

4 vwo

biologie voor jou
UITWERKINGENBOEK

bvj

BIOLOGIE VOOR DE BOVENBOUW
vwo

AUTEURS

ARTEUNIS BOS
ONNO KALVERDA
RUUD PASSIER
GERARD SMITS
BEN WAAS
RENÉ WESTRA

VIJFDE DRUK
MALMBERG 'S-HERTOGENBOSCH
WWW.BIOLOGIEVOORJOU.NL

1

Inleiding in de biologie

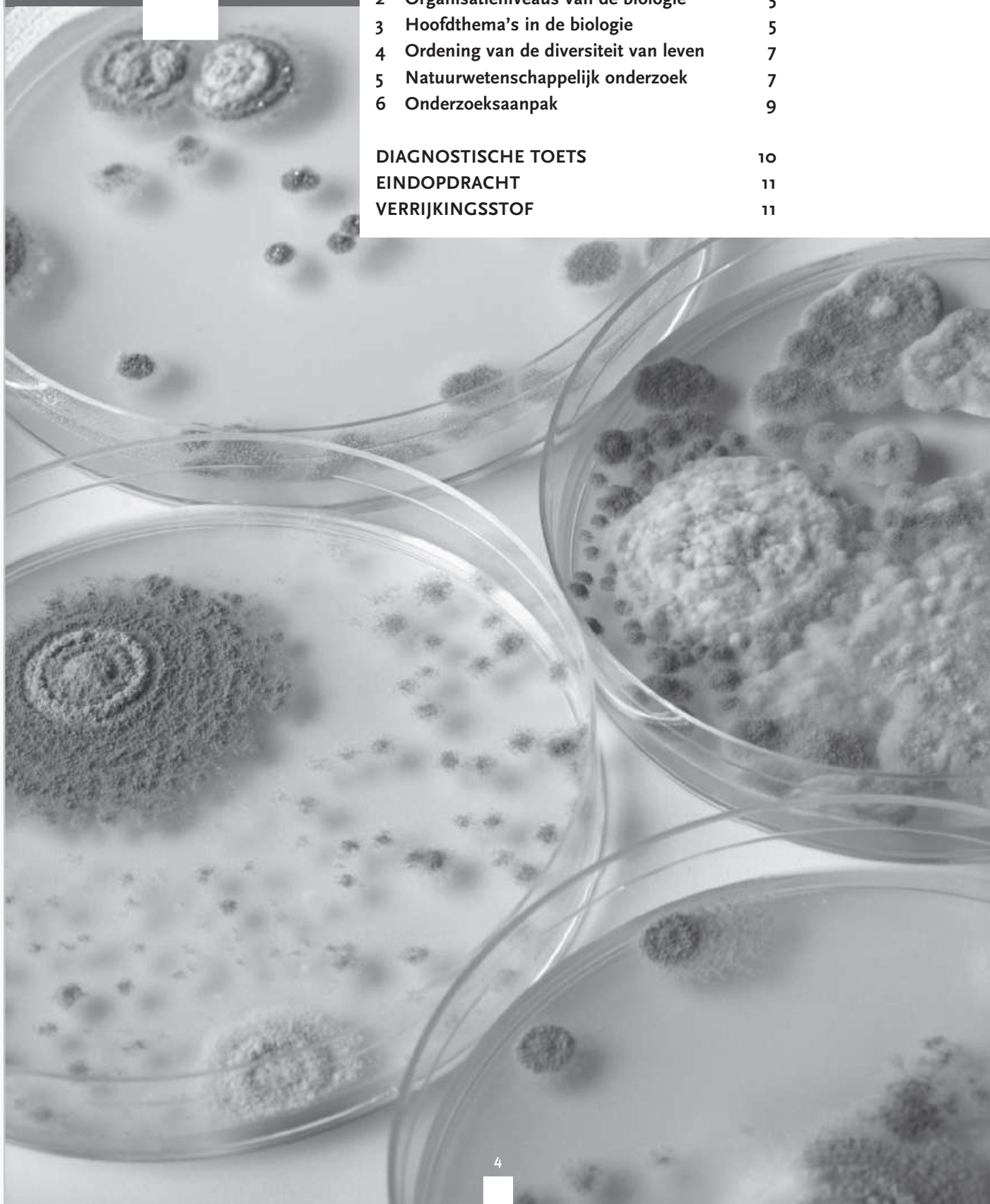
BASISSTOF

1	Wat is biologie?	5
2	Organisatieniveaus van de biologie	5
3	Hoofdthema's in de biologie	5
4	Ordering van de diversiteit van leven	7
5	Natuurwetenschappelijk onderzoek	7
6	Onderzoeksaanpak	9

	DIAGNOSTISCHE TOETS	10
--	---------------------	----

	EINDOPDRACHT	11
--	--------------	----

	VERRIJKINGSSTOF	11
--	-----------------	----



1 Wat is biologie?

opdracht 4

- 1 Tijdens fase 2.
- 2 Tijdens fase 3 krijgt het dier vleugels (verandering in bouw) waardoor het kan vliegen (verandering in functioneren).
- 3 Op en in een mens leven gemiddeld 100 biljoen of 100 000 000 000 000 individuen.
- 4 Je hebt 10 000 aardbollen nodig met elk 10 miljard mensen om een vergelijkbaar aantal mensen te krijgen als er micro-organismen leven op één mens.
- 5 Bij de levenscyclus van de vleesvlieg gaat het om een soort, omdat een soort blijft voortbestaan, ondanks het sterven van individuen. Bij een individu is er sprake van een levensloop, omdat het leven van een individu eindigt.
- 6 De darmflora stimuleert de groei van muizen.
- 7 Bacteriën zetten stoffen om in energierijke voedingsstoffen of vitaminen waarvan de mens profiteert.
- 8 Met een identieke hoeveelheid voedsel kunnen de verschillende enterotypen meer of minder energierijke stoffen produceren, waardoor dezelfde maaltijd meer of minder energie zal opleveren voor de gastheer.
- 9 Op de terreinen voeding en gezondheid.
- 10 Medische microbiologie en bio-informatica.
- 11 Het piekenpatroon van persoon A en van persoon B verschilt, doordat bij persoon A en B verschillende soorten en aantallen micro-organismen voorkomen.
- 12
 - 1 Het is sneller.
 - 2 Het is goedkoper.
 - 3 Het is veel betrouwbaarder, omdat (vrijwel) alle aanwezige bacteriën in kaart worden gebracht. Met behulp van tests waarbij bacteriën worden gekweekt in petrischalen kan slechts een klein deel van de darmflora in kaart worden gebracht.

2 Organisatieniveaus van de biologie

opdracht 2

1 Molecuul	2 Cel			3 Orgaan	
molecuul	organel	cel	weefsel	orgaan	organenstelsel
4 Organisme	5 Populatie			6 Ecosysteem	7 Systeem aarde
organisme	populatie	levensgemeenschap	ecosysteem	systeem aarde/biosfeer	

opdracht 3

- 1 Na het populatieniveau.
- 2 De maag is een min of meer begrensd gebied met bepaalde eigenschappen (bijvoorbeeld een warm, vochtig, zuurstofarm milieu) waarbinnen de abiotische en biotische factoren een eenheid vormen.
- 3 Een enterotype kun je vergelijken met het organisatie-niveau levensgemeenschap.
- 4 Het organisatieniveau molecuul. Het DNA van de bacteriën wordt onderzocht. DNA is een molecuul.
- 5 Bij bacteriën ontbreken de organisatieniveaus organel, weefsel, orgaan en organenstelsel.
- 6 Op het organisatieniveau organisme ontstaat de eigenschap vliegen.
- 7 Een positieve of negatieve interactie tussen twee verschillende bacteriegroepen zijn voorbeelden van emergente eigenschappen die ontstaan op het niveau levensgemeenschap.
- 8 Een mens behoort tot de eukaryoten, doordat de mens geen eencellig organisme is. Menselijke cellen bevatten bovendien organellen zoals een celkern.
- 9 Het versterkte broeikaseffect speelt zich af op het niveau biosfeer of het systeem aarde, doordat meerdere ecosystemen erdoor worden beïnvloed.

3 Hoofdthema's in de biologie

opdracht 4

- 1 Zelfregulatie: de bij voorziet zichzelf van voedsel door nectar te nuttigen.
Interactie: tussen bij en bloem vindt wisselwerking plaats: de bij onttrekt stoffen aan de bloem, de bloem wordt bestoven.
Reproductie: de bij bestuift de bloem waardoor de plant zich kan voortplanten.
- 2 Levensgemeenschap: de bij neemt geurlokstoffen van de bloem waar en vliegt naar de bloem om zich met nectar te voeden en de bloem te bestuiven.

- 3 Het ecosysteem Oostvaardersplassen is zo georganiseerd dat autotrofe organismen zoals planten door fotosynthese zonlicht vastleggen in chemische energie. Op deze manier ontstaat voedsel voor de plant. Heterotrofe organismen eten deze planten en verbruiken daardoor deze chemische energie. Door verbranding verliezen autotrofe en heterotrofe organismen energie waardoor een stroom van energie en een kringloop van stoffen ontstaan.
- 4 De groen weergegeven genen zijn betrokken bij de ontwikkeling van de kop van het dier. Deze ontwikkeling moet op de juiste plaats en op het juiste moment plaatsvinden, anders raakt het dier misvormd.
- 5 Regulatie van de genexpressie is een vorm van zelforganisatie. Wanneer dit bij een fruitvlieg niet goed verloopt, zal het misvormde dier zijn genen niet succesvol kunnen doorgeven aan de volgende generatie.
- 6 Door zelforganisatie op populatieniveau wordt de voedselopbrengst van de populatie tuimelaars hoger.
- 7 Voorbeelden van interactie op molecuulniveau tussen de mens en een darmflorabacterie zijn:
 - De mens levert voedingsstoffen aan een bacterie die voor de mens niet bruikbaar zijn.
 - Een bacterie verteert deze voedingsstoffen en levert bruikbare energierijke voedingsstoffen of vitaminen aan de mens.
- 8 Het piekenpatroon levert gemiddeld 200 tot 300 kleinere pieken en 30 grote pieken, wat staat voor gemiddeld 250 minder voorkomende soorten en 30 veelvoorkomende soorten. De verscheidenheid aan levensvormen (biodiversiteit) is dan gemiddeld 280 soorten bacteriën per maag-darmkanaal van een mens.
- 9 Een populatie of soort met een grote genetische variatie heeft bij gewijzigde milieuomstandigheden een grotere kans dat bepaalde individuen aangepast zijn aan de gewijzigde milieuomstandigheden en overleven.
- 10 Vorm: de uitsteeksels van de vis lijken op zeewier.
Functie: camouflage.
Natuurlijke selectie: vissen met vormen die het best zijn aangepast aan hun functie is een onderdeel van succesvol overleven door natuurlijke selectie.

- 11 Door het afleggen van grotere afstanden door de mens is bijvoorbeeld de reproductieve isolatie tussen Europa en Afrika voor veel mensen afgenomen. Als gevolg daarvan zullen blanke en zwarte bevolkingsgroepen zich vaker met elkaar vermengen en nakomelingen krijgen die de 'tussenvormhuidskleur' zullen bezitten.

opdracht 5

- 1 Genetische variatie in het geval van de Atlantische tomcod betekent in dit geval dat er verscheidene genotypen zijn: vis die veel pcb's bindt aan de AHR2-eiwitten en de gemuteerde vis die dat heel weinig doet.
- 2 In het uiterlijk van de vis is niet zichtbaar dat de vis een afwijkend AHR2-eiwit produceert. De gevolgen van het afwijkende eiwit zijn mogelijk wel zichtbaar (zieke vis).
- 3 A: Atlantische tomcod uit de Shinnecock-baai; B: Atlantische tomcod uit de Hudson; C: vis zonder AHR2-eiwit.
- 4 De zelforganisatie van de Atlantische tomcod wordt op moleculair niveau verstoord door het verstoren van de genenactiviteit (er worden genen aangezet die eiwitten maken die een schadelijke uitwerking hebben op cellen van de vis).
- 5 Door natuurlijke selectie overleven de Atlantische tomcods in de Hudson waarvan het AHR2-eiwit slecht bindt aan de pcb's. De tomcods zonder deze eigenschap gaan dood.
- 6 De mutatie in het DNA van de Atlantische tomcods heeft tot gevolg dat tomcods beter bestand zijn tegen pcb's en meer giftig pcb ophopen in hun lichaam, waardoor roofvissen die deze tomcods eten meer pcb's binnenkrijgen en sterven. (En wanneer de tomcods geen natuurlijke vijanden meer hebben, kunnen deze vissen een plaag worden.)

opdracht 6

	Zelfregulatie	Zelforganisatie	Interactie	Reproductie	Evolutie
Molecuul			7		4
Cel		1		2	
Orgaan	3	5	3		
Organisme				10	
Populatie			9		
Ecosysteem	6				
Biosfeer					8

Een iets andere indeling kan ook worden beargumenteerd. Zelfregulatie bijvoorbeeld is ook interactie.

4 Ordening van de diversiteit van leven

opdracht 7

Domein	Rijken	Prokaryoot	Eukaryoot	Celwand	Geen celwand	Eencellig	Meercellig	Autotroof	Heterotroof
Bacteriën	Ter discussie	x		x		x		x	x
Archaea	Ter discussie	x		x		x			x
Eukaryoten	Protisten*		x	x	x	x	x	x	x
	Schimmels		x	x			x		x
	Planten		x	x			x	x	
	Dieren		x		x		x		x

* Protisten zijn geen rijk, maar een groep organismen waarvan de indeling ter discussie staat.

opdracht 8

- 1 Een prokaryoot, eencellig, heterotroof organisme met celwand bijvoorbeeld kan zowel tot de bacteriën als tot de archaea behoren.
- 2 Een eukaryoot, meercellig, autotroof organisme bijvoorbeeld is altijd een plant.
- 3 De zeeslak is een dier dat een groot gedeelte van zijn leven autotroof is, dieren zijn heterotroof.
- 4 Bacteriën, archaea en eukaryoten (schimmels maken deel uit van de darmflora).
- 5 De maag bijvoorbeeld is extreem zuur (en de darminhoud bevat nauwelijks zuurstof).
- 6 Eerste organismen met celkern: nr. 2.
Eerste meercelligen: nr. 4.

5 Natuurwetenschappelijk onderzoek

opdracht 9

- 1 Het onderzoek naar de darmflora waarbij enterotypen werden ontdekt is een voorbeeld van beschrijvend onderzoek: er wordt geen hypothese getoetst.
- 2 Het onderzoek naar de invloed van de darmflora op de vertering van voedingsstoffen is een voorbeeld van hypothesetoetsend onderzoek, omdat de hypothese 'De darmflora heeft invloed op de vertering van voedingsstoffen' wordt getoetst met een experiment.
- 3 In een experiment moet altijd een blanco proef (een proef zonder de te onderzoeken factor) worden opgenomen, om aan te tonen dat de onderzochte factor de oorzaak is van het resultaat van het experiment.

- 4 De controlegroep bij dit experiment moet per etmaal worden ingespoten met dezelfde hoeveelheid water en in een omgeving worden gebracht waar de temperatuur 25 °C is.
- 5 Haar proefopstelling kan worden verbeterd door meer erwten in de schalen te leggen en door de zaden te laten ontkiemen onder gelijke omstandigheden (schaal 1 is open en schaal 2 gesloten).
- 6 De schalen 1 en 4.

opdracht 10

- 1 Probleemstelling: Welke lichtsterkte is voor varkens minimaal vereist om kleine verschillen tussen voorwerpen te kunnen onderscheiden?
Experiment: Verwachting: Als minimaal 40 lux is vereist voor varkens om kleine verschillen tussen voorwerpen te kunnen onderscheiden, dan zullen varkens die hebben geleerd symbolen te onderscheiden door middel van voerbewoning bij 40 lux wel en bij lagere lichtsterktes niet meer goed in staat zijn de geleerde symbolen te onderscheiden.
Conclusie: Minimaal 40 lux is voor varkens niet vereist om kleine verschillen tussen symbolen te kunnen onderscheiden. Zelfs bij 3 lux kunnen varkens evengoed symbolen onderscheiden als bij 40 lux. De hypothese wordt verworpen.
- 2 Tijdens de experimentele fase is de verwachting geformuleerd en daarbij is deductie toegepast. De algemene regel, de hypothese 'Minimaal 40 lux is vereist voor varkens om kleine verschillen tussen symbolen te kunnen onderscheiden' wordt toegepast op een specifiek experiment.
- 3 Het experiment dat werd uitgevoerd bij 80 lux. Bij deze lichtsterkte werd verondersteld dat de varkens goed symbolen konden onderscheiden en dat bleek tijdens het leren onderscheiden van de symbolen door middel van voerbewoning.

opdracht 11

- 1 Het onderzoek is een voorbeeld van beschrijvend onderzoek. Er wordt geen hypothese getoetst met een experiment.
- 2 Twee mogelijke voordelen van het gebruik van de nummerplaat als insectenvanger zijn de standaard afmeting en de ongeveer gelijke hoogte waarop insecten worden geteld.
- 3 Voorbeelden van onderzoeksvragen zijn:
 - Hoe varieert de insectendichtheid in verschillende delen van Nederland?
 - Hoe varieert de insectendichtheid in de tijd per dagdeel, door het jaar en door de jaren heen?
 - Hoe wordt de variatie in insectendichtheid bepaald door weersomstandigheden of omgevingsfactoren?
- 4 Twee voorbeelden van (voorlopige) conclusies die je kunt trekken uit het diagram van afbeelding 35 zijn:
 - 's Avonds is in juli de insectendichtheid het grootst.
 - 's Nachts is in juli de insectendichtheid het kleinst.
- 5 Vanuit veel specifieke gevallen (de ingevulde data op de website waarvan het diagram is afgeleid) probeer je te komen tot een algemene regel: bijvoorbeeld 's avonds is de insectendichtheid het grootst (conclusie).
- 6 Het aantal insectenverkeersslachtoffers per jaar in Nederland is 1600 miljard (per kilometer $0,2 \text{ insect} \times 40 = 8 \text{ insecten per kilometer per auto}$, $8 \times 200 \text{ miljard} = 1600 \text{ miljard per jaar in Nederland}$).
- 2 De p -waarde is 0,07. De onzekerheid dat het verschil tussen de controlegroep en de experimentegroep wordt veroorzaakt door toeval is dan 7%. De waarschijnlijkheid dat het verschil tussen de beide groepen niet wordt veroorzaakt door toeval = 93%. De onzekerheid van 7% dat het verschil tussen de controlegroep en de experimentegroep door toeval wordt veroorzaakt is te groot en wordt niet geaccepteerd in de wetenschap. Deze onzekerheid moet kleiner of gelijk zijn aan 5% (p -waarde 0,05).
- 3 Je kunt de steekproef dan niet representatief noemen, omdat alleen de insectendichtheid boven autowegen in Nederland is gemeten (tenzij uit onderzoek blijkt dat boven autowegen de insectendichtheid even groot is als daarbuiten).
- 4 Als uit onderzoek zou blijken dat op een halve meter hoogte zich gemiddeld veel minder insecten bevinden dan op 1 tot 100 meter hoogte, is het gebruik van het nummerbord een minder valide meetinstrument. Uitleg: Er wordt systematisch een te laag aantal insecten gemeten.
- 5 Deze resultaten tonen aan dat gesplachte insecten tellen op een nummerbord een minder betrouwbare meetmethode is. Uitleg: Het resultaat is te veel afhankelijk van toevallige fouten. De ene keer meet een waarnemer te veel gesplachte insecten, de andere keer te weinig.
- 6 De experimenten van Van Helmont en Needham lijken de theorie van de generatio spontanea te ondersteunen. De experimenten van Pasteur, Redi en Spallanzani spreken de theorie tegen.
- 7 Door de ontdekkingen van Van Leeuwenhoek konden de aanhangers van de theorie van de generatio spontanea beweren dat uit water eencellige organismen kunnen ontstaan.
- 8 In het vervollexperiment van afbeelding 43 kon er wel lucht bij het vlees, maar er ontstonden geen maden. Hiermee kon Redi aantonen dat een levenskracht in lucht geen generatio spontanea mogelijk maakt.
- 9 Needham verhitte de bouillon te kort, waardoor niet alle micro-organismen (bacteriën) werden gedood. Spallanzani kookte de bouillon lang genoeg om alle micro-organismen te doden.
- 10 Bij het experiment van Pasteur bedierf een steriele bouillonoplossing alleen als deze via een kort buisje in open verbinding met de lucht stond. Een lange, gebogen, open buis vormde voor de bacteriën een te grote barrière om de bouillon te bereiken. Hij toonde daarmee aan dat bacteriën niet spontaan uit bouillon ontstaan, ook al kan er verse lucht bij de bouillon komen.
- 11 Uitkomst 4 is doorslaggevend. Hier kan wel lucht bij de bouillon komen.

opdracht 12

- 1 Het stellen van vragen aan de patiënt en het bestuderen van de wondjes.
- 2 Hypothese: De huisarts vermoedt dat de patiënt lijdt aan diabetes type 2 (suikerziekte).
Experiment: 's Ochtends nuchter bloedprikken en het bloed van de patiënt onderzoeken.
Conclusie: Uit de uitslag van het bloedonderzoek blijkt de patiënt inderdaad diabetes type 2 te hebben.
- 3 Beschrijvende wetenschap: de klachten worden beschreven.
Hypothesetoetsend onderzoek: de klachten worden verklaard.

opdracht 13

Figuur 1: betrouwbaar, niet valide.
Figuur 2: niet betrouwbaar, valide.
Figuur 3: niet betrouwbaar, niet valide.
Figuur 4: betrouwbaar, valide.

opdracht 14

- 1 Nee, er is geen significant verschil tussen beide groepen, want de p -waarde is groter dan 0,05. Er is afgesproken dat er dan geen significant verschil is aangetoond.

6 Onderzoeksaanpak

opdracht 15

Onderzoek	Experiment	Interview	Literatuuronderzoek	Modelleren	Observatie	Ontwerponderzoek
1	x				x	
2					x	
3					x	x
4		x			x	
5				x	x	
6			x		x	

opdracht 16

- 1 Biologen kunnen met dit model voorspellen dat na vier uur: $y = 3 \times 2^8 = 768$ bacteriën zijn ontstaan.
- 2 Bij meer dan 10^7 bacteriën is boterhamworst niet langer houdbaar. Boterhamworst is bij een temperatuur van 4°C $2 \times$ langer houdbaar dan bij 7°C (± 36 dagen bij 4°C en ± 18 dagen bij 7°C).
- 3 Boterhamworst is bij een zoutgehalte van $4,3\%$ $2 \times$ langer houdbaar dan bij een zoutgehalte van $2,3\%$ (± 24 dagen bij $2,3\%$ en ± 48 dagen bij $4,3\%$, beide bij 3°C).
- 4 Ja.
- 5 Ontwerponderzoek.

opdracht 17

- 1 Je legt in ieder jampotje 10 bonen te ontkiemen.
- 2 Je stelt de temperatuur van de broedstoven in op 0°C , 5°C , 10°C , 15°C , 20°C , 25°C , 30°C , 35°C , 40°C en 45°C .
- 3 De verlichting van de broedstoven kan uitblijven. (Water, zuurstof en temperatuur zijn de factoren die van belang zijn voor de ontkieming van een zaad.)
- 4 Om de groeisnelheid van de wortels te kunnen bepalen, moet je elke dag op hetzelfde tijdstip met de meetlat de lengte van de wortels meten.
- 5 Je moet de meetresultaten gedurende je onderzoek per dag noteren in een schema. Aan het eind van je onderzoek kun je de resultaten verwerken in een lijndiagram (grafiek). Je kunt hieruit een conclusie trekken over de invloed van de temperatuur op de groeisnelheid van de wortels van ontkiemende bonen. De antwoorden zijn verder ter beoordeling aan je docent.

opdracht 18

Ter beoordeling aan je docent.

Diagnostische toets

DOELSTELLING 1

- 1 Onjuist.
- 2 Juist.
- 3 Juist.
- 4 Onjuist.
- 5 Onjuist.

DOELSTELLING 2

- 1 D.
- 2 D.
- 3 B.
- 4 C.
- 5 D.
- 6 C.

DOELSTELLING 3

- 1 Verstoring van zelfregulatie/organisatie op celniveau: rode bloedcellen, darmwandcellen en niercellen worden afgebroken waardoor deze hun functie niet meer kunnen uitoefenen.
- 2 Door vernietiging van deze cellen worden het bloedvatenstelsel, het spijsverteringsstelsel en het uitscheidingsstelsel aangetast, waardoor deze organenstelsels hun functie niet meer kunnen uitoefenen.
- 3 De EHEC-bacterie produceert toxine dat verschillende reacties in het menselijk lichaam kan bewerkstelligen.
- 4 Op het niveau cel en het niveau organisme is er sprake van voortplanting door deling van de eencellige EHEC-bacterie.

- 5 De varianten van de soort *E. coli* bezitten verschillende genotypen.
- 6 Door blootstelling aan antibiotica zullen individuen van de EHEC O104:H4-bacteriën door natuurlijke selectie blijven voortbestaan, terwijl andere bacteriën worden gedood, waardoor in de nakomelingen het genotype van EHEC O104:H4-bacterie het meest voorkomt en de levensbedreigende EHEC O104:H4-bacterie vrij spel krijgt.
- 7 De vorm van bloedvaten is langgerekt en hol (buisvormig) waardoor zij geschikt zijn voor het transporteren van bloed.
- 8 De cellen liggen in rijen van één cellaag dik naast elkaar, alle met microvilli naar de darminhoud gericht.
- 9 De EHEC O104:H4-bacterie is zo georganiseerd dat die alleen onder bepaalde omstandigheden genen aanzet die de productie van de gifstof Shigatoxine 2 tot gevolg hebben.

DOELSTELLING 4

- 1 D.
- 2 D.
- 3 D.
- 4 B.
- 5 A.
- 6 D.
- 7 C.

DOELSTELLING 5

- 1 Beschrijvend onderzoek.
- 2 Inductie.
- 3

Observatie	Bij sommige slangen met giftanden zitten de giftanden voor in de bek, bij andere slangen met giftanden achter in de bek. Hoe kan dat? Zijn giftanden soms twee keer in de evolutie ontstaan: één keer achter in de bek en één keer voor in de bek?
Probleemstelling	Zijn giftanden één keer tijdens de evolutie ontstaan of meerdere keren?
Hypothese	Giftanden zijn in één keer tijdens de evolutie ontstaan.
Experiment	Verwachting: Als giftanden in één keer tijdens de evolutie zijn ontstaan, dan zal de embryonale ontwikkeling bij gifslangen met giftanden <i>voor</i> in de bek en bij gifslangen met giftanden <i>achter</i> in de bek een weerspiegeling zijn van het evolutionaire proces dat giftanden slechts één keer tijdens de evolutie ontstaan. De ontwikkeling van giftanden in embryo's van 96 slangen wordt onderzocht. Er wordt gekeken naar slangen met giftanden voor in de bek en naar slangen met giftanden achter in de bek.
Resultaten	Bij zowel slangen met giftanden <i>achter</i> in de bek als bij slangen met giftanden <i>voor</i> in de bek, ontstaan giftanden achter in de bek tijdens de embryonale ontwikkeling. Bij sommige slangen ontwikkelen de giftanden zich los van de rest en schuiven naar voren tijdens de ontwikkeling van het embryo.
Conclusie	Giftanden zijn één keer tijdens de evolutie ontstaan.

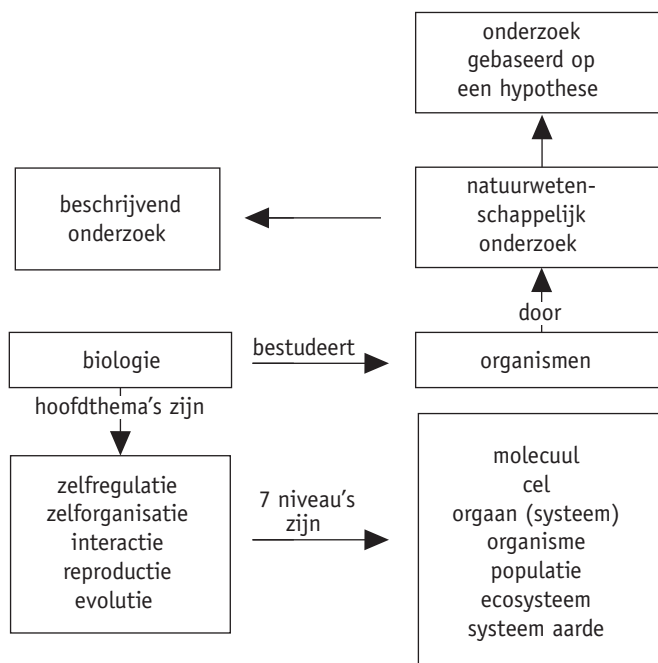
- 4 Tijdens de experimentele fase (bij het formuleren van de verwachting).
- 5 De evolutietheorie.
- 6 Uit een observatie (alleen de ontwikkeling van embryo's wordt geobserveerd).
- 7 De waarschijnlijkheid dat het verschil tussen de controlegroep en experimentegroep door toeval wordt veroorzaakt is erg klein.
- 8 De p -waarde = 0,006. Er is dan een kans van 0,6% dat het verschil tussen beide groepen door toeval wordt veroorzaakt. Deze onzekerheid wordt in de wetenschap geaccepteerd wanneer deze kleiner is dan 5%. Het verschil tussen beide groepen wordt zeer significant genoemd.

DOELSTELLING 6

- 1 Onjuist.
- 2 Juist.
- 3 Onjuist.
- 4 Juist.
- 5 Onjuist.
- 6 Onjuist.
- 7 Juist.

