

**FYSICA**  
**TWEEDE GRAAD TSO**  
**PLANT-, DIER- EN MILIEUTECHNIEKEN**

---

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

VVKSO – BRUSSEL D/2015/7841/023  
Vervangt voor deze studierichting leerplan D/2012/7841/088  
vanaf 1 september 2015



Vlaams Verbond van het Katholiek Secundair Onderwijs  
Guimardstraat 1, 1040 Brussel

---



# Inhoud

1	Beginsituatie.....	3
2	Leerlijnen.....	4
2.1	De vormende lijn voor natuurwetenschappen .....	5
2.2	Leerlijnen natuurwetenschappen van eerste graad over de tweede graad naar de derde graad .....	6
2.3	Leerlijn (en mogelijke timing) fysica binnen de tweede graad tso Plant-, dier- en milieutechnieken....	10
3	Algemene pedagogisch-didactische wenken .....	12
3.1	Leeswijzer bij de doelstellingen .....	12
3.2	Leerplan versus handboek .....	13
3.3	Taalgericht vakonderwijs .....	13
3.4	ICT.....	14
4	Algemene doelstellingen .....	16
4.1	Onderzoekend leren.....	16
4.2	Wetenschap en samenleving.....	17
4.3	Meten, meetnauwkeurigheid en grafieken .....	19
5	Leerplandoelstellingen .....	20
5.1	Eerste leerjaar van de tweede graad .....	20
5.2	Tweede leerjaar van de tweede graad.....	30
6	Minimale materiële vereisten.....	38
6.1	Infrastructuur.....	38
6.2	Uitrusting .....	38
6.3	Basismateriaal .....	38
6.4	Specifiek materiaal.....	39
6.5	Chemicaliën.....	40
6.6	ICT-toepassingen.....	40
6.7	Tabellen.....	40
6.8	Veiligheid en milieu .....	40
7	Evaluatie .....	41
7.1	Inleiding .....	41
7.2	Leerstrategieën .....	41
7.3	Proces- en productevaluatie.....	41
8	Eindtermen.....	42

# 1 Beginsituatie

Alle leerlingen hebben de eerste graad A-stroom voltooid waarbij zij dezelfde basisvorming hebben gekregen. Voor wetenschappen werd hierbij het leerplan Natuurwetenschappen gerealiseerd.

In de eerste graad A-stroom zijn een aantal grondige wijzigingen doorgevoerd in de wetenschappelijke vorming. Biologie werd vervangen door Natuurwetenschappen waarbij er naast de biologische leerlijn ook aandacht is voor de brede wetenschappelijke vorming. Ook aspecten van de niet-levende natuur kwamen aan bod zoals het deeltjesmodel en de begrippen energie, kracht, straling.

Naast de basisvorming hebben de leerlingen van de eerste graad ook een bepaalde basisoptie gevolgd waarbij bepaalde aspecten werden verkend of uitgediept. Zo hebben sommige leerlingen via de basisopties Moderne wetenschappen, Techniek-wetenschappen of Agro- en biotechnieken reeds ruimer kennis gemaakt met de natuurwetenschappelijke methode.

## **De startende leerling in de tweede graad aso, tso, kso**

Uit het voorgaande blijkt dat de leerling die start in de tweede graad geen onbeschreven blad is op gebied van natuurwetenschappelijke vorming. We moeten er wel van uit gaan dat er grote verschillen zijn tussen de leerlingen van de tweede graad. Het beheersingsniveau van de individuele leerling, de gekozen basisoptie in de eerste graad, de interesses ... maken dat de natuurwetenschappelijke voorkennis niet voor alle leerlingen gelijk is. De basisdoelstellingen van het leerplan Natuurwetenschappen eerste graad A-stroom leggen echter wel het minimale niveau vast voor alle leerlingen.

## **De startende leerling in de tweede graad tso Plant-, dier- en milieutechnieken**

Als de eerste graad haar observerende en oriënterende rol heeft waargemaakt, mogen we er van uit gaan dat de leerling die start in de studierichting Plant-, dier- en milieutechnieken interesse heeft voor praktische toepassingen van natuurwetenschappen. Nieuwe kennis, inzichten en vaardigheden worden aangebracht vertrekkend vanuit praktische voorbeelden en/of concrete praktijksituaties. Daarnaast zal deze leerling op wetenschappelijk en wiskundig vlak de nodige competenties (kennis, vaardigheden, attitudes) beheersen om met succes deze richting te volgen.

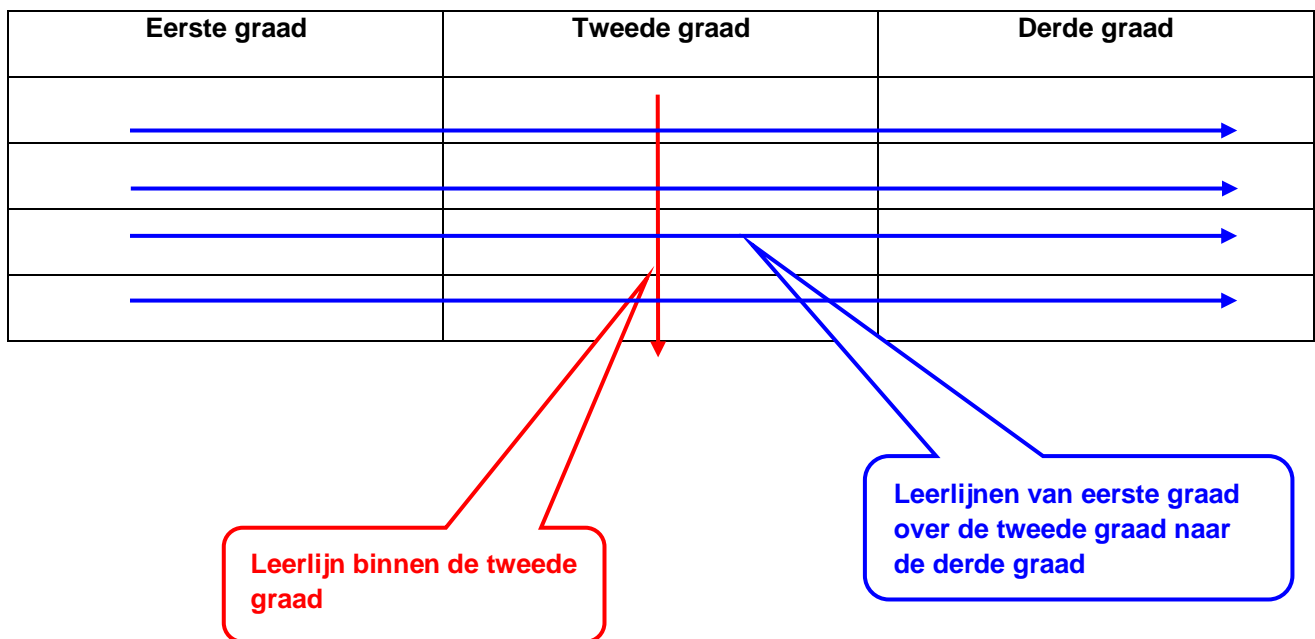
## 2 Leerlijnen

Een leerlijn is de lijn die wordt gevolgd om kennis, attitudes of vaardigheden te ontwikkelen. Een leerlijn beschrijft de constructieve en (chrono)logische opeenvolging van wat er geleerd dient te worden.

Leerlijnen geven de samenhang in de doelen, in de leerinhoud en in de uit te werken thema's.

- **De vormende lijn voor natuurwetenschappen** geeft een overzicht van de wetenschappelijke vorming van het basisonderwijs tot en met de derde graad van het secundair onderwijs (zie 2.1).
- **De leerlijnen natuurwetenschappen van de eerste graad over de tweede graad naar de derde graad** toe beschrijven de samenhang van natuurwetenschappelijke begrippen en vaardigheden (zie 2.2).
- **De leerlijn Fysica binnen de tweede graad** 'Plant-, dier- en milieutechnieken' beschrijft de samenhang van natuurwetenschappelijke thema's binnen de tweede graad (zie 2.3).

De leerplandoelstellingen vormen de bakens om de leerlijnen te realiseren. **Sommige methodes bieden daarvoor een houvast, maar gebruik steeds het leerplan parallel aan de methode!**



## 2.1 De vormende lijn voor natuurwetenschappen

<b>Basisonderwijs</b>	<b>Wereldoriëntatie: exemplarisch</b> <i>Basisinzichten ontwikkelen in verband met verschijnselen in de natuur</i>	
<b>Eerste graad (A-stroom)</b>	<b>Natuurwetenschappelijke vorming</b> <i>Inzicht krijgen in de wetenschappelijke methode: onderzoeksvraag, experiment, waarnemingen, besluitvorming</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Natuurwetenschappelijke vorming waarbij de levende natuur centraal staat maar waarbij ook noodzakelijke aspecten van de niet-levende natuur aan bod komen</li> <li>Beperkt begrippenkader</li> <li>Geen formuletaal (tenzij exemplarisch)</li> </ul>	
<b>Tweede graad</b>	<b>Natuurwetenschappen</b> <i>Wetenschap voor de burger</i> <p>In <b>sommige richtingen van het tso</b> (Handel, Grafische richtingen, Stw ..) en in <b>alle richtingen van het kso</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Basisbegrippen</li> <li>Contextuele benadering (conceptuele structuur op de achtergrond)</li> </ul>	<b>Biologie/Chemie/Fysica</b> <i>Wetenschap voor de burger, wetenschapper, technicus ...</i> <p>In <b>sommige richtingen van het tso</b> (Techniek-wetenschappen, Biotechnische wetenschappen, Plant- dier- en milieutechnieken ...) en in <b>alle richtingen van het aso</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Basisbegrippen</li> <li>Conceptuele structuur op de voorgrond (contexten op de achtergrond)</li> </ul>
<b>Derde graad</b>	<b>Natuurwetenschappen</b> <i>Wetenschap voor de burger</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>In sommige richtingen van aso, tso en kso</li> <li>Contextuele benadering</li> </ul>	<b>Biologie/Chemie/Fysica</b> <i>Wetenschap voor de wetenschapper, technicus ...</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>In sommige richtingen van tso en aso</li> <li>Conceptuele structuur (contexten op de achtergrond)</li> </ul>

## 2.2 Leerlijnen natuurwetenschappen van eerste graad over de tweede graad naar de derde graad

De inhoud van fysica staan in het **vet** gedrukt. Om de leerlijn van de eerste over de tweede naar de derde graad te waarborgen is overleg tussen collega's uit die graden nodig, ook wat betreft de invulling van practica en keuze van de demoproeven.

Leerlijn	Eerste graad	Tweede graad	Derde graad
<b>Materie</b>	<p><b><u>Deeltjesmodel</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Materie bestaat uit deeltjes met ruimte ertussen</b></li> <li>- <b>De deeltjes bewegen met een snelheid afhankelijk van de temperatuur</b></li> </ul> <p><b><u>Stoffen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengsels en zuivere stoffen</li> <li>- Mengsels scheiden: op basis van deeltjesgrootte</li> <li>- <b>Massa en volume</b></li> <li>- <b>Uitzetten en inkrimpen</b></li> </ul> <p><b><u>Faseovergangen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Kwalitatief</b></li> </ul> <p><b><u>Stofomzettingen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Structuurveranderingen verklaren met deeltjesmodel</b></li> </ul>	<p><b><u>Deeltjesmodel</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Moleculen</li> <li>- Atoombouw - atoommodellen (eerste 18 elementen)</li> <li>- <b>Snelheid van deeltjes en temperatuur</b></li> </ul> <p><b><u>Stoffen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Stofconstanten:</b> smeltpunt, stolpunt, kookpunt, <b>massadichtheid</b></li> <li>- Mengsels: scheidingstechnieken, concentratiebegrip</li> <li>- Chemische bindingen</li> <li>- Formules</li> <li>- Molaire massa en molbegrip</li> <li>- Enkelvoudige en samengestelde</li> <li>- Stofklassen</li> <li>- <b>Thermische uitzetting</b></li> </ul> <p><b><u>Faseovergangen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Energie bij fasen en faseovergangen: kwantitatief</b></li> </ul> <p><b><u>Stofomzettingen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chemische reacties – reactievergelijkingen</li> </ul>	<p><b><u>Deeltjesmodel</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uitbreiding atoommodel en opbouw periodiek systeem</li> <li>- Isotopen</li> </ul> <p><b><u>Stoffen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ruimtelijke bouw</li> <li>- Lewisstructuren</li> <li>- Polaire-apolaire</li> <li>- Koolstofverbindingen m.i.v. polymeren en biochemische stofklassen (eiwitten, vetten, suikers en kernzuren)</li> <li>- Mengsels: uitbreiding concentratie-eenheden</li> <li>- <b>Geleiders, isolatoren, Wet van Pouillet</b></li> </ul> <p><b><u>Stofomzettingen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stoichiometrie</li> <li>- Reactiesnelheid kwantitatief</li> <li>- Chemisch evenwicht</li> <li>- Reactiesoorten: zuur-basereacties, redoxreacties</li> <li>- Stofwisseling: opbouw-afbraakreacties</li> </ul>

