

**VLAAMS VERBOND VAN HET KATHOLIEK
SECUNDAIR ONDERWIJS**

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

FYSICA

Tweede graad TSO

Brood en banket

Creatie en mode

Elektrotechnieken

Fotografie

Hotel

Slagerij en vleeswaren

Sociaal en technische wetenschappen

Textieltechnieken

Tweede graad KSO

Beeldende en architecturale kunsten

Muziek

Woordkunst-drama

Dit leerplan is bestemd voor

AV FYSICA

2de graad TSO

- 'Brood- en banket'
- 'Creatie en mode'
- 'Elektrotechnieken'
- 'Fotografie'
- 'Hotel'
- 'Slagerij en vleeswaren'
- 'Sociale en technische wetenschappen'
- 'Textieltechnieken'

2de graad KSO

- 'Beeldende en architecturale kunsten'
- 'Muziek'
- 'Woordkunst-drama'

en

TV TOEGEPASTE FYSICA

2de graad TSO

- 'Elektrotechnieken'
- 'Textieltechnieken'

1ste leerjaar: 1 uur /week

2de leerjaar: 1 uur/week

INHOUD

VISIE OP DE VERWERKING VAN DE LEERPLANNEN AV FYSICA EN TV TOEGEPASTE FYSICA TWEEDE GRAAD TSO EN KSO	5
Toelichting	5
Schematisch overzicht van de structuur van de leerinhouden	6
Didactische aspecten bij de verwerking van de leerinhouden	7
1 BEGINSITUATIE	8
2 ALGEMENE DOELSTELLINGEN	8
2.1 Inleiding	8
2.2 Eindtermen	8
2.3 Basisdoelstellingen	8
3 ALGEMENE PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN	10
3.1 Taak van de leraar	10
3.2 Werkvormen	11
3.3 Toepassingen - vraagstukken	11
3.4 Contexten	12
3.5 Informatie- en communicatietechnologie (ICT)	12
3.6 De jaarplanning	13
3.7 Veiligheid en milieu-aspecten	13
4 LEERPLANDOELSTELLINGEN, LEERINHOUDEN EN DIDACTISCHE WENKEN	14
EERSTE LEERJAAR	
4.1 Metrologie	14
4.2 Eigenschappen van de materie	15
4.3 Optica	16
TWEEDE LEERJAAR	
4.4 Kracht, arbeid, energie en vermogen	18
4.5 Druk	20
4.6 Temperatuur en warmtehoeveelheid	21
4.7 Verdampen, koken en condenseren	22
5 EVALUATIE	22
6 MIMIMALE MATERIELE VEREISTEN	23
7 BIBLIOGRAFIE	25
8 LIJST VAN DE GEMEENSCHAPPELIJKE EINDTERMEN VOOR WETENSCHAPPEN	26

VISIE OP DE VERWERKING VAN DE LEERPLANNEN AV FYSICA EN TV TOEGEPASTE FYSICA TWEDE GRAAD TSO EN KSO

Toelichting

De verschillende studierichtingen TSO en KSO krijgen in de tweede graad inhoudelijk nagenoeg dezelfde leerinhouden AV Fysica en TV *Toegepaste fysica* aangeboden (kennis als doel). Naast kleine verschillen wordt eenzelfde leerstofpunt nu eens als basisleerstof dan weer als herhalingsleerstof aangeboden. De eerste werkelijke differentiatie ligt op het vlak van de verwerking van de fysicaleerstof. De studierichtingen kunnen worden ingedeeld volgens het beheersingsniveau van de leerstof die de leerlingen moeten bereiken.

Voor lesgroepen met 1 uur/week AV Fysica of TV *Toegepaste fysica* en 3 uur/week wiskunde hebben we niveau I. Op dit niveau zijn het concreet denken, het kwalitatief toepassen van kennisfeiten, bv. via denkvragen of via op de leefwereld gerichte contexten, en het oplossen van standaardproblemen aan de orde.

Voor lesgroepen met 1 uur/week AV Fysica en TV *Toegepaste fysica* en 5 uur/week wiskunde hebben we een niveau II. Hier wordt via theoretische afleidingen en verklaringen een meer abstracte benadering van de leerstof nagestreefd en leert men planmatig probleemopdrachten oplossen met behulp van uitgebreider rekenwerk.

Het verschil tussen niveau I en niveau II hangt dus nauw samen met het aantal uren wiskunde (3 uur/week of 5 uur/week), waardoor kwantitatieve problemen diepgaander kunnen worden aangepakt.

Daarenboven zal de opgedane kennis hier ook gebruikt worden om nieuwe situaties kwalitatief te verklaren (kennis als gereedschap).

Voor de lesgroepen met 2 uur/week AV Fysica of TV *Toegepaste fysica* is er een niveau III. Hier houden we rekening met het feit dat deze leerlingen in de derde graad van het secundair onderwijs hoofdzakelijk voor een technisch-wetenschappelijke studierichting kiezen. Om met succes de vervolgopleidingen uit het domein van de exacte wetenschappen of toegepaste wetenschappen te kunnen volgen, moeten de leerlingen over een behoorlijk uitgebreide kennisbasis beschikken, in zekere mate abstract en formeel kunnen denken en probleemopdrachten kunnen oplossen. De leerinhouden worden voor die groep dan ook uitgebreid en uitgediept. Het uitvoeren van praktische opdrachten (leerlingenproeven) moet het kennen (begripsvorming) en het kunnen (leren onderzoeken) van fysica in de hand werken.

De studierichtingen 'Industriële wetenschappen' en 'Bouw- en houtkunde' (niveau II, b) sluiten qua leerinhouden ongeveer aan bij niveau II (1 uur/week), maar qua doelstellingen en verwerkingsniveau wordt getracht zoveel als mogelijk aan te sluiten bij niveau III.

Studierichtingen met 2 uur/week AV Fysica of TV *Toegepaste fysica* en 3 uur/week wiskunde (niveau III, b) krijgen voldoende tijd om de doelstellingen en het verwerkingsniveau van niveau II te bereiken.

Een tweede differentiatie gebeurt tussen de industriële en de niet-industriële richtingen.

Bij de niet-industriële studierichtingen wordt gestreefd naar een sterke wisselwerking tussen de leefomgeving en de leeromgeving, waardoor de maatschappelijke relevantie van de toegepaste fysica voor die groep leerlingen sterker tot uiting komt. Dit betekent dat contexten, toepassingen of voorbeelden inhoudelijk moeten motiveren doordat ze functioneel en op de leefwereld gericht zijn of maatschappelijk-cultureel zijn. De industriële richtingen (-technieken) streven eveneens naar een sterke wisselwerking tussen leefomgeving en leeromgeving. Dit betekent voor hen dat de contexten, toepassingen of voorbeelden hier bij voorkeur toegepast-praktisch zijn of zoveel mogelijk uit de techniek moeten komen of aansluiten bij praktijksituaties.

