

CHEMIE

DERDE GRAAD TSO

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

september 2005
LICAP – BRUSSEL D/2005/0279/005

CHEMIE

DERDE GRAAD TSO

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

LICAP – BRUSSEL D/2005/0279/05
september 2005

(vervangt D/1992/0279/070A met ingang van 1 september 2005
ISBN 90-6858-454-5



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

Algemene inhoud

LESSENTABEL	5
STUDIERICHTINGSPROFIEL	7
GEÏNTEGREERDE PROEF	7
TOEGEPASTE BIOLOGIE	9
ANALYTISCHE CHEMIE	45
CHEMISCHE TECHNOLOGIE.....	67
ORGANISCHE CHEMIE	93
TOEGEPASTE FYSICA.....	113

Lessentabel

Pedagogische vakbenaming	uren/week		Administratieve vakbenaming
	Minimum	Maximum	
Minimum-maximum	30-36	30-36	
Godsdienst	2	2	AV Godsdienst
Aardrijkskunde	1	1	AV Aardrijkskunde
Engels	0-2	0-2	AV Engels
Frans	2	2	AV Frans
Geschiedenis	1	1	AV Geschiedenis
Lichamelijke opvoeding	2	2	AV Lichamelijke opvoeding
Nederlands	2	2	AV Nederlands
Wiskunde	3	3	AV Wiskunde
Analytische chemie m.i.v. laboratorium	6	6	TV Toegepaste chemie
Chemische technologie m.i.v. laboratorium	4-5	4	TV Toegepaste chemie
Organische chemie m.i.v. laboratorium	4-5	4	TV Toegepaste chemie
Stage	0	0-2	PV/TV Stage Toegepaste chemie
Toegepaste biologie	1-2	1-2	TV Toegepaste biologie
Toegepaste fysica m.i.v. laboratorium	2-3	2-3	TV Toegepaste fysica

Leerplannen in deze brochure opgenomen.

Studierichtingsprofiel

Deze studierichting is een wetenschappelijk-technische studierichting, dit wil zeggen dat het curriculum ervan rekening houdt met:

- wetenschapsbeoefening en het verwerven van natuurwetenschappelijke kennis (wetenschappen!);
- toepassingen van de natuurwetenschappen (techniek!);
- een algemeen inzicht verwerven in de samenhang tussen natuurwetenschappen, techniek, industrie en maatschappij (algemene vorming!).

De studierichting 'Chemie' is vooral bedoeld als een studierichting met eigen finaliteit. Ze biedt echter ook een voorbereiding op verdere studies in het hoger onderwijs, bij voorkeur richtingen met een uitgesproken natuurwetenschappelijk karakter (Chemie, Biochemie, Procestechnieken, Milieuzorg ...) en paramedisch karakter (Farmaceutische en biologische technieken, Klinische chemie, Verpleging ...).

Voor de afgestudeerden van de studierichting 'Chemie' is een directe tewerkstelling mogelijk. Er kunnen twee duidelijke functieprofielen vooropgezet worden:

- operator (procesoperator):
deze functie betekent onder leiding chemische, fysico-chemische en aanverwante processen kunnen opvolgen, zowel op chemisch als op regeltechnisch vlak;
- lab-technicus (laborant):
deze functie betekent zelfstandig chemische routinewerkzaamheden (bv. staalname, analyse, kwaliteitscontrole ...) kunnen uitvoeren.

Deze beroepsprofielen veronderstellen een brede algemene opleiding en een algemene technische vorming die de kandidaten voorbereidt op diverse loopbanen in diverse types van de chemische industrie, in allerlei instellingen, diensten of ondernemingen waar chemisch onderzoek en chemische controle aan bod komen.

Belangrijk hierbij is het verwerven van kennis, vaardigheden en attitudes die essentieel zijn voor de latere beroepsuitoefening.

Echte specialisatie is dus niet aangewezen in deze studierichting, deze situeert zich best na het 2de leerjaar van de 3de graad.

Geïntegreerde proef

In een geïntegreerde proef beogen we een theoretische studie van een chemisch of aanverwant technologisch probleem sterk omkaderd door zelfstandig uit te voeren praktische opdrachten.

Praktisch wordt van de leerlingen verwacht dat zij:

- contacten kunnen leggen met de industrie in de omgeving om het gekozen onderwerp concreet te leren kennen en voldoende documentatie te verzamelen;
- vaktechnische literatuur kunnen opsporen, raadplegen en gebruiken;
- op basis van vaktechnische literatuur een eigen verslag kunnen maken;
- eventuele processchema's kunnen interpreteren;
- een chemische analyse kunnen uitvoeren.

Een volwaardige geïntegreerde proef verloopt in een aantal fasen: literatuuronderzoek, opstellen van een werkplan, praktische uitvoering, opmaak van een schriftelijk rapport en een mondelinge presentatie.

De keuze van het onderwerp wordt bij voorkeur vastgelegd in het begin van het 2de leerjaar van de 3de graad. Bij de bepaling van de opdracht dient een persoonlijk voorstel van de leerling kans te krijgen. Een voorkeur voor een bepaald onderwerp als gevolg van een speciale interesse, vakantiejob of stage mag gestimuleerd worden

indien deze keuze haalbaar is (niet te theoretisch en praktisch realiseerbaar wat betreft nodige en beschikbare apparatuur).

De concrete opdracht wordt bij voorkeur zo vroeg mogelijk vastgelegd zodat de leerlingen reeds het nodige documentatiemateriaal kunnen opzoeken en verzamelen. De praktische uitwerking van het onderwerp gebeurt later in het schooljaar vermits de leerlingen de nodige vaardigheden moeten beheersen omtrent analysetechnieken en te gebruiken apparatuur.

Een onderwerp kiezen waarbij een groot aantal labtechnieken aan bod komen zal moeilijk zijn. Toch moet het labwerk steeds een essentieel bestanddeel zijn van de geïntegreerde proef. Louter theoretische uitdieping van een onderwerp is niet te controleren naar zijn authenticiteit.

Inhoudelijk kan het behandelde onderwerp veelzijdig benaderd worden. Toepassing en interpretatie van verbanden, grafieken en formules van zowel wiskundige als fysische aard kunnen worden gekoppeld aan chemie-inzichten.

Het onderwerp wordt eerst theoretisch uitgediept. Documentatie in het Nederlands of in een vreemde taal (bv. Engels ...) wordt opgespoord en gelezen. Daarna wordt een tijdschema opgesteld om de lab-proeven te kunnen uitvoeren. Een aanvullende evaluatie dient te gebeuren door mondelinge presentatie van het onderwerp voor een jury van leraars, aangevuld met minimum één externe deskundige.

Eén van de leraars zal als mentor fungeren en ter beschikking staan om uitleg en bijsturing te geven. Een voldoende aantal laburen dient gespendeerd te worden aan de geïntegreerde proef.

Nabije begeleiding door één van de leraars is nodig om de opdracht in goede banen te leiden. Nochtans moeten de leerlingen beseffen dat ze best zoveel mogelijk zelf het initiatief nemen. Ze werken productief voor wat onderzoekswerk betreft (theoretische benadering, bibliotheekbezoek, eventueel persoonlijk contact met de industrie). De uitvoering van de opdrachten heeft een meer reproductief karakter. De leerlingen doen zeker niet aan "research". Uit het aanbod van bestaande technieken en recepten maken ze een verantwoorde keuze.

Een verzorgd eindrapport, onder de vorm van bijvoorbeeld een syllabus van ongeveer 20 bladzijden is wenselijk. Zulk een rapportering leert veel over het inzicht in het behandelde onderwerp en vergt van de leerlingen een grote inspanning om de bevindingen, voorzien van de nodige commentaar, op een duidelijke, overzichtelijke en leesbare manier weer te geven. Hierbij moet een foutloos en correct taalgebruik nagestreefd worden.

Bij de evaluatie van de geïntegreerde proef komen zowel proces- als productevaluatie aan bod. Bij procesevaluatie is de rapportering naar de leerling zeer belangrijk. Door rekening te houden met de opmerkingen die gegeven worden tijdens de rapportering moet de leerling in staat zijn om op het einde van het schooljaar een behoorlijk werkje in te dienen en dit ook in een mondeling presentatie toe te lichten.

Voor Toegepaste biologie zie apart leerplan 2017/020

CHEMIE
DERDE GRAAD TSO

TOEGEPASTE BIOLOGIE

Eerste leerjaar: 1/2 uur/week

Tweede leerjaar: 1/2 uur/week

Inhoud

1	Beginsituatie	11
2	Algemene doelstellingen	12
2.1	Het verwerven van fundamentele biologische inzichten	12
2.2	Het beheersen van de volgende technieken	12
2.3	Het verwerven van een positief-wetenschappelijke probleemaanpak, gericht op de levende natuur	12
2.4	Het verwerven van een verantwoorde attitude tegenover de levende natuur	13
3	Algemene pedagogisch-didactische wenken en didactische middelen	13
4	Leerinhouden	14
4.1	De cel	14
4.2	Voortplanting bij de mens (U)	14
4.3	Erfelijkheid	15
4.4	Microbiologie	15
5	Leerplandoelstellingen, leerinhouden en didactische wenken	16
5.1	De cel	16
5.2	Voortplanting bij de mens (U)	20
5.3	Erfelijkheid	22
5.4	Microbiologie	26
5.5	Suggesties voor practica	28
6	Evaluatie	36
6.1	Het evaluatiedomein	36
6.2	Kenmerken van goede toetsen	38
7	Minimale materiële vereisten	39
7.1	Didactische infrastructuur	39
7.2	Didactisch materiaal	39
8	Bibliografie	40
8.1	Schoolboeken	40
8.2	Brochures	40
8.3	Naslagwerken	41
8.4	Verenigingen – Tijdschriften	43
8.5	Uitgaven van Pedagogisch-didactische centra en Navormingscentra	43
8.6	Software	44

1 — Beginsituatie

De leerlingen van het eerste leerjaar van de derde graad in de studierichting "Chemie" kunnen een sterk verschillende achtergrond voor biologie hebben.

Vermoedelijk zullen de meeste leerlingen de studierichting "Techniek-wetenschappen" of "Biotechnische wetenschappen" in de tweede graad gevolgd hebben.

Leerlingen uit diverse studierichtingen van de tweede graad met goede wetenschappelijke basis, kunnen eveneens de studierichting "Chemie" in de derde graad aanvatten.

In de **eerste graad** vertrekt de leerling van observaties in een biotoop. Daarna verwerft hij een eerste inzicht in de bouw van zowel de zaadplant als van het zoogdier (met inbegrip van de mens) door macro- en microscopische observatie, gaande tot op het niveau van de cel. Eventueel komt de functionele bouw van andere gewervelde dieren aan bod.

Daarna worden de levensverrichtingen voeding, voortplanting, ademhaling, uitscheiding en transport behandeld. In de scholen die in het tweede leerjaar voor twee lessen biologie opteren, worden deze functies zowel bij gewervelde dieren als bij zaadplanten grondig bestudeerd. Indien in het tweede leerjaar slechts één lesuur biologie ingericht wordt, bestudeert de leerling de laatste drie functies (ademhaling, uitscheiding en transport) alleen bij de zoogdieren en in hoofdzaak bij de mens. Gelijkenissen en verschillen van deze functies tussen zaadplanten en gewervelde dieren komen dan niet ter sprake omdat de tijd ontbreekt om deze proefondervindelijk aan te tonen. Het inzicht in deze functies is daarom beperkter. Daarenboven wordt niet uitgegaan van een biotoopstudie, zodat de leerling ook minder inzicht verwerft in het instandhouden van een natuurlijk evenwicht in en buiten het levend organisme.

In de **tweede graad** wordt het verschil in de verworven leerinhouden en vaardigheden nog groter en deze accumuleren met de voorgaande verschillen.

In het eerste leerjaar van de tweede graad observeert de leerling de organismen tegen de achtergrond van een veranderend milieu. Proefondervindelijk onderzoekt hij hoe planten, dieren en de mens op die veranderingen reageren en hoe deze reacties in het organisme gecoördineerd worden. Hierdoor wordt voorlopig een einde gemaakt aan de systematische studie van de verschillende levensverrichtingen. Deze studie vormt een afgerond geheel.

De leerstof van het tweede leerjaar vormt in zekere zin een afzonderlijk geheel, maar is toch noodzakelijk om, op een inzichtelijke wijze, de leerstof van de derde graad te verwerven. In dit tweede leerjaar zoekt de leerling naar een zinvol classificatiesysteem van planten, gebaseerd op normen of criteria die niet steeds absoluut zijn. Dieren worden vervolgens geordend en geclassificeerd in een gegeven systeem. Het plantenrijk en het dierenrijk worden aangevuld met het rijk van de zwammen, het rijk van de eencellige organismen en dit van de prokaryoten. Verder onderzoekt hij de verschillende mogelijkheden waardoor individuen met elkaar in relatie staan, en dit voor individuen zowel van dezelfde soort als van verschillende soorten. De leerling stelt vast dat die relaties tot een gezond evenwicht in de natuur leiden en dat dit gemakkelijk door de mens kan verstoord worden. De leerlingen die in de tweede graad de studierichting "Techniek-wetenschappen" of "Biotechnische wetenschappen" volgden, kregen nog een bijkomend uur laboratorium afgestemd op de lessen theorie.

Een aantal leerlingen kunnen inhoudelijke tekorten vertonen op het gebied van de vergelijkende studie van ademhaling, uitscheiding en transport bij andere organismen dan de mens.

Sommigen kunnen ook minder achtergrondkennis hebben ten opzichte van andere leerlingen over:

- biotoopstudie met kennis van enkele lagere planten en dieren;
- classificatie van organismen;
- onderlinge relaties van organismen en hun milieu.

Tenslotte zullen leerlingen, die in de tweede graad niet de richting "Techniek-wetenschappen" of "Biotechnische wetenschappen" gevolgd hebben, wat achterstand hebben in vaardigheden bij practica.

2 Algemene doelstellingen

De algemene doelstellingen biologie omvatten uiteraard cognitieve, psychomotorische en dynamisch-affectieve componenten. Deze doelstellingen dienen verwezenlijkt te zijn op het einde van het tweede leerjaar van de derde graad.

2.1 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 specifieke levensfuncties.
- Inzicht verwerven in de wijze waarop biologisch evenwicht wordt bereikt in de organismen zelf 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.
- Inzicht krijgen in de betekenis (zowel positief als negatief) van micro-organismen.
- De unieke situatie van de mens in de natuur beseffen en de belangrijke plaats die hij daarin bekleedt, aantonen.

2.2 Het beheersen van de volgende technieken

- Observatietechnieken: gebruik van loop en vooral van microscoop, waarbij de waarnemingen kunnen vastgelegd worden in schetsen.
- Maken van eenvoudige preparaten.
- Basistechnieken van de microbiologie beheersen.
- Kwalitatieve en kwantitatieve analyses uitvoeren.
- Opstellen van proefapparatuur; volgen en controleren van het proefverloop.
- 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.

2.3 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.

2.4 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: erfelijkheid, biotechnologie ...

3 Algemene pedagogisch-didactische wenken en didactische middelen

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.

Onder de rubriek vaardigheden (2.3) werd reeds uiteengezet dat van de leerlingen verwacht wordt dat ze zich de natuurwetenschappelijke methode eigen maken. Logischerwijze zal 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.

Basisleerstof – uitbreidingsleerstof

De basisleerinhouden behandelen items specifiek voor de studierichting. Zij worden bij voorkeur ondersteund door practica. Onderwerpen als voorplanting, immunologie ... kunnen in bijkomende (complementaire) uren aangeboden worden.

4 — Leerinhouden

Opmerkingen:

- Leerinhouden die in uitbreiding behandeld kunnen worden, zijn met een **(U)** aangeduid.
- Er moeten minstens 3 lessen leerlingenpractica voorzien worden per leerjaar. Suggesties voor practica vind je onder 5.5.
- Indien meer dan 2 graadsuren ingericht worden, dan lijkt het wenselijk dat 1/3 van de beschikbare tijd aan leerlingenpractica (gespreid over de leerstof) besteed wordt.

4.1 — De cel

4.1.1 — Functionele morfologie van de cel

- Microscopische structuur
- Submicroscopische structuur

4.1.2 — Fysiologie van de cel

- Transportsystemen tussen cellen en hun milieu
- Enzymen
- Fotosynthese **(U)**
- Celademhaling **(U)**

4.1.3 — Celdelingen

- Structuur en duplicatie van DNA
- Mitose en meiose

4.2 — Voortplanting bij de mens **(U)**

- Bouw van het mannelijke en vrouwelijke voortplantingsstelsel
- Hormonale regeling bij de vorming en de rijping van de voortplantingscellen
- Bevruchting, beginselen van embryologie, geboorte
- Regelingsfactoren van de vruchtbaarheid
- Seksueel overdraagbare aandoeningen (aids, syfilis ...)
- Biosociaal thema

4.3 Erfelijkheid

4.3.1 Klassieke genetica

- Begrippen variabiliteit, modificatie, fenotype en genotype
- Mono- en dihybride kruising
- Vormen van
 - multipele allelen
 - polygenie (**U**)
- Gekoppelde genen, crossing-over (**U**)
- Erfelijkheid van het geslacht, geslachtsgebonden erfelijkheid

4.3.2 Moleculaire genetica

- Eiwitsynthese
- Genexpressie

4.3.3 Mutaties

- Soorten
- Oorzaken

4.3.4 Biotechnologie

- Natuurlijke genoverdracht
- Toepassingen van genetische manipulatie
- Biotechnologische technieken
- Biosociaal thema

4.4 Microbiologie

4.4.1 Bacteriën

- Morfologie van bacteriën
- Groei van bacteriën
- Sterilisatie-, kweek- en bewaar technieken
- Betekenis van bacteriën

4.4.2 Virussen: bouw en voortplanting (U)

4.4.3 Onze afweer tegen micro-organismen (U)

- Pathogeen vermogen van micro-organismen
- Onze afweersystemen
- Allergieën
- Preventie en bestrijding van infecties

5 Leerplandoelstellingen, leerinhouden en didactische wenken

5.1 De cel

5.1.1 Functionele morfologie van de cel

- Microscopische structuur
- Submicroscopische structuur

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Door microscopisch onderzoek van plantencellen en dierlijke cellen de afmetingen schatten van cellen en de observeerbare structuren benoemen.
- 2 Op elektronenmicroscopische foto's en schema's van plantencellen en dierlijke cellen submicroscopisch waarneembare celstructuren aanduiden, benoemen, de functies verwoorden en verschillen tussen beide celtypes weergeven.

DIDACTISCHE WENKEN

In een practicum kunnen leerlingen verschillende celtypes (of soorten cellen) met hun structuren observeren. Door observatie van ui-, waterpest-, mondepitheelcellen ... kunnen de leerlingen de verschillen afleiden tussen plantaardige en dierlijke cellen. Tevens kunnen ze vaststellen dat de cel als morfologische basisstructuur fungeert. Een eenvoudige schets van een dierlijke en een plantaardige volstaat. **Enkele suggesties vind je onder practicum 1 'Microscopische studie van cellen'.**

Op het internet kan gezocht worden naar elektronenmicroscopische foto's. Hieraan kan een ICT-opdracht gekoppeld worden. Het is belangrijk dat leerlingen inzien dat cellen driedimensionaal zijn en dat ze inzicht krijgen in de functies van celorganellen en hun coherentie, waardoor een cel haar levensfuncties kan vervullen. Waar mogelijk, kan verwezen worden naar eigenschappen van organellen die ook op macroniveau waarneembaar zijn, zoals bv. kleur van chromo- en chloroplasten, smaakstoffen in vacuolen ...

Indien de gelegenheid zich voordoet is het interessant een bezoek te brengen aan een wetenschappelijk instituut dat beschikt over een elektronenmicroscop. **Enkele suggesties voor een leerlingenproef vind je onder practicum 2 'Submicroscopische structuur van cellen'.**

- 3 Verklaren dat de meeste celorganellen door membranen begrensd zijn en de bouw van een eenheidsmembraan schematisch weer geven.
- Het is niet de bedoeling erg diep in te gaan op de biochemische structuur van membranen. Het is voldoende dat de leerlingen beseffen dat de moleculen aan één zijde hydrofiel en aan de andere hydrofoob zijn om de eigenschappen van eenheidsmembranen uit te leggen. De functies van membranen kunnen later aan bod komen.

5.1.2 — Fysiologie van de cel

- — Transportsystemen tussen cellen en hun milieu
- — Enzymen
- — Fotosynthese (U)
- — Celademhaling (U)

LEERPLANDOELSTELLINGEN

Transportsystemen tussen cellen en hun milieu

- 4 Passief en actief transport van stoffen doorheen een (cel-)membraan omschrijven, factoren verklaren die dit transport beïnvloeden en van elk type voorbeelden bij organismen geven.

DIDACTISCHE WENKEN

Door een onderwijsleergesprek kan met leerlingen gezocht worden naar factoren (grootte van de moleculen, lading, concentratie) die de doorgang van stoffen doorheen een membraan beïnvloeden. Hier kan verwezen worden naar de lessen chemie.

De fysische processen diffusie en osmose kunnen worden opgefrist. Voorbeelden ervan bij organismen worden behandeld.

Als voorbeeld van actief transport kan resorptie van glucose in de nierkanaaltjes, de Na⁺-K⁺-pomp in zenuwcellen of resorptie van sommige voedingsstoffen doorheen de darmwand besproken worden.

Er kan verwezen worden naar de bouw van een membraan, waardoor de rol van sommige eiwitten (carriers, kanaaleiwitten) in het membraan duidelijk wordt.

De betekenis van de verschillende transportsystemen wordt telkens toegelicht.

Hieraan kan een ICT-opdracht gekoppeld worden.

Suggesties voor een leerlingenproef vind je onder practicum 3 'Diffusie en osmose'.

- 5 Aan de hand van voorbeelden een inhoud formuleren voor de begrippen endo- en exocytose.

Vertrekkend van een waarneming op levende cellen (amoëbe, pantoffeldiertje ...), op video, op internet, op een microscopische foto en/of op een schets kunnen de begrippen endocytose (fagocytose, pinocytose) en exocytose aangebracht worden; de betekenis ervan voor de cel wordt verduidelijkt.

Het belang van het Golgi-apparaat voor exocytose wordt besproken.

Enzymen

- 6 Uit resultaten van experimenten vaststellen dat enzymen reacties katalyseren, dat hun werking beïnvloed wordt door o.a. temperatuur en pH en die invloeden grafisch voorstellen.
- Uit eenvoudige proeven kunnen leerlingen afleiden dat enzymen de omzetting van stoffen beïnvloeden. De werking van enzymen als biokatalysatoren kan vergeleken worden met de werking van katalysatoren uit de anorganische chemie (bv. MnO_2). Deze doelstelling kan in een practicum verwezenlijkt worden. Ook met de computer kan de invloed van diverse factoren op een enzymatische reactie gesimuleerd worden en zelfs met real-time-metingen onderzocht worden.
- Enkele suggesties vind je onder practicum 4 'Enzymen'**
- 7 Uit resultaten van experimenten vaststellen dat enzymen uit eiwitten bestaan en dat hun specifieke werking hiermee verband houdt. De enzymwerking schematisch voorstellen.
- Er kan experimenteel worden vastgesteld dat elk enzym slechts één specifieke reactie katalyseert (sleutel-slot-principe). Omdat enzymatische reacties dynamische processen zijn, kan hierbij gebruikgemaakt worden van modellen of van ICT-animaties. De functie van sommige vitaminen als co-enzym kan als voorbeeld aangebracht worden.
- Enkele suggesties voor een leerlingenproef vind je onder practicum 4 'Enzymen'**
- 8 Afleiden dat alle biochemische reacties door enzymen gekatalyseerd worden. (U)
- Wie over een plaat beschikt met een overzicht van de biochemische reacties kan gemakkelijk aantonen dat alle reacties door (specifieke) enzymen gekatalyseerd worden.
- 9 Verwoorden wat de betekenis is van een inhibitor voor de enzymatische werking. (U)
- Als voorbeeld kan de werking van CO op het cytochroomstelsel aangehaald worden. De invloed van een inhibitor kan grafisch voorgesteld worden.
- Fotosynthese (U)**
- 10 Aantonen hoe de submicroscopische structuur van een bladgroenkorrel aan fotosynthese is aangepast. (U)
- 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.
- 11 Het biochemische proces van de fotosynthese schematisch weergeven. (U)
- In de eerste 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.
- Enkele suggesties voor een leerlingenproef vind je onder practicum 5 'Fotosynthese'**
- 12 Factoren die fotosynthese beïnvloeden experimenteel onderzoeken en verklaren. (U)
- Hieraan kan een practicum gekoppeld worden.
- Enkele suggesties vind je onder practicum 5 'Fotosynthese'**
- 13 Een voorbeeld van chemosynthese bespreken. (U)
- Nitrificerende bacteriën, ijzerbacteriën of kleurloze zwavelbacteriën kunnen hier als voorbeeld besproken worden.

Celademhaling (U)

- 14 Verwoorden hoe organismen energie vrijmaken en die energie in biologisch bruikbare energie (ATP) omzetten. **(U)**
- 15 Aangeven waar in de cel de celademhaling gebeurt en dit biochemische proces schematisch weergeven. **(U)**
- 16 Een inhoud formuleren voor het begrip gisting of fermentatie en het verloop ervan schematisch voorstellen. **(U)**
- Uit de beschrijving van een experiment, waarbij een proefdier radioactieve glucose wordt toegediend, kunnen leerlingen afleiden dat uitgeademde CO₂ uit de voedingsstoffen afkomstig is. Glucose is een energierijke 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. Er kan gewezen worden op elektrische energie bij zenuwgeleiding, mechanische energie bij beweging, chemische energie bij synthese van lichaamseigen stoffen. Om gegevens te verkrijgen over de aard van de verademde verbindingen — belangrijk voor de sportwereld — kan het ademhalingsquotiënt bepaald worden. Hieraan kan een practicum gekoppeld worden.
Enkele suggesties vind je onder practicum 8 'Ademhaling en gisting'
- Hieraan kan een practicum gekoppeld worden.
Enkele suggesties vind je onder practicum 8 'Ademhaling en gisting'
De omzetting van pyrodruivenzuur met NADH + H⁺ tot melkzuur door melkzuurbacteriën kan theoretisch besproken worden.

5.1.3 — Celdelingen

- — Structuur en duplicatie van DNA
- — Mitose en meiose

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 17 Op een micropreparaat een reuzenchromosoom observeren en de bouw ervan verduidelijken.
- 18 In een celcyclus de DNA-replicatie situeren en het verloop ervan beschrijven.
- 19 Het verloop van een mitose beschrijven en de betekenis ervan voor organismen toelichten.

DIDACTISCHE WENKEN

- Hieraan wordt een labo-oefening gekoppeld.
Enkele suggesties vind je onder practicum 7 'DNA en celdelingen'
- Aan de hand van elektronenmicroscopisch materiaal, een model en schetsen kan de structuur van het chromatine en van de DNA-molecule uitgelegd worden. De begrippen diploid, haploid, homologe chromatinedraden, genen, allelen, chromosomen ... kunnen hier aangebracht worden. Illustratieve software kan helpen het replicatieproces van het DNA in stappen te behandelen.
Enkele suggesties voor een leerlingenproef vind je onder practicum 7 'DNA en celdelingen'
- Door microscopisch onderzoek van bijvoorbeeld overlangse doorsneden van worteltoppen (ui, hyacint, tulp, boon ...) 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 kern- en celdeling herkennen.

- Hieraan kan een labo-oefening gekoppeld worden.
Enkele suggesties vind je onder practicum 7 'DNA en celdelingen'.
Er kan tevens wat tijd uitgetrokken worden voor een zinvol onderwijsleergesprek in verband met klonen waarbij ook het ethische aspect aan bod komt.
- 20 Factoren bespreken die een mitose beïnvloeden. **(U)**
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.
- 21 Het verloop van een meiose beschrijven en de betekenis ervan voor organismen toelichten.
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 de reductiedeling voor het constant houden van het chromosomenaantal van een soort in opeenvolgende generaties, wordt vermeld.
Polyploidie kan ook behandeld worden.
Enkele suggesties voor een leerlingenproef vind je onder practicum 7 'DNA en celdelingen'.
- 22 Verschilpunten tussen een mitose en een meiose samenvatten.

5.2 Voortplanting bij de mens (U)

- Bouw van het mannelijke en vrouwelijke voortplantingsstelsel
- Hormonale regeling bij de vorming en de rijping van de voortplantingscellen
- Bevruchting, beginselen van embryologie, geboorte
- Regelingsfactoren van de vruchtbaarheid
- Seksueel overdraagbare aandoeningen (aids, syfilis ...)
- Biosociaal thema

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 23 Primaire en secundaire geslachtskenmerken bij de mens beschrijven en hun functies opnoemen. **(U)**

DIDACTISCHE WENKEN

De voortplanting bij de mens wordt ook reeds in de eerste graad bestudeerd. Daarom ligt het voor de hand ruggespraak te houden met de leerkrachten biologie uit de eerste graad, enerzijds om te sterke herhalingen te vermijden, anderzijds om zinvolle uitdiepingen te kunnen geven.
Enkele suggesties voor een leerlingenproef vind je onder practicum 8 'Voortplanting'.

- 24 De hormonale regeling van de voortplanting bij de mens beschrijven. **(U)** 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 hormonenconcentraties in het bloed. Dit is meteen de aanleiding om de terugkoppelingen binnen deze hormonale regelingen uit te leggen. Het parallelle verloop van eicelrijping, schommelingen van hormonenconcentraties, temperatuursveranderingen, aangroei en afbraak van het baarmoederslijmvlies ... kunnen in een schema verwerkt worden.
- 25 De vruchtbare periode in een menstruele cyclus bij de vrouw berekenen. **(U)**
- 26 Het verloop van coïtus en bevruchting beschrijven. **(U)** Hier kunnen ook ethische aspecten aan bod komen en kan gewezen worden op de verantwoordelijkheid binnen een relatie.
- 27 De ontwikkeling van het embryo en de foetus beschrijven. **(U)** Belangrijke ontwikkelingsfasen van de bevruchte eicel tot de geboorte worden aan de hand van modellen, videofilms, foto's of schetsen ... besproken.
- 28 Het verloop van de geboorte beschrijven. **(U)** Naast het normale verloop van de geboorte kan ook aandacht besteed worden aan een vroegtijdige beëindiging van de zwangerschap en de bespreking van factoren die dit kunnen beïnvloeden.
- 29 Belangrijke middelen voor de regeling van de vruchtbaarheid beschrijven en de voor- en nadelen aangeven. **(U)** 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 worden besproken. Wat het pilgebruik betreft, wordt aangeraden om hun arts te raadplegen.
- 30 Enkele seksueel overdraagbare aandoeningen bespreken. **(U)** 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. Bij de behandeling van dit onderwerp doet men er goed aan het schoolwerkplan en collega's te raadplegen.
- 31 Een biosociaal thema vanuit wetenschappelijk en ethisch standpunt benaderen. **(U)** Deze doelstelling kan zeer breed opgevat worden. Enkele onderwerpen die aan bod kunnen komen zijn kunstmatige inseminatie (KI), in-vitrofertilisatie (IVF), Intracytoplasmic Sperm Injection (ICSI) ... Er kan bij voorkeur aangesloten worden bij de actualiteit.

5.3 Erfelijkheid

5.3.1 Klassieke genetica

- Begrippen variabiliteit, modificatie, fenotype en genotype
- Mono- en dihybride kruising
- Vormen van
 - multipele allelen
 - polygenie (**U**)
- Gekoppelde genen, crossing-over (**U**)
- Erfelijkheid van het geslacht, geslachtsgebonden erfelijkheid

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 32 Een inhoud voor de begrippen variabiliteit, fenotype en modificatie formuleren.
- 33 Uit de resultaten van proeven de wetten van Mendel afleiden.
- 34 Een inhoud formuleren voor de begrippen gen, dominant en recessief allel, homozygoot en heterozygoot, genotype, dominante/recessieve en intermediaire overerving.
- 35 De resultaten van mono- en dihybride kruisingen verklaren en symbolisch voorstellen.

DIDACTISCHE WENKEN

Door waarnemingen op organismen van eenzelfde soort of delen ervan (aantal ribben bij kokkels, lengte van bladeren van een boom, lengte of massa van bonen, verschillen bij katten ...) kan vastgesteld worden dat er onderlinge verschillen zijn. De leerlingen kunnen de invloed van het milieu op het fenotype afleiden uit volgende voorbeelden:

- 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;
- ...

Hieraan kan een labo-oefening gekoppeld worden.
Enkele suggesties vind je onder practicum 9 'Erfelijkheid'.

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.

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.

Vertrekkend van de positie van genen op de chromosomen tijdens de meiose worden de resultaten van Mendel verklaard en symbolisch voorgesteld. Door te refereren naar het jaar van de ontdekking van de wetten van 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.

- 36 De overerving van bloedgroepen in het ABO-systeem verklaren als een voorbeeld van multi-pele allelen.
- 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.
De bloedgroep van een aantal leerlingen kan bepaald worden: **zie practicum 12, 'Bloed en lymfe'**
- 37 Uit de resultaten van beschreven experimenten het begrip polygenie afleiden. (U)
- Door het bespreken van voorbeelden van overerving met polygenie (bv. cryptomerie) wordt het inzicht in overerving verrijkt.
- 38 Uit de resultaten van experimenten van Morgan en uit genenkaarten afleiden dat genen kunnen gekoppeld zijn en dat er overkruising of crossing-over kan optreden. (U)
- 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 overgeërd. Door aan te nemen dat zij op eenzelfde chromosoom gelegen zijn, kunnen zijn resultaten en sommige experimenten van Mendel verklaard worden.
- 39 Verklaren hoe het geslacht erfelijk bepaald wordt.
- Door waarnemingen op een karyogram van een man en van een vrouw kan het verschil in één chromosomenpaar vastgesteld worden.
- 40 Geslachtsgebonden erfelijkheid omschrijven en met voorbeelden verduidelijken.
- 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 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.
- 41 Steunend op de erfelijkheidswetten vraagstukken oplossen.
- Bij het oplossen van vraagstukken zal aanvankelijk vooral de klemtoon gelegd worden op het inoefenen van verschillende overervingmechanismen via toepassing van gekende wetmatigheden. Dit betekent concreet dat men de kans berekent op de genotypen en fenotypen van de nakomelingen, vertrekkend van gegeven genotypen van de ouders en van een gekend overervingmechanisme.
Geleidelijk zal het aandeel van analysevraagstukken (beredeneren van genotypen van ouders uit de fenotypen van de nakomelingen, beredeneren van het overervingmechanisme uit de resultaten van een kruising, stamboomanalyse ...) toenemen.
Hieraan kan een labo-oefening gekoppeld worden.
Enkele suggesties vind je onder practicum 9 'Erfelijkheid'.

5.3.2 — *Moleculaire genetica*

• Eiwitsynthese

• Genexpressie

LEERPLANDOELSTELLINGEN

42 Verduidelijken dat eiwitten de basis vormen van de structurele opbouw en van het fysiologisch functioneren van een organisme.

43 Het begrip genexpressie illustreren.

44 Het systeem van de genetische code verduidelijken.

45 Het verloop van de eiwitsynthese aan de hand van een schema beschrijven.

46 Aangeven dat genen niet in alle cellen tot expressie komen en dat er systemen bestaan die deze genexpressie reguleren.
(U)

DIDACTISCHE WENKEN

De rol van de eiwitten in het totstandkomen van anatomische structuren (bv. membranen) en van eiwitten in fysiologische systemen en/of processen (bv. enzymen, hormonen) kan met behulp van voorbeelden geïllustreerd worden.

Er wordt een verband gelegd tussen de opbouw van eiwitten en de genetische informatie die in DNA vervat zit.

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 zal bij vele leerlingen tot een betere begripsvorming leiden.

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.

5.3.3 — *Mutaties*

• Soorten

• Oorzaken

LEERPLANDOELSTELLINGEN

47 Het onderscheid tussen een modificatie en een mutatie verwoorden.

48 Genoom-, chromosoom- en genmutaties met voorbeelden illustreren.

DIDACTISCHE WENKEN

Vertrekkend van een karyogram van bv. een trisomie 21 kan vastgesteld worden dat het aantal chromosomen groter is (genoommutatie).

Andere karyogrammen vertonen een morfologische verandering van een of ander chromosoom (chromosoommutatie). Er kan verwezen worden naar polyploidie bij gekweekte plantenfassen.

De voorbeelden die hier besproken en verklaard worden zijn best mutaties, die bij de mens voorkomen.

- 49 Oorzaken van mutaties opnoemen en in verband met het leefmilieu brengen.

5.3.4 — Biotechnologie

- Natuurlijke genoverdracht
- Toepassingen van genetische manipulatie
- Biotechnologische technieken
- Biosociaal thema

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 50 Het bestaan van een natuurlijke genoverdracht illustreren en aan de hand hiervan aantonen hoe de kennis van deze natuurlijke genoverdracht de weg naar kunstmatig genetisch gemodificeerde organismen geopend heeft.

- 51 Toepassingen van genetische manipulatie en het ontstaan van transgene organismen met enkele voorbeelden illustreren.

- 52 Het principe van enkele biotechnologische technieken beschrijven.

- 53 Zelfstandig informatie opzoeken over een biosociaal thema in verband met biotechnologie en de ethische dimensie hiervan

DIDACTISCHE WENKEN

Aan de hand van concrete voorbeelden (o.a. *Agrobacterium tumefaciens*) kan de vectorrol van plasmiden zeer eenvoudig aangetoond worden. Ook virussen kunnen als vectoren fungeren.

