



|  |  |
| --- | --- |
| **LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS** | |
| **Vak** | **AV Fysica** *2014/967/3//D/* |
| **Studierichting** | **Latijn-Wetenschappen Moderne talen-Wetenschappen Sportwetenschappen Wetenschappen-Topsport Wetenschappen-Wiskunde** |
| **Onderwijsvorm** | **Algemeen secundair onderwijs** |
| **Graad** | **Derde graad** |
| **Leerjaar** | **Eerste leerjaar Tweede leerjaar** |
| **Leerplannummer** | **O/2/2014/288***Vervangt leerplan O/2/2006/288 vanaf 1 september 2014 in het eerste leerjaar vanaf 1 september 2015 in beide leerjaren* |

**Inhoudstafel**

[Woord vooraf 3](#_Toc378340058)

[1 Autonomie van de school 4](#_Toc378340059)

[2 Lessentabel 6](#_Toc378340060)

[3 Doelgroep 7](#_Toc378340061)

[4 Opbouw van het leerplan 8](#_Toc378340062)

[5 Leerplandoelstellingen en leerinhouden 37](#_Toc378340063)

[5.1 Algemene doelstellingen en sleutelcompetenties voor het vak/voor de studierichting 38](#_Toc378340064)

[5.2 Taalontwikkelend vakonderwijs voor de derde graad 41](#_Toc378340065)

[5.3 ICT-integratie in het vak voor de derde graad 43](#_Toc378340066)

[5.4 Wetenschappelijke vaardigheden/onderzoekscompetentie 45](#_Toc378340067)

[5.5 Wetenschap en samenleving 48](#_Toc378340068)

[5.6 Mechanica (kracht, beweging en energie) 50](#_Toc378340069)

[5.7 Elektriciteit en magnetisme 53](#_Toc378340070)

[5.8 Trillingen en golven 58](#_Toc378340071)

[5.9 Materie en straling 61](#_Toc378340072)

[5.10 Een derde lestijd fysica in de pool wetenschappen 64](#_Toc378340073)

[5.11 Leerlingenpractica 65](#_Toc378340074)

[6 De vakoverschrijdende eindtermen (VOET) 66](#_Toc378340075)

[7 Integratie ICT 67](#_Toc378340076)

[8 Taalontwikkelend vakonderwijs 68](#_Toc378340077)

[9 Vakgroepwerking 69](#_Toc378340078)

[10 Evaluatie 70](#_Toc378340079)

[11 Minimale materiële vereisten 72](#_Toc378340080)

[12 Vakspecifieke informatie 74](#_Toc378340081)

[Colofon 75](#_Toc378340082)

Woord vooraf

Alle scholen zijn verplicht een goedgekeurd leerplan te gebruiken voor elk onderwezen vak van de basisvorming en het specifiek gedeelte. De inspectie van de Vlaamse gemeenschap beoordeelt het leerplan op basis van het ‘Besluit van de Vlaamse Regering in verband met leerplannen (10/11/2006)’ en op basis van omzendbrief SO 64. Zij adviseert vervolgens de minister van onderwijs over de goedkeuring. Na de goedkeuring verwerft een leerplan een officieel statuut. Men kan stellen dat een goedgekeurd leerplan een contract is tussen de inrichtende macht en/of de onderwijsorganisatie en de Vlaamse gemeenschap. De inspectie controleert in de school het gebruik ervan samen met de realisatie van de basisdoelstellingen.

Dit leerplan wordt ingevoerd bij de aanvang van het schooljaar 2014-2015. Het leerplan werd ontwikkeld door de leerplancommissie van het OVSG. De leerplancommissie evalueerde het bestaande leerplan en herwerkte het naar aanleiding van de nieuwe eindtermen voor natuurwetenschappen voor de derde graad aso. Er wordt aangegeven welke ruimte gelaten wordt voor de inbreng van scholen, vakgroepen en leerkrachten.

Het leerplan houdt niet alleen voor de individuele leerkracht een verplichting tot realisatie in, maar is ook een ondersteunend instrument voor het pedagogisch beleid van de school dat zich maximaal richt op gelijke onderwijskansen. Het leerplan wordt gebruikt in de vakgroep, maar het besteedt ook aandacht aan de samenhang met de andere vakken van de studierichting.

Onderwijskwaliteit verhoogt door een schoolbeleid gericht op samenhang en op het uitwerken van een onderwijskundige visie in concrete leeractiviteiten. Daarom besteedt dit leerplan veel aandacht aan de integratie van ‘leren leren’, aan leerlingactieve didactische werkvormen, aan brede evaluatie, aan de integratie van ICT en aan het taalbeleid. Op deze manier biedt het leerplan de mogelijkheid het pedagogisch project te concretiseren.

**OVSG**

Onderwijssecretariaat van de

Steden en Gemeenten van de

Vlaamse Gemeenschap vzw

Ravensteingalerij 3 bus 7

1000 Brussel

tel.: 02 506 41 50

fax: 02 502 12 64

e-mail: [begeleiding.so@ovsg.be](mailto:begeleiding.so@ovsg.be)

website: [www.ovsg.be](http://www.ovsg.be)

# Autonomie van de school

Deze rubriek geeft aan welke ruimte dit leerplan laat voor de inbreng van de inrichtende macht, de school, de vakgroep/studierichtinggroep en de individuele leerkracht.

**Elke inrichtende macht** is bevoegd voor het uitschrijven van haar eigen pedagogisch project. Dit pedagogisch project is een document dat de algemene doelen opsomt die de inrichtende macht in haar onderwijs wenst te realiseren. Deze doelen hebben betrekking op opvoeding en onderwijs en op de mens en de maatschappij in het algemeen. Het pedagogisch project kan aldus worden gezien als een beginselverklaring van een inrichtende macht die de essentiële kenmerken van haar identiteit bevat. Het officieel gesubsidieerd onderwijs wordt bijgevolg gekenmerkt door een interne verscheidenheid. Er is echter ook een gemeenschappelijkheid terug te vinden.

Vanuit de eigenheid van het stedelijk en gemeentelijk onderwijs zijn in de lokaal tot stand gekomen pedagogische projecten een aantal gemeenschappelijke basisdoelen te herkennen die door alle besturen onderschreven werden (Raad van Bestuur van OVSG van 25 september 1996).

1. **Openheid** *De school staat ten dienste van de gemeenschap en staat open voor alle leerplichtige jongeren, ongeacht hun filosofische of ideologische overtuiging, sociale of etnische afkomst, sekse of nationaliteit.*
2. **Verscheidenheid** *De school vertrekt vanuit een positieve erkenning van de verscheidenheid en wil waarden en overtuigingen die in de gemeenschap leven, onbevooroordeeld met elkaar confronteren. Zij ziet dit als een verrijking voor de gehele schoolbevolking.*
3. **Democratisch** *De school is het product van de fundamenteel democratische overtuiging dat verschillende opvattingen over mens en maatschappij in de gemeenschap naast elkaar kunnen bestaan.*
4. **Socialisatie** *De school leert jongeren leven met anderen en voedt hen op met het doel hen als volwaardige leden te laten deel hebben aan een democratische en pluralistische samenleving.*
5. **Emancipatie** *De school kiest voor emancipatorisch onderwijs door alle leerlingen gelijke ontwikkelingskansen te bieden, overeenkomstig hun mogelijkheden. Zij wakkert zelfredzaamheid aan door leerlingen mondig en weerbaar te maken.*
6. **Totale persoon** *De school erkent het belang van onderwijs en opvoeding. Zij streeft een harmonische persoonlijkheidsvorming na en hecht evenveel waarde aan kennisverwerving als aan attitudevorming.*
7. **Gelijke kansen** *De school treedt compenserend op voor kansarme leerlingen door bewust te proberen de gevolgen van een ongelijke sociale positie om te buigen.*
8. **Medemens** *De school voedt op tot respect voor de eigenheid van elke mens. Zij stelt dat de eigen vrijheid niet kan leiden tot de aantasting van de vrijheid van de medemens. Zij stelt dat een gezonde leefomgeving het onvervreemdbaar goed is van elkeen.*
9. **Europees** *De school brengt de leerlingen de gedachte bij van het Europees burgerschap en vraagt aandacht voor het mondiale gebeuren en het multiculturele gemeenschapsleven.*
10. **Mensenrechten** *De school draagt de beginselen uit die vervat zijn in de Universele Verklaring van de Rechten van de Mens en van het Kind, neemt er de verdediging van op. Zij wijst vooroordelen, discriminatie en indoctrinatie van de hand.*

Verder bepaalt **de inrichtende macht en/of de school** het aantal ingerichte lesuren voor een vak, met dien verstande dat alle basisdoelstellingen van het leerplan gerealiseerd moeten kunnen worden met de leerlingen.

De lessenroosters behoeven geen goedkeuring van de overheid; de overheid beperkt zich tot het opleggen van een minimumrooster, gedefinieerd als (verplichte vakken van de) basisvorming. Afhankelijk van de gevolgde graad/onderwijsvorm dient elke leerling zonder uitzondering de verplichte basisvorming volledig te volgen. De inrichtende machten bepalen dus autonoom hoe de wekelijkse lessenroosters worden samengesteld. Dit kan zowel betekenen dat bepaalde vakken/uren gemeenschappelijk zijn voor leerlingen van verschillende structuuronderdelen als betekenen dat binnen eenzelfde structuuronderdeel vakken met een verschillend aantal uren worden ingericht in functie van het tempo van de leerplanrealisatie in hoofde van individuele leerlingen.

Vanuit de gemeenschappelijke basisdoelen, die o.m. gelijke onderwijskansen beogen voor elke leerling, worden eigen doelstellingen geformuleerd ter concretisering. Deze eigen doelstellingen hebben te maken met:

* de eigen visie op ‘leren’ : ‘leren’ wordt hier opgevat als een door de leerling zelf vorm te geven actief proces, waarbij de ‘geconstrueerde’ kennis pas geïntegreerd wordt na reflectie en sociale situering (samenwerkend leren), toetsing en rijping. Een leerproces bevat dus ook een sociale component;
* de eigen visie op gelijke kansen: integratie van doelstellingen in verband met (leer)attitudes, met ICT-vaardigheden, met taalontwikkeling;
* de visie (algemene doelstellingen) op de studierichting of het vak.

Ook de didactische aanpak (waaronder evaluatie) behoort tot de vrijheid van de inrichtende macht. Dit impliceert dat **de school, de vakgroep en haar leerkrachten** deze vrijheid zinvol invullen en er verantwoordelijkheid voor opnemen door te werken vanuit een **eigen schoolvisie**. Methodes en handboeken worden vrij gekozen met dien verstande dat de realisatie van het leerplan verplicht is en niet bv. de realisatie van een handboek. Aangezien het leerplan opgesteld is als graadleerplan, bepaalt de vakgroep welke doelstellingen in het eerste leerjaar en welke in het tweede leerjaar moeten worden bereikt (cesuur). Het leerplan suggereert vanuit het pedagogisch project leerlingactieve didactische werkvormen, verschillende evaluatievormen en mogelijkheden om te werken aan gelijke onderwijskansen, maar de school/leerkrachten maakt (maken) de uiteindelijke keuze.

Het leerplan zelf is **een minimumleerplan**, d.w.z. het volume aan leerinhouden is beperkt gehouden. Enkel de basisdoelstellingen moeten met de leerlingen worden gerealiseerd. **De leerkracht** moet niet onder tijdsdruk werken, maar heeft ruimte om te differentiëren, voor variatie in leerlingactiverende didactische werkvormen en voor vakoverschrijdend werken. Er is ruimte voor de eigen inbreng en creativiteit van de leerkracht en de school om o.a. thema’s en projecten te ontwikkelen.

Het leerplan is volgens een logische volgorde opgebouwd, maar het behoort aan de **vakgroep** om uit te maken welke doelstellingen tot de invulling van het eerste of het tweede leerjaar behoren en in welke volgorde ze voor welke leerlingen aangeboden worden.

De inspectie van de Vlaamse gemeenschap gaat na hoe de school met deze vrijheid omgaat.

# Lessentabel

De lessentabellen zijn terug te vinden op de site van OVSG, [www.ovsg.be](http://www.ovsg.be) onder Publicaties.

De lessentabellen zijn indicatief. Zie ook hoofdstuk ‘Autonomie van de school’.

Wettelijke beperkingen:

* onder "voltijds secundair onderwijs" wordt het onderwijs verstaan dat aan regelmatige leerlingen wordt verstrekt op basis van de vastgelegde organisatie van het schooljaar (cfr.[omzendbrief SO 74](http://www.ond.vlaanderen.be/edulex/database/document/document.asp?docid=13093)) naar rata van ten minste 28 wekelijkse lesuren (een lesuur bedraagt 50 minuten) en rekening houdend met het maximum aantal wekelijkse lesuren;
* het maximum aantal wekelijkse lestijden, dat voor overheidsfinanciering of -subsidiëring in aanmerking komt, is vastgelegd in het [koninklijk besluit nr. 2 van 21 augustus 1978](http://www.ond.vlaanderen.be/edulex/database/document/document.asp?docid=12963). Dit maximum (waarin de eventuele lesuren inhaallessen niet zijn begrepen) bedraagt 32 u., met uitzondering van o.a. :
* de derde graad van het algemeen secundair onderwijs met tenminste 2 wekelijkse lestijden lichamelijke opvoeding en tenminste 1 wekelijkse lestijd artistieke opvoeding of esthetica, waarvoor dit maximum 33 bedraagt;
* per school omvat de wekelijkse lessenrooster van een structuuronderdeel voor alle leerlingen hetzelfde totaal aantal uren.
* de vakken van de basisvorming zijn verplicht.

# Doelgroep

Dit leerplan is bestemd voor de leerlingen van de derde graad aso (eerste en het tweede leerjaar) voor de **studierichtingen Latijn-Wetenschappen, Moderne talen-Wetenschappen, Wetenschappen-Topsport, Wetenschappen-Wiskunde en Sportwetenschappen** en het bevat het vak

**AV Fysica**

dat in de lessentabel deel uitmaakt **voor één lesuur van** **de basisvorming aangevuld met één lesuur uit het specifiek gedeelte van de pool wetenschappen en mogelijk met een lesuur uit het complementair gedeelte.**

Toelatingsvoorwaarden: zie [omzendbrief SO 64](http://www.ond.vlaanderen.be/edulex/database/document/document.asp?docid=9418http://www.ond.vlaanderen.be/edulex/database/document/document.asp?docid=9418)

# Opbouw van het leerplan

*Graadleerplan*

Het leerplan is voor de graad uitgeschreven. Voor de concrete invulling van het eerste en het tweede leerjaar van de graad ligt de bevoegdheid bij de school. De vakgroepen moeten overleggen en bepalen wat tot de invulling van het eerste of het tweede leerjaar behoort.

*Systematiek*

Het leerplan bevat de doelen, de verplichte leerinhouden en de didactische wenken voor het vak.

De doelstellingen dragen bij tot de realisatie van de algemene doelstellingen en vormen een coherent geheel bestaande uit:

* de eigen doelstellingen (zie 1 Autonomie van de school);
* de eindtermen/specifieke eindtermen

Ze worden geformuleerd als kennis, vaardigheden en attitudes. Ze zijn consecutief, thematisch of volgens vaardigheden opgebouwd. Deze volgorde in de opbouw is niet bindend voor de leerkracht of de school. Het leerplan geeft de leerstof aan die bedoeld is om de bijbehorende leerplandoelstellingen te realiseren.

De didactische wenken kunnen een leerplandoelstelling of leerinhoud verduidelijken, ze reiken suggesties aan om de doelstellingen te concretiseren volgens de eigen visie op leren. Zij kunnen didactische werkvormen of hulpmiddelen aangeven die leerplandoelstellingen helpen realiseren, suggesties geven voor evaluatie, verbanden leggen met andere vakken, met vakoverschrijdende eindtermen, met informatie- en communicatietechnologie, met intercultureel onderwijs, met taalbeleid.

*Visie op de derde graad*

*Een geprofileerde derde graad*

Een polyvalente tweede graad wordt gevolgd door een scherper geprofileerde derde graad. De studierichtingen in de derde graad worden in alle onderwijsvormen om de volgende redenen duidelijker en scherper geprofileerd. Een gedifferentieerd systeem zorgt er voor dat alle leerlingen op een aangepaste manier een diploma secundair onderwijs of een studiegetuigschrift kunnen halen (minder drop-outs) en het zorgt ook voor minder zittenblijvers. In de derde graad wordt afhankelijk van de onderwijsvorm de klemtoon gelegd op beroepskwalificaties die door het socio-economisch veld aanvaard zijn en/of op doorstroming naar het hoger onderwijs.

*Visie op de pool wetenschappen*

In de pool wetenschappen worden de wetenschappen uit de basisvorming aangevuld met één wekelijkse lestijd uit het specifiek gedeelte.

Tijdens deze twee wekelijkse lestijden realiseren de leerlingen niet alleen de gemeenschappelijke en vakgebonden eindtermen van de basisvorming, maar ook specifieke eindtermen voor de pool wetenschappen.

Om dit te realiseren hebben de vakken biologie, chemie en fysica elk een leerplan waarin de basisvorming aangevuld is met specifieke eindtermen.

Het hierna volgend overzicht geeft de spreiding weer van de specifieke eindtermen over drie natuurwetenschappelijke vakken.

De pool wetenschappen in het specifieke gedeelte van de derde graad is afgestemd op leerlingen met een natuurwetenschappelijke belangstelling. De nadruk wordt gelegd op kenmerken en verwachtingen van vervolgonderwijs met een sterk natuurwetenschappelijke component.

Dit gebeurt door de leerlingen te introduceren in verschillende benaderingen van de natuurwetenschappen, namelijk:

* natuurwetenschap als middel om toestanden en verschijnselen uit de dagelijkse ervaringswereld te verklaren. Hier gaat het om het leggen van de verbinding tussen praktische toepassingen uit het dagelijkse leven en natuurwetenschappelijke kennis
* natuurwetenschap als middel om op proefondervindelijke wijze gefundeerde kennis over de werkelijkheid te vinden. Het gaat dan om het ontwikkelen van een rationeel en objectief raamwerk voor het oplossen van problemen en het begrijpen van concepten die de verschillende natuurwetenschappelijke disciplines met elkaar verbinden
* natuurwetenschap als middel om via haar technische toepassingen de materiële leefomstandigheden te verbeteren. Leerlingen herkennen hoe natuurwetenschappelijke ontwikkelingen invloed hebben op hun persoonlijke, sociale en fysische omgeving
* natuurwetenschap als cultuurverschijnsel en natuurwetenschap als mensenwerk. Leerlingen hebben notie van historische, filosofische, sociale en ethische aspecten van de natuurwetenschappen. Hierdoor zien en begrijpen ze relaties met andere disciplines.

