



College voor Examen

# SCHEIKUNDE VWO

Syllabus centraal examen 2012

**Verantwoording:**

© 2010 College voor Examens vwo, havo, vmbo, Utrecht.

Alle rechten voorbehouden. Alles uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

## Inhoud

<b>Voorwoord</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Het centraal examen vwo</b> .....	<b>5</b>
1.1 Zittingen centraal examen.....	5
1.2 Hulpmiddelen .....	5
1.3 Verdeling examinering CE/SE .....	5
<b>2. Specificatie van de globale eindtermen voor het CE</b> .....	<b>6</b>
Domein A: Vaardigheden .....	6
Domein B: Stoffen, structuur en binding .....	8
Domein C: Koolstofchemie .....	10
Domein D: Biochemie .....	13
Domein E: Kenmerken van reacties .....	14
Domein F: Chemische techniek .....	17
Domein G: Zuren en basen.....	18
Domein H: Redox.....	19
<b>3. Toelichting op de specificatie</b> .....	<b>20</b>
3.1 Schrijfwijze structuurformules .....	20
3.2 Reactievergelijkingen.....	20
3.3 Aanrekenen van reken- en significantiefouten.....	21
3.4 Halfreacties van redoxreacties .....	21
<b>Bijlage 1: Examenprogramma scheikunde vwo</b> .....	<b>23</b>
<b>Bijlage 2: Communale kennis</b> .....	<b>27</b>
<b>Bijlage 3: Handelingswerkwoorden in het centraal examen</b> .....	<b>29</b>

## Voorwoord

De minister heeft de examenprogramma's op hoofdlijnen vastgesteld. In het examenprogramma zijn de exameneenheden aangewezen waarover het centraal examen (CE) zich uitstrekt: het CE-deel van het examenprogramma. Het examenprogramma geldt tot nader orde.

Het College voor Examens (CvE - voorheen CEVO<sup>1</sup>) geeft in een syllabus, die in beginsel jaarlijks verschijnt, een toelichting op het CE-deel van het examenprogramma. Behalve een beschrijving van de exameneisen voor een centraal examen kan de syllabus verdere informatie over het centraal examen bevatten, bijvoorbeeld over een of meer van de volgende onderwerpen: specificaties van examenstof, begrippenlijsten, bekend veronderstelde onderdelen van domeinen of exameneenheden die verplicht zijn op het schoolexamen, bekend veronderstelde voorkennis uit de onderbouw, bijzondere vormen van examinering (zoals computerexamens), voorbeeldopgaven, toelichting op de vraagstelling, toegestane hulpmiddelen.

Ten aanzien van de syllabus is nog het volgende op te merken. De functie ervan is een leraar in staat te stellen zich een goed beeld te vormen van wat in het centraal examen wel en niet gevraagd kan worden. Naar zijn aard is een syllabus dus niet een volledig gesloten en afgebakende beschrijving van alles wat op een examen zou kunnen voorkomen. Het is mogelijk, al zal dat maar in beperkte mate voorkomen, dat op een CE ook iets aan de orde komt dat niet met zo veel woorden in deze syllabus staat, maar dat naar het algemeen gevoelen in het verlengde daarvan ligt.

Een syllabus is zodoende een hulpmiddel voor degenen die anderen of zichzelf op een centraal examen voorbereiden. Een syllabus kan ook behulpzaam zijn voor de producenten van leermiddelen en voor nascholingsinstanties. De syllabus is *niet* van belang voor het schoolexamen. Daarvoor zijn door de SLO handreikingen geproduceerd die niet in deze uitgave zijn opgenomen.

Deze syllabus geldt voor het examenjaar 2012. Syllabi van eerdere jaren zijn niet meer geldig en kunnen van deze versie afwijken. Voor het examenjaar 2013 wordt een nieuwe syllabus vastgesteld. Het CvE publiceert uitsluitend digitale versies van de syllabi. Dit gebeurt via Examenblad.nl ([www.examenblad.nl](http://www.examenblad.nl)), de officiële website voor de examens in het voortgezet onderwijs. In de syllabi 2012 zijn de wijzigingen ten opzichte van de vorige syllabus voor het examenjaar 2011 duidelijk zichtbaar. Deze veranderingen zijn geel gemarkeerd. Er zijn diverse vakken waarbij de syllabus 2012 geen inhoudelijke veranderingen heeft ondergaan.

Een syllabus kan zo nodig ook tussentijds worden aangepast, bijvoorbeeld als een in de syllabus beschreven situatie feitelijk veranderd is. De aan een centraal examen voorafgaande Septembermededeling is dan het moment waarop dergelijke veranderingen bekendgemaakt worden. Kijkt u voor alle zekerheid jaarlijks in september op [Examenblad.nl](http://Examenblad.nl).

Het CvE stelt het aantal en de tijdsduur van de toetsen van het centraal examen vast en de wijze waarop het centraal examen wordt afgenomen. Deze vaststelling wordt gepubliceerd in het rooster voor de centrale examens en in de Septembermededeling.

Voor opmerkingen over syllabi houdt het CvE zich steeds aanbevolen. U kunt die zenden aan [info@cve.nl](mailto:info@cve.nl) of aan CvE, Postbus 315, 3500 AH Utrecht.

