

# Onderwijsbare en toetsbare specificaties Vwo-2010

Vastgesteld door de CEVO in september 2009

Op basis van het document van



**Getiteld: Werkversie syllabus scheikunde havo en vwo bij het examenprogramma van Nieuwe scheikunde - januari 2008-**

In grijs staat in deze werkversie wat in het examen havo-2010 wordt uitgesloten.

Wijzigingen ten opzichte van de oorspronkelijke syllabustekst zijn in rood aangegeven.

In deze versie zijn alleen de relevante pagina's van het oorspronkelijke document opgenomen.

# Specificatie vwo

## Domein A Vaardigheden

### Subdomein A1 Algemene vaardigheden

#### A1.1 Informatievaardigheden

De kandidaat kan doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken.

#### A1.2 Communiceren

De kandidaat kan adequaat schriftelijk, mondeling en digitaal in het publieke domein communiceren over onderwerpen uit het desbetreffende vakgebied.

#### A1.3 Reflecteren op leren

De kandidaat kan bij het verwerven van vakkennis en vakvaardigheden reflecteren op eigen belangstelling, motivatie en leerproces.

#### A1.4 Studie en beroep

De kandidaat kan toepassingen en effecten van vakkennis en vaardigheden in verschillende studie- en beroepssituaties herkennen en benoemen en een verband leggen tussen de praktijk van deze studies en beroepen en de eigen kennis, vaardigheden en belangstelling.

### Subdomein A2 Natuurwetenschappelijke, technische en wiskundige vaardigheden

#### A2.1 Onderzoek

De kandidaat kan een vraagstelling in een geselecteerde context analyseren, gebruik makend van relevante begrippen en theorie, vertalen in een vakspecifiek onderzoek, dat onderzoek uitvoeren, en uit de onderzoeksresultaten conclusies trekken.

#### A2.2 Ontwerpen

De kandidaat kan een ontwerp op basis van een gesteld probleem voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren en daarbij relevante begrippen/theorie gebruiken.

#### A2.3 Modelvorming

De kandidaat kan een realistische contextsituatie analyseren, inperken tot een hanteerbaar probleem, vertalen naar een model, modeluitkomsten genereren en interpreteren en het model toetsen en beoordelen.

#### Eindterm A2.4 Redeneren

De kandidaat kan met gegevens van wiskundige en natuurwetenschappelijke aard consistente redeneringen opzetten van zowel inductief als deductief karakter.

#### A2.5 Waarderen en oordelen

De kandidaat kan een beargumenteerd oordeel over een situatie in de natuur of een technische toepassing geven, en daarin onderscheid maken tussen wetenschappelijke argumenten en persoonlijke uitgangspunten.

#### A2.6 Rekenkundige en wiskundige vaardigheden

De kandidaat kan een aantal voor het vak relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden correct en geroutineerd toepassen bij vakspecifieke probleemsituaties.

## Subdomein A3 Vakvaardigheden

De kandidaat kan adequaat communiceren in de chemische vaktaal en vakterminologie en veilig werken bij experimenten en toepassingen van de chemie op basis van een risico inventarisatie.

### A3.1 Risico inventarisatie en veilig werken

De kandidaat kan een risico inventarisatie opstellen, experimenten veilig uitvoeren met gebruik van stoffen, instrumenten en organismen en de risico-inventarisatie evalueren.

#### Specificatie

De kandidaat kan

- 1 een risico inventarisatie van een experiment of toepassing van een chemisch proces opstellen en evalueren.
- 2 relevante informatie over het risico van stoffen selecteren met behulp van tabellen:
  - gevaarsymbolen;
  - R- en S-zinnen;
  - chemiekaarten.
- 3 berekeningen uitvoeren aan toelaatbare concentraties van stoffen:
  - ADI-waarde;
  - MAC-waarde.
- 4 begrippen gebruiken die met toxiciteit samenhangen.
- 5 veilig, zinvol en doelmatig werken met stoffen, instrumenten, apparaten en organismen zonder schade te berokkenen aan mensen, dieren en milieu.
- 6 richtlijnen voor het verwerken van afval van chemische experimenten toepassen.