Schematisch overzicht van de structuur van de leerinhouden

		Niveau I: 1 uur/week AV Fysica of TV Toegepaste fysica (3 of 4 [*] uur/week wiskunde)		Niveau II: 1 uur/week AV Fysica of TV Toegepaste fysica (5 uur/week wiskunde)	Niveau III: 2 uur/week AV Fysica of TV Toegepaste fysica
R I C H T I N G E N		a) Groep 1 <u>TSO</u> Brood- en banket Creatie en mode Elektrotechnieken Fotografie Hotel Slagerij en vleeswaren STW Textieltechnieken <u>KSO</u> Beeldende en architecturale kunsten Muziek Woordkunst-drama	b) Groep 2 Bouwtechnieken Glastechnieken Houttechnieken Mechanische technieken	a) Elektriciteit-elektronica Elektromechanica Grafische wetenschappen b) Niveau II+: Industriële wetenschappen Bouw- en houtkunde	a) Richtingen met 5 wiskunde Beeldende en architecturale vorming Biotechnische wetenschappen Techniek-wetenschappen b) Richtingen met 3 wiskunde Lichamelijke opvoeding en sport Landbouwtechnieken Tuinbouwtechnieken Audiovisuele vorming
	L E E R I N H O U D E N	P E R L E E R J A R	1 Metrologie (5) Algemene eigenschappen van de materie (4) Deeltjesmodel (poneren en illustreren met toepassingen) (3) Optica (13)		
(): aantal uren		2 F, W, P en E (7) Druk (+ Boyle-Mariotte) (9) Temperatuur en warmte (5) Koken, verdampen en condenseren (4)	Herh.: F, W, P en E (4) Druk (+ Boyle-Mariotte) (9) Temperatuur., warmte en energietransport (8) Koken, verdampen en condenseren (4)	a) Herh.:F, W, P en E (2) Druk (7) Gaswetten (6) Temperatuur, warmte, energietransport (6) Koken, verdampen, condenseren (4) b) F, W, P en E (5) Druk (7) Gaswetten (6) Temperatuur, warmte, energietransport (7)	Herhaling meetnauwkeurigheid (2) F (herh), W, P en E (8) Druk (10) Gaswetten (9) Temperatuur, warmte en energietransport (9) Faseovergangen (12)

Didactische aspecten bij de verwerking van de leerinhouden

	Niveau I: 1 uur/week AV Fysica of TV Toegepaste fysica (3 uur/week wiskunde)	Niveau II: 1 uur/week AV Fysica of TV Toegepaste fysica (5 uur/week wiskunde)	Niveau III: 2 uur/week AV Fysica of TV Toegepaste fysica
Kenmerken van het didactisch aanbrengen	<ul style="list-style-type: none"> - basisvorming (= elementaire kennis van fysische feiten, van de wetenschappelijke methode en van vaardigheden) - concrete voorbeelden - uit de omgevingswereld (a) - uit de techniek (b) - concrete modellen - kwalitatief <p style="text-align: center;"><i>“Wetenschappelijke geletterdheid”</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> a) <ul style="list-style-type: none"> - basisvorming - concrete voorbeelden bij voorkeur uit de techniek - concrete modellen - kwalitatief en kwantitatief b) IW + HoBo: zie niveau III 	<ul style="list-style-type: none"> a) <ul style="list-style-type: none"> - basisvorming + uitbreiding - concrete voorbeelden - concrete en formele modellen - kwalitatief en kwantitatief - nadruk op bouwwerk van de fysica b) 3 uur wiskunde: zie niveau I
Beheersingsniveau	<ul style="list-style-type: none"> - concreet-operationeel - omgaan met informatie uit grafieken - beschrijvend - toepassen van de leerstof in gekende situaties - uit de leefwereld (a) - uit de techniek (b) 	<ul style="list-style-type: none"> a) <ul style="list-style-type: none"> - concreet en formeel operationeel - omgaan met informatie uit grafieken en tabellen - beschrijvend en verklarend - toepassen van de leerstof in gekende situaties bij voorkeur uit de techniek b) IW + HoBo: zie niveau III 	<ul style="list-style-type: none"> a) <ul style="list-style-type: none"> - concreet en formeel operationeel - omgaan met informatie uit grafieken en tabellen - beschrijvend en verklarend - toepassen van de leerstof in gekende en nieuwe situaties b) 3 uur wiskunde: zie niveau I
Experimenten	demonstratieproeven: waarnemingsproeven	demonstratieproeven: waarnemingsproeven en meetproeven (kwantitatief)	demonstratieproeven en leerlingenproeven (minimum 4 per leerjaar, behalve TW, want 2 uur/week practicum)
Opgaven en vaardigheden	<ul style="list-style-type: none"> - reproductie - standaardopgaven: gebruik van formules - kwalitatief eenvoudige opdrachten, die de begripsvorming aanscherpen - herkennen van fysische principes in concrete situaties 	<ul style="list-style-type: none"> a) <ul style="list-style-type: none"> - reproductie - standaardopgaven + inzichtelijk omgaan met formules - kwalitatief eenvoudige opdrachten, die de begripsvorming aanscherpen - herkennen van fysische principes in concrete situaties b) IW + HoBo: zie niveau III 	<ul style="list-style-type: none"> a) <ul style="list-style-type: none"> - reproductie - standaardopgaven + inzichtelijk omgaan met formules + probleemoplossende opdrachten - onderzoekend leren - herkennen van fysische principes in concrete situaties b) 3 uur wiskunde: zie niveau I
Contexten	<ul style="list-style-type: none"> a) Maatschappelijke-cultureel (leefwereld gebonden) b) Praktisch-toegepast (technische toepassingen) 	<ul style="list-style-type: none"> a) <ul style="list-style-type: none"> - bij voorkeur praktisch-toegepast (technische toepassingen) - eventueel ook maatschappelijk cultureel b) IW + HoBo: zie niveau III 	<ul style="list-style-type: none"> a) <ul style="list-style-type: none"> - praktisch-toegepast - maatschappelijk cultureel - wetenschappelijk - cultuur-historisch b) 3 uur wiskunde: zie niveau I

1 BEGINSITUATIE

Deze leerlingen maken voor de eerste maal kennis met het vak Fysica. Dit houdt in dat de motivatie voor fysica divers van aard kan zijn. Men kan er van uitgaan dat een zekere voorwetenschappelijke kennis aanwezig is vanuit het vak Technologische opvoeding in de eerste graad.

2 ALGEMENE DOELSTELLINGEN

2.1 Inleiding

Het fysicaonderwijs levert een bijdrage tot de algemene vorming van de leerlingen. Dit gebeurt door het aanscherpen van de zintuiglijke waarneming, het verwerven van elementaire kennis en vaardigheden en het bijbrengen van attitudes om zinvol te kunnen functioneren in onze samenleving. Het fysicaonderwijs vormt tevens een schakel tussen fysische wetten en toepassingen die aansluiten bij de leefwereld.

2.2 Eindtermen

De eindtermen, zoals weergegeven in rubriek 8, zijn onderverdeeld in drie rubrieken: onderzoekend leren, wetenschap en samenleving en attitudes. Te samen vormen ze de “Gemeenschappelijke eindtermen voor wetenschappen”. De gemeenschappelijke eindtermen gelden voor Biologie, Chemie, Fysica en Natuurwetenschappen en worden daarom in onderlinge afspraak over de verschillende vakken, die in het curriculum voorkomen, verdeeld. Indien echter alleen Fysica voorkomt in het curriculum, dan moeten al deze eindtermen aan bod komen in het vak Fysica. Ze moeten gerealiseerd worden op het einde van de tweede graad. Deze gemeenschappelijke eindtermen zijn derhalve opgenomen in de algemene doelstellingen van dit leerplan en worden er samen mee verwezenlijkt. De nummers achter de basisdoelstellingen verwijzen naar de overeenstemmende eindtermen. Daarnaast zijn er ook nog de attitudinale eindtermen die zijn aangegeven door bv. (*27) en moeten worden nagestreefd.

2.3 Basisdoelstellingen

2.3.1 Cognitief

In verband met het cognitieve gaat het om het verwerven van elementaire fysische feitenkennis (basiskennis). De leerinhouden zijn hiervan een weergave.

Fysische wetmatigheden worden best in verband gebracht worden met toepassingen uit de dagelijkse leefwereld en de techniek.

