

Leerstof voortentamen scheikunde van de CCVX

In dit document worden de globale eindtermen gespecificeerd van het programma van het voortentamen scheikunde van de Centrale Commissies Voortentamen te beginnen met het voortentamen van april 2017.



Deze specificatie is gebaseerd op de eindtermen van het programma voor het Centraal Examen en het Schoolexamen zoals dat in het middelbaar onderwijs wordt afgenomen voor het vak scheikunde vanaf mei 2016 op het v.w.o. Het voortentamen tentamineert zowel de examenstof die behoort tot het Centraal Examen als de leerstof die hoort tot het Schoolexamen.

Zolang deze lijst op de site van de CCVX staat is deze lijst automatisch ook actueel. Indien de leerstof voor het voortentamen scheikunde afwijkt van de leerstof van het op dat moment geldende programma van het Centraal Examen of Schoolexamen geldt altijd het programma van de CCVX.

datum: 20 september 2020

1. Het voortentamen scheikunde van de CCVX

Het voortentamen scheikunde bestaat uit een schriftelijk examen. Het voortentamen wordt afgenomen in een zitting van 3 uur.

De leerstof bestaat uit de volgende domeinen:

- Basiskennis scheikunde
- Domein A Vaardigheden
- Domein B Stoffen en materialen in de chemie
- Domein C Chemische processen en behoudswetten
- Domein D Ontwikkelen van chemische kennis
- Domein E Innovatie en chemisch onderzoek
- Domein F Industriële (chemische) processen
- Domein G Maatschappij, chemie en technologie

Het voortentamen scheikunde heeft betrekking op de basiskennis scheikunde en de domeinen B tot en met G in combinatie met de vaardigheden uit domein A met uitzondering van die onderdelen die zich naar hun aard niet lenen voor schriftelijke examinering, waaronder vaardigheden die uitdrukkelijk een computer als werkstation vereisen.

Voor voorbeelden van examenvragen wordt verwezen naar de schriftelijke examens uit het recente verleden. Het type vragen kan enigszins afwijken van de vragen op basis van de huidige interpretatie van de eindtermen door het College van Toetsing en Examens (CvTE) doordat er bij de voortentamens van de CCVX meer nadruk ligt op het verrichten van berekeningen en minder nadruk op taal- en leesvaardigheid.

In de hierna volgende specificatie van de leerstof voor het voortentamen scheikunde van de CCVX zijn aangegeven:

- de domeinen en subdomeinen die getoetst worden;
- per subdomein één geglobaliseerde eindterm;
- een specificatie van de geglobaliseerde eindtermen waar nodig aangevuld met voorbeeldcontexten en deelconcepten.

De genoemde voorbeeldcontexten zijn “minimaal” bedoeld; het is uitdrukkelijk niet bedoeld als een uitsluiting van andere mogelijke voorbeeldcontexten.

2. De leerstof van het voortentamen

Basiskennis scheikunde

De onderstaande scheikundige basisbegrippen worden bij het voortentamen als zonder meer bekend beschouwd.

Zuivere stoffen en mengsels

De kandidaat kan

sb1 aangeven wat wordt verstaan onder:

- een zuivere stof;
- een mengsel.

sb2 aangeven wat wordt verstaan onder faseovergangen:

- condenseren en verdampen;
- rijpen en vervluchtigen;
- stollen en smelten.

aangeven op welke manier een mengsel van een zuivere stof kan worden onderscheiden:

- smeltpunt/kookpunt;
- smelttraject/kooktraject.

sb4 een aantal soorten mengsels noemen en aangeven wat de kenmerken ervan zijn:

- oplossing;
- suspensie;
- emulsie;
- legering/alliage.

sb5 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

sb6 aangeven wat wordt verstaan onder:

- een element als atoomsoort;
- een element als niet-ontleedbare stof;
- een verbinding als ontleedbare stof.

sb7 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.

sb8 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.

sb9 namen en formules geven en interpreteren van zouten die samengesteld zijn uit de volgende ionen:

- Ag^+ , Al^{3+} , Ba^{2+} , Ca^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Hg^{2+} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Pb^{2+} , Sn^{2+} , Zn^{2+}
- Br^- , CH_3COO^- , Cl^- , F^- , HCO_3^- , I^- , O^{2-} , OH^- , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , S^{2-} , SO_4^{2-} , SO_3^{2-} .

sb10 de volgende toestandsaanduidingen interpreteren:

- (s);
- (l);
- (g);
- (aq).

Atoombouw

De kandidaat kan

sb11 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

sb12 aangeven wat wordt verstaan onder een chemische reactie:

- beginstoffen;
- reactieproducten;
- wet van elementbehoud;
- wet van massabehoud.

sb13 aangeven wat wordt verstaan onder een ontledingsreactie:

- thermolyse;
- elektrolyse;
- fotolyse.

sb14 aangeven wat wordt verstaan onder een verbrandingsreactie:

- volledige en onvolledige verbranding;
- ontbrandingstemperatuur.

sb15 aangeven dat chemische reacties gepaard gaan met een warmte-effect:

- exotherm;
- endotherm.

sb16 van een aantal stoffen aangeven hoe ze worden aangetoond:

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

Zuren en basen

De kandidaat kan

sb17 de volgende stoffen/oplossingen als zuur/zure oplossing herkennen:

- waterstofchloride/zoutzuur;
- zwavelzuur/zwavelzuur-oplossing;
- salpeterzuur/salpeterzuur-oplossing;
- 'koolzuur'/'koolzuur-oplossing';
- ethaanzuur, azijnzuur/azijn

sb18 de volgende deeltjes als basen herkennen:

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

Domein A - Vaardigheden

Subdomein A1 - Informatievaardigheden gebruiken

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

Subdomein A2 - Communiceren

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

Subdomein A3 - Reflecteren op leren

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

Subdomein A4 - Studie en beroep

De kandidaat kan aangeven op welke wijze natuurwetenschappelijke kennis in studie en beroep wordt gebruikt en kan mede op basis daarvan zijn belangstelling voor studies en beroepen onder woorden brengen.

Subdomein A5 - Onderzoeken

De kandidaat kan in contexten vraagstellingen analyseren, gebruik makend van relevante begrippen en theorie, vertalen in een vakspecifiek onderzoek, dat onderzoek uitvoeren, en uit de onderzoeksresultaten conclusies trekken. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

De kandidaat kan, gebruik makend van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden:

1. een natuurwetenschappelijk probleem herkennen en specificeren;
2. een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een (of meerdere) onderzoeksvra(a)g(en);
3. verbanden leggen tussen een onderzoeksvraag en natuurwetenschappelijke kennis;
4. zonodig een hypothese opstellen bij een onderzoeksvraag en verwachtingen formuleren;
5. een werkplan maken voor het uitvoeren van een natuurwetenschappelijk onderzoek ter beantwoording van een (of meerdere) onderzoeksvra(a)g(en);
6. voor de beantwoording van een onderzoeksvraag relevante waarnemingen verrichten en (meet)gegevens verzamelen;
7. meetgegevens verwerken en presenteren op een wijze die helpt bij de beantwoording van een onderzoeksvraag;
8. op grond van verzamelde gegevens van een uitgevoerd onderzoek conclusies trekken die aansluiten bij de onderzoeksvra(a)g(en) van het onderzoek;
9. de uitvoering van een onderzoek en de conclusies evalueren, gebruik makend van de begrippen nauwkeurigheid, validiteit en betrouwbaarheid;
10. een natuurwetenschappelijk onderzoek op geschikte manieren presenteren.

