

# Handreiking schoolexamen scheikunde havo/vwo

Tweede fase

*Herziening* Heleen Driessen  
*examenprogramma's*  
*havo/vwo*

Enschede, maart 2007

Verantwoording

© 2007 Stichting leerplanontwikkeling (SLO), Enschede

Alle rechten voorbehouden. Mits de bron wordt vermeld is het toegestaan om zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren dan wel op andere wijze te verveelvoudigen.

**Auteur:** Heleen Driessen


**Redactie:** ZonneveldMarks, Deventer

**Ontwerp omslag en productie:** Axis media-ontwerpers, Enschede

**In opdracht van:** Ministerie van Onderwijs, Cultuur, Wetenschappen

De handreikingen zijn ook te downloaden.

U vindt ze op [www.slo.nl](http://www.slo.nl)  sector <vo tweede fase>

 <examenprogramma's en handreikingen voor de vakken in havo-vwo vanaf 2007>

Voor verdere informatie over dit vak:

SLO, Stichting Leerplanontwikkeling

Mevrouw Heleen Driessen

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 339

E-mail: [h.driessen@slo.nl](mailto:h.driessen@slo.nl)

# Inhoud

Voorwoord	5
Inleiding	7
<b>1. Scheikunde in de nieuwe tweede fase</b>	<b>9</b>
1.1 Plaats van het vak	9
1.2 Veranderingen in het examenprogramma vanaf 2007	9
1.3 Globaal geformuleerde subdomeinen	10
1.4 Aanpassing examenprogramma aan de nieuwe omvang van het vak	11
1.5 Aanwijzing van het deel van het programma voor het schoolexamen	11
1.6 Gespecificeerde subdomeinen voor het centraal examen	12
1.7 Examinering	13
1.8 Leermiddelen	13
1.9 Practicum en experimenteel onderzoek	13
1.10 Ontwikkeling en invoering Nieuwe Scheikunde	14
<b>2. De programma's voor havo en vwo</b>	<b>15</b>
<b>3. Het centraal examen en het schoolexamen</b>	<b>17</b>
3.1 Programma voor het centraal examen vwo en havo	17
3.2 Programma voor het schoolexamen vwo en havo	17
3.3 Verdeling programma voor het centraal examen en schoolexamen vwo	17
3.4 Verdeling programma voor het centraal examen en schoolexamen havo	19
<b>4. De subdomeinen van het schoolexamen</b>	<b>21</b>
4.1 Inleiding	21
4.2 Niet-bindende interpretatie van de toelichting op globale subdomeinen	21
4.3 Toelichting op de geglobaliseerde subdomeinen voor vwo	22
4.4 Toelichting op de gespecificeerde subdomeinen voor havo	41
4.5 ANW binnen het scheikundeprogramma van havo	61
<b>5. Mogelijkheden voor toetsing en weging (PTA)</b>	<b>63</b>
5.1 Inrichting van het PTA	63
5.2 Overwegingen bij het opstellen van een PTA	63
5.3 Weging	65
5.4 Voorbeelden van PTA's voor vwo	65
5.5 Voorbeelden van PTA's voor havo	67
<b>6. Afstemming met andere vakken</b>	<b>71</b>
6.1 Afstemming tussen scheikunde en biologie	71
6.2 Afstemming tussen scheikunde en natuurkunde	71
6.3 Afstemming tussen scheikunde en wiskunde	72
6.4 Afstemming tussen scheikunde en NLT	72
6.5 Afstemming tussen scheikunde en ANW op vwo	73
6.6 Afstemming tussen scheikunde en Nederlands	74
6.7 Afstemming tussen scheikunde en Engels/Duits	74
6.8 Overige afstemmingsmogelijkheden	75

<b>7.</b>	<b>Onderdelen naar keuze van de school</b>	<b>77</b>
7.1	Ruimte in het programma	77
7.2	Practicum, eigen onderzoek en ontwerp	77
7.3	Vernieuwende projecten	78
7.4	Werkversie examenprogramma Nieuwe Scheikunde	81
7.5	Modulen Nieuwe Scheikunde	83
7.6	Vorbereiding op 2007 en Nieuwe Scheikunde	84
<b>8.</b>	<b>Vernieuwing examinering</b>	<b>91</b>
8.1	Centraal examen	91
8.2	Schoolexamen	91
8.3	Kwaliteitszorg schoolexamen	92
Bijlage 1	Communale kennis voor het centraal examen	95
Bijlage 2	Toelichting op de specificatie voor het centraal examen	99
Bijlage 3	Syllabus voor het centraal examen	105
Bijlage 4	Examenprogramma scheikunde vwo	107
Bijlage 5	Examenprogramma scheikunde havo	113
Bijlage 6	Basiskennis scheikunde voor het biologieprogramma	119
Bijlage 7	Verwijzingen	121

# Voorwoord

De *Handreiking voor het schoolexamen* die voor u ligt, hoort bij de vernieuwingen die in 2007 zullen ingaan in de tweede fase van het voortgezet onderwijs.

Basis voor deze vernieuwingen is de ministeriële nota *Ruimte laten en keuzes bieden in de tweede fase havo en vwo* (2003), waarvan de leidende gedachte is dat scholen meer vrijheid en keuzemogelijkheden moeten krijgen voor de invulling van hun onderwijs in de tweede fase.

Daartoe zijn de examenprogramma's voor alle vakken geglobaliseerd, wat wil zeggen dat ze minder eindtermen en minder detaillering van eindtermen bevatten dan voorheen het geval was.

Ook zijn alle vormvoorschriften voor het schoolexamen geschrapt. Docenten zijn nu, binnen de wettelijke kaders, vrij hun schoolexamens naar eigen inzicht in te richten.

Bij dit laatste biedt SLO, op verzoek van OCW, steun in de vorm van *handreikingen* per vak, waarvan dit er één is. De handreikingen bevatten suggesties en adviezen voor de inrichting van het schoolexamen, die gezien het bovenstaande een niet-voorschrijvend karakter dragen.

Zij zijn gebaseerd op de expertise van de vakinhoudelijk medewerkers van SLO, en in veel gevallen ook op overleg met de vakinhoudelijke vereniging en/of raadpleging van het veld via Veldadvisering.

Iedere handreiking opent met een beschrijving van de positie van het vak in de vernieuwde tweede fase, en een weergave van de veranderingen ten opzichte van het nu nog vigerende examenprogramma.

Daarna wordt ingegaan op de overeenkomsten en verschillen tussen het havo- en het vwo-programma, en op de verdeling van de leerstof over het centraal examen en het schoolexamen. (Dit bij de vakken waar het van toepassing is).

Vervolgens worden de eindtermen voor het schoolexamen uitgelegd en toegelicht.

De mogelijkheden voor toetsing van de eindtermen in het schoolexamen worden geschetst, en suggesties worden gedaan voor weging van de verschillende toetsen.

Tenslotte wordt ingegaan op afstemmingsmogelijkheden met andere vakken in de tweede fase, en wordt besproken welke mogelijkheden scholen vanaf 2007 hebben om eigen onderdelen toe te voegen aan de onderdelen die in het schoolexamen wettelijk voorgeschreven zijn.

We hopen dat onze handreikingen de weg naar de scholen zullen vinden, en dat ze voor docenten een steun zullen zijn bij het zelf vormgeven van de inrichting van hun schoolexamen.

Helge Bonset  
projectleider Herziening examenprogramma's havo/vwo

Hetty Mulder  
programmamanager tweede fase



# Inleiding

Voor scheikunde staan er twee veranderingen op stapel: nieuwe examenprogramma's voor 2007 en een heel nieuw scheikundeprogramma rond 2010. We willen bij het toelichten van het programma voor 2007 ook het perspectief op de veranderingen rond 2010 betrekken.

In verband met de belangrijkste veranderingen van het vak scheikunde vanaf 2007 besteden we daarom aandacht aan o.a. leermiddelen, practicum en de ontwikkeling van Nieuwe Scheikunde volgens het advies van de Commissie Vernieuwing Scheikunde (Commissie Van Koten).

Bij de toelichting van de subdomeinen voor het schoolexamen geven we een aantal suggesties voor een alternatieve vakinhoudelijke invulling en examinering. Hiermee beogen we een aantal keuzemogelijkheden in de benadering van dezelfde vakinhoud in beeld te brengen en te laten zien hoe binnen het programma van 2007 meer hedendaagse chemie aan bod kan komen.

Door de ruimte in het programma voor het schoolexamen kunnen scholen vernieuwende wegen inslaan binnen het vak scheikunde en de andere natuurwetenschappelijke vakken. Daarom stellen we zowel voor havo als voor vwo enkele voorbeelden van het programma voor toetsing en afsluiting op en lichten we toe welke uitgangspunten voor de uitwerking van het programma voor het schoolexamen hieraan ten grondslag liggen. Hierin is ook zichtbaar op welke manieren het ANW-domein bij havo binnen het scheikundeprogramma kan worden geëxamineerd.

Bij de uitwerking van de onderdelen naar keuze van de school hopen we door middel van het overzicht met vernieuwende projecten en een toelichting op de ontwikkeling van Nieuwe Scheikunde scholen te inspireren om hiervan actief gebruik te maken. Ook geven we een overzicht van beslispunten ter voorbereiding op de invoering van de programma's van 2007 en van Nieuwe Scheikunde.

Vernieuwing van programma's gaat samen met vernieuwing van examinering, zowel in het centraal examen als in het schoolexamen. We geven kort enkele vernieuwingen in de regelgeving voor het centraal examen per 2007 aan, mogelijke vernieuwingen binnen het schoolexamen en bespreken mogelijkheden voor kwaliteitsverbetering van de schoolexamens.

Bij het opstellen van de handreiking is er rekening mee gehouden dat de handreiking vooral dient als naslagwerk. De hoofdstukken kunnen onafhankelijk van elkaar worden gelezen. Dit brengt echter enige redundantie in de tekst met zich mee. We hopen dat hierdoor de gebruiksvriendelijkheid als naslagwerk is toegenomen.

Bij deze danken we de docenten van de veldadviesgroep hartelijk voor de respons op de conceptversie en de vele suggesties.



# 1. Scheikunde in de nieuwe tweede fase

## 1.1 Plaats van het vak

Scheikunde is een verplicht vak voor de profielen Natuur & Gezondheid en Natuur & Techniek en kan als keuzevak gekozen worden door leerlingen met het profiel Cultuur & Maatschappij of Economie & Maatschappij. Het is aan een school toegestaan om het vak scheikunde (of gedeelten daarvan, bijvoorbeeld in de vorm van modules) ook in het vrije deel aan te bieden.

De examenstof voor de beide natuurprofielen is identiek, de centrale examens ook.

*vwo*

Het vak scheikunde is in de geherstructureerde tweede fase vanaf 2007 één volledig vak met een studielast van 440 sl.u.

*havo*

De studielast van het scheikundeprogramma voor havo beslaat in totaal 320 uur. Hiervan is 40 sl.u aangewezen voor ANW.

## 1.2 Veranderingen in het examenprogramma vanaf 2007

Bij de aanpassing van de examenprogramma's aan de nieuwe tweede fase wordt een aantal veranderingen tegelijkertijd doorgevoerd. Kort samengevat gaat het om:

1. *Het zogenaamde 'globaliseren' van de subdomeinen.* In plaats van de gedetailleerde beschrijving in eindtermen van 1998 is er vanaf 2007 een beperkt aantal subdomeinen waarin met een globale, overkoepelende formulering de inhoud van soms wel 20 eindtermen is samengevat in één overkoepelende zin.
2. *Het aanpassen van het examenprogramma aan de omvang van het vak in 2007.* Het nieuwe programma bij vwo heeft een kleinere omvang dan het bestaande programma van scheikunde 1,2. Bij havo wordt het centrale ANW-domein over reflectie en analyse toegevoegd.
3. *Het aanwijzen van een deel van het programma voor het schoolexamen.* Vanaf 2007 wordt een deel van het programma alleen in het schoolexamen en niet meer in het centraal examen getoetst. Scholen hebben veel meer vrijheid om binnen enkele kaders te bepalen hoe hun schoolexamen eruit ziet.
4. *Het specificeren van de subdomeinen voor het centraal examen.* In een syllabus van CEVO zijn de globaal geformuleerde subdomeinen voor het centraal examen gespecificeerd met eindtermen uit het programma van 1998. Ook zijn hierin de veranderingen in het programma vanaf 2007 in vergelijking met het programma van 1998 duidelijk aangegeven.

*vwo*

Bij de invoering van de tweede fase in 1998/1999 werd voor scheikunde vwo een nieuw examenprogramma vastgesteld voor scheikunde 1, gebaseerd op 400 SLU, en voor scheikunde 1,2, gebaseerd op 520 SLU.

Bij het invoeren van de geherstructureerde tweede fase vanaf 2007 is de deelvakstructuur opgeheven. Dit geeft aanleiding tot aanpassingen van het bestaande programma, dat door het schrappen of inperken van subdomeinen is aangepast aan de omvang vanaf 2007.

De examenstof voor scheikunde vanaf 2007 is gebaseerd op de (sub)domeinvolgorde van het programma van scheikunde 1,2 van 1998. Op basis daarvan is een beperking van 120 slU op het huidige programma bereikt met een samenhangend programma als belangrijkste uitgangspunt. Hierin zijn elementen van scheikunde 1,2 opgenomen voorzover dit zoveel mogelijk de samenhang en diepgang van het programma waarborgt. Na de veldraadpleging van CEVO is alsnog besloten om subdomein E2 'Energetische effecten' bijna geheel te laten vervallen.

Het examenprogramma betreft de gehele examenstof voor het centraal examen én het schoolexamen.

*havo*

Bij de invoering van de tweede fase in 1998/1999 werd voor scheikunde havo een nieuw examenprogramma vastgesteld dat is gebaseerd op 280 SLU. Dat programma werd algemeen als overladen ervaren en in 2002 heeft de CEVO de stof voor het centraal examen tot ongeveer 75% van het oorspronkelijke programma ingeperkt. Over het onderwijs in de resterende 25% en examinering daarvan in het schoolexamen beslist vanaf 2002 de school.

Het invoeren van de geherstructureerde tweede fase vanaf 2007 geeft aanleiding tot enige aanpassingen van het in 2002 gereduceerde programma op grond van door het veld geconstateerde verbeterpunten.

De examenstof voor scheikunde vanaf 2007 is gebaseerd op de (sub)domeinvolgorde van het programma van 1998. Enkele eindtermen die in de aanpassing van 2002 voor het centraal examen waren vervallen, zijn na de veldraadpleging van CEVO weer in het centraal te examineren deel ondergebracht.

De examenstof betreft de gehele examenstof: die voor het centraal examen en het schoolexamen. In een aparte syllabus van CEVO worden de eindtermen voor het centraal examen toegelicht.

### **1.3 Globaal geformuleerde subdomeinen**

De meest opvallende verandering is dat het examenprogramma van 2007 minder en veel globalere subdomeinen bevat. In vergelijking met veel programma's van andere vakken in de tweede fase is het scheikundeprogramma van 1998 erg gedetailleerd uitgewerkt met voor vwo 47 eindtermen voor het domein Vaardigheden en 202 eindtermen voor de vakinhoud. Voor havo gaat het om 47 eindtermen voor het domein Vaardigheden, 111 eindtermen voor de vakinhoud en 10 eindtermen uit het zogenoemde B-domein van algemene natuurwetenschappen. De meer globale beschrijving biedt docenten en scholen meer keuzevrijheid bij de invulling van het examenprogramma (zie verder het Voorwoord).

Als voorbeeld van een globaal geformuleerd subdomein volgt op de volgende pagina het domein E 'Kenmerken van Reacties' van vwo.

**Domein E: Kenmerken van reacties****Subdomein E1: Toepassingen**

De kandidaat kan enkele natuurlijke kringloopprocessen beschrijven en van een aantal typen reacties en processen aangeven wat de kenmerken ervan zijn en ze in vergelijkingen weergeven.

**Subdomein E2: Energetische effecten**

*Vervallen.*

**Subdomein E3: Reactiesnelheid**

De kandidaat kan aangeven wat onder reactiesnelheid wordt verstaan en verklaren welke factoren reactiesnelheden beïnvloeden.

**Subdomein E4: Evenwichten**

De kandidaat kan aangeven op welke wijze de ligging van een evenwicht kan worden beïnvloed.

**Subdomein E5: Rekenen aan reacties**

De kandidaat kan chemische berekeningen uitvoeren.

## 1.4 Aanpassing examenprogramma aan de nieuwe omvang van het vak

In juni 2004 gaf de minister aan SLO en Citogroep de opdracht het bestaande programma te globaliseren.

### *vwo*

Bij vwo werd de opdracht als volgt gespecificeerd: "Voor het vwo kan het examenprogramma in beginsel inhoudelijk overeenkomen met dat van het vigerende programma van het deelvak scheikunde 1. Dat is gebaseerd op 400 sl. Voor scheikunde in de tweede fase na 2007 zijn 440 sl. beschikbaar. Dan is er dus 40 sl. niet ingevuld – dat is de ruimte die nodig is o.a. voor het practicum."

Eind 2004 gaf een ingestelde CEVO-commissie de minister advies over een conceptprogramma, bestaande uit delen van het gehele vak Scheikunde 1,2.

Uit het programma voor Scheikunde 1,2 van 1998 zijn een aantal subdomeinen geschrapt en andere subdomeinen ingeperkt. Het overzicht in hoofdstuk 4 geeft deze wijzigingen gedetailleerd weer.

### *havo*

Voor havo was de specificatie als volgt geformuleerd: "Voor scheikunde in het HAVO is in de geherstructureerde tweede fase vanaf 2007 320 sl. beschikbaar. Dit is 40 sl. meer dan voor scheikunde in de tweede fase vanaf 1998. Vanaf 2007 worden echter kernelementen van ANW in het scheikundeprogramma opgenomen. Dit betreft het ANW-domein 'Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek'. Daarvoor zijn 40 sl. te reserveren. "

Het havo-programma vanaf 2007 is in grote lijnen gebaseerd op het in 2002 gereduceerde programma waarin 75% werd aangewezen als CE-stof. Daarin zijn echter enkele wijzigingen aangebracht. Zie voor een gedetailleerd overzicht hoofdstuk 4.

## 1.5 Aanwijzing van het deel van het programma voor het schoolexamen

Voor scheikunde is het tot 2007 gebruikelijk dat vrijwel het gehele programma zowel in het schoolexamen als in het centraal examen wordt getoetst.

Eind 2004 gaf een ingestelde CEVO-commissie voor vwo en een CEVO-commissie voor havo de minister advies over 60% van de examenstof voor examinering in het centraal examen en 40% van de examenstof voor examinering in het schoolexamen. Bij het tot stand komen van deze adviezen werd ook een veldraadpleging betrokken. De CEVO kan bepalen dat het centraal examen ten dele betrekking heeft op andere subdomeinen, mits de subdomeinen van het centraal examen tezamen dezelfde studielast hebben als de in de vorige zin genoemde.

De vormvoorschriften voor het schoolexamen van 1998 zijn vervangen door een veel beperktere aanwijzing, te weten:

Het schoolexamen heeft betrekking op domein A van vwo en domein A1 van havo, en:

- de domeinen en subdomeinen waarop het centraal examen geen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer domeinen of subdomeinen waarop het centraal examen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

De examenstof, zoals vermeld in hoofdstuk 2, dient geheel te worden onderwezen. Het is dus niet zo dat het bevoegd gezag van de school vrij is een gedeelte van de schoolexamenstof te laten vervallen, omdat deze niet centraal geëxamineerd wordt.

#### *vwo*

De gehele studielast van het scheikundeprogramma vanaf 2007 beslaat in totaal 440 uur. Hiervan is 40 slu als ruimte voor o.a. practicum afgebakend.

60% Van het scheikundeprogramma wordt centraal geëxamineerd. Het centraal te examineren deel beslaat een studielast van ongeveer 240 slu. 40% Valt buiten het centrale examen en wordt alleen in het schoolexamen geëxamineerd. Hiervoor is 200 slu beschikbaar, inclusief practicum. Zie voor een overzicht van de stof voor het schoolexamen en het centraal examen hoofdstuk 4.

#### *havo*

De studielast van het havo-programma vanaf 2007 beslaat in totaal 320 slu. Hiervan is 40 slu aangewezen voor het ANW-domein 'Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek'. Het overig deel van het scheikundeprogramma beslaat 280 slu. Hiervan wordt 60% centraal geëxamineerd, dit beslaat een studielast van ongeveer 170 slu. 40% Valt buiten het centrale examen en wordt alleen in het schoolexamen geëxamineerd. Hiervoor is 150 slu beschikbaar, inclusief het ANW-domein en practicum. Zie voor een overzicht van de stof voor het schoolexamen en het centraal examen hoofdstuk 4.

## **1.6 Gespecificeerde subdomeinen voor het centraal examen**

In de syllabus van de CEVO voor het centraal examen zijn de geglobaliseerde subdomeinen gespecificeerd met eindtermen uit het programma van 1998. In het volgende hoofdstuk staat een gedetailleerd overzicht met de betreffende subdomeinen en eindtermen. Een enkele keer is een eindterm uit een vervallen subdomein toegevoegd aan een ander voor het centraal examen aangewezen subdomein. In het centraal examen worden overigens ook vragen gesteld over de zogenoemde communale kennis, de scheikundekennis die niet in de gespecificeerde eindtermen staat maar wel bekend wordt verondersteld. Zie bijlage 1 voor een overzicht van de communale kennis.

Ook worden enkele begrippen toegelicht die bij de specificatie voor het centraal examen in een aantal eindtermen voorkomen. Dit betreft:

- optische activiteit;
- structuurformules;
- reactievergelijkingen;
- aanrekenen van reken- en significantiefouten;
- halfreacties bij redoxreacties.

Zie voor deze toelichting bijlage 2. Zie bijlage 3 voor een overzicht van de inhoud van de syllabus voor het centraal examen

## 1.7 Examinering

Het eindexamen bestaat uit het centraal examen en het schoolexamen.

Het centraal examen gaat over de voor het centraal examen aangewezen subdomeinen met inbegrip van de communale kennis. De CEVO stelt het aantal en de tijdsduur van de zittingen van het centraal examen vast en maakt indien nodig een nadere specificatie bekend van de examenstof van het centraal examen.

De inhoud en wijze van examinering van het schoolexamen wordt door de school vastgelegd in het Programma voor Toetsing en Afsluiting (PTA). Hierop zijn de in paragraaf 1.5 genoemde vormvoorschriften van toepassing.

De regeling voor de weging van het behaalde cijfer in het schoolexamen en het centraal examen voor het eindcijfer wordt gehandhaafd.

## 1.8 Leermiddelen

Uitgangspunt bij de aanpassing van 2007 is dat voor het onderwijs van het nieuwe programma de bestaande leermiddelen toereikend zijn. Alle leerlingen zullen echter de leerboeken voor scheikunde 1,2 moeten gebruiken. In werkbladen of een zeer uitgebreide studiewijzer wordt vervolgens door de scheikundesectie bepaald welke paragrafen en bladzijden niet tot de leerstof behoren. Daarnaast zijn voor de door het bevoegd gezag van de school aangewezen vakonderdelen passende leermiddelen nodig. Zie paragraaf 8.3 voor een overzicht van enkele mogelijkheden.

## 1.9 Practicum en experimenteel onderzoek

In het scheikundeprogramma voor vwo is expliciet ruimte geschapen voor o.a. practicum, voor havo is deze ruimte al gerealiseerd door de reductie van het programma in 2002. Zowel illustratief klassikaal practicum als onderdeel van het scheikundeonderwijs als praktische opdrachten waarbij leerlingen zelfstandig of in groepjes experimenteel onderzoek doen, vormen volgens breed gedragen opvattingen in het docentenveld een elementair onderdeel van goed scheikundeonderwijs en een noodzakelijke voorbereiding op het profielwerkstuk.

Het aantal lessen scheikunde in de lessentabel staat veelal op gespannen voet met het belang dat docenten en leerlingen aan practicum en experimenteel onderzoek in praktische opdrachten hechten. Bij de invoering van de tweede fase gaf de Nederlandse Vereniging van Onderwijs in Natuurwetenschappen scholen hierover een advies.

## 1.10 Ontwikkeling en invoering Nieuwe Scheikunde

Aansluitend op het advies van de Commissie Van Koten wordt, aangestuurd vanuit de Stuurgroep Nieuwe Scheikunde, gewerkt aan een volledig vernieuwd examenprogramma Nieuwe Scheikunde voor havo en vwo. De Commissie Van Koten (Driessen, H. e.a. 2003), stelt drie grote veranderingen voor.

1. Een programma op hoofdlijnen dat is gebaseerd op de centrale concepten van het vak scheikunde: het molecuulconcept en het micro/macroconcept.
2. Scheikunde in een context-en-conceptbenadering als doorlopende leerlijn van onder- naar bovenbouw.
3. Een programma dat zo is ontworpen dat het actueel kan blijven.

Dit vernieuwde examenprogramma wordt in 2005 uitgewerkt in een werkversie van domeinen en subdomeinen volgens een heel andere structuur dan het huidige scheikundeprogramma. Er is dan ook geen verband tussen het examenprogramma 2007 en het examenprogramma Nieuwe Scheikunde dat nu ontwikkeld wordt. (Zie ook bij 7.4).

De eerste werkversies van de examenprogramma's Nieuwe Scheikunde voor havo en vwo zullen binnenkort aan de hand van experimenten in de deelnemende scholen worden beproefd. Waar nodig zal voor de proefscholen een aparte examenregeling worden vastgesteld.

Centrale invoering van het vernieuwde programma scheikunde is niet voor 2010 te verwachten. De Stuurgroep Nieuwe Scheikunde stelt voor deze centrale invoering geleidelijk te laten verlopen in die zin dat scholen binnen een bandbreedte van een aantal jaren zelf bepalen in welk jaar ze overstappen op Nieuwe Scheikunde. Overigens zijn vanaf 2005 ook vernieuwingscommissies biologie en natuurkunde van start gegaan. Centrale invoering van deze vernieuwde programma's zal gelijklopen met de centrale invoering van Nieuwe Scheikunde.

## 2. De programma's voor havo en vwo

De examenprogramma's scheikunde voor havo en vwo vanaf 2007 verschillen van elkaar op de volgende punten.

1. Aan het havo-programma is binnen domein A het domein Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek toegevoegd. Bij vwo is dit domein een onderdeel van het examenprogramma ANW.
2. Het subdomein C1 Toepassingen van synthetische polymeren maakt alleen deel uit van het vwo-programma. Het subdomein C2 Toepassingen van koolstofverbindingen bij havo heeft een iets andere uitwerking dan het overeenkomstige subdomein C2 bij vwo. Het subdomein C4 Structuren van koolstofverbindingen bij havo is minder globaal geformuleerd dan het overeenkomstige domein C4 bij vwo.
3. Tussen domein D: Stoffen en materialen 3, biochemisch van havo en het overeenkomstige domein D Biochemie bij vwo zijn twee verschillen:
  - Alleen havo heeft een subdomein Industriële toepassingen.
  - Alleen vwo heeft een subdomein Structuren van biochemische stoffen.
4. Het domein E Sturen van reacties van havo verschilt van het domein E van vwo. Kenmerken van reacties van vwo in de volgende subdomeinen:
  - Het subdomein E1 Toepassingen van vwo is ruimer geformuleerd dan het overeenkomstige domein E1 van havo.
  - Het subdomein E2 Effecten tijdens het verloop van reacties van havo is ruimer geformuleerd dan het domein E3 Reactiesnelheid van vwo.
5. Het domein F Chemische techniek van vwo is ruimer dan het domein F Chemische industrie van havo. Vwo heeft hierin twee subdomeinen die niet bij havo voorkomen, de subdomeinen F3 Stoffen aantonen en F4 Analysetechnieken
6. Het domein G Zuren en basen bij havo is minder ruim dan het overeenkomstige domein G van vwo. Vwo heeft hierin het subdomeinen G1 Toepassingen, dat niet in het havo-programma voorkomt. De subdomeinen G3 Kenmerken, reacties en de Brønsted-theorie en G5 Namen en formules zijn bij havo samengevoegd en deels ingeperkt. Bij havo hoeven leerlingen in het domein G4 geen berekeningen aan bufferoplossingen uit te voeren, bij vwo in het domein G4 wel.
7. Het domein H Redox van vwo is ruimer dan het domein H Reacties en stroom van havo. In het vwo programma is er een subdomein H1 Toepassingen dat niet in een overeenkomstige formulering in domein H in het havo-programma voorkomt.

Zie bijlage 4 voor het examenprogramma voor vwo vanaf 2007 en bijlage 5 voor het examenprogramma voor havo vanaf 2007.



# 3. Het centraal examen en het schoolexamen

## 3.1 Programma voor het centraal examen vwo en havo

Het centraal examen vwo heeft betrekking op de subdomeinen B2, B4, C3, C4, D2, D3, E1, E3, E4, E5, F3, F4, F5, G3, G4 en H3, in combinatie met domein A.

Het centraal examen havo heeft betrekking op de subdomeinen B2, B3, B4, C3, C4, D2, E1, E3, E4, F3, G3, G4, H2, H3, in combinatie met domein A1.

De CEVO kan bepalen, dat het centraal examen ten dele betrekking heeft op andere subdomeinen, mits de subdomeinen van het centraal examen tezamen dezelfde studielast hebben als de in de vorige zin genoemde.

De CEVO stelt het aantal en de tijdsduur van de zittingen van het centraal examen vast. De CEVO maakt indien nodig een specificatie bekend van de examenstof van het centraal examen.

