



A large, stylized illustration of green branching plants or trees covers the entire background of the page.

HAVO

biologie voor jou
ZAKBOEK

bvi

MALMBERG

HAVO

biologie voor jou
ZAKBOEK



BIOLOGIE VOOR DE BOVENBOUW
HAVO

AUTEURS

ARTEUNIS BOS
MARIANNE GOMMERS
ARTHUR JANSEN
ONNO KALVERDA
RUUD PASSIER
THEO DE ROUW
RENÉ WESTRA

M.M.V.

GERARD MUHLENBAUMER

VIJFDE EDITIE

MALMBERG 'S-HERTOGENBOSCH

WWW.BIOLOGIEVOORJOU.NL

Dit Zakboek voor het havo bevat alle examenstof, examentrainers en een handig overzicht van de biologie. Hieronder lees je hoe je het kunt gebruiken bij de voorbereiding op je havo-examen biologie.

Examentips

De beste examentips in een notendop, en een strategie die je kunt gebruiken bij de beantwoording van verschillende vraagtypen. Zo heb je meer zekerheid dat je het juiste antwoord geeft. Je kunt deze tips meteen toepassen in de Examentrainers.

Overzicht van de biologie

In dit overzicht komen de belangrijkste onderwerpen uit de biologie aan bod. Dit helpt je om de samenhang te zien tussen verschillende biologische begrippen en processen. Zo kun je de samenvattingen gemakkelijker begrijpen.

Samenvattingen

De populaire samenvattingen uit *Biologie voor jou* zijn aangevuld met een aantal afbeeldingen uit het leeropdrachtenboek. Zo heb je alle leerstof bij elkaar. Sommige leerstof hoef je niet te kennen voor het Centraal Examen, maar wel voor het Schoolexamen. Deze stof is als volgt gemarkeerd:

DOELSTELLING 10 NIET IN CE

Let op, vaak heb je deze ‘Schoolexamen-kennis’ wel nodig om de examenstof te begrijpen. Lees deze leerstof dus zeker door.

Examentrainers

Na elke samenvatting vind je een Examentrainer. Hiermee kun je vragen uit eerdere biologie-examens oefenen. Dankzij de antwoorden en uitleg kun je oefenen met verschillende vraagtypen en onderwerpen uit meerdere thema's.

We wensen je veel succes met (de voorbereiding op) je examen!

De auteurs van *Biologie voor jou*

Examentips

Praktische tips om je examen nog beter te maken.

4

Overzicht van de biologie

Een handig overzicht van de samenhang tussen de belangrijkste begrippen en processen in de biologie.

7

Leerjaar 4**1 Inleiding in de biologie**Samenvatting
Examentrainer20
28**2 Cellen**Samenvatting
Examentrainer39
49**3 Voortplanting**Samenvatting
Examentrainer59
69**4 Erfelijkheid**Samenvatting
Examentrainer83
92**5 Evolutie**Samenvatting
Examentrainer103
112**6 Regeling en waarneming**Samenvatting
Examentrainer123
135**7 Ecologie**Samenvatting
Examentrainer148
156**8 Gedrag**Samenvatting
Examentrainer166
171**Leerjaar 5****1 Stofwisseling**Samenvatting
Examentrainer179
186**2 DNA**Samenvatting
Examentrainer197
205**3 Mens en milieu**Samenvatting
Examentrainer214
222**4 Voeding**Samenvatting
Examentrainer232
240**5 Transport**Samenvatting
Examentrainer250
259**6 Gaswisseling en uitscheiding**Samenvatting
Examentrainer269
278**7 Bescherming en evenwicht**Samenvatting
Examentrainer288
296**Colofon**

305

Hulpmiddelen

Lees zorgvuldig door welke hulpmiddelen je mee mag nemen naar je examen biologie. Je mag alleen de toegestane hulpmiddelen zoals een niet-programmeerbare rekenmachine en *Binas* gebruiken. Tijdens het examen mag je niets van anderen lenen.

Algemene werkwijze tijdens het examen

Maak het examen in twee ronden:

- In de eerste ronde beantwoord je de vragen waarvan je het antwoord vrij snel kunt geven. De vragen die je in eerste instantie niet direct weet te beantwoorden, laat je open.
- In de tweede ronde beantwoord je de wat moeilijkere vragen. Soms is er in het examen nog een vraag geweest die je geheugen een beetje heeft geholpen, waardoor je het antwoord nu wel weet.

Vragen beantwoorden

Algemeen

Bij de beantwoording van een vraag kun je de volgende volgorde gebruiken:

- 1 Lees eerst de vraag nauwkeurig. Wat wordt er gevraagd? Formuleer de vraag in je eigen woorden in je hoofd.
- 2 Bedenk welk(e) thema(s) bij deze vraag hoort (horen). Het voordeel hiervan is dat je nu een denkrichting hebt. Schrijf desnoods enkele begrippen die bij je opkomen op een kladblaadje.
- 3 Als je het antwoord op de vraag weet, schrijf het op een kladblaadje.
- 4 Lees daarna de tekst. Het voordeel hiervan is dat je veel gerichter leest. Onderstreep tijdens het lezen de begrippen die voor het beantwoorden van de vraag belangrijk zijn.
- 5 Gebruik eventueel *Binas*. Een deel van het antwoord staat soms al in de tekst of in *Binas*.
- 6 Formuleer je antwoord.

Open vragen

Bedenk bij open vragen het volgende:

- Als je voor een open vraag 1 punt kunt halen, kun je deze vraag ook in één zin beantwoorden.
- Als je voor een open vraag 2 punten kunt halen, dien je deze in (minimaal) twee zinnen te beantwoorden.

Meerkeuzevragen

Bedenk bij meerkeuzevragen het volgende:

- Lees eerst de vraag en leg een kladblaadje over de antwoordopties, zodat je deze niet kunt lezen. Als je de antwoordopties meteen leest, kan dat twijfel oproepen.
- Bedenk het antwoord (volg hierbij punt 1 tot en met 6 bij ‘Vragen beantwoorden – algemeen’) en kijk dan pas of dat antwoord ook wordt genoemd.
- Als je bij punt 6 bent en het antwoord niet weet, kijk dan naar de antwoorden. Streep de antwoorden weg die volgens jou niet goed zijn.

- Kies nu uit de overgebleven antwoorden het juiste antwoord.
- Noteer je antwoord op een meerkeuzevraag altijd met een hoofdletter.
- Als je een antwoord op een meerkeuzevraag hebt gegeven maar later gaat twijfelen, verbeter dan het antwoord niet. Je intuïtie is vaak juist.
- Verbeter alleen als je zeker weet dat jouw eerste antwoord fout was. Meestal is de eerste keuze de juiste.
- Het kan soms gebeuren dat je bij een rijtje meerkeuzevragen steeds dezelfde letter als antwoord hebt moeten geven. Ga hierdoor niet twijfelen.

Tips bij verschillende typen vragen

Grafiek tekenen

- Bedenk bij het maken van grafieken dat je de assen benoemt met de juiste grootheden en eenheden.
- Zet de afhankelijke variabele op de y -as en de onafhankelijke variabele op de x -as.
- Een lijn teken je altijd met potlood.

Grafieken aflezen

- Let goed op de informatie op de x -as en y -as, de legenda en de titel van de grafiek. Zo mis je geen belangrijke informatie.
- Een voorbeeld van een vraag over het aflezen van een grafiek vind je in de Examentrainer bij 4 havo thema 6, vraag 9 (Slapen en geheugen).

Onderzoek

- Onderzoeken kun je op verschillende manieren opzetten. Waar je in elk geval aan moet denken, is dat bij veel onderzoeken gebruik wordt gemaakt van (minimaal) twee groepen, met voldoende organismen per groep. De ene groep is de controlegroep en de andere de experimentgroep (waarbij één omstandigheid varieert met de controlegroep). De overige omstandigheden zijn gelijk.
- Een voorbeeld van een onderzoeksraag vind je in de Examentrainer bij 4 havo thema 3, vraag 2 (Nieuwe appels).

Stambomen en andere erfelijkheidsvraagstukken

- Vat de tekst tijdens het lezen zo veel mogelijk samen op een kladblaadje of op de stamboom op je examenblad.
- Noteer welke eigenschap dominant en welke recessief is en of de eigenschap autosomaal of X-chromosomaal overerft.
- Een voorbeeld van een erfelijkheidsvraagstuk vind je in de Examentrainer bij 4 havo thema 4, vraag 8 (Taaislijmziekte).

Gebruik van *Binas*

- Door je *Binas* goed te gebruiken, kun je veel informatie opzoeken. Je hoeft dus niet alle informatie uit je hoofd te leren.
- Een voorbeeld van een vraag waarbij je je *Binas* kunt gebruiken, vind je in de Examentrainer bij 5 havo thema 3, vraag 4 (Een zee van stikstof).

Oorzaak en gevolg

- Bij een vraag naar oorzaak en gevolg onderstreep je in de vraag de (twee) kernbegrippen. Eerst leg je het eerste begrip uit, daarna beschrijf je het verband met het tweede begrip.
- Een voorbeeld van een vraag naar oorzaak en gevolg vind je in de Examentrainer bij 4 havo thema 5, vraag 13 (Harige fossielen).

Voedselwebben tekenen

Zorg er bij voedselwebben voor dat je:

- de juiste organismen noemt en die op de juiste manier door pijlen met elkaar verbindt (de richting van de pijl geeft de energiestroom aan; de pijl betekent 'wordt gegeten door');
- alle soorten organismen gescheiden weergeeft (dus niet bijvoorbeeld alle planten als één groep weergeven).

In dit overzicht worden belangrijke onderwerpen uit de biologie behandeld vanuit verschillende organisatie niveaus (molecuul, cel, orgaan, organisme, populatie, ecosysteem, systeem aarde). Zo leer je de samenhang kennen tussen verschillende biologische begrippen en processen.

Dit overzicht behandelt niet alle examenstof. Deze stof kun je vinden in de samenvattingen van dit zakboek.

1 Cellen, de basis van het leven

De cel

Alle organismen zijn opgebouwd uit een of meer cellen. Cellen zijn biologische eenheden die levensverschijnselen vertonen. Alles wat organismen doen, is gebaseerd op de activiteit van cellen.

Cellen kun je vergelijken met chemische fabriekjes waar duizenden chemische reacties plaatsvinden. Zo kunnen bijvoorbeeld koolhydraten worden omgezet in vetten, of eiwitten in koolhydraten. Deze processen worden ook wel stofwisselingsprocessen genoemd, omdat de ene stof wordt omgezet in een andere stof.

Er zijn twee typen stofwisselingsprocessen: assimilatieprocessen en dissimilatieprocessen. Beide processen vinden continu plaats in de cel.

Bij assimilatie worden organische moleculen opgebouwd uit kleinere (an)organische stoffen. De opgebouwde organische moleculen zijn nodig voor groei, vervanging en herstel, en voor de vorming van reservestoffen. Assimilatieprocessen kosten energie.

Bij dissimilatie worden organische moleculen afgebroken tot kleinere moleculen. Hierbij komt energie vrij die onder andere wordt gebruikt voor beweging en assimilatieprocessen. Ook komt er energie vrij in de vorm van warmte.

Een belangrijk dissimilatieproces is de afbraak van glucose. Glucose kan worden afgebroken tot koolstofdioxide, water en energie. Deze afbraak kan plaatsvinden met zuurstof (aerobe verbranding) of zonder zuurstof (anaerobe gisting). Verbranding levert meer energie op dan gisting.

Enzymen en andere eiwitten

Eiwitten spelen een belangrijke rol binnen de cel en tussen cellen. Eiwitten zorgen voor structuur (cytoskelet, celmembraan), transport (hemoglobine, porie-eiwitten) en communicatie (hormonen, neurotransmitters). Daarnaast spelen eiwitten een rol bij biochemische omzettingen (enzymen).

Enzymen zijn eiwitten die chemische reacties in cellen versnellen zonder dat zij zelf worden verbruikt. Er vinden honderden verschillende chemische processen plaats in een organisme en elk van die processen wordt uitgevoerd door een specifiek enzym.

Enzymen hebben een optimumtemperatuur en optimum-pH. Bij een temperatuur lager dan het optimum zetten enzymen het substraat minder snel om. Boven de optimumtemperatuur

denatureren enzymen, waardoor de omzettsnelheid weer afneemt. Door deze eigenschap van enzymen groeien planten bijvoorbeeld minder snel bij een lage temperatuur, en zijn koudbloedige dieren zoals kikkers trager in het voorjaar dan in de zomer.

In een organisme komen enzymen met verschillende optimum-pH's voor. In het verteringsstelsel van de mens komen enzymen voor met een optimum-pH van 6-7 (mond), 1-2 (maag) en 6-8 (darmen).

Soorten cellen

Veel organismen zijn eencellig. Meer complexe organismen, zoals planten en dieren, zijn meercellig. Hun lichamen bestaan uit veel gespecialiseerde cellen die samenwerken.

Aan de basis van gespecialiseerde cellen staan stamcellen. Afhankelijk van de omstandigheden vormen ze bepaalde celtypen, weefsels en organen.

Hoewel er vele gespecialiseerde cellen zijn, delen alle cellen bepaalde eigenschappen. Zo is elke cel omgeven door een selectief-permeabel membraan dat de doorgang van stoffen tussen de cel en de omgeving regelt. Sommige stoffen diffunderen van een plaats met een hoge concentratie naar een plaats met een lage concentratie. Deze vorm van passief transport kost geen energie. Andere stoffen moeten actief in de cel worden opgenomen of uitgescheiden. Actief transport kost wel energie.

Daarnaast gebruikt elke cel met een kern de genetische informatie in het DNA voor het maken van eiwitten.

Celdeling

Cellen zijn biologische eenheden die zich kunnen reproduceren. Dit is nodig zodat organismen kunnen groeien of beschadigde delen kunnen herstellen.

Voordat een cel zich deelt, vindt er eerst DNA-replicatie plaats. Daarna volgt de deling van de kern (mitose) gevolgd door de celdeling. Tot slot snoert de cel tussen de kernen in en ontstaan er twee nieuwe cellen: de moedercel en de identieke dochtercel.

Na de celdeling wordt er nieuw cytoplasma en worden organellen gevormd. Vervolgens vindt er opnieuw replicatie en mitose plaats. Dit proces van replicatie, deling en groei tot aan de volgende replicatie wordt ook wel celcyclus genoemd.

2 DNA en erfelijkheid

Voortplanting

In de natuur bestaan twee typen voortplanting: geslachtelijk en ongeslachtelijk. Bijna alle planten kunnen zich op beide manieren voortplanten. Bij ongeslachtelijke voortplanting worden dezelfde genen doorgegeven. Dit is vooral gunstig voor de soort onder gelijkblijvende omstandigheden.

Geslachtelijke voortplanting leidt tot recombinatie, waardoor het nageslacht genetisch verschilt van de ouders. Dit is vooral gunstig onder veranderende milieuomstandigheden, omdat soorten zich dan sneller kunnen aanpassen.

Veel dieren kunnen zich, net als de mens, alleen maar geslachtelijk voortplanten.

Chromosomen en genen

Elk mens ontstaat uit een eicel en een zaadcel. Beide geslachtscellen bevatten elk 23 chromosomen met DNA. Bij voortplanting komen deze chromosomen bij elkaar en zo ontstaat een nieuwe mens met unieke genetische eigenschappen.

Het erfelijk materiaal van de mens bestaat uit 23 paar chromosomen (DNA-moleculen). De chromosomen bestaan uit verschillende genen. Elk gen codeert voor één erfelijke eigenschap. Het gen bestaat uit een afgebakend stuk chromosoom, dat de informatie bevat voor de aanmaak van een of meer eiwitten.

In lichaamscellen komen chromosomen voor in paren en ligt de informatie voor een erfelijke eigenschap in een genenpaar. Een van de genen van een genenpaar wordt ook wel een allel genoemd. Bij twee gelijke allelen spreekt men van homozygoot, bij twee ongelijke genen van heterozygoot.

Van DNA tot eiwit

Elk chromosoom (DNA-molecuul) is opgebouwd uit vier verschillende stikstofbasen (nucleotiden). De volgorde van deze vier nucleotiden in het DNA bepaalt de code voor erfelijke informatie.

Voor de aanmaak van eiwitten wordt langs het gen een mRNA-molecuul gemaakt. mRNA bestaat uit een lange reeks van codons. Een codon codeert voor één aminozuur (onderdeel van een eiwit). Met de genetische code kan de nucleotidevolgorde van mRNA worden vertaald naar de aminozuurvolgorde van het bijbehorende eiwit.

De nucleotidevolgorde van mRNA wordt door een ribosoom aangelezen en vertaald in een eiwit. Hierbij koppelt het ribosoom de aminozuren aan elkaar tot een eiwit. Er zijn twintig verschillende aminozuren.

Eiwitten kunnen honderden tot duizenden aminozuren lang zijn. Doordat de aminozuurvolgorde en lengte van elk type eiwit verschillend zijn, verschillen deze in eigenschappen. Het startcodon AUG, dat codeert voor methionine, is het begin van elke aminozuurketen. De eiwitsynthese stopt wanneer een ribosoom een stopcodon bereikt. De functie van eiwitten wordt bepaald door de aminozuurvolgorde en de ruimtelijke structuur.

Genexpressie

Elke cel van ons lichaam bevat hetzelfde DNA, maar een cel maakt slechts een klein aantal eiwitten.

Genen kunnen onder bepaalde omstandigheden worden aan- of uitgezet (genregulatie).

Wanneer een gen aanstaat, wordt de informatie van het DNA via het RNA en de ribosomen omgezet in een eiwit (genexpressie).

Het reguleren van de genexpressie maakt het voor cellen mogelijk om verschillende eiwitten (bijvoorbeeld enzymen) te produceren op het moment dat de cel ze nodig heeft. De genexpressie in een cel hangt af van de milieufactoren en de celfunctie. Soms wordt de invloed van het milieu op genexpressie overgedragen, zonder dat daarbij het DNA verandert. Dit wordt bestudeerd in het vakgebied epigenetica.

Mutaties en tumoren

Mutaties zijn veranderingen in de nucleotidevolgorde van het DNA, waardoor een RNA-molecuul wordt gevormd met een wijziging.

Er zijn verschillende typen mutaties. Een puntmutatie is een verandering in één nucleotidepaar. Bij een genoommutatie verandert het aantal chromosomen in een cel, zoals bij het syndroom van Down.

Mutaties kunnen spontaan plaatsvinden of worden veroorzaakt door mutagene stoffen of mutagene straling (radioactieve straling, uv-straling of röntgenstraling).

Het effect van mutaties is groot in geslachtscellen, in een bevruchte eicel of in een cel van een embryo. Mutaties in lichaamscellen hebben over het algemeen geen merkbare gevolgen.

Mutaties leiden vaak tot een verandering in vorm en functie van het eiwit. Daardoor kunnen bijvoorbeeld bepaalde stofwisselingsprocessen niet meer (goed) verlopen.

Mutaties leiden niet tot merkbare gevolgen als een mutatie heeft plaatsgevonden in een uitgeschakeld gen, of als het triplet met de veranderde base nog steeds voor hetzelfde aminozuur codeert. Daarnaast heeft een mutatie in een eiwit geen gevolgen als de mutatie gebeurt op een voor de werking onbelangrijke plaats.

Mutaties in lichaamscellen kunnen soms leiden tot tumoren (gezwellen). Een goedaardige tumor is een tumor die de bouw van het weefsel niet verstoort en waarvan er geen cellen loslaten die elders uitzaaiingen veroorzaken. Kwaadaardige tumoren (kanker) delen sneller dan goedaardig tumoren. Ze verstoren de bouw van het weefsel en veroorzaken uitzaaiingen (metastase). Naarmate de cel ouder is, neemt de kans op mutaties toe.

Mutaties kunnen echter ook een positief effect hebben op de overlevingskans van het organisme. Ze spelen zo een belangrijke rol bij de evolutie. Door opeenvolgingen van mutaties, recombinatie en natuurlijke selectie kunnen nieuwe soorten ontstaan.

DNA-modificatie

Met onze huidige kennis kunnen wetenschappers de erfelijke eigenschappen van organismen wijzigen. Hierdoor krijgt een organisme eigenschappen die het van nature niet bezit. Dit heet genetische modificatie.

Een voorbeeld van genetische modificatie is de recombinant-DNA-techniek. Hierbij wordt een gen van een bepaald organisme ingebracht in een ander organisme, vaak een bacterie. Dit kan doordat alle organismen dezelfde nucleotiden in het DNA hebben. Bacteriën met recombinant-DNA produceren eiwitten die kunnen worden gebruikt voor specifieke doeleinden, bijvoorbeeld om medicijnen te maken.

Organismen waarbij het DNA is veranderd, heten transgeen of genetisch gemodificeerd organisme.

3 Organismen

Homeostase

De cellen van je lichaam zijn gegroepeerd in weefsels en organen. Elk orgaan in het lichaam heeft zijn eigen functie(s). Zo zorgen de organen van het verteringsstelsel, zoals maag en dikke darm, ervoor dat voedingsstoffen worden opgenomen. De longen zorgen voor aanvoer van zuurstof en afvoer van koolstofdioxide.

Alle cellen in weefsels en organen hebben een continue stroom aan voedingsstoffen en zuurstof nodig. Daarnaast produceren ze afvalstoffen en warmte die moeten worden afgevoerd. Dit gebeurt met extracellulaire lichaamsvloeistoffen, zoals weefselvloeistof en bloed in de bloedvaten. Dankzij deze vloeistoffen krijgen cellen de stoffen die ze nodig hebben en worden de afvalstoffen afgevoerd.

Het is voor cellen van levensbelang dat al deze stoffen voortdurend worden aangevoerd en afgevoerd. Hersencellen bijvoorbeeld gaan dood als ze slechts enkele minuten geen zuurstof krijgen. Een verandering van de lichaamstemperatuur en pH kan de enzymwerking verstören, terwijl een verlaging van de koolstofdioxidespanning kan leiden tot hyperventilatie.

Lichaamscellen functioneren daarom het best, wanneer het inwendige milieu van de mens zo veel mogelijk constant wordt gehouden. Dit wordt ook wel homeostase genoemd.

Voor het reguleren van de homeostase worden waarden zoals temperatuur, de hoeveelheid glucose en koolstofdioxide in het bloed en de zuurgraad gemeten en vergeleken met de normwaarde. Hiervoor zijn het zintuigstelsel, autonome zenuwstelsel en hormoonstelsel verantwoordelijk.

Het handhaven van homeostase vindt meestal plaats door regelkringen met negatieve terugkoppeling, een controlemechanisme waarbij waarden op het juiste niveau worden gehouden. Hierdoor ontstaat een dynamisch evenwicht.

Verteringsstelsel

Het verteringsstelsel is een belangrijk orgaanstelsel waarmee het organisme voedsel kan opnemen. Dieren eten voedsel om zowel organische moleculen als mineralen binnen te krijgen. Sommige organische moleculen kan het menselijk lichaam niet zelf maken en deze moeten daarom in het voedsel voorkomen. Tot deze groep van essentiële voedingsstoffen behoren sommige aminozuren, vetzuren, vitamines en mineralen.

Voor de mens is het doel van verteren om voedsel zo klein te maken dat het door de darmwand kan worden opgenomen. Voedsel komt via de mond het verteringsstelsel binnen en wordt daar door kiezen tot kleine stukjes vermalen. Daardoor neemt het oppervlak van het voedsel toe en kan het voedsel beter door enzymen uit het speeksel, de maag, de alvleesklier en de dunne darm worden verteerd. De maag produceert daarnaast ook maagzuur, dat de meeste bacteriën uit het voedsel doodt. In de twaalfvingerige darm wordt onder andere gal aan de voedselbijt toegevoegd om vetten te emulgeren. Hierdoor neemt het oppervlak van vetten toe, waardoor enzymen beter bij het vet kunnen en het daardoor sneller wordt afgebroken.

De dunne darm heeft een groot oppervlak door een sterke plooiing. Hierdoor is de resorptie van voedingsstoffen groot. Resorptie is niet alleen een actief proces, maar kan ook selectief plaatsvinden. In de dikke darm wordt water geresorbeerd en vindt de productie van vitamine K door bacteriën plaats.

De onverteerde voedselbij verlaat samen met veel darmbacteriën via de anus het verteringsstelsel.

Uitscheidingsorganen

Om de homeostase in stand te houden, worden stoffen uit je bloed verwijderd en buiten je lichaam gebracht. Zo scheidt de lever gal en ureum uit. De longen scheiden koolstofdioxide en water uit. De nieren scheiden onder andere water, ureum en mineralen uit, waardoor ze een belangrijke rol spelen in het handhaven van de osmotische waarde van het interne milieu. De huid scheidt mineralen en water uit, waardoor deze een belangrijke rol speelt in het handhaven van een constante lichaamstemperatuur.

Bloed

De aanvoer van stoffen naar en de afvoer van stoffen uit de cellen in het menselijk lichaam worden verzorgd door hart en bloedvaten. De gesloten dubbele bloedsomloop bij mensen transporteert glucose vanuit de lever en spieren, en zuurstof vanuit de longen naar de cellen toe. Water en afvalstoffen van cellen passeren de nieren en longen en kunnen daar worden uitgescheiden.

Bloed bestaat uit verschillende componenten. Bloedplasma transporteert onder andere voedingsstoffen, afvalstoffen en hormonen. De witte bloedcellen spelen een belangrijke rol bij de afweer, en bloedplaatjes spelen een rol bij bloedstolling.

Rode bloedcellen vervoeren zuurstof en koolstofdioxide via het eiwit hemoglobine. In hemoglobine zit ijzer dat zuurstof bindt. IJzergenbrek kan daardoor leiden tot vermoeidheid-verschijnselen, doordat het bloed te weinig zuurstof vervoert naar de cellen. Hierdoor kunnen cellen minder energie vrijmaken.

De bloedvaten

Het hart pompt het bloed via slagaders naar de organen. Omdat de druk hoog is, zijn de slagaders dik, stevig en elastisch. In organen vertakken de slagaders zich in steeds fijner bloedvaten. De hoeveelheid bloed die door een weefsel of orgaan stroomt, kan in deze fijneren bloedvaten worden geregeld.

De slagaders vertakken zich uiteindelijk tot haarvaten, waarvan de wand uit één cellaag bestaat. De bloeddruk zorgt ervoor dat vocht met stoffen de haarvaten verlaten en als weefselvloeistof cellen voorzien van voedingsstoffen en zuurstof. In de haarvaten stroomt het bloed langzaam en wordt zuurstof losgekoppeld van hemoglobine. De zuurstofmoleculen diffunderen via de weefselvloeistof naar de cellen.

Bij dissimilatie in de cellen ontstaat koolstofdioxide dat via de weefselvloeistof naar het bloed in de haarvaten diffundeert. Daarnaast wordt weefselvloeistof met daarin afvalstoffen via osmotische druk weer opgenomen in de haarvaten of het lymfesysteem.

Haarvaten herenigen zich tot aders. Hierdoor stroomt het bloed terug naar het hart. De wanden van aders zijn dunner en minder elastisch dan die van slagaders. De bloeddruk is lager en in veel aders bevinden zich kleppen die het bloed in één richting doorlaten.

De poortader is een bijzondereader, omdat deze niet van de darmen rechtstreeks naar het hart toe gaat, maar naar de lever. Doordat in de darmwand resorptie van voedingsstoffen plaatsvindt, kan de samenstelling van het bloed in de poortader sterk variëren.

Een teveel aan glucose wordt in de lever omgezet in glycogeen. Hierbij speelt het hormoon insuline een belangrijke rol. Bij een laag glucosegehalte van het bloed wordt glucagon afgewezen waardoor glycogeen weer wordt omgezet in glucose die aan het bloed wordt afgewezen. Het bloed transporteert de hormonen van de alvleesklier die deze processen regelen. De lever en de alvleesklier vervullen zo een belangrijke functie in het constant houden van de glucosepiegel.

Afweer

De huid is het grootste orgaan van de mens. De huid beschermt het lichaam tegen beschadiging, binnendringing van ziekteverwekkers en beschadiging van DNA door ultraviolette straling, uitdroging en oververhitting.

Het immuunsysteem beschermt het lichaam tegen binnengedrongen ziekteverwekkers.

Het immuunsysteem kent twee vormen van afweer: aspecifieke en specifieke afweer. Bij de aspecifieke afweer fagocyteren granulocyten en macrofagen binnengedrongen ziekteverwekkers. De macrofaag wordt in dit geval een antigen-presenteerende cel.

Bij de specifieke afweer wordt er afweer tegen een specifieke ziekteverwekker opgebouwd. Hierbij biedt de antigen-presenteerende cel het antigen van de ziekteverwekker aan een T- en B-lymfocyt aan. De T- en B-lymfocyt worden hierbij geactiveerd. Sommige geactiveerde T-cellen ruimen geïnfecteerde cellen op en andere ontwikkelen zich tot T-geheugencellen (cellulaire afweer). Geactiveerde B-cellen vormen antistoffen en andere ontwikkelen zich tot B-geheugencellen (humorale afweer) tegen de specifieke binnendringer.

T- en B-geheugencellen worden direct geactiveerd bij een volgende infectie met dezelfde ziekteverwekker, waardoor je immuun voor de ziekte bent geworden (natuurlijke immuniteit). Actieve immunisatie (kunstmatige immuniteit) wordt verkregen met een vaccin en passieve immunisatie met een antistof.

Afstotingsverschijnselen bij transplantatie worden voornamelijk veroorzaakt door geactiveerde T-cellen.

Waarnemen

Zintuigcellen zetten prikkels om in impulsen. Voorbeelden van zintuigcellen zijn lichtreceptoren in de ogen, waarmee je kunt zien, en smaakreceptoren in de tong, waarmee je kunt proeven.

Dankzij de zintuigcellen kunnen we onze omgeving waarnemen. Als je bijvoorbeeld een warme pan vasthouwt, wordt deze prikkel door pijnzintuigcellen omgezet in impulsen. Deze impulsen worden via de sensorische zenuwcellen naar de hersenen gestuurd. In de hersenen wordt deze informatie in de sensorische schors geïnterpreteerd als pijn. Je hersenen sturen

vervolgens vanuit de motorische schors impulsen naar motorische zenuwcellen die je spieren van de vingers controleren, waardoor je de pan loslaat.

Als je echter een heel hete pan vasthoudt, wordt de prikkel ook omgezet in een impuls, maar gaat deze via het ruggenmerg direct naar je spieren van de vingers, waardoor je in een reflex de pan loslaat. Een fractie van een seconde later voel je de intense pijn. De impuls is nu gearriveerd in de sensorische schors van je hersenen. Als je vervolgens een pijnstiller inneemt, worden de impulsen bij de synaptische spleet geblokkeerd. Je neemt dan geen pijn meer waar.

Als je met een elektrode de impulsen van de sensorische zenuw in beide gevallen zou meten, dan zou in de situatie met de heel hete pan de frequentie van de impulsen hoger zijn dan in de situatie met de warme pan. De amplitude van de impulsen zou gelijk zijn.

Gedrag

Het zenuwstelsel, zintuigstelsel en hormoonstelsel zijn onmisbaar voor het gedrag van mens en dier. Door hun gedrag kunnen mensen en andere organismen hun overlevingskansen en voortplantingssucces vergroten.

Bij de meeste handelingen reageert een dier of mens op prikkels. Prikkels zijn invloeden uit het milieu op een organisme. In zintuigcellen ontstaan onder invloed van deze prikkels impulsen. Zenuwcellen geleiden en verwerken impulsen. De reactie van een dier op prikkels wordt de respons genoemd.

Een sleutelprikkel is een prikkel die een doorslaggevende rol speelt bij het veroorzaken van het gedrag. Een supranormale prikkel is een kunstmatige prikkel die een sterker gedrag opwekt dan de natuurlijke sleutelprikkel.

Gedrag wordt bepaald door verschillende leerprocessen en door erfelijke factoren (aangeboren gedrag of instinct). Aangeboren gedrag heeft als voordeel dat dieren al vanaf de geboorte het passend gedrag kunnen vertonen, bijvoorbeeld een pasgeboren vogel die zich verstoppt voor een vos. Leerprocessen zorgen ervoor dat dieren en mensen zich kunnen aanpassen aan veranderende omstandigheden. Daardoor vertonen ze beter aangepast gedrag, wat de overlevingskansen doet toenemen.

Zelfregulatie, zelforganisatie en emergente eigenschappen

Biologische eenheden zoals organismen en cellen zijn in staat om zichzelf in stand te houden door zelfregulatie. Zelfregulatie vindt bijvoorbeeld plaats door herstel van schade en door verdediging tegen indringers en schadelijke stoffen. Om in leven te blijven, moeten organismen ademhalen, zich voeden en zich aanpassen aan hun omgeving. Dieren moeten zich verplaatsen om te overleven. Zelfregulatie komt ook tot stand door hormonen, door zenuwen, door zintuigen en via transport van stoffen.

Complexe zelfregulatie wordt mogelijk doordat biologische eenheden zichzelf organiseren. Door deze zelforganisatie zijn biologische eenheden in staat zichzelf te organiseren tot ‘biologische eenheden van een hogere orde’. Daardoor ontstaan er nieuwe structuren: cellen kunnen zich bijvoorbeeld organiseren tot een weefsel (nieuwe structuur) en weefsels tot een

orgaan (nieuwe structuur). Met deze nieuwe structuren ontstaan emergente eigenschappen, die op een lager niveau niet te zien zijn. Een bloedvatenstelsel (organenstelsel) bijvoorbeeld kan bloed rondpompen, een bloedcel (cel) of bloedvat (orgaan) kan dat niet.

4 De aarde als levend systeem

Populaties

Op een hoger organisatie niveau kun je organismen bestuderen op het niveau van populaties. Een populatie is een groep individuen van één soort die zich in een bepaald gebied voortplanten.

Tussen de individuen van deze populatie bestaat er coöperatie en competitie (concurrentie). Bij competitie gaat het bijvoorbeeld om voedsel of om het vinden van een partner voor de voortplanting. Bij coöperatie kunnen organismen van elkaar aanwezigheid profiteren door bijvoorbeeld samen naar voedsel te zoeken of elkaar te waarschuwen voor roofdieren.

Gedrag wordt bij veel dieren en mensen sterk beïnvloed door soortgenoten. Het gedrag van soortgenoten ten opzichte van elkaar wordt sociaal gedrag genoemd. Tot sociaal gedrag behoort onder andere gedrag dat de functie heeft om de rangorde binnen groepen vast te stellen. Ook speelt sociaal gedrag een rol bij de taakverdeling binnen groepen: wie verzorgt de kinderen, wie bewaakt het territorium?

Samenleven in een groep vergroot de kans om te overleven, doordat het de kans op het vinden van voedsel vergroot, bescherming geeft en de kans op voortplanting vergroot.

Net als de gehele natuur zijn ook populaties aan verandering onderhevig. Ze kunnen groeien of krimpen. De verandering van populatiedichtheid wordt onder andere beïnvloed door predatie, parasitisme, ziekte en voedselconcurrentie. Deze worden via negatieve terugkopeling beïnvloed met als resultaat een biologisch evenwicht. Ook abiotische factoren hebben invloed op de populatiedichtheid. Bij langdurige droogte kan bijvoorbeeld een plas droogvallen, waardoor een populatie snoeken uitsterft.

Veranderingen in de populatiedichtheid kunnen worden geanalyseerd door bepaling van vier grootheden: het geboortecijfer, het sterftecijfer, de immigratie en de emigratie.

Ecosystemen

Het ecosysteem is een van de hoogste (organisatie)niveaus om de biologie te bestuderen. Een ecosysteem is een begrensd gebied met daarin de wisselwerking tussen organismen en de abiotische omgeving. Bekende voorbeelden van ecosystemen zijn bossen, graslanden en koraalriffen.

Ecosystemen bestaan uit verschillende soorten en populaties. Tussen populaties vindt er competitie plaats om de beschikbare hoeveelheid voedsel, ruimte of licht.

Tussen verschillende soorten vindt interactie plaats. Als individuen van verschillende soorten langdurig samenleven, heet dit symbiose.

Er zijn drie vormen van symbiose: mutualisme, commensalisme en parasitisme. Bij mutualisme hebben beide organismen voordeel. Bij commensalisme heeft slechts het ene individu

voordeel en het andere individu geen voor- of nadeel. Bij parasitisme heeft het ene individu voordeel en het andere individu nadeel.

In een ecosysteem lopen meerdere voedselketens door elkaar heen. Dit wordt een voedselweb of voedselnet genoemd. Voedselketens beginnen met autotrofe organismen (voornamelijk planten), die producenten worden genoemd. De volgende schakels zijn heterotrofe organismen (dieren), die consumenten worden genoemd. Tot slot breken reducenten (bacteriën, schimmels) dode resten af tot anorganische stoffen die door producenten weer worden opgenomen.

In een piramide van biomassa wordt weergegeven wat er aan stoffen en energie in elk trofisch niveau in een ecosysteem binnenkomt en wat eruit gaat. Een deel van de biomassa (chemische energie) wordt doorgegeven aan het volgende trofische niveau. Een ander deel van de biomassa wordt verbruikt bij verbranding, verdwijnt via de ontlasting of gaat verloren doordat het afsterft en vergaat.

Ecosystemen veranderen voortdurend. Successie is de verandering van de soortensamenstelling van een levensgemeenschap, waardoor de levensgemeenschap geleidelijk overgaat in een andere. Successie begint met een pionierecosysteem en eindigt met een climaxecosysteem. Neem bijvoorbeeld een plas die langzaam dichtgroeit met waterplanten, en ten slotte overgaat in een moerasbos.

Tijdens successie is in het ecosysteem de productie van nieuwe weefsels groter dan de afbraak van weefsels. Hierdoor neemt de biomassa toe. Tijdens successie neemt de diversiteit aan soorten in een ecosysteem toe en begint de vegetatie gelaagdheid te vertonen. In het climaxecosysteem bereikt de biodiversiteit zijn maximale waarde. Voorbeelden hiervan zijn het tropisch regenwoud en het koraalrif.

Mens en milieu

Ook mensen leven intensief samen met de natuur. Vanuit menselijk perspectief heet deze leefomgeving 'het milieu'. Omdat er zoveel mensen op aarde wonen, beïnvloeden we inmiddels het milieu waarin we leven.

De mens gebruikt het milieu onder andere voor de productie van voedsel. Voor de verbouw van gewassen zijn naast water en koolstofdioxide ook meststoffen nodig. In meststoffen zit onder andere nitraat (stikstofbron), fosfaat (fosforbron) en zwavel, die de plant nodig heeft om te groeien. Doordat een land- of tuinbouwer bij elke oogst planten met daarin de mineralen van het land haalt, moet hij elk seizoen het land opnieuw aanvullen door het te bemesten met mineralen.

Overbemesting kan leiden tot een toename van mineralen in het oppervlaktewater (eutrofiëring of vermeting). Door eutrofiëring kan waterbloei ontstaan. Bij dit verschijnsel breiden sommige soorten waterplanten (kroos, algen) zich enorm uit door toedoen van nitraat en fosfaat. Deze waterbloei zorgt voor minder licht in het water, waardoor veel waterplanten die onder water leven afsterven. Tijdens de afbraak van dit materiaal wordt er veel zuurstof verbruikt, waardoor in het water zuurstofgebrek ontstaat en veel dieren sterven. Dit leidt tot nog meer organisch afval en een sloot of meer waarin vrijwel geen leven meer voorkomt.

Grote stukken land met gewassen en monoculturen zijn gevoelig voor plagen. Plagen worden bestreden met chemische bestrijdingsmiddelen of biologische bestrijdingsmiddelen. Het voordeel van een chemisch bestrijdingsmiddel is dat het snel inzetbaar is en meteen resultaat levert. Nadelen zijn dat het niet-soortspecifiek is en leidt tot accumulatie en persistentie. Biologische bestrijdingsmiddelen hebben als voordeel dat ze niet leiden tot accumulatie of persistentie en dat ze soortspecifiek zijn. Als nadeel geldt dat het een tijd duurt voordat ze efficiënt de plaag stoppen.

De atmosfeer

Naast de bodem en het water vormt de atmosfeer een belangrijk onderdeel van het abiotische milieu. In de atmosfeer komen verschillende gassen voor die een belangrijke rol spelen in het leven op aarde. Neem bijvoorbeeld de zuurstof die we kunnen inademen.

In de atmosfeer komen van nature broeikasgassen voor zoals koolstofdioxide, waterdamp en methaan. Hierdoor is de gemiddelde temperatuur op aarde geen -18°C , maar $+15^{\circ}\text{C}$. Dankzij broeikasgassen is er veel meer leven op aarde mogelijk.

Door menselijke activiteiten, zoals autorijden, komen er echter steeds meer broeikasgassen in de atmosfeer terecht. De meeste wetenschappers denken dat door deze extra broeikasgassen de gemiddelde temperatuur op aarde stijgt. Door de temperatuurstijging zal een deel van het poolijs smelten en de zeespiegel stijgen. Ook zal het klimaat wisselvalliger worden. Dit kan van invloed zijn op de voedselvoorziening.

Kringlopen

Sinds het ontstaan van de aarde hebben onvoorstelbare aantallen organismen op aarde geleefd en zijn ze doodgegaan. Deze organismen hebben gedurende hun gehele leven stoffen van de aarde opgenomen om te kunnen leven. Van al deze stoffen komen de elementen waterstof, zuurstof, koolstof en stikstof het meest voor in organismen. Als een organisme sterft, gaat geen van deze elementen verloren, doordat elk van die elementen een kringloop ondergaat. Op die manier vormt de aarde één groot dynamisch systeem, waarin alle elementen onderling in interactie zijn.

Voorbeelden van kringlopen zijn de koolstofkringloop en de stikstofkringloop. Kringlopen van andere elementen zoals fosfor, zwavel, kalium of ijzer beginnen ook steeds met de opname van mineralen uit de bodem en de binding daarvan aan een organisch molecuul.

De koolstofkringloop

Koolstof komt in de lucht voor als koolstofdioxide. Via fotosynthese vormen planten hieruit glucose. Koolstof is dus vanuit een abiotische omgeving als anorganische stof opgenomen in een biotische omgeving en omgezet in een organische stof. Het kan door planten ook worden omgezet in andere organische stoffen, waaronder koolhydraten, vetten en eiwitten. Koolstof bevindt zich dan in deze moleculen.

Als planten worden gegeten, komen de organische stoffen (en dus koolstof) in heterotrofe organismen terecht. Deze koolstof kan vervolgens worden omgezet in andere organische stoffen, of via dissimilatie aan de lucht afgegeven als koolstofdioxide. Ook verlaat een deel het lichaam als uitwerpselen.

Als organismen doodgaan of lichaamsdelen – zoals haren – verliezen, worden de organische stoffen in dit afval door afvaleters, schimmels en heterotrofe bacteriën afgebroken. Hierbij komt koolstofdioxide vrij dat wordt afgegeven aan de lucht. Autotrofe organismen kunnen dit koolstofdioxide dan weer opnemen.

De stikstofkringloop

Stikstof komt in organismen vooral voor in eiwitten en DNA. In de lucht komt stikstof als gasvormig stikstof voor, in de bodem als ammonium-, nitriet- en nitraationen.

Planten nemen het element stikstof op uit de bodem in de vorm van nitraationen. Er zijn ook vlinderbloemige planten die in hun wortels knolletjesbacteriën hebben. Deze bacteriën kunnen stikstof uit de lucht binden, zodat deze beschikbaar komt voor de plant. Bij de stikstofassimilatie worden uit deze stikstofverbindingen onder andere eiwitten gevormd. Stikstof wordt dus vanuit een abiotische omgeving als anorganische stof omgezet in een organische stof.

Als een plant door een dier wordt gegeten, worden de plantaardige eiwitten afgebroken tot aminozuren en daarna omgezet in dierlijke eiwitten. Een ander deel wordt in het dier gedissimileerd, waarbij ammoniak vrijkomt. Bij mensen wordt ammoniak omgezet in ureum en uitgescheiden met urine.

Rottingsbacteriën zetten de afbraakproducten van eiwitten om in ammoniak. Ammoniak reageert met bodemwater tot ammonium. Ammoniumionen worden door nitriet- en nitraatbacteriën achtereenvolgens omgezet in nitriet- en nitraationen. Nitraationen worden door planten opgenomen.

Evolutie

Als je vanuit de ruimte kon inzoomen op de planeet Aarde en je zou de afgelopen miljarden jaren versneld als film kunnen afspelen, dan zou je de evolutie aan je voorbij zien gaan.

De eerste vier miljard jaar zou je nog geen levensvormen zien. Er leefden toen al wel eencelligen: eerst prokaryoten, waaruit zich door endosymbiose eukaryoten ontwikkelden.

Eukaryote cellen ontwikkelden zich tot meercelligen. Na de vorming van planten nam het zuurstofgehalte in het water toe. Later ontwikkelden zich dieren, die weer later het land opgingen. De drijvende kracht achter de evolutie vormt het DNA. Door mutaties in het DNA ontstaat er variatie in organismen. Het best aangepaste organisme overleeft en kan zijn genen via de voortplanting doorgeven aan de volgende generatie. Zo weet de natuur zich voortdurend aan te passen aan de veranderende omstandigheden op onze levende planeet.

1

Inleiding in de biologie



Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet in een context kunnen beschrijven wat biologie is en op welke gebieden biologie een centrale rol speelt bij enkele grote vraagstukken van de toekomst.

