



Pedagogische begeleidingsdienst

Huis van het GO!

Willebroekkaai 36

1000 Brussel

# LEERPLAN DERDE GRAAD SECUNDAIR ONDERWIJS

## MECHATRONICA

SPECIFIEK GEDEELTE  
DOORSTROOM

---

EERSTE EN TWEEDE LEERJAAR  
(5<sup>de</sup> en 6<sup>de</sup> jaar)

LEERPLANNUMMER  
2024/3D/MEC

INSPECTIENUMMER  
volgt na advies

Versiedatum  
31/01/2024

STUDIEDOMEIN

STEM

DOMEINGEBONDEN

## Inhoudstafel

<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
Samenhang	3
Eigenheid van de studierichting	3
Doelgroep	3
Gepersonaliseerd Samen Leren	4
Ruimte voor het eigen pedagogisch project	4
Logische doorstroommogelijkheden	4
<b>Opbouw van de leerplandoelen</b>	<b>5</b>
Herkomst van de doelen	5
De leerplandoelen	5
Subdoelen	6
Minimale inhoudelijke afbakening	6
Nummering van de leerplandoelen	6
<b>Leerplandoelen</b>	<b>8</b>
Generieke doorstroomcompetenties	8
Nederlands: algemene uitbreiding	9
Uitgebreide wiskunde in functie van wetenschappen	10
Pakket uit algoritmen en programmeren	17
Pakket uit datacommunicatie, computer- en netwerkachitectuur	18
Gevorderde fysica: elektromagnetisme	19
Gevorderde fysica: elektrodynamica	21
Gevorderde fysica: elektronica	25
Gevorderde fysica: mechanica	26
Gevorderde fysica: fluïdomechanica	32
STEM-Engineering	35
<b>Minimale materiële vereisten</b>	<b>36</b>
<b>Vakkenkoppeling</b>	<b>37</b>
<b>Pedagogisch – didactische ondersteuning</b>	<b>38</b>

## Inleiding

### Samenhang

Dit is een leerplan voor het specifieke gedeelte doorstroomfinaliteit, derde graad.

Dit leerplan moet in samenhang gelezen worden met het leerplan ‘‘Derde graad secundair onderwijs - Basisvorming doorstroomfinaliteit’.

Tussen het leerplan van het specifieke gedeelte en het leerplan van de basisvorming is een overlap of samenhang tussen leerplandoelen mogelijk. Indien dit het geval is, wordt dit in de GO! Navigator aangeduid, aangevuld met concrete handvaten om deze doelen op een functionele manier te integreren.

### Eigenheid van de studierichting

De specifieke vorming bestaat uit leerplandoelen die voorbereiden op vervolgonderwijs:

- WD 01.01 Algemene doorstroomcompetenties: Generieke doorstroomcompetenties
- WD 02.08 Moderne talen: Nederlands – algemene uitbreiding
- WD 06.04 Wiskunde: Uitgebreide wiskunde in functie van wetenschappen
- WD 07.02 Informaticawetenschappen: Pakket uit algoritmen en programmeren
- WD 07.08 Informaticawetenschappen: Pakket uit datacommunicatie, computer- en netwerkkarchitectuur
- WD 11.05 Fysica: Gevorderde fysica – elektromagnetisme
- WD 11.07 Fysica: Gevorderde fysica – elektrodynamica
- WD 11.08 Fysica: Gevorderde fysica – elektronica
- WD 11.09 Fysica: Gevorderde fysica – mechanica
- WD 11.14 Fysica: Gevorderde fysica – fluïdomechanica
- WD 12.01 STEM: STEM-Engineering

### Doelgroep

Leerlingen die starten in het eerste leerjaar van de derde graad in de doorstroomfinaliteit hebben door het behalen van de leerplandoelen van de tweede graad de nodige competenties verworven om de overstap naar de derde graad succesvol te kunnen maken.

De leerlingen delen vanuit hun keuze voor een bepaalde studierichting eenzelfde interesse. Maar meer nog dan voor de basisvorming zullen de kenmerken van de leerlingen in de derde graad voor het specifieke gedeelte verschillen. Behalve verschillen op cognitief, psychomotorisch en sociaal-affectief vlak zijn er ook verschillen door de gevolgde vooropleiding.

In de tweede graad hebben leerlingen gekozen voor een studierichting gekoppeld aan een finaliteit.

- Leerlingen die een studierichting gekozen hebben die als een vooropleiding van deze studierichting wordt ingericht, hebben in het specifieke gedeelte van de tweede graad leerplandoelen verworven die gekoppeld zijn aan wetenschapsdomeinen die in de derde graad aan bod komen. Op een aantal van deze doelen wordt in de derde graad verder gewerkt. Deze leerplandoelen worden beschouwd als noodzakelijke doelen om succesvol aan de derde graad deel te nemen. In de GO! Navigator wordt de link gelegd tussen de doelen van de tweede en de derde graad (verticale samenhang). Leerlingen uit de volgende studierichtingen hebben een vorming gevolgd die als een logische vooropleiding kan worden beschouwd:
  - Technologische Wetenschappen
- Leerlingen die een studierichting gekozen hebben die inhoudelijk minder of niet aanleunt bij deze studierichting hebben eventueel minder of geen voorkennis voor het specifiek gedeelte.

