

FYSICA
TWEEDE GRAAD ASO
WETENSCHAPPEN, SPORTWETENSCHAPPEN,
WETENSCHAPPEN-TOPSPORT

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

VVKSO – BRUSSEL D/2012/7841/009
Vervangt leerplan D/2006/0279/056 vanaf 1 september 2012



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 aso-Wetenschappen, Sportwetenschappen en Wetenschappen-topsport	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/leren onderzoeken.....	16
4.2	Wetenschap en samenleving	18
4.3	Meten, meetnauwkeurigheid en grafieken	19
5	Leerplandoelstellingen	21
5.1	Eerste leerjaar van de tweede graad	21
5.2	Tweede leerjaar van de tweede graad.....	34
6	Minimale materiële vereisten.....	43
6.1	Infrastructuur	43
6.2	Uitrusting	43
6.3	Basismateriaal.....	43
6.4	Specifiek materiaal	44
6.5	Chemicaliën.....	45
6.6	ICT-toepassingen	45
6.7	Tabellen.....	45
6.8	Veiligheid en milieu	45
7	Evaluatie	46
7.1	Inleiding	46
7.2	Leerstrategieën	46
7.3	Proces- en productevaluatie	46
8	Eindtermen.....	47
8.1	Eindtermen voor de basisvorming.....	47
8.2	Specifieke eindtermen wetenschappen tweede graad (SET)	48

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 of Techniek-wetenschappen 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 Wetenschappen, Sportwetenschappen en Wetenschappen-topsport

Als de eerste graad haar observerende en oriënterende rol heeft waargemaakt, mogen we er vanuit gaan dat de leerling die start in de studierichting Wetenschappen, Sportwetenschappen en Wetenschappen-topsport interesse heeft voor natuurwetenschappen. Daarnaast zal deze leerling op wetenschappelijk en wiskundig vlak de nodige competenties (kennis, vaardigheden, attitudes) beheersen om met succes deze richting te volgen.

Dit leerplan wordt ook gebruikt in de richting Sportwetenschappen aso. De realisatie van de specifieke sportwetenschappelijke doelen in de derde graad aso Sportwetenschappen vergt immers een brede algemeen wetenschappelijke basis voor biologie, chemie en fysica.

De verwijzing bij de leerplandoelstellingen naar de cesuurdoelen (specifieke eindtermen) van de pool wetenschappen geldt enkel voor de richtingen Wetenschappen en Wetenschappen-topsport.

Daar waar zinvol worden bepaalde doelstellingen vanuit een sportwetenschappelijke context benaderd.

2 Leerlijnen

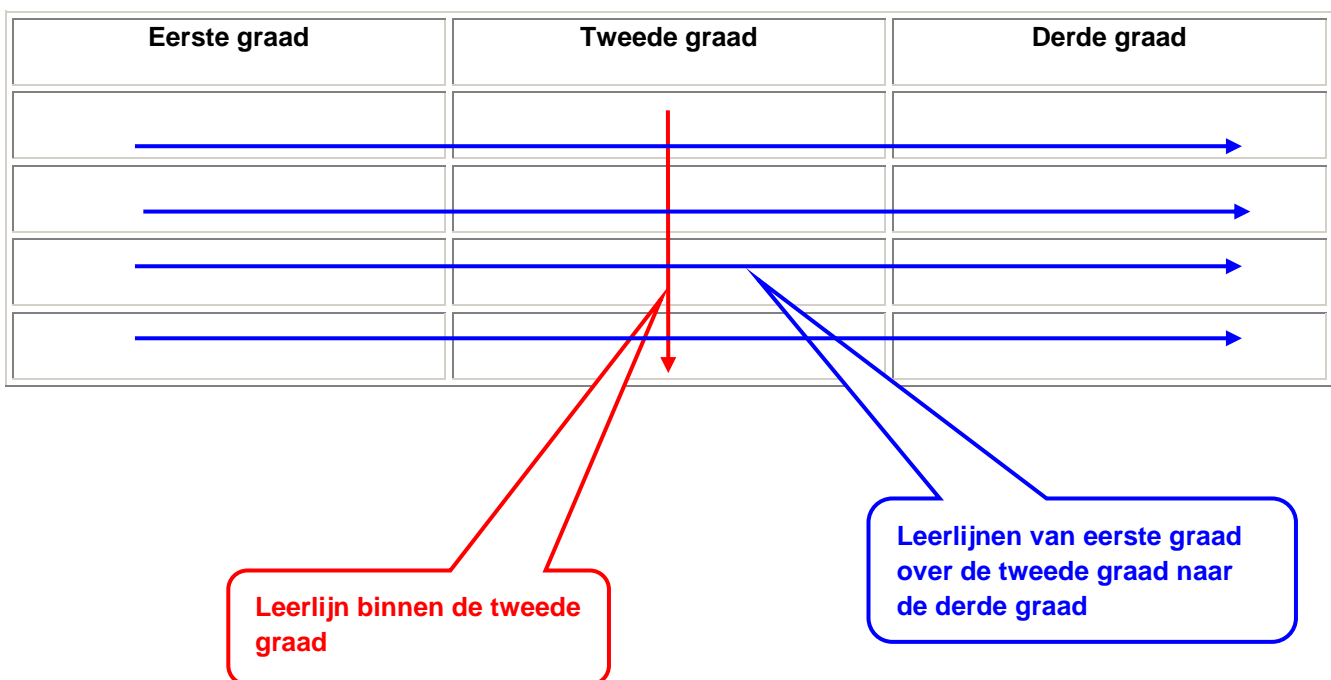
Een leerlijn is de lijn die wordt gevolgd om kennis, attitudes of vaardigheden te ontwikkelen. Een leerlijn beschrijft de constructieve en (chrono)logische opeenvolging van wat er wordt geleerd.

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

- **De vormende lijn voor natuurwetenschappen** geeft een **overzicht** van de wetenschappelijke vorming van het basisonderwijs tot 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 aso beschrijft de samenhang van de thema's fysica binnen de tweede graad aso (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

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

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

De leerlijnen natuurwetenschappen in onderstaande tabel zijn weergegeven als een maximale invulling gericht op aso-studierichtingen met de pool wetenschappen. De inhoud **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 de leerlingexperimenten en keuze van de demoproeven.

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

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

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

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 hanteren

Instructies

- Gesloten
- Begeleid

Microscopie

- Lichtmicroscopische beelden: waarnemen en interpreteren

Onderzoekscompetentie

- Onder begeleiding en klassikaal
- 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 interpreteren
 - ✓ kwalitatieve en kwantitatieve benaderingen van wetmatigheden interpreteren
 - ✓ verbanden tussen factoren interpreteren: recht evenredig en omgekeerd evenredig, abiotische en biotische
- Determineren

Instructies

- Gesloten en open instructies
- Begeleid zelfstandig

Microscopie

- Microscop en binoculair: gebruik
- Lichtmicroscopische beelden: waarnemen, interpreteren

Onderzoekscompetentie

- Onder begeleiding en alleen of in kleine groepjes
- Oefenen in de onderzoeksstappen voor een gegeven probleem:
 - ✓ onderzoeksvraag stellen
 - ✓ hypothese formuleren
 - ✓ bruikbare informatie opzoeken
 - ✓ onderzoek uitvoeren volgens de aangereikte methode
 - ✓ besluit formuleren
 - ✓ reflecteren over uitvoering en resultaat
 - ✓ rapporteren

Waarnemen van organismen en verschijnselen

- Gericht
- Interpreteren

Metingen

- Spanning, stroomsterkte, weerstand, pH, snelheid
- Titren

Gegevens

- Zelfstandig:
 - ✓ grafieken opstellen en interpreteren
 - ✓ kwalitatieve en kwantitatieve benaderingen van wetmatigheden interpreteren
 - ✓ verbanden tussen factoren opsporen en interpreteren: kwadratisch verband

Instructies

- Gesloten en open instructies
- Zelfstandig

Microscopie

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

Onderzoekscompetentie

- Begeleid zelfstandig en alleen of in kleine groepjes
- Een integraal mini-onderzoek uitvoeren voor een gegeven probleem:
 - ✓ onderzoeksvraag stellen
 - ✓ hypothese formuleren
 - ✓ voorbereiden: informeren, methode opstellen, plannen
 - ✓ onderzoek uitvoeren volgens de geplande methode
 - ✓ besluit formuleren
 - ✓ reflecteren over uitvoering en resultaat
 - ✓ rapporteren

2.3 Leerlijn en mogelijke timing fysica binnen de tweede graad aso- Wetenschappen, Sportwetenschappen en Wetenschappen-topsport

Het leerplan fysica is een graadlerplan. Onderstaande tabel toont **mogelijke** timing voor 4 graaduren. Om de leerlijnen binnen dit leerplan te respecteren, is het aanbevolen om de voorgestelde volgorde van de thema's te handhaven.

