

FYSICA
TWEEDE GRAAD ASO
(ECONOMIE, GRIEKS, GRIEKS-LATIJN,
HUMANE WETENSCHAPPEN, LATIJN, SPORT)

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

september 2006
LICAP – BRUSSEL D/2006/0279/055

FYSICA
TWEEDE GRAAD ASO
(ECONOMIE, GRIEKS, GRIEKS-LATIJN,
HUMANE WETENSCHAPPEN, LATIJN, SPORT)

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

LICAP – BRUSSEL D/2006/0279/055
september 2006

(vervangt het leerplan D/2002/0279/003 met ingang van september 2006)
ISBN: 978-90-6858-698-5



Vlaams Verbond van het Katholiek Secundair Onderwijs
Guimardstraat 1, 1040 Brussel

Inhoud

0	Woord vooraf.....	5
1	Beginsituatie.....	7
2	Algemene doelstellingen en gemeenschappelijke eindtermen.....	7
2.1	Algemene doelstellingen.....	7
2.2	Gemeenschappelijke eindtermen voor wetenschappen.....	8
3	Algemene pedagogisch-didactische wenken.....	9
3.1	Taak van de leraar.....	9
3.2	Werkvormen.....	10
3.3	De jaarplanning.....	10
3.4	Toepassingen - vraagstukken.....	11
3.5	Contexten.....	12
3.6	Informatie en communicatietechnologie (ict).....	12
3.7	Veiligheid en milieuaspecten.....	13
4	Leerplandoelstellingen, leerinhouden, pedagogisch-didactische wenken....	13
EERSTE LEERJAAR		
4.1	Leerlingenpracticum.....	14
4.2	Optica.....	15
4.3	Algemene eigenschappen van de materie en het deeltjesmodel.....	18
TWEEDE LEERJAAR		
4.4	Leerlingenpracticum.....	20
4.5	Krachten.....	22
4.6	Arbeid, energie, vermogen.....	23
4.7	Druk.....	25
4.8	Gaswetten.....	25
4.9	Warmte en energie.....	26
4.10	Faseovergangen: smelten en stollen.....	27
5	Minimale materiële vereisten.....	28
5.1	Inrichting van het lokaal.....	28
5.2	Proevenmateriaal.....	28
6	Evaluatie.....	29
7	Bibliografie.....	30
8	Eindtermen.....	31
8.1	Gemeenschappelijke eindtermen voor wetenschappen.....	31
8.2	Vakgebonden eindtermen fysica.....	33

0 Woord vooraf

Omwille van bij decreet vastgelegde eindtermen liggen leerplandoelstellingen en leerinhouden in grote mate vast.

Het leerplan dat voorligt integreert veel meer dan voorheen een aantal leerplandoelstellingen (bv. "Meetresultaten op een correcte wijze noteren rekening houdend met de nauwkeurigheid van de metingen", "Meetresultaten grafisch voorstellen en ondanks meetfouten het verloop van de grafiek schatten"). Ten opzichte van vorige versie bevat het ook nog enkele verduidelijkingen en kleine aanpassingen, hoofdzakelijk gebaseerd op ervaringen van leraren. De voorliggende eindtermen worden expliciet in de leerplandoelstellingen vermeld en de integratie van ict staat duidelijk ingeschreven. Het volgen van dit nieuwe leerplan betekent dat men in orde is met de eindtermen die door de Vlaamse Regering zijn goedgekeurd.

1 Beginsituatie

De leerlingen zijn 14 à 15 jaar en zitten volop in hun puberteit. Uit hun keuze van de studierichting volgt de samenstelling van de leervakken en het daarbij behorend lessenpakket. De inhoudelijke keuzen van de leerinhouden en de wijze waarop deze moeten aangebracht en door de leerlingen verwerkt worden zullen grotendeels de kwaliteit van hun basisvorming bepalen.

Alle leerlingen volgen per week minimum 4 uur wiskunde, 1 uur biologie, 1 uur chemie en 1 uur fysica tijdens het eerste en het tweede leerjaar van de tweede graad.

Deze leerlingen beginnen hier met de expliciete studie van enkele onderzoeksgebieden binnen het vak fysica. Vanzelfsprekend zal men rekening houden met de voorwetenschappelijke kennis die aanwezig is. De school is immers niet de enige plaats waar kennis wordt verworven.

Alle leerlingen hebben in de eerste graad het vak technologische opvoeding gevolgd. Hierin hebben ze op een praktische en technische wijze kennis gemaakt met vaardigheden die betrekking hebben op elektriciteit (elektrische kringloop), mechanica (overbrengingen) en digitale techniek (beslissen met poorten) en met een contextgebonden omschrijving van het begrip energie (technologie thuis).

Naast twee jaar biologie en aardrijkskunde hebben een aantal leerlingen in het tweede leerjaar van de eerste graad ook wetenschappelijk werk gevolgd. Hierbij werden een aantal elementaire wetenschappelijke inzichten, vaardigheden en attitudes verworven.

2 Algemene doelstellingen en gemeenschappelijke eindtermen

In rubriek 8.1 worden de gemeenschappelijke eindtermen voor wetenschappen opgesomd en in rubriek 8.2 de vakgebonden eindtermen voor fysica.

2.1 Algemene doelstellingen

Fysica is een netwerk van begrippen, regels, wetten, theorieën en modellen. De kennis van dit netwerk maakt het mogelijk verschijnselen te ordenen, toe te lichten of te verklaren. Uitgangspunt van de basisvorming is dat elke leerling deze kenniselementen op aangepast beheersingsniveau kan verwerven. Even belangrijk is het aanleren van vaardigheden, inzichten en attitudes om die kennis optimaal te kunnen gebruiken. Dit geheel aan kennis, vaardigheden, inzichten en attitudes moet de leerling aansporen om zijn persoonlijkheid verder harmonisch te ontwikkelen en hem elementen aanreiken om adequaat allerlei vragen en problemen uit het dagelijkse leven nu en in de toekomst op te lossen. In die zin zijn Natuurwetenschappen in het algemeen en Fysica in het bijzonder ook buiten hun specifiek domein, cultuurscheppend en -bepalend. In onze tijd is hun wisselwerking met technische, maatschappelijke, ethische en milieuproblemen zeker aanwezig. Voor zover dit mogelijk en relevant is kunnen vragen over het respect voor de mens en het milieu aansluiten op het christelijk opvoedingsproject van de school. Ook vakoverschrijdende eindtermen kunnen in dezelfde zin nagestreefd worden.

Onder de algemene doelstellingen voor de basisvorming kan men verstaan:

Het verwerven van fundamentele fysische feitenkennis en het ontwikkelen van een wetenschappelijke grondhouding.

Daardoor zijn de leerlingen in staat om:

- belangrijke fysische begrippen, wetten en principes in de specifieke vaktaal te omschrijven;
- het ordenend, verklarend en voorspellend karakter van fysische modellen, structuren en theorieën te doorzien;

- bij een waarneming of de beschrijving van een natuurkundig verschijnsel te herkennen welke begrippen of wetten bij het verschijnsel een rol spelen.

Het aanleren van cognitieve en vakspecifieke vaardigheden.

Daardoor moeten de leerlingen in staat zijn om:

- eenvoudige strategieën te gebruiken voor het aanleren van nieuwe kennis zoals aantekeningen maken, hoofd- van bijzaken te onderscheiden, te schematiseren, verbanden te leggen, ...;
- onderzoeksvragen te stellen en alleen of in groep een opdracht of experiment uit te voeren en er een verslag over uit te brengen;
- te reflecteren op eigen functioneren, zicht te krijgen en sturing te geven aan het eigen leerproces en het eigen leerproces bewaken;
- fysische informatie in verschillende gegevensbestanden op te zoeken, te verzamelen, te ordenen en te verwerken eventueel met behulp van ict;
- hun kennis en inzicht in de natuurwetenschappelijke methode te gebruiken om verzamelde gegevens te ordenen volgens gemeenschappelijke kenmerken en door te analyseren onderlinge verbanden en mogelijke veralgemeningen op te sporen;
- wetenschappelijke modellen, principes en wetten verantwoord te interpreteren;
- de natuurkundige feitenkennis te gebruiken om theoretische problemen en onderwerpen uit de actualiteit te benaderen en denkvragen op te lossen.

Inzicht verwerven in de fysica als maatschappelijk verschijnsel.

Daardoor moeten leerlingen in staat zijn om:

- inzicht te verwerven in de rol van de fysica voor de samenleving, in de waarden en de beperkingen ervan;
- de wetenschappelijke en technologische problemen in een voldoende ruime maatschappelijke context te plaatsen en de complexiteit van dergelijke problemen te erkennen.

2.2 Gemeenschappelijke eindtermen voor wetenschappen

De gemeenschappelijke eindtermen voor wetenschappen gelden voor het geheel van de wetenschappen en worden op een voor de tweede graad aangepast beheersingsniveau aangeboden. Dit betekent dat **niet elke gemeenschappelijke eindterm (1 tot en met 21 en *22 tot *31: zie rubriek 8 van het leerplan) in elk vak aan bod dient te komen**. De gemeenschappelijke eindtermen worden gespreid over de verschillende natuurwetenschappelijke vakken. Om dit te waarborgen binnen de school dienen heel concrete afspraken te worden gemaakt tussen de leraren van de drie natuurwetenschappelijke disciplines.

2.2.1 Onderzoekend leren/leren onderzoeken

Het uitvoeren van demonstratie- en leerlingenproeven zijn wezenlijke onderdelen van de leerplannen fysica.

Door op experimentele wijze aan fysica te doen, demonstratie- en leerlingenproeven, worden alle gemeenschappelijke eindtermen 'onderzoekend leren/leren onderzoeken' op een leerlingenactieve manier gerealiseerd.

2.2.2 Wetenschap en samenleving

Naast de wetenschappelijke inhouden krijgt de invloed van de fysica op mens en maatschappij (de socio-culturele pijler) en op technische toepassingen (de toegepaste pijler) aandacht. Daardoor laten we de leerlingen zien welke plaats fysica in de leefwereld inneemt. Verschillende leerinhouden zoals model van de materie, optica, krachten, druk, gaswetten en warmteleer laten toe verschillende accenten te leggen: meer fysisch, meer maatschappelijk of meer toegepast.

Door contexten en concepten te integreren komen ze in aanmerking voor het realiseren van de volgende gemeenschappelijke eindtermen.

Het beschrijven van het leven en het werk van belangrijke wetenschappers (Newton, Pascal, Watt, Boyle, ...) biedt de leerkracht de kans te wijzen op de historische context waarin bepaalde theorieën, hypothesen of concepten werden ontwikkeld en op de verandering in het denken over theorieën, hypothesen en concepten waartoe de wetenschapper bijdroeg.

2.2.3 Attitudes

Het werken in duo's of groepjes bij het uitvoeren van leerlingenproeven of het maken van opdrachten, het actief deelnemen aan een klassendiscussie of onderwijsleergesprek leveren een bijdrage tot het verwerven van sociale vaardigheden zoals samenwerken, rekening houden met anderen, respecteren van standpunten van anderen. Daarnaast leren leerlingen: veilig en milieubewust omgaan met materialen en apparatuur, hun kennis correct verwoorden, feiten van meningen of vermoedens onderscheiden, eigen werk of werk van anderen kritisch maar objectief beoordelen. Door het toepassen van de bovenstaande werkvormen tijdens de lessen streven de leerlingen doorlopend alle eindtermen na (*22 tot *31).