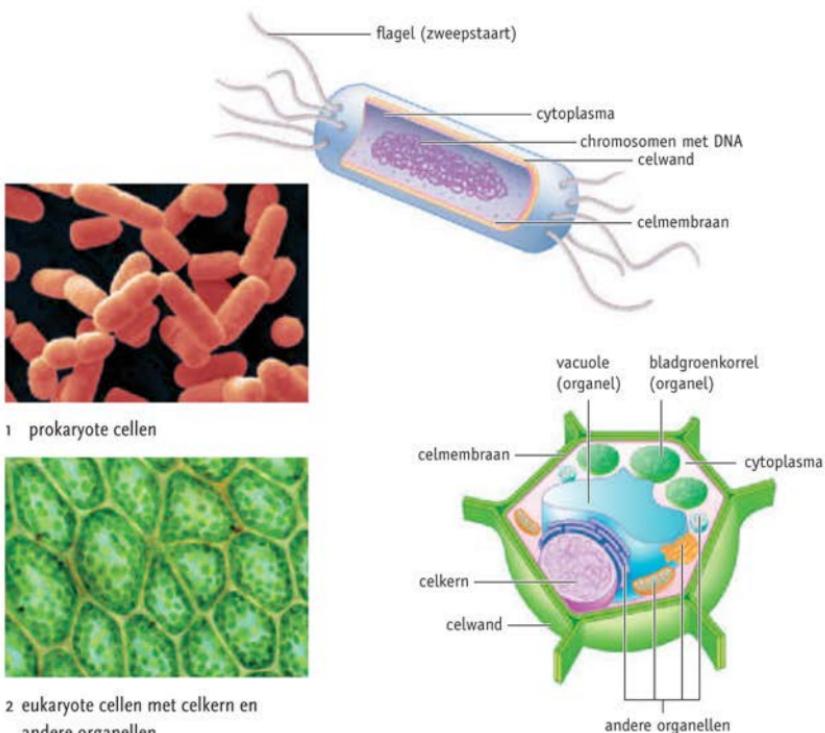
- Biologie is de studie van organismen (levende wezens).
 - Alle organismen vertonen levensverschijnselen zoals voortplanting, stofwisseling, groeien en ontwikkelen. Stofwisseling: alle chemische reacties in een organisme. Enzymen versnellen (katalyseren) de chemische reacties van stofwisselingsprocessen.
 - Als een organisme geen levensverschijnselen meer vertoont, noemen we het dood. Dingen die nooit hebben geleefd, noemen we levenloos.
- Elk organisme heeft een levensloop. De levensloop eindigt met de dood van het individu. Elke soort heeft een levenscyclus.
- Soort: organismen die zich onderling kunnen voortplanten en daarbij vruchtbare nakomelingen kunnen voortbrengen.
- Biologie speelt een belangrijke rol bij grote vraagstukken van de toekomst. Bijv. op het gebied van voeding en voedselzekerheid, gezondheid, duurzame ontwikkeling, energie en veiligheid.

DOELSTELLING 2

Je moet in een context de organisatieniveaus van de biologie kunnen benoemen en kunnen uitleggen dat op elk hoger organisatieniveau emergente eigenschappen ontstaan.

- Molecuul: moleculen zijn de bouwstenen van stoffen. Een belangrijk molecuul is bijvoorbeeld DNA dat de erfelijke informatie voor een organisme bevat.
- Cel: alle organismen bestaan uit een of meer cellen.
 - Bij prokaryote cellen ligt het DNA los in de cel.
 - Bij eukaryote cellen ligt het DNA in de celkern.
 - Een organel is een deel van een cel dat naar bouw en functie apart is te onderscheiden.
Organellen zijn meestal omgeven door een celmembraan. De celkern, bladgroenkorrels en vacuolen zijn voorbeelden van organellen. Eukaryote cellen bevatten organellen (zie afb. 1).
 - Weefsel: groep cellen met dezelfde bouw en functie.
- Orgaan: een deel van een organisme met een specifieke bouw en functie.
 - Bijv.: een blad van een plant, een paddenstoel van een schimmel, de lever van een mens.

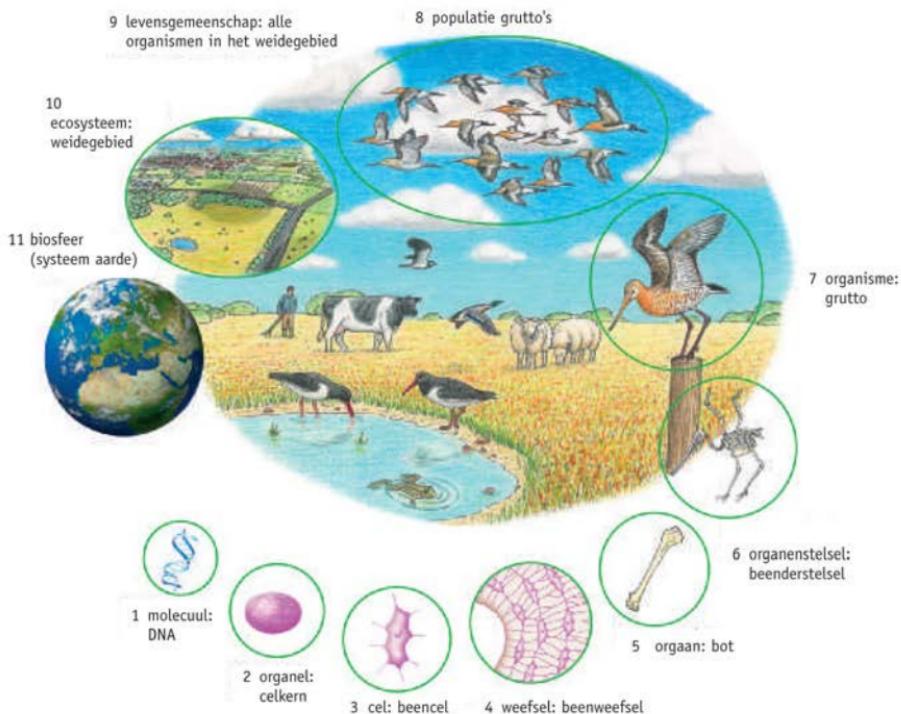
▼ Afb. 1 Celtype.



- Organenstelsels bestaan uit organen die samenwerken aan een bepaalde taak:
bijv. het spijsverteringsstelsel en het bloedvatenstelsel bij de mens en het wortelstelsel bij een plant.
- Organisme: een levend wezen (individu).
 - Complex gebouwde organismen bestaan uit verscheidene organenstelsels.
- Populatie: een groep individuen van dezelfde soort in een bepaald gebied die zich onderling voortplanten.
 - Levensgemeenschap: alle populaties die in een bepaald gebied leven.
- Ecosysteem: een min of meer begrensd gebied met bepaalde eigenschappen waarbinnen de abiotische en biotische factoren een eenheid vormen.
 - Biotische factoren: de invloeden uit de levende natuur.
 - Abiotische factoren: invloeden uit de levenloze natuur.
 - Voorbeelden van ecosystemen: een meer, een bos of een koraalrif.

- Systeem aarde (biosfeer): het geheel aan ecosystemen op aarde (zie afb. 2).

▼ Afb. 2 Organisatieniveaus van de biologie.



- Emergente eigenschappen: op elk hoger organisatieniveau verschijnen nieuwe eigenschappen. Bijv. een oog (orgaan) kan een compleet beeld vertaald in een groot aantal impulsen tegelijkertijd naar de hersenen versturen. Een zintuigcel in het oog kan dat niet.

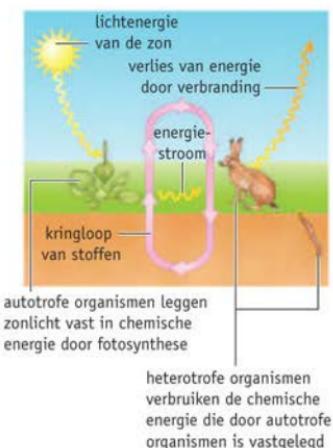
DOELSTELLING 3

Je moet in een context de hoofdthema's in de biologie kunnen herkennen en kunnen uitleggen dat deze hoofdthema's op verschillende organisatieniveaus een andere betekenis hebben.

- Zelfregulatie: biologische eenheden zoals cellen, organismen en ecosystemen zijn in staat zich te handhaven, door zelfregulatie.
 - Zelfregulatie ontstaat bijvoorbeeld door ademhaling, voeding, beweging, hormonen, zenuwen, zintuigen en transport van stoffen.

- De niveaus ecosysteem en biosfeer handhaven zich bijv. door een energiestroom en een kringloop van stoffen. Autotrofe organismen leggen daarbij zonlicht vast in chemische energie door middel van fotosynthese. Heterotrofe organismen verbruiken de chemische energie die door autotrofe organismen is vastgelegd (zie afb. 3).

▼ Afb. 3 Zelfregulatie in een ecosysteem.



- Door zelforganisatie zijn biologische eenheden in staat zichzelf te organiseren tot ‘biologische eenheden van een hogere orde’ waardoor er nieuwe structuren ontstaan met nieuwe emergente eigenschappen.
 - Bijv.: weefsels kunnen zich organiseren tot een orgaan (nieuwe structuur). Met deze nieuwe structuren ontstaan emergente eigenschappen die op een lager niveau niet te zien zijn. Een bloedvatenstelsel (organenstelsel) bijvoorbeeld kan bloed rondpompen, een bloedcel (cel) of bloedvat (orgaan) kan dat niet.
 - In de door zelforganisatie ontstane structuren van biologische eenheden is ordening waar te nemen.
 - In de geordende structuur van biologische eenheden is een verband te zien tussen vorm en functie van biologische eenheden. Bijv. de stroomlijnvorm van waterdieren.
- Interactie: biologische eenheden reageren op andere biologische eenheden en abiotische factoren. Bijv.:
 - op moleculair niveau: stofwisseling.
- Reproductie: het vermeerderen van biologische eenheden door bijv. celdeling, voortplanting van organismen of het splitsen van populaties.
- Evolutie: de ontwikkeling van het leven op aarde waarbij soorten ontstaan, veranderen en verdwijnen heeft geleid tot de huidige verscheidenheid aan soorten (biodiversiteit).

- Evolutie is gebaseerd op verscheidenheid in genotypen, natuurlijke selectie en reproductieve isolatie.
- Genetische variatie door verscheidenheid in genotypen: door geslachtelijke voortplanting en mutaties ontstaan verschillende genotypen.
- Natuurlijke selectie: de best aangepaste individuen van een soort overleven.
- Reproductieve isolatie: er vindt gedurende lange tijd geen voortplanting plaats tussen individuen van verschillende populaties van dezelfde soort.
- De best aangepaste organismen zullen door effectieve zelfregulatie,zelforganisatie, interactie en reproductie hun genen het meest succesvol doorgeven aan de volgende generatie.

Domein	Rijken	Prokaryoot	Eukaryoot	Celwand	Geen celwand
Bacteriën	ter discussie	x		x	
Archaea	ter discussie	x		x	
Eukaryoten	protisten*		x	x	x
	schimmels		x	x	
	planten		x	x	
	dieren		x		x

Domein	Rijken	Eencellig	Meercellig	Auto-troof	Heterotrof
Bacteriën	ter discussie	x		x	x
Archaea	ter discussie	x		x	x
Eukaryoten	protisten*	x	x	x	x
	schimmels		x		x
	planten		x	x	
	dieren		x		x

*Protisten vormen geen rijk, maar zijn een groep niet-ingedeelde organismen.

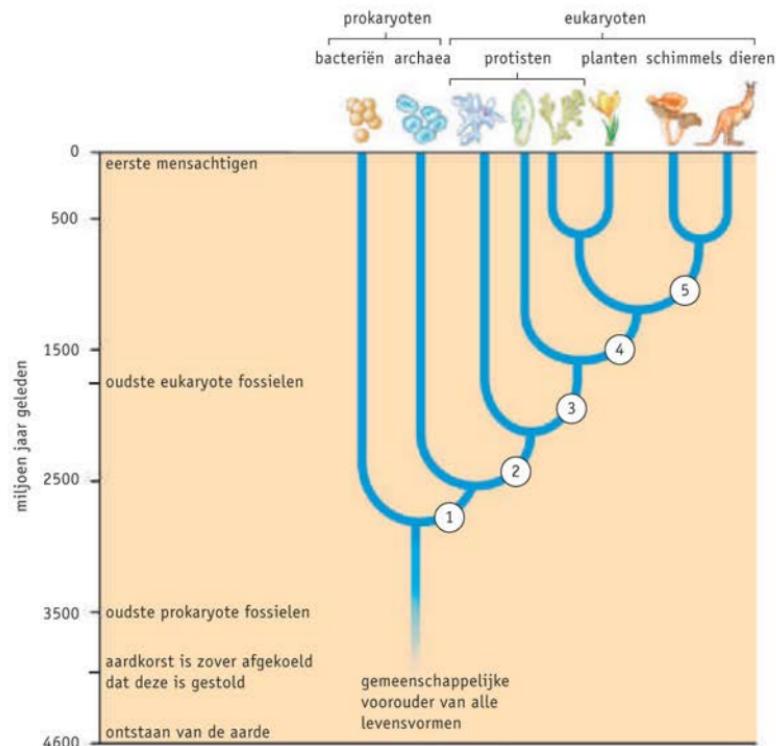
DOELSTELLING 4

Je moet in een context de grote lijnen van het ordeningssysteem van organismen kunnen beschrijven en de takken van de biologie kunnen noemen die zich hiermee bezighouden.

- Organismen worden ingedeeld in drie domeinen:
 - bacteriën;
 - archaea;
 - eukaryoten.
- Bacteriën en archaea zijn prokaryoten.

- Eukaryoten worden onderverdeeld in drie rijken:
 - dieren;
 - planten;
 - schimmels.
- Protisten zijn een groep nog niet ingedeelde organismen. De meeste protisten zijn eencellig (zie afb. 4).
- Enkele criteria die bij de indeling in deze domeinen en rijken worden gebruikt, zijn: celtype, het aantal cellen, de aanwezigheid van een celwand en de voedingswijze.
 - Een rijk wordt verder ingedeeld in steeds kleinere taxa (groepen).
 - Taxonomie: de tak van de biologie die zich bezighoudt met het ordeningssysteem.
 - Systematiek: de tak van de biologie die zich bezighoudt met het indelen van organismen volgens dit ordeningssysteem.
 - Bij deze indeling probeert men de evolutionaire verwantschappen zo goed mogelijk weer te geven door het vergelijken van het DNA van organismen.
 - Het DNA van soorten die zich uit eenzelfde voorouder hebben ontwikkeld vertoont overeenkomst.

▼ Afb. 4 Stamboom van organismen met domeinen en rijken.



DOELSTELLING 5

Je moet in een context kunnen beschrijven hoe natuurwetenschappelijk onderzoek wordt uitgevoerd.

- Beschrijvend onderzoek: de onderzoeker verzamelt observaties (data) die tot een conclusie kunnen leiden.
 - Bijv. het bestuderen van plantenweefsel onder de microscoop of het in kaart brengen van het menselijk DNA.
- Onderzoek gebaseerd op een hypothese.
 - Observatie: een bepaald natuurverschijnsel wordt waargenomen.
 - Probleemstelling: op grond van deze waarneming wordt een probleem geformuleerd.
 - Hypothese: een mogelijke verklaring voor het natuurverschijnsel wordt gegeven.
 - Experiment: proeven worden uitgevoerd en gegevens (data) worden verzameld om de hypothese te toetsen. Een hypothese kan ook worden getoetst d.m.v. observaties i.p.v. door een experiment. Twee of meer groepen worden dan met elkaar vergeleken.

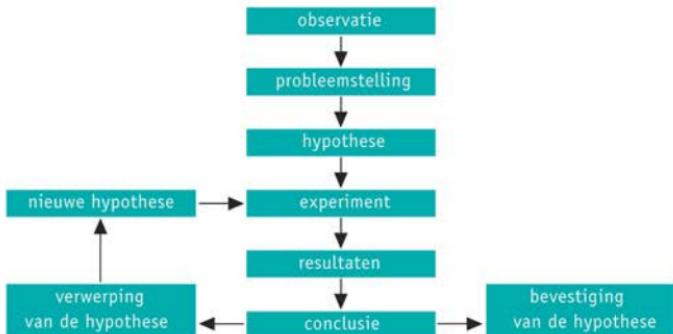
De probleemstelling wordt herleid tot een onderzoeksraag.

Er wordt een verwachting uitgesproken over de uitkomsten van het experiment, waarbij de als, dan-redenering wordt toegepast. Bij een experiment wordt vaak gewerkt met een experimenteergroep en een controlegroep (de blanco proef).

- Resultaten: deze worden overzichtelijk weergegeven (o.a. in tabellen, grafieken en diagrammen).
- Conclusie: de resultaten worden getoetst aan de verwachting en de hypothese (zie afb. 5).

▼ Afb. 5 Fasen van natuurwetenschappelijk onderzoek

gebaseerd op het toetsen van een hypothese.



DOELSTELLING 6

Je moet in een context de kwaliteit van een onderzoek kunnen beoordelen.

- Er is gewerkt met voldoende aantalen.
- De experimenteerder groep verschilt slechts met één factor van de controlegroep. Alle andere omstandigheden zijn bij beide groepen gelijk.
- Steekproef: een selectie uit een groep die men wil onderzoeken. Een steekproef moet representatief zijn: een goede afspiegeling van de te onderzoeken groep.
- Goed onderzoek is betrouwbaar:
 - Toevallige fouten: onder verschillende omstandigheden worden verschillende resultaten behaald.
 - Toevallige fouten worden zoveel mogelijk vermeden. Daardoor zijn de resultaten van het onderzoek reproduceerbaar.
- Goed onderzoek is valide:
 - Systematische fout: er wordt steeds dezelfde fout gemaakt, waardoor men niet meet wat men wilde meten.
 - Systematische fouten worden zoveel mogelijk vermeden. Daardoor wordt gemeten wat men wilde meten.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt in een of meer contexten:

- geoefend in het maken van onderscheid tussen de verschillende organisatienniveaus van de biologie;
- geoefend in het aanbrengen van samenhang door biologische verschijnselen in verband te brengen met hoofdthema's en organisatienniveaus van de biologie;
- geleerd een experiment te ontwerpen volgens de fasen van natuurwetenschappelijk onderzoek;
- geleerd biologische verschijnselen te verklaren met behulp van evolutiemechanismen;
- geoefend in het vorm-functie-denken;
- geoefend in het doen van een voorspelling met behulp van een eenvoudig model;
- geoefend in het maken van een verslag;
- geleerd hoe je bacteriekolonies kweekt;
- geoefend in het uitvoeren van een natuurwetenschappelijk onderzoek.

Examentrainer

Vragen

Onderzoek bij vissen

Lees het onderstaande artikel over een onderzoek bij vissen.

Vissen in een aquarium blijken zich meestal rechtop door het water te bewegen. Hierbij wijst hun rugvin recht naar boven. Ook in rivieren en zeeën zwemmen vissen rechtop. Toch is deze houding minder makkelijk consequent vol te houden dan op het eerste gezicht lijkt. Vooral als de vissen last hebben van sterke stromingen in het water.

Hoe oriënteren vissen zich bij het handhaven van hun lichaamshouding? Misschien laten ze zich leiden door de richting waar het licht vandaan komt. Als dit het geval is, dan zal een vis zijn rugvin consequent naar het licht richten, ook al komt het licht uit een andere richting.

In twee aquaria met een felle lamp recht boven het water, werden vissen geplaatst. De vissen zwommen rechtop. Bij één aquarium werd de lamp verplaatst, zodat deze recht van opzij op het aquarium scheen. De vissen in dit aquarium bleken een enigszins gekantelde houding aan te nemen. De hoek van kanteling was minder dan 45 °C. De vissen in het andere aquarium bleven rechtop zwemmen.

- 1p 1 Citeer de zin waarin de probleemstelling staat.
- 1p 2 In welke zin(nen) staat het uitgevoerde experiment beschreven?
- 1p 3 Welke fase van de natuurwetenschappelijke methode staat beschreven in de zin 'Misschien laten ze zich leiden door de richting waar het licht vandaan komt'?
- 1p 4 In welke zin(nen) staat een verwachting over de uitkomsten van het experiment beschreven?
- 1p 5 In welke zin(nen) staan de resultaten van dit onderzoek beschreven?
- 1p 6 Formuleer de conclusie uit dit onderzoek.

Vorm en functie

- 2p 7 In afbeelding 1 zie je twee voorbeelden van producten met een speciale vorm die te maken heeft met de functie. Vergelijkbare vormen zijn terug te vinden bij (delen van) organismen met een vergelijkbare functie. Noteer voor beide voorbeelden bij welke (delen van) organismen een vergelijkbare vorm en functie zijn terug te vinden.

▼ Afb. 1



vliegtuigvleugel



verzendkoker

De Bengaalse gier

De Bengaalse gier is verwant aan de vale gier. Volwassen Bengaalse gieren wegen gemiddeld 5 kg. In 2006 bleek dat de populatiegroote van deze vogels in Zuidoost-Azië zienderogen afnam. Het grootschalige gebruik van de ontstekingsremmer diclofenac bij het vee was de boosdoener. De gieren blijken uitermate gevoelig te zijn voor dit medicijn. Als ze kadavers van runderen eten die nog diclofenac bevatten, leggen ze het loodje. In zoogdieren wordt in 12 uur de helft van dit medicijn door de lever afgebroken. Bengaalse gieren kunnen dit niet. Dit leidt tot orgaanbeschadigingen die uiteindelijk leiden tot de dood.

Voor gieren is 8 mg diclofenac per kg lichaamsgewicht dodelijk. Runderen worden regelmatig behandeld met injecties van 1 mg diclofenac/kg lichaamsgewicht.

- 2p 8 Leg met behulp van bovenstaande tekst uit dat diclofenac voor de runderen niet dodelijk is en voor de gieren wel.
- 2p 9 Bereken hoeveel vlees van kadavers een Bengaalse gier tijdens zijn leven ten minste moet eten om een dodelijke hoeveelheid diclofenac binnen te krijgen. Ga er voor de berekening van uit dat de kadavers gemiddeld 12 uur voor het overlijden een injectie hebben gehad en dat er geen uitscheiding van diclofenac plaatsvindt.

Naar: examen havo 2012-1 (pilot).

Lopen over het water

De kroonbasilisk of Jezus Christus-hagedis (zie afbeelding 2) uit Costa Rica kan over het water lopen. Hij doet dat om voedsel te verzamelen of aan roofdieren te ontsnappen. Volgens de Groningse hoogleraar Videler liep ook de archeopteryx, een reptielachtige oervogel (zie afbeelding 3) die 140 miljoen jaar geleden leefde, over het water. De archeopteryx ontstond volgens evolutiebiologen uit reptielachtige voorouders en bezat als een van de eerste diersoorten veren. Daarom wordt het dier beschouwd als een overgangsdier tussen reptielen en vogels. De archeopteryx was zo groot als een kraai. Het dier had een geraamte als een dinosauriër met relatief grote achterpoten. Het dier had tanden en een lange gewervelde staart. Maar het bezat ook grote vleugels met veren als van een vogel. De archeopteryx had echter geen grote kam voor de aanhechting van spieren op het borstbeen, zoals de meeste tegenwoordig levende vogels.

▼ Afb. 2 Kroonbasilisk.



▼ Afb. 3 Archaeopteryx.



- 2p 10 Hoe noemt men de verandering in erfelijke eigenschappen, zodat er veren ontstonden?
- A generatio spontanea
 - B isolatie
 - C mutatie
 - D natuurlijke selectie
- 2p 11 Hoe noemt men de bewering van Videler?
- A een conclusie
 - B een hypothese
 - C een probleemstelling
 - D een verklaring

Naar: examen havo 2008-2.

Evolutie

Een groot aantal individuen van een bepaalde insectensoort waarvan op het vasteland een grote populatie bestaat, heeft zich vanaf het jaar 1800 verspreid over vier eilanden, zie afbeelding 4. Tussen de eilanden vindt geen uitwisseling van individuen plaats.

Van de eilanden is het volgende bekend:

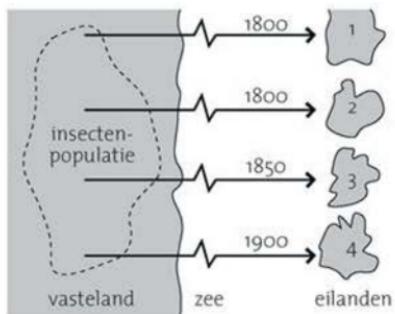
- De eilanden 1, 2, 3 en 4 liggen op dezelfde afstand van de kust.
- De eilanden 1, 3 en 4 zijn wat betreft de milieumomstandigheden vergelijkbaar met het vasteland.
- Eiland 2 is rotsig en kaal, terwijl de eilanden 1, 3 en 4 begroeid zijn.
- Op de eilanden 1 en 2 hebben de insecten zich in 1800 gevestigd, op eiland 3 in 1850 en op eiland 4 in 1900.

Op alle eilanden ontwikkelden zich uit deze insecten populaties (de oorspronkelijke populaties).

In 1996 worden deze eilanden door menselijk ingrijpen voor het eerst opnieuw gekoloniseerd door grote aantallen insecten uit de populatie op het vasteland. Hieruit ontstaan nieuwe populaties.

- 2p 12 Op welk van deze eilanden is de kans het grootst dat de twee betreffende populaties (de oorspronkelijke en de nieuwe) in 1998 inmiddels tot verschillende soorten behoren? Leg je antwoord uit.

▼ Afb. 4



Vacature: bioloog gevraagd

Bij de vakgroep Botanische Ecologie en Evolutiebiologie is plaats voor een

ASSISTENT IN OPLEIDING (V/M) (BIOLOOG)

U gaat werken bij de projectgroep Populatiegenetica.

Uw taak is het verrichten van onderzoek naar de invloed van temperatuur op groeisnelheid, ontwikkelingssnelheid en lichaams grootte bij de fruitvlieg *Drosophila melanogaster*, in het kader van onderzoek naar ecologische en evolutionaire aspecten van lichaams grootte. Dit onderzoek toetst de bruikbaarheid van een onlangs opgesteld biofysisch model voor groeisnelheid en differentiatiesnelheid, en lichaams grootte in afhankelijkheid van de temperatuur, voor populaties van verschillende geografische herkomst. Daarnaast wordt ingegaan op de biochemische achtergrond van temperatuurafhankelijke groeisnelheid.

Wij vragen een afgestudeerd bioloog met belangstelling voor experimenteel werk met insecten, biochemische vaardigheid, evolutionaire en modelmatige belangstelling.

Wij bieden een aanstelling in tijdelijke dienst ter verdere wetenschappelijke vorming en opleiding voor de duur van ten hoogste vier jaar, af te sluiten met een promotie. Het onderzoek vindt plaats in Zuid-Amerika.

Naar: advertentie vacature bioloog (UvU), de Volkskrant, 15 november 1997.

De kandidaat gaat onderzoek doen aan fruitvliegen. Mogelijke combinaties van fruitvliegenpopulaties zijn:

- 1 een populatie van *Drosophila melanogaster* uit Nicaragua en een populatie van *Drosophila melanogaster* uit Guatemala;
 - 2 een populatie van *Drosophila melanogaster* uit Nicaragua en een populatie van *Drosophila pseudoobscura* uit Guatemala;
 - 3 een populatie van *Drosophila melanogaster* uit Guatemala en een populatie van *Drosophila pseudoobscura* uit Guatemala.
- 2p 13 Van welke combinatie of van welke combinaties van populaties is in het genoemde onderzoek sprake?
- | | |
|------------|--------------------|
| A alleen 1 | D alleen 1 en 2 |
| B alleen 2 | E alleen 2 en 3 |
| C alleen 3 | F zowel 1, 2 als 3 |

Het in de advertentie genoemde biofysisch model gaat ervan uit dat fruitvliegen op verschillende plaatsen in de wereld niet even snel groeien. Het is mogelijk dat dit wordt veroorzaakt door een verschil in temperatuur. Om dit te onderzoeken wordt een bioloog gevraagd. Een biologisch onderzoek kan op verschillende organisatieniveaus plaatsvinden, bijvoorbeeld op het niveau van moleculen, organen, organismen, populaties, ecosystemen. Je kunt uit de omschrijving van het onderzoek een aantal organisatie-niveaus halen waarop het onderzoek zich zal afspelen.

- 2p **14** Welke van de genoemde organisatieniveaus zijn dit?
- A alleen moleculen en ecosystemen
 - B alleen organen en organismen
 - C alleen moleculen, organismen en populaties
 - D alleen organen, organismen en ecosystemen
 - E alle genoemde organisatieniveaus
- 3p **15** Stel in grote lijnen een werkplan op voor een onderzoek naar de invloed die de temperatuur heeft op de lichaams grootte van fruitvliegen.

Naar: examen havo 2004-1.

Zonnen of eten?

In de negentiende eeuw leden veel arbeiders in de grote steden aan Engelse ziekte. Door de industrialisatie kwamen die arbeiders nauwelijks buiten. Als ze buiten kwamen, liepen ze door de vervuilde lucht naar hun bedompde woningen in smalle steeg. Engelse ziekte is het gevolg van een tekort aan vitamine D. Botten en spieren blijven hierdoor achter in groei en ontwikkeling. Vitamine D kan op twee manieren aangevuld worden: door aanmaak in de huid onder invloed van zonlicht en met voeding.

Naar: Marc van den Broek, 'Meer in de zon', de Volkskrant, 3 november 2001.

In een aantal producten wordt extra vitamine D samen met extra calcium aangeboden. Een voorbeeld hiervan is de zogenoamde CalciumPlus-melk van Campina (zie afbeelding 5). De minimale dagelijkse behoefte aan calcium is door de gezondheidsraad voor jong volwassenen vastgesteld op 1,1 g per dag. Deze aanbeveling wijkt af van de aanbeveling die je op het etiket kunt vinden.

- 1p **16** Leg uit dat beide aanbevelingen toch niet met elkaar in tegenspraak hoeven te zijn.

- 2p 17 Bereken met behulp van de gegevens in afbeelding 5, tot op één procent nauwkeurig, welk percentage van de door de gezondheidsraad aanbevolen calciumbehoefte een volwassene binnenkrijgt als hij twee glazen van elk 200 mL Calcium-Plus-melk drinkt.

Naar: examen havo 2006-1.

► Afb. 5

Dit Nederlandse kwaliteitsproduct is gegarandeerd vers en ten minste houdbaar tot de op bovenzijde vermelde datum, mits gekoeld bewaard (max. 7°C).

INHOUD 1 LITER e	
Gepast. halfvolle melk met extra calcium en toegevoegd vitamine D tot het oorspronkelijke gehalte	
INGREDIËNTEN	
Halfvolle melk, calcium, stabilisator: carrageen, vitamine D.	
VOEDINGSWAARDE per 100 ml	
200 kilojoules	50 kilocalorieën
eiwit	3,5 gram
koolhydraten	5,0 gram
vet	1,5 gram
calcium*	200 mg
vitamine D	0,1 microgram

*=25% van de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid

Bent u niet geheel tevreden over dit product of heeft u vragen of opmerkingen, schrijf dan naar: Consumentenservice, Antwoordnummer 2187, 3440 VB Woerden of bel: 0348-429200.



Campina

Antwoorden en uitleg

Onderzoek bij vissen

- 1 In de volgende zin wordt de probleemstelling genoemd: **Hoe oriënteren vissen zich bij het handhaven van hun lichaamshouding?** (1 punt).
- 2 In de volgende zinnen staat het experiment beschreven: '**In twee aquaria (...) aquarium scheen.**' (1 punt).
- 3 De auteur geeft een mogelijke verklaring hoe vissen zich bij het handhaven van hun lichaamshouding oriënteren. Dit is dus de **hypothese**, die met het experiment wordt getoetst (1 punt).
- 4 Een verwachting over de uitkomsten van het experiment staat in de zin: '**Als dit het geval is, (...) andere richting.**' (1 punt).
- 5 De resultaten van het onderzoek staan in de zinnen: '**De vissen in dit aquarium (...) rechtop zwemmen.**' (1 punt).
- 6 De conclusie luidt: **Vissen laten hun lichaamshouding (enigszins) beïnvloeden door de richting waar het licht vandaan komt** (1 punt).

THEMA 1 BASISSTOF 5

Vorm en functie

- 7
 - Bolle vleugelvorm: **de vleugel van vogels** (1 punt).
 - Ronde papierkoker voor de stevigheid: **holle botten van bijvoorbeeld vogels** (1 punt).

THEMA 1 BASISSTOF 3

De Bengaalse gier

- 8 In runderen hoopt het toegediende diclofenac zich niet op; het wordt bij hen in de lever afgebroken. De dodelijke dosis wordt nooit bereikt. De gieren, die kadavers van de met diclofenac besmette runderen eten, beschikken niet over zulke leverenzymen waardoor accumulatie van het gif kan plaatsvinden en snel de lethale dosis wordt bereikt. Het antwoord bevat de volgende elementen:
 - **Het gif bij de gieren hoopt zich in het lichaam op/accumulatie van – diclofenac, bij runderen geen ophoping/accumulatie** (1 punt).

- Runderen hebben een enzym dat diclofenac afbreekt/(Bengaalse) gieren hebben geen leverenzymen die diclofenac afbreken (1 punt).

THEMA 1 BASISSTOF 5

- 9
- Voor een gier is de dodelijke hoeveelheid diclofenac gemiddeld $5 \times 8 \text{ mg} = 40 \text{ mg}$ (1 punt).
 - Dit krijgt een gier binnen door het eten van $40 \times 1 \text{ kg} \times 2 = 80 \text{ kg}$ kadavervlees dat gemiddeld 12 uur oud is (1 punt). De factor 2 is het gevolg van het feit dat na 12 uur de helft van het medicijn in het lichaam van de runderen is afgebroken.

THEMA 1 BASISSTOF 5

Lopen over het water

- 10
- De verandering in erfelijke eigenschappen heet een mutatie. Generatio spontanea betekent het ontstaan van leven uit levenloze materie. Isolatie is een term uit de evolutietheorie, waarbij populaties van elkaar gescheiden zijn en dus geen uitwisseling van erfelijke eigenschappen hebben. Natuurlijke selectie is ook een term uit de evolutietheorie, waarbij de best aangepaste individuen de grootste overlevingskansen hebben (survival of the fittest) en dus hun erfelijke eigenschappen doorgeven.
Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 1 BASISSTOF 3

- 11
- Videler geeft een mogelijke manier van voortbewegen voor de archeopteryx. Dit is een hypothese.

Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 1 BASISSTOF 5

Evolutie

- 12
- Op eiland **2** (1 punt).
- Op de eilanden 1 en 2 leven populaties insecten die het langst gescheiden zijn van de oorspronkelijke populatie op het vasteland. Op eiland 2 zijn de milieuomstandigheden het meest verschillend van die van het vasteland. Het is dus aannemelijk dat de populatie op eiland 2 zich eerder heeft ontwikkeld tot een nieuwe soort dan de populatie op eiland 1 (1 punt).

THEMA 1 BASISSTOF 3

Vacature: bioloog gevraagd

- 13** Het gaat alleen om de soort *Drosophila melanogaster*.

Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 1 BASISSTOF 2

- 14** In de advertentie is sprake van biochemische technieken. Deze vinden plaats op moleculair niveau. Daarnaast gaat het over onder andere de groeisnelheid van fruitvliegen en populaties van fruitvliegen.

Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 1 BASISSTOF 2

- 15** In het werkplan dienen de volgende onderdelen aanwezig te zijn:

- fruitvliegen uit één populatie bij verschillende temperaturen opkweken (1 punt);
- overige omstandigheden gelijk houden (1 punt);
- na enige tijd/enige generaties de (gemiddelde) lichaams grootte per groep bepalen (1 punt).

THEMA 1 BASISSTOF 6

Zonnen of eten?

- 16** Het antwoord dient de notie te bevatten dat:

- de lagere aanbeveling op het pak geldt voor de ‘gemiddelde’ Nederlander (1 punt);
- de genoemde aanbeveling van de gezondheidsraad alleen geldt voor jong volwassenen (1 punt).

THEMA 1 BASISSTOF 5

- 17** De berekening is als volgt:

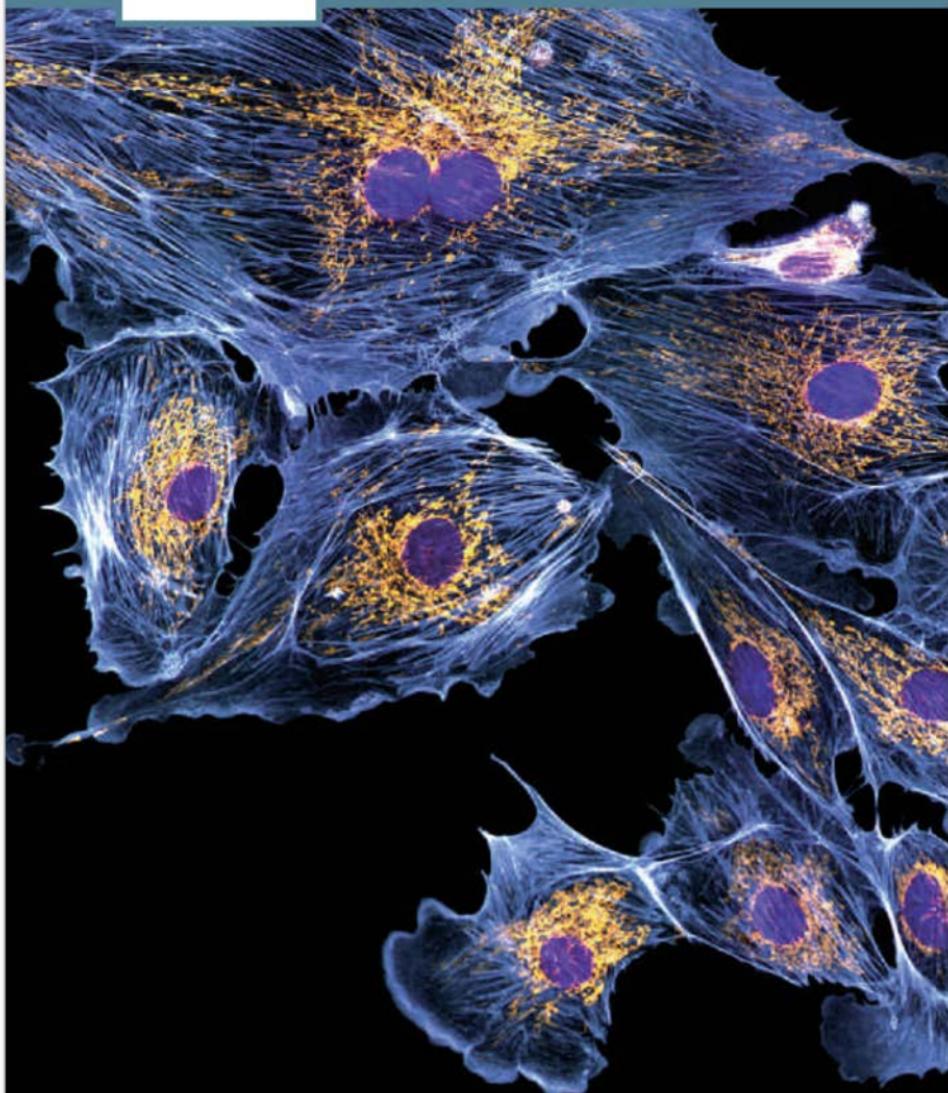
- 400 mL melk bevat 800 mg / 0,8 g calcium (1 punt).
- Dat is $0,8 / 1,1 \times 100\% = 73\%$ van de dagelijkse behoeftte (1 punt).

THEMA 1 BASISSTOF 5

LEERJAAR 4

2

Cellen



Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet in een context een cel kunnen beschrijven als zelfstandig functionerende biologische eenheid.

- Een cel is van zijn milieu gescheiden door het celmembraan.
 - Via het celmembraan worden de opname en afgifte van veel stoffen geregeld.
 - Chemische processen houden de cellen in stand.
- Cytoplasma is de inhoud van de cel.
 - In het cytoplasma bevinden zich organellen.
- Organellen zijn structuren in een cel met specifieke eigenschappen.
 - Voorbeelden: celkern, bladgroenkorrels.

DOELSTELLING 2

Je moet in een context kunnen toelichten hoe cellen zichtbaar kunnen worden gemaakt en welke hulpmiddelen daarbij worden gebruikt.

- Bij een lichtmicroscoop valt licht van onder door een preparaat.
 - Een preparaat bestaat uit een voorwerpglas en een dekglas met daartussen het object dat je wilt bekijken.
 - Een lichtmicroscoop kan tot ongeveer 2000 keer vergroten.
 - De vergroting van een lichtmicroscoop reken je uit door de vergroting van het oculair te vermenigvuldigen met de vergroting van het objectief.
- Voor sterke vergrotingen gebruikt men een elektronenmicroscoop.
 - Elektronenmicroscopen kunnen tot meer dan 100 000 keer vergroten.
 - Het beeld van een elektronenmicroscoop is op een beeldscherm te zien.

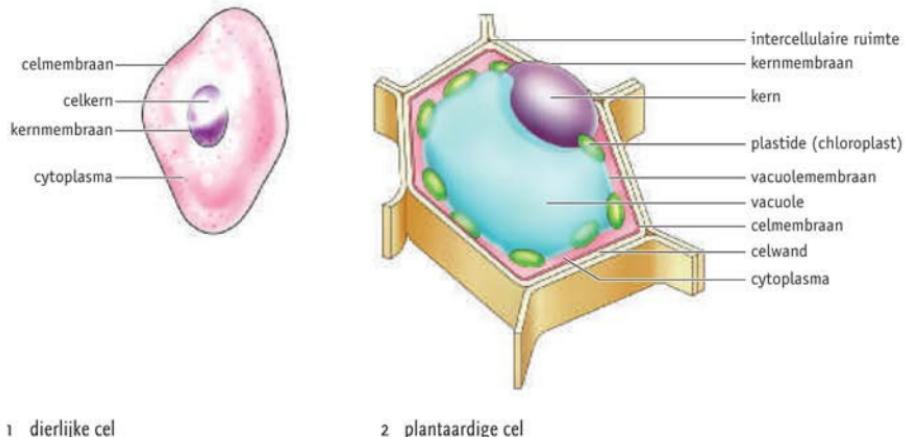
DOELSTELLING 3

Je moet in een context de bouw van plantaardige en dierlijke cellen kunnen toelichten (zie afb. 1).

- Cytoplasma (celplasma): bestaat uit water met organellen en opgeloste stoffen.
 - Het celmembraan is de scheiding tussen het cytoplasma en de omgeving van de cel.
- Kern: hierin bevinden zich de chromosomen.
 - Kernmembraan: de buitenste laag van het kernplasma.
- Vacuole(n): blaasje(s) in het cytoplasma, gevuld met vacuolevocht.
 - In het vacuolevocht kunnen kleurstoffen zijn opgelost.
 - Een vacuole is omgeven door een vacuolemembraan.
- Plastiden: een groep organellen bij planten:
 - chloroplasten (bladgroenkorrels);
 - chromoplasten (kleurstofkorrels);
 - leukoplasten (kleurloos), o.a. de zetmeelkorrels.

- Celwand: een stevig laagje om de cel heen.
 - Een celwand behoort niet tot de cel, maar is tussencelstof.
 - Intercellulaire ruimten: holten tussen celwanden.
- Dierlijke cellen bezitten geen grote centrale vacuole, geen plastiden en om dierlijke cellen heen ligt geen celwand.

▼ Afb. 1 Eukaryote cellen.



1 dierlijke cel

2 plantaardige cel

DOELSTELLING 4

Je moet in een context bij de mens de biologische eenheden weefsels, organen en organenstelsels kunnen herkennen. Ook moet je kunnen uitleggen wat stamcellen zijn.

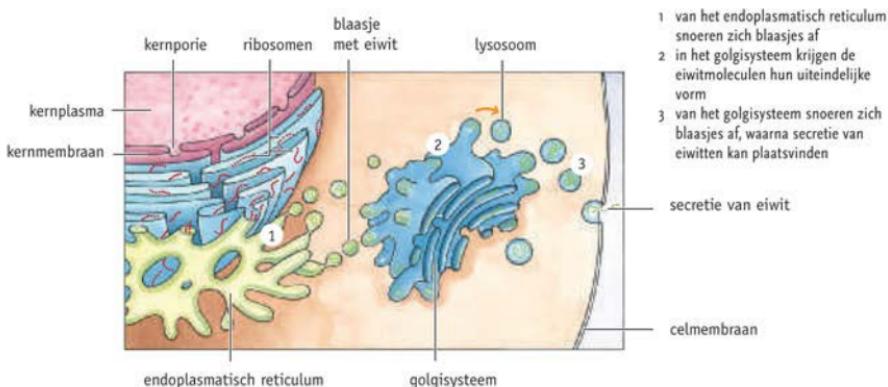
- Weefsel: een groep cellen met dezelfde vorm en dezelfde functie(s).
 - De vorm van cellen hangt samen met hun functie.
 - Bij veel weefsels komt tussencelstof voor.
- Veel weefsels bestaan uit gespecialiseerde cellen.
 - Stamcellen zijn niet gespecialiseerd en kunnen uitgroeien tot een specifiek celtype.
 - Embryonale stamcellen kunnen tot ieder type cel uitgroeien.
 - Adulste stamcellen kunnen uitgroeien tot cellen van het weefsel waarin ze zich bevinden.
- Een orgaan is een deel van een organisme met een of meer functies.
 - Een orgaan bestaat uit verschillende weefsels.
 - Organen werken vaak samen in organenstelsels (bijv. verteringsstelsel en bloedvatenstelsel).

DOELSTELLING 5

Je moet in een context delen van een cel kunnen beschrijven en ze in een elektronenmicroscopische afbeelding kunnen herkennen (zie afb. 2).

- Celkern met chromosomen: speelt een belangrijke rol bij de zelfregulatie van de cel.
 - Kernporiën: kleine openingen in het kernmembraan, waardoor stoffen in en uit de kern kunnen.
- Endoplasmatisch reticulum: netwerk van dubbele membranen.
 - Functie: transport van stoffen.
- Ribosomen: bolvormige organellen op het endoplasmatisch reticulum of in het cytoplasma.
 - Functie: vorming van eiwitten aan de hand van de informatie van boodschapper-moleculen uit de kern.
- Golgisysteem: opeenstapeling van platte blaasjes, elk omgeven door een membraan.
 - Functie: eiwitten hun uiteindelijke vorm geven, vorming van blaasjes die eiwitten (enzymen) bevatten.

