Examen HAVO

2021

tijdvak 2
woensdag 23 juni
13.30 - 16.30 uur

biologie

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 42 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 69 punten te behalen.
Voor elk vraagnummer staat hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

Als bij een open vraag een verklaring, uitleg of berekening gevraagd wordt, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg of berekening ontbreekt.

Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.

Bionisch oog

Onderzoekers in Duitsland hebben een bionisch oog ontwikkeld waardoor blinde mensen op termijn mogelijk weer kunnen zien.

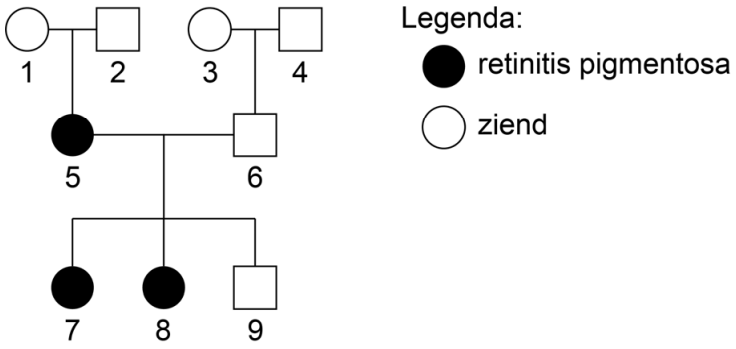
Het bionische oog dat de onderzoekers ontwikkelden, werd getest bij mensen met retinitis pigmentosa. Mensen met deze aandoening worden ziend geboren, maar gedurende hun leven neemt het zicht steeds verder af doordat de zintuigcellen afsterven. In het begin sterven alleen de staafjes af, maar in een vergevorderd stadium verdwijnen ook steeds meer kegeltjes uit het netvlies.

1p **1** Wat is een van de eerste symptomen die optreden bij retinitis pigmentosa?

A alleen grijstinten kunnen zien
B alleen wazig kunnen zien
C in schemerdonker slecht kunnen zien
D rood en groen slecht van elkaar kunnen onderscheiden

Er zijn verschillende vormen van retinitis pigmentosa, die op verschillende manieren overerven. In afbeelding 1 is de overerving van retinitis pigmentosa in een familie weergegeven.

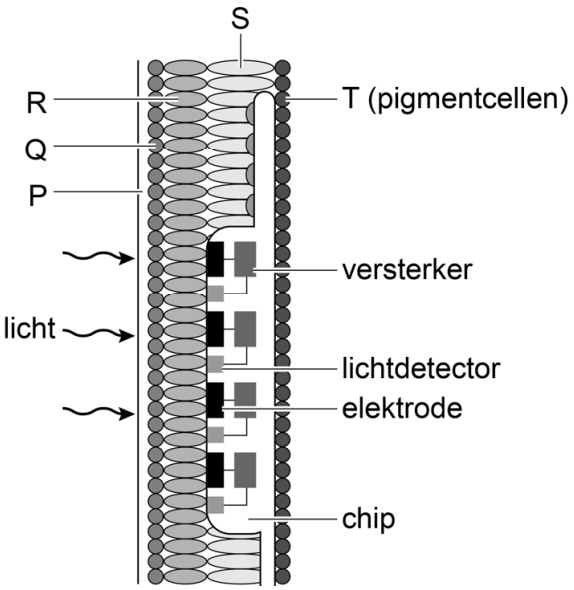
afbeelding 1



2p **2**
- Noteer een combinatie van een kind met zijn/haar ouders uit de stamboom waaruit blijkt dat het allel dat retinitis pigmentosa veroorzaakt, in deze familie recessief is.
- Noteer een combinatie van een kind met zijn/haar vader of moeder uit de stamboom waaruit blijkt dat retinitis pigmentosa in deze familie **niet** X-chromosomaal overerft.

In het netvlies van drie patiënten die grotendeels blind waren door retinitis pigmentosa, werd een chip met 1500 lichtdetectors geplaatst.
Als licht op een lichtdetector valt, wordt via een versterker en een elektrode een signaal afgegeven aan zenuwcellen in het netvlies. In afbeelding 2 is een deel van het netvlies met daarin een chip met vier lichtdetectors schematisch weergegeven.

afbeelding 2



1p **3** Noteer de letter die de cellaag aangeeft waarvan de lichtdetectors de functie overnemen.

De versterker zorgt ervoor dat het signaal van de lichtdetector sterk genoeg is om, via de zenuwcellen van het netvlies, de hersenen te bereiken. Een accu buiten het lichaam voorziet de chip van stroom via een draadje door het hoofd.