Vanuit het bovenstaande gegeven kunnen de leerlingen voor het specifieke gedeelte beschouwd worden als een heterogene groep. Daarom is het belangrijk om, bij het begin van de graad, de beginsituatie van elke leerling goed in kaart te brengen, om zo als lerarenteam zicht te krijgen op de kenmerken van de leerlingengroep en een leerlijn uit te werken die nauw aansluit bij de beginsituatie en de mogelijkheden van de leerlingen waarbij er aandacht is voor het wegwerken van eventuele hiaten bij de start van de derde graad. Hierbij heeft het lerarenteam de vrijheid en verantwoordelijkheid om leerplandoelen in te plannen in zowel het eerste als tweede jaar van de derde graad volgens de noden, behoeften en mogelijkheden van hun leerlingengroep. Daarnaast heeft het lerarenteam de vrijheid om te bepalen op welke manier de doelen functioneel geclusterd en aangeboden kunnen worden binnen de derde graad.

## Gepersonaliseerd Samen Leren

De ambitie van het GO! is duidelijk. Gepersonaliseerd samen leren betekent dat we met elke lerende, binnen een sociale context, maximaal rendement nastreven op het vlak van leervermogen, leerwinst en leermotivatie. Vanuit een sterke basis- en vakdidactiek zetten we extra in op 'differentiatie', het verhogen van autonomie via het aanleren van zelfregulerende vaardigheden en 'samen leren'. We maken daarvoor gebruik van evidence-informed praktijken en een onderzoekende aanpak op school. Gepersonaliseerd samen leren in het GO! vindt geïntegreerd plaats binnen de realisatie van het totale curriculum en kan alleen gerealiseerd worden met de actieve betrokkenheid van zowel de lerende, de leraar als het (school)beleid.

Vanuit deze visie willen we samen met alle onderwijsprofessionals ons DNA 'samen leren samenleven' en ons pedagogisch project waarmaken. Het is ons positief antwoord op de diversiteit die we in onze klassen zien, de nood aan een groeipad naar autonomie en de nood om een samenverhaal te maken.

## Ruimte voor het eigen pedagogisch project

Cruciaal in elke studierichting staat de realisatie van de leerplandoelen. De leerplannen en de lessentabellen van het GO! zijn echter zodanig opgesteld dat het lerarenteam beschikbare ruimte heeft om een schooleigen pedagogisch project te realiseren:

- Enerzijds bieden de leerplannen ruimte om binnen de voorziene tijd zoals aangegeven in de lessentabel, de leerplandoelen verder uit te diepen of te verbreden;
- Anderzijds is er binnen de lessentabel vrije ruimte voorzien waarbij de school eigen accenten kan leggen.

## Logische doorstroommogelijkheden

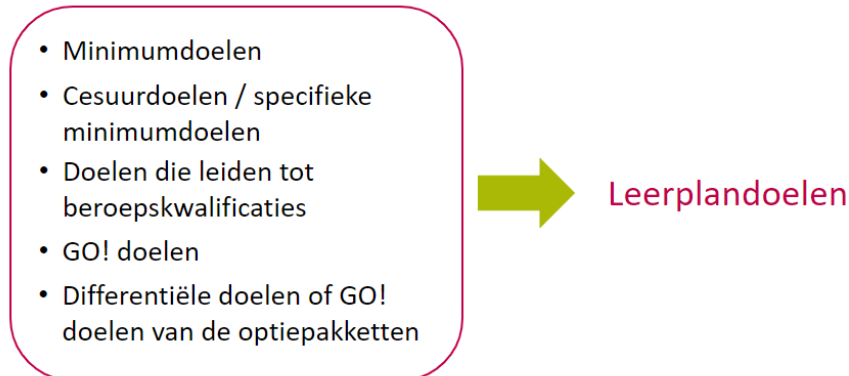
Deze studierichting heeft een logische doorstroom naar:

- Academische bachelor
- Professionele bachelor

## Opbouw van de leerplandoelen

### Herkomst van de doelen

De leerplandoelen van het GO! in de tweede en derde graad zijn afkomstig van verschillende bronnen:



De doelen van dit leerplan zijn afkomstig van:

- specifieke minimumdoelen
- GO!-doelen

### De leerplandoelen

Elk leerplandoel heeft minimum 1 handelingswerkwoord. Een overzicht van de handelingswerkwoorden met, indien nodig, een verklaring is terug te vinden op de GO! Navigator.

Aan elk leerplandoel wordt een beheersingsniveau toegevoegd. Voor de leerplannen van het GO! maken we gebruik van een eigen GO!-taxonomie, geïnspireerd op de Taxonomie van Bloom:

- Memoriseren: Gegevens zoals begrippen, formules... kunnen ophalen zonder gebruik te maken van hulpmiddelen.  
Geen enkel leerplandoel heeft 'memoriseren' als beheersingsniveau. Memoriseren zonder context kan immers nooit het einddoel zijn. Memoriseren kan wel een belangrijk element zijn om een leerplandoel te realiseren.
- Begrijpen: Inzicht verwerven en dit inzicht helder kunnen weergeven, al dan niet aan de hand van voorbeelden.
- Toepassen: Formules, technieken, regels... kunnen toepassen.
- Analyseren: Op basis van nieuwe gegevens, informatie, kenmerken, verbanden... tot een besluit komen
- Evalueren: Op basis van nieuwe gegevens, informatie, kenmerken, verbanden... en aan de hand van criteria, argumenten... een oordeel onderbouwen.
- Creëren: In het kader van een probleemstelling, onderzoek, opdracht... een product ontwikkelen zoals een oplossing, een realisatie, een presentatie...

