



Pedagogische begeleidingsdienst

Huis van het GO!

Willebroekkaai 36

1000 Brussel

LEERPLAN  
TWEEDE GRAAD  
SECUNDAIR  
ONDERWIJS

TECHNOLOGISCHE WETENSCHAPPEN

SPECIFIEK GEDEELTE  
DOORSTROOM

---

EERSTE EN TWEEDE LEERJAAR  
(3<sup>de</sup> en 4<sup>de</sup> jaar)

LEERPLANNUMMER  
2024/2D/TEC

INSPECTIENUMMER  
volgt na advies

Versiedatum  
31/01/2024

DOMEINGEBONDEN

STUDIEDOMEIN

STEM

## 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>
Nederlands: algemene uitbreiding	8
Engels en Frans: algemene uitbreiding	9
Gevorderde wiskunde	12
Algoritmen en programmeren	15
Pakket uit uitgebreide chemie	16
Gevorderde fysica: elektromagnetisme	18
Gevorderde fysica: elektronica	21
Gevorderde fysica: mechanica	22
Gevorderde fysica: thermodynamica	27
Gevorderde fysica: fluïdomechanica	28
STEM-Engineering	30
Optiepakket STEM-engineering	31
Optiepakket wiskunde	32
<b>Minimale materiële vereisten</b>	<b>34</b>
<b>Vakkenkoppeling</b>	<b>35</b>
<b>Pedagogisch – didactische ondersteuning</b>	<b>36</b>

## Inleiding

---

### Samenhang

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

Dit leerplan moet in samenhang gelezen worden met het leerplan 'Tweede 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 02.08 – Moderne talen: Nederlands – algemene uitbreiding
- WD 02.14 – Moderne talen: Frans en Engels – algemene uitbreiding
- WD 06.08 – Wiskunde: Gevorderde wiskunde
- WD 07.01 – Informaticawetenschappen: algoritmen en programmeren
- WD 09.02 – Chemie: Pakket uit uitgebreide chemie
- WD 11.05 – Fysica: Gevorderde fysica – elektromagnetisme
- WD 11.08 – Fysica: Gevorderde fysica – elektronica
- WD 11.09 – Fysica: Gevorderde fysica – mechanica
- WD 11.12 – Fysica: Gevorderde fysica – thermodynamica
- WD 11.14 – Fysica: Gevorderde fysica – fluidomechanica
- WD 12.01 – STEM: STEM-engineering

De studierichting Technologische wetenschappen heeft een logische doorstroommogelijkheid naar Informatica- en communicatietechnologie, Mechatronica en Technologische wetenschappen en engineering. Om leerlingen optimaal voor te bereiden op één van deze doorstroommogelijkheden, richt de school minimum 1 van de volgende optiepakketten in:

- Optiepakket STEM-engineering
- Optiepakket Wiskunde

De school heeft de vrijheid in de manier waarop ze de optiepakketten organiseert op voorwaarde dat in het curriculum van iedere leerling van deze studierichting minimum 1 van de opgesomde optiepakketten is opgenomen.

Vanuit een visie op OLB is het aangewezen het optiepakket in het vierde jaar te plaatsen.

### Doelgroep

Leerlingen die het eerste leerjaar van de tweede graad aanvangen in de doorstroom finaliteit, hebben door het behalen van de eindtermen van de eerste graad de nodige basiscompetenties verworven om de overstap naar de tweede 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 tweede 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 eerste graad hebben leerlingen in het kader van een brede, oriënterende graad gekozen voor een basisoptie.

- Leerlingen die een basisoptie gekozen hebben die aansluit bij deze studierichting hebben al enigszins kennis gemaakt met de inhoud van deze studierichting.
- Leerlingen die een basisoptie gekozen hebben die minder of niet aanleunt bij de deze studierichting hebben minder of geen voorkennis.