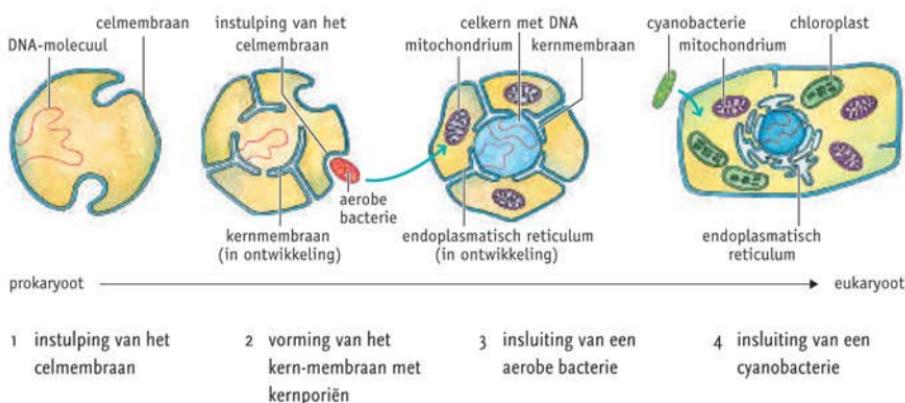
▼ Afb. 2 Van eiwitsynthese tot secretie.



- Lysosomen: blaasjes die door het golgisysteem worden gevormd en verterings-enzymen bevatten.
- Mitochondriën: bolvormige organellen met een dubbele membraan, waarvan het binnenste membraan sterk is geplooid.
 - Functie: energie vrijmaken met behulp van zuurstof.
- Chloroplasten (bladgroenkorrels): hebben net als mitochondriën een dubbele membraan.
 - Functie: fotosynthese laten plaatsvinden.
- De endosymbiosetheorie geeft een verklaring voor het ontstaan van organellen (zie afb. 3).

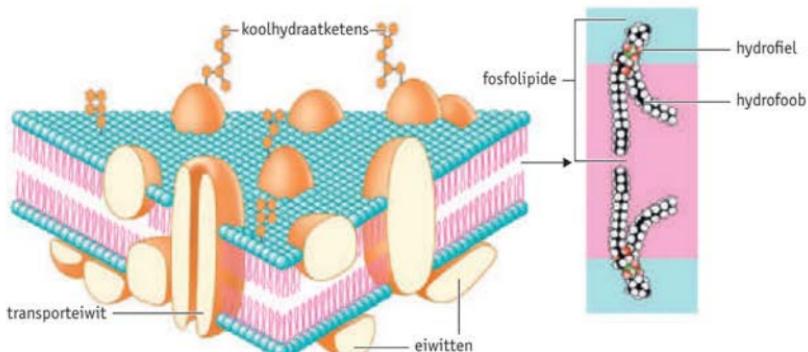
- Door instulpingen van het celmembraan ontstond de celkern. Hierdoor ontstonden eukaryote eencelligen.
- Bepaalde vrij levende bacteriën werden ingesloten en ontwikkelden zich tot mitochondriën.
- Bepaalde vrij levende cyanobacteriën werden ingesloten en ontwikkelden zich tot chloroplasten.

▼ Afb. 3 De endosymbiosetheorie (schematisch).



- 1 instulping van het celmembraan
 - 2 vorming van het kern-membraan met kernpoeriën
 - 3 insluiting van een aerobe bacterie
 - 4 insluiting van een cyanobacterie
- Celmembraan: twee lagen fosfolipiden (vetachtige stoffen), waarin eiwitten liggen ingebed. Sommige fosfolipiden en eiwitten bezitten koolhydraatketens (zie afb. 4).
 - Functies: transport van stoffen, bescherming en regeling van de samenstelling van het cytoplasma.
 - Celmembranen zijn selectief permeabel.

▼ Afb. 4 De bouw van een membraan.



DOELSTELLING 6

Je moet de verschillen tussen cellen van bacteriën, planten en dieren kunnen noemen.

- In cellen van planten komen plastiden en grote vacuolen voor.
 - Om elke plantaardige cel zit een celwand.
- Dierlijke cellen hebben geen celwanden en geen plastiden.
 - In dierlijke cellen zijn de vacuolen klein of afwezig.
- Prokaryoten hebben vrijwel geen organellen.
 - Er is ook geen kern en kernmembraan: DNA ligt in het cytoplasma.

DOELSTELLING 7

Je moet in een context de begrippen concentratie, diffusie en osmose kunnen toepassen.

- Concentratie geeft de hoeveelheid van een stof in bijvoorbeeld een oplossing aan.
 - De hoeveelheid opgeloste stof kan worden aangegeven in gram per volume ($\text{g} \times \text{L}^{-1}$) of in procenten (%). Lage concentraties geeft men vaak weer met ppm.
- Diffusie: verplaatsing van een stof van een plaats met een hoge concentratie naar een plaats met een lage concentratie van die stof (zowel in vloeistoffen als in gassen).
 - Diffusie wordt veroorzaakt door beweging van moleculen.
 - De snelheid van de diffusie is onder andere afhankelijk van de temperatuur.
- Osmose: diffusie van water door een selectief-permeabel membraan.
 - Een selectief-permeabel membraan laat wel water door, maar niet de opgeloste stof.
 - Bij osmose gaat water van een plaats met een lage osmotische waarde naar een plaats met een hoge osmotische waarde.
 - De osmotische waarde van een oplossing is afhankelijk van het aantal opgeloste deeltjes.

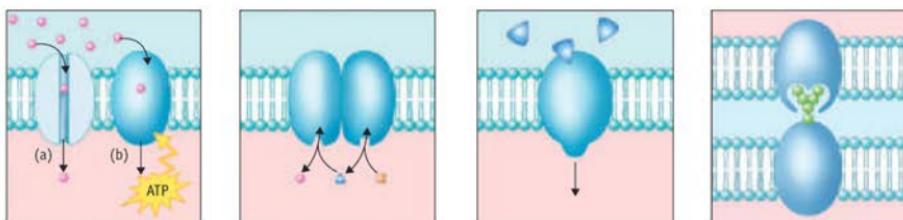
DOELSTELLING 8

Je moet transportmechanismen in cellen kunnen beschrijven en in een context kunnen toelichten hoe interactie op celniveau plaatsvindt door stoffentransport via (cel) membranen.

- Interne milieu: de weefselvloeistof inclusief het bloedplasma van een organisme.
 - Het interne milieu is door ten minste één cellaag van het externe milieu gescheiden.
 - De meeste diersoorten houden hun interne milieu constant.
- Het celmembraan vormt de scheiding tussen de celinhoud en zijn milieu.
 - Het celmembraan regelt het transport van de meeste stoffen in en uit de cel.
 - Het celmembraan is selectief permeabel.
- Transport van zuurstof, koolstofdioxide en in vet oplosbare stoffen vindt plaats door diffusie.
 - Het transport van deze stoffen is afhankelijk van het concentratieverschil.

- Passief transport: transport van stoffen door een membraan waarbij geen energie nodig is.
 - Passief transport verloopt altijd met de concentratiegradiënt mee.
 - Vormen van passief transport zijn: diffusie, osmose en transport via bepaalde transporteiwitten.
- Transport van water vindt plaats door osmose.
 - Bepaalde porie-eiwitten (waterkanaaltjes of aquaporines) in celmembranen kunnen de snelheid van de osmose vergroten.
- Actief transport: transport van stoffen door een membraan waar energie voor nodig is (zie afb. 5).
 - Actief transport verloopt tegen de concentratiegradient in.
 - Actief transport kost energie.

▼ Afb. 5 Enkele functies van membraaneiwitten.



1 Transport: Sommige membraan-eiwitten hebben een functie bij het transporteren van stoffen. Soms is hierbij energie nodig in de vorm van ATP.

2 Enzymen: Sommige membraan-eiwitten werken als enzym.

3 Receptor: Sommige membraan-eiwitten geven signalen door. Aan de buitenkant van het membraan bindt een stof aan het membraaneiwit. Hierdoor kan het eiwit van vorm veranderen waardoor in de cel een reactie op gang komt.

4 Celherkenning: Sommige membraaneiwitten, meestal met een koolhydraatketen, dienen als herkenning voor andere cellen.

- Fagocytose: het opnemen van voedingsstoffen via blaasjes (zie afb. 6).
- Cytoskelet: een netwerk van vezelige eiwitten.
 - Het cytoskelet geeft vorm aan cellen.
 - Langs het cytoskelet kunnen stoffen en organellen worden vervoerd.

DOELSTELLING 9

Je moet in een context de rol die osmose speelt bij de stevigheid van planten kunnen toelichten.

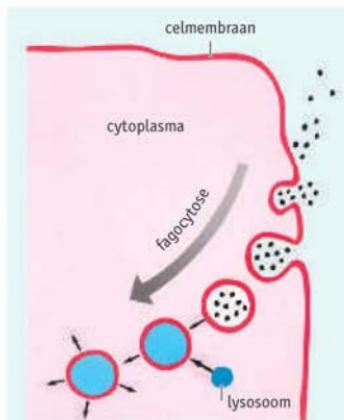
- Celwanden zijn permeabel.
 - De concentratie van stoffen in een celwand is gelijk aan de concentratie van deze stoffen in de vloeistof buiten de cel.
- Onder normale omstandigheden is de osmotische waarde van het cytoplasma hoger dan die van het vocht in de celwanden.
 - Turgor: de druk van de cel op de celwand. Door het verschil in osmotische waarde is de druk in de cel groter dan de druk buiten de cel, waardoor de cel stevig is.
 - Door turgor zijn weefsels van planten stevig.
- Als het vocht in de celwanden een hogere osmotische waarde heeft dan het cytoplasma treedt plasmolyse op.
 - Door osmose stroomt water de cel uit. De turgor daalt en de osmotische waarde stijgt.
 - Plasmolyse: de cel krimpt zover dat het celmembraan loslaat van de celwand (zie afb. 7).

DOELSTELLING 10 NIET IN CE

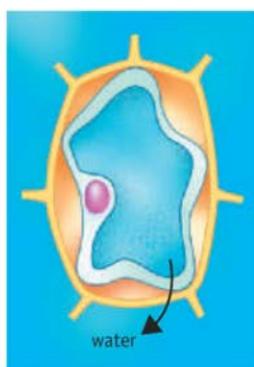
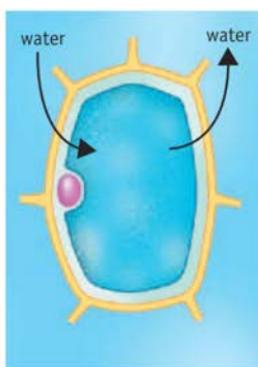
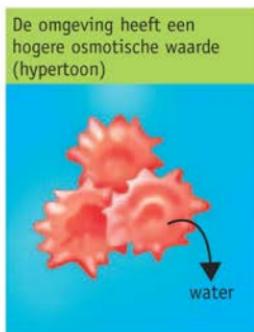
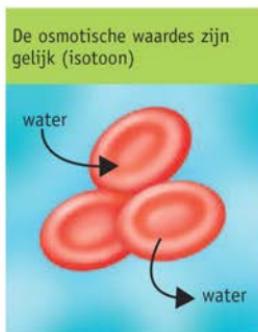
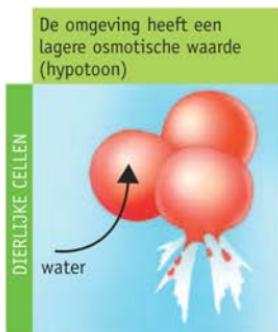
Je moet de gebeurtenissen tijdens de celcyclus kunnen beschrijven en in contexten kunnen toepassen.

- Bij celdeling (reproductie) ontstaan uit één moedercel twee dochtercellen.
 - De dochtercellen groeien door plasmagroei.
- Voorafgaande aan een celdeling vindt DNA-synthese plaats.
 - Van ieder DNA-molecuul wordt een kopie gemaakt.
- Een chromosoom bestaat uit één of twee DNA-moleculen met eiwitten.
 - Vlak voor een celdeling spiraliseert het DNA zich.
 - De plaats waar de moleculen nog aan elkaar zitten, heet het centromeer.

▼ Afb. 6 Fagocytose.



▼ Afb. 7



1 er gaat water de cel in, waardoor de cel knapt

2 er gaat evenveel water de cel in als eruit gaat (normale situatie)

3 er gaat water de cel uit, waardoor de cel verschrompt

- De celcyclus bestaat uit de interfase en de mitose (zie afb. 8).

- De interfase bestaat uit G_1 -fase, S-fase en G_2 -fase.

- Tijdens de interfase zijn geen chromosomen zichtbaar.

- G_1 -fase: periode tussen mitose en DNA-synthese.

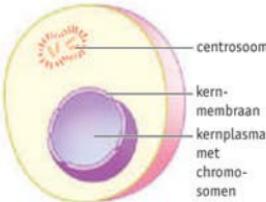
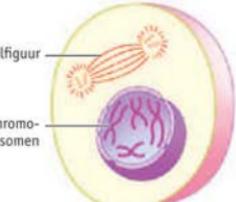
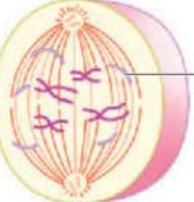
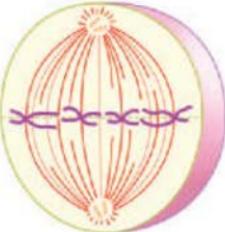
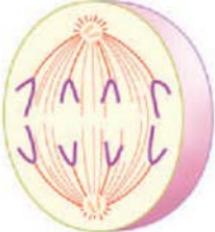
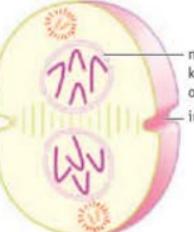
- In deze fase vindt plasmagroei plaats.

- S-fase: periode waarin DNA-synthese (DNA-rePLICATIE) plaatsvindt.

- G_2 -fase: periode tussen S-fase en de mitose.

- **M-fase:** periode van mitose en celdeling.
 - De M-fase begint met het zichtbaar worden van chromosomen. Elk chromosoom bestaat op dat moment uit twee chromatiden.
 - De centrosomen vormen een spoelfiguur en het kernmembraan verdwijnt.

▼ **Afb. 8** Mitose (schematisch).

Interfase	Mitose fase 1	Mitose fase 2
 <p>centrosoom kern- membraan kernplasma met chromo- somen</p> <p>Tijdens de interfase zijn geen aparte chromosomen zichtbaar. Tijdens de interfase vindt verdubbeling van de chromosomen plaats.</p>	 <p>spoelfiguur chromo- somen</p> <p>Het centrosoom is verdubbeld en ieder centrosoom beweegt zich naar een kant van de cel. In de celkern worden de chromosomen zichtbaar. Te zien is dat ieder chromosoom uit twee chromatiden bestaat.</p>	 <p>resten van het kern- membraan</p> <p>De centrosomen hebben een spoelfiguur gevormd. Het kernmembraan verdwijnt.</p>
 <p>De chromosomen bevinden zich in een vlak tussen beide centrosomen. De draden van de spoelfiguur hechten zich aan de centromeren van de chromosomen.</p>	 <p>De chromatiden worden van elkaar getrokken. Van ieder chromosoom wordt één chromatide naar een kant van de cel getrokken.</p>	 <p>nieuw kernmembraan ontstaat insnoering</p> <p>Om de chromatiden ontstaat een nieuwe kernmembraan. De cel snoert zich tussen beide kernen in.</p>

- De chromosomen komen in een vlak tussen de centrosomen te liggen.
- De draden van de spoelfiguur trekken de chromatiden van elk chromosoom uit elkaar. Van elk chromosoom gaat één chromatide naar een pool.
- Er ontstaan twee celkernen.
- Tussen de nieuwe celkernen snoert de cel in, waardoor twee dochtercellen ontstaan.
- Er ontstaan celmembranen, waarbij het cytoplasma wordt verdeeld over de dochtercellen.
- Door mitose bevatten de dochtercellen dezelfde erfelijke informatie als de moedercel.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt in een of meer contexten:

- geleerd een microscopische foto te herkennen en aan te geven met welk type microscoop de foto is gemaakt;
- geleerd organellen te herkennen in foto's en tekeningen van cellen;
- geoefend in het vorm-functie-denken op het niveau van cellen en weefsels;
- geoefend in het werken met informatiebronnen;
- geoefend in evolutionair denken bij het ontstaan van eukaryote cellen;
- geleerd een lichtmicroscoop in te stellen en er preparaten mee te bekijken;
- geleerd tekeningen te maken;
- geleerd een preparaat te maken en te kleuren;
- geoefend met het maken van een verdunningsreeks;
- geoefend in het toepassen van de fasen van natuurwetenschappelijk onderzoek;
- geoefend in het maken van een verslag;
- geoefend in het opzoeken van informatie op internet.

Examentrainer

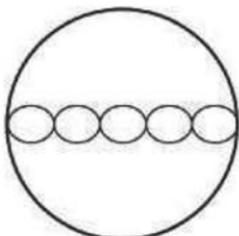
Vragen

Cellen onder een microscoop

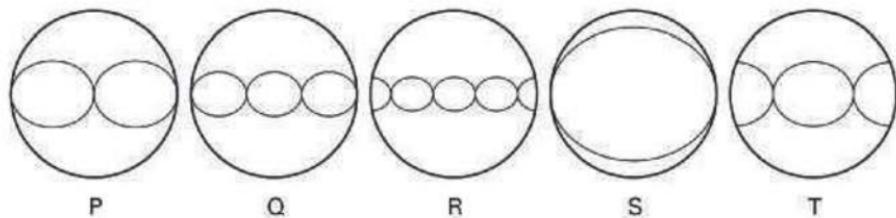
Een leerling krijgt een preparaat van een aantal cellen. Hij gebruikt de kleinste vergroting van een normale schoolmicroscoop om het preparaat te bekijken. Hij ziet cellen die naast elkaar gerangschikt zijn (zie afbeelding 1).

Vervolgens gebruikt hij een ander objectief, dat zorgt voor een sterkere vergroting. Het beeld dat hij dan waarneemt, kan voorgesteld worden door de vijf hieronder afgebeelde tekeningen (afbeelding 2).

▼ Afb. 1



▼ Afb. 2



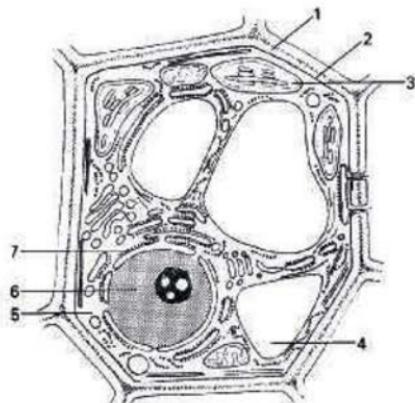
- 2p 1 Bij welk beeld (afbeelding 2) is het preparaat zeker verschoven in vergelijking met de eerste waarneming (afbeelding 1)?
- | | |
|---------------|---------------|
| A bij beeld P | D bij beeld S |
| B bij beeld Q | E bij beeld T |
| C bij beeld R | |

Bron: examen havo 2005-1.

Cellen en celstructuren

Afbeelding 3 geeft van één cel een volledige doorsnede weer. Verschillende delen van deze cel zijn in de tekening met cijfers aangegeven. Uit de afbeelding is op te maken dat het om een plantaardige cel gaat en niet om een dierlijke.

▼ Afb. 3



- 2p 2 Welke cijfers geven delen aan waaruit dit is op te maken?
- A de cijfers 1, 3 en 4
 - B de cijfers 1, 4 en 6
 - C de cijfers 1, 5 en 6
 - D de cijfers 2, 3 en 5
 - E de cijfers 2, 4 en 7
 - F de cijfers 3, 5 en 6
- 2p 3 Welk cijfer geeft een organel aan dat eiwitten voor de cel produceert?
- | | |
|-----|-----|
| A 2 | D 5 |
| B 3 | E 6 |
| C 4 | F 7 |

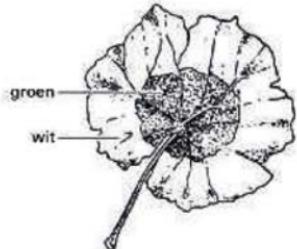
Bron: examen havo 2000-2.

Bonte kamerplanten

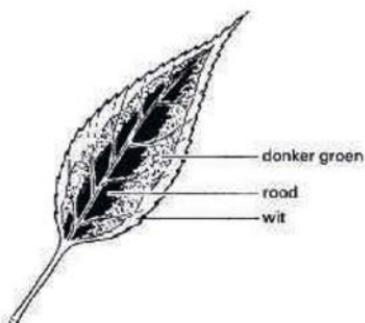
Er zijn veel kamerplanten waarvan de bladeren niet geheel groen zijn. Dergelijke planten worden bontbladig genoemd.

Twee voorbeelden van planten met bonte bladeren zijn de bontbladige geranium en de siernetel. Bij de bontbladige geranium zijn de randen van de bladeren wit. Bij de siernetel zijn allerlei kleurencombinaties mogelijk zoals: de binnenste delen rood, de buitenste delen wit en de zone daartussenin donkergroen (zie afbeelding 4). De kleuren van de siernetel komen tot stand door de aan- of afwezigheid van bladgroen en de kleur van het vacuolevocht.

▼ Afb. 4



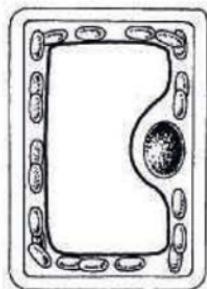
blad bontbladige geranium



blad siernetel

Uit verschillende delen van het blad van de bontbladige geranium en het blad van de siernetel, zoals die zijn weergegeven in afbeelding 4, zijn cellen geïsoleerd. In afbeelding 5 zijn schematisch drie van deze cellen P, Q en R weergegeven. De cellen P, Q en R zijn van verschillende delen afkomstig.

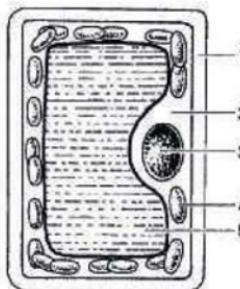
▼ Afb. 5



cel P



cel Q

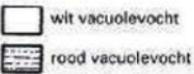


cel R

Legenda:

- 1 = celwand
- 2 = cytoplasma
- 3 = kern

- 4 = chloroplast
- 5 = vacuole



Vijf delen in het blad van de bontbladige geranium en van de siernetel zijn:

S: in het groene deel van het blad van de geranium;

T: in het witte deel van het blad van de geranium;

U: in het donkergroene deel van het blad van de siernetel;

W: in het rode deel van het blad van de siernetel;

X: in het witte deel van het blad van de siernetel.

- 3p 4 Is cel P afkomstig van deel S, T, U, W of X? En cel Q en cel R? Schrijf je antwoord in de vorm van een tabel zoals hiernaast is weergegeven.

Cel	Deel
P	
Q	
R	

Naar: examen havo 2000-1.

Een osmosepracticum

Osmoseproeven kun je doen met verschillende stoffen. Voorbeelden van dergelijke stoffen zijn: keukenzout (NaCl), glucose en eiwit. De moleculen van deze stoffen verschillen aanzienlijk in grootte. NaCl -moleculen zijn erg klein, suikermoleculen zijn groter en eiwitmoleculen zijn nog veel groter.

Een leerling maakt een geconcentreerde 'oplossing' van bakkersgist in water (een zogenoemde gistsuspensie) en mengt deze met de drie genoemde stoffen en met water.

In reageerbuis P mengt hij 20 gram gistsuspensie met 1 gram keukenzout.

In reageerbuis Q mengt hij 20 gram gistsuspensie met 1 gram suiker.

In reageerbuis R mengt hij 20 gram gistsuspensie met 1 gram eiwit.

In reageerbuis S mengt hij 20 gram gistsuspensie met 1 ml. water.

- 2p 5 In welke reageerbuis zal het meeste water aan de gistcellen ontrokken worden?
A In reageerbuis P C In reageerbuis R
B In reageerbuis Q D In reageerbuis S

Leerlingen onderzoeken in welke mate plantaardige en dierlijke cellen bestand zijn tegen een zeer geconcentreerde zoutoplossing en tegen gedestilleerd water.

Zij voeren de volgende experimenten uit:

Experiment 1	20 gram intact bladweefsel van soort Z	wordt toegevoegd aan 100 mL gedestilleerd water
Experiment 2	20 gram intact bladweefsel van soort Z	wordt toegevoegd aan 100 mL 30% NaCl-oplossing
Experiment 3	20 gram intact leverweefsel van soort W	wordt toegevoegd aan 100 mL gedestilleerd water
Experiment 4	20 gram intact leverweefsel van soort W	wordt toegevoegd aan 100 mL 30% NaCl-oplossing

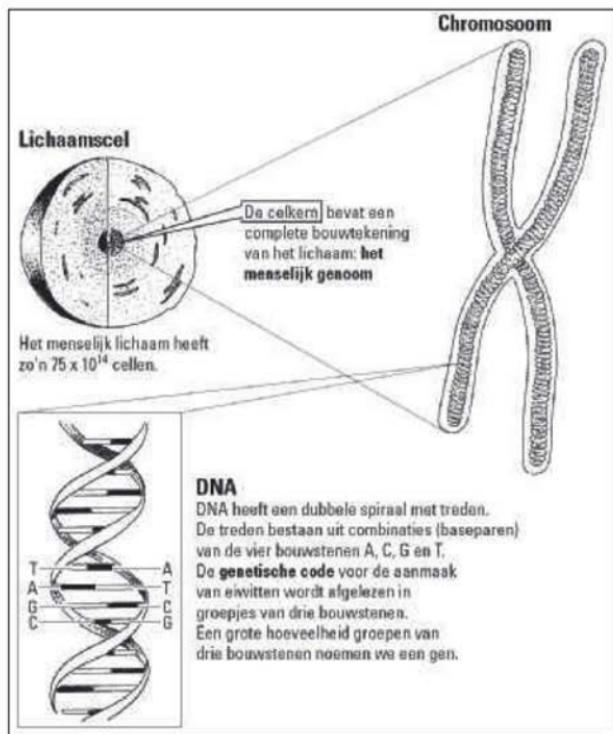
- 3p 6 • De cellen in experiment 1 zijn na een dag nog in leven en die in experiment 3 niet. Leg dat uit.
• Cellen in de experimenten 2 en 4 sterven na korte tijd in de oplossing af. Leg ook dat uit.

Bron: examen vwo 2007-2.

De bouw en werking van chromosomen

In afbeelding 6 staat informatie over het menselijke genoom en de bouw van een DNA-molecuul.

► Afb. 6 Wat is DNA?



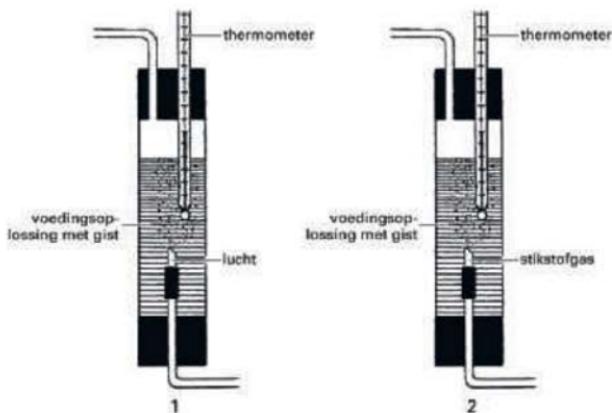
- 2p 7 Hoeveel DNA-moleculen komen voor in het getekende chromosoom?
- | | |
|-----|-----|
| A 1 | C 4 |
| B 2 | D 8 |
- 2p 8 Het in afbeelding 6 getekende chromosoom is tijdens de deling zichtbaar met een licht-microscoop als de cel wordt behandeld met een kleurstof.
Hoe komt het dat in niet-delende cellen een chromosoom na behandeling met de kleurstof niet zichtbaar is?
- Het chromosoom bestaat dan uit slechts één chromatide.
 - Het chromosoom is dan gespiraliseerd (opgerold).
 - Het chromosoom is dan niet gespiraliseerd.
 - Het chromosoom neemt dan geen kleurstof op.

Bron: examen havo 2004-1.

Een onderzoek naar de groeisnelheid van gist

Leerlingen willen de invloed van zuurstof op de groeisnelheid van gist bestuderen. Zij ontwerpen hiervoor twee opstellingen (afbeelding 7).

▼ Afb. 7



Deze opstellingen bestaan uit een glazen cilinder waarin zich een geschikte voedingsoplossing voor gistcellen bevindt. Aan beide cilinders worden evenveel gistcellen toegevoegd.

Door opstelling 1 wordt lucht geleid; door opstelling 2 wordt stikstofgas geleid. Twee uur na het begin van het onderzoek blijkt er in de tweede opstelling geen zuurstof meer aanwezig te zijn.

Drie dagen na de start van het experiment wordt bij beide opstellingen het aantal levende gistcellen per milliliter bepaald. In de eerste opstelling is dit aantal sterk toegenomen. In de tweede opstelling is het aantal levende gistcellen gelijk gebleven. Een leerling trekt uit deze gegevens de conclusie dat gistcellen zich uitsluitend onder aerobe omstandigheden delen.

- 1p 9 Leg uit dat deze conclusie op grond van deze resultaten onjuist is.

Na toevoeging van het sap van uitgeperste gistcellen aan een glucose-oplossing blijkt de gisting van glucose niet zo goed te verlopen als na toevoeging van levende gistcellen. Gisting met het sap van gistcellen wordt 'celvrije gisting' genoemd.

- 1p 10 Welke stoffen uit dit sap zorgen voor het optreden van de celvrije gisting?

Eicel uit bot

Vrouwelijke zoogdieren, inclusief de mens, hebben al voor hun geboorte een voorraad eicellen, die daarna geleidelijk kleiner wordt. Tenminste, dat dacht iedereen. Totdat Jonathan Tilly en zijn collega's aantoonden dat het aantal eicellen bij muizen voortdurend wordt aangevuld. Ze zochten uit waar de eicellen vandaan komen. In hun onderzoek kregen muizen een specifieke chemokuur, waardoor hun voorraad eicellen werd gedood, terwijl de eierstokken verder intact bleven. Een dag na die behandeling waren er al weer eicellen in de eierstokken aanwezig. Twee maanden na de behandeling zagen de eierstokken er weer volledig normaal uit, met eicellen in diverse stadia van rijping. De cellen die deze eicellen leveren, zouden afkomstig kunnen zijn uit het beenmerg. Dit beenmerg bevat stamcellen, die nog tot andere cellen kunnen differentiëren. De onderzoekers toetsten hun hypothese door bij muizen naast de eicellen ook de stamcellen uit het beenmerg te vernietigen. Deze muizen maakten geen eicellen meer. Inspuiting van gezond beenmerg bij deze eicelloze muizen leidde tot de vorming van nieuwe eicellen.

- 1p 11 Tot welke celtype groeit het overgrote deel van de stamcellen in het beenmerg uit?

Stamcellen kunnen differentiëren tot andere cellen terwijl bijvoorbeeld zenuwcellen dit niet meer kunnen. Een leerling beweert dat dit komt omdat er veel meer verschillende genen in zenuwcellen aanwezig zijn.

- 1p 12 Is de bewering van deze leerling juist of onjuist? Licht je antwoord toe.

Bron: examen havo 2011-2 (pilot).

Antwoorden en uitleg

Cellen onder een microscoop

- 1 Als het beeld niet wordt verschoven, dan blijf je altijd een cel in het midden zien. Dat is bij de tekeningen Q t/m T het geval. Alleen bij tekening P is het beeld verschoven. Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 2 BASISSTOF 1

Cellen en celstructuren

- 2 Een plantaardige cel heeft een celwand (1), een grote vacuole (4) en bladgroenkorrels (3). Deze onderdelen ontbreken bij een dierlijke cel.
Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 2 BASISSTOF 3

- 3 Eiwitten worden gevormd door ribosomen. Deze zitten los in de cel en op het endoplasmatisch reticulum. Dit heet dan ruw ER. Ruw ER is verbonden met het kernmembraan.
Het juiste antwoord is dus: **F** (2 punten).

THEMA 2 BASISSTOF 5

Bonte kamerplanten

- 4
- Cel P bevat alleen bladgroenkorrels en ligt dus in het groene deel van de geranium. **P hoort bij deel S** (1 punt).
 - Cel Q heeft geen bladgroenkorrels, maar wel een rode kleurstof in de vacuole. Het hoort dus bij het rode deel van de siernetel. **Q hoort dus bij deel W** (1 punt).
 - Cel R heeft bladgroenkorrels en een rode kleurstof in de vacuole. De kleur is dus donkerrood. **Cel R hoort dus bij deel U** (1 punt).

THEMA 2 BASISSTOF 3

Een osmosepracticum

- 5 De osmotische waarde wordt bepaald door het aantal deeltjes in de oplossing. Het aantal deeltjes is in reageerbuis P het grootst. Een molecuul keukenzout splitst immers in twee deeltjes Na^+ en Cl^- . Suiker en eiwit splitsen niet in kleine deeltjes. In reageerbuis P wordt dus het meeste water aan de gistcellen onttrokken.
Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 2 BASISSTOF 6

- 6 • De cellen van experiment 1 zijn nog in leven omdat **plantaardige cellen een celwand hebben (waardoor de wateropname wordt beperkt)** (1 punt).
- Bij de cellen van experiment 3 zal **(door het ontbreken van een celwand) de cel barsten door te veel wateropname** (1 punt).
- Bij de cellen van de experimenten 2 en 4 ontstaat er **een watertekort in de cellen** (1 punt).

THEMA 2 BASISSTOF 6

De bouw en werking van chromosomen

- 7 Het getekende chromosoom bestaat uit twee chromatiden. Elke chromatide bestaat uit een DNA-molecuul.
Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 2 BASISSTOF 9

- 8 Alleen bij delende cellen is het chromosoom gespiraliseerd en dus zichtbaar met een lichtmicroscoop.
Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 2 BASISSTOF 9

Een onderzoek naar de groeisnelheid van gist

- 9 Een gelijkblijvend aantal gistcellen kan ook worden veroorzaakt doordat er **evenveel nieuwe cellen ontstaan als er oude cellen afsterven** (2 punten).
- 10 In het celsap zitten **enzymen/eiwitten**. Deze zorgen voor de celvrije gisting (1 punt).

THEMA 2 BASISSTOF 9

Eicel uit bot

- 11 De stamcellen in het beenmerg groeien meestal uit tot **bloedcellen** (1 punt).
- THEMA 2 BASISSTOF 4
- 12 In alle lichaamscellen, dus ook in zenuwcellen, zijn dezelfde/evenveel genen aanwezig als in stamcellen.
De bewering is dus **onjuist** (1 punt).

THEMA 2 BASISSTOF 9

3

Voortplanting



Samenvatting

DOELSTELLING 1 NIET IN CE

Je moet in een context de ontwikkelingen tijdens de puberteit en adolescentie kunnen beschrijven.

- Puberteit is de periode waarin het lichaam volwassen wordt.
 - De puberteit loopt gemiddeld van 10 tot 17 jaar.
 - Tijdens de puberteit ontstaan secundaire geslachtskenmerken.
 - Primaire geslachtskenmerken zijn de kenmerken die een kind bij de geboorte al heeft.
 - Tijdens de puberteit worden meisjes voor het eerst ongesteld en ontstaan bij jongens zaadcellen.
 - Tijdens de puberteit treden gedragsveranderingen op.
- Adolescentie is de periode waarin een mens geestelijk volwassen wordt.
 - In Nederland neemt men vaak het einde van de puberteit als begin van de adolescentie. Het einde is dan tussen de 20 en 25 jaar.
 - Tijdens de adolescentie word je zelfstandig.

DOELSTELLING 2

Je moet in een context kunnen uitleggen dat veel eigenschappen van organismen zijn ontstaan doordat ze de kans op voortplanting vergroten.

- Natuurlijke selectie is een proces waarbij organismen ontstaan met aanpassingen aan hun omgeving.
 - Hoe groter de kans is dat een organisme zich kan voortplanten, hoe groter de kans dat dit organisme zijn genen aan de volgende generatie kan doorgeven.
 - Eigenschappen die de kans op het overleven van een organisme vergroten, vergroten ook de kans op voortplanting voor het organisme.
- Seksuele selectie bevordert verschillen tussen mannelijke en vrouwelijke dieren.
 - Door seksuele voorkeur van de ene sekse voor de andere sekse kunnen eigenschappen ontstaan die de overlevingskans van een individu lijken te verminderen, maar die de kans op voortplanting vergroten. Bijv. de staart van een pauw.
 - Door concurrentie tussen individuen van dezelfde sekse kunnen verschillen tussen mannetjes en vrouwtjes ontstaan, bijv. mannetjes die veel groter zijn dan vrouwtjes van dezelfde soort.
- Balts is gedrag dat bij veel diersoorten voorafgaat aan de voortplanting.
 - Balts bestaat uit een aantal vaste handelingen die elkaar opvolgen.
 - Bij mensen ligt het voortplantingsgedrag niet op deze manier vast.
- Seksueel gedrag: al het gedrag dat met de seksualiteit van mensen te maken heeft.
 - Ongewenst seksueel gedrag: seksueel gedrag van iemand gericht op een ander die dat niet wil.

DOELSTELLING 3

Je moet in een context de verschillen tussen geslachtelijke voortplanting en ongeslachtelijke voortplanting kunnen toepassen en in verband kunnen brengen met evolutionair voordeel.

- Mutaties: verandering in het DNA van een organisme.
 - Mutaties treden regelmatig op tijdens de replicatie van het DNA.
 - Door mutaties kunnen eigenschappen van organismen veranderen.
- Door geslachtelijke voortplanting vindt recombinatie van chromosomen plaats.
 - Geslachtelijke voortplanting: reproductie waarbij twee ouderlijke individuen zijn betrokken.
 - Gameten: eicellen en zaadcellen.
 - Bevruchting: het versmelten van de kern van een eiwcel met de kern van een zaadcel.
 - Door bevruchting vindt recombinatie van chromosomen plaats.
 - Door geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in de nakomeling.
 - Variatie vergroot de overlevingskans van een populatie.
- Door ongeslachtelijke voortplanting ontstaan nakomelingen die identiek zijn aan de ouder.
 - Ongeslachtelijke voortplanting: reproductie waarbij één ouderlijk individu betrokken is.
 - Prokaryoten en protisten planten zich ongeslachtelijk voort door zich te delen.
 - Bij meercellige organismen groeit een deel van het organisme uit tot een nieuw organisme.
 - Door het ontbreken van variatie onder de nakomelingen is de kans op het verspreiden van een ziekte groot en ontstaat concurrentie.

DOELSTELLING 4

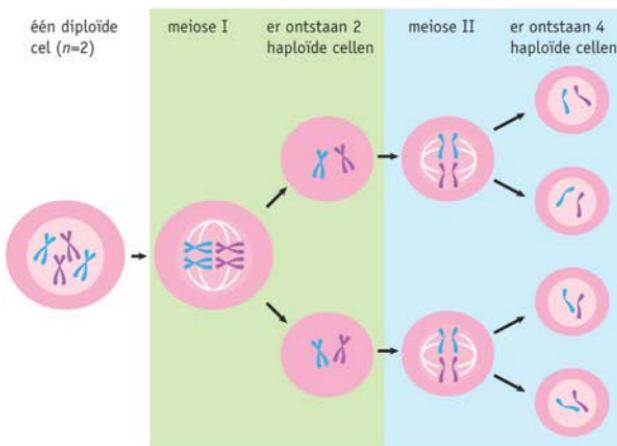
Je moet in een context kunnen uitleggen hoe door meiose geslachtscellen (gameten) ontstaan en hoe bevruchting verloopt (zie afb. 1).

- Het aantal chromosomen per celkern is voor elk soort organisme constant.
- De lichaams cellen van de meeste planten en dieren zijn diploïd: van ieder type chromosoom bevat een lichaams cel er twee, één paar.
 - Diploïd wordt weergegeven met $2n$, waarbij n staat voor het aantal paren chromosomen.
- Geslachts cellen zijn haploïd: van ieder type chromosoom bevat een geslachts cel er één.
 - Haploïd wordt weergegeven met n .
 - Bij bevruchting versmelten twee geslachts cellen waardoor een diploïde zygote ontstaat.
 - Bij de mens bevatten de geslachts cellen 23 chromosomen ($n = 23$).
- Bij meiose worden uit diploïde moeder cellen ($2n$) haploïde geslachts cellen gevormd (n).
 - De meiose bestaat uit twee elkaar opvolgende delingen: meiose I en meiose II.
 - Meiose I (reductiedeling): $2n \rightarrow n + n$.
Er ontstaan twee haploïde cellen.

- Meiose II: $n + n \rightarrow n + n + n + n$.

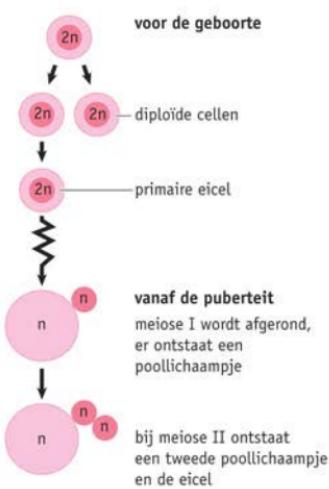
Uit de twee haploïde cellen ontstaan vier haploïde cellen.

▼ Afb. 1 Meiose (schematisch).



- Bij een man vindt meiose plaats in de testes.
 - Zaadcellen worden ook spermacellen genoemd.
 - Zaadcellen kunnen bewegen en bevatten veel mitochondriën.
- Bij een vrouw vindt meiose plaats in de ovaria.
 - Alle cytoplasma komt in één dochtercel te liggen: de eicel.
 - De andere dochtercellen (poollichaampjes) gaan te gronde (zie afb. 2).
 - Follikel: blaasje met een eicel in een eierstok, dat tijdens de ontwikkeling van een eicel groter wordt en uiteindelijk openbarst.
 - Ovulatie: het openbarsten van een follikel waardoor een eicel vrijkomt.
- Door bevruchting ontstaat uit twee haploïde cellen één diploïde cel.
 - Bevruchting vindt in een eileider plaats.
 - Door het ontstaan van een bevruchtingsmembraan kan maar één zaadcel een eicel bevruchten.

▼ Afb. 2 Ontwikkeling van de eicel (schematisch).

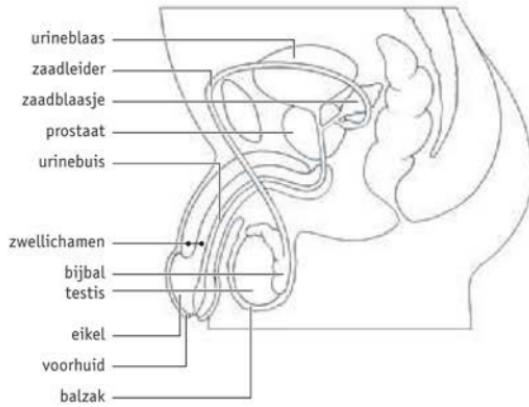


DOELSTELLING 5

Je moet in een context de delen van het voortplantingsstelsel van de mens kunnen beschrijven.

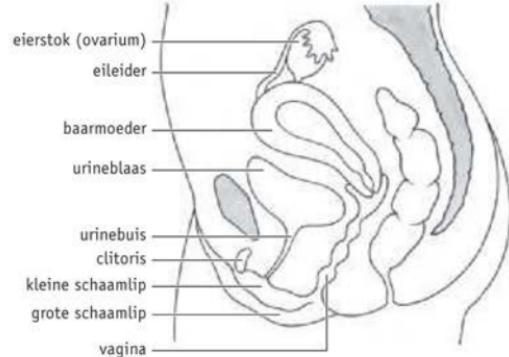
- Delen van het voortplantingsstelsel van de man (zie afb. 3).

▼ Afb. 3 Het mannelijk voortplantingsstelsel.



- Delen van het voortplantingsstelsel van de vrouw (zie afb. 4).

▼ Afb. 4 Het vrouwelijk voortplantingsstelsel.

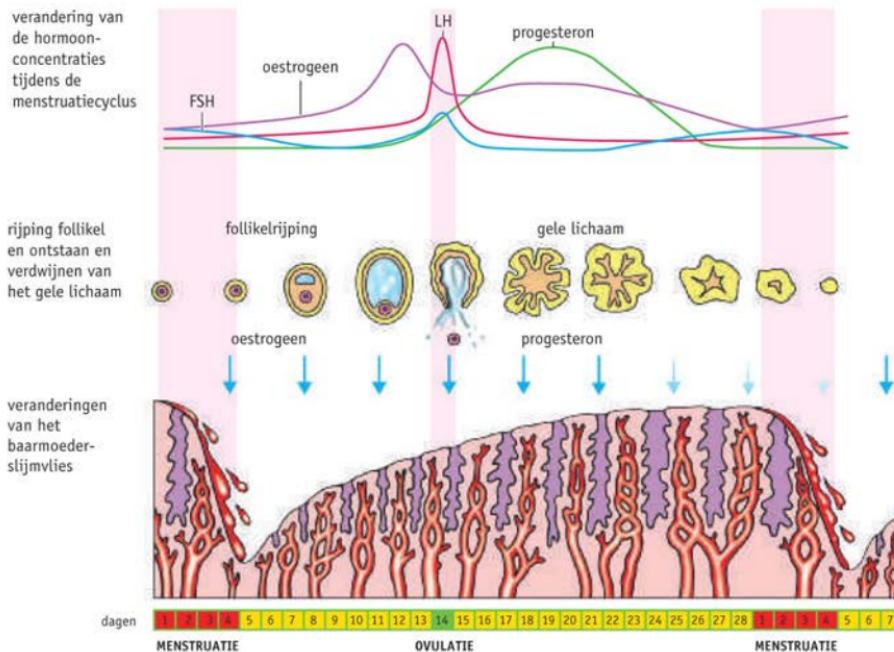


DOELSTELLING 6

Je moet in een context de werking van hormoonklieren en de hormonale regeling van de voortplanting van de mens kunnen beschrijven en toelichten.

