



College voor Toetsen en Examens

BIOLOGIE HAVO

SYLLABUS CENTRAAL EXAMEN 2022

Versie 2, juli 2020

© 2020 College voor Toetsen en 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	5
1 Verdeling examenstof over CE en SE	6
2 Specificaties	7
2.1 <i>Toelichting op de specificaties.....</i>	7
2.1.1 Opbouw van de specificatie.....	7
2.1.2 Voorbeeldcontexten	7
2.1.3 Deelconcepten	8
2.1.4 Behersingsniveau.....	8
2.2 <i>Specificaties</i>	9
<i>Domein A. Vaardigheden</i>	9
Subdomein A1. Informatievaardigheden gebruiken	9
Subdomein A2. Communiceren.....	9
Subdomein A3. Reflecteren op leren	9
Subdomein A4. Studie en beroep.....	9
Subdomein A5. Onderzoeken	9
Subdomein A6. Ontwerpen	10
Subdomein A7. Modelvorming	10
Subdomein A8. Natuurwetenschappelijk instrumentarium	11
Subdomein A9. Waarderen en oordelen.....	11
Subdomein A10: Beleven.....	12
Subdomein A11: Vorm-functie-denken	12
Subdomein A12: Ecologisch denken	12
Subdomein A13: Evolutionair denken	12
Subdomein A14: Systeemdenken	12
Subdomein A15: Contexten	12
Subdomein A16: Kennisontwikkeling en -toepassing	13
<i>Domein B. Zelfregulatie.....</i>	13
Subdomein B2. Stofwisseling van de cel	13
Subdomein B3. Stofwisseling van het organisme	15
Subdomein B4. Zelfregulatie van het organisme	17
Subdomein B5. Afweer van het organisme	18
Subdomein B7. Waarneming door het organisme.....	19
Subdomein B8. Regulatie van ecosystemen	20
<i>Domein C. Zelforganisatie</i>	21
Subdomein C1. Zelforganisatie van cellen.....	21
<i>Domein D. Interactie</i>	22
Subdomein D4. Interactie in ecosystemen	22
<i>Domein E. Reproductie.....</i>	23
Subdomein E4. Erfelijke eigenschap	23
<i>Domein F. Evolutie</i>	24
Subdomein F1. Selectie	24

Subdomein F2. Soortvorming	25
3 Vereiste (voor)kennis van scheikunde en natuurkunde	27
3.1 Scheikunde	27
3.2 Natuurkunde	27
Bijlage 1: Examenprogramma biologie havo	28
Bijlage 2: Examen(werk)woorden	34
Bijlage 3: Conceptentabel bij het examenprogramma	35
Bijlage 4: Index begrippen domeinen B t/m F.....	36

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 Toetsen en Examens (CvTE) 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 2022. Syllabi van eerdere jaren zijn niet meer geldig en kunnen van deze versie afwijken. Voor het examenjaar 2023 wordt een nieuwe syllabus vastgesteld.

Het CvTE 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.

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. Wijzigingen ten opzichte van de vorige syllabus worden duidelijk zichtbaar gemaakt. Inhoudelijke wijzigingen zijn geel gemarkeerd. Het is ook mogelijk dat een syllabus geen inhoudelijke veranderingen heeft ondergaan.

Voor opmerkingen over syllabi houdt het CvTE zich steeds aanbevolen. U kunt die zenden aan info@cvte.nl.

De voorzitter van het College voor Toetsen en Examens,
Drs. P.J.J. Hendrikse

1 Verdeling examenstof over CE en SE

Het examenprogramma biologie bestaat uit een gedeelte dat getoetst wordt in het centraal examen (CE) en een deel dat afgesloten wordt in het schoolexamen (SE). De syllabus geeft een specificatie van het CE-deel van het examenprogramma.

Het examenprogramma staat in bijlage 1. Het betreft hier het programma met globale eindtermen, waarvan het CE-deel in hoofdstuk 2 van deze syllabus nader wordt gespecificeerd. Het SE-deel is nader gespecificeerd in een [handreiking](#) van SLO. In de handreiking zijn suggesties opgenomen voor het SE-deel welke dus niet bindend zijn.

In de onderstaande tabel staat vermeld welke domeinen en subdomeinen op het centraal examen geëxamineerd zullen worden:

Domein		Subdomein		in CE	moet in SE	mag in SE
A	Vaardigheden			X	X	
B	Zelfregulatie	B1	Eiwitsynthese		X	
		B2	Stofwisseling van de cel	X		X
		B3	Stofwisseling van het organisme	X		X
		B4	Zelfregulatie van het organisme	X		X
		B5	Afweer van het organisme	X		X
		B6	Beweging van het organisme		X	
		B7	Waarneming door het organisme	X		X
		B8	Regulatie van ecosystemen	X		X
C	Zelforganisatie	C1	Zelforganisatie van cellen	X		X
		C2	Zelforganisatie van het organisme		X	
		C3	Zelforganisatie van ecosystemen		X	
D	Interactie	D1	Moleculaire interactie		X	
		D2	Gedrag en interactie		X	
		D3	Seksualiteit		X	
		D4	Interactie in ecosystemen	X		X
E	Reproductie	E1	DNA-replicatie		X	
		E2	Levenscyclus van de cel		X	
		E3	Voortplanting van het organisme		X	
		E4	Erfelijke eigenschap	X		X
F	Evolutie	F1	Selectie	X		X
		F2	Soortvorming	X		X
		F3	Biodiversiteit		X	

2 Specificaties

2.1 Toelichting op de specificaties

2.1.1 *Opbouw van de specificatie*

De concepten die voorkomen in het examenprogramma zijn voor de biologie gestructureerd in een systeemmatrix (zie systeemmatrix CVBO in bijlage 3). In deze matrix is te zien op welk organisatieniveau en in het kader van welk biologisch systeemconcept (zelfregulatie, zelforganisatie, interactie, reproductie, evolutie) de concepten aan de orde komen.

De domeinen in het examenprogramma zijn benoemd op basis van de systeemconcepten. De subdomeinen zijn gebaseerd op de cellen in de matrix en de eindtermen zijn uitwerkingen van concepten die per subdomein in de systeemmatrix zijn opgenomen. Binnen de domeinen hebben de subdomeinen een naam die gebaseerd is op het biologische proces en/of het organisatieniveau ofwel de biologische eenheid waarbinnen dit subdomein zich afspeelt.

De specificaties in de syllabus kennen de volgende opbouw:

Per domein:

- Een omschrijving van het domein en een uitwerking van wat de kandidaat binnen dit domein op hoofdlijnen moet kennen en kunnen.

Per subdomein:

- De eindterm waarin de te hanteren biologische concepten en de contextgebieden waarin die biologische concepten in de maatschappelijke werkelijkheid van belang zijn, worden genoemd.
- Voorbeelden van contexten binnen de contextgebieden die in het examenprogramma voor dit subdomein genoemd zijn. Zie voor een nadere toelichting paragraaf 2.1.2.

Per concept:

- Een nadere specificatie van de wijze waarop de kandidaat de concepten in de genoemde contextgebieden moet kunnen hanteren. Hierin duidt een handelingswerkwoord het beheersingsniveau aan waarop de kandidaat de concepten moet kunnen hanteren. Zie voor een nadere toelichting paragraaf 2.1.3.
- Een opsomming van deelconcepten waarop dit subdomein betrekking heeft.

In bijlage 4 is een index opgenomen van begrippen die in deze syllabus voorkomen.

2.1.2 *Voorbeeldcontexten*

In de Commissie Vernieuwing Biologie Onderwijs zijn keuzes gemaakt ten aanzien van de concepten uit de biologie die in het onderwijs behandeld moeten worden en de contextgebieden waarin die concepten worden gebruikt. De keuze voor de te behandelen concepten voor biologie is gemaakt op basis van actuele en veel voorkomende biologische praktijken in Nederland. Dat vergroot de kans dat leerlingen relevantie ervaren en het perspectief van vooropleiding voor vervolgstudie of beroep wordt verbeterd. De contextgebieden zijn, in overleg met de andere bètavakken, gestructureerd aan de hand van maatschappelijke thema's waarin bètakennis wordt gebruikt.

Om een nader beeld te geven van de contexten waarin de te bevragen concepten worden gebruikt, zijn in deze syllabus voorbeelden opgenomen. De voorbeelden hebben in deze syllabus veelal een vorm waarin de volgende aspecten te herkennen zijn:

- de deelnemers met hun expertise;
- de plaats waar de deelnemers binnen deze context handelen;
- de activiteiten die de deelnemers uitvoeren;
- het doel van deze activiteit.

Deze complete opbouw is voorbeeldmatig; in het onderwijs of in een examen kunnen contexten ook op een andere manier beschreven worden.

Iedere voorbeeldcontext wordt voorafgegaan door een letter die verwijst naar de contextgebieden die in het examenprogramma genoemd worden, te weten:

E	energie	VP	voedselproductie
G	gezondheid of gezondheidszorg	S	sport
D	duurzaamheid	W	wereldbeeld
V	voeding	VH	veiligheid

Om de samenhang te benadrukken, komen sommige voorbeeldcontexten bij meerdere (sub)domeinen voor. In de voorbeelden voor havo is gezocht naar voorbeelden voornamelijk uit beroeps- en leefwereldcontexten. Kandidaten moeten er rekening mee houden dat tijdens de examens andere typen contexten kunnen voorkomen.

2.1.3 *Deelconcepten*

Bij ieder subdomein is per concept een opsomming van deelconcepten opgenomen waarop dit subdomein betrekking heeft. Deze deelconcepten geven aan tot op welk niveau en in welke mate van detail de kandidaat de stof moet beheersen. De deelconcepten hebben geen ander doel dan een niveauaanduiding: ze moeten noch gezien worden als een verplichte, noch als een volledige lijst van termen waarover vragen kunnen worden gesteld. In contexten kunnen nieuwe termen worden geïntroduceerd die in de context zelf worden toegelicht.

2.1.4 *Beheersingsniveau*

In het examenprogramma zijn drie beheersingsniveaus onderscheiden die gekarakteriseerd zijn met de woorden benoemen, verklaren en beargumenteren. In de specificatie in deze syllabus zijn verschillende handelingswerkwoorden gebruikt die een indicator zijn van het niveau.

Behalve de gebruikte handelingswerkwoorden geven ook de deelconcepten aan tot op welk niveau en in welke mate van detail de kandidaten de stof moeten beheersen.

Deze handelingswerkwoorden moeten niet verward worden met de woorden gebruikt in een examen, ook wel examenwerkwoorden genoemd (zie bijlage 2). Deze hoeven qua niveau niet overeen te komen met de gebruikte handelingswerkwoorden. De moeilijkheidsgraad van een examenvraag wordt nader bepaald door de complexiteit van de contexten. Zo kan een werkwoord als benoemen binnen een complexe context een moeilijke vraag opleveren en kan het werkwoord beargumenteren in een recht toe recht aan vraag een makkelijke vraag opleveren.