De voorzitter van het College voor Examens,  
Drs. H.W. Laan

<sup>1</sup> Op 1 oktober 2009 is de CEVO (Centrale Examencommissie Vaststelling Opgaven) opgegaan in het CvE. De CEVO bestaat niet meer, maar besluiten van de CEVO, onder meer over de syllabi, blijven van kracht zolang deze niet herzien zijn door het CvE.

## 1. Het centraal examen vwo

### 1.1 Zittingen centraal examen

Raadpleeg hiervoor het Examenblad, [www.examenblad.nl](http://www.examenblad.nl).

### 1.2 Hulpmiddelen

Raadpleeg hiervoor het Examenblad, [www.examenblad.nl](http://www.examenblad.nl).

### 1.3 Verdeling examinering CE/SE

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.

In de onderstaande tabel is weergegeven hoe de subdomeinen over het CE en SE verdeeld worden:<sup>2</sup>

Domein	Subdomein		CE	SE
<b>A</b>		<b>Vaardigheden</b>	X	X
<b>B</b>		<b>Stoffen, structuur en binding</b>		
	B2	Processen/reacties	X	
	B3	Atoombouw en periodiek systeem		X
	B4	Bindingstypen en eigenschappen	X	
	B5	Namen en formules		X
<b>C</b>		<b>Koolstofchemie</b>		
	C1	Toepassingen van synthetische polymeren		X
	C2	Andere toepassingen van koolstofverbindingen		X
	C3	Reacties van koolstofverbindingen	X	
	C4	Structuren van koolstofverbindingen	X	
<b>D</b>		<b>Biochemie</b>		
	D2	Stofwisseling	X	
	D3	Structuren van biochemische stoffen	X	
<b>E</b>		<b>Kenmerken van reacties</b>		
	E1	Toepassingen	X	
	E3	Reactiesnelheid	X	
	E4	Evenwichten	X	
	E5	Rekenen aan reacties	X	
<b>F</b>		<b>Chemische techniek</b>		
	F1	Het maken van stoffen		X
	F2	Het scheiden en zuiveren van stoffen		X
	F3	Stoffen aantonen	X	
	F4	Analysetechnieken	X	
	F5	Procesindustrie	X	
<b>G</b>		<b>Zuren en basen</b>		
	G1	Toepassingen		X
	G2	Onderzoek		X
	G3	Kenmerken, reacties en de Brønsted-theorie	X	
	G4	Berekeningen	X	
	G5	Namen en formules		X
<b>H</b>		<b>Redox</b>		
	H1	Toepassingen		X
	H2	Redox als proces		X
	H3	Redoxreacties	X	

<sup>2</sup> In het examenprogramma van 2007 is de benaming van de (sub)domeinen, evenals de nummers van de eindtermen, identiek aan die in het examenprogramma van 1998. Er zijn echter wat subdomeinen weggelaten. Deze subdomeinen zijn in deze tabel niet opgenomen.

## 2. Specificatie van de globale eindtermen voor het CE

Dit hoofdstuk geeft een specificatie van de examenstof van het programma voor het centraal examen. Een globale formulering van eindtermen van alle subdomeinen (het examenprogramma) staat in bijlage 1.

Voor voorbeelden van examenvragen verwijzen we u naar de centrale examens van de afgelopen jaren. Het type vragen zal niet afwijken van de huidige interpretatie van de eindtermen door het CvE. Bij enkele eindtermen volgt in hoofdstuk 3 een toelichting. Deze eindtermen zijn gemarkeerd met het teken \*.

Een toelichting bij mogelijk te gebruiken handelingswerkwoorden in het centraal examen is te vinden in bijlage 3.

### Specificatie

#### Domein A: Vaardigheden

##### Subdomein A1: Taalvaardigheden

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

##### Specificatie

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.

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

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

##### Specificatie

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 wiskundige betrekkingen;
  - oplossen van lineaire en eenvoudige tweedegraadsvergelijkingen;
  - 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.

## **Subdomein A3: Informatievaardigheden**

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

### **Specificatie**

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.

## **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.

### **Specificatie**

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.

## **Subdomein A5: Ontwerpvaardigheden**

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

### **Specificatie**

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.

## Subdomein A6: Onderzoeksvaardigheden

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

### Specificatie

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.

## 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.

### Specificatie

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.

## Domein B: Stoffen, structuur en binding

### Subdomein B1: Toepassingen

Dit subdomein is vervallen.

### Subdomein B2: Processen/reacties

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

### Specificatie

De kandidaat kan:

- 5\* met behulp van een oplosbaarheidstabel laten zien hoe via neerslagreacties:
  - ionen uit een oplossing kunnen worden verwijderd;
  - de aanwezigheid van bepaalde ionen kan worden aangetoond;
  - een bepaald zout kan worden bereid;
  - ionen in oplossing met elkaar kunnen reageren.
- 6 het oplossen van zouten in water beschrijven als het uiteenvallen van het kristalrooster en hydratatie van ionen.

**Subdomein B3: Atoombouw en periodiek systeem**

Dit subdomein wordt in het SE getoetst. Kennis van de bouw van atomen en ionen (eindterm 9) die ook voor het centrale examen van belang kan zijn, maakt deel uit van de communale kennis. Zie hiervoor bijlage 2.

