

**Biotechnologische STEM-
wetenschappen B+S**
2de graad D-finaliteit
II-BSW-d

BRUSSEL

D/2021/13.758/127

Versie januari 2022

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 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. De 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 de keuze van leerlingen 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 tussen vakken binnen studierichtingen en over studierichtingen en finaliteiten. Waar relevant geven de leerplannen expliciet aan voor welke doelen van andere leerplannen in de school verdere afstemming mogelijk is. Op die manier faciliteren en stimuleren de leerplannen leraren algemene vorming (incl. godsdienstleraren) en leraren specifieke vorming om over de vakken heen samen te werken en van elkaar te leren. 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 dialogeschool 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 leeransen 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. Dwarsverbindingen 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 louter 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 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. De ene context kan betekenisvol zijn voor een leerlingengroep, terwijl een andere context dan weer betekenisvoller kan zijn voor een andere leerlingengroep.

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.

Verschiede 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 soms naar differentiatiemogelijkheden. 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 leerplanconcept 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.

Ten slotte geven we een aantal zinvolle of inspirerende **wenken** (✓). 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.

1.6 Tot slot

[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 Biotechnologische STEM-wetenschappen B+S is samengesteld uit STEM-doelen en 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 algemene vorming;
- 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 statica, thermodynamica 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 algemene vorming Biologie aan bod;
- het leerplan Bouwwetenschappen met algemene vorming Fysica, STEM-geïntegreerd oplossen van bouwkundige problemen en bouwfysica. In een apart leerplan komt de algemene vorming 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 (9-9)	Cesuurdoelen	-	-	Cesuurdoelen eigen aan studierichting
Biologie en Chemie (1-2) voor Bouwwetenschappen	Selectie	Basis	Basis	-
Technologische wetenschappen (9-10)	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 stofeigenschappen		
	Atoommodellen, atomen en ionen		
	Hanteren PSE als infobron over atomen en ionen		
	Opstellen chemische formules voor enkelvoudige en samengestelde anorganische stoffen (PSE)		



	Classificeren stoffen vanuit formule/vanuit 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 enkelvoudige 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: <ul style="list-style-type: none"> • 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: $p.V/T=Cte$	Ideale gaswet: $p.V=n.R.T$
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 Biotechnologische STEM-wetenschappen B+S is bestemd voor de studierichting Biotechnologische STEM-wetenschappen.

Het leerplan is bedoeld voor 21 graaduren [zie disclaimer] waaronder:

- 5 graaduren Biologie (2-3): hierin komen de leerplanonderdelen Biologie en STEM aan bod;
- 5 graaduren Chemie (2-3): hierin komen de leerplanonderdelen Chemie en STEM aan bod;
- 5 graaduren Fysica (3-2): hierin komen de leerplanonderdelen Fysica en STEM aan bod;
- 6 graaduren Biotechnologische STEM-wetenschappen (3-3).

In de vakken Biologie, Chemie en Fysica worden de conceptuele inhouden gecombineerd met onderzoekend leren (experimenteren, labowerk ...).

Het vak 'Biotechnologische STEM-wetenschappen' biedt ruimte om geïntegreerd en projectmatig de vaardigheden onderzoeken, ontwerpen, probleemoplossen en [modelleren](#) (de STEM-doelen) te verwerven en te verdiepen. Binnen dit geïntegreerde vak ligt de klemtoon op Gevorderde STEM-Engineering (STEM-doel 9): "De leerlingen ontwikkelen een oplossing voor een probleem door inzichten, concepten en vaardigheden uit natuurwetenschappen, technische wetenschappen en wiskunde geïntegreerd aan te wenden." Daarbij worden de inhoudelijke doelen uit de leerplanonderdelen Chemie, Fysica en Biologie en de STEM-doelen met elkaar gecombineerd. Het gaat over onderzoek en ontwikkeling bij vragen en problemen uit de brede Biotechnologische STEM-context die zowel betrekking kunnen hebben op de levende als op de niet-levende natuur.

3 Pedagogisch-didactische duiding

3.1 Natuurwetenschappen en het vormingsconcept

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

Natuurwetenschappelijke en technische vorming

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

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

Een vlot gebruik van informaticatechnologieën in wetenschappen kan een sterk hulpmiddel zijn. Berekeningen die, handmatig uitgevoerd, langdurig en lastig zijn, kunnen in een oogwenk 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 die 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 inzetten om meer autonoom betrouwbare kennis en aangepaste oplossingen te ontwikkelen



Leerlingen leren wetenschappelijke methoden toepassen. Daarnaast analyseren zij natuurlijke en (bio)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, (bio-)techniek of wiskunde en de concrete inzet van deze ideeën in menselijke activiteiten, technische systemen en (veranderings)processen beïnvloeden maatschappelijke denkbeelden en vice versa.

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 in het vak 'Biotechnologische STEM-wetenschappen'.

Een lerarenteam heeft de vrijheid en de verantwoordelijkheid om de STEM-doelen strategisch in te zetten bij het werken rond de doelen Biologie, Chemie, Fysica en Biotechnologische STEM-wetenschappen. In de wenken bij de leerplandoelen vind je daartoe 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) • Coördinatie reacties op prikkels bij mens en andere dieren (17u) • Coördinatie reacties op prikkels bij planten (8u)	Mengsels en zuivere stoffen (12u)	Massadichtheid als verband tussen grootheden (3u)
Systemen analyseren aan de hand van STEM-concepten		Aspecten van een chemische reactie (5u)	Kracht en verandering van beweging, ERB (7u)
Meetinstrumenten en hulpmiddelen gebruiken		Bouw en eigenschappen van atomen (7u)	Veerkracht, zwaartekracht en -veld (8u)
Grootheden en eenheden gebruiken	Voortplanting: bevruchting (3u)	Chemische bindingen (6u)	Druk (6u) Statica van systemen, krachtmoment (8u)
Geïntegreerd werken met materialen en stoffen	Biodiversiteit (6u)	Indeling samengestelde stoffen (15u)	Energieomzettingen kwantitatief inclusief arbeid (10u)
Labovaardigheden toepassen	Belang van micro-organismen (8u)	Eigenschappen van stoffen op basis van hun structuur (9u)	Gaswet p.V=n.R.T (8u)
Verbanden tussen grootheden onderzoeken	Interactie tussen organismen (6u)	Kwantitatieve aspecten (8u)	Energietransport: warmte en temperatuur (kwantitatief) + invloed van druk (12u)
Modellen ontwikkelen	Materie-en energiestromen in ecosystemen (8u)	Reactiesoorten (10u)	Rechtlijnig versnelde beweging met beginsnelheid + vrije val + verticale worp + ECB (10u)
STEM-geïntegreerd problemen oplossen (*).			Elektrische systemen: gemengde gelijkstroomkringen (10u)
Keuzes beargumenteren			
STEM-interacties in de samenleving onderzoeken			
	15 graaduren waarbij ca. 25% lestijd voor STEM-doelen		
	21 graaduren waarvan 6 graaduren in een vak Biotechnologische STEM-wetenschappen		

(*) Wordt in samenhang met de andere STEM-doelen gerealiseerd in het vak Biotechnologische STEM-wetenschappen (6 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. Daarnaast onderzoeken leerlingen 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. In 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. Verder 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 de leerlingen inhouden uit de algemene vorming 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	Algemene vorming tweede graad doorstroom
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 Systemen gebruiken en onderhouden Duurzaam omgaan met energie en grondstoffen	Meetinstrumenten en hulpmiddelen gebruiken Geïnformeerd, veilig en duurzaam werken met materialen en stoffen
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	Algemene vorming 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	Materie- en energiestromen in een ecosysteem
	Voedselrelaties: producenten, consumenten, detrivoren, reducenten	
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	Kenmerken van de omgeving en kenmerken van organismen	



KERNIDEE: organismen evolueren door overerving, variatie en selectie van kenmerken	Struggle for life en survival of the fittest	
---	--	--

Leerlijnen Chemie

	Eerste graad	Algemene vorming 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
Wisselwerking tussen materie en energie - Stofomzettingen KERNIDEE: bij elk proces wordt energie omgezet van één vorm in een andere	Chemische omzetting	Chemische reactie - Wet van behoud van massa
	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	Algemene vorming tweede graad doorstroom
Kracht en bewegingsverandering KERNIDEE: wijziging van beweging vereist interactie met een ander object.	Verband tussen constante snelheid, afstand en tijd	Rechtlijnige bewegingen: verband tussen positie, tijdstip, snelheid en versnelling.
	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	Veerkracht, zwaartekracht en -veld om interacties tussen systemen te beschrijven.
Structuur en eigenschappen van materie	Aggregatietoestanden toelichten met deeltjesmodel	Druk bij vaste stoffen, gassen en vloeistoffen kwalitatief en

KERNIDEE: materie bestaat uit deeltjes.	Uitzetten en inkrimpen van stoffen met deeltjesmodel en hun effecten op de bouw van technische systemen Verskil tussen stofomzetting en verandering van aggregatietoestand Eigenschappen van soorten materialen onderzoeken	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 Systeendenken: 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 Faseovergangen uitleggen met deeltjesmodel	Energietransport bij faseovergangen en bij temperatuursveranderingen van stoffen kwalitatief aan de hand van het 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 Biotechnologische STEM-wetenschappen vinden we heel wat methodische en inhoudelijke relaties met inhoud uit het leerplan Wiskunde. Deze worden in het leerplan aangegeven via de samenhang met de tweede graad.

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

Samenhang met Aardrijkskunde

In het leerplan Biotechnologische STEM-wetenschappen 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 en professionele context). 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 inhoud 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. Daardoor kan het schoolteam verbanden tussen kennis en vaardigheden op verschillende manieren benaderen en meer betekenis geven aan de doelen.

Onderzoekend leren, leren onderzoeken en practicum

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;
- onderzoeksvaardigheden en een onderzoekende houding (kritisch willen zijn, willen begrijpen, willen delen, willen vernieuwen, nauwkeurigheid, objectief waarnemen, planmatig werken ...) te ontwikkelen.

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

Vanuit de geschetste overwegingen is het weinig zinvol om een minimaal aantal 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:

- systemen en modellen ervan;
- patronen herkennen;
- relatie tussen structuur en functie;
- stromen en behoud van energie, materie en informatie;
- oorzaak en gevolg, terugkoppeling;
- invloed van verhouding en hoeveelheid;
- stabiliteit, verandering en verstoringen.

