

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

5

Evolutie

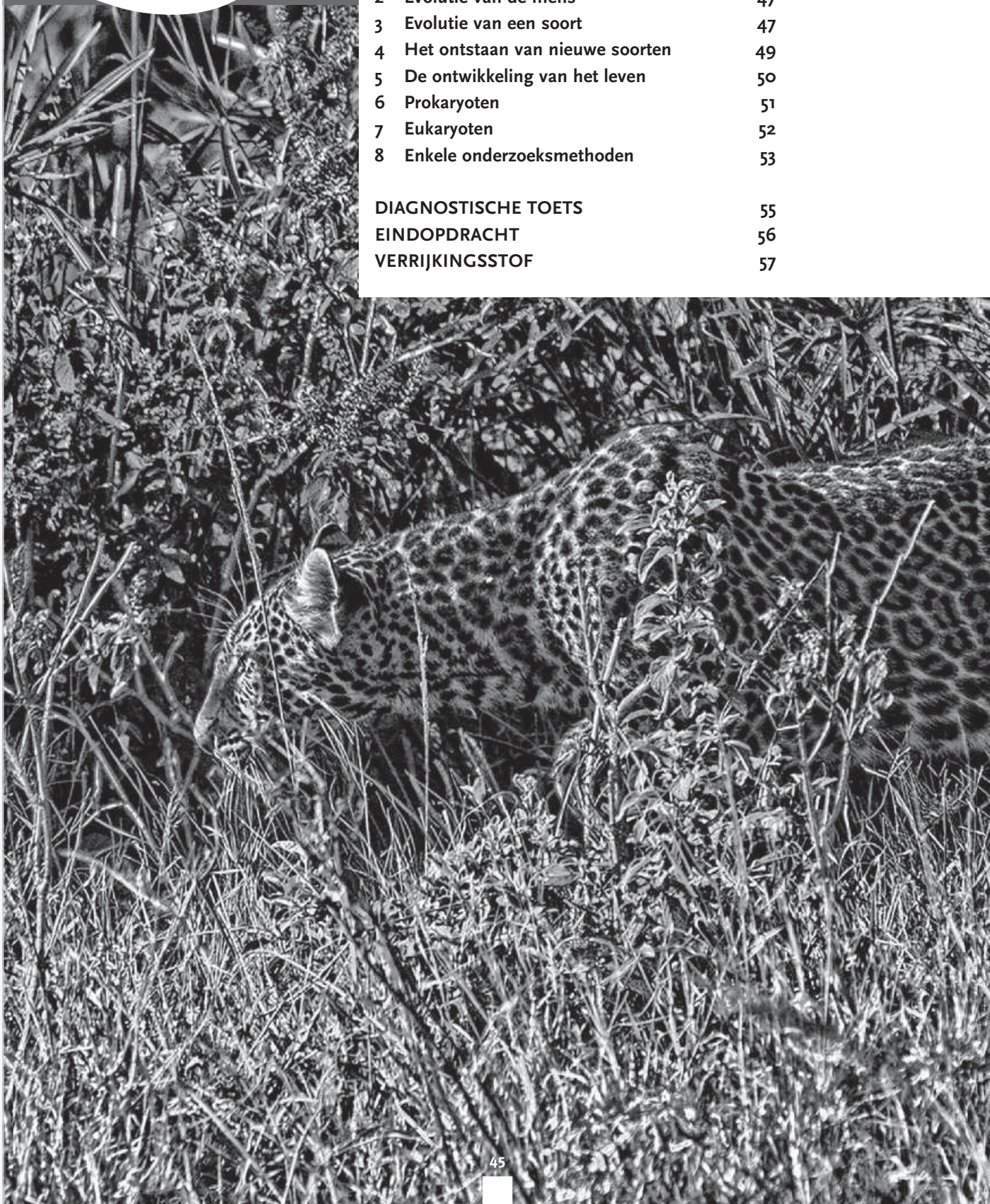
BASISSTOF

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
--	---------------------	----

