

Techniek-Wetenschappen

LEERPLAN DERDE GRAAD TSO

2007 / 1 // 4 // I / SG / 1 // III // D/
2007 / 2 // 4 // I / SG / 1 // III // D/
2007 / 4 // 4 // F / SG / 1 // III // D/
2007 / 3 // 4 // N / SG / 2H // III // D/
2007 / 5 // 4 // N / SG / 2H // III // D/
2009 / 1 // 4 // N / SG / 1 // III // D/

Provinciaal Onderwijs Vlaanderen vzw
Boudewijnlaan 20-21
1000 Brussel



www.pov.be

Dankwoord

Dit leerplan werd ontwikkeld mede dankzij de inzet van leraren van PITO Stabroek:
Marleen Lauwers, Guy Wouters en Thomas Meylaerts, Paul Buyens en Frank Van Gorp.

Inhoudstafel

Gebruiksaanwijzing	4
Lessentabel	7
Visie op onderwijs	8
Visie op de studierichting Techniek-Wetenschappen	11
Algemene doelstellingen	12
Algemene didactische en pedagogische wenken	13
Minimale materiële vereisten	14
Specifieke doelstellingen, leerinhouden, didactische en pedagogische wenken	18
TV Toegepaste Biologie	19
TV Toegepaste Chemie	44
Algemene Chemie	48
Labo Chemie	58
TV Toegepaste Fysica	62
TV Toegepaste Natuurwetenschappen	92
TV Elektriciteit	98
TV Mechanica	102
Geïntegreerde proef	108
Evaluatie	110
Bibliografie	114

Gebruiksaanwijzing

Het leerplan

Statuut

Een school wordt door de overheid gesubsidieerd. In ruil daarvoor moet ze bewijzen dat ze een behoorlijk studiepeil nastreeft en bij de leerlingen bereikt. Het leerplan is een middel voor de overheid om na te gaan of de school aan deze kwaliteitseisen voldoet. Daarom dient ze van goedgekeurde leerplannen gebruik te maken.

Het leerplan fungeert als een juridisch - inhoudelijk contract tussen de overheid en de school of de inrichtende macht. Het is het officiële en bindende basisdocument waarvan de leraar uitgaat bij het vormgeven van zijn onderwijspraktijk.

Goedkeuring

Het leerplan wordt ontwikkeld door de leerplancommissie in opdracht van Provinciaal Onderwijs Vlaanderen. De leerplancommissies worden in september samengesteld en bestaan uit vakleraren en pedagogische begeleiders van Provinciaal Onderwijs Vlaanderen.

Het leerplan moet voldoen aan inhoudelijke en vormelijke criteria. We verwijzen hier naar het Besluit van de Vlaamse Regering tot vaststelling van de goedkeuringscriteria en indieningsmodaliteiten van de leerplannen voor het secundair onderwijs.

Globaal concept van het leerplan

Dit leerplan is uitgewerkt voor de 3^{de} graad van de studierichting Techniek-Wetenschappen.

Het leerplan bestaat uit volgende delen:

TV Toegepaste Biologie

TV Toegepaste Chemie

TV Toegepaste Fysica

TV Toegepaste Natuurwetenschappen

TV Elektriciteit

TV Mechanica

Visie op de studierichting Techniek-Wetenschappen

Hierin vindt de leraar een situering van de studierichting Technisch-Wetenschappen, de beginsituatie, het profiel van de leerling.

Algemene doelstellingen

In de algemene doelstellingen staat vermeld welke competenties voor de studierichting Technisch-Wetenschappen gelden. Bijzondere aandacht wordt besteed aan de attitudes.

Algemene didactische en pedagogische wenken

In deze rubriek wordt dieper ingegaan op actuele werkvormen, mogelijke modaliteiten, profiel van de leraar. Speciale aandacht gaat naar 'team' werken.

Minimale materiële vereisten

Hierin staat een opsomming van de benodigde accommodatie en leermiddelen.

Specifieke doelstellingen, leerinhouden en didactische en pedagogische wenken per vak

- De **didactische en pedagogische wenken** zijn per vak gespecificeerd.
In deze rubriek wordt de beginsituatie geschetst en wordt tevens het leervak gekaderd in de totaliteit van de opleiding. Bovendien vindt de leraar er hulpmiddelen om de doelstellingen te bereiken. Het zijn zowel didactische werkvormen, didactisch materiaal, audiovisuele middelen, ... De wenken zijn een hulp voor de leraar, maar verplichten hem/haar helemaal niet om ze te volgen. De specifieke doelstellingen zijn zo operationeel mogelijk geformuleerd.
- De **basisdoelstellingen (B) (en eventueel B* voor het complementaire deel)** moeten door zoveel mogelijk leerlingen bereikt worden.
Zij vormen de criteria die de klassenraad ondermeer zal hanteren bij de eindbeoordeling van elke leerling. Dit betekent dat bij een juiste oriëntering van de leerling het onderwijs garant staat voor het bereiken van het vooropgestelde eindresultaat zoals geformuleerd in de basisdoelstelling. De basisdoelstellingen vormen met andere woorden het minimumprogramma.
- De **uitbreidingsdoelstellingen (U)** zijn verrijkings-, extra-, verdiepings- of maximumdoelstellingen. Zij leiden tot gedifferentieerd werken. Niet alle leerlingen kunnen deze doelstellingen bereiken.
Deze doelstellingen zijn dan ook niet verplicht aan alle leerlingen aan te bieden en bepalen niet of een leerling al of niet geslaagd is. Zij kunnen wel een aanwijzing zijn voor de verdere oriëntering van de leerling.
- De **leerinhouden** worden opgesteld door de leerplancommissie.
Er wordt op gelet dat er een evenwicht is tussen 'verplichting' en 'eigen inbreng' van de leraar. De leerplannen van Provinciaal Onderwijs Vlaanderen stellen de doelen centraal.

Evaluatie

In deze rubriek vindt de leraar een concept over de wijze waarop hij/zij de beoordeling van de leerling kan verantwoorden.

Bibliografie

De leraar vindt in de bibliografie een lijst van vaktijdschriften, handboeken, schoolboeken, handleidingen, standaardwerken, naslagwerken, didactische pakketten, ... die hem/haar kunnen helpen bij het voorbereiden van de lessen of die hij kan gebruiken als didactisch materiaal.

Besluit

Provinciaal Onderwijs Vlaanderen opteert waar mogelijk voor:

- open leerplannen, met veel ruimte voor de eigen inbreng van het lerarenteam en veel didactische en pedagogische tips ter ondersteuning;
- een hechte horizontale en verticale samenhang.

Lessentabel

Studierichting Techniek-Wetenschappen	3e graad	
	1 ^{ste} leerjaar	2 ^{de} leerjaar
BASISVORMING	14	14
AV Godsdienst/NC Zedenleer	2	2
AV Nederlands	2	2
AV Frans	2	2
AV Engels	2	2
AV Aardrijkskunde	1	1
AV Geschiedenis	1	1
AV Wiskunde	2	2
AV Lichamelijke opvoeding	2	2
OPTIONEEL GEDEELTE		
FUNDAMENTEEL GEDEELTE	18	18
AV Nederlands (*)	2	2
AV Wiskunde (*)	2	2
TV Toegepaste Biologie	2	2
TV Toegepaste Chemie	5	5
TV Toegepaste Fysica	5	4
TV Toegepaste Natuurwetenschappen	1	1
TV Elektriciteit	0	1
TV Mechanica	1	1
COMPLEMENTAIR GEDEELTE	4	4
AV Wiskunde (*)	2	2
TV Toegepaste Natuurwetenschappen	1	1
Stage	1	1
TOTAAL	36	36

Voor de vakken van de basisvorming worden de laatst goedgekeurde leerplannen van OVSG gebruikt.

(*): voor deze vakken wordt het leerplan van de basisvorming gebruikt voor het totale aantal uren van dit vak.

Visie op onderwijs

Het pedagogisch project van het provinciaal leerplichtonderwijs

Het pedagogisch project van het provinciaal onderwijs is een basisdocument waarin de fundamentele uitgangspunten van het provinciaal onderwijs zijn opgenomen.

Het provinciaal onderwijs neemt het Internationaal Verdrag inzake de Rechten van het Kind, de Universele Verklaring van de Rechten van de Mens en het Onderwijsmanifest van Obessu als minimaal basisreferentiekader voor de organisatie en inrichting van haar onderwijs. Dit betekent dat het provinciaal onderwijs zich engageert tot het uitvoeren van volgende concrete doelstellingen:

1. De provinciale scholen zijn open en toegankelijk voor iedereen. Er wordt vertrokken vanuit de idee van een pluralistische samenleving, waarbij mensen met verschillende overtuigingen, achtergronden en geaardheden, positief met elkaar kunnen omgaan, zonder daarom hun identiteit te verliezen. Een actief toelatings- en onthaalbeleid vormt daarbij het uitgangspunt.
2. De provinciale scholen zijn gericht op de maximale ontplooiing van de persoonlijkheid en talenten van alle leerlingen én op de voorbereiding op levenslang en levensbreed leren en op een actief beroepsleven. Een actief gelijke kansenbeleid en actief burgerschap vormen hierbij de sleutelbegrippen.
3. De provinciale scholen zijn gericht op het bijbrengen van eerbied voor de rechten van de mens en op het beleven en toepassen van mensenrechten in de geest van de Universele Verklaring van de Rechten van de Mens en inzonderheid het Verdrag inzake de Rechten van het Kind. Provinciale scholen nemen passende maatregelen om te verzekeren dat de wijze van handhaving van de discipline op school verenigbaar is met de menselijke waardigheid van het kind en dat het schoolreglement in overeenstemming is met het Internationaal Verdrag inzake de Rechten van het Kind.
4. De provinciale scholen erkennen kinderen en jongeren, ongeacht de capaciteiten waarover ze beschikken, als actuele medeburgers en garanderen hen structureel de mogelijkheid om mee verantwoordelijkheid op te nemen en vorm te geven aan de kwaliteit van het leven op school. Leerlingen hebben het recht zich te verenigen in een leerlingenraad én krijgen structureel de mogelijkheid om deel uit te maken van de schoolraad. Democratisch onderwijs is immers gebaseerd op dialoog, waarbij alle onderwijsactoren samen verantwoordelijkheid opnemen in de besluitvorming.

Deze uitgangspunten worden geconcretiseerd in het reglement voor de personeelsleden en het schoolreglement voor de leerlingen. Het pedagogisch project vormt de toetssteen voor de evaluatie van de schoolwerking, geconcretiseerd in het schoolwerkplan. Een en ander wordt uitgebouwd vanuit een participatieve gedachte, waardoor schoolleiders, leraren, leerlingen en ouders maximaal betrokken worden.

Het provinciaal onderwijs streeft een dynamisch mens- en maatschappijbeeld na. Onderwijs moet leerlingen de kans geven om te reflecteren op de samenleving vanuit een mensenrechtenperspectief, waarbij democratie, solidariteit, emancipatie en duurzame ontwikkeling kernbegrippen vormen. De Europese dimensie in het onderwijs moet de mogelijkheid scheppen tot mobiliteit en uitwisseling.

Ontwikkelingsbegeleiding

Ontwikkelingsbegeleiding omvat alle lesgebonden en lesoverstijgende onderwijsactiviteiten en/of methodes die gericht zijn op waardensocialisatie.

Aandacht gaat hierbij zowel uit naar leerlinggerichte activiteiten als naar het scheppen van randvoorwaarden voor een leefbare school en schoolomgeving voor alle onderwijsparticipanten.

In een school is het bijvoorbeeld onmogelijk om gezondheidszorg en gezondheidseducatie van elkaar te scheiden omdat de organisatie van de zorg het eerste element van de opvoeding is en een basisvoorwaarde voor de kwaliteit van de opvoeding. Dezelfde redenering geldt voor alle andere educatievormen.

Hiertoe rekenen we:

- relatiebekwaamheid en sociale vaardigheden
We verwijzen hiervoor naar de vakoverschrijdende eindtermen “sociale vaardigheden”.
Bijvoorbeeld het organiseren kennismakingsdagen, klasactiviteiten gericht op leren samenwerken, ...
- gezondheidseducatie
Bijvoorbeeld het uitwerken van een gezondheid- en/of drugbeleid op school, het organiseren van activiteiten rond “gezonde voeding”, “roken”, ...
We verwijzen naar de vakoverschrijdende eindtermen “gezondheidseducatie”.
- opvoeden tot burgerzin
Bijvoorbeeld het oprichten van een leerlingenraad, leerlingen betrekken bij de herinrichting van de speelplaats, leerlingen inzicht bijbrengen in de werking van het provinciebestuur, ...
We verwijzen naar de vakoverschrijdende eindtermen “opvoeden tot burgerzin”.
- milieueducatie
Bijvoorbeeld meewerken aan een project op school waarbij afval gesorteerd wordt, bereid zijn om de groene omgeving rond de school te respecteren, een actie met de leerlingenraad ondernemen om water- en warmteverspilling tegen te gaan. Deze educatievorm vindt men beschreven bij de vakoverschrijdende eindtermen “milieueducatie”.
- leren leren
Het doel van leren op school is in de eerste plaats het leerproces en niet het cijfer.
Leerkrachten moedigen hun leerlingen aan om te slagen en begeleiden hen bij dit proces. We verwijzen hier naar de vakoverschrijdende eindtermen “leren leren”.
- interculturele vorming
Bij de vorming van interculturele competentie gaat het om inzichten, vaardigheden en houdingen die integraal deel uitmaken van een sociaalvaardige houding en die we nastreven bij de leerlingen en bij onszelf om optimaler in onze multiculturele samenleving te kunnen functioneren evenals in de context van internationalisering.

- culturele en esthetische vorming

Voor veel leerlingen is de school de enige introductie in de culturele wereld. Deze leerlingen dienen in hun leerplichtonderwijs kennis te maken met cultuur en een basis op te bouwen die hen levenslang mogelijkheden biedt voor verdere ontwikkeling.

Cultuur als instrument speelt een rol bij het verwezenlijken van brede vormingsdoelen als sociale cohesie, tolerantie en maatschappelijke betrokkenheid. We verwijzen naar de vakoverschrijdende eindtermen 'muzisch-creatieve vorming' en moedigen het organiseren van culturele activiteiten op school-en klasniveau aan.

Visie op de studierichting Techniek-Wetenschappen

De studierichting Techniek-Wetenschappen is een breed vormende opleiding met een uitgebreid pakket wetenschappen en techniek.

Steunend op een degelijke basiskennis wetenschappen wordt er kennis gemaakt met de techniek. Een geïntegreerde kijk op wetenschappen zorgt ervoor dat wetenschappen en techniek in een maatschappelijke context worden geplaatst.

De nadruk wordt gelegd op het zelfstandig werken en op probleemoplossend denken. Belangrijk is dat de leerlingen de leerstof inzichtelijk kunnen verwerken.

In deze studierichting is labowerk belangrijk. In de wetenschappelijke vakken wordt voldoende aandacht besteed aan het verband met de techniek.

Leerlingen uit deze richting zijn voorbereid op het hoger onderwijs. Voornamelijk professionele bachelorstudies (chemie, verpleegkunde, laboratorium- en voedingstechnologie, apothekersassistent, lerarenopleiding wetenschappen, ...) zijn de voor de hand liggende richtingen. De gemotiveerde leerlingen hebben mits de nodige inzet een behoorlijke kans op slagen in de academische bacheloropleiding, eventueel gevolgd door een masteropleiding (scheikunde, biochemie, biologie, biotechnologie, natuurkunde, informatica, toegepaste biologische wetenschappen, industrieel ingenieur, ...).

Beginsituatie

Voornamelijk leerlingen die in de tweede graad een basispakket wetenschappen hebben gekregen stromen in deze studierichting in. Voor andere leerlingen is het belangrijk dat ze sterk gemotiveerd zijn om de basiskennis wetenschappen bij te werken.

Profiel van de leerlingen

- begaafde leerlingen met een grote studiemotivatie;
- sterk geïnteresseerd in wetenschappen en techniek;
- een ruime belangstelling tonen;
- realisatiegericht willen handelen;
- aangetrokken worden door wetenschappelijke inzichten en principes die aan de basis liggen van technische toepassingen;
- beschikken over een meer dan gemiddeld abstractievermogen;
- bereid zijn tot communicatie en samenwerking;
- kritiek kunnen beantwoorden en er rekening mee kunnen houden;
- het verschil zien tussen feiten en meningen;
- geen losstaande waarneming veralgemenen;
- verantwoordelijkheid willen dragen.

Algemene doelstellingen

Aangezien Techniek-Wetenschappen binnen het technisch onderwijs een richting is die voorbereidt op hoger onderwijs is het uitgangspunt dat elke leerling de kennis op een aangepast beheersingsniveau kan verwerven.

Belangrijk is het aanleren van vaardigheden, inzichten en attituden om met die verworven kennis iets te kunnen doen.

Dit geheel aan kennis, vaardigheden, inzichten en attituden moet de leerlingen aansporen om hun persoonlijkheid verder te ontwikkelen om vragen en problemen uit het dagelijkse leven nu en in de toekomst op te lossen.

Het werken met ICT en het gebruik van contexten die verband houden met diverse toepassingen van wetenschappen (o.a. uit de industriële en medische wereld) helpen de aandacht richten op wetenschappelijke en technische aspecten van onze samenleving.

Hieronder volgt een opsomming van de doelstellingen die wij willen bereiken met onze leerlingen

- het belang van wetenschappen voor de maatschappij inzien;
- inzicht verwerven in de wetenschappelijke en technische componenten van onze samenleving;
- de invloed van wetenschappelijke en technische fenomenen in onze samenleving kunnen inschatten;
- inzien dat biologie, chemie, fysica niet los staan van ons dagelijkse leven;
- interesse ontwikkelen voor wetenschappen;
- milieubewust gedrag ontwikkelen;
- de wetenschappelijke werkmethode kunnen toepassen;
- vaktypische vaardigheden ontwikkelen;
- een opgegeven werkwijze nauwkeurig en ordelijk kunnen uitvoeren;
- waarnemingen kunnen verwoorden en noteren;
- conclusies kunnen verwoorden;
- een degelijk en duidelijk verslag kunnen opstellen;
- kunnen samenwerken in groepsverband;
- zelfstandig kunnen werken;
- probleemoplossend denken.

Algemene didactische en pedagogische wenken

Leren gebeurt door een activiteit van diegene die leert. Hij is het die zelf actie onderneemt. Het is de taak van de leraar om die actie voor te bereiden door leeractiviteiten te ontwerpen, te begeleiden en het resultaat te evalueren.

Naast het opdoen van kennis moet de leerling deze kennis correct kunnen gebruiken of toepassen. Binnen de lessenpraktijk mag de leraar daarom niet alleen aandacht hebben voor het verwerven van vakspecifieke leerinhouden (kennisoverdracht). Hij moet verschillende leeractiviteiten ontwikkelen en vaardigheden aanleren en inoefenen (voordoen, begeleiden, activeren) die een brede verwerking van de leerstof mogelijk maken zoals ordenen, vergelijken, inductief redeneren (besluiten trekken uit waarnemingen), deductief redeneren (voorspellen), abstraheren en formaliseren (toepassen van modellen en formules), analyseren, problemen oplossen, ...

Leerlingen bouwen met dit soort opdrachten zelf hun kennen en kunnen op (leren leren, zelfstandig leren, actief leren).

Het is een uitdaging voor de leraar om deze leeractiviteiten in te zetten en van de leerlingen actief lerenden te maken in allerlei situaties: bij het aanbrengen van een theorie, bij een demonstratieproef, een onderwijsleergesprek, het planmatig oplossen van probleemopgaven. Ook moeten metacognitieve vaardigheden en activiteiten aan bod komen waardoor de leerling in staat is om het eigen leerproces te reguleren en te evalueren.

De verschuiving van product- naar procesgericht onderwijs waarbij de vaardigheid in het gebruik van cognitieve en metacognitieve leeractiviteiten centraal staat, leidt tot een diepere en ook een gewijzigde verwerking van de leerstof.

Bepaalde vaardigheden (begrijpen en onthouden, integreren en toepassen) zullen in samenhang met het aanbrengen van de leerinhouden worden aangeleerd en ingeoeft. Hierbij verschuift de rol van de leraar van een docerende en instruerende naar een meer begeleidende rol m.a.w. van een leraargestuurd naar een meer leerlingengestuurd onderwijs.

Het is vanzelfsprekend dat er een verticale en horizontale samenwerking is met de collega's. Er worden afspraken gemaakt over vaardigheden, wiskundige technieken en leerinhouden die op het snijvlak liggen van twee vakken: met de collega's Wiskunde, Toegepaste Fysica, Toegepaste Chemie en Toegepaste Biologie ook met de collega's Mechanica en Elektriciteit.

Tussen de vakken technische vakken zijn er duidelijke linken aanwezig. De leerkrachten die deze vakken onderwijzen, moeten hun jaarplan op elkaar afstemmen zodat in de mate van het mogelijke de gelijkaardige thema's in eenzelfde periode behandeld worden. Er zal tevens aandacht geschonken worden aan het consequent gebruiken van dezelfde symbolen voor grootheden en eenheden die in de verschillende vakken aan bod komen.

Dit vakoverschrijdend werken draagt bij aan de geïntegreerde kijk op techniek en wetenschap die wij aan de leerlingen van de afdeling Techniek-Wetenschappen willen bijbrengen.

Minimale materiële vereisten

De uitrusting en de inrichting van de laboratoria dienen te voldoen aan de technische voorschriften inzake arbeidsveiligheid van de Codex over het welzijn op het werk, van het Algemeen Reglement voor Arbeidsbescherming (ARAB) en van het Algemeen Reglement op Elektrische Installaties (AREI).

TV Toegepaste Biologie

De huidige wetgeving in verband met veiligheid en hygiëne moet kunnen nageleefd worden.

Didactische infrastructuur

- Vaklokaal uitgerust voor labowerk voor leerlingen (inclusief energievoorzieningen)
- Demonstratietafel voor de leraar
- Mogelijkheid om informatie op te zoeken op elektronische dragers

Didactisch materiaal

Organismen

- Organismen en delen ervan
- Insluitpreparaten (macro- en micropreparaten)

Vervangende leermiddelen

- Driedimensionale modellen bv.: cel, celdeling, embryologie, nier, hart ...
- Tweedimensionale modellen
 - foto's en microdia's
 - wandplaten of transparanten; schematische tekeningen

Audiovisuele middelen

- Voldoende projectiemogelijkheid
bv. overheadprojector en diaprojector of pc met dataprojectie; videocamera en monitor

Hulpmiddelen bij observatie

- Microscopen
 - leerlingenmicroscopen voorzien van immersielens 100x (minstens één per twee leerlingen)
 - binoculaire loep en demonstratiemicroscoop voor de leraar

Hulpmiddelen bij experimenten

- Algemeen laboratoriummateriaal
 - dissectiemateriaal
 - elementair microscopiemateriaal
 - glaswerk, petrischalen, thermometers ...
 - balans tot op 0,01 g nauwkeurig
 - koelkast met diepvriesvak
 - andere: bv. dialysemembraan
- Chemicaliën
 - kleurstoffen
 - bewaarvloeistoffen
 - reagentia: enzymen, sacchariden ...

TV Toegepaste Chemie

Basisinfrastructuur

- Aangepaste demonstratietafel met water en energievoorziening
- Werktafels voor leerlingen met water- en energievoorziening
- Voorziening voor afvoer van schadelijke dampen en gassen

Veiligheid en milieu

- Voorzieningen voor een correct afvalbeheer
 - Afsluitbare kasten geschikt voor de veilige stockage van chemicaliën
- Voorziening voor correct afvalbeheer vb. afvalcontainertje (5-10 liter) voor afvalwater (voornamelijk zware metalen) en voor organische solventen zoals weergegeven in de brochure 'Chemicaliën op school (zie bibliografie)
- EHBO-set
 - Veiligheidsbrillen, beschermende handschoenen, laboschorten (al of niet persoonlijk bezit van de leerlingen)
 - Brandbeveiliging: brandblusser, branddeken, emmer zand, eenvoudige nooddouche, oogspoeldouches
 - Wettelijke etikettering van chemicaliën, lijst met R- en S-zinnen

Basismateriaal

- Volumetrisch glaswerk, pipetperen, statieven, noten, klemmen, tangen, spatels, lepels, roerstaven, porseleinen kroezen, pijpstelen driehoek, driepikkel en draadnet (asbestvrij), reageerbuizen en reageerbuisrekken, passende stoppen, waterstraalpomp, buchnertrechter, glazen buizen met materiaal om de buizen te versnijden, vlinderopzet (plooiën van glazen buizen!), materiaal voor het maken van een destillatieopstelling, Bunsenbranders en/of elektrische verwarmingstoestellen (verwarmplaat of verwarmingsmantel), ...

Toestellen

- Multimeter en/of A-meter en/of V-meter
- pH-meter (elektrode + meettoestel), pH-papiertjes
- Thermometers (analoog of digitaal)
- Densimeter en/of pycnometer
- Balans (minimaal tot op 0,01 g nauwkeurig)
- Opstelling voor elektrisch geleidingsvermogenmetingen (elektrode, wisselspanningsbron, A-meter)
- Regelbare laagspanningsbron (gelijk- en wisselspanning)

Chemicaliën

- Chemicaliën voor het uitvoeren van demonstratieproeven en leerlingenproeven

Visualiseren in chemie (modellen)

- Molecuulmodellen – roostermodellen
- Overheadprojector en transparanten of eventueel ander projectietoestel

ICT-toepassingen

- Computer met geschikte software

Tabellen

- Periodiek systeem der elementen
- Tabellenboek met gegevens over elementen en verbindingen

TV Toegepaste Natuurwetenschappen

Als deze lessen doorgaan in de labo's (Fysica, Biologie, Chemie) is er verder geen specifiek materiaal nodig.

TV Toegepaste Fysica

Basisinfrastructuur

- Een aangepaste demonstratietafel met water- en energievoorziening en voldoende bergruimte
- Voldoende leerlingentafels met water en energievoorziening en afvoerbakken.
- Het lokaal moet verduisterd kunnen worden voor proeven rond interferentie
- Retroprojector
- Beschikbaarheid in het labo van PC's met aangepaste software en een PC met software voor grafische gegevensverwerking en meetinterface.
- Binnen het lokaal of aangrenzend, moet voldoende bergingsmogelijkheid aanwezig zijn voor het proevenmateriaal.

Labo Fysica

Vermits de leerlingen in groepjes van 2 (max. 3) werken, zullen een aantal zaken in meervoud moeten aanwezig zijn. Voor de duurere apparaten kan de leerkracht zich afhankelijk van de klasgrootte beperken tot 1 à 2 exemplaren, die dan gebruikt worden in een circuitpracticum.

Basismateriaal

- A-meter en V-meter en/of multimeter
- Elektrische componenten: schakelaars, weerstanden, weerstandsdraden, condensatoren, spoelen
- Regelbare spanningsbron voor gelijk- en wisselspanning
- Statiefmateriaal
- Snoeren
- Statieven en toebehoren
- Grote bekers
- Chronometers
- Bronnen, multimeters, snoeren
- Weerstanden, lampjes, condensatoren, spoelen, diodes, transistoren
- Frequentiegenerator
- Schijfgewichtjes en gewichtshouders
- Elektronische balans

Specifiek materiaal

Mechanica

- Vloeistofbuis met luchtbel voor aantonen ERB
- Luchtkussenbaan met toebehoren.
- Materiaal voor metingen bij de eenparig veranderlijke beweging
- Dynamometers
- Materiaal om de beginselen van Newton aan te tonen
- Hefbomen: houten latjes

Elektriciteit

- Klein materiaal voor het aantonen van lading
- Materiaal voor het afleiden van wet van Ohm, Pouillet, stroom- en spanningswetten
- Materiaal om op- en ontladen van condensatoren aan te tonen
- Plank met verschillende weerstandsdraden
- Calorimeter met verwarmingsspiraal in deksel
- Materiaal voor het aantonen van de temperatuursafhankelijkheid van de weerstand

Elektromagnetisme

- Naald-, staaf en U-vormige magneten, weekijzere kernen
- Apparatuur voor het aantonen van het magnetisch veld bij een cirkelvormige geleider en een solenoïde
- Materiaal voor aantonen werking van gelijkstroommotor, generator en transformator

- Materiaal voor het meten van de magnetische inductie

Trillingen en golven

- Harmonische trilling: spiraalveren, slinger
- Lopende golven: lange spiraalveer of touw
- Materiaal om resonantie aan te tonen, met inbegrip van beeldmateriaal Tacoma brug
- Eigenschappen van lopende golven: rimpeltank met toebehoren
- Materiaal om staande golven op een touw en bij geluid aan te tonen en te meten
- slingermassa's en touw
- veren van verschillende veerconstante
- materiaal voor proef van Melde: vibratiegenerator
- materiaal voor proef van Kundt: glazen buis
- geluid: stemvorken met klankkasten
- interferentieroosters
- laser
- gloeilamp, kwikdamlamp

Elektronica(als dit in uitbreiding aan bod komt)

- Elektronische componenten: Si-diode, Ge-diode, LED's, transistoren
- Si-diodes, Ge-diodes, LED's, zenerdiode
- transistoren

TV Mechanica

Didactische modellen of vervangende leermiddelen van:

- Zuigerpomp
- Centrifugaalpomp
- Zuigercompressor
- Centrifugaalcompressor
- Benzinemotor
- Dieselmotor
- Warmtewisselaar

TV Elektriciteit

- A-meter en V-meter en/of multimeter, oscilloscoop
- Elektrische componenten: schakelaars, weerstanden, lampen, weerstandsdraden, condensatoren, spoelen
- Regelbare spanningsbron voor gelijk- en wisselspanning
- Snoeren
- Frequentiegenerator
- Materiaal voor het toepassen van de wet van Ohm, stroom- en spanningswetten

Didactische modellen of vervangende leermiddelen:

- 1- en 3-fasische wisselspanning (of aanwezig in de school)
- Transformator (als in uitbreiding aan bod komt)
- Elektrische machines (als in uitbreiding aan bod komt)

Specifieke doelstellingen, leerinhouden, didactische en pedagogische wenken

TV Toegepaste Biologie

Algemene doelstellingen

Het verwerven van fundamentele biologische inzichten

- De eenheid van de levende wezens zien in hun complexiteit van vormen. Deze eenheid gaat terug op de chemische samenstelling, de cellulaire opbouw en de specifieke levensfuncties als voeding, ademhaling, transport, voortplanting, groei en ontwikkeling.
- Inzicht verwerven in de wijze waarop biologisch evenwicht wordt bereikt in de organismen zelf (homeostase) en tussen de organismen en hun milieu.
- Inzichten verwerven in de erfelijkheid: erfelijkheidswetten, chromosoomstructuur, functie van de genen en vertalen van de genetische informatie, biotechnologie.
- Argumenten formuleren voor de evolutietheorie.
- In de evolutie de toename in organisatiegraad herkennen bij de soorten die in de loop van de tijden uit elkaar zijn ontstaan. In dit verband eveneens meer inzicht verwerven in het onafhankelijk worden van organismen ten opzichte van het milieu.
- De unieke situatie van de mens in de natuur beseffen en de belangrijke plaats die hij daarin bekleedt, aantonen.