In een aparte publicatie van CEVO worden de geglobaliseerde subdomeinen gespecificeerd met behulp van de eindtermen uit het programma van 1998. Hierin wordt ook duidelijk gemaakt welke eindtermen niet meer centraal geëxamineerd worden. Zie voor de inhoudsopgave van de syllabus voor het centraal examen bijlage 3.

## 3.2 Programma voor het schoolexamen vwo en havo

Het schoolexamen heeft betrekking op domein A van vwo en A1 van havo, en:

- de domeinen en subdomeinen waarop het centraal examen geen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer domeinen of subdomeinen waarop het centraal examen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

Scholen hebben binnen deze vormvoorschriften de ruimte om eigen keuzes te maken voor de wijze van examineren binnen het schoolexamen en een deel van de inhoud van een scheikundeprogramma.

## 3.3 Verdeling programma voor het centraal examen en schoolexamen vwo

In het nu volgende overzicht is per subdomein weergegeven welke eindtermen uit het programma van 1998 voor het centraal examen of het schoolexamen zijn aangewezen, dan wel vervallen zijn. De subdomeinen in de tweede kolom verwijzen naar het examenprogramma van 2007. De nummers in de laatste drie kolommen verwijzen naar het programma van 1998.

Domein	Sub-domein		Centraal examen	School-examen	Vervallen
<b>A</b>		<b>Vaardigheden</b>			
	A1	Taalvaardigheden	1-8	1-8	
	A2	Reken-/wiskundige vaardigheden	9-14	9-14	
	A3	Informatievaardigheden	15-22	15-22	
	A4	Technisch-instrumentele vaardigheden	23-27	23-27	
	A4	Ontwerpvaardigheden	28-34	28-34	
	A6	Onderzoeksvaardigheden	35-43	35-43	
	A7	Maatschappij, studie en beroep	44-47	44-47	
<b>B</b>		<b>Stoffen, structuur en binding</b>			
	B1	Toepassingen			1-4
	B2	Processen/reacties	5, 6		
	B3	Atoombouw en periodiek systeem		7-9	10, 11
	B4	Bindingstypen en eigenschappen	12-20		21-25
	B5	Namen en formules		26, 27	
<b>C</b>		<b>Koolstofchemie</b>			
	C1	Toepassingen van synthetische polymeren		28, 29, 31	30, 32
	C2	Andere toepassingen van koolstofverbindingen		33-40	
	C3	Reacties van koolstofverbindingen	41-50		
	C4	Structuren van koolstofverbindingen	51-68		69-71
<b>D</b>		<b>Biochemie</b>			
	D1	Industriële toepassingen van biopolymeren			72-74
	D2	Stofwisseling	75-81		82
	D3	Structuren van biochemische stoffen	83-90, 92		91, 93
<b>E</b>		<b>Kenmerken van reacties</b>			
	E1	Toepassingen	94-99, 102-105		100, 101
	E2	Energetische effecten			106, 108, 109
	E3	Reactiesnelheid	107, 110-114		115-117
	E4	Evenwichten	118-123		124
	E5	Rekenen aan reacties	125-128		
<b>F</b>		<b>Chemische techniek</b>			
	F1	Het maken van stoffen		129-132	133
	F2	Het scheiden en zuiveren van stoffen		134-138	
	F3	Stoffen aantonen	139-141		
	F4	Analysetechnieken	142-145		
	F5	Procesindustrie	146-151		
	F6	Bulkproducten			152, 153
<b>G</b>		<b>Zuren en basen</b>			
	G1	Toepassingen		154-156	
	G2	Onderzoek		157-161	162
	G3	Kenmerken, reacties en de Brønsted-theorie	163-170, 172-174		171
	G4	Berekeningen	175-178		
	G5	Namen en formules		179-181	
<b>H</b>		<b>Redox</b>			
	H1	Toepassingen		183-186	182, 187
	H2	Redox als proces		188-190	
	H3	Redoxreacties	191-198, 201, 202		199-200

### 3.4 Verdeling programma voor het centraal examen en schoolexamen havo

De examenstof scheikunde vanaf 2007 is gebaseerd op de subdomeinvolgorde in het programma van 1998. In onderstaand overzicht is per subdomein weergegeven welke eindtermen uit het programma van 1998 voor het centraal examen of het schoolexamen zijn aangewezen, dan wel vervallen zijn. De subdomeinen in de tweede kolom verwijzen naar het examenprogramma van 2007. De nummers in de laatste drie kolommen verwijzen naar het programma van 1998.

Het domein 'Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek' is opgenomen als Domein A2.

<i>Domein</i>	<i>Subdomein</i>		<i>Centraal examen</i>	<i>School-examen</i>	<i>vervallen</i>
<b>A1</b>		<b>Vaardigheden</b>			
	A1.1	Taalvaardigheden	1-8	1-8	
	A1.2	Reken-/wiskundige vaardigheden	9-14	9-14	
	A1.3	Informatievaardigheden	15-22	15-22	
	A1.4	Technisch-instrumentele vaardigheden	23-27	23-27	
	A1.4	Ontwerpvaardigheden	28-34	28-34	
	A1.6	Onderzoeksvaardigheden	35-43	35-43	
	A1.7	Maatschappij, studie en beroep	44-47	44-47	
<b>A2</b>		<b>Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek</b>			
	A2.1	Kennisvorming		ANW B 1-4	
	A2.2	Toepassing van kennis		ANW B 5,6	
	A2.3	De invloed van natuurwetenschap en techniek		ANW B 7-10	
<b>B</b>		<b>Stoffen en materialen 1, anorganisch</b>			
	B1	Toepassingen			1,2
	B2	Reacties van zouten	3		
	B3	Atoombouw en periodiek systeem	4-6		
	B4	Bindingstypen en eigenschappen	7-11		
	B5	Namen en formules		12,13	
<b>C</b>		<b>Stoffen en materialen 2, organisch</b>			
	C1	Toepassingen van synthetische polymeren			14-16
	C2	Toepassingen van koolstofverbindingen		17-23	
	C3	Reacties van koolstofverbindingen	24-31		
	C4	Structuren van koolstofverbindingen	32-40, 42		41,43

<b>D</b>		<b>Stoffen en materialen 3, biochemisch</b>			
	D1	Toepassingen		44,45	
	D2	Stofwisseling	46-52, 56		
	D3	Structuren van biochemische stoffen			53-55
<b>E</b>		<b>Sturen van reacties</b>			
	E1	Toepassingen	57-60, 62		61
	E2	Effecten tijdens het verloop van reacties		63-65	67
	E3	Evenwichten	66, 68 <sup>#</sup> , 69		70,71
	E4	Rekenen aan reacties	72-74		
<b>F</b>		<b>Chemische industrie</b>			
	F1	Het maken van stoffen		75-78	
	F2	Het scheiden en zuiveren van stoffen		79-81	
	F3	Procesindustrie	83, 84		82
<b>G</b>		<b>Zuren en basen</b>			
	G1	Toepassingen			85, 86
	G2	Onderzoek		87, 88	
	G3	Namen, formules en reacties	89 <sup>#</sup> -95 <sup>#</sup>		
	G4	Berekeningen	97-99		96
<b>H</b>		<b>Reacties en stroom</b>			
	H1	Toepassingen			100-105
	H2	Redox als proces	106,107		
	H3	Reacties	108-111		

# in vergelijking met de CEVO-aanwijzing van 2002 zijn in deze eindtermen de begrippen evenwicht en zwakke zuren en zwakke basen weer in de examenstof opgenomen.

## 4. De subdomeinen van het schoolexamen

### 4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft een toelichting op de voor het schoolexamen aangewezen subdomeinen. Deze uitwerking is gebaseerd op de eindtermen van het programma voor scheikunde 1,2 van 1998.

In het overzicht staat eerst de titel van het subdomein en de globale formulering van de inhoud van het subdomein volgens het examenprogramma van 2007. Als toelichting volgen de eindtermen uit de corresponderende subdomeinen van het examenprogramma van 1998.

De eindtermen van het voormalige S2-programma zijn gemarkeerd met #. Eindtermen uit het domein A1 Vaardigheden en A2 Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek worden geëxamineerd in combinatie met eindtermen uit de domeinen B t/m H, voor zover deze in onderstaande toelichting zijn vermeld.

### 4.2 Niet-bindende interpretatie van de toelichting op globale subdomeinen

Door het toelichten van de geglobaliseerde subdomeinen met eindtermen uit het examenprogramma van 1998 beogen we duidelijk te maken:

1. wat de mogelijke inhoud van de geglobaliseerde subdomeinen van het schoolexamen is;
2. welke eindtermen uit het scheikundeprogramma van 1998 zijn vervallen, deze zijn cursief vermeld;
3. welke subdomeinen in hun geheel zijn gespecificeerd in de syllabus voor het centraal examen en welke ingeperkt zijn.

In de toelichting verwijzen we bij enkele eindtermen naar bijlagen met de zogenoemde communale kennis en de toelichting op de specificatie voor het centraal examen. Deze eindtermen zijn gemarkeerd met \*. De betreffende toelichting is opgenomen als bijlage 1 en 2.

Belangrijk is te beseffen dat onderstaande interpretatie van de subdomeinen van het schoolexamen **niet bindend** is. Wat wij hier aanbieden heeft het karakter van voorbeelden, suggesties, advies - kortom: van een handreiking. Dat geldt voor dit hoofdstuk, maar ook voor de hierna volgende.

Tevens geven we enkele suggesties voor een alternatieve vakinhoudelijke invulling van de betreffende subdomeinen. Deze ontlenen we in de eerste plaats aan de voorstellen tot verandering van de eindtermen die in de jaren 2000 tot en met 2003 zijn gedaan door docenten, leerlingen, methodeschrijvers en uitgevers, toetsontwikkelaars, didactici en vakinhoudelijke verenigingen, in het kader van de door SLO uitgebrachte Vakdossiers Natuurwetenschappen en ANW. Ook nemen we de vele suggesties op van de veldadviesgroep docenten, aan wie de conceptversie van deze handreiking is voorgelegd.

De suggesties zijn bedoeld als illustratie van de keuzeruimte die scholen in de tweede fase na 2007 hebben. Ook dienen ze als inspiratie voor de scheikundesecties voor het uitwerken van het scheikundeprogramma voor het schoolexamen.

### 4.3 Toelichting op de geglobaliseerde subdomeinen voor vwo

In onderstaand overzicht staat eerst de titel van het subdomein, daarna de globale formulering van de inhoud van het subdomein volgens het examenprogramma van 2007. Hierna volgt een toelichting van de subdomeinen voor het schoolexamen door het geheel of gedeeltelijk overnemen van de eindtermen uit de corresponderende subdomeinen van het examenprogramma van 1998. In een enkel geval is de formulering aangescherpt. Vervolgens geven we enkele suggesties voor een alternatieve uitwerking en suggesties voor de wijzen van examineren in het schoolexamen.

Eindtermen uit het domein A Vaardigheden worden geëxamineerd in combinatie met eindtermen uit de domeinen C tot en met I, voor zover deze in onderstaande specificatie zijn vermeld.

Vervallen eindtermen uit het programma van 1998 zijn op verzoek van de veldadviesgroep in hun geheel in onderstaand overzicht weergegeven (cursief).

#### Domein A: Vaardigheden

##### *Subdomein A1: Taalvaardigheden*

De kandidaat kan adequaat schriftelijk en mondeling communiceren over natuurwetenschappelijke onderwerpen.

##### Toelichting

De kandidaat kan zowel mondeling als schriftelijk

- 1 correct formuleren.
- 2 conventies hanteren bij tekst- en alinea-opbouw, en uiterlijke presentatie.
- 3 beknopt formuleren.
- 4 taalgebruik afstemmen op het doel en het publiek.
- 5 informatie inhoudelijk logisch presenteren.
- 6 op adequate wijze informatie overbrengen.
- 7 een standpunt beargumenteren en verdedigen.
- 8 verslag doen.

##### Suggesties

Schriftelijke taalvaardigheden kunnen zowel in schriftelijke toetsen, practicumverslagen als in praktische opdrachten worden geëxamineerd.

Bij praktische opdrachten kan gedacht worden aan:

- een natuurwetenschappelijk onderzoek, uitgevoerd in school en/of een instelling voor het vervolgonderwijs;
- een technisch ontwerp, uitgevoerd in school en/of een instelling voor het vervolgonderwijs;
- een literatuuronderzoek;
- een kritische analyse van de berichtgeving over scheikundige onderwerpen in de media;
- deelname aan een nationale of internationale wedstrijd
- een andersoortige opdracht.

De presentatie van het verrichte werk in praktische opdrachten kan schriftelijk of mondeling plaatsvinden. Te denken valt aan:

- een geschreven verslag (onderzoeksverslag, verhalend verslag, recensie, verslag van een enquête of weergave van een interview);
- een essay of artikel (uitleenzetting, beschouwing of betoog);
- een mondelinge voordracht (uitleenzetting, rapportage, beschouwing of betoog, forumdiscussie);
- een reeks stellingen met onderbouwing;
- een posterpresentatie met toelichting;
- een productpresentatie van een ontwerpdracht en de bijbehorende documentatie;
- een presentatie met gebruik van media (bijvoorbeeld audio, video, internet, ICT).

Bij een aantal presentatievormen kunnen de mondelinge taalvaardigheden worden geëxamineerd. Hierbij kunnen o.a. medeleerlingen, vakdeskundigen uit het vervolgonderwijs of bedrijfsleven of docenten van andere vakken worden betrokken.

### *Subdomein A2: Reken-/wiskundige vaardigheden*

De kandidaat kan een aantal voor het vak relevante reken-/wiskundige vaardigheden toepassen om natuurwetenschappelijke problemen op te lossen.

#### **Toelichting**

De kandidaat kan

- 9 basisrekenvaardigheden uitvoeren:
  - een (grafische) rekenmachine gebruiken;
  - rekenen met verhoudingen, procenten, machten, wortels;
  - gewogen gemiddelde berekenen.
- 10 berekeningen uitvoeren met bekende grootheden en relaties en daarbij de juiste formules en eenheden hanteren.
- 11 wiskundige technieken toepassen:
  - omwerken van eenvoudige wiskundige betrekkingen;
  - oplossen van lineaire en eenvoudige vergelijkingen;
  - rekenen met evenredigheden (recht en omgekeerd);
  - berekeningen maken met logaritmen met grondtal 10;
  - twee lineaire vergelijkingen met twee onbekenden oplossen.
- 12 afgeleide eenheden herleiden tot eenheden van het SI met behulp van omzettingstabellen.
- 13 uitkomsten schatten en beoordelen.
- 14\* uitkomsten van berekeningen weergeven in een aanvaardbaar aantal significante cijfers:
  - een uitkomst mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is.

#### **Suggesties**

Examinering van reken- en wiskundige vaardigheden kan plaatsvinden in:

- verslagen van experimenteel onderzoek;
- digitale presentaties van onderzoeksresultaten;
- schriftelijke toetsen;
- voorronden van de Nationale Scheikunde Olympiade of de European Science Olympiade.

### *Subdomein A3: Informatievaardigheden*

De kandidaat kan, mede met behulp van ICT, informatie selecteren, verwerken, beoordelen en presenteren.

#### **Toelichting**

De kandidaat kan

- 15 informatie verwerven en selecteren uit schriftelijke, mondelinge en audiovisuele bronnen, mede met behulp van ICT.
- 16 informanten kiezen en informanten bevragen.
- 17 benodigde gegevens halen uit grafieken, tekeningen, simulaties, schema's, diagrammen en tabellen en deze gegevens interpreteren, mede met behulp van ICT:
  - onder andere het in tabellen opzoeken van grootheden, symbolen, eenheden en formules.
- 18 gegevens weergeven in grafieken, tekeningen, schema's, diagrammen en tabellen, mede met behulp van ICT.
- 19 hoofd- en bijzaken onderscheiden.
- 20 feiten met bronnen verantwoorden.
- 21 informatie en meetresultaten analyseren, schematiseren en structureren, mede met behulp van ICT.
- 22 de betrouwbaarheid beoordelen van informatie en de waarde daarvan vaststellen voor het op te lossen probleem of te maken ontwerp.

#### **Suggesties**

Zowel in practicumverslagen als in praktische opdrachten kunnen de informatievaardigheden geëxamineerd worden. Naast de bij het subdomein Taalvaardigheden genoemde voorbeelden van praktische opdrachten kan ook worden gedacht aan:

- opdrachten met molecular modelling;
- computersimulaties van processen en reacties;
- gebruik van digitale databases;
- webbased actualiteits- en ontwerp opdrachten;
- WebQuests;
- opdrachten van Science Across the World;
- internationale opdrachten.

### *Subdomein A4: Technisch-instrumentele vaardigheden*

De kandidaat kan op een verantwoorde manier omgaan met voor het vak relevante organismen en stoffen, instrumenten, apparaten en ICT-toepassingen.

#### **Toelichting**

De kandidaat kan

- 23 gebruik maken van stoffen, instrumenten en apparaten voor:
  - het in de praktijk uitvoeren van experimenten en technische ontwerpen met betrekking tot de in domein B t/m H genoemde vakinhoud, voorzover veiligheid, milieu-eisen, kosten en instrumentarium dit toelaten.
- 24 bij het raadplegen, verwerken en presenteren van informatie en bij het inzichtelijk maken van processen gebruik maken van toepassingen van ICT.
- 25 gebruik maken van micro-elektronica systemen voor het meten en regelen van grootheden.

- 26 aangeven met welke technieken en apparaten de belangrijkste grootheden uit de natuurwetenschappen worden gemeten.
- 27 verantwoord omgaan met stoffen, instrumenten en organismen, zonder daarbij schade te berokkenen aan mensen, dieren en milieu.

#### Suggesties

Technisch-instrumentele vaardigheden kunnen worden geëxamineerd bij o.a.:

- practicumopdrachten;
- eigen experimenteel natuurwetenschappelijk onderzoek uitgevoerd in school en/of in een instelling voor vervolgonderwijs;
- ontwerp opdrachten;
- het gebruik van simulatieprogramma's als bijvoorbeeld Coach.

#### *Subdomein A5: Ontwerpvaardigheden*

De kandidaat kan een technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren.

#### Toelichting

De kandidaat kan

- 28 een technisch probleem herkennen en specificeren.
- 29 een technisch probleem herleiden tot een ontwerp opdracht.
- 30 prioriteiten, mogelijkheden en randvoorwaarden vaststellen voor het uitvoeren van een ontwerp.
- 31 een werkplan maken voor het uitvoeren van een ontwerp.
- 32 een ontwerp bouwen.
- 33 ontwerpproces en -product evalueren, rekening houdende met ontwerpeisen en randvoorwaarden.
- 34 voorstellen doen voor verbetering van het ontwerp.

#### Suggesties

Ontwerpvaardigheden kunnen worden geëxamineerd in o.a.

- deelopdrachten als productanalyse, cyclus zooming, omgekeerd ontwerpen;
- opdrachten voor herontwerp bijvoorbeeld duurzaam herontwerp, opschaling van een productieproces;
- volledige ontwerp opdrachten;
- schrijfoopdrachten met gebruik van artikelen over het ontwerp van innovatieve producten en processen uit de huidige industrie en technisch-wetenschappelijk onderzoek.

#### *Subdomein A6: Onderzoeksvaardigheden*

De kandidaat kan een natuurwetenschappelijk onderzoek voorbereiden, uitvoeren, de verzamelde onderzoeksresultaten verwerken en hieruit conclusies trekken.

#### Toelichting

De kandidaat kan

- 35 een natuurwetenschappelijk probleem herkennen en specificeren.
- 36 verbanden leggen tussen probleemstellingen, hypothesen, gegevens en aanwezige natuurwetenschappelijke voorkennis.
- 37 een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag.
- 38 hypothesen opstellen en verwachtingen formuleren.

- 39 prioriteiten, mogelijkheden en randvoorwaarden vaststellen om een natuurwetenschappelijk onderzoek uit te voeren.
- 40 een werkplan maken voor het uitvoeren van een natuurwetenschappelijk onderzoek ter beantwoording van een onderzoeksvraag.
- 41 relevante waarnemingen verrichten en (meet)gegevens verzamelen.
- 42 conclusies trekken op grond van verzamelde gegevens van uitgevoerd onderzoek.
- 43 oplossing, onderzoeksgegevens, resultaat en conclusies evalueren.

#### Suggesties

Onderzoeksvaardigheden kunnen worden geëxamineerd in o.a.:

- praktische opdrachten voor eigen experimenteel onderzoek;
- schrijfpdrachten o.a. een artikel of reportage over natuurwetenschappelijk onderzoek in universiteiten, bij overheids- en kennisinstellingen;
- onderzoeksprojecten en deelname aan wedstrijden;
- interdisciplinaire ontwerpdrachten met een scheikundige onderzoekscomponent.

#### *Subdomein A7: Maatschappij, studie en beroep*

De kandidaat kan toepassingen en effecten van natuurwetenschappen en techniek in verschillende maatschappelijke situaties herkennen en benoemen. Tevens kan hij een verband leggen tussen de praktijk van verschillende beroepen en de eigen kennis, vaardigheden en attitude.

#### Toelichting

De kandidaat kan

- 44 toepassingen van de natuurwetenschappen herkennen in verschillende maatschappelijke situaties.
- 45 maatschappelijke effecten benoemen van natuurwetenschappelijke en technologische toepassingen in verschillende maatschappelijke situaties.
- 46 een relatie leggen tussen natuurwetenschappelijke kennis en vaardigheden en de praktijk van verschillende beroepen.
- 47 een relatie leggen tussen eigen vaardigheden, kennis en attitudes en de eisen van opleidingen en beroepsuitoefening.

#### Suggesties

Voor het examineren van de vaardigheden van dit subdomein kan worden gedacht aan:

- praktische opdrachten naar aanleiding van maatschappelijk-natuurwetenschappelijke kwesties;
- kritische analyse van berichten over scheikunde in de media;
- praktische opdrachten die verband houden met publieksvoorlichting van bedrijven en kennisinstellingen;
- reflecties op bedrijfsbezoeken, snuffelstage in vervolgonderwijs, interviews van werknemers in beroepen na een natuurwetenschappelijk/technische vervolgopleiding;
- reflectie op beroepsbeelden in de chemische industrie na een verkenning via internet.

## Domein B: Stoffen, structuur en binding

### *Subdomein B1: Toepassingen*

*Dit subdomein is vervallen. Het betreft de volgende eindtermen uit het programma van 1998.*

*De kandidaat kan*

- 1 met behulp van bronnen verbanden leggen tussen toepassingen en fysisch-chemische eigenschappen van metalen:*
  - ijzer: bouw- en constructiemateriaal; gebruiksvoorwerpen; ferromagnetisch materiaal;*
  - aluminium: bouw- en constructiemateriaal; gebruiksvoorwerpen;*
  - koper: geleider.*
- 2 aangeven dat de meeste natuurlijke gesteenten bestaan uit silicaten.*
- 3 aangeven dat veel silicaten in staat zijn tot wateropname waarbij hydraten worden gevormd en dat dit proces omkeerbaar is:*
  - wateropname: harden van cement;*
  - water afstaan: ontstaan van aardewerk, baksteen en porselein bij het bakken van klei.*
- #4 aangeven dat sommige silicaten deeltjes omkeerbaar kunnen uitwisselen:*
  - zeolieten als katalysator, dankzij een open structuur;*
  - zeolieten als ionenwisselaar.*

### *Subdomein B2: Processen/reacties*

De kandidaat kan het oplossen en neerslaan van zouten beschrijven en aangeven voor welke doeleinden neerslagreacties kunnen worden toegepast.

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde vwo.

### *Subdomein B3: Atoombouw en periodiek systeem*

De kandidaat kan de bouw van atomen beschrijven en aangeven wat de samenhang is tussen de atombouw en de plaatsing en ordening van elementen in het periodiek systeem.

#### **Toelichting**

De kandidaat kan

- 7 aangeven welke principes ten grondslag liggen aan de plaatsing en ordening van elementen in het Periodiek Systeem in groepen en perioden:**
  - kernlading/atoommassa;**
  - eigenschappen.**
- 8 van een aantal elementen aangeven waar ze zich in het Periodiek Systeem bevinden:**
  - metalen en niet-metalen;**
  - edelgassen;**
  - halogenen;**
  - alkalimetalen.**
- 9\* de bouw van atomen en ionen beschrijven, gebruik makend van de begrippen: atoomnummer, atoomkern, proton, neutron, elektron, schil, elektronenwolk, isotoop, massagetal, atoomstraal, valentie-elektronen, ionstraal, ionlading.**

In het centraal examen kunnen vragen gesteld worden waarbij kennis van de begrippen uit eindterm 9 moet worden gebruikt. Deze begrippen zijn opgenomen in de communale kennis voor het centraal examen.

*Uit dit subdomein zijn onderstaande eindtermen vervallen*

- #10 aangeven dat uit het sprongsgewijze verloop van de ionisatie-energieën van elementen blijkt dat elektronen geordend zijn in verschillende energieniveau's.
- #11 verband leggen tussen de plaats van elementen in het Periodiek Systeem en de ordening in energieniveau's:
- bij een nieuwe periode een hoger energieniveau;
  - bij de overgangsmetalen, de lanthaniden en de actiniden een hoger energieniveau.

### Suggesties

Als alternatieve invulling van dit subdomein kan gedacht worden aan o.a.

- een historisch onderzoek naar verschillende vormen van een periodiek systeem;
- het opstellen van een digitale vragenlijst of quiz met een antwoordmodel over de bouw van atomen of de plaats van elementen in het periodiek systeem.

Voor het examineren van dit subdomein kan worden gedacht aan een praktische opdracht met een mondelinge presentatie, een interactieve website.

### *Subdomein B4: Bindingstypen en eigenschappen*

De kandidaat kan van een aantal typen binding aangeven hoe ze tot stand komen en welke eigenschappen met de betreffende bindingstypen samenhangen.

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Een aantal eindtermen is vervallen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde vwo.

### *Subdomein B5: Namen en formules*

De kandidaat kan de namen en formules geven van een aantal anorganische moleculaire stoffen en zouten.

### Toelichting

De kandidaat kan

26\* de naam geven van de volgende stoffen als de formule is gegeven en omgekeerd:

- broom;
- chloor;
- fluor;
- jood;
- ozon;
- stikstof;
- ammoniak;
- waterstofperoxide.

27\* namen en formules geven en interpreteren van zouten die samengesteld zijn uit de volgende ionen:

- $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$
- $\text{Br}^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ .

In het centraal examen kunnen namen en formules uit bovenstaande twee eindtermen voorkomen. Deze zijn opgenomen in de communale kennis voor het centraal examen.

### Suggesties

Voor een alternatieve invulling van dit subdomein kan gedacht worden aan:

- namen en formules van stoffen uit beroepsgerichte contexten als bijvoorbeeld het zuiveren van drinkwater, het controleren van de kwaliteit van bedrijfsafvalwater;
- namen en formules van zouten uit milieurapportage

Voor het examineren van dit subdomein kan worden gedacht aan een (digitale) toets, een praktische opdracht of een essay.

## Domein C: Koolstofchemie

### *Subdomein C1: Toepassingen van synthetische polymeren*

De kandidaat kan verband leggen tussen de eigenschappen en toepassingen van een aantal synthetische polymeren.

#### Toelichting

De kandidaat kan

- 28 verband leggen tussen de structuur van synthetische polymeren en de eigenschappen en toepassingen:
- (supersterke) vezel;
  - kabel;
  - schuim;
  - folie;
  - buis;
  - autobanden;
  - speelgoed;
  - huishoudelijke artikelen;
  - kunstglas;
  - biologisch afbreekbare polymeren.
- 29 synthetische polymeren noemen en aangeven hoe de structuur en de ordening van de moleculen is:
- polyetheen (pe);
  - polybutadieen;
  - polyvinylchloride (pvc);
  - polypropreen (pp);
  - polystyreen (ps);
  - rubber;
  - polyesters;
  - polyamiden.
- 31 principes aangeven van de verwerking van synthetische polymeren:
- (ge vulkaniseerd) rubber en thermoharders (persen);
  - thermoplasten (schuimen, spuiten, spuitgieten, extruderen, blazen).

*In dit subdomein zijn onderstaande eindtermen vervallen.*

- 30 voorbeelden van bioplastics noemen:
- polysachariden;
  - polymelkzuur.

- 32 *manieren van afvalverwerking van kunststoffen waaronder bioplastics noemen en de voor- en nadelen van elk beargumenteren in relatie met duurzame ontwikkeling:*
- verzamelen;
  - hergebruik;
  - verbranden;
  - storten.

#### Suggesties

Voor een alternatieve invulling van dit subdomein kan worden gedacht aan structuur, eigenschappen en toepassingen van recent ontwikkelde polymeren uit de chemische industrie. Voor het examineren van dit subdomein kan gedacht worden aan:

- een mondelinge of schriftelijke presentatie van de 'state of the art' op het gebied van de ontwikkeling en/of productie van polymeren in een nationaal of internationaal chemisch bedrijf;
- een deels experimenteel onderzoek naar de structuren, eigenschappen en toepassingen van veelgebruikte polymeren in consumentenproducten;
- een bedrijfspresentatie van een polymeerverwerkend bedrijf bijvoorbeeld naar aanleiding van een bedrijfsbezoek.

#### *Subdomein C2: Andere toepassingen van koolstofverbindingen*

De kandidaat kan van koolstofverbindingen die als brandstof worden gebruikt de vorming en de effecten op het milieu toelichten en het gebruik van aardolie als grondstof voor chemische producten toelichten.

