



College voor Examens

BIOLOGIE VWO

Syllabus centraal examen 2014

Juni 2012

Verantwoording:

© 2012 College voor Examens vwo, havo, vmbo, Utrecht.

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

Inhoud

Voorwoord	3
1. Het centraal examen vwo	4
1.1 Zittingen centraal examen.....	4
1.2 Hulpmiddelen	4
1.3 Verdeling examinering CE/SE	4
2. Specificatie van de globale eindtermen voor het CE	5
Domein A: Vaardigheden	5
Domein B: Structuren van ecosystemen, organismen en cellen	7
Domein C: Levenscyclus en erfelijke informatie	8
Domein D: Metabolisme.....	9
Domein E: Dynamiek en homeostase.....	13
3. Vereiste kennis van scheikunde en natuurkunde	17
Bijlage: Examenprogramma Biologie vwo	18

Voorwoord

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

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

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

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

Deze syllabus geldt voor het examenjaar 2014. Syllabi van eerdere jaren zijn niet meer geldig en kunnen van deze versie afwijken. Voor het examenjaar 2015 wordt een nieuwe syllabus vastgesteld. Het CvE publiceert uitsluitend digitale versies van de syllabi. Dit gebeurt via Examenblad.nl (www.examenblad.nl), de officiële website voor de examens in het voortgezet onderwijs. In de syllabi 2014 zijn de wijzigingen ten opzichte van de vorige syllabus voor het examenjaar 2013 duidelijk zichtbaar. De veranderingen zijn geel gemarkeerd. Er zijn diverse vakken waarbij de syllabus 2014 geen inhoudelijke veranderingen heeft ondergaan.

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

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

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

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

1. Het centraal examen vwo

1.1 Zittingen centraal examen

Raadpleeg hiervoor het Examenblad, www.examenblad.nl.

1.2 Hulpmiddelen

Raadpleeg hiervoor het Examenblad, www.examenblad.nl.

1.3 Verdeling examinering CE/SE

Het centraal examen heeft betrekking op de subdomeinen B1, C1, D1, D3, D4, D5, E2, E4 en E5, in combinatie met de vaardigheden uit domein A.

In de onderstaande tabel is weergegeven hoe de subdomeinen over het CE en SE verdeeld worden:

Subdomein	CE	moet op het SE	mag op het SE
Domein A Vaardigheden, met alle subdomeinen	x	x	
B1 Subdomein: Structuren van ecosystemen	x		x
B2 Subdomein: Structuren van cellen		x	
C1 Subdomein: Erfelijkheid	x		x
C2 Subdomein: Levenscyclus van de mens		x	
C3 Subdomein: Levenscyclus van cellen		x	
D1 Subdomein: Energiestromen en kringlopen	x		x
D2 Subdomein: Metabolisme van planten		x	
D3 Subdomein: Metabolisme van de mens	x		x
D4 Subdomein: Celprocessen	x		x
D5 Subdomein: Eiwitsynthese en biotechnologie	x		x
E1 Subdomein: Dynamiek in ecosystemen		x	
E2 Subdomein: Ontstaan en handhaving van verscheidenheid	x		x
E3 Subdomein: Ethologie		x	
E4 Subdomein: Homeostase bij de mens	x		x
E5 Subdomein: Bescherming van het interne milieu	x		x

2. Specificatie van de globale eindtermen voor het CE

Vooraf

In dit hoofdstuk worden de globale eindtermen uit het examenprogramma voor 2007 voor het Centraal Examen (CE) gespecificeerd. Een globale formulering van eindtermen van alle subdomeinen (het examenprogramma) staat in de bijlage.

Voor voorbeelden van examenvragen wordt verwezen naar de schriftelijke examens uit het recente verleden. Het type vragen zal niet afwijken van de vragen op basis van de huidige interpretatie van de eindtermen door het College voor Examens.

In de hierna volgende specificatie van het examenprogramma voor het Centraal Examen biologie vwo zijn aangegeven:

- de domeinen en subdomeinen die in het CE getoetst worden.
- per subdomein één geglobaliseerde eindterm;
- een specificatie van de geglobaliseerde eindtermen;

Bovendien is bij elk subdomein vermeld:

- een indicatie van benodigde voorkennis uit de onderbouw;
- benodigde voorkennis uit subdomeinen die niet in het CE getoetst worden;
- eventueel een relatie met andere subdomeinen uit het CE.

Domein A: Vaardigheden

Subdomein A1: Taalvaardigheden

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

De kandidaat kan zowel mondeling als schriftelijk

- A1.1 correct formuleren.
- A1.2 conventies hanteren bij tekst- en alineaopbouw, tekstsoort en uiterlijke presentatie.
- A1.3 beknopt formuleren.
- A1.4 taalgebruik afstemmen op het doel en het publiek.
- A1.5 informatie inhoudelijk logisch presenteren.
- A1.6 op adequate wijze informatie overbrengen.
- A1.7 een standpunt beargumenteren en verdedigen.
- A1.8 verslag doen.

Subdomein A2: Reken-/wiskundige vaardigheden

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

De kandidaat kan:

- A2.1 basisrekenvaardigheden uitvoeren:
 - een (grafische) rekenmachine gebruiken;
 - rekenen met verhoudingen, procenten, machten, wortels.
- A2.2 berekeningen uitvoeren met bekende grootheden en relaties en daarbij de juiste formules en eenheden hanteren.
- A2.3 wiskundige technieken toepassen:
 - omwerken van eenvoudige wiskundige betrekkingen;
 - rekenen met evenredigheden (recht en omgekeerd);
 - kansrekening: productregel.
- A2.4 afgeleide eenheden herleiden tot eenheden van het SI met behulp van omzettingstabellen.
- A2.5 uitkomsten schatten en beoordelen.
- A2.6 uitkomsten van berekeningen weergeven in een aanvaardbaar aantal significante cijfers:
 - een uitkomst mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is.