Het beheersen van de volgende technieken

- Observatietechnieken: gebruik van loep en vooral van microscoop, waarbij de waarnemingen kunnen vastgelegd worden in schetsen.
- Maken van eenvoudige preparaten.
- Kwalitatieve en kwantitatieve analyses uitvoeren.
- Meettechnieken uitvoeren voor lengte, oppervlakte, volume, massa, temperatuur, lichtintensiteit, tijd, pH.
- Vastleggen van biologische gegevens in tabellen en grafieken; dergelijke tabellen en grafieken interpreteren.
- ICT verantwoord gebruiken.

Het verwerven van een positief-wetenschappelijke probleemaanpak, gericht op de levende natuur

Dit betekent:

- zien en formuleren van een probleem;
 - opstellen van een hypothese;
 - toetsen van de hypothese aan de werkelijkheid door middel van experimenten;
 - logisch beredeneren van de vaststellingen;
 - formuleren van besluiten die geconfronteerd worden met het uitgangspunt of met het hoofdprobleem, waarbij verbanden worden gelegd.
- Dit impliceert enerzijds een aantal onderzoeksvaardigheden en oefent anderzijds de attitude om een gegeven probleem wetenschappelijk te benaderen.

Het verwerven van een verantwoorde attitude tegenover de levende natuur

Deze omvat:

- aandacht en eerbied voor levende wezens;
- verantwoordelijkheid voor eigen leven en voor het voortbestaan van de soort (hygiëne, erfelijkheid, eugenetica, bio-ethiek);
- individuele en collectieve milieuverantwoordelijkheid; interesse voor het gevoerde en het te voeren milieubeleid;
- vanuit de biologie doordringen in problemen met sociale en ethische dimensie zoals: voedselprobleem, alcoholisme, druggebruik, luchtverontreiniging, voortplanting, erfelijkheid, biotechnologie.

Pedagogisch-didactische wenken

De wetenschappelijke methode

In de derde graad staan algemene biologische inzichten centraal. Het is aan te raden zoveel mogelijk uit te gaan van directe observatie of waarneming van levend of bewaard materiaal, eerst op microscopisch niveau om dan geleidelijk de studie op elektronenmicroscopisch niveau en soms tot op moleculair niveau voort te zetten.

Na dit onderzoek van levend of bewaard materiaal kan verder stapsgewijze geabstraheerd worden door gebruik te maken van een driedimensionaal model, een dia, een plaat of een schets. Het zelfstandig tekenen kan voor de leerling een hulp zijn in het voorstellen van structuren: één duidelijke figuur kan soms meer zeggen dan duizend woorden.

Door gebruik te maken van aangepast didactisch materiaal kunnen de lessen veel verlevendigd worden en zal de motivatie van de leerlingen aangescherpt worden. In de lessen biologie kan ruim gebruikgemaakt worden van levend materiaal, preparaten, driedimensionale modellen, structuren ... dingen die een leerboek nooit kan bieden.

Tenslotte kan als laatste fase van abstractie de opgedane kennis verbaal geformuleerd worden. De leraar benoemt de geziene structuren. Waarnemingen, besluiten en afgeleide inzichten worden samen met de leerlingen geformuleerd.

Het zal niet altijd mogelijk zijn deze stapsgewijze methode te volgen; toch staat de geleidelijke overgang van concreet naar abstract, van macroscopisch naar microscopisch en submicroscopisch, garant voor het vormen van inzicht in structuur en functie van de levende materie.

De directe waarneming blijft de steunpilaar van de methode. Dit betekent dat de studie van elke leerinhoud vertrekt van concreet materiaal.

Als van de leerlingen verwacht wordt dat ze zich de natuurwetenschappelijke methode eigen maken zal logischerwijze de leraar deze methode hanteren bij de uitwerking van de leerstof. Functies en inzichten worden dan ook afgeleid door experimenten in de klas, gedachte-experimenten of weergave van het onderzoek dat door wetenschappers gebeurde.

Contexten

Bij de uitwerking van het leerplan kunnen enkele van de volgende contexten geïntegreerd worden:

- De levende cel en voortplanting
- De cel als bouwsteen
- Informatieoverdracht binnen de cel
- Voortplanting en vruchtbaarheid
- Voortplanting bij de mens
- Regeling van de vruchtbaarheid
- Seksualiteit en vruchtbaarheid
- Mens en erfelijkheid
- Overdracht van erfelijke kenmerken
- Genetische diagnostiek
- Mens en evolutie
- Evolutieleer
- Evolutie en biodiversiteit
- Ontstaan van de mens
- Actuele ontwikkelingen
- Biotechnologie
- Voortplantingstechnieken
- Biologie en samenleving
- Historische en conceptuele ontwikkeling
- Genese en acceptatie van theorieën en begrippen
- Wisselwerking tussen biologie, techniek en leefomstandigheden

- Neveneffecten van biologische toepassingen
- Sociale en ecologische gevolgen van biologische toepassingen
- Invloed van economische en ecologische belangen
- Biologie en filosofie
- Biologie en cultuur
- Ethische dimensie van biologie

3^{de} graad Technisch Secundair Onderwijs Techniek-Wetenschappen

TV Toegepaste Biologie

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Op micropreparaten de verschillende delen van de cel kunnen onderscheiden (kern, celwand..).</p> <p>Functies van verschillende submicroscopische structuren kunnen aanduiden.</p> <p>De schematische opbouw van de celmembraan kunnen weergeven en vergelijken met de opbouw van een zeepbel.</p> <p>Verschillen tussen plantaardige en dierlijke cellen kunnen opnoemen.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>1 De cel</p> <p>1.1 Functionele morfologie van de cel</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Practicum: microscopische structuur van cellen</i> - Submicroscopische structuren in cellen en hun functie - Bouw van de celmembraan - Onderscheid tussen plantaardige en dierlijke cellen 	<p>Zowel op micropreparaten van plantaardig (bv. stengeldoorsnede, worteldoorsnede, worteltop ...) als van dierlijk materiaal (spier, been, ruggenmerg, nier, slagader...) wordt de verscheidenheid aan celtypen vastgesteld.</p> <p>Ook het verschil tussen een plantaardige cel en een dierlijke cel kan worden vastgesteld in dit practicum</p>
<p>Passief en actief transport van stoffen doorheen een (cel-)membraan omschrijven, factoren die dit transport beïnvloeden verklaren en van elk type voorbeelden bij organismen geven.</p>	<p>B</p>	<p>1.2 Processen van stofuitwisseling tussen cellen en hun milieu</p> <ul style="list-style-type: none"> - Passief transport : osmose en diffusie - Actief transport dmv eiwitten - <i>Practicum : osmose in plantencellen</i> 	<p>Dit practicum kan op eenvoudige manier verwezenlijkt worden door gelijke staafjes aardappel in oplossingen met verschillende concentraties te brengen; vooraf en daarna bepaalt men de massa van de staafjes.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Celtypen als aanpassingen aan hun functie verklaren.</p> <p>Van enkele celtypen (bv. zenuwcellen, spiercellen, rode bloedcellen, parenchym, houtvaten ...) de bouw en de functie kunnen geven.</p> <p>Een betekenis van celdifferentiatie voor een organisme kunnen geven.</p> <p>De opbouw van een organisme als een geheel van cellen, weefsels, organen en orgaansystemen (stelsels) verwoorden.</p> <p>Op micropreparaten verschillende celtypen aanduiden, het begrip weefsel omschrijven en weefsels benoemen.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>1.3 Cellen in verband</p> <ul style="list-style-type: none"> - Structuur van meercellige eukaryoten: cel, weefsel, orgaan, orgaansystemen - Betekenis van celdifferentiatie bij meercellige organismen - <i>practicum : microscopie van een plantaardig weefsel</i> 	<p>Er wordt gewezen op de groepering van cellen. De verschillende groeperingen worden als weefsels aangeduid en benoemd. Het is niet de bedoeling van een systematische indeling van de weefsels te geven. Hieraan kan een practicum gekoppeld worden.</p> <p>Er kan op gewezen worden dat in massieve organismen cellen die binnenin liggen moeilijk aan voedingsstoffen en zuurstofgas geraken, moeilijk hun eindproducten kwijt kunnen ... Er is bijgevolg nood aan functieverdeling en dus aan specialisatie. De functieverdeling veronderstelt ook een goede coördinatie. Na de microscopische waarnemingen op cellen en weefsels kunnen de begrippen orgaan en stelsel aan de hand van voorbeelden aangebracht worden. Er wordt verduidelijkt dat die laatste begrippen eerder kunstmatig zijn en een gestructureerde studie van een organisme mogelijk maken. Tenslotte wordt als synthese gegeven dat de belangrijke realiteit het goed functionerende organisme is, waarin de coördinatie leidt tot het voortbestaan van individu en soort. De centrale vraag is hoe levende wezens aan hun energie geraken en hoe de energiestroom in elkaar steekt. De rol van ATP als energietransporteur wordt hier benadrukt.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Aantonen hoe de submicroscopische structuur van een bladgroenkorrel aan fotosynthese is aangepast.</p> <p>Het biochemische proces van de fotosynthese schematisch weergeven.</p> <p>Factoren die fotosynthese beïnvloeden experimenteel onderzoeken en verklaren.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>2. Stofwisselingsprocessen en hun regulatie</p> <p>2.1 Belang van materie en energie</p> <p>2.1.1 Fotosynthese</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bouw en werking van een chloroplast - Opbouw van sacchariden <p>- <i>Practicum: factoren die fotosynthese beïnvloeden</i></p>	<p>In de 1ste graad werd de fotosynthese van planten proefondervindelijk onderzocht; zo werd de functie van de fotosynthese vastgesteld. Nadien werden de structuren van het blad en hun aanpassingen aan de functie bestudeerd. Hoe de fotosynthese in de bladgroenkorrel verloopt, werd niet behandeld. Dit is nieuw en vraagt een studie van de submicroscopische structuur van de bladgroenkorrel. Het biochemische proces wordt uiteindelijk schematisch voorgesteld.</p>
<p>Een voorbeeld van chemosynthese bespreken.</p>	<p>U</p>	<p>2.1.2 Chemosynthese</p>	
<p>De functie van lysosomen in cellulaire afbraak, vertering en voeding bespreken.</p> <p>Experimenteel vaststellen dat enzymen reacties katalyseren, dat hun werking beïnvloed wordt door o.a. temperatuur en pH en die invloeden grafisch voorstellen.</p> <p>Afleiden dat alle biochemische reacties door enzymen gekatalyseerd worden.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>U</p>	<p>2.1.3 Heterotrofie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cellulaire vertering: werking van lysosomen - Aanmaak, bouw, functie en werking van enzymen - <i>practicum :werking van enzymen</i> 	<p>Uit eenvoudige proeven kunnen leerlingen afleiden dat enzymen de omzetting van stoffen beïnvloeden.</p> <p>De werking van enzymen als biokatalysatoren kan vergeleken worden met de werking van katalysatoren uit de anorganische chemie (bv. mangaandioxide).</p> <p>Deze doelstelling kan in een practicum</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Een eenvoudig schematisch overzicht geven van de vertering en absorptie van sacchariden, lipiden en proteïnen in het maagdarmkanaal.</p> <p>De leerlingen komen tot het inzicht dat niet alle stoffen volledig worden afgebroken en dat een restfractie het lichaam verlaat.</p> <p>De vertering als noodzakelijke stap voor heterotrofie verduidelijken.</p>	<p>U</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>- Vertering en absorptie van sacchariden, lipiden en proteïnen in het darmkanaal</p> <p>- Vertering als noodzakelijke stap voor heterotrofie.</p>	<p>verwezenlijkt worden. Ook kan de invloed van diverse factoren op een enzymatische reactie nagegaan worden. Er kan experimenteel worden vastgesteld dat elk enzym slechts één specifieke reactie katalyseert (sleutel- slot-principe).</p> <p>Omdat enzymatische reacties dynamische processen zijn, kan hierbij gebruikgemaakt worden van modellen of van ICT-animaties. Een voorbeeld van de functie van vitamines als coënzymen kan aangebracht worden. Een sterk vereenvoudigde voorstelling van deze macromoleculen volstaat. De afbraak van sachariden, eiwitten en vetten kan door middel van een stroomschema voorgesteld worden.</p> <p>De leerlingen komen tot het inzicht dat niet alle stoffen volledig worden afgebroken en dat een restfractie het lichaam verlaat. Ook hier is het inzicht dat voedselbestanddelen enzymatisch worden afgebroken belangrijker dan een reproductie van feiten en reacties. Tenslotte wordt een schematisch overzicht gegeven van de absorptie van voedingsstoffen en van wat hiermee in het lichaam gebeurt.</p>
<p>Verwoorden hoe organismen energie vrijmaken en die energie in biologisch bruikbare energie (ATP) omzetten.</p> <p>Het proces van de celademhaling in de cel lokaliseren en dit biochemische proces schematisch weergeven.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>2.1.4 Ademhaling</p> <p>- Celademhaling: vorming van ATP door mitochondriën</p>	<p>Uit de beschrijving van een experiment, waarbij een proefdier radioactieve glucose wordt toegediend, kunnen leerlingen afleiden dat uitgeademde koolstofdioxide uit de voedingsstoffen afkomstig is. Glucose is een energierijke</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Een verband formuleren tussen het respiratorisch quotiënt en de aard van het verademde substraat.</p> <p>Aanpassingen van gasuitwisselingsstructuren aan hun functie vergelijken bij organismen uit verschillende milieus.</p>	<p>U</p> <p>U</p>	<p>- Respiratorisch quotiënt</p> <p>- Aanpassingen van gasuitwisselingsstructuren aan hun functie</p>	<p>stof, maar kan niet rechtstreeks energie leveren. Het moet eerst geoxideerd worden waarbij de energie trapsgewijs in ATP wordt vastgelegd. De rol van ATP als universele energiedrager wordt hierbij belicht. Het ingewikkelde biochemische proces van de celademhaling wordt zeer eenvoudig geanalyseerd. De omzetting van pyrodruivenzuur met NADH,H⁺ tot melkzuur door melkzuurbacteriën kan theoretisch besproken worden. Er kan gewezen worden op elektrische energie bij zenuwgeleiding, mechanische energie bij beweging, chemische energie bij synthese van lichaamseigen stoffen.</p>
<p>De samenstelling van het bloed schematisch weergeven en de functie van de componenten verwoorden.</p> <p>Een inhoud geven aan het begrip homeostase.</p> <p>De bloeddrukregeling als voorbeeld van een terugkoppelingssysteem in verband met de homeostatische functie van het bloed bespreken.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>2.2 Homeostase</p> <p>2.2.1 Homeostatische functies van bloed en lymfe</p> <p>- Functies van het bloed in de homeostase</p> <p>- Regeling van de bloeddruk</p> <p>- <i>practicum : meten van de bloeddruk</i></p>	<p>De functies moeten eerder als inleiding tot het begrip homeostase worden gezien.</p> <p>Het voorbeeld van de bloeddrukregeling wordt aangegrepen om het algemene principe van terugkoppelingssystemen uit te leggen. Met een gesloten, met water gevuld rubberen buizensysteem waarop een manometer is aangesloten, kan men het principe van</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
			<p>vaatvernauwing en drukverhoging demonstreren door op de rubberen buis te knijpen.</p> <p>Rond dit thema kan een practicum uitgebouwd worden : het meten van de bloeddruk.</p> <p>Men kan nadruk leggen op het feit dat door een complex systeem van verschijnselen, het lichaam erin slaagt de samenstelling van het bloed zo constant mogelijk te houden en vice versa. Zo moet de pH, de temperatuur, het zuurstofgehalte, de bloedsuikerspiegel, het calciumgehalte, het ijzergehalte, de hormonenbalans... fluctueren rond bepaalde waarden. Het bloed speelt een essentiële rol om het lichaam in een soort evenwichtige toestand te houden.</p> <p>Hier volstaat het de rol van bloedplaatjes, fibrinogeen en calcium in de bloedstolling te bespreken.</p> <p>Hieraan kan een practicum gekoppeld worden.</p>
<p>Uitleggen hoe door bloedstolling bloedverlies beperkt kan worden en enkele factoren die noodzakelijk zijn voor de bloedstolling toelichten.</p>	B	<p>- Bloedstolling - <i>Practicum : bloedstolling</i></p>	<p>Bouw en functie van bloed- en lymfevatenstelsel kunnen hierbij vergeleken worden.</p>
<p>Bouw en functie van het lymfevatenstelsel met lymfeknopen beschrijven. Organen van het lymfatische systeem opnoemen en op een schema lokaliseren.</p>	B B	<p>- Het lymfatische systeem</p>	<p>De lymfefollikels van het maagdarmkanaal, de amandelen, de lymfeknopen van het lymfevatenstelsel, de witte pulpa van de milt en de thymus worden op een schema gelokaliseerd en als deel van het lymfatische systeem aangeduid.</p>
<p>Rol van het lymfatische systeem in de homeostase aangeven.</p>	B	<p>- Functies van de lymfe in de homeostase</p>	<p>Het draineren van het overtollige weefselvocht en de afweer van het lichaam behoren tot de belangrijkste functies van het lymfatische systeem. De werking van het immuunsysteem wordt later besproken.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Op een micropreparaat van een nierdoorsnede kunnen de delen onderscheiden worden.</p> <p>De functie van de nieren in verband met het constant houden van de bloedsamenstelling beschrijven.</p>	<p>U</p> <p>U</p>	<p>2.2.2 Homeostatische functies van de nier</p> <ul style="list-style-type: none"> - Microscopische bouw van de nier - Functies en werking van de nieren - <i>Practicum : dissectie van de nier</i> 	<p>Op een micropreparaat van een nierdoorsnede kunnen de delen onderscheiden worden. Daarna wordt de bouw met een schema verduidelijkt. Hieraan kan een practicum gekoppeld worden.</p> <p>Aan de hand van een schets van een nefron bespreekt men de werking van de nieren (vorming van voorurine, de reabsorptie en het ontstaan van urine).</p> <p>Daarbij kan de samenstelling van urine besproken worden.</p> <p>Men kan van de algemene werking van de nieren overgaan naar de homeostatische functie. De rol van hormonen in die regulerende werking kan hier aan bod komen.</p> <p>Andere relaties kunnen gelegd worden in verband met nierdialyse en het ontstaan van nierstenen.</p>
<p>Microscopische bouw van de lever op een schema verduidelijken.</p> <p>De functie van de lever in verband met het constant houden van de bloedsamenstelling beschrijven.</p>	<p>U</p> <p>U</p>	<p>2.2.3 Homeostatische functies van de lever</p> <ul style="list-style-type: none"> - Microscopische bouw - Functies - Rol in de homeostase 	<p>Op een micropreparaat van een leverdoorsnede kunnen de delen onderscheiden worden. Daarna wordt de bouw met een schema verduidelijkt. Men kan de lever vergelijken met een grote chemische fabriek waarin een groot aantal stoffen wordt omgezet, afgebroken, opgeslagen of geproduceerd.</p> <p>De functies die kunnen aan bod komen zijn: suikerstofwisseling, vetstofwisseling, eiwitstofwisseling, detoxificatie, opslag, warmte- en galproductie. Er kan hier verwezen worden naar overmatig alcoholgebruik.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>De samenstelling van zweet bespreken.</p> <p>Factoren bespreken die de samenstelling en afscheiding van zweet beïnvloeden.</p> <p>De functie van de huid als warmteregulator beschrijven.</p>	<p>U</p> <p>U</p> <p>U</p>	<p>2.2.4 Thermoregulatie</p>	<p>Het is zeker niet de bedoeling de bouw van de huid in detail te bespreken. De aandacht gaat voornamelijk naar de wisselwerking tussen de bloedvaten (gelegen in de huid) en de zweetklieren.</p> <p>Er kan verwezen worden naar:</p> <ul style="list-style-type: none"> – de verandering in bloedsamenstelling en de weerslag op de zweetsamenstelling bv. na inname van medicatie; – de regeling van de zweetafscheiding (afhankelijk van de temperatuur van het bloed), door het verlengde merg; – de invloed van psychische factoren: we kunnen transpireren van angst. <p>Er kan verwezen worden naar volgende verschijnselen: felle transpiratie bij intense lichaamsactiviteit en kippenvel bij koude.</p>
<p>Verklaren waarop de indeling van bloedgroepen in het ABO- en rhesussysteem steunt.</p> <p>Het belang van de rhesusfactor bij zwangerschap verklaren.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>2.3 Afweer tegen lichaamsvreemde stoffen: immuniteit</p> <p>2.3.1 Bloedgroepen</p> <p>2.3.2 Antigeen – antilichaamvorming</p>	<p>Het is zeker niet de bedoeling hier de erfelijkheid van bloedgroepen te bespreken, maar men kan aanhalen dat bloedgroepen erfelijk zijn.</p>
<p>Inhoud geven aan de begrippen besmetting, infectie, pathogeen vermogen en afweer.</p> <p>De twee afweersystemen (niet-specifieke en specifieke) waarover een organisme beschikt, omschrijven en schematisch voorstellen.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>2.3.3 Besmetting en infectie</p>	<p>De begrippen worden uitgelegd aan de hand van concrete voorbeelden</p> <p>Men kan wijzen op het falen van het immuunsysteem bij aids en bij allergieën, op afstotingsverschijnselen bij orgaantransplantaties, op afweer tegen ontaarde cellen (bv. kankercellen) en op auto-immuunziekten.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Verklaren hoe een vaccinatie een infectie kan voorkomen.</p> <p>Verklaren hoe antibiotica verantwoord gebruikt kunnen worden.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>2.3.4 Vaccinatie</p>	<p>Eventueel kan vanuit een historische context vertrokken worden (koepokvirus) om het belang en het mechanisme van de vaccinatie aan te brengen.</p> <p>Het probleem van overmatig gebruik en correct gebruik van antibiotica moet hier benadrukt worden.</p> <p>Op basis van de informatie op de bijsluiters van geneesmiddelen kan een onderscheid gezocht worden tussen geneesmiddelen die zuiver symptoom bestrijdend zijn en andere die gericht zijn tegen de ziekteverwekker.</p>
<p>Een biosociaal probleem in verband met de immuniteit bespreken.</p>	<p>U</p>	<p>2.3.5 Biosociaal probleem</p>	<p>Enkele mogelijke onderwerpen zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> – aids; – ziekenhuisresistentie; – antibioticagebruik in de veeteelt; – ... <p>Het behandelen van een biosociaal probleem biedt een mogelijkheid om leerlingen zelfstandig opzoekingswerk of ook leerlingenonderzoek te laten uitvoeren en geeft kansen om ICT te gebruiken.</p>
<p>Op een micropreparaat een reuzenchromosoom observeren en de bouw ervan verduidelijken.</p> <p>In een celcyclus de DNA-replicatie situeren en het verloop ervan beschrijven.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>3 Voortplanting</p> <p>3.1 Celdeling</p> <p>3.1.1 Structuur en duplicatie van DNA</p> <p><i>Practicum : microscopie van een reuzenchromosoom</i></p>	<p>Aan de hand van elektronenmicroscopisch materiaal, een model en schetsen kan de structuur van het chromatine en van de DNA-molecule uitgelegd worden.</p> <p>De begrippen diploïd, haploïd ..., homologe chromatinedraden, genen, allelen, chromosomen ...kunnen hier aangebracht worden. Gebruik van visuele hulpmiddelen bv. transparanten en illustratieve software kan helpen het replicatieproces van het DNA in stappen te behandelen.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Het verloop van een mitose en de meiose en de betekenis ervan voor het organisme toelichten.</p> <p>Inzicht in de uitzonderlijke rol van de celkern bij dit verschijnsel hebben.</p> <p>De betekenis van crossing-over bij de meiose uitleggen.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>3.1.2 Mitose en meiose</p> <ul style="list-style-type: none"> - verloop van mitose en meiose - <i>practicum</i> : worteltoppen van een ui - factoren die de celdeling beïnvloeden 	<p>Door microscopisch onderzoek van bijvoorbeeld overlangse doorsneden van worteltoppen (ui, hyacint, tulp ...) en door het interpreteren van de waarnemingen krijgen de leerlingen een inzicht in de uitzonderlijke rol van de celkern bij dit verschijnsel. Door observatie van micropreparaten, microdia's of fotomateriaal leren de leerlingen de typische fasen van de gewone kernen celdeling herkennen.</p> <p>Hieraan kan een labo-oefening gekoppeld worden.</p> <p>Er kan tevens wat tijd uitgetrokken worden voor een zinvol onderwijsleergesprek in verband met klonen waarbij ook het ethische aspect aan bod komt.</p> <p>Zowel fysische als chemische factoren die een remmend of stimulerend effect hebben op de celdeling, kunnen worden besproken. In dit verband kan ook aandacht besteed worden aan kanker: oorzaken, preventie en therapieën worden toegelicht.</p> <p>Er wordt op gewezen dat cellen die ontstaan door meiose, een genetisch verschillende aanleg hebben en dat dit het resultaat is van twee verschillende processen : enerzijds crossing-over en anderzijds het herschikken van de twee sets ouderlijke chromosomen tijdens de metafase en hun verdeling tijdens de anafase van de meiotische deling (mixing). Het belang van deze reductiedeling voor het constant houden van het chromosomenaantal (van een soort in opeenvolgende generaties) wordt vermeld.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Primaire en secundaire geslachtskenmerken bij man en vrouw beschrijven en hun functies opnoemen.</p>	B	<p>3.2 Voortplanting bij de mens 3.2.1 Bouw van het mannelijke en vrouwelijke voortplantingsstelsel</p>	<p>De voortplanting bij de mens werd ook reeds in de vorige graden bestudeerd. Daarom ligt het voor de hand ruggespraak te houden met de leerkrachten biologie uit de eerste en tweede graad, enerzijds om te sterke herhalingen te vermijden, anderzijds om zinvolle uitdiepingen te kunnen geven.</p>
<p>De hormonale regeling van de voortplanting bij de mens beschrijven.</p> <p>De periode van vruchtbaarheid bij de vrouw berekenen.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>3.2.2 Hormonale regeling bij de vorming en de rijping van de voortplantingscellen</p>	<p>Het is aan te raden zaadcelvorming en eicelvorming te behandelen terwijl men de structuur van de testes en ovaria bespreekt. Er wordt natuurlijk naar de meiose verwezen en de stadia van de meiose worden in beide processen aangeduid. De periodiciteit in de eicelrijping wordt uitgelegd in het licht van de hormonen- concentraties in het bloed. Dit is meteen de aanleiding om de terugkoppelingen binnen deze hormonale regelingen uit te leggen. Het parallelle verloop van eicelrijping, verloop van hormonenconcentraties, temperatuursveranderingen, aangroei en afbraak van het baarmoederslijmvlies ... kunnen in een schema verwerkt worden. De interpretatie van deze berekeningen moet met de nodige omzichtigheid aangebracht worden.</p>
<p>Het verloop van coïtus en bevruchting beschrijven. De ontwikkeling van het embryo en de foetus beschrijven. Het verloop van de geboorte beschrijven.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>3.2.3 Bevruchting, beginselen van embryologie, geboorte</p>	<p>Belangrijke ontwikkelingsfasen van de bevruchte eicel tot de geboorte worden aan de hand van modellen, videofilms, foto's of schetsen ... besproken. Naast het normale verloop van de geboorte</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
			kan ook aandacht besteed worden aan een vroegtijdige beëindiging van de zwangerschap en de bespreking van factoren die dit kunnen beïnvloeden.
Belangrijke middelen voor de regeling van de vruchtbaarheid beschrijven en de voor- en nadelen aangeven.	B	3.2.4 Regelingsfactoren van de vruchtbaarheid	Het is belangrijk dat de leerlingen op een vakkundige en verantwoorde wijze kennis maken met de meest voorkomende middelen tot regeling van de vruchtbaarheid. De betrouwbaarheid, de voor- en nadelen van de verschillende methoden moeten besproken worden. De leerlingen moeten erop attent gemaakt worden dat deze leerstof ontoereikend is als handleiding om deze methoden in de praktijk toe te passen. Zeker wat het pilgebruik betreft, moeten ze aangezet worden om hun arts te raadplegen.
Enkele seksueel overdraagbare aandoeningen bespreken.	B	3.2.5 Seksueel overdraagbare aandoeningen (aids, syfilis ...)	Het biologische inzicht in het verloop van SOA, in de behandeling en in de preventie ervan, zou bij de leerlingen moeten resulteren in een verantwoord gedrag.
Een biosociaal probleem vanuit wetenschappelijk en ethisch standpunt benaderen.	U	3.2.6 Biosociaal probleem	Dit onderwerp kan zeer breed opgevat worden. Enkele onderwerpen die aan bod kunnen komen zijn kunstmatige inseminatie (KID), in-vitrofertilisatie,...