Hier kunnen voorbeelden gegeven worden van de productie van waardevolle stoffen, transgene planten en dieren met verbeterde eigenschappen op allerlei domeinen: geneeskunde, land- en tuinbouw. De noodzaak van restrictie-enzymen en ligasen voor het ontwikkelen van GGO's (Genetisch Gemodificeerde Organismen of transgene organismen) komt hier aan bod.

De isolatie van DNA uit cellen is een van de eerste stappen in het biotechnologisch onderzoek. Hieraan kan een labo-oefening gekoppeld worden. **Enkele suggesties vind je onder practicum 10 'Biotechnologie'.**

Animaties van de polymerase-kettingreactie (PCR), DNA-fingerprint ... kunnen met computersimulaties toegankelijk gemaakt worden. Deze technieken vinden een toepassing in de geneeskunde, land- en tuinbouw en het gerechtelijke onderzoek.

Het mechanisme van polymerase-kettingreactie kan ook bijgebracht worden aan de hand van een invulblad. **Meer informatie vind je onder practicum 10 'Biotechnologie'.**

Voor DNA-elektroforese zijn bij het Vlaams Instituut voor Biotechnologie DNA-stalen verkrijgbaar die reeds geknipt werden met restrictie-enzymen. Ook stelt het VIB een elektroforeseset ter beschikking van scholen.

Meer informatie vind je onder practicum 10 'Biotechnologie'.

Indien elektroforese met DNA niet mogelijk is, kan de techniek ook geïllustreerd worden door elektroforese met aminozuren.

Het behandelen van een biosociaal thema biedt de mogelijkheid om leerlingen zelfstandig onderzoekswerk of ook leerlingenonderzoek te laten uitvoeren. Een verslag hierover

toelichten.

opstellen biedt kansen om ICT te gebruiken. Hiertoe kunnen tekstverwerking, rekenbladen en grafieken aangewend worden.

Enkele voorbeelden kunnen zijn: klonen, genetisch gemodificeerde gewassen (GGO's), opsporen van gendefecten, gentherapie ...

Bij de ontwikkeling van nieuwe technologische toepassingen is het maatschappelijke debat heel belangrijk. Sommige toepassingen blijken onmisbaar, andere zijn soms omstreden.

5.4 Microbiologie

5.4.1 Bacteriën

- Morfologie van bacteriën
- Groei van bacteriën
- Sterilisatie-, kweek- en bewaartechnieken
- Betekenis van bacteriën

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 54 Een inhoud geven aan het begrip micro-organisme.
- 55 Een schematische voorstelling van de bacteriële cel tekenen en de functie van de delen noteren.
- 56 Een enkelvoudige en een gedifferentieerde kleuring op bacteriën uitvoeren. (U)
- 57 Op basis van microscopische waarnemingen vormen van bacteriën herkennen en benoemen.
- 58 Op een groeicurve van een bacteriecultuur de verschillende fasen aanduiden en het belang van de exponentiële fase benadrukken.
- 59 Sterilisatie-, kweek- en bewaar- technieken toelichten.

DIDACTISCHE WENKEN

Er kan ingespeeld worden op de voorkennis van de tweede graad.

Tijdens het leergesprek over de bouw en andere theoretische aspecten van micro-organismen, maakt men bij voorkeur gebruik van EM-foto's aangevuld met schema's. Aan de hand van een schets worden de delen van de bacteriële cel besproken en vergeleken met de eukaryote cel.

Hieraan kan een labo-oefening gekoppeld worden. **Enkele suggesties vind je onder practicum 11 'Microbiologie'**

Men kan enerzijds wijzen op de morfologie van bacteriën maar ook het onderscheid tussen grampositief en gramnegatief kan hier uitgewerkt worden. In dat verband kan ook de rol van de celwand aan bod komen.

Een groeicurve van bacteriën wordt bestudeerd; ze kan eventueel op basis van cijfergegevens zelf getekend worden. Men berekent het aantal bacteriën dat onder optimale omstandigheden na een bepaald tijdsverloop uit de vermenigvuldiging van één bacterie met een bepaalde generatie-tijd ontstaat. Uit die berekening zal duidelijk de noodzaak van strenge veiligheidsnormen in een microbiologisch laboratorium blijken.

Steriliteitscontrole van voedingsbodems is mogelijk door het mee steriliseren van een capsule met resistente sporen van bijvoorbeeld *Bacillus subtilis* (Merck nr. 10649). Indien ze na sterilisatie en enten op de voedingsbodem opnieuw kolonies

vormen, dan wijst dit op slechte sterilisatie. Het toepassen van sterilisatie-, kweek- en bewaartechnieken komt in de volgende doelstellingen aan bod.

- 60 Steriele voedingsbodem bereiden en beënten. (U) Als men een voedingsmedium samenstelt, heeft men de keuze uit een algemene, een verrijkte, een selectieve ... voedingsbodem. Die keuze wordt gemaakt in functie van het beoogde practicum. Firma's voor chemicaliën beschikken over gespecialiseerde catalogi met beschrijvingen van voedingsbodems, kleurstoffen, indicatoren, testen ... Bij het bereiden en steriliseren van een voedingsbodem leren de leerlingen de principes van het kweken van micro-organismen in de praktijk toepassen. Hieraan kunnen labo-oefeningen gekoppeld worden. **Enkele suggesties vind je onder practicum 11 'Microbiologie'**
- 61 Uit resultaten van experimenten factoren afleiden die de groei van bacteriën beïnvloeden. Het effect van verschillende factoren (temperatuur, pH, osmotische druk, zuurstofbeschikbaarheid antibiotica, ontsmettingsmiddelen) op de groei van bacteriën, kan in labo-oefeningen onderzocht worden. **Enkele suggesties vind je onder practicum 11 'Microbiologie'**
- 62 Een betekenis van sporevorming voor bacteriën verwoorden en het potentieel gevaar hiervan voor de mens verduidelijken. (U) Hieraan wordt een labo-oefening gekoppeld worden. **Enkele suggesties vind je onder practicum 11 'Microbiologie'**
- 63 Het aëroob kiemgetal van een substraat bepalen. **Enkele suggesties vind je onder practicum 11 'Microbiologie'**
- 64 Een voorbeeld van een ziekte-verwekkende en van een nuttige bacteriesoort bespreken. Bij het bespreken van een ziekteverwekker kan men zich laten leiden door de actualiteit en door de interesse van de leerlingen: ziekte van Lyme, tyfus, hersenvliesontsteking, ziekenhuisinfecties door MRSA ... Voorbeelden van toepassingen van nuttige bacteriën vindt men in de voedingssector (yoghurt, kaas ...). in de chemische industrie (bv. afbraak van gechloreerde koolwaterstoffen), in de gezondheidssector (de symbiotische darmflora, produceren van insuline ...) en bij ecosystemen (bv. waterzuivering).

5.4.2 Virussen: bouw en voortplanting (U)

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 65 Aan de hand van een typevoorbeeld, bouw en voortplanting van een virus bespreken. (U)

DIDACTISCHE WENKEN

Via het uitwerken van een typevoorbeeld kan men belangrijke verschillen tussen een bacterie en een virus wat bouw en voortplanting betreft duidelijk maken. Hieraan gekoppeld kan ook duidelijk gemaakt worden dat antibiotica tegen virussen niet werken.

5.4.3 — Onze afweer tegen micro-organismen (U)

- Pathogeen vermogen van micro-organismen
- Onze afweersystemen
- Allergieën
- Preventie en bestrijding van infecties

LEERPLANDOELSTELLINGEN

66 Een inhoud geven aan de begrippen besmetting, infectie, pathogeen vermogen, virulentie en immuniteit. (U)

67 De afweersystemen waarover een organisme beschikt, omschrijven en schematisch voorstellen. (U)

68 Het begrip allergie omschrijven. (U)

69 Methoden van preventie en bestrijding van infecties bespreken. (U)

DIDACTISCHE WENKEN

De begrippen worden aan de hand van concrete voorbeelden uitgelegd.

Tegen vreemde stoffen die het lichaam binnendringen bezit het organisme een niet-specifiek en een specifiek afweersysteem, elk met hun typische witte bloedcellen.

Men kan wijzen op het falen van het immuunsysteem bij aids en op het feit dat virussen of bacteriën kunnen muteren, zodat het lichaam niet altijd een snelle en gepaste afweer kan opbouwen.

Men kan eveneens aanhalen dat het immunologisch systeem verantwoordelijk is voor de afstotingsverschijnselen bij orgaantransplantaties en dat men deze afstoting met bepaalde medicamenten (immuun suppressieve stoffen) kan onderdrukken.

Ook lichaamseigen cellen die ontaard zijn en niet meer naar behoren kunnen functioneren, kunnen ook door het afweersysteem vernietigd worden. Hierdoor krijgen kankercellen niet altijd de kans om hun, soms desastreus, werk te verrichten.

Hier kan wat ruimte gecreëerd worden om enkele klassieke bloedproeven uit te voeren.

Enkele suggesties vind je onder practicum 12 'Bloed en lymfe'

Allergie wordt omschreven als een overgevoeligheid van het immuunsysteem. De rol van histamine en het gevaar voor shock kunnen behandeld worden.

Vaccinatie, serumtherapie, het correct gebruik van antibiotica ... kunnen hier besproken worden.

Voor vaccinatie kan vanuit een historische context vertrokken worden (koepokvirus).

5.5 — Suggesties voor practica

• Er moeten minstens 3 lesuren leerlingenpractica worden voorzien per leerjaar.

• Indien meer dan 2 graadsuren ingericht worden, dan lijkt het wenselijk dat 1/3 van de beschikbare tijd aan leerlingenpractica (gespreid over de leerstof) besteed wordt.

Practicum 1: Microscopische studie van cellen

In een eerste microscopisch practicum is het wenselijk dat de bouw van een microscoop kort wordt herhaald en dat er aandacht besteed wordt aan het nauwkeurig instellen van een microscoop. Er kan bv. best eerst een geleide oefening gegeven worden op het gebruik van diafragma en condensor om een optimaal beeld te bekomen. Uit het practicum kunnen leerlingen volgende inzichten afleiden:

- planten en dieren zijn cellulair opgebouwd;
- cellen hebben een zelfde bouwpatroon, maar kunnen onderling verschillen;
- cellen van planten en dieren verschillen duidelijk van elkaar.

Verschillende microscopisch waarneembare celorganellen worden geobserveerd, benoemd en kunnen in een overzichtstabel genoteerd worden.

In de onderstaande tabel zijn enkele mogelijkheden van microscopie van cellen opgenomen, die het mogelijk maken verschillende celorganellen duidelijk te laten observeren.

Cel	celwand	cytoplasma-stroming	cytoplasma	chloroplast	chromoplast	vacuole	kern	zetmeel	kristal
Rokvlies rode ui	x					x	x		
Vruchtvlees sneeuwbes	x					x	x		
Schroefwier	x			x		x	x		
Kurk	x								
Aardappel	x							x	
Vruchtvlees tomaat	x				x				
verdroogd - buitenste rokvlies ui	x								x
Eendekroos	x								x
Mosblad	x		x	x					
waterpestblad	x	x	x	x					
meeldraadharen ééndagsbloem	x	x							

Aangezien dierlijke cellen over het algemeen kleiner zijn dan plantaardige is directe observatie op levende dierlijke cellen niet eenvoudig. Cellen van het mondepitheel (binnenzijde van de wang) kunnen als voorbeeld genomen worden. In andere gevallen is het aangewezen gebruik te maken van vaste preparaten. Geschikte preparaten zijn een doorsnede door niermerg, speekselklieren, talgklier ...

Afmetingen van cellen kunnen bij benadering bepaald worden door gebruik te maken van een micrometeroculair, micrometerdekglasjes of tabellen met de diameter van het microscopisch veld bij verschillende oculair- en objectiefvergrotingen.

Practicum 2: Submicroscopische structuur van cellen

Aan de hand van elektronenmicroscopische foto's van celdelen wordt nagegaan hoe verschillende celorganellen opgebouwd zijn. Door metingen op de figuren kunnen, door rekening te houden met de gegeven (kwadratische) vergroting, de afmetingen van organellen (en hun delen) bij benadering bepaald worden.

Volgende organellen kunnen bestudeerd worden: kern, mitochondriën, chloroplasten, Golgi-apparaat, lysosomen, vacuolen, zetmeelkorrels, ruw en glad endoplasmatisch reticulum en ribosomen.

Foto's en informatie van celorganellen kunnen gezocht worden op het internet, cd-rom of bestudeerd worden in boeken.

Practicum 3: Diffusie en osmose

• Diffusie

Het fysisch verschijnsel diffusie kan onder andere met kaliumpermanganaat, methyleenblauw ... in water en met een open flesje parfum in lucht verduidelijkt worden. Je kan ook een filtreerpapier, doordrenkt met een fenolftaleïneoplossing, boven op een bekeerglas met enkele ml ammoniakoplossing leggen. Een hogere temperatuur stimuleert het diffusieproces.

• Plasmolyse, deplasmolyse, osmose

Als smaakmaker om plasmolyse en deplasmolyse aan te tonen worden twee eieren, waarvan de schaal door azijnzuur werd verwijderd, in gedestilleerd water respectievelijk in een sterke zoutoplossing gebracht. Doorprikken geeft een 'fonteinje' bij het ei dat uit gedestilleerd water komt.

Plasmolyse en deplasmolyse van plantencellen kunnen vrij goed microscopisch geobserveerd worden door een rokvlies van een rode ui, de opperhuid van een kroonblad van een tuinpelargonium of meeldraadharer van de ééndagsbloem (*Tradescantia*) in een hypertone en daarna in een hypotone oplossing te brengen.

Door aardappelreepjes in milieus met verschillende concentraties te brengen, kan men de processen plasmolyse en deplasmolyse kwantitatief benaderen en de osmotische waarde van een cel bepalen.

Plasmolyse en deplasmolyse kunnen verklaard worden met het fysisch verschijnsel osmose.

Een celbegrenzing kan gesimuleerd worden door een dialysehuls (selectief permeabel); de vacuole met celsap kan als model nagebootst worden door bv. een glucoseoplossing die in de dialysehuls gebracht wordt en in een beker of maatcilinder in gedestilleerd water gehangen wordt. De turgor van de cel neemt toe en men kan afleiden dat wateropname door een 'cel' gebeurt door osmose.

Aansluitend hierbij kan het barsten van rode bloedcellen, pantoffeldiertjes ... in gedestilleerd water vermeld worden. De osmotische waarde van celoplossing en celomgeving regelt de zin van het watertransport.

Practicum 4: Enzymen

• Door een biureettest (xanthoproteïnetest, ninhydrinetest ...) kan aangetoond worden dat enzymen eiwitten bevatten.

• Verschillende factoren die de katalytische eigenschappen van enzymen beïnvloeden kunnen onderzocht worden: temperatuur, pH, denaturatie, inhibitoren ... Dit kan gebeuren met 'klassieke' proeven waarbij de afbraak van zetmeel met amylase/pancreatine of de afbraak van eiwitten met pepsine onder verschillende omstandigheden kan gevolgd worden.

Er kan eveneens gebruikgemaakt worden van real-time-metingen op pc: de afbraak van ureum door urease veroorzaakt een elektrisch meetbare verandering die door een geleidbaarheidsmeting met de computer te volgen is; de vertoring van romige volle melk door lipase leidt tot de vorming van vetzuren die met behulp van een pH-sonde kan geregistreerd worden ...

• Het beter verteerbaar maken van melk met behulp van geïmmobiliseerd lactase, het bereiden en het klaren van appelsap, de activiteit meten van met enzymen verrijkte wasmiddelen ... illustreren dan de biotechnologische, economische en ecologische aspecten van enzymen.

Practicum 5: Fotosynthese

- De basisexperimenten van het fotosyntheseproces zoals opname van CO_2 , vorming van O_2 en zetmeel kunnen herhaald worden (cf. de eerste graad).

Verschillende factoren die het fotosyntheseproces beïnvloeden kunnen nagegaan worden:

- golflengte van het licht;
- lichtsterkte;
- temperatuur;
- CO_2 -concentratie;
- ...

- De snelheid van blauwkleuren in de indigokarmijnproef of het aantal gasbellen per tijdseenheid zijn een maat voor de fotosyntheseactiviteit. Er kan eveneens gebruikgemaakt worden van real-time-metingen op pc waar de O_2 -productie of de daling van de CO_2 -concentratie onder verschillende omstandigheden kan nagegaan worden.

- Chloroplasten kunnen met sterke vergroting in een blad van waterpest onderzocht worden. Belichte en niet belichte bladeren van waterpest kunnen ontkleurd worden met ethanol 70 %. Door toevoeging van een druppel KI_3 kan de aanwezigheid van zetmeel in de bladgroenkorrels van de belichte bladeren aangetoond worden of kunnen de katalytische eigenschappen van geïsoleerde chloroplasten via de Hill-reactie onderzocht worden.

Een stukje opperhuid van de onderzijde van een blad van prei, ééndagsbloem, Pelargonium ... kan onderzocht worden op de aanwezigheid van huidmondjes. Met behulp van een dwarsdoorsnede van een blad (zelf gemaakt bijvoorbeeld met hulst of een handelspreparaat) kunnen verdere aanpassingen van het blad aan de fotosynthese afgeleid worden.

- Met bladpigmenten kunnen volgende practica uitgevoerd worden:

- extractie van pigmenten uit een blad;
- scheiding van pigmenten in vetoplosbare en wateroplosbare componenten;
- chromatografie van fotosynthesepigmenten;
- bepalen van het absorptiespectrum van bladgroen met een spectrometer.

Practicum 6: Ademhaling en gisting

- Bepalen van het ademhalingsquotiënt en het zuurstofverbruik.

In erlenmeyers worden op vochtige watten respectievelijk zetmeelrijke zaden (bonen, tarwe ...) en olierijke zaden (koolzaad, vlas ...) te kiemen gezet. De erlenmeyers worden afgesloten met een stop waarin een glazen buis steekt. Het geheel wordt omgekeerd in een recipiënt met water gestoken. Men zorgt ervoor dat de vloeistofniveaus in de buizen even hoog staan.

Door vergelijking met een opstelling zonder zaden wordt nagegaan welk volumeverschil er optreedt in de onderscheiden erlenmeyers.

Waar het vloeistofniveau in de buis gelijk gebleven is, is er evenveel O_2 -verbruik als CO_2 -productie. Waar het vloeistofniveau gestegen is, overtreft het O_2 -verbruik de CO_2 -productie. Men bepaalt aldus $V(\text{O}_2)$ — $V(\text{CO}_2)$

Uit de reactievergelijking van de oxidatie van glucose en van een vetzuur met evenveel C-atomen, wordt afgeleid hoe groot het respiratorische quotiënt in beide gevallen is. Door de proefresultaten te vergelijken met de gegevens van de theoretische berekening wordt afgeleid welke energierijke verbindingen door de respectieve zaden geoxideerd worden.

Men kan het respiratorische quotiënt ook uit de proef berekenen indien men proefopstellingen voorziet met KOH dat het gevormde CO_2 absorbeert. Men leest dan de $V(\text{O}_2)$ af. Hieruit zijn dan $V(\text{CO}_2)$ en het respiratorische quotiënt te berekenen.

Deze proeven kunnen eveneens uitgevoerd worden met dieren (bv. meelwormen, aardwormen, pissebedden ...).

In de literatuur kan de waarde opgezocht worden van het gemiddelde ademhalingsquotiënt van een mens. Hieruit kan geconcludeerd worden dat ook bij de mens de ademhaling waarschijnlijk deels op oxidatie van vetten berust.

Het O₂-verbruik en het respiratorische quotiënt zijn ook door real-time-metingen op pc te bepalen.

Gisten en gisting

Aan de hand van een aantal eenvoudige proeven kunnen gisten en gisting belicht worden. Het vermenigvuldigen door knopvorming kan waargenomen worden.

Een preparaat van een bakkersgistsuspensie in een warme suikeroplossing kan met een druppel KI₃ gekleurd worden.

Een vitaalkleuring van gistcellen kan gebeuren door een gistsuspensie te kleuren met een druppeltje gebufferde waterige methyleenblauwoplossing van 0,01 %: dode gistcellen kleuren donkerblauw, verzwakte gistcellen lichtblauw en levende gistcellen blijven kleurloos.

Met volgende proeven kan men een idee krijgen van de chemische reacties die tijdens de ademhaling van gistcellen plaatsvinden:

— aard van het gas dat gisten tijdens de ademhaling in een anaëroob milieu produceren en de

— invloed hierbij van de temperatuur;

— type alcohol dat geproduceerd wordt;

— sachariden die gisten kunnen verademen;

— ...

Het is belangrijk de leerlingen er op te wijzen dat, waar enigszins mogelijk, een referentie-, blanco- en testproef moeten uitgevoerd worden. Het gebruik van een pc kan hier aanbevolen worden.

Alcoholische gisting

Alcoholische gisting kan geïllustreerd worden bij bier- en wijnbereidingen. Wijn kan op een eenvoudige manier bereid worden uit rabarbersap of uit een ander fruitsap.

Belangrijke aandachtspunten zijn:

— aseptisch werken;

— zuurconcentratie;

— relatie suikergehalte-alcoholgehalte;

— praktische en biochemische aspecten van het gistingsproces.

Het alcoholgehalte van de wijn kan worden berekend en de wijn kan gedestilleerd worden. Documentatie hierover is vrij gemakkelijk te bekomen via de handel, wijn- en bierverenigingen en de grote brouwerijen. Het is aan te raden de leerlingen zelf de documentatie te laten verzamelen. Ook een studiebezoek aan een brouwerij behoort tot de mogelijkheden.

Practicum 7: DNA en celdelingen

Reuzenchromosomen in de speekselklieren van larven van muggen en fruitvliegen

Reuzenchromosomen zijn goed waar te nemen in de speekselklieren van *Chironomus* sp. of *Drosophila* sp. Veder muglarven (*Chironomus* sp.) zijn praktisch het hele jaar door te koop in de aquariumhandel als levend visvoer. Het kweken van fruitvliegjes (*Drosophila*) levert weinig moeilijkheden op. De larven in het derde stadium (deze kruipen omhoog tegen de wand om te gaan verpoppen) zijn bruikbaar.

De diertjes worden gedood in azijnzuur (45 %). De vedermuglarve wordt na het derde borstsegment dwars doorsneden. De inhoud van het voorste deel wordt vanaf de kop naar buiten gedreven. De speekselklieren zijn twee kleine gelatineuze blaasjes aan weerszijden van de slokdarm.

De fruitvliegglarve wordt bij de kop en het achtereind vastgenomen; er wordt getrokken tot de huid openscheurt. De kristallijn doorzichtige speekselklieren blijven aan de kop vastzitten.

De speekselklieren worden gekleurd met orcoïne-azijnzuur en nadien gewassen met azijnzuur 45 % zodat enkel het DNA fel gekleurd blijft. Tenslotte worden de speekselklieren geplet en onder microscoop onderzocht (squash-techniek).

• Modelbouw van DNA

In de handel zijn modelbouwpakketten van DNA te verkrijgen. Met wat creativiteit kunnen de bouwsteentjes van DNA zelf ontworpen worden. Interactieve simulaties over de structuur van DNA kunnen op internet gevonden worden.

• Microscopie van mitose en meiose

De studie van mitose kan gebeuren op een pletpreparaat van worteltoppen van een ui, die niet met groeiremmers werd behandeld. De bol wordt eerst enkele dagen vooraf geplaatst boven een bekertje of een bolglas met water. De worteltoppen worden liefst 's morgens afgeknipt; ze worden 1 minuut in een HCl-oplossing 1 mol/l bij 50° C gebracht zodat de cellen bij het squashen gemakkelijker kunnen gescheiden worden. HCl wordt weggespoeld en de worteltopjes van 2 à 4 mm worden geplet en gekleurd met karmijnazijnzuur of orceïne-azijnzuur.

Vaste preparaten van zowel mitose als meiose zijn te verkrijgen in de handel.

Practicum 8: Voortplanting

• Microscopie van voortplantingsorganen en voortplantingscellen

Micropreparaten van testis en ovarium met follikels (uiteenlopende stadia) kunnen bestudeerd worden.

Je kunt levende zaadcellen bekomen bij een veebedrijf waar kunstmatige inseminatie wordt toegepast. De frequentie van abnormale en normale zaadcellen kan bepaald worden.

Practicum 9: Erfelijkheid

• Meten van variabiliteit en opstellen van een modificatiecurve

Door waarnemingen op een organisme van dezelfde soort of delen ervan (aantal ribben bij kokkels, lengte van bladeren van een boom, lengte of massa van bonen, verschillen bij katten...) kan vastgesteld worden dat er onderlinge verschillen zijn.

De metingen worden in klassen gegroepeerd, het klassengemiddelde wordt berekend en het aantal organismen in elke klasse wordt bepaald. De gegevens worden grafisch voorgesteld en de variabiliteit wordt beschreven en verklaard. Hier kan nuttig gebruikgemaakt worden van ICT.

• Onderzoek van het overervingsmechanisme van tongrollen, daltonisme ...

Om het overervingsmechanisme van tongrollen, losse/vaste oorlel... na te gaan kunnen leerlingen op school een steekproef doen door bv. 100 leerlingen naar de aanwezigheid van een bepaald kenmerk te onderzoeken. Deze gegevens worden verzameld en het mogelijk overervingsmechanisme kan afgeleid worden. Die gegevens kunnen ook dienen als materiaal voor de berekening van de frequentie en de verspreiding van allelen in een populatie.

Voor het onderzoek van het overervingsmechanisme van daltonisme vertrekt men best van een stamboomanalyse. Vooral bij stamboomonderzoek is het belangrijk dat de leerlingen er op gewezen worden dat het niet volstaat slechts één hypothese te testen, ook al blijkt die in overeenstemming te zijn met de gegevens. Mogelijk kunnen gegevens uit dezelfde stamboom ook worden uitgelegd aan de hand van een ander overervingsmechanisme.

• Kweken en kruisen van fruitvliegjes

Fruitvliegjes (*Drosophila*) zijn geschikt voor het illustreren van de wetten van Mendel. Het kweken en het kruisen van het proefdier stelt weinig moeilijkheden, maar zuivere stammen worden best aangekocht. Ze vertonen een aantal erfelijke kenmerken die met het blote oog gemakkelijk vast te stellen zijn. De hele levenscyclus duurt ongeveer 12 dagen zodat in korte tijd meerdere generaties kunnen bestudeerd worden. Kruisingsgegevens kunnen statistisch verwerkt worden.

Practicum 10: Biotechnologie

• Extractie van DNA

De DNA-extractie kan gebeuren met uien, kiwi's ... Aan 100 ml water voegt men 3 g keukenzout en 10 ml detergens toe. Versnipperde uien, kiwi's ... worden in het detergensmengsel gebracht, gedurende 15 minuten in een warmwaterbad van 60°C geplaatst en daarna 5 minuten gekoeld in ijswater. De uiensnippers worden gedurende 5 seconden gemixt. De kiwi's hoeven niet gemixt te worden. Het mengsel wordt gefilterd met een koffiefilter. Het filtraat vangt men op in een proefbuis. Voor ui is het aan te raden een spatelpuntje protease (bv. pepsine) aan het filtraat toe te voegen. Laat men nu voorzichtig ijskoude ethanol op het filtraat vloeien, dan zullen er op het scheidingsvlak plantenextract-ethanol dunne witte slierten van DNA gevormd worden. Een orceïne-azijnzuurkleuring bevestigt de DNA-extractie.

• De polymerase-kettingreactie en DNA-sequencing kunnen in de klas gesimuleerd worden met papieren modellen. Alle werk- en instructiebladen zijn te vinden in syllabi van diverse navormingen.

• DNA-elektroforese

Behalve via interactieve animaties die men op internet kan vinden, kunnen DNA-stalen ook in het labo met elkaar door gel-elektroforese vergeleken worden. Het materiaal nodig voor de proef en de beschrijving van de proef zijn gratis bij VIB (www.vib.be) te bekomen.

• Een aantal proeven in verband met biotechnologie (bv. geïmmobiliseerde gistcellen, genoverdracht door *Agrobacterium tumefaciens*) vindt men onder <http://oibe.info/>.

Voor meer gesofisticeerde proeven kan men terecht op volgende website: www.roche-applied-science.com/labfaqs/. Het boekje 'Roche Applied Science - Lab Faqs' kan bij de firma besteld worden.

• Men kan ook een bezoek brengen aan gespecialiseerde labo's en daar eventueel een practicum uitvoeren.

Practicum 11: Microbiologie

• Kleuring en microscopie van bacteriën

Men kan vertrekken van hoeculturen of van verse (levende yoghurt) om kleuringen uit te voeren. Men zou minstens een enkelvoudige kleuring (met bv. Loefflers methyleenblauw, kristalviolet) en een gedifferentieerde kleuring (bv. de Gramkleuring) moeten uitvoeren.

Wanneer men een Gramkleuring uitvoert op verdunde yoghurt, contrasteren de blauwpaars gekleurde streptokokken en lactobacillen (beide Grampositieve bacteriën) tegen de rozig gekleurde eiwitcomplexen. Gram-negatieve bacteriën kunnen in een klinisch laboratorium verkregen worden.

Bij onderzoek van tandflora met bv. een negatieve kleuring (met nigrosine of Oost-Indische inkt) kunnen soms spirillen waargenomen worden.

Bacteriën worden bestudeerd met microscopen die uitgerust zijn met immersie-olie-objectieven.

• Steriele voedingsbodems bereiden en beënten

Door een petriplaat met een algemene voedingsbodem een 30-tal minuten aan de lucht bloot te stellen of in contact te brengen met een geldstuk, een bodemplossing ... en deze in een broedstoof gedurende één dag bij 37°C te plaatsen, kan men aantonen dat de lucht, een geldstuk, de bodem ... voor een indirecte overdracht van micro-organismen zorgen. De begrippen voedingsbodem, kolonie en besmetting kunnen aangebracht worden. Men kan wat dieper ingaan op de soorten voedingsmedia. Deze kunnen onder meer ingedeeld worden volgens de aggregatietoestand en volgens de samenstelling (algemene, verrijkte, selectieve ... media). Door voedingsbodems in contact te brengen met bv. vuile, gewassen, ontsmette ... vingers kan het belang van hygiëne en steriliteit (bv. in operatiekamer) aangebracht worden. Verschillende sterilisatietechnieken kunnen behandeld worden: autoclavieren, steriliseeroven, flambieren, ioniserende stralen en chemische desinfectantia. Verscheidene onttechnieken (gefractioneerde streepenting, vijfhoekenting ...) kunnen aangeleerd worden bij het maken van een microbiologische vergelijking tussen steriel water, leiding- en slootwater, bij het nagaan van het effect van pasteuriseren, steriliseren en UHT-behandeling van rauwe melk ...

Uiteraard moeten de kiemen na groei-beoordeling vernietigd worden, voor ze bij het afval terechtkomen.

• Factoren die de groei van bacteriën beïnvloeden

Het effect van verschillende factoren op de groei van bacteriën kan men via een eenvoudige praktische oefening over voedselbewaring (of -bederf) illustreren. Men brengt telkens drie pas ontdooide diepvrieserwten in verschillende omstandigheden: in een koelkast, in een broedstoof (30°C), in gedestilleerd water, in een verdunde zoutoplossing, in een sterk geconcentreerde zoutoplossing, in een suikeroplossing, in azijn, in een NaNO₂-oplossing ... Men vergelijkt na twee dagen de verschillende erwten en oplossingen. Wanneer er bacteriën groeien, is de oplossing troebel en zien de erwten er niet fris uit.

Om de werking van ontsmettingsmiddelen te illustreren kan een proef opgezet worden gebaseerd op het principe van een antibiogram. Voedingsbodems worden dan geënt met een zuivere cultuur van bacteriën (bv. geïsoleerd uit lucht of grond of verkregen vanuit een klinisch laboratorium) waarop dan steriele schijfjes filtreerpapier gedrenkt in verschillende ontsmettingsmiddelen worden gelegd. Na twee dagen incuberen kan de eventuele remmende invloed uit de inhibitiezones afgelezen worden. Een 'echt' antibiogram wordt uitgevoerd met schijfjes filtreerpapier gedrenkt in verschillende antibiotica.

• Sporenvorming bij bacteriën

Sporenvorming kan men bekomen door sporenvormende reïnculturen te laten verouderen (bv. door een tweetal weken te laten staan). Men kan dan eventueel een sporenkleuring uitvoeren. Men kan ook gebruik maken van Bactisubtil (te verkrijgen in de apotheek): het is een gevriesdroogde cultuur van *Bacillus subtilis* die bij diarree kan ingenomen worden om de darmflora te herstellen.

Het gevaar voor sporenvorming in de voeding (bij het terug invriezen van ontdooid voedsel) kan men gemakkelijk aantonen door diepvrieserwten die al gedurende 24 uur ontdooid zijn, te vergelijken met pas ontdooid diepvrieserwten. Men plet beiden in 5 ml steriel water en brengt dan 1 ml van de pas ontdooid en 1 ml (100 maal verdund) van de 24 uur-erwten in een steriele voedingsbodem. Na twee dagen vindt men dan gemiddeld veel meer kolonies terug bij de 24 uur-erwten (zelfs al is de suspensie 100 maal verdund).

• Bepalen van het aëroob kiemgetal

Men kan de kwaliteit van bv. melk bepalen door na te gaan of er nog een aanvaardbaar aantal micro-organismen aanwezig is in de melk. Dit aantal kan men te weten komen door het kiemgetal te bepalen. Voor het bepalen van het aëroob kiemgetal gebruikt men best de telplaatmethode. Deze methode bestaat hierin dat een afgemeten hoeveelheid van het monster met geschikte voedingsbodem in een petrischaal gebracht wordt. Na incubatie bij een bepaalde temperatuur en gedurende een zekere tijd ontstaan afzonderlijke bacteriekolonies die met het blote oog kunnen geteld worden. Men gaat hierbij uit van de veronderstelling dat elke kolonie afkomstig is van het vermeerderen van één bacterie. Het aëroob kiemgetal is het aantal kweekbare bacteriën onder aërobe omstandigheden. Bacteriën die enkel kunnen leven in een anaëroob milieu worden niet geteld. Daar het aantal bacteriën in melk groot is, zal het opstellen van een verdunningsreeks noodzakelijk zijn. Een geschikte voedingsbodem voor het bepalen van het kiemgetal van melk is 'Milk Plate Count Agar'.

Practicum 12: Bloed en lymfe

Opmerking

Voor bloedproeven kan men gebruikmaken van bloedstalen die via een laboratorium (of persoonlijke arts) bekomen kunnen worden.

Indien bloed bij leerlingen op vrijwillige basis geprikt wordt, moeten de nodige veiligheidsmaatregelen tegen besmettingen genomen worden. Het gebruikte materiaal moet conform de milieuwetgeving afgevoerd worden.

• Samenstelling van het bloed

Na centrifugeren van onstolbaar gemaakt bloed uit een laboratorium of slachthuis wordt de fractie cellen en het bovendrijvende plasma gescheiden. De heldere vloeistof kan, verdeeld over verschillende proefbuizen, getest worden op aanwezigheid van water, glucose, eiwitten, chloriden (+ AgNO_3), sulfaten (+ BaCl_2) ... De verhouding van het volume bloedlichaampjes tot het totale bloedvolume (hematocrietwaarde) wordt bij benadering berekend.

In de handel zijn ook een microhematocrietcentrifuge en microhematocrietbuisjes met heparine (voor het onstolbaar maken van het bloed) verkrijgbaar.

• Bloeduitstrijkje en tellen van bloedcellen

Een bloeduitstrijkje kan worden gemaakt met bloed dat uit de vingertop op steriele wijze wordt afgenomen of met onstolbaar gemaakt bloed uit laboratorium of slachthuis. Het bloeduitstrijkje wordt gedroogd, gefixeerd met methanol en gekleurd volgens Pappenheim of Wright en bekeken met een immersielens.

Het tellen van bloedcellen en bloedplaatjes gebeurt in klinische labo's met elektronische toestellen. Manueel tellen kan ook door gebruik te maken van een passende verdunningsvloeistof, waarna het verdunde bloed op een telrooster van een Bürkerkamer gespreid wordt en het aantal rode/witte bloedcellen en bloedplaatjes daarna microscopisch bepaald wordt, gevolgd door een omrekening per mm^3 bloed.

• Bloeddrukmeting

Bloeddrukmeting kan gebeuren bij verschillende leerlingen en onder verschillende omstandigheden (bij rust, na inspanning ...).

• Hartfrequentie en ECG

Door gebruik te maken van passende sensoren en de nodige software kunnen hartfrequentie en elektrocardiogram (ECG) of fonocardiogram (FCG) op computer gevisualiseerd worden. Ook eenvoudige hartslagmeters kunnen gebruikt worden om in verschillende omstandigheden het hartritme te meten.

• Bloedstolling en aantonen van fibrine

Indien men over vers bloed beschikt dat niet behandeld is met een antistollingsmiddel, kan men laten observeren hoe het eruit ziet na stolling. Men kan ook een fractie vers bloed behandelen met een antistollingsmiddel zoals natriumcitraat, natriumoxalaat of heparine. Een bloedklonter kan uitgewassen worden door hem zeer grondig uit te spoelen onder een waterkraan. De vezelige structuur van de resterende fibrine is hierop te zien. Op een stukje van dat fibrine kan via een test aangetoond worden dat dit een eiwit is. Je kan ook een fractie ervan fijn verdelen en onder de microscoop bekijken.

• Microscopie van organen van het lymfatische systeem (thymus, milt, lymfeknoop ...).