Over de werking van het bionische oog worden drie uitspraken gedaan:

1 Uit de informatie blijkt dat de drempelwaarde van de lichtdetectors lager is dan die van kegeltjes van een persoon zonder retinitis pigmentosa.
2 Als de elektrodes signalen afgeven, zullen in zenuwcellen van het netvlies impulsen ontstaan.
3 De beeldvorming bij de patiënt zal het beste zijn als de chip wordt aangebracht op de plaats van de gele vlek.

2p **4** Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of de betreffende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

Het signaal wordt via de oogzenuw naar de hersenen verstuurd. In de hersenen wordt de informatie verwerkt.

1p **5** In welk gedeelte van de hersenen wordt het beeld gevormd?

A in de grote hersenen
B in de hersenstam
C in de kleine hersenen

Om het bionische oog te testen kregen de proefpersonen vormen te zien. Uit het onderzoek werd geconcludeerd dat het bionische oog het zicht van de proefpersonen verbeterde.
Een controleproef was onderdeel van dit onderzoek.

1p **6** Beschrijf hoe de controleproef werd gedaan.

Zilte landbouw

De landbouw in Nederland maakt voornamelijk gebruik van zoet water. Ecoloog Arjen de Vos van het Zilt Proefbedrijf op Texel test de zouttolerantie van gangbare landbouwgewassen. Zijn er gewassen die tegen zouter water kunnen?

Een groot deel van Nederland ligt aan de kust en heeft daardoor met binnensijpelend zeewater en brak grondwater te maken. De meeste plantensoorten zijn gevoelig voor deze verzilting. De opgeloste zout-ionen rondom de wortels verstoren de wateropname waardoor de planten uitdrogen.

Bij gewassen die op zilte plaatsen groeien, bevat het bodemvocht rondom een wortelcel meer opgeloste deeltjes dan het vocht in de cel zelf. Als gevolg hiervan verandert de osmotische waarde van de wortelcellen.

2p **7** Is het bodemvocht dan hypertoon of hypotoon? En wordt tijdens het uitdrogen de osmotische waarde van de wortelcellen hoger of lager?

	bodemvocht is	osmotische waarde wortelcellen wordt tijdens uitdrogen
A	hypertoon	hoger
B	hypertoon	lager
C	hypotoon	hoger
D	hypotoon	lager

Sommige droogtetolerante plantensoorten zijn ook zouttolerant. Om verdamping te kunnen beperken, hebben deze planten bepaalde aanpassingen.
Drie kenmerken van bladeren zijn:
1 het aantal huidmondjes per cm^2
2 de dikte van de cuticula (waslaag)
3 de bladoppervlakte ten opzichte van de bladinhoud

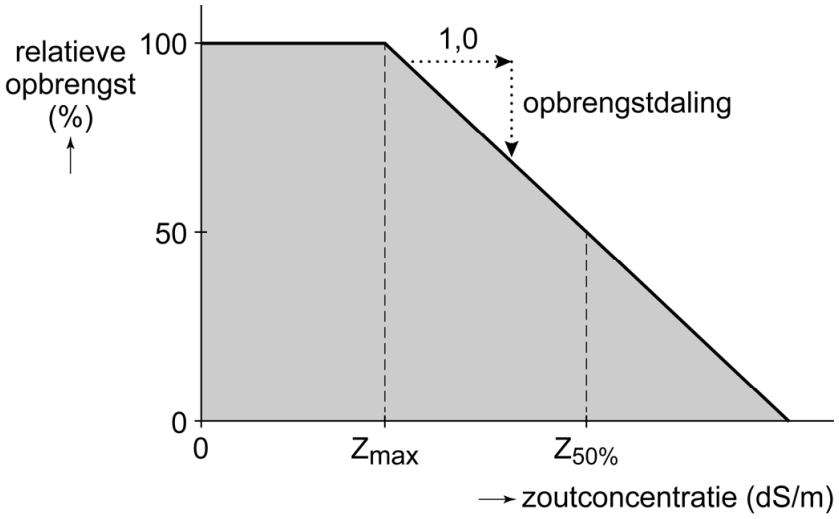
2p **8** Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of het betreffende kenmerk **groter** of **kleiner** moet zijn om verdamping te beperken.

Een teveel aan zoutionen verstoort de activiteit van enzymen in plantencellen. Veel zouttolerante planten slaan opgenomen ionen op in een bepaald deel van de cel. Hierdoor worden celprocessen niet verstoord.

