

# Biotechnische wetenschappen

2<sup>DE</sup> GRAAD  
DOORSTROOM  
DOMEIN STEM  
DOMEIN VOEDING EN HORECA  
DOMEIN LAND- EN TUINBOUW



Domeinverantwoordelijke: [veerle.vandepuut@ovsg.be](mailto:veerle.vandepuut@ovsg.be)  
Studierichtingverantwoordelijke: [charlotte.dhaenens@ovsg.be](mailto:charlotte.dhaenens@ovsg.be)  
Coördinator secundair onderwijs: [Ellenvandenblock@ovsg.be](mailto:Ellenvandenblock@ovsg.be)



OVSG vzw • Onderwijsvereniging van Steden en Gemeenten • Bischoffsheimlaan 1-8, 1000 Brussel

# Biotechnische wetenschappen

## 1. Plaats in de matrix

## 2. Logische vervolgopleidingen

## 3. Curriculum

### 3.1. Overzicht curriculumcomponenten

### 3.2. Eindtermen basisvorming

### 3.3. Cesuurdoelen

- Overzicht wetenschapsdomeinen
- Biologie: uitgebreide biologie
- Chemie: uitgebreide chemie
- Fysica: uitgebreide fysica
- ~~Fysica: gevorderde fysica: elektromagnetisme~~
- ~~Fysica: gevorderde fysica: mechanica~~
- ~~Fysica: gevorderde fysica: thermodynamica~~
- ~~STEM: gevorderde STEM-engineering~~

## 4. Bronnen en verwijzingen

## 1. Plaats in de matrix

De matrix is het nieuwe model waarin het volledige studieaanbod van het secundair onderwijs wordt geordend. Deze matrix omvat 8 studiedomeinen en 3 finaliteiten. De finaliteiten geven aan waarop de leerling wordt voorbereid: doorstromen naar het hoger onderwijs (doorstroomfinaliteit), naar de arbeidsmarkt (arbeidsmarktfinaliteit) of naar beide (dubbele finaliteit).

Via deze interactieve link: <https://www.kwalificatiesencurriculum.be/opleidingen> kan je de opleidingen bekijken per studiedomein, per finaliteit en per graad. Je kan onder andere ook onderzoeken met welke nieuwe opleiding een 'oude' studierichting concordeert.

Domein: STEM			
Doorstroomfinaliteit		Dubbele finaliteit	Arbeidsmarktfinaliteit
Domeinoverschrijdend ASO	Domeingebonden TSO/KSO	TSO/KSO	(D) BSO
<b>2<sup>de</sup> graad</b>		<b>2<sup>de</sup> graad</b>	<b>2<sup>de</sup> graad</b>
	Technologische wetenschappen	Biotechnieken	Elektriciteit
	Bouwwetenschappen	Bouwtechnieken	Bouw
	<b>Biotechnische wetenschappen</b>	Elektromechanische technieken	Hout
		...	...
<b>3<sup>de</sup> graad</b>		<b>3<sup>de</sup> graad</b>	<b>3<sup>de</sup> graad</b>
	<b>Biotechnologische en chemische STEM-wetenschappen<sup>1</sup></b>	Biotechnologische en chemische technieken	Afwerking bouw
	<b>Biotechnologische en chemische wetenschappen (domein land- en tuinbouw, domein voeding en horeca)<sup>2</sup></b>	Elektromechanische technieken	Binnen- en buitenschrijnwerk
		Houttechnieken	Binnenschrijnwerk en interieur
		...	...

<sup>1</sup> In het decreet betreffende de onderwijsdoelen voor de tweede en de derde graad van het secundair onderwijs en diverse andere verwante maatregelen werden wijzigingen aangebracht in de 3de graad Biotechnologische en Chemische wetenschappen. De wijzigingen door dit decreet staan aangeduid in het geel.

<sup>2</sup> In het decreet betreffende de onderwijsdoelen voor de tweede en de derde graad van het secundair onderwijs en diverse andere verwante maatregelen werden wijzigingen aangebracht in de 3de graad Biotechnologische en Chemische wetenschappen. De wijzigingen door dit decreet staan aangeduid in het geel.

## 2. Logische vervolgopleidingen

Het secundair onderwijs bereidt jongeren ook voor op het functioneren op de arbeidsmarkt en/of het doorstromen naar het hoger onderwijs en vervolgopleidingen.

Bij het ontwikkelen van de specifieke eindtermen is er rekening gehouden met logische vervolgopleidingen in het hoger onderwijs. Deze afstemming wil ertoe bijdragen om het studiesucces van leerlingen te verhogen.

De website [www.onderwijskiezer.be](http://www.onderwijskiezer.be) helpt de zoektocht naar een toekomstige studierichting te vergemakkelijken.

2 <sup>DE</sup> GRAAD: BIOTECHNISCHE WETENSCHAPPEN		
3 <sup>DE</sup> GRAAD	HOGER ONDERWIJS	
	PROFESSIONELE BACHELOR	ACADEMISCHE BACHELOR
Biotechnologische en chemische STEM-wetenschappen	Biotechniek, Industriële wetenschappen en Technologie (Chemie), Gezondheidszorg Onderwijs	Biotechniek, Farmaceutische wetenschappen, Industriële wetenschappen en technologie (ing.), Biochemie en biotechnologie, Biologie, Chemie, Biomedische wetenschappen
Biotechnologische en chemische wetenschappen	Biotechniek, Industriële wetenschappen en Technologie (Chemie), Gezondheidszorg Onderwijs	Biotechniek, Farmaceutische wetenschappen, Industriële wetenschappen en technologie (ing.) <sup>3</sup> , Biochemie en biotechnologie, Biologie, Chemie, Biomedische wetenschappen

<sup>3</sup> In het decreet betreffende de onderwijsdoelen voor de tweede en de derde graad van het secundair onderwijs en diverse andere verwante maatregelen werden wijzigingen aangebracht in de 3de graad Biotechnologische en Chemische wetenschappen. De wijzigingen door dit decreet staan aangeduid in het geel.