Dergelijke preparaten zijn in de handel te bekomen.

• Bloedgroepenbepaling

Met bloed uit een vingertop kan de bloedgroep met antisera bepaald worden.

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

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

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

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

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

6 Evaluatie

Een evaluatie is geen doel op zich. Zij beoogt het verwerven van nuttige, bruikbare informatie. De resultaten van een evaluatie zijn daarom geen eindpunt, maar een start voor bijsturing van het onderwijs- en leerproces. Zij maken een diagnose mogelijk. Zij zijn o.a. normerend voor het al of niet slagen van een leerling en ze zijn belangrijke indicatoren voor het helpen oriënteren van een leerling.

Een evaluatie geeft zowel informatie over het functioneren van de leerling als van de leraar. Zij controleert in hoofdzaak of de doelstellingen bereikt zijn.

Formatieve toetsen (beurten, overhoringen ...) zijn vooral van belang voor het bijsturen van het leerproces. Summatieve toetsen (examens, proefwerken ...) zijn normbepalend en worden gebruikt voor studieoriëntering.

6.1 Het evaluatiedomein

Een verantwoorde evaluatie onderzoekt of zowel cognitieve (kennis), psychomotorische (vaardigheden) als psychosociale (attituden) doelen bereikt zijn.

6.1.1 Vakspecifieke kennis

In de derde graad worden in het vak biologie begrippen, structuren, functies, werkingen en relaties tussen structuren en functies aangebracht. Het evalueren hiervan gaat na of leerlingen inzicht verworven hebben in de logische structuur van de aangeboden leerinhouden.

6.1.2 Vakspecifieke onderzoeksvaardigheden

Hoe goed de leerling kan denken en kan werken volgens de wetenschappelijke methode moet geëvalueerd worden in evenredigheid met de aandacht die het oefenen van deze vaardigheden tijdens de lessen gekregen heeft. Er moet nagegaan worden in hoeverre de leerling in staat is de verworven kennis in nieuwe situaties aan te wenden en op die manier zelf nieuwe kennis te verwerven.

Volgende vaardigheden zijn belangrijk voor een proefondervindelijk onderzoek en zijn bijgevolg belangrijk bij een evaluatie:

- aangeboden informatie plaatsen in een vergelijkende tabel (begrip);
- een beschreven proef voorstellen in een eenvoudige schets of schema (begrip);
- uit verschillende behandelde experimenten een keuze maken om een bepaalde probleemstelling op te lossen (toepassing - analyse);
- een proef die tijdens de les niet behandeld werd, voorstellen in een eenvoudige schets of schema (analyse);
- uit een schematische voorstelling van een proef die tijdens de lessen niet behandeld werd, waarnemingen formuleren (analyse);
- een hypothese formuleren als een mogelijk antwoord op een gesteld probleem (analyse);
- resultaten van een proef interpreteren en gebruiken bij het oplossen van een probleem (analyse);
- een besluit formuleren op basis van de aangeboden resultaten van een niet behandeld experiment (synthese);
- een hypothese verantwoord aanvaarden of verwerpen op basis van eigen criteria. (evaluatie);
- vakspecifieke technieken (microscopie, werken met laboratoriummateriaal...) beheersen.

6.1.3 Vakspecifieke attituden

Het evalueren van attituden is niet eenvoudig. De evaluatie berust meestal op observaties die tijdens practica gebeuren.

Enkele belangrijke attituden zijn:

- aandacht hebben voor veiligheidsvoorschriften, voor hygiëne en gezondheid;
- verantwoordelijkheidsbesef t.o.v. het milieu en organismen;
- verantwoordelijkheid nemen bij het uitvoeren van proeven;
- bereidheid tot samenwerken;
- luisterbereidheid;
- bereidheid tot oplossen van opgegeven taken;
- zin voor nauwkeurigheid;
- zorgzaam en veilig omgaan met materiaal;
- leergierigheid;
- zelfvertrouwen bij het uitvoeren van opdrachten;
- zorgvuldigheid in taalgebruik;
- zin voor objectiviteit.

Het lijkt niet evident om al deze attituden tijdens één practicum te evalueren. Er kan bv. bij elk practicum vooraf aangekondigd worden welke attituden zullen geëvalueerd worden.

Vooraf kan door de vakwerkgroep op school een schaal opgesteld of gekozen worden die als norm gebruikt wordt.

6.2 Kenmerken van goede toetsen

6.2.1 Transparantie

Het moet voor leerlingen vooraf duidelijk zijn wat je van hen verwacht. Zij moeten weten:

- welk exact afgebakend deel van de leerstof zal geëvalueerd worden;
- welke doelstellingen nagestreefd worden;
- welke verschillende vraagtypen je zult gebruiken;
- welk kennisniveau verwacht wordt;
- welke examenmethode zal gebruikt worden;
- hoeveel tijd er aan de evaluatie mag besteed worden;
- welke score ze minimum moeten halen.

6.2.2 Validiteit, betrouwbaarheid en duidelijkheid

De vragen moeten een weerspiegeling zijn van de onderwijsmethode die in de lessen toegepast wordt. Zij moeten uitsluitend geven of de doelstellingen bereikt zijn.

Indien het onderwijs louter docerend wordt aangeboden, is het stellen van inzichtvragen op een toets moeilijk te verantwoorden, omdat de leerlingen op het zelf denken en het zelf verwerven van inzicht niet geoefend werden. Leerlingen kunnen moeilijk zelf een experiment voorstellen om een hypothese te toetsen, indien er nooit experimenteel, volgens de wetenschappelijke methode werd gewerkt. Men kan moeilijk toepassingen (bv. vraagstukken) laten maken, indien er nooit werden opgelost tijdens de les.

De gebruikte methode bepaalt dus het niveau en de aard van de vragen. Er wordt uiteraard wel rekening gehouden met het niveau van de leerlingen van de klas.

Rekening houdend met de visie in de doelstellingen van het leerplan, lijkt het evident dat én de onderwijsmethode én de evaluatievragen meer gericht zullen zijn op inzichtelijk werken volgens de wetenschappelijke methode. Bij het opstellen van toetsen is het belangrijk na te kijken of een bepaalde vraag gesteld wordt om een concrete lesdoelstelling te evalueren. Het kan daarom nuttig zijn sommige toetsvragen op te stellen en te noteren direct na een les, wanneer het nog duidelijk is waarop een klemtoon werd gelegd.

Een eindevaluatie moet gebaseerd zijn op voldoende evaluatiemomenten.

In een evaluatie moeten voldoende vragen gesteld worden. De vragen moeten alle behandelde leerinhouden testen en dat in functie van hun belangrijkheid.

De vragen moeten taalkundig goed geformuleerd zijn. Uit de vraag moet duidelijk blijken wat er precies mee bedoeld wordt en/of hoeverre het antwoord moet gaan. Of er bv. een verklaring, een uitweiding of een schets nodig is of als een opsomming van elementen volstaat, moet duidelijk blijken uit de formulering.

Verscheidene vraagtypen zijn wenselijk.

De meetschaal moet geobjectiveerd zijn, zodat eenzelfde prestatie tot eenzelfde score leidt.

6.2.3 De omstandigheden waarin de toets wordt afgelegd, moeten betrouwbaar zijn

Een degelijke controle tegen spieken is noodzakelijk.

Zorg voor een rustige omgeving. Onrustig heen en weer lopen tijdens een toets of examen maakt leerlingen ook onrustig, wat hun prestatie beïnvloedt.

Ook op een mondeling examen kan de persoon en de stijl van de examinator voor een belangrijk deel invloed hebben op het presteren van de leerling.

6.2.4 Normering

Van de examinator wordt verwacht dat hij een objectieve beoordeling uitspreekt en voor elke leerling identieke normen hanteert.

Bij open vragen is het daarom belangrijk vooraf een normantwoord uit te schrijven, waarin alle elementen, die het correcte antwoord moet bevatten, opgenomen zijn. Hierop wordt de maximumscore bepaald en wordt consequent gequoteerd tijdens het nalezen van de antwoorden.

Vanuit deze visie is het niet belangrijk op hoeveel punten de evaluatie gequoteerd wordt. Wel belangrijk is dat elk element in de antwoorden een maximum-puntenscore toegemeten krijgt in verhouding tot zijn waarde in het geheel van de evaluatie. Dit aspect van een evaluatie valt ook deels onder de kenmerken validiteit en betrouwbaarheid. De score van een leerling kan na het verbeterwerk toch omgerekend worden naar het in te dienen maximum.

7 Minimale materiële vereisten

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

7.1 Didactische infrastructuur

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

7.2 Didactisch materiaal

7.2.1 Micropreparaten

7.2.2 Vervangende leermiddelen

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

7.2.3 Audiovisuele middelen

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

7.2.4 Hulpmiddelen bij observatie

• Microscopen

- leerlingenmicroscopen voorzien van immersieobjectieven 100 x (minstens één per twee leerlingen)
- binoculaire loop en demonstratiemicroscop voor de leraar

7.2.5 Hulpmiddelen bij experimenten

• Algemeen laboratoriummateriaal

- dissectiemateriaal
- elementair microscopiemateriaal
- glaswerk, petrischalen, thermometers ...
- balans tot op 0,01 g nauwkeurig
- koelkast met diepvriesvak
- andere: bv. dialysemembraan

• Microbiologiemateriaal

• Chemicaliën

- kleurstoffen
- bewaarvloeistoffen
- reagentia: enzymen, sachariden, voedingsbodems ...

8 Bibliografie

8.1 Schoolboeken

Raadpleeg de catalogi van de uitgeverijen.

8.2 Brochures

In het kader van het "Actieplan Natuurwetenschappen" bestaan op dit ogenblik reeds een aantal brochures die nuttige informatie bevatten voor leraars biologie.

• "Didactische infrastructuur voor het onderwijs in de natuurwetenschappen" mei 1993

• "Chemicaliën op school" januari 2003 — <http://ond.vvkso-ict.com/vvksomain/>

— Deze informatie kan verkregen worden bij:

VVKSO, Guimardstraat 1, 1040 Brussel, Tel 02 507 06 49 - fax 02 511 33 57
e-mail: jesiane.vannevel@vvkso.vsko.be

• "Vlarempel, ik snap het", een brochure met de Vlaamse milieuregeling voor scholen.

Deze brochure kan besteld worden op het volgend adres:

Aminal, Koning Albert II-laan 20, bus 8, 1000 Brussel, Tel.: 02 553 80 71 - Fax: 02 553 80 25
E-mail: eddy.loosveldt@lin.vlaanderen.be
Website: www.mina.vlaanderen.be/milieueducatie/

8.3 Naslagwerken

- **ALBRECHT JOHAN**, *Biotechnologie tussen hype en histerie*, Standaard Uitgeverij (De Boeck), Antwerpen, ISBN 90 341 1222 5.
- **ANNE, J., GOUBAU, P.**, *Praktische oefeningen in de microbiologie: bacteriologie*, Acco, Leuven/Amersfoort, 1988, 49 pagina's.
- **ASPERGES, A., DESFOSES, F., et al.**, *Planten en andere niet-dierlijke organismen*, Van In, Lier, 2002, 578 pagina's, ISBN 90 306 2944 4.
- **ATLAS, Ronald M.**, *Microorganisms in our World*, Mosby-Year Book, Inc., St-Louis, Missouri 1995, 765 pagina's., ISBN 0 8016 7804 8.
- **BANNINCK, G.B., VAN RUITEN, TH.M.**, *Biologie informatief*, Den Gulden Engel, Antwerpen, 1996. 216 pagina's, ISBN 90 5035 427 0.
- **BERNARDS, J.A., Bouman, L.N.**, *Fysiologie van de mens*, Bohn Stafleu Van Loghem, Antwerpen, 1990, 598 pagina's, ISBN 90 313 0835 8.
- **BILLIAU, A.**, *Algemene begrippen over sterilisatie, desinfectie, aseptie*, Acco, Leuven/Amersfoort, 1980, 46 pagina's.
- **BOSSIER, M., BRONDERS, F., et al.**, *Moderne Dierkunde*, Van In, Lier, 1986, 519 pagina's, ISBN 90 306 1524 9.
- **CENTNER, J., VAN DER BREMPT, X.**, *Atlas Immunologie-Allergologie*, The UCB institute of allergy, Brussel, Uitgeverij D. Van Moerbeke UCB, Chemin du Foriest, 1420 Braine-l'Alleud.
- **COKELAERE, M., CRAEYNEST, P.**, *Onze genen - Handboek menselijke erfelijkheid* Acco, Leuven/Amersfoort, 1998, 424 pagina's. ISBN 90 334 4126 8.
- **DARNELL, J., e.a.**, *Molecular Cell Biology* Scientific American Books, W.H. Freeman and Company, New York, 1986, ISBN 0 7167 6001 0.
- **DE BRUIN, H., e.a.**, *Oculair Van cel tot populatie*, Educatieve Partners Nederland BV, Culemborg, ISBN 90 20 715291.
- **DELEU, P.**, *Het menselijk lichaam*, Standaard Educatieve Uitgeverij, Antwerpen, 1983, 404 pagina's, ISBN 90 02 13422 3.
- **FALKENHAN, H.H.**, *Handbuch der Praktischen und Experimentellen Schulbiologie*, 8 delen, Aulis Verlag Deubner & Co, Köln.
- **FRIED GEORGE H.**, *Schaum's outlines of Theory and Problems of Biology*, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1990, 440 pagina's, ISBN 0 07 022401 3.
- **GREGOIRE, L.**, *Inleiding in de Anatomie/Fysiologie van de mens*, SMD, Spruyt, Van Mantgem & De Does bv. Leiden, 1997, 559 pagina's, ISBN 90 238 3619 7.
- **KARDONG, KENNETH, V.**, *Vertebrates-Comparative Anatomy, Function, Evolution*, Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New York/Toronto/London, 2002, 732 pagina's. ISBN 0 07 290956 0.
- **KESSEL, R.G., KARDON, R.H.**, *Tissues and organs: a text atlas of scanning electron microscopy*, W.H. Freeman and Company, San Francisco, 1979, 317 pagina's. (Nederlandse uitgave: Natuur en Techniek, Maastricht)
- **KIRCHMAN, L.**, *Anatomie en fysiologie van de mens*, Uitgeverij Lemma BV, Utrecht, 1995, 657 pagina's, ISBN 90 5189 468 6.
- **KROMMENHOEK, Dr. W. e.a.**, *Biologie in Beeld*, Malmberg, Den Bosch, 143 pagina's, ISBN 90 208 8772 6.
- **LANGMAN, J.**, *Inleiding tot de embryologie*, Bohn, Scheltema en Holkema, Utrecht/Antwerpen, 1982, ISBN 90 313 0517 0.
- **LEYSENS, G.**, *Microbiologie voor verpleegkundigen*, Aurelia Paramedica, Sint-Martens-Latem, 1991, 87 pagina's.

- **MACKEAN, D.G.**, *Inleiding tot de Biologie*, Wolters-Noordhoff, Groningen, 1983, 265 pagina's, ISBN 90 01 56801 7.
- **MACKEAN, D.G.**, *Experimental Work in Biology*, (7 delen met Teacher's Guide), London, John Murray, 1971.
- **MACMINN, R.M.H.**, *Atlas van de menselijke anatomie*, Medical Books, 1986, ISBN 90 252 6705 X.
- **MARYNEN, P., WAELKENS, S.**, *Het ABC van het DNA, Mens en erfelijkheid*, Davidsfonds, Leuven, 1996, 149 pagina's, ISBN 90 6152 965 4.
- **RANDALL, D., BURGGREN, W., FRENCH, K.**, *Animal Physiology* W.H. Freeman and Company, San Francisco, 2002, 790 pagina's., ISBN 0 7167 3863 5.
- **RAVEN, P.H., JOHNSON, G.B.**, *Biology*, Mosby Year Book, St. Louis/Baltimore/Boston/London/Philadelphia/Sydney/Toronto, 1992, 1217 pagina's.
- **ROSS, M.H., ROMRELL, L.J.**, *Histology*, Williams & Wilkins, Baltimore/Hong Kong, London, Sydney, 1985, 783 pagina's.
- **SCHUIT, F.C.**, *Moleculaire benadering van de geneeskunde*, Bohn Stafleu Van Loghum, Houten/Diegem, ISBN 90 31 3020 5.
- **SHERWOOD, L.**, *Human Physiology*, West Publishing Company, Minneapolis/St.Paul, 1993, ISBN 0 314 01225 7.
- **SILBERNAGEL, S.**, *Sesam Atlas van de Fysiologie*, Bosch en Keuning NV, Baarn, 1987, ISBN 90 246 7032 2.
- **STEVENS, A.**, *Histologie van de mens*, Bohn Stafleu Van Loghum, 1997, 407 pagina's, ISBN 90 313 2435 3.
- **SUSANNE, C.**, *Menselijke genetica (Laboratorium antropogenetica VUB)*, de Sikkel, Malle, 1987, 542 pagina's, ISBN 90 260 3203 X.
- **VAN DE GEHUCHTE, E.E.**, *Microbiologie Practicum*, Uitgave Vyncke, Gent, 1982, 452 pagina's.
- **VAN DE KAMP, J.J.P., CASSIMAN, J.J., e.a.**, *Vragen over erfelijkheid*, VSOP-Kosmos-Z&K Uitgevers B.V., Utrecht/Antwerpen, 1997, 160 glz., ISBN 90 215 9288 6.
- **VERBIST, L.**, *Algemene microbiologie voor laboratoriumassistenten*
Deel I: Laboratoriummateriaal en microbiologische technieken
Deel II: De micro-organismen
Uitgeverij Acco, Leuven, 1995-1996.
- **VERSCHUUREN, Dr.G.M.N., e. a.**, *Grondslagen van de biologie, deel 1: Cellen, deel 2: Organismen, deel 3: Populaties* Educatieve Partners Nederland bv, Culemborg, 1993. (Dit is een vertaling uit het Engels van "Elements of Biological Science" van KEETON, W.T. en McFADDEN, C.H.; uitgegeven bij W.W. Norton & Company in 1983, ISBN 90 20 71372 8).
- **WILLIAMS, D., STANSFIELD, Ph. D.** *Theory and Problems of Genetics* Schaum's outline serie, Mc Graw-Hill Book Company, New York, Department of Biological Sciences, California State Polytechnic College, 1991, 452 pagina's, ISBN 0 07 060877 6.
- **WYMER, P.**, *Practical Microbiology and Biotechnology for Schools*, Macdonald Educational, Society for General Microbiology, England, 1987.

Wetenschappelijke bibliotheek van NATUUR, WETENSCHAP & TECHNIEK (www.natutech.nl)

- Bloed
- Celdeling en kanker
- De DNA-makers
- De levende cel (2 delen)
- Enzymen
- Genen en gezondheid

- Immunologie
- Menselijke verscheidenheid
- Microbiologie
- Nieuwe atlas van de menselijke anatomie
- Virussen
- ...

Uitgaven van VIB (Vlaams Interuniversitair Instituut voor Biotechnologie)
 Rijvisschestraat 120, 9052 Zwijnaarde, tel 09/244 66 11 www.vib.be/info
 VIB biedt wetenschappelijke onderbouwde informatie over biotechnologie en zijn toepassingen.

8.4 Verenigingen - Tijdschriften

- VOB (Vereniging voor het Onderwijs in de Biologie, de Milieuleer en de Gezondheidseducatie) (URL: www.vob-ond.be)
 - BIO tweemaandelijks mededelingenblad
 - Jaarboek
- VELEWE (Vereniging van de leraars in de wetenschappen)
 Het tijdschrift draagt dezelfde naam (URL: www.velewe.be)
- Werkgroep MENS (Milieu-Educatie, Natuur & Samenleving), driemaandelijks tijdschrift 'MENS',
 adres: RUCA, Groenenborgerlaan 171, 2020 Antwerpen
 tel. 03 218 04 21 - www.2mens.com
- Praxis der Naturwissenschaften — Biologie, Aulis Verlag, Köln.
- UNIVERSITAIRE ZIEKENHUIZEN K.U. LEUVEN, Maandelijkse Gezondheidsbrief
 Uitg. Biblio n.v. Brasschaatsteenweg 308 2920 Kalmthout Tel. 03 620 02 11
- Eetbrief UGent: Nieuwsbrief over Gezond en lekker eten;
 Uitg. Biblio n.v. Brasschaatsteenweg 308 2920 Kalmthout Tel. 03 620 02 11
- ...

8.5 Uitgaven van Pedagogisch-didactische centra en Navormingscentra

In het tijdschrift 'Forum' vindt men op regelmatige tijdstippen een "up-to-date" lijst van adressen en telefoonnummers van die centra waar syllabi van diverse navormingen beschikbaar zijn.

Enkele voorbeelden:

- Centrum Nascholing Onderwijs, U.A. Universiteitsplein 1, 2610 Wilrijk tel 03/820 29 60;
www.ua.ac.be/cno
- DiNAC (voorheen Lico) Diocesaan Nascholingscentrum
 Bonnefontenstraat 1 3500 Hasselt tel. 011 23 68 24; www.diohasselt.be
- Eekhoutcentrum, universitaire campus, 8500 Kortrijk, tel. 056 24 61 82
www.eekhoutcentrum.be
- Pedic, Coupure Rechts 314, 9000 Gent, tel. 09 225 37 34; www.kogent.be
- Vliebergh Sencieleergangen: Zwarte Zustersstraat 2, 3000 Leuven, tel. 016 32 94 09
www.kuleuven.ac.be/vliebergh

- VVKSO: Werkgroep Natuurwetenschappen en ethiek
Bijscholing leerkrachten Microbiologie 5 maart 1994
Guimardstraat 1, 1040 Brussel tel. 02-507-06-49; www.vvkso.be

8.6 Software

- Goede vertrekpunten op internet zijn:

- * EDU Internet Vlaanderen
Gebr. Desmetstraat 1, 9000 Gent
tel 09-265-86-44 E-mail: eduint@smic.be
URL: www.smic.be

- * URL van het VVKSO met vakkendatabank:
www.vsko.be/vvkso/cyberkla/hantip.htm

- * Website van VOB: deze website wordt goed onderhouden en biedt veel URL's:
www.vob-ond.be

- * URL van DPB-Brugge voor het secundair onderwijs met links naar biologie:
www.sip.be/dpb/start.htm

- * URL van DPB-Gent met links naar biologie:
www.kogent.be

- * www.digikids.be

- * www.examenbundel.nl

- Digitale wetenschappelijke bibliotheek van NATUUR, WETENSCHAP & TECHNIEK
Belangrijke cd-roms:

- Microbiologie (1997)

- De rijkdom van bloed (1999)

- Medicijnen (2000-2001)

- ...

- Het digitale archief van NATUUR, WETENSCHAP @ TECHNIEK
10 jaargangen van Natuur en Techniek op één cd-rom

- MENS 10 jaar gentechnologie (uitgave CMED - 2002)

- Bio Trom (uitgave VIB - 2003)

- Bioplek (Scholte-Marree-2004) www.bioplek.org

- ...

Raadpleeg hiervoor de catalogi van de uitgeverijen

**CHEMIE
DERDE GRAAD TSO**

**TV TOEGEPASTE CHEMIE
ANALYTISCHE CHEMIE
THEORIE EN LABORATORIUM**

**Eerste leerjaar: 6 uur/week
Tweede leerjaar: 6 uur/week**

Inhoud

1	Beginsituatie.....	47
2	Algemene doelstellingen.....	47
2.1	Inleiding.....	47
2.2	Kennis.....	47
2.3	Vaardigheden.....	47
2.4	Attitudes.....	48
3	Algemene didactische wenken.....	49
3.1	Naamvorming bij anorganische verbindingen.....	49
3.2	Computergebruik.....	50
3.3	Laboratoriumoefeningen.....	51
3.4	Bedrijfsbezoeken.....	51
3.5	Voorstel urenverdeling.....	52
4	Overzicht van de leerinhouden.....	52
5	Leerplandoelstellingen, leerinhouden, didactische wenken.....	54
5.1	Inleidende begrippen.....	54
5.2	Reactiesnelheid.....	54
5.3	Chemisch evenwicht: homogeen.....	55
5.4	Elektrolyten.....	55
5.5	Zuur-base-reacties en zuur-base-titraties.....	56
5.6	Complexen en complextitraties.....	56
5.7	Neerslagvorming en neerslagtitraties.....	57
5.8	Redoxreacties en redoxtitraties.....	58
5.9	Elektrochemische technieken.....	58
5.10	Spectroscopische technieken.....	59
5.11	Chromatografie.....	60
6	Evaluatie.....	60
6.1	Algemeen.....	60
6.2	Evaluatievormen.....	61
6.3	Vaardigheden en attitudes.....	61
7	Minimale materiële vereisten.....	62
7.1	Basisinfrastructuur.....	62
7.2	Veiligheid en milieu.....	62
7.3	Basismateriaal.....	62
7.4	Toestellen.....	62
7.5	Chemicaliën.....	63
7.6	Visualiseren in chemie (modellen).....	63
7.7	ICT-toepassingen.....	63
7.8	Tabellen.....	63
8	Bibliografie.....	63
8.1	Leerboeken.....	63
8.2	Naslagwerken.....	63
8.3	Tijdschriften – Publicaties.....	64
8.4	Uitgaven van Pedagogisch-didactische centra.....	64
8.5	Buffercalculator (Internet).....	65

1 Beginsituatie

Leerlingen die uit de tweede graad Techniek-wetenschappen of Biotechnische wetenschappen komen hebben een voldoende algemene voorkennis van de chemie. Hierbij kwamen vooral aspecten van de atoombouw, de chemische binding, de formule- en naamvorming, reactietypes zonder en met verandering van OG, stechiometrie aan bod. Deze leerlingen beschikken ook over enige laboratoriumvaardigheden.

Leerlingen die uit een studierichting komen met een lessentabel Chemie (1-1), hebben elementair kennis gemaakt met bovenstaande aspecten. Op gebied van stechiometrie hebben deze leerlingen geen voorkennis. Hieraan moet dan ook voldoende aandacht besteed worden. De laboratoriumvaardigheden van deze leerlingen zijn bij de aanvang eerder beperkt.

2 Algemene doelstellingen

2.1 Inleiding

In deze studierichting is het vak Analytische chemie belangrijk om de leerlingen inzicht te doen verwerven in kwalitatieve en kwantitatieve analyses. Het is erg zinvol dat de leerlingen op dit vlak goed voorbereid zijn op gebied van de praktische werkmethoden. De leerlingen moeten echter ook in staat zijn om de theoretische inzichten toe te passen bij het oplossen van analytische problemen.

2.2 Kennis

De leerlingen verwerven fundamenteel chemische inzichten in volgende onderwerpen: reactiesnelheid en chemische evenwicht, zuur-base-reacties, complexreacties, neerslagvorming, redoxreacties, elektrochemie, spectroscopie en chromatografie. Hierbij worden ook telkens de bijhorende analysemethoden behandeld. Het te verwerven niveau wordt bepaald door de leerplandoelstellingen (zie verder).

2.3 Vaardigheden

2.3.1 Rekenvaardigheden

De leerlingen hanteren bij berekeningen benaderingsregels om resultaten met een correct aantal beduidende cijfers te schrijven.

Voor de gebruikte kwantitatieve technieken, onder andere zuur-base-titraties, gravimetrie, neerslagtitraties, complexitraties, redoxitraties ... vanuit de meetwaarden de onbekende concentratie van een oplossing of de hoeveelheid van een stof of het gehalte van een stof in een mengsel berekenen.

De leerlingen moeten resultaten van een berekening kunnen interpreteren.

2.3.2 Laboratoriumvaardigheden

Experimenten uitvoeren om zowel kwalitatieve als kwantitatieve gegevens te verzamelen omtrent chemische stoffen en mengsels van stoffen.

De nodige vaardigheden aanleren om analytisch te werken.

Leren omgaan met geavanceerde apparaten.

De leerlingen kunnen bij een analyse:

- Het onderscheid maken tussen de nauwkeurigheid en de gevoeligheid van een analysemethode.
- Het principe van de gebruikte apparatuur aangeven en de toestellen voor de juiste toepassingen gebruiken.
- De methoden en werkwijzen bij het nemen van monsters begrijpen.

Leren samenwerken met anderen door het uitwisselen van gegevens en het confronteren van visies en resultaten.

Vanuit een gegeven proefbeschrijving tot een zelfstandige uitvoering komen wat betreft apparatuur, gebruikte stoffen, veiligheidsvoorschriften.

De beschikbare experimenteertijd optimaal verdelen en benutten.

Volgende analysetechnieken kunnen uitvoeren:

- titraties: zuur-base-, neerslag-, complex-, redox-, potentiometrische en conductometrische titraties
- gravimetrie
- spectrofotometrie
- chromatografie

2.3.3 ICT-vaardigheden

ICT (computer en bijbehorende software en hardware) gebruiken bij het verwerken van meetresultaten en bij rapportering.

2.4 Attitudes

2.4.1 Algemene attitudes

Doorzettingsvermogen en creativiteit bij het oplossen van gestelde problemen.

Leergierigheid en drang naar inzicht bij het zoeken naar een verklaring van de waargenomen fenomenen.

Een kritische houding ontwikkelen ten aanzien van de gebruikte methoden of oplossingen door een rationele analyse van het chemisch-technisch probleem.

De resultaten van de uitgevoerde analyses ordelijk en correct noteren.

De veiligheidsvoorschriften bij het omgaan met stoffen en apparatuur respecteren.

Milieuverantwoordelijkheidszin verwerven.

2.4.2 Attitudes noodzakelijk voor veilig werken in het labo

De leerlingen:

- zorgen voor eigen veiligheid en gezondheid;
- brengen de veiligheid en de gezondheid van anderen niet in gevaar;
- gebruiken glaswerk, toestellen en ander gereedschap zoals het moet;
- gebruiken gevaarlijke producten op de juiste manier;
- gebruiken persoonlijke beschermingsmiddelen (labjas, veiligheidsbril, handschoenen);
- hanteren de juiste veiligheidsvoorschriften bij het omgaan met stoffen en apparatuur;
- hebben aandacht voor persoonlijke hygiëne (bv. na elke labopdracht handen wassen);
- melden ongelukken aan de leraar.

3 Algemene didactische wenken

Rekening houdend met het leerlingenprofiel (minder theoretisch aangelegd/meer gericht op het praktische) en ook met het oog op een efficiënte koppeling tussen de theorielessen en het laboratorium, dient de theoretische leerstof zeer concreet te worden aangeboden door middel van:

- allerlei ondersteunende audiovisuele hulpmiddelen zoals transparanten, wandplaten, dia's, film, video, computersimulaties ... ;
- molecuulmodellen, dynamische modellen, schema's van de bouw en werking van de apparatuur ... ;
- demonstratie-experimenten voor die leerstofpunten die niet direct in het practicum aan bod komen of als noodzakelijke ondersteuning van aansluitende practica.

Daar Analytische chemie, naast Organische chemie en Chemische technologie voor deze leerlingen een belangrijk facet is van het studierichtingsgedeelte is het nuttig en nodig dat niet enkel concrete, praktische vaardigheden worden aangeleerd in het lab, maar dat ook de theoretische achtergrond besproken wordt. Er zal dan ook getracht worden om het doel, het waarom van en de beperkingen van de verschillende analysemethoden grondig en inzichtelijk te bespreken.

Het gebruik van het SI-eenhedenstelsel is wettelijk verplicht. Bij vermelding van een grootte uit de leerinhouden wordt verwacht dat men de SI-eenheid aangeeft. Omwille van het courante gebruik van vroegere eenheden in de industrie is het nuttig ook deze te vermelden, maar ook hun relatie met de SI-eenheden aan te geven.

Het hanteren van benaderingsregels bij het bepalen van het aantal beduidende cijfers in het resultaat mag stilaan als verworven beschouwd worden. Leerkrachten die hier enig tekort vaststellen, zullen bij het uitvoeren van rekenproblemen er de nodige aandacht aan schenken.

3.1 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 geven.

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);

HNO₃: waterstofnitraat (met salpeterzuur 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:

Al₂O₃: dialuminiumtrioxide of aluminiumoxide

N₂O₅: distikstofpent(a)oxide of stikstof(V)oxide

Cr₂(SO₄)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.

3.2 Computergebruik

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-base-titratie, simulatie van een chemisch evenwicht.

3.3 Laboratoriumoefeningen

Men moet bijzondere aandacht besteden aan het naleven van de nodige veiligheidsvoorschriften bij het omgaan met apparatuur en glaswerk, bij het manipuleren met chemische stoffen, met betrekking tot het verwijderen of het verzamelen van afval, bij het gedrag in het lab. Men zal er onder andere nauwlettend op toezien dat leerlingen niet eten in het lab. Ook is het om begrijpelijke redenen aangewezen leerlingen niet alleen in het lab achter te laten.

Het is zinvol bij nieuwe labopdrachten tijd te voorzien om de leerlingen zelf de nodige oplossingen te laten berekenen en te laten bereiden.

pH-berekeningen, bereiden van oplossingen, bespreken van de indicatorkeuze kunnen en worden best tot één opdracht geïntegreerd.

Voorbeelden van mogelijke laboratoriumoefeningen:

- Chemisch evenwicht: illustreren van de invloedsfactoren (Le Chatelier)
- Omslaggebied van indicatoren
- Bufferoplossingen: bereiden, eigenschappen onderzoeken
- pH-titraties: bepalen van pH-curven
- Zuur-base-titraties
- Gravimetrie: door vervluchtigen of neerslaan
- Neerslagtitraties: methode van Mohr, Volhard
- Complexitraties: EDTA-titraties
- Redoxitraties: permanganometrie, jodometrie
- Potentiometrische redoxitraties
- Conductometrie
- Colorimetrie of spectrometrie: ijklijn opnemen, concentraties bepalen
- Papierchromatografie
- Dunne laagchromatografie
- Kolomchromatografie

3.4 Bedrijfsbezoeken

Bedrijfsbezoeken zijn wenselijk om leerlingen de mogelijkheden van de moderne analyseapparatuur te tonen met daaraan gekoppeld de gegevensverwerking door de computer en daaruit de automatische sturing van chemische processen.

Een bezoek aan een elektrolysehal van een metallurgisch bedrijf is niet alleen verrijkend, maar ook indrukwekkend.

3.5 Voorstel urenverdeling

Om te helpen bij het opmaken van de jaarplanning kan volgende tijdsbesteding richtinggevend zijn:

	Leerinhouden	Aantal lesuren
Eerste leerjaar	Inleidende begrippen	6
	Reactiesnelheid	3
	Chemisch evenwicht	4
	Elektrolyten	4
	Zuur-base-reacties en zuur-base-titraties	10
	Complexen en complextitraties	6
	Neerslagvorming en neerslagtitraties	17
	Laboratoriumoefeningen	100
Tweede leerjaar	Redoxreacties en redoxtitraties	16
	Elektrochemische technieken	10
	Spectroscopische technieken	18
	Chromatografie	6
	Laboratoriumoefeningen (Hierin kan een bepaald aantal uren besteed worden aan de geïntegreerde proef)	100

4 Overzicht van de leerinhouden

Inleidende begrippen:

- Elektronenconfiguratie
- Anorganische stofklassen
- Naam- en formulevorming anorganische verbindingen
- Chemisch rekenen

Reactiesnelheid

- Begrip
- Factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden

Chemisch evenwicht

- Evenwichtsconstante
- Ligging en verschuiving van het evenwicht

Elektrolyten

- Ionisatie en dissociatie
- Ionenproduct van water
- pH-begrip

Zuur-base-reacties en zuur-base-titraties

- Brönstedtheorie

- Sterkte van zuren en basen
- pH-berekeningen
- Buffers
- pH-titratiecurven
- Zuur-base-indicatoren
- Zuur-base-titraties

Complexen en complextitraties

- Centraal ion, ligand, coördinatiegetal
- Stabiliteitsconstante
- Complextitraties

Neerslagvorming en neerslagtitraties

- Verzadigde en onverzadigde oplossing
- Oplosbaarheid
- Oplosbaarheidsproduct
- Factoren die de oplosbaarheid beïnvloeden
- Gravimetrie
- Neerslagtitraties

Redoxreacties en redoxtitraties

- Oxidatie en reductie
- Redoxreacties
- Normpotentiaal
- Nernstvergelijking
- Galvanische cel
- Corrosie
- Redoxtitraties

Elektrochemische technieken

- Potentiometrie
- Elektrische geleidbaarheid
- Conductometrie
- Elektrolyse

Spectroscopische technieken

- EM-spectrum, golflengte, frequentie, energie, emissie, absorptie
- Wet van Lambert-Beer
- Spectrofotometrie

Chromatografie

- Stationaire fase, lopende fase, R_f -waarde, verdelingscoëfficiënt, adsorptie, chromatogram

5 Leerplandoelstellingen, leerinhouden, didactische wenken

Elk leerjaar wordt 2/3 van de beschikbare tijd besteed aan laboratoriumoefeningen, evenredig gespreid over gans het schooljaar.

5.1 Inleidende begrippen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|--|--|
| 1 | De elektronenconfiguratie van een element weergeven steunend op zijn plaats in het PSE. | Elektronenconfiguratie |
| 2 | Op basis van het sterisch getal de ruimtelijke structuur van stofdeeltjes bepalen. | Sterisch getal en ruimtelijke structuur |
| 3 | Op basis van gegeven formules stoffen indelen in anorganische stofklassen. | Anorganische stofklassen |
| 4 | Een principe van de naamvorming voor anorganische verbindingen weergeven en toepassen. | Naamvorming anorganische verbindingen |
| 5 | Op basis van een gegeven naam van een anorganische verbinding de formule weergeven. | Formulevorming anorganische verbindingen |
| 6 | De begrippen mol, molaire massa, molaire concentratie verwoorden en in oefeningen toepassen. | Stofhoeveelheid (mol), molaire massa (g/mol), molaire concentratie (mol/l) |

DIDACTISCHE WENKEN

Enkel hoofd- en subenergieniveaus weergeven. Regels van Pauli en Hund moeten niet gegeven worden. Ook de overgangselementen komen hierbij aan bod.

