

Onderwijsbare en Toetsbare specificaties

(Analyse relatie leerlijnen en syllabus)

Vastgesteld door Stuurgroep Nieuwe Scheikunde
op 28 mei 2008
Voor het examen HAVO 2009

Op basis van het document van



Getiteld: Werkversie syllabus scheikunde havo en vwo bij het examenprogramma van Nieuwe scheikunde

Deze specificatie van de syllabus voor het CE-Havo-2009 is als volgt tot stand gekomen.

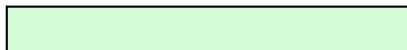
- **Op 10 januari 2008** heeft de *expertgroep coaches* een eerste analyse gemaakt van de onderwijsbaarheid van de verschillende specificaties op grond van de modules in de leerlijn havo (groen en blauw). De expertgroep coaches heeft geadviseerd een deel van de specificaties niet mee te nemen bij voor de toetsing in het experimenteel examen havo in 2009.
- **Op 19 februari 2008** is op basis van deze analyse van de expertgroep coaches een eerste versie van dit document besproken in de *Stuurgroep Nieuwe Scheikunde*.
- Een bijgewerkt document is op **20 maart 2008** als aangevuld en verbeterd bijgesteld concept door de expertgroep coaches besproken, waarna op basis daarvan een tweede conceptvoorstel is geformuleerd, **direct na 20 maart**.
- Dit voorstel is voorgelegd aan drie externe vakdidactische experts: Martin Goedhart (RuG), Erik Joling (UvA) en Fer Coenders (UT).
- Het op basis van deze consultatie bijgestelde voorstel is op **21 mei 2008** besproken door de *docenten in de netwerkgroepen examenexperiment* (relatie 1 en 3).
- Op grond van de resultaten van deze consultatie van betrokken docenten is op **28 mei 2008** door de *Stuurgroep Nieuwe Scheikunde* besloten welke specificaties wel en welke niet meegenomen worden in de toetsing experimenteel eindexamen scheikunde havo 2009.

Beslissingspad voor het vaststellen van gebruikte delen syllabus voor examenjaar 2009 havo:

- Deze bijstelling is geldig voor het examenjaar 2009 havo.
- In grote lijnen zal deze ook voor het examenjaar 2010 gelden, al zal er mogelijk sprake zijn van bijstelling op grond van voortschrijdend inzicht.

Achtergrond en toelichting:

Voor havo is de groene leerlijn aan de syllabus de modules gekoppeld (licht groene blokken in de rechtermarge)



De blauwe leerlijn Havo is in dit document niet op een dergelijke manier, lichtblauwe blokken in de marge, weergegeven vanwege de overzichtelijkheid.¹

Docenten en coach van de betreffende scholen hebben wel steeds aangegeven of de specificaties in de subdomeinen ook voor hen in het lesmateriaal aan de orde komen.

In de groene tekst in de marge geven de vetgedrukte eindtermen aan dat de inhoud van de module op de eindtermen van het betrokken (sub)domein betrekking hebben. Niet-vetgedrukte eindtermen verwijzen naar andere (sub)domeinen.

Alle gebruikte teksten zijn afkomstig van de teksten uit de Cevo-syllabus werkversie januari 2008. Het zijn alleen die teksten die algemeen zijn en/of betrekking hebben op havo.

In de specificaties zijn de onderwijsbare onderdelen zwart gebleven en de niet-onderwijsbare specificaties zijn licht grijs gemaakt. In een aantal gevallen stellen we voor de detail-specificaties weg te laten (de bolletjes). Dit heeft te maken met de modules die nog in ontwikkeling zijn.

Vanuit het need-to-know principe kan het zijn dat we op net iets andere termen uitkomen. Een te gedetailleerde specificatie werpt daarmee een blokkade op voor een dynamische (door)ontwikkeling op dit moment. Tevens staan in de tekst nu aanwijzingen hoe de specificaties geïnterpreteerd moeten worden in relatie tot de modules. Via voetnoten worden de interpretaties verder uitgelegd.

Voor het CE-Havo-2009 wordt subdomein E4 geheel buiten werking gesteld omdat het lesmateriaal niet op tijd kan worden geproduceerd.

Overweging:

Tot slot twee belangrijke opmerkingen.

- Op dit moment is de nieuwe scheikunde nog in een fase van initiatie en ontwikkeling. Daarvoor is extra ruimte nodig omdat de onzekerheid groter is dan in een volgende fase van meer stabiele en verder uitontwikkelde programma's en materialen.
- Evaluatie van het examenexperiment moet ook 'gaande de rit' kunnen plaatsvinden om in de eindrapportage van de Stuurgroep Nieuwe Scheikunde aan het eind van het kalenderjaar 2010 te kunnen adviseren op basis van onderwijsbaarheid, haalbaarheid en toetsbaarheid.

¹ Een analoog document met blauwe blokken in de rechtermarge wordt voor scholen met de blauwe leerlijn later geproduceerd.

De verdeling CE/SE

De toedeling aan CE en SE is af te lezen uit de tabellen 1 en 2.