## 3. Curriculum

### 3.1. Overzicht curriculumcomponenten

<p><b>Eindtermen basisvorming:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eindtermen basisvorming doorstroomfinaliteit</li> </ul>
<p><b>Cesuurdoelen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biologie</li> <li>- Chemie</li> <li>- Fysica</li> <li>- STEM</li> </ul>

### 3.2. Eindtermen basisvorming

Naast het specifiek gedeelte en complementair gedeelte bevat elke opleiding van het secundair onderwijs een deel basisvorming. Voor alle finaliteiten zijn de eindtermen van de basisvorming in 16 sleutelcompetenties ondergebracht. Voor elke finaliteit is er een set van eindtermen.

De eindtermen voor de basisvorming van de doorstroomfinaliteit, de eindtermen voor de basisvorming van de dubbele finaliteit en de eindtermen voor de basisvorming van de arbeidsmarktfinaliteit vind je op:

[www.onderwijsdoelen.be](http://www.onderwijsdoelen.be).

### 3.3. Cesuurdoelen

Voor de 2<sup>de</sup> graad van het secundair onderwijs gelden cesuurdoelen. Deze doelen zijn afgeleid van de specifieke eindtermen (SPET) voor de 3<sup>de</sup> graad. Een selectie van specifieke eindtermen werd geselecteerd om cesuurdoelen van af te leiden. Deze cesuurdoelen moeten de leerlingen **op het einde van de 2<sup>de</sup> graad behalen**.

#### ▪ Overzicht wetenschapsdomeinen

Het specifieke gedeelte van de opleidingen van het secundair onderwijs zijn opgebouwd uit doelstellingen die uit **verschillende wetenschapsdomeinen** komen. Alle mogelijke wetenschapsdomeinen van het secundair onderwijs staan in de tabel hieronder in de eerste kolom.

Elk wetenschapsdomein omvat verschillende **onderdelen**. Deze onderdelen worden soms bouwblokjes genoemd. Ze vormen als het ware de onderdelen van de opleiding. Zo bestaat het wetenschapsdomein 'wiskunde' bijvoorbeeld uit de onderdelen 'uitgebreide wiskunde ifv economie', 'gevorderde wiskunde', 'uitgebreide statistiek', 'uitgebreide wiskunde ifv wetenschappen' en 'toegepaste wiskunde'. Het onderdeel 'toegepaste wiskunde' is vervolgens verschillend gedefinieerd naargelang de toepassing in die opleiding.

Per opleiding is vervolgens **een selectie gemaakt van onderdelen** die voor de opleiding in kwestie van toepassing is. Dat wil ook zeggen dat overheen verschillende opleidingen het mogelijk is dat dezelfde onderdelen worden gebruikt. Zo zie je het onderdeel 'Samenleving en politiek: Communicatiewetenschappen' van het wetenschapsdomein Sociale wetenschappen zowel in de opleiding Informatie- en communicatiewetenschappen (domein STEM) als in Taal- en communicatiewetenschappen (domein Taal & cultuur) terugkomen.

In de tabel hieronder staan de onderdelen van de wetenschapsdomeinen voor de verschillende richtingen van de 3<sup>de</sup> graad. De onderdelen die in het **zwart** staan geschreven, zijn de **onderdelen die in de 2<sup>de</sup> graad al (deels) aan bod komen**. De onderdelen die in het **grijs** staan geschreven, zijn de onderdelen die pas in **de 3<sup>de</sup> graad** aan bod komen. Deze manier van voorstellen geeft inzicht in het geheel van onderdelen -en de bijhorende doelstellingen- van de volledige opleiding.

Wetenschapsdomein	Biotechnologische en chemische STEM-wetenschappen	Biotechnologische en chemische wetenschappen
Algemene doorstroomcompetenties	Generieke doorstroomcompetenties	Generieke doorstroomcompetenties
Wiskunde	Uitgebreide wiskunde in functie van wetenschappen	Uitgebreide wiskunde in functie van wetenschappen
Informatica-wetenschappen	algoritmen en programmeren modelleren en simuleren	algoritmen en programmeren modelleren en simuleren
Biologie	Uitgebreide biologie	Uitgebreide biologie
Chemie	Uitgebreide chemie	Uitgebreide chemie
Fysica	Pakket uit de gevorderde fysica <sup>4</sup> : Elektromagnetisme Mechanica Thermodynamica	Uitgebreide fysica
STEM	Gevorderde STEM-engineering <sup>5</sup> Labo	Onderzoeksvaardigheden wetenschappen Labo

<sup>4</sup> In het decreet betreffende de onderwijsdoelen voor de tweede en de derde graad van het secundair onderwijs en diverse andere verwante maatregelen werden wijzigingen aangebracht in de 3de graad Biotechnologische en Chemische wetenschappen. De wijzigingen door dit decreet staan aangeduid in het geel.

<sup>5</sup> In het decreet betreffende de onderwijsdoelen voor de tweede en de derde graad van het secundair onderwijs en diverse andere verwante maatregelen werden wijzigingen aangebracht in de 3de graad Biotechnologische en Chemische wetenschappen. De wijzigingen door dit decreet staan aangeduid in het geel.

## ▪ Biologie: uitgebreide biologie

### Uitgangspunt van dit onderdeel:

In het functioneren van cellen spelen biomoleculen een belangrijke rol. Het transport van bestanddelen in en uit de cel doorheen een 'vloeibaar' membraan is daar een mooi voorbeeld van. Daarbij is het belangrijk in te zien dat cellen geen statische maar een dynamische structuur hebben die kan worden gereguleerd. Zo gebeuren tal van cellulaire processen simultaan in een cel (bijvoorbeeld fotosynthese, celademhaling, synthese van moleculen, membraantransport ...). Een detailstudie van deze processen op moleculair niveau gecombineerd met de kennis en inzichten van subcellulaire structuren, resulteert in een diepgaand inzicht in het functioneren van cellen en dus ook organismen.