Eindopdracht

opdracht 1



opdracht 2

- 1 In een juiste uitleg zijn de volgende aspecten te onderscheiden:
 - Het DNA verandert in de loop van de tijd (door mutatie).
 - Naarmate het DNA van twee soorten meer overeenkomt/verschilt, is de ontwikkeling van deze soorten langere tijd dezelfde/verschillend geweest en zijn ze dus meer/minder verwant.
- 2 Mens, gorilla en chimpansee in de ene subfamilie en orang-oetan in de andere.
- 3 Bij mens, chimpansee en gorilla is het verschil in DNA met de orang-oetan procentueel groter dan het onderlinge verschil.

opdracht 3

- 1 Voorbeelden van een juist antwoord:
 - Het is voor het doorgeven van de genen van het eerste mannetje niet nadelig, omdat hij de meeste eieren toch al heeft bevrucht.
 - Het is voor het eerste mannetje niet nadelig, omdat hij eerder was en eenmaal bevruchte eieren niet nog eens kunnen worden bevrucht.
 - Het is voor het doorgeven van de genen van het eerste mannetje wel nadelig als de piraat de eiklomp al tijdens de amplex wegpakt, terwijl hij nog maar weinig eitjes heeft bevrucht.
 - Het is nadelig voor het eerste mannetje, omdat de alsnog door de piraat bevruchte eitjes concurrenten opleveren van zijn eigen nageslacht.
- 2 Uit het antwoord moet blijken dat er door drilpiraterij:
 - een grotere genetische diversiteit is onder die nakomelingen;
 - waardoor er bij gewijzigde milieuomstandigheden een grotere kans is dat bepaalde individuen zijn aangepast en overleven.
- 3 Deelonderzoek 1: (door observatie/markering) vaststellen welk vrouwtje bij welke eiklomp hoort / het isoleren en apart opkweken van eiklommen. Deelonderzoek 2: analyse van het DNA van de vrouwtjes (en mannetjes) en van haar nakomelingen (in één eiklomp) / en van alle nakomelingen per eiklomp. Resultaat: bij de nakomelingen van (ten minste) één vrouwtje / uit (ten minste) één eiklomp wordt DNA van twee mannetjes aangetroffen.

Verrijkingstof

1 Een onderzoek uitvoeren

opdracht 1

Practicum: De invloed van een zelf te kiezen factor op de ontkieming van tuinkerszaden
Ter beoordeling aan je docent.

2

Cellen

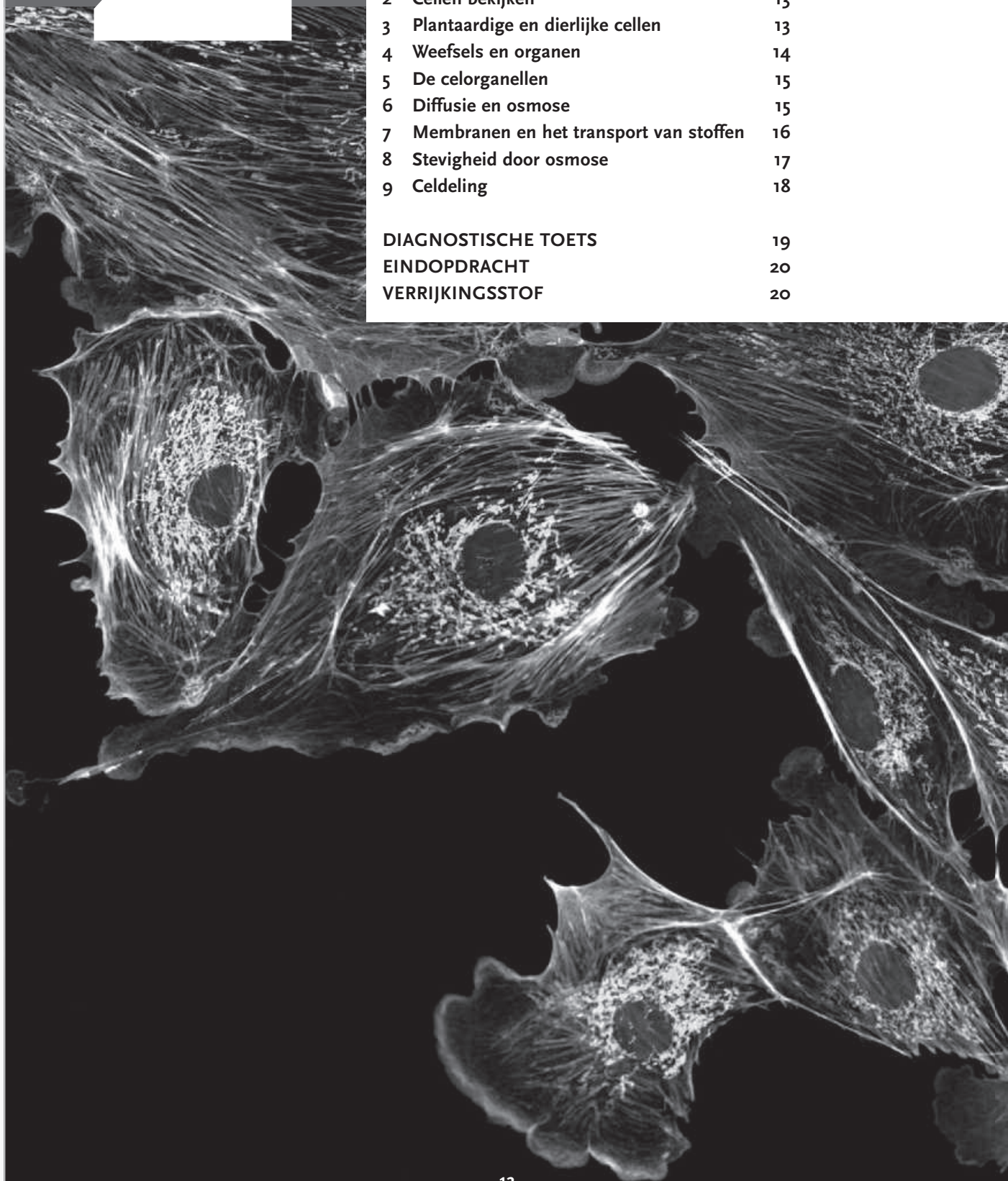
BASISSTOF

1	Nanotechnologie	13
2	Cellen bekijken	13
3	Plantaardige en dierlijke cellen	13
4	Weefsels en organen	14
5	De celorganellen	15
6	Diffusie en osmose	15
7	Membranen en het transport van stoffen	16
8	Stevigheid door osmose	17
9	Celdeling	18

DIAGNOSTISCHE TOETS	19
---------------------	----

EINDOPDRACHT	20
--------------	----

VERRIJKINGSSTOF	20
-----------------	----



1 Nanotechnologie

opdracht 1

- 1 Een weefsel.
- 2 Het celmembraan maakt dit mogelijk.
- 3 De mier is ongeveer 1 cm groot.
- 4 Bacteriën zijn ongeveer 10^{-6} m groot.
- 5 1 mL is 1/1000 L. 1 picoliter is 1/1 000 000 000 000 L. 1 mL is dus 1 000 000 000 picoliter. Er kunnen dus een miljard picoliterdruppels worden gemaakt van 1 druppel bloed.
- 6 1 picoliter is 1000 femtoliter (één picoliter is $10\text{ }\mu\text{m} \times 10\text{ }\mu\text{m} \times 10\text{ }\mu\text{m} = 1000\text{ }\mu\text{m}^3$).
- 7 Voor de verbranding.
- 8 Nee, want de samenstelling van stoffen in een organel, verschilt van die van het cytoplasma.
- 9 Door de techniek van professor Huck kunnen chemische reacties in cellen beter worden onderzocht.

2 Cellen bekijken

opdracht 2

- 1 = oculair
- 2 = tubus
- 3 = statief
- 4 = tafel
- 5 = grote schroef: hiermee regel je de grove scherpstelling
- 6 = kleine schroef: hiermee regel je de fijne scherpstelling
- 7 = revolver: hiermee kun je de verschillende objectieven voordraaien
- 8 = objectief
- 9 = preparaatklem: hiermee klem je het preparaat vast
- 10 = diafragma: hiermee regel je de hoeveelheid licht die door de lenzen valt
- 11 = lampje

opdracht 3

- 1 Deze leerling kan een preparaat bekijken bij een vergroting van 20×, 50×, 200× en 40×, 100× en 400×.
- 2 De werkelijke vergroting is 300×. De amoebe is 300 μm groot, dit is 0,3 mm. Op zijn tekening is de amoebe 90 mm groot. $90/0,3 = 300$
- 3 Het maken van een doorsnede op manier 1 levert een lengtedoorsnede op.
- 4 In afbeelding 11 is een dwarsdoorsnede van een tak getekend.
- 5 Wanneer in afbeelding 11 op manier 3 wordt gesneden, levert dat de doorsnede van afbeelding 12 op.

opdracht 4

Practicum: Een preparaat bekijken

De tekening is ter beoordeling aan je docent.

opdracht 5

- 1 Nee, computers kleuren de foto's in.
- 2 Door de kleuren zijn de verschillende onderdelen beter zichtbaar.
- 3 Hij maakt dan gebruik van een SEM, want daarmee kun je het oppervlak van een object aftasten en krijg je een goed beeld van de vorm.
- 4 Nee, bij het maken van het preparaat gaat de cel dood.

3 Plantaardige en dierlijke cellen

opdracht 6

Practicum: Een plantacel

Bij je tekening moet staan: een cel uit de buitenste rok van een ui, vergroting 400×.

In de tekening moet je de volgende delen hebben aangegeven: celkern, celwand, cytoplasma, vacuole. De tekeningen zijn ter beoordeling aan je docent.

opdracht 7

Practicum: Een dierlijke cel

Bij je tekening moet staan: een cel uit het wangslimvlies van de mens, vergroting 400×, gekleurd met eosine.

In de tekening moet je de volgende delen hebben aangegeven: celkern, celmembraan, cytoplasma. De tekening is ter beoordeling aan je docent.

opdracht 8

Practicum: Chloroplasten

Bij je tekening moet staan: een cel uit een blaadje van waterpest, vergroting 400×.

In de tekening moet je de volgende delen hebben aangegeven: bladgroenkorrel (chloroplast), celwand, cytoplasma, vacuole.

De tekening is ter beoordeling aan je docent.

opdracht 9

Voorbeeld van een schema:

	Is aanwezig bij cellen van dieren	Is aanwezig bij alle cellen van planten	Kan aanwezig zijn bij cellen van planten
Celmembraan	X	X	
Celwand		X	
Cytoplasma	X	X	
Grote centrale vacuole			X
Kern	X	X	
Kernmembraan	X	X	
Chloroplasten			X
Chromoplasten			X
Leukoplasten			X

opdracht 10

Practicum: Meeldraadharen van tradescantia

Resultaat: De tekening is ter beoordeling aan je docent.

Conclusie: De kleur van de meeldraadharen van tradescantia wordt veroorzaakt door een kleurstof die is opgelost in het vacuolevocht.

opdracht 13

- 1 = lever
- 2 = maag
- 3 = schildklier
- 4 = long
- 5 = hart
- 6 = middenrif
- 7 = dikke darm
- 8 = dunne darm

4 Weefsels en organen

opdracht 11

- Men verwacht dat de embryonale stamcellen zich zullen ontwikkelen tot zenuwcellen in het ruggenmerg.
- De onderzoeker heeft embryonale stamcellen gebruikt.
- De stamcellen die zijn ingebracht bezaten dezelfde informatie. Afhankelijk van het weefsel waar ze werden ingebracht ontwikkelden ze zich tot een bepaald celtype. Ze moeten dus informatie uit hun omgeving hebben gehad, waardoor ze zich tot een bepaald celtype hebben ontwikkeld.

opdracht 12

- Dit vlies hoort tot de dekweefsels.
- De aard van de tussencelstof van een weefsel hangt samen met de functie die de tussencelstof heeft.
- De tussencelstof van kraakbeenweefsel is zacht. Dit hangt samen met de functie: kraakbeen zit op plaatsen waar vervorming kan plaatsvinden.
- Plaatsen waar kraakbeen voorkomt, zijn de neus, de oorschelpen, tussen de ribben en het borstbeen, tussen de wervels van de wervelkolom en in gewrichten.

opdracht 14

- 1 = (borst)wervel
- 2 = rib
- 3 = long
- 4 = hart
- 5 = borstbeen
- 6 = galblaas
- 7 = lever
- 8 = nier
- 9 = aorta
- 10 = maag

opdracht 15

- Bij botweefsel, kraakbeen, hoornvliezen en huid.
- Hele ogen kunnen niet worden getransplanteerd, doordat het oog via de oogzenuw verbonden is met de hersenen. Het is wel mogelijk om delen van het oog te transplanteren.
- Spieren.
- Een nier. Van de longen heb je er ook twee, maar met één long neemt je kwaliteit van leven sterk af.
- Alle vier de weefseltypen (bindweefsel, spierweefsel, dekweefsel, zenuwweefsel).

opdracht 16

Organenstelsel	Weefsel of orgaan
Ademhalingsstelsel	longen
Beenderstelsel	botweefsel, kraakbeenweefsel
Bloedvatenstelsel	bloedvaten, hart
Uitscheidingsstelsel	nieren
Verteringsstelsel	alvleesklier, darmen, lever
Zintuigstelsel	hoornvliezen

opdracht 17

Eigen antwoord.

5 De celorganellen

opdracht 18

- 1 = celwand – stevigheid
 - 2 = chloroplast – fotosynthese
 - 3 = celmembraan – afscheiding van de omgeving
 - 4 = mitochondrium – vrijmaken van energie
 - 5 = endoplasmatisch reticulum – speelt een rol bij het transport van stoffen
 - 6 = ribosomen – productie van eiwitten
 - 7 = kernmembraan
 - 8 = cytoplasma
 - 9 = (grote centrale) vacuole
 - 10 = kernplasma
 - 11 = nucleolus – productie van ribosomen
 - 12 = lysosoom – transporteren van verterende enzymen
 - 13 = golgisysteem – bewerken van eiwitten waardoor ze hun uiteindelijke vorm krijgen
- Drie kenmerken waaraan je kunt zien dat afbeelding 39 een plantaardige cel voorstelt, zijn: de celwand, de grote centrale vacuole en de chloroplasten.

opdracht 19

- 1 Hij zal neerslag 2 met veel mitochondriën gebruiken.
- 2 Neerslag 3 met veel lysosomen en stukken endoplasmatisch reticulum.
- 3 De productie van eiwitten.
- 4 In neerslag 3, want de bouw van het golgisysteem lijkt op de bouw van het endoplasmatisch reticulum.
- 5 Celkern – het DNA in de celkern bevat de informatie voor de bouw van het enzym (een enzym is een eiwit). In de celkern ontstaat een boodschappermolecuul met de informatie over de bouw van het enzym. Ribosoom – vormt eiwitten aan de hand van de informatie van het boodschappermolecuul. Endoplasmatisch reticulum – transport en bewerking van eiwitten.

Golgisysteem – verdere bewerking van het eiwit zodat het zijn uiteindelijke vorm krijgt en vorming van blaasjes met het eiwit die versmelten met het celmembraan (secretie).

- 6 Enzymen uit het lysosoom kunnen stoffen in het endosoom afbreken.

opdracht 20

- 1 Als mitochondriën en chloroplasten zijn ontstaan volgens de endosymbiosetheorie is te verwachten dat het buitenmembraan overeenkomt met het celmembraan.
- 2 Nummer 1 stelt het plantenrijk voor, want alle eukaryoten bezitten mitochondriën, waardoor proces B de opname van mitochondriën voorstelt. Proces A stelt dan de opname van cyanobacteriën voor, waaruit chloroplasten zijn ontstaan. Alleen planten hebben chloroplasten, dus stelt 1 het plantenrijk voor.

opdracht 21

- 1 Eiwitten, koolhydraten en vetten.
- 2 Doordat de staarten van fosfolipiden hydrofoob zijn en water afstoten.
- 3 Nee, koolstofdioxide- en zuurstofmoleculen kunnen door de fosfolipidenlaag heen.
- 4 Onverzadigde vetzuren zijn nodig voor de bouw van celmembranen. Eén van de 'staarten' van fosfolipiden is afkomstig van een onverzadigd vetzuur.
- 5 Een selectief permeabel membraan.

opdracht 22

- 1 Het onderzoek bestaat uit een experiment.
- 2 Op celniveau.
- 3 Uit het onderzoek blijkt dat in ieder geval een aantal membraaneiwitten beweegt.

6 Diffusie en osmose

opdracht 23

- 1 Voor 20 g keukenzoutoplossing van 5% heb je 1 g zout nodig ($5\% = 1/20$ deel) en 19 g water.
- 2 De zoutconcentratie is 12% en de suikerconcentratie 8%.
- 3 Je moet dan 2,25 g zout oplossen.
- 4 Dit was 370 ppm. (Om van % naar ppm te gaan schuif je de komma vier plaatsen naar rechts op.)

opdracht 24

- 1 Jitske had 25 mL alcohol gedronken. Ze heeft 500 mL bier gedronken met 5% alcohol: $500 \times 5/100$.

- 2 Jitske had 27 mg alcohol te veel in een liter bloed. Het apparaat gaf 0,100 mg/L aan. Ze mag 0,088 mg/L in haar uitgeademde lucht hebben. Dus had ze $0,100 - 0,088 = 0,012$ mg/L te veel in haar uitgeademde lucht.
0,088 mg/L in de uitgeademde lucht komt overeen met 0,2 g per liter bloed. 0,012 mg komt dan overeen met 0,027 g en dat is 27 mg.
- 3 Jitske had 1 g alcohol in haar bloed. Jitske had $0,2 \text{ g} + 0,027 \text{ g} = 0,227 \text{ g}$ alcohol per liter bloed. Dus in 4,5 L bloed zit dan $4,5 \times 0,227 \text{ g}$ alcohol.
- 4 Jitske had 20 g alcohol gedronken.
 $800 \text{ g/L} = 0,8 \text{ g/mL}$. Ze had 25 mL gedronken dus $0,8 \times 25$.
- 5 De alcohol zit niet alleen in haar bloed maar in alle lichaamsvloeistof, en haar lichaam heeft een deel van de alcohol al afgebroken.

opdracht 25**Practicum: Diffusiesnelheid**

Het verslag is ter beoordeling aan je docent.

opdracht 26

- 1 Diffuus komt uit het Latijn en betekent verstrooid, verspreid of zonder bepaalde grens.
- 2 De diffusie gaat in lucht sneller.
- 3 Bij osmose gaat water van een hoge naar een lage concentratie.
- 4 Direct na het vullen van de bak bevinden zich de meeste suikermoleculen in het rechterdeel van de bak.
- 5 Na enige tijd wordt de suikerconcentratie in de hele bak 6%.
- 6 Door het selectief-permeabele membraan treedt geen diffusie van suiker op. Suikermoleculen kunnen niet door het membraan, watermoleculen wel.
- 7 Ja, van de lage concentratie (4%) naar de hoge concentratie (8%), dus van het linkerdeel naar het rechterdeel.
- 8 Het vloeistofniveau in het linkerdeel zal dalen en in het rechterdeel zal het vloeistofniveau stijgen.
- 9 In het linkerdeel van de bak stijgt de concentratie suiker doordat de hoeveelheid water afneemt terwijl de hoeveelheid suiker gelijk blijft.
- 10 In het rechterdeel van de bak daalt de concentratie suiker doordat de hoeveelheid water toeneemt terwijl de hoeveelheid suiker gelijk blijft.
- 11 De concentratie aan beide zijden van het membraan zal niet gelijk worden. Doordat in het rechterdeel het waterniveau stijgt, veroorzaakt de zwaartekracht een tegenwerkende kracht.

opdracht 27

- 1 Zo'n vlies wordt een selectief-permeabel membraan genoemd.
- 2 De druk moet groter zijn dan de osmotische waarde. Als de druk gelijk is, gaat er evenveel water uit als er door osmose terugstroomt. Als de druk lager is, gaat het schone water via osmose naar het vuile water.

- 3 Het water wordt continu onder druk door de omgekeerde-osmosesystemen gepompt. Voor het pompen is veel energie nodig.

opdracht 28

- 1 Als een druppel bloed in gedestilleerd water wordt gebracht, zullen de rode bloedcellen door osmose water opnemen. Ze zwellen daardoor op en barsten.
- 2 Als een druppel bloed in een sterke zoutoplossing wordt gebracht, zullen de rode bloedcellen door osmose water afgeven. Ze verschrompelen daardoor.
- 3 Gedestilleerd water is niet geschikt om in een infuus aan een patiënt toe te dienen, doordat het een lagere osmotische waarde heeft dan bloed.

7 Membranen en het transport van stoffen

opdracht 29

- 1 Het Engelse 65 Roses klinkt een beetje als cystic fibrosis, waardoor een kind denkt dat zijn zusje 65 rozen heeft gekregen als zijn ouders hem vertellen dat zijn zus cystische fibrose heeft.
- 2 Tot de eiwitten.
- 3 De osmotische waarde van het slijm wordt hoger.
- 4 Eigen antwoord.

opdracht 30

- 1 In het externe milieu, want de enzymen zijn geen celmembranen gepasseerd / de inhoud van het darmkanaal hoort bij het externe milieu.
- 2 Weefselvloeistof behoort tot het interne milieu.
- 3 Via diffusie.
- 4 Nee.
- 5 Het transport van zuurstof en koolstofdioxide volgt het concentratieverval.
- 6 1 = diffusie door de fosfolipidenlaag; 2 = passief transport via een porie-eiwit; 3 = actief transport.
- 7 Water kan via diffusie door de fosfolipidenlaag en via waterkanaaltjes (aquaporines) in een cel komen.
- 8 Nee, het transport gaat met het concentratieverval mee.
- 9 Doordat een gen voor een transportenzym dat zouten transporteert beschadigd is, zijn er minder enzymen in het celmembraan die actief zouten kunnen transporteren. Hierdoor kunnen de cellen minder zouten afgeven aan het slijm. De osmotische waarde van het slijm stijgt minder, waardoor er minder water bij het slijm komt.

opdracht 31

- 1 Het cytoskelet.
- 2 Om het voedsel in de voedingsvacuole te verteren zijn enzymen nodig. Deze kunnen niet vrij in het cytoplasma voorkomen, omdat ze dan stoffen in het cytoplasma af zouden breken. Dus komen ze in blaasjes voor die lysosomen worden genoemd.
- 3 De voedingsvacuole zal zich niet meer verplaatsen (motoreiwitten verplaatsen celorganellen langs het cytoskelet).
- 4 In gedestilleerd water is het verschil in osmotische waarde tussen het cytoplasma van het pantoffeldiertje en het externe milieu groter dan in slootwater. Het pantoffeldiertje zal door osmose meer water opnemen dan normaal. Als gevolg hiervan zal de frequentie van het 'ontstaan' en 'verdwijnen' van de kloppende vacuole toenemen.
- 5 Zeewater heeft een hogere osmotische waarde dan slootwater. Het pantoffeldiertje zal door osmose minder water opnemen dan normaal. Als gevolg hiervan zal de frequentie van het 'ontstaan' en 'verdwijnen' van de kloppende vacuole afnemen.

opdracht 32

Manier	Is er energie nodig?	Wordt gebruikgemaakt van membraaneiwwitten?	Is het specifiek voor een bepaalde stof?	Kan de opname worden gecontroleerd?
Diffusie	nee	nee	nee	nee
Osmose	nee	nee	ja	nee
Passief transport via een porie-eiwit	nee	ja	ja	ja
Actief transport	ja	ja	ja	ja
Transport via blaasjes	ja	ja	nee	ja

8

Stevigheid door osmose

opdracht 33

- 1 De osmotische waarde van de zoutoplossing is hoger, want er stroomt water de cel uit.
- 2 In situatie 3, want de vacuole is veel kleiner, maar er zit nog evenveel opgeloste stof in. Er is water uitgegaan waardoor de osmotische waarde is gestegen.
- 3 Bij X in situatie 3 bevindt zich de zoutoplossing, doordat de celwanden volledig permeabel zijn.
- 4 Als het volume van de vacuole van een plantencel in plasmolyse niet verder verandert, is de osmotische waarde van het vacuolevocht gelijk aan die van de zoutoplossing.

- 5 Als de nog levende cel vanuit situatie 3 in gedestilleerd water wordt gebracht, neemt de cel water op door osmose. De cel wordt dan weer turgescient.
- 6 Als je slasaus bij sla doet, wordt de sla slap. De saus heeft een hoge osmotische waarde waardoor water uit de cellen van de sla gaat. Sla kun je het beste pas vlak voor het opdienen klaarmaken.

opdracht 34

- 1 Water gaat de cel in waardoor de cel knapt.
- 2 Er gaat evenveel water de cel in als uit (normale situatie).
- 3 Er gaat water de cel uit waardoor deze verschrompelt.
- 4 Er gaat water de cel in waardoor de cel stevig is (normale situatie).
- 5 Er gaat evenveel water de cel in als uit, waardoor de cel slap is.
- 6 Er gaat water de cel uit, waardoor het celmembraan loslaat van de celwand: plasmolyse.

opdracht 35

Practicum: Osmose bij verschillende concentraties
Het verslag is ter beoordeling aan je docent.

opdracht 36

Practicum: Plasmolyse
Ter beoordeling aan je docent.

9 Celdeling

opdracht 37

- 1 Vanwege het vermogen om zich te delen en daardoor de gespecialiseerde cellen in een weefsel te vormen.
- 2 Als altijd een van beide cellen het vermogen om te delen zou verliezen, zou er maar één delende cel in het lichaam aanwezig zijn.
- 3 Plasmagroei vindt plaats tijdens de G_1 -fase.
- 4 De G_1 -fase, de S-fase en de G_2 -fase.
- 5 Tijdens de G_2 -fase bevat een cel van de mens 92 chromatiden.
- 6 A = M-fase
B = G_1 -fase
C = S-fase
D = G_2 -fase
- 7 De cellen blijven in de G_1 -fase steken.
- 8 Deze cel bevindt zich in fase 2 van de mitose (de chromosomen zijn te zien en het kernmembraan is verdwenen, maar de chromosomen liggen nog niet in het midden van de cel).

opdracht 38

3 - 6 - 8 - 1 - 5 - 7 - 4 - 2.

opdracht 39

Practicum: Mitose
Ter beoordeling aan je docent.

Diagnostische toets

DOELSTELLING 1

- 1 Onjuist, een cel functioneert als zelfstandige eenheid. Informatie uit de omgeving kan wel invloed hebben op de processen in een cel.
- 2 Onjuist, de opname en afgifte van stoffen wordt met eiwitten in het celmembraan geregeld.
- 3 Juist, de meeste organellen zijn omgeven met een membraan, waardoor de inhoud van het organel verschilt van die van het cytoplasma.

DOELSTELLING 2

- 1 C.
- 2 A.
- 3 C.

DOELSTELLING 3

- 1 B.
- 2 C.
- 3 B.
- 4 B.
- 5 A.
- 6 D.

DOELSTELLING 4

- 1 Onjuist.
- 2 Juist.
- 3 Onjuist.
- 4 Juist.
- 5 Juist.
- 6 Onjuist.
- 7 Juist.
- 8 Juist.
- 9 Onjuist.
- 10 Onjuist.

DOELSTELLING 5

- 1 Een golgisysteem.
- 2 Met nummer 5.
- 3 In deel 3.
- 4 Nucleolus.
- 5 Nummer 3.
- 6 De delen 2 en 3.
- 7 De nummers 1 en 5 stellen beide het endoplasmatisch reticulum voor. Ze had ze beter hetzelfde nummer kunnen geven.
- 8 De blaasje bevatten stoffen die uit het interne milieu komen, want de blaasjes komen van het golgisysteem af.
- 9 Bij nummer 1 (en/of 5), want veel ribosomen liggen tegen het endoplasmatisch reticulum aan.

- 10 In al deze delen. Enzymen zijn eiwitten die worden gevormd door ribosomen en worden afgegeven aan het endoplasmatisch reticulum (nummer 1). Een deel van de enzymen wordt naar het golgisysteem vervoerd (nummer 7). Vervolgens kunnen zich van het golgisysteem blaasjes afsnoeren (nummer 8). Met 3 is de kern aangegeven en in het kernplasma komen ook enzymen voor.

DOELSTELLING 6

- 1 C.
- 2 D.
- 3 A.

DOELSTELLING 7

- 1 Onjuist.
- 2 Onjuist.
- 3 Juist.
- 4 Onjuist.
- 5 Juist.
- 6 Onjuist.
- 7 Onjuist.
- 8 Juist.
- 9 Onjuist.
- 10 Onjuist.

DOELSTELLING 8

- 1 Onjuist.
- 2 Juist.
- 3 Onjuist.
- 4 Juist.
- 5 Juist.
- 6 Onjuist.
- 7 Juist.
- 8 Onjuist.
- 9 Onjuist.
- 10 Onjuist.
- 11 Juist.
- 12 Juist.

DOELSTELLING 9

- 1 D.
- 2 C.
- 3 B.
- 4 C.
- 5 B.
- 6 A.

DOELSTELLING 10

- 1 A.
- 2 D.
- 3 C.
- 4 B.
- 5 A.
- 6 D.

Eindopdracht

opdracht 1

Biologische eenheid	Omschrijving	Zelfregulatie	Zelforganisatie
Celmembraan	Een selectief doorlatend membraan bestaande uit een dubbele laag fosfolipiden met eiwitten.	Regelt transport in en uit de cel en geeft signalen door waardoor interactie met de omgeving mogelijk is.	Hierdoor kan het interne milieu van de cel verschillen van het externe milieu van de cel en is interactie mogelijk.
Celkern	Bolvormig organel waarin zich chromosomen bevinden.	Regelt de aanmaak van stoffen waardoor processen in de cel plaatsvinden die leiden tot het in stand houden van de cel, interactie en reproductie.	Door de informatie in de chromosomen kan een cel zich ontwikkelen, in stand blijven en zich reproduceren.
Kernmembraan	Een dubbele membraan met poriën.	Regelt het transport in en uit de celkern.	Hierdoor kan de concentratie van stoffen in het kernplasma verschillen van die in het cytoplasma.
Mitochondrium	Bolvormig organel met een dubbele membraan, waarbij het binnenmembraan sterk geplooid is.	Produceert ATP dat de energie levert voor veel processen in de cel.	Mitochondriën maken het mogelijk dat cellen snel kunnen beschikken over grote hoeveelheden ATP (en dus energie).
Ribosoom	Klein bolvormig organel.	Ribosomen produceren aan de hand van de informatie van een boodschappermolecuul uit de kern eiwitten.	Ze maken de vertaling van informatie van de chromosomen naar eiwitten mogelijk.
Chloroplast	Bolvormig organel met een dubbele membraan. Ze zijn gevuld met platte blaasjes.	Chloroplasten produceren met behulp van licht glucose uit water en koolstofdioxide.	Door chloroplasten kan lichtenergie worden omgezet in chemische energie, waardoor deze energie beschikbaar komt voor processen in de cel.

opdracht 2

- De kaliumpoorten gaan dan open.
- Alternatief 1 geeft een indicatie van de bloedsuikerspiegel, en is dus geschikt om (bij hoge concentratie glucose) het sluiten van de kaliumpoorten te regelen.
- Bij alternatief 2 wordt glucose opgenomen op basis van de eigen behoefte (aan ATP), met als gevolg dat de kaliumpoorten voortdurend gesloten blijven zodra daarin is voorzien.

opdracht 3

- Voorbeelden van een juist antwoord.
 - Aan centrosomen zijn de trekdraden gehecht (die gehecht zijn aan chromosomen).
 - Centrosomen zijn betrokken bij de vorming van de spoelfiguur.
 - De plaats van de centrosomen bepaalt de delingsrichting.
 - Door de centrosomen wordt de plaats van de polen bepaald.
- Nummer 3.
- Aan het einde van de G₁-fase.