In de verschillende natuurwetenschappen van het specifieke gedeelte (biologie, chemie en fysica) zijn de specifieke eindtermen geordend in zeven onderdelen, namelijk:

* structuren
* interacties, veranderingen en processen
* systemen
* tijd
* genese en ontwikkeling
* natuurwetenschap en maatschappij
* onderzoekscompetentie

In de eerste vijf onderdelen komen volgende aspecten aan bod:

* de verschillende verschijningsvormen, de aard en effecten van wisselwerkingen en transformaties van materie en energie
* het bestaan van orde in de grote verscheidenheid aan structuren en processen
* fundamentele entiteiten en wetmatigheden
* relaties tussen structuren en processen
* systemen en het ontstaan en verbreken van evenwicht hierin
* opeenvolging van structuren en processen in de tijd, cyclische processen en tijdschaal.

Deze aspecten worden op verschillende schaalniveaus bestudeerd. Een schaalniveau verwijst naar de ‘grootteorde van de organisatie van de materie’. Er worden volgende schaalniveaus onderscheiden: corpusculaire structuren, stoffen, organismen, aarde en kosmos. In het totaal van de natuurwetenschappen komen alle schaalniveaus evenwichtig aan bod. Dit betekent niet dat elke hierbij betrokken eindterm op elk schaalniveau moet worden bestudeerd.

In de pool wetenschappen staat het inoefenen van de wetenschappelijke methode centraal: omschrijven van een probleem, opstellen van hypothesen, verzamelen van bewijsmateriaal door experimenten en waarnemingen, door logische redeneren en door toetsen van voorspellingen en reële feiten die uit de hypothesen kunnen worden afgeleid. Zelfactiviteit en ontdekkende leren worden dus gestimuleerd.

De vakken biologie, chemie en fysica hebben talrijke gemeenschappelijke elementen of raakpunten wat betreft attitudes, wetenschappelijke methode en maatschappelijke elementen. Het is zeer belangrijk dat biologie, chemie en fysica vanuit deze gemeenschappelijke visie op wetenschap worden benaderd.

Fysica maakt vaak gebruik van kennisinhouden uit de biologie, chemie, wiskunde en aardrijkskunde. Het is zeer bevorderend voor het leren wanneer deze dwarsverbindingen voor de leerlingen worden geëxpliciteerd.

De specifieke eindtermen voor de pool ‘Wetenschappen’: verdeling over de vakken biologie, chemie en fysica

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan- doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan-doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan- doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
| 1 | **Structuren** De leerlingen kunnen op verschillende schaalniveaus  structuren classificeren en beschrijven op basis van samenstelling, eigenschappen en functies. | 34 | **Structuren kunnen classificeren en kunnen beschrijven op basis van samenstelling, eigenschappen en functies.** Bouw en functie van membranen en organellen. | 35           39 | **Atomen kunnen beschrijven op basis van samenstelling, levensduur, eigenschappen en functies.** Atoombouw: - ontdekking radioactiviteit en   kerndeeltjes; - radioactieve en niet-radio- actieve isotopen, stabiliteits- curve; - atoommassa; - massadefect.  **Chemische bindingen kunnen classificeren en beschrijven op basis van samenstelling, eigenschappen en functie.** Chemische bindingen: - de ionbinding: ionisatie- energie, elektronenaffiniteit, roosterenergie; - de covalente binding:   hybrydisatie; - de metaalbinding: verband   tussen beweeglijke elektronen   en fysische eigenschappen. |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan- doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan- doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan- doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
| 2 | structuren met behulp van een model of schema voorstellen en hiermee eigenschappen verklaren. | 35 | **Structuren met behulp van een model of schema kunnen voorstellen en hiermee eigenschappen kunnen verklaren.** De cel. | 36  40 | **Atoomstructuren met behulp van een model kunnen voorstellen en hiermee eigenschappen kunnen verklaren.** Opbouw van de elektronenmantel: - opbouw volgens Rutherford   Bohr; - het Sommerfeld model,   kwantumgetallen; - het opbouwprincipe, het uit-  sluitingsprincipe, inversies; - het onzekerheidsprincipe,   orbitalen.  **Chemische bindingen met behulp van een model kunnen voorstellen en eigenschappen hiermee kunnen verklaren.** Ionroosters, stabiliteit van zouten. De sigma en pi-binding. Ruimtelijke structuur van moleculen. Polariteit. Mesomerie. De datieve binding. Intermolecularie krachten. Complexe moleculen. Fysische eigenschappen van metalen afleiden uit de metaalbinding. | 46  48  49  uitbreidings- doelstelling | **Isolatoren en geleiders met behulp van een model of schema kunne voorstellen en hiermee eigenschappen kunnen verklaren en relaties leggen tussen de eigenschappen.**  **Voor een geleider in een gelijkstroomkring het verband tussen spanning, stroomsterkte en weerstand kunnen toepassen, met een schema kunnen voorstellen, eigenschappen kunnen verklaren, relaties kunnen leggen en kunnen beschrijven.** Het schakelen van weerstanden. Substitutieweerstand.  **Kunnen uitleggen dat opeenvolgende energieomzettingen, met de daarmee gepaard gaande degradatie van energie, de evolutie van het fysische systeem bepalen, deze met behulp van een model of schema kunnen voorstellen, eigenschappen kunnen verklaren en methodes kunnen beschrijven om elektrische geleiders te onderzoeken.** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan- doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan- doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan- doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
|  |  |  |  |  |  | 54 uitbreidings- doelstelling  70  78 | Factoren die een weerstand bepalen. Temperatuursinvloed op goede en slechte geleiders.  **Energieomzettingen in elektrische schakelingen met voorbeelden kunnen illustreren, structuren met behulp van een model of schema kunnen verklaren en hiermee eigenschappen kunnen verklaren.** Condenseren van lading. Capaciteit. Factoren die de capaciteit bepalen.  **Trillingen met behulp van een model of schema kunnen voorstellen en hiermee eigenschappen kunnen verklaren.** Samenstellen van trillingen. Trillingen in fase, tegenfase, willekeurig faseverschil.  **De effecten van de interactie tussen elektromagnetische straling en materie kunnen beschrijven aan de hand van verschijnselen zoals het foto-elektrisch effect en elektromagnetisch spectra en de structuur van de materie met behulp van een model kunnen voorstellen en hiermee** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan- doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan- doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan- doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
|  |  |  |  |  |  |  | **eigenschappen kunnen verklaren.** Equivalentie van materie en energie: golven en deeltjes. Foto-elektrisch effect: drempelfrequentie, fotocel. Atoomstructuur en atoomstraling: - hypothese van Bohr,  energiequantum; - energieniveaus en emissie-  spectra; - aanslagspanning en ionisatiespanning; - zichtbaar licht en röntgen-  stralen. |
| 3 | relaties leggen tussen structuren. | 39  61 | **Relaties kunnen leggen tussen structuren.      De relatie tussen de bouw van DNA, de genetische code en de eiwitsynthese kunnen beschrijven.** - de structuur van DNA; - de rol van RNA; - de genetische code; - eitwitsynthese. | 39 | **Relaties kunnen leggen tussen chemische bindingen.** Vergelijking van de sterkte van chemische bindingen. | 46  48 | **Isolatoren en geleiders met behulp van een model of schema kunnen voorstellen en hiermee eigenschappen kunnen verklaren en relaties leggen tussen de eigenschappen.**  **Voor een geleider in een gelijkstroomkring het verband tussen spanning, stroomsterkte en weerstand kunnen toepassen, met een schema kunnen voorstellen, eigenschappen kunnen verklaren, relaties kunnen leggen en kunnen beschrijven.** Het schakelen van weer-standen. Substitutieweerstand. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan- doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan- doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan- doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
| 4 | methoden beschrijven om structuren te onderzoeken. | 33  65 | **Methoden kunnen beschrijven om structuren te onderzoeken.** Fundamentele verschillen tussen een licht- en een elektronenmiscroscoop.  **Methoden kunnen beschrijven om de DNA-structuur te onderzoeken.**. | 37 | **Methoden kunnen beschrijven om atomen te onderzoeken.** Spectraalanalyse. | 48  51  51 | **Voor een geleider in een gelijkstroomkring het verband tussen spanning, stroomsterkte en weerstand kunnen toepassen, met een schema kunnen voorstellen, eigenschappen kunnen verklaren, relaties kunnen leggen en kunnen beschrijven.** Het schakelen van weer-standen. Substitutieweerstand.  **Kunnen uitleggen dat opeenvolgende energie-omzettingen, met de daarmee gepaard gaande degradatie van energie, de evolutie van het fysische systeem bepalen, deze met behulp van een model of schema kunnen voorstellen, eigenschappen kunnen verklaren en methodes kunnen beschrijven om elektrische geleiders te onderzoeken.** Factoren die een weerstand bepalen. Temperatuursinvloed op goede en slechte geleiders.  **De meetinstrumenten voor spanning en stroomsterkte kunnen hanteren.** Voltmeter. Ampèremeter. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan- doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan- doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan- doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
|  |  |  |  |  |  | 57 uitbreidings- doelstelling | **Kunnen aangeven met welk instrument magnetische inductie gemeten kan worden.** De magnetometer. |
| 5 | structuren op grond van observeerbare of experimentele gegevens identificeren en classificeren. | 40 | **Structuren op grond van observeerbare of experimentele gegevens kunnen identificeren en classificeren.** De cel. | 38  42 | **Elementen kunnen identificeren en classificeren op grond van observeerbare of experimentele gegevens.** De tabel van Mendeljev: - opbouw van de tabel, atoom-  stralen; - plaats van de elementen in   functie van de elektroneninhoud.  **Chemische bindingen op grond van experimentele gegevens kunnen identificeren en classificeren.** Experimentele gegevens: geleid- baarheid, oplosbaarheid, kook- punt, smeltpunt, dichtheid. |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Decretaal nummer | **Specifieke eindtermen** | NR leerplan- doelstelling Biologie | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | NR leerplan- doelstelling Chemie | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | NR leerplan- doelstelling Fysica | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
| 6 | **Interacties** De leerlingen kunnen op ver- schillende schaalniveaus  processen waarbij energie wordt getransformeerd of getranspor- teerd beschrijven en herkennen in voorbeelden. | 41 | **Processen waarbij energie wordt getransformeerd of getransporteerd kunnen beschrijven en herkennen in voorbeelden.** Fotosynthese. Aërobe ademhaling. Anaërobe ademhaling. Chemosynthese. | 46 | **Processen waarbij energie wordt getransformeerd of getransporteerd kunnen beschrijven en herkennen in voorbeelden.** Thermochemie: - begrippen enthalpie, exotherm  en endotherm; - reactieënthalpieën. | 40  50 uitbreidings- doelstelling | **De wet van behoud van energie kunnen toepassen en processen kunnen beschrijven en herkennen in voorbeelden.** Mechanische energie. Behoud van mechanische energie. Behoud van totale energie. Degradatie van energie.  **Voor een geleider in een gelijkstroomkring het verband tussen spanning, stroomsterkte en weerstand  kunnen toepassen, met een schema kunnen voorstellen, eigenschappen kunnen verklaren, relaties kunnen leggen en kunnen beschrijven en het proces waarbij energie wordt getransformeerd of getransporteerd kunnen beschrijven en herkennen in voorbeelden.** Karakteristieken van een bron. Wet van Ohm voor een gesloten kring. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan- doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan- doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan- doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
|  |  |  |  |  |  | 58  79 uitbreidings- doelstelling | **Met behulp van de magnetische kracht de werking van een motor kunnen beschrijven en de energietransformatie kunnen herkennen.** Krachtwerking in het magnetisch veld: kracht op een stroomvoerende geleider, elektromotor, energieomzetting.  **Processen van energie- absorptie en -emissie kunnen beschrijven, berekeningen kunnen uitvoeren en de effecten van de interactie in voorbeelden kunnen herkennen.** Energie van een foton. |
| 7 | vorming, stabiliteit en trans- formatie van structuren beschrijven, verklaren, voorspellen en met eenvoudige hulpmiddelen experimenteel onderzoeken. |  |  | 48 | **Transformatie van chemische structuren kunnen voorspellen.** Begrippen: - vrije energie en entropie. |  |  |
| 8 | berekeningen uitvoeren bij energie- en materieomzettingen. |  |  | 35  47 | **Atomen kunnen beschrijven op basis van samenstelling, levensduur, eigenschappen en functies. Massadefect.**  **Berekeningen kunnen uitvoeren bij energie- en materie-omzettingen. De wet van Hess.** | 79 uitbreidings- doelstelling | Processen van energieab- sorptie en -emissie kunnen beschrijven, berekeningen kunnen uitvoeren en de effecten van de interactie in voorbeelden kunnen herkennen. Energie van een foton. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan- doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan- doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan- doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
| 9 | effecten van de interactie tussen materie en elektromagnetische straling beschrijven en in voorbeelden herkennen. |  |  |  |  | 74 | **De energieoverdracht door mechanische en elektro-magnetische golven aan de hand van verschillende verschijnselen, waaronder resonantie, kunnen illustreren en de effecten op de materie kunnen beschrijven en in voorbeelden kunnen herkennen.** Staande golf als toepassing op interferentie. Energieoverdracht en resonantie, eigenfrequenties. Algemene eigenschappen van elektromagnetische golven. Licht als voorbeeld van elektromagnetische golf:  - interferentie, diffractie en   polarisatie. |
|  |  |  |  |  |  |  | Geluid als voorbeeld van mechanische golf: - ontstaan, voortplantings-  snelheid, toonhoogte, toon-  sterkte. |
|  |  |  |  |  |  | 79 uitbreidings- doelstelling | **Processen van energie- absorptie en -emissie kunnen beschrijven, berekeningen kunnen uitvoeren en de effecten van de interactie in voorbeelden kunnen herkennen.** Energie van een foton. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
| 10 | De leerlingen kunnen  beweging en verandering in bewegingstoestand kwalitatief beschrijven, in eenvoudige gevallen experimenteel onderzoeken en berekenen. |  |  |  |  | 33  36 | **De beweging van een voorwerp kunnen beschrijven in termen van positie, snelheid en versnelling, en in eenvoudige gevallen experimenteel kunnen onderzoeken en berekenen.** De eenparig veranderlijke rechtlijnige beweging zonder beginsnelheid.  **De invloed van de resul-terende kracht van de massa op de verandering van de bewegingstoestand van een voorwerp kwalitatief en kwantitatief kunnen beschrijven, en in eenvoudige gevallen experimenteel kunnen onderzoeken en berekenen.** |
|  |  |  |  |  |  |  | Krachten als oorzaak van bewegingsverandering: de wetten van Newton: - actie en reactie; - de traagheidswet; - *F = m.a.* |
| 11 | verbanden leggen tussen processen op verschillende schaalniveaus. | 62 | **Verbanden kunnen leggen tussen processen op verschillende schaalniveaus.** De relatie tussen gen en eigenschap. |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
| 12 | fundamentele wisselwerkingen verbinden met hun rol voor de structurering van de materie en met energieomzettingen. |  |  | 43 | **Fundamentele wisselwerkingen tussen atomen kunnen verbinden met hun rol voor de structurering van de materie en met energieomzettingen.** Wisselwerking tussen metalen en niet-metalen; tussen niet-metalen onderling, koppelen aan de structuur van de materie. | 78 | **De effecten van de interactie tussen elektromagnetische straling en materie kunnen beschrijven aan de hand van verschijnselen zoals het foto-elektrisch effect en elektromagnetische spectra en de structuur van de materie met behulp van een model kunnen voorstellen en hiermee eigenschappen kunnen verklaren.** |
| 13 | **Systemen** De leerlingen kunnen op verschillende schaalniveausuitleggen hoe systemen een toestand van evenwicht bereiken en behouden. | 43 | **Kunnen uitleggen hoe systemen een toestand van evenwicht bereiken en behouden.** | 50 | **Vanuit een begintoestand de evenwichtstoestand van een systeem en effecten van storingen kwalitatief kunnen onderzoeken en in eenvoudige gevallen kunnen berekenen.** Wet van Le Chatelier en van’t Hoff. | 59 uitbreidings- doelstelling | **Het belang van de wet van behoud van energie kunnen illustreren en de evolutie van het open systeem kwalitatief kunnen beschrijven.** Energieomzetting en omkeerbaarheid. |
|  |  | 52 | **Positieve en negatieve feedback en de invloed van hormonen op het lichaam in een schema kunnen weergeven; de toestand van evenwicht kunnen uitleggen.** |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
| 14 | relaties tussen systemen beschrijven en onderzoeken. | 44 | **Relaties tussen systemen kunnen beschrijven en onderzoeken.** |  |  | 39 | **Relaties tussen systemen kunnen beschrijven en onderzoeken, relaties tussen cyclische processen kunnen illustreren.** Planetenbeweging en de wetten van Kepler. |
| 15 | vanuit een begintoestand de evenwichttoestand van een systeem en effecten van storingen kwalitatief onderzoeken en in eenvoudige gevallen berekenen. |  |  | 50 | **Vanuit een begintoestand de evenwichtstoestand van een systeem en effecten van storingen kwalitatief kunnen onderzoeken en in eenvoudige gevallen kunnen berekenen.** Wet van Le Chatelier en van’t Hoff. |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
| 16 | de evolutie van een open systeem kwalitatief beschrijven. |  |  | 45 | **De evolutie van een open systeem kwalitatief kunnen beschrijven.** Energie-inhoud en enthalpie. | 59 uitbreidings- doelstelling  60  68 | **Het belang van de wet van behoud van energie kunnen illustreren en de evolutie van het open systeem kwalitatief kunnen beschrijven.** Energieomzetting en omkeerbaarheid.  **Met behulp van elektro-magnetische inductie de werking van de generator kunnen beschrijven en de evolutie van het open systeem kwalitatief kunnen beschrijven.** Elektromagnetische inductie in een veranderend veld: - wet van Lenz en inductie-  wet; - generator; - zelfinductie en zelfinductie- wet.  **De oorzaak en eigenschappen van een harmonische trilling kunnen omschrijven en in concrete voorbeelden illustreren en de evolutie van het open systeem kwalitatief kunnen beschrijven.** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
|  |  |  |  |  |  |  | Harmonische trilling: - ontstaan van trillingen door  mechanische of elektro-  magnetische krachtwerking; - begrippen: amplitude, elon-  gatie, pulsatie, frequentie; - harmonische kracht en   energie; - wisselstroom als harmo-  nische trilling, Ohmse  weerstand en effectieve   waarde, energieomzetting  bij wisselstromen. |
| 17 | **Tijd** De leerlingen kunnen op verschillende schaalniveaus  voorbeelden geven van cyclische processen en deze cycli op een tijdschaal plaatsen. | 46      51 | **Voorbeelden kunnen geven van cyclische processen en deze cycli op een tijdschaal kunnen plaatsen.** Celcyclus.  **Voorbeelden kunnen geven van cyclische processen en deze cycli op een tijdschaal kunnen plaatsen.**. |  |  | 67 uitbreidings- doelstelling | **Voorbeelden kunnen geven van cyclische processen en kunnen uitleggen hoe ze aangewend worden.** Gravitatie en ruimtevaart: - gravitatiewet en wetten van  Kepler; - toepassing op gravitatie-  stelsels, kunstmanen en  ruimtetuigen. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
| 18 | de levensduur van structuren en systemen en de snelheid van processen vergelijken en de factoren die hierop een invloed uitoefenen, verklaren en in eenvoudige gevallen onderzoeken. |  |  | 35             49 | **Atomen kunnen beschrijven op basis van samenstelling, levensduur, eigenschappen en functies.** Atoombouw: - ontdekking radioactiviteit en  kerndeeltjes; - radioactieve en niet radio-  actieve isotopen, stabiliteits-  curve; - atoommassa; - massadefect.  **De invloed van snelheids-bepalende factoren van een reactie kunnen verklaren in termen van botsingen tussen deeltjes en van activerings-energie en in eenvoudige gevallen kunnen onderzoeken.** Reactiesnelheid: botsingsmodel: - factoren; - definitie; - snelheidswet. | 84 | **De levensduur van structuren en systemen en de snelheid van processen kunnen vergelijken, methoden kunnen beschrijven om structuren relatief en absoluut te dateren.** Voorbeelden van lange en korte halveringstijd. C14 - daterings- methode; U 235 - ouderdom van de aarde; jodiumopname. |
| 19 | relaties tussen cyclische processen illustreren. |  |  |  |  | 39  67 uitbreidings- doelstelling | **Relaties tussen cyclische processen kunnen illustreren.** Planetenbeweging en de wetten van Kepler.  **Voorbeelden kunnen geven van cyclische processen en kunnen uitleggen hoe ze aangewend worden.** Gravitatie en ruimtevaart: - gravitatiewet en wetten van  Kepler; - toepassing op gravitatie-  stelsels, kunstmanen en   ruimtetuigen. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
| 20 | uitleggen hoe cyclische processen worden aangewend om de tijdsduur te bepalen. |  |  |  |  | 81 | **α, β, en γ-straling van elkaar kunnen onderscheiden op basis van hun eigenschap-pen; het vervalproces waarbij ze uit een radionuclide worden gevormd, kunnen beschrijven en dit proces kunnen karakteriseren met behulp van de halveringstijd en kunnen uitleggen hoe deze processen aangewend worden om de tijdsduur te bepalen.** Eigenschappen van α, β, en γ-straling. Beschrijving van het verval- proces, halveringsproces, massadefect, kernkrachten. |
| 21 | methoden beschrijven om structuren relatief en absoluut te dateren. |  |  |  |  | 84 | **De levensduur van structuren en systemen en de snelheid van processen kunnen vergelijken, methoden kunnen beschrijven om structuren relatief en absoluut te dateren.** Voorbeelden van lange en korte halveringstijd. C 14 - dateringsmethode; U 235 - ouderdom van de aarde; jodiumopname. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
| 22 | **Genese en ontwikkeling** De leerlingen kunnen op verschillende schaalniveaus  fasen in de evolutie van structuren en systemen beschrijven en ze op een tijdschaal ordenen. | 54  67 | **Het verloop van de bevruchting, de ontwikkeling van de vrucht en de geboorte kunnen beschrijven, in de tijd ordenen en de invloed van externe factoren op de ontwikkeling kunnen bespreken.  De voornaamste stadia in de evolutie in chronologische volgorde kunnen plaatsen en het verband kunnen leggen tussen structuur en functie binnen een systeem.** |  |  |  |  |
|  |  | 68 uitbreidings- doelstelling | Bv. het ontstaan van meercellig- heid (evolutie). Men kan ook verwijzen naar embrylogie.  **Een overzicht kunnen geven van de geologische tijdperken gekoppeld aan de stadia in de evolutie.** Overzicht van de ontwikkeling van leven op aarde. |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
| 23 | relaties leggen tussen evoluties van systemen en structuren. | 67 | **De voornaamste stadia in de evolutie in chronologische volgorde kunnen plaatsen en het verband kunnen leggen tussen structuur en functie binnen een systeem.** Bv. het ontstaan van meercellig- heid (evolutie). Men kan ook verwijzen naar embrylogie. |  |  |  |  |
| 24 | mechanismen beschrijven die de stabiliteit, verandering en differentiatie van structuren of systemen in de tijd verklaren. | 69 | **Kunnen uitleggen hoe, volgens hedendaagse opvattingen over evolutie, nieuwe soorten ontstaan, met aandacht voor de mechanismen die stabiliteit, verandering en differentiatie van structuren of systemen in de tijd verklaren.** Synthetische theorie. |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
| 25 | **Natuurwetenschap en maatschappij** De leerlingen kunnen  met voorbeelden illustreren dat de evolutie van de natuurweten- schappen gekenmerkt wordt door perioden van cumulatieve groei en van revolutionaire veranderingen. | 25 | **Met voorbeelden kunnen illustreren dat de evolutie van de biologie gekenmerkt wordt door perioden van cumulatieve groei en van revolutionaire veranderingen.** Zie ‘De cel’: ontwikkeling van microscopen geeft nieuwe inzichten in de celstructuur. Zie ‘Genetica’: ontwikkeling van DNA-structuur leidde tot nieuwe ontwikkelingen binnen verschillende domeinen bv. criminologie, biotechnologie, geneeskunde, historisch onderzoek, landbouw. | 25 | **Met voorbeelden kunnen illustreren dat de evolutie van de chemie gekenmerkt wordt door perioden van cumulatieve groei en van revolutionaire veranderingen.** Bv. de evolutie van het atoommodel. | 26 | **Met voorbeelden kunnen illustreren dat de evolutie van de fysica gekenmerkt wordt door perioden van cumu-latieve groei en van revolutionaire veranderingen.** Bv. de wetten van Newton, theorie van Einstein. |
| 26 | natuurwetenschappelijke kennis vergelijken met andere visies op kennis. | 28 | **Natuurwetenschappelijke kennis kunnen vergelijken met andere visies op kennis.** Zie ‘Evolutie’ tegenstelling tussen creationisme en evolutieleer. Puur wetenschappelijke visie tegenover ethische visie op het gebruik van biotechnologie. |  |  | 67 uitbreidings- doel | **Voorbeelden kunnen geven van cyclische processen en kunnen uitleggen hoe ze aangewend worden.** Gravitatie en ruimtevaart. Andere visies op deze kennis. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
| 27 | de relatie tussen natuurweten-schappelijke ontwikkelingen en technische toepassingen illustreren. | 29             53  54         64 | **De relatie tussen natuurweten- schappelijke ontwikkelingen en technische toepassingen kunnen illustreren.** Zie ‘Voortplanting’: technieken van geboortebeperking, fertiliteit. Zie ‘Genetica’, bv. prenatale diagnostiek, monoklonale antilichamen, genregulatie, gentherapie.  **Methoden van stimulering en beheersing van de vruchtbaarheid kunnen beschrijven en hun betrouwbaarheid kunnen bespreken.  Het verloop van de bevruchting, de ontwikkeling van de vrucht en de geboorte kunnen beschrijven, in de tijd ordenen en de invloed van de externe factoren op de ontwikkeling kunnen bespreken.  Aan de hand van een voorbeeld kunnen uitleggen dat de mens door ingrijpen op niveau van het DNA genetische eigenschappen kan wijzigen.** Recombinant-DNA en mogelijke toepassingen. | 29          66 | **De relatie tussen natuurweten- schappelijke ontwikkelingen en technische toepassingen kunnen illustreren.** Bv. de synthese van telkens nieuwe kunststoffen, de evolutie van de chemische en farmaceutische nijverheid en hun invloed op het maatschappijbeeld.  **Een reactie uit de koolstof-chemie kunnen toewijzen aan de vorming van macro- moleculen.** Polyadditie en condensatie. Thermoplasten en thermoharders. | 28         52 Uitbreidings- doelstelling  53          76 | **De relatie tussen natuur- wetenschappelijke ontwikkelingen en technische toepassingen kunnen illustreren.** Bv. evolutie van elektriciteit en nieuwe materialen, radioactiviteit.  **Energieomzettingen in elektrische schakelingen met voorbeelden kunnen illustreren.** Chemisch effect. Toepassingen naar milieu en techniek.  **Energieomzettingen in elektrische schakelingen met voorbeelden kunnen illustreren en het vermogen kunnen berekenen.** Thermisch effect. Energie- en kostprijs-berekeningen bij elektrische toestellen.  **In concrete toepassingen de grootteorde van fysische grootheden kunnen aangeven en de relatie tussen natuur- wetenschappelijke ontwikkelingen en technische toepassingen kunnen illustreren.** Concrete voorbeelden en eenvoudige toepassingen uit geneeskunde, telecommunicatie. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Decretaal nummer** | **Specifieke eindtermen** | **NR leerplan doelstelling Biologie** | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Chemie** | **Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | **NR leerplan doelstelling Fysica** | **Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden** |
|  |  |  |  |  |  | 85 | **De oorsprong en enkele toepassingen van natuurlijke en kunstmatige opgewekte ioniserende straling kunnen beschrijven.** |
| 28 | effecten van natuurwetenschap op de samenleving illustreren, en omgekeerd. | 30 | **Effecten van natuurweten-schap op de samenleving kunnen illustreren en omgekeerd.** | 30        67 | **Effecten van natuurwetenschap op de samenleving kunnen illustreren, en omgekeerd.** De invloed van de publieke opinie op veranderingen in de productie (milieu, veiligheid, duurzaamheid, …).  **Effecten van natuurwetenschap op de samenleving kunnen illustreren, en omgekeerd.** Keuzeonderwerpen: - syntheseoefeningen; - biochemische producten:  sacchariden, lipiden, proteïnen,  hormonen, nucleïnezuren, … - processen uit de biochemie:  citroenzuurcyclus, fermentatie,  … - colloïden; - fotochemie; - kleurstoffen; - kunstvezels; - chemische additieven in de  voeding;  - farmaceutische producten; - pesticiden; - detergenten, zepen, … | 30       85 | **Effecten van natuurweten-schap op de samenleving kunnen illustreren,en omgekeerd.** Bv. de acceptatie van kernenergie.  **De oorsprong en enkele toepassingen van natuurlijke en kunstmatig opgewekte ioniserende straling kunnen beschrijven.** Natuurlijke en kunstmatige transmutaties. Kernfusie en kernfissie. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Decretaal nummer | **Specifieke eindtermen** | NR leerplan doelstelling Biologie | **Biologie: leerplandoelstellingen en leerinhouden** | NR leerplan doelstelling Chemie | Chemie: leerplandoelstellingen en leerinhouden | NR leerplan doelstelling Fysica | Fysica:  leerplandoelstellingen en leerinhouden |
| 29 | **Onderzoekscompetentie** De leerlingen kunnen  zich oriënteren op een onder- zoeksprobleem door gericht informatie te verzamelen, te ordenen en te bewerken. | 21 | **Zich kunnen oriënteren op een onderzoeksprobleem door gericht informatie te verzamelen, te ordenen en te bewerken.** | 21 | **Zich kunnen oriënteren op een onderzoeksprobleem door gericht informatie te verzamelen, te ordenen en te bewerken.** | 21 | **Zich kunnen oriënteren op een onderzoeksprobleem door gericht informatie te verzamelen, te ordenen en te bewerken.** |
| 30 | een onderzoeksopdracht met een wetenschappelijke component voorbereiden, uitvoeren en evalueren. | 22 | **Een onderzoeksopdracht met een wetenschappelijke component kunnen voorbereiden, uitvoeren en evalueren.** | 22 | **Een onderzoeksopdracht met een wetenschappelijke component kunnen voorbereiden, uitvoeren en evalueren.** | 22 | **Een onderzoeksopdracht met een wetenschappelijke component kunnen voorbereiden, uitvoeren en evalueren.** |
| 31 | de onderzoeksresultaten en conclusies rapporteren en ze confronteren met andere standpunten. | 23 | **De onderzoeksresultaten en conclusies kunnen rapporteren en ze kunnen confronteren met andere standpunten.** | 23 | **De onderzoeksresultaten en conclusies kunnen rapporteren en ze kunnen confronteren met andere standpunten.** | 23 | **De onderzoeksresultaten en conclusies kunnen rapporteren en ze kunnen confronteren met andere standpunten.** |

