

Technologische wetenschappen

2^{DE} GRAAD

DOORSTROOM
DOMEIN STEM



Domeinverantwoordelijke: veerle.vandepuut@ovsg.be

Coördinator secundair onderwijs: Ellenvandenblock@ovsg.be



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

Technologische wetenschappen

1. Plaats in de matrix

2. Logische vervolgopleidingen

3. Curriculum

3.1. Overzicht curriculumcomponenten

3.2. Eindtermen basisvorming

3.3. Cesaurodoelen

- Overzicht wetenschapsdomeinen
- Gevorderde wiskunde
- Fysica-gevorderde fysica: elektromagnetisme
- Fysica-gevorderde fysica: elektrodynamica
- Fysica-gevorderde fysica: elektronica
- Fysica-gevorderde fysica: mechanica
- Fysica-gevorderde fysica: constructieleer
- Fysica-gevorderde fysica: thermodynamica
- Fysica-gevorderde fysica: fluïdomechanica
- 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 |
| 2^{de} graad | | 2^{de} graad | 2^{de} graad |
| | Technologische wetenschapper | Biotechnieken | Elektriciteit |
| | Bouwwetenschappen | Bouwtechnieken | Mechanica |
| | Biotechnische wetenschappen | Elektromechanische technieken | Hout |
| | | ... | ... |
| 3^{de} graad | | 3^{de} graad | 3^{de} graad |
| | Technologische wetenschappen en engineering | Autotechnieken | Afwerking bouw |
| | Mechatronica | Elektromechanische technieken | Binnen- en buitenschrijnwerk |
| | Informatica- en communicatiewetenschappen | Elektrotechnieken | Elektrische installaties |
| | Bouw- en houtwetenschappen | ... | Koelinstallaties |
| | | ... | |

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 helpt de zoektocht naar een toekomstige studierichting te vergemakkelijken.

| 2 ^{DE} GRAAD: TECHNOLOGISCHE WETENSCHAPPEN | | | | |
|---|------------------------|--|--|--|
| 3 ^E GRAAD | HOGER ONDERWIJS | | | |
| | PROFESSIONELE BACHELOR | | ACADEMISCHE BACHELOR | |
| Technologische wetenschappen en engineering | Onderwijs | Toegepaste informatica Industriële wetenschappen en Technologie Nautische wetenschappen | Industriële wetenschappen en technologie(ing.) | Productontwikkeling Informatica, Computerwetenschappen |
| Mechatronica | | Toegepaste informatica Autotechnologie,, Electromechanica, Elektronica – ICT, Industrieel productontwerpen, Luchtvaarttechnologie, Ontwerpen productietechnologie Nautische wetenschappen | | Productontwikkeling Informatica, computerwetenschappen |
| Informatica- en communicatiewetenschappen | | digital design and development Informatiemanagement en Multimedia, Toegepaste informatica Digital arts and Entertainment, Elektronica – ICT, Grafische en digitale media, Multimedia en communicatietechnologie | | Informatica, computerwetenschappen |
| Bouw- en houtwetenschappen | | Architectuur, Bouw, Ecotechnologie, Energiemanagement, Energietechnologie, Houttechnologie, Industrieel productontwerpen, Vastgoed | | Architectuur Productontwikkeling |

3. Curriculum

3.1. Overzicht curriculumcomponenten

| |
|--|
| Eindtermen basisvorming: <ul style="list-style-type: none"> - Eindtermen basisvorming doorstroomfinaliteit |
| Cesuurdoelen: <ul style="list-style-type: none"> - Wiskunde - Fysica - STEM |

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.

3.3. Cesuurdoelen

Voor de 2^{de} graad van het secundair onderwijs gelden cesuurdoelen. Deze doelen zijn afgeleid van de specifieke eindtermen (SPET) voor de 3^{de} 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^{de} 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^{de} graad. De onderdelen die in het **zwart** staan geschreven, zijn de **onderdelen die in de 2^{de} graad al (deels) aan bod komen**. De onderdelen die in het **grijs** staan geschreven, zijn de onderdelen die pas in de **3^{de} graad** aan bod komen. Deze manier van voorstellen geeft inzicht in het geheel van onderdelen -en de bijhorende doelstellingen- van de volledige opleiding.