Verrijkingstof

1 Weefselonderzoek

opdracht 1

Practicum: Menselijke weefsels
Ter beoordeling aan je docent.

3 Voortplanting

BASISSTOF

1	Jongens en meisjes	22
2	Geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting	22
3	Geslachtscellen	23
4	Hormonen	24
5	Zwanger	25
6	Seksualiteit	26
7	Soa's en geboorteregeling	27
8	Ongewenst kinderloos	28

DIAGNOSTISCHE TOETS	28
---------------------	----

EINDOPDRACHT	29
--------------	----

VERRIJKINGSSTOF	30
-----------------	----

1 Jongens en meisjes

opdracht 1

- 1 Onjuist, tijdens het onderzoek is geen onderzoek gedaan naar invloed van de hoeveelheid testosteron op de vingerlengte. Hierover kunnen daardoor geen uitspraken worden gedaan.
- 2 Onjuist, tijdens het onderzoek is alleen gekeken naar de verhouding tussen de lengten, en is niet de lengte van de ringvinger bij mannen en vrouwen onderzocht. (Gemiddeld zijn mannen langer dan vrouwen en hebben mannen grotere handen en langere vingers. De uitspraak is dus wel waar, maar dat blijkt niet uit dit onderzoek.)
- 3 Onjuist, er zijn vrouwen die in verhouding lange ringvingers hebben en mannen met in verhouding korte ringvingers.
- 4 Juist, er bestaat gemiddeld een verschil tussen mannen en vrouwen in de verhouding van de lengte tussen de wijs- en ringvinger.
- 5 Dit kan juist zijn. Mensen die deel hebben genomen, hebben misschien ergens gelezen dat bij mannen gemiddeld de ringvinger langer is dan de wijsvinger, waardoor mannen en vrouwen de neiging hebben om hun metingen zo bij te stellen dat de uitkomst overeenkomt met de verwachting.

opdracht 2

Vrouwen zijn gemiddeld beter in	Mannen zijn gemiddeld beter in
fijne motoriek	afstanden schatten
gezichten herkennen	concentreren op één onderwerp
inleven in een ander	ruimtelijk inzicht
rijtjes uit het hoofd leren	

opdracht 3

- 1 Bij pauwen kiest het vrouwtje voor het mannetje met de mooiste staartveren.
- 2 De zeeleeuwmannetjes vechten met elkaar. De winnaar verovert een harem en kan zich voortplanten. Hoe groter het mannetje is, hoe groter de kans dat hij wint. Grote mannetjes hebben meer kans hun genen door te geven waardoor in de nakomelingen de genen voor grote mannetjes meer voorkomen.
- 3 Voorbeelden van verklaringen:
 - Als zeeleeuwmannetjes nog groter worden, kunnen ze niet meer genoeg voedsel vinden.
 - Als het verschil in het gewicht tussen mannetjes en vrouwtjes nog groter is, kunnen ze zich minder goed voortplanten.

Als je een ander antwoord hebt, laat je docent dit dan controleren.

opdracht 4

Ter beoordeling aan je docent.

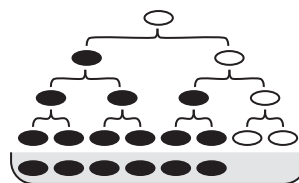
opdracht 5

Grote risico's zijn in elk geval: een afspraak maken om iemand in het echt te ontmoeten, je echte naam en je adres geven, sexy foto's waarop je herkenbaar bent versturen, een herkenbaar e-mailadres gebruiken.

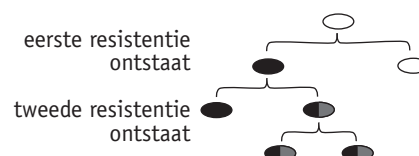
2 Geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting

opdracht 6

- 1 Hypothesetoetsend onderzoek.
- 2 Tijdens het infecteren van de petrischalen met de bacteriofaag.
- 3 Dit zie je doordat in de stappen voor het toevoegen van de bacteriofagen er resistente bacteriën zijn.
- 4 Het aantal resistente bacteriën in de verschillende petrischalen verschilde sterk.
- 5



opdracht 7



opdracht 8

	Ongeslachtelijke voortplanting	Geslachtelijke voortplanting
Voordelen	<ul style="list-style-type: none"> – Er is slechts één individu nodig (er hoeft niet gezocht te worden naar een ander individu). – Er is geen bevruchting nodig. – De nakomelingen hebben dezelfde erfelijke eigenschappen als de ouder. – Het kost minder energie (er zijn geen mannen nodig). – Er zijn geen aparte geslachtscellen nodig. 	<ul style="list-style-type: none"> – Er vindt recombinatie van erfelijke eigenschappen plaats waardoor er variatie ontstaat bij de nakomelingen. – Er is een grotere kans op nakomelingen die in een andere omgeving kunnen overleven. – Een ziekte treft niet alle nakomelingen.
Nadelen	<ul style="list-style-type: none"> – Er is geen of weinig variatie onder de nakomelingen, waardoor bijvoorbeeld een ziekte veel nakomelingen treft. – De nakomelingen stellen dezelfde eisen aan hun omgeving, waardoor veel concurrentie ontstaat. 	<ul style="list-style-type: none"> – De helft van de populatie krijgt geen nakomelingen. – Twee individuen moeten elkaar ontmoeten en bereid zijn tot paring. – Voor de voortplanting zijn speciale cellen nodig: voortplantingscellen.

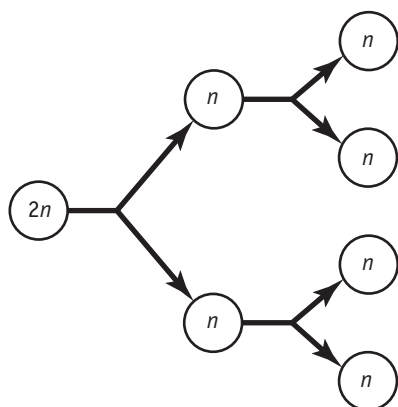
3 Geslachtscellen

opdracht 9

Het aantal chromosomen is steeds een even getal. Bij fusie van twee cellen met hetzelfde aantal chromosomen ontstaan cellen met een even aantal. Als het om niet-gefuseerde cellen zou gaan, zouden er even vaak even als oneven aantallen voorkomen.

opdracht 10

- 1 Een cel in de huid van een mens bevat 46 chromosomen.
- 2 Een zaadcel van een mens bevat 23 chromosomen.
- 3 Nee, paarden hebben in hun lichaamscellen 64 chromosomen. Alleen zaadcellen en eicellen van een paard bevatten 32 chromosomen.
- 4 Het is een voortplantingscel. Lichaamscellen (van zoogdieren) bezitten altijd een even aantal chromosomen.
- 5

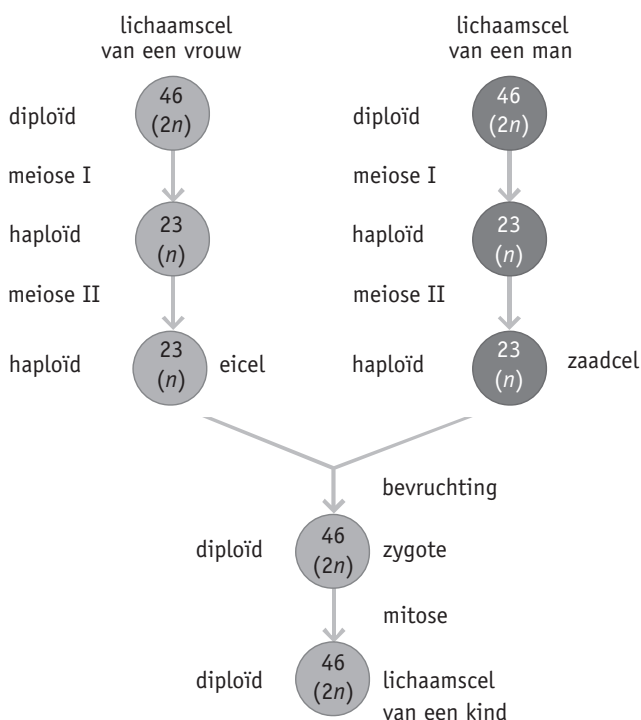


- 6 $2n \rightarrow n + n \rightarrow n + n + n + n$
- 7 Deze fase heet metafase 1.

opdracht 11

- 1 Een primaire spermatocyt bevat 46 chromosomen. Een secundaire spermatocyt bevat 23 chromosomen. Een spermatide bevat 23 chromosomen.
- 2 De primaire spermatocyt.
- 3 Voor de beweeglijkheid van zaadcellen is veel energie nodig. Mitochondriën kunnen fructose opnemen en energie vrijmaken uit fructose. Doordat sperma veel fructose bevat, kunnen mitochondriën veel fructose opnemen en doordat er veel mitochondriën zijn, kan de fructose snel worden omgezet. Daardoor komt er veel energie vrij voor de beweging van de zaadcellen.

opdracht 12

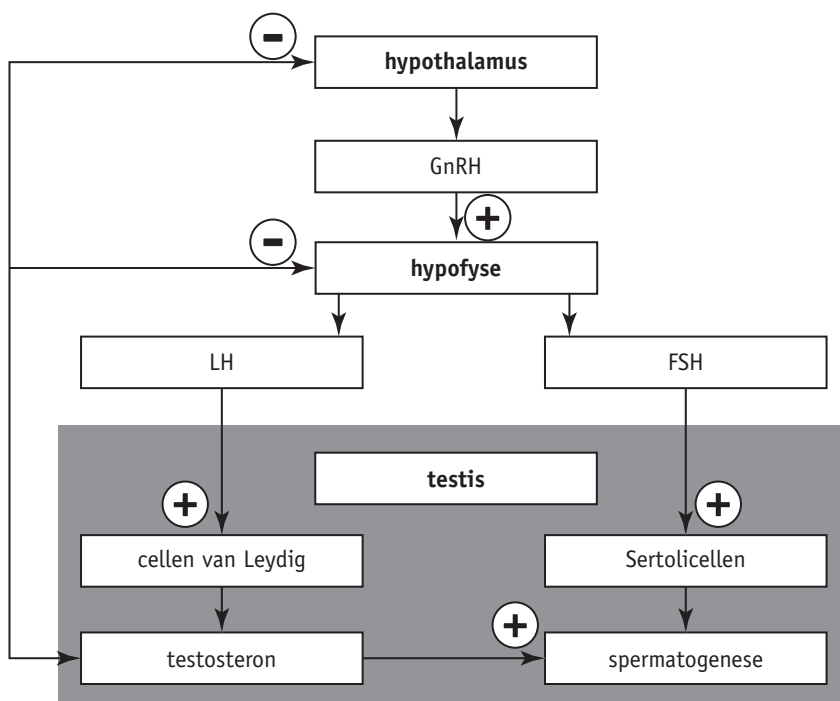


opdracht 13

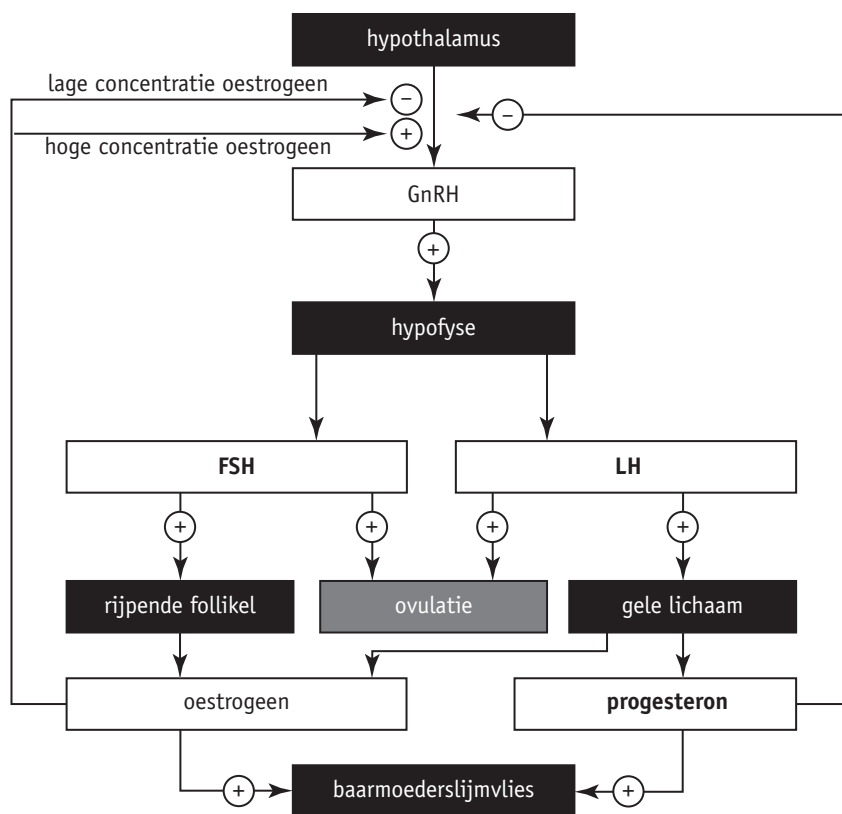
- 63, want een geslachtscel van een paard heeft 32 chromosomen en een geslachtscel van een ezel 31.
- Tijdens (de metafase van) de meiose I. Er is altijd één chromosoom dat geen paar kan vormen.
- De kruising is ontstaan uit één bevruchte eikel. Uit deze ene cel zijn, behalve de geslachtscellen, alle andere cellen door mitose ontstaan. Alle cellen hebben dus precies dezelfde chromosomen (31 van de ezel en 32 van het paard).
- Ja, runderen hebben ook zestig chromosomen.
- Ja, want een stier kan een buffelkoe bevruchten, dus moet een zaadcel door de geleimantel heen zijn gekomen.
- Voor een zaadcel een eikel kan bevruchten vindt eerst een herkenningsreactie plaats, dit is een vorm van celcommunicatie.
- Nee, want een beefalo moet ten minste voor drie achtste deel buffel zijn. Een nakomeling van een kruising tussen een buffel en een rund is voor de helft buffel. Wanneer deze paart met een rund, dan zijn de nakomelingen voor een kwart buffel.

4 Hormonen

opdracht 14



opdracht 15



opdracht 16

- 1 Als de ruzie steeds op ongeveer hetzelfde moment tijdens de menstruatiecyclus is, kan dit een aanwijzing zijn dat het met de menstruatiecyclus samenhangt.
- 2 De ruzies komen met verschillende tussenpozen voor; soms kort na elkaar en soms met veel tijd ertussen.
- 3 Op 24, 25, 26 en 27 januari. De ovulatie vindt ongeveer veertien dagen na de eerste dag van de menstruatie plaats. De eerste dag is op 12 januari, veertien dagen later is het dan 26 januari. Het kan een dag eerder of later zijn, op 25 of 27 januari. Zaadcellen kunnen zeker een dag in leven blijven in het lichaam van een vrouw. Dus is de kans op zwangerschap in de periode 24 tot 27 januari groot.
- 4 In één ovarium rijpt een follikel en de productie van oestrogeen neemt toe.
- 5 Op 31 januari.
- 6 In de hypofyse.
- 7 De cellen in de hypofyse reageren niet op de aanwezigheid van GnRH, waardoor de hypofyse te weinig FSH (en LH) afgeeft. Door een tekort aan FSH worden de ovaria niet gestimuleerd om oestrogeen te maken.

5 Zwanger

opdracht 17

- 1 De eerste delingen heten klievingsdelingen.
- 2 HCG heeft een stimulerende werking op de productie van progesteron.
- 3 De productie van HCG begint pas na de innesteling. Dit duurt ongeveer een week. Pas daarna kan HCG in de urine worden aangetoond. Tot die tijd zal de uitslag van een zwangerschapstest negatief zijn.
- 4 HCG.
- 5 Uit het diagram blijkt dat de concentratie HCG in die periode hoog is. Vóór de zesde week en ná de zestiende week is de concentratie HCG te laag om voldoende HCG uit de urine te winnen.

opdracht 18

- 1 19 oktober.
- 2 Bij vrouwen met een onregelmatige cyclus kan de ovulatie en dus de bevruchting eerder of later zijn dan twee weken na de eerste dag van de laatste menstruatie.
- 3 De werkelijke zwangerschap bij de mens duurt 38 weken. Volgens het artikel duurt het vanaf de bevruchting – 7 dagen + 9 maanden. Drie maanden zijn 13 weken, 9 maanden dus 39 en daar wordt een week van afgetrokken.

- 4 Ongeveer vier dagen. De baby kan vier dagen eerder of vier dagen later worden geboren dan berekend is.
- 5 Tijdens het achtcellige stadium vindt in de cellen van de zee-egelembryo's de eerste differentiatie plaats.
- 6 Doordat in experiment 4 de zygote loodrecht op de eerste klievingsrichting in tweeën wordt gedeeld, ontstaan waarschijnlijk cellen met ongelijk cytoplasma. Deze cellen blijken niet tot een normale larve te kunnen uitgroeien. Dit experiment bevestigt dat de verdeling van het cytoplasma tijdens de klievings-delingen van invloed is op de verdere ontwikkeling.

opdracht 19

- 1 Bij de indaling trekt het bovenste deel van de baarmoederwand zich samen. Daardoor komt het hoofdje van de foetus in de holte van het bekken te liggen.
- 2 Een keizersnede is een operatie waarbij het kind via de buikwand ter wereld komt.
- 3 De navel ontstaat doordat de rest van de navelstreng die aan de baby vastzit, eraf valt.
- 4 Prolactine stimuleert de productie van melk door de melkklieren. Door oxytocine komt de melk vrij uit de melkklieren.
- 5 Moedermelk bevat antistoffen die de baby beschermen tegen onder andere darminfecties, flesvoeding niet. Door borstvoeding komt er meer oxytocine vrij, dat de samentrekking van de baarmoeder bevordert en de binding tussen moeder en kind versterkt.

opdracht 20

Soort wee	Wat gebeurt er?
Harde buik	Gedurende enkele minuten trekt de baarmoeder samen, waardoor de buik hard aanvoelt.
Indalingswee	Door samentrekking van het bovenste deel van de baarmoeder komt het hoofdje van de foetus in de bekkenholte te liggen.
Perswee	De baarmoeder en de buikwand trekken sterk samen, waardoor de geboorte plaatsvindt.
Nageboortewe	De baarmoeder trekt samen, waardoor de placenta en resten van de vruchtvliezen en navelstreng worden uitgestoten.

Als je andere antwoorden hebt, laat je docent deze dan controleren.

opdracht 21

	Fase van de bevalling	Delen die tijdens deze fase het lichaam verlaten
Fase van de bevalling die is begonnen vlak voordat de man en vrouw van huis reden.	ontsluiting	vruchtwater
Fase van de bevalling die is begonnen op het moment van aanhouding door de politie.	uitdrijving	baby
Fase van de bevalling die is begonnen in de verloskamer van het ziekenhuis.	nageboorte	placenta en vruchtvliezen

6 Seksualiteit

opdracht 22

- 1 Onjuist (tenzij het zo vaak wordt gedaan dat je er in je dagelijks leven last van krijgt). Alle verhalen over dat het kan leiden tot blindheid, krankzinnigheid, behaarde handpalmen, kaalheid, acne, onvruchtbaarheid, enzovoort zijn achterhaald. In feite is het eerder gezond doordat het stress kan verminderen en je er ontspannen door voelt.
- 2 Juist, uit een onderzoek blijkt dat bijna alle mannen (95%) masturberen en ten minste 65% van de vrouwen. De onderzoekers denken wel dat er meer vrouwen zijn die masturberen, maar dit minder makkelijk toegeven. Een man die masturbeert, doet dat gemiddeld ook vaker dan een vrouw die masturbeert.
- 3 Juist, testosteron speelt ook een rol bij de seksuele opwinding van een vrouw, ondanks dat het wordt gezien als een mannelijk hormoon.
- 4 Onjuist, mannen hebben wel meer testosteron in hun bloed dan vrouwen, maar dat heeft niets te maken met zin in seks. Het lichaam van vrouwen reageert veel sterker op testosteron dan dat van mannen. Vrouwen hebben dus minder nodig.
- 5 Juist, in de dagen voor de eisprong hebben veel vrouwen iets meer zin in seks. In de dagen voor de ovulatie stijgt het oestrogeengehalte en dat speelt ook een rol bij seksuele opwinding.

Laat je docent je zelf bedachte beweringen controleren.

opdracht 23

Ter beoordeling aan jezelf, je medeleerlingen of je docent.

opdracht 24

Ter beoordeling aan jezelf, je medeleerlingen of je docent.

opdracht 25

–

7 Soa's en geboorte-regeling

opdracht 26

- 1 Een soa kun je alleen krijgen via intiem lichamelijk contact met een besmette persoon; griep kun je ook op andere manieren krijgen. (In uitgedemde lucht zitten kleine waterdruppeltjes. Bij iemand met griep kunnen in deze druppeltjes griepvirussen zitten. Griepvirussen kunnen ook via handen en voorwerpen worden overgedragen.)
- 2 Wassen en afspoelen van de geslachtsorganen na een geslachtsgemeenschap is geen goed middel om besmetting met een soa te voorkomen, omdat de besmetting ook kan plaatsvinden via bijvoorbeeld de mond. Bovendien is het heel moeilijk door wassen en afspoelen al het sperma of vaginaal vocht te verwijderen.
- 3 Lang niet iedereen met een soa weet dat hij een soa heeft, en sommige mensen gaan niet naar een arts als ze een soa hebben.

opdracht 27

Voorbeelden van antwoorden bij de smoezen.

- 2 De pil beschermt wel tegen zwangerschap, maar niet tegen een soa. Veilig vrijen doe je met een condoom.
- 3 Iemand die je zo emotioneel probeert te chanteren door te dreigen om het uit te maken, is jou toch zeker niet waard?
- 4 Tja, als je partner dat tegen jou zegt, dan kun je er zeker van zijn dat hij/zij dat ook tegen anderen zegt. Onzin dus.
- 5 Bij heel veel soa's duurt het heel lang voordat je echt klachten krijgt, je hoeft zelf niet eens te weten dat je een soa hebt! Ondertussen kun je wel anderen besmetten. Dus dat je niets voelt, zegt helaas helemaal niets.
- 6 Pure onzin. Als je een condoom goed gebruikt, kun je het zeker net zo leuk maken mét als zonder condoom.

- 7 Tja, wat is 'eerste'? Als je allebei nog nooit seksuele handelingen hebt verricht, dan is de kans op een soa érg klein. En de kans op zwangerschap is ook niet groot als de pil wordt geslikt. Maar dan moet je het wel héél zeker weten. En het is alleen helemaal safe als je een condoom gebruikt.
- 8 Het is waar dat sommige mensen allergisch zijn voor rubber. Maar daarvoor bestaan ook speciale non-allergene condooms. Als je dan toch een rubber-allergie hebt, dan is het maar beter om te zorgen dat je die dingen bij je hebt. Gelukkig zijn er ook veilige vrijtechnieken waar je geen condooms voor nodig hebt.
- 9 Dat is balen. Is er echt geen condoomautomaat te vinden waar je ze kunt halen? Dan worden het toch de veilige vrijtechnieken.
- 10 Mensen die een soa hebben, praten daar niet over. Waarschijnlijk is er in jouw omgeving dus wel iemand die een soa heeft of heeft gehad. Je ziet of merkt het niet aan ze en misschien weten ze het zelf niet eens. Dit is dus echt geen geldig argument.

opdracht 28

Voorbeelden van antwoorden.

- 1 Sterilisatie van de man, want ze zijn al ouder en willen geen kinderen meer. Sterilisatie van de man heeft minder kans op een ongewilde zwangerschap dan sterilisatie van de vrouw.
- 2 Een condoom gebruiken. Zelfs al zou Esmay de pil gebruiken of een andere anticonceptiemethode, dan weten ze nog niet of een van beiden een soa heeft. Het condoom beschermt niet alleen tegen zwangerschap maar ook tegen soa's.
- 3 De anticonceptiepil. De anticonceptiepil biedt een goede manier om zwangerschap te voorkomen. Om zeker te zijn dat geen van beiden een soa heeft, kunnen ze eerst een soa-test doen. Als ze geen anticonceptie-middelen willen gebruiken is periodieke onthouding via de temperatuurmeting een goed alternatief.

opdracht 29

- 1 De hormonen in de pil voorkomen op de volgende drie manieren zwangerschap:
 - De natuurlijke cyclus wordt zodanig beïnvloed dat er in het algemeen geen eikel meer kan vrijkomen.
 - Het slijmvlies van de baarmoeder wordt ongeschikt voor de innesteling van een eventueel bevruchte eikel.
 - In het baarmoederhalskanaal ontstaat een slijmprop die het zaadcellen zeer moeilijk maakt om in de baarmoeder te komen.
- 2 Het progestageen hormoon heeft dezelfde werking als progesteron. Progesteron remt de productie van LH.
- 3 Bij vrouwen die roken, verhoogt het gebruik van de pil de kans op hart- en vaatziekten.

- 4 In de bijsluiters staat dat door de pil het slijmvlies van de baarmoeder ongeschikt wordt voor de innesteling van een eventueel bevruchte eicel. Zelfs als innesteling heeft plaatsgevonden kan deze werking negatieve gevolgen hebben voor het zich ontwikkelende embryo.

8 Ongewenst kinderloos

opdracht 30

- 1 Het aantal paren dat op latere leeftijd hun eerste kind wil neemt toe, maar de vruchtbaarheid neemt bij toenemende leeftijd af.
- 2 Voorbeelden van oorzaken:
 - ondoorlaatbaarheid van de eileiders (bijvoorbeeld als gevolg van een chlamydia-infectie);
 - hormonale aandoeningen;
 - te weinig goed bewegende zaadcellen;
 - aandoeningen aan de ovaria of testes;
 - een ongezonde leefstijl.
- 3 Röntgenstraling vermindert de vruchtbaarheid en verhoogt de kans op afwijkingen bij een kind. Een röntgenlaborante maakt veel röntgenfoto's, waardoor de hoeveelheid straling die ze krijgt veel hoger is dan van degene van wie een röntgenfoto wordt gemaakt. Door achter een scherm te staan, vermindert de hoeveelheid straling voor de laborante.
- 4 FSH bevordert de groei van een follikel.
- 5 LH stimuleert de ovulatie.
- 6 Progesteron en oestrogenen bereiden het baarmoederslijmvlies voor op de innesteling.
- 7 Met deze embryo's kan stamcelonderzoek worden gedaan (ook andere vormen van onderzoek zijn mogelijk, zoals genetisch onderzoek).

opdracht 31

Ter beoordeling aan je docent.

Diagnostische toets

DOELSTELLING 1

- 1 Het hebben van tepels en borstweefsel.
- 2 De nummers 2 en 4.
- 3 Secundaire geslachtskenmerken.
- 4 Nummer 5.

DOELSTELLING 2

- 1 Op de lichtere kleur van de bodem van de Sand Hills vallen de lichtgekleurde muizen minder goed op. Zij hebben een betere aanpassing aan hun omgeving dan de donkergekleurde muizen, waardoor ze een grotere kans hebben om te overleven en zich voort te planten.
- 2 Nee, want op de donkere ondergrond paren de donkere muizen met elkaar en op de lichte ondergrond de lichte muizen.
- 3 Bij de eenden.
- 4 De mannetjes bij deze soorten zijn vaak veel groter dan de vrouwtjes.
- 5 Dit gedrag wordt balts genoemd.

DOELSTELLING 3

- 1 A.
- 2 C.
- 3 D.
- 4 C.
- 5 D.

DOELSTELLING 4

- 1 C.
- 2 B.
- 3 D.
- 4 A.
- 5 B.
- 6 C.
- 7 A.

DOELSTELLING 5

- 1 C.
- 2 D.
- 3 A.
- 4 C.

DOELSTELLING 6

- 1 D.
- 2 C.
- 3 B.
- 4 A.
- 5 B.
- 6 D.

DOELSTELLING 7

- 1 C.
- 2 B.
- 3 C.
- 4 A.
- 5 A.
- 6 B.
- 7 D.

DOELSTELLING 8

- 1 Onjuist.
- 2 Onjuist.
- 3 Juist.
- 4 Onjuist.
- 5 Juist.
- 6 Juist.
- 7 Onjuist.
- 8 Juist.

DOELSTELLING 9

- 1 Onder seksualiteit verstaan we gevoelens en handelingen die een rol spelen bij lust en opwindning.
- 2 Lichaamsversieringen worden vaak gedragen om meer aandacht te trekken van een eventuele partner. Ook kan iemand met lichaamsversieringen zijn seksuele identiteit benadrukken.
- 3 Mensen met een androgyn uiterlijk hebben gelaatstrekken die lijken op iemand van de andere sekse. De misvatting is dat veel mensen denken dat als een man er als een vrouw en als een vrouw er als een man uitziet, zij homoseksueel zijn. Een androgyn uiterlijk heeft niets te maken met seksuele voorkeur. Mensen die zich androgyn voelen, hebben vaak geen specifieke voorkeur voor het ene of het andere geslacht.
- 4 Door de opname bevond de patiënte zich in een afhankelijke situatie, waardoor zij mogelijk niet durfde te zeggen dat ze geen relatie wilde of niet in staat was de situatie te overzien.

DOELSTELLING 10

- 1 Juist.
- 2 Onjuist.
- 3 Juist.
- 4 Juist.
- 5 Juist.
- 6 Juist.
- 7 Onjuist.
- 8 Onjuist.

DOELSTELLING 11

- 1 Ja, want in deze landen gebruikt de politiek maatregelen om het aantal geboorten te regelen.
- 2 Nee, want een land als Duitsland heeft gunstige regelingen voor geboorten maar heeft toch een laag vruchtbaarheidscijfer.
- 3 Het condoom wordt niet altijd op de juiste manier gebruikt en niet alle condooms zijn van voldoende kwaliteit.
- 4 Eicellen en zaadcellen blijven maar een korte periode in leven, waardoor bevruchting maar gedurende enkele dagen tijdens de menstruatiecyclus kan plaatsvinden.
- 5 – De lichaamstemperatuur meten.
– De concentratie LH in de urine bepalen.
- 6 Bij vrouwen die de pil gebruiken, vindt geen ovulatie plaats.

DOELSTELLING 12

- 1 C.
- 2 B.
- 3 A.
- 4 B.