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 4	Zwaartekracht: $F_z = m \cdot g$	Veerkracht: $F_v = k \cdot \Delta \ell$
Fysica LPD 5	Druk: $p = F/A$	Totale druk in een vloeistof: $p = p_o + \rho \cdot g \cdot h$
Fysica LPD 6		Wrijvingskracht: $F_w = \mu \cdot F_n$
Fysica LPD 7		Tweede wet van Newton: $F = m \cdot a$
Fysica LPD 8		Krachtsmoment: $M = r \cdot F \cdot \sin \alpha$
Fysica LPD 10		Gravitationele energie: $E_{pot,gr} = m \cdot g \cdot h$ Elastische energie: $E_{pot,el} = 1/2 \cdot k \cdot (\Delta \ell)^2$ Kinetische energie: $E_{kin} = 1/2 \cdot m \cdot v^2$ Arbeid door constante kracht: $W = F \cdot \Delta x \cdot \cos \alpha$
Fysica LPD 11	Gemiddeld vermogen: $P = \Delta E / \Delta t$ Rendement: $\eta = E_{nuttig} / E_{totaal}$	
Fysica LPD 12		Ideale gaswet: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$
Fysica LPD 15		Merkbare warmte: $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ Latente warmte: $Q = \ell \cdot m$
Fysica LPD 18	Gemiddelde snelheid: $v_g = \Delta x / \Delta t$ Gemiddelde versnelling: $a_g = \Delta v / \Delta t$	
Fysica LPD 21	Stroomsterkte: $I = \Delta Q / \Delta t$	
Fysica LPD 22	Weerstand: $R = U/I$ Geleidbaarheid: $G = I/U$	Wet van Pouillet: $R = \rho \cdot \ell / A$
Fysica LPD 23	Vermogen: $P = U \cdot I$	Joule-effect: $Q = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$

(*) 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 de leerlingen met vectoren.



4 Leerplandoelen

4.1 STEM-doelen

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

LPD S1 De leerlingen passen een 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 eerste graad: leerlingen passen een wetenschappelijke methode toe om een probleem te onderzoeken (I-NRT-a LPD 1). In Wiskunde voeren leerlingen een statistisch onderzoekje uit (I-Wis-a LPD 37, 38, 39, 40, 41)

- ✓ 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 de realisatie van dit leerplandoel is het belangrijk dat leerlingen inzicht ontwikkelen in de manier waarop betrouwbare kennis ontstaat en hoe wetenschappelijke methoden daar kunnen toe bijdragen door die zelf uit te voeren in onderzoeksactiviteiten. Deze kunnen beperkt worden in complexiteit of kunnen begeleid worden. Zo kan je ook taalsteun geven bijv. aan de hand van spreek- en schrijfkaders.
- ✓ Het is niet de bedoeling alle vaardigheden in te oefenen bij elk onderzoek. Ze kunnen ook aan bod komen bij demonstratie-experimenten of simulaties. Zo hoeven data niet altijd in eigen experimenteel onderzoek verzameld te worden maar kan ook gebruik gemaakt worden van gegeven data. Wetenschappelijk onderzoek mag niet worden voorgesteld als het toepassen van een uniforme wetenschappelijke methode die verloopt volgens een vast ritueel of recept.
- ✓ In wetenschappelijk onderzoek is er altijd wisselwerking tussen de creatieve menselijke ideeënwereld (hypothesen, modellen, theorieën) en data uit waarnemingen (observatie, experiment, meting, test) om betrouwbare verklaringen

en oplossingen te ontwikkelen. In die wisselwerking staat kritische argumentatie centraal.

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

- ✓ 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 door gebruik van verschillende STEM-concepten:

- **systemen en modellen ervan;**
- **patronen herkennen;**
- **relatie tussen structuur en functie;**
- **stromen en behoud van energie, materie en informatie;**
- **oorzaak en gevolg, terugkoppeling;**
- **invloed van verhouding en hoeveelheid;**
- **stabiliteit, verandering en verstoringen.**

Samenhang tweede graad: II-BSW-d LPD-B2, -B3; II-Aar-d LPD 18; II-WisVB-d LPD 35

Samenhang eerste graad: leerlingen herkennen verschillende energievormen (I-NRT-a 26) en leiden energieomzettingen af in systemen (I-NRT-a LPD 29). Daarnaast gebruiken ze aangereikte en zelfgemaakte modellen of simulaties (I-NRT-a LPD 5). Aan de hand van het deeltjesmodel verklaren ze eigenschappen van materie. In wiskunde bepalen leerlingen de evenredigheidsfactor bij recht evenredige grootheden: schaal, constante snelheid (I-Wis-a LPD 36). Leerlingen onderzoeken ook stabiliteit van structuren (I-NRT-a LPD 24).

- ✓ De STEM-concepten zijn een hulpmiddel en leidraad om systemen te analyseren. Ze helpen om in een les vanuit een bepaald perspectief te kijken naar het systeem.
- ✓ Via de STEM-concepten kunnen leerlingen geleidelijk aan 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 suggesties vinden die verduidelijken hoe je de STEM-concepten kan gebruiken in combinatie met vakinhouden. Het is belangrijk dat de betekenis van deze STEM-concepten voor leerlingen kan groeien doorheen verschillende leerinhouden.
- ✓ Een fenomeen kan je op een afgebakende manier analyseren als een systeem. Een (vereenvoudigd) model stelt dit dan begrijpelijk voor. Leerlingen zullen in de natuurwetenschappen een zekere vertrouwdheid opbouwen met het gebruik van specifieke modellen zoals deeltjesmodel, atoommodel, molecuulmodel, periodiek systeem, vectormodel, stroommodel, anatomisch model, terugkoppelingsschema ... Het is zinvol om aandacht te besteden aan de reikwijdte en validiteit van een model.



- ✓ Binnen een systeem kan je op zoek gaan naar gelijkenissen en verschillen om patronen te vinden. Je vindt ze in bepaalde vormen, structuren, gebeurtenissen die zich herhalen in bepaalde verbanden. Je kan patronen zoals in het PSE, in kenmerken van organismen, eigenschappen van materialen of systemen ... laten ontdekken als basis voor classificatie, ordening en optimalisering. Diagrammen en kaarten kunnen helpen om patronen te ontdekken.
- ✓ Structuur (vorm, opbouw) en functie: functies worden verklaard met de vorm en omgekeerd. Je kan aangeven dat vertrouwde vormen niet willekeurig zijn maar kunnen worden verklaard door de functie. Voorbeelden: de bouw van een plantaardige cel, de invloed van de oppervlakte op de druk, vorm van spiegels, veiligheidssystemen om te beschermen tegen krachten, geluid, straling, thermische isolatie of koeling ...
- ✓ Weergeven waar energie en materie vandaan komen of naartoe gaan is belangrijk om een systeem te begrijpen. Je kan leerlingen stromen zoals de invoer, verwerking, uitvoer en opslag van materie, energie en informatie (getallen, data ...) in een systeem met deelsystemen laten onderscheiden en visualiseren met een blokschema als systeemmodel. Impulsoverdracht via zenuwen is een voorbeeld van een informatiestroom.
- ✓ Willen weten waarom iets gebeurt is een belangrijke drijfveer. Oorzaak-gevolg relaties vind je bijvoorbeeld bij de invloed van gezondheidsgedrag op de ontwikkeling van de foetus, oorzaak van een chemische reactie (voorwaarden voor verbranding, spontane redoxreacties ...), kracht en verandering van beweging, veiligheidsaspecten rond kracht en druk, oorzaak van geleidbaarheid van stoffen, de werking van systemen ... Je kan aangeven dat een terugkoppeling een grootheid in systemen kan doen evolueren naar een gewenste waarde, bijvoorbeeld de temperatuur in het menselijk lichaam, in een verwarmingssysteem ...
- ✓ Verhouding en hoeveelheid: veel grootheden zijn op verhoudingen gebaseerd zoals snelheid, dichtheid, concentratie, druk, rendement ... De schaal (in ruimte of tijd) van waaruit je een systeem bekijkt beïnvloedt de analyse: vanuit micro- of macroscopisch perspectief, veranderingen over een korte of langere tijdspanne onderzoeken ... Je kan tabellen en grafieken gebruiken om bepaalde verhoudingen te achterhalen.
- ✓ Systemen kunnen veranderen in de tijd volgens bepaalde wetmatigheden die je kan onderzoeken. Voorbeelden van stabiliteit en verandering: kracht en verandering van beweging, biologische feedbacksystemen, invloed van verstoringen op de groei van organismen, op biotopen, in technische systemen ... Er is dynamisch evenwicht als in- en uitstroom elkaar in evenwicht houden zoals bij thermisch evenwicht ...

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-Aar-d LPD 20, 21

Samenhang eerste graad: leerlingen gebruiken hulpmiddelen om metingen, lokalisaties, observaties, experimenten en een terreinstudie uit te voeren (I-NRT-a LPD 2). In wiskunde leren ze ICT selectief en doelgericht hanteren (I-Wis-a LPD 4).

- ✓ Hulpmiddelen en meetinstrumenten zoals weegschaal, pH-meter en -indicatoren, thermometer, glaswerk, 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

- 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
- Onderscheid tussen vectoriële en scalaire grootheden

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 1

Samenhang eerste graad: leerlingen gebruiken gepaste grootheden en eenheden in een correcte weergave: lengte, oppervlakte, massa, inhoud/volume, tijd, spanning, temperatuur, kracht en energie (I-NRT-a LPD 3). In wiskunde passen leerlingen benaderingstechnieken toe: zinnig afronden en schatten (I-Wis-a LPD 2) en passen ze rekenregels van machten met gehele exponenten toe (I-Wis-a LPD 16).

- ✓ 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: van atoom tot kosmos.
- ✓ De wiskundige context komt aan bod in het leerplan wiskunde bij 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 eerste graad: leerlingen gebruiken courante systemen duurzaam, doelgericht en veilig (I-NRT-a LPD 15). Ook onderhoud komt 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.
- ✓ Voorbeelden van goede praktijken voor veilig en duurzaam werken:



- 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, onderhoudsvorschriften, 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 goede labopraktijken en -technieken toe om betrouwbare informatie te verzamelen.

- ✓ Goed gebruik van meetinstrumenten en het toepassen van veiligheidsregels kan je realiseren in samenhang met LPD S3 en S5.
- ✓ Je kan dit leerplandoel combineren met de volgende leerplandoelen:
 - LPD S1: wetenschappelijke methoden toepassen;
 - LPD S3: meetinstrumenten en hulpmiddelen gebruiken;
 - LPD S4: meetwaarden, grootheden en eenheden gebruiken;
 - LPD S5: 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

Samenhang eerste graad: leerlingen komen vanuit omtrek, oppervlakte en inhoud/volume (I-Wis-a LPD 28) al in contact met verschillende verbanden (lineair, kwadratisch en kubisch). Daarnaast leggen leerlingen het verband tussen enerzijds recht- en omgekeerd evenredige verbanden en hun voorstellingswijzen (I-Wis-a LPD 35). Daarnaast voeren leerlingen een eenvoudig statistisch onderzoek uit (I-Wis-a LPD 37, 38, 39, 40, 41) en gebruiken en interpreteren daarbij voorstellingswijzen.

