



Pedagogische begeleidingsdienst

Huis van het GO!

Willebroekkaai 36

1000 Brussel



# LEERPLAN DERDE GRAAD SECUNDAIR ONDERWIJS

## TECHNOLOGISCHE WETENSCHAPPEN EN ENGINEERING

SPECIFIEK GEDEELTE  
DOORSTROOM

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

LEERPLANNUMMER  
3D/TECHNOLOGISCHE

INSPECTIENUMMER  
GSO-2024-1305-Gemeenschapsonderwijs-adv-V25

Versiedatum  
31/01/2025

DOMEINGEBONDEN

STUDIEDOMEIN

STEM

## Inhoudstafel

<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
Samenhang	3
Eigenheid van de studierichting	3
Doelgroep	4
Onderwijskwalificatie	5
Logische doorstroommogelijkheden	5
Gepersonaliseerd Samen Leren	7
Ruimte voor het eigen pedagogisch project	7
<b>Opbouw van de leerplandoelen</b>	<b>8</b>
Herkomst van de doelen	8
De leerplandoelen	8
Subdoelen	9
Minimale inhoudelijke afbakening	9
Nummering van de leerplandoelen	9
<b>Leerplandoelen</b>	<b>11</b>
Generieke doorstroomcompetenties	11
Nederlands: algemene uitbreiding	12
Gevorderde wiskunde	13
Algoritmen en programmeren	23
Pakket uit uitgebreide chemie	24
Gevorderde fysica: elektromagnetisme	35
Gevorderde fysica: elektrodynamica	37
Gevorderde fysica: elektronica	40
Gevorderde fysica: mechanica	41
Gevorderde fysica: thermodynamica	46
Gevorderde fysica: fluïdomechanica	47
Gevorderde fysica: golven	48
STEM-Engineering	49
<b>Samenhang minimumdoelen – leerplandoelen</b>	<b>50</b>
<b>Minimale materiële vereisten</b>	<b>57</b>
<b>Vakkenkoppeling</b>	<b>58</b>
<b>Pedagogisch – didactische ondersteuning</b>	<b>59</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 leerlingen krijgen een pakket **basisvorming voor de doorstroomfinaliteit** met inhouden uit de zestien sleutelcompetenties.

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 06.08 Wiskunde: Gevorderde wiskunde
- WD 07.01 Informaticawetenschappen: Algoritmen en programmeren
- WD 09.02 Chemie: Pakket uit de uitgebreide chemie
- 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 11.12 Fysica: Gevorderde fysica – thermodynamica
- WD 11.14 Fysica: Gevorderde fysica – fluïdomechanica
- WD 11.16 Fysica: Gevorderde fysica: golven
- WD 12.01 STEM: STEM-Engineering

In deze studierichting krijgen de leerlingen een stevig pakket gevorderde fysica. Ze gaan dieper en breder in op fenomenen en toepassingen in verband met elektromagnetisme, elektrodynamica, elektronica, mechanica, golven, thermodynamica en fluïdomechanica.

In chemie worden leerinhouden verdiept of geïntroduceerd: classificatie, naamgeving en chemische (structuur)formules van stoffen, fijnstructuur van de materie, het verloop van een chemische (evenwichts)reactie, stoichiometrisch rekenen en reacties in de anorganische chemie.

Daarbovenop krijgen ze een sterke inhoudelijke verbreding en abstractere verdieping in alle domeinen van de wiskunde. Als bijkomende inhouden komen complexe getallen, matrices en determinanten, algebraïsche structuren, predicaatlogica en combinatoriek aan bod. Voor algebra en analyse, goniometrie, meetkunde en statistiek is een verdieping voorzien.

Ook informaticawetenschappen zitten in het pakket. Daarin leren de leerlingen zelf ontworpen oplossingen te programmeren voor concrete problemen.

Door STEM-disciplines geïntegreerd toe te passen ontwikkelen de leerlingen oplossingen voor een maatschappelijk probleem, een probleem uit hun eigen leefwereld of een probleem gelinkt aan de context van de studierichting.

Tot slot maken generieke onderzoekscompetenties een belangrijk deel uit van deze studierichting. Ze worden gerealiseerd met de specifieke inhouden van de studierichting.

## 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 studierichting hebben een vorming gevolgd die als een logische vooropleiding kan worden beschouwd:

- Technologische Wetenschappen

Hoewel bovenstaande studierichting uit de tweede graad inhoudelijk voorbereidt op deze studierichting in de derde graad, veroorzaakt de structuur van het secundair onderwijs dat er bij een logische instroom in deze studierichting toch een tekort is voor 1 wetenschapsdomein, wetenschapsdomein 06, Gevorderde wiskunde.

Om hieraan te verhelpen, voorziet de lessentabel in de tweede graad optiepakketten die de instroom moet faciliteren. Leerlingen die het voorbereidend optiepakket hebben gekozen, hebben de noodzakelijke voorkennis aangeboden gekregen. Leerlingen die dit optiepakket niet aangeboden kregen, starten met een groot hiaat in hun voorkennis waardoor aansluiten voor Gevorderde wiskunde zeer moeilijk zal zijn.

Meer informatie over de optiepakketten is terug te vinden op de GO! Navigator.

De samenhang tussen de cesuurdoelen en de specifieke minimumdoelen vanuit deze logische doorstroom is terug te vinden in de tabel 'Samenhang minimumdoelen – leerplandoelen' die terug te vinden is in dit leerplan.

- 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.

## Onderwijskwalificatie

Een onderwijskwalificatie geeft weer wat je moet kennen en kunnen om verdere studies aan te vatten, te functioneren in onze maatschappij of een bepaald beroep uit te oefenen. In de Vlaamse kwalificatiestructuur zijn de kwalificaties ondergebracht op 8 niveaus, van basisonderwijs tot universiteit.

Deze studierichting situeert zich op VKS-niveau 4. De uitgangspunten voor een VKS-niveau 4 zijn:

- Kennis en vaardigheden:
  - concrete en abstracte gegevens (informatie en begrippen) uit een specifiek domein interpreteren
  - reflectieve cognitieve en productieve motorische vaardigheden toepassen
  - gegevens evalueren en integreren
  - strategieën ontwikkelen voor het uitvoeren van diverse taken en om diverse, concrete, niet-vertrouwde (maar weliswaar domeinspecifieke) problemen op te lossen
- Context, autonomie en verantwoordelijkheid:
  - handelen in een combinatie van wisselende contexten
  - autonoom functioneren met enig initiatief
  - volledige verantwoordelijkheid voor eigen werk opnemen
  - het eigen functioneren evalueren en bijsturen met het oog op het bereiken van collectieve resultaten

## Logische doorstroommogelijkheden

Technologische Wetenschappen en Engineering is een domeingebonden doorstroomrichting (tso). Dat houdt in dat de leerling voorbereid wordt op succesvolle doorstroom naar professionele en academische bacheloropleidingen binnen hetzelfde interessegebied.

