
- ✓ Voorbeelden die aan bod kunnen komen: regeling bloedsuikerspiegel, mechanisme om calciumconcentratie op peil te houden, regeling stresshormonen, werking schildklier (met de link met stofwisseling).

- ✓ Dit leerplandoel hangt samen met LPD 3.
- ✓ Stoornissen in de werking van het hormonaal stelsel kunnen aan bod komen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (LPD 2): terugkoppeling, stabiliteit en verandering.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM LPD 11 (zwaarlijvigheid).

Homeostase: coördinatie van reacties op prikkels bij planten

LPD B10 De leerlingen leggen het watertransport en assimilanttransport bij de plant uit.

★ **Namen van plantenorganen: wortel- stengel- blad**

Bloem

Namen van plantenweefsels en plantenceltypen

Samenhang eerste graad: de leerlingen maakten kennis met de plantendelen betrokken bij fotosynthese (wortel, stengel, blad, huidmondjes, bladgroenkorrels) (NATa LPD33) en met volgende delen van de plantaardige cel: celwand, celmembraan, celkern, bladgroenkorrels, cytoplasma, mitochondriën (NATa LPD 31).

- ✓ Namen van plantenweefsels zoals meristeem, vaatbundel, epidermis, huidmondje, cortex.
- ✓ Namen van plantenceltypen zoals houtvaten (xyleem), zeefvaten (floëem), parenchymcellen.
- ✓ Bij het transport van water kunnen aan bod komen: houtvaten (xyleem), worteldruk, rol huidmondjes met intercellulaire holtes en de transpiratiezuiging met verdamping, capillariteit, zuigkracht van bladeren.
- ✓ De transpiratiezuiging kan toegelicht worden aan de hand van watertransport bij snijbloemen.
- ✓ Bij het assimilanttransport kunnen aan bod komen: zeefvaten (floëem), transport van energierijke stoffen (suikers) uit de fotosynthese naar plaatsen waar ze nodig zijn (groei, vruchten, reserves, celademhaling).
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (LPD 2): structuur en functie, stromen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 - LPD 3 - LPD 5 - LPD 6.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen zoals:
 - microscopisch onderzoek preparaten plantencellen en plantenweefsels;
 - functieonderzoek van verschillende plantendelen i.f.v. watertransport.

LPD B11 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.

- ✓ Plantenhormonen zoals auxine en ethyleen

- ✓ De rol van ethyleen bij rijping en van auxine als groeihormoon kan hier aan bod komen.
- ✓ De rol van auxine en ethyleen bij bladval kan aan bod komen.
- ✓ De rol van het plantenhormoon abscisinezuur (ABA) bij de werking van de huidmondjes kan hier aan bod komen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (LPD 2): terugkoppeling, stabiliteit en verandering.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 - LPD 3 - LPD 5 - LPD 6.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen zoals:
 - onderzoek naar invloed rijp fruit (appel, peer) op kieming zaden;
 - onderzoek naar invloed auxine (IAA) op wortelgroei.

LPD B12 De leerlingen leggen vanuit een systeembenadering het begrip homeostase uit aan de hand van de waterhuishouding in planten.

- ✓ Dit leerplandoel wordt gekoppeld met LPD 2 en LPD 3.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan hoe de plant als systeem reageert op een tekort of op een overmaat aan water.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 11 (klimaat, watervoorziening).

4.2.2 Voortplanting

LPD B13 De leerlingen leggen de bevruchting bij de mens uit.

★ Eicel – zaadcel – zygote - embryo - foetus

Samenhang eerste graad: in het thema voortplanting kwamen volgende items al aan bod: lokaliseren en benoemen van de belangrijkste organen van het voortplantingsstelsel alsook het toelichten van de functie ervan, het onderscheid tussen primaire en secundaire geslachtskenmerken. In de eerste graad situeerden de leerlingen in de tijd de belangrijkste fasen van de bevruchting tot de geboorte (NATa LPD 47).

- ✓ Het is de bedoeling om de begrippen eicel, zaadcel, zygote, embryo en foetus in een logische samenhang te koppelen aan de bevruchting, zonder in te gaan op het proces van celdeling.
- ✓ Dit leerplandoel sluit nauw aan bij het correct gebruik van voorbehoedsmiddelen en bij verantwoordelijkheid en respectvol gedrag in een relatie. Hier kan ook een koppeling gemaakt worden met gedrag op internet.

LPD B14 De leerlingen bespreken bij de mens de invloed van gezondheidsgedrag en leefmilieu op de ontwikkeling van embryo en foetus aan de hand van een aantal voorbeelden.

Samenhang tweede graad: II-GFL-ddaa LPD 33

- ✓ Je kan hier de actualiteit betrekken.

- ✓ Invloed van negatief gezondheidsgedrag zoals voeding, stress, alcohol, drugs, medicijnen, roken.
- ✓ Invloed van positief gezondheidsgedrag zoals voeding, foliumzuur, beweging.
- ✓ Invloed van leefmilieu zoals bestraling met röntgenstraling, milieuverontreiniging met lood, kwik, cadmium en pesticiden.
- ✓ Effecten van ziekteverwekkers zoals zikavirus, toxoplasmose, cytomegalovirus, rubella.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (LPD 2): oorzaak en gevolg.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 (data).

4.2.3 Biodiversiteit

LPD B15 De leerlingen situeren organismen in het driedomeinensysteem.

★ Biodiversiteit

Tree of life

Vijfrijkensysteem

Prokaryoten en eukaryoten

Soortbegrip

Samenhang eerste graad: de leerlingen illustreerden het belang van biodiversiteit (NATa LPD 18) en lichtten de begrippen autotroof en heterotroof toe (NATa LPD 33). Bovendien legden de leerlingen uit dat planten en dieren onder bepaalde voorwaarden meer waarschijnlijk zullen overleven en zich voortplanten (NATa LPD 20).

- ✓ Je kan hierbij best vertrekken van waarnemingen op het terrein (terreinstudie, biotoopstudie).
- ✓ Het is zeker niet de bedoeling om een doorgedreven classificatie uit te voeren maar wel om de focus te leggen op de biodiversiteit.
- ✓ Je kan gebruik maken van bestaande apps om te determineren.
- ✓ Het vijfrijkensysteem (planten, dieren, schimmels, protista, monera) wordt historisch gekaderd.
- ✓ Via 'Tree of life' duiden we de evolutie vanuit de oercel naar de huidige soortenrijkdom.
- ✓ Verwantschap tussen soorten kan benaderd worden via de binominale naamgeving.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (LPD 2): patronen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 - LPD 3 - LPD 5 - LPD 6.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen zoals vergelijkende microscopie van enkele groepen uit 'Tree of Life'

LPD B16 De leerlingen illustreren de relatie van virussen tot het driedomeinensysteem.

- ✓ De redenen waarom virussen buiten het driedomeinensysteem vallen, komen aan bod.
- ✓ Je kan hier de link met de actualiteit leggen.

LPD B17 De leerlingen vergelijken micro-organismen op basis van structuur of voortplanting

- ★ Groepen micro-organismen: bacteriën, protozoa, eencellige algen, eencellige schimmels
Structuur van: genetisch materiaal, celmembraan (cytoplasmamembraan), celorganellen, celwand, eiwitmantel

Voortplanting: celdeling, asexuele voortplanting, seksuele voortplanting, groeifasen bij bacteriën

Vermenigvuldiging bij virussen: gastheerafhankelijkheid

Samenhang eerste graad: in de eerste graad illustreerden leerlingen dat biotechnische processen ingrijpen op de groei van (micro-)organismen in de voedingsindustrie (NATa LPD 48.1).

- ✓ Organismen binnen de protozoa vormen geen taxon. Protozoa zoals pantoffeldiertje, Toxoplasma, Plasmodium, amoebe, Euglena, trompetdiertje kunnen aan bod komen.
- ✓ Structuur: op het niveau van celstructuur kan je je beperken tot de aan- of afwezigheid van celcompartimentering, kernomhulsel (prokaryoot, eukaryoot), begrenzing van het micro-organisme, veel/weinig celorganellen. De submicroscopische structuur van cellen en de functie en bouw van het genetisch materiaal komen aan bod in de 3de graad.
- ✓ Voortplanting: bij celdeling komen celsplitsing en knopvorming aan bod. Seksuele voortplanting beperk je hier tot de aanwezigheid van geslachtscellen. Mitose en meiose komen aan bod in de 3de graad.
- ✓ De verschillende groeifasen van bacteriën worden gekoppeld aan de groeivoorwaarden. Je kan hier aandacht besteden aan endosporen- of cystevorming.
- ✓ Gastheerafhankelijkheid kan je in verband brengen met preventiemaatregelen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (LPD 2): systemen en modellen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 - LPD 3 - LPD 5 - LPD 6.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen zoals:
 - eenvoudige kleuring van bacteriën (bijvoorbeeld in yoghurt);
 - steriele voedingsbodem maken en enten;
 - variëren met groeivoorwaarden voor micro-organismen.

LPD B18 De leerlingen leggen het belang van micro-organismen uit aan de hand van structuur of voortplanting.

- ★ Groepen micro-organismen: bacteriën, protozoa, eencellige algen, eencellige schimmels
Positieve of negatieve effecten binnen verschillende toepassingsgebieden
- ✓ Besmettingswegen en de rol van dragers kunnen hier aan bod komen.

- ✓ Verloop van een epidemie/pandemie en begrippen als symptomen en incubatietijd kunnen hierbij worden behandeld.
- ✓ Toepassingsgebieden:
 - ecologie met positieve effecten zoals mycorrhiza, zelfzuiverende capaciteit van waterlopen en bodems, compostering. Negatieve effecten zoals algenbloei door eutrofiëring, ziekteverwekkers;
 - geneeskunde met positieve effecten zoals productie van vitamines of insuline door bacteriën of gisten, penicilline, microbiomtransplantaties, probiotica. Negatieve effecten zoals ziekteverwekkers;
 - voedingstechnologie zoals gisten als eencellige schimmels, productie schimmelkazen, productie van yoghurt, productie van alcoholische dranken, zuurdesem. Negatieve effecten zoals bederf;
 - biotechnologie zoals waterzuivering, poetsen met micro-organismen, plastic-etende bacteriën.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (LPD 2): [systemen](#) en [modellen](#) ervan.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 8 - LPD 10 - LPD 11 (voorbeelden: waterzuivering, compostering).

4.2.4 Interacties tussen organismen

LPD B19 De leerlingen analyseren de interacties tussen organismen van dezelfde soort en verschillende soorten om het overleven van organismen te verklaren.

★ Individu – soort – populatie - levensgemeenschap

Microbiom

Antibioticaresistentie

Ziekte als onevenwichtige interactie tussen organismen

- ✓ Soorten interacties tussen organismen zoals commensalisme, mutualisme, parasitisme, amensalisme (antibiose).
- ✓ Interactie tussen organismen vormt een dynamisch evenwicht. Factoren die dit dynamisch evenwicht verstoren komen aan bod zoals gebruik (breedspectrum)antibiotica, gebruik zeep, gebruik alcoholgel, gebruik strooizout.
- ✓ In het kader van antibioticaresistentie kan je aandacht besteden aan de relatie tussen antibioticagebruik en de ziekenhuisbacterie.
- ✓ Vaccinatie kan hier aan bod komen. In de 3de graad wordt immuniteit uitgebreider behandeld.
- ✓ Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met STEM LPD 1 - LPD 3 - LPD 5 - LPD 6 - LPD 11 (voorbeeld: antibioticaresistentie en ziekenhuisbacterie).
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen zoals:
 - onderzoek naar samenstelling en vindplaats korstmossen (kan in samenhang met STEM LPD 11);

- onderzoek van eigen microflora op de huid (in samenhang met LPD 17).

LPD B20 De leerlingen analyseren het gedrag tussen organismen van dezelfde soort en verschillende soorten om het overleven van organismen te verklaren.

★ **Aangeboren en aangeleerd gedrag**

Communicatie tussen organismen

- ✓ Tijdens het bespreken van het gedrag kan er aandacht besteed worden aan soorten communicatie zoals chemische communicatie, visuele communicatie, auditieve communicatie en sensitieve communicatie.
- ✓ Aangeboren en aangeleerd gedrag van organismen zoals baltsgedrag, afbakening van territorium, gedrag in functie van taken, agressie, vluchten, verdediging, voortplanting, klassieke conditionering, mimicry.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (LPD 2): verandering en verstoring.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM LPD 1 - LPD 3.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen zoals opstellen van een ethogram van dieren vanuit observatie (filmmateriaal, dierentuin).

4.2.5 Materie- en energiestromen in ecosystemen

LPD B21 De leerlingen onderscheiden in een ecosysteem positieve en negatieve interacties tussen biotische en abiotische factoren.

★ **Belang van biodiversiteit in een ecosysteem**

Ecosysteemdiensten

Veranderende ecosystemen onder invloed van klimaatsveranderingen

Samenhang tweede graad: II-Aar-d LPD 13

Samenhang eerste graad: de leerlingen bestudeerden tijdens een terreinstudie de rol van biotische en abiotische factoren (NATa LPD 17) en illustreerden het belang van biodiversiteit (NATa LPD 18).

- ✓ Je kan een ecosysteem omschrijven als het geheel van interacties tussen biotische en abiotische factoren.
- ✓ Interacties zoals voedselrelatie, fotosynthese, betreding, begrazing, bemesting, eutrofiëring kunnen hierbij behandeld worden.
- ✓ Dit leerplandoel hangt nauw samen met LPD 18.
- ✓ Afstemming met het vak aardrijkskunde is noodzakelijk.
- ✓ Ecosysteemdiensten zoals productiediensten, regulerende diensten, culturele diensten en ondersteunende diensten. De ondersteunende ecosysteemdiensten kunnen als opstap dienen voor LPD 22.

- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (LPD 2): structuur en functie systeem, verandering en verstoring.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM LPD 1 - LPD 3 - LPD 5 - LPD 6- LPD 11 (bemesting).
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen zoals:
 - transectstudie;
 - zoetwateronderzoek: (a-)biotische factoren en voorkomen organismen;
 - onderzoek bodemleven (in glazen bak);
 - gedrag naargelang de habitat van watervlooien, pissebedden, regenwormen.

LPD B22 De leerlingen leggen het verband tussen materie- en energiestromen in een ecosysteem.

★ **Energiestromen:** fotosynthese en celademhaling

Materiestromen: watercyclus, C-cyclus en N-cyclus

De rol van micro-organismen in de materie-omzetting

Samenhang tweede graad: II-Aar-d LPD 1; II-NatS-d LPD-C22

Samenhang eerste graad: de leerlingen brachten het fotosyntheseproces in verband met stofomzettingen, stofuitwisselingen en energieomzettingen (NATa LPD 34), de leerlingen herkenden in voedselrelaties producenten, consumenten, detrivoren en reducenten (NATa LPD 19).

- ✓ Je kan je hier best beperken tot het principe van de biologische cyclus in plaats van deze chemisch te benaderen.
- ✓ Tijdens materiëkringlopen kan je de continue omzetting aantonen van energie-arme naar energierijke stoffen en omgekeerd.
- ✓ Dit leerplandoel kan worden gekaderd binnen het concept van duurzame ontwikkeling (SDG's- Sustainable Development Goals) en de cradle-to-cradle-filosofie (C2C) in samenhang met STEM LPD 11.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (LPD 2): stromen van energie en materie, oorzaak en gevolg.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 - LPD 3 - LPD 5 - LPD 6.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen zoals onderzoek van een percolaat van een wormenbak (invloed op groei kiemplanten erwten).

4.3 Chemie

4.3.1 Mengsels en zuivere stoffen

LPD C1 De leerlingen onderzoeken zuivere stoffen en mengsels in het dagelijkse leven aan de hand van eigenschappen en geschikte scheidingstechnieken.

★ Onderscheid zuivere stof – bestanddeel – mengsel

Homogeen – heterogeen mengsel

Stofeigenschappen: massadichtheid, kookpunt, smeltpunt, oplosgedrag, deeltjesgrootte

Principe van scheidingstechnieken: filtreren, decanteren, centrifugeren, destilleren, uitdampen, zeven, extractie

Samenhang tweede graad: II-NatS-d LPD-F1, F16

Samenhang eerste graad: de leerlingen leerden zuivere stoffen en mengsel onderscheiden op basis van het deeltjesmodel (NATa LPD 26). Ze lichtten ook de aggregatiestoestand van stoffen toe op basis van het deeltjesmodel (NATa LPD 21).

