

# **NATUURWETENSCHAPPEN**

## **DERDE GRAAD ASO**

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

september 2006  
LICAP – BRUSSEL D/2006/0279/012



# **NATUURWETENSCHAPPEN**

## **DERDE GRAAD ASO**

---

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

LICAP – BRUSSEL D/2006/0279/012  
(vervangt leerplan D/2004/0279/015 met ingang van september 2006)  
ISBN-nummer: 978-90-6858-609-1



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

---



# Inhoud

<b>Inleiding</b> .....	<b>5</b>
<b>1</b> <b>Beginsituatie</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b> <b>Algemene doelstellingen</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b> <b>Algemene didactische wenken</b> .....	<b>8</b>
3.1     Geïntegreerde aanpak .....	8
3.2     Computergebruik .....	8
3.3     Verdeling .....	9
<b>4</b> <b>Leerplandoelstellingen, leerinhouden en contexten</b> .....	<b>10</b>
4.1     Practica .....	10
4.2     Contextgebieden .....	11
<b>5</b> <b>Evaluatie</b> .....	<b>28</b>
<b>6</b> <b>Minimale materiële vereisten</b> .....	<b>29</b>
6.1     Basisinfrastructuur .....	29
6.2     Veiligheid en milieu.....	29
6.3     Basismateriaal.....	29
6.4     Verwarmingselementen.....	29
6.5     Toestellen.....	29
6.6     Stoffen .....	30
6.7     Visualiseren .....	30
6.8     ict-toepassingen .....	30
6.9     Tabellen.....	30
<b>7</b> <b>Eindtermen</b> .....	<b>31</b>
7.1     Gemeenschappelijke eindtermen voor wetenschappen = W+nr.....	31
7.2     Vakgebonden eindtermen biologie derde graad = B+nummer .....	32
7.3     Vakgebonden eindtermen chemie derde graad = C+nummer .....	33
7.4     Vakgebonden eindtermen fysica derde graad = F+nummer .....	35
<b>8</b> <b>Bibliografie</b> .....	<b>38</b>



## Inleiding

Dit leerplan is bedoeld voor volgende studierichtingen: Economie-moderne talen, Grieks-Latijn, Latijn-moderne talen, Humane wetenschappen.

Het is een graadleerplan voor twee lestijden Natuurwetenschappen per week. Biologie, Chemie en Fysica worden geïntegreerd aangeboden via contexten. Alle eindtermen van Biologie, Chemie en Fysica worden binnen dit leerplan samen met de gemeenschappelijke eindtermen voor wetenschappen gerealiseerd. De clustering van de natuurwetenschappen betekent gelijktijdig een andere benadering van de wetenschappen dan in de tweede graad. In het vak Natuurwetenschappen brengen we '**Wetenschap voor de burger van morgen**', dit in tegenstelling tot '**Wetenschap voor de wetenschapper van morgen**' in de meer wiskundige en wetenschappelijke richtingen. **De leerplandoelstellingen moeten dan ook telkens vanuit die visie worden geïnterpreteerd.**

Het vak Natuurwetenschappen impliceert een andere aanbreng dan die van de specifieke vakken in de tweede graad. Die nieuwe aanpak is gericht op het opbouwen en verwerven van **wetenschappelijke geletterdheid** en is geen afgezwakte versie van leerinhouden die voor de professionele wetenschapper belangrijk zijn. Het is dus zeker niet de bedoeling om stukjes leerstof uit Biologie, Chemie en Fysica zo maar over te nemen. Het realiseren van de vakinhoudelijke eindtermen geschiedt veeleer kwalitatief in tegenstelling tot de eerder kwantitatieve aanpak in de afzonderlijke wetenschapsvakken. Het hanteren van formules gebeurt enkel om de context te verduidelijken.

Er wordt gewerkt rond **vier contextgebieden**.

- 1 Materie, energie en leven
- 2 Gezondheid en voeding
- 3 Verkeer en veiligheid
- 4 Evolutie en informatieoverdracht

De contextgebieden zijn bedoeld als thema's waarrond leerplandoelstellingen en contexten worden geordend. Een concrete studie van die contextgebieden wordt niet beoogd. Zo is het bijvoorbeeld voor het contextgebied 'Gezondheid en voeding' niet de bedoeling gezondheidsleer en voedingsleer te brengen maar wel contexten die verwijzen naar gezondheid en voeding.

De leerplandoelstellingen en leerinhouden worden gekoppeld aan een contextgebied en worden bijgevolg gerealiseerd via een contextgerichte benadering. In het leerplan zijn voor elk contextgebied concrete contexten voorgesteld. De leraar mag deze eventueel vervangen door zelf gekozen contexten. Binnen elk contextgebied komen meestal eindtermen van Biologie, Chemie en Fysica aan bod. **Een contextgebied wordt nooit exclusief vanuit één wetenschappelijke discipline behandeld.**

# 1 Beginsituatie

Alle leerlingen verwerkten eenzelfde basispakket Biologie, Chemie en Fysica in de eerste en/of tweede graad. De aangebrachte natuurwetenschappelijke concepten volstaan als fundering voor de geïntegreerde aanpak in de derde graad.

Voor Biologie maakten de leerlingen in de eerste graad kennis met aspecten van bouw en van functie van organismen. In de tweede graad bestudeerden ze de mens in interactie met zijn omgeving en de complexe evenwichten tussen levende wezens en hun omgeving. In de lessen Chemie van de tweede graad kwamen de leerlingen tot het inzicht dat de materie in haar macroscopische verschijningsvormen kan worden geanalyseerd van stofmengsel tot atoom en dat alle omzettingen die de stoffen kunnen ondergaan steeds terug te voeren zijn tot herschikking van atomen en elektronen, gepaard gaande met energie-uitwisselingen. De voorkennis Fysica heeft te maken met de structuur van de materie (deeltjesmodel), de geometrische optica (accent op breking en lenzen), een elementaire behandeling van de mechanica, de gaswetten en warmtehoeveelheid.

Verder maakten de leerlingen kennis met de natuurwetenschappelijke werkmethode. Tijdens de practica kwamen enkele experimenteervaardigheden aan bod. Ook leerden ze grafieken interpreteren en aandacht hebben voor de wetenschappelijke terminologie, voor symbolen, voor eenheden en modelvoorstellingen.



## 2 Algemene doelstellingen

Het leerplan Natuurwetenschappen heeft als belangrijke algemene doelstelling: 'de wetenschappelijke geletterdheid' bij de leerlingen bevorderen.

De wetenschappelijke geletterdheid bevorderen kan worden vertaald in volgende algemene doelstellingen:

- Het verwerven van natuurwetenschappelijke kennis (W\*29).
- Het ontwikkelen van een eigen, verantwoorde mening op natuurwetenschappelijke informatie die via de media wordt verspreid (W\*22, W\*26, W\*27, W\*28).
- Het inzien van de relatie tussen maatschappelijke evoluties (filosofisch, sociaal, ethisch, economisch, ecologisch, cultureel) en natuurwetenschappelijke en technologische ontwikkelingen (W15, W16, W17, W18, W19, W20, W21).

Meer specifieke doelstellingen van het onderwijs in de natuurwetenschappen zijn:

- Stimuleren van de vraaghouding: hoe en waardoor treden bepaalde verschijnselen op? Hierbij een eigen hypothese ontwikkelen en onderzoeken (W2, W3).
- Aanbrengen van houdingen en sociale gedragspatronen zoals veilig en milieubewust werken, zin voor verantwoordelijkheid, zorg, eerlijkheid, voorzichtigheid, verdraagzaamheid, luisterbereidheid (W\*23, W\*25, W\*30, W\*31).
- Opdoen van ervaring met de natuurwetenschappelijke denk- en werkmethode. Dit betekent een vaardigheidstraining in exact waarnemen, juiste verbanden leggen en objectieve besluiten trekken. Het verzamelen van feitenmateriaal gebeurt vanuit experimentele waarneming in het schoollaboratorium, waarnemingen in de natuur en in het alledaagse leven, bekijken van audiovisueel materiaal, gegevens opzoeken in tabellenboeken, naslagwerken, geïnformatiseerde databanken, op het Internet (B6, C5, F6). De leerlingen worden geoefend in het kritisch analyseren en gebruiken van dit feitenmateriaal en herkennen ervan in dagelijkse toepassingen (W1, W4, W9, W10).
- Leren begrijpen en hanteren van het verband tussen macroscopische/microscopische waarnemingen enerzijds en submicroscopische, corpusculaire modelverklaringen anderzijds (W8).
- Opwekken van belangstelling voor de historische ontwikkeling van de natuurwetenschappen en het ontstaan en de acceptatie van nieuwe theorieën in de natuurwetenschappen (W13, W14).
- Illustreren van het internationaal en universeel karakter van de natuurwetenschappelijke wetten en symbolentaal (W\*29).
- Ontwikkelen van experimentele vaardigheden. Door het uitvoeren van practica krijgen de leerlingen kansen om een precieze waarneming te koppelen aan een nauwkeurige verslaggeving, om samenhang te ervaren tussen experiment en theorie, om heel betrokken kennis te maken met de natuurwetenschappelijke methode. Het empirisch karakter van de wetenschappen wordt ongetwijfeld het sterkst geïmplementeerd tijdens de uitvoering van leerlingproeven. Deze actieve leervorm werkt meestal bijzonder motiverend. Ze bevordert het samenwerken tussen de leerlingen bij het uitvoeren van de experimenten en ontwikkelt de verantwoordelijkheidszin bij het in orde brengen en afruimen van de experimenteerbenodigdheden (W5, W6, W7, W8, W11, W12, W\*24, W\*27, W\*30, W\*31).
- Doen inzien dat natuurwetenschappelijke kennis van belang is in verschillende opleidingen en beroepen (B7, C6, F7).

De gemeenschappelijke eindtermen 'Onderzoekend leren/leren onderzoeken' (W1 t.e.m. W12) en 'Wetenschap en samenleving' (W13 t.e.m. W21) worden bereikt en de attitudes (W22 t.e.m. W31) worden nagestreefd.

## 3 Algemene didactische wenken

### 3.1 Geïntegreerde aanpak

Het leerplan Natuurwetenschappen gaat uit van een geïntegreerde aanpak van de verschillende wetenschapsvakken via een contextuele benadering. Het is duidelijk dat de didactische uitwerking zal afwijken van de klassieke didactische aanpak bij het aanbrengen van de wetenschapsvakken.

Voor elk contextgebied start men best met een korte duiding ervan. Een voorbeeld van zo een duiding is in dit leerplan bij elk contextgebied weergegeven. **Binnen elk van de vier contextgebieden kunnen de contexten vrij worden gekozen.**

Tijdens het uitwerken van contexten kunnen volgende algemene wenken worden gehanteerd:

- Verkies korte, boeiende contexten boven lange, uitgesponnen contexten. De variatie in onderwerpen en methodiek zorgt voor een boeiende benadering van wetenschappen.
- Kies contexten die dicht bij de leefwereld van de leerlingen staan.
- Interpreteer formules in concrete dagelijkse toepassingen. De interpretatie is belangrijker dan het wiskundig afleiden van formules.
- Laat vraagstukken enkel aan bod komen indien ze een context verduidelijken.
- Geef de voorkeur aan eenvoudige kwalitatieve experimenten boven de meer complexe uitvoeringen met veel metingen en met een uitgebreide verwerking van meetresultaten.
- Werk contexten uit vanuit de basisidee: 'Wetenschap voor de burger van morgen'.

Het is belangrijk dat het vak Natuurwetenschappen wordt gegeven in een wetenschapslokaal omwille van het aanschouwelijk voorstellen van de leerstof, bijvoorbeeld door demonstratie-experimenten en leerlingenpractica. De noodzakelijke uitrusting voor dat wetenschapslokaal wordt weergegeven in de 'Minimale materiële vereisten'. In principe hoeft er geen apart lokaal voor Natuurwetenschappen te zijn. Een goed ingericht biologie-, chemie- of fysicalokaal is uiteraard geschikt voor dit vak.

### 3.2 Computergebruik

De huidige snelle evolutie van de verschillende natuurwetenschappelijke disciplines is slechts mogelijk door een doorgedreven gebruik van ict. Denk maar aan het gebruik van de computer bij:

- de ontrafeling van het menselijke genoom. Hierbij wordt gewerkt met enorme elektronische databanken;
- de studie van de moleculaire structuur van eiwitten. Hierbij kunnen complexe computermodellen van eiwitten zelfs in 3D worden bekeken;
- het verhogen van de veiligheid in auto's.

In onze huidige ict-maatschappij is het daarom noodzakelijk dat in het vak Natuurwetenschappen de leerlingen af en toe toepassingen van ict in de wetenschappen zien en eveneens gebruiken. Enkele voorbeelden waar computergebruik nuttig kan zijn:

- Verwerken van meetgegevens in een rekenblad. De meetgegevens kunnen eventueel in een later stadium in een computerlokaal worden verwerkt.
- Gebruiken van een tekstverwerker bij het maken van een verslag of een zelfstandige opdracht.
- Werken met animaties (flashanimaties en java-applets) om processen te verduidelijken (bv. de werking van een gelijkstroommotor). Vele van deze animaties zijn te vinden op het Internet. Deze animaties kun-

nen worden gebruikt als demonstratie in de klas (projectieapparatuur is dan noodzakelijk) of door de individuele leerling bij het uitvoeren van een zelfstandige opdracht.

- Werken met computermodellen van moleculen. Een chime-plugin is hierbij noodzakelijk en is na registratie gratis te downloaden van het Internet (<http://www.mdl.com/>).
- Raadplegen van het Internet of cd-rom om gegevens op te sporen.