- ✓ 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 temperatuursverandering, 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.

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 1, 18, 50

Samenhang eerste graad: leerlingen gebruiken modelvoorstellingen zoals deeltjesmodel, vectormodel, algoritmes (vb. flowchart), schaalmodellen, schema's, schetsen, tekeningen, kaarten, ... (I-NRT-a LPD 5).

- ✓ 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. Technologische modellen komen ook aan bod in STEM-leerplandoel LPD S9. Voorbeelden van Wiskundige modellen: 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.
- ✓ Voorbeelden van vaardigheden die aan bod komen bij het modelleren: analyseren van de vraag of probleemstelling om verbanden/relaties/patronen te identificeren, kiezen en concretiseren van een geschikt wiskundig, natuurwetenschappelijk of technologisch model.
- ✓ Het is belangrijk om aandacht te besteden aan de validiteit en reikwijdte van het model in de context.

LPD S9 De leerlingen ontwikkelen een oplossing voor een probleem door inzichten, concepten en vaardigheden uit natuurwetenschappen, technische wetenschappen en wiskunde geïntegreerd aan te wenden.

- ★ **Probleemoplossende strategieën: ontwerpen en technisch proces**
 - Definiëren van het probleem, de behoefte
 - Bepalen van criteria en specificaties
 - Criteria toepassen om een geschikte oplossingsstrategie te bepalen, opstellen van een planning
 - Toepassen van oplossingsstrategieën, wetenschappelijke methoden en vuistregels
 - Modelleren: gebruiken en bedenken van (technische) modellen
 - Analyseren van (deel)oplossingen om een ontwerp te realiseren; kosten-batenanalyse
 - Realiseren van een prototype van de totaaloplossing
 - Testen, evalueren en bijsturen prototype op basis van modellen, criteria en specificaties
 - Effectenonderzoek

Computationale vaardigheden inzetten

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 1, 50



Samenhang eerste graad: leerlingen doorlopen een probleemoplossend proces waarbij kennis en vaardigheden uit meerdere [STEM-disciplines](#) geïntegreerd worden aangewend (I-NRT-a LPD 6). Daarnaast ontwerpen leerlingen een systeem (I-NRT-a LPD 13). Zij verwerven een conceptueel inzicht in een technisch proces (I-NRT-a LPD 11).

- ✓ Dit leerplandoel kan in nauwe samenhang met andere STEM-doelen aan bod komen zoals met STEM LPD S8 (modelleren) en LPD S10 (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 LPD S11 rond wisselwerkingen met de samenleving. Om gefundeerde beslissingen te nemen bij het probleemoplossen kunnen leerlingen wetenschappelijke onderzoeksmethoden toepassen. Dit leerplandoel kan dan gecombineerd worden met LPD S1.
- ✓ Om dit leerplandoel te bereiken wordt vertrokken van een specifieke context of situatie waarin kennis en vaardigheden op een creatieve manier ingezet worden. Leerlingen wegen verschillende oplossingen tegenover elkaar af en maken keuzes. Stappenplannen en zoekstrategieën kunnen dit proces ondersteunen maar vervangen het creatief denken niet.
- ✓ Een oplossing kan de gedaante aannemen van een nieuwe of aangepaste werkwijze, een interventie, een technisch systeem, een conceptueel uitgewerkte oplossing.
- ✓ Je kan vertrekken van hedendaagse problemen en uitdagingen waar een technisch probleem kan worden uit afgeleid:
 - onderzoek en verbetering van waterkwaliteit aan de hand van scheidingstechnieken;
 - een compost-heater ontwikkelen vanuit een onderzoek van warmterecuperatie;
 - een snoep of dessert ontwikkelen met een gezonde(re) zoetstof;
 - een systeem voor hernieuwbare energie ontwikkelen bijvoorbeeld in de context van een passief huis;
 - een plan ontwikkelen om het energieverbruik te verminderen voor een bepaalde situatie (huiscontext, schoolse context);
 - een bodem of substraat verbeteren voor een bepaalde teelt;
 - een bio-kunststof ontwikkelen;
 - een revalidatietoestel ontwikkelen voor een bepaalde spieraandoening;
 - een voedingsmiddel ontwikkelen gebaseerd op micro-organismen zoals kaas (vb. mozzarella);
 - een procedé ontwikkelen om de temperatuur van vloeibaar water te doen dalen en zelfs om te zetten tot ijs zonder vriestoestel;
 - een bestanddeel isoleren door scheidingstechnieken zoals bijvoorbeeld cafeïne isoleren of kleurstoffen uit spinazie halen; of een bestanddeel transformeren (vb. witte suiker omzetten naar bruine suiker).
- ✓ Criteria voor de oplossing zoals behoeften, duurzaamheid, klimaat, ecologie, veiligheid, ergonomie, esthetisch, ethisch ... Criteria om een geschikte oplossingsstrategie te bepalen: doelstellingen, beschikbaarheid van gegevens, tijd of middelen ...
- ✓ Je plaatst het probleem en mogelijke oplossingen in de context van de duurzame ontwikkelingsdoelen zoals geformuleerd door de Verenigde Naties (SDG's, Sustainable Development Goals).

- ✓ Als de leerlingen een technisch proces volgen ligt de nadruk op de interactie tussen onderzoek en ontwikkeling/ontwerpen. De materiële uitwerking van de oplossing of het ontwerp is geen doel op zich en kan beperkt blijven tot een model of [prototype](#). De leerlingen zetten wetenschappelijke onderzoeksmethoden in (zie STEM-leerplandoel 1) om gefundeerde beslissingen te nemen in het ontwikkelproces.
- ✓ Je kan verschillende modellen inzetten om ontwerpconcepten of ontwerpresultaten te communiceren en te presenteren. Als het model ingezet wordt in het ontwerpproces kan je dit beschouwen als technologisch model.
Als leerlingen zelf een model ontwikkelen kan je dit koppelen aan het STEM-doel (STEM LPD S8) rond modelleren.
- ✓ Leerlingen zetten computationele vaardigheden in zoals het opstellen van een algoritme geconcretiseerd in een flowchart (stroomdiagram) van een werkwijze of proces, modelleren en simuleren met ICT, gebruik van programmeertaal ... Je kan de link maken met het ICT-leerplan.

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

Samenhang eerste graad: leerlingen beargumenteren keuzes die ze maken om een wiskundig, wetenschappelijk, technologisch of STEM-probleem op te lossen (I-NRT-a LPD 7).

- ✓ Ontwerpen als scheppend proces waarbij afwegingen en keuzes worden gemaakt.
- ✓ In het dagelijks leven maken we voortdurend keuzes rond technologiegebruik: welke producten we aankopen en hoe we die gebruiken. Daarbij worden soms bewust maar vaak ook onbewust (vanuit bijv. gewoontes of tradities) invalshoeken en criteria gebruikt die deze keuzes bepalen.
- ✓ Argumenteren vanuit een concrete taakgerichte situatie gebeurt vanuit verschillende invalshoeken en op basis van criteria. Voorbeelden van invalshoeken: ecologisch, ethisch, cultureel, technisch, economisch, maatschappelijk. Tegenover elkaar afwegen van criteria zoals behoeften (individueel, maatschappelijk ...) en beperkingen (regelgeving, natuurwetten, beschikbare hulpmiddelen, tijd, geld ...).
- ✓ Je kan dit doel in samenhang met het leerplandoel LPD S9 aan bod laten komen.

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

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 3; II-Aar-d LPD 16, 19

Samenhang eerste graad: leerlingen illustreren de wisselwerking tussen [STEM-disciplines](#) onderling en met de maatschappij (I-NRT-a LPD 9).

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



- ✓ Contexten, maatschappelijke behoeften en maatschappelijke keuzes zoals klimaatverandering, hernieuwbare energie, zorg en gezondheid, onderwijs, watervoorziening, mobiliteit, leefbare en duurzame steden of oceaanvervuiling komen aan bod.
- ✓ Een historische evolutie als casus kan de wisselwerking tussen wiskunde, wetenschappen en technologie (interdisciplinariteit) verhelderen en deze laten zien als culturele ontwikkeling.
- ✓ Ook een bezoek aan een bedrijf, onderzoeksinstelling of vereniging kan een aanleiding zijn voor een casusonderzoek en veel relaties tussen de samenleving en ‘onderzoek en ontwikkeling’ verhelderen.
- ✓ Onderzoek van een concrete maatschappelijke uitdaging gebeurt vanuit meerdere invalshoeken (multiperspectiviteit). Het is belangrijk om aandacht te besteden aan de “duurzame ontwikkelingsdoelen” (SDG’s, Sustainable Development Goals) van de Verenigde Naties 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 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 behandelen in samenhang met [STEM-concept](#): oorzaak en gevolg (LPD S2) en met STEM LPD S1.

LPD B2 De leerlingen tonen aan dat planten en dieren als **stelsel** functioneren.

★ Fotoreceptoren en hormonen bij planten

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

Samenhang eerste graad: de leerlingen bestuderen het groeperen van cellen in weefsels, weefsels in organen en organen tot orgaanstelsels die een welbepaalde functie hebben (I-Nat-a LPD 24, I-Nat-a LPD 28).

- ✓ Bij planten en dieren komt telkens de systematische samenhang receptor-conductor-effector aan bod. Stelsel bij planten: tropie en nastie. Stelsel bij dieren: beweging en kliersecretie.
- ✓ Je kan de begrippen prikkelfilter, prikkel drempel en prikkelgewenning aan bod laten komen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-concept: stelsel (LPD S2). De vergelijking tussen een organisme als stelsel en een technisch stelsel kan aan bod komen. Als stelsel wordt bedoeld: het opvangen, verwerken en reageren op prikkels. Dit leerplandoel kan je ook behandelen in samenhang met STEM LPD S1, S3.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen: waarnemen van prikkels bij verschillende zintuigen.

LPD B3 De leerlingen illustreren dat planten en dieren homeostase hanteren met behulp van **feedbacksystemen**.

