

Elektrotechnieken

2^{DE} GRAAD

DUBBELE FINALITEIT
DOMEIN STEM



Domeinverantwoordelijke: veerle.vandepuut@ovsg.be

Coördinator secundair onderwijs: Ellenvandenblock@ovsg.be



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

Elektrotechnieken

1. Plaats in de matrix

2. Logische vervolgopleidingen

3. Curriculum

3.1. Overzicht curriculumcomponenten

3.2. Eindtermen basisvorming

3.3. Cesuurdoelen

- Overzicht wetenschapsdomeinen
- Wiskunde-Toegepaste wiskunde: goniometrie en vectoren
- Wiskunde-Toegepaste wiskunde: uitgebreide ruimtemeetkunde
- Fysica-Toegepaste fysica: basis toegepaste fysica
- Fysica-Toegepaste fysica: toegepaste elektriciteit en elektronica
- Fysica-Toegepaste fysica: toegepaste mechanica
- STEM-gevorderde STEM

3.4. Set van ingedaalde doelen uit de beroepskwalificaties

3.4.1. Overzicht van de betrokken beroepskwalificaties

- Elektrotechnicus
- Technicus industriële elektriciteit
- Technicus industriële lijnautomatisatie
- Datacommunicatie en netwerktechnieker
- Elektronicatechnieker

3.4.2 Set van ingedaalde doelen

4. Bronnen en verwijzingen

1. Plaats in de matrix

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

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

Domein: STEM			
Doorstroomfinaliteit		Dubbele finaliteit	Arbeidsmarktfinaliteit
Domeinoverschrijdend ASO	Domeingebonden TSO/KSO	TSO/KSO	(D) BSO
2^{de} graad		2^{de} graad	2^{de} graad
	Technologische wetenschappen Bouwwetenschappen Biotechnische wetenschappen	Elektrotechnieken	Elektriciteit
		Bouwtechnieken	Mechanica
		Elektromechanische technieken	Hout
		Houttechnieken	...
		Mechanische technieken	
		...	
3^{de} graad		3^{de} graad	3^{de} graad
	Technologische wetenschappen en engineering Mechatronica Informatica- en communicatiewetenschappen Bouw- en houtwetenschappen Biotechnologische en chemische wetenschappen	Elektrotechnieken	Afwerking bouw
		Industriële ICT	Binnen- en buitenschrijnwerk
		Elektronicatechnieken	Elektrische installaties
		Podiumtechnieken*	Koelinstallaties
		Elektromechanische technieken	...
		...	

2. Logische vervolgopleidingen

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

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

De website www.onderwijskiezer.be helpt de zoektocht naar een toekomstige studierichting te vergemakkelijken.

2 ^{DE} GRAAD ELEKTROTECHNIEKEN	
3 ^E GRAAD	HOGER ONDERWIJS
	PROFESSIONELE BACHELOR
Elektrotechnieken	Industriële wetenschappen en Technologie: Autotechnologie, Elektromechanica, Elektronica-ICT, Energiemanagement, Energietechnologie, Ecotechnologie, Luchtvaart Nautische wetenschappen Onderwijs
Industriële ICT	Industriële wetenschappen en Technologie: Elektronica – ICT Handelswetenschappen en bedrijfskunde: Toegepaste informatica Onderwijs
Elektronicatechnieken	Industriële wetenschappen en Technologie: Autotechnologie, Elektromechanica, Elektronica-ICT, Energiemanagement, Energietechnologie, Ecotechnologie, Luchtvaart Nautische wetenschappen Onderwijs

3 ^E GRAAD	SE-N-SE ¹	GRADUAAT ²
Elektrotechnieken	Beveiligingstechnicus	Graduaatsopleidingen in het studiegebied van de industriële wetenschappen en technologie
Industriële ICT	Technicus hernieuwbare energietechnieken	
Elektronicatechnieken	Technicus industriële procesautomatisatie Overzicht van alle SenSes	

¹ De opgesomde SenSes zijn het meest “inhoudelijk gelinkt”. De koppeling van een SenSe aan een specifieke derde graad wordt echter veelal losgelaten. Voor een volledige lijst van de mogelijke SenSes check de matrix van Ahovoks

² Elk jaar komen er graduaatsopleidingen bij. Check de link voor het meest actuele aanbod

3. Curriculum

3.1. Overzicht curriculumcomponenten

<p>Eindtermen basisvorming:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eindtermen basisvorming dubbele finaliteit
<p>Cesuurdoelen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wiskunde - Fysica - STEM
<p>Beroepskwalificaties: set van ingedaalde doelen uit de beroepskwalificaties:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elektrotechnicus - Technicus industriële elektriciteit - Techniker industriële lijnautomatisatie - Datacommunicatie en netwerktechniker - Elektronicatechniker

3.2. Eindtermen basisvorming

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

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

www.onderwijsdoelen.be.