Thema's	Concepten	Lestijden
EERSTE LEERJAAR (2 uur/week) – 50 lestijden per jaar (inclusief practica en toetsen)		
Snelheid	<ul style="list-style-type: none"> • Snelheid • ERB • Grafische voorstelling van ERB en willekeurige bewegingen • Snelheidsvector 	6
Licht	<ul style="list-style-type: none"> • Zien van voorwerpen • Soorten lichtbundels • Licht volgt pad van minste tijd • Weerkaatsingswetten – brekingswetten • Totale terugkaatsing – grenshoek • Prisma • Beeldvorming bij spiegels en lenzen • Lenzenformule • Oog en optische toestellen 	17
Kracht	<ul style="list-style-type: none"> • Krachtvector • Meten van krachten • Wet van Hooke • Zwaartekracht en zwaarteveeldsterkte • Massa, zwaartekracht en gewicht • Samenstellen en ontbinden van krachten met zelfde aangrijpingspunt • Bewegingstoestand en resulterende kracht 	19
Materie	<ul style="list-style-type: none"> • Massadichtheid • Thermische uitzetting 	8
TWEEDE LEERJAAR (2 uur/week) – 50 lestijden per jaar (inclusief practica en toetsen)		
Energie, arbeid en vermogen	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeid en energie • Gravitatie-energie, kinetische energie, elastische energie • Beginsel van energiebehoud, energieomzettingen, rendement • Vermogen 	12
Druk en gaswetten	<ul style="list-style-type: none"> • Druk • Beginsel van Pascal • Hydrostatische druk • Druk bij gassen • Wet van Archimedes • Gaswetten 	16

Thema's	Concepten	Lestijden
	<ul style="list-style-type: none"> Absoluut nulpunt en absolute temperatuur 	
Warmte-energie	<ul style="list-style-type: none"> Warmtehoeveelheid – temperatuursverandering Inwendige energie Thermisch evenwicht Soortelijke of specifieke warmtecapaciteit Toepassen van energiebalans Energietransport 	8
Faseovergangen	<ul style="list-style-type: none"> Smelten, stollen, verdampen, condenseren, sublimeren Verzadigde en onverzadigde damp Specifieke smeltings-, stollings-, verdampings- en condensatiewarmte Invloed van druk bij faseovergangen Kritische temperatuur, kritisch punt, maximumdampdrukcurve Fasediagram 	14

De volgorde van de leerinhouden houdt rekening met de voorkennis en denkprocessen van de leerlingen. De ingebouwde leerlijn beoogt een progressieve en graduele groei van de leerling naar moeilijkere en meer complexe inhouden en probeert breuken in de horizontale en verticale samenhang te voorkomen.

In eerste instantie dient het leerplan te beantwoorden aan een verticale leerlijn over de leerjaren heen: een logische volgorde wat betreft de leerplaninhouden en de vaardigheden en in toenemende moeilijkheidsgraad. De concentrische aanpak van het leerplan beantwoordt hier ongetwijfeld aan. Deze benadering laat toe bepaalde vakinhouden meermaals aan bod te laten komen, telkens met een verdere uitdieping, om zo tot een betere en meer exacte begripsbeheersing te komen (de begrippen deeltjes, fasen, snelheid, kracht, energie). Een goede begripsvorming verloopt meestal geleidelijk. Men mag niet verwachten dat alle leerlingen in eenzelfde klasgroep een nieuw begrip reeds volledig zullen beheersen na een eerste, uitgebreide behandeling. Het blijkt in de meeste gevallen noodzakelijk begrippen en denkwijzen even te laten bezinken. Gebruikt men deze daarna in een andere en in een ruimere context dan neemt het aantal leerlingen dat met succes de begrippen beheerst telkens toe.

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 genummerde basisdoelstelling. Zo hoort bij de basisdoelstelling **B9** ook een verdiepende doelstelling **V9**. 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 practica' 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 practica

Onder elke groep van leerplandoelstellingen staan mogelijke practicumopdrachten vermeld. Uit de voorgestelde opdrachten kan een keuze worden gemaakt, mits een min of meer evenwichtige spreiding over de verschillende leerstofitems. Andere practica 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.

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 of klassikaal. Opdrachten worden zo gesteld dat leerlingen worden uitgedaagd om in interactie te treden. Dit kan bij elke gebruikte werkvorm (onderwijs leer gesprek, experimenteel werk, bij toepassingen en vraagstukken, bij bespreking van actualiteit)

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.
- 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.

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 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 correct uit te voeren.

Leerlingen die niet voldoende specifieke 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, beta-lend) 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**. Er worden **minimum 7 u practica per leerjaar** voorzien. Indien kleinere laboratoriumopdrachten voorzien worden die minder dan één lesuur in beslag nemen, wordt minimum een equivalent van 7 uur voorzien op jaarbasis. De practica worden evenwichtig gespreid over het geheel van de leerstof.

Mogelijke practica (en onderzoeksonderwerpen) staan bij ieder hoofdstuk vermeld onder de leerplandoelstellingen (zie punt 5).

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

In het bijzonder is het voor de algemene doelstellingen (AD 9 t.e.m. AD 12) 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 gerealiseerd zijn tegen het einde van de tweede graad.

4.1 Onderzoekend leren/leren onderzoeken

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/leren onderzoeken zullen geïntegreerd worden in de didactisch aanpak o.a. via demonstratie-experimenten en tijdens het uitvoeren van practica.

Een **practicum** is een activiteit waarbij leerlingen, alleen of in kleine groepjes van 2 tot 3 leerlingen, begeleid zelfstandig **drie of meerdere deelaspecten van de natuurwetenschappelijke methode** combineren in het kader van een natuurwetenschappelijk probleem. **Hierbij is verslaggeving verplicht** volgens de wenken bij AD5.

Met deelaspecten bedoelen we:

- een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag en indien mogelijk een hypothese over deze vraag formuleren (AD1);
- op een systematische wijze informatie verzamelen en ordenen (AD2);
- met een aangereikte methode een antwoord op de onderzoeksvraag zoeken of met de aangereikte methode een onderzoeksvoorstel uitvoeren (AD3);
- over een waarnemingsopdracht/ experiment/onderzoek en het resultaat reflecteren (AD4);
- over een waarnemingsopdracht/ experiment/onderzoek en het resultaat rapporteren (AD5).

Nummer algemene doelstelling	Verwoording doelstelling	Wenken	Verwijzing naar eindterm (zie hoofdstuk 8)
AD1	ONDERZOEKSVRAAG Onder begeleiding , een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag en indien mogelijk een hypothese of onderzoeksvoorstel over deze vraag formuleren.		W1 SET31
Wenken Het is belangrijk dat hierbij 'onderzoekbare vragen' worden gesteld. Op deze vragen formuleren de leerlingen een antwoord voorafgaand aan de uitvoering van het onderzoek: een eigen hypothese of een wetenschappelijk gemotiveerd onderzoeksvoorstel. Hierbij zullen voorkennis en bestaande misconcepten een belangrijke rol spelen.			

Link met de eerste graad

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

INFORMEREN

Onder begeleiding en op basis van geselecteerde bronnen voor een gegeven onderzoeksvraag, op een systematische wijze informatie verzamelen en ordenen.

SET26, SET32

Wenken

Op een systematische wijze informatie verzamelen en ordenen wil zeggen dat:

- er in voorbereiding van het onderzoek doelgericht wordt gezocht naar ontbrekende kennis en mogelijke onderzoekstechnieken of werkwijzen;
- de gevonden informatie wordt geordend en beoordeeld als al dan niet geschikt voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag.

Geselecteerde bronnen zijn bv.:

- boeken, tijdschriften, tabellen, catalogi;
- elektronische dragers: cd's, dvd's;
- internetadressen.

AD3

UITVOEREN

Onder begeleiding met een aangereikte methode een antwoord zoeken op een onderzoeksvraag.

W1, W2
SET33

Wenken

Tijdens het onderzoeken kunnen verschillende vaardigheden aan bod komen bv.:

- een werkplan opstellen;
- benodigdheden selecteren;
- een proefopstelling maken;
- doelgericht, vanuit een hypothese of verwachting, waarnemen;
- inschatten hoe een waargenomen effect kan beïnvloed worden;
- zelfstandig (alleen of in groep) een opdracht/experiment uitvoeren met aangereikte techniek, materiaal, werkschema;
- onderzoeksgegevens geordend weergeven in schema's, tabellen, grafieken

Het aanreiken van de methode kan in overleg met de leerlingen plaatsvinden.

AD4

REFLECTEREN

Onder begeleiding over een waarnemingsopdracht/experiment/onderzoek en het resultaat reflecteren.