De leerlingen kunnen op het einde van de tweede graad:

- eenvoudige feiten en definities omschrijven en toelichten (1),
- inzichtelijk omgaan met fysische relaties op een concreet niveau (3),
- fysische wetmatigheden herkennen in verschijnselen in hun leefwereld en de techniek (5),
- met de vereiste nauwkeurigheid rekenen aan standaardproblemen (8, *29),

- omgaan met diagrammen, tabellen en grafieken (12),
- een bewering of een verwachting uitspreken in verband met een eenvoudig fenomeen en toelichten (2),
- uit waarnemingen bij demonstratieproeven geldige conclusies trekken, deze verwoorden en toelichten (6, 7),
- een model toepassen bij fysische verschijnselen en via logisch redeneren komen tot een verklaring of toelichting van het verschijnsel (10),
- fysische informatie in verschillende gegevensbestanden verzamelen en ordenen, eventueel met behulp van ICT (9),
- een aantal fysische principes, regels, wetten en technische toepassingen in een historisch perspectief plaatsen (13).

2.3.2 Affectief

De leerinhouden worden zo uitgebouwd dat via concrete voorbeelden aandacht wordt besteed aan de manier waarop de wisselwerking tussen wetenschap en techniek de menselijke samenleving beïnvloedt. Enkel op deze wijze kunnen de leerlingen in staat zijn om de sociale betekenis van wetenschappen en technologie te beoordelen. De fysica levert zo een bijdrage tot de algemene vorming.

Dit betekent concreet dat de leerlingen:

- in staat zijn waarnemingen en conclusies, ook bij experimenten, kritisch te beoordelen (4, *27, *28),
- bereid zijn met anderen samen te werken, naar anderen te luisteren en zijn eigen mening voor een andere maar betere te herzien (communicatievaardigheid) (*22, *23, *25),
- weerbaar zijn in een technische omgeving,
- bereid zijn om resultaten van zelfstandige opdrachten objectief voor te stellen. (*24),
- zoeken naar de fysische achtergronden van verschijnselen en van de werking van toestellen,
- de maatschappelijke betekenis in te schatten van technologische ontwikkelingen, waaronder moderne informatie- en communicatietechnologie (ICT) als materiële culturele verworvenheid (18),
- in staat zijn een geschreven of een gesproken bewering kritisch te beoordelen en enkel maar te veralgemenen op basis van voldoende gegevens (*26),
- in staat zijn de positieve en negatieve invloeden van de natuurwetenschappen te onderkennen in technologische ontwikkelingen, op economisch, sociaal en ecologisch gebied en daarover ethisch te reflecteren (14, 15, 16, 17, 19),
- in staat zijn een concretisering aan te geven van het gebruik van fysische principes in het beroepsleven (20),
- milieu- en veiligheidsaspecten kunnen inschatten op basis van fysische kennis (21).

2.3.3 Psychomotorisch

Het is verrijkend de toestellen en de opstellingen onder het oog van de leerlingen en in samenwerking met hen op te stellen. Het is absoluut noodzakelijk de leerlingen, waar het kan, actief bij de uitvoering van een demonstratieproef te betrekken. De leerling wordt geconfronteerd met fysische probleemsituaties die zo dicht mogelijk de realiteit benaderen. Door middel van een reeks van vragen moet de leerling het antwoord vinden door waarnemen en denken.

Op het einde van de tweede graad mag men van de leerlingen verwachten dat ze kunnen:

- betrouwbare waarnemingen doen,
- efficiënt en veilig demonstratie- en practicummateriaal hanteren (*30, *31, *32),
- meetapparatuur voor lengte, tijd, massa, volume en temperatuur op een correcte manier hanteren en aflezen (11).

3 ALGEMENE PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Een belangrijk doel van de wetenschappelijke vormingscomponent in deze studierichting is een bijdrage leveren tot een harmonische ontwikkeling van de persoonlijkheid van de leerlingen. Zij moet hen de elementen aanreiken om adequaat, en ook persoonlijk zinvol, in de samenleving te functioneren. Zij verschaft de leerlingen kennis, vaardigheden en attitudes die zinvol zijn voor de kwaliteit van het persoonlijk leven. Ze helpt de leerlingen in de maatschappij deel te nemen aan een oordeelsvorming ten aanzien van maatschappelijke vraagstukken die met wetenschappelijke of technische toepassingen verband houden. Deze belangrijke opdracht brengt met zich mee dat er een duidelijke accentverschuiving moet plaatsgrijpen van de eerder abstracte fysica naar een 'omgevingsfysica', van het puur manipuleren van formalismen naar het ontwikkelen van een kwalitatief inzicht in concrete situaties.

Men streeft daarom naar een sterke wisselwerking tussen de leefomgeving en de leeromgeving, waardoor de maatschappelijke relevantie van de fysica voor de leerlingen sterker tot uiting komt. Dit betekent dat de contexten, toepassingen, vraagstukken en voorbeelden, die de leerlingen inhoudelijk moeten motiveren, maatschappelijk-cultureel van aard zijn.

Dit vereist een specifieke pedagogisch-didactische aanpak.

3.1 Taak van de leraar

Leren is de taak van de leerling. Het is de verantwoordelijkheid van de leraar ervoor te zorgen dat dit in optimale omstandigheden gebeurt. Leren is een actief proces, waarbij de leerling onder begeleiding van de leraar actie onderneemt. In het traditioneel onderwijs stond de leraar centraal, hij was diegene die onderwees.

In een leerlingactief 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 scheidt 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 (aanbrengen van leerstof) of het zelfstandig afwerken van leertaken en anderzijds het geven van de nodige instructie door de leraar (verwerken van leerstof).

De leraar is diegene die voor deze werkvorm motiveert en die de motivatie op peil houdt, maar er tegelijk over waakt dat sommige leerlingen niet afhaken. De leraar moet in staat zijn zinvolle leeractiviteiten te koppelen aan stukjes leerstof. De vertaling door de leraar van de abstracte leerstof naar een meer concreet niveau is een zeer belangrijke opdracht. Het is de noodzakelijke voorwaarde om alle leerlingen elementaire kennis bij te brengen en interesse op te wekken voor de fysica.

Het is vanzelfsprekend dat er een verticale samenwerking is met de collega's fysica en dat er horizontale afspraken gemaakt worden met de collega's wiskunde (geometrische optica, tekenen van grafieken, rekenvaardigheden ...) en chemie (beschrijving en gebruik van het deeltjesmodel, milieu-aspecten bij energie).

3.2 Werkvormen

We pleiten ervoor de leerstof op een gevarieerde manier aan te bieden en op voorhand geen enkele werkvorm uit te sluiten. Er zijn randvoorwaarden zoals de beschikbare lestijd, het vaklokaal, het didactisch materiaal en de hulpmiddelen die mee de gebruikte werkvorm bepalen. Leerlingen moeten in de les meer doen dan luisteren en notities nemen. We geven er de voorkeur aan voor die werkvormen te kiezen die het ‘effectief’ leren in de les bevorderen zoals de directe instructie bij opbouw van de leerstof, het samenwerkend leren, het gesloten of open onderwijsleergesprek bij het uitvoeren van een demonstratieproef of bij het bespreken van een context, het eventueel uitvoeren van leerlingenproeven ... Een open onderwijsleergesprek is een goed voorbeeld van een interactieve lessituatie onder leiding van de leraar. Door een grotere activiteit van de 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. Een demonstratieproef gebruikt men als ‘kapstok’ om een onderwijsleergesprek te voeren. Iedereen moet de proef kunnen zien en de leraar bouwt met de proef een ‘spanningsboog’ op. De leerlingen worden er actief bij betrokken door het stellen van vragen waarop ze door waarnemen en nadenken moeten kunnen antwoorden. Hoewel demonstratieproeven bij 1 uur/week lestijd de regel zijn, zouden indien haalbaar enkele doe-activiteiten kunnen worden ingelast. Zo zijn bv. in heel wat scholen eenvoudige opticasets voor gebruik op een tafel aanwezig. Mits een goede organisatie, via bladen waarop de omtrekken van het te gebruiken materiaal getekend zijn en waarop de leerlingen de waargenomen stralengang kunnen tekenen, kunnen zonder veel tijdverlies bv. de spiegelwetten en breking door bolle lenzen door de leerlingen zelf worden onderzocht. Ook het leren gebruiken van een aantal meetinstrumenten kan door het laten bepalen van de massadichtheid concreet worden gemaakt. 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 (1uur/week) voor het afwerken van de opgelegde leerinhouden behoort het toepassen van deze werkvorm tot de pedagogische vrijheid van de leraar.