Tabel 1 Verdeling programma havo over CE en SE

Overzicht examenprogramma havo	In CE	Moet in SE	Mag in SE
A Vaardigheden			
A1 Algemene vaardigheden	X	X	
A2 Natuurwetenschappelijke, technische en wiskundige vaardigheden	X	X	
A3 Vakspecifieke vaardigheden	X	X	
B Onderzoeksmethoden en -technieken			
B1 Stoffen aantonen		X	
B2 Standaardbepalingen		X	
B3 Standaard methoden en –technieken		X	
B4 Digitale modellen		X	
B5 Data verzamelen en verwerken	X		X
C Structuren en reacties			
C1 Reactiesnelheid bepalen		X	
C2 Microstructuren	X		X
C3 Relatie microstructuur en eigenschappen	X		X
C4 Bindingen vormen en verbreken	X		X
C5 Typen reacties	X		X
C6 Reactiesnelheid en evenwichten	X		X
D Synthesen			
D1 Grootschalige productie van stoffen		X	
D2 Stoffen scheiden en zuiveren		X	
D3 Synthese volgens voorschrift		X	
D4 Scheidings- en zuiveringsmethoden	X		X
D5 Industriële processen	X		X
D6 Rendement	X		X
E Chemie van het leven			
E1 Monitoringsonderzoek		X	
E2 Preventie		X	
E3 Industriële productie van stoffen		X	
E4 Stoffen in het lichaam	X		X
F Materialen			
F1 Materiaalanalyse		X	
F2 Innovatie van materialen		X	
F3 Spin off		X	
F4 Moleculaire basis van materialen	X		X
G Duurzame ontwikkeling			
G1 Duurzaam produceren		X	
G2 Ketenganalyse		X	
G3 Energieproductie uit koolstofhoudende bronnen	X		X
G4 Koolstofvrije energiebronnen	X		X

Hoofdstuk 3 Specificatie van de subdomeinen

Toelichting op de specificatie

De syllabuscommissie heeft per eindterm zo duidelijk mogelijk trachten weer te geven:

- wat de leerling bij deze eindterm moet kennen (de chemische begrippen);
- wat de leerling met deze eindterm moet kunnen (de handelingswerkwoorden bijvoorbeeld aangeven, uitleggen, toelichten, berekenen enz);
- in welk perspectief de leerling de begrippen en handelingen moet kunnen toepassen (experimenteel onderzoek, industriële productie, chemie van het leven, ontwikkeling van materialen, duurzame ontwikkeling).

Met deze mate van specificatie hoopt de syllabuscommissie:

1. te voorkomen dat in het examenexperiment onduidelijkheid bestaat over de interpretatie en reikwijdte van een eindterm;
2. houvast te geven aan scholen en docenten die een eigen leerlijn en onderwijsprogramma ontwikkelen;
3. mogelijkheden voor aansluiting met de profielvakken natuurkunde of biologie voor niet-scheikundigen zichtbaar te maken;
4. kansen voor samenhang met biologie (profiel N&G) en natuurkunde (profiel N&T) en NLT (beide profielen) zichtbaar te maken;
5. inzichtelijk te maken in hoeverre het havo en vwo programma overeenkomen en verschillen;
6. duidelijk te maken wat de verschillen zijn tussen het bestaande scheikunde programma en nieuwe scheikunde. Dit wordt in de handreiking schoolexamen nieuwe scheikunde verder uitgewerkt.

Bij het opstellen van de specificatie nieuwe scheikunde is waar mogelijk aangesloten bij de specificatie van het bestaande scheikundeprogramma.

Specificatie havo

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

**) De subdomeinen A2.7 t/m A2.9 gelden alleen voor de vakken biologie, natuurkunde en scheikunde.*

#) Deze subdomeinen zijn nieuw in vergelijking met het examenprogramma 2007.

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.

Module 1 en 2: Bekers en Slurpers

**A1.1., A1.2, A2.1,
A2.3, A2.4, A2.5,
A2.7, A2.8, A3.2**

B5: Data verzamelen en verwerken
C3: Relatie microstructuur en eigenschappen
F1: Materiaaleigenschappen
F2: Innovatie van materialen
F4: Moleculaire basis van materialen

Module 3 en 4: ECOREizen BV.

**A1.1., A1.2,
A2.1, A2.3, A2.4, A2.5,
A2.6, A2.7, A2.8, A3.2**

B5: Data verzamelen en verwerken
C2: Microstructuren
C3: Relatie microstructuur en eigenschappen
C4: Bindingen vormen en breken
D3: Synthese volgens voorschrift
D6: Rendement
G1: Duurzaam produceren
G3: Energieproductie uit koolstofhoudende bronnen
G4: Koolstofvrij energiebronnen

Module 6 en 7: De Scooter

**A1.1, A1.2, A2.1, A2.1,
A2.4, , A2.5, A2.7, A2.8**

B1 Stoffen aantonen
B2 Standaardbepalingen
B3 Standaardmethoden en technieken
C2 Microstructuren
C3 Relatie microstructuur en eigenschappen
C5 Typen reacties
F1 Materiaalanalyse
F2 Innovatie van materialen
F4 Moleculaire basis van materialen
G1 Duurzaam produceren
G3 Energieproductie uit koolstofhoudende bronnen
G4 Koolstofvrij energiebronnen

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.

A2.7 Kennisvorming*

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

A2.8 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.