3 Algemene pedagogisch-didactische wenken

In aansluiting op de visie van 'fysica als leervak' en door de na te streven algemene en vakspecifieke eindtermen voor de 'basisvorming' door middel van de fysicaleerstof gebeurt er een verschuiving van onderwijzen van fysica naar het meer zelfstandig en actief leren 'leren'. Deze verschuiving heeft natuurlijk gevolgen voor de onderwijspraktijk.

3.1 Taak van de leraar

Leren is de taak van de leerling, de leraar moet er voor zorgen dat dit in optimale omstandigheden gebeurt, dit is zijn verantwoordelijkheid.

In het traditionele onderwijs stond de leraar centraal, hij was diegene die onderwees.

In een leerling-actief onderwijs is dit een onmogelijke taak, de leraar speelt hier een andere rol. De leraar wordt procesbegeleider binnen een leeromgeving waarvan hij zelf deel uitmaakt. Hij schept een sfeer, een klimaat waarin leerlingen graag en goed werken. De onderwijspraktijk wordt gekenmerkt door een goed evenwicht tussen enerzijds het actief deelnemen aan een onderwijsleergesprek of het zelfstandig werken van leerlingen aan leertaken en het geven van de nodige informatie en instructie door de leraar. De leraar is diegene die voor die werkvormen motiveert en die de motivatie op peil houdt maar er tegelijk over waakt dat sommige leerlingen niet afhaken.

Ook binnen het fysicaonderwijs kan dit gerealiseerd worden o.a. bij het uitvoeren van demonstratieproeven en leerlingenproeven, het voeren van een actief onderwijsleergesprek en het planmatig leren oplossen van vraagstukken. Een demonstratieproef moet verlopen, langs een reeks vragen, waarop de leerling het antwoord moet vinden door waarnemen en nadenken. Het is een aangewezen middel om leerlingen in denksituaties te plaatsen met behulp van concreet materiaal. Demonstratieproeven krijgen een meerwaarde in zover ze gepaard gaan met het stellen van een reeks vragen.

Het is vanzelfsprekend dat er een verticale samenwerking is met de collega's fysica. Er worden horizontale afspraken gemaakt over vaardigheden en leerinhouden die op het snijvlak liggen van twee vakken: met de collega's wiskunde (het tekenen van grafieken, vaardigheden in verband met rekentechnieken, ...), met de collega's chemie (beschrijving en toepassen van het deeltjesmodel), met de collega's biologie (beschrijving van het oog), met de collega's technologische opvoeding (begrip energie).

3.2 Werkvormen

We pleiten voor een gevarieerde aanbieder van de leerstof zodat we op voorhand geen enkele werkvorm uitsluiten. Er zijn randvoorwaarden zoals de beschikbare lestijd, het vaklokaal, het didactisch materiaal en de hulpmiddelen die mede de gebruikte werkvorm bepalen. Maar leerlingen moeten in de les toch meer doen dan luisteren en noteren. We geven er de voorkeur aan voor die werkvormen te kiezen die het 'effectief' leren in de les bevorderen zoals de directe instructie, het samenwerkend leren, het gesloten of open onderwijsleergesprek, eventueel leerlingenproeven ... Een open onderwijsleergesprek is een goed voorbeeld van een interactieve lessituatie onder leiding van de leraar. Door een grotere activiteit van leerlingen is de kans op betrokkenheid groter en worden de denkprocessen gestimuleerd. Bovendien wordt het denkproces 'zichtbaar' gemaakt omdat de leerling zijn denken moet verwoorden. Foute redeneringen, valse voorstellingen, verkeerd woordgebruik kunnen meteen gecorrigeerd en eventueel door een medeleerling aangevuld worden. Daarmee wordt het leren effectiever en kan het ontwikkelen van het denken plaatsvinden. De leerlingen zelf enkele eenvoudige proeven laten uitvoeren verhoogt op verschillende vlakken (ondersteuning theorie, leren gebruiken van materiaal, motiveren van leerlingen, betekenis laten zien van "experimentele" wetenschap, ...) de betrokkenheid van de leerlingen en hun effectief leren.

Gezien de beperkte tijd (1 u./week) voor het afwerken van de opgelegde leerinhouden behoort het toepassen van deze werkvorm tot de pedagogische vrijheid van de leraar.

3.3 De jaarplanning

De basisfilosofie bij dit leerplan is een graduele opbouw van de fysica. De leerstof wordt aangepast aan het denkniveau van de leerlingen. Aanvankelijk wordt fysica vooral kwalitatief, beschrijvend benaderd om langzaam over te gaan naar een meer formele fysica. De behandeling van de eenparige beweging en van de gassen biedt mogelijkheden betreffende het maken en interpreteren van grafieken. Voor de behandeling van de gaswetten voert het experimentele de hoofdtoon en sluit de leerstof op een natuurlijke manier aan bij het structuurmodel van het eerste leerjaar. Vanzelfsprekend blijft een eenvoudige mechanica noodzakelijk maar ze blijft beperkt tot de basisbegrippen kracht, snelheid, arbeid, vermogen, energie en behoud van energie.

Het afwerken van het leerplan is een dwingende plicht. De als uitbreiding (**U**) aangeduide leerstofpunten zijn te beschouwen als niet verplicht. De leraar oordeelt, rekening houdend met allerlei factoren, in welke mate hij nog de uitbreidingsleerstof (naar eigen keuze) kan behandelen.

Volgende tijdschema's zijn **richtlijnen** om leraren te helpen bij het opstellen van hun jaarplan.

Eerste leerjaar		Aantal uren
1	Optica <ul style="list-style-type: none"> – Voortplanting van licht: schaduwvorming, brekingswetten – Beeldvorming bij vlakke spiegels: terugkaatsingswetten – Beeldvorming bij bolle lenzen – (U) Toepassingen: optische toestellen 	11
2	Algemene eigenschappen van de materie en het deeltjesmodel <ul style="list-style-type: none"> – Algemene eigenschappen – Deeltjesmodel – Illustratie van het deeltjesmodel 	14
Totaal		25
Tweede leerjaar		Aantal uren
3	Krachten <ul style="list-style-type: none"> – als oorzaak van vervorming – kracht en beweging – krachten in evenwicht 	6
4	Arbeid, energie, vermogen	6
5	Druk	4
6	Gaswetten	5
7	Warmte en energie	2
8	Faseovergangen: smelten en stollen	2
Totaal		25

3.4 Toepassingen - vraagstukken

Het nadenken over concepten van de fysica kan via allerlei kleine aanvullende proeven, toepassingen, artikels uit tijdschriften, elektronisch materiaal en dergelijke, ook gestimuleerd worden en hoeft zich niet te beperken tot het maken van standaardopgaven. De leraar die in de lespraktijk optreedt als procesbegeleider en bovendien zorgt voor een experimentele aanpak moet niet in tijdnood komen bij het afwerken van het leerplan.

Bij het oplossen van standaardopgaven zal het SI- eenhedenstelsel gebruikt worden. Er zijn uiteraard ook niet SI-eenheden die eveneens toegelaten zijn zoals mbar, °C, ...

Voor het correct gebruik van de namen van grootheden en de symbolen ervan, evenals hun eenheden, verwijzen we naar BIN-normen die hieromtrent worden uitgevaardigd. Men kan zich hiervoor wenden tot: *BIN, Brabantse netaan 31, 1040 Brussel.*

Het inoefenen van rekenvaardigheden in verband met het metriekstelsel staat niet op het programma vermeld.

Er wordt verondersteld dat dit tot de parate kennis van de leerlingen behoort. Leraren die vaststellen dat dit niet zo is zullen voor remediëring buiten de lestijden moeten zorgen, eventueel in overleg met collega's van andere vakken.

Met het algemeen in gebruik nemen van rekentoestellen voor het verwerken van meetresultaten of bij het oplossen van vraagstukken is het nodig om aandacht te schenken aan het aantal cijfers in het resultaat. Leerlingen moeten met een elementair besef van nauwkeurigheid de resultaten van berekeningen kunnen weergeven. Het toepassen van foutentheorie voor leerlingen in het secundair onderwijs is te omslachtig en te moeilijk. Het werken met beduidende cijfers biedt hiervoor een eenvoudige en elegante oplossing. Het toepassen van de benaderingsregels gebeurt consequent bij alle berekeningen, maar mag de aandacht van de inhoud van het probleem niet afleiden.

3.5 Contexten

In de lessen fysica bestudeert men natuurverschijnselen en processen meestal in een laboratoriumsituatie. Kortom aan fysica doen is situaties uit de natuur bevragen en beschrijven door regels, die we fysische wetten noemen. Een formule is een wiskundige, zeer bondige vertaling van een fysisch proces. Deze fysische wetten hebben voor de leerlingen meestal geen betekenis zonder situaties uit de leefwereld als contexten. Als we deze wetten aanleren zonder ze nadrukkelijk te betrekken op de werkelijkheid bestaat het gevaar dat de leerlingen fysica als een abstracte wetenschap ervaren. Daarnaast kunnen contexten meehelpen om de betekenis van de aangeleerde verschijnselen te illustreren in het dagelijkse leven. Ze kunnen ook de kenmerkende eigenschappen van een begrip op een concrete wijze voorstellen. Het kenmerk van een goede context is dus dat hij functioneel is en aansluit bij de leefwereld van de leerlingen.

Om een context succesvol in de klas te gebruiken moet hij aansluiten op het niveau van de leerlingen, de fysische begrippen moeten voor de leerlingen herkenbaar aanwezig zijn en de opbouw van de les moet zodanig zijn dat de leerlingen actief aan de les kunnen deelnemen en hun leerervaringen kunnen uitwisselen. Probleemoplossend werken kan dus ook kwalitatief gebeuren door het stellen van denkvragen bij een relevante context.

3.6 Informatie- en communicatietechnologie (ict)

De computer en de nieuwe media (Internet, cd-rom, dvd, ...) zijn niet meer weg te denken uit ons dagelijks leven. Ze bieden ruime didactische mogelijkheden en in bepaalde gevallen een grote meerwaarde voor het fysicaonderwijs. Voorbeelden zijn het verwerven en bewerken van numerieke gegevens, het direct beschikbaar zijn van grafieken, het vlug kunnen veranderen van parameters, het analyseren van videobeelden, het gebruik van animaties, (interactieve) simulaties en interactieve verwerking van de leerstof. Er zijn heel wat educatieve computerprogramma's beschikbaar. Verder laat een computer met interfacekaart, meetpaneel en sensoren in de fysicaklas toe metingen uit te voeren met een quasi onmiddellijke (grafische) analyse.

Bij het opstellen en het uitvoeren van een demonstratieproef moet de aandacht vooral uitgaan naar de fysische aspecten van de proef en niet naar de registratie en de verwerking. Zo kan men door het sturen van de meting de invloed van de verschillende factoren op de meetresultaten op korte tijd onderzoeken. Het werken met computermodellen en de resultaten vergelijken met resultaten uit experimenten brengt een verbinding tot stand tussen het fysische fenomeen en hoe men denkt het te kunnen omschrijven. Pakketten die dit toelaten of andere interactieve programma's, creëren een nieuw type leeromgeving. Er kunnen veel meer open vragen worden gesteld, waar de leerling de computer kan inschakelen om het antwoord te vinden. Bij onderzoekend leren zijn contextrijke leersituaties belangrijk. Media zoals video, cd-rom, dvd of het Internet kunnen in dit verband realistische beelden van fysische verschijnselen in de klas brengen.

Hoewel videobeelden nooit de werkelijkheid kunnen vervangen, kunnen enkele minuten van een goed videoprogramma soms beter inzicht bijbrengen dan uren frontaal lesgeven, zonder te spreken van de erbij horende tijd-winst. Er bestaan programma's die het mogelijk maken videobeelden te gebruiken voor het opmeten van het verschijnsel of proces dat getoond wordt.

