

## LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

<i>Vak:</i>	<b>TV Toegepaste fysica</b>	1 lt/w
	<b>Specifiek gedeelte</b>	
<i>Studierichting:</i>	<b>Apotheekassistent</b>	
<i>Studiegebied:</i>	<b>Chemie</b>	
<i>Onderwijsvorm:</i>	<b>TSO</b>	
<i>Graad:</i>	<b>derde graad</b>	
<i>Leerjaar:</i>	<b>Se-n-Se</b>	
<i>Leerplannummer:</i>	<b>2011/051</b>	
	<b>(vervangt 2004/228)</b>	
<i>Nummer inspectie:</i>	<b>2011/363/1//D</b>	
	<b>(vervangt 2004 / 228 // 1 / I / SG / 1 / III7 // D/)</b>	

onderwijs van de  
Vlaamse Gemeenschap



Pedagogische begeleidingsdienst  
GO! Onderwijs van de Vlaamse Gemeenschap  
Emile Jacqmainlaan 20  
1000 Brussel

---

## **INHOUD**

---

<b>Visie.....</b>	<b>2</b>
<b>Beginsituatie.....</b>	<b>3</b>
<b>Algemene doelstellingen .....</b>	<b>4</b>
<b>Leerplandoelstellingen/leerinhouden .....</b>	<b>6</b>
<b>Algemene pedagogisch-didactische wenken.....</b>	<b>10</b>
<b>Evaluatie .....</b>	<b>13</b>
<b>Minimale materiële vereisten.....</b>	<b>13</b>
<b>Bibliografie .....</b>	<b>15</b>

---

## **VISIE**

---

In een duurzame kennismaatschappij zijn wetenschappen en toegepaste wetenschappen een belangrijke component van onze cultuur. In alles wat we dagelijks doen is de rol van de technologie onmisbaar geworden. Door de ontwikkeling van de technologie is het comfort van de mens in belangrijke mate verbeterd.

We gebruiken hier het begrip technologie in de betekenis die J.K. Galbraith eraan geeft:

“Technologie is een systematische toepassing van natuurwetenschap of andere georganiseerde kennis voor praktische doeleinden... Technologie heeft een probleemoplossende functie.”

Techniek maakt deel uit van de technologie. Waar techniek slaat op het uitvoerende bevat technologie het volledige ontwerpproces.

De leerlingen worden voorbereid om als burger deel te nemen aan een moderne duurzame kennismaatschappij. In een steeds veranderende maatschappij zullen zij een actieve rol spelen als gebruiker van techniek en van wetenschappelijke kennis; maar zij zullen ook bijdragen tot de ontwikkeling van de toegepaste wetenschappen en tot de technologische innovatie.

Bij deze functies zal de leerling nood hebben aan een kennisbasis van de toegepaste wetenschappen en zal hij technisch-technologische vaardigheden, onderzoeks- en probleemoplossende vaardigheden gebruiken. Zo zal de leerling ook verschillende attitudes nodig hebben om levenslang te leren, om in groep en zelfstandig te werken.

---

## BEGINSITUATIE

---

De Se-n-Se opleiding apothekassistent staat open voor alle leerlingen die over een diploma secundair onderwijs beschikken uitgereikt in een studierichting binnen het studiegebied chemie.

Voor de leerlingen die komen vanuit een ander studiegebied of zonder diploma secundair onderwijs oordeelt de toelatingsklassenraad of de genoten vooropleiding voldoende verwantschap met de opleiding garandeert. Is dit niet het geval oordeelt de toelatingsklassenraad op basis van een toelatingsproef die door de school wordt georganiseerd. Door de eisen inzake beroepserkenning opgelegd door de overheid, is het wenselijk dat enkel leerlingen met een diploma secundair onderwijs toegelaten worden tot deze Se-n-Se opleiding.

Wetgeving: jaarlijks nakijken of de regelgeving niet gewijzigd is

Deze heterogene instroom betekent dat de startpositie van de leerlingen zeer verschillend is. De leraar dient hierop te anticiperen en de leerstof gedifferentieerd aan te bieden met het oog op een optimaal rendement voor alle leerlingen. De leraar zal bij de aanvang van het schooljaar dan ook bijzondere aandacht hebben voor het correct inschatten van de beginsituatie van al zijn leerlingen en hiermee bij zijn lesinvulling maximaal rekening houden. De school kan hier eveneens op anticiperen door, binnen het complementair gedeelte, modules te organiseren om de achterstanden op te vangen.

De leerlingen zijn in staat om nauwkeurig en met zorg te werken. Zij bezitten ook het nodige verantwoordelijkheidsbesef en zijn sociaal vaardig.

---

## ALGEMENE DOELSTELLINGEN

---

De belangrijkste algemene doelstelling van het wetenschapsonderwijs is het bevorderen van de wetenschappelijke geletterdheid van de leerling. Deze doelstelling omvat drie componenten:

- kennis van wetenschappelijke inzichten, feiten, wetten en toepassingen ervan;
- de vaardigheid om deze inzichten in diverse contexten te herkennen en toe te passen;
- een attitude te ontwikkelen tegenover wetenschap die gesteund is op inzicht in haar methoden, in haar ontwikkeling en in haar zeer belangrijke maatschappelijke impact.