Vanuit het bovenstaande 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. Hierbij heeft het lerarenteam de vrijheid en verantwoordelijkheid om leerplandoelen in te plannen in zowel het eerste als tweede jaar van de tweede 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 tweede 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:

- Informatica- en communicatietechnologie (doorstroom, derde graad)
- Mechatronica (doorstroom, derde graad)
- Technologische wetenschappen en engineering (doorstroom, derde graad)

## 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:

- cesuurdoelen
- GO!-doelen
- differentiële doelen / GO! doelen van de optiepakketten

### 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:

WD2\_06.04.11

06.04.02

- De betekenis van het nummer links (bijvoorbeeld WD2\_06.04.11):
  - WD2: Het gaat hier over een doel uit de tweede graad dat behoort tot een wetenschapsdomein
  - 06.04.11: Dit is het volgnummer van het leerplandoel.
    - Doelen van de vorm 06.xx.xx hebben betrekking op wetenschapsdomein 06. (In dit geval verwijst 06 naar 'Wiskunde'. In totaal zijn er 16 wetenschapsdomeinen.)
    - Doelen van de vorm xx.04.xx hebben betrekking op subdomein 04 van het betrokken wetenschapsdomein.
    - Het laatste cijfer (xx.xx.11) 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 06.04.02) verwijst naar het corresponderend cesuurdoel in het curriculumdossier.  
De curriculumdossiers tweede graad dubbele finaliteit zijn terug te vinden op de website van AHOVOKS.
  - Indien er geen nummer staat, gaat het over een GO!-doel.

WD2\_06.04.11.01

Subdoel 1

- Ook de subdoelen krijgen een nummering (bijvoorbeeld WD2\_06.04.11.01):
  - Dit is het eerste subdoel van het leerplandoel WD2\_06.04.11.
  - Niet elk leerplandoel heeft subdoelen.

## Leerplandoelen

### Nederlands: algemene uitbreiding

WD2\_02.08.01

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

toepassen

WD2\_02.08.02

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

- elementen van spanningsopbouw: spanningsboog, climax, cliffhanger
- literaire stromingen uit verschillende periodes: middeleeuwen, romantiek, realisme

analyseren



## Engels en Frans: algemene uitbreiding<sup>1</sup>

### WD2\_02.14.01

De leerlingen bepalen het onderwerp, de hoofdgedachte en de hoofdpunten bij het doelgericht lezen en beluisteren van teksten.

tekstkenmerk voor receptie

Lengte

- vrij lange teksten

### analyseren

#### WD2\_02.14.01.01

Subdoel 1

De leerlingen bepalen het onderwerp, de hoofdgedachte en de hoofdpunten bij het doelgericht lezen van teksten.

#### WD2\_02.14.01.02

Subdoel 2

De leerlingen bepalen het onderwerp, de hoofdgedachte en de hoofdpunten bij het doelgericht beluisteren van teksten.

### WD2\_02.14.02

De leerlingen selecteren relevante informatie bij het lezen en beluisteren van teksten.

tekstkenmerk voor receptie

Lengte

- vrij lange teksten

### analyseren

#### WD2\_02.14.02

Subdoel 1

De leerlingen selecteren relevante informatie bij het lezen van teksten.

#### WD2\_02.14.02

Subdoel 2

De leerlingen selecteren relevante informatie bij het beluisteren van teksten.

<sup>1</sup> Deze doelen moeten in samenhang met de doelen van de basisvorming (sleutelcompetentie 3) gelezen worden. De hier aangegeven elementen zijn een surplus op de basisvorming.

### WD2\_02.14.03

De leerlingen spreken en schrijven doelgericht.

minimumvereisten voor productie (bijkomend voor schriftelijke productie):

Lengte	<ul style="list-style-type: none"><li>vrij korte en af en toe langere zinnen</li></ul>
Taal	<ul style="list-style-type: none"><li>over het algemeen goede beheersing van eerder en nieuwverworven grammaticale structuren, maar met merkbare invloed vanuit de moedertaal</li><li>met beperkte mate van complexiteit</li></ul>

### creëren

#### WD2\_02.14.03.01

Subdoel 1

De leerlingen spreken doelgericht.