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Een inhoud voor de begrippen variabiliteit, fenotype en modificatie formuleren.</p>	B	<p>4 Erfelijkheid</p> <p>4.1 Klassieke genetica</p> <p>4.1.1 Begrippen variabiliteit, modificatie, fenotype en genotype</p>	<p>Door waarnemingen op organismen van eenzelfde soort of delen ervan (aantal ribben bij kokkels, lengte van bladeren van een boom, lengte of gewicht van bonen, verschillen bij katten ...) kan vastgesteld worden dat er onderlinge verschillen zijn.</p> <p>De leerlingen kunnen de invloed van het milieu op het fenotype afleiden uit volgende voorbeelden:</p> <ul style="list-style-type: none"> – de proef van Bonnier met paardebloemen; – het ontwikkelen tot werkster of koningin bij bijen als gevolg van verschil in voedsel; – verschillende bladeren bij de waterranonkel en pijlkruid;
<p>Uit de resultaten van proeven de wetten van Mendel afleiden.</p> <p>Een inhoud formuleren voor de begrippen gen, dominant en recessief allel, homozygoot en heterozygoot, genotype, dominante/recessieve en intermediaire overerving.</p> <p>De resultaten van mono- en dihybride kruisingen verklaren en symbolisch voorstellen.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>4.1.2 Mono- en dihybride kruising, terugkruising</p>	<p>Om het mechanisme van overerving in te leiden worden proeven van Mendel als voorbeeld van een wetenschappelijk onderzoek besproken. De klemtoon wordt gelegd op de logische stappen van het onderzoek en het afleiden van de wetten uit de resultaten.</p> <p>Uit de proeven van Mendel blijkt dat planten met eenzelfde fenotype voor een kenmerk een verschillende erfelijke aanleg kunnen hebben. Hierop kan het begrip genotype aangebracht worden. De terminologie die Mendel gebruikte wordt geleidelijk vervangen door de huidige gangbare begrippen en uitgebreid met latere inzichten zoals intermediaire overerving.</p> <p>Vertrekkend van de positie van genen op de chromosomen tijdens de meiose worden de resultaten van Mendel verklaard en</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
			symbolisch voorgesteld. Door te refereren naar het jaar van de ontdekkingen door Mendel (1865), van de chromosomen (1873), van de meiose (1885) en van de locatie van de genen (1902) kan het geniale inzicht van Mendel nog eens beklemtoond worden.
<p>Uit de resultaten van beschreven experimenten de begrippen multiële allelen en polygenie afleiden.</p> <p>De overerving van bloedgroepen in het ABOsysteem verklaren als een voorbeeld van multiële allelen.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>4.1.3 Vormen van polygenie en multiële allelen</p>	<p>Door het bespreken van voorbeelden van overerving met multiële allelen en polygenie (bv. cryptomerie) wordt het inzicht in overerving van genen verfijnd. Er kan vertrokken worden van voorbeelden van gezinnen waarvan de bloedgroepen van ouders en kinderen gegeven worden. Door beredenering kan afgeleid worden dat er minstens 3 allelen tussenkomen bij de overerving van dit kenmerk.</p>
<p>Uit de resultaten van experimenten van Morgan en van genenkaarten afleiden dat sommige genen gekoppeld zijn en dat er overkruising of crossing-over kan optreden.</p>	<p>B</p>	<p>4.1.4 Gekoppelde genen, crossing-over</p>	<p>Er wordt op gewezen dat Mendel niet al de resultaten van zijn proeven kon verklaren. Proeven van Morgan met fruitvliegjes tonen aan dat sommige genen samen worden overgeërfd. Door aan te nemen dat zij op eenzelfde chromosoom gelegen zijn kunnen zijn resultaten en sommige experimenten van Mendel verklaard worden.</p>
<p>Verklaren hoe het geslacht erfelijk bepaald wordt.</p> <p>Het begrip geslachtsgebonden erfelijkheid omschrijven en verklaren.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>4.1.5 Erfelijkheid van het geslacht, geslachtsgebonden erfelijkheid</p>	<p>Door te wijzen op het verschil in lengte van de geslachtschromosomen kan afgeleid worden dat het aantal genen op het X en het Y chromosoom verschilt. De erfelijke gevolgen van bepaalde genen of</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
Steunend op de erfelijkheidswetten vraagstukken oplossen.	B		<p>hun allelen, die niet op het Y-chromosoom voorkomen, kunnen beredeneerd en getoetst worden aan stambomen van families waarin ziekten vaker bij mannen dan bij vrouwen voorkomen.</p> <p>Bij het oplossen van vraagstukken zal aanvankelijk vooral de klemtoon gelegd worden op het inoefenen van de verschillende overervingmechanismen via toepassing van gekende wetmatigheden. Dit betekent concreet kansberekening op de genotypen en fenotypes van de nakomelingen, vertrekkend van gegeven genotypen wenken van de ouders en van een gekend overervingmechanisme.</p> <p>Geleidelijk zal het aandeel van analysevraagstukken (beredeneren van genotypen van ouders uit de fenotypes van de nakomelingen, beredeneren van het overervingmechanisme uit de resultaten van de kruising, stamboomanalyse ...) toenemen.</p>
<p>Aangeven dat eiwitten de basis vormen van de structurele opbouw en van het fysiologisch functioneren van een organisme.</p> <p>Het verband leggen tussen de opbouw van eiwitten en de genetische informatie die in DNA vervat zit.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>4.2 Moleculaire genetica</p> <p>4.2.1 Eiwitsynthese</p>	<p>Om te verklaren hoe bij een organisme een bepaald kenmerk tot uiting komt, wordt de eiwitsynthese behandeld.</p> <p>De rol van de eiwitten in het tot stand komen van anatomische structuren en van eiwitten in fysiologische systemen en/of processen kan met behulp van voorbeelden geïllustreerd worden (spierdystrofie, diabetes, fenylketonurie, hemofilie, kleurenblindheid, jicht, sikkelcelanemie, albinisme, dwerggroei ...).</p> <p>De eerder aangehaalde voorbeelden kunnen hier vanuit dit standpunt terug belicht worden</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Het systeem van de genetische code verduidelijken.</p> <p>Het verloop van de eiwitsynthese aan de hand van een schema beschrijven.</p>	<p>B</p> <p>B</p>		<p>om zo het verband DNA-eiwit duidelijk te maken.</p> <p>Vanuit de kennis van de nucleotidenstructuur van het DNA en de aminozuursamenstelling van de eiwitten kan de noodzaak van het bestaan van een tripletcode worden verduidelijkt. Het alfabet en morse kunnen als voorbeeld van een code gegeven worden. Het gebruik van modellen is zeker aan te bevelen om de dynamiek en chronologie van dit proces te illustreren. Computersimulaties kunnen deze complexe materie voor leerlingen beter toegankelijk maken. Stapsgewijze visualisering kan bij vele leerlingen tot een betere begripsvorming leiden.</p>
<p>Het begrip genexpressie illustreren.</p> <p>Aangeven dat genen niet in alle cellen tot expressie komen en dat er systemen bestaan die deze genexpressie reguleren.</p> <p>Met een voorbeeld illustreren dat de toenemende biologische ontwikkelingen de aanpassing van gevestigde theorieën noodzakelijk maken.</p>	<p>U</p> <p>U</p> <p>U</p>	<p>4.2.2 Genexpressie</p>	<p>Men kan voorbeelden geven van genen die slechts op bepaalde tijdstippen en/of in bepaalde celtypen tot expressie komen. Het repressor- en inductormodel van Jacob-Monod bij prokaryoten kan hier als basis gebruikt worden. Vanuit biologisch perspectief kan geïllustreerd worden dat het centrale dogma (één gen – één eiwittheorie) door de wetenschappelijke kennis van het genoom op de helling gezet werd en herzieningen noodzakelijk maakt.</p>
<p>Het onderscheid tussen een modificatie en een mutatie verwoorden.</p> <p>Genoom-, chromosoom- en gen- mutaties met voorbeelden illustreren.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>4.3 Mutaties</p> <p>4.3.1 Soorten</p>	<p>Vertrekkend van een karyogram van bv. een syndroom van Down (trisomie 21) kan vastgesteld worden dat het aantal chromosomen groter is (genoom- mutatie). Andere karyogrammen vertonen een</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
			<p>morfologische verandering van een of ander chromosoom (chromosoommutatie). Er kan verwezen worden naar polyploidie bij gekweekte plantenrassen. Genoom-, chromosoom- en gen- mutaties met voorbeelden illustreren. De voorbeelden die hier besproken en verklaard worden zijn best mutaties, die bij de mens voorkomen.</p>
Oorzaken van mutaties opnoemen en in verband met het leefmilieu brengen.	B	4.3.2 Oorzaken	
De aanwezigheid van nucleïnezuren in cellen aantonen.	B	4.4 Biotechnologie 4.4.1 <i>practicum :Isolatie van DNA uit kiwi:</i>	<p>De isolatie van DNA is de allereerste stap in moleculair biologisch onderzoek. Indien de leerlingen eerder de structuur van het celmembraan leerden, is hier het principe waarop het doorbreken van het cel- en kernmembraan gebaseerd is, eenvoudig uit te leggen.</p>
Het replicatieproces beschrijven.	B	4.4.2 Replicatie van DNA	
De techniek van DNA-sequentie-analyse omschrijven.		4.4.3 DNA-sequentieanalyse	<p>Er kan verwezen worden naar het ontrafelen van het menselijk genoom. DNA-sequentiebepaling kan men met de leerlingen ook doen op papieren DNA-</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
			<p>stroken. Dergelijke oefeningen vragen echter veel tijd.</p> <p>In het wetenschapsmagazine Natuur en Techniek juli/augustus 2000 verscheen een artikel: 'genen lezen' waarin op zeer eenvoudige wijze de DNAsequentie-analyse uitgelegd werd.</p>
<p>Een techniek voor het opsporen van genen verduidelijken.</p>	B	4.4.4 Identificatie van DNA	<p>Er kan een keuze gemaakt worden uit één van de volgende technieken: een gen terugvinden via probes, blottingtechnieken, DNA-chips en restrictiefragmentlengte polymorfisme (RFLP).</p> <p>Naargelang de actualiteit en de interesse van de leerlingen kunnen o.a. volgende toepassingen uitgediept worden:</p> <ul style="list-style-type: none"> – aantonen van genmutaties; – diagnose van infectieziekten; – kankerdiagnose; – zoeken naar passende donors; – bloedverwantschapbepaling; – forensisch onderzoek; – opsporen van verwantschappen tussen soorten
<p>Met een voorbeeld illustreren dat in de natuur genenoverdracht tussen verschillende organismen plaatsvindt.</p>	U	4.4.5 Manipulatie van erfelijke informatie	<p>Als voorbeelden kunnen besproken worden de genenoverdracht tussen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – bacteriën en planten (bv. levenscyclus van <i>Agrobacterium tumefaciens</i>); – bacteriën onderling (bv. uitwisselen van resistentiegenen);

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Met een voorbeeld illustreren dat door kunstmatige genenoverdracht een vreemd gen tot expressie kan gebracht worden.</p>	U		<p>– virussen en hun gastheercellen (bv. vermenigvuldiging van een bacteriofaag of van het HIV-virus). De overdracht van genen door knippen en plakken kan gemakkelijk visueel voorgesteld worden. Volgende toepassingen van genenoverdracht kunnen aangehaald en naargelang de mogelijkheden en/of interesse van de leerlingen, uitgediept worden. Hieronder volgen enkele toepassingen. – GGO's in landbouw . De mogelijke invloed op milieu, economie en gezondheid kan hier besproken worden. – Productie van geneesmiddelen en vaccins (bv. productie van insuline, EPO e.a. en productie van een vaccin tegen hepatitis B, hersenvliesontsteking e.a.). – Productie van monoklonale antilichamen om moderne diagnostica te produceren. – Therapie van erfelijke ziekten. Als voorbeeld kan een behandeling – met genterapie van ADA-deficiëntie besproken worden. Daar de resultaten hiervan ook twijfelsoproepen, is het interessant hier eens aandacht te besteden aan de noodzaak omzichtig om te gaan met wetenschappelijke ontdekkingen enaan het feit dat wetenschappelijk onderzoek tijd vraagt.</p>
<p>Met een voorbeeld illustreren dat klonen via kerntransplantatie ook een vorm van kunstmatige overdracht van erfelijk materiaal is.</p>	U		<p>Het kan interessant zijn dit onderdeel van de leerstof in te leiden door een herhaling van het begrip vegetatieve voortplanting als vorm van klonen.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Een inhoud formuleren voor de begrippen reproductief en therapeutisch klonen en de ethische en medische aspecten hieromtrent toelichten.</p> <p>Verduidelijken dat het gebruik van stamcellen een alternatief voor therapeutisch klonen kan zijn.</p>	<p>U</p> <p>U</p>		<p>Het is aangewezen te vermelden dat bij het embryonaal klonen de pluripotente eigenschap van stamcellen benut wordt. Ook het belang van embryonaal klonen (bv. in de veeteelt) kan besproken worden.</p> <p>Dit onderwerp leent zich tot een vakoverschrijdende aanpak.</p> <p>Het gebruik van zowel embryonale als volwassen stamcellen als alternatief voor therapeutisch klonen, kan hier vermeld worden.</p> <p>Het is nuttig de laatste ontwikkelingen in de actualiteit te volgen.</p>
<p>Argumenten aangeven die de hypothese van de evolutietheorie ondersteunen.</p>	<p>B</p>	<p>5 Evolutie 5.1 Argumenten voor evolutie</p>	<p>Aan de hand van didactisch materiaal (fossielen, afbeeldingen, skeletten, tabellen ...) en beschrijvingen van experimenten worden uit wetenschappelijke gegevens van de vergelijkende anatomie, de vergelijkende embryologie, de paleontologie en de biochemie argumenten gezocht die de evolutietheorie ondersteunen.</p> <p>Het ontstaan van het leven en de opkomst van proen eukaryoten kunnen hier beknopt beschreven worden en op de geologische tijdschaal worden gesitueerd.</p> <p>Die tijdschaal wordt in het vak aardrijkskunde behandeld.</p> <p>De evolutie van fauna en flora situeren in de geologische tijdschaal kan gepaard gaan met</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
			argumenten die de evolutiegedachte steunen. Het kan ook interessant zijn een studiebezoek te brengen aan het Koninklijk Belgische Instituut voor Natuurwetenschappen te Brussel, het museum van Thierry te Gent, de Zoo te Antwerpen ...
<p>Evolutietheorieën met voorbeelden illustreren en kritisch benaderen.</p> <p>Argumenten die tegen de evolutiehypothese gebruikt worden kritisch bespreken.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>5.2 Evolutietheorieën</p>	<p>De theorieën van de Lamarck en Darwin worden best vergelijkend bestudeerd. Er kan benadrukt worden dat ze ontstonden voor het werk van Mendel gepubliceerd werd. Deze theorieën worden aangevuld met de huidige inzichten in erfelijkheid. Mutatie, isolatie, selectie en genetische drift worden als drijfveren voor het ontstaan van nieuwe soorten volgens de huidige opvattingen gezien. Hier kan evolutie versus creationisme behandeld worden.</p>
<p>De biologische evolutie van de mens toelichten en criteria hanteren die toelaten fossiele voormensen op de geologische tijdschaal te plaatsen.</p>	<p>B</p>	<p>5.3 Evolutie van de mens</p>	<p>Het ontwikkelingsniveau van het bewustzijn van de mens heeft een enorme weerslag op de richting waarin de evolutie van de mens gaat. Om de fossiele mensen in de geologische tijdschaal te plaatsen, worden anatomische gegevens en vooral overblijfselen van zijn menselijk handelen gezocht en als criteria gebruikt. Aan de hand van fotografische documentatie kan de afstammingsgeschiedenis van de mens worden gereconstrueerd en een stamboom worden opgebouwd van de primitieve mens tot de moderne mens.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
			<p>Het hominisatieproces en de culturele evolutie van de mens worden geleidelijk aan opgebouwd uitgaande van de primitieve primaten. Het is niet de bedoeling al de Hominiden met hun karakteristieken te memoriseren.</p>

TV Toegepaste Chemie

- **Algemene Chemie**
- **Labo Chemie**

Algemene doelstellingen

Chemie zal door de leerlingen ervaren worden als een belangrijk onderdeel van hun vorming. Ze worden zich bewust van de gunstige invloed die chemie heeft op onze welvaart en onze samenleving.

Ze moeten op een objectieve manier kunnen oordelen over bepaalde milieuproblemen die hiermee gepaard gaan en over mogelijke oplossingen. Ze verwerven een gefundeerde attitude in verband met het veilig en milieubewust omgaan met stoffen.

Hiervoor moeten ze kennis verwerven gebaseerd op inzicht.

Door de wisselwerking tussen theorie en laboratoriumoefeningen verwerven de leerlingen fundamentele chemische inzichten en leren ze belangrijke laboratoriumtechnieken te beheersen. Zij beheersen laboratoriumtechnieken, kunnen probleemoplossend denken en handelen en zijn in staat om te leren onderzoeken en onderzoekend te leren.

Hierdoor worden ze voorbereid op hoger onderwijs.

Het verwerven van fundamentele chemische inzichten

De leerlingen verwerven een dieper inzicht in:

- het verloop van chemische reacties met inbegrip van evenwichtsreacties en kunnen deze verworven inzichten toepassen op specifieke evenwichtsreacties zoals bij
 - zuur-base evenwichten;
 - redoxevenwichten;
 - heterogene evenwichten;
 - complexvorming;
- het verband tussen enerzijds structuur en samenstelling van koolstofverbindingen en anderzijds hun belangrijkste eigenschappen;
- reactietypes en organische synthese.

Het beheersen van laboratoriumtechnieken

Deze laboratoriumtechnieken staan in verband met:

- het gebruik van balansen;
- de keuze en het hanteren van het gepaste volumetrisch glaswerk;
- het uitvoeren van titraties met verwerking van de meetresultaten;
- het uitvoeren van een eenvoudige organische synthese met zuivering, identificatie en onderzoek van eigenschappen van de gesynthetiseerde producten.

Het verwerven van een positief-wetenschappelijke probleemaanpak

De leerlingen kunnen:

- een probleem zien en formuleren ;
- een hypothese verwoorden en toetsen aan de werkelijkheid door middel van experimenten waaruit gepaste conclusies getrokken worden en waarover gerapporteerd wordt;
- verworven kennis toepassen van bij het probleemoplossend denken en handelen.

Het veilig leren omgaan met chemicaliën en laboratoriumapparatuur

De leerlingen kunnen:

- eigenschappen van de te hanteren stoffen vooraf opzoeken waarbij ook gebruik gemaakt wordt van de betekenis van de R- en S-zinnen en van de gevaarsymbolen;
- verworven kennis toepassen bij het verantwoord omgaan met de materie.

Verwerven van attitudes

Volgende attitudes worden verworven:

- het ingesteld zijn om veilig en milieubewust om te gaan met chemicaliën en laboratoriummateriaal;
- aandacht hebben voor het correct weergeven van gegevens en resultaten;
- de bereidheid tot samenwerken.

Pedagogisch-didactische wenken

Laboratoriumoefeningen

De didactische aanpak is gekenmerkt door de unieke wisselwerking tussen theorie en laboratoriumoefeningen.

De laboratoriumoefeningen beogen daarbij de volgende doelstellingen:

- het aanbrengen en verduidelijken van leerinhouden;
- ontwikkelen van handvaardigheid;
- beheersen van laboratoriumtechnieken;
- concretiseren van de leerstof als hulpmiddel bij het evolueren van concreet naar abstract;
- leren onderzoeken - onderzoekend leren.

Aan Labo Chemie kan 2/5 van de beschikbare lestijden van TV Toegepaste Chemie worden besteed.

De laboratoriumoefeningen kunnen vrij gekozen worden. Ze sluiten aan bij de leerstof en moeten gespreid worden over gans de leerstof waarbij alle rubrieken aan bod komen parallel met de leerstof. Binnen elke rubriek mag er een keuze gemaakt worden. Een gedeelte van de laboratoriumuren mag gebruikt worden voor experimenteel werk in het kader van de geïntegreerde proef.

Alvorens met de uitvoering te beginnen moeten de leerlingen het instructieblad aandachtig gelezen hebben. In het 2^{de} jaar wordt daarbij een voorverslag gemaakt. Van elke laboratoriumoefening wordt er door de leerlingen ook een verslag gemaakt. Het afwerken van het verslag kan gerust als huistaak opgegeven worden.

Het verslag omvat volgende items

- Het doel van het practicum en het principe waarop men steunt om het doel te bereiken
- benodigdheden;
- R- en S-zinnen met hun betekenis en gevaarsymbolen;
- opdrachten, werkwijze/proefopstelling.
- enkele denkvragen.

De taak van de leerling bij het maken van het verslag bestaat dan uit het weergeven van:

- theoretische beschouwingen;
- waarnemingen en resultaten;
- besluit;
- antwoorden op gestelde vragen.

Theorie

Aangezien atoombouw, periodiek systeem en chemische binding reeds aan bod kwamen in de 2^{de} graad is dit in de derde graad gedeeltelijk herhaling. Uitdieping is zeker gewenst als basis voor de analytische chemie en de koolstofchemie. Daarna worden de uren verdeeld over de leerstof van

koolstofchemie en analytische chemie, wat doorgetrokken wordt in het 2^{de} jaar van de 3^{de} graad, zodat de leerlingen gelijktijdig bezig kunnen zijn met beide onderdelen.

Rekenen in de chemie en het gebruik van eenheden

Bij het oplossen van vraagstukken zoals bij stochiometrische berekeningen zal men voor het weergeven van het resultaat rekening houden met de benaderingsregels die aangebracht en toegepast worden in het vak fysica. Het is belangrijk dat de leerlingen oog hebben voor het aantal beduidende cijfers in een gegeven en in een resultaat.

Het is aangewezen dat bij het oplossen van rekenvraagstukken de berekeningen uitgevoerd worden op het einde van de bewerkingen omdat anders de nauwkeurigheid van het resultaat vermindert en de gevolgde methode minder overzichtelijk is.

De gebruikelijke eenheden in de chemie wijken soms af van de klassieke SI-eenheden bijvoorbeeld:

- volume: ml en l;
- molariteit: mol/l (voor de eenheid wordt het symbool M niet meer gebruikt);
- molmassa: g/mol ;
- molvolume: l/mol ;
- dichtheid: kg/l

Wanneer men de toestandsvergelijking van een ideaal gas gebruikt moet men voor het volume de eenheid m³ nemen vermits $R = 8,31 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$ als een SI-eenheid wordt uitgedrukt.

Ook wordt het onderscheid gemaakt tussen een getal en een constante, bijvoorbeeld

- het getal van Avogadro: $6,02 \cdot 10^{23}$
- de constante van Avogadro: $6,02 \cdot 10^{23}/\text{mol}$ (deeltjes zoals atomen, ionen, moleculen ... per mol)

Stochiometrische berekeningen

Stochiometrische berekeningen komen aanbod bij huistaken en bij laboratoriumoefeningen.

Het is belangrijk dat de leerlingen de coëfficiënten in een reactievergelijking en de stochiometrische verhoudingen kunnen interpreteren. Zo worden massa-, volume- en concentratiegegevens gebruikt om stofhoeveelheden te berekenen van reagentia en/of reactieproducten waarna de stochiometrische berekeningen uitgevoerd worden steunend op de stochiometrische verhoudingen.

Het is af te raden om berekeningen te maken door (herhaaldelijk) de 'regel van drie' toe te passen.

De stochiometrische berekeningen kunnen aan bod komen bij:

- het onderscheid tussen aflopende reacties en evenwichtsreacties;
- bereiding van koolstofverbindingen;
- reacties met koolstofverbindingen;
- zuur/basetitraties;
- neerslagtitraties;
- redoxitraties;
- ...

Naamvorming bij anorganische verbindingen

Bij de anorganische verbindingen kunnen de leerlingen bij een gegeven naam de juiste formule opgeven en bij een gegeven formule een juiste benaming.

Hierna volgen ter verduidelijking de regels die toegepast worden bij de naamvorming van anorganische verbindingen.

Voor de **zuren** worden de vereenvoudigde systematische namen gebruikt waarbij het aantal H door een telwoord **mag** worden aangeduid.

Voor sommige zuren bestaan er nog veel triviale namen die men best ook geeft.

Voorbeelden:

- HCl: waterstofchloride (met zoutzuur als een triviale benaming voor de waterige oplossing);
- H₂SO₄: diwaterstofsulfaat of waterstofsulfaat (met zwavelzuur als triviale naam);
- HNO₂: waterstofnitriet (met salpeterigzuur als triviale naam);
- H₃PO₄: triwaterstoffosfaat of waterstoffosfaat (met fosforzuur als triviale naam).

Voor de naamvorming van **oxiden, hydroxiden en zouten** moeten we rekening houden met het feit dat de verhouding van het aantal atomen en (of) atoomgroepen in de neutrale verbinding al dan niet door het vaste bindingsvermogen of door het vaste oxidatiegetal van de partners vastligt.

Indien het positief gedeelte van de formule slechts één oxidatiegetal (OG) heeft dan **moeten** we deze natuurlijk niet vermelden en **mogen** de namen van de bindingspartners (positief en negatief gedeelte) voorafgegaan worden door Griekse numerieke voorvoegsels.

Wanneer het positief gedeelte van de formule meer dan één OG kan hebben dan zijn er voor de verbinding twee mogelijkheden voor wat de naamvorming betreft namelijk:

- een systematische naamgeving met verplichte Griekse numerieke voorvoegsels om het aantal weer te geven;

- een Stocknotatie, hierbij wordt het OG (oxidatiegetal) van het metaal of van het niet-metaal tussen haakjes achter de naam van het betreffende element geschreven en gevolgd door de naam van het niet-metaal of van het anion (het oxidatiegetal wordt steeds door een Romeins cijfer voorgesteld).

We illustreren dit met enkele voorbeelden:

- Al_2O_3 : dialuminiumtrioxide of aluminiumoxide
- N_2O_5 : distikstofpent(a)oxide of stikstof(V)oxide
- $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$: dichroomtrisulfaat of chroom(III)sulfaat.

Het is aan te raden om in de derde graad de Griekse voorvoegsels enkel weer te geven wanneer ze absoluut noodzakelijk zijn. Dit betekent bijvoorbeeld aluminiumoxide en niet dialuminiumtrioxide, natriumsulfaat en niet dinatriumsulfaat.

Computergebruik (ICT)

Het gebruik van de computer in chemie (theorie en lab) hangt van vele factoren af zoals o.a. het aantal leerlingen in de klas, infrastructuur van het lab, beschikbaarheid en ligging (t.o.v. het lab) van het computerlokaal, beschikbaarheid van software en de computerconfiguratie.

Enkele voorbeelden waarbij de computer kan gebruikt worden:

- verwerken (berekeningen en grafieken tekenen) van gegevens en meetresultaten met een rekenbladprogramma.
- opstellen van een laboratoriumverslag. Hierbij kunnen tekst, figuren en grafieken geïntegreerd worden.
- real-time-metingen bv. zuur-base titratie, potentiometrische titratie.
- bestuderen van molecuulmodellen op Internet of cd-rom. Voor deze modellen is een plug-in nodig (bv. chime) die echter gratis te downloaden is van het Internet.
- animaties van chemische processen.
- een presentatie maken van een uitgevoerd practicum bv. in het kader van de geïntegreerde proef.
- gebruik van elektronische gegevensbanken (op cd-rom of Internet) bv. het opzoeken van gegevens bij de vergelijkende studie van elementen van het periodiek systeem, het opzoeken van gegevens van bepaalde chemische stoffen (MSDS-sheets).
- simulaties van chemische processen bv. simulatie van een zuur-basetitratie, simulatie van een chemisch evenwicht.