Eindopdracht

opdracht 1

- 1 Aan het begin van de puberteit begint de hypothalamus grotere hoeveelheden GnRH te produceren. Dit zet de hypofyse aan tot een hogere productie van FSH en LH. Hierdoor neemt de concentratie van de geslachtshormonen (bij mannen testosteron en bij vrouwen oestrogeen) toe. Onder invloed van deze geslachts-hormonen ontwikkelen zich de secundaire geslachtskenmerken.
- 2 Een dier dat met zijn balts een soortgenoot weet over te halen te paren, heeft een grotere kans dat zijn genen in volgende generaties voorkomen dan een dier dat de balts niet goed uitvoert.
- 3 Door geslachtelijke voortplanting neemt de variatie tussen individuen van dezelfde soort toe.
- 4 Bij bevruchting versmelten twee celkernen. De nieuwe celkern bevat hierdoor ieder chromosoom in tweevoud. Cellen met paren chromosomen zijn diploïd ($2n$).
- 5 Doordat iemand seksueel opgewonden raakt, vullen de zwellichamen zich met bloed waardoor de penis of de clitoris stijf wordt.
- 6 De placenta geeft het hormoon HCG af waardoor het gele lichaam in stand wordt gehouden.
- 7 Door borstvoeding komt het hormoon oxytocine vrij waardoor de baarmoeder na de geboorte samentrekt.
- 8 Wanneer iemand met hiv is besmet, heeft hij antistoffen in zijn lichaam die met een test kunnen worden aangetoond.

- 9 Bij periodieke onthouding heb je geen geslachts-gemeenschap tijdens de vruchtbare periode. De lichaamstemperatuur stijgt na de ovulatie enkele tienden graden en geeft daardoor het moment van de ovulatie aan en de vruchtbare periode.
- 10 Een soa kan een aandoening aan de geslachtsorganen veroorzaken waardoor iemand onvruchtbaar wordt. Chlamydia bijvoorbeeld kan een ontsteking veroorzaken waardoor de eileiders afgesloten raken.
- 11 Ter beoordeling aan je docent.
- 12 Ter beoordeling aan je docent.

opdracht 2

De anticonceptiepil kan ingrijpen bij de processen die met de pijlen 1, 3 en 5 zijn aangegeven. (Pijl 1: door de anticonceptiepil wordt de productie van FSH en LH geremd waardoor geen ovulatie optreedt. Pijl 3: in de tekst staat dat de pil het slijm in de baarmoederhals verdikt. Hierdoor kunnen zaadcellen niet naar de eileiders 'zwemmen'. Pijl 5: in de tekst staat dat innesteling wordt verhinderd.)

opdracht 3

- 1 Voorbeelden van juiste gegevens:
 - vaststellen van bijwerkingen;
 - of herstel van de vruchtbaarheid mogelijk is;
 - of gewenningseffecten optreden;
 - interferentie met medicijngebruik.
- 2 Voorbeeld van een juist antwoord:

Doordat er minder LH wordt afgegeven door de hypofyse, wordt door de tussencellen van Leydig minder testosteron afgegeven. Doordat er minder FSH is, wordt in de Sertolicellen minder ABP gevormd. Gevolg hiervan is dat er door de Sertolicellen minder ABP plus testosteron naar het testikelkanaaltje wordt getransporteerd, waardoor daar minder spermatogenese plaatsvindt en de man onvruchtbaar wordt.
- 3 De progestagenen remmen de afgifte van LH (en FSH) en daarmee de productie van testosteron, waardoor secundaire geslachtskenmerken kunnen veranderen (zoals de zin in seks).

Verrijkingstof

1 Ongeslachtelijke voortplanting bij planten

opdracht 1

- 1 Ongeslachtelijke voortplanting wordt in de land- en tuinbouw veel toegepast om gunstige erfelijke eigenschappen te behouden.
- 2 Knollen aan een aardappelplant ontstaan uitsluitend door mitose.
- 3 Ja, want de cellen kunnen zich differentiëren tot verschillende weefseltypen van de plant.

opdracht 2

Practicum: Een plant klonen

Ter beoordeling aan jezelf.

4

Genetica

BASISSTOF

1	Genen, geluk en psychosen	32
2	Fenotype, genotype en epigenetica	32
3	Genenparen	33
4	Monohybride kruisingen	34
5	Geslachtschromosomen	35
6	Dihybride kruisingen	37
7	Speciale manieren van overerving	38
8	Moleculaire genetica	39
9	Mutaties	40

DIAGNOSTISCHE TOETS	41
---------------------	----

EINDOPDRACHT	43
--------------	----

VERRIJKINGSSTOF	44
-----------------	----



1 Genen, geluk en psychosen

opdracht 1

- 1 Een exemplaar is afkomstig van de moeder en een exemplaar is afkomstig van de vader.
- 2 Mensen met twee kopieën van de lange variant van het 5-HTTLPR-gen zijn eerder gefocust op positieve afbeeldingen dan op negatieve afbeeldingen vergeleken met mensen met twee kopieën van de korte variant van het 5-HTTLPR-gen.
- 3 Er is een verband tussen de verschillende varianten van het COMT-gen en de ontwikkeling van geheugenstoornissen en psychosen na cannabisgebruik. Het onderzoek toont aan dat mensen met het Val/Val-genotype onder invloed van cannabis meer geheugenstoornissen en psychotische symptomen vertonen dan mensen met het Met/Met-genotype. Ook bleken mensen met het Val/Val-genotype meer kans te hebben later psychotisch te worden dan mensen met het Met/Met-genotype.
- 4 Ja, uit al deze drie onderzoeken blijkt dat erfelijke factoren invloed hebben op je gedrag, want uit de onderzoeken blijkt dat genen invloed hebben op:
 - hoe vaak je je gelukkig voelt;
 - of je eerder op positieve beelden dan op negatieve beelden richt;
 - of je meer kans hebt op geheugenstoornissen en psychosen na cannabisgebruik.
- 5 Op grond van een persoonlijke DNA-test kan in het geval van het Val/Val-genotype worden geïnformeerd over een verhoogde kans op de ontwikkeling van geheugenstoornissen en psychosen na het gebruik van cannabis.
- 6 Voorbeelden van juiste argumenten voor:
 - Als blijkt dat ze het niet heeft, is dat geruststellend in verband met een (latere) kinderwens.
 - Als blijkt dat ze de aanleg heeft, kan ze onder begeleiding van een arts de symptomen in de gaten houden.
 - Mocht er binnenkort een behandelmethode worden gevonden, dan kan ze daar bijtijds mee starten.
 - Als blijkt dat ze de ziekte gaat krijgen, dan is ze erop voorbereid en kan ze haar leefstijl aanpassen.
 Voorbeelden van juiste argumenten tegen:
 - Aan de oorzaak van de ziekte is niets te doen.
 - De ziekte is niet te genezen.
 - Ze kan er zich de rest van haar leven zorgen over gaan maken.
 - Het kan bepaalde keuzes, bijvoorbeeld voor een relatie, negatief beïnvloeden.
- 7 Ter beoordeling aan jezelf.
- 8 Genetica heeft volgens deze leerling vooral te maken met reproductie op organismeniveau.

2 Fenotype, genotype en epigenetica

opdracht 2

Bepaald door het genotype	Bepaald door milieufactoren
behaarde geraniumbladeren	bladeren die naar het licht zijn gericht
blauwe ogen	een huid met weinig rimpels door botox-injecties
een huid met weinig rimpels door een jeugdige leeftijd	een litteken
rode bloemen	Extreme make-over
	slap hangende geraniumbladeren

opdracht 3

- 1 Het gaat om het fenotype, want het gaat om uiterlijk waarneembare eigenschappen.
- 2 Milieufactoren die je geluk sterk kunnen beïnvloeden zijn het overlijden van familie of een vriend(in), een liefdesrelatie die ophoudt of het verliezen van een baan.
- 3 Uit het onderzoek van De Neve blijkt dat het gen 5-HTTLPR (dat deel uitmaakt van het genotype) ook een rol speelt bij de hoeveelheid geluk die je ervaart.
- 4 De ontwikkeling van geheugenstoornissen en psychosen.
- 5 De ontwikkeling van geheugenstoornissen en psychosen (fenotype) wordt beïnvloed door het COMT-gen (genotype) en het roken van cannabis (milieufactoren).
- 6 Het gen dat albinisme bepaalt, ligt op chromosoom 11. Het gen dat borstkanker veroorzaakt, ligt op chromosoom 17.
- 7 Het genotype van een individu komt vast te liggen op het moment van bevruchting van de eicel door een zaadcel.
- 8 Korte ledematen die zijn veroorzaakt doordat de moeder tijdens de zwangerschap een slaapmiddel gebruikte, zijn niet erfelijk. Tijdens het gebruik van het slaapmiddel lag het genotype van de baby al vast.
- 9 De informatie voor erfelijke eigenschappen ligt in de chromosomen; bij aangeboren eigenschappen hoeft dit niet het geval te zijn. Aangeboren eigenschappen kunnen zijn ontstaan tijdens de embryonale ontwikkeling. De korte ledematen van vraag 8 zijn hiervan een voorbeeld.

opdracht 4

- 1 Alle cellen van een Siamese tweeling hebben hetzelfde genotype.
- 2 Dit is een aanwijzing dat de verschillen grotendeels door het genotype worden bepaald. Als ze in hetzelfde gezin opgroeien, zijn de milieufactoren namelijk

grotendeels gelijk.

- 3 Zo kan de invloed van milieufactoren op het fenotype worden onderzocht.
- 4 Het genotype van eeneiige tweelingen is gelijk. Het genotype van twee-eiige tweelingen is niet gelijk. Wanneer alcohol drinken op jonge leeftijd wordt beïnvloed door het genotype zal het drinkgedrag van 12- tot 15-jarige eeneiige tweelingen daardoor meer overeenkomst vertonen dan van 12- tot 15-jarige twee-eiige tweelingen.
- 5 De onderzoekster zal bij eeneiige tweelingen op 20-jarige leeftijd meer overeenkomst in sportgedrag hebben waargenomen dan bij twee-eiige tweelingen. Op 20-jarige leeftijd is de invloed van milieufactoren afgenomen en die van het genotype groter. Eeneiige tweelingen hebben een gelijk genotype.

opdracht 5

- 1 In beide gevallen is een verschil aangetoond tussen de proefgroep en de controlegroep, doordat in beide gevallen de p -waarde kleiner is dan 0,05.
- 2 Alcohol drinken remt de genexpressie van het agouti-gen bij de nakomelingen. Dat is in beide proefgroepen aangetoond. In beide groepen zijn er minder gele nakomelingen en meer bruine nakomelingen.
- 3 Alleen bij het verschil tussen de controlegroep en proefgroep 2 is er sprake van erfelijke veranderingen in de genexpressie, want de muizen van proefgroep 2 drinken alleen alcohol voor de bevruchting, en dan ligt het genotype van de nakomelingen nog niet vast. De muizen van proefgroep 1 drinken alcohol tijdens de zwangerschap. Het genotype van de nakomelingen ligt dan al vast.
- 4 Het advies aan ouders die van plan zijn kinderen te krijgen om enige tijd voordat zij kinderen willen krijgen te stoppen met alcohol drinken (of misschien weinig alcohol te drinken). Uit dit onderzoek blijkt namelijk dat de genexpressie wordt beïnvloed door alcohol bij muizen die alcohol drinken voor de bevruchting. Bij mensen zou alcohol drinken voor de bevruchting mogelijk ook epigenetische effecten kunnen hebben die schadelijk zijn voor de gezondheid van kinderen.

3 Genenparen

opdracht 6

- 1 De homozygote varianten zijn: Val/Val en Met/Met.
- 2 De heterozygote variant is Val/Met.
- 3 Nee, uit het onderzoek blijkt niet dat de lange variant van het gen 5-HTTLPR dominant is voor de eigenschap 'je richten op positieve beelden', want mensen met een lange en een korte variant van het 5-HTTLPR-gen richten zich niet méér op positieve beelden vergeleken met mensen met twee korte varianten van dit gen.

opdracht 7

- 1 Sven en Hugo.
- 2 Sven, Eva en Hugo.
- 3 Florence.
- 4 Het allel voor een gebogen pink is dominant, want bij Florence komt het allel voor een gebogen pink tot uiting in het fenotype terwijl zij het allel voor een gebogen en het allel voor een rechte pink heeft.
- 5 Sven: rechte pink;
Eva: rechte pink;
Hugo: gebogen pink.
- 6 Sven: kuiltjes in de wangen;
Eva: geen kuiltjes in de wangen;
Florence: kuiltjes in de wangen;
Hugo: kuiltjes in de wangen.
- 7 De vader van Eva is homozygoot.
- 8 Nee, de moeder van Eva kan homozygoot of heterozygoot zijn voor de vorm van de pink.
- 9 In de afbeelding zie je de ouders van Eva. (Uitleg: het allel voor kuiltjes in de wangen is dominant. Beide ouders hebben geen kuiltjes in de wangen wanneer ze lachen, waardoor beide ouders geen allelen kunnen bezitten voor kuiltjes in de wangen. Alleen Eva heeft van elke ouder een allel voor geen kuiltjes in de wangen geërfd. Alle andere personen bezitten een of twee allelen voor kuiltjes in de wangen. Deze allelen kunnen ze niet van deze ouders hebben geërfd.)

opdracht 8

- 1 Sven: QQ rr;
Eva: qq rr;
Florence: Qq Rr;
Hugo: QQ RR.
- 2 Het genotype Bb staat voor een normale sinaasappel.
- 3 Het genotype van een navelsinaasappel is: bb.
- 4 Birmees: C^bC^b ;
Tonkinees: C^bC^{ch} (intermediar fenotype);
Siamees: $C^{ch}C^{ch}$.
- 5 Wanneer een Siamese kat opgroeit in een koude omgeving, zal de vacht soms iets koeler worden dan 33 °C waardoor het enzym tyrosinase weer actief wordt. Daardoor wordt het pigment eumelanine weer meer gevormd en wordt de vacht donkerder, waardoor de Siamese kat wordt aangezien voor een Tonkinese kat.

opdracht 9

- 1 De geslachtscellen van een bananenvlieg kunnen $2^4 (2 \times 2 \times 2 \times 2) = 16$ verschillende genotypen bevatten door recombinatie van allelen.
- 2 Hypothese 1: aangenomen: de lichaamsgeur van mannen is intenser en meer aantrekkelijk en sexy wanneer zijn MHC-genen meer verschillen van de eigen MHC-genen.
Hypothese 2: aangenomen: de geur van mannen waarvan de MHC-genen meer verschillen doet meer denken aan de geur van de eigen partner of vorige partner dan de geur van mannen waarvan de MHC-genen weinig verschillen van de eigen genen.

- 3 De conclusie die hypothese 2 bevestigt, is een aanwijzing dat de partners van vrouwen daadwerkelijk meer dan gemiddeld andere MHC-genen hebben dan zij zelf bezitten.
- 4 Doordat er veel verschillende allelen bestaan voor de genen van het MHC-systeem is de genetische variatie van de mens als soort groot voor het MHC-systeem. Wanneer de soort mens wordt blootgesteld aan een nieuwe ziekteverwekker, is de kans groot dat een aantal individuen een genotype bezit dat een doeltreffende afweerreactie tegen de nieuwe ziekte kan ontwikkelen.
- 5 Door deze voorkeur zullen nakomelingen ontstaan met meer genetische variatie op de MHC-regio. Meer genetische variatie leidt tot een grotere overlevingskans (zie het antwoord op vraag 4).
- 6 De voorkeur van een vrouw leidt tot nakomelingen (individueen) met veel verschillende allelen op de MHC-regio. Uit het artikel blijkt dat ze dan beter zijn beschermd tegen ziekteverwekkers. (Een MHC-regio met veel verschillende allelen heeft tot gevolg dat de identiteitskaart op het celmembran van de lichaamscellen moeilijk is na te maken door ziekteverwekkers. Daardoor zullen ziekteverwekkers voor de witte bloedcellen herkenbaar blijven en worden aangevalen.)

4 Monohybride kruisingen

opdracht 10

- 1 Het genotype van de labradors in de F_1 is Bb.
- 2 Onderlinge voortplanting van dieren in de F_1 wordt weergegeven door $Bb \times Bb$.
- 3 Een labradorteeff (♀) in de F_1 kan twee typen eicellen produceren: eicellen met het allel B en eicellen met het allel b.
- 4 Een labradorreu (♂) in de F_1 kan twee typen zaadcellen produceren: zaadcellen met het allel B en zaadcellen met het allel b.

opdracht 11

- 1 De kans dat een puppy in de F_2 het genotype BB heeft, is $\frac{1}{4}$ of 25%. Het fenotype van dit puppy is zwartharig.
- 2 De kans dat een puppy in de F_2 het genotype bb heeft, is $\frac{1}{4}$ of 25%. Het fenotype van dit puppy is bruinharig.
- 3 De kans dat een puppy in de F_2 het genotype Bb heeft, is $\frac{1}{2}$ of 50%. Het fenotype van dit puppy is zwartharig.
- 4 De kans dat een puppy in de F_2 zwartharig is, is $\frac{3}{4}$ of 75%. De kans dat een puppy in de F_2 bruinharig is, is $\frac{1}{4}$ of 25%.

opdracht 12

1				
P	HH	×	hh	
geslachtscellen	H		h	
F_1			Hh	
	Hh	×	Hh	
geslachtscellen	H of h		H of h	
F_2				

	H	h
H	HH	Hh
h	Hh	hh

- 2 Alle nakomelingen in de F_1 hebben een zwarte vachtkleur.
- 3 De nakomelingen in de F_2 hebben een zwarte of een witte vachtkleur.
- 4 De kans dat een nakomeling in de F_1 homozygoot is voor de haarkleur is 0%.
- 5 De kans dat een nakomeling in de F_2 homozygoot is voor de haarkleur is $\frac{1}{2}$ of 50%.
- 6 De kans dat de eerste nakomeling in de F_2 zwartharig is, is $\frac{3}{4}$ of 75%.
- 7 De kans is even groot voor de tweede nakomeling.
- 8 Van de 40 nakomelingen in de F_2 zullen naar verwachting 30 dieren zwartharig zijn en 10 dieren witharig.
- 9 In de F_2 is de verhouding van genotypen: HH : Hh : hh = 1 : 2 : 1.
- 10 In de F_2 is de verhouding van fenotypen: zwartharig : witharig = 3 : 1.

opdracht 13

- 1 De genotypen van de ouders zijn Bb en bb.
- 2 De zaadcellen van deze man kunnen het gen B of het gen b bevatten.
De eicellen van deze vrouw kunnen alleen het gen b bevatten.
- 3 Er bestaan twee mogelijkheden voor de versmelting van een eicelkern en een zaadcelkern:
 - Een eicelkern met het gen b versmelt met een zaadcelkern met het gen B.
 - Een eicelkern met het gen b versmelt met een zaadcelkern met het gen b.

4				
P	bb	×	Bb	
geslachtscellen	b		B of b	
F_1				

	b
B	Bb
b	bb

- De kans dat het eerste kind van deze ouders behoort tot de groep die zich vaker dan gemiddeld gelukkig voelt, is $\frac{1}{2}$ of 50%.
De kans dat het eerste kind niet behoort tot deze groep, is ook $\frac{1}{2}$ of 50%.
- Naar verwachting zullen ongeveer 48 kinderen wel en ongeveer 48 kinderen niet behoren tot de groep die vaker dan gemiddeld gelukkig is.
- In de nakomelingschap is de verhouding wel behorend tot de groep die vaker dan gemiddeld gelukkig is : niet behorend tot deze groep = 1 : 1.

opdracht 14

1

P
geslachtscellen
 F_1

$A^r A^w$ × $A^r A^w$
 A^r of A^w A^r of A^w

	A^r	A^w
A^r	$A^r A^r$	$A^r A^w$
A^w	$A^r A^w$	$A^w A^w$

- Naar verwachting zullen ongeveer 28 planten paarse knolletjes hebben, ongeveer 14 planten zullen rode knolletjes hebben en ongeveer 14 planten zullen witte knolletjes hebben.
- In de nakomelingschap is de verhouding rode knolletjes : paarse knolletjes : witte knolletjes = 1 : 2 : 1.

opdracht 15

- De genotypen van de ouderplanten zijn Gg en gg.
- Uit deze gegevens kun je niet afleiden welk allel dominant is.
- De genotypen van de ouderplanten zijn Aa en Aa.
- Het allel voor rode bloemkleur is dominant.
- Bij erwtenplanten kunnen uit twee roodbloemige ouderplanten witbloemige nakomelingen worden verkregen. Dit kan alleen als beide ouderplanten heterozygoot zijn (Aa). De witbloemige nakomeling is dan homozygoot recessief voor de bloemkleur (aa).
- Bij erwtenplanten kunnen uit twee witbloemige ouderplanten geen roodbloemige nakomelingen worden verkregen. De witbloemige ouderplanten zijn beide homozygoot recessief (aa).
- Uit deze gegevens kan niet betrouwbaar worden afgeleid wat het genotype van de ouders is. (Het aantal nakomelingen is te klein.)

opdracht 16

- P: $B? \times bb$
Indien het dier homozygoot is dan zijn alle nakomelingen van de F_1 zwart.
Indien het dier heterozygoot is dan is de helft van de nakomelingen in de F_1 zwart en de andere helft van de dieren bruin.
- Bij recessief overervende ziekten.
- Met een foutpercentage van 12,5%.

- Foutpercentage testkruising = $0,5^n \times 100\%$, waarbij n het aantal nakomelingen is. Het foutpercentage bij 10 nakomelingen is dan $0,5^{10} \times 100\% = 0,1\%$.
- In het geval dat bij die ene nakomeling het recessieve allel tot uiting komt in het fenotype. In dit geval kun je met zekerheid zeggen dat de ouder heterozygoot is voor dit allelenpaar.

opdracht 17

- De patiënt is nummer 1 en deze is heterozygoot.
- Persoon 1: Hh;
persoon 2: hh;
persoon 3: hh;
persoon 4: Hh;
persoon 5: hh;
persoon 6: Hh;
persoon 7: Hh.
- $\frac{1}{2}$ of 50%.
- De personen II-1, II-3 en III-3 zullen in de toekomst de symptomen van de ziekte kunnen krijgen.
- Uit het antwoord moet blijken dat:
 - er tot voor kort geen negatieve selectie kon zijn omdat de ziekte zich pas openbaart als de patiënt al kinderen heeft / omdat patiënten in de vruchtbare leeftijd gezond zijn en (gemiddeld) evenveel kinderen krijgen als andere mensen;
 - mensen met het afwijkende huntingtine-allel die dat weten door DNA-onderzoek, kunnen besluiten om geen kinderen te krijgen / mensen met de ziekte in de familie kunnen (op basis van een erfelijkheidsonderzoek) besluiten om geboortebeperving toe te passen.

opdracht 18

- De ouders 4 en 5 met gelijk fenotype (geзд) krijgen een kind met een afwijkend fenotype (taaislijmziekte). Dit is alleen mogelijk als beide ouders (4 en 5) heterozygoot zijn (Aa) en deze nakomeling (6) homozygoot recessief (aa) is.
- De personen 1 en 6 zijn homozygoot recessief.
- Het genotype van persoon 3 is Aa.
- Van de personen 2 en 7 kun je niet met zekerheid het genotype vaststellen. (Het genotype kan AA of Aa zijn.)

5 Geslachtschromosomen

opdracht 19

- Zowel in lichaamscellen als in geslachtscellen komen geslachtschromosomen voor.
- Bij een man zijn in delende lichaamscellen een X-chromosoom en een Y-chromosoom te zien, bij een vrouw twee X-chromosomen.
- Cel 1 is afkomstig van een vrouw en cel 2 van een man. Bij cel 2 bestaat een van de chromosomenparen uit twee ongelijke chromosomen (XY). In cel 1 bestaat dit chromosomenpaar uit twee gelijke chromosomen (XX).

- Het geslacht van een mens komt vast te liggen op het moment van bevruchting. Het geslacht wordt door de zaadcel bepaald.
- Het X-chromosoom van een jongen is afkomstig van zijn moeder.
- Het karyotype in een formule van een mannetjeskonijn is [44, XY] en van een vrouwtjeskonijn [44, XX].

opdracht 20

- De kern van een pootcel van een koningin bevat 32 chromosomen. De kern van een pootcel van een dar bevat 16 chromosomen.
- De kern van een eikel van een koningin bevat 16 chromosomen. De kern van een zaadcel van een dar bevat ook 16 chromosomen.
- Een dar heeft één geslachtschromosoom in elke lichaamcel.
- Bij bijen komt geen Y-chromosoom voor.
- De verschillen tussen een werkbij en een koningin zijn modificaties. Deze verschillen worden veroorzaakt door verschillen in voeding (milieufactoren).

opdracht 21

- De cellen 1, 2, 4, 5, 7 en 8 zijn geslachtscellen.
- De cellen 3, 6, 9, 10 en 11 bevatten elk een paar geslachtschromosomen.
- De kinderen R en S vormen een eenzijdige tweeling.
- Uit de gegevens is niet met zekerheid het geslacht van kind P vast te stellen. Het geslacht van kind S is wel vast te stellen (een jongen).
- Cel 4: X;
cel 5: X;
cel 6: XX.
- Cel 7: Y;
cel 8: X;
cel 9: XY;
cel 10: XY;
cel 11: XY.

opdracht 22

- Hun dochters zullen hypertrichose hebben, hun zonen niet. Deze fenotypen komen voor in de verhouding 1:1.

	X^h	X^h
X^H	$X^H X^h$	$X^H X^h$
Y	$X^h Y$	$X^h Y$

- Zowel bij dochters als bij zonen is er 50% kans op hypertrichose in het fenotype.

	X^H	X^h
X^h	$X^H X^h$	$X^h X^h$
Y	$X^H Y$	$X^h Y$

- Je kunt niet afleiden dat het meisje een kind is van het koppel in vraag 1 of 2. Het meisje kan zowel een kind zijn van het koppel van vraag 1 als van het koppel van vraag 2, want zowel bij het koppel van vraag 1 als bij het koppel van vraag 2 is er kans op het krijgen van dochters met hypertrichose.

De broers kunnen alleen kinderen zijn van het koppel van vraag 2, want alleen bij het koppel van vraag 2 is er kans op het krijgen van zonen met hypertrichose.

opdracht 23

- De genotypen van de ouders bij deze reciproke kruising zijn $X^A X^a$ en $X^A Y$.

P	$X^A X^a$	×	$X^A Y$
geslachtscellen	X^a		X^A of Y
F_1	$X^A X^a$	en	$X^a Y$
	$X^A X^a$	×	$X^a Y$
geslachtscellen	X^A of X^a		X^a of Y
F_2			

	X^A	X^a
X^a	$X^A X^a$	$X^a X^a$
Y	$X^A Y$	$X^a Y$

- In de F_1 komen de volgende fenotypen voor: roodogige vrouwtjes : witogige mannetjes = 1 : 1.
- In de F_2 komen de volgende fenotypen voor: roodogige vrouwtjes : roodogige mannetjes : witogige vrouwtjes : witogige mannetjes = 1 : 1 : 1 : 1.
- In de F_1 is er verschil in oogkleur tussen de mannetjes en de vrouwtjes. In de F_2 komen beide oogkleuren bij mannetjes en vrouwtjes voor in dezelfde verhouding.

opdracht 24

1			
P	$X^K X^k$	×	$X^K Y$
geslachtscellen	X^K of X^k		X^K of Y
F_1			

	X^K	X^k
X^K	$X^K X^K$	$X^K X^k$
Y	$X^K Y$	$X^k Y$

- Als een dochter wordt geboren, is de kans dat het kind kleurenblind is 0%.
- Als een zoon wordt geboren, is de kans dat het kind kleurenblind is $\frac{1}{2}$ of 50%.
- Je kunt niet met zekerheid zeggen dat persoon 3 kleurenblind is, en ook niet dat persoon 4 kleurenblind is.
- Je kunt niet met zekerheid zeggen dat persoon 5 kleurenblind is, maar wel met zekerheid dat persoon 6 kleurenblind is.

- 6 De kans op kleurenblindheid is groter als het kind een jongetje is. De moeder van het kind is draagster, doordat ze het X-chromosoom van de kleurenblinde grootvader heeft overgeërfd. Een meisje erft altijd het X-chromosoom van haar kleurenziende vader over (0% kans op kleurenblindheid). Een jongetje erft het Y-chromosoom van zijn vader en één van de X-chromosomen van zijn moeder over (50% kans op kleurenblindheid).