- Hormoonklieren geven hormonen af aan het bloed.
 - Hormonen zijn chemische stoffen die processen in het lichaam regelen.
 - Hormonen spelen een rol bij celcommunicatie.
 - Alleen cellen die 'gevoelig' zijn voor een bepaald hormoon reageren op het hormoon.
- Geslachtshormonen: stoffen die via het bloed de werking van de voortplantingsorganen regelen (zie afb. 5).
 - Het mannelijk geslachtshormoon heet testosterone.
 - Het vrouwelijk geslachtshormoon heet oestrogeen.

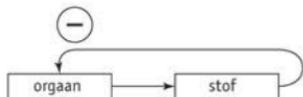
▼ Afb. 5 Het verband tussen de hormonen, processen in een ovarium en het baarmoederslijmvlies (schematisch).



- De hypofyse geeft o.a. de hormonen FSH en LH af aan het bloed.

- Menstruatiecyclus: de (globaal) vierwekelijke terugkeer van de menstruatie.
 - Het begin van de menstruatiecyclus is de eerste dag van de menstruatie. Na veertien dagen vindt de ovulatie plaats, weer veertien dagen later begint de volgende menstruatie.
 - In de periode tot de ovulatie produceert de hypofyse FSH en LH.
 - Ovulatie: onder invloed van LH neemt een rijpe follikel veel vocht op en barst open.
 - Na de ovulatie blijft onder invloed van LH het gele lichaam in stand en produceert het oestrogeen en progesteron.
 - Aan het eind van de menstruatiecyclus sterft het gele lichaam af door gebrek aan LH.
- Negatieve terugkoppeling: een stof remt zijn eigen aanmaak.
 - In een schema wordt remming aangeven met - en stimulering met + (zie afb. 6).

▼ **Afb. 6** Negatieve terugkoppeling.

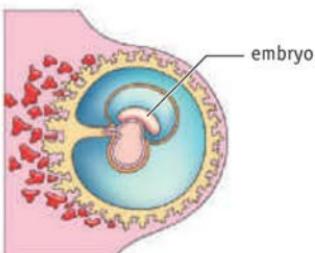
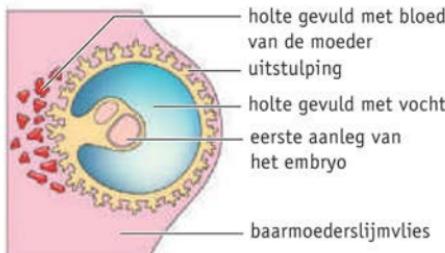


DOELSTELLING 7

Je moet in een context de ontwikkeling van een embryo kunnen toelichten.

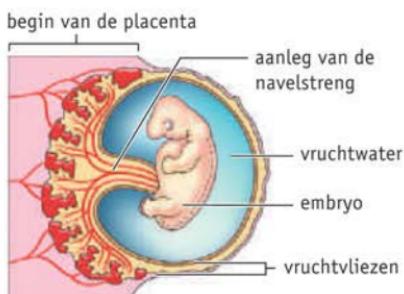
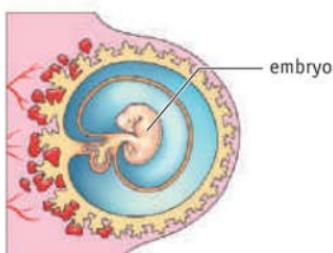
- In een eileider begint de ontwikkeling van een zygote tot een embryo.
 - De zygote ondergaat klevingsdelingen (delingen zonder groei).
- Innesteling (zie afb. 7).
 - Het beginnende embryo groeit ongeveer zeven dagen na de ovulatie in het baarmoederslijmvlies.
 - De buitenste laag van het bolletje cellen vormt het buitenste vruchtvlies.
 - De placenta vormt o.a. het hormoon HCG waardoor het gele lichaam in stand blijft.
 - Het gele lichaam vormt progesteron waardoor geen nieuwe eicellen tot ontwikkeling komen.
- Aan de binnenzijde van het klompje ontwikkelt zich het embryo.
 - De holte waarin zich het embryo bevindt, is gevuld met vruchtwater.
 - Het embryo en het vruchtwater zijn omgeven door vruchtvlezen.
 - De navelstreng verbindt het embryo met de placenta.
- In de placenta vindt uitwisseling van stoffen plaats.
 - Voedingsstoffen en zuurstof gaan van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo en afvalstoffen gaan van het bloed van het embryo naar het bloed van de moeder.
 - Ook ziekteverwekkers, sommige geneesmiddelen, alcohol, nicotine en drugs kunnen door de membranen in de placenta heen.
- Vanaf de achtste week na de bevruchting wordt het embryo foetus genoemd.

▼ Afb. 7 Ontwikkeling van een embryo (schematisch).



- 1 enkele dagen na de innesteling beginnen uitstulpingen te ontstaan

- 2 het embryo begint herkenbaar te worden en de uitstulpingen groeien in met bloed gevulde holtes van het baarmoederslijmvlies



- 3 in het embryo ontstaan herkenbare structuren en de placenta begint zich te ontwikkelen

- 4 vanuit het embryo zijn bloedvaten in de placenta gegroeid, de vruchtvlezen liggen tegen elkaar aan

DOELSTELLING 8

Je moet in een context de fasen van de geboorte kunnen toelichten.

- Weeën zijn samentrekkingen van de baarmoeder.
- Indaling.
 - Door indalingsweeën komt het hoofdje van de foetus in de bekkenholte te liggen.
- Ontslinging.
 - Door weeën aan het begin van de geboorte worden de baarmoederhals en baarmoedermond wijder.
 - Tijdens de ontslinging breken vaak de vruchtvlezen.
- Uitdrijving.
 - Door persweeën komt het kind ter wereld.
- Nageboorte.
 - De placenta, de resten van de navelstreng en de vruchtvlezen verlaten het lichaam van de moeder.

DOELSTELLING 9 NIET IN CE

Je moet in een context seksualiteit kunnen toelichten en een mening kunnen geven over verschillende vormen van seksualiteit.

- Seksualiteit speelt een rol bij het vormen en onderhouden van een relatie.
 - Seksualiteit: menselijke gevoelens en handelingen die een rol spelen bij lust en opwinding.
 - Seksualiteit bevestigt een relatie tussen personen en door seksualiteit kan iemand genot ervaren.
 - In verschillende culturen wordt verschillend omgegaan met seksualiteit.
 - Seksualiteit kan gericht zijn op iemand van de andere sekse (heteroseksualiteit), op iemand van dezelfde sekse (homoseksualiteit) of op beide (biseksualiteit).
- Seksueel misbruik vindt plaats als seksuele handelingen plaatsvinden zonder de instemming van de ander of als de ander vanwege leeftijd, afhankelijkheid of geestelijke gezondheid niet in staat wordt geacht duidelijk te maken dat de handelingen ongewenst zijn.
 - Voorbeelden van seksueel misbruik: aanranding, verkrachting, incest, pedo-seksuele handelingen.

DOELSTELLING 10 NIET IN CE

Je moet in een context de risico's op infectie met seksueel overdraagbare aandoeningen kunnen toelichten.

- Een soa (seksueel overdraagbare aandoening) is een infectieziekte.
 - Soa's worden overgedragen via sperma, bloed, vaginaal vocht en bij contact van slijmyliezen.
- Veilig vrijen: maatregelen nemen om de kans op een soa te verkleinen.
- Voorbeelden van soa's.
 - Chlamydia, gonorroe (druiper) en syfilis worden door bacteriën veroorzaakt en zijn te behandelen met antibiotica.
 - Aids en herpes genitalis worden door virussen veroorzaakt en zijn vaak slecht te behandelen.

Iemand die niet ziek is maar wel met hiv (het aidsvirus) is besmet wordt seropositief genoemd.

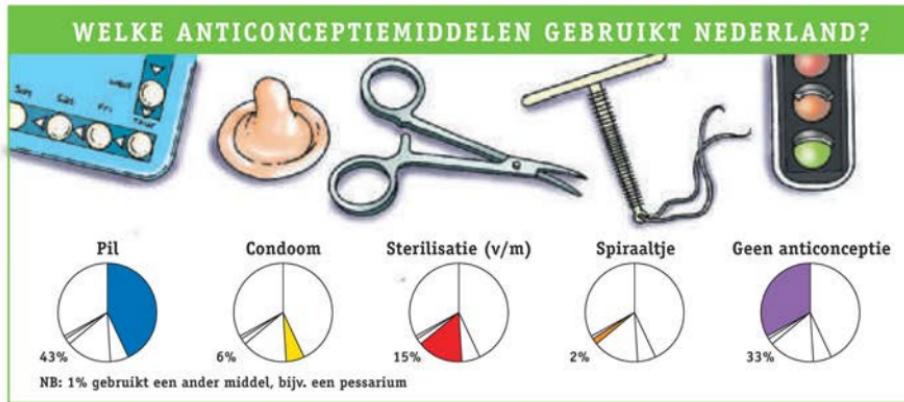
DOELSTELLING 11 NIET IN CE

Je moet in een context methoden voor geboorteregeling en hun voor- en nadelen kunnen beschrijven.

- Geboorteregeling is het beperken van het aantal geboorten door het voorkomen van zwangerschap (zie afb. 8).
 - Anticonceptiemethoden: manieren om zwangerschap te voorkomen.
 - Anticonceptiemiddelen: hulpmiddelen bij het voorkomen van zwangerschap.
- De anticonceptiepil is het meest gebruikte anticonceptiemiddel.
 - De pil bevat hormonen waardoor de ovulatie wordt onderdrukt en geen eicellen vrijkomen.

- De anticonceptiepil is betrouwbaar en makkelijk in het gebruik.
- Een condoom voorkomt dat zaadcellen in de vagina komen.
 - Een condoom beschermt ook tegen soa's.
 - Bij juist gebruik zijn condooms betrouwbaar.
- Een spiraaltje voorkomt innesteling.
 - Wordt door een arts in de baarmoeder geplaatst.
 - Een spiraaltje is betrouwbaar bij juist gebruik.
- Sterilisatie: onderbreken van de zaadleiders bij de man en eileiders bij de vrouw.
 - Sterilisatie is een definitieve methode voor anticonceptie.
 - Sterilisatie is erg betrouwbaar.
- Periodieke onthouding: geen geslachtsgemeenschap tijdens de vruchtbare periode.
 - De vruchtbare periode loopt van ongeveer drie dagen voor de ovulatie tot een dag na de ovulatie.
 - De lichaamstemperatuur stijgt tijdens de ovulatie enkele tienden van een graad.
 - Bij juist gebruik is periodieke onthouding via de temperatuurmethode betrouwbaar. In de praktijk gaat het vaak fout.

▼ Afb. 8 Welke anticonceptie gebruikt Nederland (gegevens 2008)?



DOELSTELLING 12 NIET IN CE

Je moet oorzaken kunnen noemen van verminderde vruchtbaarheid en manieren kunnen beschrijven om ongewenste kinderloosheid op te heffen.

- Oorzaken van verminderde vruchtbaarheid.
 - Leeftijd: vooral bij vrouwen neemt de vruchtbaarheid na het dertigste jaar af.
 - Leefstijl: voeding, alcoholgebruik, roken, bepaalde geneesmiddelen, straling en gevaarlijke stoffen.
 - Hormoonstoornissen.
 - Aandoeningen aan de geslachtsorganen.
- Kunstmatige inseminatie (KI).
 - Bij een vrouw wordt sperma ingebracht van een man.
 - Bij IUI wordt sperma direct in de baarmoeder gespoten.
 - Bij ICSI wordt een zaadcel in de eicel geïnjecteerd.
- In-vitrofertilisatie (IVF): bevruchting vindt buiten het lichaam plaats.
 - IVF kan toegepast worden indien inwendige bevruchting niet tot zwangerschap leidt, bijv. doordat de eileiders ondoorlaatbaar zijn.
 - Cryopreservatie: resterende embryo's van een IVF-behandeling worden ingevroren.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt in een of meer contexten:

- geleerd informatie te selecteren en te interpreteren;
- geoefend in het herkennen van onjuiste uitspraken met betrekking tot seksualiteit;
- geoefend in het geven van een beargumenteerde mening;
- inzicht gekregen in het belang van voortplanting;
- inzicht gekregen in het voorkomen van seksueel misbruik;
- geoefend in het geven van je mening over seksualiteit van de mens.

Examentrainer

Vragen

Nieuwe appels!

Zo af en toe zie je hem in de winkel, maar hij zou er al veel langer moeten liggen, de Santana, een gloednieuw appelras, glanzend rood, zoetzuur, lekker bros en sappig. Milieuvriendelijk bovendien, want de Santana kan beter tegen schurft, een veel voorkomende appelziekte, en hoeft daarom veel minder bespoten te worden dan de nu gangbare rassen.

De Santana is een appel die verkregen is door bepaalde appelrassen met elkaar te kruisen. Er is hierbij geprobeerd om de gunstige eigenschappen van de verschillende rassen te combineren in een nieuw ras. Het duurt ongeveer 20 jaar voor een nieuw ras klaar is voor de markt.

Eerst worden de 'ouders' gekruist, daarna wordt jaar na jaar geselecteerd in proeftuinen. Als de planten daarna zijn uitgezet bij de telers, kost het nog enkele jaren voor de eerste appels op de markt kunnen worden geïntroduceerd.

Als uiteindelijk een nieuw appelras is verkregen, vermeerdert men de planten door middel van enten. Hierbij laat men een loot of takje van het gewenste appelras groeien op een stam van een ander appelras. Een voordeel is de tijdwinst die ermee behaald wordt.

- 1p **1** Om welke andere reden is het noodzakelijk om bij het vermeerderen van een nieuw appelras te kiezen voor een ongeslachtelijke manier van voortplanten?

Net vóór de introductie van de Santana ontdekte men dat de appel leed aan 'inwendig bruin'. Aan de buitenkant was niets te zien, maar van binnen is één op de vijf appels bruin. Wat er is misgegaan is nog niet duidelijk. Mogelijk is er iets misgegaan met het handhaven van de vochtigheidsgraad tijdens het bewaren. Je gaat onderzoeken of de vochtigheidsgraad tijdens het bewaren de oorzaak is van het inwendig bruin. Je hebt de beschikking over veel kisten Santana appels die allemaal op hetzelfde tijdstip geplukt zijn maar niet allemaal even rijp zijn. Je kunt aan de buitenkant niet zien hoe rijp de appels zijn.

- 3p **2** Beschrijf een proefopzet waarmee je onderzoekt of de vochtigheidsgraad tijdens het bewaren iets te maken heeft met inwendig bruin bij de appels.

Naar: examen havo 2008-1.

Foetaal onderzoek

Lees de onderstaande tekst over foetaal onderzoek.

Uit onderzoek is vastgesteld dat er complete cellen van de foetus in het bloed van de moeder voorkomen. De ontdekking dat moederlijk bloed cellen van de foetus bevat, kan gebruikt worden om erfelijke afwijkingen vast te stellen.

Uit deze cellen is DNA te isoleren. Men doet dit alleen als uit het karyogram blijkt dat de foetus een jongetje is. Foetale cellen van een dochter zijn op deze manier niet met zekerheid van de cellen van de moeder te onderscheiden.

- 1p 3 Wat zijn twee vormen van prenatale diagnostiek waarbij men cellen van het kind verzamelt voor onderzoek?

Bron: examen havo 2009-1.

Sperma-analyse

Bij ongeveer 10% van de Nederlandse paren komt ongewenste kinderloosheid voor.

Artsen geven er de voorkeur aan onderzoek naar ongewenste kinderloosheid te beginnen bij de man.

De kwaliteit van sperma wordt als goed beschouwd als het aan de volgende voorwaarden voldoet:

- 1 hoeveelheid sperma per zaadlozing: meer dan 1 mL;
- 2 aantal spermacellen: meer dan 20 miljoen per mL;
- 3 meer dan 40% bewegende spermacellen (na ongeveer twee uur);
- 4 meer dan 75% normale kopvormen.

In tabel 1 zijn de gegevens van sperma van negen verschillende mannen weergegeven.

Al deze mannen produceren een normale hoeveelheid sperma, maar zij en hun partners zijn ongewild kinderloos.

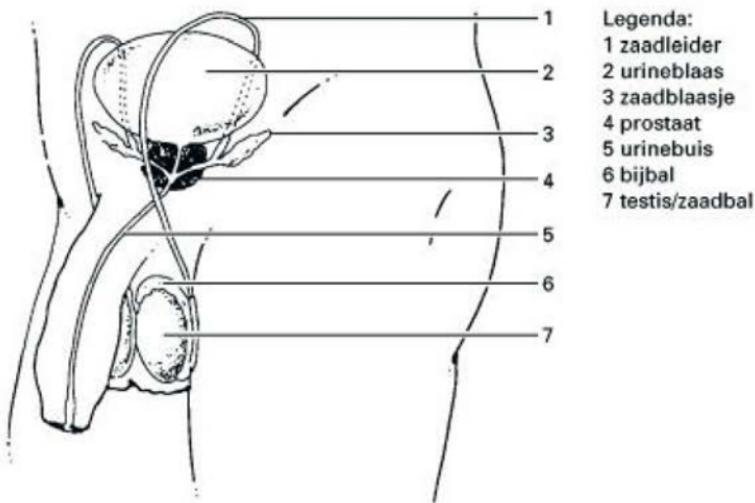
- 2p 4 Bij welke twee van deze mannen is in ieder geval vervolgonderzoek bij de vrouw nodig?
- A bij man 2 en man 5
 - B bij man 2 en man 8
 - C bij man 3 en man 5
 - D bij man 3 en man 6
 - E bij man 4 en man 8
 - F bij man 6 en man 8

▼ Tabel 1

man	aantal spermacellen (miljoen/mL)	% bewegende sperma- cellen (na 2 uur)	% normale kopvormen
1	20	40	20
2	40	80	85
3	80	30	60
4	30	10	60
5	96	75	90
6	10	60	70
7	25	45	10
8	45	15	75
9	0	—	—

Bij de volgende vragen kun je afbeelding 1 gebruiken.

▼ Afb. 1 Bouw van de geslachtsorganen van de man.



Bij man 9 komen geen spermacellen voor in het sperma. Bij deze man is uiterlijk geen afwijking te zien en de hormoonconcentraties in zijn bloed zijn normaal. Iemand noemt de volgende mogelijke oorzaken voor het ontbreken van spermacellen in het sperma:

- 1 afsluiting van de afvoergangen van de bijbal;
- 2 het ontbreken van spermavormende cellen;
- 3 uitval van de activiteit van de hypofyse.

2p 5 Door welke van deze oorzaken kunnen spermacellen in het sperma van man 9 ontbreken?

- A alleen door oorzaak 1
- B alleen door oorzaak 2
- C alleen door oorzaak 3
- D alleen door de oorzaken 1 en 2
- E alleen door de oorzaken 2 en 3
- F door de oorzaken 1, 2 en 3

Wanneer de kwaliteit van het sperma van een man niet goed genoeg is voor een normale bevruchting, kan het soms wel worden gebruikt voor kunstmatige inseminatie. De spermacellen van de man worden dan gedurende enige tijd verzameld en vervolgens gelijktijdig ingebracht bij de vrouw.

2p 6 Van welke van de mannen 1, 3, 4, 6 en 7 uit tabel 2 is de kans op succes bij deze vorm van inseminatie het grootst? Verklaar je antwoord.

Bron: examen havo 1999-2.

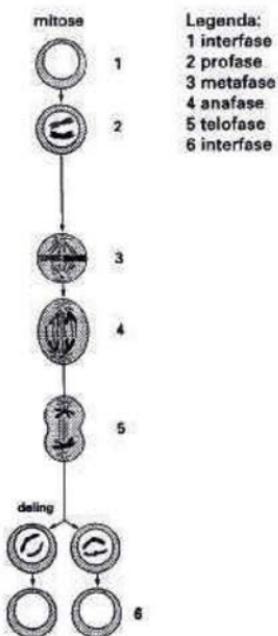
Planten uit stuifmeel

Onderzoekers zijn erin geslaagd om volledige koolplanten (*Brassica oleracea*) te laten ontstaan uit stuifmeel. Daarbij worden uit de bloemknopjes stuifmeelkorrels verzameld. Deze stuifmeelkorrels kunnen zich mitotisch delen. Door een behandeling met de stof colchicine verloopt zo'n mitose abnormaal: de telofase ontbreekt en deling van de cel blijft achterwege. Uit een stuifmeelkorrel die gedurende één mitose met colchicine is behandeld, ontstaat een klompje cellen. Als dit op een voedingsbodem wordt geplaatst, kan het uitgroeien tot een plantje.

Bij de volgende vraag kun je afbeelding 2 gebruiken.

Het aantal chromosomen in een celkern van een blad van *Brassica oleracea* bedraagt 18.

▼ Afb. 2 Normaal verloop van de mitose.



- 2p 7 Hoeveel chromosomen heeft een cel in een klompje cellen dat uit een stuifmeelkorrel is ontstaan na behandeling met colchicine?
- A 9 C 36
 B 18 D 72

Stuifmeelkorrels bevatten geen bladgroen. De koolplanten die eruit worden opgekweekt, wel.

- 2p 8 Welke van de volgende verklaringen voor het ontstaan van bladgroen in deze koolplanten is juist?
- A Bepaalde stoffen in de stuifmeelkorrels muteren tijdens de groei tot bladgroen.
 B De stuifmeelkorrels bevatten niet alle genen die noodzakelijk zijn voor de vorming van bladgroen; door de werking van colchicine ontstaan de ontbrekende genen.
 C De stuifmeelkorrels bevatten alle genen die noodzakelijk zijn voor de vorming van bladgroen; deze genen worden alleen actief in bepaalde delen van de koolplant.
 D De stuifmeelkorrels bevatten alle genen die noodzakelijk zijn voor de vorming van bladgroen; deze genen worden pas actief onder invloed van colchicine.

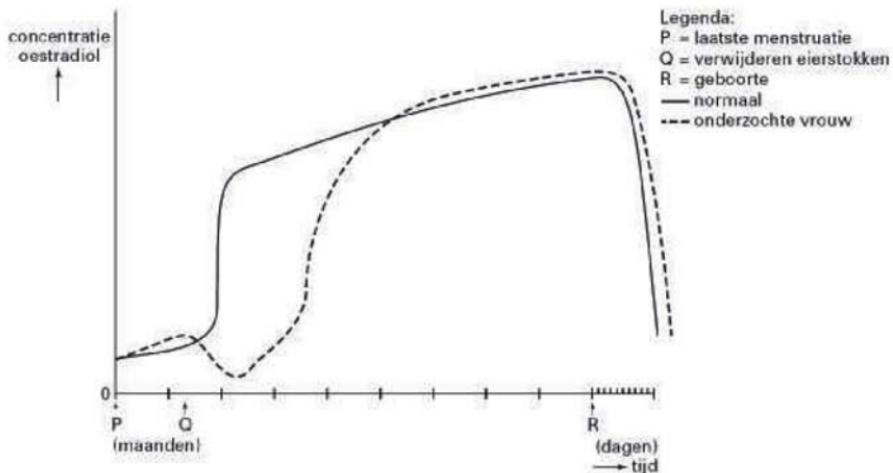
Bron: examen havo 1998-2.

Zwangerschapscomplicatie

Bij een Franse vrouw werd een ernstige aandoening aan de eierstokken geconstateerd. Haar eierstokken werden daarom verwijderd. Tijdens de ingreep bleek dat zij zwanger was. De zwangerschap werd uitgedragen en er werd een gezond meisje geboren. Tijdens deze zwangerschap werden geen hormonen toegediend. Wel werd regelmatig het gehalte aan oestradiol in het bloed bepaald. De gegevens zijn weergegeven in afbeelding 3.

Ter vergelijking is ook het verloop van de oestradiolconcentratie van een andere vrouw met een normale zwangerschap weergegeven.

▼ Afb. 3



Drie verklaringen worden geopperd voor de stijging van het gehalte aan oestradiol bij de vrouw waarvan de eierstokken zijn verwijderd.

- 1 De hypofyse van de moeder neemt de productie van oestradiol volledig over.
 - 2 De placenta gaat vanaf omstreeks de derde maand oestradiol produceren.
 - 3 De eierstokken van de baby nemen de productie van oestradiol van de moeder over.
- 2p 9 Welke verklaring is het meest waarschijnlijk?
- A verklaring 1
 - B verklaring 2
 - C verklaring 3

Bron: examen havo 1999-1.

Seksualiteit en seksueel overdraagbare aandoeningen

In de onderstaande tabellen 2 en 3 staan gegevens over seksueel overdraagbare aandoeningen (SOA) en seksualiteit bij jongeren.

▼ Tabel 2 De SOA top 9.

SOA	Aantal nieuwe infecties per jaar in Nederland
chlamydia	60 000
genitale wratten	15 000
herpes genitalis	12 000
gonorroe	6000
hepatitis B	3000
trichomonas	enkele duizenden
syphilis	750
hiv	500
gardnerella	enkele duizenden

Bron: *Lesbrief 'Ik vrij veilig ook op vakantie', Stichting SOA-bestrijding, mei 1996.*

▼ Tabel 3 Risico-inschatting door jongens ($n = 215$) van de kans op een SOA bij geslachtsgemeenschap zonder condoomgebruik.

	Grote kans	Niet zo groot	Klein	Geen kans	Weet niet
Als je soms met een ander meisje vrijt	76%	18%	5%	0%	1%
Als je het meisje niet goed kent	59%	30%	7%	0%	4%
Als het meisje de pil gebruikt	59%	28%	10%	0%	2%

Bron: *Condoomschroom, P. Vennix, P. Curfs en E. Ketting, 1993.*

Uit de gegevens in tabel 3 blijkt dat 28% van de jongens denkt dat bij pilgebruik de kans om een SOA te krijgen niet zo groot is.

- 2p 10 a Leg uit waarom de redenering van deze jongens onjuist is.
b Leg uit dat een condoom de kans op een SOA wel verkleint.

In sommige gevallen kan ongewenste kinderloosheid opgeheven worden door kunstmatige inseminatie en/of door in-vitrofertilisatie (IVF). Bij kunstmatige inseminatie kan het zaad van de eigen partner gebruikt worden (KI-E) of het zaad van een (anonieme) donor (KI-D). Als gevolg van een chlamydia-infectie zijn bij een vrouw de eileiders ver-

stopt geraakt. Zij kan daardoor langs natuurlijke weg niet zwanger worden. Zij en haar partner willen toch graag kinderen.

- 1p 11 Welke methode komt of welke methoden komen in aanmerking om deze ongewenste kinderloosheid op te heffen?
- | | |
|---------------|-------------------------------|
| A alleen IVF | D zowel KI-D als IVF |
| B alleen KI-D | E zowel KI-E als IVF |
| C alleen KI-E | F zowel KI-D als KI-E als IVF |

Bron: examen havo 2002-1.

Kalverembryo's

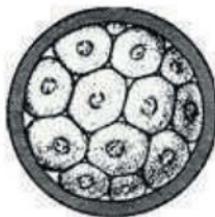
De volgende tekst is een bewerking van een artikel uit een landelijk dagblad. Lees deze tekst.

Tijdens een wetenschappelijk congres werd bekend dat een kalf van twee vaders en geen biologische moeder was geboren.

Bij een net bevruchte eicel had men vóór de versmelting de kern van de eicel verwijderd. In plaats van die eicelkern had men een tweede, extra kern afkomstig van een spermacel in de eicel gebracht.

Bij een ander onderzoek had men kalverembryo's kort na de eerste delingen in twee helften gesplitst. De beide helften werden in verschillende koeien geïmplanteerd. Ze ontwikkelden zich verder tot een kalf. Ook werd een gesplitst embryo eerst in de diepvries bewaard en pas later, na de geboorte van het eerste tweelingkalf, in dezelfde draagkoe geïmplanteerd. Het splitsen van de embryo's vond plaats om te weten te komen of bepaalde eigenschappen uitsluitend erfelijk of mede door milieu-invloeden worden bepaald. Het splitsen van embryo's gebeurt doorgaans in het stadium dat is weergegeven in afbeelding 4.

▼ Afb. 4



Voor de volgende vragen mag je ervan uitgaan dat de ontwikkelingsprocessen bij runderen overeenkomen met die bij de mens.

- 1p 12 Via welk orgaan of via welke organen worden de gesplitste embryo's naar de plaats van innesteling in een koe gebracht?

Bron: examen havo 1996-2.

Een eicel

In een bepaalde eicelmoedercel van de mens treedt tijdens de meiose I een mutatie op in één van de aanwezige chromatiden. Uit deze eicelmoedercel ontstaat één eicel die gaat rijpen.

- 2p 13 Hoe groot is de kans dat de bij de beschreven mutatie ontstane erfelijke informatie in de rijpe eicel zal voorkomen?
- | | |
|-------|--------|
| A 0% | C 50% |
| B 25% | D 100% |

Bron: examen havo 1993-1.

Kikkers

De groene kikker (*Rana esculenta* L.) heeft een zeer speciaal voortplantingsgedrag. In het voorjaar komen grote groepen mannetjes bij elkaar die twee keer per dag, 's morgens en 's avonds, oorverdovend kwaken. Dit zijn de 'kikkerkoren'. Voorbeelden van soorten gedrag zijn: balts en territoriumgedrag.

- 2p 14 Tot welk soort gedrag behoort het kwaken van kikkers in kikkerkoren?
- | |
|-------------------------------|
| A alleen balts |
| B alleen territoriumgedrag |
| C balts en territorium gedrag |

Bij kikkers vindt uitwendige bevruchting plaats: het mannetje spuit zijn zaadcellen over de vers gelegde eieren van het vrouwtje. Voor de paring gaan een mannetje en een vrouwtje in ampex. Dit betekent dat het mannetje op de rug van het vrouwtje klimt en zich aan haar vastklampt. Zo'n ampex kan wel een etmaal duren. Als de ampex lang genoeg geduurde heeft, zet het vrouwtje, met nog steeds het mannetje op haar rug, haar eieren aan het wateroppervlak af.

Over een ampex worden de volgende uitspraken gedaan:

Uitspraak 1: Pas tijdens een ampex worden er in het lichaam van de kikker geslachtshormonen gevormd.

Uitspraak 2: Het in stand houden van een ampex wordt mede geregeld door één of meer hormonen.

- 2p 15 Welke van de bovenstaande uitspraken is of zijn juist?
- | |
|--|
| A alleen uitspraak 1 is juist |
| B alleen uitspraak 2 is juist |
| C zowel uitspraak 1 als uitspraak 2 is juist |
| D zowel uitspraak 1 als uitspraak 2 is onjuist |

In sommige kikkerpopulaties komen bij dieren jonger dan twee jaar veel meer vrouwtjes dan mannetjes voor. Het aantal mannetjes en het aantal vrouwtjes dat ouder is dan twee jaar, is in deze populaties ongeveer gelijk.

Er blijken bepaalde jonge dieren te zijn die er felijk gezien een mannetje zijn maar in uiterlijk een vrouwtje. Deze vrouwtjes veranderen vanaf een bepaald tijdstip in mannetjes. Het omgekeerde verschijnsel, dat vrouwtjes eruit kunnen zien als mannetjes, komt niet voor.

Het verschijnsel werd voor het eerst in 1882 door de Duitse bioloog Pflüger beschreven. Toen Pflüger voor het eerst de ongelijke verdeling van mannetjes en vrouwtjes bij dieren jonger dan twee jaar ontdekte, gaf hij een meer voor de hand liggende verklaring voor dit verschijnsel.

- 1p **16** Wat was een meer voor de hand liggende verklaring?

Tijdens de geslachtsverandering van jonge vrouwtjes tot jonge mannetjes worden de eierstokken omgebouwd tot testes. Dit is een verandering van de primaire geslachtskenmerken. Als gevolg hiervan zullen ook de secundaire geslachtskenmerken veranderen.

- 1p **17** Leg uit hoe deze verandering van de secundaire geslachtskenmerken geregeld wordt.

Naar: examen havo 2004-1.

Antwoorden en uitleg

Nieuwe appels!

- 1 De appelbomen bezitten dan **zeker de oorspronkelijke genen/erfelijke eigenschappen**. **Door geslachtelijke voortplanting komen er nakomelingen met verschillende geno- en fenotypen/erfelijke eigenschappen** (1 punt).

THEMA 3 BASISSTOF 2

- 2 De proefopzet moet de volgende onderdelen bevatten:
- **(Willekeurige) groepen appels worden onder verschillende omstandigheden wat betreft de vochtigheidsgraad bewaard** (1 punt);
 - **Alle overige omstandigheden zijn gelijk** (1 punt);
 - **De appels worden gecontroleerd op 'inwendig bruin'** (1 punt).

THEMA 1 BASISSTOF 5

Foetaal onderzoek

- 3 Het antwoord is **vruchtwaterpunctie en vlokkentest** (1 punt).

THEMA 3 BASISSTOF 5

Sperma-analyse

- 4 Bij de mannen 1 en 7 is het percentage normale kopvormen te laag. Bij de mannen 3 en 4 is het percentage bewegende spermacellen te laag. Bij man 6 is het aantal spermacellen te laag. Alleen de mannen 2 en 5 voldoen aan alle criteria. Aan hen kan de onvruchtbaarheid van het paar dus niet liggen.
Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 3 BASISSTOF 8

- 5 De oorzaken 1 en 2 kunnen juist zijn, maar oorzaak 3 niet. Gegeven is immers dat de hormoonconcentraties in het bloed normaal zijn. De hypofyse werkt dus normaal.
Het juiste antwoord is dus: **D** (2 punten).

THEMA 3 BASISSTOF 8

- 6 Het antwoord is bij **man 6** (1 punt) omdat die alleen maar weinig spermacellen produceert, terwijl het percentage normale/bewegende spermacellen behoorlijk hoog is (1 punt).

THEMA 3 BASISSTOF 8

Planten uit stuifmeel

- 7 Het normale aantal chromosomen in een bladcel bedraagt 18. Dit betekent dat in een stuifmeelkorrel 9 chromosomen zitten. Het aantal chromosomen wordt immers gehalveerd bij de vorming van de geslachtscellen. Door colchicine gaan de chromatiden wel uit elkaar, maar komen niet in aparte cellen terecht. Het aantal chromosomen in de nieuwe cel komt weer op 18. Uit deze cel wordt de nieuwe plant opgekweekt. Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 3 BASISSTOF 3

- 8 De stuifmeelkorrels bevatten in elk chromosoom alle noodzakelijke genen. Hoewel deze genen niet in tweevoud voorkomen, is de erfelijke informatie om bladgroen te maken dus wel in enkelvoud aanwezig. Niet alle genen zijn tegelijkertijd in de plant actief. Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 2 BASISSTOF 9

Zwangerschapscomplicatie

- 9 Verklaring 1 is niet juist, omdat oestradiol niet door de hypofyse wordt gemaakt, maar door de eierstokken.
Verklaring 2 is juist.
Verklaring 3 is niet juist omdat de eierstokken van een baby nog niet werkzaam zijn. Dat gebeurt pas in de puberteit.
Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 3 BASISSTOF 4

Seksualiteit en seksueel overdraagbare aandoeningen

- 10 a **De pil werkt alleen als anticonceptiemiddel en niet tegen SOA / De pil is geen geneesmiddel / De pil bevat alleen hormonen** (1 punt).
b **Het condoom is een barrière tegen/voorkomt overdracht van ziekteverwekkers** (1 punt).

THEMA 3 BASISSTOF 7

- 11 Door de verstopping van de eileiders kunnen de spermacellen niet langs natuurlijke weg een eicel bereiken. Kunstmatige inseminatie (KI) heeft dus geen zin. De enige mogelijkheid is in-vitrofertilisatie (IVF). Het embryo wordt dan in de baarmoeder geplaatst. Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 3 BASISSTOF 8

Kalverembryo's

- 12 Het inbrengen gaat via de **vagina/baarmoedermond** in de baarmoeder (1 punt).
THEMA 3 BASISSTOF 5

Een eicel

- 13 In meiose I komen de chromosomen in paren voor. Elk paar bevat $2 \times 2 = 4$ chromatiden. Elke chromatide kan terechtkomen in de eicel. De kans is $1/4$ dat de mutatie in deze eicel terechtkomt.
 Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 3 BASISSTOF 3

Kikkers

- 14 Kikkers kwaken in de paartijd om vrouwtjes te lokken (balts) en om hun territorium af te bakenen.
 Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).
THEMA 3 BASISSTOF 1
- 15 Vóór het moment van de ampex zijn de geslachtshormonen ook al actief. Zo wordt bijvoorbeeld de balts voorafgaand aan de paring ook al geregeld door deze hormonen. Uitspraak 1 is dus niet juist. De ampex als onderdeel van het paringsritueel staat natuurlijk wel onder invloed van de geslachtshormonen. Uitspraak 2 is wel juist.
 Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).
THEMA 3 BASISSTOF 4
- 16 De ongelijke verdeling tussen het aantal jonge mannetjes en vrouwtjes binnen een populatie wordt veroorzaakt doordat **jonge mannetjes zich beter verbergen** (1 punt).
THEMA 3 BASISSTOF 1
- 17 Secundaire geslachtskenmerken ontstaan door de werking van hormonen die worden gevormd in de geslachtsorganen. **Testes produceren mannelijke geslachtshormonen, dus ontwikkelen zich mannelijke secundaire geslachtskenmerken** (1 punt).
THEMA 3 BASISSTOF 4

LEERJAAR 4

4

Erfelijkheid



Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet in een context kunnen omschrijven wat het genotype en wat het fenotype van een organisme is. Ook moet je het doel van tweelingonderzoek kunnen beschrijven.

- Fenotype: de waarneembare eigenschappen van een individu.
 - Het fenotype wordt bepaald door het genotype en milieufactoren.
- Genotype: de verzameling genen in een cel.
 - Gen: een deel van een chromosoom dat de informatie bevat voor één erfelijke eigenschap of een deel van een erfelijke eigenschap.
 - Allel: één van de genen van een genenpaar.
 - In lichaamscellen komen genen in paren voor; in geslachtscellen komen genen enkelvoudig voor. Een synoniem voor genenpaar is allelenpaar.
- Door tweelingonderzoek probeert men meer zicht te krijgen op de invloed die het genotype en milieufactoren hebben op het fenotype.
 - De individuen van een eeneiige tweeling hebben hetzelfde genotype.
 - Een eeneiige tweeling kan dus alleen uit twee meisjes of uit twee jongens bestaan. Een eeneiige tweeling lijkt sprekend op elkaar.
 - Een twee-eiige tweeling lijkt net zoveel op elkaar als andere broers of zussen, en kan van verschillend geslacht zijn.
 - Bij een eeneiige tweeling (die gescheiden opgroeit) kan worden onderzocht welke invloed milieufactoren en genotype hebben op het fenotype.

DOELSTELLING 2

Je moet in een context kunnen omschrijven wat DNA-sequentie, genexpressie en epigenetica betekenen.

- Chromosomen bestaan voor een groot deel uit DNA.
- DNA-sequentie: de volgorde van de vier verschillende bouwstenen waaruit DNA is opgebouwd. Door de volgorde van deze vier bouwstenen kan erfelijke informatie in een code worden opgeslagen in het DNA.
 - DNA-sequenties in de verschillende lichaamscellen van een organisme zijn voor het overgrote deel gelijk (mutaties zorgen voor kleine verschillen).
- Genexpressie is het tot uiting komen van een gen.
 - Genexpressie verschilt per cel (weefsel).
- Epigenetica is de studie van wijzigingen in de genexpressie zonder dat er wijzigingen in de DNA-sequentie plaatsvinden.
 - Deze wijzigingen in de genexpressie zijn omkeerbaar, maar soms stabiel en erfelijk.

DOELSTELLING 3

Je moet in een context kunnen omschrijven wat homozygoot, heterozygoot, dominant en recessief betekenen. Ook moet je in een context kunnen beschrijven hoe door recombinatie nieuwe combinaties van allelen ontstaan.

- **Homozygoot:** het genenpaar voor een eigenschap bestaat uit twee gelijke genen.
- **Heterozygoot:** het genenpaar voor een eigenschap bestaat uit twee ongelijke genen.
- **Dominant allele:** een allele dat altijd tot uiting komt in het fenotype.
 - Individuen waarbij een dominant allele tot uiting komt in het fenotype, kunnen homozygoot of heterozygoot zijn voor deze eigenschap.
- **Recessief allele:** een allele dat alleen tot uiting komt in het fenotype als er geen dominant allele aanwezig is.
 - Individuen waarbij een recessief allele tot uiting komt in het fenotype, zijn homozygoot voor deze eigenschap.
- **Onvolledig dominant allele:** een dominant allele dat bij een heterozygoot individu een recessief gen ook enigszins tot uiting laat komen in het fenotype.
 - **Intermediair fenotype:** twee ongelijke allelen komen beide tot uiting in het fenotype als mengvorm.
- **Recombinatie:** het ontstaan van nieuwe combinaties van allelen.
 - Door geslachtelijke voortplanting vindt recombinatie van chromosomen met daarop de allelen plaats.
 - Hierdoor ontstaan na meiose geslachtscellen (gameten) met verschillende genotypen. In de geslachtscellen kunnen 2^n verschillende genotypen voorkomen (bij de mens 2^{23}).
 - Na bevruchting treedt recombinatie op: er ontstaan nieuwe combinaties van allelen.
 - Door recombinatie ontstaat een grote genetische variatie door verscheidenheid in genotypen. Hierdoor heeft een soort een grote overlevingskans, vooral bij veranderende milieumomstandigheden.

DOELSTELLING 4

Je moet in een context van een monohybride kruising een kruisingsschema kunnen opstellen.

- **Monohybride kruising:** kruising waarbij wordt gelet op de overerving van één eigenschap.
 - Bij een monohybride kruising is één genenpaar betrokken. Bij een dihybride kruising zijn twee genenparen betrokken.
- **Het opstellen van een kruisingsschema:**
 - Geef de genotypen van de ouders in een kruising weer (een dominant allele met een hoofdletter, een recessief allele met een kleine letter).
 - Stel vast welke allelen de geslachtscellen van beide ouders kunnen bevatten.
 - Ga na welke mogelijkheden er bestaan voor de versmelting van een eicelkern en een zaadcelkern.

- Kruisingsschema van een monohybride kruising:

P	AA	x	aa
geslachtscellen	A		a
F ₁		Aa	
geslachtscellen	A of a		A or a

 F_2

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

- verhouding in de F₂:
- genotypen: AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1;
 fenotypen: fenotype waarbij het dominante gen tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve gen tot uiting komt = 3 : 1.

DOELSTELLING 5

Je moet in een context bij een gegeven monohybride kruising genotypen en fenotypen van ouders en/of nakomelingen kunnen afleiden.

- P: Aa x aa.
 - Verhouding in de F₁:

genotypen: Aa : aa = 1 : 1;
 fenotypen: fenotype waarbij het dominante gen tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve gen tot uiting komt = 1 : 1.

 - Testkruising: AA x aa of Aa x aa. Alleen bij een heterozygoot individu komt het recessieve allele tot uiting in de F₁.
- P: Aa x Aa.
 - Verhouding in de F₁:

genotypen: AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1;
 fenotypen: fenotype waarbij het dominante gen tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve gen tot uiting komt = 3 : 1.
- Stambomen: als twee ouders met gelijk fenotype een nakomeling krijgen met een afwijkend fenotype, zijn beide ouders heterozygoot voor deze eigenschap (Aa).
 - De nakomeling is dan homozygoot recessief voor deze eigenschap (aa).

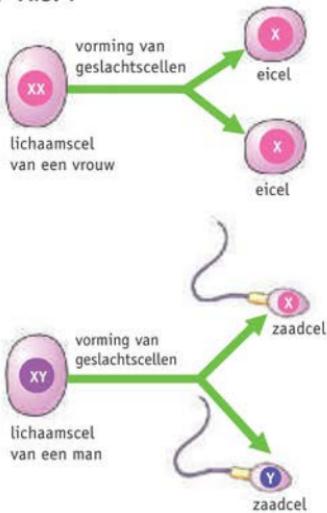
DOELSTELLING 6

Je moet in een context kunnen beschrijven hoe de geslachtschromosomen het geslacht van een mens bepalen.

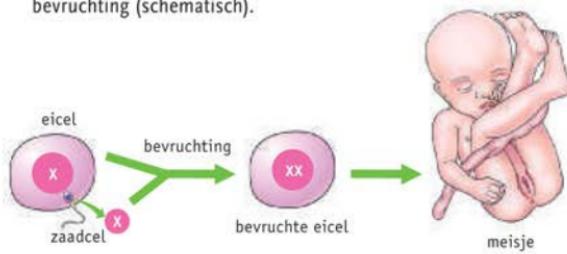
- Bij de mens komen in een lichaamscel 23 paar chromosomen voor (2n):
 - 22 paar autosomen;
 - 1 paar geslachtschromosomen.

- Bij de mens komen in een geslachtscel 23 chromosomen voor (n):
 - 22 autosomen;
 - 1 geslachtschromosoom.
- Bij een man (zie afb. 1):
 - in een lichaamscel twee ongelijke geslachtschromosomen (XY);
 - in een zaadcel een X-chromosoom of een Y-chromosoom.
- Bij een vrouw (zie afb. 1):
 - in een lichaamscel twee gelijke geslachtschromosomen (XX);
 - in een eicel een X-chromosoom.
- Karyotype: de chromosomen van een eukaryote cel naar grootte en in paren gerangschikt. Ook wel chromosomen-portret of karyogram genoemd.
- Het geslacht van een individu komt vast te liggen op het moment van bevruchting (zie afb. 2).
Bepalend hiervoor is het geslachtschromosoom in de zaadcel:
 - meisje: eicel X + zaadcel X → bevruchte eicel XX;
 - jongen: eicel X + zaadcel Y → bevruchte eicel XY.

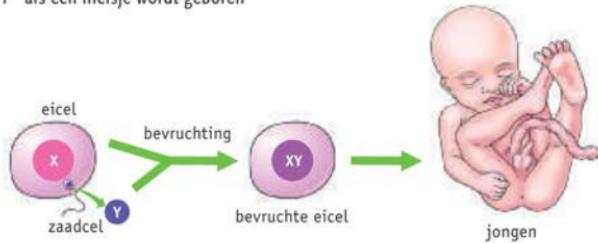
▼ Afb. 1



▼ Afb. 2 Geslachtschromosomen bij bevruchting (schematisch).