2.2 Specificaties

Domein A. Vaardigheden

De vaardigheden zijn onderverdeeld in drie categorieën:

Subdomeinen A1 t/m A4:	Algemene vaardigheden (profieloverstijgend niveau)
Subdomeinen A5 t/m A9:	Natuurwetenschappelijke, wiskundige en technische vaardigheden (bètaprofielniveau)
Subdomeinen A10 t/m A16:	Biologie – specifieke vaardigheden

De eerste categorie met algemene profieloverstijgende vaardigheden worden in deze syllabus niet verder gespecificeerd. De specificaties van de subdomeinen A5 t/m A9 zijn afgestemd met de syllabuscommissies scheikunde en natuurkunde.

Voor een aantal vaardigheden (A6 t/m A7) geldt dat de vaardigheid gedeeltelijk bestaat uit onderdelen die niet op het centraal examen getoetst zullen worden. Omwille van de volledigheid van de specificatie van de betreffende eindterm, zijn deze onderdelen wel in de specificatie opgenomen, maar *cursief en grijs* afgedrukt. *De betreffende specificaties gelden dus niet voor het centraal examen.*

Algemene vaardigheden (profieloverstijgend niveau)

Subdomein A1. Informatievaardigheden gebruiken

Eindterm

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

Subdomein A2. Communiceren

Eindterm

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

Subdomein A3. Reflecteren op leren

Eindterm

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

Subdomein A4. Studie en beroep

Eindterm

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.

Natuurwetenschappelijke, wiskundige en technische vaardigheden (bètaprofielniveau)

Subdomein A5. Onderzoeken

Eindterm

De kandidaat kan in contexten instructies voor onderzoek op basis van vraagstellingen uitvoeren en conclusies trekken uit de onderzoeksresultaten. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

Specificatie

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

- 1 een natuurwetenschappelijk probleem herkennen;
- 2 een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een (of meerdere) onderzoeksvra(a)g(en);
- 3 verbanden leggen tussen een onderzoeksvraag en natuurwetenschappelijke kennis;
- 4 een hypothese opstellen bij een onderzoeksvraag en verwachtingen formuleren;
- 5 een werkplan maken voor het uitvoeren van een natuurwetenschappelijk onderzoek ter
- 6 beantwoording van een (of meerdere) onderzoeksvra(a)g(en);
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, gebruikmakend van de begrippen validiteit en betrouwbaarheid;
- 10 *een natuurwetenschappelijk onderzoek presenteren.*
- 11 Herkennen dat er naast een experimentele onderzoeksaanpak ook andere onderzoeksaanpakken zijn.

Subdomein A6. Ontwerpen

Eindterm

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.

Specificatie

De kandidaat kan gebruikmakend 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 presenteren.*

Subdomein A7. Modelvorming

Eindterm

De kandidaat kan in contexten een probleem analyseren, een adequaat model selecteren, en modeluitkomsten genereren en interpreteren. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

Specificatie

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 met een geschikte tijdstap doorrekenen;*
- 7 een model evalueren op basis van uitkomsten, verwachtingen en (meet)gegevens;
- 8 *een modelstudie presenteren.*

Subdomein A8. Natuurwetenschappelijk instrumentarium

Eindterm

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.

Specificatie

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 aangeven met welke technieken en apparaten de belangrijkste grootheden uit de natuurwetenschappen worden gemeten;
- 4 *verantwoord omgaan met materialen, instrumenten, organismen en milieu*
- 5 Een aantal voor het vak relevante reken-/wiskundige vaardigheden toepassen om natuurwetenschappelijke problemen op te lossen:
 - rekenen met getallen in breuken en machten;
 - rekenen met verhoudingen, percentages en gemiddelden;
 - rekenen met oppervlakte en volume;
 - grafieken opstellen en daarbij rekening houden met de plaats van de afhankelijke en de onafhankelijke variabele;
 - lineaire en exponentiële verbanden herkennen in grafieken;
 - grafieken lezen (formuleloos), gericht op grafisch verloop en trends;
 - verbanden leggen op basis van tabel- en grafiekgegevens.

Subdomein A9. Waarderen en oordelen

Eindterm

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.

Specificatie

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.*

Biologie – specifieke vaardigheden

Subdomein A10: Beleven

Eindterm

De kandidaat kan in contexten gevoelens en betekenissen expliciteren die worden opgeroepen door het omgaan met de natuur of in de natuur voorkomende objecten en daarbij aandacht schenken aan de gevoelens en betekenissen van anderen.

Subdomein A11: Vorm-functie-denken

Eindterm

De kandidaat kan in contexten redeneringen hanteren waarbij van biologische objecten op verschillende organisatieniveaus vanuit een gegeven vorm naar een bijbehorende functie wordt gezocht en andersom.

Subdomein A12: Ecologisch denken

Eindterm

De kandidaat kan in contexten op het gebied van duurzaamheid redeneringen hanteren waarbij uitgewerkt wordt wat de gevolgen van interne of externe veranderingen in een levensgemeenschap of ecosysteem zijn.

Subdomein A13: Evolutionair denken

Eindterm

De kandidaat kan in contexten redeneringen hanteren waarmee biologische verschijnselen op verschillende organisatieniveaus verklaard worden met behulp van theorie over evolutiemechanismen.

Subdomein A14: Systeemdenken

Eindterm

De kandidaat kan in contexten een onderscheid maken tussen verschillende organisatieniveaus, relaties binnen en tussen organisatieniveaus uitwerken en uiteenzetten hoe biologische eenheden op verschillende organisatieniveaus zichzelf in stand houden en ontwikkelen.

Subdomein A15: Contexten

Eindterm

De kandidaat kan de in domein A genoemde vaardigheden en de in domeinen B tot en met F genoemde concepten ten minste gebruiken in beroepscontexten en in leefwereldcontexten.

Subdomein A16: Kennisontwikkeling en -toepassing

Eindterm

De kandidaat kan in contexten analyseren op welke wijze natuurwetenschappelijke en technologische kennis wordt ontwikkeld en toegepast.

Domein B. Zelfregulatie

De biologie, de leer van het leven, bestudeert het leven op verschillende niveaus. Op elk niveau zijn er systemen met een eigen organisatie, de biologische eenheden: de moleculen, de cel, het orgaan, het organisme, de populatie, het ecosysteem. Biologische eenheden, op welk organisatieniveau dan ook, houden zichzelf in stand door het opnemen van stoffen c.q. energie uit hun omgeving, door het herstellen van opgelopen schade, door zich te verdedigen tegen belagers en tegen schadelijke stoffen en door het aanpassen aan of het veranderen van de omgeving. Onderdelen van een biologische eenheid kunnen gespecialiseerd zijn voor een bepaalde functie. Biologische eenheden kunnen met elkaar op een hoger niveau een nieuwe biologische eenheid vormen met een eigen organisatiestructuur.

De kandidaat kan in een context:

- biologische eenheden herkennen en de kenmerken ervan beschrijven. Die biologische eenheden zijn moleculen, cellen, organen, organismen, populaties, ecosystemen;
- beschrijven dat er opname, verwerking en afgifte van energie, materie en informatie is, en daarbij de relaties binnen en tussen de verschillende biologische eenheden beschrijven;
- redeneringen hanteren waarbij vanuit een gegeven vorm van een biologische eenheid naar een bijbehorende functie wordt gezocht, en andersom.

Subdomein B2. Stofwisseling van de cel

Eindterm

De kandidaat kan met behulp van de concepten homeostase, transport, assimilatie en dissimilatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voeding verklaren op welke wijze de stofwisseling van cellen van prokaryoten en eukaryoten verloopt.

Voorbeeldcontexten

G (leefwereldcontext): Leden van een familie die mogelijk een erfelijke mitochondriale afwijking hebben zoals MERFF, ondergaan in een academische centrum een onderzoek om vast te stellen of ze het gemuteerde gen hebben met het doel zich voor te bereiden op eventuele consequenties.

V: Analisten in een algenkweekcentrum zoeken naar mogelijkheden om de algenkweek de voedingsstoffen omega 3 en 6 vetzuren en vitamines te laten leveren op een economisch haalbaar niveau.

G (leefwereldcontext): Gezonde jonge mensen bepalen of ze meedoen aan een medicijntest met het doel de invloed van het meedoen aan een dergelijke test op de eigen gezondheid te bepalen en een beslissing te nemen over al of niet meedoen.

B2.1 Homeostase

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 kenmerken van bacteriën beschrijven;
- 2 een eukaryote cel beschrijven als een zelfstandig functionerende eenheid, de onderdelen van cellen herkennen en de functies ervan benoemen;

- 3 uitleggen dat cellen zich in stand houden door het uitvoeren van chemische reacties;
- 4 beschrijven dat cellen zichzelf reguleren en daarbij een dynamisch evenwicht in stand houden;
- 5 toelichten hoe door het principe van terugkoppeling homeostase in de cel gerealiseerd wordt.

Deelconcepten

prokaryoot, eukaryoot, virus, bacterie, plasmide, celkern, chromosoom, celwand, celmembraan, vacuole, celplasma, mitochondrie, (ruw) endoplasmatisch reticulum, golgi-systeem, plastiden, lysosoom, ribosoom, bladgroenkorrel, bladgroen, trilharen, terugkoppeling, receptoreiwit, dynamisch evenwicht.

B2.2 Transport

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 uitleggen dat bepaalde stoffen door passief transport en andere door actief transport membranen kunnen passeren;
- 2 een relatie beschrijven tussen de osmotische waarde binnen en buiten een cel en de invloed daarvan op de stevigheid.

Deelconcepten

diffusie, osmose, semi-permeabel membraan, selectief permeabel, receptoreiwit, ionentransport, isotonisch, hypotonisch, hypertonisch, plasmolyse, turgor, osmotische druk, osmotische waarde, actief transport, passief transport, endo- en exocytose, celplasmastroming.

B2.3 Assimilatie en dissimilatie

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 beschrijven dat cellen stoffen opnemen, transporteren, omzetten en afgeven met behulp van energie, gekatalyseerd door enzymen;
- 2 beschrijven dat er verschillende vormen van energie zijn: chemische energie (zoals in ATP), lichtenergie, kinetische energie, warmte, en beschrijven dat deze vormen in elkaar kunnen overgaan;
- 3 het fotosyntheseproces in cellen met bladgroenkorrels beschrijven;
- 4 assimilatieprocessen in planten en dieren beschrijven en toelichten dat deze processen leiden tot de aanmaak van bouwstoffen, brandstoffen, reservestoffen en enzymen;
- 5 dissimilatieprocessen beschrijven en hierbij onderscheid maken tussen anaerobe en aerobe dissimilatie;
- 6 assimilatie- en dissimilatieprocessen beschrijven met behulp van de reactievergelijkingen;
- 7 beschrijven waar en op welke wijze enzymen reacties katalyseren, en hoe temperatuur en pH die processen beïnvloeden;
- 8 beschrijven hoe in de biotechnologie gebruikgemaakt wordt van het metabolisme van micro-organismen

Deelconcepten

autotroof, heterotroof, fotosynthese, bladgroenkorrel, verbranding, aerob, anaerob, gisting, alcohol, melkzuur, ADP en ATP, bouwstoffen, brandstoffen, reservestoffen,

enzymen, fosfolipiden, tussencelstof, koolhydraten (mono-, di- en polysachariden, zetmeel, glycogeen, cellulose), vet (vetzuren en glycerol), eiwit, aminozuren, DNA, recombinant-DNA, pH.