**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.

**Specificatie**

De kandidaat kan:

- 12 aangeven of een stof uit ionen, atomen of moleculen bestaat.
- 13 aangeven hoe de volgende typen bindingen tot stand komen en aangeven welk(e) van die bindingstypen aanwezig is/zijn bij een zout, moleculaire stof (zowel polair als apolair), stof met een atoomrooster, respectievelijk een metaal:
  - atoombinding of covalente binding;
  - polaire binding;
  - waterstofbrug;
  - vanderwaalsbinding;
  - ionbinding;
  - metaalbinding;
  - dipool-dipoolbinding.
- 14 aangeven dat ionen watermoleculen kunnen binden en dat dit proces omkeerbaar is:
  - hydratatie;
  - zouthydraten;
  - kristalwater, met gebruik van de notatie  $\cdot n\text{H}_2\text{O}$ .
- 15 met behulp van gegevens uitleggen welk type kristalrooster een stof zal hebben:
  - atoomrooster;
  - molecuulrooster;
  - ionrooster;
  - metaalrooster.
- 16 verband leggen tussen type bindingen, roostertype en de eigenschappen van een stof:
  - smeltpunt en kookpunt;
  - hardheid en brosheid;
  - wel/niet elektrische geleiding in vaste, vloeibare en/of opgeloste toestand.
- 17 aangeven hoe de sterkte van intermoleculaire bindingen samenhangt met de hoogte van het smeltpunt, respectievelijk kookpunt van een moleculaire stof:
  - vanderwaalsbinding;
  - dipool-dipoolbinding;
  - waterstofbrug.
- 18 uitleggen welke moleculaire stoffen, gezien de structuur van de moleculen en het aanwezige bindingstype in het algemeen goed mengen, respectievelijk oplossen en welke niet, gebruik makend van de begrippen:
  - apolair/polair;
  - hydrofoob/hydrofiel;
  - waterstofbruggen.
- 19 verband leggen tussen de ruimtelijke bouw van een molecuul en de in het molecuul aanwezige enkele, dubbele of drievoudige atoombindingen:
  - tetraëder (bindingshoeken  $\approx 109^\circ$ );
  - plat vlak (bindingshoeken  $\approx 120^\circ$ );
  - lineair (bindingshoek  $\approx 180^\circ$ ).
- 20 met behulp van bronnen en het begrip elektronegativiteit een kwalitatieve voorspelling doen over de polariteit van een binding.

## Subdomein B5: Namen en formules

Dit subdomein wordt in het SE getoetst. Formules die voor het centraal examen van belang zijn maken deel uit van de communale kennis. Zie hiervoor bijlage 2.

## Domein C: Koolstofchemie

### Subdomein C1: Toepassingen van synthetische polymeren

Dit subdomein wordt in het SE getoetst.

### Subdomein C2: Andere toepassingen van koolstofverbindingen

Dit subdomein wordt in het SE getoetst.

### 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.

### Specificatie

De kandidaat kan:

- 41\* de reactie van alkenen en andere onverzadigde verbindingen met de volgende stoffen als een additiereactie beschrijven, de mogelijke producten van de reactie geven en de daarbij horende reactievergelijking in structuurformules geven:
  - waterstof;
  - water;
  - waterstofhalogeniden;
  - halogenen, al dan niet in oplossing.
- 42 aangeven op welke wijze de vermoedelijke aanwezigheid van een onverzadigde verbinding kan worden nagegaan.
- 43\* aangeven welke soorten alcoholen (primaïr, secundair, tertiair) kunnen reageren met een oxidator, welke producten daarbij kunnen worden gevormd en de daarbij horende reactievergelijking in structuurformules geven.
- 44 aangeven dat carbonzuren en benzenol als een zuur reageren en aminen als base en dat aminozuren amfolyten zijn.
- 45\* aangeven dat uit een alcohol en een zuur een ester en water kunnen worden gevormd en de daarbij horende reactievergelijking in structuurformules geven:
  - evenwichtsreactie;
  - $H^+$  als katalysator;
  - glyceryltrinitraat;
  - vetten.
- 46 beschrijven hoe de waswerking van zeep kan worden verklaard.
- 47\* aangeven op welke wijze esters kunnen worden gehydrolyseerd, welke producten daarbij kunnen worden gevormd en de daarbij horende reactievergelijking in structuurformules geven:
  - evenwichtsreactie.
- 48 aangeven welke twee typen polymerisatie zijn te onderscheiden en waarin deze van elkaar verschillen:
  - additiepolymerisatie;
  - condensatiepolymerisatie.
- 49\* in molecuul- en structuurformules van monomeer en polymeer het proces beschrijven van de polymerisatie van:
  - etheen;
  - vinylchloride;
  - propeen;
  - styreen;
  - isopreen.
- 50 polymeren op grond van hun gedrag onderscheiden in thermoplasten en thermoharders.