- ✓ Mengsels zoals aerosol (rook, nevel), oplossing, schuim, suspensie, emulsie, rook, nevel, legering.
- ✓ Mengsels met meerdere componenten kunnen aan de hand van scheidingsschema's aan bod komen zowel in oefeningen als in een onderzoekspracticum.
- ✓ Leerlingen voeren zelf enkel eenvoudige scheidingstechnieken uit zoals filtreren, decanteren, extractie, centrifugeren, destilleren, uitdampen, zeven. Je kan de link leggen met massadichtheid als scheidingsprincipe (fysica).
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 – LPD3 – LPD5 – LPD 6 (labo). Mogelijk bezoek aan een rioolwaterzuiveringsinstallatie en bespreking van de verschillende zuiveringsstappen; mogelijk bezoek aan een suikerraffinaderij.
- ✓ Mogelijke experimenten zoals:
 - bepaling kook-en smeltpunt water;
 - bepaling kook-en smelttraject water/zout-mengsel;
 - enkelvoudige versus kolomdestillatie van wijn;
 - onderlinge vergelijking naar efficiëntie van scheidingsmethoden: filtratie-centrifugatie – kristallisatie;
 - extractie van vet uit chips/ kleurstof uit spinazie.

LPD C2 Vanuit experimentele waarnemingen verklaren de leerlingen aan de hand van het deeltjesmodel het verschil tussen een enkelvoudige en samengestelde stof.

- ✓ Het deeltjesmodel (molecuulmodel) kan hier kort omschreven worden in relatie tot het atoommodel.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met [STEM-concept](#) (LPD 2): modellen.

- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 – LPD3 – LPD5 – LPD 6 (labo).
- ✓ Mogelijke experimenten zoals:
 - elektrolyse van water;
 - thermolyse van suiker;
 - fotolyse van zilverzouten;
 - vergelijkend onderzoek van zuiver zwavelbloem, ijzerpoeder, mengsel zwavelbloem-ijzerpoeder, ijzersulfide.

LPD C3 De leerlingen geven de naam en symbolische voorstelling weer van elementen.

- ★ Elementen: H, He, Li, Be, C, N, O, F, Ne, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Br, Ag, Cd, Sn, I, Au, Hg, Pb, U, Pt, Cr, Mn, Co, Ni, As, Ba

LPD C4 De leerlingen geven de naam aan de formule van enkelvoudige stoffen en omgekeerd.

- ★ Index

IUPAC-naamgeving

Triviale namen

- ✓ Je kan hier aantonen dat verschillende enkelvoudige stoffen vanuit eenzelfde atoomsoort gevormd kunnen worden.
- ✓ Triviale namen zoals zuurstofgas, ozon, stikstofgas, waterstofgas.
- ✓ Je kan hier aandacht besteden aan het belang en voorkomen van enkelvoudige stoffen zoals ozon, stikstofgas, zuurstofgas, waterstofgas.

LPD C5 De leerlingen interpreteren de symbolische schrijfwijze van enkelvoudige en samengestelde stoffen.

- ★ Index en coëfficiënt

- ✓ Je kan hier aandacht besteden aan het gebruik van molecuulmodellen (bolschil – bolstaaf-model). Dit kan via simulatie of via molecuulmodelbouwdozen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (STEM 2): model.

4.3.2 Aspecten van een chemische reactie

LPD C6 De leerlingen balanceren gegeven eenvoudige anorganische chemische reacties door gebruik te maken van de wet van behoud van massa.

- ★ Principe van een aflopende chemische reactie
- Voorstellingswijze van een chemische reactie
- Reagentia en reactieproducten

- ✓ Verschil tussen een chemische en een fysische reactie kan je hier aantonen aan de hand van een aantal (demonstratie)experimenten.
- ✓ Je kan via experimenten verschillende soorten reacties zoals neerslagvorming, gasvorming en kleurverandering aantonen.
- ✓ Aanwenden van een stappenplan bij het balanceren van chemische reacties als oplossingsstrategie kan hier aan bod komen.
- ✓ 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 LPD 1 – LPD 3 – LPD 5 – LPD 6 (labo).
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (STEM LPD 2): modellen
- ✓ Mogelijke experimenten zoals:
 - samenvoegen van bakpoeder en tafellazijn;
 - dehydratatie van gehydrateerd kopersulfaat.

LPD C7 De leerlingen herkennen een eenvoudige synthese-en analyse-reactie.

- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met LPD 2 (mogelijke experimenten).
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 – LPD 3 – LPD 5 – LPD 6.
- ✓ Mogelijke experimenten zoals:
 - ontleden van samengestelde stoffen (aantonen van CO_2 in CaCO_3 door thermolyse);
 - verbranden van Mg-lint.

LPD C8 De leerlingen leiden bij een chemische reactie de energie-uitwisseling met de omgeving af als endo- of exo-energetisch aan de hand van waarnemingen en voorbeeldreacties in authentieke contexten.

★ Energiediagram

Samenhang tweede graad: II-NatS-d LPD-F11

- ✓ Het gebruik en de interpretatie van een grafiek kan hier aan bod komen.
- ✓ Je geeft bij het energiediagram best enkel het verschil tussen de energie van de beginproducten en de energie van de eindproducten aan.
- ✓ Authentieke contexten zoals verbrandingsreactie, werking van een batterij, fotosynthese, explosie, coldpacks, verkleuren van textiel.
- ✓ Factoren die invloed hebben op aspecten van een energetische reactie of het optimaliseren van een reactie kunnen hier aan bod komen in een onderzoekspracticum.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 – LPD 3 – LPD 4 – LPD 5 en LPD 6.
- ✓ Mogelijke experimenten zoals:
 - energie-uitwisseling in stroomkring citroenen;
 - verbranding Mg koppelen aan onderzoek AgNO_3 ;

- samenvoegen $\text{Ba}(\text{OH})_2$ en NH_4Cl ;
- chemoluminescentie: lightsticks en temperatuur.

4.3.3 Bouw en eigenschappen van atomen

LPD C9 De leerlingen gebruiken een atoommodel om de structuur van atomen te beschrijven aan de hand van de eerste 18 elementen van het PSE.

- ★ Namen en symbolen van elementaire deeltjes: proton, neutron, nucleonen, elektron en de symbolische voorstelling van een atoom met atoomnummer en massagetal

Atoomkern

Elektron-stipmodel

Energieniveau

Valentie-elektronen

Massagetal - atoomnummer

Eenheidslading van elementaire deeltjes

Beperkteid en geldigheid van een atoommodel

Samenhang tweede graad: : II-NatS-d LPD-F20

Samenhang eerste graad: de leerlingen toonden aan de hand van een deeltjesmodel aan dat moleculen uit atomen zijn opgebouwd (NATa LPD 24).

- ✓ Je kan hier best het atoommodel van Bohr gebruiken.
- ✓ De beperkteid en geldigheid van een atoommodel kan je aanbrengen via de historische evolutie van het atoommodel.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM – concept (STEM LPD 2): schaal en verhouding, model. Je kan aandacht besteden aan de link tussen experiment en model: modelverfijning.
- ✓ Je kan de verschillende elementaire deeltjes kwantitatief bepalen vanuit A en Z met behulp van het PSE.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 – LPD 3 – LPD 4 – LPD 5 en LPD 6.
- ✓ Mogelijke experimenten zoals:
 - vlamproeven;
 - aantonen van elektrostata.

LPD C10 De leerlingen tonen het verband aan tussen de relatieve en absolute massa van atomen

- ★ Atoommassa – atoommassa-eenheid

Relatieve en absolute massa

- ✓ Het is aangewezen om te kaderen waarom het nodig is om over te stappen naar een relatief begrip.

- ✓ Je kan verwijzen naar de massa van een kerndeeltje ($1,66 \cdot 10^{-27}$ kg) en dit terugkoppelen naar $1/12$ C-atoom.
- ✓ Hier kan verwezen worden naar de opbouw van het PSE (LPD 11).

LPD C11 De leerlingen beschrijven het PSE als een rangschikking van elementen volgens toenemend atoomnummer

★ Elementen uit de hoofdgroepen en de edelgassen

Opbouw van het PSE in functie van een atoommodel

Groep, periode

Edelgasconfiguratie

- ✓ Je kan hier 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 hier verwijzen naar de nummering van de groepen volgens IUPAC.
- ✓ Dit leerplandoel hangt samen met LPD 9.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (STEM LPD2): modellen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1.
- ✓ Mogelijke onderzoeksoopdrachten zoals het onderzoek van elementen ($Z=1$ t.e.m.18) op basis van atoommassa, valentie-elektronen en diameter atoom.

LPD C12 De leerlingen gebruiken het PSE om eigenschappen van atomen af te leiden.

★ Eigenschappen van atomen: metaal- en niet-metaalkarakter, elektronegativiteit.

- ✓ Je kan hier aandacht besteden aan het reactievermogen van alkali- en aardalkalimetalen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (STEM LPD 2): patronen.

4.3.4 Chemische bindingen

LPD C13 De leerlingen stellen de ionbinding, de atoombinding en de metaalbinding op als streven van atomen naar de edelgasconfiguratie.

★ Onderscheid tussen atoom en ion

Ionvorming

Formule-eenheid

Lewisstructuur opstellen beperkt tot binaire stoffen

Ionrooster, molecuulrooster, atoomrooster, metaalrooster

Samenhang tweede graad: II-NatS-d LPD-F7

- ✓ Bij ionvorming beperk je je tot metalen en niet-metalen uit de hoofdgroepen Ia, IIa, IIIa, VIa en VIIa.
- ✓ 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, dit omdat de regel op basis van het verschil in elektronegatieve waarde niet altijd klopt.
- ✓ Je kan hier aan de hand van experimenten de eigenschappen van metalen en niet-metalen illustreren zoals glans, inertie, dichtheid, elektrische geleidbaarheid, aggregatietoestand, plooibaarheid.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (STEM LPD 2): [model](#) als vereenvoudiging.

LPD C14 De leerlingen brengen metalen, niet-metalen en edelgassen in verband met toepassingen in het dagelijkse leven.

- ★ Eigenschappen van metalen, niet-metalen en edelgassen

Samenhang tweede graad: II-Aar-d LPD 7

- ✓ Eigenschappen van metalen, niet-metalen en edelgassen zoals geleidbaarheid, inertie, kookpunt, smeltpunt, warmtegeleiding, aggregatietoestand, vervormbaarheid.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 – LPD 5.

LPD C15 De leerlingen stellen chemische formules op van binaire anorganische stoffen met behulp van het PSE.

- ★ Elementen van de hoofdgroepen van het PSE
Brutoformule en formule-eenheid
Oxidatiegetal
- ✓ Het oxidatiegetal wordt aangebracht vanuit het PSE.

4.3.5 Indeling van samengestelde stoffen

LPD C16 De leerlingen classificeren anorganische stoffen in hun stofklasse zowel op basis van een gegeven chemische formule als op basis van een naam.

- ★ Stofklassen die aan bod komen: zuren, basen (hydroxiden, ammoniak), zouten, oxiden
Onderscheid tussen een binair zuur en een ternair zuur
Monoatomische en polyatomische ionen: nitraat, sulfaat, fosfaat, carbonaat, hydroxide-ion, bromaat, chloraat, jodaat, sulfiet, nitriet, ammoniumion
Waterstofzouten en hydraten
- ✓ Je kan hier het onderscheid maken tussen organische en anorganische stoffen.

- ✓ Als chemische formule komen de brutoformule en de formule-eenheid aan bod.
- ✓ Dit leerplandoel wordt best samen behandeld met LPD 17 en LPD 18.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (STEM LPD 2): patronen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 – LPD 3 – LPD 5 en LPD 6.
- ✓ Mogelijke experimenten zoals onderzoek van stofklassen met behulp van indicatoren.

LPD C17 De leerlingen vormen van anorganische stoffen met gegeven formule de naam en omgekeerd.

★ Courante triviale namen van stoffen

Naamgeving:

- regels van de IUPAC-naamgeving;
 - regels voor stocknotatie bij ionverbindingen;
 - regels voor naamgeving met Griekse telwoorden bij moleculaire stoffen
- ✓ Courante triviale namen van stoffen zoals zoutzuur, ammoniak, salpeterzuur, zwavelzuur, soda, koolzuur, fosforzuur, chloorzuur, koolstofmonoxide.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (STEM LPD2): patronen.

LPD C18 De leerlingen stellen chemische formules op van anorganische samengestelde stoffen met behulp van het PSE.

- ✓ Voor elementen uit de hoofdgroepen Ia, IIa, IIIa, VIa en VIIa kan je het oxidatiegetal afleiden via het periodiek systeem.
- ✓ Voor elementen waar het oxidatiegetal niet kan afgeleid worden uit het PSE, wordt het oxidatiegetal gegeven.

LPD C19 De leerlingen classificeren organische stoffen zowel op basis van een gegeven formule als op basis van een naam.

★ Algemene structuur van alkanen en karakteristieke functionele groep van alkenen, alcoholen, carbonzuren

Regels van de IUPAC-naamgeving

Structuurformule, brutoformule

- ✓ Regels van de IUPAC-naamgeving: de nadruk wordt gelegd op het gebruik van achtervoegsels bij de karakterisering van de functionele groep. Uitgebreide principes van de naamgeving komen aan bod in de 3de graad.
- ✓ Het begrip skeletnotatie kan hier aangebracht worden.

- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (STEM LPD 2): patronen.

LPD C20 De leerlingen vormen van de laagste 10 n-alkanen met gegeven formule de naam en omgekeerd

- ✓ Enkel de onvertakte n-alkanen worden hier behandeld.

LPD C21 De leerlingen herkennen algemene reactiepatronen in voorbeelden uit het dagelijkse leven:

- reactie van metalen en/of niet-metalen met dizuurstof;
- reactie van niet-metaaloxide en metaaloxide in water;
- reactie van zuren met basen.
- ✓ Voorbeelden uit het dagelijkse leven zoals verbrandingsreactie, roesten fiets, neutraliseren maagzuur, kalkwater, CO₂ in water.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 – LPD 3 – LPD 5 en LPD 6.
- ✓ Mogelijke experimenten zoals:
 - bereiden van MO/nMO vanuit de enkelvoudige stoffen M/nM en O₂ (voorbeeld Mg verbranden);
 - bereiden van samengestelde stoffen: NaCl bereiden vanuit 0.1 mol/l HCl en 0.1 mol/l NaOH.

LPD C22 De leerlingen brengen organische en anorganische stoffen in verband met toepassingen en biologische en chemische processen in het dagelijks leven.

- ★ Belang, voorkomen, toepassingen van mono-atomische ionen en poly-atomische ionen.
Belang, voorkomen, toepassingen van alkanen, alkenen, alcoholen, carbonzuren.
In functie van de context: eigenschappen van zuren, zouten, basen, oxiden.

Samenhang tweede graad: II-Aar-d LPD 17; II-NatS-d LPD-B22

- ✓ Niet in alle toepassingen en processen kan een verklaring via eigenschappen gegeven worden maar waar het kan, kan je dit aan bod laten komen.
- ✓ Eigenschappen van zuren, zouten, basen, oxiden zoals oplosgedrag, geleiding.
- ✓ Bepaalde toepassingen kunnen beter aan bod komen bij de bespreking van oplosbaarheid en geleidbaarheid (LPD 24 -LPD 27- LPD 28).
- ✓ Toepassingen en processen voor anorganische stoffen zoals metaaloxiden in glas, zuren en basen in batterijen, zouten in sportdranken, zure regen, fosforzuur in cola en roest.
- ✓ 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 hiervan zijn: het 'ijzer'-gehalte in het bloed, 'zware metalen' in de grond, 'fosfor' en

‘stikstof’ in de meststoffen, ‘chloor’ in het zwembadwater. De leerlingen worden er attent op gemaakt dat dergelijke uitspraken enkel de aanwezigheid van bepaalde atoomsoorten weergeven, maar totaal niets zeggen over de samenstelling van de zuivere stoffen of mengsels waarin deze atoomsoorten voorkomen.