Ieder ict-middel bezit zijn sterke en minder sterke punten. Het gebruik van het gepaste audiovisueel middel om een verschijnsel te tonen of een bepaald resultaat te bereiken vereist van de leraar een goede kennis, planning, voorbereiding en vaardigheden.

Fysica als discipline gebruikt de computer in zowat elke fase van een leerproces. Het vormt een bijna onmisbare assistent voor elke leerkracht én leerling. Een beperkt aantal computers per lokaal volstaat om deze integratie te ondersteunen. Het gebruik van de computer door leerlingen ter ondersteuning van hun leerproces gebeurt nu nog te dikwijls in het informaticalokaal. Dit is (voorlopig) een goede oplossing voor een gemotiveerde leerkracht maar het veranderen van lokaal vormt een drempel voor een harmonieuze implementatie van het computergebruik in de les fysica.

3.7 Veiligheid en milieuaspecten

We leven in een maatschappij die steeds meer de invloed ondergaat van de technologie of de producten die technologie voortbrengt. Deze producten en apparaten houden gevaren in zodat veiligheidsaspecten belangrijk zijn. Aandacht voor veiligheid zou moeten behoren tot de courante burgerzin van elk lid van onze maatschappij. Voor de exacte wetenschappen is er dus een taak weggelegd op dit domein want fysica, chemie en biologie leveren de basiskennis in dit verband.

Het fysische begrippenkader is aanwezig om de leerlingen verantwoorde informatie in verband met veiligheid in de domeinen mechanica, druk, gassen en warmte te geven. De lessen natuurwetenschappen in het algemeen en fysica in het bijzonder gaan best door in een vaklokaal of in een wetenschapslokaal. Binnen het kader van de veiligheid speelt de goede inrichting van het vaklokaal een cruciale rol. In overleg met de veiligheidscoördinator kan een veiligheidsplan opgesteld worden voor het lokaal en het lokaalgebruik.

Als leraar moeten we de leerlingen regelmatig wijzen op milieuaspecten waardoor een milieubewust gedrag wordt bevorderd. Indien een demonstratieproef zich daartoe leent, mag niet worden nagelaten de milieuaspecten aan de orde te stellen. Voorbeelden hiervan zijn: geen overdadig gebruik van chemische stoffen of materialen, zuinig gebruik van energie, beperking van het lawaai, verantwoorde afvalverzameling (chemicaliën, batterijen, papier, eventueel glas, ...) enz.

4 Leerplandoelstellingen, leerinhouden en pedagogisch-didactische wenken¹

In de tweede graad behoren wetenschappen onder één of andere benaming zoals fysica tot de basisvorming van het ASO. De overheid legt de scholen eindtermen op voor de vakken van de basisvorming. Deze eindtermen opgenomen onder rubriek 8, bestaan uit twee delen nl.: "Gemeenschappelijke eindtermen voor wetenschappen" en "Eindtermen fysica". De gemeenschappelijke eindtermen zijn dezelfde voor biologie, chemie, fysica en natuurwetenschappen en worden daarom in onderlinge afspraak verdeeld over de drie vakken. Ze moeten samen met de eindtermen fysica voor de tweede graad door de meerderheid van de leerlingen worden gerealiseerd op het einde van de tweede graad. De algemene en de fysica eindtermen zijn daarom in de algemene doelstellingen en vaardigheden en in de leerplandoelstellingen van het leerplan opgenomen. Er wordt naar verwezen met de nummers achter de doelstelling bv. (1) voor een gemeenschappelijke eindterm en bv. (F 1) voor een vakspecifieke eindterm. De leerplancommissie heeft naast de eindtermen nog andere leerplandoelstellingen geformuleerd, die eveneens moeten worden bereikt door de meerderheid van de leerlingen. De attitudinale eindtermen aangegeven met bv. (*22) moeten door alle leerlingen worden nagestreefd. Ze worden op dezelfde wijze gemerkt bij de doelstellingen in het leerplan.

eindtermen	notatie
gemeenschappelijke eindtermen voor wetenschappen	(4)
Attituden	(*27)
vakgebonden eindtermen voor fysica	(F5)

¹ Zie ook 8 Eindtermen

EERSTE LEERJAAR

4.1 Leerlingenpracticum

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 De leerlingen kunnen onder begeleiding een onderzoeksvraag bij een eenvoudig natuurwetenschappelijk probleem formuleren en suggereren hoe het probleem kan worden onderzocht. (6, F5, F6, F7, *22, *23, *24, * 25, *26, *27, *28, *29, *29, *30, *31)
- 2 De leerlingen kunnen individueel of in groep experimenten of onderzoeksopdrachten uitvoeren aan de hand van een gesloten instructie. (12)
- 3 De leerlingen kunnen onder begeleiding de gepaste hulpmiddelen en informatietechnologie gebruiken om gegevens te verzamelen, relaties te onderzoeken en resultaten voor te stellen. (11)
- 4 De leerlingen kunnen onder begeleiding verschillende fasen van de gebruikte natuurwetenschappelijke onderzoeksmethoden in een experiment herkennen. (6, 7, 8, 11,12)

LEERINHouden

Minimum twee experimenten of onderzoeksopdrachten (gesloten en/of open) uitvoeren naar keuze. Mogelijke tewerkstelling bij onderzoeksinstituten, universiteiten en bedrijven bespreken.

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Onder leerlingenproeven verstaat men een activiteit waarbij leerlingen alleen of in kleine groepjes (2 à 3) **onder begeleiding** proeven (zowel kwalitatief als kwantitatief) uitvoeren in verband met één of ander fysisch verschijnsel dat behoort tot het leerpakket. Het laten uitvoeren van leerlingenproeven heeft als doel het nastreven van een aantal al vernoemde specifieke vaardigheden (leren waarnemen, instrumenten gebruiken, leren meten, ...).

Daarnaast speelt het practicum een rol in de noodzakelijke afwisseling van de onderwijssituatie en verhoogt het de betrokkenheid van de leerling bij het leren door hem een stuk eigen verantwoordelijkheid te geven (motiveren, belangstelling wekken, ...).

Deze doelen betekenen in de praktijk dat de leerlingenproeven in de tweede graad op harmonieuze wijze ingepast moeten zijn in het aanbrengen van de leerstof. In het eerste leerjaar biedt het bestaande leerlingenmateriaal in verband met optica, massadichtheid en deeltjestheorie voldoende mogelijkheden om deze leerstof op een leerling-actieve manier aan te brengen. Ook in het tweede leerjaar krijgt men daartoe voldoende kansen onder andere door het onderzoeken van de wetmatigheden bij de eenparige beweging, het verifiëren van gaswetten of het bepalen van de specifieke warmtecapaciteit. De experimentele werkvorm heeft hier eveneens een gunstige invloed op de begripsvorming.

Binnen de vakgroep kunnen leerlijnen ontwikkeld worden voor de manier waarop deze leerlingenproeven uitgevoerd worden: van volledig gesloten instructie en verslag in het eerste jaar van de tweede graad tot meer open onderzoeksopdrachten in het tweede jaar van de derde graad.

Het leerlingenpracticum wordt klassikaal begeleid. De begeleiding is bij de aanvang het best beperkt tot het formuleren van de doelstellingen van de proef en de praktische problemen die leerlingen doen vastlopen. Verder zal er meer aandacht worden gegeven aan algemene experimenteervaardigheden tijdens de uitvoering en klasdiscussie in verband met het resultaat. Het is een absolute noodzaak om een practicum klassikaal af te ronden. Alle leerlingen krijgen dan de kans de essentie van het practicum te pakken te krijgen. Ook kan men op dat moment verwijzen naar nog niet onderzochte factoren, of factoren die het experiment op de een of de andere manier (negatief) beïnvloeden.

Een practicum moet ook door de leerlingen grondig voorbereid worden. Er zal ook steeds een verslag van gemaakt worden (hierbij zoveel mogelijk gebruik maken van informaticatechnologie). In een goed verslag beschrijf je puntsgewijs hoe de proef is verlopen. Het verslag bevat dan meestal volgende punten:

- de formulering van de doelstellingen van de proef of de reden (onderzoeksvraag) van het onderzoek;
- materiaal en meetopstelling;
- werkwijze of werkplan;
- meetresultaten of onderzoekresultaten;
- verwerking van de meetresultaten met aandacht voor de beduidende cijfers;
- grafiek(en);
- besluiten (verwoording, formule, wet) en eventuele suggesties en opmerkingen.

De leerlingenproeven die worden uitgevoerd moeten vallen binnen het kader van de aan te leren specifieke vaardigheden die hoger werden vermeld. De risico's die proeven met zich mee kunnen brengen, moeten door de leerkracht worden afgewogen tegen de aanwezige voorzieningen, de geoefendheid van de leerlingen en de didactische waarde van de proef. Leerlingen moeten op de hoogte zijn van de gevarenrisico's van materialen en apparatuur waarmee ze werken, en zo nodig uitleg krijgen ter zake nl. de wijze waarop men veilig kan werken, de aanwezige beschermings- en veiligheidsvoorzieningen en vluchtwegen in geval van brand.

Een groep van 20 leerlingen is bij het uitvoeren van leerlingenproeven met het oog op wat didactisch verantwoord is en wat veiligheid betreft aanvaardbaar. Een groep van 24 leerlingen is het maximum.

Het is ook aangewezen om binnen het kader van de veiligheid een laboratoriumreglement op te stellen met als doel een handzaam en doelmatig overzicht te geven van afspraken en aandachtspunten die van belang zijn om de leerlingenpractica ordelijk te laten verlopen en de gevarenrisico's tijdens het uitvoeren van leerlingenproeven te voorkomen of te vermijden. Vanzelfsprekend moeten de vaklokalen die als practicumruimten voor leerlingen worden voorzien aan bepaalde inrichtings- en veiligheidseisen voldoen (zie brochure 'Didactische infrastructuur voor onderwijs in de natuurwetenschappen' VVKSO mei 1993). Informatie hierover kan men steeds informatie vinden bij de veiligheidscoördinator.

De opleiding van de fysicus kan toegelicht worden: als ontwerper van onderzoeksmethoden, als onderzoeker, als analyticus, als persoon die als eerste eventuele toepassingen kan suggereren en er eventueel toe kan bijdragen (enkele voorbeelden die aansluiten bij de leerinhouden omtrent glasvezel als transportmiddel voor communicatie, maar ook als lichtbuis bij kijkoperaties; nieuwe soorten lichtproductie (LED's), en de mogelijke toepassingen, uitbreiding naar LED-lasers en het gebruik ervan bijvoorbeeld in cd-apparatuur en dvd-lezers). Uiteraard kunnen meer en andere voorbeelden gaandeweg ter sprake komen. Dit leidt eventueel tot tewerkstelling bij onderzoeksinstellingen, universiteiten en bedrijven. VITO, fundamenteel of toegepast onderzoek aan universiteit of hogeschool, chemische bedrijven ...

4.2 Optica

Het gedeelte optica is toegespitst op de beeldvorming. Na wat inleidende begrippen volgt het brekingsverschijnsel. Het is niet de bedoeling in dit verband de brekingsindex te behandelen.