**Subdomein C4: Structuren van koolstofverbindingen**

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

**Specificatie**

De kandidaat kan:

- 51 aangeven wat een structuurformule is.
- 52 uit een structuurformule een molecuulformule afleiden.
- 53 een aantal onderdelen van een structuurformule herkennen en benoemen:
  - koolstofketen;
  - koolstofskelet;
  - alkylgroepen: methyl en ethyl;
  - karakteristieke groep;
  - substituent;
  - enkele binding;
  - dubbele binding;
  - drievoudige binding;
  - primair, secundair, tertiair koolstofatoom;
  - asymmetrisch koolstofatoom.
- 54 in een koolstofskelet structuurkenmerken herkennen en benoemen:
  - vertakt;
  - onvertakt;
  - cyclisch;
  - a-cyclisch;
  - alifatisch;
  - aromatisch;
  - verzadigd;
  - onverzadigd.
- 55 aangeven in welke gevallen de draaibaarheid van een binding tussen koolstofatomen beperkt is.
- 56 de ruimtelijke structuur van moleculen afleiden uit het koolstofskelet:
  - configuratie;
  - tetraëder.
- 57 een verband leggen tussen de algemene formule van een homologe reeks en de bijbehorende structuurformules.
- 58\* van een aantal koolstofverbindingen waarvan de hoofdketen in de moleculen uit maximaal 6 koolstofatomen bestaat de structuurformule afleiden uit de systematische naam (IUPAC):
  - alkanen;
  - alkenen;
  - cycloalkanen;
  - alkynen;
  - halogeenalkanen;
  - alkanolen;
  - alkoxyalkanen;
  - alkanalen;
  - alkanonen;
  - alkaanzuren;
  - alkylalkanoaten;
  - alkaanaminen.
- 59\* van een aantal koolstofverbindingen waarvan de hoofdketen in de moleculen uit maximaal 6 koolstofatomen bestaat en de moleculen 2 of meer van de volgende groepen bevatten, de structuurformule afleiden uit de systematische naam (IUPAC):
  - C=C (niet meer dan 3 groepen);
  - halogeen (niet meer dan 4 halogeenatomen);
  - OH;
  - C=O: aldehyde, keton, carbonzuur (niet meer dan 2 groepen);
  - NH<sub>2</sub>.

- 60 van koolstofverbindingen aangeven tot welke grotere klasse van verbindingen deze behoren en de karakteristieke groepen aangeven:
- koolwaterstoffen
  - verzadigde en onverzadigde verbindingen
  - alifatische verbindingen
  - aromatische verbindingen;
  - ethers;
  - primaire, secundaire en tertiaire alcoholen/hydroxylgroep;
  - aldehyden;
  - ketonen;
  - carbozuren;
  - vetzuren;
  - esters;
  - aminen/aminogroep;
  - aminozuren.
- 61\* van een aantal aromatische verbindingen de structuurformule afleiden uit de systematische naam (IUPAC):
- benzeen;
  - alkylbenzenen;
  - halogeenbenzenen;
  - benzenol/fenol;
  - benzeencarbozuren.
- 62 aangeven dat stoffen naast systematische namen ook triviale namen kunnen hebben en deze naast elkaar gebruiken.
- 63\* uit de structuurformule of naam van een aantal additiepolymeren de structuurformule van het monomeer afleiden en omgekeerd:
- polymeren van alkenen en gesubstitueerde alkenen;
  - polybutadieen;
  - natuurrubber.
- 64\* uit de structuurformule of naam van een aantal condensatiepolymeren de structuurformule van de bouwstenen afleiden en omgekeerd:
- polyesters;
  - polyamiden.
- 65 aangeven wat men onder verschillende soorten isomeren verstaat, deze herkennen en voorbeelden ervan geven:
- structuurisomeren;
  - stereo-isomeren;
  - *cis-trans*-isomeren;
  - spiegelbeeldisomeren.
- 66\* de structuurformules geven van structuurisomeren die voldoen aan een gegeven molecuulformule met maximaal 6 koolstofatomen.
- 67 uit gegevens over een reactie afleiden of daarbij structuurisomeren kunnen ontstaan en zo ja welke.
- 68 overeenkomsten en verschillen in eigenschappen van isomeren aangeven en in verband brengen met de structuur:
- smelt- en kookpunten;
  - reactiviteit.

## Domein D: Biochemie

### Subdomein D1: Industriële toepassingen van biopolymeren

Dit subdomein is vervallen.

### Subdomein D2: Stofwisseling

De kandidaat kan een aantal biochemische processen beschrijven.

#### Specificatie

De kandidaat kan:

- 75 de fotosynthese van glucose beschrijven als een proces waarbij energie wordt opgeslagen:
  - licht;
  - chlorofyl;
  - energieopslag;
  - binding van koolstofdioxide;
  - productie van zuurstof.
- 76 de hoofdbestanddelen van voedsel noemen:
  - eiwitten;
  - koolhydraten;
  - vetten.
- 77 de functie van enzymen in organismen beschrijven:
  - katalysator;
  - substraat;
  - sleutel-slot-hypothese.
- 78 aangeven dat de vertering van voedsel begint met de enzymatische hydrolyse van koolhydraten, vetten en eiwitten en noemen welke stoffen daarbij ontstaan:
  - glucose;
  - glycerol en vetzuren;
  - aminozuren.
- 79\* aangeven dat eiwitten polyamiden zijn:
  - peptidebinding.
- 80 uitleggen wat wordt verstaan onder het begrip essentieel bij essentiële aminozuren en essentiële vetzuren.
- 81 de betekenis van nucleïnezuren in het lichaam beschrijven:
  - chromosoom;
  - gen;
  - DNA;
  - RNA;
  - transcriptie;
  - translatie;
  - genetische code.

