

FYSICA

DERDE GRAAD ASO

**ECONOMIE-WISKUNDE, GRIEKS-WISKUNDE, LATIJN-WISKUNDE,
MODERNE TALEN-WISKUNDE, WISKUNDE-TOPSPORT**

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

VVKSO – BRUSSEL D/2014/7841/014
Vervangt leerplan D/2006/0279/057 vanaf 1 september 2014



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 de 1ste graad over de 2de graad naar de 3de graad	6
2.3	Leerlijn en mogelijke timing fysica voor aso-studierichtingen met 2 graaduren fysica	10
3	Algemene pedagogisch-didactische wenken	11
3.1	Leeswijzer bij de doelstellingen.....	11
3.2	Leerplan versus handboek.....	12
3.3	Taalgericht vakonderwijs.....	12
3.4	ICT.....	14
4	Algemene doelstellingen	15
4.1	Onderzoekend leren.....	15
4.2	Wetenschap en samenleving	16
4.3	Meten, meetnauwkeurigheid en grafieken	18
5	Leerplandoelstellingen	20
	Eerste leerjaar van de 3de graad	20
5.1	Elektriciteit	20
5.2	Elektromagnetisme.....	24
5.3	Kernfysica.....	27
	Tweede leerjaar van de 3de graad	28
5.4	Dynamica en kinematica	28
5.5	Arbeid en energie	31
5.6	Trillingen en golven	32
6	Minimale materiële vereisten.....	35
6.1	Infrastructuur	35
6.2	Uitrusting	35
6.3	Basismateriaal	36
7	Evaluatie	38
7.1	Inleiding	38
7.2	Leerstrategieën	38
7.3	Proces- en productevaluatie	38
8	Eindtermen basisvorming wetenschappen.....	39
8.1	Wetenschappelijke vaardigheden	39
8.2	Wetenschap en samenleving	39
8.3	Eindtermen biologie.....	39
8.4	Eindtermen chemie	40
8.5	Eindtermen fysica.....	40

1 Beginsituatie

Het leerplan wordt gerealiseerd in volgende studierichtingen van het aso:

- *Economie - Wiskunde*
- *Grieks - Wiskunde*
- *Latijn - Wiskunde*
- *Moderne talen – Wiskunde*
- *Wiskunde - Topsport*

Gedifferentieerde beginsituatie

De leerlingen die starten in één van bovenstaande studierichtingen hebben met succes één van de volgende studierichtingen van het aso gevolgd:

- Studierichtingen met **1-uursleerplannen** biologie, chemie en fysica: *Economie, Grieks, Grieks-Latijn, Humane wetenschappen, Latijn*.
- Studierichtingen met **2-uursleerplannen** biologie, chemie en fysica: *Wetenschappen, Wetenschappen-Topsport en Sportwetenschappen*.

Leerlingen die uit de studierichting *Wetenschappen, Wetenschappen - Topsport* of *Sportwetenschappen* komen hebben bepaalde wetenschappelijke inzichten op een hoger beheersingsniveau verworven en meer ervaring opgedaan in het onderzoekende aspect van wetenschappen.

Om de gedifferentieerde beginsituatie van de leerlingen goed te kennen is het dan ook belangrijk om de leerplannen van de 2de graad grondig door te nemen.

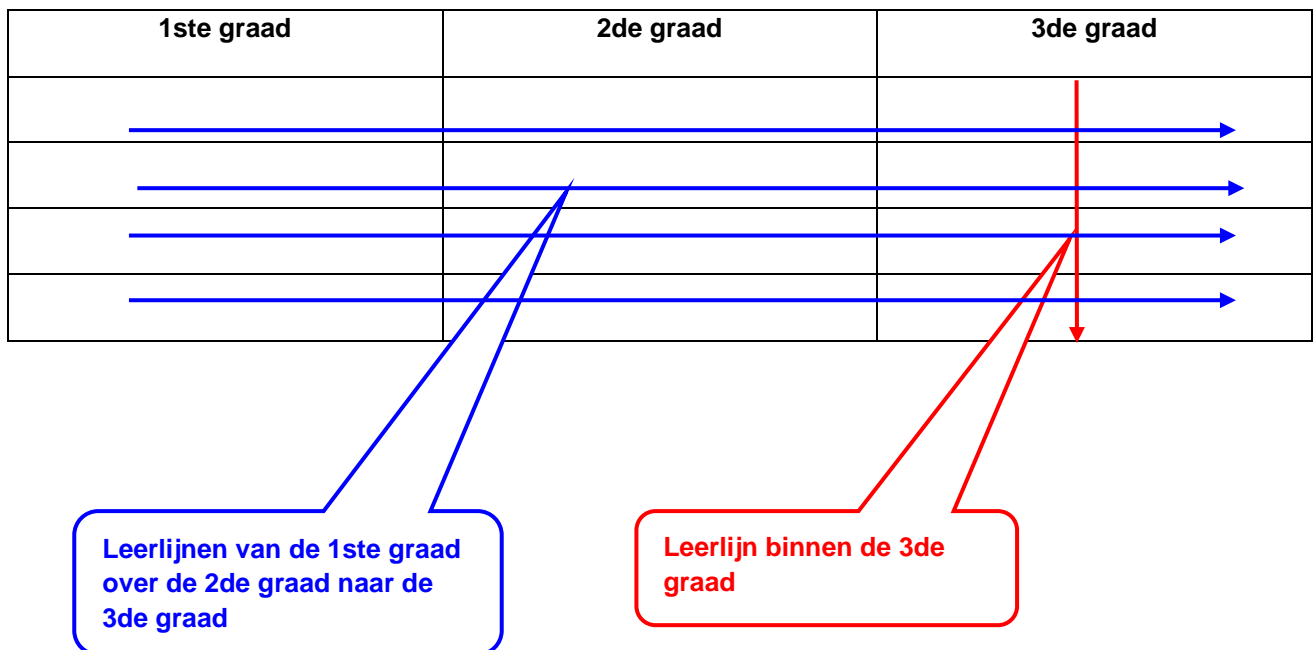
2 Leerlijnen

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

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

- **De vormende lijn voor natuurwetenschappen** geeft een overzicht van de wetenschappelijke vorming van het basisonderwijs tot de 3de graad van het secundair onderwijs (zie 2.1).
- **De leerlijnen natuurwetenschappen van de 1ste graad over de 2de graad naar de 3de graad** beschrijven de samenhang van natuurwetenschappelijke begrippen en vaardigheden (zie 2.2).
- **De leerlijn fysica binnen de 3de graad aso** beschrijft de samenhang van de thema's fysica (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>	
1ste 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) 	
2de 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)
3de 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 de 1ste graad over de 2de graad naar de 3de graad

De inhouden **fysica** staan in het **vet** gedrukt. Om de realisatie van de leerlijn te waarborgen is overleg met collega's van de 2de graad nodig, ook wat betreft de invulling van de leerlingexperimenten en de keuze van demoproeven.

Leerlijn	1ste graad	2de graad	3de graad (pool wetenschappen)
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 - 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 - Chemisch evenwicht - Reactiesoorten: zuur-basereacties, redoxreacties, reactiesoorten in de koolstofchemie - Stofwisseling: opbouw-afbraakreacties - Radioactief verval

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Snelheid, kracht, druk</p>	<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 grootheid - 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>
	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Energie</p>	<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>

Biologische eenheid

- 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)

Soorten

- Herkennen a.d.h.v. determineerkaarten
- Verscheidenheid
- Aanpassingen aan omgeving

In stand houden van leven

- Bij zoogdieren en de mens:
 - ✓ de structuur en de functie van spijsverteringsstelsel
 - ✓ transportstelsel
 - ✓ ademhalingsstelsel
 - ✓ excretiestelsel
- Bij bloemplanten de structuur en functie van hoofd delen

Interacties tussen organismen onderling en met de omgeving

- Gezondheid (n.a.v. stelsels)
- Abiotische en biotische relaties:
 - ✓ voedselrelaties
 - ✓ invloed mens
- Duurzaam leven

Leven doorgeven

- Voortplanting bij bloemplanten en bij de mens

Evolutie

- Verscheidenheid
- Biodiversiteit vaststellen
- Aanpassingen aan omgeving bij bloemplanten, gewervelde dieren (zoogdieren)

Biologische eenheid

- Cel op lichtmicroscopisch niveau: prokaryote en eukaryote cel, plantaardige en dierlijke cel

Soorten

- Determineren en indelen

In stand houden van leven

- Bij zoogdieren en de mens:
 - ✓ structuur en functie van zenuwstelsel,
 - ✓ bewegingsstructuren,
 - ✓ hormonale regulaties

Interacties tussen organismen onderling en omgeving

- Gezondheid: invloed van micro-organismen
- Gedrag
- Abiotische en biotische relaties:
 - ✓ voedselrelaties
 - ✓ materiekringloop
 - ✓ energiedoorstroming
 - ✓ invloed van de mens
- Ecosystemen
- Duurzame ontwikkeling

Evolutie

- Soortenrijkdom
- Ordenen van biodiversiteit gebaseerd op evolutionaire inzichten

Biologische eenheid

- Cel op submicroscopisch niveau: prokaryote en eukaryote cel, plantaardige en dierlijke cel