Eventueel kan hier een herhaling van de 'Chemische binding' gegeven worden (leerstof tweede graad).

De ruimtelijke structuur is belangrijk om later het polair karakter van moleculen te kunnen bepalen.

De elektronenconfiguratie opstellen op basis van een energiediagram of door het gebruik van het diagonaal-schema.

Het is belangrijk dat het aangeleerde principe van naamgeving in alle chemievakken wordt toegepast.

5.2 Reactiesnelheid

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|--|---|
| 7 | Het begrip reactiesnelheid omschrijven. | Reactiesnelheid |
| 8 | Factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden verklaren. | Factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden |

DIDACTISCHE WENKEN

Het botsingsmodel kan hierbij besproken worden.

5.3 Chemisch evenwicht: homogeen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 9 De evenwichtsconstante uitdrukken in functie van evenwichtsconcentraties op basis van een gegeven evenwichtsvergelijking.
- 10 De evenwichtsconstante interpreteren m.b.t. de ligging van het evenwicht.
- 11 De verschuiving van het chemisch evenwicht voorstellen.

LEERINHOUDEN

- Chemisch evenwicht:
Evenwichtsconstante
- Ligging van het chemisch evenwicht
- Verschuiving van het chemisch evenwicht

DIDACTISCHE WENKEN

Oefeningen omtrent de evenwichtsconstante komen hier aan bod.

Toepassen van het principe van Le Chatelier, enkel kwalitatief behandelen.

Als toepassing van chemisch evenwicht kan het rendement van een chemische reactie aan bod komen.

De begrippen enthalpie, entropie en vrije energie worden niet behandeld.

5.4 Elektrolyten

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 12 Ionisatie bij ionogene stoffen en dissociatie in ionen bij ionofore stoffen beschrijven en door een vergelijking weergeven.
- 13 De ionisatiegraad van een oplossing van een ionogene stof definiëren en interpreteren.
- 14 Het ionenproduct van water weergeven.
- 15 De definitie van de pH van een oplossing weergeven.

LEERINHOUDEN

- Ionisatie en dissociatie
Ionogene en ionofore stoffen
- Ionisatiegraad
- Ionenproduct van water
- pH

DIDACTISCHE WENKEN

Het begrip logaritme wordt aangebracht in de wiskunde. Afspraken met de leraar wiskunde om tijdig dit begrip te behandelen is belangrijk.

5.5 Zuur-base-reacties en zuur-base-titraties

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 16 Het zuur-baseconcept volgens Brönsted verwoorden en toelichten.
- 17 Het verband leggen tussen zuur- en baseconstante en sterkte van zuren en basen.
- 18 De pH van een oplossing berekenen op basis van gegeven hydronium- en hydroxideconcentratie.
- 19 De pH -formules voor oplossingen die zwakke zuren en basedeeltjes (zuren, basen, zouten) bevatten toepassen
- 20 Doel, samenstelling en werking (enkel kwalitatief) van een buffer weergeven.
- 21 Het verloop van pH -titratiecurven interpreteren.
- 22 Een geschikte zuur-base-indicator kiezen op basis van een gegeven titratiecurve.
- 23 Een gehaltebepaling met een zuur-basetitratie uitvoeren.

LEERINHOUDEN

- Brönstedtheorie
- Sterkte van zuren en basen
- pH -berekeningen
- Buffers
- pH -titratiecurven
- Zuur-base-indicatoren
- Zuur-basetitraties

DIDACTISCHE WENKEN

Voorspellen van het verloop van zuur-base-reacties aan de hand van een gegeven tabel met zuur- en baseconstanten.

Voor pH -berekeningen krijgen de leerlingen tabellen met pH -formules.

De leerlingen kunnen in het lab een buffer bereiden. De bufferende werking kan proefondervindelijk aangetoond worden.

Bij het interpreteren van de titratiecurven kan de invloed van de zuursterkte en de beginconcentratie van zuur of base bestudeerd worden. Het interpreteren van titratiecurven kan aan de hand van computersimulaties.

Bij de keuze van een geschikte zuur-base-indicator wordt een tabel met omslaggebieden gebruikt.

5.6 Complexen en complextitraties

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 24 In een formule van een complexe verbinding het centraal ion, het ligand en het coördinatiegetal aanduiden.
- 25 De stabiliteit van complexen interpreteren.

LEERINHOUDEN

- Complexe verbindingen: centraal ion, ligand, coördinatiegetal
- Stabiliteitsconstante

- 26 Een gehaltebepaling met een complextitratie uitvoeren. Complextitratie

DIDACTISCHE WENKEN

De systematische naamvormingsregels voor complexen moeten niet gegeven worden; alleen de namen van de besproken complexen.

De voorkeur gaat uit naar de stabiliteitsconstante i.p.v. de dissociatieconstante. De stabiliteit kan duidelijk geïllustreerd worden aan de hand van Cu^{2+} -complexen.

5.7 Neerslagvorming en neerslagtitraties

LEERPLANDOELSTELLINGEN

27 De begrippen verzadigde en onverzadigde oplossing, oplosbaarheid van een in water weinig oplosbare ionofore stof en oplosbaarheidsproduct omschrijven.

28 Vanuit de oplosbaarheid van een in water weinig oplosbare ionofore stof het oplosbaarheidsproduct berekenen en omgekeerd.

29 De invloedsfactoren op de oplosbaarheid van een in water weinig oplosbare ionofore stof in verband brengen met het verschuiven van het chemisch evenwicht.

30 Begrippen in verband met gravimetrie, onder andere colloïdale neerslag, uitvlokken, coprecipitatie, homogene precipitatie omschrijven.

31 Methoden en werkwijzen weergeven voor het berekenen van bijvoorbeeld het gehalte aan een bepaalde stof.

32 Een gehaltebepaling met een neerslagtitratie uitvoeren.

LEERINHOUDEN

Verzadigde en onverzadigde oplossing
Oplosbaarheid
Oplosbaarheidsproduct

Factoren die de oplosbaarheid beïnvloeden

Gravimetrie

Gravimetrische berekeningen

Neerslagtitraties

DIDACTISCHE WENKEN

Volgende factoren die de oplosbaarheid beïnvloeden kunnen behandeld worden: het toevoegen van gelijke en vreemde ionsoorten, de pH, complexvorming, de temperatuur.

Volgende neerslagtitraties kunnen hierbij aan bod komen: methode van Mohr, methode van Volhard (eventueel de methode van Fajans).

5.8 Redoxreacties en redoxtitraties

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 33 De begrippen oxidatie, reductie, oxidator en reductor definiëren.
- 34 Een redoxreactie opstellen.
- 35 Het verband leggen tussen normpotentiaal en de sterkte van oxidatoren en reductoren.
- 36 De Nernstvergelijking toepassen om reëel redoxpotentiaal te berekenen.
- 37 De bouw van een referentie-elektrode voorstellen en de bijhorende halfreactie weergeven.
- 38 Galvanische cel en corrosie verklaren op basis van normpotentiaal van redoxkoppels.
- 39 Het verloop van een redoxtitratiecurve interpreteren.
- 40 Een gehaltebepaling met een redoxtitratie uitvoeren.

LEERINHOUDEN

- Oxidatie en reductie
- Oxidator en reductor
- Redoxreacties
- Normpotentiaal
- Sterkte oxidatoren en reductoren
- Nernstvergelijking
- Referentie-elektrode
- Galvanische cel
- Corrosie
- Redoxtitratiecurven
- Redoxtitraties

DIDACTISCHE WENKEN

Het opstellen van een redoxreactievergelijking kan op verschillende manieren gebeuren; zowel via de combinatie van de halfreacties, als via de volledige stapsgewijze uitwerking. Het kan zinvol zijn beide methoden aan te wenden.

Voorspellen van het verloop van redoxreacties aan de hand van een gegeven tabel met normpotentialen.

De factoren, die de potentiaal van een redoxkoppel beïnvloeden, kunnen experimenteel worden aangebracht - potentiaal bij verschillende concentraties, potentiaal bij verschillende temperaturen - om de wet van Nernst te bespreken.

De leerlingen gebruiken tabel met halfreacties en normpotentialen.

Er moeten geen berekeningen van K behandeld worden.

Het is zinvol om te verwijzen naar de analogie en de verschillen met zuur-base-titraties.

5.9 Elektrochemische technieken

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 41 Het principe van de potentiometrie in verband brengen met de wet van Nernst.

LEERINHOUDEN

- Potentiometrie
- Nernstvergelijking

- 42 Aan de hand van een gemeten potentiaalverschil van een oplossing ten overstaan van een referentie-elektrode de onbekende concentratie van de stof in de oplossing berekenen.
- 43 De begrippen elektrische geleidbaarheid, specifieke geleidbaarheid, equivalente geleidbaarheid, beweeglijkheid van de ionen omschrijven. Elektrische geleidbaarheid
- 44 Factoren, die de specifieke geleidbaarheid beïnvloeden, aangeven en bespreken met het oog op een conductometrische titratie. Conductometrie
- 45 Bij de elektrolyse van een oplossing het oxidatie- en reductieproces aanwijzen en de bijhorende halfreacties schrijven. Elektrolyse

DIDACTISCHE WENKEN

De begrippen worden zo veel mogelijk via laboratoriumopdrachten bijgebracht.

5.10 Spectroscopische technieken

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHouden

- 46 De begrippen golflengte, frequentie, energie van het licht, emissie en absorptie van straling, het elektromagnetisch spectrum omschrijven. Golflengte, frequentie, energie van licht, emissie, absorptie, EM-spectrum
- 47 De wet van Lambert-Beer schrijven in symboolvorm, de betekenis van de symbolen kennen en de geldigheid van de wet bespreken. Wet van Lambert-Beer
- 48 Het basisschema van een spectrofotometer tekenen, de verschillende onderdelen benoemen en hun functie aangeven. Spectrofotometer

DIDACTISCHE WENKEN

Voor de begrippen in verband met licht is coördinatie met Toegepaste fysica noodzakelijk. Daarom zal meestal een korte herhaling volstaan van de begrippen: golflengte, frequentie, energie van het licht, spectrum, emissie, absorptie.

Bij de bespreking van absorptie- en emissiespectra is de theoretische behandeling van begrippen als hoofd- en subenergieniveaus, grond- en aangeslagen toestand op zijn plaats.

Bij de bespreking van de spectrofotometer kunnen verschillende technieken aan bod komen zoals IR-, zichtbaar-, UV-spectrofotometrie, AAS, AES.

5.11 Chromatografie

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 49 Begrippen uit de chromatografische technieken toepassen: stationaire fase, lopende fase, R_f -waarde, verdelingscoëfficiënt, adsorptie.
- 50 Kwalitatieve en kwantitatieve mogelijkheden van de onderscheiden chromatografische technieken aangeven.

LEERINHOUDEN

Chromatografie: stationaire fase, lopende fase, R_f -waarde, verdelingscoëfficiënt, adsorptie

Chromatogram

DIDACTISCHE WENKEN

Bij chromatografie is het nuttig om de twee werkzame mechanismen - verdeling en adsorptie - aan te brengen.

Van een gegeven chromatogram de R_f -waarde berekenen.

Bij de bespreking van de chromatografie kunnen verschillende technieken aan bod komen zoals gas- vloeistof-, dunne laag- en ionenuitwisselingschromatografie.



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

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

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

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

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

6 Evaluatie

6.1 Algemeen

Onderwijs wordt niet meer beschouwd als het louter overdragen van kennis. Het ontwikkelen van leerstrategieën, van algemene en specifieke attitudes en de groei naar **actief leren** krijgen een centrale plaats in het leerproces. Hierbij neemt de leraar steeds meer de rol op van **mentor** die de leerling kansen biedt en methodieken aanreikt om voorkennis te gebruiken, om nieuwe elementen te begrijpen en te integreren.

Evaluatie moet aan bovenstaande onderwijsvisie worden aangepast indien men inhoudelijk en didactisch de nieuwe benaderingen en onderwijsstrategieën nastreeft. Evaluatie is een onderdeel van de leeractiviteiten van leerlingen en vindt bijgevolg niet alleen plaats op het einde van een leerproces of op het einde van een onderwijsperiode. Evaluatie is een permanente activiteit, onlosmakelijk verbonden met een didactisch kader en is dus geen doel op zich. Evalueren is noodzakelijk om **feedback** te geven aan de leerling en aan de leraar.

- Door rekening te houden met de vaststellingen gemaakt tijdens de evaluatie kan de leerling zijn **leren optimaliseren**.
- De leraar kan uit evaluatiegegevens suggesties halen voor **bijsturing** van zijn **didactisch handelen**.

Deze **assessment**- of **begeleidingscultuur** is een continu proces dat optimaal en motiverend verloopt in stress-arme en sanctiearme omstandigheden.

Bij evalueren staat steeds de **groei van de leerling centraal**. De te verwerven kennis, vaardigheden en attitudes worden bepaald door de algemene doelstellingen en de specifieke leerplandoelstellingen.

Wanneer we willen ingrijpen op het leerproces is de **rapportering** van de evaluatie zeer belangrijk. Wanneer men zich na een evaluatie enkel beperkt tot het weergeven van punten krijgt de leerling weinig feedback. In de rapportering kunnen de sterke en de zwakke punten van de leerling weergegeven worden. Eventuele werkpunten of aandachtspunten voor het verdere leerproces kunnen ook aan bod komen.

6.2 Evaluatievormen

Uit het voorgaande volgt dat de leraar zich bevraagt over de keuze van de evaluatievormen. Door een verscheidenheid aan vormen te hanteren wordt de leerling aangesproken op verschillende verwerkingsniveaus

- Onderwijsleergesprek
- Toetsen met meerkeuzevragen (met motivatie), juist-/fout-vragen (met motivatie), open vragen, oefeningen/vraagstukken
- Verslagen van laboratoriumopdrachten
- Zelfevaluatie

Bij de gestelde vragen mag men zich niet louter beperken tot tekstuele vragen. Ook beeldmateriaal, grafieken, schema's, tabellen komen aan bod bij de vraagstelling.

Bij verslagen kan men (afwisselend) werken met open en gesloten verslagen.

Bij gesloten verslagen werkt men met een instructieblad. De leerling moet hierbij uitvoeren wat gevraagd wordt op het instructieblad. Zo kan een berekening stap voor stap uitgewerkt zijn.

Bij open verslagen moet de leerling zelf structuur aanbrengen in het verslag. Bij de evaluatie wordt de structuur (duidelijkheid, taal, relevantie, ...) ook geëvalueerd.

6.3 Vaardigheden en attitudes

Het is duidelijk dat vaardigheden en attitudes in het algemeen en laboratoriumvaardigheden en -attitudes in het bijzonder op een andere manier geëvalueerd worden dan kennis. Voor het evalueren van vaardigheden en attitudes kan **zelfevaluatie** een handig instrument zijn, naast de andere evaluatievormen. Tijdens de zelfevaluatie denkt de leerling na over zijn eigen handelen, waardoor de betrokkenheid van de leerling op het leerproces toeneemt.

Ook een informele beoordeling kan gehanteerd worden om vaardigheden en attitudes te evalueren. De informele beoordeling geschiedt tijdens het uitvoeren van de proef en is weinig gereguleerd of vooraf vastgelegd. Attitudes en vaardigheden laten zich moeilijk via een formele procedure beoordelen. Het zou echter onjuist zijn indien het creatief zoeken naar een oplossing bij een proef, het zelfstandig uitvoeren, de inzet, het enthousiasme en het doorzettingsvermogen, de aandacht voor veiligheid en milieu en de zin voor nauwkeurigheid van leerlingen bij het uitvoeren van proeven niet zouden meetellen.

Bij de evaluatie van laboratoriumvaardigheden kunnen volgende aspecten aan bod komen:

- Gebruik van het correcte glaswerk (gegradueerde pipet versus buikpipet, beker versus maatkolf, ...);
- Gebruik van balans;
- Gebruik van labtoestellen;
- Gebruik van computer bij het verwerken van gegevens (bv. tekenen van grafieken);

- Vlot een correct volume afmeten met een pipet (gebruik van pipetteerpomp of –peer);
- Organisatie van laboratoriumwerkzaamheden;
- Correct hanteren van veiligheidsvoorschriften;
- Orde en hygiëne in het labo: op de juiste manier reinigen van glaswerk, labtafels, handen. Op de juiste manier verwijderen van laboratoriumafval d.w.z. opvolgen van de duidelijke richtlijnen van de leerkracht.

7 Minimale materiële vereisten

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

7.1 Basisinfrastructuur

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

7.2 Veiligheid en milieu

- Voorzieningen voor een correct afvalbeheer
- Afsluitbare kasten geschikt voor de veilige stockage van chemicaliën
- EHBO-set
- Veiligheidsbrillen, beschermende handschoenen, laboschorten
- Brandbeveiliging: brandblusser, branddeken, emmer zand, eenvoudige nooddouche
- Wettelijke etikettering van chemicaliën, lijst met R- en S-zinnen

7.3 Basismateriaal

- Volumetrisch glaswerk, pipetvullers, statieven, noten, klemmen, tangen, spatels, lepels, roerstaven, porseleinen kroezen, pijpstelen driehoek, driepikkel en draadnet (asbestvrij), reageerbuisen en reageerbuisrekken, passende stoppen, waterstraalpomp, buchnertrechter, glazen buizen met materiaal om de buizen te versnijden, vlinderopzet (plooien van glazen buizen!), bunsenbranders en/of elektrische verwarmingstoestellen (verwarmplaat of verwarmingsmantel), ...

7.4 Toestellen

- Multimeter en/of A-meter en/of V-meter
- pH-meter (elektrode + meettoestel), pH-papiermpjes
- Thermometers (analoog of digitaal)
- Balans (minimaal tot op 0,01 g nauwkeurig)
- Opstelling voor elektrische geleidingsvermogenmetingen

- Regelbare laagspanningsbron (gelijk- en wisselspanning)

7.5 Chemicaliën

- Chemicaliën voor het uitvoeren van demonstratieproeven en leerlingenproeven
- Voorziening voor correct afvalbeheer vb. afvalcontainer (5-10 liter) voor afvalwater (voornamelijk zware metalen) en voor organische solventen zoals weergegeven in de brochure 'Chemicaliën op school' (zie bibliografie)
- Lijst met R- en S-zinnen en veiligheidspictogrammen

7.6 Visualiseren in chemie (modellen)

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

7.7 ICT-toepassingen

- Computer met geschikte software

7.8 Tabellen

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

8 Bibliografie

8.1 Leerboeken

De leraar zal catalogi van educatieve uitgeverijen raadplegen

8.2 Naslagwerken

- **Prof.B. SHAKHASHIRI:** Chemical Demonstrations – 'A Handbook for Teachers of Chemistry', Volumes 1, 2, 3 en 4. The University of Wisconsin Press
- **BIERMANS, PYRA, SCHUYTEN,** Analytische Scheikunde, deel 1 & 2. ASTO.
- **DEWEGHE, L., MORTIER, J-M.,** *Eten, meten en weten*, KVCV, Leuven, ISBN 90-9007430-9
- **HOLLER, F.J., SKOOG, D.A. en WEST, D.M.,** *Fundamentals of Analytical Chemistry*, Saunders, Forth Worth
- **VAN DER MEER, A.,** *Analytische chemie voor het MLO*, Heron-reeks, Kluwer, Antwerpen, 1999
- **ATKINS, P.W.,** *Moleculen: chemie in drie dimensies*, Natuur en Techniek 1990
- **ATKINS, P.W.,** *Chemische reacties: materie in beweging*, Natuur en Techniek 1993.

8.3 Tijdschriften – Publicaties

- Chemie Magazine
KVCV (Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging)
Celestijnenlaan 200F
3001 Heverlee
- INAV – informatieboek voor natuurwetenschappen in Vlaanderen
Uitgeverij Wolters-Plantyn
ISBN 90 301 6173 6
- EOS
Brugstraat 51, 2300 Turnhout
www.eos.be
- Natuurwetenschap & Techniek
www.natutech.nl
- Uitgaven van Fedichem
Maria-Louizasquare 49, 1040 Brussel
<http://www.fedichem.be>
- Chemie Actueel, Tijdschrift voor scheikundeonderwijs, Katholiek Pedagogische Centrum (KPC)
Postbus 482, NL 5201 AL Den Bosch
- 'Didactische infrastructuur voor het onderwijs in de natuurwetenschappen' mei 1993
'Didactisch materiaal voor het onderwijs in de natuurwetenschappen' maart 1996
Deze brochures kunnen besteld worden op het VVKSO, DPB, Guimardstraat 1, 1040 BRUSSEL,
tel. 02 507 06 49 - fax 02 511 33 57.
- Archimedes, Stichting Christiaan Huygens, Molenstraat 3&, 4841 CA PrinsenbeeK
- NVOX, Tijdschrift voor Natuurwetenschappen op school, Westerse Drift, 77, 9752 LC Haren
<http://www.nvon.nl/nvox/>
- VELEWE, Tijdschrift van de vereniging van leraars in de wetenschappen, Molenveldwijk 30, 3271 Zichem
www.velewe.be
- Chemische feitelijkheden
Actuele encyclopedie over chemie in relatie tot gezondheid, milieu en veiligheid
H.D. Tjenk Willink
KNCV
Uitgeverij Samson (Wolters-kluwer)
- "Vlarempel, ik snap het", een brochure met de Vlaamse milieuregeling voor scholen.
Deze brochure kan besteld worden op het volgend adres:
Aminal, Koning Albert II-laan 20, bus 8, 1000 Brussel, Tel.: 02 553 80 71 - Fax: 02 553 80 25
E-mail: eddy.loosveldt@lin.vlaanderen.be
Website: www.mina.vlaanderen.be/milieueducatie/
- 'Chemicaliën op school' – januari 2003
Deze brochure is te downloaden vanaf: <http://www.vsko.be/vvksso/>

8.4 Uitgaven van Pedagogisch-didactische centra

- Eekhoutcentrum, KULAK, Universitaire Campus, 8500 Kortrijk
- Pedic, Coupure Rechts 314, 9000 Gent
- DINAC, Bonnefantstraat 1, 3500 Hasselt
- Vliebergh-Sencieleergangen: Fysica, Naamsestraat 61, 3000 Leuven
- CNO, Campus Drie Eiken, Universiteitsplein 1, 2610 Wilrijk

8.5 Buffercalculator (Internet)

Goede vertrekpunten op internet zijn:

- <http://www.vsko.be/vvks0/>
- <http://www.educeth.ch/chemie/>
- http://www.ping.be/at_home/
- <http://jchemed.chem.wisc.edu/index.html>
- <http://www.mdl.com/> (hier kan je de plug-in downloaden om molecuulmodellen op computer te bekijken)

**CHEMIE
DERDE GRAAD TSO**

**TV TOEGEPASTE CHEMIE
CHEMISCHE TECHNOLOGIE
THEORIE EN LABORATORIUM**

Eerste leerjaar: 4/5 uur/week

Tweede leerjaar: 4 uur/week

Inhoud

1	Beginsituatie.....	69
2	Algemene doelstellingen	69
2.1	Inleiding.....	69
2.2	Laboratoriumtechnieken	70
2.3	Attitudes noodzakelijk voor veilig werken in het labo	70
3	Algemene didactische wenken	71
3.1	Laboratoriumoefeningen	71
3.2	Bedrijfsbezoeken.....	73
3.3	Voorstel urenverdeling	73
4	Overzicht van de leerinhouden	74
5	Leerplandoelstellingen, leerinhouden, didactische wenken	76
5.1	Deel I: Productietechnieken	76
5.2	Deel II: Toegepaste technologieën	80
6	Evaluatie	86
6.1	Algemeen	86
6.2	Evaluatievormen.....	87
6.3	Vaardigheden en attitudes	87
7	Minimale materiële vereisten	88
7.1	Basisinfrastructuur	88
7.2	Veiligheid en milieu.....	88
7.3	Basismateriaal	88
7.4	Toestellen.....	88
7.5	Chemicaliën	89
7.6	Visualiseren in chemie (modellen)	89
7.7	ICT-toepassingen	89
7.8	Tabellen.....	89
8	Bibliografie	89
8.1	Leerboeken	89
8.2	Naslagwerken	89
8.3	Tijdschriften – Publicaties.....	90
8.4	Uitgaven van Pedagogisch-didactische centra	90
8.5	Internetadressen	91

1 Beginsituatie

Voor elke leerling is dit een nieuw vak.

Van de leerlingen die in de derde graad 'Chemie' kiezen wordt verondersteld dat zij een aantal basisbegrippen van de chemie kennen zoals:

- Structuurmodel van de materie
- Atoombouw en periodiek systeem
- Chemische binding en chemische verbindingen
- Chemische verbindingssklassen in de anorganische chemie
- Reacties met behoud van oxidatiegetal (neerslagreacties, gasontwikkelingsreacties en zuur-basereacties)
- Oxidatie en reductie

Er wordt zeker verwacht dat de leerlingen belangstelling hebben voor dit vak, omdat het functioneel is voor hun later beroep.

Leerlingen die in de tweede graad 'Techniek-wetenschappen' of 'Biotechnische wetenschappen' gevolgd hebben beschikken over voldoende voorkennis. Ook andere leerlingen kunnen aansluiten indien ze beschikken over voldoende motivatie en interesse voor chemie.

2 Algemene doelstellingen

2.1 Inleiding

De hoofddoelstellingen bij de vorming van technici in de chemie zijn:

- het bijbrengen van methoden en technieken uit de chemische en aanverwante bedrijven voor wat het theoretisch aspect betreft;
- het aanleren van praktische opdrachten met niet alleen het verwerven van zin voor nauwkeurigheid, orde en netheid maar ook van een goede mentale vaardigheid.

Het vak "Chemische technologie" moet bij de leerlingen volgende attitudes, activiteiten en interessen opwekken.

- Chemie ervaren als een belangrijk element van de intellectuele en technologische vorming en meer specifiek als basiskennis voor het begrijpen van de vele toepassingen in verband met industrie, gezondheid, milieu.
- De relatie tussen enerzijds Chemie en anderzijds Fysica en Biologie waarnemen en begrijpen.
- Wetenschappelijke denkp patronen verwerven om zich in verschillende omstandigheden te kunnen aanpassen aan de hedendaagse technologische werksituaties (automatisatie, computergebruik, procestechnieken).
- De theoretische kennis toepassen in practica en tevens beschouwen als voorbereiding op eventuele hogere studies. De theorie en practica worden daarom geïntegreerd aangeboden.
- Door de sterke oriëntatie naar de praktijk, tot inzicht komen dat de samenwerking tussen technisch en wetenschappelijk werk bepalend is voor de industriële wereld.
- Opwekken en cultiveren van verantwoordelijkheidszin voor het vrijwaren en beschermen van het leefmilieu. Inzien dat een reeks milieuproblemen kunnen voorkomen worden door het voorzien van preventieve maatregelen.
- Daar de technologie en vooral de chemische technologie sedert enkele decennia ons leven en onze leefomgeving grondig beïnvloeden is het pedagogisch en didactisch belangrijk en zelfs noodzakelijk in de lessen Chemische technologie met deze enorme evoluties rekening te houden en het begrip "veiligheid" in de

meest brede betekenis aan bod te laten komen. Zowel socio-economisch als financieel heeft het denken en handelen omtrent veiligheid een enorme draagkracht.

2.2 Laboratoriumtechnieken

Tijdens het practicum worden volgende specifieke vaardigheden en attitudes aangeleerd en ingeoefend:

- zelfstandig een practicum uitvoeren
- steeds nauwkeurigheid nastreven bij het uitvoeren van metingen en berekeningen
- samenwerken met anderen in groepsverband met de nodige verantwoordelijkheidszin
- milieuverantwoordelijkheidszin verwerven
- veiligheidsvoorschriften respecteren
- lezen van processchema's
- meetresultaten interpreteren en kritisch beoordelen
- de resultaten in een begrijpelijke taal verwoorden in een verslag
- de computer in practica integreren: sturen (simuleren) van processen, uitvoeren van experimenten, maken van grafieken, verslaggeving, ...

Volgende technieken kunnen door de leerlingen uitgevoerd worden:

- mechanische scheidingstechnieken: filtratie, bezinking en decantatie, centrifugatie
- thermische scheidingstechnieken: destillatie, extractie
- meettechnieken zoals druk, temperatuur en viscositeit

De leerlingen verwerven inzicht in regeltechnieken bijvoorbeeld door simulaties uit te voeren, door een bedrijfsbezoek, door een bezoek aan hogescholen, ...

De leerlingen voeren experimenten uit die verband houden met de gekozen thema's.

De leerlingen bereiden een kunststof, bijvoorbeeld een nylon, een hars, ...

De leerlingen kunnen eenvoudige identificatietechnieken toepassen op kunststoffen.

2.3 Attitudes noodzakelijk voor veilig werken in het labo

De leerlingen:

- zorgen voor eigen veiligheid en gezondheid;
- brengen de veiligheid en de gezondheid van anderen niet in gevaar;
- gebruiken glaswerk, toestellen en ander gereedschap zoals het moet;
- gebruiken gevaarlijke producten op de juiste manier;
- gebruiken persoonlijke beschermingsmiddelen (labjas, veiligheidsbril, handschoenen);
- hanteren de juiste veiligheidsvoorschriften bij het omgaan met stoffen en apparatuur;
- hebben aandacht voor persoonlijke hygiëne (bv. na elke labopdracht handen wassen);
- melden ongelukken aan de leraar.

3 Algemene didactische wenken

Het vak Chemische technologie moet door de leerlingen ervaren worden als zeer belangrijk voor hun toekomstige activiteiten in de chemische industrie. Vandaar dat bij het behandelen van de leerstof het accent mag liggen op het aanbrengen van kennis en vaardigheden die nodig zijn op professioneel vlak. De leerstof zal vooral de interesse en de motivatie van de leerlingen moeten aanscherpen.

Het vak Chemische technologie is er op gericht de wisselwerking aan te tonen tussen technologie en wetenschappelijk werk. Deze wisselwerking vormt de basis voor de industriële wereld.

Een geestdriftig en geordend leergesprek is de aangewezen didactische weg om motivatie op te wekken. Dit leergesprek vertrekt gemakkelijker vanuit de realiteit dan vanuit een tekst.

Het gebruik van audiovisuele middelen zoals transparanten, dia's, film, video, computersimulaties helpen de leerstof aanschouwelijker en efficiënter aan te bieden.

Veiligheid is belangrijk. Daarom moet grondig worden ingegaan op zowel veilige werkomstandigheden (werkplaatsen, werkmethoden) als op veilige omgang met producten, glaswerk en toestellen. Het dragen van persoonlijke beschermingsmiddelen zoals labojas, veiligheidsbril, handschoenen is uiteraard noodzakelijk hierbij. Er moet ook aandacht zijn voor de veiligheid van de medeleerlingen bij het uitvoeren van proeven.

De onderwerpen in het deel 'Productietechnieken' zijn zeer theoretisch en zullen daarom best geïntegreerd worden in toegepaste technologieën. Zo kunnen bij het onderwerp aardolie verschillende productietechnologieën aan bod komen en gelijktijdig worden besproken.

3.1 Laboratoriumoefeningen

De meeste leerlingen die deze richting kiezen hebben reeds kennis gemaakt met eenvoudige laboratoriumproeven. Men mag daarom aannemen dat de leerlingen nu in staat zijn om met een wat uitvoeriger opstelling en apparatuur te werken. Leerlingen die uit een richting komen met weinig of geen practica moeten, zeker in het begin van het schooljaar speciale aandacht krijgen.

De theoretische leerstofonderwerpen kunnen nogal abstract zijn. Daarom is het aangewezen het practicum voortdurend te laten aansluiten bij de theorie.

Het uitvoeren van proeven draagt bij tot het verwerven van inzicht in de experimentele basis waarop de kennis van de chemie berust. Indien de proeven goed op het niveau van de leerlingen zijn afgestemd, kan het uitvoeren ervan motiverend werken en de technologie van de chemie aantrekkelijk maken.

Het laboratoriumwerk kan de leerlingen in staat stellen hun eigen mogelijkheden te verkennen. Opzoeken van geschikte technische uitvoeringen kan hen helpen om doelgericht te leren denken in functie van hun plaats in het latere beroepsleven.

Voorbeelden van laboratoriumoefeningen:

Deel I: Productietechnieken
Mechanische scheidingstechnieken <ul style="list-style-type: none">• filtratie, filtratie met onderdruk• bezinking en decantatie• centrifugatie
Thermische scheidingstechnieken <ul style="list-style-type: none">• destillatie: enkelvoudig, rectificatie, gefractioneerd, vacuüm, stoom• extractie
Meettechnieken - Regeltechnieken <ul style="list-style-type: none">• meettechnieken: druk, temperatuur, debiet, niveau, viscositeit• simulatie van meet- en regeltechniek• storingsanalyse
Deel II: Toegepaste technologie
Energietechnologie: aardolie <ul style="list-style-type: none">• bepalen van vlampunt• verbrandingswarmte bepalen van koolwaterstoffen
Milieutechnologie: water <ul style="list-style-type: none">• onderzoek van oppervlakte-, grond-, drink- en afvalwater op verontreinigingen• afvalwaterzuivering: bezoek aan waterzuiveringstation
Anorganische industriële technologie: metalen <ul style="list-style-type: none">• studie van de corrosie van metalen en corrosiebescherming
Anorganische industriële technologie: niet-metalen <ul style="list-style-type: none">• het Solvay-procédé: simulatie op laboschaal van de bereiding van natriumwaterstofcarbonaat
Organische industriële technologie: oliën en vetten <ul style="list-style-type: none">• vetbepaling met Soxleth-extractie• onderzoek van vetten en oliën: joodgetal, zuurgetal• bereiding en eigenschappen van zeep

Organische industriële technologie: kunststoffen (verplicht thema)

- bereiding van kunststoffen
- identificatie: vooral via dichtheid en vlamtesten

Voedingstechnologie

- alcoholische fermentatie: bereiding van vruchtenwijn – onderzoek van grondstoffen, tussenproducten en eindproducten
- isoleren van verschillende fracties uit melk (scheidingstechnieken)
- bereiding van kaas
- bereiding van yoghurt
- winnen van suiker uit suikerbieten

3.2 Bedrijfsbezoeken

De toepassing van bepaalde technieken in bedrijfssituaties kunnen op een concrete wijze de leerinhouden illustreren en verruimen. Het is dan ook noodzakelijk om per leerjaar een aantal bedrijfsbezoeken te plannen.

3.3 Voorstel urenverdeling

Om de leerinhouden in de jaarplanning te plaatsen is de volgende indeling richtinggevend.

Leerinhouden	Aantal lesuren
Laboratoriumoefeningen: gelijkmatig verspreid over de twee leerjaren	100
Mechanische scheidingstechnieken Thermische scheidingstechnieken Warmtetransport	22
Transport van vloeistoffen en gassen	10
Meettechnieken	10
Regeltechnieken	10
4 thema's gespreid over het vijfde en het zesde jaar. Het thema kunststoffen moet verplicht behandeld worden. De andere thema's zijn naar keuze	48

4 Overzicht van de leerinhouden

Elk leerjaar wordt de helft van de beschikbare tijd besteed aan laboratoriumoefeningen.

Deel I: Productietechnieken

1 Mechanische scheidingstechnieken

- Scheiding vast-vast
- Scheiding vast-vloeibaar
- Scheiding vloeistof-vloeistof
- Scheiding vast-gas
- Scheiding vloeistof-gas

2 Thermische scheidingstechnieken

- Verdamping
- Destillatie
- Extractie

3 Warmtetransport

- Types van warmteoverdracht
- Warmtewisselaars

4 Transport van vloeistoffen en gassen

- Snelheidsverliezen en weerstandsverliezen
- Centripetaalpompen
- Centrifugaalpompen
- Verdringerpompen
- Vacuümpompen
- Compressoren

5 Meettechnieken

- Sensoren: druk-, debiet-, niveau- en temperatuursensor
- Drukmetingen
- Debietmetingen
- Niveaumetingen
- Temperatuurmetingen

6 Regeltechnieken

- Opbouw van een automatische regelkring
- Voorwaartse en teruggekoppelde regeling
- Stabiliteit van een proces
- Dode tijd (T_d)
- Regelventiel
- PID-regelaar

- Instelwaarde
- Storingsanalyse

Deel II: Toegepaste technologieën

Er moeten minstens vier thema's gespreid over het vijfde en het zesde jaar behandeld worden. Hierbij moet het thema kunststoffen zeker behandeld worden. De andere thema's zijn naar keuze.