Inzicht in genetica en overerving helpt om de transitie van moleculair niveau naar organismeniveau te maken. Om een goede aansluiting te vinden met het thema evolutie en biotechnologie is inzicht in bijzondere gevallen van de genetica zoals multiple allelen, cryptomerie, polygenie ... nodig. Deze bijzondere gevallen laten toe om de bijdrage aan de genetische variatie op de verschillende organisatieniveaus beter te kaderen, net als de betekenis ten aanzien van biotechnologische interventies. Principes van zowel klassieke als moderne biotechnologie komen hier dan ook aan bod.

Het uitdiepen van basisconcepten en processen met betrekking tot de microbiologie is relevant voor het verwerven van inzicht in maatschappelijke thema's zoals waterzuivering in het kader van duurzaamheid, in biologische processen met implicaties voor de gezondheid van de mens of biologische processen die aan de basis liggen van heel wat (bio)technologische toepassingen zoals de voedingstechnologie of geneesmiddelenproductie.

<b>8.1.6*</b>	<b>Doelzin</b>
	De leerlingen leggen het belang van micro-organismen uit aan de hand van structuur of voortplanting.
	<b>Met inbegrip van kennis</b>
	<b>*Feitenkennis</b>
	- Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder bacterie, protozoa, alg, schimmel, virus
	<b>*Conceptuele kennis</b>
	- 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 materiekringlopen
	<b>Met inbegrip van dimensies eindterm</b>
<b>*Cognitieve dimensie</b>	Begrijpen

## ▪ Chemie: uitgebreide chemie

### Uitgangspunt van dit onderdeel:

Verderbouwend op de structuur en eigenschappen van materie op atomair niveau, komt in de uitgebreide chemie de fijnstructuur van materie aan bod. Het bestuderen van de fijnstructuur van materie omvat het kwantummechanisch model met bijhorende elektronenconfiguratie. Vanuit deze studie kan de vorming van chemische bindingen (ion, atoom- en metaalbindingen), de ruimtelijke opbouw van moleculen en een brede range aan eigenschappen (kookpunt, smeltpunt, oplosgedrag van stoffen ...) van stoffen worden verklaard. Ook de Lewisstructuur en skeletstructuur voor het weergeven van anorganische en organische stoffen komen aan bod. Een doorgedreven studie van de anorganische en organische stofklassen is noodzakelijk om eenduidig te communiceren over het voorkomen van stoffen, mogelijke risico's die ze inhouden en het verklaren van toepassingen en verschijnselen in het dagelijkse leven of in de natuur. Deze studie behandelt de chemische samenstelling en structuren van organische en anorganische stoffen: poly-atomische ionen en hun afgeleiden (-aten, -ieten, - hypo's) om anorganische stoffen samen te stellen, zuren en basen volgens Arrhenius en Brønsted-Lowry, oxiden, zouten, monofunctionele organische stoffen en macromoleculen. De IUPAC naamgeving voor organische en anorganische stoffen wordt toegepast en parallel wordt aan veelgebruikte organische en anorganische stoffen ook de triviale naam toegekend.

Een studie van de zuur-base evenwichten in waterige oplossingen vertrekt vanuit de Brønsted–Lowry-definities voor zuren en basen. Dit is zinvol voor het begrijpen van de pH van een oplossing. De pH van sterke zuren en basen wordt vanuit de formule berekend. Voor zwakke zuren en zwakke basen vertrekt de pH-berekening vanuit het chemisch evenwicht. Een analyse van het pH-verloop bij een titratie van een sterk zuur en sterke base draagt bij tot een diepgaander inzicht in de interactie tussen zuren en basen en biedt de mogelijkheid om een kwantitatieve analyse uit te voeren.

Binnen de dagelijkse praktijk in de laboratoria van de (bio)chemische industrie is het rekenen met stoichiometrische hoeveelheden een evidentie. Een verdieping inzake stoichiometrisch rekenen biedt de leerling een bredere achtergrond bij de verdere studie van de (an)organische chemie. Hierbij komen de begrippen verdunning, overmaat en limiterend reagens alsook een uitbreiding van concentratie-eenheden en fracties, courant gebruikt binnen het (bio)chemisch werkveld, aan bod: promille, ppm, ppb, massaprocent ... Ook de begrippen verdunning, overmaat en limiterend reagens, ... komen aan bod.

Reacties in waterige oplossingen vormen een belangrijk aandeel van transformaties in het dagelijks leven en komen dus aan bod in deze verdiepende studie. Inzicht in de verschillende reactietypes zoals zuur-base, neerslag en redoxreacties is noodzakelijk om bij doorstroom naar wetenschappelijke opleidingen de meer complexe studie aan te vatten van zuur-base evenwichten, heterogene evenwichten en redoxevenwichten. Een basiskennis van de reactietypen in de organische chemie zoals substitutie, eliminatie, additie, polymerisatie, condensatie ... vormt een noodzakelijke inleiding tot een studie van de reactiemechanismen in de organische chemie in wetenschappelijk vervolgonderwijs.