Soorten

- Als voortplantingscriterium
- Genetische variaties: adaptatie, modificatie, mutatie

In stand houden van leven

- Stofuitwisseling
- Stofwisseling

Interacties tussen organismen onderling en omgeving

- Gezondheid
- Stofuitwisseling
- Biotechnologie/gentechnologie

Leven doorgeven

- DNA en celdelingen (mitose en meiose)
- Voortplanting bij de mens: verloop en hormonale regulatie
- Chromosomale genetica
- Moleculaire genetica

Evolutie

- Biodiversiteit verklaren
- 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 weergeven,
 - ✓ 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

Onderzoekend leren

- 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
- Titleren

Gegevens

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

Instructies

- Gesloten en open instructies
- Zelfstandig

Microscopie

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

Onderzoekend leren

- Begeleid zelfstandig en alleen of in kleine groepjes
- Oefenen in de onderzoeksstappen voor een gegeven probleem:
 - ✓ onderzoeksvraag stellen
 - ✓ hypothese formuleren
 - ✓ voorbereiden: informeren, methode opstellen, plannen
 - ✓ onderzoek uitvoeren met een geschikte methode
 - ✓ besluit formuleren
 - ✓ reflecteren over uitvoering en resultaat
 - ✓ rapporteren

2.3 Leerlijn en mogelijke timing fysica voor aso-studierichtingen met 2 graaduren fysica

Het leerplan fysica is een **graadleerplan** voor **twee graaduren**.

Er worden **minimum 4 lestijden leerlingexperimenten** uitgevoerd over de graad. Bij kleinere laboratoriumopdrachten, die minder dan één lesuur in beslag nemen, wordt minimum een equivalent van 4 uur voorzien over de graad.

Mogelijke voorbeelden staan bij ieder hoofdstuk vermeld onder de leerplandoelstellingen (zie punt 5 Leerplandoelstellingen).

Timing voor twee graaduren

Thema's	Lestijden
3de graad (twee graaduren) - 50 lestijden per graad <i>(inclusief toetsen en 4 lestijden leerlingexperimenten)</i>	
Elektriciteit	10
Elektromagnetisme	10
Kernfysica	5
Dynamica en kinematica	12
Arbeid, vermogen energie	2
Trillingen en golven	11

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 taken en probeert breuken in de horizontale en verticale samenhang te voorkomen.

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 zijn niet verplicht te realiseren en horen steeds bij een overeenkomstig genummerde basisdoelstelling. Zo hoort bij de verdiepende doelstelling V2 ook een basisdoelstelling B2. De evaluatie van dit hogere niveau geeft een bijkomende houvast bij de oriëntering van de leerling naar het hoger onderwijs.

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. 'Mogelijke leerlingenexperimenten' en 'mogelijke demo-experimenten' bieden een reeks suggesties van mogelijke experimenten, waaruit de leraar een oordeelkundige keuze kan maken.

Taalsteun

Zie verder.

Mogelijke leerlingenexperimenten

Onder elke groep van leerplandoelstellingen staan mogelijke demonstratieproeven en leerlingenexperimenten. Uit de voorgestelde thema's kan een keuze worden gemaakt, mits een min of meer evenwichtige spreiding over de verschillende leerstofonderdelen. Andere leerlingenexperimenten die aansluiten bij de leerplandoelstellingen zijn ook toegelaten.

3.2 Leerplan versus handboek

Het leerplan bepaalt welke doelstellingen moeten gerealiseerd worden en welk beheersingsniveau moet bereikt worden. Heel belangrijk hierin is de keuze van het werkwoord (herkennen, toelichten, berekenen ...). Sommige doelstellingen bepalen welke leerstrategieën moeten gehanteerd worden zoals:

- ... herkennen het vectorieel karakter ...
- ... berekenen.... toepassen.... definiëren
- ... herkennen en hanteren...
- ... onderscheid aangeven...
- ... grafisch voorstellen...

Bij het uitwerken van lessen, 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 betekenisgevend kader of 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 en de interesses van de leerling, de actualiteit en eventueel andere vakken.

3.3.2 Interactie

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

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

Enkele concrete voorbeelden:

- Leerlingen wisselen van gedachten tijdens het uitvoeren van (experimentele) waarnemingsopdrachten.
- Leerlingen geven instructies aan elkaar bij het uitvoeren van een meting of een experiment.
- Leerlingen vullen gezamenlijk een tabel in bij het uitvoeren van een experiment.
- Klassikale besprekingen waarbij de leerling wordt uitgedaagd om de eigen mening te verwoorden en om rekening te houden met de mening van anderen.
- Leerlingen verwoorden een eigen gemotiveerde hypothese bij een bepaalde onderzoeksvraag.
- Leerlingen formuleren een eigen besluit en toetsen die af aan de bevindingen van anderen bij een bepaalde waarnemingsopdracht.

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

3.3.3 Taalsteun

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

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.

Het onderscheid tussen dagelijkse en wetenschappelijke context moet een voortdurend aandachtspunt zijn in het wetenschapsonderwijs. Als we in de dagelijkse context spreken van 'gewicht' dan bedoelen we in een wetenschappelijke context eigenlijk 'massa'. Gewicht heeft in een wetenschappelijke context een heel andere betekenis.

- Gebruik visuele weergaven. Enkele voorbeelden uit dit leerplan:
 - grafieken (evenredigheden),
 - vectorvoorstellingen, referentiestelsel (vb. beweging t.o.v. een as),
 - componenten t.o.v. een referentiestelsel
 - veldlijnenpatronen op een overheadprojector, videobeelden, simulaties en animaties, youtube filmpjes
 - tekeningen waarop er in kleur aangegeven wordt wat er verandert (vb. elektroscop)
- Hanteer passende leerstrategieën.

In de leerplandoelstellingen is operationeel verwoord wat de leerling moet kunnen en welke (leer)strategieën moeten gehanteerd worden. Het is belangrijk dat zowel tijdens de lessen, de opdrachten als de evaluatiemomenten deze strategieën getraind worden.

3.4 ICT

ICT is algemeen doorgedrongen in de maatschappij en het dagelijks leven van de leerling. Sommige toepassingen kunnen, daar waar zinvol, geïntegreerd worden in de lessen fysica.

- Als leermiddel in de lessen: visualisaties, informatieverwerking, mindmapping ...
- Bij experimentele opdrachten of waarnemingsopdrachten: chronometer, fototoestel, apps, sensoren ...
- Voor tools die de leerling helpen bij het studeren: leerplatform, apps ...
- Bij opdrachten zowel buiten als binnen de les: toepassingssoftware, leerplatform ...
- Bij communicatie: uploaden van een verslag of oplossing van een oefening op het leerplatform, forum rond een bepaald leerstofonderdeel als voorbereiding op een herhalingstoets...
- Bij differentiatieopdrachten op websites waar onmiddellijk feedback gegeven wordt.

4 Algemene doelstellingen

Het leerplan fysica is een **graadleerplan** voor **twee graduren**.

Er worden minimum **4 lestijden leerlingenexperimenten** uitgevoerd over de graad. Bij kleinere laboratoriumopdrachten, die minder dan één lestijd in beslag nemen, wordt minimum een equivalent van 4 lestijden voorzien over de graad.

Mogelijke opdrachten staan bij ieder hoofdstuk vermeld onder de leerplandoelstellingen (zie punt 5 Leerplandoelstellingen).

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

4.1 Onderzoekend leren

In natuurwetenschappen (biologie, chemie, fysica) wordt kennis opgebouwd door de 'natuurwetenschappelijke methode'. In essentie is dit een probleemherkende en -oplossende activiteit. De algemene doelstellingen (AD) betreffende onderzoekend leren/leren onderzoeken zullen geïntegreerd worden in de didactisch aanpak o.a. via demonstratie-experimenten, tijdens het uitvoeren van leerlingenexperimenten, tijdens een onderwijsleergesprek waar onderzoekende aspecten aan bod komen.

Een **leerlingenexperiment** is een activiteit waarbij leerlingen, alleen of in kleine groepjes van 2 tot 3 leerlingen, begeleid zelfstandig een experiment of waarnemingsopdracht uitvoeren in het kader van een gegeven onderzoeksvraag. Hierbij is het maken van een verslag niet verplicht, beperkte rapportering is wel noodzakelijk (zie wenken bij AD 4)

In de 2de graad wordt sterk begeleid aan onderstaande algemene doelstellingen gewerkt. In de 3de graad streven we naar een toenemende mate van zelfstandigheid.

Nummer algemene doelstelling	Verwoording doelstelling	Verwijzing naar eindtermen (zie hoofdstuk 8)
AD1	ONDERZOEKSVRAAG Een onderzoeksvraag hanteren en indien mogelijk een hypothese of verwachting formuleren.	W1, W2, W4
Wenken Het formuleren van een hypothese kan geïntegreerd worden in de lesdidactiek bv. bij demo-proeven, leerlingenexperimenten ...		
AD2	UITVOEREN Met een aangereikte methode een antwoord zoeken op de onderzoeksvraag.	W4, W5

Wenken

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

- 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;
- materiaal correct hanteren: glaswerk, meetapparatuur.

AD3

REFLECTEREN

Over het resultaat van het experiment/waarnemingsopdracht reflecteren.