Hoe de computer in concrete situaties wordt gebruikt, is van vele factoren afhankelijk. Klasgrootte, beschikbaarheid computer(s) in het wetenschapslokaal, nabijheid van informaticalokaal, beschikbaarheid informaticalokaal, voorkennis leerlingen, voorkennis leerkracht, ... zijn slechts enkele voorbeelden van factoren die een rol spelen.

### 3.3 Verdeling

Het leerplan Natuurwetenschappen is een graadlerplan waarbij wordt gerekend op 90 lessen gespreid over twee leerjaren. De contextgebieden en de bijbehorende contexten zouden als volgt over de derde graad kunnen worden verdeeld:

Contextgebied	Voorbeelden van contexten	Uren
Materie, energie en leven	Materie, energie en leven Organische verbindingen in huis, tuin en keuken Moleculen in levende materie Van celmembraan tot high-techkledij Van sidderaal tot fietscomputer Elektrische energie en elektriciteitsvoorziening Van elektromagneet tot elektromotor	25 u.
Gezondheid en voeding	De moderne keuken, een heus wetenschappelijk laboratorium Voedselvertering Van huisapotheek tot ziekenhuis Staat het in de genen geschreven? Herken jezelf in je ouders	25 u.
Verkeer en veiligheid	De trage passagier De auto in het verkeer Van lucifer tot raket Energieomzettingen De hedendaagse racefiets	20 u.
Evolutie en informatieoverdracht	Man en vrouw Van bevruchting tot baby: informatieoverdracht van generatie naar generatie Van oerknal tot mens Van tamtam tot GSM: informatieoverdracht tussen tijdgenoten Van mineraalwater tot grotvorming	20 u.

## 4 Leerplandoelstellingen, leerinhouden en contexten

### 4.1 Practica

**Aantal verplichte practica: minimum een equivalent van 6 lestijden gespreid over twee leerjaren en over de contextgebieden.**

Aan bod moeten komen:

- **Microscopisch onderzoek (B4)** met als mogelijkheden: bouw van cellen, stadia van de mitosedeling, studie van voortplantingscellen, vergelijking microscopische structuur van natuurlijk haar en kunsthaar, ...
- Uitvoering van **een neutralisatiereactie en redoxreactie (C3)**, waar mogelijk gecombineerd met **een chemische analyse (C20) of identificatie (C4)**: bijvoorbeeld de werking van antacida (antimaagzuur), bepaling van de concentratie azijnzuur in tafelazijn, bouwen van een galvanische cel met aandacht voor de bijbehorende redoxreactie, bepaling van het gehalte aan vitamine C in verschillende fruitsappen, bepaling van zuur-gehalte in wijnen en fruitsappen, ...
- **Meting van fysische grootheden (F5)** met als mogelijkheden: de weerstand met een ohmmeter, energieverbruik en vermogen van elektrische stroom met een Peak-Tech®, de bronspanning bij een galvanische cel, aantal decibel met een geluidsmeter, ...

Andere mogelijkheden zijn:

- Meten van snelheid en versnelling.
- Veilig omgaan met elektrische apparatuur.
- Experimenteren met kunststoffen.
- Aantonen van eiwitten, vetten, glucose, zetmeel, ... in voedingsmiddelen.
- Bepalen van het carbonaatgehalte in maagtabletten.
- Uit een simulatie van het radioactief verval de halveringstijd van isotopen bepalen.
- DNA isoleren uit kiwi's.
- Onderzoek fluorescerende eigenschappen van stoffen: kinine in tonic, optische witmakers in papier en detergents, vaseline. Om het fluorescerend effect te kunnen waarnemen moet men beschikken over een donkere ruimte en een UV-lamp (black light).
- Onderzoek van de eenparig veranderlijke rechtlijnige beweging.
- Onderzoek van de factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden.
- Bepalen van de periode van een trillende veer en/of een slinger.
- Vergelijkende studie op skeletten van gewervelde dieren.
- Studie van fossielen in het kader van evolutie van het leven.
- Onderzoek van chemische evenwichtsreacties.
- Aansluitende onderwerpen volgens interesse van leraar en leerlingen.

Het is niet de bedoeling om leerlingen complexe practica te laten uitvoeren. De keuze van de practica zal mede worden bepaald door de grootte van de klasgroep en de beschikbaarheid van toestellen, glaswerk, producten.

Tijdens het uitvoeren van practica moeten de leerlingen veilig en verantwoord omgaan met stoffen, chemisch afval en gebruikte toestellen (F4). Hierbij moeten ze ook de gevarensymbolen en R- en S-zinnen kunnen interpreteren (C2). Ook hebben de leerlingen voortdurend aandacht voor de eigen gezondheid en die van anderen (B8\*).

## 4.2 Contextgebieden

De contextgebieden zijn bedoeld als thema's waarrond leerplandoelstellingen en contexten worden geordend. Een concrete studie van die contextgebieden wordt niet beoogd. In dit leerplan start elk contextgebied met een korte duidingstekst die als inspiratiebron kan dienen voor de leerkracht. Binnen deze contextgebieden worden de leerplandoelstellingen en bijbehorende leerinhouden geformuleerd. In het leerplan zijn voor elk contextgebied concrete contexten voorgesteld. De leraar mag deze eventueel vervangen door zelf gekozen contexten.

### 4.2.1 Materie, energie en leven

Materie, energie en leven kunnen niet zonder elkaar. Elk leven is opgebouwd uit materie en vereist energie voor het verrichten van allerlei levensfuncties. Stoffen vormen niet enkel bouwstenen van het leven maar zijn tevens dragers van energie. Het verband tussen materie en energie komt tot uitdrukking in  $E=mc^2$ . Omzetten van stoffen gaat steeds gepaard met opnemen of vrijstellen van energie. Energie is nodig voor het in stand houden van het leven omdat hiertoe voortdurend stoffen dienen omgezet in andere stoffen. Materie, energie en leven zijn dan ook belangrijke begrippen in de studie van de Natuurwetenschappen.

Levende wezens zijn opgebouwd uit cellen met een eigen energievoorziening en metabolisme. Hierbij worden telkens biomoleculen omgevormd via afbraak en synthese. Dankzij wetenschappelijk onderzoek heeft de mens technologische processen ontwikkeld om nieuwe stoffen aan te maken. Denken we nog maar aan de kunststoffen die sinds de twintigste eeuw een steeds belangrijker plaats innemen. Sinds het volta-element (1794) haalt de mens bruikbare elektrische energie uit stoffen. Al heeft de galvanische cel sindsdien duidelijke wijzigingen ondergaan, nog steeds gebeurt er flink wat wetenschappelijk onderzoek naar betere en milieuvriendelijkere, al of niet oplaadbare batterijen. De mens is sinds de opkomst van de stoommachine in staat om arbeid te laten verrichten door machines. De stoommachine is ondertussen verdrongen door de verbrandingsmotor en de elektrische motor. Ontegensprekelijk hebben de ontwikkeling van de natuurwetenschappen en de daaruit voortvloeiende technologische ontwikkeling de leefomstandigheden van de moderne mens grondig gewijzigd. Ze bieden ook een waaier aan beroepsmogelijkheden. Een aantal van deze beroepen kunnen de nodige aandacht krijgen in de gekozen contexten (B7 - C6 – F7).

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

#### LEERINHOUDEN

De leerlingen kunnen:

- |          |   |  |
|----------|---|--|
| <b>1</b> | Met een eenvoudig voorbeeld illustreren dat er een relatie bestaat tussen materie, energie en leven.  | Relatie tussen materie, energie en leven   |
| <b>2</b> | Vanuit een gegeven formule en/of gegeven eigenschappen van organische verbindingen de verschillende stofklassen herkennen m.b.v. een determinatietabel (C1, C5-partim, C7, C8, C18-partim). | Organische stofklassen en hun functionele groep                                    |
| <b>3</b> | Substitutie, additie, eliminatie, condensatie, vorming macromoleculen, skeletafbraak toewijzen aan een gegeven reactievergelijking of modelvoorstelling (C13, B10-partim).                  | Natuurlijke en synthetische moleculen: sachariden, lipiden, eiwitten, kunststoffen |
| <b>4</b> | De bouw van de cel en de functies van celorganellen met een eenvoudige voorstelling schematisch weergeven (B4, B5, B9, B10-partim).   | Biologische cellen - Celorganellen en hun functies                                 |
| <b>5</b> | Het goed of slecht oplosbaar zijn van stoffen in verband brengen met het polaire of apolaire karakter van moleculen (C10).  | Polariteit van stoffen - Celmembranen  |

- |    |  |   |
|----|--|---|
| 6  | De begrippen spanning en stroom omschrijven en het ontstaan van een spanning verklaren (F1-partim, F5-partim)  | Elektrische spanning en stroom  |
| 7  | Een eenvoudige galvanische cel bouwen, in het gegeven redoxevenwicht oxidator en reductor aanduiden en het ontstaan van elektrische spanning beschrijven (C3-partim, C12).     | Galvanische cel: bouw, redoxproces en ontstaan van elektrische spanning |
| 8  | Voor een geleider in een gelijkstroomkring het verband tussen spanning, stroomsterkte en weerstand experimenteel afleiden en toepassen (F1-partim, F4-partim, F5-partim, F18). | De wet van Ohm  |
| 9  | Het verband leggen tussen elektrische spanning, verandering van elektrische potentiële energie en elektrische lading (F1-partim, F17).   | Energie van elektrische stroom  |
| 10 | De energieomzettingen in elektrische schakelingen met voorbeelden illustreren en het vermogen berekenen (F1-partim, F4, F19).  | Vermogen van elektrische stroom   |
| 11 | Met voorbeelden illustreren dat elektrische ladingen in beweging aanleiding geven tot een magnetisch veld (F20).   | Magnetisch veld, veldlijnen, elektromagneet, lorentzkracht              |
| 12 | Met behulp van de magnetische kracht de werking van een elektrische motor beschrijven (F21).   | Toepassingen van de lorentzkracht                                       |
| 13 | De werking van de generator met behulp van elektromagnetische inductie beschrijven (F1-partim, F22).   | Elektromagnetische inductie - Generator                                 |

## VOORBEELDEN VAN CONTEXTEN EN DIDACTISCHE WENKEN

### ***Materie, energie en leven***

#### *1 Relatie tussen materie, energie en leven*

De relatie tussen materie, energie en leven kan via eenvoudige voorbeelden worden aangetoond. De fotosynthese is daarvan het mooiste voorbeeld. Uit de anorganische stoffen koolstofdioxide en water ontstaat onder invloed van lichtenergie de organische stof glucose, bouwsteen voor levende wezens. De afbraak van glucose tijdens de vertering levert energie aan mens en dier. Meer algemeen gebruiken levende wezens allerlei voedsel als bouwstenen voor het lichaam en voor de energievoorziening. Men kan vertrekken van de verpakking van sommige voedingsmiddelen waarop de aanwezige voedingsstoffen met hun energiewaarden staan vermeld en kort toelichten welke stoffen door het menselijke lichaam vooral als bouwstof en welke vooral als energiebron worden benut. Verder kan men duidelijk maken dat fossiele brandstoffen rijk zijn aan energie afkomstig uit afgestorven organismen. Dat materie kan worden omgezet in energie blijkt overduidelijk uit  $E=mc^2$ , de formule van Einstein. Het historische belang van deze formule voor de ontwikkeling en gebruik van de kernenergie kan heel kort worden toegelicht. Meer informatie over radioactiviteit volgt echter in contextgebied 2.

## **Organische verbindingen in huis, tuin en keuken**

### *2 Organische stofklassen en hun functionele groep*

Best wordt gestart met een korte herhaling waarbij een schematisch overzicht van de indeling van de materie in anorganische en organische verbindingen wordt gegeven.

De determineertabel moet niet beperkt blijven tot algemene naam en formule van de stofklassen. Deze determineertabel mag door de leerlingen worden gebruikt bij toetsen en examens.

Men kan de leerlingen van veel voorkomende organische verbindingen de structuurformule laten opzoeken (cd, Internet, catalogus), de stofklasse laten bepalen en de functionele groep laten aanduiden m.b.v. een determineertabel.

Voorbeelden van organische verbindingen of mengsels van organische verbindingen die aan bod kunnen komen zijn: aardgas, campinggas (propan, butaan), paraffinekaarsen, benzine, drankalcohol, dissolvant (nagellak verwijderen), tafellazijn, ether (diëthylether), aspirine (als voorbeeld van ester).

### **Moleculen in levende materie**

#### *3 Natuurlijke en synthetische macromoleculen: sachariden, lipiden, eiwitten, kunststoffen*

Lipiden, eiwitten en di- en polysachariden ontstaan door een condensatiereactie.

Polysachariden en eiwitten zijn natuurlijke macromoleculen.

Aan onverzadigde lipiden zijn additiereacties mogelijk. Het harden van oliën bij de bereiding van margarine is hiervan een toepassing.

Bij het verbranden van sacharose komt er waterdamp vrij (eliminatie van water) en er ontstaat C (skeletafbraak). Dit kan met een eenvoudig proefje worden aangetoond.

Bij de bespreking van kunststoffen start men eerst met de behandeling van enkele eenvoudige veel voorkomende kunststoffen zoals PE, PP en PVC. Het gebruik van kunststoffen in moderne kledij kan daarna worden behandeld. Enkele voorbeelden hiervan zijn PET in fleece, polyester, nylon. Fleece wordt gemaakt door de recycling van PET-flessen. De analogie tussen de vorming van natuurlijke en synthetische macromoleculen accentueren.