Subdomein A3: Informatievaardigheden

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

De kandidaat kan:

- A3.1 informatie verwerven en selecteren uit schriftelijke, mondelinge en audiovisuele bronnen, mede met behulp van ICT.
- A3.2 informanten kiezen en informanten bevragen.
- A3.3 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.
- A3.4 gegevens weergeven in grafieken, tekeningen, schema's, diagrammen en tabellen, mede met behulp van ICT.
- A3.5 hoofd- en bijzaken onderscheiden.
- A3.6 feiten met bronnen verantwoorden.
- A3.7 informatie en meetresultaten analyseren, schematiseren en structureren, mede met behulp van ICT.
- A3.8 de betrouwbaarheid beoordelen van informatie en de waarde daarvan vaststellen voor het op te lossen probleem of te maken ontwerp.

Subdomein A4: Technisch-instrumentele vaardigheden

De kandidaat kan op een verantwoorde manier omgaan met voor het vak relevante organismen en stoffen, instrumenten, apparaten en ICT-toepassingen.

De kandidaat kan:

- A4.1 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, voor zover veiligheid, milieueisen, kosten en beschikbaar instrumentarium dit toelaten;
 - onder meer: gebruik van loupe en microscoop.
- A4.2 bij het raadplegen, verwerken en presenteren van informatie en bij het inzichtelijk maken van processen gebruik maken van toepassingen van ICT.
- A4.3 gebruik maken van micro-elektronica systemen voor het meten en regelen van grootheden.
- A4.4 aangeven met welke technieken en apparaten de belangrijkste grootheden uit de natuurwetenschappen worden gemeten.
- A4.6 verantwoord omgaan met stoffen, instrumenten en organismen, zonder daarbij schade te berokkenen aan mensen, dieren en milieu.

Subdomein A5: Ontwerpvaardigheden

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

De kandidaat kan:

- A5.1 een technisch probleem herkennen en specificeren.
- A5.2 een technisch probleem herleiden tot een ontwerpopdracht.
- A5.3 prioriteiten, mogelijkheden en randvoorwaarden vaststellen voor het uitvoeren van een ontwerp.
- A5.4 een werkplan maken voor het uitvoeren van een ontwerp.
- A5.5 een ontwerp bouwen.
- A5.6 een ontwerpproces en -product evalueren, rekening houdende met ontwerpeisen en randvoorwaarden.
- A5.7 voorstellen doen voor verbetering van het ontwerp.

Subdomein A6: Onderzoeksvaardigheden

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

De kandidaat kan:

- A6.1 een natuurwetenschappelijk probleem herkennen en specificeren.
- A6.2 verbanden leggen tussen probleemstellingen, hypothesen, gegevens en aanwezige natuurwetenschappelijke voorkennis.
- A6.3 een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag.
- A6.4 hypothesen opstellen en verwachtingen formuleren.
- A6.5 prioriteiten, mogelijkheden en randvoorwaarden vaststellen om een natuurwetenschappelijk onderzoek uit te voeren.
- A6.6 een werkplan maken voor het uitvoeren van een natuurwetenschappelijk onderzoek ter beantwoording van een onderzoeksvraag.
- A6.7 relevante waarnemingen verrichten en (meet)gegevens verzamelen.
- A6.8 conclusies trekken op grond van verzamelde gegevens van uitgevoerd onderzoek.
- A6.9 oplossing, onderzoeksgegevens, resultaat en conclusies evalueren.

Subdomein A7: Maatschappij, studie en beroep

De kandidaat kan toepassingen en effecten van natuurwetenschappen en techniek in verschillende maatschappelijke situaties herkennen en benoemen. Tevens kan hij een verband leggen tussen de praktijk van verschillende beroepen en de eigen kennis, vaardigheden en attitude.

De kandidaat kan:

- A7.1 toepassingen van de natuurwetenschappen herkennen in verschillende maatschappelijke situaties.
- A7.2 maatschappelijke effecten benoemen van natuurwetenschappelijke en technologische toepassingen in verschillende maatschappelijke situaties.
- A7.3 een relatie leggen tussen natuurwetenschappelijke kennis en vaardigheden en de praktijk van verschillende beroepen.
- A7.4 een relatie leggen tussen eigen vaardigheden, kennis en attitudes en de eisen van opleidingen en beroepsuitoefening.

Subdomein A8: Vaardigheden, specifiek voor biologie

De kandidaat kan biologische verschijnselen op verschillende organisatieniveaus met elkaar in verband brengen en de complexiteit van deze relaties aangeven.

De kandidaat kan:

- A8.1 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 som van de delen: systeemdenken.
- A8.2 biologische verschijnselen op verschillende organisatieniveaus - cel, orgaan, organisme, populatie en ecosysteem - met elkaar in verband brengen.

Domein B: Structuren van ecosystemen, organismen en cellen

B1 Subdomein: Structuren van ecosystemen

De kandidaat kan de betekenis en onderlinge wisselwerking van abiotische en biotische factoren, waardoor de diversiteit tussen en binnen ecosystemen wordt bepaald, aangeven en uitleggen.

Benodigde voorkennis uit:

onderbouw: indeling van organismen, binaire naamgeving

andere subdomeinen: -

relatie met: E1 (in SE).

De kandidaat kan:

- B1.1 de relaties in een ecosysteem beschrijven.
- B1.2 uitleggen dat de verschillen tussen en de diversiteit binnen ecosystemen ontstaan door verschillen in abiotische en biotische factoren.
- B1.3 uitleggen dat abiotische en biotische factoren de mogelijkheden voor groei, ontwikkeling en het functioneren van organismen bepalen, in het bijzonder:
 - tolerantiegrenzen, tolerantiecurve;
 - beperkende factoren;
 - microklimaat.
- B1.4 in een beschreven ecosysteem verschillende relaties tussen soorten en tussen individuen van een soort benoemen, in het bijzonder:
 - concurrentie (competitie);
 - voedselrelatie, predatie;
 - symbiose: mutualisme, commensalisme, parasitisme
 - voortplantingsrelatie.
- B1.5 het begrip nis van een bepaalde soort in een beschreven ecosysteem gebruiken.
- B1.6 het begrip habitat van een bepaalde soort in een beschreven ecosysteem gebruiken.

B2 Subdomein: Structuren van cellen

Dit subdomein wordt in het SE getoetst.

Domein C: Levenscyclus en erfelijke informatie

C1 Subdomein: Erfelijkheid

De kandidaat kan erfelijkheid op organismeniveau verklaren door het beschrijven van erfelijkheidsprocessen op lagere organisatieniveaus en kan het ingrijpen door de mens in erfelijkheidsprocessen bediscussiëren.