W1, W2,
W3, W4

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;
- experimenten of waarnemingen in de klassituatie te verbinden met situaties en gegevens uit de leefwereld;
- 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?

AD4

RAPPORTEREN

Over een experiment/waarnemingsopdracht en het resultaat rapporteren.

W1, W3,
W4

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.

Reflecteren en rapporteren zijn processen die elkaar beïnvloeden en waarvan de chronologische volgorde niet strikt te bepalen is.

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, die ook al in de 2de graad aan bod kwamen, zullen nu in toenemende mate van zelfstandigheid als referentiekader gehanteerd worden.

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;
- oog hebben voor veiligheid bij de uitvoering van experimenten (vb. niet met laser recht in de ogen schijnen, rekening houden met eventuele straling);
- respectvol omgaan met het 'anders zijn': anders gelovigen, niet-gelovigen, genderverschillen.

AD5	MAATSCHAPPIJ	De wisselwerking tussen fysica en maatschappij op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak illustreren.	W6, W7
-----	---------------------	---	--------

Wenken

In de 2de graad kwamen al ecologische, ethische en technische aspecten aan bod. In de 3de graad komen er socio-economische en filosofische aspecten bij.

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

Elektriciteit en de daarmee gepaard gaande ontwikkeling van de technologie heeft ons leven de laatste 100 jaar ingrijpend veranderd. Wetenschap en techniek zorgden ook voor meer mobiliteit en communicatie (auto's, computers, GPS, GSM...) die op hun beurt voor problemen zorgden (luchtvervuiling, energieproblematiek, afvalproblematiek, straling...) wat weer een impuls geeft aan wetenschap en techniek om dit op te lossen (alternatieve energiebronnen zoals kernsplijting, zonne-energie, windenergie, kernfusie, H₂ en gebruik van andere materialen, recyclage...).

Wetenschappelijke kennis wordt ingezet bij maatschappelijke debatten: milieu, kernenergie, giftransporten, chemische en biologische oorlogvoering.

Op filosofisch vlak wordt de aard van de natuurwetenschappelijke disciplines geduid.

- Laten zien dat de wetenschappelijke concepten en modellen die de fysica gebruikt abstracties zijn van de werkelijkheid.
- De aard van wetenschappen, 'hoe wetenschappen werkt' verklaren met concrete voorbeelden van filosofische opvattingen. Wat betekent het dat een experiment een theorie verifieert of falsifieert, dat een theorie nooit bewezen kan worden door het experiment noch eruit kan afleid worden.

AD6	CULTUUR	Illustreer dat fysica behoort tot de culturele ontwikkeling van de mensheid.	W7
-----	----------------	--	----

Wenken

De invloed van fysica op de literatuur en de kunsten:

- wetenschap kan een inspiratiebron zijn voor schrijvers (Jules Verne, Hergé, I. Asimov, Dan Brown), filmmakers (science fiction, detectivereeksen) en kunstenaars (da Vinci, Panamarenko).

De invloed van fysica op de technologie:

- de grote beeldschermen, aanraakschermen, versterking van geluid (micro en luidspreker), elektronische muziek bij allerlei concerten, wifi, bluetooth, satellietverbindingen, gps;
- evolutie van optische geheugenopslag (cd-rom, dvd, blue-ray);
- spin-offs van fundamenteel wetenschappelijk onderzoek hebben grote invloed op onze cultuur (bv. het internet is vanuit CERN ontstaan).

Voorbeelden van mijlpalen in de historische en conceptuele ontwikkeling van de natuurwetenschappen:

- het beeld van het heelal volgens de Newtoniaanse mechanica;
- wetten van elektriciteit en elektromagnetisme en de technologische ontwikkelingen die hier het gevolg van zijn;
- de Big Bang theorie.

De invloed van fysica op andere domeinen:

- dateringstechnieken voor archeologische vondsten;
- nieuwe technieken toegepast in de kunst, zowel voor het maken van kunst als voor de analyse en conservering ervan (doorlichten van schilderijen zoals het Lam Gods).

Natuurwetenschappelijke opvattingen worden gedeeld door vele personen en overgedragen aan toekomstige generaties (ze behoren tot onze cultuur). De onderzoeksstrategieën en bijhorende analyses van gegevens die mede vanuit de natuurwetenschappen zijn ontwikkeld, worden ook met succes toegepast in menswetenschappen zoals psychologie en sociologie.

AD7

DUURZAAMHEID

Bij het verduidelijken van en het zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op grondstoffen, energie en het leefmilieu.

W4, W6

Wenken

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

- ontwikkeling van energiezuinige verlichting: spaarlampen, LED-verlichting;
- opwekken van energie via zonnepanelen en windturbines;
- afwegen van kernenergie uit splijting of mogelijke fusie in de toekomst;
- afwegen (kwantitatief) van energieomzetting via kerncentrales en klassieke thermische centrales versus het gezamenlijk inzetten van hernieuwbare energievormen (zonneënergie, windenergie ...) en dit linken aan de opwarming van de aarde;
- bewustwording en sensibilisering omtrent duurzaam gedrag op het vlak van energieverbruik.

4.3 Meten, meetnauwkeurigheid en grafieken

Onderstaande algemene doelstellingen, die ook al in de 2de graad aan bod kwamen, zullen in toenemende mate van zelfstandigheid en complexiteit gehanteerd worden.

AD8

GROOTHEDEN EN EENHEDEN

Het onderscheid tussen grootheid en eenheid aangeven en de SI-eenheden met hun respectievelijke veelvoud en delen gebruiken.

W4, W5

Wenken

Een grootheid wordt uitgedrukt als een product van een numerieke waarde (een getalwaarde) en de corresponderende eenheid. Er moet belang gehecht worden aan de manier waarop de afgeleide eenheden gedefinieerd worden. Het is belangrijk dat leerlingen beseffen hoeveel precies één eenheid van de grootheid is. Een aantal voorbeelden uit hun leefwereld en hun interesses geeft hen een gevoel van de grootte ervan. Hierbij kunnen veel voorkomende veelvoud en delen aan bod komen.

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

Alhoewel het toepassen van de SI- eenheden verplicht is, zijn er sommige niet SI- eenheden zoals kWh en eV toch toegestaan.

AD9

MEETTOESTELLEN EN MEETNAUWKEURIGHEID

W4

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

Wenken

De discussie rond de geschikte keuze is verrijkend en geeft inzicht in het meten als proces zelf, wat op zijn beurt de kwaliteit van het onderzoek bepaalt.

Het aflezen is niet vrijblijvend. De kenmerken van het toestel (nauwkeurigheid) moeten gekend zijn. Ook de betrouwbaarheid is hier een element: staat de meter op nul bij de start, staat hij terug op nul na afloop?

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, is niet gewenst en leidt tot zaken zoals een deur van $8,3 \cdot 10^{-1}$ m. Er is niets mis met 0,83 m en hierbij krijg je meer oog voor het inschatten van grootteorden.

AD10

BEREKENINGEN

W3

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

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 voeren een eerlijke communicatie, rekening houdend met de kwaliteit van de metingen en berekeningen. Het oordeelkundig gebruik van beduidende cijfers is hierbij aangewezen. Het is niet de bedoeling systematisch foutentheorie toe te passen. Enkele vuistregels volstaan.

AD11

GRAFIEKEN

Meetresultaten grafisch voorstellen in een diagram en deze interpreteren.

Wenken

- In vergelijking met de 2de graad komen hier enkele extra verbanden bij: tweedegraadsfunctie, exponentiële en logaritmische verbanden, vierkantswortel.
- Interpreteren kan inhouden (naargelang de situatie):
 - recht en omgekeerd evenredige verbanden tussen factoren ontdekken;
 - stijgen en dalen van een curve verbinden met fysische grootheden;
 - vorm van een curve herkennen en/of benoemen en verbinden met de vorm van de formules;
 - oppervlakte **onder een curve koppelen aan een** fysische grootheid.

Veel computergestuurde programma's kunnen een hele reeks numerieke analysetechnieken aan. Met een rekenblad kunnen leerlingen via de optie "trendlijn" het verband tussen de gemeten grootheden en de kwaliteit van de analyse 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.

Eerste leerjaar van de 3de graad

5.1 Elektriciteit

(ca 10 lestijden)

B1	Elektrische verschijnselen uit de leefwereld weergeven en hun belang beschrijven.	
<p>Wenken</p> <p>De leerlingen brengen aan wat ze (her)kennen. Ook AD5 en AD6 worden hier nagestreefd. Deze doelstelling kan geïntegreerd met de andere doelstellingen van dit hoofdstuk gerealiseerd worden.</p>		
B2	De onderlinge wisselwerking tussen ladingen beschrijven en in formulevorm weergeven.	
<p>Wenken</p> <p>De geschiedenis van het ontdekken van ladingen houdt in dat er twee soorten wisselwerkingen bestaan, waaruit afgeleid wordt dat er twee soorten ladingen bestaan.</p> <p>Het onderscheid tussen de eigenschap "lading hebben" bij de elementaire deeltjes elektron, proton en neutron en de eigenschap "geladen zijn" van een voorwerp, komt hier aan bod.</p> <p>Deze doelstelling legt een verband met het gebruik van het begrip "lading" in de chemie en de biologie. AD8 wordt hier toegepast.</p> <p>Moleculen worden gevormd door elektrostatische krachten.</p> <p>De eenheid coulomb is nieuw en kan niet met de reeds gekende eenheden gedefinieerd worden. De eenheid coulomb wordt pas later gedefinieerd met de eenheid ampère en de seconde.</p> <p>De kleinste waarde voor een ladingsgrootte is die van het proton. Alle andere zijn daar veelvoud van: kwantisatie van ladingen.</p> <p>Men kan weergeven hoeveel protonen er nodig zijn om 1C lading te hebben.</p> <p>Vervolgens bespreekt men de interacties. De coulombkracht wordt in formulevorm beschreven (scalair) en plausibel gemaakt.</p>		
V2	De mate van beweging van (vrije) elektronen bij verschillende stoffen uit proeven vaststellen, visueel voorstellen en verklaren op basis van de elektronenconfiguratie.	