Voor de richting Technologische Wetenschappen en Engineering situeren de meest logische **professionele bacheloropleidingen** zich binnen de studiegebieden:

- Handelswetenschappen en Bedrijfskunde
  - Toegepaste Informatica
- Industriële Wetenschappen en Technologie
  - Audiovisuele Technieken
  - Autotechnologie
  - Bouw
  - Chemie
  - Digital Arts and Entertainment
  - Digital Arts and Entertainment (E)
  - Ecotechnologie
  - Elektromechanica
  - Elektronica-ICT
  - Energiemanagement
  - Energietechnologie
  - Facility Management
  - Grafische en Digitale Media
  - Houttechnologie
  - Industrieel Productontwerpen
  - Integrale Veiligheid
  - Luchtvaart
  - Modetechnologie

- Multimedia & Communication Technology (E)
- Multimedia en Communicatietechnologie
- Ontwerp- en Productietechnologie
- Textieltechnologie
- Vastgoed
- Zorgtechnologie

- Onderwijs

Doorstroom naar de meeste andere professionele bacheloropleidingen is in principe haalbaar, maar binnen deze studierichting wordt er niet specifiek inhoudelijk op voorbereid.

Voor de richting Technologische Wetenschappen en Engineering situeren de meest logische **academische bacheloropleidingen** zich binnen de studiegebieden:

- Industriële Wetenschappen en Technologie
  - Engineering Technology (E)
  - Industriële Wetenschappen
- Productontwikkeling
  - Productontwikkeling
- Toegepaste wetenschappen
  - Ingenieurswetenschappen
  - Ingenieurswetenschappen (KMS)
  - Ingenieurswetenschappen: Architectuur
  - Ingenieurswetenschappen: Bouwkunde
  - Ingenieurswetenschappen: Chemie en materialen
  - Ingenieurswetenschappen: Chemische technologie
  - Ingenieurswetenschappen: Chemische technologie en materiaalkunde
  - Ingenieurswetenschappen: Computerwetenschappen
  - Ingenieurswetenschappen: Elektronica en informatietechnologie
  - Ingenieurswetenschappen: Elektrotechniek
  - Ingenieurswetenschappen: Materiaalkunde
  - Ingenieurswetenschappen: Toegepaste natuurkunde
  - Ingenieurswetenschappen: Werktuigkunde
  - Ingenieurswetenschappen: Werktuigkunde-elektrotechniek
- Wetenschappen
  - Computerwetenschappen
  - Informatica

Doorstroom naar alle andere academische bacheloropleidingen is niet uitgesloten, maar binnen deze studierichting wordt de leerling er niet specifiek inhoudelijk op voorbereid.

## 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

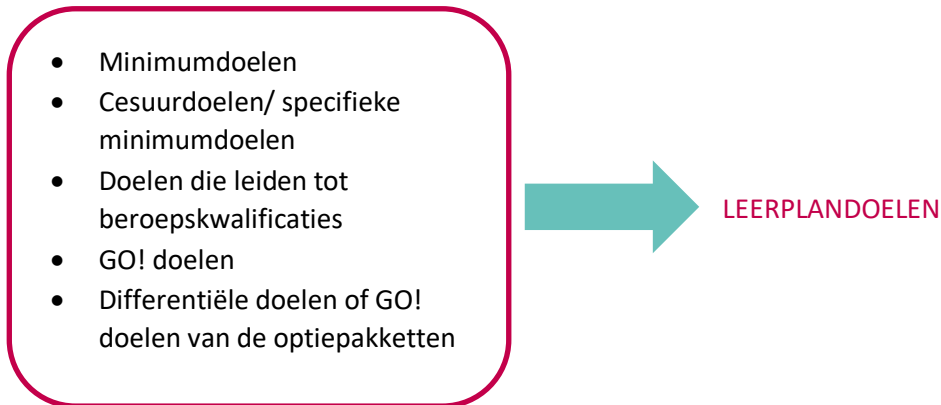
Cruciaal in elke studierichting staat de realisatie van de leerplandoelen. De leerplannen en de lessentabellen van het GO! zijn echter zodanig opgesteld dat het lerarenteam beschikbare ruimte heeft om een schooleigen pedagogisch project te realiseren:

- 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.

## 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 zijn terug te vinden op de website van AHOVOKS.
  - Indien er geen nummer staat, gaat het over een GO!-doel.

WD3\_01.01.01.01

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.
- Indien een subdoel overeenkomt met een specifiek minimumdoel wordt de verwijzing naar het specifiek minimumdoel rechts in de tabel opgenomen.
- 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, personale, onbetrouwbare verteller
- literaire stromingen uit verschillende periodes: middeleeuwen, vroegmoderne tijd, moderne tijd, hedendaagse tijd

analyseren

## Gevorderde wiskunde

### WD3\_06.08.01

De leerlingen analyseren deelbaarheid van gehele getallen.

- stelling van de Euclidische deling in de verzameling van de gehele getallen
- modularekenen
- priemfactoren

analyseren

### WD3\_06.08.02

06.08.24

De leerlingen stellen complexe getallen voor in het vlak.

toepassen

### WD3\_06.08.03

06.08.25

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

toepassen

### WD3\_06.08.04

06.08.27

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

toepassen

### WD3\_06.08.05

06.08.28

De leerlingen voeren bewerkingen met complexe getallen uit in goniometrische vorm: vermenigvuldiging, deling, machtsverheffing en n-de machtsworteltrekking.

- formule van de Moivre
- meetkundige betekenis van de complexe vermenigvuldiging en worteltrekking

analyseren

WD3\_06.08.06

06.08.26

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

- hoofdstelling van de algebra

toepassen

WD3\_06.08.06.01

Subdoel 1

06.08.26

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

WD3\_06.08.06.02

Subdoel 2

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

WD3\_06.08.07

06.08.29

De leerlingen rekenen met vectoren in de ruimte.

- vrije vector, puntvector
- bewerkingen: optelling, vermenigvuldiging met een getal en inproduct
- loodrechte stand
- norm van een vector en ontbinding van een vector in zijn componenten

toepassen

WD3\_06.08.08

06.08.30

De leerlingen stellen vectoriële, parametrische en cartesische vergelijkingen van rechten en vlakken in de ruimte op.

analyseren

WD3\_06.08.09

06.08.32

De leerlingen bepalen de onderlinge ligging van twee rechten, van een rechte en een vlak en van twee vlakken in de ruimte met behulp van vergelijkingen.

analyseren

WD3\_06.08.10

06.08.33

De leerlingen berekenen afstanden en hoeken in de ruimte.

toepassen

WD3\_06.08.11

De leerlingen beschrijven kegelsneden.

toepassen

WD3\_06.08.11.01

Subdoel 1

De leerlingen stellen de verschillende snijdingen van een kegel met een vlak driedimensionaal voor.

WD3\_06.08.11.02

Subdoel 2

De leerlingen formuleren cirkel, ellips, parabool, hyperbool als meetkundige plaats.

WD3\_06.08.11.03

Subdoel 3

De leerlingen formuleren de standaardvergelijkingen van cirkel, ellips, parabool, hyperbool.

WD3\_06.08.12

06.08.01

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

- rekenregels en eigenschappen

toepassen

WD3\_06.08.13

06.08.02

De leerlingen gebruiken matrixmodellen om evoluties te beschrijven.

- migratiematrices, Leslie matrices, matrixvoorstelling van een graaf
- evenwichtstoestand

analyseren

WD3\_06.08.14

06.08.03

De leerlingen berekenen de rang van matrices, de inverse matrix van inverteerbare matrices en de determinant van vierkante matrices.