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

- ✓ Negatieve feedback om de verandering van een grootte af te remmen en zo de waarde stabiel te houden zoals bij de regeling van de lichaamstemperatuur of de bloedsuikerspiegel. Positieve feedback om de verandering van een grootte te versterken zoals bij de stijging van het hartritme bij stress.
- ✓ Dit leerplandoel hangt samen met LPD B9.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: oorzaak en gevolg, terugkoppeling (LPD S2). De vergelijking tussen een organisme als feedbackstelsel en een technisch feedbackstelsel kan aan bod komen. Je kan voorbeelden van feedbacksystemen behandelen als thermoregulatie (stelsel van het organisme) en thermostatische regeling van de woonkamertemperatuur (technisch stelsel). Dit leerplandoel kan je ook behandelen in samenhang met STEM LPD S1.

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 aan bod komen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: structuur en functie (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6 (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 via impulsgeleiding en impulsoverdracht in zenuwen toe.

- ★ **Centraal zenuwstelsel: hersenen en ruggenmerg**
 - ✓ 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 best ook aan bod.
 - ✓ Stoornissen in de werking van het zenuwstelsel kunnen aan bod worden gebracht.
 - ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met de STEM-concepten: structuur en functie, stabiliteit, verandering en verstoringen (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1, S3, S4.
 - ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen:

- onderzoek naar reactiesnelheid;
- microscopie (doorsnede zenuw, eindplaatjes, hersenen, ruggenmerg);
- dissectie hersenen;
- snelheid impulsgeleiding.

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

- ✓ Dit doel behandel je best in samenhang met LPD B5.
- ✓ Je kan volgende begrippen aan bod brengen: sensorisch neuron, schakelneuron, motorisch neuron ... Bij de werking kan je begrippen als zenuwbaan en reflexboog aan bod brengen.
- ✓ De kniepeesreflex of de terugtrekreflex kunnen 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 gladde en dwarsgestreepte spieren. Ook de bouw van hartspierweefsel kan aan bod komen.
 - ✓ 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 behandelen in samenhang met het STEM-concept: structuur en functie (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1, S3, S8 ([model](#)).
 - ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen:
 - macroscopisch onderzoek van spierweefsel (kippenvleugel, ham, soepvlees);
 - microscopie van spierweefsel (preparaten).

LPD B8 De leerlingen vergelijken de bouw en werking van exocriene en endocriene klieren en benoemen de bijhorende hormonen.

- ✓ De bouw van endo- en exocriene klieren wordt besproken.
- ✓ Je behandelt minstens 2 exocriene klieren zoals speekselklier, traanklier, zweetklier, melkklier of talgklier en minstens 2 endocriene klieren zoals hypofyse, schildklier, thymus, bijniere, pancreas, eierstokken of teelballen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6.



- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen: 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 aan bod.
 - ✓ Voorbeelden: regeling bloedsuikerspiegel, mechanisme om calciumconcentratie op peil te houden, regeling stresshormonen, werking schildklier (met de link met stofwisseling).
 - ✓ Stoornissen in de werking van het hormonaal stelsel kunnen aan bod komen.
 - ✓ Dit leerplandoel hangt samen met LPD B3.
 - ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met de STEM-concepten: terugkoppeling, stabiliteit en verandering (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S11 (maatschappelijke problematiek van zwaarlijvigheid).

Homeostase: coördinatie van reacties op prikkels bij planten

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

- ★ **Namen van plantenorganen: wortel- stengel- blad- bloem**
Namen van plantenweefsels en plantenceltypen

Samenhang eerste graad: de leerlingen maken kennis met de plantendelen betrokken bij fotosynthese (wortel, stengel, blad, huidmondjes, bladgroenkorrels) (I-Nat-a LPD25) en met volgende delen van de plantaardige cel: celwand, celmembraan, celkern, bladgroenkorrels, cytoplasma, mitochondriën (I-Nat-a LPD 23).

- ✓ Namen van plantenweefsels zoals meristeem, vaatbundel, epidermis, huidmondje, cortex.
- ✓ Namen van plantenceltypen zoals houtvaten (xyleem), zeevaten (floëem), parenchymcellen.
- ✓ Bij het transport van water kunnen volgende items aan bod komen: houtvaten (xyleem), worteldruk, rol huidmondjes met intercellulaire holtes en de transpiratiezuiging met verdamping, capillariteit, zuigkracht van bladeren.
- ✓ De transpiratiezuiging kan je toelichten aan de hand van watertransport bij snijbloemen.
- ✓ Bij het assimilanttransport kunnen volgende items aan bod komen: zeevaten (floëem), transport van energierijke stoffen (suikers) uit de fotosynthese naar plaatsen waar ze nodig zijn (groei, vruchten, reserves, celademhaling).
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met de STEM-concepten: structuur en functie, stromen (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6.

- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen:
 - microscopisch onderzoek preparaten plantencellen en plantenweefsels;
 - functieonderzoek van verschillende plantendelen in relatie tot 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 aan bod komen evenals de rol van auxine en ethyleen bij bladval.
- ✓ De rol van het plantenhormoon abscisinezuur (ABA) bij de werking van de huidmondjes kan aan bod komen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met de STEM-concepten: terugkoppeling, stabiliteit en verandering (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen:
 - 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 B2 en LPD B3.
- ✓ 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 S11 (klimaat, watervoorziening).

4.2.2 Voortplanting

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

★ Eicel – zaadcel – zygote - embryo - foetus

Samenhang tweede graad: II-MEAV-d LPD M5 (aspecten van relationele en seksuele integriteit)

Samenhang eerste graad: in het thema voortplanting komen 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 situeren de leerlingen in de tijd de belangrijkste fasen van de bevruchting tot de geboorte (I-Nat-a LPD 39).



- ✓ 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.

- ✓ Je kan bij dit leerplandoel vertrekken van de actualiteit.
- ✓ Invloed van negatief gezondheidsgedrag: voeding, stress, alcohol, drugs, medicijnen, roken ... Invloed van positief gezondheidsgedrag: voeding, foliumzuur, beweging ... Invloed van leefmilieu: bestraling met röntgenstraling, milieuverontreiniging met lood, kwik, cadmium en pesticiden ...
- ✓ Effecten van ziekteverwekkers: zikavirus, toxoplasmose, cytomegalovirus, rubella ...
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: oorzaak en gevolg (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1 (data).

4.2.3 Biodiversiteit

LPD B15 De leerlingen situeren organismen in het driedomeinensysteem.

- ★ Biodiversiteit
 - Tree of life
 - Vijfrijksysteem
 - Prokaryoten en eukaryoten
 - Soortbegrip

Samenhang eerste graad: de leerlingen illustreren het belang van biodiversiteit (I-Nat-a LPD 10) en lichtten de begrippen autotroof en heterotroof toe (I-Nat-a LPD 25). Bovendien leggen de leerlingen uit dat planten en dieren onder bepaalde voorwaarden meer waarschijnlijk zullen overleven en zich voortplanten (I-Nat-a LPD 12).

- ✓ Je kan best vertrekken van waarnemingen op het terrein (terreinstudie, biotoopstudie). Het is 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 vijfrijksysteem (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 behandelen in samenhang met het STEM-concept: patronen (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen: 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 de link met de actualiteit leggen.
- ✓ Dit leerplandoel hangt samen met LPD B17.

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 illustreren leerlingen dat biotechnische processen ingrijpen op de groei van (micro-)organismen in de voedingsindustrie (I-Nat-a LPD 40.1).

- ✓ Organismen binnen de protozoa vormen geen taxon. Protozoa zoals pantoffeldiertje, Toxoplasma, Plasmodium, amoëbe, 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 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 aandacht besteden aan endosporen- of cystevorming.
- ✓ Gastheerafhankelijkheid kan je in verband brengen met preventiemaatregelen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: [systemen](#) en [modellen](#) (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen:
 - enkelvoudige 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 aan bod komen.
 - ✓ Verloop van een epidemie/pandemie en begrippen als symptomen en incubatietijd kunnen 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 behandelen in samenhang met het STEM-concept: [systemen](#) en [modellen](#) (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S8, S10, S11 (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.

- ★ Microbioom
Antibioticaresistentie
Ziekte als onevenwichtige interactie tussen organismen
Populatie
 - ✓ Een populatie wordt gekaderd binnen de organisatieniveaus: individu – soort – populatie – levensgemeenschap.
 - ✓ Soorten interacties tussen organismen: commensalisme, mutualisme, parasitisme, amensalisme (antibiose), zoönose ...
 - ✓ 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.

- ✓ Je kan in het kader van preventie van ziekten gezonde leefstijl, hygiëne, vaccinatie ... aan bod laten komen. In de 3de graad wordt immuniteit uitgebreider behandeld.
- ✓ Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6, S11 (voorbeeld: antibioticaresistentie en ziekenhuisbacterie).
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen:
 - onderzoek naar samenstelling en vindplaats korstmossen (kan in samenhang met STEM LPD S11);
 - onderzoek van eigen microbiom op de huid (in samenhang met LPD B17).

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

★ 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: baltsgedrag, afbakening van territorium, gedrag in functie van taken, agressie, vluchten, verdediging, voortplanting, klassieke conditionering, mimicry ...
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: verandering en verstoring (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1, S3.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen: 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 bestuderen tijdens een terreinstudie de rol van biotische en abiotische factoren (I-Nat-a LPD 9) en illustreren het belang van biodiversiteit (I-Nat-a LPD 10).

- ✓ Je kan een ecosysteem omschrijven als het geheel van interacties tussen biotische en abiotische factoren. Voorbeelden van interacties zijn voedselrelatie, fotosynthese, betreding, begrazing, bemesting, eutrofiëring ...
- ✓ Voorbeelden van ecosysteemdiensten: productiediensten, regulerende diensten, culturele diensten en ondersteunende diensten. De ondersteunende ecosysteemdiensten kunnen als opstap dienen voor LPD B22.



- ✓ Dit leerplandoel hangt nauw samen met LPD B18.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met de STEM-concepten: structuur en functie systeem, stabiliteit, verandering en verstoring (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6, S11 (bemesting).
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen:
 - 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.

- ★ De rol van micro-organismen in de materie-omzetting

Energiestromen: fotosynthese en (cel)ademhaling

Materiestromen: watercyclus, C-cyclus en N-cyclus

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

Samenhang eerste graad: de leerlingen brengen het fotosyntheseproses in verband met stofomzettingen, stofuitwisselingen en energieomzettingen (I-Nat-a LPD 26). De leerlingen herkennen in voedselrelaties producenten, consumenten, detrivoren en reducenten (I-Nat-a LPD 11).

