



TOEGEPASTE CHEMIE

derde graad tso
Industriële wetenschappen

BRUSSEL
D/2017/13.758/023

September 2017
(vervangt leerplan D/2009/7841/035)



Inhoud

1	Inleiding en situering van het leerplan	4
1.1	Inleiding	4
1.2	Plaats in de lessentabel	4
2	Beginsituatie en instroom	5
3	Leerlijnen	6
3.1	Vormende leerlijn.....	7
3.2	Leerlijn van de eerste tot de derde graad	8
3.3	Leerlijn en mogelijke timing	14
4	Christelijke mensbeeld	15
5	Algemene pedagogische wenken.....	16
5.1	Leeswijzer bij de doelstellingen	16
5.2	Leerplan versus handboek	18
5.3	Taalgericht vakonderwijs	18
6	Algemene doelstellingen	21
6.1	Onderzoekend leren	22
6.2	Wetenschap en samenleving.....	25
6.3	Omgaan met stoffen	27
7	Leerplandoelstellingen.....	28
7.1	Structuur en eigenschappen van de materie	28
7.2	De chemische reactie.....	38
8	Minimale materiële vereisten	51
8.1	Algemeen.....	51
8.2	Infrastructuur	51
8.3	Uitrusting.....	51
8.4	Basismateriaal	52
8.5	Toestellen	52
8.6	Chemicaliën.....	52
8.7	Tabellen	53
8.8	Veiligheid en milieu.....	53

9	Evaluatie.....	54
9.1	Inleiding	54
9.2	Leerstrategieën.....	54
9.3	Proces- en productevaluatie.....	55
9.4	Groepswerk, groepstaken en leerlingenexperimenten	55





1 Inleiding en situering van het leerplan

1.1 Inleiding

Dit leerplan is van toepassing voor het vak Toegepaste chemie in de studierichting Industriële wetenschappen in de 3de graad tso.

1.2 Plaats in de lessentabel

Om een goed overzicht te krijgen van de plaats van dit leerplan binnen het geheel van de vorming, verwijzen we naar de lessentabel op de website van het [Katholiek Onderwijs Vlaanderen](#). Deze lessentabel is richtinggevend en kan verschillen van de lessentabel die op uw school gehanteerd wordt.

Het leerplan Toegepaste chemie 3de graad tso Industriële wetenschappen is een leerplan van 3 graaduren.

2 Beginsituatie en instroom

De algemene doelstellingen en de leerplandoelstellingen van het AV-vak Chemie van de tweede graad van de studierichting 'Industriële wetenschappen tso' gelden als beginsituatie.

Dit betekent dat de leerlingen voldoende kennis en inzicht verworven hebben voor wat betreft volgende leerinhouden:

- **het structuurmodel van de materie;**
- **atoombouw en periodiek systeem der elementen;**
- **de chemische binding en chemische verbindingen;**
- **de chemische reactie;**
- **chemische verbindingklassen;**
- **het gedrag van stoffen in water;**
- **kwantitatieve aspecten in de chemie.**

We mogen er van uitgaan dat de leerlingen interesse hebben voor natuurwetenschappen en dat zij op wetenschappelijk én wiskundig vlak de nodige competenties (kennis, vaardigheden, attitudes) beheersen om met succes de derde graad te volgen.

Zij hebben bovendien ervaring opgedaan in het onderzoekende aspect van wetenschappen. Dit komt onder andere tot uiting in de algemene doelstellingen 'Onderzoekend leren/leren onderzoeken' en in de 4 uur practica per leerjaar.

3 Leerlijnen

Een leerlijn beschrijft de constructieve en (chrono)logische opeenvolging van wat er geleerd dient te worden. Deze leerlijn situeert zich over volgende dimensies:

- **De vormende leerlijn**
Deze leerlijn geeft een overzicht van de wetenschappelijke vorming van het basisonderwijs tot en met de derde graad van het secundair onderwijs (zie 3.1).
- **De leerlijn van de eerste graad tot de derde graad**
Deze leerlijn beschrijft de samenhang van natuurwetenschappelijke begrippen en vaardigheden (zie 3.2).
- **De leerlijn Toegepast chemie binnen de derde graad tso**
Deze leerlijn beschrijft de samenhang van de thema's in het vak Natuurwetenschappen (zie 3.3).

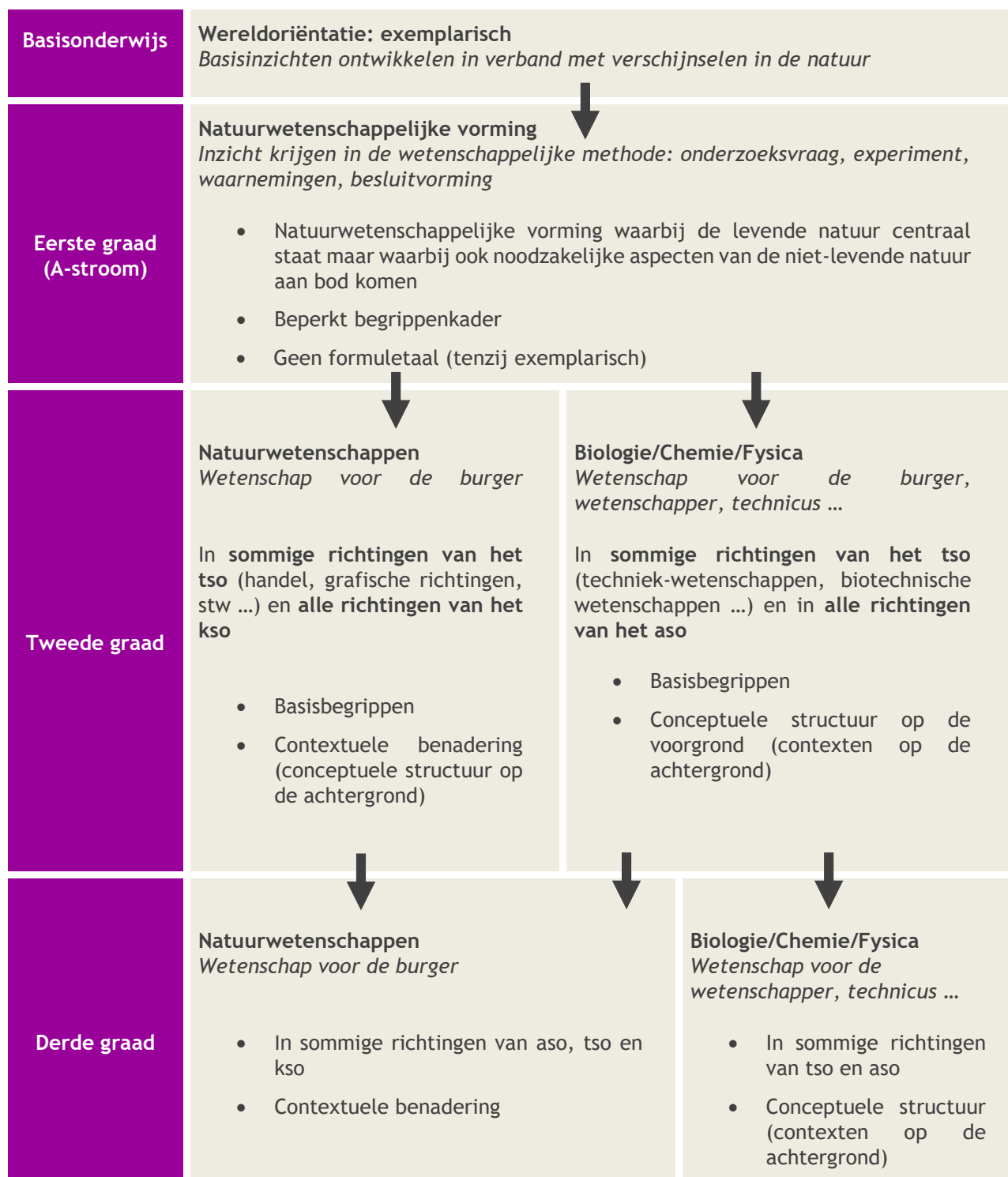
Leerplandoelstellingen vormen de bakens om deze leerlijnen te realiseren.

Eerste graad	Tweede graad	Derde graad

Leerlijnen van de eerste graad over de tweede graad naar de derde graad

Leerlijn binnen de derde graad

3.1 Vormende leerlijn



3.2 Leerlijn van de eerste tot de derde graad

De inhoud van chemie staan vet gedrukt. Gezien de specificiteit van de studierichting zijn in onderstaande tabel ook leerinhouden uit **mechanica** en **elektriciteit** opgenomen, in zoverre ze voor de leraar chemie of fysica relevant zijn.

Om de opbouw van de leerlijn van de eerste over de tweede naar de derde graad te waarborgen - ook wat betreft tot de invulling van de (demonstratie-) experimenten - is overleg tussen vakcollega's uit andere graden noodzakelijk.

	EERSTE GRAAD	TWEEDE GRAAD Chemie	DERDE GRAAD Chemie
MATERIE	<u>Deeltjesmodel</u> - Materie bestaat uit deeltjes met ruimte tussen - De deeltjes bewegen met een snelheid afhankelijk van de temperatuur	<u>Deeltjesmodel</u> - Moleculen - Atoombouw- atoommodellen (eerste 18 elementen) - Snelheid van deeltjes en temperatuur	<u>Deeltjesmodel</u> - Uitbreiding atoommodel en opbouw periodiek systeem - Isotopen - Fundamentele deeltjes
	<u>Stoffen</u> - Mengsels en zuivere stoffen - Mengsels scheiden: op basis van deeltjesgrootte - Massa en volume - Uitzetten en inkrimpen	<u>Stoffen</u> - Stofconstanten: smeltpunt, stolpunt, kookpunt, massadichtheid - Mengsels: scheidingstechnieken, concentratiebegrip - Chemische bindingen - Formules - Molaire massa en molbegrip - Enkelvoudige en samengestelde - Stofklassen - Thermische uitzetting	<u>Stoffen</u> - Ruimtelijke bouw - Lewisstructuren - Polaire-apolaire - Koolstofverbindingen
	<u>Faseovergangen</u> Kwalitatief		<u>Faseovergangen</u> - Kritisch punt, tripelpunt, toestandsdiagram - Energie bij fasen en faseovergangen: kwantitatief

SNELHEID, KRACHT EN DRUK

	<u>Stofomzettingen</u> • Structuurveranderingen verklaren met deeltjesmodel	<u>Stofomzettingen</u> • Chemische reacties - reactievergelijkingen	<u>Stofomzettingen</u> • Stoichiometrie • Reactiesnelheid • Chemisch evenwicht • Reactiesoorten: zuur-basereacties, redoxreacties
	<u>Snelheid</u> • Kracht en snelheidsverandering	<u>Snelheid</u> • Als vector	<u>Snelheid</u> • <i>Samenstellen en ontbinden van bewegingen</i> • <i>Bewegingsvormen van vaste lichamen: translatie, rotatie, ...: bewegingsvergelijking, arbeid, vermogen, energie, impuls en hoeveelheid van beweging</i> • Golfsnelheden
	<u>Krachtwerking</u> • Een kracht als oorzaak van vorm- en/of snelheidsverandering van een voorwerp	<u>Krachtwerking</u> • Kracht is een vectoriële grootheid • <i>Samenstellen en ontbinden van coplanaire krachten</i> • Evenwicht van krachten: lichaam in rust en ERB • <i>ERB¹, ECB², EVRB³ en EVCB⁴</i> • <i>Samenstellen van 2 ERB's</i> • <i>Beginnelen van Newton</i> • <i>Moment van een kracht en evenwicht</i> • <i>Statische en dynamische wrijving</i>	<u>Krachtwerking</u> • Harmonische trillingen (veersysteem en slinger) • <i>Statisch evenwicht: reactiekrachten en momenten</i>
	<u>Soorten krachten</u> • Magnetische • Elektrische	<u>Soorten krachten</u> • Contactkrachten en veldkrachten	<u>Soorten krachten</u> • Intra- en intermoleculaire krachten