### A3.2 Vaktaal

De kandidaat kan de specifieke vaktaal en vakterminologie interpreteren en produceren, waaronder formuletaal, conventies en notaties.

#### Specificatie

De kandidaat kan

- 1 het symbool geven van de volgende elementen als de naam is gegeven en omgekeerd:
  - waterstof, helium, lithium, koolstof, stikstof, zuurstof, fluor, neon, natrium, magnesium, aluminium, silicium, fosfor, zwavel, chloor, kalium, calcium, chroom, mangaan, ijzer, nikkel, koper, zink, broom, zilver, cadmium, tin, jood, barium, platina, goud, lood, uranium, plutonium.
- 2 aangeven of het desbetreffende element een metaal is of een niet-metaal:
  - waterstof, lithium, koolstof, stikstof, zuurstof, fluor, natrium, magnesium, aluminium, silicium, fosfor, zwavel, chloor, kalium, calcium, chroom, mangaan, ijzer, nikkel, koper, zink, broom, zilver, cadmium, tin, jood, barium, platina, goud, lood, uranium, plutonium.
- 3 de formules geven van de volgende stoffen als de naam is gegeven en omgekeerd:
  - ammoniak, azijnzuur, benzeen, broom, chloor, ethanol, fluor, glucose, glycerol, jood, koolstofdioxide, koolstofmono-oxide, sacharose, stikstofdioxide, stikstofmono-oxide, ozon, stikstof, water, waterstof, waterstofperoxide, zuurstof, zwaveldioxide, zwaveltrioxide.
- 4 namen en formules geven en interpreteren van zouten die zijn samengesteld uit de volgende ionen:
  - $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Hg}^+$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{4+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{4+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ;
  - $\text{Br}^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{ClO}^-$ ,  $\text{ClO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ;
  - de notatie (I), (II), (III), enzovoort bij metaalionen.
- 5 de namen van de volgende zuren geven als de formule is gegeven en omgekeerd:
  - HCl;
  - $\text{H}_2\text{S}$ ;
  - $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;
  - $\text{HNO}_3$ ;
  - $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 / \text{'H}_2\text{CO}_3\text{'}$ ;
  - $\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 / \text{'H}_2\text{SO}_3\text{'}$ ;
  - $\text{H}_3\text{PO}_4$ ;
  - $\text{HCOOH}$ ;

- $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
- 6 de namen van de volgende basen geven als de formule is gegeven en omgekeerd:
- $\text{NH}_3$ ;
  - $\text{OH}^-$ ;
  - $\text{CO}_3^{2-}$ ;
  - $\text{O}^{2-}$ ;
  - $\text{PO}_4^{3-}$ ;
  - $\text{S}^{2-}$ ;
  - $\text{SO}_3^{2-}$ .
- 7 de namen van de volgende amfolyten geven als de formule is gegeven en omgekeerd:
- $\text{HCO}_3^-$ ;
  - $\text{HPO}_4^{2-}$ ;
  - $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ;
  - $\text{HS}^-$ .
- 8 aangeven dat stoffen naast systematische namen ook triviale namen kunnen hebben.
- 9 de aanduidingen mono, di, tri, tetra en poly bij koolstofverbindingen hanteren; **in ieder geval bij:**
- sachariden;
  - peptiden.
- 10 de volgende toestandsaanduidingen gebruiken:
- (s);
  - (l);
  - (g);
  - (aq).
- 11 faseovergangen weergeven met behulp van toestandsaanduidingen.
- 12 de volgende aanduidingen voor soorten mengsels hanteren:
- oplossing: onverzadigd, verzadigd;
  - suspensie;
  - emulsie;
  - aerosol;
  - rook;
  - schuim;
  - legering, alliage.
- 13 de volgende begrippen hanteren:
- gemiddelde atoommassa;
  - gemiddelde molecuulmassa;
  - ionmassa;
  - chemische hoeveelheid stof: eenheid mol;
  - molaire massa;
  - molair volume van een gas;
  - volumepercentage in mengsels;
  - massapercentage in mengsels en verbindingen;
  - ppm, ppb;
  - concentratie;
  - concentratie en molariteit in  $\text{mol L}^{-1}$ ;
  - verdunningsfactor;
  - pH en pOH;
  - molverhouding bij reacties;
  - massaverhouding bij reacties;
  - overmaat;
  - ondermaat.
- 14 enkele behoudsprincipes formuleren:
- energiebehoud;
  - elementbehoud;
  - elementkringloop;
  - stofkringloop.
- 15 een chemisch proces weergeven met een reactievergelijking met toestandsaanduidingen
- 16 homogene en heterogene mengsels herkennen
- 17 voorwaarden noemen voor het ontstaan van brand en toelichten dat het blussen of het voorkomen van brand berust op beïnvloeding van deze voorwaarden:

- aanwezigheid van brandstof en zuurstof;
- ontbrandingstemperatuur.

## Domein B Analysemethoden en -technieken

### Subdomein B5 Onderzoek

De kandidaat kan voor eenvoudige probleemstellingen een werkplan opstellen en resultaten van bepalingen van kwalitatieve en kwantitatieve analyse verwerken en interpreteren.

#### Specificatie

De kandidaat kan

- 1 voor eenvoudige probleemstellingen een werkplan opstellen.
- 2 van een aantal stoffen aangeven hoe zij kunnen worden aangetoond:
  - jood, koolstofdioxide, onverzadigde koolstofverbindingen, water, waterstof, zetmeel, zuurstof, zwaveldioxide.
- 3 met gebruik van een pH-meter en/of zuur-base indicatoren aantonen of een oplossing zuur, neutraal of basisch is.
- 4 uit gegevens over de kleuren van zuur-base indicatoren afleiden tussen welke grenzen de pH van een oplossing ligt.
- 5 met behulp van gegevens uit tabellen de aanwezigheid van bepaalde ionsoorten aantonen:
  - neerslagreacties;
  - kleuren van oplossingen;
  - vlamkleuringen.
- 6 met behulp van chromatografie de aanwezigheid van bepaalde stoffen aantonen aan de hand van de retentietijd.
- 7 aangeven dat in spectrogrammen van stoffen kenmerkende patronen kunnen voorkomen aan de hand waarvan die stoffen kunnen worden herkend:
  - absorptiespectra: visueel, UV en IR;
  - massaspectra.
- 8 met behulp van tabelgegevens uit de pH de molariteit van oplossingen van zuren en basen berekenen en omgekeerd, indien nodig gebruik makend van de betrekking  $\text{pH} + \text{pOH} = \text{p}K_w$ :
  - sterke zuren;
  - zwakke zuren: éénwaardig;
  - sterke basen;
  - zwakke basen: éénwaardig;
  - buffers.
- 9 uitleggen wat het effect is op de pH wanneer een oplossing wordt verdund:
  - zure oplossingen;
  - basische oplossingen;
  - bufferoplossingen.
- 10 uit meetresultaten van kwantitatieve bepalingen de hoeveelheid van een stof in een oplossing of mengsel berekenen **of een berekening kunnen toelichten/uitleggen**
  - chromatografie: piekoppervlakte;
  - colorimetrie: ijklijn;
  - massaspectrometrie: piekhoogte;
  - polarimetrie: optische activiteit;
  - gravimetrie;
  - titratie

## Domein C Structuren en reacties

### Subdomein C3 Microstructuren

De kandidaat kan de samenstelling van atomen, ionen en moleculen beschrijven en in gegeven voorbeelden van de bouwstenen van stoffen kenmerkende aspecten herkennen.