4.2.1 Voortplanting van het licht

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|----|---|--|
| 5 | De begrippen lichtbron en donker lichaam omschrijven. (10) | Inleidende begrippen |
| 6 | Het onderscheid maken tussen ondoorschijnende, doorschijnende en doorzichtige voorwerpen. (11) | |
| 7 | De drie soorten lichtbundels herkennen, benoemen en tekenen. (1) | |
| 8 | Aantonen en illustreren dat licht zich rechtlijnig in een homogeen midden voortplant. (6,9) | Rechtlijnige voortplanting van het licht in een homogeen midden. |
| 9 | De schaduwvorming verklaren als gevolg van de rechtlijnige voortplanting van het licht in een homogeen midden. (5, 9,13) | Toepassing: schaduwvorming zoals maanfasen, zons(aards)- en maansverduistering. |
| 10 | Het onderscheid aangeven tussen de begrippen 'grootheid' en 'eenheid'. De SI-eenheden samen met de meest gebruikte veelvouden en delen van de aangebrachte grootheden aangeven, omzetten en gebruiken en de meetapparatuur gebruiken om lengte te meten. (13, F1, F4, F5) | Grootheden, eenheden, meettoestellen voor lengte. Metingen in verband met lengte |
| 11 | De brekingswetten en enkele eenvoudige toepassingen omschrijven. (11) | Breking van het licht bij overgang tussen twee verschillende homogene middens. |

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Tijdens het uitvoeren van demonstratieproeven zal men de aandacht vestigen op het zorgvuldig en het nauwkeurig uitvoeren van metingen. De nauwkeurigheid bij het meten is een belangrijk conceptueel begrip dat voortdurend beklemtoond moet worden. Voor een rechtstreekse meting wordt de nauwkeurigheid van het resultaat bepaald door de nauwkeurigheid van het gebruikte meettoestel (schaalverdeling en werking). De meetmethode zelf heeft ook invloed op het meetresultaat. Het is niet de bedoeling in verband met nauwkeurigheid foutentheorie te behandelen.

Leerlingen moeten ervaren dat ze een voorwerp zien wanneer er licht van dat voorwerp in hun oog komt. Het voorwerp zal daarvoor zelf licht moeten geven of het zal het licht van een lichtbron weerkaatsen. Leerlingen moeten daarvoor weten dat licht zich vanuit een lichtbron rechtlijnig in stralenbundels door de ruimte uitbreidt. De rechtlijnige voortplanting van het licht in een homogeen midden geeft de mogelijkheid de basisbegrippen die hierbij een rol spelen te behandelen: lichtbron, donkere lichamen, lichtbundel, lichtstraal, schaduwvorming. De brekingswetten worden kwalitatief en niet kwantitatief behandeld. Een handige benadering hier is het inzicht dat de lichtsnelheid varieert naargelang de middenstof en dat daarom licht breekt.

Men zal bij het gebruik van een laserbron de nodige veiligheidsmaatregelen strikt opvolgen.

4.2.2 *Beeldvorming bij vlakke spiegels*

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 12 Beschrijven hoe een lichtstraal door een vlakke spiegel wordt teruggekaatst en terugkaatsingswetten afleiden. (10, 11, 12)
- 13 Aantonen en illustreren hoe bij vlakke spiegels de stralengang (constructies) toelaat om de beeldvorming te voorspellen. (3, 4, 10, *22, *23)
- 14 Het onderscheid aangeven tussen de begrippen 'grootheid' en 'eenheid'. De SI-eenheden samen met de meest gebruikte veelvouden en delen van de aangebrachte grootheden aangeven, omzetten en gebruiken en de meetapparatuur gebruiken om lengte en hoeken te meten. (13, F1, F4, F5)
- 15 De terugkaatsingswetten toepassen bij het bepalen van het gezichtsveld van een vlakke spiegel. (*22, *28, *29)

LEERINHOUDEN

- Vlakke spiegels
- Beeldvorming bij vlakke spiegels
- Grootheden, eenheden, meettoestellen voor lengte en hoeken. Metingen in verband met lengte en hoeken
- Gezichtsveld

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Bij de vlakke spiegel stelt men de terugkaatsingswetten op. De vlakke spiegel wordt eveneens gebruikt om de begrippen voorwerp en beeld toe te lichten. Men beperkt zich tot reële voorwerpen en concrete situaties. Bij een vlakke spiegel ligt het beeld niet op maar achter de spiegel. Sommige leerlingen denken dat alleen spiegels licht weerkaatsen, andere voorwerpen doen dat echter ook. Verstrooiing van het licht of diffuse terugkaatsing kan gedemonstreerd worden met proeven waarbij rook of krijtstof in een lichtbundel wordt geblazen. De reflector is hiervan een mooie toepassing. Men zal er op toezien dat de lichtstralen steeds uit het voorwerp vertrekken en na terugkaatsing (in dit geval) in het oog terechtkomen.

4.2.3 *Beeldvorming bij bolle lenzen*

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 16 Uitgaande van een reëel voorwerp bij een bolle lens het beeld construeren door gebruik te maken van de karakteristieke stralen. (*28, *29)

LEERINHOUDEN

- Bolle lenzen en beeldvorming bij bolle lenzen.

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Bij de beeldconstructies bij bolle lenzen maakt men gebruik van de zogenaamde constructiestralen. Dit heeft dikwijls tot gevolg dat leerlingen denken dat er alleen karakteristieke stralen bestaan. Bij constructies zal men ook willekeurige stralen laten tekenen. Ook zal men bij de beeldvorming bij lenzen benadrukken dat alle stralen die van één voorwerpspunt vertrekken na breking door de lens reëel of virtueel samenkomen in één beeldpunt. De lenzenformules worden buiten beschouwing gelaten.

4.2.4 Toepassingen (U)

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 17 Beeldvorming toepassen bij het oog: bijziend, verziend, accommodatie. (17, F7)
- 18 Beschrijven op welke wijze beeldvorming plaatsvindt met een optisch toestel zoals: loep, data- en overheadprojector, fototoestel, telescoop, scanner, ... (15, F7)

LEERINHouden

Werking van het oog
Beroepsmogelijkheid: onderzoeker van oogafwijkingen, onderzoek nieuwe chirurgische technieken (o.a. met behulp van laser)

Studie van een optisch toestel naar keuze
Tewerkstelling als onderzoeker bij de studie van het heelal, optometrische toestellen, digitale fotografie, medische beeldvorming, nieuwe scantechieken voor diagnose en therapie bespreken, evenals de mogelijkheden bij de ontwikkeling en productie van de nodige apparatuur

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

De overheadprojector is door zijn formaat en zijn sterke lamp een uiterst geschikt optisch toestel voor het uitvoeren van een demonstratieproef. Gebruik een doorzichtige lat als voorwerp om af te beelden, de vergroting is dan door iedereen te zien. Eenvoudige optische instrumenten kunnen ook door leerlingen gebouwd worden.

Heel wat (meet)instrumenten steunen op fysische principes: verkeerscamera's, snelheidsmeters, bewakingscamera's, glasvezel bij kijkoperaties, belichting bij de tandarts. Fysici dragen door hun kennis bij tot de ontwikkeling van betere (meet)toestellen en het oordeelkundig gebruik ervan.

4.3 Algemene eigenschappen van de materie en het deeltjesmodel

4.3.1 Algemene eigenschappen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 19 Meetresultaten op een correcte wijze noteren rekening houdend met de nauwkeurigheid van de metingen. (F3, F5, F29)
- 20 Meetresultaten grafisch voorstellen en ondanks meetfouten het verloop van de grafiek schatten. (7, 10, 11) Het functievoorschrift aangeven.
- 21 Beschrijven hoe de relatie tussen massa, volume en dichtheid experimenteel bepaald wordt en de formulevorm die deze relatie weergeeft voor het oplossen van standaardproblemen gebruiken. (F1, F3, F4, F5, F6, F26)
- 22 De aggregatietoestanden waarin een stof kan voorkomen benoemen en toelichten aan de hand van uitwendig waarneembare kenmerken (vorm, volume). (F1)

LEERINHouden

Meetnauwkeurigheid: beperkingen van meetinstrumenten inzien, naar werking toestel en afleesmogelijkheden. Dit opnemen in de manier waarop de meetwaarde genoteerd wordt.

Grafische voorstellingen, rechtevenredigheid.

Massa, volume, dichtheid (massadichtheid)

Aggregatietoestanden
Faseovergangen

- 23 De verschillende faseovergangen benoemen en de faseovergangen onder invloed van toevoer of afvoer van warmte toelichten. (F25)

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Wij wijzen uitdrukkelijk op het belang van het gebruik van grafieken. De procedure hierbij verloopt als volgt: Uit het experiment volgen meetresultaten die in een tabel geplaatst worden. Met deze meetresultaten (getallenkoppels) wordt een grafiek getekend. We tekenen twee lijnen (assen) loodrecht op elkaar, die benoemd worden (grootte, eenheid): de onafhankelijke grootte horizontaal en de afhankelijke grootte verticaal. Kies een schaal in functie van de grootte van de grootste meetresultaten, geef duidelijk de meetpunten aan door een stip of kruisje (geen ophaallijnen). Men vestigt de aandacht op het tekenen van de eenvoudigste vloeiende lijn (Kijk vooraf 'scherend' over het blad).

Er kunnen meetpunten liggen boven en onder de lijn wat voor leerlingen soms onbegrijpelijk is en totaal verschillend van wat ze in de wiskunde of economie doen.

In het eerste leerjaar van de tweede graad blijft het functievoorschrift van een fysische relatie beperkt tot recht evenredig verband (grafisch: de rechte door de oorsprong). Omgekeerd volgt uit de voorstelling van de rechte door de oorsprong dat er twee constante quotiënten zijn:

$$\frac{y}{x} = \text{cste} \quad \frac{x}{y} = \text{cste} \cdot$$

De constanten zijn elkaars omgekeerde. Eens één constante gekend, kent men ook de andere. Nadien volgt het vaststellen van de fysische betekenis van de constanten en het aangeven van de eenheden.

Wij vestigen extra aandacht op het feit dat men in de wiskunde met getallen werkt terwijl men in de fysica omgaat met grootheden. Grootheden zijn bepaald door een (maat)getal én een eenheid. Dat is trouwens één van de belangrijkste redenen waarom de leerling dikwijls niet in staat is de gekende wiskundige kennis in het leervak fysica toe te passen.

Het begrip dichtheid zal men niet alleen behandelen bij vaste stoffen en vloeistoffen maar ook bij gassen. Hier kan een inspanning worden geleverd om de leerlingen de dichtheid van een vaste stof zelf te laten bepalen. Dit is trouwens een goede gelegenheid om geïntegreerd bepaalde meettoestellen te leren gebruiken. In de ogen van leerlingen is lucht niets. Het is dus belangrijk dat men via een demonstratieproef de leerlingen laat vaststellen of aantoonst dat lucht (een gasmengsel) een massa heeft en dus ook een massadichtheid.

Bij de faseovergangen zal het nodig zijn het begrip 'temperatuur' in te voeren. Het is de bedoeling bij de faseovergangen de grafieken van de temperatuur in functie van de tijd te tekenen. Bij het verdampen beperkt men zich tot het verdampen binnen in de vloeistof (het koken). Het verdampen aan het vrije vloeistofoppervlak komt best aan bod bij de toetsing van het deeltjesmodel. In deze fase is het enkel de bedoeling deze processen te beschrijven. Het verklaren gebeurt na de introductie van het deeltjesmodel.