| Wetenschaps- domein | Technologische wetenschappen en engineering | Mechatronica | Informatie- en communicatiewetenschappen |
|---------------------------------------|---|---|---|
| algemeen | <i>Generieke doorstroomcompetenties</i> | <i>Generieke doorstroomcompetenties</i> | <i>Generieke doorstroomcompetenties</i> |
| Wiskunde | Gevorderde wiskunde | <i>Uitgebreide wiskunde ifv wetenschappen</i> | <i>Uitgebreide wiskunde ifv wetenschappen</i> |
| <i>Informatica- wetenschappen</i> | <i>algoritmen en programmeren modelleren en simuleren</i> | <i>algoritmen en programmeren, modelleren en simuleren, datacommunicatie, computer- en netwerkarchitectuur</i> | <i>algoritmen en programmeren softwareontwikkeling modelleren en simuleren, informatie- en databeheer, datacommunicatie, computer- en netwerkarchitectuur</i> |
| <i>Chemie</i> | <i>Pakket uit de uitgebreide chemie</i> | | |
| Fysica | Elektromagnetisme elektronica Mechanica <i>Trillingen en golven</i> Thermodynamica Fluidomechanica Elektrodynamica constructieleer | Elektromagnetisme elektronica Mechanica <i>Trillingen en golven</i> Thermodynamica Fluidomechanica Elektrodynamica constructieleer | Elektromagnetisme elektronica <i>Trillingen en golven</i> Elektrodynamica |
| STEM | Gevorderde STEM-engineering <i>labo</i> | Gevorderde STEM- engineering <i>labo</i> | Gevorderde STEM- engineering <i>labo</i> |
| Sociale wetenschappen | | | <i>Samenleving en politiek: communicatiewetenschappen</i> |

| |
|------------------------------|
| ▪ Gevorderde wiskunde |
|------------------------------|

Uitgangspunt van dit onderdeel:

Dit onderdeel biedt een inhoudelijke verbreding en abstractere verdieping in alle domeinen van de wiskunde, die verder gaat dan de onderdelen "uitgebreide wiskunde" op vlak van diepgang, abstractie, moeilijkheidsgraad, inzicht en parate kennis. Als bijkomende inhoud komen aan bod: complexe getallen, matrices en determinanten, elementaire groepentheorie, predicaatlogica en combinatoriek. Een verdieping is voorzien in algebra en analyse (vergelijkingen en ongelijkheden, functies, limieten, afgeleiden en integralen), goniometrie (willekeurige driehoeken, verwante hoeken, goniometrische formules), meetkunde (analytische vlakke meetkunde en ruimtemeetkunde) en statistiek (betrouwbaarheidsintervallen, toetsen van hypothesen).

| | | |
|-----------------------------|--|--|
| 6.4.2* | Doelzin | |
| | | De leerlingen lossen in \mathbb{R} tweedegraadsongelijkheden op. |
| | Met inbegrip van kennis | |
| | *Feitenkennis | |
| | | - Vakterminologie en notaties inherent aan de afbakening van het cesuurdoel |
| | *Conceptuele kennis | |
| | | - Tweedegraadsongelijkheid - Interval, oplossingenverzameling - Algebraïsche rekentechnieken voor het oplossen van tweedegraadsongelijkheden |
| | *Procedurele kennis | |
| | | > Algebraïsch oplossen van # Tweedegraadsongelijkheden |
| | Met inbegrip van context | |
| | | * Het cesuurdoel wordt zowel met als zonder context gerealiseerd. |
| | Met inbegrip van dimensies eindterm | |
| *Cognitieve dimensie | Toepassen | |
| 6.4.7* | Doelzin | |
| | | De leerlingen gebruiken geschikte goniometrische formules om goniometrische uitdrukkingen te vereenvoudigen en problemen op te lossen. |
| | Met inbegrip van kennis | |
| | *Feitenkennis | |
| | | - Vakterminologie en notaties inherent aan de afbakening van het cesuurdoel - Formules van sinusregel en cosinusregel in een willekeurige driehoek |
| | *Conceptuele kennis | |
| | | - Georiënteerde hoek - Goniometrische cirkel - Verwante hoeken: gelijke, tegengestelde, complementaire, anticomplementaire, supplementaire, antisupplementaire - Goniometrische getallen van verwante hoeken: sinus, cosinus, tangens - Goniometrische formules > Sinusregel en cosinusregel in een willekeurige driehoek > Som- en verschilformules |
| | *Procedurele kennis | |
| | | - Berekenen van goniometrische getallen van verwante hoeken - Oplossen van willekeurige driehoeken - Selecteren en toepassen van goniometrische formules om goniometrische uitdrukkingen te vereenvoudigen en problemen op te lossen |
| | Met inbegrip van dimensies eindterm | |
| | *Cognitieve dimensie | Analyseren |
| 6.4.8* | Doelzin | |
| | | De leerlingen rekenen met complexe getallen en in het complexe vlak. |