Subdomein A6 - Ontwerpen

De kandidaat kan in contexten op basis van een gesteld probleem een technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren en daarbij relevante begrippen, theorie en vaardigheden en valide en consistente redeneringen hanteren.

De kandidaat kan gebruik makend van relevante begrippen, theorie en vaardigheden en valide en consistente redeneringen:

1. een technisch-ontwerpprobleem analyseren en beschrijven;
2. voor een ontwerp een programma van eisen en wensen opstellen;
3. verbanden leggen tussen natuurwetenschappelijke kennis en taken en eigenschappen van een ontwerp;
4. verschillende (deel)uitwerkingen geven voor taken en eigenschappen van een ontwerp;
5. een beargumenteerd ontwerpvoorstel doen voor een ontwerp, rekening houdend met het programma van eisen, prioriteiten en randvoorwaarden;
6. een prototype van een ontwerp bouwen;

7. een ontwerpproces en -product testen en evalueren, rekening houdend met het programma van eisen;
8. voorstellen doen voor verbetering van een ontwerp;
9. een ontwerpproces en -product op geschikte manieren presenteren.

Subdomein A7 - Modelvorming

De kandidaat kan in contexten een relevant probleem analyseren, inperken tot een hanteerbaar probleem, vertalen naar een model, modeluitkomsten genereren en interpreteren, en het model toetsen en beoordelen. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

De kandidaat kan:

1. relevante grootheden en relaties in een probleemsituatie identificeren en selecteren;
2. door het doen van aannamen en het maken van vereenvoudigingen een natuurwetenschappelijk probleem inperken tot een onderzoekbare vraagstelling;
3. bij een natuurwetenschappelijk probleem een model selecteren dat geschikt is om het probleem te bestuderen;
4. een beargumenteerde schatting maken voor parameterwaarden van een model op basis van gegevens;
5. toetsbare verwachtingen formuleren over het gedrag van een model;
6. een model evalueren op basis van uitkomsten, verwachtingen en (meet)gegevens;
7. een modelstudie op geschikte manieren presenteren.

Subdomein A8 - Natuurwetenschappelijk instrumentarium

De kandidaat kan in contexten een voor de natuurwetenschappen relevant instrumentarium hanteren, waar nodig met aandacht voor risico's en veiligheid; daarbij gaat het om instrumenten voor dataverzameling en -bewerking, vaktaal, vakconventies, symbolen, formuletaal en rekenkundige bewerkingen.

De kandidaat kan:

1. informatie verwerven en selecteren uit schriftelijke, mondelinge en audiovisuele bronnen mede met behulp van ICT:
 - gegevens halen uit grafieken, tabellen, tekeningen, simulaties, schema's en diagrammen;
 - grootheden, eenheden, symbolen, formules en gegevens opzoeken in geschikte tabellen;
2. informatie, gegevens en meetresultaten analyseren, weergeven en structureren in grafieken, tekeningen, schema's, diagrammen en tabellen mede met behulp van ICT;
3. uitleggen wat bedoeld wordt met de significantie van meetwaarden en uitkomsten van berekeningen weergeven in het juiste aantal significante cijfers:
 - bij het optellen en aftrekken van meetwaarden wordt de uitkomst gegeven met evenveel decimalen als de gegeven meetwaarde met het kleinste aantal decimalen;
 - bij het delen en vermenigvuldigen wordt de uitkomst gegeven in evenveel significante cijfers als de gegeven meetwaarde met het kleinste aantal significante cijfers;
 - gehele getallen die verkregen zijn door discrete objecten te tellen, vallen niet onder de regels van significante cijfers. Dit geldt ook voor wiskundige constanten en geldbedragen;
 - bij het nemen van de logaritme van een meetwaarde, krijgt het antwoord evenveel decimalen als de meetwaarde significante cijfers heeft.
4. aangeven met welke technieken en apparaten de belangrijkste grootheden uit de natuurwetenschappen worden gemeten.
5. omgaan met materialen en instrumenten, zonder daarbij schade te berokkenen aan mensen, dieren en milieu.
6. een aantal voor het vak relevante reken-/wiskundige vaardigheden toepassen om

natuurwetenschappelijke problemen op te lossen:

- basisrekenvaardigheden uitvoeren:
 - een (grafische) rekenmachine gebruiken;
 - rekenen met verhoudingen, procenten, machten, wortels;
 - gewogen gemiddelde berekenen.
- berekeningen uitvoeren met bekende grootheden en relaties en daarbij de juiste formules en eenheden hanteren.
- wiskundige technieken toepassen:
 - omwerken van eenvoudige wiskundige betrekkingen;
 - oplossen van lineaire en tweedegraadsvergelijkingen;
 - rekenen met evenredigheden (recht en omgekeerd);
 - berekeningen maken met logaritmen met grondtal 10;
 - twee lineaire vergelijkingen met twee onbekenden oplossen.
- afgeleide eenheden herleiden tot eenheden van het SI met behulp van omzettingstabellen.
- uitkomsten schatten en beoordelen.

Subdomein A9 - Waarderen en oordelen

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

De kandidaat kan:

1. een beargumenteerd oordeel geven over een situatie waarin natuurwetenschappelijke kennis een belangrijke rol speelt, dan wel een beargumenteerde keuze maken tussen alternatieven bij vraagstukken van natuurwetenschappelijke aard;
2. een onderscheid maken tussen wetenschappelijke argumenten, normatieve maatschappelijke overwegingen en persoonlijke opvattingen;
3. feiten met bronnen verantwoorden;
4. de betrouwbaarheid beoordelen van informatie en de waarde daarvan vaststellen voor de beantwoording van het betreffende vraagstuk.

Subdomein A10 - Toepassen van chemische concepten

De kandidaat kan chemische concepten en in de chemie gebruikte fysische en biologische concepten herkennen en met elkaar in verband brengen.