3.3. Cesuurdoelen

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

▪ Overzicht wetenschapsdomeinen

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

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

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

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

	elektrotechnieken	Industriële ICT	Elektronicotechnieken
<i>Algemene doorstroomcompetenties</i>	<i>Generieke doorstroomcompetenties</i>	<i>Generieke doorstroomcompetenties</i>	<i>Generieke doorstroomcompetenties</i>
Wiskunde	Toegepaste wiskunde: Goniometrie en vectoren <i>Uitgebreide analyse en algebra</i> Uitgebreide ruimtemeekunde	Toegepaste wiskunde: Goniometrie en vectoren <i>Uitgebreide analyse en algebra</i> Uitgebreide ruimtemeekunde	Toegepaste wiskunde: Goniometrie en vectoren <i>Uitgebreide analyse en algebra</i> Uitgebreide ruimtemeekunde
<i>Informaticawetenschappen</i>	<i>Toegepaste informaticawetenschappen: Software bewerken</i>	<i>Toegepaste informaticawetenschappen: Software bewerken</i>	<i>Toegepaste informaticawetenschappen: Software bewerken</i>
Fysica	Toegepaste fysica: Basis toegepaste fysica Toegepaste elektriciteit en elektronica Toegepaste mechanica	Toegepaste fysica: Basis toegepaste fysica Toegepaste elektriciteit en elektronica	Toegepaste fysica: Basis toegepaste fysica Toegepaste elektriciteit en elektronica Toegepaste mechanica
STEM	Gevorderde STEM	Gevorderde STEM	Gevorderde STEM

OPMERKING: deze cesuurdoelen zijn identiek aan de cesuurdoelen van elektromechanische technieken en voertuigtechnieken

▪ [Wiskunde-Toegepaste wiskunde: goniometrie en vectoren](#)

Uitgangspunt van dit onderdeel:

Dit onderdeel is een verbreding van de bouwstenen "Inzicht ontwikkelen in en omgaan met ruimte en vorm: meetkunde en metend rekenen" en "Inzicht ontwikkelen in en omgaan met relatie en verandering: zoals algebra, analyse en discrete structuren", ten dienste van toepassingen. Het doel is een grotere wiskundige gereedschapskist te ontwikkelen die aangewend kan worden in concrete wetenschappelijke en technische contexten.

Dit pakket biedt zowel een uitbreiding van de beperkte goniometrie uit de basisvorming met de algemene sinusfunctie en verwante hoeken als een kennismaking met de vectorrekening.

*6.5.1	Doelzin
	De leerlingen definiëren goniometrische getallen van georiënteerde hoeken
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	- Vakterminologie en notaties inherent aan de afbakening van het cesuurdoel
	*Conceptuele kennis
	- Georiënteerde hoek - Goniometrische cirkel - Goniometrische getallen
	Met inbegrip van context
	* Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.
	Met inbegrip van dimensies eindterm
*Cognitieve dimensie	Begrijpen

*6.5.3	Doelzin
	De leerlingen rekenen met vectoren in het vlak.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	- Vakterminologie en notaties inherent aan de afbakening van het cesuurdoel
	*Conceptuele kennis
	- Vector, nulvector, tegengestelde vector - Coördinaten, orthonormaal assenstelsel, eenheidsvector - Richting, zin, grootte van een vector - Verband met verschuivingen - Ontbinding van een vector in zijn componenten - Hoek tussen twee vectoren - Bewerkingen met vectoren: optelling, vermenigvuldiging met een reëel getal
	*Procedurele kennis
	- Grafisch en via berekening > Uitvoeren van bewerkingen met vectoren: optelling, vermenigvuldiging met een reëel getal > Bepalen van de grootte van een vector > Ontbinden van een vector in zijn componenten in een assenstelsel
	Met inbegrip van context
* Het cesuurdoel wordt zowel met als zonder context gerealiseerd.	
Met inbegrip van dimensies eindterm	
*Cognitieve dimensie	Toepassen

▪ [Wiskunde-Toegepaste wiskunde: uitgebreide ruimtemeetkunde](#)

Uitgangspunt van dit onderdeel:

Dit onderdeel is bedoeld om het ruimtelijk inzicht te versterken van leerlingen die binnen hun studierichting driedimensionale objecten ontwerpen, maken of bestuderen. Zo is dit pakket complementair aan de ruimtemeetkunde in de basisvorming. Als inhoud komen aan bod: tweedimensionale voorstellingen van driedimensionale situaties en omtrek, oppervlakte en inhoud/volume van objecten.

*6.7.1	Doelzin
	De leerlingen analyseren betekenisvolle 3D-situaties en bijbehorende 2D-voorstellingen.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	- Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesuurdoel
	*Conceptuele kennis
	- 2D-voorstellingswijzen van 3D-situaties zoals aanzichten, perspectieftekeningen, ontwikkelingen, doorsneden, projecties - Verlies van informatie bij 2D-voorstellingen van 3D-situaties - Meetkundige objecten en relaties
	*Procedurele kennis
	- Aflezen, meten, schatten en berekenen van maten uit een 2D-voorstelling van een 3D-situatie - Beschrijven van een 3D-situatie a.d.h.v. een of meerdere 2D-voorstellingen - Tekenen van een 2D-voorstelling van een 3D-situatie, met functioneel gebruik van ICT - Interpreteren van 2D-voorstellingen van een 3D-situatie
	Met inbegrip van context
	* Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd. * Het cesuurdoel wordt gerealiseerd met kenniselementen met betrekking tot meetkundige objecten en relaties uit de eindtermen basisvorming van de eerste graad A-stroom en de tweede graad dubbele finaliteit.
Met inbegrip van dimensies eindterm	
*Cognitieve dimensie	Analyseren