1 Energietechnologie: aardolie

- Chemische transformatietechnieken: kalking, reforming
- Aardoliederivaten
- Motorbrandstoffen en octaangetal
- Verbrandingsprocessen en motoren

2 Milieutechnologie: water

- Drinkwater
- Afvalwater

3 Milieutechnologie: lucht

- Luchtverontreiniging: oorzaken, detectie en zuivering

4 Milieutechnologie: bodem

- Bodemverontreiniging: oorzaken, detectie
- Bodemsanering

5 Anorganische industriële technologie: metalen

- Metallurgische bewerkingen
- Metallurgische reacties

6 Anorganische industriële technologie: niet-metalen

- Bereiding van een niet-metaal: bewerkingen en reacties

7 Organische industriële technologie: oliën en vetten

- Chemie van de lipiden
- Winning en bewerking van lipiden
- Kenmerken van lipiden

8 Organische industriële technologie: kunststoffen (verplicht thema)

- Polymerisatie, polycondensatie, polyadditie
- Extruderen en spuitgieten
- Additieven, copolymeren, verwerkingstechnieken
- Recyclagetechnieken

9 Voedingstechnologie

- Kwaliteitscontrole
- Bereidingstechnologie

10 Kernchemie

- α , β en γ -straling
- Radioactief vervalproces
- Effect van ioniserende straling
- Grootheden en eenheden: activiteit (Bq), (geabsorbeerde) dosis (Gy), dosisequivalent (Sv)
- Detectiemethode
- Toepassingen
- Kerncentrales

5 Leerplandoelstellingen, leerinhouden, didactische wenken

Er geschiedt een evenredige verdeling tussen theorie en laboratorium. Elk leerjaar wordt de helft van de beschikbare tijd besteed aan laboratoriumoefeningen gespreid over gans het schooljaar.

De doelstellingen en de didactische wenken bij de laboratoriumoefeningen bevinden zich in de rubrieken 2 (algemene doelstellingen) en 3 (algemene didactische wenken)

(U) staat voor uitbreiding.

5.1 Deel I: Productietechnieken

5.1.1 Mechanische scheidingstechnieken

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 Het doel, de werking, de bruikbaarheid en de toepassingen van apparaten gebruikt bij mechanische scheidingstechnieken weergeven.
- 2 Een gedetailleerde tekening of figuur van de gebruikte apparatuur bij mechanische scheidingstechnieken analyseren.
- 3 Een werkingsschema interpreteren en weergeven onder de vorm van een eenvoudige schets.

LEERINHouden

- Scheiding vast-vast
- Scheiding vast-vloeibaar
- Scheiding vloeistof-vloeistof
- Scheiding vast-gas
- Scheiding vloeistof-gas

DIDACTISCHE WENKEN

Volgende mechanische scheidingstechnieken kunnen besproken worden:

Scheiding vast-vast: trilzeven.

Scheiding vast-vloeibaar: bezinking, filtratie, centrifugaalscheiding.

Scheiding vloeistof-vloeistof: bezinking, centrifuges van Laval, ultra- en supercentrifuge.

Scheiding vast-gas: bezinking, cycloon, natte stofafscheiding (Scrubbers), elektrostatisch (Cottrell), filters.

Scheiding vloeistof-gas: vloeistofafscheider, centrifuge.

Aan de hand van een eenvoudige schets worden de verschillende apparaten besproken.

Analyseren van de bouw en gegeven schema's aanvullen.

5.1.2 Thermische scheidingstechnieken

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 4 Het doel, de werking, de bruikbaarheid en de toepassingen van apparaten gebruikt bij thermische scheidingstechnieken weergeven.
- 5 Aan de hand van kook- en evenwichtsdiagrammen het verloop van de destillatie verklaren en aantonen hoe dergelijke evenwichten technologisch in de kolom tot stand komen.
- 6 Bij scheiding vaste stof-vloeistof en bij vloeistof-vloeistofextractie factoren die de faseovergangen beïnvloeden toelichten.
- 7 De verdelingswet van Nernst verwoorden en toepassen.

LEERINHOUDEN

- Verdamping
Destillatie
Extractie
- Destillatie: kook- en evenwichtsdiagrammen
- Extractie: factoren die de faseovergangen beïnvloeden
- Verdelingswet van Nernst

DIDACTISCHE WENKEN

Verdamping

Volgende begrippen die het verdampingsproces bepalen komen aan bod: verdampen, condenseren, verdampingswarmte, Kestner-Robert verdampen, meertrapsverdamping. Ook eigenschappen van stoom kunnen hier al besproken. Stoom is immers de voornaamste energiebron in een chemisch bedrijf. Enkelvoudige verdampers en het energiebesparend multiple verdampingssysteem met vooruit- en achteruitvoeding kunnen eveneens aan bod komen.

Destillatie

Theoretische begrippen en wetten worden toegelicht vooraleer destillatiemethoden als enkelvoudige destillatie, evenwichtsdestillatie, rectificatie, vacuümdestillatie besproken worden. De verschillende soorten destillaties worden geïllustreerd met toepassingen in de industrie. Er kan belang gehecht worden aan de technologie van de rectificeerinrichtingen (vulmaterialen, "bubble caps", sieve trays ...) Factoren zoals theoretische plaat, H.E.T.P. en reflux kunnen aan bod komen.

Extractie

De theoretische begrippen dienen eerst toegelicht te worden evenals de soorten extracties en de voornaamste extractietoestellen. De verdelingswet van Nernst voor extractie (nodige hoeveelheid solvent en aantal extracties) kan zeer mooi gevisualiseerd worden in labproeven. Eventueel kan door middel van een driehoeksfasediagramma het verloop van een vloeistof/vloeistofextractie besproken worden.

5.1.3 Warmtetransport

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|---|--|----------------------------|
| 8 | De verschillende vormen van warmtetransport onderscheiden en de factoren die ze beïnvloeden verklaren. | Types van warmteoverdracht |
| 9 | Warmtewisselaars als toepassing van warmtetransport toelichten. | Warmtewisselaars |

DIDACTISCHE WENKEN

De drie vormen van warmteoverdracht (geleiding, stroming, straling) worden door middel van formules uitgewerkt. De nadruk wordt gelegd op de geleidings- en stromingscoëfficiënten. Deze zijn belangrijk voor het warmtetransport doorheen ovenwanden, buizen, vloeistoffen en gassen.

Warmtewisselaars: als types kunnen pijp- en platenwarmtewisselaars besproken worden. Gelijk- en tegenstroom bij warmtewisselaars worden vergeleken alsook het gemiddeld temperatuursverloop in een warmtewisselaar.

Als aanvulling op de toestellen kunnen eenvoudige materiaal- en warmtebalansen opgesteld worden, die toelaten de oppervlakte van het toestel in te schatten.

Bij dit onderwerp is aandacht voor de isolatie van leidingen eveneens belangrijk.

De formules in verband met warmteoverdracht moet men enkel kunnen interpreteren.

5.1.4 Transport van vloeistoffen en gassen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|----|--|--|
| 10 | Begrippen uit de theoretische hydraulica verklaren: snelheids- en weerstandsverliezen. | Snelheidsverliezen en weerstandsverliezen |
| 11 | Pompgegevens kunnen verklaren. | Centripetaalpomp
Centrifugaalpomp
Verdringerpomp
Vacuümpomp |
| 12 | Constructie, werking en toepassing van pompen en compressoren weergeven. | Compressoren |
| 13 | De algemene gaswetten toepassen op de compressiecyclus. (U) | Compressiecyclus (U) |

DIDACTISCHE WENKEN

De begrippen druk, laminaire- en turbulente stroming, debiet, manometrische opvoerhoogte, maximale zuighoogte en pompvermogen komen aan bod evenals pomp- en leidingkarakteristieken. De wetten van Pascal en van Archimedes en het theorema van Bernouilli passen in dit onderwerp. Aandacht kan besteed worden aan drukverliezen in leidingen.

Centrifugaal- en verdringerpompen bespreken naar constructie.

Bij verdringerpompen kunnen zuiger-, plunjer- en membraanpompen aan bod komen.

Compressoren en vacuümpompen bespreken naar functie.

5.1.5 Meettechnieken

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | |
|--|--|
| 14 Doel, werking, bruikbaarheid en toepassingen van sensoren gebruikt in de procesindustrie weergeven. | Sensoren: druk-, debiet-, niveau- en temperatuursensor |
| 15 Drukmetingen: onderscheid in bruikbaarheid en toepassingen tussen vloeistofmanometers en drukdoosmanometers maken. | Drukmetingen |
| 16 Debietmetingen: metingen gesteund op veranderlijke doorlaat, verdringing en statische metingen onderscheiden. | Debietmetingen |
| 17 Niveaumetingen: de fysische achtergrond van de apparatuur verklaren. | Niveaumetingen |
| 18 Temperatuurmetingen: de fysische achtergrond verklaren voor de verschillende types berustend op uitzetting, op elektrische verschijnselen en op straling. | Temperatuurmetingen |

DIDACTISCHE WENKEN

De theoretische begrippen, U-manometers en mechanische drukmeters komen hier aan bod.

Massa- en volumedebiet kunnen worden behandeld.

Verschillende mogelijkheden kunnen aan bod komen zoals:

- metingen gesteund op drukverschil (veranderlijke doorlaat): diafragma, venturi, pitotbuis,
- verdringers onder andere rotameters, en turbinetellers,
- statische metingen: inductieve, ultrasone meting.

Directe metingen (peilglas, vlotter), indirecte metingen (borrelbuis, balg en membraan) en capacitieve, ultrasone metingen kunnen worden besproken.

Thermokoppels en weerstandsthermometers worden hier behandeld.

Analysemetingen zoals pH, redox, elektrische geleidbaarheid, chromatografie komen aan bod in analytische chemie. Viscositeit komt aan bod in fysica.

5.1.6 Regeltechnieken

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | |
|---|---|
| 19 Blokschema van een eenvoudige regelkring interpreteren. | Opbouw van een automatische regelkring |
| 20 Voorwaartse en teruggekoppelde regeling aan de hand van een blokschema interpreteren en de voor- en nadelen vergelijken. | Voorwaartse en teruggekoppelde regeling |

21	Stabiliteit van een proces met een voorbeeld illustreren, dode tijd (Td) omschrijven van een regelaar zoals een regelventiel.	Stabiliteit van een proces Dode tijd (Td)
22	Doel, bruikbaarheid, toepassing en werking van een regelventiel kunnen weergeven.	Regelventiel
23	Het werkingsprincipe van de PID-regelaar beschrijven. (U)	PID-regelaar (U)
24	Het begrip instelwaarde omschrijven.	Instelwaarde
25	Aan de hand van een voorbeeld een meet- en regelfout kunnen opsporen.	Storingsanalyse

DIDACTISCHE WENKEN

Aan de hand van een blokschema wordt de regelkring uitgelegd. Elk onderdeel kan in detail besproken worden.

Kv-waarde en soorten ventielen zoals kegelventiel, Saunders ventiel, Complex ventiel en vlinderklep kunnen aan bod komen.

Behalve de omschrijving worden kenmerken en eisen van de transmitter aangebracht. Als soorten kan de pneumatische transmitter en de elektrische transmitter besproken worden. Het "vaan-tuit" systeem kan als voorbeeld behandeld worden.

Algemeen kunnen bepaalde regelprocessen aan de hand van regelschema's besproken worden waarbij druk, temperatuur-, debiet- en niveaumetingen benut worden.

5.2 Deel II: Toegepaste technologieën

Er moeten minstens vier thema's gespreid over het vijfde en het zesde jaar behandeld worden. Hierbij moet het thema 'Kunststoffen' verplicht behandeld worden in het zesde jaar. De andere thema's zijn naar keuze.

5.2.1 *Energietechnologie: aardolie*

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

26	Chemische transformatietechnieken zoals kalking en reforming weergeven.	Chemische transformatietechnieken: kalking, reforming
27	Een overzicht geven van de belangrijkste aardolie-derivaten.	Aardoliederivaten (eindproducten)
28	Het octaangetal van benzinesoorten omschrijven.	Motorbrandstoffen en octaangetal
29	Toepassingen van verbrandingsprocessen weergeven en toelichten.	Verbrandingsprocessen en motoren

DIDACTISCHE WENKEN

Vermits in de lessen Organische chemie voorkennis kan gegeven zijn, dient eventuele overlapping vermeden te worden door overleg tussen de betrokken leraars.

Eventueel kan de theorie over het ontstaan en de voornaamste vindplaatsen van aardolie besproken worden.

Bij de aardoliederivaten kan men een relatie leggen met eigenschappen.

Bepalen van octaangetal met standaardmotor (RON i.p.v. octaangetal) komt hier aan bod. Ook het cetaangetal van diesel kan besproken worden.

Motoren en verwarmingsketels bespreken. Diesel- en benzinemotoren vergelijken (in het lab het vlampunt bepalen van bijvoorbeeld octaan).

Geen benzine gebruiken bij experimenten!

5.2.2 Milieutechnologie: water

LEERPLANDOELSTELLINGEN

30 Methoden voor zuivering van afvalwater en productie van drinkwater aangeven en verklaren.

LEERINHOUDEN

Drinkwater
Afvalwater

DIDACTISCHE WENKEN

Volgende inhouden kunnen uitgewerkt worden:

- de kringloop van het water: neerslag, grondwater, oppervlaktewater, zeewater,
- de hardheid van het water: definitie, uitdrukkingvormen, soorten (tijdelijk en blijvend), nadelen, ontharding, bepaling van de hardheid door complexometrie (EDTA). Overleg met 'Analytische chemie' is hierbij noodzakelijk.
- gedemineraliseerd water en ionenuitwisselaars,
- drinkwater: begrip drinkwater, bereiding van drinkwater: klaren en filtreren (vlokmiddelen), ontdoen van CO₂, Fe, Mn, steriliseren met chloor, ozon en UV-licht,
- afvalwater: soorten verontreinigingen (chemisch, thermisch, biologisch), zuurstofgehalte (BOD, COD en KMnO₄), micro-organismen (anaërobe - aërobe bacteriën),
- zuiveringsstation: schema, mechanische zuivering (rooster, zandvang, snijrooster, beluchten, bezinken), biologische zuivering, chemische zuivering. Een bezoek aan een waterzuiveringstation wordt aanbevolen.

5.2.3 Milieutechnologie: lucht

LEERPLANDOELSTELLINGEN

31 Enkele oorzaken van luchtverontreiniging verwoorden en mogelijkheden tot detectie en zuivering toelichten.

LEERINHOUDEN

Luchtverontreiniging: oorzaken, detectie en zuivering

DIDACTISCHE WENKEN

De samenstelling en verontreinigingen van lucht kunnen besproken worden: emissies, zure regen, normen, milieuraapport. Ook het onderscheid tussen zuivere lucht en verontreinigde lucht is hierbij belangrijk.

5.2.4 Milieutechnologie: bodem

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | |
|---|--|
| 32 Enkele oorzaken van bodemverontreiniging verwoorden en voorbeelden van detectiemethoden weergeven. | Bodemverontreiniging: oorzaken, detectie |
| 33 Enkele bodemsaneringstechnieken bespreken. | Bodemsanering |

DIDACTISCHE WENKEN

Bodemverontreiniging door stookolie, zware metalen en nitraten kan hier aan bod komen.

5.2.5 Anorganische industriële technologie: metalen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | |
|---|----------------------------|
| 34 Een overzicht geven van de verschillende bewerkingen die worden toegepast bij de verwerking van een erts tot het betreffende metaal. | Metallurgische bewerkingen |
| 35 Bij elk van deze bewerkingen de bijbehorende reacties weergeven. | Metallurgische reacties |

DIDACTISCHE WENKEN

Hier kan een keuze gemaakt worden uit Fe (ruwijzer – staal), Cu (legering), Zn, Pb, Al.

Bij elke industriële bereiding kan men volgende aspecten aan bod laten komen: de grondstof, fysische bewerkingen en chemische processen die leiden tot de eindproducten/halffabrikaten/materialen.

Voor industriële procédés en toepassingen kan de leerstof met beeldmateriaal concreet gemaakt worden. Ook bedrijfsbezoeken kunnen bij dit thema nuttig zijn.

Voor de bereiding van ijzer kan men de hoogoven bespreken en enkele verschillende processen voor de bereiding van staal. Het ijzer-koolstofdiagram kan ter illustratie besproken worden.

Voor de bereiding van aluminium en van koper, de chemische reacties weergeven en de technische uitvoering beknopt beschrijven.

5.2.6 Anorganische industriële technologie: niet-metalen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- 36 Een overzicht geven van de verschillende bewerkingen die toegepast worden voor de bereiding van een niet-metaal. Niet-metalen: bewerkingen
- 37 Bij elk van deze bewerkingen de bijhorende reacties weergeven. Niet-metalen: reacties

DIDACTISCHE WENKEN

Er kan een keuze gemaakt worden uit de zwavelindustrie, de stikstofindustrie, de chloorindustrie, de waterstofindustrie.

Bij de zwavelindustrie kunnen zwavelwinning, bereiding, kenmerken en gebruik besproken worden.

Aan de basis van de stikstofindustrie ligt de ammoniakbereiding uit distikstof en diwaterstof. De reactieomstandigheden worden eveneens besproken. Bij salpeterzuur kan men tevens de aspecten sterk zuur en oxidatiemiddel illustreren met als voorbeeld het zogenaamde koningswater, oxidatiemiddel voor edele metalen.

Bij de stikstofindustrie kunnen volgende punten aan bod komen:

- NH_3 : CO_2/CO -extractie, bereiding, kenmerken en gebruik
- HNO_3 : bereiding, kenmerken en gebruik
- N-meststoffen: bereiding en andere meststoffen

Voor de alkali- en chloorindustrie is natriumchloride de basisgrondstof, die gewonnen wordt uit zoutmijnen en uit zeewater. Andere toepassingen van NaCl zijn het gebruik als bewaarmiddel en smaakstof en als onthardingsmiddel van water in ionenuitwisselaars. Langs elektrolytische weg wordt natriumhydroxide, dichloor en diwaterstof verkregen. Men kan het principe vermelden van de verschillende soorten elektrolysecellen en de technologische aspecten van één cel verder uitwerken. De basisgrondstof die hieruit verkregen wordt, is waterstofchloride. Hiervan kunnen veel afgeleide producten en toepassingen behandeld worden zoals bleekmiddelen, onkruidverdelgers, zwembadontsmetting en zeepbereiding.

Waterstofbereiding door kraken van aardgas kan eveneens aan bod komen.

5.2.7 Organische industriële technologie: oliën en vetten

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- 38 Uit de samenstelling van oliën en vetten chemische en fysische eigenschappen afleiden. Chemie van de lipiden
- 39 Een gegeven productieschema om te komen tot tafelolie, margarine of smeervet toelichten. Winning en bewerking van lipiden
- 40 Verschillende fysische constanten en chemische kengetallen om vetstoffen te identificeren weergeven en interpreteren. Kenmerken van lipiden

DIDACTISCHE WENKEN

Coördinatie met het vak Organische chemie is zeker noodzakelijk. Enkel wat nodig is voor de productietechnieken wordt hier gezien.

Met voorbeelden uit het dagelijkse leven kunnen het fysisch onderscheid tussen oliën en vetten, het bestaan van dierlijke en plantaardige vetstoffen, de oxidatie van onverzadigde triglyceriden en het smeltraject aangebracht worden.

Bij het fysisch onderzoek van oliën en vetten kunnen ook de dichtheid en de viscositeit aan bod komen.

Bij het chemisch onderzoek kunnen volgende kengetallen besproken worden: zuurgetal, verzepingsgetal, joodgetal.

De relatie tussen vetverbruik enerzijds en gezondheid anderzijds zal de meeste leerlingen zeker interesseren.

Een algemeen overzicht van de verschillende bewerkingen nodig voor de winning van olie en vet kan opgesteld worden. Van de gebruikelijke apparatuur wordt een schema gegeven.

Een bedrijfsbezoek is aangewezen.

5.2.8 *Organische industriële technologie: kunststoffen (verplicht thema)*

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 41 Vorming van een polymeer door polymerisatie en polycondensatie toelichten. Polyadditie enkel interpreteren.
- 42 Aan de hand van een gegeven figuur de verwerkingsmethode van een kunststof bespreken.
- 43 Beïnvloeding van eigenschappen van kunststoffen toelichten
- 44 Enkele recyclagetechnieken beschrijven.

LEERINHOUDEN

- Polymerisatie
- Polycondensatie
- Polyadditie
- Extruderen
- Spuitgieten
- Additieven
- Copolymeren
- Verwerkingstechnieken
- Recyclagetechnieken

DIDACTISCHE WENKEN

Als verwerkingsmethoden zullen extruderen en spuitgieten zeker aan bod komen.

Enkele voorbeelden van recyclagetechnieken kunnen besproken worden zoals pyrolyse (terug naar monomeer) en hersmelten.

5.2.9 *Voedingstechnologie*

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 45 Aan de hand van een voorbeeld de kwaliteitscontrole van een voedingsmiddel toelichten

LEERINHOUDEN

- Kwaliteitscontrole

46 Van één of meer voedingsstoffen de technologie van de bereiding weergeven. Bereidingstechnologie

DIDACTISCHE WENKEN

Onderlinge afspraken met de leerkracht biologie zijn hier zeker noodzakelijk.

De kwaliteit van de voedingswaren kan door allerlei labproeven onderzocht worden.

De technologie van enkele voedingsmiddelen wordt beschreven.

Suikerbereiding

Vorbewerkingen, suikerwinning, suikerraffinaderij en melasseverbruik kunnen schematisch besproken worden. Met aanschouwelijk materiaal kan het bereidingsproces gevisualiseerd worden. Hierbij kan men ook fysische scheidings- en zuiveringstechnieken bespreken. (Zie deel I: Productietechnieken)

Analysen van suiker kunnen ook in het lab uitgevoerd worden.

Een bezoek aan een suikerfabriek is aan te raden.

Zuivel

Melkproductie, samenstelling van melk, technologie van de zuivel (standaardisatie, homogenisatie en bewaarsprocedures) en zuivelverwerkingen (kaas, boter, yoghurt, poedermelk) kunnen worden uitgewerkt. Ook in de zuiveltechnologie worden een aantal productietechnieken toegepast. (Zie transport van vloeistoffen).

Analysen van zuivelproducten kunnen worden besproken en aangevuld met labonderzoek (zowel fysisch, chemisch als microbiologisch).

Alcoholbereiding

Grondstoffen, gisting, mouterij en brouwerij, wijnbereiding ... kunnen worden behandeld.

Van dit onderwerp is vrij gemakkelijk documentatie te bekomen via de handel, wijn- en bierverenigingen en via de grote brouwerijen. Het is aan te bevelen de leerlingen zelf de documentatie en eventueel didactisch materiaal te laten verzamelen.

Een bezoek aan een brouwerij, bij het einde van de lessenreeks, is aangewezen. Men kan ook een kleine hoeveelheid bier brouwen of wijn maken. De nodige materialen en grondstoffen hiervoor zijn in de handel eenvoudig verkrijgbaar.

5.2.10 Kernchemie

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 47 De voornaamste kernfysische grondslagen en begrippen op een eenvoudige wijze weergeven.
- 48 Een radioactief vervalproces interpreteren.
- 49 Het effect van ioniserende straling op mens en milieu toelichten en hierbij de gepaste grootheden en eenheden hanteren.

LEERINHOUDEN

- α , β en γ -straling
- Radioactief vervalproces
- Effect van ioniserende straling
Grootheden en eenheden
- activiteit (Bq)

- (geabsorbeerde) dosis (Gy)
 - dosisequivalent (Sv)
- 50 Het principe van een detectiemethode formuleren. Detectiemethode
- 51 Toepassingen van radioactiviteit in diverse domeinen illustreren. Toepassingen
- 52 Kerncentrales vergelijken met klassieke centrales. Kerncentrales

DIDACTISCHE WENKEN

Aard en ontstaan van α , β en γ -straling worden besproken. Ook de wisselwerking van deze straling met de materie komt hierbij aan bod.

Leerlingen moeten in staat zijn om een gegeven radioactieve vervalreeks te interpreteren.

Er wordt de nodige aandacht besteed aan het onderscheid radioactiviteit en geabsorbeerde dosis. Begrippen als radioactieve besmetting en radioactieve bron komen hier aan bod.

Naast de energiewinning uit atoomkernen, komt het gebruik van radionucliden in allerlei vakgebieden zoals geneeskunde, techniek, ... aan bod. Als toepassing van energie uit atoomkernen wordt de bouw en de werking van een kernreactor besproken. Overeenkomsten en verschillpunten met een klassieke thermische centrale worden hier ook besproken.



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

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

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

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

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

6 Evaluatie

6.1 Algemeen

Onderwijs wordt niet meer beschouwd als het louter overdragen van kennis. Het ontwikkelen van leerstrategieën, van algemene en specifieke attitudes en de groei naar **actief leren** krijgen een centrale plaats in het leerproces. Hierbij neemt de leraar steeds meer de rol op van **mentor** die de leerling kansen biedt en methodieken aanreikt om voorkennis te gebruiken, om nieuwe elementen te begrijpen en te integreren.

Evaluatie moet aan bovenstaande onderwijsvisie worden aangepast indien men inhoudelijk en didactisch de nieuwe benaderingen en onderwijsstrategieën nastreeft. Evaluatie is een onderdeel van de leeractiviteiten van leerlingen en vindt bijgevolg niet alleen plaats op het einde van een leerproces of op het einde van een onderwijsperiode. Evaluatie is een permanente activiteit, onlosmakelijk verbonden met een didactisch kader en is dus geen doel op zich. Evalueren is noodzakelijk om **feedback** te geven aan de leerling en aan de leraar.

- Door rekening te houden met de vaststellingen gemaakt tijdens de evaluatie kan de leerling zijn **leren optimaliseren**.

- De leraar kan uit evaluatiegegevens suggesties halen voor **bijsturing** van zijn **didactisch handelen**.

Deze **assessment**- of **begeleidingscultuur** is een continu proces dat optimaal en motiverend verloopt in stressarme en sanctiearme omstandigheden.

Bij evalueren staat steeds de **groei van de leerling centraal**. De te verwerven kennis, vaardigheden en attitudes worden bepaald door de algemene doelstellingen en de specifieke leerplandoelstellingen.

Wanneer we willen ingrijpen op het leerproces is de **rapportering** van de evaluatie zeer belangrijk. Wanneer men zich na een evaluatie enkel beperkt tot het weergeven van punten krijgt de leerling weinig feedback. In de rapportering kunnen de sterke en de zwakke punten van de leerling weergegeven worden. Eventuele werkpunten of aandachtspunten voor het verdere leerproces kunnen ook aan bod komen.

6.2 Evaluatievormen

Uit het voorgaande volgt dat de leraar zich bevraagt over de keuze van de evaluatievormen. Door een verscheidenheid aan vormen te hanteren wordt de leerling aangesproken op verschillende verwerkingsniveaus

- Onderwijsleergesprek
- Toetsen met meerkeuzevragen (met motivatie), juist-/fout-vragen (met motivatie), open vragen, oefeningen/vraagstukken
- Verslagen van laboratoriumopdrachten
- Zelfevaluatie

Bij de gestelde vragen mag men zich niet louter beperken tot tekstuele vragen. Ook beeldmateriaal, grafieken, schema's, tabellen komen aan bod bij de vraagstelling.

Bij verslagen kan men (afwisselend) werken met open en gesloten verslagen.

Bij gesloten verslagen werkt men met een instructieblad. De leerling moet hierbij uitvoeren wat gevraagd wordt op het instructieblad. Zo kan een berekening stap voor stap uitgewerkt zijn.

Bij open verslagen moet de leerling zelf structuur aanbrengen in het verslag. Bij de evaluatie wordt de structuur (duidelijkheid, taal, relevantie, ...) ook geëvalueerd.

6.3 Vaardigheden en attitudes

Het is duidelijk dat vaardigheden en attitudes in het algemeen en laboratoriumvaardigheden en -attitudes in het bijzonder op een andere manier geëvalueerd worden dan kennis. Voor het evalueren van vaardigheden en attitudes kan **zelfevaluatie** een handig instrument zijn, naast de andere evaluatievormen. Tijdens de zelfevaluatie denkt de leerling na over zijn eigen handelen, waardoor de betrokkenheid van de leerling op het leerproces toeneemt.

Ook een informele beoordeling kan gehanteerd worden om vaardigheden en attitudes te evalueren. De informele beoordeling geschiedt tijdens het uitvoeren van de proef en is weinig gereguleerd of vooraf vastgelegd. Attitudes en vaardigheden laten zich moeilijk via een formele procedure beoordelen. Het zou echter onjuist zijn indien het creatief zoeken naar een oplossing bij een proef, het zelfstandig uitvoeren, de inzet, het enthousiasme en het doorzettingsvermogen, de aandacht voor veiligheid en milieu en de zin voor nauwkeurigheid van leerlingen bij het uitvoeren van proeven niet zouden meetellen.

Bij de evaluatie van laboratoriumvaardigheden kunnen volgende aspecten aan bod komen:

- Gebruik van het correcte glaswerk (gegradueerde pipet versus buikpipet, beker versus maatkolf, ...);
- Gebruik van balans;
- Gebruik van labtoestellen;

- Gebruik van computer bij het verwerken van gegevens (vb. tekenen van grafieken);
- Vlot een correct volume afmeten met een pipet (gebruik van pipetteerpomp of –peer);
- Organisatie van laboratoriumwerkzaamheden;
- Correct hanteren van veiligheidsvoorschriften;
- Orde en hygiëne in het labo: op de juiste manier reinigen van glaswerk, labtafels, handen. Op de juiste manier verwijderen van laboratoriumafval d.w.z. opvolgen van de duidelijke richtlijnen van de leerkracht.

7 Minimale materiële vereisten

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

7.1 Basisinfrastructuur

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

7.2 Veiligheid en milieu

- Voorzieningen voor een correct afvalbeheer
- Afsluitbare kasten geschikt voor de veilige stockage van chemicaliën
- EHBO-set
- Veiligheidsbrillen, beschermende handschoenen, laboschorten
- Brandbeveiliging: brandblusser, branddeken, emmer zand, eenvoudige nooddouche
- Wettelijke etikettering van chemicaliën, lijst met R- en S-zinnen

7.3 Basismateriaal

- Volumetrisch glaswerk, pipetvullers, statieven, noten, klemmen, tangen, spatels, lepels, roerstaven, porseleinen kroezen, pijpstelen driehoek, driepikkel en draadnet (asbestvrij), reageerbuisen 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), ...

7.4 Toestellen

- pH-meter (elektrode + meettoestel), pH-papiertjes
- Thermometers (analoog of digitaal)
- Densimeter en /of pycnometer

- Soxlethapparaat
- Balans (minimaal tot op 0,01 g nauwkeurig)

7.5 Chemicaliën

- Chemicaliën voor het uitvoeren van demonstratieproeven en leerlingenproeven
- Voorziening voor correct afvalbeheer vb. afvalcontainer (5-10 liter) voor afvalwater (voornamelijk zware metalen) en voor organische solventen zoals weergegeven in de brochure 'Chemicaliën op school' (zie bibliografie)
- Lijst met R- en S-zinnen en veiligheidspictogrammen

7.6 Visualiseren in chemie (modellen)

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

7.7 ICT-toepassingen

- Computer met geschikte software

7.8 Tabellen

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

8 Bibliografie

8.1 Leerboeken

De leraar zal catalogi van educatieve uitgeverijen raadplegen.

8.2 Naslagwerken

- **Prof.B. SHAKHASHIRI:** *Chemical Demonstrations – 'A Handbook for Teachers of Chemistry'*, Volumes 1, 2, 3 en 4. The University of Wisconsin Press
- **DEWEGHE, L., MORTIER, J-M.,** *Eten, meten en weten*, KVCV, Leuven, ISBN 90-9007430-9
- *Procestechologie – Theorieboek (4delen), Werkboek (2delen)*, VAPRO
<http://www.vapro.nl>
- **DE LOORE, G., PYRA, A., VANDESYPEN, S.,** *Beginselen uit de chemische technologie*. Deel 1: Scheidingstechnieken.

8.3 Tijdschriften – Publicaties

- Chemie Magazine
KVCV (Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging)
Celestijnenlaan 200F
3001 Heverlee
- INAV – informatieboek voor natuurwetenschappen in Vlaanderen
Uitgeverij Wolters-Plantyn
ISBN 90 301 6173 6
- EOS
Brugstraat 51, 2300 Turnhout
www.eos.be
- Natuurwetenschap & Techniek
www.natutech.nl
- Uitgaven van Fedichem
Maria-Louizasquare 49, 1040 Brussel
<http://www.fedichem.be>
- Chemie Actueel, Tijdschrift voor scheikunde-onderwijs, Katholiek Pedagogische Centrum (KPC)
Postbus 482, NL 5201 AL Den Bosch
- 'Didactische infrastructuur voor het onderwijs in de natuurwetenschappen' mei 1993
'Didactisch materiaal voor het onderwijs in de natuurwetenschappen' maart 1996
Deze brochures kunnen besteld worden op het VVKSO, Pedagogische Dienst, Guimardstraat 1, 1040 BRUSSEL, tel. 02 507 06 49 - fax 02 511 33 57.
- Archimedes, Stichting Christiaan Huygens, Molenstraat 3&, 4841 CA PrinsenbeeK
- NVOX, Tijdschrift voor Natuurwetenschappen op school, Westerse Drift, 77, 9752 LC Haren
<http://www.nvon.nl/nvox/>
- VELEWE, Tijdschrift van de vereniging van leraars in de wetenschappen, Molenveldwijk 30, 3271 Zichem
www.velewe.be
- Chemische feitelijkheden
Actuele encyclopedie over chemie in relatie tot gezondheid, milieu en veiligheid
H.D. Tjenk Willink
KNCV
Uitgeverij Samson (Wolters-kluwer)
- "Vlarempel, ik snap het", een brochure met de Vlaamse milieuregeling voor scholen.
Deze brochure kan besteld worden op het volgend adres:
Aminal, Koning Albert II-laan 20, bus 8, 1000 Brussel, Tel.: 02 553 80 71 - Fax: 02 553 80 25
E-mail: eddy.loosveldt@lin.vlaanderen.be
Website: www.mina.vlaanderen.be/milieueducatie/
- 'Chemicaliën op school' – januari 2003
Deze brochure is te downloaden vanaf: <http://www.vsko.be/vvksso/>
- Antwerps Centrum Toegepaste Automatiseringstechniek, Putsesteenweg 53, 2920 Kalmthout
www.acta-vzw.be

8.4 Uitgaven van Pedagogisch-didactische centra

- Eekhoutcentrum, KULAK, Universitaire Campus, 8500 Kortrijk
- Pedic, Coupure Rechts 314, 9000 Gent
- DINAC, Bonnefantstraat 1, 3500 Hasselt

- Vliebergh-Sencieleergangen: Fysica, Naamsestraat 61, 3000 Leuven
- CNO, Campus Drie Eiken, Universiteitsplein 1, 2610 Wilrijk

8.5 Internetadressen

Goede vertrekpunten op internet zijn:

- <http://www.vsko.be/vvksa/>
- <http://www.educeth.ch/chemie/>
- http://www.ping.be/at_home/
- <http://jchemed.chem.wisc.edu/index.html>
- <http://www.mdl.com/> (hier kan je de plug-in downloaden om molecuulmodellen op computer te bekijken)
- <http://www.vapro.nl>

**CHEMIE
DERDE GRAAD TSO**

**TV TOEGEPASTE CHEMIE
ORGANISCHE CHEMIE
THEORIE EN LABORATORIUM**

Eerste leerjaar: 4/5 uur/week

Tweede leerjaar: 4 uur/week

Inhoud

1	Beginsituatie.....	95
2	Algemene doelstellingen	95
2.1	Inleiding.....	95
2.2	Kennis	95
2.3	Vaardigheden.....	96
2.4	Attitudes	96
3	Algemene didactische wenken	97
3.1	Computergebruik	97
3.2	Laboratoriumoefeningen	98
3.3	Bedrijfsbezoeken.....	98
3.4	Voorstel urenverdeling	99
4	Overzicht van de leerinhouden	99
5	Leerplandoelstellingen, leerinhouden, didactische wenken	100
5.1	Inleiding tot de koolstofchemie	100
5.2	Stofklassen	100
6	Evaluatie	106
6.1	Algemeen	106
6.2	Evaluatievormen.....	107
6.3	Vaardigheden en attitudes	107
7	Minimale materiële vereisten	108
7.1	Basisinfrastructuur	108
7.2	Veiligheid en milieu.....	108
7.3	Basismateriaal	108
7.4	Toestellen.....	108
7.5	Chemicaliën	108
7.6	Visualiseren in chemie (modellen)	109
7.7	ICT-toepassingen	109
7.8	Tabellen.....	109
8	Bibliografie	109
8.1	Leerboeken	109
8.2	Naslagwerken	109
8.3	Tijdschriften – Publicaties.....	109
8.4	Uitgaven van Pedagogisch-didactische centra	110
8.5	Internetadressen	111

1 Beginsituatie

Leerlingen die uit de tweede graad Techniek-wetenschappen of Biotechnische wetenschappen komen hebben een voldoende algemene voorkennis van de chemie. Hierbij kwamen vooral aspecten van de atoombouw, de chemische binding, de formule- en naamvorming, reactietypes zonder en met verandering van OG, stechiometrie aan bod. Deze leerlingen beschikken ook over enige laboratoriumvaardigheden.

Leerlingen die uit een studierichting komen met een lessentabel Chemie (1-1), hebben elementair kennis gemaakt met bovenstaande aspecten, met uitzondering van stechiometrie. Daarnaast zijn ook enkele verbindingklassen van de organische chemie zoals koolwaterstoffen, alcoholen en carbonzuren fragmentarisch besproken. De laboratoriumvaardigheden van deze leerlingen zijn bij de aanvang eerder beperkt.

2 Algemene doelstellingen

2.1 Inleiding

In de studierichting chemie is het vak Organische chemie een belangrijke vormingscomponent.

In dit vak moet een bijzondere aandacht besteed worden aan de wijze waarop in de chemie feitenmateriaal wordt verzameld en hoe hieruit volgens één of meer fasen van de natuurwetenschappelijke onderzoeksmethode concepten, wetten en theorieën worden afgeleid.