#### WD2\_02.14.03.02

Subdoel 2

De leerlingen schrijven doelgericht.

### WD2\_02.14.04

02.14.04

De leerlingen nemen doelgericht deel aan mondelinge en schriftelijke interactie.

- in het Engels en in het Frans
- tekstkenmerken voor receptie
- minimumvereisten voor productie

### creëren

#### WD2\_02.14.04.01

Subdoel 1

De leerlingen nemen doelgericht deel aan mondelinge interactie.

#### WD2\_02.14.04.02

Subdoel 2

De leerlingen nemen doelgericht deel aan schriftelijke interactie.

WD2\_02.14.05

02.14.05

De leerlingen passen inzicht in het taalsysteem toe ter ondersteuning van hun communicatieve handelingen.

- werkwoorden: ind. plus-que-parfait [F]
- gebruik van wijzen na frequente voegwoorden en werkwoorden [F]
- voorwaardelijke zinnen: l'hypothèse/la condition (met si + ind. présent, + ind. imparfait)

toepassen

## Gevorderde wiskunde

WD2\_06.08.01

De leerlingen bepalen het beeld van een vlakke figuur onder een homothetie.

toepassen

WD2\_06.08.02

De leerlingen gebruiken de stelling van Thales om meetkundige problemen op te lossen.

- verhouding, projectie

analyseren

WD2\_06.08.03

06.08.06

De leerlingen gebruiken goniometrische formules om uitdrukkingen te vereenvoudigen.

- georiënteerde hoeken
- goniometrische cirkel
- formules: verbanden tussen goniometrische getallen van verwante hoeken

analyseren

WD2\_06.08.04

06.08.05

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

analyseren

WD2\_06.08.05

06.08.07

De leerlingen rekenen met vectoren in het vlak.

- bewerkingen: optelling en vermenigvuldiging met een getal
- norm van een vector en ontbinding van een vector in zijn componenten

toepassen

WD2\_06.08.06

De leerlingen voeren meetkundige constructies uit met passer en lineaal.

- cirkel
- afstand
- raaklijn
- bijzondere lijnen in een driehoek

analyseren

WD2\_06.08.07

06.08.03

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

- ontbinding in factoren: gemeenschappelijke factor, merkwaardige producten  $(a+b)^2 = a^2+2ab+b^2$  en  $(a+b)(a-b) = a^2-b^2$ , deler van de vorm  $(x-a)$
- discriminant

toepassen

WD2\_06.08.08

06.08.04

De leerlingen lossen tweedegraadsongelijkheden in één onbekende algebraïsch en grafisch op.

toepassen

WD2\_06.08.09

De leerlingen gebruiken transformaties  $f(x)+k$ ,  $f(x+k)$  en  $k.f(x)$  om grafieken op te bouwen vanuit de grafieken van  $f(x)=x^2$ ,  $f(x)=\frac{1}{x}$ ,  $f(x)=\sqrt{x}$ ,  $f(x)=x^3$ .

analyseren

WD2\_06.08.10

06.08.01

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  $f(x)=ax^2+bx+c$
- voorschrift  $f(x)=a(x-x_1)(x-x_2)$

analyseren

WD2\_06.08.11

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

WD2\_06.08.11.01

Subdoel 1

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

WD2\_06.08.11.02

Subdoel 2

De leerlingen analyseren algebraïsch kenmerken van tweedegraadsfuncties: domein, bereik, nulwaarden, tekenverloop, extremum, symmetrie-as.

WD2\_06.08.12

06.08.09

De leerlingen leggen het verband tussen de grafiek van de functie  $f(x)=c/x$  en haar kenmerken: domein, bereik, nulwaarden, tekenverloop, stijgen/dalen, toenemende/afnemende stijging/daling, symmetrie, horizontaal en verticaal asymptotisch gedrag.

analyseren

WD2\_06.08.13

06.08.08

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

- trendlijn
- correlatiecoëfficiënt

analyseren

## Algoritmen en programmeren

WD2\_07.01.01

07.01.01

De leerlingen passen een gestructureerde programmeertaal toe om zelf ontworpen oplossingen voor concrete problemen te ontwikkelen.

