



Universiteit Leiden



# Examenprogramma

## Biologie havo

Zie voor de perfecte voorbereiding ook  
[www.examencursus.com](http://www.examencursus.com) en [www.alleexamens.nl](http://www.alleexamens.nl).

In dit document vind je de examenstof zoals die door het ministerie van Onderwijs is gepubliceerd. De SSL kan geen verantwoordelijkheid dragen voor eventuele fouten of onvolkomenheden in dit document. Let erop dat er elk jaar wijzigingen kunnen worden aangebracht in het examenprogramma. Je vindt de laatste wijzigingen op [www.alleexamens.nl](http://www.alleexamens.nl).

Beschikbaar gesteld door de Universiteit Leiden en Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL). Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie ook [www.examencursus.com](http://www.examencursus.com).

### Examenprogramma biologie h.a.v.o.

#### 1 Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het centraal examen en het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

- Domein A Vaardigheden;
- Domein B Factoren in ecosystemen;
- Domein C Voortplanting en erfelijkheid;
- Domein D Stofwisseling;
- Domein E Stabiliteit en verandering.

##### 1.1 Het centraal examen

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

Het centraal examen wordt afgenomen in één zitting van 3 uur.

##### 1.2 Het schoolexamen

Het schoolexamen heeft betrekking op de eindtermen uit domein A en de eindtermen uit door de school te kiezen overige domeinen of subdomeinen.

Het schoolexamen bestaat uit een examendossier met de volgende onderdelen:

- a toetsen met gesloten en/of open vragen
- Het oplossen van problemen en vraagstukken met betrekking tot de vakinhoud.

Het werk wordt beoordeeld aan de hand van een correctievoorschrift waarin mogelijke antwoorden en een puntenverdeling opgenomen zijn.

b praktische opdrachten

De kandidaat voert één of meer kortdurende practica uit, aan de hand waarvan uit domein A de subdomeinen technisch-instrumentele vaardigheden en onderzoeksvaardigheden getoetst worden. Over het practicum worden vragen beantwoord of er wordt een verslag van gemaakt.

Daarnaast voert de kandidaat een aantal van de volgende typen opdrachten uit:

- Het doen van een natuurwetenschappelijk onderzoek
  - Het maken van een technisch ontwerp
  - Het verrichten van een literatuurstudie
  - Het omgaan met informatie ten behoeve van meningsvorming;
  - Een andersoortige opdracht.
- De presentatie van het verrichte werk vindt op één van volgende wijzen plaats:
    - een geschreven verslag (onderzoeksverslag, verhalend verslag, recensie, verslag van een enquête of weergave van een interview);
    - een essay of artikel (uiteenzetting, beschouwing of betoog);
    - een mondelinge voordracht (uiteenzetting, beschouwing of betoog, forumdiscussie);
    - een reeks stellingen met onderbouwing;
    - een posterpresentatie met toelichting;

Beschikbaar gesteld door de Universiteit Leiden en Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL). Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie ook [www.examencursus.com](http://www.examencursus.com).

- het product van een ontwerpopdracht en de bijbehorende documentatie;
- een presentatie met gebruik van media (bijvoorbeeld audio, video, ICT).

De kandidaat dient in overleg met de examinerator ervoor zorg te dragen dat het totale pakket van praktische opdrachten voor de profielvakken tezamen gevarieerd samengesteld is, zowel wat het type opdrachten betreft als wat de presentatievormen betreft.

De examinering van de algemene vaardigheden wordt over de verschillende vakken gespreid.

Tenminste een van de praktische opdrachten binnen het profiel dient te worden uitgevoerd als groepsopdracht in een groep van minimaal 3 deelnemers.

Voor de beoordeling van de praktische opdrachten wordt gebruik gemaakt van beoordelingscriteria die vooraf aan de kandidaat bekend gemaakt zijn.

Bij praktische opdrachten wordt, voor zover relevant, het doorlopen proces door de kandidaat gedocumenteerd (onderwerpskeuze, vraagstelling, verrichte werkzaamheden, geraadpleegde hulpbronnen en dergelijke). Dit wordt in de beoordeling betrokken.

#### c profielwerkstuk

Het profielwerkstuk heeft een studielast van 40 tot 80 uur. Het heeft betrekking op ten minste twee (deel)vakken van het profieldeel.

Wanneer biologie bij het profielwerkstuk betrokken is, omvat het profielwerkstuk:

- een zelfstandige onderzoekopdracht.

Wat de bijdrage van biologie betreft, is dit:

- een natuurwetenschappelijk onderzoek en/of
- een technisch ontwerp.

Bij de opzet en uitvoering worden literatuur en/of andere bronnen geraadpleegd en geanalyseerd.

Voor de presentatie van het profielwerkstuk wordt gebruik gemaakt van de presentatievormen genoemd bij de praktische opdrachten.

Bij het profielwerkstuk wordt het doorlopen proces door de kandidaat gedocumenteerd (onderwerpskeuze, vraagstelling, verrichte werkzaamheden, geraadpleegde hulpbronnen en dergelijke). Dit wordt in de beoordeling betrokken.

Voor de beoordeling van het profielwerkstuk wordt gebruik gemaakt van beoordelingscriteria die vooraf aan de kandidaat bekend gemaakt zijn.

De beoordeling vindt plaats door de examinatoren van de vakken die bij het profielwerkstuk zijn betrokken.