Nummerleerplandoelstelling

Verwoording doelstelling

Verwijzing naar eindtermen (zie hoofdstuk 8)

Wenken

Wenken

“Uit proeven” betekent via leerlingenproefjes, demonstraties of via allerlei media.

Enkele proefjes over nadering zonder contact of bij contact met een externe lading (elektrofoor en andere) komen aan bod. Men kan stil staan bij de vaststelling dat ladingen op afstand een kracht uitoefenen op andere ladingen, zelfs indien die zich in een (ander) voorwerp bevinden.

Het voorbeeld van elektrostatische vonkjes in bepaalde omstandigheden is hier op zijn plaats.

Niet alleen metalen zijn elektrisch geleidend. Men kan hier o.a. verwijzen naar zenuwgeleiding (in biologische systemen) en geleidende kunststoffen. Ook supergeleiding kan hier aan bod komen.

In het inwendige van geleidende materialen bewegen zeer veel elektronen snel en kris kras door elkaar. Slechts wanneer men er in slaagt deze beweging gericht te beïnvloeden kan er sprake zijn van een echte, netto ladingsstroom.

B3

Het veldlijnenpatroon van een elektrisch veld **tekenen** en elektrische krachtvectoren **tekenen** in verschillende punten van een radiaal, homogeen en dipoolveld.

Wenken

De benadering is volledig conceptueel. Het is niet de bedoeling berekeningen te maken.

Een veldlijn is niet het traject van een lading dat van + naar – loopt of omgekeerd. Ze wordt opgebouwd uit opeenvolgende statische situaties.

Het bestaan van krachten is inherent aan het bestaan van een elektrisch veld. Naast het zwaartekrachtveld is dit het tweede soort krachtveld waar leerlingen mee kennis maken.

Volgende voorbeelden kunnen dit thema ondersteunen: spitswerking, kooi van Faraday, schermwerking, ladingsdichtheid, geladen wolken en aardoppervlak, bliksemafleiders.

Om de krachtvector te kunnen tekenen moet men er de richting en de zin van bepalen. Leerlingen argumenteren hun analyse. De krachtvector hangt af van de grootte en het teken van de lading die beschouwd wordt. Men kan bijvoorbeeld een lading van +1C nemen.

Via de kracht kan men elektrische veldvectoren definiëren. De elektrische veldvector is een begrip dat toelaat verschillende velden of verschillende plaatsen in één veld met elkaar te vergelijken wat betreft krachtwerking. De conventie i.v.m. de veldlijndichtheid kan meegegeven worden (hoe groter de veldkracht, hoe dichter de veldlijnen bij elkaar). Met het oog op het vervolg is het echter niet nodig elektrische veldsterkten en veldvectoren expliciet te behandelen.

B4

De arbeid op een puntlading, die zich verplaatst onder invloed van een homogeen elektrisch veld, **definiëren**.

Wenken

De arbeid wordt gedefinieerd als een verschil van potentiële energie van een geladen deeltje.

De conventie i.v.m. het nulpunt van de E_p wordt meegegeven. Een positieve en een negatieve lading verplaatsen in een homogeen veld en de energieverandering berekenen.

Het analoge geval van het lokale homogene zwaarteveld aan het aardoppervlak kan uitgewerkt worden ter verduidelijking van de begrippen.

De potentiaal van een punt in een homogeen elektrisch veld kan hier eenvoudig gedefinieerd worden, maar is niet noodzakelijk voor de opbouw van de leerstof.

Wanneer potentiaal gedefinieerd werd kan de spanning als potentiaalverschil aangebracht worden.

B5	Spanning definiëren als het verschil van potentiële elektrische energie per hoeveelheid lading tussen twee punten.	F6
----	---	----

Wenken

Potentiële energie, energieomzetting, potentiaal, spanning zijn abstracte begrippen. Via een aantal goed-gekozen voorbeelden kunnen ze meer geconcretiseerd worden.

De eenheid Volt wordt gedefinieerd (AD8).

B6	Het ontstaan van een elektrische stroom, als gevolg van een spanning, met een model op atomaire schaal toelichten.	F6
----	---	----

Wenken

De conventie i.v.m. de stroomzin geven (zin waarin positieve ladingen zouden bewegen).

De stroomsterkte definiëren als de netto hoeveelheid lading die per eenheid van tijd door een doorsnede van de geleider stroomt. Hieruit volgt het verband tussen de ampère en de coulomb als eenheid. De eigenlijke definitie van 1A komt pas bij krachtwerking van evenwijdige geleiders op elkaar via hun magnetisch veld (B15).

De afgeleide eenheid Ah (of mAh) is hier interessant om te bespreken.

Het is aan te bevelen om deze begrippen te concretiseren in enkele voorbeelden: de elektrofoor, de bliksem (in de benadering dat hij verticaal is), het elektrisch snoer aangesloten op een gelijkspanningsbron.

Als uitbreiding en mogelijke studie/onderzoek door leerlingen kan de elektrische stroom op atomaire schaal in andere materialen/toestanden beschreven worden: in vloeistoffen, in chemische reacties/batterijen, in halfgeleiders, bij bliksem en in plasma's.

B7	Het verband tussen spanning, stroomsterkte en weerstand voor een element in een gelijkstroomkring onderzoeken en toepassen.	F6
----	---	----

Wenken

Er kunnen hier enkele symbolen van elektrische schakelementen aangehaald worden in het kader van een leerlingenexperiment.

Een grafische benadering (AD11) van de experimentele resultaten is mogelijk. Het toepassen van de wet van Ohm gebeurt in de eerste plaats in concrete eenvoudige voorbeelden. De temperatuursafhankelijkheid van weerstanden kan hier aan bod komen. Het is belangrijk na te gaan of leerlingen in het tweede jaar hieromtrent al inzichten verworven hebben.

AD8 en AD 9 komen hier aan bod.

Taaltip

Weerstand kan meerdere betekenissen hebben: het voorwerp zelf, de eigenschap (weerstandswaarde, R -waarde) maar ook het proces, de dynamische betekenis in "weerstand bieden" bijvoorbeeld.

B8	De formules voor vermogen en energieomzetting van een elektrisch toestel afleiden, interpreteren en hanteren in toepassingen.	F6
----	---	----

Wenken

Het begrip vermogen dat reeds in het vierde jaar werd gedefinieerd kan gecombineerd worden met de formule van Joule (bij energieomzetting in warmte) en de wet van Ohm om tot nieuwe formules te komen. Deze kunnen dan ingezet worden bij het bespreken van toepassingen en het oplossen van oefeningen.

Oefeningen kunnen gebaseerd zijn op informatieplaatjes (etiketten) op huishoudtoestellen.

B9	Spanning, stroomsterkte, weerstand en vermogen in eenvoudige schakelingen van weerstanden bepalen .	F6
<p>Wenken</p> <p>Het gaat hier om het bepalen van genoemde waarden in elke weerstand afzonderlijk, voor sommige takken en voor het geheel.</p> <p>Gemengde schakelingen worden ook behandeld. Eenvoudig wordt hier opgevat als “met niet te veel” weerstanden. Oefeningen situeren zich binnen relevante situaties.</p> <p>Bepalen betekent dat het zowel om metingen als om berekeningen gaat.</p> <p>Hoewel de doelstelling duidelijk kwantitatieve bepalingen vermeldt, zijn conceptuele denkoefeningen bijzonder geschikt om inzicht te krijgen in de eigenschappen van schakelingen van weerstanden.</p>		
B10	Gevaren en veiligheidsmaatregelen bij gebruik van elektriciteit kennen .	W5
<p>Wenken</p> <p>Aarding, isolatie, differentieelschakelaar, automatische zekeringen... komen hier aan bod. Het is de bedoeling dat de toestellen als zwarte doos beschouwd worden: het functionele telt, het inwendige van de toestellen beschrijven en begrijpen is hier niet nodig.</p>		

Mogelijke demo-experimenten

- plastic lus laten zweven boven gewreven pvc buis
- gistkorrels laten springen van plastic lepeltje
- proeven met de elektroscop, de elektrofoor en de galg-elektrofoor.
- volt- en ampèremeter leren instellen (meetbereik en nauwkeurigheidsgraad) en correct leren schakelen

Mogelijke leerlingexperimenten

- metingen:
 - de spanning van gebruikte batterijen meten;
 - stroomsterkte en spanning meten in een eenvoudige kring met lampjes bij verschillende spanning;
 - spanning en stroomsterkte meten op verschillende plaatsen in een gegeven schakeling met lampjes in serie of in parallel.
- bepalen van het vermogen van apparaten
- zoeken van wetmatigheden tussen stroomsterkte, spanning, weerstanden en vermogens in bepaalde schakelingen

5.2 Elektromagnetisme

(ca 10 lestijden)

B11	Technische toepassingen en natuurlijke verschijnselen in verband brengen met magnetische krachten.	
-----	--	--

Wenken

Het kompas, magneten in cd-rom toestellen, neodymiummagneten, het gaussgeweer, magnetiet, aardmagnetisme zijn mogelijke toepassingen.