1 als een meisje wordt geboren



2 als een jongetje wordt geboren

DOELSTELLING 7

Je moet in een context bij een gegeven kruising genotypen en fenotypen van ouders en/of nakomelingen kunnen afleiden, wanneer er sprake is van X-chromosomale overerving.

- Bij autosomale overerving liggen de genen voor deze eigenschap op de autosomen.
- Bij X-chromosomale overerving liggen de genen voor deze eigenschap in de geslachtschromosomen:
 - de X-chromosomen bevatten elk een gen;
 - de Y-chromosomen bevatten geen gen.
- X-chromosomale genen worden weergegeven als X^A of X^a .
 - Een vrouw kan als genotype X^AX^A , X^AX^a of X^aX^a hebben.
 - Een man kan als genotype X^AY of X^aY hebben.

DOELSTELLING 8

Je moet in een context bij een gegeven kruising genotypen en fenotypen van ouders en/of nakomelingen kunnen afleiden, wanneer er sprake is van multipele allelen, een letale factor of gekoppelde genen. Je moet ook enkele andere gevallen kunnen herkennen waarin overerving anders verloopt.

- Multipele allelen: voor één erfelijke eigenschap bestaan drie of meer allelen.
Bijvoorbeeld: voor de bloedgroepen van de mens bestaan drie genen: I^A , I^B en i .
 - I^AI^A of I^Ai : bloedgroep A;
 - I^BI^B of I^Bi : bloedgroep B;
 - I^AI^B : bloedgroep AB;
 - ii : bloedgroep o.
- Letale factor: een allele dat geen levensvatbaar individu oplevert als een allelenpaar bestaat uit twee van zulke allelen.
 - Als beide ouders dezelfde letale factor bezitten, wordt een deel van de verwachte nakomelingschap niet geboren.
- Gekoppelde overerving: twee genenparen liggen in hetzelfde chromosomenpaar (zie afb. 3).
 - In kruisingsopgaven wordt de koppeling aangegeven door het chromosomenpaar schematisch weer te geven: $\frac{AB}{AB}$
- Soms verloopt de overerving anders dan volgens de wetten van Mendel mag worden verwacht.
 - Door epigenetica: door milieufactoren kan de expressie van een gen veranderen.
Door voeding bijv. kan de vachtkleur van bepaalde muizen veranderen.
 - Mitochondriën bevatten een klein ringvormig DNA met een klein aantal genen. Mitochondriaal DNA wordt alleen via de eicel aan een volgende generatie doorgegeven.

▼ Afb. 3 Ligging van genen bij een dihybride kruising.



1 bij onafhankelijke overerving



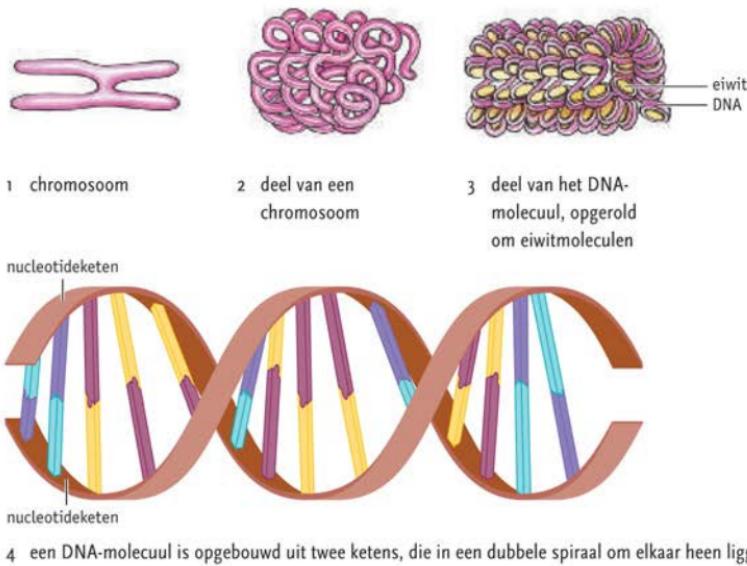
2 bij gekoppelde overerving

DOELSTELLING 9

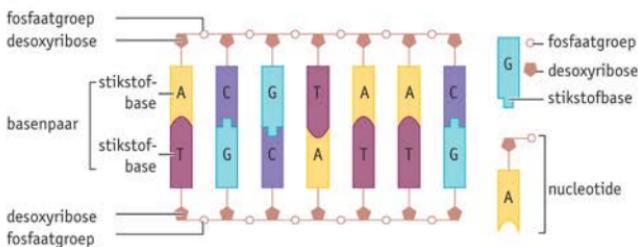
Je moet in een context kunnen beschrijven hoe chromosomen en DNA-moleculen zijn gebouwd (zie afb. 4) en op welke manier het genotype tot uiting komt in het fenotype.

- Een chromosoom bestaat uit één lang DNA-molecuul, dat opgerold ligt rond vele eiwitmoleculen.
 - Het geheel van DNA- en eiwitmoleculen is spiraalsgewijs opgevouwen.

▼ Afb. 4 De bouw van een chromosoom met DNA (schematisch).



- 4 een DNA-molecuul is opgebouwd uit twee ketens, die in een dubbele spiraal om elkaar heen liggen

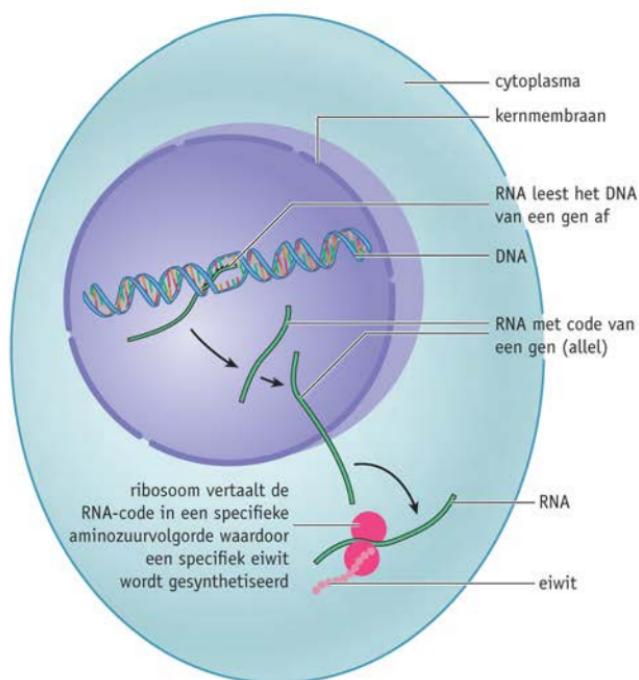


- 5 een DNA-molecuul bestaat uit twee ketens van aan elkaar gekoppelde nucleotiden

- Een DNA-molecuul bestaat uit twee lange ketens van nucleotiden.
 - De nucleotidenketens zijn in een dubbele spiraal om elkaar heen gewonden.
 - Elke nucleotide bestaat uit een fosfaatgroep, desoxyribose en een stikstofbase.
 - De DNA-sequentie is de volgorde van de nucleotiden in een DNA-molecuul.

- Basenparing: de stikstofbasen van de beide nucleotidenketens zijn twee aan twee met elkaar verbonden. Ze vormen vaste paren:
 - Adenine (A) is verbonden met thymine (T).
 - Cytosine (C) is verbonden met guanine (G).
- Erfelijke eigenschappen komen tot uiting in het fenotype door de aanwezigheid van bepaalde eiwitten (bijv. enzymen).
 - Op de plaats van een ingeschakeld gen worden van een van beide nucleotidenketens afschriften van het DNA gemaakt: RNA-moleculen. Dit gebeurt tegelijkertijd op verschillende plaatsen van verschillende genen in een DNA-molecuul (zie afb. 5).
 - RNA-moleculen verlaten de celkern via kernporiën.
 - RNA brengt in de ribosomen de eiwitsynthese op gang.
- Genomica (Engels: genomics) bestudeert het genoom van organismen. Bijv. projecten die de DNA-sequenties van (een deel van) het genoom van een organisme in kaart brengen.
 - Genoom: de volledige set genen van een organisme inclusief niet-coderend DNA (junk-DNA).

▼ Afb. 5 RNA brengt de informatie voor de eiwitsynthese over van het DNA in de celkern naar de ribosomen in het cytoplasma.

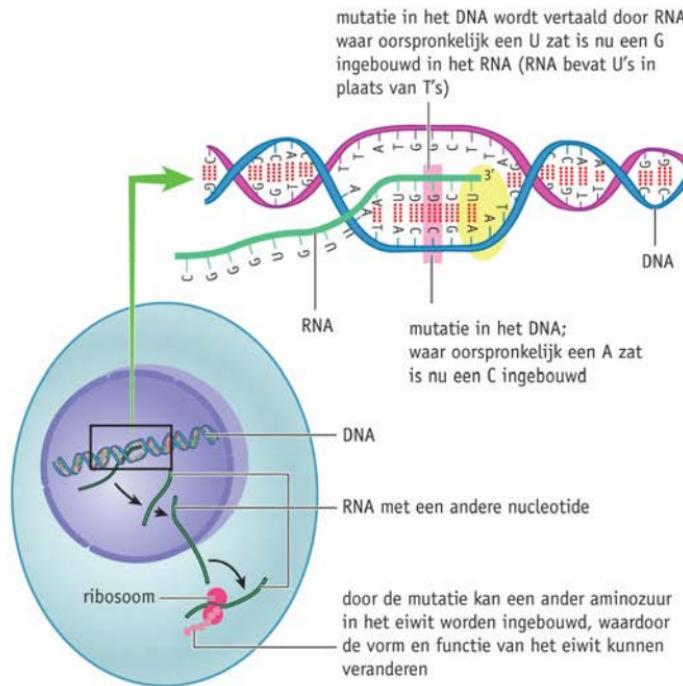


DOELSTELLING 10

Je moet in een context het ontstaan en de uitwerking van mutaties kunnen beschrijven.

- Mutatie: een verandering in de basenvolgorde van het DNA of RNA.
 - Als gevolg van een mutatie kan een ander aminozuur in een eiwit worden ingebouwd.
 - Door gewijzigde aminozuurvvolgorde kunnen de vorm en functie van het eiwit veranderen (zie afb. 6).

▼ Afb. 6 Mutatie: van DNA tot eiwit.



1 mutatie: van DNA tot eiwit

- Mutaties hebben meestal geen grote uitwerking, doordat:
 - slechts een klein deel van het DNA uit genen bestaat, een groot deel van de mutaties vindt daardoor plaats in niet-coderend DNA;
 - een mutatie die wel plaatsvindt in een gen, uitgeschakeld kan zijn;
 - de meeste gemuteerde allelen recessief zijn;
 - de uitwerking van een mutatie die is opgetreden in een lichaamscel, meestal beperkt blijft tot die ene cel;
 - mutaties in genen lang niet altijd leiden tot veranderde eiwitten.

- Mutaties kunnen wel een grote uitwerking hebben als ze optreden in een geslachtscelmoedercel, een geslachtscel, een zygote of een cel van een embryo.
 - Mutaties zijn meestal ongunstig voor het organisme.
 - Door mutaties ontstaat, net als door recombinatie, genetische variatie.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt in een of meer contexten:

- geleerd dat erfelijkheid een rol speelt in beroepen en de dagelijkse praktijk.

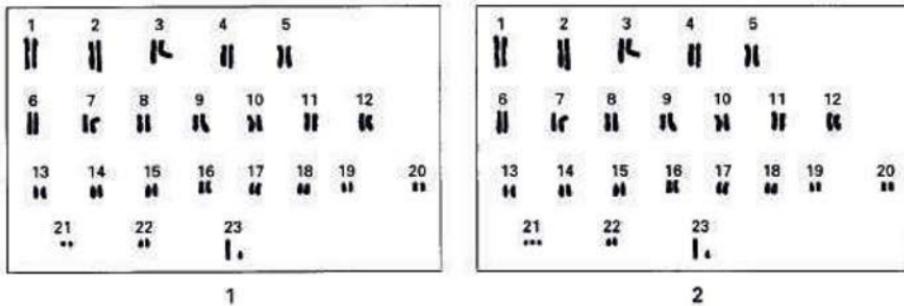
Examentrainer

Vragen

Karyogrammen

In afbeelding 1 zijn twee karyogrammen weergegeven. Deze karyogrammen zijn afkomstig van een eeneiige tweeling. Het ene kind is van het mannelijk geslacht zonder duidelijke uiterlijke afwijkingen. Bij het andere kind zijn wel uiterlijke afwijkingen geconstateerd.

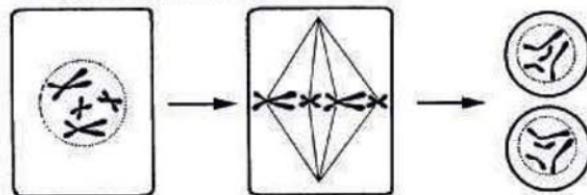
▼ Afb. 1

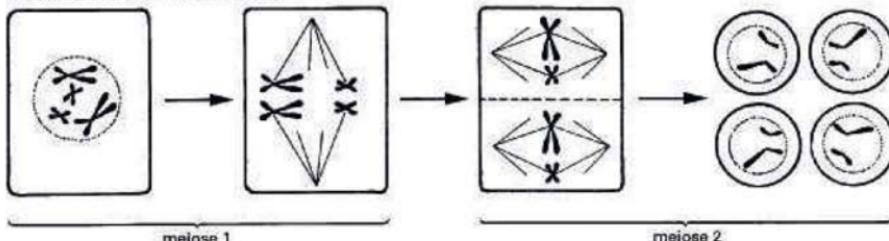


Bij de beantwoording van deze vraag is afbeelding 2 te gebruiken.

▼ Afb. 2

Schema van de mitose ($n=2$)



Schema van de meiose ($n=2$)

Bij het ontstaan van deze tweeling is een stoornis opgetreden in een kerndeling.

Vijf mogelijke stoornissen zijn:

- 1 een stoornis in de meiose 1 van de eicel
 - 2 een stoornis in de meiose 1 van de zaadcel
 - 3 een stoornis in de meiose 2 van de eicel
 - 4 een stoornis in de meiose 2 van de zaadcel
 - 5 een stoornis in de eerste mitose van de zygote
- 2p 1 Welke van deze stoornissen kan geleid hebben tot het ontstaan van deze bijzondere tweeling?
- A stoornis 1
 B stoornis 2
 C stoornis 3
 D stoornis 4
 E stoornis 5

Naar: examen havo 1998-1.

Bacterie beïnvloedt het geslacht

De bacterie *Wolbachia* heeft grote invloed op de voortplanting van sommige sluipwespen. Zij verandert het DNA van de sluipwesp om zichzelf van veel 'nageslacht' te verzorgen.

De *Wolbachia*-bacterie is vooral in de eicellen van de sluipwesp aanwezig. In sommige eicellen zijn dat er wel tweeduizend. Als zo'n eicel bevrucht wordt, kan de bacterie meegaan naar de volgende generatie sluipwespen. In spermacellen zit de bacterie niet; daarvoor heeft de mannelijke geslachtscel te weinig cytoplasma. Een mannelijke sluipwesp is voor de bacterie dan ook een doodlopend pad, want een besmet mannetje kan de bacterie niet doorgeven aan de volgende generatie.

Bij veel insecten, zoals bij deze sluipwesp, ontstaan dochters uit bevruchte eicellen en zonen uit onbevruchte. Dit wordt haplo-diploïdie genoemd.

- 1p 2 Leg uit waardoor mannelijke sluipwespen geen erfelijke eigenschappen doorgeven aan zonen.

Bij een andere sluipwespensoort zorgt de *Wolbachia*-bacterie ervoor dat de wesp veel vrouwelijke nakomelingen krijgt. Als een besmet sluipwesp vrouwtje wordt bevrucht, ontwikkelen de bevruchte eicellen zich tot vrouwtjes die met de bacteriën besmet zijn (groep 1). Als de eicellen niet worden bevrucht, zorgt de bacterie ervoor dat het erfelijk materiaal van de eicel wordt verdubbeld en er dus ook vrouwtjes (groep 2) uit ontstaan.

- 1p 3 Welk verschil bestaat er, genetisch gezien, tussen de vrouwtjes van groep 1 en de vrouwtjes van groep 2?

Naar: examen havo 2011-1.

Genen van opa en oma

Soms omzeilt de natuur de klassieke erfelijkheidswetten van Mendel. Onderzoekers in Amerika mennen dat planten van de zandraket erfelijke informatie gebruiken die zij op een nog onbekende wijze van hun grootouders hebben geërfd.

Bij planten van de zandraket (zie afbeelding 3, links) komt een mutatie voor in het zogenoemde hothead-gen. Alleen planten die homozygoot zijn voor het gemuteerde gen hebben vergroeiingen van de bloemknoppen (zie afbeelding 3, rechts).

De bloemknoppen vormen dan een compact balletje. Planten met deze afwijking kunnen ontstaan uit ogenschijnlijk normale ouders.

► Afb. 3



1: normale planten



2: planten met het Hothead-gen

In een onderzoek naar de mutatie bleek dat gemiddeld tien procent van de nakomelingen van planten met vergroeide bloemkoppen, tegen alle verwachtingen in, normale bloemknoppen had in plaats van balletjes. Bij deze planten zonder vergroeiing was het effect van de mutatie ongedaan gemaakt via een nog onbekend mechanisme. Onderzoek toonde aan dat het genotype niet was veranderd. Het bleven planten die homozygoot recessief waren voor het gemuteerde gen, maar ze hadden een fenotype dat hoorde bij het dominante gen.

Volgens de onderzoekers gebruikten deze planten hiervoor informatie die ze van hun grootouders hebben geërfd. Deze informatie zou dan buiten de chromosomen om zijn doorgegeven aan de kleinkinderen.

De DNA-code van de zandraket is bekend, dus het was betrekkelijk eenvoudig uit te sluiten dat ergens op de chromosomen ook nog een gezonde kopie van het betreffende gen aanwezig was. Onderzoekers denken dat in de geslachtscellen van de zandraket afschriften van de genen van voorouders meereizen. De planten zouden op deze zogenaamde schaduwgenen terug kunnen vallen als zij van hun ouders alleen slechte genkopieën erven. Op deze wijze zou de zandraket, die zich vaak door zelfbestuiving voortplant, degeneratie door inteelt kunnen voorkomen.

De mutatie in het hothead-gen is recessief.

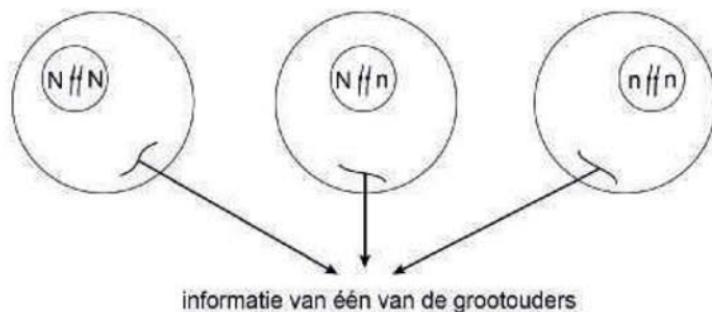
De onderzoekers zochten naar een verklaring voor het gegeven dat in dit geval tien procent van de nakomelingen normale bloemknoppen hadden, verkregen na zelfbestuiving van homozygoot recessieve ouders.

In dit verband stelden de onderzoekers een aantal hypothesen op.

- 1p 4 Noem op basis van de tekst een hypothese die door de onderzoekers is geformuleerd.

Het gen voor normale bloemknoppen wordt aangeduid met N, het gemuteerde hothead-gen wordt aangeduid met n. Omdat het hothead-gen recessief is, is het genotype van de planten met de vergroeide bloemknoppen nn. De diploïde cellen van de zandraket, dus ook de cellen die later de geslachtscellen gaan leveren, kunnen genotypen hebben zoals in afbeelding 4 is weergegeven. De schaduwgenen zijn apart aangegeven als ‘informatie van één van de grootouders’.

▼ Afb. 4



Uit een kruising van twee planten met gewone bloemknoppen ontstaan 47 nakomelingen. Van deze 47 planten zijn er 25 met gewone bloemknoppen en 22 met vergroeide bloemknoppen.

- 2p 5 Wat zijn de genotypen van de ouders?
- de beide ouders hebben het genotype nn
 - de beide ouders hebben het genotype Nn
 - de ene ouder heeft het genotype NN en de andere ouder heeft het genotype Nn
 - de ene ouder heeft het genotype Nn en de andere ouder heeft het genotype nn

De zandraket kan zowel via kruisbestuiving als via zelfbestuiving voor nakomelingen zorgen. Stel dat drie planten met de genotypen NN, Nn, nn via zelfbestuiving nakomelingen krijgen en dat na elk van deze zelfbestuivingen 400 nakomelingen ontstaan.

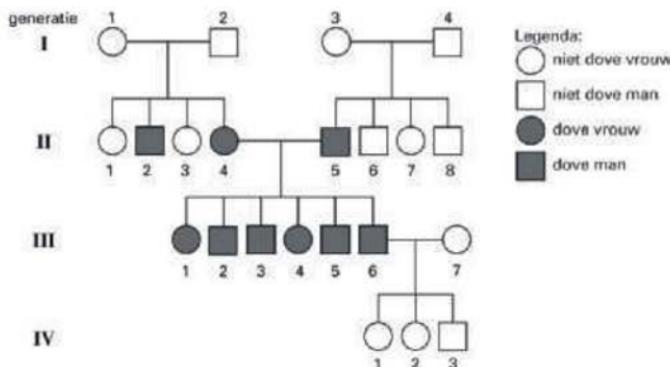
- 2p 6 • Hoeveel planten zouden zonder de invloed van de schaduwgenen van grootouders naar verwachting vergroeide bloemknoppen bezitten?
 • Hoeveel planten zouden naar verwachting met de invloed van de schaduwgenen van de grootouders vergroeide bloemknoppen bezitten?
- | | |
|--|--|
| <i>onder de invloed
van schaduwgenen</i>
A 400
B 400
C 500
D 500
E 1200
F 1200 | <i>met de invloed van
schaduwgenen</i>
440
360
550
450
1320
1080 |
|--|--|

Naar: examen havo 2010-1.

Doofheid

Een bepaald type doofheid bij mensen is erfelijk. In afbeelding 4 is een stamboom getekend van een familie waarin dit type doofheid voorkomt.

► Afb. 5



2p 7 Hoe erft dit type doofheid over?

- A dominant, niet X-chromosomaal
B recessief, niet X-chromosomaal

- C dominant, X-chromosomaal
D recessief, X-chromosomaal

Naar: examen havo 2001-2.

Taaislijmziekte

Lees de tekst over taaislijmziekte.

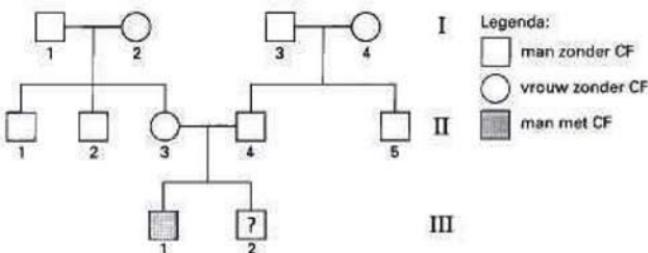
Taaislijmziekte (cystische fibrose of CF) is een erfelijke aandoening die gekenmerkt wordt door o.a. luchtweginfecties. Deze zijn het gevolg van abnormale taaïheid van het slijm in de luchtwegen. Door deze taaïheid blijft het slijm vaak achter in de luchtwegen, waardoor infecties kunnen ontstaan. De ziekte wordt veroorzaakt door een recessief, niet X-chromosomaal gen. Twee willekeurige mensen, die geen CF hebben, hebben een kans van 1 op 900 om een kind te krijgen met CF.

In een ziekenhuis in Londen probeert men met gentherapie CF-patiënten te genezen. Men brengt erfelijke informatie verpakt in vetrobotjes in de longen van CF-patiënten. Deze methode van gentherapie heeft gunstige resultaten bij muizen met CF.

Bron: Intermediair, oktober 1993.

In afbeelding 6 is een stamboom weergegeven. De personen II₃ en II₄ hebben twee kinderen. Hun oudste zoon (III₁) heeft CF.

► Afb.6



- 2p 8 Hoe groot is de kans dat hun jongste zoon (III₂) CF heeft?

- A 0
- B $\frac{1}{4}$
- C $\frac{1}{2}$
- D 1

Persoon 1 van generatie II wil weten of hij een verhoogde kans heeft om een kind te krijgen met de aandoening CF. Hij wil erfelijkheidsonderzoek laten doen. Erfelijkheidsonderzoek wordt alleen gedaan bij personen bij wie de kans dat ze drager zijn van CF, groter is dan bij een willekeurige persoon.

- 2p 9 Kan op grond van de stamboom geconcludeerd worden dat hij in aanmerking komt voor een erfelijkheidsonderzoek? Verklaar je antwoord.

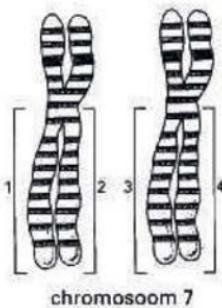
Het CF-gen is gelokaliseerd in de lange arm van chromosoom 7. In afbeelding 7 is chromosomenpaar nummer 7 weergegeven, zoals dit zichtbaar is in een karyogram. De lange armen van de chromosomen zijn genummerd 1 t/m 4.

- 2p 10 In welke van de delen 1 t/m 4 is bij iemand met taaislijmziekte de code in het DNA afwijkend?
- A alleen in de delen 1 en 2
 - B alleen in de delen 1 en 3
 - C in de delen 1 en 2 of in de delen 3 en 4
 - D in de delen 1, 2, 3 en 4

Stel dat de 'vetbolletjestherapie' succesvol is bij CF-patiënten. Een ex-patiënt wil met een 'willekeurige' partner een kind.

- 2p 11 Is de kans op een kind met CF dan kleiner, even groot of groter dan 1 op 900? Verklaar je antwoord.

▼ Afb. 7



De aanwezigheid van een CF-gen heeft niet alleen nadelen, maar ook een voordeel. Dragers van het CF-gen zijn beschermd tegen cholera. Het CF-gen blijkt veel meer voor te komen in gebieden waar al vele generaties lang regelmatig cholera heerst, dan in choleravrije gebieden.

- 1p 12 Noem de naam van het proces dat er toe heeft geleid dat het CF-gen in cholera-gebieden veel voorkomt.

Bron: examen havo 2000-1.

Antwoorden en uitleg

Karyogrammen

- 1 De stoornis is opgetreden na de bevruchting. Het embryo splitst zich daarna in tweeën. Het moet dus gaan om een stoornis in de mitose. Het juiste antwoord is dus: **E** (2 punten).

THEMA 4 BASISSTOF 2

Bacterie beïnvloedt het geslacht

- 2 Mannelijke nakomelingen ontstaan uit **onbevruchte eicellen**. Alleen de eicellen bepalen **het genotype en fenotype van de mannetjes** (1 punt).

THEMA 4 BASISSTOF 3

- 3 Het erfelijk materiaal van de vrouwtjes (groep 1) is voor **50% afkomstig van de moeder en voor 50% afkomstig van de vader**. Het erfelijk materiaal van de vrouwtjes (groep 2) is voor **100% afkomstig van de moeder**. **Vrouwtjes (groep 2) zijn voor al hun genen homozygoot**, voor vrouwtjes (groep 1) is dat (met zeer grote waarschijnlijkheid) niet het geval (1 punt).

THEMA 4 BASISSTOF 3

Genen van opa en oma

- 4 Voorbeelden van juiste hypothesen (1 punt):
- **Voor het herstellen van de mutatie gebruiken de planten informatie die zij van hun grootouders gekregen hebben.**
 - **De geslachtscellen van de planten bevatten afschriften van genen van de voorouders.**

- Met schaduwgenen kunnen bij zelfbestuiving de negatieve gevolgen van inteelt voorkomen worden.

THEMA 4 BASISSTOF 9

- 5 Onder de nakomelingen zijn 25 gewone bloemknoppen en 22 vergroeide. Dit betekent statistisch een verhouding van 1 : 1. De ouders hebben dan als genotypen Nn en nn. Het juiste antwoord is dus: **D** (2 punten).

THEMA 4 BASISSTOF 4

- 6 Zelfbestuiving van een plant met het genotype NN levert geen enkele plant op met vergroeide bloemknoppen. Zelfbestuiving van een plant met het genotype Nn levert 100 planten op met vergroeide bloemknoppen. De kans op vergroeid uit de kruising P: Nn x Nn is immers 25%, dus $1/4 \times 400 = 100$.
 Een plant met het genotype nn levert na zelfbestuiving 400 vergroeide planten op.
 In totaal dus 500, zonder de invloed van de schaduwgenen.
 Met de invloed van de schaduwgenen verandert 10% van deze 500 weer in gewone planten. Er blijven dan dus 500 minus 50 vergroeide planten over.
 Het juiste antwoord is dus: **D** (2 punten).

THEMA 4 BASISSTOF 4

Doofheid

- 7 Het gen voor doofheid is recessief. Dit kun je concluderen uit het feit dat de ouders 1 en 2 een doof kind krijgen. Als hetallel voor doofheid X-chromosomaal overerft dat zou dochter 4 van de ouders 1 en 2 niet doof zijn. Hetallel erft dus niet X-chromosomaal over.
 Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 4 BASISSTOF 5

Taaislijmziekte

- 8 Hetallel voor CF erft niet X-chromosomaal over. De ouders 3 en 4 zijn beide heterozygoot. Zij hebben immers een kind met CF en zijn beide gezond. Dit betekent dat zij beide het recessieveallel CF hebben. De kans op CF bij kind III₂ is dus 25%.
 (De kruising P: Aa x Aa levert aa op met een kans van 25%).
 Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 4 BASISSTOF 4

- 9 **Ja, deze conclusie is juist.** De verklaring is dat hij een verhoogde kans op kinderen met CF heeft omdat zijn zuster (II₂) draagster van dit gen is (en hij drager van het CF-gen kan zijn) (2 punten).

THEMA 4 BASISSTOF 4

- 10 Iemand met CF is homozygoot recessief. Dit betekent dat beide chromosomen het allel voor CF bevatten. De beide chromatiden van elk chromosoom zijn identiek. Het juiste antwoord is dus: **D** (2 punten).

THEMA 4 BASISSTOF 9

- 11 De kans is **groter dan 1 op 900** (1 punt).

De persoon heeft CF dus is homozygoot recessief. Ondanks de therapie produceert hij zeker zaadcellen met het defecte allele. De kans is dus groter dan bij elk willekeurig paar. Deze kans is **1 op 900** (1 punt).

THEMA 4 BASISSTOF 3

- 12 Dit proces heet **(natuurlijke) selectie**. Het CF-gen vergroot de kans op overleven in gebieden met cholera (1 punt).

THEMA 4 BASISSTOF 3

5 Evolutie



Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet in een context de begrippen kunnen omschrijven die worden gebruikt bij de indeling in domeinen.

- De levende natuur wordt ingedeeld in drie domeinen: bacteriën, archaea en eukaryoten.
- De aanwezigheid van organellen.
 - Prokaryote organismen (bacteriën en archaea) hebben geen celkern, vacuolen, mitochondriën of endoplasmatisch reticulum.
 - Eukaryote organismen (schimmels, planten en dieren) hebben celkernen, vacuolen, mitochondriën en een endoplasmatisch reticulum.
- Het aantal cellen waaruit organismen bestaan.
 - Eencellig: bacteriën en archaea.
 - Eencellig of meercellig: schimmels, planten en dieren.
 - Protisten: restgroep eencellige eukaryoten, en meercellige planten die niet goed zijn in te delen bij schimmels, planten en dieren.
- De aanwezigheid van celwanden.
 - Wel celwanden: bacteriën, archaea, schimmels en planten.
 - Geen celwanden: dieren.
- Organische stoffen:
 - afkomstig van organismen of van producten van organismen;
 - relatief grote, ingewikkeld gebouwde moleculen;
 - de moleculen bevatten altijd een of meer koolstofatomen;
 - bijv. koolhydraten, eiwitten, vetten.
- Anorganische stoffen:
 - zowel in organismen voorkomend als in de levenloze natuur;
 - kleine, eenvoudig gebouwde moleculen;
 - bijv. koolstofmono-oxide, koolstofdioxide, water, keukenzout, zuurstofgas.
- Autotrofe organismen:
 - kunnen organische stoffen maken uit alleen anorganische stoffen;
 - hebben geen andere organismen nodig voor hun voedsel;
 - nemen anorganische stoffen op uit hun milieu;
 - planten en enkele soorten bacteriën en archaea.
- Heterotrofe organismen:
 - kunnen geen organische stoffen maken uit alleen anorganische stoffen;
 - hebben andere organismen nodig voor hun voedsel;
 - nemen organische en anorganische stoffen op uit hun milieu;
 - schimmels en dieren en de meeste soorten bacteriën, archaea.

DOELSTELLING 2

Je moet in een context kunnen omschrijven wat een soort en wat een populatie is. Ook moet je de regels van de binaire naamgeving kunnen noemen.

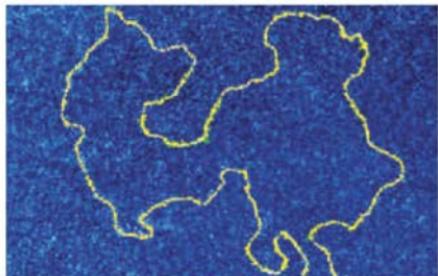
- Individuen behoren tot één soort als ze in staat zijn zich onderling voort te planten en daarbij vruchtbare nakomelingen voort te brengen.
 - Een soort bestaat uit een of meer populaties.
- Populatie: een groep individuen van dezelfde soort in een bepaald gebied die samen een voortplantingsgemeenschap vormen.
- Linnaeus voerde de binaire naamgeving in. Iedere soort heeft:
 - een geslachtsnaam (voorop en met hoofdletter);
 - een soortaanduiding (met kleine letter);
 - vaak nog de naam (afgekort) van de naamgever;
 - bijv. *Bellis perennis* L. (madeliefje).

DOELSTELLING 3

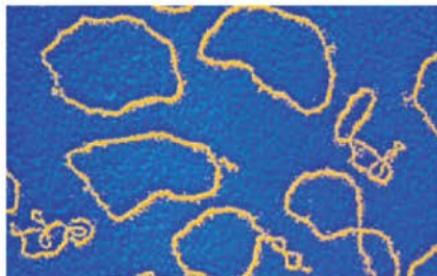
Je moet in een context de kenmerken van prokaryoten kunnen noemen.

- Prokaryoten: bacteriën en archaea.
- Bacteriën.
 - Veel soorten hebben slechts één kringvormig chromosoom. Bij sommige soorten komen ook plasmiden voor (kleinere, kringvormige chromosomen) (zie afb. 1).
 - Voortplanting voornamelijk door deling.
 - Pathogene bacteriën kunnen ziekten veroorzaken (bijv. cholera, longontsteking, tuberculose).
 - De meeste zijn heterotrof: ze voeden zich met dode resten van organismen.
 - Cyanobacteriën zijn autotrof: ze bevatten chlorofyl.

▼ Afb. 1



1 chromosomen van bacteriën
(TEM, vergroting 20 000x)



2 plasmide (TEM, vergroting 32 000x)

- Bacteriën worden door de mens gebruikt bij:
 - de productie van sommige voedingsmiddelen (o.a. yoghurt, kaas, zuurkool);
 - de productie van wasmiddelenenzymen;
 - de afvalwaterzuivering;
 - de productie van geneesmiddelen en hormonen (door middel van de recombinant-DNA-techniek).

DOELSTELLING 4

Je moet in een context de kenmerken van schimmels kunnen noemen.

- Schimmels zijn heterotroof: ze voeden zich met dode resten van organismen.
 - Gisten zijn eencellige schimmels. Ze worden ook tot de protisten gerekend.
 - Meercellige schimmels bestaan uit schimmeldraden. Ze planten zich voort door sporen die ontstaan aan het uiteinde van schimmeldraden die omhoog groeien, of in paddenstoelen.
 - Schimmels kunnen ziekten veroorzaken (o.a. zwemmerseczeem).
- Schimmels worden door de mens gebruikt bij:
 - de bereiding van sommige voedingsmiddelen (o.a. brood, alcohol);
 - de productie van penicilline (een antibioticum).

DOELSTELLING 5

Je moet in een context aan de hand van afbeeldingen en gegevens een plant kunnen plaatsen in een van de vijf stammen van het plantenrijk.

- Planten worden ingedeeld in de volgende stammen:
 - Wieren (algen) worden ook tot de protisten gerekend. Bijv. boomalg (eencellig), blaaswier, zeesla (meercellig).
 - Mossen, bijv. steenlevermos, haarmos.
 - Paardenstaarten, bijv. heermoes.
 - Varens, bijv. mannetjesvaren.
 - Zaadplanten: naaktzadigen, bijv. naaldbomen en coniferen, en bedektzadigen, bijv. appelboom, paardenbloem en grassen.

DOELSTELLING 6

Je moet in een context aan de hand van afbeeldingen en gegevens een dier kunnen plaatsen in een van de acht stammen van het dierenrijk.

- Dieren worden ingedeeld in de volgende stammen:
 - Eencellige dieren worden ook tot de protisten gerekend. Bijv. amoeba, pantoffeldiertje.
 - Sponzen, bijv. badspons.
 - Holtedieren, bijv. kwal, zeeanemoon.
 - Wormen, bijv. lintworm, regenworm.
 - Weekdieren, bijv. mossel, slak, inktvis.

- Geleedpotigen worden verder ingedeeld in de volgende klassen: duizendpoten, kreeftachtigen, spinachtigen en insecten.
- Stekelhuidigen, bijv. zeester, zee-egel.
- Gewervelden worden verder ingedeeld in de volgende klassen: vissen (bijv. rietvoorn), amfibieën (bijv. kikker), reptielen (bijv. slang), vogels (bijv. meeuw) en zoogdieren (bijv. wild zwijn).

DOELSTELLING 7

Je moet in een context kunnen beschrijven wat de neodarwinistische evolutietheorie inhoudt.

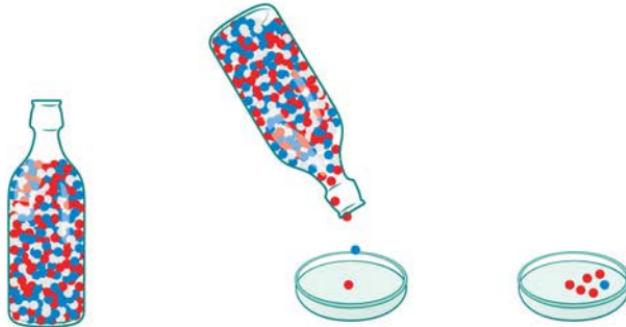
- Evolutie is de ontwikkeling van het leven op aarde, waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen.
 - De neodarwinistische evolutietheorie gaat uit van genetische variatie (verschillendeheid in genotypen), natuurlijke selectie en soortvorming door reproductieve isolatie.
- Genetische variatie.
 - Door mutaties en recombinatie verschillen individuen van één soort van elkaar in genotype en in fenotype.
- Natuurlijke selectie.
 - Individuen met een betere adaptatie (aanpassing) aan het milieu hebben een grotere overlevingskans.
 - Van individuen met een gunstig genotype zullen meer nakomelingen in leven blijven en zich voortplanten dan van individuen met een minder gunstig genotype.
 - Fitness: van individuen met een gunstig genotype zullen meer nakomelingen in leven blijven en zich in de volgende generaties voortplanten dan van individuen met een minder gunstig genotype.
 - Soorten veranderen (evolueren) als door natuurlijke selectie de mutanten blijven voortbestaan en individuen van de oorspronkelijk vorm uitsterven.
- Soortvorming door reproductieve isolatie.
 - Isolatie: een deel van een populatie raakt gescheiden en vormt een nieuwe populatie.
 - Isolatie heeft meestal geografische oorzaken.
 - Reproductieve isolatie: er vindt gedurende lange tijd geen voortplanting plaats tussen individuen van de verschillende populaties.
 - Na verloop van tijd zijn er zoveel verschillen ontstaan dat individuen van de twee populaties zich niet meer onderling kunnen voortplanten. Er zijn dan twee soorten ontstaan.
- Andere theorieën over het ontstaan en de ontwikkeling van het leven:
 - creationisme: volgens het scheppingsverhaal soms gecombineerd met evolutie;
 - intelligent design: gaat ervan uit dat de ontwikkeling van de levende natuur niet door toeval alleen kan worden verklaard, maar ook door de aanname dat een intelligent wezen erbij betrokken is geweest.

DOELSTELLING 8

Je moet in een context kunnen beschrijven hoe genen in een populatie overerven.

- Genenpool: de verzameling van alle allelen in een populatie.
 - De omvang van de genenpool is een maat voor de genetische variatie.
- Allelfrequentie (genfrequentie): het percentage waarmee een bepaald allele deel uitmaakt van de genenpool in een populatie.
- De allelfrequentie in een populatie kan veranderen.
 - Door selectiedruk: het effect dat de natuurlijke selectie uitoefent op de allelfrequentie binnen een bepaalde populatie. Door natuurlijke selectie van allelen met een selectievoordeel zal de allelfrequentie toenemen en door natuurlijke selectie van allelen met een selectienadeel zal de allelfrequentie afnemen. Als er geen selectiedruk is, blijft de allelfrequentie in een populatie gelijk.
 - Door mutaties: van nieuwe, dominante allelen die een selectievoordeel veroorzaken, zullen de allelfrequenties toenemen; dominante allelen die een selectienadeel veroorzaken, zullen snel verdwijnen.
 - Door genetic drift: het verschijnsel dat in kleine populaties door toeval grote verschuivingen in allelfrequenties kunnen optreden. Door bepaalde gebeurtenissen (bijv. door vestiging in een nieuw gebied) kan het aantal individuen van een soort sterk teruglopen; hierdoor kan de kleinere genenpool een andere samenstelling krijgen dan de oorspronkelijke genenpool (zie afb. 2).

▼ Afb. 2 Genetic drift. In een fles zitten witte, blauwe en rode knikkers in de verhouding 1 : 1 : 1. Via de flessenhals worden zes knikkers in een bakje geschud. Door toeval is de verhouding 0 : 1 : 5 geworden.



oorspronkelijke populatie → migratie van een deel van de populatie → nieuwe, kleinere populatie

DOELSTELLING 9

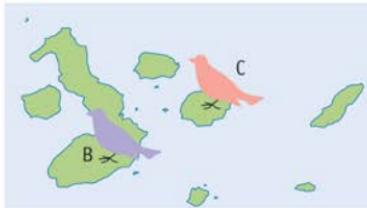
Je moet in een context manieren van reproductieve isolatie kunnen beschrijven.

- Reproductieve isolatie door geografische oorzaken.
 - Voorbeelden: een rivier deelt een populatie in tweeën, een groep vogels komt op een eiland terecht (zie afb. 3).

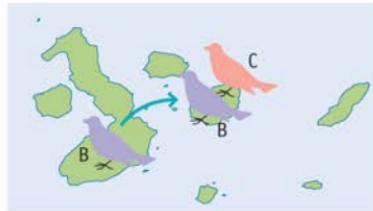
▼ Afb. 3 Reconstructie van het ontstaan van de darwinvinken.



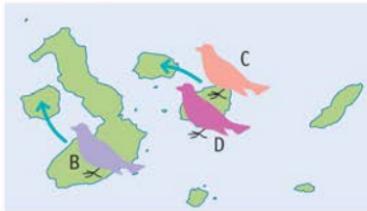
- 1 Een kleine populatie vinken (A) komt door een storm op de eilanden terecht.



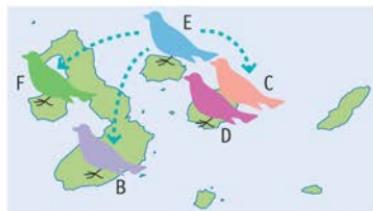
- 2 Twee populaties op verschillende eilanden zijn van elkaar geïsoleerd. Ze evolueren tot verschillende soorten (B en C).



- 3 Een kleine populatie van soort B komt op het eiland van soort C terecht. Om concurrentie zoveel mogelijk tegen te gaan, specialiseren de twee populaties zich op verschillend voedsel.



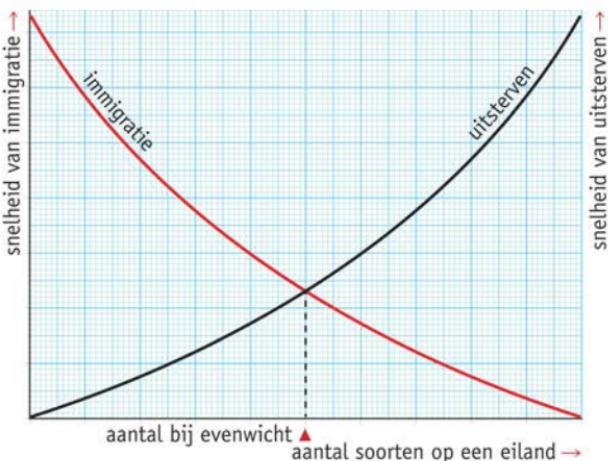
- 4 Door herhaald optreden van dit proces zijn de veertien soorten darwinvinken ontstaan.



- 5 Door herhaald optreden van dit proces zijn de veertien soorten darwinvinken ontstaan.