| | |
|----------------|--|
| | Met inbegrip van kennis |
| | *Feitenkennis |
| | - Vakterminologie, notaties en formules inherent aan de afbakening van het cesuurdoel |
| | *Conceptuele kennis |
| | - Noodzaak tot uitbreiding van de reële getallen naar de complexe getallen en de invoering van de imaginaire eenheid |
| | - Verlies van totale orde in \mathbb{C} |
| | - Cartesische vorm van een complex getal: $z = a + b \cdot i$ met $a, b \in \mathbb{R}$ |
| | - Polaire vorm van een complex getal: $z = r(\cos \theta + i \cdot \sin \theta)$ met $r \in \mathbb{R}$ |
| | - Verband tussen cartesische en polaire vorm van een complex getal |
| | - Grafische voorstelling van complexe getallen in het complexe vlak |
| | - Modulus en argument van een complex getal in het complexe vlak |
| | - Gelijke, tegengestelde en toegevoegde complexe getallen |
| | - Bewerkingen met complexe getallen |
| | > In cartesische vorm: optelling, aftrekking, vermenigvuldiging, deling |
| | > In polaire vorm: vermenigvuldiging, deling |
| | - Eigenschappen en rekenregels van de bewerkingen met complexe getallen |
| | - Meetkundige interpretatie in het complexe vlak van bewerkingen met complexe getallen |
| | - Tweedegraadsvergelijking met reële coëfficiënten in één complexe onbekende |
| | *Procedurele kennis |
| | - Voorstellen van complexe getallen in het complexe vlak |
| | - Met functioneel gebruik van ICT |
| | > Omzetten van een complex getal in cartesische vorm naar polaire vorm en omgekeerd |
| | > Uitvoeren van bewerkingen met complexe getallen in cartesische vorm, in polaire vorm |
| | > Oplossen van tweedegraadsvergelijkingen met reële coëfficiënten in één complexe onbekende |
| | Met inbegrip van dimensies eindterm |
| | *Cognitieve dimensie Toepassen |
| 6.4.10* | Doelzin |
| | De leerlingen onderzoeken de ligging van objecten in het vlak en afstanden en hoeken tussen deze objecten. |
| | Met inbegrip van kennis |
| | *Feitenkennis |
| | - Vakterminologie, notaties en formules inherent aan de afbakening van het cesuurdoel |
| | *Conceptuele kennis |
| | - Vrije vector, puntvector, coördinaten, orthonormaal assenstelsel, norm of grootte van een vector, eenheidsvector |
| | - Richtingsvector, normaalvector |
| | - Ontbinding van een vector in zijn componenten |
| | - Bewerkingen met vectoren: optelling, vermenigvuldiging met een reëel getal, scalair product |
| | - Grafische betekenis van bewerkingen met vectoren |
| | - Vectoriële, parametrische en cartesische vergelijking(en) van rechten |
| | - Onderlinge ligging van |
| | > Twee rechten: evenwijdig, samenvallend, snijdend, loodrecht |
| | - Hoeken tussen |
| | > Rechten |
| | - Afstanden tussen punten en rechten |
| | - Vectoriële beschrijving van meetkundige objecten zoals midden van een lijnstuk, zwaartepunt van een driehoek |
| | *Procedurele kennis |
| | - Uitvoeren van bewerkingen met vectoren: optelling, vermenigvuldiging met een reëel getal, scalair product |
| | - Bepalen van de norm van een vector |
| | - Ontbinden van een vector in zijn componenten in een assenstelsel: grafisch en via berekening |