#### ***Van celmembraan tot high-techkledij***

#### *4 Biologische cellen - Celorganellen en hun functies*

Men kan dit onderwerp starten met een practicum: microscopisch onderzoek van cellen. Minstens volgende celdelen worden besproken: celmembranen, mitochondriën, lysosomen, Golgi-apparaat. Andere celorganellen (zoals celkern en ribosomen) komen later aan bod.

#### *5 Polariteit van stoffen - Celmembranen*

Bij oplosbaarheid soort zoekt soort en de afhankelijkheid van oplosmiddel en ketenlengte illustreren.

Een eenvoudige schematische voorstelling van fosfolipiden geven: moleculen met een polaire kop en twee apolaire staarten. Hierbij kan eveneens worden verwezen naar zeepmoleculen en de analogie tussen celmembranen en zeepbellen. Ook de toepassing van emulgatoren kan hier ter sprake komen.

Door het bekijken van elektronenmicroscopische foto's kunnen celmembranen worden waargenomen. Een eenvoudig model van een celmembraan bespreken. Het ontstaan van een dubbellaag in een celmembraan toelichten. Bij de functie van membranen kan men o.a. verwijzen naar het gebruik van membranen in moderne kledij zoals Gore-tex®. Deze membranen zijn halfdoorlaatbaar d.w.z. ze laten waterdampmoleculen door (van binnen naar buiten: zweetdoorlatend), maar ze houden de waterdruppels tegen (van buiten naar binnen: tegenhouden van regendruppels).

## ***Van sidderaal tot fietscomputer***

### *6 Elektrische spanning en stroom*

Contexten die geïntegreerd kunnen worden zijn: kringen met één geleidingsdraad (fiets, auto, tram, trein), levensgevaar van hoogspanning bij een transformatorstation en een distributiecabine, elektrocutie of het gevaar van de elektrische stroom voor het menselijke lichaam, aarding, defibrillator.

Om de begrippen 'spanning' (= potentiaalverschil) en 'stroomsterkte' uit te leggen en het verschil tussen de begrippen te verduidelijken maken we gebruik van het 'waterstroommodel' (een stelsel van communicerende vaten met een verschil in waterniveau). We gaan er van uit dat de leerlingen druk en waterstroom kennen en de relatie tussen deze begrippen begrijpen. Door het verschil in waterniveau ontstaat een hydrostatisch drukverschil op de watermoleculen in het ene vat t.o.v. het andere vat met een waterstroom tussen beide voor gevolg. Naar analogie met de watermoleculen kan men hetzelfde realiseren met ladingen nl. we brengen op twee vaten ladingen (bv. elektroscopen) en we zorgen er voor dat een elektrisch drukverschil ontstaat. Via een geleidende verbinding heeft dit een stroom van ladingen (elektronen) tot gevolg. Het elektrisch drukverschil heet 'spanning' ( $U$ ) (eenheid: 1 volt). Het verplaatsen van ladingen ( $Q$ ) per tijdseenheid noemen we 'stroomsterkte' ( $I = Q/t$  of  $Q = I \cdot t$ ). Met behulp van deze formule voeren we de 'coulomb' als eenheid van lading in. Wijs er de leerlingen op dat de 'coulomb' bestaat uit een product van twee basiseenheden nl.  $1 \text{ C} = 1 \text{ As}$ . Om in het 'waterstroommodel' het drukverschil en dus ook de stroom te onderhouden is een pomp nodig. Deze 'pomp' noemen we in een elektrische stroomkring 'spanningsbron' of 'stroombron'. In een elektrische stroomkring functioneert een batterij als pomp. De batterij levert hierbij de nodige chemische energie om het drukverschil of spanning te onderhouden. Geef aan dat de hoeveelheid lading die een batterij onder een bepaalde spanning bezit in de praktijk wordt aangegeven door Ah ( $1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$ ). Teken een eenvoudig elektrisch schema met een lampje en spanningsbron (met polariteit) en geef de conventionele stroomzin aan.

### *7 Galvanische cel: bouw, redoxproces en ontstaan van elektrische spanning*

Men laat de leerlingen galvanische cellen bouwen met verschillende metaalkoppels en hen de spanning van deze cellen meten. De historische evolutie van de volta-cel (1794) tot de oplaadbare batterij kan hier ter sprake komen.

Het ontstaan van een spanning in een galvanische cel verklaren op basis van het verschil in reductorsterkte tussen twee verschillende metalen. De eenvoudige tabel met normpotentialen kan hier worden gebruikt. Benadrukken dat bij een galvanische cel een omzetting van chemische in elektrische energie plaatsvindt.

## **Elektrische energie en elektriciteitsvoorziening**

### *8 Wet van Ohm*

Contexten die geïntegreerd kunnen worden zijn: de weerstand als verwarmingselement in een wasmachine, een elektrische boiler, een koffiezetapparaat, het gebruik van de weerstand als sensor, als temperatuurvoeler en als regelaar (schuifweerstand), de spanningszoeker, de kerstboomverlichting als serieschakeling van weerstanden, huishoudapparaten parallel op het net.

Experimenteel de wet van Ohm afleiden.

Bij serie- en parallelschakeling is het niet de bedoeling om berekeningen uit te voeren. Er kan echter wel worden gewezen op de vele toepassingen in de elektrische huishoudinstallatie: stopcontacten staan parallel, zekeringen staan in serie, ... De spanningszoeker is een kleine schroevendraaier met in het handvat een neonlampje en een grote serieweerstand. Hij wordt gebruikt om na te gaan of de fase draad onder spanning staat t.o.v. de aarde.

### *9 Energie van elektrische stroom*

Contexten die geïntegreerd kunnen worden zijn: veiligheidsvoorzieningen in de huishoudinstallatie gesteund op warmteontwikkeling (smeltveiligheid), overbelasting, kortsluiting, elektrische dompelaar, ruitverwarming van een wagen.



Het verschijnsel waarbij elektrische energie wordt omgevormd in warmte noemen we het Joule-effect. Dit gebeurt in weerstanden, lampen, zekeringen.

Om de formules voor het omzetten van elektrische energie, het vermogen en het verband tussen  $E$ ,  $Q$  en  $U$  af te leiden gebruiken we een waarnemingsproef. De experimentele opstelling bestaat uit een regelbare bron, een lampje (bv. 6,0 V) en een volt- en ampèremeter. We laten het lampje op 6,0 V branden en noteren de stroom. Daarna schakelen we twee identieke lampjes in serie en regelen de spanning zodat beide lampjes dezelfde lichtsterkte geven zoals bij de vorige opstelling. In de twee lampjes wordt nu tweemaal zoveel energie omgezet als in het ene lampje bij dezelfde stroomsterkte  $I$  maar wel bij 12,0 V of  $E$  en  $U$  zijn dus recht evenredig. We maken een derde opstelling maar nu met twee lampjes die in parallel met dezelfde lichtsterkte branden. Dit gebeurt bij 6,0 V en tweemaal zoveel stroomsterkte  $I$  of  $E$  en  $I$  zijn dus recht evenredig. Vanzelfsprekend zijn  $E$  en de tijd  $t$  dat ook. Op die manier leiden we volgende formule af:  $E = U \cdot I \cdot t$ . Daar  $I \cdot t = Q$  kunnen we ook schrijven dat  $E = U \cdot Q$ . Andere formules voor energie kunnen met behulp van de wet van Ohm worden afgeleid.

### 10 Vermogen van elektrische stroom

Contexten die geïntegreerd kunnen worden zijn: elektrisch vermogen van een tafelcontactdoos, een kabelhaspel (opgerold of afgerold), straalkachel, huishoudtoestellen, de kWh-meter.

Bij het bespreken van energie en vermogen wijst men erop dat men door de spanning te verhogen de stroomsterkte in de elektrische leidingen kan verlagen met minder energieverlies tot gevolg.

Wanneer men de 'elektrische huisinstallatie' als context neemt kan men hier het begrip 'overbelasting' mee toelichten. Bij een constante spanning van 230 V vraagt men teveel energie met als gevolg teveel stroom waardoor de warmteontwikkeling in de smeltveiligheid te hoog wordt en de zekering doorsmelt.

Sommigen beweren dat de batterij de duurste energiedrager is (stof tot discussie op ecologisch en ethisch vlak). Ga dit na door kostprijberekening bij een accu (autobatterij) of bij een batterij naar keuze waarvan men de hoeveelheid lading  $Q$  (in Ah) die erin opgeslagen is kent. De relatie  $E = U \cdot Q$  laat toe de spanning te formuleren als  $U = E/Q$ .

## Van elektromagneet tot elektromotor

### 11 Magnetisch veld, veldlijnen, elektromagneet, lorentzkracht

De begrippen magnetisch veld en veldlijnen kunnen worden aangebracht door te starten met permanente magneten.

Met een eenvoudig proefje kan het principe van een elektromagneet worden aangetoond. Het ontstaan van de lorentzkracht kan met een eenvoudig proefje worden gedemonstreerd.

### 12 Toepassingen van de lorentzkracht

De lorentzkracht kan nu worden gebruikt om de werking van de gelijkstroommotor te verklaren. Ook andere toepassingen zoals de werking van een luidspreker, beeldbuis (afbuiging, elektronenstraal), elektrische bel, relais, luidspreker, opnameknop van een cassette recorder kunnen hier ter sprake komen.

### 13 Elektromagnetische inductie - Generator

Het principe van elektromagnetische inductie met een eenvoudig proefje aantonen (dit werd eventueel in een vroegere context reeds aangetoond).

Dit principe kan worden toegepast voor de verklaring van de werking van een fietsdynamo.

Ook de fietscomputer (magneetje + spoeltje) werkt op basis van elektromagnetische inductie.

Men kan op een relatief eenvoudige en kwalitatieve manier het verband aantonen tussen de grootte van de inductiespanning aan de uiteinden van een spoel en het aantal windingen van de spoel en de grootte van de fluxverandering per tijdseenheid die in de spoel optreedt. Eventueel kan men dan toepassingen van het transformatorprincipe behandelen.

## 4.2.2 Gezondheid en voeding

Berichten over dioxinecrisis, PCB's, gekkekoeienziekte, GGO's, klonen, bestralen van voedsel en andere recente fenomenen hebben in de media een zeer negatief beeld geschapen van onze huidige voeding en onze gezondheid die daarvan afhangt. Tegelijkertijd verschijnen op regelmatige tijdstippen in de media cijfers in verband met de stijgende levensverwachting en levenskwaliteit. Oudere mensen hebben tegenwoordig een betere levenskwaliteit dan vroeger. Er schuilt dus een tegenstrijdigheid tussen deze twee visies die via de media op ons afkomen. De eerste visie is meer gebaseerd op een aanvoelen bij gebrek aan wetenschappelijke basiskennis, de tweede visie is eerder gebaseerd op feiten en cijfers. Een objectieve wetenschappelijke aanpak is noodzakelijk om de kenmerken van een gezonde voeding en levenswijze te verklaren (B1). Een betere kennis van natuurwetenschappen kan ertoe leiden dat men wetenschappelijke resultaten op een andere manier zal interpreteren. De huidige detectiemethoden voor het opsporen van stoffen zijn veel gevoeliger geworden. Waar men vroeger niets gemeten heeft omdat men zeer kleine concentraties van stoffen niet kon opsporen, wordt nu wel iets gemeten. Vroeger stierven mensen zonder dat men de oorzaak van hun dood kon achterhalen. Tegenwoordig kan men meestal ook de oorzaak vaststellen en dus mogelijke preventiemaatregelen uitwerken om een analoog sterfgeval te voorkomen. Het zijn telkens wetenschappers en technici die oplossingen bedenken op basis van wetenschappelijke kennis. De wetenschappers zijn werkzaam in verschillende domeinen (B7, C6, F7). Uiteraard draagt elk individu ook een ethische verantwoordelijkheid. Biologisch verantwoord handelen is noodzakelijk voor de toekomst van onze maatschappij (B2). Hierbij moet er voortdurend aandacht zijn voor de eigen gezondheid en die van anderen (B8\*).

### LEERPLANDOELSTELLINGEN

### LEERINHOUDEN

De leerlingen kunnen:

- |   |   |
|---|---|
| <b>14</b> De effecten van interactie tussen EM-straling en materie illustreren aan de hand van enkele voorbeelden (F11).  | EM-straling - EM-spectrum   |
| <b>15</b> Een eenvoudige neutralisatiereactie uitvoeren en het zuurdeeltje en het basedeeltje in de gegeven reactievergelijking aanduiden op basis van protonenoverdracht (C3-partim - C4 - C11 - C19). | Zuur-base-reactie - pH, oxonium- en hydroxideconcentratie   |
| <b>16</b> Bij een eenvoudige reactie massaberekeningen uitvoeren (C14 – C20).   | Stoichiometrie  |
| <b>17</b> Enkele gegeven voorbeelden van structuurveranderingen bij biochemische stoffen interpreteren naar belang voor celstructuur en metabolisme (B10-partim, C13-partim, C15-partim).               | Belang van structuurveranderingen bij biochemische stoffen en de specifieke werking van enzymen                     |
| <b>18</b> Isomeren herkennen en van enkele isomeren toepassingen in huis, tuin en keuken toelichten. (C9).  | Isomerie  |
| <b>19</b> Straling, oorsprong, eigenschappen en toepassingen van natuurlijke en kunstmatig opgewekte ioniserende straling beschrijven. (C5-partim, F1-partim, F2, F5-partim, F12, F13).                 | Alfa-, bèta-, gammastraling<br>Radio-isotopen: vervalproces, halveringstijd en toepassingen in het dagelijkse leven |
| <b>20</b> Functie, voorkomen en replicatie van DNA beschrijven (B9-partim, B10-partim, B12).  | Celkern - chromosomen – genen<br>DNA-structuur - DNA-replicatie   |
| <b>21</b> De rol van RNA en DNA bij eiwitsynthese beschrijven en biotechnologische toepassingen toelichten (B5, B9-partim, B13, B21, C13-partim).   | Eiwitsynthese: RNA, DNA, ribosomen<br>Biotechnologie  |

- |    |   |   |
|----|---|---|
| 22 | Het belang van mitose en meiose toelichten en verschillen tussen deze delingen aangeven. (B11).                               | Diploïde en haploïde cellen<br>Mitose en meiose<br>Gameet en zygote                       |
| 23 | De wetten van Mendel toepassen op voorbeelden bij de mens (B18, B19-partim).  | Dominante en recessieve allelen<br>Homozygote en heterozygote cel<br>Fenotype en genotype |
| 24 | Overkruising, geslachtsgebonden genen, gekoppelde genen en genenkaarten aan de hand van voorbeelden toelichten (B3, B5, B19). | Overkruising<br>Genenkaarten<br>Geslachtsgebonden genen<br>Gekoppelde genen               |

## VOORBEELDEN VAN CONTEXTEN EN DIDACTISCHE WENKEN

### ***De moderne keuken, een heus wetenschappelijk laboratorium***

#### *14 EM-straling - EM-spectrum*

EM-straling grafisch voorstellen met aanduiding van golflengte en amplitude.