- ✓ Toepassingen voor organische stoffen zoals etheen, propaan als basis voor kunststoffen, aardgas, methaangas, ethanol in drank, methanol als brandspiritus, azijnzuur bij fixeren van kleuren.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 – LPD 3 – LPD 5 - LPD 6.
- ✓ Mogelijke experimenten zoals fysische en chemische eigenschappen (brandbaarheid, zuurtegraad, oplosbaarheid ...) vergelijken tussen organische en anorganische stofklassen.

4.3.6 Eigenschappen van stoffen op basis van hun structuur

LPD C23 De leerlingen onderscheiden polaire en apolaire stoffen op basis van elektronegativiteit en gegeven geometrie van een molecule.

- ★ Elektronegativiteit: verschil in EN-waarde om een polaire van een apolaire binding te onderscheiden.
- ✓ Je behandelt hier eenvoudige moleculen zoals moleculen met één centraal atoom, alkanen zoals n-pentane en n-heptane.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 – LPD 3 – LPD 5 - LPD 6.
- ✓ Mogelijke experimenten zoals onderzoek naar afbuiging van vloeistofstralen.

LPD C24 De leerlingen leggen het verband uit tussen bindingstype en oplosbaarheid.

- ★ Water als dipoolmolecule
Oplosbaarheid in apolair en polair oplosmiddel

LPD C25 De leerlingen brengen het oplossen van stoffen in water in verband met het dissociëren van ionverbindingen en het ioniseren van polaire atoomverbindingen.

- ★ Hydratatie
Ion-dipoolkracht
- ✓ Het is belangrijk dat de leerlingen worden gewezen op het duidelijk verschil tussen het vrijkomen van ionen (dissociatie) en het vormen van ionen (ionisatie).
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 – LPD 3 – LPD 5 - LPD 6.
- ✓ Mogelijke experimenten zoals:
 - onderzoek naar mogelijke hydratatie, dissociatie en ionisatie bij oplossen van ionverbindingen, (o.a. kristalwater in hydraten, warmte-effect bij oplossen);
 - onderzoek naar mogelijke hydratatie, dissociatie en ionisatie bij oplossen van polaire en apolaire atoomverbindingen (o.a. kristalwater in hydraten, warmte-effect bij oplossen).

LPD C26 De leerlingen stellen ionisatie- en dissociatievergelijkingen op in waterig midden.

- ✓ Dit leerplandoel wordt samen behandeld met LPD 25.

LPD C27 De leerlingen leggen het verband tussen de chemische structuur en de fysische eigenschappen van stoffen.

★ Invloed van bindings- en roostertype

Invloed van intermoleculaire krachten: dipoolkrachten, waterstofbruggen

Fysische eigenschappen: smeltpunt, kookpunt, oplosbaarheid

- ✓ In LPD 13 komen bindings- en roostertypen aan bod.
- ✓ Bij het warmte-effect bij ionisatie, dissociatie en hydratatie kan verwezen worden naar LPD 8.

LPD C28 De leerlingen leggen het verband uit tussen het bindingstype en het geleidingsvermogen

★ Principe van elektrische geleiding, geleider en isolator

Elektrolyten en niet-elektrolyten

Geleidbaarheid van de zuivere stof en waterige oplossingen

Samenhang tweede graad: II-NatS-d LPD-F21

- ✓ Je kan het verband tonen tussen het aantal ionen in een oplossing en geleidbaarheid.
- ✓ Onderzoek van geleidingsvermogen in waterige oplossingen wordt uitgevoerd met gedestilleerd water. Je kan de leerlingen wijzen op het onderscheid tussen chemisch zuiver water en allerlei watersoorten uit het dagelijks leven.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 – LPD 3 - LPD 5 – LPD 6 (labo).
- ✓ Mogelijke experimenten zoals:
 - bepalen van het geleidingsvermogen van samengestelde stoffen;
 - oplosbaarheid van polaire en apolaire stoffen onderzoeken in verschillende oplosmiddelen (CuCl_2 in heptaan/water – HCl in heptaan/water) op basis van geleidbaarheid;
 - invloed van keukenzoutgehalte op de geleidbaarheid (mogelijke samenhang met STEM-LPD7).

4.3.7 Kwantitatieve aspecten

LPD C29 De leerlingen passen het verband toe tussen stofhoeveelheid enerzijds en molaire massa, molaire concentratie, massaconcentratie en molair volume anderzijds.

★ Constante van Avogadro

Mol als eenheid van stofhoeveelheid

Verdunning

Formules omvormen: één variabele uitdrukken in functie van de ander

Evenredigheid

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 26; II-WisS-d LPD 34; II-NatS-d LPD-F14

- ✓ Het is niet de bedoeling om de ideale gaswet aan bod te laten komen. Je kan wel aandacht besteden aan de invloed van omstandigheden zoals temperatuur en druk op het gasvolume. Het is de bedoeling om de gaswet enkel kwalitatief te gebruiken binnen een gegeven context in de 2de graad.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 – LPD 3 - LPD 5 – LPD 6.
- ✓ Mogelijke experimenten zoals:
 - bepalen en vergelijken van de stofhoeveelheid en aantal atomen in Cu en Mg;
 - bereiden van oplossingen met welbepaalde concentratie;
 - verdunnen van oplossingen.

LPD C30 De leerlingen leiden de stoichiometrische stofhoeveelheden uit de reactievergelijking af.

★ Rekenen met verhoudingen

Rekenen met stofhoeveelheden en massahoeveelheden

- ✓ Hier kan je het verband nogmaals leggen met het balanceren van reacties (LPD 6).
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 – LPD 3 - LPD 5 – LPD 6.
- ✓ Mogelijke experimenten zoals:
 - bepalen van kristalwater in hydraten;
 - kennismaking met een eenvoudige neutralisatiereactie via kwantitatieve volumetrische techniek (nadruk op stoichiometrie).

4.3.8 Reactiesoorten

LPD C31 De leerlingen classificeren aan de hand van waarnemingen een chemische reactie als neerslag-, gasontwikkelings- of neutralisatiereactie.

★ Notatie van aggregatietoestanden in chemische reacties.

- ✓ Je kan hierbij linken leggen naar concrete toepassingen zoals waterontkalker, waterzuiveringsinstallatie, maagzuur, bakpoeder, bruistablet, kalkaanslag op verwarmingsweerstand.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM – concept (STEM LPD2): patronen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 – LPD 3 – LPD 5 – LPD 6 (labo).
- ✓ Mogelijke experimenten zoals:

- visueel neerslagreacties waarnemen;
- volgen van een neerslagreactie (titratie) m.b.v. een geleidbaarheidsmeter;
- volgen van een neutralisatiereactie (titratie) m.b.v. pH-meter / geleidbaarheidsmeter / enkelvoudige indicatoren;
- gasvormingsreacties aantonen m.b.v. UI-papier.

LPD C32 De leerlingen voorspellen via een oplosbaarheidstabel of het samenbrengen van ionencombinaties al dan niet leidt tot de vorming van een oplosbare stof.

★ Ionisatie van zuren en dissociatie van hydroxiden en zouten

- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 – LPD 3 – LPD 5 – LPD 6 (labo).
- ✓ Mogelijke experimenten zoals de oplosbaarheidstabel kwalitatief onderzoeken (druppelreacties).

LPD C33 De leerlingen stellen de vergelijking van een neerslag- en gasontwikkelingsreactie op.

★ Opstellen van ionisatie- en dissociatievergelijking van de samenvoegende stoffen

Opstellen van essentiële ionenreactie

Opstellen van stoffenreactievergelijking

- ✓ Een stappenplan als oplossingsstrategie kan hier aan bod komen.

LPD C34 De leerlingen stellen de vergelijking van een neutralisatiereactie op.

★ Opstellen van ionisatie- en dissociatievergelijking van de samenvoegende stoffen

Opstellen van essentiële ionenreactie

Opstellen van stoffenreactievergelijking

- ✓ Bij het opstellen van de reactie besteed je aandacht aan de combinatie van waterstofionen met hydroxide-ionen waarbij water wordt gevormd.
- ✓ Je kan een stappenplan aanwenden als oplossingsstrategie.

LPD C35 De leerlingen brengen de pH-schaal in verband met het zuur, basisch of neutraal karakter van een waterige oplossing.

★ pH-begrip als zuurtegraad

Waterstofionenconcentratie en hydroxide-ionenconcentratie

Zuur-base-eigenschappen

Functie van een zuur-base indicator

- ✓ Het in verband brengen van de pH met waterstofionenconcentratie en hydroxide-ionenconcentratie wordt geïllustreerd met oplossingen van sterke zuren en sterke basen (hydroxiden).

- ✓ Vanuit het opstellen van neutralisatiereacties kan je neutralisatie linken aan gelijke concentraties van waterstofionen en hydroxide-ionen. Van hieruit geeft een hogere waterstofionenconcentratie een pH lager dan 7 en omgekeerd een hogere hydroxide-ionenconcentratie een pH hoger dan 7.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 – LPD 3 – LPD 5 – LPD 6 (labo).
- ✓ Mogelijke experimenten zoals het onderzoek naar het zuur, basisch of neutraal karakter m.b.v. UI-papier/ indicatoren.

LPD C36 De leerlingen leggen het concept buffer uit.

- ✓ Je kan het concept zeer eenvoudig aanbrengen via een experiment waarbij je zuur of base toevoegt aan een buffer en de pH stabiel blijft.
- ✓ Hier kunnen het nut en de toepassingen van een buffer aan bod komen zoals in bloed, lenzenvloeistof, aquarium, voeding, zeewater.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept (STEM LPD2): stabiliteit en verandering.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 – LPD 5.

LPD C37 De leerlingen ontleden in een eenvoudige redoxreactie de begrippen oxidator, reductor, oxidatie en reductie, elektronenoverdracht.

★ Verandering van oxidatiegetal

- ✓ Het is niet de bedoeling dat de oxidatiegetallen uit het hoofd worden geleerd. De leerlingen bepalen de oxidatiegetallen in enkelvoudige stoffen en samengestelde stoffen aan de hand van een stappenplan.
- ✓ Je kan hierbij contexten aan bod laten komen zoals roestvorming, schilderen van boten, brandstofcel, verbranding, bleekwater, vuurwerk, elektrolyse.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD 1 – LPD 3 – LPD 5 – LPD 6 (labo).
- ✓ Mogelijke experimenten zoals onderzoek naar de spanningsreeks van de metalen.

LPD C38 De leerlingen stellen eenvoudige redoxreactievergelijkingen tussen enkelvoudige stoffen op.

- ✓ Bij dit leerplandoel worden zowel reagentia en reactieproducten gegeven.
- ✓ Een stappenplan als oplossingsstrategie kan hier aan bod komen.

4.4 Fysica

4.4.1 Verbanden tussen grootheden

LPD F1 De leerlingen onderzoeken massadichtheid als het recht-evenredig verband tussen massa en volume.

- ★ Opstellen en interpreteren grafiek en formule met ICT

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 49; II-WisS-d LPD; II-NatS-d LPD-C1

Samenhang eerste graad: leerlingen kwamen vanuit omtrek, oppervlakte en inhoud/volume (WISa LPD 32) al in contact met verschillende verbanden (lineair, kwadratisch en kubisch). Daarnaast legden leerlingen het verband tussen enerzijds recht- en omgekeerd evenredige verbanden en hun voorstellingswijzen (WISa LPD 41). In de eerste graad hebben leerlingen een eenvoudig statistisch onderzoek uitgevoerd (WISa LPD 43 tot 48) en hierbij voorstellingswijzen gebruikt en geïnterpreteerd.

- ✓ Je kan inspelen op verwondering door te koppelen met het STEM-doel LPD over grootheden en eenheden: dimensies in de natuur aan de hand van een filmpje over de machten van tien: van atoom tot kosmos. Op die manier kan ook een link gelegd worden naar het atoommodel (CERN, chemie).
- ✓ Het is belangrijk dat leerlingen de (vaak meerdere) veranderlijke grootheden in een situatie leren herkennen. Om een verband te bestuderen moeten de andere grootheden constant gehouden worden. In dit geval is dat de temperatuur en de druk. Het bepalen van het verband is een manier om de werkelijkheid te modelleren. De leerlingen verklaren in de eerste graad de uitzetting en inkrimping van stoffen bij een temperatuursverandering (NRTa LPD 47).
- ✓ Je kan de link leggen met het [STEM-concept](#) 'materie': massadichtheid als eigenschap van materie.
- ✓ Je kan aangeven dat fysica op zoek is naar de basiswetten in de natuur die geldig zijn tot in de verste en kleinste uithoeken van het universum. Fysica gaat ervan uit dat de natuur logisch in elkaar steekt, kan begrepen worden met een wiskundige taal, en vrij is van tegenspraak bv. bewegingswetten niet enkel op aarde gelden maar overal, anders hebben we de juiste wetten nog niet gevonden.
- ✓ In het vak wiskunde verwerven leerlingen inzicht in een spreidingsdiagram en krijgen ze een informeel begrip van de correlatiecoëfficiënt. Hier kan ook de link gemaakt worden met het opstellen en interpreteren van de grafiek en de formule; het bepalen en interpreteren van een trendlijn met bijhorend voorschrift en correlatiecoëfficiënt.

4.4.2 Kracht en verandering van beweging

LPD F2 De leerlingen leggen het verband tussen een eenparig rechtlijnige beweging en evenwicht van krachten.

- ★ Soorten krachten: normaalkracht, zwaartekracht, wrijvingskracht

Vector: grootte, richting, zin, aangrijpingspunt

Tekenen van de vectoriële krachtsom in één dimensie

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 15; II-WisS-d LPD 18

Samenhang eerste graad: leerlingen toonden soorten krachten aan in voorbeelden: zwaartekracht, wrijvingskracht, trek- en duwkracht (NRTa LPD 40). Ze onderzochten kwalitatief het verband tussen krachten en hun uitwerking: verandering van de bewegingstoestand (dynamisch) of vervorming (statisch) (NRTa LPD 41). De leerlingen stelden in eenvoudige en concrete situaties krachten voor met behulp van het vectormodel (NRTa LPD 29). In wiskunde verklaarden ze het beeld van een vlakke figuur door verschuiving over een vector (WISa LPD 26).

- ✓ Je kan krachten definiëren als mogelijke oorzaak van vormverandering of verandering van de bewegingstoestand.
- ✓ Als de resultante van de inwerkende krachten gelijk is aan nul blijft de bewegingstoestand behouden. Het voorwerp blijft in rust of de snelheid zal dus onveranderd blijven: zowel grootte als richting van de snelheid blijven constant. Dit is het traagheidsbeginsel.
- ✓ 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).
- ✓ Je kan hier een link leggen naar het historische gedachtenexperiment van Galileo Galilei rond het traagheidsbeginsel: waarnemen van een bal die de wrijvingsloos hellingen af- en oprolt. Wat gebeurt er als de helling overgaat in een plat vlak? Je kan dit ook koppelen aan een eenvoudig experiment.

LPD F3 De leerlingen analyseren eenparig rechtlijnige bewegingen door het verband te leggen tussen positie, tijdstip en snelheid.

★ Gemiddelde snelheid

Onderscheid tussen afgelegde weg en verplaatsing

Positie- en snelheidsfunctie inclusief grafieken.

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 29, 32; II-WisS-d LPD 37, 40

Samenhang eerste graad: leerlingen onderzochten het verband tussen constante snelheid, afstand en tijd (NRTa LPD 33). In wiskunde bepaalden ze de evenredigheidsfactor bij recht evenredige grootheden waaronder constante snelheid (WISa LPD 42).

- ✓ Bij een eenparig rechtlijnige beweging is de resulterende kracht op een lichaam gelijk aan nul.
- ✓ Mogelijke experimenten rond meten van (gemiddelde) snelheid: een biljartbal, cilindervormige magneet laten rollen in een U-profielvormig aluminiumgootje, luchtkussenbaan, curlingbaan uit speelgoedbaan, luchtbelproef, speelgoedauto op batterij ...
- ✓ 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 de oppervlakte onder de snelheidsgrafiek interpreteren als de afgelegde weg.
- ✓ Je kan hier het onderscheid tussen scalaire en vectoriële grootheden aangeven.