Subdomein B3. Stofwisseling van het organisme

Eindterm

De kandidaat kan met behulp van de concepten orgaan, fotosynthese, ademhaling, vertering, uitscheiding en transport ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie benoemen op welke wijze de stofwisseling van organismen verloopt en benoemen op welke wijze stoornissen daarin kunnen ontstaan en op welke wijze deze kunnen worden aangepakt.

Voorbeeldcontexten

G: Gespecialiseerde verpleegkundigen op de IC in het ziekenhuis verzorgen en monitoren patiënten in kritieke toestand met het doel om de toestand te stabiliseren en te verbeteren.

VP: Een tomatenkweker in zijn eigen bedrijf doet aan opbrengstoptimalisatie door geselecteerde rassen te gebruiken en geautomatiseerde teelt- en oogstsystemen te introduceren.

B3.1 Orgaan

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 beschrijven dat groepen van cellen door hun rangschikking in een weefsel, orgaan of orgaanstelsel een gezamenlijke functie uitoefenen;
- 2 beschrijven wat bij de mens de kenmerken en functies zijn van orgaanstelsels voor transport, ademhaling, voedselverwerking en uitscheiding;
- 3 verschillen en overeenkomsten herkennen tussen organen en orgaanstelsels van de mens en van verschillende diersoorten;
- 4 organen voor gaswisseling, opname en transport bij planten beschrijven;
- 5 beschrijven dat orgaanstelsels met elkaar samenhangen en benoemen hoe verstoring in het functioneren van een orgaan de samenwerking tussen organen beïnvloedt.

Deelconcepten

hart, hartkleppen, slagader, ader, haarvat, lymfesysteem, hout- en bastvaten, wortelharen

longen, luchtpijp, bronchiën, longblaasjes, huidmondjes, slokdarm, maag, twaalfvingerige darm, alveesklie, lever, galblaas, dunne darm, dikke darm, endeldarm, nieren, niereenheid, zweetklieren.

B3.2 Fotosynthese

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 beschrijven dat organismen door fotosynthese autotroof zijn;
- 2 voorwaarden voor het fotosyntheseprocess in planten benoemen;
- 3 het belang van fotosynthese als basis voor de voortgezette assimilatie en dissimilatie van het organisme beschrijven.

Deelconcepten

autotroof, heterotroof, (an)organische stoffen, bladgroenkorrels, netto fotosynthesereactie, voortgezette assimilatie, beperkende factor.

B3.3 Ademhaling

Specificatie

- 1 De kandidaat kan in een context de bouw, werking en functie van de gaswisselingsorganen van de mens beschrijven;
- 2 de relatie tussen de bouw van de gaswisselingsorganen en hun functie beschrijven;
- 3 beschrijven op welke wijze longventilatie tot stand komt;
- 4 beschrijven op welke wijze opname, transport en afgifte van CO₂ en O₂ plaatsvindt en wat de rol van hemoglobine daarbij is;
- 5 de relatie tussen de gaswisseling van planten en fotosynthese en dissimilatie herkennen.

Deelconcepten

gaswisseling, ventilatiebewegingen, longcapaciteit, vitale capaciteit, dode ruimte, diffusie, CO₂- en O₂-concentratie, dissimilatie, assimilatie, beperkende factor.

B3.4 Vertering

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 de bouw, werking en functie van verteringsorganen van de mens beschrijven en de relatie herkennen tussen de bouw van spijsverteringsorganen en hun functie;
- 2 beschrijven waar en op welke wijze voedingsstoffen verteerd en opgenomen worden en welke factoren daarop van invloed zijn.

Deelconcepten

mechanische en chemische vertering, darmperistaltiek, voedingsstoffen, verteringssappen, gal, verteringsenzymen voor koolhydraten, eiwitten en vetten, vitamines, pH, temperatuur, verteringsproducten, emulgeren, resorptie, darmbacteriën, essentieel/niet-essentieel.

B3.5 Uitscheiding

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 de bouw, werking en functie van uitscheidingsorganen van de mens beschrijven;
- 2 de relatie tussen de bouw van uitscheidingsorganen en hun functie herkennen;
- 3 de rol van de lever, de nieren, de longen en de huid bij uitscheidingprocessen benoemen.

Deelconcepten

waterhuishouding, ultrafiltratie, reabsorptie/terugresorptie, ADH, ureum, urine, gal, zweet.

B3.6 Transport

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 de bouw, werking en functie van de bloedsomloop met hart en bloedvaten van de mens beschrijven;
- 2 de relatie tussen de bouw van hart en bloedvaten en hun functie en werking herkennen;
- 3 de functie van bestanddelen van bloed, bloedplasma, weefselvloeistof en lymfe beschrijven en de vorming van weefselvloeistof en lymfe beschrijven;
- 4 het verband herkennen tussen bloedvatenstelsel en lymfevatenstelsel;
- 5 de bouw en werking van het transportstelsel in planten beschrijven.

Deelconcepten

grote en kleine bloedsomloop, bloedplasma, weefselvloeistof, lymfe, beenmerg, bloedsamenstelling, rode bloedcellen, hemoglobine, witte bloedcellen, bloedplaatjes, hartslagfrequentie, slagvolume, sinusknop, bloeddruk, bovendruk, onderdruk, zuurstof- en koolstofdioxidetransport, voedings- en afvalstoffen, bloedstolling, cholesterol, worteldruk, verdamping.

Subdomein B4. Zelfregulatie van het organisme

Eindterm

De kandidaat kan met behulp van de concepten homeostase, hormonale regulatie en neurale regulatie ten minste in contexten op het gebied van sport en voeding verklaren op welke wijze eukaryoten zichzelf reguleren.

Voorbeeldcontexten

S: De trainer en fysiotherapeut in een nationaal trainingscentrum maken trainings- en voedingsschema's voor de sporters om een topprestatie mogelijk te maken en op gewicht te blijven.

V: De diëtist die in de praktijk dieetadvies geeft aan kinderen met het doel voedingsgedrag te verbeteren.

B4.1 Homeostase

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 het belang van de longen, lever, nieren, huid, zenuw- en hormoonstelsel voor de homeostase bij de mens beschrijven;
- 2 de relatie tussen de bouw van de longen, lever, nieren en huid en de homeostase beschrijven;
- 3 de principes van een regelkring toelichten;
- 4 de samenhang van de regeling van lichaamsprocessen herkennen.

Deelconcepten

zenuw-zintuigstelsel, hormoonstelsel, receptoren, inwendig en uitwendig milieu, regelkring, positieve en negatieve terugkoppeling, dynamisch evenwicht, osmotische waarde, pH, temperatuur, CO₂- en O₂-concentratie, glucoseconcentratie, osmotische waarde.

B4.2 Hormonale regulatie

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 de principes van een regelkring in het hormoonstelsel toelichten;
- 2 de werking van hormoonklieren en hun specifieke hormonen beschrijven en afleiden hoe de doelorganen daarop reageren;
- 3 het verband beschrijven tussen hormonale regulatie en het handhaven van homeostase.

Deelconcepten

hormoonklieren, hypothalamus, hypofyse, schildklier, nieren, bijnieren, eierstokken, teelballen, eilandjes van Langerhans, exocrien, endocrien, doelwitorganen, hormoonreceptor, hormoonconcentratie, insuline, glucagon, adrenaline, schildklierhormoon, EPO.

B4.3 Neurale regulatie

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 de bouw en werking van het zenuwstelsel en de signaalverwerking beschrijven;
- 2 de werking van een regelkring in het zenuwstelsel toelichten;
- 3 het verband beschrijven tussen de werking van het zenuwstelsel en het functioneren van een organisme.

Deelconcepten

centraal zenuwstelsel, perifere zenuwstelsel, grote en kleine hersenen, hersenschors, centra in de hersenschors, hersenstam, ruggenmerg, autonoom (vegetatief) zenuwstelsel en animaal zenuwstelsel, gevoels-, schakel- en bewegingszenuwcellen, cellen van Schwann, myelineschede, synaps, impulsgeleiding, sprongsgewijze geleiding, reflexboog, neurotransmitter, prikkels, temperatuur-, licht-, tast- en pijnreceptoren.

Subdomein B5. Afweer van het organisme

Eindterm

De kandidaat kan met behulp van het concept afweer ten minste in contexten op het gebied van gezondheidszorg en voedselproductie benoemen op welke wijze eukaryoten zich te weer stellen tegen andere organismen, virussen en allergenen en welke problemen daarbij kunnen ontstaan.

Voorbeeldcontexten

G (leefwereldcontext): Meisjes van 12 worden opgeroepen door de GGD om zich te laten inenten met het HPV-vaccin om hen te beschermen tegen baarmoederhalskanker. Zij discussiëren op school over de voor- en nadelen van de inenting met het doel om een weloverwogen besluit te kunnen nemen om wel of niet gevaccineerd te worden.
VP: Analisten en procestechnologen werken bij een veredelingsbedrijf onder toezicht van biologen aan plantenveredeling gericht op plaagresistentie met het doel plagen te voorkomen en opbrengsten van teelten te verhogen.

G (leefwereldcontext): Een leerling die een antibioticakuur volgt, wil deze voortijdig afbreken. In de klas worden de argumenten besproken om dit wel of niet te doen, met het doel daarover een weloverwogen besluit te kunnen nemen.

B5.1 Afweer

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 de bouw, werking en functie van organen en cellen betrokken bij de afweer van de mens beschrijven;
- 2 de specifieke en aspecifieke afweer als reactie op lichaamsvreemde en lichaamseigen stoffen en cellen beschrijven;
- 3 de afweermechanismen van planten herkennen.

Deelconcepten

huid en slijmvliezen, bloed, lymfe, milt, lymfeknopen, macrofagen, T- en B-cellen, antigenen en antistoffen, lichaamseigen, lichaamsvreemd, receptor, natuurlijke en kunstmatige immuniteit, actieve en passieve immuniteit, vaccinatie, transplantatie, bloedtransfusie, AB0-systeem, resusfactor, donor en acceptor, mechanische en chemische afweer van planten..

Subdomein B7. Waarneming door het organisme

Eindterm

De kandidaat kan met behulp van de concepten orgaan, waarneming en neurale regulatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en sport verklaren op welke wijze organismen waarnemen.

