

# **TOEGEPASTE FYSICA DERDE GRAAD TSO**

**DIER- EN LANDBOUWTECHNISCHE WETENSCHAPPEN  
(LANDBOUWTECHNIEKEN)**

**NATUUR- EN GROENTECHNISCHE WETENSCHAPPEN  
(NATUUR- EN LANDSCHAPSBEHEERTECHNIEKEN)**

**PLANTTECHNISCHE WETENSCHAPPEN  
(TUINBOUWTECHNIEKEN)**

---

**LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS**

VVKSO – BRUSSEL D/2003/0279/037  
September 2003  
(vervangt D/1992/0279/053)



Vlaams Verbond van het Katholiek Secundair Onderwijs

Guimardstraat 1. 1040 Brussel

## **Situering van het leerplan**

Zie lessentabellen van het VVKSO.

# Inhoud

1	Beginsituatie.....	4
2	Algemene doelstellingen .....	4
2.1	Inleiding .....	4
2.2	Basisdoelstellingen.....	4
2.3	Algemene vaardigheden .....	5
3	Algemene pedagogisch-didactische wenken en didactische middelen .....	6
2)	Krachtenleer (7 u) .....	8
3)	Trillingen en golven (12 u).....	8
4	Leerplandoelstellingen, leerinhouden, pedagogisch-didactische wenken en didactische middelen.....	8
<b>EERSTE LEERJAAR .....</b>		<b>8</b>
4.1	Elektrostatica .....	8
4.2	Elektrodynamica.....	9
4.3	Elektromagnetisme.....	11
4.4	Wisselstroom.....	13
<b>TWEEDE LEERJAAR .....</b>		<b>14</b>
4.5	Bewegingsleer .....	14
4.6	Krachtenleer .....	15
4.7	Trillingen en golven .....	16
5	Uitrusting en didactisch materiaal .....	20
5.1	Basisinfrastructuur.....	20
5.2	Basismateriaal .....	20
5.3	Specifiek materiaal.....	20
6	Evaluatie .....	21
7	Bibliografie .....	22
7.1	Schoolboeken.....	22
7.2	Uitgaven van Pedagogisch-didactische centra .....	22
7.3	Tijdschriften .....	22
7.4	Naslagwerken.....	22

# 1 Beginsituatie

Een belangrijk aantal leerlingen die in de derde graad deze richting aanvatten hebben in de tweede graad “Plant-, dier- en milieutechnieken” of een andere studierichting met wetenschappen gevolgd. Ze bezitten enige basiskennis over metrologie, de structuur van de materie, optica, krachten, druk, verdampen, koken en condenseren.

Leerlingen die in de tweede graad een andere studierichting volgden kregen ook dit basispakket fysica.

## 2 Algemene doelstellingen

### 2.1 Inleiding

De belangrijkste algemene doelstelling is dat de leerlingen vanuit een eerder kwalitatieve benadering van enkele onderdelen van de fysica, steeds ondersteund door een experimentele benadering en praktische toepassing, de waarde en de relevantie van de fysica in het dagelijks leven en hun toekomstige beroep kunnen ervaren.

Dit betekent onder meer dat concepten, modellen en theorieën

- eerder kwalitatief dan kwantitatief worden aangebracht;
- eerder fenomenologisch inductief dan logisch deductief worden geïntroduceerd;
- gebruikt worden om leerling gerichte en leerling betrokken lessen uit te bouwen waardoor de belangstelling en de creatieve vermogens van de leerlingen worden gestimuleerd.

### 2.2 Basisdoelstellingen

#### 2.2.1 Cognitief

Het is van belang fysische feitenkennis aan te leren, maar ook het inzicht op te doen dat fysische wetten, modellen en theorieën vele toepassingen kennen in het dagelijkse leven en het latere beroepsleven.

De wetten, theorieën en modellen worden daarom bij voorkeur op een zodanige manier geformuleerd dat zij ook kwantitatieve conclusies mogelijk maken. Demonstratieproeven en standaardproblemen horen hier thuis.

Daaruit volgt dat op het einde van de 3de graad de leerlingen in staat moeten zijn om:

- belangrijke begrippen en wetten van de fysica in de specifieke vaktaal te omschrijven;
- het ordenend, verklarend en voorspellend karakter van eenvoudige fysische modellen en theorieën te doorzien;
- de wetenschappelijke kennis die ze bezitten aan te wenden voor het begrijpen van sommige technische realisaties in verband met de beroepssector;
- in te zien dat door deze veelal technisch hoogstaande toepassingen fysica ook maatschappelijk en economisch belangrijk is;
- voorbeelden te geven van de fysica in het dagelijkse leven;
- te ervaren dat fysica ook een ondersteunend vak kan zijn voor de andere wetenschappelijke, technische en praktische vakken.
- te ervaren dat veel technische installaties en werktuigen binnen de land -en tuinbouwsector toepassingen zijn van fysica.

## **2.2.2 Affectief**

De leerkrachten fysica moeten naast het cognitieve aspect ook aandacht besteden aan de invloed van de mensen die door de toegepaste fysica invloed hebben op onze cultuur en samenleving.

De invloed op de algemene cultuur brengt mee dat men aangeeft wat de natuurwetenschappelijke methode inhoudt. Men stelt zijn eigen preconcepties in vraag en probeert via experiment en theorie een reproduceerbare werkelijkheid te achterhalen. Een kritische houding tegenover zogenaamde vanzelfsprekendheden moet de leerlingen meer weerbaar maken tegen de dwang van onze technologische cultuur.

De leerling moet beseffen dat het toegepaste fysicaonderwijs niet op zichzelf staat, maar deel uitmaakt van een maatschappelijke context. Er moet aandacht worden geschonken aan de invloed van de fysica en haar toepassingen op de mens en de maatschappij.

Het toegepast fysicaonderwijs moet de leerlingen helpen om een gefundeerd standpunt in te nemen over de grote vragen van wetenschap en techniek (technologische, maatschappelijke en ethische dimensie). De leerlingen worden immers medeverantwoordelijk voor de maatschappij waarin zij zullen fungeren.

Daaruit volgt dat op het einde van de 3de graad de leerlingen:

- weerbaarheid moeten bezitten in een technische omgeving en kritisch moeten staan t.o.v. maatschappelijke problemen met fysische en technische aspecten;
- kritisch staan ten aanzien van een geschreven of een gesproken bewering;
- zin hebben voor relativering, waardoor het essentiële van het bijkomstige kan onderscheiden worden;
- verwondering opbrengen voor de harmonie en de complexiteit die schuil gaat in fysische verschijnselen;
- inzicht hebben in de betekenis van de fysica voor onze cultuur en voor onze huidige samenleving.