| | |
|----------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Afleiden en gebruiken van de vectoriële, parametrische en cartesische vergelijking(en) van rechten - Omzetten van parametrische vergelijkingen in cartesische vergelijkingen en omgekeerd - Onderzoeken van de loodrechte stand van twee objecten in een orthonormaal assenstelsel - Bepalen van de onderlinge ligging van twee rechten - Berekenen van hoeken tussen objecten - Berekenen van afstanden tussen objecten |
| | Met inbegrip van context |
| | <ul style="list-style-type: none"> * Het cesuurdoel wordt zowel met als zonder context gerealiseerd. * Contexten zoals resulterende kracht, verplaatsing komen aan bod. * Het cesuurdoel wordt gerealiseerd met inbegrip van gemengde meetkundige problemen. |
| | Met inbegrip van dimensies eindterm |
| | *Cognitieve dimensie Analyseren |
| 6.4.16* | Doelzin |
| | De leerlingen bewijzen wiskundige uitspraken. |
| | Met inbegrip van kennis |
| | *Feitenkennis |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesuurdoel - Symbolen: \wedge, \vee, \neg, \Rightarrow, \Leftrightarrow, \forall, \exists |
| | *Conceptuele kennis |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Implicatie, equivalentie - Concepten uit logica - Bewijstechnieken: rechtstreeks bewijs, bewijs uit het ongerijmde, bewijs door tegenvoorbeeld - Wiskundige eigenschappen, rekenregels en formules uit de cesuurdoelen en de eindtermen uit de tweede graad doorstroomfinaliteit zoals de irrationaliteit van $\sqrt{2}$, formule van de Moivre, eigenschappen i.v.m. onderlinge ligging van rechten, goniometrische formules, goniometrische identiteiten |
| | *Procedurele kennis |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Reconstrueren van behandelde bewijzen > In de behandelde situatie in combinatie met het beargumenteren van redeneerstappen > In een gewijzigde situatie zoals met andere symbolen, in een specifiek geval |
| | Met inbegrip van context |
| | * Het cesuurdoel wordt gerealiseerd met kenniselementen met betrekking tot logica uit de eindtermen basisvorming van de tweede graad doorstroomfinaliteit. |
| | Met inbegrip van dimensies eindterm |
| | *Cognitieve dimensie Evalueren |
| 6.4.17* | Doelzin |
| | De leerlingen lossen problemen op door te mathematiseren en demathematiseren en door gebruik te maken van heuristieken. |
| | Met inbegrip van kennis |
| | *Conceptuele kennis |
| | - Wiskundige concepten uit de cesuurdoelen |
| | *Procedurele kennis |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Toepassen van wiskundige concepten en vaardigheden uit de cesuurdoelen - Toepassen van heuristieken - Mathematiseren en demathematiseren - Invoeren van een variabele - Toepassen van reflectievaardigheden: evalueren van proces en oplossing |
| | Met inbegrip van context |
| | * Het cesuurdoel wordt zowel met als zonder context gerealiseerd. |
| | Met inbegrip van dimensies eindterm |
| | *Cognitieve dimensie Analyseren |

▪ **Fysica-gevorderde fysica: elektromagnetisme**

Uitgangspunt van dit onderdeel:

De leerlingen leren de basis van electrostatica, 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.

| | |
|---|--|
| 11.2.1* | Doelzin |
| | De leerlingen analyseren elektromagnetische fenomenen en toepassingen ervan kwalitatief en kwantitatief aan de hand van de concepten kracht en veld. |
| | 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, kracht, elektrische veldsterkte, elektrische potentiaal, elektrische spanning, magnetische inductie |
| | *Conceptuele kennis |
| | - Het elektrisch veld > Coulombkracht inclusief formule voor de grootte ervan $F=k \cdot Q1 \cdot Q2 /r^2$ > 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 $E=k \cdot Q /r^2$ > 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 $B=\mu \cdot I \cdot N/\ell$ > 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 $U=-N \cdot \Delta\Phi/\Delta t$ |
| | *Procedurele kennis |
| - 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 | |
| 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 |
| 11.2.2* | Doelzin | |
| | De leerlingen analyseren elektrische gelijkstroomkringen kwalitatief en kwantitatief. | |
| | Met inbegrip van kennis | |
| | *Feitenkennis | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - 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 <ul style="list-style-type: none"> > 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 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - 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 <ul style="list-style-type: none"> > 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 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - 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 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> * 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 |

▪ [Fysica-gevorderde fysica: elektrodynamic](#)

Uitgangspunt van dit onderdeel:

Hier wordt dieper en breder ingegaan op de analyse van elektrische schakelingen. We bouwen verder op het bouwblok 'elektromagnetisme'. Enerzijds worden gelijken wisselstroomkringen met weerstanden, spoelen en condensatoren (m.i.v. driefasige spanning) geanalyseerd. Wiskundige modellen (zoals vergelijkingen, stelsels, goniometrische getallen, complexe getallen, vectoren, functies) en hun interpretatie krijgen hierbij een belangrijke rol. Anderzijds komt de analyse (m.b.v. software en a.d.h.v. technische data) van complexere elektrische schakelingen en hun componenten (zoals elektromotoren, spanningsbronnen, transformatoren) aan bod.

| | |
|--|--|
| 11.3.2* | Doelzin |
| | De leerlingen analyseren gelijkstroomstroomkringen kwantitatief aan de hand van de wetten van Kirchhoff. |
| | 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 elektrische spanning, stroomsterkte, weerstand, geleidbaarheid |
| | - Symbolen en regels voor schematische voorstellingen inherent aan de afbakening van het cesuurdoel |
| | - Formules |
| | > Weerstand $R=U/I$ |
| | > Geleidbaarheid $G=I/U$ |
| | - Wet van Ohm |
| | *Conceptuele kennis |
| | - Gelijkstroomkringen |
| - Conventionele stroomzin | |
| - Wet van Ohm | |
| - Serie- en parallelschakeling van weerstanden | |
| - Substitutieweerstand | |
| - Wetten van Kirchhoff | |
| *Procedurele kennis | |
| - Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere | |
| - Gebruiken van een formularium | |
| - Oplossen van netwerken van weerstanden en spanningsbronnen in gelijkstroomkringen a.d.h.v. de wetten van Kirchhoff | |
| > Opstellen van het stelsel van vergelijkingen | |
| > Oplossen van het stelsel van vergelijkingen met ICT | |
| Met inbegrip van context | |
| * Het cesuurdoel wordt met studierichtings specifieke context gerealiseerd. | |
| * Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur | |
| Met inbegrip van dimensies eindterm | |
| *Cognitieve dimensie | Analyseren |

▪ **Fysica-gevorderde fysica: elektronica**

Uitgangspunt van dit onderdeel:

De leerlingen verwerven kennis over het gedrag en/of de werking van elementaire componenten, complexere componenten en (geautomatiseerde) schakelingen met programmeerbare stuureenheden. Binnen de analoge elektronica komen de kristalstructuur van halfgeleiders en het gedrag en/of de werking van componenten (zoals diodes, transistoren, operationele versterkers) aan bod. Dan maakt men de overstap naar digitale elektronica met componenten (zoals logische poorten, latches, flipflops, tellers). Verder is er aandacht voor het ontwerpen en het simuleren van elektronische schakelingen met programmeerbare stuureenheden, sensoren en actuatoren.

| | |
|----------------|----------------|
| 11.4.1* | Doelzin |
|----------------|----------------|

| | |
|--|-----------|
| De leerlingen verklaren de inwendige werking van elementaire elektronische componenten. | |
| Met inbegrip van kennis | |
| *Feitenkennis | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder halfgeleider, transistor - Symbolen en regels voor schematische voorstellingen inherent aan de afbakening van het cesuurdoel | |
| *Conceptuele kennis | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Kristalstructuur van halfgeleiders, p- en n-gedopeerde halfgeleiders - Inwendige werking van een diode en een MOSFET-transistor | |
| Met inbegrip van context | |
| Het cesuurdoel wordt met studierichtingspecifieke context gerealiseerd. | |
| Met inbegrip van dimensies eindterm | |
| *Cognitieve dimensie | Begrijpen |

| | |
|--|--|
| 11.4.2* | Doelzin |
| | De leerlingen ontwerpen elektronische schakelingen in functie van vooropgestelde criteria. |
| | Met inbegrip van kennis |
| | *Feitenkennis |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder sensor, actuator - Symbolen en regels voor schematische voorstellingen inherent aan de afbakening van het cesuurdoel |
| | *Conceptuele kennis |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Elektronische schakelingen met digitale en analoge componenten - Dender, vrijlooptiode - Gedrag van logische poorten - Programmeerbare stuur-eenheden zoals een microprocessor, een pc - Gedrag van eenvoudige sensoren en actuatoren |
| | *Procedurele kennis |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Minimaliseren van digitale logica - Vergelijken en kiezen van componenten a.d.h.v. technische data, i.f.v. vooropgestelde criteria - Omzetten van een probleemstelling in een schakeling met programmeerbare stuur-eenheid, sensoren en actuatoren - Tekenen, interpreteren en simuleren van schakelingen met software - Programmeren van een programmeerbare stuur-eenheid - Visualiseren van signalen i.f.v. de tijd met software of met een oscilloscoop |
| | Met inbegrip van context |
| | <ul style="list-style-type: none"> * 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. |
| Met inbegrip van dimensies eindterm | |
| *Cognitieve dimensie | Creëren |