<b>Snelheid, kracht, druk</b>	<p><b><u>Snelheid</u></b> - Kracht en snelheidsverandering</p> <p><b><u>Krachtwerking</u></b> - Een kracht als oorzaak van vorm- en/of snelheidsverandering van een voorwerp</p> <p><b><u>Soorten krachten</u></b> - Magnetische - Elektrische - Mechanische</p>	<p><b><u>Snelheid</u></b> - Als vector</p> <p><b><u>Krachtwerking</u></b> - Kracht is een vectoriële grootheid - Krachten met zelfde werklijn samenstellen - Evenwicht van krachten: lichaam in rust en ERB</p> <p><b><u>Soorten krachten</u></b> - Contactkrachten en veldkrachten - Zwaartekracht, gewicht - Veerkracht</p> <p><b><u>Druk</u></b> - Bij vaste stoffen - In vloeistoffen - In gassen (m.i. v. de gaswetten)</p>	<p><b><u>Snelheid</u></b> - Kinematica: snelheid en snelheidsveranderingen, één- en tweedimensionaal</p> <p><b><u>Krachtwerking</u></b> - Kracht als oorzaak van EVRB - Centripetale kracht bij ECB - Onafhankelijkheidsbeginsel - Beginselen van Newton - Harmonische trillingen (veersysteem en slinger)</p> <p><b><u>Soorten krachten</u></b> - Elektrische krachtwerking, elektrisch veld, coulombkracht - Magnetische krachtwerking, magnetisch veld, lorentzkracht - Gravitatiekracht, gravitatieveld</p>
	<p><b><u>Energievormen</u></b> - Energie in stoffen (voeding, brandstoffen, batterijen ...)</p> <p><b><u>Energieomzettingen</u></b> - Fotosynthese</p> <p><b><u>Transport van energie</u></b> - Geleiding - Convectorie - Straling</p> <p><b><u>Licht en straling</u></b> - Zichtbare en onzichtbare straling</p>	<p><b><u>Energievormen</u></b> - Warmte: onderscheid tussen warmtehoeveelheid en temperatuur</p> <p><b><u>Energieomzettingen</u></b> - Arbeid, energie, vermogen berekenen - Wet van behoud van energie - Energiedoorstroming in ecosystemen - Exo- en endo-energetische chemische reacties</p> <p><b><u>Licht en straling</u></b> - Licht: rechtlijnige voortplanting, terugkaatsing, breking, lenzen, spiegels, optische toestellen</p>	<p><b><u>Energievormen</u></b> - Elektrische energie, spanning, stroomsterkte, joule-effect, toepassingen - Elektromagnetisch inductieverschijnsel</p> <p><b><u>Energieomzettingen</u></b> - Fotosynthese, aërobe en anaërobe celademhaling - Spontane en gedwongen chemische reacties</p> <p><b><u>Transport van energie</u></b> - Trillingsenergie: lopende golven</p> <p><b><u>Licht en straling</u></b> - Ontstaan van licht - Transport van elektromagnetische energie: EM spectrum - Golfverschijnselen bij licht</p>

<b>Leven</b>	<p><b><u>Biologische eenheid</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cel op lichtmicroscopisch niveau herkennen</li> <li>- Organisme is samenhang tussen organisatieniveaus (cellen - weefsels - organen)</li> <li>- Bloemplanten: functionele bouw wortel, stengel, blad, bloem</li> <li>- Gewervelde dieren (zoogdier) - mens: (functionele) bouw (uitwendig-inwendig; organenstelsels)</li> </ul> <p><b><u>Soorten</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herkennen a.d.h.v. determineerkaarten</li> <li>- Verscheidenheid</li> <li>- Aanpassingen aan omgeving</li> </ul> <p><b><u>In stand houden van leven</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bij zoogdieren en de mens: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ de structuur en de functie van spijsverteringsstelsel</li> <li>✓ transportstelsel</li> <li>✓ ademhalingsstelsel</li> <li>✓ excretiestelsel</li> </ul> </li> <li>- Bij bloemplanten de structuur en functie van hoofd delen</li> </ul> <p><b><u>Interacties tussen organismen onderling en met de omgeving</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gezondheid (n.a.v. stelsels)</li> <li>- Abiotische en biotische relaties: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ voedselrelaties</li> <li>✓ invloed mens</li> </ul> </li> <li>- Duurzaam leven</li> </ul> <p><b><u>Leven doorgeven</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Voortplanting bij bloemplanten en bij de mens</li> </ul> <p><b><u>Evolutie</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verscheidenheid</li> <li>- Biodiversiteit vaststellen</li> <li>- Aanpassingen aan omgeving bij bloemplanten, gewervelde dieren (zoogdieren)</li> </ul>	<p><b><u>Biologische eenheid</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cel op lichtmicroscopisch niveau: prokaryote en eukaryote cel, plantaardige en dierlijke cel</li> </ul> <p><b><u>Soorten</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determineren en indelen</li> </ul> <p><b><u>In stand houden van leven</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bij zoogdieren en de mens: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ structuur en functie van zenuwstelsel</li> <li>✓ bewegingsstructuren</li> <li>✓ hormonale regulaties</li> </ul> </li> </ul> <p><b><u>Interacties tussen organismen onderling en omgeving</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gezondheid: invloed van micro-organismen</li> <li>- Gedrag</li> <li>- Abiotische en biotische relaties: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ voedselrelaties</li> <li>✓ materiekringloop</li> <li>✓ energiedoorstroming</li> <li>✓ invloed van de mens</li> </ul> </li> <li>- Ecosystemen</li> <li>- Duurzame ontwikkeling</li> </ul> <p><b><u>Evolutie</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Soortenrijkdom</li> <li>- Ordenen van biodiversiteit gebaseerd op evolutionaire inzichten</li> </ul>	<p><b><u>Biologische eenheid</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cel op submicroscopisch niveau: prokaryote en eukaryote cel, plantaardige en dierlijke cel</li> </ul> <p><b><u>Soorten</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Als voortplantingscriterium</li> <li>- Genetische variaties: adaptatie, modificatie, mutatie</li> </ul> <p><b><u>In stand houden van leven</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stofuitwisseling</li> <li>- Stofwisseling</li> <li>- Homeostase</li> </ul> <p><b><u>Interacties tussen organismen onderling en omgeving</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gezondheid: immunologie</li> <li>- Stofuitwisseling: passief en actief</li> <li>- Biotechnologie</li> </ul> <p><b><u>Leven doorgeven</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DNA en celdelingen (mitose en meiose)</li> <li>- Voortplanting bij de mens: verloop en hormonale regulatie</li> <li>- Chromosomale genetica</li> <li>- Moleculaire genetica</li> </ul> <p><b><u>Evolutie</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biodiversiteit verklaren</li> <li>- Aanwijzingen</li> <li>- Theorieën</li> <li>- Van soorten m.i.v. ontstaan van eerste leven en van de mens</li> </ul>
--------------	--	--	--



**Waarnemen van organismen en verschijnselen**

- Geleid

**Metingen**

- Massa, volume, temperatuur, abiotische factoren (licht, luchtvochtigheid ...)
- Een meetinstrument correct aflezen en de meetresultaten correct noteren

**Gegevens**

- Onder begeleiding:
  - ✓ grafieken interpreteren

- Determineerkaarten

**Instructies**

- Gesloten
- Begeleid

**Microscopie**

- Lichtmicroscopische beelden: waarnemen en interpreteren

**Onderzoekend leren**

- Onder begeleiding en klas-sikaal
- Onderzoeksstappen onderscheiden:
  - ✓ onderzoeksvraag
  - ✓ hypothese formuleren
  - ✓ voorbereiden
  - ✓ experiment uitvoeren, data hanteren, resultaten weer-geven,
  - ✓ besluit formuleren

**Waarnemen van organismen en verschijnselen**

- Geleid en gericht

**Metingen**

- Meetnauwkeurigheid
- Kracht, druk
- SI eenheden

**Gegevens**

- Begeleid zelfstandig:
  - ✓ grafieken opstellen en interpre-teren
  - ✓ kwalitatieve en kwantitatieve benaderingen van wetmatighe-den interpreteren
  - ✓ verbanden tussen factoren in-terpreteren: recht evenredig en omgekeerd evenredig, abiotische en biotische

- Determineren

**Instructies**

- Gesloten en open instructies
- Begeleid zelfstandig

**Microscopie**

- Microscop en binoculair: gebruik
- Lichtmicroscopische beelden: waar-nemen, interpreteren

**Onderzoekend leren**

- Onder begeleiding en alleen of in kleine groepjes
- Oefenen in de onderzoeksstap-pen voor een gegeven probleem:
  - ✓ onderzoeksvraag stellen
  - ✓ onderzoek uitvoeren volgens de aangereikte methode
  - ✓ besluit formuleren
  - ✓ rapporteren

**Waarnemen van organismen en ver-schijnselen**

- Gericht
- Interpreteren

**Metingen**

- Spanning, stroomsterkte, weer-stand, pH, snelheid

**Gegevens**

- Zelfstandig:
  - ✓ grafieken opstellen en interpre-teren
  - ✓ kwalitatieve en kwantitatieve be-naderingen van wetmatigheden interpreteren
  - ✓ verbanden tussen factoren op-sporen en interpreteren: kwadra-tisch verband

**Instructies**

- Gesloten en open instructies
- Zelfstandig

**Microscopie**

- Microscop en binoculair: zelfstandig gebruik
- Lichtmicroscopie: preparaat maken, waarnemen en interpreteren
- Submicroscopische beelden: waar-nemen en interpreteren

**Onderzoekend leren**

- Begeleid zelfstandig en alleen of in kleine groepjes
- Een integraal mini-onderzoek uit-voeren voor een gegeven pro-bleem:
  - ✓ onderzoeksvraag stellen
  - ✓ onderzoek uitvoeren volgens de aangereikte methode
  - ✓ besluit formuleren
  - ✓ rapporteren

## 2.3 Leerlijn (en mogelijke timing) fysica binnen de tweede graad tso Plant-, dier- en milieutechnieken

Het leerplan fysica is een graadlerplan. Onderstaande tabel toont mogelijke timing waarbij we uitgaan van **2 wekelijkse lestijden, waarvan 4 uur per leerjaar besteed worden aan leerlingenexperimenten**. In deze timing per leerjaar is op de 50 lestijden een marge van 5 uur ingebouwd.

Om de leerlijnen binnen dit leerplan te respecteren, is het aangewezen om de voorgestelde volgorde van de thema's te handhaven.

Thema's	Concepten	Lestijden
<b>EERSTE LEERJAAR (2 uur/week) – 50 lestijden per jaar waarvan 4 lestijden leerlingenexperimenten</b>		
<b>Licht (22 uur)</b>	<b>Lichtbronnen</b> Onderscheid geluid en EM-straling Zien van lichtbronnen – interactie van licht met voorwerpen Soorten lichtbundels Rechthoekige voortplanting van licht en schaduwvorming	5 u.
	<b>Weerkaatsing</b> Weerkaatsingswetten Beeldvorming Holle en bolle spiegels	4 u.
	<b>Lichtbreking</b> Brekingswetten Beeldvorming Totale weerkaatsing en grenshoek Lichtbreking door een prisma	5 u.
	<b>Lenzen</b> Beeldvorming bij bolle lenzen Lenzenformule en lineaire vergroting	6 u.
	<b>Optische toestellen</b>	2 u.
<b>Krachten (16 uur)</b>	<b>Kracht en vervorming</b> Kracht als vector en meten van kracht Veerconstante en wet van Hooke Zwaartekracht en zwaarteveldsterkte Onderscheid zwaartekracht, massa en gewicht Samenstellen en ontbinden van krachten met zelfde aangrijpingspunt	7 u.
	<b>Kracht en beweging</b> Snelheid als vector Bewegingstoestand en resulterende kracht ERB: afleiding, definitie en grafische voorstelling ERB: verband tussen snelheid, afstand en tijd	9 u.
<b>Materie (7 uur)</b>	<b>Massadichtheid</b>	3 u.
	<b>Thermische uitzetting</b>	3 u.
	<b>Krachten in materie</b>	1 u.

Thema's	Concepten	Lestijden
<b>TWEEDE LEERJAAR (2 uur/week) – 50 lestijden per jaar waarvan 4 lestijden leerlingexperimenten</b>		
<b>Arbeid, energie en vermogen (7 uur)</b>	Arbeid Energie, energievormen en behoud van energie Vermogen Rendement Ethische en milieuaspecten	7 u.
<b>Druk (10 uur)</b>	Definitie van druk Beginsel van Pascal Hydrostatische druk Druk bij gassen Wet van Archimedes	10 u.
<b>Gaswetten (8 uur)</b>	Afzonderlijke gaswetten bij constante temperatuur, druk en volume Verklaring aan de hand van het deeltjesmodel Absoluut nulpunt en absolute temperatuur Algemene gaswet en opdrachten	8 u.
<b>Temperatuur, warmtehoeveelheid en inwendige energie (7 uur)</b>	Verschil tussen warmtehoeveelheid en temperatuursverandering Verband tussen warmtehoeveelheid en inwendige energie Thermisch evenwicht Soortelijke of specifieke warmtecapaciteit Toepassen van energiebalans bij warmte-uitwisseling Mechanismen van energietransport	7 u.
<b>Faseovergangen (13 uur)</b>	<b>Smelten en stollen</b> Smelt- en stolcurve Verklaring vanuit het deeltjesmodel + energetisch aspect Specifieke smeltings- en stollingswarmte Verandering van volume- en massadichtheid Invloed van de druk op het smeltpunt	5 u.
	<b>Verdampen, koken en condenseren</b> Vrije verdamping Verdamping in het luchtledige: verzadigde en onverzadigde damp Maximumdampdrukcurve + koken onder verlaagde en verhoogde druk Kook- en condensatieverschijnsel vanuit het deeltjesmodel+ energetische aspecten Specifieke verdampings- en condensatiewarmte	8 u.