- ontwikkeling naar rij of kolom
- eigenschappen van determinanten

toepassen

WD3\_06.08.15

06.08.04

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

toepassen

WD3\_06.08.16

De leerlingen bespreken de oplosbaarheid van stelsels van eerstegraadsvergelijkingen.

analyseren

WD3\_06.08.17

06.08.09

De leerlingen lossen vergelijkingen en ongelijkheden grafisch op.

toepassen

WD3\_06.08.18

06.08.13

De leerlingen lossen eenvoudige veeltermvergelijkingen, rationale vergelijkingen, irrationale vergelijkingen, exponentiële vergelijkingen, logaritmische vergelijkingen en goniometrische vergelijkingen algebraïsch op.

- deling van veeltermen
- deling door  $(x-a)$

toepassen

WD3\_06.08.19

De leerlingen lossen eenvoudige veeltermongelijkheden en rationale ongelijkheden algebraïsch op.

- tekenonderzoek

toepassen

WD3\_06.08.20

06.08.08

De leerlingen leggen grafisch het verband tussen inverteerbare functies en hun inverse.

- bijectie
- cyclometrische functies

analyseren

WD3\_06.08.21

06.08.07

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

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

analyseren

WD3\_06.08.22

06.08.23

De leerlingen gebruiken goniometrische formules om uitdrukkingen te vereenvoudigen.

- formules: som- en verschilformules, verdubbelingsformules

analyseren

WD3\_06.08.23

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

toepassen

WD3\_06.08.24

06.08.15

De leerlingen bepalen limieten van rijen.

- convergentie
- begrensde monotone rijen

analyseren

WD3\_06.08.25

06.08.14

De leerlingen definiëren continuïteit en het limietbegrip op een formele manier.

- beeld van een gesloten interval door een continue functie, met inbegrip van de tussenwaardenstelling

begrijpen

WD3\_06.08.25.01

Subdoel 1

De leerlingen definiëren continuïteit op een formele manier.

WD3\_06.08.25.02

Subdoel 2  
06.08.14

De leerlingen definiëren het limietbegrip op een formele manier.

WD3\_06.08.26

06.08.16

De leerlingen bepalen grafisch en algebraïsch limieten van functies en analyseren het ~~horizontaal, verticaal en schuin~~ asymptotisch gedrag.

- continuïteit
- horizontaal, verticaal en schuin asymptotisch gedrag

analyseren

WD3\_06.08.27

De leerlingen definiëren afgeleide in een punt en afgeleide functie.

- verband tussen continuïteit en afleidbaarheid

begrijpen

WD3\_06.08.28

06.08.17

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

- afleidbaarheid
- rekenregels: afgeleide van een som, product, quotiënt van functies en afgeleide van een samengestelde functie (kettingregel)
- regel van de l'Hôpital

analyseren

WD3\_06.08.28.01

Subdoel 1

06.08.17

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

WD3\_06.08.28.02

Subdoel 2

De leerlingen berekenen de afgeleide functie van functies die zijn opgebouwd uit cyclometrische functies.

WD3\_06.08.29

06.08.18

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

- stelling van Rolle, middelwaardestelling van Lagrange

analyseren

WD3\_06.08.30

06.08.19

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

- definitie bepaalde integraal
- booglengte van een kromme
- volume van een omwentelingslichaam

analyseren

WD3\_06.08.31

06.08.20

De leerlingen leggen het verband tussen bepaalde integralen en primitieve functies door middel van de hoofdstelling van de integraalrekening.

- middelwaardenstelling van de integraalrekening

analyseren

WD3\_06.08.32

06.08.21

De leerlingen berekenen bepaalde en onbepaalde integralen van functies.

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

analyseren

WD3\_06.08.33

06.08.34

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
- duiventilprincipe van Dirichlet

analyseren

WD3\_06.08.34

De leerlingen bepalen het afhankelijk zijn van gebeurtenissen.

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

analyseren

WD3\_06.08.35

06.08.35

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

- verwachtingswaarde, standaardafwijking

analyseren

WD3\_06.08.36

De leerlingen benaderen de binomiale verdeling door een normale verdeling.

toepassen

WD3\_06.08.37

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\_06.08.38

06.08.36

De leerlingen toetsen hypothesen.

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

analyseren

WD3\_06.08.39

06.08.37

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

- trendlijn
- lineaire regressie
- correlatiecoëfficiënt

analyseren

WD3\_06.08.40

06.08.38

De leerlingen analyseren verzamelingen voorzien van ~~met~~ één of meerdere bewerkingen aan de hand van een algebraïsche structuur.

- (commutatieve) groep, ring, veld
- reële vectorruimte, lineaire combinatie, basis, dimensie

analyseren

WD3\_06.08.41

De leerlingen analyseren de waarheidswaarde van wiskundige uitspraken met behulp van logica.

- omzetting van de implicatie in een disjunctie
- wetten van De Morgan
- dubbele negatie
- wet van de uitgesloten derde
- negatie van een samengestelde uitspraak
- negatie van kwantoren
- verwisseling van kwantoren bij een uitspraak

analyseren

WD3\_06.08.42

06.08.39

De leerlingen beargumenteren wiskundige redeneringen en bewijzen wiskundige uitspraken.

- bewijstechnieken: rechtstreeks bewijs, contrapositie, bewijs uit het ongerijmde, bewijs door volledige inductie, existentieel bewijs, bewijs door gevalsonderscheiding, ontkrachting door tegenvoorbeeld
- kwantoren

evalueren

## Algoritmen en programmeren

WD3\_07.01.01

07.01.01

De leerlingen programmeren zelf ontworpen oplossingen voor concrete problemen.

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

creëren

## Pakket uit uitgebreide chemie

WD3\_09.02.01

09.02.04

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

- alkenen, alkynen, halogeenalkanen, alcoholen, carbonzuren, aldehyden, ketonen, esters, aminen
- polysachariden, proteïnen, lipiden, polynucleotiden

analyseren

WD3\_09.02.02

09.02.05

De leerlingen hanteren de IUPAC-naamgeving voor organische en anorganische stoffen.

toepassen

WD3\_09.02.03

09.02.06

De leerlingen gebruiken het orbitaalmodel om de structuur van atomen en ionen te beschrijven.

toepassen

WD3\_09.02.03.01

Subdoel 1

De leerlingen maken een overzicht van de energieniveaus in een atoom en leggen uit dat de energie van elektronen in een atoom gekwantiseerd is.

WD3\_09.02.03.02

Subdoel 2

De leerlingen koppelen de betekenis van de kwantumgetallen aan orbitalen.

WD3\_09.02.03.03

Subdoel 3

De leerlingen schrijven elektronenconfiguraties van elementen uit de hoofd- en nevengroepen.

- opstellen van elektronenconfiguratie

WD3\_09.02.03.04

Subdoel 4

De leerlingen beschrijven het verband tussen de elektronenconfiguraties en de opbouw van het periodiek systeem.