W2
SET36, SET28

Wenken

Reflecteren kan door:

- resultaten van experimenten en waarnemingen af te wegen tegenover de verwachte resultaten rekening houdende met de omstandigheden die de resultaten kunnen beïnvloeden;
- de onderzoeksresultaten te interpreteren, een conclusie te trekken, het antwoord op de onderzoeksvraag te formuleren;
- de aangewende techniek en concrete uitvoering van het onderzoek te evalueren en eventueel bij te sturen;
- experimenten of waarnemingen in de klassituatie te verbinden met situaties en gegevens uit de leefwe-

reld;

- een model te hanteren of te ontwikkelen om een wetenschappelijk (chemisch, biologisch of fysisch) verschijnsel te verklaren;
- vragen over de vooropgestelde hypothese te beantwoorden:
 - Was mijn hypothese (als ... dan ...) of verwachting juist?
 - Waarom was de hypothese niet juist?
 - Welke nieuwe hypothese hanteren we verder?

Met "onder begeleiding ... reflecteren" bedoelen we:

- aan de hand van gerichte mondelinge vraagstelling van de leraar;
- aan de hand van een werkblad (opgavenblad, instructieblad ...) tijdens een opdracht;
- aan de hand van vragen van de leerling(en).

AD5

RAPPORTEREN

Onder begeleiding over een waarnemingsopdracht/experiment/onderzoek en het resultaat rapporteren.

W1, W2

SET34, SET35

Wenken

Rapporteren kan door:

- alleen of in groep waarnemings- en andere gegevens mondeling of schriftelijk te verwoorden;
- samenhangen in schema's, tabellen, grafieken of andere ordeningsmiddelen weer te geven;
- alleen of in groep verslag uit te brengen voor vooraf aangegeven rubrieken.

Onder begeleiding rapporteren kan van STERK GESTUURD naar MEER OPEN.

Met **sterk gestuurd** rapporteren bedoelen we:

- aan de hand van gesloten vragen (bv. een keuze uit mogelijke antwoorden, ja-nee vragen, een gegeven formule invullen en berekenen) op een werkblad (opgavenblad, instructieblad ...);
- aan de hand van voorgedrukte lege tabellen, grafieken met reeds benoemde assen, lege schema's die moeten aangevuld worden;
- aan de hand van een gesloten verslag met reflectievragen.

Met **meer open** rapporteren bedoelen we:

- aan de hand van open vragen op een werkblad;
- aan de hand van tabellen, grafieken, schema's die door de leerlingen zelfstandig opgebouwd worden;
- aan de hand van een kort open verslag waarbij de leerling duidelijk weet welke elementen in het verslag moeten aanwezig zijn.

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.

AD6	MAATSCHAPPIJ De wisselwerking tussen fysica en maatschappij op ecologisch, ethisch en technisch vlak illustreren.	W5 SET26, SET29
-----	---	--------------------

Wenken

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

- de leefomstandigheden (ecologisch, technisch) van de mens: datatransmissie door glasvezelkabels, lenzen en optische toestellen, hydraulische remsystemen, compressiekoelkast ...de zorg om (nieuwe) energiebronnen, ontwikkelingen in de 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.

AD7	CULTUUR Illustreren dat fysica behoort tot de culturele ontwikkeling van de mensheid.	W5 SET26
-----	---	-------------

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.

AD8	DUURZAAMHEID Bij het verduidelijken van en het zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op grondstoffenverbruik, energiegebruik en het leefmilieu.	W4 SET30
-----	---	-------------

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

AD9	GROOTHEDEN EN EENHEDEN Het onderscheid tussen grootheid en eenheid aangeven en de SI-eenheden met hun	W2
-----	---	----

respectievelijke veelvouden en delen gebruiken.

Wenken

Een grootheid 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 grootheid is. Een aantal voorbeelden uit de leefwereld moet hen een gevoel geven van de grootteorde ervan.

Bij het oplossen van rekenopdrachten is het de taak van de leraar om de leerlingen meermaals op het praktisch voordeel van de coherentie in het SI-eenhedenstelsel te wijzen.

Alhoewel het toepassen van de SI- eenheden verplicht is, zijn sommige niet SI- eenheden zoals °C en bar toch toegestaan.

AD10 MEETTOESTELLEN EN MEETNAUWKEURIGHEID

De gepaste toestellen kiezen voor het meten van de behandelde grootheden en de meetresultaten correct aflezen en noteren.

W1, W2

Wenken

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.

AD11 BEREKENINGEN

Bij berekeningen waarden correct weergeven, rekening houdend met de beduidende cijfers.

W1, W2

Wenken

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.

AD12 GRAFIEKEN

Meetresultaten grafisch voorstellen in een diagram en deze interpreteren.

W1, W2

Wenken

Interpreteren kan inhouden (naargelang de situatie):

- recht en omgekeerd evenredige verbanden tussen factoren ontdekken;
- stijgen en dalen van een curve herkennen;
- steilheid en vorm van een curve herkennen, benoemen of koppelen aan een grootheid;
- oppervlakte onder een curve koppelen aan een grootheid.

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 Snelheid

(ca 6 lestijden)

B1	In concrete voorbeelden van beweging het begrip snelheid toepassen .	SET22
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 rechtlijnige beweging, cirkelvormige beweging, traag, snel, versnellen (optrekken) en vertragen (remmen) worden gekoppeld aan het begrip snelheid. Zo kan men spreken van een rechtlijnige beweging met constante snelheid. Voorbeelden van snelheidsmeters kunnen hier aan bod komen: snelheidsmeter in een auto, fietscomputer, speedgun, windsnelheidsmeter. De kiem wordt gelegd voor de noodzaak om naast de grootte, andere aspecten van snelheid te beschrijven (naar links, van iemand weg, verticaal, schuin). Snelheden kunnen toenemen en zeer groot worden. De natuur stelt echter een bovengrens nl. de lichtsnelheid. Dat is de grootst mogelijke snelheid die een voorwerp kan hebben.		
B2	De grootte van de snelheid van een voorwerp definiëren en toepassen .	
Wenken Het bepalen van de snelheid gebeurt door het bepalen van de afgelegde weg (positieverandering) en de tijd die hiervoor nodig is (tijdsduur). We werken hier in principe met gemiddelde snelheden, hoewel het zeker niet de bedoeling is om de begrippen gemiddelde en ogenblikkelijke snelheid hier in te voeren. Eenvoudige kwantitatieve problemen kunnen hier aan bod komen. Ook eenvoudige experimenten kunnen uitgevoerd worden. De SI-eenheid van snelheid wordt hier ingevoerd.		
B3	Voor een eenparig rechtlijnige beweging de snelheid berekenen en een $x(t)$ - en een $v(t)$ -grafiek maken en interpreteren .	W1 F4
Wenken Het maken beperkt zich tot eenvoudige bewegingen uit de leefwereld van de leerlingen. De interpretatie is volledig gebaseerd op de grafiek en is niet wiskundig.		
B4	Een grafische voorstelling van een willekeurige rechtlijnige beweging op een $v(t)$ -grafiek interpreteren .	W1

Wenken

Vermits het rechtstreeks meten van snelheden niet eenvoudig is, beperkt men zich tot het interpreteren van snelheidsgrafieken: het vergroten, constant blijven of verkleinen van snelheden zijn grafisch eenvoudig weer te geven.

Volgende voorbeelden kunnen aan bod komen:

- rechtlijnige beweging met constante snelheid;
- rechtlijnige bewegingen met een snelheid die verandert (er wordt niet over eenparig veranderlijke bewegingen gesproken);
- voorwerp in rust.

B5

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

Wenken

Om het vectorbegrip te duiden, kunnen volgende voorbeelden aan bod komen:

- voorwerpen die met dezelfde snelheid (grootte, richting, zin) bewegen bv. alle personen in dezelfde auto;
- auto's op een rotonde: voorwerpen die cirkelvormig bewegen met ongeveer dezelfde grootte van snelheid, maar waarbij de richting verschillend is;
- tegengesteld bewegende voorwerpen met dezelfde grootte van snelheid;
- naderende en van elkaar verwijderende voorwerpen;
- de snelheid van een optrekkende auto of een remmende fietser verandert voortdurend in grootte terwijl richting, zin en aangrijpingspunt van de vector dezelfde blijven;
- bij een auto die een andere auto voorbijsteekt zullen de snelheidsvectoren dezelfde richting en zin hebben maar het aangrijpingspunt en de grootte zijn verschillend.

Er worden geen berekeningen met vectoren gemaakt.

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.