#### Specificatie

De kandidaat kan

- 1 aangeven hoe de lading van een deeltje samenhangt met de bouw van het desbetreffende deeltje:
  - protonen;
  - neutronen;
  - elektronen;
  - atomen, isotopen;
  - ionen: enkelvoudig en samengesteld;
  - radicalen: reactieve deeltjes met een ongepaard elektron;
  - moleculen.
- 2 aangeven wat wordt bedoeld met de verschillende typen kristalrooster:
  - atoomrooster;
  - molecuulrooster;
  - ionrooster;
  - metaalrooster.
- 3 uit een structuurformule de molecuulformule afleiden.
- 4 aangeven wat wordt verstaan onder structuurisomeren.
- 5 de ruimtelijke structuur van moleculen, of delen daarvan herkennen:
  - tetraëder, bindingshoeken ongeveer  $109^\circ$ ;
  - plat vlak, bindingshoeken ongeveer  $120^\circ$ ;
  - lineair, bindingshoek  $180^\circ$ .
- 6 aangeven in welke gevallen de draaibaarheid van een binding tussen koolstofatomen beperkt is:
  - cis-trans-isomerie.
- 7 in moleculen van koolstofverbindingen kenmerkende structuren herkennen:
  - vertakte en onvertakte koolstofketens;
  - cyclische structuren;
  - asymmetrisch koolstofatoom, spiegelbeeldisomerie;
  - enkele binding;
  - dubbele binding;
  - drievoudige binding;
  - fenylgroep;
  - OH groep: primaire, secundaire en tertiaire alcoholen;
  - COOH groep: carbonzuren;
  - $\text{NH}_2$  groep;
  - esterbinding;
  - etherbinding;
  - C=O groep, aldehyden en ketonen;
  - amidebinding en peptidebinding.
- 8 van bepaalde koolstofverbindingen, waarvan de moleculen maximaal 6 koolstofatomen in de hoofdketen hebben, de structuurformule geven als de systematische naam volgens IUPAC gegeven is:
  - alkanen;
  - alkenen;
  - alkyne;
  - cycloalkanen;
  - benzeen;
  - halogeenalkanen;
  - alkanolen;
  - alkoxyalkanen;
  - alkanalen;
  - alkanonen;
  - alkaanzuren;
  - alkylalkanoaten;

- alkaanaminen;
- methylgroep;
- ethylgroep;
- fenylgroep;
- hydroxygroep;
- alkoxygroep;
- aminogroep.

### Subdomein C4 Relatie structuur en eigenschappen

De kandidaat kan in gegeven voorbeelden van structuren kenmerken herkennen en beredeneren welke eigenschappen daarmee samenhangen.

#### Specificatie

De kandidaat kan

- 1 uit de gegeven formule van een stof afleiden tot welke soort stoffen de desbetreffende stof behoort:
  - metalen;
  - zouten;
  - moleculaire stoffen.
- 2 aangeven of een bepaalde stof is opgebouwd uit ionen, atomen of moleculen.
- 3 aangeven welke principes ten grondslag liggen aan de plaatsing en ordening van elementen in het periodiek systeem:
  - kernlading/atomnummer;
  - eigenschappen binnen een groep.
- 4 van de volgende soorten elementen aangeven waar ze zich in het periodiek systeem bevinden:
  - metalen, niet-metalen;
  - edelgassen, halogenen.
- 5 van de elementen uit de groepen 1, 2, 16 en 17 aangeven hoe de ionlading samenhangt met de plaatsing in het periodiek systeem.
- 6 verband leggen tussen de aanwezige soorten deeltjes en het al dan niet geleiden van elektrische stroom door de desbetreffende stof:
  - metalen in vaste en vloeibare toestand;
  - zouten in vaste en vloeibare toestand;
  - moleculaire stoffen in vaste en vloeibare toestand;
  - oplossingen van zouten en moleculaire stoffen;
  - oplossingen van zuren en basen.
- 7 het type binding tussen de elementaire bouwstenen van een stof in verband brengen met de hoogte van het kook- en smeltpunt:
  - ionbinding;
  - vanderwaalsbinding of molecuulbinding;
  - dipool-dipoolbinding;
  - atoombinding of covalente binding;
  - waterstofbrug.
- 8 uitleggen waarom ionen en bepaalde moleculen watermoleculen kunnen binden en dat dit proces omkeerbaar is:
  - dipoolmolecuul;
  - waterstofbruggen;
  - hydratatie;
  - zouthydraten, de notatie  $\cdot nH_2O$ .
- 9 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.
- 10 aangeven wat wordt verstaan onder:
  - een zuur: sterk en zwak;
  - een base: sterk en zwak;