*Visie op het vak*

*Fysica als kennisdomein*

Aan de grondslag van elke natuurwetenschap ligt de overtuiging dat het gedrag van de fysische wereld ondanks haar grote complexiteit meestal beheerst wordt door een onderliggende en voorspelbare wetmatigheid. In fysica als wetenschappelijke discipline worden basiscomponenten van de materie en hun interacties op het meest fundamentele niveau bestudeerd. Fysica kan dan ook worden omschreven als een ‘taal’ die, samen met een aangepast instrumentarium, door de mens wordt aangewend om de natuur van quark tot kosmos te ondervragen en er een dialoog mee te gaan. Dank zij deze dialoog leert de mens niet enkel de natuurverschijnselen ‘te begrijpen’, maar ook ze te voorspellen en ze aan te wenden in praktische toepassingen.

Fysica tracht de waargenomen fenomenen te beschrijven door middel van concepten, wetten en principes die geldig zijn voor elk organisatieniveau van de materie. Dit verklaart waarom in andere wetenschappen zo veelvuldig gebruik wordt gemaakt van fysica. Zij verschilt in dit opzicht echter fundamenteel van biologie of chemie die hetzij complexe organismen, hetzij tot moleculen georganiseerde verschijningsvormen van de materie tot studieobject hebben.

Fysica zondert het te bestuderen ‘systeem’ uit het heelal af en reduceert vervolgens de waargenomen verschijnselen tot hun meest kenmerkende karakteristieken. De kwantitatieve relaties tussen deze fysische grootheden vormen dan de natuurkundige wetten. Een essentieel element van de ‘natuurkundetaal’ is wiskunde, zozeer zelfs dat vele fysici hebben bijgedragen tot het verruimen van de wiskundige kennis waar dit voor de ontwikkeling van fysica vereist was. Dit sterk wiskundig karakter ligt aan de basis van het succes van fysica.

Het voorwerp van fysica is de empirische werkelijkheid. Ze heeft twee componenten: een experimentele en een theoretische. Als experimentele wetenschap repliceert zij in het laboratorium situaties die in de natuur voorkomen onder gecontroleerde en meestal gereduceerde vorm. Dergelijke laboratoriumexperimenten zijn dus meestal wel geïdealiseerd omdat abstractie gemaakt wordt van als niet wezenlijk beschouwde kenmerken. In de ontwikkeling en opbouw van onze fysische kennis spelen naast reële experimenten ook de zogenaamde ‘gedachte-experimenten’ een belangrijke rol . Voor alle fysische experimenten geldt echter dat ze conclusies moeten toelaten die uiteindelijk experimenteel ontkracht of bevestigd kunnen worden.

Fysica zoekt naar een manier om de natuurverschijnselen experimenteel of theoretisch zo eenvoudig en zo economisch mogelijk te beschrijven aan de hand van modellen van de werkelijkheid. Zulke modellen kunnen de waargenomen fenomenen echter slechts partieel beschrijven. Zeker vanaf de 17de eeuw is fysica een cumulatieve wetenschap, waarbij opeenvolgende modellen hetzelfde fenomeen met een steeds toenemende precisie beschrijven.

Fysica antwoordt niet in de eerst plaats op de vraag ‘waarom’ maar tracht zeker te antwoorden op ‘hoe’? In die zin legt ze verbanden tussen verschijnselen, zoekt er de gemeenschappelijke oorzaak van, schept orde in de waaier van fenomenen en probeert alles te beschrijven met een minimum aan hypothesen. Een meer eenvoudige en rijkere theorie, die verschillende deelgebieden samenbrengt en een groter aantal fenomenen verklaart, is fysisch gesproken een mooiere en nuttigere theorie.

Als basiswetenschap vindt ook fysica haar stuwkracht in de nieuwsgierigheid, de creativiteit en verbeelding van de mens. Als dusdanig is de limiet van onze fysische kennis nog lang niet bereikt. In haar toepassingen is fysica de bron van vele moderne technologieën en als dusdanig zal ze ook in de toekomst een sleutelrol blijven vervullen in problemen zo divers als de ontwikkeling van nieuwe energiebronnen, betere medische diagnostieken en behandelingen of nieuwe elektronische componenten.

Fysica streeft naar de meest fundamentele verklaringen voor de totaliteit van de fysische kosmos en roept bijgevolg ook vragen op van filosofische en ethische aard. Zoals elke menselijke onderneming weerspiegelt ook fysica tot op een zekere hoogte wat de samenleving belangrijk vindt, al was het maar door de afhankelijkheid van politiek-economische prioriteiten. Fysica heeft tot op vandaag onmiskenbaar voor een belangrijk deel van het wereldbeeld van de Westerse cultuur bepaald, maar is anderzijds uiteraard ook een product van deze cultuur alhoewel haar theorieën transculturele geldigheid bezitten. Fysica is dan ook een belangrijk onderdeel van ons cultureel erfgoed en als dusdanig onmisbaar bij de vorming van de wetenschappelijke geletterde mens.

Hoewel fysica steeds krachtiger unificerende theorieën ontwikkelt, blijft een indeling in deelgebieden, die deels de historische ontwikkeling van fysica weerspiegelen, toch zinvol. Een karakterisering van het studieobject van fysica volgens de hierna volgende indeling is ook voor het onderwijs nuttig.