4.3.2 Deeltjesmodel

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 24 Een fysisch model van de structuur van de materie omschrijven en met behulp van dit model de verschillende fasen en faseovergangen verklaren. (F25)

LEERINHouden

Deeltjesmodel van de materie

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Het deeltjesmodel wordt gegeven en met behulp van het deeltjesmodel worden de verschillende fasen of aggregatietoestanden en de faseovergangen bij het toevoeren van warmte verklaard. Men moet er zich van bewust zijn dat het deeltjesmodel ook aan bod is gekomen in de lessen chemie (vakoverschrijdende samenwerking). Men moet de leerlingen er op wijzen dat het gaat om een model m.a.w. een vereenvoudigde voorstelling van de werkelijkheid die indien nodig kan bijgesteld of verruimd worden. Zo kan het deeltjesmodel uit de chemie (het bestaan van enkelvoudige en samengestelde stoffen, die uit atomen respectievelijk moleculen zijn opgebouwd) verruimd worden met het inzicht dat die deeltjes ook (eventueel ter plaatse) bewegen. Dit kan als basis dienen voor de verklaring van de processen vermeld in 4.3.1 en 4.3.3.

4.3.3 Illustratie van het deeltjesmodel

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 25 De grootteorde van fysische grootheden aangeven. (F3)
- 26 Met behulp van het deeltjesmodel een aantal fysische fenomenen zoals deelbaarheid, vervormbaarheid, cohesie en adhesie, diffusie, Brownse beweging, voorspellen of verklaren. (F7, 3, 10)

LEERINHouden

Deelbaarheid (oplosbaarheid)
Diffusie (met invloed van de temperatuur)
Cohesie en adhesie (aggregatietoestanden),
Brownse beweging
Ruimtelijk aspect van de materie (poreusheid, ondoordringbaarheid)
Beroepsmogelijkheid: studie van het milieu en metingen van omgevingsfactoren (stofvervuiling, ozon, ...)

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Het gebruik van het deeltjesmodel wordt (naast de verklaring voor de faseovergangen) geïllustreerd door een aantal verschijnselen te demonstreren en te verklaren, onder andere cohesie en adhesie, deelbaarheid, vervormbaarheid, diffusie, de Brownse beweging...

Bij cohesie en adhesie maakt men gebruik van het intuïtief krachtbegrip. Bij deelbaarheid van de stof kan oplosbaarheid aan bod komen. Hierbij kan ook uitzetting, capillariteit, en de verdamping aan het vrije vloeistofoppervlak behandeld worden. Het ruimtelijke aspect is een macroscopisch verschijnsel in tegenstelling tot bijvoorbeeld adhesie- en cohesiekrachten.

Heel wat meetinstrumenten steunen op fysische principes: helderheid, massaspectroscopie, geleidbaarheid, diffusie. Fysici dragen door hun kennis bij tot de ontwikkeling van betere (meet)toestellen en het oordeelkundig gebruik ervan.

TWEDE LEERJAAR

4.4 Leerlingenpracticum

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 27 De leerlingen kunnen onder begeleiding een onderzoeksvraag bij een eenvoudig natuurwetenschappelijk probleem formuleren. (6, F7)

LEERINHouden

Minimum twee experimenten of onderzoeksopdrachten (gesloten en/of open) uitvoeren naar keuze.
Mogelijke tewerkstelling bij onderzoeksinstellingen, universiteiten en bedrijven bespreken.

- 28 De leerlingen kunnen individueel of in groep experimenten of onderzoeksopdrachten uitvoeren aan de hand van een gesloten instructie. (12)
- 29 De leerlingen kunnen onder begeleiding de gepaste hulpmiddelen en informatietechnologie gebruiken om gegevens te verzamelen, relaties te onderzoeken en resultaten voor te stellen.
- 30 De leerlingen kunnen onder begeleiding verschillende fasen van de gebruikte natuurwetenschappelijke onderzoeksmethoden in een experiment herkennen.

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Onder leerlingenproeven verstaat men een activiteit waarbij leerlingen alleen of in kleine groepjes (2 à 3) **onder begeleiding** proeven (zowel kwalitatief als kwantitatief) uitvoeren in verband met één of ander fysisch verschijnsel dat behoort tot het leerpakket. Het laten uitvoeren van leerlingenproeven heeft als doel het nastreven van een aantal al vernoemde specifieke vaardigheden (leren waarnemen, instrumenten gebruiken, leren meten, ...).

Daarnaast speelt het practicum een rol in de noodzakelijke afwisseling van de onderwijssituatie en verhoogt het de betrokkenheid van de leerling bij het leren door hem een stuk eigen verantwoordelijkheid te geven (motiveren, belangstelling wekken, ...).

Deze doelen betekenen in de praktijk dat de leerlingenproeven in de tweede graad op harmonieuze wijze ingepast moeten zijn in het aanbrenge van de leerstof. In het eerste leerjaar biedt het bestaande leerlingenmateriaal in verband met optica, massadichtheid en deeltjestheorie voldoende mogelijkheden om deze leerstof op een leerling-actieve manier aan te brengen. Ook in het tweede leerjaar krijgt men daartoe voldoende kansen onder andere door het onderzoeken van de wetmatigheden bij de eenparige beweging, het verifiëren van gaswetten of het bepalen van de specifieke warmtecapaciteit. De experimentele werkvorm heeft hier eveneens een gunstige invloed op de begripsvorming.

Binnen de vakgroep kunnen leerlijnen ontwikkeld worden voor de manier waarop deze leerlingenproeven uitgevoerd worden: van volledig gesloten instructie en verslag in het eerste jaar van de tweede graad tot meer open onderzoeksopdrachten in het tweede jaar van de derde graad.

Het leerlingenpracticum wordt klassikaal begeleid. De begeleiding is bij de aanvang het best beperkt tot het formuleren van de doelstellingen van de proef en de praktische problemen die leerlingen doen vastlopen. Verder zal er meer aandacht worden gegeven aan algemene experimenteervaardigheden tijdens de uitvoering en klasdiscussie in verband met het resultaat. Het is een absolute noodzaak om een practicum klassikaal af te ronden. Alle leerlingen krijgen dan de kans de essentie van het practicum te pakken te krijgen. Ook kan men op dat moment verwijzen naar nog niet onderzochte factoren, of factoren die het experiment op de een of de andere manier (negatief) beïnvloeden.

Een practicum moet ook door de leerlingen grondig voorbereid worden. Er zal ook steeds een verslag van gemaakt worden (hierbij zoveel mogelijk gebruik maken van informaticatechnologie). In een goed verslag beschrijf je puntsgewijs hoe de proef is verlopen. Het verslag bevat dan meestal volgende punten:

- de formulering van de doelstellingen van de proef of de reden (onderzoeksvraag) van het onderzoek;
- materiaal en meetopstelling;
- werkwijze of werkplan;
- meetresultaten of onderzoekresultaten;
- verwerking van de meetresultaten met aandacht voor de beduidende cijfers;
- grafiek(en);
- besluiten (verwoording, formule, wet) en eventuele suggesties en opmerkingen.

De leerlingenproeven die worden uitgevoerd moeten vallen binnen het kader van de aan te leren specifieke vaardigheden die hoger werden vermeld. De risico's die proeven met zich mee kunnen brengen, moeten door de leerkracht worden afgewogen tegen de aanwezige voorzieningen, de geoefendheid van de leerlingen en de didactische waarde van de proef. Leerlingen moeten op de hoogte zijn van de gevarenrisico's van materialen en apparatuur waarmee ze werken, en zo nodig uitleg krijgen ter zake nl. de wijze waarop men veilig kan werken, de aanwezige beschermings- en veiligheidsvoorzieningen en vluchtwegen in geval van brand.

Een groep van 20 leerlingen is bij het uitvoeren van leerlingenproeven met het oog op wat didactisch verantwoord is en wat veiligheid betreft aanvaardbaar. Een groep van 24 leerlingen is het maximum.

Het is ook aangewezen om binnen het kader van de veiligheid een laboratoriumreglement op te stellen met als doel een handzaam en doelmatig overzicht te geven van afspraken en aandachtspunten die van belang zijn om de leerlingenpractica ordelijk te laten verlopen en de gevarenrisico's tijdens het uitvoeren van leerlingenproeven te voorkomen of te vermijden. Vanzelfsprekend moeten de vaklokalen die als practicumruimten voor leerlingen worden voorzien aan bepaalde inrichtings- en veiligheidseisen voldoen (zie brochure 'Didactische infrastructuur voor onderwijs in de natuurwetenschappen' VVKSO mei 1993). Informatie hierover kan men steeds informatie vinden bij de veiligheidscoördinator.

De opleiding van de fysicus kan worden toegelicht: als ontwerper van onderzoeksmethoden, als onderzoeker, als analyticus, als persoon die als eerste eventuele toepassingen kan suggereren en er eventueel toe kan bijdragen. Dit leidt eventueel tot tewerkstelling bij onderzoeksinstellingen, universiteiten en bedrijven. VITO, fundamenteel of toegepast onderzoek aan universiteit of hogeschool, chemische bedrijven, ...

4.5 Krachten

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHouden

- | | |
|---|--|
| 31 Een kracht als oorzaak van vervorming van een voorwerp herkennen. (F9) | Kracht als oorzaak van vervorming |
| 32 Het onderscheid aangeven tussen de begrippen 'grootheid' en 'eenheid'. De SI-eenheden samen met de meest gebruikte veelvoud en delen van de aangebrachte grootheden aangeven, omzetten en gebruiken en de meetapparatuur gebruiken om lengte en massa te meten. (13, F1, F4, F5) | Grootheden, eenheden, meettoestellen voor lengte en massa. Metingen in verband met lengte en massa |
| 33 Het belang van het vectorieel karakter van een kracht toelichten. (13, F1, F10) | Vectoriële voorstelling van een kracht
Eenheid van kracht |
| 34 Meetresultaten op een correcte wijze noteren rekening houdend met de nauwkeurigheid van de metingen. (F3, F5, F29) | Meetnauwkeurigheid: beperkingen van meetinstrumenten inzien, naar werking toestel en afleesmogelijkheden. Dit opnemen in de manier waarop de meetwaarde genoteerd wordt. |
| 35 Een kracht als oorzaak van vervorming in een concrete situatie herkennen. (13, F8) | Veerkracht: wet van Hooke, grafische voorstelling
Meten van krachten: dynamometer |
| 36 De vervorming van een volkomen elastisch systeem uitdrukken in termen van de uitgeoefende kracht, dit verband grafisch voorstellen en met een voorbeeld illustreren. (F1, F2, F12, 11) | |
| 37 Een kracht als oorzaak van een verandering van de bewegingstoestand van een voorwerp herkennen. (F9) | Kracht als oorzaak van de verandering van de bewegingstoestand |

38	De zwaartekracht op een massa beschrijven en de zwaarteveldsterkte formuleren. (11)	Zwaartekracht, zwaarteveldsterkte
39	Voorbeelden van verschillende soorten krachten en toepassingen ervan noemen. (F13)	Voorbeelden van krachten
40	Krachten volgens dezelfde richting en werklijn samenstellen. (F11)	Krachten in evenwicht ($F_{\text{res}} = 0$) inwerkend op een voorwerp
41	Meetresultaten grafisch voorstellen en ondanks meetfouten het verloop van de grafiek inschatten. (7, 10, 11). Het functievoorschrift aangeven	Grafische voorstellingen, rechtevenredigheid.
42	Voor een eenparige rechtlijnige beweging de snelheid berekenen en deze beweging grafisch voorstellen. (F1, F4, F15, 11)	Gevolgen: rust of eenparig rechtlijnige beweging Begrip snelheid, grafische voorstellingen: $x(t)$ - en $v(t)$ -diagram Standaardopgaven
43	Voor een rechtlijnige beweging de verandering van snelheid omschrijven. (F16)	Verandering van snelheid

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Het gedeelte “krachten” is voor sommigen een eerste confrontatie met dit moeilijk begrip. We brengen het begrip kracht aan via zijn statische en dynamische omschrijving nl. als oorzaak voor de vervorming van een star lichaam en als oorzaak voor de snelheidsverandering van een voorwerp. Indien de kracht of de resultante van de krachten op een lichaam nul is zal het in rust zijn of geen snelheidsverandering of richtingsverandering ondergaan met andere woorden een eenparige rechtlijnige beweging (ERB) uitvoeren. Bij het behandelen van de ERB definiëren we het begrip snelheid, de gemiddelde snelheid en de ogenblikkelijke snelheid zijn bij deze beweging aan elkaar gelijk. Voor het meten van een kracht gebruiken we de dynamometer als black box. De eenheid newton (N) wordt dus zonder meer gegeven.