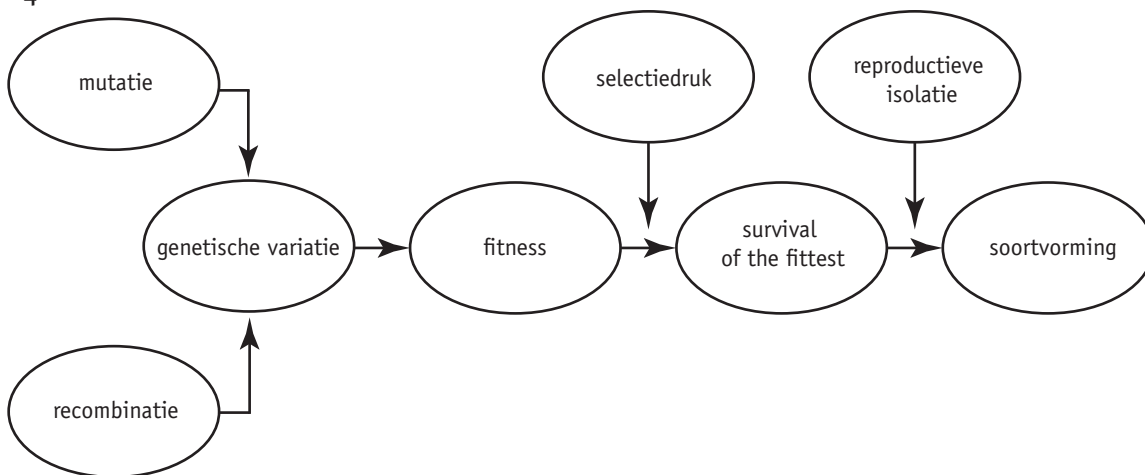
	VERRIJKINGSSTOF	57
--	------------------------	----



1 De evolutietheorie

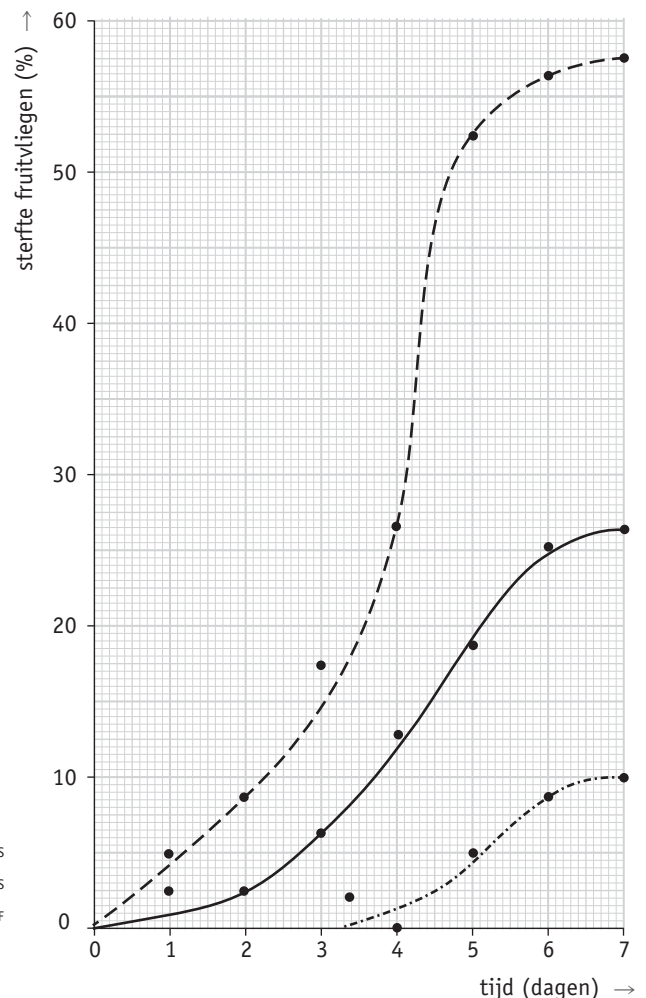
opdracht 1

- 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^FAdh^F-vliegen vertonen minder sterfte op ethanol dan Adh^FAdh^S-vliegen en deze weer minder dan Adh^SAdh^S-vliegen. In rottend fruit ontstaat alcohol. Daardoor kunnen Adh^FAdh^F-vliegen in de natuur beter op overrijp/rottend fruit overleven dan Adh^FAdh^S-vliegen en deze beter dan Adh^SAdh^S-vliegen. Daardoor zijn de overlevingskansen in de natuur verschillend voor vliegen die verschillen in het genotype voor alcoholdehydrogenase.