Benodigde voorkennis uit:

onderbouw: genen, chromosomen, geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting.

andere subdomeinen: uit C3 (in SE): verschillen mitose-meiose, celspecialisatie door in- en uitschakelen van delen van chromosomen.

relatie met: C2 (in SE), C3 (in SE), D5 (in CE), E2 (in CE).

De kandidaat kan:

- C1.1 de relatie leggen tussen DNA, allel, gen, genproduct, chromosoom en genotype.
- C1.2 uitleggen waardoor het fenotype ontstaat onder invloed van genotype en milieufactoren.
- C1.3 aan de hand van gegevens vaststellen of bepaalde veranderingen van het fenotype worden veroorzaakt door genotype of milieu.
- C1.4 uitleggen waardoor geslachtelijke voortplanting, in tegenstelling tot ongeslachtelijke voortplanting, nieuwe combinaties van erfelijke informatie oplevert.
- C1.5 uitleggen op welke manier de verdeling van erfelijk materiaal over de geslachtscellen tot stand komt.
- C1.6 aangeven dat de mens met oude en nieuwe technieken ingrijpt in erfelijke informatie met het doel de gewenste eigenschappen te verbeteren, ook bij de mens zelf:
 - klonering;
 - gebruik van mutatie;
 - gebruik van recombinatie;
 - DNA-technieken;
 - celfusie;
 - selectie, veredelen, fokken, genetische modificatie.
- C1.7 de uitkomst voorspellen van mono- en dihybride kruisingen, onder andere met behulp van kansrekeningen, in het bijzonder:
 - locus;
 - dominante en recessieve allelen, co-dominantie;
 - intermediair fenotype;
 - autosomale en X-chromosomale genen;

- hergroepering van chromosomen, gekoppelde genen, crossing-over (géén plaatsbepaling van genen)¹.
- C1.8 de in de voorgaande eindterm genoemde kennis toepassen in stamboomonderzoek.
- C1.9 gegevens interpreteren uit chromosoomonderzoek, zoals gebruikt bij erfelijkheidsadvies en pre- en postnatale diagnostiek bij de mens en de betekenis van DNA-onderzoek daarbij aangeven.
- C1.10 aangeven dat erfelijke en milieufactoren invloed hebben op het ontstaan van ziekten.

C2 Subdomein: Levenscyclus van de mens

Dit subdomein wordt in het SE getoetst.

C3 Subdomein: Levenscyclus van cellen

Dit subdomein wordt in het SE getoetst.

Domein D: Metabolisme

D1 Subdomein: Energiestromen en kringlopen

De kandidaat kan energiestromen en kringlopen van stoffen in een ecosysteem beschrijven, en kan aangeven welke factoren daarop van invloed zijn en wat oorzaken en gevolgen zijn van verstoring.

Benodigde voorkennis uit:

onderbouw: indeling van organismen, voedselketen, voedselweb, invloed van de mens op het milieu.

andere subdomeinen: uit D4 (CE): fotosynthese, aërobe en anaërobe dissimilatie.

relatie met: E1 (in CE), E2 (in SE), D4 (in CE).

De kandidaat kan:

- D1.1 uitleggen dat de zon de belangrijkste energiebron is voor het leven op aarde.
- D1.2 de energie-inhoud en de biomassa van de trofische niveaus van een voedselketen grafisch weergeven.
- D1.3 aangeven waardoor in een schakel van een voedselketen niet alle geproduceerde of opgenomen biomassa wordt vastgelegd.
- D1.4 aangeven dat een kringloop kan worden opgevat als een geheel van voorraden en stromen van materie.
- D1.5 aangeven welke productie van organische stoffen in een ecosysteem plaatsvindt met gebruikmaking van de begrippen: bruto primaire productie, netto primaire productie, productiviteit.
- D1.6 aangeven dat kringlopen binnen een ecosysteem worden onderbroken of verstoord door onder andere:
 - gescheiden plaatsen van productie en gebruik;
 - het gebruik van fossiele brandstoffen.
- D1.7 in een beschrijving of afbeelding van een ecosysteem voorbeelden noemen van organismen die behoren tot respectievelijk:
 - producenten, consumenten en reducers;
 - autotrofe en heterotrofe organismen.
- D1.8 het begrip 'beperkende factoren' toepassen in verschillende concrete situaties.
- D1.9 de rol uitleggen van producenten, consumenten en reducers in de kringloop van koolstof en in die van stikstof aan de hand van schema's van deze kringlopen, in het bijzonder:
 - fotosynthese en dissimilatie;
 - omzetting van glucose in andere organische stoffen;
 - vorming van stikstofhoudende organische stoffen;
 - afbraak van organische stoffen tot anorganische stoffen.
- D1.10 de rol aangeven van micro-organismen in de koolstofkringloop en in de stikstofkringloop.
- D1.11 aangeven wat wordt verstaan onder biologische afbreekbaarheid.
- D1.12 effecten aangeven van menselijke activiteiten op de koolstofkringloop en de stikstofkringloop.

¹ Het verschijnsel crossing-over moet als zodanig gekend worden, leerlingen hoeven er geen berekeningen mee te kunnen maken.

- D1.13 de verschillen aangeven tussen ecologische en niet-ecologische voedselproductie, in het bijzonder:
- verschillen m.b.t. gebruik van meststoffen en bestrijdingsmiddelen;
 - gebruik van biotechnologie;
 - duurzame voedselproductie.

D2 Subdomein: Metabolisme van planten

Dit subdomein wordt in het SE getoetst.

D3 Subdomein: Metabolisme van de mens

De kandidaat kan aangeven hoe organen, weefsels en cellen van de mens betrokken zijn bij opname, verwerking, transport, opslag en uitscheiding van stoffen, heeft inzicht in de moleculaire processen die daarbij een rol spelen en kan factoren bespreken die hierop van invloed kunnen zijn.

Benodigde voorkennis uit:

onderbouw: anatomie en fysiologie van de mens, functie van de voedingsstoffen.

andere subdomeinen: uit B2 (SE): vorm en functie van celorganellen.

relatie met: E4 (CE), E5 (CE).