3^{de} graad Technisch Secundair Onderwijs Techniek-Wetenschappen

TV Toegepaste Chemie

Algemene Chemie

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
Elektronenmantel indelen in energieniveaus en subniveaus	B	1 Fijnstructuur van de materie: - Atoombouw (herhaling en verdieping) - Begrip orbitaal - Hoofd- en subenergieniveaus - Elektronenconfiguratie van de elementen - Grootte van atomen en mono-atomische ionen	Eerst geschiedt er een herhaling en verdieping van de atoombouw waarbij men zich baseert op het atoommodel volgens Bohr-Sommerfeld. De opbouw van het PSE wordt verder verduidelijkt. Een orbitaal wordt gedefinieerd als een ruimte waarin de trefkans voor een elektron van het atoom groter is dan 0,95. Het is ten zeerste aan te raden om voor de s- en p- orbitalen modellen ter illustratie te gebruiken. Hierdoor zal het voor de leerlingen duidelijk worden dat een orbitaal niet mag verward worden met een elektronenbaan. Hier kunnen ook ICT-toepassingen gegeven worden. Het onderscheid tussen hoofd- en subenergieniveau wordt gemaakt bij de interpretatie van de elektronenconfiguratie. De hokjes en de exponentnotatie worden gebruikt. De regels van Pauli en Hund worden toegepast waarbij gebruik gemaakt wordt van het diagonaalschema. Aan de hand van een energiediagram kan de relatie gelegd worden tussen energie-inhoud en orbitaal. De relatie tussen elektronenconfiguratie en groep en periode in het PSE wordt gelegd. De kwantumgetallen worden hier enkel als
Een omschrijving geven voor het begrip orbitaal.	B		
Een voorstelling kunnen geven van het s en het p-orbitaal	B		
De elektronenconfiguratie van een element weergeven, interpreteren en de relatie leggen met de plaats in het PSE.	B		

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
Factoren die een invloed uitoefenen op de grootte van de atomen en mono-atomische ionen toelichten.	B		technisch hulpmiddel gebruikt. Er wordt gesteund op de elektrostatische krachtwerking tussen kern en elektronen en tussen elektronen onderling.
<p>Het tot stand komen van een ionbinding verwoorden en toelichten.</p> <p>De ionisatie-energie en de elektronenaffiniteit definiëren en de relatie leggen met respectievelijk het metaalkarakter en het niet-metaalkarakter.</p> <p>Het begrip roosterenergie omschrijven en in verband brengen met de stabiliteit van de ionverbinding.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>2 De chemische binding en verbindingen</p> <p>2.1 Ionbinding</p> <p>2.1.1 Ionisatie-energie en elektronenaffiniteit</p> <p>2.1.2 Roosterenergie</p> <p>- Stabiliteit van ionverbindingen</p>	<p>Het begrip EN-waarde en de ionbinding worden hier meer uitgediept.</p> <p>Het tot stand komen van de ionbinding wordt hier meer uitgediept.</p> <p>De leerlingen zien in dat bij vorming van vele ionsoorten de edelgasconfiguratie niet bereikt wordt. De stabiliteit van ionverbindingen kan hier berekend worden. Het al dan niet kunnen voorkomen van een ionverbinding wordt zo bepaald</p>
<p>Het tot stand komen van een covalente binding verwoorden en toelichten.</p> <p>Het polair karakter van een covalente binding in verband brengen met het verschil in EN-waarde.</p> <p>Aan de hand van een eenvoudige Lewis-structuur de geometrie van een verbinding bepalen en toelichten.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>2.2 Covalente binding</p> <p>2.2.1 Polair karakter van een binding</p> <p>2.2.2 Lewis-structuren</p>	<p>Hier geschiedt ook eerst een uitdieping van de atoombinding of de covalente binding. Hierbij baseert men zich op de elektronenconfiguratie. Promotie van een elektron, hybridisatie van orbitalen en overlapping van atoomorbitalen kunnen hier aan bod komen. Ook hier zien de leerlingen in dat de edelgasconfiguratie niet altijd bereikt is.</p> <p>Het begrip partiële lading wordt hier herhaald en uitgediept.</p> <p>De leerlingen stellen eerst Lewis-structuren voor van moleculen en vervolgens van polyatomische ionen.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
Steunend op de geometrie het al dan niet polair karakter van een verbinding bepalen.	B	2.2.3 Geometrie van verbindingen	Hier wordt gebruik gemaakt van stereomodellen. De geometrie wordt verklaard op basis van repulsie tussen elektronenparen van de buitenste schil. Zowel de bindings- als de niet-bindingselektronenparen worden hierbij betrokken. Het invoeren van het sterisch getal kan een eenvoudig hulpmiddel zijn om de geometrie te bepalen
Interacties tussen deeltjes (moleculen, ionen) verklaren en hun invloed op fysische eigenschappen bepalen.	B	2.3 Interacties tussen deeltjes - Vanderwaals-krachten - Dipoolkrachten - Waterstofbruggen	Het begrip dipool wordt hier gehanteerd
Eigenschappen van legeringen in verband brengen met de metaalbinding.	B	2.4 Legeringen	Hier geschiedt een herhaling van de metaalbinding Men zal een metaal voorstellen als een rooster bestaande uit positieve ionen en vrije elektronen. De elektrische geleidbaarheid, de warmtegeleiding, plooibaarheid worden hieruit afgeleid.
Omkeerbare en evenwichtsreacties omschrijven. Het verband tussen evenwichtsconstante en evenwichtsconcentraties uitdrukken, interpreteren en toepassen in stechiometrische berekeningen.	B B	3 Chemisch evenwicht 3.1 Omkeerbare reacties en evenwichtsreacties 3.2 Evenwichtsconcentraties en evenwichtsconstante	De omkeerbaarheid van reacties wordt aangetoond vanuit voorbeelden. Het begrip evenwicht kan geduid worden vanuit de fysica : evenwicht tussen damp en water. De evenwichtsconstante kan worden afgeleid vanuit de snelheidswet. Inoefenen van de wet van het chemisch evenwicht is nodig omdat deze nog veelvuldig zal toegepast worden in de analytische chemie

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
De verschuiving van een chemisch evenwicht voorspellen en verklaren.	B	3.3 Verschuiving van het chemisch evenwicht	De verschuiving van het chemisch evenwicht wordt aangetoond vanuit de wet van het chemisch evenwicht.
<p>De ionisatiegraad definiëren van een ionogene stof opgelost in water. Het ionenproduct van water omschrijven en hieruit de definitie van de pH van een oplossing afleiden en verwoorden.</p> <p>De zuur-basetheorie volgens Brönsted verwoorden.</p> <p>Zuur-basekoppels aanduiden in een gegeven reactie en zelf eenvoudige zuur-basereacties opstellen.</p> <p>De zuur- en de baseconstante interpreteren en in relatie brengen met de sterkte van de zuur- en de basedeeltjes. Tabellen met zuurconstanten gebruiken om de baseconstante van een geconjugeerde base te berekenen. Eenvoudige pH-bepalingen voor oplossingen van ionogene stoffen en ionofore stoffen.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>4 Analytische chemie</p> <p>4.1 Homogene evenwichten in water</p> <p>4.1.1 Elektrolyten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ionisatiegraad - Definitie voor de pH van een oplossing <p>- Zuur-baseconcept volgens Brönsted</p> <p>- Zuur- en baseconstante</p> <p>- pH-bepalingen</p>	<p>Het onderscheid tussen dissociatie in ionen bij ionofore stoffen en de ionisatie bij ionogene stoffen wordt hier herhaald.</p> <p>Het onderscheid tussen de theorie van Arrhenius en Brönsted wordt eerst gelegd. Zuren en basen worden nu gedefinieerd als deeltjes. Men kan spreken over zuur- en basedeeltjes of over Brönstedzuren en -basen. Er worden eerst voorbeelden gegeven van protolysereacties met watermoleculen als zuur- of basedeeltjes. Vervolgens kunnen er neutralisatiereacties gegeven worden. Het begrip amfolyt wordt hier ingevoerd. Deze relatie wordt gelegd steunend op het verband met de evenwichtsconcentraties.</p> <p>Ook bij amfolyte deeltjes deze berekeningen laten maken.</p> <p>De pH-bepalingen worden gemaakt voor oplossingen van sterke en zwakke zuren, ammoniak (als zwakke base), oxiden, hydroxiden en eventueel ook enkele zouten. Bij zouten kan men de leerlingen op basis van de samenstelling laten bepalen of de oplossing basisch, neutraal of zuur zal zijn</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Doel en de samenstelling van een buffer verwoorden en de pH van een buffer berekenen.</p> <p>De werking van een buffer aan de hand van een toepassing illustreren en toelichten.</p>	<p>B</p> <p>U</p>	<p>- Buffermengsels</p>	<p>zonder hiervoor pH-berekeningen te maken. Er wordt gebruik gemaakt van de zuur-basedefinitie volgens Brönsted. De werking van een buffer wordt verklaard op basis van de verschuiving van het chemisch evenwicht. De pH van lichaamsvochten kan hier besproken worden samen met de bufferende werking ($\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$) in het bloed. Toepassingen van een buffer bij het ijken van de pH-meter en ook ecologisch belangrijke buffersystemen kunnen besproken worden.</p>
<p>De betekenis van het equivalentiepunt bij een neutralisatiereactie omschrijven.</p> <p>Een titratiecurve interpreteren en hiermee een gepaste zuur-base indicator kiezen.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>4.1.2 Zuur-basetitraties</p> <p>- Equivalentiepunt</p> <p>- Titratiecurve en keuze van de indicator</p>	<p>Titraties van een sterk zuur en een sterke base, van een zwak zuur en een sterke base en van een sterk zuur en een zwakke base komen hier in elk geval voor in aanmerking. Er kunnen ook titraties gegeven worden met meerdere equivalentiepunten. De bespreking geschiedt dan steunend op de titratiecurve. De titratiecurve bij een titratie van een sterk zuur met een sterke base kan men laten berekenen. De relatie tussen omslaggebied van de indicator en de titratiecurve wordt gelegd. Er kunnen metingen uitgevoerd worden door gebruik te maken van een computer waarmee het verloop van de curve rechtstreeks kan gevolgd worden. Ook simulatieprogramma's komen hiervoor in aanmerking.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Het oplosbaarheidsproduct definiëren en in relatie brengen met de oplosbaarheid in water.</p> <p>Factoren die de oplosbaarheid beïnvloeden toelichten aan de hand van de verschuiving van het heterogeen evenwicht.</p> <p>Het principe van de neerslagtitratie verwoorden.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>4.2 Heterogene evenwichten in water</p> <p>4.2.1 Heterogeen evenwicht - Oplosbaarheidsproduct en oplosbaarheid</p> <p>- Neerslagtitratie</p>	<p>Het oplosbaarheidsproduct wordt aangebracht vertrekkend van het heterogeen evenwicht. Hieruit berekent men de oplosbaarheid van weinig oplosbare ionofore stoffen (ionverbindingen) waarvan de gehydrateerde ionen stabiel zijn t.o.v. water zoals chloriden bromiden, jodiden en sulfaten. pH-wijziging, complexvorming en toevoegen van een gelijke ionsoort worden besproken samen met de invloed van de temperatuur. De vorming van complexionen kan hier reeds eenvoudig voorgesteld worden. Als voorbeeld kan de argentometrie genomen worden.</p>
<p>De vorming van complexionen omschrijven als een interactie tussen deeltjes.</p> <p>Het verband tussen de stabiliteit van complexionen en de stabiliteitsconstante verklaren. Enkele toepassingen van complexionen toelichten.</p> <p>Het principe van de complextitratie verwoorden.</p> <p>De hardheidschalen kunnen toepassen.</p>	<p>B</p> <p>U</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>4.2.2 Complexometrie</p> <p>- Vorming, stabiliteit en toepassingen van complexionen</p> <p>- Complextitratie : toepassing : bepaling van de hardheid van water</p>	<p>De vorming van complexionen wordt voorgesteld als een interactie tussen ionen onderling en als een interactie tussen ionen en moleculen. Dit wordt in verband gebracht met de ligging van het chemisch evenwicht. Hardheid van water, zeolieten in waspoeder (Ca²⁺-bindend vermogen), zware metalen in de bodem, extractie. EDTA titratie met water als voorbeeld</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
De begrippen oxidator en reductor omschrijven.	B	4.3 Redoxreacties	De begrippen oxidatie, reductie en oxidatiegetal worden hier herhaald.
In een gegeven redoxvergelijking (deeltjesvergelijking) de redoxkoppels, de oxidator en de reductor aanduiden.	B	4.3.1 Oxidator en reductor 4.3.2 Redoxkoppels	De leerlingen bepalen eerst de deeltjes die de atomen bevatten waarvan het oxidatiegetal verandert.
De Nernstvergelijking voor het bepalen van de reductiepotentiaal weergeven, interpreteren en toepassen.	U	4.3.3 Vergelijking van Nernst	De Nernstvergelijking wordt in zijn eenvoudigste vorm weergegeven voor het bepalen van de reductiepotentiaal tussen een metaal en een oplossing die ionen van dat metaal bevat.
Het verband leggen en toelichten tussen de reductiepotentiaal van redoxstelsels en de sterkte van oxidator en reductor.	B	4.3.4 Normpotentiaal en sterkte van oxidator en reductor	Hiervoor worden tabellen met standaardreductiepotentialen gebruikt. Er wordt verwezen naar het begrip spanning in de fysica.
Aan de hand van de deelreactiemethode redoxvergelijkingen (deeltjesvergelijkingen) in zuur en in basisch midden opstellen.	B	4.3.5 Redoxvergelijkingen	Men kan de leerlingen ook de deelreacties laten opzoeken in tabellen ofwel zelf laten opstellen. Het is belangrijk dat ze hierbij telkens de oxidator en de reductor kunnen aanduiden
Enkele toepassingen van redoxverschijnselen verklaren op basis van de sterkte van oxidator en reductor.	B	4.3.6 Toepassingen - corrosie - galvanische cellen - elektrolyse	Het verband tussen het verschil in reductiepotentiaal en evenwichtsconstante kan aan de hand van een eenvoudig voorbeeld geïllustreerd worden. De definitie van anode en kathode wordt tijdens de bespreking van een galvanische cel gegeven, de cel wordt schematisch voorgesteld en hierbij kan men de EMS waarde laten berekenen. De studie van de elektrolyse is louter kwalitatief steunend op de tabel met E° -waarden en de wet van Nernst. Het verloop van de elektrolyse wordt schematisch voorgesteld.

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
Het principe van een redoxtitratie weergeven	B	4.3.7 Redoxtitraties	De bescherming tegen corrosie bij blik en gegalvaniseerd ijzer kan ook in verband gebracht worden met het verschil in E_0 waarden. Permanganometrie en jodometrie. Het gebruik van indicatoren wordt toegelicht
<p>De bindingsmogelijkheden van het koolstofatoom in relatie brengen met de elektronenconfiguratie.</p> <p>De algemene formule van alkanen, alkenen en alkynen interpreteren en weergeven.</p> <p>Isomeren op basis van een eenvoudige gegeven molecuulformule (brutoformule) opstellen.</p> <p>Structuurisomeren en geometrische isomeren kunnen geven.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>5 Koolstofchemie</p> <p>5.1 De bindingen van koolstof</p> <p>5.2 Koolwaterstoffen: alkanen, alkenen, alkynen</p> <ul style="list-style-type: none"> - naamvorming en isomerie - fysische en chemische eigenschappen - inductief effect - industriële toepassingen 	<p>Bij de aanvang van de studie van de koolstofchemie kan het onderscheid tussen organische en anorganische stoffen gemaakt worden. Men kan steunen op het onderscheid tussen ionbinding en covalente binding Homolytische en heterolytische doorbraak van een binding wordt hier besproken. Voor wat de bindingsenergie betreft wordt er gebruik gemaakt van tabelgegevens waaruit onder andere verklaard wordt dat een dubbele binding niet tweemaal sterker is dan een enkelvoudige. De alkadiënen kunnen hier ook bij betrokken worden. Het aangewezen gebruik te maken van stereomodellen. Cycloalkanen en cycloalkenen kunnen bij de voorbeelden aan bod komen. De optische isomerie wordt gezien bij de polyfunctionele koolstofverbindingen.</p> <p>Dit punt kan gekoppeld worden aan de studie van de naamvorming.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Voor eenvoudige alkanen, alkenen en alkynen een correcte benaming geven.</p> <p>Fysische en chemische eigenschappen in verband brengen met de samenstelling en structuur van de moleculen.</p> <p>Het reactiemechanisme van de radicalaire reactie en de additiereactie kunnen weergeven</p> <p>De invloed van naburige bindingen op de polariteit van een binding in eenzelfde molecule toelichten.</p> <p>Enkele toepassingen van koolwaterstoffen verwoorden en toelichten.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>U</p> <p>B</p>		<p>Het begrip 'radicaal' wordt hier reeds aangebracht.</p> <p>Hiervoor steunt men op het apolair karakter van KWS en op het onderscheid tussen verzadigde en onverzadigde KWS.</p> <p>Normaal voorkomen, smeltpunt, kookpunt, oplosbaarheid, verbranding, substitutie, additie, en polymerisatie komen aan bod.</p> <p>Er wordt benadrukt dat niet alleen het verschil in EN-waarde bepalend is voor het al dan niet polair zijn van een binding en voor het polair karakter.</p> <p>Petroleum, aardgas, white spirit, paraffine, ...kunnen als voorbeeld gegeven worden.</p>
<p>Van een eenvoudige verzadigde halogeenuhoudende koolstofverbinding een correcte benaming geven.</p> <p>Fysische en chemische eigenschappen in verband brengen met de samenstelling en de structuur van de moleculen.</p> <p>Het reactiemechanisme van de SN reactie kunnen weergeven</p> <p>Enkele toepassingen verwoorden en toelichten.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>5.3 Halogeenuhoudende koolwaterstoffen</p> <ul style="list-style-type: none"> - naamvorming - fysische en chemische eigenschappen - toepassingen 	<p>Het principe van de isomerie kan hier toegepast worden.</p> <p>Het mechanisme van een SN –reactie kan hier gegeven worden. Het onderscheid tussen SN1 en SN2 moet hier niet gemaakt worden. Het inductief effect en het inductomeer effect kunnen betrokken worden bij de verklaring van chemische eigenschappen.</p> <p>Freonen, vinylchloride, teflon, trichlooretheen (droogkuis).</p>
<p>Fysische en chemische eigenschappen van benzeen en zijn homologen in verband brengen met de molecuulstructuur.</p>	<p>B</p>	<p>5.4 Benzeen en homologen</p> <ul style="list-style-type: none"> - eigenschappen en molecuulstructuur - naamvorming 	<p>Begrippen mesomeer effect, inductief effect en het oriënterend karakter van de substituent kunnen worden toegelicht.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Het oriënterend effect van een substituent kunnen verklaren en toepassen</p> <p>Een correcte benaming (systematische en triviale) geven voor eenvoudige homologen van benzeen.</p>	<p>B</p> <p>B</p>		<p>Naast systematische namen worden ook enkele triviale namen gegeven.</p> <p>Bij de substitutieproducten van benzeen kan het oriënterend effect van de substituent vermeld en eventueel ook verklaard worden steunend op de mesomerie van de monosubstitutieproducten van benzeen</p>
<p>Een besproken functionele groep weergeven en in een gegeven structuur herkennen en benoemen.</p> <p>Van eenvoudige monofunctionele koolstofverbindingen een correcte benaming geven.</p> <p>Eigenschappen van monofunctionele koolstofverbindingen in verband brengen met de functionele groep en het koolwaterstofgedeelte.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>5.5 Mono- en bifunctionele koolstofverbindingen</p> <p>Aldehyde-, keton-, ether-, alcohol-, mercaptanen-, amine-, carbonzuur-, ester-, zuuranhydride-, zuurchloride-, nitro-, en amidefuncties</p> <ul style="list-style-type: none"> - functionele groepen - naamvorming - fysische en chemische eigenschappen 	<p>Naast acyclische verbindingen kunnen er ook cyclische verbindingen besproken worden.</p> <p>Door middel van een tabel maken de leerlingen kennis met de functionele groepen.</p> <p>Het begrip isomerie kan hier ingeoefend worden.</p> <p>Oplosbaarheid in water en in organische solventen en elektrische geleidbaarheid</p> <p>Reacties: verbranding, additie, substitutie, eliminatie en condensatie</p> <p>Reactiemechanismen worden enkel ter illustratie gegeven.</p> <p>De invloed van het inductief en het mesomeer effect kan aan bod komen.</p> <p>Meerwaardige alcoholen en carbonzuren worden ook besproken.</p>

3^{de} graad Technisch Secundair Onderwijs Techniek-Wetenschappen

TV Toegepaste Chemie

Labo Chemie

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Kookpunten en smeltpunten bepalen en in verband brengen met de molaire massa en de intermoleculaire krachten.</p> <p>Het verband inzien en kunnen aantonen tussen chemische binding enerzijds en fysische eigenschappen anderzijds</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>1 Fijnstructuur van de materie</p> <p>1.1 Vergelijkende studie van de evolutie van fysische constanten van enkelvoudige stoffen en van verbindingen in een groep of een periode (groepen Ia, IIa en VIIa)</p> <p>1.2 Verband tussen enerzijds chemische binding, moleculaire interacties en anderzijds fysische eigenschappen zoals aggregatietoestand, oplosbaarheid, elektrisch geleidingsvermogen, dichtheid bij organische stoffen</p>	<p>Als fysische constanten kiest men voor kookpunt en smeltpunt. Ook oplosbaarheid in water en een organisch oplosmiddel kan nagegaan worden. Als stoffen kiest men stof een uit de leefwereld van de leerlingen bv oplosbaarheid van zout en suiker.</p>
<p>Inzien dat bij chemisch evenwicht reagentia en reactieproducten tegelijkertijd aanwezig zijn</p> <p>Het principe van 'de kleinste dwang' kunnen toepassen.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>2 Chemisch evenwicht</p> <p>2.1 Studie van een chemisch evenwicht</p> <p>2.2 Verschuiven van een chemisch evenwicht</p>	<p>Er wordt gebruikt gemaakt van een reactie waarbij de verschillende stoffen kunnen aangetoond worden door kleurreacties. De verschillende factoren : temperatuur, concentratie, volume worden nagegaan</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Inzicht krijgen in de nauwkeurigheid van een analysemethode. Kiezen van het correcte glaswerk.</p> <p>Een titratie correct kunnen uitvoeren Kunnen werken met een potentiometer</p> <p>Grafieken kunnen opstellen en het eindpunt grafisch kunnen bepalen</p> <p>Kunnen werken met de spectrofotometer De wet van Lambert Beer kunnen toepassen</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>3 Analytische chemie</p> <p>3.1 Aspecten van kwantitatieve analyse : gebruik van volumetrisch glaswerk, analytische balans, bereiding van oplossingen voor zuur/base-analyse, laboratoriumoefeningen gekoppeld aan chemisch rekenen (concentratiebepalingen)</p> <p>3.2 Zuur/base-analyse</p> <ul style="list-style-type: none"> - bereiding en standaardisatie van een NaOH-oplossing - pH metingen, opstellen van een titratiecurve, keuze van zuur/base-indicator : potentiometrie <p>3.3 Spectrofotometrie</p> <ul style="list-style-type: none"> - apparatuur (beschrijving) - wet van Lambert-Beer 	<p>Toepassingen met bij voorkeur stoffen die aansluiten bij de leefwereld zoals het bepalen van azijnzuurgehalte in huishoudazijn, van NaOH in ontstopper, fosforzuur in cola (eerst behandelen met actieve kool), Ca-gehalte in eierschaal, ammoniakgehalte in sommige reinigingsmiddelen, acetylsalicylzuur in aspirine</p> <p>De bespreking van de apparatuur moet beperkt blijven tot het basisschema.. De geldigheid van de wet van LambertBeer kan experimenteel gecontroleerd worden met volgende spectrofotometrische bepalingen bv. nitraatgehalte in bodem en grondwater, absorptiecurven. Bepalen van chlorofyl in bladgroen, bv spinazie</p>
<p>Verschillende filtratietechnieken kunnen toepassen. Formules voor titratie kunnen toepassen.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>3.4 Gravimetrie</p> <p>3.5 Neerslagtitraties argentometrische bepaling met methodes van Mohr</p> <p>3.6 Complexometrische titraties</p>	<p>bv bepalen van hydratatiegetal van calciumchloride of ijzer in aluin bv. bepaling van chloridegehalte in leidingwater, zeewater, zwembad.</p> <p>Bepaling van de hardheid van water en vergelijken met de gegevens van pidpa en</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>De spanningsreeks kunnen afleiden uit de onderzochte reacties</p> <p>Toepassen van de formules voor redoxtitraties</p>	<p>B</p> <p>U</p>	<p>3.7 Redoxreacties opstellen van een spanningsreeks, uitvoeren van redoxreacties met belangrijke oxidatoren en reductoren, bouwen van een galvanische cel met meting van de bronspanning</p> <p>3.8 Redoxtitraties - Permanganometrie</p> <p>- jodometrie: bereiding en standaardisatie van een Na₂S₂O₃-oplossing</p>	<p>AWW</p> <p>Standaardisatie van een KMnO₄ oplossing Toepassingen zoals het bepalen van het ijzergehalte in een scheermesje of in antimos, het bepalen van het oxaalzuurgehalte in technisch oxaalzuur Bepalen van het zuurstofgehalte in water, van het H₂O₂- gehalte in zuurstofwater, het ClO-gehalte in bleekwater, sulfietgehalte in witte wijn</p>
<p>Inzien dat de koolstofverbindingen opgebouwd zijn uit zeer weinig verschillende elementen</p> <p>De synthese uitvoeren en uit waarnemingen kunnen afleiden welke fysische en chemische eigenschappen van toepassing zijn op de verschillende stofklassen</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>4 Koolstofchemie</p> <p>4.1 Kwalitatieve organische analyse opsporen van C, H, N, O, S, X (halogeen) in koolstofverbindingen</p> <p>4.2 Bereiding en/of onderzoek van eigenschappen van</p> <ul style="list-style-type: none"> - een alkaan - een alkeen - een alkyn - een halogeenalkaan - een ether - een keton - een ester 	<p>Men kan hierbij gebruik maken van stoffen uit het dagelijkse leven zoals zetmeel, suiker, wit van ei, chloroform...</p> <p>Bereiding en opvangen van methaan, etheen en ethyn. Van de opgevangen gassen enkele eigenschappen bepalen zoals, dichtheid, oplosbaarheid, brandbaarheid, additiereacties. Het bereiden van bv broompentaan door substitutie van pentanol. Oxidatie van 2-propanol tot aceton. Hierbij kan ook,het rendement bepaald worden De omstandigheden waarbij een</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>De destillatie uitvoeren en de formule van dichtheidsbepaling toepassen</p> <p>Afleiden welke methode van alcoholbepaling het nauwkeurigste is.</p> <p>Het verband tussen suikergehalte en het te bekomen alcoholgehalte kunnen uitrekenen</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>U</p>	<p>4.3 Distillatie van bier of wijn, bepaling van alcoholgehalte</p> <p>4.4 Proces van het wijn maken</p>	<p>verestering verloopt nagaan door de bereiding van bv. ethylethanoaat uit ethanol en azijnzuur.</p> <p>Naast de alcoholbepaling door destillatie kan ook de methode van de dichtheidsbepaling gebeuren en vergeleken worden.</p> <p>Het suikergehalte in het druivensap wordt en in verband gebracht met het alcoholgehalte via de reactie</p>

TV Toegepaste Fysica

- **Algemene Fysica**
- **Labo Fysica**

Algemene Fysica

Leerlingen moeten in de les meer doen dan enkel opschrijven en luisteren. Nog altijd is bij vele leerkrachten het geven van uitleg en het afleiden van een relatie een te belangrijk en tijdrovend onderdeel. Niet zelden vullen zij er de hele les mee in de hoop op die manier zoveel mogelijk informatie over te dragen. Dergelijke manier van lesgeven laat leerlingen in de veronderstelling dat fysica slechts een opeenstapeling is van feiten en formules.

De meeste leerlingen beleven dergelijke lessen meestal als saai en weinig enthousiasmerend. Enkel frontaal lesgeven of doceren mogen we als een gedateerde en achterhaalde vorm van kennisoverdracht beschouwen.

Informatie kan niet alleen van cognitieve, maar ook van affectieve en motorische aard zijn. We geven de voorkeur aan die werkvormen waarbij alle aspecten van het leren aan bod komen en die het “actief leren” bevorderen. Door een grotere activiteit worden de leerlingen gemotiveerd om te leren.

Motivatie blijkt uit de inspanningen die we waarnemen bij leerlingen. Leerlingen leren misschien uit hun fouten maar worden ook gemotiveerd door hun successen. Een goed voorbereide demonstratieproef, directe instructie (basisinformatie en standaardvaardigheden aanleren en helpen verwerken), een open maar actief onderwijsleergesprek waarbij leerlingen hun kennis kunnen zichtbaar maken, samenwerkend leren (groepswork), uitdagende opdrachten, uitvoeren van leerlingproeven en maakbare toetsen kunnen de betrokkenheid van de leerlingen groter maken en hun inzet en hun diep nadenken stimuleren.

Het proefondervindelijk karakter van de Fysica moet ook in de lessen tot zijn recht komen. Demonstratieproeven en leerlingpractica staan daarvoor in.

Van leerlingen die deze leerinhouden verwerkt hebben, mag verwacht worden dat ze zelfstandig een meting kunnen uitvoeren en meetresultaten kunnen verwerken en interpreteren en er een mondeling of schriftelijk verslag kunnen over uitbrengen.

Technische toepassingen en vraagstukken

Fysica uit zich onder twee vormen. Enerzijds is zij een conceptueel kader om natuurverschijnselen te beschrijven, te ordenen, te verklaren of te voorspellen. Anderzijds moet ook de nadruk gelegd worden op de toepassingen van dit conceptueel kader in de ervaringswereld of voor het voldoen van materiële noden of behoeften.

Dit tweede aspect brengt mee dat techniek in onze samenleving een belangrijke plaats inneemt waardoor de invloed van de techniek in ons werk, in onze leefomgeving en in onze vrije tijd groot is.

Techniek biedt daarbij enerzijds oplossingen voor bestaande problemen, maar wordt anderzijds ook dikwijls als bedreigend ervaren. Het doel is vooral: vaardigheden en attitudes

ontwikkelen voor het functioneren in een door technologische ontwikkelingen veranderde samenleving. Leerlingen dienen daarom ook hun capaciteiten voor het beoordelen van technische realisaties en het bespreken van technische problemen d.m.v. de fysicaleerstof te ontwikkelen.