- ✓ Je kan de snelheid als vector laten tekenen bij verschillende bewegingstoestanden die aan bod kwamen in het leerplandoel fysica 2: in rust, bij eenparig rechtlijnige beweging, bij versnellen, vertragen, van richting veranderen.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan modeldenken (STEM-doel): de ERB als idealisering van een rechtlijnige beweging.
- ✓ Inhaal- en kruisingsproblemen kunnen grafisch en wiskundig benaderd worden.

4.4.3 Licht en straling

LPD F4 De leerlingen geven de stralengang weer van licht bij overgang tussen twee homogene middens.

★ Rechtlijnige voortplanting van het licht

Omkeerbaarheid van de stralengang

Breking bij overgang tussen twee verschillende middelenstoffen

Normaal, invalshoek, weerkaatsingshoek, brekingshoek

- ✓ Je kan schaduwvorming bespreken in relatie tot rechtlijnige voortplanting van licht en ingaan op verduisteringen van zon en maan.
- ✓ De schijngestalten van de maan komen in de derde graad Aardrijkskunde aan bod.
- ✓ De brekingsindex en de wet van Snellius komen aan bod bij 'golven' in wetenschappelijke studierichtingen van de derde graad.

LPD F5 De leerlingen gebruiken het stralenmodel van licht om optische fenomenen te verklaren.

★ Absorptie, diffuse en regelmatige weerkaatsing

Samenstelling van wit licht

Kleurenmenging

- ✓ Fenomenen en toepassingen zoals: reflectoren, reflecterende lagen in superisolerend glas, schaduwvorming in vormgeving, gebruik van (gebogen) spiegels, waarneming van kleuren aan de hand van weerkaatsing door oppervlakken, verstrooiing en glansgraad van oppervlakken ...
- ✓ Je kan het principe van kleurmenging illustreren met voorbeelden: beeldscherm, theaterverlichting ... (additief); mengen van verf/inkt (substractief).

LPD F6 De leerlingen construeren het beeld van een voorwerp bij optische systemen: vlakke spiegels en dunne bolle lenzen.

★ Kenmerkende stralengang

Hoofdstralen, optisch middelpunt, optische as, brandpunt

Eigenschappen van het beeld: reëel/virtueel, rechtopstaand/omgekeerd, vergrotingsfactor, positie

Gelijkvormigheid

Samenhang tweede graad: II-WisS-d LPD 13; II-WisVB-d LPD 10

- ✓ Je kan de link leggen met het STEM-concept: systemen en modellen: optische systemen en hun geometrisch model.
- ✓ Je kan de link leggen met het STEM-concept verhouding: de vergrotingsfactor
- ✓ De lenzenformule hoeft niet aan bod te komen. De vergrotingsfactor kan afgeleid worden uit de constructie van karakteristieke stralen (de gelijkvormigheid van driehoeken).
- ✓ De grenshoek komt in de derde graad van wetenschappelijke richtingen aan bod.

4.4.4 Kracht en veld

LPD F7 De leerlingen gebruiken de concepten veerkracht, zwaartekracht en veld om interacties tussen systemen te beschrijven.

★ Verschil tussen zwaartekracht, massa en gewicht

Zwaarteveld van hemellichamen, zwaarteveldsterkte, zwaartepunt

Wet van Hooke

Samenhang tweede graad: II-NatS-d LPD-C13

- ✓ Het concept gewicht wordt hier opgevat als kracht op een ondersteuning. Een vallend lichaam is niet onderhevig aan een ondersteuning of ophanging en is dus gewichtloos.
- ✓ Je kan met een dynamometer aantonen dat kleine massa's een kleine zwaartekracht ondervinden en grote massa's een grote. 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.
- ✓ De bewegingstoestand van een vallend voorwerp verandert: het versnelt. Dus moet er een kracht aanwezig zijn. De zwaartekracht is een veldkracht.
- ✓ 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 het STEM-concept 'systemen en hun modellen': de idealisering geldt slechts voor een beperkt gebied.
- ✓ De zwaartekracht per eenheid van massa is de zwaarteveldsterkte g . Andere hemellichamen hebben een andere zwaarteveldsterkte. Je kan dit tonen met beeldmateriaal van maanwandelaars.
- ✓ Je kan concrete voorbeelden van veldkrachten geven: zwaartekracht, elektrische kracht, magnetische kracht.
- ✓ Je kan aangeven dat contactkrachten ook veldkrachten zijn op moleculaire schaal. Je kan de link leggen naar elektrische krachten tussen de moleculen. In het geval van aantrekking noemen we ze cohesie- en adhesiekrachten. Je kan dit verschijnsel verbinden met veerkracht.

- ✓ Je kan de link leggen met het STEM-concept verhouding: de veerconstante, de zwaarteveldsterkte.

4.4.5 Druk

LPD F8 De leerlingen gebruiken het concept druk bij vaste stoffen, vloeistoffen en gasen kwalitatief en kwantitatief om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren.

- ★ Hydrostatische druk, totale druk in een vloeistof

Beginsel van Pascal

Gasdruk en atmosferische druk

Absoluut nulpunt voor druk en temperatuur, absolute temperatuur, Kelvinschaal

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 35; II-WisS-d LPD 43

Samenhang eerste graad: leerlingen vergeleken materialen in functie van krachten bij trek en druk op een kwalitatieve manier (NRTa LPD 31).

- ✓ Je kan de link leggen met fenomenen zoals luchtdrukdaling in functie van de hoogte, druk en drukverschillen in de atmosfeer, wind.
- ✓ 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 ...
- ✓ Je kan het deeltjesmodel gebruiken om de invloed van temperatuur op gasdruk en het verschijnsel absoluut nulpunt te verklaren.
- ✓ Je kan via een experiment het bestaan van het absoluut nulpunt aannemelijk maken door extrapolatie van een druk-temperatuur grafiek.
- ✓ Je kan ingaan op het omgekeerd evenredig verband tussen druk en oppervlakte.

4.4.6 Statica van systemen

LPD F9 De leerlingen stellen een krachtenbalans op van een systeem om het effect van de resultante te bepalen.

- ★ Archimedeskracht, resulterende kracht en gevolg: dalen/zinken, zweven, stijgen/drijven
Wrijvingskracht

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 13, 14, 15; II-WisS-d LPD 16, 17, 18

- ✓ Je kan concrete situaties beschouwen zoals een voorwerp op een tafel (normaalkracht), een voorwerp hangt aan een kabel (spankracht), een voorwerp dat een eenparig rechtlijnige beweging uitvoert (zie leerplandoel rond het verband tussen een eenparig rechtlijnige beweging en evenwicht van krachten).

- ✓ Het is niet de bedoeling om complexe systemen te analyseren. Je kan je beperken tot krachten die niet moeten ontbonden worden. Het oplossen van eenvoudige vraagstukken komt aan bod op grafische manier en via berekening. Je kan berekeningen beperken tot krachten die volgens dezelfde richting werken.
- ✓ Om een krachtenbalans op te stellen moet je soms het lichaam vrijmaken. De invloed van de omgeving wordt vervangen door een kracht. Bij het benoemen van deze krachten kan je de notatie FAB gebruiken: de kracht van object A op object B.
- ✓ Je kan de wet van Archimedes ook bij gassen beschouwen zoals bij een luchtballon.
- ✓ Je kan de wet van Archimedes theoretisch afleiden vanuit de hydrostatische druk of je kan deze experimenteel aantonen.
- ✓ Je kan opmerken dat bij bewegende voorwerpen de weerstandskracht van lucht een grotere impact heeft dan de wrijvingskracht met de bodem.
- ✓ Als de resulterende kracht nul is kunnen we spreken van een translatie-evenwicht.

LPD F10 De leerlingen analyseren de statica van een systeem aan de hand van krachtmomenten: grafisch en via berekening.

★ Opstellen van momentenbalans met schets

Resultierend krachtmoment

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 14; II-WisS-d LPD 17

- ✓ Je kan de uitwerking van een krachtmoment aantonen in een hefboom, bij het aandraaien van een schroef, een deur
- ✓ Je kan dit in aansluiting bij het leerplandoel rond het verband tussen een eenparig rechtlijnige beweging en evenwicht van krachten behandelen. De uitwerking van een kracht op een draaibaar lichaam wordt niet alleen bepaald door de kracht, maar ook door de krachtaarm.
- ✓ Een resulterend krachtmoment zorgt voor een verandering van de rotatiebeweging. Als de momenten in balans zijn is er een rotatie-evenwicht. De totale evenwichtsvoorwaarde voor een statisch evenwicht (geen translatie en geen rotatie) vraagt dat zowel de vectoriële som van de krachten als de algebraïsche som van de momenten gelijk zouden zijn aan nul.

4.4.7 Energieomzetting en vermogen

LPD F11 De leerlingen gebruiken de wet van behoud van energie kwalitatief om energieomzettingen in systemen te beschrijven.

★ Energiebalans

Omzetting van gravitationele energie, elastische energie, kinetische energie, chemische energie, thermische energie, stralingsenergie, kernenergie en elektrische energie

Samenhang tweede graad: II-NatS-d LPD-C8; II-Aar-d LPD 12.

Samenhang eerste graad: leerlingen herkennen verschillende energievormen en leiden energieomzettingen af (NRTa LPD 34 en 37).

- ✓ Je kan aangeven dat velden energie bevatten zoals het zwaarteveld, een magnetisch veld ... We noemen dit potentiële energie.
- ✓ Je kan de link leggen met duurzame energieproductie. Productie betekent hier een energie-omzetting naar een door de mens bruikbare vorm. Je kan hier de link leggen naar het STEM-doel rond interacties met de samenleving.
- ✓ Je kan gebruik maken van het STEM-concepten 'systemen en hun modellen' en 'stromen van energie' door de aanvoer en uitvoer van energie aan te geven in een blokschema. Je kan de uitgevoerde energie ook classificeren in voor de mens bruikbare en niet-bruikbare energiesoorten.

LPD F12 De leerlingen gebruiken de wet van behoud van energie kwantitatief om energieomzettingen te beschrijven.

★ Kwantitatief opstellen van energiebalans

Omzetting van gravitationele energie, kinetische energie, elastische energie, arbeid door een constante kracht.

Arbeid-energietheorema

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 14; II-WisS-d LPD 17

- ✓ Formules kunnen eerst geduid worden. Bij arbeid kunnen de kracht en de verplaatsing een verschillende richting hebben.
- ✓ Je kan arbeid hier beschouwen als overdrachtsvorm van energie: bij omzetting van de ene energiesoort naar de andere wordt arbeid verricht. Bijvoorbeeld: de zwaartekracht verricht arbeid op een vallend voorwerp waarbij gravitationele potentiële energie omgezet wordt in kinetische energie.
- ✓ Onder invloed van een resulterende kracht zal de snelheid veranderen waardoor de kinetische energie toeneemt. Deze toename is gelijk aan de arbeid verricht door die kracht. Dit is het arbeid-energietheorema.
- ✓ Het is de bedoeling dat leerlingen kwantitatieve problemen oplossen. Je kan de link leggen met duurzame energieproductie.
- ✓ Je kan de link leggen naar het STEM-concept: stromen en behoud van energie.

LPD F13 De leerlingen gebruiken de wet van behoud van energie om rendement en vermogen in systemen te beschrijven.

★ Energiedissipatie, open en geïsoleerde systemen

Energieopslag

kWh, kcal

- ✓ Je kan dit koppelen aan duurzame energieproductie.
- ✓ Je kan energiedissipatie verduidelijken als omzetting van een bruikbare geordende energievorm in een minder bruikbare ongeordende energievorm.

- ✓ Je kan aangeven dat we -afhankelijk van de context - in het dagelijks leven meer betekenisvolle niet-SI eenheden gebruiken.
- ✓ Energieopslag zoals in batterijen, waterreservoir, veren ...
- ✓ Het is de bedoeling dat leerlingen kwantitatieve problemen oplossen.

4.4.8 Thermodynamica

LPD F14 De leerlingen gebruiken de ideale gaswet kwalitatief en kwantitatief om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren.

★ Molair volume

Omgekeerd evenredig verband

Samenhang tweede graad: II-NatS-d LPD-C29

- ✓ De ideale gaswet geldt voor ideale gassen en is een goede benadering voor reële gassen. Je kan aan de hand van het deeltjesmodel de reikwijdte van het fysisch-mathematische model toelichten door aan te geven dat bij hoge drukken of nabij het condensatiepunt de moleculen dichter bij elkaar komen en cohesiekrachten tussen de moleculen niet meer verwaarloosbaar zijn. Dan wordt het reële gasvolume lager dan de ideale gaswet aangeeft.
- ✓ Je kan ervoor opteren om de ideale gaswet op te bouwen vanuit de afzonderlijke gaswetten.
- ✓ Je kan het molaire volume afleiden door de ideale gaswet toe te passen in norm-omstandigheden.
- ✓ Je kan hier de nadruk leggen op recht- en omgekeerd evenredige verbanden.
- ✓ Je kan het deeltjesmodel gebruiken om de betrokken fenomenen te verklaren.

LPD F15 De leerlingen verklaren het energietransport bij temperatuursveranderingen van stoffen kwalitatief aan de hand van het deeltjesmodel.

★ Thermische energie, warmte, warmtebalans als behoud van energie

Verschil tussen temperatuur en warmte

Thermische energie als bezitsvorm van energie

Geleiding, stroming/convectie, straling

Thermisch evenwicht

Merkbare warmte bij temperatuursveranderingen:

- verband met kinetische energie van de deeltjes
- specifieke warmtecapaciteit

Samenhang eerste graad: leerlingen legden geleiding, convectie en straling uit als transportmogelijkheden van thermische energie met voorbeelden uit het dagelijks leven (NRTa LPD 40). Ze lichtten aggregatietoestanden van stoffen toe met behulp van een deeltjesmodel (NRTa LPD 46) en verklaarden uitzetting van stoffen via een deeltjesmodel (NRTa LPD 47)

- ✓ Warmte is net zoals arbeid een overdrachtsvorm van energie.
- ✓ Je kan geleiding en convectorie verklaren met het deeltjesmodel. Straling kan je duiden als een vorm van energietransport. Bijvoorbeeld warmtestraling van de zon doet deeltjes in materie harder trillen.
- ✓ 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 warmtecapaciteit C van een systeem duiden als de capaciteit om een hoeveelheid warmte op te nemen per Kelvin.
- ✓ Je kan dit doel koppelen aan het STEM-doel rond interacties met de samenleving en ingaan op het maatschappelijk belang van thermische isolatie.

LPD F16 De leerlingen verklaren het energietransport bij faseovergangen van stoffen kwalitatief aan de hand van het deeltjesmodel.

★ Smeltpunt

Latente warmte bij faseovergangen:

- verband met potentiële energie van de deeltjes
- cohesiekrachten

Samenhang tweede graad: II-NatS-d LPD-C1

Samenhang eerste graad: leerlingen legden de faseovergangen smelten, stollen, condenseren, verdampen, sublimeren en desublimeren van stoffen uit met behulp van een deeltjesmodel (NRTa LPD 48).

- ✓ In Chemie komt het smeltpunt aan bod als stoffeigenschap bij scheidingstechnieken.
- ✓ 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. Dit geldt zowel bij smelten als bij koken. Cohesiekrachten zijn op moleculair niveau elektrische krachten.
- ✓ Je kan gebruik maken van tabellen om de leerlingen zich te laten 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.
- ✓ Je kan de link leggen met praktische gevolgen van latente warmte: afkoeling van het lichaam door verdamping van transpiratievocht of speeksel (hijgen van honden), benutten van condensatie-energie in een condensatieketel ...

LPD F17 De leerlingen gebruiken de concepten energie, warmte en de verbanden ertussen om energieomzettingen te kwantificeren.

★ Merkbare en latente warmte

Warmtebalans bij temperatuursveranderingen en faseovergangen.

- ✓ Faseovergangen zoals verdampen, condenseren, smelten en stollen.
- ✓ Niet elke kwantitatieve warmtebalans hoeft noodzakelijkerwijze te worden uitgerekend. Je kan ICT gebruiken om het rekenwerk te beperken en voldoende nadruk te leggen op het fysisch inzicht

4.4.9 Versnelde beweging

LPD F18 De leerlingen analyseren rechtlijnige bewegingen door het verband te leggen tussen positie, tijdstip, snelheid en versnelling.