Voorbeeldcontexten

G: De opticien verzamelt in de eigen praktijk informatie over diverse soorten lenzen om een goed advies te kunnen geven aan klanten die hun bijziendheid gecorrigeerd willen zien.

S: Trainers en fysiotherapeuten in een landelijk trainingscentrum onderzoeken het effect van diverse soorten starttrainingen bij sporters met het doel om het aantal valse starten in de wedstrijd sport te verminderen.

B7.1 Orgaan

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 de werking van een zintuig in het algemeen beschrijven en toelichten wat daarbij de rol van de hersencentra is;
- 2 de bouw van het oog beschrijven.

Deelconcepten

centraal zenuwstelsel, perifere zenuwstelsel, grote en kleine hersenen, centra voor gevoel, beweging, en voor zien in de hersenschors, hersenstam, ruggenmerg, optisch chiasma, gevoels-, schakel- en bewegingszenuwcellen, impulsgeleiding, reflexboog, pupil, netvlies, staafjes, kegeltjes, gele vlek, blinde vlek, adequate prikkel, mechanische, chemische, licht-, temperatuur-, tast- en pijnreceptoren.

B7.2 Waarneming

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 de werking van het oog toelichten;
- 2 het verband tussen adequate prikkel en reactie beschrijven.

Deelconcepten

visuele centra in de hersenschors, optisch chiasma, gevoels-, schakel- en bewegingszenuwcellen, reflexboog, pupil, lens, lenswerking, bijziend, verziend, accommodatie, adequate prikkel, drempelwaarde.

B7.3 Neurale regulatie

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 de principes van een regelkring herkennen bij de werking van het zintuigstelsel;
- 2 de relatie van het zintuigstelsel met het spier-, zenuw- en hormoonstelsel beschrijven;
- 3 verbanden beschrijven tussen het gebruik van de zintuigen en het functioneren van een organisme.

Deelconcepten

impulsgeleiding, synaps, neurotransmitter, Na⁺-kanaal, reflexboog, reactiesnelheid, adequate prikkels, drempelwaarde homeostase.

Subdomein B8. Regulatie van ecosystemen

Eindterm

De kandidaat kan met behulp van de concepten energiestroom, kringloop, dynamiek en evenwicht ten minste in contexten op het gebied van duurzaamheid verklaren op welke wijze ecosystemen zichzelf reguleren en kan beargumenteren met welke maatregelen de mens zelfregulatie van ecosystemen en het systeem Aarde kan beïnvloeden.

Voorbeeldcontexten

D: Bosbeheerders op de Veluwe gebruiken de resultaten van een ecologisch onderzoek voor de regeneratie van een natuurgebied.

B8.1 Energiestroom

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 energiestromen in een ecosysteem beschrijven en toelichten welke factoren daarop van invloed zijn;
- 2 modellen van energiestromen beschrijven en benoemen welke processen en organismen daarin een rol spelen;
- 3 beargumenteren met welke maatregelen de mens energiestromen kan beïnvloeden.

Deelconcepten

producent, consument, reductent, trofisch niveau, autotroof, heterotroof, (an)organische stof, fossiele brandstof, biobrandstof, biomassa.

B8.2 Kringloop

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 de rol uitleggen van producenten, consumenten en reductenten in de kringlopen van koolstof en stikstof;
- 2 kringlopen van elementen in een ecosysteem beschrijven, en benoemen welke factoren daarop van invloed zijn;
- 3 beargumenteren met welke maatregelen de mens nutriëntenkringlopen en daarmee het systeem Aarde kan beïnvloeden.

Deelconcepten

fotosynthese, dissimilatie, (an)organische stof, (de)nitrificatie, ammonificatie, stikstofbinding, uitspoeling, eutrofiering, biomassa, broeikaseffect.

B8.3 Dynamiek en evenwicht

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 beschrijven wat onder een ecosysteem wordt verstaan en welke componenten daarvan deel uitmaken;
- 2 uitleggen welke rol concurrentie binnen en tussen populaties speelt bij de dynamiek (instandhouding en ontwikkeling) van een ecosysteem;
- 3 uitleggen welke rol biotische en abiotische factoren spelen bij de dynamiek binnen een ecosysteem;
- 4 beargumenteren met welke maatregelen de mens de zelfregulatie van ecosystemen kan beïnvloeden.

Deelconcepten

habitat, geboorte, sterfte, migratie, exoot.

Domein C. Zelforganisatie

Biologische eenheden kunnen beschouwd worden als systemen met een organisatie. Biologische eenheden onderscheiden zich van de niet-levende systemen doordat zijzelf het enige product van hun organisatie zijn, dat wil zeggen: er bestaat geen scheiding tussen producent en product. Ze organiseren zichzelf.

Door zelforganisatie kunnen nieuwe structuren 'biologische eenheden van een hogere orde' ontstaan. Op het hogere organisatieniveau zijn nieuwe eigenschappen te zien, die de biologische eenheid van het lagere organisatieniveau niet heeft, de zogenoemde emergente eigenschappen.

Een voorbeeld is de biologische klok bij de mens: sommige klokcellen zijn overdag actief, andere klokcellen juist 's nachts, weer anderen pieken juist 's morgens. De optelsom hiervan heeft een eigenschap die de afzonderlijke cellen niet hebben: de biologische klok kan de daglengte en de tijd van het jaar registreren. Het geheel is dus meer dan de som van de delen.

De kandidaat kan in een context:

- herkennen dat biologische eenheden nieuwe eigenschappen hebben vergeleken met de biologische eenheden van een niveau lager.

Subdomein C1. Zelforganisatie van cellen

Eindterm

De kandidaat kan met behulp van de concepten genexpressie en celdifferentiatie ten minste in contexten op het gebied van energie en gezondheid benoemen op welke wijze de ontwikkeling van cellen verloopt.

Voorbeeldcontexten

E: Procestechnologen en analisten werken in een laboratorium aan optimalisatie van fotosynthese in algen en planten met het doel om de energie-inhoud van de algen en gewassen te verhogen.

G (leefwereldcontext): Klasgenoten van een leerling met cystic fibrose oriënteren zich in de klas op deze ziekte met het doel om zo goed mogelijk te kunnen reageren als ze luisteren naar hun klasgenoot die gentherapie zal ondergaan.

C1.1 Genexpressie

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 herkennen dat er een relatie is tussen DNA en eiwit;
- 2 beschrijven dat in verschillende typen cellen verschillende eiwitten gemaakt worden;
- 3 beschrijven dat eiwitten verschillende functies hebben;
- 4 beschrijven dat door eiwitten het fenotype bepaald wordt.

Deelconcepten

chromosoom, gen, DNA, RNA, eiwit, fenotype, genetische code, startcodon, stopcodon, niet-coderend DNA.

C1.2 Celdifferentiatie

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 herkennen dat vrijwel alle cellen van een meercellig organisme hetzelfde genoom hebben;

- 2 beschrijven dat door differentiatie cellen ontstaan die een verschillende vorm en functie hebben;
- 3 beschrijven dat celdifferentiatie tot stand komt doordat alleen bepaalde genen tot expressie komen;
- 4 eigenschappen van stamcellen beschrijven en benoemen voor welke doelen stamcellen gebruikt kunnen worden.

Deelconcepten

genoom, stamcellen, celtype, tussencelstof.

Domein D. Interactie

Biologische eenheden worden beïnvloed door hun omgeving, die zowel biotisch als abiotisch van aard kan zijn. Op deze beïnvloeding kunnen de biologische eenheden reageren door zich aan te passen, te verplaatsen of andere reacties te vertonen. Omgekeerd hebben biologische eenheden ook invloed op hun biotische en abiotische omgeving.

Interactie verwijst naar het open karakter van de biologische systemen.

De kandidaat kan in een context:

- beschrijven dat een biologische eenheid, van welk organisatieniveau dan ook, voortdurend in interactie is met de omgeving waaronder andere biologische eenheden;
- voor de effecten van veranderingen in een biologische eenheid de multicausaliteit benoemen;
- redeneringen hanteren waaruit de complexiteit van relaties in en tussen biologische eenheden en van biologische eenheden met hun abiotisch milieu blijkt.

Subdomein D4. Interactie in ecosystemen

Eindterm

De kandidaat kan met behulp van de concepten voedselrelatie en interactie met (a)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van duurzaamheid en voedselproductie benoemen welke relaties tussen populaties in ecosystemen bestaan en beargumenteren op welke wijze vraagstukken die daar betrekking op hebben, kunnen worden benaderd.

Voorbeeldcontexten

D: Landschapsarchitecten (hbo) bij een adviesbureau voor ruimtelijke inrichting schrijven een plan voor de inrichting van een groen recreatiegebied met het doel om milieu en gebruikswaarden optimaal naast elkaar te laten bestaan.

VP: Een viskweker gaat samen met een tomatenkweker een kassencomplex inrichten als gemengd bedrijf, waarin vissen, algen, tomaten en andere planten een zo gesloten mogelijk systeem vormen, met het doel de opbrengst te diversifiëren en daardoor het risico van monoteelt te verminderen.

D4.1 Voedselrelatie

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 voedselrelaties tussen organismen beschrijven;
- 2 relaties in een voedselketen benoemen;
- 3 in een voedselweb voedselketens herkennen.

Deelconcepten

trofische niveaus, predatie, vraat, signaalstoffen, symbiose, parasitisme, mutualisme, commensalisme.

D4.2 Interactie met (a)biotische factoren

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 veranderingen van abiotische en biotische factoren in een ecosysteem beschrijven;
- 2 beschrijven welke rol abiotische en biotische factoren spelen bij de instandhouding en ontwikkeling van een ecosysteem;
- 3 de accumulatie van schadelijke stoffen in een voedselketen uitleggen;
- 4 de rol van concurrentie binnen en tussen de populaties in een ecosysteem beschrijven;
- 5 beschrijven wat onder duurzame ontwikkeling wordt verstaan, in het bijzonder duurzame energie- en voedselproductie;
- 6 beargumenteren op welke wijze vraagstukken die betrekking hebben op duurzame ontwikkeling, kunnen worden benaderd.

Deelconcepten

beperkende factor, tolerantie, optimum, persistent, biologisch afbreekbaar.

Domein E. Reproductie

Biologische eenheden, zoals enkele celorganellen, cellen en organismen, repliceren zich.

De kandidaat kan in een context:

- verbanden leggen tussen replicatie die plaatsvindt op de verschillende organisatieniveaus.

Subdomein E4. Erfelijke eigenschap

Eindterm

De kandidaat kan met behulp van het concept erfelijke eigenschap ten minste in contexten op het gebied van veiligheid en voedselproductie verklaren op welke wijze eigenschappen worden overgedragen bij eukaryoten en prokaryoten.