*6.7.2	Doelzin
	De leerlingen berekenen in betekenisvolle situaties omtrek, oppervlakte en inhoud of volume van meetkundige figuren.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	- Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesuurdoel
	*Conceptuele kennis
	- Omtrek en oppervlakte: driehoek, trapezium, parallellogram, ruit, rechthoek, vierkant en cirkel - Oppervlakte: kubus, balk, recht prisma, cilinder, bol - Inhoud of volume: kubus, balk, prisma, piramide, cilinder, bol, kegel
	*Procedurele kennis
	- Berekenen van de omtrek en de oppervlakte van een driehoek, een trapezium, een parallellogram, een ruit, een rechthoek, een vierkant, een cirkel - Berekenen van de oppervlakte van een kubus, een balk, een recht prisma, een cilinder, een bol - Berekenen van de inhoud of het volume van een kubus, een balk, een prisma, een piramide, een cilinder, een bol, een kegel
	Met inbegrip van context
	* Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.
Met inbegrip van dimensies eindterm	
*Cognitieve dimensie	Toepassen

▪ **Fysica-Toegepaste fysica: basis toegepaste fysica**

Uitgangspunt van dit onderdeel:

In combinatie met de eindtermen basisvorming fysica leggen deze specifieke eindtermen een gedegen basis voor het begrip en gebruik van concepten, technieken en denkwijzen uit de fysica. De leerlingen verdiepen en verbreden hun kennis en vaardigheden. Er wordt bij relevante eindtermen aandacht besteed aan wiskundige modellen (zoals vergelijkingen, grafieken en goniometrische getallen) en hun interpretatie. Dit bouwblok bevat een breed spectrum aan onderwerpen: elektromagnetisme, mechanica, thermodynamica, trillingen en golven. Alle andere bouwblokken uit 'toegepaste fysica' bouwen verder op dit basisbouwblok.

*11.12.1	Doelzin
	De leerlingen analyseren concepten met betrekking tot verschillende takken van de fysica kwantitatief.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder verplaatsing, snelheid, weerstand, geleidbaarheid, arbeid, kracht, energie - Formules: > Weerstand $R=U/I$ > Geleidbaarheid $G=I/U$ > Verplaatsing bij constante snelheid $\Delta x=v \cdot \Delta t$ > Arbeid geleverd door een constante kracht $W=F \cdot \Delta x \cdot \cos\alpha$ > Ideale gaswet $p \cdot V=n \cdot R \cdot T$
	*Conceptuele kennis
	- Grootheden en concepten m.b.t. de eindtermen basisvorming wetenschappen tweede graad dubbele finaliteit - Grootheden en concepten m.b.t. de formules - Recht evenredig verband, omgekeerd evenredig verband, zuiver kwadratisch verband - Richtingscoëfficiënt - Verband tussen een formule en een grafiek - Formules m.b.t. mechanica > Verplaatsing bij constante snelheid $\Delta x=v \cdot \Delta t$ > Arbeid geleverd door een constante kracht $W=F \cdot \Delta x \cdot \cos\alpha$ > Kinetische energie $E=1/2 \cdot m \cdot v^2$, gravitationele energie $E=m \cdot g \cdot h$ en elastische energie $E=1/2 \cdot k \cdot (\Delta \ell)^2$ - Formules m.b.t. thermodynamica > Ideale gaswet $p \cdot V=n \cdot R \cdot T$
	*Procedurele kennis
	- Gebruiken van een formularium - Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere - Schetsen van een grafiek - Interpreteren van het verband tussen twee grootheden, waarbij de andere grootheden constant zijn, a.d.h.v. de grafiek en a.d.h.v. de formule - Berekenen van een richtingscoëfficiënt
	Met inbegrip van context
	* Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd. * Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.
	Met inbegrip van dimensies eindterm
*Cognitieve dimensie	Analyseren

*11.12.2	Doelzin
	De leerlingen analyseren het effect van inwerkende krachten op de bewegingsverandering van een systeem kwalitatief en kwantitatief aan de hand van de drie wetten van Newton.