In de 2de graad aso leerweg 5 (wiskunde) wordt dit begrip uitgewerkt in functie van de bewerkingen die men er mee doet. De leraar fysica kan dus best even aan de collega wiskunde vragen welke kennis leerlingen hebben over vectoren en op welk moment van het jaar. Ook de leraar wiskunde is er bij gebaat te weten hoe men in de fysica vectoren aanbrengt.

Suggesties voor practica

- Posities, positieveranderingen en de corresponderende tijden bepalen van voorwerpen met een constante snelheid kan op zeer veel (creatieve) manieren.
- De E.R.B. onderzoeken van een:
 - elektrisch wagentje met de tijdtikker;
 - elektrisch wagentje met een afstandssensor;
 - luchtbel in een vloeistofbuis.

5.1.2 Licht

(ca 17 lestijden)

B6	Het zien van voorwerpen in verband brengen met lichtbronnen en de interactie van het licht met die voorwerpen.	F18 SET4
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 wordt hier verwezen naar de interactie van het licht met die voorwerpen: absorptie, terugkaatsing, verstrooiing en doorlaten van licht. Reflectoren, lichtdetectoren (sensoren), zichtbare en onzichtbare stralen, kleur ... kunnen hier ter sprake komen. 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.		
B7	Evenwijdige, convergerende en divergerende lichtbundels herkennen, benoemen en tekenen.	F18 SET2
B8	Aantonen dat licht tussen twee punten in een homogeen milieu steeds de kortste weg volgt aan de hand van de waarneming van de rechtlijnige voortplanting van het licht.	F18 SET22
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.		
B9	Schaduwvorming verklaren als een toepassing van de rechtlijnige voortplanting van het licht in een homogeen midden.	
V9	Het onderscheid tussen de schaduwvorming bij een puntvormige en een niet-puntvormige lichtbron verklaren aan de hand van een figuur.	SET2
Wenken Figuren, applets en andere visualiseringen kunnen hierbij helpen. Het ontstaan van de maanfasen, de maansverduistering en de zonsverduistering kan als toepassing besproken worden.		
B10	De begrippen invallende straal, invalspunt, normaal, invalshoek, weerkaatste straal en weerkaatsinghoek toelichten.	F18 SET28

B11	De weerkaatsingwetten van een lichtstraal bij een vlakke spiegel experimenteel afleiden, verklaren en toepassen .	F18 W1, W2
<p>Wenken</p> <p>Figuren, applets en andere visualiseringen kunnen hierbij helpen.</p> <p>Men kan beklemtonen dat deze wetten niet enkel geldig zijn met licht maar ook met geluid (vb. sonar) en met onzichtbare straling (vb. afstandsbediening).</p> <p>Een gelijke invalshoek en terugkaatsingshoek betekent dat het licht de snelste weg volgt.</p>		
B12	Beelden bij vlakke spiegels construeren en deze onderscheiden van reële beelden.	F19
<p>Wenken</p> <p>Ook meerdere (hoekmakende) spiegels kunnen aan bod komen. 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.</p> <p>Je kan de beeldvorming bij een camera obscura vergelijken met die van een vlakke spiegel.</p>		
B13	Het brandpunt bij een holle en bolle spiegel aantonen en verbinden met toepassingen .	
<p>Wenken</p> <p>Toepassingen zijn o.a. koplamp van een wagen, make-upspiegel, dode hoekspiegel, bolle spiegel op kruispunten, spiegels in pretparken, telescopen ...</p>		
V13	De beelden construeren die bij een sferische spiegel gevormd worden.	SET2
<p>Wenken</p> <p>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 en de kenmerken van het beeld onderzoeken.</p>		
B14	De begrippen grensvlak, gebroken straal en brekingshoek toelichten .	F19
B15	De stralengang van licht bij overgang tussen twee homogene middens experimenteel afleiden, weergeven en enkele eenvoudige toepassingen toelichten .	F19 W1, W2 SET28
<p>Wenken</p> <p>De stralengang voldoet aan volgende brekingswetten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Breking heeft schijneffecten tot gevolg zoals de schijnbare verhoging van een voorwerp onder water of de schijnbare verdikking van vissen in een rond aquarium. Eenvoudige experimentjes kunnen dit illustreren.</p> <p>De brekingsindex is een stofconstante en kan gebruikt worden om stoffen te herkennen.</p>		
B16	Via berekening aantonen dat bij lichtbreking de gevolgde lichtweg tussen twee punten sneller wordt afgelegd dan de rechte weg of om het even welke andere weg.	

Wenken

Volgende hypothese kan gegeven en onderzocht worden: 'Licht volgt steeds de snelste weg'. Met een gebruikelijke proefopstelling kan één gebroken lichtstraal vastgelegd worden op papier. Vervolgens krijgt de leerling de snelheid van het licht in elke middenstof en berekent hij de tijd die het licht nodig heeft om van een punt A (op de invallende lichtstraal gelegen) naar een punt B (op de gebroken straal gelegen) te gaan. Daarna berekent hij voor allerlei andere afwijkende lichtbanen (bijvoorbeeld de rechte straal, zonder breking) de totale tijd tussen A en B. Deze resultaten zullen steeds groter zijn.

De leerling kan dit ook onderzoeken met simulaties.

Als de snelheden gegeven zijn, kunnen de leerlingen het juiste traject voorspellen en experimenteel controleren.

Tenslotte kan de snelheid van het licht in een onbekende middenstof worden bepaald aan de hand van de breking.

Bij verschillende invalshoeken en corresponderende gebroken stralen leidt een eenvoudige meetkundige afleiding tot een constante, de brekingsindex, die niets anders is dan de verhouding van de snelheid van het licht in de optisch ijle middenstof tot de snelheid in de optisch dichte middenstof.

V16

De brekingsindex **toepassen in rekenopdrachten of constructies.**

Wenken

Kwantitatieve behandeling van de brekingswet (de wet van Snellius) staat hier centraal. Dat kan met constructies (grafische benadering) of met rekentoestel (sinusbenadering). Bij constructies hoeft men niet noodzakelijk gebruik te maken van de sinus. Eventueel kunnen de rekenopdrachten ook in de les wiskunde aan bod komen.

B17

Uit experimenten en ervaringen uit het dagelijks leven afleiden dat invallend licht gedeeltelijk terugkaatst en gedeeltelijk breekt.

F18

B18

Totale terugkaatsing en grenshoek **toelichten via** de stralengang en **in concrete toepassingen weergeven.**

F18

SET28

V18

De grenshoek **berekenen.**

F18

Wenken

Totale terugkaatsing wordt toegepast in optische vezels, periscopen en verrekijkers. Het principe van een glasvezel kan aangetoond worden met laserlicht in een waterstraaltje uit een PET-fles.

Experimenten met de optische bank tonen duidelijk dat bij breking ook een deel terugkaatst. Bovendien varieert de fractie die terugkaatst. Kijken naar ramen en spiegelende oppervlakken vormen daar het bewijs van in de dagelijkse omgeving. Het effect dat men door een etalageruit soms bijna niets ziet kan hier ook aan bod komen. De stand van de lichtbronnen is bepalend voor het verschijnsel.

B19

De lichtbreking door een prisma **beschrijven en verklaren.**

F18

Wenken

Bij een prisma behandelen we de kleurschifting. Het is niet de bedoeling om de deviatiehoek te bepalen.

Bij het verklaren kan men gebruik maken van het feit dat de lichtsnelheid van de verschillende kleuren verschillend is of van het verschil in brekingsindex van de verschillende kleuren.

Suggestie voor uitbreiding

De lichtbreking door een planparallele plaat kan aangetoond en verklaard worden. Hierbij kunnen de factoren,

die de evenwijdige verschuiving beïnvloeden, onderzocht worden.		
V19	Kleurverschijnselen van licht in leefwereldsituaties toelichten .	SET28
Wenken Kleuren in regenbogen, glaswerk en edelstenen kunnen via breking verklaard worden. Witte voorwerpen weerkaatsen alle kleuren en zwarte geen enkele.		
B20	De verschillende soorten lenzen herkennen .	F19
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 ...).		
B21	De beelden bij een dunne bolle lens construeren en deze aanduiden als virtueel of reëel.	F18, F19 SET2
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. 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. Je kan ook verder gaan en de parameterformule gebruiken in opdrachten met holle lenzen.		
B22	De relatie tussen voorwerpsafstand, beeldafstand en brandpuntsafstand (parameterformule) voor dunne bolle lenzen verifiëren .	F18, F19
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.		
B23	Kwantitatieve opdrachten over voorwerps-, beeld-, brandpuntsafstand en vergroting bij dunne bolle lenzen uitvoeren .	F18, F19
Wenken 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.		
B24	Optica in verband brengen met het oog, optische toestellen en verschijnselen uit de leefwereld.	F19 W5 SET29, SET30
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 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 die de invallende en weerkaatste straal visualiseren.