3.3 Toepassingen - vraagstukken

Rekenopdrachten moeten aangepast zijn aan het niveau van de leerlingen en bestaan bij voorkeur uit standaardproblemen. Daarnaast is het aanbieden van eenvoudige denkvragen en meerkeuzetoetsen ten zeerste gewenst. Men moet bijzondere aandacht hebben voor die oefeningen en opdrachten die aansluiten bij de leefwereld. In dit geval is het toevoegen van een afbeelding of een figuur zeer nuttig en dit stimuleert de leerlingen tot het afwerken van de opdracht.

Het is wettelijk voorzien dat het SI-eenhedenstelsel gebruikt wordt. Er zijn uiteraard ook niet SI-eenheden die toegelaten zijn zoals bar, °C, ...

Voor de naam, het symbool en de eenheid van de grootheden verwijzen we naar de Belgische normen (NBN) die hieromtrent worden uitgevaardigd. Men kan zich hiervoor wenden tot:

BIN (Belgisch Instituut voor Normalisatie), Brabançonnellaan 31 - 1040 Brussel.

Rekenvaardigheden onder andere in verband met het metriek stelsel en de wetenschappelijke notatie (via machten van 10 of voorvoegsels) zijn permanent na te streven vaardigheden.

Met het algemeen in gebruik nemen van de zakrekenmachine 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 werken met beduidende cijfers en de vuistregels die we aanleren voor het berekenen van resultaten bieden hiervoor een eenvoudige en elegante oplossing. Het inoefenen van de benaderingsregels gebeurt consequent bij alle berekeningen. Dit komt vooral aan bod in het tweede leerjaar van de tweede graad.

3.4 Contexten

Een belangrijke opgave van het fysicaonderwijs voor niet-wetenschappelijke TSO-studierichtingen is de leerlingen helpen deel te nemen aan oordeelsvorming en standpuntbepaling ten aanzien van maatschappelijke vraagstukken die met wetenschappelijke toepassingen verband houden. Daarom moet het fysicaonderwijs in de toepassingen ook leefwereldgericht zijn. Situaties uit het dagelijks leven zijn voor de leerlingen herkenbaar, hebben betekenis en zijn bij een goede keuze naar niveau en inhoud ook bruikbaar. Dergelijke situaties worden in vaktaal aangeduid als context. Contexten zijn praktijksituaties uit het dagelijkse leven en de maatschappij, waarin leerlingen fysische principes en wetten herkennen en toepassen. Contexten moeten aansluiten bij de vakinhoud, maar zijn zelden puur fysisch. Bijna altijd zijn er raakvlakken met andere vakken. Contexten kunnen ook bijdragen tot het “leren leren”. Ze bieden immers de mogelijkheid tot inoefenen van vaardigheden zoals structureren, analyseren, selecteren, kritisch verwerken, hoofd- van bijzaken onderscheiden ... Bovendien verhogen ze de motivatie bij de leerlingen omdat de leerstof ‘betekenis’ krijgt en zinnvoller overkomt. Voorbeelden van bronnen voor contexten zijn artikels in tijdschriften en kranten. Deze laatste vindt men ook terug in het Nederlands tijdschrift ‘Exaktueel’ (zie bibliografie). Het is bv. aangewezen ter afsluiting van een bepaald leerstofonderdeel, een context met bijgevoegde vragen als zelfstandige opdracht te laten maken.

3.5 Informatie- en communicatietechnologie (ICT)

De computer en de nieuwe media (het Internet, cd-Rom, ...) en andere audiovisuele middelen zijn niet meer weg te denken uit ons dagelijks leven. Ze bieden nieuwe didactische mogelijkheden en in bepaalde gevallen een meerwaarde voor het fysicaonderwijs. Daarom is het gebruik van de computer en van audiovisuele media (bv. overheadprojector) aan te bevelen. In heel wat gevallen biedt de computer een meerwaarde, zoals het direct beschikbaar zijn van grafieken, het vlug kunnen veranderen van parameters ...

Ongetwijfeld zullen leraren fysica vanaf het tweede leerjaar van de tweede graad, die een computer met interfacekaart, meetpaneel en sensoren ter beschikking hebben, gebruikmaken van dit meetapparaat om demonstratieproeven uit te voeren. Er zijn hieromtrent reeds diverse pakketten op de markt zoals Inventa, Coach Lab, Pasco,...

Als gevolg van het navormingsproject “Integratie van de informatica in de fysica” biedt het VVKSO een aantal programma’s aan zoals onder andere het kader Labsoft en het basisexperiment warmte (Inventa).

3.6 De jaarplanning

Het afwerken van het leerplan is een dwingende plicht. Het behoort echter tot de pedagogische vrijheid van de leraar eigen accenten te leggen. Gezien de verbreding van de doelstellingen moet een leraar, die wat meer aandacht heeft voor 'omgevingsfysica', dit wil zeggen minder nadruk legt op het bouwwerk van de theorie, of iemand die zorgt voor een experimentele aanpak, niet in tijdnood komen.

Om te helpen bij de jaarplanning kan onderstaand schema richtinggevend zijn:

Eerste leerjaar	Aantal uren
1 Metrologie	5
2 Eigenschappen van de materie	
- algemene eigenschappen	4
- aanbrengen van het deeltjesmodel	3
3 Optica	13
	Totaal 25
Tweede leerjaar	Aantal uren
4 Kracht, arbeid, energie en vermogen	7
5 Druk	9
6 Temperatuur en warmte	5
7 Verdampen, koken en condenseren	4
	Totaal 25

3.7 Veiligheid en milieu-aspecten

We leven in een maatschappij die steeds meer de invloed ondergaat van de technologie en de producten die 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, aangezien fysica, chemie en biologie de basiskennis in dit verband leveren.

Het fysisch begrippenkader is aanwezig om de leerlingen verantwoorde informatie in verband met veiligheid in de domeinen mechanica, druk, gassen en warmte te geven.

Binnen de fysica hanteert men ook allerlei veiligheidsaspecten in verband met het omgaan met stoffen (R- en S-zinnen, een goede etikettering). Het opbergen van chemicaliën gebeurt in daartoe aangepaste en af te sluiten kasten.

Binnen het kader van de veiligheid speelt de goede inrichting van het vaklokaal een cruciale rol. Vooral de elektrische installatie en een eventuele gasinstallatie vragen bijzondere aandacht. De elektrische installatie wordt zeker beveiligd met een automatische verliesstroomschakelaar en eventueel een noodstop. Veiligheid vereist orde en netheid binnen het vaklokaal.