- controlestructuren
- gebruik van softwarebibliotheken
- elementen van programmeertalen: variabelen, gegevensstructuren, datatypes, operatoren, parameters

creëren

## Pakket uit uitgebreide chemie

WD2\_09.02.01

09.02.01

De leerlingen brengen het oplossen van stoffen in water in verband met het dissociëren van ionaire verbindingen en het ioniseren van polaire moleculaire verbindingen.

- elektrolyten en niet-elektrolyten

analyseren

WD2\_09.02.02

09.02.02

De leerlingen stellen de reactievergelijking op van een eenvoudige reactie.

creëren

WD2\_09.02.03

09.02.03

De leerlingen leggen kwantitatief het verband tussen stofhoeveelheid en molaire grootheden en concentraties.

analyseren

WD2\_09.02.03.01

Subdoel 1

De leerlingen berekenen de molecuulmassa van een molecuulverbinding of de formulemassa van een ionverbinding uit de atoommassa's.

WD2\_09.02.03.02

Subdoel 2

De leerlingen berekenen op basis van een gegeven formule uit een gegeven massa de stofhoeveelheid in mol en omgekeerd.

WD2\_09.02.04

09.02.04

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

- anorganische en organische stoffen
- anorganische zuren, basen, zouten, oxiden
- alkanen

toepassen



WD2\_09.02.05

09.02.05

De leerlingen hanteren de IUPAC-naamgeving voor alkanen en anorganische zuren, basen, zouten en oxiden.

toepassen

WD2\_09.02.06

09.02.07

De leerlingen stellen chemische structuurformules op van enkelvoudige en binaire anorganische stoffen.

- lewisstructuur
- Ionbinding, polaire en apolaire atoombinding, metaalbinding
- roostermodel
- elektronegativiteit

creëren

## Gevorderde fysica: elektromagnetisme

WD2\_11.05.01

11.05.01

De leerlingen analyseren en kwantificeren de elektrische krachtwerking en veldsterkte.

analyseren

WD2\_11.05.01.01

Subdoel 1

De leerlingen omschrijven elektrostatiche fenomenen.

- veldlijnenpatronen: bij een radiaal, dipool en homogeen veld
- verband toe tussen het elektrisch veld en de elektrische veldlijnen bij een radiaal, dipool en homogeen veld
- coulombkracht
- radiaal veld: elektrische veldsterkte in een punt
- homogeen veld: elektrische veldsterkte in een punt en elektrische spanning tussen twee punten

WD2\_11.05.01.02

Subdoel 2

De leerlingen lossen vraagstukken op met betrekking tot elektrische krachtwerking en veldsterkte.

WD2\_11.05.01.03

Subdoel 3

De leerlingen analyseren elektrostatiche fenomenen aan de hand van simulatie of laboproef.

WD2\_11.05.02

11.05.02

De leerlingen analyseren en kwantificeren het verband tussen spanning over en de stroom door een verbruiker in een elektrische gelijkstroomkring.

analyseren

WD2\_11.05.02.01

Subdoel 1

De leerlingen omschrijven wetmatigheden bij een elektrische gelijkstroomkring.

- conventionele en werkelijke stroomzin bij een spanningsbron
- potentiaal en spanning
- wet van Ohm
- wet van Pouillet
- wet van vermogen

WD2\_11.05.02.02

Subdoel 2

De leerlingen berekenen spanning over, stroomsterkte door, weerstand en vermogen van een verbruiker.

- formule  $R=U/I$
- formule  $P=UI$

WD2\_11.05.02.03

Subdoel 3

De leerlingen analyseren de wet van Ohm aan de hand van een laboproef.

- gebruik van een multimeter
- grafische voorstelling van het verband tussen spanning over en de stroom door een verbruiker in een elektrische gelijkstroomkring

WD2\_11.05.03

11.05.03

De leerlingen analyseren eigenschappen van een serie- en parallelschakeling.

analyseren

WD2\_11.05.03.01

Subdoel 1

De leerlingen omschrijven eigenschappen van een serie- en parallelschakeling.