Suggesties voor practica

- Factoren die de beeldvorming bij een camera obscura beïnvloeden.
- Diameter van de zon bepalen (vb. met een camera obscura).
- Weerkaatsingswetten.
- Gezichtsveld bij een vlakke spiegel.
- Brandpunt en karakteristieke stralen bij sferische spiegels.
- Brekingswetten bepalen via de snelheden van licht in de middenstoffen.
- Op verschillende manieren de brekingsindex van stoffen (in het bijzonder water) bepalen.
- Onderscheiden van verschillende (transparante) stoffen aan de hand van hun brekingsindex.
- Totale terugkaatsing en grenshoek.
- Brandpunt en karakteristieke stralen bij lenzen.
- Lenzenformule.
- Lineaire vergroting: lengte van een gloeidraadje in een reuterlamp m.b.v. een lens.
- Brandpuntsafstand en sterkte van brilglazen.

5.1.3 *Kracht*

(ca 19 lestijden)

B25

In concrete voorbeelden van vervorming de kenmerken van kracht als vector **aan-geven**.

F1

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.

Naast het aan bod komen van een breed spectrum aan soorten krachten komt hier ook het vectoriële aspect onmiddellijk ter sprake.

B26	Een kracht meten door gebruik te maken van een dynamometer.	W1, W2 SET29
<p>Wenken</p> <p>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.</p>		
B27	De veerconstante experimenteel bepalen .	F3 W1, W2
B28	Het verband tussen uitrekking en veerkracht kwalitatief en kwantitatief toepassen .	F3 SET4
<p>Wenken</p> <p>Bij het experimenteel bepalen van de veerconstante kunnen de algemene doelstellingen m.b.t. onderzoekend leren/leren onderzoeken ten volle aan bod komen.</p> <p>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.</p> <p>Men kan een eigen geijkte dynamometer laten maken m.b.v. een elastiek.</p> <p>Allerlei toepassingen van veren kunnen hier aan bod komen.</p>		
B29	Uit de massa van een voorwerp de zwaartekracht op dat voorwerp bepalen m.b.v. de zwaartevelddsterkte.	F3
<p>Wenken</p> <p>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 zwaartevelddsterkte. We gebruiken de experimentele waarde op het aardoppervlak in België ($g = 9,81 \text{ N/kg}$) en in het algemeen ergens op aarde $9,8 \text{ N/kg}$.</p> <p>Op dit ogenblik kan je g nog niet aanduiden als de valversnelling. Dit komt pas in de derde graad aan bod.</p>		
B30	Het onderscheid tussen massa, zwaartekracht en gewicht toelichten .	F3
<p>Wenken</p> <p>Het gewicht van een lichaam is de kracht op de ondersteuning of ophanging. Vallende voorwerpen zijn dus gewichtloos. 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 gewichtloos is. Die snelheid is wel afhankelijk van de baan.</p> <p>Massa kan gedefinieerd worden als een maat voor de hoeveelheid materie, maar ook als een eigenschap waarmee materie zich verzet tegen een snelheidsverandering (traagheid).</p> <p>Toelichting voor de leraar</p> <p>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.</p>		

Taalsteun

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

B31

Op een grafische wijze krachten samenstellen en ontbinden indien ze hetzelfde aangrijpingspunt hebben.

F2

SET2

Wenken

Bij het samenstellen van krachten kun je een onderscheid maken tussen krachten met dezelfde werklijn en dezelfde zin, krachten met dezelfde werklijn en tegengestelde zin en krachten met verschillende werklijnen (= hoekmakende krachten).

Het grafisch ontbinden van krachten in twee betekenisvolle componenten is enkel zinvol als dit hoekmakende componenten zijn. Zinvolle voorbeelden hierbij zijn een knikker op een zachte en een steile helling, of aantonen waarom je best een kindewagen op een dorpel trekt i.p.v. duwt, een slee (of boekentas op wielotjes) die men trekt ...

Taalsteun

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

B32

In concrete voorbeelden van beweging de eventuele verandering van bewegings-toestand met vectoren **toelichten**.

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 leerplan-doelstelling:

- 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, botsen ... Ook het veranderen van bewegingsrichting (de richting van de snelheidsvector) moet hier aan bod komen. Dit laatste is niet behandeld in de eerste graad omdat hiervoor het vectorbegrip noodzakelijk is. Dit alles moet in verband gebracht worden met de resulterende inwerkende kracht (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.

B33

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

F5

SET4

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.

V33a

Vanuit de analyse van de inwerkende krachten **verklaren waarom** een lichaam met constante grootte van snelheid:

- een bocht beschrijft;
- cirkelvormig beweegt.

Wenken

Laat leerlingen een bal rollen op een grote cirkel. Ze moeten de bal voortdurend duwtjes geven naar het centrum toe.

Ook krachtwerking in de ruimtevaart en in ons zonnestelsel kan hier aan bod komen.

V33b

Het moment van een kracht **aan de hand van voorbeelden verduidelijken**.

Wenken

De analyse van de krachten die werken op voorwerpen die draaien (zonder translatie) leidt tot het inzicht dat deze krachten steeds in duo voorkomen (krachtenkoppel). De som van beide krachten (langs dezelfde werklijn gezien) zorgt er voor dat het voorwerp geen verschuivende beweging kan uitvoeren. Het effect van beide krachten is een draaiing. Talloze voorbeelden kunnen gebruikt worden om aan te tonen dat krachten werken als er iets draait (windmolens, ventilator, schroef), of wanneer een voorwerp niet mag draaien of kantelen (kraan).

V33c

Kenmerken van verschillende soorten krachten met verschillende methoden **onderzoeken**.

Wenken

Krachten die men kan meten zijn o.a. magnetische krachten tussen twee gelijke of verschillende polen, kracht bij een cirkelvormige beweging, gewichten van allerlei voorwerpen via een (elektronische) massabalans, krachten bij hefbomen.

“Onderzoeken” betekent meer dan alleen maar meten: het kan ook afleiden betekenen bv. uit theoretische beschouwingen (grafische vectoranalyse). Als een voorwerp aan enkele krachten onderworpen is, hoe gaat het dan bewegen? Als het op een bepaalde manier vervormt of beweegt, welke krachten hebben dan een rol gespeeld? Waar grijpt een kracht precies aan?

Suggesties voor practica

- Bepalen van de veerconstante van een veer.
- Bepalen van de zwaarteveldsterkte.
- Bepalen van de totale kracht die op een voorwerp inwerkt in het geval van hoekmakende krachten.

5.1.4 Materie

(ca 8 lestijden)

B34

Het verband tussen massa en volume **experimenteel bepalen** en **de definitie** voor massadichtheid **formuleren**.

W1, W2
F14
SET6

B35	De massadichtheid van een vaste stof, een vloeistof of een gas experimenteel bepalen .	W1, W2 F14 SET6
B36	Kwalitatieve, grafische en kwantitatieve opdrachten omtrent massadichtheid uitvoeren.	F14 W1

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 mogelijks 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/leren onderzoeken ten volle aan bod komen.

Het bepalen van de massadichtheid van lucht, alhoewel de nauwkeurigheid met de beperkte middelen in een schoollaboratorium soms te wensen overlaat, is aangewezen, aangezien de leerlingen hierbij de massa van lucht moeten bepalen. Men kan de massa lucht in het klaslokaal via berekening laten bepalen als de massadichtheid gegeven is.

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

De massadichtheid van mengsels hangt af van de samenstelling van het mengsel. Als verdiepende opgave kan bv. de verhouding tussen Cu en Zn in messing bepaald worden als beide massadichtheden gegeven zijn.

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.

B37

Een verband leggen tussen de temperatuur van een stof en de gemiddelde snelheid van de deeltjes.

SET4

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.

B38

De thermische uitzetting van stoffen **verklaren door** het heviger bewegen van deeltjes die hierdoor meer ruimte innemen.

SET1, SET2,
SET3, SET5

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.

V38

De formule voor de thermische uitzetting van een vloeistof en/of vaste stof experimenteel **bepalen en toepassen**.

W1,W2

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.

Suggesties voor practica

- Hoe groot is de dichtheid van een gegeven materiaal/stof/voorwerp?
- Uit welk materiaal is dit voorwerp gemaakt? Welke stof is dit?