Voorbeeldcontexten

VH: Politie, analisten en laboranten in de forensische laboratoriumpraktijk verzamelen en onderzoeken sporen van de plaats delict volgens sop's (standard operating procedure) en doen daarvan verslag ten behoeve van de juridische praktijk.

VP: Laboranten en analisten werken bij een vermeerderingsbedrijf in de groenteteelt aan het maken van weefselkweken van plantencellen met het doel zo snel mogelijk te komen tot voldoende uitgangsmateriaal voor een nieuw groenteras.

E4.1 Erfelijke eigenschap

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 uitleggen dat een fenotype tot stand komt door de combinatie van genotype en de invloed van milieufactoren;
- 2 verschillen tussen autosomen en geslachtschromosomen benoemen en toelichten dat bij de mens de geslachtschromosomen het geslacht bepalen;
- 3 afleiden uit stambomen of kruisingsschema's hoe groot de kans is op het voorkomen van genotypen en fenotypen van nakomelingen bij monohybride

- kruisingen, voor autosomale en X-chromosomale genen en multi-pele allelen en lethale factoren;
- 4 overerving die anders verloopt dan volgens de wetten van Mendel herkennen;
 - 5 ethische en biologische argumenten onderscheiden over het ingrijpen van de mens in de erfelijkheid van mens, dier en plant.

Deelconcepten

genoom, chromosoom, autosomen, geslachtschromosomen, genotype, fenotype, allel, gen, monohybride kruising, (onvolledig) dominant, recessief, intermediair, multi-pele allelen, lethale factor, stamboom, gekoppelde genen, epigenetica.

Domein F. Evolutie

Biologische eenheden zijn op alle organisatieniveaus met elkaar in interactie, beïnvloed door biotische en abiotische factoren. Daarbij is er concurrentie om ruimte, licht, voedsel enzovoorts. De kans om te overleven en nakomelingen te krijgen is het grootst voor biologische eenheden die het best passen bij de omstandigheden, die de omstandigheden kunnen aanpassen of die de beste omstandigheden kunnen opzoeken. Evolutie laat zien hoe toeval, mutatie, recombinatie, variatie, adaptatie en selectiedruk hebben geleid tot de nu aanwezige biodiversiteit.

De kandidaat kan in een context:

- beschrijven hoe diversiteit van leven ontstaan is;
- beschrijven dat het bestaan van de universele genetische code opgevat wordt als een natuurwetenschappelijk argument voor een gemeenschappelijke oorsprong en verwantschap van al het leven;
- de rol van adaptaties in biologische eenheden uitleggen;
- beschrijven hoe de evolutietheorie tot stand gekomen is en de wisselwerking tussen de evolutietheorie en wetenschap, maatschappij en levensovertuiging toelichten.

Subdomein F1. Selectie

Eindterm

De kandidaat kan met behulp van de concepten DNA, mutatie, recombinatie en variatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze variatie in populaties tot stand komt.

Voorbeeldcontexten

G: Hulpverleners van een NGO (non-gouvernementele organisatie) laten zich in het tropeninstituut voorlichten over de noodzakelijke profylaxe en inenting tegen allerlei nieuwe typen ziekten, met het doel niet ziek te worden tijdens een verblijf in de rampregio waar ze hulp gaan verlenen.

VP: (Pre)breeders bij een veredelaar sporen met behulp van protocollen nieuwe eigenschappen op en interpreteren de resultaten van kruisingen, met het doel voedselgewassen plaagresistent te maken of beter te laten smaken.

F1.1 DNA

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 benoemen dat DNA functioneert als universele drager van genetische informatie;
- 2 uitleggen dat dezelfde genetische informatie in verschillende organismen voor kan komen;
- 3 uitleggen dat met gegevens verkregen door DNA-analyse de graad van verwantschap van soorten kan worden vastgesteld.

Deelconcepten

DNA, genetische code, genotype, fenotype.

F1.2 Mutatie

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 beschrijven welke typen mutatie er zijn;
- 2 uitleggen waardoor mutatie veroorzaakt kan worden;
- 3 uitleggen dat mutatie het fenotype kan beïnvloeden;
- 4 uitleggen dat mutatie plaatsvindt onafhankelijk van het mogelijke effect ervan op overlevingskans of voortplanting van de cel of het organisme.

Deelconcepten

chromosoom, mutagene stof, mutagene straling, puntmutatie, genoommutatie, gen, allel.

F1.3 Recombinatie

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- beschrijven dat bij geslachtelijke voortplanting voortplantingscellen met een unieke combinatie van genen ontstaan door recombinatie van chromosomen.

Deelconcepten

meiose, homologe chromosomen, autosomen, geslachtschromosomen, karyotype, genoom, gekoppelde genen.

F1.4 Variatie

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 uitleggen dat genetische variatie in een populatie vergroot wordt door mutatie en recombinatie;
- 2 uitleggen hoe door de mens gewenste genencombinaties verkregen worden door genetische modificatie.

Deelconcepten

mutatie, recombinatie, fenotype, genotype, genenpoel/genepool, genetische modificatie, transgeen.

Subdomein F2. Soortvorming

Eindterm

De kandidaat kan met ltel behulp van de concepten populatie, variatie, selectie en soortvorming ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en wereldbeeld verklaren op welke wijze nieuwe soorten kunnen ontstaan.

Voorbeeldcontexten

G: Analisten en laboranten in een laboratorium doen door middel van controle- en inventarisatiekweken onderzoek naar de aanwezigheid en verspreiding van MRSA-bacteriën met het doel de medische staf te informeren.

W (leefwereldcontext): Leerlingen voeren in de klas een discussie over de relatie tussen de evolutietheorie en levensbeschouwing/ religieuze opvattingen met het doel om een overzicht te krijgen van mogelijke argumenten en een eigen afweging te maken.

F2.1 Populatie

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 omschrijven wat onder een populatie wordt verstaan;
- 2 uitleggen dat frequenties van genotypen en fenotypen in populaties in tijd en ruimte veranderen.

Deelconcepten

Populatie, genotype, fenotype.

F2.2 Variatie

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 beschrijven wat onder genetische variatie in een populatie wordt verstaan;
- 2 uitleggen dat allelfrequenties/genfrequenties in een populatie kunnen veranderen door random mutatie.

Deelconcepten

adaptatie, fitness, natuurlijke selectie, genetic drift.

F2.3 Selectie

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 uitleggen dat adaptaties van populaties door selectie van organismen tot stand komen;
- 2 overeenkomsten en verschillen tussen natuurlijke en kunstmatige selectie beschrijven.

Deelconcepten

adaptatie, fitness, selectiedruk, soort, natuurlijke selectie, seksuele selectie.

F2.4 Soortvorming

Specificatie

De kandidaat kan in een context:

- 1 beschrijven dat soorten groepen individuen zijn die reproductief van elkaar geïsoleerd zijn;
- 2 uitleggen dat soorten ontstaan door reproductieve isolatie;
- 3 uitleggen dat de verwantschap en afstamming van soorten weergegeven kan worden in de vorm van een stamboom.

Deelconcepten

soort, geslacht, stamboom, homologie, analogie, kenmerk, reproductieve isolatie.

3 Vereiste (voor)kennis van scheikunde en natuurkunde

In dit hoofdstuk wordt aangegeven wat bekend verondersteld wordt uit andere vakken, te weten de scheikunde en de natuurkunde¹. Deze 'nevenkennis' kan leerstof uit de onderbouw of uit de bovenbouw betreffen. Het gaat dan om onderdelen die nodig kunnen zijn bij de bevraging van het CE-deel van het examenprogramma, maar die niet expliciet in de specificaties in deze syllabus vermeld worden. Deze nevenkennis kan dan ook altijd aan de specificaties gerelateerd worden.

3.1 Scheikunde

- Begrippen:
 - atoom, molecuul, ion
 - molecuulformule, structuurformule
 - reactievergelijking, katalysator
 - water- of vetoplosbaar
 - zuren en basen, pH, indicatoren
- Namen en formules van de volgende stoffen: ammoniak, calcium, fosfaat, ijzer, kalium, koolstofdioxide, methaan, natriumchloride, nitraat, stikstof en water;
- Grootheden en eenheden: concentratie (mol/L of g/L), massapercentage, volumepercentage, ppm.

3.2 Natuurkunde

- Begrippen:
 - massa, dichtheid, gewicht
 - vaste, vloeibare en gasvormige fase
 - snelheden, frequenties
 - vormen van energie
 - (radioactieve) isotopen,
 - elektromagnetisch spectrum

¹ Leerlingen die geen scheikunde en/of natuurkunde volgen, missen bepaalde kennis van deze vakken die bekend verondersteld wordt bij het volgen van het biologieprogramma in de tweede fase. De docent kan, indien nodig, de leerling de benodigde kennis aanreiken.

Bijlage 1: Examenprogramma biologie havo

Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het centraal examen en het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A	Vaardigheden
Domein B	Zelfregulatie
Domein C	Zelforganisatie
Domein D	Interactie
Domein E	Reproductie
Domein F	Evolutie

Het centraal examen

Het centraal examen heeft betrekking op de subdomeinen B2, B3, B4, B5, B7, B8, C1, D4, E4, F1 en F2, in combinatie met de vaardigheden uit domein A.

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

Het CvE stelt het aantal en de tijdsduur van de zittingen van het centraal examen vast.

Het CvE 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 meerdere 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

Algemene vaardigheden (profieloverstijgend niveau)

Subdomein A1: Informatievaardigheden gebruiken

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

Subdomein A2: Communiceren

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

Subdomein A3: Reflecteren op leren

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

Subdomein A4: Studie en beroep

4. 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.

Natuurwetenschappelijke, wiskundige en technische vaardigheden (bètaprofielniveau)

Subdomein A5: Onderzoeken

5. De kandidaat kan in contexten instructies voor onderzoek op basis van vraagstellingen uitvoeren en conclusies trekken uit de onderzoeksresultaten. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

Subdomein A6: Ontwerpen

6. 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.

Subdomein A7: Modelvorming

7. De kandidaat kan in contexten een probleem analyseren, een adequaat model selecteren, en modeluitkomsten genereren en interpreteren. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

Subdomein A8: Natuurwetenschappelijk instrumentarium

8. 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.

Subdomein A9: Waarderen en oordelen

9. 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.

Biologie – specifieke vaardigheden

Subdomein A10: Beleven

10. De kandidaat kan in contexten gevoelens en betekenissen expliciteren die worden opgeroepen door het omgaan met de natuur of in de natuur voorkomende objecten en daarbij aandacht schenken aan de gevoelens en betekenissen van anderen.

Subdomein A11: Vorm-functie-denken

11. De kandidaat kan in contexten redeneringen hanteren waarbij van biologische objecten op verschillende organisatieniveaus vanuit een gegeven vorm naar een bijbehorende functie wordt gezocht en andersom.

Subdomein A12: Ecologisch denken

12. De kandidaat kan in contexten op het gebied van duurzaamheid redeneringen hanteren waarbij uitgewerkt wordt wat de gevolgen van interne of externe veranderingen in een levensgemeenschap of ecosysteem zijn.