▪ **Fysica-gevorderde fysica: mechanica**

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 studierichting 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.

| | |
|---|--|
| 11.5.1* | Doelzin |
| | 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 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 |
| | 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* | Doelzin |
| | 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 | |

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> > 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 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - 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 |
| | <ul style="list-style-type: none"> * 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. |
| | Met inbegrip van dimensies eindterm |
| | *Cognitieve dimensie Analyseren |

| | |
|----------------|---|
| 11.5.3* | Doelzin |
| | De leerlingen gebruiken de concepten arbeid, energie en het verband ertussen om energieomzettingen te kwantificeren. |
| | Met inbegrip van kennis |
| | *Feitenkennis |
| | <ul style="list-style-type: none"> - 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 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Arbeid geleverd door een constante kracht inclusief formule $W = F \cdot \Delta x \cdot \cos(\alpha)$ - Arbeid-energietheorema - 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 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - 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 |

▪ **Fysica-gevorderde fysica: constructieeler**

Uitgangspunt van dit onderdeel:

Hier wordt dieper en breder ingegaan op de analyse van structuren en constructies. Contexten kunnen variëren i.f.v. de studierichting van de leerlingen (bijvoorbeeld bouwconstructies, houtconstructies, infrastructuur, productontwikkeling, projectontwikkeling). In de sterkteleer worden mechanische spanningen bij structuren (zoals draagbalken, draaiarmen, profielen) geanalyseerd. Concepten zoals plastische en elastische vervorming, spanning en rek, knik en wring komen aan bod. Er wordt aandacht besteed aan wiskundige modellen (zoals vergelijkingen, stelsels, goniometrische getallen, vectoren en functies) en hun Pagina 223 van 233 interpretatie. Daarnaast komt de analyse (m.b.v. software en a.d.h.v. technische data) van constructies aan bod.

| | |
|----------------|---|
| 11.6.1* | Doelzin |
| | De leerlingen analyseren kwantitatief en kwalitatief mechanische eigenschappen van materialen. |
| | 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 |
| | - Trek, druk, wringing - Axiale en radiale krachten, krachtmomenten - Plastische en elastische vervorming, breuk > Wet van Hooke inclusief formules $\sigma = E \cdot \epsilon$ en $M = C \cdot \phi$, elasticiteitsmodulus en torsievoorconstante - Spanning-vervormingdiagrammen - Mechanische eigenschappen van materialen |
| | *Procedurele kennis |
| | - Kwantitatief en kwalitatief oplossen van problemen m.b.t. mechanische eigenschappen van materialen - 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 formularium |
| | Met inbegrip van context |
| | * Het cesuurdoel wordt met richtingspecifieke 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 |

| | |
|----------------|----------------|
| 11.6.2* | Doelzin |
|----------------|----------------|

| | |
|---|------------|
| De leerlingen onderzoeken eigenschappen van constructies. | |
| Met inbegrip van kennis | |
| *Feitenkennis | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel - Symbolen en regels voor schematische voorstellingen inherent aan de afbakening van het cesuurdoel | |
| *Conceptuele kennis | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Ontwerp- en uitvoeringscriteria - Ontwerpmodellen, ontwerpplannen en uitvoeringsplannen - Uitvoeringsvormen en -technieken - Relatie tussen materiaal, structuur en functie - Eigenschappen van materialen en structuren | |
| *Procedurele kennis | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Vergelijken van materialen en structuren a.d.h.v. technische data - Teken, interpreteren en simuleren van constructies met software zoals BIM, CAD - Interpreteren van plannen en modellen in twee en drie dimensies | |
| Met inbegrip van context | |
| <ul style="list-style-type: none"> * Het cesuurdoel wordt gerealiseerd met studierichtingspecifieke context. * Contexten zoals bouw- en houtconstructies, infrastructuur, product- en projectontwikkeling komen aan bod. * 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 |

▪ **Fysica-gevorderde fysica: thermodynamica**

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.