De kandidaat kan:

- D3.1 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.
- D3.2 in afbeeldingen organen en verschillende typen weefsels herkennen die betrokken zijn bij de vertering, en de functie van deze organen en weefsels aangeven.
- D3.3 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 in het bloed en/of lymfe;
 - emulgering.
- D3.4 aangeven welke voedingsstoffen geresorbeerd kunnen worden door de mens, in het bijzonder:
- resorptie van water, van wateroplosbare stoffen en van vetoplosbare stoffen en de rol van micellen daarbij.
- D3.5 aangeven dat genotmiddelen, geneesmiddelen en gifstoffen ook geresorbeerd kunnen worden.
- D3.6 de volgende chemische begrippen gebruiken in een biologische situatie:
- eiwitten, essentiële aminozuren);
 - koolhydraten;
 - oliën, vetten, essentiële vetzuren, verzadigde en onverzadigde vetzuren;
 - zouten;
 - vitamines.
- D3.7 met behulp van anatomische informatie het verband aangeven tussen bouw, werking en functie van het hart en het bloed- en lymfevatenstelsel.
- D3.8 bestanddelen van het bloed en hun functies beschrijven en informatie over de rol die het rode beenmerg bij de vorming van bloedcellen speelt, interpreteren.
- D3.9 functies van het bloed aangeven, in het bijzonder:
- transport van O₂, CO₂, voedingsstoffen, afvalstoffen en hormonen;
 - evenwichtsreacties;
 - bufferwerking;
 - bloedstolling.
- D3.10 regulatiemechanismen noemen voor de samenstelling van het bloed en voor de bloedsomloop, in het bijzonder:
- pH;
 - pCO₂;
 - glucoseconcentratie;
 - osmotische waarde.
- D3.11 aangeven hoe en waar opname, transport en afgifte van CO₂ en O₂ plaatsvinden en de rol van hemoglobine daarbij aangeven.

- D3.12 aangeven door welke processen in de haarvaten weefselvloeistof ontstaat en welke processen een rol spelen bij de uitwisseling van stoffen tussen cellen en hun omgeving, in het bijzonder:
- diffusie, waaronder osmose;
 - actief transport;
 - bloeddruk.
- D3.13 de relatie tussen weefselvloeistof en lymfe aangeven.
- D3.14 de functie van luchtwegen en longen en de werking van de ademhalingsspieren aangeven met behulp van verstrekte informatie over de bouw.
- D3.15 aangeven hoe pCO₂, pO₂ en pH via het ademcentrum in de hersenstam invloed hebben op de regulatie van de ventilatie.
- D3.16 met behulp van anatomische informatie het verband aangeven tussen bouw, werking en functie van de nieren, in het bijzonder:
- ultrafiltratie;
 - terugresorptie;
 - bloeddruk;
 - diffusie, waaronder osmose;
 - actief transport.
- D3.17 de functies van de lever noemen, in het bijzonder:
- opslag van glycogeen;
 - gluconeogenese;
 - productie cholesterol;
 - vorming van bloedeiwitten;
 - vorming van gal: galzuren, galkleurstoffen;
 - uitscheiding van producten via gal;
 - transaminering en desaminering;
 - detoxificatie.
- D3.18 het verband aangeven tussen de werking van diverse organen met betrekking tot de stofwisseling van de mens:
- de organen betrokken bij de vertering;
 - lever;
 - ademhalingsstelsel;
 - nieren;
 - hart en bloedvatstelsel.

D4 Subdomein: Celprocessen

De kandidaat kan verschillende celprocessen, onder andere assimilatie- en dissimilatieprocessen, onderscheiden en in verband brengen met verschillende organisatieniveaus, en aangeven welke factoren daarop van invloed zijn.

Benodigde voorkennis uit:

onderbouw: bouw van planten, functies van plantaardige weefsels, verbranding, fotosynthese.

andere subdomeinen: uit B2 (SE): vorm en functie van celorganellen, uit D5 (CE) enzymwerking. relatie met: D1 (in CE).

De kandidaat kan:

- D4.1 aangeven dat stofwisselingsprocessen zich in de cellen van een organisme afspelen.
- D4.2 de begrippen dissimilatie en assimilatie gebruiken.
- D4.3 aangeven dat er verschillende vormen zijn van dissimilatie van organische stoffen waarbij energie wordt vrijgemaakt.
- D4.4 de reactievergelijking van de aërobe dissimilatie van glucose geven:

$$C_6H_{12}O_6 + 6 H_2O + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 12 H_2O + E.$$
- D4.5 aangeven hoe de aërobe dissimilatie van glucose verloopt:
- eerste fase in het cytoplasma met geringe ATP-productie (glycolyse);
 - voortzetting in de mitochondriën (citroenzuurcyclus);
 - vrijkomende energie wordt vastgelegd in ATP of komt vrij als warmte;
 - oxidatieve fosforylering: $ADP + P_i + E \rightarrow ATP$ (elektronentransportketen; protonenpomp; ATP-synthase).

- D4.6 aangeven dat de ATP-productie per molecuul glucose bij anaërobe dissimilatie geringer is dan bij aërobe dissimilatie doordat energierijke stoffen, melkzuur of alcohol (ethanol), als eindproduct ontstaan.
- D4.7 aangeven dat ATP de energiebron is voor onder andere synthese van stoffen, beweging en actief transport van stoffen.
- D4.8 aangeven dat in planten bij de opbouw (assimilatie) van organische stoffen energie wordt vastgelegd.
- D4.9 aangeven dat energie voor fotosynthese afkomstig is van licht en onder andere wordt vastgelegd in ATP.
- D4.10 de reactievergelijking van de fotosynthese geven, en daarbij de functie van de chloroplasten aangeven:

$$6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + \text{E} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2.$$
- D4.11 aangeven hoe de fotosynthese verloopt:
 - tijdens lichtreacties waterontleding dankzij zonne-energie, vorming van ATP en aan co-enzym NADP gekoppelde waterstof;
 - tijdens donkerreacties productie van glucose uit een voorraad C-verbindingen en koolstofdioxide met gebruik van producten uit de lichtreactie.
- D4.12 aangeven dat bij alle cellen voortgezette assimilatie plaatsvindt waarbij:
 - glucose de grondstof is voor de opbouw van andere koolhydraten en van vetten;
 - aminozuren de bouwstenen zijn voor eiwitten;
 - bij planten aminozuren en nucleotiden worden gevormd uit glucose en anorganische stikstof- en zwavelverbindingen die zijn opgenomen uit de bodem.