- ✓ Je kan je 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 je behandelen in samenhang met de STEM-concepten: stromen van energie en materie, oorzaak en gevolg (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6. Dit leerplandoel kan je ook kaderen binnen het concept van duurzame ontwikkeling (SDG's- Sustainable Development Goals) en de cradle-to-cradle-filosofie (C2C) in samenhang met STEM LPD S11.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen: 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.

- ★ Homogeen – heterogeen mengsel

Stofeigenschappen: massadichtheid, kookpunt, smeltpunt, oplosgedrag, deeltjesgrootte

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

Samenhang tweede graad: II-BSW-d LPD-F1,-F14

Samenhang eerste graad: de leerlingen leren zuivere stoffen en mengsel onderscheiden op basis van het deeltjesmodel (I-Nat-a LPD 18). Ze lichten ook de aggregatiestoestand van stoffen toe op basis van het deeltjesmodel (I-Nat-a LPD 13).

- ✓ Mengsels zoals aerosol (rook, nevel), oplossing, schuim, suspensie, emulsie, rook, nevel, legering.
- ✓ Mengsels met meerdere componenten kunnen aan de hand van scheidingschema'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 of chromatografie. Je kan de link leggen met massadichtheid als scheidingsprincipe (fysica).
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD S1, S3, S5, S6 (labo). Mogelijk bezoek aan een rioolwaterzuiveringsinstallatie en bespreking van de verschillende zuiveringsstappen, mogelijk bezoek aan een suikerraffinaderij.
- ✓ Mogelijke experimenten:
 - bepaling kook-en smeltpunt water;
 - bepaling kook-en smeltraject 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;
 - chromatografie.

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

- ✓ Het deeltjesmodel (molecuulmodel) kan hier kort omschreven worden in relatie tot het atoommodel.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met het [STEM-concept: modellen](#) (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6 (labo).
- ✓ Mogelijke experimenten:
 - 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 aantonen dat verschillende enkelvoudige stoffen vanuit eenzelfde atoomsoort gevormd kunnen worden.
- ✓ Triviale namen zoals zuurstofgas, ozon, stikstofgas, waterstofgas.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan het belang en voorkomen van enkelvoudige stoffen zoals ozon, stikstofgas, zuurstofgas of waterstofgas.

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

- ★ Index en coëfficiënt
- ✓ Je kan aandacht besteden aan het gebruik van molecuulmodellen (bolschil-, bolstaaf-model). Dit kan via simulatie of via molecuulmodelbouwdozen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: model (LPD S2).

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
- ✓ Het verschil tussen een chemische en een fysische reactie kan je 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 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 S1, S3, S5, S6 (labo). Dit

leerplandoel kan je ook behandelen in samenhang met het STEM-concept: [modellen](#) (LPD S2).

- ✓ Mogelijke experimenten:
 - samenvoegen van bakpoeder en tafellazijn;
 - dehydratatie van gehydrateerd kopersulfaat.

LPD C7 De leerlingen herkennen een eenvoudige synthese- en analysereactie.

- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met LPD C2 (mogelijke experimenten).
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6.
- ✓ Mogelijke experimenten:
 - 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 in authentieke [contexten](#).

★ Energiediagram

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

- ✓ Het gebruik en de interpretatie van een grafiek kan aan bod komen.
- ✓ Je behandelt dit leerplandoel bij voorkeur vanuit waarnemingen.
- ✓ Je geeft bij het energiediagram best enkel het verschil tussen de energie van de beginproducten en de energie van de eindproducten aan.
- ✓ Authentieke contexten: verbrandingsreactie, werking van een batterij, fotosynthese, explosie, coldpacks, verkleuren van textiel ...
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM LPD S1, S3, S4, S5, S6.
- ✓ Factoren die invloed hebben op aspecten van een energetische reactie of het optimaliseren van een reactie kunnen aan bod komen in een onderzoekspracticum.
- ✓ Mogelijke experimenten:
 - energie-uitwisseling in stroomkring citroenen;
 - verbranding Mg koppelen aan onderzoek AgNO_3 ;
 - samenvoegen $\text{Ba}(\text{OH})_2$ en NH_4Cl ;
 - chemoluminescentie: lichtsticks 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
 - Atoomkern
 - Elektron-stipmodel
 - Energieniveau
 - Valentie-elektronen
 - Massagetal – atoomnummer en de symbolische voorstelling
 - Eenheidslading van elementaire deeltjes

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

Samenhang eerste graad: de leerlingen tonen aan de hand van een deeltjesmodel aan dat moleculen uit atomen zijn opgebouwd (I-Nat-a LPD 16).

- ✓ Je kan best het atoommodel van Bohr gebruiken.
- ✓ De beperktheid en geldigheid van een atoommodel kan je aanbrengen via de historische evolutie van het atoommodel.
- ✓ 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-concept: schaal en verhouding, model (LPD S2). Je kan aandacht besteden aan de link tussen experiment en model: modelverfijning. Dit leerplandoel kan je ook behandelen in samenhang met STEM LPD S1, S3, S4, S5, S6.
- ✓ Mogelijke experimenten:
 - vlamproeven;
 - aantonen van elektrostatica.

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

- ★ Atoommassa – atoommassa-eenheid
 - ✓ 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 C11).

LPD C11 De leerlingen beschrijven het PSE als een rangschikking van elementen volgens toenemend atoomnummer voor elementen uit de a-groepen en de edelgassen.

- ★ Opbouw van het PSE in functie van een atoommodel
 - Groep, periode
 - Edelgasconfiguratie
- ✓ Je kan het verband aangeven tussen de elektronenconfiguratie enerzijds en het periodenummer en groepsnummer van de hoofdgroepen anderzijds, met speciale aandacht voor de stabiele edelgasconfiguratie.
- ✓ Je kan het begrip overgangsmetalen (nevangroepen) kort aanhalen.
- ✓ Je kan verwijzen naar de nummering van de groepen volgens IUPAC.
- ✓ Dit leerplandoel hangt samen met LPD C9.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM-concept: modellen (LPD S2) en met STEM LPD S1.
- ✓ Mogelijke onderzoeksoopdrachten: 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 aandacht besteden aan het reactievermogen van alkali- en aardalkalimetalen.
 - ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: patronen (LPD S2).

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-BSW-d LPD-F4

- ✓ 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 aan de hand van experimenten de eigenschappen van metalen en niet-metalen illustreren zoals glans, inertheid, dichtheid, elektrische geleidbaarheid, aggregatietoestand, plooibaarheid.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: model als vereenvoudiging (LPD S2).

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, inertheid, kookpunt, smeltpunt, warmtegeleiding, aggregatietoestand, vervormbaarheid.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM LPD S1, S5.

LPD C15 De leerlingen stellen chemische formules op van binaire anorganische stoffen vanuit elementen van de a-groepen en met behulp 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 als zuren, basen, zouten of oxiden zowel op basis van een gegeven chemische formule als op basis van een naam.

- ★ Monoatomische en polyatomische ionen: nitraation, sulfaation, fosfaation, carbonaation, hydroxide-ion, bromaation, chloraation, jodaation, sulfietion, nitrietion, ammoniumion

Waterstofzouten en hydraten

- ✓ Het onderscheid tussen een binair zuur en een ternair zuur komt aan bod. Bij de basen komen zowel hydroxiden als ammoniak aan bod.
- ✓ Je kan het onderscheid maken tussen organische en anorganische stoffen.
- ✓ Als chemische formule komen de brutoformule en de formule-eenheid aan bod.
- ✓ Dit leerplandoel wordt best behandeld in samenhang met LPD C17 en LPD C18.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: patronen (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6.

- ✓ Mogelijke experimenten: 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: zoutzuur, ammoniak, salpeterzuur, zwavelzuur, soda, koolzuur, fosforzuur, chloorzuur, koolstofmonoxide ...
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: patronen (LPD S2).

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 afgeleid kan 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 aangebracht worden.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: patronen (LPD S2).

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

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



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: verbrandingsreactie, roesten fiets, neutraliseren maagzuur, kalkwater, CO₂ in water ...
 - ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6.
 - ✓ Mogelijke experimenten:
 - 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, poly-atomische ionen en organische stoffen

Eigenschappen van zuren, zouten, basen, oxiden

Samenhang tweede graad: II-Aar-d LPD 17; II-BSW-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 (in LPD C24, C27, C28).
- ✓ Toepassingen en processen voor anorganische stoffen: metaaloxiden in glas, zuren en basen in batterijen, zouten in sportdranken, zure regen, fosforzuur in cola en roest ... Toepassingen voor organische stoffen: etheen, propaan als basis voor kunststoffen, aardgas, methaangas, ethanol in drank, methanol als brandspiritus, azijnzuur bij fixeren van kleuren ...
- ✓ De namen en symbolen van chemische elementen worden in de media en dagelijkse omgang vaak gebruikt én om zuivere stoffen te vermelden én om de aanwezigheid van deze atoomsoorten in bepaalde componenten van mengsels aan te duiden. Voorbeelden zijn: het 'ijzer'-gehalte in het bloed, 'zware metalen' in de grond, 'fosfor' en 'stikstof' in de meststoffen, 'chloor' in het zwembadwater. 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.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6.

- ✓ Mogelijke experimenten: 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 tussen de bindingsatomen om een polaire van een apolaire binding te onderscheiden
 - ✓ Je kan eenvoudige moleculen behandelen: moleculen met één centraal atoom, alkanen zoals n-pentaaan en n-heptaaan ...
 - ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6.
 - ✓ Mogelijke experimenten: 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 je de leerlingen wijst op het duidelijk verschil tussen het vrijkomen van ionen (dissociatie) en het vormen van ionen (ionisatie).
 - ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6.
 - ✓ Mogelijke experimenten:
 - 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.

- ✓ Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met LPD C25.



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 C13 komen bindings- en roostertypen aan bod.
- ✓ Bij het warmte-effect bij ionisatie, dissociatie en hydratatie kan verwezen worden naar LPD C8.

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-BSW-d LPD-F22

- ✓ 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 behandelen in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6 (labo).
- ✓ Mogelijke experimenten:
 - bepalen van het geleidingsvermogen van samengestelde stoffen;
 - oplosbaarheid van polaire en apolaire stoffen onderzoeken in verschillende oplosmiddelen (CuCl₂ in heptaan/water – HCl in heptaan/water) op basis van geleidbaarheid;
 - invloed van keukenzoutgehalte op de geleidbaarheid (mogelijke samenhang met LPD S7).