~~WD3\_09.02.04~~

~~09.02.07~~

~~De leerlingen stellen chemische structuurformules op van anorganische en organische stoffen.~~

- ~~• Lewisstructuur, skeletnotatie~~
- ~~• elektronegativiteit~~

~~creëren~~

~~WD3\_09.02.05~~

~~09.02.08~~

~~De leerlingen onderscheiden sterke en zwakke zuren en basen kwalitatief en kwantitatief.~~

~~analyseren~~

~~WD3\_09.02.05.01~~

~~Subdoel 1~~

~~De leerlingen schrijven de uitdrukking van de zuurconstante  $K_a$  en de baseconstante  $K_b$  en brengen hun waarde in verband met de relatieve sterkte van de betrokken zuren en basen.~~

- ~~• brønstedzuur en base~~
- ~~• geconjugeerd zuur en geconjugeerde base~~
- ~~• ionisatie-evenwicht van water~~
- ~~• zuurconstante ( $K_a$ ) en baseconstante ( $K_b$ )~~

~~WD3\_09.02.05.02~~

~~Subdoel 2~~

~~De leerlingen raadplegen een tabel met zuur- en baseconstanten en interpreteren de waarden van de zuur- en baseconstanten.~~

~~WD3\_09.02.05.03~~

~~Subdoel 3~~

~~De leerlingen berekenen pH en pOH van sterke zuren en basen.~~

- ~~• pH berekeningen, pOH berekeningen~~

WD3\_09.02.06

09.02.09

De leerlingen stellen reactievergelijkingen op.<sup>4</sup>

creëren

WD3\_09.02.06.01

Subdoel 1

De leerlingen stellen reactievergelijkingen op van neutralisatiereacties en van neerslagreacties met behulp van oplosbaarheidstabellen.

- reacties met ionenuitwisseling; zuur-base reactie, neerslagreactie

WD3\_09.02.06.02

Subdoel 2

De leerlingen bepalen het oxidatiegetal van een atoom en ionen.

WD3\_09.02.06.03

Subdoel 3

De leerlingen stellen redoxvergelijkingen op voor reacties in zuur en in basisch midden.

- reacties met elektronenoverdracht

<sup>4</sup>Rekening houdend met de context van de studierichting.

WD3\_09.02.07

09.02.10

De leerlingen voeren stoichiometrische berekeningen uit op een gegeven aflopende chemische reactie:

toepassen

WD3\_09.02.07.01

Subdoel 1

De leerlingen leiden uit de procentuele samenstelling de formule van een verbinding af.

WD3\_09.02.07.02

Subdoel 2

De leerlingen berekenen massa-volume-procent, massaprocent en volumeprocent van een oplossing.

- concentratie-eenheden en -omzettingen
- verdunningen

WD3\_09.02.07.03

Subdoel 3

De leerlingen berekenen, uitgaande van een gegeven reactievergelijking, de massa's, stofhoeveelheden, concentraties van uitgangsstoffen en reactieproducten, bij stoichiometrische hoeveelheden en bij overmaat van één der uitgangsstoffen.

- limiterend reagens

WD3\_09.02.07.04

Subdoel 4

De leerlingen voeren stoichiometrische berekeningen uit met behulp van de ideale gaswet.

- molair gasvolume

~~WD3\_09.02.08~~

~~09.02.11~~

~~De leerlingen beschrijven kwalitatief en kwantitatief chemisch evenwicht als dynamisch evenwicht en passen de wet van Le Chatelier-Van 't Hoff toe.~~

~~toepassen~~

~~WD3\_09.02.08.01~~

~~Subdoel 1~~

~~De leerlingen beschrijven chemisch evenwicht als dynamisch evenwicht.~~

~~WD3\_09.02.08.02~~

~~Subdoel 2~~

~~De leerlingen berekenen evenwichtsconcentratie uit een gegeven evenwichtsconstante en beginconcentratie.~~

- ~~• evenwichtsconstante~~
- ~~• wet van Le Chatelier-Van 't Hoff~~

~~WD3\_09.02.08.03~~

~~Subdoel 3~~

~~De leerlingen berekenen de evenwichtsconstante uit de evenwichtsconcentraties.~~

~~WD3\_09.02.09~~

~~09.02.12~~

~~De leerlingen analyseren het verloop van een reactie aan de hand van kinetische aspecten.~~

~~analyseren~~

~~WD3\_09.02.09.01~~

~~Subdoel 1~~

~~De leerlingen bepalen experimenteel de invloed van verschillende factoren op de reactiesnelheid.~~

~~WD3\_09.02.09.02~~

~~Subdoel 2~~

~~De leerlingen stellen op basis van gegeven of gemeten reactiesnelheden bij wisselende beginconcentraties van de uitgangsstoffen, de snelheidsvergelijking op.~~

WD3\_09.02.01

09.02.04

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

- alkenen, alkynen, halogeenalkanen, alcoholen, carbonzuren, aldehyden, ketonen, esters, aminen
- polysachariden, proteïnen, lipiden, polynucleotiden

analyseren

WD3\_09.02.02

09.02.05

De leerlingen hanteren de IUPAC-naamgeving voor organische en anorganische stoffen.

toepassen

WD3\_09.02.03

09.02.06

De leerlingen gebruiken het orbitaalmodel om de structuur van atomen en ionen te beschrijven.

analyseren

WD3\_09.02.03.01

Subdoel 1

De leerlingen beschrijven de energieniveaus in een atoom.

WD3\_09.02.03.02

Subdoel 2

De leerlingen leggen het verband tussen energieniveaus, kwantumgetallen en orbitalen.

WD3\_09.02.03.03

Subdoel 3

De leerlingen stellen de elektronenconfiguraties van elementen uit de hoofd- en nevengroepen op.

- opstellen van elektronenconfiguratie

WD3\_09.02.03.04

Subdoel 4

De leerlingen leggen het verband tussen de elektronenconfiguraties en de opbouw van het periodiek systeem.

WD3 09.02.04

09.02.07

De leerlingen stellen chemische structuurformules op van anorganische en organische stoffen.

- Lewisstructuur, skeletnotatie
- elektronegativiteit

creëren

WD3 09.02.05

09.02.08

De leerlingen onderscheiden sterke en zwakke zuren en basen kwalitatief en kwantitatief.

analyseren

WD3 09.02.05.01

Subdoel 1

De leerlingen leggen het verband tussen de zuurconstante / baseconstante en de sterkte van zuren / basen.

- brønstedzuur- en base
- geconjugeerd zuur en geconjugeerde base
- ionisatie-evenwicht van water
- zuurconstante (Ka) en baseconstante (Kb)

WD3 09.02.05.02

Subdoel 2

De leerlingen interpreteren een tabel met zuur- en baseconstanten.

WD3 09.02.05.03

Subdoel 3

De leerlingen berekenen pH en pOH van sterke zuren en basen.

- pH berekeningen, pOH berekeningen

WD3 09.02.05.04

Subdoel 4

De leerlingen leggen het belang en de werking van een buffer uit.

WD3\_09.02.06

09.02.09

De leerlingen stellen reactievergelijkingen op.<sup>2</sup>

creëren

WD3\_09.02.06.01

Subdoel 1

De leerlingen stellen reactievergelijkingen op van reacties met ionenuitwisseling.

- reacties met ionenuitwisseling: zuur-base reactie, neerslagreactie, gasontwikkelingsreactie

WD3\_09.02.06.02

Subdoel 2

De leerlingen stellen reactievergelijkingen op van reacties met elektronenoverdracht.

- reacties met elektronenoverdracht: redoxreacties in zuur en basisch milieu

<sup>2</sup> Rekening houdend met de context van de studierichting.