<b>9.1.2*</b>	<b>Doelzin</b>
	De leerlingen hanteren de IUPAC-naamgeving voor anorganische stoffen.
	<b>Met inbegrip van kennis</b>
	<b>*Feitenkennis</b>
	- 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
	<b>*Conceptuele kennis</b>
	- Regels van de IUPAC-naamgeving - Regels voor stocknotatie bij ionverbindingen - Regels voor naamgeving met Griekse telwoorden bij moleculaire stoffen
	<b>*Procedurele kennis</b>
	- 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
	<b>Met inbegrip van context</b>
	*Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.
	<b>Met inbegrip van dimensies eindterm</b>
<b>*Cognitieve dimensie</b>   Toepassen	
<b>9.1.7*</b>	<b>Doelzin</b>
	De leerlingen leggen het verband tussen de structuur en de eigenschappen van stoffen.
	<b>Met inbegrip van kennis</b>
	<b>*Feitenkennis</b>
	- Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder dipoolkracht, waterstofbrug, ion-dipoolkracht, polariteit
<b>*Conceptuele kennis</b>	
- 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	



	<b>Met inbegrip van context</b>
	*Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd. * De chemische structuur wordt aangereikt.
	<b>Met inbegrip van dimensies eindterm</b>
	*Cognitieve dimensie   Begrijpen
<b>9.1.10*</b>	<b>Doelzin</b>
	De leerlingen stellen een reactievergelijking van een eenvoudige anorganische reactie op.
	<b>Met inbegrip van kennis</b>
	<b>*Feitenkennis</b>
	- 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
	<b>*Conceptuele kennis</b>
	- Naamgeving van anorganische stoffen en ionen - Principe van een zuur-basereactie, een neerslagreactie en een redoxreactie - Wet van behoud van massa
	<b>*Procedurele kennis</b>
	- 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
	<b>Met inbegrip van context</b>
	* 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.
	<b>Met inbegrip van dimensies eindterm</b>
	*Cognitieve dimensie   Toepassen
<b>9.1.12*</b>	<b>Doelzin</b>
	De leerlingen gebruiken het verband tussen de toestandsgrootheden druk, volume en absolute temperatuur om de toestand van een ideaal gas en de veranderingen ervan te beschrijven.
	<b>Met inbegrip van kennis</b>
	<b>*Feitenkennis</b>
	- Toestandsgrootheden: druk, volume, temperatuur - Absolute temperatuur en Kelvin - Atmosferische druk - Reëel en ideaal gas
	<b>*Conceptuele kennis</b>
	- 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
	<b>*Procedurele kennis</b>
	- 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
<b>Met inbegrip van context</b>
De eindterm wordt met context gerealiseerd.
<b>Met inbegrip van dimensies eindterm</b>
<b>*Cognitieve dimensie</b> Toepassen

▪ **Fysica: uitgebreide fysica<sup>6</sup>**

**Uitgangspunt van dit onderdeel:**

In combinatie met de eindtermen basisvorming fysica leggen deze specifieke eindtermen een gedegen basis voor het begrip en gebruik van concepten, technieken en denkwijzen uit de fysica. De leerlingen verdiepen en verbreden hun kennis en vaardigheden. De nadruk ligt op het analyseren van fenomenen en toepassingen ervan vanuit een fysisch denkkader. Dit bouwblok bevat een breed spectrum aan onderwerpen: elektromagnetisme, mechanica, thermodynamica, trillingen en golven en optica. Wiskundige modellen (zoals vergelijkingen, stelsels, goniometrische getallen, vectoren en functies) en de interpretatie ervan krijgen hierbij een belangrijke rol. Er is ook aandacht voor moderne en hedendaagse ontwikkelingen binnen de fysica.

<b>11.1.1*</b>	<b>Doelzin</b>
	De leerlingen analyseren de verticale worp van puntmassa's kwalitatief en kwantitatief door het verband te leggen tussen positie, tijdstip, ogenblikkelijke snelheid en ogenblikkelijke versnelling.
	<b>Met inbegrip van kennis</b>
	<b>*Feitenkennis</b>
	- 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
	<b>*Conceptuele kennis</b>
	- Puntmassa - Positie, verplaatsing, snelheid en versnelling als vectoriële grootheden - Onderscheid tussen verplaatsing en afgelegde weg - Ogenblikkelijke snelheid en ogenblikkelijke versnelling - Positie-, snelheids- en versnellingsfunctie - Verbanden tussen de beweging en grafieken: $x(t)$ , $v_x(t)$ , $a_x(t)$
	<b>*Procedurele kennis</b>
	- Schetsen van een grafiek - Werken met vectoriële grootheden > Bepalen van de richting en de zin van een vectoriële grootheid - Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere - Gebruiken van een formularium - Oplossen van problemen m.b.t. verticale worp
	<b>Met inbegrip van context</b>
	* 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.
	<b>Met inbegrip van dimensies eindterm</b>
	<b>*Cognitieve dimensie</b> Analyseren

<sup>6</sup> In het decreet betreffende de onderwijsdoelen voor de tweede en de derde graad van het secundair onderwijs en diverse andere verwante maatregelen werden wijzigingen aangebracht in de 3de graad Biotechnologische en Chemische wetenschappen. De wijzigingen door dit decreet staan aangeduid in het geel.

<b>11.1.2*</b>	<b>Doelzin</b>
	De leerlingen analyseren de statica van systemen in het vlak kwalitatief en kwantitatief aan de hand van krachten en krachtmomenten.
	<b>Met inbegrip van kennis</b>
	<b>*Feitenkennis</b>
	- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder kracht en krachtmoment
	<b>*Conceptuele kennis</b>
	- Krachten > Soorten krachten > Statische wrijvingskracht inclusief formule voor de grootte ervan $F_w = \mu \cdot F_n$ > Archimedeskracht inclusief formule voor de grootte ervan $F = \rho \cdot g \cdot V$ > Krachtenbalans, resulterende kracht - Momenten > Krachtmoment inclusief formule voor de grootte ervan $M = r \cdot F \cdot \sin\alpha$ > Momentenbalans, resulterend krachtmoment - Statisch evenwicht
	<b>*Procedurele kennis</b>
	- 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
	<b>Met inbegrip van context</b>
	* Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd. * Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur.
	<b>Met inbegrip van dimensies eindterm</b>
	<b>*Cognitieve dimensie</b> Analyseren