## **2.2.3 Psychomotorisch**

De motoriek van de leerlingen kan bevorderd worden door hen bij de demonstratieproeven te betrekken, zowel bij de uitvoering (leren omgaan met proevenmateriaal) als bij het verwerken van de meetresultaten. Dat geldt ook voor de leerlingenpractica.

## **2.3 Algemene vaardigheden**

Het vak Toegepaste fysica heeft ook tot doel de leerlingen een vorming mee te geven zodat ze kunnen omgaan met de aangeboden informatie. Tijdens de derde graad zal daarom hier de nodige aandacht aan gegeven worden.

### **2.3.1 Omgaan met informatie**

- uit informatie (tekst, tekeningen, foto's, tabellen, grafieken en schema's) relevante gegevens kunnen selecteren;
- inzichtelijk kunnen omgaan met relaties op concreet niveau: bij berekeningen de benaderingsregels toepassen en het resultaat van de juiste S.I.-eenheid voorzien.

### 2.3.2 Cognitieve vaardigheden

- een schema interpreteren; meetinstrumenten en componenten in een tekening schematisch en/of met een symbool weergeven;
- gerichte waarnemingen doen bij toestellen met het oog op het terugvinden van de fysische principes;
- relevante waarnemingen doen bij demonstratieproeven en deze waarnemingen weergeven d.m.v. woorden, afbeeldingen, tabellen, roosters, grafieken en/of schema's.

## 3 Algemene pedagogisch-didactische wenken en didactische middelen

Fysicalessen hebben een theoretisch en een experimenteel karakter. Dit betekent dat de leerlingen in het fysica-onderwijs ook kennis dienen te maken met het experiment. Dit gebeurt via demonstratieproeven, waarbij leerlingen actief betrokken worden en via het leerlingenpracticum.

Toegepaste fysica betekent bovendien dat fysica in de praktijk moet worden getoetst d.w.z. dat er eveneens voldoende aandacht wordt besteed aan en hoe men fysische wetten en principes in de techniek of in het dagelijkse leven toepast.

Dit zal bij voorkeur gebeuren door zoveel als mogelijk fysicaproblemen in een concrete context te plaatsen.

Het experimentele karakter van het fysica-onderwijs mag niet leiden tot een ordeloos uitvoeren van proeven om de proeven, maar elk experiment moet zijn plaats in de les verdienen om een probleem te stellen of om tot de oplossing van een vooraf gesteld fysisch probleem te komen.

Het interpreteren en toepassen van formules is belangrijk. De wiskundige afleiding kan worden weggelaten, op voorwaarde dat de invloed van de verschillende factoren in een formule wordt toegelicht en experimenteel wordt onderzocht.

Bij het leren van fysica tracht de leerling wetenschappelijke inzichten in de verschijnselen en de proeven te verwerven. Dit kan niet overeenkomen met het passief opnemen van kennis.

Het leren ontdekken en begrijpen van de wereld rondom hem met zijn technische toepassingen is een proces waarbij de leerling zelf actief zijn mening vormt door nieuwe ervaringen, informatie en ideeën toe te voegen aan zijn eigen voorstellingen en begrippen. Bij leerling-actief onderwijs geeft de leraar informatie en instructies waar nodig en volgt hij het leerproces van op een zekere afstand. Hij vermijdt om de problemen onmiddellijk zelf op te lossen. Hij begeleidt de leerling naar het doel door tips te geven of door te helpen bij het herdefiniëren van het probleem.

Voor het realiseren van leerling-actief onderwijs moet aan een aantal randvoorwaarden voldaan zijn. Men dient te beschikken over een goed uitgerust lokaal (zie vakbrochure VVKSO Didactische infrastructuur voor het onderwijs in de natuurwetenschappen). Vanzelfsprekend moet het nodige demonstratiemateriaal aanwezig zijn (zie brochure VVKSO Didactisch materiaal voor het onderwijs in de natuurwetenschappen).

Het is wettelijk voorzien dat het SI-eenhedenstelsel gebruikt wordt. Bij vermelding van een grootheid bij de leerinhouden wordt verwacht dat de SI-eenheid aangegeven wordt in de les.

Voor de naam, het symbool en de eenheid van de grootheden verwijzen we naar de Belgische normen die hieromtrent worden uitgevaardigd. Men kan zich hiervoor wenden tot het BIN (Belgisch Instituut voor Normalisatie), Brabançonnellaan 31, 1040 Brussel, Tel . 02 733 42 54 – e-mail: info@bin.be

Rekenvaardigheden i.v.m. het metriek stelsel en de wetenschappelijke notatie (via machten van 10 of voorvoegsels) zijn permanent na te streven vaardigheden.

Bovendien worden overal de benaderingsregels bij berekeningen en oefeningen met gemeten resultaten consequent toegepast in de loop van het jaar.

Behalve het uitvoeren van demonstratieproeven is een multimediale aanbreg van de leerstof aan te bevelen, m.n. het gebruik van transparanten, dia's, video en computer.

In heel wat gevallen biedt het gebruik van de computer een meerwaarde, zoals het direct beschikbaar zijn van grafieken, het vlug kunnen veranderen van parameters, enz.

Ongetwijfeld zullen leraars toegepaste fysica, die een computer met interfacekaart, meetpaneel en sensoren ter beschikking hebben, gebruik maken van dit handig meetapparaat om demonstratieproeven uit te voeren.

In het vaklokaal kan de computer gebruikt worden om meetgegevens te registreren en/of in grafiek om te zetten en/of te verwerken. Bij de opstelling van het experiment moet de aandacht van de leerlingen gevestigd worden op de fysische aspecten van het experiment en niet op de registratie en de verwerking door de computer. Het is een middel om de invloed van de verschillende parameters op de meetresultaten aan te tonen.

Proeven die met gewone middelen slechts kwalitatief uitgevoerd kunnen worden bieden met de computer vaak betere perspectieven.