#### Toelichting

De kandidaat kan

- 33 de vorming van fossiele brandstoffen beschrijven als een proces waarbij energie wordt opgeslagen van plantaardige en dierlijke oorsprong en de tijdschaal van de vorming in vergelijking met die van het verbruik aangeven:
- steenkool;
  - aardolie;
  - aardgas.
- 34 alternatieve brandstoffen noemen:
- methanol en ethanol;
  - biogas;
  - waterstof.
- 35 de voor- en nadelen van het gebruik van de in de eindtermen 33 en 34 genoemde brandstoffen beargumenteren:
- toepassingen;
  - milieu;
  - winning;
  - opslag en transport.
- 36 de invloed van de toepassing van fossiele en alternatieve brandstoffen op het koolstofdioxidegehalte van de atmosfeer aangeven:
- mogelijke invloed op het broeikaseffect.
- 37 de begrippen volledige en onvolledige verbranding onderscheiden en de consequenties voor het milieu van beide aangeven:
- uitstoot van koolstofdioxide;
  - NO<sub>x</sub>;
  - koolstofmono-oxide;

- roet;
  - onverbrande koolwaterstoffen.
- 38 aardolie en steenkool noemen als bron van brandstoffen en aardolie als leverancier van grondstoffen voor chemische producten.
- 39 argumenten aangeven die een rol spelen bij de keuze om aardolie te gebruiken als brandstof dan wel als grondstof voor chemische producten.
- 40 processen beschrijven die gebruikt worden om producten te maken in de aardolieverwerkende industrie:
- gefractioneerde destillatie;
  - kraken.

### Suggesties

Voor een alternatieve invulling van dit subdomein kan worden gedacht aan:

- een analyse van recente ontwikkelingen in de aardolie-industrie en het perspectief van deze industrietak in de nabije en middellange toekomst;
- een vergelijkende studie van het gebruik van energie uit fossiele energiebronnen in de westerse en derde wereld inclusief milieu-effect-rapportage;
- een historische onderzoek naar het gebruik, de verwerking en het korte en langetermijn milieu-effect van koolstofhoudende brandstoffen;
- een essay op basis van milieu-effect-rapportage van het auto- of vliegtuiggebruik in Nederland of een ander land;
- een kennismaking met scenariostudies van aardolieverwerkende industrie;
- een 'state of the art' onderzoek naar alternatieve brandstoffen voor gebruik in de verkeersector en/of als bron voor de energiebehoefte in de industriële of dienstensector;
- een vergelijkend onderzoek naar prestaties en milieu-effect van voertuigen op verschillende soorten fossiele brandstoffen en alternatieve brandstoffen. Daarbij kan worden gedacht aan snelheidswedstrijden, vervoersmiddelen voor de consumentensector of vervoersmiddelen met een hybride energievoorziening;
- modellering van het toekomstig gebruik en milieu-effect van fossiele en alternatieve brandstoffen;
- voor examinering van dit subdomein kan worden gedacht aan:
  - . een schriftelijke presentatie o.a. een literatuurstudie, essay;
  - . een mondelinge of digitale presentatie van onderzoeksresultaten.

### *Subdomein C3: Reacties van koolstofverbindingen*

De kandidaat kan van een aantal soorten koolstofverbindingen aangeven welke typen reacties ze kunnen ondergaan en welke producten daarbij worden gevormd.

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde vwo.

### *Subdomein C4: Structuren van koolstofverbindingen*

De kandidaat kan de systematische naamgeving volgens IUPAC voor een aantal soorten koolstofverbindingen toepassen, en verschillende soorten isomerie herkennen.

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Een aantal eindtermen uit dit subdomein zijn vervallen, sommige eindtermen zijn ingeperkt. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde vwo.

## Domein D: Biochemie

### *Subdomein D1: Industriële toepassingen van biopolymeren*

*Dit subdomein is vervallen.*

*Het betreft onderstaande eindtermen uit het programma van 1998.*

*De kandidaat kan*

- 72 *de verzeping van vetten beschrijven als een proces waarbij onder invloed van loog zeep en glycerol ontstaat.*
- 73 *de vetharding beschrijven als een proces waarbij door additie van waterstof aan onverzadigde vetten de grondstof voor margarine ontstaat.*
- 74 *een toepassing geven van de vergisting van koolhydraten:*
  - *bereiding van alcohol uit glucose.*

### *Subdomein D2: Stofwisseling*

De kandidaat kan een aantal biochemische processen beschrijven.

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Een aantal eindtermen voor dit subdomein is vervallen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde vwo.

### *Subdomein D3: Structuren van biochemische stoffen*

De kandidaat kan de structuur van een aantal biochemische stoffen beschrijven en aangeven uit welke bouwstenen ze bestaan.

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Een aantal eindtermen voor dit subdomein is vervallen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde vwo.

## Domein E: Kenmerken van reacties

### *Subdomein E1: Toepassingen*

De kandidaat kan enkele natuurlijke kringloopprocessen beschrijven en van een aantal typen reacties en processen aangeven wat de kenmerken ervan zijn en ze in vergelijkingen weergeven.

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Twee eindtermen uit dit subdomein zijn vervallen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde vwo.

### *Subdomein E2: Energetische effecten*

*Dit subdomein is vervallen.*

*Het betreft onderstaande eindtermen uit het programma van 1998.*

*De kandidaat kan*

- 106 *aangeven dat fase-overgangen, oplossen en reacties (meestal) gepaard gaan met een energief effect:*
  - *exotherm;*
  - *endotherm.*

#108 van een aantal energieveranderingen aangeven wat er onder verstaan wordt:

- reactiewarmte;
- verbrandingswarmte;
- vormingswarmte;
- sublimatiewarmte;
- verdampingswarmte;
- oploswarmte.

#109 met behulp van experimentele gegevens al of niet uit bronnen en de wet van Hess reactiewarmten berekenen.

Begrippen uit bovenstaande drie eindtermen kunnen wel voorkomen in het centraal examen. Deze zijn opgenomen in de communale kennis.

Eindterm 107 is opgenomen in subdomein E3.

107 aan de hand van een energiediagram het verloop van een chemische reactie beschrijven:

- overgangstoestand;
- activeringsenergie.

### ***Subdomein E3: Reactiesnelheid***

De kandidaat kan aangeven wat onder reactiesnelheid wordt verstaan en verklaren welke factoren reactiesnelheden beïnvloeden.

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Drie eindtermen uit dit subdomein zijn vervallen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde vwo.

### ***Subdomein E4: Evenwichten***

De kandidaat kan aangeven op welke wijze de ligging van een evenwicht kan worden beïnvloed.

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Eén eindterm uit dit subdomein is vervallen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde vwo.

### ***Subdomein E5: Rekenen aan reacties***

De kandidaat kan chemische berekeningen uitvoeren.

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde vwo.

## **Domein F: Chemische techniek**

### ***Subdomein F1: Het maken van stoffen***

De kandidaat kan voor de industriële bereiding van een bepaalde stof aangeven welke grondstoffen en hulpstoffen worden gebruikt en het productieproces beschrijven in het perspectief van duurzame ontwikkeling.

#### **Toelichting**

De kandidaat kan

129 uitleggen in welke theoretische verhouding grondstoffen moeten worden gekozen als beginstoffen voor de bereiding van een bepaald product.

- 130 uitleggen welke rol andere stoffen bij een chemisch proces kunnen spelen:
- katalysator;
  - inerte gassen;
  - oplosmiddel.
- #131 de in de procesindustrie gekozen reactie-omstandigheden (druk, temperatuur, katalysator) en procesvoering (type reactoren, warmtebeheersing, scheidingstechnieken, meten & regelen) in verband brengen met de aard en economie van het proces:
- veiligheid;
  - kostprijs;
  - milieu-eisen.
- #132 kenmerken geven van productieprocessen waarbij sprake is van duurzame ontwikkeling en van een beschreven proces deze kenmerken aangeven:
- hernieuwbare grondstoffen;
  - recycling van afvalstoffen;
  - onuitputtelijke voorraad.

*Onderstaande eindterm is vervallen*

*#133 de maatschappelijke betekenis aangeven van de chemische en aanverwante industrie voor de Nederlandse samenleving:*

- *werkgelegenheid;*
- *bruto nationaal product;*
- *essentiële producten (zie eindterm 152\*).*

### Suggesties

Voor een alternatieve invulling van dit subdomein kan worden gedacht aan o.a.

- een beschrijving van een eigentijds productieproces van stoffen uit de huidige industrie en het opstellen van een duurzaamheidsanalyse hiervoor;
- het kennismaken met methodieken en instrumenten voor het herontwerpen van een bestaand productieproces gericht op het verbeteren van de duurzaamheid;
- het ontwerpen van een proeffabriek voor de industriële productie van een bepaalde stof;
- een optimalisering van een productieproces aan de hand van bedrijfssimulaties en modelstudies.
- een kritische analyse van een milieujaarverslag en een bedrijfsmilieuplan van een bedrijf dat op industriële schaal een of meerdere stoffen produceert.

Voor examinering van dit domein kan worden gedacht aan bijvoorbeeld:

- een case study van een bestaand productieproces;
- een verslag van een bedrijfsbezoek;
- een mondelinge presentatie van een uitgebreide duurzaamheidsanalyse van een bedrijf.

### *Subdomein F2: Het scheiden en zuiveren van stoffen*

De kandidaat kan een aantal methoden noemen om mengsels te zuiveren en verbanden leggen tussen de eigenschappen van de aanwezige stoffen en de geschikte scheidingsmethode.

### Toelichting

De kandidaat kan

- 134 uitleggen dat bij chemische processen meestal mengsels ontstaan:
- nevenreacties;

- volgreacties;
  - onvolledige omzetting;
  - overmaat;
  - bijproducten;
  - onzuivere beginstoffen.
- 135 uitleggen wat een geschikte methode is voor een scheiding van een mengsel of zuivering van een stof aan de hand van de eigenschappen van de aanwezige stoffen:
- extractie;
  - adsorptie;
  - destillatie;
  - filtratie;
  - centrifugeren;
  - bezinken;
  - papier- en dunnelaagchromatografie;
  - indampen.
- 136 uitleggen wat een geschikte methode is voor een scheiding van een mengsel of zuivering van een stof aan de hand van de eigenschappen van de aanwezige stoffen:
- filtratie door membraanscheiding;
  - uitkristalliseren.
- 137 uitleggen dat bij de zuivering van een product een deel van de gewenste stof verloren gaat waardoor de opbrengst afneemt.
- 138 aangeven dat bij de zuivering van een product gewoonlijk afval ontstaat met mogelijke negatieve gevolgen voor het milieu.

De namen en toepassingen van een aantal scheidingsmethoden behoren tot de communale kennis en moeten als zodanig wel voor het centraal examen worden gekend. Zie bijlage 1.

#### Suggesties

Voor een alternatieve invulling van dit subdomein kan worden gedacht aan o.a.:

- een analyse van en toelichting op de gebruikte scheidings- en zuiveringsprocessen in een productieproces uit de huidige chemische industrie;
- een theoretisch en experimenteel onderzoek naar de optimale scheidings- of zuiveringsmethode voor een bepaald mengsel van stoffen;
- een vergelijkend onderzoek tussen innovatieve en reguliere zuiveringsmethoden voor bijvoorbeeld drinkwater;
- een ontwerp voor een kleinschalige drinkwaterzuiveringsinstallatie voor specifieke doeleinden, bijvoorbeeld na rampen.

Voor examinering van dit subdomein kan worden gedacht aan:

- een verslag van een eigen experimenteel onderzoek;
- een schriftelijke toets met gebruik van primair bronnenmateriaal;
- een praktische opdracht.

#### *Subdomein F3: Stoffen aantonen*

De kandidaat kan een aantal methoden noemen om stoffen aan te tonen en de resultaten die daarbij worden verkregen, interpreteren.

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde vwo.

#### *Subdomein F4: Analysetechnieken*

De kandidaat kan een aantal technieken noemen om de hoeveelheid van een stof te bepalen en de daarbij behorende berekeningen uitvoeren.

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde vwo.

#### *Subdomein F5: Procesindustrie*

De kandidaat kan de uitvoering in het groot van een chemisch proces beschrijven.

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde vwo.

#### *Subdomein F6: Bulkproducten*

*Dit subdomein is vervallen. Het betreft onderstaande twee eindtermen.*

*De kandidaat kan*

*#152 de opeenvolgende stappen en reactie-omstandigheden (reacties, reactiesnelheid, evenwichtsligging, katalysator, druk, temperatuur) opzoeken en schematisch weergeven van de productie van een aantal bulkproducten:*

- thermoharders, thermoplasten, rubbers (zie domein C, subdomein Toepassingen van synthetische polymeren);*
- zeep, margarine, alcohol (zie domein D, subdomein Industriële toepassingen van biopolymeren);*
- aardolieproducten (zie domein C, subdomein Andere toepassingen van koolstofverbindingen);*
- zeer onedele metalen, natronloog, chloor, zoutzuur, waterstof (zie domein H, eindterm 185\*);*
- ijzer (zie domein H, eindterm 187\*);*
- zwavelzuur, salpeterzuur;*
- ammoniak.*

*#153 met behulp van bronnen een afweging maken van de technische aspecten en procesvoering, die een rol spelen bij de productie van de onder eindterm 152\* genoemde producten, zoals veiligheid, reactie-omstandigheden en milieu-eisen.*

### **Domein G: Zuren en basen**

#### *Subdomein G1: Toepassingen*

De kandidaat kan de rol van zuren, basen en buffers in verschillende situaties beschrijven.

#### **Toelichting**

De kandidaat kan

154 het belang van buffers aangeven:

- de bufferwerking van bloed;
- de bufferwerking van de bodem.

155 effecten van zuren en basen in atmosfeer en bodem aangeven:

- zwaveldioxide en zure regen;
- ammoniak-emissie.

- 156 aangeven welke invloed een zuur, neutraal en basisch milieu kan hebben op het verloop van reacties:
- zuren en basen als katalysatoren;
  - invloed van de pH op de structuur van eiwitten;
  - invloed van de pH op enzymwerking.

#### Suggesties

Voor een alternatieve invulling van dit subdomein kan worden gedacht aan o.a.

- illustratief practicum over de invloed van een zuur, basisch en neutraal milieu op de structuur van eiwitten of de enzymwerking;
- onderzoek naar de bufferwerking van bloed met een computersimulatieprogramma;
- onderzoek naar de milieu-effecten van zwavelhoudende brandstoffen;
- een onderzoek naar methoden voor het bestrijden van vermisting en/of verzuring van het oppervlaktewater of de bodem o.a. MINAS, duurzame landbouw;
- het bestuderen en samenvatten van de milieu effect rapportage van een bepaald jaar van de landelijke, provinciale of gemeentelijke overheid.

Voor examinering van dit subdomein kan worden gedacht aan o.a.

- een schriftelijke toets met bijvoorbeeld primair bronnenmateriaal;
- een schriftelijk onderzoeksverslag van een experimenteel of literatuuronderzoek;
- een mondelinge presentatie over de bestrijding van vermisting en verzuring, eventueel met demonstratie-experimenten.

#### *Subdomein G2: Onderzoek*

De kandidaat kan een aantal methoden gebruiken om zure, basische en neutrale oplossingen te onderzoeken en de resultaten van die onderzoeken interpreteren.

#### Toelichting

De kandidaat kan

- 157 aangeven op welke wijze kan worden aangetoond dat een oplossing zuur, basisch of neutraal is:
- zuur-base-indicatoren, lakmoes;
  - pH-meter.
- 158 zuur-base indicatoren en hun omslagtraject opzoeken en deze gegevens gebruiken bij experimenten.
- 159 een neutralisatie waarbij aan een zuur een base wordt toegevoegd, of omgekeerd, met een zelf te kiezen indicator, beschrijven.
- 160 een onderzoek, met pH-metingen en/of geleidbaarheidsmetingen, beschrijven naar de aanwezigheid van sterke en zwakke zuren, respectievelijk van sterke en zwakke basen.
- 161 een onderzoek beschrijven naar de aanwezigheid, de werking en het werkingsbereik van buffers.

*Onderstaande eindterm is vervallen*

- 162 aangeven op welke manieren men buffers van een bepaalde pH kan maken.

#### Suggesties

Dit subdomein leent zich bij uitstek voor eigen experimenteel onderzoek, waarbij gebruik moet worden gemaakt van kwantitatieve methoden van onderzoek van zure, basische en neutrale oplossingen. Ook kan worden gedacht aan:

- een beschrijving van en toelichting op een geautomatiseerd systeem voor het bepalen van bijvoorbeeld de zuurgraad in een bedrijfslaboratorium;

- het herhalen van een of meerdere kwantitatieve bepalingen uit een profielwerkstuk over een aan dit subdomein verwant onderzoek;
- een studie naar neutralisatiereacties in het menselijk lichaam, bijvoorbeeld bij de spijsvertering;
- een gesimuleerde titratie uitgevoerd met Coach.

Voor examinering van dit subdomein kan worden gedacht aan:

- een eigen experimenteel onderzoek;
- en praktijkexamen toets naar de beheersing van voor dit subdomein specifieke onderzoeksmethoden;
- een schriftelijke toets over de verwerking van door anderen bepaalde meetgegevens en het interpreteren van de resultaten.

#### *Subdomein G3: Kenmerken, reactie en de Brønsted-theorie*

De kandidaat kan een aantal begrippen uit de zuur-base theorie toepassen.

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Een eindterm uit dit subdomein is vervallen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde vwo.

#### *Subdomein G4: Berekeningen*

De kandidaat kan berekeningen uitvoeren aan zure en basische oplossingen en aan bufferoplossingen.

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde vwo.

#### *Subdomein G5: Namen en formules*

De kandidaat kan van een aantal zuren en basen de naam en de formule geven, aangeven of de betreffende zuren en basen sterk of zwak zijn en van een aantal oplossingen de samenstelling geven.

#### **Toelichting**

De kandidaat kan

179 aangeven wat de samenstelling is van de volgende oplossingen:

- ammonia;
- zoutzuur;
- natronloog;
- kaliloog.

180\* van de volgende zuren de naam noemen als de formule gegeven is en omgekeerd en aangeven of het een sterk zuur of een zwak zuur betreft:

- HCl;
- HBr;
- HI;
- H<sub>2</sub>S;
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;
- HNO<sub>3</sub>;
- H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>;
- 'H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>';
- CH<sub>3</sub>COOH.

181\* van de volgende basen de naam noemen als de formule is gegeven en omgekeerd en aangeven of het een sterke base of een zwakke base betreft:

- $\text{NH}_3$ ;
- $\text{OH}^-$ ;
- $\text{O}^{2-}$ ;
- $\text{CO}_3^{2-}$ ;
- $\text{HCO}_3^-$ ;
- $\text{CH}_3\text{COO}^-$ .

Een aantal van bovenstaande namen en formules kan ook voorkomen in vragen van het centraal examen. Deze zijn opgenomen in de communale kennis voor het centraal examen.

#### Suggesties

Voor een alternatieve invulling van dit subdomein kan gedacht worden aan:

- namen en formules van zuren en basen uit beroepsgerichte contexten, bijvoorbeeld bedrijfsprocessen waarin zuren of basen een belangrijke rol spelen;
- het door leerlingen laten ontwikkelen van een digitale 'formuletrainer' met algemeen beschikbare toetssoftware.

Voor het examineren van dit subdomein kan worden gedacht aan een (digitale) standaardtoets formulevaardigheid.

## Domein H: Redox

### *Subdomein H1: Toepassingen*

De kandidaat kan toepassingen van redoxreacties in elektrochemische cellen en in elektrolyseprocessen beschrijven.

#### Toelichting

De kandidaat kan

- 183 volgens een aantal gegeven eisen een ontwerp van een elektrochemische cel maken en realiseren.
- 184 volgens een aantal gegeven eisen een ontwerp van een elektrolyse-opstelling maken en realiseren.
- 185 enkele praktische toepassingen beschrijven van het elektrolyseproces:
- bereiding zeer onedele metalen;
  - zuiveren van metalen;
  - bedekken (galvaniseren, verchromen, verzilveren);
  - bereiding natronloog;
  - bereiding chloor;
  - bereiding waterstof.
- 186 mogelijkheden beschrijven en tegen elkaar afwegen voor het bestrijden van corrosie/roesten:
- bedekken met beschermende laag;
  - opofferingsmetaal;
  - kathodische bescherming.

*Onderstaande twee eindtermen zijn vervallen*

182 *van een aantal elektrochemische cellen de bouw en werking beschrijven en mogelijke oplaadbaarheid aangeven:*

- loodaccu;
- droge cel, batterij;
- nikkel-cadmium-batterij;
- brandstofcel.

187 *de bereiding van ijzer beschrijven als een praktische toepassing van een redoxreactie.*

### Suggesties

Voor een alternatieve invulling van dit domein kan worden gedacht aan:

- een onderzoek naar 'the state of the art' op het gebied van corrosiebestrijding bij voertuigen, boten of vliegtuigen;
- een historisch onderzoek naar de productie van natronloog en/of chloor in de Nederlandse bulkindustrie van de vorige eeuw;
- een beschrijving van de bereiding van staal voor medische toepassingen;
- een bedrijfsbezoek naar een bij dit subdomein passend bedrijf;
- een inhoudelijk goed voorbereid interview met een procesoperator in een metaalverwerkende industrie.

Voor examinering van dit subdomein kan worden gedacht aan:

- een mondelinge presentatie van een bedrijfsproces waar een elektrochemische cel of elektrolyse deel van uitmaakt;
- een onderzoeksverslag;
- een verslag van een bedrijfsbezoek;
- een presentatie met experimentele demonstratie van het principe van een elektrochemische cel in de bovenbouw van het primair onderwijs.

### *Subdomein H2: Redox als proces*

De kandidaat kan de bouw en de werking van een elektrochemische cel en een elektrolyseopstelling beschrijven en methoden toelichten om corrosie te bestrijden.

### Toelichting

De kandidaat kan

188 de bouw en de werking van een elektrochemische cel beschrijven gebruik makend van de begrippen:

- reductor;
- oxidator;
- halfreactie;
- elektrolyt;
- elektroden;
- (standaard-)elektrodepotentiaal;
- zoutbrug/membraan/poreuze wand/diafragma;
- richting elektronenstroom.

189 aangeven dat de bronspanning van een elektrochemische cel afhangt van de temperatuur en de elektrolytconcentratie.

190 de bouw en werking beschrijven van een elektrolyse-opstelling gebruik makend van de begrippen

- reductor;
- oxidator;
- halfreactie;

- (gesmolten) elektrolyt;
- (on)aantastbare elektroden, positieve elektrode, negatieve elektrode;
- zoutbrug/membraan/poreuze wand;
- (standaard-)elektrodepotentiaal;
- richting elektronenstroom.

### Suggesties

Dit domein leent zich goed voor een illustratief practicum of eigen experimenteel onderzoek.

Voor een alternatieve invulling kan worden gedacht aan:

- een beschrijving in chemische vaktaal van de toepassing van elektrolyse bij het terugwinnen van metalen uit afvalstromen;
- een beschrijving in chemische vaktaal van het electrolyseproces en passende technieken voor de grootschalige productie van waterstof als brandstof voor voertuigen;
- het uitvoeren en in chemische vaktaal beschrijven van een elektrolyse als simulatie van een bedrijfsmatig elektrolyseproces;
- een optimalisatie van de bronspanning van een gesimuleerde chemische cel;
- het herhalen van experimenten uit een profielwerkstuk over electrolyse of een electrochemische cel.

Voor het examineren van dit subdomein kan worden gedacht aan een verslag van een illustratief practicum, een schriftelijke of digitale presentatie.

### *Subdomein H3: Redoxreacties*

De kandidaat kan een aantal begrippen uit de redox-theorie toepassen en met behulp van een tabel met halfreacties uitspraken doen over toepassingen van redoxreacties. Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Twee eindtermen uit dit subdomein zijn vervallen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde vwo.

## 4.4 Toelichting op de gespecificeerde subdomeinen voor havo

Na de titel en de globale formulering van de subdomeinen volgt een toelichting op de subdomeinen, die zijn aangewezen voor het schoolexamen. Dat gebeurt door het geheel of gedeeltelijk overnemen van de eindtermen uit de corresponderende subdomeinen van het examenprogramma van 1998. In een enkel geval is de formulering aangescherpt. Deze toelichting is voorbeeldmatig, niet bindend. Vervolgens geven we enkele suggesties voor een alternatieve uitwerking en suggesties voor de wijzen van examineren in het schoolexamen.

Eindtermen uit het domein A1 Vaardigheden worden geëxamineerd in combinatie met eindtermen uit de domeinen B tot en met H, voor zover deze in onderstaande specificatie zijn vermeld.

Vervallen eindtermen uit het programma van 1998 zijn op verzoek van de veldadviesgroep in hun geheel in onderstaand overzicht weergegeven.

## Domein A1 Vaardigheden

### *Subdomein A1.1: Taalvaardigheden*

De kandidaat kan adequaat schriftelijk en mondeling communiceren over natuurwetenschappelijke onderwerpen.

#### **Toelichting**

De kandidaat kan zowel mondeling als schriftelijk:

- 1 correct formuleren.
- 2 conventies hanteren bij tekst- en alinea-opbouw, en uiterlijke presentatie.
- 3 beknopt formuleren.
- 4 taalgebruik afstemmen op het doel en het publiek.
- 5 informatie inhoudelijk logisch presenteren.
- 6 op adequate wijze informatie overbrengen.
- 7 een standpunt beargumenteren en verdedigen.
- 8 verslag doen.

#### **Suggesties**

Schriftelijke taalvaardigheden kunnen zowel in schriftelijke toetsen, practicum-verslagen als in praktische opdrachten worden geëxamineerd. Bij praktische opdrachten kan gedacht worden aan:

- een natuurwetenschappelijk onderzoek, uitgevoerd in school en/of een instelling voor het vervolgonderwijs;
- een technisch ontwerp, uitgevoerd in school en/of een instelling voor het vervolgonderwijs;
- een literatuuronderzoek;
- een kritische analyse van de berichtgeving over scheikundige onderwerpen in de media;
- deelname aan een nationale of internationale wedstrijd;
- een andersoortige opdracht.

De presentatie van het verrichte werk in praktische opdrachten kan schriftelijk of mondeling plaatsvinden. Te denken valt aan:

- een geschreven verslag (onderzoeksverslag, verhalend verslag, recensie, verslag van een enquête of weergave van een interview);
- een artikel (uiteenzetting, beschouwing of betoog);
- een mondelinge voordracht (uiteenzetting, rapportage, beschouwing of betoog, forumdiscussie);
- een reeks stellingen met onderbouwing;
- een posterpresentatie met toelichting;
- een productpresentatie van een ontwerpopdracht en de bijbehorende documentatie;
- een presentatie met gebruik van media (bijvoorbeeld audio, video, internet, ICT).

Bij een aantal presentatievormen kunnen de mondelinge taalvaardigheden worden geëxamineerd. Hierbij kunnen o.a. medeleerlingen, vakdeskundigen uit het vervolgonderwijs of bedrijfsleven of docenten van andere vakken worden betrokken.

### *Subdomein A1.2: Reken-/wiskundige vaardigheden*

De kandidaat kan een aantal voor het vak relevante reken-/wiskundige vaardigheden toepassen om natuurwetenschappelijke problemen op te lossen.

### Toelichting

De kandidaat kan

- 9 basisrekenvaardigheden uitvoeren:
  - een (grafische) rekenmachine gebruiken;
  - rekenen met verhoudingen, procenten, machten, wortels;
  - gewogen gemiddelde berekenen.
- 10 berekeningen uitvoeren met bekende grootheden en relaties en daarbij de juiste formules en eenheden hanteren.
- 11 wiskundige technieken toepassen:
  - omwerken van eenvoudige wiskundige betrekkingen;
  - oplossen van eenvoudige vergelijkingen;
  - rekenen met evenredigheden (recht en omgekeerd);
  - berekeningen maken met logaritmen met grondtal 10.
- 12 afgeleide eenheden herleiden tot eenheden van het SI met behulp van omzettingstabellen.
- 13 uitkomsten schatten en beoordelen.
- 14\* uitkomsten van berekeningen weergeven in een aanvaardbaar aantal significante cijfers:
  - een uitkomst mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is.

### Suggesties

Examinering van reken- en wiskundige vaardigheden kan plaatsvinden in o.a.:

- verslagen van experimenteel onderzoek;
- digitale presentaties van onderzoeksresultaten;
- schriftelijke toetsen;
- voorronden van de European Science Olympiade.

### *Subdomein A1.3: Informatievaardigheden*

De kandidaat kan, mede met behulp van ICT, informatie selecteren, verwerken, beoordelen en presenteren.

### Toelichting

De kandidaat kan

- 15 informatie verwerven en selecteren uit schriftelijke, mondelinge en audiovisuele bronnen, mede met behulp van ICT.
- 16 informanten kiezen en informanten bevragen.
- 17 benodigde gegevens halen uit grafieken, tekeningen, simulaties, schema's, diagrammen en tabellen en deze gegevens interpreteren, mede met behulp van ICT:
  - onder andere het in tabellen opzoeken van grootheden, symbolen, eenheden en formules.
- 18 gegevens weergeven in grafieken, tekeningen, schema's, diagrammen en tabellen, mede met behulp van ICT.
- 19 hoofd- en bijzaken onderscheiden.
- 20 feiten met bronnen verantwoorden.
- 21 informatie en meetresultaten analyseren, schematiseren en structureren, mede met behulp van ICT.
- 22 de betrouwbaarheid beoordelen van informatie en de waarde daarvan vaststellen voor het op te lossen probleem of te maken ontwerp.