1. Met mechanica formuleert fysica de eerste moderne coherente wetenschappelijke theorie, gegroeid uit waarnemingen. De deterministische wereld vormt een mechanisch raderwerk, beheerst door de wetten van Newton, waarmee berekenbaar en voorspelbaar elke beweging kan beschreven worden. De relativiteitsleer geeft uitbreiding hieraan.
2. Warmteleer brengt een fenomenologische theorie: empirisch gevonden verbanden tussen macroscopische grootheden beheerst door warmte en temperatuur worden vertaald in universele wetmatigheden. Tevens worden de moleculaire grondvesten van deze macroscopische grootheden uiteengezet.
3. In het elektromagnetisme wordt de rol van symmetrie in fysica geïllustreerd. Haar praktische toepassingen, het manipuleren van energie en informatie, beheersen onze moderne technologische wereld. Bovendien luidde het elektromagnetisch veldbegrip het begin in van het postnewtoniaanse tijdperk.
4. Golven en trillingen illustreren de kracht van een unificerend model om grensoverschrijdend verschijnselen zo divers als geluid en licht te beschrijven.
5. Corpusculaire en kwantumfysica zoeken verder naar betere beschrijvingen van de submicroscopische wereld en leren dat als prijs voor de fundamentele verklaringen en de hoogtechnologische toepassingen soms contra-intuïtieve modellen moeten worden aanvaard.
6. Astrofysica bestudeert de fysische verschijnselen in de kosmos.

*Fysica als onderwijsvak*

Fysica als onderwijsvak in het secundair onderwijs wordt gestructureerd rond volgende pijlers: fysica als wetenschap, fysica als maatschappelijk verschijnsel en fysica als toegepast en praktische wetenschap.

*Fysica als wetenschap*

In dit luik wordt een voorstelling gebracht van de fysische wereld vanuit het standpunt van fundamentele kennis die leidt tot een begrijpen van de essentiële principes en processen in fysica en aanverwante disciplines. De leerlingen maken kennis met de hoofdlijnen van het proces volgens wat deze kennis tot stand komt: (ervaren) aspecten van de werkelijkheid worden gereduceerd tot hun meest wezenlijke kenmerken: deze kenmerken worden beschreven met (heel dikwijls aan de ervaringstaal ontleende) concepten die dikwijls kwantitatief kunnen worden uitgedrukt. Relaties tussen deze concepten, die uit experimenten zijn afgeleid en/of erdoor worden bevestigd, krijgen het karakter van wetten die vaak in wiskundige vorm kunnen worden uitgedrukt. Concepten en wetten kunnen worden toegepast in situaties, die soms geheel verschillend zijn van diegene waarin ze oorspronkelijk werden ontdekt.

Leerinhouden worden geselecteerd op basis van de spilfunctie die ze vervullen in de conceptuele opbouw van fysica, rekening houdend met de cognitieve ontwikkeling van de leerlingen. Zo wordt in de tweede graad het deel kracht en beweging beperkt, terwijl het toch zo kan worden uitgebouwd dat verschillende dimensies van fysica kunnen geïllustreerd worden en met experimenten in klasverband de opbouw van de wetenschappelijk kennis kan worden ondersteund. In de derde graad kan dieper worden ingegaan op het formalisme van de mechanica.

Fysica is geen toegepaste wiskunde: kwalitatieve aspecten moeten evenveel aandacht krijgen als kwantitatieve, terwijl conceptueel begrijpen voorrang moet krijgen op wiskundig begrijpen.

Uiteraard is voor het fysicaonderwijs het ontwikkelen van vaardigheden zoals het interpreteren van grafieken en het wiskundig redeneren belangrijk. Meervoudige voorstellingen van dezelfde vakinhoud moeten in belangrijke mate bijdragen tot het begrijpen van de essentie van fysica: het gebruik van verbale omschrijvingen naast grafische en wiskundige moet dus worden aangemoedigd.

Allerlei fysische concepten bezitten in de omgangstaal een minder scherp omschreven - zelfs vaak een andere- betekenis, dikwijls omdat deze fysische concepten niet onmiddellijk aansluiten bij alledaagse voorstellingen. Het afbouwen van sommige alledaagse betekenissen en het correct leren hanteren van fysische definities is dan ook een belangrijke doelstelling. In een wetenschap zoals fysica richten we onze aandacht steeds op zeer bepaalde, essentieel situatieoverschrijdende aspecten. Aangezien de context niet langer de betekenis van de termen specificeert, vergt dit een grote nauwkeurigheid in de ontwikkeling en het gebruik van de vaktaal.

Fysica is een experimenteel gerichte wetenschap gebaseerd op objectieve waarnemingen, d.w.z. op reproduceerbare metingen en de ‘wetenschappelijke’ methode. Het zelf verrichten van fysische metingen is een belangrijke schakel in het verwerven van fysisch inzicht. Zeker in de wetenschappelijke studierichtingen moeten leerlingen zelfstandig aangepaste onderzoeksopdrachten kunnen uitvoeren waarbij gebruik wordt gemaakt van informatie- en communicatietechnologie.

De leerinhouden en vaardigheden die in fysica aan bod komen moeten de leerlingen toelaten om studies en beroepen te verkennen rekening houdend met de eigen mogelijkheden.

*Fysica als maatschappelijk verschijnsel*

Het fysicaonderwijs moet inzicht helpen verschaffen in de wijze waarop het fysisch denken en het fysisch onderzoek, samen met de technische resultaten ervan, de mentaliteit en het denken van de moderne samenleving beïnvloedt. Het moet leerlingen fysica laten ervaren als een veelzijdige menselijke activiteit. Dit kan door een historisch en cultureel perspectief in te voeren en te laten zien dat de natuurkundige ideeën niet alleen een traditie hebben maar ook een geleidelijke aanpassing en verandering vertonen. De historische ontwikkeling van een onderwerp uit fysica kan bovendien gebruikt worden om te anticiperen op de problemen die de leerlingen ondervinden bij de analoge conceptuele reis die ze moeten afleggen vanuit hun naïeve denkbeelden naar de fysische theorie.

Meer dan voorheen zal het onderwijs in fysica zich moeten richten op het maatschappelijk functioneren van de leerlingen. Het gaat daarbij om die kennis en vaardigheden die zinvol en bruikbaar zijn in het dagelijks leven. Ongenuanceerd zou men kunnen stellen dat fysica bij uitstek de wetenschap is die alle ingrediënten bevat die voor het functioneren in een moderne maatschappij nuttig zijn. Fysisch redeneren is correct redeneren, rekening houdend met complexe begrippen zoals kans, waarschijnlijkheid, nut, schade. Fysica leert ons niet enkel wat haar wetten zijn, maar ook wat wetenschap kan en wat ze tot op heden niet kan en hoe wetenschap van pseudo-wetenschap kan worden onderscheiden. Door fysicaonderwijs leren de leerlingen beseffen dat een zo complex geheel als de wereld rondom ons rationeel verklaard kan worden, niet door een aaneenschakeling van wetenswaardigheden, maar door een logisch coherente structuur die slechts een handvol fysische basiswetten vereist. De boodschap van de fysicalessen moet zijn dat objectieve kennis van de wereld verantwoorde keuzen vergemakkelijkt. Hoe die keuzevrijheid wordt gebruikt, moet maatschappelijk worden bepaald.

Verschillende thema’s uit het fysicaonderwijs geven aanleiding tot ethische reflecties en tot nadenken over de maatschappelijke implicaties van sommige toepassingen uit de fysica. Wetenschap en techniek hebben een grote invloed op onze samenleving en geven regelmatig aanleiding tot discussie over gevolgen, risico’s en wenselijkheid. Bij besluitvorming in dergelijke kwesties wordt steeds vaker een rol toegekend aan de bevolking. Onderwijs heeft de belangrijke taak om leerlingen hierop voor te bereiden. Zinvol is leerlingen kennis en vaardigheden bij te brengen die hen in staat stellen een maatschappelijke discussie te volgen en hen daarmee mogelijkheden te geven een eigen onderbouwd standpunt te ontwikkelen.

*Fysica als toegepaste en praktische wetenschap*

In onze huidige samenleving wordt kennis om de kennis slechts door een kleine minderheid als waardevol ervaren. Steeds meer beroepen vereisen een technische en wetenschappelijke kennis. Mede daarom is het van belang fysische concepten en wetmatigheden te verbinden met of te illustreren door hun toepassingen in bedrijven en in het dagelijks leven.

In onze hoogtechnologische samenleving is in het dagelijkse leven een zeker fysicakennis en - beheersing onontbeerlijk. Het is de taak van het fysicaonderwijs contexten aan te bieden waarin de band tussen ‘schoolfysica’ en ‘fysica in het dagelijks leven’ uitdrukkelijk wordt gelegd. Hierdoor zal de leerling zijn reële noden met betrekking tot dagelijkse gebruiksvoorwerpen beter kunnen definiëren. Daarenboven kan een dergelijke praktisch verankerde kennis ondersteuning bieden bij zijn reflectie over nut en impact van het aanwenden van deze gebruiksvoorwerpen en is hij beter gewapend tegen het steeds verder oprukkend consumentisme.

Contexten uit de onmiddellijke toegankelijke ervaringswereld geven de leerlingen ook de mogelijkheid zijn natuurlijke omgeving (regenboog, sterren en planeten, storm, zonnestralen, kleur en klank) rijker te ervaren en zich beter in de natuur te situeren.

Contexten die verband houden met industriële en medische toepassingen van fysica verschaffen de leerlingen niet enkel inzicht in het belang van fysica voor de ontwikkeling van onze samenleving maar ook in het proces van kleinschalig laboratoriumexperiment tot grootschalige toepassing. Op deze wijze wordt de technologische vormingscomponent via fysicaonderwijs onder de aandacht gebracht.

Wellicht is de toegepaste en praktische benadering van fysica de beste invalshoek om adolescenten aan te zetten tot ‘fysische geletterdheid’.

Rekening houdend met de verschillende benaderingen van ‘wetenschap’ kunnen de eindtermen fysica op verschillende wijzen met toegepaste, praktische, maatschappelijke of actuele wetenschappelijke contexten worden verbonden.

*Samenhang met de voorafgaande en/of volgende graad*

In de tweede graad aso volgden de leerlingen één of twee wekelijkse lestijden fysica.

Bij één wekelijkse lestijd fysica realiseerden de leerlingen de vakgebonden eindtermen fysica én de gemeenschappelijke eindtermen voor wetenschappen (‘onderzoekend leren/leren onderzoeken’ en ‘wetenschap en samenleving’). Ze oefenden een aantal onderzoeksvaardigheden (leerlingen-practica) en attitudes.

Leerinhouden die hierbij aan bod kwamen zijn:

* kracht en beweging
* arbeid, energie en vermogen
* warmte
* opbouw van de materie: kinetisch model van de materie.

De concepten uit de fysica zoals kracht, energie en beweging werden verder verfijnd, geanalyseerd en gekwantificeerd.

Bij twee wekelijke lestijden kwamen bovendien volgende accenten aan bod:

* een grotere diepgang van sommige onderwerpen
* het aanbieden van een groter aantal contexten
* meer experimenten en zelfstandige opdrachten

Hier werd de basis gelegd voor verdere wetenschappelijke studies, in sterk wetenschappelijke studierichtingen van de derde graad. In de derde graad kan de leerkracht dus te maken krijgen met een gedifferentieerde leerlingengroep.

Leerlingen die in de derde graad opteren voor een tweede (eventueel een derde) wekelijkse lestijd fysica hebben een uitgesproken belangstelling voor fysische problemen en zijn nieuwsgierig naar en gemotiveerd in het zoeken van verklaringen voor de natuurverschijnselen en hun praktische toepassingen. Ze hebben een positieve ingesteldheid voor het uitvoeren van precieze waarnemingen en houden van experimenteren en modelopbouw. Van hen wordt verwacht dat ze logisch kunnen redeneren, systematisch en gestructureerd kunnen werken en voldoende aanleg hebben voor wiskunde.

*Jongeren en wetenschappelijke studies*

In de derde graad staan de jongeren voor een belangrijke studiekeuze.

De Europese beleidsmakers zijn bezorgd over de dalende belangstelling van jongeren voor bèta-technische studierichtingen in het tertiair Onderwijs. (Eurydice, 2011).

Volgens Eurydice wijst onderzoek uit dat jongeren vaak een stereotiep beeld hebben van aan wetenschap-gerelateerde loopbanen. Zij zijn bijvoorbeeld vaak slecht geïnformeerd over het beroep van wetenschapper of ingenieur. De meerderheid van de Europese studenten heeft geen ambitie om een bèta-technische loopbaan uit te bouwen. Vooral ook meisjes haken af.

Heel wat onderzoekers komen tot het besluit dat meer aandacht voor de rol die wetenschappen kunnen spelen in levensechte situaties en praktische toepassingen belangrijk is om de motivatie van jongeren te prikkelen. Een pedagogisch antwoord hierop is aandacht voor meer context- en betekenisgericht wetenschapsonderwijs.

Men stelt ook vast dat de interesses van meisjes en jongens verschillen. Een gendergevoelige benadering in wetenschapsonderwijs met meer aandacht voor de belangstelling van meisjes kan ook gunstig zijn voor de motivatie van jongens.

# Leerplandoelstellingen en leerinhouden

**Leeswijzer**

Het leerplan wordt schematisch voorgesteld in 6 kolommen. Deze zijn van links naar rechts te lezen.

**Kolom 1:** Numerieke volgorde (Nr.)

De doelstellingen zijn numeriek geordend van begin tot einde leerplan. Deze nummering heeft geen implicaties voor de chronologie in de realisatie van de doelstellingen. Er wordt geen volgorde vooropgesteld, het betreft een graadleerplan waarbij de vakgroep dient uit te maken welke doelstellingen tot de invulling van het eerste of het tweede leerjaar behoren.

**Kolom 2:** Leerplandoelstellingen en leerinhouden

*Leerplandoelstellingen (in vetgedrukte kader)*

Deze geven de eigen doelstellingen weer voor het vak. Een leerplandoelstelling kan ook een vakoverschrijdende eindterm zijn of inhouden.

*Leerinhouden (in wit vak)*

Dit is leerstof die bedoeld is om de bijhorende leerplandoelstellingen te realiseren.

**Kolom 3:** Code

Codering van de leerplandoelstellingen:

|  |  |
| --- | --- |
| EDV | Eigen doelstelling voor het vak |
| F | Vakgebonden eindterm Fysica met decretaal nummer |
| GET | Gemeenschappelijke eindterm natuurwetenschappen met decretaal nummer |
| SET | Specifieke eindterm met decretaal nummer |
| LER | ‘Leren leren’ met decretaal nummer |
| STM | Stam VOET met decretaal nummer |

**Kolom 4:** Basis of uitbreiding (B/U)

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen basis- en uitbreidingsdoelstellingen.

Basisdoelstellingen (B) vormen de criteria voor het slagen, moeten door nagenoeg alle leerlingen bereikt worden.

Uitbreidingsdoelstellingen (U) zijn bedoeld voor uitbreiding en differentiatie. Het realiseren ervan is afhankelijk van de beschikbare tijd en van de mogelijkheden binnen de leerlingengroep, ze kunnen niet verplicht worden voor alle leerlingen.

**Kolom 5**: Didactische wenken en hulpmiddelen

Didactische wenken zijn bedoeld als ondersteuning van de leerkracht, de vakgroep en het schoolteam.

Zij kunnen:

- een leerplandoelstelling of leerinhoud verduidelijken;

- didactische werkvormen of hulpmiddelen aangeven die leerplandoelstellingen helpen realiseren;

- het verband aangeven met een context van vakoverschrijdende eindtermen/ontwikkelingsdoelen;

- richtlijnen geven voor evaluatie;

- verwijzen naar bibliografie, nuttige adressen;

- verbanden leggen met andere vakken, met informatie- en communicatietechnologie, met intercultureel onderwijs, met taalbeleid.

**Kolom 6:** Link

Deze kolom is bedoeld om het schoolteam te ondersteunen. De in kolom 5 omschreven verwijzingen worden hier gecodeerd weergegeven en vestigen de aandacht van de lezer op mogelijke vakoverstijgende afspraken en op vakoverschrijdende eindtermen.

Codering:

|  |  |
| --- | --- |
| BIO | Biologie |
| CHE | Chemie |
| … |  |
| ICT | Informatie en communicatietechnologie |
| TA.BE | Taalbeleid |
| **Vakoverschrijdende eindtermen (VOET)** | |
| LER | Leren leren |
| LGV | Lichamelijke gezondheid en veiligheid |
| MGZ | Mentale gezondheid |
| SOC | Sociorelationele ontwikkeling |
| ODO | Omgeving en duurzame ontwikkeling |
| PJS | Politiek-juridische samenleving |
| SES | Socio-economische samenleving |
| SCS | Socioculturele samenleving |
| TTV | Technisch-technologische vorminng |

## Algemene doelstellingen en sleutelcompetenties voor het vak/voor de studierichting

### Voor alle wetenschappen

*Wetenschappen voor de burger van morgen*

Volgens Europa[[1]](#footnote-1) is natuurwetenschappelijke competentie het vermogen en de bereidheid om natuurwetenschappelijke kennis te gebruiken, om problemen te identificeren en om gefundeerde conclusies te trekken.

De essentiële kennis omvat:

* de grondbeginselen van de natuurlijke wereld, fundamentele wetenschappelijke begrippen, beginselen en methoden [...] ;
* inzicht in de vorderingen, beperkingen en risico’s van wetenschappelijke theorieën […] voor de samenleving in het algemeen (met betrekking tot besluitvorming, waarden, ethische vraagstukken, cultuur, enz.) en met specifieke terreinen van de wetenschap, zoals de geneeskunde;
* inzicht in de invloed van wetenschap [… ] op de natuurlijke wereld.

Tot de vaardigheden behoort het vermogen om:

* wetenschappelijke gegevens te gebruiken en te hanteren om een doel te bereiken of tot gefundeerde besluiten te komen;
* de wezenlijke kenmerken van wetenschappelijk onderzoek te herkennen;
* de conclusies en redeneringen onder woorden te brengen.

De natuurwetenschappelijke competentie omvat ook attitudes:

* kritische zin nieuwsgierigheid;
* belangstelling voor ethische vraagstukken;
* respect voor veiligheid en duurzaamheid met betrekking tot de wetenschappelijke [en technologische] vooruitgang in relatie tot de eigen persoon, het gezin, de gemeenschap en de wereld.

Wetenschapsonderwijs moet het rendement bewaken en bevorderen door:

* het cognitieve niveau van leerinhouden af te stemmen op dat van de leerlingen
* de omvang van het curriculum zodanig te beperken dat er ruimte is voor actieve verwerking van leerinhouden
* een didactische vormgeving die niet de kennisproductie maar het individuele en collectieve proces van kennisverwerving centraal plaatst
* natuurwetenschappelijke kennis te plaatsen in een maatschappelijke, culturele en historische context

Deze algemene doelen zijn gericht op de ontwikkeling van de eigen persoon en een maatschappelijk engagement.