### 3 Algemene pedagogisch-didactische wenken

#### 3.1 Leeswijzer bij de doelstellingen

##### 3.1.1 Algemene doelstellingen

De algemene doelstellingen slaan op de **brede, natuurwetenschappelijke vorming**. Deze doelen worden gerealiseerd binnen leerinhouden die worden bepaald door de basisdoelstellingen en eventuele verdiepende doelstellingen.

##### 3.1.2 Basisdoelstellingen en verdiepende doelstellingen

Het verwachte beheersingsniveau heet **basis**. Dit is in principe **het te realiseren niveau voor alle leerlingen van deze studierichting**. Hoofdzakelijk dit niveau is bepalend voor de evaluatie. De basisdoelstellingen worden in dit leerplan genummerd als: B1, B2 ... Ook de algemene doelstellingen (AD1, AD2 ...) behoren tot de basis.

Het hogere beheersingsniveau wordt **verdieping** genoemd. De verdiepende doelstellingen horen steeds bij een overeenkomstig genummerd basisdoelstelling. Zo hoort bij de basisdoelstelling **B14** ook een verdiepende doelstelling **V14**. De evaluatie van dit niveau geeft een bijkomende houvast bij de oriëntering van de leerling naar de derde graad.

##### 3.1.3 Wenken

Wenken zijn niet-bindende adviezen waarmee de leraar en/of vakwerkgroep kan rekening houden om het fysicaonderwijs doelgericht, boeiend en efficiënt uit te bouwen. De rubriek vermeldt een aantal aandachtspunten en bakent tevens de grenzen af tussen leerstofaspecten voor de tweede en de derde graad. 'Suggesties voor leerlingenexperimenten' bieden een reeks suggesties van mogelijke experimenten, waaruit de leraar een oordeelkundige keuze kan maken.

###### Link met eerste graad

Bij deze wenken wordt duidelijk gemaakt wat de leerlingen reeds geleerd hebben in de eerste graad. Het is belangrijk om deze voorkennis mee te nemen bij het uitwerken van concrete lessen.

###### Toelichting voor de leraar

Bij deze wenken wordt specifieke achtergrondinformatie gegeven voor de leraar. Het is zeker niet de bedoeling dat de leerlingen dit moeten kennen.

###### Taalsteun

Zie verder.

###### Suggestie voor uitbreiding

Bij deze wenken worden ideeën aangereikt voor extra leerinhouden, extra experimenten ... die niet zozeer slaan op de basisdoelstelling. Het behandelen van uitbreiding kan geen argument zijn om bepaalde basisdoelstellingen niet te zien of aan te passen.

###### Suggestie voor leerlingenexperimenten

Onder elke groep van leerplandoelstellingen staan mogelijke opdrachten vermeld. Uit de voorgestelde opdrachten kan een keuze worden gemaakt, mits een min of meer evenwichtige spreiding over de verschillende leerstofitems. Andere leerlingenexperimenten die aansluiten bij de leerplandoelstellingen zijn ook toegelaten.

## 3.2 Leerplan versus handboek

Het leerplan bepaalt welke doelstellingen moeten gerealiseerd worden en welk beheersingsniveau moet bereikt worden. Sommige doelstellingen bepalen welke strategieën er moeten gehanteerd worden zoals:

- In concrete voorbeelden ... toepassen
- Een grafische voorstelling ... interpreteren
- ... in verband brengen met ...
- Aantonen dat ... aan de hand van de waarneming van ...
- Via berekening aantonen dat ...
- De formules ... bepalen en toepassen
- ... toelichten aan de hand van ...

Bij het uitwerken van lessen en het gebruik van een handboek moet het leerplan steeds het uitgangspunt zijn. Een handboek gaat soms verder dan de basisdoelstellingen.

## 3.3 Taalgericht vakonderwijs

Taal en leren zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Die verwevenheid vormt de basis van het taalgericht vakonderwijs. Het gaat over een didactiek die, binnen het ruimere kader van een schooltaalbeleid, de taalontwikkeling van de leerlingen wil bevorderen, ook in het vak fysica. Dit kan door 'contextrijk, interactief onderwijs met taalsteun' aan te bieden.

In dit punt willen we een aantal didactische tips geven om de lessen fysica meer taalgericht te maken. Drie didactische principes: context, interactie en taalsteun wijzen een weg, maar zijn geen doel op zich.

### 3.3.1 Context

Onder context verstaan we het verband waarin de nieuwe leerinhoud geplaatst wordt. Welke aanknopingspunten reiken we onze leerlingen aan? Welke verbanden laten we hen leggen met eerdere ervaringen? Wat is hun voorkennis? Bij contextrijke lessen worden verbindingen gelegd tussen de leerinhoud, de leefwereld van de leerling, de actualiteit en eventueel andere vakken.

De leerling van de tweede graad heeft kennis verworven in het basisonderwijs en de eerste graad. Daarom wordt bij de leerplandoelstellingen, daar waar zinvol, de link met de eerste graad aangegeven. Leerlijnen zijn richtsnoeren bij het uitwerken van contextrijke lessen.

Door gericht voorbeelden te geven en te vragen, door kernbegrippen op te schrijven en te verwoorden, door te vragen naar werk- en denkwijzen ... stimuleren we de taalontwikkeling en de kennisopbouw.

### 3.3.2 Interactie

Leren is een interactief proces: kennis groeit doordat je er met anderen over praat.

Leerlingen worden aangezet tot gerichte interactie over de leerinhoud, in groepjes (bv. bij experimenteel werk) of klassikaal. Opdrachten worden zo gesteld dat leerlingen worden uitgedaagd om in interactie te treden.

Enkele concrete voorbeelden:

- Leerlingen wisselen van gedachten tijdens het uitvoeren van (experimentele) waarnemingsopdrachten.
- Leerlingen overleggen met elkaar bij het uitvoeren van een meting of een experiment.
- Leerlingen vullen gezamenlijk een tabel in bij het uitvoeren van een experiment.
- Klassikale besprekingen waarbij de leerling wordt uitgedaagd om de eigen mening te verwoorden en om rekening te houden met de mening van anderen.

- Leerlingen verwoorden een eigen gemotiveerde hypothese bij een bepaalde onderzoeksvraag.
- Leerlingen formuleren zelf een onderzoeksvoorstel.
- Leerlingen formuleren een eigen besluit en toetsen die af aan de bevindingen van anderen bij een bepaalde waarnemingsopdracht.

Voorzie begeleiding tijdens de uitvoering van opdrachten, voorzie eventueel een nabespreking.

### **3.3.3 Taalsteun**

Leerkrachten geven in een klassituatie vaak opdrachten. Voor deze opdrachten gebruiken ze een specifieke woordenschat die we 'instructietaal' noemen. Hierbij gaat het vooral over werkwoorden die een bepaalde actie uitdrukken (vergelijk, definieer, noteer, raadpleeg, situeer, vat samen, verklaar ... ) en een vakeigen woordenschat. Het begrijpen van deze woorden is noodzakelijk om de opdracht uit te voeren.

Leerlingen die niet voldoende woordkennis hebben, zullen problemen hebben met het begrijpen van de opdrachten die gegeven worden door de leerkracht, niet alleen bij mondelinge maar ook bij schriftelijke opdrachten zoals toetsen en huistaken.

Opdrachten moeten voor leerlingen talig toegankelijk zijn. Bij het organiseren van taalsteun worden lessen, bronnen, opdrachten, examens ... begrijpelijker gemaakt voor de leerlingen.

## **3.4 ICT**

ICT is algemeen doorgedrongen in de maatschappij en het dagelijks leven van de leerling. Hierbij moet ICT ruimer gezien worden dan louter computergebruik. Het gebruik van gsm, digitale fotografie, mp3, facebook ... behoren eveneens tot de ICT-wereld van de leerling. Het is dan ook logisch dat sommige van deze toepassingen, daar waar zinvol, geïntegreerd worden in de lessen fysica.

### **3.4.1 Als leermiddel in de lessen**

- Het gebruik van ICT bij visualisaties:
  - beeldmateriaal o.a. YouTube-filmpjes;
  - animaties.
- Opzoeken van informatie.
- Mindmapping.
- Het gebruik van een digitaal bord.

### **3.4.2 Bij experimentele opdrachten of waarnemingsopdrachten**

Het gebruik van:

- een computer voor metingen;
- een digitaal fototoestel (eventueel gsm) bij een excursie of in het kader van een onderzoek;
- een gsm als digitale chronometer;
- gratis te downloaden applicaties;
- een grafisch rekentoestel.

### **3.4.3 Voor tools die de leerling helpen bij het studeren**

- Inoefenen van leerinhouden via digitale oefeningen die vooraf door de leraar of via andere kanalen zijn aangemaakt. Hierbij krijgt de leerling directe feedback. Deze oefeningen kunnen eventueel in een elektronisch leerplatform geïntegreerd worden.
- Beschikbaar maken van remediëringsoopdrachten op een elektronische leeromgeving.

- Beschikbaar maken van het cursusmateriaal, waarnemingsbladen ... op een elektronische leeromgeving.
- Mindmapping kan een hulpmiddel zijn om sneller informatie op te nemen. Mindmapping is een techniek waar ICT op zich niet voor nodig is. Er bestaan echter allerlei programma's (freeware, shareware, betaald) om mindmaps te maken. Vele van deze programma's zijn via het internet te downloaden.

#### **3.4.4 Bij opdrachten zowel buiten als binnen de les**

- Het gebruik van toepassingssoftware bij verwerking van opdrachten: rekenblad, presentaties, tekstverwerking.
- Het gebruik van het internet.
- Het gebruik van een elektronische leerplatform. De keuze van een platform wordt bepaald door de school.

#### **3.4.5 Bij communicatie**

- Het gebruik van het leerplatform voor communicatie met de leerkracht.
- Het gebruik van het leerplatform voor communicatie met medeleerlingen bij groepswork.

## 4 Algemene doelstellingen

Het leerplan fysica is een **graadleerplan** voor **twee wekelijkse lestijden waarvan vier lestijden leerlingexperimenten per leerjaar**. Mogelijke leerlingexperimenten staan bij ieder hoofdstuk vermeld onder de leerplandoelstellingen (zie punt 5).

Het realiseren van de algemene doelstellingen gebeurt steeds binnen een context die bepaald wordt door de leerplandoelstellingen.

In het bijzonder is het voor de algemene doelstellingen (AD 8 tot 11) omtrent meten, meetnauwkeurigheid en grafieken (4.3) niet aangewezen deze afzonderlijk te behandelen bij de start van het schooljaar, maar geïntegreerd waar ze zich aandienen in de leerstof. Deze doelstellingen moeten in principe gerealiseerd zijn tegen het einde van de tweede graad.

### 4.1 Onderzoekend leren

In natuurwetenschappen (biologie, chemie, fysica) wordt kennis opgebouwd door de 'natuurwetenschappelijke methode'. In essentie is dit een probleemherkende en -oplossende activiteit. De algemene doelstellingen (AD) betreffende onderzoekend leren zullen geïntegreerd worden in de didactische aanpak o.a. via demonstratie-experimenten en leerlingexperimenten.

Onder een **leerlingexperiment** verstaat men een activiteit waarbij leerlingen, alleen of in kleine groepjes van 2 tot 3 leerlingen, begeleid zelfstandig **een experiment of waarnemingsopdracht** uitvoeren in het kader van een gegeven onderzoeksvraag. **Hierbij is het maken van een verslag niet verplicht, beperkte rapportering is wel noodzakelijk** (zie wenken bij AD4).

Nummer algemene doelstelling	Verwoording doelstelling	Wenken	Verwijzing naar eindterm (zie hoofdstuk 8)
AD1	<b>ONDERZOEKSVRAAG</b> <b>Onder begeleiding</b> een onderzoeksvraag hanteren en indien mogelijk een hypothese of verwachting formuleren.		14
<b>Wenken</b> Leerlingen geven eerst (zonder onderzoek) een antwoord (een eigen hypothese of verwachting met een mogelijke verklaring) op deze vraag. Hierbij zullen voorkennis en bestaande misconcepten een belangrijke rol spelen. <b>Link met de eerste graad</b> Deze algemene doelstelling komt ook voor in het leerplan natuurwetenschappen van de eerste graad. In de tweede graad werken we op een systematische manier verder aan deze algemene doelstelling.			
AD2	<b>UITVOEREN</b> <b>Onder begeleiding</b> en met een aangereikte methode een antwoord zoeken op de onderzoeksvraag.		14
<b>Wenken</b> Tijdens het onderzoeken kunnen verschillende vaardigheden aan bod komen bv.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• een proefopstelling maken;</li> <li>• doelgericht, vanuit een hypothese of verwachting, waarnemen;</li> <li>• inschatten hoe een waargenomen effect kan beïnvloed worden;</li> </ul>			



- zelfstandig (alleen of in groep) een opdracht/experiment uitvoeren met aangereikte techniek, materiaal, werkschema;
- onderzoeksgegevens geordend weergeven in schema's, tabellen, grafieken ...