Subdomein A13: Evolutionair denken

13. De kandidaat kan in contexten redeneringen hanteren waarmee biologische verschijnselen op verschillende organisatieniveaus verklaard worden met behulp van theorie over evolutiemechanismen.

Subdomein A14: Systeemdenken

14. De kandidaat kan in contexten een onderscheid maken tussen verschillende organisatieniveaus, relaties binnen en tussen organisatieniveaus uitwerken en uiteenzetten hoe biologische eenheden op verschillende organisatieniveaus zichzelf in stand houden en ontwikkelen.

Subdomein A15: Contexten

15. De kandidaat kan de in domein A genoemde vaardigheden en de in domeinen B tot en met F genoemde concepten ten minste gebruiken in beroepscontexten en in leefwereldcontexten.

Subdomein A16: Kennisontwikkeling en -toepassing

16. De kandidaat kan in contexten analyseren op welke wijze natuurwetenschappelijke en technologische kennis wordt ontwikkeld en toegepast.

Domein B: Zelfregulatie

Subdomein B1: Eiwitsynthese

17. De kandidaat kan met behulp van de concepten DNA en eiwitsynthese ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze bouwstoffen van de cel worden gevormd.

Subdomein B2: Stofwisseling van de cel

18. De kandidaat kan met behulp van de concepten homeostase, transport, assimilatie en dissimilatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voeding verklaren op welke wijze de stofwisseling van cellen van prokaryoten en eukaryoten verloopt.

Subdomein B3: Stofwisseling van het organisme

19. De kandidaat kan met behulp van de concepten orgaan, fotosynthese, ademhaling, vertering, uitscheiding en transport ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie benoemen op welke wijze de stofwisseling van organismen verloopt en benoemen op welke wijze stoornissen daarin kunnen ontstaan en op welke wijze deze kunnen worden aangepakt.

Subdomein B4: Zelfregulatie van het organisme

20. De kandidaat kan met behulp van de concepten homeostase, hormonale regulatie en neurale regulatie ten minste in contexten op het gebied van sport en voeding verklaren op welke wijze eukaryoten zichzelf reguleren.

Subdomein B5: Afweer van het organisme

21. De kandidaat kan met behulp van het concept afweer ten minste in contexten op het gebied van gezondheidszorg en voedselproductie benoemen op welke wijze eukaryoten zich te weer stellen tegen andere organismen, virussen en allergenen en welke problemen daarbij kunnen ontstaan.

Subdomein B6: Beweging van het organisme

22. De kandidaat kan met behulp van de concepten beweging, neurale regulatie en waarneming ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en sport verklaren op welke wijze mens en dier bewegen en op welke wijze dit kan worden geoptimaliseerd.

Subdomein B7: Waarneming door het organisme

23. De kandidaat kan met behulp van de concepten orgaan, waarneming en neurale regulatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en sport verklaren op welke wijze organismen waarnemen.

Subdomein B8: Regulatie van ecosystemen

24. De kandidaat kan met behulp van de concepten energiestroom, kringloop, dynamiek en evenwicht ten minste in contexten op het gebied van duurzaamheid verklaren op welke wijze ecosystemen zichzelf reguleren en kan beargumenteren met welke maatregelen de mens zelfregulatie van ecosystemen en het systeem Aarde kan beïnvloeden.

Domein C: Zelforganisatie

Subdomein C1: Zelforganisatie van cellen

25. De kandidaat kan met behulp van de concepten genexpressie en celdifferentiatie ten minste in contexten op het gebied van energie en gezondheid benoemen op welke wijze de ontwikkeling van cellen verloopt.

Subdomein C2: Zelforganisatie van het organisme

26. De kandidaat kan met behulp van het concept levenscyclus ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie benoemen op welke wijze de ontwikkeling van organismen verloopt en verklaren op welke wijze verstoringen van de ontwikkeling ontstaan, kunnen worden voorkomen en worden aangepakt.

Subdomein C3: Zelforganisatie van ecosystemen

27. De kandidaat kan met behulp van de concepten dynamiek en evenwicht ten minste in contexten op het gebied van duurzaamheid en wereldbeeld benoemen op welke wijze ecosystemen zich kunnen ontwikkelen en beargumenteren met welke maatregelen de mens de zelforganisatie van ecosystemen beïnvloedt.

Domein D: Interactie

Subdomein D1: Moleculaire interactie

28. De kandidaat kan met behulp van de concepten genregulatie en interactie met (a)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie benoemen op welke wijze de moleculaire regulatie plaatsvindt.

Subdomein D2: Gedrag en interactie

29. De kandidaat kan met behulp van de concepten gedrag en interactie met (a)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van communicatie, gezondheid en veiligheid verklaren op welke wijze gedrag van organismen en populaties ontstaat en benoemen wat de functie daarvan is.

Subdomein D3: Seksualiteit

30. De kandidaat kan met behulp van de concepten gedrag en interactie met (a)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en communicatie beargumenteren op welke wijze vraagstukken met betrekking tot seksualiteit van de mens kunnen worden benaderd.

Subdomein D4: Interactie in ecosystemen

31. De kandidaat kan met behulp van de concepten voedselrelatie en interactie met (a)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van duurzaamheid en voedselproductie benoemen welke relaties tussen populaties in ecosystemen bestaan en beargumenteren op welke wijze vraagstukken die daar betrekking op hebben, kunnen worden benaderd.

Domein E: Reproductie

Subdomein E1: DNA-replicatie

32. De kandidaat kan met behulp van het concept DNA-replicatie ten minste in contexten op het gebied van veiligheid en gezondheid benoemen op welke wijze erfelijk materiaal wordt gereproduceerd.

Subdomein E2: Levenscyclus van de cel

33. De kandidaat kan met behulp van het concept celcyclus ten minste in contexten op het gebied van energie, gezondheid en voedselproductie benoemen op welke wijze reproductie van cellen verloopt.

Subdomein E3: Voortplanting van het organisme

34. De kandidaat kan met behulp van het concept voortplanting ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze de reproductie van eukaryoten en prokaryoten verloopt.

Subdomein E4: Erfelijke eigenschap

35. De kandidaat kan met behulp van het concept erfelijke eigenschap ten minste in contexten op het gebied van veiligheid en voedselproductie verklaren op welke wijze eigenschappen worden overgedragen bij eukaryoten en prokaryoten.

Domein F: Evolutie

Subdomein F1: Selectie

36. De kandidaat kan met behulp van de concepten DNA, mutatie, recombinatie en variatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze variatie in populaties tot stand komt.

Subdomein F2: Soortvorming

37. De kandidaat kan met behulp van de concepten populatie, variatie, selectie en soortvorming ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en wereldbeeld verklaren op welke wijze nieuwe soorten kunnen ontstaan.

Subdomein F3: Biodiversiteit

38. De kandidaat kan met behulp van het concept biodiversiteit ten minste in contexten op het gebied van duurzaamheid benoemen op welke wijze de diversiteit van populaties en ecosystemen binnen het systeem Aarde varieert.

Bijlage 2: Examen(werk)woorden

Als in een examen een van de woorden uit onderstaande lijst wordt gebruikt, geldt de betekenis die hieraan in deze lijst is gegeven. Deze lijst met examen(werk)woorden is niet uitputtend.

(aan)geven, aanvullen, (be)noemen, noteren	Het geven van een kort antwoord: een woord of zinsdeel. Een toelichting is niet vereist, tenzij anders is aangegeven in de vraagstelling.
beschrijven	Het geven van een antwoord in hele zinnen, waarin de onderdelen van het gevraagde zijn gegeven.
beargumenteren, beredeneren	Het geven van een antwoord waarin, op logische wijze, gegevens en biologische kennis zijn gebruikt om een bepaalde keuze of stelling te onderbouwen of ondersteunen.
toelichten	Het geven van een onderbouwing in één of enkele zinnen voor een bepaalde keuze of stelling.
uitleggen, verklaren, aangeven waardoor	Het geven van een antwoord waaruit een oorzaak-gevolg relatie blijkt met het gestelde/gevraagde. Als het gaat om meerdere oorzaak-gevolgstappen wordt het werkwoord <i>uitleggen</i> gehanteerd, bij een enkelvoudige oorzaakgevolgstap <i>verklaren</i> of <i>aangeven waardoor</i> .
aangeven waarom	Het geven van een antwoord waaruit een reden of een doel blijkt van het gestelde/gevraagde.
bepalen	Het gevraagde vaststellen en/of uitrekenen, uitgaande van gegevens in de vraagstelling en/of andere informatiebronnen. Uit de uitwerking moet blijken welke metingen zijn gedaan en/of welke waarden zijn gebruikt en welke stappen zijn doorlopen. De uitkomst moet met de juiste eenheid zijn gegeven, tenzij de eenheid expliciet in de vraagstelling is opgenomen. De uitkomst moet zijn afgerond zoals in de vraagstelling is aangegeven.
berekenen	Het gevraagde uitrekenen, uitgaande van gegevens in de vraagstelling en/of andere informatiebronnen. Uit de uitwerking moet blijken welke waarden zijn gebruikt en welke stappen zijn doorlopen. De uitkomst moet met de juiste eenheid zijn gegeven, tenzij de eenheid expliciet in de vraagstelling is opgenomen. De uitkomst moet zijn afgerond zoals in de vraagstelling is aangegeven.
tekenen	Het geven van een grafische voorstelling die de voor de probleemsituatie relevante karakteristieke eigenschappen bevat en voldoende nauwkeurig is. In het geval van een grafiek moet een assenstelsel met schaalverdeling zijn weergegeven waarbij de onafhankelijke variabele op de x-as staat. Het assenstelsel moet, indien mogelijk, voorzien zijn van grootheden en eenheden. In het geval van een voedselweb moeten organismen zoveel mogelijk apart zijn opgenomen. Pijlen zijn weergegeven in de richting van de energiestromen.

Bijlage 3: Conceptentabel bij het examenprogramma

Systeemmatrix van biologische concepten die in het examenprogramma havo zijn opgenomen. (gebaseerd op Tabel 1, pagina 26 en 27, eindrapportage CVBO 2010).