Magnetische influentie kan geïllustreerd worden met een proef en geduid worden naar analogie met elektrische influentie. Het is duidelijk dat het vectoriële aspect belangrijk is. Zowel permanente magneten als elektromagneten kunnen aan bod komen.

B12	De onderlingen wisselwerking tussen magnetische polen (noord- en zuidpool) beschrijven .	
-----	---	--

B13	Uit het macroscopisch gedrag van elektromagneten besluiten dat bewegende ladingen magneetvelden opwekken.	F7
-----	---	----

Wenken

Wanneer men ladingen door een geleider laat stromen kan een magneet in de buurt beïnvloed worden: de proef van Oersted is in deze context van historisch belang (éénmaking van elektriciteit en magnetisme tot elektromagnetisme: een eerste stap in de unificatie van de theoriën).

De kracht die een elektromagneet (draad, lus, spoel) uitoefent op een pool van een kompasnaald komt hier aan bod.

Het inzicht dat bewegende ladingen een magnetisch veld opwekken is belangrijk om te beseffen dat ze dan zelf ook gevoelig zijn voor externe magnetische velden. Dankzij elektromagneten beschikt de mens over regelbare magneten.

B14	Aan de hand van het magnetisch veldlijnenpatroon, kenmerken van het magnetisch veld in de buurt van permanente magneten en elektromagneten herkennen, benoemen en aangeven met welke configuratie ze tot stand kunnen komen.	F7
-----	---	----

Wenken

De invloed van een magnetisch veld wordt volgens afspraak aangetoond via de kracht op de N-pool van een naaldmagneet. Er wordt steeds vectorieel gewerkt. De beïnvloeding kan duidelijk gemaakt worden met ijzervijlsel. Voorlopig ligt de focus op de veldlijnenpatronen.

Volgende aspecten kunnen aan bod komen: de aarde als magneet, de invloed die het aardmagnetisme heeft op het ontstaan van magnetische materialen, de trek der vogels, het opvangen van energierijke interstellaire (stof)deeltjes.

De magnetische veldlijnenpatronen worden verwezenlijkt met verschillende soorten en vormen van magneten. Homogene en dipoolvelden zijn interessante, bijzondere voorbeelden. Het gaat dikwijls om een vlakke doorsnede van een driedimensionaal veld. Op die manier lijken ook radiale velden te bestaan, wat principieel onmogelijk is omdat er geen magnetische monopolen bestaan.

Magnetische velden zijn het derde soort veld waarmee kennis gemaakt wordt. Het verband tussen de veldlijndichtheid en de sterkte van de veldkracht is van belang. Hierbij wordt de conventie i.v.m. de veldlijndichtheid meegegeven naar analogie met elektrische velden.

V14	De magnetische veldsterkte nabij een rechte draad, een lus en in een spoel onderzoeken .	F7
-----	---	----

Wenken

De eenheid voor de magnetische veldsterkte is de tesla, gemeten met een teslameter. Met een teslameter kan de invloed van de factoren (afstand, stroomsterkte, middenstof, aantal windingen, lengte of windingsdichtheid) rechtstreeks gemeten worden, zowel in een spoel als (eventueel) in de buurt van een rechte geleider. Hierbij wordt de teslameter als blackbox beschouwd.

Niet alles kan via (demonstratie)proeven afgeleid worden. Formules kunnen ook uit elkaar afgeleid worden, of gewoon gegeven en plausibel gemaakt.

Het zal bij de inleidende proeven al duidelijk worden dat de stand van de teslameter belangrijk is.

De invloed van de middenstof wordt gegeven door de stofeigenschap permeabiliteit.

Er is een verband tussen de formules voor B bij een rechte draad en spoel.

B15	De kracht op een stroomvoerende geleider in een magnetisch veld bepalen .	F7
-----	--	----

Wenken

De richting, de zin en de grootte van de lorentzkracht komen hier aan bod.

Mogelijke gevallen: rechte stroomgeleider in homogeen veld, kader in een homogeen veld, twee rechte stroomgeleiders.

De lorentzkracht heeft verschillende verschijningsvormen. Er zijn ook verschillende mogelijke methoden om de lorentzkracht te bepalen. Zowel de formule voor de macroscopische situatie als die voor de kracht op bewegende ladingen zijn belangrijk.

Het verband tussen de stroomsterkte en de grootte van de lorentzkracht tussen evenwijdige geleiders geeft aanleiding tot de definitie van de eenheid van stroomsterkte.

Toepassingen zijn onder andere het halleffect dat in een teslameter gebruikt wordt en deeltjesversnellers.

B16	De definitie van de magnetische veldsterkte B interpreteren .	
-----	---	--

Wenken

Uit de formule voor de lorentzkracht volgt de definitie van B . Het vectoriële aspect komt aan bod. Naast het vastleggen van de formule voor B en de bijhorende eenheid is het van belang deze begrippen ook met woorden verder toe te lichten.

De eenheid tesla (AD9) wordt hier gedeut, in het kielzog van de interpretatie van de definitie van B .

B17	In technische toestellen en natuurlijke verschijnselen de lorentzkracht als basisprincipe herkennen en duiden .	F7
-----	--	----

Wenken

Mogelijke toestellen: de gelijkstroommotor, de luidspreker, teslameter; massaspectroscopie, deeltjesversnellers.

V17	De oorsprong van het magnetisme bij magnetische materialen uitleggen aan de hand van het atoommodel van de materie en hiermee magnetische verschijnselen verklaren .	
-----	--	--

<p>Wenken</p> <p>Een elektron veroorzaakt een klein magnetisch veld omwille van haar eigenschap “spin”. Beide zijn verbonden. Het magnetisch veld kan maar twee standen hebben en niets ertussenin (Stern-Gerlach). Net zoals massa en lading is het een fundamentele eigenschap van dat deeltje.</p> <p>Magnetische verschijnselen kunnen uit de natuur (het noorderlicht) en het dagelijks leven gekozen worden. Allerlei experimenten kunnen het denken van leerlingen aanscherpen: curietemperatuur, gaussgeweer.</p>		
V17bis	De inductiespanning over de uiteinden van een bewegende geleider in een magnetisch veld met de lorentzkracht verklaren .	
<p>Wenken</p> <p>Dit legt het basisprincipe uit van het ontstaan van inductiespanning. Van stroom is geen sprake omdat er geen gesloten kring is.</p>		
B18	De magnetische flux als een vloed van een magnetisch veld doorheen een oppervlakte beschrijven en de formule opstellen .	
B19	Het ontstaan van de inductiespanning door een verandering van de magnetische flux door de oppervlakte van een gesloten geleider uitleggen en de kenmerken van die inductiespanning geven .	F7
<p>Wenken</p> <p>Het proces van “verandering” is hier cruciaal. Men kan dit op een kwalitatieve wijze met veel experimenten aantonen. Vermits het om “snelle” verschijnselen gaat is een meting met pc opportuun.</p>		
B20	De werking van technische toestellen en andere toepassingen die gebaseerd zijn op inductiespanning uitleggen .	F7
<p>Wenken</p> <p>Voorbeelden: stroomgeneratoren (turbines), een aantal fietsverlichtingssystemen en elektrische noodrem bij bussen.</p>		

Mogelijke demo-experimenten

- proef van Ampère (kracht tussen evenwijdige stroomvoerende draden)
- proef van Oersted
- invloed van de middenstof op de magnetische veldsterkte (met teslasensor)
- tonen van de invloed van een sterke magneet op een diamagnetische, paramagnetische en ferromagnetische stof
- demonstreren van inductiestromen met een sterke magneet
- staafmagneet in ijzervijlsel rollen om de werking van de polen te tonen
- naaldmagneet in rust observeren om de polen te identificeren en via die kennis bij andere magneten N en Z bepalen
- een nagel in de buurt van een sterke hoefijzermagneet houden (zonder contact) en dan met de nagel in de buurt van paperclips of kleinere nagels komen (influentie aantonen)
- met een pool van een sterke hoefijzermagneet strijken langs een proefbuis met wat ijzervijlsel (proefbuis horizontaal houden)
 - met de uiteinden van de proefbuis in de buurt van een pool van een naaldmagneet komen om aan te tonen dat ze nu magnetisch is
 - schudden met de proefbuis en op dezelfde manier aantonen dat ze niet meer magnetisch is