AD3	<b>REFLECTEREN</b> <b>Onder begeleiding</b> over het resultaat van het experiment/waarnemingsopdracht reflecteren.	14
-----	---	----

<b>Wenken</b>		
Reflecteren kan door:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• resultaten van experimenten en waarnemingen af te wegen tegenover de verwachte resultaten rekening houdende met de omstandigheden die de resultaten kunnen beïnvloeden;</li> <li>• de onderzoeksresultaten te interpreteren, een conclusie te trekken, het antwoord op de onderzoeksvraag te formuleren;</li> <li>• experimenten of waarnemingen in de klassituatie te verbinden met situaties en gegevens uit de leefwereld;</li> <li>• een model te hanteren om een wetenschappelijk (chemisch, biologisch of fysisch) verschijnsel te verklaren;</li> <li>• vragen over de vooropgestelde hypothese te beantwoorden: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Was mijn hypothese (als ... dan ...) of verwachting juist?</li> <li>- Waarom was de hypothese niet juist?</li> <li>- Welke nieuwe hypothese hanteren we verder?</li> </ul> </li> </ul>		
Met "onder begeleiding ... reflecteren" bedoelen we:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• aan de hand van gerichte mondelinge vraagstelling van de leraar;</li> <li>• aan de hand van een werkblad (opgavenblad, instructieblad ...) tijdens een opdracht;</li> <li>• aan de hand van vragen van de leerling(en).</li> </ul>		

AD4	<b>RAPPORTEREN</b> <b>Onder begeleiding</b> over een experiment/waarnemingsopdracht en het resultaat rapporteren.	14
-----	--	----

<b>Wenken</b>		
Met beperkte rapportering bedoelen we al of niet in een leerwerkboek:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- het invullen van een tabel;</li> <li>- het maken van een grafiek;</li> <li>- het formuleren van een besluit;</li> <li>- het toepassen van een formule;</li> <li>- het beantwoorden van vragen;</li> <li>- het maken van een tekening;</li> <li>- ...</li> </ul>		
De rapportering kan individueel, in groepjes of klassikaal.		

## 4.2 Wetenschap en samenleving

Ons onderwijs streeft de vorming van de totale persoon na waarbij het christelijk mensbeeld een inspiratiebron kan zijn om o.a. de algemene doelstellingen m.b.t. 'Wetenschap en samenleving' vorm te geven. Deze algemene doelstellingen zullen voortdurend aan bod komen tijdens het realiseren van de leerplandoelstellingen. Hierbij wordt de maatschappelijke relevantie van wetenschap zichtbaar gemaakt. Enkele voorbeelden die vanuit een christelijk perspectief kunnen bekeken worden:

- de relatie tussen wetenschappelijke ontwikkelingen en het ethisch denken;

- duurzaamheidsaspecten zoals solidariteit met huidige en toekomstige generaties, zorg voor milieu en leven;
- respectvol omgaan met 'eigen lichaam' (seksualiteit, gezondheid, sport);
- respectvol omgaan met het 'anders zijn': anders gelovigen, niet-gelovigen, genderverschillen.

AD5	<b>MAATSCHAPPIJ</b> De wisselwerking tussen fysica en maatschappij op ecologisch, economisch, ethisch en technisch vlak illustreren.	11
-----	---	----

### Wenken

De wisselwerking kan geïllustreerd worden door de wederzijdse beïnvloeding (zowel negatieve als positieve) van wetenschappelijk-technologische ontwikkelingen en:

- de leefomstandigheden (sociaal, economisch, ecologisch) van de mens: datatransmissie door glasvezelkabels, lenzen en optische toestellen, hydraulische remsystemen, compressiekoelkast ... de zorg om (nieuwe) energiebronnen, de ontwikkelingen in medische sector, het vanzelfsprekend en toenemend gebruik van steeds snellere communicatiemiddelen en overdracht van steeds grotere hoeveelheden informatie naast het verbeteren en optimaliseren van transportmiddelen.
- het ethisch denken van de mens: de spreiding van het gebruik van energiebronnen en grondstoffen door de mens, het omgaan met voor- en nadelen die voortvloeien uit nieuwe ontwikkelingen in de wetenschap en techniek; het omgaan met verwachtingen ten aanzien van wetenschap.
- het beroepsleven: in vele beroepen (opticien, garagist, kok, geneesheer, ingenieur ...) komen basisprincipes van de fysica aan bod.

AD6	<b>CULTUUR</b> Illustreren dat fysica behoort tot de culturele ontwikkeling van de mensheid.	11
-----	---	----

### Wenken

Men kan dit illustreren door:

- voorbeelden te geven van mijlpalen in de historische en conceptuele ontwikkeling van de natuurwetenschappen: de ontwikkeling van lenzen zorgde zowel voor een revolutie in de biologie (microscop) als in de astronomie (sterrenkijker) ...
- te verduidelijken dat natuurwetenschappelijke opvattingen behoren tot cultuur als ze worden gedeeld door vele personen en overgedragen aan toekomstige generaties. De onderzoeksstrategieën en bijhorende analyses van gegevens die mede vanuit de natuurwetenschappen zijn ontwikkeld, worden ook met succes toegepast in menswetenschappen zoals psychologie en sociologie.

AD7	<b>DUURZAAMHEID</b> Bij het verduidelijken van en het zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op grondstoffenverbruik, energiegebruik en het leefmilieu.	10
-----	---	----

### Wenken

Enkele voorbeelden die kunnen aan bod komen in de lessen fysica:

- het gebruik van op fysische principes gebaseerde meettechnieken om de kwaliteit van ons milieu te bewaken;
- afwegingen in de keuze van (nieuwe of hernieuwbare) energiebronnen;
- het rendement van een verbrandingsmotor, zonnecellen en andere technische systemen linken aan aspecten als "nuttige energie", "energieverlies", "energiegebruik".

### 4.3 Meten, meetnauwkeurigheid en grafieken

AD8	<b>GROOTHEDEN EN EENHEDEN</b> Het onderscheid tussen grootte en eenheid aangeven en de SI-eenheden met hun respectievelijke veelvoud en delen gebruiken.	13
<b>Wenken</b> Een grootte wordt uitgedrukt als een product van een numerieke waarde (een getalwaarde) en de corresponderende eenheid. Er moet veel belang gehecht worden aan de manier waarop de afgeleide eenheden gedefinieerd worden (J, W, m/s, Pa). De N kan nog niet gedefinieerd worden. Het is belangrijk dat leerlingen beseffen hoeveel precies één eenheid van de grootte is. Een aantal voorbeelden uit de leefwereld moet hen een gevoel geven van de grootte ervan. Bij het oplossen van rekenopdrachten is het de taak van de leraar de leerlingen meermaals op het praktisch voordeel van de coherentie in het SI te wijzen. Alhoewel het toepassen van de SI-eenheden verplicht is, zijn er sommige niet SI-eenheden zoals °C en bar toch toegestaan.		
AD9	<b>MEETTOESTELLEN EN MEETNAUWKEURIGHEID</b> De gepaste toestellen kiezen voor het meten van de behandelde grootheden en de meetresultaten correct aflezen en noteren.	
<b>Wenken</b> Bij zeer kleine en zeer grote getallen kan je gebruik maken van machten van tien. Het letterlijk toepassen van wat men soms de wetenschappelijke notatie (één beduidend cijfer voor de komma) noemt, leidt soms tot minder zinvolle uitdrukkingen zoals een deur van $8,3 \cdot 10^{-1}$ m i.p.v. 0,83 m.		
AD10	<b>BEREKENINGEN</b> Bij berekeningen waarden correct weergeven, rekening houdend met de beduidende cijfers.	
<b>Wenken</b> Leerlingen moeten er zich voortdurend van bewust zijn dat cijfers communiceren met anderen impliciete informatie bevat over de fout/nauwkeurigheid van de metingen en berekeningen. Zij moeten een eerlijke communicatie voeren, rekening houdend met de kwaliteit van de metingen en berekeningen. Het oordeelkundig gebruik van beduidende cijfers is hierbij aangewezen.		
AD11	<b>GRAFIEKEN</b> Meetresultaten grafisch voorstellen in een diagram en deze interpreteren.	
<b>Wenken</b> Interpreteren kan inhouden (naargelang de situatie): <ul style="list-style-type: none"><li>• recht en omgekeerd evenredige verbanden tussen factoren ontdekken;</li><li>• stijgen en dalen van een curve herkennen;</li><li>• steilheid en vorm van een curve herkennen, benoemen of koppelen aan een grootte;</li><li>• oppervlakte onder een curve koppelen aan een grootte.</li></ul> Veel computergestuurde programma's kunnen een hele reeks numerieke analysetechnieken aan. Via een rekenblad kunnen leerlingen via de optie "trendlijn" het verband tussen de gemeten grootheden en eventueel de kwaliteit van het onderzoek achterhalen.		

## 5 Leerplandoelstellingen

Bij het realiseren van de leerplandoelstellingen staan de algemene doelstellingen centraal.

Een voorstel van timing vind je verder bij de verschillende hoofdstukken van leerplandoelstellingen.

### 5.1 Eerste leerjaar van de tweede graad

#### 5.1.1 Licht

##### 5.1.1.1 Lichtbronnen

(ca. 5 lestijden)

B1	Overeenkomst en onderscheid tussen geluid en elektromagnetische straling vanuit waarnemingen toelichten.	12
B2	Steunend op wetenschappelijk inzicht, verantwoord omgaan met geluid en straling.	12

#### Link met de eerste graad

In het tweede leerjaar van de eerste graad werd het stralingsbegrip gehanteerd. In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad vinden we onderstaande leerplandoelstelling:

- Verschijnselen en toepassingen uit het dagelijks leven in verband brengen met zichtbare en onzichtbare straling (B66).

#### Wenken

Geluid heeft in tegenstelling tot straling altijd een middenstof nodig (bv. lucht, water of vaste stoffen).

Bij geluid veroorzaakt een trillingsbron (stemvork, snaar, stembanden ...) in een middenstof een drukgolf (de middenstof wordt afwisselend samengedrukt en ontspannen). Applets/animaties zijn een hulpmiddel bij het visualiseren van de voortplanting van geluid.

Licht (EM-straling) heeft geen middenstof nodig. Dit kan je aantonen door er op te wijzen dat alle energie op aarde afkomstig is van de zon. Tussen de zon en de aarde is het luchtledig (met uitzondering van de aardatmosfeer).

De voortplantingssnelheid van lichtgolven is veel groter van dan van geluidsgolven.

Bij geluid kunnen volgende aspecten aan bod komen:

- De dB-meter en –schaal (eventueel demonstratie via een app op een smartphone)
- Gehoorschade en de noodzaak van gehoorbescherming.  
Men gaat uit van een veilige grens van 75 dB gedurende 8 uur. Bij elke toename van 3 dB (dat is intensiteit x 2) moet je de blootstellingsduur halveren om veilig te blijven. Zo kom je op 15 minuten voor 90 dB.

Licht wordt binnen het EM-spectrum gesitueerd. Enkele mogelijke gevaren en veiligheidsaspecten van EM-straling die aan bod kunnen komen:

- Beschermen tegen zonnestraling door een UV-filter (in zonnecrème)
- Gevaren en bescherming tegen X-stralen
- Mogelijke risico's bij gebruik van laserstralen

B3	Het zien van voorwerpen <b>in verband brengen met</b> lichtbronnen en de interactie van het licht met die voorwerpen.	
----	---	--

### Link met de eerste graad

Leerlingen uit de basisoptie Moderne Wetenschappen (Wetenschappelijk werk) of de basisoptie Techniek-wetenschappen zijn misschien via de context 'Licht, kleur en geluid' in contact gekomen met bepaalde begrippen van optica.

### Wenken

Volgende aspecten kunnen hierbij aan bod komen: verschillende soorten lichtbronnen en voorwerpen (ondoorschijnende, doorschijnende en doorzichtige).

Ook kan hier verwezen worden naar de interactie van het licht met die voorwerpen: absorptie, terugkaatsing, verstrooiing en doorlaten van licht.

Je kan een voorwerp maar zien, wanneer licht van dat voorwerp in je oog valt. Het voorwerp zal daarom zelf licht moeten uitzenden of licht weerkaatsen. Een lichtbundel zelf zie je niet, behalve als er veel stof of mist hangt en er zo weerkaatsing (verstrooiing) plaatsgrijpt. Met een laserpen kun je dit aantonen.

Een misconception hierbij is dat leerlingen soms de lichtstralen tekenen vanuit het oog.

B4	Evenwijdige, convergerende en divergerende lichtbundels <b>herkennen, benoemen en tekenen.</b>	
----	--	--

B5	<b>Aantonen</b> dat licht tussen twee punten in een homogeen milieu steeds de kortste weg volgt <b>aan de hand van de waarneming</b> van de rechtlijnige voortplanting van het licht.	
----	---	--

### Wenken

De rechtlijnige voortplanting van licht kan via eenvoudige waarnemingsproefjes worden aangetoond.

Het principe van de "camera obscura" kan met eenvoudig materiaal worden aangetoond.

Een laserpen kan hier een handig instrument zijn.

In een homogeen midden is de kortste weg de rechte lijn.