A2.9 De invloed van natuurwetenschap en techniek*

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

Subdomein A3 Vakspecifieke vaardigheden

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, koolstof, stikstof, zuurstof, fluor, natrium, magnesium, aluminium, fosfor, zwavel, chloor, kalium, calcium, ijzer, nikkel, koper, zink, broom, zilver, jood, barium, platina, goud, lood.
- 2 aangeven of het desbetreffende element een metaal is of een niet-metaal:
- waterstof, koolstof, stikstof, zuurstof, fluor, natrium, magnesium, aluminium, fosfor, zwavel, chloor, kalium, calcium, ijzer, nikkel, koper, zink, broom, zilver, jood, barium, platina, goud, lood.
- 3 de formules geven van de volgende stoffen als de naam is gegeven en omgekeerd:
- ammoniak, azijnzuur, broom, chloor, ethanol, fluor, glucose, glycerol, jood, koolstofdioxide, koolstofmono-oxide, stikstofdioxide, stikstofmono-oxide, ozon, stikstof, water, waterstof, zuurstof, zwaveldioxide, zwaveltrioxide.
- 4 namen en formules geven en interpreteren van zouten die zijn samengesteld uit de volgende ionen:
- Ag^+ , Al^{3+} , Ba^{2+} , Ca^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} ;
 - Br^- , CH_3COO^- , Cl^- , CO_3^{2-} , F^- , HCO_3^- , I^- , O^{2-} , OH^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} ;
 - de notatie (I), (II), (III), enzovoort bij metaalionen.
- 5 namen van de volgende zuren geven als de formule is gegeven en omgekeerd:
- HCl;
 - H_2SO_4 ;
 - HNO_3 ;
 - $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 / \text{'H}_2\text{CO}_3\text{'}$;
 - H_3PO_4 ;
 - CH_3COOH .
- 6 namen van de volgende basen geven als de formule is gegeven en omgekeerd:
- NH_3 ;
 - OH^- ;
 - CO_3^{2-} ;
 - O^{2-} ;
 - HCO_3^- .
- 7 aangeven dat stoffen naast systematische namen ook triviale namen kunnen hebben.
- 8 de aanduidingen mono, di, tri, tetra en poly bij koolstofverbindingen hanteren:
- sachariden;
 - peptiden.
- 9 de volgende toestandsaanduidingen gebruiken:
- (s);
 - (l);
 - (g);
 - (aq).
- 10 faseovergangen weergeven met behulp van toestandsaanduidingen.
- 11 de volgende aanduidingen voor soorten mengsels hanteren:
- oplossing: onverzadigd, verzadigd;
 - suspensie;
 - emulsie;
 - legering, alliage.
- 12 de volgende begrippen hanteren:
- atoommassa;
 - molecuulmassa;
 - ionmassa;
 - chemische hoeveelheid stof: eenheid mol;

- molaire massa;
 - volumepercentage in mengsels;
 - massapercentage in mengsels en verbindingen;
 - concentratie;
 - molariteit in mol L⁻¹;
 - verdunningsfactor;
 - pH en pOH;
 - molverhouding bij reacties;
 - massaverhouding bij reacties;
 - overmaat;
 - ondermaat.
- 13 enkele behoudsprincipes formuleren:
- energiebehoud;
 - elementbehoud;
 - elementkringloop;
 - stofkringloop.
- 14 een chemisch proces weergeven met een reactievergelijking met toestandsaanduidingen.
- 15 homogene en heterogene mengsels herkennen.
- 16 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 Onderzoeksmethoden en –technieken

Subdomein B5 Data verzamelen en verwerken

De kandidaat kan voor eenvoudige probleemstellingen een werkplan opstellen en resultaten van bepalingen voor kwalitatief en kwantitatief onderzoek verwerken en interpreteren.

Specificatie

De kandidaat kan

- 1 voor eenvoudige probleemstellingen een werkplan opstellen.
- 2 van een aantal stoffen aangeven hoe zij 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 afbakenen tussen welke grenzen de pH van een oplossing ligt.
- 5 met behulp van een oplosbaarheidstabel de aanwezigheid van bepaalde ionsoorten aantonen door middel van neerslagreacties.
- 6 met behulp van chromatografie de aanwezigheid van bepaalde stoffen aantonen aan de hand van de retentietijd.
- 7 uit de pH de molariteit van oplossingen van sterke zuren en sterke basen berekenen en omgekeerd, gebruik makend van de betrekking $\text{pH} + \text{pOH} = 14,00$ (bij 298 K).
- 8 aangeven [kwalitatief] wat het effect is op de pH wanneer een oplossing wordt verdund:
 - zure oplossingen;
 - basische oplossingen;
 - bufferoplossingen.
- 9 uit gegevens over de verdunning de pH berekenen van een oplossing van een sterk zuur of een sterke base.
- 10 uit meetresultaten van kwantitatieve bepalingen de hoeveelheid van een stof in een oplossing of mengsel berekenen:
 - chromatografie: piekoppervlakte;
 - colorimetrie: ijklijn;
 - gravimetrie;
 - titratie.

**Module 1 en 2:
Bekers en Slurpers**
A1.1., A1.2, A2.1, A2.3,
A2.4, A2.5, A2.7, A2.8,
A3.2

**B5: Data verzamelen
en verwerken**
C3: Relatie
microstructuur en
eigenschappen
F1:
Materiaaleigenschappen
F2: Innovatie van
materialen
F4: Moleculaire basis van
materialen

**module 5: Groeien of
Planten laten groeien**
(op dit moment nog
enigszins onduidelijk;
moet nog aangevuld
worden)
B1 Stoffen aantonen
C2 Microstructuren
C3 Relatie
microstructuren en
eigenschappen
C5 Typen reacties

Domein C Structuren en reacties

Subdomein C2 Microstructuren

De kandidaat kan de samenstelling [lees: bouw / structuur] van atomen, ionen en moleculen beschrijven en in moleculen van bepaalde 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;
 - ionen: enkelvoudig en samengesteld;
 - moleculen.
 - *(Interpretatie: de kandidaat kent van de bouwstenen de lading en kan die kennis toepassen.)²*
- 2 uit een structuurformule de molecuulformule afleiden.
- 3 aangeven wat wordt verstaan onder structuurisomeren.
- 4 in moleculen van koolstofverbindingen kenmerkende structuren herkennen:
 - vertakte en onvertakte koolstofketens;
 - enkele binding;
 - dubbele binding;
 - OH groep, alcoholen;
 - COOH groep, carbonzuren;
 - NH₂ groep
 - esterbinding;
 - peptidebinding.
- 5 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;
 - halogeenalkanen;
 - alkanolen;
 - alkaanzuren;
 - alkaanaminen;
 - methylgroep;
 - ethylgroep;
 - hydroxygroep;
 - aminogroep.
- 6 aangeven wat wordt bedoeld met de verschillende typen kristalrooster:

(Interpretatie: de kandidaat kan typen kristalroosters relateren aan eigenschappen van materialen.)³

 - atoomrooster;
 - molecuulrooster;
 - ionrooster;
 - metaalrooster.