### Subdomein D3: Structuren van biochemische stoffen

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

#### Specificatie

De kandidaat kan:

- 83 van een aantal typen natuurlijke condensatiepolymeren aangeven uit welke bouwstenen ze bestaan en de structuur van zo'n polymeermolecuul schematisch weergeven:
  - zetmeel;
  - cellulose;
  - eiwitten;
  - nucleïnezuren.
- 84 aangeven dat in eiwitmoleculen het aantal, de soort en de volgorde van de aminozuurmoleculen karakteristiek is:
  - primaire, secundaire en tertiaire structuur.
- 85 aangeven dat bij het denatureren van eiwitten de tertiaire structuur wordt aangetast.

- 86 aangeven dat nucleïneozuren bestaan uit polyesters van fosforzuur en ribose plus nucleïnebasen.
- 87 aangeven dat nucleïneozuren een helixstructuur hebben.
- 88 aangeven dat koolhydraten kunnen worden ingedeeld in mono-, di- en polysachariden en van elke categorie een of meer voorbeelden noemen:
- glucose;
  - fructose;
  - ribose;
  - sacharose;
  - glycogeen;
  - zetmeel;
  - cellulose.
- 89 de molecuulformule geven van glucose en sacharose.
- 90 aangeven dat di- en polysachariden bestaan uit een aaneenschakeling van monosachariden met een ringstructuur.
- 92 aangeven op welke wijze de vermoedelijke aanwezigheid van zetmeel kan worden nagegaan.

## 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.

#### Specificatie

De kandidaat kan:

- 94\* het rendement van een proces berekenen als percentage of fractie van de theoretische opbrengst op basis van volledige omzetting.
- 95 aangeven dat door beïnvloeden van de reactiesnelheid bij (industriële) processen een bepaald product kan worden verkregen of goedkoper kan worden geproduceerd.
- 96 beschrijven hoe met behulp van maatregelen die de evenwichtsligging beïnvloeden bij (industriële) processen een bepaald product kan worden verkregen of goedkoper kan worden geproduceerd.
- 97 begrippen gebruiken die met toxiciteit samenhangen:
- acute toxiciteit;
  - chronische toxiciteit;
  - mutageniteit;
  - carcinogeniteit;
  - no-toxic effectlevel;
  - ADI-waarde;
  - MAC-waarde.
- 98 de natuurlijke kringloop van koolstof beschrijven als voorbeeld van elementbehoud:
- fotosynthese;
  - omzetting glucose in organische stoffen;
  - afbraak van deze stoffen;
  - betekenis van deze kringloop in verband met het milieu.
- 99 de natuurlijke kringloop van stikstof beschrijven als voorbeeld van elementbehoud:
- stikstofbinding;
  - nitraat in voedingsstof planten (kunstmest);
  - vorming stikstofhoudende organische stoffen (eiwitten);
  - afbraak stikstofhoudende organische stoffen tot eenvoudige moleculen;
  - betekenis van deze kringloop voor het milieu.

102 typen reacties noemen en aangeven wat de kenmerken van die reacties zijn:

- substitutie;
- additie;
- redox;
- zuur-base;
- verestering;
- verzeping;
- polymerisatie;
- hydrolyse;
- kraken.

103\* chemische processen, oplossen en indampen weergeven met behulp van formules en reactievergelijkingen:

- molecuulformules;
- structuurformules;
- verhoudingsformules;
- ionen.

104 uit gegevens afleiden tot welk type reacties (zie eindterm 102) een bepaalde reactie behoort:

- uit de vergelijking van de reactie;
- uit gegevens over beginstoffen en reactieproducten.

105 uit gegevens over een reactie/proces de beginstoffen en producten aangeven.

### Subdomein E2: Energetische effecten

Dit subdomein is vervallen. De begrippen exotherm en endotherm zijn opgenomen in de communale kennis.

### Subdomein E3: Reactiesnelheid

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

#### Specificatie

De kandidaat kan:

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

- overgangstoestand;
- activeringsenergie.

110 aangeven wat verstaan wordt onder reactiesnelheid.

111 het 'botsende-deeltjes-model' beschrijven.

112 met behulp van het 'botsende-deeltjes-model' uitleggen welke invloed concentratie, verdelingsgraad en temperatuur op de reactiesnelheid hebben.

113 met behulp van het begrip activeringsenergie verklaren welke invloed de aard van de stoffen, katalysator en temperatuur op de reactiesnelheid hebben.

114 schematisch aangeven wat gebeurt met de reactiesnelheid en met de concentratie van een reactant:

- tijdens een aflopende reactie;
- tijdens de instelling van een evenwicht;
- bij evenwicht.

### Subdomein E4: Evenwichten

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

#### Specificatie

De kandidaat kan:

118 aangeven wat wordt verstaan onder:

- een dynamisch evenwicht;
- een homogeen evenwicht;
- een heterogeen evenwicht;
- een verdelingsevenwicht.

119 beschrijven op welke wijze een aflopende reactie kan worden verkregen bij een evenwicht.

