



College voor Examen

BIOLOGIE

HAVO

Syllabus centraal examen 2015

(bij het nieuwe examenprogramma)

December 2011 (concept t.b.v. veldraadpleging – aangepaste versie)

Verantwoording:

© 2011 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	4
1.1 Biologie in de tweede fase.....	5
1.2 Het centraal examen	5
1.3 Totstandkoming syllabus.....	5
1.4 Verdeling examinering CE/SE.....	6
2. Specificatie van de eindtermen die zijn toegewezen aan het CE	7
2.1 Toelichting op de specificaties.....	7
2.1.1 Opbouw van de specificatie	7
2.1.2 Voorbeeld contexten	7
2.1.3 Beheersingsniveau	8
2.2 Specificaties	9
Domein A. Vaardigheden	9
Domeinen B t/m F.....	14
3. Vereiste (voor)kennis van wiskunde, scheikunde en natuurkunde	28
3.1 Wiskunde	28
3.2 Scheikunde.....	28
3.3 Natuurkunde.....	28
Bijlage I: Examenprogramma	29
Bijlage II: Conceptentabel bij het examenprogramma	34
Bijlage III: Vergelijking examenprogramma 2007 en 2013	35

Voorwoord

De minister heeft het examenprogramma op hoofdlijnen vastgesteld.¹ In het examenprogramma zijn de exameneenheden aangewezen waarover het centraal examen (CE) zich uitstrekt: het CE-deel van het examenprogramma.

Het College voor Examens (CvE) geeft in een syllabus 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 centraal examen 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 conceptsyllabus geldt voor het examenjaar 2015.² Dit concept leggen we voor aan het veld om te achterhalen of de syllabus duidelijk genoeg is, de benodigde informatie bevat ter voorbereiding op de centrale examens en een adequate uitwerking geeft van het CE-deel van het examenprogramma. De resultaten van deze veldraadpleging worden verwerkt in de definitieve syllabus die gepubliceerd zal worden in het voorjaar van 2012.

Heeft u opmerkingen over deze syllabus, dan verwijs ik u naar de veldraadpleging. Aanmelden daarvoor kan via www.cve.nl in de periode 12 december 2011 tot en met 29 januari 2012. Daarna is de veldraadpleging gesloten.

Drs. J. Wooning
clustermanager exacte vakken havo/vwo

¹ Op dit moment zijn de examenprogramma's vastgesteld onder voorbehoud van overladenheid. Definitieve vaststelling geschied volgens planning in het voorjaar van 2012.

² Definitief besluit hierover wordt gelijktijdig met het vaststellen van het examenprogramma genomen.

1. Inleiding

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.

1.1 Biologie in de tweede fase

Biologie is een verplicht profielvak in het profiel Natuur en Gezondheid. Het neemt daar een plaats in naast de verplichte profielvakken wiskunde A (of B) en scheikunde.

In het profiel Natuur en Techniek is biologie een profielkeuzevak dat ter verdieping of verbreding van het profiel gekozen kan worden.

In de profielen Economie en Maatschappij en Cultuur en Maatschappij is biologie een keuze-examenvak.

Het is een school toegestaan om het vak biologie (of gedeelten ervan, bijvoorbeeld in de vorm van modulen) in het vrije deel aan te bieden.

De omvang van het vak biologie is voor havo 400 SLU. Hiervan beslaat het in de syllabus gespecificeerde CE-deel ongeveer 60%.

1.2 Het centraal examen

De zitting en de zittingsduur van het centraal examen biologie worden gepubliceerd op www.examenblad.nl. Ook de bij het examen toegestane hulpmiddelen worden hier gepubliceerd.

1.3 Totstandkoming syllabus

De syllabus voor biologie is afgestemd met die voor scheikunde en natuurkunde voor wat betreft de inhoudsopgave en de specificaties van het A-domein. Verder zijn er afspraken gemaakt tussen de syllabuscommissies biologie, natuurkunde en scheikunde ten aanzien van omgang met voorkennis, contexten, wendbaarheid en beheersingsniveaus.

1.4 Verdeling examinering CE/SE

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.

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		X
D	Interactie	D1	Moleculaire interactie	X		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	Reproductie van het organisme	X		X
F	Evolutie	F1	Selectie	X		X
		F2	Soortvorming	X		X
		F3	Biodiversiteit		X	

2. Specificatie van de eindtermen die zijn toegewezen aan het CE

2.1 Toelichting op de specificaties

2.1.1 Opbouw van de specificatie

De concepten die voorkomen in het examenprogramma zijn gestructureerd in een systeemmatrix voor de biologie (zie systeemmatrix CVBO in bijlage 2). 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 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 geeft een handelingswerkwoord de aanduiding van het beheersingsniveau waarop de kandidaat de concepten moet kunnen. Zie voor een nadere toelichting paragraaf 2.1.3.
- Een opsomming van deelconcepten waarop dit subdomein betrekking heeft.

2.1.2 Voorbeeld contexten

In de Commissie Vernieuwing Biologie Onderwijs zijn keuzen gemaakt ten aanzien van de in het onderwijs te behandelen concepten uit de biologie en de contexten 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, waardoor de kans dat leerlingen relevantie ervaren wordt vergroot en het perspectief van vooropleiding voor vervolgstudie of beroep wordt verbeterd. De contexten zijn, in overleg met de andere bètavakken, gestructureerd aan de hand van maatschappelijke thema's waarin bèta-kennis 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 voor de overzichtelijkheid een vaste vorm in deze syllabus, namelijk een waarin steeds 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 zijn, te weten:

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

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

De reeds afgenomen pilotexamens geven een beeld van andere vormen van contextbeschrijving en andere typen contexten die voor kunnen komen.

2.1.3 Beheersingsniveau

In het examenprogramma zijn drie beheersingsniveaus onderscheiden die gekarakteriseerd zijn met de woorden benoemen, verklaren en beargumenteren. Per niveau zijn verschillende handelingswoorden gebruikt in de specificatie in deze syllabus. Deze zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Het beheersingsniveau wordt nader bepaald door de complexiteit van de contexten. Daarbij leiden wetenschappelijke contexten over het algemeen tot een hoger niveau dan beroeps- respectievelijk leefwereldcontexten.

Tot slot geven de deelconcepten aan tot op welk niveau en in welke mate van detail de kandidaat de stof moet beheersen.