De gemeenschappelijke doelen geformuleerd in termen van leerlingengedrag hebben betrekking op:

- attitudes die algemeen tot de persoonsvorming bijdragen en die karakteristiek zijn voor een wetenschappelijke houding;
- aspecten van wetenschap als een specifieke wijze van kennisverwerving zoals:
  - waarnemingen ordenen en veralgemenen tot of met behulp van kwantitatieve of kwalitatieve wetten of theorieën;
  - objectief informatie inwinnen, o.a. door waarneming en experimenten, en objectief communiceren;
- wetenschap en zijn toepassingen als maatschappelijk fenomeen.  
Kennis en inzicht in wetenschap als een maatschappelijk proces zijn belangrijk voor het ontwikkelen van een evenwichtig en kritisch oordeel over wetenschap. De verschillende maatschappelijke dimensies (historisch, sociaal, economisch, cultureel, ethisch) vormen een integraal onderdeel van op wetenschappelijke geletterdheid gericht wetenschapsonderwijs. Op deze wijze wordt ook via wetenschap brede vorming nagestreefd. Historische, sociale en andere aspecten fungeren hierbij als context voor hedendaagse begrippen en theorieën en worden hiermee geïntegreerd.

### LEERDOELSTELLINGEN

Het onderricht in de toegepaste fysica heeft haar eigen concrete doelstellingen. Het moet een bijdrage leveren tot de intellectuele vorming van de leerlingen door het aanscherpen van hun zintuiglijke waarnemingen, door het oefenen van hun denkvaardigheid en door het bijbrengen van bekwaamheid in het benoemen en ordenen van het waargenomen en het geïnduceerde.

Dit leidt tot volgende algemene doelstellingen van het onderwijs van de toegepaste fysica.

- De leerlingen leren deze kennis toepassen in concrete gevallen bij nieuwe situaties, hetzij bij verdere deductieve uitbouw van de leerstof, hetzij op technische vraagstukken en toepassingen uit onze samenleving.
- De leerlingen leren de interactie tussen fysica, techniek en samenleving kennen in hun historische evolutie.
- De leerlingen leren dat modellen van de fysica evolueren zodanig dat ze een steeds preciezere beschrijving van de werkelijkheid toelaten.
- De leerlingen leren een zekere handvaardigheid ontwikkelen bij het hanteren van elementaire meetinstrumenten en bij het uitvoeren van eenvoudige proeven.
- De leerlingen leren inzicht krijgen en rekening houden met onnauwkeurigheid en precisie bij metingen en meetapparaten, en met de eruit volgende foutmarges in resultaten.
- De leerlingen leren een zekere bekwaamheid aan in het opstellen van een duidelijk en logisch verantwoord rapport over proeven en metingen en van het maken van een overzichtelijke samenvatting van een behandeld probleem.
- De leerlingen bekomen een initiatie tot bewustwording van de maatschappelijke en morele gevolgen van het wetenschappelijk onderzoek.

## ATTITUDES

Het secundair onderwijs moet in zijn ruimere opdracht ook leerlingen vormen tot volwassenen die later zowel in hun verder onderwijs als in het werkelijke leven zelfstandig kunnen denken en handelen. Daarom willen de lessen in de fysica, naast een geleidelijk uitgroeiende verwerving aan basiskennis en wetenschappelijke werkmethodes, een aantal fundamentele attitudes aanbrengen, in het bijzonder:

- belangstelling opwekken voor wetenschap en techniek en de rol welke ze vervullen in de samenleving;
- leergierigheid stimuleren en de drang naar inzicht bij het zoeken naar de juiste verklaring van de waargenomen verschijnselen en hun onderlinge samenhang;
- het kennen van de exacte betekenis van de gebruikte symboliek en de woordenschat en van de fysische inhoud van de geleidelijk optredende wiskundige formuleringen;
- het aanbrengen van zin voor relativering, waardoor het belangrijke van het bijkomstige kan onderscheiden worden. Geleidelijk leren inzien dat het fysische wereldbeeld, dat door menselijke zintuigen en menselijk verstand werd opgebouwd, niet volmaakt is en voor evolutie vatbaar is;
- doorzettingsvermogen aanleren bij het uitvoeren van experimenten en het oplossen van problemen;
- zin voor nauwkeurigheid bijbrengen bij het uitvoeren van metingen en berekeningen;
- zin voor orde bijbrengen in de eigen notities, bij het uitwerken van een vraagstuk en bij het opstellen van een verslag over een uitgewerkte proef;
- stimuleren van zelfstandigheid door voor individuele opdrachten eerst eventueel noodzakelijke documentatie en informatiebronnen te raadplegen, vooraleer beroep te doen op medeleerlingen of de leerkracht;
- zin voor samenwerking aan te brengen voor opdrachten in groepsverband;
- objectiviteit en breeddenkendheid aanleren door bijvoorbeeld:
  - het leren waarderen van het werk van wetenschappers uit het verleden, maar evengoed van het werk en de ideeën van de medeleerling;
  - een eigen mening desnoods te leren herzien tegenover nieuwe onweerlegbare feiten;
  - een probleem te benaderen uit verschillende standpunten.
- door kritisch te zijn
  - niet alleen tegenover anderen doch ook tegenover zichzelf;
  - tegenover allerlei vormen van informatiebronnen;
  - tegenover meningen en beweringen die echter op geen of onvoldoende logische staving of experimenten berusten;
  - tegenover zijn eigen gevonden of voorgestelde oplossing;
  - door slechts te veralgemenen op basis van voldoende observaties en experimenten;
  - door een geïnduceerde wet deductief te controleren.

Om deze doelstellingen te verwezenlijken moeten aangepaste activiteiten worden aangeboden. Het is niet zo dat leerlingen een routine kunnen verwerven in het uitvoeren van echt wetenschappelijk werk indien zij enkel opdrachten krijgen waarbij alle stappen reeds vooraf en gedetailleerd werden uitgeschreven. Echt onderzoek dient te verlopen volgens een plan. Achter elk experiment dient een doelstelling te zitten.

## LEERPLANDOELSTELLINGEN/LEERINHOUDEN

De uitbreidingsdoelstellingen zijn met de letter (U) aangeduid en zijn cursief geplaatst.