Het profielwerkstuk moet voldoende afgerond zijn. Naast de waardering 'voldoende' kan ook de waardering 'goed' toegekend worden.

#### d handelingsdeel

Het uitvoeren van opdrachten waarbij oriëntatie op vervolgoopleidingen en beroepsperspectieven centraal staan:

- Het deelnemen aan excursies waaraan natuurwetenschappelijke en/of technische aspecten zijn verbonden.
- Het informeren naar toekomstperspectieven bij vervolgoopleidingen en beroepen waar natuurwetenschappen en/of techniek een rol spelen.

De uitvoering van het handelingsdeel blijkt uit een notitie van de kandidaat waarin aandacht besteed is aan de voorbereiding op en de ervaring met de opdracht en waarin op de uitvoering van de opdracht gereflecteerd wordt.

Voor de activiteiten in dit onderdeel worden geen cijfers toegekend. De examinerator stelt aan de hand van de notitie vast of een activiteit naar behoren uitgevoerd is. De notitie maakt deel uit van het examendossier.

Informatie- en communicatietechnologie (ICT)

De kandidaat kan bij de examinering gebruik maken van de volgende toepassingen van ICT:

- raadplegen van (hyper)teksten, gegevens, beeld en geluid in (multimediale) bestanden, gegevensbanken en informatiesystemen met behulp van een computer(netwerk);
- geautomatiseerde zoeksystemen in bibliotheek en mediatheek;

- telecommunicatie, zoals e-mail, discussie- en nieuwsgroepen;
- tekstverwerking;
- rekenmachine of grafische rekenmachine;
- geautomatiseerd sturen en regelen van processen;
- wiskundige bewerkingen;
- spreadsheets, modellen en simulaties;
- verwerking en beheer van gegevens in gegevensbanken en informatiesystemen;
- maken van (multimediale) presentaties.

Het gebruik van ICT-toepassingen bij de toetsing is optioneel op die onderdelen waar de school (nog) niet beschikt over voldoende en adequate apparatuur en programmatuur.

weging

Onderdeel a bepaalt voor 40% het cijfer van het schoolexamen, onderdeel b voor 60%. Voor kandidaten die het eindexamen afsluiten vóór 1 januari 2003 bepaalt onderdeel a voor 60% het cijfer van het schoolexamen, onderdeel b voor 40%. De waardering voor onderdeel c wordt afzonderlijk op de cijferlijst vermeld. Onderdeel d draagt niet bij aan het cijfer.

## 2 De examenstof

### 2.1 Eindtermen: vaardigheden

Domein A: Vaardigheden

Subdomein: Taalvaardigheden

De kandidaat kan zowel mondeling als schriftelijk

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

Subdomein: Reken/wiskundige vaardigheden

De kandidaat kan

9 basisrekenvaardigheden uitvoeren:

- een (grafische) rekenmachine gebruiken;
- rekenen met verhoudingen, procenten, machten, wortels.

10 berekeningen uitvoeren met bekende grootheden en relaties en daarbij de juiste formules en eenheden hanteren.

11 wiskundige technieken toepassen:

- omwerken van eenvoudige wiskundige betrekkingen;
- rekenen met evenredigheden (recht en omgekeerd);
- kansrekening: productregel.

12 afgeleide eenheden herleiden tot eenheden van het SI met behulp van omzettingstabellen.

13 uitkomsten schatten en beoordelen.

14 uitkomsten van berekeningen weergeven in een aanvaardbaar aantal significante cijfers:

- een uitkomst mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is.

Subdomein: Informatievaardigheden

De kandidaat kan

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

## Subdomein: Technisch-instrumentele vaardigheden

## De kandidaat kan

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

## Subdomein: Ontwerpvaardigheden

## De kandidaat kan

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

## Subdomein: Onderzoekvaardigheden

## De kandidaat kan

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

## Subdomein: Maatschappij, studie en beroep

## De kandidaat kan

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

## Subdomein: Vaardigheden, specifiek voor biologie

## De kandidaat kan

- 48 aangeven dat in de levende natuur relaties complex van aard zijn en dat verschijnselen vaak niet monocausaal kunnen worden verklaard, terwijl in onderzoek meestal één factor wordt onderzocht:
  - het geheel is meer dan de delen: systeemdenken.
- 49 biologische verschijnselen op verschillende organisatieniveaus - cel, organisme, ecosysteem - met elkaar in verband brengen.

## 2.2 Eindtermen: vakinhoud

## Domein B: Factoren in ecosystemen

## Subdomein: Organismen in relatie tot elkaar en hun omgeving

## De kandidaat kan

- 1 het begrip ecosysteem gebruiken in een gegeven situatie.
- 2 de betekenis en invloed van de abiotische factoren in een beschreven ecosysteem uitleggen in het bijzonder:
  - licht;
  - temperatuur;
  - lucht;
  - (oppervlakte)water;
  - bodem.
- 3 uitleggen dat de invloed van abiotische factoren op organismen berust op processen in cellen.
- 4 een relatie leggen tussen eigenschappen van organismen en abiotische factoren.
- 5 onderzoek doen naar de invloed van abiotische factoren en daar verslag van uit brengen.
- 6 de betekenis van biotische factoren in een concreet ecosysteem beschrijven in het bijzonder:
  - populaties van verschillende soorten planten, dieren (inclusief de mens), schimmels en bacteriën.
- 7 methoden gebruiken voor het bepalen van populatiedichtheden.
- 8 aangeven hoe de groei, ontwikkeling en het leven van individuen is begrensd (onder meer tolerantiegrenzen; beperkende factoren).
- 9 in een beschreven ecosysteem relaties tussen soorten en tussen individuen van een soort herkennen in het bijzonder:
  - competitie;
  - voedselrelatie;
  - predatie;
  - symbiose;
  - mutualisme;
  - commensalisme;
  - parasitisme;
  - voortplantingsrelatie.
- 10 aangeven dat (delen van) organismen in het algemeen een vorm hebben die past bij hun functie en het vorm en functiedenken toepassen bij het ontwerpen van allerlei producten in het bijzonder:
  - buizen;
  - vleugels.