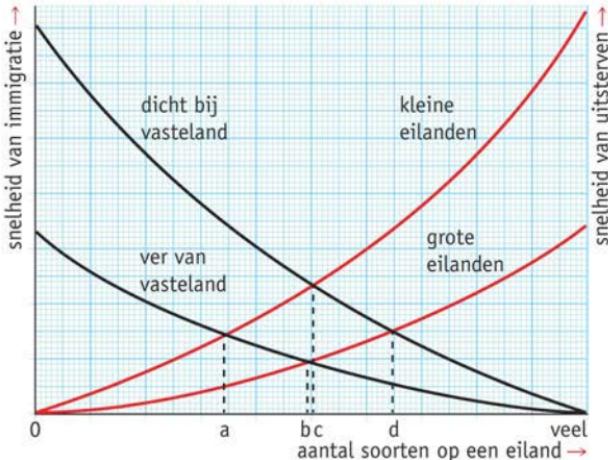
- Reproductieve isolatie door verschillen in gedrag.
 - Voorbeelden: leeuwen en tijgers hebben een verschillende levenswijze; dieren met verschillend baltsgedrag herkennen elkaar niet als voortplantingskandidaat.
- Eilandtheorie: de soortenrijkdom op een eiland wordt bepaald door de immigratie van nieuwe soorten naar het eiland en het uitsterven van soorten die het eiland reeds hebben bereikt.
 - Evenwicht: als de immigratie en het uitsterven even groot zijn (zie afb. 4).

► Afb. 4 De invloed van immigratie en uitsterven op de soortenrijkdom van een eiland.



- De afstand van het eiland naar het vasteland beïnvloedt de immigratie. Wanneer de afstand groot is, zullen minder soorten het eiland bereiken.
- Hoe kleiner het eiland hoe minder voedselbronnen het bevat en hoe groter de kans is dat een soort uitsterft (zie afb. 5).

► Afb. 5 Het eiland-biogeografiemodel.



DOELSTELLING 10

Je moet in een context enkele onderzoeksmethoden kunnen noemen.

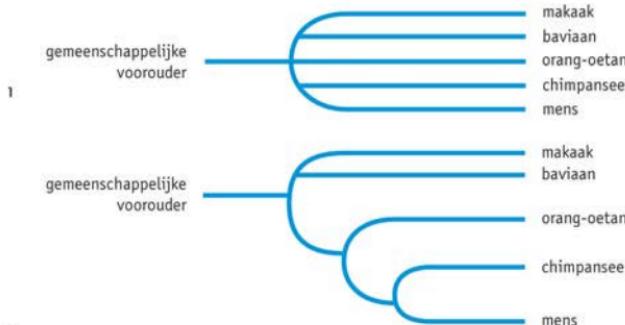
- Vergelijking van fossielen.
 - Fossielen zijn versteende overblijfselen van organismen, of afdrukken van organismen in gesteenten.
 - Ze ontstaan als resten van organismen van de lucht worden afgesloten door sedimenten, zodat deze resten niet vergaan.
- Vergelijking van de bouw van organismen.
 - Homologe organen hebben veel overeenkomst in bouw en hebben een gelijke embryonale ontstaanswijze. Homologie duidt op verwantschap van organismen; de verschillen ontstaan door aanpassing aan verschillende milieus.
 - Analoge organen vertonen overeenkomst in functie. Analogie berust niet op verwantschap; overeenkomsten bij niet-verwante organismen ontstaan door aanpassing aan hetzelfde milieu.
- Rudimentaire organen.
 - Organen die geen functie meer hebben en niet of nauwelijks tot ontwikkeling komen.
 - Voorbeelden van rudimenten: het bekken bij een walvis, de pootresten bij reuzenslangen, de staartwervels en de blindedarm bij de mens.
 - Door rudimentaire organen wordt het aannemelijk dat verschillende soorten organismen een gemeenschappelijke voorouder hebben.
- Biochemie.
 - Verschillende soorten organismen vertonen grote overeenkomst in samenstelling van stoffen (bijv. van DNA en eiwitten) (zie afb. 6).

▼ **Afb. 6** Twee hypothetische stambomen van de mens, enkele apensoorten en hun gemeenschappelijke voorouder. De hoeveelheid bloedeiwit die niet neerslaat is een maat voor de evolutionaire afstand tot de mens, bijvoorbeeld:

mens – chimpansee = 100% – 85% = 15%

mens – makaak = 100% – 64% = 36%

Deze twee stambomen zijn vrij willekeurig doordat ze gebaseerd zijn op slechts één gegeven.



DOELSTELLING 11

Je moet in een context een stamboom van organismen kunnen aflezen.

- Een stamboom geeft verwantschapsrelaties tussen soorten weer.
 - Soorten vertonen verwantschap als ze een gemeenschappelijke voorouder bezitten.
 - De mate van verwantschap tussen twee soorten is afhankelijk van het aantal generaties dat heeft geleefd sinds de gemeenschappelijke voorouder leefde.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt geoefend in:

- het onderzoeken van de lichaamsbouw van een dier;
- het evolutionair denken;
- het toepassen van kennis over evolutie in contexten;
- het werken met de microscoop;
- het maken van tekeningen.

Examentrainer

Vragen

De vroege evolutie van het leven

Lees de volgende tekst.

Over het ontstaan van leven op aarde zijn diverse theorieën. Een daarvan is de volgende: De aarde is ongeveer 4,5 miljard jaar oud. Aanvankelijk zag de atmosfeer er heel anders uit dan nu het geval is. In de dampkring zaten waarschijnlijk methaan, waterstof, water(damp) en ammoniak. Bliksem en ultraviolette straling waren toen veel intenser dan tegenwoordig. Onder deze omstandigheden vormden zich organische stoffen. Die verzamelden zich in de oceanen en vormden de zogenaamde 'oersoep'. Zo'n 3,5 miljard jaar geleden ontstonden in deze oersoep de eerste levende cellen. Doordat op dat moment de atmosfeer nog heel anders samengesteld was, konden gistingsprocessen de voor het leven van deze cellen noodzakelijke energie leveren. Vrijwel tegelijk met de ontwikkeling van de eerste organismen verminderde de spontane vorming van organische stoffen buiten de cellen.

Later ontstonden lichtabsorberende pigmenten die in staat waren zonlicht om te zetten in chemisch gebonden energie. 2,5 Miljard jaar geleden was fotosynthese al zo belangrijk geworden dat hierdoor voldoende organisch materiaal geproduceerd werd om een toename van alle organismen die geen lichtabsorberende pigmenten bezaten, mogelijk te maken.

Bron: Scharf Weber, Stoffwechselphysiologie blz. 7; Campbell Biology blz. 487–489 en blz. 507.

Over de eerste levende cellen die op aarde ontstonden is niet veel bekend.

Als de bovenstaande theorie juist is, is uit de tekst af te leiden of de eerste cellen autotrof dan wel heterotrof waren en of hun dissimilatie aeroob of anaeroob plaatsvond.

- 2p 1 Wat is de meest aannemelijke combinatie?
- autotrof en aeroob
 - autotrof en anaeroob
 - heterotrof en aeroob
 - heterotrof en anaeroob

Een wetenschappelijk artikel beschrijft de situatie op aarde, in de periode van 3,5 tot 2,5 miljard jaar geleden, als volgt:
 'Er ontstond een selectiedruk ten gunste van autotrofe organismen.'

- 2p 2** Waardoor ontstond deze selectiedruk vooral?
- Door toename van de hoeveelheid niet door organismen gevormde organische stoffen.
 - Door afname van de hoeveelheid niet door organismen gevormde organische stoffen.
 - Door toename van de hoeveelheid organismen die leven van gistingprocessen.
 - Door afname van de hoeveelheid organismen die leven van gistingprocessen.

Bron: examen havo 2001-2.

Determinatie

Alle organismen zijn ingedeeld in vier groepen die men rijken noemt. Er is nog een vijfde groep, maar die wordt niet tot de organismen gerekend. Door gebruik te maken van het schema in afbeelding 1 kan men deze vijf groepen, aangeduid met P, Q, R, S en T determineren.

▼ Afb. 1



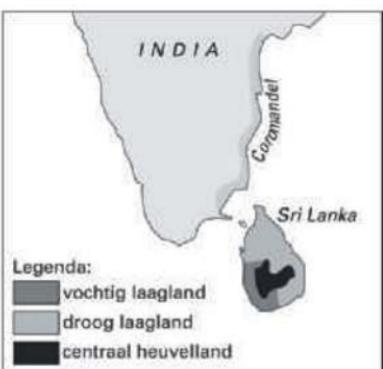
- 3p 3** Noteer de letters P, Q, R, S en T onder elkaar op je antwoordblad en vermeld achter de letters de namen van de vijf bijbehorende groepen.

Bron: examen havo 2001-2.

Evolutie op het eiland Sri Lanka

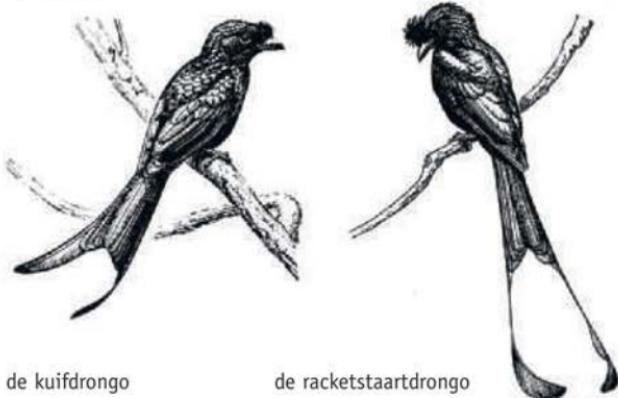
Op het eiland Sri Lanka, ten zuiden van de Zuidoostkust van India, komen veel endemische soorten en rassen voor. Dat zijn groepen die nergens anders ter wereld worden gevonden. Het eiland is grofweg verdeeld in drie ecologisch verschillende gebieden.

► Afb. 2



Een voorbeeld van een endemisch ras is de kuifdrongo (*Dissemurus paradiseus lophinus*). Deze vogel wordt gevonden in het vochtige laagland. In het droge laagland leeft de racketstaartdrongo (*Dissemurus paradiseus ceylonensis*), die ook veel voorkomt in Coromandel op het Indiase continent.

▼ Afb. 3



de kuifdrongo

de racketstaartdrongo

Door menselijk ingrijpen verdwijnt langzaam het vochtige laagland. De scheiding tussen het leefgebied van beide drongorassen is daardoor minder sterk geworden. De afgelopen jaren kwamen de vogels van beide rassen herhaaldelijk in elkaars leefgebied en kregen samen nakomelingen.

- 1p 4 Is te verwachten dat deze nakomelingen onderling vruchtbaar zijn? Leg je antwoord uit.
- 2p 5 Leg uit hoe volgens de evolutietheorie de verdeling in twee rassen op Sri Lanka is ontstaan, waarbij je ervan uitgaat dat er sprake is van een oorspronkelijke kolonisatie vanuit Coromandel op het vasteland van India.

Bron: examen havo 2006-2.

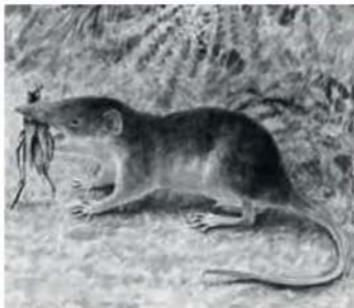
Tenreks op Madagaskar

Lees de volgende tekst.

Madagaskar is een eiland in de Indische oceaan, 400 km van de oostkust van Afrika. Het behoorde ooit tot het supercontinent Gondwanaland. Ongeveer 70 miljoen jaar geleden raakte het bij de verbrokkeling van dit supercontinent los van het gebied dat nu Afrika heet. Tussen Afrika en Madagaskar ligt de diepe Straat Mozambique.

Op Madagaskar kwamen ook dinosauriërs voor, maar juist ten tijde van de afsplitsing stierven die massaal uit. Primitieve insectenetende zoogdieren bleven leven. De tenreks die nu nog op Madagaskar leven (zie afbeelding 4), zijn de afstammelingen van deze zoogdieren. Van andere zoogdierfamilies zijn maar weinig vertegenwoordigers op het eiland. Tenreks zijn heel bijzondere zoogdieren. Zij hebben een schommelende lichaamstemperatuur. De testikels van de mannetjes blijven in de buikholte. Er is een cloaca: een gemeenschappelijke uitgang van anus, urinebus en geslachtsopening. De tenrekfamilie omvat 33 soorten, waarvan 29 endemisch zijn voor Madagaskar. Dat betekent dat deze 29 soorten nergens anders ter wereld voorkomen. De tenreksoorten leven op allerlei verschillende plaatsen op het eiland en eten ook heel verschillende soorten voedsel. Op Madagaskar hebben ze vrijwel geen vijanden.

▼ Afb. 4



Bron: John A. Burton en Bruce Pearson, Rare mammals of the world, blz. 37.

Bewerkt naar: David Quammen, *Het lied van de dodo*, blz. 42-48.

- 1p 6 Leg uit waardoor de tenreks op Madagaskar niet zijn geëvolueerd tot hoger ontwikkelde zoogdieren.

- 3p 7 Leg met behulp van de evolutietheorie uit hoe uit één oorspronkelijke tenreksoort verschillende soorten konden ontstaan.

Verschillende soorten tenreks, vooral de kleinere, zetten onder bepaalde omstandigheden de stofwisseling op een heel laag pitje. Hierdoor daalt onder andere de lichaamstemperatuur. Dit verschijnsel wordt aangeduid met ‘torpiditeit’.

- 3p 8 Leg uit dat torpiditeit juist bij kleine soorten zoogdieren een voordelige strategie is in tijden van voedselschaarste.

Limnogale mergulus is een tenreksoort die in het water voorkomt, *Oryzorictes hova* een die onder de grond leeft, net als *Microgale cowani*. *Microgale melanorrachis* is een tenreksoort die in de bomen leeft.

- 1p 9 Welke twee van deze vier tenreksoorten zijn het meest verwant? Leg je antwoord uit.

Bron: examen havo 2006-1.

Evolutionaire aanpassingen van het rendier

Dieren die in de loop van de tijd succesvol geëvolueerd zijn, vertonen soms anatomische aanpassingen. Verschillende kenmerken van bijvoorbeeld rendieren, zoals de vacht en platte poten, wijzen erop dat zij al in een vroeg stadium van hun evolutie, aangepast waren om in een koud gebied en diepe sneeuw of op een andere zachte ondergrond te lopen. De nu nog levende soort *Rangifer tarandus* is het meest voorkomende hoefdier in Scandinavië, Noord-Rusland en de arctische gebieden van Noord-Amerika, waar hij kariboe wordt genoemd (zie afbeelding 5). De verschillende rassen van deze rendiersoort zoals het Svalbard-rendier en het Noorse rendier en hun leefgebieden worden met de letters P t/m U aangegeven.

Gedurende de geologische periode ‘het Pleistoceen’ waren wolven de belangrijkste roofdieren voor de rendieren. Zelfs nu nog vormen de rendieren in Canada en Alaska het voornaamste voedsel voor de wolf.

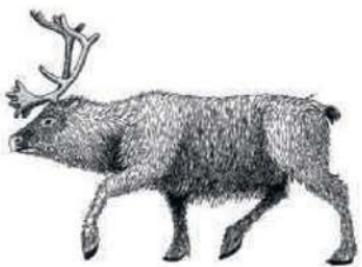
In de Svalbard-archipel (gebied Q in afbeelding 5) komen geen wolven en ook geen andere roofdieren, zoals de hyena of de mens, voor. Er zijn ook geen fossiele vondsten gedaan die aangeven dat deze dieren ooit op de eilanden zijn geweest. De enige andere grote carnivoor, de ijsbeer, die deze eilanden zwemmend kan bereiken, eet zeehonden en zelden of nooit een rendier.

▼ Afb. 5

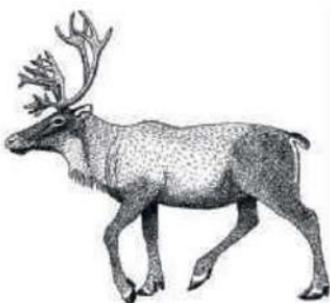


Het Svalbard-rendier (afbeelding 6 links) leeft in kleine groepjes. De volwassen mannetjes leven solitair. Het Noorse rendier (afbeelding 6 rechts) leeft in grote kudden van meer dan duizend dieren die honderden kilometers afleggen om steeds gebieden te vinden die genoeg voedsel bevatten.

▼ Afb. 6



Svalbard-rendier



Noors rendier

Men beweert dat de evolutie van de pootlengte tot korte poten een aanpassing is aan de lage omgevingstemperatuur.

- 1p 10 Leg uit waardoor het Svalbard-rendier hierdoor beter aangepast is aan lage omgevingstemperaturen dan het Noorse rendier.

Herkauwers kennen een periode waarin gegraasd wordt en een periode waarin zij rusten om de maaginhoud te verwerken. In onze streken loopt deze graas/rustperiode min of meer synchroon met het 24-uurs dagnachtritme. Dit dagnachtritme wordt bepaald door lichtprikkels die de biologische klok iedere dag gelijk zet. Maar in de poolstreken kan dit tot problemen leiden, omdat daar de zon weken niet ondergaat of de zon weken niet opkomt.

Onderzoek van Groningse biologen met rendieren uit verschillende gebieden heeft uitgewezen dat het voor sommige rassen de moeite loont om hun biologische tijdklok te onderdrukken.

- 2p 11 Voor welk ras van de in afbeelding 5 aangegeven rassen (P t/m U) heeft het het meeste evolutionaire voordeel gehad, om de biologische klok te onderdrukken?

- | | |
|-----|-----|
| A P | D S |
| B Q | E T |
| C R | F U |

Bron: examen havo 2009-1.

Harige fossielen

Lees de volgende tekst.

De onderzoekers Jim Meng en André Wyss hebben in Binnen-Mongolië (China) fossiele uitwerpselen van 60 miljoen jaar oud ontdekt. Deze fossielen zijn bewaard gebleven in rode klei. Ze bestaan uit honderden stukjes dierenmest en braakballen. De afdrukken van haren in de braakballen zijn bijzonder goed waar te nemen. De onderzoekers troffen haren en resten aan van vier verschillende soorten zoogdieren, waaronder knaagdieren. Volgens de onderzoekers is deze vondst het bewijs dat knaagdieren in die tijd behaard waren. Zij denken dat zoogdieren al veel eerder, namelijk 210 miljoen jaar geleden, voor het eerst een vacht hadden. Gedurende een tamelijk lange tijd hebben knaagdieren en andere kleine zoogdieren tegelijk met dinosauriërs geleefd.

De onderzoekers denken dat zoogdieren 210 miljoen jaar geleden voor het eerst een vacht hadden.

- 2p 12 Is deze gedachte van de onderzoekers een conclusie, een feit, een hypothese of een voorspelling?
- een conclusie
 - een feit
 - een hypothese
 - een voorspelling

Dinosauriërs behoren tot de reptielen. Ongeveer 65 miljoen jaar geleden zijn de dinosauriërs in een relatief korte tijd uitgestorven. Een verklaring voor dit uitsterven wordt onder meer gezocht in de gevolgen van de inslag van een meteoriet met als gevolg verduistering van de zon door grote hoeveelheden stof en as.

- 2p 13 Leg uit welk mogelijk verband er tussen zo'n verduistering en het uitsterven van de dinosauriërs kan zijn.

Bron: examen havo 2000-1.

Antwoorden en uitleg

De vroege evolutie van het leven

- 1 In de tekst wordt gesproken van gistingprocessen. Gisting is een ander woord voor anaerobe dissimilatie. Het gaat dan om de afbraak van organische stoffen zonder verbruik van zuurstof.
Het juiste antwoord is dus: D (2 punten).
- THEMA 5 BASISSTOF 3
- 2 Autotrofe organismen kunnen zelf organische stoffen maken uit anorganische stoffen. Deze organismen zijn dus in het voordeel als de organische stoffen in de omgeving op raken. In de strijd om het bestaan zijn de autotrofe organismen dus de winnaars. Door natuurlijke selectie overleven zij ten koste van de heterotrofe organismen.
Het juiste antwoord is dus: B (2 punten).
- THEMA 5 BASISSTOF 3

Determinatie

- 3 **P = virussen, Q = bacteriën, R = dieren, S = schimmels, T = (groene) planten.**
(3 punten bij vijf goede antwoorden, 2 punten bij vier en 1 punt bij drie goede antwoorden. Bij twee of minder goede antwoorden 0 punten.)

THEMA 5 BASISSTOF 2 EN 3

Evolutie op het eiland Sri Lanka

- 4 **Ja, ze behoren tot dezelfde soort / ze hebben beide eenzelfde genusnaam en eenzelfde soortaanduiding.** Organismen van dezelfde soort krijgen immers vruchtbare nakomelingen (1 punt).

THEMA 5 BASISSTOF 1

- 5 Een voorbeeld van een juist antwoord: **Er zijn vogels vanuit Coromandel in het droge en in het vochtige laagland van Sri Lanka terechtgekomen (1 punt). Doordat het vochtige gebied verschilde van het droge gebied, ontstond door natuurlijke selectie een ander ras van drongo's (1 punt).**

THEMA 5 BASISSTOF 4

Tenreks op Madagaskar

- 6 Het antwoord dient de notie te bevatten dat:

- **door het vrijwel ontbreken van roofvijanden er weinig of geen selectiedruk is om kenmerken te verbeteren / te evolueren / zich aan te passen aan veranderende omstandigheden (1 punt); of:**
- **door het uitblijven van ziektes / voedseltekort / concurrentie er weinig of geen selectiedruk is om kenmerken te verbeteren / te evolueren / zich aan te passen aan veranderende omstandigheden (1 punt).**

THEMA 5 BASISSTOF 4

- 7 Het antwoord dient de volgende noties te bevatten:

- **door mutatie ontstaat verscheidenheid / iedere soort vertoont verscheidenheid (1 punt);**
- **in verschillende milieus zal de natuurlijke selectie verschillende varianten begunsten (1 punt);**
- **als deze varianten onderling zo zeer verschillen dat onderlinge voortplanting onmogelijk wordt, is er sprake van een nieuwe soort (1 punt).**

THEMA 5 BASISSTOF 4

- 8 Het antwoord dient de notie te bevatten dat:

- **kleine soorten een relatief groot lichaamsoppervlak hebben (1 punt);**
- **zij dus relatief veel warmteverlies lijden (dat ze met behulp van verbranding van voedsel zouden moeten compenseren) (1 punt);**
- **daling van de lichaamstemperatuur het warmteverlies (en daarmee het voedselgebruik voor het handhaven van de lichaamstemperatuur) beperkt (1 punt).**

THEMA 5 BASISSTOF 5

- 9 *Microgale cowani* en *Microgale melanorrachis* zijn het meest verwant; zij hebben dezelfde eerste naam / geslachtsnaam / genusnaam (1 punt).

THEMA 5 BASISSTOF 1

Evolutionaire aanpassingen van het rendier

- 10 Het antwoord dient de notie te bevatten dat:

- **met lange poten relatief meer warmteverlies wordt geleden dan met korte poten;**
of:
- **korte poten relatief minder warmteverlies opleveren dan lange poten / gunstige oppervlak/inhoud-verhouding** (1 punt).

THEMA 5 BASISSTOF 5

- 11 Het gaat om het ras dat het dichtst bij de Noordpool leeft, dus ras Q. Daar duurt de pooldag 's zomers en de poolnacht 's winters het langst.

Het juist antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 5 BASISSTOF 5

Harige fossielen

- 12 De onderzoekers beweren iets dat ze moeten controleren. Het gaat dus om een hypothese die juist of onjuist is.

Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 1 BASISSTOF 6

- 13 Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- **door de verduistering was minder opwarming van de aarde mogelijk** (1 punt);
- **daardoor werden (grote) koudbloedige dieren (te) traag (en een makkelijke prooi) en verdwenen (als eerste)** (1 punt).

Of:

- **door de verduistering was minder fotosynthese mogelijk** (1 punt);
- **daardoor ontstond mogelijk voedselgebrek** (1 punt).

THEMA 5 BASISSTOF 4

6

Regeling en waarneming



Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet in een context homeostase bij de mens kunnen beschrijven.

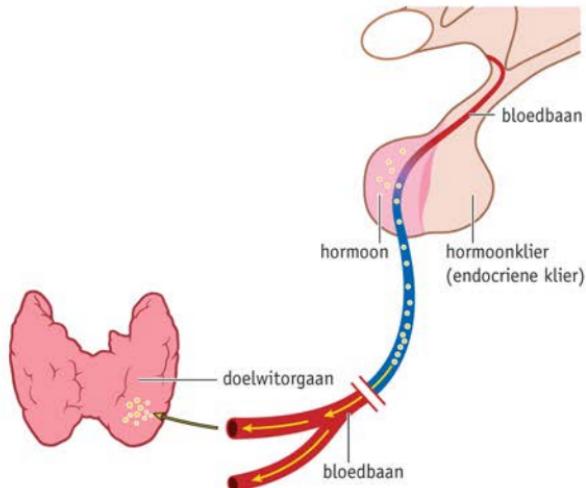
- Homeostase: het min of meer constant houden van de omstandigheden (het interne milieu) in een organisme door middel van regelkringen.
 - Een regelring bestaat uit een sensor, een controlecentrum en een effector.
 - Via een regelring worden bepaalde normwaarden gehandhaafd.
- Homeostase in het inwendige milieu van een organisme wordt meestal gehandhaafd door negatieve terugkoppeling.
- Homeostase is een voorbeeld van zelfregulatie op het organisatieniveau organisme.
- Bij homeostase in een meercellig organisme zorgen signalmoleculen voor celcommunicatie.
 - Voorbeelden van signalmoleculen: hormonen en neurotransmitters.
- Systemen voor celcommunicatie:
 - het hormoonstelsel;
 - het zenuwstelsel.

DOELSTELLING 2

Je moet in contexten de kenmerken van communicatie en coördinatie met hormonen kunnen noemen en de werking van een aantal hormonen kunnen beschrijven.

- Hormoonklieren (endocriene klieren) geven hormonen af aan het bloed (secretie) (zie afb. 1).

▼ Afb. 1 Een endocriene klier (hormoonklier).



- Hormonen worden via het bloed en via de weefselvloeistof getransporteerd.
- Hormonen regelen de werking van doelwitorganen.
- Alleen cellen met hormoonreceptoren waaraan een hormoon kan binden, zijn gevoelig voor dat hormoon. Cellen kunnen hormoonreceptoren bezitten voor verschillende hormonen.
- Een hormoon kan processen in meerdere doelwit-organen regelen.
- De hormoonspiegel is de concentratie van een hormoon.
- Hormonen zijn vooral geschikt om geleidelijke veranderingen te reguleren (bijv. groei, ontwikkeling, stofwisseling en voortplanting).
- De hypofyse produceert o.a. hormonen die de werking van andere hormoonklieren beïnvloeden.
 - De secretie van hormonen door de hypofyse wordt geregeld door de hypothalamus.
 - Voorbeelden van hormonen die de hypofyse afgeeft: FSH, LH, TSH, oxytocine, ADH, groeihormoon.
- De schildklier produceert thyroxine.
 - Thyroxine stimuleert de stofwisseling en bij kinderen ook de groei en ontwikkeling van het beenderstelsel en het centrale zenuwstelsel.
 - Thyroxine remt de productie van TSH door negatieve terugkoppeling.
- De eilandjes van Langerhans in de alvleesklier produceren insuline en glucagon.
 - Insuline en glucagon regelen de glucoseconcentratie van het bloed.
 - Insuline verlaagt de glucoseconcentratie van het bloed, doordat onder invloed van insuline cellen glucose opnemen. In levercellen en spiercellen wordt glucose omgezet in glycogeen.
 - Glucagon verhoogt de glucoseconcentratie van het bloed doordat onder invloed van glucagon levercellen en spiercellen glycogeen omzetten in glucose en afgeven aan het bloed.
- Het bijniermerg produceert adrenaline.
 - Adrenaline komt vrij bij stressvolle situaties.
 - Adrenaline stelt het lichaam in staat om alert te zijn en snel te kunnen handelen.
 - Adrenaline heeft een snelle, kortdurende werking.
 - Adrenaline bevordert in de lever en in spieren de omzetting van glycogeen in glucose en de afgifte van glucose aan het bloed.
 - Adrenaline verhoogt de hartslag en de ademfrequentie en zorgt voor het verwijden van bloedvaten. Tegelijk remt het de vertering.

DOELSTELLING 3

Je moet in een context de bouw, functies en werking van het zenuwstelsel kunnen beschrijven.

- Indeling op grond van de bouw:
 - het centrale zenuwstelsel: grote hersenen, kleine hersenen, hersenstam en ruggenmerg;
 - het perifere zenuwstelsel: zenuwen.

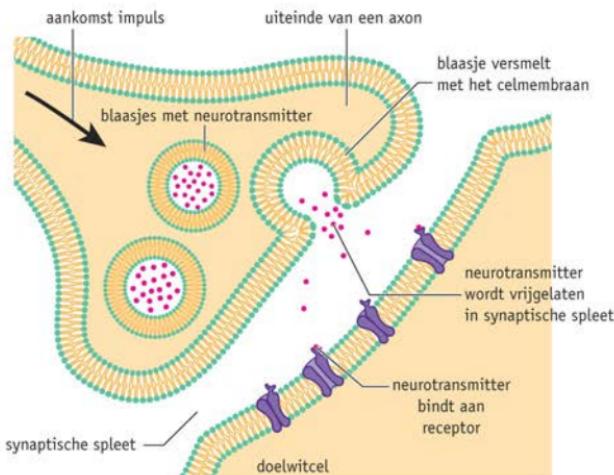
- Indeling op grond van de functie:
 - het animale zenuwstelsel: regelt vooral gewilde bewegingen (bewuste reacties) en reflexen;
 - het autonome zenuwstelsel: regelt vooral de werking van inwendige organen.
- Werking van het zenuwstelsel:
 - Zintuigcellen (receptoren) vangen prikkels op en zetten deze om in impulsen.
 - Een prikkel is een invloed uit het milieu op een organisme.
 - Zenuwcellen (conductoren) geleiden impulsen naar het centrale zenuwstelsel.
 - Spieren of klieren (effectoren) reageren op impulsen afkomstig van het centrale zenuwstelsel.

DOELSTELLING 4

Je moet in een context de functies en kenmerken van de delen van een zenuwcel kunnen herkennen en je moet de kenmerken van communicatie met neurotransmitters kunnen beschrijven.

- Bouw van een zenuwcel (neuron):
 - Een zenuwcel bestaat uit een cellichaam met uitlopers.
 - Dendrieten: uitlopers die impulsen naar het cellichaam toe geleiden.
 - Axonen (neurieten): uitlopers die impulsen van het cellichaam af geleiden.
 - Myelineschede: isolerende laag om sommige uitlopers die wordt onderbroken door insnoeringen.
 - De myelineschede wordt gevormd door cellen van Schwann. Tussen de cellen bevinden zich ruimtes: de insnoeringen.
 - Synaps: een spleet tussen het uiteinde van een axon en een doelwitcel, waar impulsen worden doorgegeven.
- Communicatie met neurotransmitters (zie afb. 2).

► Afb. 2 Impulsoverdracht in een synaps (schematisch).



- Een axon geeft neurotransmitters af in de synaptische spleet tussen een zenuwcel en een doelwitcel.
- De neurotransmitters binden aan receptoren in het membraan van de doelwitcel.
- Communicatie via impulsen en neurotransmitters is snel.

DOELSTELLING 5

Je moet in een context verschillende typen zenuwcellen en zenuwen kunnen onderscheiden.

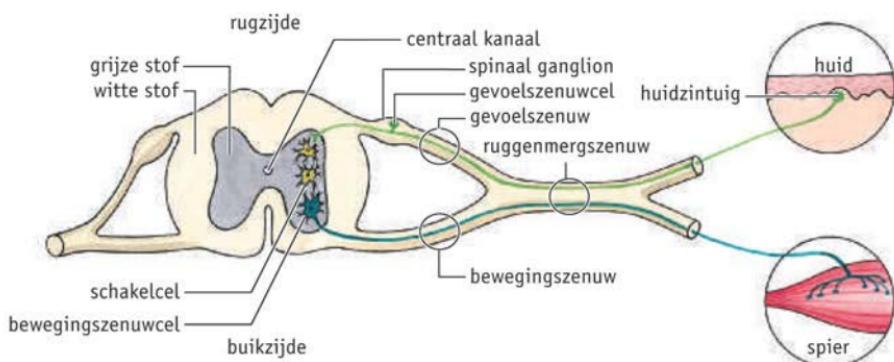
- Gevoelszenuwcellen (sensorische zenuwcellen).
 - Geleiden impulsen van zintuigcellen (receptoren) naar het centrale zenuwstelsel.
 - De cellichamen liggen meestal vlak bij het centrale zenuwstelsel in spinale ganglia (ruggenmergszenuwknopen).
 - Ze hebben één lange dendriet.
- Bewegingszenuwcellen (motorische zenuwcellen).
 - Geleiden impulsen van het centrale zenuwstelsel naar spieren of klieren (effectoren).
 - De cellichamen liggen in het centrale zenuwstelsel.
 - Ze hebben één lang axon.
- Schakelcellen.
 - Geleiden impulsen binnen het centrale zenuwstelsel.
 - Ze liggen geheel binnen het centrale zenuwstelsel (in ruggenmerg, hersenstam, grote hersenen en kleine hersenen).
- Zenuw: een bundel uitlopers van zenuwcellen, omgeven door een beschermende laag bindweefsel.
 - Zenuwen verbinden het centrale zenuwstelsel met alle lichaamsdelen.
 - Drie typen zenuwen: gevoelszenuwen, bewegingszenuwen, gemengde zenuwen.

DOELSTELLING 6

Je moet in een context de kenmerken en functies van het ruggenmerg kunnen beschrijven.

- Aan de rugzijde komen gevoelszenuwen het ruggenmerg binnen en aan de buikzijde verlaten bewegingszenuwen het ruggenmerg (zie afb. 3).
- Het buitenste deel van het ruggenmerg heet de witte stof.
 - De witte stof bevat uitlopers van schakelcellen.
 - De witte kleur wordt veroorzaakt door de myelinescheden om de uitlopers.
- In het midden ligt een vlindervormig gedeelte dat de grijze stof wordt genoemd.
 - De grijze stof bevat cellichamen van schakelcellen en cellichamen van bewegingszenuwcellen.
- Functie van het ruggenmerg:
 - impulsen geleiden van zenuwen in de romp en de ledematen naar de hersenen en omgekeerd.

▼ Afb. 3 Overzicht van de ligging van zenuwcellen in het ruggenmerg en ruggenmergszenuw (schematisch).



DOELSTELLING 7

Je moet in een context de functies en kenmerken van de delen van de hersenen kunnen toelichten.

- Grote hersenen.
 - Functie: impulsen verwerken.
 - In de schors (grijze stof) liggen de cellichamen van hersencellen.
 - In het merg (de witte stof) liggen de uitlopers van hersencellen.
 - Hersencentra: groepen cellichamen in de hersenschors die betrokken zijn bij specifieke functies (bijv. gehoorcentrum, gezichtscentrum, schrijfcentrum, spreekcentrum).
- Kleine hersenen.
 - Functie: bewegingen coördineren en het evenwicht handhaven.
- Hersenstam: geleiden van:
 - impulsen van het ruggenmerg naar de grote en kleine hersenen en omgekeerd;
 - impulsen van zenuwen in hoofd en hals naar de grote en kleine hersenen en omgekeerd;
 - impulsen in reflexbogen van hoofd en hals.
 - In de hersenstam bevinden zich centra die de activiteiten van het autonome zenuwstelsel coördineren.

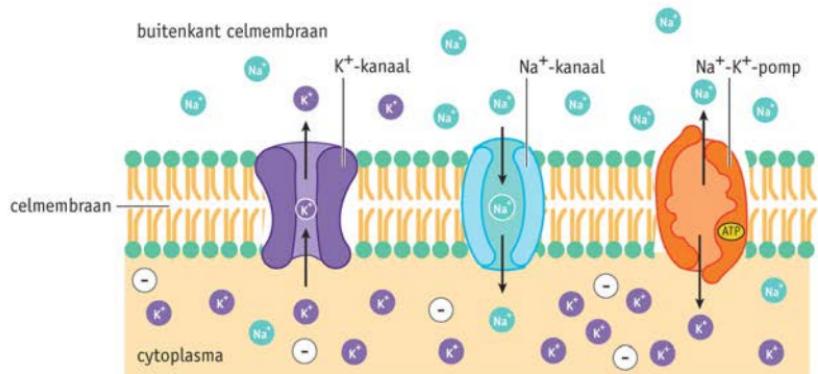
DOELSTELLING 8

Je moet in een context kunnen beschrijven hoe impulsgeleiding en impulsoverdracht plaatsvinden en wat er gebeurt bij kunstmatige prikkeling van een zenuwcel.

- Bij een zenuwcel die geen impuls geleidt, heeft het cytoplasma een negatieve elektrische lading ten opzichte van de buitenkant: de rustpotentiaal.
 - De rustpotentiaal wordt gehandhaafd door actief transport van ionen door het celmembraan (zie afb. 4).

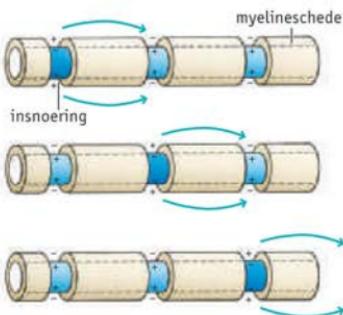
- Impulsgeleiding is de voortgeleiding van impulsen langs het celmembraan.
 - Wanneer het verschil in elektrische lading de drempelwaarde (de prikkeldrempel) bereikt, kan er volgens het alles-of-nietsprincipe een impuls ontstaan.
 - De prikkeldrempel is de kleinste prikkelsterkte die een impuls veroorzaakt.
 - Bij prikkeling boven de prikkeldrempel ontstaat een impuls.
- Impulssterkte: de grootte van de verandering in elektrische lading van het celmembraan.
 - Bij de mens is de impulssterkte voor alle zenuwcellen gelijk.

▼ Afb. 4 De ionenconcentratie tijdens de rustpotentiaal.



- Impulsfrequentie: het aantal impulsen dat per tijdseenheid door een zenuwcel wordt voortgeleid.
 - Hoe sterker de prikkeling van een zintuigcel is, des te hoger is de impulsfrequentie in de sensorische zenuwcel die erop is aangesloten.
- Sprongsgewijze impulsgeleiding: bij zenuwceluitlopers met een myelineschede 'springen' de impulsen van insnoering naar insnoering. Dit vergroot de impulsgeleidingssnelheid (zie afb. 5).
- Impulsoverdracht: doordat alleen het uiteinde van een axon neurotransmitters kan afgeven in de synaptische spleet, wordt een impuls slechts in één richting doorgelaten.
 - Bepaalde stoffen (o.a. geneesmiddelen en drugs) kunnen de impulsoverdracht beïnvloeden of imiteren.
- Bij kunstmatige prikkeling van een zenuwcel worden impulsen in twee richtingen voortgeleid.

▼ Afb. 5 Sprongsgewijze impulsgeleiding.

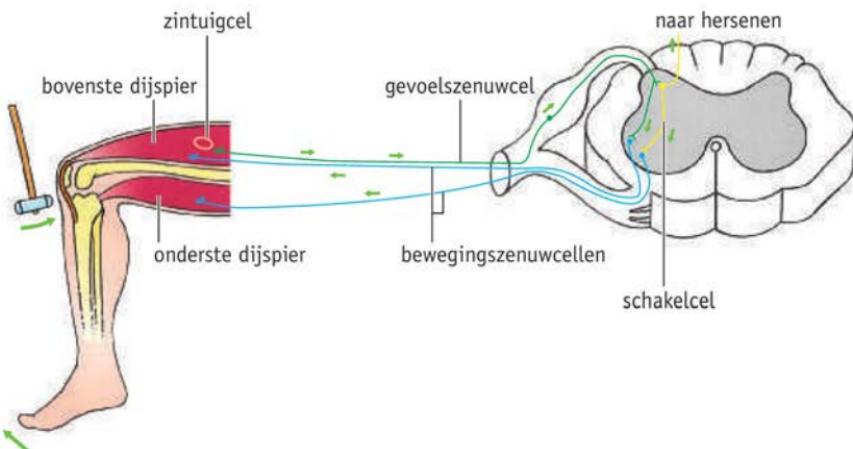


DOELSTELLING 9

Je moet in een context de werking van reflexen en een reflexboog kunnen beschrijven.

- Reflex: een vaste, snelle, onbewuste reactie op een bepaalde prikkel.
 - De snelheid is vaak nodig om het lichaam te beschermen.
- Een reflexboog geeft de weg aan die impulsen bij een reflex afleggen: zintuig → gevoelszenuwcel → schakelzenuwcel → bewegingszenuwcel → spier of klinder (zie afb. 6).
 - De grote hersenen maken geen deel uit van de reflexbogen. Toch komen bij veel reflexen ook impulsen in de grote hersenen aan.

▼ Afb. 6 De weg van impulsen bij de kniepeesreflex

**DOELSTELLING 10**

Je moet in een context de werking van het autonome (of vegetatieve) zenuwstelsel kunnen toelichten.

- Het orthosympathische deel:
 - beïnvloedt organen zodanig dat het lichaam arbeid kan verrichten waarvoor energie nodig is;
 - effecten: o.a. verhoging van de hartslag- en ademfrequentie en vertraging van de vertering.
- Het parasympatische deel:
 - beïnvloedt organen zodanig dat het lichaam in een toestand van rust en herstel kan komen;
 - effecten: o.a. verlaging van de hartslag- en ademfrequentie en versnelling van de vertering.
- Het autonome zenuwstelsel staat niet onder invloed van de wil en werkt nauw samen met het hormoonstelsel.

DOELSTELLING 11

Je moet in een context de werking van spieren kunnen beschrijven.

- Twee typen spierweefsel zijn glad spierweefsel en dwarsgestreept spierweefsel.
 - Glad spierweefsel komt voor in buisvormige of holle organen, zoals de darmen en longen.
Glad spierweefsel wordt geïnnerveerd door het autonome zenuwstelsel of door hormonen.
 - Dwarsgestreept spierweefsel komt voor in skeletspieren en in huidspieren.
Bestaat uit spiervezels die elk zijn ontstaan door versmelting van vele spiercellen.
Wordt geïnnerveerd door het animale zenuwstelsel en is daarom te beïnvloeden door de wil.
- Bouw van een skeletspier:
 - Een skeletspier is omgeven door een spierschede die uitloopt in de pezen.
 - Een skeletspier bestaat uit spierbundels, die op hun beurt bestaan uit spiervezels.
 - Spiervezels bestaan uit spierfibrillen.
 - Motorisch eindplaatje: het uiteinde van een vertakte axon van een bewegingszenuwcel.
 - Motorische eenheid: alle spiervezels die via motorische eindplaatjes in verbinding staan met één bewegingszenuwcel.
- Werking van een skeletspier:
 - Via de motorische eindplaatjes worden impulsen van een bewegingszenuwcel overgebracht op de spiervezels waardoor de actine- en myosinefilamenten in elkaar schuiven. Hierdoor worden de spiervezels korter.
 - De kracht die een spier levert, is afhankelijk van het aantal motorische eenheden dat zich gelijktijdig samentrekt.
- Antagonisten: spieren waarvan de samentrekking een tegengesteld effect heeft, bijv. biceps en triceps.

DOELSTELLING 12

Je moet in een context de effecten van training en van dopinggebruik kunnen toelichten.

- Door regelmatige lichaamsbeweging:
 - raken spieren minder snel geblesseerd;
 - is de kans op bepaalde ziekten kleiner;
 - kun je een gezond lichaamsgewicht krijgen en behouden;
 - kun je stress tegengaan.
- Door training neemt het aantal vezels en fibrillen per vezel toe, waardoor skeletspieren betere prestaties leveren.
 - Door training op uithoudingsvermogen ontstaat een betere doorbloeding van de spieren.
- Bij sport wordt soms doping (vaak anabole steroïden) gebruikt om de prestaties te verhogen.
 - Doping kan bijwerkingen hebben.

DOELSTELLING 13

Je moet in een context de werking van zintuigen kunnen beschrijven.

- In zintuigen (receptoren) ontstaan onder invloed van prikkels impulsen.
 - Prikkeldrempe (drempelwaarde): de kleinste prikkelsterkte die een impuls veroorzaakt.
 - De impulsfrequentie is hoger naarmate de prikkel sterker is.
 - Gewenning: wanneer een prikkel enige tijd aanhoudt, neemt de impulsfrequentie af.
 - Adequate prikkel: de soort prikkel waarvoor de prikkeldrempe van een zintuigcel het laagst is.

DOELSTELLING 14

Je moet in een context de delen van een oog kunnen beschrijven en hun functie toelichten.

- Wenkbauwen: zorgen ervoor dat zweet (vocht) langs de ogen loopt.
- Wimpers: beschermen de ogen tegen vuil en te fel licht.
- Traanklieren: produceren traanvocht.
 - Traanvocht reinigt de ogen en beschermt de ogen tegen uitdroging.
- Oogleden: verspreiden traanvocht over de ogen en beschermen de ogen.
- Traanbuizen: voeren traanvocht af naar de neusholte.
- Oogspieren: draaien het oog in de gewenste richting.
- Harde oogvlies (wit): stevig; geeft bescherming.
- Hoornvlies (doorzichtig): de voortzetting van het harde oogvlies aan de voorkant.
- Vaatvlies: bevat veel bloedvaten.
 - Het vaatvlies zorgt voor de voeding van een groot deel van het oog.
- Iris (regenboogvlies): de gekleurde voortzetting van het vaatvlies aan de voorkant.
 - Pupil: opening in de iris.
- Netvlies: binnenste laag van de wand van een oog die lichtreceptoren en zenuwcellen bevat.
- Gele vlek: plaats in het centrum van het netvlies.
- Oogzenuw: geleidt impulsen naar de hersenen.
- Blinde vlek: plaats in het netvlies waar de oogzenuw het oog verlaat.
 - De blinde vlek bevat geen lichtreceptoren.
 - De blinde vlek is ook de ingang en uitgang voor bloedvaten.
- Glasachtig lichaam (geleiachtig): houdt het netvlies op zijn plaats.
- Lens: achter de iris en de pupil.
- Straalvormig lichaam: hierin liggen kringspieren (de accommodatiespieren).
 - De lenzen hangen met behulp van lensbandjes in de straalvormige lichamen.
 - Lens en straalvormig lichaam zorgen ervoor dat er een scherp beeld op het netvlies ontstaat.
- Accommoderen: de vorm van de ooglentzen wordt aangepast wanneer de afstand waarop een voorwerp zich bevindt minder is dan ongeveer 5 m.