DECR. NR.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN
	<b>De wetenschappelijke methode</b>	
1	verwoorden hoe wetenschap “werkt” en kunnen verduidelijken hoe wetenschap zich onderscheidt van pseudowetenschappen.	Wetenschappelijke methode, wetenschappelijke feiten en meningen
2	de meest voorkomende populaire denkfouten van “alternatieve” geneeswijzen verwoorden.	Falsificatie, wetenschappelijke methode toegepast op “alternatieve” geneeswijzen
3	de deontologie en procedure om geneesmiddelen en behandelingsmethodes te aanvaarden omschrijven.	Clinical trials
	<b>Specifieke pedagogisch-didactische wenken</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Het ontstaan van een geneesmiddel overlopen: de verschillende fasen, tijdsduur, prijs van een geneesmiddel, patent ...</li> <li>Een artikel uit “Pubmed” analyseren. (Welk soort clinical trial ligt aan de basis van dit onderzoek?)</li> <li>Advertenties om vrijwilligers voor klinische testen te ronselen zijn te vinden in kranten. Leerlingen zoeken uit over welke fase het gaat.</li> </ul>	
DECR. NR.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN
	<b>Algemene begrippen en vaardigheden toegepast in de farmacie</b>	
4	het begrip massadichtheid uitleggen en met voorbeelden uit de farmacie illustreren.	Massadichtheid, eenheden
5	de massadichtheid van vaste stoffen, vloeistoffen en gasen experimenteel bepalen en bij de verwerking van de meetresultaten rekening houden met de meetnauwkeurigheid.	Nauwkeurigheid, beduidende cijfers Experimentele bepaling van de massadichtheid bij vaste stoffen, vloeistoffen en gasen
6	het begrip “viscositeit” uitleggen en toepassingen in de farmacie toelichten.	Viscositeit
7	het verschijnsel “osmose” en “diffusie” uitleggen aan de hand van voorbeelden uit de farmacie.	Toepassingen van diffusie en osmose Isotone oplossingen

DECR. NR.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN
8	het begrip oppervlaktespanning en het verschijnsel capillariteit uitleggen met een voorbeeld.	Oppervlaktespanning, capillariteit
9	de werking van tensiden uitleggen met voorbeelden uit de farmacie.	Voorbeelden van oppervlaktespanningverlagende stoffen
<p><b>Specifieke pedagogisch-didactische wenken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demonstratie van shear thinning (vb. verf) en shear thickening (zetmeeloplossing). Niet-Newtoniaanse vloeistoffen vertonen vaak afwijkend gedrag.</li> <li>• Demonstratie van capillariteit, osmose, diffusie en oppervlaktespanning (werking van tensiden in detergenten).</li> <li>• Leerlingenproef: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Meten van viscositeit met een rotatieviscosimeter (vb. van een slijmoplossing gemaakt in labo FT) of met Ostwald-viscosimeter (vb. ethanol)</li> <li>– Meten van de oppervlaktespanning van water</li> </ul> </li> <li>• Belang van isotone oplossing in de farmacie (oogdruppels, neusdruppels) en als rehydratie voor sporters.</li> <li>• Toepassingen: isotoneoplossing bij een infuus, reverse osmosis bij vb. waterzuivering, capillariteit als basis voor bv. dunne laag chromatografie (zie chemie) en glucosetesten voor urine.</li> <li>• Animaties:</li> <li>• Brownse beweging: <a href="http://galileoandstein.physics.virginia.edu/more_stuff/Applets/brownian/brownian.html">http://galileoandstein.physics.virginia.edu/more_stuff/Applets/brownian/brownian.html</a></li> <li>• Diffusie en osmose: <a href="http://members.fortunecity.com/hkoster/Transportosmosediffusie.htm">http://members.fortunecity.com/hkoster/Transportosmosediffusie.htm</a></li> </ul>		
DECR. NR.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN
<p><b>Technische toepassingen in de geneeskunde</b></p>		
10	meetinstrumenten beschrijven om de lichaamstemperatuur te meten.	Thermometers en temperatuursensoren
11	meetinstrumenten beschrijven om de het gehoor te onderzoeken.	Audiometer
12	meetinstrumenten beschrijven om de bloeddruk te meten.	Bloeddrukmeter
13	een methode beschrijven om de hartfunctie te onderzoeken.	Elektrocardiogram (ECG)
14	een methode beschrijven om de hersenactiviteit te onderzoeken.	Elektro-encefalogram (EEG)
15	meetinstrumenten beschrijven om de spieractiviteit te meten.	Spieractiviteit (MCG)
16	de historische evolutie van de medische beeldvorming als diagnostisch hulpmiddel beschrijven.	Historische evolutie van de medische beeldvorming, tijdslijn