Beheersingsniveau	Te gebruiken handelingswerkwoorden in de syllabus
Benomen	Beschrijven/Omschrijven wat
	Herkennen
	Benoemen
	Weergeven
Verklaren	Verbinden
	Verklaren
	Omschrijven hoe
	Toelichten
	Uitleggen
	Verschillen (be)noemen

	Verbanden beschrijven
	Onderscheiden
	Afleiden
	Verbanden herkennen
	Relaties beschrijven
	Verbanden kwantificeren
Beargumenteren	(Be)argumenteren
	Onderbouwen (met argumenten)
	Keuze maken
	Relaties leggen
	Voorspellen
	Criteria noemen
	Waarderingen geven
	Redeneringen hanteren
	Hypothese opstellen
	Conclusie trekken

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 A15: Biologische vakvaardigheden

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.*

Subdomein A1. Informatievaardigheden gebruiken

Eindterm

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

Geen nadere specificatie voor het vak biologie

Subdomein A2. Communiceren

Eindterm

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

Geen nadere specificatie voor het vak biologie

Subdomein A3. Reflecteren op leren

Eindterm

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

Geen nadere specificatie voor het vak biologie

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.

Geen nadere specificatie voor het vak biologie

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, gebruik makend 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 beantwoording van een (of meerdere) onderzoeksvra(a)g(en);
6. *voor de beantwoording van een onderzoeksvraag relevante waarnemingen verrichten en (meet)gegevens verzamelen;*
7. meetgegevens verwerken en presenteren op een wijze die helpt bij de beantwoording van een onderzoeksvraag;
8. op grond van verzamelde gegevens van een uitgevoerd onderzoek conclusies trekken die aansluiten bij de onderzoeksvra(a)g(en) van het onderzoek;
9. de uitvoering van een onderzoek en de conclusies evalueren, gebruik makend van de begrippen validiteit en betrouwbaarheid;
10. *een natuurwetenschappelijk onderzoek presenteren.*
11. experimenteel onderzoek onderscheiden van andere vormen van onderzoek

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 gebruik makend van relevante begrippen, theorie en vaardigheden en valide en consistente redeneringen

1. een technisch-ontwerpprobleem analyseren en beschrijven;

2. voor een ontwerp een programma van eisen en wensen opstellen;
3. verbanden leggen tussen natuurwetenschappelijke kennis en taken en eigenschappen van een ontwerp
4. verschillende (deel)uitwerkingen geven voor taken en eigenschappen van een ontwerp;
5. een beargumenteerd ontwerpvoorstel doen voor een ontwerp, rekening houdend met het programma van eisen, prioriteiten en randvoorwaarden;
6. *een prototype van een ontwerp bouwen;*
7. een ontwerpproces en -product *testen en* evalueren, rekening houdend met het programma van eisen;
8. voorstellen doen voor verbetering van een ontwerp;
9. *een ontwerpproces en -product 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

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.

Biologische vakvaardigheden

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.

Geen nadere specificatie van de vakvaardigheden

Domeinen B t/m F

B ZELFREGULATIE
<p>De biologie, de leer van het leven, bestudeert het leven op verschillende niveaus: moleculair, cel, orgaan, organisme, populatie, ecosysteem. 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.</p> <p>Elke biologische eenheid is een complex dynamisch systeem, erop gebouwd om effectief met de eigen omgeving om te gaan. Elke biologische eenheid is een complex systeem dat zichzelf reguleert. 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. Zo vormen cellen met elkaar een organisme en kunnen verschillende populaties van organismen samen een ecosysteem vormen. Door deze opbouw maken biologische eenheden enerzijds deel uit van biologische eenheden van een hogere orde (organisatieniveau), anderzijds kunnen binnen een biologische eenheid biologische eenheden van een lagere orde (organisatieniveau) worden onderscheiden.</p> <p>De kandidaat kan in een context:</p> <ul style="list-style-type: none">• 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 en materie is, en daarbij de relaties binnen en tussen de verschillende biologische eenheden benoemen• redeneringen hanteren waarbij vanuit een gegeven vorm van een biologische eenheid naar een bijbehorende functie wordt gezocht, en andersom
B1 EIWITSYNTHESE <i>in SE</i>
B2 STOFWISSELING VAN DE CEL De kandidaat kan met behulp van de concepten homeostase, transport, assimilatie en dissimilatie ten minste in contexten op het gebied van energie, gezondheid en voeding verklaren op welke wijze de stofwisseling van cellen van prokaryoten en eukaryoten verloopt.
Voorbeeld contexten E: Procestechnologen en analisten werken mee in een publiek/privaat samenwerkingsverband voor onderzoek naar de groeisnelheid van algen onder bepaalde omstandigheden, met het doel het vetgehalte en de groeisnelheid te verhogen en rendabele productie van biodiesel mogelijk te maken. G (leefwereldcontext): Leden van een familie die mogelijk een erfelijke mitochondriale afwijking zoals MERFF hebben, 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. D: Architecten bij een agrifood ingenieursbureau ontwerpen nieuwe energieleverende kassen met het doel om de glastuinbouw energieneutraal te maken. 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): Leerlingen bespreken in de klas een advertentie waarin gezonde jonge mensen opgeroepen worden om tegen een vergoeding mee te doen 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
De kandidaat kan in een context: 1. kenmerken van bacteriën beschrijven

<ol style="list-style-type: none"> 2. een eukaryote cel beschrijven als een zelfstandig functionerende eenheid, de onderdelen van cellen herkennen en de functies ervan noemen 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.
<p>Deelconcepten prokaryoot, eukaryoot, virus, bacterie, plasmide celkern, chromosoom, celwand, celmembraan, vacuole, celplasma, mitochondrie, (ruw) endoplasmatisch reticulum, golgi-systeem, lysosoom, ribosoom, bladgroenkorrel, bladgroen, ciliën, flagellen, terugkoppeling, receptoreiwit, dynamisch evenwicht</p>
<p>B2.2 TRANSPORT</p> <p>De kandidaat kan in een context:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. uitleggen dat bepaalde stoffen door passief transport en andere door actief transport membranen kunnen passeren 2. een relatie leggen tussen de osmotische waarde binnen en buiten een cel en de invloed daarvan op de stevigheid
<p>Deelconcepten diffusie, osmose, semi-permeabel membraan, selectief permeabel, hydrofoob, hydrofiel, receptoreiwit, ionentransport, isotonisch, hypotonisch, hypertonisch, plasmolyse, turgor, osmotische druk, osmotische waarde, actief transport, passief transport, endo- en exocytose, celplasmastroming</p>
<p>B2.3 ASSIMILATIE EN DISSIMILATIE</p> <p>De kandidaat kan in een context:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 fotosyntheseproses 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 zoals verbranding beschrijven, hierbij onderscheid maken tussen anaerobe en aerobe verbranding 6. gebruik maken van de reactievergelijkingen van assimilatie- en dissimilatieprocessen 7. beschrijven waar en op welke wijze enzymen reacties katalyseren, en hoe temperatuur en pH die processen beïnvloeden 8. beschrijven hoe in de biotechnologie gebruik gemaakt wordt van het metabolisme van micro-organismen
<p>Deelconcepten autotroof, heterotroof, fotosynthese, bladgroenkorrel, verbranding, aeroob, anaeroob, 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</p>
<p>B3 STOFWISSELING VAN HET ORGANISME</p> <p>De kandidaat kan met behulp van de concepten orgaan, fotosynthese, ademhaling, vertering, uitscheiding en transport ten minste in contexten op het gebied van energie, gezondheid, voeding 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.</p>
<p>Voorbeeld contexten E: Analisten in een universitair onderzoeksinstituut werken mee aan onderzoek naar de verandering van de stofwisseling van algen waardoor ze in plaats van CO₂ en H₂O alcohol af gaan scheiden die te</p>

gebruiken is als biobrandstof.