- 120 van een aantal factoren uitleggen op welke wijze deze de snelheid waarmee een gegeven evenwicht zich instelt, beïnvloeden:
- katalysator;
  - temperatuur;
  - verdelingsgraad;
  - druk/volume/concentratie.
- 121 uitleggen met behulp van de evenwichtsvoorwaarde of de evenwichtssituatie kan worden beïnvloed door:
- concentratie of de partiële druk van één of meer bij het evenwicht betrokken stoffen;
  - de totale druk op een gasevenwichtssysteem;
  - het volume van het evenwichtssysteem;
  - de temperatuur van het evenwichtssysteem;
  - de aanwezigheid van een katalysator;
  - de verdelingsgraad van de bij het evenwicht betrokken stoffen.
- 122 voor een gegeven evenwichtsreactie de evenwichtsvoorwaarde geven:
- concentratiebreuk/partiële-drukbreuk;
  - evenwichtsconstante.
- 123 van een aantal factoren aangeven of deze de waarde van de evenwichtsconstante beïnvloeden:
- temperatuur;
  - druk;
  - concentratie van stoffen;
  - katalysator;
  - verdelingsgraad.

#### Subdomein E5: Rekenen aan reacties

De kandidaat kan chemische berekeningen uitvoeren.

#### Specificatie

De kandidaat kan:

- 125\* aangeven wat wordt verstaan onder de begrippen:
- chemische hoeveelheid stof, eenheid mol;
  - molaire massa;
  - molverhouding;
  - molair volume van een gas.
- 126 van een aantal grootheden die specifiek zijn voor een deeltje of een stof aangeven wat ze betekenen:
- gemiddelde atoommassa;
  - molecuulmassa;
  - ionmassa;
  - molaire massa.
- 127\* van een aantal begrippen die gebruikt worden om een gehalte aan te geven, uitleggen wat ze betekenen en er berekeningen mee uitvoeren:
- volumepercentage;
  - massapercentage;
  - volume-ppm;
  - massa-ppm;
  - concentratie in mol L<sup>-1</sup>, molariteit.
- 128\* chemische berekeningen uitvoeren:
- massapercentages in verbindingen;
  - gehalten in mengsels;
  - molverhouding en massaverhouding bij reacties;
  - volumeverhouding van gassen bij reacties.

## Domein F: Chemische techniek

### Subdomein F1: Het maken van stoffen

Dit subdomein wordt in het SE getoetst.

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

Dit subdomein wordt in het SE getoetst. Formules die voor het centraal examen van belang zijn maken deel uit van de communale kennis. Zie hiervoor bijlage 2.

### Subdomein F3: Stoffen aantonen

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

#### Specificatie

De kandidaat kan:

- 139 papier- en dunnelaagchromatogrammen interpreteren ten behoeve van het herkennen van stoffen.
- 140 gaschromatogrammen interpreteren ten behoeve van het herkennen van stoffen.
- 141 aangeven dat in spectrogrammen van stoffen kenmerkende patronen kunnen voorkomen en deze patronen interpreteren om die stoffen of soorten stoffen te herkennen:
  - absorptiespectra (visueel, UV, IR);
  - massaspectra.

### Subdomein F4: Analysetechnieken

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

#### Specificatie

De kandidaat kan:

- 142 het principe van een titratie beschrijven:
  - bij zuur-base titraties: titratiecurve, indicatorkeuze.
- 143 gaschromatogrammen gebruiken ter bepaling van een hoeveelheid van een stof.
- 144 aangeven op welke wijze een hoeveelheid van een stof colorimetrisch kan worden bepaald.
- 145 hoeveelheden van een stof bepalen gebruik makend van gegevens uit experimenten en van de wet van Lambert-Beer.

### Subdomein F5: Procesindustrie

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

#### Specificatie

De kandidaat kan:

- 146 stappen onderscheiden bij de uitvoering in het groot van een chemisch proces:
  - aanvoer en opslag van grondstoffen;
  - voorbereiding (doseren, mengen, verwarmen, samenpersen);
  - reactie;
  - scheiding/recycling;
  - zuivering/afvalverwerking;
  - opslag en afvoer van eindproducten.
- 147 aangeven in welke gevallen een batchproces de voorkeur geniet boven een continu proces:
  - kleinschalige productie;
  - breed productenpalet.
- 148 voordelen noemen van een continu proces boven een batchproces:
  - beter te automatiseren;
  - geen tijdverlies voor vullen, legen, schoonmaken;
  - recycling eenvoudiger.
- 149 van een beschreven productieproces het blokschema weergeven.
- 150 een blokschema interpreteren van een beschreven productieproces.

151 bij berekeningen aan een in het groot uitgevoerd chemisch proces gebruik maken van een massabalans, elementenbalans en/of energiebalans.

#### Subdomein F6: Bulkproducten

Dit subdomein is vervallen.

### Domein G: Zuren en basen

#### Subdomein G1: Toepassingen

Dit subdomein wordt in het SE getoetst.

#### Subdomein G2: Onderzoek

Dit subdomein wordt in het SE getoetst.