- een amfolyt;
  - een reductor;
  - een oxidator.
- 11 aangeven welke soorten deeltjes kenmerkend zijn voor de volgende soorten oplossingen:
- zure oplossingen;
  - basische oplossingen.
- 12 verband leggen tussen de volgende structurelementen en/of karakteristieke groepen en reacties:
- dubbele binding: additiereacties, ook polymerisatiereacties;
  - COOH groep als zuur;
  - NH<sub>2</sub> groep als base;
  - OH groepen: ethervorming, ook bij polyethers;
  - OH groep en COOH groep: vorming esterbinding, ook polyesters;
  - NH<sub>2</sub> groep en COOH groep: vorming amidebinding en peptidebinding, ook polyamiden en polypeptiden;
  - esterbinding: hydrolyse en verzeping;
  - peptidebinding: hydrolyse
  - etherbinding: hydrolyse bij sachariden.

## Subdomein C5 Bindingen

De kandidaat kan in gegeven voorbeelden van chemische processen aangeven welke bindingen worden verbroken en gevormd.

### Specificatie

De kandidaat kan

- 1 aangeven welke bindingstypen aanwezig zijn bij metalen, zouten en moleculaire stoffen:
  - metaalbinding;
  - ionbinding;
  - atoombinding of covalente binding: gemeenschappelijk elektronenpaar;
  - enkelvoudige en meervoudige bindingen;
  - polaire atoombinding: verschil in elektronegativiteit;
  - vanderwaalsbinding of molecuulbinding;
  - dipool-dipoolbinding;
  - waterstofbrug: N-H en O-H.
- 2 aangeven dat het netto energie-effect van een proces het verschil is tussen de energie die vrijkomt bij het vormen van bindingen en de energie die nodig is voor het verbreken van bindingen:
  - exotherm;
  - endotherm
  - energiediagram.
- 3 aangeven welk type binding wordt verbroken en gevormd bij de volgende processen:
  - fase-overgangen;
  - oplossen en indampen;
  - chemische reacties.
- 4 de werking van zeep en detergenten verklaren:
  - emulgator;
  - micel;
  - oppervlaktespanning.
- 5 chemische processen, oplossen en indampen weergeven met behulp van formules en reactievergelijkingen met toestandsaanduidingen:
  - beginstoffen;
  - reactieproducten;
  - halfreacties en totale reactievergelijking;
  - kloppend maken: atoombalans, ladingsbalans.
- 6 aangeven dat reacties vaak in een aantal stappen verlopen:
  - reactiemechanisme;
  - snelheidsbepalende stap;
  - katalysator;
  - activeringsenergie.
- 7 reacties van koolstofverbindingen in vergelijkingen met structuurformules weergeven.

## Subdomein C6 Typen reacties

De kandidaat kan van een aantal typen reacties algemene kenmerken weergeven en hiervoor reactievergelijkingen opstellen.

### Specificatie

De kandidaat kan

- 1 aangeven wat de kenmerken zijn van de volgende typen reacties:
  - neerslagreactie;
  - zuur-base reactie;
  - redox reactie;
  - elektrolyse;
  - verbrandingsreactie: volledige verbranding en onvolledige verbranding;
  - additiereactie;
  - substitutiereactie;
  - condensatiereactie;

- hydrolyse;
  - polymerisatie;
  - thermolyse.
- 2 uitleggen welk deeltje bij een zuur-base reactie het zuur is en welk deeltje de base en in de reactievergelijking aangeven:
    - de protonoverdracht;
    - de base en het geconjugeerde zuur;
    - het zuur en de geconjugeerde base.
  - 3 uitleggen welk deeltje bij een redoxreactie de oxidator is en welk deeltje de reductor en in de reactievergelijking de elektronenoverdracht aangeven.