6 Dihybride kruisingen

opdracht 25

- Onderlinge voortplanting van dieren in de F_1 wordt weergegeven door $AaBb \times AaBb$.
- Een koe in de F_1 kan vier typen eicellen produceren:
 - eicellen met de allelen A en B;
 - eicellen met de allelen A en b;
 - eicellen met de allelen a en B;
 - eicellen met de allelen a en b.
- Een stier in de F_1 kan vier typen zaadcellen produceren:
 - zaadcellen met de allelen A en B;
 - zaadcellen met de allelen A en b;
 - zaadcellen met de allelen a en B;
 - zaadcellen met de allelen a en b.

opdracht 26

Genotype	Fenotype	Kans dat een kalf in de F_2 dit genotype heeft
AABB	zwart, effen	1/16
AABb	zwart, effen	2/16
AAbb	zwart, gevlekt	1/16
AaBB	zwart, effen	2/16
AaBb	zwart, effen	4/16
Aabb	zwart, gevlekt	2/16
aaBB	rood, effen	1/16
aaBb	rood, effen	2/16
aabb	rood, gevlekt	1/16

opdracht 27

- In de F_2 zijn er vier verschillende fenotypen.
- De kans dat een kalf in de F_2 zwart effen is, is 9/16.
- De kans dat een kalf in de F_2 zwartbont is, is 3/16.
- De kans dat een kalf in de F_2 rood effen is, is 3/16.
- De kans dat een kalf in de F_2 roodbont is, is 1/16.
- De verhouding van fenotypen in de F_2 is 9 : 3 : 3 : 1.

opdracht 28

- 1
- | | | | |
|-----------------|----------|---|------------------|
| P | Aabb | × | AaBb |
| geslachtscellen | Ab of ab | | AB, Ab, aB of ab |
| F_1 | | | |

	AB	Ab	aB	ab
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

- In de F_1 kun je de volgende fenotypen verwachten: zwart, behaard – wit, behaard – zwart, skinny – wit, skinny.
- De verhouding tussen deze fenotypen zwart, behaard : wit, behaard : zwart, skinny : wit, skinny is 3 : 1 : 3 : 1.
- Naar verwachting zullen ongeveer 12 jongen het fenotype vertonen waarin beide dominante allelen tot uiting komen.
- Naar verwachting zullen ongeveer 4 jongen het fenotype vertonen waarin beide recessieve allelen tot uiting komen.

opdracht 29

- 1
- | | | | |
|-------|------|---|------|
| P | TTkk | × | ttKK |
| F_1 | TtKk | × | tTkK |
| F_2 | | | |

	TK	Tk	tK	tk
tk	TtKk	Ttkk	tTkk	ttkk

- Bij het kind van Allard kun je de volgende fenotypen verwachten: grote tanden en kleine kaken, grote tanden en grote kaken, kleine tanden en kleine kaken, kleine tanden en grote kaken.
- De verhouding tussen deze fenotypen is 1 : 1 : 1 : 1.
- De kans op engstand bij het kind van Allard is 25%.

opdracht 30

- Het allel voor beverde poten is dominant.
- De haan en de hen zijn homozygoot voor de kleur van de veren. Het kuiken is heterozygoot voor de kleur van de veren.
- | | | | |
|-----------------|------------------|---|------------------|
| P | A^wA^wBb | × | A^zA^zBb |
| geslachtscellen | A^wB of A^wb | | A^zB of A^zb |
| F_1 | | | |

	A^wB	A^wb
A^zB	A^zA^wBB	A^zA^wBb
A^zb	A^zA^wBb	A^zA^wbb

- In de F_1 kun je de volgende fenotypen verwachten: fijn gespikkeld met beverde poten : fijn gespikkeld met onbeverde poten is 3 : 1.

opdracht 31

- 1 De genotypen van de ouders zijn $aabb \times AaBb$.
- 2 Het genotype van het kind moet dan minstens een A en een B bevatten. Aangezien de moeder $aabb$ is, zal het genotype $AaBb$ moeten zijn.
- 3 Het allel A kan het kind alleen van de vader krijgen. De kans dat bij bevruchting de zaadcel dit allel bevat, is $\frac{1}{2}$ (of 50%).
- 4 Het allel B kan het kind ook alleen van de vader krijgen. De kans dat bij bevruchting de zaadcel dit allel bevat, is $\frac{1}{2}$ (of 50%).
- 5 De kans dat het kind hetzelfde genotype heeft als de vader is $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$.
- 6 Bij een eeneiige tweeling is de kans dat beide kinderen dezelfde haarkleur en haarvorm hebben als de vader $\frac{1}{4}$.
- 7 Bij een twee-eiige tweeling is de kans dat beide kinderen dezelfde haarkleur en haarvorm hebben als de vader $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$.

opdracht 32

- 1 De ouderplant is heterozygoot voor de zaadkleur.
- 2 De ouderplant is heterozygoot voor de zaadvorm.
- 3 Het allel voor gele zaden is dominant.
- 4 Het allel voor ronde zaden is dominant.
- 5 Het genotype van de ouderplant is $AaBb$.
- 6 De ouderplant heeft zich ontwikkeld uit een geel, rond zaad.

opdracht 33

- 1 Een leeuwenbekje met rode bloemen en een leeuwenbekje met witte bloemen zijn homozygoot voor de bloemkleur. Een leeuwenbekje met roze bloemen is heterozygoot voor de bloemkleur.
- 2 De genotypen van de ouderplanten zijn A^rA^wBb en A^rA^wbb .
- 3 De fenotypen van de ouderplanten zijn onregelmatige, roze bloemen en regelmatige, roze bloemen.

7 Speciale manieren van overerving

opdracht 34

- 1 Het genotype van de vrouw is $I^A I^B$, dat van de man ii .
- 2 Het kind kan de volgende genotypen hebben: $I^A i$ en $I^B i$.
- 3 De kans dat het kind dezelfde bloedgroep heeft als de vader is 0.
- 4 De kans dat het kind dezelfde bloedgroep heeft als de moeder is 0.

- 5 Iemand met bloedgroep AB heeft geen intermediair fenotype. De allelen A en B komen beide volledig tot uiting in het fenotype. Een intermediair fenotype is een mengvorm van twee allelen die beide onvolledig dominant zijn ten opzichte van elkaar en beide enigszins tot uiting komen in het fenotype.

opdracht 35

- 1 De genotypen van de ouders zijn $I^B i$ en $I^A i$.
- 2 Het is mogelijk dat het derde kind bloedgroep o (ii) heeft. (De kans hierop is 25%.)

opdracht 36

- 1 Speeksel aan een drinkglas kan een volledig DNA-profiel bevatten, omdat speeksel slijmvliescellen/wangcellen kan bevatten met (in de celkern) het complete DNA van een persoon.
- 2 Ontlasting is niet geschikt om het DNA-profiel van de dader te achterhalen, omdat ontlasting ook DNA van andere organismen (bacteriën) bevat dat moeilijk te onderscheiden is van (de restanten van) het eigen DNA (uit darmslijmvliescellen).
- 3 Ja. Elke zaadcel bevat wel slechts één allel voor een bepaalde locus, maar sperma bevat veel verschillende zaadcellen, waardoor in een spermaspoor toch telkens twee allelen per locus voorkomen.
- 4 Voor verdachte 1 is het spermaspoor ontlastend op grond van de loci $D13S317$, $D7S820$ en $D16S539$. In het DNA-profiel van verdachte 1 komen op alle drie de loci allelen voor die niet in het spermaspoor voorkomen.
- 5 Op basis van het DNA-profiel van afbeelding 62 is het mogelijk dat de twee verdachten vader en zoon zijn, omdat op alle drie de loci een allel voorkomt dat beide verdachten hebben.
- 6 De steekproef bestond uit 207 proefpersonen. Er worden telkens 414 allelen gevonden. Elke proefpersoon heeft 2 allelen per locus, waaruit je kunt afleiden dat de steekproef uit 207 personen bestond.
- 7 De kans dat deze willekeurige, niet-verwante voorbijganger voor de drie loci hetzelfde DNA-profiel heeft als de verdachte is: $0,101 \times 0,268 \times 2 \times 0,099 \times 0,283 \times 2 \times 0,077 \times 0,229 \times 2 = 1,07 \times 10^{-4}$. (Uitleg: bij het bekijken van de genetische informatie staan de allelen niet op volgorde. Daardoor geldt bijvoorbeeld dat $D16S539$ 9/12 ook 12/9 kan zijn. Dat betekent dat de kans op een willekeurige persoon die ook deze allelen heeft niet $0,101 \times 0,268$ is, maar een factor 2 groter. Dat geldt ook voor de andere twee allelenparen.)
- 8 Voorbeelden van een juiste oorzaak:
 - Er worden meer dan drie / ten minste tien loci onderzocht.
 - De mensen hoeven niet uit dezelfde (Amerikaanse) bevolkingsgroep te komen.
 - Er zijn meer repeats van deze loci dan die in de steekproef gevonden.

8 Moleculaire genetica

opdracht 37

- 1 Beide kanaries hebben als genotype Kk.
- 2 In de F_1 komen de genotypen Kk en kk voor. Het genotype KK is letaal en komt dus niet voor in de F_1 .
- 3 25% van de gelegde eieren komt niet uit.
- 4 In de F_2 komen de fenotypen kuifkanarie : kanarie zonder kuif in de verhouding 2 : 1 voor.

opdracht 38

- 1 Het genotype van het vrouwtje uit de P-generatie is
 $\frac{GN}{GN}$
- 2 Het genotype van het mannetje uit de P-generatie is
 $\frac{gn}{gn}$
- 3 Het genotype van het vrouwtje uit de F_1 -generatie is
 $\frac{GN}{gn}$
- 4 Bij vrouwtjes uit de F_1 komen de allelen G en N steeds samen in dezelfde eicel voor, evenals de allelen g en n.
- 5 Het mannetje uit de F_1 maakt zaadcellen met het genotype $\frac{gn}{gn}$.
- 6 In de F_2 komen de volgende genotypen voor: $\frac{GN}{gn}$ $\frac{gn}{gn}$
- 7 In de F_2 komen de volgende fenotypen voor: grijze vliegen met normale vleugels : zwarte vliegen met vleugelstompjes = 1 : 1.

opdracht 39

- 1

P	BBDD	×	bbdd
geslachtscellen	BD		bd
F_1	BbDd		
	BbDd	×	BbDd
geslachtscellen	BD, Bd, bD, bd en BD, Bd, bD, bd		
F_2			

	BD	Bd	bD	bd
BD	BBDD	BBDD	BbDD	BbDD
Bd	BBDD	BBdd	BbDd	Bbdd
bD	BbDD	BbDd	bbDD	bbDd
bd	BbDd	Bbdd	bbDd	bbdd

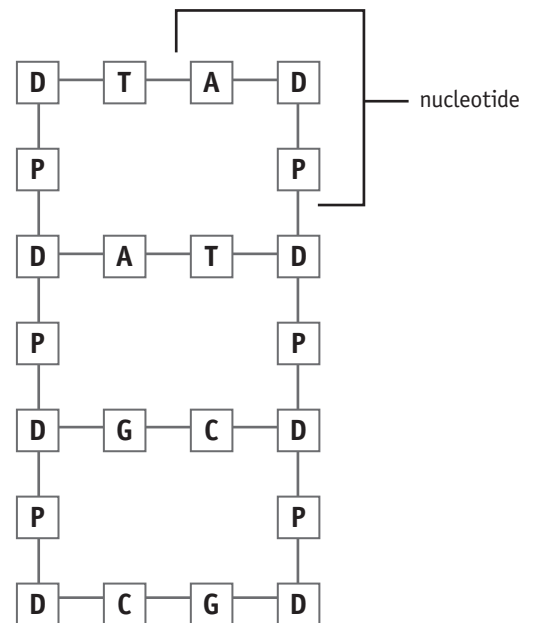
- 2 De fenotypen zwart, bruin, blauw en lilac komen voor in de verhouding 9 : 3 : 3 : 1.

opdracht 40

- 1 Nee.
- 2 Ja, ja.
- 3 Zoon Q: kans is 32%, dochter R: kans is 10%. Bij beiden is de kans op het mutantgen (via mitochondriën in de eicel) 100%. Vermenigvuldigd met de kans op de ziekte is dat 32% (Q) of 10% (R).

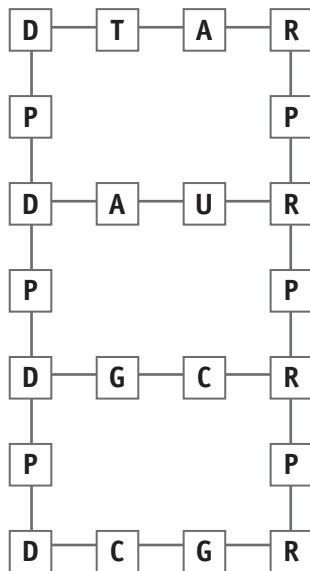
opdracht 41

- 1 De informatie voor erfelijke eigenschappen is vastgelegd in de specifieke volgorde waarin de stikstofbasen voorkomen in een DNA-molecuul.
- 2 In een DNA-molecuul vormt adenine (A) steeds een vast paar met thymine (T) en cytosine (C) steeds met guanine (G).
- 3 De template-streng in afbeelding 70 is blauw (en wordt afgelezen door mRNA).
- 4



- 5 Langs de *template-streng* van het DNA van een *ingeschakeld allel* kan een mRNA-molecuul worden gevormd. Het mRNA bevat een afschrift van de informatie uit dit deel van het DNA-molecuul. Wanneer het allel geheel is afgelezen, raakt het mRNA-molecuul los van de template-streng. Via de poriën in het *kernmembraan* komt het mRNA nu in het *cytoplasma* terecht. *Ribosomen* in het cytoplasma vertalen de mRNA-code in een specifieke *aminozuurvolgorde*, met een specifiek *eiwit* als gevolg.
- 6
 - Een DNA-molecuul bestaat uit twee nucleotideketens en een mRNA-molecuul uit één nucleotideketen.
 - De nucleotiden van een DNA-molecuul bevatten desoxyribose (D) en die van een mRNA-molecuul ribose (R).
 - De nucleotiden van een mRNA-molecuul bevatten uracil in plaats van het thymine in een DNA-molecuul.
 - mRNA-moleculen zijn kleiner dan DNA-moleculen (RNA-moleculen worden langs delen van DNA-moleculen gevormd).

7



- 4 De cel is groen. Dat betekent dat alleen in gezond weefsel het gen aanstaat. Waarschijnlijk zal dit gen betrokken zijn bij de remming van de celdeling, omdat in gezond weefsel de celdeling wordt geremd en in tumorweefsel niet (of veel minder). Het DNA uit de groene cellen zal daarom waarschijnlijk afkomstig zijn van tumorsuppressor-genen die de celdeling remmen.
- 5 Met DNA-microarray wordt zichtbaar welke genen alleen actief zijn in tumorweefsel (de rood oplichtende cellen). Er wordt ook zichtbaar welke genen zijn uitgeschakeld in tumorweefsel (de groen oplichtende cellen).

9 Mutaties

opdracht 42

- 1 Ja, Ahmad behoort tot de groep mensen die gemiddeld meer geluk ervaren in hun leven, want Ahmad is homozygoot voor het 5-HTTLPR-gen en bezit daardoor twee kopieën van de lange variant van dit gen.
- 2 Alle vier de cellen bevatten de DNA-code voor b.
- 3 Alleen in cel P wordt het DNA met de code voor serotonine afgelezen door mRNA.
- 4 Ja, in cel S van Ahmad wordt het DNA met de code voor b afgelezen door mRNA, want cel S is een eiwit T-producerende cel. Door het aflezen van de code voor b door mRNA wordt eiwit T geproduceerd. Dit is het eiwit dat serotonine kan transporteren.
- 5 Ja, het mRNA met de gecodeerde vorm van X^r wordt door de ribosomen vertaald naar een eiwit, want bij een schildpadkat komen de rode vlekken tot uiting in het fenotype. Alleen in cel Q vindt deze productie plaats.
- 6 Ja, het mRNA met de gecodeerde vorm van X^z wordt door de ribosomen vertaald naar een eiwit, want bij een schildpadkat komen de zwarte vlekken tot uiting in het fenotype. Alleen in cel Q vindt deze productie plaats.

opdracht 43

- 1 Nee, het DNA dat aan de basis staat van de rimpelige huid van de Sharpei behoort niet tot het genotype van dit dier. Dit DNA is niet-coderend en behoort daardoor niet tot het genotype.
- 2 Ja, het DNA dat aan de basis staat van de rimpelige huid van de Sharpei behoort wel tot het genoom van dit dier. Dit DNA is niet-coderend en behoort daardoor tot het genoom.
- 3 De cel is rood. Dat betekent dat alleen in tumorweefsel het gen aanstaat en in gezond weefsel niet. Waarschijnlijk zal dit gen betrokken zijn bij het stimuleren van de celdeling, omdat bij kankerpatiënten sprake is van ongeremde celdeling in tumorweefsel. Het DNA uit de rode cellen zal daarom waarschijnlijk afkomstig zijn van oncogenen die de celdeling stimuleren.

opdracht 44

- 1 De groep wildtypeschimmels zonder mutaties voor de synthese van arginine.
- 2 Mutant 1: mutatie in gen C.
Mutant 2: mutatie in gen B.
Mutant 3: mutatie in gen A.
- 3 Alleen in mutant 3 kan in ieder geval niet meer dan in één van de genen A, B en C een mutatie tot uiting zijn gekomen in het fenotype, omdat mutant 3 op een voedingsbodem met ornithine, arginine kan produceren. Daarvoor zijn ook de enzymen B en C vereist. In het DNA van de genen B en C zijn daarom geen mutaties tot uiting gekomen in het fenotype. In mutant 2 kan naast de mutatie in gen B ook een mutatie in gen A tot uiting zijn gekomen in het fenotype. In mutant 1 kunnen naast een mutatie in gen C ook een mutatie in gen A of B of in beide genen tot uiting zijn gekomen in het fenotype.

opdracht 45

- 1 Drie redenen waardoor de mutatie van het SETBP1-gen bij Schinzel-Giedion-patiënten wel een grote uitwerking heeft, zijn:
 - De mutatie vindt plaats in een geslachtscel en komt daardoor in alle lichaamscellen terecht.
 - De mutatie leidt tot een veranderd SETBP1-eiwit.
 - Het gemuteerde allel waardoor het syndroom ontstaat, is dominant.
- 2 Nee, deze verschillen in het DNA zijn niet allemaal zichtbaar in het fenotype.
- 3 Waar normaal een T (thymine) zit, is bij Schinzel-Giedion-patiënten een C (cytosine) ingebouwd.
- 4 Als gevolg van de mutatie in het DNA van Schinzel-Giedion-patiënten wordt bij deze patiënten een ander aminozuur in het eiwit gebouwd. Bij deze patiënten verandert de DNA-code CTA in CCA. In plaats van het aminozuur leucine, wordt daardoor het aminozuur proline in het eiwit gebouwd. Daardoor verandert het eiwit.

- 5 Ja, bij een Schinzel-Giedion-patiënt komt de mutatie tot uiting in het fenotype, want de mutatie leidt tot de vorming van een ander SETBP1-eiwit met het Schinzel-Giedion-syndroom tot gevolg.
- 6 Door één verandering in het DNA-molecuul van een geslachtscel zullen alle lichaamscellen van een Schinzel-Giedion-patiënt het gemuteerde gen bevatten. Tijdens de embryonale ontwikkeling heeft de mutatie gevolgen voor de aanleg van organen. Door genexpressie in bepaalde lichaamscellen zullen uiteindelijk andere SETBP1-eiwitten worden gemaakt, met bijvoorbeeld botafwijkingen, hartproblemen en een veel lagere levensverwachting voor het organisme tot gevolg.

Diagnostische toets

DOELSTELLING 1

- 1 Ja.
- 2 Nee, een geslachtscel (zaadcel) bevat de helft van het aantal allelen van een lichaamscel (zenuwcel).
- 3 Ja, want het is een verandering van het fenotype die wordt veroorzaakt door milieufactoren. Voedsel is een milieufactor.
- 4 Nee, het verschil wordt veroorzaakt door erfelijke factoren (verschil in genotype).
- 5 De lengte, want het onderling verschil in lengte is bij eenige tweelingen zeer klein, zelfs als ze gescheiden werden grootgebracht. De invloed van het milieu is dus klein.
- 6 Alleen de groepen I en II.

DOELSTELLING 2

- 1 Ja, want er vinden wijzigingen in de genexpressie plaats die worden veroorzaakt door bijvoeding en niet door wijzigingen in de DNA-sequentie.
- 2 Ja, want hetzelfde gen is bij beide muizen aanwezig.
- 3 Nee, want bij de moedermuis is het agouti-gen ingeschakeld en bij de bruine muis is het agouti-gen uitgeschakeld.
- 4 Ja.
- 5 Nee.

DOELSTELLING 3

- 1 Onjuist.
- 2 Juist.
- 3 Juist.
- 4 Onjuist.
- 5 Onjuist.
- 6 Juist.
- 7 Juist.
- 8 Onjuist.
- 9 Juist.
- 10 Juist.

DOELSTELLING 4

1	P	AA	×	aa
	geslachtscellen	A		a
	F ₁		Aa	
	geslachtscellen	Aa	×	Aa
	F ₂	A of a		A of a

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

- 2 AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1.
- 3 Brede bladeren : smalle bladeren = 3 : 1.

DOELSTELLING 5

- 1 B. (Het genotype van de zwarte ouder was AA en dat van de witte ouder aa. In de F_2 komen de genotypen in de volgende verhoudingen voor: AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1.)
- 2 A. (Beide allelen kunnen dominant zijn.)
- 3 C. (Uit de kruising $3 \times 4 \rightarrow 8$ blijkt dat het allel voor doofheid recessief is. De honden 3 en 4 zijn zeker heterozygoot. Ook de honden 9 en 10 zijn zeker heterozygoot, want zij hebben het recessieve allel van hun vader geërfd. Verder is hond 2 heterozygoot.)
- 4 A. (Indien haar zoon type 1 heeft, heeft hij de twee 'gezonde' of de twee afwijkende allelen van zijn vader geërfd. Wanneer hij type 2 heeft, heeft hij het chromosoom met één afwijkend allel van zijn vader geërfd. In elk van deze drie gevallen kan de vader wel of niet α -thalassemie hebben, omdat zijn tegenoverliggende allelen niet bekend zijn.)
- 5 D. (Testkruising: $A? \times aa$. Bij een nakomelingschap van 50% geel en 50% wit is de gele ouderplant heterozygoot voor de gele bloemkleur. $P Aa \times aa$ geeft F_1 van 50% Aa = geel en 50% aa = wit.)
- 6 B. (De palimo paarden hebben een intermediair fenotype. De helft van de nakomelingen uit een kruising van twee palimo paarden $A^{crem}A^{chest} \times A^{crem}A^{chest}$ heeft weer het fenotype van de ouders.)

DOELSTELLING 6

- 1 Cel 1: lichaamscel mannetje;
cel 2: lichaamscel vrouwtje;
cel 3: geslachtscel mannetje;
cel 4: geslachtscel vrouwtje.
- 2 Een levercel is een lichaamscel en bevat daardoor 44 autosomen of 22 paren autosomen.
- 3 Nee. De chromosomen van cel 3 kunnen niet afkomstig zijn van een zygote, want de cel bevat geen chromosomenparen.
- 4 Een zaadcel bepaalt het geslacht van een mens. (Een zaadcel kan een X-chromosoom of een Y-chromosoom bevatten, een eicel kan alleen maar een X-chromosoom bevatten.)
- 5 Het X-chromosoom moet afkomstig zijn van de moeder, omdat het Y-chromosoom afkomstig is van de vader.
- 6 Het karyotype van een hengst in een formule is [32, XY].

DOELSTELLING 7

- 1 B. (Het allel voor ADS kan bij haar overgrootvader voorkomen en via haar beide grootouders (nummers 4 en 5) en beide ouders (nummers 7 en 8) in Calliope terecht komen zodat Calliope homozygoot is voor het recessieve allel (en de afwijking zich openbaart). Het allel voor AOS kan niet bij haar overgrootvader hebben bestaan. Het afwijkende X-chromosomale allel zou bij haar overgrootvader tot onvruchtbaarheid hebben geleid, waardoor haar grootouders niet geboren zouden zijn (en Calliope dus niet zou bestaan.)

- 2 C. (Een dochter erft het X-chromosoom met het dominante allel van haar vader over. Een zoon erft het Y-chromosoom van zijn vader; hij kan het allel voor kleurenblindheid van zijn moeder overerven.)
- 3 A. (Persoon 8 is niet kleurenblind en heeft dus als genotype X^kY . Dochter 9 erft het dominante allel X^k van haar vader.)
- 4 B.

DOELSTELLING 8

- 1

P	RRGG	\times	rrgg
geslachtscellen	RG		rg
F_1			RrGg
	RrGg	\times	RrGg
geslachtscellen	RG, Rg, rG, rg		en RG, Rg, rG, rg
F_2			

	RG	Rg	rG	rg
RG	RRGG	RRGg	RrGG	RrGg
Rg	RRGg	RRgg	RrGg	Rrgg
rG	RrGG	RrGg	rrGG	rrGg
rg	RrGg	Rrgg	rrGg	rrgg

- 2 Ongeveer 3/16 van de 1597 nakomelingen = ongeveer 300 tomatenplanten zullen tomaten dragen met geel vruchtvlees en een gladde vruchthuid.

DOELSTELLING 9

- 1 A. (Voor elk van de allelen is de kans $\frac{1}{2}$.)
- 2 B. (Het genotype van beide ouders is AaBb. In de F_2 is de verhouding van fenotypen: donker ruwharig : donker gladharig : licht ruwharig : licht gladharig = 9 : 3 : 3 : 1.)
- 3 B. (De genotypen van de ouders zijn $RR A^b A^b$ en $rr A^w A^w$. Onderlinge voortplanting van dieren in de F_1 wordt weergegeven als $Rr A^b A^w \times Rr A^b A^w$. In de F_2 is de kans op donkere ogen $\frac{3}{4}$ en de kans op een gele vacht $\frac{1}{2}$.)
- 4 B.

DOELSTELLING 10

- 1 E.
- 2 C. (Elk van de ouders kan $2^3 = 8$ verschillende gameten produceren, bijvoorbeeld de vader: $15/16/19 - 15/16/24 - 15/18/19 - 15/18/24 - 18/16/19 - 18/16/26 - 18/18/19 - 18/18/24$. $8 \times 8 = 64$ verschillende genotypen in de F_1 . Bij elk van deze 64 verschillende mogelijkheden een kans van $1/64$ dat het tweede kind gelijk is.)
- 3 B. (Het kind erft van beide ouders een allel. Alleen bij het haplotype A 3,24 / B 7,18 / DR 10,80 is dit het geval.)

- 4 D. (De genen A, B en DR zijn gekoppeld. Beide ouders zijn heterozygoot en kunnen elk twee verschillende haplotypen doorgeven aan hun kind. De kans dat een kind haplotype A 9,24 / B 8,18 / DR 10,80 heeft is dan $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$.)
- 5 C. (Appaloosapaarden kunnen niet homozygoot zijn voor gen A. Twee appaloosapaarden (Aa) die met elkaar paren, hebben dan een kans van $\frac{1}{3}$ op het genotype aa. Het genotype AA komt niet voor in de nakomelingschap.)
- 6 C. (De F_1 bestaat uit Ee_1 , Ee_2 en ee . EE komt door de temperatuur niet tot ontwikkeling. De dieren uit de F_1 paren onderling. Stel het aantal nakomeling per paring steeds op vier. Dit levert de volgende F_2 op:
- $Ee_1 \times Ee_1$: EE , $2Ee$, ee ;
 - $Ee_1 \times Ee_2$: EE , $2Ee$, ee ;
 - $Ee_1 \times ee$: $2Ee$, $2ee$;
 - $Ee_2 \times Ee_2$: EE , $2Ee$, ee ;
 - $Ee_2 \times ee$: $2Ee$, $2ee$;
 - $ee \times Ee_1$: $2Ee$, $2ee$;
 - $ee \times Ee_2$: $2Ee$, $2ee$;
 - $ee \times ee$: $4ee$.
- Van deze eieren komen er vier (EE) niet uit.)
- 7 B.
- 8 D. (Het genotype van beide zwarte honden is $EeFf$.)
- 9 A.

DOELSTELLING 11

- 1 De basenvolgorde in de andere keten van het DNA-molecuul in dit deel is: G – C – A – T.
- 2 Vakje 2 geeft één nucleotide aan.
- 3 Van vier genen in tumorweefsel worden eiwitten gemaakt. (Dit is te zien aan de hoeveelheid mRNA-moleculen.)
- 4 Door de genen 1 en 2 wordt in gezond weefsel de informatie voor de synthese van een eiwitmolecuul overgebracht van de celkern naar de ribosomen.
- 5 Gen 3. (Dit gen kun je waarschijnlijk het meest duidelijk een borstkankergen noemen, want van dit gen is het meeste mRNA aanwezig, terwijl in gezond weefsel geen mRNA met gecodeerde informatie voor gen 3 aanwezig is.)
- 6 Van de genen 2 en 3 worden de meeste afschriften van nucleotidketens van een DNA-keten gemaakt, want van deze genen is het meeste RNA aangetoond.

- 7 Ja, mRNA bevat uracil afkomstig van het mRNA uit tumorweefsel.
- 8 Met de MammaPrint kan worden aangetoond of bepaalde borstkankergen nog actief zijn. Wanneer geen borstkankergen actief zijn, is vaak geen zware chemokuur meer nodig.

DOELSTELLING 12

- 1 B. (Enzym B kan niet meer worden gevormd, waardoor de druiven aan deze plant geel zijn.)
- 2 C. (Enzym A kan niet meer worden gevormd, waardoor de druiven aan deze plant kleurloos zijn.)
- 3 A. (Er is slechts een van de allelen van allelenpaar 2 gemuteerd. Deze mutatie is recessief. De mutatie komt dan niet tot uiting in het fenotype. Door het ongemuteerde allel van allelenpaar 2 kan nog werkzaam enzym B worden gevormd.)
- 4 A. (De mutatie in cel 1 zal slechts gevolgen hebben voor één cel, de mutatie in cel 2 voor meerdere cellen en de mutatie in cel 3 voor alle cellen van de wijnstokplant.)
- 5 E. (Een mutatie in niet-coderend DNA komt meestal niet tot uiting in het fenotype. Een mutatie die een ander aminozuur tot gevolg heeft, hoeft geen andere vorm of functie van een eiwit tot gevolg te hebben. Een mutatie die wel een andere vorm en functie van het eiwit tot gevolg heeft, heeft dan de meeste kans tot uiting te komen in het fenotype.)

Eindopdracht

opdracht 1

- 1 – Molecuulniveau: DNA.
– Celniveau: pigmentvormende cellen.
– Orgaanniveau: huid.
– Organismeniveau: witte leeuw.
– Populativeniveau: witte leeuwen zijn agressiever tegenover andere leeuwen dan geelbruine leeuwen.
– Niveau levensgemeenschap: een witte leeuw vangt minder prooidieren, doordat hij meer opvalt.
- 2 Zie onderstaande tabel.

	Thema
1 Door recombinatie ontstaan nieuwe combinaties van genen.	Voortplanting
2 Genen die voordeel opleveren, hebben meer kans om in de volgende generatie terug te komen.	Evolutie
3 Mensen met de lange variant van het 5-HTTLPR-gen ervaren gemiddeld meer geluk.	Gedrag
4 Bij vraat door rupsen zet een plant genen aan, waardoor lokstoffen worden geproduceerd. Deze lokstoffen lokken insecten die deze rupsen als prooidier hebben.	Ecologie
5 Eeneiige tweelingen kiezen vaker voor dezelfde etenswaren dan twee-eiige tweelingen.	Voeding
6 Je maximale zuurstofopname tijdens het sporten wordt voor een groot deel bepaald door genen.	Gaswisseling en uitscheiding

opdracht 2

- 1 Bij het gebruik van fluorescentie zullen alle cellen overleven. Er zal dus actief selectie van de transgene stamcellen moeten plaatsvinden (op grond van fluorescentie).

- 2 D.

- 3 B.

P Chimere muis BB-cellen
of AA-cellen × witte muis ww

geslachtscellen: BA × w

F₁ AwBw

F₂

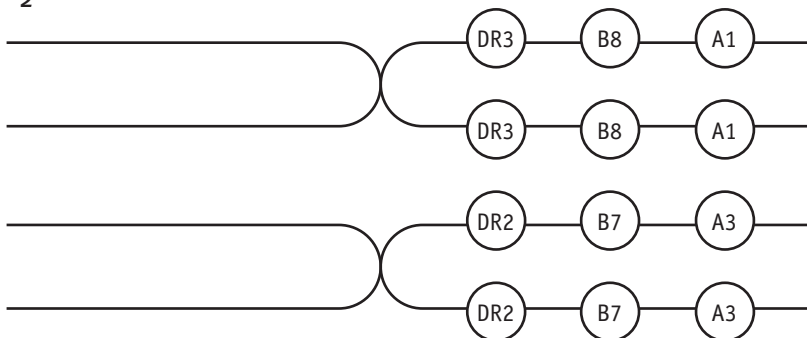
	B	w
B	BB	Bw
w	Bw	Bw

- 4 C. (Beide groepen zijn geschikt, omdat zowel een toename als afname van kanker informatie geeft over de betrokkenheid van het specifieke gen. Uitschakeling van een tumorsuppressor-gen zal toename van bepaalde vormen van kanker bij de mens tot gevolg kunnen hebben. Uitschakeling van een (proto-)oncogen zal afname van bepaalde vormen van kanker bij de mens tot gevolg kunnen hebben.)

opdracht 3

- 1 C.