Het verzamelen van feitenmateriaal gebeurt door experimentele waarneming in het laboratorium of via demonstratieproeven, waarnemingen in de natuur en in het alledaagse leven, door middel van audiovisuele hulpmiddelen of met tabellenboeken, naslagwerken en/of geïnformatiseerde databanken.

De leerlingen verwerven zo een gefundeerde kennis over de verschillende stofklassen, de verschillende reactiesoorten en de belangrijkste toepassingen van de organische chemie.

De aandacht dient vooral te gaan naar de impact van de koolstofchemie op allerlei facetten van ons dagelijks leven (bv. voeding, kleding, gezondheid, woningbouw, energie, huishoudelijke stoffen, gebruiksvoorwerpen en materialen ...), maar ook naar de relatie met de chemische industrie, het milieu, de ontwikkeling van nieuwe technologieën (bv. nieuwe materialen ...).

In het bijzonder moet ook gestreefd worden naar overleg en integratie met de andere vakken zoals Analytische chemie, Biologie en Chemische technologie.

Dit vak biedt ook een inzicht in allerlei processen die in de levende natuur plaatsgrijpen en verschaft eveneens inzicht in de problematiek van bewaking en bewaring van het leefmilieu, de noodzaak tot milieuvriendelijke industriële processen en de zorgzame omgang met grondstoffen en afgewerkte producten.

2.2 Kennis

De leerlingen verwerven fundamenteel chemische inzichten in volgende onderwerpen: bouw, indeling en eigenschappen van koolstofverbindingen, reacties met organische stoffen en syntheseswegen. Het te verwerven niveau wordt bepaald door de leerplandoelstellingen (zie verder).

2.3 Vaardigheden

2.3.1 *Laboratoriumvaardigheden*

Routine labwerkzaamheden zelfstandig uitvoeren en op een praktische wijze kennismaken met allerlei aspecten in het domein van de:

- synthese van organische stoffen;
- identificatie van organische stoffen;
- rendementsbepaling van chemische processen;
- afzondering van producten uit een natuurlijke grondstof of uit een reactiemengsel;
- veilige omgang met organische stoffen.

De theoretische achtergronden van een werkmethode of van een labinstrument aangeven en ze voor de juiste toepassingen gebruiken.

Labtechnieken leren toepassen en het labinstrumentarium leren hanteren.

De resultaten van het experimenteel werk ordelijk noteren, leren interpreteren, kritisch evalueren en verwerken tot een duidelijk rapport.

Uit een werkwijze afleiden welke technieken, welk materiaal en welke werkomstandigheden (o.a. veiligheidsvoorzieningen) noodzakelijk zijn om zelfstandig een stof te bereiden, te zuiveren en/of te identificeren.

Door kwalitatieve technieken de belangrijkste functionele groepen van organische stoffen identificeren.

De beschikbare experimenteertijd optimaal indelen en aanwenden.

Volgende laboratoriumopdrachten kunnen door de leerlingen uitgevoerd worden:

- Kwalitatieve bepaling van de atoomsoorten (C, H, O, N, X, S ...) in organische stoffen.
- Uitvoering van belangrijke fysico-chemische labtechnieken zoals: kristalliseren, drogen, bepaling van stofconstanten zoals T_s ; T_k ; brekingsindex.
- Synthesen ter ondersteuning van de theorie zoals substitutiereacties, additiereacties, elimineringsreacties.
- Onderzoek van fysische eigenschappen zoals oplosbaarheid, optische activiteit, dichtheid.
- Onderzoek van chemische eigenschappen zoals zuur-base karakter, reducerende – oxiderende eigenschappen.

2.3.2 *ICT-vaardigheden*

ICT (computer en bijbehorende software) kan gebruikt worden bij het verwerken van gegevens en bij rapportering.

2.4 Attitudes

2.4.1 *Algemene attitudes*

Het vak Organische chemie kan ook bijdragen tot het verwerven van de volgende attitudes:

- zelfstandig werken;

- bereid zijn om met de nodige verantwoordelijkheidszin en inzet in teamverband te werken;
- objectiviteit bij het kritisch analyseren en gebruiken van experimenteel verkregen feitenmateriaal;
- leergierigheid bij het zoeken naar informatie en het verwerven van kennis en inzicht;
- verwondering bij de concretisering van de chemie in het dagelijks leven en bij de ontdekking van de harmonie en de complexiteit die schuilen in de structuur van de levende materie;
- een kritische houding bij de vorming van een eigen oordeel ten aanzien van allerlei meningen die opgedrongen worden door reclame en media;
- een milieubewuste houding met speciale aandacht voor de correcte verwijdering van laboratoriumafval.

2.4.2 Attitudes noodzakelijk voor veilig werken in het labo

De leerlingen:

- zorgen voor eigen veiligheid en gezondheid;
- brengen de veiligheid en de gezondheid van anderen niet in gevaar;
- gebruiken glaswerk, toestellen en ander gereedschap zoals het moet;
- gebruiken gevaarlijke producten op de juiste manier;
- gebruiken persoonlijke beschermingsmiddelen (labjas, veiligheidsbril, handschoenen);
- hanteren de juiste veiligheidsvoorschriften bij het omgaan met stoffen en apparatuur;
- hebben aandacht voor persoonlijke hygiëne (bv. na elke labopdracht handen wassen);
- melden ongelukken aan de leraar.

3 Algemene didactische wenken

Rekening houdend met het leerlingenprofiel en ook met het oog op een efficiënte koppeling tussen de theorielessen en het laboratorium, kan de theoretische leerstof concreet worden aangeboden door middel van:

- allerlei ondersteunende audiovisuele hulpmiddelen zoals transparanten, wandplaten, video, computersimulaties, computeranimaties;
- molecuulmodellen;
- demonstratie-experimenten voor die leerstofpunten die niet in het practicum aan bod komen;
- experimenten met enig risico (wat betreft werkwijze, het gebruik van gevaarlijke chemicaliën, dure apparatuur ...) worden in principe als demonstratie-experiment uitgevoerd door de leerkracht.

Er dienen concrete afspraken te worden gemaakt met de leerkrachten van de andere chemievakken.

Kunststoffen worden als verplicht thema behandeld in het vak 'Chemische technologie' en komt dus hier niet aan bod.

3.1 Computergebruik

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;
- 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 van bepaalde chemische stoffen (MSDS-sheets);
- simulaties van chemische processen bv. simulatie van een substitutiereactie.

3.2 Laboratoriumoefeningen

Het is evident dat de lessen plaatsvinden in een daartoe **aangepast vaklokaal** met de nodige uitrusting (zie minimale materiële vereisten).

Voorbeelden van laboratoriumoefeningen:

- Kristallisatie: omkristalliseren van benzoëzuur of adipinezuur in water.
- Drogen: met CaCl_2 of MgSO_4
- Bepaling stofconstante: smeltpunt met Thielebuis, brekingsindex met refractometer.
- Substitutiereacties: bereiding van alcohol uit halogeenalkaan, bereiding van ethoxyethaan uit ethanol, bereiding van halogeenalkaan uit een alcohol, bereiding van een ester.
- Additiereacties: broomadditie van alkeen en alkyn, joodgetal bepalen van lipiden.
- Eliminatie: bereiding van alkeen uit dihalogeenalkaan, bereiding alkeen uit alcohol.
- Hydrolyse en verzeping: bereiding ethyn uit calciumcarbide, zeepbereiding
- Oxidatie: oxidatie van een alcohol, oxidatie van een aldehyd, verbranding van alkaan of alkeen.

3.3 Bedrijfsbezoeken

Bedrijfsbezoeken zijn wenselijk om leerlingen de mogelijkheden van moderne apparatuur en moderne productieprocessen te tonen. Zo kan de link gelegd worden tussen de aangeboden 'schoolse chemie' en de 'industriële context'.

3.4 Voorstel urenverdeling

Om te helpen bij het opmaken van de jaarplanning kan volgende indeling richtinggevend zijn:

Leerjaar	Leerinhouden	Aantal lesuren
Eerste leerjaar	Bindingsmogelijkheden van het koolstofatoom Molecuulstructuur van koolstofverbindingen Koolwaterstoffen Halogeenderivaten Alcoholen Ethers Carbonylverbindingen: aldehyden en ketonen	50
	Laboratoriumoefeningen	50
Tweede leerjaar	Carbonzuren en derivaten (esters, zuuranhydriden, zuurhalogeniden, amiden) Aminen Aromatische verbindingen Biochemische stoffen: hydroxycarbonzuren, aminozuren, proteïnen, gluciden, lipiden, proteïnen, polysachariden, lipiden	50
	Laboratoriumoefeningen	50

4 Overzicht van de leerinhouden

- Bindingsmogelijkheden van het koolstofatoom
- Molecuulstructuur van koolstofverbindingen
- Koolwaterstoffen
- Halogeenderivaten
- Alcoholen
- Ethers
- Carbonylverbindingen: aldehyden en ketonen
- Carbonzuren en derivaten (esters, zuuranhydriden, zuurhalogeniden, amiden)
- Aminen
- Aromatische verbindingen
- Biochemische stoffen: hydroxycarbonzuren, aminozuren, proteïnen, gluciden, lipiden

5 Leerplandoelstellingen, leerinhouden, didactische wenken

Er geschiedt een evenredige verdeling tussen theorie en laboratorium. Elk leerjaar wordt de helft van de beschikbare tijd besteed aan laboratoriumoefeningen gespreid over gans het schooljaar.

De doelstellingen en de didactische wenken bij de laboratoriumoefeningen bevinden zich in de rubrieken 2 (algemene doelstellingen) en 3 (algemene didactische wenken).

5.1 Inleiding tot de koolstofchemie

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 De bindingsmogelijkheden van het koolstofatoom in relatie brengen met de elektronenconfiguratie.
- 2 Koolstofverbindingen onderscheiden uitgaande van hun molecuulstructuur:
- 3 Veilig omgaan met organische stoffen.

LEERINHOUDEN

- Bindingsmogelijkheden van het koolstofatoom
- Koolstofverbindingen:
- onvertakte / vertakte
 - verzadigde / onverzadigde
 - monofunctionele / polyfunctionele
 - acyclische / cyclische
 - carbocyclische / heterocyclische
- Veilig omgaan met organische stoffen

DIDACTISCHE WENKEN

- 1 Bij de aanvang van de studie van de koolstofchemie kan het onderscheid tussen minerale verbindingen en koolstofverbindingen gemaakt worden. Hybridisatie kan hier aan bod komen.
- 2 De begrippen worden zo veel mogelijk bijgebracht met voorbeelden van stoffen uit de leefwereld van de leerlingen.
- 3 Tijdens het uitvoeren van demonstratieproeven en leerlingenproeven dient de leerling voortdurend gewezen te worden op de specifieke gevaren bij het werken met organische stoffen.

5.2 Stofklassen

Bij de behandeling van elke stofklasse (doelstellingen zie 5.2.2) dient telkens te worden rekening gehouden met onderstaande specifieke doelstellingen (5.2.1).

5.2.1 Specifiek voor alle stofklassen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 4 De belangrijkste functionele groepen herkennen en in structuur weergeven.

LEERINHOUDEN

- Functionele groep

5	Koolstofverbindingen met hun structuurformule weergeven en met hun systematische naam benoemen.	Structuurformule Systematische naam
6	Isomeren herkennen en onderscheiden.	Isomeren
7	Vanuit gegeven structuurformules de ruimtelijke bouw van eenvoudige moleculen afleiden.	Ruimtelijke bouw van moleculen
8	Het dipoolkarakter van moleculen in verband brengen met de aanwezigheid van dipoolbindingen en met de geometrie van de moleculen.	Dipoolkarakter
9	Het verband aangeven tussen de aanwezige functionele groep en fysische en chemische eigenschappen van de stof.	Fysische en chemische eigenschappen van de stof
10	De belangrijkste reactiesoorten in de koolstofchemie herkennen en toepassen.	Reactiesoorten: degradatie, eliminatie, oxidatie, additie, substitutie, condensatie, polymerisatie
11	De belangrijkste (enkele) syntheseswegen in de koolstofchemie opstellen door gebruik te maken van een schema.	Synthesewegen
12	De belangrijkste toepassingen van koolstofverbindingen weergeven.	Toepassingen van koolstofverbindingen

DIDACTISCHE WENKEN

- 4 De classificatie van koolstofverbindingen aan de hand een determineertabel kan eventueel in de inleiding komen. Later bij de afzonderlijke studie van elke stofklasse kan dieper ingegaan worden op de onderlinge samenhang tussen de stofklassen, de fysische en chemische eigenschappen van de stoffen.
- 5 Voor courante producten dient ook de triviale naam gegeven te worden.
- 6 Het begrip isomerie kan progressief geïllustreerd en vervolledigd worden doorheen de cursus (bv. cis/trans isomerie bij onverzadigde verbindingen, optische isomerie bij de sachariden).
- 7 Hierbij wordt gebruik gemaakt van stereomodellen. Het invoeren van het sterisch getal kan een eenvoudig hulpmiddel zijn om de geometrie van een verbinding te bepalen.
- 8 Het gebruik van molecuulmodellen is hier uiteraard aangewezen.
- 9 In verband met de fysische eigenschappen kunnen volgende punten aan bod komen: molecuulvorm, dipoolkarakter, waterstofbruggen, vanderwaalskrachten, dipoolinteracties, oplosbaarheid, evolutie van smelt- en kookpunt.
In verband met chemische eigenschappen kunnen de begrippen inductief en mesomeer effect aangebracht worden.
- 10 De belangrijkste reactietypes in de koolstofchemie kunnen worden besproken vanuit het oogpunt 'graad van aantasting van het substraat'.
De reacties kunnen ook worden onderscheiden naargelang het type deeltje dat het substraat aanvalt: nucleofiele, elektrofile en radicalaire reacties.
Soms dient de nadruk worden gelegd op bepaalde facetten van het chemisch proces zoals stochiometrie, reactie-energie, katalyse, reactieomstandigheden, rendement, ...
Reactiemechanismen dienen enkel ter illustratie gegeven te worden indien ze verhelderend werken.

- 11 Men start best met eenvoudige syntheseschema's die in de loop van het jaar verder uitgebreid worden naarmate meer stoffen besproken worden. Hierbij wordt de samenhang tussen de verschillende stofklassen voor de leerlingen duidelijk.
- 12 Bespreek zo veel mogelijk toepassingen uit de leefwereld van de leerlingen en de link met de chemische industrie.

5.2.2 Specifiek voor een stofklasse

5.2.2.1 Koolwaterstoffen

Bij de behandeling van elke stofklasse dient telkens te worden rekening gehouden met de doelstellingen vermeld in 5.2.1.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

13 De volgende types van koolwaterstoffen onderscheiden:

- onvertakte en vertakte
- verzadigde en onverzadigd.
- acyclische en cyclische.

14 Volgende fysische eigenschappen verklaren:

- evolutie van smelt- en kookpunten in de homologe reeksen van de KWS.
- oplosbaarheid in solventen en hun bruikbaarheid als oplosmiddel.

15 De belangrijkste chemische reacties van KWS verwoorden:

- verbranding / degradatiereacties (kraken).
- substitutie (verzadigde KWS).
- additie /polymerisatie (onverzadigde KWS).

LEERINHouden

Koolwaterstoffen:

- onvertakte en vertakte
- verzadigde en onverzadigde
- acyclische en cyclische

Fysische eigenschappen:

- evolutie van smelt- en kookpunten
- - oplosbaarheid in solventen

Chemische reacties:

- verbranding/degradatiereacties (kraken)
- substitutie
- additie
- polymerisatie

DIDACTISCHE WENKEN

13 Het gebruik van modellen (bolstaafmodellen of eventueel computermodellen) werkt verhelderend.

14 Het verband tussen ketenlengte en normaal voorkomen zal hierbij zeker aan bod komen. Voorbeelden uit het dagelijks leven werken hierbij zeer verhelderend: campinggas, white-spirit (vloeibaar mengsel), paraffinekaarsen. Ook het voorkomen van een smelttraject kan hier verklaard worden.

15 Sommige van deze chemische eigenschappen worden best onderzocht in een practicum.

5.2.2.2 Halogeenderivaten

Bij de behandeling van elke stofklasse dient telkens te worden rekening gehouden met de doelstellingen vermeld in 5.2.1.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

16 Halogeenkoolwaterstoffen omschrijven.

LEERINHOUDEN

Halogeenkoolwaterstoffen

DIDACTISCHE WENKEN

De vorming van halogeenkoolwaterstoffen uit koolwaterstoffen wordt hier besproken. Het principe van isomerie kan hier toegepast worden.

Als toepassingen kunnen CFK's, vinylchloride, teflon, oplosmiddelen (bv. droogkuis)... behandeld worden. Ook het onderscheid in reactiviteit tussen primaire, secundaire en tertiaire halogeenkoolwaterstoffen kan hierbij aan bod komen.

De substitutiereacties van halogeenalkanen met cyanides om ketenverlenging te bekomen kunnen hier aan bod komen.

5.2.2.3 Alcoholen

Bij de behandeling van elke stofklasse dient telkens te worden rekening gehouden met de doelstellingen vermeld in 5.2.1.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

17 De reactiviteit van primaire, secundaire en tertiaire alcoholen onderscheiden en vergelijken.

LEERINHOUDEN

Reactiviteit van primaire, secundaire en tertiaire alcoholen

DIDACTISCHE WENKEN

Oxidatie, substitutie, eliminatie en amfoteer karakter komen hier aan bod.

Het gebruik van alcoholen als oplosmiddel en als brandstof wordt besproken. Ethanol, glycol, glycerol zijn stoffen die zeker besproken moeten worden.

5.2.2.4 Ethers

Bij de behandeling van elke stofklasse dient telkens te worden rekening gehouden met de doelstellingen vermeld in 5.2.1.

DIDACTISCHE WENKEN

Het gebruik van ethers als oplosmiddel en de gevaren bij gebruik van diëthylether worden besproken.

5.2.2.5 Carbonylverbindingen

Bij de behandeling van elke stofklasse dient telkens te worden rekening gehouden met de doelstellingen vermeld in 5.2.1.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

18 Het verschil in reactievermogen tussen aldehyden en ketonen onderscheiden.

LEERINHOUDEN

Reactievermogen aldehyden en ketonen

DIDACTISCHE WENKEN

Het dipoolkarakter van de carbonylgroep, inductief effect van de alkylketens en sterische hinder kunnen hier aan bod komen.

Eigenschappen en gebruik van aceton en formaldehyd komen hier zeker aan bod.

5.2.2.6 Carbonsuren en derivaten

Bij de behandeling van elke stofklasse dient telkens te worden rekening gehouden met de doelstellingen vermeld in 5.2.1.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 19 Het zuurkarakter van carbonsuren omschrijven.
- 20 De vorming van de verschillende derivaten toelichten.

LEERINHOUDEN

- Zuurkarakter van carbonsuren
- Derivaten van carbonsuren:
- esters
 - zuuranhydriden
 - zuurhalogeniden
 - amiden

DIDACTISCHE WENKEN

Aan de hand van de waarde van de zuurconstante komt men tot het besluit dat organische zuren zwak zijn.

Bij de bespreking van het zuurkarakter kan het mesomeer en inductief effect aan bod komen.

Het reactiemechanisme bij de estervorming kan hier illustratief besproken worden. Het gebruik van esters bij reuk- en smaakstoffen zal zeker aan bod komen.

Eigenschappen en gebruik van mierenzuur, azijnzuur en oxaalzuur komen hier aan bod.

5.2.2.7 Aminen

Bij de behandeling van elke stofklasse dient telkens te worden rekening gehouden met de doelstellingen vermeld in 5.2.1.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 21 De reactiviteit van primaire, secundaire en tertiaire aminen en kwaternaire ammoniumzouten onderscheiden.
- 22 Het basekarakter van aminen omschrijven.

LEERINHOUDEN

- Primaire, secundaire en tertiaire aminen
- Kwaternaire ammoniumzouten
- Basekarakter van aminen

DIDACTISCHE WENKEN

Sterische hinder en inductief effect komen hier aan bod.

Aminen als protonacceptor kunnen vergeleken worden met ammoniak.

Alkaloïden zoals cafeïne, nicotine en amfetamines kunnen hier aan bod komen.

5.2.2.8 Aromatische verbindingen

Bij de behandeling van elke stofklasse dient telkens te worden rekening gehouden met de doelstellingen vermeld in 5.2.1.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|----|--|--|
| 23 | De specifieke chemische eigenschappen van benzeen in relatie brengen met de aard van de benzeenring. | Benzeen |
| 24 | De vereenvoudigde systematische naamvorming toepassen op gesubstitueerde benzeenringen en benzeenderivaten door onder andere gebruik te maken van de voorvoegsels ortho, meta en para. | Systematische naamvorming op: <ul style="list-style-type: none">• gesubstitueerde benzeenringen• benzeenderivaten |
| 25 | Op basis van gegeven mesomeren het oriënterend effect van de aanwezige substituent op de benzeenring toelichten. | Oriënterend effect van een substituent op de benzeenring: oriëntatieregels |

DIDACTISCHE WENKEN

De mesomere structuur van benzeen wordt hier besproken.

Naast systematische namen worden ook enkele triviale namen gegeven.

Ook kunnen aromatische verbindingen vergeleken worden met hun alifatische analogen. Bijvoorbeeld fenol t.o.v. alcohol, aniline t.o.v. alifatisch amine

5.2.3 Biochemische stoffen

Bij de behandeling van elke stofklasse dient telkens te worden rekening gehouden met de doelstellingen vermeld in 5.2.1.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|----|---|---|
| 26 | Het verband leggen tussen de molecuulstructuur van hydroxycarbonsuren, aminozuren, proteïnen, gluciden, lipiden en hun eigenschappen. | Structuur en eigenschappen van:
Hydroxycarbonsuren

Aminozuren

Proteïnen

Gluciden

Lipiden |
| 27 | De opbouw van biomoleculen door polycondensatie schematisch weergeven. | Vorming van:

Proteïnen |

DIDACTISCHE WENKEN

De invloed van de functionele groepen en van het koolwaterstofgedeelte wordt besproken.

Naast de glyceriden kunnen ook de fosfolipiden en de steroïden besproken.

Optische isomerie kan bij hydroxycarbonsuren, aminozuren en gluciden geïllustreerd worden.

Kunstmatige zoetstoffen kunnen eventueel besproken worden.

De vorming van zepen uit triglyceriden en het onderscheid tussen zepen en detergents worden ook besproken.

Bij de proteïnen worden de primaire, de secundaire, de tertiaire en eventueel de kwaternaire structuren besproken.



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

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

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

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

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

6 Evaluatie

6.1 Algemeen

Onderwijs wordt niet meer beschouwd als het louter overdragen van kennis. Het ontwikkelen van leerstrategieën, van algemene en specifieke attitudes en de groei naar **actief leren** krijgen een centrale plaats in het leerproces. Hierbij neemt de leraar steeds meer de rol op van **mentor** die de leerling kansen biedt en methodieken aanreikt om voorkennis te gebruiken, om nieuwe elementen te begrijpen en te integreren.

Evaluatie moet aan bovenstaande onderwijsvisie worden aangepast indien men inhoudelijk en didactisch de nieuwe benaderingen en onderwijsstrategieën nastreeft. Evaluatie is een onderdeel van de leeractiviteiten van leerlingen en vindt bijgevolg niet alleen plaats op het einde van een leerproces of op het einde van een onderwijsperiode. Evaluatie is een permanente activiteit, onlosmakelijk verbonden met een didactisch kader en is dus geen doel op zich. Evalueren is noodzakelijk om **feedback** te geven aan de leerling en aan de leraar.

- Door rekening te houden met de vaststellingen gemaakt tijdens de evaluatie kan de leerling zijn **leren optimaliseren**.
- De leraar kan uit evaluatiegegevens suggesties halen voor **bijsturing** van zijn **didactisch handelen**.

Deze **assessment**- of **begeleidingscultuur** is een continu proces dat optimaal en motiverend verloopt in stressarme en sanctiearme omstandigheden.

Bij evalueren staat steeds de **groei van de leerling centraal**. De te verwerven kennis, vaardigheden en attitudes worden bepaald door de algemene doelstellingen en de specifieke leerplandoelstellingen.

Wanneer we willen ingrijpen op het leerproces is de **rapportering** van de evaluatie zeer belangrijk. Wanneer men zich na een evaluatie enkel beperkt tot het weergeven van punten krijgt de leerling weinig feedback. In de

rapportering kunnen de sterke en de zwakke punten van de leerling weergegeven worden. Eventuele werkpunten of aandachtspunten voor het verdere leerproces kunnen ook aan bod komen.

6.2 Evaluatievormen

Uit het voorgaande volgt dat de leraar zich bevraagt over de keuze van de evaluatievormen. Door een verscheidenheid aan vormen te hanteren wordt de leerling aangesproken op verschillende verwerkingsniveaus

- Onderwijsleergesprek
- Toetsen met meerkeuzevragen (met motivatie), juist-/fout-vragen (met motivatie), open vragen, oefeningen/vraagstukken
- Verslagen van laboratoriumopdrachten
- Zelfevaluatie

Bij de gestelde vragen mag men zich niet louter beperken tot tekstuele vragen. Ook beeldmateriaal, grafieken, schema's, tabellen komen aan bod bij de vraagstelling.

Bij verslagen kan men (afwisselend) werken met open en gesloten verslagen.

Bij gesloten verslagen werkt men met een instructieblad. De leerling moet hierbij uitvoeren wat gevraagd wordt op het instructieblad. Zo kan een berekening stap voor stap uitgewerkt zijn.

Bij open verslagen moet de leerling zelf structuur aanbrengen in het verslag. Bij de evaluatie wordt de structuur (duidelijkheid, taal, relevantie, ...) ook geëvalueerd.

6.3 Vaardigheden en attitudes

Het is duidelijk dat vaardigheden en attitudes in het algemeen en laboratoriumvaardigheden en -attitudes in het bijzonder op een andere manier geëvalueerd worden dan kennis. Voor het evalueren van vaardigheden en attitudes kan **zelfevaluatie** een handig instrument zijn, naast de andere evaluatievormen. Tijdens de zelfevaluatie denkt de leerling na over zijn eigen handelen, waardoor de betrokkenheid van de leerling op het leerproces toeneemt.

Ook een informele beoordeling kan gehanteerd worden om vaardigheden en attitudes te evalueren. De informele beoordeling geschiedt tijdens het uitvoeren van de proef en is weinig gereguleerd of vooraf vastgelegd. Attitudes en vaardigheden laten zich moeilijk via een formele procedure beoordelen. Het zou echter onjuist zijn indien het creatief zoeken naar een oplossing bij een proef, het zelfstandig uitvoeren, de inzet, het enthousiasme en het doorzettingsvermogen, de aandacht voor veiligheid en milieu en de zin voor nauwkeurigheid van leerlingen bij het uitvoeren van proeven niet zouden meetellen.

Bij de evaluatie van laboratoriumvaardigheden kunnen volgende aspecten aan bod komen:

- Gebruik van het correcte glaswerk (gegradueerde pipet versus buikpipet, beker versus maatkolf, ...);
- Gebruik van balans;
- Gebruik van labtoestellen;
- Gebruik van computer bij het verwerken van gegevens (vb. tekenen van grafieken);
- Vlot een correct volume afmeten met een pipet (gebruik van pipetteerpomp of -peer);
- Organisatie van laboratoriumwerkzaamheden;
- Correct hanteren van veiligheidsvoorschriften;
- Orde en hygiëne in het labo: op de juiste manier reinigen van glaswerk, labtafels, handen. Op de juiste manier verwijderen van laboratoriumafval d.w.z. opvolgen van de duidelijke richtlijnen van de leerkracht.

7 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).

7.1 Basisinfrastructuur

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

7.2 Veiligheid en milieu

- Voorzieningen voor een correct afvalbeheer
- Afsluitbare kasten geschikt voor de veilige stockage van chemicaliën
- EHBO-set
- Veiligheidsbrillen, beschermende handschoenen, labschorten.
- Brandbeveiliging: brandblusser, branddeken, emmer zand, eenvoudige nooddouche
- Wettelijke etikettering van chemicaliën, lijst met R- en S-zinnen

7.3 Basismateriaal

- Volumetrisch glaswerk, pipetvullers, statieven, noten, klemmen, tangen, spatels, lepels, roerstaven, porseleinen kroezen, pijpstelen driehoek, driepikkel en draadnet (asbestvrij), reageerbuisen 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),
...

7.4 Toestellen

- pH-meter (elektrode + meettoestel), pH-papiertjes
- Thermometers (analoog of digitaal)
- Densimeter en /of pycnometer
- Balans (minimaal tot op 0,01 g nauwkeurig)

7.5 Chemicaliën

- Chemicaliën voor het uitvoeren van demonstratieproeven en leerlingenproeven

- Voorziening voor correct afvalbeheer vb. afvalcontainer (5-10 liter) voor afvalwater (voornamelijk zware metalen) en voor organische solventen zoals weergegeven in de brochure 'Chemicaliën op school' (zie bibliografie)
- Lijst met R- en S-zinnen en veiligheidspictogrammen

7.6 Visualiseren in chemie (modellen)

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

7.7 ICT-toepassingen

- Computer met geschikte software

7.8 Tabellen

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

8 Bibliografie

8.1 Leerboeken

De leraar zal catalogi van educatieve uitgeverijen raadplegen

8.2 Naslagwerken

- **Prof.B. SHAKHASHIRI:** *Chemical Demonstrations – 'A Handbook for Teachers of Chemistry'*, Volumes 1, 2, 3 en 4. The University of Wisconsin Press
- **DEWEGHE, L., MORTIER, J-M.,** *Eten, meten en weten*, KVCV, Leuven, ISBN 90-9007430-9
- **ATKINS, P.W.,** *Moleculen: chemie in drie dimensies*, Natuur en Techniek 1990
- **ATKINS, P.W.,** *Chemische reacties: materie in beweging*, Natuur en Techniek 1993.
- **VOGEL, A.,** *A Textbook of macro- and semi-micro qualitative organic analysis*. Longmans
- **VOGEL, A.,** *A Text-Book of Practical Organic Chemistry. Including Qualitative Analysis*, Longmans

8.3 Tijdschriften – Publicaties

- Chemie Magazine
KVCV (Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging)
Celestijnenlaan 200F
3001 Heverlee

- INAV – informatieboek voor natuurwetenschappen in Vlaanderen
Uitgeverij Wolters-Plantyn
ISBN 90 301 6173 6
- EOS
Brugstraat 51, 2300 Turnhout
www.eos.be
- Natuurwetenschap & Techniek
www.natutech.nl
- Uitgaven van Fedichem
Maria-Louizasquare 49, 1040 Brussel
<http://www.fedichem.be>
- Chemie Actueel, Tijdschrift voor scheikundeonderwijs, Katholiek Pedagogische Centrum (KPC)
Postbus 482, NL 5201 AL Den Bosch
- 'Didactische infrastructuur voor het onderwijs in de natuurwetenschappen' mei 1993
'Didactisch materiaal voor het onderwijs in de natuurwetenschappen' maart 1996
Deze brochures kunnen besteld worden op het VVKSO, Pedagogische Dienst, Guimardstraat 1, 1040 BRUSSEL, tel. 02 507 06 49 - fax 02 511 33 57.
- Archimedes, Stichting Christiaan Huygens, Molenstraat 3&, 4841 CA PrinsenbeeK
- NVOX, Tijdschrift voor Natuurwetenschappen op school, Westerse Drift, 77, 9752 LC Haren
<http://www.nvon.nl/nvox/>
- VELEWE, Tijdschrift van de vereniging van leraars in de wetenschappen, Molenveldwijk 30, 3271 Zichem
www.velewe.be
- Chemische feitelijkheden
Actuele encyclopedie over chemie in relatie tot gezondheid, milieu en veiligheid
H.D. Tjenk Willink
KNCV
Uitgeverij Samson (Wolters-kluwer)
- "Vlarempel, ik snap het", een brochure met de Vlaamse milieuregeling voor scholen.
Deze brochure kan besteld worden op het volgend adres:
Aminal, Koning Albert II-laan 20, bus 8, 1000 Brussel, Tel.: 02 553 80 71 - Fax: 02 553 80 25
E-mail: eddy.loosveldt@lin.vlaanderen.be
Website: www.mina.vlaanderen.be/milieueducatie/
- 'Chemicaliën op school' – januari 2003
Deze brochure is te downloaden vanaf: <http://www.vsko.be/vvkso/>

8.4 Uitgaven van Pedagogisch-didactische centra

- Eekhoutcentrum, KULAK, Universitaire Campus, 8500 Kortrijk
- Pedic, Coupure Rechts 314, 9000 Gent
- DINAC, Bonnefantestraat 1, 3500 Hasselt
- Vliebergh-Sencieleergangen: Fysica, Naamsestraat 61, 3000 Leuven
- CNO, Campus Drie Eiken, Universiteitsplein 1, 2610 Wilrijk

8.5 Internetadressen

Goede vertrekpunten op internet zijn:

- <http://www.vsko.be/vvksa/>
- <http://www.educeth.ch/chemie/>
- http://www.ping.be/at_home/
- <http://jchemed.chem.wisc.edu/index.html>
- <http://www.mdl.com/> (hier kan je de plug-in downloaden om molecuulmodellen op computer te bekijken)

**CHEMIE
DERDE GRAAD TSO**

**TV TOEGEPASTE FYSICA
TOEGEPASTE FYSICA**

**Eerste leerjaar: 2/3 uur/week
Tweede leerjaar: 2/3 uur/week**

Inhoud

1	Beginsituatie.....	115
2	Algemene doelstellingen.....	115
2.1	Inleiding.....	115
2.2	Het verwerven van fundamentele fysische inzichten.....	115
2.3	De positief-wetenschappelijke methode toepassen.....	115
2.4	Het verwerven van experimentele vaardigheden.....	116
2.5	Het belang van de fysica cultureel-maatschappelijk situeren.....	116
2.6	Het eigen-leren bewaken en in vraag stellen.....	116
2.7	Het verwerven van belangrijke attitudes.....	116
3	Algemene pedagogisch-didactische wenken.....	117
3.1	Actief leren.....	117
3.2	Variatie in werkvormen.....	117
3.3	Organisatie van het leerlingenpracticum.....	118
3.4	Gesloten en open opdrachten bij het leerlingenpracticum.....	118
3.5	Veiligheid.....	119
3.6	Jaarplanning.....	119
4	Leerplandoelstellingen, leerinhouden en pedagogisch-didactische wenken.....	121
4.1	Hydrodynamica.....	121
4.2	Elektrodynamica.....	123
4.3	Elektromagnetisme.....	126
4.4	Krachtenleer.....	129
4.5	Trillingen en golven.....	132
4.6	Basiselektronica.....	136
4.7	Digitale techniek.....	137
4.8	Leerlingenpractica.....	139
5	Minimale materiële vereisten.....	142
5.1	Basisinfrastructuur.....	142
5.2	Basismateriaal.....	142
5.3	Specifiek materiaal.....	143
6	Evaluatie.....	144
6.1	Algemeen.....	144
6.2	Evaluatie van het practicum.....	144
7	Bibliografie.....	145
7.1	Schoolboeken.....	145
7.2	Uitgaven van Pedagogische-didactische centra.....	145
7.3	Tijdschriften.....	146
7.4	Naslagwerken.....	146
7.5	Internetsites.....	146

1 Beginsituatie

De leerlingen in deze studierichting zijn hoofdzakelijk afkomstig uit de studierichtingen Techniek-wetenschappen en Biotechnische wetenschappen uit het TSO. De algemene doelstellingen en de leerplandoelstellingen van de vakken Fysica en Toegepaste Fysica van de 2de graad van deze studierichtingen gelden als beginsituatie.

Ook leerlingen uit andere studierichtingen van het TSO en het ASO kunnen hierbij aansluiten, aangezien ze genoeg dezelfde basisvorming fysica hebben genoten.

Ze bezitten aldus voorkennis van fysische concepten en wetten i.v.m. de structuur van de materie (deeltjesmodel), de geometrische optica, de basisbegrippen uit de mechanica (krachten, arbeid, energie en vermogen), de gaswetten, warmte en faseovergangen.

Naast kennis, inzicht, cognitieve en praktische vaardigheden hebben ze ook een aantal basisvaardigheden (meet- en rekentechnieken, rekenen met S.I.-eenheden en kenmerkende cijfers, tekenen van grafieken, ...) verworven.

In de beginfase van het laboratoriumwerk zal de leerkracht aan de leerlingen, die minder met leerlingpracticum vertrouwd zijn, extra aandacht en begeleiding bieden.

2 Algemene doelstellingen

2.1 Inleiding

De algemene doelstellingen fysica omvatten uiteraard cognitieve, affectieve en psychomotorische componenten. Deze doelstellingen dienen verwezenlijkt te zijn op het einde van het tweede leerjaar van de derde graad.

2.2 Het verwerven van fundamentele fysische inzichten

- Omschrijven van belangrijke begrippen en wetten van de fysica in de specifieke vaktaal.
- Het ordenend, verklarend en voorspellend karakter van eenvoudige fysische modellen en theorieën doorzien.
- Bij een waarneming of bij de beschrijving van een natuurkundig verschijnsel herkennen welke begrippen of wetten bij het verschijnsel een rol spelen.
- Een eenvoudige redenering opbouwen bij een nieuw natuurkundig probleem of verschijnsel, gebruik makend van een analoge redenering bij een gekend probleem of verschijnsel.
- Een technisch probleem herkennen en specificeren.

2.3 De positief-wetenschappelijke methode toepassen

- Het zien en formuleren van een probleem.
- Het opstellen van een hypothese omtrent de oplossing van een probleem.
- Het toetsen van de hypothese aan de werkelijkheid via experimenten.
- Uit experimenten de juiste conclusies trekken en deze in een eenvoudige taal kunnen formuleren.
- Zelfstandig verschillende fasen van de gebruikte natuurwetenschappelijke onderzoeksmethode in een experiment identificeren.