5.2 Tweede leerjaar van de tweede graad

5.2.1 Energie, arbeid en vermogen

(ca 10 lestijden)

B39	Het begrip arbeid op een kwalitatieve manier toelichten.	F6 SET28
<p>Taalsteun</p> <p>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.</p>		
B40	De arbeid geleverd door een constante kracht definiëren en toepassen bij situaties waarbij de kracht en de verplaatsing dezelfde richting hebben.	F6, F7
V40	De arbeid geleverd door een kracht toepassen bij situaties waarbij <ul style="list-style-type: none"> • de kracht niet constant is; • kracht en verplaatsing een hoek maken. 	
<p>Wenken</p> <p>Als de stand van de kracht ten opzichte van de verplaatsing evenwijdig is, kunnen ze gelijke zin hebben (positieve arbeid) of tegengestelde zin (negatieve arbeid). Een figuur is hier verduidelijkend.</p> <p>Dat de arbeid kan bepaald worden door een oppervlaktebepaling onder de kromme op een kracht(afstand)-grafiek, kan hier aan bod komen. Bij een negatieve arbeid bevindt de oppervlakte zich onder de horizontale as (de kracht heeft een tegengestelde zin).</p> <p>Men kan ook een willekeurig variërende kracht nemen.</p> <p>De grafische benadering zal bij het afleiden van formules een grote hulp zijn.</p> <p>De arbeid is erg afhankelijk van de stand van de kracht t.o.v. de verplaatsing. Eventueel kan de cosinus gebruikt worden in analytische oefeningen.</p>		
B41	Het begrip energie toelichten aan de hand van het begrip arbeid.	F6
<p>Wenken</p> <p>Om arbeid te verrichten is een energieomzetting noodzakelijk.</p> <p>Men kan het woord energie in een breed spectrum aan voorbeelden gebruiken: groene energie, energieleveranciers, zonne-energie, duurzaam energiegebruik ...</p> <p>Moderne energiemeters zijn verkrijgbaar in de handel. Deze kunnen via aansluiting op een stopcontact de energie per toestel meten. Om zeer kleine energiehoeveelheden aan te duiden gebruikt men de $eV = 1, 10^{-19} J$.</p> <p>Taalsteun</p> <p>Het woord kracht en het woord energie worden zeer dikwijls door elkaar gehaald. Verder wordt het woord energie ook in overdrachtelijke zin gebruikt</p>		
B42	De gravitatie-energie bij het aardoppervlak, de kinetische energie en de elastische energie berekenen.	F6, F8 SET10, SET11, SET13

Wenken

Het berekenen van de gravitatie-energie bij het aardoppervlak en de elastische energie kunnen via oppervlak-tebepaling van kracht(afstand)-grafiek. Men kan er ook voor kiezen de formules te geven en ze plausibel te maken via evenredigheden en/of kleine experimenten.

B43	Het beginsel van behoud van energie formuleren en in voorbeelden toelichten.	F6, F10 W4 SET10, SET11, SET12, SET28
B44	Het rendement van energieomzettingen kwalitatief en kwantitatief toepassen.	F6, F9 SET10, SET29

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.

B45	Het begrip vermogen definiëren en kwalitatief en kwantitatief toepassen.	F6 SET22
-----	---	-------------

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 practica

- Hoeveel arbeid levert de kracht?
- Hoeveel kinetische energie bevat dit bewegend voorwerp?
- Hoeveel elastische energie komt er vrij wanneer deze veer een massa lanceert?
- Hoeveel potentiële gravitatie-energie komt er vrij wanneer dit voorwerp op de grond terecht komt?
- Hoeveel energie gaat naar ongemeten energievormen bij de overgang van (situatie 1) naar (situatie 2)?
- Hoe groot is het rendement bij een bepaalde overgang?
- Wat is het resultaat van je experimentele test over het behoud van energie?

5.2.2 Druk en gaswetten

(ca 18 lestijden)

B46	Het begrip druk vanuit kracht en oppervlakte toelichten en de grootte van de druk berekenen .	F15
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.		
B47	Aan de hand van toepassingen toelichten dat druk die wordt uitgeoefend op een vloeistof zich onverminderd in alle richtingen voortplant.	F15 SET28, SET29, SET30
Wenken Het beginsel van Pascal komt hier aan bod. Het deeltjesmodel kan gehanteerd worden om de drukvoortplanting in alle richtingen en als gevolg van de samentrekbaarheid van een vloeistof uit te leggen. Dat dit enkel in een vloeistof geldt kan benadrukt worden. 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.		
B48	Druk in een vloeistof verklaren en berekenen .	F15
Wenken Het begrip hydrostatische druk wordt hier gehanteerd in contextrijke berekeningen. De wet van de verbonden vaten kan hier aan bod komen.		
B49	De druk van een gas op een oppervlak verklaren via het deeltjesmodel.	F16 SET1, SET2, SET3, SET5
Link met de eerste graad In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad heb je onderstaande basis- en verdiepingsdoelstellingen: <ul style="list-style-type: none">• De aggregatietoestanden verbinden met het juiste deeltjesmodel. (B24)• De aggregatietoestanden voorstellen met een eenvoudig deeltjesmodel. (V24)		
Wenken 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.

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.

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.

B50 Meettoestellen om druk te meten in vloeistoffen en gassen **toelichten**.

SET29

Wenken

Voorbeelden: vloeistofmanometer, bourdonmanometer, buis van Torricelli, druksensoren, barometer, meters om bandendruk (auto, fiets) te bepalen ...

B51 **Aan de hand van leefwereldsituaties verklaren** waarom voorwerpen een gewichtsvermindering ondergaan als ze ondergedompeld worden in een vloeistof of een gas.

Link met eerste graad

Leerlingen die de basisoptie Moderne Wetenschappen of de basisoptie Techniek-Wetenschappen gevolgd 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 opdrachten. Het is niet de bedoeling heel ver te gaan bij kwantitatieve opdrachten. Het is eerder aangewezen het kwantitatieve aspect aan bod te laten komen in practica.

Zinken, zweven, stijgen en drijven zal hier zeker aan bod komen.

De wet van Archimedes kan ook toegepast worden bij gassen.

B52 **Experimenteel het verband** tussen druk, volume, (absolute) temperatuur en hoeveelheid gas **bepalen**.

F17

W1, W2

B53 **Het verband** tussen de toestandsgrontheden druk, volume en (absolute) temperatuur van een bepaalde hoeveelheid gas **aangeven en toepassen**.

F17

B54 **Grafisch het verband** tussen twee toestandsgrontheden **weergeven** als de derde constant gehouden wordt.

F17

W1

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)

Wenken

Niet alle gaswetten hoeven experimenteel aangetoond te worden.

De gaswet bij constante temperatuur biedt een goede gelegenheid om even stil te staan bij een omgekeerd evenredig verband. Bij de afzonderlijke gaswetten geven we de geldigheidsvoorwaarden telkens aan. Het con-

stant 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.

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.

B55

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

F16

SET1, SET2,
SET5

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.

B56

De algemene gaswet **formuleren en toepassen met behulp van** de molaire of universele gasconstante.

F17

Wenken

De algemene gaswet is de synthese van de afzonderlijke gaswetten in één formule.

R wordt als een gegeven waarde beschouwd.

Eventueel kan de constante van Boltzmann uit R en N_A berekend worden. Dit geeft een idee van energie-inhouden op microscopische schaal.

V56a

De algemene gaswet **formuleren met behulp van** de specifieke gasconstante en het verband met de universele gasconstante bepalen.

F17

SET4

V56b

De algemene gaswet **formuleren** voor een mengsel van ideale gassen.

F17

Wenken

Voor een mengsel van ideale gassen de totaal druk van het mengsel berekenen via de partiële drücken (wet van Dalton).

Suggesties voor practica

- Welke factoren beïnvloeden de druk in een vloeistof en op welke wijze?
- Welke relaties bestaan er tussen de factoren volume, druk, temperatuur en hoeveelheid van een ideaal gas?

5.2.3 Warmte-energie

(ca 8 lestijden)

B57	Het verschil tussen warmtehoeveelheid en temperatuurverandering via voorbeelden toelichten.	SET28
<p>Wenken</p> <p>Dit onderwerp nodigt uit om te werken rond de algemene doelstellingen onderzoekend leren/leren onderzoeken.</p> <p>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 waarnemingsproeven 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.</p> <p>Taalsteun</p> <p>We spreken van warmte toevoeren/afvoeren, niet van warmte hebben. In het dagelijks taalgebruik zegt men soms "ik heb het warm".</p>		
B58	Het verband tussen warmtehoeveelheid en inwendige energie toelichten met behulp van deeltjesmodel.	F11 SET1, SET2, SET3, SET4 SET5, SET10
B59	Het ontstaan van thermisch evenwicht in een geïsoleerd systeem toelichten.	F10
<p>Wenken</p> <p>Bij warmtetoevoer/afvoer neemt de inwendige energie van het betreffende voorwerp toe/af.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Taalsteun</p> <p>Termen als warmte-inhoud, opgeslagen warmte ... die we in het dagelijks leven gebruiken, hebben wetenschappelijk gezien geen betekenis.</p>		
B60	De factoren (massa, soort stof en warmtehoeveelheid) die de temperatuurverandering van een vaste stof of vloeistof beïnvloeden experimenteel bepalen.	F13 W1 SET6
<p>Wenken</p> <p>Dit onderwerp nodigt uit om te werken rond de algemene doelstellingen onderzoekend leren/leren onderzoeken.</p>		
B61	De begrippen soortelijke of specifieke warmtecapaciteit van een stof en warmtecapaciteit van een voorwerp toelichten en toepassen.	F13 SET28

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.