¹ ERB: eenparig rechtlijnige beweging

² ECB: eenparig cirkelvormige beweging

³ EVRB: eenparig veranderlijke rechtlijnige beweging

⁴ EVCB: eenparig veranderlijke cirkelvormige beweging



ENERGIE

	Mechanische	- Zwaartekracht, gewicht - Veerkracht	Fundamentele interacties
		<u>Druk</u> - bij vaste stoffen - in vloeistoffen - in gassen (m.i. v. de gaswetten)	<u>Druk</u> Dynamica in fluïda
	<u>Energievormen</u> Energie in stoffen (voeding, brandstoffen, batterijen ...)	<u>Energievormen</u> - Warmte: onderscheid tussen warmtehoeveelheid en temperatuur <i>Basisbegrippen elektriciteit</i> <i>Elektrische arbeid en vermogen</i> <i>Schakelen van verbruikers</i> <i>Eigenschappen van bronnen</i> <i>Factoren die weerstand beïnvloeden</i> <i>Wet van Coulomb en condensatoren</i> <i>Enkelvoudige wisselstroomketens</i> <i>Magnetische krachtwerking en veldsterkte, elektromagnetische inductie, zelfinductie en wederzijdse inductie</i>	<u>Energievormen</u> <i>RLC-kringen</i> <i>Driefasennet</i> <i>Arbeidsfactor</i> <i>Motoren</i> <i>Kernfusie en kernsplijting</i>
	<u>Energieomzettingen</u> Fotosynthese	<u>Energieomzettingen</u> - Arbeid, energie, vermogen berekenen - Wet van behoud van energie - Exo- en endo-energetische chemische reacties <i>Potentiële en kinetische energie</i>	<u>Energieomzettingen</u> - Bij harmonische trillingen - Resonantie - Spontane en gedwongen chemische reacties <i>Milieuvriendelijke energie-productietechnieken en rationeel energieverbruik</i> - Eerste hoofdwet van de thermodynamica - Toestandsveranderingen bij ideale gassen

LEVEN			Tweede hoofdwet van de thermodynamica
	<u>Transport van energie</u> - Geleiding - Convectie - Straling		<u>Transport van energie</u> Trillingsenergie: lopende golven, geluid, eigenschappen
	<u>Licht en straling</u> Zichtbare en onzichtbare straling	<u>Licht en straling</u> Licht: rechte lijnige voortplanting, terugkaatsing, breking, lenzen, spiegels, optische toestellen	<u>Licht en straling</u> - Ontstaan van licht - Transport van elektromagnetische energie: EM spectrum - Golfverschijnselen bij licht - Soorten kernstraling + kenmerken + transmutatieregels + biologisch effect - Radioactieve vervalwet - Toepassingen van radionucliden
	<u>Biologische eenheid</u> - Cel op lichtmicroscopisch niveau herkennen - Organisme is samenhang tussen organisatieniveaus (cellen - weefsels - organen) - Bloemplanten: functionele bouw wortel, stengel, blad, bloem - Gewervelde dieren (zoogdier) - mens: (functionele) bouw (uitwendig-inwendig; organen-stelsels)		
	<u>Soorten</u> - Herkennen a.d.h.v. determineerkaarten - Verscheidenheid - Aanpassingen aan omgeving		





WETENSCHAPPELIJKE VAARDIGHEDEN	<u>Levend doorgeven</u> Voortplanting bij bloemplanten, bij de mens		<u>Leven doorgeven</u> - Erfelijkheid - Voortplanting bij de mens: verloop en hormonale regulatie
	<u>Interacties tussen organismen onderling en met de omgeving</u> - Gezondheid (n.a.v. stelsels) - Abiotische en biotische relaties: - voedselrelaties - invloed mens - Duurzaam leven		
	<u>Evolutie</u> - Verscheidenheid - Biodiversiteit vaststellen - Aanpassingen bij bloemplanten, gewervelde dieren (zoogdieren)		<u>Evolutie</u> Evolutie van de mens
	<u>Waarnemen van organismen en verschijnselen</u> Geleid	<u>Waarnemen van organismen en verschijnselen</u> Geleid en gericht	<u>Waarnemen van organismen en verschijnselen</u> - Gericht - Interpreteren
	<u>Metingen</u> - Massa, volume, temperatuur, abiotische factoren (licht, luchtvochtigheid ...) - Een meetinstrument correct aflezen en de meetresultaten correct noteren	<u>Metingen</u> - Meetnauwkeurigheid - Kracht, druk - SI eenheden	<u>Metingen</u> - Spanning, stroomsterkte, weerstand, pH, snelheid - Titrezen
	<u>Gegevens</u> - Onder begeleiding: - grafieken interpreteren	<u>Gegevens</u> - Begeleid zelfstandig - grafieken opstellen en interpreteren	<u>Gegevens</u> - Zelfstandig - grafieken opstellen en interpreteren

	○ Determineerkaarten hanteren	○ kwalitatieve en kwantitatieve benaderingen van wetmatigheden interpreteren ○ verbanden tussen factoren interpreteren: recht evenredig en omgekeerd evenredig	○ kwalitatieve en kwantitatieve benaderingen van wetmatigheden interpreteren ○ verbanden tussen factoren opsporen en interpreteren: kwadratisch verband
	<u>Instructies</u> • Gesloten • Begeleid	<u>Instructies</u> • Gesloten en open instructies • Begeleid zelfstandig	<u>Instructies</u> • Gesloten en open instructies • Zelfstandig
	<u>Microscopie</u> • Lichtmicroscopische beelden: waarnemen en interpreteren		
	<u>Onderzoekscompetentie</u> • Begeleid en klassikaal • Onderzoeksstappen onderscheiden: ○ onderzoeksvraag ○ hypothese formuleren ○ voorbereiden ○ experiment uitvoeren, data hanteren, resultaten weergeven, ○ besluit formuleren	<u>Onderzoekend leren</u> • Onder begeleiding en alleen of in kleine groepjes • Oefenen in de onderzoeksstappen voor een gegeven probleem ○ onderzoeksvraag stellen ○ hypothese formuleren ○ bruikbare informatie opzoeken ○ onderzoek uitvoeren volgens de aangereikte methode ○ besluit formuleren ○ reflecteren over uitvoering en resultaat ○ rapporteren	<u>Onderzoekend leren</u> • Begeleid zelfstandig en alleen of in kleine groepjes



3.3 Leerlijn en mogelijke timing

Het leerplan chemie is een **graadleerplan** voor **drie graaduren**.

Er worden **minimum 6 uur practica** uitgevoerd over de graad, gespreid over het geheel van de leerstof. Bij kleinere laboratoriumopdrachten, die minder dan één lesuur in beslag nemen, wordt minimum een equivalent van 6 uur voorzien over de graad. Mogelijke practica staan bij ieder hoofdstuk vermeld onder de leerplandoelstellingen

Thema's	Concepten	Lestijden
75 lestijden		
Structuur en eigenschappen van de materie		
Bouw van de stoffen	Atoommodellen	7u.
	Molecuulmodellen	7u.
	Intermoleculaire krachten	3u.
Verdere kennismaking met de stofklassen	Anorganische stofklassen	5u.
	Organische stofklassen	9u.
Chemische reacties		
Materieaspecten		7u.
Thermodynamica		1u.
Reactiesnelheid en factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden		4u.
Chemisch evenwicht en factoren die het chemisch evenwicht beïnvloeden		8u.
Reactiesoorten	Zuur-basereacties	9u.
	Redoxreacties	7u.
	Reactietypes in de koolstofchemie	8u.

4 Christelijke mensbeeld

Ons onderwijs streeft de vorming van de totale persoon na waarbij het christelijk mensbeeld centraal staat. Dit leerplan biedt kansen om waarden aan te reiken:

- respect voor de medemens;
- focus op talent;
- respectvol omgaan met eigen lichaam;
- solidariteit;
- verbondenheid;
- zorg voor milieu en leven;
- respectvol omgaan met eigen geloof, andersgelovigen en niet-gelovigen;
- vanuit eigen spiritualiteit omgaan met ethische problemen.

De houding, de competenties, interactievaardigheden en de persoonlijkheid van de leraar kunnen de betrokkenheid en het welbevinden van de leerling positief beïnvloeden.

De leraar creëert kansen voor de leerling om het geleerde een eigen betekenis en zin te geven in het leven. De houding, de competenties, de interactievaardigheden, de persoonlijkheid van de leraar en de manier waarop hij in het leven staat, kunnen de betrokkenheid en het welbevinden van de leerling positief beïnvloeden.

De vakkennis en competentie van de leraar staan garant voor een soort deskundigheid. De zorg, gedrevenheid en begeestering van de leraar (meesterschap van de leraar) inspireren de leerling in zijn groei. Dit meesterschap stimuleert de aandacht en de interesse van de leerling, daagt de leerling uit om te leren en plezier te hebben in het leren.

Bezielende leraren zijn altijd **bezielde** leraren.

5 Algemene pedagogische wenken

5.1 Leeswijzer bij de doelstellingen

5.1.1 Algemene doelstellingen (AD)

De algemene doelstellingen (AD) slaan op de **brede, natuurwetenschappelijke vorming**. Algemene doelstellingen worden gerealiseerd binnen leerinhouden die door leerplandoelstellingen worden bepaald.

Nummer algemene
doelstelling

Verwoording
doelstelling

Verwijzing naar eindterm

AD6

MAATSCHAPPIJ

De **wisselwerking** tussen chemie en maatschappij op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak **illustre**ren.

Wenken

In de tweede graad kwamen al ecologische, ethische en technische aspecten aan bod. In de derde graad komen er socio-economische en filosofische aspecten bij.

De wisselwerking kan geïllustreerd worden door de wederzijdse beïnvloeding (zowel negatieve als positieve) van wetenschappelijk-technologische ontwikkelingen en de maatschappij.

...

Wenken

5.1.2 Doelstellingen

Het verwachte beheersingsniveau heet **basis**. Dit is **het te realiseren niveau voor alle leerlingen van deze studierichtingen**. De basisdoelstellingen zijn bepalend voor de evaluatie. De basisdoelstellingen worden in dit leerplan genummerd als B1, B2...

Bij sommige basisdoelstellingen kan de leerkracht uitbreidend gaan werken. Deze uitbreidende doelstellingen worden in dit leerplan genummerd als V11, V23... Het cijfer, volgend op de "V", geeft aan bij welke basisdoelstelling de uitbreidende doelstelling hoort. Een uitbreidende doelstelling beoogt een extra leerinhoud bij de basisdoelstelling. Uitbreidende doelstellingen vormen een aanvulling bij de evaluatie en hebben als doel de leerling extra advies te kunnen geven.

In elke doelstelling is de leerstrategie en het beheersingsniveau (werkwoord) "**vetjes**" aangeduid. De operationele formulering maakt een verbinding tussen het leerproduct (het inhoudelijk) en het leerproces (de leerstrategie). Centraal in dat leerproces staat het ontwikkelen van leerstrategieën, van algemene en specifieke attitudes en de groei naar **actief leren**.

Voorbeelden van strategieën die in de leerplandoelstellingen van dit leerplan voorkomen zijn:

- **Aan de hand van afbeeldingen en schema's... herkennen en benoemen**
- ...functie **toelichten**
- ...duiden ...
- ...verduidelijken door het verband te leggen
- ...beschrijven...

Het is belangrijk dat tijdens evaluatiemomenten ook deze strategieën getoetst worden.

B16	Fysische eigenschappen van anorganische stoffen formuleren.
V16	Fysische eigenschappen van anorganische stoffen verklaren.

Wenken

Er geschiedt geen systematische benadering met de opsomming van fysische eigenschappen van anorganische stoffen.

Fysische eigenschappen van anorganische stoffen als oplosbaarheid, smelt- en kookpunt kunnen via een tabel met gegevens geïnterpreteerd worden. Dit is het gepaste moment om de aangebrachte theorie van intermoleculaire krachten toe te passen.

5.1.3 *Wenken*

Wenken

Wenken zijn niet-bindende adviezen om de lessen doelgericht, boeiend en efficiënt uit te bouwen.

Link met het leerplan van de eerste graad en Link met het leerplan van de tweede graad

Bij deze wenken wordt duidelijk gemaakt wat de leerlingen geleerd hebben in de eerste graad en tweede graad. Het is belangrijk om deze voorkennis mee te nemen bij het uitwerken van concrete lessen.