Op tal van plaatsen in het curriculum zijn technische toepassingen van fysische principes (technische toestellen) en de fysicaleerstof met elkaar verbonden. Dit is zo veel omvattend en voortdurend in ontwikkeling dat het onmogelijk is om in de leerinhouden een volledige en gedetailleerde opsomming te geven. Leraren zijn dan ook vrij om naar keuze dieper in te gaan op de problemen bij de realisatie en het gebruik van een technisch toestel of apparaat waarvan een fysisch principe aan de basis ligt.

Voor leerlingen die een wetenschappelijke studierichting volgen is het maken van vraagstukken of het oplossen van problemen in de vervolgopleiding dikwijls aan de orde van de dag. Uitgaande hiervan lijkt het normaal om de leerlingen expliciet te helpen hun vaardigheid bij oplossen van vraagstukken en problemen te vergroten.

Er is een duidelijk onderscheid tussen het oplossen van een probleem of vraagstuk en het maken van een oefenopgave of standaardopgave. In het laatste geval is het van voren af duidelijk langs welke weg de oplossing moet verlopen, welke wet of formule toegepast moet worden, en hoe de berekeningen zullen verlopen. In het eerste geval daarentegen, heeft de leerling geen kant en klare weg naar de oplossing tot zijn of haar beschikking, maar moet hij of zij zelf een keuze maken van een of meer wetten en formules die van toepassing zijn, en zelf een plan maken voor de oplossing, die dikwijls meer dan een stap vraagt. Voor dit proces heeft men een strategie nodig, een reeks van denkstappen die in een bepaalde volgorde worden uitgevoerd met het doel tot een antwoord te komen. De context van een probleem kan ontleend zijn aan de alledaagse werkelijkheid, maar kan ook theoretisch en abstract zijn.

Voor het oplossen van deze ingeklede vraagstukken moet een systematische probleemaanpak worden aangeleerd en ingeoeft. Dit garandeert dat leerlingen algemene oplossingsstrategieën (vaardigheden) en denkpatronen zich eigen maken en ze in nieuwe situaties kunnen gebruiken (transfer).

Een belangrijke stap in het leerproces is dat leerlingen verwoorden hoe ze hebben gewerkt en welke denkpatronen ze hebben gevolgd.

Bij het oplossen van vraagstukken zal het SI - eenhedenstelsel gebruikt worden. Er zijn uiteraard ook niet SI - eenheden die toegelaten zijn zoals eV, km/h ...

Voor het correct gebruik van de namen van grootheden en de symbolen ervan, evenals hun eenheden, verwijzen we naar NBN-normen die hieromtrent worden uitgevaardigd.

Met het algemeen in gebruik nemen van het rekentoestel 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 en de vuistregels die we aanleren voor het berekenen van resultaten bieden hiervoor een eenvoudige en elegante oplossing. Het toepassen hiervan gebeurt consequent bij alle berekeningen.

Contexten

Fysica is de wetenschap die natuurlijke situaties en verschijnselen onderzoekt en beschrijft d.m.v. een bepaald soort wetten en principes die we fysische wetten en principes noemen. Deze principes en wetten hebben zonder deze reële situaties geen betekenis. Als we deze wetten en principes onderwijzen zonder ze nadrukkelijk te betrekken op leefwereldsituaties of leefwereldverschijnselen, onderwijzen we geen fysica maar wiskunde. Immers wiskundige

begrippen en termen hebben geen referentie buiten de theorie en ontlenen hun betekenis aan hun plaats binnen een systeem van afspraken en regels. In deze zin is het gebruik van “contexten” in de fysica de logica zelf.

Aan het gebruik van contexten worden binnen het fysicaonderwijs een drietal functies toegeschreven, nl. een motivatie-verhogende, een begripsvormende en een begripstoepassende functie. Deze drie functies vormen samen met een degelijke vakstructuur de nodige voorwaarden voor een efficiënt fysicaonderwijs.

Het toepassen van fysische principes, regels en wetten op praktijksituaties (Toegepaste fysica) is zeker niet nieuw. Vroeger ging het vooral om technische toepassingen achteraf en eerder als “randversiering” dan als, wezenlijk deel van de leerstof.

Door een context als inleiding te gebruiken of door ze te integreren bij het aanbrengen van de leerstof en in opdrachten kan men voorkomen dat er een kloof blijft tussen wat in het leerboek staat en wat in de leefwereld gebeurt. Daarnaast kunnen contexten meehelpen om de betekenis van de aangeleerde begrippen en de bruikbaarheid ervan in het dagelijkse leven te vergroten. Ze kunnen ook helpen om de kenmerkende eigenschappen van een begrip op een concrete wijze voor te stellen. Het kenmerk van een goede context is dus dat hij functioneel is en aansluit bij de leefwereld van de leerlingen. Eventueel kan hij de historische ontwikkeling van een bepaald fysicadomein en de bijhorende maatschappelijke gevolgen beschrijven.

Voorbeelden zijn: elektriciteit en veiligheid, straling en gezondheid, beweging en sport, beweging en verkeersveiligheid, muziek en trillingen ...

Naast fysische zijn er vaak andere niet-fysische aspecten aan contexten te onderscheiden (chemische, biologische, technische, geografische, economische, ethische,...). Dit breed kader kan er voor zorgen om de maatschappelijke en de culturele betekenis van de fysica te onderstrepen. 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 zo ook kwalitatief gebeuren door het stellen van denkvragen of andere vragen bij een relevante context.

Informatie- en communicatietechnologie (ICT)

De betekenis en de relevantie van het gebruik de computer in het fysica- en toegepast fysicaonderwijs is groot en zal op korte termijn nog aanzienlijk toenemen. Het gebruik van de computer biedt nieuwe didactische mogelijkheden en in bepaalde gevallen een meerwaarde voor het fysicaonderwijs.

Het gaat in het bijzonder om het verwerven van informatie (Internet), het meten met de computer bij demoproeven, het verwerken van numerieke gegevens, het direct beschikbaar zijn van grafieken, gebruik van rekenmodellen, interactieve simulatieprogramma's, leerlingen cd-rom met oefenopgaven en toetsen met directe feedback.

ICT zal het fysicaonderwijs verrijken. Leerkrachten kunnen meer en nauwkeuriger demonstratieproeven uitvoeren en leerlingen kunnen zelfstandiger en actiever omgaan met de leerstof.

Daardoor is het fysicaonderwijs aan het veranderen. De computer is geen vervanger van onderdelen van het leerplan, maar maakt een andere wijze van interactief en onderzoekend leren mogelijk. Leerkrachten die in de fysicaklas een computer met interfacekaart, meetpaneel en sensoren ter beschikking hebben, kunnen van dit meetapparaat gebruik maken om demonstratieproeven uit te voeren en de metingen via tabellen en grafieken visueel voor te stellen. Zowel bij het opstellen en het uitvoeren van een demonstratieproef moet de aandacht in de eerste plaats 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. Proeven die met klassiek didactisch materiaal slechts kwalitatief uitgevoerd kunnen worden bieden met de computer vaak betere

perspectieven. We denken hier b.v. aan het opmeten van de inductiespanning, aan krachtmetingen, aan de registratie van bewegingen, het tonen van transistorkarakteristieken en aan het registreren van trillingen en golfverschijnselen.

Het zal wellicht nog enkele jaren duren voor dat er voldoende computers in de klas voor de leerlingen ter beschikking zijn.

Didactische vernieuwingen zoals het werken met modellen zouden dan in de klaspraktijk een kans moeten krijgen. Het toetsen met modellen en deze vergelijken met resultaten uit experimenten, brengen een verbinding tot stand tussen het fysisch fenomeen en hoe men denkt het te kunnen omschrijven.

Pakketten die dit toelaten of andere interactieve programma's op cd-rom, creëren een nieuw type leeromgeving.

Er kunnen veel meer open vragen worden gesteld, waar de leerling de computer kan inschakelen om er het antwoord op te vinden.

Bij onderzoekend leren zijn contextrijke leersituaties belangrijk. Nieuwe media zoals de cd-rom, kunnen in dit verband realistische beelden van fysische verschijnselen in de klas brengen.

Fysicaleerkrachten die over het informaticalokaal beschikken, kunnen de leerlingen nu reeds de kans geven om de leerstof met behulp van de moderne informaticatechnologie, actief en zelfstandig in te oefenen en te verwerken.

Hetgeen hierboven vermeld werd voor de computer, geldt ook in zekere mate voor andere audiovisuele media. Vrijwel alle school-tv-programma's evenals een groot aantal instructieve programma's kunnen zinvol in klassituaties aangewend worden. Alhoewel 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 tijdwinst. Het gebruik van de retroprojector met goed leesbare of duidelijke transparanten beschouwen we als een verworvenheid.

Meer en meer maakt men gebruik van de Video-Data-Projector om de beelden van presentaties of meetresultaten te tonen op groot scherm.

Labo Fysica

Het labo Fysica is geïntegreerd in het vak Algemene Fysica.

De proeven worden in mate van het mogelijke uitgevoerd nadat de theorie behandeld werd. Op die manier worden de leerlingenproeven een concretisering van de leerstof.

Er moeten 2 aansluitende lesuren voorzien worden in het vaklokaal Fysica om de leerlingenproeven te kunnen uitvoeren.

Fysica wordt in de praktijk theoretisch en experimenteel bedreven. Dit houdt in dat leerlingen in het fysicaonderwijs ook kennis moeten maken met het experiment, niet enkel passief door het waarnemen bij demonstratieproeven maar ook actief door zelf proeven uit te voeren. Leerlingen leren hierbij uit eigen ervaring dat meetfouten inherent zijn aan het meten. Zij leren werken met apparatuur.

Met behulp van ICT leren zij metingen verwerken. Ze leren besluiten trekken en verslagen schrijven.

Leerlingen moeten niet alleen de natuurwetenschappelijke methode beoefenen en veel van fysica leren, ze moeten vooral met deze kennis iets kunnen doen of er vaardig en creatief mee kunnen omgaan. Ze moeten problemen kunnen oplossen, schema's en opstellingen kunnen realiseren, informatie verzamelen en goed met medeleerlingen en leerkrachten over deze kennis kunnen praten. Vervolgopleidingen gaan er van uit dat ze deze vaardigheden verworven hebben.

Maar niet alleen de vervolgopleidingen, ook de maatschappij vraagt om mensen die niet alleen kennis en inzicht hebben, maar daar ook iets mee kunnen doen. Met behulp van deze vaardigheden zullen de leerlingen de voortdurend veranderende kennis en inzichten kunnen toepassen, bijhouden en verder ontwikkelen.

Algemene vaardigheden en doelstellingen

Het uitvoeren van experimenten of het aan onderzoek doen (o.a. het realiseren van de GIP) moeten gezien worden als werkvormen die de leerlingen helpen om een aantal experimentele basis- en leervaardigheden te verwerven en te beheersen.

De leerlingen kunnen:

- bij het uitvoeren van een experiment of onderzoek het eigen werk organiseren en op een methodische wijze uitvoeren;
- de voortgang van het eigen werk bewaken;
- een eenvoudige product- en procesevaluatie maken;
- met behulp van ICT teksten maken en bewerken, gegevens opslaan, berekeningen uitvoeren, informatie opzoeken;
- apparatuur en instrumenten in praktijksituaties goed gebruiken: gereedmaken/aansluiten, bedienen, opruimen;
- meten met behulp van de computer;
- een technisch probleem herkennen en specificeren (bv. in GIP);
- veilig en zinvol gebruik maken van stoffen en materialen zonder schade te berokkenen aan mens en milieu;
- rekervaardigheden toepassen: standaardberekeningen correct en efficiënt uitvoeren, de zakrekenmachine doelmatig gebruiken;
- rekenen met grootheden en eenheden: het resultaat afronden in overeenstemming met de afgesproken regels i.v.m. de nauwkeurigheid van en het rekenen met maatgetallen;
- een onderzoekende houding en adequate experimenteervaardigheid tonen: werken volgens gegeven instructies of plan, waarnemingen verrichten, gegevens verzamelen, besluiten trekken, eigen resultaten evalueren;
- eigen gedachten mondeling en schriftelijk formuleren over een fysisch onderwerp;
- een verband leggen tussen vakinhoudelijke begrippen en contexten waarin deze begrippen functioneel zijn;
- in het leer- en werkproces bij praktijksituaties adequaat omgaan met zichzelf en de medeleerlingen: overleggen en onderhandelen, taken verdelen, kritiek geven en ontvangen, eigen standpunt innemen en verdedigen, samen met anderen een experiment uitvoeren en presenteren.

Specifieke doelstellingen

Naast het verwerven van een aantal basis- en leervaardigheden is het vanzelfsprekend dat er een aantal doelstellingen worden nagestreefd eigen aan de werkvorm en het vak. Het uitvoeren van experimenten of het doen van een onderzoek moet in de 3de graad meer zijn dan het correct leren hanteren van de meetapparatuur, iets meten aan een gegeven opstelling, het tekenen van een grafiek, ...

Het laboratoriumwerk in de 3de graad richt zich zoals reeds eerder vermeld op het ontwikkelen van kennis en vaardigheden betreffende de natuurwetenschappelijke methoden, de ontwikkeling van kennis van natuurkundige wetten en begrippen en de vaardigheden om die toe te passen, het vinden van feiten en relaties door meten en onderzoek en daardoor komen tot principes en tot de ontwikkeling van een natuurwetenschappelijke houding. Dit kan onder andere gebeuren door leerlingen experimenten te laten uitvoeren waarbij de na te streven doelen zoveel mogelijk als zelfstandige activiteit van de leerlingen aan bod komen en waarbij de integratie van die verschillende activiteiten niet uit het oog verloren wordt. Dit betekent dat in een voorbereidende fase op het experiment de planning of het verloop als geheel, met het specifieke doel van elke fase door de leerling is gekend of eventueel door de leraar wordt aangegeven.

Dit betekent dat op het einde van de 3de graad leerlingen kunnen:

- zelfstandig verschillende fasen van de gebruikte natuurwetenschappelijke onderzoeksmethode in een zelf uitgevoerd experiment identificeren;
- vanuit een onderzoeksvraag bij een eenvoudig natuurwetenschappelijk probleem, deze vraag voor experimenteel onderzoek operationaliseren;
- individueel of in groep experimenten uitvoeren aan de hand van een gedeeltelijk tot volledig open instructie;
- zelfstandig de gepaste hulpmiddelen en informatietechnologie gebruiken om gegevens te verzamelen, relaties te onderzoeken of om resultaten voor te stellen;
- zelfstandig onderzoeksresultaten verwerken tot een grafische voorstelling en eventueel het wiskundig verband tussen de onderzochte grootheden afleiden;
- zelfstandig reflecteren op de onderzoeksresultaten en over de aangewende methode.

Algemene wenken in verband met organisatie en uitvoering

Onder “Laboratorium” of “practicum” verstaat men een leeractiviteit waarbij leerlingen alleen of in kleine groepjes (2 à 3 leerlingen) zoveel mogelijk zelfstandig (maar onder supervisie van de leerkracht) een experiment of een onderzoek uitvoeren in verband met één of ander fysisch verschijnsel.

Dit wil dan ook zeggen dat het maken van oefeningen, het oplossen van vraagstukken of het zelfstandig inoefenen van de fysicaleerstof met interactieve softwarepakketten niet als practicum kan worden beschouwd.

Bij een leerlingenpracticum hoort steeds een geschreven opdracht of instructieblad die kunnen variëren van een volledig gesloten opdracht (de opeenvolgende fasen van de proef liggen vooraf vast) naar een volledig open opdracht of een open onderzoek.

De keuze tussen een gesloten of open opdracht maakt een gradatie in moeilijkheidsgraad mogelijk. In die zin komen bv. het onderzoek van schakelingen met weerstanden in een “black box” of het bepalen van een ongekende trillende massa aan een veer als open onderzoek in aanmerking.

Open opdrachten zullen pas ten volle renderen indien een aantal experimentele basisvaardigheden zijn verworven (bv. naar het einde van een leerstofonderdeel toe).

Indien onvoldoende materiaal aanwezig is om alle leerlingen één bepaalde proef gelijktijdig te laten uitvoeren, kan men enkele gelijkaardige proeven complementair laten uitvoeren of kan met een rotatiesysteem worden gewerkt. Zo kunnen verschillende experimenten tezelfdertijd worden uitgevoerd.

Van een laboratoriumproef zal steeds een verslag worden gemaakt (hierbij zoveel mogelijk gebruik makend van ICT, bv. onder de vorm van het verwerken van de meetresultaten en het tekenen van een grafiek m.b.v. een rekenblad), gaande van de ingevulde instructiebladen tot het verslag horend bij een volledig open opdracht. 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.

Een alternatieve vorm van verslaggeving kan erin bestaan dat de resultaten en de conclusies eens voor de klas voorgesteld worden. Dit kan bv. als de labogroepen verschillende opdrachten krijgen. Dit kan per groep in tijd zeer beperkt zijn. Tevens is het goede voorbereiding voor de mondelinge verdediging van de geïntegreerde proef.

Het is een absolute noodzaak om een laboratoriumproef klassikaal af te ronden of het resultaat te bespreken.

Alle leerlingen krijgen dan de kans de essentie van de proef te pakken te krijgen.

Een onderwijsleergesprek waarin de leerkracht of de leerlingen onderling vragen stellen is een goede werkvorm (reflecteren op het resultaat en de gevolgde werkwijze). Het maken van opdrachten alleen, in duo's of in groepsverband stelt de leerlingen in staat sommige vakoverschrijdende eindtermen na te streven zowel op het vlak van "leren leren" als op het vlak van "sociale vaardigheden".

Gesloten, open en onderzoekspracticum

Het belangrijkste doel van het laboratorium in de 2de graad is leerlingen helpen de theorie beter te begrijpen door die toe te passen op waarnemingen en metingen. Daarnaast worden leerlingenproeven dikwijls om interesse voor fysica in het algemeen of voor een fysisch onderwerp in het bijzonder op te wekken.

Voor wat de 3de graad betreft zijn de doelstellingen ook gericht op het kennismaken met en het leren van de natuurwetenschappelijke wijze van probleemoplossen. Het probleemoplossen kan men vooral vinden in de voorbereiding van een proef en/of in de bewerking van de waarnemingen om tot een besluit te komen. Daarnaast maken leerlingenproeven integraal deel uit van het onderzoeksproces dat leidt tot wetmatigheden. Daaruit volgt dat er enige variatie is t.o.v. de practicumstructuur van de 2de graad. Naast laboratoriumopgaven met een vrij gedetailleerd instructieblad aan de ene kant (gesloten opdracht) is het gewenst dat er ook onderzoeksactiviteiten aan bod komen die voortkomen uit een open opdracht. Onderzoek is meer dan het uitvoeren van een experiment (gesloten instructie). Kenmerkend voor onderzoek is het zelf ontdekken door de leerlingen. Het resultaat van het onderzoek staat niet direct in het boek en de leerkracht heeft het antwoord niet ergens liggen.

Leerlingen vinden zelf, met elkaar, een antwoord op het gestelde probleem en bespreken onderling of het resultaat aan de gestelde verwachting of aan de gestelde hypothese voldoet. Binnen door de leerkracht vooropgezette grenzen, bedenken de leerlingen daarom zelf zoveel mogelijk welke vragen zij bij het onderzoek stellen en op welke manier zij het onderzoek afwerken. De mate van zelfstandigheid moet aansluiten bij de capaciteiten van de leerlingen. Het gaat daarbij om een goed evenwicht tussen uitdaging en haalbaarheid. De open opdrachten kaderen in het leerplan van de 3de graad Toegepaste fysica. Zoals bv. onderzoek of de hardheid van een potloodstift invloed heeft op de weerstand (geleidbaarheid) van het materiaal of bv. het onderzoek van de spoorlengte op een cd-schijfje nadat men eerst met een gidsexperiment de golflengte van de gebruikte laserpen heeft gemeten.

De onderzoeksopdrachten kunnen ook dienen als voorbereiding (in het eerste leerjaar) of zijn een integraal deel van de geïntegreerde proef (in het tweede leerjaar). Hoewel de geïntegreerde proef niet altijd direct aansluit bij een onderwerp uit de fysica, dient de leerling toch gebruik te maken van vaardigheden bij het verwerken en rapporteren van metingen, die voor een stuk in het laboratorium fysica aan bod zijn gekomen.

Binnen het kader van de geïntegreerde proef is ook de taakverdeling tussen leerkracht, de klas als geheel en de individuele leerlingen een factor.

In eerste instantie bepaalt of kiest de leerkracht in overleg met de leerlingen het onderwerp. Een onderzoek kan volledig klassikaal uitgevoerd worden, de zelfstandigheid van de leerlingen is dan gering. Het ander uiterste is dat alle stappen van het onderzoek door leerlingen zelfstandig worden uitgevoerd.

Daartussen bestaan allerlei mengvormen. Door deze werkwijze ontstaat een ontwikkelingslijn van sterk gestuurde experimenten naar open onderzoeken die leerlingen klassikaal, in groepjes van twee of drie of individueel uitvoeren. Zelfstandig werken van leerlingen vraagt een daarbij passende rol van de leerkracht. De instructierol bij het traditioneel uitvoeren van leerlingenproeven wordt vervangen door een meer begeleidende rol. De leerkracht is dan een coach die aanmoedigt en stimuleert. Hij heeft belangstelling, geeft tips en laat beoordelingen achterwege. De begeleidende leerkracht is vooral expert in het aanpakken van het onderzoek en is met de leerling nieuwsgierig naar het resultaat van

het onderzoek. Ook hier geldt dat de rol van de leerkracht bepaald wordt door wat de leerlingen aankunnen.

Dikwijls echter kunnen leerlingen veel zelfstandiger werken dan leerkrachten denken, als ze daartoe maar de kans krijgen. Hierbij moet hen de tijd gegund worden eens een fout te maken, waaruit ze via een confronterende bemerking zelf kunnen uitraken, zonder dat hen direct het juiste antwoord gegeven wordt.

Specifieke wenken in verband met de veiligheid

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 ervaring van de leerlingen en de didactische waarde van de proef.

Leerlingen moeten op de hoogte zijn van de gevaren van materialen en apparatuur (bv. gevaar voor de ogen bij het werken met een laserpen) waarmee ze werken, en zo nodig uitleg krijgen ter zake: nl. over de wijze waarop men veilig kan werken, over de aanwezige beschermings- en veiligheidsvoorzieningen en vluchtwegen in geval van brand, ...

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 een bijzondere aandacht. De elektrische installatie wordt zeker beveiligd met een automatische lekstroomschakelaar eventueel met een noodstop. Zeer in het bijzonder wijzen we erop dat leerlingen bij het uitvoeren van een practicum in open-kring-situaties slechts mogen werken met een maximale spanning van 24 V (spanningen van 0 tot 24 V noemt men veiligheids-spanningen).

De groepsgrootte bij het uitvoeren van leerlingenproeven mag met het oog op wat didactisch verantwoord is en wat qua veiligheid nog aanvaardbaar is, niet meer bedragen dan 16 leerlingen.

Het laboratorium fysica is door het werken met allerlei apparatuur en materialen een vak met een verhoogd risico.

Om deze risico's te verkleinen mogen leerlingen nooit zonder toezicht leerlingenproeven uitvoeren. Het zelfstandig uitvoeren van proeven gebeurt uitsluitend onder toezicht van de vakleerkracht. Het preparatielokaal van leerkrachten Toegepaste fysica is verboden terrein voor leerlingen. Leerlingen mogen hier alleen met uitdrukkelijke toestemming komen.

Het is ook aangewezen om binnen het kader van de veiligheid een practicumreglement op te stellen met als doel een handzaam en doelmatig overzicht te geven van afspraken en aandachtspunten die van belang zijn om risico's tijdens het uitvoeren van leerlingenproeven te voorkomen. Vanzelfsprekend moeten de vaklokalen, die als practicumruimten voor leerlingen worden voorzien, aan bepaalde inrichtingseisen voldoen.

Als leerkracht moeten we de leerlingen regelmatig wijzen op milieuaspecten waardoor een milieubewust gedrag wordt bevorderd. Voorbeelden hiervan zijn het plaatsen van afvalbakken voor glas, metalen, chemicaliën, batterijen en papier.

Informatie- en communicatietechnologie

De betekenis en de relevantie van het gebruik van de computer in het fysicaonderwijs is groot en zal op korte termijn nog aanzienlijk toenemen. Het gebruik van de computer biedt nieuwe didactische mogelijkheden en in bepaalde gevallen een meerwaarde voor het fysicaonderwijs. Dit is zeker ook het geval wanneer het gaat om het laboratoriumwerk.

Via een rekenblad kunnen meetresultaten op een moderne manier worden gepresenteerd in tabellen, direct worden verwerkt en grafisch worden weergegeven. Daarenboven kan gebruik gemaakt worden

van de vele regressiemogelijkheden, die een rekenblad levert.

Er is ook specifieke software voor het verwerken van meetgegevens. Deze programma's bieden meer specifieke mogelijkheden en zijn minder op het boekhoudkundige gericht, zoals

een klassieke spreadsheet. Het voordeel van een klassieke spreadsheet is echter, dat quasi elke bezitter van een computer er één ter beschikking heeft.

Wanneer men in een bepaalde periode van het schooljaar tot een rotatiepracticum overgaat krijgt men de mogelijkheid om de leerlingen de computer als meet- en verwerkingsinstrument bij proeven te laten gebruiken. Bestaande proeven kunnen dan in een nieuwe versie worden gestoken en diverse proeven, die voorheen niet mogelijk waren, kunnen nu wel worden uitgevoerd.

De verbeteringen bij het laten uitvoeren van leerlingenproeven met de computer mogen niet alleen van technische aard zijn. Er moet ook voldoende aandacht gaan naar het didactische aspect en de fysische begripsvorming. Indien men in het vaklokaal beschikt over een internetaansluiting, dan is het vanzelfsprekend dat men de leerlingen in het kader van een onderzoek of een experiment een zoekopdracht kan laten uitvoeren in verband met het onderwerp waaraan ze werken.

Wanneer tijdens het laboratorium fysica de computer als hulpmiddel wordt gebruikt wordt het aanleren van zowel praktische als onderzoeksvaardigheden met computervaardigheden uitgebreid.