- magneet in waterbak leggen en gemagnetiseerde naald verticaal door een stukje mousse of isomo steken en laten drijven op het wateroppervlak
- hoefijzermagneet houden over
 - een brandende gloeilamp waarvan je de gloeidraad goed kan zien
 - een kathodestraalbuis
- opwekken van inductiespanningen door het veranderen van de magnetische flux door een spoel
- maken en laten werken van een eenvoudige elektromotor

Mogelijke leerlingexperimenten

- bepalen van de magnetische veldsterkte als functie van de afstand tot een permanente magneet of een stroomvoerende draad
- bepalen van de kracht die een permanente magneet uitoefent op een andere als functie van de afstand
- bepalen van de magnetische veldsterkte in een spoel als functie van de stroomsterkte, het aantal windingen en de lengte van de spoel

5.3 Kernfysica

(ca 5 lestijden)

B21	Uit de massaverandering de bindingsenergie en de bindingsenergie per nucleon berekenen bij kernfusie en kernsplitsing en hieruit verklaren hoe deze kernreacties energie leveren.	F3
<p>Wenken</p> <p>De studie van de bindingsenergie per nucleon is interessant voor isotopen van één atoomsoort en voor isotopen van verschillende atoomsoorten maar met gelijk aantal kerndeeltjes. De hypothese van Einstein over equivalentie van massa en energie $E=m \cdot c^2$, volgend uit de speciale relativiteitstheorie, is hier essentieel.</p>		
B22	De aard van α -, β - en γ -emissie weergeven in een vervalproces en het ioniserend en doordringend vermogen van elk ervan bespreken .	F3
B23	Effecten van ioniserende straling op mens en milieu toelichten .	F3
<p>Wenken</p> <p>Bij het weergeven van het vervalproces komen de transmutatieregels aan bod.</p> <p>Ioniserende emissie vormt bij absorptie in een middenstof ionen, in tegenstelling tot gewoon licht. Röntgenstraling en radioactieve emissie ioniseren. In de natuur komen voornamelijk drie soorten emissie door radioactieve kernen voor: α-, β- en γ.</p>		
B24	Het vervalproces van een radionuclide in functie van de tijd grafisch voorstellen en eenvoudige berekeningen uitvoeren bij reële voorbeelden waarbij de halveringstijd en de activiteit een rol speelt.	F3
<p>Wenken</p> <p>De grafische voorstelling biedt voldoende mogelijkheden om de rol van radioactief verval in verschillende processen kwantitatief toe te lichten. Het is niet de bedoeling om de exponentiële functie tijdens de lessen fysica in te voeren.</p>		

Reële voorbeelden zijn onder andere koolstafdatering, verval in medische tracers, verval van nucleair afval van kerncentrales en van radioactief materiaal dat door onderzoekers gebruikt wordt. De voorbeelden kunnen best gelinkt worden aan AD6 en AD7. Vervalprocessen liggen aan de basis van het ontstaan van zowat alle elementen in PSE. Dat mensen bestaan uit sterrenstof is een interessant gegeven om over te reflecteren.

B25

Illustreren dat het gebruik van radioactief materiaal zowel voordelen als nadelen kan hebben.

Wenken

Enkele toepassingen ter illustratie: bij dateringsmethoden, in medische diagnose en therapie, in de kunst, bij het bewaren van voedsel. Ook milieugevaren en stralingsgevaren worden besproken.

Mogelijke demo-experimenten

- proef die halveringstijd illustreert
- indien voorhanden: proeven met een Geiger-Müller teller

Tweede leerjaar van de 3de graad

5.4 Dynamica en kinematica

(ca 12 lestijden)

B26

Met voorbeelden uit het dagelijks leven vectoriële snelheidsverandering koppelen aan het begrip kracht.

Wenken

In de 2de graad hebben de leerlingen gezien dat elke verandering van bewegingstoestand veroorzaakt wordt door een resulterende kracht op het bewegende voorwerp. We starten nu vanuit de vectoriële snelheidsverandering en koppelen dit aan verandering van bewegingstoestand.

Zowel de eendimensionale als de cirkelvormige beweging komen aan bod: beide met een constante kracht. Kermistattracties en verkeerssituaties zijn dankbare contexten. Een kracht wordt steeds als vector benaderd.

B27

Het traagheidsbeginsel **formuleren en herkennen in dagelijkse situaties.**

F2

B28

De versnelling **definiëren** als de snelheidsverandering per tijdseenheid.

Wenken

Versnelling is een vectoriële grootheid. De stand van de vector is cruciaal in de bespreking. Voor de wiskundig voldoende sterke groepen kan men de ogenblikkelijke versnelling als gevolg van kracht zien als afgeleide van de snelheid naar de tijd. Bij een versnelling die constant is, krijgt men een EVRB. Bij een versnelling nul moet dan de snelheid constant zijn in de tijd en krijgt men een ERB.

De algemene definitie kan men illustreren met twee (extreme) gevallen: de rechte lijnige beweging bij constante kracht met zelfde richting als de beweging, en de eenparig cirkelvormige beweging met een kracht loodrecht op de beweging.

B29	Het verband tussen massa, kracht en versnelling kwalitatief en kwantitatief beschrijven .	F2
<p>Wenken</p> <p>De tweede wet van Newton vectorieel beschrijven. De kwalitatieve benadering legt conceptueel uit hoe de drie grootheden in relatie staan tot elkaar.</p> <p>Massa als verhouding tussen oorzaak (kracht) en gevolg (versnelling), is dus een eigenschap van materie (traagheidsmassa).</p> <p>We beperken ons tot massa's die constant blijven in de tijd, zo blijft $F=m.a$</p> <p>Het onafhankelijkheidsbeginsel is het toepassen van de tweede wet van Newton als er verschillende krachten werken, eventueel in verschillende richtingen. Het resultaat hangt niet af van de volgorde waarin de krachten toegepast worden. Er zijn verschillende mogelijkheden om dit met een proefje te illustreren.</p> <p>De kwantitatieve benadering van de doelstelling kan via proeven (waarbij de kracht constant blijft, of nul is) voor het geval van:</p> <ul style="list-style-type: none"> • de eenparig veranderlijke rechtlijnige beweging; • een beweging in een vlak bv. de ECB, horizontale worp. 		
B30	Het beginsel van actie en reactie formuleren en herkennen in dagelijkse situaties .	
<p>Wenken</p> <p>Krachtenduo's tekenen met vectoren. Gevolgen voor de snelheid bespreken.</p>		
B31	Voor een rechtlijnig bewegend voorwerp, de positie en de snelheid bepalen in functie van de tijd wanneer op het voorwerp gedurende een bepaalde tijd een resulterende kracht werkt met constante grootte.	F1
<p>Wenken</p> <p>Wagentje van een helling laten rollen.</p> <p>Bij een vrije valbeweging de valtijd, snelheid en hoogte berekenen.</p> <p>De transfer van wiskundige kennis verdient hier de nodige aandacht.</p>		
B32	De begrippen baan- of omtreksnelheid, periode, frequentie, hoeksnelheid, centripetale kracht en centripetale versnelling toepassen bij een eenparige cirkelvormige beweging.	F1
<p>Wenken</p> <p>De specifieke grootheden voor de ECB worden gedefinieerd (AD8).</p>		
B33	Voor een cirkelvormig bewegend voorwerp, de positie en de snelheid bepalen in functie van de tijd wanneer op dat voorwerp gedurende een bepaalde tijd een resulterende kracht werkt met constante grootte.	F1
<p>Wenken</p> <p>Bij cirkelvormige bewegingen geldt de afstand langs de omtrek. Merk op dat kracht volledig gebruikt wordt voor de richtingsverandering, en dat (bij een eenparige beweging) de grootte van de snelheid gelijk blijft. Voorbeelden, oefeningen en toepassingen kunnen hier aan bod komen.</p>		

B34	De formule voor de universele gravitatiekracht in verband brengen met de formule voor de zwaartekracht.	
-----	--	--

Wenken

De universele gravitatiewet van Newton wordt gegeven (eventueel naar analogie met de coulombkracht), en aangewend om enkele dagelijkse begrippen wetenschappelijk correct te duiden.

Door de twee formules met elkaar in verband te brengen kan men de factoren bespreken die een invloed uitoefenen op de valversnelling g .

Een beperkte unificatie wordt hier duidelijk: zowel de vallende appel als de baan van de maan kunnen met één wet verklaard worden.

Ons zonnestelsel kan een bron van inspiratie zijn, net zoals de banen van allerlei soorten satellieten.

De wetten van Kepler kunnen op deze manier als opbouwende elementen voor de gravitatiekracht gezien worden. De gravitatiekracht werd als een valide wet erkend omdat ze de wetten van Kepler impliceerde. Deze periode in de geschiedenis van de fysica heeft een ommekeer teweeg gebracht in het denken van de mensheid (paradigmaverandering): van geocentrisch naar heliocentrisch model van het zonnestelsel. (AD6)

Het kenmerk "massa" van een voorwerp kan op twee totaal verschillende manieren bepaald worden: als traagheidsmassa en als gravitatiemassa. Beide zijn gelijk.

V34a	Het begrip gewicht omschrijven als kracht.	
------	---	--

Wenken

Het onderscheid tussen zwaartekracht en gewicht kwam enkel maar in de richting Wetenschappen aan bod. De voorkennis van de leerlingen kan verschillend zijn naargelang de gevolgde richting in de 2de graad.