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

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

#### Specificatie

De kandidaat kan:

- 163 aangeven wat een zuur, een basisch en een neutraal milieu is.
- 164 een zuur-base reactie beschrijven met behulp van de Brønstedtheorie.
- 165 van een gegeven reactie aangeven of het een zuur-base reactie is en zuren en basen erin aanwijzen.
- 166 aangeven wat men verstaat onder een geconjugeerd zuur, een geconjugeerde base en een zuur-base koppel.
- 167 aangeven wat men verstaat onder een sterk zuur en een zwak zuur, een sterke base en een zwakke base, een buffer en een amfolyt.
- 168 met behulp van reactievergelijkingen laten zien dat water als zuur en als base kan reageren.
- 169 van enkele evenwichten de evenwichtsvoorwaarde weergeven:
  - de waterconstante,  $K_w$ ;  $pK_w$ ;
  - de zuurconstante,  $K_z$ ;  $pK_z$ ;
  - de baseconstante,  $K_b$ ;  $pK_b$ .
- 170 met behulp van een tabel met zuur-base constanten voorspellen of een zuur-base reactie kan verlopen.
- 172 de werking van een bufferoplossing kwalitatief uitleggen.
- 173 uitleggen wat gebeurt met de pH bij verdunning van een oplossing:
  - sterke en zwakke zuren in oplossing;
  - sterke en zwakke basen in oplossing;
  - buffers.
- 174 uitleggen wat gebeurt met de pH bij het toevoegen van kleine hoeveelheden zuur of base aan een buffer.

#### Subdomein G4: Berekeningen

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

#### Specificatie

De kandidaat kan:

- 175\* met behulp van een tabel met zuur-base-constanten de pH berekenen uit de molariteit van oplossingen en omgekeerd:
  - sterke zuren en eenwaardige zwakke zuren;
  - sterke basen en eenwaardige zwakke basen;
  - buffers.
- 176 de waarde van de waterconstante bij 298 K geven.
- 177 de waarde van  $[H^+]$ ,  $[OH^-]$  en pH bij 298 K van water en van neutrale oplossingen geven.
- 178\* met behulp van de gegevens van een neutralisatie waarbij aan een zuur een base wordt toegevoegd, of omgekeerd, de molariteit van het zuur of de base berekenen.

## Subdomein G5: Namen en formules

Dit subdomein wordt in het SE getoetst. Formules die voor het centraal examen van belang zijn maken deel uit van de communale kennis. Zie hiervoor bijlage 2.

## Domein H: Redox

### Subdomein H1: Toepassingen

Dit subdomein wordt in het SE getoetst.

### Subdomein H2: Redox als proces

Dit subdomein wordt in het SE getoetst.

### Subdomein H3: Reacties

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.

### Specificatie

De kandidaat kan:

- 191 aangeven wat een reductor en wat een oxidator is.
- 192 de naam en de formule noemen van enkele bekende reductoren:
  - koolstofmono-oxide;
  - metalen;
  - koolstof;
  - sulfiet.
- 193 de naam en de formule van enkele bekende oxidatoren noemen:
  - salpeterzuur;
  - ijzer(III)verbindingen;
  - zuurstof;
  - halogenen;
  - waterstofperoxide;
  - ozon.
- 194\* aangeven wat een halfreactie is en welke typen deeltjes daarbij betrokken zijn:
  - elektronen;
  - redoxkoppel;
  - reductor;
  - oxidator;
  - geconjugeerd.
- 195\* voor een redoxreactie tussen gegeven stoffen/deeltjes met behulp van een tabel aangeven welke halfreacties plaatsvinden en hieruit de vergelijking van de totaalreactie afleiden.
- 196\* met behulp van een tabel met halfreacties en gegevens over de sterkte van oxidatoren en reductoren aangeven welke halfreacties plaatsvinden in een elektrochemische cel en hieruit de vergelijking van de totaalreactie afleiden.
- 197 van een gegeven reactie aangeven of het een redoxreactie is en reductor en oxidator er in aanwijzen en aangeven hoe de elektronenoverdracht is.
- 198 met behulp van een tabel met gegevens over de sterkte van oxidatoren en reductoren voorspellen of in een gegeven situatie een redoxreactie zal kunnen verlopen en daarin reductor en oxidator aanwijzen.
- 201 met behulp van bronnen aangeven welke reacties verlopen bij corrosie/roesten van een gegeven metaal.
- 202 aangeven op welke wijze de vermoedelijke aanwezigheid kan worden nagegaan van:
  - chloor;
  - jood;
  - sulfiet;
  - zwaveldioxide;
  - waterstof.

### 3. Toelichting op de specificatie

Er wordt naar de eindtermen uit hoofdstuk 2 verwezen d.m.v. het nummer van de desbetreffende eindterm. Als naar een eindterm uit domein A wordt verwezen, dan wordt het nummer voorafgegaan door de letter A.

#### 3.1 Schrijfwijze structuurformules

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

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:  $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$  en  $\text{CH}_3-\text{CH}_3$

De notatie  $\begin{array}{c} | \\ \text{C} \\ | \end{array} - \begin{array}{c} | \\ \text{C} \\ | \end{array} -$  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:  $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}- \end{array}$

- De carboxylgroep moet in structuur worden weergegeven, bijvoorbeeld met:  $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$   
De notatie  $-\text{COOH}$  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:  $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}-\text{O}- \end{array}$

- De peptidebinding moet in structuur worden weergegeven, bijvoorbeeld met:  $\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ || \quad | \\ -\text{C}-\text{N}- \end{array}$