<b>11.1.3*</b>	<b>Doelzin</b>
	De leerlingen gebruiken de concepten arbeid, energie, warmte en de verbanden ertussen om energieomzettingen te kwantificeren.
	<b>Met inbegrip van kennis</b>
	<b>*Feitenkennis</b>
	- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder arbeid, energie, warmte
	<b>*Conceptuele kennis</b>
	- Arbeid geleverd door een constante kracht inclusief formule $W = F \cdot \Delta x \cdot \cos\alpha$ - Arbeid-energietheorema - Soorten energie inclusief formules: kinetische energie $E = 1/2 \cdot m \cdot v^2$ , potentiële gravitatie-energie $E = m \cdot g \cdot h$ , potentiële elastische energie $E = 1/2 \cdot k \cdot (\Delta l)^2$ en andere zoals elektrische energie $E = Q \cdot V$ , chemische energie, thermische energie, stralingsenergie $E = h \cdot f$ , - Energieopslag zoals batterijen, waterreservoirs, veren - Rendement en vermogen inclusief formules voor rendement $\eta = E_{\text{nuttig}} / E_{\text{totaal}}$ en gemiddeld vermogen $P = \Delta E / \Delta t$ - Wet van behoud van energie - Energiedissipatie - Warmte - Merkbare en latente warmte inclusief formules $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ en $Q = \ell \cdot m$ - Warmtebalans bij temperatuurveranderingen en faseovergangen

<b>*Procedurele kennis</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere</li> <li>- Gebruiken van een formularium</li> <li>- Oplossen van kwantitatieve problemen m.b.t. arbeid, energieomzettingen en warmtebalans</li> </ul>	
<b>Met inbegrip van context</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.</li> <li>* Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.</li> <li>* De behandelde faseovergangen bij de warmtebalans zijn verdampen, condenseren, smelten en stollen.</li> </ul>	
<b>Met inbegrip van dimensies eindterm</b>	
<b>*Cognitieve dimensie</b>	Toepassen

<b>11.1.5*</b>	<b>Doelzin</b>
	De leerlingen analyseren elektrische gelijkstroomkringen kwalitatief en kwantitatief.
	<b>Met inbegrip van kennis</b>
	<b>*Feitenkennis</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder lading, spanning, stroomsterkte, weerstand, geleidbaarheid, vermogen</li> <li>- Symbolen en regels voor schematische voorstellingen inherent aan de afbakening van het cesuurdoel</li> <li>-Formules <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Weerstand <math>R=U/I</math></li> <li>&gt; Geleidbaarheid <math>G=I/U</math></li> </ul> </li> <li>- Wet van Ohm</li> </ul>
	<b>*Conceptuele kennis</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gelijkstroomkringen</li> <li>- Conventionele en werkelijke stroomzin</li> <li>- Elektrische lading (Q)</li> <li>- Stroomsterkte inclusief formule <math>I=DQ/Dt</math></li> <li>- Weerstand: concept, fysieke component en grootheid inclusief formule <math>R=U/I</math></li> <li>- Geleidbaarheid inclusief formule <math>G=I/U</math></li> <li>- Wet van Ohm</li> <li>- Joule-effect inclusief formule <math>Q=R \cdot I^2 \cdot \Delta t</math></li> <li>- Vermogen inclusief formule <math>P=U \cdot I</math></li> <li>- Serie- en parallelschakeling van weerstanden <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Substitutieweerstand</li> <li>&gt; Verdelingwetten voor spanning en stroomsterkte</li> </ul> </li> </ul>
	<b>*Procedurele kennis</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere</li> <li>- Gebruiken van een formularium</li> <li>- Berekenen van de substitutieweerstand van een gemengde schakeling van weerstanden</li> <li>- Oplossen van gemengde schakelingen van weerstanden en één spanningsbron in gelijkstroomkringen</li> </ul>
	<b>Met inbegrip van context</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.</li> <li>* Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur.</li> </ul>
	<b>Met inbegrip van dimensies eindterm</b>
	<b>*Cognitieve dimensie</b>
	Analyseren

<b>11.1.7*</b>	<b>Doelzin</b>
----------------	----------------

De leerlingen gebruiken het stralenmodel van licht om optische fenomenen in verband met absorptie, weerkaatsing en breking en toepassingen ervan te verklaren.	
<b>Met inbegrip van kennis</b>	
<b>*Feitenkennis</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normaal, invalshoek, weerkaatsingshoek, brekingshoek, brandpunt, lens</li> <li>- Weerkaatsing, breking, absorptie</li> <li>- Reëel beeld, virtueel beeld</li> </ul>	
<b>*Conceptuele kennis</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechthoekige voortplanting van het licht</li> <li>- Omkeerbaarheid van de stralengang</li> <li>- Middenstof, normaal, invalshoek, brekingshoek, weerkaatsingshoek</li> <li>- Diffuse en regelmatige weerkaatsing</li> <li>- Samenstelling van wit licht</li> <li>- Absorptie</li> <li>- Kleurenmenging</li> <li>- Breking bij overgang tussen twee verschillende middenstoffen</li> <li>- Beeldvorming bij weerkaatsing aan vlakke spiegels en bij breking door dunne bolle lenzen</li> <li>&gt; Kenmerkende stralengang</li> <li>&gt; Hoofdstralen, optisch middelpunt, optische as, brandpunt</li> <li>&gt; Vlakke spiegels en dunne lenzen</li> <li>&gt; Eigenschappen van het beeld: reëel/virtueel, rechtopstaand/omgekeerd, vergrotingsfactor</li> <li>&gt; Gelijkvormigheid</li> </ul>	
<b>*Procedurele kennis</b>	
- Tekenen van de stralengang van het licht	
<b>*Metacognitieve kennis</b>	
<b>Met inbegrip van context</b>	
* De eindterm wordt met context gerealiseerd.	
<b>Met inbegrip van dimensies eindterm</b>	
<b>*Cognitieve dimensie</b>	Toepassen