WD3 09.02.07

09.02.10

De leerlingen voeren stoichiometrische berekeningen uit op een gegeven aflopende chemische reactie.

toepassen

WD3 09.02.07.01

Subdoel 1

De leerlingen berekenen het volume van een hoeveelheid gas en omgekeerd.

- molair gasvolume

WD3 09.02.07.02

Subdoel 2

De leerlingen berekenen concentraties en voeren omzettingen uit..

- concentratie- uitdrukkingen en -omzettingen
- verdunningen

WD3 09.02.07.03

Subdoel 3

De leerlingen identificeren het limiterend reagens bij een gegeven reactie.

- limiterend reagens

WD3 09.02.07.04

Subdoel 4

- De leerlingen lossen stoichiometrische vraagstukken op bij een gegeven aflopende reactie.

WD3\_09.02.08

09.02.11

De leerlingen beschrijven kwalitatief en kwantitatief chemisch evenwicht als dynamisch evenwicht en passen de wet van Le Chatelier - Van 't Hoff toe.

analyseren

WD3\_09.02.08.01

Subdoel 1

De leerlingen identificeren het chemisch evenwicht als een dynamisch evenwicht.

WD3\_09.02.08.02

Subdoel 2

- De leerlingen voorspellen hoe het chemisch evenwicht verschuift bij veranderingen in concentratie, temperatuur en druk. wet van Le Chatelier- Van 't Hoff

WD3\_09.02.08.03

Subdoel 3

De leerlingen berekenen de evenwichtsconstante uit de evenwichtsconcentraties en de beginconcentraties en omgekeerd.

- evenwichtsconstante

WD3\_09.02.09

09.02.12

De leerlingen analyseren het verloop van een reactie aan de hand van kinetische aspecten.

analyseren

WD3\_09.02.09.01

Subdoel 1

De leerlingen bepalen experimenteel de invloed van verschillende factoren op de reactiesnelheid.

WD3\_09.02.09.02

Subdoel 2

De leerlingen stellen de snelheidsvergelijking op aan de hand van gegeven of gemeten reactiesnelheden bij wisselende beginconcentraties.



## 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.<sup>3</sup>

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.

<sup>3</sup> Rekening houdend met de context van de studierichting.

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
- hoofdeigenschap van een driefasennet

WD3\_11.07.01.03

Subdoel 3

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

WD3\_11.07.01.04

Subdoel 4

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

WD3\_11.07.02.02

Subdoel 2

De leerlingen analyseren een technische toepassing op wisselspanning aan de hand van technische documentatie.

- vermogen en arbeidsfactor

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 capacitieve kring toe
- werking van een RC-seriekring of een RL-seriekring: reactantie, impedantie, 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 een simulatie of laboproef.

WD3\_11.07.04.04

Subdoel 4

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

## 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

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 als input/output-interface voor een microcontroller of PLC.

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.

## Gevorderde fysica: mechanica

WD3\_11.09.01

11.09.04

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 berekenen de omtreksnelheid, diameter, toerental en hoeksnelheid bij eenparige cirkelvormige bewegingen.

- formules eenparige cirkelvormige beweging
- omtreksnelheid, diameter, toerental en hoeksnelheid bij eenparige cirkelvormige bewegingen

WD3\_11.09.01.02

Subdoel 2

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

- ogenblikkelijke waarde, gemiddelde waarde en hoeksnelheid bij eenparige veranderlijke cirkelvormige bewegingen
- formules eenparige veranderlijke cirkelvormige beweging

WD3\_11.09.01.03

Subdoel 3

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

WD3\_11.09.01.04

Subdoel 4

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

- formules met betrekking tot de horizontale worp

WD3\_11.09.01.05

Subdoel 5

De leerlingen stellen de horizontale worp grafisch voor.

- snelheid en verplaatsing in x- en y-richting

WD3\_11.09.01.06

Subdoel 6

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

WD3\_11.09.01.07

Subdoel 7

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

WD3\_11.09.01.08

Subdoel 8

De leerlingen onderzoeken een horizontale worp aan de hand van een simulatie.

- factoren die de horizontale worp beïnvloeden

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 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 berekenen grootheden met betrekking tot dynamische wrijving bij translatie.

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

WD3\_11.09.03.02

Subdoel 2

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

WD3\_11.09.03.03

Subdoel 3

De leerlingen berekenen de arbeid van een kracht bij rotatie.

- tangentiële kracht

WD3\_11.09.03.04

Subdoel 4

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

WD3\_11.09.03.05

Subdoel 5

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

WD3\_11.09.03.06

Subdoel 6

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

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, lineair en polair traagheidsmoment

WD3\_11.09.04.02

Subdoel 2

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

creëren

Gevorderde fysica: thermodynamica

WD3\_11.12.01

11.12.02

De leerlingen verklaren een thermodynamisch proces in een technisch systeem.

- kringproces
- warmtemachines: Carnotcyclus
- koelmachines, warmtepompen

begrijpen

## 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 verklaren de stroomsnelheid en de stroomlijnen.

WD3\_11.14.01.02

Subdoel 2

De leerlingen verklaren het verband tussen drukverschil en debiet.

WD3\_11.14.01.03

Subdoel 3

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

WD3\_11.14.02

11.14.03

De leerlingen tekenen en realiseren een elektropneumatische schakeling.

toepassen

WD3\_11.14.02.01

Subdoel 1

De leerlingen tekenen een elektropneumatisch schema met bijhorende stuurkring.

- elektrische stuurkring
- elektropneumatische componenten
- symbolen

WD3\_11.14.02.02

Subdoel 2

De leerlingen realiseren een elektropneumatisch project met bijhorende stuurkring.

- gebruik van elektropneumatische componenten
- gedrag van elektropneumatische componenten

## Gevorderde fysica: golven

WD3\_11.16.01

11.16.01

De leerlingen verklaren fenomenen of toepassingen aan de hand van het golfmodel.

- lopende en staande golven
- weerkaatsing, breking, interferentie, buiging, resonantie
- golfgetal
- intensiteit

**begrijpen**

## STEM-Engineering

WD3\_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

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

## Samenhang minimumdoelen – leerplandoelen

In deze rubriek wordt een overzicht gegeven van alle specifieke minimumdoelen die van toepassing zijn voor deze studierichting (kolom 1 en 2).

In kolom 3 en 4 wordt aangegeven waar deze specifieke minimumdoelen opgenomen zijn in het leerplan.

- Specifieke minimumdoelen die ingedaald zijn als cesuurdoelen (in de studierichting van de tweede graad die een logische vooropleiding is voor deze studierichting in de derde graad) zijn terug te vinden in de derde kolom. Zij moeten niet meer aan bod komen in de derde graad (en bijgevolg ook niet meer geëvalueerd worden in de derde graad ) maar ze zijn een belangrijk aandachtspunt om de beginsituatie van de leerling in kaart te brengen en te zorgen voor een gepaste begeleiding.
- Specifieke minimumdoelen die aan bod komen in de derde graad zijn terug te vinden in kolom 4.

De nummers in kolom 3 en 4 verwijzen naar het leerplandoel waar het specifiek minimumdoel letterlijk is opgenomen. Eventuele kenniselementen worden in het leerplandoel opgenomen, ofwel bij het specifiek minimumdoel zelf, ofwel bij de onderliggende subdoelen, ofwel via een combinatie.