Het begrip gewichtloosheid krijgt ook aandacht.

Gewichtloosheid en vacuüm hebben niets met elkaar te maken! Astronauten zijn niet gewichtloos omdat ze buiten de dampkring zijn! Men kan vliegtuigen een paraboolbaan laten beschrijven (door de motoren even uit de schakelen) waarbij passagiers een aantal seconden gewichtloos kunnen zijn.

V34b	De relatie tussen de valversnelling en de gravitationele veldsterkte bespreken.	
------	---	--

Wenken

Valversnelling is onafhankelijk van de massa die ze ervaart (hamer en veertje op de maan).

Op een (snel) draaiende aarde wordt het verband interessant: daar blijft de gravitationele veldsterkte uiteraard gelijk, maar zal de valversnelling afhangen van de rotatie van de aarde (in het bijzonder niet meer gericht zijn naar het massamiddelpunt van de aarde).

Mogelijke demo-experimenten

- proeven bewegingsleer

Mogelijke leerlingenexperimenten

- meten van een versnelling op verschillende manieren
- bepaling van de snelheid en versnelling van een bewegend voorwerp
- studie van de grootheden die de centripetale kracht bepalen
- studie van de tweede wet van Newton
- bepalen van de valversnelling uit een proef met een hellend vlak (naar analogie met Galilei)
- bepalen van de centripetale kracht op een massa die een (deel van een) cirkel beschrijft
- meten van de draaisnelheid van een mixer of ander toestel met (snel) draaiende onderdelen

5.5 Arbeid en energie

(ca 2 lestijden)

B35	De arbeid geleverd door een willekeurige resulterende kracht, de zwaartekracht en de veerkracht op een massa, berekenen en toelichten .	
Wenken In het vierde jaar werd dit thema al aangebracht. Het is belangrijk de voorkennis van de leerlingen te onderzoeken. Deze leerplandoelstelling verdiept het begrip arbeid. Wanneer de gravitatiekracht behandeld werd kan ook deze kracht gebruikt worden om de arbeid in het gravitatieveld te berekenen. De vroegere benadering via het oppervlaktebegrip wordt nu uitgebreid tot een meer wiskundige benadering via de integraal (in de betekenis van een oppervlakteberekening). In afdelingen met de keuzecomponent wiskunde kan dit doeltreffend gebeuren. De gravitatiewet van Newton en de vereenvoudigde versie ervan komen beide aan bod.		
B36	Het verband tussen arbeid en energieverandering illustreren .	
Wenken De leerlingen hebben al kennis gemaakt met een aantal energievormen en berekeningen in het vierde jaar (zie ook leerlijn in 2.2).		

Mogelijke demo-experimenten

- omzettingen van energievormen

Mogelijke leerlingenexperimenten

- verifiëren van behoud van energie bij een knikker die afgeschoten wordt door een ingedrukte veer, door twee standen te beschouwen waar de snelheid gelijk is aan 0.
- meten van de snelheid van een vallend voorwerp als functie van de hoogte.

5.6 Trillingen en golven

(ca 11 lestijden)

B37	Technische toepassingen en natuurlijke verschijnselen uit het dagelijks leven in verband brengen met trillingen en golven.	
Wenken Ook de AD5 en AD6 worden hier nagestreefd. Allerlei periodieke verschijnselen komen ter sprake. Het is interessant om aan te geven dat de mens periodieke bewegingen gebruikt om tijdsmetingen te doen (jaren, seizoenen, maand, dag ...). Deze doelstelling kan geïntegreerd met de andere doelstellingen van dit hoofdstuk gerealiseerd worden. Taalwenk Niet alles wat "trilling" genoemd wordt gaat hier fysisch behandeld worden, idem voor golven.		
B38	Positie van een slingerende massa en een massa aan een trillende veer, beschrijven .	F4
Wenken Bij een experimentele benadering kunnen de leerlingen aangeven hoe bepaalde grootheden gemeten worden (AD2 en AD9). Met een positie-sensor en trendlijnanalyse kan de beschrijving ook vanuit relatief eenvoudige experimenten. Een grafische beschrijving (AD11) werkt doorgaans verhelderend voor leerlingen.		
B39	De definitie van de harmonische trilling hanteren .	F4
B40	Het verband tussen de uitwijking ten opzichte van de evenwichtsstand bij een harmonisch trillende massa en de kracht op de massa beschrijven en toepassen .	F4
Wenken Een harmonische beweging is een gevolg van een kracht die evenredig is met de uitwijking maar er tevens tegengesteld aan is. Het begrip "terugroepende" kracht in deze context toelichten. Bij de slinger en de veer de beweging controleren op haar al dan niet harmonisch zijn. Ook enkele niet-harmonische bewegingen aanhalen als contrast.		
V40	Energieomzettingen en energiebehoud bij een harmonische trilling beschrijven en duiden .	F4
Wenken Het beschrijven gebeurt zowel grafisch als wiskundig. Energieomzettingen bij harmonische trillingen komen hier aan bod.		
B41	De voorwaarden van resonantie voor efficiënte energieoverdracht naar een harmonisch trillend systeem beschrijven, duiden en in toepassingen aantonen .	
Wenken Begrippen zoals eigenfrequentie (eigen aan dit systeem) en frequentie van de uitwendige bron komen aan bod.		

Veranderen van parameters van een trillend systeem doet de eigenfrequentie veranderen.

Overdracht vindt ook plaats bij trillingen van de stembanden.

Soms is het de bedoeling om energieoverdracht te vermijden om schade te beperken.

B42

Een lopende golf als een voortplanting van een harmonische trilling **kwalitatief en kwantitatief beschrijven**.

F4

Taalwenk

De intuïtie dat bij lopende golven de materie zich verplaatst moet hier ontkracht worden.

Wenken

Niet alle golven hebben als oorsprong een harmonische trilling (steen in een poel).

De soorten golven (transversaal - longitudinaal; mechanisch – elektromagnetisch, staand-lopend, twee of driedimensionaal) komen hier aan bod.

De golfvergelijking bevat nieuwe grootheden: golflengte, golfsnelheid, golfgetal. Deze begrippen worden eerst gedefinieerd.

Geluid als voortplanting van een mechanische trilling komt hier aan bod. Hierover zijn veel aanschouwelijke kleine proeven beschikbaar.

Een elektromagnetische golf ontstaat wanneer trillende ladingen een veranderend elektromagnetisch veld doen ontstaan dat zich voortplant tegen de lichtsnelheid. Dit veranderend veld brengt in een ontvanger op zijn beurt ladingen in beweging.

B43

Terugkaatsing, breking, buiging, en interferentie van golven **met behulp van** het golfmodel en **met toepassingen beschrijven**.

F5

Wenken

De terugkaatsing en breking van licht zijn in het derde jaar beschreven en vinden hier een meer diepgaande verklaring aan de hand van het golfmodel.

Het principe van Huygens staat hier centraal. Animaties kunnen verhelderend werken.

Laserlicht op een dia met roosterlijnen of verschillende spleten kan onderzocht worden.

Conceptuele verklaring aan de hand van weglengteverschil. Het is niet de bedoeling dit volledig formeel uit te werken.

B44

De energieoverdracht door mechanische en elektromagnetische golven **aan de hand van** verschillende verschijnselen waaronder resonantie, **illustreeren**.

F5

Wenken

Enkele suggesties:

- Twee stemvorken die al dan niet resoneren.
- Geluidsoverdracht op het trommelvlies van het oor (frequentie, duur, bouw oor, leeftijd).
- Lichtoverdracht op de huid (tijd, aard golf, aard huid).
- Foto-elektrisch effect.
- Analyse van lijnenspectra van stoffen (in de sterrenkunde, ook in gasontladingsbuizen, vuurwerk, analyse van chemische stoffen).
- Resonantiefrequentie bij MRI.
- Aardbevingsgolven en het ontstaan van een tsunami.

- Absorptie van kosmische straling door onze dampkringmoleculen.
- Resonantiefrequenties van CO₂ in het infrarode.
- Elke CCD in een camera.

Andere voorbeelden zijn uiteraard ook mogelijk.

B45

Eigenschappen van geluid en **mogelijke invloeden** van geluid op de mens **beschrijven**.

F5

Wenken

Met eigenschappen bedoelen we toonhoogte, toonsterkte en toonklank. Het oor als fysisch mechanisch systeem is onderworpen aan resonantie en gevoelig voor bepaalde frequenties. De geluidsterkte in dB is een belangrijk element bij de studie van schade die aan het gehoor kan ontstaan.

V45

De voorwaarden voor het ontstaan van staande golven **conceptueel verduidelijken**.

Wenken

Er bestaan mooie simulaties en filmpjes.

Het verband met resonantie en eigenfrequentie komt aan bod.

Uit een theoretische afleiding kunnen de voorwaarden eventueel wiskundig afgeleid worden indien de context dit toelaat.

Tallose toepassingen vindt men in de muziekwereld.