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

4 LEERPLANDOELSTELLINGEN, LEERINHOUDEN EN DIDACTISCHE WENKEN

(U) = staat voor uitbreiding

EERSTE LEERJAAR

4.1 Metrologie

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
<ul style="list-style-type: none"> - Het onderscheid aangeven tussen de begrippen 'grootheid' en 'eenheid'. - Toestellen om lengte, massa, tijd, volume, temperatuur te meten hanteren. - De SI-eenheden van hoger vermelde grootheden samen met hun respectievelijke veelvoud en delen weergeven, omzetten en gebruiken. - Meetresultaten op een correcte wijze noteren, rekening houdend met de nauwkeurigheid van metingen. - Het aantal beduidende cijfers bepalen in een resultaat via de benaderingsregels. - Evenredige verbanden herkennen vanuit grafieken. 	<p>Grootheden, eenheden, meettoestellen lengte-, massa-, volume-, tijd- en temperatuurmeting</p> <p>Meetnauwkeurigheid</p> <ul style="list-style-type: none"> - rechtstreekse metingen - werken met beduidende cijfers - berekeningen met meetresultaten. <p>Grafische voorstellingen: recht evenredigheid</p>

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

De leerinhouden van deze inleiding worden in het begin van het jaar elementair behandeld en bij gelegenheid verder uitgediept in de loop van het jaar.

Het verschil tussen een begrip en een grootheid moet worden aangegeven. Een grootheid is een meetbaar begrip. Wat de eenheden betreft moet worden aangegeven dat ze deel uitmaken van een coherent eenhedenstelsel, het SI-stelsel.

De leerlingen beseffen intuïtief dat een meetfout inherent is aan elke meting (uit vergelijkende metingen). Een meetfout geeft de onzekerheid weer die er zit op een meting. Een vergissing bij de aflezing is dus geen meetfout. Ze verstaan dan ook dat de nauwkeurigheid van een meting afhangt van het gebruikte meettoestel en ze begrijpen de betekenis van beduidende cijfers. Bij berekeningen met meetresultaten worden de benaderingsregels gebruikt. Vermijd

uitzonderlijke gevallen: het is eerder de bedoeling de leerlingen het inzicht bij te brengen dat bij bewerkingen met meetresultaten niet alle cijfers van het scherm van het rekentool moeten overgeschreven worden. Het is toegelaten deze vuistregels pas te behandelen op het moment dat je ze voor het eerst nodig hebt: dit is bij het begrip massadichtheid. Zo wordt vermeden dat er te lang wordt stil gestaan bij de inleiding, die bij de leerlingen kan overkomen als een soort wiskundeles. Daarenboven wordt dit verder ingeoeffend in het tweede jaar van de tweede graad. Deze leerlingen zullen in de praktijk enkel moeten meten met toestellen voor lengte tot op 0,1 mm nauwkeurig. Daarom is het niet zinvol in te gaan op het gebruik van de schroefmaat. Voor massametingen volstaat een digitale balans (geen trebuchetbalans). Het interpreteren van grafieken is zeer belangrijk. Het is de visuele voorstelling van meetresultaten. Bij grafieken dient bijzondere aandacht te gaan naar het benoemen van de assen en de bijbehorende eenheden. Dit blijft beperkt tot het recht evenredig verband (de rechte door de oorsprong). Uit de vaststelling van een rechte door de oorsprong volgt de conclusie van een constante verhouding. Om dezelfde redenen als de benaderingsregels is het ook hier aangewezen dit pas te behandelen, wanneer je het nodig hebt.

4.2 Eigenschappen van de materie

4.2.1 Algemene eigenschappen

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
<ul style="list-style-type: none"> - De relatie tussen de begrippen massadichtheid, massa en volume toelichten en in praktische voorbeelden toepassen. - De drie aggregatietoestanden waarin een stof kan voorkomen benoemen en ze onderscheiden door middel van uitwendig waarneembare kenmerken: vorm, volume, samendrukbaarheid. - De faseovergangen opnoemen en omschrijven. - De temperatuur(tijd)-diagrammen bij smelten en stollen interpreteren. 	<p>Massa, volume, massadichtheid</p> <p>Aggregatietoestanden en hun kenmerken</p> <p>Faseovergangen</p>

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Het is aangewezen de leerlingen de massadichtheid van enkele stoffen te laten opzoeken en deze onderling te laten vergelijken. Men moet de leerlingen bijbrengen dat een gas of een gasmengsel (bv. lucht) eveneens een massa heeft en dus ook een massadichtheid. Veel leerlingen realiseren zich dat anders niet. Het is verwarrend te zeggen dat ijzer zwaarder is dan water, als er eigenlijk bedoeld wordt dat de massadichtheid van ijzer groter is dan die van water.

Samen met de aggregatietoestanden zal men de faseovergangen bespreken. Bij smelten en stollen zal men gebruikmaken van temperatuur(tijd)-diagrammen.

Ook kan er op gewezen worden dat bij het koken van een vloeistof (open vat) de temperatuur constant blijft. Vermits in het tweede leerjaar verdampen, koken en condenseren uitgediept worden, zal er hier niet uitvoerig worden op ingegaan. Hier gaat het eerder om een globaal

overzicht van de verschillende faseovergangen, die dan in een volgend punt verklaard worden vanuit het deeltjesmodel.

4.2.2 Aanbrengen en toepassen van het deeltjesmodel

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Het deeltjesmodel omschrijven.
Een aantal fenomenen vanuit dit deeltjesmodel toelichten.

LEERINHOUDEN

Deeltjesmodel
Deelbaarheid, samendrukbaarheid, diffusie, cohesie en adhesie, faseovergangen

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Het deeltjesmodel wordt gegeven en geïllustreerd door een aantal experimenten bij onder andere deelbaarheid, samendrukbaarheid, diffusie, cohesie en adhesie, faseovergangen ...

Er zal zoveel mogelijk gebruik worden gemaakt van voorbeelden uit de leefwereld, zoals bv. de vorm van een vloeistof tegen de wand van het vat. Bij cohesie en adhesie maakt men gebruik van een intuïtief krachtbegrip. Bij deelbaarheid van de stof kan oplosbaarheid aan bod komen. Aangezien het deeltjesmodel ook in de chemie behandeld werd, is hier horizontaal vakoverleg nodig. In de chemie komt dit vroeg op het jaar aan bod, zodat het aangewezen is het deeltjesmodel in de fysica ten minste in de eerste periode te behandelen.

4.3 Optica

4.3.1 Rechthoekige voortplanting van licht

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Een lichtbron en een donker lichaam van elkaar kunnen onderscheiden.
- Natuurlijke en kunstmatige lichtbronnen herkennen.
- De drie soorten lichtbundels herkennen, benoemen, tekenen en omschrijven.
- Ondoorschijnende, doorschijnende en doorzichtige lichamen herkennen.
- De rechthoekige voortplanting van licht in een homogeen midden beschrijven.
- Schaduwvorming verklaren als een toepassing van de rechthoekige voortplanting van het licht.
- Het onderscheid tussen de schaduwvorming bij een puntvormige en een niet-puntvormige lichtbron verwoorden en voorstellen via een figuur. De begrippen

LEERINHOUDEN

Algemene begrippen in verband met rechthoekige voortplanting van licht

Toepassing: schaduwvorming

halfschaduw en kernschaduw herkennen en omschrijven.

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

De leraar zal een zekere ordening van lichtbronnen (kunstmatige en natuurlijke) en donkere lichamen (doorzichtige, doorschijnende en ondoorschijnende) geven uitgaande van voorbeelden, die door de leerlingen worden aangebracht.

Bij de rechtlijnige voortplanting van licht kan eveneens het principe van de "camera obscura" besproken worden.

Voorbeelden van schaduwvorming kunnen voorgesteld worden uitgaande van bijvoorbeeld kartonnen modellen of via computeranimaties.