B62

Bij warmte-uitwisselingen de energiebalans zowel **kwalitatief als kwantitatief toepassen**.

F6
SET10
SET15

Wenken

Het mag er niet op uitdraaien dat ellenlange berekeningen moeten gemaakt worden.

Men kan bv. de leerlingen een programma laten schrijven (op rekentool of in een rekenblad) die deze berekeningen voor hen uitvoert. Eens operationeel kan men dan, via eenvoudige veranderingen van bepaalde waarden, de invloed ervan op de oplossing van een probleem leren inschatten.

B63

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

SET1, SET2,
SET3, SET5,
SET10, SET14,
SET15, SET22

Link met de eerste graad

De leerlingen hebben op het eind van het 2de jaar van de 1ste graad kennis gemaakt met geleiding, convectoring en straling. In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad vinden we onderstaande leerplandoelstellingen:

- Uit experimentele waarnemingen en technische toepassingen afleiden dat transport van warmte-energie kan plaatsvinden door geleiding, convectoring en straling. (B 65)
- Verschijnselen en toepassingen uit het dagelijks leven in verband brengen met zichtbare en onzichtbare straling. (B 66)

Wenken

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

Suggesties voor practica

- Wat is de invloed van massa, de soort stof en de warmtehoeveelheid op de temperatuurverandering van een vaste stof of vloeistof?
- Hoeveel energie neemt een bepaald vat op per graad temperatuurverhoging?
- Hoeveel energie heeft 1 kg van een bepaalde stof nodig om 1° C op te warmen?

5.2.4 Faseovergangen

(ca 14 lestijden)

B64	Smelt-, stol- en kookcurven aflezen en interpreteren .	W1 F12 SET22
<p>Wenken</p> <p>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.</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 snelle deeltjes dicht bij het oppervlak zijn die aan de cohesiekrachten ontsnappen.</p>		
B65	Smelten en stollen toelichten vanuit het deeltjesmodel en hierbij het energetisch aspect betrekken.	F6, F12 SET1, SET2, SET3, SET5
<p>Wenken</p> <p>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, tegen de elektrische krachten tussen de deeltjes in. We spreken van een latente warmte, omdat die geen temperatuurstijging teweeg brengt. Dit in tegenstelling tot een merkbare warmte.</p>		
B66	Het begrip soortelijke of specifieke smeltingswarmte (en stollingswarmte) toelichten, toepassen en experimenteel bepalen .	F12 W1, W2 SET6
<p>Wenken</p> <p>Dit onderwerp nodigt uit om te werken rond de algemene doelstellingen onderzoekend leren/leren onderzoeken.</p>		
B67	De verandering van volume en massadichtheid bij smelten en stollen toelichten .	SET28
<p>Wenken</p> <p>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.</p> <p>Water vormt hierop een belangrijke uitzondering. Het dichtheidsmaximum van water ligt niet bij zijn smeltpunt, maar bij 4°C. Vissen kunnen zo overleven in een vijver met een laag ijs.</p>		
B68	Aan de hand van het deeltjesmodel aantonen dat een aantal factoren de verdamping in de dampkring beïnvloeden.	SET1, SET2, SET3, SET5, SET14
B69	Bij verdamping in een afgesloten luchtdelige ruimte het onderscheid tussen een onverzadigde en verzadigde damp verklaren aan de hand van het deeltjesmodel.	SET1, SET2, SET3, SET5
<p>Wenken</p> <p>Het is belangrijk het dynamisch evenwicht tussen een verzadigde damp en zijn vloeistof te behandelen.</p>		
B70	De invloed van de druk bij faseovergangen verklaren .	

Wenken

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

Volgende aspecten kunnen hierbij aan bod komen:

- Invloed van de druk op de smelttemperatuur (smeltlijn). De proef van Tyndall wijst op het uitzonderlijk gedrag van water. Alle andere stoffen zullen onder toenemende druk vaster worden en niet smelten.
- Invloed van de druk op de kooktemperatuur (maximale dampdruklijn).
- Invloed van de druk op de sublimatietemperatuur.

B71	De begrippen soortelijke of specifieke verdampings- en condensatiewarmte toelichten, experimenteel bepalen en toepassen.	W1, W2 SET6
B72	Het onderscheid tussen een gas en een damp verklaren aan de hand van de begrippen kritische temperatuur en druk en het kritisch punt aanduiden op de maximumdampdrukcurve.	
V72	De vorm van de $p(V)$ curve bij dampen en gassen toelichten bij verschillende temperaturen.	

Wenken

De $p(V)$ curve bij gassen is bekend, maar wat gebeurt er wanneer die curve opgesteld wordt bij steeds lagere temperaturen? Men spreekt in dit verband van de isothermen van Andrews.

B73	De voorstelling van smelt-, kook- en sublimatielijn in één $p(T)$ -diagram toelichten.	SET22
-----	--	-------

Wenken

Een dergelijke synthese van verschillende items biedt de kans de leerlingen te wijzen op de harmonieuze samenhang die soms te vinden is in natuurverschijnselen. De betekenis van het tripelpunt kan vanuit de grafiek toegelicht worden.

Suggesties voor practica

- Opmeten van smelt- en stolcurve van een zuivere stof.
- Specifieke smeltingswarmte van ijs.
- Opmeten van de kookcurve van water.
- De maximumdampdrukcurve.
- De specifieke verdampingswarmte van water via condensatie van stoom.
- De specifieke verdampingswarmte van water met dompelkoker en digitale balans.

6 Minimale materiële vereisten

Bij het uitvoeren van practica is het belangrijk dat de klasgroep tot maximaal 22 leerlingen wordt beperkt om:

- de algemene doelstellingen m.b.t. onderzoekend leren/leren onderzoeken in voldoende mate te bereiken;
- de veiligheid van eenieder te garanderen.

6.1 Infrastructuur

Een fysicalokaal voorzien met een demonstratietafel waar zowel water, elektriciteit als gas voorhanden zijn, is een must. 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 practica 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 applets 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 practica vermeld bij de leerplandoelstellingen vormen geen lijst van verplicht uit te voeren practica, maar laten de leraar toe een keuze te maken, rekening houdend met de materiële situatie in het labo. Niet vermelde practica, 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, meetbereik -10° tot 110° , ook één met groot meetbereik: -40° tot 1000° of meer), schuifmaten, rolmeters, chronometers, balansen (bij voorkeur digitaal, bv. 3000 g / 1 g met tarreermogelijkheid), vloeistof- en metaalmanometers

6.4 Specifiek materiaal

6.4.1 *Snelheid*

- Een rolmeter van 50 m
- Elektrisch speelgoed autootje, fiets, eenvoudige camera om beweging te meten (gsm volstaat)
- Bewegingssensor met bijbehorende software of software voor videoanalyse

6.4.2 *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, ev. planparallelle plaat.

6.4.3 *Krachten*

- Materiaal om met variërende massa's te kunnen werken, veren, dynamometers in voldoende aantallen en van verschillende bereiken
- Materiaal om het verband tussen afstand en tijdsduur bij een ERB te onderzoeken.

6.4.4 *Materie*

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

6.4.5 *Arbeid, energie en vermogen*

- Hellend vlak, kWh-meter of moderne energiemeter

6.4.6 *Druk en gaswetten*

- 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.
- Materiaal om de gaswetten af te leiden.

6.4.7 Warmte-energie

- Calorimeters met verwarmingsspiraal of dompelkoker.
- Enkele metalen voorwerpen om de specifieke warmtecapaciteit te bepalen.
- Enkele vloeistoffen om de specifieke warmtecapaciteit te bepalen: vb olijfolie.

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 gratis te downloaden op <http://onderwijs-opleiding.kvcv.be/>.

6.6 ICT-toepassingen

Zie bij 6.1 Infrastructuur.

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

8.1 Eindtermen voor de basisvorming

Gemeenschappelijke eindtermen gelden voor het geheel van de wetenschappen.