1p **9** In welk deel van de cel worden de zoutionen opgeslagen?
A in de chloroplasten
B in de mitochondriën
C in de vacuole
D in het endoplasmatisch reticulum

Arjen de Vos zoekt naar landbouwgewassen die geschikt zijn voor de zilte teelt door gewassen te kweken bij verschillende zoutconcentraties van het bodemvocht. Voor het verwerken van de gegevens gebruikt hij een wiskundig model: er is een lineaire afname van de gewasopbrengst als de zoutconcentratie van het bodemvocht een bepaalde drempelwaarde overschrijdt. Het model is weergegeven in afbeelding 1. Hierin is Z_{max} de maximale zoutconcentratie waarbij er nog 100% gewasopbrengst is en $Z_{50\%}$ de zoutconcentratie waarbij de gewasopbrengst 50% is. Als maat voor de zoutconcentratie gebruikt hij de geleidbaarheid van het bodemvocht, uitgedrukt in dS/m.

afbeelding 1



De Vos heeft van verschillende gewassen de Z_{max} (in dS/m) en de opbrengstdaling (in % per 1,0 dS/m) bepaald. Een deel van de resultaten is weergegeven in tabel 1.

tabel 1

gewas	Z_{max} (dS/m)	opbrengstdaling (% per dS/m)
aardappel, Miss Mignonne	4	7
broccoli	6	6
rode ui	6	12
wortel, variëteit 101	3	9

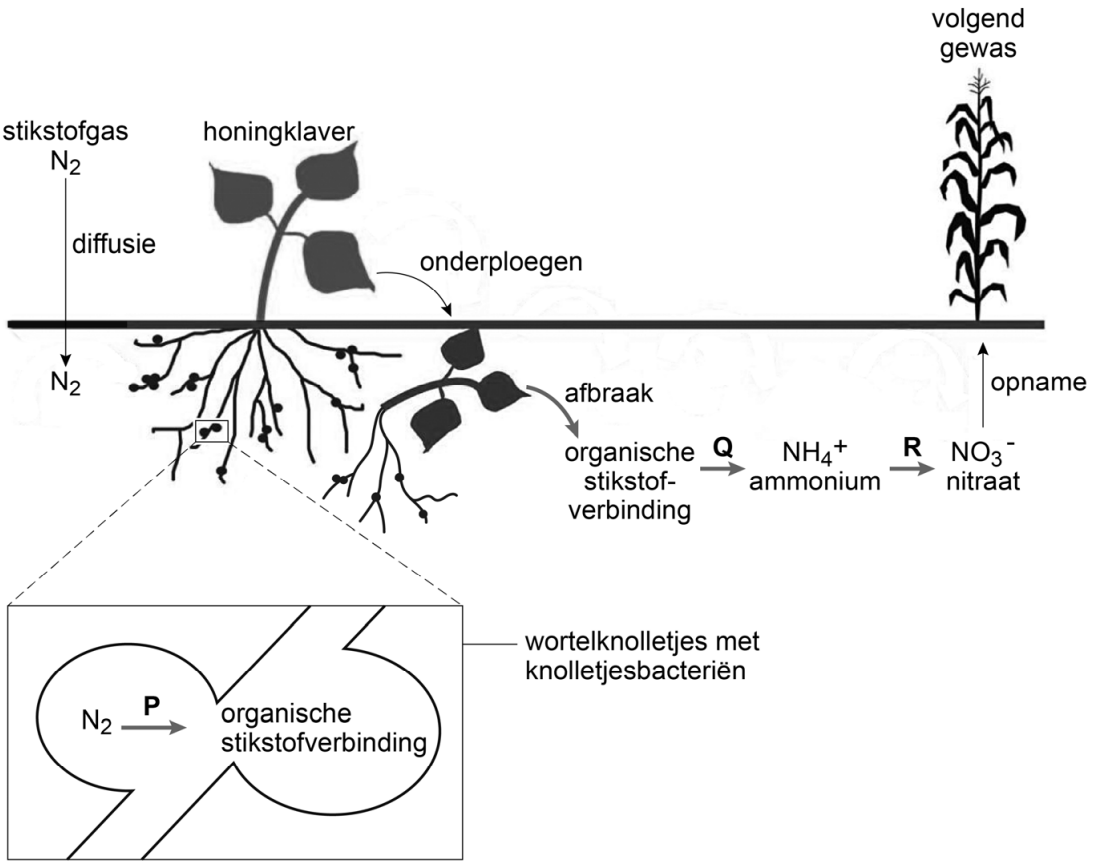
Voor verzilte gebieden is een gewas dat nog de helft opbrengt ten opzichte van normaal, al heel aantrekkelijk. Met de gegevens uit tabel 1 is te bepalen welk van de geteste gewassen de hoogste $Z_{50\%}$ heeft.