DECR. NR.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN
17	de werking van stralingsdetectoren uitleggen.	Stralingsdetectoren
18	de röntgendiagnostiek beschrijven.	Röntgendiagnostiek
19	computed tomography beschrijven.	CT-scanteknik
20	de diagnose met radionucliden: SPECT-scan en PET-scan beschrijven.	SPECT-scan, PET-scan
21	de beeldvorming door middel van nucleaire magnetische resonantie beschrijven.	NMR-techniek
22	de beeldvorming door gebruik van optische vezels beschrijven.	Endoscopie
23	de beeldvorming door middel van ultratonen beschrijven.	Echografie, echoscopie
24	de basisprincipes die aan de grondslag liggen van een aantal veel voorkomende medische ingrepen expliciteren.	Pacemaker, defibrilleren, hoorapparaat, lasertechnieken voor de ogen ...
<p><b>Specifieke pedagogisch-didactische wenken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bespreken van vloeistof, digitale – en oorthermometers. (werking, voor- en nadelen)</li> <li>• Digitale thermometers waarbij van op afstand kan worden gemeten (bv. infrarood thermometer, thermofocus).</li> <li>• Wat is geluid? Eenheid van geluid? Gevoeligheid van het oor voor bepaalde frequenties.</li> <li>• Ultra- en infratonen.</li> <li>• Gehoorverlies ‘ervaren’. <a href="http://speciaalonderwijs.wordpress.com/2010/02/18/gehoorverlies-ervaren-met-de-flinstones/">http://speciaalonderwijs.wordpress.com/2010/02/18/gehoorverlies-ervaren-met-de-flinstones/</a></li> <li>• Online gehoortest: <a href="http://www.oorcheck.nl">www.oorcheck.nl</a></li> <li>• Demonstratie hoe een audiogram opgebouwd wordt (bezoek audiocentrum).</li> <li>• Bloeddruk: systole en diastole.</li> <li>• Principe van bloeddrukmeting.</li> <li>• Gebruik van bloeddrukmetingen. Betrouwbaarheid?</li> <li>• Leerlingen bloeddruk laten nemen van medeleerling.</li> <li>• Animatie ECG:</li> <li>• <a href="http://www.getbodysmart.com/ap/circulatorysystem/heart/electrical-events/ecg/tutorial.html">http://www.getbodysmart.com/ap/circulatorysystem/heart/electrical-events/ecg/tutorial.html</a></li> <li>• <a href="http://www.nhlbi.nih.gov/health/dci/Diseases/hhw/hhw_electrical.html">http://www.nhlbi.nih.gov/health/dci/Diseases/hhw/hhw_electrical.html</a></li> <li>• Voorbeeld van een EEG bij een epilepsiepatiënt. Afwijkingen?</li> </ul>		

DECR. NR.	LEERPLANDOELSTELLINGEN De leerlingen kunnen	LEERINHOUDEN
	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="http://users.telenet.be/lode.stevens/cma/EEG.html">http://users.telenet.be/lode.stevens/cma/EEG.html</a></li><li>• Bezoek dienst Medische beeldvorming.</li><li>• Bezoek HUB (Lijf/live in beeld)</li><li>• Korte herhaling van EM-straling (golflengte, frequentie en energie).</li><li>• Hoe gebeurt opwekking van X-stralen (atomen in aangeslagen toestand).</li><li>• Animatie X-stralen: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=7vSH-dIM5U8">http://www.youtube.com/watch?v=7vSH-dIM5U8</a></li><li>• Animatie CT-scan: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=Tx-0emi4m8s">http://www.youtube.com/watch?v=Tx-0emi4m8s</a></li><li>• Ontstaan PET stralen: <a href="http://www.upscale.utoronto.ca/PVB/Harrison/Flash/Nuclear/PairProduction/PairProduction.html">http://www.upscale.utoronto.ca/PVB/Harrison/Flash/Nuclear/PairProduction/PairProduction.html</a></li><li>• <a href="http://www.youtube.com/watch?v=3eZTAAIt3QU">http://www.youtube.com/watch?v=3eZTAAIt3QU</a></li><li>• Animatie MRI: <a href="http://www.spineuniverse.com/exams-tests/devices/mri-animation">http://www.spineuniverse.com/exams-tests/devices/mri-animation</a></li><li>• Bespreken wanneer CT, X-stralen, PET of SPECT wordt gebruik</li></ul>	

---

## ALGEMENE PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

---

### ALGEMENE AANBEVELINGEN

---

De theoretische leerinhouden in het leerplan dienen zoveel mogelijk door didactisch materiaal te worden ondersteund. Een goed voorbereid leergesprek vormt voor vele lessen de na te streven werkvorm. Hierbij wordt de nodige aandacht besteed aan het correct gebruik van de wetenschappelijke terminologie. Er wordt nadruk gelegd op zelfwerkzaamheid. Van de leerlingen wordt verwacht dat ze begrijpend leren en construeren, nadat door de leraar voldoende instructie is gegeven om dit specifieke domein te begrijpen.

Bij het einde van de les dienen de leerlingen duidelijk te weten wat van hen verwacht wordt: lessen, oefeningen en taken worden duidelijk in hun schoolagenda genoteerd.

### AAN TE BEVELEN TIJDSGEBRUIK

Onderwerp	Aanbevolen lestijden
Wetenschappelijke methode	2
Massadichtheid	4
Viscositeit	1
Alcoholimetrie	1
Capillariteit, diffusie, osmose	2
Oppervlaktespanning	1
Meetinstrumenten	3
Medische beeldvorming	8
Behandelingstechnieken	4

---

### HET OPEN LEERCENTRUM EN DE ICT-INTEGRATIE

---

Het gebruik van het open leercentrum (OLC) en de ICT-integratie past in de totale visie van de school op leren en op het werken aan de leervaardigheden van de leerlingen. De inzet en het gebruik van ICT en van het OLC zijn geen doel op zich maar een middel om het onderwijsleerproces te ondersteunen.

Door de snelle evolutie van de informatietechnologie volgen nieuwe ontwikkelingen in de maatschappij elkaar in hoog tempo op. Kennis en inzichten worden voortdurend verruimd. Er komt een enorme hoeveelheid informatie op ons af. De school zal de leerlingen moeten leren hier zinvol en veilig mee om te gaan.

Zelfstandig kunnen werken, in staat zijn eigen initiatieven te ontplooiën en over het vermogen beschikken om nieuwe ideeën en oplossingen in samenwerking met anderen te ontwikkelen, zijn essentieel. Voor het onderwijs betekent dit een ingrijpende verschuiving: minder aandacht voor de passieve kennisoverdracht en meer aandacht voor de actieve kennisconstructie binnen de unieke ontwikkeling van elke leerling. Die benadering nodigt leraren en leerlingen uit om voortdurend met elkaar in dialoog te treden, omdat je de ander nodig hebt om te kunnen leren. Het traditionele beeld van onderwijs zal steeds meer verdwijnen en veranderen in een dynamische leeromgeving waar leerlingen in eigen tempo en in wisselende groepen onderwijs zullen volgen. Dergelijke leerprocessen worden bevorderd door gebruik te maken van het OLC en van ICT-integratie als onderdeel van deze rijke gedifferentieerde leeromgeving.