8.1.1 *Wetenschappelijke vaardigheden (W)*

Leerlingen:

- W1 kunnen onder begeleiding de volgende aspecten van de natuurwetenschappelijke methode gebruiken bij het onderzoek van een natuurwetenschappelijk probleem:
- een onderzoeksvraag hanteren;
 - een hypothese of verwachting formuleren;
 - met een aangereikte methode een experiment, een meting of een terreinwaarneming uitvoeren en hierbij specifiek materieel correct hanteren;
 - onderzoekresultaten weergeven in woorden, in een tabel of een grafiek;
 - uit data, een tabel of een grafiek relaties en waarden afleiden om een besluit te formuleren.
- W2 hebben aandacht voor nauwkeurigheid van meetwaarden en het correct gebruik van wetenschappelijke terminologie, symbolen en SI-eenheden.
- W3 kunnen productetiketten interpreteren en veilig en verantwoord omgaan met stoffen.

Opmerking: W3 wordt gerealiseerd in het leerplan chemie.

8.1.2 *Wetenschap en samenleving (W)*

Leerlingen kunnen:

- W4 bij het verduidelijken van en het zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op grondstoffenverbruik, energieverbruik, biodiversiteit en het leefmilieu.
- W5 de natuurwetenschappen als onderdeel van de culturele ontwikkeling duiden en de wisselwerking met de maatschappij op ecologisch, ethisch en technisch vlak illustreren.

8.1.3 *Vakgebonden eindtermen fysica (F)*

Leerlingen kunnen:

- F1 het vectorieel karakter van een kracht toelichten.
- F2 krachten volgens dezelfde richting samenstellen.
- F3 de begrippen zwaartekracht en veerkracht kwalitatief en kwantitatief hanteren.
- F4 voor een eenparige rechte beweging de snelheid berekenen en deze beweging grafisch voorstellen.
- F5 de invloed van de resulterende kracht in verband brengen met de eenparig rechte beweging.
- F6 de begrippen arbeid, energie en vermogen kwalitatief en kwantitatief hanteren.
- F7 de arbeid berekenen bij een constante kracht die evenwijdig is met de verplaatsing.
- F8 de gravitatie-potentiële energie bij het aardoppervlak, elastische potentiële energie en de kinetische energie van een voorwerp berekenen.
- F9 bij energieomzettingen het begrip rendement kwalitatief en kwantitatief hanteren.
- F10 de wet van behoud van energie formuleren en illustreren met voorbeelden.
- F11 met het deeltjesmodel van de materie het begrip inwendige energie uitleggen.

- F12 de warmte-uitwisseling tijdens faseovergangen kwalitatief hanteren.
- F13 het begrip specifieke warmtecapaciteit kwalitatief en kwantitatief hanteren.
- F14 de massadichtheid van een stof kwalitatief en kwantitatief hanteren.
- F15 het begrip druk en hydrostatische druk kwalitatief en kwantitatief hanteren.
- F16 het deeltjesmodel van een gas hanteren om de begrippen druk en absolute nulpunt te verduidelijken.
- F17 het verband tussen de toestandsgrootheden druk, volume en temperatuur van een bepaalde hoeveelheid gas kwalitatief en kwantitatief hanteren.
- F18 de stralengang van het licht vaststellen en toelichten:
- in een homogene middenstof;
 - bij terugkaatsing aan een vlakke spiegel;
 - bij breking van de ene middenstof naar de andere middenstof;
 - en bij dunne bolle lenzen.
- F19 de beeldvorming bij de vlakke spiegel en de dunne bolle lens bespreken en illustreren aan de hand van optische toestellen en bij de werking van het oog.

8.2 Specifieke eindtermen wetenschappen tweede graad (SET)

Verdeling van de decretale specifieke eindtermen wetenschappen (SET + nummer) over de vakken

	Alle vakken	Biologie	Chemie	Fysica	Aardrijkskunde
Structuren	1-2-3-4-5-6				
Interacties		10	7-8-9-10	10-11-12-13-14-15	
Systemen		16-17-18-19-20-21			
Tijd	22	23			
Genese		24-25			
Natuurwet.-Maatschappij	26-28-29-30		27		
Onderzoek	31-32-33-34-35-36				

De specifieke eindtermen die met dit fysica-leerplan worden gerealiseerd zijn hieronder *schuin gedrukt* weergegeven.

8.2.1 Structuren

De leerlingen kunnen

SET 1 *op verschillende schaalniveaus structuren beschrijven en telkens situeren op een grootteorde schaal van atoom tot heelal.*

SET 2 *bestudeerde structuren met een visueel model voorstellen.*

SET 3 *twee- en driedimensionale voorstellingen van bestudeerde structuren interpreteren.*

SET 4 *verbanden leggen tussen structuren op verschillende schaalniveaus.*

SET 5 *aantonen dat eigenschappen van structuren kunnen afhangen van het aantal, de aard en de ruimtelijke organisatie van de bouwstenen.*

SET 6 *uit experimentele of andere gegevens bestudeerde structuren en stoffen volgens samenstelling, bouw of functie classificeren en uit deze classificatie eigenschappen afleiden.*

8.2.2 Interacties

De leerlingen kunnen

- SET 7 voor diverse voorbeelden van natuurwetenschappelijke processen in het dagelijkse leven materieomzettingen in massa en stofhoeveelheden berekenen.
- SET 8 experimenteel aantonen dat atomen naar aard behouden blijven tijdens opeenvolgende chemische reacties.
- SET 9 interacties tussen stoffen experimenteel onderzoeken en op corpusculair niveau beschrijven.
- SET 10 *energieomzettingen identificeren voor diverse voorbeelden van natuurwetenschappelijke processen in het dagelijkse leven.*
- SET 11 *de formule voor potentiële energie in het zwaarteveld afleiden en het behoud van mechanische energie in dit veld met voorbeelden kwantitatief en experimenteel aantonen.*
- SET 12 *de wet van behoud van energie op enkele schaalniveaus kwalitatief illustreren in processen waarbij één energievorm in twee andere wordt getransformeerd.*
- SET 13 *energieomzettingen bij beweging van materie kwalitatief beschrijven.*
- SET 14 *transport van materie als gevolg van een gradiënt kwalitatief beschrijven.*
- SET 15 *energietransport op enkele schaalniveaus illustreren.*

8.2.3 Systemen

De leerlingen kunnen

- SET 16 met voorbeelden toelichten hoe levende wezens uit een onderzocht biotoop aan de omgeving zijn aangepast en de plaats die ze daar innemen aangeven.
- SET 17 door terreinstudie in een biotoop/geotoop biotische, abiotische en antropogene factoren inventariseren en de gegevens verwerken en interpreteren.
- SET 18 relaties aantonen tussen biotische, abiotische en antropogene factoren binnen een ecosysteem.
- SET 19 met voorbeelden terugkoppeling en homeostase aantonen in een organisme.
- SET 20 voorbeelden geven van factoren die de stabiliteit en de successie van een ecosysteem beïnvloeden.
- SET 21 enkele materiekringlopen en energiedoorstroming in ecosystemen schematisch voorstellen.

8.2.4 Tijd

De leerlingen kunnen

- SET 22 *op verschillende schaalniveaus structuren, processen en systemen in een relatief tijdsperspectief plaatsen.*
- SET 23 met voorbeelden aantonen dat organismen aangepast zijn aan cyclisch weerkerende verschijnselen.

8.2.5 Genese en ontwikkeling

De leerlingen kunnen

- SET 24 de problematiek van de afbakening tussen levenloze materie en levende organismen illustreren.
- SET 25 informatie opzoeken over uitgestorven levensvormen en deze levensvormen situeren in een classificatiesysteem.

8.2.6 Natuurwetenschap en maatschappij

De leerlingen kunnen

- SET 26 *informatie over wetenschappers, over belangrijke experimenten of natuurwetenschappelijke terminologie opzoeken en historisch situeren.*
- SET 27 een wetenschappelijk model in een historische context plaatsen.
- SET 28 *informatie uit media en literatuur toetsen aan wetenschappelijke kennis.*
- SET 29 *wetenschappelijke principes in technische realisaties herkennen.*
- SET 30 *illustreren hoe toepassingen van wetenschappelijke kennis leiden tot veranderingen in de samenleving.*

8.2.7 Onderzoekskompetentie

De leerlingen kunnen

SET 31 *onder begeleiding voor een gegeven onderzoeksprobleem onderzoeksvragen formuleren.*

SET 32 *op basis van geselecteerde bronnen voor een gegeven onderzoeksvraag, op een systematische wijze informatie verzamelen en ordenen.*

SET 33 *onder begeleiding een gegeven probleem met een aangereikte methode onderzoeken.*

SET 34 *onder begeleiding onderzoeksresultaten verwerken, interpreteren en conclusies formuleren.*

SET 35 *volgens een gegeven stramien over de resultaten van de eigen onderzoeksactiviteit rapporteren.*

SET 36 *onder begeleiding reflecteren over de bekomen onderzoeksresultaten en de aangewende methode.*

☞ Leerplannen van het VVKSO zijn het werk van leerplancommissies, waarin begeleiders, leraars 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.vvksso@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.