3^{de} graad Technisch Secundair Onderwijs Techniek-Wetenschappen

TV Toegepaste Fysica

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>De relativiteit van de beweging omschrijven.</p> <p>De begrippen positie, baan, baancoördinaat, afgelegde weg en tijdsinterval hanteren.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>1 Mechanica</p> <p>1.1 Kinematica</p> <p>1.1.1 Rust en beweging</p> <ul style="list-style-type: none"> - relativiteit van rust en beweging - positie, baan, positieverandering, tijdsinterval 	<p>Kies bij rechte bewegingen de x-as (of de y-as) volgens de baan en gebruik de coördinaat x (of y). De positie van een bewegend lichaam in functie van de tijd wordt beschreven via de modelvoorstelling van een puntmassa.</p>
<p>Van een E.R.B. de snelheid omschrijven en berekenen.</p> <p>$x(t)$- en $v(t)$-grafieken tekenen en interpreteren.</p> <p>De snelheid meten bij een ERB</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>1.1.2 De eenparig rechte beweging</p> <ul style="list-style-type: none"> - het begrip snelheid, formule voor positieverandering - $x(t)$- en $v(t)$-diagrammen <p>Laboproef: ERB</p>	<p>Maak hier gebruik van het feit dat uit de wiskunde bekend is dat een rechte voorgesteld wordt via een eerstegraadsvergelijking. Het begrip snelheid wordt ook als een vectoriële grootheid beschreven.</p> <p>Voer de proef uit met de luchtkussenbaan.</p>
<p>De leerlingen kunnen toelichten wanneer een veranderlijke beweging eenparig versneld of vertraagd is.</p> <p>Het begrip versnelling omschrijven.</p> <p>Het begrip gemiddelde snelheid kunnen gebruiken.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>1.1.3 De eenparig veranderlijke beweging</p> <ul style="list-style-type: none"> - de E.V.R.B. zonder beginsnelheid - formules voor versnelling, snelheid en positieverandering, - $x(t)$-, $v(t)$- en $a(t)$- diagrammen 	

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>$x(t)$-, $v(t)$- en $a(t)$-grafieken tekenen en interpreteren.</p> <p>Proefondervindelijk de ogenblikkelijke snelheid en de gemiddelde snelheid bepalen.</p> <p>Proefondervindelijk de ogenblikkelijke versnelling en de gemiddelde versnelling bepalen.</p> <p>$x(t)$- en $v(t)$-grafieken opstellen uit meetgegevens.</p> <p>Via $x(t)$- en $v(t)$-grafieken een eenparig versnelde en vertraagde bewegingen met of zonder beginsnelheid herkennen.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>Laboproef: EVRB</p>	<p>EVVB met de luchtkussenbaan</p> <p>Door middel van een demonstratie van de E.V.R.B. met $v_0 = 0$ en de bijgaande grafische voorstelling van snelheid en afgelegde weg stellen we de formules voor deze grootheden op uitgaande van de kennis van de wiskundige vergelijking van een rechte en een parabool.</p> <p>Voer de proeven uit met de pc met een meetinterface, zodat de grafieken direct beschikbaar zijn.</p>
<p>De vrije val als een voorbeeld van een eenparig versnelde beweging zonder beginsnelheid toelichten.</p> <p>Realistische problemen i.v.m. de vrije val oplossen.</p> <p>De verticale worp omhoog als een voorbeeld van een eenparig vertraagde beweging met beginsnelheid toelichten.</p> <p>Proefondervindelijk de valversnelling bepalen</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>U</p> <p>B</p>	<p>1.1.4 De valbeweging</p> <ul style="list-style-type: none"> - de vrije val: valversnelling - valhoogte, valtijd, snelheid - de verticale worp omhoog (EVVB met beginsnelheid) <p>Laboproef: EVRB, vrije val</p>	<p>Vrije val met kogelvalapparaat</p>
<p>Het onafhankelijkheidsbeginsel bij het samenstellen van bewegingen omschrijven en in concrete gevallen toepassen.</p>	<p>U</p>	<p>1.1.5 Samenstellen van bewegingen</p> <ul style="list-style-type: none"> - het onafhankelijkheidsbeginsel - samenstellen van 2 E.R.B., de horizontale worp, de schuine worp 	

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
De beginsnelheid berekenen bij de horizontale worp	U	Laboproef: de horizontale en schuine worp	Worptoestel gebruiken
<p>Het traagheidsbeginsel kunnen toelichten a.d.h.v. voorbeelden</p> <p>De invloed van de resulterende kracht en van de massa op de verandering van bewegingstoestand van een voorwerp kwalitatief en kwantitatief beschrijven.</p> <p>Het derde beginsel van Newton weergeven en in concrete situaties toelichten, en daarbij de krachten schetsen.</p> <p>De wrijvingskrachten met het contactoppervlak toelichten in concrete situaties.</p> <p>Proefondervindelijk bepalen van het verband tussen kracht massa en versnelling.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>U</p> <p>B</p>	<p>1.2 Dynamica</p> <p>1.2.1 De beginselen van Newton</p> <ul style="list-style-type: none"> - Traagheidsbeginsel - oorzaak van ERB en EVRB - verband tussen F, m en a: $F = m \cdot a$ - beginsel van actie en reactie <p>- contactkrachten</p> <p>- normaalkrachten en spankrachten</p> <p>- wrijvingskracht met de bodem</p> <p>Laboproef: invloed van de aandrijfkraft op de versnelling</p>	<p>Vanuit hun ervaringswereld kan men de leerlingen zelf laten verwoorden dat grotere massa's moeilijker in beweging of moeilijker tot rust gebracht worden. Deze vaststelling leidt tot een andere formulering van het eerste beginsel nl.: massa is traag.</p> <p>Het derde beginsel zegt dat krachten altijd in paren optreden. Belangrijk hierbij is erop te wijzen dat de twee krachten niet alleen even groot zijn en tegengesteld, maar dat ze bovendien aangrijpen op twee verschillende lichamen zodat ze elkaar nooit kunnen opheffen (ze hebben dus geen resultante).</p> <p>Een lichaam dat ergens op steunt ondervindt van die steun een kracht, de normaalkracht. Een lichaam dat ergens aan hangt, ondervindt van de ophanging een kracht, de spankracht. Het is eveneens belangrijk bij het inoefenen van deze leerstof zoveel mogelijk gebruik te maken van contexten die leefwereld- en samenlevingsgerichte situaties beschrijven (bv. beweging en verkeer of beweging en sport). Luchtkussenbaan gebruiken</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
Behoud van energie toepassen in concrete voorbeelden.	B	1.2.2 Arbeid en energie	Arbeid en vermogen: zie TV Mechanica
De algemene gravitatiewet omschrijven en in een historische context plaatsen. Gravitatiekracht omschrijven en kunnen berekenen. Zwaartekracht als een geval van gravitatiekracht toelichten. Verskil tussen massa en gewicht kennen. Het gewicht van een voorwerp in rust omschrijven. Het gewicht van een versneld lichaam toelichten.	B B B B U	1.2.3 Gravitatie <ul style="list-style-type: none"> - gravitatie - zwaartekracht, zwaartepunt, zwaarteveld-sterkte en factoren die de zwaarteveldsterkte beïnvloeden - gewicht van een voorwerp in rust - gewicht van een versneld lichaam 	Uit de gravitatiewet van Newton toegepast op de aarde en een voorwerp in zijn nabijheid halen we g , waarna een bespreking volgt van de verschillende factoren die g beïnvloeden. Het onderscheid tussen massa en gewicht en tussen gewicht en zwaartekracht wordt hier extra onderstreept. Het gewicht van een lichaam is de kracht die een lichaam op zijn omgeving, bv. zijn steunvlak of zijn ophangpunt, uitoefent. Veel leerlingen hebben een verkeerd beeld van wat precies gewichtsloosheid inhoudt. Concrete voorbeelden, zoals bv. het verschil tussen gewicht en zwaartekracht bij een parachutist in vrije val, kunnen hier verhelderend werken.
De voorwaarde voor translatie-evenwicht in concrete situatie toelichten. Het moment van een kracht weergeven en toelichten. Voorwaarde voor rotatie-evenwicht in concrete situaties toelichten en hanteren.	U U U	1.2.4 Evenwicht van lichamen <ul style="list-style-type: none"> - evenwichtsvoorwaarde bij translatie - moment van kracht - evenwichtsvoorwaarde bij rotatie en toepassingen 	Om het belang van de krachtarm bij het moment van een kracht te verduidelijken, kan gewezen worden op het gevaar van het opheffen van een last met gekromde rug. Om rugklachten te vermijden tilt men het best met een rechte rug vanuit hurkstand.

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>De begrippen krachtstoot en bewegingshoeveelheid kennen en toepassen.</p> <p>Behoud van bewegingshoeveelheid toepassen bij botsingen.</p> <p>Onderscheid tussen elastische en niet- elastische botsingen kennen.</p>	<p>U</p> <p>U</p> <p>U</p>	<p>1.2.5 Krachtstoot en bewegingshoeveelheid</p> <ul style="list-style-type: none"> - krachtstoot en bewegingshoeveelheid - beginsel van behoud van bewegingshoeveelheid - elastische en niet-elastische botsingen 	<p>Kreukelzones en veiligheidsgordels bij auto's zijn praktische voorbeelden waarmee we het verband tussen krachtstoot en bewegingshoeveelheid kunnen illustreren.</p>
<p>Het bestaan van 2 soorten ladingen, hun onderlinge wisselwerking beschrijven en de eenheid van lading weergeven.</p> <p>Een geleider en een isolator van elkaar onderscheiden.</p> <p>Elektrische krachtwerking omschrijven als een veldkracht en het begrip veldsterkte toelichten.</p> <p>Het verband tussen potentiële energie en potentiaal toelichten.</p> <p>Spanning omschrijven als potentiaalverschil.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>2 Elektriciteit</p> <p>2.1 Elektrische ladingen en elektrisch veld</p> <ul style="list-style-type: none"> - lading en verband met de atoomstructuur - eenheid - krachtwerking: wet van Coulomb - geleiders en isolatoren - elektrisch veld, veldsterkte en veldlijnen van een homogeen en een radiaal veld - elektrische potentiaal - potentiaalverschil, spanning 	<p>Men zal enkele wrijvingsproefjes uitvoeren en verklaren. Hierbij ontstaat geen lading, maar grijpt een verplaatsing van ladingen plaats.</p> <p>Zoals de elektrische veldsterkte de krachtwerking in een bepaald positie weergeeft, zo geeft de elektrische potentiaal de potentiële energie weer in een bepaalde positie, onafhankelijk van de lading die in die positie geplaatst wordt. Inzicht in het veldlijnenpatroon van eenvoudige ladingsverdelingen kan vlug verkregen worden via een simulatie op pc.</p>
<p>De grootheden elektrische stroomsterkte en spanning omschrijven en hun eenheden kennen.</p> <p>Een eenvoudige elektrische schakeling schematisch weergeven en de conventionele stroomzin aangeven.</p> <p>De wet van Ohm kennen en kunnen toepassen.</p> <p>Het begrip weerstand begrijpen en kunnen toepassen.</p> <p>De eenheid van weerstand kennen en kunnen</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>2.2 Ladingstransport elektrische stroom</p> <ul style="list-style-type: none"> - stroom, stroomsterkte - spanning, spanningsbron - conventionele stroomzin - verband tussen spanning en stroom: weerstand: wet van Ohm 	<p>Laboproeven</p> <p>Het is de bedoeling de elektrische stroom te zien als een verplaatsing van ladingen. Een elektrische stroom kan voorkomen in vaste stoffen, vloeistoffen en gassen. Alleen de stroom in vaste stoffen zal hier verder behandeld worden.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>toepassen.</p> <p>De stroom en de spanning in een elektrische stroomkring meten.</p> <p>Het verband tussen U en I bij een geleider nagaan.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>Laboproef: meten van spanning en stroom</p> <p>Laboproef : wet van Ohm</p>	<p>De verhouding van de spanning over een schakelement en de stroomsterkte erdoor, definieert men als weerstand van dit schakelement. Bij een weerstand die voldoet aan de wet van Ohm is die verhouding constant.</p> <p>Trek er de aandacht op dat het woord weerstand dubbel gebruikt wordt nl. als grootheid en als schakelement van energie.</p>
<p>Bij serie- en parallelschakeling van weerstanden respectievelijk de spanning- en stroomwetten weergeven en toepassen op eenvoudige kringen.</p> <p>Het begrip vervangingsweerstand omschrijven en de vervangingsweerstand berekenen voor een serie- en parallelschakeling.</p> <p>De stroom en spanningswetten bij serie- en parallelschakeling afleiden.</p> <p>Deelstromen en -spanningen in een keten kunnen berekenen.</p> <p>Toepassingen van serie- en parallelschakelingen kennen.</p> <p>Serie-, parallel- en gemengde schakelingen kunnen tekenen en de deelstromen en -spanningen kunnen berekenen.</p> <p>Deelstromen en –spanningen in een netwerk kunnen berekenen aan de hand van de wetten van Kirchoff.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>2.3 Schakelen van weerstanden</p> <ul style="list-style-type: none"> - serie- en parallelschakeling - gemengde schakelingen - stroom- en spanningsregels - vervangingsweerstand - wetten van Kirchoff 	<p>Laboproeven</p> <p>De stroom- en spanningswetten worden experimenteel afgeleid.</p> <p>Het is niet de bedoeling hier de wetten van Kirchoff te gebruiken om stroom- en spanningsvergelijkingen op te stellen en op te lossen. Beperken tot eenvoudige toepassingen.</p> <p>De formules voor de vervangingsweerstand worden experimenteel geverifieerd.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
De formules voor de substitutieweerstand bij het schakelen van weerstanden verifiëren en toepassen in praktische probleempjes. Methodes voor weerstandsmeting gebruiken.	B U	Laboproef: schakelen van weerstanden Substitutieweerstand berekenen. Brug van Wheatstone	
De wet van Pouillet kennen en kunnen toepassen. De factoren die de weerstand van een draadvormige geleider bepalen en hun relatie in een formule weergeven en verklaren. De temperatuursafhankelijkheid van een weerstand kunnen toelichten. De invloed van de temperatuur op een weerstand begrijpen en kunnen berekenen. Onderzoek van de factoren die weerstand van een geleider bepalen. Onderzoek van de temperatuursafhankelijkheid van de weerstand van een geleider.	B B B B B	2.4 Onderzoek van weerstanden - wet van Pouillet - invloed van de temperatuur op de weerstandswaarde supergeleiding Laboproef: - Wet van Pouillet - NTC en PTC	Laboproeven De wet van Pouillet wordt experimenteel afgeleid, eventueel rechtstreeks via de ohmmeter. Het bijgaand onderwijsleergesprek biedt de kans wat dieper in te gaan op de wetenschappelijke methode. Bij constante temperatuur is de weerstand afhankelijk van 3 factoren. Bij onderzoek van de invloed van één van die factoren moet de twee andere factoren constant worden gehouden. Bij een gloeilamp neemt de temperatuur sterk toe bij stijgende spanning, waardoor de verhouding van spanning en stroomsterkte niet meer constant is en het U(I)-diagram geen rechte meer is.
De begrippen arbeid, vermogen en energie met eigen woorden kunnen omschrijven. De wet van Joule kennen en kunnen toepassen. Kostprijsberekeningen kunnen maken. Het thermisch effect van elektrische stroom verklaren en berekenen en in enkele praktische toepassingen	B B B B	2.5 Elektrische energie en vermogen - elektrische energie, arbeid, vermogen en joule-effect - toepassingen, zoals bv. gloeilamp, smeltveiligheid, kookplaat,...	Linken leggen met actuele (huishoudelijke) toepassingen. Kostprijsberekeningen maken in actuele (huishoudelijke) situaties. Laboproeven Een elektrisch toestel onttrekt elektrische

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>beschrijven.</p> <p>De thermische werking van elektrische stroom onderzoeken.</p>	B	Laboproef : het Joule effect	energie aan een spanningsbron en zet deze energie om in een andere soort energie. Het tempo waarin dit gebeurt noemen we het vermogen d.w.z. de hoeveelheid energie die het toestel per seconde kan omzetten.
<p>Het verschil tussen elektromotorische spanning (EMS) en klemspanning omschrijven.</p> <p>De kleinere waarde van de klemspanning bij stijgende belasting m.b.v. de inwendige weerstand van de bron verklaren.</p> <p>De bedoeling van een serie- en een parallelschakeling van bronnen toelichten aan de hand van voorbeelden.</p>	U U U	<p>2.6 Spanningsbronnen</p> <ul style="list-style-type: none"> - EMS en klemspanning - inwendige weerstand van een bron - schakelen van bronnen <ul style="list-style-type: none"> o in serie o in parallel o gemengde schakelingen - toepassingen 	
<p>Het condensatieverschijnsel bij ladingen toelichten en de formule en eenheid van capaciteit weergeven.</p> <p>Het spanningsverloop bij het laden en het ontladen van een condensator weergeven.</p> <p>Onderzoek van de oplaad- en ontladkrommen van een condensator.</p> <p>Het begrip "tijdconstante" verwoorden en er berekeningen mee uitvoeren.</p> <p>De formules voor het berekenen van de</p>	B B B U U	<p>2.7 Condensatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> - het condensatieverschijnsel: de condensator - capaciteit van een condensator en eenheid - laden en ontladen van condensatoren grafieken <p>Laboproef: Op- en ontladen van een condensator</p> <ul style="list-style-type: none"> - het begrip tijdsconstante bij een RC-kring - vervangingscapaciteit voor de serie- en parallelschakeling van 	Met behulp van een pc met meetinterface kan het op- en ontladen van condensatoren langs experimentele weg op een aanschouwelijke manier (m.b.v. grafieken) worden behandeld. Leerlingen moeten inzien dat na $t = 5 \cdot RC$ de condensator volledig opgeladen is of ontladen is.

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>vervangingscapaciteit van een serie of parallelschakeling van condensatoren weergeven en toepassen in oefeningen.</p> <p>De formule voor de capaciteit van een vlakke condensator weergeven en gebruiken in oefeningen.</p> <p>Weten dat er energie in een condensator steekt</p>	<p>U</p> <p>U</p>	<p>condensatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> - de vlakke condensator: permittiviteit - energie in een condensator 	
<p>Magnetische verschijnselen bij permanente magneten beschrijven d.m.v. magneetpolen, magnetische krachtwerking, magnetisch veld en magnetische veldlijnen en enkele toepassingen van opnoemen.</p> <p>De vorm van het magnetisch veld rond een stroomvoerende draad en in een spoel beschrijven en m.b.v. veldlijnen voorstellen.</p> <p>De richting, de zin en de grootte van de magnetische inductie rond een rechte geleider en in een spoel bepalen.</p> <p>Enkele praktische toepassingen van elektromagnetisme verklaren.</p> <p>De oorsprong van het magnetisme van de materie verklaren en het magnetiseren en demagnetiseren ermee in verband kunnen brengen.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>3 Magnetisme en elektromagnetisme</p> <p>3.1 Permanente- en elektromagneten</p> <ul style="list-style-type: none"> - magneetvelden - magnetische werking van elektrische stroom - magnetische inductie B - elektromagnetisch veld: vorm en zin van de veldlijnen <ul style="list-style-type: none"> o bij een stroomvoerende draad o bij een stroomvoerende winding o in een stroomvoerende spoel - de magnetische inductie in een solenoïde en rond een rechte geleider - elektromagneet - toepassingen van permanente magneten - verklaring van het magnetisme van de materie <ul style="list-style-type: none"> dia-, para- en ferromagnetisme - hysteresislus 	<p>Belangrijk hier zijn het veldbegrip en de afspraak i.v.m. de zin van de veldlijnen. Via proefjes kan je de vuistregels voor vorm en zin van het magnetisch veld illustreren. Uit de overeenstemmende velden van een permanente staafmagneet en een solenoïde (eventueel met weekijzeren kern) kan men besluiten dat binnenin de materie eveneens “kringstromen” moeten voorkomen die verantwoordelijk zijn voor het magnetisch gedrag van de materie. Het is niet de bedoeling de formules voor de grootte van veldsterkte bij de verschillende stroomvoerende geleiders af te leiden.</p> <p>Voorbeelden van toepassingen zijn de bel, de relais, de luidspreker.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>De betekenis van de hysteresislus kennen.</p> <p>De factoren die de magnetische inductie in een solenoïde en rond een rechte geleider bepalen onderzoeken.</p>	<p>U</p> <p>U</p>	<p>Laboproef: Bepaling van de magnetische inductie in een solenoïde d.m.v. een Hall-sensor.</p> <p>Bepaling van de magnetische inductie rond een rechte geleider d.m.v. een Hall-sensor.</p>	
<p>De richting, de zin en de grootte van de Laplacekracht op een rechte stroomgeleider en hiermee de magnetische inductie omschrijven.</p> <p>De richting, de zin en de grootte van de Lorentzkracht op een bewegende lading bepalen.</p> <p>Het werkingsprincipe van een technische toestel dat verband houdt met de Laplacekracht/ Lorentzkracht uitleggen.</p> <p>De krachtwerking op een rechthoekige winding toelichten en toepassen bij de gelijkstroommotor.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>U</p>	<p>3.2 Elektromagnetisch krachtwerking</p> <ul style="list-style-type: none"> - de Laplacekracht en de Lorentzkracht - praktische toepassingen zoals luidspreker, afbuiging in een beeldbuis, de Hallsonde, de cyclotron, de Van Allengordels,... - de gelijkstroommotor 	<p>Toepassingen in overleg met TV Elektriciteit</p>
<p>Fluxverandering als oorzaak van inductiespanning toelichten.</p> <p>Met behulp van de wet van Lenz de zin van de inductiestroom vinden.</p> <p>De algemene inductiewet (formule) weergeven.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>3.3 Het verschijnsel elektromagnetische inductie</p> <ul style="list-style-type: none"> - magnetische flux - inductiewet van Faraday - wet van Lenz - de generatorformule 	<p>In overleg met TV Elektriciteit Laboproeven</p> <p>De flux is een maat voor het aantal veldlijnen door een oppervlak. Experimenteel wordt aangetoond dat een fluxverandering in een spoel, op welke wijze dit ook gebeurt een spanning doet ontstaan aan de uiteinden van die spoel.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Nagaan wat de factoren zijn die de inductiespanning bepalen.</p>	B	<p>Laboproef: Bepaling van de inductiespanning in een spoeltje.</p>	<p>Wijs er vooral op dat het de verandering is van het aantal veldlijnen die de inductiespanning doet ontstaan. Indien de kring gesloten is vloeit er een inductiestroom. Uit dit verschijnsel volgt de wet van Faraday-Lenz. De belangrijkste toepassing van het genereren van een spanning door een fluxverandering is de generator bv. de fietsdynamo.</p> <p>Merk op dat een dynamo, aangesloten op een wisselspanning van 6 V, kan gebruikt worden als illustratie van een wisselstroommotor. Bij de transformator beperken we ons tot de onbelaste transformator.</p> <p>Bij een ideale transformator is het uitgangsvermogen gelijk aan het ingangsvermogen ($P_2 = P_1$). Hieruit leidt men af de stromen en het aantal windingen omgekeerd evenredig zijn. Je merkt dit aan de draaddoorsneden van primair en secundair in bv. een adaptor.</p>
<p>Het zelfinductieverschijnsel toelichten en verklaren.</p> <p>Voor een spoel de formules voor zelfinductiecoëfficiënt en zelfinductiespanning weergeven en toepassen.</p> <p>Het verschijnsel wervelstromen toelichten.</p>	<p>U</p> <p>U</p> <p>U</p>	<p>3.4 Zelfinductie zelfinductieverschijnsel en zelfinductiecoëfficiënt</p> <p>wervelstromen</p>	<p>Leg de link met de hoge spanningen die ontstaan bij plotse stroomonderbrekingen.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>De begrippen periode, frequentie, omtreksnelheid, hoeksnelheid, middel-puntzoekende versnelling en middel-puntzoekende kracht toepassen bij een ECB.</p> <p>Onderzoeken van welke factoren de centripetale kracht bij een ECB afhangt.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>4 Trillingen en golven</p> <p>4.1 De eenparig cirkelvormige beweging</p> <p>Laboproef : ECB</p>	<p>Om aan te geven dat er wel degelijk versnelling is bij E.C.B., moeten we beroep doen op het vectorieel karakter van de snelheid.</p> <p>Er is immers een voortdurende verandering van richting.</p>
<p>De positie van een puntmassa die een harmonische trilling uitvoert beschrijven en grafisch voorstellen.</p> <p>De formule voor de snelheid, de versnelling en de kracht bij een harmonische trilling afleiden en grafisch voorstellen.</p> <p>De formule voor de periode toelichten.</p> <p>De energieomzettingen bij een harmonische trilling omschrijven en toepassen.</p> <p>De factoren die de periode van een slinger beïnvloeden onderzoeken.</p> <p>De factoren die de periode van een massa aan een veer beïnvloeden onderzoeken.</p>	<p>B</p> <p>U</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>4.2 De harmonische trilling</p> <ul style="list-style-type: none"> - wiskundige en grafische voorstelling, uitwijking, amplitude, periode, frequentie, pulsatie, fase, beginfase en faseverschil - snelheid, versnelling en elastische terug-roepkracht - formule voor de periode van een massa-veersysteem en van een slinger - energieomzettingen bij een massa-veersysteem en bij een slingerbeweging <p>Laboproef: de slinger, de veer</p>	<p>Overleg TV Elektriciteit over de timing om de leerstof over wisselspanning samen te laten lopen met H.T.</p> <p>De harmonische trilling wordt ingevoerd via de projectie van een E.C.B. De betekenis van A, ω en φ wordt ingeoefend via de grafische voorstelling.</p> <p>Fasoren zijn hierbij een handig hulpmiddel, zowel bij uitwijking, snelheid als versnelling. De theoretisch bepaalde formules van snelheid en versnelling kunnen experimenteel geverifieerd worden via de PC. Vanuit de gemeten uitwijking kan m.b.v. bijgeleverde software de snelheid en de versnelling als een afgeleide bekomen worden. Uit de versnelling kan dan via het tweede beginsel van Newton de kracht afgeleid worden. Hieruit kan dan de formule voor de periode afgeleid worden.</p> <p>Merk op dat de slingerformule slechts geldig is voor kleine amplitudes. Slechts in dat geval is de kracht evenredig met de uitwijking en is de slingerbeweging een harmonische trilling. Ook hier weer kan de PC ingeschakeld worden.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>De invloed van demping op een vrije harmonische trilling beschrijven.</p> <p>De exponentiële afname van de amplitude bij een gedempte harmonische trilling verifiëren.</p>	<p>U</p> <p>U</p>	<p>4.3 De vrije gedempte harmonische trilling</p> <ul style="list-style-type: none"> - exponentiële afname van de amplitude bij een gedempte harmonische trilling <p>Laboproef: demping van een trilling meten.</p>	
<p>Het onderscheid tussen een vrije en een gedwongen harmonische trilling beschrijven.</p> <p>Verband tussen de amplitude en de frequentie bij een gedwongen harmonische trilling toelichten en in verband brengen met concrete voorbeelden van resonantie.</p> <p>De resonantie van een massa aan een veer onderzoeken.</p> <p>De resonantiefrequentie van een RCL-keten bepalen</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>U</p>	<p>4.4 De gedwongen harmonische trilling</p> <ul style="list-style-type: none"> - vrije en gedwongen trilling - resonantie en toepassingen <p>Laboproef: het resonantieverschijnsel (mechanisch en elektronisch)</p>	<p>In een klassituatie kan je dit verschijnsel aantonen via twee gelijke stemvorken of via twee verbonden slingers.</p> <p>Het verschijnsel doet zich veelvuldig voor in de leefwereld: meetrillen van mechanische onderdelen, het instorten van de Tacoma Bridge, het stukspringen van een glas, de RCL resonantiekering bij een radioontvanger...</p> <p>Dit verschijnsel is nogmaals een illustratie van het behoud van energie in een gesloten systeem.</p>
<p>D.m.v. fasoren de samenstelling van evenwijdige harmonische trillingen met zelfde en verschillende frequentie toelichten.</p> <p>Figuren van Lissajous bij onderling loodrechte harmonische trillingen construeren en interpreteren.</p> <p>Grafisch samenstellen van HT</p>	<p>U</p> <p>U</p> <p>U</p>	<p>4.5 Samenstellen van trillingen</p> <ul style="list-style-type: none"> - samenstellen van evenwijdige harmonische trillingen met zelfde en met verschillende frequentie - samenstellen van onderling loodrechte harmonische trillingen: figuren van Lissajous <ul style="list-style-type: none"> o met zelfde frequentie o met verschillende frequenties <p>Laboproef: grafisch samenstellen van trillingen</p>	<p>Maak gebruik maken van simulatie op de pc. De nadruk komt zo eerder te liggen op het interpreteren, dan op het construeren.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
			voordoën.
<p>De terugkaatsing aan een vast en aan een vrij uiteinde toelichten. Het verschijnsel staande golven beschrijven aan de hand van een staande golf op een touw. De frequenties waarbij staande golven in een midden voorkomen aantonen.</p> <p>Staannde golven op een gespannen touw onderzoeken. Staannde golven bij geluid in een open en een gesloten buis onderzoeken.</p>	<p>U</p> <p>U</p> <p>U</p> <p>U</p> <p>U</p>	<p>4.8 Staande golven</p> <ul style="list-style-type: none"> - terugkaatsing aan een vast en aan een vrij uiteinde - transversale staande golven - longitudinale staande golven (geluid) <p>Laboproef:</p> <ul style="list-style-type: none"> - De proef van Melde - De proef van Kundt 	<p>Terugkaatsing aan een vrij uiteinde kan aangetoond worden door aan een dik touw een metalen ring te bevestigen en deze op een gespannen nylondraad (vissnoer) te schuiven. Een methode om de opeenvolgende frequenties waarbij staande golven optreden op een gespannen touw (transversaal) of in een veer (longitudinaal) te onderzoeken is gebruik maken van de vibratiegenerator.</p>
<p>Het ontstaan en de voortplanting van geluid toelichten.</p> <p>De kenmerken van een toon en enkele toepassingen weergeven en omschrijven.</p> <p>Rekenen met de dB-schaal.</p> <p>Het Dopplereffect en enkele toepassingen beschrijven.</p> <p>Geluidsmuur en supersonische snelheden toelichten. De leerlingen kennen de gehoorsgevoeligheidscurven</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>U</p> <p>U</p>	<p>5 Voorbeelden van golven</p> <p>5.1 Geluid</p> <ul style="list-style-type: none"> - ontstaan van geluid - voortplanting van geluid door gassen, vloeistoffen en vaste stoffen - kenmerken van een toon <ul style="list-style-type: none"> o toonhoogte o toonsterkte (+ dB-schaal) o toonklank - dopplereffect + toepassingen - gevoeligheid van het gehoor - lawaaibestrijding 	<p>Bij ultrasonen kan gewezen worden op het gebruik bij allerlei echografieën. Bij geluidsterkte (= intensiteit I: W/m²) zal het geluidsniveau (dB) en kan eventueel het luidheidsniveau (foon) besproken worden. De isofoonkrommen van Fletcher kunnen hierbij ter illustratie besproken worden. Het dopplereffect kan verklaard worden via constructie van golffronten. Het afleiden van de formules voor de frequentieverschuiving en oefeningen daarop moet als een uitbreiding beschouwd worden. Een toepassing van het dopplereffect vind je bij het meten van de stroomsnelheid van het bloed via reflectie van ultrasonen op de bloedplaatjes. De frequentieverschuiving van het gereflecteerde t.o.v. het uitgezonden signaal stelt de cardioloog in staat dit te doen. Als technische toepassing kan hier de</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
			flitsradar besproken worden. In deze context kan er ook gesproken worden over de roodverschuiving die astrofysici constateren bij de waarneming van sterren. Dit vormt een belangrijk argument voor de theorie van de uitdijing van het heelal.
<p>De leerlingen zien in hoe EM trillingen en EM golven ontstaan.</p> <p>Enkele andere elektromagnetische golven situeren in het elektromagnetisch spectrum en enkele belangrijke toepassingen opnoemen en beschrijven.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>5.2 Elektromagnetische golven</p> <ul style="list-style-type: none"> - elektromagnetische trillingen en golven - de trillingskring en de stralingskring - de E.M. golf - E.M. spectrum en toepassingen (bv radiogolven) 	
<p>Interferentie van licht aan 2 spleten en aan een rooster beschrijven en hiermee de golflengte van het licht bepalen.</p> <p>Polarisatie van licht via polarisatiefilters en na terugkaatsing beschrijven.</p> <p>Optische activiteit toelichten.</p> <p>Enkele toepassingen van polarisatie kennen</p> <p>Bepalen van de golflengte van licht via een rooster.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>U</p> <p>U</p> <p>B</p>	<p>5.3 Licht :eigenschappen</p> <ul style="list-style-type: none"> - diffractie van licht - interferentie van licht - polarisatie bij licht <ul style="list-style-type: none"> o door polarisatiefilters o bij terugkaatsing, wet van Brewster o optische activiteit <p>Laboproef:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bepaling van de golflengte van een laser en een lamp via interferentie aan een rooster - Bepaling van het spectrum van een 	<p>Via een laser en roosters van bv. 300 en 600 lijnen/mm kan het interferentiepatroon op een scherm zichtbaar gemaakt worden en kan daaruit de golflengte van dat laserlicht bepaald worden.</p> <p>Is de golflengte van de laser gekend dan kan gevraagd worden de roosterconstante van een cd-schijfje te bepalen. De groefjes zorgen ervoor dat we hier een reflectietralie hebben. M.b.v. een stukje tape kan je echter een stukje van het aluminiumlaagje afritsen, waardoor je een diffractietralie verkrijgt. Uit meting van de grootste en de kleinste diameter kan hier zelfs de totale spoorlengte van een cd uit berekend worden.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Meten van de concentratie van en suikeroplossing met de polarimeter.</p> <p>Metten van de afname van de lichtintensiteit met de afstand tot de bron</p>	<p>U</p> <p>U</p>	<p>gloeilamp en een kwikdamplamp via interferentie aan een rooster</p> <ul style="list-style-type: none"> - Concentratiebepaling met de polarimeter - Lichtintensiteit 	<p>Bij een gloeilamp kan via interferentie het continu spectrum onderzocht worden. Bij een kwikdamplamp verkrijgen we een diskreet spectrum.</p> <p>Een variantie hierop is de bepaling van de golflengte van een LED, die als een open opdracht kan gegeven worden.</p> <p>Uit de bepaalde golflengte kan hier gevraagd worden de frequentie en de energiegap tussen geleidings- en valentieband te berekenen.</p> <p>De polarisatie van licht kan aangetoond worden m.b.v. 2 polarisatiefilters.</p> <p>Interessant hierbij is dat het licht van een LCD-display lineair gepolariseerd is. Met bepaalde zonnebrillen kan dit ook waargenomen worden. Voor polarisatie bij terugkaatsing gebruikt men bij voorkeur een vensterglas.</p> <p>Een praktische toepassing van polarisatie heb je bij het verschijnsel foto-elasticiteit. Hiermee verkrijgt men een beeld van de krachten die optreden in een technisch ontwerp.</p>
<p>Kenmerken, eigenschappen en toepassingen van microgolven kennen.</p>	<p>U</p>	<p>5.4 Microgolven</p>	<p>Leg uit waarom water snel opwarmt in de microgolfoven.</p>
<p>Het opwekken van röntgenstraling.</p> <p>De eigenschappen en de toepassingen van röntgenstralen kennen.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>5.5 Röntgenstralen</p>	<p>Geef als belangrijke toepassing van de röntgenstraling, de medische beeldvorming en het controleren van lasnaden.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
		6 Moderne Fysica	
De relativiteitstheorie in een historische context plaatsen. Veranderlijkheid van de massa met de snelheid kunnen omschrijven. De equivalentie van massa en energie kennen	U U B	6.1 Relativiteitstheorie	Wijzen op de overeenkomst tussen de experimenteel vastgestelde massatoename van kleine deeltjes, versneld door velden en de theoretisch afgeleide formule voor relativistische massa. Veralgemeenen tot de wet van behoud van energie en massa.
Het effect van de interactie tussen elektromagnetische straling en materie beschrijven aan de hand van het foto-elektrisch effect. De eigenschappen van het foton kunnen beschrijven.	U U	6.2 Foto-emissie van elektronen <ul style="list-style-type: none"> - foto-elektrisch effect - fotocel - invloed van intensiteit en frequentie - corpusculair karakter van licht - aard van het foton - deeltjes en golven: dualiteit van de materie 	
Het ontstaan van licht via absorptie en spontane emissie beschrijven en hiermee de frequentie en de fase toelichten. Het ontstaan van laserlicht via gestimuleerde emissie omschrijven. De verschillende soorten spectra bespreken.	B U B	6.3 Spectra <ul style="list-style-type: none"> - atoommodel van Bohr ontstaan van licht: absorptie en spontane emissie - eigenschappen: frequentie (mono- en polychromatisch) en fase (coherent en incoherent licht) - gestimuleerde emissie: de laser en laserstralen - optische spectra <ul style="list-style-type: none"> o emissie o absorptie 	
De quantummechanica in een historische context kunnen plaatsen.	U	6.4 Quantummechanica elementaire deeltjes	