- 2



De kinderen 1, 2 en 3 hebben het allel A1 van hun vader gekregen (moeder heeft dit allel niet). Tegelijk moeten ze ook voor de loci B en DR dezelfde allelen hebben gekregen van hun vader. Bij locus B is dat het allel B8 en bij locus DR is dat het allel DR3. Deze allelen zijn dus gekoppeld en liggen op hetzelfde chromosoom. De andere allelen van de vader (A3, B7 en DR2) liggen op het andere chromosoom. Volgens afbeelding 99 ligt locus DR het dichtst bij het centromeer en locus A het verst weg. De volgorde moet dus zijn: DR – B – A.

De chromosomen van een paar hebben dezelfde loci. De chromatiden van één chromosoom zijn identiek aan elkaar. Zie *BioData* blz. 84.

- 3 E.

Verrijkingsstof

1 Erfelijkheid in je familie

opdracht 1

Ter beoordeling aan je docent.

opdracht 2

- 1 Ter beoordeling aan je docent.
- 2 De genen voor bruine oogkleur, krullend haar, kleurenziendheid, rechtshandigheid, vrij oorlelletje en tongrollen zijn dominant.
- 3 Ter beoordeling aan je docent.

opdracht 3

Ter beoordeling aan je docent.

5

Evolutie

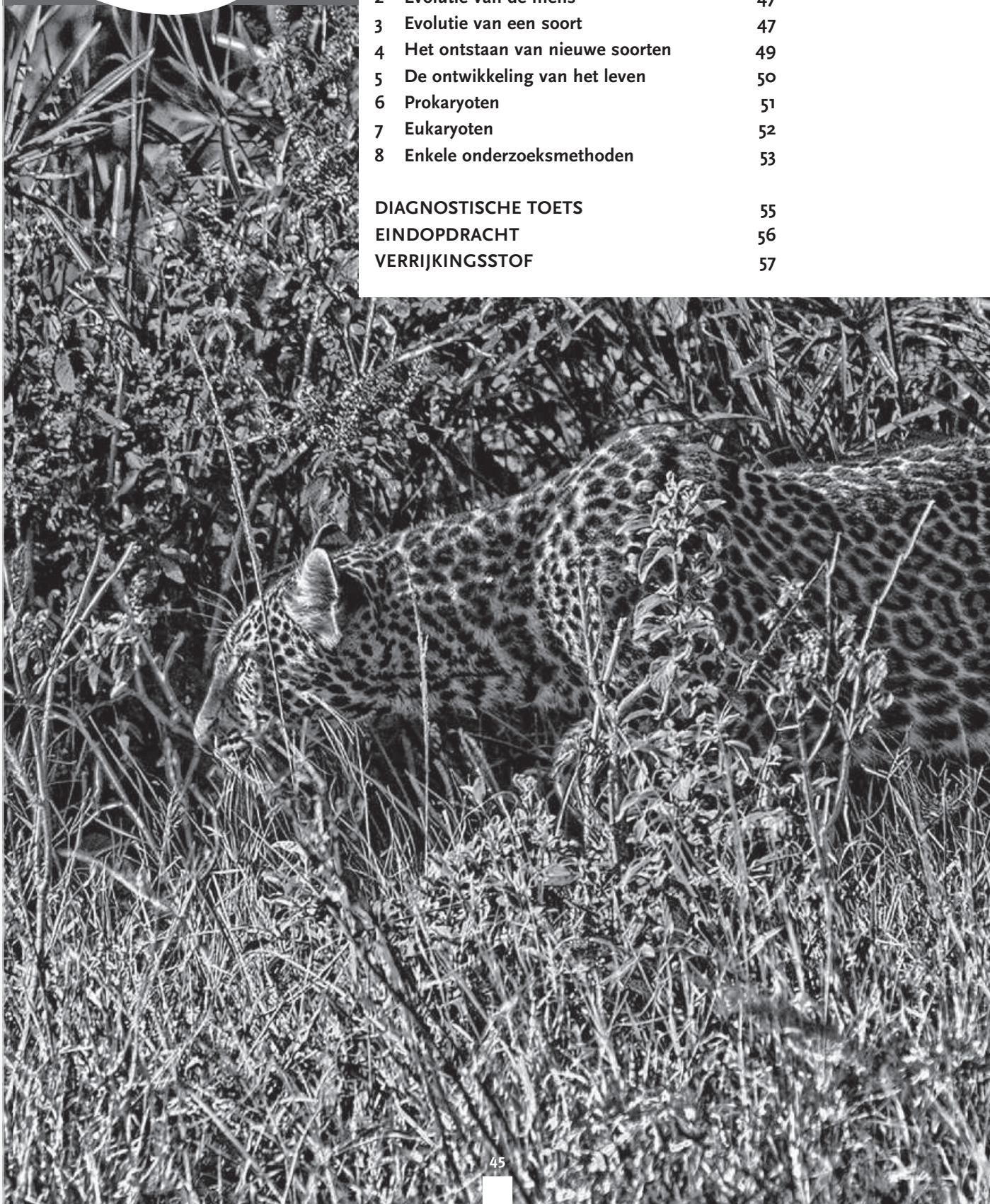
BASISSTOF

1	De evolutietheorie	46
2	Evolutie van de mens	47
3	Evolutie van een soort	47
4	Het ontstaan van nieuwe soorten	49
5	De ontwikkeling van het leven	50
6	Prokaryoten	51
7	Eukaryoten	52
8	Enkele onderzoeksmethoden	53

DIAGNOSTISCHE TOETS	55
---------------------	----

EINDOPDRACHT	56
--------------	----

VERRIJKINGSSTOF	57
-----------------	----

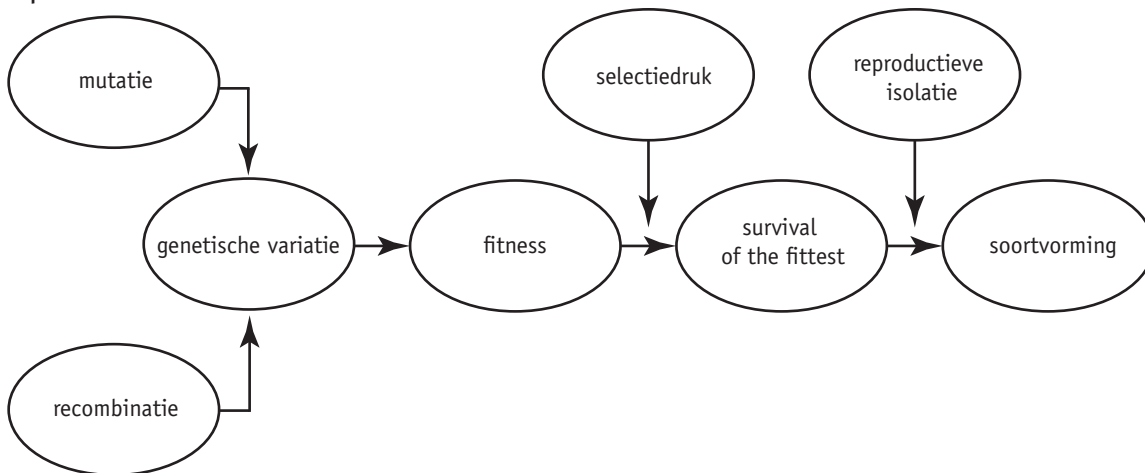


1 De evolutietheorie

opdracht 1

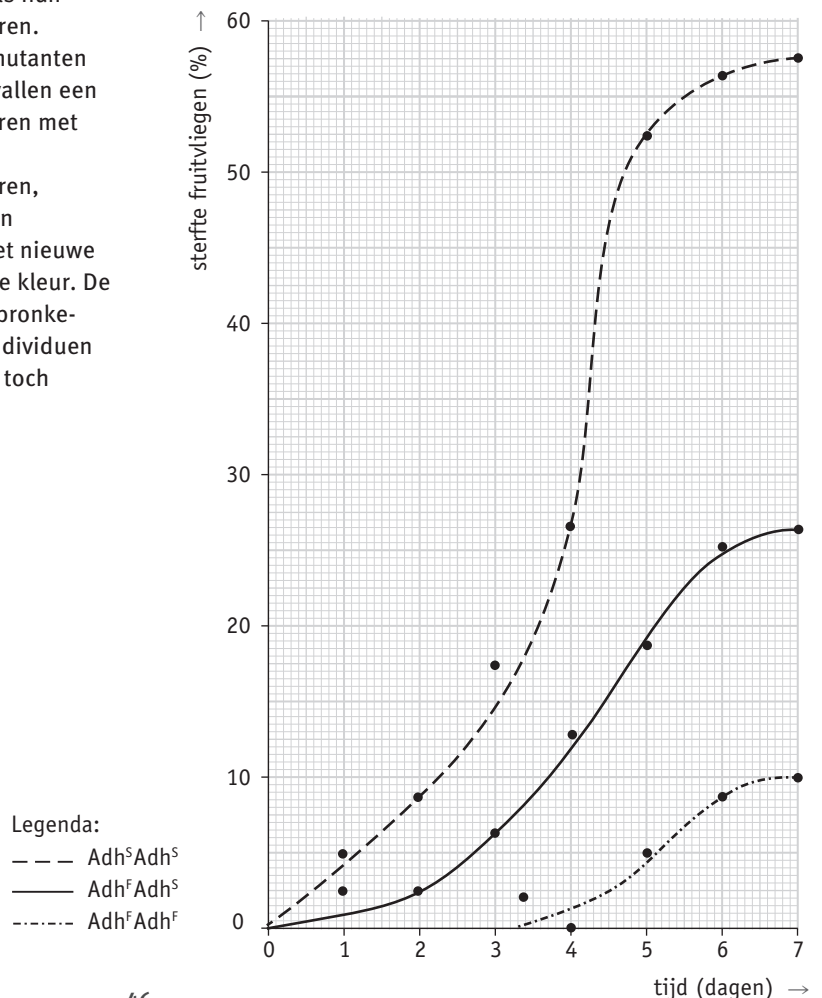
- 1 Evolutiemodel: model Z.
Polyfyliemodel: model Y.
Gescheiden creatiemodel: model X.
- 2 Modificaties.
- 3 Fitness is de mate waarin organismen zijn aangepast aan hun omgeving en in staat zijn om hun genen door te geven aan de volgende generaties.

4



- 5 De giraffe is meer veranderd in voedselkeuze dan de okapi. Okapi's eten voornamelijk gras, net als hun voorouders. Giraffen eten vooral boombladeren.
- 6 Als het milieu onveranderd blijft, zullen de mutanten met afwijkende kleuren doordat ze meer opvallen een kleinere overlevingskans hebben dan de dieren met schutkleur.
- 7 Wanneer de milieuomstandigheden veranderen, bestaat de kans dat enkele mutanten met een afwijkende kleur beter zijn aangepast aan het nieuwe milieu dan individuen met de oorspronkelijke kleur. De overlevingskans van individuen met de oorspronkelijke kleur kan zó klein worden dat al deze individuen sterven. Door de mutanten kan de soort dan toch blijven voortbestaan.

8 Een voorbeeld van een juist diagram is:



- 9 Een voorbeeld van een juiste uitleg is: $Adh^F Adh^F$ -vliegen vertonen minder sterfte op ethanol dan $Adh^F Adh^S$ -vliegen en deze weer minder dan $Adh^S Adh^S$ -vliegen. In rottend fruit ontstaat alcohol. Daardoor kunnen $Adh^F Adh^F$ -vliegen in de natuur beter op overrijp/rottend fruit overleven dan $Adh^F Adh^S$ -vliegen en deze beter dan $Adh^S Adh^S$ -vliegen. Daardoor zijn de overlevingskansen in de natuur verschillend voor vliegen die verschillen in het genotype voor alcohol-dehydrogenase.

2 Evolutie van de mens

opdracht 2

- Eerste primaten 50 m.jg;
- eerste mensapen 7 m.jg;
- eerste Hominidae 5 m.jg;
- de Laetoli-voetafdrukken 3,5 m.jg;
- Lucy 3,2 m.jg;
- het Taung-kind 3 m.jg;
- eerste en laatste *Australopithecus africanus* 3 m.jg en 2,4 m.jg;
- eerste stenen werktuigen 2,5 m.jg;
- de Turkana-jongens 1,6 m.jg;
- eerste *Homo sapiens* 0,2 m.jg;
- eerste *Homo sapiens* in Australië 0,04 m.jg;
- begin van onze jaartelling (= jaar 0) 0,002 m.jg.

opdracht 3

- 1 *Australopithecus afarensis* en *Homo erectus* liepen rechtop/hadden een bipede gang. Ze leefden in de savanne. Dat is een open gebied waarin je je snel moet kunnen voortbewegen in verband met roofdieren die snel zijn. Je kunt ze, als je rechtop loopt, eerder waarnemen.
- 2 Een gebogen voet is enigszins verend en kan daardoor tijdens het lopen krachten opvangen bij het neerkomen van de voet.
- 3 Zulke poten zijn goed aangepast aan het klimmen in bomen.
- 4 In een uur zitten 3600 seconden. Een snelheid van $1,0 \text{ m/s} = 3600 \times 1,0 = 3600 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/uur}$. Ze liepen dus langzamer dan een mens in wandeltempo.
- 5 *Australopithecus* had een grote vooruitstekende onderkaak met grote kiezen en sterke kauwspieren.
- 6 *Homo erectus* maakte gebruik van vuistbijlen om het voedsel kleiner te maken en vuur om het zachter te maken.
- 7 *Australopithecus* is uitgestorven en *Homo* niet.
- 8 Rechtop lopen → fontanellen → grotere hersenen.
 - Om rechtop te kunnen lopen moest het bekken smaller worden. Daardoor kon bij de bevalling het hoofd moeilijker door de bekkenopening.
 - Om het hoofd er toch doorheen te krijgen moest het flexibeler worden. Dat kon, dankzij de fontanellen.

- Door de aanwezigheid van fontanellen konden de hersenen na de geboorte nog een tijdje doorgroeien, dus konden de hersenen groter worden.
- 9 Het hoofd van een kind past moeilijk door een smaller bekken. Door *genetische variatie* waren er kinderen met een iets flexibeler hoofd. Deze kinderen waren door de *selectiedruk* van het smalle geboortekanaal in het voordeel. Zij hadden daardoor de grootste *fitness*. Hierdoor kwamen er steeds meer kinderen met een flexibeler hoofd (en werd dit hoofd steeds flexibeler). Dit is een *adaptatie* aan het smallere geboortekanaal. Doordat deze ontwikkeling steeds verder ging, zijn in het hoofd van een kind uiteindelijk fontanellen *geëvolueerd*.
 - 10 Als je rechtop loopt, heb je je handen vrij om gereedschap te gebruiken. Om gereedschap goed te kunnen gebruiken heb je enig inzicht nodig. Daarvoor zijn grotere hersenen belangrijk.

opdracht 4

- 1 –
- 2 In de skeletten kun je de verhouding tussen beenlengte en lichaamslengte bepalen. Als je de beenlengte weet, kun je dus nagaan hoe groot de lichaamslengte waarschijnlijk was.
- 3 Het verband tussen beenlengte en lichaamslengte kan bij mensen en *A. afarensis* anders zijn, bijvoorbeeld door een verschil in lenigheid. Afbeelding 13 is gebaseerd op bepaalde metingen aan fossiele skeletten. De wetenschappers die deze tabel hebben gemaakt kunnen van andere getallen uitgegaan zijn. De ondergrond was anders: een stevige vloer binnenshuis in tegenstelling tot een zachte, vochtige laag van vulkaanas.

3 Evolutie van een soort

opdracht 5

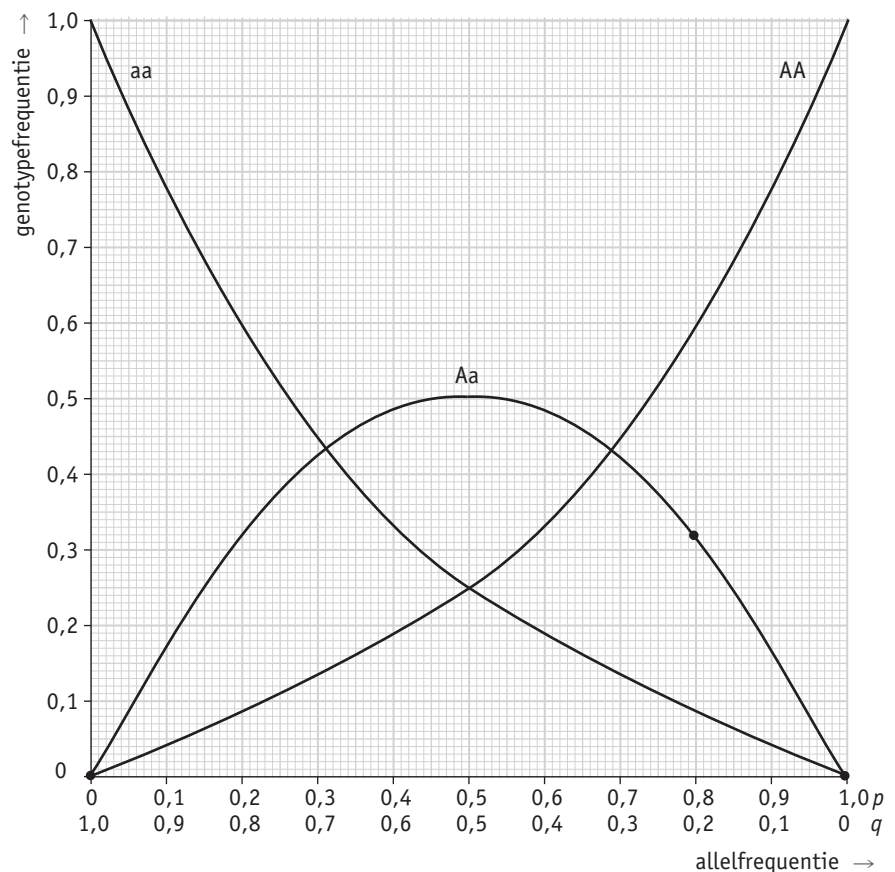
- 1 Een pony en een paard worden tot dezelfde soort gerekend, omdat er tussen deze paarden op natuurlijke wijze genen kunnen worden uitgewisseld. Beide paarden kunnen zich kruisen met paarden van tussenliggende grootte.
- 2 De konijnen op Texel en de konijnen op Vlieland vormen twee populaties, doordat ze zich niet onderling voortplanten.
- 3 Sommige taxonomen beschouwen de paardenbloem als één soort op grond van de anatomische en morfologische overeenkomsten. Andere taxonomen onderscheiden meer dan honderd verschillende microsoorten, omdat paardenbloemen zich alleen ongeslachtelijk kunnen voortplanten. Binnen één microsoort hebben alle paardenbloemen precies hetzelfde genotype. Elke paardenbloem kan geen

genen uitwisselen met paardenbloemen van andere microsoorten.

- 4 Bij het ordenen van fossiele organismen kan de systematicus niet meer nagaan of bepaalde organismen in staat waren zich onderling voort te planten. De systematicus zal zich vooral moeten baseren op de lichaamsbouw van fossiele organismen.
- 5 Een populatie bestaat uit een groep individuen van dezelfde soort die in een bepaald gebied leven en zich onderling voortplanten. De bevolking van Nederland kun je dus beschouwen als een populatie.
- 6 Door migratie trekken steeds meer mensen naar andere gebieden en dus naar andere populaties. Doordat individuen van de verschillende populaties samen nakomelingen krijgen, is er steeds meer sprake van gene flow.

opdracht 6

- 1 16% van de Midden-Europese bevolking is resusnegatief ($0,4 \times 0,4 = 0,16$).
- 2 36% van de Midden-Europese bevolking heeft genotype DD ($0,6 \times 0,6 = 0,36$). 48% van de Midden-Europese bevolking heeft genotype Dd ($2 \times 0,4 \times 0,6 = 0,48$).
- 3 Bij resusantagonisme heeft de moeder genotype dd. De vader kan genotype DD of Dd hebben.
- 4 Bij 5,76% van de zwangerschappen in Midden-Europa is een resusnegatieve vrouw zwanger van een kind, verwekt door een man die homozygoot resuspositief is ($0,16 \times 0,36 = 0,0576$).
- 5 Bij 7,68% van de zwangerschappen is een resusnegatieve vrouw zwanger van een kind, verwekt door een man met het genotype Dd ($0,16 \times 0,48 = 0,0768$).
- 6 Bij de helft van de in vraag 5 bedoelde zwangerschappen zal het kind resuspositief zijn.
- 7 Bij 9,6% van de zwangerschappen in Midden-Europa treedt resusantagonisme op ($5,76\% + (0,5 \times 7,68\%) = 9,6\%$).
- 8 0, 0,32 en 0.



- 9 Grafiek M.
- 10 Na één generatie 0,36. Na twee generaties 0,324.
- 11 Frequentie allel A is $(0,5 + 0,8) / 2 = 0,65$
en frequentie allel a is $(0,5 + 0,2) / 2 = 0,35$,
of: is $1 - 0,65 = 0,35$.
- 12 Genotype Aa is $2 \times 0,65 \times 0,35 = 0,455$.

opdracht 7

- 1 Als een donkere berkenspanner op een lichtgekleurde berkenstam zit, valt hij op voor dieren die hem willen eten, bijvoorbeeld vogels. Daardoor komt de lichte variant niet voor in een schone omgeving. Door de industriële revolutie kwam er veel roet op de berkenstammen die daardoor donker werden. Toen was de donkere variant in het voordeel, doordat hij minder opvallend was voor andere dieren.
- 2 In gebieden met sneeuw vallen donkere uilen meer op en hebben ze dus een kleinere kans prooidieren te vangen. Als er minder gebieden met sneeuw zijn, neemt hun kans dus toe.
- 3 Het percentage dieren met bruine veren was: 30%. De allelfrequentie was: $V_{0,30} = 0,547$.
Het percentage dieren met bruine veren is: 50%. De allelfrequentie is: $V_{0,5} = 0,707$.
De toename is: $0,707 - 0,547 = 0,16$.
De procentuele toename is: $0,16/0,55 \times 100\% = 29\%$.
- 4 Doordat heterozygoten beter bestand zijn tegen malaria hebben zij in malariagebieden een grotere kans om zich voort te planten en het allel voor sikkelcelanemie aan hun nakomelingen door te geven.
- 5 De ene vorm van selectiedruk is de kleinere overlevingskans door de aanwezigheid van het allel voor sikkelcelanemie. De andere vorm van selectiedruk is in bepaalde gebieden de infectie door een malariaparasiet.
- 6 In een gebied zonder malaria: een individu dat homozygoot is voor normale hemoglobine.
In een gebied met malaria: een heterozygoot.
- 7 Heterozygoten hebben een hogere weerstand tegen malaria.
De allelfrequentie voor Hb^S is 0,2. De allelfrequentie voor Hb^N is $1 - 0,2 = 0,8$.
Het percentage heterozygoten is $2 \times 0,8 \times 0,2 = 0,32 \times 100\% = 32\%$.
Het percentage homozygoot recessieven is $0,2^2 = 0,04 \times 100\% = 4\%$.
Slechts 96% wordt volwassen.
 $32/96 \times 100\% = 33,3\%$ van de volwassenen heeft een hogere weerstand tegen malaria.
- 8 Bij de bosuil (afbeelding 32) en de mens (afbeelding 33 en 34) is sprake van micro-evolutie. Bij de kolibrie en de bloem (afbeelding 35) is sprake van co-evolutie.
- 9 Voortplantingstechnieken worden gebruikt om mensen die op natuurlijke wijze niet zwanger kunnen worden, toch de kans te geven om zich voort te planten. Daardoor blijven de allelen die onvruchtbaarheid veroorzaken toch in de populatie aanwezig, terwijl ze anders zouden worden weggeselecteerd.
- 10 –

opdracht 8

- 1 Een recessief allel komt in een populatie meestal pas tot uiting in de nakomelingschap van twee individuen die beide heterozygoot zijn voor deze eigenschap. In een grote populatie is de kans klein dat twee individuen met hetzelfde recessieve allel zich onderling voortplanten. In een kleine populatie is deze kans

groter, onder andere doordat er gemakkelijker voortplanting tussen verwante individuen (intelt) optreedt.

- 2 Als er migratie van een deel van de populatie optreedt, is de nieuwe populatie kleiner. De kans is dan groter dat verwante individuen zich onderling voortplanten. Daardoor worden recessieve allelen gemakkelijker ontdekt.
- 3 Op eilanden zijn meestal kleinere populaties aanwezig dan op het vasteland. Daardoor ontstaan op eilanden sneller afwijkende vormen of nieuwe soorten dan op het vasteland.
- 4 Er zijn niet veel cheetahs en binnen de populaties cheetahs is de genetische variatie zeer klein.
- 5 Doordat de mannetjes uit verschillende delen van haar grote jachtgebied komen, is de kans op genetische variatie het grootst. De kans dat haar jongen overleven, wordt daardoor groter.
- 6 Het flessenhalseffect. De populatie waaruit de mens later is ontstaan, stierf bijna uit. Alleen de individuen die door mutaties de twee genen misten, bleven leven. Volgens de onderzoekers stammen alle mensen uiteindelijk van deze populatie af.
- 7 De oorspronkelijke groep die zich vestigde, was klein. Daarvan had 60% bloedgroep A. Dat kan afwijkend van de overige Duitsers zijn doordat het zo'n kleine groep was. Dat percentage is niet veranderd doordat er geen natuurlijke selectie optreedt met betrekking tot de bloedgroep en doordat er vrijwel alleen huwelijken binnen de groep plaatsvonden. Daardoor vond er ook geen genenuitwisseling met de overige Amerikanen plaats.
- 8 Het foundereffect.

4 Het ontstaan van nieuwe soorten

opdracht 9

- 1 Door geografische isolatie.
- 2 Door verschillen in gedrag.
- 3 Volgens de definitie is een soort de grootste verzameling van populaties waartussen een effectieve uitwisseling van genen plaatsvindt of plaats kan vinden. Bij veel nauw verwante soorten vindt onder natuurlijke omstandigheden geen uitwisseling van genen plaats. Maar individuen van beide soorten kunnen zich, onder bepaalde omstandigheden, soms onderling voortplanten (bijvoorbeeld een leeuw en een tijger in een dierentuin). Een effectieve uitwisseling van genen blijkt dan toch mogelijk te zijn.
- 4 Doordat er geen rechtstreekse uitwisseling van genen mogelijk is, lijken het twee verschillende soorten te zijn. Doordat er indirect wel uitwisseling is van genen tussen de twee soorten zou je toch kunnen spreken van één soort. Men noemt dit verschijnsel een *ringsoort*.

- 5 De probleemstelling van het experiment is: Ontstaan er tussen hagedissenpopulaties ten gevolge van reproductieve isolatie (in relatief korte tijd) aanpassingen aan veranderde milieuomstandigheden?
- 6 Waarschijnlijk zullen de hagedissen na afloop van het experiment nog tot dezelfde soort behoren. Veertien jaar is een veel te korte tijd om het vermogen tot uitwisseling van genen te verliezen.
- 7 Het experiment ondersteunt Darwins theorie over het ontstaan van de verschillende soorten darwinvinken, doordat blijkt dat kleine groepen hagedissen van één soort, die geïsoleerd van elkaar leven in verschillende milieus, zich (vrij snel) aanpassen aan hun leefomgeving.

opdracht 10

- 1 Eiland P komt overeen met letter d.
Eiland Q komt overeen met letter c.
Eiland R komt overeen met letter b.
Eiland S komt overeen met letter a.
- 2 Op eiland P.
- 3 De veronderstelling van MacArthur en Wilson dat er op een eiland, afhankelijk van de grootte van het eiland en de afstand tot het vasteland, een bepaald aantal soorten kan leven, is juist. Er is dan sprake van evenwicht.
Uit het feit dat er andere soorten voorkomen dan voorheen, blijkt dat ze er door immigratie zijn gekomen.
- 4 De eilandtheorie geeft een model voor de vestiging van soorten organismen op eilanden. Als soorten zich op een eiland hebben gevestigd, kunnen ze zich daar verder ontwikkelen, gescheiden van hun soortgenoten op het vasteland of op andere eilanden, zoals in het verleden op de Galapagoseilanden.
- 5 Zoet water bestaat uit veel rivieren, beken, meren en poelen die van elkaar zijn gescheiden. Daardoor kunnen populaties gemakkelijker aparte soorten vormen dan in zeeën en oceanen waar de kans op gene flow veel groter is.
- 6 Dieren zijn heterotroof. Ze hebben planten als voedsel nodig, of ze eten dieren die planten gegeten hebben. In het begin zijn er te weinig planten om als voedsel te dienen voor dieren.
- 7 Vogels, vleermuizen en de meeste geleedpotigen (insecten) kunnen vliegen. Zij hebben dus een grotere kans om toevallig door de wind naar Krakatau te worden gevoerd.
- 8 De overige dieren zijn daar waarschijnlijk terechtgekomen op drijvende boomstammen en dergelijke. Een andere mogelijkheid is met de schepen waarmee de biologen het eiland bezochten (vooral ratten).
- 9 De kans op de aanwezigheid van zoogdiersoorten is klein. Dat betekent dat er minder concurrentie is bij het zoeken van voedsel op de grond en dat er minder roofdieren zijn. De natuurlijke selectie verloopt dan heel anders.

opdracht 11

- 1 Een nakomeling zou triploïd zijn ($3n$). Bij de meiose is er voor een derde van de chromosomen dus geen homolog chromosoom. Als de meiose niet goed verloopt, kunnen er geen gameten worden gevormd.
- 2 $d - e - c - b - a$.
- 3 De felst gekleurde mannetjes hebben minder last van parasieten. Als dat erfelijk is bepaald, hebben de jongen ook een kleinere kans op parasieten en dus een grotere kans om te overleven.
- 4 De vrouwtjes investeren veel tijd en energie in hun jongen. Dan is het belangrijk dat de kans op voortplantingssucces zo groot mogelijk is.
- 5 Als gevolg van mutatie is er binnen de populatie verscheidenheid in de vorm/kleur van de vlekken op de anale vin. Tijdens de balts wordt de kans op bevruchting groter naarmate de vlekken op de anale vin meer op eieren lijken, met als gevolg dat het aantal nakomelingen met eivlekken binnen de populatie sterker toeneemt dan dat met minder gelijkende anale vlekken. Als deze nakomelingen met eivlekken zich vervolgens alleen nog maar onderling kunnen voortplanten, is een nieuwe soort ontstaan.
- 6 Alleen resultaat 1. Let op het verschil tussen eivlek en vlek. Resultaat 2 en 3 ondersteunen wel de mening dat *eivlekken* geen functie hebben bij het happen naar de anale vin, maar niet dat *vlekken* op de anale vin vooral een soortspecifieke herkenningsfunctie hebben.
- 7 In voorbeeld 1 en 3.