## Subdomein: Ordening van organismen

## De kandidaat kan

- 11 de relatie aangeven tussen de begrippen soort en populatie.
- 12 de regels van binaire naamgeving herkennen en toepassen.
- 13 een soort indelen in één van de vier rijken (planten, dieren, schimmels, bacteriën) aan de hand van afbeeldingen en gegevens over:
  - voedingswijze (autotroof, heterotroof);
  - grootte van cellen;
  - aan- of afwezigheid van organellen (celkern, vacuole);
  - aan- of afwezigheid van een celwand.
- 14 aangeven dat virussen, bestaande uit DNA of RNA en eiwitmantel, buiten de ordening in vier rijken vallen en de reden daarvan noemen.

## Subdomein: Cellen van planten en dieren

## De kandidaat kan

- 15 delen van cellen van organismen herkennen in tekeningen en licht- en elektronenmicroscopische afbeeldingen:
  - cytoplasma met organellen;
  - kern;
  - celmembraan;
  - mitochondriën;
  - ribosomen;
  - endoplasmatisch reticulum;
  - chloroplasten.
- 16 de functies noemen van:
  - celmembraan (bescherming, regeling, transport);
  - kern (regeling);
  - mitochondriën (vrijmaken van energie onder aërobe omstandigheden);
  - endoplasmatisch reticulum (transport);
  - ribosomen (eiwitsynthese);
  - chloroplast (fotosynthese).
- 17 aangeven dat plastiden en grote vacuolen kenmerkend zijn voor plantecellen en dat zich rondom een plantencel een celwand bevindt.
- 18 bij plantecellen de functies noemen van vacuolen, plastiden en celwanden.
- 19 aangeven dat de stevigheid van een plantencel onder andere door turgor ontstaat.
- 20 de begrippen weefsel en orgaan herkennen en gebruiken.

## Domein C: Voortplanting en erfelijkheid

## Subdomein: Erfelijkheid

## De kandidaat kan

- 21 de relatie leggen tussen DNA en genotype.
- 22 uitleggen dat het fenotype ontstaat onder invloed van genotype en milieufactoren en hierbij de rol aangeven van tweelingonderzoek.
- 23 aan de hand van gegevens aangeven of bepaalde veranderingen van het fenotype worden veroorzaakt door genotype of milieu.
- 24 uitleggen waarom en wanneer ongeslachtelijke voortplanting wordt toegepast in de landbouw.
- 25 diverse manieren aangeven om klonen te maken in het bijzonder:
  - knollen;
  - bollen;
  - stekken;
  - weefselkweek.
- 26 verklaren waardoor geslachtelijke voortplanting nieuwe combinaties van erfelijk materiaal oplevert.

- 27 aangeven dat de mens met oude en nieuwe technieken ingrijpt in de erfelijke informatie met het doel de door de mens gewenste eigenschappen te verbeteren:
- gebruik van mutatie;
  - gebruik van recombinatie;
  - veredelen;
  - fokken;
  - selectie.
- 28 een eigen standpunt ten aanzien van genetische modificatie beargumenteren.
- 29 uitleggen waardoor veredelen en fokken kunnen leiden tot verlies van erfelijke informatie.
- 30 de uitkomst voorspellen van mono- en dihybride kruisingen, onder andere met behulp van kansberekeningen in het bijzonder:
- dominante en recessieve allelen;
  - intermediair fenotype;
  - X-chromosomale genen.
- 31 de in eindterm 30 genoemde kennis toepassen in stamboomonderzoek en in de erfelijke bepaling van het geslacht.
- 32 een beargumenteerde mening geven over het toepassen van prenatale diagnostiek in de gezondheidszorg.
- 33 aangeven dat karyogrammen gebruikt worden bij erfelijkheidsadvisering en trisomie herkennen in een karyogram.