Specificatie:

1. De kandidaat kan de volgende chemische vakbegrippen herkennen en gebruiken:
 - aggregatietoestand / fase;
 - toestandsaanduidingen (s), (l), (g) en (aq)
 - alcoholen;
 - ammonia;
 - atomaire massa eenheid (u);
 - broeikaseffect;
 - carbonzuren;
 - coëfficiënt;
 - destillaat;
 - extractiemiddel;
 - fase-overgang;
 - filtraat;
 - index;
 - indicator;
 - loopvloeistof;
 - molariteit / molair (M);
 - natronloog;
 - ontbrandingstemperatuur;

- ontledingsreactie: elektrolyse, fotolyse en thermolyse;
 - onvolledige verbranding;
 - oplosmiddel;
 - reagens;
 - residu;
 - titratie;
 - triviale naam;
 - ijklijn;
 - zoutzuur.
2. De kandidaat kan de volgende biologische vakbegrippen herkennen en gebruiken:
- ademhaling;
 - bloed;
 - cel;
 - celmembraan;
 - chromosomen;
 - ecosysteem;
 - erfelijkheid;
 - organisme;
 - spijsvertering;
 - transport.
3. De kandidaat kan de volgende natuurkundige vakbegrippen herkennen en gebruiken:
- druk;
 - energie;
 - kracht;
 - licht;
 - massa;
 - radioactiviteit;
 - spanning;
 - straling;
 - stroomsterkte;
 - temperatuur;
 - warmte.

Subdomein A11 - Redeneren in termen van context-concept

De kandidaat kan in leefwereld-, beroeps- en wetenschapscontexten chemische concepten herkennen en gebruiken en kan op basis daarvan voorspellingen doen, berekeningen en schattingen maken en daarbij een argumentatie geven.

Subdomein A12 - Redeneren in termen van structuur-eigenschappen

De kandidaat kan macroscopische eigenschappen in relatie brengen met structuren op meso- en (sub)microniveau, en daarin aspecten van schaal herkennen en kan omgekeerd vanuit structuren voorspellingen doen over die macroscopische eigenschappen.

De kandidaat kan de volgende begrippen herkennen en gebruiken:

- microstructuur / microniveau: atomen, moleculen, ionen;
- mesostructuur / mesoniveau: structuurniveau gevormd door een aantal groepen / gegroepeerde deeltjes uit het microniveau;
- macrostructuur / macroniveau: op niveau van stoffen en materialen (stof-/materiaaleigenschappen).

Subdomein A13 - Redeneren over systemen, verandering en energie

De kandidaat kan chemische processen beschrijven in termen van systemen met kennis van stoffen, deeltjes, reactiviteit en energie.

Subdomein A14 - Redeneren in termen van duurzaamheid

De kandidaat kan in maatschappelijke, beroeps- en wetenschapscontexten aspecten van

duurzaamheid aangeven en beschrijven, daarmee samenhangende problemen analyseren en voorstellen formuleren voor een mogelijke oplossing daarvan.

De kandidaat kan

- de rol van levenscycli van stoffen, materialen en producten aangeven in termen van duurzaamheid;
- met behulp van kennis over levenscycli van stoffen, materialen en producten voorstellen formuleren voor een keuze tussen alternatieven bij gebruik van stoffen, materialen in industriële processen;
- in de context van duurzaamheid de maatschappelijke betekenis van de chemie benoemen;
- de wereldvraagstukken: wereldvoedselvoorziening, duurzame energievoorziening, (drink)watervoorziening, beschikbaarheid van grondstoffen, opwarming van de aarde en vervuiling van de aarde relateren aan chemische concepten.

Subdomein A15 - Redeneren over ontwikkelen van chemische kennis

De kandidaat kan analyseren op welke wijze natuurwetenschappelijke, technologische en chemische kennis wordt ontwikkeld en toegepast.

De kandidaat kan:

- weergeven hoe natuurwetenschappelijke kennis ontstaat, welke vragen natuurwetenschappelijke onderzoekers kunnen stellen en hoe ze aan betrouwbare antwoorden komen (Kennisvorming).
- beschrijven hoe natuurwetenschappelijke en technische kennis wordt toegepast en kan aangeven hoe de wisselwerking tussen natuurwetenschap, techniek en samenleving is (Toepassen van kennis).
- conclusies trekken met betrekking tot natuurwetenschappelijke vraagstukken en deze relateren aan de betrouwbaarheid van natuurwetenschappelijke kennis (De invloed van natuurwetenschap en techniek).

Domein B - Stoffen en materialen in de chemie

Subdomein B1 - Deeltjesmodellen

De kandidaat kan deeltjesmodellen beschrijven en gebruiken.

1. De kandidaat kan met behulp van een atoommodel van kern en elektronen de bouw van atomen, radicalen en ionen beschrijven en daarbij de volgende begrippen gebruiken:
 - bouw van de kern:
 - protonen, neutronen;
 - massagetal, atoomnummer;
 - isotopen.
 - structuur elektronenwolk:
 - opgebouwd uit verschillende schillen (K, L, M, ...);
 - het maximale aantal elektronen in de K-, L- en M-schil;

lading en massa van elektronen, protonen en neutronen.
2. De kandidaat kan de opbouw van het periodiek systeem beschrijven, en daarbij:
 - het verband aangeven tussen atoomnummer en plaats in het periodiek systeem;
 - het verloop van eigenschappen van elementen in een groep beschrijven;
 - verdeling metalen en niet-metalen globaal aangeven;
 - de plaats van halogenen en edelgassen aangeven.
3. De kandidaat kan de opbouw van het periodiek systeem gebruiken om de structuur van de elektronenwolk te beschrijven en kan:
 - aangeven hoe eigenschappen van groepen samenhangen met de structuur van de elektronenwolk;
 - aangeven hoe de valentie van de atoomsoort samenhangt met de structuur van

de elektronenwolk:

- elektrovalentie;
- covalentie;
- oktetregel;
- valentie-elektronen.

4. De kandidaat kan het symbool gebruiken van de volgende niet-metalen als de naam gegeven is en omgekeerd:
 - argon, boor, broom, chloor, fluor, fosfor, helium, jood, koolstof, neon, silicium, stikstof, waterstof, zuurstof, zwavel.
 5. De kandidaat kan het symbool gebruiken van de volgende metalen als de naam gegeven is en omgekeerd:
 - aluminium, barium, cadmium, calcium, chroom, goud, ijzer, kalium, kobalt, koper, kwik, lithium, lood, mangaan, magnesium, natrium, nikkel, platina, tin, uraan, zilver, zink.
 6. De kandidaat kan de (molecuul)formules gebruiken van de volgende stoffen als de naam gegeven is en omgekeerd:
 - ammoniak, azijnzuur, fosforzuur, glucose, koolstofdioxide, koolstofmono-oxide, salpeterzuur, stikstofdioxide, stikstofmono-oxide, water, waterstofchloride, waterstofperoxide, zwaveldioxide, zwaveltrioxide, zwavelzuur;
 - de formules van niet-ontleedbare stoffen:
 - niet-metalen;
 - metalen.
 - de eerste 10 alkanen.
 7. De kandidaat kan de systematische IUPAC-namen en verhoudingsformules geven en gebruiken van zouten die zijn samengesteld uit de volgende ionen:
 Ag^+ , Al^{3+} , Au^+ , Au^{3+} , Ba^{2+} , Ca^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Hg^+ , Hg^{2+} , K^+ , Li^+ , Mg^{2+} , Na^+ , NH_4^+ , Pb^{2+} , Pb^{4+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} , U^{3+} , U^{6+} , Zn^{2+} , Br^- , CH_3COO^- , Cl^- , CO_3^{2-} , F^- , HCO_3^- , I^- , MnO_4^- , NO_3^- , NO_2^- , O^{2-} , OH^- , PO_4^{3-} , S^{2-} , SO_3^{2-} , SO_4^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$.
8. De kandidaat kan de volgende zuren herkennen:
 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 .
 9. De kandidaat kan de volgende basen herkennen:
 NH_3 , OH^- , CO_3^{2-} , O^{2-} , HCO_3^-
 10. De kandidaat kan de verhoudingsformule van een zout geven aan de hand van gegeven ionen en de systematische IUPAC-naam geven en omgekeerd.
 11. De kandidaat kan kristalwater herkennen in de gegeven formule van een hydraat (notatie $\cdot n \text{H}_2\text{O}$).
 12. De kandidaat kan van een gegeven molecuulformule, formule van (samengestelde) ionen of structuurformule een Lewisstructuur geven:
mesomere grensstructuren.
 13. De kandidaat kan in een (Lewis)structuurformule de plaats van formele en partiële ladingen aangeven.
 14. De kandidaat kan aangeven dat de molecuulformules van verschillende organische verbindingen identiek aan elkaar kunnen zijn:
structuurisomerie.
 15. De kandidaat kan in moleculen van organische verbindingen functionele / karakteristieke groepen herkennen:
 - $\text{C}=\text{C}$;
 - $\text{C}\equiv\text{C}$; (*driedubbele binding*)
 - OH groep (hydroxyl);
 - $\text{C}=\text{O}$ groep (aldehyde en keton);
 - COOH groep (carboxyl);
 - NH_2 groep (amino);
 - COC groep (ether);
 - COOC groep (ester);
 - CONHC groep (peptide / amide);
 - C-X (X= F, Cl, Br, I).