G: De long- en hartfunctiemedewerkers en verpleegkundigen in het ziekenhuis controleren en verzorgen patiënten op de IC met het doel om de toestand te stabiliseren.

V: De diëtist in het gezondheidscentrum inventariseert samen met een cliënt de voedingsgewoonten en adviseert veranderingen daarin om het gewicht te verminderen.

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

B3.1 ORGAAN

De kandidaat kan in een context:

1. beschrijven hoe 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, uitscheiding, bescherming, afweer en regeling
3. van verschillende diersoorten overeenkomstige orgaanstelsels en bijbehorende functies beschrijven
4. organen voor gaswisseling, opname en transport bij planten beschrijven
5. beschrijven hoe orgaanstelsels met elkaar samenhangen en benoemen hoe verstoring in het functioneren van een orgaan de samenwerking tussen organen beïnvloedt

Deelconcepten

dierlijke en plantaardige weefsels

hart, hartkleppen, slagader, ader, haarvat, beenmerg, lymfe systeem, hout- en bastvaten, wortelharen longen, luchtpijp, bronchiën, longblaasjes, kieuwen, huidmondjes, slokdarm, maag, twaalfvingerige darm, lever, galblaas, dunne darm, dikke darm, darmvlokken, kring- en lengtespieren, nieren, niereenheid, lever, zweetklieren

B3.2 FOTOSYNTHESE

De kandidaat kan in een context:

1. beschrijven dat planten door fotosynthese autotroof zijn
2. voorwaarden voor het fotosyntheseprocess in planten noemen
3. het belang van fotosynthese voor de voortgezette assimilatie en dissimilatie van het organisme beschrijven

Deelconcepten

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

B3.3 ADEMHALING

De kandidaat kan in een context:

1. 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 en de relatie tussen de bouw en werking toelichten
3. toelichten op welke wijze longventilatie tot stand komt en geregeld wordt
4. beschrijven hoe 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 beschrijven

Deelconcepten

gaswisseling, ventilatiebewegingen, longcapaciteit, vitale capaciteit, dode ruimte, diffusie, pCO₂, pO₂, dissimilatie, assimilatie, beperkende factor

B3.4 VERTERING

De kandidaat kan in een context:

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

<p>Deelconcepten mechanische en chemische vertering, darmperistaltiek voedingsstoffen, verteringssappen, gal verteringsenzymen voor koolhydraten, eiwitten en vetten pH, temperatuur, verteringsproducten, resorptie, darmflora</p>
<p>B3.5 UITSCHEIDING</p>
<p>De kandidaat kan in een context:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. de bouw, werking en functie van uitscheidingsorganen van de mens beschrijven 2. de relatie tussen de bouw van uitscheidingsorganen en hun functie beschrijven en de relatie tussen de bouw en werking uitleggen 3. de rol van de lever, de nieren, de longen en de huid bij uitscheidingprocessen verklaren
<p>Deelconcepten waterhuishouding, ultrafiltratie, osmotische waarde, ADH, ureum, urine</p>
<p>B3.6 TRANSPORT</p>
<p>De kandidaat kan in een context:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 beschrijven en de relatie tussen de bouw en werking uitleggen 3. de functie van bestanddelen van bloed, bloedplasma, weefselvloeistof en lymfe beschrijven en plaats(en) van vorming benoemen 4. het verband beschrijven tussen bloedvatenstelsel en lymfevatenstelsel 5. de bouw en werking van het transportstelsel in planten beschrijven
<p>Deelconcepten grote bloedsomloop, kleine bloedsomloop, bloedplasma, weefselvloeistof, lymfe, bloedsamenstelling, rode bloedcellen, hemoglobine, witte bloedcellen, bloedplaatjes, hartslagfrequentie, slagvolume, sinusknoop, bloeddruk, bovendruk, onderdruk, zuurstof en koolstofdioxidetransport, voedings- en afvalstoffen, bloedstolling, cholesterol zuigkracht bladeren</p>
<p>B4 ZELFREGULATIE VAN HET ORGANISME</p>
<p>De kandidaat kan met behulp van de concepten homeostase, hormonale regulatie en neurale regulatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid, sport en voeding verklaren op welke wijze eukaryoten zichzelf reguleren.</p>
<p>Voorbeeld contexten</p> <p>G: De diabetesverpleegkundige in de wijk bezoekt patiënten om bloedwaarden te meten en advies te geven met het doel de bloedsuikerspiegel onder controle te krijgen.</p> <p>S: De trainer en fysiotherapeut in een nationaal trainingscentrum maken trainingsschema's voor de sporters om een topprestatie mogelijk te maken.</p> <p>V: De diëtist die in de praktijk dieetadvies geeft aan kinderen met het doel voedingsgedrag gunstig te beïnvloeden.</p> <p>G (leefwereldcontext): Leerlingen verzamelen in een project informatie over hoe het eigen leergedrag wordt beïnvloed door het gelijktijdig luisteren naar muziek, twitteren of het communiceren via facebook, met het doel een persoonlijke optimale leeromgeving te realiseren.</p>
<p>B4.1 HOMEOSTASE</p>
<p>De kandidaat kan in een context:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 lever, longen, huid en nieren en de homeostase beschrijven 3. de principes van een regelkring toelichten 4. de samenhang van de regeling van lichaamsprocessen beschrijven
<p>Deelconcepten zenuw-zintuigstelsel, hormoonstelsel, receptoren, inwendig en uitwendig milieu, regelkring, positieve en negatieve terugkoppeling, dynamisch evenwicht, osmotische waarde, pH, temperatuur, pO₂, pCO₂, suikerspiegel, waterbalans</p>
<p>B4.2 HORMONALE REGULATIE</p>
<p>De kandidaat kan in een context:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. de principes van een regelkring in het hormoonstelsel toelichten