Mogelijke practica

Onder elke groep van leerplandoelstellingen staan mogelijke practicumopdrachten vermeld. Uit de voorgestelde opdrachten kan een keuze worden gemaakt, mits een min of meer evenwichtige spreiding over de verschillende leerstofitems. Andere practica die aansluiten bij de leerplandoelstellingen zijn ook toegelaten.



5.2 Leerplan versus handboek

Het leerplan bepaalt welke doelstellingen moeten gerealiseerd worden en welk beheersingsniveau moet bereikt worden. Sommige doelstellingen bepalen welke strategieën er moeten gehanteerd worden zoals:

- ... begrip definiëren en interpreteren ...
- ... verband leggen tussen ... en ...
- ... verklaren en toepassen ...
- ... formule en naam vormen ...
- ... herkennen en toepassen ...
- ... omschrijven en illustreren ...
- ... kwalitatief verklaren en voorspellen ...
- ... kwantitatief verklaren ...
- ... vaststellen en in verband brengen met ...
- ... bespreken en verklaren ...

Bij het uitwerken van lessen en het gebruik van een handboek moet het leerplan steeds het uitgangspunt zijn. Een handboek gaat soms verder dan de basisdoelstellingen.

5.3 Taalgericht vakonderwijs

Taal en leren zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Die verwevenheid vormt de basis van het taalgericht vakonderwijs. Het gaat over een didactiek die, binnen het ruimere kader van een schooltaalbeleid, de taalontwikkeling van de leerlingen wil bevorderen, ook in het vak natuurwetenschappen. In dit punt willen we een aantal didactische tips geven om de lessen natuurwetenschappen meer taalgericht te maken. Drie didactische principes: context, interactie en taalsteun wijzen een weg, maar zijn geen doel op zich.

5.3.1 Context

Onder context verstaan we het verband waarin de nieuwe leerinhoud geplaatst wordt. Welke aanknopingspunten reiken we onze leerlingen aan? Welke verbanden laten we henzelf leggen met eerdere ervaringen? Wat is hun voorkennis? Bij contextrijke lessen worden verbindingen gelegd tussen de leerinhoud, de leefwereld van de leerling, de actualiteit en eventueel andere vakken.

Leerlingen van de 3de graad hebben in het basisonderwijs, de eerste en de tweede graad van het secundair onderwijs heel wat kennis verworven. Daarom wordt bij de leerplandoelstellingen, daar waar zinvol, de link met de eerste en/of de tweede graad aangegeven.

Door gericht voorbeelden te geven en te vragen, door kernbegrippen op te schrijven en te verwoorden, door te vragen naar werk- en denkwijzen... stimuleren we de taalontwikkeling en de kennisopbouw.

5.3.2 *Interactie*

Leren is een interactief proces: kennis groeit doordat je er met anderen over praat. Leerlingen worden aangezet tot gerichte interactie over de leerinhoud, in groepjes (bv. bij experimenteel werk) of klassikaal. Opdrachten worden zo gesteld dat leerlingen worden uitgedaagd om in interactie te treden. Enkele concrete voorbeelden:

- Leerlingen wisselen van gedachten tijdens het uitvoeren van (experimentele) waarnemingsopdrachten.
- Klassikale besprekingen waarbij de leerling wordt uitgedaagd om de eigen mening te verwoorden en om rekening te houden met de mening van anderen.
- Leerlingen verwoorden een eigen gemotiveerde hypothese bij een bepaalde (onderzoeks)vraag.
- Leerlingen formuleren een eigen besluit en toetsen die af aan de bevindingen van anderen bij een bepaalde waarnemingsopdracht.

5.3.3 *Taalsteun*

Leerkrachten geven in een klassituatie vaak opdrachten. Voor deze opdrachten gebruiken ze een specifieke woordenschat die we 'instructietaal' noemen. Hierbij gaat het vooral over werkwoorden die een bepaalde actie uitdrukken (vergelijk, definieer, noteer, raadpleeg, situeer, vat samen, verklaar...). De betekenis van deze woorden is noodzakelijk om de betekenis van de opdracht te begrijpen.

Leerlingen die niet voldoende woordkennis hebben in verband met instructietaal, zullen problemen hebben met het begrijpen van de opdrachten die gegeven worden door de leerkracht, niet alleen bij mondelinge maar ook bij schriftelijke opdrachten zoals toetsen en huistaken.

Opdrachten moeten voor leerlingen talig toegankelijk zijn. Bij het organiseren van taalsteun worden lessen, bronnen, opdrachten, examens... begrijpelijker gemaakt voor de leerlingen.

Het onderscheid tussen dagelijkse en wetenschappelijke context moet een voortdurend aandachtspunt zijn in het wetenschapsonderwijs. Als we in de dagelijkse context bijvoorbeeld spreken van 'gewicht' dan bedoelen we in een wetenschappelijke context eigenlijk 'massa'.



5.3.4 *ICT*

ICT is algemeen doorgedrongen in de maatschappij en het dagelijks leven van de leerling. Sommige toepassingen kunnen, daar waar zinvol, geïntegreerd worden in de lessen natuurwetenschappen.

- als leermiddel in de lessen: visualisaties, informatieverwerving (opzoeken van informatie in elektronische gegevensbanken, mindmapping...;
- bij experimentele opdrachten of waarnemingsopdrachten: chronometer, fototoestel, apps, sensoren(vb. grafisch aantonen van de invloed van een bepaalde parameter...;
- voor tools die de leerling helpen bij het studeren: leerplatform (inoefenen van concepten en vaardigheden met behulp van digitaal lesmateriaal al of niet geïntegreerd met een elektronische leeromgeving) apps...;
- bij opdrachten zowel buiten als binnen de les: toepassingssoftware, leerplatform... actief en ontdekkend leren aan de hand van bijvoorbeeld vraag gestuurde presentaties;
- bij communicatie;
- ...

6 Algemene doelstellingen

We vertrekken in dit leerplan vanuit algemene doelstellingen. Het realiseren van deze algemene doelstellingen gebeurt binnen contexten die worden bepaald door de leerplandoelstellingen.

Concreet betekent dit dat je dit leerplan realiseert door enerzijds de leerplandoelstellingen invulling te geven vanuit de leef- en/of interessewereld van de leerling en anderzijds door de algemene doelstelling m.b.t. 'Onderzoekend leren' hierin te integreren.

Natuurwetenschappen is in essentie een probleemherkende en -oplossende activiteit. Het hanteren of stellen van onderzoeksvragen en hypothesen, het uitvoeren van (demo-) experimenten, het reflecteren (over denkbeelden, waarnemingen en onderzoeksresultaten) zijn aspecten die essentieel zijn om te leren hoe wetenschappelijke kennis tot stand komt.

Het leerplan Toegepaste chemie 3de graad tso Industriële wetenschappen is een leerplan van 3 graaduren.

Tijdens de (demonstratie)-experimenten, die verplicht zijn, wordt de nodige aandacht besteed aan:

- het veilig werken door o.a. het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen.
- formules kwalitatief in contexten te hanteren om verbanden te begrijpen en te verduidelijken. Het kwalitatief hanteren van formules wordt verduidelijkt bij de wenken van de leerplandoelstellingen.
- het persoonsgerichte en het maatschappelijke belang zichtbaar te maken. Vooral de algemene doelstellingen m.b.t. 'Wetenschap en samenleving' komen hier in het vizier.

Deze visie van wetenschappelijke geletterdheid (contexten, lesdidactiek, omgaan met formules, persoonsgericht en maatschappelijk belang) wordt zowel in de leerplandoelstellingen als de wenken geëxpliciteerd.



6.1 Onderzoekend leren

In de 2de graad werd sterk begeleid aan deze algemene doelstellingen gewerkt. In de 3de graad streeft men naar een toenemende mate van zelfstandigheid.

AD1

ONDERZOEKSVRAAG

Een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag en indien mogelijk een hypothese of onderzoeksvoorstel over deze vraag formuleren.

Wenken

Het is belangrijk dat hierbij ‘onderzoekbare vragen’ worden gesteld. Op deze vragen formuleren de leerlingen, indien mogelijk, een antwoord voorafgaand aan de uitvoering van het onderzoek: een eigen hypothese of een wetenschappelijk gemotiveerd onderzoeksvoorstel. Hierbij zullen voorkennis en bestaande misconcepten een belangrijke rol spelen.

Link met het leerplan van de eerste graad

Deze algemene doelstelling komt ook voor in het leerplan natuurwetenschappen van de 1ste graad. In de 2de graad werken we op een systematische manier verder aan deze algemene doelstelling.

Link met het leerplan van de tweede graad

In de tweede graad werden de **bouwstenen** van natuurwetenschappen aangebracht. Ook aan de **wetenschappelijke methode** werd in de tweede graad via onderzoekend leren reeds ruime aandacht geschonken.

AD2

INFORMEREN

Voor een onderzoeksvraag, op een systematische wijze informatie verzamelen en ordenen.

Wenken

Op een systematische wijze informatie verzamelen en ordenen wil zeggen dat:

- er in de voorbereiding van het onderzoek doelgericht wordt gezocht naar ontbrekende kennis en mogelijke onderzoekstechnieken of werkwijzen;
- de gevonden informatie wordt geordend en beoordeeld als al dan niet geschikt voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag.

Bij de rapportering worden de gebruikte bronnen weergegeven.

AD3

UITVOEREN

Met een methode, een antwoord zoeken op de onderzoeksvraag.

Wenken

Tijdens het onderzoeken kunnen verschillende vaardigheden aan bod komen bv.:

- een werkplan opstellen;
- behoeften selecteren;
- een proefopstelling maken;
- doelgericht, vanuit een hypothese of verwachting, waarnemen;
- inschatten hoe een waargenomen effect kan beïnvloed worden;
- zelfstandig (alleen of in groep) een opdracht/experiment uitvoeren met
- aangereikte techniek, materiaal, werkschema;
- materieel correct hanteren: microscoop, binoculair ...;
- onderzoeksgegevens geordend weergeven in schema's, tabellen, grafieken...

Het aanreiken van de methode kan in overleg met de leerlingen plaatsvinden. Bij het uitvoeren van metingen zijn er verschillende taken zoals het organiseren van de werkzaamheden, de apparatuur bedienen, meetresultaten noteren... De leden van een onderzoeksgroep kunnen elke rol opnemen tijdens het onderzoek.

AD4

REFLECTEREN

Over een waarnemingsopdracht/experiment/onderzoek en het resultaat reflecteren.

Wenken

Om te groeien in de onderzoekscompetentie is het wel belangrijk dat leerlingen reflecteren over de methode (zie ook AD4). Dit kan door een:

- aangereikte methode te gebruiken en te evalueren;
- aangereikte methode aan te passen aan het beschikbaar materieel;
- aangereikte methode te vervangen door een eigen alternatief;
- geschikte methode op te zoeken;
- eigen methode voor te stellen.

Reflecteren kan door:

- resultaten van experimenten en waarnemingen af te wegen tegenover de verwachte resultaten rekening houdende met de omstandigheden die de resultaten kunnen beïnvloeden;
- de onderzoeksresultaten te interpreteren, een conclusie te trekken, het antwoord op de onderzoeksvraag te formuleren;
- experimenten of waarnemingen in de klassituatie te verbinden met situaties en gegevens uit de leefwereld;
- een model te hanteren of te ontwikkelen om een wetenschappelijk (chemisch, biologisch of fysisch) verschijnsel te verklaren;
- vragen over de vooropgestelde hypothese te beantwoorden:
 - Was mijn hypothese (als ... dan ...) of verwachting juist?



- Waarom was de hypothese niet juist?
- Welke nieuwe hypothese hanteren we verder?

AD5

RAPPORTEREN

Over een experiment/waarnemingsopdracht en het resultaat **rapporteren**.

Wenken

Rapporteren kan door:

- alleen of in groep waarnemings- en andere gegevens mondeling of schriftelijk te verwoorden;
- samenhangen in schema's, tabellen, grafieken of andere ordeningsmiddelen weer te geven;
- alleen of in groep verslag uit te brengen voor vooraf aangegeven rubrieken.

In functie van de klasgroep kan rapporteren variëren van STERK GESTUURD naar MEER OPEN.