Hiertoe is het van belang dat jongeren:

* wetenschappelijke vaardigheden inzetten bij het construeren van denkbeelden over natuurlijke en technische systemen en wetenschappelijke concepten;
* aspecten van wetenschap en samenleving duiden;
* kerninzichten uit de biologie, de fysica en de scheikunde aanwenden in diverse inhoudelijke situaties waaronder gezondheid, hulpbronnen, milieu, gevaren en innovatie;
* natuurwetenschappelijke begrippen en methoden kennen waarmee men verband in de natuur en verbanden tussen bouw en werking van het eigen lichaam beter kan begrijpen
* natuurwetenschappelijke kennis kunnen koppelen aan persoonlijke ervaringen en aan toepassingen in het dagelijks leven zoals landbouw, geneeskunde, bio-industrie, ruimtelijke ordening, vrije tijd en voeding
* verantwoordelijkheidszin ontwikkelen tegenover levende wezens, het leefmilieu, de eigen gezondheid en die van anderen, bij het beïnvloeden van natuurwetenschappelijke systemen en bij het aanwenden van natuurelementen

Deze doelstellingen kunnen in samenhang met een aantal vakoverschrijdende eindtermen de horizon van leerlingen op vlak van STEM-studierichtingen en -beroepen verruimen. Dat kan in wisselwerking met het verhelderen van hun zelfconcept gebeuren. Bovendien kunnen zij het authentiek leren (ervaringsgericht en toepassingsgericht leren, herkenbare contexten) voldoende kansen geven en de intrinsieke motivatie voor natuurwetenschappen stimuleren.

Vakoverschrijdende eindtermen rond sleutelcompetenties in de gemeenschappelijke stam zoals

* kritische ingesteldheid (STM11, 12, 13),
* zorgzaamheid (STM 26,27),
* verantwoordelijkheid (STM 20),
* initiatief nemen (STM 10), ..…

zijn inherent aan de beoefening van (natuur) wetenschappen.

De eindtermen natuurwetenschappen vinden ook aansluiting bij de vakoverschrijdende eindtermen ‘technisch-technologische vorming’ en de contexten ‘lichamelijke gezondheid en veiligheid’, ‘mentale gezondheid’ en ‘omgeving en duurzame ontwikkeling’. Bij de wetenschappelijke vaardigheden is er een relatie met de vakoverschrijdende eindtermen ‘leren leren’.

### Voor het vak fysica

* Fysische verschijnselen kunnen waarnemen, beschrijven, verklaren en voorspellen met behulp van modellen.
* Inzien dat modellen, die in fysica gebruikt worden, vaak met behulp van wiskunde kunnen worden beschreven en daarom kwantitatieve conclusies toelaten.
* Inzien dat de modellen van fysica evolueren zodanig dat ze een steeds preciezere beschrijving van de fysische werkelijkheid toelaten en het waarnemingsveld uitbreiden.
* Inzien dat modellen in fysica conclusies toelaten die experimenteel kunnen worden getoetst en op basis van experimentele resultaten kunnen worden verfijnd of uitgebreid.
* Het belang van de randvoorwaarden van een fysische wet of voor het resultaat van een experiment in eenvoudige voorbeelden kunnen uitleggen.
* De interactie(s) tussen fysica, techniek en samenleving in hun historische en hedendaagse evolutie kunenn plaatsen.
* Het verband kunnen leggen tussen fysica en haar toepassingen in de hedendaagse samenleving.