\*— **Fysica: gevorderde fysica: elektromagnetisme**<sup>7</sup>

**Uitgangspunt van dit onderdeel:**

De leerlingen leren de basis van elektrostatica, elektrodynamica en elektromagnetisme. De nadruk ligt op het analyseren van fenomenen en toepassingen vanuit een fysisch denkkader. Contexten kunnen variëren i.f.v. de studierichting van de leerlingen (bijvoorbeeld elektriciteit in levende systemen, elektriciteit in woningen, elektrotechnische systemen, NMR). Wiskundige modellen (zoals vergelijkingen, goniometrische getallen, vectoren, functies) en hun interpretatie krijgen hierbij een belangrijke rol. Concepten m.b.t. elektriciteit en magnetisme worden behandeld a.d.h.v. krachten en velden. Ook gelijkstroomkringen met weerstanden komen aan bod.

<b>11.2.1*</b>	<b>Doelzin</b>
	De leerlingen analyseren elektromagnetische fenomenen en toepassingen ervan kwalitatief en kwantitatief aan de hand van de concepten kracht en veld.
	<b>Met inbegrip van kennis</b>
	<b>*Feitenkennis</b>
	— Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder lading, kracht, elektrische veldsterkte, elektrische potentiaal, elektrische spanning, magnetische inductie
	<b>*Conceptuele kennis</b>
	— Het elektrisch veld > Coulombkracht inclusief formule voor de grootte ervan $F = k \frac{ Q_1  \cdot  Q_2 }{r^2}$ > Elektrische veldsterkte als vectoriële grootheid, elektrische veldlijnen en het verband tussen die twee > Elektrische potentiaal en elektrische spanning > Radiaal veld: elektrische veldsterkte in een punt inclusief formule voor de grootte ervan $E = k \frac{ Q }{r^2}$ > Homogeen veld: elektrische veldsterkte in een punt en elektrische spanning tussen twee punten inclusief formule voor het verband tussen de groottes ervan $E = U/d$ > Capaciteit van een condensator en van een vlakke condensator inclusief formules $C = Q/U$ en $C = \epsilon \cdot A/d$
	— Het magnetisch veld > Magnetische inductie als vectoriële grootheid, magnetische veldlijnen en het verband tussen die twee > Magnetische inductie bij een stroomvoerende rechte geleider en bij een stroomvoerende spoel inclusief formules voor de groottes ervan $B = \mu \cdot I / (2\pi \cdot r)$ en $B = \mu \cdot N / \ell$ > Informeel begrip van magnetische spin bij atomen > Weissgebieden > Kracht op een stroomvoerende geleider in een magnetisch veld inclusief formule voor de grootte ervan $F = B \cdot \ell \cdot I \cdot \sin\alpha$
	— Het fenomeen elektromagnetische inductie > Magnetische flux inclusief formule $\Phi = A \cdot B \cdot \cos(\alpha)$ > Wetten van Lenz en Faraday > Inductiespanning inclusief formule $U = N \cdot \Delta\Phi / \Delta t$
	<b>*Procedurele kennis</b>
	— Werken met vectoriële grootheden > Bepalen van richting en zin van een vectoriële grootheid > Ontbinden van een vector in zijn componenten: grafisch en via berekening > Samenstellen van vectoren: grafisch en via berekening — Schetsen van vectoren en grafieken — Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere — Gebruiken van een formularium — Oplossen van problemen m.b.t. elektromagnetisme

<sup>7</sup> In het decreet betreffende de onderwijsdoelen voor de tweede en de derde graad van het secundair onderwijs en diverse andere verwante maatregelen werden wijzigingen aangebracht in de 3de graad Biotechnologische en Chemische wetenschappen. De wijzigingen door dit decreet staan aangeduid in het geel.

	<b>Met inbegrip van context</b>
	* 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.
	<b>Met inbegrip van dimensies eindterm</b>
	*Cognitieve dimensie   Analyseren
<b>11.2.2*</b>	<b>Doelzin</b>
	De leerlingen analyseren elektrische gelijkstroomkringen kwalitatief en kwantitatief.
	<b>Met inbegrip van kennis</b>
	<b>*Feitenkennis</b>
	– 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
	<b>*Conceptuele kennis</b>
	– Gelijkstroomkringen – Conventionele stroomzin en werkelijke stroomzin – Stroomsterkte inclusief formule $I = \Delta Q / \Delta t$ – Weerstand: concept, fysieke component en grootte inclusief formule $R = U / I$ – Geleidbaarheid inclusief formule $G = I / U$ – Wet van Ohm – Joule-effect inclusief formule $Q = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$ – Vermogen inclusief formule $P = U \cdot I$ – 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
	<b>*Procedurele kennis</b>
	– 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
	<b>Met inbegrip van context</b>
	* Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd. * Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur.
	<b>Met inbegrip van dimensies eindterm</b>
	*Cognitieve dimensie   Analyseren

\* **Fysica: gevorderde fysica: mechanica<sup>8</sup>**

**Uitgangspunt van dit onderdeel:**

De leerlingen leren de basis van kinematica, dynamica en statica van puntmassa's en starre lichamen. De nadruk ligt op het analyseren van fenomenen en toepassingen vanuit een fysisch denkkader. Contexten kunnen variëren i.f.v. de studiorichting van de leerlingen (bijvoorbeeld lagers, vakwerken, biomechanische systemen). Wiskundige modellen (zoals vergelijkingen, stelsels, goniometrische getallen, vectoren, functies) en hun interpretatie krijgen hierbij een belangrijke rol. Zowel translationele als rotationele bewegingen worden bestudeerd en gerelateerd aan krachten en de momenten die er de oorzaak van zijn. De voorwaarden voor evenwicht worden opgesteld a.d.h.v. momenten en krachten. De concepten arbeid en behoud van energie komen aan bod.