#### Het open leercentrum als krachtige leeromgeving

Een open leercentrum (OLC) is een ruimte waar leerlingen, individueel of in groep, zelfstandig, op hun eigen tempo en op hun eigen niveau kunnen leren, werken en oefenen.

Om een krachtige leeromgeving te zijn, is een open leercentrum

- uitgerust met voldoende didactische hulpmiddelen,
- ter beschikking van leerlingen op lesmomenten en daarbuiten,
- uitgerust in functie van leeractiviteiten met pedagogische ondersteuning.

In ideale omstandigheden zou de ganse school een open leercentrum kunnen zijn. In werkelijkheid kan in een school echter niet op elke plaats en op elk moment een dergelijke leeromgeving gewaarborgd worden. Daarom kiezen scholen ervoor om een aparte ruimte als OLC in te richten om zo de leemtes in te vullen.

Voor de meeste leeractiviteiten volstaat een klaslokaal of informaticalokaal. Wanneer is het echter nuttig om over een OLC te beschikken?

- Bij een gedifferentieerde aanpak waarbij verschillende leerlingen bezig zijn met verschillende leeractiviteiten, kan het klaslokaal op vlak van zowel ruimte als middelen niet meer als enige leeromgeving voldoen. Dit is zeker het geval bij begeleid zelfstandig leren, vakoverschrijdend leren, projectmatig werken... Vermits leerlingen bij deze leeractiviteiten een zekere vrijheid krijgen in het plannen, organiseren en realiseren van het leren, is de beschikbaarheid van extra ruimte en middelen soms noodzakelijk.
- Het leren van leerlingen beperkt zich niet tot de eigenlijke lestijden. Voor sommige opdrachten moeten zij beschikken over aangepaste leermiddelen buiten de eigenlijke lestijden. Niet iedereen heeft daar thuis de mogelijkheden voor. In functie van gelijke onderwijskansen, lijkt het zinvol dat een school ook momenten buiten de lessen voorziet waarop leerlingen van een OLC gebruik kunnen maken.

Om hieraan te voldoen, beschikt een OLC minimaal over volgende materiële mogelijkheden:

- ruim lokaal met een uitnodigende inrichting die een flexibele opstelling toelaat (bijv. eilandjes om in groep te werken);
- ICT: computers met internetverbinding, printmogelijkheid, oortjes, microfoons ...
- digitaal leerplatform waar alle leerlingen toegang toe hebben;
- materiaal waarvan de vakgroepen beslissen dat het moet aanwezig zijn om de leerlingen zelfstandig te laten werken/leren (software, papieren dragers ...) en dat bewaard wordt in een openkastsysteem;
- kranten en tijdschriften (digitaal of op papier).

In het ideale geval is er nog een bijkomende ruimte beschikbaar (liefst ook met ICT-mogelijkheden) die zowel kan gebruikt worden als 'stille' ruimte of juist omgekeerd om bijvoorbeeld leerlingen presentaties te laten oefenen (de grote ruimte is in dat geval de stille ruimte) of voor groepswork (discussiemogelijkheid).

Op organisatorisch vlak is het van belang dat met het volgende rekening wordt gehouden:

- het OLC wordt bij voorkeur gebruikt voor werkvormen en activiteiten die niet in het vaklokaal kunnen gerealiseerd worden;
- het is belangrijk dat bij een leeractiviteit begeleiding voorzien wordt. Deze begeleiding kan zowel gebeuren door de actieve aanwezigheid van een leraar als ook 'van op afstand' door middel van gerichte opdrachten, stappenplannen, studietips ...;
- het OLC is toegankelijk buiten de uren (bijv. tijdens de middagpauze, een bepaalde periode voor en/of na de uren).

Voor het welslagen is het aan te bevelen dat een OLC-beheerder aangesteld wordt. Deze beheerder zorgt o.a. voor inchecken, bewaren van orde, beheer van het materiaal en praktische organisatie en wordt bijgestaan door een ICT-coördinator voor de technische aspecten.

Door het specifieke karakter van het OLC is deze ruimte bij uitstek geschikt voor de realisatie van de ICT-integratie binnen de vakken maar deze integratie mag zich niet enkel tot het OLC beperken.

### **ICT-integratie als middel voor kwaliteitsverbetering**

Onder ICT-integratie verstaan we het gebruik van informatie- en communicatietechnologie ter ondersteuning van het leren.

ICT-integratie kan op volgende manieren gebeuren:

- **Zelfstandig oefenen in een leeromgeving**  
Nadat leerlingen nieuwe leerinhouden verworven hebben, is het van belang dat ze voldoende mogelijkheden krijgen om te oefenen bijvoorbeeld d.m.v. specifieke pakketten. De meerwaarde van deze vorm van ICT-integratie kan bestaan uit: variatie in oefenvormen, differentiatie op het vlak van tempo en niveau, geïndividualiseerde feedback, mogelijkheden tot zelfevaluatie.
- **Zelfstandig leren in een leeromgeving**  
Een mogelijke toepassing is nieuwe leerinhouden verwerven en verwerken, waarbij de leerkracht optreedt als coach van het leerproces (bijvoorbeeld in het open leercentrum). Een elektronische leeromgeving (ELO) biedt hiertoe een krachtige ondersteuning.
- **Creatief vormgeven**  
Leerlingen worden uitgedaagd om creatief om te gaan met beelden, woorden en geluid. De leerlingen kunnen gebruik maken van de mogelijkheden die o.a. allerlei tekst-, beeld- en tekenprogramma's bieden.
- **Opzoeken, verwerken en bewaren van informatie**  
Voor het opzoeken van informatie kunnen leerlingen gebruik maken van o.a. cd-roms, een ELO en het internet.  
Verwerken van informatie houdt in dat de leerlingen kritisch uitmaken wat interessant is in het kader van hun opdracht en deze informatie gebruiken om hun opdracht uit te voeren.  
De leerlingen kunnen de relevante informatie ordenen, weergeven en bewaren in een aangepaste vorm.
- **Voorstellen van informatie aan anderen**  
Leerlingen kunnen informatie aan anderen meedelen of tonen met behulp van ICT-ondersteuning met tekst, beeld en/of geluid onder de vorm van bijvoorbeeld een presentatie, een website, een folder ...
- **Veilig, verantwoord en doelmatig communiceren**  
Communiceren van informatie betekent dat leerlingen informatie kunnen opvragen of verstrekken aan derden. Dit kan via e-mail, internetfora, ELO, chat, blog ...
- **Adequaat kiezen, reflecteren en bijsturen**  
De leerlingen ontwikkelen competenties om bij elk probleem verantwoorde keuzes te maken uit een scala van programma's, applicaties of instrumenten, al dan niet elektronisch. Daarom is het belangrijk dat zij ontdekken dat er meerdere valabele middelen zijn om hun opdracht uit te voeren. Door te reflecteren over de gebruikte middelen en door de bekomen resultaten te vergelijken, maken de leerlingen kennis met de verschillende eigenschappen en voor- en nadelen van de aangewende middelen (programma's, applicaties ...). Op basis hiervan kunnen ze hun keuzes bijsturen.

---

## MINIMALE MATERIËLE VEREISTEN<sup>1</sup>

---

### ALGEMENE BEMERKINGEN

De toegepaste fysica in deze studierichting staat vooral in relatie tot apotheek en geneeskunde. Om deze leerlingen in contact te brengen met de realiteit zullen bezoeken moeten gebracht worden aan ziekenhuizen of scholen voor verpleegopleiding zodat reële apparatuur kan bestudeerd worden. Simulaties op internet kunnen een nuttige aanvulling zijn, maar kunnen nooit de werkelijkheid vervangen. In de mate van het mogelijke zouden zoveel mogelijk proeven aan bod moeten komen in de les. In bepaalde gevallen kunnen een video, een film of een computersimulatie de plaats van de demonstratieproef innemen. Deze werkvorm zal de begripsvorming ongetwijfeld verhogen maar kan nooit het experimenteel aspect van de wetenschappelijke methode vervangen.

De lessen vinden daarom plaats in een lokaal met een aangepaste infrastructuur, zodat alle proeven veilig kunnen gebeuren. Dit betekent dat volgende voorzieningen essentieel zijn in het fysicalokaal: elektriciteitsvoorziening met noodstop, watervoorziening die centraal kan gebeuren, de mogelijkheid tot volledige verduistering van het lokaal en eventueel een gasvoorziening op de leerlingentafels.

Hierbij moet speciaal gelet worden op nodige algemene veiligheidsvoorzieningen en op de specifieke voorzieningen: zoals het gebruik van naftaleen en metaalgaas met asbest vermijden in de lessen.

Het lokaal moet ook een nooduitgang hebben met een deur die naar buiten opendraait.

De leerkracht zal er moeten voor zorgen het didactisch materiaal in de klas systematisch te (laten) onderhouden en in de mate van het mogelijke te vernieuwen. Bij de verschillende didactische firma's zijn catalogi met prijsoffertes te verkrijgen. Door het geregeld bijwonen van studiedagen en onderhouden van contacten met collega's blijft men op de hoogte van de nieuwste ontwikkelingen of interessante aanbiedingen. Gemeenschappelijk gebruik van laboratoria vergt afspraken met collega's. Elke kast in het lokaal dient voorzien te zijn van een inventaris van het aanwezige materiaal.

Materiaal dat door de leerkracht zelf gemaakt kan worden is niet in de inventaris opgenomen.

Het materiaal voor de leerlingproeven moet voldoende talrijk aanwezig zijn, bijvoorbeeld digitale balansen.

Een computer met meetinterface moet aanwezig zijn. Aanvullend een temperatuursensor, een Hall-sensor, geluidssensor, lichtsensor. Het is wenselijk internet in de klas te kunnen gebruiken of toegang te hebben tot een dichtbij gelegen internetklas. Voor zelfstandig onderzoek door de leerlingen moet het nodige materiaal ter beschikking gesteld worden.

---

<sup>1</sup> Inzake veiligheid is de volgende wetgeving van toepassing:

- Codex
- ARAB
- AREI
- Vlarem.

Deze wetgeving bevat de technische voorschriften die in acht moeten genomen worden m.b.t.:

- de uitrusting en inrichting van de lokalen;
- de aankoop en het gebruik van toestellen, materiaal en materieel.

Zij schrijven voor dat:

- duidelijke Nederlandstalige handleidingen en een technisch dossier aanwezig moeten zijn;
- alle gebruikers de werkinstructies en onderhoudsvoorschriften dienen te kennen en correct kunnen toepassen;
- de collectieve veiligheidsvoorschriften nooit mogen gemanipuleerd worden;
- de persoonlijke beschermingsmiddelen aanwezig moeten zijn en gedragen worden, daar waar de wetgeving het vereist.