Er is geen hiërarchie tussen de verschillende beheersingsniveaus. Wel zal je om een 'hoger' beheersingsniveau te bereiken meestal ook gebruik maken van onderliggende beheersingsniveaus, bijvoorbeeld memoriseren om te analyseren.

In de GO! Navigator worden de beheersingsniveaus aan de hand van een filmpje uitgelegd.

## Subdoelen

De subdoelen zijn niet vrijblijvend geformuleerd maar maken integraal deel uit van het leerplandoel. Elk subdoel moet bijgevolg aangeboden worden. Alle subdoelen samen dekken het leerplandoel.

## Minimale inhoudelijke afbakening

Het concept van de minimumdoelen wordt doorgetrokken naar de leerplandoelen van het GO!. Dit concept houdt in dat de kennis die noodzakelijk is om het leerplandoel te realiseren niet expliciet wordt opgesomd. Indien er twijfel kan ontstaan of een bepaald kenniselement al dan niet tot het leerplandoel behoort, wordt het uitdrukkelijk vermeld via onderliggende bullets. Concreet betekent dit dat de onderliggende bullets deel uitmaken van het leerplandoel en als dusdanig ook aan bod moeten komen.

Om leerplandoelen te realiseren, is er vaktaal nodig. Hoewel vaktaal niet expliciet in de leerplandoelen wordt opgenomen, maakt vaktaal wel deel uit van het leerplandoel. Net zoals dit het geval is bij andere kenniselementen is het aan de leraar om te bepalen welke vaktaal er nodig is om het leerplandoel te realiseren.

Het gehanteerde concept vertrekt van een groot vertrouwen in de professionaliteit van de leraar. Vanuit een professionele deskundigheid zal de leraar bepalen welke kennis er nodig is om het doel te realiseren waarbij de kenniselementen die in de bullets zijn aangegeven of expliciet vermeld in het leerplandoel minimaal worden meegenomen.

## Nummering van de leerplandoelen

Boven elk leerplandoel staat er een nummering. De betekenis is de volgende:

WD3\_01.01.01

01.01.01

- De betekenis van het nummer links (bijvoorbeeld WD3\_01.01.01):
  - WD3: Het gaat hier over een doel uit de derde graad dat behoort tot een wetenschapsdomein
  - 01.01.01: Dit is het volgnummer van het leerplandoel.
    - Doelen van de vorm 01.xx.xx hebben betrekking op wetenschapsdomein 01. (In dit geval verwijst 01 naar 'Algemene doorstroomcompetenties'. In totaal zijn er 16 wetenschapsdomeinen.)
    - Doelen van de vorm xx.01.xx hebben betrekking op subdomein 01 van het betrokken wetenschapsdomein.
    - Het laatste cijfer (xx.xx.01) is het volgnummer binnen het subdomein.

De lijst van de wetenschapsdomeinen en de subdomeinen is terug te vinden in de GO! Navigator.

- Rechts in de eerste rij van elk leerplandoel staat de herkomst van het leerplandoel:
  - Het nummer (bijvoorbeeld 01.01.01) verwijst naar het corresponderend specifiek minimumdoel in het curriculumdossier.  
De curriculumdossiers derde graad doorstroomfinaliteit zijn terug te vinden op de website van AHOVOKS.
  - Indien er geen nummer staat, gaat het over een GO!-doel.

WD2\_09.06.01.01

Subdoel 1

- Ook de subdoelen krijgen een nummering (bijvoorbeeld WD3\_01.01.01.01):
  - Dit is het eerste subdoel van het leerplandoel WD3\_01.01.01.
  - Niet elk leerplandoel heeft subdoelen.

## Leerplandoelen

### Generieke doorstroomcompetenties

WD3\_01.01.01

01.01.01

De leerlingen doorlopen een onderzoekscyclus in samenhang met inhouden van minstens 1 wetenschapsdomein verbonden aan de studierichting.

creëren

WD3\_01.01.01.01

Subdoel 1

De leerlingen kiezen een onderzoeksmethode in functie van een gegeven of zelfgekozen onderzoeksvraag.

- onderzoekbaarheidscriteria

WD3\_01.01.01.02

Subdoel 2

De leerlingen verzamelen data en bronnen in functie van de gekozen onderzoeksmethode.

- betrouwbaarheidscriteria

WD3\_01.01.01.03

Subdoel 3

De leerlingen verwerken data en bronnen in functie van de gekozen onderzoeksmethode.

WD3\_01.01.01.04

Subdoel 4

De leerlingen synthetiseren de onderzoeksresultaten en formuleren een antwoord op de onderzoeksvraag.

WD3\_01.01.01.05

Subdoel 5

De leerlingen rapporteren over de onderzoeksactiviteiten en -resultaten.

- mondelinge of schriftelijke rapportage

WD3\_01.01.02

De leerlingen refereren correct aan gebruikte bronnen volgens een wetenschappelijk referentiesysteem.

- relevant wetenschappelijk referentiesysteem
- bronvermelding

toepassen



Nederlands: algemene uitbreiding

WD3\_02.08.01

02.08.01

De leerlingen benoemen kenmerken van het taalsysteem en passen inzicht erin toe ter ondersteuning van hun communicatieve handelingen.

- herkomst van woorden: inheems woord, anglicisme, germanisme, gallicisme, belgicisme
- betekenisrelaties: hyponiem, hyperoniem, pleonasme, tautologie, contaminatie
- vormen van humor: sarcasme, cynisme, parodie
- uitspraaktekens

toepassen

WD3\_02.08.02

02.08.02

De leerlingen analyseren hoe in literaire teksten betekenissen worden gecreëerd met narratieve, retorische, poëtische en theatrale structuren en technieken.