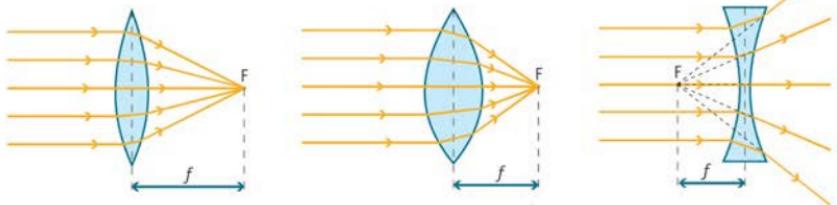
	Bij het zien in de verte	Bij het zien van dichtbij
De accommodatiespieren zijn	ontspannen	samengetrokken
De diameter van de straalvormige lichamen is	groot	klein
De lensbandjes zijn	strak gespannen	minder strak gespannen
De lenzen zijn	zo plat mogelijk	boller
De ogen zijn	in rusttoestand	geaccommodeerd

DOELSTELLING 15

Je moet in een context de beeldvorming door de ooglenzen kunnen beschrijven en de pupilreflex kunnen toelichten.

- Lichtstralen die een oog binnenvallen, worden gebroken door het hoornvlies en de ooglens.
- Op het netvlies wordt een omgekeerd, verkleind beeld gevormd.
 - In de gezichtscentra in de grote hersenen wordt dit beeld ‘vertaald’ in een normale waarneming.
- Bij lenzen wordt de ligging van het brandpunt (focus) bepaald door de vorm van de lens (zie afb. 7).
 - Holle (negatieve) lenzen spreiden het licht.
 - Bolle (positieve) lenzen bundelen het licht. Naarmate een lens boller is, is de brandpuntsafstand kleiner.
- De pupilreflex beschermt de zintuigcellen in het netvlies tegen een te hoge lichtintensiteit.
 - Als er fel licht op het netvlies valt, trekken de kringspieren zich samen en ontspannen de straalsgewijs lopende spieren zich. Hierdoor wordt de pupil kleiner.
 - Als er zwak licht op het netvlies valt, ontspannen de kringspieren zich en trekken de straalsgewijs lopende spieren zich samen. Hierdoor wordt de pupil groter.

▼ Afb. 7 Lichtbreking door lenzen.



1 door een bolle (positieve) lens

2 door een nog bollere lens

3 door een holle (negatieve) lens

DOELSTELLING 16

Je moet in een context de bouw en de werking van het netvlies kunnen beschrijven en toelichten hoe je diepte kunt zien (stereoscopie).

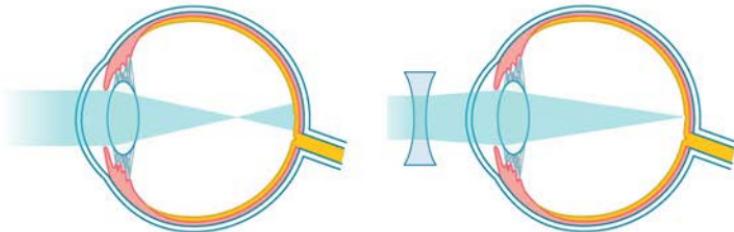
- Het netvlies bestaat uit drielagen:
 - een laag zenuwcellen: geleiden impulsen naar het centrale zenuwstelsel;
 - een laag lichtreceptoren (staafjes en kegeltjes): hierin ontstaan impulsen;
 - een laag pigmentcellen: absorbeert schadelijk licht.
- Gele vlek: het centrum van het netvlies.
 - Bij het kijken naar een voorwerp worden de ogen zo gericht (gefixeerd), dat het beeld van dat voorwerp op de gele vlek valt.
 - In de gele vlek wordt het scherpste beeld waargenomen.
- Blinde vlek: de plaats waar de oogzenuw het oog verlaat.
 - De uitlopers van zenuwcellen gaan door het netvlies, het vaatvlies en het harde oogvlies heen.
- Staafjes en kegeltjes bevatten lichtgevoelige pigmenten.
 - Onder invloed van licht wordt pigment afgebroken, waardoor impulsen ontstaan.
- Met staafjes kun je geen kleuren en details waarnemen.
- Met kegeltjes kun je kleuren en details waarnemen.
 - Er zijn drie typen kegeltjes die gevoelig zijn voor rood licht, groen licht of blauw licht.
 - De impulsen van elk kegeltje wordt apart doorgegeven aan één zenuwcel. Dat levert een gedetailleerd beeld op.
- Diepte zien (stereoscopie):
 - Optisch chiasma: de oogzenuwen kruisen elkaar gedeeltelijk. De impulsen van het linkergeudeelte van het netvlies van beide ogen worden naar het linkergezichtscentrum geleid en die van het rechtergedeelte naar het rechtergezichtscentrum.
 - Door de vergelijking van de beelden van beide ogen in de gezichtscentra wordt diepte waargenomen.

DOELSTELLING 17

Je moet in een context kunnen toelichten hoe oogafwijkingen worden veroorzaakt en hoe ze kunnen worden verholpen.

- Bijziendheid: voorwerpen van dichtbij worden scherp waargenomen, voorwerpen van veraf niet (zie afb. 8).
 - Dit is te corrigeren met holle (negatieve) lenzen.

▼ Afb. 8

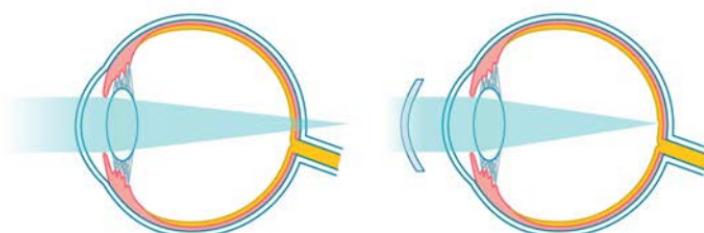


1 lichtbreking in een bijzind oog

2 correctie door een negatieve lens

- Verziendheid: voorwerpen van veraf worden scherp waargenomen, voorwerpen van dichtbij niet (zie afb. 9).
 - Dit is te corrigeren met bolle (positieve) lenzen.

▼ Afb. 9



1 lichtbreking in een verziend oog

2 correctie door een positieve lens

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt in een of meer contexten:

- geleerd informatie te selecteren en te interpreteren;
- geoefend in het selecteren en interpreteren van een model;
- geoefend in het maken van onderscheid tussen verschillende organisatienniveaus;
- inzicht gekregen in het functioneren van de hersenen;
- inzicht gekregen in de norm voor dagelijks bewegen en onderzocht of je daaraan voldoet.

Examentrainer

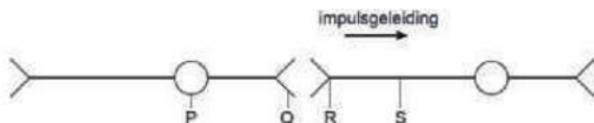
Vragen

De chemie van de liefde

Onverklaarbare passie? Mysterieuus brandende liefde? Vergeet het maar. Sinds wetenschappers zich op dit thema hebben gestort, moeten lust en knuffelkoorts plaatsmaken voor hormonen, zenuwcellen en genen. Waarom hij of zij en niet iemand anders? Er zijn op dit moment verschillende theorieën over hoe verliefdheid ontstaat. Eén theorie gaat bijvoorbeeld uit van feromonen, hormoonachtige geurstoffen die elk mens verspreidt en die ons aanlokken of juist afstoten. Een tweede theorie beweert dat het beeld van de eerste man of vrouw die wordt waargenomen al in het babystadium wordt vastgelegd en later een rol speelt bij verliefdheid.

Bij verliefdheid spreekt men vaak over ‘vlinders in je buik’. Men heeft ontdekt dat dit ‘kriebelige’ gevoel van euforie en opwinding ontstaat door een stof: PEA (phenylethylamine). Deze stof komt bij verliefdheid vrij in de hersenen. In afbeelding 1 zijn schematisch twee zenuwcellen in de hersenen weergegeven.

▼ Afb. 1



- 2p 1 Op welke plaats heeft deze stof effect?
- Op plaats P.
 - Op plaats Q.
 - Op plaats R.
 - Op plaats S.

Bron: examen havo 2011-1.

Hyponatriëmie tijdens de marathon

Bij de marathon doet zich soms bij de loper een merkwaardig probleem voor met verschijnselen die lijken op die van uitdroging. De loper is duizelig, misselijk en verward en geeft soms over. Het probleem ontstaat als het warm weer is en de loper heel veel zweet. Daarbij gaat niet alleen veel water, maar ook zout (NaCl) verloren. Als hij tijdens de race veel water drinkt om uitdroging te voorkomen, kan de natriumchlorideconcentratie in het bloed tot een te laag gehalte gaan dalen: hyponatriëmie. Dit kan zelfs levensbedreigend worden.

- 1p 2 Leg uit hoe zweten bij warm weer voor afkoeling zorgt.

- 1p 3 Noem een manier waarop een hardloper die bang is voor uitdroging, hyponatriëmie kan voorkomen.

Sommige lopers slikken ontstekingsremmers als ibuprofen of aspirine om pijn van ontstekingen tijdens de marathon te verzachten. Van deze stoffen is ook bekend dat ze de werking van het antidiuretisch hormoon (ADH) stimuleren.

- 2p 4 Leg met behulp van de informatie hierboven uit dat het gebruik van zulke ontstekingsremmers het optreden van hyponatriëmie versterkt.

Bron: examen havo 2007-2.

Hulp voor de diabetespatiënt

Mensen die niet in staat zijn om het suikergehalte van het bloed op peil te houden, lijden aan diabetes of suikerziekte. Er worden twee vormen van suikerziekte onderscheiden.

- Als cellen van de eilandjes van Langerhans in de alvleesklier niet in staat zijn om insuline aan te maken, spreken we van diabetes type 1.
- Als het lichaam niet op een effectieve manier kan reageren op insuline, spreken we van diabetes type 2.

Mensen die lijden aan diabetes regelen door middel van pillen of een injectie kunstmatig het insulinegehalte van hun bloed. Er is een aantal typen insuline. We onderscheiden een langwerkende (werkt 24 uur) en een kortwerkende insuline (werkt 1 à 2 uur).

Vroeger gebruikte men kalverinsuline. Deze is qua aminozuursamenstelling niet helemaal identiek aan die van de mens, maar heeft wel dezelfde werking. Op dit moment kan men insuline produceren die volkomen identiek is aan die van de mens. Het wordt gemaakt door gistcellen. In het genoom van deze gistcellen heeft men het gen van de mens dat codeert voor insuline, ingebouwd.

In het lichaam van een gezond mens onderscheidt men een groot aantal verschillende cellen. Voorbeelden hiervan zijn:

- 1 alvleeskliercellen;
- 2 levercellen;
- 3 spiercellen.

- 2p 5 Welke van deze cellen bevat of welke cellen bevatten het insulinegen?
- A alleen 1
 - B alleen 2
 - C alleen 3
 - D alleen 1 en 2
 - E alleen 2 en 3
 - F zowel 1, 2 als 3

Sommige diabetespatiënten vinden het niet prettig om zichzelf in te spuiten, waardoor zij niet vaak genoeg sputten en voortdurend een afwijkende glucoseconcentratie in het bloed hebben. Er is een methode ontwikkeld, waarbij de patiënt niet hoeft te sputten, maar insuline inhaleert. Patiënten die de insuline-inhaler gebruiken, moeten diep inhaleren om de insuline in de longblaasjes te krijgen. De inhaler is een soort uitschuifbare toeter (zie afbeelding 2). De via de inhaler binnengekomen insuline blijkt een goed werkend alternatief voor de ingespoten kortwerkende insuline.

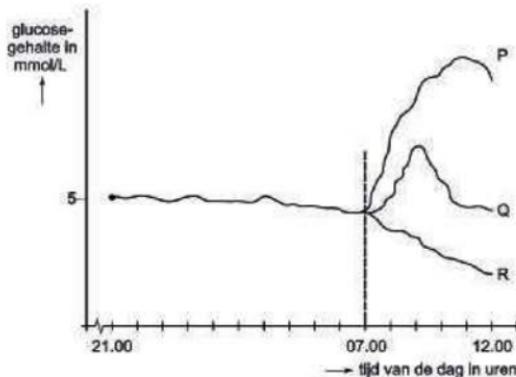
▼ Afb. 2



Een diabeet die onder normale omstandigheden alleen maar gebruikmaakt van de inhaler doet mee aan twee experimenten. In experiment 1 gebruikt hij op een dag vanaf 21.00 uur geen maaltijd meer. De volgende ochtend om 07.00 uur eet hij twee boterhammen met jam. Die ochtend gebruikt hij de inhaler niet. In het tweede experiment doet deze diabeet precies dezelfde handelingen tot de ochtend na het eten van de boterhammen met jam. Die ochtend gebruikt hij wél de inhaler. In beide experimenten wordt bij de diabeet continu de bloedsuikerspiegel gemeten.

In afbeelding 3 is het glucosegehalte van deze proefpersoon tussen 21.00 en 07.00 uur voor beide dagen weergegeven met één enkele lijn. Voor de periode tussen 07.00 en 12.00 uur zijn drie lijnen getekend: P, Q en R.

▼ Afb. 3



- 2p 6 • Welke lijn geeft de situatie weer van de ochtend van dag 1 (als hij de inhaler met de kortwerkende insuline *niet* gebruikt)?
 • Welke lijn geeft de situatie weer van de ochtend van dag 2 (als hij de inhaler met de kortwerkende insuline *wel* gebruikt)?

	dag 1	dag 2
A	P	Q
B	P	R
C	Q	P
D	Q	R
E	R	P
F	R	Q

Mensen die al jaren lijden aan diabetes, krijgen vaak slecht functionerende nieren. Door de diabetes kunnen de nieren eiwitten doorlaten die bij een gezond persoon niet doorgelaten worden. Via de urine van de patiënt verlaten deze eiwitten het lichaam. Bij de patiënt laten de nieren sommige afvalstoffen wél in het lichaam achter, die eigenlijk via de urine het lichaam hadden moeten verlaten.

Een door diabetes slecht functionerende nier veroorzaakt een verhoogde bloeddruk. Hieronder staan twee factoren die het gevolg zijn van slecht functionerende nieren:

- 1 Er komen eiwitten in de urine.
- 2 Er blijven afvalstoffen in het bloed achter.

- 2p 7 Welke van deze factoren draagt of welke dragen bij aan de stijging van de bloeddruk?
- geen van beide factoren
 - alleen factor 1
 - alleen factor 2
 - zowel factor 1 als 2

Veel diabetespatiënten vragen zich af in hoeverre hun ziekte erfelijk is en dus doorgegeven kan worden aan hun nakomelingen. Dit is niet zo simpel aan te geven omdat diabetes een zogenoemde multifactoriële aandoening is. Dit betekent dat niet alleen erfelijke factoren een rol spelen, maar ook andere factoren zoals roken, voedingsgewoonten, alcohol en medicijngebruik. In de meeste gevallen is (nog) niet te zeggen wat de invloed is van erfelijke factoren en wat de invloed is van omgevingsfactoren. Wel kunnen we aangeven hoe groot de kans is op diabetes als familieleden ook lijden aan deze ziekte (zie tabel 1).

▼ Tabel 1

Lijidend aan diabetes	Kans op diabetes type 1	Kans op diabetes type 2
Broer of zus	1–8%	15–20%
Vader of moeder	1–4%	10–20%
Beide ouders	20–40%	40%
Neef of nicht	1–2%	6–10%
Bij een eeneiige tweeling	23–50%	70–90%

Naar aanleiding van deze tabel worden twee uitspraken gedaan:

- De erfelijke component is bij diabetes type 2 belangrijker dan bij type 1.
 - De kans op diabetes type 1 hangt alleen af van omgevingsfactoren.
- 2p 8 Welke van deze uitspraken is of welke zijn juist?
- Geen van deze uitspraken is juist.
 - Alleen uitspraak 1 is juist.
 - Alleen uitspraak 2 is juist.
 - Zowel uitspraak 1 als 2 zijn juist.

Bron: examen havo 2012-1.

Slapen en geheugen

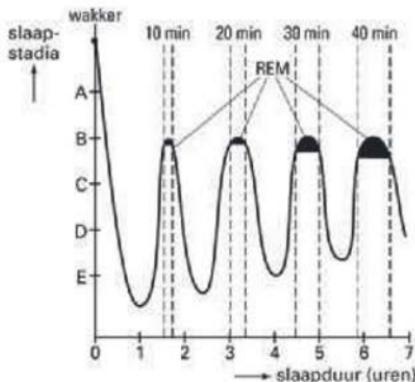
Voor eindexamenkandidaten interessant om te weten: tot in de kleine uurtjes doorleren heeft geen zin. Het is veel beter om op tijd naar bed te gaan en acht uur achter elkaar te slapen. Slapen is goed voor het geheugen. Dit is onlangs door Amerikaanse onderzoekers aangetoond.

Er zijn twee verschillende soorten slaap: de diepe slaap of SW-slaap ('slow wave') en de remslaap ('rapid eye movement'). Tijdens de remslaap gaan de ogen achter de gesloten oogleden snel heen en weer.

De slaap volgt een vast patroon waarin diepe slaap en remslaap elkaar afwisselen. In afbeelding 4 is dit patroon weergegeven.

Bewerkt naar: *Slapen en dromen, Multifactor seminar 1994, Studium generale, KUN; Suzanne Baart, 'Finale maakt de slaper slim', de Volkskrant, 29 april 2000.*

► Afb. 4



Bewerkt naar: S. Silbernagl en A. Despopoulos, *Atlas van de Fysiologie*, Baarn 2001, blz. 333.

Tijdens de vierde en laatste remslaap wordt informatie opgeslagen in het langetermijngeheugen.

Met proefpersonen wordt een experiment uitgevoerd om de invloed van de duur van de slaap op het geheugen te onderzoeken. De groep proefpersonen wordt in twee gelijke subgroepen verdeeld.

Personen van subgroep 1 kunnen ongestoord acht uur slapen.

Personen van subgroep 2 worden, na een bepaald aantal uren slapen, wakker gemaakt.

- 2p 9 Hoeveel uur mogen personen van subgroep 2 maximaal slapen om een meetbaar verschil in de geheugentest te vinden met personen van subgroep 1?
- maximaal 1 uur
 - maximaal 3 uur
 - maximaal 6 uur
 - maximaal 7 uur

Tijdens de diepe slaap worden eiwitten in zenuwcellen aangemaakt. De concentratie van het groeihormoon in het bloed is verhoogd. Dit is belangrijk voor de vorming van nieuwe verbindingen tussen zenuwcellen in de hersenen en om bestaande verbindingen tussen zenuwcellen te versterken. Dit proces wordt in gang gezet tijdens de diepe slaap en wordt afgemaakt tijdens de laatste remslaap.

- zp **10** Welk organel zorgt, of welke organellen zorgen voor transport van deze eiwitten in een zenuwcel?
- A de chromosomen
 - B de mitochondriën
 - C de ribosomen
 - D het ER (endoplasmatisch reticulum)
- zp **11** In welk deel van de hersenen worden deze nieuwe verbindingen tussen zenuwcellen aangelegd?
- A in de grote hersenen
 - B in de hersenstam
 - C in de kleine hersenen

Het groeihormoon is een eiwit dat wordt afgegeven door de hypofyse.

- zp **12** Op welke manier komt dit hormoon vanuit de hypofyse in het bloed?
- A door actief transport
 - B door afvoerbuisjes
 - C door diffusie
 - D door osmose

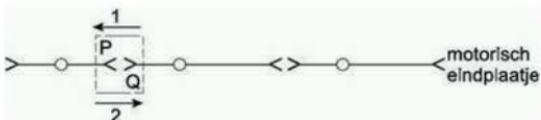
Naar: examen havo 2004-2.

Restless Legs Syndroom belast hart en bloedvaten

Het Restless Legs Syndroom (RLS) is een aandoening van het zenuwstelsel. Het kenmerkt zich door een irriterend, branderig gevoel – alsof er insecten rondkruijen – diep in de kuiten, soms beurtelings, soms in beide kuiten tegelijk. Het vervelende, maar meestal niet pijnlijke gevoel in de benen, zorgt voor een onweerstaanbare drang tot bewegen. Het vermoeden bestaat dat de symptomen veroorzaakt worden door een verstoorde werking van bepaalde neuronen in dat deel van de hersenen waar de spierbewegingen worden bestuurd. Deze cellen maken de neurotransmitter dopamine aan, een stof die een belangrijke rol speelt in het doorgeven van impulsen van de ene hersencel naar de andere.

Dopamine is een neurotransmitter die door cellen aangemaakt kan worden om impulsen door te geven van de ene zenuwcel naar de andere.
In afbeelding 5 worden schematisch drie zenuwcellen weergegeven.

▼ Afb. 5



- 2p 13 • In welk deel van de synaps, P of Q, wordt dopamine afgegeven?
• In welke richting wordt de impuls voortgezet?

<i>Deel van de synaps waar dopamine wordt afgegeven</i>	<i>Richting waarin impuls wordt voortgezet</i>
---	--

- | | |
|-----|---|
| A P | 1 |
| B P | 2 |
| C Q | 1 |
| D Q | 2 |

Naar: examen havo 2012-1.

Vermoeide zwemmers

'Ook bij goede zwemmers gaat het wel eens mis met de techniek. Als door de training vermoeidheid is ontstaan, kan worden waargenomen dat de afgelegde afstand per slag afneemt. De vermoeidheid veroorzaakt mogelijk dat de spieren niet langer in staat zijn om nauwkeurig gedoseerde activiteit te leveren.'

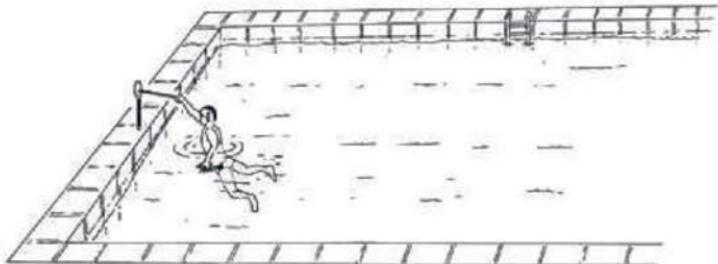
Duidelijk is dat een verslechtering van de techniek iets te maken heeft met het verzuren van de spieren.'

Bewerkt naar: Hard zwemmen maar langzaam trainen van Peter Hollander.

- 1p 14 Welke in de spieren gevormde stof leidt tot het vermoeide gevoel dat in die spieren optreedt?

Een hypothese van Hollander is dat 'spieren bij vermoeidheid niet langer in staat zijn om nauwkeurig gedoseerde activiteit te leveren'. Als maat voor nauwkeurige activiteit wordt het ringsteken gekozen: binnen drie seconden een stok door een nauwe ring steken (zie afbeelding 6).

► Afb. 6



- 3p 15 • Stel een werkplan op om deze hypothese te toetsen.
 • Vermeld welke uitkomst de hypothese van Hollander bevestigt.
 Je moet in je werkplan gebruikmaken van een zwembad, waterpolospelers en ringsteeksets.

Bron: examen havo 2003-2.

Verschillende oogafwijkingen

De meest voorkomende vorm van kleurenblindheid is roodgroenkleurenblindheid. Mensen die hieraan lijden, zien geen verschil tussen rode en groene kleuren. De oorzaak ligt in bepaalde zintuigcellen, de kegeltjes, in het netvlies van het oog. Er zijn drie typen kegeltjes, één type met de grootste gevoeligheid voor het blauwe licht, één met de grootste gevoeligheid voor het groene licht en één met de grootste gevoeligheid voor het rode licht.

John Mollon van de universiteit van Cambridge heeft in een onderzoek aangetoond, dat mensen die lijden aan roodgroenkleurenblindheid, andere kleurnuances beter kunnen onderscheiden dan mensen die niet kleurenblind zijn. Hij baseerde zijn onderzoek op gegevens uit de Tweede Wereldoorlog. Toen werden bij voorkeur kleurenblinden gebruikt om de in camouflagepakken gestoken vijandelijke soldaten waar te nemen. Iets waar de niet-kleurenblinden niet of minder toe in staat waren.

Camouflagepakken die in oorlogssituaties veel gebruikt worden, hebben vaak een kaki-kleur. De kaki-kleur is lichtbruin en lijkt op een zandkleurige achtergrond.

Mollon formuleerde de hypothese dat roodgroenkleurenblinden beter in staat zijn om de verschillende tinten kaki te onderscheiden.

Om zijn hypothese te testen voerde hij een experiment uit.

- 3p 16 • Hoe zal de proefopzet geweest zijn om vast te stellen dat de roodgroenkleurenblindnen beter in staat zijn om verschillende tinten kaki van elkaar te onderscheiden?
 • Welk resultaat zal de hypothese van Mollon bevestigd hebben?

Naar: examen havo 2010-1.

Antwoorden en uitleg

De chemie van de liefde

- 1 De enige plaats in het zenuwstelsel waar stoffen kunnen inwerken op zenuwcellen is in de synaps. Gezien de impulsrichting is plaats R in de afbeelding de eerste plaats waar deze stof effect heeft. Plaats R stelt het postsynaptische membraan voor.
Het juiste antwoord is dus: C (2 punten).

THEMA 6 BASISSTOF 4

Hyponatriëmie tijdens de marathon

- 2 **Zweet verdampft en dit ontrekt warmte aan het lichaam (1 punt).**

THEMA 6 BASISSTOF 1

- 3 **Hij kan zout voedsel / drank met zout nemen / sportdrank drinken (1 punt).**

THEMA 6 BASISSTOF 2

- 4 **Er wordt door stimuleren van ADH meer water (uit voorurine) geresorbeerd (1 punt), waardoor de hoeveelheid water (in het bloed) toeneemt / de zoutconcentratie (in het bloed) nog sterker afneemt (1 punt).**

THEMA 6 BASISSTOF 2

Hulp voor de diabetespatiënt

- 5 Genen liggen in chromosomen. Elke lichaamscel heeft dezelfde chromosomen en dus ook dezelfde genen.

Het juiste antwoord is dus: F (2 punten).

THEMA 4 BASISSTOF 3

- 6** Als de patiënt 's morgens de inhaler niet gebruikt, dan gaat het glucosegehalte omhoog (grafiek P). Bij gebruik van het kortwerkende insuline daalt de grafiek, na een stijging, weer snel (grafiek Q). Het insuline heeft even tijd nodig om voor een daling te zorgen. Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 6 BASISSTOF 2

- 7** De afvalstoffen in het bloed zorgen voor een verhoogde osmotische waarde en daarmee voor een hogere bloeddruk. De eiwitten in de urine hebben geen invloed meer in het bloed. Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 2 BASISSTOF 6

- 8** Bij een eeneiige tweeling is sprake van eenzelfde genotype. Verschillen tussen de twee personen komen dus door verschillende omgevingsfactoren. Uit de tabel blijkt dat de kans bij de tweeling op diabetes type 2 groter is dan op diabetes type 1. De erfelijke component is dus bij type 2 groter. Bij diabetes type 1 is er naast verschillende omgevingsfactoren ook sprake van een erfelijke component, gezien de maximale kans van 50%. Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 4 BASISSTOF 2

Slapen en geheugen

- 9** Omdat het gaat om de vierde remslaap, moeten de proefpersonen deze vierde remslaap niet doormaken. Zo kun je het effect van dit slaapstadium vergelijken met de andere proefpersonen.

Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 1 BASISSTOF 5

- 10** Het transport van eiwitten in de cel vindt plaats via het ER. In de mitochondriën wordt energie vrijgemaakt uit brandstoffen. Op de ribosomen worden de eiwitten gemaakt. De chromosomen leveren de informatie voor de juiste eiwitten.

Het juiste antwoord is dus: **D** (2 punten).

THEMA 2 BASISSTOF 5

- 11** Het geheugen is gelegen in de grote hersenen.

Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 6 BASISSTOF 3

- 12** Hormonen zijn organische stoffen die via actief transport in het bloed terechtkomen. Diffusie heeft betrekking op kleine moleculen; osmose gaat over watermoleculen. Afvoerbuisjes geven geen stoffen af aan het bloed.

Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 2 BASISSTOF 7

Restless Legs Syndroom

- 13** Dopamine wordt afgegeven aan de kant waar de impulsen vandaan komen. Daar liggen de blaasjes gevuld met neurotransmitter, dus bij P. De impulsrichting is 2, richting de spieren.

Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 6 BASISSTOF 4

Vermoeide zwemmers

- 14** Het gaat om **melkzuur** (1 punt).

THEMA 6 BASISSTOF 5

- 15** Voorbeeld van een werkplan:

- Twee groepen zwemmers vormen waarvan de ene groep sneller zwemt dan de andere, beide groepen bij het keerpunt binnen drie seconden laten ringsteken.
- Het percentage treffers bepalen.
- De uitkomst die de hypothese van Hollander bevestigt: de proefpersonen die sneller zwemmen, hebben een lager percentage treffers.

Het werkplan bevat de volgende elementen:

- verschillende inspanningen (ten minste twee groepen) (1 punt);
- percentage treffers wordt bepaald (1 punt);
- juiste conclusie (1 punt).

THEMA 1 BASISSTOF 6

Verschillende oogafwijkingen

- 16** Voorbeeld van een werkplan:

- Twee groepen proefpersonen: mensen die normaal kleuren konden zien en rood-groenkleurenblinden (1 punt);
- Beide groepen kregen een aantal kaki-kleurige voorwerpen met gering verschil in de kaki-tint voorgelegd (1 punt);
- De normaal zienden namen geen / minder goed / gering verschil in kakikleur waar, terwijl de roodgroenkleurenblinden dit verschil wel / beter / duidelijk konden waarnemen (1 punt).

THEMA 1 BASISSTOF 6

LEERJAAR 4

7

Ecologie



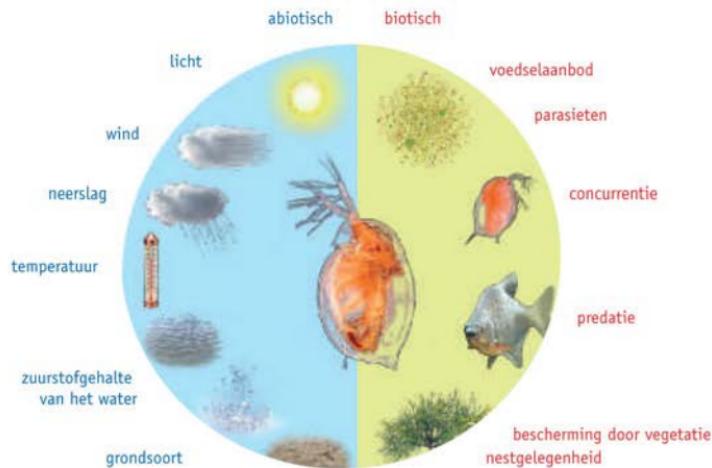
Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet in een context de invloeden op organismen kunnen indelen in biotische en abiotische factoren (zie afb. 1). Ook moet je de ontwikkeling van een ecosysteem als dynamisch proces kunnen beschrijven.

- Biotische factoren: invloeden afkomstig van de levende natuur.
 - Bijv. soortgenoten, predatoren, prooidieren, ziekteverwekkers.
- Abiotische factoren: invloeden afkomstig van de levenloze natuur.
 - Bijv. klimaat (temperatuur, licht, wind en neerslag), bodemgesteldheid, zuurstofgehalte, zoutgehalte, stroming.

▼ Afb. 1 Biotische en abiotische factoren van invloed op een watervlo.



- Drie mogelijke ontwikkelingen in een ecosysteem:
 - één evenwicht: schommeling van aantallen van de verschillende populaties rond een bepaalde waarde;
 - twee evenwichten: heen en weer gaan tussen twee min of meer stabiele situaties, met twee verschillende kantelpunten van de een naar de ander en terug;
 - chaos: een ongeordend en onvoorspelbaar verloop van de aantallen in de verschillende populaties.

DOELSTELLING 2

Je moet in een context de organisatieniveaus in de ecologie kunnen toepassen (zie afb. 2).

- Biosfeer: het gedeelte van de aarde en de atmosfeer (dampkring) dat door organismen wordt bewoond.
- Ecosysteem: een min of meer natuurlijk begrensd deel van de biosfeer, zoals een duingebied, een heideveld.
 - Ieder ecosysteem heeft kenmerkende biotische en abiotische factoren.
- Populatie: een groep individuen van dezelfde soort in een bepaald gebied, die samen een voortplantingsgemeenschap vormen.
- Individu: één enkel organisme.
- Molecuul: ecologen doen ook onderzoek aan DNA.
 - DNA in de bodem geeft informatie over de daar levende organismen.

▼ Afb. 2 De verschillende organisatieniveaus.



1 individu



2 populatie



3 ecosysteem



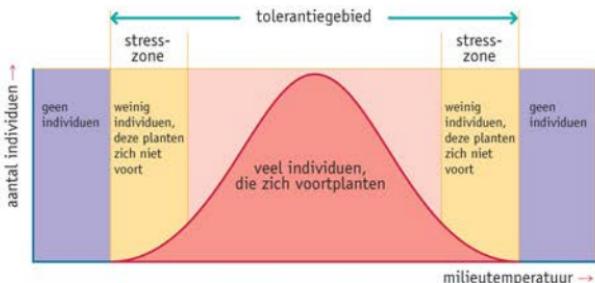
4 biosfeer

DOELSTELLING 3

Je moet in een context de invloed van de belangrijkste abiotische factoren op organismen kunnen beschrijven.

- Tolerantie: het vermogen van organismen om schommelingen in een abiotische factor te verdragen (zie afb. 3).

► **Afb. 3** Optimumkromme voor de temperatuur.



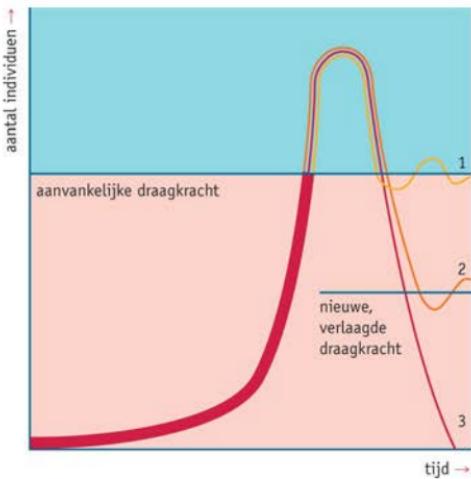
- Verspreidingsgebied (areaal):** het gebied op aarde waar individuen van een bepaalde soort voorkomen.
 - Soorten met een grote tolerantie hebben een groot verspreidingsgebied.
- Een optimumkromme voor een abiotische factor geeft weer:
 - de tolerantiegrenzen (het minimum en het maximum);
 - het tolerantiegebied (het traject tussen minimum en maximum);
 - het optimum (de meest gunstige waarde).
- Temperatuur.
 - De enzymactiviteit is afhankelijk van de temperatuur.
- Licht.
 - Zonplanten groeien het best bij een hoge lichtintensiteit; schaduwplanten het best bij een lage lichtintensiteit.
 - De daglengte heeft bij veel organismen invloed op het tijdstip van voortplanting.
- Lucht.
 - Bij planten kan de wind voor de bestuiving en/of de verspreiding van zaden zorgen.
 - De wind bevordert de verdamping van water uit de bladeren.
- Water.
 - Planten hebben aanpassingen aan de hoeveelheid water in hun omgeving (bijv. de grootte van het wortelstelsel, de dikte van de bladeren en het aantal huidmondjes).
 - Dieren in een droog milieu hebben een huid die ondoordringbaar is voor water, en een geconcentreerde urine.
- Bodemgesteldheid.
 - Zand heeft grote bodemdeeltjes, bevat veel lucht en weinig water.
 - Klei heeft kleine bodemdeeltjes, bevat weinig lucht en veel water.
 - Humus verbetert de structuur van de bodem.
 - De pH van de bodem is van invloed op de plantengroei.

DOELSTELLING 4

Je moet in een context kunnen beschrijven hoe de populatiedichtheid wordt beïnvloed en hoe een biologisch evenwicht in een ecosysteem gehandhaafd blijft.

- Populatiedichtheid: gemiddeld aantal individuen per oppervlakte-eenheid of per volume-eenheid.
- Factoren die van invloed zijn op de populatiedichtheid:
 - dichtheidsafhankelijke factoren, bijv. predatie, parasitisme, ziekte, voedselconcurrentie;
 - dichtheidsonafhankelijke factoren, bijv. klimaat, invloeden van de mens.
- Biologisch evenwicht: een toestand waarin de populatiedichtheid van elke soort in een ecosysteem schommelt om een bepaalde waarde.
- Factoren die van invloed zijn op de populatiedichtheid:
 - geboortecijfer, sterftecijfer, immigratie, emigratie.
- Als een soort zich nieuw in een ecosysteem vestigt, kan populatiegroei plaatsvinden.
 - In de beginfase vindt exponentiële groei plaats.
 - Als de hulpbronnen beperkt zijn of er zijn natuurlijke vijanden, stelt zich een biologisch evenwicht in (S-vormige groeicurve).
 - Als de hulpbronnen onbeperkt zijn en natuurlijke vijanden ontbreken, gaat de exponentiële groei na de beginfase door (J-vormige groeicurve). Dit kan leiden tot een plaag.
- Draagkracht: de maximale populatiegrootte die over langere tijd in een ecosysteem kan worden gehandhaafd (zie afb. 4).

▼ Afb. 4 Gevolgen van een overschrijding van de draagkracht.

**DOELSTELLING 5**

Je moet in een context de voedselrelaties en informatie netwerken in een ecosysteem kunnen beschrijven.

- Voedselketen: een reeks soorten, waarbij elke soort voedselbron is voor de volgende soort.
 - Trofisch niveau: plaats in de voedselketen.
 - Het eerste trofische niveau bestaat uit autotrofe organismen.

- Voedselweb (voedselnet): het geheel van voedselrelaties in een levensgemeenschap.
 - Producenten leveren de organische stoffen waar het hele ecosysteem van leeft.
 - Consumenten van de eerste orde worden gegeten door consumenten van de tweede orde, die worden weer gegeten door consumenten van de derde orde, enz.
 - Tot de consumenten behoren o.a. planteneters, vleeseters, alleseters en afvaleters (eten dode resten van planten en dieren).
 - Reducenten breken organische stoffen af waardoor nieuwe anorganische stoffen beschikbaar komen voor de producenten.
- Informatienetwerk: communicatie via stoffen (infochemicaliën) tussen individuen van verschillende populaties in een ecosysteem.

DOELSTELLING 6

Je moet in een ecosysteem vormen van competitie en van coöperatie kunnen onderscheiden.

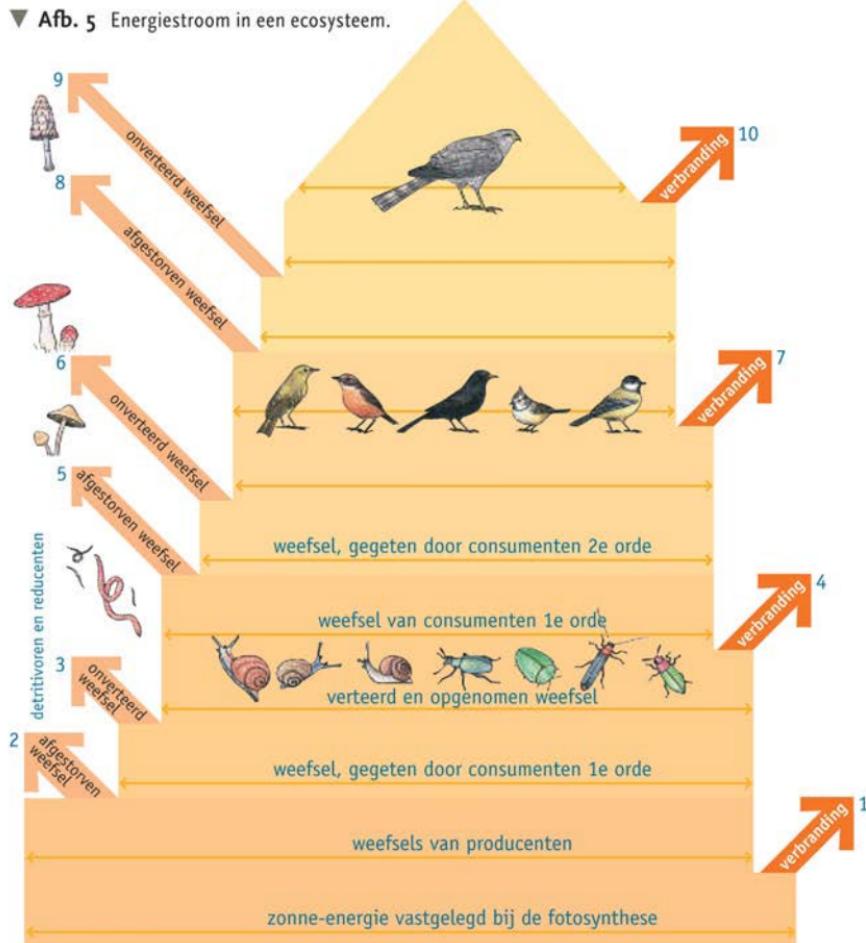
- Competitie binnen een populatie.
 - Competitie om het beschikbare voedsel: te sterke competitie wordt vaak tegengegaan door een territorium te vormen.
 - Competitie om de voortplanting (bijv. bij kuddedieren met één mannetje als leider).
- Coöperatie binnen een populatie.
 - Coöperatie bij het verkrijgen van voedsel: individuen kunnen samenwerken. Coöperatie biedt ook vaak bescherming tegen predatoren.
 - Coöperatie bij de voortplanting: bij de balts en de paring.
- Competitie tussen populaties.
 - Competitie om het beschikbare voedsel: te sterke competitie wordt tegengegaan door specialisatie. Een gevolg van specialisatie kan facilitatie zijn, waarbij de ene specialist de kansen van de andere verbetert.
 - Competitie om de voortplanting (bijv. bij zaden die ontkiemen).
 - Competitie tussen populaties kan sterk worden beïnvloed door een derde populatie, bijv. een predator.
- Coöperatie tussen populaties.
 - Coöperatie bij het verkrijgen van voedsel: vooral bij mutualisme.
 - Coöperatie bij de voortplanting (bijv. bij bittervoorn en zoetwatermossel).
- Symbiose: langdurige samenleving van individuen van verschillende soort.
 - Mutualisme: de individuen van beide soorten hebben voordeel (bijv. korstmossen).
 - Commensalisme: de individuen van de ene soort hebben voordeel en de individuen van de andere soort geen voordeel en geen nadeel (bijv. zeepokken op een mossel).
 - Parasitisme: een parasiet leeft op of in een individu van een andere soort en onttrekt er voedsel aan (bijv. vlooien, luizen, spoelwormen, maretak, duivelsnaagaren).

DOELSTELLING 7

Je moet in een context de energiestroom door een ecosysteem kunnen beschrijven.

- De voedselrelaties in een ecosysteem kunnen worden weergegeven in ecologische piramides.
 - Piramide van aantallen: geeft van elk trofisch niveau het aantal individuen weer.
 - Piramide van biomassa: geeft van elk trofisch niveau de biomassa weer.
- De energiestroom door een ecosysteem (zie afb. 5).
 - In elke schakel van een voedselketen treedt energieverlies op door afgestorven weefsels, door onverteerd voedsel en door verbranding.
 - Je kunt met gegeven informatie over de energiestroom in een ecosysteem berekeningen uitvoeren.

▼ Afb. 5 Energiestroom in een ecosysteem.

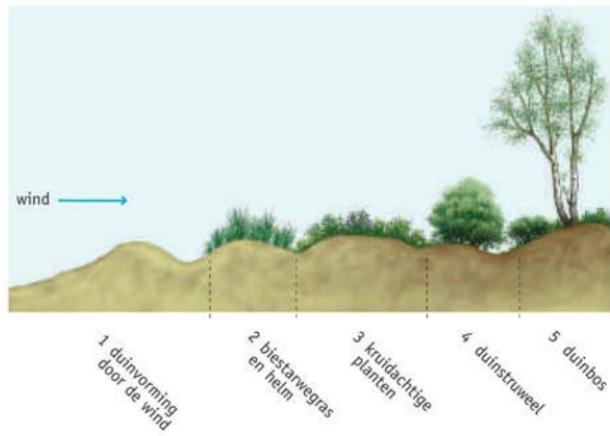


DOELSTELLING 8

Je moet in een context de verschillende stadia van successie in een ecosysteem kunnen onderscheiden.

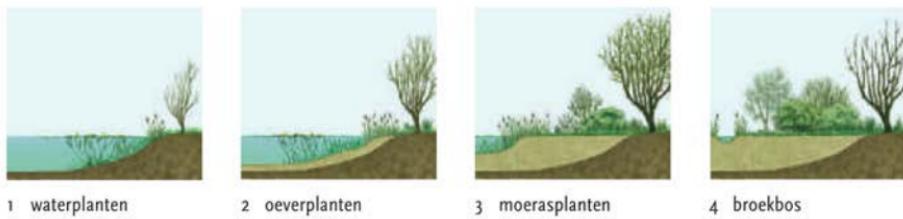
- Successie: verandering van de soortensamenstelling van een levensgemeenschap, waardoor deze geleidelijk overgaat in een andere.
- Pionierecosysteem: ecosysteem dat als eerste ontstaat in een onbegroeid terrein.
- Climaxecosysteem: laatste stadium in de successie.
 - Bijv. tropische regenwouden, koraalriffen en (in Nederland) loofbossen.
- Duinen zijn door de wind aangewaaide zandheuvels (zie afb. 6).
 - Door successie ontstaat uiteindelijk duinbos (climaxecosysteem).