### Subdomein C7 Reactiesnelheid en evenwichten

De kandidaat kan verklaren hoe de reactiesnelheid en de ligging van het evenwicht kunnen worden beïnvloed.

#### Specificatie

De kandidaat kan

- 1 met behulp van het 'botsende-deeltjes-model' uitleggen welke invloed concentratie, verdelingsgraad en temperatuur op de snelheid van een reactie hebben.
- 2 aangeven wat in de scheikunde wordt verstaan onder:
  - dynamisch evenwicht;
  - homogeen evenwicht;
  - heterogeen evenwicht;
  - verdelingsevenwicht;
  - aflopende reactie.
- 3 uitleggen dat een aflopende reactie ontstaat wanneer aan een evenwichtsreactie **in evenwicht verkerend systeem** één van de deelnemende soorten deeltjes wordt onttrokken.
- 4 voor een gegeven evenwichtsreactie de evenwichtsvoorwaarde geven:
  - concentratiebreuk;
  - evenwichtsconstante;
  - $K_z$ ,  $K_b$ ,  $K_w$ .
- 5 uitleggen met behulp van de evenwichtsvoorwaarde of de evenwichtssituatie kan worden beïnvloed door:
  - de concentratie van één of meer bij het evenwicht betrokken stoffen;
  - het volume van het evenwichtssysteem;
  - de temperatuur van het evenwichtssysteem;
  - de aanwezigheid van een katalysator;
  - de verdelingsgraad van de bij het evenwicht betrokken stoffen.
- 6 van een aantal factoren aangeven of deze de waarde van de evenwichtsconstante beïnvloeden:
  - temperatuur;
  - concentratie;
  - katalysator;
  - verdelingsgraad.
- 7 de invloed van een katalysator op een chemisch proces **aangeven**
  - reactiesnelheid;
  - insteltijd van het evenwicht;
  - ligging van het evenwicht.
- 8 in een gegeven voorbeeld de reactiesnelheid berekenen in een gegeven eenheid.

## Domein D Synthesen

### Subdomein D4 Scheidings- en zuiveringstechnologie

De kandidaat kan in gegeven voorbeelden van chemisch-industriële processen op microniveau en chemisch-technologisch niveau beredeneren en verklaren waarom in het betreffende proces deze technologie wordt toegepast.

#### Specificatie

De kandidaat kan

- 1 een aantal scheidings- en zuiveringstechnieken noemen en toelichten voor welk type mengsel de desbetreffende techniek kan worden toegepast:
  - extraheren/extractie;
  - adsorberen/adsorptie;
  - destilleren: de begrippen destillaat en residu;
  - filtreren: de begrippen filtraat en residu;
  - centrifugeren;
  - bezinken;
  - indampen;
  - chromatografie: papier-, dunnelaag- en gaschromatografie.
- 2 aangeven op welke principes de in D4.1 genoemde scheidings- en zuiveringstechnieken berusten.

### Subdomein D5 Procestechnologie

De kandidaat kan processchema's als weergave van een industrieel chemisch proces opstellen en interpreteren.

#### Specificatie

De kandidaat kan

- 1 aangeven wat de kenmerken zijn van een continu proces en van een batchproces.
- 2 de voor- en nadelen van een continu- en een batchproces tegen elkaar afwegen.
- 3 een blokschema interpreteren van een beschreven industrieel proces.
- 4 een beschreven industrieel proces in een blokschema weergeven.

### Subdomein D6 Processen optimaliseren

De kandidaat kan aan de hand van **reactievergelijkingen** en van processchema's en informatie op microniveau over een chemisch industrieel proces rendementsberekeningen uitvoeren **het rendement van een chemisch proces berekenen** en mogelijkheden aangeven voor het optimaliseren van het proces.