<p>2. de werking van hormoonklieren en hun specifieke hormonen beschrijven en de reacties van de doelorganen daarop afleiden</p> <p>3. het verband beschrijven tussen hormonale regulatie en het functioneren van een organisme</p>
<p>Deelconcepten hormoonklieren, hypofyse, schildklier, bijnier, eierstok, teelbal, eilandjes van Langerhans exocrien, endocrien, doelwitorganen, receptor, hormoonspiegel</p>
<p>B4.3 NEURALE REGULATIE</p>
<p>De kandidaat kan in een context:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. verbanden herkennen tussen de bouw en werking van het zenuwstelsel met betrekking tot signaalverwerking 2. de principes van een regelkring toepassen bij de werking van het zenuwstelsel 3. het verband beschrijven tussen de werking van het zenuwstelsel en het functioneren van een organisme
<p>Deelconcepten centraal zenuwstelsel, perifeer, grote en kleine hersenen, centra in de hersenschors, hersenstam, ruggenmerg, autonoom (vegetatief) zenuwstelsel en animaal zenuwstelsel, gevoels- schakel en bewegingszenuwcellen, myelineschede, cellen van Schwann, synaps, impulsgeleiding, saltatoire geleiding, reflexboog, neurotransmitter, prikkels, mechanische, chemische, temperatuur-, tast- en pijnreceptoren</p>
<p>B5 AFWEER VAN HET ORGANISME</p>
<p>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.</p>
<p>Voorbeeld contexten</p> <p>G (leefwereldcontext): Meisjes van 12 die opgeroepen zijn door de GGD om zich te laten inenten met het HPV vaccin om hen te beschermen tegen baarmoederhalskanker discussiëren op school over de voor- en nadelen van de inenting met het doel om een besluit te nemen om wel of niet te gaan.</p> <p>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.</p> <p>G (leefwereldcontext): Een leerling die een antibioticakuur volgt, wil deze voortijdig afbreken. In de klas worden de argumenten gezocht om dit niet te doen, met het doel de klasgenoot te overtuigen van het correct gebruik van de antibiotica.</p>
<p>B5.1 AFWEER</p>
<p>De kandidaat kan in een context:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. de bouw, werking en functie van cellen en organen betrokken bij de afweer van de mens beschrijven 2. verschillen tussen specifieke en aspecifieke afweer als reactie op lichaamsvreemde en lichaamseigen stoffen en cellen beschrijven 3. het afweermechanisme van planten beschrijven
<p>Deelconcepten huid en slijmvliezen, bloed, lymfe, milt, lymfeknopen, macrofagen, T en B cellen, antigenen en antistoffen, lichaamseigen, lichaamsvreemd, receptor, ABO systeem, rhesusfactor, actieve en passieve immuniteit, natuurlijke en kunstmatige immuniteit, vaccinatie, transplantatie, bloedtransfusie, donor en acceptor,</p>
<p>B6 BEWEGING VAN HET ORGANISME <i>in SE</i></p>
<p>B7 WAARNEMING DOOR HET ORGANISME</p>
<p>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.</p>
<p>Voorbeeld contexten</p> <p>G: De opticien in de eigen praktijk verzamelt informatie over de verschillen tussen diverse soorten lenzen om een goed advies te kunnen geven aan klanten die hun bijziendheid gecorrigeerd willen zien.</p> <p>S: Trainers en fysiotherapeuten in een landelijk trainingscentrum onderzoeken het effect van diverse</p>

<p>soorten starttrainingen bij sporters met het doel om het aantal valse starten in de wedstrijd sport te verminderen.</p> <p>G (leefwereldcontext): Leerlingen gaan in een project na in welke mate beweringen in de media over het brein in de toekomst kernen van waarheid bevatten: Brein-machine interface, avant-garde robot, bionische arm/oog met het doel een oordeel te vormen over de voor- en nadelen van de ontwikkelingen.</p>
<p>B7.1 ORGAAN</p> <p>De kandidaat kan in een context:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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
<p>Deelconcepten</p> <p>centraal zenuwstelsel, perifere, 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, temperatuur-, tast- en pijnreceptoren</p>
<p>B7.2 WAARNEMING</p> <p>De kandidaat kan in een context:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. de werking van het oog toelichten 2. het verband tussen adequate prikkel en reactie beschrijven
<p>Deelconcepten</p> <p>centra in de hersenschors, optisch chiasma, gevoels- schakel en bewegingszenuwcellen , reflexboog, pupil, lens, lenswerking, bijziend, verziend, accommodatie, netvlies, staafjes, kegeltjes, gele vlek, blinde vlek, adequate prikkel, drempelwaarde, mechanische, chemische, temperatuur-, tast- en pijnreceptoren</p>
<p>B7.3 NEURALE REGULATIE</p> <p>De kandidaat kan in een context:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. een verband leggen tussen het gebruik van de zintuigen en het functioneren van een organisme
<p>Deelconcepten</p> <p>centraal zenuwstelsel, perifere, grote en kleine hersenen, centra in de hersenschors, hersenstam, ruggenmerg, gevoels- schakel en bewegingszenuwcellen , impulsgeleiding, reflexboog, reactiesnelheid, adequate prikkels, drempelwaarde, mechanische, chemische, temperatuur-, tast- en pijnreceptoren, homeostase</p>
<p>B8 REGULATIE VAN ECOSYSTEMEN</p> <p>De kandidaat kan met behulp van de concepten energiestroom, kringloop, dynamiek en evenwicht ten minste in contexten op het gebied van duurzaamheid en wereldbeeld verklaren op welke wijze ecosystemen zichzelf reguleren en kan beargumenteren met welke maatregelen de mens zelfregulatie van ecosystemen en het systeem Aarde kan beïnvloeden.</p>
<p>Voorbeeld contexten</p> <p>D: Bosbeheerders op de Veluwe gebruiken de resultaten van een ecologisch onderzoek voor de regeneratie van een natuurgebied.</p> <p>W (leefwereldcontext): Een gezin voert thuis een discussie over minder vlees eten met het doel om elkaar te overtuigen van de noodzaak van het verkleinen van de ecologische voetafdruk.</p>
<p>B8.1 ENERGIESTROOM</p> <p>De kandidaat kan in een context:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. energiestromen in een ecosysteem beschrijven en toelichten welke factoren daarop van invloed zijn 2. modellen van energiestromen hanteren en beschrijven welke processen en organismen daarin een rol spelen 3. beargumenteren met welke maatregelen de mens energiestromen kan beïnvloeden

Deelconcepten

producent, consument, reductent, trofische niveaus, autotroof, heterotroof, energieomzettingen, licht, chemisch, beweging, warmte, (an)organische stoffen, fossiele brandstof, biobrandstof, voedselconversie, biomassa, rendement