### Suggesties

Zowel in practicumverslagen als in praktische opdrachten kunnen de informatievaardigheden geëxamineerd worden. Naast de bij het subdomein Taalvaardigheden genoemde voorbeelden van praktische opdrachten kan ook worden gedacht aan:

- opdrachten met molecular modelling;
- computersimulaties van processen en reacties;
- gebruik van digitale databases;
- webbased actualiteits- en ontwerp opdrachten;
- WebQuests;
- opdrachten van Science Across the World;
- internationale opdrachten.

### *Subdomein A1.4: Technisch-instrumentele vaardigheden*

De kandidaat kan op een verantwoorde manier omgaan met voor het vak relevante organismen en stoffen, instrumenten, apparaten en ICT-toepassingen.

### Toelichting

De kandidaat kan

- 23 gebruik maken van stoffen, instrumenten en apparaten voor:
  - het in de praktijk uitvoeren van experimenten en technische ontwerpen met betrekking tot de in domein B t/m H genoemde vakinhoud, voorzover veiligheid, milieu-eisen, kosten en instrumentarium dit toelaten.
- 24 bij het raadplegen, verwerken en presenteren van informatie en bij het inzichtelijk maken van processen gebruik maken van toepassingen van ICT.
- 25\* gebruik maken van micro-elektronica systemen voor het meten en regelen van grootheden.
- 26\* aangeven met welke technieken en apparaten de belangrijkste grootheden uit de natuurwetenschappen worden gemeten.
- 27\* verantwoord omgaan met stoffen, instrumenten en organismen, zonder daarbij schade te berokkenen aan mensen, dieren en milieu.

### Suggesties

Technisch-instrumentele vaardigheden kunnen worden geëxamineerd bij o.a.:

- practicumopdrachten;
- eigen experimenteel natuurwetenschappelijk onderzoek uitgevoerd in school en/of in een instelling voor vervolgonderwijs;
- ontwerp opdrachten;
- het gebruik van simulatieprogramma's als Coach.

### *Subdomein A1.5: Ontwerpvaardigheden*

De kandidaat kan een technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren.

### Toelichting

De kandidaat kan

- 28 een technisch probleem herkennen en specificeren.
- 29 een technisch probleem herleiden tot een ontwerp opdracht.
- 30 prioriteiten, mogelijkheden en randvoorwaarden vaststellen voor het uitvoeren van een ontwerp.
- 31 een werkplan maken voor het uitvoeren van een ontwerp.

- 32 een ontwerp bouwen.
- 33 ontwerpproces en -product evalueren, rekening houdende met ontwerpeisen en randvoorwaarden.
- 34 voorstellen doen voor verbetering van het ontwerp.

#### Suggesties

Ontwerpvaardigheden kunnen worden geëxamineerd in o.a.:

- deelopdrachten als productanalyse, cyclus zooming, omgekeerd ontwerpen;
- opdrachten voor herontwerp bijvoorbeeld duurzaam herontwerp, opschaling van een productieproces;
- volledige ontwerp opdrachten;
- schrijfpdrachten met gebruik van artikelen over het ontwerp van innovatieve producten en processen uit de huidige industrie en technisch-wetenschappelijke productverbetering.

#### *Subdomein A1.6: Onderzoeksvaardigheden*

De kandidaat kan een natuurwetenschappelijk onderzoek voorbereiden, uitvoeren, de verzamelde onderzoeksresultaten verwerken en hieruit conclusies trekken.

#### Toelichting

De kandidaat kan

- 35 een natuurwetenschappelijk probleem herkennen en specificeren.
- 36 verbanden leggen tussen probleemstellingen, hypothesen, gegevens en aanwezige natuurwetenschappelijke voorkennis.
- 37 een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag.
- 38 hypothesen opstellen en verwachtingen formuleren.
- 39 prioriteiten, mogelijkheden en randvoorwaarden vaststellen om een natuurwetenschappelijk onderzoek uit te voeren.
- 40 een werkplan maken voor het uitvoeren van een natuurwetenschappelijk onderzoek ter beantwoording van een onderzoeksvraag.
- 41 relevante waarnemingen verrichten en (meet)gegevens verzamelen.
- 42 conclusies trekken op grond van verzamelde gegevens van uitgevoerd onderzoek.
- 43 oplossing, onderzoeksgegevens, resultaat en conclusies evalueren.

#### Suggesties

Onderzoeksvaardigheden kunnen worden geëxamineerd in o.a.:

- praktische opdrachten voor eigen experimenteel onderzoek;
- schrijfpdrachten o.a. een artikel of reportage over natuurwetenschappelijk onderzoek bij overheids- en kennisinstellingen;
- onderzoeksprojecten en deelname aan wedstrijden;
- interdisciplinaire ontwerp opdrachten met een scheikundige onderzoeks-component.

#### *Subdomein A1.7: Maatschappij, studie en beroep*

De kandidaat kan toepassingen en effecten van natuurwetenschappen en techniek in verschillende maatschappelijke situaties herkennen en benoemen. Tevens kan hij een verband leggen tussen de praktijk van verschillende beroepen en de eigen kennis, vaardigheden en attitude.

### **Toelichting**

De kandidaat kan

- 44 toepassingen van de natuurwetenschappen herkennen in verschillende maatschappelijke situaties.
- 45 maatschappelijke effecten benoemen van natuurwetenschappelijke en technologische toepassingen in verschillende maatschappelijke situaties.
- 46 een relatie leggen tussen natuurwetenschappelijke kennis en vaardigheden en de praktijk van verschillende beroepen.
- 47 een relatie leggen tussen eigen vaardigheden, kennis en attitudes en de eisen van opleidingen en beroepsuitoefening.

### **Suggesties**

Voor het examineren van de vaardigheden van dit subdomein kan worden gedacht aan:

- praktische opdrachten naar aanleiding van maatschappelijk-natuurwetenschappelijke kwesties;
- kritische analyse van berichten over scheikunde in de media;
- praktische opdrachten die verband houden met publieksvoorlichting van bedrijven en kennisinstellingen;
- reflecties op bedrijfsbezoeken, snuffelstage in vervolgonderwijs, interviews met werknemers in beroepen na een natuurwetenschappelijk/technische vervolgopleiding;
- reflectie op beroepsbeelden in de chemische industrie na een verkenning via internet.

## **Domein A2 Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek**

### *A2.1 Subdomein: Kennisvorming*

De kandidaat kan weergeven hoe natuurwetenschappelijke kennis ontstaat, welke vragen natuurwetenschappelijke onderzoekers kunnen stellen en hoe ze aan betrouwbare antwoorden komen.

### **Toelichting**

De kandidaat kan

- A2.1.1 met voorbeelden uitleggen hoe natuurwetenschappelijke kennis tot stand komt en hierbij het cyclisch karakter van onderzoek aangeven:
  - theorieën als basis voor onderzoek;
  - uitvoering van experimenteel onderzoek;
  - aanpassing van de theorie op basis van de geïnterpreteerde resultaten.en een uitspraak doen over de betrouwbaarheid van een gegeven natuurwetenschappelijk onderzoek door het beoordelen van:
  - de bronnen en gegevens;
  - de werkwijze;
  - de interpretatie van de resultaten;
  - de presentatie van de conclusies.
- A2.1.2 met voorbeelden het gebruik en de ontwikkeling toelichten van methoden, technieken, instrumenten en materialen en hierbij aangeven hoe deze ontwikkeling en de vakinhoudelijke kennisvorming van invloed zijn op elkaar, waar het gaat om:
  - onderzoeksmethoden en experimenteertechnieken;

- methoden voor analyse en interpretatie;
- instrumenten en materialen.

A2.1.3 met voorbeelden uitleggen wanneer onderzoek in interdisciplinair of multidisciplinair verband wordt opgezet en welke eisen deze samenwerking stelt aan de omgang met begrippen, modellen en onderzoek.

A2.1.4 met voorbeelden toelichten dat bij onderzoek van persoonlijke en maatschappelijke vragen kennis gebruikt kan worden uit meerdere vakgebieden, ook uit niet-natuurwetenschappelijke vakgebieden.

A2.1.5 met voorbeelden uitleggen hoe waarneming en theorievorming met elkaar samenhangen.

In de lespraktijk wordt dit domein weergegeven met de zogenaamde ANW-vragen:

ANW-vraag 1. Hoe ontstaat kennis?

ANW-vraag 2. Hoe weet je wat waar is?

ANW-vraag 3. Hoe is de wisselwerking tussen natuurwetenschap, techniek en maatschappij?

De eerste vraag leidt tot het uitwerken van het eerste deel van eindterm A2.1.1, de tweede vraag tot een uitwerking van het tweede deel van deze eindterm.

In A2.1.2 gaat het om de ontwikkeling van onderzoeksmethoden en experimenteer-technieken o.a. door steeds geavanceerdere instrumenten en analysemethoden. Dit is een aspect van de wisselwerking tussen natuurwetenschap en techniek, de derde ANW-vraag.

Eindtermen A2.1.3, A2.1.4 en A2.1.5 kunnen alle drie worden gezien als een uitwerking van de eerste ANW-vraag over kennisvorming, waarbij de uitwerkings-richting steeds verschilt.

Voor het uitwerken van dit subdomein heeft het de voorkeur om te kiezen voor contexten die aansluiten bij het programma voor het schoolexamen. Het is ook goed mogelijk om aan te sluiten bij de wetenschappelijke actualiteit, recente onderzoeksresultaten en interdisciplinaire raakvlakken tussen de disciplines waar de grootste ontwikkelingen plaatsvinden zoals life sciences en nanotechnologie. Contexten uit het programma voor het centraal examen zijn ook goed in te passen, maar vergen dan zowel examinering in het schoolexamen voor wat betreft de analyse van en reflectie op de kennisvorming en examinering in het centraal examen voor wat betreft de scheikundige vakinhoud.

### Suggesties

Voor het uitwerken van eindterm A2.1.1 (Hoe ontstaat kennis?) kan worden gedacht aan:

- een praktische opdracht waarbij de theorie gegeven is en de leerling de opdracht krijgt een experiment te ontwerpen voor het toetsen van deze theorie. Dit gebeurt veelal al in illustratief practicum. In het verslag volgt dan een paragraaf over de analyse van en reflectie op de kennisvorming en een beoordeling van de betrouwbaarheid van de conclusie op grond van de vermelde punten in de eindterm;
- een verificatie van een onderzoeksmethode en onderzoeksresultaten van een profielwerkstuk, inclusief een analyse van en reflectie op de kennisvorming en een beoordeling van de betrouwbaarheid;
- een artikel over een recent gepubliceerd onderzoeksresultaat uit secundaire bron (krant, Kennislink, populaire wetenschappelijke bladen) waarin de eerste twee ANW-vragen worden uitgewerkt.

Bij contexten die aansluiten bij het programma voor het schoolexamen valt te denken aan een analyse van en reflectie op:

- studies naar de invloed van uitlaatgassen van het verkeer op de luchtkwaliteit en eventuele gezondheidsschade. Interessant is om resultaten van overheidsinstellingen en milieugroeperingen te vergelijken;
- onderzoek naar alternatieve vormen van energiewinning, bijvoorbeeld witte biotechnologie (samen met A2.1.3);
- onderzoek naar mogelijke toepassingen van biochemische stoffen en materialen, bijvoorbeeld hybride materialen, biomaterialen;
- studies naar het toxisch effect van stoffen (samen met A2.1.3 en A2.1.4);
- onderzoek naar katalysatoren als middel voor duurzame productieprocessen van stoffen en materialen;
- studies naar betere scheidings- en zuiveringsmethoden, ook in verband met het perspectief op duurzame ontwikkeling.

Voor het examineren kan worden gedacht aan een practicumverslag met een paragraaf analyse en reflectie, een literatuuronderzoek of een artikel. Ook een mondelinge presentatie van de analyse en reflectie is goed mogelijk, zeker in verband met recente ontwikkelingen in de natuurwetenschap.

Voor het uitwerken van eindterm A2.1.2 valt te denken aan:

- een schets van de ontwikkeling van meetmethoden voor het bepalen van de zuurgraad, van plantaardige indicator tot volledig geautomatiseerde bepalingen;
- een studie naar de invloed van computers op het analytisch onderzoek van zuren, basen en zouten o.a. simulatieprogramma's, automatische meetsystemen, reken capaciteit;
- een schets van de ontwikkeling van scheikundige onderzoekstechnieken en de invloed daarvan op de ontwikkeling van nieuwe scheikundige kennis;
- een bezoek aan een bedrijfslab of instelling voor vervolgonderwijs, waarbij de leerling de aldaar aanwezige onderzoekstechnologie vergelijkt met de instrumentele uitrusting van de practicumruimte op school.

Bij al deze suggesties draait het om de wisselwerking tussen natuurwetenschap en techniek.

Eindterm A2.1.3. kan aanleiding geven tot het uitwerken van een aantal eindtermen uit de toelichting voor het schoolexamen in interdisciplinaire richting. Dat is goed mogelijk voor de eindtermen: 44, 45, 63, 77, 78 en 80 uit het programma van 1998. Zie ook de toelichting en suggesties bij de subdomeinen D1, E2, F1 en F2 verder in deze paragraaf.

Onderwerpen kunnen zijn:

- witte biotechnologie;
- chemische technologie;
- dosis-effect relaties en farmacologische effecten;
- duurzame productieprocessen.

Leerlingen voeren bijvoorbeeld een technisch ontwerp uit, schrijven een artikel over de uitkomsten van scenariostudies over energiewinning of medicijnontwikkeling in de toekomst of doen een 'state of the art' literatuuronderzoek.

Bij eindterm A2.1.4. kan aansluiting gemaakt worden met het subdomein C2 en eindtermen 77, 78 en 81 uit het programma van 1998. Omdat ontwerp opdrachten altijd een multidisciplinaire benadering vragen komt hierbij A2.1.4 haast op een

natuurlijke manier aan bod. Dit kan nog aangescherpt worden door in de analyse en beschrijving van het ontwerpprobleem een aantal bijzondere randvoorwaarden mee te geven.

### *A2.2 Subdomein: Toepassing van kennis*

De kandidaat kan analyseren hoe natuurwetenschappelijke en technische kennis wordt toegepast en kan reflecteren op de wisselwerking tussen natuurwetenschap, techniek en samenleving.

#### **Toelichting**

De kandidaat kan

A2.2.1 met voorbeelden uitleggen hoe natuurwetenschappelijke kennis toegepast wordt om maatschappelijk relevante producten en technieken te ontwikkelen, en aangeven hoe samenleving en technologische ontwikkelingen elkaar beïnvloeden.

A2.2.2 met voorbeelden toelichten dat de ontwikkeling van natuurwetenschappelijke kennis niet vanzelf leidt tot nieuwe relevante toepassingen maar dat bij de ontwikkeling voldaan moet worden aan:

- functionele criteria;
- sociaal-economische criteria;
- ethische criteria.

Bij eindterm A2.2.1 gaat het om producten en technieken waarin natuurwetenschappelijke kennis wordt toegepast. Deze producten en technieken kunnen een enorme invloed hebben op de maatschappij, denk bijvoorbeeld aan de digitale revolutie. Andersom kan de maatschappij ook de toepassing van nieuwe technologie aan banden leggen, bijvoorbeeld bepaalde vormen van biotechnologie.

Eindterm A2.2.2 beoogt leerlingen inzicht te geven in criteria voor duurzaam ontwerpen.

In de lespraktijk wordt dit subdomein uitgewerkt vanuit de ANW-vragen:

ANW-vraag 3. Hoe wordt kennis toegepast?

ANW-vraag 4. Hoe is de wisselwerking tussen natuurwetenschap, techniek en de maatschappij?

#### **Suggesties**

Voor het uitwerken van dit subdomein zijn ontwerp opdrachten die aansluiten op de vakinhoudelijke subdomeinen C2, C3, D1, E2, F2 en F3 heel geschikt. Denk bijvoorbeeld aan het ontwerpen van:

- een biogasinstallatie (in westerse of derdewereldomgeving);
- een zuiveringsinstallatie voor afvalwater (bijvoorbeeld van een zwembad, autowasstraat, regionaal, industrieel afvalwater);
- een drinkwaterzuiveringsinstallatie (in westerse wereld, in derde wereld, bij noodhulp na rampen);
- een zuiveringsinstallatie voor afvalgassen (katalysator bij auto, industrieel, huishoudelijk);
- een duurzamer productieproces voor fossiele brandstoffen (ontzwaveling diesel);
- een duurzaam herontwerp van verven naar varianten die vrij zijn van organische oplosmiddelen.

Naast het zelf uitvoeren van een ontwerpopdracht is het ook goed mogelijk om leerlingen verslag te laten doen van het ontwerpproces van nieuwe producten of ontwikkeling van nieuwe technieken. Dit naar aanleiding van secundaire bronnen (dagbladen, publicaties op het gebied van technologie en innovatie). Voor examinering kan worden gedacht aan een productpresentatie na een ontwerpopdracht.

### *A2.3 Subdomein: De invloed van natuurwetenschap en techniek*

De kandidaat kan oordelen over de betrouwbaarheid van toegepaste natuurwetenschappelijke kennis en een eigen mening over maatschappelijk-natuurwetenschappelijke vraagstukken vormen.

#### **Toelichting**

De kandidaat kan

A2.3.1 een oordeel geven over de betrouwbaarheid van beweringen – waaronder ook de eigen beweringen- door passende criteria te hanteren bij het beoordelen van:

- bronnen;
- de kwaliteit van een product of techniek of behandeling;
- de kwaliteit van onderzoek waaraan de bewering refereert.

A2.3.2 met voorbeelden de invloed -in verleden, heden en toekomst- toelichten van:

- culturele, economische, maatschappelijke en politieke belangen op de ontwikkeling van natuurwetenschap en techniek;
- natuurwetenschappelijke kennis en techniek op het dagelijks leven;
- natuurwetenschappelijke kennis en techniek op het beeld dat mensen hebben van de natuur en hun eigen rol daarin.

A2.3.3 een standpunt innemen en beargumenteren over:

- toepassingen van natuurwetenschap of techniek in de maatschappij;
- het eigen leerproces in het omgaan met natuurwetenschappelijke kennis en techniek.

Bij eindterm A2.3.1 beoordelen leerlingen de betrouwbaarheid van beweringen over producten, technieken of behandelingen, waarbij ze reflecteren op de wijze waarop die bewering wordt onderbouwd. In eindterm A 2.3.2. zijn een aantal mogelijke aspecten opgenomen van de uitwerking van de wisselwerking tussen natuurwetenschap, techniek en maatschappij.

Eindterm A 2.3.3 gaat over het innemen van standpunten in vraagstukken met maatschappelijke, natuurwetenschappelijke en technische aspecten.

In de klas is dit subdomein te benaderen vanuit de volgende ANW-vragen:

ANW-vraag 2. Hoe weet je wat waar is?

ANW-vraag 3. Hoe is de wisselwerking tussen natuurwetenschap, techniek en maatschappij?

ANW-vraag 5. Wat vind jij? En welke natuurwetenschappelijke kennis gebruik je bij het onderbouwen van je mening?

#### **Suggesties**

Bij eindterm A.2.3.1 kan worden aangesloten op beweringen over processen en producten uit de volgende subdomeinen: C2, D1, E1, E2, F1, F2, F3. Maar ook beweringen over recent ontwikkelde technieken of nieuwe producten vormen een

goede basis voor uitwerking van dit subdomein, dat is samen te vatten in de ANW-vraag over betrouwbaarheid. Te denken valt aan beweringen over:

- het effect van technieken voor het zuiveren van water of lucht;
- de toxiciteit van stoffen;
- de kwaliteit van water, lucht, stoffen, materialen;
- duurzaamheid van producten, technieken, processen.

Voor de examinering in het schoolexamen kan worden gedacht aan een kritische beschouwing, een kritische schriftelijke reactie op een publicatie waarin de bewering wordt gedaan, een mondelinge presentatie.

De ANW-vraag over de wisselwerking tussen natuurwetenschap, techniek en maatschappij kan met de aspecten uit eindterm A2.3.2 nog in veel verschillende richtingen worden uitgewerkt. Hierbij moet worden voorkomen dat het in de uitwerking 'overal en nergens' over gaat. Het is aan te bevelen om een keus te (laten) maken en vervolgens de gekozen aspecten met enige diepgang uit te werken. Voor havo-leerlingen is het goed te doen om aan de hand van voorbeelden uit te werken hoe de invloed is van natuurwetenschap en techniek op het dagelijks leven. Hierbij is eerder aan te bevelen om hen zelf een eigentijds voorbeeld te laten kiezen dat met scheikunde te maken heeft dan als docent zelf te bepalen welk voorbeeld moet worden uitgewerkt.

Ook de invloed van natuurwetenschappelijke kennis en techniek op het beeld dat mensen hebben van de natuur en hun eigen rol daarin is voor havo-leerlingen goed uit te werken aan de hand van voorbeelden. Denk bijvoorbeeld aan biomaterialen, biotechnologie aan de hand van eigentijdse contexten, aspirine en andere medicijnen in historische contexten en het perspectief op de toekomst met bijvoorbeeld nutrigenomics.

Deze eindterm kan ook aanleiding geven tot een analyse van de ontwikkeling van grote Nederlandse chemische en farmaceutische bedrijven bijvoorbeeld DSM, Akzo Nobel, Unilever, Shell, Philips, Jansen-Cilag, enzovoort, waarbij ook de economische belangen aan bod kunnen komen.

Ook bij eindterm A2.3.3 is het aan te bevelen om voor de uitwerking van de ANW-vraag 'Wat vind jij?' leerlingen zelf voorbeelden van de toepassing van natuurwetenschap en techniek te laten kiezen, waarbij wel als randvoorwaarde kan worden gesteld dat deze raakvlakken hebben met de scheikunde. Hierbij hebben actuele en toekomstgerichte voorbeelden in het algemeen meer belangstelling dan voorbeelden uit de vorige eeuw.

Om leerlingen te laten reflecteren op het eigen leerproces in het omgaan met natuurwetenschappelijke kennis en techniek kan het handig zijn om hen voor en na een lestaak of praktische opdracht te laten opschrijven welke mening ze innemen. Vervolgens lichten ze toe of hun standpunt is veranderd en waarom dat wel of niet is gebeurd.

### Suggesties

Voor toepassingen van natuurwetenschap en techniek die aansluiten bij het scheikundeprogramma kan worden gedacht aan materialen, brandstoffen, biochemische stoffen.

Voor het examineren kan worden gekozen voor:

- een debat;
- een discussie aan de hand van stellingen;
- een ethische discussie.

Zie voor een verdere uitwerking van het domein A2 de handreiking voor het schoolexamen ANW vwo van SLO. Daarin vindt u het domein 'Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek' als domein B. Met name subdomein C2 Mens en gezondheid, D2 Duurzame ontwikkeling en subdomein E2 Productie van materialen van het ANW-programma voor vwo bieden inspiratie voor interdisciplinaire contexten.

## **Domein B: Stoffen en materialen 1, anorganisch**

### *Subdomein B1: Toepassingen*

*Dit subdomein is vervallen. Het betreft de volgende eindtermen uit het programma van 1998:*

*De kandidaat kan*

- 1 *toepassingen van metalen noemen:*
  - *ijzer (bouw- en constructiemateriaal, gebruiksvoorwerpen, ferromagnetisch materiaal);*
  - *aluminium (bouw- en constructiemateriaal, gebruiksvoorwerpen);*
  - *koper (geleider).*
- 2 *met behulp van bronnen toepassingen van silicaathoudende grondstoffen geven:*
  - *aardewerk en porselein;*
  - *cement;*
  - *glas(vezel).*

### *Subdomein B2: Reacties van zouten*

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde havo.

### *Subdomein B3: Atoombouw en periodiek systeem*

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde havo.

### *Subdomein B4: Bindingstypen en eigenschappen*

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde havo. In eindtermen 9 en 11 is de formulering van de eindtermen uit het programma van 1998 aangescherpt.

### *Subdomein B5: Namen en formules*

De kandidaat kan de namen en formules geven van een aantal anorganische moleculaire stoffen en zouten.

#### **Toelichting**

De kandidaat kan

- 12\* de naam geven van de volgende stoffen als de formule is gegeven en omgekeerd:
- ammoniak;
  - broom;

- chloor;
- fluor;
- jood;
- ozon;
- stikstof;
- waterstof;
- waterstofperoxide;
- zuurstof.

13\* namen en formules geven en interpreteren van zouten die samengesteld zijn uit de volgende ionen:

- $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$
- $\text{Br}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$

Formules uit dit subdomein, die bij het centraal examen bekend worden verondersteld, zijn opgenomen in hoofdstuk 5 Communale Kennis.

#### Suggesties

Voor een alternatieve invulling van dit subdomein kan gedacht worden aan:

- namen en formules van stoffen uit beroepsgerichte contexten als bijvoorbeeld het zuiveren van drinkwater, het controleren van de kwaliteit van bedrijfsafvalwater;
- namen en formules van zouten uit milieurapportage.

Voor het examineren van dit subdomein kan worden gedacht aan een (digitale) toets of een praktische opdracht.

## Domein C: Stoffen en materialen 2, organisch

### *Subdomein C1: Toepassingen van synthetische polymeren*

*Dit subdomein is vervallen. Het betreft de volgende eindtermen uit het programma van 1998:*

*De kandidaat kan:*

14 *synthetische polymeren noemen:*

- *polyetheen;*
- *polyvinylchloride (pvc);*
- *polypropeen;*
- *polyesters.*

15 *toepassingen van synthetische polymeren noemen:*

- *(supersterke) vezel;*
- *kabel;*
- *schuim;*
- *folie;*
- *buis;*
- *speelgoed;*
- *huishoudelijke artikelen;*
- *kunstglas.*

16 *manieren van afvalverwerking van kunststoffen noemen en de voor- en nadelen van elk beargmenteren in relatie met duurzame ontwikkeling:*

- *verzamelen;*
- *hergebruik;*

- *verbranden;*
- *storten.*

### *Subdomein C2: Andere toepassingen van koolstofverbindingen*

De kandidaat kan van koolstofverbindingen die als brandstof worden gebruikt de vorming toelichten, effecten op het milieu beschrijven en keuzes voor het gebruik van deze brandstoffen beargumenteren in het perspectief van duurzame ontwikkeling.

#### **Toelichting**

De kandidaat kan

- 17 voorbeelden noemen van producten afkomstig uit de aardolie en steenkool verwerkende industrie en de toepassing daarvan:
  - brandstoffen: lpg, benzine, dieselolie, stookolie, kerosine, cokes;
  - asfalt;
  - smeermiddelen;
  - grondstoffen voor de chemische industrie.
- 18 argumenten noemen voor de keuze tussen het gebruik van aardolie als bron van brandstoffen of als leverancier van grondstoffen voor chemische producten.
- 19 de vorming van fossiele brandstoffen beschrijven als een proces waarbij energie van plantaardige en dierlijke oorsprong wordt opgeslagen:
  - steenkool;
  - aardolie;
  - aardgas.
- 20 alternatieve brandstoffen noemen:
  - (bio)alcohol;
  - biogas;
  - waterstof.
- 21 de voor- en nadelen van het gebruik van de in de eindtermen 19 en 20 genoemde brandstoffen beargumenteren:
  - milieu;
  - winning;
  - opslag en transport.
- 22 de invloed van de toepassing van fossiele en alternatieve brandstoffen op het koolstofdioxide-gehalte van de atmosfeer aangeven:
  - mogelijke invloed op het broeikas effect.
- 23 de begrippen volledige en onvolledige verbranding onderscheiden en de consequenties voor het milieu van beide aangeven:
  - uitstoot van koolstofdioxide;
  - NO<sub>x</sub> ;
  - koolstofmono-oxide;
  - roet;
  - onverbrande koolwaterstoffen.

#### **Suggesties**

Voor een alternatieve invulling van dit subdomein kan worden gedacht aan:

- een analyse van recente ontwikkelingen in de aardolie-industrie en het perspectief van deze industrietak in de nabije en middellange toekomst;
- een vergelijkende studie van het gebruik van energie uit fossiele energiebronnen in de westerse en derde wereld inclusief milieu effect rapportage;

- een historisch onderzoek naar het gebruik, de verwerking en het korte- en langetermijn milieueffect van koolstofhoudende brandstoffen;
- een artikel op basis van milieu-effect-rapportage van het auto- of vliegtuigverkeer in Nederland of een ander land;
- een 'state of the art' onderzoek naar alternatieve brandstoffen voor gebruik in de verkeerssector en/of als bron voor de energiebehoefte in de industriële of dienstensector;
- een vergelijkend onderzoek naar prestaties en milieueffect van voertuigen op verschillende soorten fossiele brandstoffen en alternatieve brandstoffen. Daarbij kan worden gedacht aan snelheidswedstrijden, vervoersmiddelen voor de consumentensector of vervoersmiddelen met ene hybride energievoorziening;
- modellering van het toekomstig gebruik en milieueffect van fossiele en alternatieve brandstoffen.

Dit subdomein leent zich goed voor een verdere uitwerking in de richting van de domeinen A2.1 , A2.2 en A2.3.

Voor examinering van dit subdomein kan worden gedacht aan:

- een schriftelijke presentatie o.a. een literatuurstudie, artikel;
- een mondelinge of digitale presentatie van onderzoeksresultaten.