- spanningsdeling en stroomdeling
- formules met betrekking tot serie- en parallelschakeling

WD2\_11.05.03.02

Subdoel 2

De leerlingen onderzoeken eigenschappen van een serie- en parallelschakeling aan de hand van laboproeven.

WD2\_11.05.04

11.05.04

De leerlingen berekenen de stromen en spanningen in serie-, parallel- en gemengde elektrische gelijkstroomkringen en netwerken via verschillende oplossingsmethoden.

toepassen

WD2\_11.05.04.01

Subdoel 1

De leerlingen berekenen de spanning over en de stroom door de weerstanden in de serie- en parallelschakeling en gemengde schakeling.

WD2\_11.05.04.02

Subdoel 2

De leerlingen passen de superpositiemethode toe.

WD2\_11.05.04.03

Subdoel 3

De leerlingen stellen de vergelijkingen van de wetten van Kirchoff op.

- oplossen van het stelsel van vergelijkingen met ICT

Gevorderde fysica: elektronica

WD2\_11.08.01

11.08.01

De leerlingen modelleren en realiseren een elektronische schakeling met een programmeerbare module.

creëren

WD2\_11.08.01.01

Subdoel 1

De leerlingen lichten het gedrag van elektronische componenten toe.

- binair en hexadecimaal talstelsel
- werking van logische poorten: NOT, AND, OR, NAND, NOR EXOR en NEXOR
- soorten weerstanden
- gebruik van diode en led
- werking van een condensator
- werking van een spoel
- werking van een relais

WD2\_11.08.01.02

Subdoel 2

De leerlingen tekenen een aansluitschema van een elektronische schakeling met programmeerbare module.

WD2\_11.08.01.03

Subdoel 3

De leerlingen realiseren een elektronische schakeling met een programmeerbare module.

WD2\_11.08.01.04

Subdoel 4

De leerlingen programmeren een programmeerbare module.

Gevorderde fysica: mechanica

WD2\_11.09.01

11.09.01

De leerlingen kwantificeren arbeid en energieomzettingen tussen kinetische, gravitationele en elastische energie.

analyseren

WD2\_11.09.01.01

Subdoel 1

De leerlingen berekenen grootheden met betrekking tot arbeid bij een constante kracht bij een eenparige rechtlijnige beweging.

- $W = F \cdot \Delta x \cdot \cos \alpha$

WD2\_11.09.01.02

Subdoel 2

De leerlingen stellen de arbeid van een kracht grafisch voor.

- $F(x)$ -grafiek

WD2\_11.09.01.03

Subdoel 3

De leerlingen berekenen grootheden met betrekking tot energieomzettingen bij kinetische energie.

- $E = 1/2 \cdot m \cdot v^2$
- energiedissipatie

WD2\_11.09.01.04

Subdoel 4

De leerlingen berekenen grootheden met betrekking tot energieomzettingen bij gravitationele energie.

- $E = m \cdot g \cdot h$

WD2\_11.09.01.05

Subdoel 5

De leerlingen berekenen grootheden met betrekking tot energieomzettingen bij elastische energie.

- $E = 1/2 \cdot k \cdot (\Delta \ell)^2$

WD2\_11.09.01.06

Subdoel 6

De leerlingen lossen vraagstukken op met betrekking tot energieomzettingen.

WD2\_11.09.02

11.09.02

De leerlingen berekenen de hoeveelheid arbeid, opgenomen en geleverd vermogen in een technisch systeem.

toepassen

WD2\_11.09.02.01

Subdoel 1

De leerlingen berekenen de grootheden hoeveelheid arbeid, opgenomen en geleverd vermogen in een technisch systeem.

- $P=W/t$
- $P= F.s/t$
- $P= F \cdot v$
- $W=F \cdot \Delta x \cdot \cos\alpha$

WD2\_11.09.02.02

Subdoel 2

De leerlingen berekenen het rendement van een technisch systeem.