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>De leerlingen weten wat isotopen zijn en kunnen hiervan voorbeelden geven</p> <p>Het ontstaan van radioactiviteit vanuit de (in)stabiliteit van kernen toelichten.</p> <p>De verschillende soorten kernstraling beschrijven, hun kenmerken weergeven.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>7 Kernfysica</p> <p>7.1 Radioactiviteit</p> <ul style="list-style-type: none"> - isotopen - stabiliteit van de atoomkern - straling 	<p>De structuur van de atoomkern is reeds gekend vanuit de lessen chemie. De meerwaarde is dat men de nadruk legt op de stabiliteit van het atoom en de atoomkern, verwijzend naar de krachten binnen de atoomkern.</p> <p>Het onderscheid tussen zwakke en sterke kernkrachten kan hier worden toegelicht.</p>
<p>De transmutatieregels toepassen.</p> <p>De radioactieve vervalwet hanteren.</p> <p>Enkele toepassingen van radionucliden toelichten.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>7.2 De atoomkern</p> <ul style="list-style-type: none"> - drie vervaltypen - energie van de ioniserende straling - halveringstijd - radioactieve vervalwet - radioactieve vervalreeksen 	<p>Bij de transmutatieregels kan het voorkomen van drie natuurlijke transmutatiereeksen even aangehaald worden.</p> <p>Het is hier wel niet de bedoeling zware theoretische beschouwingen te geven.</p>
<p>De leerlingen weten hoe men radioactieve straling detecteert.</p> <p>Biologisch effect van ioniserende straling op mens en milieu toelichten en hierbij de gepaste grootheden en eenheden hanteren.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>7.3 Radioactiviteit meten en gebruiken</p>	<p>Benadruk vooral het praktisch gebruik van de kernfysica.</p> <p>Naast de energiewinning uit atoomkernen, komt het gebruik van radionucliden in allerlei vakgebieden zoals geneeskunde, techniek, aan bod komen.</p>
<p>Vanuit het massadefect de bindingsenergie van nucliden berekenen.</p> <p>Vanuit de grafiek die de bindingsenergie per nucleon tegenover het atoomnummer weergeeft kernsplijting en kernfusie aangeven.</p> <p>De kettingreactie bij energiewinning via een kernsplijting toelichten.</p> <p>De werking van een kerncentrale beschrijven.</p> <p>Via berekening aantonen dat de bindingsenergie</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>7.4 Energie uit atoomkernen</p> <ul style="list-style-type: none"> - massadefect - kettingreactie en de atoombom - kernreactor en kerncentrale - kernfusie 	<p>Het verschil tussen de kernmassa en de som van de massa's van de samenstellende nucleonen leidt tot de definitie van massadefect. Bij de verklaring van het massadefect wordt het begrip bindingsenergie ingevoerd. Hierbij hoort ook de grafische voorstelling van de specifieke bindingsenergie per nucleon als functie van het massagetal.</p> <p>Als technische toepassing van energie uit</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
bij kernfusie groter is dan bij kernfissie. Aangeven hoe de energieproductie in de zon tot stand komt.	B		atoomkernen wordt in het kort de bouw en werking van een kernreactor besproken.
De geleiding bij geleiders, isolatoren en halfgeleiders verklaren uitgaande van het energiebandenmodel. Extrinsieke halfgeleiders van het P- en van het N-type beschrijven en verklaren.	U U	8 Elektronica 8.1 Halfgeleiders	
De bouw van een diode omschrijven en de werking ervan toelichten en verklaren. Aan de hand van de diodekarakteristiek de eigenschappen van een diode omschrijven. Toepassing van de diode kennen De doorlaatkarakteristiek van een diode onderzoeken Gelijkrichting via diodes onderzoeken	U U U U U	8.2 De diode Laboproef : diodekarakteristiek	Via de pc is de diodekarakteristiek direct voorhanden. Een LED wordt vnl. gebruikt als indicatorlampje. Men berekent de serieweerstand zodat de stroom door de LED tussen 10 en 20 mA is. De gelijkrichterschakeling en de invloed van weerstand en condensator kan geïllustreerd worden met de PC of de oscilloscoop.
De twee types transistoren schematisch voorstellen. Het transistoreffect beschrijven en verklaren en daaruit de fundamentele transistorvergelijkingen afleiden. De fundamentele transistorschakelingen toelichten en het verband tussen uitgangsstroom en ingangsstroom bepalen.	U U U	8.3 De bipolaire transistor 8.4 De transistor als versterker 8.5 De transistor als schakelaar	

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>De statische transistorkarakteristieken schetsen en de betekenis ervan toelichten.</p> <p>Enkele toepassingen van de transistor kennen</p> <p>Het transistorkarakteristieken meten</p>	<p>U</p> <p>U</p> <p>U</p>	<p>Laboproef: de transistor</p>	

TV Toegepaste Natuurwetenschappen

Het geheel aan kennis, vaardigheden, inzichten en attitudes moet de leerlingen aansporen om hun persoonlijkheid verder te ontwikkelen. Het reikt hen elementen aan om vragen en problemen uit het dagelijkse leven nu en in de toekomst op te lossen. In die zin zijn de Toegepaste natuurwetenschappen ook buiten hun specifiek domein, cultuurscheppend en -bepalend.

De leerlingen leren eveneens een relatie te leggen tussen hun schoolse kennis en de technisch-technologische en maatschappelijke wereld waarin ze leven. Het werken met ICT en het gebruik van contexten die verband houden met diverse toepassingen van wetenschap (o.a. uit de industriële en medische wereld) helpen de aandacht richten op wetenschappelijke en technische aspecten van onze samenleving.

Aan het gebruik van contexten worden binnen het wetenschapsonderwijs een drietal functies toegeschreven, nl. een motivatie-verhogende, een begripvormende en een begripstoepassende functie.

Door een context te gebruiken of door ze te integreren bij het aanbrengen van de leerstof en in opdrachten kan men voorkomen dat er een kloof blijft tussen wat in het leerboek staat en wat in de leefwereld gebeurt.

Contexten kunnen meehelpen om de betekenis van de aangeleerde begrippen en de bruikbaarheid ervan in het dagelijkse leven te vergroten. Ze kunnen ook helpen om de kenmerkende eigenschappen van een begrip op een concrete wijze voor te stellen. Het kenmerk van een goede context is dus dat hij functioneel is en aansluit bij de leefwereld van de leerlingen. Eventueel kan hij de historische ontwikkeling van een bepaald domein en de bijhorende maatschappelijke gevolgen beschrijven.

Voorbeelden zijn: elektriciteit en veiligheid, straling en gezondheid, beweging en sport, beweging en verkeersveiligheid, muziek en trillingen, voeding, water, ...

Naast fysische zijn er vaak chemische, biologische, technische, geografische, economische, ethische aspecten aan contexten te onderscheiden. Dit breed kader kan er voor zorgen om de maatschappelijke en de culturele betekenis van de wetenschap te onderstrepen. Om een context succesvol in de klas te gebruiken moet hij aansluiten op het niveau van de leerlingen, de 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 zo ook kwalitatief gebeuren door het stellen van denkvragen of andere vragen bij een relevante context.

Attitudes

Het vak natuurwetenschappen moet de leerlingen vormen tot volwassenen die later zowel in hun verder onderwijs als in het werkelijke leven zelfstandig kunnen denken en handelen. Daarom willen ook de lessen in de natuurwetenschappen een aantal fundamentele attitudes aanbrengen, met name:

1. Belangstelling opwekken voor wetenschap en techniek en de rol welke ze vervullen in de samenleving.
2. Leergierigheid stimuleren en de drang naar inzicht bij het zoeken naar de juiste verklaring van de waargenomen verschijnselen en hun onderlinge samenhang.
3. Het kennen van de exacte betekenis van de gebruikte symboliek in de natuurwetenschappen.

4. Het aanbrengen van zin voor relativering, waardoor het belangrijke van het bijkomstige kan onderscheiden worden. Geleidelijk leren inzien dat het wetenschappelijk wereldbeeld, dat door menselijke zintuigen en menselijk verstand werd opgebouwd, niet volmaakt is en voor evolutie vatbaar is.
5. Doorzettingsvermogen aanleren bij het uitvoeren van experimenten en het oplossen van problemen.
6. Zin voor nauwkeurigheid bijbrengen bij het uitvoeren van metingen en berekeningen.
7. Zin voor orde bijbrengen in de eigen notities, bij het uitwerken van een vraagstuk en bij het opstellen van een verslag over een uitgewerkte proef.
8. Stimuleren van zelfstandigheid door voor individuele opdrachten eerst eventueel noodzakelijke documentatie en informatiebronnen te raadplegen, vooraleer beroep te doen op medeleerlingen of de leerkracht.
9. Zin voor samenwerking aan te brengen voor opdrachten in groepsverband.
10. Objectiviteit en breeddenkendheid aanleren door bijvoorbeeld:
 - het leren waarderen van het werk van wetenschappers uit het verleden, maar evengoed van het werk en de ideeën van de medeleerling
 - een eigen mening desnoods te leren herzien tegenover nieuwe onweerlegbare feiten
 - een probleem te benaderen uit verschillende standpunten
11. Door kritisch te zijn,
 - niet alleen tegenover anderen doch ook tegenover zichzelf
 - tegenover allerlei vormen van informatiebronnen,
 - tegenover meningen en beweringen die echter op geen of onvoldoende logische staving of experimenten berusten
 - tegenover zijn eigen gevonden of voorgestelde oplossing
 - door slechts te veralgemenen op basis van voldoende observaties en experimenten.
 - door een geïnduceerde wet deductief te controleren.

Thema's

In de lessentabel staan zowel lessen vermeld voor het fundamentele gedeelte als voor het complementaire deel. Als de school ervoor kiest om het lesuur van het complementaire deel in te richten komen meerdere thema's aan bod.

De volgorde van de thema's is niet bindend.

Basisthema's zijn (deze komen aan bod voor het fundamentele gedeelte) :

- Voeding
- Water
- Broeikaseffect
- Duurzame energie

3^{de} graad Technisch Secundair Onderwijs Techniek-Wetenschappen

TV Toegepaste Natuurwetenschappen

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Weten hoe de brandstoffen die gebruikt worden in motoren worden bereid.</p> <p>Weten wat de impact is van het verkeer op het milieu.</p> <p>De stopweg kunnen berekenen van een voertuig.</p> <p>De krachten kunnen berekenen die optreden bij een noodrem en botsing.</p> <p>De passieve en actieve veiligheidsvoorzieningen in het verkeer kennen en hun werking kunnen verklaren.</p>	<p>U</p> <p>B*</p> <p>B*</p> <p>B*</p> <p>B*</p>	<p>Thema 1: Verkeer: veiligheid en milieu</p> <p>Brandstofverbruik en milieu</p> <p>Verkeer</p> <p>Verkeersveiligheid</p>	<p>Maak gebruik van het internet.</p>
<p>De principiële werking van een batterij kennen.</p> <p>Inzien dat in de ICT toepassingen, batterijen een onontbeerlijk onderdeel zijn.</p>	<p>U</p> <p>U</p>	<p>Thema 2: Elektrische stroombronnen: batterijen, accumulatoren, brandstofcellen</p>	<p>Gebruik actuele documentatie.</p>
<p>De problematiek rond het broeikaseffect kennen.</p> <p>Dit maatschappelijk probleem bekijken vanuit diverse standpunten.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>Thema 3: Broeikaseffect (SAW: Global Warming) Oorzaken en gevolgen</p>	<p>Dit lesmateriaal valt onder het Science across the World (SAW) project.</p> <p>De "cursus" staat on line.</p> <p>www.scienceacross.org</p> <p>De leerlingen lossen individueel de vraagjes op die in verschillende onderdelen worden gepresenteerd op de site van SAW.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
			<p>Elk deel wordt bvb via Smartschool doorgezonden naar de leraar die het verbetert, evalueert en terugstuurt naar de leerling.</p> <p>Er wordt via een databank van SAW contact gelegd met scholen die hetzelfde thema behandelen.</p> <p>Een synthese van de antwoorden wordt naar het engels vertaald.</p> <p>Deze antwoorden worden ingevuld op een elektronisch "uitwisselingsformulier" en doorgemailed naar de "partnerscholen".</p> <p>Maak gebruik van recente artikels over dit actuele onderwerp.</p>
<p>De voor- en nadelen van de alternatieve energiebronnen en van de kernenergie kennen.</p> <p>Het principe van de STEG-centrale en de WWK kennen.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>Thema 4: Duurzame energie REG-duurzame energie- Kernenergie</p>	<p>Laat elke leerling in de klas een power-point-presentatie van ongeveer 10 dia's over een alternatieve, d.i. niet fossiele, energiebron maken.</p> <p>Werkt met tekst, figuren en grafieken.</p> <p>Maak hier gebruik van de brochure "Duurzame Energie", een uitgave van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap</p>
<p>De verschillende parameters (pH, temperatuur, nitraat, nitriet, ammonium, fosfaat, hardheid en carbonaathardheid) kunnen bespreken. De oorzaken van veranderingen kunnen nagaan</p> <p>De stappen van waterzuivering kunnen herkennen</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>U</p>	<p>Thema 5: Water -parameters voor zuiver water, - waterzuivering</p>	<p>de parameters kunnen bepaald worden voor enkele waterstalen aan de hand van de snelkits</p> <p>Er kunnen publicaties van bv VMM geraadpleegd worden.</p> <p>bezoek aan een waterzuiveringsinstallatie</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
kunststoffen toelichten. Verantwoord leren omgaan met kunststoffen Kritisch leren omgaan met deze problematiek	U U		met het gebruik van andere materialen bv metalen. De beperkte voorradigheid van de grondstof (petroleum) wordt eveneens besproken. Hier kunnen heel wat publicaties geraadpleegd worden door de leerlingen.
Afleiden uit de kernreacties dat alle elementen uiteindelijk uit het waterstof ontstaan zijn	U	Thema 8: Cosmochemie ontstaan van de elementen door kernreacties	Dit thema kan slechts aangebracht worden nadat de leerlingen inzicht hebben in kernreacties. Het thema moet dan ook in enkele lesuren op het einde van het schooljaar van het 2 ^{de} jaar van de 3 ^{de} graad gegeven worden. Hier kan gewerkt worden met artikels over het ontstaan van het heelal. Het is goed hier de actualiteit te volgen en de recentste ontwikkelingen mee te geven aan de leerlingen.

TV Elektriciteit

Voor het vak TV Elektriciteit moet de nadruk gelegd worden op de technische toepassingen van de Elektriciteit. Er wordt gesteund op de leerstof Elektriciteit die in het vak TV Toegepaste Fysica is aan bod gekomen.

Het is de bedoeling dat de leerlingen:

- door de praktische concretisering van geziene leerstof in het vak TV Toegepaste Fysica (vakgebied Elektriciteit), tot een beter inzicht in de werking van elektrische systemen komen;
- nader kennismaken met de toepassingsmogelijkheden van elektriciteit;
- een inzicht verwerven in het opwekken van elektriciteit;
- een beter inzicht verwerven in de werking en de toepassingsmogelijkheden van de verschillende elektrische machines (als uitbreidingsleerstof);
- bewust worden van de gevaren van elektriciteit en een inzicht verwerven in beveiligingen van actuele installaties.

3^{de} graad Technisch Secundair Onderwijs Techniek-Wetenschappen

TV Elektriciteit

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>De gevaren van Elektriciteit en bijhorende veiligheidsaspecten opsommen en kunnen toelichten.</p> <p>De principewerking van smeltveiligheden kunnen omschrijven. De samenstelling, doel en gebruik van smeltveiligheden kunnen verwoorden.</p> <p>De principewerking van beveiligingsschakelaars kunnen omschrijven. De samenstelling, doel en gebruik van de verschillende beveiligingsschakelaars kunnen verwoorden.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>1 Beveiligingen</p> <p>1.1 Veilig gebruik van Elektriciteit</p> <p>1.2 Smeltveiligheden</p> <p>1.3 Beveiligingsschakelaars</p>	<p>Het belang van een goede selectiviteit bij beveiligingen aantonen. De nadruk leggen op het gevaar bij personen die onder spanning staande delen aanraken.</p> <p>O.a. de magnetische overstroombeveiliging, de thermisch-magnetische overstroombeveiliging, nulspanningsschakelaar, verliesstroomschakelaar.</p> <p>Bekijken van actuele huishoudelijke en industriële installaties (bedrijfsbezoeken).</p>
<p>Wisselstroomkringen kunnen oplossen.</p> <p>Het opwekken van wisselspanning kunnen verwoorden. Begrippen uit de wisselstroom kunnen interpreteren.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>2 Eenfasige wisselspanning</p> <p>2.1 Opwekken van wisselstroom</p> <p>2.2 Begrippen</p>	<p>De praktische kant van het opwekken van wisselspanning toelichten.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>De waarden uit de eenfasige wisselstroom en hun eenheden kunnen gebruiken.</p> <p>Wisselstromen en –spanning vectorieel kunnen voorstellen. Spanningen en stromen vectorieel kunnen berekenen.</p> <p>De verschuiving van de stroom ten opzichte van de spanning bij wisselstroomketens inzien en kunnen berekenen.</p> <p>Het vermogen bij wisselspanning kunnen interpreteren en berekenen.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>2.3 Waarden</p> <p>2.4 Vectoriële voorstelling</p> <p>2.5 Enkelvoudige wisselstroomketens</p> <p>2.6 Samengestelde ketens</p> <p>2.7 Vermogen van wisselstroomketens</p>	<p>Leerlingenproef: serie- en parallelschakeling RLC-kring met volt- en ampèremeter. Praktische toepassingen aanhalen (vb radio)</p>
<p>De opwekking van een driefasenspanning kunnen verwoorden.</p> <p>Het werkingsprincipe van een generator kunnen uitleggen.</p> <p>Een driefasig net in ster met 3 of 4 geleiders kunnen opbouwen. Het wiskundig verband tussen lijn- en fasegrootheden bij een sterschakeling kennen en kunnen toepassen.</p> <p>Een driefasig net in driehoek kunnen opbouwen. Het wiskundig verband tussen lijn- en fasegrootheden bij een driehoekschakeling kennen en kunnen toepassen.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>3 Driefasige wisselspanning</p> <p>3.1 Opwekken van een driefasenspanning</p> <p>3.2 Principe van de wisselstroomgenerator</p> <p>3.3 Sterschakeling</p> <p>3.4 Driehoekschakeling</p>	<p>Praktische voorbeelden van in ster geschakelde verbruikers aanhalen.</p> <p>Praktische voorbeelden van in driehoek geschakelde verbruikers aanhalen.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>De principiële werking van de transformator kunnen verklaren.</p> <p>De principiële werking van de wisselstroommotor kunnen verklaren. Het omkeren van de draaizin van een wisselstroommotor kunnen verklaren. De koppel- toerentalkromme van een wisselstroommotor kunnen bespreken.</p> <p>De principiële werking van de gelijkstroommotor kunnen verklaren.</p>	<p>U</p> <p>U</p> <p>U</p> <p>U</p> <p>U</p>	<p>4 Machines</p> <p>4.1 Transformatoren</p> <p>4.2 Wisselstroommotor</p> <ul style="list-style-type: none"> - Werkingsprincipe - Omkeren van de draaizin - Koppel- toerentalkromme <p>4.3 Gelijkstroommotoren</p>	<p>Zo veel mogelijk didactische modellen tonen; anders werken met vervangende leermiddelen. Voor alle machines verwijzen naar het praktisch gebruik.</p> <p>Verschillen bespreken tussen de verschillende soorten wisselstroommotoren.</p> <p>Verschillen bespreken tussen de verschillende soorten gelijkstroommotoren.</p>

TV Mechanica

In het vak Mechanica moet, worden gewerkt naar de praktische toepassingen van de Mechanica. Het is dan ook aangewezen zo veel mogelijk van deze doelstellingen te realiseren, mede door bedrijfsbezoeken.

Het is de bedoeling dat leerlingen:

- inzicht verwerven in de werking van thermodynamische processen en het in de praktijk herkennen van dergelijke systemen;
- de stromingsleer kunnen toepassen op praktische toepassingen;
- inzicht verwerven in de werking en de constructie van pompen;
- inzicht verwerven in de werking en de constructie van compressoren;
- inzicht verwerven in de werking en de constructie van twee- en viertakt motoren.

3^{de} graad Technisch Secundair Onderwijs Techniek-Wetenschappen

TV Mechanica

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>De begrippen arbeid, vermogen en energie met eigen woorden kunnen omschrijven.</p> <p>De symbolen en de (verwante) eenheden van arbeid, vermogen en energie kunnen toepassen.</p> <p>De formules van arbeid, vermogen en energie kennen, kunnen omvormen en kunnen toepassen.</p> <p>Het onderscheid en het verband tussen de begrippen arbeid, vermogen en energie kunnen verklaren.</p> <p>De wet van het behoud van energie kunnen toepassen.</p> <p>Het rendement kunnen berekenen.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>1 Dynamica</p> <p>1.1 Arbeid</p> <p>1.2 Vermogen</p> <p>1.3 Energie</p> <p>1.4 Behoud van energie</p> <p>1.5 Rendement</p>	<p>Zie ook TV Fysica.</p> <p>Gebruik maken van actuele toepassingen.</p>
<p>De formules voor het berekenen van de warmtegeleiding en –stroming kennen en kunnen toepassen.</p> <p>De warmteverliezen kunnen berekenen.</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>2 Thermodynamica</p> <p>2.1 Warmtetransmissie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geleiding - Stroming - k-coëfficiënt 	<p>Concrete voorbeelden gebruiken.</p> <p>K-waarden van geïsoleerde en niet-geïsoleerde wanden vergelijken.</p> <p>k-waarden vergelijken met actuele wetgevingen rond energiebesparing.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Het principe, de werking en het toepassingsgebied van een warmtewisselaar kunnen verklaren. De gemiddelde temperatuur kunnen berekenen.</p> <p>De eerste en de tweede hoofdwet van de thermodynamica kennen en kunnen toepassen.</p> <p>Het pV-diagram van een Otto-proces kunnen opstellen en analyseren.</p> <p>Het pV-diagram van het kringproces van Carnot kunnen opstellen en analyseren.</p> <p>Het principe van de stoominstallatie inzien. De bouw en de werking van een moderne stoomketel kunnen beschrijven.</p> <p>De delen van de turbine waar de energieomzettingen gebeuren, kunnen weergeven.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>U</p>	<p>2.2 Warmtewisselaars</p> <ul style="list-style-type: none"> - Soorten - Afmetingen - Debiet <p>2.3 Hoofdwetten van de thermodynamica</p> <p>2.4 Otto</p> <p>2.5 Carnot</p> <p>2.6 Stoominstallaties</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stoomkringloop - Moderne stoomketel <p>2.7 Turbines</p> <ul style="list-style-type: none"> - Straalpijp - Schoepen 	<p>Gebruik maken van didactische modellen. Bedrijfsbezoek, i.s.m. Chemie.</p> <p>Verwijzen naar het doel van de stoomketel en zijn plaats in een stroomkringloop.</p>
<p>Begrippen i.v.m. druk, snelheid en debiet kunnen toepassen.</p> <p>De regel van Castelli kunnen toelichten en toepassen.</p> <p>De wet van Bernouilli kennen, kunnen omschrijven en kunnen toelichten.</p> <p>Het begrip leidingweerstand met eigen woorden omschrijven.</p> <p>Een leidingweerstand kunnen berekenen.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>3 Hydropneumatica</p> <p>3.1 Begrippen hydraulica</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pascal - Castelli - Bernouilli <p>- Stromingsverliezen</p>	<p>Geen wiskundige bewijzen van de formules, maar toepassen op een aantal praktische voorbeelden.</p> <p>Met uitgewerkte voorbeelden het gebruik van tabellen en grafieken illustreren.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
De begrippen debiet, opvoerhoogte, vermogen en rendement van een pomp definiëren en met eigen woorden toelichten.	B	3.2 Begrippen - Debiet - Opvoerhoogte - Vermogen - Rendement	Een uitgewerkt voorbeeld bespreken.
De principiële werking van een enkelwerkende en dubbelwerkende zuigerpomp kennen. Het doel en de werking van de zuig- en perswindketel kunnen verklaren.	B	3.3 Zuigerpompen - Constructie	Gebruik maken van didactische modellen, animaties (internet), figuren en foto's om de constructie en de werking van pompen en compressoren toe te lichten. Verwijzen naar praktische toepassingen.
	B	- Werking - Principeberekeningen	
De principiële werking van de tandwielpompe kunnen verklaren.	B	3.4 Tandwielpompe	
De principiële werking van de wormpompe kunnen verklaren.	B	3.5 Wormpompe	
De principiële werking van de straalpompe kunnen verklaren.	B	3.6 Straalpompe	
Het principe van de centrifugaalpompe kunnen verklaren.	B	3.7 Centrifugaalpompe - Waaivormen	
De werking van asafdichtingen kunnen verklaren. De pomp- en leidingkarakteristieken begrijpend lezen en interpreteren.	B	- Asafdichtingen	
	B	- Karakteristieken	
De constructie en de werking van een zuigercompressor kunnen verwoorden. Het pV-diagram van een zuigercompressor kunnen opstellen en toelichten.	B	3.8 Zuigercompressor - Constructie	
	B	- Werking - pV-diagram	
De tussendrukken kunnen bepalen bij een meertrapscompressor.	B	- Tussendrukken	

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>De tussenkoeling kunnen verklaren bij een meertrapscompressor.</p> <p>De constructie en de werking van een centrifugaalcompressor kunnen verklaren.</p> <p>De constructie en de werking van een schroefcompressor kunnen verklaren.</p> <p>De constructie en de werking van een lamellencompressor kunnen verklaren.</p> <p>De constructie en de werking van een rootscompressor kunnen verklaren.</p> <p>De problemen en oplossingen omtrent luchtvochtigheid in compressoren kunnen bespreken.</p> <p>De relatieve luchtvochtigheid kunnen berekenen.</p> <p>Het principe van een klassieke koelkring kennen.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>- Tussenkoeling</p> <p>3.9 Centrifugaalcompressor</p> <ul style="list-style-type: none"> - Constructie - Werking <p>3.10 Schroefcompressor</p> <ul style="list-style-type: none"> - Constructie - Werking <p>3.11 Lamellencompressor</p> <ul style="list-style-type: none"> - Constructie - Werking <p>3.12 Rootscompressor</p> <ul style="list-style-type: none"> - Constructie - Werking <p>3.13 Luchtbehandeling</p> <ul style="list-style-type: none"> - Luchtvochtigheid <p>- Koelinstallaties</p>	
<p>De werking van een viertaktmotor kunnen verklaren a.d.h.v. het pV-diagram.</p> <p>Het principe van koeling en smering kunnen verklaren.</p> <p>Het algemeen werkingsprincipe van carburatie en injectie kunnen verklaren.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p>	<p>4 Motoren</p> <p>4.1 Benzinemotor</p> <ul style="list-style-type: none"> - Werking - PV-diagram - Koeling - Smering - Carburatie - Injectie 	<p>Gebruik maken van didactische modellen, animaties (internet), figuren en foto's om de constructie en de werking van motoren toe te lichten.</p>

Specifieke leerplandoelstellingen	B/U	Leerinhouden	Didactische en pedagogische wenken
<p>Het schema van een bobijnontsteking kunnen verklaren.</p> <p>De detonatie bij een benzinemotor kunnen verklaren.</p> <p>De ontstekingsvolgorde bij de vier- en zescilindermotor schematisch kunnen weergeven.</p> <p>De werking van een tweetaktmotor kunnen verklaren.</p> <p>De verschillen met de werking van de viertaktmotor toelichten.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>U</p> <p>B</p> <p>B</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ontsteking - Detonatie - Ontstekingsvolgorde - Tweetakt 	<p>Onderdelen tonen op een reële motor. Praktische toepassingen aanhalen i.f.v. nieuwe ontwikkelingen.</p> <p>De basisprincipes uit de elektriciteit goed omschrijven.</p> <p>Verklaren wat er fysisch gebeurt en de nadelen benadrukken.</p>
<p>De werking van een twee- en viertaktmotor kunnen verklaren a.d.h.v. het pV-diagram.</p> <p>De detonatie bij een dieselmotor kunnen verklaren.</p> <p>Het verschil met detonatie bij een benzinemotor kunnen verklaren.</p> <p>De methoden van inspuiting kunnen verklaren.</p> <p>De werking van een injectie kunnen toelichten.</p> <p>Het principe van drukvulling toelichten en hieruit de voor- en nadelen afleiden.</p> <p>De werking van de turbo kunnen toelichten.</p>	<p>B</p> <p>B</p> <p>B</p> <p>U</p> <p>U</p> <p>U</p> <p>U</p>	<p>4.2 Dieselmotor</p> <ul style="list-style-type: none"> - Werking - pV-diagram - Detonatie - Inspuitmethoden - injectie - Drukvulling - Turbo 	<p>Verskil in detonatie van een benzinemotor toelichten.</p> <p>Documentatie van dieselmotoren, i.f.v. nieuwe ontwikkelingen, verzamelen en onderzoeken.</p>

Geïntegreerde proef

Algemeen concept

De geïntegreerde proef (GIP) is geen eindwerk of kwalificatieproef zoals vroeger; het is ook geen eindexamen, het is evenmin een breed uitgevallen huistaak.