### **Lessentijden:**

Onderstaand tijdschema kan een hulp zijn bij het opstellen van het jaarplan:

#### Eerste leerjaar (25 uren)

1) Elektrostatica (2 u)

2) Elektrodynamica (9 u)

- Basisbegrippen i.v.m elektrische stroomkring
- Elektrische weerstand
- Energie en vermogen bij een elektrische stroom
- Schakelen van weerstanden
- Veilig omgaan met elektriciteit

3) Elektromagnetisme (6u)

- Basisbegrippen van magnetische verschijnselen
- Magnetische werking van elektrische stroom
- Krachtwerking v.e magnetisch veld op een stroomvoerende geleider
- Het elektromagnetische inductieverschijnsel

4) Wisselstroom (8 u)

- vergelijken gelijk - en wisselstroom
- ontstaan van wisselstroom
- de transformator: op - en aftransformeren
- de driefasenstroom
- vermogen bij motoren

Van de 25 uren dienen minimum 2 uren besteed te worden aan practicum.

## Tweede leerjaar (25 lesuren)

### 1) Bewegingsleer (6 u)

- het begrip snelheid
- het begrip versnelling
- vallen

### 2) Krachtenleer (7 u)

- het begrip kracht en vectoriële voorstelling
- meten van krachten
- de hoofdwetten van Newton
- Het begrip krachtenkoppel en moment

### 3) Trillingen en golven (12 u)

- harmonische trillingen
- ontstaan van lopende golven en soorten golven
- eigenschappen van golven
- het elektromagnetisch spectrum

Van de 25 lesuren dienen minimum 2 lesuren besteed te worden aan practicum.

## **4 Leerplandoelstellingen, leerinhouden, pedagogisch-didactische wenken en didactische middelen**

### **EERSTE LEERJAAR**

#### **4.1 Electrostatica**

##### **LEERPLANDOELSTELLINGEN**

- Aangeven hoe lading kan ontstaan.
- Het ontstaan van twee soorten ladingen en hun onderlinge wisselwerking beschrijven en de eenheid van lading aangeven.
- Geleiders en isolatoren van elkaar onderscheiden en toelichten vanuit het atoommodel.

##### **LEERINHOUDEN**

- Ontstaan en aantonen van lading
- Praktische toepassingen van lading
- Verklaring van het ontstaan van de lading van een lichaam
- Aantrekking en afstoting van geladen voorwerpen
- Geleiders en isolatoren



## PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Men zal enkele wrijvingsproefjes uitvoeren en verklaren: aantrekking van papiersnippers, afbuiging van een waterstraal, ... Eventueel kan hierbij gebruik worden gemaakt van de elektroscop. Opladen door elektrische influentie kan dan ook worden aangetoond en besproken. Enkele praktische toepassingen zijn o.a. vonkjes bij het uittrekken van een wollen trui, statische elektriciteit bij beeldschermen en auto's, gebruik van een poetsdoek, ... Bij de krachtwerking is het niet de bedoeling de wet van Coulomb kwantitatief te behandelen. Het is ook mogelijk de geleiding door ionen te behandelen bij het meten van de elektrische geleidbaarheid (EC-gehalte) van voedingsoplossingen voor planten.

## 4.2 Elektrodynamica

### 4.2.1 Basisbegrippen in verband met de elektrische stroom

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- De grootheden elektrische stroom en spanning omschrijven en de eenheden aangeven.
- Een eenvoudige elektrische schakeling met volt- en ampèremeter schematisch weergeven en de conventionele stroomzin aanduiden.
- Enkele toepassingen van elektrische stroom beschrijven.

#### LEERINHOUDEN

- Stroom, stroomsterkte
- Spanning, spanningsbron
- Schakelen van volt- en ampèremeter
- Conventionele stroomzin
- Toepassingen uit de land- en tuinbouw

## PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Om zo concreet mogelijk de basisbegrippen i.v.m. een elektrische stroomkring aan te brengen gebruiken we bij voorkeur het vloeistofstroommodel. Nadat men in een elektrische stroomkring met lampjes als stroomsterke-indicatoren enkele kwalitatieve waarnemingsproeven heeft uitgevoerd leert men met volt- en ampèremeter de stroom en de spanning meten. Via proefjes met lampjes kunnen misconcepten i.v.m. stroom en spanning aangepakt worden. Als toepassing uit de wereld van de land- en tuinbouw kunnen bv. overbelasting, fotoperiodische en assimilatie belichting van planten in serres, de stroomkring bij een fiets, auto, ... (massasluiting) besproken worden.

### 4.2.2 Elektrische weerstand

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Bij een geleider in een gelijkstroomkring het verband tussen spanning, stroomsterkte en weerstand formuleren, grafisch voorstellen en toepassen.
- De factoren die de weerstand van een geleider bepalen aangeven en toelichten.
- De relatie tussen de weerstand en de factoren die de waarde ervan bepalen in een formule weergeven. **(U)**
- De invloed van de temperatuur op de weerstand toelichten en verklaren. **(U)**

#### LEERINHOUDEN

- Verband tussen stroomsterkte, spanning en weerstand: wet van Ohm
- Factoren die de weerstand van een geleider beïnvloeden: kwalitatief
- Wet van Pouillet **(U)**
- Invloed van de temperatuur op de weerstand **(U)**

## PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

De verhouding van de spanning over een schakelelement en de stroomsterkte erdoor, definieert men als weerstand van dit schakelelement. Bij een weerstand die voldoet aan de wet van Ohm is die verhouding constant. Vestig er de aandacht op dat het woord weerstand dubbel gebruikt wordt nl. als grootheid en als schakelelement van energie. De wet van Ohm en Pouillet kunnen als leerlingenpracticum behandeld worden. Bij de kwalitatieve behandeling van de wet van Pouillet kan worden aangegeven dat de toevoerleidingen bij grote verbruikers bestaan uit dikke koperen geleiders.

Op meettoestellen zoals EC- meter is altijd een knop aangebracht waarmee een temperatuurcorrectie kan ingesteld worden. Bij het veranderen van de temperatuur van de vloeistof waarin wordt gemeten, wijzigt ook de weerstand van het meettoestel. Dit is zeker een praktische toepassing die kan gebruikt worden.

### 4.2.3 *Energie en vermogen bij een elektrische stroom*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Het joule-effect toelichten.
- De warmteontwikkeling van een elektrische stroom verklaren en het elektrisch vermogen berekenen.
- De kWh als eenheid van elektrische energie gebruiken.
- Enkele praktische toepassingen in verband met warmteontwikkeling en veiligheid toelichten en verklaren.