Sterk gestuurd rapporteren bedoelen we:

- aan de hand van gesloten vragen (bv. een keuze uit mogelijke antwoorden, ja-nee vragen, een gegeven formule invullen en berekenen) op een werkblad (opgavenblad, instructieblad...);
- aan de hand van voorgedrukte lege tabellen, grafieken met reeds benoemde assen, lege schema's die moeten aangevuld worden;
- aan de hand van een gesloten verslag met reflectievragen.

Meer open rapporteren:

- aan de hand van open vragen op een werkblad;
- aan de hand van tabellen, grafieken, schema's die door de leerlingen zelfstandig opgebouwd worden;
- aan de hand van een kort open verslag waarbij de leerling duidelijk weet welke elementen in het verslag moeten aanwezig zijn.

6.2 Wetenschap en samenleving

Ons onderwijs streeft de vorming van de totale persoon na waarbij het christelijk mensbeeld een inspiratiebron kan zijn om o.a. de algemene doelstellingen m.b.t. ‘Wetenschap en samenleving’ vorm te geven. Deze algemene doelstellingen, die ook al in de tweede graad aan bod kwamen, zullen nu in toenemende mate van zelfstandigheid als referentiekader gehanteerd worden.

Enkele voorbeelden die vanuit een christelijk perspectief kunnen bekeken worden:

- de relatie tussen wetenschappelijke ontwikkelingen en het ethisch denken;
- duurzaamheidsaspecten zoals solidariteit met huidige en toekomstige generaties, zorg voor milieu en leven;
- respectvol omgaan met ‘*eigen lichaam*’ (seksualiteit, gezondheid, sport);
- respectvol omgaan met het ‘*anders zijn*’: anders gelovigen, niet-gelovigen, genderverschillen.

AD6

MAATSCHAPPIJ

De wisselwerking tussen chemie en maatschappij op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak illustreren.

Wenken

In de tweede graad kwamen al ecologische, ethische en technische aspecten aan bod. In de derde graad komen er socio-economische en filosofische aspecten bij.

De wisselwerking kan geïllustreerd worden door de wederzijdse beïnvloeding (zowel negatieve als positieve) van wetenschappelijk-technologische ontwikkelingen en de maatschappij.

- de leefomstandigheden (ecologisch, technisch) van de mens:
 - allerlei toepassingen van chemie: geneesmiddelen, kunststoffen, kleurstoffen, batterijen (heroplaadbare en niet-heroplaadbare), superabsorbers (pampers), airbag;
 - alledaagse stoffen zoals ethanol, methanol, ether, aceton, bakpoeder, bleekwater, soda, ammoniak, azijnzuur;
 - de risico's van sommige chemische stoffen zoals benzeen, dioxines, drugs;
 - de aantasting van materialen tegengaan zoals het roesten van ijzer door galvanisatie.
- het ethisch denken van de mens:
 - het weren van giftige stoffen in speelgoed, verven ...;
 - het milieubewust sorteren van (labo)afval;
 - het recyclen van materialen.
- de ontwikkeling van wetenschap wordt vaak gestimuleerd vanuit economisch oogpunt: bijvoorbeeld de zoektocht naar goedkope batterijen, het ontwikkelen van geleidende kunststoffen. Nieuwe technologische-wetenschappelijke ontwikkelingen zorgen anderzijds ook voor welvaart door de industriële tewerkstelling (bijvoorbeeld de chemische industrie).

Wenken

Men kan dit illustreren door:

- te verduidelijken dat natuurwetenschappelijke opvattingen behoren tot cultuur als ze worden gedeeld door vele personen en overgedragen aan toekomstige generaties:
 - de begrippen zuurgraad (met bijhorende pH-schaal), galvaniseren, verzilveren, vergulden, roesten, katalysator, isotoop, promille;
 - het dagelijks taalgebruik waarbij wetenschappelijke begrippen in overdrachtelijke zin worden gebruikt: ‘een verzuurde reactie’, ‘na een vakantie zijn de batterijen weer opgeladen’;
 - geneesmiddelen zoals aspirine;
 - opladen en ontladen van batterijen;
 - stoffen zoals asfalt, dioxines, drugs, vitamines;
 - nanotechnologie.
- voorbeelden te geven van mijlpalen in de historische en conceptuele ontwikkeling van de natuurwetenschappen:
 - de evolutie van het atoommodel en het molecuulmodel;
 - de evolutie van het zuur-base begrip;
 - het concept van niet-aflopende of evenwichtsreacties;
 - de aanmaak van stoffen door de mens (bijvoorbeeld kunststoffen, synthetische kleurstoffen, kunstmeststoffen, geneesmiddelen);
 - de stof als energiedrager;
 - een redoxreactie als uitbreiding van een verbrandingsreactie.

Wenken

Enkele voorbeelden die aan bod kunnen komen in de lessen biologie:

- bij de bespreking van endo-energetische en exo-energetische reacties de recyclage van warmte bij industriële processen ter sprake brengen;
- bij de studie van de invloed van factoren op de ligging van het chemisch evenwicht aspecten zoals rendement, hergebruik van grondstoffen aan bod laten komen;

- de zoektocht naar bioafbreekbare kunststoffen, natuurlijke en zelfherstellende polymeren, nanomaterialen;
- gebruik van milieuvriendelijke stoffen zoals verven op basis van water,
- maatregelen ter bescherming van het leefmilieu zoals verplicht gebruik van een autokatalysator, gebruik van TiO₂-coatings op materialen (zoals geluidschermen) om het NO_x-gehalte in de lucht te reduceren;
- gebruik van fossiele brandstoffen waarbij op zoek moet worden gegaan naar alternatieve energiebronnen;
- gebruik van batterijen bekeken vanuit duurzaamheidsoogpunt: gebruik van metalen, afvalproblematiek (recyclage).

6.3 Omgaan met stoffen

AD9

ETIKETTEN

Productetiketten interpreteren.

Wenken

Deze doelstelling zal vooral aan bod komen tijdens demonstratieproeven en practica:

- veiligheidszinnen gebruiken conform de recentste versie van de COS-brochure (COS: Chemicaliën op School - de meest recente versie is te downloaden van <http://onderwijs-opleiding.kvcv.be/cos.html>).;
- speciale gevaren herkennen aan de hand van gevaarsymbolen;
- informatie op huishoudproducten en handelsverpakkingen raadplegen.

AD10

VEILIGHEID

Veilig en verantwoord omgaan met stoffen.

Wenken

Deze doelstelling zal vooral aan bod komen tijdens demonstratieproeven en tijdens practica. Bij het werken met chemicaliën houdt men rekening met de richtlijnen zoals weergegeven in de COS-brochure.





7 Leerplandoelstellingen

Bij het realiseren van de leerplandoelstellingen staan de algemene doelstellingen centraal.

7.1 Structuur en eigenschappen van de materie

7.1.1 *Bouw van de stoffen*

ATOOMMODELLEN

(ca. 7 lestijden)

B1

Het begrip isotoop **definiëren** en de voorstelling ervan **interpreteren**.

Wenken

Het massagetal kan in dit stadium gelinkt worden aan een welbepaald isotoop.

Het is een maatschappelijke en ethische vereiste dat enkele basisbegrippen en toepassingen van kernchemie in het algemeen vormend onderwijs aan bod komen. Deze zijn opgenomen in het leerplan toegepaste fysica onder 'kernfysica' als uitbreiding. Overleg met de leraar fysica is noodzakelijk.

Link met het leerplan van de tweede graad

- Bij de invoering van het begrip isotoop kunnen het atoomnummer Z en het massagetal A opgefrist worden.

B2

Het **verband leggen** tussen de gemiddelde relatieve atoommassa van een element uit het PSE en het procentueel voorkomen van natuurlijke isotopen van dat element.

Wenken

Na kennismaking met het isotoopbegrip wordt de eenheidsmassa gelijkgesteld aan één twaalfde van de absolute massa van een ^{12}C -atoom. Gelijktijdig wordt het begrip relatieve atoommassa (A_r) opgefrist en het begrip gemiddelde relatieve atoommassa aangebracht.

Link met het leerplan van de tweede graad

- In de tweede graad werd de internationale atoommassa-eenheid ($1\text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$) bij benadering gelijk gesteld aan de absolute massa van één waterstofatoom.

B3

Hoofdniveaus, subniveaus, magnetische niveaus en spin van een elektron **onderscheiden** om de energietoestand van een elektron te **beschrijven**.

Wenken

Om de energietoestand van een elektron te beschrijven kan men zich beperken tot het invoeren van de drie energieniveaus en de spin. Het gebruik van het begrip 'quantumgetal' is niet noodzakelijk.

Het uitsluitingsprincipe van Pauli kan vermeld worden.

B4

Een orbitaal **definiëren** als de voorstelling van het trefkansgebied om een elektron aan te treffen rond de atoomkern.

Wenken

Om misconcepties bij leerlingen rond de aanwezigheid van schillen in een atoom te vermijden is het noodzakelijk te spreken over een 'elektronenwolk' als een negatieve ladingswolk die driedimensionaal is uitgesmeerd rond de kern. De visuele voorstelling van deze elektronenwolk kan zich beperken tot een s- en p-orbitaal. Het gebruik van didactische modellen als ondersteuning is aangewezen. Het is niet de bedoeling het golfmechanisch atoommodel in detail te bespreken maar eventueel wel te kaderen in de historische ontwikkeling van het atoommodel.

V4

De verfijning van het atoommodel historisch **interpreteren**.

Wenken

Deze doelstelling biedt de mogelijkheid om te illustreren dat modellen, waaronder atoommodellen, voortdurend in evolutie zijn. Bij het schetsen van een tijdslijn worden bovenstaande wetenschappers uitgebreid met namen als Sommerfeld, De Broglie, Planck, Heisenberg en Schrödinger. Ook biedt het de kans om te illustreren hoe wetenschappers tewerk gaan: experimenteel verkregen gegevens (vb. lijnenemissiespectrum) leiden tot een bruikbaar model (grondtoestand, aangeslagen toestand ...).

Link met het leerplan van de tweede graad

- Voor de historische ontwikkeling van atoommodellen kunnen modellen van Democritus, Dalton, Thomson, Rutherford en Bohr, aangebracht in de tweede graad, aan bod komen.



**B5**

De basisregels voor de opvulling van de verschillende energieniveaus van de elektronen in een atoom **toepassen** en de elektronenconfiguratie **weergeven**.

Wenken

De opvulling van de verschillende energieniveaus van de elektronen in een atoom wordt aangebracht via de diagonaalregel in combinatie met de regel van Hund. Voorbeelden en toepassingen beperken zich tot elementen met een niet al te grote Z-waarde.

De weergave van de elektronenconfiguratie gebeurt zowel via de exponentiële notatie, de hokjesvoorstelling (boxnotatie) als de beknopte notatie.

De toepassing van de stabiliteitsregels kan als illustratie door de leerkracht gebruikt worden om een aantal uitzonderingen op de diagonaalregel te verklaren. Het gebruik van de stabiliteitsregels voor het opstellen van de elektronenconfiguratie door de leerling dient te worden vermeden aangezien niet alle elementen deze regels volgen (vb. Ni: $[\text{Ar}] 3d^8 4s^2$ en niet $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^0$).

V5a

Het verband tussen de elektronenconfiguratie en de opbouw van het PSE met s-, p, d- en f-blok aangeven.

V5b

De sterkte van metaal- en niet-metaalkarakter, de monoatomische ionvorming, afmetingen van atomen en monoatomische ionen en de meest voorkomende oxidatiegetallen **verklaren en toepassen** in relatie met het PSE of **in verband brengen** met de elektronenconfiguratie.

Wenken

Het gebruik van de stabiliteitsregels om de monoatomische ionvorming en de meest voorkomende oxidatiegetallen in verband te brengen met de elektronenconfiguratie kan hier aangewend worden. Voor de afmetingen van atomen en monoatomische ionen kan gewezen worden op de trends in het PSE. Er wordt niet ingegaan op de uitzonderingen in het d- en f-blok.

Mogelijke practica

- Vlamproeven

Mogelijke demo-experimenten

- Spectraalanalyse van het licht afkomstig van een lichtbron (eventueel als simulatie).
- Vlamproeven.

MOLECUULMODELLEN

(ca. 7 lestijden)

B6

Lewisformules **opstellen** van moleculen en polyatomische ionen waarvan het skelet gegeven is.