## MATERIAAL

- Chronometers
- Vacuümpomp
- Voedingsapparaat 0 tot 300 V (gestabiliseerd)
- Universeel meter
- Audiometer
- Oscilloscoop
- Digitale balansen met verschillende nauwkeurigheid
- Voorwerpen om massadichtheid te bepalen
- Glazen bol voor de bepaling van massadichtheid van gassen
- Viscosimeter
- Modellen voor aantonen van oppervlaktespanning
- Didactische modellen van meetapparatuur voor het meten van fysiologische parameters
- Bloeddrukmeters
- Röntgenfoto' s
- CT-scanbeelden
- Foto' s van SPECT-opname
- Foto' s van PET-opstelling
- Foto' s van MRI-techniek
- Opnames van endoscopie
- Foto' s van echografieën
- Didactische modellen van apparatuur voor behandeling en correctie
- Pacemaker
- Hoorapparaten
- Lenzen en brillen
- Reële apparatuur te bekijken in een ziekenhuis
- Stemvork: 440 Hz (2x), 265 Hz, 1700 Hz
- Stroboscoop
- Decibelmeter.

---

## EVALUATIE

---

Bij het begin van het schooljaar dient de leraar te peilen naar de beginsituatie.

Inzicht in de vorderingen van de leerling wordt bekomen door middel van permanente evaluatie. Deze gebeurt door een gedifferentieerde toetsing van kennis, vaardigheden en attitudes die in verband staan met de doelstellingen van het leerplan en met de pedagogisch-didactische wenken. Deze toetsing kan gebaseerd zijn op verschillende vormen van leerlingengedrag:

- de klasactiviteit: taakgerichtheid, medewerking in de klas, participatie in groepswork, tijdig klaar met opdrachten, kritische instelling, zorg, woord voeren voor de klas, mondelinge taalvaardigheid, precisie bij aanwijzingen bv. op een figuur ...;
- de resultaten van zelfstandig te realiseren opdrachten en taken: het hanteren van leermiddelen, het vervolledigen van werkkaarten, de werkbladen en notities ...;
- de resultaten van elementaire toetsen of mondelinge overhoringen over de in de vorige les aangeleerde leerstof;
- de resultaten van herhalingsbeurten over de grotere leerstofonderdelen.

Een goed functionerende evaluatie beantwoordt aan een aantal randvoorwaarden. De evaluatie is:

- *planmatig*: de leerling (en zijn ouders) moeten weten wat, wanneer en waarom;
- *voorspelbaar*: het gevraagde moet duidelijk herkenbaar zijn voor de leerlingen, de leerling moet de juiste oplossing kunnen terugvinden, ook na het evaluatiemoment; hij moet eruit kunnen leren; belangrijk versus minder belangrijk;
- *efficiënt*: doelgericht om leerlingen te begeleiden vanuit een positieve benadering; evaluatie dient niet om af te straffen; daarom dient ook te worden gezorgd voor een voldoende spreiding in de resultaten;
- *valide*: dit wil zeggen volledig in overeenstemming met wat werd gezien en wat kan verwacht worden (een klasgemiddelde of een mediaan lager dan 5/10 heeft geen validiteit);
- *relevant*: de cijfers moeten in verhouding staan tot de inspanning en het relatief belang (examen versus dagelijks werk, praktijk versus theorie, geen gelukstreffers); ook attitudinale aspecten bv. via groepswork zullen aan bod komen;
- *procesgericht*: evaluatie mag niet teveel als een finaliteit beschouwd worden; het is een deel van het opvoedingsproces;
- *objectief*: dit wil zeggen, vergelijkbaar met anderen; het is belangrijk dat de verschillen kunnen uitgelegd worden en als dusdanig dat deze ook worden aanvaard;
- *transparant*: de toetsen moeten zo snel mogelijk na verbetering aan de leerlingen worden voorgelegd en liefst met hen worden besproken.

Ten einde de evaluatie zo correct mogelijk te laten verlopen, wordt aan een aantal voorwaarden tegemoet gekomen;

- reeds bij de aanvang van het schooljaar worden leerlingen en ouders in kennis gesteld van de evaluatiewijze(n); deze zijn in overeenstemming met het schoolreglement en eventueel met voor de bewuste klas, studierichting of niveau uitgewerkte deliberatiecriteria;
- belangrijke evaluatiemomenten worden in het jaar- of graadplan opgenomen;
- bij de voorbereiding van de les wordt reeds voorzien op welke wijze men de leerplan-, lescyclus- of lesdoelstellingen beoogt te halen; hiermee is duidelijk of bepaalde vragen bv. naar reproductie, naar vaardigheid, naar implementatie, naar creativiteit of naar kritisch inzicht peilen;
- men geeft er zich rekenschap van welke hulpmiddelen gebruikt worden (eigen materialen of materialen van de school die men in de les of op het terrein gebruikte); indien de leerlingen bij de inoefening niet over dezelfde soorten hulpmiddelen beschikten, dient daar rekening mee gehouden te worden;
- bij de uiteindelijke evaluatie hanteert de leraar een weging van de toetsing (bv. een herhalingsstoets wordt op een hoger cijfer gequoteerd dan een elementaire toets);
- er dient zowel rekening gehouden te worden met de proces- als met de productevaluatie; het is bijvoorbeeld mogelijk bij de toetsing rekening te houden met de aard van de toetsing (bv.



cognitief, vaardigheden, attitudes); de praktijk dient wezenlijk gescheiden te worden van de theorie;

- leerlingen en hun ouders worden op een daartoe voorziene wijze snel geïnformeerd over de vorderingen; bij ernstige tekorten of onzekerheden wordt een concrete remediëring voorgesteld; hierbij dienden de nodige hulpmiddelen ter beschikking te zijn voor het thuis of in de klas bijwerken van de leerstof.

Bij de opstelling van toetsvragen dient men aan een aantal voorwaarden te voldoen (zie hoger):

- validiteit (de toets meet wat men beoogt te meten)
- objectiviteit (een eerlijke beoordeling op basis van normen en/of correctiesleutels)
- betrouwbaarheid (geen fouten in de metingprocedure) en transparantie (duidelijkheid).