Relatie tussen de energie van de straling en de frequentie weergeven:  $E=h.f$  ;  $f = c/\lambda$ .

Een schematische weergave van het EM-spectrum met aanduiding van de voornaamste gebieden zoals UV - zichtbaar licht – IR – microgolven.

Bij de bespreking van de microgolfoven is het principe van opwarmen zeer belangrijk. De microgolven zijn in staat om watermoleculen zeer hevig te laten bewegen. Voedingsmiddelen bevatten steeds een hoeveelheid water en worden hierdoor opgewarmd.

In veel detergents worden optische witmakers gebruikt. Hierbij worden UV stralen geabsorbeerd en wordt zichtbaar licht terug uitgezonden. Ook de fluorescentie van papier en tonic kan hier worden getoond.

#### *15 Zuur-base-reactie - pH, oxonium- en hydroxideconcentratie*

Zuur en base definiëren als respectievelijk protondonor en protonacceptor. Het begrip pH in verband brengen met de concentratie aan oxoniumionen en hydroxide-ionen. De werking van antacida en de bepaling van het gehalte aan azijnzuur in huishoudazijn zijn beide illustraties van een neutralisatiereactie.

#### *16 Stoichiometrie*

Eenvoudige stoichiometrische berekeningen uitvoeren, bij voorkeur bij een experimentele bepaling. Zo kan men bijvoorbeeld het azijnzuurgehalte in tafelaazijn bepalen of het carbonaatgehalte in maagtabletten. De berekende resultaten worden vergeleken met de gegevens op het etiket. Men kan hierbij werken met een gesloten verslag, waarbij de leerlingen op een gestructureerde manier worden begeleid bij de berekeningen.

Een practicum in verband met deze leerinhoud laat toe eindterm 20 te realiseren. De chemische analyse kan met eenvoudig materiaal worden uitgevoerd. De nauwkeurigheid van werken is hierbij minder belangrijk. Het gaat eerder om het principe van een chemische analyse. Er moet geen titratiecurve worden opgesteld!

### ***Voedselvertering***

#### *17 Belang van structuurveranderingen bij biochemische stoffen en de specifieke rol van enzymen*

Hoe gebeurt de vertering en de afbraak van voedingsstoffen door enzymatische processen? Welke rol spelen lysosomen bij de celvertering?

Eenvoudige laboratoriumproeven kunnen het hele verteringsproces verduidelijken waarbij de leerlingen de werking van de enzymen en de factoren ( $T$ , pH, ...) die de afbraak van het substraat beïnvloeden kunnen nagaan.

## ***Van huisapotheek tot ziekenhuis***

### *18 Isomerie*

Voor dit onderwerp kan men starten met enkele veel voorkomende voorbeelden van pijnstillers. Structuurformules ervan kunnen worden gevonden op het Internet. Salicylzuur komt voor in wilgentakken (wilg = salix). De Romeinen kauwden reeds op wilgentakken om hun kater te verdringen. Aspirine®, Sedergine®, Dispril®, Aspegic® bevatten acetylsalicylzuur (ester, carbonzuur) als werkzaam bestanddeel. Dafalgan®, Efferalgan®, Perdolan® bevatten paracetamol (alcohol, amide) als werkzaam bestanddeel. Brufen®, Nerofen®: bevatten ibuprofen (carbonzuur, vertakte alkylketen) als werkzaam bestanddeel.

Het slaapmiddel Softenon®, de pijnstiller ibuprofen, de geurstof limoneen, de kunstmatige zoetstof aspartaam, ... kunnen als context worden gebruikt voor het illustreren van het begrip isomerie. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen structuurisomeren (plaats- en ketenisomeren) en stereo-isomeren (cis-transisomeren en optische isomeren).

De werking van ontsmettingsmiddelen verklaren met behulp van oxiderende of denaturerende werking. Zuurstofwater en joodoplossing zijn ontsmettend wegens oxiderende werking, alcohol is ontsmettend wegens denaturerende werking. Ether wordt gebruikt als reinigingsmiddel.

### *19 Alfa-, bèta-, gammastraling*

*Radio-isotopen: vervalproces, halveringstijd en toepassingen in het dagelijkse leven*

Kernstraling en de gevolgen voor de mens heeft de belangstelling van iedereen in en buiten het onderwijs. De natuurkundige achtergrondkennis over dit domein is meestal 'van horen zeggen' met misconcepten tot gevolg. Een belangrijke doelstelling van dit thema is een aantal misconcepten wegwerken i.v.m. kernstraling en de gevolgen voor de mens. Beperk daarom de theorie tot het essentiële en geef wat meer ruimte aan toelichting rond positieve en nadelige effecten van kernstraling.

Vanuit de lessen Chemie in de tweede graad kennen de leerlingen de atoombouw. Het begrip isotoop dient nog te worden aangebracht. Natuurlijke radioactiviteit wordt verklaard vanuit de verstoring van het evenwicht tussen het aantal protonen en neutronen in de kern. Het uitzenden van deeltjes (alfa en bèta) en van gammastraling moet het evenwicht herstellen.

Bij kunstmatige radioactiviteit legt men het accent op het ontstaan van nieuwe deeltjes door beschieting en op het behoud van massa en kernlading bij een kernreactie. Men illustreert met een voorbeeld het belang van de kernsplijting van zware kernen voor het vrijmaken van energie ( $E = m \cdot c^2$ ). De bouw en de werking van een kerncentrale worden niet besproken.

De sterkte van de kernstraling wordt uitgedrukt in activiteit ( $A$ ) met als eenheid becquerel (Bq) en kan worden gemeten met een geiger-müllerteller. Het verloop van de activiteit of het vervalproces kan grafisch worden weergegeven. Bij de constructie van die grafiek wordt de halveringstijd  $T$  gebruikt en toegelicht. Toepassingen van kernstraling in de gezondheidszorg en in de industrie zijn dikwijls gekoppeld aan korte en lange halveringstijden van het radioactief materiaal. Men kan in deze context het gebruik van de C-14 methode voor de ouderdomsbepaling van een voorwerp illustreren.

Wijs erop dat niet alle straling voor de mens even gevaarlijk is. Om de effectieve dosis straling te bepalen die beschadiging aanbrengt moet men rekening houden met de soort straling en soort weefsel. De geabsorbeerde dosis wordt gemeten met een dosimeter. In deze context kan men 'bescherming' tegen radioactieve straling toelichten. Men moet hierbij duidelijk een onderscheid maken tussen besmetting (inademen of innemen van radioactief materiaal) en bestraling (stralingsenergie absorberen). Besmetting kan men enkel voorkomen als men de besmettingsbron kent (bv. fall-out van radioactief stof op groenten). Voorzorgen t.o.v. bestraling door een bestralingsbron zijn: afstand houden, afschermen en de contacttijd kort houden.

## **Staat het in de genen geschreven?**

### *20 Celkern - chromosomen – genen - DNA-structuur - DNA-replicatie*

De bouw van DNA kan men schematisch voorstellen. DNA kan worden geïsoleerd uit kiwi's. Kiwi's bevatten van nature enzymen (proteasen) die vrijkomen door het weefsel fijn te snijden. DNA zit in elke celkern en moet dus ook aan elke cel worden doorgegeven. Hier kan in de celcyclus DNA-replicatie worden gesitueerd.

### *21 Eiwitsynthese: RNA, DNA, ribosomen - Biotechnologie*

Alle processen - ook 'delingsprocessen' - kunnen slechts doorgaan met behulp van specifieke eiwitten. De vorming van deze eiwitten in de ribosomen kan men verklaren via eenvoudige modellen en simulaties (video, Internet, applets).

Het ontrafelen van het genoom, niet alleen van de mens, maar ook van bacteriën, dieren en planten geeft de wetenschappers enorme mogelijkheden zoals het opsporen van DNA-fragmenten voor het zoeken naar genmutaties, diagnose van ziekten, en verwantschappen. De overdracht van genen waardoor het tot uiting brengen van een vreemd gen mogelijk wordt, is een ander voorbeeld: maken van menselijke insuline en groeihormonen in bacteriën.

### *22 Diploïde en haploïde cellen - Mitose en meiose - Gameet en zygote*

Kankercellen zijn cellen die ongecontroleerd delen. Door het onderzoek van deze cellen heeft men veel inzicht gekregen in de delingsprocessen. Bij sommige organismen kan mitose een vorm van ongeslachtelijke voortplanting zijn. Zo ontstaan er klonen door uitlopers, stekken, .... Het kan voor een soort belangrijk zijn dat er kleine genetische verschillen ontstaan. Dit laatste gebeurt bij de geslachtelijke voortplanting. De noodzaak van meiose kan zo worden aangebracht. De leerlingen kunnen aan de hand van schema's beide delingen uitleggen en de verschillen met mitose uitleggen. De verschillende fasen van mitose en meiose hoeven niet uitvoerig besproken te worden.

## **Herken jezelf in je ouders**

### *23 Dominante en recessieve allelen - Homozygote en heterozygote cel - Fenotype en genotype*

De wetten van Mendel illustreren met voorbeelden zoals sikkelcelanemie, albinisme, mucoviscidose, tongrollen, vergroeiing van het oorlelletje, overerving van het geslacht, ....

### *24 Overkruising – Genenkaarten - Geslachtsgebonden genen - Gekoppelde genen*

Het werk van Mendel kan men situeren in de tijd en in de toen geldende kennis over de cel en de celdelingen.

Multipelen allelen kunnen worden besproken bij de bloedgroepen (ABO-bloedgroepensysteem). Het belang van bloedgroepen en de resusfactor voor bloedtransfusies en zwangerschappen wordt toegelicht. Geslachtsgebonden erfelijkheid kan aan de hand van stamboomanalyse worden geïllustreerd.

Gekoppelde genen, overkruising en genenkaarten worden als postmendeliaanse inzichten aan de hand van enkele voorbeelden besproken. Deze laatste begrippen moet men niet te ver uitdiepen.

### 4.2.3 Verkeer en veiligheid

Via alledaagse waarnemingen in het verkeer kunnen we belangrijke wetenschappelijke principes verduidelijken en ook sterk heersende fysische misconcepten proberen weg te werken. Zitten we in een auto dan nemen we het optrekken of remmen waar doordat er een kracht op ons inwerkt. Het begrip traagheid nemen we waar als we over een verkeersdrempel rijden of als we een bocht maken. Naast de toegenomen mobiliteit van mensen en goederen en daarmee gepaarde gaande toegenomen welvaart, veroorzaakt verkeer echter ook veel menselijke ellende. Denken we nog maar aan de vele verkeersslachtoffers met jaarlijks vele doden en gehandicapten tot gevolg. Wanneer we naar de cijfers van het aantal verkeersslachtoffers kijken van de jongste jaren, zien we echter een dalende trend. Nochtans is het aantal wagens toegenomen. Deze dalende trend is in hoofdzaak te verklaren door de betere beschermingsmiddelen die worden gehanteerd in het verkeer. Deze zijn echter allen het resultaat van wetenschappelijk onderzoek. Denken we hierbij aan voorbeelden als valhelm, veiligheidsgordel, airbag, kreukelzone, reflecterende kledij, enz. Ook het veranderende rijgedrag speelt hier een belangrijke rol. Dit veranderende rijgedrag wordt veelal bekomen door controle en dwingende ingrepen zoals verkeersdrempel, onbemande camera, snelheidsbegrenzer. Ook hier weer zijn het technische toepassingen van wetenschappelijke ontwikkelingen.