De zwaartekracht is een veldkracht omdat er krachtwerking is op afstand (zonder materieel contact). Deze veldkracht is er de oorzaak van dat de voorwerpen die niet meer ondersteund worden vallen (veranderen van de bewegingstoestand, veranderen van de snelheid). Met de dynamometer kan men aantonen dat de zwaartekracht op een voorwerp recht evenredig is met de massa van het voorwerp. De waarde van het constante quotiënt $\frac{F_z}{m}$ karakteriseert de sterkte van het krachtveld.

Deze constante (evenredigheidsfactor) wordt voorgesteld door g ($F_z = m \cdot g$). De eenheid van g is newton per kilogram, g wordt veldsterkte of zwaarteveldsterkte genoemd. Men spreekt hier niet van valversnelling omdat versnelling nog niet bekend is. Men zal dan ook de eenheid m/s^2 niet vermelden.

4.6 Arbeid, energie, vermogen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 44 Het onderscheid aangeven tussen de begrippen ‘grootheid’ en ‘eenheid’. De SI-eenheden samen met de meest gebruikte veelvoud en delen van de aangebrachte grootheden aangeven, omzetten en gebruiken en de meetapparatuur gebruiken om lengte, massa en tijd te meten. (13, F1, F4, F5)

LEERINHOUDEN

Grootheden, eenheden, meettoestellen voor lengte, massa en tijd. Metingen in verband met lengte, massa en tijd.

- | | | |
|----|---|--|
| 45 | De begrippen arbeid, energie en vermogen omschrijven, hun onderlinge relatie aangeven en in concrete situaties correct gebruiken. (13, F1, F17) | Arbeid geleverd door een constante kracht
Vermogen. Eenheden.
Standaardopgaven |
| 46 | De arbeid berekenen bij een constante kracht die evenwijdig is met de verplaatsing. (F1, F18) | |
| 47 | Mechanische energie en andere energievormen herkennen en aangeven in concrete situaties. (F20) | Energie, energievormen |
| 48 | Van enkele milieueffecten die het gevolg zijn van energieproductie de daaraan verbonden ethische en maatschappelijke problemen aangeven. (F7, 21) | |
| 49 | De gravitatiepotentiële energie bij het aardoppervlak, elastische potentiële energie en de kinetische energie van een voorwerp berekenen. (F1, F19) | Standaardopgaven in verband met mechanische energie |
| 50 | In concrete gevallen omzettingen van energie beschrijven en het rendement berekenen. (F1, F21) | Omzettingen van energie
Rendement
Beginsel van behoud van energie |
| 51 | Het beginsel van behoud van energie algemeen formuleren en illustreren met concrete voorbeelden. (F7, F22) | |

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

De bedoeling van het leerstofgeheel arbeid, energie en vermogen is te beschikken over een elementaire kennis van mechanica.

Arbeid verrichten heeft in het dagelijkse taalgebruik te maken met een nuttige activiteit waarvoor je een inspanning moet doen. Aan de leerlingen moet worden bijgebracht dat het begrip arbeid in de fysica iets anders betekent dan in het dagelijkse leven. In fysica is beweging en een krachtcomponent in de richting van de beweging nodig om arbeid te hebben. De relatie tussen arbeid, kracht en verplaatsing, wordt hier gegeven in zijn eenvoudigste vorm.

Bij het begrip vermogen zal men de leerlingen attent maken op het feit dat deze grootheid werd ingevoerd om arbeidsprestaties te vergelijken. Dan wordt duidelijk waarom vermogen gedefinieerd is als arbeid per tijd.

Bij een eerste kennismaking met het begrip energie moet het de leerling duidelijk worden gemaakt welke belangrijke rol het begrip energie speelt in allerlei fysische verschijnselen. Iemand of iets dat arbeid kan verrichten bezit energie en omgekeerd. Verschillende verschijningsvormen van energie, zoals bewegingsenergie, gravitatiepotentiële energie, chemische energie, warmtehoeveelheid, elektrische energie... moeten bondig worden besproken en met voorbeelden geïllustreerd. Het is niet de bedoeling de formules voor de mechanische energie af te leiden, ze mogen gewoon worden geponeerd. Hoewel het afleiden voor potentiële gravitatie-energie en potentiële elastische energie op een eenvoudige manier kan gebeuren. Voor de kinetische energie kan men de leerlingen intuïtief bijbrengen dat de snelheid en de massa van het lichaam een rol spelen. Men zal de leerlingen bijbrengen dat bij het verrichten van arbeid een bepaalde energiesoort wordt omgezet in een andere. Het beginsel van behoud van energie wordt als een beginsel (axioma) aangebracht. Men zal benadrukken dat men niet bewijst maar illustreert, zoals bv. een heen en weer slingerende en/of trillende massa die nooit hoger komt dan de hoogte waarop ze werd losgelaten.

Inzicht in de fysica is een essentiële vereiste om mee te draaien in de energiesector: fysici zijn betrokken bij alle activiteiten die rationeel energieverbruik beogen, die nieuwe (milieubewuste) productiemethoden van energie

ontwikkelen, die studies maken van het gebruik van energie nu en in de toekomst. Zij ontwikkelen mee verbeterde productiemethoden, kernenergie, zonne-energie in het verleden en zijn nu bezig met onder andere kernfusie (het ITER-project).

4.7 Druk

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 52 Het begrip druk afleiden uit kracht en oppervlakte en de grootte ervan berekenen. (F1, F6, F14)
- 53 Het beginsel van Pascal formuleren en praktische toepassingen verklaren. (13, 15)
- 54 Druk in een vloeistof verklaren en de grootte ervan berekenen. (13, F1, F2, F27)
- 55 De grootteorde van fysische grootheden aangeven. (F3)
- 56 Met behulp van het deeltjesmodel de druk van een gas verklaren (17, F4, F25, 9)

LEERINHOUDEN

- Begrip druk: $p = F/A$
Standaardopgaven
- Druk op vloeistoffen: beginsel van Pascal en praktische toepassingen
- Druk in vloeistoffen
(U) verbonden vaten, wet van Archimedes
Standaardopgaven
- Druk in gassen, luchtdruk, meten van drukken

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Dikwijls gebruikt men in de spreektaal de woorden kracht en druk door elkaar. 'Druk hier eens op' zeggen we als we willen dat iemand iets met kracht op zijn plaats houdt. Daarom is het goed deze leerinhoud te beginnen met enkele concrete voorbeelden die het onderscheid tussen de begrippen kracht en druk duidelijk maken. Na de afleiding van de SI-eenheden, kan men tevens het verband leggen met bar en mbar die nog als meeteenheden op heel wat manometers voorkomen. We kunnen onder andere een afgesloten meetspuit gebruiken om het bestaan van de luchtdruk aan te tonen en eventueel te berekenen. De verbonden vaten en de wet van Archimedes staan in uitbreiding en kunnen dus bij gebrek aan tijd weggelaten worden.

4.8 Gaswetten

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 57 Het verband tussen de toestandsfactoren druk, volume en temperatuur van een hoeveelheid gas aangeven en grafisch het verband tussen twee toestandsfactoren weergeven. (7, 9, 13, *29, *30, F2, F29)

LEERINHOUDEN

- Wet van Boyle-Mariotte
Omgekeerd evenredig verband
Volumewet en drukwet van Gay-Lussac
Absoluut nulpunt
Kelvintemperatuur
Algemene ideale gaswet

- 58 Het onderscheid aangeven tussen de begrippen 'grootheid' en 'eenheid'. De SI-eenheden samen met de meest gebruikte veelvoud en delen van de aangebrachte grootheden aangeven, omzetten en gebruiken en de meetapparatuur gebruiken om temperatuur te meten. (13, F1, F4, F5)
- 59 Voor een gas de kinetische opvatting van het begrip temperatuur beschrijven en in verband brengen met het absolute nulpunt. (F28)

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

De gaswetten worden met behulp van demonstratieproeven experimenteel afgeleid. (Eventueel kan er één afgeleid worden als leerlingenproef).

Bij de volumewet en de drukwet van Gay-Lussac kan één van de twee naar analogie behandeld worden. Bij de gaswetten mag men niet vergeten de geldigheidsvoorwaarden te vermelden bijvoorbeeld bij de wet van Boyle moet de temperatuur constant blijven en mag geen gas weglekken (m en T constant). De meetresultaten worden grafisch weergegeven en zo komt men tot een kwalitatief verband tussen de grootheden (wet).

Het leren omgaan met grafieken krijgt hier volop kansen. Men krijgt de gelegenheid twee nieuwe grafische voorstellingen te behandelen, namelijk de hyperbool bij de wet van Boyle-Mariotte en de rechte niet door de oorsprong, bij de wet van Gay-Lussac.

Bij de wet van Boyle-Mariotte zal men nagaan waarvan de waarde van de constante kan afhangen. De wet van Gay-Lussac geeft hier een lineair verband weer van de vorm $p = a \cdot t + b$.

Men gaat na wat de betekenis van de constanten a en b is. De wet van Gay-Lussac is bijzonder interessant om aan te tonen hoe men met een eenvoudig experiment tot een belangrijk inzicht kan komen in verband met het absolute nulpunt.

Men zal het ideaal gasmodel invoeren (zie ook het eerste leerjaar van de tweede graad!) dat hier als voorwaarde dient om de extrapolatie te mogen uitvoeren. Men kan de ligging van het absolute nulpunt uit de meetresultaten afleiden, hierbij rekening houdend met de nauwkeurigheid.

Door het invoeren van de kelvinschaal krijgen de wetten van Gay-Lussac een meer eenvoudige vorm. De grafiek wordt een rechte door de oorsprong en het wiskundige verband is dus het recht evenredig verband.

Bij de drie gaswetten benadrukt men het feit dat het gaat om isotherme, isobare en isochore processen. Een proces is een overgang van de ene toestand naar de andere. In een grafische voorstelling wordt een toestand voorgesteld door een punt, en een proces door een lijn. De leerlingen moeten inzien dat de drie bovengenoemde processen bijzondere gevallen zijn.

De drie gaswetten worden dan samengevoegd tot de algemene ideale gasvergelijking.