B7

In lewisformules de bindende en vrije elektronenparen **aanduiden** en een **onderscheid maken** tussen de normale en de donor-acceptoratoombinding

Wenken

De nadruk ligt op de twee soorten atoombindingen en op het opstellen van lewisformules van meer complexe moleculen (vb. ternaire verbindingen) en ionen (polyatomische ionen). Hierbij wordt altijd vertrokken van een aangereikt skelet. Op deze manier vermijdt men een dubbele sanctie bij evaluaties.

Met betrekking tot het onderscheid tussen een ionbinding en een atoombinding kan men verwijzen naar het verschil in elektronegatieve waarde. In concrete gevallen zal men evenwel het criterium metaal niet-metaal (tweede graad) hanteren omwille van uitzonderingen. Men kan hier wijzen op het feit dat bijna alle bindingen een covalent en een ionkarakter hebben.

Het aantal covalente bindingen dat een atoom in een bepaalde verbinding kan vormen, kan in verband worden gebracht met de elektronenconfiguratie en met de mogelijke promotie van elektronen.

Bij de donor-acceptoratoombinding kan het begrip formele lading aangebracht worden.

Het begrip mesomerie kan geïntroduceerd worden wanneer meerdere lewisstructuren voor eenzelfde atoomverdeling mogelijk zijn.

Link met het leerplan van de tweede graad

- Bij het opstellen van lewisformules is het aan te raden om te vertrekken van de verschillende bindingstypes (ionbinding, covalente of atoombinding, metaalbinding) zoals aangeleerd in de tweede graad.

B8

Door middel van het sterisch getal de ruimtelijke structuur van moleculen in een gegeven lewisformule **voorspellen en tekenen**.

Wenken

Naast de geometrische schikking zal men aandacht besteden aan de bindingshoek. De ruimtelijke structuur van moleculen wordt het best gevisualiseerd via molecuulmodellen.

**B9**Een sigma- en een pi-binding ruimtelijk van elkaar **onderscheiden**.**Wenken**

Om het ruimtelijk onderscheid te maken tussen een sigma- en een pi-binding maakt men gebruik van atoom- en molecuulorbitalen via eenvoudige voorbeelden zoals H_2 , HCl , H_2O , O_2 , N_2 .

Overlappingsen tussen orbitalen bij de vorming van covalente bindingen kunnen hier behandeld worden. De aan- of afwezigheid van de rotatiemogelijkheid en het verschil in sterkte tussen een sigma- en een pi-binding kunnen aangehaald worden. Tevens kan gewezen worden op het verschil in reactiviteit tussen een sigma- en een pi-binding.

Mogelijke practica

- Studie van de structuur van moleculen met behulp van molecuulbouwdozen.
- Studie van de geometrie van moleculen (bijvoorbeeld via begeleid zelfstandig leren (BZL)) met behulp van molecuulbouwdozen.

INTERMOLUCULAIRE KRACHTEN*(ca. 3 lestijden)***B10**Polaire en apolaire stoffen **onderscheiden** vanuit het verschil in elektronegatieve waarde tussen de bindingspartners en de gegeven geometrie van binaire en ternaire verbindingen.**Wenken**

Het onderscheid tussen het dipoolkarakter van de binding(en) en dat van de molecule kan worden gevisualiseerd door ruimtelijke molecuulmodellen waarop ‘ladingsvectoren’ worden aangebracht met een relatieve lengte evenredig met het verschil tussen de elektronegatieve waarde van de bindingspartners. Op die manier kunnen de leerlingen vlot inzien of de dipolen elkaar al dan niet opheffen.

Als verdiepende doelstelling kan vertrokken worden van de chemische formule of de lewisstructuur van de molecule voor de bepaling van de polariteit van de molecule.

B11Het begrip intermoleculaire krachten **definiëren en indelen** in dispersiekrachten, dipoolkrachten en waterstofbruggen.**Wenken**

Het volstaat hier om de oorsprong van de intermoleculaire krachten aan te brengen. Het verklaren van fysische eigenschappen zoals oplosbaarheid en smeltpunt/kookpunt op basis van intermoleculaire krachten gebeurt het best bij de bespreking van de stofklassen. Het verschil tussen inter- en

intramoleculaire krachten kan worden geïllustreerd via bijvoorbeeld faseovergangen van stoffen. Het is bovendien zinvol te verwijzen naar het belang van intermoleculaire krachten bij de structuur van o.a. eiwitten (H-bruggen).

Er wordt bij voorkeur de benaming ‘dispersiekrachten’ (of londonkrachten) gebruikt in plaats van ‘vanderwaalskrachten’ als intermoleculaire krachten die tussen alle soorten deeltjes (polaire en apolaire) werkzaam zijn.

Ion-dipoolkrachten kunnen aan bod komen bij de bespreking van het oplosproces van stoffen in water als een interactie tussen een ion en het oplosmiddel als dipoolmolecule.

Mogelijke practica

- De dehydratatie en hydratatie van een zout uitvoeren en waarnemen aan de hand van kleurveranderingen en/of massaveranderingen.
- Het polair/apolair karakter van een reeks stoffen nagaan.
- Kwalitatieve studie van complexvorming.
- Onderzoek naar de polariteit van stoffen via elektrostatische eigenschappen bijvoorbeeld via afbuigingsproeven van vloeistofstralen in een elektrisch veld. Men kan uitbreiden naar stoffen zoals ethanol, aceton.

Mogelijke demo-experimenten

- Onderzoek naar de polariteit van stoffen via elektrostatische eigenschappen bijvoorbeeld via afbuigingsproeven van vloeistofstralen in een elektrisch veld. Men kan uitbreiden naar stoffen zoals ethanol, aceton.

7.1.2 Verdere kennismaking met de stofklassen

ANORGANISCHE STOFKLASSEN

(ca. 5 lestijden)

B12

Van anorganische verbindingen met gegeven formule de verkorte systematische naam **vormen** en omgekeerd.

Wenken

Is in de naamgeving van verbindingen geen verwarring mogelijk, dan is de vermelding van de Griekse telwoorden overbodig en worden deze daar ook niet vermeld.

[Link met het leerplan van de tweede graad](#)

- In de tweede graad werd de systematische naam van anorganische verbindingen (zuren, hydroxiden, oxiden en zouten) aangebracht.

B13

Van anorganische verbindingen met gegeven formule de systematische naam **vormen** gebruikmakend van de stocknotatie en omgekeerd.

Wenken

Is in de naamgeving van verbindingen verwarring mogelijk, dan wordt de naamgeving met vermelding van de indices door Griekse telwoorden verder gebruikt ofwel wordt de stocknotatie gehanteerd. Leerlingen mogen een tabel raadplegen om te weten van welke elementen de atomen meer dan één oxidatiegetal kunnen aannemen. De concrete waarden van de oxidatiegetallen moeten blijken uit een gegeven naam of formule en/of uit de raadpleging van het PSE en/of tabel met oxidatiegetallen.

Het is belangrijk leerlingen er op te attenderen om zoveel als mogelijk bij het lezen van formules de benaming van de stof te gebruiken.

B14

Van anorganische verbindingen formules **vormen** met behulp van PSE of op basis van de gegeven naam.

Wenken

De waterstofzouten, dubbelzouten en hydraten kunnen op dit moment aan bod komen.

Link met het leerplan van de tweede graad

- Het is niet de bedoeling dat leerlingen oxidatiegetallen van een reeks elementen van buiten leren. Zij halen deze informatie ofwel uit het PSE ofwel uit een tabel met oxidatiegetallen. De te kennen ternaire zuren uit de tweede graad (diwaterstofcarbonaat, waterstofnitraat, triwaterstoffosfaat, diwaterstofsulfaat, waterstofchloraat, waterstofbromaat, waterstofjodaat) worden nu aangevuld met de ternaire zuren met in de naam -iet, hypo-iet en per-aat.

B15

Van veel gebruikte anorganische verbindingen de triviale naam en/of toepassing **geven**.

Wenken

Het wordt sterk aangeraden de triviale naam van anorganische zuren zoals salpeterzuur, zwavelzuur, zoutzuur, blauwzuur, koolzuur en fosforzuur te introduceren.

Andere anorganische stoffen waarvan de triviale naam kan worden gebruikt, zijn: ongebluste kalk, gebluste kalk, bijtende soda, soda, bleekwater, kalksteen, bakpoeder, keukenzout en zuurstofwater.

Een stoffenverzameling, etiketten, verpakkingen of reclamefolders kunnen als illustratiemateriaal gebruikt worden.

B16 Fysische eigenschappen van anorganische stoffen **formuleren**.

V16 Fysische eigenschappen van anorganische stoffen **verklaren**.

Wenken

Het is niet nodig om systematisch de fysische eigenschappen van anorganische stoffen op te sommen.

Fysische eigenschappen van anorganische stoffen als oplosbaarheid, smelt- en kookpunt kunnen via een tabel met gegevens geïnterpreteerd worden. Dit is het gepaste moment om de aangebrachte theorie van intermoleculaire krachten toe te passen.

Mogelijke practica

- Studie van fysische eigenschappen (zoals oplosbaarheid en elektrische geleidbaarheid) van anorganische stoffen.
- Studie van overeenkomstige eigenschappen voor stoffen van eenzelfde verbindingsklasse.
- Bepaling van de hoeveelheid kristalwater in een hydraat.
- Analyse van anorganische stoffen via o.a. reactiepatronen.
- De dehydratatie en hydratatie van een zout uitvoeren en waarnemen aan de hand van kleurveranderingen en/of massaveranderingen.

Mogelijke demo-experimenten

- Illustratie van overeenkomstige eigenschappen voor stoffen van eenzelfde verbindingsklasse.

ORGANISCHE STOFKLASSEN

(ca. 9 lestijden)

B17 De formules en systematische namen van de laagste 10 n-alkanen **kennen**.

Wenken

Aan de hand van promotie van elektronen kan men verklaren waarom het koolstofatoom vier bindingen vormt. Het is verder aangewezen om gebruik te maken van molecuulmodellen. De ruimtelijke structuur van moleculen kan hier opnieuw aan bod komen.

Voor de organische stoffen zal men bij voorkeur de internationaal gangbare systematische namen gebruiken. De naamgeving blijft beperkt tot de alkanen met maximaal 10 koolstofatomen.

Het begrip homologe reeks kan aan bod komen.



Het is belangrijk leerlingen te wijzen op het onderscheid tussen brutoformule en structuurformule en om het nut ervan te benadrukken.

Een korte bespreking van de gefractioneerde destillatie van aardolie is een interessante insteek naar voorbeelden en toepassingen van alkanen.

B18

Koolwaterstoffen **classificeren** in acyclische en cyclische koolwaterstoffen en in verzadigde en onverzadigde koolwaterstoffen.

B19

Koolwaterstoffen en monofunctionele koolstofverbindingen **classificeren** in hun stofklasse.

Wenken

Men kan wijzen op de bijna onbeperkte mogelijkheid om organische verbindingen te synthetiseren. Ook de mogelijkheid om een ringstructuur te vormen komt aan bod, evenals de vertakte organische verbindingen en de onverzadigde organische verbindingen (alkenen en alkynen). De stof benzeen neemt hier een bijzondere plaats in zowel omwille van het toxisch karakter van deze stof als van de aanwezigheid van een benzeenring.

Voor de monofunctionele koolstofverbindingen komen volgende stofklassen aan bod: alcoholen, halogeenalkanen, ethers, aldehyden, ketonen, carbonzuren, esters, amines en amides. Er kan eventueel verwezen worden naar de aanwezigheid van meerdere functionele groepen in stoffen als sachariden, lipiden, proteïnen en geneesmiddelen.

B20

Van acyclische koolwaterstoffen en monofunctionele acyclische koolstofverbindingen met gegeven formule **de naam vormen** en omgekeerd en dit voor: alkenen, alkynen, alcoholen, halogeenalkanen, ethers, aldehyden, ketonen, carbonzuren, esters, amines en amides.

Wenken

Voor het geven van een formule die hoort bij een organische verbinding kan gewezen worden op verschillende mogelijkheden zoals de brutoformule, de structuurformule, de verkorte structuurformule en de zaagtandstructuur.

Voor de naamgeving van de monofunctionele koolstofverbindingen volgt men de huidige IUPAC-regels. Dit betekent dat het positienummer van de functionele groep vóór het achtervoegsel wordt geplaatst. Men spreekt van butaan-1-ol (en niet 1-butanol) en van pent-2-een (en niet 2-penteen).