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-jongen 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

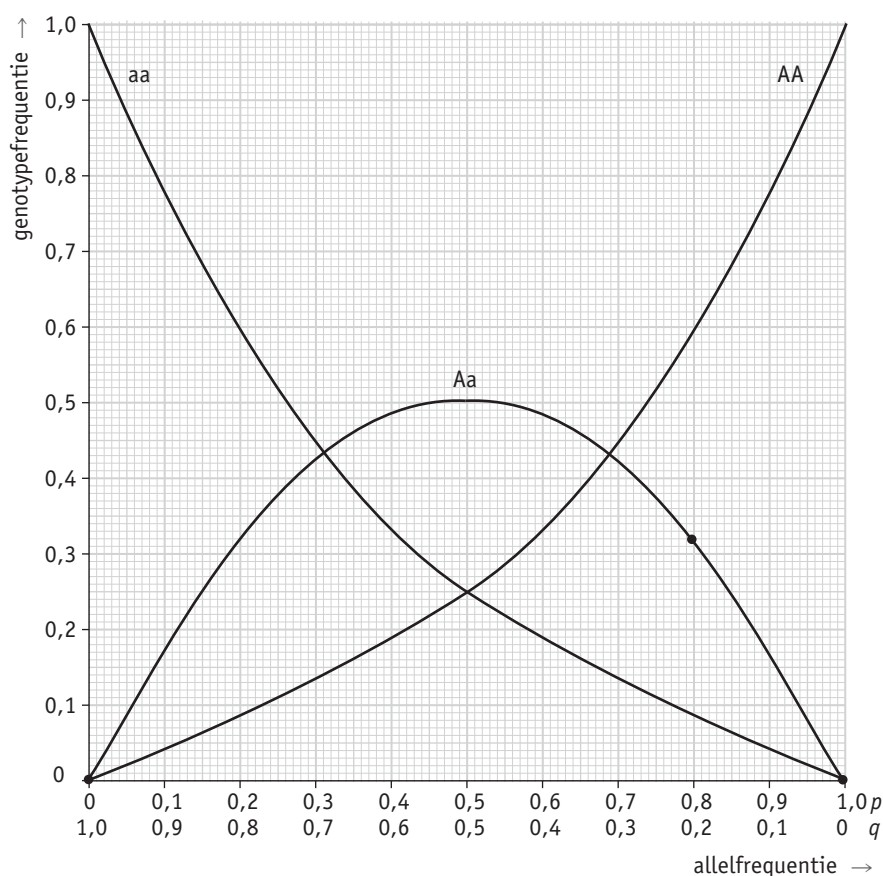
- 1 Een pony en een paard worden tot dezelfde soort gerekend, omdat er tussen deze paarden op natuurlijke wijze genen kunnen worden uitgewisseld. Beide paarden kunnen zich kruisen met paarden van tussenliggende grootte.
- 2 De konijnen op Texel en de konijnen op Vlieland vormen twee populaties, doordat 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: $\sqrt{0,30} = 0,547$.
Het percentage dieren met bruine veren is: 50%. De allelfrequentie is: $\sqrt{0,5} = 0,707$.
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 (inteeft) 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*.

- De probleemstelling van het experiment is: Ontstaan er tussen hagedissenpopulaties ten gevolge van reproductieve isolatie (in relatief korte tijd) aanpassingen aan veranderde milieumomstandigheden?
- 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.
- 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

- 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.
- Op eiland P.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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).
- 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

- 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.
- d – e – c – b – a.
- 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.
- De vrouwtjes investeren veel tijd en energie in hun jongen. Dan is het belangrijk dat de kans op voortplantingssucces zo groot mogelijk is.
- 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.
- 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.
- In voorbeeld 1 en 3.

5 De ontwikkeling van het leven

opdracht 12

- De oeratmosfeer bevatte geen zuurstof. De huidige atmosfeer bevat wel zuurstof.
- De eerste anaerobe organismen waren heterotroof. Ze verkregen hun energie uit de afbraak van organische stoffen in de oersoep.
- 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.
- 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 organisatie-niveau staan de organellen (cellen) die in staat zijn tot bijvoorbeeld fotosynthese of verbranding. Op het hogere organisatie-niveau 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 cholera bacteriën 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 – cholera bacillen gaan bij 50 °C dood – en elementaire hygiënische voorzorgsmaatregelen te nemen.'
- 4 In Apulië kwamen de cholera bacteriën 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 cholera bacterie 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 (inktvisseren), 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.

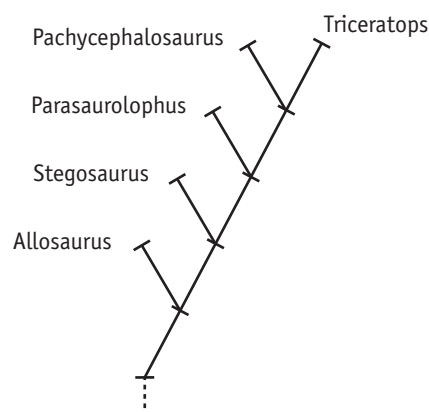
8 Enkele onderzoeksmethoden

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 grijpen 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.