5 De ontwikkeling van het leven

opdracht 12

- 1 De oeratmosfeer bevatte geen zuurstof. De huidige atmosfeer bevat wel zuurstof.
- 2 De eerste anaerobe organismen waren heterotroof. Ze verkregen hun energie uit de afbraak van organische stoffen in de oersoep.
- 3 De eerste autotrofe organismen produceerden zuurstof. Zuurstof was giftig voor alle levensvormen die toen op aarde aanwezig waren. Ongeveer 2 miljard jaar geleden waren er zoveel cyanobacteriën in de oersoep aanwezig dat de atmosfeer zuurstofrijk werd. De anaerobe organismen werden toen langzaam vergiftigd. Rond die tijd ontstonden de eerste aerobe organismen die in hun cel een systeem hadden ontwikkeld om zuurstof te benutten bij de afbraak van organische stoffen. Als de aerobe organismen toen niet waren ontstaan, zou het leven op aarde zijn uitgestorven.
- 4 De functie van mitochondriën in een cel is het vrijmaken van energie met behulp van zuurstof. De functie van chloroplasten is het laten plaatsvinden van fotosynthese.

- 5 In cyanobacteriën bevindt het chlorofyl (bladgroen) zich niet in chloroplasten. Volgens de endosymbiose-theorie ontwikkelden cyanobacteriën, die in de cel van vrij levende bacteriën werden opgenomen, zich tot chloroplasten.
- 6 Door de ontdekking dat mitochondriën en chloroplasten beide een kringvormig DNA-molecuul bezitten, werd duidelijk dat ze ooit vrij levende bacteriën zijn geweest. Dit ondersteunt de endosymbiosetheorie.
- 7 Op het eerste organisatieniveau staan de organellen (cellen) die in staat zijn tot bijvoorbeeld fotosynthese of verbranding. Op het hogere organisatieniveau staan cellen die tot al deze processen in staat zijn en daardoor bij kunnen dragen aan andere functies in een plant, zoals vorming van reservestoffen, opslag van reservestoffen, transport en stevigheid.
- 8 Intelligent design.

opdracht 13

- 1 Schimmels en planten.
- 2 Organische stoffen zijn afkomstig van organismen of van producten van organismen. Ze hebben relatief grote, ingewikkeld gebouwde moleculen die altijd een of meer koolstofatomen bevatten. Anorganische stoffen komen zowel in organismen voor als in de levenloze natuur. Ze zijn opgebouwd uit kleine, eenvoudig gebouwde moleculen.
- 3 IJzer, koolstofdioxide, stikstof, water en zuurstof zijn anorganische stoffen.
- 4 Een watermolecuul bestaat uit twee waterstofatomen en een zuurstofatoom.
- 5 Autotrofe organismen maken de organische stoffen waaruit ze bestaan uit alleen anorganische stoffen (water, koolstofdioxide, zouten en zuurstof).
- 6 Heterotrofe organismen maken de organische stoffen waaruit ze bestaan uit organische stoffen van andere organismen en anorganische stoffen uit het milieu.
- 7 Schimmels en dieren.

opdracht 14

- 1 Een tijger behoort tot de stam van de gewervelden, tot de klasse van de zoogdieren, tot de orde van de roofdieren, tot de familie van de katachtigen en tot het geslacht panter.
- 2 Drie orden die tot de klasse van de zoogdieren behoren, zijn de roofdieren, de knaagdieren en de vleermuizen.
- 3 Een jachtluipaard vertoont de meeste overeenkomst met een kat. Een jachtluipaard en een kat behoren beide tot de familie van de katachtigen. Een hond behoort tot de familie van de hondachtigen.
- 4 Het aantal soorten is groter dan het aantal geslachten. Een geslacht wordt onderverdeeld in een of meer soorten.
- 5 Het DNA van dieren die tot hetzelfde geslacht behoren, zal meer overeenkomst vertonen dan het DNA van dieren die tot dezelfde klasse behoren.
- 6 Geslachtsnaam: *Adenium*.
Soortnaam: *obesum*.
- 7 *Betta splendens* en *Betta pallifina*. Deze twee organis-

men behoren tot hetzelfde geslacht. *Salvia splendens* en *Betta splendens* behoren niet tot hetzelfde geslacht en zijn dus veel minder verwant. *Salvia splendens* (tuinplant) en *Betta splendens* (Siamese kempvis) hebben toevallig dezelfde soortnaam. (*Splendens* betekent 'glanzend'; een eigenschap die aan meerdere soorten kan toebehoren.)

6 Prokaryoten

opdracht 15

- 1 Bacteriën zijn gemakkelijk genetisch te manipuleren, doordat het DNA los in het cytoplasma ligt en daardoor voor enzymen gemakkelijk te bereiken is.
- 2 Streptomycine verstoort bij bacteriën de eiwitsynthese, doordat het de DNA-moleculen van bacteriën gemakkelijk kan bereiken. Bij mensen zijn de DNA-moleculen in de celkernen veel moeilijker bereikbaar. Daardoor ondervinden cellen van de mens vrijwel geen nadeel van streptomycine.
- 3 Bij bacteriën liggen de genen die de resistentie tegen antibiotica veroorzaken in de plasmiden. Bij conjugatie kunnen bacteriën plasmiden aan elkaar doorgeven. Zo kunnen bacteriën die nog niet resistent waren tegen antibiotica genen binnenkrijgen die hen resistent maken.
- 4 In een omgeving met een bepaald antibioticum kan een bacterie die door mutatie toevallig een gen voor resistentie tegen het antibioticum krijgt, overleven. Door de snelle vermenigvuldiging (deling) kunnen er snel veel nakomelingen komen die ook resistent zijn. Bovendien kan door plasmiden de resistentie gemakkelijk worden doorgegeven (zie vraag 3). De genetische variatie binnen de bacteriepopulatie is door recombinatie en/of mutatie groot. Door het gebruik van het antibioticum vindt selectie plaats van de best aangepaste (resistente) bacteriën. Hierdoor veranderen de allelfrequenties in de populatie.
- 5 Als mensen besmet zijn met zo'n bacterie is het moeilijk hen te genezen.
- 6 Het zou kunnen zijn dat het vee bij een besmetting het juiste antibioticum al in het lichaam heeft.
- 7 Drie voorbeelden van biotechnologie waarbij bacteriën worden gebruikt zonder dat ze daartoe genetisch zijn gemanipuleerd, zijn:
 - de productie van bepaalde voedingsmiddelen (bijvoorbeeld yoghurt, kaas en zuurkool);
 - de productie van wasmiddelenenzymen;
 - de afvalwaterzuivering.
- 8 Bij het pasteuriseren van melk worden niet alle bacteriën gedood. Door gepasteuriseerde melk in de koelkast te bewaren, kunnen de bacteriën die in de melk zitten zich niet zo snel voortplanten.
- 9 Bij het steriliseren van melk worden alle bacteriën gedood. De melk kan daardoor in een winkel of supermarkt ongekoeld worden aangetroffen. Gepasteuriseerde melk bevat nog wel bacteriën en moet daardoor gekoeld worden bewaard.

opdracht 16

- 1 'In Apulië wordt zeefruit, de basis van het lokale menu, bij voorkeur rauw opgediend.'
- 2 De cholerabacteriën kwamen in het zeewater bij Apulië terecht via het rioolstelsel van Bari en andere plaatsen van Apulië. Het rioolstelsel van Bari mondt in de haven uit.
- 3 'De autoriteiten gaven de bevolking de raad de vis en het zeefruit eerst te koken – cholerabacillen gaan bij 50 °C dood – en elementaire hygiënische voorzorgsmaatregelen te nemen.'
- 4 In Apulië kwamen de cholerabacteriën op de groente terecht, doordat groentevelden met besmet afvalwater werden besproeid.
- 5 Om besmetting via het eten van groenten tegen te gaan, werd geadviseerd het besproeien van groentevelden met afvalwater te staken.
- 6 Als alle nakomelingen in leven blijven, kunnen uit één cholerabacterie in tien uur 1 048 576 nakomelingen ontstaan.

7 Eukaryoten

opdracht 17

- 1 De knopvorming bij gisten is een vorm van ongeslachtelijke voortplanting. Er ontwikkelt zich een uitstulping op de gistcel waarna de celkern zich deelt en de uitstulping loslaat van de moedercel. Er vindt geen bevruchting (of uitwisseling van genen) plaats.
- 2 In een paddenstoel vindt geslachtelijke voortplanting plaats. De meeste paddenstoelen bestaan uit cellen met twee kernen. In speciale cellen aan de onderkant van de hoed van de paddenstoel vindt bevruchting plaats.
- 3 De termen 'haploïd' en 'diploïd' zijn niet goed toepasbaar op de cellen van een paddenstoel, omdat de meeste paddenstoelen bestaan uit cellen met twee kernen. De kernen zijn haploïd, maar de cellen zou je diploïd kunnen noemen.
- 4 Vier voedingsmiddelen die met behulp van schimmels worden gemaakt, zijn: kaas, brood, bier en wijn.
- 5 Schimmels kunnen voor de mens schadelijke gevolgen hebben als ze ziekten veroorzaken (bijvoorbeeld zwemmerseczeem) of als ze ons voedsel doen bederven.
- 6 De celwanden bij bacteriën bestaan voornamelijk uit peptidoglycaan. Deze stof wordt bij geen enkel ander organisme aangetroffen. Penicilline verstoort de vorming van celwanden met peptidoglycaan.
- 7 Als een patiënt een infectieziekte heeft die wordt veroorzaakt door een virus, kan een penicillinekuur geen genezing brengen. Penicilline verstoort de vorming van de celwanden van bacteriën. Virussen bestaan niet uit cellen en hebben dus ook geen celwanden.

- 8 Om een schimmelinfectie te bestrijden worden azolen gebruikt. Steeds meer schimmels zijn resistent tegen azolen. Doordat bij patiënten na een orgaantransplantatie de afweer wordt onderdrukt, kunnen zij niet zelf de schimmelinfectie de baas worden. Dus hebben ze een grotere kans om te overlijden.

opdracht 18**Practicum: Schimmels**

De tekening is ter beoordeling aan je docent.

opdracht 19**Practicum: Gistcellen**

De tekening is ter beoordeling aan je docent.

opdracht 20

- 1 Planten onderscheiden zich van dieren, doordat bij planten in de cellen chloroplasten voorkomen (waardoor planten autotroof zijn) en doordat planten celwanden hebben.
- 2 De celwanden bij bacteriën bestaan voornamelijk uit peptidoglycaan. De celwanden bij schimmels bevatten meestal chitine. De celwanden bij planten bestaan grotendeels uit cellulose.
- 3 Wieren onderscheiden zich van de overige planten doordat wieren geen wortels, geen stengels en geen bladeren hebben.
- 4 Vaatplanten kunnen groter worden dan planten zonder vaten, doordat in de vaten stoffen snel over grote afstanden kunnen worden vervoerd (door stroming). Zonder vaten vindt het transport van stoffen veel langzamer plaats (door diffusie en/of actief transport).
- 5 Bij de stammen van de platwormen, de rondwormen, de ringwormen, de weekdieren, de geleedpotigen en de gewervelden zijn de dieren bilateraal symmetrisch. Bij de stammen van de holtedieren en de stekelhuidigen zijn de dieren radiaal symmetrisch. Bij de stammen van de eencellige dieren en de sponzen zijn de dieren asymmetrisch.
- 6 Bij de stammen van de sponzen, de weekdieren (inktvis), de stekelhuidigen en de gewervelden hebben de dieren een endoskelet. Bij de stammen van de weekdieren (tweekleppigen en slakken) en de geleedpotigen hebben de dieren een exoskelet. Bij de stammen van de eencellige dieren, de (meeste) holtedieren, de platwormen, de rondwormen en de ringwormen hebben de dieren geen skelet.
- 7 Bij de stammen van de platwormen en de rondwormen komen veel parasieten voor.
- 8 Platwormen, rondwormen en ringwormen zijn van elkaar te onderscheiden door de volgende kenmerken:
 - Bij platwormen is de dwarsdoorsnede plat.
 - Bij rondwormen en ringwormen is de dwarsdoorsnede rond.
 - Bij ringwormen is het lichaam gesegmenteerd.
 - Bij rondwormen is het lichaam niet gesegmenteerd.

- 9 Een bloedzuiger behoort tot de stam van de ringwormen, omdat hij bilateraal symmetrisch is, geen skelet heeft en een lang en dun gesegmenteerd lichaam heeft waarvan de dwarsdoorsnede rond is.
- 10 Een slangster behoort tot de stam van de stekelhuidigen, omdat hij radiaal symmetrisch is, een endoskelet van kalk heeft en een met stekels bedekte huid heeft.
- 11 De groei bij de geleedpotigen wordt bemoeilijkt door het harde exoskelet.
- 12 Dit probleem is bij de geleedpotigen opgelost door tijdens de larvale periode telkens na een vervelling hard te groeien.

opdracht 21

Practicum: Boomalg (*Protococcus viridis*)

De tekeningen zijn ter beoordeling aan je docent.

opdracht 22

Practicum: Pantoffeldiertje (*Paramecium sp.*)

opdracht 23

Practicum: Zeemossel (*Mytilus edulis*)

De tekeningen zijn ter beoordeling aan je docent.

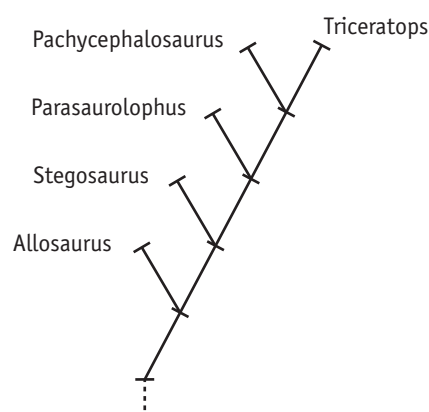
8 Enkele onderzoeksmethoden

opdracht 24

- 1 De organen van afbeelding 99 hebben de volgende functies:
1 = vliegorgaan;
2 = stuurorgaan;
3 = graaforgaan;
4 = grijporgaan.
- 2 Bij de vleermuis is de hand (de middenhandsbeentjes en de vingerkootjes) sterk ontwikkeld.
- 3 De voorpoot van een krokodil en de voorpoot van een mol zijn homologe organen. Deze organen hebben overeenkomst in bouw die berust op een gelijke embryonale ontstaanswijze.
- 4 De vleugel van een vleermuis en de vleugel van een vlieg zijn analoge organen. Deze organen hebben overeenkomst in functie, maar die berust niet op verwantschap.
- 5 De poten van insecten en de poten van zoogdieren zijn analoge organen. Deze organen hebben overeenkomst in functie, maar die berust niet op verwantschap.
- 6 Nauw verwante soorten vertonen vooral homologie: de organismen hebben een (recente) gemeenschappelijke voorouder.
- 7 Het bekken heeft bij de meeste zoogdieren een steunfunctie. Ook verbindt het de beenderen van de poten met die van de romp.

- 8 Walvissen zijn in de evolutie waarschijnlijk ontstaan uit landzoogdieren die weer zijn teruggekeerd naar het water.
- 9 Voorouders van de python zullen wel poten hebben gehad.
- 10 De staartwervels bij de voorouders van de mens kunnen een functie hebben gehad bij het klimmen in bomen. De staart kan dan hebben gediend als grijp- steunorgaan. Doordat de mens op de grond is gaan leven, hebben de staartwervels hun functie verloren.
- 11 In het vroegste stadium (stadium A) vertonen de embryo's de meeste overeenkomst in bouw.
- 12 De embryonale ontwikkeling van de salamander vertoont de meeste overeenkomst met die van de zalm. Van de klassen van de gewervelden vertonen de vissen de meeste verwantschap met de amfibieën.

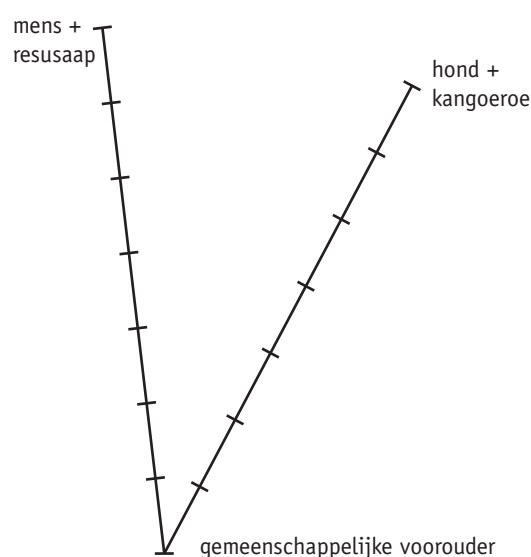
opdracht 25



Let op: Pachycephalosaurus en Triceratops kunnen worden omgewisseld.

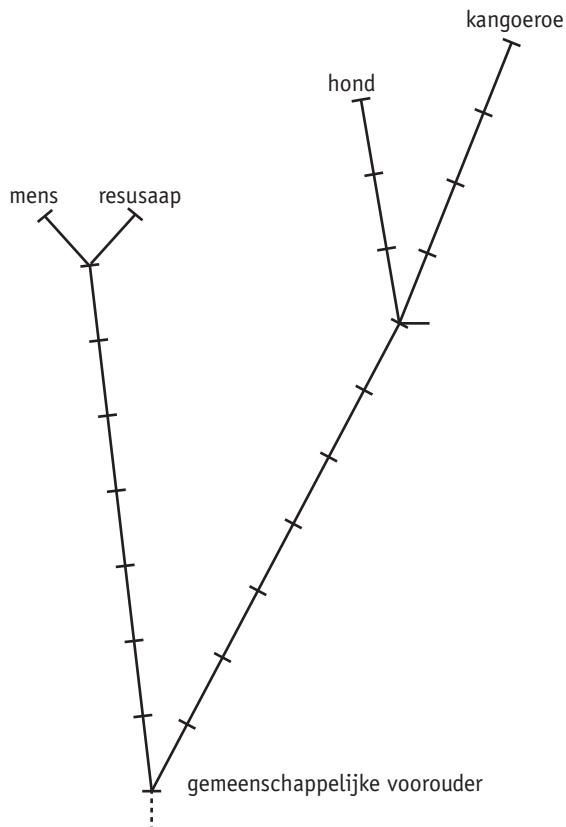
opdracht 26

- 1 Hond: 3; kangoeroe: 4; resusaap: 7; mens: 8.
- 2 Voor 7 posities (positie 19, 20, 23, 54, 58, 91 en 97).
- 3



- 4 Op 3 posities (70, 96 en 111).
- 5 Op 3 posities (41, 43, 55).
- 6 De mutatie op positie 66 is toevallig bij beide soorten opgetreden na de splitsing tussen deze soorten. In principe zoekt men naar het cladogram met het kleinste aantal mutaties. Een cladogram met twee keer dezelfde mutatie is dus niet optimaal.

7



- 8 DNA-analyse van de code voor synthese van cytochroom c is het meest geschikt, omdat deze methode meer verschillen (mutaties) aantoonst dan de aminozuursamenstelling van cytochroom c. Dat is van belang, omdat de vissoorten zich relatief kort geleden hebben ontwikkeld uit een gemeenschappelijke voorouder. De vissoorten zullen dan onderling weinig verschillen vertonen.

opdracht 27

- 1 Cytochroom c is een enzym dat een rol speelt bij de verbranding in de mitochondriën. De bacteriën hebben geen mitochondriën.
- 2 Ze zijn eencellig en prokaryoot.
- 3 Resultaat 3: Het rRNA van archaeobacteriën als groep verschilt meer van het rRNA van de eubacteriën als groep dan van het rRNA van de eukaryoten als groep.
- 4 Door eiwitten (enzymen) te vormen die bij hoge temperatuur werkzaam zijn.
- 5 Door zich te beschermen tegen uitdroging of tegen het verlies van water door osmose. Of door een mechanisme om water actief op te nemen.

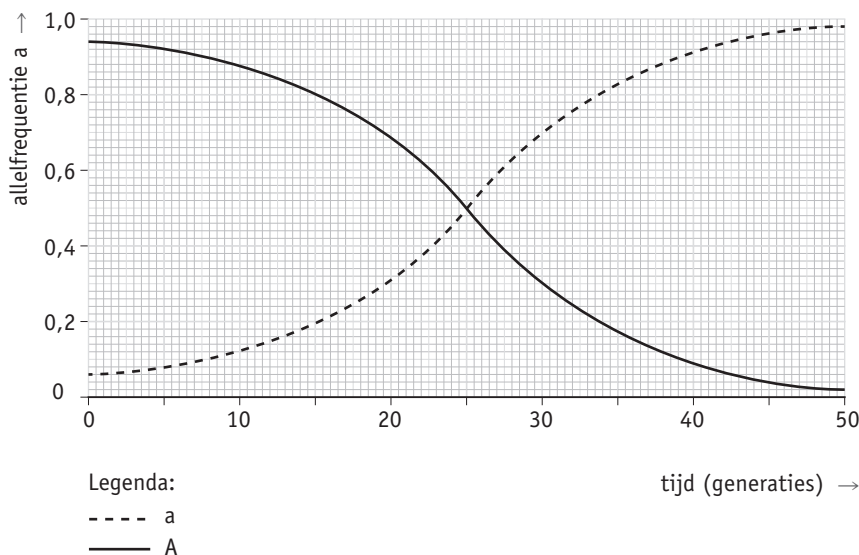
opdracht 28

- 1 Mitochondriaal DNA wordt langs de vrouwelijke lijn doorgegeven van generatie op generatie, doordat ieder mens dit DNA alleen van zijn of haar moeder heeft gekregen. Mannen geven hun mitochondriaal DNA niet door aan hun nakomelingen.
- 2 Er vindt geen recombinatie plaats.
- 3 Er treden in dezelfde tijd in mtDNA $5 \times$ zo veel mutaties op. Er zijn dan $5 \times$ zo veel gegevens voor analyse beschikbaar.
- 4 Uit het feit dat de verschillen in mtDNA tussen autochtone bevolkingsgroepen onderling in Afrika het grootst zijn, blijkt dat de verschillende bevolkingsgroepen het langst van elkaar geïsoleerd zijn.
(Men schat dat de mens ongeveer 200 000 jaar geleden in Afrika is ontstaan. Afbeelding 17 in basisstof 2 is mede op dit onderzoek gebaseerd.)
- 5 Door onderzoek van DNA van het Y-chromosoom van mannen.

Diagnostische toets

DOELSTELLING 1

- 1 Door mutaties en recombinitie.
- 2 Als er geen reproductieve isolatie is, worden er genen tussen de verschillende populaties uitgewisseld en treedt er dus geen soortvorming op.
- 3 Voorbeelden van een juist antwoord:
Hypothese 1 kan worden verworpen, omdat de Toearegs in de Sahara veel melk drinken, terwijl ze in vergelijking met andere bevolkingsgroepen in een gebied met relatief veel zon leven.
Hypothese 2 kan worden verworpen, omdat Ieren veel melk drinken, terwijl ze in een gebied leven waar geen tekort is aan water.
- 4 Bewering 3, 4 en 5.
- 5 Voorbeelden van juiste factoren: aantal legsels (per seizoen), overlevingskans (van de nakomelingen), (snelheid bereiken van de) geslachtsrijpe leeftijd, levensduur, vruchtbaarheid en paarsucces.
- 6 Grafiek P: model 3;
grafiek Q: model 2;
grafiek R: model 1.
- 7 De som van de allelfrequenties van A en a moet steeds 1 zijn.
Voorbeeld van een juist ingetekende grafiek met legenda:



DOELSTELLING 2

- 1 Juist.
- 2 Onjuist. (De vogels behoren tot verschillende soorten.)
- 3 Juist.
- 4 Juist.
- 5 Onjuist. (Er is genenuitwisseling met de groene bulbuls in het regenwoud.)

DOELSTELLING 3

- 1 D.
- 2 D. (De onderzoeker heeft geconstateerd dat de mannetjesmuizen met bruine vachtkleur voor de paring een voorkeur blijken te hebben voor vrouwtjesmuizen met bruine vachtkleur.)
- 3 B. (Een juiste berekening leidt tot de uitkomst dat de frequentie van L = 0,5. $q^2 = 220/896 = 0,25$; $q = 0,5$ dus $p = 0,5$.)
- 4 A.
- 5 B.

DOELSTELLING 4

- 1 Onjuist.
- 2 Juist.
- 3 Onjuist. (Dieren met verschillend baltsgedrag herkennen elkaar niet als voortplantingskandidaat.)
- 4 Juist.
- 5 Juist.
- 6 Onjuist. (Reproductieve isolatie ontstaat het gemakkelijkst als een plantensoort slechts door één soort insect wordt bestoven.)
- 7 Onjuist.
- 8 Juist.
- 9 Juist.
- 10 Onjuist. (Dit diagram zegt niets over de extinctie. Er blijkt alleen uit dat op grotere eilanden meer soorten voorkomen.)

DOELSTELLING 5

- 1 B.
- 2 D. (De eerste bacteriën waren heterotroof en anaeroob.)
- 3 C.
- 4 C.
- 5 C.

DOELSTELLING 6

- 1 Bacteriën en archaea.
- 2 Eukaryoten.
- 3 Stammen, klassen, orden, families, geslachten en soorten.
- 4 *Tilia*.
- 5 De persoon die deze naam heeft gegeven.

DOELSTELLING 7

- 1 C.
- 2 C.
- 3 A.
- 4 A.

DOELSTELLING 8

- 1 A.
- 2 A.
- 3 B.
- 4 A.
- 5 B.
- 6 A.
- 7 B.

DOELSTELLING 9

- 1 B.
- 2 D.
- 3 C.
- 4 D.
- 5 B.
- 6 B.
- 7 B.
- 8 B.
- 9 C.

DOELSTELLING 10

- 1 Nee, want A is de gemeenschappelijke voorouder en de soorten F, G en H zijn ook nakomelingen van A. Alle genoemde soorten vormen samen één clade.
- 2 rRNA is geschikt doordat de moleculen een geringe diversiteit vertonen, want bij een grotere diversiteit wordt het steeds ingewikkelder om naar een verwantschap te zoeken.
- 3 rRNA is geschikt doordat de moleculen een grote evolutionaire stabiliteit hebben. Daardoor zijn de moleculen van de verschillende soorten na miljarden jaren nog steeds vergelijkbaar.
- 4 Stamboom 3. Bij chimpansee en gorilla zijn zes van de acht kenmerken gelijk. Zowel in vergelijking met de chimpansee als met de gorilla zijn zeven van de acht kenmerken verschillend.
- 5 Mogelijke goede antwoorden:
 - Niet alle kenmerken zijn even belangrijk.
 - Er zijn meer kenmerken waarmee je rekening kunt houden, bijvoorbeeld DNA-onderzoek.
 - Je kunt rekening houden met fossiele vondsten.

Eindopdracht

opdracht 1

- 1 De allelfrequentie van het recessieve allel bij de oorspronkelijke bewoners van Noord-Amerika is relatief hoog. Die frequentie sluit beter aan bij die in Oost-Azië dan die in Afrika en Europa.
- 2 De blanke bevolkingsgroep komt oorspronkelijk uit Europa, waar de allelfrequentie van nat oorsmeer ligt tussen die van de andere twee groepen in, waarbij de inheemse bewoners van de VS als immigranten uit Azië worden beschouwd en de zwarte bevolkingsgroep oorspronkelijk uit Afrika komt. Sinds hun komst naar de VS heeft elke groep zodanig geïsoleerd van de andere bevolkingsgroepen geleefd dat deze genetische verschillen er nog steeds zijn.
- 3 Aantal mensen met droog oorsmeer: $103 - 69 = 34$.
 Percentage mensen met droog oorsmeer:
 $34/103 \times 100\% = 33\%$.
 Stel: allelfrequentie $n = q$. Dan geldt: $q^2 = 0,33$.
 $q = \sqrt{0,33} = 0,57$.
- 4 Molecuul: het oorsmeermolecuul dat nat of droog kan zijn; het DNA.
 Organel: blaasje van het golgisysteem dat oorsmeer-moleculen bevat en kan uitscheiden (secretie).
 Cel: klier cel.

Weefsel: de groep cellen die oorsmeer uitscheiden.

Orgaan: oorsmeerklieren in de gehoorgang; de gehoorgang is onderdeel van het oor (dat is ook een orgaan).

Organenstelsel: het oor is onderdeel van het zintuigenstelsel.

Organisme: de mens als geheel; de mens zorgt voor de migratie van de allelen.

Populatie: de verschillende bevolkingsgroepen die onderzocht zijn. Hierbij speelt een rol in welke mate ze van elkaar geïsoleerd leven.

Levensgemeenschap: het oorsmeer speelt een rol bij de bescherming van het inwendige oor tegen infecties.

De organismen die voor een infectie kunnen zorgen (bijvoorbeeld bacteriën), behoren tot dezelfde levensgemeenschap.

Ecosysteem: naast de levensgemeenschap spelen ook abiotische factoren een rol bij de kans op een infectie, bijvoorbeeld de temperatuur van de omgeving, wind en regen.

Systeem aarde/biosfeer: de metingen zijn over de gehele aarde verricht en bieden een mogelijkheid om de migratie van de mensen over de aarde te bestuderen.

- 7 Op de zeebodem vindt vooral afzetting van sedimenten plaats. Op het land vindt vooral erosie plaats, waarbij verweerd gesteente wordt weggevoerd. Wanneer er sprake is van een plotselinge overgang in de ouderdom van gesteentelagen, zijn er in de tussenliggende periode geen sedimenten afgezet. De aardkorst heeft zich dan in deze periode boven de zeespiegel bevonden.

opdracht 2

–

Verrijkingstof

1 Fossielen

opdracht 1

- 1 Voor fossilisatie van de resten van een organisme is het belangrijk dat deze resten van de lucht worden afgesloten, omdat ze dan minder snel vergaan.
- 2 In het algemeen fossiliseren alleen de skeletten en andere harde delen van organismen, doordat deze delen het minst snel vergaan. De zachte delen vergaan meestal te snel om te kunnen fossiliseren.
- 3 Er worden weinig fossielen van wormen gevonden, doordat wormen geen harde delen hebben en dus slecht fossiliseren.
- 4 Fossiel P in afbeelding 130 kan gemakkelijk worden ontdekt, want dit fossiel komt door een geologische breuk aan het licht. Fossiel Q kan niet zo gemakkelijk worden ontdekt, want het zit diep in de bodem.
- 5 Fossiel P is ongeveer 11 460 jaar oud. (Na 5730 jaar is de helft van de ^{14}C -atomen uiteengevallen. Na nog eens 5730 jaar nog eens een kwart. De verhouding $^{14}\text{C} : ^{12}\text{C}$ is dan in levende vissen $4 \times$ zo hoog als in fossiel P.)
- 6 Hij kan dan de conclusie trekken dat de gesteentelagen in Frankrijk en Duitsland even oud zijn (in dezelfde periode zijn afgezet).