#### LEERINHouden

- Joule-effect, elektrische energie + eenheden: joule en kWh
- Elektrisch vermogen + eenheid
- Elektriciteitsrekening en kWh-meter
- Toepassingen: elektrische verwarmingstoestellen, gloeilamp, smeltveiligheid
- Halogeenlampen (**U**)

## PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Een elektrisch toestel onttrekt elektrische energie aan een spanningsbron en zet deze energie om in een andere soort energie. Bevat een toestel enkel ohmse weerstand dan wordt de elektrische energie uitsluitend omgezet in warmte. Het tempo waarin dit gebeurt noemen we het vermogen d.w.z. de hoeveelheid energie die het toestel per seconde kan omzetten. Laat de leerlingen bijvoorbeeld uitrekenen hoeveel een avondje tv-kijken kost. Eventueel kan het vermogen bepaald worden van een elektrisch toestel m.b.v. een kWh-teller. De energiekost van een gloeilamp kan vergeleken worden met die van een spaarlamp met zelfde lichtopbrengst.

Bij het verwarmen van pas geboren biggen worden IR- lampen gebruikt. Bij het verlengen van de daglengte bij planten worden gloeilampen gebruikt. Hierbij wordt het proces van de bloemknopaanleg beïnvloed.

### 4.2.4 *Schakelen van weerstanden*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Bij serie- en parallelschakeling van weerstanden respectievelijk de spanning- en stroomwetten toepassen op eenvoudige kringen.
- De vervangingsweerstand berekenen voor een serie- en parallelschakeling.

#### LEERINHouden

- Serie- en parallelschakeling
- Stroom- en spanningsverdeling
- Vervangingsweerstand

## PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

De stroom- en spanningswetten kunnen worden ingeleid via waarnemingsproeven met identieke lampjes en kunnen dan nadien experimenteel worden afgeleid. Het is **niet** de bedoeling hier de wetten van Kirchhoff te gebruiken om stroom -en spanningsvergelijkingen op te stellen en op te lossen. De formules voor de vervangingsweerstand kunnen als leerlingenpracticum m.b.v. een ohmmeter worden geverifieerd.

De formules worden het best toegepast met een aantal eenvoudige kwalitatieve en kwantitatieve opdrachten.

### 4.2.5 *Veilig omgaan met elektriciteit*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Risico's voor de mens bij het omgaan met elektriciteit herkennen en verwoorden.
- Risico's van elektriciteit voor de omgeving verwoorden en herkennen.
- Maatregelen verwoorden en toepassen om ongevallen met elektriciteit te voorkomen.  
Veiligheidsvoorschriften in verband met elektriciteit naleven.

#### LEERINHOUDEN

- Risico's door het omgaan met elektriciteit voor de mens
- Risico's door het omgaan met elektriciteit voor de omgeving
- Ongevallen met elektriciteit voorkomen
  - spanning verminderen
  - weerstand verhogen
  - isoleren
  - collectieve beveiligingen
  - belangrijke veiligheidstips

## PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Bovenvermelde leerinhouden maken deel uit van de cursus basisveiligheid VCA. Leerlingen die slagen in het examen ontvangen een attest basisveiligheid.

Dit examen wordt georganiseerd door het Provinciaal veiligheidsinstituut - Jezusstraat 28 , 2000 Antwerpen. De leerinhouden van de cursus basisveiligheid zijn gespreid over verschillende leerplannen en vakken. Overleg tussen de verschillende leerkrachten is hierbij noodzakelijk.

De leerinhouden i.v.m veilig omgaan met elektriciteit zijn opgenomen in hoofdstuk 11 van het handboek *Basisveiligheid* uitgegeven door hetzelfde instituut.

## 4.3 Elektromagnetisme

### 4.3.1 *Basisbegrippen van magnetische verschijnselen*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Magnetische verschijnselen toelichten met behulp van magneetpolen, magnetische krachtwerking, magnetisch veld en veldlijnen.
- Het magnetisme van een permanente magneet en het magnetiseren en demagnetiseren van een ferromagnetische stof vanuit het model van de elementaire magneetjes toelichten. **(U)**
- Magnetische influentie omschrijven. **(U)**
- Het aardmagnetisme toelichten. **(U)**

#### LEERINHOUDEN

- Magneetpolen
- Krachtwerking
- Veldlijnspectra
- Elementaire magneetjes **(U)**
- Magnetische influentie **(U)**
- Aardmagnetisme **(U)**

## PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

De studie van permanente magneten is er enkel als inleiding op elektromagneten.

Je geeft hier best aan waar er permanente magneten gebruikt worden in het dagelijks leven: bordmagneten, kastsluitingen, in fietsdynamo's, in luidsprekers, ... M.b.v. het al of niet bevatten van elementaire magneetjes kan het verschil uitgelegd worden tussen ferromagnetische en non-ferromagnetische stoffen. Door het richten van de elementaire magneetjes volgens eenzelfde oriëntatie ontstaat aan de ene kant van een spijker, in de buurt van een magneet, een noordpool en aan de andere kant een zuidpool. Dit verschijnsel heet magnetische influentie. Daardoor wordt de spijker aangetrokken door de magneet.

### 4.3.2 *Magnetische werking van elektrische stroom*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Beschrijven dat elektrische stroom in een geleider steeds een magnetisch veld veroorzaakt.
- Het veldlijnenpatroon van een solenoïde schetsen en de analogie met een staafmagneet aangeven.
- Het magnetisme in de materie d.m.v. kringstroompjes verklaren. **(U)**.
- Enkele toepassingen van elektromagneten bespreken

#### LEERINHouden

- De stroom als oorzaak v.h. magnetisch veld bij
  - - een rechte geleider (proef van Oersted)
  - - een winding
  - - een solenoïde
- Veldlijnenpatroon van een solenoïde
- Verklaring van permanente magneten **(U)**
- Enkele toepassingen van elektromagneten

## PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

De proef van Oersted legt het verband tussen elektrische stroom en magnetisme. Vandaar dat we spreken van elektromagnetisme.

De magnetische velden kunnen met ijzervijlsel of met magneetnaaldjes goed aangetoond worden. Kringstroompjes van bewegende elektronen in een atoom veroorzaken elementaire magnetische veldjes.

Als toepassingen van elektromagneten kunnen hier de bel, het relais, de luidspreker, de magnetische deuropener, elektromagnetische kranen ... besproken worden. Bij het automatiseren van de watervoorziening voor planten worden elektromagnetische kleppen en kranen gebruikt.