▼ Afb. 6 Successie in een duingebied (schematisch).



- In een plas vindt langzaam verlanding plaats (zie afb. 7).
 - Door successie ontstaat uiteindelijk broekbos (climaxecosysteem).

▼ Afb. 7 De verlanding van een plas.



- Kenmerken van een pionierecosysteem en climaxecosysteem:

Pionierecosysteem	Climaxecosysteem
sterk wisselende abiotische factoren	gematigde abiotische factoren
vaak een humusarme bodem	een humusrijke bodem
een kleine diversiteit aan soorten	een grote diversiteit aan soorten
een eenvoudig voedselweb	een ingewikkeld voedselweb
weinig gespecialiseerde nissen	sterk gespecialiseerde nissen
een geringe biomassa	een grote biomassa
de productie is groter dan de afbraak	de productie is gelijk aan de afbraak
de kringlopen zijn open	de kringlopen zijn gesloten
de vegetatie is nauwelijks gelaagd	de vegetatie bestaat uit meerdere lagen

DOELSTELLING 9

Je moet in een model gegeven informatie over ecosystemen kunnen gebruiken, bewerken en analyseren.

- Je weet het verschil tussen voorraadgrootheden, constanten en stroompijlen in een ecologisch model.
- Je kunt relaties in de vorm van formules in een model uitleggen.
- Je kunt aangeven wat de waarde van modellen en modelleren is voor natuurbeheer.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt in een of meer contexten:

- geoefend in het werken met modelleren en het voorspellen en valideren (toetsen aan de werkelijkheid) van de gevonden resultaten;
- geoefend in het bedenken van een opzet van een ecologisch onderzoek;
- geoefend in het weergeven en interpreteren van gegevens;
- geoefend met ecologisch onderzoek;
- geoefend in het opzoeken van gegevens op internet;
- geoefend in het werken met een microscoop.

Examentrainer

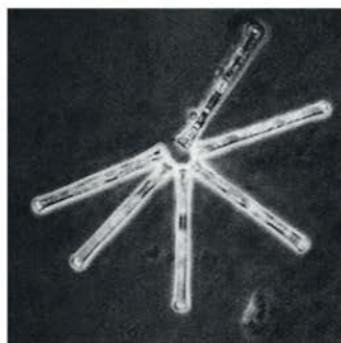
Vragen

Microscopisch ecosysteem in de Maarsseveense Plassen

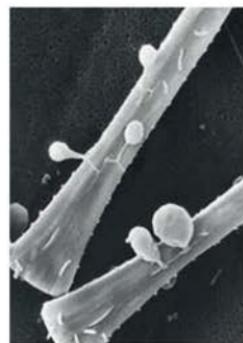
Er is een ingewikkelde wapenwedloop aan de gang in de Maarsseveense Plassen. Op microscopische schaal wel te verstaan. Kiezelalgen (zie afbeelding 1.1) proberen te ontsnappen aan de vraatzucht van watervlooien door zo lang door te groeien dat zij niet meer te behappen zijn.

De algen worden geïnfecteerd door parasitaire schimmels (zie afbeelding 1.2). Deze schimmels houden, door de grootschalige infectie, een onbegrenste toename van de algenpopulatie onder de duim. De door de parasitaire schimmels gedode algen zinken naar de bodem van het meer. Pas als bacteriën de algen afbreken, komen de voedingsstoffen weer beschikbaar, zo was de overtuiging. Door onderzoek in 2004 ontdekte men dat watervlooien via een sluiproute toch van de voedingsstoffen van de algen kunnen profiteren. Zij eten op grote schaal de schimmelosporen van de schimmel die de alg infecteert. Zo komt er toch biomassa van de alg in de watervlo.

► Afb. 1



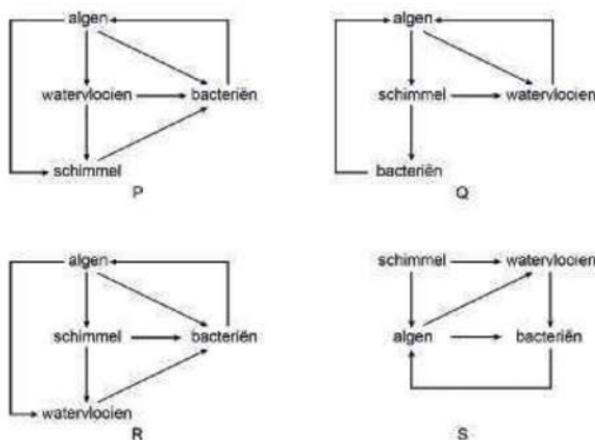
1 Een kolonie van de kiezelalg *Asterionella formosa*. Een van de algen (de donkere cel bovenaan) is leeggezogen door een schimmel.



2 Een opname van een *Asterionella*-alg met aan de buitenkant de vruchtluchten van schimmels.

In afbeelding 2 zijn schematisch mogelijke kringlopen in het ecosysteem van de Maarsseveense Plassen weergegeven.

▼ Afb. 2



- 2p 1 Welk schema geeft correct weer hoe de beschreven kringloop van stikstof in dit ecosysteem plaatsvindt?

- A schema P
- B schema Q
- C schema R
- D schema S

In afbeelding 1.1 wordt een kolonie van de kiezelalg *Asterionella formosa* weergegeven. De algencellen hebben een lengte van ongeveer 70 µm (= 70 micrometer).

- 2p 2 Leg met behulp van een berekening uit, dat afbeelding 1.1 een lichtmicroscopische opname kan zijn.

In 1983 werd ook al onderzoek gedaan aan de *Asterionella*-alg. Men ontdekte dat de alg profiteert van een strenge winter. De schimmel maakt namelijk bij lage temperatuur rustsporen, die niet in staat zijn de alg te infecteren. Ook de watervlo is in de wintermaanden nauwelijks actief. In januari en februari zie je een groei van de algenpopulatie, gevolgd door een groei van de schimmelpopulatie waardoor de algenpopulatie weer afneemt.

In augustus zag men echter opnieuw een toename van de algen, die niet meer door de schimmel te bedwingen was. Men vond dat vreemd omdat de hogere temperatuur ideaal is voor de ontwikkeling van de schimmel.

- 2p 3 Leg uit dat met gegevens uit het beschreven onderzoek van 2004 deze tweede toename is te verklaren.

Bron: examen havo 2009-2.

Algen helpen bij het mestprobleem

Algen zijn in buitenbaden en meren meestal een vervelende en hardnekkige plaag. Maar in een algenkwekerij kan het water niet groen genoeg zijn. De algen die hier groeien zijn voor uiteenlopende zaken geschikt: als veevoer, als ingrediënt voor cosmetica en als voedingssupplement in bijvoorbeeld pasta's, babyvoeding, soep of vruchtendranken.

Het systeem van het algenkweken is eenvoudig. Graaf een bassin, bestaande uit naast elkaar liggende sloten van 25 cm diep. Bekleed bodem en zijkanten met witte folie. Kweek vervolgens de gewenste algensoort en voer de algen met varkensmest. Het gaat om de natte fractie van de mest – 90% van het totaal. De overige 10%, de dikke fractie, wordt op biologische wijze gecomposteerd en door de boeren over het land uitgereden.

Een schoepenrad stuurt het groene water door de bassins. De golfslag is van levensbelang voor de algen. Zo worden ze geregeld aan het zonlicht blootgesteld.

De dunne fractie van de varkensmest dient als voedsel voor de algen.

- 2p 4 Welke stoffen uit de dunne fractie worden door de algen gebruikt?

- A de eiwitten
- B de koolhydraten
- C de mineralen
- D de vetten

De dikke fractie wordt gecomposteerd.

- 2p 5 Wat wordt verstaan onder compostering?

- A Consumenten zetten anorganische stoffen om in organische stoffen.
- B Consumenten zetten organische stoffen om in anorganische stoffen.
- C Reducenten zetten anorganische stoffen om in organische stoffen.
- D Reducenten zetten organische stoffen om in anorganische stoffen.

- 1p 6 Leg uit dat het van belang is dat de algen regelmatig aan het zonlicht worden blootgesteld.

In 2001 leverden acht varkenshouders drie duizend kubieke meter mest af. Ze kregen er achttienduizend kilo algen voor terug.

De algen worden aan het drinkwater van de varkens toegevoegd, die het smaakje volgens de boeren wel konden waarderen. Zo wordt de varkensmest omgezet in 'nuttige bestanddelen' en kan een bijdrage geleverd worden aan de oplossing van het mestprobleem.

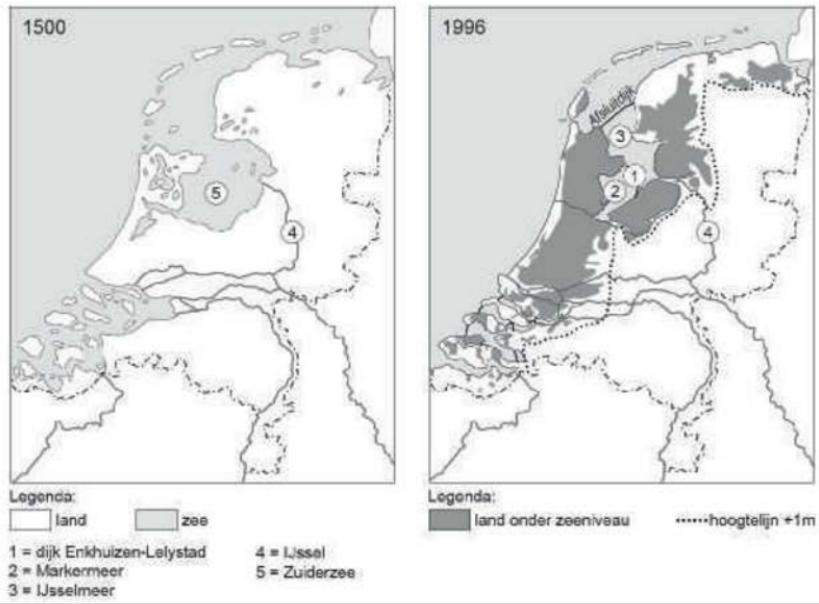
- 1p 7 Leg uit dat deze omzetting een bijdrage aan de oplossing van het mestprobleem levert.

Bron: examen havo 2007-1.

Blauwalgen in het IJsselmeer

Met het 'Natte Hart' wordt het IJsselmeergebied bedoeld (zie afbeelding 3). Dit centrale water in Nederland heeft in de afgelopen eeuw heel wat veranderingen ondergaan. Vroeger heette het de Zuiderzee en bevatte het zout water. Door de aanleg van de Afsluitdijk in 1932 ontstond een van de grootste zoetwatermeren van Europa.

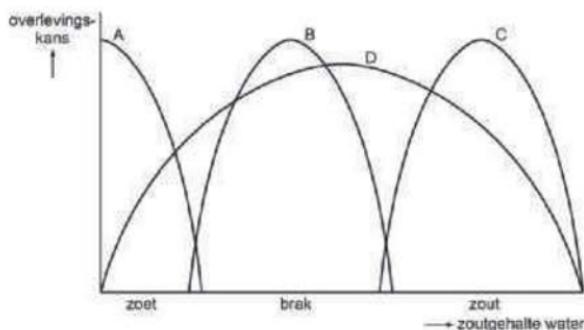
▼ Afb. 3



Bij de overgang van zout naar zoet water verdween een aantal vissoorten uit het IJsselmeer. Enkele soorten werden talrijker. De haring verdween en de driedoornige stekelbaars bleef.

In afbeelding 4 zijn de tolerantiecurven van een aantal vissoorten weergegeven.

▼ Afb. 4



- 2p 8 Welke tolerantiecurve past bij de soort driedoornige stekelbaars?

- A curve A
- B curve B
- C curve C
- D curve D

Tot het eind van de jaren zestig werden verschillende delen van het nieuw ontstane meer ingepolderd. In 1975 zorgde de voltooiing van de dijk tussen Enkhuizen en Lelystad voor de vorming van het Markermeer. Door de aanleg van deze dijk kreeg het Markermeer geen toevoer meer van voedingszouten via de IJssel. Hierdoor daalde in de jaren erna het aantal driehoeks-mosselen en inmiddels zijn deze bijna geheel uit het Markermeer verdwenen.

De concentratie chlorofyl is een maat voor de hoeveelheid algen, het voedsel voor de driehoeks-mosselet. (zie afbeelding 5).

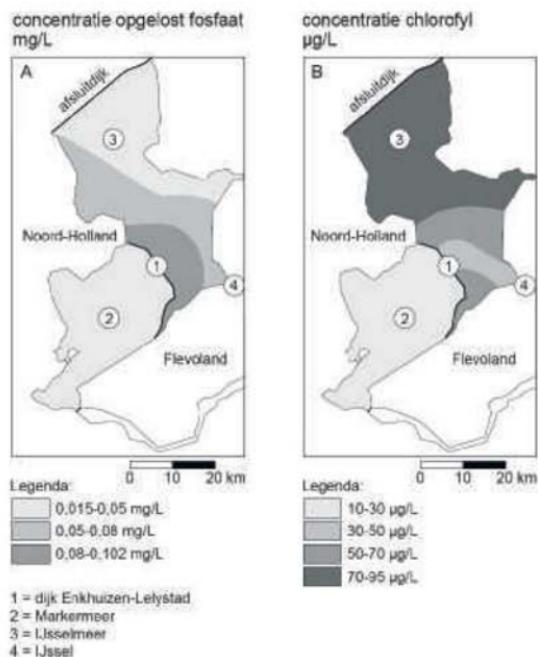
- 1p 9 Is de hoeveelheid fosfaat beperkend voor de algengroei in het IJsselmeer? Leg je antwoord uit met behulp van afbeelding 5.
- 2p 10 Verklaar het verdwijnen van de driehoeks-mosselet uit het Markermeer.

In sommige zomers bedreigen blauwalgen het voedselweb van het IJsselmeer. Het probleem is dat blauwalgen gifstoffen bevatten. Deze cyanotoxines worden doorgegeven aan de andere organismen in het voedselweb.

Blauwalgen zijn geen algen maar bacteriën die fotosynthese kunnen uitvoeren.

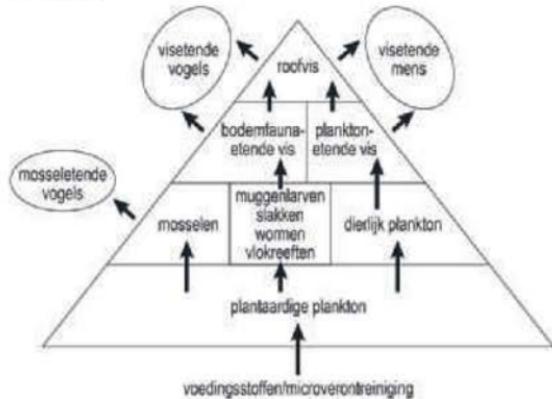
1p 11 Welke ecologische functie vervullen algen en blauwalgen in een ecosysteem?

▼ Afb. 5



In afbeelding 6 is de voedselpiramide weergegeven van het IJsselmeer.

▼ Afb. 6



- 2p 12 In welke organismen tref je door accumulatie de hoogste concentratie gifstoffen per kilogram lichaamsgewicht aan?
- bodemfauna-etende vis, plankton-etende vis
 - plantaardig plankton
 - mosselen, bodemfauna, dierlijk plankton
 - mosseletende vogels
 - roofvis, visetende vogels, visetende mens.

Bron: examen havo 2007-2.

Antwoorden en uitleg

Microscopisch ecosysteem in de Maarsseveense Plassen

- 1 De watervlooien eten de schimmelsporen die in de algen zitten. Er gaat dus een pijl van de algen naar de schimmel en van de schimmel naar de watervlooien. Verder gaan er pijlen van de algen, de schimmels en de watervlooien naar de bacteriën, omdat deze bacteriën de resten van de andere organismen verteren, als deze gestorven zijn. De hierbij vrijgekomen voedingsstoffen worden weer opgenomen door de algen. Er gaat dus een pijl van de bacteriën naar de algen.

Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 7 BASISSTOF 6

- 2 Een voorbeeld van een juist antwoord:

Gemiddeld zijn de algencellen 3,0 cm lang getekend; 3,0 cm = 30 000 µm. In werkelijkheid hebben de algencellen een lengte van 70 µm. De vergroting is hier dus $30\ 000 / 70 = 428\times$, terwijl een lichtmicroscoop tot 1000× kan vergroten.

- Een juiste berekening van de vergroting (1 punt);
- een lichtmicroscoop kan tot maximaal 1000× vergroten dus is de afbeelding via een lichtmicroscoop tot stand gekomen (1 punt).

(Opmerking: Wanneer een kandidaat antwoordt dat bacteriën volgens *Binas* enkele µm groot zijn en de algenkolonies 70 µm, dus 20 à 30× zo groot zijn als de bacteriën, en dus met de lichtmicroscoop waarneembaar moeten zijn, ook 2 punten toekennen.)

THEMA 2 BASISSTOF 2

3 Het antwoord moet de notie bevatten dat:

- men in 2004 heeft ontdekt dat watervlooien (die met name 's zomers voorkomen) schimmelsporen eten (1 punt);
- en er dan weinig schimmelsporen overblijven die de alg kunnen infecteren, zodat er in de zomer / augustus weer een toename van algen optreedt (1 punt).

THEMA 7 BASISSTOF 5

Algen helpen bij het mestprobleem

4 Algen zijn autotrofe organismen. Zij nemen alleen anorganische stoffen op. Het gaat dus om mineralen.

Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 7 BASISSTOF 5

5 Reducenten, zoals bacteriën en schimmels, zetten organische stoffen om in anorganische stoffen. De compost kan zo worden gebruikt om gewassen op het land te bemesten. Het juiste antwoord is dus: **D** (2 punten).

THEMA 7 BASISSTOF 5

6 Voorbeelden van een juiste uitleg zijn (1 punt):

- Voor fotosynthese is zonlicht nodig / koolstofassimilatie vindt plaats onder invloed van zonlicht.
- Met zonlicht kunnen de algen organische stoffen maken.

THEMA 7 BASISSTOF 5

7 Het antwoord dient de notie te bevatten dat:

- de algen bepaalde bestanddelen uit de mest omzetten in organische stoffen (zoals eiwitten, koolhydraten, vitamines en vetzuren) waardoor er minder van die bestanddelen in de bodem en/of het oppervlaktewater komen / de uitstoot van ammoniak wordt verminderd (1 punt); of:
- de hoeveelheid mineralen die in de bodem komt, vermindert doordat ze steeds als het ware wordt gerecycled (1 punt).

THEMA 7 BASISSTOF 5

Blauwalgen in het IJsselmeer

- 8 De stekelbaars kan in zoet en zout water leven. Zijn tolerantiegebied voor het zoutgehalte is dus groot.

Het juiste antwoord is dus: **D** (2 punten).

THEMA 7 BASISSTOF 3

- 9 **Nee**, met de notie dat **op plekken in het IJsselmeer waar zich dezelfde concentratie fosfaat bevindt als in het Markermeer per liter veel meer algen aanwezig zijn dan in het Markermeer** (1 punt).

THEMA 7 BASISSTOF 3

- 10 Het antwoord dient de notie te bevatten dat:

- **door de afnemende toevoer van voedingszouten er minder algen groeien** (1 punt);
- **hierdoor hebben de driehoeksosselen minder voedsel en sterven de mosselen** (1 punt).

THEMA 7 BASISSTOF 5

- 11 De ecologische functie is **het produceren van organische stoffen / het zijn producenten** (1 punt).

THEMA 7 BASISSTOF 5

- 12 Accumulatie van gifstoffen vindt het meeste plaats bij organismen aan de top van de voedselpiramide.

Het juiste antwoord is dus: **E** (2 punten).

THEMA 7 BASISSTOF 6

8

Gedrag



Samenvatting

DOELSTELLING 1 NIET IN CE

Je moet in context kunnen toelichten wat gedrag is en hoe gedrag is ingedeeld.

- Gedrag: alle waarneembare activiteiten van een dier of een mens.
 - Gedrag is opgebouwd uit opeenvolgende handelingen (gedragselementen).
- Een handeling is een reactie (respons) op prikkels.

DOELSTELLING 2 NIET IN CE

Je moet in een context de functies van gedrag kunnen toelichten.

- Effectief (doelmanig) gedrag vergroot de overlevingskans en de kans op voortplanting.
- Gedrag voorziet in behoeften.
 - Doordat behoeften worden vervuld neemt de motivatie voor het gedrag af.
- Kennis van het gedrag wordt gebruikt bij het houden en het trainen van dieren.

DOELSTELLING 3 NIET IN CE

Je moet in een context kunnen toelichten hoe gedrag kan worden bestudeerd.

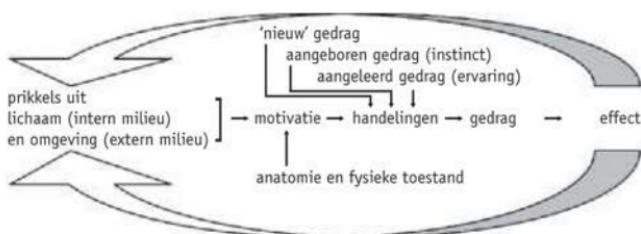
- Ethologie: de studie van gedrag.
 - Gedrag wordt bestudeerd door het op te splitsen in afzonderlijke handelingen.
 - Ethogram: een overzicht van objectieve beschrijvingen van de handelingen van een diersoort.
 - Protocol: een lijst van achtereenvolgens waargenomen handelingen van een dier.
- Gedragssysteem: een groep samenhangende handelingen van een diersoort.
 - De handelingen binnen een gedragssysteem hebben een gemeenschappelijk doel en vormen vaak een gedragsketen.
 - Gedragsketen: opeenvolging van handelingen waarbij het effect van de ene handeling leidt tot een volgende handeling (bijv. de balts).

DOELSTELLING 4 NIET IN CE

Je moet in een context kunnen toelichten dat gedrag tot stand komt door interne en externe factoren.

- Gedrag ontstaat door de interactie met de omgeving.
 - Gedrag wordt bepaald door erfelijke factoren, ervaringen (leerprocessen), anatomie, fysiologische toestand en prikkels.
 - Interne prikkels en externe prikkels bepalen de motivatie (zie afb. 1).
 - De hersenen selecteren de belangrijkste prikkels uit de omgeving.
- Motivatie (drang) is de bereidheid om bepaald gedrag uit te voeren.

▼ Afb. 1 Schema van factoren die een rol spelen bij de totstandkoming van gedrag.

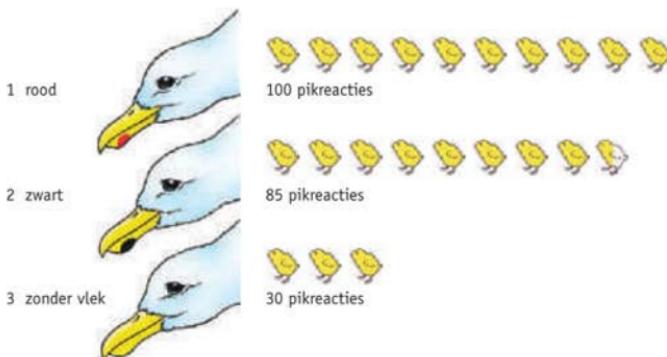


DOELSTELLING 5 NIET IN CE

Je moet in een context kunnen verklaren dat gedrag gedeeltelijk erfelijk is bepaald.

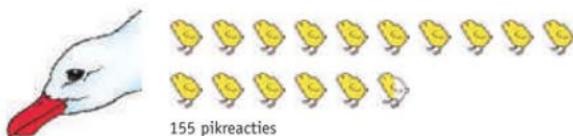
- Sleutelprikkel: prikkel die een doorslaggevende rol speelt bij het ontstaan van een bepaald gedrag (zie afb. 2).
 - De respons op een sleutelprikkel is vaak aangeboren (instinctief).
 - De respons ontstaat alleen als voldoende motivatie aanwezig is.
 - Bij mensen wordt het totaal van prikkels van het kinderschema beschouwd als sleutelprikkel.

▼ Afb. 2 Een rode snavelvlek is de sleutelprikkel voor het pikgedrag van meeulenjongen.



- Supranormale prikkel: prikkel die effectiever is bij het veroorzaken van een bepaald gedrag dan de normale sleutelprikkel (zie afb. 3).
 - Bijv.: een geheel rode snavel veroorzaakt een sterkere respons bij meeulenjongen dan de rode snavelvlek van een ouder. Bij mensen zijn felrood gekleurde lippen een supranormale prikkel.

▼ Afb. 3 Een rode snavel is een supranormale prikkel voor het pikgedrag van meeuwenjongen.



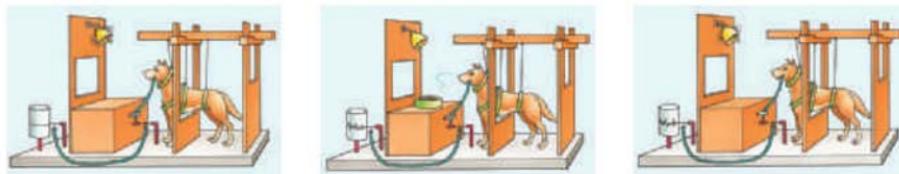
- Erfelijk bepaald gedrag zorgt voor een snelle, vaste reactie op prikkels, waardoor de overlevingskans toeneemt.
 - Aangeboren gedrag is voorspelbaar en effectief in situaties die onveranderd blijven.
 - Aangeboren gedrag is te misbruiken door mensen of andere dieren.

DOELSTELLING 6 NIET IN CE

Je moet in een context leerprocessen kunnen herkennen en beschrijven.

- Leren: een duurzame gedragsverandering die wordt veroorzaakt door ervaring.
 - Door leerprocessen kan een dier of mens zijn gedrag aanpassen aan nieuwe situaties.
- Gewenning: een bepaalde reactie op een prikkel wordt afgeleerd bij herhaling van die prikkel.
- Trial and error (proefondervindelijk leren): leren van de ervaringen die worden opgedaan bij het uitvoeren van bepaald gedrag.
- Inprenting: vastleggen van een leerervaring gedurende een korte gevoelige periode.
 - Bijv.: ouders of soortgenoten leren herkennen.
- Imitatie (nabootsing): leren door het gedrag van soortgenoten na te doen.
- Conditionering: een bepaald gedrag wordt geleerd door 'beloning' of 'straf'.
 - Dresseren: dieren wordt geleerd bepaald gedrag (op commando) uit te voeren.
 - Geconditioneerde reflex: een kunstmatige prikkel veroorzaakt een bepaald gedrag dat oorspronkelijk door een natuurlijke prikkel werd veroorzaakt (zie afb. 4).
- Inzicht: in een onbekende situatie wordt de oplossing van een probleem gevonden door verschillende vroeger opgedane ervaringen te combineren.
 - Bijv.: een kraai die een ijzerdraadje gebruikt.

▼ Afb. 4 Het experiment van Pavlov: een geconditioneerde reflex.



1 de bel gaat

2 gevolgd door het aanbieden van voedsel

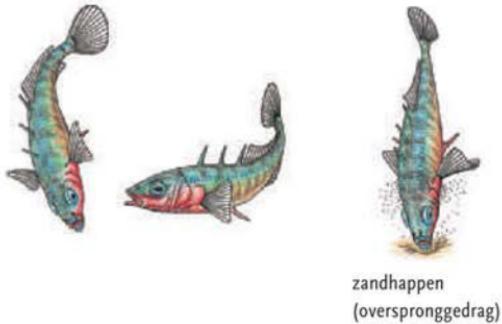
3 na enige malen scheidt de hond speeksel af na het horen van de bel, zonder dat er voedsel is aangeboden

DOELSTELLING 7 NIET IN CE

Je moet in een context verschillende functies van sociaal gedrag kunnen toelichten.

- Sociaal gedrag: gedrag van soortgenoten ten opzichte van elkaar.
 - Sociaal gedrag heeft functies bij het bewaren van de eenheid in de groep en het voortbestaan van de groep.
- Signaal: handeling bij sociaal gedrag die als prikkel werkt voor de (volgende) handeling van een soort-genoot.
 - Communicatie bestaat uit het afgeven van en het reageren op signalen door individuen.
 - Een signaal dient voor informatieoverdracht.
 - Voorbeelden van signalen: kleur, geur, geluid (taal), gebaren.
- Samenleven in een groep kan de kans op overleven vergroten.
 - De vorming van territoria, een rangorde of een taakverdeling zijn manieren om ernstige conflicten tussen soortgenoten te voorkomen.
- Balts: gedrag dat aan de paring voorafgaat en dat de bereidheid tot paring vergroot.
 - Baltsgedrag vergroot de seksuele motivatie en vermindert de agressie tussen de partners.
 - De signalen bij balts zijn soortspecifiek. Flirten bij mensen heeft kenmerken van baltsgedrag.
- Territoriumgedrag: gedrag met als doel een territorium afbakenen en verdedigen.
 - Door een territorium te vormen wordt voldoende voedsel of ruimte veiliggesteld om nakomelingen groot te kunnen brengen.
 - Territoriumgedrag bestaat uit aanvallen, vluchten en dreigen.
- Conflictgedrag: gedrag dat ontstaat bij gelijke motivatie voor twee gedragssystemen.
 - Overspronggedrag: bij een conflict tussen twee gedragssystemen wordt gedrag uit een derde gedragssysteem vertoond. Bijv.: zandhappen (nestbouwgedrag) door een stekelbaarsmannetje (zie afb. 5).

► Afb. 5 Conflictgedrag bij de stekelbaars.



zandhappen
(overspronggedrag)

- Rangorde: volgorde binnen een populatie van dominant naar minst dominant.
 - Door de rangorde ontstaat rust in de groep en vermindert de concurrentie.
 - Imponeergedrag: gedrag waarbij een dier zich zo groot en indrukwekkend mogelijk maakt.

- Verzoeningsgedrag: gedrag van een ondergeschikt dier ten opzichte van een dominante soortgenoot.
- Rolgedrag: gedrag dat anderen verwachten van iemand in een bepaalde situatie.
 - Rolpatroon: het gedrag waarvan men vindt dat het bij een bepaald relatie hoort (bijv. het man-vrouwrolpatroon in een gezin).
- Gedrag waaraan een taakverdeling ten grondslag ligt.
 - Takkerverdeling in een bijenstaat: één koningin legt eieren; enkele van de honderden darren bevruchten de koningin en duizenden werkbijen verrichten alle andere taken.

DOELSTELLING 8 NIET IN CE

Je moet in een context de overeenkomsten en verschillen in het gedrag bij dieren en mensen kunnen toelichten.

- Overeenkomsten:
 - Bij beide spelen erfelijke factoren (bijv. gezichtsuitdrukkingen bij mensen) en leerprocessen een rol.
 - Bij beide komen rolpatronen voor.
 - Beide zijn gevoelig voor leerprocessen.
 - Beide vertonen o.a. territoriumgedrag, dreiggedrag en imponeergedrag.
- Verschillen:
 - Het leervermogen van mensen is groter (o.a. door de grotere hersenen en ontwikkeling van de hersenschors).
 - Mensen gebruiken taal en een cultuur met waarden en normen (normen en waarden worden overgedragen via opvoeding en onderwijs).
 - Mensen kunnen over zichzelf en anderen nadenken en regels vaststellen als basis voor maatschappelijke organisatie, cultuur en beschaving.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt in een of meer contexten:

- geleerd een eenvoudig gedragsonderzoek uit te voeren en in een verslag weer te geven;
- geoefend in het onderscheiden, benoemen en ordenen van vormen en functies van gedrag;
- geleerd gedragselementen te herkennen;
- geoefend in het gebruik van diagrammen;
- geleerd dat een reclameboodschap de bedoeling heeft het gedrag van consumenten te beïnvloeden;
- inzicht gekregen in het belang van gedragsverandering bij het bereiken van een duurzame samenleving.

Examentrainer

Vragen

Manenloze leeuwen

'Prachtig!' zei hij, nadat hij ze enige tijd had bestudeerd, 'hiervoor zijn we gekomen. Ze hebben écht geen manen.'

Aan het woord is Craig Packer, dé deskundige op het gebied van de Serengeti-leeuw. Hij bestudeerde ook de leeuwen in Tsavo National Park, het oudste en grootste natuurreservaat van Kenia. Kenmerkend verschil tussen de leeuwen in Tsavo en Serengeti (een natuurreservaat in Tanzania) is dat de mannelijke dieren in Tsavo beduidend minder manen hebben dan die in Serengeti. Packer is geïnteresseerd in het ontstaan van deze verschillen.

Uit onderzoek is gebleken dat bij Serengeti-leeuwen een relatie bestaat tussen manen en kracht: hoe langer de manen, hoe krachtiger.

Voor dit onderzoek wordt gebruikgemaakt van poppen (zie afbeelding 1) van mannelijke leeuwen die voorzien kunnen worden van manen van verschillende lengte en van verschillende kleuren.



► Afb. 1

Als een mannelijke leeuw in Serengeti wordt geconfronteerd met twee poppen met verschillende manenlengtes, benadert hij meestal de pop met de kortere manen.

- 1p 1 Leg uit hoe het komt dat de leeuw meestal de pop met de kortere manen benadert.

- 2p 2 Op welke wijze zullen Serengeti-leeuwen de relatie tussen de lengte van de manen en lichamelijke kracht geleerd hebben?
 - A door gewenning
 - B door inprenting
 - C door inzicht
 - D door proefondervindelijk leren

Tsavo-leeuwen zijn gemiddeld groter en sterker dan leeuwen in Serengeti. Sommige biologen geven hiervoor een evolutionaire verklaring. Voor leeuwen in Tsavo is het belangrijkste voedsel de Kaapse buffel (een groot en sterk dier). Er zijn daar minder kleinere prooidieren dan in Serengeti.

- 2p 3 Leg met behulp van bovenstaande informatie uit dat Tsavo-leeuwen gemiddeld groter zijn dan Serengeti-leeuwen.

Onderzoekers tasten nog in het duister over de verklaring voor de korte lengte van de manen bij de leeuwen in Tsavo. De temperatuur in Tsavo is hoger dan in Serengeti. Gebruikmakend van dit gegeven kan een hypothese geformuleerd worden met betrekking tot het verschil in manenlengte.

- 1p 4 Hoe luidt deze hypothese?

De onderzoekers zelf zijn er nog niet uit of het verschil in lengte van de manen erfelijk is, of door de omgeving wordt veroorzaakt.

- 2p 5 • Beschrijf een experiment waarmee je dit kunt onderzoeken. Je hebt de beschikking over veertien jonge mannetjes (welpen) uit Tsavo National Park.
 • Beschrijf ook bij welk resultaat de conclusie moet worden getrokken dat het verschil erfelijk is.

Bron: examen havo 2007-1.

Sociaal levende mier sterft eenzaam

Van sociaal levende dieren zijn meldingen bekend dat zieke dieren die aan een infectie dreigen te sterven, de eigen groep verlaten. Duitse biologen onderzochten in een laboratorium het gedrag van stervende werksters in een volk van de zwartbandslankmier (zie afbeelding 2). Werksters die door een infectie met een bepaalde schimmel (*Metarhizium anisopliae*) dreigen te sterven, zonderen zich uren of dagen voor hun dood van het nest af.

De biologen veronderstellen dat het verlaten van het nest door stervende mieren een voordeel kan opleveren voor zowel de andere mieren van de groep als voor de ziekteverwekker. Een mogelijke oorzaak voor het verlaten van de eigen groep door zieke mieren is, dat de ziekteverwekker het gedrag van besmette dieren zodanig verandert dat deze dieren het nest verlaten als ze gaan sterven.

De biologen observeerden het gedrag van mieren die gingen sterven als gevolg van:

- een door de onderzoekers veroorzaakte infectie met de schimmel *Metarhizium anisopliae*;
- een overdosis koolstofdioxide (CO_2);
- een onbekende oorzaak bij onbehandelde kolonies.

Het bleek dat in al deze gevallen stervende mieren het nest zelfstandig en voorgoed verlieten en geen contact meer hadden met hun verwanten uit de kolonie. Gezonde, foeragerende mieren keren steeds weer terug in het nest en hebben contact met andere mieren in het nest.

▼ Afb. 2



De onderzoekers veronderstellen dat het verlaten van de kolonie een voordeel oplevert óf voor de verwanten in de kolonie óf voor de overleving van deze schimmelsoort.

- 1p 6 Welk voordeel kan er voor de schimmelsoort zijn als de geïnfecteerde mier de kolonie verlaat voordat zij sterft?

Een mogelijke verklaring voor het verlaten van de kolonie door zieke mieren is dat de schimmel het gedrag van de mieren verandert.

- 1p 7 Uit welk gegeven blijkt dat deze verklaring niet juist is?

Het is te verwachten dat tijdens de evolutie van sociaal levende insecten strategieën zijn ontwikkeld die de kans op besmetting van verwanten in de kolonie verkleinen.

- 1p 8 Leg uit dat dit een evolutionair voordeel geeft voor overleving van de soort.

Bron: examen havo 2012-2.

Vliegen maakt krekels agressief

Chinese vechtkrekels die een duel hebben verloren, kunnen weer agressief worden gemaakt door ze een paar keer in de lucht te gooien of eventjes te laten vliegen. Deze oude Chinese wijsheid is onderzocht door twee biologen.

Een krekkelgevecht begint ermee dat twee mannetjes een partijtje schermen met hun voelsprieten. Vervolgens worden de kaken ontbloot, tegen elkaar aan gezet en dan begint er een worstelwedstrijd. Die eindigt zodra een van beide partijen zich terugtrekt.

Een verslagen krekel is normaal gesproken een etmaal lang niet te porren voor een nieuw gevecht. In China wordt veel geld ingezet op krekkelgevechten. Om de dieren snel weer klaar te stomen voor een nieuwe confrontatie, worden verliezers geschud en een paar maal in de lucht gegooid. Dan hebben de dieren in ruim de helft van de gevallen (56%) hernieuwde vechtbereidheid. Het is nog effectiever, de dieren even te laten vliegen. 80% wil dan wel weer de arena in voor een nieuw robbertje.

Iemand stelt een protocol (een lijst met gedragselementen) op om een analyse te kunnen maken van het vechtgedrag van deze Chinese vechtkrekels.

- 2p 9 Noem drie gedragselementen die in zo'n protocol kunnen voorkomen op grond van de gegevens in de inleiding.

Chinese vechtkrekels vechten altijd op dezelfde manier. Een onderzoeker formuleert de hypothese dat dit vechtgedrag erfelijk bepaald is en niet wordt aangeleerd.

- 4p 10 Beschrijf een werkplan voor een experiment waarmee je dat kunt onderzoeken en geef aan bij welk resultaat deze hypothese wordt bevestigd.

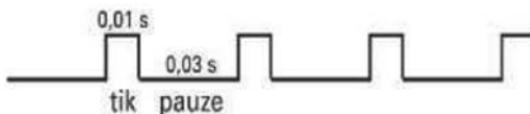
Bron: examen havo 2007-2.

Spechten

Een van de opvallendste geluiden in het bos is het roffelen van spechten. Via het roffelen kunnen spechten met elkaar communiceren. Ze lokken er niet alleen een partner mee, maar spreken ook de nestplaats met elkaar af en het moment waarop ze elkaar aflossen met broeden. Met roffelen bakenen ze ook hun territorium af.

Elke soort heeft een eigen roffelritme. In afbeelding 3 is een gedeelte van een roffel van de grote bonte specht weergegeven.

► Afb. 3



- 1p 11 Leg uit welk voordeel het heeft dat elke soort een eigen roffelritme heeft.
- 2p 12 Bereken de tikfrequentie in Hz waarmee een grote bonte specht tegen het hout van een boom tikt.

Spechten kloppen met hun snavel ook op bomen voor het opsporen van hun prooien. Dikke keverlarven in het hout van een boom weten ze feilloos te vinden. Om na te gaan op welke manier spechten hun prooi opsporen, hebben onderzoekers een experiment uitgevoerd. Hun hypothese was dat spechten het verschil tussen gevulde gaten en niet-gevulde gaten kunnen horen. Ze boorden gaatjes in een stuk hout en stopten daarin meelwormen. Vervolgens werden de gaatjes met schors afgesloten. Een specht vond de meelwormen binnen enkele minuten. Hij tikte bij het zoeken met zijn snavel tegen het hout, beitelde er vervolgens op los en trok de meelwormen te voorschijn.

- 2p 13 Welk controle-experiment moeten de onderzoekers uitvoeren bij het toetsen van hun hypothese?

Bron: examen havo 2003-2.

Antwoorden en uitleg

Manenloze leeuwen

- 1 Het antwoord moet de notie bevatten dat **dit 'mannetje' door de leeuw het makkelijkst verdreven kan worden / dat door het benaderen van de minder sterke leeuw het dier het minste gevaar loopt** (1 punt).

- 2 De Serengeti-leeuwen hebben door onderlinge gevechten vastgesteld dat leeuwen met lange manen sterker zijn. Bij gewenning gaat het om een steeds zwakkere respons op dezelfde prikkel. Inzicht speelt een rol in de eerste periode van hun leven. Er zijn dan nog geen manen. Inzicht maakt gebruik van eerdere ervaringen in nieuwe situaties. Dit laatste is hier niet het geval.

Het juiste antwoord is dus: **D** (2 punten).

THEMA 8 BASISSTOF 4

- 3 **Grote (sterke) leeuwen zijn beter in staat tot het doden van de Kaapse buffels** (1 punt), en hebben hierdoor een grotere overlevingskans (in een gebied waar voornamelijk Kaapse buffels zijn) waardoor ze zich meer voortplanten (1 punt).

Of:

Kleine, minder sterke leeuwen kunnen moeilijk grote Kaapse buffels doden en hebben geen andere prooidieren tot hun beschikking (1 punt), en hebben hierdoor (in dat gebied) een kleinere overlevingskans waardoor ze zich daar **minder voortplanten** (1 punt).

THEMA 8 BASISSTOF 5

- 4 Voorbeeld van een juiste hypothese:

Hoe hoger de omgevingstemperatuur hoe korter de manen (1 punt).

THEMA 1 BASISSTOF 6

- 5 De beschrijving van het experiment dient de volgende elementen te bevatten:

- **Welpen uit Tsavo worden in twee groepen gesplitst, een aantal groeit op in Tsavo, een aantal in Serengeti** (1 punt).
- **De (primaire) leefomstandigheden (voldoende water, voedsel) zijn aanwezig** (1 punt).
- **De verschillen zijn erfelijk als er bij de manen van de dieren die volwassen zijn geworden, geen verschillen zijn tussen de dieren die in de twee verschillende gebieden zijn opgegroeid** (1 punt).

THEMA 1 BASISSTOF 6

Sociaal levende mier sterft eenzaam

- 6 Uit het antwoord moet blijken dat **het sterven van de zieke mier buiten het eigen nest, de verspreiding van de schimmel(soort) naar andere populaties bevordert / voorkomt dat de mieren (en daarmee de overlevingsbron van de schimmelsoort) worden uitgeroeid** (1 punt).

THEMA 8 BASISSTOF 5

- 7 De verklaring is niet juist, doordat **ze na de behandeling met koolstofdioxide of bij een onbekende doodsoorzaak ook het nest verlaten** (1 punt).

THEMA 8 BASISSTOF 3

- 8 Uit het antwoord moet blijken dat mieren met deze strategieën als soort / als kolonie / als populatie beter overleven / minder snel uitsterven (1 punt).

THEMA 8 BASISSTOF 5

Vliegen maakt krekels agressief

- 9 Voorbeelden van juiste gedragselementen:

- schermen met de voelsprieten;
- ontbloten van de kaken;
- tegen elkaar aanzetten van de kaken;
- terugtrekken.

Indien drie juiste gedragselementen ingevuld 2 punten. Indien twee juiste gedragselementen ingevuld 1 punt. Indien één of geen juist gedragselement ingevuld 0 punten.
(Opmerking: Wanneer een leerling antwoordt: vechten of worstelen, dit niet goed rekenen omdat dit een keten van gedragselementen is.)

THEMA 8 BASISSTOF 2

- 10 • Je stelt twee groepen jonge krekels (a) en (b) samen, waarbij je de ene groep (a) laat opgroeien met soortgenoten, terwijl in de andere groep (b) de krekels geïsoleerd opgroeien (alle krekels apart) (1 punt).
 • De geïsoleerd opgegroeide krekels worden met elkaar geconfronteerd (1 punt).
 • De hypothese wordt bevestigd als in beide groepen krekels hetzelfde vechtgedrag wordt vertoond (1 punt).
 • Alle overige omstandigheden worden gelijk gehouden (1 punt).

THEMA 1 BASISSTOF 6

Spechten

- 11 Het antwoord dient de notie te bevatten dat hierdoor de communicatie zich beperkt tot soortgenoten (1 punt).

THEMA 8 BASISSTOF 5

- 12 • $(0,01 + 0,03 =) 0,04$ (= duur van de tik + pauze in seconden) (1 punt);
 • frequentie = $1 / 0,04 = 25 \text{ Hz} / 25 \text{ tikken per seconde}$ (1 punt).

THEMA 8 BASISSTOF 5

- 13 • Niet-gevulde gaten aanbrengen in de boom / in sommige gaten geen meelworm brengen (1 punt).
 • Deze gaten op dezelfde wijze afsluiten (1 punt).

auteurs

arteunis bos
marianne gommers
arthur jansen
onno kalverda
ruud passier
theo de rouw
rené westra

ISBN 978 90 345 3057 8



9 789034 530578

556338

MALMBERG



Voorwaarden voor gebruik

Dit bestand is geproduceerd door Dedicon. Het is uitsluitend bedoeld voor klanten van Dedicon die een leesbeperking hebben. Daaronder wordt verstaan: blindheid, slechtziendheid, dyslexie of een andere handicap waardoor het lezen beperkt wordt.

Bestanden van Dedicon zijn uitsluitend bedoeld voor eigen gebruik. Kopiëren is wettelijk verboden en kan leiden tot juridische stappen en uitsluiting van dienstverlening.

Uitlenen of verspreiden door de gebruiker is niet toegestaan.