6

Ecologie

BASISSTOF

1	Een ecooloog aan het werk	59
2	De organisatieniveaus van de ecologie	59
3	Individuen	60
4	Populaties	60
5	Ecosystemen	60
6	Piramides en stromen in ecosystemen	61
7	Veranderingen in ecosystemen	62
8	Modelleren van de natuur	63

DIAGNOSTISCHE TOETS	64
---------------------	----

EINDOPDRACHT	65
--------------	----

VERRIJKINGSSTOF	66
-----------------	----



1 Een ecooloog aan het werk

opdracht 1

1

Biotische factoren	Abiotische factoren
predatoren (roofdieren)	bodemgesteldheid
soortgenoten	licht
struikgewas	lucht
voedsel	temperatuur
ziekteverwekkers	water

- 2 Een regenworm verandert de structuur en de samenstelling van de bodem.
- 3 In de monding van een rivier is door het verschijnsel van eb en vloed voortdurend sprake van verandering van de stroming en de zoutconcentratie.
- 4 Elke brasem woelt per dag $5 \times$ zijn lichaamsgewicht om. Dus $50\,000 \text{ kg}$ brasem woelt $50\,000 \times 5 = 250\,000 \text{ kg}$ (250 ton) per ha aan bodem om.
- 5 De grenzen van het ecosysteem sloot zijn de scheidingen tussen water en land (de oevers) en tussen water en lucht (de waterspiegel).
- 6 Nee, voor sommige factoren zijn die grenzen open. Bijvoorbeeld voor zonlicht, visetende vogels of regen.

opdracht 2

- 1 Antifase-oscillaties zijn schommelingen die niet gelijk oplopen voor de twee verschillende soorten.
- 2 Dat chaotische patroon blijkt uit het feit dat de oscillaties niet een mooi regelmatig (sinus)patroon volgen, maar heel onregelmatig verlopen.
- 3 De brasem verhoogt de troebelheid. Die troebelheid op haar beurt zorgt voor meer overlevingskansen voor de brasem, doordat de snoek zijn prooi in troebel water niet goed kan vinden.
- 4 Als het klimaat zou kantelen naar een nieuw evenwicht met andere verdeling water-land, is het volgens Scheffer erg moeilijk om weer naar het oude evenwicht terug te keren.

opdracht 3

Onderzoek	Slootwateronderzoek
Waarneming	Het water van meren en plassen is en blijft troebel.
Probleemstelling	Hoe kunnen we het water weer helder krijgen?
Hypothese	De verwijdering van een flink aantal brasems kan zorgen voor een omslag van troebel naar helder water.
Experiment	Er wordt een groot aantal brasems (zo'n 75%) uit het water verwijderd.
Resultaat	Het water wordt helder.
Conclusie	Een laag aantal brasems geeft water de kans om te kantelen van een troebel naar een helder evenwicht.

2 De organisatieniveaus van de ecologie

opdracht 4

- 1 Op het niveau van een individu kan worden onderzocht welke ziekteverschijnselen bij een besmet konijn optreden (bijvoorbeeld verhoging van de lichaamstemperatuur, versnelling van de hartslag of vermindering van de voedselopname).
- 2 Op het niveau van een populatie kan worden onderzocht of na het uitbreken van de ziekte de populatie in omvang verandert (bijvoorbeeld door verminderde voortplanting of door het gemakkelijker ten prooi vallen aan roofdieren).
- 3 Op het niveau van een ecosysteem kan worden onderzocht of er veranderingen in het landschap optreden ten gevolge van de ziekte van de konijnen (bijvoorbeeld doordat er minder holen worden gegraven).
- 4 De grenzen van een watervlo zijn het schild aan de buitenkant en de eerste membranen die een van buiten komende stof of factor tegenkomt. Die grenzen gelden niet voor elke abiotische factor. Voor bijvoorbeeld de temperatuur is zo'n grens geen barrière.
- 5 Een emergente eigenschap van een watervlo is bijvoorbeeld het geslacht of de leeftijd van het dier.
- 6 De dampkring is een emergente eigenschap van de biosfeer. Zijn samenstelling hangt immers af van de gezamenlijke invloeden uit alle ecosystemen.
- 7 Het genoom van de mens bestaat uit 46 chromosomen en dus uit 46 DNA-moleculen. Het bacteriële genoom bestaat uit 1 chromosoom.
- 8 Deze stoffen kunnen een mogelijke toepassing vinden als antibiotica.

3 Individuen

opdracht 5

- 1 Als de individuen van een bepaalde soort een grote tolerantie hebben, zal de soort een groot verspreidingsgebied hebben.
- 2 Bij een milieutemperatuur van 0 °C is de lichaamstemperatuur van een kikker ook ongeveer 0 °C. Er is dan geen enzymactiviteit bij de kikker. De lichaamstemperatuur van een konijn blijft steeds ongeveer 38 °C, waardoor een konijn bij een milieutemperatuur van 0 °C wel actief kan zijn.
- 3 Het dier uit deze afbeelding is aangepast aan een milieu met hoge temperaturen. Dat is te zien aan de grote lichaamsuitsteeksels (oorschelpen, poten).
- 4 De sansevieria is een zonplant en de gatenplant een schaduwplant. De sansevieria heeft smalle bladeren, de gatenplant brede bladeren met veel chlorofyl.
- 5 Dat de voortplanting bij planten en dieren vooral wordt beïnvloed door de daglengte heeft als voordeel dat de voortplanting elk jaar op ongeveer hetzelfde tijdstip begint. Bij beïnvloeding door de temperatuur zou de voortplanting het ene jaar vroeg en het andere jaar laat beginnen.

Zand	Klei
grote bodemdeeltjes	kleine bodemdeeltjes
bevat weinig water	bevat veel water
bevat veel lucht	bevat weinig lucht
goed doordringbaar voor plantenwortels	slecht doordringbaar voor plantenwortels

- 7 Plant 2 is het beste aangepast aan een milieu waarin alleen HCO_3^- als koolstofbron aanwezig is. Boven een pH van 8,5 blijft plant 2 fotosynthese vertonen en plant 1 niet. Volgens afbeelding 11 van je boek bevindt zich boven pH 8,5 geen CO_2 in het water en wel HCO_3^- .
- 8 De cuticula gaat verdamping van water uit de bladeren tegen.
- 9 In het lichaam van een woestijnspringmuis komt water vrij bij de aerobe dissimilatie (verbranding).
- 10 Als een woestijnspringmuis overdag actief zou zijn, zou hij meer water verliezen bij het uitademen, doordat de temperatuur dan hoger is dan 's nachts.

4 Populaties

opdracht 6

- 1 De Duitse onderzoekers wilden de hypothese testen dat het uitzetten van noordzeehouting in het stroomgebied van de Rijn succesvol is (nu de waterkwaliteit beter is).

Zij gingen uit van de hypothese dat de houting in schoon water zich goed kan handhaven.

- 2 Uit het experiment concludeerden zij dat de houtingen zich ook buiten de Lippe op grote schaal zelfstandig kunnen voortplanten.
- 3 Alleen houtingen in de Lippe zijn gemerkt en niet de houtingen die op andere plaatsen leven. Door het merken weet men alleen dat 4% van de houting in het IJsselmeer afkomstig is uit de Lippe. De rest moet dus afkomstig zijn van andere plaatsen.

opdracht 7

- 1 Een langdurige periode van hevige sneeuwval die de dichtheid van verschillende populaties in een ecosysteem kan beïnvloeden, is een dichtheids-onafhankelijke factor.
- 2 Er is hierbij geen sprake van terugkoppeling. De hoeveelheid sneeuwval wordt niet bepaald door de grootte van de populaties.
- 3 Bij de oester is het sterftcijfer tijdens de eerste levensperiode het grootst.
- 4 Bij de oester is het hoogste gemiddelde geboortecijfer te verwachten, omdat veel jonge oesters de eerste levensperiode niet overleven.
- 5 De overlevingscurve van de kikker lijkt het meest op die van de oester.
- 6 De overlevingscurve van de mens lijkt het meest op die van de neushoorn.

opdracht 8

- 1 Twee factoren die de oorzaak kunnen zijn van het regelmatige instorten van de populatie watervlooien zijn de afname van de hoeveelheid voedsel en ziekten.
- 2 Watervlooien zullen een hoog geboortecijfer hebben, omdat het aantal watervlooien al binnen enkele dagen sterk kan toenemen.
- 3 De overlevingscurve van watervlooien zal het meest lijken op die van de oester, doordat veel watervlooien de eerste levensperiode niet overleven.

5 Ecosystemen

opdracht 9

- 1 Fotosynthese komt alleen voor in de eerste schakel van een voedselketen. Dissimilatie komt voor in alle schakels van een voedselketen.
- 2 Afvaleters behoren tot de consumenten, het zijn dieren die dode resten eten. Reducenten zijn bacteriën of schimmels.
- 3 Afvaleters eten dode resten van planten (producenten) en van dieren (consumenten van de eerste, tweede en derde orde). Reducenten leven van alle organische resten (van producenten, van consumenten van de eerste, tweede en derde orde en van afvaleters). Daarom staan er in deze afbeelding vier pijlen naar de afvaleters getekend en vijf pijlen naar de reducenten.

- 4 Drie voedselketens zijn:
alg → garnaal → vis → visarend;
eik → rups → merel → sperwer;
tarweplant → veldmuis → kerkuil.
- 5 Deze stoffen verspreiden informatie over bepaalde organismen binnen het ecosysteem, waarop andere organismen kunnen reageren.
- 6 Overdag kunnen vissen hen zien in de bovenlaag van het water. In de nacht lukt dat de vissen niet en komen de watervlooien naar de zuurstofrijkere oppervlakte.
- 7 Planten kunnen niet bewegen, dus bijvoorbeeld niet vluchten. Via een informatienetwerk kunnen zij elkaar waarschuwen om een gif aan te maken of de vijand van hun vijand aan te lokken.
- 8 Het maken van zulke stoffen kost energie. Uit zuinigheidsoverwegingen maakt de plant ze alleen aan als ze nodig zijn.

opdracht 10

- 1 Een overeenkomst is dat bij beide individuen er een is met voordeel, terwijl de ander geen nadeel heeft. Een verschil is dat er bij facilitatie geen sprake hoeft te zijn van langdurig samenleven.
- 2 Het voordeel voor de bittervoorn is dat ze een goede nestplaats heeft voor haar eieren. Het voordeel voor de zoetwatermossel is dat zijn larven door de bittervoorn worden verspreid.
- 3 Maretak bezit bladgroen. Maretak onttrekt geen organische stoffen aan de gastheer; in de maretak vindt fotosynthese plaats.
- 4 Door toename van de populatiedichtheid van sneeuw-
hazen neemt de populatiedichtheid van lynxen ook toe.
- 5 Door toename van de populatiedichtheid van lynxen neemt de populatiedichtheid van sneeuw-
hazen af.
- 6 De populatie van het aantal lynxen kan alleen toenemen als er voldoende voedsel in de vorm van sneeuw-
hazen beschikbaar is. Daardoor wordt elke piek in de populatiedichtheid van de lynxen vooraf-
gegaan door een piek in de populatiedichtheid van de sneeuw-
hazen.

opdracht 11

Mutualisme	Commensalisme	Parasitisme
heremietkreeft en zeeanemoon	haai met loodsmannetjes	bladluizen op een plant
een korstmos	vogels die nestelen in een boom	porseleinzwam op een beuk
vogeltje dat het gebit van een krokodil schoonmaakt		

opdracht 12**Practicum: Korstmossen**

- Bij je tekening moet staan: *korstmos, 400× vergroot*.
 - In de tekening moeten de volgende delen zijn aangegeven: *alg – schimmel*.
- De tekening is ter beoordeling aan je docent.

6 Piramides en stromen in ecosystemen

opdracht 13

- 1 De piramide van biomassa heeft altijd een piramide-vorm.
- 2 Tussen deze twee schakels is er energie uit de voedselketen verdwenen:
 - doordat in elke schakel een deel van het opgenomen voedsel onverteerd de lichamen van organismen verlaat;
 - doordat er in organismen voedsel wordt gedissimileerd;
 - doordat er in elke schakel organismen sterven zonder te worden gegeten.
- 3 Het verschil tussen bruto en netto primaire productie wordt veroorzaakt door de dissimilatie. Bij de dissimilatie wordt een deel van de organische stoffen verbruikt die bij de fotosynthese zijn gevormd. De organische stoffen die niet worden gedissimileerd, benutten de producenten bij de vorming van nieuwe weefsels (de netto primaire productie).
- 4 Beide beweringen zijn juist.

opdracht 14

- 1 In de afbeelding zijn de volgende groepen producenten weergegeven: fytoplankton, bentische algen, en zeegras en macro-algen.
- 2 De totale bruto primaire productie in dit ecosysteem in gram koolstof per vierkante meter op jaarbasis is 630:
 - bruto primaire productie fytoplankton: $190 + (57 + 29 + 104) = 190 + 190 = 380$
 - bruto primaire productie bentische micro-algen: $75 + (14 + 61) = 75 + 75 = 150$
 - bruto primaire productie zeegras en macro-algen: $50 + 50 = 100$ $380 + 150 + 100 = 630$

- 3 In deze afbeelding zijn de volgende groepen consumenten weergegeven: zoöplankton, suspensie-etende bodemfauna en detritus-etende en grazende bodemfauna.
- 4 De biomassa van deze consumenten is $(0,22 + 8,00 + 6,00 =) 14,22$ gram koolstof per vierkante meter.
- 5 De twee voedselbronnen van de suspensie-etende bodemfauna die in afbeelding 44 zijn weergegeven, zijn gesuspendeerde detritus en fytoplankton.
- 6 De P/B-ratio van het fytoplankton is $(190 / 1,3 =) 146,2$.
- 7 De P/B-ratio van het zeegras is $(50 / 15,00 =) 3,3$.
- 8 De netto primaire productie P is de door fotosynthese geproduceerde biomassa. Bij het fytoplankton is de fotosynthese-intensiteit groter, doordat het meer licht ontvangt dan het zeegras.
- 9 De biomassa van de benthische micro-algen wordt in 15 dagen vernieuwd. In één jaar produceren de benthische micro-algen $(P/B = 75 / 3 =) 25 \times$ hun eigen biomassa. Een jaar heeft 365 dagen. $365 : 25 = 14,6 = 15$
- 10 Twee abiotische factoren die het verschil in turnover rate veroorzaken, zijn de temperatuur en de verlichtingssterkte/belichtingsduur.

7 Veranderingen in ecosystemen

- 3 Bij de aanleg van skihellingen zijn grote delen bos verdwenen van de Alpenhellingen. Het regen- en smeltwater wordt op de kale hellingen niet langer vastgehouden, waardoor in de lager gelegen gebieden overstromingen worden veroorzaakt.
- 4 In een pionierecosysteem zal vaker door erosie bodemmateriaal worden afgevoerd dan in een climaxecosysteem. Bij een climaxecosysteem zal de afvoer van bodemmateriaal de grootste gevolgen hebben. De planten van een climaxecosysteem zijn meestal niet bestand tegen het verdwijnen van de bovenste, meest humusrijke laag van de bodem. Bovendien duurt het bij een climaxecosysteem veel langer voordat de successie weer hetzelfde stadium heeft bereikt dan bij een pionierecosysteem.
- 5 Enkele verschillen zijn: verschil in vochtgehalte, temperatuur, zuurstofgehalte, bodemstructuur en mineralengehalte.
- 6 In voedselrijk, droog grasland wordt de Spaanse ruiter weggeconcentreerd door andere soorten.
- 7 Bij de populaties van het nonnetje en de wadpier treden geen ernstige veranderingen op.
- 8 Als er schapen grazen op een heide, handhaaft de mens een bepaald stadium in de successie. De successie naar het climaxecosysteem (loofbos) wordt tegengehouden. Andere voorbeelden zijn ter beoordeling aan je docent.
- 9 De vegetatie van een duinbos zal een grotere biomassa hebben dan de vegetatie van een duinstruweel.

opdracht 15

Pionierecosysteem	Climaxecosysteem
sterk wisselende abiotische factoren	gematigde abiotische factoren
humusarme bodem	humusrijke bodem
de vegetatie bestaat uit één laag	de vegetatie bestaat uit meerdere lagen
de levensgemeenschap heeft een kleine diversiteit aan soorten	de levensgemeenschap heeft een grote diversiteit aan soorten
het voedselweb is eenvoudig	het voedselweb is gecompliceerd
de biomassa is gering	de biomassa is groot
de productie is groter dan de afbraak	de productie is gelijk aan de afbraak
de kringlopen zijn open	de kringlopen zijn gesloten
de nissen zijn weinig gespecialiseerd	de nissen zijn sterk gespecialiseerd
de vegetatie is nauwelijks gelaagd	de vegetatie vertoont meerdere lagen

opdracht 16

- 1 Op een kaal rotsblok kunnen planten vrijwel niet groeien, omdat de temperatuur en de bodemgesteldheid hiervoor zeer ongunstig zijn.
- 2 Op een onbegroeide hoop zand kan niet meteen een climaxecosysteem ontstaan, doordat er in de bodem onvoldoende humus aanwezig is voor de vegetatie van een climaxecosysteem. Bovendien groeien de planten van een climaxecosysteem langzamer dan die van een pionierecosysteem.

opdracht 17

Practicum: Strooisellaag van een loofbos en een naaldbos
Ter beoordeling aan je docent.

opdracht 18

Practicum: Biodiversiteit
Ter beoordeling aan je docent.

opdracht 19

- 1 Sophie Rabouille bedoelt dat haar ideeën en hypothesen beter/scherper worden door ze te testen met behulp van modellen.
- 2 Wolf Mooij werkt vanaf het individu naar boven. Het voordeel is dat je daarmee relaties kunt beschrijven zoals ze werkelijk zijn, bijvoorbeeld de eetrelatie tussen een individueel konijn en een vos. Een nadeel is dat de modellen erg groot en complex kunnen worden.

opdracht 20

Practicum: Werken met een Coach-model (1)

- 1 Stroom₁ hangt af van de groeifactor en van het aantal aanwezige grassen. Stroom₂ hangt af van het aantal aanwezige grassen en konijnen en van de kans dat een konijn een grasplant opeet. Stroom₃ hangt af van het aantal aanwezige grassen en konijnen en van de omzetting van gras in jonge konijnen. Stroom₄ hangt af van het aantal konijnen en hun sterftekans.
- 2 5300 m^2 is bedekt met grassen en er zijn 100 konijnen per $10^5 \text{ m}^2 = 10$ per ha.
- 3 Er ontstaat voor beide groepen een sinusvormig patroon. Eerst groeit het gras, daardoor neemt het aantal konijnen toe. Nu neemt de hoeveelheid gras weer af, vervolgens daalt ook het aantal konijnen, waarna het gras weer groeit, enzovoort.
- 4 Hypothese: Bij verlaging van het aantal konijnen zal het gras sneller groeien, waarna het aantal konijnen weer toeneemt. Het patroon verandert niet.
Resultaat: Het patroon blijft gelijk, alleen is de frequentie van de golven lager en de amplitude groter. Het gras groeit sneller uit, het duurt langer voor de konijnen daarop reageren.
- 5 Hypothese: Bij verhoging van het aantal vierkante meter grassen zal het aantal konijnen snel toenemen, waarna de hoeveelheid gras weer daalt. Het patroon verandert niet.
Resultaten: Het patroon blijft ongeveer hetzelfde, alleen bij 100 zie je een lagere frequentie en grotere amplitude van de golfbeweging. Het duurt langer voor de konijnen een grote hoeveelheid gras onder controle hebben.

opdracht 21

- 1 Het konijn heeft invloed op de leefomgeving in het duin. Dat gebeurt door het graven van holen en het beïnvloeden van de vegetatie.
- 2 De konijnen kunnen deze planten in volgroeide vorm slecht verteren, dus ook al is hun dichtheid hoog, de vegetatie verandert niet. Door concurrentie voorkomen deze planten dat de sappige grassen terugkeren.

opdracht 22

Practicum: Werken met een Coach-model (2)

- 1 Hoe groter het voor grassen beschikbare deel van het duingebied, hoe sterker de groei van die grassen kan zijn.
- 2 Bij verlaging van het beschikbare deel verdwijnt de schommeling. De hoeveelheid grassen gaat steeds verder omlaag, maar bereikt een evenwicht. De konijnen houden steeds minder voedsel over en dalen sterk in aantal.
- 3 Er is sprake van facilitatie. De Schotse hooglanders zorgen ervoor dat de voor konijnen gunstige grassen weer een kans krijgen.
- 4 Nu komt er de mededeling: 'Schotse_Hooglanders is niet gespecificeerd'. Dat komt omdat de nieuwe relatie nog niet in de formule is verwerkt.
- 5 De formule voor Stroom₁ wordt dan: $\text{groei}_1 * \text{grassen} * (1 - \text{grassen} / (\text{beschikbaar_deel_duningebied} + \text{Schotse_Hooglanders} * 5300))$. Bij een aantal van 138 Schotse hooglanders komt het aantal konijnen weer boven de 90 per 10 ha.
- 6 Machinaal maaien geeft een minder natuurlijk/nauwkeurig effect en is ook duurder.
- 7 Dit soort modellen maakt het duinbeheerders mogelijk tegen lage kosten en snel tot voorspellingen te komen over mogelijke ingrepen in hun gebied.
- 8 In werkelijkheid is het duingebied ingewikkelder, er zijn veel meer soorten en onderlinge relaties. Voor de schoolsituatie worden dergelijke complexe modellen veel te ingewikkeld om te begrijpen.

Diagnostische toets

DOELSTELLING 1

- 1 A.
- 2 C. (Bij de antwoorden A en B is er sprake van verschillende soorten; bij antwoord D is er geen sprake van een voortplantingsgemeenschap.)
- 3 D.
- 4 B.
- 5 C.

DOELSTELLING 2

- 1 B.
- 2 D.
- 3 B.

DOELSTELLING 3

- 1 Een warm milieu. (Een fennek heeft zeer grote oorschelpen.)
- 2 De lengte van de belichtingsperiode. (De voortplanting wordt het meest beïnvloed door de daglengte.)
- 3 In sloot Q en in sloot R.
- 4 Voorbeelden van een juiste verklaring zijn:
 - In het midden van het gebied is de afstand tot het grondwater groter dan aan de rand van het gebied.
 - Aan de rand van het gebied ligt de kleilaag (met voedingsstoffen) dichter aan het oppervlak.
- 5 Voorbeelden van juiste argumenten om te kiezen voor gebied 4 zijn:
 - Dit gebied is goed te irrigeren met water uit de rivier of uit het beekje.
 - Dit gebied ligt dicht bij de rivier (dan gebied 5) / dit gebied is goed bereikbaar.
 - In dit gebied staan kleinere bomen die gemakkelijker te kappen en af te voeren zijn dan in gebied 5.
 Voorbeelden van juiste argumenten om te kiezen voor gebied 5 zijn:
 - Dit gebied is goed te irrigeren met water uit het beekje.
 - De bodemsamenstelling van dit gebied is beter (dan van gebied 4).
 - In dit gebied is minder kunstmest per oppervlakte-eenheid nodig.

DOELSTELLING 4

- 1 Onjuist. (Dan is er sprake van een J-vormige groeicurve.)
- 2 Juist.
- 3 Juist.
- 4 Juist.
- 5 Juist.
- 6 Juist.

DOELSTELLING 5

- 1 D.
- 2 C. (In deze afbeelding is de bladluis een herbivoor, zijn het lieveheersbeestje, de merel en de kat predatoren, en zijn er geen reducenten afgebeeld.)
- 3 B. (Er is hier geen producent aanwezig.)
- 4 D.
- 5 B.

DOELSTELLING 6

- 1 Juist.
- 2 Juist. (Zowel de ossenpikker als de zebra's hebben voordeel van de samenleving.)
- 3 Onjuist.
- 4 Juist.
- 5 Juist.
- 6 Onjuist.
- 7 Onjuist.
- 8 Onjuist.

DOELSTELLING 7

- 1 D.
- 2 B.
- 3 A. ($I = 100$; $A/I = 80\%$; $A = 80 \text{ kJ}$; $P/A = 2\%$; dus $P = 1,6 \text{ kJ}$.)
- 4 41% van de totale productie is afkomstig van de bovengrondse houtige delen.
Aandeel van de houtige delen:
($2550 + 1783 + 1787 = 6120$)
Totale productie:
($9490 + 616 + 658 + 2082 + 134 + 2000 = 14980$)
- 5+6 Bomen: $9490 + 1878^* = 11368$
 $11368 / 14980 \times 100\% = 76\%$
 Struiken: $616 + 122^* = 738$
 $738 / 14980 \times 100\% = 5\%$
 Bodemflora: $658 + 134 = 792$
 $792 / 14980 \times 100\% = 5\%$
 Organisch afval: 2082
 $2082 / 14980 \times 100\% = 14\%$ (geen blad)

*De verhouding van de productie tussen bomen en struiken bovengronds = $616 / 9490$
 Totale productie ondergronds is 2000.
 Aandeel struiken ondergronds is: $616 / 616 + 9490 = 0,061$.
 $0,061 \times 2000 = 122 \text{ kg droge massa} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}$.
 Aandeel van de bomen is dan: $2000 - 122 = 1878 \text{ kg droge massa} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}$.

	Bomen	Struiken	Bodemflora	Organisch afval (geen blad)
Productie loofbos (kg droge massa · ha ⁻¹ · j ⁻¹)	11 368	738	792	2082
% van het totaal	76	5	5	14

DOELSTELLING 8

- 1 D.
- 2 D. (Er is sprake van secundaire successie, omdat de zeebodem al humus bevatte.)
- 3 A.
- 4 A.

DOELSTELLING 9

- 1 De planktonconcentratie en de filtersnelheid.
- 2 Plankton is afhankelijk van licht en de intensiteit wisselt per seizoen.
- 3 Als er minder plankton groeit (winter), is er minder voedsel voor de mossel.
- 4 In het model is te zien dat de filtersnelheid afhangt van het drooggewicht. Dat is ook logisch: hoe groter de mossel, dus hoe hoger het drooggewicht, hoe meer het dier zal filteren.
- 5 De grondstofwisseling (onderhoud, transport en dergelijke) gaat door, dat kost energie. De mossel verbrandt elke dag blijkbaar 1% van het gewicht.
- 6 Dat zoek je uit door de rekentijd te verlengen en te onderzoeken of de mossel dan nog sterk groeit.
- 7 Er missen veel factoren uit de werkelijkheid, bijvoorbeeld een mossel leeft niet alleen, er zijn dieren die mossels eten, de watertemperatuur varieert.

opdracht 3

- 1 Voorbeelden van algemene kenmerken:
 - vestiging van een pioniervegetatie: in regel 11-14;
 - verandering van de vegetatie / opvolging van (planten- en dier)soorten: in regel 19-21 / regel 21-27 / 21-32;
 - toename biomassa / toename complexiteit van het voedselnet: in regel 21-32.
- 2 Door de aanwezigheid van hazen op de kwelder:
 - wordt de groei van de zoutmelde (hoge vegetatie) geremd;
 - daardoor kan lage begroeiing (zoals kweldergras) die het voedsel voor de rotganzen vormt beter groeien;
 - en kan er dus een grotere populatie rotganzen verblijven.
- 3 – Een kwelder waar ganzen en hazen voorkomen (in het voorjaar) is in twee gelijkwaardige stukken verdeeld.
 - Een van de stukken, bijvoorbeeld door gaas rondom, is afgeschermd tegen hazen (en is wel toegankelijk voor ganzen).
 - Gedurende tientallen jaren zijn de rotgansdichtheden op beide terreinen bepaald.
- 4 B.

opdracht 4

- 1 B.
- 2 Bos P is ouder.
 - In bos P is de totale dissimilatie bijna gelijk aan de bruto primaire productie / neemt de biomassa minder toe dan in bos Q.
 - Er is (in bos P) sprake van een stabielere situatie, dit is het geval bij een ouder bos.

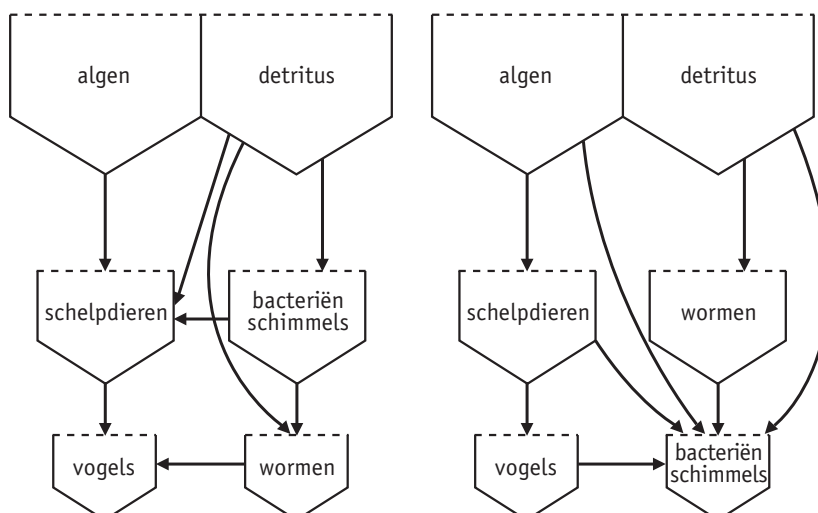
Eindopdracht

opdracht 1

Laat je docent je conceptmap controleren.

opdracht 2

Twee voorbeelden van een juist aangevuld schema:



Verrijkingstof

1 Populatie-dichtheid bepalen

opdracht 1

- 1 Van de tweede vangst bestaat 20% uit gemerkte kikkers.
- 2 Na het vrijlaten van de eerste vangst zal 20% van de totale populatie uit gemerkte kikkers bestaan.
- 3 Het aantal gemerkte kikkers is 60.
- 4 De populatie zal uit ongeveer $100/20 \times 60 = 300$ groene kikkers bestaan.
- 5 Omdat een zo laag aantal geen betrouwbare berekening mogelijk maakt.
- 6 In het voortplantingsseizoen verandert de verhouding: er komen ongemerkte kikkers bij. Dus kloppen de berekeningen niet meer.
- 7 Een opvallend rood ringetje is niet alleen opvallend voor de onderzoeker, maar ook voor predatoren van de kikker.