B21Van veel gebruikte organische verbindingen de triviale naam en/of toepassing **geven**.**Wenken**

Stoffen als methanol, ethanol, methaanzuur (mierenzuur), ethaanzuur (azijnzuur), aceton, formol, chloroform, etheen, ethyn, ether, glycol, white spirit en paraffine als mengsels, geurstoffen, destillatieproducten van aardolie en kunststoffen komen aan bod.

Een stoffenverzameling, etiketten, verpakkingen of reclamefolders kunnen als illustratiemateriaal gebruikt worden.

B22Fysische eigenschappen van organische stoffen **formuleren**.**V22**Fysische eigenschappen van organische stoffen **verklaren**.**Wenken**

Het is niet nodig om systematisch de fysische eigenschappen van anorganische stoffen op te sommen.

Fysische eigenschappen van organische stoffen als oplosbaarheid, smelt- en kookpunt kunnen via een tabel met gegevens geïnterpreteerd worden. De aangebrachte theorie van intermoleculaire krachten kan hierbij gebruikt worden. De begrippen polair en apolair komen hier opnieuw aan bod.

B23In gegeven voorbeelden isomerie **definiëren en herkennen**.**Wenken**

Voor het herkennen van de verschillende soorten isomerie kan men vertrekken van een structuurformule. Keten-, plaats-, functie-, cis-trans- en optische isomeren kunnen aan bod komen, zonder een systematische studie uit te voeren.

Men kan wijzen op het belang van isomeren in bijvoorbeeld de geneeskunde (het Softenonaccident) en de voeding (limoneen, transvetzuren ...).

Mogelijke practica

- Studie van fysische (zoals oplosbaarheid, elektrische geleidbaarheid en brandbaarheid, aggregatietoestand) en chemische eigenschappen (zoals zuur-basegedrag) van organische stoffen.
- Isomerie (vb. via begeleid zelfstandig leren (BZL)) met behulp van molecuulbouwdozen.
- Analyse van organische stoffen via identificatiereacties.





Mogelijke demo-experimenten

- Illustratie van de brandbaarheid en lichtontvlambaarheid van koolstofverbindingen.
- Het verschil in fysische en chemische eigenschappen van isomeren experimenteel vaststellen.
- Identificatie van de verbrandingsproducten van koolwaterstoffen.
- Identificatiereacties voor een aantal organische stofklassen (waaronder alcoholen, aldehyden en carbonzuren).

7.2 De chemische reactie

7.2.1 Materieaspecten

(ca. 7 lestijden)

B24	Definiëren dat het molair gasvolume onafhankelijk is van de aard van het gas.
------------	---

B25	Het gasvolume, de gasdruk, de massa en/of het aantal gasdeeltjes berekenen.
------------	---

Wenken

Bij de behandeling van het molair gasvolume is het belangrijk te wijzen op de afhankelijkheid van de druk en temperatuur. Werkt men bij normomstandigheden, waarbij de druk 101325 Pa en de temperatuur 273,15 K bedraagt, dan wordt een molair gasvolume van 22,4 liter/mol bekomen. Merk op dat men volgens IUPAC spreekt van een standaarddruk en een standaardtemperatuur (S.T.P.) van respectievelijk 100000 Pa (of 1 bar) en 273,15 K. Het molair gasvolume bedraagt dan 22,7 liter/mol. Dit betekent dat normomstandigheden en standaardomstandigheden niet gelijk zijn.

Vermits de ideale gaswet al behandeld werd in de lessen fysica van het tweede leerjaar van de tweede graad, is het aan te bevelen, als toepassing daarop, ook problemen te behandelen waarin gassen zich niet in normomstandigheden bevinden. Men gaat hierbij uit van de gaswet (en van de gegeven waarde van R) en van de opgegeven druk en temperatuur.

B26	Andere concentratie-uitdrukkingen dan molaire en massaconcentratie definiëren en toepassen in berekeningen: massaprocent, volumeprocent en massa/volumeprocent.
------------	--

Wenken

Het begrip mol is de draaischijf van waaruit alle chemische berekeningen van massa's, volumes en concentraties worden uitgevoerd. Het gebruik van formule-uitdrukkingen voor de berekening van diverse grootheden wordt hierbij sterk aanbevolen. Bij de berekeningen worden ook steeds de eenheden vermeld en de benaderingsregels toegepast.

Link met het leerplan van de tweede graad

- In de tweede graad werden de begrippen mol, molaire massa, molaire concentratie en massaconcentratie aangebracht. Deze worden in de derde graad verder uitgebreid. Voor leerlingen die in de tweede graad industriële wetenschappen hebben gevolgd, kan deze doelstelling als een verdiepende doelstelling (V46) gezien geweest hebben.

V26a **Berekeningen maken in verband met omzettingen tussen concentratie-uitdrukkingen.**

V26b **Andere concentratie-uitdrukkingen dan molaire en massaconcentratie definiëren en toepassen in berekeningen: promille, ppm, ppb.**

Wenken

De massadichtheid van een oplossing, het verdunnen van oplossingen en het bereiden van mengsels kunnen hier aan bod komen.

Het is aan te raden om enkele omrekeningen te maken van concentratiegegevens naar promille (deeltjes per duizend), ppm (deeltjes per miljoen) en ppb (deeltjes per miljard) opdat de leerlingen ppm- en ppb-waarden realistischer zouden kunnen interpreteren. Deze eenheden worden immers meer en meer gebruikt in allerlei wetenschappelijke vulgariserende artikels over milieu- en veiligheidsproblematiek, spoorelementanalyses...

B27

Bij aflopende reacties waarvan de reactievergelijking gegeven is, de massa, stofhoeveelheid, concentratie en/of gasvolume van reagentia en reactieproducten bij stoichiometrische hoeveelheden en bij overmaat **berekenen**.

Wenken

Het is de bedoeling in de vraagstukken verschillende begrippen aan bod te laten komen zoals aantal mol, massa, concentratie, limiterend reagens, molaire massa, gasvolume. Hierbij worden berekeningen gemaakt bij stoichiometrische hoeveelheden en bij overmaat (van eenvoudige naar meer complexe vraagstukken.)

Link met het leerplan van de tweede graad

Leerlingen die in de tweede graad aso wetenschappen hebben gevolgd, hebben al leren rekenen met stoichiometrische stofhoeveelheden via een reactievergelijking (B37).

Mogelijke practica

- Bepaling van de molaire massa van stoffen of van het molair gasvolume.
- Kwantitatieve experimenten met gassen gebaseerd op de molaire druk van gassen.
- Bepaling van het gehalte calciumcarbonaat in maagtabletten/kalksteen.
- Chemisch rekenen met gassen.

- Studie van het stoichiometrisch reageren van stoffen (zoals koper met zwavel).

7.2.2 *Thermodynamica*

(ca. 1 lestijd)

B28

Aan de hand van een energiediagram het onderscheid tussen activeringsenergie en reactie-energie omschrijven.

Wenken

In het kader van het botsingsmodel is het belangrijk het begrip activeringsenergie te definiëren als de energie die nodig is om een reactie te laten starten. De reactie-energie is het energieverval tussen deze van de reactieproducten en de reagentia. Men kan erop wijzen dat deze hoeveelheid energie (de reactie-energie) wordt opgenomen tijdens een endo-energetisch proces en wordt afgegeven tijdens een exo-energetisch proces. Energie kan op dit moment gedefinieerd worden als ‘inwendige energie’ of als de som van alle vormen van energie die een stof bezit waaronder kinetische energie en energie afkomstig van chemische bindingen. Voor deze laatste soort energie kan de term ‘bindingsenergie’ gebruikt worden. Op deze manier wordt een verklaring gegeven waarom tijdens een chemische reactie een energie-uitwisseling optreedt.

Link met het leerplan van de tweede graad

- In de tweede graad werden de begrippen exo-energetisch en endo-energetisch aangebracht.

V28

Enthalpie, entropie en Gibbs vrije energie kwalitatief omschrijven.

Wenken

Zonder in te gaan op de kwantitatieve aspecten van thermodynamische grootheden als enthalpie, entropie en Gibbs vrije energie kan gewezen worden op factoren die het al dan niet spontaan optreden van een chemische reactie beïnvloeden: een verandering van enthalpie (de reactie-enthalpie of reactiewarmte) en een verandering van entropie (een maat voor de wanorde). Een daling van de Gibbs vrije energie tijdens een chemische reactie zal uiteindelijk bepalend zijn voor het spontaan verloop van een chemisch proces.

Mogelijke demo-experimenten

- Temperatuursmetingen tijdens een chemische reactie.
- Voorbeelden van endo- en exo-energetische reacties (vb. citroenzuur en natriumwaterstofcarbonaat; bariumhydroxide en ammoniumchloride).
- Voorbeelden van spontane en niet-spontane chemische reacties.

7.2.3 Reactiesnelheid en factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden

(ca. 4 lestijden)

B29

Het begrip reactiesnelheid omschrijven en kwalitatief verklaren in termen van botsingen en van activeringsenergie.

Wenken

Het begrip reactiesnelheid wordt gedefinieerd aan de hand van het botsingsmodel waarin de begrippen effectieve botsingen en geactiveerd complex aan bod komen.

B30

Het begrip reactiesnelheid **omschrijven** als een concentratieverandering van een stof binnen een bepaald tijdsverloop.

Wenken

Bij de omschrijving van het begrip reactiesnelheid kunnen de gemiddelde en ogenblikkelijke reactiesnelheid gedefinieerd worden. Als illustratie kan een reactiesnelheid worden berekend. De reactiesnelheid kan kwantitatief worden vastgesteld door de tijd te meten nodig voor het weg reageren van een vaste stof, het veranderen van kleur, het vormen van een neerslag of het ontwikkelen van een gas.

B31

De snelheidsvergelijking voor éénstapsreacties **opstellen**.

Wenken

De snelheidswet van Guldberg en Waage (wet van de massawerking) kan eventueel experimenteel geverifieerd of afgeleid worden. Het begrip 'orde van een reactie' komt hier aan bod.

V31

De snelheidsvergelijking **opstellen** voor meerstapsreacties vanuit **gegeven experimenteel cijfermateriaal**.

Wenken

Voor het bepalen van de orde bij een meerstapsreactie wordt het best vertrokken van gegeven experimenteel cijfermateriaal.

Voor de verklaring van de snelheidsvergelijking van een meerstapsreactie kan gesteund worden op het reactiemechanisme en de snelheidsbepalende stap.

**B32****Aan de hand van het botsingsmodel factoren die de snelheid van een reactie beïnvloeden, verklaren****Wenken**

Factoren die aan bod komen zijn: verdelingsgraad, temperatuur, katalysator en concentratie. De invloed van alle factoren op de reactiesnelheid kan verklaard worden aan de hand van het botsingsmodel en de activeringsenergie.

Voor de katalysator kan verwezen worden naar het belang bij industriële processen alsook bij natuurlijke processen zoals de aanmaak van ozon in de atmosfeer. Voorbeelden uit het dagelijks leven waarbij snelheidsbeïnvloedende factoren worden gebruikt zijn zoals voeding bewaren in de koelkast, gevaar van stofexplosie, gebruik van een zuurstofmasker.

Mogelijke practica

- Het kwalitatief onderzoek van de factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden.
- Het kwantitatief onderzoek van de invloed van de concentratie van de reagentia op de reactiesnelheid.
- Studie van de reactiesnelheid (vb. ontleding van waterstofperoxide met behulp van droge gist via druksensor).

Mogelijke demo-experimenten

- Illustratie van het verschil in reactiesnelheid tussen twee reacties.
- Demonstratie van factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden.

7.2.4 Chemisch evenwicht en factoren die het chemisch evenwicht beïnvloeden

(ca. 8 lestijden)

B33**Het begrip aflopende reactie omschrijven** als een reactie die verloopt tot één van de reagentia is opgebruikt.**B34****Het begrip dynamisch chemisch evenwicht omschrijven.****Wenken**

Het chemisch evenwicht wordt omschreven als een dynamisch stabiele toestand gekenmerkt door twee reacties die met dezelfde reactiesnelheid gelijktijdig en in tegengestelde zin verlopen.