### Voor wetenschappen in het specifiek gedeelte

Bij twee of drie wekelijkse lestijden fysica wordt een belangrijk accent gelegd op nieuwe natuurwetenschappelijke contexten, op een sterkere formalisering en kwantificering, op de conceptuele uitbouw en de onderzoeks- en experimenteervaardigheden. De leerinhouden worden eerder verklarend-systematisch uitgebouwd en meer kwantitatief benaderd dan in de basisvorming.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
| Taalontwikkelend vakonderwijs voor de derde graad | | | |  | |
|  | **De nieuwe vakbegrippen kunnen gebruiken, mondeling en/of schriftelijk kunnen omschrijven.** | **EDV STM 1 LER 4** | **B** |  |  |
|  |  | | | Laat leerlingen een nieuw vakbegrip met eigen woorden omschrijven, mondeling of schriftelijk (bv. verschillende soorten gereedschappen, materialen, technieken…).  Door vraagstelling het begrip zo duidelijk mogelijk laten omschrijven. Laat leerlingen vakbegrippen aan elkaar laten uitleggen. Indien schriftelijk: gebruik leren maken van een schrijfkader. Bij een hoofdstuk een lijst met nieuwe vakbegrippen meegeven. |  |
|  | **Bij begrijpend lezen van vakgerichte teksten gebruik kunnen maken van de titels, tussenkopjes, indeling in paragrafen, afbeeldingen, lay-out.** | **EDV LER 4** | **B** |  |  |
|  |  | | | Maak gebruik van handleidingen, vaktijdschriften… |  |
|  | **Vakgerichte teksten begrijpend kunnen lezen en er gericht informatie kunnen uithalen.** | **EDV LER 3 LER 4** | **B** |  |  |
|  | O.a.: - cursus - opgaven - artikels - handleidingen - instructies | | | In het vak Nederlands leren de leerlingen de tekstsoort en het tekstdoel herkennen, hun leesstrategie hieraan aanpassen. Belangrijk is dat hier dezelfde aanpak voor lezen gebruikt wordt. Opgepast! Luidop lezen is geen indicatie voor tekstbegrip. Laat de leerlingen in stilte lezen met een opdracht (vraagjes, taak). Zie ‘stappenplan lezen’. Er i s ook mogelijkheid om leerlingen te laten werken met opleidingsgericht teksten in het Engels en/of het Frans. Werk hiervoor eventueel samen met de leerkracht Engels en/of Frans. | TA.BE |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
|  | **Vakgerichte teksten kunnen schrijven.** | **EDV LER 4 LER 5** | **B** |  |  |
|  | Vakgerichte teksten: - verwerken van gegevens of leerstof - gegeven informatie onder begeleiding samenvatten - antwoorden op toetsvragen - onderschriften bij afbeeldingen - een aangereikt schema aanvullen - informatie samenvatten - verslag practica | | | Leer aandacht besteden aan spelling en zinsbouw (eventueel aan de hand van instructiekaartjes en schrijfkaders). Maak samen met de andere leerkrachten afspraken over de evaluatie. |  |
|  | **Een schriftelijke en/of mondelinge opdracht bij een luister- of waarnemingsoefening kunnen vervullen.** | **EDV LER 4** | **B** |  |  |
|  | Luister- of waarnemingsoefening waarbij leerlingen gegeven informatie samenvatten. | | | Gebruik het stappenplan ‘luisteren’ dat de leerlingen kennen van het vak Nederlands.  Tijdens een demonstratie- of leerlingenproef, bij vakgebonden beeldmateriaal…  Peerevaluatie: leerlingen observeren medeleerlingen en geven mondeling of schriftelijk feedback aan elkaar. | TA.BE |
|  | **Logische verbanden van het vak kunnen herkennen en verwoorden, mondeling en/of schriftelijk.** | **EDV LER 4** | **B** |  |  |
|  |  | | |  | TA.BE |
|  | **Op een sociaalvaardige manier kunnen deelnemen aan een onderwijsleergesprek of een groepsgesprek.** | **EDV STM 1** | **B** |  |  |
|  |  | | | Geef zoveel mogelijk leerlingen het woord. Laat leerlingen niet naast elkaar spreken maar actief naar elkaar luisteren. Dit kan door de leerling eerst te laten herhalen wat de vorige leerling zegde en dan pas het eigen standpunt te laten weergeven. | TA.BE |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
| ICT-integratie in het vak voor de derde graad | | | |  | |
|  | **Op een probleemoplossende manier met toepassingsprogramma’s kunnen werken.** | **EDV LER 7** | **B** |  |  |
|  | Gebruik van tekstverwerking, rekenblad, presentatieprogramma, multimediaprogramma’s. | | | Laat leerlingen de gekozen oplossingswijze evalueren. Voorbeelden van probleemoplossende strategieën zijn de OVUR-strategie (oriënteren, voorbereiden, uitvoeren, reflecteren), de kwaliteitscirkel PDCA-cyclus (Plan, Do, Check, Act), het technisch proces voor technische en praktijkvakken. |  |
|  | **Een positieve houding hebben tegenover ICT en bereid zijn ICT te gebruiken als ondersteuning bij het leren.** | **EDV** | **B** |  |  |
|  |  | | |  |  |
|  | **ICT kunnen gebruiken op een veilige, ergonomische, verantwoorde en doelmatige manier.** | **EDV LER 4** | **B** |  |  |
|  | Alertheid bij het gebruik van ICT.   Aandacht voor de houding bij computergebruik.   Bestandsbeheer en gebruik van het netwerk. | | | Leer de leerlingen alert te zijn voor schadelijke of discriminerende inhouden en voor het bestaan van virussen, spam en pop-ups. Wijs hen op de risico’s van het doorgeven van persoonlijke en vertrouwelijke informatie door aan onbekenden. Op [www.ergonomiesite.be/computer.htm](http://www.ergonomiesite.be/computer.htm) staan tips voor de inrichting van een werkplek. Maak leerlingen attent op de gevolgen van RSI-klachten en het voorkomen van deze klachten door een goede houding. Maak afspraken met de ICT-coördinator over het efficiënt organiseren van bestanden. Het is belangrijk dat bestanden een betekenisvolle naam hebben en op de juiste plaats bewaard worden. Maak hierover heldere afspraken. |  |
|  | **Zelfstandig kunnen oefenen en leren in een door ICT ondersteunde leeromgeving.** | **EDV LER 9** | **B** |  |  |
|  | Zelfstandige opdrachten. Gebruik van een elektronische leeromgeving. | | | Laat de leerlingen zelf leerdoelen stellen en zich evalueren ifv vooropgestelde criteria. Voorzie oefeningen, herhalingsoefeningen en remediëringsoefeningen in de elektronische leeromgeving. Laat leerlingen een wiki, blog, podcast, filmpje, … aanmaken als eindproduct van een opdracht. |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
|  | **ICT kunnen gebruiken om eigen ideeën creatief vorm te geven.** | **EDV STM 2** | **B** |  |  |
|  | Integratie van tekst, tabellen, grafieken, multimedia. | | | Laat leerlingen originele ideeën en oplossingen ontwikkelen en uitvoeren Laat de leerlingen bestaand of eigen bewegend en stilstaand beeld, tekst, geluid integreren in een presentatie. |  |
|  | **Met behulp van ICT digitale informatie kunnen opzoeken, verwerken en bewaren.** | **EDV LER 6** | **B** |  |  |
|  | Gebruik van stijlen en inhoudsopgave bij tekstmateriaal. Gebruik van tabellen en grafieken bij cijfermateriaal. Gebruik van multimediatoepassingen bij beeldmateriaal. | | | Laat de leerlingen informatie opzoeken en verwerken op basis van eigen criteria. Besteed aandacht aan de opmaakmogelijkheden van tekstverwerking bij de indeling van een tekst in titels, tussenkopjes, paragrafen, afbeeldingen, … Laat de leerlingen werken met stijlen/opmaakprofielen en inhoudsopgave om een tekst efficiënt op te maken. Overleg met de ICT-coördinator ifv de noodzakelijke ICT-vaardigheden. Maak afspraken voor onderzoekscompetenties. |  |
|  | **ICT kunnen gebruiken bij het voorstellen van informatie aan anderen.** | **EDV LER 8** | **B** |  |  |
|  | Combinatie van tekst, grafieken, tabellen, multimedia. | | | Gebruik dezelfde afspraken als voor de onderzoeksopdracht van de derde graad. Hou rekening met de tips voor een professionele presentatie. <http://www.vacature.com/carriere/presentatietechnieken> Bekijk op YouTube een filmpje over effectief presenteren en laat de leerlingen de belangrijkste criteria selecteren. Laat de leerlingen ook kennis maken met de mogelijkheden van online-presentaties zoals bv. Prezi, Moodshare, Wordle, Capzles, ... of andere presentatievormen zoals mindmapping. |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
| Wetenschappelijke vaardigheden/onderzoekscompetentie | | | | Onderzoekend leren is gericht op constructie van kennis door de leerling zelf, eerder dan op reproductie van (aangeboden) kennis. De leerkracht biedt probleemstellingen en situaties aan die door de leerling als reëel en relevant beschouwd worden en die aansluiten bij wat leerlingen reeds kennen. De leerkracht zet de leerling aan het geleerde te herkennen en toe te passen in praktische en maatschappelijk relevante contexten. Onderzoekend leren is gericht op het verwerven en kennis via experimenten of zelfstandige opdrachten. Onderzoekend leren is in het natuurwetenschappelijk onderwijs bijzonder belangrijk mede omdat wetenschappelijke inzichten vaak gegroeid zijn vanuit een problematisering van ‘common sense’-opvattingen en daarom pas kunnen verworven worden na een actief afbouwen van preconcepties. Onderzoekend leren is tegelijkertijd ook leren onderzoeken, d.w.z. een bereidheid en een bekwaamheid ontwikkelen om zich tegenover ervaringsverschijnselen vragend actief onderzoekend op te stellen.  Leren onderzoeken/onderzoekscompetentie is er op gericht: - inzicht te verwerven in de methode waarmee elke wetenschap onderzoek verricht en in de wijze waarop wetenschappelijke kennis ontstaat, geaccepteerd worden en verandert - de vaardigheid te verwerven om de wetenschappelijke methode toe te passen bij het opbouwen van eigen (wetenschappelijke) kennis en bij het toepassen ervan - verschijnselen uit de fysische werkelijkheid te interpreteren met behulp van modelmatige representaties ervan en omgekeerd.  Inzicht in en vaardigheid met betrekking tot de wetenschappelijke onderzoeksmethode zullen bijdragen tot het verwerven van een wetenschappelijke houding en tot een kritische attitude tegenover wetenschap als belangrijk cultuurverschijnsel. Deze attitude is essentieel om als verantwoordelijk burger aan de samenleving te participeren. Een helder inzicht in wat wetenschap is zal er ook tot bijdragen eigen waarden en levensdoelen op een gereflecteerde manier gestalte te geven. Wetenschappelijk onderwijs moet het ontwikkelen van een kritisch-onderzoekende houding bevorderen, ook ten overstaan van wetenschap zelf.  Onderzoekend leren en leren onderzoeken stimuleren de intrinsieke motivatie voor natuurwetenschappen. Dit zelfstandig leren van leerlingen vraagt veel tijd, daarom is het noodzakelijk de omvang van de leerstof streng te bewaken. De doelen voor onderzoekend leren en leren onderzoeken gelden voor het geheel van de natuurwetenschappen (biologie, chemie en fysica) vanaf de tweede graad. Ze worden in de derde graad verder uitgediept. In de tweede graad leerden de leerlingen werken aan de hand van instructiekaarten. In de derde graad doorlopen de leerlingen alleen of in groepjes zelfstandig deze stappen. | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
|  | **Eigen denkbeelden kunnen verwoorden en deze kunnen confronteren met denkbeelden van anderen, metingen, observaties, onderzoeksresultaten of wetenschappelijke inzichten.** | **GET 1 STM 11** | **B** |  |  |
|  |  | | | Kritisch beoordelen van wetenschappelijke informatie in de media bv. teksten van bepaalde drukkingsgroepen toetsen aan wetenschappelijke informatie. | CHE BIO  TA.BE |
|  | **Vanuit een onderzoeksvraag een eigen hypothese of verwachting kunnen formuleren en relevante variabelen kunnen aangeven.** | **GET 2 STM 12** | **B** |  |  |
|  |  | | | Door vraagstelling bij het begin van en tijdens elke demonstratie- of leerlingenproef. | CHE BIO TA.BE |
|  | **Uit data, een tabel of een grafiek relaties en waarden kunnen afleiden om een besluit te formuleren.** | **GET 3** | **B** |  |  |
|  |  | | |  | ICT WIS |
|  | **Wetenschappelijke terminologie, symbolen en SI-eenheden kunnen gebruiken.** | **GET 4** | **B** |  |  |
|  |  | | | In concrete toepassingen de grootteorde van fysische grootheden aangeven. |  |
|  | **Veilig en verantwoord kunnen omgaan met stoffen, elektrische toestellen, geluid en EM-straling.** | **GET 5** | **B** |  |  |
|  |  | | |  | LGV |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
|  | **Alleen of in groep, een opdracht kunnen uitvoeren en er een verslag over uitbrengen.** | **EDV STM 19** | **B** |  |  |
|  | Minimum viermaal per leerjaar wordt een volledige lestijd aan leerlingenproeven besteed. | | | Maak een verantwoorde keuze uit de voorbeeldenlijst. Onder leerlingenpractica moet men verstaan: ‘activiteiten waarbij leerlingen alleen of in kleine groepjes (2 à 3) zelfstandig, maar onder begeleiding en toezicht, experimenteel werk uitvoeren’. Ook waarnemingsopdrachten bij een opstelling kunnen deel uitmaken van een experiment. | BIO CHE   TA.BE |
|  | **Zich kunnen oriënteren op een onderzoeksprobleem door gericht informatie te verzamelen, te ordenen en te bewerken.** | **SET 29 LER 3** | **B** |  |  |
|  |  | | | Dit kan het best door leerlingen een ‘open’ onderzoeksopdracht te geven in plaats van een opdracht waarvan de werkwijze reeds vast ligt. | BIO CHE |
|  | **Een onderzoeksopdracht met een wetenschappelijke component kunnen voorbereiden, uitvoeren en evalueren.** | **SET 30 LER 7** | **B** |  |  |
|  |  | | | Resultaten van experimenten en waarnemingen veralgemenen bij wijze van hypothese (maakt deel uit van de voorbereiding, maar ook van de evaluatie). Gebruik eventueel de instructiekaarten ‘een experiment uitvoeren’ en ‘een probleem oplossen’. Hierin zijn de stappen voorbereiden, uitvoeren en evalueren expliciet opgenomen. | BIO  CHE  TA.BE |
|  | **De onderzoeksresultaten en conclusies kunnen rapporteren en ze kunnen confronteren met andere standpunten.** | **SET 31 LER 10** | **B** |  |  |
|  |  | | | Maken van een verslag. | BIO CHE |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
| Wetenschap en samenleving | | | | In het vak fysica uit de basisvorming wordt de leerstof van de tweede graad verder uitgebouwd met het accent op de persoonsvormende en maatschappelijke functie van het onderwijs in de wetenschappen.  De leerlingen worden ertoe aangezet om de leerinhouden te transfereren naar maatschappelijke situaties. Bv.: wetenschap als middel om via haar technische toepassingen de materiële leefomstandigheden te veranderen. De leerlingen leren wetenschap in een maatschappelijk perspectief plaatsen. De verschillende maatschappelijke dimensies (technisch, historisch, sociaal, economisch, cultureel, ethisch) vormen een integraal onderdeel van op wetenschappelijke geletterdheid gericht wetenschapsonderwijs. Op deze wijze wordt ook via wetenschap een brede vorming nagestreefd. Deze benadering draagt bij tot het ontwikkelen van een evenwichtig en kritisch oordeel over wetenschap. | |
|  | **Voorbeelden kunnen geven van mijlpalen in de historische en conceptuele ontwikkeling van de natuurwetenschappen en ze in een tijdskader kunnen plaatsen.** | **EDV** | **U** |  |  |
|  |  | | | Zie hoofdstuk ‘Mechanica’ (beweging en kracht): - de wetten van Newton: bv. historiek van het traagheidsbegrip - gravitatiewet: het wereldbeeld van Galilei - historiek van de wet van energiebehoud  Zie hoofdstuk ‘Materie en straling’: - equivalentie van materie en energie: veranderlijkheid van massa: theorie van Einstein - corpusculair karakter van licht, fot-elektrisch effect - hypothese van N. Bohr: evolutie van het denken over de structuur van het atoom: botsing tussen de klassieke theorie en de kwantumtheorie - stralingsactiviteit: Marie Curie. | BIO CHE |
|  | **Bij het verduidelijken van en het zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op grondstoffenverbruik, energieverbruik, biodiversiteit en het leefmilieu.** | **GET 6** | **B** |  |  |
|  | Grondstoffen- en energieverbruik. Biodiversiteit en leefmilieu. | | | Geef leerlingen een informatieopdracht. Informatieopdrachten zijn “theoretische” onderzoeksopdrachten over fysische thema’s door studie van literatuur of wetenschappelijke artikelen binnen bv. de context wetenschap en samenleving. | ODO |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
|  | **Met voorbeelden kunnen illustreren dat de evolutie van de fysica gekenmerkt wordt door perioden van cumulatieve groei en van revolutionaire veranderingen.** | **SET 25** | **B** |  |  |
|  |  | | | Bv.: de wetten van Newton, theorie van Einstein. Acceptatie van het wereldbeeld van Galilei. Controverse rond de natuur van het licht. Structuur van het atoom. | BIO CHE |
|  | **De wisselwerking tussen de natuurwetenschappen, de technologische ontwikkeling en de leefomstandigheden van de mens met een voorbeeld kunnen illustreren.** | **GET 7** | **B** |  |  |
|  |  | | | Geef leerlingen een informatieopdracht. Informatieopdrachten zijn “theoretische” onderzoeksopdrachten over fysische thema’s door studie van literatuur of wetenschappelijke artikelen binnen bv. de context wetenschap en samenleving zoals -Belang van elektrische energie. - Toepassingen van elektromagnetische straling: radio, televisie, gsm. - Foto-elektrisch effect: fotocel. - Mechanica: auto → verkeersproblematiek. | BIO CHE TTV |
|  | **De relatie tussen fysische ontwikkelingen en technische toepassingen kunnen illustreren.** | **SET 27** | **B** |  |  |
|  |  | | | Bv.: evolutie van elektriciteit en nieuwe materialen, radioactiviteit. | BIO CHE |
|  | **Een voorbeeld kunnen geven van positieve en nadelige (neven)effecten van fysische toepassingen.** | **GET 7** | **B** |  |  |
|  | Op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak. | | | Bijvoorbeeld: - nucleaire wapens en nucleair riscio. - laser, geneeskundige toepassingen. - transport van energie. | BIO CHE SES TTV |
|  | **Effecten van fysica op de samenleving kunnen illustreren en omgekeerd.** | **SET 28** | **B** |  |  |
|  |  | | | Bv.: de acceptatie van kernenergie. | SCS |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
| Mechanica (kracht, beweging en energie) | | | |  | |
|  | **De definitie van de eenparig veranderlijke rechtlijnige beweging (E.V.R.B.) zonder beginsnelheid kennen.** | **F 1** | **B** |  |  |
|  |  | | | Verticale samenhang bewaken, aansluiten bij de voorkennis van de leerlingen: zie leerplan tweede graad. |  |
|  | **De grootheid ‘versnelling’ bij een E.V.R.B. kunnen definiëren, het symbool en de SI-eenheid kunnen** | **F 1** | **B** |  |  |
|  | Symbool:  Eenheid: m/s² en het verband met de basiseenheden. Formule: | | | Experimenteel onderzoek, zie voorbeeldenlijst leerlingenpractica. Aandacht besteden aan meetnauwkeurigheid. | TA.BE |
|  | **De beweging van een voorwerp kunnen beschrijven in termen van positie, snelheid en versnelling, en in eenvoudige gevallen experimenteel kunnen onderzoeken en berekenen.** | **F 1 SET 10** | **B** |  |  |
|  | De eenparig veranderlijke rechtlijnige beweging zonder beginsnelheid. | | | Toepassingen in oefeningen met grafische voorstellingen. Hierbij kan ICT worden gebruikt. Toepassing op verkeersproblemen. | ICT |
|  | **De valbeweging van een voorwerp kunnen beschrijven in termen van positie, snelheid en versnelling.** | **EDV** | **U** |  |  |
|  | Beweging in het zwaarteveld. Zwaartekracht als oorzaak van valversnelling. | | | Via experimenteel onderzoek van de valbeweging de waarde van laten berekenen. Aandacht besteden aan meetnauwkeurigheid. Zie voorbeeldenlijst leerlingenpractica. |  |
|  | **De verticale, horizontale en/of schuine worp van een voorwerp kunnen beschrijven in termen van positie, snelheid en versnelling.** | **EDV** | **U** |  |  |
|  |  | | | Toepassingen in sport en ruimtevaart. |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
|  | **De invloed van de resulterende kracht en van de massa op de verandering van de bewegingstoestand van een voorwerp kwalitatief en kwantitatief kunnen beschrijven, en in eenvoudige gevallen experimenteel kunnen onderzoeken en berekenen.** | **F 2 SET 10** | **B** |  |  |
|  | Krachten als oorzaak van bewegingsverandering. De wetten van Newton: - actie en reactie - de traagheidswet - | | | Aanbrengen met concrete voorbeelden. Al of niet vectorieel behandelen, afspreken met de leerkracht wiskunde. | WIS |
|  | **De invloed van de resulterende krachten en van de impuls op de verandering van de bewegingstoestand van een voorwerp kwalitatief en kwantitatief kunnen beschrijven.** | **EDV** | **U** |  |  |
|  | Vectoriële samenstelling als meerdere krachten optreden. Krachtstoot en bewegingshoeveelheid. | | | Aandacht voor het belang van behoudswetten. Toepassen in concrete situaties. |  |
|  | **De invloed van de gravitatiekracht op de verandering van de bewegingstoestand van een voorwerp kwalitatief en kwantitatief kunnen beschrijven.** | **EDV** | **U** |  |  |
|  | Gravitatiewet. | | | Contextgebied: fysica en de kosmos. Bv. gravitatiekracht tussen hemellichamen. |  |
|  | **Relaties tussen systemen kunnen beschrijven en onderzoeken, relaties tussen cyclische processen kunnen illustreren.** | **SET 14 SET 19** | **B** |  |  |
|  | Planetenbeweging en de wetten van Kepler. | | | Het oorzakelijk verband tussen de wetten van Newton, zwaartekracht, beweging van de maan en algemene gravitatie aantonen. | AAR |
|  | **De wet van behoud van energie kunnen toepassen en processen kunnen beschrijven en herkennen in voorbeelden.** | **SET 6** | **B** |  |  |
|  | Mechanische energie. Behoud van mechanische energie. Behoud van totale energie. Degradatie van energie. | | | Contextgebied: fysica en de mens. Bv.: bescherming tegen effecten van grote snelheidsveranderingen (airbags, veiligheidsgordels), mechanische energieomzettingen bij sportactiviteiten. |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
|  | **Met voorbeelden kunnen uitleggen dat opeenvolgende energieomzettingen, met de daarmee gepaard gaande degradatie van energie, de evolutie van het fysische systeem bepalen.** | **EDV** | **U** |  |  |
|  |  | | | Bv.: het wiel van Maxwell, perpetuum mobile. |  |
|  | **Het belang van fysische kennis in verschillende opleidingen en beroepen kunnen illustreren.** | **EDV** | **U** |  |  |
|  |  | | | Bv.: kinesist, ingenieur, verkeersdeskundige, beroepen in verband met verkeersproblematiek, beroepen in verband met sporten, goederenbehandeling, leger, … |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
| Elektriciteit en magnetisme | | | |  | |
|  | **De invloed van ladingen op elkaar kunnen beschrijven.** | **EDV** | **U** |  |  |
|  | Krachtwerking in het elektrisch veld en veldsterkte: - elektrische lading, krachtwerking tussen ladingen (kwalitatief), influentie. | | | Wet van Coulomb. |  |
|  | **Het verband kunnen leggen tussen elektrische spanning, verandering van elektrische potentiële energie en elektrische lading.** | **EDV** | **U** |  |  |
|  | Energie in het elektrisch veld: - potentiële energie, potentiaal, equipotentiaaloppervlak. | | | Kan toegepast worden op het homogeen veld en op het radiaal veld. Experimenteel aantonen door middel van een elektroscoop. Zie ook voorbeeldenlijst leerlingenpractica. |  |
|  | **Voor een geleider in een gelijkstroomkring het verband tussen spanning, stroomsterkte en weerstand kunnen toepassen.** | **F 6** | **B** |  |  |
|  | Goede en slechte geleiders. Oorzaak van stroom en onderhoud van stroom. Elektrische stroomsterkte en elektrische stroomkring. Het verband tussen stroom en spanning. | | | Zie ook voorbeeldenlijst leerlingenpractica. |  |
|  | **Isolatoren en geleiders met behulp van een model of schema kunnen voorstellen en hiermee eigenschappen kunnen verklaren en relaties leggen tussen de eigenschappen.** | **SET 2 SET 3** | **B** |  |  |
|  |  | | | Voorbeelden van isolatoren en geleiders in het dagelijks leven, veiligheidsaspecten bespreken. |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
|  | **De grootheden ‘lading’, ‘spanning’, ‘stroomsterkte’, ‘weerstand’ en ‘vermogen’ kunnen definiëren, het symbool en de SI-eenheid ervan kunnen aangeven en in de formule kunnen toepassen.** | **GET 4 F 6** | **B** |  |  |
|  | **symbool** **eenheid** **formule**  Lading   Elektrische spanning   Elektrische stroomsterkte   Ohmse weerstand   Vermogen bij Ohmse  weerstand | | | Concrete voorbeelden met numerieke toepassingen bv.: elektrische huishoudtoestellen.       Wet van Ohm. | TA.BE |
|  | **Voor een geleider in een gelijkstroomkring het verband tussen spanning, stroomsterkte en weerstand kunnen toepassen, met een schema kunnen voorstellen, eigenschappen kunnen verklaren, relaties kunnen leggen en kunnen beschrijven.** | **F 6 SET 2 SET 3 SET 4** | **B** |  |  |
|  | Het schakelen van weerstanden. Substitutieweerstand. | | | Kan toegepast worden op shunt- en voorschakelweerstand, Wheatstonebrug. Zie ook onderzoekend leren/leren onderzoeken. Zie ook voorbeeldenlijst leerlingenpractica.  Concrete voorbeelden met numerieke toepassingen. |  |
|  | **Kunnen uitleggen dat opeenvolgende energieomzettingen, met de daarmee gepaard gaande degradatie energie, de evolutie van het fysische systeem bepalen, met behulp van een model of schema kunnen voorstellen, eigenschappen kunnen verklaren en methodes kunnen beschrijven om elektrische geleiders te onderzoeken.** | **EDV**  **SET 2** | **U** |  |  |
|  | Factoren die een weerstand bepalen. Temperatuursinvloed op goede en slechte geleiders. | | | Kan toegepast worden op supergeleiding en halfgeleiders. |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
|  | **Voor een geleider in een gelijkstroomkring het verband kunnen tussen spanning, stroomsterkte en weerstand kunnen toepassen, met een schema kunnen voorstellen, eigenschappen kunnen verklaren, relaties kunnen leggen en kunnen beschrijven en het proces waarbij energie wordt getransformeerd of getransporteerd kunnen beschrijven en herkennen in voorbeelden.** | **SET 6** | **U** |  |  |
|  |  | | | Karakteristieken van een bron. Wet van Ohm voor een gesloten kring. Kan toegepast worden op chemische en thermische stroombronnen. Zie ook onderzoekend leren/leren. Zie ook voorbeeldenlijst leerlingenpractica. |  |
|  | **De meetinstrumenten voor spanning en stroomsterkte kunnen hanteren.** | **F 6 SET 4** | **B** |  |  |
|  | Voltmeter. Ampèremeter. | | | Leerlingenpracticum: wet van Ohm of schakelingen, zie voorbeeldenlijst leerlingenpractica. |  |
|  | **De energieomzettingen in elektrische schakelingen met voorbeelden kunnen illustreren.** | **SET 27** | **U** |  |  |
|  | Chemisch effect. Toepassingen naar milieu en techniek. | | | Chemisch effect. Zie elektrolyse in chemie. Eventueel ook: wetten van Faraday, elementaire lading. Zie voorbeeldenlijst leerlingenpractica. | CHE |
|  | **De energieomzettingen in elektrische schakelingen met voorbeelden kunnen illustreren en het vermogen kunnen berekenen.** | **F 6 SET 27** | **B** |  |  |
|  | Thermisch effect. | | | Concrete voorbeelden met numerieke toepassingen: energie- en kostprijsberekeningen bij elektrische toestellen. |  |
|  | **Energieomzettingen in elektrische schakelingen met voorbeelden kunnen illustreren, structuren met behulp van een model of schema kunnen verklaren en hiermee eigenschappen kunnen verklaren.** | **SET 2** | **U** |  |  |
|  | Condenseren van lading. Capaciteit. Factoren die de capaciteit bepalen. | | | Kan toegepast worden om te bepalen en bij het schakelen van condensatoren. |  |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
|  | **Met voorbeelden kunnen illustreren dat ladingen in beweging aanleiding geven tot magnetische krachten.** | **F 7** | **B** |  |  |
|  | Magnetische krachtvelden door elektrische stromen: magnetische veld rond een begeleider en een spoel. | | | Toepassing van elektromagnetisme: elektromagneet. Voorbeelden van positieve en nadelige effecten van het transport van energie. Zie voorbeeldenlijst leerlingenpractica. |  |
|  | **De grootheid ‘magnetische inductie’ kunnen definiëren, het symbool en de SI-eenheid ervan kunnen aangeven.** | **F 7** | **B** |  |  |
|  | **grootheid symbool eenheid** Magnetische inductie | | | Toepassing: permeabiliteit en ferromagnetisme. | TA.BE |
|  | **Kunnen aangeven met welk instrument magnetische inductie gemeten kan worden.** | **SET 4** | **U** |  |  |
|  |  | | | Bv. De magnetometer. |  |
|  | **Met behulp van de magnetische kracht de werking van een motor kunnen beschrijven en de energietransformatie kunnen herkennen.** | **F 7 SET 6** | **B** |  |  |
|  | Krachtwerking in het magnetisch veld: kracht op een stroomvoerende geleider, elektromotor, energieomzetting. | | | Toepassingen op de beweging van geladen deeltjes in een magnetisch krachtveld. Contextgebied: fysica en techniek. Wisselwerking tussen fysica, techniek en leefomstandigheden. Bv.: belang van elektrische energie. Invloed van economische en ecologische belangen. Bv.: beperkt onderzoek naar alternatieve energiebronnen. Zie ook voorbeeldenlijst leerlingenpractica. |  |
|  | **Het belang van de wet van behoud van energie kunnen illustreren en de evolutie van het open systeem kwalitatief kunnen beschrijven.** | **SET 13 SET 16** | **U** |  |  |
|  | Energieomzetting en omkeerbaarheid. | | | Met open systeem wordt hier bedoeld: opeenvolgende energieomzettingen met de daarmee gepaard gaande degradatie van energie die het fysische systeem bepalen. bv. gloeilamp, led, inductiekookplaten, strijkijzer. |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
|  | **Met behulp van elektromagnetische inductie de werking van de generator kunnen beschrijven en de evolutie van het open systeem kwalitatief kunnen beschrijven.** | **F 7 SET 16** | **B** |  |  |
|  | Elektromagnetische inductie in een veranderd veld: - wet van Lorentz en inductiewet - generator - zelfinductie en zelfinductiewet | | | Wisselwerking tussen fysica, techniek en leefomstandigheden. Sociale en ecologische gevolgen van fysicatoepassingen. Bv.: milieueffecten van grootschalige elektriciteitsproductie, mechanisering en automatisering van de arbeid, werking van luidspreker, oortjes, dynamo van een fiets, motor van een grasmachine. |  |
|  | **In concrete toepassingen de grootteorde van fysische grootheden kunnen aangeven.** | **GET 4** | **B** |  |  |
|  | Concrete voorbeelden en toepassingen. | | | Bv.: transport van elektrische energie, netspanning, hoogspanning, transformator. Zie ook voorbeeldenlijst leerlingenpractica. |  |
|  | **Het belang van fysische kennis in verschillende opleidingen en beroepen kunenn illustreren.** | **EDV** | **U** |  |  |
|  |  | | | Bv.: ingenieur, elektricien, elektrotechnicus… |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
| Trillingen en golven | | | |  | |
|  | **De beweging van een voorwerp kunnen beschrijven in termen van positie, snelheid en versnelling.** | **F 1** | **B** |  |  |
|  | Eenparig cirkelvormige beweging (E.C.B.). Snelheid en versnelling als afgeleide van de plaats, vectoriele voorstelling. | | | Leerlingen concrete voorbeelden laten geven. |  |
|  | **De grootheden ‘snelheid’ (bij E.C.B.), ‘periode’, ‘frequentie’ en ‘hoeksnelheid’ kunnen definiëren, het symbool en de SI-eenheid ervan kunnen aangeven en in de formule kunnen toepassen.** | **F 1 F 4 GET 4** | **B** |  |  |
|  | **grootheid symbool eenheid formule**  Snelheid  Periode  Frequentie  Hoeksnelheid | | | Toepassen van vraagstukken. | TA.BE |
|  | **De invloed van de centripetale kracht en van de massa op verandering van de bewegingstoestand van een voorwerp kwalitatief en kwantitatief kunenn beschrijven.** | **F 2** | **B** |  |  |
|  | Kracht als oorzaak van richtingsverandering, vectoriele voorstelling. | | | Experimenteel de formule afleiden. Zie lijst leerlingenpractica. Voorbeelden oplossen door ontbinding in tangentiële en normale component. |  |
|  | **De grootheid ‘centripetaalversnelling’ kunnen definiëren, het symbool en de SI-eenheid ervan kunnen aangeven en in de formule kunnen toepassen.** | **F 1** | **B** |  |  |
|  | **symbool eenheid formule**  Centripetaalversnelling | | | Toepassen in vraagstukken. | TA.BE |
|  | **Voorbeelden kunnen geven van cyclische processen en kunnen uitleggen hoe ze aangewend worden.** | **SET 17 SET 19 SET 26** | **U** |  |  |
|  | Gravitatie en ruimtevaart: - gravitatiewet en wetten van Kepler - toepassing op gravitatiestelsels, kunstmanen en ruimtetuigen. | | | Mogelijkheid om te werken: andere visie op deze natuurwetenschappelijke kennis. Voorbeelden van mijlpalen in de ontwikkeling van de natuurwetenschappen. Wisselwerking tussen fysica, techniek en leefomstandigheden. |  |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
|  | **De oorzaak en eigenschappen van een harmonische trilling kunnen omschrijven en in concrete voorbeelden illustreren en de evolutie van het open systeem kwalitatief kunnen beschrijven.** | **F 4 SET 16** | **B** |  |  |
|  | Harmonische trilling: - ontstaan van trillingen door mechanische of elektromagnetische krachtwerking - begrippen: amplitude, elongatie, pulsatie, frequentie - harmonische kracht en energie - wisselstroom als harmonische trilling, Ohmse weerstand en effectieve waarde, energieomzetting bij wisselstroom. | | | Toepassen op de slingerbeweging (slingerwetten), wisselstroom.  Kan uitgebreid worden met de begrippen capacitieve en inductieve reactantie, impedantie, resonantie.  Zie ook voorbeeldenlijst leerlingenpractica. |  |
|  | **De grootheid ‘uitwijking van harmonische trilling’ (H.T.) kunnen definiëren en de formule kunnen toepassen.** | **F 4 GET 4** | **B** |  |  |
|  | **grootheid formule** Uitwijking van H.T. of | | | Vergelijking van de elongatie: afleiding uit E.C.B. Grafische verloop in een (s, t)diagram. | WIS |
|  | **Trillingen met behulp van een model of schema kunnen voorstellen en hiermee eigenschappen kunnen verklaren.** | **SET 2** | **B** |  |  |
|  | Samenstellen van trillingen. Trillingen in fase, tegenfase, willekeurig faseverschil. | | | Kan ook toegepast worden om zwevingen te verklaren en trillingen met loodrechte trilrichting samen te stellen. Zie ook voorbeeldenlijst leerlingenpractica. |  |
|  | **Met behulp van het golfmodel interferentie, terugkaatsing en breking van geluid kunnen beschrijven.** | **F 4** | **B** |  |  |
|  | Ontstaan van longitudinale golven. Algemene eigenschappen: terugkaatsing, breking, interferentie. | | | Bv. werking van een orgel, klankkast van een muziekinstrument, luidspreker |  |
|  | **Met behulp van het golfmodel interferentie, terugkaatsing en breking van licht kunnen beschrijven.** | **F 4** | **U** |  |  |
|  | Ontstaan van transversale golven. Algemene eigenschappen: terugkaatsing, breking, interferentie. | | | Elongatie in functie van plaats en tijd.  Bv.: lichtgolven. Hypothese van Huygens. |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
|  | **De grootheden ‘golflengte’ en ‘golfsnelheid’ kunnen definiëren, het symbool en de SI-eenheid ervan kunnen aangeven en in de formule kunnen toepassen.** | **F 4 GET 4** | **B** |  |  |
|  | **grootheid symbool eenheid formule** Golflengte  Golsnelheid | | | Toepassen in vraagstukken.  Zie ook voorbeeldenlijst leerlingenpractica. |  |
|  | **De energieoverdracht door mechanische en elektromagnetische golven aan de hand van verschillende verschijnselen, waaronder resonantie, kunnen illustreren en de effecten op de materie kunnen beschrijven en in voorbeelden kunnen herkennen.** | **F 5** | **B** |  |  |
|  | **grootheid symbool eenheid** Geluidsniveau | | | Aansluiting bij de voorkennis van de leerlingen. Zie biologie tweede graad ‘het oor’. | BIO TA.BE |
|  | **De mogelijke invloeden van geluid op de mens kunnen beschrijven.** | **F 5** | **B** |  |  |
|  |  | | | Bv.: geluidshinder (context fysica en de mens), absorberen van geluid bij wooninrichting. De decibelmeter. |  |
|  | **In concrete toepassingen de grootorde van fysische grootheden kunnen aangeven en de relatie tussen natuurwetenschappelijke ontwikkelingen en technisch toepassingen kunnen illustreren.** | **GET 4 SET 27** | **B** |  |  |
|  | Concrete voorbeelden en eenvoudige toepassingen. | | | Bv.: geneeskunde: echografie, endografie, niersteenverbrijzelaar (fysica en de mens); avondrood, broeikasteffect (fysica en natuurfenomenen); geluid: sonar, licht: toepassingen van laserlicht, optische kabels (fysica en techniek); telecommunicatie (actuele ontwikkelingen). |  |
|  | **Het belang van fysische kennis in verschillende opleidingen en beroepen kunnen illustreren.** | **EDV** | **U** |  |  |
|  |  | | | Bv.: geneeskunde, lasertechnieken, oogarts, oorarts, gynaecoloog, optieker. |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
| Materie en straling | | | |  | |
|  | **De effecten van de interactie tussen elektromagnetische straling en materie kunnen beschrijven aan de hand van verschijnselen zoals het foto-elektrisch effect en elektromagnetische spectrum en de structuur van de materie met behulp van een model kunnen voorstellen en hiermee eigenschappen kunnen verklaren.** | **F 3 SET 2 SET 12** | **B** |  |  |
|  | Equivalentie van materie en energie: golven en deeltjes. Foto-elektrisch effect: drempelfrequentie, fotocel.  Atoomstructuur en atoomstraling: - hypothese van Bohr, energiekwantum  - energieniveau en emissiespectra - aanslagspanning en ionisatiespanning - zichtbaar licht en röntgenstralen. | | | Praktische toepassingen van fotocellen.     Zie ook voorbeeldenlijst leerlingenpractica.  Kan geïllustreerd worden door de beweging van geladen deeltjes in elektrische en magnetische krachtvelden. Toepassing: laserlicht. | CHE |
|  | **Processen van energieabsorptie en –emissie kunnen beschrijven, berekeningen kunnen uitvoeren en de effecten van de interactie in voorbeelden kunnen herkennen.** | **SET 6 SET 8 SET 9** | **U** |  |  |
|  | Energie van een foton. | | | Kan toegepast worden oop absorptie van licht, kleur en een voorwerp, fluorescentie. |  |
|  | **De grootheden ‘neutronental’, ‘atoomnummer’ en ‘massagetal’ kunnen definiëren, het symbool ervan kunnen aangeven en in de formule toepassen.** | **F 3 GET 4** | **B** |  |  |
|  | Atoomkern: kernstructuur   **grootheid symbool formule**  Neutronental  Atoomnummer Massagetal | | | Aansluiten bij voorkennis uit Chemie tweede graad. | CHE |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
|  | **α-, β-, ϒ-straling van elkaar kunnen onderscheiden op basis van hun eigenschappen, het vervalproces waarbij ze uit een radionuclide worden gevormd, kunnen beschrijven, dit proces kunnen karakteriseren met behulp van de halveringstijd en kunnen uitleggen hoe deze processen aangewend worden om de tijdsduur te bepalen.** | **F 3 SET 20** | **B** |  |  |
|  | Eigenschappen van α-, β-, ϒ-straling. Beschrijving van het vervalproces, halveringstijd, massadefect, kernkrachten. | | | Biologisch effect van α-, β-, ϒ-straling: - medische toepassing - schadelijke effecten | BIO CHE |
|  | **Het belang van de wet van behoud van lading kunnen illustreren.** | **F 3** | **B** |  |  |
|  | Toepassingen op α- en β-verval. | | |  |  |
|  | **De grootheid ‘halveringstijd’ kunnen definiëren en het symbool en de SI-eenheid ervan kunnen aangeven.** | **F 3 GET 4** | **B** |  |  |
|  | **grootheid symbool eenheid**  Halveringstijd | | |  | TA.BE |
|  | **De levensduur van structuren en systemen en de snelheid van processen kunnen vergelijken, methoden kunnen beschrijven om structuren relatief en absoluut te delen.** | **SET 18 SET 21** | **B** |  |  |
|  |  | | | Voorbeelden van lange en korte halveringstijd. C 14 – dateringsmethode; U 235 – ouderdom van de aarde, jodiumopname. | TA.BE |
|  | **De oorsprong en enkele toepassingen van natuurlijke en kunstmatig opgewerkte ioniserende straling kunnen beschrijven.** | **F 3 SET 27 SET 28** | **B** |  |  |
|  | Natuurlijke en kunstmatige transmutaties. Kernfusie en kernsplijting. | | | Neveneffecten van toepassingen. Bv.: kernernergie en kernwapens. Invloed van economische en ecologische belangen. Bv.: weerstand tegen nucleaire energie. Ethische dimensie. Bv.: aanwending van nucleaire energie. Eventueel een bezoek brengen aan. ‘Isotopolis’, zie bijkomende informatie. |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Leerplandoelstelling en leerinhoud | Code | B/U | Didactische wenken en hulpmiddelen | Link |
|  | **De grootheid ‘stralingsactiviteit’ kunnen definiëren en het symbool en de SI-eenheid ervan kunnen aangeven.** | **GET 4** | **B** |  |  |
|  | **grootheid symbool eenheid** Stralingsactiviteit | | | Bv.: Fysica en de kosmos: ‘kosmische straling, samenstelling van een ster. Fysica en de mens: geneeskunde (radiologie), invloed van ioniserende straling. Actuele ontwikkelingen: kosmologie en elementaire deeltjes. |  |
|  | **Kunnen aangeven met welk meetinstrument de stralingsactiviteit kan bepaald worden.** | **EDV** | **U** |  |  |
|  | Defectie van straling: Geigerteller. | | |  |  |
|  | **Het belang van fysische kennis in verschillende opleidingen en beroepen kunnen illustreren.** | **EDV** | **U** |  |  |
|  |  | | | Bv.: Geneeskunde, radiologie. Criminologie, geologie … |  |