#### Specificatie

De kandidaat kan

- 1 uitleggen waardoor in een chemisch proces meestal mengsels ontstaan:
  - evenwichtsreactie;
  - overmaat;
  - volgreacties;
  - nevenreacties en bijproducten.
- 2 uitleggen in welke verhouding beginstoffen moeten worden gekozen voor de bereiding van een bepaald product.
- 3 het rendement van een proces berekenen als fractie of percentage van de theoretische opbrengst, op basis van volledige omzetting.
- 4 mogelijkheden aangeven om van een gegeven chemisch productieproces het rendement te optimaliseren:
  - reactiesnelheid;
  - katalyse, biokatalyse;
  - scheidings- en zuiveringsmethode;
  - tegengaan van neven- en volgreacties;
- 5 voor- en nadelen van **gegeven beschreven** productieprocessen tegen elkaar afwegen:

- gebruik oplosmiddelen;
- atomefficiëntie;
- neven- en volgreacties;
- energie-effect;
- toxiciteit.

## Domein E Chemie van het leven

### Subdomein E4 Chemische processen in het lichaam

De kandidaat kan van chemische processen in levende organismen de reacties op moleculair niveau weergeven en met moleculaire kennis het transport van stoffen in het lichaam weergeven.

#### *Specificatie*

De kandidaat kan

- 1 aangeven wat de functie van een enzym is:
  - biokatalyse;
  - specifieke werking.
- 2 aangeven dat de pH van invloed is op stofwisselingsprocessen:
  - bufferwerking.
- 3 aangeven dat de spijsvertering begint met de enzymatische hydrolyse van:
  - eiwitten;
  - koolhydraten;
  - vetten.
- 4 de specifieke werking van enzymen toelichten aan de hand van de ruimtelijke structuur en de functionele groepen.
- 5 uitleggen dat monosachariden ontstaan uit hydrolyse van polysachariden:
  - zetmeel en glycogeen: glucose
  - cellulose.
- 6 aangeven dat eiwitten polymeren zijn waaruit bij hydrolyse aminozuren ontstaan:
  - essentiële aminozuren.
- 7 aangeven dat in eiwitmoleculen het aantal, de soort en de volgorde van de aminozuureenheden karakteristiek is:
  - primaire, secundaire, tertiaire en quaternaire structuur.
- 8 het denatureren van eiwitten verklaren:
  - verhitten;
  - toevoegen van zuren of basen.
- 9 aangeven dat vetten esters zijn waaruit bij hydrolyse glycerol en vetzuren ontstaan:
  - essentiële vetzuren;
  - verzadigde vetzuren;
  - onverzadigde vetzuren: omega-3, omega-6.
- 10 met behulp van gegeven structuren van nucleïnebasen de koppeling daartussen verklaren:
  - A - T;
  - C - G;
  - A - U.
- 11 aangeven dat DNA uit een dubbele helix bestaat en RNA uit een enkele helix.
- 12 de biosynthese van eiwitten beschrijven:
  - gen;
  - transcriptie;
  - translatie;
  - triplet, codon.
- 13 het transport van stoffen in het lichaam toelichten:
  - zuurstof en koolstofdioxide;
  - diffusie;
  - osmose;
  - semipermeabel membraan.

- 14 de toedieningsvorm van medicijnen in verband brengen met de stofwisseling:
- werkzame stof;
  - vulstof;
  - verschillende toedieningsvormen;
  - modelbenadering.

## Domein F Materiaalinnovatie

### Subdomein F4 Moleculaire basis van innovatieve materialen

De kandidaat kan kennis op microniveau toepassen voor het verklaren van kenmerken en functies van innovatieve materialen voor maatschappelijke en industriële doeleinden.