B6	Schaduwvorming <b>verklaren als</b> een toepassing van de rechtlijnige voortplanting van het licht in een homogeen midden.	
----	--	--

### Suggesties voor leerlingexperimenten

- Factoren die de beeldvorming bij een camera obscura beïnvloeden
- Diameter van de zon bepalen met een camera obscura

#### 5.1.1.2 Weerkaatsing bij vlakke spiegels

(ca. 4 lestijden)

B7	De <b>begrippen</b> invallende straal, invalspunt, normaal, invalshoek, weerkaatste straal en weerkaatsinghoek <b>toelichten.</b>	
----	---	--

B8	De weerkaatsingwetten van een lichtstraal bij een vlakke spiegel <b>weergeven en toepassen.</b>	
----	---	--

### Wenken

Figuren, applets en andere visualiseringen kunnen hierbij helpen.

Men kan beklemtonen dat deze wetten niet enkel geldig zijn met licht maar ook met geluid (vb. sonar) en met onzichtbare straling (vb. afstandsbediening).

B9	Beelden bij vlakke spiegels <b>construeren</b> en deze virtuele beelden <b>onderscheiden van reële</b> .
----	--

### Wenken

Het gebeurt wel eens dat leerlingen denken dat er enkel maar karakteristieke stralen zijn. M.b.v. een applet kan je meer lichtstralen zichtbaar maken.

Je kan de beeldvorming bij een camera obscura vergelijken met die van een vlakke spiegel.

### Suggesties voor uitbreiding

- Aantonen van het brandpunt bij een holle en/of een bolle spiegel.
- Toepassingen van sferische spiegels toelichten (bv. koplamp van een wagen, make-upspiegel, dode hoekspiegel, spiegels in pretparken ...).

### Suggesties voor leerlingenexperimenten

- Weerkaatsingwetten bij een vlakke spiegel
- Beeldvorming bij een vlakke spiegel m.b.v. de speldenprikproef
- Gezichtsveld bij een vlakke spiegel

### 5.1.1.3 Lichtbreking

(ca. 5 lestijden)

B10	De <b>begrippen</b> grensvlak, gebroken straal en brekingshoek <b>toelichten</b> .
-----	--

B11	De stralengang van licht bij overgang tussen twee homogene middens <b>weergeven</b> en enkele eenvoudige <b>toepassingen toelichten</b> .
-----	---

### Wenken

De stralengang voldoet aan volgende brekingswetten:

- invallende straal, normaal en gebroken straal liggen in één vlak;
- bij overgang van optisch ijl naar optisch dicht is er lichtbreking naar de normaal toe;
- de stralengang is omkeerbaar.

Breking heeft schijneffecten tot gevolg: de schijnbare verhoging van een voorwerp onder water, de schijnbare verdikking van vissen in een rond aquarium. Eenvoudige experimentjes kunnen dit illustreren.

B12	<b>Uit enkele experimenten en uit ervaringen uit het dagelijks leven afleiden dat</b> invallend licht gedeeltelijk terugkaatst en gedeeltelijk breekt.
-----	--

B13	Totale terugkaatsing en grenshoek <b>toelichten via</b> de stralengang en <b>in concrete toepassingen weergeven</b> .
-----	---

B14	De lichtbreking door een prisma <b>beschrijven</b> .
-----	--

### Wenken

Bij een prisma kan je de kleurschifting van wit licht behandelen door aan te tonen dat violet sterker breekt dan rood licht.

### Suggestie voor uitbreiding

De lichtbreking door een planparallelle plaat kan aangetoond en verklaard worden. Hierbij kunnen de factoren, die de evenwijdige verschuiving beïnvloeden, onderzocht worden.

V14

Kleurverschijnselen van licht in leefwereldsituaties **toelichten**.

### Wenken

Kleuren in regenbogen, glaswerk en edelstenen kunnen via breking verklaard worden. Witte voorwerpen weerkaatsen alle kleuren en zwarte geen enkele.

## Suggesties voor leerlingenexperimenten

- Onderzoek van de brekingswetten
- Totale terugkaatsing en grenshoek

### 5.1.1.4 Lenzen

(ca. 6 lestijden)

B15

De verschillende soorten lenzen **herkennen**.

### Wenken

Leerlingen moeten bij een tekening of in de realiteit aangeven of een lens hol of bol is. Het is niet de bedoeling hierbij in detail te gaan (platbol, holbol, dubbelbol ...).

B16

**De beelden** bij een dunne bolle lens **construeren** en deze **aanduiden als** virtueel of reëel.

### Wenken

Het gebeurt wel eens dat leerlingen denken dat er enkel maar karakteristieke stralen zijn. M.b.v. een applet kan je alle lichtstralen zichtbaar maken.

Het is noodzakelijk om de begrippen brandpuntsafstand, voorwerpsafstand en beeldafstand te behandelen, omwille van het gebruik ervan bij optische toestellen.

Vanuit de constructie kan op een eenvoudige manier de vergroting aangetoond worden.

### Suggestie voor uitbreiding

Eventueel kunnen ook holle lenzen behandeld worden. Je kan je hierbij beperken tot de constructie van het beeld van een voorwerp via de karakteristieke stralen.

V16

**De relatie** tussen voorwerpsafstand, beeldafstand en brandpuntsafstand (parameterformule) voor dunne bolle lenzen **verifiëren** en hiermee kwantitatieve opdrachten uitvoeren.

### Wenken

Het verifiëren kan experimenteel (o.a. met een optische bank), grafisch of via een toepassing.

Een hint van de leraar zal nodig zijn om de parameterformule te vinden.

De rekenopdrachten worden best gekoppeld aan concrete toepassingen zoals vergrootglas, het oog ...

De dioptrie als eenheid voor de sterkte van een lens kan, maar moet hier niet aan bod komen. Een opticien en oogarts gebruiken dit veelvuldig.

### Suggesties voor leerlingenexperimenten

- Brandpunt en karakteristieke stralen bij lenzen

#### 5.1.1.5 Optische toestellen

(ca. 2 lestijden)

B17

Optica **in verband brengen met** het oog, optische toestellen en verschijnselen uit de leefwereld.

#### Wenken

Mogelijke voorbeelden zijn de loep ( $v < f$ ), het fototoestel ( $v > 2 \cdot f$ ).

De bouw van het oog maakt eerder deel uit van de leerstof biologie. In fysica gaat het over de werking van de ooglenzen. Merk wel op dat het grootste deel van de lichtbreking zich voordoet in het hoornvlies.

De bespreking van de eenvoudigste oogafwijkingen en van hun correctie maakt eerder deel uit van de leerstof fysica. Overleg met de collega biologie is in elk geval aangewezen.

Andere optische toepassingen die aan bod kunnen komen zijn: spiegelpaleis, barcodelezer in een winkel, reflexcamera, grote spiegels die zijn opgebouwd uit veel vlakke spiegels (o.a. Hubble-telescoop).

Didactisch kan het gezichtsveld van een vlakke spiegel bepaald worden met behulp van twee touwen.

### Suggesties voor leerlingenexperimenten

- Brandpuntsafstand van de lens in een overheadprojector

#### 5.1.2 Krachten

##### 5.1.2.1 Kracht en vervorming

(ca. 8 lestijden)

B18

**In concrete voorbeelden** van vervorming de kenmerken van kracht als vector **aangeven**.

#### Link met de eerste graad

Op het eind van het tweede leerjaar van de eerste graad hebben de leerlingen beperkt kennis gemaakt met het begrip kracht. In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad vinden we onderstaande leerplandoelstellingen:

- Uit experimentele en technische toepassingen afleiden dat de vorm- en/of snelheidsverandering van een voorwerp veroorzaakt wordt door de inwerking van een kracht en afhangt van de grootte van die kracht. (B62)
- Uit experimentele en technische toepassingen afleiden dat er verschillende soorten krachten bestaan. (B63)

#### Wenken



Het is aangewezen telkens aan te geven welk voorwerp de kracht uitoefent op welk ander voorwerp. Bv. de zwaartekracht is de kracht van de aarde op een voorwerp. Kracht is een interactie tussen voorwerpen.

Kracht als oorzaak van vervorming niet enkel verbinden met contactkrachten (trekken, duwen ...) maar ook met veldkrachten zoals magnetische krachten (tussen magnetische voorwerpen), elektrische krachten (elektrisch geladen voorwerpen of deeltjes) en zwaartekracht (tussen massa's). Magnetische en elektrische krachten kunnen in tegenstelling tot de zwaartekracht ook afstotend werken.

### Toelichting voor de leraar

In de fysica maken we gebruik van het begrip vector met aangrijpingspunt. Sommigen noemen dit een gebonden vector. In de wiskunde maakt men gebruik van een vrije vector. Overleg met de leraar wiskunde is aangewezen. Ideaal zou zijn als hierdoor de leraar wiskunde verwijst naar het feit dat we in de fysica werken met een vector met aangrijpingspunt.

B19

Een kracht **meten door gebruik te maken van** een dynamometer.

13

### Wenken

We gebruiken de dynamometer als black box. De eenheid van kracht kan op dit ogenblik niet wetenschappelijk ingevoerd worden en wordt dus zonder meer gegeven. Wel is het belangrijk dat leerlingen beseffen hoe groot de waarde is van de eenheid "newton". Dat is de kracht nodig om de dynamometer één newton te laten aanduiden. Men kan daarna allerlei krachten bespreken die op de veer van de dynamometer werken. De leerlingen kunnen voelen dat de bij een grotere uitrekking de kracht groter wordt.

B20

De veerconstante **experimenteel bepalen**.

B21

**Het verband** tussen uitrekking en veerkracht **kwalitatief en kwantitatief toepassen**.

### Wenken

Bij het experimenteel bepalen van de veerconstante kunnen de algemene doelstellingen m.b.t. onderzoekend leren ten volle aan bod komen.

De wet van Hooke is een goede gelegenheid om de aandacht te vestigen op het geldigheidsgebied van een wet. Deze wet geldt maar voor elastische vervormingen. Bij te grote belasting krijgen we een plastische vervorming.

Men kan een eigen geijkte dynamometer laten maken m.b.v. een elastiek.

Allerlei toepassingen van veren kunnen hier aan bod komen.

B22

Uit de massa van een voorwerp de zwaartekracht op dat voorwerp **bepalen m.b.v.** de zwaarteveeldsterkte.

5, 13

### Wenken

De zwaartekracht is een veldkracht, d.w.z. een kracht die werkt op afstand. Het tegengestelde van een veldkracht is een contactkracht. Met een dynamometer kan men aantonen dat de zwaartekracht evenredig is met de massa. De evenredigheidsconstante noemen we de zwaarteveeldsterkte. We gebruiken de experimentele waarde op het aardoppervlak in België ( $g = 9,81 \text{ N/kg}$ ) en in het algemeen ergens op aarde  $9,8 \text{ N/kg}$ .

Op dit ogenblik kan je  $g$  nog niet aanduiden als de valversnelling. Dit komt pas in de derde graad aan bod.

B23

**Het onderscheid** tussen massa, zwaartekracht en gewicht **toelichten**.

5, 13

### Wenken

Het gewicht van een lichaam is de kracht op de ondersteuning of ophanging. Vallende voorwerpen zijn dus

gewichteloos. Een satelliet in een baan om de aarde ondervindt zwaartekracht, maar heeft een grote horizontale snelheid zodat hij om de aarde blijft vallen en dus gewichteloos is. Die snelheid is wel afhankelijk van de baan.

Massa kan gedefinieerd worden als een maat voor de hoeveelheid materie, maar ook als een eigenschap waarmee materie zich verzet tegen een snelheidsverandering (traagheid).

### Toelichting voor de leraar

Massa ( $m$ ) mag niet omschreven worden als "stofhoeveelheid". Stofhoeveelheid ( $n$ ) wordt gebruikt om het aantal mol aan te duiden. 1 mol is een stofhoeveelheid die  $6,02 \cdot 10^{23}$  deeltjes bevat. Het begrip stofhoeveelheid komt aan bod in chemie.

### Taalsteun

In de dagelijkse taal gebruiken we het woord gewicht, waar we eigenlijk massa bedoelen.

B24

Krachten met zelfde werklijn samenstellen.

### Taalsteun

Eventueel kun je spreken van de totale kracht i.p.v. de resulterende kracht of nettokracht.

### Suggesties voor leerlingenexperimenten

- Verband tussen zwaartekracht en massa
- Verband tussen de kracht op een veer en de vervorming

#### 5.1.2.2 Kracht en beweging

(ca. 10 lestijden)

B25

In concrete voorbeelden van beweging het begrip snelheid toepassen.

### Wenken

Enkele concrete voorbeelden van bewegingen: fiets, auto, vogel, continenten (drift), sporter, aarde (rond de zon), kind in reuzenrad, satelliet (rond de aarde) ...

Begrippen als rechte beweging, cirkelvormige beweging, traag, snel, versnellen (optrekken) en vertragen (remmen) worden gelinkt aan het begrip snelheid. Zo kan men spreken van een rechte beweging met constante snelheid.

Voorbeelden van snelheidsmeters kunnen hier aan bod komen: snelheidsmeter in een auto, fietscomputer, speedgun, anemometer.

Snelheden kunnen toenemen, maar de natuur stelt daar een bovengrens aan nl. de lichtsnelheid. Dat is de grootste mogelijke snelheid die een voorwerp kan hebben.

B26

In concrete voorbeelden van beweging de kenmerken van snelheid als vector aangeven.