## Een derde lestijd fysica in de pool wetenschappen

De leerkracht zal in de derde lestijd fysica streven naar een meer diepgaande realisatie van de geformuleerde leerplandoelstellingen. Dit kan gebeuren door:

* uitbreiding (zie uitbreidingsdoelen U) en uitdieping van de doelstellingen voor twee wekelijkse lestijden
* extra experimenteel onderzoek (zie voorbeeldenlijst leerlingenpractica) of informatieopdrachten waarbij meer aandacht gaat naar het formuleren van hypothesen, het leren onderkennen van factoren, het zich oriënteren op het onderzoeksprobleem, de interpretatie van de resultaten en de toetsing, alsook op het uitbrengen van een verslag en het rapporteren van conclusies
* meer aandacht te besteden aan de grafische weergave, het ICT-gebruik, literatuurstudie, projectwerking, extra-muros activiteiten
* zich intenser toe te leggen op het probleemoplossend denken, door ontleding van meer complexe problemen en toepassingen en door het oplossen van vraagstukken van een hogere moeilijkheidsgraad.

## Leerlingenpractica

De leerkracht maakt een keuze van minimum vier leerlingenproeven per leerjaar die in totaal minstens vier lestijden in beslag nemen.

Enkele voorbeelden van leerlingenproeven :

Onderzoek EVRB

Bepalen van een versnelling *weergeven in grafiek, ICT*

Onderzoek van de valversnelling *weergeven in grafiek, ICT*

Onderzoek van horizontale/schuine worp

Soorten ladingen, krachtwerking en eigenschappen, influentieverschijnselen (kwalitatief)

Elektrisch veld en equipotentialen

Verband tussen U en I meten, meten van weerstanden *weergeven in grafiek, ICT*

Schakelen van weerstanden

Brug van Wheatstone

Factoren die de weerstand bepalen: constructiefactoren.

Invloed van de temperatuur op de weerstand

Karakteristieken van een stroomborn

Elektrolyse

Toepassingen op elektromagneet, elektromotor, generator

Onderzoek van de transformator

Onderzoek ECB, centripetale kracht

Trillende veer *weergeven in grafiek, ICT*

Slingerwetten

*weergeven in grafiek, ICT*

Harmonische trilling weergeven in grafiek, ICT

Meten van impedanties

Samenstellen van trillingen *Gebruik van ICT*

Bepalen van de voortplantingssnelheid van een golf door staande golven:

* in een touw en veer
* voor geluid in de lucht
* voor een elektromagnetische golf

Interferentie, spectraalanalyse.

# De vakoverschrijdende eindtermen (VOET)

De vakoverschrijdende eindtermen zijn geordend in:

- de gemeenschappelijke stam en zeven contexten (niet graadgebonden);

- leren leren (per graad);

- ICT (voor de eerste graad);

- technisch-technologische vorming (voor de tweede en derde graad aso).

In elk vak wordt aan de vakoverschrijdende eindtermen gewerkt. In dit leerplan zijn de VOET als volgt opgenomen:

* De eindtermen van de gemeenschappelijke stam zijn verwerkt in de algemene doelstellingen (zie hoofdstuk 5).

Ze werden gecodeerd als 'STM'.

* In de kolom 'link', wordt verwezen naar een context indien er een duidelijk en evident verband is tussen een eindterm van die context en de doelstelling, de leerinhoud of de didactische suggesties.
* Leren leren is onlosmakelijk met het vak verbonden. De eindtermen leren leren komen voor als doelstellingen van het leerplan. Ze zijn herkenbaar aan de code 'LER' die naast de doelstelling staat.
* In de kolom 'link' wordt verwezen naar de eindtermen ICT indien er een duidelijk en evident verband is tussen een eindterm van die context en de doelstelling, de leerinhoud of de didactische suggesties.
* In de kolom 'link' wordt verwezen naar de eindtermen technisch-technologische vorming indien er een duidelijk en evident verband is tussen een eindterm van die context en de doelstelling, de leerinhoud of de didactische suggesties

De vakoverschrijdende eindtermen voor het secundair onderwijs zijn te vinden op de website van het departement onderwijs:

<http://www.ond.vlaanderen.be/curriculum/secundair-onderwijs/index.htm>

# Integratie ICT

**Instructie, differentiatie en remediëring met behulp van ICT**

ICT ondersteunt het lesgeven en biedt de mogelijkheid om bepaalde leerinhouden op verschillende manieren voor te stellen en aan te brengen, o.a. via tekst, grafieken, schema’s, geluid, stilstaand en bewegend beeld. In de klas kan dit gebeuren door het gebruik van computers en digitale borden.

Het gebruik van een elektronische leeromgeving biedt leerlingen kansen om zelfstandig leerinhouden te verwerken en opdrachten op eigen tempo uit te voeren. Sommige softwareprogramma’s/leerpaden zijn interactief zodat een meer geïndividualiseerd leerproces kan worden doorlopen. De leerling kan op eigen tempo werken en eventueel een eigen parcours kiezen. Een aantal programma’s oefenen vaardigheden en oplossingsstrategieën of zijn geschikt om individueel of in groep te differentiëren en te remediëren.

Via tests kan worden nagegaan in hoeverre kennis en vaardigheden verworven zijn. Dit heeft zeker voordelen als het programma een goede feedback aan de leerling geeft en kansen biedt om op verschillende niveaus te werken.

**Informatie verwerven en verwerken met ICT**

Er bestaan heel wat bronnen die allerlei informatie interactief aanbieden. Via de talrijke ‘links’ bouwt de leerling een individueel leerparcours op. Er zijn dus andere ‘leesstrategieën nodig dan bij een lineaire tekst. Om leerlingen hierbij te ondersteunen zijn gerichte zoekopdrachten en verwerkingstaken noodzakelijk (informatie ordenen, schema’s aanvullen, informatie vergelijken, verbanden leggen, woordbetekenissen afleiden…).

Het internet is een onuitputtelijke bron van informatie. Om zich een weg te banen door het grote aanbod is een kritische ingesteldheid noodzakelijk. Deze houding moet worden aangeleerd. Als leerlingen binnen of buiten de klas informatie op het web zoeken, moeten ze over een aantal beoordelingscriteria voor ‘tekstmateriaal’ beschikken.

Sommige opdrachten kunnen de leerlingen van ‘huiswerksites’ plukken. Opgaven zullen met deze nieuwe realiteit rekening moeten houden, willen ze zinvol blijven: bronvermelding eisen, meer vergelijkende opdrachten, meer persoonlijke en kritische verwerking. Aan groepsopdrachten en -eindproducten kunnen kwalitatief hogere eisen worden gesteld qua vormgeving en presentatie. Aan bepaalde opdrachten kan een mondelinge presentatie gekoppeld worden, een presentatiepakket kan hier ondersteunend werken. Samenwerken met andere leerkrachten is noodzakelijk om de vakoverschrijdende eindtermen ICT van de eerste graad na te streven. Om de continuïteit van het gebruik van ICT in alle vakken te verzekeren kan een ICT-leerlijn voor de tweede en derde graad ontwikkeld worden op basis van het OVSG-model.

**Communiceren met ICT**

ICT geeft de mogelijkheid om te communiceren via o.a. e-mail, sociale netwerken, een elektronische leeromgeving. Deze communicatie kan gebeuren binnen een klas of school, maar ook met leerlingen van andere scholen in binnen- en buitenland. Een gezamenlijk interscolair project opzetten behoort tot de mogelijkheden.