### 4.3.3 *Krachtwerking van een magnetisch veld op een stroomvoerende geleider*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- De richting en zin van de kracht van een magnetisch veld op een stroomvoerende geleider bepalen.
- De grootte berekenen in een concreet geval.
- De sterkte van een magnetisch veld door de magnetische inductie weergeven. **(U)**
- De richting en zin van de kracht van een magneetveld op een vrije lading bepalen en dit toepassen bij een oscilloscoop. **(U)**

#### LEERINHouden

- Lorentzkracht: richting en zin
- Lorentzkracht: grootte
- Definitie van magnetische inductie
- Kracht op een vrije lading **(U)**

- Het werkingsprincipe van een motor d.m.v. de Lorentz-kracht kunnen verklaren.
- Toepassing: het motorprincipe (kracht op een stroomvoerend kader)

## PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

De waarde van de magnetische inductie geeft de sterkte van het magnetisch veld aan. Daarom hoeft men de veldsterkte  $H$  niet te definiëren. De definitie van de magnetische inductie  $B$  wordt afgeleid uit de formule van de Lorentz-kracht  $F = B \cdot I \cdot L$ .

Eventueel kan men de afbuiging van de elektronenstroom in een oscilloscoop verklaren met de formule  $F = B \cdot Q \cdot v$ .

De werking van de elektrische motor is een toepassing van de magnetische krachtwerking.

Op het internet zijn mooie applets te zien die de Lorentz-kracht en het motorprincipe via een animatie duidelijk maken.

Blood-flow-meters zijn gebaseerd op de magnetische krachtwerking op ionen die in het bloed aanwezig zijn.

### 4.3.4 Elektromagnetisch inductieverschijnsel

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Het ontstaan van een inductiespanning toelichten.
- Zin van de inductiespanning bepalen. (**U**)
- Invloed van de fluxverandering op de inductiespanning berekenen. (**U**)
- Het werkingsprincipe van een generator kunnen uitleggen.

#### LEERINHouden

- Proef van Faraday
- Wet van Lenz (**U**)
- Algemene inductiewet (**U**)
- Toepassingen zoals bv. het generatorprincipe

## PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Als je een spoel nadert of je er van verwijderd met een magneet wordt een spanning geïnduceerd in die spoel: de inductiespanning.

Het generatorprincipe kan eventueel proefondervindelijk worden aangetoond. De belangrijkste toepassing van het genereren van een spanning is de generator zoals de alternator in een centrale of de fietsdynamo. Op het internet vind je mooie applets die via een animatie het generatorprincipe illustreren.

Om serres te vrijwaren van schade veroorzaakt door bliksemschade is het belangrijk de aarding zo te plaatsen dat de serre een kooi van Faraday wordt.

Als toepassing van elektromagnetische inductie kan ook de elektrische gitaar en inductiekoken worden aangehaald.

## 4.4 Wisselstroom

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Het ontstaan van wisselstroom beschrijven.
- Een wisselstroom onderscheiden van een gelijkstroom.
- De werking van een transformator beschrijven.
- Het transport van elektrische energie beschrijven.
- De werking van een driefasenstroom beschrijven.

#### LEERINHouden

- Ontstaan van wisselstroom
- Onderscheid tussen gelijkstroom en wisselstroom.
- Transformator
- Energietransport
- Driefasenstroom: omschrijving

- Voor-en nadelen van driefazenstroom verwoorden.
- Uitleggen hoe men de draaizin van driefazenmotoren kan wijzigen.
- De betekenis van het begrip vermogen bij een motor kunnen uitleggen.
- Voor- en nadelen van driefasenstroom
- Draaizin van motoren
- Vermogen bij motoren

## PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Het is belangrijk de functie van transformatoren binnen de land- en tuinbouwsector te behandelen. Het is hier niet de bedoeling om de driefasenstroom tot op het bot uit te diepen. Het is wel de bedoeling de voor- en nadelen van het schakelen van de driefasenstroom uit te leggen. De leerlingen moeten begrijpen hoe de draaizin van de motor kan gewijzigd worden. Elektrische motoren die links en rechts kunnen draaien worden toegepast bij verluchttingsinstallaties van een serre.

Tijdens de praktijkoefeningen leren leerlingen elektrische motoren schakelen en kleine storingen zoeken. Als uitbreiding van het onderdeel elektrische motoren kan de leerkracht ook uitleggen wat de mogelijke oorzaken zijn van het verbranden van motoren en hierbij aansluitend de mogelijkheden om motoren te beveiligen.

## TWEEDE LEERJAAR

### 4.5 Bewegingsleer

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Voor een eenparig rechtlijnige beweging de snelheid berekenen en deze beweging grafische voorstellen.
- Voor een rechtlijnige beweging de verandering van de snelheid als versnelling omschrijven.
- De eenparig veranderlijke beweging met behulp van het begrip valversnelling omschrijven.

#### LEERINHouden

- Het begrip snelheid en afgelegde weg
- Het begrip versnelling
- De valbeweging

## PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Bij het experimenteel inleiden van de eenparig veranderlijke beweging kan men vertrekken vanuit de vrije val. Beschikt men hiervoor niet over de nodige apparatuur, dan blijven voldoende alternatieve mogelijkheden (hellend vlak, constante aandrijfkracht bij een horizontaal vlak,...) over om via metingen tot bepaalde besluiten (wetmatigheden) te komen i.v.m. de eenparig versnelde beweging zonder beginsnelheid.

Men schenkt voldoende aandacht aan het maken en leren interpreteren van grafieken.

## 4.6 Krachtenleer

### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Voorbeelden geven dat krachten zowel vervorming als verandering van de bewegingstoestand kunnen veroorzaken.
- Het symbool en de eenheid van kracht weergeven.
- Een kracht meten door gebruik te maken van een dynamometer.
- Kracht als een vectoriële grootheid omschrijven en de pijlvoorstelling van kracht gebruiken.
- Uit de massa van een voorwerp de zwaartekracht op dat voorwerp bepalen.
- Het begrip gewicht omschrijven en het onderscheid met massa aangeven.
- Het eerste beginsel van Newton uitleggen d.m.v. voorbeelden van systemen in rust of in eenparige beweging.
- De invloed van de resulterende kracht en van de massa op de verandering van de bewegingstoestand van een voorwerp kwalitatief en kwantitatief beschrijven.
- Met het tweede beginsel van Newton de eenheid van kracht kunnen toelichten.
- Het beginsel van actie en reactie omschrijven en bij een gegeven situatie de beide krachten op de verschillende lichamen aanwijzen.
- Het moment van een kracht kunnen omschrijven.