4.9 Warmte en energie

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 60 De begrippen warmtecapaciteit en soortelijke warmtecapaciteit kwalitatief gebruiken. (F1, F24)
- 61 Met het deeltjesmodel van de materie het begrip inwendige energie uitleggen en de gevolgen beschrijven als er warmte-uitwisseling optreedt. (17, F23)

LEERINHouden

- Warmtehoeveelheid.
Standaardopgaven
- Inwendige energie en warmte

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Het gebruik en de betekenis van het begrip warmte verdient de nodige aandacht. Er moet duidelijk onderscheid worden gemaakt tussen de energie die op een bepaald ogenblik in een systeem (één of meerdere voorwerpen) ligt opgeslagen (inwendige energie) en de energie die met dit systeem wordt uitgewisseld (warmte). Warmte is een verschijningsvorm van energie-uitwisseling. De opgeslagen energie (kinetische en potentiële energie van de deeltjes) is een toestandsgrrootheid. De energie (de warmtehoeveelheid) die de grenzen van het systeem passeert is geen toestandsgrrootheid, maar bepaalt wel de toename of afname van de inwendige energie van het systeem. Warmte is dus een verschijningsvorm van energie, gedurende het transport. De inwendige energie van een systeem kan niet alleen toenemen door een hoeveelheid warmte toe te voeren maar ook door op het systeem arbeid te leveren. De verklaring gebeurt door middel van het deeltjesmodel.

Met de formules $Q = C \cdot T$ en $Q = m \cdot c \cdot T$ kan men de begrippen warmtecapaciteit en soortelijke warmtecapaciteit aanbrengen.

4.10 Faseovergangen: smelten en stollen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 62 Bij het smelt- en stolverschijnsel van een zuivere stof de wetmatigheden omschrijven en aan de hand van energiebeschouwingen de verschijnselen verklaren. (9, 17)
- 63 De verandering van het volume en de massadichtheid bij het smelt- en stolverschijnsel omschrijven. (9)
- 64 De invloed van de druk op de smelttemperatuur toelichten en in een $p(T)$ -diagram grafisch voorstellen. (11) (U)

LEERINHOUDEN

- Smelten en stollen: wetten
Specifieke smeltingswarmte en stollingswarmte
Energiebeschouwingen
- Verandering van volume en massadichtheid bij smelten en stollen
- Invloed van de druk op de smelttemperatuur (U)
Smeltlijn

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

In verband met het leerstofonderdeel "Faseovergangen" mag de lengte van de formulering niet de indruk doen ontstaan dat dit het grootste en belangrijkste deel is. Men moet het eerder zien als een verdieping van het structuurmodel van de materie uit het eerste leerjaar van de tweede graad waarbij nu het accent ligt op het energieaspect.

Men zal bij voorkeur spreken van de smelttemperatuur (en niet smeltpunt). Met het smeltpunt is conform de wetkunde, eerder een punt van een grafiek, bepaald door een getallenkoppel bedoeld. Van de meeste stoffen neemt gedurende het smelten het volume waarneembaar toe (ijs is de meest bekende uitzondering), wat eenvoudig te illustreren is. Men zal hier eveneens wijzen op de verandering van de massadichtheid.

Bij de energiebeschouwingen wijst men expliciet op de microscopische verklaring van het smeltproces (stolproces), de wijze waarop de inwendige energie verandert.

De invloed van de druk op de smelttemperatuur kan bij ijs eenvoudig gedemonstreerd worden. Eventueel kan ook hier de microscopische verklaring gegeven worden.

5 Minimale materiële vereisten

Het noodzakelijke materiaal kan men opsplitsen in twee delen: de infrastructuur van het gebruikte vaklokaal en het proevenmateriaal.

5.1 Inrichting van het lokaal

De leraar beschikt over een ruime en goed uitgeruste demonstratietafel met water- en energievoorziening. Een computer met interface en dataprojector en een aantal sensoren behoren tot de normale uitrusting van een modern fysicallabo. Een aantal computers voor actief gebruik door leerlingen bieden eveneens een grote meerwaarde (zie 3.6). Verder is er een overheadprojector en projectiescherm voor het gebruik van transparanten. Het lokaal moet verduisterd kunnen worden in verband met proeven optica en projectie. Binnen in het lokaal of aangrenzend, moet voldoende bergingsmogelijkheid aanwezig zijn voor het proevenmateriaal. Een preparatielokaal kan hier een uitweg bieden.

5.2 Proevenmateriaal

Voor het uitvoeren van proeven wordt een beknopte opsomming gegeven van het nodige materiaal. Naast het basismateriaal zoals statieven, glaswerk (bekers en dergelijke), toestellen (bv. spanningsbron) en meettoestellen en voorwerpen voor meting van lengte, volume, massa, tijd en temperatuur beschikt men bij voorkeur over onderstaand specifiek materiaal voor het uitvoeren van proeven.

De leerlingenproeven vermeld bij de leerinhouden moeten minimum worden uitgevoerd. Deze proeven vereisen relatief eenvoudig materiaal en toestellen. Het leerlingenmateriaal (aangeduid met *) kan dus in veelvoud worden aangeschaft zodanig dat de werkgroepjes voor het practicum uit twee of maximaal drie leerlingen bestaan.

EERSTE LEERJAAR

Specifiek materiaal

Optica

- basismateriaal dat toelaat proeven uit te voeren in verband met rechtlijnige voortplanting, terugkaatsing en breking van het licht
- * opticasets voor het uitvoeren van leerlingenproeven in verband met terugkaatsing en breking

Algemene eigenschappen van de materie en het deeltjesmodel

- materiaal voor het bepalen van de massadichtheid bij vaste stoffen, vloeistoffen en gassen
- voorwerpen en producten ter illustratie van het deeltjesmodel
- * leerlingenmateriaal voor het bepalen van de massadichtheid van een stof

TWEEDE LEERJAAR

Specifiek materiaal

Krachten

- veren, schijfmassa's, dynamometers
- materiaal voor het uitvoeren van proeven i.v.m. de eenparige rechtlijnige beweging
- * leerlingenmateriaal voor het bepalen van de krachtconstante van een veer, en leerlingenmateriaal dat toelaat de wetmatigheden bij de eenparige rechtlijnige beweging af te leiden

Arbeid, energie, vermogen

- hellend vlak
- materiaal om energieomzetting aan te tonen, bijvoorbeeld wiel van Maxwell (jojo), radiometer van Crookes, dynamo
- * leerlingenmateriaal voor een proef i.v.m. arbeid en/of energie en/of vermogen

Druk

- toestellen en voorwerpen om de druk aan te tonen op vaste stoffen, op en in vloeistoffen en gasen met inbegrip van het meten van de luchtdruk

Gaswetten

- materiaal voor het verifiëren van gaswetten
- * leerlingenmateriaal voor het proefondervindelijk afleiden van één van de gaswetten

Warmte en energie

- calorimeter met thermometer
- * leerlingenmateriaal voor het bepalen van de specifieke warmtecapaciteit van een vaste stof of vloeistof

Faseovergangen: smelten en stollen

- calorimeter, producten
- * leerlingenmateriaal voor het experimenteel bepalen van de specifieke smeltingswarmte of specifieke verdampingswarmte van een stof

Voor uitvoeriger informatie in verband met didactische infrastructuur en materiaal voor fysica verwijzen we naar de brochures (mei 1993 en maart 1996) die werden uitgegeven in het kader van het Actieplan voor natuurwetenschappen door het VVKSO (zie rubriek 7 Bibliografie).



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

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

6 Evaluatie

“Evaluatie heeft tot doel na te gaan of de doelstellingen van het onderwijs werden bereikt, teneinde op grond hiervan beslissingen te nemen” (Standaert, R. en Troch, F., **Leren en onderwijzen**, p. 233, Leuven Acco, 1990).

Met het invoeren van de eindtermen heeft ‘fysica als leervak’ een bredere betekenis gekregen en zijn de na te streven doelstellingen verruimd. Het vak niet als doel, maar als middel. De inhouden van het vak als gereedschap om iets met die kennis, inzicht, attitudes en vaardigheden in andere domeinen maar ook buiten de school te doen. Niet enkel als voorbereiding op een vervolgopleiding, maar ook om beter te functioneren in de leefwereld.

Omwille van de vakoverschrijdende eindtermen (bv. leren leren) ligt nu ook een accent op het aanleren van vaardigheden (structureren, analyseren, kritisch verwerken, plannen, oriënteren, reflecteren). Deze vaardigheden

moeten we vertalen naar het eigen vakgebied. Ze inoefenen en toepassen heeft zijn gevolgen voor de vraagstelling bij zelfstandige opdrachten, toetsen en proefwerken.

Ze vergroten de betrokkenheid van de leerlingen bij het leerproces (leerstof verwerken en het leerproces sturen) en kunnen een bijdrage leveren aan het leren. Bij het opstellen van toetsen kan men naast de schoolse opgaven (open vragen, denkvragen, meerkeuzetoetsen, vraagstukken) gebruik maken van contexten. Een context beschrijft een actuele en herkenbare praktijksituatie. Uit zo een situatiebeschrijving halen leerlingen informatie, waarop ze aangeleerde vaardigheden kunnen toepassen, vragen kritisch beantwoorden (bv. ethische aspecten) en opdrachten afwerken. Dergelijke opdrachten worden als een zinvolle inspirerende uitdaging ervaren.

Bij de proefwerken en practica gaat het niet uitsluitend om de controle van de leerprestaties, maar om het vaststellen in welke mate de leerlingen de vakspecifieke doelstellingen beheersen. Daarom moeten de vragen en opdrachten zo goed mogelijk verdeeld zijn over alle mogelijke combinaties van leerstof en vaardigheden die door de leerplandoelstellingen worden nagestreefd.

Proefwerkvragen dienen gevarieerd te zijn naar vorm en inhoud (reproductie, open vragen, denkvragen, vraagstukken, meerkeuzetoetsen, ...). Dit is belangrijk om een betrouwbaar inzicht in de mogelijkheden van de leerlingen te krijgen.

Minstens zo belangrijk als de inhoud van een proefwerk, is de wijze waarop het wordt ingericht. Men dient te voorkomen dat leerlingen het gevoel krijgen dat het allemaal 'buiten hen om gebeurt'. De leerlingen moeten weten wat van hen verwacht wordt. Het gaat niet alleen om verboden en geboden, maar ook om de beschikbare tijd en hoe hun resultaten beoordeeld gaan worden.

Om na te gaan in welke mate de doelstellingen door de leerlingen bereikt zijn, mag de evaluatie niet alleen op het cognitieve vlak gericht zijn maar ook op het vlak van vaardigheden en attitudes. Ze kunnen geëvalueerd worden via aangepaste SAM-schalen (schaal voor attitudemetingen). Het beoordelen krijgt een bredere betekenis. Dit kan gebruikt worden bij de begeleiding en advisering van leerlingen naar de derde graad toe.

Tot slot kunnen bij de argumenten die tot de eindevaluatie hebben geleid, aanwijzingen en suggesties gegeven worden die het verdere leerproces van de leerling bevorderen.

7 Bibliografie

Schoolboeken

De leraar zal de catalogi van de verschillende uitgeverijen raadplegen.

Uitgaven van pedagogisch-didactische centra en navormingscentra

- Actieplan natuurwetenschappen, VVKSO, Brussel, maart 1993.
- Didactische infrastructuur voor het onderwijs in de natuurwetenschappen, VVKSO, Brussel, mei 1993.
- Didactisch materiaal voor het onderwijs in de natuurwetenschappen, VVKSO, Brussel, maart 1996.
- Centrum voor didactische vernieuwing (CDV), Pius X-instituut, VIIde Olympiadelaan 25, Antwerpen.
- Eekhoutcentrum, Didactisch Pedagogisch Centrum, Universitaire Campus, 8500 Kortrijk.
- DINAC, Bonnefantestraat 1, 3500 Hasselt.
- PEDIC, Coupure Rechts 314, 9000 Gent.
- Vliebergh-Sencieleergangen: Fysica, Naamsestraat 61, 3000 Leuven.
- CNO, Campus Drie Eiken, Universiteitsplein 1, 2610 Wilrijk.
- Kenniscentrum KaHo Sint-Lieven, Aalst, Gent, Sint Niklaas.
- CompaHSS, Arteveldehogeschool, Gent.