4.3.2 Terugkaatsing

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
<ul style="list-style-type: none">- De begrippen verstrooiing en terugkaatsing omschrijven.- De drie terugkaatsingswetten weergeven en toepassen.- De beelden construeren die bij een vlakke spiegel gevormd worden.	<p>Terugkaatsingswetten</p> <p>Beeldvorming bij vlakke spiegels Reële en virtuele beelden</p>

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Terugkaatsing van licht kan aangebracht worden door de werking en de beeldvorming bij een vlakke spiegel uit te leggen. Een mooie illustratie uit de leefwereld is bv. een fietsreflector. Hieraan kan eventueel het veiligheidsaspect gekoppeld worden.

Bij de beeldconstructies gebruikt men niet alleen karakteristieke stralen. Essentieel is dat leerlingen vaststellen dat bij één voorwerpspunt één beeldpunt hoort. Reële beelden kan men opvangen op een scherm. Bij leerlingen ontstaat het idee dat dit beeld er maar is zolang het scherm er is. Hierbij kan benadrukt worden dat het scherm dient om licht te verstrooien naar alle richtingen zodat meerdere leerlingen gelijktijdig dit beeld kunnen waarnemen.

4.3.3 Lichtbreking

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
<ul style="list-style-type: none">- De begrippen grensvlak, invallende straal, invalspunt, normaal, invalshoek, gebroken straal, brekingshoek omschrijven.- De brekingswetten weergeven en toepassen (U).- De stralengang schetsen bij overgang van optisch ijl naar optisch dicht en omgekeerd.- De beelden construeren die door een bolle lens gevormd worden.	<p>Algemene begrippen en stralengang</p> <p>Brekingswetten (U)</p> <p>Bolle lenzen en beeldvorming bij bolle lenzen</p>

- Kwalitatieve en kwantitatieve opdrachten maken met behulp van de lenzenformule over voorwerps-, beeld- en brandpuntsafstand, alsook over vergroting bij een bolle lens (U). Lenzenformule (U)
- De stralengang door een prisma schetsen (U). Prisma's (U)

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Bij breking is het voldoende het verschijnsel kwalitatief te begrijpen door middel van een schets.

Naast de klassieke manier kan de lenzenformule ook aangetoond worden met behulp van een retroprojector.

4.3.4 Optische toestellen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Een eenvoudige beschrijving van enkele optische toestellen geven en de beeldvorming beschrijven.

LEERINHOUDEN

Optische toestellen, onder andere de loep, het oog, de bril

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Bij de keuze van optische toestellen neemt men minstens één voorbeeld met een reëel beeld en één met een virtueel beeld. Andere voorbeelden zijn ook diap projector, overhead projector, microscoop, fototoestel, verrekijker, sterrenkijker, ... Dit onderwerp toont enkele toepassing- en van fysica in het beroepsleven (opticien, fotograaf).

TWEEDE LEERJAAR

4.4 Kracht, arbeid, energie en vermogen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Voorbeelden geven dat krachten zowel vervorming als verandering van de bewegingstoestand kunnen veroorzaken.
- Het symbool en de eenheid van kracht weergeven.
- Een kracht meten door gebruik te maken van een dynamometer.
- Kracht en vectoriële grootte omschrijven en de pijlvoorstelling van kracht gebruiken.

LEERINHOUDEN

Kracht als oorzaak van vervorming en als oorzaak van verandering van bewegingstoestand

Metten van krachten met de dynamometer (eenheid: newton)

Twee voorbeelden:

- Uit de massa van een voorwerp de zwaartekracht op dat voorwerp bepalen.
- Het begrip gewicht omschrijven en het onderscheid met massa aangeven.
- De wet van Hooke weergeven en toepassen.
- De arbeid van een constante kracht berekenen als kracht en verplaatsing evenwijdig zijn.
- Het begrip vermogen omschrijven.
- Energie omschrijven in relatie met het begrip arbeid.
- Het beginsel van behoud van energie omschrijven.
- Ethische en milieu-aspecten die in de energiesector optreden aangeven.

- zwaartekracht en gewicht
- veerkracht (wet van Hooke)

Arbeid geleverd door een constante kracht (evenwijdig aan de verplaatsing)

Vermogen

Energie, energievormen, behoud van energie (zonder potentiële en kinetische energie)

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Het begrip kracht wordt ingevoerd omwille van het gebruik in het leerstofpunt over druk en de begrippen arbeid, energie en vermogen worden aangebracht, omwille van het gebruik in het leerstofpunt warmtehoeveelheid. Daarenboven komen de eenheden joule en watt meermaals voor in het dagelijks leven. Je kan hier bv. spreken van de energie in voedsel die tegenwoordig op de verpakking van heel wat voedselproducten vermeld staat. Ook kan je spreken van het vermogen van een lamp of van een ander elektrisch toestel. Je kan zelfs het vermogen bepalen via de kWh-teller door de tijd te meten die de schijf van de kWh-teller nodig heeft om bv. 5 toeren af te leggen.

De zwaartekracht is een veldkracht omdat er krachtwerking is op afstand. Met de dynamometer kan aangetoond worden dat de zwaartekracht op een voorwerp recht evenredig is met de massa van dit voorwerp. De waarde van het constant quotiënt F_z/m karakteriseert de sterkte van dit veld. Die constante (evenredigheidsfactor) wordt voorgesteld door g ($F_z = m \cdot g$). De eenheid van g is de N/kg. De waarde van g is plaatsafhankelijk. Voor oefeningen nemen we de waarde aan het aardoppervlak, nl. 9,81 N/kg. We noemen g de veldsterkte of zwaarteveldsterkte.

Zwaartekracht en gewicht (kracht van een lichaam op zijn steun) zijn even groot, maar hebben een verschillend aangrijpingspunt. Dit is echter enkel als de bewegingstoestand niet verandert. Een vallend lichaam heeft geen steun en is dus gewichtloos, maar er werkt wel zwaartekracht op. Astronauten in een shuttle zijn gewichtloos, omdat ze “rond de aarde” vallen.

Er moet duidelijk gemaakt worden dat het begrip arbeid in de fysica iets anders betekent dan in het dagelijks leven. In de fysica is er kracht en beweging nodig om over arbeid te kunnen spreken.

De relatie tussen arbeid, kracht en verplaatsing wordt gegeven in de eenvoudigste vorm, namelijk in het geval kracht en verplaatsing dezelfde richting en zin hebben.

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

Bij de eerste kennismaking met het begrip energie moet het de leerlingen duidelijk zijn welke belangrijke rol het begrip energie speelt in allerlei fysische verschijnselen. Verschillende verschijningsvormen van energie zoals bewegingsenergie, thermische energie, chemische

energie, elektrische energie, gravitatie-energie ... moeten bondig besproken worden. Men zal het feit vermelden dat daar waar energieomzettingen plaatsvinden, er arbeid verricht wordt. Het is niet de bedoeling de begrippen potentiële en kinetische energie te behandelen. Het beginsel van behoud van energie wordt als een beginsel (een axioma) aangebracht. In verband met energieomzettingen kan men ook inspelen op wat de leerlingen aan voorkennis meebrengen. Door de elektriciteitsproducent worden zeer bruikbare posters verspreid, waarmee je de energieomzettingen in de verschillende types centrales kunt illustreren. Hierbij is een ethische reflectie aangewezen.

4.5 Druk

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Het begrip druk uit kracht en oppervlakte afleiden en de grootte ervan berekenen.
- Kracht berekenen uit druk en oppervlakte.
- Het beginsel van Pascal formuleren en aan de hand hiervan enkele praktische toepassingen verklaren.
- De formule voor de hydrostatische druk weergeven en de druk in een vloeistof berekenen.
- De wet van de verbonden vaten omschrijven en concrete toepassingen hiervan geven. (U)
- De wet van Archimedes geven en kwalitatief toepassen.
- Het onderscheid tussen een manometer en een barometer toelichten en beide toestellen aflezen.
- De begrippen boven- en onderdruk van een gas uitleggen.
- Beschrijven hoe je luchtdruk meet.
- Het omgekeerd evenredig verband tussen druk en volume bij constante temperatuur toelichten en grafisch weergeven.