Subdomein: Voortplanting, groei en ontwikkeling van de mens

De kandidaat kan

- 34 met behulp van anatomische informatie primaire en secundaire geslachtskenmerken bij de vrouw en de man noemen en in afbeeldingen herkennen.
- 35 de functies van de geslachtsorganen beschrijven in het bijzonder:
- vorming en transport van eicellen;
  - vorming, opslag en transport van zaadcellen.
- 36 aangeven dat een eikel in een eileider bevrucht wordt en dat de innesteling in de baarmoeder plaatsvindt.
- 37 de functie van placenta, navelstreng, vruchtvliezen en vruchtwater aangeven.
- 38 de lichamelijke ontwikkeling van kind naar volwassene beschrijven, zoals deze in de puberteit plaatsvindt; beschrijven hoe groei en ontwikkeling door voeding en hormonen beïnvloed worden.
- 39 de cyclische veranderingen beschrijven die tijdens de menstruatocyclus plaatsvinden en daarbij aangeven welke hormonen en hormoonklieren bij deze veranderingen zijn betrokken.
- 40 een beargumenteerde mening geven over de betekenis van seksualiteit voor de mens.
- 41 een beargumenteerde mening geven over aspecten van seksualiteit zoals: hetero- en homoseksualiteit, erfelijk en cultureel bepaalde verschillen tussen man en vrouw en seksueel geweld.
- 42 een relatie leggen tussen seksueel gedrag en seksueel overdraagbare ziekten.
- 43 uitleggen wanneer in de menstruatocyclus een vrouw vruchtbaar is.
- 44 aangeven dat er voorwaarden zijn voor een goede vruchtbaarheid in het bijzonder:
- voeding;
  - algemene gezondheidstoestand;
  - leeftijd;
  - geschikte temperatuur in de testes;
  - milieufactoren zoals de afwezigheid van toxische stoffen.
- 45 methoden aangeven waarmee wordt geprobeerd ongewenste kinderloosheid op te heffen in het bijzonder:
- kunstmatige inseminatie;
  - in-vitrofertilisatie.
- 46 een beargumenteerde mening geven over het gebruik van nieuwe voortplantingstechnieken bij de mens.
- 47 de toepassing en het werkingsprincipe aangeven van de volgende anticonceptiemethoden en de voor- en nadelen van deze methoden noemen:
- 'de pil';
  - condoom;
  - spiraaltje;
  - pessarium;
  - sterilisatie.

- 48 een eigen mening formuleren met betrekking tot de kwaliteit van het leven in relatie met ingrepen van de gezondheidszorg.

Subdomein: Deling, groei en ontwikkeling van cellen

De kandidaat kan

- 49 aangeven hoe deling, groei en ontwikkeling van cellen plaatsvinden en welke betekenis deze processen hebben voor het individu.
- 50 de stadia van mitose en meiose in een afbeelding herkennen en uitleggen wanneer in de celcyclus verdubbeling en verdeling van het erfelijk materiaal (DNA) plaatsvindt en wanneer plasmagroei plaatsvindt.
- 51 aangeven wat DNA is en wat een chromosoom is en aangeven dat de erfelijke informatie hierin is opgeslagen.
- 52 de begrippen allel en gen in verband brengen de begrippen DNA en chromosoom.
- 53 het principe van de toepassing van recombinant-DNA-techniek in de biotechnologie aangeven.
- 54 aangeven dat verandering in cellen kan leiden tot verandering in het functioneren van het individu.
- 55 aangeven dat een mutatie een verandering in erfelijke informatie is en dat mutaties kunnen worden veroorzaakt door straling of mutagene stoffen ofwel spontaan voorkomen.
- 56 aangeven dat groei plaatsvindt door toename in aantal cellen, kanker beschrijven als een voorbeeld van ontregelde groei en weefselkweek als toename in aantal cellen onder kunstmatige omstandigheden.

Domein D: Stofwisseling

Subdomein: Energiestromen en kringlopen

De kandidaat kan

- 57 uitleggen dat de zon de belangrijkste energiebron is voor het leven op aarde.
- 58 beschrijven waardoor vastgelegde zonne-energie verdwijnt uit voedselketens in het bijzonder:
- piramide van energie.
- 59 aangeven waardoor in een schakel in een voedselketen niet alle biomassa tot nieuwe wordt opgebouwd.
- 60 aangeven dat een kringloop kan worden opgevat als een geheel van voorraden en stromen van materie.
- 61 aangeven dat iedere schakel in een voedselketen organische stoffen produceert en/of omzet met behulp van de begrippen:
- piramide van biomassa;
  - productiviteit.
- 62 aangeven dat door gescheiden plaatsen van productie en gebruik, door gebruik van fossiele brandstoffen en door oogsten kringlopen binnen een ecosysteem worden onderbroken of verstoord in het bijzonder:
- het onttrekken of toevoegen van elementen aan de kringloop.
- 63 aangeven dat stoffen voor de opbouw van organismen afkomstig zijn uit het abiotische milieu of van andere organismen.
- 64 in een beschrijving of afbeelding van een ecosysteem voorbeelden noemen van organismen die behoren tot respectievelijk:
- producenten, consumenten en reduceren;
  - autotrofe en heterotrofe organismen.
- 65 het begrip 'beperkende factoren' gebruiken in een beschreven situatie.
- 66 aangeven wat de rol is van reduceren bij compostering en afvalwaterzuivering.
- 67 de rol uitleggen van producenten, consumenten en reduceren in de kringloop van koolstof en die van stikstof aan de hand van schema's van deze kringlopen in het bijzonder:
- fotosynthese;
  - omzetting van glucose in andere organische stoffen;
  - vorming van stikstofhoudende organische stoffen;
  - afbraak van organische stoffen tot eenvoudige anorganische stoffen.
- 68 menselijke activiteiten noemen die:
- het 'zure regen'-probleem veroorzaken (onder meer overbemesting);
  - het broeikas-effect veroorzaken (onder meer verbrandingsprocessen).
- 69 voorbeelden van menselijk gedrag beschrijven die bijdragen aan oplossingen voor milieuproblemen.
- 70 aangeven wat wordt verstaan onder biologische afbreekbaarheid.

71 effecten aangeven van menselijke activiteiten op de koolstofkringloop en de stikstofkringloop.