Nummer specifiek minimum doel	Minimumdoel	Leerplandoel / subdoel 2 <sup>de</sup> graad	Leerplandoel / subdoel 3 <sup>de</sup> graad
Generieke doorstroomcompetenties			
01.01.01	De leerlingen doorlopen een onderzoekscyclus in samenhang met inhouden van minstens 1 wetenschapsdomein verbonden aan de studierichting.		WD3_01.01.01
Gevorderde wiskunde			
06.08.01	De leerlingen voeren bewerkingen uit met matrices: optelling, scalaire vermenigvuldiging, matrixvermenigvuldiging, machtsverheffing en transpositie.		WD3_06.08.12
06.08.02	De leerlingen gebruiken matrixmodellen om evoluties te beschrijven. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matrixvoorstelling van een graaf</li> </ul>		WD3_06.08.13
06.08.03	De leerlingen berekenen de rang van matrices, de inverse matrix van inverteerbare matrices en de determinant van vierkante matrices.		WD3_06.08.14
06.08.04	De leerlingen lossen stelsels van eerstegraadsvergelijkingen op met behulp van de methode van Gauss-Jordan.		WD3_06.08.15
06.08.05	De leerlingen bepalen het voorschrift of de grafiek van een tweedegraadsfunctie als de andere representatie gegeven is. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voorschrift <math>f(x)=a(x-p)^2+q</math></li> <li>• Voorschrift <math>f(x)=ax^2+bx+c</math></li> </ul>	WD2_06.04.10	
06.08.06	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.	WD2_06.04.11	

<sup>4</sup> *Technologische wetenschappen, tweede graad doorstroom.*

<b>06.08.07</b>	De leerlingen leggen het verband tussen de grafiek van een functie en haar kenmerken. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veeltermfuncties, rationale functies, (elementaire) irrationale functies, logaritmische functies <math>f(x)=\log_a(x)</math>, goniometrische functies <math>f(x)=\cos x</math> en <math>f(x)=\tan x</math></li> <li>• Domein, bereik, nulwaarden, tekenverloop, stijgen/dalen/constant, extrema, constante/toenemende/afnemende stijging/daling, symmetrie, periode, amplitude, asymptotisch gedrag, gedrag op oneindig</li> </ul>		WD3_06.08.21
<b>06.08.08</b>	De leerlingen leggen grafisch het verband tussen inverteerbare functies en hun inverse.		WD3_06.08.20
<b>06.08.09</b>	De leerlingen lossen vergelijkingen en ongelijkheden grafisch op.		WD3_06.08.17
<b>06.08.10</b>	De leerlingen lossen tweedegraadsvergelijkingen in één onbekende in de verzameling van de reële getallen algebraïsch op. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontbinding in factoren</li> <li>• Discriminant</li> </ul>	WD2_06.04.07.01	
<b>06.08.11</b>	De leerlingen lossen tweedegraadsongelijkheden in één onbekende algebraïsch op.	WD2_06.04.08.01	
<b>06.08.12</b>	De leerlingen analyseren deelbaarheid bij veeltermen met reële coëfficiënten in één variabele. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Euclidische deling, reststelling</li> </ul>	OP2_WI.06 <sup>5</sup>	
<b>06.08.13</b>	De leerlingen lossen eenvoudige veeltermvergelijkingen, rationale vergelijkingen, irrationale vergelijkingen, exponentiële vergelijkingen, logaritmische vergelijkingen en goniometrische vergelijkingen algebraïsch op.		WD3_06.08.18
<b>06.08.14</b>	De leerlingen definiëren het limietbegrip op een formele manier.		WD3_06.08.25.01
<b>06.08.15</b>	De leerlingen bepalen limieten van rijen.		WD3_06.08.24
<b>06.08.16</b>	De leerlingen bepalen grafisch en algebraïsch limieten van functies en analyseren het asymptotisch gedrag.		WD3_06.08.26
<b>06.08.17</b>	De leerlingen berekenen de afgeleide functie van functies die zijn opgebouwd uit veeltermfuncties, rationale functies, irrationale functies, exponentiële functies, logaritmische functies en goniometrische functies. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Afleidbaarheid</li> <li>• Rekenregels: afgeleide van een som, product, quotiënt van functies en afgeleide van een samengestelde functie (kettingregel)</li> </ul>		WD3_06.08.28.01
<b>06.08.18</b>	De leerlingen analyseren het verloop van functies met behulp van de eerste en tweede afgeleide functie en lossen extremumproblemen op. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stelling van Rolle, middelwaardestelling van Lagrange</li> </ul>		WD3_06.08.29
<b>06.08.19</b>	De leerlingen interpreteren een bepaalde integraal als de limiet van een som en als een georiënteerde oppervlakte. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Booglengte van een kromme</li> <li>• Volume van een omwentelingslichaam</li> </ul>		WD3_06.08.30
<b>06.08.20</b>	De leerlingen leggen het verband tussen bepaalde integralen en primitieve functies door middel van de hoofdstelling van de integraalrekening.		WD3_06.08.31

<sup>5</sup> De leerlingen die instromen vanuit Technologische wetenschappen en in de tweede graad het optiepakket wiskunde hebben gevolgd, hebben dit doel aangeboden gekregen.

<b>06.08.21</b>	De leerlingen berekenen bepaalde en onbepaalde integralen van functies. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integratiemethoden: onmiddellijke integratie, integratie door splitsing, integratie door eenvoudige substitutie, partiële integratie</li> </ul>		WD3_06.08.32
<b>06.08.22</b>	De leerlingen gebruiken de sinus- en cosinusregel om meetkundige problemen op te lossen.	WD2_06.04.04	
<b>06.08.23</b>	De leerlingen gebruiken goniometrische formules om uitdrukkingen te vereenvoudigen. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formules: verbanden tussen goniometrische getallen van verwante hoeken, som- en verschilformules, verdubbelingsformules</li> </ul>	WD2_06.04.03	WD3_06.08.22
<b>06.08.24</b>	De leerlingen stellen complexe getallen voor in het vlak.		WD3_06.08.02
<b>06.08.25</b>	De leerlingen voeren bewerkingen uit met complexe getallen in cartesische vorm: optelling, aftrekking, vermenigvuldiging en deling.		WD3_06.08.03
<b>06.08.26</b>	De leerlingen lossen tweedegraadsvergelijkingen met reële coëfficiënten in één onbekende op in de verzameling van de complexe getallen.		WD3_06.08.06.01
<b>06.08.27</b>	De leerlingen zetten complexe getallen in cartesische vorm om naar goniometrische vorm en omgekeerd.		WD3_06.08.04
<b>06.08.28</b>	De leerlingen voeren bewerkingen uit met complexe getallen in goniometrische vorm: vermenigvuldiging, deling, machtsverheffing en n-de machtsworteltrekking.		WD3_06.08.05
<b>06.08.29</b>	De leerlingen rekenen met vectoren in het vlak en in de ruimte. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewerkingen: optelling en vermenigvuldiging met een getal en inproduct</li> <li>• Norm van een vector en ontbinding van een vector in zijn componenten</li> </ul>	WD2_06.04.05	WD3_06.08.07
<b>06.08.30</b>	De leerlingen stellen vectoriële, parametrische en cartesische vergelijkingen van rechten in het vlak en van rechten en vlakken in de ruimte op.	OP2_WI.03 <sup>6</sup>	WD3_06.08.08
<b>06.08.31</b>	De leerlingen bepalen de onderlinge ligging van twee rechten in het vlak met behulp van vergelijkingen.	OP2_WI.04 <sup>7</sup>	
<b>06.08.32</b>	De leerlingen bepalen de onderlinge ligging van twee rechten, van een rechte en een vlak en van twee vlakken in de ruimte met behulp van vergelijkingen.		WD3_06.08.09
<b>06.08.33</b>	De leerlingen berekenen afstanden en hoeken in het vlak en in de ruimte.	OP2_WI.05 <sup>8</sup>	WD3_06.08.10
<b>06.08.34</b>	De leerlingen lossen telproblemen op met en zonder herhaling en waarbij de volgorde al dan niet van belang is. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Binomium van Newton</li> <li>• Driehoek van Pascal</li> </ul>		WD3_06.08.33
<b>06.08.35</b>	De leerlingen berekenen en interpreteren kansen met behulp van de binomiale verdeling. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwachtingswaarde, standaardafwijking</li> </ul>		WD3_06.08.35
<b>06.08.36</b>	De leerlingen toetsen hypothesen. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nulhypothese, alternatieve hypothese, p-waarde, significantieniveau, steekproevenverdeling</li> </ul>		WD3_06.08.38