- elementen van spanningsopbouw: spanningsboog, climax, cliffhanger
- vertelperspectief: auctoriële, personele, onbetrouwbare
- literaire stromingen uit verschillende periodes: middeleeuwen, vroegmoderne tijd, moderne tijd, hedendaagse tijd

analyseren

## Uitgebreide wiskunde in functie van wetenschappen

WD3\_06.04.01

06.04.19

De leerlingen stellen complexe getallen voor in het vlak.

toepassen

WD3\_06.04.02

06. 04.20

De leerlingen voeren bewerkingen met complexe getallen in cartesische vorm uit: optelling, aftrekking, vermenigvuldiging en deling.

toepassen

WD3\_06.04.03

06. 04.22

De leerlingen zetten complexe getallen in cartesische vorm om naar goniometrische vorm en omgekeerd.

toepassen

WD3\_06.04.04

06. 04.23

De leerlingen voeren de vermenigvuldiging, de deling en de machtsverheffing van complexe getallen in goniometrische vorm uit.

- goniometrische formules: somformules, verschilformules, verdubbelingsformules
- formule van de Moivre
- meetkundige betekenis van de complexe vermenigvuldiging

analyseren

WD3\_06.04.05

06.04.21

De leerlingen lossen tweedegraadsvergelijkingen met reële coëfficiënten in één onbekende op in de verzameling van de complexe getallen.

toepassen

WD3\_06.04.06

06.04.01

De leerlingen voeren bewerkingen uit met matrices: optelling, scalaire vermenigvuldiging, matrixvermenigvuldiging, machtsverheffing en transpositie.

toepassen

WD3\_06.04.07

06.04.02

De leerlingen gebruiken matrixmodellen om evoluties te beschrijven.

- matrixvoorstelling van een graaf

analyseren

WD3\_06.04.08

06.04.03

De leerlingen lossen stelsels van eerstegraadsvergelijkingen op met behulp van de methode van Gauss-Jordan.

toepassen

WD3\_06.04.09

06.04.07

De leerlingen lossen vergelijkingen en ongelijkheden grafisch op.

toepassen

WD3\_06.04.10

06.04.10

De leerlingen lossen exponentiële vergelijkingen van de vorm  $b \cdot a^x = c$  algebraïsch op.

toepassen

WD3\_06.04.11

06.04.06

De leerlingen leggen het verband tussen de grafiek en het voorschrift van een functie en haar kenmerken.

- veeltermfuncties, (elementaire) rationale functies, (elementaire) irrationale functies, exponentiële functies, logaritmische functies  $f(x)=\log_a(x)$ , goniometrische functies  $f(x)=\cos x$  en  $f(x)=\tan x$
- domein, bereik, nulwaarden, tekenverloop, stijgen/dalen/constant, extrema, constante/toenemende/afnemende stijging/daling, symmetrie, periode, amplitude, asymptotisch gedrag, gedrag op oneindig

analyseren

WD3\_06.04.12

De leerlingen tekenen de grafiek van de functies  $f(x)=\cos x$  en  $f(x)=\tan x$ .

toepassen

WD3\_06.04.13

06.04.11

De leerlingen lossen goniometrische vergelijkingen van de vorm  $\sin(ax+b)=c$  algebraïsch op.

toepassen

WD3\_06.04.14

De leerlingen definiëren continuïteit in een punt.

- limietbegrip

begrijpen

WD3\_06.04.15

De leerlingen bepalen grafisch en algebraïsch limieten van functies.

toepassen

WD3\_06.04.16

De leerlingen analyseren het horizontaal, verticaal en schuin asymptotisch gedrag.

analyseren

WD3\_06.04.17

De leerlingen definiëren afgeleide in een punt en afgeleide functie.

- verband tussen continuïteit en afleidbaarheid

begrijpen

WD3\_06.04.18

06.04.12

De leerlingen berekenen de afgeleide functie van functies die zijn opgebouwd uit veeltermfuncties, rationale functies, elementaire irrationale functies, exponentiële functies, logaritmische functies en goniometrische functies.

- rekenregels: afgeleide van een som, product, quotiënt van functies en afgeleide van een samengestelde functie (kettingregel)

toepassen

WD3\_06.04.19

06.04.13

De leerlingen analyseren het verloop van functies met behulp van de eerste en tweede afgeleide functie en lossen extremumproblemen op.

analyseren

WD3\_06.04.20

06.04.14

De leerlingen interpreteren een bepaalde integraal als de limiet van een som en als een georiënteerde oppervlakte.

analyseren

WD3\_06.04.21

06.04.15

De leerlingen leggen het verband tussen bepaalde integralen en primitieve functies.

toepassen

WD3\_06.04.22

06.04.16

De leerlingen berekenen bepaalde en onbepaalde integralen van functies.

- integratiemethoden: onmiddellijke integratie, integratie door splitsing (lineariteit), integratie door eenvoudige substitutie, partiële integratie

analyseren

WD3\_06.04.23

De leerlingen lossen telproblemen op met en zonder herhaling en waarbij de volgorde al dan niet van belang is.

- binomium van Newton
- driehoek van Pascal

analyseren

WD3\_06.04.24

De leerlingen bepalen het afhankelijk zijn van gebeurtenissen.

- voorwaardelijke kans
- wet van de totale kans, regel van Bayes

analyseren

WD3\_06.04.25

06.04.26

De leerlingen analyseren het verband tussen twee numerieke grootheden in een dataset met behulp van een spreidingsdiagram.