Subdomein: Stofwisseling van planten

De kandidaat kan

- 72 aangeven welke stoffen uit het milieu en welke omstandigheden een plant in staat stellen tot fotosynthese.  
 73 aangeven dat koolhydraten worden verbruikt bij opbouw, herstel, dissimilatie en vorming van reservestoffen.  
 74 aangeven welke processen een rol spelen bij opname, transport en afgifte van stoffen door zaadplanten in het bijzonder:
- diffusie, waaronder osmose;
    - actief transport;
    - stroming.

Subdomein: Stofwisseling van de mens

De kandidaat kan

- 75 aangeven welke organen en/of weefsels de mens heeft voor opname van stoffen, voor transport, voor het geschikt maken van stoffen voor transport, voor het verwijderen van overtollige en schadelijke stofwisselingsproducten en voor opslag van stoffen.  
 76 in afbeeldingen de verschillende organen herkennen die betrokken zijn bij de vertering.  
 77 met behulp van anatomische informatie aangeven welke bewerkingen het voedsel ondergaat in het verteringskanaal in het bijzonder:
- mechanische bewerking en vertering;
  - verwijdering van onverteerbare stoffen en afvalstoffen;
  - opname van voedingsstoffen uit het verteringskanaal.
- 78 aangeven welke voedingsstoffen geresorbeerd kunnen worden door de mens:
- aminozuren;
  - glucose;
  - vetten;
  - vetzuren;
  - glycerol;
  - water;
  - mineralen;
  - vitamines.
- 79 aangeven dat genotmiddelen, geneesmiddelen en gifstoffen ook geresorbeerd kunnen worden.  
 80 het belang van verschillende voedingsstoffen aangeven:
- eiwitten worden gebruikt voor de opbouw van cellen;
  - koolhydraten en vetten worden vooral gebruikt voor energievrijmaking;
  - ballaststoffen zijn vooral van belang voor bevordering van de darmperistaltiek (vezels).
- 81 de begrippen essentiële aminozuren en vetzuren gebruiken.  
 82 een schema van de bloedsomloop interpreteren:
- de richting van de bloedstroom aangeven;
  - aders, slagaders en haarvaten herkennen;
  - de samenstelling van bloed in verschillende bloedvaten vergelijken ten aanzien van voedingsstoffen, zuurstof, koolstofdioxide en andere afvalstoffen.
- 83 met behulp van een afbeelding de relatie aangeven tussen het bloedvatenstelsel en het lymfevatenstelsel.  
 84 de functie van de grote en kleine bloedsomloop, de pompwerking van het hart en de functie van kleppen in diverse vaten uitleggen en het drukverloop in het bloedvatenstelsel aangeven, waarbij gebruik kan worden gemaakt van verstrekte anatomische informatie.  
 85 transportfuncties van het bloed aangeven:  
 het transport van:
- CO<sub>2</sub> en O<sub>2</sub>;
  - voedingsstoffen;
  - afvalstoffen;
  - hormonen;
  - geneesmiddelen.
- 86 de volgende bestanddelen van het bloed in afbeeldingen herkennen en de functie en plaats(en) van vorming van deze bestanddelen aangeven:

- rode bloedcellen;
- witte bloedcellen;
- bloedplaatjes;
- bloedplasma.

- 87 de functie aangeven van longen, bloed en weefsels bij de gaswisseling van zuurstof en koolstofdioxide, waarbij gebruik kan worden gemaakt van verstrekte anatomische informatie in het bijzonder:
- hemoglobine;
  - diffusie.
- 88 aangeven door welke processen in de haarvaten weefselvloeistof ontstaat en door welke processen de cellen van de organen stoffen uitwisselen voor hun stofwisseling in het bijzonder:
- diffusie, waaronder osmose;
    - actief transport;
    - bloeddruk;
    - stroming.
- 89 met behulp van verstrekte afbeeldingen aangeven op welke wijze longventilatie tot stand komt in het bijzonder:
- middenrif;
  - tussenribspieren;
  - longelasticiteit;
  - elasticiteit van de buikwand;
  - zwaartekracht;
  - dode ruimte;
  - vitale capaciteit.
- 90 aangeven dat de ventilatie geregeld wordt in het ademcentrum in de hersenstam met als voornaamste adem prikkel het koolstofdioxide-gehalte.  
 91 aangeven wat de functie is van de nieren voor het lichaam als geheel.  
 92 aangeven welke processen een rol spelen bij de werking van de nieren, waarbij gebruik kan worden gemaakt van verstrekte anatomische informatie in het bijzonder:
- bloeddruk;
  - ultrafiltratie;
  - terugresorptie.
- 93 de functies van de lever noemen:
- opslag van glycogeen;
  - uitscheiding van afbraakproducten van rode bloedcellen;
  - vorming van ureum bij de afbraak van aminozuren;
  - omzetting van zowel lichaamseigen stoffen als opgenomen stoffen zoals geneesmiddelen en drugs.
- 94 met behulp van informatie over de samenstelling van voedingsmiddelen een verantwoord voedselpakket samenstellen in samenhang met een bepaalde leefwijze:
- onder andere met behulp van ICT.
- 95 aangeven op welke wijze het lichaamsgewicht verantwoord geregeld kan worden.  
 96 uitleggen dat bacteriën en schimmels een rol spelen bij voedselbederf.  
 97 aangeven hoe voedselbederf tijdens de bewaring en de bereiding is te voorkomen in het bijzonder:
- hygiëne;
  - bewerkingsmethoden;
  - controles;
  - additieven;
  - bewaarmethoden.
- 98 de verschillen in de wijze van voedselproductie aangeven tussen ecologische en niet-ecologische voedingsmiddelen in het bijzonder:
- verschillen m.b.t. gebruik van meststoffen en bestrijdingsmiddelen.
- 99 genotmiddelen en drugs noemen die bij gebruik een gezondheidsrisico opleveren in het bijzonder:
- verslaving;