16. De kandidaat kan met behulp van de structuurformule van koolstofverbindingen met een al dan niet vertakte koolstofketen met maximaal 10 koolstofatomen met hoogstens één functionele /karakteristieke groep de systematische IUPAC-naam aangeven en omgekeerd:
- alkanen;
 - alkenen;
 - alkynen;
 - alkanolen;
 - alkanalen;
 - alkanonen;
 - alkaanzuren;
 - alkaanaminen;
 - halogeenalkanen;
 - cycloalkanen;
 - benzeen en benzeenderivaten;
 - alkoxyalkanen;
 - alkylalkanoaten.

Subdomein B2 - Eigenschappen en modellen

De kandidaat kan bij beschreven onderzoek aan stoffen en materialen macroscopische eigenschappen verklaren met deeltjesmodellen.

1. De kandidaat kan aangeven wat bedoeld wordt met stoffen en materialen in de chemie en daarmee redeneren en daarbij het volgende begrip gebruiken:
 - stofeigenschappen (op macroniveau).
2. De kandidaat kan een verband leggen tussen:
 - een zuivere stof en smeltpunt / kookpunt;
 - een mengsel en smelttraject / kooktraject.
3. De kandidaat kan het verschil tussen zuivere stoffen en mengsels beschrijven op microniveau.
4. De kandidaat kan het verschil tussen ontleedbare en niet-ontleedbare stoffen beschrijven op microniveau.
5. De kandidaat kan op microniveau het verschil tussen een moleculaire stof en een zout beschrijven.
6. De kandidaat kan bij redeneringen over mengsels de volgende begrippen gebruiken:
 - oplossing: onverzadigd, verzadigd;
 - suspensie;
 - emulsie, emulgator;
 - legering;
 - homogene en heterogene mengsels.
7. De kandidaat kan de bovenstaande items (B2.1 t/m B2.6) relateren aan een beschreven onderzoek.

Subdomein B3 - Bindingen en eigenschappen

De kandidaat kan met behulp van kennis over bindingen in en tussen deeltjes eigenschappen van stoffen en materialen verklaren.

1. De kandidaat kan de roosteropbouw beschrijven, waarbij ook gebruik gemaakt wordt van de bindingen tussen de samenstellende deeltjes:
 - metaalrooster;
 - metaalbinding
 - ionrooster;
 - ionbinding;
 - molecuulrooster;
 - vanderwaalsbinding / molecuulbinding
 - dipool-dipool binding
 - waterstofbruggen
 - atoomrooster.

- atoombinding / covalente binding
2. De kandidaat kan in een gegeven voorbeeld toelichten dat ook tussenvormen van de in B3.1 genoemde roosters mogelijk zijn.
 3. De kandidaat kan een beschrijving geven van:
 - atoombinding / covalente binding;
 - gemeenschappelijk(e) elektronenpa(a)r(en)
 - polaire atoombinding;
 - bindingen van N, O of F met andere atomen, waarbij de gedeeltelijk negatieve lading op respectievelijk N, O of F ligt.
 - ionbinding.
 4. De kandidaat kan de sterkte van de binding tussen de samenstellende deeltjes van een stof in verband brengen met faseovergangen:
 - ionbinding;
 - vanderwaalsbinding / molecuulbinding;
 - waterstofbrug;
 - dipool-dipool binding;
 - metaalbinding.
 5. De kandidaat kan verschillen in oplosbaarheid / mengbaarheid relateren aan begrippen hydrofoob / hydrofiel.
 6. De kandidaat kan de termen hydrofoob/hydrofiel in verband brengen met:
 - vanderwaalsbinding, dipool-dipool binding en waterstofbruggen;
 - polair en apolair.
 7. De kandidaat kan de praktische toepassing van een zout relateren aan de oplosbaarheid van dat zout.

Subdomein B4 - Bindingen, structuren en eigenschappen

De kandidaat kan op basis van kennis van structuren en de bindingen in en tussen deeltjes eigenschappen van stoffen en materialen verklaren en omgekeerd vanuit de eigenschappen van stoffen of materialen structuren voorspellen.

1. De kandidaat kan een verband leggen tussen de bouw van een stof en
 - elektrisch geleidingsvermogen, en maakt daarbij gebruik van:
 - de aanwezigheid en beweeglijkheid van ladingdragers:
 - elektronen;
 - ionen.
 - vervormbaarheid, en maakt daarbij gebruik van:
 - de roosteropbouw van de stof en roosterfouten;
 - de aanwezigheid van weekmakers in polymeren;
 - de structuur van polymere materialen:
 - thermoplasten;
 - thermoharders.
 - uv-lichtgevoeligheid, en maakt daarbij gebruik van:
 - crosslinks;
 - de aanwezigheid van meervoudige atoombindingen.
 - corrosiegevoeligheid, en maakt daarbij gebruik van:
 - standaard elektrodepotentiaal (edelheid van metalen);
 - de aanwezigheid van een beschermende laag.
2. De kandidaat kan voor composieten, polymeren, legeringen en keramische materialen een verband leggen tussen de structuur / ruimtelijke ordening van bouwstenen en de volgende eigenschappen:
 - vervormbaarheid;
 - geleidend vermogen;
 - waterafstotendheid / waterbindend vermogen;
 - corrosiegevoeligheid;
 - uv-lichtgevoeligheid;
 - brandbaarheid;
 - hardheid;

- brosheid.
3. De kandidaat kan met behulp van de Valentie-Schil-Elektronen-Paar-Repulsie-Theorie (VSEPRtheorie) de ruimtelijke bouw van samengestelde ionen en moleculen, of delen daarvan, aangeven:
 - omringingsgetal 2, 3 en 4;
 - 4 omringing: tetraëder, bindingshoek ongeveer 109°;
 - 3 omringing: plat vlak, bindingshoek ongeveer 120°;
 - 2 omringing: lineair, bindingshoek 180°.
 4. De kandidaat kan uit de ruimtelijke structuur van een molecuul, gebruik makend van de ladingsverdeling binnen het molecuul, concluderen of het deeltje een dipool is.
 5. De kandidaat kan de ruimtelijke structuur van een molecuul of delen daarvan in verband brengen met eigenschappen van een stof of materiaal:
 - verschil vet en olie;
 - secundaire structuur van eiwitten.