- trendlijn
- lineaire regressie
- correlatiecoëfficiënt

analyseren

#### WD3\_06.04.26

De leerlingen berekenen en interpreteren kansen met behulp van de binomiale verdeling.

- verwachtingswaarde, standaardafwijking

analyseren

#### WD3\_06.04.27

De leerlingen leggen in betekenisvolle situaties de betekenis van betrouwbaarheidsniveau, betrouwbaarheidsinterval en foutenmarge uit.

- steekproefverdeling (gemiddelde en standaardafwijking)
- verband met steekproefgrootte en standaardafwijking

begrijpen

#### WD3\_06.04.28

06.04.25

De leerlingen toetsen hypothesen.

- nulhypothese, alternatieve hypothese, p-waarde, significantieniveau en steekproevenverdeling

analyseren

#### WD3\_06.04.28.01

Subdoel 1

De leerlingen leggen in betekenisvolle situaties de betekenis uit van nulhypothese, alternatieve hypothese, significantieniveau en p-waarde.

- steekproevenverdeling

#### WD3\_06.04.28.02

Subdoel 2

De leerlingen toetsen hypothesen.

#### WD3\_06.04.29

06.04.27

De leerlingen beargumenteren wiskundige redeneringen.

- bewijsvoering

evalueren

WD3\_06.04.30

06.04.04

De leerlingen bepalen het voorschrift of de grafiek van een tweedegraadsfunctie als de andere representatie gegeven is.

- voorschrift  $f(x)=a(x-p)^2+q$
- voorschrift  $f(x)=ax^2+bx+c$

analyseren

WD3\_06.04.31

06.04.05

De leerlingen analyseren kenmerken van tweedegraadsfuncties: domein, bereik, nulwaarden, tekenverloop, stijgen/dalen, extremum, toenemende/afnemende stijging/daling en symmetrie ten opzichte van een verticale rechte.

analyseren

WD3\_06.04.32

06.04.08

De leerlingen lossen tweedegraadsvergelijkingen in één onbekende in de verzamelingen van de reële getallen algebraïsch en grafisch op.

- ontbinding in factoren
- discriminant

toepassen

WD3\_06.04.33

06.04.09

De leerlingen lossen tweedegraadsongelijkheden in één onbekende algebraïsch op.

toepassen

WD3\_06.04.34

06.04.17

De leerlingen gebruiken de sinus- en cosinusregel om meetkundige problemen op te lossen.

analyseren



Pakket uit algoritmen en programmeren

WD3\_07.02.01

07.02.01

De leerlingen programmeren zelf ontworpen oplossingen voor concrete problemen.

- algoritmische technieken
- algoritmen en datastructuren
- gebruik van softwarebibliotheken
- gestructureerde programmeertaal
- invoer van en uitvoer naar externe gegevensbronnen

creëren

Pakket uit datacommunicatie, computer- en netwerkachitectuur

WD3\_07.08.01

07.08.01

De leerlingen lichten de opbouw en de werking toe van een computersysteem.

begrijpen

WD3\_07.08.02

07.08.02

De leerlingen lichten de opbouw en de werking toe van datacommunicatie en van een netwerk.

begrijpen

WD3\_07.08.03

07.08.03

De leerlingen ontwerpen een configuratie van een mechatronisch systeem op basis van vooropgestelde criteria.

creëren

Gevorderde fysica: elektromagnetisme

WD3\_11.05.01

11.05.05

De leerlingen analyseren en kwantificeren de magnetische krachtwerking en het magnetisch veld in een technische toepassing.

analyseren

WD3\_11.05.01.01

Subdoel 1

De leerlingen omschrijven de magnetische fenomenen bij een stroomvoerende rechte geleider.

- veldlijnenpatronen bij een stroomvoerende rechte geleider
- magnetische veld bij een stroomvoerende rechte geleider
- magnetische inductie bij een stroomvoerende rechte geleider
- magnetische flux

WD3\_11.05.01.02

Subdoel 2

De leerlingen omschrijven de magnetische fenomenen bij een stroomvoerende spoel.

- veldlijnenpatronen bij een stroomvoerende spoel
- magnetische veld bij een stroomvoerende spoel
- magnetische inductie bij een stroomvoerende spoel
- magnetische flux

WD3\_11.05.01.03

Subdoel 3

De leerlingen omschrijven de magnetische kracht.

- kracht op een bewegende lading
- kracht bij een stroomvoerende geleider

WD3\_11.05.01.04

Subdoel 4

De leerlingen verklaren het werkingsprincipe van een elektromotor: DC motor.

WD3\_11.05.01.05

Subdoel 5

De leerlingen lossen vraagstukken op met betrekking tot magnetische veldsterkte, inductie, flux en kracht aan de hand van een formularium.

WD3\_11.05.01.06

Subdoel 6

De leerlingen analyseren de werking van een elektromotor aan de hand van een simulatie of laboproef.

WD3\_11.05.02

11.05.06

De leerlingen analyseren en kwantificeren elektromagnetische inductie.

analyseren

WD3\_11.05.02.01

Subdoel 1

De leerlingen omschrijven elektromagnetische inductie aan de hand van de wet van Faraday en wet van Lenz.

- elektromagnetische inductie door fluxverandering
- opwekking van wisselspanning
- elektromagnetische inductie door stroomverandering
- zelfinductie en wederzijdse inductie

WD3\_11.05.02.02

Subdoel 2

De leerlingen verklaren het werkingsprincipe van een transformator.