7, 13

### Wenken

Volgende voorbeelden kunnen aan bod komen:

- voorwerpen die met dezelfde snelheid (grootte, richting, zin) bewegen bv. alle personen in dezelfde auto;
- een voorwerp dat cirkelvormig beweegt met constante grootte van snelheid;
- tegengesteld bewegende voorwerpen met dezelfde grootte van snelheid;

- naderende en van elkaar verwijderende voorwerpen;
- een voorwerp dat versnelt of vertraagt bv. een optrekkende auto, een remmende fietser.

Er worden geen berekeningen met vectoren gemaakt.

B27

**In concrete voorbeelden** van beweging de eventuele verandering van bewegingstoestand met vectoren **toelichten**.

7

### Link met de eerste graad

Op het eind van het tweede leerjaar van de eerste graad hebben de leerlingen beperkt kennis gemaakt met het begrip kracht. In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad vinden we onderstaande leerplandoelstelling:

- Uit experimentele en technische toepassingen afleiden dat de vorm- en/of snelheidsverandering van een voorwerp veroorzaakt wordt door de inwerking van een kracht en afhangt van de grootte van die kracht. (B62)
- Uit experimentele en technische toepassingen afleiden dat er verschillende soorten krachten bestaan. (B63)

### Wenken

Met een verandering van bewegingstoestand bedoelen we de overgang van rust naar beweging, van beweging naar rust, versnellen en vertragen, maar ook veranderen van bewegingsrichting. Dit laatste is niet behandeld in de eerste graad omdat hiervoor het vectorbegrip noodzakelijk is. Dit alles moet in verband gebracht worden met het begrip kracht.

Het is aangewezen ook hier te spreken van de totale kracht als oorzaak van verandering van bewegingstoestand.

Het is aangewezen telkens aan te geven welk voorwerp de kracht uitoefent op welk ander voorwerp. Bv. de zwaartekracht is de kracht van de aarde op een voorwerp. Kracht is een interactie tussen voorwerpen.

Kracht als oorzaak van verandering van bewegingstoestand niet enkel verbinden met contactkrachten (trekken, duwen ...) maar ook met veldkrachten zoals magnetische krachten, elektrische krachten en zwaartekracht.

Magnetische en elektrische krachten kunnen in tegenstelling tot de zwaartekracht ook afstotend werken.

### Taalsteun

Je kan ook spreken van vertrekken, stoppen, versnellen, vertragen en een bocht nemen.

B28

Uit de bewegingstoestand (rust, ERB, veranderlijke beweging) van een voorwerp **besluiten trekken in verband met** de resulterende inwerkende kracht.

7

### Wenken

Het lichaam ondergaat geen snelheidsverandering als de som van alle inwerkende krachten nul is.

Op een voorwerp in rust of op een voorwerp dat eenparig rechtlijnig beweegt, zal de resulterende inwerkende kracht (totale kracht) nul zijn.

Een voorwerp in rust op je hand ondervindt de zwaartekracht van de aarde en een even grote normaalkracht van je hand. Een fietser die eenparig rechtlijnig beweegt, levert een aandrijfkraft die zorgt voor een kracht van de bodem op de fiets en ondervindt een even grote wrijvingskracht van de omgeving. De totale kracht is hier gelijk aan nul. Merk op dat het voor leerlingen niet vanzelfsprekend is om wrijving als een kracht te zien.

B29

Bij een eenparig rechtlijnige beweging **het verband** tussen de afstand en de tijd **weergeven**

	en dit <b>grafisch voorstellen</b> .	
B30	Bij een eenparige rechtlijnige beweging de snelheid, de afstand en de tijd <b>berekenen</b> .	

### Wenken

Het is niet aangewezen om ontmoetings- en inhaalproblemen rekenkundig uit te werken. Interpretatie van grafieken hierover is wel zinvol.

### Suggesties voor leerlingenexperimenten

- De ERB van een luchtbel in een vloeistofbuis

## 5.1.3 Materie

### 5.1.3.1 Massadichtheid

(ca. 3 lestijden)

B31	<b>Het verband</b> tussen massa en volume <b>experimenteel bepalen</b> en <b>de definitie</b> voor massadichtheid <b>formuleren</b> .	4, 13
B32	De massadichtheid van een vaste stof of een vloeistof <b>experimenteel bepalen</b> .	4, 13
B33	<b>Kwalitatieve, grafische en kwantitatieve opdrachten</b> omtrent massadichtheid <b>uitvoeren</b> .	4, 13

### Link met eerste graad

In het eerste leerjaar van de eerste graad hebben de leerlingen massa en volume leren bepalen.

In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad vinden we onderstaande leerplandoelstellingen:

- De massa van een hoeveelheid vaste stof en vloeistof bepalen. (B16)
- De massa van een hoeveelheid gas bepalen. (V16)
- Het volume van een hoeveelheid materie bepalen. (B17)

Leerlingen die de basisoptie Moderne Wetenschappen of de basisoptie Techniek-Wetenschappen gevolgd hebben, hebben dit mogelijk behandeld in het kader van de context zinken, zweven en drijven.

### Wenken

Bij het experimenteel bepalen van de massadichtheid kunnen de algemene doelstellingen m.b.t. onderzoekend leren ten volle aan bod komen.

De massadichtheid is een stofconstante en kan gebruikt worden om zuivere stoffen te herkennen.

### Taalsteun

In het dagelijks leven zeggen we dat bv. ijzer zwaarder is dan aluminium. In een wetenschappelijke context bedoelen we dat de massadichtheid van ijzer groter is.

### Suggesties voor leerlingenexperimenten

- Verband tussen massa en volume bij een stof
- Massadichtheid van vaste stoffen, vloeistoffen

### 5.1.3.2 Thermische uitzetting

(ca. 4 lestijden)

B34	<b>Een verband leggen</b> tussen de temperatuur van een stof en de gemiddelde snelheid van de deeltjes.	
-----	---	--

#### Link met eerste graad

In de loop van de eerste graad hebben de leerlingen reeds de link gelegd tussen temperatuur en de snelheid van de deeltjes. In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad vinden we onderstaande doelstelling:

- Vanuit waarnemingen afleiden dat in een stof de deeltjes (moleculen) voortdurend in beweging zijn, waarbij de snelheid toeneemt bij toenemende temperatuur. (B19)

#### Wenken

Deeltjes waaruit een stof is opgebouwd bewegen altijd. Ze hebben elk een eigen, veranderlijke snelheid die moeilijk te bepalen is. Het gemiddelde van de snelheden van veel deeltjes op één bepaald moment heeft wel een fysische, meetbare betekenis, het is namelijk een maat voor de temperatuur.

Om de gemiddelde snelheid te verhogen, moet men energie (warmte) toevoegen.

B35	De thermische uitzetting van stoffen <b>verklaren door</b> het heviger bewegen van deeltjes die hierdoor meer ruimte innemen.	
-----	---	--

#### Link met de eerste graad

In de loop van de eerste graad hebben de leerlingen reeds kennis gemaakt met uitzetting van stoffen. In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad vinden we onderstaande leerplandoelstelling:

- Uit experimenteel onderzoek en uit dagelijkse waarnemingen afleiden dat stoffen uitzetten of inkrimpen bij temperatuursverandering. (B25)

#### Wenken

Het deeltjesmodel wordt hier gehanteerd om de uitzetting te verklaren.

Dat de massadichtheid van stoffen toeneemt bij dalende temperatuur vindt hier haar verklaring. Water kan hier als uitzondering aan bod komen.

V35	<b>De formule</b> voor de thermische uitzetting van een vloeistof en/of vaste stof experimenteel bepalen en toepassen.	
-----	--	--

#### Wenken

De factoren die de uitzetting beïnvloeden kunnen hier onderzocht worden.

Het begrip uitzettingscoëfficiënt (als stofconstante) zal hier aan bod komen. Men kan ook de formule voor de uitzetting poneren en dan allerlei concrete voorbeelden gebruiken om berekeningen uit te voeren.

### 5.1.3.3 Krachten in de materie

B36	Cohesie- en adhesie herkennen in toepassingen en toelichten m.b.v. het deeltjesmodel.	
-----	---	--

#### Wenken

Het is de aangewezen ook in te gaan op het samenspel van cohesie en adhesie bij de meniscus van een

vloeistof aan de rand van het vat. Bij heel smalle buisjes treedt dan zelfs capillaire opstijging of neerdrukking op.

V36 Het verschijnsel oppervlaktespanning in concrete gevallen herkennen.

### Wenken

Via waarnemingsproefjes kan oppervlaktespanning worden aangetoond. Eventueel kan ook de invloed van een optisch actieve stof op de oppervlaktespanning worden getoond.

## 5.2 Tweede leerjaar van de tweede graad

### 5.2.1 *Energie, arbeid en vermogen*

(ca. 7 lestijden)

B37 Het begrip arbeid **op een kwalitatieve manier toelichten.**

### Taalsteun

De term arbeid heeft in het dagelijks leven een bredere betekenis dan in de fysica. In de fysica is er sprake van arbeid als een kracht werkt op een voorwerp dat zich verplaatst. Een zware boekentas boven je hoofd houden is lastig, maar is fysisch gezien geen arbeid.

B38 De arbeid geleverd door een constante kracht **definiëren en toepassen** bij situaties waarbij de kracht en de verplaatsing dezelfde richting en zin hebben.

13

### Wenken

Dat de arbeid kan bepaald worden door een oppervlaktebepaling, onder de kromme op een kracht(afstand)-grafiek, kan hier aan bod komen.

B39 Het begrip energie **toelichten aan de hand van** het begrip arbeid.

### Wenken

Om arbeid te verrichten is een energieomzetting noodzakelijk.

Men kan het woord energie in een breed spectrum aan voorbeelden gebruiken: groene energie, energieleveranciers, zonne-energie, duurzaam energiegebruik ...

Elektrische energie wordt in de praktijk gemeten in kWh. Dit is ook de eenheid die gebruikt wordt bij tarifiering. Hiervoor wordt de klassieke kWh-teller gebruikt. Moderne energiemeters met veel andere mogelijkheden zijn verkrijgbaar in de handel. Deze kunnen via aansluiting op een stopcontact de energie per toestel meten.

### Taalsteun

Het woord kracht en het woord energie worden zeer dikwijls door elkaar gehaald. Verder wordt het woord energie ook in overdrachtelijke zin gebruikt.

B40 Het beginsel van behoud van energie **in voorbeelden toelichten.**

8

B41 Het rendement van energieomzettingen **kwalitatief en kwantitatief toepassen.**

8

### Link met de eerste graad

In het eerste en het tweede leerjaar van de eerste graad hebben de leerlingen reeds beperkt kennis gemaakt met energieomzettingen. In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad vinden we onderstaande leerplandoelstellingen:

- Experimenteel aantonen dat energie kan omgezet worden van de ene vorm in een andere vorm. (B22)
- Vanuit eenvoudige waarnemingen voeding als energiebron aantonen. (B23)
- De energieomzettingen weergeven in gegeven technische toepassingen. (B64)

### Wenken

Behoud van energie wordt als een beginsel (=axioma) aangebracht dat men niet bewijst maar illustreert. Fysisch gezien is elke energieomzetting volledig. Bij elke energieomzetting is er altijd omzetting naar thermische energie die men in een aantal gevallen niet nuttig kan gebruiken. Dit noemt men "verlies".

Energieomzettingen kunnen nu ook kwantitatief berekend worden in allerlei (contextrijke) oefeningen.

### Taalsteun

In het dagelijks leven spreken we van energieverbruik. Vanuit wetenschappelijk standpunt heeft dit geen betekenis, want energie wordt omgezet (eventueel naar een minder nuttige vorm), maar verdwijnt niet.

B42

Het begrip vermogen **definiëren en kwalitatief en kwantitatief toepassen.**

8, 13

### Wenken

Het vermogen beschrijft het tempo waarin de energie wordt omgezet. Een strijkijzer van 1500 W zet per seconde 1500 J aan elektrische energie om in thermische energie.

### Suggesties voor leerlingenexperimenten

- Arbeid bij een hellend vlak
- Vermogen van elektrische toestellen m.b.v. kWh-teller (of moderne energiemeters)

## 5.2.2 Druk

(ca. 10 lestijden)

B43

Het **begrip** druk vanuit kracht en oppervlakte **toelichten** en de grootte van de druk **berekenen**.

6, 13

### Wenken

Een aantal voorbeelden uit de leefwereld kunnen als vertrekpunt gebruikt worden om het begrip druk bij te brengen. Uit deze voorbeelden moet blijken dat druk te maken heeft met kracht en oppervlakte.

Het is belangrijk de voorkennis van leerlingen te activeren. Deze voorkennis kan betrekking hebben op het intuïtief begrip, taal, allerlei soorten druk, preconcepten ter zake, het weerbericht.

Druk is een scalaire grootheid en heeft dus geen richting noch zin. Druk kan dus nooit door een vector aangeduid worden. Enkel de corresponderende kracht kan eventueel getekend worden

### Taalsteun

De termen druk en drukkracht hebben een verschillende betekenis. In bouwtechnische toepassingen gebruikt men de termen drukkracht, trekkracht, buigkracht om bepaalde inwerkende krachten aan te duiden. Vanuit didactisch oogpunt is het beter om deze termen in fysica niet te gebruiken.