Module 6 en 7: De Scooter

A1.1, A1.2, A2.1, A2.1, A2.4, , A2.5, A2.7, A2.8

B1 Stoffen aantonen
B2 Standaardbepalingen
B3 Standaardmethoden en technieken

C2 Microstructuren C3 Relatie microstructuur en eigenschappen C5 Typen reacties

F1 Materiaalanalyse
F2 Innovatie van materialen
F4 Moleculaire basis van materialen

G1 Duurzaam produceren
G3 Energieproductie uit koolstofhoudende bronnen
G4 Koolstofvrije energiebronnen

² Deze interpretatie geeft aan dat het hier gaat om gebruik van beperkte kennisverbanden; niet om complexe redeneringen.

³ Het in lichtgrijs weergegeven van specificaties en subspecificaties betekent niet dat deze termen niet in het examen mogen voorkomen. De examenontwerper mag er echter niet vanzelfsprekend van uitgaan dat de term of methode bij leerlingen bekend is en zal dus met een beschrijving de vraag moeten inleiden.

Subdomein C3 Relatie microstructuur en eigenschappen

De kandidaat kan in gegeven voorbeelden van microstructuren enkele structuurkenmerken herkennen en beredeneren welke eigenschappen daarmee samenhangen.

Specificatie

De kandidaat kan

- uit de gegeven formule van een stof afleiden tot welke soort stoffen de desbetreffende stof behoort en algemene eigenschappen van deze soort stoffen noemen:
 - metalen;
 - zouten;
 - moleculaire stoffen.
- aangeven of een bepaalde stof is opgebouwd uit ionen, atomen of moleculen.
- van de volgende soorten elementen aangeven waar ze zich in het periodiek systeem bevinden:
 - metalen, niet-metalen;
 - edelgassen, halogenen.
- van de elementen uit de groepen 1, 2, 16 en 17 aangeven hoe de ionlading samenhangt met de plaatsing in het periodiek systeem.
- verband leggen tussen de aanwezige soorten deeltjes en het al dan niet geleiden van elektrische stroom:
[interpretatie als voorbeeld om vanuit deeltjes eigenschappen te kunnen verklaren]
 - 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.
- het type binding tussen de elementaire bouwstenen [deeltje] van een stof in verband brengen met de hoogte van kook- en smeltpunt:
 - ionbinding;
 - vanderwaalsbinding of molecuulbinding;
 - waterstofbrug.
- aangeven dat ionen en bepaalde moleculen watermoleculen kunnen binden en dat dit proces omkeerbaar is:
 - waterstofbruggen;
 - hydratatie;
 - zouthydraten, de notatie $\cdot nH_2O$.
- uitleggen waarom bepaalde stoffen gezien hun microstructuur al dan niet mengen of oplossen:
 - hydrofoob/hydrofiel.
- aangeven wat wordt verstaan onder:
 - een zuur: sterk en zwak;
 - een base: sterk en zwak;⁴
 - een reductor;
 - een oxidator.
- aangeven welke soorten deeltjes kenmerkend zijn voor de volgende soorten oplossingen:
 - zure oplossingen;
 - basische oplossingen.

Module 1 en 2: Bekers en Slurpers

A1.1., A1.2, A2.1, A2.3, A2.4, A2.5, A2.7, A2.8, A3.2

B5: Data verzamelen en verwerken

C3: Relatie microstructuur en eigenschappen

F1:

Materiaaleigenschappen

F2: Innovatie van materialen

F4: Moleculaire basis van materialen

Module 6 en 7: De Scooter

A1.1, A1.2, A2.1, A2.1, A2.4, , A2.5, A2.7, A2.8

B1 Stoffen aantonen

B2 Standaardbepalingen

B3 Standaardmethoden en technieken

C2 Microstructuren

C3 Relatie microstructuur en eigenschappen

C5 Typen reacties

F1 Materiaalanalyse

F2 Innovatie van materialen

F4 Moleculaire basis van materialen

G1 Duurzaam produceren

G3 Energieproductie uit koolstofhoudende bronnen

G4 Koolstofvrije energiebronnen

⁴ Het in lichtgrijs weergegeven van specificaties en subspecificaties betekent niet dat deze termen niet voorkomen. De examenontwerper mag er echter niet vanzelfsprekend van uitgaan dat de term of m is en zal dus met een beschrijving de vraag moeten inleiden.

11 verband leggen tussen de volgende structuurelementen en/of karakteristieke groepen en reacties:

- dubbele binding en additiereacties, ook polymerisatiereacties;
- COOH groep als zuur;
- NH₂ groep als base;
- OH groep en COOH groep: vorming esterbinding, ook polyesters;
- NH₂ groep en COOH groep: vorming peptidebinding, ook polypeptiden;
- esterbinding: hydrolyse en verzeping;
- peptidebinding: hydrolyse.

Subdomein C4 Bindingen vormen en verbreken

De kandidaat kan in gegeven voorbeelden van reacties op microniveau aangeven welke bindingen worden gevormd en verbroken.

Specificatie

De kandidaat kan

1 aangeven welke van volgende bindingstypen aanwezig zijn bij metalen, zouten en moleculaire stoffen:

- metaalbinding;
- ionbinding;
- atoombinding of covalente binding: gemeenschappelijk elektronenpaar;
- enkelvoudige en meervoudige bindingen;
- polaire atoombinding: O-H en N-H;
- dipoolmolecuul: H₂O en NH₃;
- vanderwaalsbinding of molecuulbinding;
- waterstofbrug: NH, OH.⁵

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.

3 aangeven welk type binding wordt verbroken en gevormd bij de volgende processen:

- condenseren en verdampen;
- stollen en smelten;
- oplossen en indampen;
- chemische reacties.

4 de werking van zeep en detergents verklaren:

- emulgator;
- micel;
- oppervlaktespanning.⁶

5 chemische processen, oplossen en indampen weergeven met behulp van formules en reactievergelijkingen met toestandsaanduidingen ;

⁵ Het in lichtgrijs weergeven van specificaties en subspecificaties betekent niet dat deze termen niet voorkomen. De examenontwerper mag er echter niet vanzelfsprekend van uitgaan dat de term of m is en zal dus met een beschrijving de vraag moeten inleiden.