Mogelijke demo-experimenten

- staande golven, resonantie

Mogelijke leerlingexperimenten

- een aangeslagen stemvork draaien ter hoogte van één oor
- buis van Rijke (buis boven bunsenbrander waarop een roostertje ligt)
- proeven met stem, microfoon en analyseprogramma
- studie van de harmonische trilling bij een veer en/of slinger
- studie van diffractie en interferentieverschijnselen
- studie van geluid en geluidsterkte
- bepaling van de golflengte van geluid

6 Minimale materiële vereisten

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

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

6.1 Infrastructuur

- Een fysicalokaal, met een demonstratietafel waar zowel water als elektriciteit voorhanden zijn, is een must. Gas is optioneel. Indien er geen gas is, moeten elektrische verwarmingsplaten aanwezig zijn. Mogelijkheid tot projectie (beamer met computer) is noodzakelijk. Een pc met een aantal veelgebruikte sensoren (temperatuur, spanning, magnetische veldsterkte, kracht, beweging), de daarbij horende software voor analyse, en internetaansluiting is hierbij wenselijk.
- Om onderzoekend leren en regelmatig leerlingenexperimenten te kunnen organiseren is een degelijk uitgerust practicumlokaal met de nodige opbergruimte noodzakelijk.
- Eventueel is er bijkomende opbergruimte beschikbaar in een aangrenzend lokaal.
- Op termijn moeten ook pc's in het lokaal beschikbaar zijn. Een labo wetenschappen met pc als bron van informatie, maar vooral als meet-, analyse- en rekentoestel is noodzakelijk.
- Het lokaal dient te voldoen aan de vigerende wetgeving en normen rond veiligheid, gezondheid en hygiëne.

6.2 Uitrusting

De suggesties voor leerlingenexperimenten vermeld bij de leerplandoelstellingen vormen geen lijst van verplicht uit te voeren experimenten, maar laten de leraar toe een keuze te maken, rekening houdend met de materiële situatie in het labo. Niet vermelde leerlingenexperimenten, die aansluiten bij de leerplandoelstellingen, zijn vanzelfsprekend ook toegelaten. In die optiek kan de uitrusting van een lab nogal verschillen. Niettemin kunnen een aantal items toch als vanzelfsprekend beschouwd worden (zie 6.3.1 t.e.m. 6.3.7).

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.

6.3 Basismateriaal

6.3.1 *Elektrodynamica*

- Klein materiaal voor het aantonen van ladingen: elektroscopen, elektroforen, verschillende uitvoeringen.
- Materiaal voor het afleiden van wetten van de elektriciteit: multimeters, spanningsbronnen, snoeren, schakelaars, weerstanden, weerstandsdraden, spoelen.
- Allerlei afgedankte huishoudapparaten, desnoods half ontmanteld, enkel om te tonen, niet om te gebruiken.

6.3.2 *Elektromagnetisme*

- Naald-, staaf- en U-vormige magneet, weekijzeren kernen.
- Materiaal voor het aantonen van het bestaan van een magnetisch veld bij een rechte geleider, bij een cirkelvormige geleider en een solenoïde (ijzervijlsel, spoelen, draden) en een teslameter voor het bepalen van de magnetische veldsterkte (eventueel Hallsensor en meetinterface). Weekijzer, koper en lood als middenstof in een spoel.

6.3.3 *Elektromagnetische krachtwerking*

- Materialen voor het aantonen van de lorentzkracht.
- Materiaal voor het tonen van de onderdelen van een (gelijkstroom)motor.

6.3.4 *Elektromagnetisch inductieverschijnsel*

- Staafmagneet, spoel, een toestel om de inductiespanning te meten (pc gestuurd, galvanometer)
- Materiaal voor het aantonen, illustreren van de werking van een spanningsgenerator

6.3.5 *Dynamica*

- Bewegingssensoren en dynamometers (krachtsensoren), toestellen uit de bewegingsleer, balans en massa's.

6.3.6 Kinematica

- Hellend vlak met wagentje (te meten met triller of bewegingssensor).
- Toestel om de onafhankelijkheid der bewegingen te illustreren.

6.3.7 Trillingen en golven

- Materiaal om harmonische trillingen te bestuderen (slingers, massa's, veren).
- Lopende golven: lange spiraalveer (slinky), touw of rubber darm, stemvorken met klankkasten.
- Staande golven: elastische snaar of veer, elektrische triller om golven op te wekken.

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:

- ... kunnen conclusies trekken ...
- ... bepaalde principes illustreren....
- ... bepaalde begrippen hanteren...
- ... krachten analyseren en tekenen...

Het is belangrijk dat tijdens evaluatiemomenten deze strategieën getoetst worden.

Ook het gebruik van stappenplannen, het raadplegen van informatie, het doen van zelfevaluatie of peerevaluatie en bijvoorbeeld het analyseren van eigen resultaten ondersteunen 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 10).

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 basisvorming wetenschappen

8.1 Wetenschappelijke vaardigheden

- W1. Eigen denkbeelden verwoorden en die confronteren met denkbeelden van anderen, metingen, observaties, onderzoeksresultaten of wetenschappelijke inzichten.
- W2. Vanuit een onderzoeksvraag een eigen hypothese of verwachting formuleren en relevante variabelen aangeven.
- W3. Uit data, een tabel of een grafiek relaties en waarden afleiden om een besluit te formuleren.
- W4. Wetenschappelijke terminologie, symbolen en SI-eenheden gebruiken.
- W5. Veilig en verantwoord omgaan met stoffen, elektrische toestellen, geluid en EM-straling.

8.2 Wetenschap en samenleving

- W6. Bij het verduidelijken van en het zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op tenminste grondstoffen, energie, biotechnologie, biodiversiteit en het leefmilieu.
- W7. De natuurwetenschappen als onderdeel van de culturele ontwikkeling duiden en de wisselwerking met de maatschappij op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak illustreren.

8.3 Eindtermen biologie

- B1. Celorganellen, zowel op lichtmicroscopisch als op elektronenmicroscopisch niveau, benoemen en de functies ervan aangeven.
- B2. Het belang van sachariden, lipiden, proteïnen, nucleïnezuren, mineralen en water voor het metabolisme toelichten.
- B3. Het belang van mitose en meiose duiden.
- B4. De betekenis van DNA bij de celdeling en genexpressie verduidelijken.
- B5. De functie van geslachtshormonen bij de gametogenese en bij de menstruatiecyclus toelichten.
- B6. Stimulering en beheersing van de vruchtbaarheid bespreken in functie van de hormonale regeling van de voorplanting.
- B7. De bevruchting en de geboorte beschrijven en de invloed van externe factoren op de ontwikkeling van embryo en foetus bespreken.
- B8. Aan de hand van eenvoudige voorbeelden toelichten hoe kenmerken van generatie op generatie overerven.
- B9. Kenmerken van organismen en variatie tussen organismen verklaren vanuit erfelijkheid en omgevingsinvloeden.
- B10. Wetenschappelijk onderbouwde argumenten geven voor de biologische evolutie van organismen, met inbegrip van de mens.

8.4 Eindtermen chemie

- C1. Eigenschappen en actuele toepassingen van stoffen, waaronder kunststoffen, verklaren aan de hand van de moleculaire structuur van die stoffen.
- C2. Chemische reacties uit de koolstofchemie in verband brengen met hedendaagse toepassingen.
- C3. Voor een aflopende reactie, waarvan de reactievergelijking gegeven is, en op basis van gegeven stofhoeveelheden of massa's, de stofhoeveelheden en massa's bij de eindsituatie berekenen.
- C4. De invloed van snelheidsbepalende factoren van een reactie verklaren in termen van botsingen tussen deeltjes en van activeringsenergie.
- C5. Het onderscheid tussen een evenwichtsreactie en een aflopende reactie illustreren.
- C6. De pH van een oplossing definiëren en illustreren.
- C7. Het belang van een buffermengsel illustreren.

8.5 Eindtermen fysica

- F1. De beweging van een voorwerp beschrijven in termen van positie, snelheid en versnelling (eenparig versnelde en eenparig cirkelvormige beweging).
- F2. De invloed van de resulterende kracht en van de massa op de verandering van de bewegingstoestand van een voorwerp kwalitatief en kwantitatief beschrijven.
- F3. Volgende kernfysische aspecten aan de hand van toepassingen of voorbeelden illustreren:
 - aard van α -, β - en γ -straling;
 - activiteit en halveringstijd;
 - kernfusie en kernsplitsing;
 - effecten van ioniserende straling op mens en milieu.
- F4. Eigenschappen van een harmonische trilling en een lopende golf met toepassingen illustreren.
- F5. Eigenschappen van geluid en mogelijke invloeden van geluid op de mens beschrijven.
- F6. De begrippen spanning, stroomsterkte, weerstand, vermogen en hun onderlinge verbanden kwalitatief en kwantitatief hanteren.
- F7. Met toepassingen illustreren:
 - een magnetisch veld ontstaat ten gevolge van bewegende elektrische ladingen;
 - het effect van een homogeen magnetisch veld op een stroomvoerende geleider;
 - elektromagnetische inductieverschijnselen

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

Op het voorliggende leerplan kunt u als leraar ook reageren en uw opmerkingen, zowel positief als negatief, aan de leerplancommissie meedelen via e-mail (leerplannen.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 coördinatieceel leerplannen zo snel mogelijk op uw schrijven reageren.