<b>11.5.1*</b>	<b>Doelzin</b>
	De leerlingen analyseren de verticale worp en de eenparig cirkelvormige beweging kwalitatief en kwantitatief.
	<b>Met inbegrip van kennis</b>
	<b>*Feitenkennis</b>
	– 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
	<b>*Conceptuele kennis</b>
	– 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: $v(t)$ , $a(t)$
	<b>*Procedurele kennis</b>
	– Schetsen van een grafiek
	– Werken met vectoriële grootheden
	> Bepalen van de richting en de zin van een vectoriële grootte
	> 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 formularium
	– Oplossen van problemen m.b.t. kinematica
	– Oplossen van kwantitatieve problemen m.b.t. kinematica van puntmassa's
	<b>Met inbegrip van context</b>
	* 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.
	<b>Met inbegrip van dimensies eindterm</b>
	<b>*Cognitieve dimensie</b> Analyseren

<b>11.5.2*</b>	<b>Doelzin</b>
----------------	----------------

<sup>8</sup> In het decreet betreffende de onderwijsdoelen voor de tweede en de derde graad van het secundair onderwijs en diverse andere verwante maatregelen werden wijzigingen aangebracht in de 3de graad Biotechnologische en Chemische wetenschappen. De wijzigingen door dit decreet staan aangeduid in het geel.



	De leerlingen analyseren de statica van systemen kwalitatief en kwantitatief aan de hand van krachten en krachtmomenten.
	<b>Met inbegrip van kennis</b>
	<b>*Feitenkennis</b>
	– Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder kracht, krachtmoment
	<b>*Conceptuele kennis</b>
	– 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
	<b>*Procedurele kennis</b>
	– 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
	<b>Met inbegrip van context</b>
	* Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.
	* Contexten zoals onderstaande komen aan bod.
	> Mechanismen zoals riemen, tandwielen, mechanische geleiders, katrollen, lagers, scharnieren, veersystemen, kruk drijfstaangmechanisme
	> 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.
	<b>Met inbegrip van dimensies eindterm</b>
	<b>*Cognitieve dimensie</b> Analyseren

<b>11.5.3*</b>	<b>Doelzin</b>
	De leerlingen gebruiken de concepten arbeid, energie en het verband ertussen om energieomzettingen te kwantificeren.
	<b>Met inbegrip van kennis</b>
	<b>*Feitenkennis</b>
	– Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder arbeid, energie, warmte
	<b>*Conceptuele kennis</b>
	– Arbeid geleverd door een constante kracht inclusief formule $W = F \cdot \Delta x \cdot \cos(\alpha)$
	– Arbeid-energietheorema
	– Energie

<p>&gt; Soorten energie inclusief formules: kinetische energie van een puntmassa <math>E=1/2 \cdot m \cdot v^2</math>, potentiële gravitatie-energie <math>E=m \cdot g \cdot h</math>, potentiële elastische energie <math>E=1/2 \cdot k \cdot (\Delta l)^2</math> en andere zoals elektrische energie <math>E=Q \cdot V</math>, chemische energie, thermische energie, stralingsenergie <math>E=h \cdot f</math></p> <p>– Energieopslag zoals batterijen, waterreservoirs, veren</p> <p>– Rendement en vermogen inclusief formules voor rendement <math>\eta = E_{\text{nuttig}} / E_{\text{totaal}}</math> en gemiddeld vermogen <math>P = \Delta E / \Delta t</math></p> <p>– Wet van behoud van energie</p> <p>– Warmte</p> <p>– Energiedissipatie</p>	
<b>*Procedurele kennis</b>	
<p>– Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere</p> <p>– Gebruiken van een formularium</p> <p>– Oplossen van kwantitatieve problemen m.b.t. arbeid en energieomzettingen</p>	
<b>Met inbegrip van context</b>	
<p>* Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.</p> <p>* Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI eenheden worden behandeld.</p>	
<b>Met inbegrip van dimensies eindterm</b>	
<b>*Cognitieve dimensie</b>	Toepassen

### \* Fysica: gevorderde fysica: thermodynamica<sup>9</sup>

Uitgangspunt van dit onderdeel:

De vier wetten van de thermodynamica staan centraal. Verdieping en verbreding van concepten zoals energie, arbeid, warmte, vermogen en rendement horen hierbij. Thermodynamische systemen en processen alsook de warmtebalans en de ideale gaswet worden gebruikt om fenomenen en toepassingen te verklaren. Er wordt aandacht besteed aan wiskundige modellen (zoals vergelijkingen, goniometrische getallen en functies) en hun interpretatie.

<b>11.9.1*</b>	<b>Doelzin</b>
	De leerlingen gebruiken concepten met betrekking tot de thermodynamica kwalitatief en kwantitatief om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren.
	<b>Met inbegrip van kennis</b>
	<b>*Feitenkennis</b>
	<p>– Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder arbeid, energie, warmte</p> <p>– Formule voor ideale gaswet <math>p \cdot V = n \cdot R \cdot T</math></p>
	<b>*Conceptuele kennis</b>
	<p>– Wet van behoud van energie</p> <p>– Arbeid verricht door een systeem, verandering van inwendige energie van een systeem en warmtehoeveelheid toegevoegd aan een systeem</p> <p>– De 0<sup>de</sup> en 1<sup>ste</sup> hoofdwet van de thermodynamica</p> <p>– Energiedissipatie</p> <p>– Open, gesloten en geïsoleerd systeem</p> <p>– Thermodynamische processen zoals een smeltproces, een kookproces</p>

<sup>9</sup> In het decreet betreffende de onderwijsdoelen voor de tweede en de derde graad van het secundair onderwijs en diverse andere verwante maatregelen werden wijzigingen aangebracht in de 3de graad Biotechnologische en Chemische wetenschappen. De wijzigingen door dit decreet staan aangeduid in het geel.