Met inbegrip van kennis	
*Feitenkennis	
<ul style="list-style-type: none"> - Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van de specifieke eindterm waaronder kracht, snelheid, versnelling - Vectoriële formule voor de tweede wet van Newton $F=m \cdot a$ 	
*Conceptuele kennis	
<ul style="list-style-type: none"> - Vector > Grootte, richting, zin > Samenstelling van vectoren - Kracht, snelheid en versnelling als vectoriële grootheden - Soorten krachten: normaalkracht, wrijvingskracht, veerkracht, zwaartekracht, gravitatiekracht - Formules voor de grootte van krachten: wrijvingskracht $F_w = \mu \cdot F_n$, zwaartekracht $F = m \cdot g$ - Samenstelling van krachten, resulterende kracht - Snelheid en versnelling - Dynamische effecten van een kracht: versnellen, vertragen, van richting veranderen - Drie wetten van Newton inclusief vectoriële formule $F = m \cdot a$ - Centripetaalkracht bij een eenparig cirkelvormige beweging inclusief formule voor de grootte ervan $F = m \cdot v^2 / r$ 	
*Procedurele kennis	
<ul style="list-style-type: none"> - Werken met vectoriële grootheden > Bepalen van de richting en de zin van een vectoriële grootheid > Samenstellen van vectoren # Grafisch in één en twee dimensies # Via berekening in één dimensie - Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere - Gebruiken van een formularium 	
Met inbegrip van context	
<ul style="list-style-type: none"> * Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd. * Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. 	
Met inbegrip van dimensies eindterm	
*Cognitieve dimensie	Analyseren

▪ **Fysica-Toegepaste fysica: toegepaste elektriciteit en elektronica**

Uitgangspunt van dit onderdeel:

De leerlingen krijgen de basis van de elektrostatica, de elektrodynamica, het elektromagnetisme en de elektronica. Contexten kunnen variëren i.f.v. de studierichting van de leerlingen. Er wordt bij relevante eindtermen aandacht besteed aan wiskundige modellen (zoals vergelijkingen, stelsels, goniometrische getallen, vectoren, functies) en hun interpretatie. Concepten m.b.t. elektriciteit en magnetisme worden behandeld a.d.h.v. krachten en velden. De nadruk ligt op het gebruiken van concepten om fenomenen en toepassingen te verklaren. Verder worden gelijk- en wisselstroomkringen met weerstanden, spoelen en condensatoren (m.i.v. driefasige spanning) behandeld. Eveneens worden concepten uit de elektronica en het gedrag van analoge en digitale componenten gebruikt binnen een blackboxbenadering. Er is verder aandacht voor het samenstellen en gebruiken van elektronische schakelingen met programmeerbare stureenheden, sensoren en actuatoren.

*11.13.1	Doelzin
	De leerlingen gebruiken de concepten kracht en veld kwalitatief en kwantitatief om elektromagnetische fenomenen en toepassingen ervan te verklaren.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis

	- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder lading, kracht, elektrische veldsterkte, elektrische potentiaal, elektrische spanning, magnetische inductie
	*Conceptuele kennis
	- Het elektrisch veld > Coulombkracht > Elektrische veldsterkte als vectoriële grootheid, elektrische veldlijnen en het verband tussen die twee > Elektrische potentiaal en elektrische spanning - Het magnetisch veld > Magnetische inductie als vectoriële grootheid, magnetische veldlijnen en het verband tussen die twee > Magnetische inductie bij een stroomvoerende rechte geleider en bij een stroomvoerende spoel inclusief formules voor de groottes ervan $B = \mu \cdot I / (2\pi \cdot r)$ en $B = \mu \cdot I \cdot N / \ell$ > Kracht op een stroomvoerende geleider in een magnetisch veld inclusief formule voor de grootte ervan $F = B \cdot \ell \cdot I \cdot \sin\alpha$ - Het fenomeen elektromagnetische inductie > Magnetische flux > Wetten van Lenz en Faraday > Inductiespanning inclusief formule voor gemiddelde inductiespanning $U = -N \cdot \Delta\Phi / \Delta t$
	*Procedurele kennis
	- Schetsen van vectoren en grafieken - Bepalen van de richting en de zin van een vectoriële grootheid - Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere - Gebruiken van een formularium - Oplossen van problemen m.b.t. elektromagnetisme
	Met inbegrip van context
	* Het cesuurdoel wordt met studierichtingspecifieke context gerealiseerd. * Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.
	Met inbegrip van dimensies eindterm
	*Cognitieve dimensie Toepassen

*11.13.2	Doelzin
	De leerlingen gebruiken concepten met betrekking tot elektrische gelijkstroomkringen kwalitatief en kwantitatief om het gedrag ervan in toepassingen te verklaren.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder lading, spanning, stroomsterkte, vermogen, zelfinductie, capaciteit, weerstand, geleidbaarheid - Symbolen en regels voor schematische voorstellingen inherent aan de afbakening van het cesuurdoel -Formules > Gemiddelde stroomsterkte $I = \Delta Q / \Delta t$ > Weerstand $R = U / I$ > Geleidbaarheid $G = I / U$ - Wet van Ohm
	*Conceptuele kennis
	- Gelijkstroomkringen - Conventionele en werkelijke stroomzin - Elektrische lading (Q) - Stroomsterkte inclusief formule voor gemiddelde stroomsterkte $I = \Delta Q / \Delta t$ - Weerstand: concept, fysieke component en grootheid inclusief formule $R = U / I$ - Geleidbaarheid inclusief formule $G = I / U$