⁶ Het in lichtgrijs weergeven van specificaties en subspecificaties betekent niet dat deze termen niet voorkomen. De examenontwerper mag er echter niet vanzelfsprekend van uitgaan dat de term of m is en zal dus met een beschrijving de vraag moeten inleiden.

Module 8 en 9 inclusief Brug-4:

Industriële chemie in de vorm van een module met als onderwerp: Synthese, en een module met als onderwerp: Groene chemie. [VNCI]

- Reactiesnelheden en evenwichten : **C1, C6**
- Industriële chemie inclusief ketenbeheer: D1, D2, D4, D5, G2
- Verbrandingsenergieën, bindingsenergieën en vormingsenergieën (als contexten daar aanleiding toe geven): **C4 modules (exclusief brug) zijn 1 juli gereed.**

Module 10 en 11 inclusief Brug-5:

Chemie van het leven in de vorm van 2 modules waarin enerzijds koolhydraten, eiwitten en veten behandeld worden en anderzijds donor-acceptor principe.

Binnen deze modules komen de volgende concepten en subdomeinen aan bod:

- 1. Donor-acceptor reacties: C4**
- Koolhydraten, eiwitten en vetten: E4
- Chemie van het leven: E1, E2, E3.

Deze modules zijn "klaar" op 1 augustus 2008 (module 8) en op 1 december 2008 (module 9) en 1 januari 2009 (Brug-5).

- beginstoffen
- reactieproducten;
- halfreacties en totale reactievergelijking;
- kloppend maken, atoombalans, ladingsbalans.⁷

6 reacties van koolstofverbindingen in vergelijkingen met structuurformules weergeven.

Subdomein C5 Typen reacties

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

Interpretatie: de kandidaat kan chemische reacties interpreteren in termen van donor en acceptor interacties: het hergroeperen van de moleculen van de beginstoffen tot nieuwe moleculen van de reactieproducten. Zie verder voetnoot op deze pagina.⁸

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;
- 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 overdracht van H^+ ionen;
- 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 C6 Reactiesnelheid en evenwichten

De kandidaat kan verklaren hoe de reactiesnelheid en de ligging van het evenwicht kunnen/kan 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;

⁷ Voor oplossen en indampen met toestandsaanduidingen, zie ook A3.2 specificatie 14

⁸ Het in lichtgrijs weergegeven van specificaties en subspecificaties betekent niet dat deze termen niet voorkomen. De examenontwerper mag er echter niet vanzelfsprekend van uitgaan dat de term of m is en zal dus met een beschrijving de vraag moeten inleiden.

Module 6 en 7: De Scooter

A1.1, A1.2, A2.1, A2.1, A2.4, , A2.5, A2.7, A2.8

B1 Stoffen aantonen
B2 Standaardbepalingen
B3 Standaardmethoden en technieken

C2 Microstructuren C3 Relatie microstructuur en eigenschappen C5 Typen reacties

F1 Materiaalanalyse
F2 Innovatie van materialen
F4 Moleculaire basis van materialen

G1 Duurzaam produceren
G3 Energieproductie uit koolstofhoudende bronnen
G4 Koolstofvrije energiebronnen

Module 8 en 9 inclusief Brug-4:

Industriële chemie in de vorm van een module met als onderwerp:

Synthese, en een module met als onderwerp: Groene chemie. [VNCI]

- Reactiesnelheden en evenwichten : **C1, C6**
- Industriële chemie inclusief ketenbeheer: D1, D2, D4, D5. G2
- Verbrandingsenergieën, bindingsenergieën en vormingsenergieën (als contexten daar aanleiding toe geven): C4
modules (exclusief brug) zijn 1 juli gereed.

- verdelingsevenwicht;
 - aflopende reactie.⁹
- 3 uitleggen dat een aflopende reactie ontstaat wanneer aan een evenwichtsreactie één van de deelnemende soorten deeltjes wordt onttrokken.
- 4 de invloed van een katalysator op een chemisch proces toelichten:
- reactiesnelheid;
 - insteltijd van het evenwicht;
 - ligging van het evenwicht.
- 5 in een gegeven voorbeeld de reactiesnelheid berekenen in een gegeven eenheid.

⁹ Het in lichtgrijs weergegeven van specificaties en subspecificaties betekent niet dat deze termen niet in het examen mogen voorkomen. De examenontwerper mag er echter niet vanzelfsprekend van uitgaan dat de term of methode bij leerlingen bekend is en zal dus met een beschrijving de vraag moeten inleiden.

Domein D Synthesen

Subdomein D4 Scheidings- en zuiveringsmethoden

De kandidaat kan van enkele veelgebruikte scheidings- en zuiveringsmethoden in de chemische industrie op microniveau en chemisch-technologisch niveau beredeneren en verklaren waarom bij de productie van een bepaalde stof deze methode wordt toegepast.

Specificatie

De kandidaat kan

- 1 een aantal scheidings- en zuiveringsmethoden noemen en toelichten voor welk type mengsel de desbetreffende methode kan worden toegepast:
 - extraheren/extractie;
 - adsorberen/adsorptie;
 - destilleren: de begrippen destillaat en residu;
 - filtreren: de begrippen filtraat en residu;
 - centrifugeren;
 - bezinken;
 - indampen;
 - chromatografie.
- 2 aangeven op welke principes de in D4.1 genoemde scheidings- en zuiveringsmethoden berusten [niet voor chromatografie, extractie en ad/absorptie].

Subdomein D5 Industriële processen

De kandidaat kan de verschillende stadia van een industrieel proces benoemen en in een blokschema weergeven.