- ★ Positie, verplaatsing, snelheid en versnelling als vectoriële grootheden

Onderscheid tussen verplaatsing en afgelegde weg

Onderscheid tussen gemiddelde snelheid en ogenblikkelijke snelheid

Beschrijven van positie- en snelheidsfunctie met een grafiek

De bewegingen zijn beperkt tot die met een constante versnelling.

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 29, 32, 37; II-WisS-d LPD 37, 40, 45

- ✓ Je kan het verband leggen tussen een eenparig versnelde beweging en het optreden van een resulterende kracht.
- ✓ Je kan de nadruk leggen op een grafische analyse.
- ✓ Je kan in aanloop naar de verticale worp ook situaties met een beginsnelheid en een vertraging beschouwen.
- ✓ Mogelijk experiment: je kan grafieken opstellen door meting met sensoren. Je kan een voertuig een helling laten afrijden en met sensoren meten dat de snelheid gelijkmatig toeneemt en dat de versnelling constant is. Meetresultaten van een tikker/videometing en sensoren vergelijken en interpreteren kan het conceptueel inzicht in een versnelde beweging ondersteunen.

LPD F19 De leerlingen analyseren de vrije val en de verticale worp van puntmassa's kwalitatief en kwantitatief door het verband te leggen tussen positie, tijdstip, ogenblikkelijke snelheid en ogenblikkelijke versnelling.

- ★ De versnelling is hier constant en op voorhand bekend: g
Verbanden tussen bewegingen en grafieken: $x(t)$, $v_x(t)$, $a_x(t)$

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 29, 37; II-WisS-d LPD 37, 45

- ✓ Je kan de as kiezen volgens de richting en zin van de beweging en de kwantitatieve benadering beperken tot het berekenen van de ogenblikkelijke snelheid en de afgelegde weg:
vrije val: $v = g \cdot \Delta t$; $\Delta x = g \cdot \Delta t^2 / 2$
worp: $v = v_0 - g \cdot \Delta t$; $\Delta x = v_0 \cdot \Delta t - g \cdot \Delta t^2 / 2$
- ✓ Je kan gebruik maken van sensoren/video-analyse om de beweging te onderzoeken.

- ✓ Je kan aangeven dat de versnelling constant is maar dat de zwaartekracht evenredig is met de massa. Omwille van de traagheid heb je een grotere kracht nodig om eenzelfde versnelling te veroorzaken.
- ✓ Je kan aangeven dat de ogenblikkelijke versnelling hier constant blijft terwijl de ogenblikkelijke snelheid gelijkmatig verandert.
- ✓ Je kan de aandacht vestigen op het feit dat de valversnelling en de zwaarteveldsterkte dezelfde waarde hebben maar een verschillende eenheid hebben. De zwaarteveldsterkte en de valversnelling verhouden zich tot elkaar in een oorzaak-gevolgrelatie. In de derde graad kan worden aangetoond dat beide eenheden aan elkaar gelijk zijn.
- ✓ Je kan de aandacht vestigen op het feit dat de formules enkel gelden in het luchtledige en in situaties waar de luchtweerstand verwaarloosbaar is.

4.4.10 Elektrische systemen

LPD F20 De leerlingen verhelderen relaties tussen grootheden in een enkelvoudige elektrische kring aan de hand van een model.

★ Lading, spanning, weerstand

Stroomsterkte, conventionele en werkelijke stroomzin

Spanningsbron, gelijkspanning

Samenhang tweede graad: II-NatS-d LPD-C9

Samenhang eerste graad: realiseren realiseerden een elektrische stroomkring aan de hand van een schematische voorstelling (NRTa LPD 38).

- ✓ Als model kan je het 'stroommodel van vloeistoffen' gebruiken.
- ✓ Je kan de link leggen met het begrip lading uit Chemie. Je geeft dan aan dat coulomb de eenheid van elektrische lading is.
- ✓ Je kan de conventionele elektrische stroom benaderd beschouwen als positieve ladingen die een 'energieberg' aflopen en zo de link maken met de gravitationele potentiële energie. In die zin kan je het 'waterstroommodel' als analogie gebruiken.
- ✓ Elektrische energie is een vorm van potentiële energie van het elektrisch veld naar analogie met de potentiële energie van het zwaarteveld.
- ✓ De spanning is het verschil in elektrische potentiële energie per eenheid van lading. Of anders gezegd: de spanning over een kring is de hoeveelheid potentiële energie die een lading van + 1C verliest bij het doorlopen van de stroomkring. De lading ontvangt die potentiële energie in de spanningsbron.
- ✓ Je kan de nadruk leggen op het verschilkarakter van spanning (als elektrisch potentiaalverschil); denk aan het belang hiervan in veiligheidssystemen zoals een massaverbinding, een aarding, een equipotentiaalverbinding ...

LPD F21 De leerlingen gebruiken de concepten elektrische stroomsterkte, spanning, weerstand, geleidbaarheid in een enkelvoudige kring.

★ Wet van Ohm

Weerstand: concept, fysieke component en grootte

Geleider en isolator

Samenhang tweede graad: II-NatS-d LPD-C28; II-WisVB-d LPD 29, 35, 49; II-WisS-d LPD 37, 43, 59

- ✓ Je kan het verband tussen spanning en stroom $I=f(U)$ onderzoeken door dit doel te koppelen aan het STEM- doel rond het onderzoeken van verbanden (STEM LPD 7). 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. Leerlingen kunnen hierbij ook de correlatiecoëfficiënt bepalen en interpreteren.
- ✓ In het Nederlands heeft men één woord voor concept en fysieke component daar waar andere talen dit verschil in naamgeving wel maken zoals bijvoorbeeld in het Engels: resistance (concept) versus resistor (fysieke component).
- ✓ Je kan de formules ook hanteren om eenvoudige numerieke vraagstukken op te lossen.
- ✓ Je kan je beperken tot ohmse weerstanden en niet-lineaire weerstanden (halfgeleider zoals LED, gloeilamp ...) buiten beschouwing laten.

LPD F22 De leerlingen gebruiken de grootheden elektrische energie, vermogen in enkelvoudige elektrische stroomkringen.

★ Joule-effect

- ✓ 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'.
- ✓ Je kan vanuit het kwadratisch verband met de grootte van de stroom wijzen op het belang van hoogspanning om verliezen door joule-effect te beperken bij het transport van een gegeven vermogen.
- ✓ Elektrische zekeringen beveiligen een kring tegen te hoge stromen bij overbelasting of kortsluiting.
- ✓ 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, computers, elektrische leidingen in bijvoorbeeld een huisinstallatie).

LPD F23 De leerlingen analyseren gemengd geschakelde gelijkstroomkringen van weerstanden en één spanningsbron kwalitatief en kwantitatief.

★ Serie- en parallelschakeling van weerstanden, substitutieweerstand

Verdelingswetten voor spanning en stroomsterkte

Samenhang eerste graad: leerlingen vergeleken het concept van een serie- en parallelschakeling in technische systemen (NRTa LPD 39).

- ✓ Je kan leerlingen laten redeneren met schema's en formules. Je kan dit koppelen aan betekenisvolle contexten zoals de stroom door het menselijk lichaam berekenen bij contact met een bepaalde spanning.
- ✓ Je kan de eigenschappen van een serie- en parallelschakeling met elkaar vergelijken en in verband brengen met toepassingen in het dagelijks leven. Je kan benadrukken dat we in elektrische huisinstallaties overwegend parallelschakelingen van verbruikers terugvinden
- ✓ Het is niet de bedoeling om problemen met een kunstmatige complexiteit op te lossen.

LPD F24 Leerlingen verklaren de werking en het belang van veiligheidssystemen in een elektrische installatie.

- ★ Risico's: elektrocutie, brand door kortsluiting en overbelasting.

Veiligheidssystemen: elektrische isolatie, zekering, verliesstroomschakelaar, aarding.

- ✓ 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 ...).

5 Lexicon en pop-ups

5.1 Lexicon

STEM-concepten

STEM-concepten worden ook wel vakoverschrijdende denkwijzen of perspectieven genoemd die technici, natuurwetenschappers en ingenieurs hanteren om uitdagingen aan te pakken of vragen te beantwoorden.

STEM-disciplines

STEM staat voor de interactie tussen drie disciplines: het natuurwetenschappelijke (S), het technisch-wetenschappelijke (TE) en het wiskundige (M).

Concept

Concepten zijn principes, wetten, beginselen, theorieën, structuren of systemen en vormen de basis van kennisopbouw.

Context

Contexten zijn concrete situaties of probleemstellingen die voor leerlingen betekenisvol zijn of kunnen worden door de uit te voeren leeractiviteiten. Contexten kunnen het leren betekenisvoller maken en bij leerlingen de motivatie en attitude versterken. Afwisseling in contexten is nodig voor transfer van kennis en vaardigheden. Een context kan een concept verduidelijken of de verbinding vormen tussen verschillende concepten.

Model

Voorstellingswijze van een systeem of verschijnsel. Voorbeelden van modellen: schetsen, schema's, plannen, tekeningen, prototypes, stroomdiagrammen, schaalmodel, wiskundige verbanden, formules ...

Systeem

Een orgaan, een organisme, een stelsel, een machine, een constructie ... kan worden beschouwd worden als een systeem. Een systeem is een voorstellingswijze van een natuurlijk of technisch verschijnsel om het te onderzoeken of aan te passen. Een systeem kan uit meerdere componenten of onderdelen bestaan. Relaties tussen de componenten in een systeem kunnen samenhang en ordening vertonen. Veranderingen in systemen worden gekenmerkt door stromen en feedback. Men onderscheidt processen binnen het systeem en wisselwerking met de omgeving.

5.2 Pop-ups

Modelleren

- Analyseren van de vraag of probleemstelling om verbanden/relaties/patronen te identificeren
- Kiezen van een geschikt model: wiskundig, natuurwetenschappelijk, technologisch
- Concretiseren van het gekozen natuurwetenschappelijk/technologisch model
- Analyseren van de validiteit en reikwijdte van het model in de context

Omgaan met grootheden en eenheden

- Schatten van grootheden aan de hand van referentiepunten
- Meetnauwkeurigheid
- Gebruiken van vuistregels voor de bepaling van het aantal beduidende cijfers en de nauwkeurigheid bij bewerkingen met meetresultaten
- Herleiden van courante eenheden
- Gebruiken van notaties met machten van 10: ingenieursnotatie

Probleemoplossende strategieën

- Analyseren en van de vraag of definiëren van de probleemstelling vanuit invalshoeken
- Probleem opsplitsen in deelproblemen
- Criteria voor de oplossing en de oplossingsstrategie bepalen
- Toepassen oplossingsstrategieën en vuistregels
- Toepassen van wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en STEM-concepten en praktijken om deelproblemen op te lossen.
- (Deel)oplossingen bedenken, integreren, testen, evalueren en bijsturen

6 Vergelijkende tabel leerplannen

In onderstaande tabel worden de leerplannen *Natuurwetenschappen B* (II-Nat-d), *Natuurwetenschappen VB* (II-NatVB-d) en *Natuurwetenschappen C* (II-NatS-d) met elkaar vergeleken.

In de tabel worden de onderscheidende leerplandoelen aangegeven in vergelijking met het leerplan *Natuurwetenschappen B*. Zij dragen bij aan het realiseren van respectievelijk het leerplanprofiel van de verdiepte basisvorming of het leerplanprofiel met cesuurdoelen.

Leerplanonderdeel	Onderscheidende leerplandoelen in leerplan <i>Natuurwetenschappen VB</i>	Onderscheidende leerplandoelen in leerplan <i>Natuurwetenschappen C</i>

STEM-doelen	--	LPD S6; LPD S7
Biologie	--	LPD B6; LPD B16; LPD B17; LPD B18
Chemie	LPD C12; LPD C15; LPD C16; LPD C17; LPD C26; LPD C29	LPD C7; LPD C13; LPD C16; LPD C17; LPD C18; LPD C20; LPD C21; LPD C23; LPD C24; LPD C25; LPD C26; LPD C27; LPD C28; LPD C29; LPD C30; LPD C32; LPD C33; LPD C34; LPD C35; LPD C37; LPD C38
Fysica	LPD F5; LPD F6; LPD F12; LPD F17	LPD F4; LPD F5; LPD F6; LPD F9; LPD F10; LPD F12; LPD F14; LPD F17; LPD F19; LPD F23

7 Basisuitrusting

Basisuitrusting verwijst naar de infrastructuur en het (didactisch) materiaal die in lessen Natuurwetenschappen 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. We adviseren de school om de grootte van de klasgroep en de beschikbare infrastructuur en uitrusting op elkaar af te stemmen.

Risicoanalyse

Een werkgroep binnen KVCV (Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging) stelde de [COS-brochure](#) op die als leidraad kan gebruikt worden om veilig om te gaan met 'Chemicaliën Op School'. Hierbij werd rekening gehouden met de pedagogisch-didactische aspecten van de natuurwetenschappelijke vakken in het secundair onderwijs en met de wettelijke regelgevingen rond welzijn en milieu.

De adviezen voor het gebruik van chemicaliën houden rekening met het onderwijsniveau, de studierichtingen, de leerdoelen en de vaardigheidsverschillen tussen leraren en leerlingen. De werkgroep heeft er adviezen aan toegevoegd over veiligheidsonderricht, opslag van schoolchemicaliën, de milieuvriendelijke verwijdering van het afval, de inrichting van wetenschapslokalen en de organisatie van praktijklessen.

Om leerlingen veilig te laten omgaan met chemicaliën en daarbij de nodige preventiemaatregelen te voorzien, wordt er eerst 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 praktijk. Op de website <http://www.gevaarlijkestoffen.be/> is als hulpmiddel voor deze risicoanalyse een Excelbestand te downloaden.

Na een risicoanalyse of een onderzoek van eventuele ongevallen kunnen er technologische aanpassingen komen die de veiligheid in de toekomst kunnen verbeteren.

7.1 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;
- dat voldoende ruim is om eventueel flexibele klasopstellingen mogelijk te maken.

Toegang tot (mobile) devices voor leerlingen.

7.2 Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen beschikbaar in de infrastructuur

Om aan onderzoekgericht 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.

8 Concordantie

De concordantietabel geeft aan welke leerplandoelen eindtermen (ET) en cesuurdoelen (CD) realiseren.