D5 Subdomein: Eiwitsynthese en biotechnologie

De kandidaat kan uitleggen hoe onder andere DNA en RNA betrokken zijn bij de eiwitsynthese, heeft inzicht in de werking van enzymen en factoren die enzymwerking beïnvloeden en kan een relatie leggen tussen deze processen en erfelijkheid.

Benodigde voorkennis uit:

onderbouw: -

andere subdomeinen: uit B2 (SE): celorganellen en hun functies.

relatie met: C1 (in CE), C3 (in SE), D3 (in CE).

De kandidaat kan:

- D5.1 aangeven welke functies eiwitten hebben in en buiten de cellen van het organisme:
 - enzymen;
 - structuureiwitten;
 - transporteiwitten;
 - receptoreiwitten;
 - plasma-eiwitten;
 - antistoffen.
- D5.2 aangeven dat DNA en RNA nucleïne-zuren zijn: polyesters van fosforzuur en (desoxy)ribose plus nucleïnebasen.
- D5.3 een gegeven afbeelding van de molecuulstructuur van DNA en RNA interpreteren:
 - helixstructuur;
 - DNA: nucleotiden bestaande uit desoxyribose, fosfaat en de nucleïnebasen: adenine (A), guanine (G), cytosine (C), thymine (T);
 - basenparing;
 - RNA: nucleotiden met ribose in plaats van desoxyribose en uracil (U) in plaats van thymine (T).
- D5.4 de eiwitsynthese en de rol van DNA (introns, exons), pre-mRNA, mRNA, tRNA, ribosomen, endoplasmatische reticulum en golgi-systeem daarbij beschrijven, waarbij gebruik kan worden gemaakt van een schema van deze synthese:
 - replicatie;
 - transcriptie;
 - translatie;
 - splicing;
 - fasen van de celcyclus waarin bovenstaande processen plaatsvinden,
 - uitleggen wat DNA-mutatie is en toelichten waardoor mutatie veroorzaakt wordt.

- D5.5 uitleggen dat celdifferentiatie en celspecialisatie ontstaat doordat bepaalde genen worden in- of uitgeschakeld.
- D5.6 aangeven dat zich in verschillende compartimenten van de cel specifieke enzymen bevinden die bepaalde stofwisselingsprocessen mogelijk maken, in het bijzonder:
- in de kern enzymen voor (re)productie en reparatie van DNA en RNA;
 - in de ribosomen vrij in het cytoplasma en gebonden aan het endoplasmatisch reticulum, enzymen voor koppeling van aminozuurmoleculen;
 - in het endoplasmatisch reticulum en het golgi-systeem enzymen voor de bewerking van eiwitten.
- D5.7 aangeven dat bij eiwitten en nucleïnezuren gesproken kan worden van een primaire, secundaire, tertiaire en soms quaternaire molecuulstructuur, en de betekenis aangeven van deze molecuulstructuren.
- D5.8 aangeven dat pH en temperatuur invloed hebben op de molecuulstructuur van eiwitten en nucleïnezuren.
- D5.9 beschrijven wat enzymen zijn:
- veel werkzame enzymen bestaan uit een eiwit en vitamine of co-enzym.
- D5.10 uitleggen dat met een beperkt aantal verschillende aminozuren een groot aantal verschillende eiwitten kan ontstaan.
- D5.11 de betekenis aangeven van het feit dat enzymen op diverse plaatsen in onwerkzame vorm door cellen worden afgegeven en pas werkzaam worden als er een andere component of stof bij komt, in het bijzonder:
- verterings- en stollingsenzymen.
- D5.12 voorwaarden noemen waaronder een enzym een chemische reactie met een substraat katalyseert:
- substraatspecifiek;
 - reactiespecifiek;
 - activiteit is afhankelijk van temperatuur en pH (optimumkrommen).
- D5.13 aangeven waarop de werking van enzymen berust:
- binding van het enzym met substraat, activator en/of remmer (inhibitor);
 - verandering van ruimtelijke structuur van de enzymmoleculen;
 - verandering van de activiteit;
 - bepaalde geneesmiddelen of gifstoffen werken ook als activators of remmers.

Domein E: Dynamiek en homeostase

E1 Subdomein: Dynamiek in ecosystemen

Dit subdomein wordt in SE getoetst.

E2 Subdomein: Ontstaan en handhaving van verscheidenheid

De kandidaat kan de betekenis van verscheidenheid in een populatie, onder andere op genniveau, aangeven, en opvattingen weergeven over het ontstaan daarvan.

Benodigde voorkennis uit:

onderbouw: definitie soort, indeling planten- en dierenrijk.

andere subdomeinen: uit C1 (CE): DNA en erfelijkheid, genotype en fenotype, uit C3 (SE): mutatie relatie met: -

De kandidaat kan:

- E2.1 de betekenis van verscheidenheid in een populatie aangeven voor de instandhouding van de populatie.
- E2.2 de rol uitleggen die selectie speelt bij het constant blijven of veranderen van de verscheidenheid in een populatie.
- E2.3 allelfrequenties berekenen in een genenpool met behulp van de regel van Hardy-Weinberg.
- E2.4 aangeven dat men met de evolutietheorie tracht het ontstaan van verschillende levensvormen te verklaren door gebruik te maken van de volgende uitgangspunten:
- mutatie veroorzaakt verscheidenheid binnen populaties;
 - er worden meer nakomelingen geproduceerd dan overeenkomt met de draagkracht;
 - de door natuurlijke selectie aan de omstandigheden best aangepaste individuen hebben de grootste overlevingskans;
 - hierdoor verschuiven allelfrequenties.