Specificatie

De kandidaat kan

- 1 aangeven wat de kenmerken zijn van een continu proces en van een batchproces.
- 2 een blokschema interpreteren van een beschreven productieproces.
- 3 een beschreven eenvoudig productieproces in een blokschema weergeven.

Subdomein D6 Rendement

De kandidaat kan uit processchema's en informatie op microniveau over een chemisch productieproces de theoretische opbrengst en het rendement berekenen en mogelijkheden voor het verbeteren van het rendement aangeven.

Specificatie

De kandidaat kan

- 1 uitleggen waardoor in een chemisch proces meestal mengsels ontstaan:
 - onvolledige omzetting;
 - overmaat;
 - nevenreacties;
 - bijproducten.
- 2 uitleggen [berekenen] in welke theoretische 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 verbeteren

Module 8 en 9 inclusief Brug-4:
Industriële chemie in de vorm van een module met als onderwerp: Synthese, en een module met als onderwerp: Groene chemie. [VNCI]
 - Reactiesnelheden en evenwichten : C1, C6
 - Industriële chemie inclusief ketenbeheer: **D1, D2, D4, D5.** G2
 - Verbrandingsenergieën, bindingsenergieën en vormingsenergieën (als contexten daar aanleiding toe geven): C4
modules (exclusief brug) zijn 1 juli gereed.

- oplosmiddelen;
- scheidings- en zuiveringsmethode.¹⁰

Domein E Chemie van het leven

Nota bene:

Voor het CE-Havo-2009 wordt subdomein E4 geheel buiten werking gesteld, omdat het lesmateriaal niet op tijd kan worden geproduceerd. De licht grijze items in subdomein E4 worden waarschijnlijk ook in 2010 uitgesloten.

Subdomein E4 Stoffen in het lichaam

De kandidaat kan van stofwisselingsprocessen in het menselijk lichaam de reacties op moleculair niveau weergeven en met moleculaire kennis het transport van stoffen in het lichaam toelichten.

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 uitleggen dat monosachariden ontstaan door hydrolyse van polysachariden:
 - zetmeel en glycogeen: glucose.
- 5 aangeven dat eiwitten polymeren zijn waaruit bij hydrolyse aminozuren ontstaan:
 - essentiële aminozuren.
- 6 aangeven dat vetten esters zijn waaruit bij hydrolyse glycerol en vetzuren ontstaan:
 - essentiële vetzuren;
 - verzadigde en onverzadigde vetzuren.
- 7 het transport van stoffen in het lichaam toelichten:
 - zuurstof en koolstofdioxide;
 - ureum;
 - diffusie;
 - osmose;
 - membraan.¹¹
- 8 de toedieningsvorm van medicijnen in verband brengen met de menselijke stofwisseling:
 - werkzame stof;
 - vulstof;
 - verschillende toedieningsvormen;
 - modelbenadering.

¹⁰ Het in lichtgrijs weergeven van specificaties en subspecificaties betekent niet dat deze termen niet in het examen mogen voorkomen. De examenontwerper mag er echter niet vanzelfsprekend van uitgaan dat de term of methode bij leerlingen bekend is en zal dus met een beschrijving de vraag moeten inleiden.

¹¹ Het in lichtgrijs weergeven van specificaties en subspecificaties betekent niet dat deze termen niet in het examen mogen voorkomen. De examenontwerper mag er echter niet vanzelfsprekend van uitgaan dat de term of methode bij leerlingen bekend is en zal dus met een beschrijving de vraag moeten inleiden.

Domein F Materialen

Subdomein F4 Moleculaire basis van materialen

De kandidaat kan kennis op microniveau toepassen voor het verklaren van de eigenschappen en functies van materialen voor maatschappelijke doeleinden.

Specificatie

De kandidaat kan

- verband leggen tussen [bijvoorbeeld] elektrische eigenschappen van materialen en de microstructuur:
 - geleidbaarheid van materialen: beweeglijke elektronen en/of ionen.
- verband leggen tussen de microstructuur en het gedrag van materialen bij-temperatuurverandering:
 - thermoplasten;
 - thermoharders;
 - brandbaarheid.
- met behulp van kennis op microniveau verklaren waarom bepaalde oppervlaktebehandelingen nodig zijn:
 - schuren: oppervlakte vergroten;
 - polijsten: oppervlakte verkleinen.
- methoden voor het conserveren van materialen in verband brengen met de microstructuur in deze materialen:
 - verven;
 - coaten.
- methoden voor het conserveren van metalen in verband brengen met de microstructuur:
 - verchromen;
 - verzinken/galvaniseren;
 - verzilveren.
- de bouw en werking beschrijven van een elektrolyseopstelling, gebruik makend van de begrippen:
 - reductor, oxidator;
 - halfreacties en totale reactievergelijking;
 - elektrolyt-oplossing;
 - elektroden: onaantastbaar;
 - anode, kathode.

*interpretatie: de werking van een electrochemische cel is genoemd bij domein G en eindterm G/4.1 is hierin leidend*¹²
- kennis op microniveau toepassen bij het verklaren van de hechting van materialen:
 - lijmen;
 - solderen;
 - lassen.

Module 1 en 2: Bekers en Slurpers

A1.1., A1.2, A2.1, A2.3, A2.4, A2.5, A2.7, A2.8, A3.2

B5: Data verzamelen en verwerken

C3: Relatie microstructuur en eigenschappen

F1: Materiaaleigenschappen

F2: Innovatie van materialen

F4: Moleculaire basis van materialen

Module 6 en 7: De Scooter

A1.1, A1.2, A2.1, A2.1, A2.4, A2.5, A2.7, A2.8

B1 Stoffen aantonen

B2 Standaardbepalingen

B3 Standaardmethoden en technieken

C2 Microstructuren

C3 Relatie microstructuur en eigenschappen

C5 Typen reacties

F1 Materiaalanalyse

F2 Innovatie van materialen

F4 Moleculaire basis van materialen

G1 Duurzaam produceren

G3 Energieproductie uit koolstofhoudende bronnen

G4 Koolstofvrije energiebronnen

¹² Het in lichtgrijs weergegeven van specificaties en subspecificaties betekent niet dat deze termen niet in het examen mogen voorkomen. De examenontwerper mag er echter niet vanzelfsprekend van uitgaan dat de term of methode bij leerlingen bekend is en zal dus met een beschrijving de vraag moeten inleiden.