2.4 Het verwerven van experimentele vaardigheden

- Individueel of in groep experimenten uitvoeren aan de hand van gedeeltelijk tot volledig open instructie.
- Planmatig werken, exacte waarnemingen en metingen verrichten, gegevens verzamelen, grafisch voorstellen van metingen en daaruit verbanden achterhalen, conclusies trekken.
- Zelfstandig technieken uitvoeren zoals het meten van elektrische stroomsterkte en spanning, weerstand, afstand, tijd, frequentie, golflengte.
- Het kunnen bouwen van een proefopstelling of een elektrisch schema aan de hand van een figuur of een schema.

2.5 Het belang van de fysica cultureel-maatschappelijk situeren

- De technische realisaties van de fysica naar waarde schatten, maar ook assertiviteit bezitten in een technische omgeving en kritisch staan tegenover de maatschappelijke problemen met een fysisch-technische inslag.
- Inzicht hebben in de betekenis van de fysica voor onze cultuur, maatschappij en economie.
- Fysica ervaren als een peiler voor andere wetenschappelijke gebieden.
- Fysische kennis aanwenden voor sommige technische realisaties in de chemische sector.
- In bepaalde contexten de fysische principes herkennen.

2.6 Het eigen-leren bewaken en in vraag stellen

- Zelf eigen werk en methode bewaken, maar er ook op reflecteren.
- Zelf beoordelen of een goede methode gevolgd wordt en die eventueel aanpassen.

2.7 Het verwerven van belangrijke attitudes

- In een leerproces adequaat omgaan met zichzelf en anderen: overleggen, taken verdelen, kritiek geven en ontvangen, standpunten innemen en verdedigen, tot een akkoord komen.
- Veilig gebruik maken van bepaalde toestellen en stoffen zonder schade te berokken aan mens en milieu.
- Nauwgezet en met zin voor volledigheid werken.
- Vanuit argumenten een standpunt kunnen innemen of verwerpen en zonodig vervangen door een ander op basis van nieuwe argumenten.

3 Algemene pedagogisch-didactische wenken

3.1 Actief leren

Sedert enige tijd is er een visie ontwikkeld waarbij kennisverwerving niet een passief aanvaardend maar een actief construerend proces is. Bij deze visie staat het leerproces en de leerling centraal en niet de leraar. 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. 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, moet tot een diepere en ook een gewijzigde verwerking van de leerstof leiden. 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 fysicaonderwijs.

3.2 Variatie in werkvormen

De leerplancommissie is van mening dat het mogelijk is om langs verschillende werkvormen het bovenstaande te realiseren. Daarom pleiten we voor een gevarieerde aanpak van de leerstof. Enkel frontaal lesgeven of doceren mogen we als een gedateerde en achterhaalde vorm van kennisoverdracht beschouwen. De betrokkenheid van de leerlingen en hun inzet en redeneervermogen kan gestimuleerd worden door

- 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,
- begeleid zelfstandig leren aan de hand van een studiewijzer,
- samenwerkend leren (groepswerk),
- uitdagende opdrachten en zoekopdrachten,
- opdrachten via physlets aan de hand van een instructieblad,
- het opstellen van een concept map of woordspin,
- conceptuele kennis bijstellen en leerlingendenkbeelden omtrent concepten via concept cartoons in vraag stellen,
- het uitvoeren van leerlingenproeven en toetsen.

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

Een multimediale aanbreng van de leerstof is aan te bevelen. D.w.z. dat naast het uitvoeren van demonstratieproeven en leerlingenproeven het gebruik van retroprojector en computer ondertussen een vanzelfsprekendheid is geworden.

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

Het gebruik van een dataprojector is hierbij in steeds meer scholen een realiteit.

In het vaklokaal kan de computer o.a. gebruikt worden om meetgegevens te registreren en/of in grafiek om te zetten en/of te verwerken. Bij de opstelling van het experiment moet de aandacht van de leerlingen gevestigd

worden op de fysische aspecten van het experiment en niet op de registratie en de verwerking door de computer. Het is een middel om de invloed van de verschillende parameters op de meetresultaten aan te tonen. Proeven die met gewone middelen slechts kwalitatief uitgevoerd kunnen worden bieden met de computer vaak betere perspectieven.

Daarnaast laat de computer ook toe fysica-applets en andere animaties op een didactisch verantwoorde manier in de lessen aan te wenden.

3.3 Organisatie van het leerlingenpracticum

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.

Om redenen van efficiënt tijdsgebruik is het aanbevolen om te voorzien in een blok van 2 lessen na elkaar. Bij een leerlingenpracticum hoort steeds een geschreven opdracht of instructieblad, dat kan variëren van gesloten naar open. De keuze tussen een gesloten of open opdracht maakt een gradatie in moeilijkheidsgraad mogelijk.

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 het invullen van 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.

Het is een absolute noodzaak om een laboratoriumproef klassikaal af te ronden of het resultaat te bespreken. Dit houdt in dat men, rekening houdend met de beperkte laboratoriumtijd, zorg besteedt aan de keuze van de laboratoriumopdrachten. 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).

3.4 Gesloten en open opdrachten bij het leerlingenpracticum

Het belangrijkste doel van het laboratorium in de 2^{de} graad is leerlingen helpen de theorie beter te begrijpen door die toe te passen op waarnemingen en metingen. Daarnaast worden leerlingenproeven dikwijls gebruikt voor het opwekken van interesse.

In de derde graad zijn de doelstellingen ook gericht op probleem oplossen. Het probleem oplossen 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.

Dit heeft voor gevolg dat er t.o.v. de practicumstructuur van de tweede graad enige variatie is.

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. Kenmerkend voor een dergelijke onderzoeksopdracht is het zelf ontdekken door de leerlingen. Het resultaat van het onderzoek staat niet direct in het boek of de cursus. 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 bestaan uit onderzoekjes die kaderen in het leerplan van de derde 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 schakelingen met weerstanden in een "black box" of het bepalen van een ongekeerde trillende massa aan een veer of het onderzoek van de spoorlengte op een cd-schijfje nadat men eerst met een gidsexperiment de golflengte van de gebruikte laserpen heeft gemeten.

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

Door deze werkwijze ontstaat een ontwikkelingslijn van sterk gestuurde experimenten naar open onderzoeken die leerlingen in groepjes van twee of drie of individueel uitvoeren.

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.

3.5 Veiligheid

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. (zie brochure "Didactische infrastructuur voor onderwijs in de natuurwetenschappen" VVKSO mei 1993). 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 veiligheidsspanningen).

De groepsgrootte bij het uitvoeren van leerlingenproeven moet met het oog op wat didactisch verantwoord is en wat qua veiligheid nog aanvaardbaar is, aangepast zijn aan de materiële omstandigheden en infrastructuur. Om de risico's te verkleinen mogen leerlingen nooit zonder toezicht leerlingenproeven uitvoeren. Het zelfstandig uitvoeren van proeven gebeurt uitsluitend onder toezicht van de vakleerkracht.

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

3.6 Jaarplanning

Het afwerken van het leerplan is een dwingende plicht. Toch moeten niet alle verplichte leerstofpunten van dit leerplan maximaal worden uitgewerkt. Het behoort tot de pedagogische vrijheid van de leerkracht om zelf bepaalde accenten te leggen. De leerkracht, die zorgt voor een goede dosering van zowel demonstratieproeven als het geven van directe instructie als het laten maken van opgaven, mag niet in tijdnood komen. Hij kan zich hierbij ook laten leiden door motieven en interesse van leerlingen en via contexten of het bespreken van technische toepassingen wijzen op het gebruik en de effectiviteit van fysische principes in de dagelijkse werkelijkheid. Zelfactiviteit van de leerling is zoals reeds eerder vermeld eveneens belangrijk.

De uitbreidingsleerstof is niet verplicht. De leerkracht oordeelt, rekening houdend met de beschikbare tijd en de mogelijkheden van de klasgroep, in welke mate hij nog de uitbreidingsleerstof (naar eigen keuze) kan behandelen.

Onderstaand tijdschema en de leerstofordening is geen richtlijn en is enkel bedoeld om leraren te helpen bij het opstellen van hun jaarplan. De volgorde waarin deze onderdelen behandeld worden behoort tot de pedagogische vrijheid van de leerkracht, op voorwaarde dat de logische vakstructuur behouden blijft. De samenhang met TV Chemische Technologie vereist echter wel dat het onderdeel hydrodynamica eerst aan bod komt. Overleg met de betreffende collega is hier aangewezen. Daarenboven kan "Elektromagnetisme" pas behandeld worden na het deel "Elektrodynamica". Ook kan het deel "Trillingen en golven" pas na het deel "Krachtenleer" komen.

De leerlingpractica zijn geïntegreerd in het lesgebeuren, maar er moeten minimaal 20 lessen (10 in elk leerjaar) gespendeerd worden aan leerlingproeven. Scholen die 3 uur aanbieden worden sterk aanbevolen 40 lessen leerlingproeven aan te bieden.

Uit de voorgestelde laboratoriumproeven kan een *keuze* gemaakt worden. Andere proeven die aansluiten bij de leerstof, zijn natuurlijk ook toegelaten.

De onderdelen die tot de verplichte leerstof behoren staan in normaal lettertype. De onderdelen die deel uitmaken van de uitbreidingsleerstof staan overal aangegeven met een **(U)**.

Die scholen die kiezen voor 3 uur zijn derhalve niet verplicht al de uitbreidingsleerstof te behandelen. Het derde uur behoort immers tot de complementaire activiteit. Het behoort tot de pedagogische vrijheid van de leerkracht hier een didactisch verantwoorde keuze te maken, waarbij meer uren leerlingproeven dan strikt minimaal geëist door het leerplan sterk aanbevolen zijn. Daarnaast kan je naar keuze bepaalde leerstofonderdelen uit de basisleerstof verder uitdiepen.

	Leerinhouden	Aantal lessen
1	Leerlingpractica	20
2	Hydrodynamica	10
3	Elektrodynamica	15
4	Elektromagnetisme	10
5	Krachtenleer	15
6	Trillingen en golven	22
7	Basiselektronica (U)	15
8	Digitale techniek (U)	10

4 Leerplandoelstellingen, leerinhouden en pedagogisch-didactische wenken

De gedrukte leerplandoelstellingen en leerinhouden gevolgd door een **(U)** behoren tot de uitbreidingsleerstof voor de keuze 3 u/week Toegepaste fysica. Het behoort tot de pedagogische vrijheid en verantwoordelijkheid van de leerkracht hieruit een didactisch verantwoorde keuze te maken en/of leerstofonderdelen uit de basisleerstof verder uit te diepen.

Minstens 20 lesuren van de beschikbare lestijden worden besteed aan practica, gespreid over de leerstof. Voor scholen die 3 u/week Toegepaste fysica aanbieden worden minstens 40 lestijden leerlingenpractica aanbevolen.

4.1 Hydrodynamica

4.1.1 *Stroming in fluïda*

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 1 De basisbegrippen fluïdum, stroomlijn, stationaire en turbulente stroming en ideaal fluïdum omschrijven.

LEERINHOUDEN

Het begrip fluïdum
Stroomlijnen
Stationaire en turbulente stroming
Ideaal fluïdum

DIDACTISCHE WENKEN

Het concept stroomlijn kan ingeleid worden als de baan die een strohalmpje, dat we in een bergriviertje werpen, gaat volgen. Het is aangewezen het concept stroomlijn te visualiseren.

4.1.2 *De regel van Castelli*

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 2 De continuïteitsvergelijking toelichten en toepassen.

LEERINHOUDEN

De continuïteitsvergelijking

DIDACTISCHE WENKEN

De regel van Castelli of de continuïteitsvergelijking is geldig bij een stationaire stroming van een onsamendrukbare en ideaal fluïdum. In dat geval is het product van de doorsnede en de stroomsnelheid een constante. Evengoed kan men aangeven dat het volumedebiet q_v onafhankelijk is van de doorsnede. De wiskundige afleiding is niet vereist.

4.1.3 De vergelijking van Bernoulli

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 3 De verschillende elementen in de vergelijking van Bernoulli toelichten.
- 4 Technische toepassingen en verschijnselen gebaseerd op de vergelijking van Bernoulli toelichten.

LEERINHOUDEN

De vergelijking van Bernoulli + rekenopdrachten in verband met de venturibuis
Technische toepassingen van en verschijnselen gebaseerd op de vergelijking van Bernoulli

DIDACTISCHE WENKEN

Vooraleer over te gaan tot de formele beschrijving is het eventueel aangewezen via enkele eenvoudige verschijnselen de interesse op te wekken. Wanneer je tussen twee verticaal gehouden cursusbladen een luchtstroom blaast dan buigen die naar elkaar toe. Dit is voor een aantal leerlingen verrassend. Dit verschijnsel doet zich ook voor bij het douchegordijn of wanneer je op een rijweg nogal dicht een vrachtwagen kruist.

Wat betreft de rekenopdrachten is het aangewezen zich te beperken tot de venturibuis. Dit is een horizontale buis met een vernauwing. Technische toepassingen die besproken kunnen worden zijn onder andere de venturimeter, de meetflens, de pitotbuis, de waterstraalpomp, de vaporisator, de bunsenbrander, ...

Verschijnselen die kunnen verklaard worden met de vergelijking van Bernoulli zijn bv. het lifteffect bij een vliegtuigvleugel, het optillen van een dak bij stormwind, een pingpongballetje in een verticale luchtstroom, de dynamische dwarskracht of het magnuseffect in balsporten zoals tennis, golf, voetbal, pingpong, ...

4.1.4 Viscositeit

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 5 De begrippen laminaire stroming en viscositeit toelichten.
- 6 De factoren die de wrijvingskracht op een bolvormig lichaam bepalen opsommen. **(U)**
- 7 Met behulp van het Reynoldsgetal een laminaire van een turbulente stroming onderscheiden.
- 8 Het S.A.E.-getal toelichten. **(U)**
- 9 De factoren in de wet van Poiseuille opsommen. **(U)**

LEERINHOUDEN

Laminaire stroming en viscositeit met inbegrip van de afhankelijkheid van de temperatuur

Wet van Stokes **(U)**

Dynamische en statische viscositeit
Laminaire en turbulente stroming: het getal van Reynolds

Viscositeit en smering: S.A.E.-getal **(U)**

Stromingsweerstand en de wet van Poiseuille **(U)**

DIDACTISCHE WENKEN

Het begrip viscositeit kan eventueel vertaald worden als de "stroperigheid" van een vloeistof.

De link kan gelegd worden met olie. Olie is meer viskeus dan water. Daarenboven is de viscositeit afhankelijk van de temperatuur. De leerlingen weten waarschijnlijk wel dat warme olie gemakkelijker giet dan koude olie. De garagist zegt dat koude olie dikker is.

In het labo kan eventueel de viscositeit gemeten worden volgens het principe van de kogelvalviscosimeter. Via de uitloopsnelheid uit een vat kan de afhankelijkheid van de viscositeit aangetoond worden.

Mogelijke leerlingpractica omtrent hydrodynamica vind je onder 4.8.

4.2 Elektrodynamica

4.2.1 Ladingen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 10 Het bestaan van 2 soorten ladingen toelichten, hun onderlinge wisselwerking beschrijven en de eenheid van lading aangeven.
- 11 Geleiders, isolatoren en halfgeleiders van elkaar onderscheiden en toelichten vanuit het atoommodel.

LEERINHOUDEN

- Soorten ladingen en hun atomaire oorsprong
Praktische toepassingen i.v.m. elektrostatiche lading
Aantrekking en afstoting van geladen voorwerpen
- Geleiders, isolatoren en halfgeleiders

DIDACTISCHE WENKEN

Men zal enkele wrijvingsproefjes uitvoeren en verklaren: aantrekking van papiersnippers, afbuiging van een waterstraal, ... Eventueel kan hierbij gebruik worden gemaakt van de elektroscop. Opladen door elektrische influentie kan dan ook worden aangetoond en besproken. Enkele dagdagelijkse verschijnselen en praktische toepassingen hieromtrent zijn o.a. vonkjes bij het uittrekken van een wollen trui, statische elektriciteit bij beeldschermen en auto's, vliegassuurschermen in een schoorsteen van bv. een verbrandingsoven, gevaren bij het overgieten van licht ontvlambare vloeistoffen, gebruik van een poetsdoek, ... Bij de krachtwerking is het niet de bedoeling de wet van Coulomb kwantitatief te behandelen.

Het onderscheid tussen geleiders en isolatoren steunt op het vrij-elektron-model. Dit model is niet bruikbaar bij halfgeleiders. We maken gebruik van een 2-dimensionale voorstelling van het kristalrooster. Het is hier nog niet de bedoeling dat het energiebandenmodel geïntroduceerd wordt.

4.2.2 Basisbegrippen in verband met de elektrische stroom

LEERPLANDOELSTELLINGEN

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

LEERINHOUDEN

- Stroom, stroomsterkte, spanning en spanningsbron
- Schakelen van volt- en ampèremeter
Conventionele stroomzin
- Toepassingen uit de leefwereld

DIDACTISCHE WENKEN

Om zo concreet mogelijk de basisbegrippen i.v.m. een elektrische stroomkring aan te brengen gebruiken we bij voorkeur het vloeistof-stroommodel. Door middel van waarnemingsproeven met volt- en ampèremeter toont men de leerlingen hoe men stroom en spanning meet.

Hierbij kan het misconception rond "stroomverbruik" worden weggewerkt. In deze context is het noodzakelijk te spreken van energiegebruik. Als toepassing uit de leefwereld kan de stroomkring bij een fiets, auto, ... (massasluiting) besproken worden.

4.2.3 Elektrische weerstand

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 15 Bij een geleider in een gelijkstroomkring het verband tussen spanning, stroomsterkte en weerstand formuleren, grafisch voorstellen en toepassen.
- 16 De relatie tussen de weerstand en de factoren die de waarde ervan bepalen in een formule weergeven en toepassen.
- 17 De invloed van de temperatuur op de weerstand van een elektrische geleider toelichten en verklaren.

LEERINHOUDEN

- Verband tussen stroomsterkte, spanning en weerstand: wet van Ohm
- Wet van Pouillet
- Invloed van de temperatuur op de weerstand van een elektrische geleider

DIDACTISCHE WENKEN

Indien we bij een elektrische geleider de stroom meten in functie van de spanning, dan bekomen we een rechte door de oorsprong. De constante verhouding I/U die daaruit volgt is de geleidbaarheid G , die in de eenheid Siemens (S) wordt uitgedrukt.

In de chemische praktijk maakt men bv. gebruik van conductometers om de geleidbaarheid van oplossingen te meten.

In alle andere omstandigheden gebruikt men echter de constante verhouding van de spanning over een schakelement en de stroomsterkte erdoor, die men definieert als de weerstand van dit schakelement. Trek er de aandacht op dat het woord weerstand dubbel gebruikt wordt nl. als grootte en als schakelement van energie. De wetten van Ohm en Pouillet kunnen als leerlingenpracticum behandeld worden. Bij de behandeling van de wet van Pouillet kan worden aangegeven dat de toevoerleidingen bij grote verbruikers bestaan uit dikke koperen geleiders. De temperatuurafhankelijkheid van weerstand en het daaruit volgend feit dat het $I(U)$ -diagram geen rechte door de oorsprong meer is, kan ingeleid worden vanuit een meting met een lampje. In het leerlingenpracticum kan dit verschijnsel dan verder onderzocht worden.

Mogelijke leerlingenpractica omtrent elektrische weerstand vind je onder 4.8.

4.2.4 Energie en vermogen bij een elektrische stroom

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 18 Het joule-effect toelichten.
- 19 De warmteontwikkeling van een elektrische stroom verklaren en het elektrisch vermogen berekenen.
- 20 Enkele praktische toepassingen in verband met warmteontwikkeling en veiligheid toelichten.

LEERINHOUDEN

- Joule-effect + eenheden: joule en kWh
- Elektrisch vermogen + eenheid
- Toepassingen: elektrische verwarmingstoestellen, gloeilamp, smeltveiligheid.

DIDACTISCHE WENKEN

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

een gloeilamp kan vergeleken worden met die van een spaarlamp met zelfde lichtopbrengst. Dit kan onderzocht worden in een leerlingenpracticum.

Mogelijke leerlingenpractica omtrent het Joule-effect vind je onder 4.8.

4.2.5 Schakelen van weerstanden

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|----|--|--|
| 21 | Bij serie- en parallelschakeling van weerstanden respectievelijk de spannings- en stroomwetten toepassen bij eenvoudige kringen. | Serie- en parallelschakeling
Stroom- en spanningsverdeling |
| 22 | De vervangingsweerstand berekenen bij serie- en parallelschakeling. | Vervangingsweerstand |
| 23 | Enkele gevaren en de overeenkomstige veiligheidsmaatregelen toelichten. | Gevaren: overbelasting, kortsluiting
Maatregelen: zekering, aarding, lekstroom-schakelaar |

DIDACTISCHE WENKEN

De stroom- en spanningswetten worden experimenteel afgeleid. Het is niet de bedoeling hier de wetten van Kirchhoff te gebruiken om stroom- en spanningsvergelijkingen op te stellen en op te lossen. De formules voor de vervangingsweerstand kunnen als leerlingenpracticum m.b.v. een ohmmeter worden geverifieerd. De formules worden het best toegepast met een aantal eenvoudige kwalitatieve en kwantitatieve opdrachten.

Mogelijke leerlingenpractica omtrent schakelen van weerstanden vind je onder 4.8.

4.2.6 Praktische toepassingen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|----|--|-------------------|
| 24 | De wheatstonebrug voor het meten van weerstanden gebruiken. | De wheatstonebrug |
| 25 | De werking van een thermokoppel bij het meten van temperaturen toelichten. | Het thermokoppel |

DIDACTISCHE WENKEN

Het is hier de bedoeling het principe van beide toepassingen aan te brengen. De concrete praktische toepassingen komen aan bod in TV Chemische Technologie.

Bij de brug van Wheatstone hoeft de afleiding niet gekend te zijn. De leerlingen onthouden enkel dat bij een brug in evenwicht de producten van de twee diametraal tegenover elkaar liggende weerstanden gelijk zijn. Het inoefenen hiervan kan in het leerlingenpracticum gebeuren via een draadbrug. In de praktijk wordt dit o.a. in een oven-thermometer en in geleidbaarheidsmeters toegepast.

Wanneer er contact is tussen twee verschillende metalen ontstaat een contactspanning. Die contactspanning is temperatuurafhankelijk. Bij twee contacten op verschillende temperatuur resulteren de verschillende contactspanningen in een zogenaamde thermospanning. Deze laatste is de basis voor het meten van temperaturen in bepaalde temperatuursensoren.

4.2.7 Condensatoren

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
26 De bouw van een condensator toelichten.	Bouw van een condensator
27 De factoren die het verloop van de oplaad- en ontladcurven beïnvloeden toelichten.	Opladen en ontladen van een condensator
28 Het verband tussen capaciteit, opgestapelde lading en spanning over een condensator in een formule weergeven en toelichten.	Capaciteit + eenheid
29 De verschillende factoren in de formule voor de capaciteit van een vlakke condensator toelichten.	Capaciteit van een vlakke condensator
30 Enkele types condensatoren beschrijven. (U)	Soorten condensatoren (U)
31 De substitutiec capaciteit bij het schakelen van condensatoren berekenen. (U)	Schakelen van condensatoren (U)

DIDACTISCHE WENKEN

Een condensator kan modelmatig worden voorgesteld als een “vat” dat we met ladingen kunnen vullen, zoals we een vat dat we van onderuit met water vullen. Hierbij komt de spanning van de bron overeen met de druk van de pomp en de spanning op de platen van de condensator met de hydrostatische druk van het water in het vat. Bij dit model is het verloop van de spanning over de condensator bij het opladen en het ontladen gemakkelijk in te zien.

De elektrostatiche aantrekkingskracht tussen de tegengestelde ladingen op de twee platen houden die ladingen ter plaatse, terwijl de isolator ertussen ervoor zorgt dat ze elkaar niet kunnen neutraliseren. Via een meetinterface met bijhorende software kunnen de oplaad- en ontladcurven en de invloed van de capaciteit en de weerstand heel snel via demonstratieproeven aangetoond worden. Een toepassing van de vlakke condensator vinden we in een capaciteitsniveau-meter. Hierbij wordt het vloeistofniveau gemeten via het principe van de capaciteit van een condensator. De tankwand is de ene plaat, een verticaal geplaatste elektrode de andere plaat en de inhoud van de tank is het dielectricum. Naarmate het vloeistofniveau in de tank hoger staat hebben we zo een hogere capaciteit.

Mogelijke leerlingenpractica omtrent condensatoren vind je onder 4.8.

4.3 Elektromagnetisme

4.3.1 Permanente magneten

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
32 Magnetische verschijnselen toelichten met behulp van magneetpolen, magnetische krachtwerking, magnetisch veld en veldlijnen.	Magneetpolen Krachtwerking Veldlijnspectra
33 Het magnetisme van een permanente magneet en het magnetiseren en demagnetiseren van een ferromagnetische stof vanuit het model van de elementaire magneetjes toelichten.	Elementaire magneetjes

34	Magnetische influentie omschrijven.	Magnetische influentie
35	Het aardmagnetisme toelichten. (U)	Aardmagnetisme (U)

DIDACTISCHE WENKEN

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

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

4.3.2 *Magnetische werking van elektrische stroom*

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

36	Beschrijven dat elektrische stroom in een geleider steeds een magnetisch veld veroorzaakt.	De stroom als oorzaak magnetisch veld bij <ul style="list-style-type: none"> • een rechte geleider (proef van Oersted) • een winding • een solenoïde
37	Het veldlijnenpatroon van een solenoïde schetsen en de analogie met een staafmagneet aangeven.	Veldlijnenpatroon van een solenoïde
38	Het magnetisme in de materie d.m.v. kringstroompjes verklaren. (U)	Verklaring van permanente magneten (U)
39	Enkele toepassingen van elektromagneten bespreken.	Toepassingen van elektromagneten

DIDACTISCHE WENKEN

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

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

Toepassingen van elektromagneten vinden we o.a. in de luidspreker, het relais, de magnetische deuropener, ...

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

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

40	De richting en zin van de kracht van een magnetisch veld op een stroomvoerende geleider bepalen.	Lorentzkracht: richting en zin
41	De grootte berekenen in een concreet geval. (U)	Lorentzkracht: grootte (U)

- | | | |
|----|--|---|
| 42 | De sterkte van een magnetisch veld door de magnetische inductie weergeven (U) . | Definitie van magnetische inductie (U) |
| 43 | De richting en zin van de kracht van een magneetveld op een vrije lading bepalen en dit toepassen bij een oscilloscoop. (U) | Kracht op een vrije lading |
| 44 | Het werkingsprincipe van een motor d.m.v. de Lorentzkracht kunnen verklaren. | Toepassing: het motorprincipe (kracht op een stroomvoerend kader) |

DIDACTISCHE WENKEN

De waarde van de magnetische inductie geeft de sterkte van het magnetisch veld aan. De definitie van de magnetische inductie B wordt afgeleid uit de formule van de Lorentzkracht $F_L = B.I.l$.

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

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

Op het internet zijn mooie applets te zien die de Lorentzkracht en het motorprincipe via een animatie duidelijk maken:

http://www.walter-fendt.de/ph14nl/lorentzforce_nl.htm en

http://www.walterfendt.de/ph14nl/electricmotor_nl.htm

4.3.4 Elektromagnetisch inductieverschijnsel

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|----|--|--|
| 45 | Het ontstaan van een inductiespanning toelichten. | Proef van Faraday |
| 46 | Zin van de inductiespanning bepalen. (U) | Wet van Lenz (U) |
| 47 | Invloed van de fluxverandering op de inductiespanning berekenen. (U) | Algemene inductiewet (U) |
| 48 | Het werkingsprincipe van een generator kunnen uitleggen. | Toepassingen zoals bv. het generatorprincipe, de elektrische gitaar, inductiekoken |
| 49 | Het ontstaan van wisselstroom beschrijven. | Ontstaan van wisselstroom |
| 50 | Een wisselstroom onderscheiden van een gelijkstroom. | Onderscheid tussen gelijkstroom en wisselstroom |
| 51 | Vanuit de grafiek het verband tussen de topwaarde en de effectiefwaarde van een wisselspanning toelichten. | Effectiefwaarde |
| 52 | Het transport van elektrische energie beschrijven. | Transformator en energietransport |

DIDACTISCHE WENKEN

Als men een spoel en een magneet t.o.v. elkaar beweegt kan een spanning worden geïnduceerd in die spoel: de inductiespanning.

Wijs er de leerlingen in het bijzonder op dat het niet het magnetisch veld op zich is, maar de verandering van flux, die de inductiespanning opwekt.

Het generatorprincipe kan eventueel proefondervindelijk worden aangetoond.

De belangrijkste toepassing van het genereren van een spanning is de generator zoals de alternator en de fiets-

dynamo. Je wijst hier op het verband tussen het toerental van de generator in de centrale en de netfrequentie van 50 Hz. Eventueel kan je hier aangeven dat frequentie neerkomt op toerental per seconde. Op het internet vind je mooie applets die via een animatie het generatorprincipe illustreren:

http://www.walter-fendt.de/ph14nl/generator_nl.htm

Je kan de betekenis van de effectiefwaarde aantonen met lampjes op gelijk- en wisselspanning, die even sterk branden en hierbij die spanning zichtbaar maken via oscilloscoop of pc met meetinterface. Het wiskundig verband tussen topwaarde en effectiefwaarde kan zo geverifieerd worden.

4.4 Krachtenleer

4.4.1 Kracht en beweging

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 53 Kracht als oorzaak van de verandering van de bewegingstoestand van een voorwerp herkennen.
- 54 De gevolgen voor de beweging bij krachten in evenwicht toelichten.
- 55 Bij een eenparig rechtlijnige beweging de snelheid en de afgelegde weg berekenen en deze beweging grafisch voorstellen.
- 56 De gevolgen voor de beweging bij een constante kracht en het begrip versnelling bij een eenparig veranderlijke rechtlijnige beweging omschrijven.
- 57 Bij een E.V.R.B. met $v_0 = 0$ de snelheid en de afgelegde weg berekenen en deze beweging grafisch voorstellen.

LEERINHouden

- Herhaling: kracht als oorzaak van verandering van bewegingstoestand
- Gevolgen van krachten in evenwicht inwerkend op een voorwerp ($F_{\text{res}} = 0$): rust of eenparig rechtlijnige beweging
- De E.R.B.:
- snelheid en afgelegde weg
 - $x(t)$ - en een $v(t)$ -diagram
- Gevolgen van een constante kracht: de E.V.R.B.
Het begrip versnelling bij een E.V.R.B.
- De E.V.R.B.:
- snelheid, afgelegde weg
 - $x(t)$ -, $v(t)$ - en $a(t)$ -diagram

DIDACTISCHE WENKEN

Het begrip kracht is reeds gekend via zijn statische en dynamische omschrijving nl. als oorzaak voor de vervorming van een star lichaam en als oorzaak voor de snelheidsverandering van een voorwerp. De statische uitwerking van een kracht is uitvoerig aan bod gekomen in de tweede graad. Indien de kracht of de resultante van de krachten op een lichaam nul is, zal het in rust zijn of geen snelheidsverandering of richtingsverandering ondergaan en dus een eenparig rechtlijnige beweging uitvoeren. Bij de behandeling van de E.R.B. definiëren we het begrip snelheid. In het leerlingenpracticum kan dit verder ingeoeft worden met de beweging van een luchtbel in een vloeistofbuis. Het begrip versnelling wordt gedefinieerd als de verandering van de snelheid per tijdseenheid. Niet elke versnelde beweging is dus eenparig ("gelijkmatig") versneld. Als je met je fiets optrekt dan zal meer dan waarschijnlijk de snelheid niet gelijkmatig toenemen. Wanneer de versnelling constant is, spreken we van een eenparig ("gelijkmatig") veranderlijke beweging.

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. Het is aangewezen de proeven uit te voeren met de pc met een meetinterface, waardoor de grafieken direct beschikbaar zijn. Als voorbeeld kan de vrije val besproken worden. Hierbij wordt a vervangen door g , die we de valversnelling noemen.

Mogelijke leerlingenpractica omtrent kracht en beweging vind je onder 4.8.

4.4.2 De beginselen van Newton

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|----|--|--|
| 58 | Het eerste beginsel van Newton uitleggen door middel van voorbeelden van systemen in rust of in eenparige beweging. | Het traagheidsbeginsel |
| 59 | De invloed van de resulterende kracht en van de massa op de verandering van de bewegingstoestand van een voorwerp kwalitatief en kwantitatief beschrijven. | $F_{\text{res}} = m \cdot a$: het onafhankelijkheidsbeginsel van krachten |
| 60 | Met het tweede beginsel van Newton de eenheid van kracht toelichten. | De eenheid van kracht |
| 61 | Het derde beginsel van Newton omschrijven en bij een gegeven situatie de beide krachten op de verschillende lichamen aanwijzen. | Het beginsel van actie en reactie |

DIDACTISCHE WENKEN

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

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

Het tweede beginsel van Newton leert ons dat er een samenhang is tussen de grootheden kracht, massa en versnelling en ook hoe die relatie er uit ziet. Indien er meerdere krachten gelijktijdig op een lichaam inwerken leveren ze onafhankelijk van elkaar elk hun respectievelijke bijdrage tot de verandering van bewegingstoestand (= onafhankelijkheidsbeginsel van krachten).

Tenslotte leert men via het derde beginsel 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). Het is aangewezen te spreken van actiekracht en reactiekracht (en niet van actie en reactie) om te vermijden dat leerlingen dit interpreteren in termen van oorzaak en gevolg. Je kunt het derde beginsel aanschouwelijk maken door twee gelijke dynamometers horizontaal met elkaar te verbinden en het geheel uit te rekken: de dynamometers zullen beide dezelfde waarde voor de ondervonden kracht aanwijzen. Het beginsel van actie en reactie is één van de meest bekende, maar minst begrepen items uit de fysica. Zo is het voor de leerling eigenaardig dat de kracht van de aarde op zijn lichaam even groot is als de kracht van zijn lichaam op de aarde. Wij vallen naar de aarde toe en niet andersom. De krachten zijn weliswaar even groot, maar de versnelling is afhankelijk van de massa.

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

Een lichaam dat ergens aan hangt, ondervindt van de ophanging een kracht, de spankracht.

Het 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).

Mogelijke leerlingenpractica omtrent de beginselen van Newton vind je onder 4.8.

4.4.3 *Gravitatiekracht, zwaartekracht en gewicht*

LEERPLANDOELSTELLINGEN

62 De begrippen gravitatiekracht, zwaartekracht en gewicht omschrijven.

LEERINHOUDEN

Gravitatiekracht
Zwaartekracht: zwaartepunt, zwaarteveldsterkte en factoren die de zwaarteveldsterkte beïnvloeden
Gewicht

DIDACTISCHE WENKEN

De zwaartekracht werd reeds in de tweede graad ingevoerd via $F_z = m \cdot g$ waarbij g de zwaarteveldsterkte werd genoemd. Hier krijgt g ook de betekenis van de valversnelling.

De equivalentie van N/kg en m/s^2 wordt via de definitie van de newton verduidelijkt.

Uit de gravitatiewet van Newton toegepast op de aarde en een voorwerp in zijn nabijheid halen we g , waarna een bespreking volgt van de verschillende factoren die g beïnvloeden.

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

4.4.4 *Arbeid, vermogen en energie*

LEERPLANDOELSTELLINGEN

63 De begrippen arbeid en vermogen omschrijven.

LEERINHOUDEN

Herhaling: arbeid en vermogen

64 Bij energieomzettingen de aard van de mechanische energie aangeven en met de formules berekeningen uitvoeren.

Kinetische energie en gravitationele potentiële energie

65 Het beginsel van behoud van energie toepassen bij het opstellen van een energiebalans van een mechanisch systeem.

Beginsel van behoud van energie toepassen bij energieomzettingen in het zwaarteveld

DIDACTISCHE WENKEN

De formules voor de gravitationele potentiële energie en de kinetische energie laten een kwantitatieve behandeling toe. Het beginsel van behoud van energie betekent dat voor een geïsoleerd systeem de som van potentiële en kinetische energie constant is. In de meeste gevallen wordt door de wrijvingskracht energie onder de vorm van warmte afgegeven aan de omgeving (degradatie van de energievorm).

4.5 Trillingen en golven

4.5.1 De E.C.B.

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 66 De begrippen periode, frequentie, omtreksnelheid en hoeksnelheid omschrijven en toepassen bij een E.C.B.
- 67 In concrete gevallen de functie van de centripetale kracht uitleggen en berekenen.

LEERINHOUDEN

- De E.C.B.
- Begrip
 - Periode en frequentie
 - Omtreksnelheid, hoeksnelheid en verband
 - Centripetale kracht

DIDACTISCHE WENKEN

De E.C.B. wordt behandeld met het oog op het invoeren van de harmonische trilling. 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. Er is immers een voortdurende verandering van richting. De netto kracht die werkt op een massa die in een cirkelbaan beweegt is een kracht naar het centrum. De benodigde centripetale kracht wordt bv. geleverd door de spankracht van het touw op de massa die we rondslingeren, of door de zwaartekracht van de zon op de planeten, of door de wand van een draaiende trommel in de centrifuge, of door de wrijvingskracht van de banden met het wegdek bij een wagen in een bocht, ...