LEERINHOUDEN

Druk op vaste stoffen, definitie en eenheid

Druk op en in vloeistoffen.

- beginsel van Pascal en toepassingen
- hydrostatische druk en toepassingen
 - verbonden vaten (U)
 - wet van Archimedes

Druk in gassen.

- druk in gassen, meten van drukken, over- en onderdruk
- luchtdruk en luchtdrukmetingen
- de druk(volume)-wet bij constante temperatuur (Boyle-Mariotte)

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Men start met de studie van druk op vaste stoffen (praktische voorbeelden dienen als uitgangspunt). Bij het aanbrengen van de SI-eenheden, kan men best direct het verband leggen met bar en mbar die nog bij heel wat manometers gebruikt wordt.

Men kan de invloed van de druk op een vloeistof behandelen met bv. een hydraulische pers, een hydraulisch remsysteem ...

Bij de wet van Archimedes zal men spreken over zinken, zweven, stijgen en drijven. Dit sluit nauw aan bij de realiteit. Wat het toepassen van de wet betreft, geeft men de voorkeur aan kwalitatieve problemen en denksituaties. Er zijn hier heel wat voorbeelden die de leerlingen

kunnen boeien: waarom zinkt een schip niet, de luchtballonnenrage van de laatste jaren, zwemmen in de Dode Zee ...

In het kader van druk bij gassen wordt één gaswet besproken. Deze gaswet van Boyle-Mariotte kan relatief vlug met behulp van de pc experimenteel aangetoond worden.

4.6 Temperatuur en warmtehoeveelheid

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Het begrip temperatuur op een kwalitatieve manier in verband brengen met de snelheid van de deeltjes.
- Het verschijnsel uitzetting verklaren vanuit het deeltjesmodel. De sterkere uitzetting van vloeistoffen omschrijven.
- Het begrip thermisch evenwicht omschrijven en toelichten hoe het ontstaat.
- Warmtehoeveelheid en temperatuurverandering van elkaar onderscheiden.
- De factoren waarvan de temperatuurverandering van een vaste stof of vloeistof afhangt omschrijven.
- Het begrip soortelijke of specifieke warmtecapaciteit c voor een stof omschrijven.
- Eenvoudige berekeningen in verband met energie-uitwisseling (warmte) uitvoeren.
- Het begrip warmtecapaciteit C van een lichaam weergeven en toepassen (**U**).
- De verschillende mechanismen van energietransport omschrijven. (21)

LEERINHOUDEN

Het begrip temperatuur

Uitzetting van vaste stoffen en vloeistoffen

Het begrip warmte

Specifieke warmtecapaciteit bij vaste stoffen en vloeistoffen

Energietransport: geleiding, stroming en straling met toepassingen

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Bij de studie van warmte moet men er op wijzen dat warmte een transportvorm is van energie. Zoals regen een transportvorm van water is, zo is warmte een transportvorm van energie. Het is niet de bedoeling alle mogelijke formules in verband met de uitzetting van vaste stoffen en vloeistoffen af te leiden. Er zal gewezen worden op het verschil in orde van grootte tussen de uitzetting bij vaste stoffen en vloeistoffen. Naast enkele praktische toepassingen en gevolgen van de uitzetting kan eveneens het bijzonder uitzettingsverloop van water besproken worden.

Langs eenvoudige experimentele weg (met de calorimeter) is het mogelijk de definitie van de specifieke warmtecapaciteit van een stof af te leiden.

In het kader van warmte als transportvorm van energie kan een eenvoudige benadering van de drie transportfenomenen gebeuren. Men kan goede en slechte geleiding bij vaste stoffen, vloeistoffen en gassen met behulp van het deeltjesmodel verklaren (overdracht van inwendige energie in het lichaam). Hierbij kan men beroep doen op allerlei waarnemingsproeven. Voorbeelden uit de dagelijks realiteit en talrijke toepassingen kunnen hier behandeld worden.

Hetzelfde geldt uiteraard voor stroming en straling. Bij geleiding blijven de deeltjes van de middenstof op hun plaats, terwijl bij stroming het energietransport via de beweging van de deeltjes van de middenstof gebeurt. Bij straling daarentegen is er geen middenstof nodig, maar gebeurt het energietransport via elektromagnetische straling. Deze kan uitgelegd worden als een straling met dezelfde eigenschappen als licht. Toepassingen hiervan worden gegeven zoals de isolerende rol van wol, de invloed van de kleur op de stralingsabsorptie via lichte en donkere kledij, de donkere kleur van ovens, spouwen bij muren en ramen, gebruik van isolatiemateriaal ... (beroepsgebonden materie).

4.7 Verdampen, koken en condenseren

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- Aan de hand van het deeltjesmodel een aantal factoren die de verdampingssnelheid in de dampkring bepalen verklaren.
- Weergeven dat energie (onder de vorm van warmte) nodig is om een vloeistof te verdampen.
- Het kookverschijnsel kwalitatief beschrijven.
- De drukafhankelijkheid van de kooktemperatuur toelichten.
- Het condensatieverschijnsel kwalitatief beschrijven.

LEERINHOUDEN

Verdamping in de dampkring

Koken

- Het kookverschijnsel
- Koken onder verlaagde druk
- Koken onder verhoogde druk

Condensatie van een damp

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Bij de vrije verdamping kunnen heel wat illustraties uit de leefwereld besproken worden, zoals bv. de beste omstandigheden om wasgoed te drogen, het blazen om hete soep af te koelen, het rillen bij het verlaten van een zwembad.

Het koken onder verlaagde druk kan op een goedkope manier geïllustreerd worden met de proef van Franklin. Het koken onder verhoogde druk kan besproken worden bij een snelkookpan.

Bij studie van verdamping en condensatie kan eventueel de hygrometer behandeld worden.

Een mooie praktische illustratie van het feit dat er warmte nodig is om te verdampen is een koelkast. Het fysisch principe van de werking kan schematisch worden bekeken.

5 EVALUATIE

Met het invoeren van de algemene eindtermen heeft AV Fysica als vak een bredere betekenis gekregen en zijn de na te streven doelstellingen verruimd: het vak niet als doel, maar als middel. De kennis, inzichten, attitudes en vaardigheden dienen als “gereedschap” om te gebruiken in andere domeinen en om nieuwe kennis te verwerven.

De nadruk ligt op het aanleren van cognitieve 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

Zo kan men bij het geven van huiswerk een onderscheid maken tussen leer- en maakwerk en bij het opstellen van toetsen naast de schoolse opgaven (open vragen, denkvragen, meerkeuze-toetsen, vraagstukken) gebruikmaken 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 huiswerken of toetsen worden als een zinvolle inspirerende uitdaging ervaren.

Bij de proefwerken gaat het niet enkel om het controleren van de leerprestaties, maar ook om vast te stellen in welke mate de leerlingen de vakspecifieke doelstellingen beheersen. Daarom moeten de vragen en opdrachten zo goed mogelijk verdeeld zijn over de leerstof en over de vaardigheden die in de leerplandoelstellingen vermeld zijn. Indien we het experimentele belangrijk vinden, dan moet er toch iets van terug te vinden zijn in de proefwerken.