<sup>6</sup> De leerlingen die instromen vanuit Technologische wetenschappen en in de tweede graad het optiepakket wiskunde hebben gevolgd, hebben dit doel aangeboden gekregen.

<sup>7</sup> De leerlingen die instromen vanuit Technologische wetenschappen en in de tweede graad het optiepakket wiskunde hebben gevolgd, hebben dit doel aangeboden gekregen.

<sup>8</sup> De leerlingen die instromen vanuit Technologische wetenschappen en in de tweede graad het optiepakket wiskunde hebben gevolgd, hebben dit doel aangeboden gekregen.

<b>06.08.37</b>	De leerlingen analyseren het verband tussen twee numerieke grootheden in een dataset met behulp van een spreidingsdiagram. <ul style="list-style-type: none"> <li>Trendlijn</li> <li>Correlatiecoëfficiënt</li> </ul>	WD2_06.04.13	WD3_06.08.39
<b>06.08.38</b>	De leerlingen analyseren verzamelingen voorzien van één of meerdere bewerkingen aan de hand van een algebraïsche structuur.		WD3_06.08.40
<b>06.08.39</b>	De leerlingen beargumenteren wiskundige redeneringen en bewijzen wiskundige uitspraken. <ul style="list-style-type: none"> <li>Bewijstechnieken: rechtstreeks bewijs, bewijs uit het ongerijmde, bewijs door volledige inductie, ontkrachting door tegenvoorbeeld</li> <li>Kwantoren</li> </ul>	OP2_WI.01 <sup>9</sup>	WD3_06.08.42
<b>Algoritmen en programmeren</b>			
<b>07.01.01</b>	De leerlingen programmeren zelf ontworpen oplossingen voor concrete problemen. <ul style="list-style-type: none"> <li>Algoritmen en datastructuren</li> <li>Algoritmische technieken</li> <li>Numerieke methodes</li> <li>Gebruik van softwarebibliotheken</li> <li>Gestructureerde programmeertaal</li> <li>Invoer van en uitvoer naar externe gegevensbronnen</li> </ul>		WD3_07.01.01
<b>Pakket uit uitgebreide chemie</b>			
<b>09.02.01</b>	De leerlingen brengen het oplossen van stoffen in water in verband met het dissociëren van ionaire verbindingen en het ioniseren van polaire moleculaire verbindingen. <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrolyten</li> </ul>	WD2_09.02.01	
<b>09.02.02</b>	De leerlingen stellen de reactievergelijking op van een eenvoudige reactie.	WD2_09.02.02	
<b>09.02.03</b>	De leerlingen leggen kwantitatief het verband tussen stofhoeveelheid en molaire grootheden en concentraties.	WD2_09.02.03	
<b>09.02.04</b>	De leerlingen classificeren organische en anorganische stoffen zowel op basis van een gegeven chemische formule als op basis van een naam. <ul style="list-style-type: none"> <li>Zuren, basen, zouten, oxiden</li> <li>Alkanen, alkenen, alkynen, halogeenalkanen, alcoholen, carbonzuren, aldehyden, ketonen, esters, aminen</li> <li>Polysachariden, proteïnen, lipiden, polynucleotiden</li> </ul>	WD2_09.02.04	WD3_09.02.01
<b>09.02.05</b>	De leerlingen hanteren de IUPAC-naamgeving voor organische en anorganische stoffen.		WD3_09.02.02
<b>09.02.06</b>	De leerlingen gebruiken het orbitaalmodel om de structuur van atomen en ionen te beschrijven. <ul style="list-style-type: none"> <li>Opstellen van de elektronenconfiguratie</li> </ul>		WD3_09.02.03
<b>09.02.07</b>	De leerlingen stellen chemische structuurformules op van anorganische en organische stoffen. <ul style="list-style-type: none"> <li>Lewisstructuur, skeletnotatie</li> <li>Ionbinding, polaire en apolaire atoombinding, metaalbinding</li> <li>Roostermodel</li> <li>Elektronegativiteit</li> </ul>	WD2_09.02.06	WD3_09.02.04

<sup>9</sup> De leerlingen die instromen vanuit Technologische wetenschappen en in de tweede graad het optiepakket wiskunde hebben gevolgd, hebben dit doel aangeboden gekregen.

<b>09.02.08</b>	De leerlingen onderscheiden sterke en zwakke zuren en basen kwalitatief en kwantitatief. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brønstedzuur- en base</li> <li>• Geconjugeerd zuur en geconjugeerde base</li> <li>• Ionisatie-evenwicht van water</li> <li>• pH berekeningen, pOH berekeningen</li> <li>• Zuurconstante (<math>K_a</math>) en baseconstante (<math>K_b</math>)</li> </ul>		WD3_09.02.05
<b>09.02.09</b>	De leerlingen stellen reactievergelijkingen op. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reacties met ionenuitwisseling: zuur-base reactie, neerslagreactie</li> <li>• Reacties met elektronenoverdracht</li> </ul> <i>Rekening houdend met de context van de studierichting.</i>		WD3_09.02.06
<b>09.02.10</b>	De leerlingen voeren stoichiometrische berekeningen uit op een gegeven aflopende chemische reactie. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molair gasvolume</li> <li>• Concentratie-uitdrukkingen en -omzettingen</li> <li>• Verdunningen</li> <li>• Limiterend reagens</li> </ul>		WD3_09.02.07
<b>09.02.11</b>	De leerlingen beschrijven kwalitatief en kwantitatief chemisch evenwicht als dynamisch evenwicht en passen de wet van Le Chatelier- Van 't Hoff toe. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evenwichtsconstante</li> </ul>		WD3_09.02.08
<b>09.02.12</b>	De leerlingen analyseren het verloop van een reactie aan de hand van kinetische aspecten.		WD3_09.02.09
<b>Gevorderde fysica: elektromagnetisme</b>			
<b>11.05.01</b>	De leerlingen analyseren en kwantificeren de elektrische krachtwerking en veldsterkte. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veldlijnenpatronen: bij een radiaal, dipool en homogeen veld</li> </ul>	WD2_11.05.01	
<b>11.05.02</b>	De leerlingen analyseren en kwantificeren het verband tussen spanning over en de stroom door een verbruiker in een elektrische gelijkstroomkring. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wet van Pouillet</li> <li>• Potentiaal en spanning</li> </ul>	WD2_11.05.02	
<b>11.05.03</b>	De leerlingen analyseren eigenschappen van een serie- en parallelschakeling.	WD2_11.05.03	
<b>11.05.04</b>	De leerlingen berekenen de stromen en spanningen in serie-, parallel- en gemengde elektrische gelijkstroomkringen en netwerken via verschillende oplossingsmethoden.	WD2_11.05.04	
<b>11.05.05</b>	De leerlingen analyseren en kwantificeren de magnetische krachtwerking en het magnetisch veld in een technische toepassing. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veldlijnenpatronen bij een stroomvoerende rechte geleider en bij een stroomvoerende spoel</li> <li>• Kracht op een bewegende lading, kracht op een stroomvoerende rechte geleider</li> </ul> <i>Rekening houdend met de context van de studierichting.</i>		WD3_11.05.01
<b>11.05.06</b>	De leerlingen analyseren en kwantificeren elektromagnetische inductie. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wet van Faraday, wet van Lenz</li> <li>• Opwekking van wisselspanning</li> </ul>		WD3_11.05.02