- $n= W_n/W_t$
- $n= P_n/P_t$

WD2\_11.09.03

11.09.03

De leerlingen analyseren en kwantificeren het verband tussen kracht, positie, tijdstip, snelheid en versnelling bij ééndimensionale bewegingen met constante versnelling.

analyseren

WD2\_11.09.03.01

Subdoel 1

De leerlingen berekenen de afgelegde weg, tijd, snelheid en positie bij een eenparige rechtlijnige beweging.

- formules m.b.t. eenparige rechtlijnige beweging

WD2\_11.09.03.02

Subdoel 2

De leerlingen stellen grootheden van een eenparige rechtlijnige beweging grafisch voor.

- $x(t)$ -grafiek
- $v(t)$ -grafiek

WD2\_11.09.03.03

Subdoel 3

De leerlingen berekenen beginsnelheid, afgelegde weg, positie bij eenparige versnelde rechtlijnige bewegingen.

- formules m.b.t. eenparige rechtlijnige beweging

WD2\_11.09.03.04

Subdoel 4

De leerlingen berekenen eindsnelheid en positie bij eenparige vertraagde bewegingen.

- formules m.b.t. eenparige rechtlijnige beweging

WD2\_11.09.03.05

Subdoel 5

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

- formules m.b.t. eenparige rechtlijnige beweging

WD2\_11.09.03.06

Subdoel 6

De leerlingen stellen grootheden van een eenparige veranderlijke rechtlijnige beweging grafisch voor.

- $x(t)$ -grafiek
- $v(t)$ -grafiek

WD2\_11.09.03.07

Subdoel 7

De leerlingen onderzoeken verbanden tussen kracht, positie, tijdstip en snelheid bij een eenparige rechtlijnige beweging aan de hand van simulatie.



WD2\_11.09.04

11.09.05

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

toepassen

WD2\_11.09.04.01

Subdoel 1

De leerlingen lichten de principes voor het vrijmaken van gebonden lichamen toe voor eenvoudige verbindingen en oplettingen.

- vrije en gebonden lichamen
- soorten verbindingen en oplettingen
- reactiekrachten

WD2\_11.09.04.02

Subdoel 2

De leerlingen bepalen de resulterende kracht grafisch en analytisch: krachten op dezelfde werklijn, twee hoekmakende krachten, samenlopende krachten in een vlak.

WD2\_11.09.04.03

Subdoel 3

De leerlingen omschrijven de begrippen moment van een kracht, koppel van krachten, moment van een koppel van krachten.

- moment van een kracht als vectoriële grootte
- grootte krachtmoment, inclusief  $M = r \cdot F \cdot \sin\alpha$

WD2\_11.09.04.04

Subdoel 4

De leerlingen bepalen het resulterend krachtmoment: coplanaire krachten en koppel van krachten.

WD2\_11.09.04.05

Subdoel 5

De leerlingen berekenen de reactiekrachten voor statisch evenwicht voor vrijgemaakte eenvoudige lichamen.

- evenwichtsvergelijkingen
- evenwichtsvoorwaarden

WD2\_11.09.05

11.09.07

De leerlingen analyseren de relatie tussen materiaal, structuur en functie.

analyseren

WD2\_11.09.05.01

Subdoel 1

De leerlingen vergelijken materialen en structuren aan de hand van aangereikte technische data met betrekking tot mechanische eigenschappen.

- trek, trekspanning, druk, drukspanning, buiging, buigspanning

WD2\_11.09.05.02

Subdoel 2

De leerlingen bepalen uitvoeringsvorm en -techniek voor een constructie op basis van een aangereikt ontwerp.

WD2\_11.09.06

11.09.08

De leerlingen modelleren constructies in 3D.

creëren

WD2\_11.09.06.01

Subdoel 1

De leerlingen gebruiken CAD-software om op basis van ontwerpschetsen en plannen 2D en 3D-tekeningen te maken.