Domein G Duurzame ontwikkeling

Subdomein G3 Energieproductie uit koolstofhoudende bronnen

De kandidaat kan moleculaire kennis toepassen bij de beschrijving van de energieproductie uit koolstofhoudende energiebronnen en het effect ervan op de voorraad natuurlijke hulpbronnen en de luchtkwaliteit toelichten.

Specificatie

De kandidaat kan

- beschrijven hoe brandstoffen, asfalt en grondstoffen voor de chemische industrie uit aardolie worden geproduceerd:
 - gefractioneerde destillatie;
 - kraken.
- innovatieve processen voor de winning van brandstof uit diep gelegen steenkoolvelden beschrijven.
- 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.¹³
- ongewenste neveneffecten van het gebruik van koolstofhoudende brandstoffen in verband brengen met de kwaliteit van lucht, water en bodem:
 - ontstaan van CO₂: versterkt broeikaseffect;
 - ontstaan van NO_x: smogvorming, zure depositie;
 - ontstaan van SO₂: smogvorming, zure depositie;
 - ontstaan van CO, roet, onverbrande koolwaterstoffen, fijn stof;
 - afname van de voorraad natuurlijke hulpbronnen.

Subdomein G4 Koolstofvrije energiebronnen

De kandidaat kan de energieproductie uit enkele koolstofvrije energiebronnen op micro- en macroniveau beschrijven en het effect ervan op de voorraad natuurlijke hulpbronnen, lucht- en waterkwaliteit aangeven.

Specificatie

De kandidaat kan

- 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.
- aangeven [weten] wat een brandstofcel is.

¹³ Het in lichtgrijs weergegeven van specificaties en subspecificaties betekent niet dat deze termen niet in het examen mogen voorkomen. De examenontwerper mag er echter niet vanzelfsprekend van uitgaan dat de term of methode bij leerlingen bekend is en zal dus met een beschrijving de vraag moeten inleiden.

Module 3 en 4: ECOREizen BV.

A1.1., A1.2,
A2.1, A2.3, A2.4, A2.5,
A2.6, A2.7, A2.8, A3.2

B5: Data verzamelen en verwerken
C2: Microstructuren
C3: Relatie microstructuur en eigenschappen
C4: Bindingen vormen en breken
D3: Synthese volgens voorschrift
D6: Rendement

G1: Duurzaam produceren
G3: Energieproductie uit koolstofhoudende bronnen
G4: Koolstofvrij energiebronnen

Module 6 en 7: De Scooter

A1.1, A1.2, A2.1, A2.1,
A2.4, , A2.5, A2.7, A2.8

B1 Stoffen aantonen
B2 Standaardbepalingen
B3 Standaardmethoden en technieken

C2 Microstructuren
C3 Relatie microstructuur en eigenschappen
C5 Typen reacties

F1 Materiaalanalyse
F2 Innovatie van materialen
F4 Moleculaire basis van materialen

G1 Duurzaam produceren
G3 Energieproductie uit koolstofhoudende bronnen
G4 Koolstofvrije energiebronnen

Module 8 en 9 inclusief Brug-4:

Industriële chemie in de vorm van een module met als onderwerp: Synthese, en een module met als onderwerp: Groene chemie. [VNCI]

- Reactiesnelheden en evenwichten : C1, C6
- Industriële chemie inclusief ketenbeheer: D1, D2, D4, D5. **G2**
- Verbrandingsenergieën, bindingsenergieën en vormingsenergieën (als contexten daar aanleiding toe geven): C4
modules (exclusief brug) zijn 1 juli gereed.

- 3 uit de beschrijving van een elektrochemische cel afleiden of deze al dan niet oplaadbaar is.
- 4 ongewenste neveneffecten aangeven van het gebruik van koolstofvrije energiebronnen:
 - effect op de voorraad natuurlijke hulpbronnen;
 - hergebruik van grondstoffen;
 - zware metalen.

Bijlage 1 Het examenprogramma havo en vwo

Hieronder staan het examenprogramma met subdomeinen in globale formulering weergegeven. Het domein Vaardigheden is grotendeels gelijklopend voor de vernieuwde programma's van de vakken biologie, natuurkunde, NLT, scheikunde en wiskunde.

Subdomeinen die zijn aangewezen voor het schoolexamen zijn cursief aangegeven.

Examenprogramma havo

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.

A2.7 Kennisvorming*

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

A2.8 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.

A2.9 De invloed van natuurwetenschap en techniek*

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

*) De subdomeinen A2.7 t/m A2.9 gelden alleen voor de vakken biologie, natuurkunde en scheikunde.

#) Deze subdomeinen zijn nieuw in vergelijking met het examenprogramma 2007.

Subdomein A3 Vakspecifieke vaardigheden

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.

A3.2 Vaktaal

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

Domein B Onderzoeksmethoden en -technieken

Subdomein B1 Stoffen aantonen

De leerling kan in eigen experimenteel onderzoek met behulp van reacties de aanwezigheid van bepaalde stoffen aantonen.

Subdomein B2 Standaardbepalingen

De leerling kan in eigen experimenteel onderzoek enkele standaardbepalingen voor het bepalen van de aanwezige hoeveelheid van een stof in een monster volgens standaardvoorschrift toepassen en conclusies trekken uit resultaten van standaardbepalingen uit de beroepsomgeving.

Subdomein B3 Standaard methoden en -technieken

De leerling kan de toepassing van enkele standaard onderzoeksmethoden en -technieken in eigen experimenteel onderzoek vergelijken met de huidige beroepspraktijk.