### LEERINHOUDEN

- Kracht als oorzaak van vervorming en als oorzaak van verandering van bewegingstoestand
- Meten van krachten met de dynamometer (eenheid: newton)
- Twee voorbeelden:
  - zwaartekracht en gewicht
  - veerkracht (wet van Hooke)
- Het traagheidsbeginsel
- De wet  $F = m \cdot a$
- Samenhang tussen kracht, massa en versnelling
- Het beginsel van actie en reactie
- Standaardopdrachten in verband met de beginselen van Newton
- Krachtenkoppel en moment

### PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

In het hoofdstuk kracht en beweging hebben we kracht beschreven als de oorzaak van de verandering van de bewegingstoestand van een voorwerp. De bewegingstoestand veranderde niet indien de nettokracht op het voorwerp gelijk was aan nul. In dat geval zal dat voorwerp met dezelfde snelheid rechtlijnig doorgaan of in rust blijven. Deze omschrijving is eigenlijk het eerste beginsel van Newton of het traagheidsbeginsel. Vanuit hun ervaringswereld kan men de leerlingen zelf laten verwoorden dat grotere massa's moeilijker in beweging of moeilijker tot rust gebracht worden. Deze vaststelling leidt tot een andere formulering van het eerste beginsel nl.: massa is traag.

Het eerste beginsel houdt in dat er alleen dan een verandering van bewegingstoestand optreedt als er een resulterende kracht op een voorwerp wordt uitgeoefend die niet gelijk is aan nul. Over hoe die verandering gebeurt weet je niets.

Het tweede beginsel van Newton leert ons dat er een samenhang is tussen de grootheden kracht, massa en versnelling en ook hoe die relatie er uit ziet.

Tenslotte leert men via het derde beginsel (actie - reactie) dat krachten altijd in paren optreden. Belangrijk hierbij is erop te wijzen dat de twee krachten niet alleen gelijk zijn en tegengesteld, maar dat ze bovendien aangrijpen op twee verschillende lichamen zodat ze elkaar nooit kunnen opheffen (ze hebben dus geen resultante). Je kunt het derde beginsel aanschouwelijk maken door twee gelijke dynamometers horizontaal met elkaar te verbinden en het geheel uit te rekken: de dynamometers zullen beide dezelfde waarde voor de ondervonden kracht aanwijzen.

Het beginsel van actie en reactie is één van de meest gekende, maar minst begrepen items uit de fysica. Zo is het voor de leerlingen eigenaardig dat de kracht van de aarde op zijn lichaam even groot is als de kracht van zijn lichaam op de aarde. Wij vallen naar de aarde toe en niet andersom. De krachten zijn weliswaar even groot, maar de versnelling is afhankelijk van de massa.

Een lichaam dat ergens op steunt ondervindt van die steun een kracht, de normaalkracht. Een lichaam dat ergens aan hangt, ondervindt van de ophanging een kracht, de spankracht.

Het derde beginsel is niet alleen geldig voor stelsels in rust, maar ook voor bewegingssituaties.

Het is eveneens belangrijk bij het inoefenen van deze leerstof zoveel mogelijk gebruik te maken van opdrachten (of eventueel contexten) die leefwereld- en samenlevingsgerichte situaties beschrijven (bv. beweging en verkeer of beweging en sport).

De zwaartekracht werd reeds in de tweede graad ingevoerd via  $F_z = m \cdot g$  waarbij  $g$  de zwaarteveldsterkte werd genoemd. Hier krijgt  $g$  ook de betekenis van de valversnelling. De equivalentie van  $N/kg$  en  $m/s^2$  wordt via de definitie van de newton verduidelijkt. Uit de gravitatiewet van Newton toegepast op de aarde en een voorwerp in zijn nabijheid halen we  $g$ , waarna een bespreking volgt van de verschillende factoren die  $g$  beïnvloeden.

Het onderscheid tussen massa en gewicht en tussen gewicht en zwaartekracht wordt hier extra onderstreept. Het gewicht van een lichaam is de kracht die een lichaam op zijn omgeving, bv. zijn steunvlak of zijn ophangpunt, uitoefent. Veel leerlingen hebben een verkeerd beeld van wat precies gewichtsloosheid inhoudt. Concrete voorbeelden, zoals bv. het verschil tussen gewicht en zwaartekracht bij een parachutist in vrije val, kunnen hier verhelderend werken.

Bij soorten krachten ook de aandacht vestigen op stabiliteit en evenwicht (constructies zoals stallen, serres) en de verschillende krachten die daarbij genoemd worden: spankracht, .... Wijzen op het belang van verbindingsstukken voor de stevigheid van een constructie.

Voor het onderdeel krachten en momenten dient de leerkracht de link te leggen met de vakken TV en PV algemene techniek. Het bepalen van het kippmoment bij trekkers en andere transportwerktuigen is een toepassing van krachten en momenten. Hierbij verwerven de leerlingen inzicht in het veilig en deskundig monteren van lasten en tegengewichten aan de trekker.

Ook de relatie tussen vermogen van een trekker, trekkracht en snelheid zijn interessante thema's die vakoverschrijdend worden uitgewerkt.

## 4.7 Trillingen en golven

### 4.7.1 Harmonische trillingen

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- De verschillen tussen een harmonische en een gewone trilling toelichten en de karakteristieke grootheden aangeven in concrete toepassingen.
- De invloed van de verschillende factoren die de periode van een harmonische trilling beïnvloeden kwalitatief omschrijven in concrete voorbeelden.

#### LEERINHouden

- Wiskundige en grafische voorstelling van een harmonische trilling
- Uitwijking, amplitude, periode en frequentie
- Kwalitatief onderzoek van de periode bij massa-veersystemen en een wiskundige slinger



- Het verschijnsel resonantie in toepassingen herkennen.
- De gedwongen harmonische trilling: het resonantieverschijnsel + toepassingen

## PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Het begrip trilling wordt via concrete voorbeelden geïntroduceerd. Voorbeelden zijn een massa aan een veer, een slinger, een dobberend lichaam, een trillende waterkolom.. Voorbeelden van grafieken die een trilling voorstellen zijn seizoenritmes, droomcyclus, hartritme, ....

Een harmonische trilling kan geïntroduceerd worden vanuit concrete voorbeelden zoals de zandslinger, registratie van de uitwijking via PC en positie-sensor (waterpotentiometer, ultrasone afstandsensor).

De formules kan worden geïntroduceerd en de verschillende elementen kunnen worden toegelicht m.b.v. de grafische voorstelling die volgt uit concrete voorbeelden.