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

#### LEERINHOUDEN

De leerlingen kunnen:

- |   |  |
|---|--|
| <b>25</b> De betekenis van het traagheidsbeginsel verduidelijken.   | Traagheidsbeginsel (eerste beginsel van Newton)  |
| <b>26</b> De beweging van een voorwerp beschrijven in termen van positie, snelheid en versnelling (F1-partim, F6, F8-partim).   | Versnelde en vertraagde bewegingen<br>Eenparig veranderlijke rechte lijnige beweging<br>$x(t)$ -, $v(t)$ - en $a(t)$ -diagrammen |
| <b>27</b> De invloed van de resulterende kracht en van de massa op de verandering van de bewegingstoestand van een voorwerp beschrijven (F1-partim, F9).                      | $F = m \cdot a$ (tweede beginsel van Newton)   |
| <b>28</b> Het beginsel van actie en reactie in verband brengen met het onderscheid zwaartekracht en gewicht.  | Beginsel van actie en reactie (derde beginsel van Newton)<br>Zwaartekracht en gewicht  |
| <b>29</b> Het begrip chemische reactiesnelheid en de factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden in voorbeelden uit het dagelijkse leven verklaren (C15).                     | Chemische reactiesnelheid: botsingsmodel en activatie-energie<br>Factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden                     |
| <b>30</b> De wet van behoud van energie toepassen en met voorbeelden uitleggen dat energieomzettingen gepaard gaan met verlies van nuttige energie (F2, F3, F10).             | De wet van behoud van energie<br>Energieomzettingen  |
| <b>31</b> De begrippen baansnelheid, periode, frequentie, hoeksnelheid, middelpuntzoekende kracht omschrijven bij een eenparig cirkelvormige beweging (F1-partim, F8-partim). | De eenparig cirkelvormige beweging   |

## VOORBEELDEN VAN CONTEXTEN EN DIDACTISCHE WENKEN

### *De trage passagier*

#### 25 Traagheidsbeginsel (eerste beginsel van Newton)

Contexten die geïntegreerd kunnen worden zijn: optrekken, vertragen, bocht nemen, botsen, verkeersdrempel, compartimentering van tankwagens, hoofdsteun en whiplash, ...

Het begrip massa heeft een dubbel aspect: nl. traagheid (inertie) en hoeveelheid materie. Los van de formulering van het traagheidsbeginsel kunnen we met een aantal voorbeelden uit de leefwereld de betekenis van het begrip 'traagheid' illustreren'. We gaan na wat er gebeurt indien we een kleine of een grote massa in beweging brengen of tot rust laten komen zoals een auto die snel vertrekt en daardoor zijn lading verliest, een tafelkleed dat van de tafel wordt getrokken terwijl de borden blijven staan, een fietser die stevig remt op het voorwiel. Uit deze voorbeelden leiden we af dat een voorwerp de neiging heeft om zijn bewegingstoestand (snelheid) te blijven behouden. Dit heeft positieve toepassingen (bv. een hamer die wordt vast geklopt door de steel op de grond te stoten) en negatieve gevolgen (bv. verkeersongevallen met vrachtwagens, uit de bocht gaan van een motorrijder, ...). Maatregelen om de negatieve gevolgen van de traagheid bij auto's te verminderen zijn o.a. hoofdsteun (whiplash), kinderzitjes, compartimentering van tankwagens, ...

### *De auto in het verkeer*

#### 26 Versnelde en vertraagde bewegingen - Eenparig veranderlijke rechtlijnige beweging $x(t)$ -, $v(t)$ - en $a(t)$ -diagrammen

Contexten die geïntegreerd kunnen worden zijn: snelheid, optrekken, remmen en remweg, veiligheidsgordels, valhelm, airbag, kreukelzone.

We beperken ons uitsluitend tot een beweging op een rechte waaraan we een x-as verbinden. Hiermee brengen we de begrippen positie en positieverandering aan. We wijzen op het verschil tussen afgelegde weg uit de spreektaal en positieverandering bij Fysica. Met behulp van de grafieken bij een eenparig veranderlijke rechtlijnige beweging (versneld, vertraagd) en door beroep te doen op de wiskundige vaardigheden van de leerlingen i.v.m. de lineaire en kwadratische functie, poneren we de formules voor positie, snelheid en versnelling zonder en met beginsnelheid. Breng de relatie aan tussen het oppervlak onder de grafiek bij een  $v(t)$ -diagram en de positieverandering. We leiden de specifieke formule  $\Delta x = v^2/2a$  af voor de remweg bij bewegend voertuig. Benoem hierbij dat de remweg viermaal groter wordt als de snelheid wordt verdubbeld. In dit thema gaat de aandacht vooral uit naar de context 'verkeer en veiligheid' en niet naar het maken van vraagstukken. Uitgaande van de formule voor de remweg bespreekt men in het kader van de verkeersveiligheid de factoren die de remweg kunnen bepalen zoals de reactiesnelheid van de bestuurder, massa van de wagen, soort en staat van de banden, staat van het wegdek, .... Als contextuele opgaven kan men daarvoor de testrapporten van een wagen gebruiken. In de rand kunt u kort de maatregelen bespreken die men neemt om de gevolgen van krachten bij botsingen te vermijden ( $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$ ) zoals valhelm, veiligheidsgordel, airbag, kreukelzone.

#### 27 $F = m \cdot a$ (tweede beginsel van Newton)

Contexten die geïntegreerd kunnen worden zijn: racewagen versus vrachtwagen, snelheid en valhoogte.

Langs experimentele weg kan men met een waarnemingsproef (kwalitatief) of met een meetproef de invloed van de kracht op de verandering van de snelheid (versnelling) afleiden. Denk eraan dat wanneer de trekkracht wijzigt de totale bewegende massa moet constant blijven. Met voorbeelden kan men de rol van de massa (voor een zelfde kracht zijn de massa en de versnelling of de vertraging omgekeerd evenredig) beklemtonen. Het tweede beginsel van Newton wordt ook het beginsel van de onafhankelijkheid van krachten genoemd. Dit betekent dat de uitwerkingen van verschillende krachten op de verandering van de bewegingstoestand van een voorwerp elkaar niet onderling beïnvloeden. De valbeweging kan als eenvoudig voorbeeld worden behandeld en uitgewerkt. De formule van Torricelli  $v^2 = 2g \cdot h$  is een handig hulpmiddel om de snelheid direct uit de valhoogte te berekenen. In dit verband is het nuttig om de impactsnelheid bij botsingen te vergelijken met valhoogten.

## **Van lucifer tot raket**

### *28 Beginsel van actie en reactie (derde beginsel van Newton) - Zwaartekracht en gewicht*

Contexten die geïntegreerd kunnen worden zijn: de reactiemotor, zwaartekracht en gewicht, gewichtloosheid.

Het derde beginsel kan visueel worden aangebracht met behulp van twee identieke dynamometers die op elkaar een kracht uitoefenen. Uit deze waarnemingsproef leren we dat krachten steeds in paren optreden. Verder stellen we vast dat bij de actie- en reactiekrachten de werklijn dezelfde is, de zin tegengesteld en de grootte gelijk. De aangrijpingspunten van de twee krachten liggen op verschillende voorwerpen zodat ze niet kunnen samengevoegd worden. Het beginsel is niet alleen geldig voor een systeem in rust maar ook voor een systeem in beweging bv. een rijdende auto met caravan. Om het inzicht van leerlingen i.v.m. het derde beginsel te toetsen zijn er heel wat contextopgaven die aansluiten bij een concrete alledaagse situatie: gebruik van een startblok in de atletiek, gebruik van een roeispaan, rijdend voertuig met aanhangwagen, staartschroef bij helikopter, draaibare gazonsproeier, pneumatische hamer, reactiemotor, ....

Een bijzonder onderwerp is de vuurpijl of raket (reactiemotor). Het principe van de reactiemotor is eenvoudig. In een kamer wordt een ontploffing (snelle verbranding) teweeg gebracht. De krachten op de zijwanden van de raket heffen elkaar op; ze proberen enkel de raket uit elkaar te duwen. De kracht bovenaan stuwt de raket omhoog. De raket zet zich dus niet af tegen de grond, maar raket en de verbrandingsgassen zetten zich af tegen elkaar.

We passen het beginsel van actie en reactie toe om de begrippen gewicht ( $F_g$ ) en normaalkracht ( $F_n$ ) aan te brengen. We plaatsen figuurlijk een voorwerp op tafel en duiden op de figuur de zwaartekracht ( $F_z$ ) aan samen met de actiekracht ( $F_a$ ) die het voorwerp op de tafel uitoefent. Deze actiekracht die het voorwerp op zijn ondersteuning uitoefent noemen we gewicht ( $F_g$ ). We weten door het derde beginsel dat ook de tafel een reactiekracht ( $F_r$ ) uitoefent op het voorwerp. Die kracht wordt normaalkracht  $F_n$  genoemd. Bij een liftstelsel (massa in een lift) is de grootte van het gewicht gelijk aan de grootte van de zwaartekracht zolang het stelsel in rust is of eenparig beweegt ( $v = \text{cte}$ ).

### *29 Chemische reactiesnelheid: botsingsmodel en activeringsenergie Factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden*

Contexten die geïntegreerd kunnen worden zijn: explosieven en explosieve mengsels, raketbrandstof.

Een eenvoudig explosie-experiment zoals een stofexplosie kan worden gedemonstreerd.

Bij explosieven zijn steeds reductor en oxidator samen aanwezig in het mengsel (explosieve mengsels: buskruit, benzine-lucht mengsel) of in de molecule zelf (trinitroglycerine, TNT, sempex, ...).

Voor de verklaring van het explosief effect moet men de gegeven reactievergelijking interpreteren. Hierbij wordt een vaste stof of vloeistof omgezet in gasvormige eindproducten. De sterke druktoename tijdens de reactie wordt veroorzaakt door de grote toename aan stofhoeveelheid van gasvormige eindproducten en het exotherm karakter van de reactie.

Met eenvoudige proefjes kunnen de factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden, worden gedemonstreerd.

## **Energieomzettingen**

### *30 De wet van behoud van energie - Energieomzettingen*

Vanuit de lessen Fysica in de 2de graad kennen en kunnen de leerlingen omgaan met de begrippen kinetische energie, potentiële energie in het zwaarteveld en elastische potentiële energie. De omzetting van deze mechanische energievormen kan bij eenvoudige gevallen zoals de vrije val, een springbal, een jojo worden geïllustreerd. Op tal van concrete situaties uit de sport (hoogspringen, trampolinespringen, polsstokspringen, ...) kan het beginsel van behoud van energie worden toegepast.



In het dagelijkse leven spreken we dikwijls over energieverbruik van apparaten. Eigenlijk is dat onjuist. Een apparaat verbruikt geen energie, maar zet deze alleen om in één of meer andere soorten energie. Is één van die soorten 'warmte-energie' (meestal ontstaan door wrijving) dan spreekt men van 'degradatie van energie' omdat warmte-energie meestal verloren gaat aan de omgeving.

### **De hedendaagse racefiets**

#### *31 De eenparig cirkelvormige beweging*

De basisbegrippen periode, frequentie, baansnelheid en hoeksnelheid worden omschreven en geformuleerd en het verband tussen de twee laatste begrippen wordt afgeleid. Bij de toepassingen op de cirkelbeweging moet men duidelijk een onderscheid maken tussen een systeem met schijven op dezelfde as (zelfde hoeksnelheid) en schijven verbonden door een riem, ketting of tandraden (zelfde omtreksnelheid). Het laatste geval wordt gebruikt als overbrenging bij mechanische systemen bv. versnellingen bij een fiets, de versnellingsbak bij een auto.

Wijs er de leerlingen op dat bij een eenparig cirkelvormige beweging de grootte van de snelheid constant blijft maar de richting voortdurend verandert. Een eenparig cirkelvormige beweging kan alleen maar optreden als er een middelpuntzoekende kracht ( $F_{mz}$ ) bestaat en dus ook een middelpuntzoekende versnelling  $a_{mz}$ . Het is niet de bedoeling de formule ( $F_{mz} = m \cdot v^2/r$ ) wiskundig af te leiden en ook niet om hierover vraagstukken te maken.

### **4.2.4 Evolutie en informatieoverdracht**

In de natuur vinden we veel verschijnselen die duiden op evolutie. Van baby tot volwassen persoon, van bigbang tot onze huidige heelal, van mensaap tot mens, van kalkbodem tot grot, van eenvoudige tamtam tot moderne communicatiemiddelen. Aan al deze evoluties liggen wetenschappelijke oorzaken of principes ten grondslag. Veelal verlopen evolutionaire systemen op een spontane manier van eenvoudige tot complexe systemen. Voorbeelden hiervan zijn de ontwikkeling van eencellige organismen tot complexe meercellige organismen, van bevruchte eicel tot een baby, van een hulpeloze baby tot een volwassen persoon, van een oersoep met enkele elementen tot sterren en planeten, van onsamenhangende geluiden tot spraak. Bij de behandeling van contexten hieromtrent moeten we ook oog hebben voor de meer filosofische vragen als: wie zijn wij, waar komen we vandaan, waar gaan we naartoe (als mens, als planeet, als heelal).