	<ul style="list-style-type: none"> - Wet van Ohm - Wet van Pouillet inclusief formule $R=\rho \cdot \ell / A$ - Joule-effect inclusief formule $Q=R \cdot I^2 \cdot \Delta t$ - Vermogen inclusief formule $P=U \cdot I$ - Serie- en parallelschakeling van weerstanden > Substitutieweerstand > Onbelaste spanningsdeler > Verdelingswetten voor spanning en stroomsterkte - Spoel, zelfinductie inclusief formule voor gemiddelde spanning $U=-L \cdot \Delta I / \Delta t$ - Condensator, capaciteit van een condensator inclusief formule $C=Q/U$
	*Procedurele kennis
	<ul style="list-style-type: none"> - Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere - Gebruiken van een formularium - Oplossen van gemengde schakelingen van weerstanden en één spanningsbron in gelijkstroomkringen
	Met inbegrip van context
	<ul style="list-style-type: none"> * Het cesuurdoel wordt met studierichtingspecifieke context gerealiseerd. * Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.
	Met inbegrip van dimensies eindterm
	*Cognitieve dimensie Toepassen

*11.13.3	Doelzin
	De leerlingen gebruiken elektronische componenten en programmeerbare stureenheden om praktische problemen op te lossen.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	<ul style="list-style-type: none"> - Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder sensor, actuator - Symbolen en regels voor schematische voorstellingen inherent aan de afbakening van het cesuurdoel
	*Conceptuele kennis
	<ul style="list-style-type: none"> - Elektronische schakelingen met digitale componenten - Gedrag van digitale componenten zoals logische poorten, geheugenelementen, tellers - Programmeerbare stureenheden zoals een microprocessor, een PLC, een pc - Gedrag van sensoren en actuatoren
	*Procedurele kennis
	<ul style="list-style-type: none"> - Minimaliseren van digitale logica - Interpreteren van technische data i.f.v. vooropgestelde criteria - Teken, interpreteren en simuleren van elektronische schakelingen met software - Programmeren van een programmeerbare stureenheid - Visualiseren van signalen i.f.v. de tijd met software of met een oscilloscoop
	Met inbegrip van context
	<ul style="list-style-type: none"> * Het cesuurdoel wordt met studierichtingspecifieke context gerealiseerd. * Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.
	Met inbegrip van dimensies eindterm
	*Cognitieve dimensie Toepassen

Geel gemarkeerd: Geschrapd op basis van de amendementen van 29/01/21

*** Fysica-Toegepaste fysica: toegepaste mechanica**

Uitgangspunt van dit onderdeel:

De leerlingen krijgen de basis van kinematica, dynamica, statica, arbeid en energie, fluidomechanica en sterkteleer. Er wordt bij relevante eindtermen aandacht besteed aan wiskundige modellen (zoals vergelijkingen, stelsels, goniometrische getallen, vectoren en functies) en hun interpretatie. Contexten kunnen variëren i.f.v. de studierichting van de leerlingen (bijvoorbeeld mechanismen, hydraulische systemen en voertuigen). De basis van kinematica, dynamica en statica van puntmassa's en starre lichamen komt aan bod. De voorwaarden voor evenwicht worden opgesteld a.d.h.v. momenten en krachten. De concepten arbeid en behoud van energie komen aan bod. De nadruk ligt op het gebruik van concepten om fenomenen en toepassingen te verklaren. In de sterkteleer worden mechanische spanningen bij structuren (zoals draagbalken, draaiarmen en profielen) geanalyseerd. Er wordt ook dieper en breder ingegaan op de fluidostatica en -dynamica. Enerzijds worden de concepten debiet, stroom en druk behandeld. Anderzijds zullen (elektro)hydraulische of (elektro)pneumatische schakelingen behandeld worden m.b.v. software en a.d.h.v. technische data.

*11.14.1	Doelzin
	De leerlingen gebruiken concepten met betrekking tot de verticale worp en de eenparig cirkelvormige beweging kwalitatief en kwantitatief.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan het cesuurdoel waaronder verplaatsing, afgelegde weg, snelheid, versnelling
	*Conceptuele kennis
	- Puntmassa en star lichaam
	- Rotatie en translatie
	- Zwaartepunt
	- Kinematica van puntmassa's
	> Positie, verplaatsing, snelheid en versnelling als vectoriële grootheden
	> Onderscheid tussen verplaatsing en afgelegde weg
	> Gemiddelde snelheid en gemiddelde versnelling inclusief formules $v_g = \Delta x / \Delta t$ en $a_g = \Delta v / \Delta t$
	> Ogenblikkelijke snelheid en ogenblikkelijke versnelling
	> Positie en snelheidsfunctie
	- Verbanden tussen de beweging en grafieken:
	> Worp: $x(t)$, $v_x(t)$, $a_x(t)$
	> ECB: $v(t)$, $a(t)$
	- Formules m.b.t. de verticale worp en de eenparig cirkelvormige beweging
	*Procedurele kennis
	- Schetsen van een grafiek
	- Werken met vectoriële grootheden
	> Bepalen van de richting en de zin van een vectoriële grootte
	> Ontbinden van een vector in zijn componenten: grafisch en via berekening
	- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
	- Gebruiken van een formulairum
	- Oplossen van problemen m.b.t. kinematica
	Met inbegrip van context
	* Het cesuurdoel wordt met studierichtingspecifieke context gerealiseerd.
	* Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.
	Met inbegrip van dimensies eindterm
	*Cognitieve dimensie Toepassen