- gewenning;
  - weefselbeschadiging, waaronder het ontstaan van kanker.
- 100 leefstijl en milieufactoren noemen met betrekking tot voeding en ademhaling die de kans op ziekten verhogen in het bijzonder:
- hart- en vaatziekten;
  - kanker;
  - allergieën;
  - voedselinfecties;
  - cara.

Subdomein: Afbraak en opbouw in cellen

De kandidaat kan

- 101 aangeven dat stofwisselingsprocessen zoals assimilatie en dissimilatie in alle cellen van elk organisme plaatsvinden.
- 102 aangeven dat er verschillende vormen zijn van dissimilatie van organische stoffen waarbij energie wordt vrijgemaakt.
- 103 het reactieschema van de aërobe dissimilatie van glucose geven:  
glucose + zuurstof > koolstofdioxide + water + energie.
- 104 aangeven waarin anaërobe dissimilatie verschilt van aërobe dissimilatie:  
in het bijzonder:
- geen zuurstofgebruik;
  - minder energieopbrengst;
  - energierijke eindproducten: alcohol of melkzuur.
- 105 de vormen van energie noemen die in een organisme een rol kunnen spelen  
in het bijzonder:
- licht;
  - warmte;
  - chemische energie;
  - kinetische energie.
- 106 aangeven dat in planten bij de opbouw van organische stoffen energie wordt vastgelegd.
- 107 aangeven dat licht de vorm van energie is die gebruikt wordt voor de fotosynthese waarbij uit anorganische stoffen de organische stof glucose wordt geproduceerd met behulp van enzymen in de bladgroenkorrels.
- 108 het reactieschema van de fotosynthese geven:  
koolstofdioxide + water + licht > glucose + zuurstof.
- 109 aangeven dat in alle cellen voortgezette assimilatie plaatsvindt waarbij:
- glucose de grondstof is voor de opbouw van andere koolhydraten en vetten;
  - aminozuren de grondstoffen zijn voor eiwitten;
  - bij planten alle aminozuren gevormd worden uit glucose en anorganische stoffen.
- 110 aangeven wat de oorzaak is van de temperatuur- en zuurgraad-afhankelijkheid van de stofwisselingsprocessen  
in het bijzonder:
- enzymen;
  - relatie met voedselbederf.
- 111 aangeven wat de functies zijn van koolhydraten, vetten en eiwitten bij planten en bij de mens  
in het bijzonder:
- opbouw;
  - herstel;
  - opslag;
  - energievoorziening.
- 112 aangeven dat biotechnologische productie door optimalisering plaatsvindt bij:
- gisten in brood-, wijn- en bierproductie;
  - bacteriën ten behoeve van productie van wasmiddelenzymen;
  - bacteriën ten behoeve van afvalwaterzuivering;
  - bacteriën ten behoeve van voedselproductie.
- 113 aangeven dat biotechnologische productie door genetische modificatie plaatsvindt bij:
- bacteriën ten behoeve van voedselproductie;
  - bacteriën ten behoeve van afvalwaterzuivering;
  - bacteriën ten behoeve van geneesmiddelen- en hormonenproductie;

- planten en dieren ten behoeve van verhoging van de efficiëntie van hun door de mens gewenste productie.
- 114 een mening formuleren en beargumenteren over het gebruik van biotechnologie naar aanleiding van artikelen uit dag- en weekbladen.

Domein E: Stabiliteit en verandering

Subdomein: Stabiliteit en verandering in ecosystemen

De kandidaat kan

- 115 bij een voorbeeld van een ecosysteem de in dit subdomein genoemde begrippen gebruiken in verband met handhaving, ontwikkeling en verstoring van het ecosysteem.
- 116 uitleggen welke rol competitie binnen en tussen populaties speelt bij de instandhouding en ontwikkeling van een ecosysteem.
- 117 veranderingen van de grootte van populaties verklaren met behulp van de begrippen:
- populatiedichtheid;
  - emigratie/immigratie;
  - geboortecijfer;
  - sterftecijfer.
- 118 het verschil in populatiegroei bij beperkte en onbeperkte hulpbronnen aangeven.
- 119 aangeven waardoor onder bepaalde omstandigheden een populatie kan instorten.
- 120 bij een voorbeeld van een ecosysteem de successie beschrijven en verklaren.

Subdomein: Verscheidenheid in de natuur, vroeger en nu

De kandidaat kan

- 121 de betekenis van verscheidenheid in een populatie aangeven voor de instandhouding van de populatie.
- 122 in een gegeven situatie de gevolgen voorspellen die de volgende mechanismen hebben voor de verscheidenheid in de populatie:
- mutatie;
  - natuurlijke selectie;
  - isolatie.
- 123 vroegere en huidige opvattingen en ideeën weergeven over het ontstaan van leven en levensvormen  
in het bijzonder:
- generatio spontanea;
  - schepping;
  - evolutie.
- 124 met behulp van de evolutietheorie een verklaring geven voor:
- het voorkomen van fossielen;
  - het voorkomen van de huidige levensvormen.