Gevorderde fysica: elektrodynamica			
11.07.01	De leerlingen analyseren wisselstroomschakelingen rekening houdend met de distributienetten TT, IT, TN.		WD3_11.07.02
11.07.02	De leerlingen modelleren en realiseren een wisselstroomschakeling met een stuur- en vermogenkring.		WD3_11.07.03
11.07.03	De leerlingen analyseren karakteristieke eigenschappen van eenfasige en driefasige wisselspanning en wisselstroom.		WD3_11.07.01
11.07.04	De leerlingen analyseren en kwantificeren het gedrag van gemengde wisselstroomschakelingen met passieve componenten in functie van frequentieafhankelijkheid, faseverschuiving en impedantie.		WD3_11.07.04
Gevorderde fysica: elektronica			
11.08.01	De leerlingen modelleren en realiseren een elektronische schakeling als input/output-interface voor een microcontroller of PLC. • Gedrag van elektronische componenten		WD3_11.08.01
Gevorderde fysica: mechanica			
11.09.01	De leerlingen kwantificeren arbeid en energieomzettingen tussen kinetische, gravitationele en elastische energie. • Energiedissipatie	WD2_11.09.01	
11.09.02	De leerlingen berekenen de hoeveelheid arbeid, opgenomen en geleverd vermogen in een technisch systeem.	WD2_11.09.02	
11.09.03	De leerlingen analyseren en kwantificeren het verband tussen kracht, positie, tijdstip, snelheid en versnelling bij eendimensionale bewegingen met constante versnelling.	WD2_11.09.03	
11.09.04	De leerlingen analyseren en kwantificeren het verband tussen kracht, positie, tijdstip, snelheid en versnelling bij de horizontale worp en bij de eenparig cirkelvormige beweging. • Ogenblikkelijke en gemiddelde waarde		WD3_11.09.01
11.09.05	De leerlingen stellen de evenwichtsvergelijkingen op bij statisch evenwicht in het vlak en driedimensionaal en voeren berekeningen uit. • Wrijvingskracht met inbegrip van de statische wrijvingscoëfficiënt • Samenstellen en ontbinden van vectoren • Krachten- en krachtmomentenbalans		WD3_11.09.02
11.09.06	De leerlingen analyseren en kwantificeren de dynamica van systemen bij translatie en rotatie. • Wrijvingskracht met inbegrip van de dynamische wrijvingscoëfficiënt		WD3_11.09.03
11.09.07	De leerlingen ontwerpen een constructie. • Relatie tussen materiaal, structuur en functie • Mechanische eigenschappen <i>Rekening houdend met de context van de studierichting.</i>		WD3_11.09.04
11.09.08	De leerlingen tekenen constructies in 3D met CAD-software.		WD3_11.09.05

Gevorderde fysica: thermodynamica			
<b>11.12.01</b>	De leerlingen kwantificeren de warmtebalans bij temperatuursveranderingen en faseovergangen.	WD2_11.12.01	
<b>11.12.02</b>	De leerlingen verklaren een thermodynamisch proces in een technisch systeem.		WD3_11.12.01
Gevorderde fysica: fluïdomechanica			
<b>11.14.01</b>	De leerlingen analyseren en kwantificeren verbanden tussen grootheden bij vloeistoffen en gassen. <ul style="list-style-type: none"> <li>Druk, volume, temperatuur, kracht, oppervlakte</li> </ul>	WD2_11.14.01	
<b>11.14.02</b>	De leerlingen verklaren verbanden tussen druk, snelheid en hoogte in fluïda aan de hand van de wet van Bernoulli.		WD3_11.14.01
<b>11.14.03</b>	De leerlingen tekenen en realiseren een elektropneumatische schakeling. <ul style="list-style-type: none"> <li>Gedrag van elektropneumatische componenten</li> </ul>	WD2_11.14.02	WD3_11.14.02
Gevorderde fysica: golven			
<b>11.16.01</b>	De leerlingen verklaren fenomenen of toepassingen aan de hand van het golfmodel. <ul style="list-style-type: none"> <li>Lopende en staande golven</li> <li>Weerkaatsing, breking, interferentie, buiging, resonantie</li> <li>Golfgetal</li> <li>Intensiteit</li> </ul>		WD3_11.16.01
STEM - Engineering			
<b>12.01.01</b>	De leerlingen ontwikkelen een oplossing voor een probleem door STEM-disciplines geïntegreerd toe te passen. <ul style="list-style-type: none"> <li>Interactie tussen onderzoeken en ontwikkelen</li> <li>Modelleren</li> </ul>		WD3_12.01.02
<b>12.01.02</b>	De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid meetinstrumenten en hulpmiddelen. <ul style="list-style-type: none"> <li>Gegevens/meetwaarden met de juiste symbolen voor grootheden en (SI-)eenheden</li> <li>Beduidende cijfers</li> <li>Meetnauwkeurigheid</li> <li>Notaties met machten van 10</li> </ul>		WD3_12.01.01

## Minimale materiële vereisten

---

Voor het realiseren van de leerplandoelen is er nood aan voldoende materialen en de nodige uitrusting opdat deze kwaliteitsvol kunnen gerealiseerd worden. Voor de school is het belangrijk dat ze in kaart brengt welke materialen en uitrusting er minimaal nodig zijn om de leerplandoelen te kunnen realiseren.

Deze materialen en uitrusting hoeven niet noodzakelijk op school aanwezig te zijn. De school kan immers ook gebruik maken van materialen en uitrusting die aanwezig zijn op andere locaties zoals bijvoorbeeld andere scholen, infrastructuur van de gemeente, bedrijven...

Op de GO! Navigator worden er, voor deze doelen waarvoor dit relevant is, suggesties gedaan met betrekking tot het in kaart brengen van de minimale materiële vereisten.

## Vakkenkoppeling

---

De vakkenkoppeling is terug te vinden op de website van het GO! (rubriek leerplannen).

## Pedagogisch – didactische ondersteuning

---

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