#### *Specificatie*

De kandidaat kan

- 1 verband leggen tussen elektrische eigenschappen van materialen en de microstructuur:
  - geleiders: beweeglijke elektronen en/of ionen;
  - geleidende polymeren.
- 2 verband leggen tussen de microstructuur en het gedrag van stoffen bij temperatuurverandering:
  - thermoplast;
  - thermoharder;
  - brandbaarheid.
- 3 methoden voor het conserveren van materialen in verband brengen met de microstructuur **eigenschappen** van deze materialen:
  - verven;
  - coaten;
  - impregneren;
  - verchromen;
  - verzinken/galvaniseren;
  - verzilveren.
- 4 de bouw en werking beschrijven van een elektrolyseopstelling, gebruik makend van de begrippen:
  - reductor, oxidator;
  - halfreacties en totale reactievergelijking;
  - elektrolyt: oplossing en gesmolten;
  - elektroden: aantastbaar en onaantastbaar;
  - anode, kathode;
  - zoutbrug, membraan;
  - richting van de verplaatsing van elektronen en ionen;
  - elektrodepotentiaal.
- 5 aangeven wat wordt verstaan onder corrosie.
- 6 methoden verklaren om corrosie te bestrijden:
  - oppervlaktebehandelingen;
  - opofferingsmetaal;
  - kathodische bescherming.

## Domein G Duurzame ontwikkeling

### Subdomein G4 Innovatieve energieproductie uit koolstofhoudende bronnen

De kandidaat kan de innovatieve energieproductie uit koolstofhoudende energiebronnen op moleculair en chemisch-technologisch niveau beschrijven, het effect ervan op de voorraad natuurlijke hulpbronnen, lucht-, bodem- en waterkwaliteit toelichten en hieraan berekeningen uitvoeren.

#### *Specificatie*

De kandidaat kan

- 1 beschrijven hoe brandstoffen, asfalt en grondstoffen voor de chemische industrie uit aardolie worden geproduceerd:
  - gefractioneerde destillatie;
  - kraken.
- 2 innovatieve processen **beschrijven** voor de winning van brandstof uit diep gelegen steenkoolvelden **beschrijven en grondstoffen voor de chemische industrie uit steenkool**.
- 3 op grond van de beschrijving van verschillende technieken voor de energieproductie uit biomassa overwegingen aangeven voor het al of niet toepassen van deze technieken
  - vergisting van biomassa: bioethanol, biogas;
  - thermische conversie van biomassa: pyrolyse, vergassing, verbranding.
- 4 ongewenste neveneffecten van het gebruik van koolstofhoudende brandstoffen in verband brengen met de kwaliteit van lucht, water en bodem:
  - ontstaan van CO<sub>2</sub>: versterkt broeikaseffect;
  - ontstaan van NO<sub>x</sub>: smogvorming, zure depositie;
  - ontstaan van SO<sub>2</sub>: smogvorming, zure depositie;
  - ontstaan van CO, roet, onverbrande koolwaterstoffen, fijn stof;
  - afname van de voorraad natuurlijke hulpbronnen.
- 5 berekeningen uitvoeren aan het rendement van innovatieve brandstoffen en fossiele brandstoffen.
- 6 het energie-effect van de productie en verbranding van verschillende koolstofhoudende brandstoffen berekenen met behulp van de wet van Hess:
  - vormingswarmte;
  - verbrandingswarmte.
- 7 voor- en nadelen van de productie en het gebruik van innovatieve brandstoffen en fossiele brandstoffen tegen elkaar afwegen:
  - restproducten;
  - milieueffect.

### **Subdomein G5 Energie uit koolstofvrije bronnen**

De kandidaat kan de energieproductie uit koolstofvrije energiebronnen op moleculair en chemisch-technologisch niveau beschrijven, het effect ervan op de voorraad natuurlijke hulpbronnen, lucht -en waterkwaliteit toelichten.

#### *Specificatie*

De kandidaat kan

- 1 de schematische opbouw en de werking van een elektrochemische cel beschrijven, gebruik makend van de begrippen:
  - reductor, oxidator;
  - halfreacties en totale reactievergelijking;
  - elektrolyt-oplossing;
  - positieve elektrode, negatieve elektrode;
  - zoutbrug, membraan.
- 2 de werking beschrijven van accu's en brandstofcellen.
- 3 uit de beschrijving van een elektrochemische cel afleiden of deze al dan niet oplaadbaar is.
- 4 neveneffecten aangeven van de productie en het gebruik van energie uit koolstofvrije bronnen:
  - effect op de voorraad natuurlijke hulpbronnen;
  - hergebruik van grondstoffen;
  - zware metalen.