B8.2 KRINGLOOP

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 noemen welke factoren daarop van invloed zijn
3. beargumenteren met welke maatregelen de mens nutriëntenkringlopen en daarmee het systeem Aarde kan beïnvloeden

Deelconcepten

voorraden en stromen van koolstof en stikstof, uitspoeling, eutrofiering, uitputting, biomassa, broeikaseffect

B8.3 DYNAMIEK EN EVENWICHT

De kandidaat kan in een context:

1. beschrijven wat onder een ecosysteem wordt verstaan en welke componenten daarvan deel uitmaken
2. de ontwikkeling van een ecosysteem beschrijven
3. opeenvolgende veranderingen in een ecosysteem beschrijven en beschrijven hoe daarbij overgangen tot stand komen
4. uitleggen welke rol concurrentie binnen en tussen populaties speelt bij de dynamiek (instandhouding en ontwikkeling) van een ecosysteem
5. uitleggen welke rol biotische en abiotische factoren spelen bij de dynamiek binnen een ecosysteem
6. beargumenteren met welke maatregelen de mens ecosystemen kan beïnvloeden

Deelconcepten

Habitat, biodiversiteit, geboorte, sterfte, migratie, successie, pioniersoort, climaxecosysteem, introductie invasieve soorten

<p>C ZELFORGANISATIE</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>De kandidaat kan in een context:</p> <ul style="list-style-type: none"> herkennen dat biologische eenheden nieuwe eigenschappen hebben vergeleken met de biologische eenheden van een niveau lager
<p>C1 ZELFORGANISATIE VAN CELLEN</p> <p>De kandidaat kan met behulp van de concepten genexpressie en celdifferentiatie ten minste in contexten op het gebied van energie, gezondheid en voedselproductie benoemen op welke wijze de ontwikkeling van cellen verloopt.</p>
<p>Voorbeeld contexten:</p> <p>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.</p> <p>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 genterapie zal ondergaan.</p> <p>VP: Veredelaars bij een veredelingsbedrijf werken aan plantenveredeling gericht op veranderen van verhoudingen van inhoudsstoffen (bv amylopectine in aardappelen) met het doel om het verwerkingsproces energiezuiniger en eenvoudiger te maken.</p>
<p>C1.1 GENEXPRESSIE</p> <p>De kandidaat kan in een context:</p> <ol style="list-style-type: none"> uitleggen dat er een relatie is tussen DNA en eiwit uitleggen dat in verschillende typen cellen verschillende eiwitten gemaakt worden toelichten dat eiwitten verschillende functies hebben uitleggen dat door eiwitten het fenotype bepaald wordt
<p>Deelconcepten</p> <p>chromosoom, gen, DNA, RNA, eiwit, fenotype genetische code, startcodon, stopcodon, junk-DNA</p>
<p>C1.2 CELDIFFERENTIATIE</p> <p>De kandidaat kan in een context:</p> <ol style="list-style-type: none"> uitleggen dat vrijwel alle cellen van een meercellig organisme hetzelfde genoom hebben uitleggen dat door differentiatie cellen ontstaan die een verschillende vorm en functie hebben uitleggen dat celdifferentiatie tot stand komt doordat alleen bepaalde genen tot expressie komen eigenschappen van stamcellen beschrijven en toelichten voor welke doelen stamcellen gebruikt kunnen worden
<p>Deelconcepten</p> <p>genoom, stamcellen, celtype, tussencelstof</p>
<p>C2 ZELFORGANISATIE VAN HET ORGANISME</p> <p><i>In SE</i></p>

C3 ZELFORGANISATIE VAN ECOSYSTEMEN

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.

Voorbeeld contexten

D: Een onderzoeksmedewerker van een ecologisch adviesbureau beoordeelt de plannen voor een nieuwbouwwijk in het kader van PlanMER met het doel een afweging mogelijk te maken tussen diverse vormen inpassing van plannen in het milieu.

W: Een politiek actieve bosbeheerder schrijft voor zijn of haar partij een onderdeel van de verkiezingsparagraaf over het belang van de natuur voor het welbevinden van de burger met het doel om de partijleden en later de kiezers in te laten stemmen met de paragraaf.

D (leefwereldcontext)::Leerlingen onderzoeken de mogelijkheden van een schooltuin/ groeninrichting in de omgeving van de school met het doel een brief te schrijven aan directie om die te laten besluiten tot aanleg.

C3.1 DYNAMIEK EN EVENWICHT

De kandidaat kan in een context:

1. de ontwikkeling van een ecosysteem beschrijven
2. opeenvolgende veranderingen in een ecosysteem beschrijven en beschrijven hoe daarbij overgangen tot stand komen
3. verschillen tussen ecosystemen benoemen op basis van verschillen in populaties (biotische) en abiotische factoren
4. de dynamiek in een ecosysteem beschrijven
5. herkennen dat een ecosysteem in verschillende evenwichtssituaties kan verkeren
6. beargumenteren met welke maatregelen de mens de zelforganisatie van ecosystemen beïnvloedt

Deelconcepten

successie, pioniersoort, climaxecosysteem
biodiversiteit,
competitie
draagkracht,
exoot

<p>D INTERACTIE</p> <p>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.</p> <p>De kandidaat kan in een context:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 noemen; • de complexiteit van relaties in en tussen biologische eenheden en van biologische eenheden met hun abiotisch milieu beschrijven.
<p>D1 MOLECULAIRE INTERACTIE</p> <p>De kandidaat kan met behulp van de concepten genregulatie en interactie met (a-)biotische factoren in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie benoemen op welke wijze de moleculaire regulatie plaatsvindt.</p>
<p>Voorbeeld contexten</p> <p>E: Architecten van een duurzaam architectenbureau doen onderzoek naar het verminderen van energiegebruik door inzetten van vergisting van fecaliën van de mensen in het te ontwerpen gebouw.</p> <p>G: Gezondheidsvoorlichter van de GGD geeft informatie over de effecten van genotsmiddelen op de gezondheid, gekoppeld aan de effecten op celniveau, om gebruiker duidelijk te maken wat er bij gebruik gebeurt in het lichaam en daardoor hun gedrag te beïnvloeden.</p> <p>VP: Plantenveredelaars en analisten bij een veredelingsbedrijf veranderen, met behulp van genetische modificatie, moleculaire processen waardoor bij planten droogteresistentie of zout tolerantie optreedt met het doel ook teelten in de randen van woestijnen en in brakke delta's mogelijk te maken en daardoor het hongerprobleem te lijf te gaan.</p>
<p>D1.1 GENREGULATIE EN INTERACTIE MET (A-)BIOTISCHE FACTOREN</p> <p>De kandidaat kan in een context:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. mechanismen voor genregulatie noemen en het belang ervan herkennen 2. uitleggen dat cellen voor hun functioneren gebruik maken van eiwitten 3. uitleggen dat (a)biotische factoren de variatie aan eiwitten beïnvloeden 4. uitleggen dat mutagene factoren de genregulatie verstoren
<p>Deelconcepten</p> <p>genoom, structuurgenen, regulatorgenen, recombinant DNA, proto-oncogenen, tumorsupressorgenen, enzymen, virus</p>
<p>D2 GEDRAG EN INTERACTIE</p> <p><i>in SE</i></p>
<p>D3 SEKSUALITEIT</p> <p><i>in SE</i></p>
<p>D4 INTERACTIE IN ECOSYSTEMEN</p> <p>De kandidaat kan met behulp van de concepten voedselrelatie en interactie met (a-)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van duurzaamheid, energie en voedselproductie benoemen welke relaties tussen populaties in ecosystemen bestaan en beargumenteren op welke wijze vraagstukken die daar betrekking op hebben, kunnen worden benaderd.</p>
<p>Voorbeeld contexten</p> <p>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.</p> <p>E: Een melkveehouder onderzoekt in zijn eigen bedrijf de mogelijkheden van mestvergisting voor energieopwekking met het doel zijn energierekening te minimaliseren.</p>