*11.14.2	Doelzin
	De leerlingen gebruiken concepten met betrekking tot statica en dynamica kwalitatief en kwantitatief om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	– Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder kracht, krachtmoment
	*Conceptuele kennis
	– Puntmassa en star lichaam – Rotatie en translatie – Zwaartepunt en massa traagheidsmoment – Krachten, krachtmomenten en koppels – Wrijvingskracht en normaalkracht inclusief formule voor het verband tussen de groottes ervan $F_w = \mu \cdot F_n$ – Krachtenbalans, resulterende kracht – Drie wetten van Newton inclusief vectoriële formule $F = m \cdot a$ – Krachtmoment inclusief formule voor de grootte ervan $M = r \cdot F \cdot \sin \alpha$ – Momentenbalans, resulterend krachtmoment – Statisch en dynamisch evenwicht
	*Procedurele kennis
	– Werken met vectoriële grootheden > Bepalen van de richting en de zin van een vectoriële grootte > Ontbinden van een vector in zijn componenten: grafisch en via berekening > Samenstellen van vectoren: grafisch en via berekening – Opstellen van de krachten- en momentenbalans inclusief schets – Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere – Gebruiken van een formularium – Oplossen van problemen m.b.t. statica en dynamica
	Met inbegrip van context
	* Het cesuurdoel wordt met studierichtingspecifieke context gerealiseerd. * Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI eenheden worden behandeld.
	Met inbegrip van dimensies eindterm
	*Cognitieve dimensie Toepassen

*11.14.3	Doelzin
	De leerlingen gebruiken de concepten arbeid, energie en het verband ertussen om energieomzettingen te kwantificeren.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	– Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder arbeid, energie, warmte – Formule voor arbeid geleverd door een constante kracht $W = F \cdot \Delta x \cdot \cos \alpha$
	*Conceptuele kennis
	– Arbeid geleverd door een constante kracht inclusief formule $W = F \cdot \Delta x \cdot \cos \alpha$ – Arbeid-energiethorema – Soorten energie inclusief formules: kinetische energie $E = 1/2 \cdot m \cdot v^2$, gravitationele energie $E = m \cdot g \cdot h$, elastische energie $E = 1/2 \cdot k \cdot (\Delta l)^2$ – Rendement en vermogen inclusief formules voor rendement $\eta = E_{\text{nuttig}} / E_{\text{totaal}}$ en gemiddeld vermogen $P = \Delta E / \Delta t$ – Wet van behoud van energie

–Warmte
–Energiedissipatie
*Procedurele kennis
–Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
–Gebruiken van een formularium
–Oplossen van kwantitatieve problemen m.b.t. arbeid en energieomzettingen
Met inbegrip van context
* Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.
* Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.
Met inbegrip van dimensies eindterm
*Cognitieve dimensie Toepassen

*11.14.4	Doelzin
	De leerlingen gebruiken concepten met betrekking tot de vloeistofmechanica kwalitatief en kwantitatief om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren.
	Met inbegrip van kennis
	*Feitenkennis
	–Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder vloeistof
	–Formules
	> Druk $p = F/A$
	> Gemiddeld debiet $Q = \Delta V / \Delta t$
	> Ideale gaswet inclusief formule $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$
	*Conceptuele kennis
	–Vloeistof, gassen, vloeistoffen
	–(On)samendrukbaarheid van vloeistof
	–Druk in en op vloeistof inclusief formule $p = F/A$, drukverschil als oorzaak van een stroom
	–Overdruk, onderdruk, atmosferische druk
	–Ideale gaswet inclusief formule $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$
	–Beginsel van Pascal
	–Debiet inclusief formule voor gemiddeld debiet $Q = \Delta V / \Delta t$
	–Oorzakelijk verband tussen drukverschil en debiet
	–Vermogen inclusief formule $P = \Delta p \cdot Q$
	–Schakelingen
	> Ofwel hydraulische ofwel elektrohydraulische ofwel pneumatische ofwel elektropneumatische schakelingen
	> Met componenten zoals pompen, ventielen, cilinders, smookkleppen
	> Eigenschappen van componenten
	*Procedurele kennis
	–Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
	–Gebruiken van een formularium
	–Interpreteren van technische data van de gebruikte componenten
	–Schakelen van ofwel hydraulische ofwel elektrohydraulische ofwel pneumatische ofwel elektropneumatische componenten
	–Tekenen, interpreteren en simuleren van schakelingen met software
	–Oplossen van problemen m.b.t. vloeistofmechanica
	Met inbegrip van context
	* Het cesuurdoel wordt met studierichtingspecifieke context gerealiseerd.
	* Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.