<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rendement inclusief formule <math>\eta = E_{\text{nuttig}}/E_{\text{totaal}}</math></li> <li>– Fasediagrammen</li> <li>– Ideale gaswet als toestandsvergelijking inclusief formule <math>p \cdot V = n \cdot R \cdot T</math></li> <li>– Merkbare en latente warmte inclusief formules <math>Q = c \cdot m \cdot \Delta T</math> en <math>Q = \ell \cdot m</math></li> <li>– Warmtebalans bij temperatuursveranderingen en faseovergangen</li> </ul>
<b>*Procedurele kennis</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere</li> <li>– Gebruik van een formularium</li> <li>– Oplossen van kwantitatieve problemen m.b.t. de ideale gaswet en de warmtebalans</li> <li>– Oplossen van problemen m.b.t. thermodynamica</li> </ul>
<b>Met inbegrip van context</b>
<p>Het cesuurdoel wordt met studierichtingspecifieke context gerealiseerd.</p> <p>* Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI eenheden worden behandeld.</p> <p>* Faseovergangen m.b.t. de warmtebalans zoals verdampen, condenseren, smelten en stollen</p>
<b>Met inbegrip van dimensies eindterm</b>
<b>*Cognitieve dimensie</b> Toepassen

**\*—STEM: gevorderde STEM-engineering<sup>10</sup>**

**Uitgangspunt van dit onderdeel:**

In de basisvorming hebben leerlingen kunnen kennismaken met het oplossen van problemen door integratie van wiskunde, wetenschappen en techniek. In dit onderdeel worden leerlingen ondergedompeld in het 'denken en handelen' als een ingenieur waarbij het zoeken naar een kwaliteitsvolle oplossing voor een probleem met maatschappelijke relevantie voorop staat. Denken op systeemniveau, het specificeren van criteria waaraan een oplossing moet voldoen, prototypes ontwerpen, evalueren en testen, evidence based optimaliseren van criteria en verfijnen van een ontwerp, ... op een wetenschappelijk gefundeerde manier komen hierbij aan bod. Hiervoor zijn diepgaande kennis, inzicht en vaardigheden uit wiskunde, wetenschappen, techniek en computationele vaardigheden noodzakelijk en wordt hen aangeleerd deze kennis en vaardigheden gecombineerd in te zetten.

<b>12.1.1*</b>	<b>Doelzin</b>
	De leerlingen ontwikkelen een oplossing voor een probleem door inzichten, concepten en vaardigheden uit verschillende STEM disciplines geïntegreerd toe te passen.
	<b>Met inbegrip van kennis</b>
	<b>*Conceptuele kennis</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en computationele concepten uit de studierichtingspecifieke eindtermen</li> <li>– Wetenschappelijke methode</li> <li>– Technisch proces</li> </ul>
	<b>*Procedurele kennis</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Definiëren van het probleem, de behoefte</li> <li>– Bepalen van criteria en specificaties</li> <li>– Opstellen van een planning</li> <li>– Bedenken van mogelijke technische modellen rekening houdend met de bepaalde criteria en de bepaalde specificaties</li> </ul>

<sup>10</sup> In het decreet betreffende de onderwijsdoelen voor de tweede en de derde graad van het secundair onderwijs en diverse andere verwante maatregelen werden wijzigingen aangebracht in de 3de graad Biotechnologische en Chemische wetenschappen. De wijzigingen door dit decreet staan aangeduid in het geel.

<ul style="list-style-type: none"> <li>–Analyseren van oplossingen om een optimaal ontwerp te selecteren inclusief kosten-batenanalyse</li> <li>–Realiseren van het prototype met studierichtings specifieke materialen, systemen en technieken</li> <li>–Testen en evalueren van het prototype aan de hand van opgestelde modellen, de bepaalde criteria en de bepaalde specificaties inclusief effectonderzoek</li> <li>–Toepassen van een iteratief technisch proces</li> <li>–Toepassen van wetenschappelijke onderzoeksmethoden om gefundeerde beslissingen te nemen</li> <li>–Toepassen van computationele vaardigheden zoals het opstellen van een flowchart (stroomdiagram), programmeren, modelleren en simuleren aan de hand van ICT</li> <li>–Geïntegreerd toepassen van wiskundige, wetenschappelijke, technologische en computationele inzichten, concepten en vaardigheden</li> <li>–Toepassen van reflectievaardigheden</li> </ul>	
<b>Met inbegrip van context</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>* De problemen hebben een maatschappelijke relevantie.</li> <li>* Elke STEM discipline komt tenminste met één andere STEM discipline geïntegreerd aan bod.</li> <li>* De duurzame ontwikkelingsdoelen zoals geformuleerd door de internationale gemeenschap worden aangereikt (SDG's, sustainable development goals).</li> </ul>	
<b>Met inbegrip van dimensies eindterm</b>	
<b>*Cognitieve dimensie</b>	Creëren
<b>*Psychomotorische dimensie</b>	Een vaardigheid uitvoeren na instructie of uit het geheugen: de meest essentiële elementen van de beweging/handeling zijn aanwezig, maar nog niet consequent.

## 4. Bronnen en verwijzingen

[www.kwalificatiesencurriculum.be/opleidingen](http://www.kwalificatiesencurriculum.be/opleidingen)

: website waarop je matrix kan raadplegen

[www.onderwijsdoelen.be](http://www.onderwijsdoelen.be)

: website met laatste versies van de eindtermen

[www.vlaamsekwalificatiestructuur.be/kwalificatiedatabank](http://www.vlaamsekwalificatiestructuur.be/kwalificatiedatabank)

: website van de Vlaamse kwalificatiestructuur

[www.ovsg.be/leerplannen/secundair-onderwijs](http://www.ovsg.be/leerplannen/secundair-onderwijs)

: OVSG-website met servicedocumenten, screencasts, opleidingen ...