2p **10** Welk gewas heeft de hoogste $Z_{50\%}$?

A aardappel, Miss Mignonne
B broccoli
C rode ui
D wortel, variëteit 101

Op het Zilt Proefbedrijf heeft De Vos ook meegewerkt aan een onderzoek naar de zouttolerantie van knolletjesbacteriën. Knolletjesbacteriën leven in een symbiotische relatie met vlinderbloemige planten zoals honingklaver, die als een 'groenbemester' wordt gebruikt. Na het onderploegen van de honingklaverplanten komen – via een reeks processen – anorganische stikstofverbindingen in de bodem. Deze verbindingen kunnen door het volgend gewas opgenomen worden. Deze processen zijn weergegeven in afbeelding 2.

afbeelding 2



In het schema in afbeelding 2 zijn met de pijlen P, Q en R processen uit de stikstofkringloop aangegeven waarbij stikstofverbindingen worden omgezet.

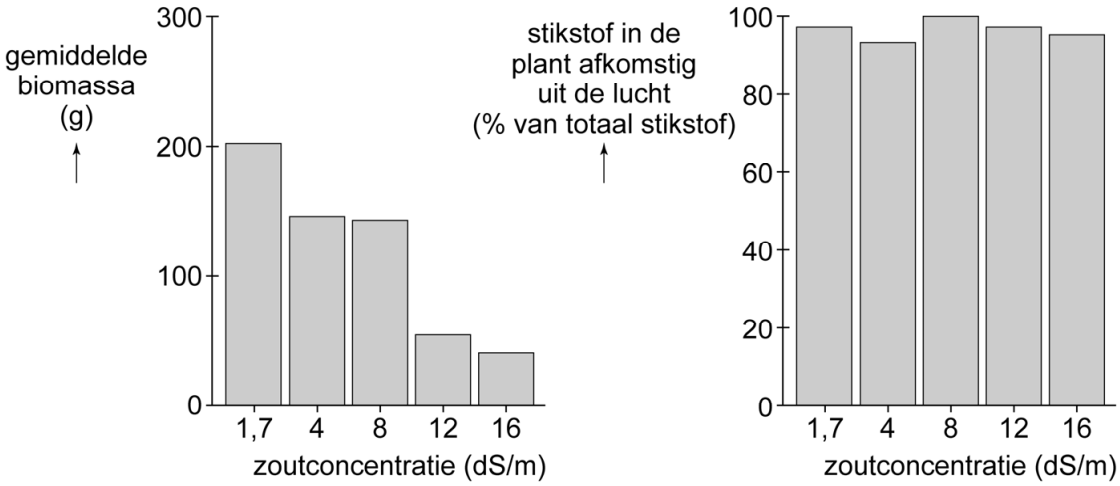
2p **11** Schrijf de letters P, Q en R onder elkaar en noteer erachter wat de naam is van het betreffende proces uit de stikstofkringloop.

Naast groenbemesting kan er ook gekozen worden voor het gebruik van kunstmest. Kunstmest is een mengsel van mineralen dat in de fabriek wordt gemaakt, onder andere uit gesteenten.

1p **12** Geef een argument waarom het gebruik van kunstmest minder duurzaam is dan het gebruik van groenbemesters.

Op het Zilt Proefbedrijf werd op proefveldjes honingklaver gezaaid. Elk veldje werd bevloeid met een bepaalde zoutoplossing. Er werden vijf verschillende zoutconcentraties getest. De zoutoplossingen werden gemaakt door regenwater (0 dS/m) en Waddenzeewater (35 dS/m) in verschillende verhoudingen te mengen. Na vier maanden werd de honingklaver geoogst en werd de biomassa van de planten bepaald. Ook werd van een stukje van de wortels het stikstofgehalte bepaald. De onderzoekers bepaalden welk percentage van de stikstof afkomstig is van stikstofgas uit de lucht aan de hand van de samenstelling van de stikstofisotopen. De resultaten zijn weergegeven in afbeelding 3.

afbeelding 3



Naar aanleiding van de resultaten van de proef worden drie uitspraken gedaan:

1 Een hogere zoutconcentratie verhoogt de dissimilatie van honingklaver.
2 Honingklaver neemt stikstof vooral op via de bladeren.
3 De activiteit van knolletjesbacteriën is de beperkende factor voor de groei van honingklaver in zilte omstandigheden.

2p **13** Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of de betreffende uitspraak **wel** of **niet** een juiste conclusie is op basis van de gegevens in afbeelding 3.