#### **LEERPLANDOELSTELLINGEN**

#### **LEERINHOUDEN**

De leerlingen kunnen:

- |   |  |
|---|--|
| <b>32</b> Primaire en secundaire geslachtskenmerken bij man en vrouw beschrijven en hun biologische betekenis toelichten (B14).   | Primaire geslachtskenmerken<br>Secundaire geslachtskenmerken |
| <b>33</b> De hormonale regeling van de menstruatiecyclus en van de gametogenese toelichten (B15).   | Hormonale regulatie  |
| <b>34</b> Het verloop van de bevruchting, de ontwikkeling van de vrucht en de geboorte beschrijven en de invloed van externe factoren op de ontwikkeling bespreken (B17). | Bevruchting<br>Zwangerschap<br>Geboorte                      |
| <b>35</b> Methoden voor regeling van de voortplanting beschrijven en hun betrouwbaarheid bespreken (B3, B16).   | Regeling voortplanting                                       |
| <b>36</b> Argumenten aangeven die de hypothese van evolutie ondersteunen (B22).   | Argumenten voor evolutie                                     |

- |    |   |  |
|----|---|--|
| 37 | Verklaren hoe volgens hedendaagse opvattingen over evolutie, nieuwe soorten kunnen ontstaan (B20, B23).   | Theorie van Darwin<br>Isolatie, mutatie, selectie  |
| 38 | De biologische evolutie van de mens toelichten (B24).   | Evolutie van de mens   |
| 39 | De oorzaak en eigenschappen van een harmonische trilling omschrijven en in concrete voorbeelden illustreren (F1-partim, F14).   | Periodieke beweging, harmonische trilling<br>Uitwijking, evenwichtsstand, amplitude, periode, frequentie |
| 40 | Een lopende golf kwalitatief omschrijven als een voortplanting van een harmonische trilling.  | Lopende golven<br>Onderscheid transversaal en longitudinaal, mechanisch en elektromagnetisch             |
| 41 | Met behulp van het golfmodel, terugkaatsing, breking, buiging en interferentie van licht of geluid kwalitatief beschrijven (F15).   | Beginsel van Huygens   |
| 42 | De energieoverdracht door mechanische en elektromagnetische golven illustreren aan de hand van resonantie (F3, F16).  | Resonantieverschijnsel   |
| 43 | Het onderscheid tussen aflopende en evenwichtsreacties beschrijven (C16).   | Aflopende reacties en evenwichtsreacties   |
| 44 | Het verschuiven van een chemisch evenwicht voorstellen bij een concentratie- of temperatuurverandering als de reactievergelijking en het endo/exo-energetisch karakter gegeven zijn (C17) | Evolutie van een chemisch evenwicht tengevolge van een verstoring (Het principe van Le Châtelier)        |

## VOORBEELDEN VAN CONTEXTEN EN DIDACTISCHE WENKEN

### ***Man en vrouw***

#### *32 Primaire geslachtskenmerken - Secundaire geslachtskenmerken*

Primaire en secundaire geslachtskenmerken.  
Bouw van geslachtsorganen.

### ***Van bevruchting tot baby: informatieoverdracht van generatie naar generatie***

#### *33 Hormonale regulatie*

Vorming van voortplantingscellen.  
Menstruatiecyclus en hormonale regeling. De klemtoon wordt gelegd op eicelvorming.

#### *34 Bevruchting – Zwangerschap - Geboorte*

Bevruchting vanuit genetisch standpunt bespreken.  
Embryonale en foetale ontwikkeling beknopt bespreken.  
Roken, alcohol, medicatie, drugs en stress kunnen worden vermeld als factoren die een zwangerschap beïnvloeden.

### 35 *Regeling voortplanting*

Voor en nadelen van verschillende methoden bespreken. Illustratiemateriaal kan worden ontleend bij het CLB of bij een arts. Ook het thema SOA kan hier aan bod komen.

### ***Van oerknal tot mens***

#### 36 *Argumenten voor evolutie*

Argumenten voor evolutie worden kort besproken.

Belangrijke stadia in de evolutie van organismen worden gesitueerd in de tijd. De geologische tijdschaal werd gezien in Aardrijkskunde.

#### 37 *Theorie van Darwin - Isolatie, mutatie, selectie*

Het is niet de bedoeling alle evolutietheorieën te bespreken. De huidige opvatting over de evolutietheorie gebaseerd op mutatie, isolatie, selectie en genetische drift wordt kort besproken.

#### 38 *Evolutie van de mens*

Enkele belangrijke stadia in de evolutie van de mens worden chronologisch, morfologisch, geografisch en cultureel gesitueerd. Het is niet de bedoeling alle fossiele vormens te behandelen.

### ***Van tamtam tot GSM: informatieoverdracht tussen tijdgenoten***

#### 39 *Periodieke beweging, harmonische trilling - Uitwijking, evenwichtsstand, amplitude, periode, frequentie*

Contexten die geïntegreerd kunnen worden zijn: electrocardiogram, slingerbeweging, trillende massa aan een veer, geluid en stemvork.

Voor het bespreken van dit leerstofonderdeel maakt men enkele afspraken: een elementaire beweging die zich steeds herhaalt, heet een periodieke beweging. Periodieke bewegingen rond een evenwichtsstand noemt men trillingen. Bij dit leerstofonderdeel wordt in sterke mate beroep gedaan op het voorstellingsvermogen van de leerlingen. Het concreet kunnen voorstellen van de basisbegrippen van een harmonische trilling is van groot belang. Daarom tonen we de beweging van een zandslinger en indien mogelijk registreren we met behulp van een computer de beweging van een massa aan een veer (bv. d.m.v. een waterpotentiometer) in functie van de tijd (een uitwijking-tijd diagram). Vanuit de registratie van die bewegingen poneren we de bewegingsvergelijking van een harmonische trilling  $y = A \cdot \sin(\omega \cdot t)$ . Eventueel kunnen we hier als ondersteuning gebruik maken van de projectie van een eenparig cirkelvormige beweging op een verticale as. Bij het uitvoeren van de demonstratieproeven brengen we het begrip terugroepkracht aan. We gebruiken de registratie eveneens voor het aanbrengen van de basisbegrippen zoals evenwichtsstand, cyclus, periode, frequentie en amplitude. Het is niet de bedoeling om hierover rekenvraagstukken te maken.

#### 40 *Lopende golven - Onderscheid transversaal en longitudinaal, mechanisch en elektromagnetisch*

Contexten die geïntegreerd kunnen worden zijn: geluidsterkte en gehoorschade, decibel en decibelmeter, geluidsoverlast en het verbeteren van de geluidskwaliteit: door absorptie (poreuze materialen, resonatoren, membraanwerking), door isolatie, door reflectie.

Trillingen maken golven. Een aangeslagen (trillende) stemvork brengt een geluidsgolf voort. Een golf is een trilling die zich voortplant. Breng hier het onderscheid aan tussen een mechanische en een EM- golf en tussen een transversale en longitudinale golf.

Geluid is een mechanische golf. De voortplanting kan door de lucht geschieden (longitudinale golf) maar ook door andere middelen (longitudinaal of transversaal). Met een stemvork kan men eventueel de relatie aantonen tussen de amplitude van de golf en de toonsterkte alsook tussen de frequentie en de toonhoogte.

Bij het bespreken van toonsterkte kan men het begrip geluidsniveau en haar eenheid decibel (dB) kort worden toegelicht. De geluidsintensiteit  $I$  ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) van een geluidsgolf is de hoeveelheid energie die wordt overgebracht per seconde en per oppervlakte-eenheid. De intensiteit van een geluidsgolf zegt ons niet veel. Interessant is echter de intensiteiten van verschillende geluiden met elkaar te vergelijken. Als kleinste intensiteit die door het menselijk oor nog kan worden waargenomen neemt men  $10^{-12} \text{W}/\text{m}^2$  ( $I_0$ ). We zouden dus de verhouding  $I/I_0$  kunnen nemen. De verhouding tussen  $I$  van een normale geluidsbron en van  $I_0$  is echter enorm groot dat we ons dat nog moeilijk kunnen voorstellen. Daarom (en om andere redenen) kent men aan een geluid een geluidsniveau  $N$  toe die door de volgende formule wordt bepaald:  $N = 10 \log I/I_0$  (eenheid decibel). Belangrijk is wel dat men het gebruik van het geluidsniveau (decibel) als maat voor de geluidsintensiteit met enkele voorbeelden illustreert.

#### 41 *Beginsel van Huygens*

Contexten die geïntegreerd kunnen worden zijn: Whispering gallery (Londen), weerkaatsing van geluid (echo + nagalm), geluidsschermen op autosnelweg (buiging), interferentie en kleurvorming (kleuren van vlinders, pauwveren, kevers, paarlemoer, regenboogkleuren bij een zeepbel of bij een dunne oliefilm op het natte asfalt).

Geluidsgolven, lichtgolven, EM-golven, ... bezitten een reeks gemeenschappelijke eigenschappen (terugkaatsing, breking, interferentie, ...). Om deze kenmerken te herkennen dient men te beschikken over de nodige apparatuur. De rimpeltank helpt ons de vorige eigenschappen te demonstreren.

#### 42 *Resonantieverschijnsel*

Contexten die geïntegreerd kunnen worden zijn: gebruik van telecommunicatie zoals de GSM, gebruik van geluidsgolven (ultrasonen) in de geneeskunde (echografie, niersteenverbrijzelaar) en in de techniek (ultrasonisch boren, lassen en reinigen).

Een mens kan op twee manieren informatie overbrengen: door materiële deeltjes over te brengen (brieven of afgesproken tekens) of door golven (geluidsgolven, elektromagnetische golven).

Informatie moet afstanden overbruggen. Het grote voordeel van golven is dat hierbij geen overbrenging van massa nodig is d.w.z. er is energieoverdracht zonder massaoverdracht. Een tweede voordeel is de snelheid waarmee dit kan gebeuren. Een EM-golf plant zich in het luchtledige voort met een snelheid die de 300 000 km/s benadert. De snelheid van golven blijkt afhankelijk te zijn van het milieu maar in een bepaald milieu is die snelheid constant. De wrijving heeft alleen invloed op de amplitude (verlies van trillingsenergie).

Door elk elastisch begrensd midden (snaren, membranen, luchtkolommen, ...) kan men golven sturen van gelijk welke frequentie. Voor bepaalde frequenties (eigenfrequenties van het midden) gaat het midden sterk meetrillen. Men zegt dat het elastische midden of het voorwerp dat er zich in bevindt en dat meetrilt in 'resonantie' is met de trillingsbron.

Resonantie kan worden gedemonstreerd door twee stemvorken met dezelfde eigenfrequentie. Andere voorbeelden waarbij resonantie een rol speelt kunnen worden besproken. Een voorbeeld van resonantie is het meetrillen van de Tacoma Narrows Bridge, 7 november 1940.

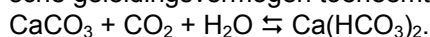
### ***Van mineraalwater tot grotvorming***

#### 43 *Aflopende reacties en evenwichtsreacties*

Contexten die geïntegreerd kunnen worden zijn: bruisend mineraalwater, grotvorming.

Neerslaan van  $\text{Ca}^{2+}$ - en  $\text{Mg}^{2+}$ -ionen in mineraalwater (niet bruisend) met bv.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -oplossing mogen we als een aflopende reactie beschouwen

In een gesloten fles spuitwater heerst een chemisch evenwicht. We brengen in een hoeveelheid spuitwater een spatelpunt  $\text{CaCO}_3$ -poeder en we volgen de elektrische geleiding. Uit de waarnemingen zien we dat het elektrische geleidingsvermogen toeneemt. Dit duidt op het 'oplossen' van  $\text{CaCO}_3$  in het  $\text{CO}_2$ -rijke water:



Dit proces kan nu worden vertaald naar grotvorming: CO<sub>2</sub>-rijk water (regenwater) op kalkhoudende bodem. Door bacteriële werking in de bodem (humus) wordt ook nog eens CO<sub>2</sub> gevormd. Grotvorming kunnen we dan verklaren als 'oplossen' van kalkhoudende bodem. Dit kan met een eenvoudige figuur worden weergegeven.

#### 44 Evolutie van een chemisch evenwicht tengevolge van een verstoring (Het principe van Le Châtelier)

Context die geïntegreerd kan worden is de vorming van druipstenen.

Het effect van het CO<sub>2</sub>-gehalte op de evenwichtsligging kan in gedestilleerd water worden getoond. We leiden gelijkmatig CO<sub>2</sub> door het gedestilleerd water met een spatelpunt kalk (CaCO<sub>3</sub> in poedervorm). We zien een toename van het elektrisch geleidingsvermogen (verschuiven van het evenwicht naar rechts door toename van de concentratie CO<sub>2</sub>). Na een tiental minuten stoppen we het toevoeren van CO<sub>2</sub> en voegen we (met een aquariumpompje) lucht toe. Het elektrisch geleidingsvermogen daalt (verschuiven van het evenwicht naar links). Het ontstaan van druipstenen kan nu met een eenvoudige figuur worden verklaard.



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

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

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

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

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

---

## 5 Evaluatie

Onderwijs is niet alleen kennisgericht. 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 naast vakdeskundige 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 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 maakt integraal deel uit van het leerproces en is dus geen doel op zich.**

Bij het evalueren van kennis, vaardigheden en attitudes voor het vak Natuurwetenschappen moet men voortdurend de belangrijkste doelstelling van dit leerplan indachtig zijn, nl. de wetenschappelijke geletterdheid van deze leerlingen bevorderen.

Bij de evaluatie kan ook rekening worden gehouden met volgende punten:

- **Transfereerbaarheid van leerstof.**  
Dit kan bijvoorbeeld worden getest door in een toets andere contexten te behandelen dan de geziene. Enkele voorbeelden:
  - \* moleculen met een polaire kop en een apolaire staart werden in de les behandeld in verband met celmembranen of bij de werking van emulgatoren. Tijdens de toets kan bijvoorbeeld een schema worden gegeven van een wasproces met aanduiding van vuildeeltjes en detergensmoleculen. Hierbij kan aan de leerlingen worden gevraagd om het wasproces te verklaren. Het is hierbij belangrijk dat de leerlingen correct, eenvoudige wetenschappelijke concepten leren hanteren zoals polair-apolair, oplosbaarheid, oplossen.
  - \* elektromagnetische inductie werd behandeld in een context die handelt over de generatorwerking. Tijdens de toets kan een figuur worden gegeven van een fietswiel met aanduiding van magneetje en spoeltje en met een weergave van het spanningsverloop tijdens het draaien van het wiel. Hierbij kan dan worden gevraagd op welk principe deze fietscomputer werkt.
  - \* er zijn zeer veel verschijnselen in het dagelijkse leven waar het traagheidsbeginsel van toepassing is.
  - \* toepassen van de wet van Mendel in andere dan geziene voorbeelden, ook over planten en dieren.
- **Interpretatie van teksten.**  
Tijdens een toets of een examen kan een klein stukje leestekst uit een krant of een tijdschrift worden gebruikt om de kennis van bepaalde concepten te toetsen. Ook slagzinnen uit reclameteksten of etiketten kunnen we hierbij gebruiken bv. wat is de betekenis van light in allerlei lightproducten, de betekenis van allerlei aanduidingen op elektrische apparaten.
- **Argumentatie in een debat of verhandeling.**  
Men kan vragen eerst de rationele, wetenschappelijke argumenten op te geven vooraleer men een standpunt inneemt in een debat over bijvoorbeeld:
  - \* gebruik van GGO's in voedingsmiddelen
  - \* gebruik van toepassingen uit de kernfysica
  - \* gebruik van conserveringsmiddelen
  - \* homeopathie in de geneeskunde.