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
Verdunning
Evenredigheid

Samenhang tweede graad: II-Wis-d LPD-26; II-BSW-d LPD-F12

- ✓ 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 behandelen in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6.
- ✓ Mogelijke experimenten:
 - 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 stofhoeveelheden en massahoeveelheden**
 - ✓ Hier kan je het verband nogmaals leggen met het balanceren van reacties (LPD C6).
 - ✓ In samenhang met het vak ‘Biotechnologische STEM-wetenschappen’ kunnen molaire concentratie, molair volume, reacties in overmaat en rendement behandeld worden.
 - ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD S1, S3, S5, S6.
 - ✓ Mogelijke experimenten:
 - 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 linken leggen naar concrete toepassingen zoals waterontkalker, waterzuiveringsinstallatie, maagzuur, bakpoeder, bruistablet, kalkaanslag op verwarmingsweerstand.
 - ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: patronen (LPD S2) en in samenhang behandelen met STEM LPD S1, S3, S5, S6 (labo).
 - ✓ Mogelijke experimenten:
 - visueel neerslagreacties waarnemen;
 - volgen van een neerslagreactie (titratie) m.b.v. een geleidbaarheidsmeter;
 - volgen van een neutralisatiereactie (titratie) m.b.v. pH-meter / geleidbaarheidsmeter / eenvoudige 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 behandelen in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6 (labo).
 - ✓ Mogelijke experimenten: 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 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 daaruit geeft een hogere waterstofionenconcentratie een pH lager dan 7 en omgekeerd een hogere hydroxide-ionenconcentratie een pH hoger dan 7.
 - ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6 (labo).
 - ✓ Mogelijke experimenten: 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 of zeewater.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept : stabiliteit en verandering (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1, S5.

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 **contexten** aan bod laten komen zoals roestvorming, schilderen van boten, brandstofcel, verbranding, bleekwater, vuurwerk, elektrolyse.
 - ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM LPD S1, S3, S5, S6 (labo).
 - ✓ Mogelijke experimenten: onderzoek naar de spanningsreeks van de metalen.

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

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

4.4 Fysica

4.4.1 Verbanden tussen grootheden

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

- ★ Opstellen en interpreteren van grafiek en formule met ICT

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

Samenhang eerste graad: leerlingen komen vanuit omtrek, oppervlakte en inhoud/volume (I-Wis-a LPD 28) al in contact met verschillende verbanden (lineair, kwadratisch en kubisch). Daarnaast leggen leerlingen het verband tussen enerzijds recht- en omgekeerd evenredige verbanden en hun voorstellingswijzen (I-Wis-a LPD 35). In de eerste graad voeren leerlingen een eenvoudig statistisch onderzoek uit (I-Wis-a LPD 37, 38, 39, 40, 41) en gebruiken en interpreteren daarbij voorstellingswijzen.



- ✓ Je kan inspelen op verwondering door dit doel te koppelen aan het STEM-doel LPD S4. 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 (I-NRT-a LPD 38).
- ✓ Je kan de link leggen met het STEM-concept materie: massadichtheid als eigenschap van materie (LPD S2).
- ✓ 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 gelden niet enkel op aarde 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. Daar 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.

★ Normalkracht, zwaartekracht, wrijvingskracht

Gebruik van vectormodel

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 15

Samenhang eerste graad: leerlingen tonen soorten krachten aan in voorbeelden: zwaartekracht, wrijvingskracht, trek- en duwkracht (I-NRT-a LPD 32). Ze onderzoeken kwalitatief het verband tussen krachten en hun uitwerking: verandering van de bewegingstoestand (dynamisch) of vervorming (statisch) (I-NRT-a LPD 33). De leerlingen stellen in eenvoudige en concrete situaties krachten voor met behulp van het vectormodel (I-NRT-a LPD 21). In wiskunde verklaren ze het beeld van een vlakke figuur door verschuiving over een vector (I-Wis-a LPD 18).

- ✓ Je kan krachten definiëren als mogelijke oorzaak van vormverandering of verandering van de bewegingstoestand.
- ✓ Het is zinvol om de vectoriële krachtensom in één dimensie te tekenen. Als de resultante van de inwerkende krachten gelijk is aan nul blijft de bewegingstoestand behouden. Het voorwerp blijft in rust of de snelheid zal onveranderd blijven: zowel grootte als richting van de snelheid blijven constant. Dit is het traagheidsbeginsel.
- ✓ 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 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.

- ★ Onderscheid tussen afgelegde weg en verplaatsing
Positie- en snelheidsfunctie inclusief grafieken.

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 29, 32

Samenhang eerste graad: leerlingen onderzoeken het verband tussen constante snelheid, afstand en tijd (I-NRT-a LPD 25). In wiskunde bepalen ze de evenredigheidsfactor bij recht evenredige grootheden waaronder constante snelheid (I-Wis-a LPD 34).

- ✓ 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 daarbij de oppervlakte onder de snelheidsgrafiek interpreteren als de afgelegde weg. De formule voor de gemiddelde snelheid kan je in verband brengen met het begrip differentiequotient uit Wiskunde.
- ✓ Je kan het onderscheid tussen scalaire en vectoriële grootheid 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 LPD S2 en S8): de ERB als idealisering van een rechtlijnige beweging.
- ✓ Inhaal- en kruisingsproblemen kunnen grafisch en wiskundig benaderd worden.

4.4.3 Kracht en veld

LPD F4 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-BSW-d LPD-C13



- ✓ Het concept gewicht wordt hier opgevat als kracht op een ondersteuning. Een vallend lichaam is niet onderhevig aan een ondersteuning 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 (LPD S1 tot S8) 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' (LPD S2, S8): 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 (LPD S2).

4.4.4 Druk

LPD F5 De leerlingen gebruiken het concept druk bij vaste stoffen, vloeistoffen en gassen 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

Samenhang eerste graad: leerlingen vergelijken materialen in functie van krachten bij trek en druk op een kwalitatieve manier (I-NRT-a LPD 23).

- ✓ 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 de link leggen met de STEM-doelen en 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.

4.4.5 Statica van systemen

LPD F6 De leerlingen stellen een krachtenbalans op om het effect van de resultante te bepalen.

★ Massamiddelpunt

Wrijvingskracht

Eerste en derde wet van Newton

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 13, 14, 15

- ✓ De eerste wet van Newton zit al impliciet in LPD F2.
- ✓ Je kan volgende concrete situaties behandelen:
 - 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 bij inwerking van aandrijfkraft en wrijvingskracht).

Ook het effect van een resulterende kracht in een context met de wet van Archimedes: dalen/zinken, zweven, stijgen/drijven kan je aan bod laten komen.
- ✓ 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 F_{AB} gebruiken: de kracht van object A op object B.
- ✓ Je kan opmerken dat bij bewegende voorwerpen de weerstandkracht van de lucht een kwadratisch verband heeft met de voortbewegingssnelheid daar waar de wrijvingskracht niet afhangt van de snelheid. In heel wat situaties zal de invloed van weerstandskracht groter zijn dan deze van de wrijvingskracht.
- ✓ Als de resulterende kracht nul is kunnen we spreken van een translatie-evenwicht.

LPD F7 De leerlingen leggen de snelheidsverandering van een systeem uit als het effect van een inwerkende kracht.

★ Tweede wet van Newton



Samenhang eerste graad: leerlingen onderzoeken kwalitatief het verband tussen krachten en hun uitwerking: verandering van de bewegingstoestand (dynamisch) of vervorming (statisch) (I-NRT-a LPD 33).

- ✓ Een resulterende kracht zorgt voor een versnelling, dit betekent dat er een verandering van de snelheidsvector is.
- ✓ De snelheidsverandering wordt gekwantificeerd via de versnelling.
- ✓ Je kan met eenvoudige proeven het verband tussen de betrokken grootheden F , m en a aantonen door telkens één grootheid constant te houden. Je kan aangeven dat dit verband ook vectorieel geldig is en ook opgaat voor situaties waarbij er meerdere krachten inwerken op een systeem.
- ✓ De leerlingen moeten de drie wetten van Newton kennen maar concentreren zich vooral op (eenvoudige) toepassingen uit de statica. De dynamica komt in de derde graad nog uitgebreid aan bod.

LPD F8 De leerlingen analyseren de statica van een systeem aan de hand van de krachtmomentenbalans: grafisch en via berekening.

- ★ Puntmassa en star lichaam
Rotatie en translatie

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 14

- ✓ Je kan de uitwerking van een resulterend krachtmoment aantonen in een hefboom, bij het aandraaien van een schroef, een deur, gewrichten, kraan met tegengewicht ...
- ✓ Je kan dit in aansluiting bij het leerplandoel rond het verband tussen een eenparig rechtlijnige beweging en evenwicht van krachten behandelen (LPD F2). De uitwerking van een kracht op een draaibaar lichaam wordt niet alleen bepaald door de kracht, maar ook door de krachttarm. Je kan aandacht besteden aan de STEM-concepten 'structuur en functie' door aan te geven hoe de afstand tot het rotatiepunt in de constructie van een systeem belangrijk kan zijn.
- ✓ 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 zijn aan nul.

4.4.6 Energieomzetting en vermogen

LPD F9 De leerlingen gebruiken de wet van behoud van energie kwalitatief om energieomzettingen in systemen te beschrijven.

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

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

Samenhang eerste graad: leerlingen herkennen verschillende energievormen en leiden energieomzettingen af (I-NRT-a LPD 26, 29).

- ✓ 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 de link leggen met het STEM-doel rond interacties met de samenleving (LPD S11).
- ✓ Je kan gebruik maken van de STEM-concepten 'systemen en hun modellen' en 'stromen van energie' door de aanvoer en uitvoer van energie aan te geven in een blokschema (LPD S2, S8). Je kan de uitgevoerde energie ook classificeren in een voor de mens bruikbare en niet-bruikbare energiesoorten (STEM-concept 'patronen', LPD S2).

LPD F10 De leerlingen gebruiken de wet van behoud van energie kwantitatief om omzettingen van gravitationele, kinetische, elastische energie en arbeid door een contante kracht te beschrijven.

★ **Arbeid-energietheorema**

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 14

- ✓ 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 om kwantitatieve problemen op te lossen met betrekking tot arbeid en energie-omzettingen (zie formularium).
- ✓ Je kan de link leggen met duurzame energieproductie
- ✓ Je kan de link leggen naar het STEM-concept: stromen en behoud van energie (LPD S2). De energiebalans krijgt hier een kwantitatieve invulling.
- ✓ De omzetting van elektrische energie naar thermische energie komt later kwantitatief aan bod.

LPD F11 De leerlingen gebruiken de wet van behoud van energie om rendement en vermogen in systemen te beschrijven.