#### *Subdomein C3: Reacties van koolstofverbindingen*

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde havo. In drie eindtermen is de formulering uit het programma van 1998 aangescherpt. Dit houdt verband met het beperken/schrappen van eindtermen in het subdomein C4.

#### *Subdomein D4: Structuren van koolstofverbindingen*

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde havo. In enkele eindtermen is de formulering uit het programma van 1998 aangescherpt. Twee eindtermen zijn vervallen.

### **Domein D: Stoffen en materialen 3, biochemisch**

#### *Subdomein D1: Industriële toepassingen*

De kandidaat kan de harding van vetten en de vergisting van koolhydraten beschrijven.

#### **Toelichting**

De kandidaat kan

- 44 de vetharding beschrijven als een reactie van waterstof en onverzadigde vetten waarbij de grondstof voor margarine wordt gevormd.
- 45 een toepassing geven van de vergisting van koolhydraten:
  - bereiding van alcohol uit glucose.

### Suggesties

Voor een alternatieve invulling van dit subdomein kan worden gedacht aan:

- een verslag met gebruik van chemische vaktaal van een bedrijfsbezoek of filmreportage over de harding van vetten;
- een processchema van het vergistingsproces bij het brouwen van bier of wijn in ambachtelijke omgeving en/of in industriële omgeving;
- een experimenteel kwantitatief onderzoek naar de productie van alcohol door vergisting van een aantal verschillende fruitsoorten;
- een ontwerpopdracht voor een vergistingsinstallatie voor alcoholproductie.

Dit subdomein leent zich voor uitwerking in de richting van het domein A2.2.

Voor examinering van dit subdomein valt te denken aan:

- een practicumverslag;
- een mondelinge presentatie van de onderzoeksresultaten of het gerealiseerde ontwerp.

### *Subdomein D2: Stofwisseling*

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. In een eindterm is de formulering van 1998 aangescherpt, ook is een eindterm uit het volgende subdomein aan dit domein toegevoegd. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde havo.

### *Subdomein D3: Structuren van biochemische stoffen*

*Dit subdomein is vervallen. Eindterm 56 uit dit subdomein is toegevoegd aan het subdomein D2 Stofwisseling. De volgende eindtermen zijn vervallen:*

*De kandidaat kan*

- 53 aangeven dat een disacharide-molecuul is opgebouwd uit twee monosacharide-moleculen en dat een polysacharide-molecuul is opgebouwd uit een groot aantal monosacharide-moleculen.*
- 54 de molecuulformule van glucose en sacharose geven.*
- 55 de structuurformule van glycerol geven.*

## Domein E: Sturen van reacties

### *Subdomein E1: Toepassingen*

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. In twee eindtermen is de formulering van 1998 aangescherpt, een eindterm is aangepast vanwege een vervallen eindterm in een volgend domein. Eén eindterm is vervallen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde havo.

### *Subdomein E2: Effecten tijdens het verloop van reacties*

De kandidaat kan enkele effecten van reacties benoemen, aangeven wat onder reactiesnelheid wordt verstaan en verklaren welke factoren reactiesnelheden beïnvloeden.

### Toelichting

De kandidaat kan

- 63 begrippen die met toxiciteit samenhangen beschrijven:
- acute toxiciteit;
  - chronische toxiciteit;
  - no-toxic effectlevel;
  - ADI-waarde;
  - MAC-waarde.
- 64\* aangeven dat fase-overgangen, oplossen en reacties (meestal) gepaard gaan met een energie-effect:
- exotherm;
  - endotherm.
- 65 het 'botsende-deeltjes-model' beschrijven.  
Eindterm 66 uit dit subdomein is toegevoegd aan het domein E3 Reactiesnelheid en evenwichten. Enkele begrippen uit eindterm 64 zijn toegevoegd aan de communale kennis voor het centraal examen.
- Uit dit subdomein is de volgende eindterm vervallen:*
- 67 *schematisch aangeven wat gebeurt met de concentratie van een reactant:*
- *tijdens een aflopende reactie;*
  - *tijdens de instelling van een evenwicht;*
  - *bij evenwicht.*

### Suggesties

Voor een alternatieve invulling van dit subdomein valt te denken aan:

- het opstellen van een risico analyse van een productieproces waarbij toxische stoffen worden gebruikt, bijvoorbeeld de chemische of grafische industrie;
- een analyse van de preventieve beschermingsmaatregelen na een ongeval tijdens het transport van toxische stoffen;
- een illustratief practicum over het energie-effect van reacties.

Voor toetsing in het schoolexamen kan worden gedacht aan een digitale toetsvraag (eindterm 67) , een practicumverslag, een milieueffect rapport.

#### *Subdomein E3: Reactiesnelheid en evenwichten*

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Een eindterm uit het domein E2 is aan dit subdomein toegevoegd. Twee eindtermen zijn vervallen.

In vergelijking met de CEVO-aanwijzing van 2002 behoort het begrip evenwicht weer tot de examenstof voor het centraal examen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde havo.

#### *Subdomein E4: Rekenen aan reacties*

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde havo.

## Domein F: Chemische industrie

### *Subdomein F1: Het maken van stoffen*

De kandidaat kan voor de industriële bereiding van een bepaalde stof aangeven welke grondstoffen en hulpstoffen worden gebruikt en het productieproces beschrijven in het perspectief van duurzame ontwikkeling.

#### Toelichting

- 75 uitleggen in welke theoretische verhouding grondstoffen moeten worden gekozen als beginstoffen voor de bereiding van een bepaald product.
- 76 uitleggen welke rol een katalysator bij een chemisch proces kan spelen.
- 77 kenmerken geven van productieprocessen waarbij sprake is van duurzame ontwikkeling en van een beschreven proces deze kenmerken aangeven:
- hernieuwbare grondstoffen;
  - recycling van afvalstoffen;
  - onuitputtelijke voorraad.
- 78 aan de hand van de maatschappelijke betekenis van de chemische en aanverwante industrie voor de Nederlandse samenleving beargumenteren:
- werkgelegenheid;
  - bruto nationaal product;
  - essentiële producten (zie eindterm 83).

#### Suggesties

Voor een alternatieve invulling van dit subdomein valt te denken aan:

- een verslag met gebruik van chemische vaktaal van een (virtueel) bedrijfsbezoek van een chemisch bedrijf waar stoffen en producten worden geproduceerd;
- een duurzaamheidsanalyse van een productieproces;
- het opstellen van een portret van een chemisch bedrijf met gebruik van primaire bronnen, een gastles of iets dergelijks.

Dit domein biedt goede mogelijkheden voor koppeling met subdomein A2.2. en A2.3

Als toetsvorm valt te denken aan een praktische opdracht met schriftelijke of mondelinge presentatie.

### *Subdomein F2: Het scheiden en zuiveren van stoffen*

De kandidaat kan een aantal methoden noemen om mengsels te zuiveren en verbanden leggen tussen de eigenschappen van de aanwezige stoffen en de geschikte scheidingsmethode.

#### Toelichting

De kandidaat kan

- 79 uitleggen waardoor bij chemische processen meestal mengsels ontstaan:
- onvolledige omzetting;
  - overmaat;
  - bijproducten;
  - onzuivere beginstoffen.
- 80\* uitleggen wat een geschikte methode is voor een scheiding van een mengsel of zuivering van een stof aan de hand van de eigenschappen van de aanwezige stoffen:
- extractie;
  - adsorptie;

- destillatie;
- filtratie;
- bezinken;
- indampen.

81 aangeven dat bij de zuivering van een product gewoonlijk afval ontstaat met mogelijke negatieve gevolgen voor het milieu.  
Een aantal methoden uit eindterm 80 maakt deel uit van de communale kennis voor het centraal examen.

Namen en toepassingen van een aantal scheidingsmethoden horen tot de communale kennis en moeten als zodanig voor het centraal examen worden gekend. Zie bijlage 1.

### Suggesties

Voor een alternatieve invulling van dit subdomein kan worden gedacht aan o.a.:

- een analyse van en toelichting op de gebruikte scheidings- en zuiveringsprocessen in een productieproces uit de huidige chemische industrie;
- een experimenteel onderzoek naar de beste scheidings- of zuiveringsmethode voor een bepaald mengsel van stoffen;
- een vergelijkend onderzoek tussen innovatieve en reguliere zuiveringsmethoden voor bijvoorbeeld drinkwater;
- een ontwerp voor een kleinschalige drinkwaterzuiveringsinstallatie voor specifieke doeleinden bijvoorbeeld na rampen.

Voor examinering van dit subdomein kan worden gedacht aan:

- een verslag van een eigen experimenteel onderzoek;
- een schriftelijke toets met gebruik van primair bronnenmateriaal;
- een praktische opdracht.

### *Subdomein F3: Procesindustrie*

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Eén eindterm is vervallen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde havo.

## **Domein G: Zuren en basen**

### *Subdomein G1: Toepassingen*

*Dit subdomein is vervallen. Het betreft de volgende eindtermen:*

*De kandidaat kan*

- 85 *het belang van buffers aangeven:*
- *de bufferwerking van bloed;*
  - *de bufferwerking van de bodem.*
- 86 *effecten van zuren en basen in atmosfeer en bodem aangeven:*
- *zwaveldioxide en zure regen;*
  - *ammoniak-emissie.*

### *Subdomein G2: Onderzoek*

De kandidaat kan een aantal methoden aangeven om zure en basische oplossingen te onderzoeken en een neutralisatie beschrijven.

### Toelichting

De kandidaat kan

- 87 aangeven op welke wijze kan worden aangetoond dat een oplossing zuur, basisch of neutraal is:
- zuur-base indicatoren, lakmoes;
  - pH-meter.
- 88 een neutralisatie, waarbij aan een sterk zuur een sterke base wordt toegevoegd of omgekeerd, met een indicator, beschrijven.

### Suggesties

Dit subdomein leent zich bij uitstek voor eigen experimenteel onderzoek met gebruik van kwantitatieve methoden van onderzoek van zure, basische en neutrale oplossingen. Ook kan worden gedacht aan:

- een beschrijving van en toelichting op een geautomatiseerd systeem voor het bepalen van bijvoorbeeld de zuurgraad in een bedrijfslaboratorium;
- het herhalen van een of meerdere kwantitatieve bepalingen uit een profielwerkstuk over een aan dit subdomein verwant onderzoek;
- een studie naar neutralisatiereacties in het menselijk lichaam, bijvoorbeeld bij de spijsvertering;
- een gesimuleerde titratie uitgevoerd met Coach.

Voor examinering van dit subdomein kan worden gedacht aan:

- een eigen experimenteel onderzoek;
- een praktijkexamentoets naar de beheersing van voor dit subdomein specifieke onderzoeksmethoden;
- een schriftelijke toets over de verwerking van door anderen bepaalde meetgegevens en het interpreteren van de resultaten.

### *Subdomein G3: Namen, formules en reacties*

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Eén eindterm is aangepast. In vergelijking met de CEVO aanwijzing van 2002 behoren zwakke zuren en zwakke basen in eindtermen 89, 90, 92 en 94 weer tot de examenstof voor het centraal examen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde havo.

### *Subdomein G4: Berekeningen*

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Een eindterm is aangescherpt. Een eindterm is vervallen. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde havo.

## Domein H: Reacties en stroom

### *Subdomein H1: Toepassingen*

*Dit subdomein is vervallen. Het betreft de volgende eindtermen:*

De kandidaat kan

- 100 van een aantal elektrochemische cellen de bouw beschrijven en met behulp van bronnen de werking beschrijven:
- loodaccu;
  - droge cel, batterij.

- 101 mogelijkheden beschrijven en tegen elkaar afwegen voor het bestrijden van corrosie/roesten:
- bedekken met beschermende laag;
  - opofferingsmetaal.
- 102 de bereiding van ijzer als praktische toepassing van redoxreacties beschrijven.
- 103 enkele praktische toepassingen beschrijven van het elektrolyseproces:
- bedekken (galvaniseren, verchromen, verzilveren);
  - bereiding natronloog;
  - bereiding chloor;
  - bereiding waterstof.
- 104 de naam en de formule noemen van enkele bekende reductoren:
- koolstofmono-oxide;
  - metalen;
  - koolstof.
- 105 de naam en de formule noemen van enkele oxidatoren:
- chloor;
  - zuurstof;
  - waterstofperoxyde.

### *Subdomein H2: Redox als proces*

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Eén eindterm is aangescherpt. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde havo.

### *Subdomein: H3 Reacties*

Dit subdomein is aangewezen voor het centraal examen. Drie eindtermen zijn aangescherpt. Zie voor de specificatie van dit subdomein de syllabus voor het centraal examen scheikunde havo.

## **4.5 ANW binnen het scheikundeprogramma van havo**

Het onderbrengen van het ANW-domein 'Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek' vormt een onderdeel van het aanpassen van het scheikundeprogramma voor havo. In het havo-programma voor natuurkunde en biologie is ook 40 sl u aangewezen voor dit ANW-domein. Er is niet voor gekozen om dit domein onder een aparte letter in het examenprogramma te vermelden maar om het in domein A te plaatsen. Hierdoor zou de misvatting kunnen ontstaan dat domein A bestaat uit twee subdomeinen (Vaardigheden en Analyse en Reflectie) waarvan de oorspronkelijke subdomeinen uit het programma van 1998 als toelichting kunnen worden gezien. Daarmee zouden dan de eindtermen van 1998 vanaf 2007 uit beeld verdwijnen, ze zouden immers een toelichting op de toelichting vormen.

Onder A zijn vanaf 2007 dus twee domeinen geplaatst, domein A1 en A2. Onder A1 vallen de zeven geglobaliseerde subdomeinen van het oorspronkelijke domein A Vaardigheden uit het programma van 1998. Onder domein A2 vallen de drie geglobaliseerde subdomeinen van het oorspronkelijke B-domein uit het ANW-programma voor havo van 1998. Zie hiervoor ook het overzicht in paragraaf 3.4.

In paragraaf 4.4 is het ANW-domein A2 uitgebreid toegelicht en worden suggesties gegeven voor het integreren van dit domein met een aantal vakinhoudelijke subdomeinen voor het schoolexamen. In paragraaf 5.5 zijn enkele varianten opgenomen voor het examineren van het ANW-domein in de voorbeeld PTA's.

## 5. Mogelijkheden voor toetsing en weging (PTA)

### 5.1 Inrichting van het PTA

Volgens het examenbesluit havo/vwo dient het PTA jaarlijks vóór 1 oktober te worden vastgesteld en moet het in elk geval betrekking te hebben op het desbetreffende schooljaar.

In het PTA zijn ten minste de volgende onderdelen opgenomen:

- de onderdelen van het examenprogramma die in het schoolexamen worden getoetst;
- de inhoud van de onderdelen van het schoolexamen;
- de wijze van examinering van de verschillende onderdelen van het schoolexamen;
- de mogelijkheden tot herkansing van de verschillende onderdelen van het schoolexamen;
- de weging van de verschillende onderdelen van het schoolexamen.

In het examenprogramma van 1998 zijn een aantal vormvoorschriften voor het schoolexamen opgenomen. Vanaf 2007 zijn daarbij de keuzemogelijkheden voor scholen verruimd. Nieuw is bijvoorbeeld de mogelijkheid voor de school om eigen onderdelen toe te voegen aan het scheikundeprogramma en deze op te nemen in het schoolexamen. Deze onderdelen mogen van leerling tot leerling verschillen.

### 5.2 Overwegingen bij het opstellen van een PTA

Voorafgaand aan het opstellen van een PTA voor het vak scheikunde behoort het tot de verantwoordelijkheid van de vaksectie om zich goed te informeren over het formele karakter van het PTA.

De vaksectie moet zich ook een goed beeld vormen van de randvoorwaarden waarbinnen het vak scheikunde op de eigen school wordt onderwezen. Belangrijke vragen waarover eerst duidelijkheid moet komen zijn o.a.:

- Hoe wordt de 440 slv voor scheikunde verdeeld over het vierde, vijfde en zesde leerjaar van vwo?
- Hoeveel lessen scheikunde staan er in de opeenvolgende schooljaren op het rooster?
- Werkt de school met perioden? Is periodisering mogelijk/wenselijk?
- Welke ruimte is er voor studiebegeleidings-uren?
- Welke practicumfaciliteiten en TOA-ondersteuning zijn beschikbaar?
- Hoe is het schooljaar gestructureerd? Drie, vier of meer perioden?
- Zijn er wel/geen lesvrije toetsweken?
- Hoe is de herkansing van onderdelen van het schoolexamen geregeld? Wanneer vindt dat plaats?
- Hoe is de voortgangsrapportage geregeld? Hoeveel rapporten, wanneer?
- Op welke gronden vindt bevordering naar een volgend schooljaar plaats?
- Hoe verhouden de schoolexamenonderdelen zich tot voortgangstoetsen?

- Welke lesmethode gebruiken de leerlingen, welke overige informatiebronnen en hoe is de verhouding tussen de leerstof in het schoolboek en niet-methodegebonden lesmateriaal?

Vervolgens is het wenselijk dat er tussen de natuurwetenschappelijke vaksecties afspraken worden gemaakt over o.a.:

- het toetsen van de natuurwetenschappelijke vaardigheden bij de vakken biologie en scheikunde (voor het profiel Natuur & Gezondheid) en scheikunde en natuurkunde (bij het profiel Natuur & Techniek) en met ANW;
- afstemming over de aard van de toetsen en praktische opdrachten;
- afstemming op de inhoud en inroostering van het nieuwe bètavak;
- afstemming op de inhoud en wijze van toetsing van ANW;
- vakoverstijgende onderdelen van het schoolprogramma.

Tevens is het in het belang van de leerlingen gewenst dat binnen de jaarlaag afstemming is over o.a.:

- spreiding van schriftelijke toetsen en praktische opdrachten over het schooljaar;
- koppeling met examenonderdelen van andere vakken;
- het aantal dagen lesuitval door schoolgebonden buitenschoolse activiteiten als werkweken, sporttoernooien, excursies, verlof voor eigen bijscholing, vergaderingen enzovoort;
- het toetsen van de algemene vaardigheden als taalvaardigheden, informatievaardigheden;
- de organisatie van oriëntatie op studie en beroep en de rol van de vakken daarin.

Al deze factoren hebben invloed op de beslissing over:

- de verdeling van de leerstof over de opeenvolgende jaren;
- de voorbereiding op de schoolexamenonderdelen en het centraal examen;
- het al of niet opnemen van voor het centraal examen aangewezen subdomeinen in het schoolexamen, hoeveel en wanneer;
- de invulling van de door de school te bepalen onderdelen van het scheikundeprogramma en de wijze van examinering.

De gewenste detaillering in de beschrijving van de onderdelen van het PTA wordt op schoolniveau aangegeven. In het algemeen verdient een korte typering en een globale omschrijving van de vakinhoud de voorkeur boven een gedetailleerde beschrijving, die in de loop van het schooljaar kan leiden tot knelpunten voor leerlingen en docenten en zelfs een officiële wijziging van het PTA tot gevolg kan hebben.

De vakinhoud voor een schriftelijke toets kan in het PTA globaal beschreven worden als 'door vaksectie te bepalen onderdelen over atoombouw, zouten en onderzoeksmethoden'.

In de studiewijzer kan dan gedetailleerd worden opgenomen welke pagina's, opgaven, schema's uit het leerboek, welke video's, aantekeningen en andere bronnen tot de stof voor deze toets behoren. Daarnaast is aan te bevelen om in elke studiewijzer de clausule 'Wijzigingen voorbehouden' op te nemen, waardoor het mogelijk is om gedurende de onderwijsperiode nog wijzigingen in de te examineren stof aan te brengen.

Bij een praktische opdracht volstaat de omschrijving 'door vaksectie/docent te bepalen praktische opdracht'.

Als de school kiest voor het opnemen van andere vakonderdelen volstaat het om dat in het PTA globaal te typeren als bijvoorbeeld 'door docent te bepalen thema' of 'actualiteitsopdracht' of 'verbredingsopdracht' of 'verdiepingsopdracht'. Het is niet aan te bevelen om in het PTA op te nemen 'door leerling te bepalen thema', ook al is de school voornemens om leerlingen de ruimte te geven hierin eigen keuzes te maken. Het PTA is een wettelijke regeling en het zou niet zo moeten zijn dat ouders met het PTA in de hand de weg naar de rechter zoeken om wettelijk af te dwingen dat hun zoon of dochter een thema voor een schoolexamenonderdeel kiest dat niet aan de criteria van de docent voldoet.

### **5.3      Weging**

De school mag zelf bepalen hoe de weging is tussen de verschillende onderdelen van het schoolexamen.

### **5.4      Voorbeelden van PTA's voor vwo**

Hieronder volgen drie voorbeelden van een PTA voor een school met een jaarindeling in 4 perioden. In voorbeeld A kiest het bevoegd gezag van de school voor het opnemen van vakinhouden die soms per profiel verschillend zijn en is in de praktische opdrachten een profielgebonden uitwerking mogelijk.

In voorbeeld B kiest de school voor nadruk op onderzoeks- en ontwerp opdrachten bij de voor het schoolexamen én centraal examen aangewezen subdomeinen.

In voorbeeld C kiest de school in het schoolexamen voor nadruk op schriftelijke toetsen en toetst daarin naast de domeinen voor het schoolexamen ook de helft van het programma voor het centraal examen. In dit PTA zijn betrekkelijk weinig praktische opdrachten opgenomen.

In alle drie voorbeelden voor vwo ontbreekt een afsluitend groot praktisch schoolonderzoek omdat experimenteel werk is ondergebracht in een aantal praktische opdrachten verdeeld over de drie opeenvolgende leerjaren. In de eisen aan het profielwerkstuk kan worden opgenomen dat experimenteel onderzoek een verplicht onderdeel is.

In de volgende voorbeelden wordt de laatste periode in het zesde leerjaar niet ingevuld, deze is bestemd voor voorbereiding op centraal examen. Er is in de voorbeelden afgezien van het opnemen van handelingsdelen. Als de school daarvoor kiest, is de regeling daarvoor na 2007 niet anders dan na 1998.

### PTA Voorbeeld A

Leerjaar	Periode	Stof	T/PO	Weging
4	2	Stoffen aantonen	PO	5%
	3	Stoffen en koolstofchemie A	T	5%
	4	Zuren en basen A	T	5%
		Toepassingen zuren en basen (profielgebonden PO)	PO	5%
5	1	Stoffen en koolstofchemie B	T	5%
	2	Toepassing van koolstofchemie	PO	5%
	3	Onderzoek zuren en basen (profielgebonden PO)	PO	10%
		Zuren en basen B	T	5 %
	4	Scheidings-/zuiveringsmethoden	PO	10%
		Capita selecta (profielgebonden)	T	10%
6	1	Toepassing van elektrochemie	PO	10%
	2	Redox	T	10%
		Maken stoffen (profielgebonden PO)	PO	10%
	3	Toepassingen (profielgebonden)	T	5%

### PTA Voorbeeld B

Leerjaar	Periode	Stof	T/PO	Weging
4	2	Stoffen en koolstofchemie A	T	5%
	3	Stoffen aantonen	PO	5%
	4	Zuren en basen A	T	5%
		Toepassingen zuren en basen	PO	5%
5	1	Stoffen en koolstofchemie B	T	5%
	2	Toepassing van koolstofchemie	PO	10%
	3	Onderzoek zuren en basen	PO	10%
		Zuren en basen B	T	5%
	4	Scheidings-zuiveringsmethoden	PO	10%
6	1	Toepassing van elektrochemie	PO	10%
	2	Redox	T	10%
		Maken stoffen	PO	10%
	3	Toepassing in industrie	PO	10%

### PTA Voorbeeld C

Leerjaar	Periode	Stof	T/PO	Weging
4	2	Stoffen en koolstofchemie A	T	5%
	3	Toepassing van koolstofchemie	PO	5%
	4	Zuren en basen A	T	5%
5	1	Stoffen en koolstofchemie B	T	5%
	2	Onderzoek	PO	5%
	3	Reacties, analysetechnieken	T	10%
	4	Zuren en basen B	T	10%
		Scheidings-zuiveringsmethoden	PO	10%
6	1	Redox	T	10%
	2	Reacties, berekeningen	T	10%
		Toepassing van elektrochemie	PO	15%
	3	Reacties, zuren en basen, redox	T	10%

### 5.5 Voorbeelden van PTA's voor havo

Hieronder volgen drie voorbeelden van een PTA voor een school met een jaarindeling in 4 perioden.

In voorbeeld A kiest het bevoegd gezag van de school voor het opnemen van vakinhouden die soms per profiel verschillend zijn en is in de praktische opdrachten een profielgebonden uitwerking mogelijk. Deze school kiest ook voor een profielgebonden geïntegreerde uitwerking van ANW o.a. in de vorm van een interdisciplinaire grote praktische opdracht op het grensvlak scheikunde/biologie voor Natuur & Gezondheid en het grensvlak scheikunde/natuurkunde voor het profiel Natuur & Techniek. Deze praktische opdracht is ook opgenomen in het PTA van biologie of natuurkunde, het cijfer van de PO geldt voor beide vakken.

In voorbeeld B kiest de school voor nadruk op onderzoeks- en ontwerp opdrachten bij de voor het schoolexamen én centraal examen aangewezen subdomeinen. Voor ANW kiest de school voor examinering in praktische opdrachten waarbij twee subdomeinen van ANW worden geïntegreerd en een ANW-subdomein niet.

In voorbeeld C kiest de school in het schoolexamen voor nadruk op schriftelijke toetsen en toetst daarin naast de domeinen voor het schoolexamen ook de helft van het programma voor het centraal examen. In dit PTA zijn betrekkelijk weinig praktische opdrachten opgenomen. Voor ANW kiest de school voor examinering van twee ANW-subdomeinen in aparte praktische opdrachten en een ANW-subdomein geïntegreerd in een toets.

In alle voorbeelden is gekozen voor een afsluitend praktisch schoolonderzoek als kader waarin vakinhoud meer of minder geïntegreerd aan bod komt.

In onderstaande drie voorbeelden wordt de laatste periode in het vijfde leerjaar niet ingevuld, deze is bestemd voor voorbereiding op het centraal examen. Er is in de voorbeelden afgezien van het opnemen van handelingsdelen. Als de school daarvoor kiest is de regeling voor handelingsdelen na 2007 niet anders dan na 1998.

### PTA Voorbeeld A

Leerjaar	Periode	Stof	T/PO	Weging
4	2	Toepassingen koolstofverbindingen & Invloed van natuurwetenschap en techniek	PO	10%
	3	Toepassingen koolstofverbindingen en biochemische stoffen	T	10%
	4	Stoffen maken & Toepassing van kennis (interdisciplinaire grote PO)	PO	20%
		Zuren en basen & capita selecta (profielgebonden)	T	10%
5	1	Onderzoek zuren en basen (profielgebonden PO)	PO	10%
	2	Scheidings- en zuiveringsmethoden & Kennisvorming	PO	20%
		Effecten reacties & capita selecta & communale kennis	T	10%
	3	Praktisch schoolonderzoek (profielgebonden)	PO	10%

### PTA Voorbeeld B

Leerjaar	Periode	Stof	T/PO	Weging
4	2	Toepassingen koolstofverbindingen en biochemische stoffen	T	5%
		Practicum reacties zouten en koolstofverbindingen	PO	10%
	3	Ontwerpopdracht Toepassing van kennis	PO	10%
		Effecten tijdens het verloop van reacties	T	5%
	4	Scheiden en zuiveren van stoffen & Procesindustrie	PO	10%
		Scheiden en zuiveren van stoffen	T	5%
5	1	Stoffen maken & Invloed van natuurwetenschap en techniek	PO	10%
		Stoffen maken	T	5%
	2	Onderzoek zuren en basen en Redox als proces & Kennisvorming	PO	15%
		Onderzoek zuren en basen & Communale kennis	T	5%
	3	Praktisch schoolonderzoek over gehele stof (se en ce)	PO	20%

### PTA Voorbeeld C

Leerjaar	Periode	Stof	T/PO	Weging
4	2	Anorganische en organische stoffen	T	5%
		Invloed van natuurwetenschap & techniek	PO	10%
	3	Reacties van koolstofverbindingen en biochemische stoffen	T	5%
		Toepassing van kennis	PO	10%
	4	Scheiden en zuiveren van stoffen en procesindustrie	T	10%
		Scheiden en zuiveren van stoffen	PO	10%
5	1	Maken van stoffen & Kennisvorming	T	15%
		Maken van stoffen en toepassingen koolwaterstoffen	PO	5%
	2	Onderzoek zuren en basen	PO	5%
		Zuren en basen en communale kennis	T	10%
	3	Praktisch schoolonderzoek	PO	15%



# 6. Afstemming met andere vakken

## 6.1 Afstemming tussen scheikunde en biologie

Bij het centraal examen biologie kunnen vragen worden gesteld waarbij leerlingen scheikundige begrippen moeten kunnen hanteren die niet in het biologieprogramma zijn opgenomen. Deze begrippen zijn in een bijlage bij het examenprogramma biologie opgenomen. Zie hiervoor bijlage 6. Leerlingen kunnen hun scheikundekennis voor biologie zelfstandig herhalen met behulp van de speciaal daarvoor ontwikkelde module "*Chemie voor het leven*". Deze is te bestellen bij NVON Ledenservice te Prinsenbeek onder vermelding van Artikel nr 39, Chemie voor het Leven.