De Mont Blanc: adembenemend

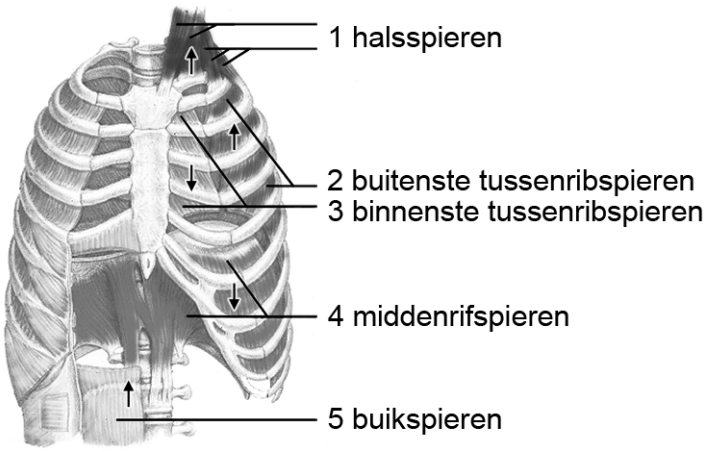
Anna gaat met een groep klimmers onder leiding van een ervaren gids de Mont Blanc (afbeelding 1) beklimmen. Om de kans op hoogteziekte te verkleinen, beklimmen ze eerst enkele lagere bergen in de omgeving.

afbeelding 1

Hoogteziekte ontstaat doordat lucht op grote hoogte minder zuurstof bevat dan lucht op zeeniveau. Hierdoor wordt minder zuurstof ingeademd en daalt de hoeveelheid zuurstof in het bloed.
Klachten bij milde hoogteziekte zijn hoofdpijn, kortademigheid en misselijkheid. Bij ernstige hoogteziekte is er sprake van long- en hersenoedeem, wat levensbedreigend kan zijn.
Voor de beklimming van de Mont Blanc wordt een aantal dagen uitgetrokken. Na twee dagen bereikt de groep een hoogte van 3835 meter. Anna merkt dat ze hijgt: ze ademt veel vaker en dieper in en uit dan normaal, zelfs als ze zich nauwelijks inspant.

In afbeelding 2 zijn vijf spiergroepen getekend die betrokken zijn bij de inademing of bij de uitademing. Bij 1, 2 en 3 is met pijlen aangegeven in welke richting de ribben bewegen als de betreffende spiergroepen samentrekken. Bij 4 en 5 is met pijlen aangegeven in welke richting het middenrif beweegt als de betreffende spiergroepen samentrekken.

afbeelding 2



2p **14** Schrijf de nummers 1 tot en met 5 onder elkaar en noteer erachter of de betreffende spiergroepen **wel** of **niet** worden samengetrokken bij een diepe inademing.

Door het hijgen verliest Anna veel water. De hypofyse reageert op watertekort door afgifte van het hormoon ADH. ADH beïnvloedt het watertransport in de nieren.

2p **15** Wat is de richting van het watertransport dat wordt beïnvloed door ADH?

A van de haarvaten van de glomerulus naar het kapsel van Bowman
B van het kapsel van Bowman naar de haarvaten van de glomerulus
C van de nierhaarvaten naar de verzamelbuisjes
D van de verzamelbuisjes naar de nierhaarvaten

Een symptoom van hoogteziekte is longoedeem: bloedvaten in de longen vernauwen, waardoor de bloeddruk stijgt. Hierdoor gaan haarvaten vocht lekken waardoor er vocht in het longweefsel en in de longblaasjes komt. Dit beïnvloedt de diffusie van zuurstof vanuit de longblaasjes naar de haarvaten.
De diffusiesnelheid V van zuurstof vanuit de longblaasjes naar het bloed kan met de volgende formule worden bepaald:

$$V = \frac{D \cdot A \cdot (c_2 - c_1)}{x}$$

- D is de diffusieconstante
- A is de oppervlakte van de longblaasjes
- $(c_2 - c_1)$ is het verschil in zuurstof-concentratie tussen bloed en lucht
- x is de diffusie-afstand

Bij longoedeem verandert de diffusie-afstand en daardoor de diffusiesnelheid van zuurstof.