B44	<b>Aan de hand van toepassingen toelichten</b> dat druk die wordt uitgeoefend op een vloeistof zich onverminderd in alle richtingen voortplant.	6
<p><b>Wenken</b></p> <p>Het beginsel van Pascal komt hier aan bod.</p> <p>Het deeltjesmodel kan gehanteerd worden om de drukvoortplanting in alle richtingen en als gevolg van de onsamendrukbaarheid van een vloeistof uit te leggen. Dat het enkel in een vloeistof geldt, kan benadrukt worden.</p> <p>Hoewel leerlingen na wat oefening meestal feilloos opdrachten i.v.m. de hydraulische pers oplossen, begrijpen ze niet altijd dat de druk in een vloeistof niet afhangt van de richting. Dit is vooral te wijten aan het feit dat ze de begrippen kracht en druk in toepassingen wel eens door elkaar halen.</p>		
B45	Druk in een vloeistof <b>verklaren en berekenen</b> .	6
B46	<b>In concrete toepassingen</b> de wet van de verbonden vaten <b>herkennen</b> .	6
<p><b>Wenken</b></p> <p>Het begrip hydrostatische druk wordt hier gehanteerd in contextrijke berekeningen.</p>		
B47	De druk van een gas op een oppervlak <b>verklaren via</b> het deeltjesmodel.	6
<p><b>Link met de eerste graad</b></p> <p>In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad heb je onderstaande basis- en verdiepingsdoelstelling:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De aggregatietoestanden verbinden met het juiste deeltjesmodel. (B24)</li> <li>• De aggregatietoestanden voorstellen met een eenvoudig deeltjesmodel. (V24)</li> </ul> <p><b>Wenken</b></p> <p>Door te wijzen op het feit dat de druk in een gas een botsingsdruk met de wand is, kan je de link leggen met het deeltjesmodel.</p> <p>De begrippen over- en onderdruk in een gas kunnen hier aan bod komen. Hierbij kan ingegaan worden op veiligheidsaspecten, bv. van een 'lege' gasfles. Deze is immers niet leeg, aangezien ze nog gas bij atmosferische druk bevat.</p> <p>Overdrukken worden gebruikt in sommige zwembaden en in labo's waar geen stof mag binnenkomen. Onderdrukken komen voor in omgevingen waar niets mag ontsnappen bv. in het reactorgebouw van een kerncentrale.</p>		
B48	Meettoestellen om druk te meten in vloeistoffen en gassen <b>toelichten</b> .	6, 13
<p><b>Wenken</b></p> <p>Voorbeelden: vloeistofmanometer, bourdonmanometer, buis van Torricelli, druksensoren, barometer, meters om bandendruk (auto, fiets) te bepalen ...</p>		
B49	<b>Aan de hand van leefwereldsituaties verklaren</b> waarom voorwerpen een gewichtsvermindering ondergaan als ze ondergedompeld worden in een vloeistof of een gas.	
<p><b>Link met eerste graad</b></p> <p>Leerlingen die de basisoptie Moderne Wetenschappen of de basisoptie Techniek-Wetenschappen gevolgd</p>		



hebben, hebben mogelijks aspecten behandeld in het kader van de context 'zinken, zweven en drijven'.

### Wenken

Inzicht in de wet van Archimedes kan ook verworven worden via kwalitatieve opdrachtjes. Het is niet de bedoeling kwantitatieve opdrachten aan bod te laten komen. Zinken, zweven, stijgen en drijven zal hier zeker aan bod komen. De wet van Archimedes kan ook toegepast worden bij gassen.

### Suggesties voor leerlingenexperimenten

- Hydrostatische druk m.b.v. een metaalmanometer
- Massadichtheid van vloeistoffen uit de stijghoogte
- Wet van Archimedes m.b.v. dynamometer

### 5.2.3 Gaswetten

(ca. 8 lestijden)

B50	<b>Het verband</b> tussen de toestandsgrootheden druk, volume en (absolute) temperatuur van een bepaalde hoeveelheid gas <b>aangeven</b> (algemene gaswet) <b>en toepassen</b> .	
V50	Voor een vaste hoeveelheid gas <b>experimenteel het verband</b> druk en volume bepalen bij constante temperatuur.	
B51	<b>Grafisch het verband</b> tussen twee toestandsgrootheden weergeven als de derde constant gehouden wordt.	

### Wenken

Vanuit een experiment kan je waarnemen dat druk, volume en temperatuur van een gas onlosmakelijk met elkaar verband houden.

Je kan de algemene gaswet opbouwen vanuit de afzonderlijke gaswetten. Niet alle gaswetten hoeven experimenteel aangetoond te worden.

Je kan echter ook de algemene gaswet poneren en daarna via eenvoudige experimentjes de afzonderlijke gaswetten kwalitatief ondersteunen. De gaswet bij constante temperatuur is een uitstekende gelegenheid om wat dieper in te gaan op de betekenis van een omgekeerd evenredig verband.

Bij de afzonderlijke gaswetten geven we de geldigheidsvoorwaarden telkens aan. Het constant blijven van de hoeveelheid gas moet zeker in de aandacht gebracht worden.

Het invoeren van de absolute temperatuur zorgt voor eenvoudige verbanden.

Voor het toepassen van de gaswetten maakt men gebruik van contextrijke problemen.

### Link met de eerste graad

De leerlingen hebben bij de behandeling van het deeltjesmodel in de 1ste graad geleerd dat bij een temperatuurstijging de deeltjes van de materie sneller gaan bewegen. In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad vinden we onderstaande leerplandoelstelling:

- Vanuit waarnemingen afleiden dat in een stof de deeltjes (moleculen) voortdurend in beweging zijn, waarbij de snelheid toeneemt bij toenemende temperatuur. (B19)

### Toelichting voor de leraar

Het bovenstaande wil niet zeggen dat de temperatuur en snelheid van de deeltjes recht evenredig zijn. Het is de absolute temperatuur die evenredig is met de gemiddelde kinetische energie van de deeltjes. In de tweede graad kan je spreken van een evenredigheid tussen de absolute temperatuur en de gemiddelde bewegings-

energie. Niet alle deeltjes hebben immers dezelfde snelheid.

B52 **Met behulp van** het deeltjesmodel de afzonderlijke gaswetten **verklaren** en de fysische betekenis van het absoluut nulpunt **toelichten**

### Wenken

Via extrapolatie van een volume(temperatuur)- of een druk(temperatuur)-grafiek wordt het bestaan van een absoluut nulpunt aangetoond. Wijs op de beperkingen van deze redenering. Metingen lopen meestal van ongeveer 20°C tot ongeveer 80°C. Als je die extrapoleert kunnen kleine meetfouten grote gevolgen hebben voor het snijpunt met de temperatuursas. Die extrapolatie is enkel juist bij ideale gassen (de gasdeeltjes zijn puntvormig en er zijn geen cohesiekrachten). In de realiteit zal bij het afkoelen van een gas, dit gas eerst vloeibaar en daarna vast worden.

### Suggesties voor leerlingexperimenten

- Gaswet van Boyle-Mariotte m.b.v. meetspuit en metaalmanometer
- Drukwet bij constant volume m.b.v. een metaalmanometer
- Drukwet bij constante druk met meetspuit en metaalmanometer

## 5.2.4 *Temperatuur, warmtehoeveelheid en inwendige energie*

(ca. 7 lestijden)

B53 **Het verschil tussen** warmtehoeveelheid en temperatuurverandering **via voorbeelden toelichten.**

### Wenken

Dit onderwerp nodigt uit om te werken rond de algemene doelstellingen onderzoekend leren.

Door een gloeiende spijker in een vat met water onder te dompelen, merk je dat warmtehoeveelheid en temperatuur verschillende begrippen zijn. Je kan dit ook aantonen of laten voorspellen aan de hand van waarmingsproeven waarbij je verschillende massa's water op een verschillende temperatuur mengt of waarbij je een stuk metaal op een hogere temperatuur mengt met eenzelfde massa water op een lagere temperatuur.

### Taalsteun

We spreken dus van warmte toevoeren/afvoeren, niet van warmte hebben. In het dagelijks taalgebruik zegt men soms "ik heb het warm".

B54 **Het verband** tussen warmtehoeveelheid en inwendige energie **toelichten.**

B55 Het ontstaan van thermisch evenwicht in een geïsoleerd systeem **toelichten.**

### Wenken

Bij warmtetoevoer/afvoer neemt de inwendige energie van het betreffende voorwerp toe/af.

Als twee voorwerpen op een verschillende manier dicht bij elkaar worden gebracht, is er transport van energie van het voorwerp op de hoogste naar het voorwerp op de laagste temperatuur. Dit transport van energie noemen we warmte. Warmte is een transportvorm van energie als gevolg van een temperatuurverschil. Een andere transportvorm van energie is arbeid.

Bij energietransport tussen twee voorwerpen op een verschillende temperatuur in een geïsoleerd systeem zal alle energie die door het ene voorwerp wordt afgestaan, door het andere voorwerp worden opgenomen. Dit

leidt tot thermisch evenwicht.

### Taalsteun

Termen als warmte-inhoud, opgeslagen warmte ... die we in het dagelijks leven gebruiken hebben wetenschappelijk gezien geen betekenis.

B56

**De factoren** (massa, soort stof en warmtehoeveelheid) die de temperatuurverandering van een vaste stof of vloeistof beïnvloeden **toelichten**.

### Wenken

Dit onderwerp nodigt uit om te werken rond de algemene doelstellingen onderzoekend leren.

B57

De begrippen soortelijke of specifieke warmtecapaciteit van een stof **toelichten en toepassen**.

### Wenken

We richten ons in eerste instantie op water dat gekenmerkt wordt door sterk afwijkende stofconstanten. Wat ligt daar aan de basis van, en welke gevolgen heeft dat voor het leven op aarde (o.a. voor het klimaat).

Een interessant probleem is berekenen hoeveel energie er per molecule water nodig is om één graad op te warmen.

### Suggestie voor uitbreiding

Toelichten waarom er bij gassen zowel een soortelijke warmtecapaciteit bij constant volume als bij constante druk is.

B58

Bij warmte-uitwisselingen de energiebalans **kwalitatief toepassen**.

### Wenken

Dit kan bv. grafisch in temperatuur(tijd)-diagrammen.

B59

**Aan de hand van** het deeltjesmodel de verschillende mechanismen van energietransport **verklaren**.

### Link met de eerste graad

De leerlingen hebben op het eind van het 2<sup>de</sup> jaar van de 1<sup>ste</sup> graad kennis gemaakt met geleiding, convectie en straling. In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad vinden we onderstaande leerplandoelstelling:

- Uit experimentele waarnemingen en technische toepassingen afleiden dat transport van warmte-energie kan plaatsvinden door geleiding, convectie en straling. (B 65)
- Verschijnselen en toepassingen uit het dagelijks leven in verband brengen met zichtbare en onzichtbare straling.

### Wenken

De begrippen zijn aan bod gekomen in de eerste graad. Hier komt de verklaring aan bod. Hier bespreken we de verklaring aan de hand van het deeltjesmodel.

## Suggesties voor leerlingenexperimenten

- Onderzoek van de temperatuursverandering bij verwarmen

## 5.2.5 Faseovergangen

### 5.2.5.1 Smelten en stollen

(ca. 5 lestijden)

B60	Smelt- en stolcurven <b>aflezen en interpreteren.</b>	4
<b>Wenken</b> In een temperatuur(tijd)-diagram van een zuivere stof blijft tijdens het smelten/stollen de temperatuur constant en komen de vaste en vloeibare fase tegelijk voor. Hierbij wordt energie toegevoegd/afgestaan.		
B61	Smelten en stollen <b>toelichten vanuit</b> het deeltjesmodel en hierbij het energetisch aspect betrekken.	
<b>Wenken</b> Hier geven we aan dat de toegevoegde energie niet meer gebruikt wordt om de deeltjes sneller te laten bewegen, maar enkel om de deeltjes verder uit elkaar te brengen. We spreken van een latente of verborgen warmte, omdat die geen temperatuurstijging teweeg brengt. Dit in tegenstelling tot een merkbare warmte.		
B62	<b>Het begrip</b> soortelijke of specifieke smeltingswarmte (en stollingswarmte) <b>toelichten en toepassen.</b>	
<b>Wenken</b> De grote waarde van de specifieke smeltingswarmte van ijs heeft interessante praktische gevolgen: het maakt ijs geschikt als koelmiddel voor drankjes of zorgt er bv. voor dat een bevroren vijver nog een tijdje met een ijslaagje bedekt blijft ook al is het al dagen boven 0°C.		
B63	<b>De verandering</b> van volume en massadichtheid bij smelten en stollen <b>toelichten.</b>	
<b>Wenken</b> Men zal starten met de invloed van een temperatuurverandering op het gedrag van de deeltjes waaruit de stof bestaat (uitzetting/krimping). Pas daarna kan men overgaan tot het smelt- en stolproces zelf. Water vormt hier een belangrijke uitzondering op. Het dichtheidsmaximum van water ligt niet bij zijn smeltpunt, maar bij 4°C. Vissen kunnen zo overleven in een vijver met een laag ijs (op voorwaarde dat de zuurstoftoevoer gegarandeerd blijft).		
B64	De invloed van de druk op de smelttemperatuur <b>toelichten</b> en in een $p(T)$ -diagram <b>grafisch voorstellen.</b>	

### 5.2.5.2 Verdampen, koken en condenseren

(ca. 8 lestijden)