Voor een goede afstemming van onderwijs en toetsing van subdomeinen voor het schoolexamen biologie en scheikunde, die inhoudelijk in elkaars verlengde liggen en elkaar zelfs kunnen overlappen, is overleg nodig tussen de vaksecties biologie en scheikunde. Hierbij kan ook besloten worden om deze subdomeinen in één praktische opdracht of toets te toetsen, waarvan een gedeelte onderdeel is van het schoolexamen scheikunde en een ander gedeelte onderdeel van het schoolexamen biologie.

Als de school er voor kiest om zelf onderdelen van het programma scheikunde aan te wijzen, is een breed scala aan onderwerpen denkbaar uit het grensgebied tussen biologie en scheikunde. Hierbij kan dan bijvoorbeeld worden gekozen voor thema's uit de interdisciplinaire biochemie dan wel thema's waarbij de scheikundige en biologische aspecten apart worden uitgewerkt.

De volgorde van de domeinen en subdomeinen in het programma scheikunde zijn een opsomming van vaardigheden en vakinhouden en geenszins een volgorde waarin deze in het onderwijs aan de leerlingen worden aangeboden. Het is aan te bevelen om met de gekozen leermiddelen voor biologie en scheikunde een zodanige volgorde te bepalen, dat bij scheikunde die scheikundige begrippen geïntroduceerd kunnen worden die later in het biologieprogramma ook aan bod komen. Omgekeerd biedt het biologieprogramma contexten, waarop bij scheikunde kan worden aangesloten en voortgebouwd.

## 6.2 Afstemming tussen scheikunde en natuurkunde

Tussen het programma scheikunde en natuurkunde is geen directe 'afhankelijkheidsrelatie'.

Na 2007 is voor leerlingen in het profiel Natuur & Gezondheid natuurkunde ook geen verplicht profielvak meer, maar een van de profielkeuzevakken.

Dat neemt niet weg dat leerlingen er baat bij hebben als docenten scheikunde en natuurkunde:

- voor de natuurkundige begrippen dezelfde definities gebruiken;
- bij natuurkunde aangeven dat de betreffende begrippen ook bij scheikunde voorkomen;
- bij scheikunde refereren aan die contexten waarin leerlingen de betreffende begrippen bij natuurkunde kregen aangereikt.

Als de school er voor kiest om zelf onderdelen van het programma scheikunde aan te wijzen, is een breed scala aan onderwerpen denkbaar uit het grensgebied tussen natuurkunde en scheikunde. Hierbij kan dan bijvoorbeeld worden gekozen voor thema's uit de interdisciplinaire fysische, dan wel biofysische chemie dan wel thema's waarbij de scheikundige en fysische aspecten apart worden uitgewerkt.

Interessant zijn ook contexten uit de chemische technologie en duurzaamheidvraagstukken, vooral als daarbij energieomzettingen en rendementsberekeningen en -beschouwingen een rol spelen.

Ook een verdere verkenning van de fysische eigenschappen van o.a. synthetische polymeren biedt mogelijkheden voor afstemming tussen natuurkunde en scheikunde. Te denken valt aan geleidende polymeren, nanomaterialen, kogelwerende materialen, enzovoort.

### 6.3 Afstemming tussen scheikunde en wiskunde

Voor een goed begrip van de pH is aan te bevelen dat leerlingen hebben kennisgemaakt met logaritmen. Ook voor het juist verwerken van meetresultaten in grafieken is wiskundige basiskennis nodig. Met de grafische rekenmachine zijn dergelijke berekeningen geautomatiseerd.

Voor het kunnen oplossen van lineaire en tweedegraadsvergelijkingen is het voor leerlingen prettig als daarvoor bij wiskunde contexten uit de scheikunde worden gebruikt. Dat geldt ook voor voorbeelden van het oplossen van twee lineaire vergelijkingen met twee onbekenden. Het is ook denkbaar dat de wiskundige verwerking van meetgegevens uit scheikundige experimenten als voorbeeld in de wiskundeles aan bod kan komen.

### 6.4 Afstemming tussen scheikunde en NLT

Natuur, Leven, Technologie kan als profielkeuzevak worden gekozen door leerlingen met de profielen Natuur & Gezondheid en Natuur & Techniek. In enkele scholen zijn experimenten gestart voor een mogelijke invulling van dit vak. Duidelijk is dat het een modulair karakter zal krijgen en leerlingen zowel verbreding als verdieping kan bieden. Ook het vervolgonderwijs zal een actieve rol gaan spelen bij NLT.

In hoeverre de invulling van dit vak ook van leerling tot leerling kan verschillen is nog niet bepaald. Zie voor informatie [www.betavak-hlt.nl](http://www.betavak-hlt.nl).

Voor afstemming met scheikunde kan worden gedacht aan het verbreden van scheikundige thema's o.a.:

- biochemie;
- farmacochemie;
- lfe sciences;
- witte biotechnologie;
- astrochemie;
- katalyse;
- composieten;
- biomaterialen;
- biobrandstoffen enzovoort.

## 6.5 Afstemming tussen scheikunde en ANW op vwo

Vanaf 2007 gaat de omvang van het vak ANW op vwo terug van 200 naar 120 sl. Vanaf 2007 heeft de school een zeer grote vrijheid bij het bepalen van inhoud en wijze van examinering in het schoolexamen van ANW.

De inhoud van het ANW-domein E Materie heeft overlap met de communale kennis van scheikunde voor het centraal examen en onderstaande geglobaliseerde subdomeinen.

Het betreft uit Domein A Vaardigheden de volgende subdomeinen:

- Subdomein A1: Taalvaardigheden
- Subdomein A3: Informatievaardigheden
- Subdomein A5: Ontwerpvaardigheden
- Subdomein A6: Onderzoekvaardigheden
- Subdomein A7: Maatschappij, studie en beroep

Hierover is afstemming gewenst tussen biologie, scheikunde en ANW voor leerlingen met een N&G profiel en tussen natuurkunde, scheikunde en ANW voor leerlingen met een N&T profiel.

Uit de vakinhoudelijke domeinen is voor domein B: Stoffen, structuur en binding afstemming met ANW wenselijk voor:

- Subdomein B3: Atoombouw en periodiek systeem

Bij het domein C: Koolstofchemie is afstemming met ANW wenselijk met:

- Subdomein C2: Andere toepassingen van koolstofverbindingen

In het domein E: Kenmerken van reacties is afstemming met ANW wenselijk voor het subdomein:

- Subdomein E1: Toepassingen

Voor het domein F: Chemische techniek is overlap met en afstemming met ANW nodig voor:

- Subdomein F1: Het maken van stoffen
- Subdomein F5: Procesindustrie

Bij ANW biedt het kerndomein "Domein B: Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek" brede mogelijkheden om in te zoomen op actuele en toekomstige ontwikkelingen in de chemie en chemische industrie o.a.:

- ontwikkeling medicijnen;
- witte biotechnologie.

Als de school kiest voor ANW-klassen met leerlingen van de Maatschappijprofielen of Natuurprofielen kunnen scheikundige contexten binnen ANW per profiel verschillend worden uitgewerkt. Hiermee kan voor leerlingen uit de Natuurprofielen een overlap met het scheikundeprogramma worden voorkomen.

## 6.6 Afstemming tussen scheikunde en Nederlands

Voor een goede afbakening van de bijdrage van het vak scheikunde aan de taalvaardigheden van de leerling is afstemming met Nederlands wenselijk. Daarbij is het van belang dat:

- docenten scheikunde weten hoe bij Nederlands leesvaardigheden (intensief en extensief lezen) worden aangeboden en welke begrippen en strategieën daarbij voorkomen;
- docenten Nederlands weten op welke problemen allochtone leerlingen kunnen stuiten bij het bestuderen van scheikundige vakteksten en het gebruiken van vakgerichte bronnen als vakliteratuur en natuurwetenschappelijk- journalistieke artikelen;
- docenten zo mogelijk afspraken maken over examinering en beoordeling van de taalvaardigheden en informatievaardigheden in het schoolexamen scheikunde.

## 6.7 Afstemming tussen scheikunde en Engels/Duits

Als leerlingen zelfstandig bronnen zoeken en raadplegen komen ze al gauw bij Engelstalige bronnen terecht, zeker als ze op zoek zijn naar animaties, schema's en afbeeldingen. Het is aan te bevelen dat ze bij scheikunde vertrouwd raken met het verwerken van informatie van goedgeïllustreerde Engelse en Duitse websites. Ook als voorbereiding op het vervolgonderwijs, waarin ze bij de natuurwetenschappelijke vakken deels met Engelstalig studiemateriaal moeten werken.

Voor docenten scheikunde is het wenselijk dat ze zich een goed beeld vormen van het type Engelse en Duitse teksten waaruit vwo-leerlingen in de lessen Engels en Duits informatie moeten kunnen halen en verwerken. Meer daarover in 'Moderne vreemde talen in de profielvakken, een natuurlijke context voor mvt-activiteiten op school', een uitgave van SLO.

Uit vernieuwende scheikundeprojecten in Duitsland (Chemie im Kontext) en Groot-Brittannië (twentyfirstcentury science) komt volop leerlingenmateriaal beschikbaar dat zo duidelijk is dat het zonder vertaling in het Nederlandse onderwijs kan worden ingezet. Bij Science Across the World is een reeks internationale onderzoeksopdrachten beschikbaar. Waarom eerst alles vertalen?

Veel lesmateriaal dat is ontwikkeld voor internationale scholen is via internet wereldwijd beschikbaar. Ook Nederlandse docenten en leerlingen kunnen hiervan gebruik maken.

## 6.8 Overige afstemmingsmogelijkheden

Hierbij kan worden gedacht aan LOB (Loopbaan Oriëntatie en Begeleiding). Via [www.feelthechemistry.nl](http://www.feelthechemistry.nl), een speciaal voor loopbaanoriëntatie in de chemie ontwikkelde website van Communicatie Centrum Chemie, kunnen leerlingen zich oriënteren op het vervolgonderwijs in HBO en WO en de beroepsmogelijkheden. Meeloopdagen, bedrijfsbezoeken en projecten die in instellingen voor het vervolgonderwijs worden uitgevoerd, kunnen ook deel uitmaken van het scheikundeprogramma. Er zijn ook speciale praktische onderzoeks- en ontwerp opdrachten als LOB-module ontwikkeld, die ook binnen het programma van scheikunde kunnen worden opgenomen. Zie hiervoor ook het overzicht in paragraaf 7.3.

Het profielwerkstuk geeft veelal aanleiding tot afstemming tussen een of meer profielvakken. Ook is afstemming gewenst met Nederlands (schriftelijke en eventueel mondelinge taalvaardigheden).



# 7. Onderdelen naar keuze van de school

## 7.1 Ruimte in het programma

Een belangrijk doel van het globaliseren van de eindtermen is het scheppen van ruimte in het programma. In de vormvoorschriften voor het schoolexamen is daarover ook de clausule opgenomen 'Indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen'. Voor de keuzeonderdelen heeft de school een aantal opties, die in de volgende paragrafen kort worden uitgewerkt. Een bijzonder aspect is dat de onderdelen naar keuze van de school niet voor alle leerlingen hetzelfde hoeven zijn. Dat schept ruimte om binnen de keuzeonderdelen o.a. de samenhang met de andere profielvakken te versterken.

### *vwo*

Het examenprogramma scheikunde is gebaseerd op 400 sl, maar voor scheikunde in de tweede fase na 2007 is 440 sl beschikbaar. Dan is dus 40 sl niet ingevuld – dat is de ruimte voor o.a. practicum. Binnen het programma voor het schoolexamen kan gekozen worden voor meer nadruk op de subdomeinen voor het schoolexamen, maar ook voor het scheppen van ruimte voor onderdelen naar eigen keuze. Deze onderdelen vallen onder het schoolexamen.

### *havo*

De studielast van het scheikundeprogramma in havo beslaat in totaal 320 uur. Hiervan is 40 sl aangewezen voor ANW. In 2002 is door de reductie van het programma van 1998 al ruimte gemaakt voor meer practicum binnen het bestaande programma van 280 sl. Door het aanwijzen van een deel van het programma voor het centraal examen en een ander deel voor het schoolexamen ontstaat ruimte voor door de school te kiezen vakonderdelen. Deze onderdelen vallen onder het schoolexamen.

## 7.2 Practicum, eigen onderzoek en ontwerp

Uit de onderzoeken van het Tweede Fase Adviespunt en de inspectie komt naar voren dat docenten scheikunde binnen het programma van 1998 te weinig ruimte zien voor practicum, met name bij havo en voor leerlingen die op vwo Scheikunde 1 doen. Voor havo is dat aanleiding geweest tot een reductie van het programma vanaf 2002.

Met het geglobaliseerde programma voor het schoolexamen, de beperking van het centraal examen tot ongeveer 60% van het programma én de 40 sl die niet zijn ingevuld kan het practicum de aandacht krijgen die in de schoolbeleid past.

Het practicum kan daarbij meerdere functies hebben:

1. voorbereiding op het aanleren van theorie;
2. onderdeel van het aanleren van de theorie;
3. afleiden van theorie uit experimenten;
4. illustratie van de theorie;

5. oefening in het kunnen toepassen van de theorie;
6. examinering.

Deze vormen van practicum kenmerken zich door een nogal gesloten karakter, met duidelijke handelingsinstructies en een beperkt aantal uitwerkingsrichtingen.

Voor de invoering van de tweede fase in 1998 was er in het scheikunde veld een breed palet aan 'good practice' in het zogenaamde eigen experimenteel onderzoek (EXO). Daarbij bepaalt de leerling zelf de onderzoeksvraag, ontwerpt hij experimenten ter verificatie of falsificatie van de hypothese, bespreekt hij kritisch de resultaten en hun betrouwbaarheid, trekt hij conclusies en evalueert hij alle fasen van het onderzoek. Als voorbereiding op het profielwerkstuk is het wenselijk dat leerlingen in kleinere onderzoeken in de vorm van praktische opdrachten ervaring opdoen met voorbeelden van eigen experimenteel onderzoek.

Bij de invoering van de tweede fase werd binnen het domein Vaardigheden het subdomein Ontwerpvaardigheden ingevoerd, voor de meeste docenten een nog onbekend terrein.

Pas na de invoering van de tweede fase hebben docenten en leerlingen uit projecten als Techniek 15+ een aantal handvatten uit de wereld van technisch ontwerpers aangereikt gekregen, waarmee leerlingen binnen scheikundige contexten o.a.

- kennismaken met de fasen van het ontwerpproces;
- delen van het ontwerpproces zelfstandig leren uitvoeren;
- alle fasen van een ontwerp van probleemanalyse tot en met het testen van het prototype en evaluatie van het ontwerpvoorstel zelfstandig uitvoeren.

Wie als docent eenmaal over de drempel van technisch ontwerpen heen is, raakt enthousiast en gemotiveerd door het enthousiasme, de motivatie, creativiteit en resultaten van de leerlingen. Veelal maken leerlingen binnen ANW kennis met technisch ontwerpen, waarna binnen de profielvakken de ontwerp opdrachten ook inhoudelijk meer diepgang krijgen.

Het is aan te bevelen dat leerlingen bij de verplichte natuurwetenschappelijke profielvakken (biologie en scheikunde enerzijds en scheikunde en natuurkunde anderzijds) zoveel ervaring en inzicht in ontwerpen opdoen, dat zij voor een profielwerkstuk op een gelijkwaardige basis hun keus voor een onderzoek c.q. ontwerp kunnen maken.

### 7.3 Vernieuwende projecten

Uit de probleemanalyse van de Verkenningcommissie onder leiding van Prof G. van Koten komt naar voren dat docenten het examenprogramma als een keurslijf ervaren en vernieuwende projecten niet in de scheikunde klassen kunnen landen. Met de geglobaliseerde eindtermen voor het schoolexamen en de ruimte voor practicum en door de school te bepalen onderdelen vanaf 2007 ontstaat weer ruimte voor deze projecten. Om deze reden willen we het projectenoverzicht uit het rapport "Chemie tussen context en concept, ontwerpen voor vernieuwing" actualiseren en ook opnemen in deze handreiking.

Onderstaande projecten zijn ontwikkeld binnen het programma van 1998 en zijn niet aangepast aan het programma van 2007. Er is ook niet gestreefd naar een volledig overzicht. Omdat URL's in de loop van de tijd kunnen wijzigen kan het voorkomen dat het voorkomen dat onderstaande verwijzingen niet meer actief zijn. Meestal is de nieuwe URL via een zoekmachine te vinden.

	Lesactiviteit of kleine praktische opdracht	Praktische opdracht (5 -25 slu)	Profiel werkstuk
Actualiteit in ANW, module vakdidactische handleiding, <a href="http://www.utwente.nl/elan/elan/nieuws/ANW.doc/">http://www.utwente.nl/elan/elan/nieuws/ANW.doc/</a>			
Actualiteit in chemie, opdrachten over chemie in dagbladen, <a href="http://www.stepnet.nl">www.stepnet.nl</a>	X	x	x
BPS, bètaprofielen in het Studiehuis op <a href="http://www.fi.uu.nl/bps/">http://www.fi.uu.nl/bps/</a>		x	
C3 lespakketten op <a href="http://www.c3.nl">www.c3.nl</a>	X	X	
Chemie Aktueel, <a href="http://www.c3.nl/ew/chemieaktueel.htm">www.c3.nl/ew/chemieaktueel.htm</a>			
Chemie im Kontext, <a href="http://www.chik.de">www.chik.de</a>	X	X	
Chemie in druppels, <a href="http://www.c3.nl">www.c3.nl</a>	X	X	
Chemie Olympiade, <a href="http://www.scheikundeolympiade.nl">http://www.scheikundeolympiade.nl</a>	x	x	
Chemie voor het leven, <a href="http://www.slo.nl/scheikunde">www.slo.nl/scheikunde</a>	X		
Digitaal Overzicht Praktische Opdrachten, <a href="http://www.pieternieuwland.nl">www.pieternieuwland.nl</a> (Vakken – DOPO)	X	x	X
DJO, De Jonge Onderzoekers, <a href="http://www.dejongeonderzoekers.nl/">http://www.dejongeonderzoekers.nl/</a>		x	x
Ecodesign, ontwerp opdrachten duurzame chemie, <a href="http://www.itdg.org">www.itdg.org</a> (Education)	X	X	X
Enzymen in actie, <a href="mailto:e.veltman@slo.nl">e.veltman@slo.nl</a>	X	X	
Grondig bekeken, <a href="mailto:e.veltman@slo.nl">e.veltman@slo.nl</a>	X	X	
Industrie op microschaal, <a href="http://www.chem.uva.nl/chemeduc/microschaal">www.chem.uva.nl/chemeduc/microschaal</a>	X	X	
Jet-Net, activiteiten i.s.m. bedrijfsleven <a href="http://www.jet-net.nl">www.jet-net.nl</a>			
Kraken met zeolieten, Stichting School en Bedrijf, Den Haag	X	X	
Leerling voor de klas, <a href="http://www.c3.nl">www.c3.nl</a>	X		
De Mannenpil, <a href="http://www.nvon.nl/anw">www.nvon.nl/anw</a>	X	X	
Moleculen ruimtelijk bekijken, <a href="http://www.slo.nl">www.slo.nl</a>	X		
Nierdialyse, <a href="http://projects.edte.utwente.nl/deeltjesmodel">http://projects.edte.utwente.nl/deeltjesmodel</a>		X	
Praktische opdrachten en profielwerkstukken, bundel van <a href="http://www.cito.nl">www.cito.nl</a>		x	x
Praktische opdrachten van Dalton Voorburg op <a href="http://www.daltonvoorburg.nl/vak/sk/praktischeopdr">http://www.daltonvoorburg.nl/vak/sk/praktischeopdr</a>		X	

	Lesactiviteit of kleine praktische opdracht	Praktische opdracht (5 -25 slu)	Profiel werkstuk
Profielwerkstuktittels van de natuurprofielen, een verzamelijst van ruim 2300 profielwerkstuktittels scheikunde uit scholen op <a href="http://www.tweedefase-loket.nl">www.tweedefase-loket.nl</a> (files downloaden)			x
Proeven met zeolieten, <a href="http://www.c3.nl">www.c3.nl</a>	X	X	
Samsam voor vwo, <a href="http://www.cmbi.kun.nl/samsam/vwo">www.cmbi.kun.nl/samsam/vwo</a>		x	x
Scheikunde+ via www, <a href="http://www.cmbi.kun.nl/wetche/vwo">www.cmbi.kun.nl/wetche/vwo</a>		x	x
Scheikunde projecten KNCV, <a href="http://www.scheikundeprojecten.kncv.nl">www.scheikundeprojecten.kncv.nl</a>		x	x
Scheikunde tussen school en universiteit, <a href="http://www.nvon.nl/scheik/sk-univ.htm">www.nvon.nl/scheik/sk-univ.htm</a>		x	
Scholieren.samenvattingen.com, boordevol verslagen met zoekwoorden scheikunde en praktische opdracht.		x	
Scholierenkrant van NRC op <a href="http://scholieren.nrc.nl/vakken/scheikunde/">http://scholieren.nrc.nl/vakken/scheikunde/</a>	X	x	
Scholierensymposium, <a href="http://www.ido.vu.nl/scholierensymposium">www.ido.vu.nl/scholierensymposium</a>		X	
Science across the World, <a href="http://www.scienceacross.org">www.scienceacross.org</a>	x	X	
Speconsult <a href="http://speconsult.slo.nl/">http://speconsult.slo.nl/</a>		X	
Spartan, molecular modelling, <a href="mailto:Wim.Buijs@dsm.com">Wim.Buijs@dsm.com</a>	X		
STEP, praktische opdrachten op <a href="http://www.euronet.nl/users/stepcsp/Opdrachten/Opdrachtenb.html">http://www.euronet.nl/users/stepcsp/Opdrachten/Opdrachtenb.html</a>		X	
Stereochemie Plus, <a href="mailto:H.deGruijter@fontys.nl">H.deGruijter@fontys.nl</a>		X	
Superslurpers, nu nog beter!, <a href="http://www.chem.uu.nl/chemdid">www.chem.uu.nl/chemdid</a>		X	
Techniek 15+, ontwerp opdrachten scheikunde, <a href="http://www.techniek15plus.nl">www.techniek15plus.nl</a>	x	x	X
Technologie & Samenleving <a href="http://www.techniek12plus">www.techniek12plus</a>	X	X	
Technologie & Duurzaamheid <a href="http://www.techniek12plus">www.techniek12plus</a>	x	x	X
Themabrochures VU, <a href="http://www.few.vu.nl/voorlichting/vwo/thema/index-nl.html">www.few.vu.nl/voorlichting/vwo/thema/index-nl.html</a>	X	x	
Thuispracticum, <a href="http://www.thuisexperimenteren.nl/">http://www.thuisexperimenteren.nl/</a>	x	X	
Toekomstschetsen (Een koe op windkracht), <a href="http://www.dto-kov.nl">www.dto-kov.nl</a> (Thema's, onderwijs)		x	

	Lesactiviteit of kleine praktische opdracht	Praktische opdracht (5 -25 slu)	Profiel werkstuk
Twentyfirstcenturyscience www.twentyfirstcenturyscience.org.uk	X	x	
TXT4U, <a href="http://txt4u.slo.nl">http://txt4u.slo.nl</a>		x	
Water, verrassend gewoon!, www.chem.uu.nl/chemdid	x	x	
Water, een bron van onderzoek, praktische toetsen van www.cito.nl		X	
Wedstrijden <ul style="list-style-type: none"> <li>- Van Melsen Prijs, Radboud Universiteit Nijmegen, <a href="http://www.ru.nl/exo/">http://www.ru.nl/exo/</a></li> <li>- UvA werkstuklabprijs, <a href="mailto:info@science.uva.nl">info@science.uva.nl</a></li> <li>- Technisch ontwerp, TUDelft, <a href="http://www.scholierenlab.tudelft.nl/">http://www.scholierenlab.tudelft.nl/</a></li> <li>- Profielwerkstukwedstrijd UT Twente, <a href="mailto:studievoorlichter@tnw.utwente.nl">studievoorlichter@tnw.utwente.nl</a></li> <li>- Jan Commandeurprijs, <a href="mailto:betasteunpunt@fwn.rug.nl">betasteunpunt@fwn.rug.nl</a></li> </ul>			x
Werk Wijzer met ANW, <a href="http://www.slo.nl">www.slo.nl</a> , ( tweede fase, algemeen deel, ANW)			
Zelfstudiemodules, <a href="http://www.chemnet.nl">www.chemnet.nl</a>		x	

## 7.4 Werkversie examenprogramma Nieuwe Scheikunde

Vanaf schooljaar 2005-2006 is de eerste werkversie van het examenprogramma Nieuwe Scheikunde bekend en start het ontwikkelen van lesmodulen bij deze werkversie. Het examenprogramma Nieuwe Scheikunde zal net als het examenprogramma 2007 globaal worden geformuleerd. Volgens het advies van de Commissie Vernieuwing Scheikunde havo en vwo (Commissie van Koten) wordt gedacht aan een centraal te examineren deel van 30% van het programma. In het schoolexamen wordt het overige deel geëxamineerd.

In de ontwikkeling van een nieuw examenprogramma wordt eerst het programma zelf ontwikkeld en in de praktijk beproefd en getoetst. Daarna volgt vaststelling van de bijbehorende regelgeving. Op [www.nieuwescheikunde.nl](http://www.nieuwescheikunde.nl) is de ontwikkeling van Nieuwe Scheikunde van nabij volgen.

Wat de vakinhoud betreft moet duidelijk zijn dat het examenprogramma Nieuwe Scheikunde een heel andere structuur zal krijgen dan het 'klassieke' programma van 2007. Concepten worden niet in encyclopedische volgorde opgesomd, maar worden gekoppeld aan de grote vakthema's van nu en van de toekomst. Bij havo zal de nadruk komen te liggen op chemie in toepassingen en producten, bij vwo komt het accent te liggen op de chemie in producten en innovatie. Bij havo is geen rekening gehouden met ANW, hierover wordt het advies van de profielcommissie afgewacht. In de conceptversie die aan de eerste werkversie voorafgaat is onderstaande domeinstructuur voorgesteld.

havo	vwo
Algemene vaardigheden	Algemene vaardigheden
Natuurwetenschappelijke vaardigheden	Natuurwetenschappelijke vaardigheden
Chemische vaardigheden	Chemische vaardigheden
Vakinhoud: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Onderzoeksmethoden</li> <li>– Structuren</li> <li>– Synthese</li> <li>– Chemie van het leven</li> <li>– Materialen</li> <li>– Duurzame ontwikkeling</li> </ul>	Vakinhoud: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Onderzoeksmethoden</li> <li>– Structuren</li> <li>– Synthese</li> <li>– Chemie van het leven</li> <li>– Materialen</li> <li>– Duurzame ontwikkeling</li> <li>– Innovatie</li> </ul>

Binnen deze domeinen komen de kernconcepten, deelconcepten en vakbegrippen van de scheikunde aan bod.

De Commissie Van Koten heeft als fundament voor ontwikkeling en vernieuwing en als vertrekpunt voor discussie met het veld gekozen voor twee centrale concepten:

- het molecuulconcept: materie is opgebouwd uit moleculen of andere deeltjes zoals atomen, ionen;
- het micro/macro concept: het verband tussen de moleculaire en de macroscopische eigenschappen.

Volgens de commissie sluiten deze twee centrale concepten het beste aan bij de essentie van scheikunde. Dat wil zeggen het leggen van verbanden tussen enerzijds de eigenschappen van stoffen en de processen in de macroscopische wereld en anderzijds de samenstelling, structuur en reactiviteit op moleculair niveau.

Het molecuulconcept is het primaire centrale concept van de scheikunde. Bij het molecuulconcept horen deelconcepten zoals:

- atomen als bouwstenen van moleculen;
- verschillende typen binding tussen moleculen, respectievelijk atomen, respectievelijk ionen;
- de structuur en flexibiliteit van moleculen;
- het maken en breken van bindingen;
- het ontwerpen van moleculen.

Het micro/macroconcept is het secundaire centrale concept van de scheikunde. Bij het micro/macroconcept horen deelconcepten zoals:

- het verband tussen de moleculaire samenstelling, structuur en eigenschappen of functies;
- het verband tussen sterkte van bindingen in en tussen moleculen en stabiliteit;
- het verband tussen structuur, reactiviteit, reactiesnelheid, katalyse en processen die daaruit voortvloeien.

Bij de uitwerking van de deelconcepten wordt gebruik gemaakt van de vakbegrippen uit de chemische vaktaal. Een aantal van deze begrippen maakt ook deel uit van het scheikundeprogramma van 2007.

De wijze van formuleren van domeinen en subdomeinen in het examenprogramma Nieuwe Scheikunde is al zichtbaar in de globale formulering van het examenprogramma van 2007, dat weliswaar uitgaat van het oude examenprogramma. Ook twee andere elementen van het examenprogramma 2007 fungeren als tussenstap naar het examenprogramma van de Nieuwe Scheikunde, te weten:

- a. het aanwijzen van een gedeelte van de leerstof dat alleen in het schoolexamen wordt geëxamineerd;
- b. meer ruimte voor de scholen binnen de vormvoorschriften van het examen.

Nieuwe Scheikunde staat niet op zichzelf. Nu ook voor biologie en natuurkunde vernieuwingscommissies zijn ingesteld is de weg vrij om van ieders vernieuwingsprocessen te leren. Samen met de vernieuwingscommissies biologie en natuurkunde kan de Nieuwe Scheikunde ruimte maken voor proefprojecten, waarbij scholen vormen zoeken voor interdisciplinair onderwijs en daarbij passende afsluitende vormen van examinering.