Domein C - Chemische processen en behoudswetten

Subdomein C1 - Chemische processen

De kandidaat kan chemische reacties en fysische processen beschrijven in termen van reactiviteit en het vormen en verbreken van (chemische) bindingen.

1. De kandidaat kan beschrijven welke typen bindingen verbroken worden en gevormd worden bij het oplossen in water van:
 - moleculaire stoffen;
 - zouten:
 - ion-dipool binding, hydratatie.
2. De kandidaat kan beschrijven welke typen bindingen verbroken worden en gevormd worden bij het oplossen en ioniseren in water van:
 - zuren:
 - oxoniumion;
 - basen.
3. De kandidaat kan voor de volgende processen beschrijven welke type bindingen verbroken / gevormd worden:
 - verdampen;
 - condenseren;
 - smelten;
 - stollen.
4. De kandidaat kan van bovenstaande processen (C1.1 t/m C1.3) een (reactie)vergelijking geven.
5. De kandidaat kan beschrijven welke bindingen verbroken / gevormd worden bij de volgende scheidingsprocessen, en mede aan de hand daarvan aangeven hoe de scheiding tot stand komt:
 - destillatie;
 - adsorptie.
6. De kandidaat kan van de volgende processen een reactievergelijking geven:
 - volledige verbranding van verbindingen van koolstof, waterstof en eventueel zuurstof;
 - processen waarbij beginstoffen en reactieproducten bekend zijn.
7. De kandidaat kan donor / acceptor reacties beschrijven als reacties waarbij een deeltje wordt overgedragen en kan daarbij aangeven welk deeltje de donor en welk de acceptor is:
 - zuur/base reactie, overdracht van protonen;
 - redoxreactie, overdracht van elektronen.
8. De kandidaat kan in de context van batterijen aangeven wat bedoeld wordt met een elektrochemische cel.

9. De kandidaat kan beschrijven wat bedoeld wordt met elektrolyse:
 - opladen van batterijen;
 - productie van waterstof.
10. De kandidaat kan het verschil tussen sterke en zwakke zuren aangeven.
11. De kandidaat kan reacties tussen zuren en basen beschrijven met een reactievergelijking.
12. De kandidaat kan beschrijven wat buffersystemen zijn en kan aangeven hoe deze werken.
13. De kandidaat kan met behulp van de standaardelektrodepotentiaal de relatieve sterkte van een reductor of oxidator aangeven.
14. De kandidaat kan in de context van batterijen / brandstofcellen vergelijkingen van halfreacties opstellen als het redoxkoppel gegeven is.
15. De kandidaat kan een reactievergelijking van een redoxreactie geven met behulp van gegeven halfreacties.
16. De kandidaat kan bij organisch-chemische reacties aangeven welke bindingen verbroken en gevormd worden, en daarbij zonedig gebruik maken van mesomere grensstructuren:
 - condensatiereacties:
 - ester;
 - peptide/amide.
 - additiereacties aan dubbele binding:
 - C=C ;
 - 1,2 en 1,4-additie.
17. De kandidaat kan bij organisch-chemische reacties de reactievergelijking geven in structuurformules en Lewisstructuren:
 - condensatiereacties;
 - ester;
 - peptide/amide.
 - hydrolysereacties;
 - additiereacties;
 - substitutiereacties.
18. De kandidaat kan aan de hand van een gegeven reactie een reactie met analoge verbindingen beschrijven.

Subdomein C2 - Chemisch rekenen

De kandidaat kan met behulp van kennis van chemische reacties en behoudswetten berekeningen maken over een proces.

1. De kandidaat kan de volgende begrippen gebruiken in berekeningen:
 - massa;
 - symbool m
 - eenheid kg
 - volume;
 - symbool V
 - eenheid m^3
 - relatieve molecuulmassa;
 - symbool M_r
 - chemische hoeveelheid;
 - symbool $n(X)$
 - eenheid mol
 - molaire massa;
 - symbool $M(X)$
 - eenheid $g\ mol^{-1}$
 - molair volume;
 - symbool V_m
 - eenheid $m^3\ mol^{-1}$
 - dichtheid;
 - symbool ρ

- eenheid kg m^{-3}
 - concentratie;
 - symbool $c(X)$, $[X]$
 - eenheid mol L^{-1}
 - massapercentage;
 - eenheid %
 - massa-ppm
 - eenheid ppm, mg kg^{-1}
 - massa-ppb
 - eenheid ppb, $\mu\text{g kg}^{-1}$
 - volumepercentage;
 - eenheid %
 - zuurgraad.
 - symbool pH
 - $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$; $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$
 - $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$
 - $\text{pH} + \text{pOH} = 14,00$ (bij 298K)
 - $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$; $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$
 - $[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$
2. De kandidaat kan de volgende principes gebruiken in berekeningen aan en beschrijvingen van chemische processen:
- massaverhouding;
 - volumeverhouding van gassen bij reacties;
 - overmaat / ondermaat;
 - stoichiometrische verhouding;
 - rendement als fractie of percentage van de theoretische opbrengst.

Subdomein C3 - Behoudswetten en kringlopen

De kandidaat kan verbanden leggen tussen behoudswetten en chemische processen, en kan deze verbanden relateren aan kringlopen.

1. De kandidaat kan de volgende begrippen gebruiken in redeneringen:
 - massabehoud / massabalans;
 - energiebehoud / energiebalans;
 - ladingbehoud / ladingbalans.
2. De kandidaat kan chemische processen relateren aan:
 - stofkringloop;
 - elementkringloop;
 - recycling;
 - cradle to cradle.

Subdomein C4 - Reactiekinetiek

De kandidaat kan op basis van kennis van reactiekinetiek chemische processen analyseren, onder andere door de concentratie van aanwezige stoffen en deeltjes te berekenen, en kan aangeven welke rol katalyse speelt.

1. De kandidaat kan veranderingen in reactiesnelheid verklaren met het botsende deeltjesmodel en daarbij de volgende begrippen gebruiken:
 - verdelingsgraad;
 - concentratie;
 - temperatuur.
2. De kandidaat kan veranderingen in reactiesnelheid verklaren met behulp van de volgende begrippen:
 - katalysator;
 - activeringsenergie.
3. De kandidaat kan aangeven dat reacties vaak in een aantal stappen verlopen:
 - reactiemechanisme;
 - snelheidsbepalende stap.