Daar dit leerplan niet bedoeld is voor de 'wetenschapper van morgen', maar wel voor de 'burger van morgen', is het sterk af te raden dat er op een systematische manier vraagstukken aan bod komen tijdens toetsen en examens. Ook het van buiten leren van formules moet worden vermeden. Soms is een eenvoudig vraagstuk echter nuttig om de transfereerbaarheid van kennis te testen. Dit kan zowel een kwalitatief als een kwantitatief vraagstuk zijn. Elk vraagstuk wordt echter best binnen een bepaalde context behandeld. Zuiver theoretische vraagstukken zijn voor deze leerlingen weinig zinvol.

## 6 Minimale materiële vereisten

### 6.1 Basisinfrastructuur

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

### 6.2 Veiligheid en milieu

De huidige regelgeving in verband met veiligheidsaspecten en afvalbehandeling in het schoollaboratorium dient te worden opgevolgd. De uitrusting en de inrichting van het laboratorium dient te voldoen aan de technische voorschriften inzake arbeidsveiligheid van de Codes over welzijn op het werk, van het Algemeen Reglement voor Arbeidsbescherming (ARAB) en van het Algemeen Reglement op Elektrische Installaties (AREI).

- EHBO-set
- Indien men werkt met gevaarlijke producten: veiligheidsbrillen, beschermende handschoenen, laboschorten (al of niet persoonlijk bezit van de leerlingen)
- Brandbeveiliging: brandblusser, branddeken, emmer zand, eenvoudige nooddouche
- Wettelijke etikettering van chemicaliën, lijst met R- en S-zinnen

### 6.3 Basismateriaal

- Volumetrisch glaswerk: maatkolven, pipetten met pipetvullers, buretten, ...
- Basismateriaal voor chemieproeven
- Driepikkel en draadnet (asbestvrij), reageerbuisen en reageerbuisrekken, passende stoppen
- Constantaandraad of andere ohmse weerstanden
- Permanente magneten en elektromagneten, kompas
- Dynamometers + verschillende massa's
- Spiraalveren
- Basismateriaal voor proeven kinematica en dynamica
- Chronometers
- Oscilloscoop
- Stemvorken
- Basismateriaal voor microscopisch onderzoek

### 6.4 Verwarmingselementen

- Bunsenbranders en/of elektrische verwarmingstoestellen (verwarmplaat of verwarmingsmantel)

### 6.5 Toestellen

- Microscopen
- Multimeters en/of A-meters en/of V-meters
- pH-meter en/of pH-papiertjes
- thermometers (analoog of digitaal)
- balans
- opstelling voor elektrische geleidingsvermogenmetingen

- regelbare laagspanningsbronnen

## 6.6 Stoffen

- chemicaliën voor het uitvoeren van demonstratieproeven en leerlingenproeven
- voorziening voor correct afvalbeheer bv. afvalcontainer (5-10 liter) voor afvalwater (voornamelijk zware metalen) en voor organische solventen (zie COS-brochure)
- lijst met R- en S-zinnen, veiligheidspictogrammen en MSDS-sheets

## 6.7 Visualiseren

- molecuulmodellen – roostermodellen
- voldoende projectiemogelijkheid
- transparanten en/of posters van modelvoorstellingen zoals cel, bouw gelijkstroommotor, EM-spectrum, ...

## 6.8 ict-toepassingen

- computer met geschikte software (zie punt over computergebruik)

## 6.9 Tabellen

- periodiek systeem der elementen
- determineertabel organische stoffen
- wetenschappelijk tabellenboek



## 7 Eindtermen

### 7.1 Gemeenschappelijke eindtermen voor wetenschappen = W+nr

De gemeenschappelijke eindtermen voor wetenschappen gelden voor het geheel van de wetenschappen en worden op een voor de derde graad aangepast beheersingsniveau aangeboden.

#### 7.1.1 *Onderzoekend leren/leren onderzoeken*

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

- 1 relevante parameters of gegevens aangeven, hierover informatie opzoeken en deze oordeelkundig aanwenden.
- 2 een eigen hypothese (bewering, verwachting) formuleren en aangeven hoe deze kan worden onderzocht.
- 3 voorwaarden en omstandigheden die een hypothese (bewering, verwachting) weerleggen of ondersteunen, herkennen of aangeven.
- 4 ideeën en informatie verzamelen om een hypothese (bewering, verwachting) te testen en te illustreren.
- 5 omstandigheden die een waargenomen effect kunnen beïnvloeden, inschatten.
- 6 aangeven welke factoren een rol kunnen spelen en hoe ze kunnen worden onderzocht.
- 7 resultaten van experimenten en waarnemingen afwegen tegenover de verwachte, rekening houdend met de omstandigheden die de resultaten kunnen beïnvloeden.
- 8 resultaten van experimenten en waarnemingen verantwoord en bij wijze van hypothese, veralgemenen.
- 9 experimenten of waarnemingen in klassituaties met situaties uit de leefwereld verbinden.
- 10 doelgericht, vanuit een hypothese of verwachting, waarnemen.
- 11 waarnemings- en andere gegevens mondeling en schriftelijk verwoorden en weergeven in tabellen, grafieken, schema's of formules.
- 12 alleen of in groep, een opdracht uitvoeren en er een verslag over uitbrengen.

#### 7.1.2 *Wetenschap en samenleving*

De leerlingen kunnen met betrekking tot de vakinhoudelijke eindtermen

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

### **7.1.3 Attitudes**

De leerlingen

- 22 \*zijn gemotiveerd om een eigen mening te verwoorden.
- 23 \*houden rekening met de mening van anderen.
- 24 \*zijn bereid om resultaten van zelfstandige opdrachten objectief voor te stellen.
- 25 \*zijn bereid om samen te werken.
- 26 \*onderscheiden feiten van meningen of vermoedens.
- 27 \*beoordelen eigen werk en werk van anderen kritisch en objectief.
- 28 \*trekken conclusies die ze kunnen verantwoorden.
- 29 \*hebben aandacht voor het correcte en nauwkeurig gebruik van wetenschappelijke terminologie, symbolen, eenheden en data.
- 30 \*zijn ingesteld op het veilig en milieubewust uitvoeren van een experiment.
- 31 \*houden zich aan de instructies en voorschriften bij het uitvoeren van opdrachten.

## **7.2 Vakgebonden eindtermen biologie derde graad = B+nummer**

### **7.2.1 Algemene eindtermen**

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

De leerlingen kunnen

- B1 kenmerken van een gezonde levenswijze verklaren.
- B2 illustreren dat biologisch verantwoord handelen noodzakelijk is voor het individu.
- B3 een kritisch oordeel formuleren over de wisselwerking tussen biologische en maatschappelijke ontwikkelingen.
- B4 macroscopische en microscopische observaties verrichten in het kader van experimenteel biologisch onderzoek.
- B5 biologische verbanden in schema's of andere ordeningsmiddelen weergeven.
- B6 informatie op gedrukte en elektronische dragers opzoeken, raadplegen en zelfstandig verwerken.
- B7 studie- en beroepsmogelijkheden opnoemen waarvoor biologische kennis noodzakelijk is.
- B8 \*De leerlingen hebben aandacht voor de eigen gezondheid en die van anderen.

### **7.2.2 Vakinhoudelijke eindtermen**

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

#### **7.2.2.1 De cel**

De leerlingen kunnen

- B9 celorganellen, zowel op lichtmicroscopisch als op elektronenmicroscopisch niveau, benoemen en functies ervan aangeven.
- B10 met behulp van eenvoudige voorstellingen de bouw van sachariden, lipiden, eiwitten, nucleïnezuren, mineralen en water verduidelijken, en hun belang voor de celstructuur en het celmetabolisme aan de hand van een voorbeeld toelichten.
- B11 verschilpunten tussen mitose en meiose opsommen en het belang van beide soorten delingen aantonen.
- B12 in een celcyclus de DNA-replicatie situeren en het verloop ervan uitleggen.
- B13 de eiwitsynthese beschrijven.

### 7.2.2.2 Voortplanting

De leerlingen kunnen

B14 primaire en secundaire geslachtskenmerken bij man en vrouw beschrijven en hun biologische betekenis toelichten.

B15 de rol van geslachtshormonen bij de menstruatiecyclus en bij de gametogenese toelichten.

B16 methoden van regeling van de vruchtbaarheid beschrijven en hun betrouwbaarheid bespreken

B17 het verloop van de bevruchting, de ontwikkeling van de vrucht en de geboorte beschrijven en de invloed van externe factoren op de ontwikkeling bespreken.

### 7.2.2.3 Genetica

De leerlingen kunnen

B18 de wetten van Mendel toepassen op voorbeelden, ook bij de mens.

B19 overkruising, geslachtsgebonden genen, gekoppelde genen en genenkaarten aan de hand van voorbeelden toelichten.

B20 implicaties van verschillende types mutaties toelichten aan de hand van voorbeelden bij de mens.

B21 aan de hand van een voorbeeld uitleggen dat de mens door ingrijpen op niveau van het DNA genetische eigenschappen kan wijzigen.

### 7.2.2.4 Evolutie

De leerlingen kunnen

B22 aanwijzingen voor biologische evolutie formuleren.

B23 uitleggen hoe, volgens hedendaagse opvattingen over evolutie, nieuwe soorten ontstaan.

B24 de biologische evolutie van de mens toelichten.

## 7.3 Vakgebonden eindtermen chemie derde graad = C+nummer

### 7.3.1 Algemene eindtermen

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

De leerlingen kunnen

C1 een determineertabel gebruiken met minstens volgende stofklassen

Stofklassen	
Algemene Formule	Naam
R-H	Alkanen
R-CH=CH-R'	Alkenen
R-C≡C-R'	Alkynen
R-OH	Alcoholen (Alkanolen)
R-X	Halogeniden (Halogeenalkanen)
R-NH <sub>2</sub>	Aminen (Alkaanaminen)
R-CHO	Aldehyden (Alkanalen)
R-CO-R'	Ketonen (Alkanonen)
R-COOH	Carbonsuren (Alkaanzuren)
R-COO-R'	Esters (Alkylalkanoaten)
R-CO-NH <sub>2</sub>	Amiden (Alkaanamiden)
R-O-R'	Ethers (Alkoxyalkanen)

- C2 veilig en verantwoord omgaan met stoffen en chemisch afval, gevarensymbolen interpreteren en R- en S-zinnen opzoeken.
- C3 met eenvoudig materiaal een neutralisatiereactie en een redoxreactie uitvoeren.
- C4 de aanwezigheid van een stof vaststellen met behulp van een gegeven identificatiemethode.
- C5 chemische informatie in gedrukte bronnen en langs elektronische weg systematisch opzoeken, en met behulp van ict weergeven in grafieken, diagrammen of tabellen.
- C6 het belang van chemische kennis in verschillende opleidingen en beroepen illustreren.

### **7.3.2 Vakinhoudelijke eindtermen**

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

#### **7.3.2.1 Structuur en eigenschappen van de materie**

De leerlingen kunnen

- C7 koolstofverbindingen aan de hand van een gegeven structuurformule of naam toewijzen aan een stofklasse met behulp van een determineertabel.
- C8 gegeven eigenschappen van monofunctionele koolstofverbindingen in verband brengen met karakteristieke groep en koolstofskelet.
- C9 het begrip isomerie uitleggen aan de hand van representatieve voorbeelden van structuur- en stereo-isomerie.
- C10 het oplosproces in verband brengen met het polaire of apolaire karakter van de opgeloste stof en het oplosmiddel.

#### **7.3.2.2 Chemische interactie tussen deeltjes**

De leerlingen kunnen

- C11 in een gegeven zuur-base-evenwicht de betrokken deeltjes, op basis van de protonenoverdracht, identificeren als zuur of als base.
- C12 in een gegeven redoxevenwicht de betrokken deeltjes, op basis van de elektronenoverdracht, identificeren als oxidator of als reductor.
- C13 een reactie uit de koolstofchemie, die volgens een eenvoudig model is voorgesteld, toewijzen aan één van de volgende reactietypes: substitutie, additie, eliminatie, condensatie, vorming van macromolecule, skeletafbraak.
- C14 voor een aflopende reactie, waarvan de reactievergelijking gegeven is, en op basis van gegeven stofhoeveelheden of massa's, de stofhoeveelheden en massa's bij de eindsituatie berekenen.

#### **7.3.2.3 Dynamiek van chemische processen**

De leerlingen kunnen

- C15 de invloed van snelheidsbepalende factoren van een reactie verklaren in termen van botsingen tussen deeltjes en van activeringsenergie.
- C16 het onderscheid tussen een evenwichtsreactie en een aflopende reactie beschrijven.
- C17 de evolutie van een reactie in evenwicht voorspellen na een verstoring van het evenwicht door verandering van temperatuur of van concentratie.