## 7.5 Modulen Nieuwe Scheikunde

In schooljaar 2004-2005 is gestart met het ontwikkelen van modulen Nieuwe Scheikunde voor de derde klas. Ruim 100 scholen werken in dat jaar mee aan het ontwikkelen en testen en/of doen ervaring op met de context-en-conceptbenadering in het derde leerjaar.

Vanaf schooljaar 2005-2006 ontwikkelen en beproeven docenten in netwerken modulen Nieuwe Scheikunde voor de tweede fase. In deze modulen maken leerlingen zich op een actieve manier de concepten van het vak eigen. Dat gebeurt in aansluiting op contexten bij de domeinen uit de werkversie van het examenprogramma. Vooral nog worden deze modulen beschikbaar gesteld voor (begeleid) gebruik in de klas aan een brede kring van volg- en instapscholen en pas na een brede testperiode gepubliceerd.

Modulen Nieuwe Scheikunde voor het derde leerjaar zijn in schooljaar 2005-2006 beschikbaar voor het brede testtraject voor scholen die zich hebben aangemeld.. Het ontwikkelproces van Nieuwe Scheikunde is te volgen op [www.nieuwescheikunde.nl](http://www.nieuwescheikunde.nl). Daar wordt ook gepubliceerd wanneer bijeenkomsten voor nieuwe scholen plaatsvinden, werkgroepen en lezingen over Nieuwe Scheikunde op conferenties worden gehouden en artikelen in vakbladen verschijnen.

Voorbereiding op de centrale invoering van Nieuwe Scheikunde rond 2010 kan op een aantal manieren. Enkele daarvan zijn:

1. Meedoen met het ontwikkel- en testtraject.
2. Ervaring opdoen met scheikunde in een context- en-conceptbenadering met modulen Nieuwe Scheikunde voor de derde klas. In de tweede fase legt de school eigen accenten in de richting van Nieuwe Scheikunde door eigen projecten te kiezen die aansluiten op de domeinen Nieuwe Scheikunde.
3. Een of meer geteste modulen Nieuwe Scheikunde inpassen in het scheikundeprogramma van 2007.
4. Via docentenconferenties, vakbladen en de website de ontwikkelingen volgen en een geleidelijke overgang plannen.

## 7.6 Voorbereiding op 2007 en Nieuwe Scheikunde

Op verzoek van de docenten van de veldadviesgroep, die het concept van deze handreiking van commentaar voorzag, geven we een overzicht van beslispunten en acties ter voorbereiding op de invoering van het programma van 2007 en de voorbereiding op de invoering van Nieuwe Scheikunde.

### Schooljaar 2005-2006

Programma van 2007	Nieuwe Scheikunde rond 2010
Voorbereiden op veranderingen in nieuwe tweede fase van 2007	Keuze voor testen van een module Nieuwe Scheikunde in leerjaar 3 havo en/of vwo
Opstellen laatste PTA leerjaar 4 havo en vwo oude stijl, mogelijkheden nagaan voor anticiperen op nieuwe stijl	Keuze voor het ontwikkelen en testen van een module voor leerjaar 4 havo en/of vwo
Opstellen laatste studiewijzer leerjaar 4 havo en vwo oude stijl, mogelijkheden nagaan voor anticiperen op nieuwe stijl	Kennis nemen van werkversie examenprogramma Nieuwe Scheikunde voor havo en vwo
Opstellen laatste schoolexamtoetsen leerjaar 4 havo en vwo oude stijl, mogelijkheden nagaan voor anticiperen op nieuwe stijl	Kennis nemen van publicaties over Nieuwe Scheikunde in vakbladen en/of deelname aan werkgroepen op conferenties
Kennis nemen van werkwijzer 2007 van educatieve uitgever bij bestaande methode	
Kennis nemen van inhoud, toetsen en praktische opdrachten van ANW op havo op eigen school	
Oriëntatie op uitwerking examenprogramma volgens pedagogisch concept van de school en visie op scheikundeonderwijs van de bètasectie	

## Schooljaar 2006-2007

Programma van 2007	Nieuwe Scheikunde rond 2010
Opstellen leerstofverdeling klas 4,5 havo en 4,5,6 vwo in tweede fase nieuwe stijl en inbedden ANW-domein in havo	Keuze voor een of meer modules in leerjaar 3 havo en/of vwo
Opstellen PTA voor leerjaar 4 havo en vwo nieuwe stijl	Keuze voor het testen van een module voor leerjaar 4 havo en/of vwo
Opstellen studiewijzer leerjaar 4 havo en vwo nieuwe stijl	Keuze voor het ontwikkelen en testen van een module voor leerjaar 5 havo en/of vwo
Opstellen laatste PTA leerjaar 5 havo en vwo oude stijl, mogelijkheden nagaan voor anticiperen op nieuwe stijl	Kennis nemen van werkversie examenprogramma Nieuwe Scheikunde
Opstellen laatste studiewijzer leerjaar 5 havo en vwo oude stijl, mogelijkheden nagaan voor anticiperen op nieuwe stijl	Kennis nemen van lesmateriaal voor Nieuwe Scheikunde in derde leerjaar havo en vwo
Opstellen laatste schoolexametoetsen leerjaar 5 havo en vwo oude stijl, mogelijkheden nagaan voor anticiperen op nieuwe stijl	Kennis nemen van publicaties over Nieuwe Scheikunde in vakbladen en/of deelname aan werkgroepen op conferenties
Maken pilots voor praktische opdrachten leerjaar 4 havo en vwo nieuwe stijl	
Oriëntatie op alternatieve toetsvormen voor schoolexamen (praktijktoets, groepstoets, digitale toets) in leerjaar 4 havo en vwo	
Maken pilots voor schoolexametoetsen leerjaar 4 havo en vwo nieuwe stijl	
Eventueel maken pilots voortgangstoetsen leerjaar 4 havo en vwo nieuwe stijl	
Keuze van school voor eigen vakonderdelen in leerjaar 4 havo en vwo en daarvoor benodigde leermiddelen	
Afstemming met biologie, natuurkunde en ANW, nieuwe bètavak en overige vakken, eventueel interdisciplinair project	
Inhoudelijke uitwerking van ANW-domein bij scheikunde in leerjaar 4 havo	
Eventueel intercollegiale stage bij ANW-docent in 4 havo	
Keuze voor leermiddelen en toetsvormen voor het ANW-domein in leerjaar 4 havo	
Pilot toetsvragen en praktische opdrachten voor het ANW-domein in leerjaar 4 havo	
Keuze voor activiteiten in vervolgonderwijs en/of bedrijven als onderdeel van programma en toetsing daarvan voor 4 havo en vwo	

### Schooljaar 2007-2008

Programma van 2007	Nieuwe Scheikunde rond 2010
Opstellen PTA voor leerjaar 5 havo en vwo nieuwe stijl	Eventueel keuze voor een jaarprogramma Nieuwe Scheikunde in leerjaar 3 havo en/of vwo
Opstellen studiewijzer leerjaar 5 havo en vwo nieuwe stijl	Keuze voor een of meer modules Nieuwe Scheikunde in leerjaar 3 havo en/of vwo
Opstellen laatste PTA leerjaar 6 vwo oude stijl, mogelijkheden nagaan voor anticiperen op nieuwe stijl	Keuze voor het opnemen van een module Nieuwe Scheikunde als onderdeel naar keuze van de school in leerjaar 4 havo en/of vwo
Opstellen laatste studiewijzer leerjaar 6 vwo oude stijl, mogelijkheden nagaan voor anticiperen op nieuwe stijl	Keuze voor het testen van een module voor leerjaar 5 havo en/of vwo
Opstellen laatste schoolexamtoetsen leerjaar 6 vwo oude stijl, mogelijkheden nagaan voor anticiperen op nieuwe stijl	Keuze voor het ontwikkelen en testen van een module voor leerjaar 5 havo en/of 5/6 vwo
Maken pilots voor praktische opdrachten leerjaar 5 havo en vwo nieuwe stijl	Kennis nemen van werkversie examenprogramma Nieuwe Scheikunde havo en vwo
Oriëntatie op alternatieve toetsvormen voor schoolexamen in leerjaar 5 havo en vwo (praktijktoets, groepstoets, digitale toets)	Kennis nemen van lesmateriaal voor Nieuwe Scheikunde in leerjaar 3 en 4 havo en vwo
Maken pilots voor schoolexamtoetsen leerjaar 5 havo en vwo nieuwe stijl	Oriëntatie op invoeringstraject Nieuwe scheikunde in havo en vwo
Eventueel maken pilots voortgangstoetsen leerjaar 5 havo en vwo nieuwe stijl	
Keuze van school voor eigen vakonderdelen in leerjaar 5 havo en vwo en daarvoor gebruikte leermiddelen	
Evaluatie leerstofverdeling leerjaar 4 havo en vwo	
Evaluatie inbedding ANW-domein in leerjaar 4 havo en toetsing daarvan	
Evaluatie schoolexamens in leerjaar 4 havo en vwo	
Evaluatie afstemming met biologie, natuurkunde en ANW, nieuwe bètavak en overige vakken in leerjaar 4 havo en vwo	
Afstemming met biologie, natuurkunde en ANW, nieuwe bètavak en overige vakken in leerjaar 5 havo en vwo, eventueel interdisciplinair project	
Evaluatie gebruikte leermiddelen in leerjaar 4 havo en vwo	
Evaluatie keuzes voor eigen vakonderdelen in leerjaar 4 havo en vwo en daarvoor gebruikte leermiddelen	

Inhoudelijke uitwerking van ANW-domein bij scheikunde in leerjaar 5 havo	
Keuze voor leermiddelen en toetsvormen voor het ANW-domein in leerjaar 5 havo	
Pilot toetsvragen en praktische opdrachten voor het ANW-domein in leerjaar 5 havo	
Keuze voor activiteiten in vervolgonderwijs en/of bedrijven als onderdeel van programma en toetsing daarvan in leerjaar 5 havo en vwo	
Oriëntatie op voorbereiding eerste centraal examen havo nieuwe stijl	

## Schooljaar 2008-2009

Programma van 2007	Nieuwe Scheikunde rond 2010
Opstellen PTA voor leerjaar 6 vwo nieuwe stijl	Eventueel keuze voor een jaarprogramma Nieuwe Scheikunde in leerjaar 3 havo en/of vwo
Opstellen studiewijzer leerjaar 6 vwo nieuwe stijl	Eventueel keuze voor een jaarprogramma Nieuwe Scheikunde in leerjaar 4 en/of vwo
Maken pilots voor praktische opdrachten leerjaar 6 vwo nieuwe stijl	Keuze voor een of meer modules Nieuwe Scheikunde in leerjaar 3 havo en/of vwo
Oriëntatie op alternatieve toetsvormen voor schoolexamen in leerjaar 6 (praktijktoets, groepstoets, digitale toets)	Keuze voor een of meer modules Nieuwe Scheikunde in leerjaar 4 havo en/of vwo als onderdeel naar keuze van de school in leerjaar 4
Maken pilots voor schoolexametoetsen leerjaar 6 nieuwe stijl	Keuze voor het opnemen van een module Nieuwe Scheikunde als onderdeel naar keuze van de school in leerjaar 5 havo en/of vwo
Eventueel maken pilots voortgangstoetsen leerjaar 6 nieuwe stijl	Keuze voor het testen van een module leerjaar 5 havo en/of 5/6 vwo
Keuze van school voor eigen vakonderdelen in leerjaar 6 en daarvoor gebruikte leermiddelen	Kennis nemen van werkversie examenprogramma Nieuwe Scheikunde havo en vwo
Evaluatie leerstofverdeling leerjaar 4 en 5	Kennis nemen van lesmateriaal voor Nieuwe Scheikunde in leerjaren 3,4,5 havo en vwo
Evaluatie inbedding ANW-domein in leerjaar 4 en 5 en toetsing daarvan	Keuze van invoeringstraject Nieuwe scheikunde bij havo
Evaluatie schoolexamens in leerjaar 4 en 5	Keuze van invoeringstraject Nieuwe scheikunde bij vwo
Evaluatie afstemming met biologie, natuurkunde en ANW, nieuwe bètavak en overige vakken in leerjaar 4 en 5	
Afstemming met biologie, natuurkunde en ANW, nieuwe bètavak en overige vakken in leerjaar 6 vwo, eventueel interdisciplinair project	
Evaluatie gebruikte leermiddelen in leerjaar 4 en 5	
Evaluatie keuzes voor eigen vakonderdelen in leerjaar 4 en 5 en daarvoor gebruikte leermiddelen	
Evaluatie inbedding ANW domein in havo in leerjaar 4 en 5 havo	
Keuze voor leermiddelen en toetsvormen voor het ANW-domein in leerjaar 5	
Evaluatie toetsvragen en praktische opdrachten voor het ANW-domein in leerjaar 4 en 5 havo	

Keuze voor activiteiten in vervolgonderwijs en/of bedrijven als onderdeel van programma en toetsing daarvan	
Keuze voorbereidingstraject eerste centraal examen havo nieuwe stijl	
Oriëntatie op voorbereiding eerste centraal examen vwo nieuwe stijl	



# 8. Vernieuwing examinering

## 8.1 Centraal examen

In de uitwerkingsnotitie Examens Koers VO wordt een aantal voorstellen voor vernieuwing gedaan. Zie voor de volledige tekst van het voorstel <http://www.minocw.nl/brief2k/2004/doc/59215b.pdf>.

Onderzocht gaat worden of het mogelijk is om meerdere examenmomenten per jaar in te voeren. Hiervoor start in 2005/2006 een pilot waarin drie volwaardige tijdvakken worden opengesteld, te weten in mei, augustus en januari. De leerling krijgt dan het recht om drie keer per jaar in één of meer vakken centraal examen af te leggen. Tijdens de pilot (2005-2008) wordt ook onderzocht hoe en of tussentijdse instroom in het hoger onderwijs mogelijk is.

Ook wordt voorgesteld om het mogelijk te maken dat leerlingen in het voorlaatste jaar een centraal examen afleggen. Leerlingen kunnen dan, binnen het aanbod van de school, één of meer vakken in het voorlaatste jaar afsluiten met een centraal examen.

Een derde voorstel is het mogelijk maken dat havo leerlingen in een of meer vakken op vwo-niveau examen doen. In het kader van de aanpassingen van de tweede fase per 2007 wordt de wet op het voortgezet onderwijs gewijzigd. In het wetsvoorstel daartoe wordt geregeld dat havo-leerlingen op vwo-niveau examen mogen doen, nu niet alleen in het vrije deel, maar ook in het gemeenschappelijk en het profieldeel. Het diploma blijft echter een havo-diploma.

Alle leerlingen moeten in de toekomst bij hun centraal examen laten zien dat zij in staat zijn op nuttige wijze de computer te gebruiken. Voor natuurkunde 1,2 en biologie lopen tegelijkertijd experimenten met ComPex-examens (centraal examen per computer). Meer informatie hierover vindt u op <http://www.citogroep.nl/vo/ce/compex/> en [www.cevo.nl](http://www.cevo.nl). Als vernieuwende stap kan ook scheikunde hierop aansluiten.

Deze wijzigingsvoorstellen hebben invloed op de keuzes, die scholen als geheel, bètasecties of de vaksectie scheikunde maken over de invoering van de nieuwe tweede fase in 2007.

## 8.2 Schoolexamen

Vernieuwing van de examinering speelt zich nu in eerste instantie af binnen de schoolexamens. Met het perspectief dat als uiteindelijk bij Nieuwe Scheikunde een groot deel van het eindcijfer wordt bepaald door het schoolexamen het ook logisch is, dat hier het zwaartepunt van de vernieuwing komt te liggen. Een bijzonder aspect van deze vernieuwing is ook, dat niet langer voor alle leerlingen dezelfde

schoolexamenprogramma's hoeven te gelden. Met andere woorden, het PTA is niet langer uniformerend.

Voor vernieuwing van de schoolexamens mogen we veel verwachten van uitwisseling van netwerkscholen Nieuwe Scheikunde met universiteiten en hogescholen. Scholen die nog niet ingestapt zijn kunnen dit proces volgen en zich laten inspireren tot vernieuwende schoolexamens binnen het 'klassieke' programma van 2007.

Daarbij valt te denken aan:

- openboektoetsen;
- projecten;
- modules gevolgd en getoetst binnen het vervolgonderwijs;
- groepstoetsen;
- praktijktoetsen o.a. van een stage;
- practicumtoetsen;
- nationale Scheikunde Olympiade;
- internationaal Baccalaureaat;
- digitale toetsen, eventueel met meerdere afnamemomenten per jaar;
- schriftelijke toets met bronnenmateriaal dat een week voor de toets aan leerlingen wordt uitgereikt.

Uit een themabijeenkomst van de Commissie van Koten in december 2003 over vernieuwing van examinering kan worden geconcludeerd dat vaksecties scheikunde een grote behoefte hebben aan ondersteuning bij het vernieuwen van schriftelijke schoolexamens. Deze bestaan veelal uit een aantal vragen uit de toetsenbundel bij de gekozen onderwijsmethode en fragmenten uit opgaven voor het centraal examen. Het is aan te bevelen om de evaluaties van de centrale examens scheikunde havo/vwo van 2002 en 2003 als informatiebron te gebruiken voor het selecteren en construeren/aanpassen van schriftelijke vragen voor het schoolexamen. Zie daarvoor <http://www.utwente.nl/elan/> onder Interne publicaties. De toetsmatrijs voor de centrale examens met leerstof en overzicht van vraagtypen vormt een handige kader. Binnen de schoolexamens moet er wel rekening mee worden gehouden, dat de toelichting op de subdomeinen voor het schoolexamen voorbeeldmatig en niet bindend is. Dat leidt tot aanpassingen in de leerstof en dus ook in de toetsmatrijs.

### **8.3 Kwaliteitszorg schoolexamen**

In de huidige lespraktijk wordt bij schoolexamens veel gebruik gemaakt van vragen uit centrale examens van voorgaande jaren. Dit heeft natuurlijk de functie om leerlingen voor te bereiden op het maken van een centraal examen. Anderzijds beperkt dit de ruimte om binnen het schoolexamen met andere vormen van toetsing en afsluiting gedifferentieerder dan met schriftelijke toetsen te beoordelen welke kennis en vaardigheden leerlingen hebben verworven en op verschillende niveaus kunnen hanteren. Na 2007 wordt een deel van de stof alleen in het schoolexamen getoetst en kan de school kiezen voor een efficiënt en kort traject als voorbereiding op het centraal examen over 60% van de stof.

De vormvoorschriften voor het schoolexamen zijn beperkt, waardoor de vraag ontstaat wie de kwaliteit van de schoolexamens bewaakt. Duidelijk is dat hierover intensief wordt overlegd tussen het ministerie van OCenW en Schoolmanagers\_VO.

De schoolleiding is verantwoordelijk voor het bewaken van de kwaliteit van de schoolexamens. Veel informatie over kwaliteitszorg wordt gebundeld op [www.kwaliteitsring.nl](http://www.kwaliteitsring.nl).

Hiervoor is o.a. het instrument 'Scan Kwaliteitszorg Schoolexamens VO' ontwikkeld, dat ook een handreiking biedt voor verbetering van het bestaande kwaliteitszorgsysteem voor schoolexamens binnen de school. Dit kunt u downloaden op <http://www.schoolmanagersvo.nl/>

Docenten maken zich vaak zorgen om de kwaliteit van hun schoolexamens. Als mogelijkheden van kwaliteitsbepaling noemen de docenten van de veldadviesgroep o.a.:

- vergelijken van de gemiddelde score van het schoolexamen met andere natuurwetenschappelijke profielvakken;
- vergelijking met voorbeeldschoolexamens scheikunde;
- vergelijken van score voor het centraal examen en het schoolexamen, zowel per leerling als de gemiddelde score in een leerjaar;
- vergelijking van schoolexamens scheikunde met die van een of meer 'netwerk'-scholen;
- vakgroepbrede ontwikkeling van toetsen en praktische opdrachten en collegiale consultatie;
- als leerlingen het een eerlijke beoordeling vinden in overeenstemming met het niveau van het centraal examen;
- als leerlingen zelf de beoordeling kunnen toetsen aan een normering en zich daarin kunnen vinden;
- als de spreiding tussen de resultaten overeenkomt met het globale beeld dat de docent heeft van de capaciteiten van een klas;
- als het gemiddelde cijfer overeenkomt met het gemiddelde van vergelijkbare toetsen van een eerder leerjaar;
- als het schoolexamen consistent is met het geboden onderwijs (leerstof in boek, aantekeningen, opdrachten, practicum, bronnenmateriaal, beeldmateriaal);
- als het schoolexamen aansluit op de schoolvisie op het verschil tussen schoolexamens en centrale examens;
- als het schoolexamen aansluit op de kwaliteitseisen van de sectie voor goed scheikundeonderwijs.

In het bedrijfsleven is sinds enkele decennia het begrip ISO-norm een ingeburgerd begrip. Hierbij beschrijft en publiceert een bedrijf zijn eigen bedrijfsproces en kwaliteitszorg. Het bedrijf garandeert daarmee aan derden dat het altijd volgens de zich zelf gestelde normen zal werken. Externe gecertificeerde bureaus voeren op gezette tijden audits. Bij positief resultaat van zo'n audit wordt de ISO-certificering verlengd. Een soortgelijk kwaliteitsborgingsysteem zou ook voor scholen denkbaar zijn.

De Commissie Van Koten concludeert in het rapport 'Chemie tussen context en concept, ontwerpen voor vernieuwing' dat er instrumenten nodig zijn voor kwaliteitsbepaling en kwaliteitsmeting van schoolexamens. Het rapport vermeldt hierover het volgende:

*'Het is van groot belang dat de kwaliteit van de schoolexamens geborgd is. Daarom moeten instrumenten worden ontwikkeld voor de beoordeling en kwaliteitsverbetering van schoolexamens. Kwaliteitsborging komen ook tegemoet aan de behoefte van docent, schoolleiding, leerling en ouders aan een vorm van extern gelegitimeerde beoordeling. Daarvoor zijn verschillende opties denkbaar. Zo valt te denken aan benchmarking (kwaliteitsbepaling door vergelijking met andere scholen) of intercollegiale consultatie bij de ontwikkeling van schoolexamens.'*

Aan te bevelen is om binnen de voor deskundigheidsbevordering aangemerkte uren van de normjaartaak (10% van 1659 uur voor 1 f.t.e.) in de voorbereiding op 2007 voldoende prioriteit te geven aan het deskundigheidsbevordering op het gebied van constructie en evaluatie van schoolexamens. Scholing in vaknetwerken heeft als grote voordeel dat docenten in intercollegiaal verband hun visie op examinering kunnen toetsen en verruimen en kunnen leren van good practices in vernieuwing van de examinering.

# Bijlage 1

## Communale kennis voor het centraal examen

De CEVO-commissies herziening examenprogramma 2007 scheikunde vwo en havo kregen ook opdracht om een begrippenlijst samen te stellen van scheikundige basisbegrippen die bij het centraal examen als zonder meer bekend worden beschouwd. Deze zogenoemde 'communale' kennis is niet in de toelichting op de eindtermen opgenomen. Let wel; de nummers in dit overzicht houden geen verband met de nummers in het eindexamenprogramma van 2007, noch met het eindexamenprogramma 1998.

Onderstaande lijst geldt voor havo en vwo. Voor havo vervallen de cursief vermelde begrippen. Let wel: de nummering van een aantal begrippen voor havo wijkt af van de nummering van de communale kennis in de syllabus voor het centraal examen.

### *Zuivere stoffen en mengsels*

De kandidaat kan

- 1 aangeven wat wordt verstaan onder:
  - een zuivere stof;
  - een mengsel.
- 2 aangeven wat wordt verstaan onder faseovergangen:
  - condenseren en verdampen;
  - rijpen en vervluchtigen;
  - stollen en smelten.
- 3 aangeven op welke manier een mengsel van een zuivere stof kan worden onderscheiden:
  - smeltpunt/kookpunt;
  - smelttraject/kooktraject.
- 4 een aantal soorten mengsels noemen en aangeven wat de kenmerken ervan zijn:
  - oplossing;
  - suspensie;
  - emulsie;
  - legering/alliage.
- 5 een aantal scheidingsmethoden/zuiveringsmethoden noemen, aangeven voor welk type mengsel de desbetreffende scheidingsmethode kan worden toegepast en aangeven op welke principes deze scheidingsmethoden berusten:
  - extraheren/extractie;
  - adsorberen/adsorptie;
  - destilleren, de begrippen destillaat en residu;
  - filtreren, de begrippen filtraat en residu;
  - centrifugeren;
  - bezinken;
  - indampen;
  - papierchromatografie.

### *Elementen en verbindingen*

De kandidaat kan

- 6 aangeven wat wordt verstaan onder:
  - een element als atoomsoort;
  - een element als niet-ontleedbare stof;
  - een verbinding als ontleedbare stof.
- 7 het symbool geven van de volgende elementen als de naam is gegeven en omgekeerd en aangeven of het desbetreffende element een metaal is of een niet metaal:
  - waterstof, helium, koolstof, stikstof, zuurstof, fluor, neon, natrium, magnesium, aluminium, silicium, fosfor, zwavel, chloor, argon, kalium, calcium, ijzer, nikkel, koper, zink, broom, zilver, tin, jood, barium, platina, goud, kwik, lood, uraan.
- 8 de formules geven van de volgende stoffen als de naam is gegeven en omgekeerd:
  - ammoniak, broom, chloor, fluor, glucose, jood, koolstofdioxide, koolstofmono-oxide, 'koolzuur', ozon, salpeterzuur, stikstof, water, waterstof, waterstofchloride, waterstofperoxide, zuurstof, zwaveldioxide, zwavelzuur.
- 9 namen en formules geven en interpreteren van zouten die zijn samengesteld uit de volgende ionen:
  - $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ .
  - $\text{Br}^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ .
- 10 de volgende toestandsaanduidingen interpreteren:
  - (s);
  - (l);
  - (g);
  - (aq).

### *Atoombouw*

De kandidaat kan

- 11 de bouw van atomen en ionen beschrijven, gebruik makend van de begrippen atoomkern, proton, neutron, kernlading, atoomnummer, massagetal, isotoop, elektron, elektronenwolk, ionlading

### *Reacties*

De kandidaat kan

- 12 aangeven wat wordt verstaan onder een chemische reactie:
  - beginstoffen;
  - reactieproducten;
  - wet van elementbehoud;
  - wet van massabehoud.
- 13 aangeven wat wordt verstaan onder een ontledingsreactie:
  - thermolyse;
  - elektrolyse;
  - fotolyse.
- 14 aangeven wat wordt verstaan onder een verbrandingsreactie:
  - volledige en onvolledige verbranding;
  - ontbrandingstemperatuur.
- 15 aangeven dat chemische reacties gepaard gaan met een warmte-effect:
  - exotherm;
  - endotherm.

16 van een aantal stoffen aangeven hoe ze worden aangetoond:

- reagens;
- aantonen van zuurstof, waterstof, water, koolstofdioxide, zwaveldioxide.

*Zuren en basen*

*De kandidaat kan*

*17 de volgende stoffen/oplossingen als zuur/zure oplossing herkennen:*

- *waterstofchloride/zoutzuur;*
- *zwavelzuur/zwavelzuur-oplossing;*
- *salpeterzuur/salpeterzuur-oplossing;*
- *'koolzuur'/'koolzuur-oplossing'.*

*18 de volgende deeltjes als basen herkennen:*

- *hydroxide-ionen;*
- *oxide-ionen;*
- *carbonaationen;*
- *ammoniakmoleculen.*



# Bijlage 2

## Toelichting op de specificatie voor het centraal examen

De toelichting hieronder geldt voor havo en vwo. Cursief vermelde tekst vervalt voor havo.

### Optische activiteit

Dit betreft de eindtermen bij vwo 53 en 65.

Het begrip optische activiteit en het meten ervan is in dit examenprogramma vervallen. In plaats daarvan is in eindterm 65 het begrip spiegelbeeldisomerie opgenomen. Het asymmetrische koolstofatoom, dat in de vervallen eindterm 70 voorkwam, heeft nu een plaats gekregen in eindterm 53.

### Structuurformules

#### *Namen bij structuurformules noemen*

Dit betreft de eindtermen bij vwo 58 t/m 61.

Deze eindtermen zijn nu zo geformuleerd dat een kandidaat bij een gegeven naam een structuurformule moet kunnen bedenken. Het omgekeerde, de naam van een stof vragen waarvan de structuurformule is gegeven, komt op eindexamens niet meer voor.

#### *Schrijfwijze structuurformules*

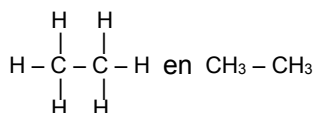
Dit betreft bij vwo de eindtermen 41, 43, 45, 47, 49, 58, 59, 61, 63, 64, 66 en 79.

Voor havo gaat het om de eindtermen 27, 29, 39, 50 en 56.

Wanneer structuurformules van organische stoffen worden gevraagd, gelden daarbij onderstaande regels

- Bindingen tussen C atomen en H atomen mogen zowel met als zonder bindingsstreepjes worden weergegeven.

De structuurformule van ethaan mag dus worden weergegeven met



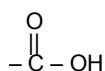
De notatie  $\begin{array}{c} | \quad | \\ -\text{C}-\text{C}- \\ | \quad | \end{array}$  wordt eveneens goed gerekend.

De binding tussen het O atoom en het H atoom in de hydroxylgroep hoeft niet met een bindingsstreepje te worden weergegeven.