Het is aangewezen je te beperken tot gevallen met beginfase nul.

Bij het onderzoek van de periode bij een massaveersysteem en de wiskundige slinger kunnen de kwalitatieve besluiten getoetst worden aan de geïntroduceerde formules. Men kan er op wijzen dat in de praktijk de amplitude afneemt (gedempte harmonische trilling) zonder dat de periode daalt.

Bij resonantie kunnen volgende toepassingen aan bod komen: 2 identieke stemvorken, het heftig trillen van de achteruitkijkspiegel van een bus bij stationair toerental, de Tacoma-brug, ...

### 4.7.2 *Ontstaan van lopende golven*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Een golf als een voortplanting van een harmonische trilling omschrijven.
- De verschillende soorten golven van elkaar onderscheiden.
- Het begrip golflengte toelichten en het verband met de frequentie aangeven.
- Energieoverdracht bij lopende golven toelichten.
- De afname van de intensiteit als functie van de afstand bij een lopende golf toelichten.

#### LEERINHouden

- Ontstaan van golven
- Soorten golven
  - longitudinale/transversale
  - mechanische/elektromagnetische
- Golflengte, frequentie en voortplantingssnelheid
- Energie
- Intensiteitsafname

## PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Maak het onderscheid tussen een puls die zich voortplant en een golf. Hier is het immers een trilling die zich voortplant. In feite is er voortplanting van energie. Er is energietransport zonder netto massatransport. Hoewel heel mooie computersimulaties op de markt zijn, zijn een lang touw en een slinkyveer nog altijd zeer eenvoudige en doeltreffende media om het begrip golf in te voeren.

Bij de definitie van golflengte kan men er via  $v = \lambda \times f$  op wijzen dat voor een bepaalde middenstof golflengte en frequentie omgekeerd evenredig zijn met elkaar. Dit kan eveneens via een dik touw mooi geïllustreerd worden. Voor wat betreft energiebeschouwingen is de voortplanting van een golf op een wateroppervlak een interessant hulpmiddel.

De intensiteit is de hoeveelheid energie die per seconde (= vermogen) voorbijkomt loodrecht doorheen een eenheidsoppervlak.

Bij afname van de intensiteit met de afstand kan de kwadratenwet kwalitatief worden aangegeven: bij een dubbele afstand is de intensiteit vier keer zo zwak geworden.

### 4.7.3 Eigenschappen van golven

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Met behulp van het golfmodel terugkaatsing, breking, buiging en interferentie (**U**) van lopende golven toelichten en met praktische toepassingen illustreren.

#### LEERINHOUDEN

- Beginsel van Huygens
- Eigenschappen van lopende golven:
  - - terugkaatsing en absorptie
  - - breking
  - - buiging
  - - interferentie
- Toepassingen zoals bv. echografie, endoscopie, lichtmicroscopie, ...

#### PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Het is niet de bedoeling de terugkaatsingwet en de brekingswet vanuit het beginsel van Huygens te bewijzen. Hiervan zijn op het internet mooie applets te vinden. Wel kan men aantonen dat die wetten die de leerlingen kennen voor licht ook geldig zijn voor alle golven. Wijs bv. op een paraboolantenne voor radiogolven.

Bij breking is het interessant eens terug te komen op totale terugkaatsing, aangezien dit gebruikt wordt bij lichtvoortplanting door glasvezels, zoals bv. bij endoscopie.

De verschijnselen buiging en interferentie zijn nieuw. Interessant bij buiging is het verschillende gedrag van geluid en licht bij een deuropening. Hieruit kan de buigingsvoorwaarde duidelijk gemaakt worden. Deze verklaart bv. waarom een lichtmicroscop objecten kleiner dan de golflengte van het licht niet kan detecteren of waarom je vnl. de lage tonen hoort als een wagen met al te luide autoradio voorbijkomt.

Lichtstralen die op het glas(dak) van een serre vallen worden teruggekaatst, door het glas geabsorbeerd of doorgelaten. De doorlaatbaarheid van de lichtstralen is afhankelijk van het materiaal, de dakhelling en de invalshoek van de lichtstralen.

### 4.7.4 Het elektromagnetisch spectrum

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Het ontstaan van licht vanuit het atoommodel beschrijven
- De eigenschappen van licht met betrekking tot de frequentie en de fase toelichten. (**U**)
- Het ontstaan van laserlicht via gestimuleerde emissie omschrijven.
- Enkele toepassingen van laserlicht in de land- en tuinbouwsector beschrijven.
- Enkele andere elektromagnetische golven situeren in het elektromagnetisch spectrum en enkele belangrijke toepassingen opnoemen en beschrijven.

#### LEERINHOUDEN

- Ontstaan van licht: absorptie en spontane emissie
- Eigenschappen: frequentie (mono- en polychromatisch) en fase (coherent en incoherent licht) (**U**)
- Gestimuleerde emissie: de laser
- Toepassingen van laserlicht
- Het elektromagnetisch spectrum + toepassingen zoals bv. zonnebank, het gebruik van X-stralen, I.R.-behandeling, ...

- Interferentie van licht aan 2 spleten en aan een rooster beschrijven en hiermee de golflengte van het licht bepalen. **(U)**
- Interferentie van licht **(U)**

## PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Indien men het ontstaan van licht bespreekt, kan men ook oog hebben voor de verschillende soorten lichtbronnen (gloeilamp, gasontladingslamp en fluorescentielamp) en hierbij de eigenschappen frequentie en fase bespreken.

Vanuit het ontstaan van laserlicht (gestimuleerde emissie) kunnen de heel speciale eigenschappen van het laserlicht besproken worden. Van daaruit kunnen dan enkele praktische toepassingen behandeld worden: : lezen barcodes (bij melkvee, plantenteelt), landmeetkunde...

Bij het elektromagnetisch spectrum kunnen telkens enkele van de belangrijkste eigenschappen en toepassingen aangehaald worden. Bij UV kan er bv. gesproken worden over de risico's van overmatige bruincultuur. Bij X-stralen kan de röntgenfoto besproken worden.

Tegenwoordig kan je voor het aantonen van interferentie aan een rooster gebruik maken van goedkope laserpointers.

Lasertechniek wordt in de tuinaanleg gebruikt voor het nivelleren van gronden of het bepalen van de verschillende niveaus.

Water van vijvers of water dat hergebruikt wordt bij hydroculturen ontsmet men met behulp van UV licht. Een fijne film water passeert voorbij UV lampen.

Sorteren op bevruchte eieren gebeurt via golven.