WD3\_11.05.02.03

Subdoel 3

De leerlingen lossen vraagstukken op met betrekking tot elektromagnetische inductie aan de hand van een formularium.

WD3\_11.05.02.04

Subdoel 4

De leerlingen analyseren elektromagnetische inductie aan de hand van een simulatie of laboproef.

Gevorderde fysica: elektrodynamica

WD3\_11.07.01

11.07.03

De leerlingen analyseren karakteristieke eigenschappen van eenfasige en driefasige wisselspanning en wisselstroom.

analyseren

WD3\_11.07.01.01

Subdoel 1

De leerlingen omschrijven karakteristieke eigenschappen van eenfasige wisselspanning en wisselstroom.

- grafische voorstelling
- periode, fase, amplitude en peak-to-peak
- gemiddelde waarde en effectieve waarde

WD3\_11.07.01.02

Subdoel 2

De leerlingen omschrijven karakteristieke eigenschappen van driefasige wisselspanning en wisselstroom.

- grafische voorstelling
- opwekken van een driefasige wisselspanning en wisselstroom
- hoofdeigenschap van een driefasennet

WD3\_11.07.01.03

Subdoel 3

De leerlingen voeren metingen uit op wisselspanning met een oscilloscoop.

WD3\_11.07.01.04

Subdoel 4

De leerlingen lossen vraagstukken op met betrekking tot wisselspanning en wisselstroom aan de hand van een formularium.

WD3\_11.07.01.05

Subdoel 5

De leerlingen analyseren karakteristieke eigenschappen van eenfasige en driefasige wisselspanning en wisselstroom aan de hand van een simulatie of laboproef.

WD3\_11.07.02

11.07.01

De leerlingen analyseren wisselstroomschakelingen rekening houdend met de distributienetten: TT, IT, TN.

analyseren

WD3\_11.07.02.01

Subdoel 1

De leerlingen omschrijven de werking van motorschakelingen: start/stop, omkeer links/rechts, ster/driehoek.

- softstarter
- frequentieregelaar
- werkingsprincipe van een asynchrone motor

WD3\_11.07.02.02

Subdoel 2

De leerlingen lichten de distributienetten aan de hand van een schematische voorstelling toe bij een technische toepassing.

WD3\_11.07.02.03

Subdoel 3

De leerlingen analyseren een technische toepassing op wisselspanning aan de hand van een simulatie of laboproef.

- vermogen en arbeidsfactor

WD3\_11.07.02.04

Subdoel 4

De leerlingen analyseren eigenschappen van motoren aan de hand van een laboproef.

WD3\_11.07.02.05

Subdoel 5

De leerlingen analyseren een aanloopmethode voor een asynchrone elektromotor aan de hand van een laboproef.

WD3\_11.07.03

11.07.02

De leerlingen modelleren en realiseren een wisselstroomschakeling met een stuur- en vermogenkring.

creëren

WD3\_11.07.03.01

Subdoel 1

De leerlingen tekenen een wisselstroomschakeling met een stuur- en vermogenkring.

WD3\_11.07.03.02

Subdoel 2

De leerlingen realiseren een wisselstroomschakeling met een stuur- en vermogenkring.

WD3\_11.07.04

11.07.04

De leerlingen analyseren en kwantificeren het gedrag van gemengde wisselstroomschakelingen met passieve componenten in functie van frequentieafhankelijkheid, faseverschuiving en impedantie.

analyseren

WD3\_11.07.04.01

Subdoel 1

De leerlingen omschrijven het gedrag van een gemengde wisselstroomkring in functie van frequentieafhankelijkheid, faseverschuiving en impedantie.

- werking van een zuiver ohmse kring
- werking van een zuiver inductieve kring toe
- werking van een zuiver capacatieve kring toe
- werking van een RC-seriekring: reactantie, impedantie, vectoriële en complexe voorstelling
- werking van een RL-seriekring: reactantie, impedantie, vectoriële en complexe voorstelling
- werking van een parallelschakeling: admittantie, vectoriële en complexe voorstelling

WD3\_11.07.04.02

Subdoel 2

De leerlingen maken vraagstukken op serieschakelingen en parallelschakelingen met passieve componenten met behulp van de vectoriële en complexe voorstelling.

WD3\_11.07.04.03

Subdoel 3

De leerlingen analyseren de werking van enkelvoudige kringen aan de hand van laboproef.

WD3\_11.07.04.04

Subdoel 4

De leerlingen analyseren de werking van gemengde kringen aan de hand van laboproef.

WD3\_11.07.04.05

Subdoel 5

De leerlingen verklaren een technische toepassing in functie van het gedrag van een gemengde wisselstroomkring.

- arbeidsfactor verbeteren



## Gevorderde fysica: elektronica

WD3\_11.08.01

11.08.01

De leerlingen modelleren en realiseren een elektronische schakeling als input/output-interface voor een microcontroller of PLC.

creëren

WD3\_11.08.01.01

Subdoel 1

De leerlingen omschrijven het gedrag van elektronische componenten.

- diode
- zenerdiode
- opto-coupler
- transistor of mosfet
- DAC/ADC
- thyristor

WD3\_11.08.01.02

Subdoel 2

De leerlingen ontwerpen een elektronische schakeling.

WD3\_11.08.01.03

Subdoel 3

De leerlingen tekenen een elektronische schakeling.

WD3\_11.08.01.04

Subdoel 4

De leerlingen realiseren een elektronische schakeling als input/output-interface voor een microcontroller of PLC.