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

De kandidaat kan in een context:

1. voedselrelaties tussen organismen beschrijven
2. relaties in een voedselketen benoemen
3. in een voedselweb voedselketens herkennen
4. de accumulatie van giftige stoffen in een voedselketen uitleggen

Deelconcepten

trofische niveaus, predatie, vraat, symbiose (parasitisme, mutualisme, commensalisme), ecologische voedselproductie

D4.2 INTERACTIE MET (A-)BIOTISCHE FACTOREN

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 giftige stoffen in een voedselketen uitleggen
4. de rol van competitie 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

Habitat, beperkende factor, tolerantie, optimum, competitie, bestrijdingsmiddelen, persistent, biologisch afbreekbaar, ecologische voedselproductie, signaalstoffen

E REPRODUCTIE
Biologische eenheden repliceren zich. Dat leidt tot vermenigvuldiging van individuele gelijksoortige eenheden. Celonderdelen, cellen en organismen worden vermenigvuldigd.
De kandidaat kan in een context: <ul style="list-style-type: none"> • verbanden leggen tussen replicatie die plaats vindt op de verschillende organisatieniveaus;
E1 DNA-REPLICATIE <i>in SE</i>
E2 LEVENSCYCLUS VAN DE CEL <i>in SE</i>
E3 REPRODUCTIE VAN HET ORGANISME De kandidaat kan met behulp van de concepten voortplanting en erfelijke eigenschap ten minste in contexten op het gebied van veiligheid, energie, gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze eigenschappen worden overgedragen en benoemen op welke wijze de reproductie van eukaryoten en prokaryoten verloopt
Voorbeeld contexten <p>VH: Politie, analisten en laboranten in de forensische laboratoriumpraktijk verzamelen en onderzoeken sporen van de plaats delict volgens sops (standard operating procedure) en doen daarvan verslag ten behoeve van de juridische praktijk</p> <p>E: Procestechnologen optimaliseren het gebruik van fermentatie in een groot concern waar met behulp van gisten bepaalde stoffen worden geproduceerd. Door optimaliseren van vergisting wordt het aantal stappen van de reactie en de energiebehoefte van het proces meer dan gehalveerd.</p> <p>G (leefwereldcontext): Een paar met een kinderwens laat erfelijkheidstesten uitvoeren voordat ze besluiten om tot in vitro fertilisatie over te gaan met het doel om samen met een arts te kunnen overleggen over de risico's op het krijgen van een kind met een aangeboren afwijking.</p> <p>VP: Laboranten en analisten werken bij een vermeerderingsbedrijf in de sierbloementeelt aan het maken van weefselkweken van plantencellen met het doel zo snel mogelijk te komen tot voldoende uitgangsmateriaal voor een nieuw bloemenras.</p>
E3.1 VOORTPLANTING
De kandidaat kan in een context: <ol style="list-style-type: none"> 1. verschillen beschrijven tussen geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting en de relatie beschrijven met genetische variatie bij prokaryoten en eukaryoten 2. bouw, vorming, ontwikkeling en functie beschrijven van geslachtscellen en de zygote 3. bouw en werking van de voortplantingsorganen van de mens beschrijven en de rol van hormonen daarbij toelichten 4. ethische en biologische argumenten onderscheiden met betrekking tot het ingrijpen in het voortplantingsproces van organismen
Deelconcepten levenscyclus, geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting, voortplantingsorganen van eukaryoten, geslachtscellen, spore, mitose, meiose, haploïd, diploïd, bevruchting, eicel, zaadcel, follikel, gele lichaam, zygote, klievingsdeling, embryo, placenta, geslachtshormonen, FSH, LH, oestrogeen, progesteron, testosteron, menstruatiecycclus, anticonceptie, kunstmatige inseminatie, in vitro fertilisatie, embryonale ontwikkeling, klonen
E3.2 ERFELIJKE EIGENSCHAP
De kandidaat kan in een context: <ol style="list-style-type: none"> 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 de geslachtschromosomen betrokken zijn bij de totstandkoming van het geslacht 3. de kans berekenen op de genotypen en fenotypen van nakomelingen bij monohybride kruisingen, voor autosomale en X-chromosomale genen en letale en multipele allelen, al dan niet met gebruikmaking van stambomen 4. gevallen van overerving die anders verlopen dan volgens de wetten van Mendel verwacht wordt, herkennen