Communicatie tussen leerkracht en leerling(en) is ook mogelijk: de leerkracht kan cursusmateriaal elektronisch beschikbaar stellen, voorbeelden van toets- en examenvragen, jaarplanning, … Leerlingen kunnen verslagen, huistaken, digitaal portfolio e.d. elektronisch naar de leerkracht sturen.

OVSG ontwikkelde een model van een ICT-beleidsplan, ICT-leerlijnen en ICT-instructiekaart. U kunt deze documenten raadplegen via het extranet van OVSG: <http://extranet.ovsg.be/> (rubriek ‘Publicaties’).

# Taalontwikkelend vakonderwijs

Leren op school kan niet zonder taal: **taal**, **leren** en **denken** zijn onlosmakelijk verbonden. In alle vakken worden de vakinhouden overgebracht via taal, voornamelijk het Nederlands. Daarom moeten vakdoelen en taalontwikkeling in elk vak samen worden aangepakt. Elke leerkracht weet immers dat een te lage taalvaardigheid van de leerlingen het bereiken van vakdoelen in gevaar brengt.

De didactiek die leerstofdoelen en taaldoelen bewust aan elkaar koppelt in alle vakken en voor alle leerlingen met de bedoeling leerwinst te boeken, noemt men ‘taalontwikkelend vakonderwijs’.

Nederlands speelt een cruciale rol in het taalbeleid dat gericht is op taalontwikkelend vakonderwijs, het is als het ware het aanleverend vak voor het taalbeleid. De lees-, luister-, spreek-, schrijf- en kijkstrategieën worden hier aangeleerd met de OVUR-structuur (vaste opeenvolging van oriënteren, voorbereiden, uitvoeren en reflecteren bij het aanpakken van een taak). Deze leerstrategieën en de OVUR-structuur zijn echter ook vereist bij de opdrachten in andere vakken.

**Taalontwikkelend vakonderwijs is contextrijk onderwijs vol interactie en met taalsteun.**

1. Een rijk en overvloedig taalaanbod plaatst nieuwe leerstof in **bekende en bredere contexten**. De context geeft aanknopingspunten om de nieuwe stof te koppelen aan de aanwezige kennis en aan een concrete (levensechte) leersituatie. Meer context is nodig om leerlingen de nodige aanknopingspunten te geven om nieuwe informatie (leerstof) aan op te hangen.
2. Het **scheppen van interactiemogelijkheden** heeft de bedoeling natuurlijke, echte gesprekken met veel school- en vaktaal te doen plaatsvinden. De interactie in de klas gebeurt tussen leerkracht en leerlingen en tussen leerlingen onderling en is van enorm belang om leerlingen actief met de leerstof te laten bezig zijn. Deze interactie verplicht de leerlingen via schrijven en/of spreken de nieuwe informatie ook effectief te gebruiken en zo van het verwerven van informatie naar het verwerken ervan te gaan. Het nut van deze interactiemomenten in de les is dat alle leerlingen zelfstandig denk- en leeractiviteiten uitvoeren en de daarbij behorende taalvaardigheid verwerven en oefenen. Een taal leren doe je door die veel te gebruiken, dat geldt ook voor vaktaal.
3. Taalontwikkelend vakonderwijs voegt aan deze twee leerbevorderende principes een derde toe, namelijk het **geven van taalsteun**. Taalsteun wordt gegeven om de leerstof en opdrachten toegankelijker te maken voor de leerlingen. Het betekent niet de taal vereenvoudigen, maar wel leerlingen hulp bieden bij het omgaan met de voor hen soms moeilijke school- en vaktaal. Taalsteun geven begint met heldere doelen en structuren in de lessen aan te brengen, door leerlingen hulpmiddelen te laten gebruiken (instructiekaarten, stappenplannen, woordenlijsten…), door de OVUR-structuur toe te passen in de les, door tijd uit te trekken voor reflectie op het eindresultaat en het leerproces. Het geeft de leerlingen de mogelijkheid om te leren hoe ze iets moeten noteren, hoe ze iets moeten vertellen, hoe ze een tekst kunnen lezen, enzovoort.

Om dit te realiseren hou je rekening met de doelstellingen taal die in dit leerplan zijn opgenomen.

Meer informatie vind je in ***‘Een schoolbeleid voor taalontwikkelend vakonderwijs’***, op het extranet van OVSG <http://extranet.ovsg.be/> (rubriek ‘Publicaties’).

# Vakgroepwerking

Elke leerkracht maakt deel uit van een vakgroep. Die vakgroepen zijn een formele samenwerkingsvorm die het uitbouwen van een pedagogische werking mogelijk maakt. De samenwerking kan verschillende formele en informele vormen aannemen en dient o.a. om ervaringen uit te wisselen, elkaar te helpen, ideeën, materiaal en werk te delen, enz…[[2]](#footnote-2) Samenwerken betekent leren van elkaar: uit discussies en uitwisseling van ervaringen bouwt een groep kennis op die ze toepast bij het realiseren van diverse **onderwijsverbeteringen**. Een goede vakgroepwerking bevordert de kwaliteit van de klaspraktijk en de leerlingenresultaten en is een belangrijk element van **professionalisering** van een team. De leerkracht blijft zich bewust van de impact die hij/zij heeft op het leren van de leerling. Een goede vakgroepwerking heeft zichtbare effecten in de klas.

Lesgeven in een klas betekent leerplanrealisatie, leerlingenevaluatie, leerlingenbegeleiding en voortdurend de kwaliteit van het onderwijsproces in het oog houden. Deze thema’s vormen bij uitstek het uitgangspunt van discussie, bespreking en afstemming binnen de vakgroep.

Het leerplan bevat voor de leerkracht essentiële gegevens voor de concrete onderwijspraktijk. In het leerplan vindt de leerkracht de algemene en de specifieke doelstellingen met aansluitend de leerinhouden voor een bepaald vak, bepaalde vakken of vakgebieden. De verdeling van de vakdoelstellingen binnen een graad is een item dat in de vakgroep aan bod dient te komen. Een goede afstemming van de leerlijnen, zowel verticaal als horizontaal, en van alle vakoverschrijdende initiatieven vormt een belangrijk onderwerp binnen de vakgroepvergaderingen. De wenken voor de didactische aanpak en de bijkomende informatie kunnen nuttig zijn voor de realisatie van het leerplan. Ook het nastreven van de vakoverschrijdende eindtermen en ontwikkelingsdoelen binnen de verschillende contexten is een belangrijk itemvoor de vakgroepvergaderingen. Leerplanstudie en **leerplanrealisatie** vormen dus bij uitstek het onderwerp van een vakgroepvergadering.

**Leerlingenevaluatie** is in de eerste plaats afgestemd op de leerplandoelen. Zowel het leerproces als de eindresultaten zijn voorwerp van evaluatie. Helder en transparant geformuleerde evaluatiecriteria vormen de basis voor een evaluatie, afgestemd op het leerlingenprofiel. Ook in de vakgroep kan je afspraken maken omtrent evaluatie, bespreek je toets- en examenvragen en stem je op elkaar af.

**Leerlingenbegeleiding** begint in de klas in elk vak. Een gerichte leer- en studiebegeleiding in het vak biedt leerlingen een houvast bij het verwerken van de leerinhouden. Het gebruik van activerende werkvormen en aandacht voor verschillen bij leerlingen zorgen voor een grotere betrokkenheid en een stijging van de motivatie. Voor leerlingen met gedrags- en/of leerproblemen moeten de afspraken gemaakt met de leerlingbegeleider in de klas voor elk vak opgevolgd worden. De vakgroep bespreekt de manier van (gezamenlijke) aanpak van leerlingen met eventuele leerproblemen.

Kwaliteitsvol werken in de klas wordt bevorderd door (zelf)reflectie en evaluatie op basis van zowel interne als externe gegevens over de vorige drie thema’s (leerplanrealisatie, leerlingenevaluatie, leerlingenbegeleiding). De resultaten van de leerlingen (ook als klas) geven hier een belangrijke indicatie. Hieruit worden conclusies getrokken en acties ondernomen die op hun beurt opgenomen worden in de cirkel van **kwaliteitszorg**. Op die manier bewaakt de vakgroep constant de eigen werking en stuurt ze bij waar nodig. Deze kwaliteitsverbetering wordt vanuit een sterk en breed draagvlak gemotiveerd, wat de kans op effectiviteit verhoogt. Zo kan een kwaliteitsvolle vakgroepwerking echt renderen en heeft dit effect op de leerresultaten van de leerlingen.

Meer informatie vindt u in de ***Leidraad kwaliteitsvolle vakgroepwerking***, op het extranet van OVSG***,*** <http://extranet.ovsg.be/> (rubriek ‘Publicaties’).

# Evaluatie

**Waarom evalueren?**

Evaluatie kan zeer verschillende functies hebben:

* formatief;
* summatief.

**Formatieve** (of tussentijdse) **evaluatie** is een middel om het leren bij leerlingen te verbeteren. Ze moet opgevat worden als een leerkans voor leerlingen en niet louter als een beoordelingsmoment. Deze evaluatie signaleert en diagnosticeert individuele leerproblemen met de bedoeling te remediëren. Cruciaal is de feedback aan de leerlingen: de leerlingen krijgen informatie over de bereikte en niet-bereikte leerdoelen en over de effectiviteit en de efficiëntie van hun leerproces. Leerlingen kunnen ook zelf bewijsmateriaal verzamelen om aan te tonen dat ze bijleren, dat ze zichzelf bijsturen. Zo worden ze verplicht om na te denken over hun eigen werkmethodes, aanpak, manier van leren. Deze formatieve manier van evalueren geeft niet alleen de leerling de kans om bij te sturen. De leerkracht ziet meteen waar het fout loopt en kan tijdens het leerproces ingrijpen om grotere schade te voorkomen door het leerproces en het lesgeven bij te sturen.

**Summatieve** (of eind-) **evaluatie** heeft als doel resultaatbepaling, kwaliteitsbeoordeling van de leerling, een eindoordeel uitspreken over de leerprestaties van de leerling en dit om de leerling te oriënteren en te selecteren.

**Wat evalueren?**

Uitgangspunt voor de evaluatie blijven uiteraard de leerplandoelstellingen, die als inzichten, vaardigheden en attitudes geformuleerd zijn. Belangrijk is dat de leerkracht de leerdoelen duidelijk zichtbaar maakt voor de leerlingen zodat ze weten wat ze moeten leren en vooral waarop ze zullen beoordeeld worden. Deze criteria moeten duidelijk met hen besproken worden. Eventueel kunnen een aantal samen met hen worden opgesteld.

*Procesevaluatie*

Via procesevaluatie verzamelt men gegevens over het verloop van het leerproces: de aanpak van de leerling om doelstellingen na te streven staat centraal. Deze evaluatie stelt in staat om de vooruitgang van de leerling te bepalen en om sterke en zwakke kanten in kaart te brengen. Hierdoor kan het leerproces continu bijgestuurd worden.

*Productevaluatie*

Via productevaluatie verzamelt en beoordeelt men gegevens om na te gaan of de leerling de gestelde doelstellingen heeft bereikt. Hiervoor bekijkt men het resultaat.

**Wie evalueert?**

In een 'testcultuur' is alleen de leerkracht verantwoordelijk voor de evaluatie. In een 'evaluatiecultuur' werken leerkracht en leerlingen samen aan de evaluatie. De participatie van leerlingen aan het evaluatieproces vergroot hun betrokkenheid en verantwoordelijkheid bij de leerstof en helpt hen dit beter te verwerken.

Bij *zelfevaluatie* zal een leerling zichzelf moeten beoordelen. Bij *peerevaluatie* en *co-evaluatie* kunnen ook medeleerlingen evalueren volgens vooraf opgestelde en besproken criteria. De leerkracht begeleidt dit leerproces en blijft verantwoordelijk voor de eindbeoordeling. Bij deze twee vormen van evaluatie is de reflectie door de leerling en het formuleren van nieuwe werkpunten cruciaal om tot een beter leerproces te komen.

In sommige gevallen zullen derden de leerlingen mee evalueren. Dit zal bijvoorbeeld het geval zijn wanneer een leerling tijdens een stage door de stagementor geëvalueerd wordt.

**Hoe evalueren?**

Kwaliteitsvol evalueren heeft te maken met verschillende facetten zoals de vooropgestelde criteria, de gebruikte evaluatievorm en de kwaliteit van toets- en examenvragen.

Meer informatie vindt u in ***Kwaliteitsvolle toets- en examenvragen***, op het extranet van OVSG, <http://extranet.ovsg.be/> (rubriek ‘Publicaties’).

# Minimale materiële vereisten

Het betreft de materiële vereisten die minimum noodzakelijk zijn voor een goede uitvoering van het leerplan.

***Veiligheid en welzijn op school***

Raadpleeg hiervoor [www.ond.vlaanderen.be](http://www.ond.vlaanderen.be) waar men de controle op ‘Veiligheid en welzijn’ kan nagaan aan de hand van het document ‘Dynamisch welzijnsbeleid van instellingen’. De variabelen zijn:

* de organisatie van het welzijnsbeleid
* de veiligheid van de werk- en leeromgeving (bv. de veiligheid van toestellen, de aanwezigheid van beschermingsmiddelen, …)
* gezondheid en hygiëne
* milieu (bv. omgaan met gevaarlijke producten)

Voor deze laatste variabele gelden een aantal basisvereisten:

* ontvlambare producten zijn reglementair opgeslagen.
* radioactieve producten, indien aanwezig, zijn veilig opgeslagen.
* er is een geactualiseerde inventaris van de producten met gevaarlijke eigenschappen.
* de risicoanalyse van elke gevaarlijke stof of preparaat bevat minimaal de veiligheids- en gezondheidskaart (MSDS-fiche).
* producten met gevaarlijke eigenschappen zijn voorzien van een genormeerd etiket met de voorgeschreven informatie.
* de instelling beschikt over een milieumelding (klasse 3) of milieuvergunning (klasse 1 of 2).
* gevaarlijke producten worden reglementair opgeslagen (opgeborgen in geschikte kasten).

**De wetenschapsklas/het labo**

Dit lokaal wordt mogelijk gebruikt voor de drie wetenschappen.

Het vaklokaal is conform de eisen gesteld in

* de Welzijnswet (betreft het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk);
* de Codex (omvat de uitvoeringsbesluiten van de Welzijnswet, zal op termijn het ARAB vervangen);
* het Algemeen Reglement voor de Arbeidsbescherming (ARAB);
* het Algemeen Reglement op Elektrische Installaties (AREI);

en houdt rekening met

* het Vlaams Reglement betreffende de Milieuvergunning ( VLAREM) en
* het Vlaams Reglement inzake Afvalvoorkoming (VLAREA).

Het vaklokaal heeft een leraarstafel, geschikt voor demonstraties en er zijn tafels waar de leerlingen experimenten kunnen uitvoeren. Er zijn aansluitingen voor water, gas en elektriciteit. Projectieapparatuur (pc, multimedia, dvd, tv, internet, mogelijkheden tot real-timemetingen) is aanwezig. Gepaste verlichting en verduistering is voorzien.

**Veiligheidsmateriaal voor de wetenschapsklas/het labo**

* blustoestel, branddeken
* emmer met zand
* veiligheidskast voor gevaarlijke producten
* metalen vuilnisbak
* labojassen, veiligheidsbrillen, handschoenen
* EHBO-set met oogdouche of oogwasfles

***Materiaal nodig voor leerlingenpractica:***

Demonstratieproeven

Daar fysica een experimentele wetenschap is moet het labo uitgerust zijn met voldoende materiaal om een reeks demonstratieproeven uit te voeren die kwalitatieve en kwantitatieve waarnemingen mogelijk maken:

- Toestel voor de studie van de EVB zoals hellende rail, luchtkussenbaan.

- Toestel voor het meten van de valversnelling.

- Generator voor statische lading, elektroscoop.

- Regelbare weerstanden, condensatoren, demovolt- en ampèremeter.

- Spoelen met ijzeren kern, model elektromotor en generator.

- Toestel voor het onderzoek van de centripetaalkracht.

- Rimpeltank.

- Oscilloscoop en/of pc voor het onderzoek van trillingen, frequentiegeneratoren.

- Stemvorken, micro, luidsprekers voor onderzoek van geluidsgolven.

- Optische bank met reuterlamp, interferentie en diffractieplaten, polaroidfilters.

- Fotocel of opstelling voor het foto-elektrisch effect.

Leerlingenproeven

Voldoende materiaal om de gekozen leerlingenpractica in kleine groepjes, op een veilige manier te laten uitvoeren.

- Basisuitrusting: glaswerk, thermometers, balansen, chronometers, elektrisch materiaal, e.d..

- Toestel voor de studie van de EVB: hellende rail.

- Elektroscopen, glas- en ebonietstaven.

- Volt- en ampèremeters, weerstanden, verbindingskabels, schakelaars.

- Spoelen, elektromagneten, modelgenerator en -motor.

- Slingers, veren.

- Stemvorken.

***Nuttige didactische hulpmiddelen***

* Flexcam.
* Computers met internetaansluiting
* Mogelijkheden tot realtimemetingen bv. sensoren om chemische hoeveelheden te meten.

# Vakspecifieke informatie

Eindtermen natuurwetenschappen 3de graad aso

<http://www.ond.vlaanderen.be/curriculum/secundair-onderwijs/derde-graad/aso/vakgebonden/natuurwetenschappen/algemeen.htm>

Vereniging Leraars Wetenschappen

<http://www.velewe.be/>

Vlaamse Olympiades voor Natuurwetenschappen

<http://www.vonw.be/>

KBIN, Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen

Museum voor Natuurwetenschappen

Vautierstraat 29  
B-1000 Brussel

Infolijn: +32 (0)2 627 42 38

Zie [www.natuurwetenschappen.be](http://www.natuurwetenschappen.be)

Colofon

Dit leerplan werd ontwikkeld door de leerplancommissie Fysica van OVSG met de medewerking van vertegenwoordigers van de inrichtende macht Antwerpen.

1. Definitie van het Europees Parlement en de Raad in haar voorstel van ‘Aanbeveling inzake kerncompetenties voor levenslang leren’: EU (2006). Recommendation of the European Parliament and the Council of 18 December 2006 on key competences and lifelong learning. Official Journal of the European Union, L394/10-18.

   <http://ec.europa.eu/dgs/education_culture/publ/pdf/ll-learning/keycomp_en.pdf> [↑](#footnote-ref-1)
2. Beleidsvoerend Vermogen – Platformtekst, Overkoepelend overlegplatform Inspectie-pedagogische begeleiding VlOR, p.7-8. [↑](#footnote-ref-2)