WD3\_11.08.01.05

Subdoel 5

De leerlingen programmeren een microcontroller of PLC.

WD3\_11.08.01.06

Subdoel 6

De leerlingen realiseren een project met behulp van een microcontroller of PLC.

- werking van de gebruikte sensoren en actuatoren

Gevorderde fysica: mechanica

WD3\_11.09.01

11.09.04, 12.01.01

De leerlingen analyseren en kwantificeren het verband tussen kracht, positie, tijdstip, snelheid en versnelling bij de horizontale worp en bij de eenparige cirkelvormige beweging.

analyseren

WD3\_11.09.01.01

Subdoel 1

De leerlingen omschrijven de begrippen omtreksnelheid, toerental, hoeksnelheid, gemiddelde en ogenblikkelijke waarde.

- omtreksnelheid, diameter, toerental en hoeksnelheid bij eenparige cirkelvormige bewegingen
- ogenblikkelijke waarde, gemiddelde waarde en hoeksnelheid bij eenparige veranderlijke cirkelvormige bewegingen

WD3\_11.09.01.02

Subdoel 2

De leerlingen berekenen de omtreksnelheid, diameter, toerental en rotatiefrequentie bij eenparige cirkelvormige bewegingen.

- formules eenparige cirkelvormige beweging

WD3\_11.09.01.03

Subdoel 3

De leerlingen berekenen de gemiddelde en ogenblikkelijke hoeksnelheid bij eenparige veranderlijke cirkelvormige bewegingen.

- formules eenparige veranderlijke cirkelvormige beweging

WD3\_11.09.01.04

Subdoel 4

De leerlingen stellen hoeksnelheid in functie van de tijd van een eenparige veranderlijke cirkelvormige beweging grafisch voor.

WD3\_11.09.01.05

Subdoel 5

De leerlingen berekenen de vluchttijd en de worpafstand bij een horizontale worp.

- formules met betrekking tot de horizontale worp

WD3\_11.09.01.06

Subdoel 6

De leerlingen stellen de horizontale worp grafisch voor.

- snelheid en verplaatsing in x- en y-richting

WD3\_11.09.01.07

Subdoel 7

De leerlingen lossen vraagstukken op in functie van het verband tussen positie, tijdstip, snelheid en versnelling bij ééndimensionale bewegingen met constante versnelling.

WD3\_11.09.01.08

Subdoel 8

De leerlingen ontleden soorten bewegingen in praktische toepassingen bij eenparige cirkelvormige bewegingen.

- indeling bewegingen

WD3\_11.09.01.09

Subdoel 9

De leerlingen ontleden soorten bewegingen in praktische toepassingen bij eenparige veranderlijke cirkelvormige bewegingen.

- indeling bewegingen

WD3\_11.09.01.10

Subdoel 10

De leerlingen ontleden soorten bewegingen in praktische toepassingen bij een horizontale worp.

- indeling bewegingen

WD3\_11.09.01.11

Subdoel 11

De leerlingen onderzoeken een eenparige cirkelvormige beweging aan de hand van een laboproef.

WD3\_11.09.01.12

Subdoel 12

De leerlingen onderzoeken eenparige veranderlijke cirkelvormige beweging aan de hand van een laboproef.

WD3\_11.09.02

11.09.05

De leerlingen stellen evenwichtsvergelijkingen op bij statisch evenwicht in het vlak en driedimensionaal en voeren berekeningen uit.

toepassen

WD3\_11.09.02.01

Subdoel 1

De leerlingen voeren berekeningen met krachten uit: ontbinden en samenstellen van samenlopende coplanaire en samenlopende niet-coplanaire krachten.

- wrijvingskrachten met inbegrip van statische wrijvingscoëfficiënt
- samenstellen en ontbinden van vectoren

WD3\_11.09.02.02

Subdoel 2

De leerlingen berekenen krachtmomenten voor coplanaire en niet-coplanaire krachten.

- momentenstelling van Varignon

WD3\_11.09.02.03

Subdoel 3

De leerlingen berekenen en bepalen de ligging van het zwaartepunt.

- zwaartepunt

WD3\_11.09.02.04

Subdoel 4

De leerlingen stellen voor isostatische situaties de evenwichtsvergelijkingen op en bepalen de reactiekrachten.

- krachten- en krachtmomentenbalans

WD3\_11.09.03

11.09.06

De leerlingen analyseren en kwantificeren de dynamica van systemen bij translatie en rotatie.

analyseren

WD3\_11.09.03.01

Subdoel 1

De leerlingen omschrijven de begrippen dynamica, translatie, rotatie, dynamische wrijvingscoëfficiënt, wrijvingskracht, normaalkracht, rollende wrijving, glijdende wrijving en de wrijvingswetten.

- dynamica
- translatie
- rotatie
- dynamische wrijvingscoëfficiënt
- wrijvingskracht
- normaalkracht
- rollende wrijving
- glijdende wrijving
- wrijvingswetten

WD3\_11.09.03.02

Subdoel 2

De leerlingen berekenen grootheden met betrekking tot dynamische wrijving bij translatie.

- $F_{wd} = f_d \cdot F_n$

WD3\_11.09.03.03

Subdoel 3

De leerlingen ontleden de werking van een kracht ten opzichte van een rotatiepunt.

WD3\_11.09.03.04

Subdoel 4

De leerlingen ontleden een moment van een kracht ten opzichte van een as.

WD3\_11.09.03.05

Subdoel 5

De leerlingen berekenen de arbeid van een constante kracht bij translatie.