Subdomein: Invloed van de mens op ecosystemen

De kandidaat kan

- 125 de gevolgen aangeven van toevoeging van elementen aan een ecosysteem:
- overbemesting;
  - eutrofiëring;
  - beheersing van de waterstand;
  - accumulatie van stoffen in voedselketens: pesticiden, zware metalen, pcb's.
- 126 de gevolgen van onttrekking van elementen aan een ecosysteem uitleggen:
- uitroeiing van soorten;
  - kaalkap;
  - verdroging.
- 127 een verklaring geven voor het ontstaan van plagen in monocultures.
- 128 in een beschreven situatie methoden aangeven ter vermindering van de productie van industrieel afval, huishoudelijk afval en mest.
- 129 in een beschreven situatie methoden aangeven voor de verwerking van afval tot bruikbare en onschadelijke materialen:

- recycling;
  - zuivering van afvalwater;
  - opslag van niet-verwerkbaar afval;
  - verbranding.
- 130 de werking van een installatie voor de zuivering van huishoudelijk afval op hoofdpunten beschrijven:
- de gebruikte biologische principes;
  - de belangrijkste technische onderdelen van de installatie in relatie tot de biologische principes.
- 131 zelf een ontwerp maken en uitvoeren voor een kleinschalige methode voor de verwerking van afval in het bijzonder:
- GFT-afval;
  - huishoudelijk afvalwater.
- 132 de gevolgen aangeven die ingrepen op het gebied van ruimtelijke ordening kunnen hebben voor een ecosysteem in het bijzonder:
- invloed op de areaalgrootte;
  - versnippering.

Subdomein: Gedrag van dieren en de mens

De kandidaat kan

- 133 voor concrete situaties gedrag beschrijven als een samenhangend geheel van elkaar opvolgende handelingen.
- 134 voor concrete voorbeelden de relatie aangeven tussen gedrag en inwendige en uitwendige factoren in het bijzonder:
- sleutel prikkel;
  - motiverende factoren;
  - daglengte;
  - temperatuur.
- 135 aangeven dat gedrag voor een deel erfelijk is bepaald en voor een deel wordt veroorzaakt door leerprocessen in het bijzonder:
- gewenning;
  - inprenting;
  - conditionering;
  - imitatie;
  - inzicht;
  - trial-and-error/proefondervindelijk leren.
- 136 waarnemingen aan het gedrag van dieren interpreteren in termen van functie.
- 137 aan de hand van concrete voorbeelden verschillende vormen van sociaal gedrag en communicatie noemen en de functie daarvan aangeven.
- 138 bij mensen en dieren in concrete (beschreven) situaties de rol aangeven van sociaal gedrag en communicatie bij taakverdeling en coördinatie in het bijzonder:
- taakverdeling binnen groepen;
  - balts, paringsgedrag en broedzorg;
  - territoriumgedrag;
  - rolpatronen, normen en waarden.
- 139 een standpunt over de vergelijking van het gedrag van mensen en dieren bediscussieren en beargumenteren.

Subdomein: Regeling van lichaamsfuncties bij de mens

De kandidaat kan

- 140 bij de mens de relatie aangeven tussen zintuigen, zenuwstelsel en spieren/klieren.
- 141 aangeven wat een prikkel is, wat een impuls is en wat de relatie tussen beide is.
- 142 aangeven wanneer een impuls zal ontstaan door gebruik te maken van de begrippen:
- adequate prikkel;
  - prikkel drempel;
  - gewenning.
- 143 bij zichzelf of in afbeeldingen of modellen aanwijzen waar de zintuigen liggen voor de waarneming van:
- licht;

- geluid;
  - geur;
  - smaak;
  - druk;
  - warmte of koude;
  - evenwicht.
- 144 de functie van de onderdelen van de ogen aangeven, waarbij gebruik kan worden gemaakt van een afbeelding van de bouw van de ogen.
- 145 aangeven hoe de ogen werken onder wisselende omstandigheden:
- accommodatie;
  - zien van kleuren en contrasten;
  - pupilreflex.
- 146 enige afwijkingen van de ogen beschrijven en uitleggen wat er tegen kan worden gedaan in het bijzonder:
- verziendheid en bijziendheid;
  - staar.
- 147 aangeven dat gezichtsbedrog geen oogafwijking is, maar ontstaat in de hersenen.
- 148 verstrekte gegevens over de indeling van het zenuwstelsel op grond van ligging en wijze van werken toepassen in beschreven situaties in het bijzonder:
- centraal en perifeer zenuwstelsel;
  - animaal en autonoom zenuwstelsel;
  - ortho- en parasympatisch deel van het autonome zenuwstelsel;
  - dubbele innervatie van doelwitorganen.
- 149 de ligging van de volgende delen van het centrale zenuwstelsel aangeven en de functie beschrijven:
- ruggemerg;
  - hersenstam;
  - grote hersenen;
  - kleine hersenen.
- 150 verstrekte informatie over de bouw van centraal en perifeer zenuwstelsel toepassen in beschreven situaties:
- centraal: onder meer hersencentra, zenuwcellichamen, zenuwceluitlopers, motorische en sensorische zenuwcellen en schakelcellen;
  - perifeer: onder meer zenuwceluitlopers van motorische en sensorische zenuwcellen.
- 151 de functie van een zenuwcel aangeven, waarbij gebruik kan worden gemaakt van een afbeelding van de bouw, met behulp van de volgende begrippen:
- cellichaam;
  - uitlopers, met of zonder myelineschede;
  - impulsgeleiding;
  - synaps.
- 152 uitleggen waardoor de meeste impulsen niet leiden tot bewustwording.
- 153 de betekenis van reflexen aangeven en hun functie bij houding, beweging en bescherming uitleggen.
- 154 de functie van spieren en de wijze waarop spieren zich samentrekken, aangeven en de betekenis van spierantagonisten uitleggen, waarbij gebruik kan worden gemaakt van een afbeelding van de bouw van een spier.
- 155 het effect van training op prestaties beschrijven.
- 156 verstrekte informatie over de functie van specifieke hormonen, de hormoonklieren die ze produceren en hun doelwitorganen toepassen in beschreven situaties:
- hypofyse: groeihormoon, FSH, LH, TSH;
  - schildklier: thyroxine;
  - eilandjes van Langerhans: insuline, glucagon;
  - bijniere: adrenaline;
  - ovaria: oestrogenen (oestradiol en oestron), progesteron;
  - testes: testosteron;
  - placenta: HCG.
- 157 de kenmerken van hormonale regeling aangeven en het principe van een regeling uitleggen met gebruik van de volgende aspecten:
- hormonen worden meestal aan het bloed afgegeven;
  - de concentratie van hormonen in het bloed is bepalend voor de mate van reactie van doelwitorganen;
  - negatieve terugkoppeling.