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

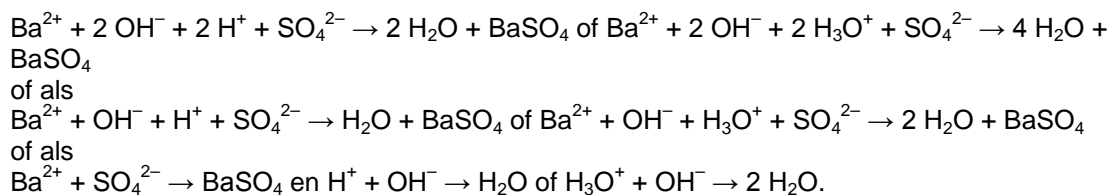
*In een enkel geval kan het voorkomen dat in BINAS of het schoolboek een andere schrijfwijze van de structuurformules wordt gehanteerd. Bij de beoordeling van de schrijfwijze in de centrale examens wordt uitgegaan van bovenstaande regels.*

#### 3.2 Reactievergelijkingen

Dit betreft de eindtermen 5, 103, 195, 196.

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:



- 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.

### 3.3 Aanrekenen van reken- en significantiefouten

Dit betreft de eindtermen A14, 94, 125, 127, 128, 175 en 178.

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.
- 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.

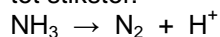
### 3.4 Halfreacties van redoxreacties

Dit betreft 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:  
 $\text{Ti}^+ \rightarrow \text{Ti}^{3+} + 2 \text{e}^-$   
 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{SO}_4^{2-}$   
 Vragen waarin vergelijkingen van dit soort halfreacties moeten worden opgesteld, kunnen zonder meer worden gesteld.
- Halfreacties van het type  
 $\text{Ag}_2\text{S} + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Ag} + \text{S}^{2-}$   
 $2 \text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 6 \text{H}^+ + 6 \text{e}^-$   
 Vragen waarin vergelijkingen van dit soort halfreacties moeten worden opgesteld, gaan vergezeld van extra informatie, bijvoorbeeld:

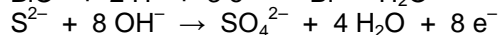
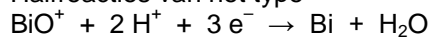
„Hieronder staat de onvolledige vergelijking van de halfreactie voor de omzetting van ammoniak tot stikstof:



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



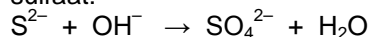
Vragen waarin vergelijkingen van dit soort halfreacties moeten worden opgesteld, gaan eveneens vergezeld van extra informatie, bijvoorbeeld:

„In de vergelijking van de halfreactie voor de omzetting van  $\text{BiO}^+$  tot Bi komen, behalve  $\text{BiO}^+$  en Bi en elektronen, ook  $\text{H}_2\text{O}$  en  $\text{H}^+$  voor.

# Geef de vergelijking van de halfreactie voor de omzetting van  $\text{BiO}^+$  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 1: 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 atoombouw en de plaatsing en ordening van elementen in het periodiek systeem.

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

11. De kandidaat kan van een aantal typen bindingen 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 en 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 2: Communale kennis

Er is gebleken dat er behoefte is aan een overzicht van scheikundige basisbegrippen die bij het centraal examen als zonder meer bekend beschouwd worden. Deze zogenoemde 'communale' kennis is niet in de specificatie van de eindtermen opgenomen. Let wel; de nummers in dit overzicht houden geen verband met de nummers in het eindexamenprogramma van 2007

### 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';
- ethaanzuur, azijnzuur/azijn

18 de volgende deeltjes als basen herkennen:

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

### **Bijlage 3: Handelingswerkwoorden in het centraal examen**

In de centrale examens wordt gebruik gemaakt van handelingswerkwoorden als "bereken", "verklaar", "toon aan", et cetera. Gebleken is, dat deze termen in de praktijk niet geheel duidelijk zijn. Daarom wordt de betekenis van deze termen, zoals de laatste jaren in het centraal examen gebruikelijk was, nader gespecificeerd.

De onduidelijkheden ontstaan vooral bij vragen waar de kandidaat niet kan volstaan met een eindantwoord of uitkomst om de maximumscore toegekend te krijgen. Bij dergelijke vraagstellingen blijkt gewoonlijk uit het correctievoorschrift of, en zo ja hoeveel, punten toegekend dienen te worden als de kandidaat volstaat met een op zich juist eindantwoord, dan wel enkele nodige tussenstappen overslaat of gebrekkig uitvoert.

*Noem, geef (aan), wat, welke, wanneer, hoeveel*

De kandidaat kan volstaan met een eindantwoord, tenzij vermeld staat 'licht toe'. Dan dient de kandidaat aan te geven hoe hij aan het antwoord gekomen is.

*Verklaar, beredeneer, leg uit*

De kandidaat dient een redenering of argumentatie te geven, die mogelijk uit enkele afzonderlijke denkstappen bestaat. Gewoonlijk worden die in het antwoordmodel genoemd.

*Bereken, laat door middel van een berekening zien*

Uit een te geven uitwerking moet duidelijk blijken met welke waarden een kandidaat de berekening heeft uitgevoerd, welke stappen zijn gezet en welke formules of principes zijn toegepast.

*Toon aan, leid af*

De kandidaat moet - indien mogelijk mede op basis van verstrekte gegevens - het antwoord afleiden. Hij moet aangeven hoe de afleiding heeft plaatsgevonden.