WD3\_11.09.03.06

Subdoel 6

De leerlingen berekenen de arbeid van een kracht bij rotatie.

- tangentiële kracht

WD3\_11.09.03.07

Subdoel 7

De leerlingen berekenen grootheden met betrekking tot dynamische wrijving bij rotatie.

WD3\_11.09.03.08

Subdoel 8

De leerlingen lossen vraagstukken op met betrekking tot dynamische wrijving bij translatie.

WD3\_11.09.03.09

Subdoel 9

De leerlingen lossen vraagstukken op met betrekking tot dynamische wrijving bij rotatie.

WD3\_11.09.03.10

Subdoel 10

De leerlingen onderzoeken de dynamica bij translatie aan de hand van een laboproef.

WD3\_11.09.04

11.09.07

De leerlingen ontwerpen een constructie.

creëren

WD3\_11.09.04.01

Subdoel 1

De leerlingen vergelijken materialen en structuren aan de hand van aangereikte data en formules.

- mechanische eigenschappen: trek, druk, afschuiving, buiging, wringing, knik, lineair en polair traagheidsmoment
- momentenlijn, dwarskrachtenlijn

WD3\_11.09.04.02

Subdoel 2

De leerlingen lossen vraagstukken op met betrekking tot verschillende soorten mechanische spanningen.

WD3\_11.09.04.03

Subdoel 3

De leerlingen bepalen uitvoeringsvorm en -techniek voor een zelf ontworpen constructie.

- relatie tussen materiaal, structuur en functie

WD3\_11.09.05

11.09.08

De leerlingen tekenen constructies in 3D met CAD-software.

- ontleding mechanische samenstellingstekening
- symbolen
- maat-, vorm-, plaatstoleranties
- Europese normering, passing, referenties, oppervlakteruwheid, lasaanduiding, schroefdraad

creëren

Gevorderde fysica: fluïdomechanica

WD3\_11.14.01

11.14.02

De leerlingen verklaren verbanden tussen druk, snelheid en hoogte in fluïda aan de hand van de wet van Bernoulli.

evalueren

WD3\_11.14.01.01

Subdoel 1

De leerlingen omschrijven fenomenen en begrippen die betrekking hebben tot de dynamica in fluïdo.

- drukverschil als oorzaak van een stroom
- de stroomsnelheid in een punt
- debiet als flux
- vergelijking debiet en stroomsnelheid
- laminaire en turbulente stromen
- continuïteitsprincipe

WD3\_11.14.01.02

Subdoel 2

De leerlingen verklaren de stroomsnelheid en de stroomlijnen.

WD3\_11.14.01.03

Subdoel 3

De leerlingen verklaren het verband tussen drukverschil en debiet.

WD3\_11.14.01.04

Subdoel 4

De leerlingen interpreteren de wet van Bernoulli.

WD3\_11.14.01.05

Subdoel 5

De leerlingen verklaren de wet van Bernoulli aan de hand van een simulatie van een pomp-leidingskarakteristiek.

WD3\_11.14.01.06

Subdoel 6

De leerlingen bepalen drukverlies in leidingen.

- plaatselijke drukverliezen
- wrijvingsverliezen



WD3\_11.14.01.07

Subdoel 7

De leerlingen kunnen aan de hand van een leidingskarakteristiek en pompkarakteristiek het werkingpunt van een pomp bepalen.

WD3\_11.14.01.08

Subdoel 8

De leerlingen verklaren de principes van de wet van Bernoulli in praktische toepassingen.

WD3\_11.14.01.09

Subdoel 9

De leerlingen lossen vraagstukken op met betrekking tot de wet van Bernoulli.

WD3\_11.14.02

11.14.03, 12.01.01

De leerlingen tekenen en realiseren een elektropneumatische schakeling.

creëren

WD3\_11.14.02.01

Subdoel 1

De leerlingen bepalen de benodigde elektropneumatische componenten om een elektropneumatische schakeling te realiseren.

- gedrag elektropneumatische componenten
- werking elektropneumatische componenten
- bepaling type ventiel
- bepaling cilinder
- bepaling kracht bij uitgaande en ingaande slag

WD3\_11.14.02.02

Subdoel 2

De leerlingen tekenen een elektropneumatisch schema met bijhorende stuurkring inclusief stuurmodule.

- elektrische stuurkring
- symbolen

WD3\_11.14.02.03

Subdoel 3

De leerlingen realiseren een elektropneumatisch project met bijhorende stuurkring inclusief stuurmodule: PLC.

- gebruik van elektropneumatische componenten

## STEM-Engineering

WD3\_12.01.01

12.01.01

De leerlingen ontwikkelen een oplossing voor problemen door STEM-disciplines geïntegreerd toe te passen.

- interactie tussen onderzoeken en ontwikkelen
- modelleren

creëren

WD3\_12.01.02

12.01.02

De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid meetinstrumenten en hulpmiddelen.

- gegevens/meetwaarden met de juiste symbolen voor grootheden en (SI-)eenheden
- beduidende cijfers
- meetnauwkeurigheid
- notaties met machten van 10

toepassen

## Minimale materiële vereisten

---

De minimale materiële vereisten voor deze studierichting zijn [via deze link](#) te raadplegen.

## Vakkenkoppeling

---

De vakkenkoppeling voor deze studierichting is [via deze link](#) te raadplegen.

## Pedagogisch – didactische ondersteuning

---

Een uitgebreide pedagogisch – didactische ondersteuning is terug te vinden in de GO! Navigator.