Met inbegrip van dimensies eindterm	
*Cognitieve dimensie	Toepassen

▪ **STEM-gevorderde STEM**

Uitgangspunt van dit onderdeel:

In de basisvorming hebben leerlingen kunnen kennismaken met het oplossen van problemen door integratie van wiskunde, wetenschappen en techniek. In dit onderdeel worden leerlingen geconfronteerd met een technisch probleem waarbij het zoeken naar een kwaliteitsvolle oplossing vooropstaat. Denken op systeemniveau, het specificeren van criteria waaraan een oplossing moet voldoen, prototypes ontwerpen, evalueren en testen, evidence based optimaliseren van criteria en verfijnen van een ontwerp ... komen hierbij aan bod. Hiervoor zijn kennis en inzicht uit wiskunde, wetenschappen, techniek en computationele vaardigheden noodzakelijk en wordt de leerlingen aangeleerd die kennis en vaardigheden gecombineerd in te zetten.

*12.2.1	Doelzin
	De leerlingen ontwikkelen een oplossing voor een technisch probleem door inzichten, concepten en vaardigheden uit verschillende STEM-disciplines geïntegreerd toe te passen.
	Met inbegrip van kennis
	*Conceptuele kennis
	- Wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en computationele concepten uit de studierichtingspecifieke cesuurdoelen - Technisch proces
	*Procedurele kennis
	- Definiëren van het probleem, de behoefte - Bepalen van criteria en specificaties - Opstellen van een planning - Bedenken van mogelijke technische modellen rekening houdend met de bepaalde criteria en de bepaalde specificaties - Analyseren van de oplossingen om een optimaal ontwerp te selecteren - Realiseren van het prototype met richtingspecifieke materialen, systemen en technieken - Testen en evalueren van het prototype aan de hand van opgestelde modellen, de bepaalde criteria en de bepaalde specificaties - Toepassen van een iteratief technisch proces - Toepassen van wetenschappelijke onderzoeksmethoden om gefundeerde beslissingen te nemen - Toepassen van computationele vaardigheden zoals het opstellen van een flowchart (stroomdiagram), programmeren, modelleren en simuleren aan de hand van ICT - Geïntegreerd toepassen van wiskundige, wetenschappelijke, technologische en computationele inzichten, concepten en vaardigheden - Toepassen van reflectievaardigheden
	Met inbegrip van context
	* De technische problemen zijn gerelateerd aan een technisch systeem. * Elke STEM-discipline komt tenminste met één andere STEM-discipline geïntegreerd aan bod. * Het cesuurdoel wordt met studierichtingspecifieke context gerealiseerd.
	Met inbegrip van dimensies eindterm
	*Cognitieve dimensie Creëren
	*Psychomotorische dimensie Een vaardigheid uitvoeren na instructie of uit het geheugen: de meest essentiële elementen van de beweging/handeling zijn aanwezig, maar nog niet consequent.

3.4. Set van ingedaalde doelen uit de beroepskwalificaties

3.4.1. Overzicht van de betrokken beroepskwalificaties

Wat je moet kennen en kunnen om een beroep uit te oefenen is vastgelegd in een beroepskwalificatie (BK). Alle beroepskwalificaties kan je vinden op de webpagina van de Vlaamse Kwalificatiestructuur van Onderwijs Vlaanderen.

https://app.akov.be/pls/pakov/f?p=VLAAMSE_KWALIFICATIESTRUCTUUR:BEROEPSKWALIFICATIE_ZOEKEN:::RP::

Voor de 2^{de} graad zijn een aantal doelstellingen geselecteerd van één of meerdere beroepskwalificaties. De selectie komt uit een brede waaier aan beroepskwalificaties omdat leerlingen in deze graad nog van verschillende aspecten kunnen proeven. Het is pas in de 3^{de} graad dat de specialisatie wordt doorgedreven en alle beschreven competenties van die specifieke beroepskwalificatie moeten worden behaald. Hieronder staan de doelstellingen die leerlingen op het einde van de 2^{de} graad moeten behalen voor de opleiding van dit dossier.

	elektrotechnieken	Industriële ICT	Elektronicotechnieken
Beroepskwalificaties	Elektrotechnicus Technicus industriële elektriciteit	Datacommunicatie en netwerktechnieker Technieker industriële lijnautomatisatie	Elektronicotechnieker

▪ Elektrotechnicus

Omschrijving van deze beroepskwalificatie:

De elektrotechnicus monteert en plaatst leidingen en dozen, trekt draden en kabels, plaatst en sluit elektrische componenten aan in de verschillende borden, zoekt fouten en voert herstellingen uit conform het AREI teneinde de elektrische installatie te realiseren en in bedrijf te stellen.

▪ Technicus industriële elektriciteit

Omschrijving van deze beroepskwalificatie:

De technicus industriële elektriciteit voert onderhoud uit op installaties en materialen op basis van werkinstructies, elektrische plannen en schema's, draagt bij tot het zoeken van storingen en voert herstellingen uit van elektrotechnische delen van installaties teneinde over te gaan tot het preventief en correctief onderhoud van elektrische installaties.

▪ Technicus industriële lijnautomatisatie

Omschrijving van deze beroepskwalificatie:

Realiseert en behoudt de werking van processor gestuurde productielijnen teneinde te voldoen aan de vooropgestelde specificaties en de continuïteit van de installatie te verzekeren

▪ Datacommunicatie en netwerktechnieker

Omschrijving van deze beroepskwalificatie:

De datacommunicatie- en netwerktechnieker staat in voor het installeren en herstellen van data- en communicatienetwerken en randapparatuur volgens de voorgeschreven opdracht teneinde een performant netwerk voor de gebruikers te verzekeren.