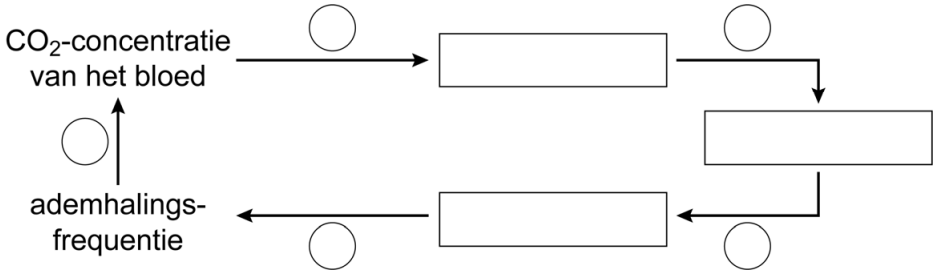
2p **16** Wordt de diffusie-afstand groter of kleiner? En wordt daardoor de diffusiesnelheid groter of kleiner?

	diffusie-afstand	diffusiesnelheid
A	groter	groter
B	groter	kleiner
C	kleiner	groter
D	kleiner	kleiner

Enkele klimmers uit Anna's groep gebruiken een medicijn dat de kans op hoogteziekte verkleint. Dit medicijn bevat een stof die ervoor zorgt dat de CO_2-concentratie in het bloed hoog blijft. Hierdoor wordt de longventilatie beïnvloed.
Bij de regeling van de longventilatie zijn het ademcentrum in de hersenstam, ademhalingsspieren en chemoreceptoren betrokken.

In afbeelding 3 is de regeling van de longventilatie weergegeven als een regelkring. Het schema is nog niet compleet.

afbeelding 3



In de uitwerkbijlage is het schema nogmaals afgebeeld.

2p **17**
- Vul het schema aan door de volgende termen op de juiste plaats te noteren: **ademcentrum**, **ademhalingsspieren**, **chemoreceptoren**.
- Noteer in de vijf cirkels een **+** (voor stimulering of toename) of een **–** (voor remming of afname).

Anna bereikt zonder problemen de top. Door het vrijkomen van dopamine in haar hersenen ervaart ze een gelukkig gevoel. Dopamine zorgt voor impulsoverdracht tussen zenuwcellen in de hersenen.

1p **18** Noteer de biologische naam van stoffen zoals dopamine, die zorgen voor impulsoverdracht tussen zenuwcellen.

Modificatie van malariamuggen

Elk jaar overlijdt bijna een miljoen mensen aan malaria. Een Amerikaanse onderzoeksgroep heeft nu een genetisch gemodificeerde mug ontwikkeld die de verspreiding van malaria misschien kan stoppen.

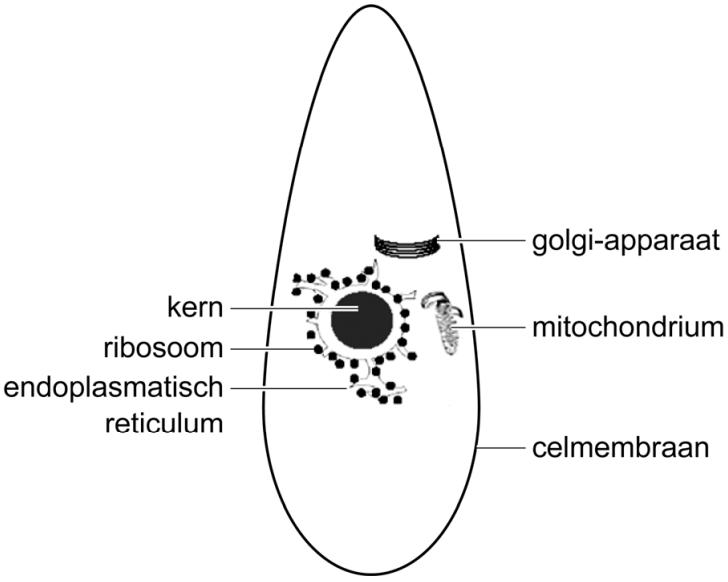
De ziekte malaria wordt veroorzaakt door de malariaparasiet (*Plasmodium sp.*), een eencellig organisme. Voor zijn verspreiding is de malariaparasiet afhankelijk van malariamuggen (*Anopheles sp.*). Een malariamug kan de parasiet overbrengen van een besmet persoon naar een niet-besmet persoon. Voor de mens is de malariaparasiet een parasiet.

De relatie tussen de malariamug en de malariaparasiet wordt commensalisme genoemd.

1p **19** Noteer welk van deze organismen voordeel heeft of welke van deze organismen voordeel hebben in deze relatie.

In afbeelding 1 is de malariaparasiet schematisch weergegeven.