Een aantal *redactieregels* bevorderen deze voorwaarden:

- duidelijke vraagstelling met precieze afbakening van aantallen, te gebruiken juiste hulpmiddelen en onafhankelijkheid van de onderwerpen bij deelvragen of opeenvolgende vragen;
- correcte formulering qua taalgebruik; eenvoudig, concreet en zonder overbodigheden, vragen met eenzelfde vraagvorm gegroepeerd in de toets, vermijden van dubbelzinnige onderwerpen, vermijden van (dubbele) negaties;
- verzorgde lay-out: Bin-normen, geen vraag over twee pagina's gespreid, overzichtelijke nummering, goed leesbare teksten en duidelijke figuren (let op met zwart-wit fotokopie van kleurenfoto's).

Bij *open vragen* zijn verschillende correcte antwoorden mogelijk, maar de creativiteit van de leerlingen moet goed beoordeeld worden door vooraf vastgelegde correctie- en scoringsvoorschriften en niet d.m.v. een steriel correctiemodel. Uitsluitend open vragen stellen is veelal onbetrouwbaar en bevoordeelt taalvaardige leerlingen; de correctie van open vragen is tijdrovend. Modelantwoorden zijn wel vooraf te formuleren bij de *gesloten vragen*. Deze laten geen ruimte voor eigen formuleringen en er ligt informatie besloten in de vraagstelling. Wel zijn er meerdere varianten (bv. ja/nee-vraag, correctievraag, koppel- of sorteervraag, rangschikkingvraag, meerkeuzevraag ...) Voor de aanvang van de toets wordt een rustige afnamesituatie gecreëerd; de beschikbare toetstijd wordt aangegeven evenals richtlijnen omtrent het efficiënt benutten ervan en hoe moet worden geantwoord.

Vak- of leerdomeinoverschrijdende evaluatie is van belang voor het vakoverschrijdend leren. Het moet de leerling ertoe aanzetten de maatschappelijke functie van het leervak in te schatten. Vakoverschrijdende evaluatie peilt niet alleen naar de in het leerplan opgenomen lesdoelstellingen op zich, maar kan ook in verband staan met thema- en/of projectonderwijs. *Vakgroepwerking* ligt aan de basis van een verticale afstemming van de evaluatiewijze. Kennis van de voornaamste aandachtspunten is van belang voor het continue proces.

---

## BIBLIOGRAFIE

---

### LEERBOEKEN

Raadpleeg de catalogi van de verschillende uitgevers. Zie info in de virtuele klas “fysica” op de website GO! Smartschool.

### TIJDSCHRIFTEN

EOS-Magazine, Wetenschap en Technologie voor Mens en Maatschappij, Uitg. Cascade, [www.eos.be](http://www.eos.be)

MENS (Milieu-Educatie, Natuur & Samenleving), driemaandelijks tijdschrift, Te Boelaarlei 23, 2140 Antwerpen

*Natuurwetenschap & Techniek*, Postbus 3144, 4800 DC Breda, <http://www.natutech.nl/>

*Natuur en Wetenschap*, Zuidstraat 211, 3581 Beverlo, <http://www.natuurenwetenschap.be>

NVOX, Tijdschrift voor natuurwetenschappen op school, Uitgave van NVON, de Nederlandse vereniging voor het onderwijs in de natuurwetenschappen, <http://www.nvon.nl>

\_VELEWE - Vereniging voor leerkrachten wetenschappen, nieuwsbrief, [www.velewe.be](http://www.velewe.be)

VOB - Vereniging voor leerkrachten biologie, gezondheidszorg en milieueducatie, Bio, mededelingenblad, <http://www.vob-ond.be/>

### PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE NASLAGWERKEN

ANGENON, A., *Werken met grootheden en wettelijke eenheden*, Die Keure, Brugge, 1998, ISBN 9057510677.

ASPERGES M., e.a., *Planten en andere niet-dierlijke organismen*, Van In, 2002.

DE BECKER, G., *Techniek en technologie over de vakken heen*, Lannoo Campus, ISBN 90-209-6256-6.

EISENDRATH, H., E.A., *Wetenschappelijke geletterdheid bevraagd*, IDLO Cahiers 4/2003.

ENGELS, N., *Wat is waard om geleerd te worden*, VUB Press, ISBN 90-5487-194-6.

HAYER, M, MEESTRINGA, T, *Handboek taalgericht vakonderwijs*, Coutinho, Bussum, 2004.

MINNAERT, M., *De natuurkunde van 't vrije veld*, B.V.W.J. Thieme&Cie Zutphen.

MOLENAER, L., *De rok van het universum, Marcel Minnaert, astrofysicus 1893-1970*, Uitgeverij Balans, ISBN 90 5018 603 3.

NACHTEGAEL, e.a., *Wetenschappelijk vademecum*, Een synthese van de leerstof chemie en fysica, Uitgeverij Pelckmans, ISBN 90-289-2197-4.

*Natuurwetenschap en Techniek: wetenschappelijke bibliotheek en wetenschappelijke biografieën.*

PAUS H, RYMENANS R, VAN GORP K, *Dertien doelen in een dozijn*, Nederlandse Taalunie, 2006.

SIMMONS, J., *De Top-100 van wetenschappers*, Uitgeverij Het Spectrum, Utrecht, 1997, ISBN 90-2746-185-6.

SPEYBROUCK, S., *Jongens en Wetenschap(deel 1 en deel 2)*, Globe, ISBN 90 5466 771 0.

STÖRIG, H. J., *Geschiedenis van de Wetenschap*, 3 delen, Prisma, Utrecht.

*Techniek in woord en beeld*, Prisma, Uitgeverij het Spectrum, ISBN 90-274-3068-3.

VAN PETEGHEM, P., *Een alternatieve kijk op evaluatie*, Wolters Plantijn, ISBN 90-301-1581-5.

*Zo werkt dat(De techniek van vandaag)*, Uitgeverij het Spectrum, ISBN 90-274-7907-0.