Proefwerken dienen gevarieerd te zijn naar vorm en inhoud (reproductie, denkvragen, vraagstukken, meerkeuze-toetsen ...) en zo opgesteld te worden dat iedereen kan scoren maar het geheel toch voldoende discriminerend werkt 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 de wijze waarop hun resultaten beoordeeld gaan worden.

Om na te gaan in welke mate deze doelstellingen door de leerlingen bereikt zijn, mag de evaluatie praktisch permanent gebeuren. Zowel hun werk in de klas (de actieve deelname aan de onderwijsleergesprekken, het oplossen van vraagstukken en denkvragen) en de resultaten bij mondelinge of schriftelijke beurten komen voor de eindevaluatie in aanmerking.

Problemen in verband met het bereiken van sociale vaardigheden (sociaal contact, samenwerking ...) en persoonlijkheidsontwikkeling (beheersing, doorzettingsvermogen, handigheid, coördinatie ...) moeten door observatie worden vastgelegd.

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.

6 MINIMALE MATERIELE VEREISTEN

Het noodzakelijke materiaal kan men opsplitsen in twee groepen. De infrastructuur van het gebruikte vaklokaal en het proevenmateriaal voor demonstratie.

6.1 Basisinfrastructuur

De leraar beschikt over een demonstratietafel met water en energievoorziening. Er is eveneens een overheadprojector en projectiescherm voorzien voor het gebruik van transparanten. Het lokaal moet verduisterd kunnen worden in verband met proeven optica en projectie. Binnen het lokaal of aangrenzend, moet voldoende bergingsmogelijkheid aanwezig zijn voor het proevenmateriaal.

6.2 Basismateriaal

- Computer met aangepaste software
- Statieven
- Glaswerk (bekers en dergelijke)
- Verwarmingselementen
- Thermometers

6.3 Specifiek materiaal

6.3.1 Inleiding

Meettoestellen voor lengte-, volume-, massa-, tijd- en temperatuurmeting

6.3.2 Eigenschappen van de materie

- Materiaal voor het bepalen van de massadichtheid bij vaste stoffen, vloeistoffen en gassen
- Voorwerpen en producten ter illustratie van de algemene eigenschappen van de materie en het deeltjesmodel

6.3.3 Optica

- Basismateriaal (opticaset) dat toelaat demonstratieproeven uit te voeren in verband met rechtlijnige voortplanting, terugkaatsing en breking van het licht, met onder andere lichtbron, vlakke spiegel, bolle lenzen, twee optische toestellen.

6.3.4 Krachten - arbeid - energie - vermogen

- Veren, dynamometers, massa's
- Hellend vlak
- Materiaal waarbij energieomzettingen kunnen worden aangetoond, zoals bv. wiel van Maxwell (jojo), lichtmeter van Crookes, zonnecel, dynamo

6.3.5 Druk

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

6.3.6 Temperatuur en warmtehoeveelheid

- Materiaal om uitzetting te illustreren
- Materiaal om warmtetransport te illustreren

6.3.7 Verdampen, koken en condenseren

- Materiaal om koken onder verlaagde druk te illustreren

7 BIBLIOGRAFIE

7.1 Schoolboeken

De leraar zal de verschillende catalogi van de verschillende uitgeverijen raadplegen.

7.2 Tabellenboeken, vademecums en naslagwerken

- INAV, Informatie Natuurwetenschappen Vlaanderen, Plantyn, Antwerpen.
- Wetenschappelijk Vademecum, Pelckmans, Kapellen.
- Cahiers voor didactiek, Tijd voor fysicavraagstukken, Wolters/Plantyn, 1999
- Werken met grootheden en wettelijke eenheden, A. Angenon, Die Keure, 1999

7.3 Uitgaven van pedagogische-didactische centra en navormingscentra

- Eekhoutcentrum, KULAK, Universitaire Campus, 8500 Kortrijk.
- Pedic, Coupure Rechts 314, 9000 Gent.
- DINAC, Bonnefantenstraat 1, 3500 Hasselt.
- Vliebergh-Sencieleergangen: Fysica, Naamsestraat 61, 3000 Leuven.
- Syllabi Navorming VVKSO, Integratie van de computer in de fysica.
- en andere.

7.4 Tijdschriften

Onder andere:

- Exaktueel, Tijdschrift voor Natuurkundeonderwijs, Afdeling Didactiek Natuurkunde KUN., Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen.
- Archimedes, Drukkerij ten Brink Meppel B.V., Postbus 1064, 7940 KB. Meppel.
- NVOX., Tijdschrift voor Natuurwetenschappen op school, Westerse Drift 77, 9752 LC Haren.
- VELEWE, Tijdschrift van de Vereniging van Leraars in de Wetenschappen, Mollenveldwijk 30, 3271 Zichem.

7.5 Internetsites

Bij het zoeken naar contextrijke en technische toepassingen kan de leraar het Internet raadplegen. Daarnaast hebben een aantal didactische centra hun eigen website, waar interessante links, data van bijscholingen, nuttige adressen ... te vinden zijn.

8 LIJST VAN DE GEMEENSCHAPPELIJKE EINDTERMEN VOOR WETENSCHAPPEN

8.1 **Onderzoekend leren**

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

- 1 relevante parameters of gegevens aangeven en hierover doelgericht informatie opzoeken.
- 2 een eigen hypothese (bewering, verwachting) formuleren en aangeven waarop deze steunt.
- 3 omstandigheden die een waargenomen effect kunnen beïnvloeden inschatten.
- 4 resultaten van experimenten en waarnemingen afwegen tegenover de verwachte resultaten, rekening houdende met omstandigheden die de resultaten kunnen beïnvloeden.
- 5 experimenten of waarnemingen in klassituaties met situaties uit de leefwereld verbinden.
- 6 doelgericht, vanuit een hypothese of verwachting, waarnemen.
- 7 alleen of in groep waarnemings- en andere gegevens mondeling of schriftelijk verwoorden.
- 8 alleen of in groep, een opdracht uitvoeren en er verslag van uitbrengen.
- 9 informatie op elektronische dragers raadplegen en verwerken.
- 10 een fysisch, chemisch of biologisch verschijnsel of proces met behulp van een model voorstellen en uitleggen.
- 11 in het kader van een experiment een meettoestel aflezen.
- 12 samenhangen in schema's of andere ordeningsmiddelen weergeven.

8.2 **Wetenschap en samenleving**

De leerlingen kunnen

- 13 voorbeelden geven van mijlpalen in de historische en conceptuele ontwikkeling van de natuurwetenschappen en ze in een tijds kader plaatsen.
- 14 de wisselwerking tussen de natuurwetenschappen, de technologische ontwikkeling en de leefomstandigheden van de mens met een voorbeeld illustreren.
- 15 een voorbeeld geven van nadelige (neven)effecten van natuurwetenschappelijke toepassingen.
- 16 met een voorbeeld sociale en ecologische gevolgen van natuurwetenschappelijke toepassingen illustreren.
- 17 met een voorbeeld illustreren dat economische en ecologische belangen de ontwikkeling van de natuurwetenschappen kunnen richten, bevorderen of vertragen.
- 18 met een voorbeeld verduidelijken dat natuurwetenschappen behoren tot cultuur, namelijk verworven opvattingen die door meerdere personen worden gedeeld en die aan anderen overdraagbaar zijn.
- 19 met een voorbeeld de ethische dimensie van natuurwetenschappen illustreren en een eigen standpunt daaromtrent argumenteren.
- 20 het belang van biologie of chemie of fysica in het beroepsleven illustreren.
- 21 natuurwetenschappelijke kennis veilig en milieubewust toepassen bij dagelijkse activiteiten en observaties.

8.3 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 correcte en nauwkeurige 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.
- *32 hebben aandacht voor de eigen gezondheid en die van de anderen.