Wegens het complexe en abstracte karakter van het dynamische evenwichtsmodel van chemische reacties is het zinvol deze leerinhouden te visualiseren en te illustreren aan de hand van concrete stoffensystemen. Dit begrip kan via experimenten of simulaties aangebracht worden.

Het is belangrijk te benadrukken dat de blijvende aanwezigheid van alle reagentia bij chemisch evenwicht niets heeft te maken met een overmaat aan één van de uitgangsstoffen.

B35

Aan de hand van een gegeven reactievergelijking de evenwichtsconstante opstellen en berekenen.

B36

Met behulp van de gegeven evenwichtsconstante, evenwichtsconcentraties en het rendement berekenen.

Wenken

De evenwichtsconstante wordt theoretisch als een dimensieloze grootheid beschouwd. Dit vindt zijn oorsprong in de definitie van de evenwichtsconstante: de concentratie van elke stof wordt vergeleken met een standaardconcentratie van 1 mol/L waardoor alle eenheden wegvallen. De concentratie van zuivere stoffen als vaste stof en oplosmiddel worden gelijk gesteld aan 1.

Voor het berekenen van de evenwichtsconcentraties en het rendement wordt uitgegaan van eenvoudige evenwichtsvraagstukken.

B37

De invloed van concentratie, druk, temperatuur en katalysator op de ligging van het chemisch evenwicht kwalitatief verklaren en voorspellen.

V37

De invloed van concentratie, druk, temperatuur en katalysator op de ligging van het chemisch evenwicht kwantitatief verklaren.

Wenken

Het belang van de invloed van de factoren concentratie, druk en temperatuur op de ligging van het chemisch evenwicht kan worden geïllustreerd via industriële productieprocessen (Haber-Bosch proces voor de synthese van ammoniak, het contactproces voor de synthese van zwavelzuur) en de ademhaling.

Mogelijke practica

- Kwalitatief onderzoek van de factoren die een chemisch evenwicht kunnen verschuiven.
- Studie van het chemisch evenwicht.

Mogelijke demo-experimenten

- Het bestaan van evenwichtsreacties aantonen.



7.2.5 Reactiesoorten

ZUUR-BASEREACTIES

(ca. 9 lestijden)

B38 Zuren en basen volgens Brønsted-Lowry herkennen en zuur-basekoppels schrijven.

Wenken

Men kan duiden dat het zuur-baseconcept volgens Brønsted-Lowry een universeler karakter heeft dan dit van Arrhenius. Een bijkomende groep van deeltjes vormen de amfolyten.

Link met het leerplan van de tweede graad

- De definitie van een zuur als protondonor en een base als protonacceptor zijn een vervolg op de definitie volgens Arrhenius.

B39 Zuursterkte en basesterkte in verband brengen met de zuurconstante en baseconstante.

Wenken

Het raadplegen van tabellen door leerlingen kan bij de introductie van de tabel met zuur- en baseconstanten gestimuleerd worden. Hierbij wordt de concentratie van water als oplosmiddel gelijkgesteld aan 1.

Het verschil in elektrische geleidbaarheid van oplossingen kan gebruikt worden om de begrippen ‘sterk’ en ‘zwak’ te illustreren. Tevens kan het begrip ‘elektrolyt’, aangebracht in de tweede graad, opgefrist worden.

V39 Het zuur-basegedrag van zouten in water kwalitatief verklaren.

Wenken

Het zuur-basegedrag van zouten wordt het best ondersteund met demo-experimenten of kan in een onderzoekje door leerlingen worden uitgevoerd. Het is niet de bedoeling de experimenteel verkregen pH-waarde theoretisch af te leiden.

B40 De begrippen K_w , pH en pOH definiëren.

Wenken

In dit stadium wordt pH in verband gebracht met het negatief logaritme van de concentratie van het oxoniumion (H_3O^+) of van het proton (H^+). De uitbreiding naar pOH kan functioneel praktisch zijn voor

vlotte berekeningen van de pH van basische oplossingen maar is ondergeschikt aan het gebruik van het begrip pH. De K_w wordt gedefinieerd als de evenwichtsconstante die hoort bij de autoprotolyse van water. Hierbij wordt de concentratie van water als oplosmiddel gelijkgesteld aan 1.

Het is noodzakelijk in te gaan op de manier waarop de pH kan gemeten worden. Men kan op een eenvoudige wijze verschillende methoden demonstreren zoals het gebruik van zuur-base-indicatoren, universeel indicator en pH-meter. Men kan pH-metingen uitvoeren van stoffen uit het dagelijks leven zoals azijn, frisdrank, een zeepoplossing, een shampoo en dergelijke.

Link met het leerplan van de tweede graad

- In de tweede graad werd pH in verband gebracht met het zuur, neutraal of basisch karakter van een waterige oplossing.

B41 De pH en pOH **berekenen** voor waterige oplossingen van sterke zuren en sterke basen.

V41 De pH en pOH **berekenen** voor waterige oplossingen van zwakke zuren en zwakke basen.

Wenken

Bij de afleiding van de pH van zwakke zuren en zwakke basen wordt niet uitsluitend gefocused op de verkregen pH-formule.

Het is belangrijk leerlingen te laten inzien dat het concept van chemisch evenwicht hier kan worden toegepast. Opnieuw geldt dat pH-berekeningen beperkt worden gehouden tot oplossingen met één opgeloste stof.

B42 Het begrip buffermengsel **omschrijven** en het belang ervan **illustreren**.

Wenken

Het volstaat om het principe en de samenstelling van een buffer te geven. De pH van een buffermengsel dient niet te worden afgeleid.

Het belang van buffers kan geïllustreerd worden aan de hand van de bufferende werking van bijvoorbeeld bodem, zeeën en bloed.

V42 De werking van een buffermengsel **kwalitatief verklaren**.

Wenken

Bij de werking van een buffermengsel wijst men op de optredende neutralisatie en de beïnvloeding van de aanwezige evenwichten.



B43	Het pH-verloop tijdens de titratie van een sterk zuur of een sterke base kwalitatief verklaren .
B44	De ongekende molaire concentratie van een zure of basische oplossing berekenen bij een zuur-basetitratie.

Wenken

Het is zinvol bij de bespreking van de zuur-basetitratie te wijzen op het belang ervan als analysetechniek. Het is niet de bedoeling dat leerlingen de pH voor elk punt van de zuur-basetitratie kunnen berekenen. Het volstaat in te gaan op de pH bij het begin van de titratie, op het equivalentiepunt en na het equivalentiepunt. Bij voorkeur wordt dit ondersteund door een demo-experiment (realtime meting) of een simulatie.

Tevens kan ingegaan worden op de keuze van de zuur-base-indicator om het equivalentiepunt te bepalen.

Mogelijke practica

- Bereiding van een buffermengsel en de werking ervan controleren.
- Bepaling van het omslaggebied van zuur-base-indicatoren.
- Uitvoeren van zuur-basetitraties.
- pH-bepaling van allerlei oplossingen (waaronder huishoudproducten).
- Studie van de invloed van het zuur / de base en de concentratie op de pH-waarde van de oplossing.
- Studie van het zuur-basgedrag van zouten in water.
- Studie van het pH-verloop tijdens een zuur-basetitratie.
- Het volgen van een zuur-basereactie aan de hand van digitale pH-, geleidbaarheids- en/of temperatuursmetingen.

Mogelijke demo-experimenten

- Illustratie van de werking van een buffermengsel.
- Illustratie van het omslaggebied van zuur-base-indicatoren.
- Demonstratie van een zuur-basetitratie.
- Demonstratie van de sterkte van een zuur/base via geleidbaarheidsmetingen.
- Illustratie van het zuur-basgedrag van zouten in water.

REDOXREACTIES

(ca. 7 lestijden)

B45

De verandering van oxidatiegetallen in een redoxreactie vaststellen en in verband brengen met de begrippen oxidator, reductor, oxidatie, reductie en elektronenoverdracht voor reacties met binaire en ternaire verbindingen.

Wenken

De studie van redoxreacties gebeurt via reacties waarin binaire en ternaire verbindingen voorkomen. Men zal de parallellen aangeven tussen een zuur-basereactie en een redoxreactie zoals het zuur (protondonor) en de base (protonacceptor) worden respectievelijk vervangen door de reductor (elektronendonor) en de oxidator (elektronenacceptor). Het is didactisch interessant de voorbeelden van redoxreacties via demo-experimenten aan te reiken.

Het is aan te bevelen om de berekening van oxidatiegetallen te herhalen en uit te breiden naar geladen deeltjes zoals kationen (bijvoorbeeld NH_4^+) en anionen (bijvoorbeeld NO_3^-). Als illustratie van de definitie van een oxidatiegetal, als de lading die aanwezig zou zijn op een atoom indien de elektronen in elke binding die dat atoom heeft aangegaan worden toegekend aan het meest elektronegatieve atoom van de binding, kan de bepaling van het oxidatiegetal van koolstof in organische verbindingen worden gegeven.

B46

Redoxvergelijkingen met binaire en ternaire verbindingen **opstellen**.

Wenken

Bij het opstellen van de vergelijking voor een redoxreactie kan uitgegaan worden van oxidatiegetallen (oxidatiegetalmethode) of van de twee deelreacties (ion-elektronmethode). De laatste methode gebeurt bij voorkeur wanneer de redoxreactie in waterig milieu plaatsgrijpt. Hierbij worden de oxidatie- en de reductiereactie opgesteld met de aanwezige deeltjes in oplossing (ionen/moleculen). Bij de oxidatiegetalmethode gebeurt het opstellen op basis van de stoffenvergelijking. Er wordt telkens vertrokken van eenvoudige redoxreactievergelijkingen.

B47

De sterkte van oxidator en reductor **in verband brengen** met de standaardreductiepotentiaal.

Wenken

Een standaardreductiepotentiaal is het verschil tussen de potentiaal van een willekeurig redoxkoppel en de potentiaal van de standaard-waterstofelektrode. In een standaardcel zijn de opgeloste bestanddelen aanwezig in een concentratie van 1 mol/L, de gassen bij een druk van 1 bar (100000 Pa) en een temperatuur van 298,15 K. Opnieuw kan het raadplegen van tabellen door leerlingen gestimuleerd worden bij het gebruik van de tabel met standaardreductiepotentialen. De eventueel experimenteel opgestelde verdringingsreeks van de metalen en de niet-metalen kan verklaard worden via de tabel met



standaardreductiepotentialen. De omzetting van de standaardreductiepotentiaal naar de reële reductiepotentiaal (vergelijking van Nernst) dient niet te gebeuren.

B48 De bouw van een galvanische cel **bespreken** en de werking ervan **verklaren**.

Wenken

Bij de bespreking van de galvanische cel zal men benadrukken dat de redoxreactie spontaan verloopt en energie levert. Batterijen kunnen als concreet voorbeeld worden gebruikt.

B49 Elektrolyse als een gedwongen chemische reactie onder invloed van elektrische stroom, **herkennen**.

Wenken

Het opladen van een batterij kan als een voorbeeld van een elektrolyseproces gebruikt worden.

Mogelijke practica

- Studie van reacties tussen redoxkoppels.
- Opstellen van verdringingsreeks van metalen of niet-metalen door waarneming van de optredende reacties.

Mogelijke demo-experimenten

- Reacties tussen redoxkoppels.
- Opstellen van een galvanische cel en een elektrolysecel.
- Verzilveren, verkoperen van voorwerpen.

REACTIETYPES IN DE KOOLSTOFCHEMIE

(ca. 8 lestijden)

B50 Reactiesoorten **herkennen** naar de wijze waarop de binding wordt verbroken en naar de aard van het aanvallend reagensdeeltje.

Wenken

De wijze waarop de binding wordt verbroken kan homolytisch (radicalair) of heterolytisch zijn. Reacties onderscheiden volgens de aard van het aanvallend reagensdeeltje betekent volgens de nucleofiele, elektrofile of radicalaire aard van de deeltjes die een molecuulskelet aanvallen.

B51

In een gegeven chemische reactie tussen koolstofverbindingen het reactietype **identificeren** als substitutie, additie, eliminatie, condensatie, polymeervorming en/of degradatie.