| | |
|----------------|---|
| 11.9.1* | Doelzin |
| | De leerlingen gebruiken concepten met betrekking tot de thermodynamica kwalitatief en kwantitatief om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren. |
| | Met inbegrip van kennis |
| | *Feitenkennis |
| | <ul style="list-style-type: none"> - 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 |
| | <ul style="list-style-type: none"> - 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 |

| |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - 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 |
| <ul style="list-style-type: none"> - 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 |
| <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> |
| Met inbegrip van dimensies eindterm |
| *Cognitieve dimensie Toepassen |

▪ **Fysica-gevorderde fysica: fluidomechanica**

Uitgangspunt van dit onderdeel:

Hier wordt dieper en breder ingegaan op de analyse van de mechanica van gassen en vloeistoffen in rust en in beweging. Het luik i.v.m. statica omvat concepten zoals druk in fluïda en de ideale gaswet. Bij het luik i.v.m. dynamica worden de concepten debiet, stroomsnelheid en druk onderzocht alsook het continuïteitsprincipe en de wet van Bernouilli. Er wordt aandacht besteed aan wiskundige modellen (zoals vergelijkingen en functies) en de interpretatie ervan. De kwantitatieve benadering is beperkt tot laminaire stromen. Daarnaast zullen (elektro)hydraulische of (elektro)pneumatische schakelingen geanalyseerd worden m.b.v. software en a.d.h.v. technische data.

| | |
|-----------------|--|
| 11.10.1* | Doelzin |
| | De leerlingen analyseren fenomenen met betrekking tot de statica van fluïda en toepassingen ervan kwalitatief en kwantitatief. |
| | Met inbegrip van kennis |
| | *Feitenkennis |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder druk, kracht - Formules > Druk $p = F/A$ > Ideale gaswet $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ |
| | *Conceptuele kennis |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Fluïda, gassen, vloeistoffen - (On)samendrukbaarheid van fluïda - Druk op en in fluïda - Overdruk, onderdruk, atmosferische druk - Hydrostatische druk in een fluïdum - Totale druk in een fluïdum inclusief formule $p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h$ - Beginsel van Pascal - Ideale gaswet inclusief formule $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ |
| | *Procedurele kennis |
| | - Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere |

| | |
|--|--|
| | - Gebruiken van een formularium - Kwalitatief en kwantitatief analyseren van problemen m.b.t. fluïdostatica - Oplossen van kwantitatieve problemen m.b.t. totale druk in een fluïdum en de ideale gaswet |
| | 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. |
| | Met inbegrip van dimensies eindterm |
| | *Cognitieve dimensie Analyseren |

| | |
|-----------------|--|
| 11.10.3* | Doelzin |
| | De leerlingen analyseren ofwel hydraulische ofwel elektrohydraulische ofwel pneumatische ofwel elektropneumatische schakelingen. |
| | Met inbegrip van kennis |
| | *Feitenkennis |
| | - Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van de specifieke eindterm waaronder pomp, ventiel, smoorklep, cilinder - Symbolen en regels voor schematische voorstellingen inherent aan de afbakening van het cesuurdoel |
| | *Conceptuele kennis |
| | - Druk, debiet, vermogen - Componenten: pompen, ventielen, cilinders, smoorkleppen - Eigenschappen van componenten - Schakelingen van componenten |
| | *Procedurele kennis |
| | - Vergelijken van componenten a.d.h.v. technische data - Tekenen, interpreteren en simuleren van schakelingen met software |
| | 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. |
| | Met inbegrip van dimensies eindterm |
| | *Cognitieve dimensie Analyseren |

▪ [STEM-gevorderde STEM-engineering](#)

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.

| | |
|----------------|--|
| 12.1.1* | Doelzin |
| | 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 |

| | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en computationele concepten uit de studierichtings specifieke eindtermen - Wetenschappelijke methode - Technisch proces | |
| *Procedurele kennis | |
| <ul style="list-style-type: none"> - 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 | |
| <ul style="list-style-type: none"> * 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. |

4. Bronnen en verwijzingen

www.kwalificatiesencurriculum.be/opleidingen

: website waarop je matrix kan raadplegen

www.onderwijsdoelen.be

: website met laatste versies van de eindtermen

www.vlaamsekwalificatiestructuur.be/kwalificatiedatabank

: website van de Vlaamse kwalificatiestructuur

www.ovsg.be/leerplannen/secundair-onderwijs

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