- E2.5 aangeven dat men met behulp van de evolutietheorie het ontstaan van bepaalde levensvormen tracht te beschrijven door:
- als het ware terug te gaan in de tijd via het bestuderen van fossielen;
 - de relatie tussen 'overeenkomstige' delen van verschillende organismen vast te stellen via vergelijkend morfologisch en ontwikkelingsbiologisch onderzoek en via vergelijking van DNA: homologie, analogie.
- E2.6 vroegere en huidige opvattingen en ideeën weergeven over het ontstaan van leven en levensvormen, in het bijzonder:
- generatio spontanea;
 - schepping;
 - evolutie.
- E2.7 aangeven dat ordening mogelijk is op grond van gemeenschappelijke afstamming, in het bijzonder:
- evolutionaire verwantschap (bouw en samenstelling DNA en chromosomen).

E 3 Subdomein: Ethologie

Dit subdomein wordt in het SE getoetst.

E4 Subdomein: Homeostase bij de mens

De kandidaat kan uitleggen hoe zintuigen, spieren en klieren, zenuwstelsel en hormoonstelsel betrokken zijn bij het functioneren van het lichaam -aangepast aan de omgeving- en daarbij verbanden leggen tussen de verschillende organisatieniveaus.

Benodigde voorkennis uit:

onderbouw: vorm en functie van spieren en klieren, zintuigen en zenuwstelsel.

andere subdomeinen: uit E5 (CE): bouw en functie van celmembraan met receptoreiwitten, transport door membraan, osmose, diffusie, actief transport.

relatie met: D3 (in CE), D5 (in CE).

De kandidaat kan:

- E4.1 de principes van een regelkring toepassen bij verschillende systemen van het menselijk lichaam.
- E4.2 een regelkring in een schema weergeven en de processen binnen een regelkring beschrijven, in het bijzonder:
- registratie in het centrale zenuwstelsel van een verandering in het interne of externe milieu door middel van receptoren;
 - vergelijking van deze registratie met een interne norm;
 - een verschil kan leiden tot het uitzenden van signalen naar effectoren, die hierop reageren;
 - de reactie kan leiden tot opheffing van het verschil tussen de registratie en de norm of er kan een reactie in gang gezet worden in een andere regelkring waardoor er een nieuw evenwicht ontstaat.
- E4.3 de relatie tussen het zenuwstelsel en het endocriene stelsel beschrijven.
- E4.4 aangeven dat de regeling van allerlei lichaamsprocessen gevoelig is voor stemmingen en emoties met gevolgen voor de homeostase en met - soms - gevolgen voor de gezondheidstoestand.
- E4.5 aangeven dat er receptoren zijn die gevoelig zijn voor veranderingen in tonus van een spier, voor de temperatuur en de samenstelling van het bloed.
- E4.6 uitleggen dat diverse circulerende hormonen in hogere concentraties de verdere afgifte van hormonen door de hypofyse beïnvloeden (feed-back mechanismen).
- E4.7 de werking van zintuigen, zenuwstelsel en spieren beschrijven en hun onderlinge relatie uitleggen, waarbij gebruik kan worden gemaakt van verstrekte informatie over de bouw.
- E4.8 de functie van zintuigen bij de mens beschrijven met gebruik van de begrippen adequate prikkel en prikkel drempel.
- E4.9 de werking van de ogen beschrijven en het tot stand komen uitleggen van:
- accommodatie;
 - zien van kleuren en contrasten;
 - de pupilreflex;
 - zien van diepte;
 - waarbij gebruik kan worden gemaakt van een afbeelding van de bouw van de ogen.

- E4.10 de organisatie van het zenuwstelsel beschrijven aan de hand van een afbeelding van de macroscopische bouw.
- E4.11 aangeven welke processen op cellulair en moleculair niveau ten grondslag liggen aan de omzetting van prikkels in actiepotentialen.
- E4.12 uitleggen hoe actiepotentialen ontstaan, hoe ze worden voortgeleid en hoe de voortgeleiding wordt beïnvloed, waarbij gebruik kan worden gemaakt van afbeeldingen van de bouw van neuronen, in het bijzonder:
 - ontstaan in receptoren bij adequate prikkels boven een bepaalde drempelwaarde;
 - voortgeleiding via neurotransmitters: inhiberend en exciterend;
 - beïnvloeding door alcohol, drugs en geneesmiddelen.
- E4.13 aangeven hoe actiepotentialen kunnen leiden tot spiercontractie.
- E4.14 het principe van een reflex en de functie ervan bij houding, beweging en bescherming uitleggen.
- E4.15 met behulp van afbeeldingen van de macro-, micro- en submicroscopische bouw van dwarsgestreepte spieren de relatie tussen bouw en werking beschrijven, in het bijzonder:
 - contractiemechanisme van filamenten;
 - motorische eenheden.
- E4.16 verstrekte informatie over de functie van specifieke hormonen, de hormoonklieren die ze produceren en hun doelwitorganen toepassen in beschreven situaties.
- E4.17 uitleggen dat de kenmerken van hormonen bepalend zijn voor het tot stand komen van een reactie, in het bijzonder:
 - hormonen worden aan het bloed afgegeven;
 - de hormoonconcentratie is bepalend voor de mate van reactie door de doelwitorganen;
 - hormonen hebben een specifieke molecuulstructuur die alleen door receptormoleculen op of in cellen van doelwitorganen wordt herkend.
- E4.18 aan de hand van verstrekte informatie de functie van het hypothalamus-hypofyse-systeem beschrijven en uitleggen hoe de hypothalamus door middel van hormonen de hypofyse remt of stimuleert.
- E4.19 uitleggen hoe de glucoseconcentratie in het bloed volgens het principe van een regelkring wordt geregeld met behulp van insuline en glucagon.
- E4.20 aangeven wat het effect van een verhoogde adrenalineafgifte is en welke functie dit effect heeft.

E5 Subdomein: Bescherming van het interne milieu

De kandidaat kan uitleggen hoe de huid en het immuunsysteem bijdragen aan het handhaven van het dynamisch evenwicht in het inwendig milieu.

Benodigde voorkennis uit:

onderbouw: bouw en werking van de huid, bacteriën en virussen.

andere subdomeinen: uit B2 (SE): kenmerken virus, membraanfuncties.

relatie met D3 en E4 (beide in CE).