Wenken

Men benadrukt het onderscheid tussen verzadigde en onverzadigde verbindingen: substitutiereacties zijn eigen aan verzadigde verbindingen en additiereacties zijn eigen aan onverzadigde verbindingen. De oxidatie van alcoholen kan als illustratie gebruikt worden voor een eliminatie (dehydrogenatie). Condensatie en polycondensatie kunnen geïllustreerd worden via de structuuropbouw van biomoleculen zoals sachariden (de condensatie van monosachariden), proteïnen (de vorming van een peptidebinding bij de koppeling van twee aminozuren) en lipiden (de veresteringsreactie van glycerol met een vetzuur). Bij polymeervorming kunnen polymerisatie, polyadditie en polycondensatie als voorbeelden worden gegeven.

Voorbeelden van degradatie zijn kraken en verbranding van organische stoffen.

Het is niet de bedoeling de reactiemechanismen gedetailleerd aan de hand van elektronenverschuivingen in de betrokken reagentia te bespreken.

V51a

Een chemische reactie tussen koolstofverbindingen **aanvullen**.

Wenken

Als uitbreiding kunnen voor een aantal organische stofklassen (bijvoorbeeld alkenen, halogeenverbindingen, alcoholen, carbonzuren) de belangrijkste organische reacties worden opgesteld. Het is niet de bedoeling alle mogelijke reacties van alle organische stofklassen te bespreken.

V51b

Een elementaire syntheseseweg voor een eenvoudige koolstofverbinding **voorstellen**.

Wenken

Een overzichtsschema van elementaire synthesesewegen wordt best progressief opgebouwd bij de studie van de chemische eigenschappen van de organische stofklassen. Het is niet de bedoeling dat de leerlingen dit schema kunnen reproduceren. Bedoeling is dat ze inzicht verwerven in de onderlinge samenhang van de organische stofklassen en dit schema kunnen gebruiken bij de studie van elementaire synthesesewegen uitgaande van eenvoudige grondstoffen. Een voorbeeld is de synthese van propaanzuur uitgaande van propeen.

**B52**Kunststoffen **herkennen** als voorbeelden van macromoleculen.**Wenken**

De behandeling van macromoleculaire verbindingklassen zal zich beperken tot een elementaire kennismaking met de structuur en de belangrijkste skeletonderdelen van dergelijke moleculen. Ingewikkeldere structuurmodellen van macromoleculen kunnen wel bij wijze van illustratie worden getoond, maar hoeven niet te worden verklaard.

Aanduiden dat polymeren zowel van natuurlijke als van synthetische oorsprong kunnen zijn.

B53Eigenschappen en actuele toepassingen van kunststoffen vanuit hun moleculaire structuur, **verklaren**.**Wenken**

Men kan bij de behandeling van toepassingen wijzen op de recyclage van kunststoffen en op de nieuwe ontwikkelingen (bioafbreekbare polymeren, geleidende polymeren, zelfherstellende polymeren, nanomaterialen).

De thermische eigenschappen van kunststoffen worden in verband gebracht met de begrippen thermoplast, thermoharder en elastomeer en bij voorkeur experimenteel ondersteund.

Mogelijke practica

- Bereiding van een ester.
- Bereiding van zeep.
- Bereiding van enkele kunststoffen zoals bakeliet, nylon, polyurethaanschuim...
- Identificaties van kunststoffen.
- Studie van de zuursterkte van alkaanzuren.
- Synthese van organische stoffen.

Mogelijke demo-experimenten

- Oxidatie van alcoholen.
- Bromering van alkanen en alkenen.
- Identificatiereacties van organische stoffen.
- Verschil tussen thermoharder, thermoplast en elastomeer.
- Uitvoering van een elektrofile substitutie (vb. nitrering van naftaleen).

8 Minimale materiële vereisten

Bij het uitvoeren van practica is het belangrijk dat de klasgroep tot maximaal 22 leerlingen wordt beperkt om:

- de algemene doelstellingen m.b.t. onderzoekend leren/leren onderzoeken in voldoende mate te bereiken;
- de veiligheid van iedereen te garanderen.

8.1 Algemeen

Om de leerplandoelstellingen bij de leerlingen te realiseren, dient de school minimaal de hierna beschreven infrastructuur, materiële en didactische uitrusting ter beschikking te stellen, die beantwoordt aan de reglementaire eisen op het vlak van veiligheid, gezondheid, hygiëne, ergonomie en milieu. Dit alles is daarnaast aangepast aan de visie op leren die de school hanteert.

8.2 Infrastructuur

- Een chemielokaal, met een demonstratietafel waar zowel water, elektriciteit als gas voorhanden zijn, is een must. Mogelijkheid tot projectie (beamer met computer) is noodzakelijk. Een pc met internetaansluiting is hierbij wenselijk.
- Om onderzoekend leren en regelmatig practica te kunnen organiseren is een degelijk uitgerust practicumlokaal met de nodige opbergruimte noodzakelijk. Hierbij moeten voorzieningen aanwezig zijn voor afvoer van schadelijke dampen en gassen.
- Eventueel is er bijkomende opbergruimte beschikbaar in een aangrenzend lokaal.
- Op geregelde tijdstippen is een vlotte toegang tot een open leercentrum en/of multimediaklas met beschikbaarheid van pc's noodzakelijk.
- Het lokaal dient te voldoen aan de vigerende wetgeving en normen rond veiligheid, gezondheid en hygiëne.

8.3 Uitrusting

Suggesties voor leerlingenexperimenten, vermeld bij de leerplandoelstellingen, laten de leraar toe een keuze te maken, rekening houdend met de materiële situatie in het labo en de grootte van de klasgroep. Niet vermelde experimenten, die aansluiten bij de leerplandoelstellingen, zijn vanzelfsprekend ook toegelaten.



Omdat de leerlingen per 2 (uitzonderlijk per 3) werken, zullen een aantal zaken in meervoud moeten aanwezig zijn. Voor de duurdere toestellen kan de leraar zich, afhankelijk van de klasgrootte, beperken tot 1 à 2 exemplaren, die dan gebruikt worden in een circuitpracticum.

8.4 Basismateriaal

8.4.1 *Algemeen*

- Volumetrisch materiaal: maatbekers, kolven, maatscilinders, erlenmeyers, pipetten, buretten
- Recipiënten (allerhande)
- Statieven met toebehoren
- Verbindingselementen voor het monteren van opstellingen
- Tangen, spatels, roerstaven, schalen
- Houders voor reageerbuizen
- Deeltjesmodellen, atoommodellen, molecuulmodellen, orbitaalmodellen en roostermodellen

8.4.2 *Specifiek:*

- Materiaal voor opvang van gassen (gasklok, meetspuit)
- Materiaal om eenvoudige elektrostaticaproeven uit te voeren

8.5 Toestellen

- Thermometer
- Geleidbaarheidsmeter
- Bunsenbrander of elektrische verwarmplaat
- Spanningsbron
- Balans, nauwkeurigheid tot minstens 0,1 g
- Materiaal om pH-metingen uit te voeren (pH-meter, pH-strips, universeelindicator)
- Stroom- en spanningsmeter

8.6 Chemicaliën

- Verzameling van de voornaamste anorganische en organische stoffen
- Zuur-base-indicatoren
- Een aantal bufferoplossingen
- Een aantal kunststoffen

8.7 Tabellen

- Tabellenboekjes of ICT-infrastructuur voor het verzamelen van informatie
- Chemicaliëncatalogi
- Periodiek systeem als wandkaart met aanduiding van s-, p-, d- en f-blokken
- Tabel met oxidatiegetallen
- Spanningsreeks van de metalen en de niet-metalen
- Tabel met omslaggebieden en kleuren van zuur-base-indicatoren
- Tabel met zuur- en baseconstanten
- Tabel met standaardreductiepotentialen

Ter ondersteuning kan volgend materiaal in het chemielokaal aanwezig zijn:

- Isotopenkaart (nuclidenkaart)
- Wandkaart van de anorganische stofklassen met formule en naam van de belangrijkste zuren, van een aantal basen, oxiden en zouten
- Wandkaart van de organische stofklassen met formule en naamgeving
- Wandkaart met de belangrijkste reacties van de anorganische stofklassen
- Wandkaart met de belangrijkste grootheden en formules gebruikt bij het chemisch rekenen
- Wandkaart met belangrijkste labomateriaal en bijhorende naam

8.8 Veiligheid en milieu

- Voorziening voor correct afvalbeheer
- Afsluitbare kasten geschikt voor de veilige opslag van chemicaliën
- EHBO-set
- Brandbeveiliging: brandblusser, branddeken, emmer zand
- Wettelijke etikettering van chemicaliën
- Persoonlijke beschermingsmiddelen: beschermkledij (labojassen), veiligheidsbrillen, handschoenen, oogdouche of oogspoelflessen, pipetvullers
- Recentste versie van brochure “Chemicaliën op school”
- Lijst met H- en P-zinnen
- Lijst met gevarenpictogrammen



9 Evaluatie

9.1 Inleiding

Evaluëren is een middel om *feedback* te geven aan de leerling en aan de leraar. Door rekening te houden met de vaststellingen gemaakt tijdens de evaluatie kan de leerling zijn *leren optimaliseren* en de leraar zijn *didactisch handelen bijsturen*.

Evaluatie is dus een onderdeel van de leeractiviteiten van leerlingen en vindt niet alleen plaats op het einde van dat leerproces of op het einde van een onderwijsperiode.

De manier van evalueren behoort tot de autonomie van de school. Het al of niet organiseren van examens en de wijze van rapporteren maakt deel uit van het schoolbeleid en de schoolteams.

9.2 Leerstrategieën

Onderwijs wordt niet meer beschouwd als het louter overdragen van kennis. Het ontwikkelen van leerstrategieën, van algemene en specifieke attitudes en de groei naar *actief leren* krijgt een centrale plaats in dat leerproces. Voorbeelden van strategieën die in de leerplandoelstellingen van dit leerplan voorkomen zijn:

- ... onderscheiden op basis van ...
- ... verband leggen tussen ...
- ... herkennen in en toepassen op ...
- ... afleiden
- ... indelen en herkennen
- ... omschrijven en verklaren
- ... verklaren en voorspellen
- ... in verband brengen met ...
- ... definiëren en interpreteren
- ... toepassen
- ... formule en naam vormen
- ... illustreren
- ... kwalitatief verklaren en voorspellen
- ... kwantitatief verklaren
- ... classificeren
- ... berekenen
- ... opstellen
- ... identificeren

Aangezien deze leerstrategieën deel uitmaken van de leerplandoelen, is het belangrijk dat ook het hanteren van deze strategieën geëvalueerd wordt.

Ook het gebruik van stappenplannen, het raadplegen van tabellen en allerlei doelgerichte evaluatieopgaven ondersteunen de vooropgestelde leerstrategieën.

9.3 Proces- en productevaluatie

Het gaat niet op dat men tijdens de leerfase het *leerproces* benadrukt, maar finaal alleen het *leerproduct* evalueert. De literatuur noemt die samenhang tussen proces- en productevaluatie *assessment*. De procesmatige doelstellingen staan in dit leerplan vooral bij de algemene doelstellingen.

Wanneer we willen ingrijpen op het leerproces is de *rapportering, de duiding en de toelichting* van de evaluatie belangrijk. Blijft de rapportering beperkt tot het louter weergeven van de cijfers, dan krijgt de leerling weinig adequate feedback. In de rapportering kunnen de sterke en de zwakke punten van de leerling weergegeven worden maar ook eventuele adviezen voor het verdere leerproces kunnen aan bod komen.

9.4 Groepswerk, groepstaken en leerlingenexperimenten

Groepswerk, groepstaken en leerlingen experimenten evenwichtig evalueren is niet eenvoudig. Bij het globaal evalueren van het groepsresultaat spelen zowel procesevaluatie als de weergave van het aandeel van elk groepslid een belangrijke rol. Peerevaluatie en zelfevaluatie maken wezenlijk deel uit van de evaluatie van groepswerk.

De leerlingen krijgen vooraf inzicht in de verschillende stappen die ze moeten doorlopen, in de criteria en in de manier waarop de evaluatie gebeurt. Dit veronderstelt dat van bij het begin van het groepswerk/leerlingenexperiment onder de groepsleden duidelijke afspraken worden gemaakt over de taakverdeling, de planning, de timing en de (zelf)evaluatie.