▪ Elektronicatechnieker

Omschrijving van deze beroepskwalificatie:

De elektronicatechnieker bestuurt manueel of machinaal gedrukte schakelingen met componenten door toepassing van soldeertechnieken, bouwt elektronische eenheden samen op basis van instructies en schema's, regelt componenten en elektronische eenheden af, modificeert en herstelt teneinde een elektronisch eindproduct af te leveren in overeenstemming met de gestelde productspecificaties.

3.4.2 Set van ingedaalde doelen

Deel 1 Onderbouwende specifieke competenties	
1.1	Werken in een teamverband (organisatiecultuur, communicatie, procedures)
1.2	Kwaliteitsbewust handelen
1.3	Economisch en duurzaam handelen
1.4	Veilig, ergonomisch en hygiënisch handelen
Deel 2 Specifieke beroepsgerichte competenties	
Competenties eigen aan het vakgebied	
2.1	De leerlingen raadplegen technische dossiers.
2.2	De leerlingen lezen technische tekeningen zoals mechanisch 3D, constructie, grondplannen, elektrisch, (elektro)pneumatisch en (elektro)hydraulisch met inbegrip van kennis van: symbolen en normen.
2.3	De leerlingen maken technische tekeningen zoals mechanisch 3D, constructie, grondplannen, elektrisch, (elektro)pneumatisch en (elektro)hydraulisch met inbegrip van kennis van: symbolen en normen.
2.4	De leerlingen controleren de staat van de machines en gereedschappen voor gebruik met aandacht voor: onderhoudstechnieken van gereedschappen en materieel.
2.5	De leerlingen gebruiken machines en gereedschappen.
2.6	De leerlingen gebruiken meetinstrumenten zoals multimeter, ampèretang, isolatiemeter, drukmeter, schuifmaat, koppelmeter, temperatuurmeter, meetkaliber, diagnoseapparatuur met inbegrip van kennis van: controle- en meettechnieken.
2.7	De leerlingen passen borg-, verbindings-, montage- en demontagetechneken toe zoals solderen, schroeven, bout-moer, pennen, lijmen, dichtingen.
Competenties eigen aan de studierichting	
Competenties gericht op de voorbereiding van een opdracht	
2.8	De leerlingen analyseren de opdracht en leggen de volgorde van werkzaamheden vast met aandacht voor: regelgeving, normen, technische voorschriften en aanbevelingen.
2.9	De leerlingen voeren voorbereidende werkzaamheden uit met aandacht voor: regelgeving, normen, technische voorschriften en aanbevelingen.
Competenties gericht op installatie	
2.10	De leerlingen zetten leidingstracés uit.
2.11	De leerlingen monteren en plaatsen leidingen, buizen, kanalisaties, opbouwdozen.

2.12	De leerlingen leggen kabels en trekken draden met inbegrip van kennis van: het AREI; soorten kabels en draden.
2.13	De leerlingen plaatsen een aardingsysteem en sluiten het aan met inbegrip van kennis van: het AREI.
Competenties gericht op onderhoudsacties	
2.14	De leerlingen voeren preventieve onderhoudsacties uit zoals het onderhouden van onderdelen, componenten, materialen, systemen of gereedschappen met aandacht voor: onderhoudsinstructies.
2.15	De leerlingen gebruiken elektrische, mechanische, (elektro-)pneumatische componenten en onderdelen om te (de)monteren, aan te sluiten of te vervangen met aandacht voor: de werking van de component of het onderdeel; onderhoudsinstructies.
2.16	De leerlingen realiseren elektrische schakelingen volgens schema. met inbegrip van kennis van: het AREI.
2.17	De leerlingen realiseren (elektro-)pneumatische schakelingen volgens schema.
2.18	De leerlingen programmeren logische stuurmodules. met aandacht voor: software voor programmeerbare logische stuureenheden.
Competenties gericht op diagnose van eenvoudige defecten of storingen	
2.19	De leerlingen beoordelen de werking van onderdelen en componenten met inbegrip van kennis van: werking, componenten en onderdelen van een elektrische installatie; elektropneumatische installatie; datacommunicatie en netwerkverbindingen.
2.20	De leerlingen herkennen visuele (roest, verkleuring, ...) en auditieve kenmerken van slijtage en defecten.
2.21	De leerlingen diagnosticeren eenvoudige defecten of storingen met inbegrip van kennis van: controle- en meetmethoden.
2.22	De leerlingen testen een eigen installatie met inbegrip van kennis van: het AREI.

4. Bronnen en verwijzingen

- www.kwalificatiesencurriculum.be/opleidingen : website waarop je matrix kan raadplegen
- www.onderwijsdoelen.be : website met laatste versies van de eindtermen
- www.vlaamsekwalificatiestructuur.be/kwalificatiedatabank : website van de Vlaamse kwalificatiestructuur
- www.ovsg.be/leerplannen/secundair-onderwijs : OVSG-website met servicedocumenten, screencasts, opleidingen ...