[zie disclaimer]

Leerplandoel	Eindtermen
STEM	
S1	ET 6.53; ET 13.11; ET 13.12; ET 13.14
S2	ET 6.54
S3	ET 6.47
S4	ET 6.49
S5	ET 6.48
S6	--
S7	ET 6.50
S8	ET 6.52; ET 13.11; ET 13.13
S9	ET 6.55; ET 13.11; ET 13.13
S10	ET 6.56

S11 ET 6.57

Leerplandoel Eindtermen en cesuurdoelen

Biologie

B1	ET 6.42
B2	ET 6.41; ET 6.42
B3	ET 6.41; ET 6.42
B4	ET 6.42
B5	ET 6.42
B6	ET 6.42
B7	ET 6.42
B8	ET 6.42
B9	ET 6.42
B10	ET 6.41
B11	ET 6.41
B12	ET 6.41
B13	ET 6.43
B14	ET 6.43
B15	ET 6.44
B16	ET 6.44; CD 8.1.6
B17	CD 8.1.6
B18	CD 8.1.6
B19	ET 6.45
B20	ET 6.45
B21	ET 6.46
B22	ET 6.46

Leerplandoel Eindtermen en cesuurdoelen

Chemie

C1	ET 6.23
C2	ET 6.26
C3	ET 6.27
C4	ET 6.26
C5	ET 6.26

C6	ET 6.29
C7	ET 6.38
C8	ET 6.38
C9	ET 6.24
C10	ET 6.24
C11	ET 6.25
C12	ET 6.25
C13	ET 6.24; ET 6.25; ET 6.26; CD 9.1.7
C14	ET 6.28
C15	ET 6.26
C16	ET 6.27
C17	ET 6.27; CD 9.1.2
C18	ET 6.27; CD 9.1.2
C19	ET 6.27
C20	ET 6.27
C21	--
C22	ET 6.28
C23	ET 6.39; CD 9.1.7
C24	ET 6.39; CD 9.1.7
C25	ET 6.39; CD 9.1.7
C26	ET 6.39; CD 9.1.7
C27	CD 9.1.7
C28	ET 6.39; CD 9.1.7
C29	ET 6.32; ET 6.51
C30	ET 6.32
C31	ET 6.30
C32	ET 6.30
C33	ET 6.30; CD 9.1.10
C34	ET 6.30; CD 9.1.10
C35	ET 6.31; CD 9.1.7
C36	ET 6.31
C37	ET 6.30; CD 9.1.10

C38	CD 9.1.10
Leerplandoel	Eindtermen en cesuurdoelen
Fysica	
F1	ET 6.50; ET 6.51
F2	ET 6.33
F3	ET 6.33; ET 6.50
F4	CD 11.1.7
F5	CD 11.1.7
F6	CD 11.1.7
F7	ET 6.34
F8	ET 6.35; CD 9.1.12
F9	CD 11.1.2
F10	CD 11.1.2
F11	ET 6.36
F12	ET 6.36; CD 11.1.3
F13	ET 6.36; CD 11.1.3
F14	ET 6.50; ET 6.51; CD 9.1.12
F15	ET 6.37
F16	ET 6.37
F17	CD 11.1.3
F18	ET 6.33
F19	CD 11.1.1
F20	ET 6.40; ET 6.51; CD 11.1.5
F21	ET 6.40; ET 6.50; CD 11.1.5
F22	ET 6.40; CD 11.1.5
F23	CD 11.1.5
F24	ET 6.40

8.1 Eindtermen

6.23 De leerlingen onderzoeken stoffen in het dagelijkse leven aan de hand van stofeigenschappen en scheidingstechnieken.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Zuivere stof, mengsel
- Stofeigenschap
- Massadichtheid, smeltpunt, kookpunt
- Scheidingstechniek

***Conceptuele kennis**

- Onderscheid tussen een zuivere stof, een bestanddeel en een mengsel
- Soorten mengsels: homogene en heterogene mengsels zoals aerosols (rook, nevel), oplossing, schuim, suspensie, emulsie
- Stofeigenschappen: massadichtheid, kookpunt, smeltpunt, deeltjesgrootte en andere zoals geleidbaarheid, oplosgedrag van stoffen
- Principe van scheidingstechnieken: filtreren, decanteren, centrifugeren, destilleren, uitdampen, zeven

***Procedurele kennis**

- Kiezen van de geschikte scheidingstechniek(en) om bestanddelen uit mengsels te scheiden
- Uitvoeren van scheidingstechnieken zoals filtreren, decanteren, centrifugeren, destilleren, uitdampen, zeven

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

6.24 De leerlingen gebruiken een atoommodel om de structuur van atomen en ionen te beschrijven.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Atoomkern, atoommassa, massagetal, atoomnummer
- Namen en symbolen van elementaire deeltjes: proton, neutron, nucleonen, elektron
- Symbolische voorstelling van een atoom met atoomnummer en massagetal

***Conceptuele kennis**

- Atoomkern
- Energieniveau
- Atoommassa
- Atoommassa-eenheid
- Relatieve en absolute massa
- Massagetel en atoomnummer
- Onderscheid tussen een atoom en een ion
- Beperkte en geldigheid van een atoommodel
- Eenheidslading van elementaire deeltjes

***Procedurele kennis**

- Gebruiken van het PSE

Met inbegrip van context

- De eerste 18 elementen van het PSE komen aan bod.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

6.25 De leerlingen gebruiken het PSE om eigenschappen van atomen en ionen af te leiden.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Groep, periode, valentie-elektron, edelgasconfiguratie

*Conceptuele kennis

- Opbouw van het PSE in functie van een atoommodel
- Groep, periode
- Valentie-elektronen, edelgasconfiguratie
- Eigenschappen: massa van een atoom en ion, ionvorming
- Onderscheid tussen een atoom en een ion
- Onderscheid tussen een metaal atoom en een niet-metaal atoom

*Procedurele kennis

- Leggen van het verband tussen de plaats van een element in het PSE en de eigenschappen ervan

Met inbegrip van context

- Elementen uit de a-groepen en de edelgassen komen aan bod.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

6.26 De leerlingen stellen chemische formules op voor enkelvoudige en samengestelde anorganische stoffen met behulp van het PSE.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Index, coëfficiënt
- Structuurformule, brutoformule, formule-eenheid

*Conceptuele kennis

- Onderscheid tussen een atoom en een molecule
- Onderscheid tussen een enkelvoudige en een samengestelde stof
- Anorganische stof
- Soorten chemische formules: structuurformule, brutoformule, formule eenheid
- Soorten chemische bindingen: ionbinding, covalente binding, metaalbinding
- Onderscheid tussen een index en een coëfficiënt
- Elektronegativiteit

*Procedurele kennis

- Gebruiken van het PSE
- Opstellen van Lewisstructuren
- Opstellen van chemische formules van anorganische stoffen

Met inbegrip van context

- Elementen uit de a-groepen van het PSE komen aan bod.
- In geval van samengestelde stoffen komen enkel binaire stoffen aan bod.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

6.27 De leerlingen classificeren stoffen zowel op basis van een gegeven chemische formule als op basis van een naam.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Namen en symbolen van elementen uit het PSE: H, He, C, N, O, P, Ne, Na, Mg, Al, S, Cl, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Br, Ag, Au, Hg, Pb, F, I, U, Sn, Li, Cd, Ar, Si, Be
- Courante triviale namen van stoffen zoals zuurstofgas, zoutzuur, ammoniak, salpeterzuur, zwavelzuur, soda, koolzuur, stikstofgas, ozon
- Regels van de IUPAC-naamgeving
- Regels voor stocknotatie bij ionverbindingen
- Regels voor naamgeving met Griekse telwoorden bij moleculaire stoffen

***Conceptuele kennis**

- Onderscheid tussen een binair zuur en een ternair zuur
- Zuren als een samenstelling van proton(en) + zuurrest
- Hydroxiden als een samenstelling van een metaalion + hydroxide-ion(en)
- Zouten als een samenstelling van een metaalion + zuurrest
- Oxiden als een samenstelling van een metaal atoom of niet-metaal atoom + zuurstofatoom(en)
- Algemene structuur van alkanen en karakteristieke functionele groep van alkenen, alcoholen, carbonzuren als organische stoffen

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.
- Volgende stoffen en poly-atomische ionen komen aan bod
- Anorganische stoffen: zuren, zouten, basen, oxiden, metalen, niet-metalen, edelgassen
- Organische stoffen: alkanen, alkenen, alcoholen, carbonzuren
- Polyatomische ionen zoals nitraation, nitrietion, sulfaation, sulfietion, fosfaation, carbonaation, hydroxide-ion.
- Als chemische formule komen de brutoformule, de structuurformule en de formule-eenheid aan bod.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.28 De leerlingen brengen organische en anorganische stoffen in verband met toepassingen en biologische en chemische processen in het dagelijks leven.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Courante triviale namen van stoffen zoals zuurstofgas, zoutzuur, ammoniak, salpeterzuur, zwavelzuur, soda, koolzuur, stikstofgas, ozon
- Regels van de IUPAC-naamgeving
- Regels voor stocknotatie bij ionverbindingen

- Regels voor naamgeving met Griekse telwoorden bij moleculaire stoffen
- Eigenschappen van zuren, zouten, basen, oxiden, metalen, niet-metalen en edelgassen zoals oplosgedrag, geleiding, inertie in functie van de contexten

***Conceptuele kennis**

- Belang, voorkomen, toepassingen van mono-atomische ionen en poly-atomische ionen zoals nitraation, nitrietion, sulfaation, sulfietion, fosfaation, carbonaation, hydroxide-ion
- Belang, voorkomen, toepassingen van alkanen, alkenen, alcoholen, carbonzuren

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

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

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Coëfficiënt, index

***Conceptuele kennis**

- Principe van een aflopende chemische reactie
- Voorstellingswijze van een chemische reactie
- Reagentia en reactieproducten
- Onderscheid tussen een index en een coëfficiënt
- Wet van behoud van massa

***Procedurele kennis**

- Toepassen van de wet van behoud van massa

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

6.30 De leerlingen stellen een reactievergelijking van een eenvoudige anorganische reactie op.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Namen en symbolen van elementen uit het PSE: H, He, C, N, O, P, Ne, Na, Mg, Al, S, Cl, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Br, Ag, Au, Hg, Pb, F, I, U, Sn, Li, Cd, Ar, Si, Be
- Naamgeving van anorganische stoffen en ionen
- Notatie van aggregatietoestanden in chemische reacties

***Conceptuele kennis**

- Principe van een reactie zoals
 - > Een zuur-basereactie inclusief ionisatie van zuren en dissociatie van basen en zouten
 - > Een neerslagreactie inclusief dissociatie van basen en zouten
 - > Een redoxreactie inclusief oxidatiegetal

***Procedurele kennis**

- Noteren van chemische formules
- Toepassen van een methode voor het opstellen van een reactie zoals zuur-basereacties, neerslagreacties, eenvoudige redoxreacties
- Opstellen van een dissociatievergelijking

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.
- Bij keuze voor neerslagreacties wordt een oplosbaarheidstabel gebruikt.
- Bij keuze voor redoxreacties wordt een tabel met oxidatiegetallen gebruikt.
- Redoxreacties met enkelvoudige stoffen komen aan bod.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

6.31 De leerlingen leggen een verband tussen de zuurtegraad van een oplossing en de protonen- en hydroxideconcentraties.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- pH
- Indicator

***Conceptuele kennis**

- Onderscheid tussen een zure, een basische en een neutrale oplossing
- Ionisatie van zuren en dissociatie van basen
- pH-begrip als zuurtegraad, protonen- en hydroxideconcentratie
- pH-schaal
- Functie van een indicator
- Buffer

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.
- Sterke zuren en basen komen aan bod.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.32 De leerlingen leggen het verband tussen mol, molaire massa en molaire concentratie aan de hand van eenvoudige stoichiometrische berekeningen.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Mol, molaire massa

***Conceptuele kennis**

- Mol, molaire massa
- Getal van Avogadro

- Molaire concentratie

***Procedurele kennis**

- Gebruiken van het PSE
- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Rekenen met verhoudingen

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

6.33 De leerlingen analyseren rechtlijnige bewegingen door het verband te leggen tussen positie, tijdstip, snelheid en versnelling.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Positie, tijdstip, verplaatsing, afgelegde weg en tijdsverloop
- Gemiddelde snelheid, gemiddelde versnelling
- Differentiequotiënt
- Formules
 - > Gemiddelde snelheid $v_g = \Delta x / \Delta t$
 - > Gemiddelde versnelling $a_g = \Delta v / \Delta t$

***Conceptuele kennis**

- Positie, tijdstip, verplaatsing, afgelegde weg en tijdsverloop
- Onderscheid tussen afgelegde weg en verplaatsing
- Positie- en snelheidsfunctie inclusief grafieken
- Gemiddelde snelheid als differentiequotiënt inclusief formule $v_g = \Delta x / \Delta t$
- Onderscheid tussen gemiddelde snelheid en ogenblikkelijke snelheid
- Gemiddelde versnelling als differentiequotiënt inclusief formule $a_g = \Delta v / \Delta t$

***Procedurele kennis**

- Omvormen van formules: 1 variabele uitdrukken in functie van de andere
- Beschrijven van een rechtlijnige beweging a.d.h.v. een grafiek

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.
- De bewegingen zijn beperkt tot die met een constante versnelling en zonder een versnelling.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

6.34 De leerlingen gebruiken de concepten kracht en veld om interacties tussen systemen te beschrijven.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Kracht, veld

- Vector, grootte, richting, zin, aangrijpingspunt
- Normaalkracht, wrijvingskracht
- Zwaartekracht, gewicht, zwaarteveldsterkte, zwaartepunt
- Veerkracht, veerconstante
- Formule voor de grootte van de zwaartekracht $F=m \cdot g$

***Conceptuele kennis**

- Kracht als vectoriële grootte: grootte, richting, zin, aangrijpingspunt
- Soorten krachten: normaalkracht, wrijvingskracht, veerkracht, zwaartekracht
- Dynamische effecten van een kracht: versnellen, vertragen, van richting veranderen
- Snelheid en versnelling
- Zwaartekracht
 - > Zwaartepunt
 - > Verband tussen grootte van de zwaartekracht, massa en zwaarteveldsterkte inclusief formule $F=m \cdot g$
 - > Verschil tussen zwaartekracht, massa en gewicht
 - > Verband tussen zwaarteveld en zwaartekracht
- Zwaarteveld van hemellichamen
- Veerkracht
 - > Verband tussen grootte van de veerkracht, veerconstante en lengteverandering van een elastisch voorwerp inclusief formule $F=k \cdot \Delta \ell$

***Procedurele kennis**

- Teken van krachten als vectoren
- Bepalen van de richting en de zin van een vectoriële grootte
- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Gebruiken van een formulair

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

6.35 De leerlingen gebruiken het concept druk bij vaste stoffen, gassen en vloeistoffen kwalitatief en kwantitatief om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Druk, hydrostatische druk, atmosferische druk
- Beginsel van Pascal
- Formule voor druk $p=F/A$
- Absolute temperatuur, Kelvin

***Conceptuele kennis**

- Druk als grootte van de kracht per oppervlakte inclusief formule $p=F/A$
- Druk op vaste stoffen
- Druk op en in gassen
 - > Atmosferische druk

- > Absoluut nulpunt voor druk en temperatuur, absolute temperatuur, Kelvinschaal
- Druk op en in vloeistoffen
 - > Beginsel van Pascal
 - > Hydrostatische druk
 - > Invloedsfactoren op de hydrostatische druk uitgaande van de formule $p = \rho \cdot g \cdot h$
 - > Grootte h als diepte in de vloeistof
 - > Totale druk in een vloeistof inclusief formule $p = p_o + \rho \cdot g \cdot h$
- Recht en omgekeerd evenredig verband

***Procedurele kennis**

- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Gebruiken van een formulair

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

6.36 De leerlingen gebruiken de wet van behoud van energie kwalitatief en kwantitatief om energieomzettingen, rendement en vermogen in systemen te beschrijven.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Energie, vermogen, rendement
- Gravitationele energie, elastische energie, kinetische energie, chemische energie, thermische energie, stralingsenergie, kernenergie, elektrische energie
- Wet van behoud van energie
- Formules
 - > Gemiddeld vermogen $P = \Delta E / \Delta t$
 - > Rendement $\eta = E_{\text{nuttig}} / E_{\text{totaal}}$

***Conceptuele kennis**

- Verbanden tussen energie, rendement en vermogen inclusief formules voor gemiddeld vermogen $P = \Delta E / \Delta t$ en rendement $\eta = E_{\text{nuttig}} / E_{\text{totaal}}$
- Soorten energie: gravitationele energie inclusief formule $E = m \cdot g \cdot h$, elastische energie inclusief formule $E = 1/2 \cdot k \cdot (\Delta \ell)^2$, kinetische energie inclusief formule $E = 1/2 \cdot m \cdot v^2$, chemische energie, thermische energie, stralingsenergie, kernenergie, elektrische energie
- Energie-eenheden die niet in het SI voorkomen: kilowattuur, kilocalorie
- Wet van behoud van energie, energiebalans
- Energiedissipatie, open en geïsoleerde systemen

***Procedurele kennis**

- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Gebruiken van een formulair
- Kwantitatief opstellen van de energiebalans bij een omzetting van gravitationele energie, elastische energie en kinetische energie

- Kwalitatief opstellen van de energiebalans bij een omzetting van gravitationele energie, elastische energie, kinetische energie, chemische energie, thermische energie, stralingsenergie, kernenergie en elektrische energie

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

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

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- (Absolute) temperatuur, thermische energie, warmte, cohesiekrachten, deeltjesmodel, smeltpunt
- Aggregatietoestanden: vast, vloeibaar, gas
- Faseovergangen: smelten, stollen, verdampen, condenseren, sublimeren, desublimeren