4. De kandidaat kan met gegevens over een reactie de reactiesnelheid berekenen in mol $L^{-1}s^{-1}$.
5. De kandidaat kan van een gegeven reactiemechanisme een beschrijving geven van de verplaatsing van elektronen / elektronenparen:
 - nucleofiel, elektrofiel;
 - radicalen;
 - mesomere grensstructuren.

Subdomein C5 - Chemisch evenwicht

De kandidaat kan aangeven of er sprake is van evenwicht, kan berekeningen uitvoeren aan evenwichten, en kan verklaren hoe de ligging van een evenwicht kan worden beïnvloed.

1. De kandidaat kan bij de beschrijving van chemische processen de volgende begrippen gebruiken:
 - aflopende reactie;
 - omkeerbare reactie;
 - evenwicht.
2. De kandidaat kan voor een gegeven evenwicht de evenwichtsvoorwaarde geven en kan berekeningen uitvoeren aan evenwichten:
 - concentratiebreuk;
 - evenwichtsconstante;
 - K_z , K_b , K_w .
3. De kandidaat kan de beïnvloeding van de ligging van het evenwicht verklaren aan de hand van:
 - verandering in de concentratiebreuk;
 - verandering in de evenwichtsconstante.
4. De kandidaat kan de invloed van een katalysator op een chemisch proces toelichten:
 - reactiesnelheid;
 - insteltijd van een evenwicht;
 - ligging van een evenwicht.
5. De kandidaat kan van een oplossing met bekende concentratie van een zuur of van een base de pH berekenen of omgekeerd uit de pH de concentratie berekenen.
 - sterk zuur;
 - éénwaardig zwak zuur;
 - sterke base;
 - éénwaardige zwakke base.

Subdomein C6 - Energieberekeningen

De kandidaat kan berekeningen maken over energieomzettingen en energie-uitwisseling bij chemische processen en hieruit conclusies trekken en voorstellen formuleren.

1. De kandidaat kan een energiediagram geven, daarin het energie-effect van een reactie aangeven en daarbij gebruik maken van:
 - overgangstoestand / geactiveerde toestand;
 - invloed van een katalysator.
2. De kandidaat kan de volgende begrippen gebruiken en daarbij redeneren over energieomzettingen bij chemische processen:
 - endotherm, exotherm;
 - vormingswarmte;
 - activeringsenergie;
 - energiediagram.
3. De kandidaat kan de reactiewarmte van een reactie berekenen met behulp van vormingswarmtes.
4. De kandidaat kan rekenen en redeneren met de eerste hoofdwet van de thermodynamica (wet van behoud van energie):
 - omzetten van chemische energie in andere vormen van energie.
 - warmte;
 - elektrische energie.

Subdomein C7 - Classificatie van reacties

De kandidaat kan reacties classificeren en naar kenmerken beschrijven.

- Thermolyse, fotolyse, electrolyse, hydrolyse, verzeping, additie, substitutie, neerslag, oplossen, redox, verbranding, zuur-base, condensatie, polymerisatie, omkeerbare/evenwichtsreacties, estervorming, synthese, radicaalmechanisme

Subdomein C8 - Technologische aspecten

De kandidaat kan in contexten van technologische aard aspecten van schaal, verandering en reactiviteit herkennen en toelichten.

- Schaalvergroting,
- reactoren, reactiviteit chemische reacties
- warmtehuishouding
- scheidingsmethoden, blokschema
- lab on a chip
- nanoprocessen
- chemie van de atmosfeer-radikalen.

Subdomein C9 - Kwaliteit van energie

De kandidaat kan met kennis van energie aangeven hoe de energie en de kwaliteit van energie bij chemische processen verandert.

- Energieovergangen
- vormen van energie
- exotherm, endotherm
- energiediagram
- vormingswarmte, fossiele brandstof, biobrandstof
- thermodynamische begrippen als Gibbsenergie en enthalpie.

Subdomein C10 - Activeringsenergie

De kandidaat kan bij experimenten het begrip activeringsenergie gebruiken, beschrijven en relateren aan katalyse.

- Activeringsenergie
- katalysator,
- enzymen
- energiediagram, elementbehoud.

Domein D - Ontwikkelen van chemische kennis

Subdomein D1 - Chemische vakmethodes

De kandidaat kan met behulp van kennis van materialen en stoffen een keuze voor een bepaalde scheidings- en/of analysemethode formuleren en beoordelen.

1. De kandidaat kan voor scheidingsmethoden toelichten op welk verschil van (stof)eigenschap ze berusten en beargumenteren waarom ze bij een bepaald proces worden gebruikt:
 - filtreren;
 - centrifugeren;
 - destilleren;
 - extraheren / wassen;
 - adsorberen;
 - bezinken;
 - indampen.
2. De kandidaat kan toelichten hoe analysemethoden gebruikt worden om na te gaan of en in hoeverre een scheidingsmethode succesvol is geweest.
3. De kandidaat kan toelichten op welke verschillen in stoffeigenschappen chromatografie

berust.

4. De kandidaat kan met behulp van gaschromatografie de aanwezigheid van bepaalde stoffen aangeven met behulp van de retentietijd.
5. De kandidaat kan aangeven dat in massaspectra van stoffen kenmerkende patronen voorkomen aan de hand waarvan die stoffen kunnen worden herkend en kan massaspectra analyseren.
6. De kandidaat kan uit meetresultaten van kwantitatieve bepalingen de hoeveelheid van een stof in een oplossing of mengsel berekenen of een gegeven berekening toelichten:
 - chromatografie: piekoppervlakte;
 - massaspectrometrie: piekhoogte.

Subdomein D2 - Veiligheid

De kandidaat kan bij experimenten het begrip activeringsenergie gebruiken, beschrijven en relateren aan katalyse.

- Activeringsenergie
- katalysator,
- enzymen,
- energiediagram, elementbehoud.

Subdomein D3 - Chemische synthese

De kandidaat kan met behulp van kennis over chemische processen aangeven hoe stoffen worden gesynthetiseerd en daarbij een relatie leggen met relevante reactiemechanismen.

1. De kandidaat kan een verband leggen tussen de structuurformule van een (co)polymeer en de structuurformule(s) van het/de monome(e)r(en):
 - additiepolymeren;
 - condensatiepolymeren.
2. De kandidaat kan de diverse stappen in het reactiemechanisme van een additiepolymerisatie beschrijven:
 - initiatie, propagatie, terminatie.
3. De kandidaat kan een verband leggen tussen het reactiemechanisme en:
 - gemiddelde ketenlengte, polymerisatiegraad;
 - crosslinks.

Subdomein D4 - Molecular modelling

De kandidaat kan een reactiemechanisme opstellen met gebruik van onder andere "molecular modelling" en daarbij, indien van toepassing, kennis van katalyse gebruiken.

- Reactiestappen/ mechanisme,
- katalysator,
- polymerisatie,
- monomeer,
- polycondensatie, enantiomeren, optische activiteit.