De kandidaat kan:

- E5.1 de functies van de huid uitleggen aan de hand van een afbeelding van de bouw, in het bijzonder:
 - mede handhaven van een constant inwendig milieu;
 - regeling van lichaamstemperatuur;
 - opslag van vet;
 - bescherming onder andere door pigment;
 - productie van vitamine D.
- E5.2 de organen noemen die bij het afweersysteem zijn betrokken en hun functie daarin beschrijven, in het bijzonder:
 - huid en slijmvliezen;
 - thymus;
 - lymfeknopen;
 - milt;
 - beenmerg.
- E5.3 aan de hand van een afbeelding de functies beschrijven van onder andere stamcellen en de diverse leucocyten.

- E5.4 uitleggen wat de functies zijn van het celmembraan bij:
- het constant houden van de omstandigheden in de cel;
 - het opvangen van signalen en de regeling van processen in de cel onder andere door het bezit van receptoren.
- E5.5 uitleggen dat het celmembraan de cel afschermt van zijn omgeving waardoor concentratieverschillen tussen cel en omgeving mogelijk zijn.
- E5.6 uitleggen op welke manieren uitwisseling van stoffen tussen de cel en zijn omgeving tot stand komt en de verschillen tussen deze processen aangeven, in het bijzonder:
- diffusie, waaronder osmose;
 - actief transport.
- E5.7 de rol van witte bloedcellen bij het onschadelijk maken van binnengedrongen cellen of deeltjes uitleggen met gebruik van de begrippen macrofagen en fagocytose en verklaren waarom hier wordt gesproken van specifieke afweer.
- E5.8 uitleggen dat receptoreiwitten op het celmembraan van lymfocyten antigenen kunnen binden waardoor de productie van antistoffen op gang komt; verklaren waarom hier wordt gesproken van specifieke afweer en beschrijven hoe immuniteit zich ontwikkelt, in het bijzonder:
- immunoglobulinen;
 - geheugencellen.
- E5.9 uitleggen dat antistoffen worden gevormd tegen antigenen, in het bijzonder:
- lichaamsvreemde cellen en stoffen;
 - bacteriën;
 - virussen.
- E5.10 uitleggen dat ook rode bloedcellen dragers zijn van antigenen die worden onderscheiden als bloedgroepen en dat daarmee rekening wordt gehouden bij bloedtransfusies, in het bijzonder:
- AB0-systeem;
 - resusfactor.
- E5.11 uitleggen dat bij orgaantransplantatie antigenen een rol spelen en de consequenties hiervan beschrijven, in het bijzonder:
- MHC-I en MHC-II.
- E5.12 uitleggen waardoor de aanwezigheid van antistoffen een indicatie is voor besmetting, in het bijzonder:
- seropositiviteit.
- E5.13 het verschil tussen actieve en passieve immunisatie uitleggen en toepassingen hiervan noemen, in het bijzonder:
- vaccins; sera.

3. Vereiste kennis van scheikunde en natuurkunde

De hieronder vermelde onderdelen worden voor biologie bekend verondersteld. Deze basiskennis wordt in het centraal examen biologie niet rechtstreeks of los van een biologische situatie getoetst

De docent dient er in de voorbereiding op het centraal examen biologie rekening mee te houden dat leerlingen die het N&G-profiel volgen, mogelijk niet het vak natuurkunde volgen en daardoor leemtes in kennis hebben. Voor het biologieonderwijs is daarbij de onderstaande kennis expliciet van belang.

Leerlingen die de profielen E&M of C&M volgen en biologie in de vrije ruimte kiezen, krijgen daarnaast ook geen uitbreiding van de vereiste scheikundekennis. Ook hier dient de docent rekening mee te houden bij de voorbereiding van de leerlingen op het centraal examen biologie.

Scheikunde

De volgende onderdelen worden voor biologie bekend verondersteld:

- basisbegrippen van de scheikunde zoals: atoom, molecuul, ion, dipoolmolecuul, molecuulformule, structuurformule, enkele binding, dubbele binding, drievoudige binding, verzadigde verbinding, onverzadigde verbinding, hydratatie, substraat, evenwichtsreactie, hydrolyse, polycondensatiereactie, pH van een oplossing en reactievergelijking;
- zuren (zoals HCl), basen (zoals NaOH) en buffers (zoals NaHCO₃)
- het onderscheid tussen covalente binding, ionbinding, en tussen polaire en apolaire bindingen;
- het begrip waterstofbrug;
- de begrippen koolwaterstoffen, alcoholen en carbonzuren;
- namen, molecuulformules en opbouw van stoffen, moleculen en ionen die in veel biologische processen een belangrijke rol spelen, zoals Na, K, Cl, S, Ca, Mg, Fe, water, zuurstof, koolstofdioxide, methaan, stikstof, ammoniak, nitraat, nitriet, fosfaat;
- organische stoffen, zoals eiwitten, aminozuren, vetten, glycerol, verzadigde en onverzadigde vetzuren, ethanol, koolhydraten: mono-, di- en polysachariden;
- zetmeel, glycogeen, cellulose, eiwitten en nucleïne-zuren zijn condensatiepolymeren;
- peptidegroep, peptidebinding;
- polariteit (polair/apolair) en eigenschappen (hydrofoob/hydrofiel) van stoffen;
- bijzondere eigenschappen van water;
- de begrippen: oplossen, oplossing, emulsie, concentratie, dichtheid, massa en gewicht;
- verschillende eenheden voor gehalte zoals: massapercentage, volumepercentage, ppm, g L⁻¹, mol L⁻¹;
- factoren die van invloed zijn op evenwichtsreacties;

De vereiste voorkennis scheikunde is nodig bij de realisering van eindtermen als C1.1, D1.9, D1.10, D1.13, D3.3, D3.4, D3.6, D3.9, D3.10, D3.11, D3.12, D3.16, D3.17, D3.18, D4.3, D4.4 t/m D4.12, D5.1 t/m D5.13, E4.11, E4.12 en E4.17, E4.19, E5.5, E5.6.

Natuurkunde

- radioactieve isotopen en ioniserende straling, halveringstijd, elektromagnetisch spectrum;
- soortelijke warmte, warmtecapaciteit, verbrandingswarmte.

De vereiste voorkennis natuurkunde is nodig bij de realisering van eindtermen als D1.1 D3.12, D4.9, D5.4, en E2.4.