## Subdomein: Huid en immuniteit

De kandidaat kan

158 de rol uitleggen die de huid speelt bij het handhaven van een constant inwendig milieu.

159 de functies van de onderdelen van de huid aangeven, waarbij gebruik kan worden gemaakt van een afbeelding van de bouw.

160 de effecten van zonbestraling uitleggen en uitleggen op welke wijze bescherming tegen zonbestraling plaatsvindt in het bijzonder:

- zonnebaden;
- pigmentvorming;
- verschillen in huidkleur;
- productie van vitamine D.

161 de rol van de huid aangeven bij de opslag van vet.

162 uitleggen op welke wijze de huid bijdraagt aan de regeling van de lichaamstemperatuur.

163 aangeven dat antistoffen worden gevormd tegen antigenen van:

- virussen (bij onder meer griep, aids);
- bacteriën;
- lichaamsvreemde cellen en stoffen.

164 uitleggen waardoor de aanwezigheid van antistoffen wijst op een besmetting

in het bijzonder:

- seropositiviteit.

165 uitleggen wat het verschil is tussen actieve en passieve immunisatie en wanneer elk van deze methoden kan worden gebruikt

in het bijzonder:

- vaccins;
- sera.

166 aangeven wat antibiotica zijn en waartegen die worden gebruikt.

167 aangeven welke rol het afweersysteem speelt bij orgaantransplantaties en bloedtransfusies

in het bijzonder:

- AB0-systeem;
- resusfactor.

## Aanhangsel

## Basiskennis scheikunde

De volgende onderdelen van het scheikundeprogramma worden voor biologie bekend verondersteld:

- de begrippen: katalysator, evenwichtsreactie, structuurformule, projectieformule, molecuulformule, dubbele binding, dipoolmolecuul, verzadigde verbinding, onverzadigde verbinding, pH van een oplossing;
- eigenschappen van ionaire stoffen: smeltpunt, elektrische geleiding;
- namen en verhoudingsformules van zouten;
- kenmerken van de atoombinding of covalente binding;
- de covalentie van C, H, N, O, S, en halogenen;
- het verschil tussen een apolaire atoombinding en een polaire atoombinding;
- polariteit en eigenschappen van stoffen (mengbaarheid, oplosbaarheid);
- invloed van H-bruggen op eigenschappen van stoffen;
- bijzondere eigenschappen van water: hangt samen met structuur van de moleculen, resp. voorkomen van H-bruggen;
- verdunningsvraagstukken en de begrippen: oplossen, concentratie, dichtheid, massa-%;
- verschillende eenheden voor gehalte: massa-%, volume-%, ppm, g l<sup>-1</sup>, mg m<sup>-3</sup>;
- werking van een katalysator is reactie-specifiek;
- factoren die van invloed zijn op evenwichtsreacties;
- namen en structuurformules van: alkanen, alkanolen, aminozuren, vetten, koolhydraten;
- reactievergelijkingen;
- het verband tussen de pH en de mate van zuur of basisch zijn van een oplossing;
- functie, samenstelling, en werking van een bufferoplossing.

Deze scheikundige kennis wordt in het centraal examen biologie niet rechtstreeks of los van een biologische situatie getoetst.

## Basiskennis natuurkunde

De volgende onderdelen van het natuurkundeprogramma worden voor biologie bekend verondersteld:

- lenzenformule en lineaire vergroting;
- echografie;
- de begrippen soortelijke warmte, warmtecapaciteit en energiebalans;
- wet van behoud van energie;
- ioniserende straling: activiteit, halveringstijd, bron-straling-ontvanger, bestraling en besmetting, absorptie, stralingsdosis en dosisequivalent, stralingsnormen en afwegen van risico's.

Deze genoemde natuurkundekennis wordt in het centraal examen biologie niet rechtstreeks of los van een biologische