Domein E - Innovatie en chemisch onderzoek

Subdomein E1 - Chemisch onderzoek

De kandidaat kan met behulp van kennis van chemische processen in een beschreven onderzoek ten minste in de context van gezondheid, materialen of voedselproductie aangeven hoe die kennis wordt gebruikt.

1. De kandidaat kan de relatie beschrijven tussen de microstructuur en macroscopische eigenschappen van stoffen/materialen en kan aangeven hoe deze relatie in een beschreven onderzoek gebruikt wordt:
 - beweeglijkheid van ladingsdragers en geleidbaarheid;

- karakteristieke groepen en reactiviteit;
 - vrij elektronenpaar
 - radicaal
 - meervoudige atoombinding
 - dipool / polaire atoombinding
- roosters en vervormbaarheid;
 - metaalroosters
 - roosterfouten
 - legeringen
 - invloed van de temperatuur
 - rooster / structuur van polymeren;
 - weekmakers
 - ketenlengte
 - soorten monome(e)r(en)
 - crosslinks
 - kristalstructuur van keramische materialen.
 - ionrooster
 - atoomrooster
- aanwezigheid van meervoudige bindingen en uv-licht gevoeligheid;
- soorten metaalatomyen en corrosiegevoeligheid;
 - gebonden metaaloxide laagje
 - standaard elektrodepotentiaal (edelheid van metalen)
- moleculaire structuur en oplosbaarheid;
 - karakteristieke groepen
 - hydrofiel / hydrofoob
- moleculaire structuur en waterafstotendheid;
 - karakteristieke groepen
- moleculaire structuur en biodegradeerbaarheid van polymeren.
 - karakteristieke groepen

Subdomein E2 - Selectiviteit en specificiteit

De kandidaat kan bij chemische reacties ten minste in de context van voedselproductie, geneesmiddelen of transport van stoffen in het lichaam selectiviteit en specificiteit verklaren, en daarbij, indien van toepassing, kennis van katalyse gebruiken.

1. De kandidaat kan een verband leggen tussen de bouw van een (organisch) molecuul en de eigenschappen van een stof:
 - stereoisomerie:
 - cis / trans isomerie;
 - spiegelbeeld isomerie:
 - asymmetrisch koolstofatoom.
2. De kandidaat kan bij de werking van een enzym als biokatalysator de kinetiek van de reactie tussen enzym en substraat kwalitatief verklaren en daarbij de volgende begrippen gebruiken:
 - vorming van een enzymsubstraat complex;
 - afsplitsing van een product.
3. De kandidaat kan de specificiteit en selectiviteit van een enzym beschrijven aan de hand van de ruimtelijke structuur en de functionele groepen:
 - actieve plaats.
 - pH-optimum
 - temperatuuroptimum
4. De kandidaat kan aangeven welke factoren een rol spelen bij het transport van stoffen in het lichaam:
 - pH;
 - hydrofoob / hydrofiel;
 - membranen.

Subdomein E3 - Duurzaamheid

De kandidaat kan met behulp van kennis van chemische processen uitspraken over duurzaamheid waarderen en van commentaar voorzien.

- Duurzame kringlopen, aspecten Groene Chemie
- atomefficiëntie/economie
- vervuilingcoëfficiënt
- E-factor
- rendement
- fossiele brandstoffen, elektrochemie.

Subdomein E4 - Nieuwe materialen

De kandidaat kan met behulp van kennis van de chemische industrie ten minste in de context van geneesmiddelen, voeding of materialen toelichten hoe nieuwe toepassingen in bestaande en in nieuwe markten worden ontwikkeld.

- Nanotechnologie,
- nanocoatings
- keramische materialen,
- moleculaire structuur.
- antibiotica
- geneesmiddelenresearch.

Subdomein E5 - Onderzoek en ontwerp

De kandidaat kan met betrekking tot een praktische opdracht ten minste in de context van duurzaamheid, materialen, voeding of gezondheid een onderzoeks- of een ontwerpopdracht formuleren, die uitvoeren en daarvan verslag doen.

- Onderzoekvraag/hypothese opstellen, variabelen onderscheiden, werkplan maken, meetgegevens verwerken, conclusies trekken, presenteren.

Domein F - Industriële (chemische) processen

Subdomein F1 - Industriële processen

De kandidaat kan industriële processen beschrijven in blokschema's, hieraan berekeningen uitvoeren en voorstellen voor aanpassingen formuleren en beoordelen.

1. De kandidaat kan met gegevens over een industrieel proces dit proces met een blokschema beschrijven:
 - stofstromen;
 - recirculatie;
 - reactoren;
 - scheidingsinstallaties;
 - warmtewisselaars.
2. De kandidaat kan aan de hand van een blokschema een industrieel proces toelichten:
 - reacties;
 - scheidingsmethodes;
 - energie-effect;
 - energiehuishouding.
3. De kandidaat kan bij de beschrijving van een industrieel proces de volgende begrippen gebruiken:
 - katalyse;
 - continuproces;
 - batchproces;
 - bulkchemie / fijnchemie.

Subdomein F2 - Groene chemie

De kandidaat kan met behulp van kennis van procestechnologie en reactiekinetiek, ten minste in de context van voedselproductie of duurzaamheid, "principes van groene chemie" herkennen en relateren aan gerealiseerde, mogelijke en gewenste veranderingen van die processen en eenvoudige berekeningen uitvoeren.

1. De kandidaat kan verbanden leggen tussen aspecten van groene chemie die bij het ontwerpen en aanpassen van industriële processen een rol hebben gespeeld:
 - reactieomstandigheden;
 - veiligheid;
 - kwalitatieve energiebeschouwing;
 - nevenreacties;
 - (keuze voor) batchproces / continuproces;
 - bijproducten;
 - onvolledige omzetting;
 - overmaat /ondermaat;
 - (hernieuwbare) grondstoffen;
 - gebruik van water;
 - recycling;
 - afval;
 - milieueisen.
2. De kandidaat kan aan de hand van gegeven formules uit groene chemie berekeningen uitvoeren aan een proces:
 - atomeconomie;
 - E-factor;
 - energie-effect;
 - rendement.
3. De kandidaat kan chemische concepten in processen herkennen en beschrijven en relateren aan voorstellen voor aanpassing:
 - vergisting van biomassa;
 - productie van biodiesel;
 - omestering
 - olieraffinage;
 - gefractioneerde destillatie
 - kraken
 - reformen
 - recycling.
 - kunststoffen
 - metalen

Subdomein F3 - Energieomzettingen

De kandidaat kan in de context van duurzaamheid beschrijven welke chemische en/of technologische processen worden gebruikt bij energieomzettingen en kan met behulp van kennis van energieproductie deze processen beschrijven, daarbij voorkomende condities aangeven en voorstellen voor aanpassing beoordelen.