*Conceptuele kennis

- (Absolute) temperatuur, thermische energie, warmte en de kwalitatieve verbanden ertussen
- Warmtebalans als behoud van energie
- Thermisch evenwicht
- Merkbare warmte bij temperatuursveranderingen
 - > Verband met kinetische energie van de deeltjes
 - > Specifieke warmtecapaciteit
- Latente warmte bij faseovergangen
 - > Verband met potentiële energie van de deeltjes
 - > Cohesiekrachten

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.38 De leerlingen leiden bij een chemische reactie de energie-uitwisseling met de omgeving af aan de hand van waarnemingen en voorbeeldreacties in authentieke contexten.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Exo-energetische reactie, endo-energetische reactie

*Conceptuele kennis

- Onderscheid tussen een exo-energetische reactie en een endo-energetische reactie
- Energiediagram

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.39 De leerlingen verklaren de principes van oplossen en elektrische geleiding met behulp van een gegeven chemische structuur.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Polair, apolair
- Ionisatie, dissociatie, hydratatie

*Conceptuele kennis

- Water als dipoolmolecule
- Polaire en apolaire stoffen
- Verband tussen het bindingstype en het geleidingsvermogen
- Verband tussen het bindingstype en het oplosgedrag van stoffen
- Intermoleculaire krachten: dipoolkrachten, ion-dipool interacties
- Elektronegativiteit
- Principe van elektrische geleiding, geleider en isolator
- Elektrolyten en niet-elektrolyten: ionisatie en dissociatie
- Principe van oplossen: dissociatie, hydratatie

Met inbegrip van context

- Chemische structuren zoals binaire stoffen, H_2O , CaCO_3 , CCl_4 komen aan bod.
- De chemische structuur wordt aangereikt.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.40 De leerlingen beschrijven eenvoudige elektrische stroomkringen aan de hand van de concepten elektrische stroomsterkte, spanning, weerstand, geleidbaarheid, vermogen, energie en de verbanden ertussen.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Geleider en isolator
- Stroomsterkte, spanning, weerstand, geleidbaarheid
- Spanningsbron, gelijkspanning
- Wet van Ohm
- Serie- en parallelschakeling

*Conceptuele kennis

- Geleider en isolator
- Spanningsbronnen, gelijkspanning
- Elektrische stroomsterkte, spanning, weerstand, geleidbaarheid en de verbanden ertussen
- Wet van Ohm
- Weerstand, geleidbaarheid, stroomsterkte en spanning bij serie- en parallelschakeling
- Vermogen
- Joule-effect
- Veiligheidsaspecten: elektrocutie, kortsluiting en overbelasting
- Recht en omgekeerd evenredig verband

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.
- Er is aandacht voor de veiligheid in een elektrische installatie: zekeringen, verliesstroomschakelaar, aarding, elektrische isolatie.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.41 De leerlingen leggen het begrip homeostase uit aan de hand van de waterhuishouding in planten.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Namen van plantenorganen: wortel, stengel, blad, bloem
- Namen van plantenweefsels zoals meristeem, vaatbundel, epidermis, huidmondje, cortex
- Namen van plantenceltypen zoals xyleemvaten, floëemcellen, parenchymcellen

***Conceptuele kennis**

- Homeostase: feedbacksysteem
- Plant als systeem
- Watertransport
- Assimilaten transport
- Prikkelwaarneming door receptoren en reacties op prikkels
- Werking van hormonen

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.42 De leerlingen leggen uit hoe de coördinatie tussen een prikkel en de reactie op die prikkel gebeurt en bijdraagt tot het functioneren van plant en dier.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Receptoren bij dieren zoals staafjes en kegeltjes, haarcellen
- Fotoreceptoren bij planten
- Namen van endocriene klieren zoals hypofyse, schildklier, thymus, bijnieren, pancreas, eierstokken, teelballen en de bijhorende hormonen
- Namen van plantenhormonen zoals auxine, ethyleen
- Delen van het centrale zenuwstelsel: hersenen, ruggenmerg
- Namen van soorten spieren: gladde spier, hartspier en dwarsgestreepte spier
- Namen van exocriene klieren zoals speekselklier, traanklier, zweetklier, melkklier, talgklier

***Conceptuele kennis**

- Organisme als systeem
- Soorten prikkels: inwendige en uitwendige prikkels
- Structuur en werking van een zintuig naar keuze
- Werking van receptoren
- Overdracht van informatie: impulsgeleiding, impulsoverdracht en hormonale signalen
- Onderscheid tussen en werking van reflex en gewilde beweging

- Verschil in aansturing tussen dwarsgestreepte en gladde spieren
- Coördinerende rol van het endocrien stelsel
- Werking van hormonen
- Werking van enkele exocriene klieren

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.43 De leerlingen bespreken bij de mens de bevruchting en factoren die de ontwikkeling van embryo en foetus beïnvloeden.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Eicel, zaadcel, zygote, embryo, foetus
- Bevruchting

*Conceptuele kennis

- Eicel, zaadcel, zygote, embryo, foetus
- Bevruchting
- Beïnvloedende factoren: gezondheidsgedrag, leefmilieu

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.44 De leerlingen situeren organismen in het driedomeinensysteem.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Vijfrijkensysteem, driedomeinensysteem, tree of life
- Prokaryoten en eukaryoten
- Virus in relatie tot het driedomeinensysteem
- Soortbegrip
- Biodiversiteit

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.45 De leerlingen analyseren het gedrag van en interacties tussen organismen van dezelfde soort en verschillende soorten om het overleven van organismen te verklaren.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Microbioom
- Populatie

*Conceptuele kennis

- Soorten interacties tussen organismen zoals commensalisme, mutualisme, parasitisme, antibiose
- Ziekten als onevenwichtige interacties tussen organismen
- Antibioticaresistentie

- Microbioom
- Populatie
- Aangeboren en aangeleerd gedrag
- Communicatie tussen organismen

**Procedurele kennis*

- Herkennen van interacties tussen organismen
- Herkennen van aangeboren en aangeleerd gedrag van organismen zoals baltsgedrag, afbakening van territorium, gedrag in functie van taken, agressie, vluchten, verdediging

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

6.46 De leerlingen analyseren materie- en energiestromen in een ecosysteem.

Met inbegrip van kennis

**Feitenkennis*

- C-cyclus, N-cyclus, watercyclus

**Conceptuele kennis*

- Ecosysteem
- Positieve en negatieve interactie tussen biotische en abiotische factoren
- Fotosynthese, ademhaling, watercyclus, C-cyclus en N-cyclus
- Ecosysteemdiensten
- De rol van micro-organismen in de materie-omzetting
- Belang van biodiversiteit in een ecosysteem
- Veranderende ecosystemen onder invloed van klimaatsveranderingen

**Procedurele kennis*

- Herkennen van energie- en materiestromen
- Leggen van verbanden tussen materiestromen, energiestromen, biotische factoren en abiotische factoren

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

6.47 De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid meetinstrumenten en hulpmiddelen om te observeren, te meten, te experimenteren en te onderzoeken in wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en STEM-contexten.

Met inbegrip van kennis

**Conceptuele kennis*

- Hulpmiddelen en meetinstrumenten verbonden aan eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit

**Procedurele kennis*

- Gebruiken van hulpmiddelen en meetinstrumenten verbonden aan eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit zoals weegschaal, pH-meter en -indicatoren, thermometer, maatbeker, pipet, gereedschappen, chronometer

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

Psychomotorische dimensie: Een vaardigheid zelfstandig uitvoeren: bewegingen/handelingen worden meer automatisch uitgevoerd, zijn vloeiend, betrouwbaar en efficiënt. Essentiële elementen van de beweging/handeling zijn regelmatig aanwezig.

6.48 De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met materialen, chemische stoffen en technische en biologische systemen.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Veiligheidspictogrammen

*Conceptuele kennis

- H/P-zinnen

*Procedurele kennis

- Gebruiken en indien nodig onderhouden van technische systemen zoals handwerkgereedschappen, glaswerk, meetinstrumenten, computers
- Gebruiken van informatie zoals instructiekaarten voor technische systemen, pictogrammen, symbolen, onderhoudsvoorschriften, handleidingen en (werk)tekeningen
- Toepassen van goede praktijken zoals
 - > Ordelijk werken, productetiketten interpreteren
 - > Alert zijn voor energie die kan vrijkomen onder de vorm van warmte, geluid, straling, elektriciteit
- Omgaan met chemisch en biologisch afval

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

Psychomotorische dimensie: Een vaardigheid uitvoeren na instructie of uit het geheugen: de meest essentiële elementen van de beweging/handeling zijn aanwezig, maar nog niet consequent.

6.49 De leerlingen gebruiken op een gepaste manier meetwaarden, grootheden en eenheden in wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en STEM-contexten.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Symbolen van grootheden en (SI-) eenheden uit eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit

*Conceptuele kennis

- Beduidende cijfers
- Meetnauwkeurigheid
- Onderscheid tussen vectoriële en scalaire grootheden

*Procedurele kennis

- Gebruiken van relevante symbolen van grootheden en (SI-) eenheden uit eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit
- Herleiden van courante eenheden

- Gebruiken van notaties met machten van 10 zoals wetenschappelijke notatie, ingenieursnotatie
- Gebruiken van vuistregels voor de bepaling van het aantal beduidende cijfers en de nauwkeurigheid bij bewerkingen met meetresultaten
- Schatten van grootheden aan de hand van referentiepunten

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

6.50 De leerlingen onderzoeken verbanden tussen grootheden op kwantitatieve wijze.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Namen en symbolen van grootheden en eenheden uit eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit

***Conceptuele kennis**

- Recht en omgekeerd evenredig verband
- Kwadratisch verband, lineair verband
- Spreidingsdiagram
- Informeel begrip van trendlijn
- Informeel begrip van de correlatiecoëfficiënt bij een lineair verband

***Procedurele kennis**

- Opstellen en interpreteren van grafieken en formules
- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Met ICT
 - > Bepalen en interpreteren van de trendlijn met bijhorend voorschrift en correlatiecoëfficiënt
 - > Opstellen en interpreteren van een spreidingsdiagram

Met inbegrip van context

***Volgende verbanden tussen grootheden zoals**

- Tussen massa en volume of inhoud
- Tussen de grootte van de zwaartekracht en de massa
- Tussen temperatuursverandering, warmtehoeveelheid en massa

komen aan bod.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

6.51 De leerlingen gebruiken verhoudingen van en evenredigheden tussen massa's, volumes en stofhoeveelheden om dichtheden, molaire grootheden en concentraties te beschrijven.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Massa, volume, stofhoeveelheid
- Dichtheid
- Concentratie
- Molaire massa, molair volume

- Verdunning

***Conceptuele kennis**

- Verhouding en evenredigheid
- Massa, volume, deeltjeshoeveelheid
- Dichtheid zoals massadichtheid, deeltjesdichtheid
- Concentratie zoals molaire concentratie
- Molaire massa, molair volume

***Procedurele kennis**

- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

6.52 De leerlingen ontwikkelen natuurwetenschappelijke, technologische, en wiskundige modellen in disciplinespecifieke en STEM-contexten om te visualiseren, te onderzoeken, op te lossen en te verklaren.

Met inbegrip van kennis

***Conceptuele kennis**

- Wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische concepten uit de eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit
- Model als vereenvoudigde voorstelling van de werkelijkheid met de validiteit en reikwijdte ervan
- Modellen zoals schema's, schetsen, diagrammen, tekeningen, replica's, prototypes, (computer)simulaties, grafieken, tabellen, formules, vergelijkingen

***Procedurele kennis**

- Toepassen van relevante wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische concepten uit eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit
- Modelleren
 - > Conceptualiseren
 - # Analyseren van de vraag of probleemstelling om verbanden/relaties/patronen te identificeren
 - # Kiezen van een geschikt model
 - > Concretiseren van het gekozen model
 - > Analyseren van de validiteit en reikwijdte van het model in de context

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau creëren

6.53 De leerlingen passen een wetenschappelijke methode toe om kennis te ontwikkelen en om vragen te beantwoorden.

Met inbegrip van kennis

***Conceptuele kennis**

- Wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische concepten uit eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit
- Wetenschappelijke methode
- Toepasbaarheid van empirische onderzoeksmethoden op natuurlijke en technische systemen

***Procedurele kennis**

- Definieren en afbakenen van de probleemstelling
- Formuleren van een onderzoeksvraag en hypothese
- Opstellen en uitvoeren van een onderzoeksplan en experiment
- Waarnemen en verzamelen van data
- Analyseren van data die grafisch en op andere manieren worden weergegeven
- Trekken van conclusies op basis van data die grafisch en op andere manieren worden weergegeven
- Formuleren van conclusie(s) als verklaring of antwoord op een onderzoeksvraag
- Reflecteren en communiceren over de gekozen methodologie en resultaten

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

Psychomotorische dimensie: Een vaardigheid uitvoeren na instructie of uit het geheugen: de meest essentiële elementen van de beweging/handeling zijn aanwezig, maar nog niet consequent.

6.54 De leerlingen analyseren natuurlijke en technische systemen aan de hand van verschillende STEM-concepten.

Met inbegrip van kennis

***Conceptuele kennis**

- Wiskundige, natuurwetenschappelijk en technologische concepten uit eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit
- Natuurlijke en technische systemen
- STEM-concepten (cross-cutting concepts)
 - > Energie, materie en informatie (getallen, data, ...)
 - > Oorzaak en gevolg, terugkoppeling
 - > Patronen
 - > Verhouding en hoeveelheid
 - > Stabiliteit en verandering
 - > Structuur en functie
 - > Systemen en modellen

***Procedurele kennis**

- Identificeren van het behoud en omzetting van materie, energie of informatie in en tussen systemen
- Identificeren van (causale) verbanden en terugkoppeling om te verklaren en te voorspellen
- Herkennen van regelmaat om gegevens te ordenen en systemen te evalueren
- Herkennen van de invloed van schaal, proportie en aantal op de eigenschappen van systemen
- Bepalen van de invloed van verstoringen op systemen
- Leggen van de relatie tussen de vorm en de opbouw van dat systeem met de eigenschappen en de functie van dit systeem en vice versa
- Benaderend weergeven van fenomenen door ze af te bakenen en te modelleren

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

6.55 De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een probleem door concepten en praktijken uit verschillende STEM-disciplines geïntegreerd aan te wenden.

Met inbegrip van kennis

***Conceptuele kennis**

- Wiskundige, natuurwetenschappelijk, technologische en STEM- concepten uit eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit

***Procedurele kennis**

- Toepassen van probleemoplossende strategieën
 - > Definieren van het probleem
 - > Bepalen van criteria voor de oplossing
 - > Identificeren van deelproblemen en erbij horende wiskundige, wetenschappelijke of technologische concepten
 - > Bedenken van mogelijke oplossingen voor deelproblemen
 - > Testen, evalueren en bijsturen van de totaaloplossing
 - > Toepassen van wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en STEM- concepten en praktijken om deelproblemen op te lossen
 - > Integreren van deeloplossingen
 - > Testen, evalueren en bijsturen van de totaaloplossing

Met inbegrip van context

- Elke STEM-discipline komt ten minste één maal geïntegreerd aan bod.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau creëren

6.56 De leerlingen beargumenteren vanuit verschillende invalshoeken keuzes bij het ontwerp en het gebruik van technische systemen en andere STEM-oplossingen.

Met inbegrip van kennis

***Conceptuele kennis**

- Wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische concepten uit eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit
- Ontwerpen als scheppend proces waarbij afwegingen en keuzes worden gemaakt
- Invalshoeken zoals ecologisch, ethisch, cultureel, technisch, economisch, maatschappelijk

***Procedurele kennis**

- Toepassen van criteria om een geschikte keuze te bepalen

***Metacognitieve kennis**

- Eigen normen en waarden

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau evalueren

Affectieve dimensie^o: Voorkeur tonen voor en belang hechten aan waarden, opvattingen, gedragingen, gebeurtenissen, informatie, taken, strategieën, ...

6.57 De leerlingen onderzoeken aan de hand van concrete maatschappelijke uitdagingen de wisselwerking tussen STEM-disciplines onderling en tussen STEM-disciplines met de maatschappij.