- tekennormen
- symbolen

Gevorderde fysica: thermodynamica

WD2\_11.12.01

11.12.01

De leerlingen kwantificeren de warmtebalans bij temperatuursveranderingen en faseovergangen.

- merkbare warmte inclusief formule  $Q=c \cdot m \cdot \Delta T$
- latente warmte inclusief formule  $Q=\ell \cdot m$

toepassen

Gevorderde fysica: fluïdomechanica

WD2\_11.14.01

11.14.01

De leerlingen analyseren en kwantificeren verbanden tussen grootheden bij vloeistoffen en gassen.

analyseren

WD2\_11.14.01.01

Subdoel 1

De leerlingen ontleden toestandsgrootheden van een gas in praktische toepassingen.

- absolute temperatuur
- volume
- absolute druk
- luchtdruk
- overdruk
- oppervlakte
- kracht

W2\_11.14.01.02

Subdoel 2

De leerlingen lossen vraagstukken op met betrekking tot de gaswet in functie van pneumatica.

WD2\_11.14.01.03

Subdoel 3

De leerlingen ontleden toestandsgrootheden van een vloeistof in praktische toepassingen.

- hydrostatische druk
- massadichtheid van een vloeistof
- zwaarteveldsterkte

WD2\_11.14.01.04

Subdoel 4

De leerlingen lossen vraagstukken op met betrekking tot druk bij vloeistoffen in functie van hydraulica.

WD2\_11.14.01.05

Subdoel 5

De leerlingen onderzoeken de gaswet bij een constante temperatuur aan de hand van een laboproef.

WD2\_11.14.02

11.14.03

De leerlingen tekenen en realiseren een elektropneumatische schakeling.

toepassen

WD2\_11.14.02.01

Subdoel 1

De leerlingen tekenen een eenvoudig elektropneumatisch schema.

- elektropneumatische componenten
- symbolen

WD2\_11.14.02.02

Subdoel 2

De leerlingen realiseren een eenvoudig elektropneumatische schakeling.

- gebruik van elektropneumatische componenten
- gedrag van elektropneumatische componenten

## STEM-Engineering

WD2\_12.01.01

12.01.01

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

- interactie tussen onderzoeken en ontwikkelen
- modelleren

creëren

WD2\_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

## Optiepakket STEM-engineering

### OP2\_ST.01

De leerlingen ontwikkelen een oplossing voor een probleem door wetenschappen, technologie en wiskunde te integreren.

creëren

### OP2\_ST.02

De leerlingen realiseren een STEM-project via een combinatie van ontwerpen en onderzoeken.

creëren

### OP2\_ST.03

De leerlingen ontwikkelen modellen binnen een STEM-context.

creëren

### OP2\_ST.04

De leerlingen realiseren een STEM-project met behulp van een programmeerbare module.

- gebruik van sensoren
- gebruik van actuatoren

creëren

## Optiepakket wiskunde

OP2\_WI.01

GV\_01

De leerlingen bewijzen wiskundige uitspraken.

- bewijstechnieken: rechtstreeks bewijs, bewijs uit het ongerijmde, ontkrachting door tegenvoorbeeld

evalueren

OP2\_WI.02

GV\_02

De leerlingen berekenen het inproduct van vectoren in het vlak.

toepassen

OP2\_WI.03

GV\_03

De leerlingen stellen vectoriële, parametrische en cartesische vergelijkingen van rechten in het vlak op.

analyseren

OP2\_WI.04

GV\_04

De leerlingen bepalen de onderlinge ligging van twee rechten in het vlak met behulp van vergelijkingen.

analyseren

OP2\_WI.05

GV\_05

De leerlingen berekenen afstanden en hoeken in het vlak.

toepassen



OP2\_WI.06

GV\_06

De leerlingen analyseren deelbaarheid bij veeltermen met reële coëfficiënten in één variabele.

- Euclidische deling, reststelling

analyseren

OP2\_WI.07

De leerlingen gebruiken grafen om problemen op te lossen.

- eulergraaf, hamiltongraaf

analyseren

## 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.