5. ethische en biologische argumenten onderscheiden met betrekking tot het ingrijpen van de mens in de erfelijkheid van mens, dier en plant om de kwaliteit van nakomelingen te bevorderen
Deelconcepten genoom, autosomen, X- en Y-chromosoom, genotype, fenotype, allel, gen, monohybride kruising, dominant, intermediair, onvolledig dominant, recessief, letaal gen, multiële allelen, stamboom, gekoppelde genen, epigenetica
F EVOLUTIE
Biologische eenheden zijn op alle organisatieniveaus met elkaar in interactie, beïnvloed door biotische en abiotische factoren. Daarbij is er competitie 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: <ul style="list-style-type: none"> • beschrijven hoe diversiteit van leven ontstaan is; • beschrijven dat het bestaan van de universele code opgevat wordt als een natuurwetenschappelijk argument voor een gemeenschappelijke oorsprong en verwantschap van al het leven; • redeneringen hanteren waarbij de rol van adaptaties in biologische eenheden wordt uiteengezet. • beschrijven hoe de evolutietheorie tot stand gekomen is en argumenteren over de wisselwerking van de evolutietheorie met wetenschap, maatschappij en levensovertuiging.
F1 SELECTIE 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
Voorbeeld contexten G: Hulpverleners van een NGO (non-gouvernementele organisatie) laten zich in het tropeninstituut voorlichten over de noodzakelijke profylaxe en inentingen tegen allerlei nieuwe typen van 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 De kandidaat kan in een context: <ol style="list-style-type: none"> 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 door DNA-analyse de graad van verwantschap van soorten kan worden vastgesteld
Deelconcepten DNA, genetische code, genotype, fenotype
F1.2 MUTATIE De kandidaat kan in een context: <ol style="list-style-type: none"> 1. beschrijven welke typen mutatie er zijn 2. uitleggen waardoor mutatie veroorzaakt kan worden 3. uitleggen hoe 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, genetische modificatie
F1.3 RECOMBINATIE De kandidaat kan in een context: <ol style="list-style-type: none"> 1. 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
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, genenpool, genetische modificatie
F2 SOORTVORMING
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.
Voorbeeld contexten G: Analisten en laboranten in een laboratorium doen dmv 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
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, frequentieverdeling
F2.2 VARIATIE
De kandidaat kan in een context: 1. beschrijven wat onder genetische variatie in een populatie wordt verstaan 2. uitleggen dat genfrequenties in een populatie kunnen veranderen door random mutatie
Deelconcepten adaptatie, fitness, natuurlijke selectie, genetic drift
F2.3 SELECTIE
De kandidaat kan in een context: 1. uitleggen dat aanpassingen van populaties door selectie van organismen tot stand komen 2. uitleggen dat selectiedruk adaptaties bijeen brengt die het voortplantingssucces van de soort vergroten 3. overeenkomsten en verschillen tussen natuurlijke en kunstmatige selectie beschrijven
Deelconcepten adaptatie, fitness, selectiedruk, soort, natuurlijke selectie, seksuele selectie, eilandtheorie
F2.4 SOORTVORMING
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, homoloog kenmerk, reproductieve isolatie
F3 BIODIVERSITEIT in SE

3. Vereiste (voor)kennis van wiskunde, scheikunde en natuurkunde

In dit hoofdstuk is aangegeven wat bekend verondersteld wordt uit andere vakken, te weten wiskunde, scheikunde en natuurkunde.³ 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 vermeld worden. Deze nevenkennis kan dan ook altijd aan de specificaties gerelateerd worden.

3.1 Wiskunde

- Rekenen met getallen in breuken en machten (groeipercentages, halverings- en verdubbelingstijden, dateringsmethoden); rekenen met verhoudingen (ratio), percentages en gemiddelden; met oppervlakte en volumes;
- Werken met en in diagrammen (modellen);
- Grafieken, S en J-groei-curve, staafdiagrammen produceren op basis van aangereikte gegevens (tabellen); plaats (on)afhankelijke variabele; grafieken lezen (formuleloos), gericht op grafisch verloop en trends; lineaire en exponentiële verbanden herkennen; optimumkromme interpreteren;
- Verbanden leggen op basis van tabel- en grafiekgegevens; dynamisch evenwicht (predator-prooi relatie) herkennen;
- Kansberekening (genetica)

3.2 Scheikunde

- basisbegrippen zoals atoom, molecuul, ion; molecuulformule, structuurformule; reactievergelijking, evenwichtsreacties, concentraties;
- katalysator (enzym); indicatoren
- zuur en base; pH; osmotische waarde
- namen en formules van anorganische stoffen zoals water, koolstofdioxide, stikstof, ammoniak, nitriet, nitraat, fosfaat; K, Ca, Fe, NaCl, Mg;
- de begrippen: aminozuren, di- tri- en polypeptiden, eiwitten; vetten, glycerol, (on)verzadigde vetzuren, koolhydraten: mono-, di- en polysachariden; methaan, alcohol (ethanol)
- water- of vetoplosbaar; concentratie; pO_2 en pCO_2
- eenheden zoals massapercentage, volumepercentage, ppm, g/L, mol/L;

3.3 Natuurkunde

- massa, dichtheid, gewicht; vaste, vloeibare en gasvormige stof;
- snelheden, frequenties;
- vormen van energie; (radioactieve) isotopen en ioniserende straling, halveringstijd; elektromagnetisch spectrum;

³ Leerlingen die geen wiskunde, 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 I: Examenprogramma

Advies OCW, juli 2011

Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het centraal examen en het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

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

Het centraal examen

Het centraal examen heeft betrekking op de subdomeinen B2, B3, B4, B5, B7, B8, C1, C3, D1, D4, E3, 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.

Biologische vakvaardigheden

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 energie, 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 energie, gezondheid, voeding 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 gezondheid, 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 en wereldbeeld 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, gezondheid en voedselproductie 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, duurzaamheid, 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, energie 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, energie, gezondheid en voedselproductie 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: Reproductie van het organisme

34. De kandidaat kan met behulp van de concepten voortplanting en erfelijke eigenschap ten minste in contexten op het gebied van veiligheid, energie, gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze eigenschappen worden overgedragen en benoemen op welke wijze de reproductie van eukaryoten en prokaryoten verloopt.

Domein F: Evolutie

Subdomein F1: Selectie

35. 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

36. 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

37. 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 II: 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)

Systeem-concept	<i>Biologische eenheid</i>	<i>Zelfregulatie</i>	<i>Zelforganisatie</i>	<i>Interactie</i>	<i>Reproductie</i>	<i>Evolutie</i>
Organisatie-niveau						
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 III: Vergelijking examenprogramma 2007 en 2013

De *cursief en grijs* subdomeinen worden alleen in het SE getoetst.