Het maken van rekenopdrachten is hier niet de bedoeling. Het gaat om een conceptuele behandeling.

4.5.2 De harmonische trilling

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 68 De wiskundige voorstelling van een puntmassa bij een harmonische trilling in concrete gevallen kunnen hanteren.
- 69 Met behulp van de grafische voorstelling van een harmonische trilling in concrete gevallen de uitwijking, periode, frequentie, amplitude, pulsatie, beginfase bepalen.
- 70 De formule voor de periode bij een massa-veersysteem toepassen.

LEERINHOUDEN

- De harmonische trilling:
- wiskundige voorstelling
 - grafische voorstelling
 - begrippen uitwijking, periode en frequentie, amplitude, pulsatie, fase, beginfase en faseverschil
- Formule voor de periode bij een massa-veersysteem

DIDACTISCHE WENKEN

De definitie van de harmonische trilling wordt ingevoerd via projectie van een E.C.B. De uitwijking van een trillende massa aan veer kan experimenteel bepaald worden via de pc m.b.v. een zogenaamde "waterpotentiometer". Hiermee kan de gedempte trilling worden aangetoond. De nadruk ligt eerder op de grafische voorstelling dan op de wiskundige voorstelling.

Met een "trilvork" wordt via demping het vloeistofniveau in vloeistoftanks gemeten. Deze wordt toegepast om een minimum, maximum niveau te detecteren in tanks en in leidingen. De trilvork is voorzien van een piëzo-elektrisch kristal. De vork trilt op zijn mechanische resonantiefrequentie. Wanneer de trilvork in contact komt met het product wordt de trilling gedempt. Deze verandering wordt door elektronica omgezet in een schakelbevel.

4.5.3 Lopende golven

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 71 Een lopende golf als een voortplanting van een harmonische trilling kwalitatief omschrijven.
- 72 Het begrip golflengte kwalitatief en kwantitatief omschrijven.
- 73 De golfvergelijking toepassen. **(U)**
- 74 Energieoverdracht bij een lopende golf en de afname van de intensiteit als functie van de afstand toelichten.
- 75 Absorptie, terugkaatsing, breking, buiging en interferentie beschrijven.

LEERINHOUDEN

- Lopende golven
Soorten
- longitudinale/transversale
 - mechanische/elektromagnetische
- Golflengte
- De golfvergelijking **(U)**
- Energie en intensiteit
- Absorptie, terugkaatsing, breking, buiging en interferentie

DIDACTISCHE WENKEN

Hoewel er mooie computeranimaties op de markt zijn, zijn een lang touw en een slinkyveer nog altijd zeer eenvoudige en doeltreffende media om het begrip golf en golflengte in te voeren. Via een dik touw kan men alludeerend op $v = \lambda \cdot f$ mooi aantonen dat golflengte en frequentie omgekeerd evenredig zijn met elkaar. Het is aan te raden de verschillende begrippen voortdurend te illustreren in verschillende soorten van golven: op een touw, in een veer, op een wateroppervlak, bij geluid. Bij de afname van de intensiteit kan men er op wijzen dat bv. bij een puntvormige geluidsbron een verdubbeling van de afstand tot de bron een vier keer zo kleine intensiteit tot gevolg heeft.

De terugkaatsings- en brekingswetten, die in de optica werden behandeld, zijn ook geldig voor alle golven. Het al of niet optreden van buiging wordt bepaald door de grootte van de hindernis of de opening in vergelijking met de golflengte. De begrippen constructieve en destructieve interferentie worden kwalitatief aangebracht vanuit het faseverschil waarmee verschillende in een bepaald punt aankomen. Je kan dit vrij goed laten zien aan de hand van bepaalde applets zoals bv. bij http://www.walter-fendt.de/ph14nl/interference_nl.htm

4.5.4 Staande golven (U)

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|----|---|---|
| 76 | De terugkaatsing aan een vast en aan een vrij uiteinde toelichten. (U) | Terugkaatsing aan een vrij en aan een vast uiteinde (U) |
| 77 | Het verschijnsel staande golven beschrijven aan de hand van staande golven op een touw. (U) | Staande golven op een touw (U) |
| 78 | De opeenvolgende frequenties waarbij staande golven voorkomen aantonen. (U) | Staande golven bij geluid in een buis (U) |

DIDACTISCHE WENKEN

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 elegante methode om de opeenvolgende frequenties waarbij staande golven op een gespannen touw of in een gespannen veer voorkomen te onderzoeken is via een vibratiegenerator die met verschillende frequenties kan worden aangestuurd. Met de hand kan je ook een paar harmonischen bekomen van staande golven op een lange pvc-buis.

4.5.5 Geluid

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|----|---|---|
| 79 | Het ontstaan van geluid toelichten in termen van mechanische trillingen. | Ontstaan van geluid |
| 80 | De voortplanting van geluid in gassen, vloeistoffen en vaste stoffen beschrijven. | Voortplanting van geluid |
| 81 | De kenmerken van een toon en enkele toepassingen weergeven en omschrijven. | Kenmerken van een toon <ul style="list-style-type: none">• toonhoogte• toonsterkte (= dB-schaal)• toonklank |
| 82 | Het dopplereffect en enkele toepassingen beschrijven. | Dopplereffect + toepassingen |
| 83 | Geluidsmuur en supersonische snelheid toelichten. (U) | Geluidsmuur en supersonische snelheid (U) |

DIDACTISCHE WENKEN

Bij ultrasonen kan gewezen worden op het gebruik van allerlei echografieën bij materiaalonderzoek en de ultrasone niveaumeting. Andere toepassingen hiervan zijn o.a. ultrasoon boren, ultrasoon lassen, ultrasoon reinigen.

Bij geluidsterkte (= intensiteit I : W/m^2) zal het geluidsniveau (dB) behandeld worden.

Het dopplereffect kan verklaard worden vanuit een constructie van golffronten.

Computeranimaties kunnen hier verhelderend werken. Het is niet de bedoeling de formules van Doppler-Fizeau in te voeren. Enkele toepassingen zoals snelheidsbepaling van het bloed via reflectie van ultrasonen op de bloedplaatjes, de multanova van de politiediensten, de roodverschuiving bij de sterren, ... kunnen behandeld worden.

4.5.6 Fysische optica

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

84	Het ontstaan van licht via absorptie en spontane emissie toelichten.	Ontstaan van licht: absorptie en spontane emissie
85	De eigenschappen van licht met betrekking tot de frequentie en de fase toelichten.	Eigenschappen: frequentie (mono- en polychromatisch) en fase (coherent en incoherent)
86	De eigenschappen en het ontstaan van laserlicht via gestimuleerde emissie toelichten.	De laser <ul style="list-style-type: none">• gestimuleerde emissie• eigenschappen
87	Enkele andere elektromagnetische golven situeren in het elektromagnetisch spectrum en enkele belangrijke toepassingen opnoemen en beschrijven.	Het elektromagnetisch spectrum + toepassingen
88	Interferentie van licht aan twee spleten en aan een rooster beschrijven en hiermee de golflengte van licht bepalen.	Interferentie van licht <ul style="list-style-type: none">• aan twee spleten: proef van Young• aan een rooster
89	Polarisatie van licht beschrijven via: <ul style="list-style-type: none">• polarisatiefilters• terugkaatsing (U)	Polarisatie bij licht <ul style="list-style-type: none">• via polarisatiefilters• bij terugkaatsing (U)
90	Het verschijnsel optische activiteit beschrijven en toepassen bij concentratiebepaling.	Optische activiteit + toepassing

DIDACTISCHE WENKEN

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

Interferentie aan 2 spleten kan geïntroduceerd worden vanuit de analogie met interferentie van golven op een wateroppervlak via een rimpeltank. Het principe kan ook vrij goed uitgelegd worden via de applet op de site: http://home.planet.nl/~wjgsch/applets/bovenbouw/5vgeluid_en_licht/spleten/spalt.html

Met een rooster kan het spectrum van een gloeilamp (continu) en van een kwikdamplamp (discreet) getoond worden. Eventueel kan de golflengte gemeten worden. Hierbij kan een leerlingenpracticum met een laserpen aansluiten.

Het licht weerkaatst door een L.C.D.-display is lineair gepolariseerd. Via een polarisatiefilter kan dit getoond worden. Sommige zonnebrillen zijn ook polarisatiefilters.

In het chemielaboratorium maakt men gebruik van polarimeters om de concentratie van oplossingen van organische stoffen te bepalen. Deze zijn gebaseerd op het verschijnsel optische activiteit.

Mogelijke leerlingenpractica omtrent trillingen en golven vind je onder 4.8.

4.6 Basiselektronica

4.6.1 Halfgeleiders en passieve niet-lineaire componenten

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|----|---|---|
| 91 | Vanuit de kristalstructuur het principe van intrinsieke en extrinsieke halfgeleiding toelichten. (U) | Intrinsieke en extrinsieke halfgeleiding (U) |
| 92 | Karakteristieken en toepassingen van NTC-, PTC- en LDR-weerstanden toelichten. (U) | NTC-, PTC- en LDR-weerstanden + toepassingen (U) |

DIDACTISCHE WENKEN

De leerlingen moeten inzien dat de thermische generatie van elektron-gat-paren er toe bijdraagt dat er bij kamertemperatuur ongeveer één elektron-gat-paar per 10^9 atomen gevormd wordt.

Indien we bij extrinsieke halfgeleiding onzuiverheden doperen met een concentratie van 1 op 10^6 dan levert dit een geleiding die ongeveer factor 1000 groter is.

De temperatuursafhankelijkheid bij intrinsieke halfgeleiding vormt meteen de verklaring voor NTC-weerstanden. Het is niet de bedoeling bij de verklaring gebruik te maken van het energiebandenmodel.

Verklaring vanuit de kristalstructuur m.b.v. de valentie-elektronen is eerder aangewezen.

De belangrijkste component in heel wat lichtsensoren is een LDR. Bij temperatuursensoren is dat soms een NTC of een PTC.

4.6.2 De diode

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|----|---|--|
| 93 | De werking van een diode toelichten aan de hand van het ventielprincipe. (U) | Werking van een diode (U) |
| 94 | De PN-overgang met en zonder uitwendige spanningsbron toelichten en het verband met de diodekarakteristiek aangeven. (U) | Verklaring van een diode in doorlaat en in sper (U)
Diodekarakteristiek (U) |
| 95 | Bouw, werking en toepassingen van een LED toelichten. (U) | De LED: bouw, werking en toepassingen (U) |
| 96 | De functie van diodes in enkele gelijkrichterschakelingen beschrijven. (U) | De diode in gelijkrichterschakelingen (U) |

DIDACTISCHE WENKEN

Bij een PN-overgang ontstaat als gevolg van een verschil in concentratie van ladingen een diffusie van elektronen. Dit heeft het zogenaamde uitputtingsgebied tot gevolg. Afhankelijk van de zin van de aangelegde spanning wordt dit uitputtingsgebied te niet gedaan en is de diode in doorlaatzin geschakeld of wordt dit uitputtingsgebied nog breder, waardoor de diode in sperzin is geschakeld.

De drempelspanning op de diodekarakteristiek is te verklaren vanuit de diffusiespanning.

Bij de LED kunnen heel wat praktische toepassingen aangehaald worden. Zo wordt hij de laatste tijd veel gebruikt als onderdeel van het derde stoplicht bij een wagen en in verkeerslichten en fietslichten. De hogere drempelspanning van een LED is een aanwijzing dat dit geen Si-diode is.

Via de PC verbonden met een meetinterface kunnen heel snel de enkelzijdige en dubbelzijdige gelijkrichting en de invloed van de grootte van weerstanden en condensatoren aangetoond en toegelicht worden.

4.6.3 De transistor

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|-----|--|---|
| 97 | De twee types transistoren schematisch voorstellen. (U) | PNP- en NPN-transistor (U) |
| 98 | Het transistoreffect beschrijven en toelichten. (U) | Transistoreffect (U) |
| 99 | De fundamentele transistorvergelijkingen toepassen. (U) | De fundamentele transistorvergelijkingen (U) |
| 100 | De fundamentele transistorschakelingen schetsen. (U) | De fundamentele transistorschakelingen (U) |
| 101 | Het verband tussen uitgangsstroom en ingangsstroom bij een GES afleiden. (U) | Spanningsversterking bij een GES (U) |
| 102 | De functie van een transistor in een versterkerschakeling toelichten. (U) | De transistor als wisselspanningsversterker (U) |

DIDACTISCHE WENKEN

Het transistoreffect kan best via een proefje worden aangetoond: hoewel de CB-junktie in spergeschakeld is, is er toch een collectorstroom, aangezien de emitterstroom (de EB-junktie is in doorlaat geschakeld) voor bijna 100 % in de collector geïnjecteerd wordt. De emitterstroom en de collectorstroom kunnen worden aangetoond via identieke lampjes, die op het zicht even fel branden.

Vermits er bij een versterkerschakeling 4 aansluitklemmen, 2 voor de ingang en 2 voor de uitgang, vereist zijn en een transistor maar 3 aansluitingen heeft, moet er één gemeenschappelijk zijn voor ingang en uitgang. Vandaar de GBS, GES en de GCS.

In de praktijk wordt vooral de GES toegepast. Daarom is het aangewezen enkel bij deze de formule voor de uitgangsstroom I_c in functie van de ingangsstroom I_b af te leiden uitgaande aan de stroomvergelijkingen in GBS.

Mogelijke leerlingenpractica omtrent basiselektronica vind je onder 4.8.

4.7 Digitale techniek

4.7.1 De diode en de transistor als schakelaar

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERINHOUDEN

- | | | |
|-----|--|--|
| 103 | Via een gegeven schakelschema de diode en de transistor als schakelaar toelichten. (U) | Enkele schakelschema's zoals bv. de schemerschakeling, de brandverklikker, ... (U) |
|-----|--|--|

DIDACTISCHE WENKEN

De diode wordt als schakelaar gebruikt in schakelingen waarin wordt overgegaan op een batterij in het geval de stroom uitvalt. Dit komt bv. voor in een pc: bij een panne van het elektriciteitsnet mag je niet al je gegevens kwijt spelen.

Bij het gebruik van de transistor als schakelaar wordt bij de schemerschakeling een LDR en bij een brandverklikker een NTC gebruikt om via een spanningsdeler de transistor in geleiding te brengen. Via een relais (inductieve belasting) met vrijlooptiode in parallel, kan men zwaardere belastingen aansluiten.

4.7.2 De algebra van Boole

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 104 De rekenregels voor de algebra van Boole toepassen. **(U)**
- 105 M.b.v. de algebra van Boole een elektrisch of een elektronisch netwerk tot een minimaal aantal componenten beperken. **(U)**

LEERINHOUDEN

- Algebra van Boole: wetten en eigenschappen **(U)**
- Dualiteitswetten van de Morgan **(U)**
Toepassingen op de eigenschappen en de wetten **(U)**

DIDACTISCHE WENKEN

De wetten en eigenschappen van de Boole-algebra zijn een hulpmiddel om elektronische netwerken tot een minimum aantal onderdelen te beperken. Zo wordt vermeden dat dit onderwerp als een louter wiskundig onderdeel gezien wordt.

4.7.3 Logische poortschakelingen

LEERPLANDOELSTELLINGEN

- 106 De waarheidstabel en/of het impulsdiagram voor een contactschakeling opstellen. **(U)**
- 107 De omschrijving, de formules, het impulsdiagram en het symbool van de hoofdpootschakelingen en afgeleide poortschakelingen weergeven. **(U)**
- 108 Schakelproblemen met het gebruik van hoofdpootschakelingen en afgeleide poortschakelingen oplossen. **(U)**

LEERINHOUDEN

- Inleidende begrippen: **(U)**
- logische poort
 - waarheidstabel
 - impulsdiagram
- EN, OF, NIET, NEN, NOF, EX-OF en EX-NOF poorten
- schema en verklaring
 - waarheidstabel
 - definitie, formules, impulsdiagram, symbool
- Toepassingen op logische hoofdpoorten **(U)**

DIDACTISCHE WENKEN

Bij de symbolische voorstelling van de logische poorten gebruiken we hun I.E.C.-symbool.
Bij de oefeningen op logische poorten kan men m.b.v. de wetten van de Morgan alle schakelingen met NEN- of NOF-poorten laten uitvoeren. Het omzetten van een eenvoudige prozatekst naar een formule en een schema kan eventueel ook worden ingeoefend.

Mogelijke leerlingenpractica omtrent digitale techniek vind je onder 4.8.

4.8 Leerlingenpractica

4.8.1 Practica omtrent hydrodynamica

- Bepaling van de viscositeit

De viscositeit kan gemeten worden via het principe van de kogelvalviscosimeter. Kleine stalen kogeltjes in een met paraffineolie of glycerol gevulde glazen buis of grote maatcilinder bereiken na korte tijd een eenparige beweging. Zodoende kan hun snelheid bepaald worden over 20 cm via een chronometer en een meetlat. Merk op dat de meting pas kan gebeuren nadat alle luchtbelletjes uit de vloeistof zijn verdwenen.

Een alternatief is mogelijk via de wet van Poiseuille. Zich hierop baserend is het mogelijk de viscositeit te bepalen via de uitstroomsnelheid of via de viscosimeter van Ostwald. In beide gevallen kan men de viscositeit bepalen uitgaande van de stromingsweerstand. Deze vindt men uit de verhouding van het drukverschil en het volumedebiet.

4.8.2 Practica omtrent elektrische weerstand

- Afleiden van de wet van Ohm
- Afleiden van de wet van Pouillet
- Onderzoek van de temperatuursafhankelijkheid van de weerstand van een geleider

In eerste instantie beperken we ons tot geleiders (constantaan, NiCr) waarbij de temperatuur constant blijft. Zetten we de stroom grafisch uit tegenover de spanning dan bekomen we een rechte door de oorsprong. Er kan eventueel worden aangegeven dat de verkregen evenredigheidsconstante de grootte geleiding (G) is, met eenheid S (siemens). In de praktijk wordt echter de weerstand (U/I) gebruikt. Het is daarenboven interessant de meting uit te voeren bij twee verschillende soorten geleiders. Zo verkrijgt je rechten met een verschillende hellingshoek.

M.b.v. een Ni-draad van een drietal meter kan het $I(U)$ - en het $R(U)$ -diagram bepaald worden zonder koeling en met koeling, door deze onder te dompelen in een groot bekerglas met water. De opgave bestaat er dan in deze grafieken te interpreteren.

Door vergelijking van een metaaldraadlamp en een kooldraadlamp kunnen de begrippen

PTC- en NTC-weerstand aangeraakt worden. Merk wel op dat er enkel kooldraadlampen van 220 V verkrijgbaar zijn, zodat de nodige veiligheidsmaatregelen moeten in acht genomen worden.

Eventueel kan ook de verandering van de weerstand van een NTC en een PTC via een ohmmeter in een vat met water bij verschillende temperaturen onderzocht worden.

4.8.3 Practica omtrent het Joule-effect

- Bepaling van de weerstand van een geleider via het Joule-effect

Via een calorimeter gevuld met water met verwarmingsspiraal ingebouwd in het deksel kan door gelijkstelling van $Q = (m \cdot c + C) \cdot \Delta T$ en $Q = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$ de weerstand bepaald worden. Die kan dan vergeleken worden met de weerstand bepaald via de wet van Ohm.

4.8.4 Practica omtrent schakelen van weerstanden

- Afleiden van de stroom- en spanningswetten bij serie- en parallelschakeling van weerstanden
- Praktische oefeningen op schakelen van weerstanden met de ohmmeter
- Onderzoek van de potentiometerschakeling

Bij de uitvoering van deze experimenten zal de leerkracht voldoende aandacht schenken aan het opbouwen van de schakelingen en aan het schakelen van volt- en ampèremeters. Als gidspracticum ter inleiding van serie- en

parallelschakeling kan rechtstreeks via de ohmmeter eventueel de substitutieweerstand bepaald worden bij drie gelijke weerstanden.

Een interessante praktische oefening bestaat er in bij een serieschakeling van bv. 6 gelijke weerstanden (bv. 1 k Ω) via snoertjes één of meerdere overbruggingen te maken. Zo wordt een gemengde schakeling van weerstanden verkregen waarvan het schema moet getekend worden om de substitutieweerstand te kunnen berekenen. Via de ohmmeter kan het resultaat gecontroleerd worden.

4.8.5 Practica omtrent condensatoren

- Bepaling van de oplaad- en ontladcurve van een condensator.

Wanneer je de oplaad- en ontladcurven manueel opmeet dan neem je best grote waarden voor de weerstand en de condensator. Je kan hier eventueel het begrip RC-tijd introduceren. Gebruik je bv. een condensator van 4700 μF en een weerstand van 15 k Ω dan bekom je een RC-tijd van 70,5 s. Men neemt aan dat een condensator volledig opgeladen of ontladen is na 5 RC-tijden.

4.8.6 Practica omtrent kracht en beweging

- De E.R.B.
 - d.m.v. een luchtbel in een vloeistofbuis
 - d.m.v. een tijdtikker en een elektrisch wagentje
- De eenparig versnelde beweging zonder beginsnelheid m.b.v. de tijdtikker
 - vrije val
 - op een hellend vlak

Door de vloeistofbuis onder twee verschillende hoeken te plaatsen bekom je twee verschillende snelheden. Hierbij kan de link gelegd worden tussen de grootte van de snelheid en de richtingscoëfficiënt van de rechte in het $x(t)$ -diagram.

De bepaling van de reactietijd via een valbeweging van een latje kan eventueel opgevat worden als een open opdrachtje, waarbij enkel de praktische werkwijze aangegeven wordt, maar waarbij de formule en de verwerking zelf moet worden opgesteld. Hierbij kan eventueel als uitbreiding voor afleiders gezorgd worden. Immers in de realiteit van de autobestuurder gaat het B.I.V.V. uit van de zogenaamde schrikseconde. Bij een proef is de reactietijd veel korter, aangezien de gebeurtenis verwacht wordt en de leerlingen zich concentreren. Om de realiteit na te bootsen kunnen bv. twee andere leerlingen links en rechts voor de proefpersoon met hun vingers een cijfer tonen die de proefpersoon luidop moet opzeggen. Of waarom ze voor één keer niet eens een GSM-gesprek in klas laten voeren, om de onveiligheid daarvan in het verkeer aan te tonen.

4.8.7 Practica omtrent de beginselen van Newton

- Het verband tussen kracht, massa en versnelling afleiden.

Vermits het gaat om een verband tussen 3 grootheden, moet je bij meting er telkens één constant houden om het verband tussen de 2 andere te onderzoeken.

Als we het verband tussen kracht en versnelling onderzoeken, moeten we de massa constant houden. Merk hierbij op dat de massa's die we als aandrijving gaan gebruiken op de wagen moeten bevestigd worden en dan stuk voor stuk overgebracht moeten worden naar de aandrijving.

4.8.8 Practica omtrent trillingen en golven

- Onderzoek van de centripetale kracht bij een E.C.B.

Door gebruik te maken van een glazen buisje, een nylondraad (vissnoer), een ijkmassa en een rubberstop kunnen we via eenvoudige middelen aantonen dat de centripetale kracht naar het centrum wijst en kunnen we daar-

enboven de grootte ervan nagaan via de formule $F_{cp} = m \cdot \omega^2 \cdot r$ en controleren aangezien hij hier geleverd wordt door de zwaartekracht.

- Bepaling van de periode van een massa aan een veer.

Bij kleine massa's wijkt de gemeten periode af van de berekende periode. Immers, de windingen van de veer trillen ook mee en hun massa wordt niet meegerekend bij het invullen van de formule voor de periode bij een massa-veersysteem. Het is zelfs zo dat de onderste windingen met een grotere amplitude trillen dan de bovenste. Een bijkomende onderzoeksvraag hieromtrent bestaat erin de invloed van de lengte op de periode na te gaan.

Dit kan door 2 identieke veren onder elkaar te hangen.

- De proef van Melde
- De proef van Kundt

Bij de proef van Melde kan eventueel de link gelegd worden met de wetten van de Mersenne voor de toonhoogte van een gespannen snaar.

De proef van Kundt wordt veelal uitgevoerd met een stemvork en een leeglopende buis met water. Een alternatief bestaat erin een luidspreker, aangesloten op een frequentiegenerator, met versterker, voor een horizontale glazen buis te plaatsen. Zo kunnen er metingen uitgevoerd worden bij constante lengte van de buis in functie van de frequentie. Het optreden van staande golven is hoorbaar en kan zichtbaar gemaakt worden via kurkmeel. Hieruit kan de geluidssnelheid bepaald worden.

- De proef van Young
- Model voor de proef van Young via simulatie van golven op twee stroken plexiglas
- Model voor interferentie aan een rooster via repen golfkarton
- Bepaling van de golflengte van een laserpen via interferentie aan een rooster
- Bepaling van het spectrum van een gloeilamp en een kwikdamplamp (of spaarlamp) via interferentie aan een rooster

Via een getekend golfpatroon op twee repen plexiglas kan constructieve en destructieve interferentie bij de proef van Young gesimuleerd worden. Analoog kan met repen golfkarton de interferentie aan een rooster nagebootst worden.

Via een laserpen en roosters van bv. 100, 300 en 600 lijnen/mm kan het interferentiepatroon op een scherm zichtbaar gemaakt worden en kan daaruit de golflengte van dat laserlicht bepaald worden.

Is de golflengte van de laserpen gekend dan kan, eventueel als onderzoeksopdracht, 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 beetje van de aluminiumlaag afritsen, waardoor je diffractietralie verkrijgt. Uit meting van de grootste en de kleinste diameter kan hier zelfs de totale spoorlengte van een CD uit berekend worden.

Bij een gloeilamp kan via interferentie het continu spectrum onderzocht worden. Bij een kwikdamplamp verkrijgen we een diskreet spectrum.

Een variante hierop is het bepalen van de golflengte van een LED, die als een onderzoeksopdracht kan gegeven worden. Uit de bepaalde golflengte kan hier gevraagd worden de frequentie en de energiegap tussen de geleidings- en de valentieband te berekenen.

4.8.9 Practica omtrent basiselektronica

- NTC-, PTC- en LDR-weerstanden

Bij NTC- en PTC-weerstanden kan de weerstand in functie van de temperatuur grafisch uitgezet worden en vergeleken worden met de gegevens in databoeken.

Bij metingen met LDR's kan je werken met een afgesloten buisje, waar je aan de ene kant de spanning over een lampje meet (maat voor de verlichtingssterkte) en aan de andere kant de weerstand van de LDR.

- Bepaling van de doorlaatkarakteristiek van een diode.

- Enkelzijdige en dubbelzijdige gelijkrichting m.b.v. diodes.

De doorlaatkarakteristiek van de verschillende LED's (kleuren), een Si- en een Ge-diode vertoont een verschillende drempelspanning.

Gelijkrichting kan aangetoond worden via de oscilloscoop, maar via de PC en aangepaste meetsoftware kunnen de grafieken direct uitgeprint en verklaard worden. De invloed van condensator, weerstand en frequentie kan zo snel onderzocht worden

- Bepaling van het transistoreffect

Via een GBS-schakeling met een lampje in de ingangs- en in de uitgangskring kan het transistoreffect aangetoond worden. Hierbij schakelen we de EB-junktie in doorlaat en de CB-junktie in sper. Hieruit kunnen ook de stromen bepaald worden, waaruit dan β kan bepaald worden.

4.8.10 Practica omtrent digitale techniek

- De hoofdpooten: EN-, OF-, NIET-, NEN- en NOF-waarheidstabel en formule
- Programmatieschakelingen zoals Start en stopschakeling zonder en met vergrendeling, portierschakeling en andere praktische schakelproblemen, zoals niveauregelingen

Via waarneming van het al of niet oplichten van een signaallampje op de uitgang van de hoofdpooten EN, OF, NIET, NEN en NOF stellen de leerlingen de waarheidstabel op en formuleren ze in prozatekst en in formulevorm hun besluit. Voor het uitvoeren van praktische opgaven en programmatieschakelingen maken ze bij voorkeur gebruik van een simulator die is samengesteld uit één soort bouwsteen (bvb NEN's of NOF's). De leerlingen kunnen ofwel eerst de opgaven algebraïsch oplossen en daarna uitvoeren ofwel onmiddellijk proefondervindelijk tewerk gaan.

5 Minimale materiële vereisten

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

5.1 Basisinfrastructuur

- Een aangepaste demonstratietafel met water- en energievoorziening en voldoende bergruimte
- Werktafels met energievoorziening voor het leerlingenpracticum
- Retroprojector
- pc met meetinterface en sensoren

5.2 Basismateriaal

- Ampèremeters en voltmeters en/of multimeters
- Elektrische componenten: schakelaars, lampjes, weerstanden, weerstandsdraden
- Regelbare spanningsbronnen
- Statiefmateriaal
- Snoeren

5.3 Specifiek materiaal

5.3.1 *Hydrodynamica*

- Eenvoudig materieel ter illustratie (kwalitatief) van de wet van Bernoulli: vaporisator, bunsenbrander, ping-pongballetje in luchtstroom, ...
- Materiaal om de viscositeit van vloeistoffen te meten

5.3.2 *Elektrodynamica*

- Klein materiaal voor het aantonen van lading
- Materiaal voor het afleiden van:
 - wet van Ohm
 - wet van Pouillet
 - stroom- en spanningswetten
- Energie en vermogen in een elektrische stroomkring: smeltveiligheden, automatische zekering, differentieel-schakelaar
- Praktische toepassingen: Wheatstone-brug en thermokoppel
- Condensatoren

5.3.3 *Elektromagnetisme*

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

5.3.4 *Krachtenleer*

- Vloeistofbuizen met luchtbel voor aantonen van de ERB
- Materiaal voor het aantonen van de REVB
- Dynamometers
- Materiaal om de beginselen van Newton aan te tonen

5.3.5 *Trillingen en golven*

- Chronometers, verschillende veren, slinger, massa's
- Lang stuk touw of lange dunne veer of lange slang voor transversale golven
- Slinky veer voor longitudinale golven
- Rimpeltank en toebehoren

- Luidspreker, frequentiegenerator, stemvorken
- Vacuüm klok met bel
- Laserpennen
- Materieel voor aantonen en meten van interferentie bij licht: roosters
- Polarisatiefilters
- Materieel voor aantonen van optische activiteit van licht



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

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

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

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

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

6 Evaluatie

6.1 Algemeen

Het doel van de evaluatie is na te gaan in welke mate de leerlingen zowel de algemene vaardigheden als de leerplandoelstellingen hebben bereikt. De evaluatievragen moeten daarom in de eerste plaats op die doelstellingen gericht zijn. Dit kan gebeuren door permanente evaluatie en door formatieve en summatieve toetsen. Bij de evaluatie zal men zorgen voor voldoende afwisseling in vorm (kennis-, inzichts-, en toepassingsvragen).

Bij meerkeuzetoetsen zal men eventueel een verklaring van het aangeduide antwoord vragen. Aangezien het experiment, werken met grafieken en omgaan met informatie belangrijk zijn, mag dit ook terug te vinden zijn in de evaluatie. Zorg voor de nodige afwisseling in korte en lange vragen en overdrijf niet in rekenvraagstukken, waarvan de oplossing via meerdere stappen bekomen wordt (kettingvragen). Een goede redenering volgend op een foutief cijferresultaat wordt ook nog positief gequoteerd. Met het algemeen gebruik van de computer, is het wat de lay-out van een proefwerk betreft, nog moeilijk aanvaardbaar, dat het aangeboden wordt onder vorm van een geschreven tekst. Streef eveneens naar een aanvaardbare en evenwichtige normering van de vragen. Werken met een vooraf opgesteld correctiemodel zal de objectiviteit en de betrouwbaarheid van de verbetering zeker in de hand werken.

6.2 Evaluatie van het practicum

Hoe kan je leerlingenproeven bij de uitvoering beoordelen? Met weglating van de nuances kan je spreken over formeel en informeel beoordelen.

Formele beoordeling geschiedt na het uitvoeren van de proef en aan de hand van het verslag volgens vaste regels (correctiemodel) voor de inhoud en het resultaat van de proef en de interpretatie van de resultaten (grafieken, besluiten).

De informele beoordeling geschiedt tijdens het uitvoeren van de proef en is weinig gereguleerd of vooraf vastgelegd. De vormingsdoelen (attitudes) en handelingsvaardigheden laten zich moeilijk via een formele procedure beoordelen. Veel leraren zouden het echter onjuist vinden indien het creatief zoeken naar een oplossing bij een proef, het zelfstandig uitvoeren, de inzet, het enthousiasme en het doorzettingsvermogen, de aandacht voor veiligheid en de zin voor nauwkeurigheid van leerlingen bij het uitvoeren van proeven niet meer zouden meetellen. Ze vinden dit belangrijk genoeg en geven er een cijfer aan. Het nadeel hiervan is dat via een informele pro-

cedure een cijfer tot stand komt waaraan een formele status wordt toegekend. Zo'n resultaat, waar voor leerlingen soms belangrijke gevolgen aan vastzitten, kan het voorwerp uitmaken van kritiek. Volgens sommige betrokkenen (leerling, ouders, inspectie, ...) is informele evaluatie moeilijk controleerbaar en onvoldoende gevrijwaard van subjectieve invloeden van de leraar. Dit is vooral het geval indien men enkel permanente evaluatie als beoordelingsvorm toepast (geen afzonderlijk practicumproefwerk).

Een hulpmiddel om de leraar bij het informeel beoordelen een houvast te geven is het opstellen van een criteriumlijst waarin wordt aangegeven welke vaardigheden een rol spelen en hoeveel punten er maximaal worden aan toegekend. De maximale score voor het informeel beoordelen bedraagt dan bijvoorbeeld de helft of een derde van het totaal aantal punten. De rest van de punten (formele beoordeling) staat dan op de beoordeling van het verslag.

Een tweede beoordelingsvorm steunt op permanente evaluatie via de uitvoering van de proeven en het verslag (zie hierboven) en een practicumproefwerk (afzonderlijke experimentele opdracht). Aan de practicumtoets moeten op het vlak van de opgave (eenvoudige uitwerking) en het gebruikte materiaal bijzondere eisen worden gesteld. Het is bijvoorbeeld niet altijd mogelijk een gemaakte opstelling te controleren en bij te sturen. De opdrachten en de metingen moeten zo worden geformuleerd dat uit de schriftelijke antwoorden blijkt of aan de opdracht is voldaan. De leraar moet in het geval van een proefwerk hints voorzien om vastgelopen leerlingen verder op weg te helpen.

Een vroeger uitgevoerde proef als proefwerk laten overdoen is te mijden. Het reproduceren van verworven kennis op het vlak van proeven laat onvoldoende toe te toetsen in welke mate een leerling de aangeleerde cognitieve en praktische vaardigheden via het practicum werkelijk bezit.

De hierboven beschreven werkwijzen zijn niet meer dan een aanzet. Ze zijn bedoeld om de leraar bij te brengen dat "verantwoord beoordelen" van leerlingenproeven zeker niet het synoniem is van "formeel beoordelen". Het moet hem ook informeren over de problemen die een evaluatie kan meebrengen en hoe men die problemen het best kan voorkomen. Het moet duidelijk zijn dat de leraar de pedagogische vrijheid bezit om andere (te verantwoorden) evaluatiemethodes te hanteren op basis van de doelen die men met leerlingenproeven wenst te bereiken.

7 Bibliografie

7.1 Schoolboeken

- De leraar zal catalogi van educatieve uitgeverijen raadplegen
- Basiselektronica, I. Maesen, R. Peeters, E. Vranken, Wolters Plantyn, Antwerpen,
- Labo Elektronica 1, I. Maesen, C. Van Heuverzwijn, E. Vranken, Wolters Plantyn, Antwerpen, ISBN 90-301-6331-3
- Halfgeleider Bouwstenen, Juppens J. & Saeys H, Die Keure, Brugge
- Analoge Technieken, Cuppens J. & Saeys H, Die Keure, Brugge
- Digitale Technieken, Cuppens J. & Saeys H, Die Keure, Brugge

7.2 Uitgaven van Pedagogische-didactische centra

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

- Didactische infrastructuur voor het onderwijs in de natuurwetenschappen (VVKSO)
- Didactisch materiaal voor het onderwijs in de natuurwetenschappen (VVKSO)

7.3 Tijdschriften

Onder andere

- Exactueel, Tijdschrift voor Natuurkundeonderwijs, Afdeling Didactiek Natuurkunde KUN, Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen
- Archimedes, Stichting Christiaan Huygens, Molenstraat 3&, 4841 CA PrinsenbeeK
- NVOX, Tijdschrift voor Natuurwetenschappen op school, Westerse Drift, 77, 9752 LC Haren
- VELEWE, Tijdschrift van de vereniging van leraars in de wetenschappen, Molenveldwijk 30, 3271 Zichem

7.4 Naslagwerken

- INAV, Informatie Natuurwetenschappen Vlaanderen, Uitgeverij Plantijn, Antwerpen
- Wetenschappelijk Vademecum, Uitgeverij Pelckmans, Kapellen

7.5 Internetsites

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.

We vermelden graag onderstaande sites, hierbij het risico lopende dat bij raadpleging de betreffende site verdwenen is of een andere URL heeft gekregen:

- begeleid zelfstandig leren: www.scholennetwerk.be
- concept cartoons: www.conceptcartoons.com
- lerarenopleiding : www.fys.kuleuven.ac.be/alon/
- www.natuurkunde.nl
- <http://home.planet.nl/~wjgsch/applets/>
- <http://www.phy.ntnu.edu.tw/java/dutchjava/index.html>
- <http://home01.wxs.nl/~ouwer273/>
- <http://www.exo.sci.kun.nl/bronnen/aktueel.html>