- ★ kWh, kcal
Energieopslag



- ✓ Je kan een link leggen met duurzame/hernieuwbare energieproductie.
- ✓ Het is belangrijk om het begrip het begrip rendement te verbinden met het begrip energiedissipatie bij open en geïsoleerde systemen (en zo aandacht te besteden aan leerlingendenkbeelden rond “energieverlies”). Je kan energiedissipatie verduidelijken als omzetting van een bruikbare geordende energievorm in een minder bruikbare ongeordende energievorm. In gewone omgangstaal spreken we over het “verbruiken” van energie terwijl het strikt genomen gaat over omzetting van energie.
- ✓ 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.

4.4.7 Thermodynamica

LPD F12 De leerlingen gebruiken de ideale gaswet kwalitatief en kwantitatief om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren.

★ Molair volume

Samenhang tweede graad: II-BSW-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 druk of nabij het condensatiepunt de moleculen dichter bij elkaar komen en cohesiekrachten tussen de moleculen niet meer verwaarloosbaar zijn (gebruik van modellen LPD S2). 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 de nadruk leggen op recht- en omgekeerd evenredige verbanden (LPD S7).
- ✓ Je kan het molaire volume afleiden door de ideale gaswet toe te passen in norm-omstandigheden.

LPD F13 De leerlingen verklaren het energietransport bij temperatuursveranderingen van stoffen kwalitatief aan de hand van het deeltjesmodel.

★ Thermische energie, warmte, thermisch evenwicht

Verschil tussen temperatuur en warmte

Thermische energie als bezitsvorm van energie

Merkbare warmte bij temperatuursveranderingen:

- verband met kinetische energie van de deeltjes
- specifieke warmtecapaciteit

Samenhang eerste graad: leerlingen leggen geleiding, convectie en straling uit als transportmogelijkheden van thermische energie met voorbeelden uit het dagelijks leven (I-NRT-a

LPD 32). Ze lichten aggregatietoestanden van stoffen toe met behulp van een deeltjesmodel (I-NRT-a LPD 37) en verklaren uitzetting van stoffen via een deeltjesmodel (I-NRT-a LPD 38)

- ✓ Je kan geleiding en convectie/stroming als transportmogelijkheden van thermische energie verklaren met het deeltjesmodel. Ook straling kan je duiden als een vorm van energietransport. Bijvoorbeeld warmtestraling van de zon doet deeltjes in materie harder trillen.
- ✓ Warmte is net zoals arbeid een overdrachtsvorm van energie. Je kan warmte definiëren als vorm van energietransport ten gevolge van een temperatuurverschil.
- ✓ Je kan de nulde hoofdwet van de thermodynamica duiden vanuit temperatuur als toestandsgrootheid: thermisch evenwicht ontstaat als twee objecten of systemen dezelfde temperatuur bereiken en geen energie meer uitwisselen via warmte. Ook in een warmtebalans is de wet van behoud van energie geldig. Dit kan kwalitatief geduid worden.
- ✓ 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 de link leggen met de STEM-doelen en het verband onderzoeken tussen de temperatuursverandering, de massa en de warmtehoeveelheid (LPD S7). Je kan dit doel ook koppelen aan het STEM-doel rond interacties met de samenleving en ingaan op het maatschappelijk belang van thermische isolatie (LPD S11).

LPD F14 De leerlingen verklaren het energietransport bij faseovergangen van stoffen kwalitatief aan de hand van het deeltjesmodel.

- ★ Latente warmte bij faseovergangen:
 - verband met potentiële energie van de deeltjes;
 - cohesiekrachten.

Samenhang tweede graad: II-BSW-d LPD C1

Samenhang eerste graad: leerlingen leggen de faseovergangen smelten, stollen, condenseren, verdampen, sublimeren en desublimeren van stoffen uit met behulp van een deeltjesmodel (I-NRT-a LPD 39).

- ✓ In Chemie komen smelt- en kookpunt aan bod als stoffeigenschap.
- ✓ 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 F15 De leerlingen gebruiken de concepten energie, warmte en de verbanden ertussen om energieomzettingen bij temperatuursveranderingen en faseovergangen te kwantificeren.

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

LPD F16 De leerlingen beschrijven in concrete toepassingen de invloed van druk op veranderingen van aggregatietoestand.

★ Fasediagrammen

- ✓ Concrete voorbeelden van toepassingen: koken bij kamertemperatuur, hogedrukpan (snelkoker), vacuümdrogen, smeltpunt verlagen van ijs door de druk erop te verhogen, schuiven van gletsjers.
- ✓ Zo kan je vertrekken vanuit een gegeven $p=f(T)$ diagram en toepassingen en verschijnselen interpreteren aan de hand van dit diagram.
- ✓ Je kan inspelen op de verwondering dat de vloeistoffase een vrij zeldzaam gegeven is: denk aan water op de aarde versus water op Mars waar de druk heel laag is.

LPD F17 De leerlingen beschrijven in concrete voorbeelden het verband tussen inwendige energie, arbeid en warmtehoeveelheid bij een adiabatische toestandsverandering van een gas.

★ Eerste hoofdwet van de thermodynamica

- ✓ De inwendige energie of thermische energie van een object wordt bepaald door het aantal deeltjes en hun bewegingsenergie. Een adiabatisch proces verloopt te snel om transport van energie onder de vorm van warmte mogelijk te maken. De te leveren arbeid om het gas samen te drukken doet de inwendige energie ervan toenemen. Leerlingen kunnen waarnemen dat de temperatuur van het gas toeneemt. Omgekeerd gebruikt een adiabatisch expanderend gas inwendige energie waardoor de temperatuur van het gas daalt. Deze energie wordt dan omgezet in arbeid om het gas te laten uitzetten.
- ✓ Je kan een adiabatisch proces laten observeren zoals het oppompen of aflaten van een fietsband. Bij het ontkurken van een fles schuimwijn ontstaat een adiabatische expansie. De daling van temperatuur zorgt voor de vorming van waterdruppels (condenspluimpje).

- ✓ De eerste hoofdwet van de thermodynamica stelt dat energie niet verloren kan gaan of niet uit het niets kan ontstaan. Je kan die kwalitatief duiden vanuit de waarneming dat de inwendige energie van een stof afhangt van warmte en arbeidswisseling.

4.4.8 Versnelde beweging

LPD F18 De leerlingen analyseren eenparig versnelde 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

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

- ✓ Je kan aangeven dat we een star lichaam vereenvoudigen tot een puntmassa en zodoende rotatie buiten beschouwing laten.
- ✓ 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 en berekeningen beperken tot gevallen zonder een beginsnelheid en een positieve versnelling.
- ✓ 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 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

- ✓ 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: $v=g.\Delta t$; $\Delta x=g.\Delta t^2/2$
 - worp: $v = v_0-g.\Delta t$; $\Delta x=v_0.\Delta t-g.\Delta t^2/2$
- ✓ 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 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. Je kan dan de beperktheid en geldigheid van een model duiden.

LPD F20 De leerlingen analyseren de eenparig cirkelvormige beweging kwalitatief en kwantitatief.

★ Hoeksnelheid en baansnelheid

Grafieken: $v(t)$, $a(t)$

- ✓ Je kan aangeven dat er een (centripetale) kracht nodig is om van richting te veranderen. Je kan dit linken aan de tweede wet van Newton.

4.4.9 Elektrische systemen

LPD F21 De leerlingen verhelderen relaties tussen de grootheden spanning, stroomsterkte en weerstand in een enkelvoudige elektrische kring aan de hand van een model.

★ Spanningsbron, conventionele en werkelijke stroomzin

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

Samenhang eerste graad: de leerlingen realiseren een elektrische stroomkring aan de hand van een schematische voorstelling (I-NRT-a LPD 30).

- ✓ Je kan de link leggen met het STEM-doel rond modelleren (LPD S6). Als model kan je het 'stroommodel van vloeistoffen' gebruiken (LPD S2).
- ✓ 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 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.
- ✓ Je kan elektrische energie opvatten als een vorm van potentiële energie van het elektrisch veld naar analogie met de potentiële energie van het zwaarteveld.
- ✓ De spanning is dan 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 ervan in veiligheidssystemen zoals een massaverbinding, een aarding, een equipotentiaalverbinding ...

LPD F22 De leerlingen gebruiken de concepten elektrische stroomsterkte, gelijkspanning, weerstand, geleidbaarheid in een enkelvoudige kring.

★ Wet van Ohm

Weerstand: concept, fysieke component en grootheid

Geleider en isolator, geleidbaarheid

Wet van Pouillet

Samenhang tweede graad II-BSW-d LPD-C28; II-WisVB-d LPD 29, 35, 49

- ✓ 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 (LPD 7). Je kan dan vanuit de trendlijn een wiskundig model opstellen voor een gegeven weerstand. Het omgekeerde van weerstand manifesteert zich hier als richtingscoëfficiënt in het lineair verband tussen spanning en stroom bij constante temperatuur. Leerlingen kunnen 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 F23 De leerlingen gebruiken de grootheden elektrische energie en 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' (LPD S2).
- ✓ 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 F24 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
Onbelaste spanningsdeler

Samenhang eerste graad: leerlingen vergelijken het concept van een serie- en parallelschakeling in technische systemen (I-NRT-a LPD 31).

- ✓ 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.
- ✓ Het is niet de bedoeling om problemen met een kunstmatige complexiteit op te lossen.

LPD F25 Leerlingen verklaren de werking en het belang van veiligheidssystemen in een elektrische installatie.

- ★ Risico's: elektrocutie, kortsluiting en overbelasting.
 - ✓ Voor de risico's elektrocutie, brand door kortsluiting en overbelasting is het aangewezen om in te gaan op deze veiligheidssystemen: zekering, verliesstroomschakelaar, aarding en elektrische isolatie.
 - ✓ Je kan wijzen op het belang van veiligheidsspanning en isolatie om eventuele stromen door het menselijk lichaam (vooral deze door het hart) te beperken in gevaarsituaties (bijv. in de auto, speelgoed ...).
 - ✓ Je kan dit koppelen aan het STEM-concept 'oorzaak-gevolg' (LPD S2).

5 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 ...

Prototype

Model van een ontworpen systeem om te testen en te evalueren op basis van de ontwerpcriteria. Opeenvolgende versies kunnen door aanpassingen evolueren naar een produceerbaar ontwerp.

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.

6 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.

De technische voorschriften inzake arbeidsveiligheid van de Codex over het welzijn op het werk en aanvullend ook het Algemeen Reglement voor de Arbeidsbescherming (ARAB), het Algemeen Reglement op Elektrische Installaties (AREI) en het Vlaams Reglement betreffende de Milieuvergunning (VLAREM) zijn van toepassing.