Geïntegreerd wijst op het vakoverschrijdend karakter van de proef. De leerlingen moeten zowel cognitieve, affectieve als psycho-motorische doelstellingen verwerven. Zo zou de GIP als een rode draad doorheen het lesgebeuren van het eindjaar moeten lopen. Alle vakken van het optioneel gedeelte kunnen bij de proef betrokken worden.

De school moet de geïntegreerde proef organiseren en de regelmatige leerlingen van het tweede leerjaar van de derde graad moeten er aan deelnemen.

De uitwerking van de GIP

Algemene doelstellingen

Het doel van de geïntegreerde proef is dat de inhoud van verschillende vakken met elkaar in verband gebracht worden. De proef wil de praktische, technische en theoretische bekwaamheden toetsen die typisch zijn voor de afdeling Techniek-Wetenschappen.

De term “geïntegreerd” verwijst dus naar het vakoverschrijdend karakter, maar heeft ook te maken met het niveau dat nagestreefd wordt.

Het eindwerk dat wordt afgeleverd, moet verder gaan dan weten en inzien. Integratie betekent in dit verband dat inzichten, bekwaamheden en attitudes spontaan moet kunnen toegepast worden zodat het geleerde als werkelijk verworven mag beschouwd worden.

De leerling krijgt daarbij de kans zijn eigen leerproces te sturen in het plannen van de aanpak en in het organiseren en controleren van denk- en doe-activiteiten. Hij of zij zal een goede planning moeten maken en moeten bewijzen dat hij/zij voldoende doorzettingsvermogen heeft om die planning te respecteren.

De brede opvatting van de proef daagt de leerling bovendien uit tot creatief en probleemoplossend denken. Tenslotte geeft de geïntegreerde proef ook de kans zelfstandig werk zinvol met groepswork af te wisselen. De leerlingen zullen moeten samenwerken met hun begeleider(s) en te rade moeten gaan bij vakmensen.

Concrete doelstellingen

Het onderwerp van het eindwerk moet betrekking hebben op een leervak of een groep leervakken die typisch zijn voor de opleiding Techniek-Wetenschappen. Het is daarbij de bedoeling dat de leerling van het gekozen onderwerp de diverse wetenschappelijke aspecten behandelt. Concreet betekent dit dat de leerling in zijn eindwerk de diverse vakgebieden aan bod laat komen die kenmerkend zijn voor de studierichting.

De geïntegreerde proef mag echter geen zuiver theoretische benadering van het onderwerp zijn. Ze moet ook een praktisch tintje hebben of een praktisch onderdeel bevatten. De begeleider zal hiervoor de nodige suggesties doen.

Evaluatie geïntegreerde proef

Bij de beoordeling zal met volgende elementen rekening worden gehouden :

- het logboek

Het logboek is te vergelijken met een dagboek. Dag na dag noteert de leerling er alle activiteiten in die hij/zij in verband met het eindwerk heeft ontplooid.

- de attitude
 - Kan de leerling zelfstandig je werk plannen?
 - Neemt de leerling voldoende contact op met je promotor?
 - Geeft de leerling de respectievelijke onderdelen tijdig af?
 - Kan de leerling zelfstandig informatie verwerken?
 - Houdt de leerling rekening met suggesties en opmerkingen van de begeleiders?
 - Werkt de leerling enthousiast en gemotiveerd aan het eindwerk?
 - Werkt de leerling netjes en ordelijk?
- de specifieke deeltaken
- de voordracht en de verdediging van het eindwerk op het einde van het schooljaar voor een jury.

Evaluatie

Studiebegeleiding, remediëring en evaluatie

Met **studiebegeleiding** bedoelen we het geheel van activiteiten waarbij de leerling hulp bij het leren ondervindt. Deze activiteiten worden vanuit gerichte doelstellingen opgezet en kunnen georganiseerd worden voor individuele leerlingen, voor klasgroepen, voor alle leerlingen op schoolniveau.

Studiebegeleiding houdt in dat het lerarenteam aandacht heeft voor de gehele ontwikkeling van de leerling en oog heeft voor verstandelijke en emotionele factoren bij het leren. Het betekent eveneens dat het team rekening houdt met de verschillende leerstijlen.

Met **remediëring** bedoelen we het bieden van hulp om tekorten op te vangen of weg te werken. Ook hier is het belangrijk om de doelstelling van de activiteiten precies te omschrijven.

Studiebegeleiding en remediëring zijn uitnodigingen voor de leerling tot **zelfevaluatie**, tot reflexie over eigen studie- en leergedrag en hier op constructieve wijze iets aan te veranderen. Op die manier wordt de leerervaring van de leerling verruimd.

Studiebegeleiding en remediëring maken met de **evaluatie** deel uit van het **evaluatie-of feedbacksysteem** op school.

De didactische evaluatie, afgestemd op de doelstellingenniveaus in het leerplan biedt informatie over de wijze waarop de leerling deelneemt aan het leren op school maar biedt eveneens informatie over de wijze waarop de leraar hen bij het leerproces begeleidt. Ook voor de leraar is de didactische evaluatie een bron voor zelfevaluatie.

Openheid, tolerantie en humor t.a.v. het eigen leer- en lesgedrag bieden een goede garantie om samen met de leerlingen te onderzoeken op welke wijze hun leerproces het best kan verlopen, en om feedback te geven en te ontvangen.

Afstemming op doelstellingenniveaus

Evaluatie heeft pas zin als er gewaardeerd wordt vanuit criteria: vanuit doelstellingen.

Daaruit kunnen twee kwaliteitseisen worden afgeleid:

- hoe nauwkeuriger de na te streven lesdoelstellingen worden geformuleerd, hoe makkelijker het wordt om ze te evalueren;
- hoe eenduidiger de lesdoelstellingen (afgeleid uit de leerplandoelstellingen) zijn geformuleerd des te preciezer de didactische evaluatie kan verlopen.

In de leerplandoelstellingen komen volgende niveaus voor. De evaluatie dient afgestemd te worden op deze doelstellingenniveaus:

- voor het niveau **weten/kennen** kan gebruik gemaakt worden van kennisvragen die peilen naar het precieze kennen en weten;
- voor het niveau **inzien** wordt gewerkt met inzichtvragen of -opdrachten waarbij de leerlingen kunnen aantonen dat zij belangrijke relaties inzien en begrijpen;
- voor het niveau **toepassen** zijn toepassingsvragen en -opdrachten aan de orde waarin de leerlingen hun kennis, vaardigheden en inzicht kunnen gebruiken, toepassen en uitvoeren in de leersituaties uit de klaspraktijk;

- voor het niveau **integreren** kunnen opdrachten gebruikt worden waarin de beheersing van de kennis en de vaardigheden aangetoond wordt in verschillende toepassingen, ook los van de leersituatie in de klas;
- voor het niveau **zijn**, wordt voortdurend gestreefd naar het stimuleren van het zelfvertrouwen en de motivatie van de leerlingen.

Procesevaluatie / productevaluatie

Om de doelstellingen van het leerplan te bereiken wordt er bij de evaluatie steeds uitgegaan van de beginsituatie. Het is wenselijk die beginsituatie helder in kaart te brengen binnen de concrete context van de klasgroep om het leerproces dat de leerlingen doorlopen, optimaal te begeleiden.

Het moet voor de leerling duidelijk zijn dat er een onderscheid is tussen de evaluatie van enerzijds het leerproces en anderzijds het eindproduct.

Bij de **procesevaluatie** wordt voortdurend gepeild in hoeverre de leerling het onderwijsproces goed verwerkt met de bedoeling dit proces zo nodig bij te sturen zodat elke leerling op de meest effectieve manier kan leren. De klemtoon ligt hierbij duidelijk op het optimaal functioneren en het welbevinden van de leerling.

Voor de leraar is het zaak om vooraf goed af te bakenen welk proces moet doorlopen worden, welke de verschillende stappen zijn om tot een goed leerresultaat te komen. Door geregelde feedbackmomenten (kleine toetsen, gesprekken, volgsystemen) wordt de leerroute verder gezet of zo nodig bijgestuurd. Om de leerling te motiveren gebeurt dit in een constructieve, positieve sfeer.

Bij de **productevaluatie** daarentegen wordt op het einde van het leerproces (bijvoorbeeld een hoofdstuk, een opdrachtenreeks, een project, een trimester...) nagegaan in hoeverre de leerling de leerplandoelstellingen bereikt heeft.

Fasen van het evaluatieproces

Het evaluatieproces is meer dan het geven van een eindcijfer. Het is belangrijk om dit eindcijfer te onderbouwen door:

1. het verzamelen van gegevens

- dit gebeurt door het observeren en evalueren van opdrachten, taken, oefeningen, groepswerk.

2. het interpreteren

- de gegevens worden getoetst aan de criteria die de leraar vooraf duidelijk heeft bepaald en aan de leerlingen meegedeeld.
- de leraar houdt hierbij rekening met de vakgerichte doelen en met de vakoverschrijdende eindtermen die hij in zijn vak heeft geïntegreerd.
- bij voorkeur worden de criteria bepaald door de vakwerkgroepen of minstens in samenspraak met de collega's zodat er een verticale afstemming kan gebeuren.

3. het beslissen

- in eerste instantie zal de individuele leraar een beslissing nemen over de vorderingen en de eindresultaten van de leerlingen.

- die individuele beslissing wordt besproken en geïntegreerd in de besluiten van de klassenraad.

4. het rapporteren

- de leerling krijgt duidelijke informatie over zijn / haar vorderingen.
- dit gebeurt enerzijds in geregelde momenten van feedback voor de leerling en anderzijds in een schriftelijke rapportering (rapport, ...).

Evaluatie van de technische vakken

De leraar onderbouwt de evaluatie van de algemene/technische vakken door gegevens zoals:

1. taken en opdrachten

- leerlingen lossen vragen, oefeningen en opdrachten op. Hierbij kunnen ze bijvoorbeeld gebruik maken van hun cursussen en schriften.
- hierbij aansluitend kan de leraar hetzij klassikaal, hetzij individueel de oefeningen en opdrachten verbeteren en bespreken.
- na elke opdracht is het belangrijk om de leerling zo snel mogelijk op de hoogte te stellen van het resultaat. Bij duidelijke tekorten is een bijsturing aangewezen.

2. kleine toetsen

- na het afwerken van afgebakende gehelen kan de leerling getoetst worden.
- het is belangrijk om na de individuele correctie door de leraar een klassikale bespreking van de toets te voorzien zodat leerlingen uit hun fouten kunnen leren.
- op basis van de individuele resultaten kan de leraar beslissen om bepaalde onderdelen van het leerproces voor een bepaalde leerling (of leerlingengroep) te herhalen of uit te breiden.

3. evaluatie van grotere leerstofgehelen

- deze evaluatie dient duidelijk afgebakend te zijn waarbij de leerlingen precies weten welke doelstellingen en leerinhouden getoetst zullen worden.

Labo

Alle leerplandoelstellingen per vak kunnen voorwerp zijn van evaluatie.

Het is heel belangrijk om de leerlingen vooraf duidelijk op de hoogte te brengen van:

- de precieze doelstellingen die getoetst zullen worden;
- welke criteria gebruikt zullen worden;
- wat de norm is om te slagen.

Een mogelijk beoordelingsproces, zowel voor labo als voor de technische vakken, kan er zo uitzien:

- de leerlingen krijgen de werk- en vaardigheidsanalyse van de uitvoering;
- de leraar bepaalt op welke aspecten en sleutelpunten de leerling zal beoordeeld worden en praat hierover met hem; bijvoorbeeld in een klasgesprek, in de individuele begeleiding, ...
- geregeld worden feedbackmomenten ingelast waarop de leerling een duidelijk beeld krijgt van de verworven vaardigheden en attitudes van zijn sterke en zwakke punten; deze momenten kunnen als een functioneringsgesprek met de leerling worden opgevat;

- op basis van de feedbackmomenten kan indien nodig een remediëring met de leerling afgesproken worden;
- na een bepaalde periode volgt een productevaluatie.

De leerling zal de verworven kennis hanteren, toetsen en inoefenen aan de hand van opdrachten.

Door een permanente evaluatie wordt het de leerling mogelijk gemaakt zijn werkmethode zelf te verbeteren aan de hand van zijn individueel begeleidingsplan. De leerling moet er zich bewust van worden dat zijn evaluatie afhankelijk is van zijn persoonlijke inzet bij het uitwerken van realiteitsgerichte opdrachten. Hij moet leren om zijn eigen vorderingen op positieve wijze te evalueren en elk nieuw bereikt resultaat als een winstpunt te ervaren.

De leraren begeleiden de leerling hierbij. Zij helpen de leerling te reflecteren over de uitgevoerde taken en opdrachten. Zij wijzen hem voortdurend op de beroepsgerichte aspecten. Ook besteden zij veel aandacht aan de specifieke attitudes die de leerling dient te verwerven. Van hen wordt binnen deze zienswijze een goed observatievermogen verwacht. We bevelen daarom aan om te werken met een volgsysteem waarbij zowel de leerling als de leraar op elk moment kan nagaan in welke mate de leerling bepaalde doelstellingen beheerst. Zo'n volgsysteem kan vorm krijgen door middel van een doelstellingenrapport, een cijferrapport, een woordbeoordeling.

Ook wordt binnen deze zienswijze van de leraar verwacht dat hij op een constructieve manier met de leerlingen communiceert. "Leren", d.w.z. kennis, vaardigheden, attitudes verwerven kan immers alleen maar in een veilige omgeving waarin de leerling zich goed voelt en zich gewaardeerd weet om wie hij is.

Bibliografie

Geraadpleegde leerplannen

- Leerplan Techniek-Wetenschappen, derde graad TSO, VVKSO, LICAP-Brussel, D/2006/0279/049
- Leerplan Techniek-Wetenschappen, derde graad TSO, OVSG, O/2/2002/331
- Leerplan Techniek-Wetenschappen, derde graad TSO, Gemeenschapsonderwijs, 2006/112, 2004/165, 2004/162, 2002/249, 2004/166, 2006/119, 2006/164

Handboeken en naslagwerken

Leraarshandleiding Werkgroep fysica 3, Van In, Lier, 1996, ISBN 90-306-2465-5.

WERKGROEP O.L.V. PERGOOT, J., *Fysica 5 Elektriciteit*, Eerste jaar van de derde graad S.O., Van In, Wommelgem.

WERKGROEP O.L.V. PERGOOT, J., *Werkschrift Fysica 5 Elektriciteit*, Eerste jaar van de derde graad S.O., Van In, Wommelgem.

PERGOOT, J., *Natuurkunde 6, Periodieke verschijnselen*, Tweede jaar van de derde graad, De Garve, Brugge. *

PERGOOT, J., *Natuurkunde 7, Moderne fysica*, Tweede jaar van de derde graad, De Garve, Brugge.*

* Opmerking: Deze laatste twee leerboeken worden voorlopig niet meer gedrukt

RUYTERS, J., *Die Keures reeks Fysica*, Die Keure, Brugge.

HELLEMANS, J., *Standaard Fysica 3a, Leerboek elektriciteit*, Standaard, Antwerpen, ISBN 90-021-7019X

HELLEMANS, J., *Standaard Fysica 3a, Werkboek elektriciteit*, Standaard, Antwerpen, ISBN 90-021-70106

HELLEMANS, J., *Standaard Fysica 4a, Leerboek trillingen en golven*, Standaard, Antwerpen, ISBN 90-021-7152-8

HELLEMANS, J., *Standaard Fysica 4a, Werkboek trillingen en golven*, Standaard, Antwerpen, ISBN 90-021-7218-4

HELLEMANS, J., *Standaard Fysica 4a, Handleiding trillingen en golven*, Standaard, Antwerpen, ISBN 90-021-7320-2

HELLEMANS, J., *Standaard Fysica 3a, Leerboek Kernfysica*, Standaard, Antwerpen, ISBN 90-021-7083-1

DEPOVER, A., *Fysica Vandaag5 (2/3), Elektriciteit*, DNB / Pelckmans, Kapellen, ISBN 90-289-1807-8

DEPOVER, A., *Fysica Vandaag5 (2/3), Handleiding elektriciteit*, DNB / Pelckmans, Kapellen, ISBN 90-289-1808-6

DEPOVER, A., *Fysica Vandaag6 (3), Mechanica en periodieke verschijnselen*, DNB / Pelckmans, Kapellen, ISBN 90-289-1950-3

DEPOVER, A., *Fysica Vandaag6 (3), Handleiding Mechanica en periodieke verschijnselen*, DNB / Pelckmans, Kapellen, ISBN 90-289-1959-7

MIDDELINK, J., *Systematische Natuurkunde*, N1, Nijgh Versluys, Baarn, 1998. ISBN 90-425-0357-2.

MIDDELINK, J., *Systematische Natuurkunde*, N2, Nijgh Versluys, Baarn, 1999. ISBN 90-425-0368-8.

HAESENDONCK, G., *Gedifferentieerd leerpakket Toegepaste Mechanica 1*, Standaard, Antwerpen, ISBN 90 02 17166 8.

HAESENDONCK, G., *Gedifferentieerd leerpakket Toegepaste Mechanica 2*, Standaard, Antwerpen, ISBN 90 02 17227 3.

STANDAERT, K., *Gedifferentieerd leerpakket Elektriciteit 1A*, Standaard, Antwerpen, ISBN 90 02 16732 6.

STANDAERT, K., VAN DER BORGHT F., *Gedifferentieerd leerpakket Elektriciteit 2*, Standaard, Antwerpen, ISBN 90 02 17577 9.

STANDAERT, K., *Gedifferentieerd leerpakket Elektriciteit 3a*, Standaard, Antwerpen, ISBN 90 02 17164 1.

ASPERGES, M., e.a.: *Planten & andere niet-dierlijke organismen*
Van In, Wommelgem, 2002, ISBN 90 306 2944 4

BANNINK, G.B., VAN RUITEN, Th. M.: *BioData*
Nijgh Versluys, Baarn, 1999, ISBN 90 425 12261

Bio-Skoop, Pelckmans, Kapellen

DE CRAEN, J., e.a.: *Planten, dieren en ook mensen*
Van In, Lier

PUNIE, J.: *In jaarboek VOB 2001, Evolutie van de mens, pp. 223-243*
ISBN 0250-7714

WETENSCHAPPELIJKE BIBLIOTHEEK, Natuur & Techniek
o.a.: *De levende cel, deel 1 en 2 (De Duve) en Genen en gezondheid (P. Raeymaekers)*

DE SCHUTTER, P., Lutgard NEELS, Rik PALMANS, Mon VAN DER MEUREN: *Bioskoop 5/6 A*
Uitgeverij Pelckmans (Kapellen)
ISBN 9028931732 D/2004/0055/89

CRUNS, J., V.CASTEELS, M.EVENS, H. VANDENDRIES: *Macro/mico in de biologie 6*
Uitgeverij Plantyn (Antwerpen-Deurne)
ISBN 903016028A D 1994/0032/202

DELBAERE, M. en DUBOIS, D: *Leven in evolutie, biologie 6, 2 lestijden*;
Standaard Educatieve Uitgeverij (Antwerpen)
ISBN 9002 155409 D/1991/0034/51

BRUGGEMANS, K., e.a.: *Fundamentele begrippen van algemene chemie*, Uitgeverij De Boeck, Antwerpen

BRUGGEMANS, K., e.a.: *Organische chemie*
Uitgeverij De Boeck, Antwerpen

CHALMET, M., e.a. : *Chemie eenheid, organische chemie*
Standaard Educatieve uitgeverij (nu uitgeverij De Boeck), Antwerpen, 1995
ISBN 90 02 17162 5

DE VROEY, J.-C.: *Handboekenreeks Explosief*
Uitgeverij De Boeck, Antwerpen

PUT, J., ONKELINCKX, E., *Chemie in-zicht*
Uitgeverij Wolters-Plantyn, Leuven

INAV, Informatie Natuurwetenschappen Vlaanderen, Uitgeverij Plantijn, Antwerpen.

Wetenschappelijk Vademecum, Uitgeverij Pelckmans, Kapellen.

Cahiers voor didactiek, Tijd voor Fysicavraagstukken, Wolters/Plantyn, 1999.

ANGENON, A.: *Werken met grootheden en Wettelijke Eenheden*, die Keure, 1999.

HOENRAET, Christian: *De energiebronnen en kernenergie- Vergelijkende analyse en ethische reflecties*, Acco, 1999.

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

BIJKER H.J., DORST J.H. e.a., *SI-eenheid voor eenheid*, Noordnederlands boekbedrijf Binas, *Informatieboek vwo-havo natuurwetenschappen*, voor "het studiehuis" (5de druk), Wolters – Noordhoff, Groningen.

CHALMERS, A.F., *Wat heet Wetenschap?*, Boom, Amsterdam, 1994

MEADOWS, J., *Geschiedenis van de Wetenschap*, Natuur & Techniek, Amsterdam, ISBN 90 68251 902

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

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

HULSPAS, M. en NIENHUYS, J.W., *Encyclopedie der pseudo-wetenschappen*, Uitg. De Geus, Breda

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.

Natuurwetenschappen en ethiek. Dossiers voor de klaspraktijk. VVKSO, Brussel, 1997.

Syllabi Navorming VVKSO, Integratie van de computer in de klas.

BLIECK, A. e.a., *Instrumentarium voor leerkrachten en schoolteams*, Vakoverschrijdende thema's in het secundair onderwijs: gezondheidsopvoeding, milieu-educatie en relationele vorming, Uitgeverij Garant, Leuven-Apeldoorn, 1994

BOEKAERTS, M., SIMONS, P., *Leren en instructie, Psychologie van de leerling en het leerproces*, Van Gorcum, Assen, 1995

CORNELIS, G.C., *Zoeken naar oplossingen, Inleiding tot het probleemgericht denken*, VUBPRESS, Brussel, 1999, ISBN 90 5487 240 3 / NUGI 619

GEERLINGS, T., VAN DER VEEN, T., *Lesgeven. Interne differentiatie in de praktijk*, Van Gorcum, Assen, 1995

HARGRAVES, A., e.a., *International Handbook of Educational Change*, Kluwer, 1998

HOOGEVEEN, P., WINKELS, J., *Het didactisch werkvormenboek*, Van Gorcum, Assen, 1996

TIELEMANS, J., *Psychodidactiek*, Uitg. Garant, Leuven, 1993, ISBN 90-5350-151-7

Tijdschriften

Exactueel, Tijdschrift voor Natuurkundeonderwijs, Afdeling Didactiek Natuurkunde KUN, Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen.

Archimedes, Stichting Christiaan Huygens, Molenstraat 3&, 4841 CA Prinsenbeek.
Eos Magazine, Wetenschap en Technologie voor Mens en Maatschappij, Kleindokkaai 3-5, 9000 Gent.

VELEWE, Tijdschrift van de vereniging van leraars in de wetenschappen, Molenveldwijk 30, 3271 Zichem.

MENS (Milieu-Educatie, Natuur & Samenleving), driemaandelijks tijdschrift, Te Boelaarlei 23, 2140 Antwerpen, www.2mens.com

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

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

NVOX, Tijdschrift voor natuurwetenschappen op school, Uitgave van NVON, de Nederlandse vereniging voor het onderwijs in de natuurwetenschappen,
<http://home.svm.nl/natwet/nvox/index.htm>

EOS-Magazine, Wetenschap en Technologie voor Mens en Maatschappij, Uitg. Cascade,
www.eos.be

Chemie-Actueel, tijdschrift voor chemieonderwijs, KPC Groep,
Postbus 482, 5201 AL 's-Hertogenbosch (bestelnummer 2.453.00)

Chemie-Magazine
tweemaandelijks uitgave van de Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging, Leuven

Laboratorium-Praktijk, Kluwer Editoriaal, Diegem

Nature
<http://www.nature.com>

Science
<http://www.sciencemag.org>

ARGUS, het milieupunt van KBC,
(www.argusmilieu.be)

VOB, Vereniging voor het onderwijs in de biologie, de milieuleer en de gezondheidseducatie
(www.vob-ond.be)
Tijdschrift BIO: tweemaandelijks, Jaarboek

Cd-roms en video's

- *Het Digitale Archief* - Natuur & Techniek, Deel 1 en 2
- *Science Interactive Encyclopedie*, Hachette Multimedia
- *Encarta Encyclopedie*, Winkler Prins Editie, Microsoft
- *World Book - Multimedia Encyclopedia*, IBM, Mediamix, (Naslagwerk met link naar Internet)
- *Natuur en Techniek: Het digitale archief*
- *Spectrum encyclopedia*.
- *Encyclopedia Britannica*
- *Aan genen zijde, overerving bij de mens*.
Video van het centrum voor Menselijke erfelijkheid, K.U., Leuven, 1995
- BIO TROM 2003, *een rondje Biotechnologie* bij:
V.I.B. (Vlaams Interuniversitair instituut voor de Biotechnologie)
- Rijnvisschestraat 120, 9052 Gent
(o.a. *genetische manipulatie in virtuele laboratoria*, inforeeks over Genen en gezondheid, video's, tentoonstelling 'Eet es genetisch').
www.vib.be
- *Het ontstaan van het leven*, door Lennart Nilson

- Leerlingenpracticum DNA-technologie
www.luc.ac.be/scholennetwerk

- TELEAC uitzendingen (te bestellen bij: EPO, Lange pastoorstraat 25-27, 2600 Berchem, tel.: 03 239 68 74, e-mail: uitgeverij@epo.be)

Biobits bovenbouw

Blokken 55 t.e.m. 62: opbouw en werking cellen.

Blokken 73 t.e.m. 82: voortplanting en communicatie.

Science bank

Blokken 1 t.e.m. 3: kringloop; cellen en weefsels.

www.teleacnot.nl

Nuttige adressen

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

De leraar zal catalogi van educatieve uitgeverijen raadplegen.