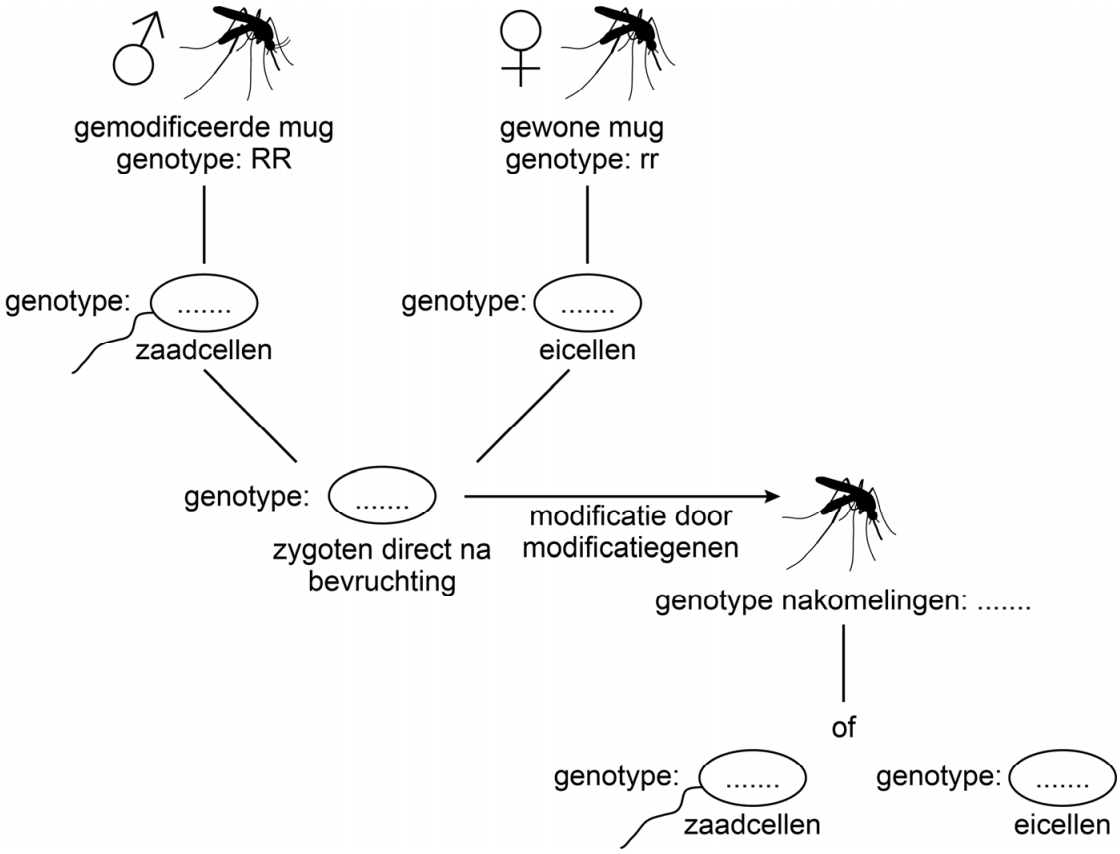
afbeelding 1



2p **20**
- Noteer een kenmerk van de malariaparasiet waaruit blijkt dat de malariaparasiet niet kan worden ingedeeld bij de planten of bij de schimmels.
- Noteer een ander kenmerk van de malariaparasiet waaruit blijkt dat de malariaparasiet niet kan worden ingedeeld bij de bacteriën.

Om te voorkomen dat malariamuggen de malariaparasieten verspreiden, hebben de Amerikaanse onderzoekers een bepaald gen (resistentie-gen) ingebouwd in het DNA van de mug. Dit resistentie-gen zorgt ervoor dat de malariaparasiet zich niet meer kan ontwikkelen in de mug.
De onderzoekers gebruikten hiervoor een nieuwe methode: een resistentie-gen wordt samen met enkele modificatie-genen ingebracht in het DNA van eicellen van de mug. Na bevruchting van de eicel zorgen de modificatie-genen ervoor dat het resistentie-gen en de modificatie-genen naar het homologe chromosoom worden gekopieerd. Een heterozygote cel wordt hierdoor homozygoot voor deze genen.
Als de gemodificeerde malariamuggen worden losgelaten in de populatie gewone malariamuggen, zullen er kruisingen plaatsvinden. In afbeelding 2 is schematisch de kruising weergegeven van een gemodificeerd mannetje met een gewoon vrouwtje.

afbeelding 2



In de uitwerkbijlage vind je dezelfde afbeelding.

2p **21** Noteer in dit schema het genotype van:
- de geslachtscellen van de ouders
- de zygoten
- de nakomelingen
- de geslachtscellen van de nakomelingen

Door de methode met de gemodificeerde malariamuggen te gebruiken ter bestrijding van malaria, worden malariamuggen niet uitgeroeid.

1p **22** Beschrijf een mogelijk ecologisch voordeel van het **niet** uitroeien van malariamuggen.