Bijlage: Examenprogramma Biologie vwo

Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het centraal examen en het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A	Vaardigheden
Domein B	Structuren van ecosystemen, organismen en cellen
Domein C	Levenscyclus en erfelijke informatie
Domein D	Metabolisme
Domein E	Dynamiek en homeostase.

Het centraal examen

Het centraal examen heeft betrekking op de subdomeinen B1, C1, D1, D3, D4, D5, E2, E4 en E5, in combinatie met de vaardigheden uit domein A.

De CEVO kan bepalen, dat het centraal examen ten dele betrekking heeft op andere subdomeinen, mits de subdomeinen, mits de subdomeinen van het centraal examen tezamen dezelfde studielast hebben als de in de vorige zin genoemde.

De CEVO stelt het aantal en de tijdsduur van de zittingen van het centraal examen vast.

De CEVO maakt indien nodig een specificatie bekend van de examenstof van het centraal examen.

Het schoolexamen

Het schoolexamen heeft betrekking op domein A en:

- de domeinen en subdomeinen waarop het centraal examen geen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer domeinen of subdomeinen waarop het centraal examen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

De examenstof

Domein A: Vaardigheden

Subdomein A1: Taalvaardigheden

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

Subdomein A2: Reken-/wiskundige vaardigheden

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

Subdomein A3: Informatievaardigheden

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

Subdomein A4: Technisch-instrumentele vaardigheden

4. De kandidaat kan op een verantwoorde manier omgaan met voor het vak relevante organismen en stoffen, instrumenten, apparaten en ICT-toepassingen.

Subdomein A5: Ontwerpvaardigheden

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

Subdomein A6: Onderzoekvaardigheden

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

Subdomein A7: Maatschappij, studie en beroep

7. De kandidaat kan toepassingen en effecten van natuurwetenschappen en techniek in verschillende maatschappelijke situaties herkennen en benoemen. Tevens kan hij een verband leggen tussen de praktijk van verschillende beroepen en de eigen kennis, vaardigheden en attitude.

Subdomein A8: Vaardigheden, specifiek voor biologie

8. De kandidaat kan biologische verschijnselen op verschillende organisatieniveaus met elkaar in verband brengen en de complexiteit van deze relaties aangeven.

Domein B: Structuren van ecosystemen, organismen en cellen

Subdomein B1: Structuren van ecosystemen

9. De kandidaat kan de betekenis en onderlinge wisselwerking van abiotische en biotische factoren, waardoor de diversiteit tussen en binnen ecosystemen wordt bepaald, aangeven en uitleggen.

Subdomein B2: Structuren van cellen

10. De kandidaat kan cellen en delen van cellen herkennen en de functies benoemen, en daarbij de relatie leggen met hogere en lagere organisatieniveaus.

Domein C: Levenscyclus en erfelijke informatie

Subdomein C1: Erfelijkheid

11. De kandidaat kan erfelijkheid op organismeniveau verklaren door het beschrijven van erfelijkheidsprocessen op lagere organisatieniveaus en kan het ingrijpen door de mens in erfelijkheidsprocessen bediscussiëren.

Subdomein C2: Levenscyclus van de mens

12. De kandidaat kent de feiten van de menselijke voortplanting en ontwikkeling en de hormonale regeling hiervan, kent de methoden van anticonceptie, en kan een beargumenteerde mening geven over de betekenis van seksualiteit op biologisch, medisch, maatschappelijk en persoonlijk vlak.

Subdomein C3: Levenscyclus van cellen

13. De kandidaat kent de celcyclus en de invloeden uit het interne en externe milieu op de celcyclus, en kan daarbij een relatie leggen met andere organisatieniveaus.

Domein D: Metabolisme

Subdomein D1: Energiestromen en kringlopen

14. De kandidaat kan energiestromen en kringlopen van stoffen in een ecosysteem beschrijven, en kan aangeven welke factoren daarop van invloed zijn en wat oorzaken en gevolgen zijn van verstoring.

Subdomein D2: Metabolisme van planten

15. De kandidaat kan aangeven hoe organen, weefsels en cellen van planten betrokken zijn bij opname, verwerking, transport en opslag van stoffen, en factoren bespreken die daarop van invloed zijn.

Subdomein D3: Metabolisme van de mens

16. De kandidaat kan aangeven hoe organen, weefsels en cellen van de mens betrokken zijn bij opname, verwerking, transport, opslag en uitscheiding van stoffen, heeft inzicht in de moleculaire processen die daarbij een rol spelen en kan factoren bespreken die hierop van invloed kunnen zijn.

Subdomein D4: Celprocessen

17. De kandidaat kan verschillende celprocessen, onder andere assimilatie- en dissimilatieprocessen, onderscheiden en in verband brengen met verschillende organisatieniveaus, en aangeven welke factoren daarop van invloed zijn.

Subdomein D5: Eiwitsynthese en biotechnologie

18. De kandidaat kan uitleggen hoe onder andere DNA en RNA betrokken zijn bij de eiwitsynthese, heeft inzicht in de werking van enzymen en factoren die enzymwerking beïnvloeden en kan een relatie leggen tussen deze processen en erfelijkheid.

Domein E: Dynamiek en homeostase

Subdomein E1: Dynamiek in ecosystemen

19. De kandidaat kan uitleggen hoe ecosystemen zich kunnen handhaven en ontwikkelen, en welke verstoringen daarbij kunnen plaatsvinden.

Subdomein E2: Ontstaan en handhaving van verscheidenheid

20. De kandidaat kan de betekenis van verscheidenheid in een populatie, onder andere op gen-niveau, aangeven, en opvattingen weergeven over het ontstaan daarvan.

Subdomein E3: Ethologie

21. De kandidaat heeft inzicht in de organisatie, ontwikkeling en functie van gedrag, en kent methoden die bij gedragsonderzoek gebruikt worden.

Subdomein E4: Homeostase bij de mens

22. De kandidaat kan uitleggen hoe zintuigen, spieren en klieren, zenuwstelsel en hormoonstelsel betrokken zijn bij het functioneren van het lichaam -aangepast aan de omgeving- en daarbij verbanden leggen tussen de verschillende organisatieniveaus.

Subdomein E5: Bescherming van het interne milieu

23. De kandidaat kan uitleggen hoe de huid en het immuunsysteem bijdragen aan het handhaven van het dynamisch evenwicht in het inwendig milieu.