Water voor snijbloemen mag geen bacteriën bevatten. Op bloemenveilingen wordt het water ontsmet met UV licht

Het is belangrijk de link te leggen tussen de efficiëntie van de verschillende golflengten van het zichtbaar licht en de fotosyntheseactiviteit bij planten.



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

**Op het voorliggende leerplan kan u als leraar ook reageren** en uw opmerkingen, zowel positief als negatief, aan de leerplancommissie meedelen via e-mail ([leerplannen@vvkso.vsko.be](mailto:leerplannen@vvkso.vsko.be)) of per brief (Dienst Leerplannen VVKSO, Guimardstraat 1, 1040 Brussel).

Vergeet niet te vermelden over welk leerplan u schrijft: vak, studierichting, graad, licapnummer.

Langs dezelfde weg kan u zich ook aanmelden om lid te worden van een leerplancommissie.

In beide gevallen zal de Dienst Leerplannen zo snel mogelijk op uw schrijven reageren.

---

## 5 Uitrusting en didactisch materiaal

De uitrusting en inrichting van de lokalen, inzonderheid de werkplaatsen, de vaklokalen en de laboratoria, dienen te voldoen aan de technische voorschriften inzake arbeidsveiligheid van de Codex over het welzijn op het werk van het Algemeen Reglement voor arbeidsbescherming (ARAB) en van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties. (AREI)

### 5.1 Basisinfrastructuur

- Een aangepaste demonstratietafel met water- en energievoorziening en voldoende bergruimte
- Retro-projector
- ICT-infrastructuur
- Voor het uitvoeren van leerlingenproeven dient in de nodige infrastructuur voorzien te worden.

### 5.2 Basismateriaal

- A-meter en V-meter en/of multimeter
- Elektrische componenten: schakelaars, lampjes, weerstanden, weerstandsdraden
- Regelbare spanningsbron
- Statiefmateriaal
- Snoeren

### 5.3 Specifiek materiaal

#### 5.3.1 *Elektrostatica*

- Klein materiaal voor het aantonen van lading

#### 5.3.2 *Elektrodynamica*

- Materiaal voor het afleiden van:
  - wet van Ohm
  - wet van Pouillet
  - stroom- en spanningswetten
- Energie en vermogen in een elektrische stroomkring
- Smeltveiligheden, automatische zekering, differentieelschakelaar

### **5.3.3 Elektromagnetisme**

- Naald, staaf en U-vormige magneten, weekijzeren kernen
- Apparatuur voor het aantonen van het magnetisch veld bij een rechte geleider, bij een cirkelvormige geleider en een solenoïde
- Opbouwgenerator

### **5.3.4 Trillingen**

- Chronometer, verschillende veren, slinger, massa's

### **5.3.5 Golven**

- Lang stuk touw of lange dunne veer of lange slang voor transversale golven
- Slinky veer voor longitudinale golven

### **5.3.6 Eigenschappen van golven**

- Rimpeltank en toebehoren

### **5.3.7 Licht en andere elektromagnetische golven**

- Laserpen

## **6 Evaluatie**

Het doel van de evaluatie is na te gaan in welke mate de leerlingen zowel de algemene vaardigheden als de leerplandoelstellingen hebben bereikt. De evaluatievragen moeten daarom in de eerste plaats op die doelstellingen gericht zijn. Dit kan gebeuren door permanente evaluatie en door formatieve en summatieve toetsen. Bij de evaluatie zal men zorgen voor voldoende afwisseling in vorm (kennis-, inzichts-, en toepassingsvragen). Bij meerkeuzetoetsen zal men eventueel een verklaring van het aangeduide antwoord vragen. Aangezien het experiment, werken met grafieken en omgaan met informatie belangrijk zijn, mag dit ook terug te vinden zijn in de evaluatie. Zorg voor de nodige afwisseling in korte en lange vragen en overdrijf niet in rekenvraagstukken waarvan de oplossing via meerdere stappen bekomen wordt (kettingvragen). Een goede redenering volgend op een foutief cijferresultaat wordt ook nog positief gequoteerd. Met het algemeen gebruik van de computer is het nog moeilijk aanvaardbaar dat een proefwerk aangeboden wordt onder de vorm van een geschreven tekst. Streef eveneens naar een aanvaardbare en evenwichtige normering van de vragen. Werken met een vooraf opgesteld correctiemodel zal de objectiviteit en de betrouwbaarheid van de verbetering zeker in de hand werken.

## 7 Bibliografie

### 7.1 Schoolboeken

- De leraar zal catalogi van educatieve uitgeverijen raadplegen

### 7.2 Uitgaven van Pedagogisch-didactische centra

- Eekhoutcentrum, KULAK, Universitaire Campus, 8500 Kortrijk
- Pedic, Coupure Rechts 314, 9000 Gent
- DINAC, Bonnefantenstraat 1, 3500 Hasselt
- Vliebergh-Sencieleergangen: Fysica, Naamsestraat 61, 3000 Leuven
- Syllabi Navorming VVKSO, Integratie van de computer in de fysica, meer bepaald de handleidingen van de basisexperimenten resist, magnetisme, kinematica, trillingen en golven
- Didactische infrastructuur voor het onderwijs in de natuurwetenschappen (VVKSO)
- Didactisch materiaal voor het onderwijs in de natuurwetenschappen (VVKSO)

### 7.3 Tijdschriften

Onder andere

- Exactueel, Tijdschrift voor Natuurkundeonderwijs, Afdeling Didactiek Natuurkunde KUN, Toernooiveld1, 6525 ED Nijmegen
- Archimedes, Stichting Christiaan Huygens, Molenstraat 3&, 4841 CA PrinsenbeeK
- NVOX, Tijdschrift voor Natuurwetenschappen op school, Westerse Drift, 77, 9752 LC Haren
- VELEWE, Tijdschrift van de vereniging van leraars in de wetenschappen, Molenveldwijk 30, 3271 Zichem

### 7.4 Naslagwerken

- INAV, Informatie Natuurwetenschappen Vlaanderen, Uitgeverij Plantijn, Antwerpen
- Wetenschappelijk Vademecum, Uitgeverij Pelckmans, Kapellen
- Grootheden en Wettelijke Eenheden. Ir. Antoine Angenon. 1997. Die Keure.
- Tijd voor fysicavraagstukken. Cahiers voor Didactiek Nr 4. E. Nys, J. Hellemans.,..... Academisch Vormingsinstituut voor Leraren.1999. Wolters Plantyn.