Subdomein B4 Digitale modellen

De leerling kan digitale modellen toepassen bij het verzamelen, verwerken en interpreteren van onderzoeksgegevens van standaard onderzoeksmethoden en -technieken voor kwalitatief en kwantitatief onderzoek.

Subdomein B5 Data verzamelen en verwerken

De kandidaat kan voor eenvoudige probleemstellingen een werkplan opstellen en resultaten van bepalingen voor kwalitatief en kwantitatief onderzoek verwerken en interpreteren.

Domein C Structuren en reacties

Subdomein C1 Reactiesnelheid bepalen

De kandidaat kan in eigen experimenteel onderzoek de invloed van bepaalde factoren op de reactiesnelheid bepalen en de resultaten verklaren met behulp van het 'botsende-deeltjes-model'.

Subdomein C2 Microstructuren

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

Subdomein C3 Relatie microstructuur en eigenschappen

De kandidaat kan in gegeven voorbeelden van microstructuren enkele structuurkenmerken herkennen en beredeneren welke eigenschappen daarmee samenhangen.

Subdomein C4 Bindingen vormen en verbreken

De kandidaat kan in gegeven voorbeelden van reacties op microniveau aangeven welke bindingen worden gevormd en verbroken.

Subdomein C5 Typen reacties

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

Subdomein C6 Reactiesnelheid en evenwichten

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

Domein D Synthesen

Subdomein D1 Grootschalige productie van stoffen

De leerling kan het productieproces van enkele maatschappelijk of economisch relevante stoffen uit de eigen omgeving toelichten en daarbij moleculaire kennis toepassen.

Subdomein D2 Stoffen scheiden en zuiveren

De kandidaat kan enkele veel voorkomende scheidings- en zuiveringstechnieken op laboratoriumschaal toepassen.

Subdomein D3 Synthese volgens voorschrift

De leerling kan een eenvoudige synthese volgens voorschrift op laboratoriumschaal uitvoeren, passende scheidingstechnieken toepassen en voorstellen doen voor verbetering van het rendement.

Subdomein D4 Scheidings- en zuiveringsmethoden

De kandidaat kan van enkele veelgebruikte scheidings- en zuiveringsmethoden in de chemische industrie op microniveau en chemisch-technologisch niveau beredeneren en verklaren waarom bij de productie van een bepaalde stof deze methode wordt toegepast.

Subdomein D5 Industriële processen

De kandidaat kan de verschillende stadia van een industrieel proces benoemen en in een blokschema weergeven.

Subdomein D6 Rendement

De kandidaat kan uit processchema's en informatie op microniveau over een chemisch productieproces de theoretische opbrengst en het rendement berekenen en mogelijkheden voor het verbeteren van het rendement aangeven.

Domein E Chemie van het leven

Subdomein E1 Monitoringsonderzoek

De leerling kan enkele kwalitatieve en kwantitatieve standaardmethoden beschrijven voor monitoring van de hoeveelheid risicovolle stoffen in voedsel, water en de atmosfeer en meetgegevens over de kwaliteit van voedsel, water en de atmosfeer interpreteren.

Subdomein E2 Preventie

De leerling kan zowel in eigen onderzoek als in toepassingen van de chemie het risico van stoffen en reacties voor de lucht-, en waterkwaliteit analyseren en daaruit afleiden welke maatregelen moeten worden getroffen bij het werken met deze stoffen.

Subdomein E3 Industriële productie van stoffen

De kandidaat kan moleculaire kennis over stofwisselingsreacties in levende organismen toepassen bij de industriële productie van stoffen voor maatschappelijke doeleinden.

Subdomein E4 Stoffen in het lichaam

De kandidaat kan van stofwisselingsprocessen in het menselijk lichaam de reacties op moleculair niveau weergeven en met moleculaire kennis het transport van stoffen in het lichaam toelichten.

Domein F Materialen

Subdomein F1 Materiaalanalyse

De leerling kan het gebruik van innovatieve materialen voor maatschappelijke doeleinden analyseren en daarbij verband leggen tussen functies en materiaaleigenschappen.

Subdomein F2 Innovatie van materialen

De leerling kan toelichten hoe materialen worden verbeterd en nieuwe materialen voor maatschappelijke toepassingen worden ontworpen en daarin aanduiden welke innovatie heeft plaatsgevonden.

Subdomein F3 Spin off

De leerling kan aangeven dat innovatieve materialen kunnen worden toegepast voor andere doeleinden dan waarvoor ze oorspronkelijk zijn ontworpen.

Subdomein F4 Moleculaire basis van materialen

De kandidaat kan kennis op microniveau toepassen voor het verklaren van de eigenschappen en functies van materialen voor maatschappelijke doeleinden.

Domein G Duurzame ontwikkeling

Subdomein G1 Duurzaam produceren

De leerling kan een duurzaamheids-analyse opstellen van een grootschalig productieproces in de chemische industrie en daarbij de wisselwerking tussen ecologische, economische en sociale aspecten toelichten.

Subdomein G2 Ketenganalyse

De leerling kan van enkele veelgebruikte producten uit de chemische industrie de gehele keten van ontwerp, grootschalige productie, gebruik en afvalverwijdering analyseren en daarin mogelijke verbeterpunten aangeven in het belang van duurzame ontwikkeling.

Subdomein G3 Energieproductie uit koolstofhoudende bronnen

De kandidaat kan moleculaire kennis toepassen bij de beschrijving van de energieproductie uit koolstofhoudende energiebronnen en het effect ervan op de voorraad natuurlijke hulpbronnen en luchtkwaliteit toelichten.

Subdomein G4 Koolstofvrije energiebronnen

De kandidaat kan de energieproductie uit enkele koolstofvrije energiebronnen op micro- en macroniveau beschrijven en het effect ervan op de voorraad natuurlijke hulpbronnen, lucht- en waterkwaliteit aangeven.