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



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

Risicoanalyses voor chemicaliën en voor infrastructuur

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

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

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

6.1 Infrastructuur

Een leslokaal

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

Toegang tot (mobile) devices voor leerlingen.

6.2 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.

7 Concordantie

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

[zie disclaimer]

Leerplandoel STEM	Eindtermen
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; CD 12.1.1
S10	ET 6.56
S11	ET 6.57
Leerplandoel Biologie	Eindtermen en cesuurdoelen
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 Chemie	Eindtermen en cesuurdoelen
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 Fysica	Eindtermen en cesuurdoelen
F1	ET 6.50; ET 6.51
F2	ET 6.33
F3	ET 6.33
F4	ET 6.34
F5	ET 6.35
F6	CD 11.5.2
F7	CD 11.5.2
F8	CD 11.5.2
F9	ET 6.36
F10	ET 6.36; CD 11.5.3
F11	ET 6.36; CD 11.5.3; CD 11.9.1
F12	ET 6.51; CD 11.9.1; CD 9.1.12
F13	ET 6.37; CD 11.9.1
F14	ET 6.37
F15	CD 11.9.1
F16	CD 11.9.1
F17	CD 11.9.1
F18	ET 6.33; CD 11.5.1
F19	CD 11.5.1
F20	CD 11.5.1
F21	ET 6.40; CD 11.2.2
F22	ET 6.40; CD 11.2.2
F23	ET 6.40; CD 11.2.2; CD 11.5.3
F24	ET 6.40; CD 11.2.2
F25	ET 6.40

7.1 Eindtermen

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

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Zuivere stof, mengsel
- Stoffeigenschap
- 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
- Stoffeigenschappen: 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 + zuurstofato(o)m(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 formules 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 edelgasen zoals oplosgedrag, geleiding, inertheid 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
- Differentiequotient
- 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 differentiequotient inclusief formule $v_g = \Delta x / \Delta t$
- Onderscheid tussen gemiddelde snelheid en ogenblikkelijke snelheid
- Gemiddelde versnelling als differentiequotient 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

- Tekenen 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 formularium

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 formularium

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 formularium
- 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, H₂O, CaCO₃, CCl₄ 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*

- Vijfrijksysteem, 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

Biotechnologische STEM-wetenschappen B+S
2de graad D-finaliteit



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

- Definiëren 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
 - > Definiëren 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: 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, oceaanvervuiling 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

Biotechnologische STEM-wetenschappen B+S

2de graad D-finaliteit



- 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

7.2 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 toestandsgrotheden druk, volume en absolute temperatuur om de toestand van een ideaal gas en de veranderingen ervan te beschrijven.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Toestandsgrotheden: 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

11.2.2 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, elektrische spanning, stroomsterkte, weerstand, geleidbaarheid, vermogen
- Symbolen en regels voor schematische voorstellingen inherent aan de afbakening van de specifieke eindterm



- Formules
 - > Stroomsterkte $I = \Delta Q / \Delta t$
 - > Weerstand $R = U / I$
 - > Geleidbaarheid $G = I / U$
 - > Vermogen inclusief formule $P = U \cdot I$
- Wet van Ohm

***Conceptuele kennis**

- Gelijkstroomkringen
- Conventionele stroomzin en werkelijke stroomzin
- Stroomsterkte inclusief formule $I = \Delta Q / \Delta t$
- Weerstand: concept, fysieke component en grootheid 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 $P = U \cdot I$
- Wet van Pouillet inclusief formule $R = \rho \cdot \ell / A$
- Serie- en parallelschakeling van weerstanden
 - > Onbelaste spanningsdeler
 - > Substitutieweerstand
 - > Verdelingswetten voor spanning en stroomsterkte
- Condensator, capaciteit van een condensator inclusief formule $C = Q / U$
- Opladen en ontladen van een condensator in een gelijkstroomkring met een condensator en een weerstand inclusief opladings- en ontladingscurve

***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

11.5.1 De leerlingen analyseren de verticale worp en de eenparig cirkelvormige beweging 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 verplaatsing, afgelegde weg, snelheid, versnelling

***Conceptuele kennis**

- Puntmassa en star lichaam

- Rotatie en translatie
- Positie, verplaatsing, snelheid en versnelling als vectoriële grootheden
- Onderscheid tussen verplaatsing en afgelegde weg
- Ogenblikkelijke snelheid en ogenblikkelijke versnelling
- Positie-, snelheids- en versnellingsfunctie
- Hoeksnelheid en baansnelheid
- Verbanden tussen de beweging en grafieken:
 - > Worp: $x(t)$, $v_x(t)$, $a_x(t)$
 - > ECB: $v(t)$, $a(t)$

**Procedurele kennis*

- Schetsen van een grafiek
- 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
- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Gebruiken van een formulairium
- Oplossen van problemen m.b.t. kinematica
- Oplossen van kwantitatieve problemen m.b.t. kinematica van puntmassa's

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

11.5.2 De leerlingen analyseren de statica van systemen 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, krachtmoment

**Conceptuele kennis*

- Puntmassa en star lichaam
- Rotatie en translatie
- Massamiddelpunt
- Krachten
 - > Soorten krachten
 - > Wrijvingskracht inclusief formule voor de grootte ervan $F_w = \mu \cdot F_n$
 - > Krachtenbalans, resulterende kracht
 - > Drie wetten van Newton inclusief vectoriële formule $F = m \cdot a$
- 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.
- Contexten zoals onderstaande komen aan bod.
 - > Mechanismen zoals riemen, tandwielen, mechanische geleiders, katrollen, lagers, scharnieren, veersystemen, kruk-drijfstangmechanisme
 - > Structuren zoals vakwerken, een dubbele ladder
 - > Biomechanica: aspecten van het bewegingsapparaat zoals gewrichten, spieren, botten
- 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

11.5.3 De leerlingen gebruiken de concepten arbeid, energie en het verband 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-energiethorema
- Energie
 - > Soorten energie inclusief formules: kinetische energie van een puntmassa $E=1/2 \cdot m \cdot v^2$, 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
- Warmte
- Energiedissipatie

***Procedurele kennis**

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

- Oplossen van kwantitatieve problemen m.b.t. arbeid en energieomzettingen

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: Toepassen

11.9.1 De leerlingen gebruiken concepten met betrekking tot de thermodynamica kwalitatief en kwantitatief om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren.

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
- Formule voor ideale gaswet $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

*Conceptuele kennis

- Wet van behoud van energie
- Arbeid verricht door een systeem, verandering van inwendige energie van een systeem en warmtehoeveelheid toegevoegd aan een systeem
- De 0^{de} en 1^{ste} hoofdwet van de thermodynamica
- Energiedissipatie
- Open, gesloten en geïsoleerd systeem
- Thermodynamische processen zoals een smeltproces, een kookproces
- Rendement inclusief formule $\eta = E_{\text{nuttig}} / E_{\text{totaal}}$
- Fasediagrammen
- Ideale gaswet als toestandsvergelijking inclusief formule $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$
- 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
- Gebruik van een formularium
- Oplossen van kwantitatieve problemen m.b.t. de ideale gaswet en de warmtebalans
- Oplossen van problemen m.b.t. thermodynamica

Met inbegrip van context

Het cesuurdoel wordt met studierichtingspecifieke 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.
- Faseovergangen m.b.t. de warmtebalans zoals verdampen, condenseren, smelten en stollen

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Toepassen



12.1.1 De leerlingen ontwikkelen een oplossing voor een probleem door inzichten, concepten en vaardigheden uit verschillende STEM-disciplines geïntegreerd toe te passen.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en computationele concepten uit de studierichtings specifieke eindtermen
- Wetenschappelijke methode
- Technisch proces

*Procedurele kennis

- Definiëren van het probleem, de behoefte
- Bepalen van criteria en specificaties
- Opstellen van een planning
- Bedenken van mogelijke technische modellen rekening houdend met de bepaalde criteria en de bepaalde specificaties
- Analyseren van oplossingen om een optimaal ontwerp te selecteren inclusief kosten-batenanalyse
- Realiseren van het prototype met studierichtings specifieke materialen, systemen en technieken
- Testen en evalueren van het prototype aan de hand van opgestelde modellen, de bepaalde criteria en de bepaalde specificaties inclusief effectonderzoek
- Toepassen van een iteratief technisch proces
- Toepassen van wetenschappelijke onderzoeksmethoden om gefundeerde beslissingen te nemen
- Toepassen van computationele vaardigheden zoals het opstellen van een flowchart (stroomdiagram), programmeren, modelleren en simuleren aan de hand van ICT
- Geïntegreerd toepassen van wiskundige, wetenschappelijke, technologische en computationele inzichten, concepten en vaardigheden
- Toepassen van reflectievaardigheden

Met inbegrip van context

- De problemen hebben een maatschappelijke relevantie.
- Elke STEM-discipline komt tenminste met één andere STEM-discipline geïntegreerd 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: Creëren

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.

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
1.6	Tot slot	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	22
3.5	Aandachtspunten.....	23
3.5.1	Oriëntatie van het leerplan.....	23
3.5.2	Samenhang tussen wetenschappen	23
3.5.3	Leerplanformularium	26
4	Leerplandoelen	28
4.1	STEM-doelen	28
4.2	Biologie.....	36
4.2.1	Homeostase	36
4.2.2	Voortplanting	41
4.2.3	Biodiversiteit	42
4.2.4	Interacties tussen organismen.....	44
4.2.5	Materie- en energiestromen in ecosystemen.....	45
4.3	Chemie	46

4.3.1	Mengsels en zuivere stoffen	46
4.3.2	Aspecten van een chemische reactie.....	48
4.3.3	Bouw en eigenschappen van atomen.....	50
4.3.4	Chemische bindingen	51
4.3.5	Indeling van samengestelde stoffen	52
4.3.6	Eigenschappen van stoffen op basis van hun structuur	55
4.3.7	Kwantitatieve aspecten.....	56
4.3.8	Reactiesoorten	57
4.4	Fysica	59
4.4.1	Verbanden tussen grootheden	59
4.4.2	Kracht en verandering van beweging	60
4.4.3	Kracht en veld	61
4.4.4	Druk.....	62
4.4.5	Statica van systemen.....	63
4.4.6	Energieomzetting en vermogen.....	64
4.4.7	Thermodynamica	66
4.4.8	Versnelde beweging.....	69
4.4.9	Elektrische systemen.....	70
5	Lexicon	72
6	Basisuitrusting	73
6.1	Infrastructuur	74
6.2	Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen beschikbaar in de infrastructuur	74
7	Concordantie	75
7.1	Eindtermen.....	79
7.2	Cesuurdoelen	99