HAVO 2013 (nieuw)	HAVO 2007 (vigerend)
<p>Subdomein B1: Eiwitsynthese 16. 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.</p>	
<p>Subdomein B2: Stofwisseling van de cel 17. De kandidaat kan met behulp van de concepten homeostase, transport, assimilatie en dissimilatie ten minste in contexten op het gebied van energie, gezondheid en voeding verklaren op welke wijze de stofwisseling van cellen van prokaryoten en eukaryoten verloopt.</p>	<p>Subdomein B2: Cellen van planten en dieren 13. De kandidaat kan cellen en delen van cellen herkennen en de functies benoemen, en daarbij de relatie leggen met hogere organisatieniveaus. Subdomein D2: Stofwisseling van cellen 18. De kandidaat kan verschillende assimilatie- en dissimilatieprocessen onderscheiden en in verband brengen met verschillende organisatieniveaus, kan aangeven welke factoren daarop van invloed zijn, en kan de toepassing in biotechnologie bespreken.</p>
<p>Subdomein B3: Stofwisseling van het organisme 18. De kandidaat kan met behulp van de concepten orgaan, fotosynthese, ademhaling, vertering, uitscheiding en transport ten minste in contexten op het gebied van energie, gezondheid, voeding 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.</p>	<p>Subdomein D3: Stofwisseling van de mens 19. De kandidaat kan aangeven hoe organen, weefsels en cellen van de mens betrokken zijn bij opname, verwerking, transport, opslag en uitscheiding van stoffen, en factoren bespreken die hierop van invloed kunnen zijn.</p>
<p>Subdomein B4: Zelfregulatie van het organisme 19. De kandidaat kan met behulp van de concepten homeostase, hormonale regulatie en neurale regulatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid, sport en voeding verklaren op welke wijze eukaryoten zichzelf reguleren.</p>	<p>Subdomein E4: Homeostase bij de mens 23. De kandidaat kan uitleggen hoe zintuigen, spieren en klieren, zenuwstelsel en hormoonstelsel betrokken zijn bij het functioneren van het lichaam, aangepast aan de omgeving.</p>
<p>Subdomein B5: Afweer van het organisme 20. 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</p>	<p>Subdomein E5: Huid en immuniteit 24. De kandidaat kan uitleggen hoe de huid en het immuunsysteem bijdragen aan het handhaven van het dynamisch evenwicht in het inwendig milieu.</p>

organismen, virussen en allergenen en welke problemen daarbij kunnen ontstaan.	
<p>Subdomein B6: Beweging van het organisme</p> <p>21. 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.</p>	
<p>Subdomein B7: Waarneming door het organisme</p> <p>22. 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.</p>	
<p>Subdomein B8: Regulatie van ecosystemen</p> <p>23. De kandidaat kan met behulp van de concepten energiestroom, kringloop, dynamiek en evenwicht ten minste in contexten op het gebied van duurzaamheid en wereldbeeld verklaren op welke wijze ecosystemen zichzelf reguleren en kan beargumenteren met welke maatregelen de mens zelfregulatie van ecosystemen en het systeem Aarde kan beïnvloeden.</p>	<p>Subdomein D1: Energiestromen en kringlopen</p> <p>17. De kandidaat kan energiestromen en kringlopen van stoffen in een ecosysteem beschrijven, kan aangeven welke factoren daarop van invloed zijn en wat oorzaken en gevolgen zijn van verstoring.</p>
<p>Subdomein C1: Zelforganisatie van cellen</p> <p>24. De kandidaat kan met behulp van de concepten genexpressie en celdifferentiatie ten minste in contexten op het gebied van energie, gezondheid en voedselproductie benoemen op welke wijze de ontwikkeling van cellen verloopt.</p>	
<p>Subdomein C2: Zelforganisatie van het organisme</p> <p>25. 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.</p>	
<p>Subdomein C3: Zelforganisatie van ecosystemen</p> <p>26. 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</p>	<p>Subdomein E1: Dynamiek in ecosystemen</p> <p>20. De kandidaat kan uitleggen hoe een ecosysteem zich kan handhaven en ontwikkelen, en welke verstoringen daarbij kunnen plaatsvinden.</p>

mens de zelforganisatie van ecosystemen beïnvloedt.	
Subdomein D1: Moleculaire interactie 27. 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 28. De kandidaat kan met behulp van de concepten gedrag en interactie met (a-)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van communicatie, duurzaamheid, gezondheid en veiligheid verklaren op welke wijze gedrag van organismen en populaties ontstaat en benoemen wat de functie daarvan is.	Subdomein E3: Gedrag van mens en dier 22. De kandidaat heeft inzicht in de organisatie, ontwikkeling en functie van gedrag, en kent methoden die bij gedragsonderzoek gebruikt worden.
Subdomein D3: Seksualiteit 29. 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 30. De kandidaat kan met behulp van de concepten voedselrelatie en interactie met (a-)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van duurzaamheid, energie en voedselproductie benoemen welke relaties tussen populaties in ecosystemen bestaan en beargumenteren op welke wijze vraagstukken die daar betrekking op hebben, kunnen worden benaderd.	Subdomein B1: Organismen in relatie tot elkaar en hun omgeving 12. De kandidaat kan de betekenis en onderlinge wisselwerking van abiotische en biotische factoren in een beschreven ecosysteem aangeven en uitleggen.
Subdomein E1: DNA-replicatie 31. De kandidaat kan met behulp van het concept DNA-replicatie ten minste in contexten op het gebied van veiligheid, energie, gezondheid en voedselproductie benoemen op welke wijze erfelijk materiaal wordt gereproduceerd.	
Subdomein E2: Levenscyclus van de cel 32. 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 C3: Deling en ontwikkeling van cellen 16. De kandidaat kent de levenscyclus van de cel en de invloed van het milieu daarop en kan daarbij een relatie leggen met andere organisatieniveaus.
Subdomein E3: Reproductie van het organisme	Subdomein C2: Voortplanting en ontwikkeling van de mens

<p>33. De kandidaat kan met behulp van de concepten voortplanting en erfelijke eigenschappen ten minste in contexten op het gebied van veiligheid, energie, gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze eigenschappen worden overgedragen en benoemen op welke wijze de reproductie van eukaryoten en prokaryoten verloopt.</p>	<p>15. De kandidaat kent de feiten van de menselijke voortplanting en ontwikkeling, kent de anticonceptiemethoden, en kan een beargumenteerde mening geven over de betekenis van seksualiteit op biologisch, medisch, maatschappelijk en persoonlijk vlak.</p> <p>Subdomein C1: Erfelijkheid</p> <p>14. De kandidaat kan erfelijkheid op organismeniveau verklaren door het beschrijven van erfelijkheidsprocessen op lagere organisatieniveaus en kan het ingrijpen van de mens in erfelijkheidsprocessen bediscussiëren.</p>
<p>Subdomein F1: Selectie</p> <p>34. 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.</p>	<p>Subdomein E2: Ontstaan en handhaven van verscheidenheid</p> <p>21. De kandidaat kan de betekenis van verscheidenheid in een populatie aangeven en opvattingen weergeven over het ontstaan daarvan.</p>
<p>Subdomein F2: Soortvorming</p> <p>35. 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.</p>	
<p>Subdomein F3: Biodiversiteit</p> <p>36. 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.</p>	
<p>totaal 21 eindtermen, waarvan 13 (62%) in CE en 9 in SE</p>	<p>totaal 13 eindtermen, waarvan 8 in CE (62%) en 5 in SE</p>