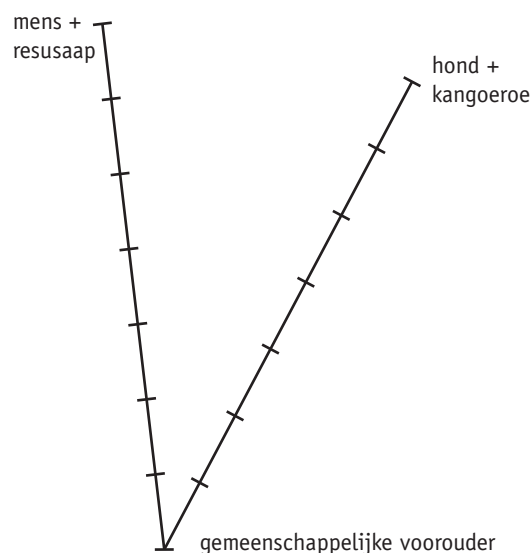
opdracht 25



Let op: Pachycephalosaurus en Triceratops kunnen worden omgewisseld.

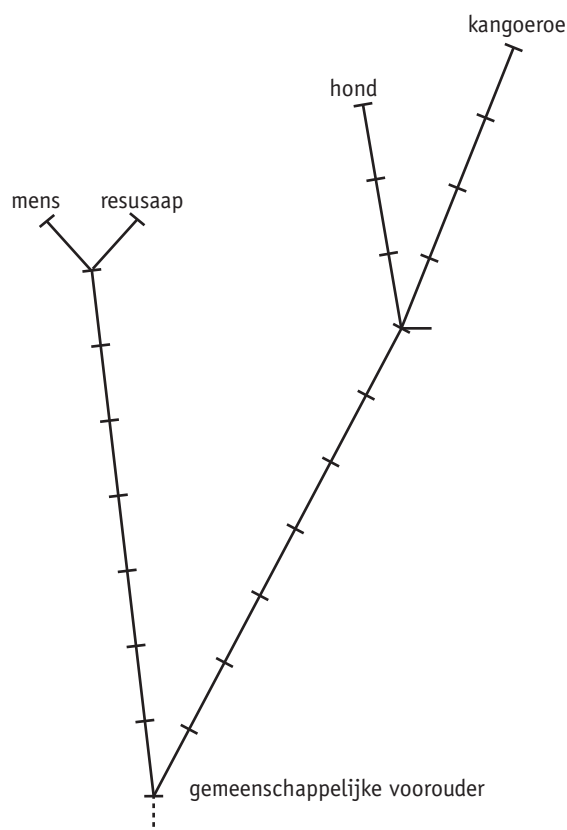
opdracht 26

- 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.

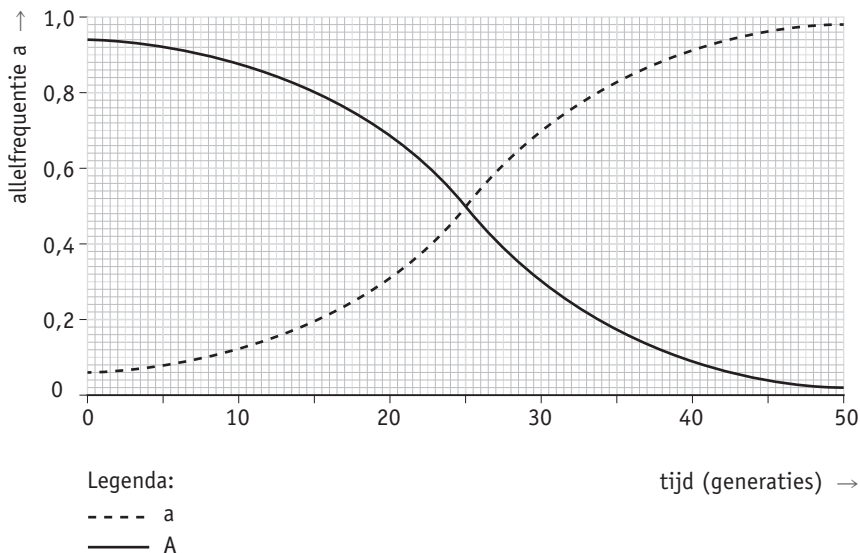
opdracht 28

- 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 oorsmeermoleculen bevat en kan uitscheiden (secretie).
Cel: kliercel.

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 tussentijdse 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).