- De carbonylgroep moet in structuur worden weergegeven, bijvoorbeeld met:

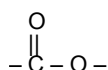


- De carboxylgroep moet in structuur worden weergegeven, bijvoorbeeld met:

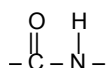


De notatie -COOH wordt niet goed gerekend.

- De bindingen tussen het N atoom en de H atomen in de aminogroep hoeven niet met bindingsstreepjes te worden weergegeven.
- De esterbinding moet in structuur worden weergegeven, bijvoorbeeld met



- De peptidebinding moet in structuur worden weergegeven, bijvoorbeeld met



- De notatie  $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}-\text{NH}- \end{array}$  wordt ook goed gerekend.

In een enkel geval kan het voorkomen dat in BINAS of het schoolboek een andere schrijfwijze van de structuurformules wordt gehanteerd. Bij de beoordeling van de schrijfwijze in de centrale examens wordt uitgegaan van bovenstaande regels.

### Reactievergelijkingen

Dit betreft bij vwo de eindtermen 5, 103, 195, 196 van de specificatie.

Bij havo gaat het om de eindtermen 3, 58, 109, 110 en 111 van de specificatie.

Wanneer een reactievergelijking wordt gevraagd, mogen daarin geen tribune-ionen voorkomen en moeten de coëfficiënten zo klein mogelijke gehele getallen zijn.

- De vergelijking van de reactie die optreedt wanneer een natriumcarbonaatoplossing en een calciumchloride-oplossing worden samengevoegd, dient als volgt te worden genoteerd:  $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3$ .
- De vergelijking van de reactie die optreedt wanneer een calciumhydroxide-oplossing en een waterstofchloride-oplossing worden samengevoegd, dient als volgt te worden genoteerd:  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$  of  $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ .

- In het geval dat twee reacties optreden bij het samenvoegen van oplossingen, mag dat in één reactievergelijking worden weergegeven, maar ook in twee; de reacties die optreden bij het samenvoegen van een bariumhydroxide-oplossing en een zwavelzuuroplossing kunnen dus als volgt worden genoteerd:  

$$\text{Ba}^{2+} + 2 \text{OH}^- + 2 \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4$$
of 
$$\text{Ba}^{2+} + 2 \text{OH}^- + 2 \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow 4 \text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4$$
of als  

$$\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4$$
of 
$$\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4$$
of als  

$$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4$$
en 
$$\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$$
of 
$$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$$
.
- Wanneer wordt gevraagd de totaalvergelijking van een redoxreactie af te leiden uit vergelijkingen van halfreacties dienen in voorkomende gevallen  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$  en  $\text{H}_2\text{O}$  die in de totale reactievergelijking zowel links als rechts van de pijl voorkomen tegen elkaar te worden weggestreept.
- Bij havo wordt meestal niet de notatie  $\text{H}_3\text{O}^+$  gebruikt maar  $\text{H}^+$ .

#### Aanrekenen van reken- en significantiefouten

Dit betreft bij vwo de eindtermen A14, 94, 125, 127, 128, 175 en 178 en bij havo de eindtermen A14, 59, 72, 73, 74, 97 en 99.

Ten aanzien van reken- en significantiefouten gelden onderstaande regels.

- Als in een berekening één of meer rekenfouten zijn gemaakt, wordt per vraag één scorepunt afgetrokken.
- Een afwijking in de uitkomst van een berekening door acceptabel tussentijds afronden wordt de kandidaat niet aangerekend.
- Als in de uitkomst van een berekening geen eenheid is vermeld of als de vermelde eenheid fout is, wordt één scorepunt afgetrokken, tenzij gezien de vraagstelling het weergeven van de eenheid overbodig is; in zo'n geval staat in het antwoordmodel de eenheid tussen haakjes.
- De uitkomst van een berekening mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is, tenzij in de vraag is vermeld hoeveel significante cijfers de uitkomst dient te bevatten.
- Bij een berekening waarin een pH moet worden omgerekend naar een  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ , mag de uitkomst twee significante cijfers meer of één significant cijfer minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is; bij een berekening waarin een  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  moet worden omgerekend naar een pH mag de uitkomst één decimaal meer of twee decimalen minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is:  
 wanneer bijvoorbeeld uit het gegeven  $\text{pH} = 4,5$  een  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 3,16 \cdot 10^{-5}$  wordt berekend of  
 uit het gegeven  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 3,16 \cdot 10^{-5}$  een  $\text{pH} = 4,5$  wordt berekend, wordt geen puntenaftrek toegepast. Bij havo mag bij een pH berekening  $[\text{H}^+]$  in plaats van  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  worden gebruikt.

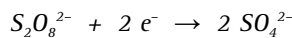
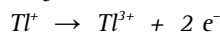
- Als in het antwoord op een vraag meer van de bovenbeschreven fouten (rekenfouten, fout in de eenheid van de uitkomst en fout in de nauwkeurigheid van de uitkomst) zijn gemaakt, wordt in totaal per vraag maximaal één scorepunt afgetrokken van het aantal dat volgens het antwoordmodel zou moeten worden toegekend.

### Halfreacties van redoxreacties

*Dit betreft bij vwo de eindtermen 103 en 194:*

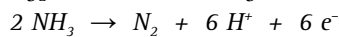
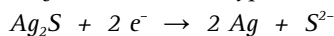
*VWO eindexamenkandidaten moeten in sommige gevallen zelf vergelijkingen van halfreacties kunnen opstellen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen drie soorten halfreacties.*

- *Halfreacties van het type:*



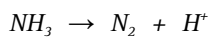
*Vragen waarin vergelijkingen van dit soort halfreacties moeten worden opgesteld, kunnen zonder meer worden gesteld.*

- *Halfreacties van het type*



*Vragen waarin vergelijkingen van dit soort halfreacties moeten worden opgesteld, gaan vergezeld van extra informatie, bijvoorbeeld:*

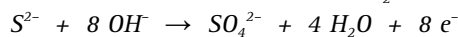
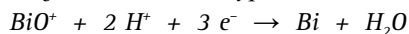
*„Hieronder staat de onvolledige vergelijking van de halfreactie voor de omzetting van ammoniak tot stikstof:*



*In deze vergelijking moeten onder andere nog coëfficiënten worden geplaatst.*

*# Geef de volledige vergelijking van de halfreactie voor de omzetting van ammoniak tot stikstof.”*

- *Halfreacties van het type*



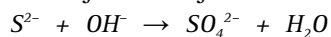
*Vragen waarin vergelijkingen van dit soort halfreacties moeten worden opgesteld, gaan eveneens vergezeld van extra informatie, bijvoorbeeld:*

*„In de vergelijking van de halfreactie voor de omzetting van  $BiO^+$  tot Bi komen, behalve  $BiO^+$  en Bi en elektronen, ook  $H_2O$  en  $H^+$  voor.*

*# Geef de vergelijking van de halfreactie voor de omzetting van  $BiO^+$  tot Bi.”*

*of*

*„Hieronder staat de onvolledige vergelijking van de halfreactie voor de omzetting van sulfide tot sulfaat:*



*In deze vergelijking moeten onder andere nog coëfficiënten worden geplaatst.*

*# Geef de volledige vergelijking van de halfreactie voor de omzetting van sulfide tot sulfaat.”*

- *Wanneer de vergelijking van een halfreactie kan worden afgeleid uit de totale reactievergelijking en de vergelijking van een halfreactie die in Binas-tabel 48 staat, valt dat onder eindterm 196.*



# Bijlage 3

## Syllabus voor het centraal examen

In een syllabus van CEVO wordt het programma voor het centraal examen scheikunde gespecificeerd. Dit ter ondersteuning van scholen bij hun onderwijs en examenvoorbereiding.

In de specificatie voor het centraal examen komen o.a. de volgende zaken aan de orde.

- De positie van het vak scheikunde bij havo in de vernieuwde tweede fase en de veranderingen ten opzichte van het programma tot 2007.
- De verdeling van de stof over het centraal examen en het schoolexamen.
- Specificatie van de domeinen voor het centraal examen.
- Een toelichting op deze specificatie o.a. voor de schrijfwijze van structuurformules en reactievergelijkingen.
- De zogenoemde communale kennis.
- Een toelichting op de toegestane hulpmiddelen bij het centraal examen.

De syllabus voor het centraal examen is te downloaden op [www.cevo.nl](http://www.cevo.nl)



# Bijlage 4

## Examenprogramma scheikunde

### VWO

#### Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het centraal examen en het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A	Vaardigheden
Domein B	Stoffen, structuur en binding
Domein C	Koolstofchemie
Domein D	Biochemie
Domein E	Kenmerken van reacties
Domein F	Chemische techniek
Domein G	Zuren en basen
Domein H	Redox.

#### Het centraal examen

Het centraal examen heeft betrekking op de subdomeinen B2, B4, C3, C4, D2, D3, E1, E3, E4, E5, F3, F4, F5, G3, G4 en H3, in combinatie met domein A.

De CEVO kan bepalen, dat het centraal examen ten dele betrekking heeft op andere subdomeinen, mits de subdomeinen van het centraal examen tezamen dezelfde studielast hebben als de in de vorige zin genoemde.

De CEVO stelt het aantal en de tijdsduur van de zittingen van het centraal examen vast.

De CEVO maakt indien nodig een specificatie bekend van de examenstof van het centraal examen.

#### Het schoolexamen

Het schoolexamen heeft betrekking op domein A en:

- de domeinen en subdomeinen waarop het centraal examen geen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer domeinen of subdomeinen waarop het centraal examen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

## De examenstof

### Domein A: Vaardigheden

#### Subdomein A1: Taalvaardigheden

1. De kandidaat kan adequaat schriftelijk en mondeling communiceren over natuurwetenschappelijke onderwerpen.

#### Subdomein A2: Reken-/wiskundige vaardigheden

2. De kandidaat kan een aantal voor het vak relevante reken-/wiskundige vaardigheden toepassen om natuurwetenschappelijke problemen op te lossen.

#### Subdomein A3: Informatievaardigheden

3. De kandidaat kan, mede met behulp van ICT, informatie selecteren, verwerken, beoordelen en presenteren.

#### Subdomein A4: Technisch-instrumentele vaardigheden

4. De kandidaat kan op een verantwoorde manier omgaan met voor het vak relevante organismen en stoffen, instrumenten, apparaten en ICT-toepassingen.

#### Subdomein A5: Ontwerpvaardigheden

5. De kandidaat kan een technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren.

#### Subdomein A6: Onderzoeksvaardigheden

6. De kandidaat kan een natuurwetenschappelijk onderzoek voorbereiden, uitvoeren, de verzamelde onderzoeksresultaten verwerken en hieruit conclusies trekken.

#### Subdomein A7: Maatschappij, studie en beroep

7. De kandidaat kan toepassingen en effecten van natuurwetenschappen en techniek in verschillende maatschappelijke situaties herkennen en benoemen. Tevens kan hij een verband leggen tussen de praktijk van verschillende beroepen en de eigen kennis, vaardigheden en attitude.

### Domein B: Stoffen, structuur en binding

#### Subdomein B1: Toepassingen

8. *Vervallen.*

#### Subdomein B2: Processen/reacties

9. De kandidaat kan het oplossen en neerslaan van zouten beschrijven en aangeven voor welke doeleinden neerslagreacties kunnen worden toegepast.

#### Subdomein B3: Atoombouw en periodiek systeem

10. De kandidaat kan de bouw van atomen beschrijven en aangeven wat de samenhang is tussen de atombouw en de plaatsing en ordening van elementen in het periodiek systeem.

#### Subdomein B4: Bindingstypen en eigenschappen

11. De kandidaat kan van een aantal typen binding aangeven hoe ze tot stand komen en welke eigenschappen met de betreffende bindingstypen samenhangen.

#### **Subdomein B5: Namen en formules**

12. De kandidaat kan de namen en formules geven van een aantal anorganische moleculaire stoffen en zouten.

#### **Domein C: Koolstofchemie**

##### **Subdomein C1: Toepassingen van synthetische polymeren**

13. De kandidaat kan verband leggen tussen de eigenschappen en toepassingen van een aantal synthetische polymeren.

##### **Subdomein C2: Andere toepassingen van koolstofverbindingen**

14. De kandidaat kan van koolstofverbindingen die als brandstof worden gebruikt de vorming en de effecten op het milieu toelichten en het gebruik van aardolie als grondstof voor chemische producten toelichten.

##### **Subdomein C3: Reacties van koolstofverbindingen**

15. De kandidaat kan van een aantal soorten koolstofverbindingen aangeven welke typen reacties ze kunnen ondergaan en welke producten daarbij worden gevormd.

##### **Subdomein C4: Structuren van koolstofverbindingen**

16. De kandidaat kan de systematische naamgeving volgens IUPAC voor een aantal soorten koolstofverbindingen toepassen, verschillende soorten isomerie herkennen.

#### **Domein D: Biochemie**

##### **Subdomein D1: Industriële toepassingen van biopolymeren**

17. *Vervallen.*

##### **Subdomein D2: Stofwisseling**

18. De kandidaat kan een aantal biochemische processen beschrijven.

##### **Subdomein D3: Structuren van biochemische stoffen**

19. De kandidaat kan de structuur van een aantal biochemische stoffen beschrijven en aangeven uit welke bouwstenen ze bestaan.

#### **Domein E: Kenmerken van reacties**

##### **Subdomein E1: Toepassingen**

20. De kandidaat kan enkele natuurlijke kringloopprocessen beschrijven en van een aantal typen reacties en processen aangeven wat de kenmerken ervan zijn en ze in vergelijkingen weergeven.

##### **Subdomein E2: Energetische effecten**

21. *Vervallen.*

##### **Subdomein E3: Reactiesnelheid**

22. De kandidaat kan aangeven wat onder reactiesnelheid wordt verstaan en verklaren welke factoren reactiesnelheden beïnvloeden.

#### **Subdomein E4: Evenwichten**

23. De kandidaat kan aangeven op welke wijze de ligging van een evenwicht kan worden beïnvloed.

#### **Subdomein E5: Rekenen aan reacties**

24. De kandidaat kan chemische berekeningen uitvoeren.

### **Domein F: Chemische techniek**

#### **Subdomein F1: Het maken van stoffen**

25. De kandidaat kan voor de industriële bereiding van een bepaalde stof aangeven welke grondstoffen en hulpstoffen worden gebruikt en het productieproces beschrijven in het perspectief van duurzame ontwikkeling.

#### **Subdomein F2: Het scheiden en zuiveren van stoffen**

26. De kandidaat kan een aantal methoden noemen om mengsels te zuiveren en verbanden leggen tussen de eigenschappen van de aanwezige stoffen en de geschikte scheidingsmethode.

#### **Subdomein F3: Stoffen aantonen**

27. De kandidaat kan een aantal methoden noemen om stoffen aan te tonen en de resultaten die daarbij worden verkregen, interpreteren.

#### **Subdomein F4: Analysetechnieken**

28. De kandidaat kan een aantal technieken noemen om de hoeveelheid van een stof te bepalen en de daarbij behorende berekeningen uitvoeren.

#### **Subdomein F5: Procesindustrie**

29. De kandidaat kan de uitvoering in het groot van een chemisch proces beschrijven.

#### **Subdomein F6: Bulkproducten**

30. *Vervallen.*

### **Domein G: Zuren en basen**

#### **Subdomein G1: Toepassingen**

31. De kandidaat kan de rol van zuren, basen en buffers in verschillende situaties beschrijven.

#### **Subdomein G2: Onderzoek**

32. De kandidaat kan een aantal methoden gebruiken om zure, basische en neutrale oplossingen te onderzoeken en de resultaten van die onderzoeken interpreteren.

#### **Subdomein G3: Kenmerken, reacties en de Brønsted-theorie**

33. De kandidaat kan een aantal begrippen uit de zuur-base theorie toepassen.

#### **Subdomein G4: Berekeningen**

34. De kandidaat kan berekeningen uitvoeren aan zure en basische oplossingen en aan bufferoplossingen.

**Subdomein G5: Namen en formules**

35. De kandidaat kan van een aantal zuren en basen de naam en de formule geven, aangeven of de betreffende zuren en basen sterk of zwak zijn en van een aantal oplossingen de samenstelling geven.

**Domein H: Redox**

**Subdomein H1: Toepassingen**

36. De kandidaat kan toepassingen van redoxreacties in elektrochemische cellen en in elektrolyseprocessen beschrijven.

**Subdomein H2: Redox als proces**

37. De kandidaat kan de bouw en de werking van een elektrochemische cel en een elektrolyseopstelling beschrijven en methoden toelichten om corrosie te bestrijden.

**Subdomein H3: Redoxreacties**

38. De kandidaat kan een aantal begrippen uit de redox-theorie toepassen en met behulp van een tabel met halfreacties uitspraken doen over toepassingen van redoxreacties.



# Bijlage 5

## Examenprogramma scheikunde

### havo

#### Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het centraal examen en het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A1	Vaardigheden
Domein A2	Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek
Domein B	Stoffen en materialen 1, anorganisch
Domein C	Stoffen en materialen 2, organisch
Domein D	Stoffen en materialen 3, biochemisch
Domein E	Sturen van reacties
Domein F	Chemische industrie
Domein G	Zuren en basen
Domein H	Reacties en stroom.

#### Het centraal examen

Het centraal examen heeft betrekking op de subdomeinen B2, B3, B4, C3, C4, D2, E1, E3, E4, F3, G3, G4, H2, H3, in combinatie met domein A1.

De CEVO kan bepalen, dat het centraal examen ten dele betrekking heeft op andere subdomeinen, mits de subdomeinen van het centraal examen tezamen dezelfde studielast hebben als de in de vorige zin genoemde.

De CEVO stelt het aantal en de tijdsduur van de zittingen van het centraal examen vast.

De CEVO maakt indien nodig een specificatie bekend van de examenstof van het centraal examen.

#### Het schoolexamen

Het schoolexamen heeft betrekking op domein A1 en:

- de domeinen en subdomeinen waarop het centraal examen geen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer domeinen of subdomeinen waarop het centraal examen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

## De examenstof

### Domein A1: Vaardigheden

#### Subdomein A1.1: Taalvaardigheden

1. De kandidaat kan adequaat schriftelijk en mondeling communiceren over natuurwetenschappelijke onderwerpen.

#### Subdomein A1.2: Reken-/wiskundige vaardigheden

2. De kandidaat kan een aantal voor het vak relevante reken-/wiskundige vaardigheden toepassen om natuurwetenschappelijke problemen op te lossen.

#### Subdomein A1.3: Informatievaardigheden

3. De kandidaat kan, mede met behulp van ICT, informatie selecteren, verwerken, beoordelen en presenteren.

#### Subdomein A1.4: Technisch-instrumentele vaardigheden

4. De kandidaat kan op een verantwoorde manier omgaan met voor het vak relevante organismen en stoffen, instrumenten, apparaten en ICT-toepassingen.

#### Subdomein A1.5: Ontwerpvaardigheden

5. De kandidaat kan een technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren.

#### Subdomein A1.6: Onderzoeksvaardigheden

6. De kandidaat kan een natuurwetenschappelijk onderzoek voorbereiden, uitvoeren, de verzamelde onderzoeksresultaten verwerken en hieruit conclusies trekken.

#### Subdomein A1.7: Maatschappij, studie en beroep

7. De kandidaat kan toepassingen en effecten van natuurwetenschappen en techniek in verschillende maatschappelijke situaties herkennen en benoemen. Tevens kan hij een verband leggen tussen de praktijk van verschillende beroepen en de eigen kennis, vaardigheden en attitude.

### Domein A2: Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek

#### Subdomein A2.1: Kennisvorming

8. De kandidaat kan weergeven hoe natuurwetenschappelijke kennis ontstaat, welke vragen natuurwetenschappelijke onderzoekers kunnen stellen en hoe ze aan betrouwbare antwoorden komen.

#### Subdomein A2.2: Toepassing van kennis

9. De kandidaat kan analyseren hoe natuurwetenschappelijke en technische kennis wordt toegepast en kan reflecteren op de wisselwerking tussen natuurwetenschap, techniek en samenleving.

#### Subdomein A2.3: De invloed van natuurwetenschap en techniek

10. De kandidaat kan oordelen over de betrouwbaarheid van toegepaste natuurwetenschappelijke kennis en een eigen mening vormen over maatschappelijk-natuurwetenschappelijke vraagstukken vormen.

## **Domein B: Stoffen en materialen 1, anorganisch**

### **Subdomein B1: Toepassingen**

11. *Vervallen.*

### **Subdomein B2: Reacties van zouten**

12. De kandidaat kan het oplossen en neerslaan van zouten beschrijven en aangeven voor welke doeleinden neerslagreacties kunnen worden toegepast.

### **Subdomein B3: Atoombouw en periodiek systeem**

13. De kandidaat kan de bouw van atomen beschrijven en aangeven wat de samenhang is tussen de atoombouw en de plaatsing en ordening van elementen in het periodiek systeem.

### **Subdomein B4: Bindingstypen en eigenschappen**

14. De kandidaat kan van een aantal typen binding aangeven hoe ze tot stand komen en welke eigenschappen met de betreffende bindingstypen samenhangen.

### **Subdomein B5: Namen en formules**

15. De kandidaat kan de namen en formules geven van een aantal anorganische moleculaire stoffen en zouten.

## **Domein C: Stoffen en materialen 2, organisch**

### **Subdomein C1: Toepassingen van synthetische polymeren**

16. *Vervallen.*

### **Subdomein C2: Toepassingen van koolstofverbindingen**

17. De kandidaat kan van koolstofverbindingen die als brandstof worden gebruikt de vorming toelichten, effecten op het milieu beschrijven en keuzes voor het gebruik van deze brandstoffen beargumenteren in het perspectief van duurzame ontwikkeling.

### **Subdomein C3: Reacties van koolstofverbindingen**

18. De kandidaat kan van een aantal soorten koolstofverbindingen aangeven welke typen reacties ze kunnen ondergaan en welke producten daarbij worden gevormd.

### **Subdomein C4: Structuren van koolstofverbindingen**

19. De kandidaat kan structuurkenmerken en karakteristieke groepen in koolstofverbindingen aanduiden en benoemen, de systematische naamgeving volgens IUPAC voor een aantal soorten koolstofverbindingen toepassen en aangeven wat onder structuurisomerie wordt verstaan.

## **Domein D: Stoffen en materialen 3, biochemisch**

### **Subdomein D1: Industriële toepassingen**

20. De kandidaat kan de harding van vetten en de vergisting van koolhydraten beschrijven.

#### **Subdomein D2: Stofwisseling**

21. De kandidaat kan een aantal biochemische processen beschrijven.

#### **Subdomein D3: Structuren van biochemische stoffen**

22. *Vervallen.*

### **Domein E: Sturen van reacties**

#### **Subdomein E1: Toepassingen**

23. De kandidaat kan van een aantal typen reacties en processen aangeven wat de kenmerken ervan zijn en ze in vergelijkingen weergeven.

#### **Subdomein E2: Effecten tijdens het verloop van reacties**

24. De kandidaat kan enkele effecten van reacties benoemen, aangeven wat onder reactiesnelheid wordt verstaan en verklaren welke factoren reactiesnelheden beïnvloeden.

#### **Subdomein E3: Reactiesnelheid en evenwichten**

25. De kandidaat kan aangeven op welke wijze de ligging van een evenwicht kan worden beïnvloed.

#### **Subdomein E4: Rekenen aan reacties**

26. De kandidaat kan chemische berekeningen uitvoeren.

### **Domein F: Chemische industrie**

#### **Subdomein F1: Het maken van stoffen**

27. De kandidaat kan voor de industriële bereiding van een bepaalde stof aangeven welke grondstoffen en hulpstoffen worden gebruikt en het productieproces beschrijven in het perspectief van duurzame ontwikkeling.

#### **Subdomein F2: Het scheiden en zuiveren van stoffen**

28. De kandidaat kan een aantal methoden noemen om mengsels te zuiveren en verbanden leggen tussen de eigenschappen van de aanwezige stoffen en de geschikte scheidingsmethode.

#### **Subdomein F3: Procesindustrie**

29. De kandidaat kan de uitvoering in het groot van een chemisch proces beschrijven.

### **Domein G: Zuren en basen**

#### **Subdomein G1: Toepassingen**

30. *Vervallen.*

#### **Subdomein G2: Onderzoek**

31. De kandidaat kan een aantal methoden aangeven om zure en basische oplossingen te onderzoeken en een neutralisatie beschrijven.

**Subdomein G3: Namen, formules en reacties**

32. De kandidaat kan van een aantal zuren en basen de naam en de formule geven, aangeven of de betreffende zuren en basen sterk of zwak zijn, van een aantal oplossingen de samenstelling geven en een aantal begrippen uit de zuur-base theorie toepassen in verschillende situaties.

**Subdomein G4: Berekeningen**

33. De kandidaat kan berekeningen uitvoeren aan zure en basische oplossingen.

**Domein H: Reacties en stroom**

**Subdomein H1: Toepassingen**

34. *Vervallen.*

**Subdomein H2: Redox als proces**

35. De kandidaat kan de bouw en de werking van een elektrochemische cel en een elektrolyseopstelling beschrijven en methoden toelichten om corrosie te bestrijden.

**Subdomein H3: Reacties**

36. De kandidaat kan de namen en formules van een aantal reductoren en oxidatoren geven en met behulp van een tabel met halfreacties uitspraken doen over toepassingen van redoxreacties.



# Bijlage 6

## Basiskennis scheikunde voor het biologieprogramma

Deze basiskennis wordt in het centraal examen biologie niet rechtstreeks of los van een biologische situatie getoetst.

### *Basiskennis scheikunde vwo*

Onderstaande begrippen uit het scheikundeprogramma worden voor biologie voor vwo bekend verondersteld:

- basisbegrippen van de scheikunde zoals atoom, molecuul, ion, dipoolmolecuul, molecuulformule, structuurformule, enkele binding, dubbele binding, drievoudige binding, verzadigde verbinding, onverzadigde verbinding, hydratatie, substraat, evenwichtsreactie, hydrolyse, polycondensatiereactie, pH van een oplossing en reactievergelijking;
- het onderscheid tussen covalente binding, ionbinding, en tussen polaire en apolaire bindingen;
- het begrip waterstofbrug;
- de begrippen koolwaterstoffen, alcoholen en carbonzuren;
- namen en formules van stoffen die in veel biologische processen een belangrijke rol spelen, zoals water, koolstofdioxide, methaan, stikstof, ammoniak, nitraat, nitriet, fosfaat, eiwitten, aminozuren, vetten, glycerol, verzadigde en onverzadigde vetzuren, ethanol, koolhydraten: mono-, di- en polysachariden;
- zetmeel, glycogeen, cellulose, eiwitten en nucleïnezuuren zijn condensatiepolymeren;
- peptidegroep, peptidebinding;
- polariteit (polaire/apolaire) en eigenschappen (hydrofoob/hydrofiel) van stoffen;
- bijzondere eigenschappen van water;
- de begrippen oplossen, concentratie, dichtheid, massa en gewicht;
- verschillende eenheden voor gehalte zoals: massapercentage, volumepercentage, ppm, g L<sup>-1</sup>, mol L<sup>-1</sup>;
- factoren die van invloed zijn op evenwichtsreacties.

### *Basiskennis scheikunde havo*

De volgende onderdelen van het scheikundeprogramma worden voor biologie bekend verondersteld:

- basisbegrippen van de scheikunde zoals atoom, molecuul, ion, molecuulformule, structuurformule, enkele binding, dubbele binding, verzadigde verbinding, onverzadigde verbinding, katalysator, hydrolyse, pH van een oplossing en reactievergelijking;
- namen en formules van stoffen die in veel biologische processen een belangrijke rol spelen, zoals water, koolstofdioxide, stikstof, ammoniak, nitraat, nitriet, fosfaat, eiwitten, aminozuren, vetten, glycerol, vetzuren, koolhydraten: mono-, di- en polysachariden;

- de begrippen oplossen, concentratie, massa, gewicht;
- verschillende eenheden voor gehalte zoals massapercentage, volumepercentage, ppm,  $\text{g L}^{-1}$ ,  $\text{mol L}^{-1}$ .

# Bijlage 7

## Verwijzingen

- Commissie Vernieuwing Scheikunde havo en vwo, *Chemie tussen context en concept*, ontwerpen voor vernieuwing, Enschede 2003, bestellen via [www.slo.nl](http://www.slo.nl), te downloaden op [www.nieuwescheikunde.nl](http://www.nieuwescheikunde.nl)
- *Vakdossiers natuurwetenschappelijke vakken en ANW*, te downloaden via [www.slo.nl](http://www.slo.nl) (voortgezet onderwijs, tweede fase, vakdossiers)
- Verkenningcommissie scheikunde havo en vwo, *Bouwen aan scheikunde*, Enschede 2002, bestellen via [www.slo.nl](http://www.slo.nl), te downloaden op [www.nieuwescheikunde.nl](http://www.nieuwescheikunde.nl)
- Voor meer informatie over de voorbereiding op de tweede fase na 2007  
[www.tweedefase-loket.nl](http://www.tweedefase-loket.nl)  
[www.cevo.nl](http://www.cevo.nl)  
[www.slo.nl](http://www.slo.nl)  
[www.cito.nl](http://www.cito.nl)  
[www.kwaliteitsring.nl](http://www.kwaliteitsring.nl)
- Voor meer informatie over Nieuwe Scheikunde  
[www.nieuwescheikunde.nl](http://www.nieuwescheikunde.nl)