Systeemconcept Organisatieniveau	Biologische eenheid	Zelfregulatie	Zelforganisatie	Interactie	Reproductie	Evolutie
Molecuul	DNA	Eiwitsynthese	Genexpressie	Genregulatie Interactie met (a) biotische factoren	DNA-replicatie	Mutatie Recombinatie Variatie
Cel	Cel	Homeostase Transport Assimilatie Dissimilatie	Celdifferentiatie		Celcyclus	
Orgaan (-systeem)	Orgaan	Ademhaling Vertering Uitscheiding Transport				
Organisme	Prokaryoot Eukaryoot Virus	Homeostase Fotosynthese Ademhaling Vertering Uitscheiding Transport Afweer Beweging Hormonale regulatie Neurale regulatie Waarneming	Levenscyclus	Gedrag Interactie met (a) biotische factoren	Voortplanting Erfelijke eigenschap	
Populatie	Populatie			Gedrag Interactie met (a) biotische factoren		Variatie Selectie Soortvorming
Ecosysteem	Ecosysteem	Energiestroom Kringloop Dynamiek Evenwicht	Dynamiek Evenwicht	Voedselrelatie Interactie met (a) biotische factoren		
Systeem Aarde	Systeem Aarde	Kringloop				Biodiversiteit

Bijlage 4: Index begrippen domeinen B t/m F

Deze index is bedoeld als hulpmiddel. Het bevat zowel concepten als deelconcepten die in de syllabus voorkomen, maar ook begrippen die alleen in specificaties worden genoemd. De index bevat echter niet alle begrippen die in de syllabus voorkomen. De index is dus niet uitputtend.

A	<i>afweer</i>	F1.3 25
AB0-systeem	B5 18	autotroof
B5.1 18	B5.1 18	B2.3 14
abiotische factoren	alcohol	B3.2 15
D4.2 23	B2.3 14	B8.1 20
acceptor	allel	B
B5.1 18	E4.1 24	bacteriën
accommodatie	F1.2 25	B2.1 13
B7.2 19	F2.2 26	bastvaten
accumulatie	allelfrequentie	B3.1 15
D4.2 23	F2.2 26	beenmerg
actief transport	alvleesklier	B3.6 17
B2.2 14	B3.1 15	beperkende factor
actieve immuniteit	aminozuren	B3.2 15
B5.1 18	B2.3 15	B3.3 16
adaptatie	ammonificatie	D4.2 23
F2.2 26	B8.2 20	betrouwbaarheid
F2.3 26	anaeroob	A5 10
adaptaties	B2.3 14	bewegingszenuwcellen
F2.3 26	analogie	B4.3 18
ademhaling	F2.4 26	B7.1 19
B3.1 15	animaal zenuwstelsel	B7.2 19
B3.3 16	B4.3 18	bijnieren
adequate prikkel	anorganische stof	B4.2 17
B7.1 19	B8.1 20	bijziend
B7.2 19	B8.2 20	B7.2 19
adequate prikkels	anorganische stoffen	biobrandstof
B7.3 19	B3.2 15	B8.1 20
ader	antigenen	biologisch afbreekbaar
B3.1 15	B5.1 18	D4.2 23
ADH	antistoffen	biologische eenheden
B3.5 16	B5.1 18	B 13
ADP	aspecifieke afweer	biomassa
B2.3 14	B5.1 18	B8.1 20
adrenaline	assimilatie	B8.2 20
B4.2 17	B2.3 14	biotechnologie
aerob	B3.2 15	B2.3 14
B2.3 14	B3.3 16	biotische factoren
afgifte (CO ₂ , O ₂)	ATP	D4.2 23
B 13	B2.3 14	bladgroen
afstamming	B4.3 18	B2.1 14
F2.4 26	autonoom zenuwstelsel	bladgroenkorrel
afvalstoffen	B4.3 18	B2.1 14
B3.6 17	autosomale	B2.3 14
	E4.1 24	
	autosomen	
	E4.1 24	

bladgroenkorrels		
B3.2	15	
blinde vlek		
B7.1	19	
bloed		
B3.6	16	
B5.1	18	
bloeddruk		
B3.6	17	
bloedplaatjes		
B3.6	17	
bloedplasma		
B3.6	16, 17	
bloedsamenstelling		
B3.6	17	
bloedsomloop		
B3.6	16	
bloedstolling		
B3.6	17	
bloedtransfusie		
B5.1	18	
bloedvaten		
B3.6	16	
bloedvatensstelsel		
B3.6	16	
bouwstoffen		
B2.3	14	
bovendruk		
B3.6	17	
brandstoffen		
B2.3	14	
broeikaseffect		
B8.2	20	
bronchiën		
B3.1	15	
C		
cel		
B 13		
B2	13	
B2.1	13	
B2.2	14	
B2.3	14	
B3.1	15	
B5.1	18	
C1	21	
C1.1	21	
C1.2	21	
F1.2	25	
celdifferentiatie		
C1.2	21, 22	
celkern		
B2.1	14	
cellen		
B5.1	18	
cellen van Schwann		
B4.3	18	
cellulose		
B2.3	15	
celmembraan		
B2.1	14	
celplasma		
B2.1	14	
celplasmastroming		
B2.2	14	
celtype		
C1.2	22	
celwand		
B2.1	14	
centra in de hersenschors		
B4.3	18	
centra voor gevoel, beweging, en voor zien in de hersenschors		
B7.1	19	
centraal zenuwstelsel		
B4.3	18	
B7.1	19	
chemische afweer van planten		
B5.1	18	
chemische receptoren		
B7.1	19	
chemische vertering		
B3.4	16	
cholesterol		
B3.6	17	
chromosomen		
F1.3	25	
chromosoom		
B2.1	14	
C1.1	21	
E4.1	24	
F1.2	25	
CO ₂ - en O ₂ -concentratie		
B4.1	17	
CO ₂ - en O ₂ -concentratie		
B3.3	16	
commensalisme		
D4.1	23	
concurrentie		
B8.3	20	
D4.2	23	
consument		
B8.1	20	
consumenten		
B8.2	20	
D		
darmbacteriën		
B3.4	16	
darmperistaltiek		
B3.4	16	
denitrificatie		
B8.2	20	
diffusie		
B2.2	14	
B3.3	16	
dikke darm		
B3.1	15	
disachariden		
B2.3	15	
dissimilatie		
B2.3	14	
B3.3	16	
B8.2	20	
DNA		
B2.3	15	
C1.1	21	
F1.1	24	
dode ruimte		
B3.3	16	
doelorganen		
B4.2	17	
doelwitorganen		
B4.2	17	
dominant		
E4.1	24	
donor		
B5.1	18	
drempelwaarde		
B7.2	19	
B7.3	19	
dunne darm		
B3.1	15	
duurzame energie		
D4.2	23	
duurzame ontwikkeling		
D4.2	23	
dynamiek		
B8.3	20	

dynamisch evenwicht	<i>E4</i> 23	B3.1..... 15
B2.1 14	E4.1..... 23	B3.3..... 16
B4.1 17	essentieel	gaswisselingsorganen
E	B3.4..... 16	B3.3..... 16
ecosysteem	eukaryoot	geboorte
B 13	B2.1..... 14	B8.3..... 20
B8.1 20	eukaryote	gekoppelde genen
B8.2 20	B2.1..... 13	E4.1 24
B8.3 20	eutrofiering	F1.3 25
<i>D4</i> 22	B8.2..... 20	gele vlek
D4.2 23	evenwicht	B7.1..... 19
<i>ecosystemen</i>	B8.3..... 20	gen
<i>B8</i> 20	evolutie	C1.1..... 21
B8.3 20	F 24	E4.1 24
eierstokken	exocrien	F1.2 25
B4.2 17	B4.2..... 17	genen
eilandjes van	exocytose	C1.2..... 22
Langerhans	B2.2..... 14	F1.3 25
B4.2 17	exoot 20	genencombinaties
eiwit	F	F1.4 25
B2.3 15	fenotype	genenpoel
C1.1 21	C1.1..... 21	F1.4 25
eiwitten	E4.1 23, 24	genepool
B3.4 16	F1.1 25	F1.4 25
C1.1 21	F1.2 25	genetic drift
emulgeren	F1.4 25	F2.2 26
B3.4 16	F2.1 26	genetische code
endeldarm	fenotypen	C1.1..... 21
B3.1 15	E4.1..... 23	F1.1 25
endocrien	fitness	genetische informatie
B4.2 17	F2.2 26	F1.1 24
endocytose	F2.3 26	genetische modificatie
B2.2 14	fosfolipiden	F1.4 25
endoplasmatisch	B2.3..... 15	genetische variatie
reticulum	fossiele brandstof	F1.4 25
B2.1 14	B8.1..... 20	F2.2 26
energie	fotosynthese	genexpressie
B 13	B2.3..... 14	C1.1..... 21
B2.3 14	B3.2..... 15	genfrequentie
energiestromen	B3.3..... 16	F2.2 26
B8.1 20	B8.2..... 20	genoom
energiestroom	G	C1.2..... 21, 22
B8.1 20	gal	E4.1 24
enzymen	B3.4..... 16	F1.3 25
B2.3 14	B3.5..... 16	genoommutatie
epigenetica	galblaas	F1.2 25
E4.1 24	B3.1..... 15	genotype
EPO	gaswisseling	E4.1 23, 24
B4.2 17		F1.1 25
<i>erfelijke eigenschap</i>		F1.4 25
		F2.1 26
		genotypen

E4.1	23	hersenschors		impulsgeleiding	
F2.1.....	26	B4.3.....	18	B4.3.....	18
geslacht		hersensham		B7.1.....	19
E4.1	23	B4.3.....	18	B7.3.....	19
F2.4.....	26	B7.1.....	19	informatie	
geslachtelijke		heterotroof		B 13	
voortplanting		B2.3.....	14	insuline	
F1.3.....	25	B3.2.....	15	B4.2.....	17
geslachtschromosomen		B8.1.....	20	<i>interactie</i>	
E4.1	23, 24	homeostase		D4	22
F1.3.....	25	B2.1.....	13, 14	D4.2.....	23
gevoelsbewegingszenuwcellen		B4.1.....	17	intermediaire	
B7.2	19	B4.2.....	17	E4.1	24
gevoelszenuwcellen		B7.3.....	19	inwendig milieu	
B4.3	18	homologe		B4.1.....	17
B7.1	19	chromosomen		ionentransport	
gisting		F1.3	25	B2.2.....	14
B2.3	14	homologie		isotonisch	
glucagon		F2.4	26	B2.2.....	14
B4.2	17	hormonale regulatie			
glucoseconcentratie		B4.2.....	17	K	
B4.1	17	hormonen		karyotype	
glycerol		B4.2.....	17	F1.3	25
B2.3	15	hormoonconcentratie		kegeltjes	
glycogeen		B4.2.....	17	B7.1.....	19
B2.3	15	hormoonklieren		kenmerk	
golgi-systeem		B4.2.....	17	F2.4	26
B2.1	14	hormoonreceptor		kinetische energie	
grote bloedsomloop		B4.2.....	17	B2.3.....	14
B3.6	17	hormoonstelsel		kleine bloedsomloop	
grote hersenen		B4.1.....	17	B3.6.....	17
B4.3	18	B4.2.....	17	kleine hersenen	
B7.1	19	B7.3.....	19	B4.3.....	18
		houtvaten		B7.1.....	19
		B3.1.....	15	koolhydraten	
H		huid en slijmvliezen		B2.3.....	15
haarvat		B5.1.....	18	koolstof	
B3.1	15	huidmondjes		B8.2.....	20
habitat		B3.1.....	15	koolstofdioxidetransport	
B8.3	20	hypertonisch		t	
hart.....	16	B2.2.....	14	B3.6.....	17
B3.1	15	hypofyse		kringloop	
hartkleppen		B4.2.....	17	B8.2.....	20
B3.1	15	hypothalamus		kringlopen	
hartslagfrequentie		B4.2.....	17	B8.2.....	20
B3.6	17	hypotonisch		krusingsschema's	
hemoglobine		B2.2.....	14	E4.1	23
B3.3	16			kunstmatige immuniteit	
B3.6	17	I		B5.1.....	18
hersencentra		immuniteit		kunstmatige selectie	
B7.1	19	B5.1.....	18	F2.3	26