1. De kandidaat kan met behulp van een beschrijving van onderstaande technieken voor energieproductie uit biomassa redeneren over deze technieken:
 - vergisting: bio-ethanol, biogas;
 - productie van biodiesel;
 - verbranding.
2. De kandidaat kan beschrijven hoe fossiele brandstoffen gebruikt worden bij energieproductie:
 - aardgas, aardolie, steenkool.
 - verbranding in een specifieke verbrandingseenheid
 - reactieproducten en vervuiling
 - stoomopwekking
 - dynamo

3. De kandidaat kan de fotosynthese van glucose beschrijven als een proces waarbij licht wordt omgezet in chemische energie:
 - vastleggen van koolstofdioxide;
 - productie van zuurstof.
4. De kandidaat kan brandstoffen met elkaar vergelijken, voorstellen voor aanpassing(en) beoordelen en redeneren over aspecten van duurzaamheid die daarbij een rol spelen:
 - verschil in hoeveelheid koolstofdioxide geproduceerd door biobrandstof en fossiele brandstof:
 - koolstofkringloop.
 - C/H-verhouding:
 - relatie hoeveelheid CO₂ per joule.
 - optredende emissies bij verbranding:
 - CO₂
 - NO_x
 - SO₂
 - omgevingsfactoren:
 - brandstofaanvoer;
 - brandstofopslag;
 - koelwater.
5. De kandidaat kan redeneren over aspecten van duurzaamheid die een rol spelen bij de omzetting van chemische energie in elektrische energie en omgekeerd en kan daarbij voorstellen voor aanpassingen beoordelen:
 - elektrochemische cel / batterij / brandstofcel.
 - aangeven dat bij een elektrochemische cel een redoxreactie optreedt waarbij elektronen via een externe verbinding worden overgedragen
 - reductor / oxidator
 - halfreacties / totaalreactie
 - positieve en negatieve elektrode
 - elektrolyt
 - membraan
 - opladen
 - recycling
 - verhouding energie / massa

Subdomein F4 - Risico en veiligheid

De kandidaat kan kennis van risico en veiligheid gebruiken en kan daarmee in industriële productieprocessen die aspecten beoordelen.

- Stofstromen, energiestromen, risico en waarschijnlijkheid, schaalverandering (op grote schaal), veiligheidszinnen, pictogrammen, stofstromen, energiestromen, stofkringlopen.

Subdomein F5 - Duurzame productieprocessen

De kandidaat kan met behulp van chemische kennis ten minste in de context van duurzaamheid een oordeel geven over het ontwerp van productieprocessen.

- Grote schaal, ontwerpen, oordeelvorming, duurzame kringlopen, groene chemie, behoudswetten, chemische industrie, E-factor, atomeconomie, vervuilingcoëfficiënt Q.

Domein G: Maatschappij, chemie en technologie

Subdomein G1 - Chemie van het leven

De kandidaat kan kennis van chemische processen in levende organismen beschrijven en gebruiken.

1. De kandidaat kan beschrijven dat voedingsstoffen worden afgebroken en dat de afbraakproducten als basis kunnen dienen voor het maken van lichaamseigen stoffen.

2. De kandidaat kan van een aantal stoffen de chemische structuur beschrijven:
 - eiwitten:
 - primaire, secundaire en tertiaire structuur.
 - koolhydraten:
 - mono- di- en polysachariden.
 - vetten:
 - glycerol;
 - vetzuren;
 - verzadigd /onverzadigd.
 - nucleïnezuren:
 - DNA:
 - deoxyribose;
 - basen A, C, T en G;
 - fosfaten.
 - RNA :
 - ribose ;
 - basen A, C, U en G;
 - fosfaten.
3. De kandidaat kan van een aantal voedingsstoffen beschrijven dat deze worden afgebroken in het lichaam:
 - eiwitten:
 - hydrolyse tot aminozuren;
 - ureum;
 - verbranding.
 - koolhydraten:
 - hydrolyse tot monosachariden;
 - verbranding.
 - vetten:
 - hydrolyse tot glycerol en vetzuren;
 - verbranding.
4. De kandidaat kan van een aantal stoffen beschrijven welke functie deze stoffen in het lichaam hebben:
 - eiwitten:
 - bouwstof;
 - enzym.
 - koolhydraten:
 - energieopslag;
 - glycogeen.
 - vetten:
 - energieopslag;
 - bouwstof: membranen;
 - fosfolipiden.
 - nucleïnezuren:
 - genetische code;
 - eiwitsynthese:
 - vorming m-RNA;
 - eiwitsynthese op ribosomen;
 - t-RNA.
5. De kandidaat kan aangeven dat een beperkt aantal stoffen niet door het lichaam gemaakt kunnen worden en een essentieel onderdeel van de voeding uitmaken:
 - essentiële aminozuren;
 - essentiële vetzuren.

Subdomein G2 - Milieueffectrapportage

De kandidaat kan met behulp van kennis van productieprocessen ten minste in de context van gezondheid of duurzaamheid beschrijven welke maatschappelijke condities een rol spelen bij

milieu-gerelateerde vraagstukken en voor deze vraagstukken beschrijven welke mogelijke gevolgen er zijn op het gebied van gezondheid en duurzaamheid.

1. De kandidaat kan aan de hand van gegevens over een productieproces aangeven wat mogelijke gevolgen voor milieu en gezondheid zijn van dat productieproces:
 - transport van grondstoffen, producten en afvalstoffen;
 - uitstoot;
 - grenswaarde;
 - gebruik van (koel)water;
 - risico bij calamiteiten;
 - warmte / krachtkoppeling;
 - duurzaamheid.

Subdomein G3 - Energie en industrie

De kandidaat kan met behulp van kennis van productieprocessen ten minste in de context van duurzaamheid energieomzettingen vanuit de verschillende bronnen beschrijven, vergelijkingen maken en een beargumenteerd oordeel geven.

1. De kandidaat kan verschillende processen met elkaar vergelijken op het gebied van duurzaamheid en een keuze voor een proces beargumenteren:
 - kolenvergasser;
 - aardgascentrale;
 - kolencentrale;
 - brandstofcel.
2. De kandidaat kan het gebruik van verschillende energiebronnen in een proces met elkaar vergelijken en een keuze voor een energiebron beargumenteren:
 - waterstof;
 - bio-ethanol;
 - biogas;
 - biodiesel.

Subdomein G4 - Milieueisen

De kandidaat kan met behulp van kennis van grootschalige chemische processen beschrijven welke kwaliteiten van water, lucht, bodem en voedsel op welke wijze worden gewaarborgd en kan voorgestelde aanpassingen beoordelen.

- groene Chemie, natuurlijke hulpbronnen, hergebruik, cradle to cradle, energiebeheer, waterkwaliteit, luchtkwaliteit, bodemkwaliteit, voedselkwaliteit.

Subdomein G5 - Bedrijfsprocessen

De kandidaat kan met behulp van chemische kennis ten minste in de context van duurzaamheid een voorbeeld uit de Nederlandse chemische industrie analyseren en aangeven wat de bijdrage is van het bedrijfsproces aan lokale en mondiale kwaliteit van leven.

- duurzaamheid, processen, invloed op leefmilieu, leefkwaliteit, et cetera.