Met inbegrip van kennis

***Conceptuele kennis**

- Wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische concepten uit eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit
- Relatie tussen maatschappelijke behoeften, keuzes en STEM-toepassingen
- Dynamiek tussen STEM-disciplines onderling
- Wiskunde, wetenschappen en technologie als onderdeel van culturele ontwikkeling
- Belang van interdisciplinariteit en multiperspectiviteit bij het aanpakken van grote uitdagingen
- Systeemdenken

***Procedurele kennis**

- Systeemdenken

Met inbegrip van context

- Contexten zoals klimaatverandering, hernieuwbare energie, zorg en gezondheid, onderwijs, watervoorziening, mobiliteit, leefbare en duurzame steden, oceaانvervuiling komen aan bod.
- De duurzame ontwikkelingsdoelen zoals geformuleerd door de internationale gemeenschap worden aangereikt (SDG's, sustainable development goals).

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

13.11 De leerlingen formuleren, na analyse van een aangereikt probleem, een onderzoeksvraag en een hypothese.

Met inbegrip van kennis

***Conceptuele kennis**

- Onderzoeksvraag
- Hypothese
- Invalshoeken om een probleem te bekijken
- Criteria voor een onderzoeksvraag zoals onderzoekbaar, haalbaar, ondubbelzinnig, afgebakend, relevant, beknopt, vraagvorm
- Criteria voor een hypothese zoals toetsbaar, ondubbelzinnig, afgebakend, relevant, beknopt

***Procedurele kennis**

- Toepassen van criteria bij de formulering van een onderzoeksvraag en een hypothese
- Toepassen van principes van inductief en deductief redeneren
- Uitvoeren van een probleemanalyse

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau creëren

13.12 De leerlingen voeren een onderzoekstechniek uit om digitale en niet-digitale gegevens te verwerven in functie van een onderzoeksvraag.

Met inbegrip van kennis

***Conceptuele kennis**

- Soorten onderzoekstechnieken: experiment en meting en andere technieken zoals observatie, interview, enquête, algoritme

*Procedurele kennis

- Toepassen van een onderzoekstechniek

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

13.13 De leerlingen voeren een zelfgekozen en geschikte oplossingsstrategie uit in functie van een onderzoek of een probleem.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Algoritme, heuristiek
- Criteria om een geschikte oplossingsstrategie te bepalen zoals doelstellingen, beschikbaarheid van gegevens, tijd, middelen

*Procedurele kennis

- Toepassen van specifieke oplossingsstrategieën en specifieke vuistregels
- Toepassen van criteria om een geschikte oplossingsstrategie te bepalen
- Toepassen van reflectievaardigheden

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau evalueren

13.14 De leerlingen formuleren een conclusie bij een onderzoeksvraag en een antwoord op een hypothese op basis van eigen onderzoeksresultaten.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Criteria voor een conclusie zoals onderzoeksgebaseerd, bondig, relevant, eenduidig, gestructureerd

*Procedurele kennis

- Gebruiken van voorkennis
- Gebruiken van de tijdens het onderzoek verworven informatie
- Toepassen van criteria voor het formuleren van een conclusie

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau creëren

8.2 Cesuurdoelen

8.1.6 De leerlingen leggen het belang van micro-organismen uit aan de hand van structuur of voortplanting.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder bacterie, protozoa, alg, schimmel, virus

***Conceptuele kennis**

- Groepen micro-organismen: bacteriën, protozoa, eencellige algen, eencellige schimmels
- Virussen in relatie tot het driedomeinensysteem
- Structuur van genetisch materiaal, celmembraan, celorganellen, celwand, eiwitmantel
- Voortplanting: celdeling, asexueel, sexueel, groeifasen bij bacteriën
- Vermenigvuldiging bij virussen: gastheerafhankelijkheid
- Belang van micro-organismen zoals in de voeding, in de geneeskunde, tijdens fysiologische processen bij de mens, in de natuur bij materiële kringlopen

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Begrijpen

9.1.2 De leerlingen hanteren de IUPAC-naamgeving voor anorganische stoffen.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder
 - > Namen van elementen uit het PSE: H, He, C, N, O, P, Ne, Na, Mg, Al, S, Cl, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Br, Ag, Au, Hg, Pb, F, I, U, Sn, Li, Cd, Ar, Si, Be
 - > Courante triviale namen van stoffen verbonden aan de gebruikte contexten zoals zuurstofgas, zoutzuur, loogoplossing, ammoniak, salpeterzuur, zwavelzuur, fosforzuur, soda, koolzuur, stikstofgas, ozon
- Symbolen van elementen uit het PSE: H, He, C, N, O, P, Ne, Na, Mg, Al, S, Cl, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Br, Ag, Au, Hg, Pb, F, I, U, Sn, Li, Cd, Ar, Si, Be

***Conceptuele kennis**

- Regels van de IUPAC-naamgeving
- Regels voor stocknotatie bij ionverbindingen
- Regels voor naamgeving met Griekse telwoorden bij moleculaire stoffen

***Procedurele kennis**

- Toepassen van de regels van de IUPAC-naamgeving bij anorganische stoffen
- Toepassen van de stocknotatie bij ionverbindingen
- Toepassen van naamgeving met Griekse telwoorden bij moleculaire stoffen

Met inbegrip van context

- Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Toepassen

9.1.7 De leerlingen leggen het verband tussen de structuur en de eigenschappen van stoffen.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder dipoolkracht, waterstofbrug, ion-dipoolkracht, polariteit

***Conceptuele kennis**

- Intermoleculaire krachten: dipoolkrachten, waterstofbruggen, ion-dipoolkrachten- Polariteit
- Stofeigenschappen: kookpunt, smeltpunt, oplosgedrag van stoffen, geleidbaarheid, zuur-base eigenschappen, oxidatie en reductie eigenschappen, ionisatie en dissociatie eigenschappen
- Ionrooster, molecuulrooster, atoomrooster, metaalrooster

Met inbegrip van context

- Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.
- De chemische structuur wordt aangereikt.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Begrijpen

9.1.10 De leerlingen stellen een reactievergelijking van een eenvoudige anorganische reactie op.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder namen van elementen uit het PSE: H, He, C, N, O, P, Ne, Na, Mg, Al, S, Cl, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Br, Ag, Au, Hg, Pb, F, I, U, Sn, Li, Cd, Ar, Si, Be
- Symbolen van elementen uit het PSE: H, He, C, N, O, P, Ne, Na, Mg, Al, S, Cl, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Br, Ag, Au, Hg, Pb, F, I, U, Sn, Li, Cd, Ar, Si, Be

*Conceptuele kennis

- Naamgeving van anorganische stoffen en ionen
- Principe van een zuur-basereactie, een neerslagreactie en een redoxreactie
- Wet van behoud van massa

*Procedurele kennis

- Gebruiken van het PSE
- Opstellen van eenvoudige redoxvergelijkingen tussen enkelvoudige stoffen
- Opstellen van eenvoudige zuur-basereactie en een eenvoudige neerslagreactie: schrijven van chemische formules en balanceren van chemische reacties

Met inbegrip van context

- De specifieke eindterm wordt met context gerealiseerd.
- De volgende gegevens worden aangereikt
 - > De reagentia
 - > De aggregatietoestanden van alle stoffen
 - > In geval van een redoxreactie: de namen of chemische structuur van reagentia en reactieproducten
 - > Een tabel van goed en slecht oplosbare stoffen.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Toepassen

9.1.12 De leerlingen gebruiken het verband tussen de toestandsgröotheden druk, volume en absolute temperatuur om de toestand van een ideaal gas en de veranderingen ervan te beschrijven.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Toestandsgrootheden: druk, volume, temperatuur
- Absolute temperatuur en Kelvin
- Atmosferische druk
- Reëel en ideaal gas

***Conceptuele kennis**

- Druk in gassen, atmosferische druk
- Druk en (absolute) temperatuur in termen van deeltjesmodel, absoluut nulpunt, Kelvinschaal
- Onderscheid tussen ideaal en reëel gas
- Algemene gaswet inclusief formule: $p \cdot V/T = \text{cte}$
- Verbanden tussen twee grootheden terwijl de overige constant blijft: druk, volume, temperatuur
- Recht en omgekeerd evenredig verband

***Procedurele kennis**

- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Interpreteren van grafieken die de toestand en de toestandsverandering van een gas beschrijven: verband tussen twee grootheden terwijl de overige constant blijft
- Omzetten tussen temperatuur in graden Celsius en in Kelvin.
- Gebruiken van een formularium

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Toepassen

11.1.1 De leerlingen analyseren de verticale worp van puntmassa's kwalitatief en kwantitatief door het verband te leggen tussen positie, tijdstip, ogenblikkelijke snelheid en ogenblikkelijke versnelling.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder verplaatsing, afgelegde weg, snelheid, versnelling

***Conceptuele kennis**

- Puntmassa
- Positie, verplaatsing, snelheid en versnelling als vectoriële grootheden
- Onderscheid tussen verplaatsing en afgelegde weg
- Ogenblikkelijke snelheid en ogenblikkelijke versnelling
- Positie-, snelheids- en versnellingsfunctie
- Verbanden tussen de beweging en grafieken: $x(t)$, $v_x(t)$, $a_x(t)$

***Procedurele kennis**

- Schetsen van een grafiek
- Werken met vectoriële grootheden
 - > Bepalen van de richting en de zin van een vectoriële grootheid
- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Gebruiken van een formularium

- Oplossen van problemen m.b.t. verticale worp

Met inbegrip van context

- Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.
- Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Analyseren

11.1.2 De leerlingen analyseren de statica van systemen in het vlak kwalitatief en kwantitatief aan de hand van krachten en krachtmomenten.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder kracht en krachtmoment

*Conceptuele kennis

- Krachten
 - > Soorten krachten
 - > Statische wrijvingskracht inclusief formule voor de grootte ervan $F_w = \mu \cdot F_n$
 - > Archimedeskracht inclusief formule voor de grootte ervan $F = \rho \cdot g \cdot V$
 - > Krachtenbalans, resulterende kracht
- Momenten
 - > Krachtmoment inclusief formule voor de grootte ervan $M = r \cdot F \cdot \sin \alpha$
 - > Momentenbalans, resulterend krachtmoment
- Statisch evenwicht

*Procedurele kennis

- Werken met vectoriële grootheden
 - > Bepalen van de richting en de zin van een vectoriële grootheid
 - > Ontbinden van een vector in zijn componenten: grafisch en via berekening
 - > Samenstellen van vectoren: grafisch en via berekening
- Opstellen van de krachten- en momentenbalans inclusief schets
- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Gebruiken van een formularium
- Oplossen van problemen m.b.t. statica

Met inbegrip van context

- Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.
- Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Analyseren

11.1.3 De leerlingen gebruiken de concepten arbeid, energie, warmte en de verbanden ertussen om energieomzettingen te kwantificeren.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder arbeid, energie, warmte

***Conceptuele kennis**

- Arbeid geleverd door een constante kracht inclusief formule $W=F \cdot \Delta x \cdot \cos \alpha$
- Arbeid-energietheorema
- Soorten energie inclusief formules: kinetische energie $E=1/2 \cdot m \cdot v^2$, potentiële gravitatie-energie $E=m \cdot g \cdot h$, potentiële elastische energie $E=1/2 \cdot k \cdot (\Delta \ell)^2$ en andere zoals elektrische energie $E=Q \cdot V$, chemische energie, thermische energie, stralingsenergie $E=h \cdot f$,
- Energieopslag zoals batterijen, waterreservoirs, veren
- Rendement en vermogen inclusief formules voor rendement $\eta=E_{\text{nuttig}}/E_{\text{totaal}}$ en gemiddeld vermogen $P=\Delta E/\Delta t$
- Wet van behoud van energie
- Energiedissipatie
- Warmte
- Merkbare en latente warmte inclusief formules $Q=c \cdot m \cdot \Delta T$ en $Q=\ell \cdot m$
- Warmtebalans bij temperatuursveranderingen en faseovergangen

***Procedurele kennis**

- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Gebruiken van een formulairium
- Oplossen van kwantitatieve problemen m.b.t. arbeid, energieomzettingen en warmtebalans

Met inbegrip van context

- Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.
- Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.
- De behandelde faseovergangen bij de warmtebalans zijn verdampen, condenseren, smelten en stollen.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Toepassen

11.1.5 De leerlingen analyseren elektrische gelijkstroomkringen kwalitatief en kwantitatief.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder lading, spanning, stroomsterkte, weerstand, geleidbaarheid, vermogen
- Symbolen en regels voor schematische voorstellingen inherent aan de afbakening van het cesuurdoel
- Formules
 - > Weerstand $R=U/I$
 - > Geleidbaarheid $G=I/U$
- Wet van Ohm

***Conceptuele kennis**

- Gelijkstroomkringen
- Conventionele en werkelijke stroomzin

- Elektrische lading (Q)
- Stroomsterkte inclusief formule $I = \Delta Q / \Delta t$
- Weerstand: concept, fysieke component en grootte inclusief formule $R = U / I$
- Geleidbaarheid inclusief formule $G = I / U$
- Wet van Ohm
- Joule-effect inclusief formule $Q = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$
- Vermogen inclusief formule $P = U \cdot I$
- Serie- en parallelschakeling van weerstanden
 - > Substitutieweerstand
 - > Verdelingswetten voor spanning en stroomsterkte

***Procedurele kennis**

- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Gebruiken van een formularium
- Berekenen van de substitutieweerstand van een gemengde schakeling van weerstanden
- Oplossen van gemengde schakelingen van weerstanden en één spanningsbron in gelijkstroomkringen

Met inbegrip van context

- Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.
- Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Analyseren

Inhoud

1	Algemene inleiding	5
1.1	Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten	5
1.2	De vormingscirkel – de opdracht van secundair onderwijs	5
1.3	Ruimte voor leraren(teams) en scholen	6
1.4	Differentiatie	7
1.5	Opbouw van de leerplannen.....	8
2	Situering	9
2.1	Samenhang met de eerste graad	9
2.2	Samenhang in de tweede graad	9
2.2.1	Samenhang binnen de studierichting	9
2.2.2	Samenhang met andere leerplannen Natuurwetenschappen binnen de finaliteit.....	9
2.3	Plaats in de lessentabel	14
3	Pedagogisch-didactische duiding	14
3.1	Natuurwetenschappen en het vormingsconcept	14
3.2	Krachtlijnen	15
3.3	Opbouw.....	16
3.4	Leerlijnen.....	18
3.4.1	Samenhang met de eerste graad	18
3.4.2	Samenhang in de tweede graad	20
3.5	Aandachtspunten.....	21
3.5.1	Oriëntatie van het leerplan	21
3.5.2	Samenhang tussen wetenschappen	22
3.5.3	Leerplanformularium	25
4	Leerplandoelen	26
4.1	STEM-doelen	26
4.2	Biologie.....	33
4.2.1	Homeostase	33
4.2.2	Voortplanting	38
4.2.3	Biodiversiteit	39
4.2.4	Interacties tussen organismen.....	41
4.2.5	Materie- en energiestromen in ecosystemen.....	42
4.3	Chemie	44
4.3.1	Mengsels en zuivere stoffen	44

4.3.2	Aspecten van een chemische reactie	45
4.3.3	Bouw en eigenschappen van atomen	47
4.3.4	Chemische bindingen	48
4.3.5	Indeling van samengestelde stoffen	49
4.3.6	Eigenschappen van stoffen op basis van hun structuur	52
4.3.7	Kwantitatieve aspecten.....	53
4.3.8	Reactiesoorten	54
4.4	Fysica	57
4.4.1	Verbanden tussen grootheden	57
4.4.2	Kracht en verandering van beweging	57
4.4.3	Licht en straling	59
4.4.4	Kracht en veld	60
4.4.5	Druk.....	61
4.4.6	Statica van systemen.....	61
4.4.7	Energieomzetting en vermogen.....	62
4.4.8	Thermodynamica	64
4.4.9	Versnelde beweging.....	66
4.4.10	Elektrische systemen.....	67
5	Lexicon en pop-ups	69
5.1	Lexicon	69
5.2	Pop-ups	70
6	Vergelijkende tabel leerplannen.....	70
7	Basisuitrusting	71
7.1	Infrastructuur	71
7.2	Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen beschikbaar in de infrastructuur	72
8	Concordantie	72
8.1	Eindtermen.....	75
8.2	Cesuurdoelen	95