L	M	F1.4 25
lens	maag	mutualisme
B7.2 19	B3.1 15	D4.1 23
lenswerking	macrofagen	myelineschede
B7.2 19	B5.1 18	B4.3 18
lethale factor	materie	N
E4.1 24	B 13	Na ⁺ -kanaal
lethale factoren	mechanische afweer	B7.3 19
E4.1 24	van planten	natuurlijke selectie
lever	B5.1 18	F2.2 26
B3.1 15	mechanische	F2.3 26
B3.5 16	receptoren	natuurlijke immuniteit
B4.1 17	B7.1 19	B5.1 18
lichaamseigen	mechanische vertering	negatieve
B5.1 18	B3.4 16	terugkoppeling
lichaamseigen stoffen	meiose	B4.1 17
B5.1 18	F1.3 25	netto
lichaamsvreemd	melkzuur	fotosynthesereactie
B5.1 18	B2.3 14	B3.2 15
lichaamsvreemde	membraan	netvlies
B5.1 18	B2.2 14	B7.1 19
licht-, tast- en	mens	neurale regulatie
pijnreceptoren	B5.1 18	B7.3 19
B4.3 18	B8.1 20	neurotransmitter
lichtenergie	B8.2 20	B4.3 18
B2.3 14	E4.1 24	B7.3 19
lichtreceptoren	F1.4 25	niereenheid
B7.1 19	metabolisme	B3.1 15
longblaasjes	B2.3 14	nieren
B3.1 15	migratie	B3.1 15
longcapaciteit	B8.3 20	B3.5 16
B3.3 16	milieufactoren	B4.1 17
longen	E4.1 23	B4.2 17
B3.1 15	milt	niet-coderend DNA
B4.1 17	B5.1 18	C1.1 21
longventilatie	mitochondrie	niet-essentieel
B3.3 16	B2.1 14	B3.4 16
luchtpijp	moleculen	nitricatie
B3.1 15	B 13	B8.2 20
lymfe	monohybride kruising	nutriëntenkringlopen
B3.6 17	E4.1 24	B8.2 20
B5.1 18	monosachariden	O
lymfeknopen	B2.3 15	O ₂
B5.1 18	multiële allelen	B3.3 16
lymfesysteem	E4.1 24	onderdruk
B3.1 15	mutagene stof	B3.6 17
lymfevatenstelsel	F1.2 25	onvolledig dominant
B3.6 16	mutagene straling	E4.1 24
lysosoom	F1.2 25	
B2.1 14	mutatie	
	F1.2 25	

oog	
B7.1	19
B7.2	19
opname	
B	13
optimum	
D4.2	23
optisch chiasma	
B7.1	19
B7.2	19
orgaan	
B	13
B3.1	15
B5.1	18
Orgaan	
B7.1	19
orgaanstelsel	
B3.1	15
organisme	
B	13
B3	15
B3.2	15
B4	17
B5	18
B7	19
B7.3	19
D4.1	22
F1.2	25
organismen	
B8.1	20
F2.3	26
osmose	
B2.2	14
osmotische druk	
B2.2	14
osmotische waarde	
B2.2	14
B4.1	17
overlevingskans	
F1.2	25
P	
parasitisme	
D4.1	23
passief transport	
B2.2	14
passieve immuniteit	
B5.1	18
perifeer zenuwstelsel	
B4.3	18
B7.1	19

persistent	
D4.2	23
pH	
B2.3	14, 15
B3.4	16
B4.1	17
pijnreceptoren	
B7.1	19
plant	
B2.3	14
B3.1	15
B3.2	15
B3.3	16
B3.6	16
E4.1	24
plasmide	
B2.1	14
plasmolyse	
B2.2	14
plastiden	
B2.1	14
polysachariden	
B2.3	15
populatie	
F1.4	25
F2.1	26
F2.2	26
Populatie	
F2.1	26
populaties	
B8.3	20
F2.1	26
F2.3	26
positieve terugkoppeling	
B4.1	17
predatie	
D4.1	23
prikkels	
B4.3	18
Producent	
B8.1	20
producenten	
B8.2	20
prokaryoot	
B2.1	14
puntmutatie	
F1.2	25
pupil	
B7.1	19
B7.2	19

R

random mutatie	
F2.2	26
reabsorptie	
B3.5	16
reactiesnelheid	
B7.3	19
receptor	
B5.1	18
receptoreiwit	
B2.1	14
B2.2	14
receptoren	
B4.1	17
recessieve en multiple allelen	
E4.1	24
recombinant-DNA	
B2.3	15
recombinatie	
F1.4	25
reducent	
B8.1	20
reducenten	
B8.2	20
reflexboog	
B4.3	18
B7.1	19
B7.2	19
B7.3	19
regeling	
B4.1	17
regelkring	
B4.1	17
B4.2	17
B7.3	19
reproductie	
E	23
reproductieve isolatie	
F2.4	26
reservestoffen	
B2.3	14
resorptie	
B3.4	16
resusfactor	
B5.1	18
ribosoom	
B2.1	14
RNA	
C1.1	21
rode bloedcellen	

B3.6	17
ruggenmerg	
B4.3	18
B7.1	19

S

schakel- en bewegingszenuwcellen	
B7.1	19
schakelzenuwcellen	
B4.3	18
B7.1	19
B7.2	19
schilddklier	
B4.2	17
schilddklierhormoon	
B4.2	17
seksuele selectie	
F2.3.....	26
<i>selectie</i>	
F1	24
F2.3.....	26
selectiedruk	
F2.3.....	26
selectief permeabel	
B2.2	14
semi-permeabel	
B2.2	14
signaalstoffen	
D4.1	23
sinusknoop	
B3.6	17
slagader	
B3.1	15
slagvolume	
B3.6	17
slokdarm	
B3.1	15
soort	
F2.3.....	26
F2.4.....	26
soorten	
F1.1.....	24
F2.4.....	26
<i>soortvorming</i>	
F2	25
F2.4.....	26
specifieke	
B5.1	18
spier	

B7.3.....	19
spijsverteringsorganen	
B3.4.....	16
sprongsgewijze geleiding	
B4.3.....	18
staafjes	
B7.1.....	19
stambomen	
E4.1.....	23
stamboom	
E4.1.....	24
stamboom	
F2.4.....	26
stamboom	
F2.4.....	26
stamcellen	
C1.2.....	22
startcodon	
C1.1.....	21
sterfte	
B8.3.....	20
stikstof	
B8.2.....	20
stikstofbinding	
B8.2.....	20
<i>stofwisseling</i>	
B2	13
B3	15
stopcodon	
C1.1.....	21
symbiose	
D4.1	23
synaps	
B4.3.....	18
B7.3.....	19
systeem Aarde	
B8.2.....	20

T

T- en B-cellen	
B5.1.....	18
tastreptoren	
B7.1.....	19
teelballen	
B4.2.....	17
temperatuur	
B2.3.....	14
B3.4.....	16
B4.1.....	17
temperatuurreceptoren	

B4.3.....	18
B7.1.....	19
terugkoppeling	
B2.1.....	14
B4.1.....	17
terugresorptie	
B3.5.....	16
tolerantie	
D4.2.....	23
transgeen	
F1.4	25
transplantatie	
B5.1.....	18
transport	
B2.2.....	14
B3.1.....	15
B3.3.....	16
B3.6.....	16
transporteren	
B2.3.....	14
trilharen	
B2.1.....	14
trofisch niveau	
B8.1.....	20
D4.1.....	23
turgor	
B2.2.....	14
tussencelstof	
B2.3.....	15
C1.2.....	22
twalfvingerige darm	
B3.1.....	15

U

uitscheiding	
B3.1.....	15
B3.5.....	16
uitscheidingsorganen	
B3.5.....	16
uitspoeling	
B8.2.....	20
uitwendig milieu	
B4.1.....	17
ultrafiltratie	
B3.5.....	16
ureum	
B3.5.....	16
urine	
B3.5.....	16

V

vaccinatie	
B5.1	18
vacuole	
B2.1	14
validiteit	
A5	10
vegetatief zenuwstelsel	
B4.3	18
ventilatiebewegingen	
B3.3	16
verbranding	
B2.3	14
verdamping	
B3.6	17
vertering	
B3.4	16
verteringsenzymen	
voor koolhydraten	
B3.4	16
verteringsorganen	
B3.4	16
verteringsproducten	
B3.4	16
verteringssappen	
B3.4	16
verwantschap	
F1.1.....	24
F2.4.....	26
verwerking	
B 13	
verziend	
B7.2	19
vet	
B2.3	15
vetten	
B3.4	16
vetzuren	
B2.3	15
virus	
B2.1	14

Visuele centra in de hersenschors	
B7.2.....	19
vitale capaciteit	
B3.3.....	16
vitamines	
B3.4.....	16
voedingsstoffen	
B3.4.....	16
B3.6.....	17
voedselketen	
D4.1	22
D4.2	23
voedselketens	
D4.1	22
voedselproductie	
D4.2	23
voedselrelaties	
D4.1	22
voedselweb	
D4.1	22
voortgezette assimilatie	
B3.2.....	15
voortplanting	
F1.2	25
voortplantingscellen	
F1.3	25
vraat	
D4.1	23

W

<i>waarneming</i>	
B7	19
B7.2.....	19
warmte	
B2.3.....	14
waterhuishouding	
B3.5.....	16
weefsel	
B3.1.....	15
weefselvloeistof	

B3.6.....	16, 17
witte bloedcellen	
B3.6.....	17
worteldruk	
B3.6.....	17
wortelharen	
B3.1.....	15

X

X-chromosomale genen	
E4.1	24

Z

zelforganisatie	
C 21	
C1.....	21
zelfregulatie	
B 13	
B4.....	17
B8.3.....	20
zenuw	
B4.1	17
B7.3.....	19
zenuw-zintuigstelsel	
B4.1	17
zetmeel	
B2.3.....	15
zintuig	
B7.1.....	19
B7.3.....	19
zintuigstelsel	
B7.3.....	19
zuurstoftransport	
B3.6.....	17
zweet	
B3.5.....	16
zweetklieren	
B3.1.....	15