Tijdschriften

- VELEWE, Tijdschrift van de vereniging van leraars in de wetenschappen, Molenveldwijk 30, 3271 Zichem.
- Exaktueel, Tijdschrift voor natuurkundeonderwijs (fysica in de krant), Afdeling Didactiek Natuurkunde KUN, Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen.
- NVOX, Tijdschrift voor natuurwetenschappen op school, Westerse Drift 77, 9752 LC Haren.
- Impuls (NL) is een driemaandelijks blad van het APS voor leraren en toa's natuur-, scheikunde en biologie die lesgeven in de basisvorming en (de bovenbouw van) het vmbo (via <http://www.aps.nl/APSite/Marktvensters/Natuur+en+Techniek/impuls/> alle informatie)
- Natuur Wetenschap & Techniek. Wetenschapsmagazine. Postbus 256, 1110 AG Diemen Nederland.

Naslagwerken

- INAV, Informatieboek voor natuurwetenschappen in Vlaanderen, Plantyn.
- Wetenschappelijk Vademecum, Een synthese van de leerstof chemie en fysica, Pelckmans, 1998.
- Cahiers voor didactiek, Tijd voor fysicavraagstukken, Wolters/Plantyn, 1999.
- Werken met Grootheden en Wettelijke Eenheden, A. Angenon, die Keure, 1999.

Digitaal materiaal

- Raadpleeg hiervoor het internet, waar op een aantal sites (onder andere van de DPB's) overzichten gegeven worden. Ook op elektronische leeromgevingen (eloV, <http://elov.vvkso.be>, of Smartschool, <http://dpbso.smartschool.be/>) vind je veel interessant ondersteunend lesmateriaal.

8 Eindtermen¹

8.1 Gemeenschappelijke eindtermen voor wetenschappen

Gemeenschappelijke eindtermen gelden voor het geheel van de wetenschappen en worden op een voor de tweede graad aangepast beheersingsniveau aangeboden.

8.1.1 *Onderzoekend leren/leren onderzoeken*

Met betrekking tot een concreet wetenschappelijk of toegepast wetenschappelijk probleem, vraagstelling of fenomeen kunnen de leerlingen

- 1 relevante parameters of gegevens aangeven, hierover informatie opzoeken en deze oordeelkundig aanwenden.
- 2 een eigen hypothese (bewering, verwachting) formuleren en aangeven hoe deze kan worden onderzocht.
- 3 voorwaarden en omstandigheden die een hypothese (bewering, verwachting) weerleggen of ondersteunen, herkennen of aangeven.
- 4 ideeën en informatie verzamelen om een hypothese (bewering, verwachting) te testen en te illustreren.
- 5 omstandigheden die een waargenomen effect kunnen beïnvloeden, inschatten.

¹ Zie ook 4 Leerplandoelstellingen, leerinhouden en didactische wenken.

- 6 aangeven welke factoren een rol kunnen spelen en hoe ze kunnen worden onderzocht.
- 7 resultaten van experimenten en waarnemingen afwegen tegenover de te verwachte, rekening houdende met de omstandigheden die de resultaten kunnen beïnvloeden.
- 8 resultaten van experimenten en waarnemingen verantwoord en bij wijze van hypothese, veralgemenen.
- 9 experimenten of waarnemingen in klassituaties met situaties uit de leefwereld verbinden.
- 10 doelgericht, vanuit een hypothese of verwachting, waarnemen.
- 11 waarnemings- en andere gegevens mondeling en schriftelijk verwoorden en weergeven in tabellen, grafieken, schema's of formules.
- 12 alleen of in groep, een opdracht uitvoeren en er een verslag over uitbrengen.

8.1.2 Wetenschap en samenleving

De leerlingen kunnen met betrekking tot vakinhouden van de vakspecifieke eindtermen

- 13 voorbeelden geven van mijlpalen in de historische en conceptuele ontwikkeling van de natuurwetenschappen en ze in een tijds kader plaatsen.
- 14 met een voorbeeld verduidelijken hoe de genese en de acceptatie van nieuwe begrippen en theorieën verlopen.
- 15 de wisselwerking tussen de natuurwetenschappen, de technologische ontwikkeling en de leefomstandigheden van de mens met een voorbeeld illustreren.
- 16 een voorbeeld geven van nadelige (neven)effecten van natuurwetenschappelijke toepassingen.
- 17 met een voorbeeld sociale en ecologische gevolgen van natuurwetenschappelijke toepassingen illustreren.
- 18 met een voorbeeld illustreren dat economische en ecologische belangen de ontwikkeling van de natuurwetenschappen kunnen richten, bevorderen of vertragen.
- 19 met een voorbeeld de wisselwerking tussen natuurwetenschappelijke en filosofische opvattingen over de werkelijkheid illustreren.
- 20 met een voorbeeld verduidelijken dat natuurwetenschappen behoren tot cultuur, nl. verworven opvattingen die door meerdere personen worden gedeeld en die aan anderen overdraagbaar zijn.
- 21 met een voorbeeld de ethische dimensie van natuurwetenschappen illustreren.

8.1.3 Attitudes

De leerlingen

- *22 zijn gemotiveerd om een eigen mening te verwoorden.
- *23 houden rekening met de mening van anderen.
- *24 zijn bereid om resultaten van zelfstandige opdrachten objectief voor te stellen.
- *25 zijn bereid om samen te werken.

- *26 onderscheiden feiten van meningen of vermoedens.
- *27 beoordelen eigen werk en werk van anderen kritisch en objectief.
- *28 trekken conclusies die ze kunnen verantwoorden.
- *29 hebben aandacht voor het correct en nauwkeurig gebruik van wetenschappelijke terminologie, symbolen, eenheden en data.
- *30 zijn ingesteld op het veilig en milieubewust uitvoeren van een experiment.
- *31 houden zich aan de instructies en voorschriften bij het uitvoeren van opdrachten.

8.2 Vakgebonden eindtermen fysica

8.2.1 Algemene eindtermen

Algemene eindtermen zijn vakgebonden eindtermen die niet aan één welbepaalde vakinhoud zijn gebonden.

De leerlingen kunnen

F1 voor alle grootheden:

- deze grootheid benoemen;
- de eenheid aangeven.

voor de grootheden gemerkt (*) in de rechterkolom:

- deze grootheid definiëren in woorden en met behulp van de formule de eenheid aangeven;
- het verband leggen tussen deze eenheid en de basiseenheden uit het SI-eenhedenstelsel;
- de formule toepassen.

Grootheid	Symbool	Eenheid	Formule	
Massa	m	Kg		
Lengte breedte hoogte, diepte dikte straal middellijn positie, plaats	l b h d, δ r s x, s	M		
Tijd	T	S		
Temperatuur	$T, (\theta)$	K		
Oppervlakte	A	m^2		

Grootheid	Symbol	Eenheid	Formule	
Volume	V	m^3		
Dichtheid	ρ	kg/m^3	$\rho = m/V$	*
Verplaatsing	$\Delta x, \Delta s, \Delta l$	M		
Snelheid	V	m/s	$v = \Delta x/\Delta t = \Delta s/\Delta t$	*
Kracht	F	N		
Krachtconstante	K	N/m		
Arbeid	W	J	$W = F_x \Delta x = F_s \Delta s$	*
Energie	E	J		
potentiële gravitatie-energie			$E_{pot} = mgh$	*
kinetische energie			$E_{kin} = mv^2/2$	*
Vermogen	P	W	$P = W/\Delta t$	*
Rendement	η		$\eta = E_{nut}/E_{tota}$	*
Druk	P	Pa	$p = F/A$	
Warmtehoeveelheid	Q	J		
Warmtecapaciteit	C	J/K	$C = Q/\Delta T$	*
Soortelijke warmtecapaciteit	C	J/kgK	$c = Q/m\Delta T$	*

F2 volgende wetten in formule vorm toepassen:

- hydrostatische druk $p = \rho gh$
- ideale gaswet $pV/T = constante$
- wet van Hooke $F = k\Delta l$

F3 de grootteorde van fysische grootheden aangeven.

F4 de gepaste apparatuur gebruiken om lengte, tijd, massa, kracht, druk, en temperatuur te meten.

F5 de meest gebruikte metrische voorvoegsels gebruiken.

F6 fysische informatie in gedrukte bronnen en langs elektronische weg opzoeken en verwerken.

F7 studie- en beroepsmogelijkheden i.v.m. fysica opnoemen en er enkele algemene kenmerken van aangeven.

8.2.2 Vakinhoudelijke eindtermen

De inhoudelijke eindtermen worden gerealiseerd in leersituaties die op een evenwichtige wijze steunen op de pijlers van fysica als wetenschap, als maatschappelijk verschijnsel en als toegepaste en praktische wetenschap.

8.2.2.1 Kracht en beweging

De leerlingen kunnen

- F8 een kracht als oorzaak van vervorming en als oorzaak van de verandering van de bewegingstoestand van een voorwerp in een concrete situatie herkennen.
- F9 een vervorming of een verandering van bewegingstoestand toeschrijven aan de inwerking van een kracht.
- F10 het belang van het vectorieel karakter van een kracht toelichten.
- F11 krachten volgens dezelfde richting samenstellen.
- F12 de vervorming van een volkomen elastisch systeem uitdrukken in termen van de uitgeoefende kracht, dit verband grafisch voorstellen en met een voorbeeld illustreren.
- F13 voorbeelden van verschillende soorten krachten en toepassingen ervan noemen.
- F14 het begrip druk afleiden uit kracht en oppervlakte en de grootte berekenen.
- F15 voor een eenparige rechte beweging de snelheid berekenen en deze beweging grafisch voorstellen.
- F16 voor een rechte beweging de verandering van snelheid omschrijven.

8.2.2.2 Arbeid, energie en vermogen

De leerlingen kunnen

- F17 de begrippen arbeid, energie en vermogen correct gebruiken en in concrete situaties omschrijven.
- F18 de arbeid berekenen bij een constante kracht die evenwijdig is met de verplaatsing.
- F19 de gravitatiepotentiële energie bij het aardoppervlak, elastische potentiële energie en de kinetische energie van een voorwerp berekenen.
- F20 mechanische energie en andere vormen van energie herkennen en aangeven in concrete situaties.
- F21 in concrete situaties omzettingen van energie beschrijven en het rendement berekenen.
- F22 de wet van behoud van energie algemeen formuleren en illustreren met concrete voorbeelden.

8.2.2.3 Warmte

De leerlingen kunnen

- F23 met het deeltjesmodel van de materie het begrip inwendige energie uitleggen en de gevolgen beschrijven als er warmte-uitwisseling optreedt.
- F24 de begrippen warmtecapaciteit en soortelijke warmtecapaciteit kwalitatief gebruiken.

8.2.2.4 Opbouw van de materie: kinetisch model van de materie

De leerlingen kunnen

- F25 het deeltjesmodel van de materie beschrijven en met behulp van dit model aggregatietoestanden en faseovergangen en druk van een gas verklaren.
- F26 dichtheid van een stof berekenen en beschrijven hoe de dichtheid experimenteel kan worden bepaald.
- F27 de druk in een vloeistof verklaren en de grootte ervan berekenen.
- F28 de kinetische opvatting voor een gas van het begrip temperatuur beschrijven en in verband brengen met het absolute nulpunt.
- F29 het verband tussen de toestandsfactoren druk, volume en temperatuur van een bepaalde hoeveelheid gas aangeven en grafisch het verband tussen twee toestandsfactoren weergeven.