B65	<b>Aan de hand van</b> het deeltjesmodel <b>aantonen</b> dat een aantal factoren de verdamping in de dampkring beïnvloeden.	
B66	Bij verdamping in een afgesloten luchtledege ruimte het onderscheid tussen een onverzadig-	

	de en verzadigde damp <b>verklaren aan de hand van</b> het deeltjesmodel.	
<p><b>Wenken</b></p> <p>Het is belangrijk het dynamisch evenwicht tussen een verzadigde damp en zijn vloeistof te behandelen.</p>		
B67	Kookcurven <b>aflezen en interpreteren.</b>	4
<p><b>Wenken</b></p> <p>Bij koken ontstaan de dampbellen in de vloeistof en stijgen bij het kookpunt op tot aan het vloeistofoppervlak, waar ze openbarsten. Dit in tegenstelling met verdamping die bij elke temperatuur plaatsvindt en waar het enkel de deeltjes dicht bij het oppervlak zijn die aan de cohesiekrachten ontsnappen.</p>		
B68	Koken en condenseren vanuit het deeltjesmodel <b>toelichten</b> en hierbij het energetisch aspect betrekken.	
<p><b>Wenken</b></p> <p>Toepassingen hiervan vinden we bij transpiratie dat een mechanisme is voor het menselijk lichaam om af te koelen via verdamping van zweet. Hetzelfde principe wordt ook gebruikt bij de compressiekoelkast en airconditioning.</p>		
B69	De invloed van de druk op de kooktemperatuur in een $p(T)$ -diagram <b>voorstellen en enkele toepassingen toelichten.</b>	
<p><b>Wenken</b></p> <p>Water kan koken bij een temperatuur lager dan 100 °C als de druk erboven verlaagd wordt (koken onder verlaagde druk). Dit komt in de natuur voor op grote hoogte.</p> <p>Water kan nog in vloeibare vorm voorkomen als de druk erboven verhoogd wordt (koken bij verhoogde druk). Dit doet zich voor in een snelkookpan.</p>		
B70	<b>De begrippen</b> soortelijke of specifieke verdampings- en condensatiewarmte <b>toelichten en toepassen.</b>	

### Suggesties voor leerlingexperimenten

- De maximumdampdrukcurve

## 6 Minimale materiële vereisten

### 6.1 Infrastructuur

Een fysicalokaal voorzien met een demonstratietafel waar zowel water, elektriciteit als gas voorhanden zijn. Er zullen meerdere stopcontacten nodig zijn. Mogelijkheid tot projectie (beamer met pc) is noodzakelijk. Hierbij horen ook een meetinterface en enkele sensoren. Een pc met internetaansluiting is hierbij wenselijk.

Om onderzoekend leren en regelmatig leerlingenexperimenten te kunnen organiseren, is een degelijk uitgerust practicumlokaal met de nodige opbergruimte noodzakelijk. Het lokaal moet kunnen verduisterd worden voor optica.

Eventueel is er bijkomende opbergruimte beschikbaar in een aangrenzend lokaal.

Aan de werktafels voor de leerlingen is minimaal elektriciteit voorhanden. Indien geen gasaansluiting voorhanden is, moet er bij verwarming gewerkt worden met elektrische toestellen. Indien er zich waterkranen aan de werktafels bevinden, volstaan kleine uitgietskjes. In het andere geval zijn enkele gemakkelijk bereikbare waterkranen met uitgietskjes aan de wanden van het lokaal een alternatief.

Voor de verwerking van meetgegevens, het tekenen van grafieken met een rekenblad, de toegang tot ap-plets en het opzoeken van informatie is het wenselijk dat er ook enkele pc's (eventueel met printer) voorhanden zijn in het lokaal. Dit kan ook in een openleercentrum of multimedialokaal. Enkele laptops die de leraar kan reserveren, vormen een alternatief.

Het lokaal dient te voldoen aan de vigerende wetgeving en normen rond veiligheid, gezondheid en hygiëne.

### 6.2 Uitrusting

De suggesties voor leerlingenexperimenten vermeld bij de leerplandoelstellingen vormen geen lijst van verplicht uit te voeren leerlingenexperimenten, maar laten de leraar toe een keuze te maken, rekening houdend met de materiële situatie in het labo. Niet vermelde leerlingenexperimenten, die aansluiten bij de leerplandoelstellingen, zijn vanzelfsprekend ook toegelaten. In die optiek kan de uitrusting van een lab nogal verschillen. Niettemin kunnen een aantal zaken toch als vanzelfsprekend beschouwd worden (zie 6.3 en 6.4).

Omdat de leerlingen per 2 (uitzonderlijk per 3) werken, zullen een aantal zaken in meervoud moeten aanwezig zijn. Voor de duurdere toestellen kan de leraar zich afhankelijk van de klasgrootte beperken tot 1 à 2 exemplaren, die dan gebruikt worden in een circuitpracticum. Om directe feedback te kunnen geven, moet dit echter meer als uitzondering dan als regel beschouwd worden.

### 6.3 Basismateriaal

- Statieven, dubbelnoten en klemmen
- Glaswerk
- Elektrische verwarmingsplaten of bunsenbranders en toebehoren
- Vacuümpomp
- Thermometers (bij voorkeur digitaal), meetlatten, schuifmaten, chronometers, balansen (bij voorkeur digitaal, bv. 500 g / 0,1 g met tarreermogelijkheid), vloeistof- en metaalmanometers

## **6.4 Specifiek materiaal**

### **6.4.1 Licht**

- Demonstratiemateriaal zoals een optische bank of een opticaset van het type "laserbox" in combinatie met toebehoren dat via magneetstrips kan bevestigd worden aan een magnetisch bord.
- Basismateriaal voor leerlingenproeven in verband met de rechtlijnige voortplanting, terugkaatsing en breking van licht, met o.a. een lichtbron, vlakke en sferische spiegels, bolle en holle lenzen, prisma, planparallelle plaat.

### **6.4.2 Krachten**

- Massa's, veren, dynamometers
- Materiaal om het verband tussen afstand en tijdsduur bij een ERB te onderzoeken.

### **6.4.3 Stofconstanten**

- Maatcilinders, overloopvaten, regelmatige en onregelmatige lichamen, pyknometers, densimeters.
- Materiaal om thermische uitzetting aan te tonen en/of te meten.

### **6.4.4 Energie, arbeid en vermogen**

- Hellend vlak, kWh-meter of moderne energiemeter

### **6.4.5 Druk**

- Toestellen om het beginsel van Pascal af te leiden en om de druk in een vloeistof te onderzoeken.
- Materiaal om de wet van Archimedes aan te tonen en te onderzoeken.
- Materiaal om de wet van de verbonden vaten aan te tonen.

### **6.4.6 Gaswetten**

- Materiaal om de gaswetten te verifiëren.

### **6.4.7 Temperatuur, warmtehoeveelheid en inwendige energie**

- Calorimeters met verwarmingsspiraal of dompelkoker
- Enkele metalen voorwerpen om de specifieke warmtecapaciteit te bepalen

### **6.4.8 Faseovergangen**

- Materiaal om de specifieke smeltingswarmte en de specifieke verdampingswarmte of condensatiewarmte van water te bepalen.
- Materiaal om de maximumdampdruk van bv. ether en aceton aan te tonen.

## 6.5 Chemicaliën

Bij het gebruik van chemicaliën dien je de COS-brochure (Chemicaliën Op School) te raadplegen. De meest recente versie is te downloaden op <http://onderwijs-opleiding.kvcv.be>.

## 6.6 ICT-toepassingen

Zie bij 6.1 Uitrusting

## 6.7 Tabellen

Het kan nuttig zijn dat leerlingen bij het bepalen van stofconstanten hun metingen kunnen verifiëren in een tabellenboek. Deze tabellen zijn echter meestal voorhanden in de handboeken.

## 6.8 Veiligheid en milieu

- Voorziening voor correct afvalbeheer
- Afsluitbare kasten geschikt voor de veilige opslag van chemicaliën
- EHBO-set
- Wettelijke etikettering van chemicaliën
- Gemakkelijk bereikbare noodstops voor elektriciteit (en gas)



## 7 Evaluatie

### 7.1 Inleiding

Evaluatie is een onderdeel van de leeractiviteiten van leerlingen en vindt bijgevolg niet alleen plaats op het einde van een leerproces of op het einde van een onderwijsperiode. Evaluatie maakt integraal deel uit van het leerproces en is dus geen doel op zich.

Evalueren is noodzakelijk om **feedback** te geven aan de leerling en aan de leraar.

Door rekening te houden met de vaststellingen gemaakt tijdens de evaluatie kan de leerling zijn **leren optimaliseren**.

De leraar kan uit evaluatiegegevens informatie halen voor **bijsturing** van zijn **didactisch handelen**.

### 7.2 Leerstrategieën

Onderwijs wordt niet meer beschouwd als het louter overdragen van kennis. Het ontwikkelen van leerstrategieën, van algemene en specifieke attitudes en de groei naar **actief leren** krijgen een centrale plaats in het leerproces.

Voorbeelden van strategieën die in de leerplandoelstellingen van dit leerplan voorkomen zijn:

- In concrete voorbeelden ... toepassen
- Een grafische voorstelling ... interpreteren
- ... in verband brengen met ...
- Aantonen dat ... aan de hand van de waarneming van ...
- Via berekening aantonen dat ...
- De formules ... bepalen en toepassen
- ... toelichten aan de hand van ...

Het is belangrijk dat tijdens evaluatiemomenten deze strategieën getoetst worden.

Ook het gebruik van stappenplannen, het raadplegen van tabellen en allerlei doelgerichte evaluatieopgaven ondersteunen eveneens de vooropgestelde leerstrategieën.

### 7.3 Proces- en productevaluatie

Het gaat niet op dat men tijdens de leerfase het **leerproces** benadrukt, maar dat men finaal alleen het **leerproduct** evalueert. De literatuur noemt die samenhang tussen proces- en productevaluatie **assessment**. De procesmatige doelstellingen staan in dit leerplan vooral bij de algemene doelstellingen (AD1 t.e.m. AD 12).

Wanneer we willen ingrijpen op het leerproces is de **rapportering, de duiding en de toelichting** van de evaluatie belangrijk. Blijft de rapportering beperkt tot het louter weergeven van de cijfers, dan krijgt de leerling weinig adequate feedback. In de rapportering kunnen de sterke en de zwakke punten van de leerling weergegeven worden en ook eventuele adviezen voor het verdere leerproces aan bod komen.

## 8 Eindtermen

1. Structuren op submicroscopisch niveau verbinden met macroscopische eigenschappen van stoffen.
2. Uitleggen dat de oorsprong van een zuivere stof, geen invloed heeft op haar eigenschappen.
3. De symbolische voorstelling van een stofomzetting interpreteren.
4. De betekenis van de stofconstanten smeltpunt, kookpunt, massadichtheid toelichten en deze stofconstanten hanteren om een zuivere stof te identificeren.
5. Het begrip zwaartekracht kwalitatief hanteren.
6. Het begrip druk kwalitatief hanteren.
7. De invloed van de resulterende kracht in verband brengen met de verandering van de bewegingstoestand.
8. Bij energieomzettingen het vermogen, de behoudswet en het begrip rendement kwalitatief hanteren.
9. Voorbeelden van stofomzettingen uit de leefwereld herkennen als exo- of endo-energetisch.
10. Bij het verduidelijken van en zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken onder begeleiding wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op grondstoffen- en energieverbruik.
11. Onder begeleiding de natuurwetenschappen als onderdeel van de culturele ontwikkeling van de maatschappij duiden en de wisselwerking met de maatschappij op ecologisch, economisch, ethisch en technisch vlak illustreren.
12. Steunend op wetenschappelijke inzichten verantwoord omgaan met veiligheid en gezondheid in leefwereldsituaties met betrekking tot stoffen, geluid en straling.
13. Courante grootheden en SI-eenheden hanteren die voorkomen in leefwereldsituaties.
14. Onder begeleiding illustreren dat natuurwetenschappelijke kennis wordt opgebouwd via natuurwetenschappelijke methoden.

In de studierichting Plant- dier- en milieutechnieken worden de eindtermen natuurwetenschappen gerealiseerd in verschillende vakken van de basisvorming nl. in biologie, chemie en fysica.

- De eindtermen 1, 2, 3 en 9 worden gerealiseerd binnen het vak chemie.
- De eindtermen 5, 6, 7, 8, 13 worden gerealiseerd binnen het vak fysica.
- De eindterm 4 wordt gerealiseerd binnen de vakken chemie en fysica.
- De eindtermen 10, 11, 12, 14 worden zowel binnen de vakken biologie, chemie als fysica gerealiseerd.

- 
- ☞ Leerplannen van het VVKSO zijn het werk van leerplancommissies, waarin begeleiders, leraren en eventueel externe deskundigen samenwerken.

**Op het voorliggende leerplan kunt u als leraar ook reageren** en uw opmerkingen, zowel positief als negatief, aan de leerplancommissie meedelen via e-mail ([leerplannen.vvkso@vsko.be](mailto:leerplannen.vvkso@vsko.be)).

Vergeet niet te vermelden over welk leerplan u schrijft: vak, studierichting, graad, nummer.  
Langs dezelfde weg kunt u zich ook aanmelden om lid te worden van een leerplancommissie.  
In beide gevallen zal de coördinatrice leerplannen zo snel mogelijk op uw schrijven reageren.

---