### 7.3.2.4 Chemische analyse

De leerlingen kunnen

C18 van volgende stoffen of mengsels een typische toepassing of eigenschap aangeven:

- methaan, wasbenzine, white spirit, paraffine
- methanol, ethanol, glycerol, glycol
- azijnzuur
- natriumhypochloriet, waterstofperoxide
- een buffermengsel

C19 een gemeten of gegeven pH van een oplossing in verband brengen met de concentratie aan oxonium- en aan hydroxide-ionen.

C20 de verschillende stappen van een chemische analyse (nemen van een representatief staal, voorbereiden en uitvoeren van de analyse, interpreteren van de resultaten) beschrijven en met een voorbeeld illustreren.

## 7.4 Vakgebonden eindtermen fysica derde graad = F+nummer

### 7.4.1 Algemene eindtermen

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

De leerlingen kunnen

F1 grootheden uit onderstaande tabel

- Benoemen
- De eenheid ervan aangeven
- Definiëren in woorden en met behulp van de formule de eenheid aangeven
- Het verband leggen tussen de eenheid en de basiseenheden uit het SI-eenhedenstelsel
- De formule toepassen

Grootheid	Symbol	Eenheid	Formule
Versnelling bij E.V.R.B.	$A$	m/s <sup>2</sup>	$a = \Delta v / \Delta t$
Snelheid bij E.C.B.	$V$	m/s	$v = 2\pi r / T$
Periode	$T$	s	
Frequentie	$F$	Hz	$f = 1 / T$
Hoeksnelheid bij E.C.B.	$\omega$	rad/s	$\omega = 2\pi / T$
Centripetaalversnelling	$A$	m/s <sup>2</sup>	$a = v^2 / r$
Neutronental	$N$		
Atoomnummer	$Z$		
Massagetal	$A$		$A = Z + N$
Lading	$Q$	C	
Halveringstijd	$T_{1/2}$	s	
Stralingsactiviteit	$A$	Bq	
Magnetische inductie	$B$	T	
Geluidsniveau	$L$	dB	
Uitwijking van H.T.			$y(t) = A \sin \omega t$ $s(t) = r \sin \omega t$
Golflengte	$\lambda$	m	$\lambda = vT$
Golfsnelheid	$V$	m/s	$v = \lambda f$
Elektrische spanning	$U$	V	$U = W / Q$
Elektrische stroomsterkte	$I$	A	$I = \Delta Q / \Delta t$
Ohmse weerstand	$R$	$\Omega$	$R = U / I$
Vermogen bij ohmse weerstand	$P$	W	$P = U I$

- F2 het belang van behoudswetten illustreren (energie en lading).
- F3 met voorbeelden uitleggen dat opeenvolgende energieomzettingen, met de daarmee gepaard gaande degradatie van energie, de evolutie van het fysische systeem bepaalt
- F4 in concrete toepassingen de grootteorde van fysische grootheden aangeven.
- F5 aangeven met welk meetinstrument volgende fysische grootheden gemeten kunnen worden: geluidsniveau, magnetische inductie, stralingsactiviteit en de meetinstrumenten voor spanning en stroomsterkte hanteren.
- F6 fysische informatie in gedrukte bronnen en langs elektronische weg systematisch opzoeken en weer-geven in grafieken, diagrammen of tabellen, desgevallend met behulp van ict.
- F7 het belang van fysische kennis in verschillende opleidingen en beroepen illustreren.

## **7.4.2 Vakinhoudelijke eindtermen**

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

### **7.4.2.1 Beweging en kracht**

De leerlingen kunnen

- F8 de beweging van een voorwerp beschrijven in termen van positie, snelheid en versnelling (eenparig versnelde en eenparig cirkelvormige beweging).
- F9 de invloed van de resulterende kracht en van de massa op de verandering van de bewegingstoestand van een voorwerp kwalitatief en kwantitatief beschrijven.
- F10 de wet van behoud van energie toepassen.

### **7.4.2.2 Materie en straling**

De leerlingen kunnen

- F11 de effecten van de interactie tussen elektromagnetische straling en materie beschrijven aan de hand van verschijnselen zoals het foto-lektrisch effect en elektromagnetische spectra.
- F12 de oorsprong en enkele toepassingen van natuurlijke en kunstmatig opgewekte ioniserende straling beschrijven.
- F13  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  straling van elkaar onderscheiden op basis van hun eigenschappen (aard, lading, energie); het vervalproces waarbij ze uit een radionuclide worden gevormd beschrijven en dit proces karakteriseren met behulp van de halveringstijd.

### **7.4.2.3 Trillingen en golven**

De leerlingen kunnen

- F14 de oorzaak en eigenschappen van een harmonische trilling omschrijven en in concrete voorbeelden illustreren.
- F15 met behulp van het golfmodel interferentie, terugkaatsing en breking van licht of geluid beschrijven.
- F16 de energieoverdracht door mechanische en elektromagnetische golven aan de hand van verschillende verschijnselen, waaronder resonantie, illustreren.

#### 7.4.2.4 Elektriciteit en magnetisme

De leerlingen kunnen

- F17 het verband leggen tussen elektrische spanning, verandering van elektrische potentiële energie en elektrische lading.
- F18 voor een geleider in een gelijkstroomkring het verband tussen spanning, stroomsterkte en weerstand toepassen.
- F19 de energieomzettingen in elektrische schakelingen met voorbeelden illustreren en het vermogen berekenen.
- F20 met voorbeelden illustreren dat ladingen in beweging aanleiding geven tot magnetische krachten.
- F21 met behulp van de magnetische kracht de werking van een motor beschrijven.
- F22 met behulp van elektromagnetische inductie de werking van de generator beschrijven.

## 8 Bibliografie

### Leerboeken, naslagwerken en brochures

- 1 Leerboeken biologie, chemie, fysica van diverse uitgeverijen
- 2 Brochure: Chemicaliën op school, versie januari 2003 - <http://ond.vvksso-ict.com/vvksomain/>
- 3 Over sneeuwballen en glaasjes melk. Auteurs: Arthur van Zuylen, Joost Melten e.a.  
Uitgeverij: ten Hagen Stam  
ISBN 90 44001159
- 4 Zo werkt dat.  
Uitgeverij Het Spectrum B.V.  
ISBN 90 274 7907 0
- 5 Salters advanced chemistry  
Auteurs: George Burton, John Holman, Gwen Pilling, David Waddington  
Uitgeverij Heinemann  
ISBN 0435 63106 3
- 6 Pasteur  
Havo informatieboek en werkboek  
Uitgeverij: Thieme Meulenhoff
- 7 Newton  
Havo informatieboek en werkboek  
Uitgeverij: Thieme Meulenhoff
- 8 Curie  
Havo informatieboek en werkboek  
Uitgeverij: Thieme Meulenhoff
- 9 Evolutie Triomf van een idee  
Carl Zimmer  
Uitgeverij het Spectrum  
Postbus 2073  
3500 BG Utrecht  
ISBN 90 274 7583 0
- 10 Beweging: docententoelichting en leerlingentekst  
SLO  
Auteur: P.Mijzen  
ISBN 90 329 1713 7
- 11 Een kijk op biotechnologie  
Diverse brochures uitgegeven en gratis verkrijgbaar bij VIB  
De brochure zijn te bestellen of te downloaden in pdf-formaat op volgend adres: [www.vib.be](http://www.vib.be)
- 12 Genen en gezondheid  
Wetenschappelijke bibliotheek van Natuur & Techniek  
Auteur: Peter Raeymaekers  
ISBN 90 73035 69 4
- 13 Op het spoor van de materie. Ontwikkelingen in de natuurwetenschap. Neil Ardley en Robert Matthews.  
Uitgeverij Elsevier – ISBN 90-10-05385-7



- 14 Physics  
Ohanian H.C.  
W.W. Norton & Company, New York
- 15 Airbag 2000  
Lefebvre M.H.  
VeLeWe 42 (1989) 9-15  
<http://www.fys.kuleuven.be/velewe>
- 16 Een practicum waarin het verband tussen de remafstand en de beginafstand wordt bepaald  
Beddegenoodts M., Heines M., Hellemans J.  
VeLeWe 42 (1998)16-21  
<http://www.fys.kuleuven.be/velewe>

### Video's

- 1 De taal van het gaspedaal (video + brochure)  
Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid vzw  
Haachtsesteenweg 1405  
1130 Brussel  
tel.02 244 15 11 fax 02 216 43 42  
<http://www.bivv.be>
- 2 Bio-Bits, Chem-Bits, en Science Bank Biologie, Science Bank Scheikunde, Science Bank Natuurkunde, Mijlpalen in de Natuurwetenschappen, Technobits. Video-opnamen uitgezonden door Stichting SchoolTV Teleac/NOT, Hilversum, (teleacnot@omroep.nl) - [www.telacnot.nl](http://www.telacnot.nl)). Te koop bij Uitgeverij EPO, Lange Pastoorstraat 2527, 2600 Berchem Tel. 03 218 52 21, Fax 03 218 46 04 (Uitgeverij @epo.be)
- 3 Actief met Chemie. Lespakket met videoband voor het Nederlandse scheikunde onderwijs, Stichting C3, Nieuwe Achtergracht 129, 1018 WS Amsterdam

### Aanbevolen tijdschriften en periodieken

- 1 MENS: Milieueducatie, Natuur en Samenleving. Milieugericht tijdschrift. C. De Buysscher, Te Boelaerelei 21, 2140 Antwerpen: [www.2mens.com](http://www.2mens.com)
- 2 Jij en chemie. Publicaties van de Federatie van de Chemische Nijverheid van België  
De publicaties zijn gratis te downloaden op: <http://www.fedichem.be>
- 3 Bio-aktueel. Tijdschrift voor biologieonderwijs met tijdschriftartikels als contexten Katholieke Universiteit Nijmegen, Uitgeverij Ten Brink, Postbus 41, 7940 AA Meppel - Nederland
- 4 Exaktueel. Tijdschrift voor natuurkundeonderwijs met tijdschriftartikels als contexten Katholieke Universiteit Nijmegen, Uitgeverij Ten Brink, Postbus 41, 7940 AA Meppel - Nederland
- 5 Chemie Aktueel. Tijdschrift voor scheikundeonderwijs met tijdschriftartikels als contexten Katholieke Universiteit Nijmegen, Uitgeverij Ten Brink, Postbus 41, 7940 AA Meppel – Nederland
- 6 Natuurwetenschap & techniek  
[www.natutech.nl](http://www.natutech.nl)
- 7 EOS  
Brugstraat 51, 2300 Turnhout [www.eos.be](http://www.eos.be)
- 8 Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie. Friedrich-verlag, Postfach 10 01 50, 30917 Seelze, Duitsland

- 9 Naturwissenschaften im Unterricht. Physik. Friedrich-verlag, Postfach 10 01 50, 30917 Seelze, Duitsland o.a. Elemente der Verkehrs-Physik 43 (1995)12-20

## CD's

- 1 Biotrom  
VIB  
Gratis te verkrijgen op: [www.vib.be](http://www.vib.be)
- 2 Interactieve Natuurkunde  
R2 Courseware – J. Rasenberg  
[j.f.c.rasenberg@feo.hro.nl](mailto:j.f.c.rasenberg@feo.hro.nl)  
Maria Louisastraat 2  
3136 BJ Vlaardingen, NI
- 3 Multimedia Motion (CD-Rom Cambridge Science Media)  
354 Mill Road Cambridge CB1 3 NN,UK
- 4 Het beheer van radioactief afval in de Europese Unie 1999 (in samenwerking met Europese Commissie Milieuzaken, Nucleaire Veiligheid en civiele bescherming, Isotopolis in Dessel) zie ook <http://www.rwm-eu.org>
- 5 Chemie en samenleving: van kleurstof tot kunstmest - uit de Digitale wetenschappelijke bibliotheek van Natuur en Techniek
- 6 Het digitale archief van Natuur en Techniek

## Websites

- 1 VVKSO (<http://ond.vsko.be>)
- 2 Ministerie van Onderwijs (<http://www.ond.vlaanderen.be>)
- 3 Allerlei documenten en info in verband met het onderwijs
- 4 Federatie van de Chemische Nijverheid (<http://www.fedichem.be>).  
Op deze website kan men een aantal interessante publicaties bestellen.

## Uitgaven van pedagogisch-didactische centra en navormingscentra

- 1 Actieplan Natuurwetenschappen, VVKSO, Brussel, maart 1993.
- 2 Didactische infrastructuur voor het onderwijs in de natuurwetenschappen, VVKSO, Brussel, mei 1993.
- 3 Didactisch materiaal voor het onderwijs in de Natuurwetenschappen, VVKSO, Brussel, maart 1996.
- 4 Natuurwetenschappen en ethiek. Dossiers voor de klaspraktijk. VVKSO, Brussel, 1997.
- 5 Syllabi Navorming VVKSO, Integratie van de computer in de klas.
- 6 Centrum voor didactische vernieuwing (CDV), Pius X-instituut, VIIde Olympiadelaan 25, Antwerpen.
- 7 Eekhoutcentrum, Didactisch Pedagogisch Centrum, Universitaire Campus, 8500 Kortrijk.
- 8 DINAC, Bonifantenstraat 1, 3500 Hasselt.
- 9 PEDIC, Coupure Rechts 314, 9000 Gent.
- 10 PDCL, Naamsesteenweg 355, 3001 Heverlee.

11 Vliebergh-Senciecentrum KULeuven, Zwarte Zusterstraat 2, 3000 Leuven.

12 CNO, Campus Drie Eiken, Universiteitsplein 1, 2610 Wilrijk.