Klimaat en hommel-evolutie

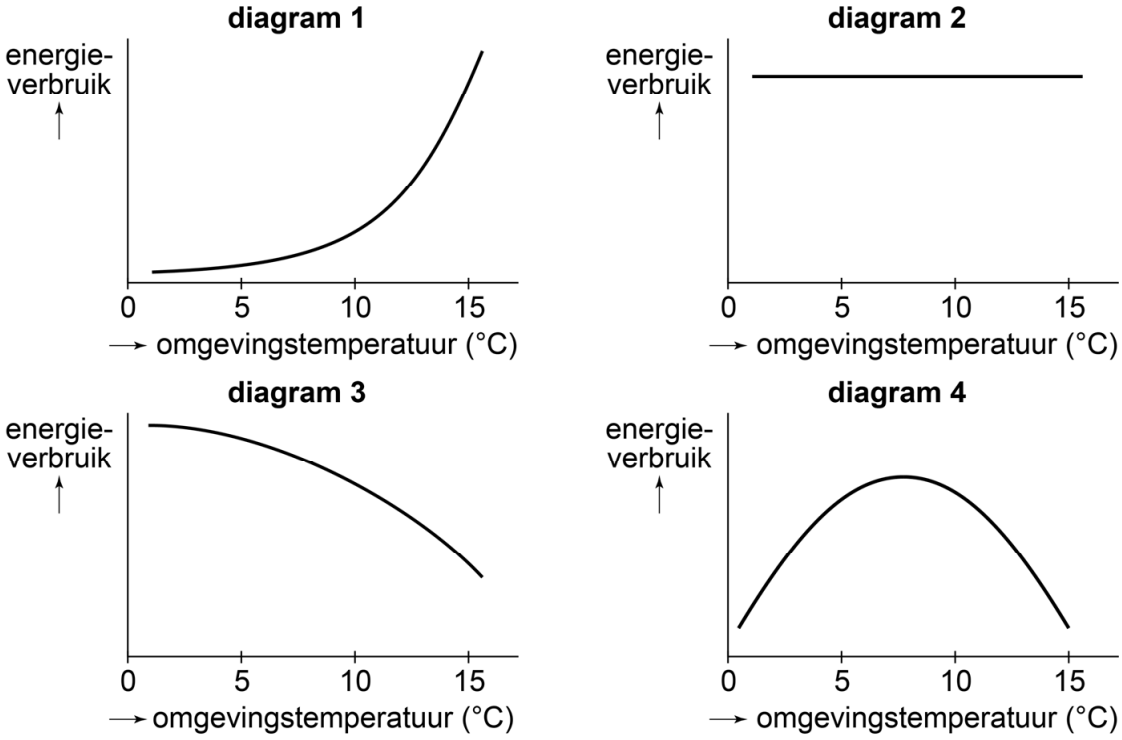
Het klimaat heeft een grote rol gespeeld bij de evolutie van hommels, maar het lijkt erop dat niet alle hommelsoorten de huidige klimaatverandering kunnen bijhouden.

Hommels (afbeelding 1) zijn insecten die leven van nectar en stuifmeel. Ze spelen een belangrijke rol bij de bestuiving van bepaalde plantensoorten. Hommels hebben een aantal eigenschappen waardoor ze aangepast zijn aan koude omstandigheden. De hommel kan zijn lichaamstemperatuur verhogen door het trillen van de borstspieren, zonder dat de vleugels meebewegen. Hij kan zo een lichaamstemperatuur tot 32 °C bereiken, zelfs bij een omgevingstemperatuur van rond het vriespunt. Daarnaast is het lichaam van de hommel behaard.

afbeelding 1

In afbeelding 2 zijn vier diagrammen weergegeven.

afbeelding 2



1p **23** Noteer welk diagram de relatie tussen de omgevingstemperatuur en het energieverbruik van een hommel met lichaamstemperatuur van 32 °C juist weergeeft.

Doordat een hommel groter en dikker is dan een honingbij, kan de hommel zijn warmte beter vasthouden dan een honingbij.

1p **24** Verklaar hoe het verschil in grootte veroorzaakt dat een hommel zijn warmte beter vast kan houden.

Juist door zijn evolutionaire aanpassing aan lagere temperaturen komt de hommel nu in de problemen. Onderzoekers ontdekten dat hommelsoorten verdwijnen uit hun zuidelijkste leefgebieden. Zowel in Noord-Amerika als in Europa is de zuidgrens van het leefgebied van sommige hommelsoorten bijna 300 kilometer naar het noorden opgeschoven. Noordelijk is de grens voor de meeste soorten op deze continenten stabiel gebleven. Het leefgebied van de hommelsoorten is dus een stuk kleiner geworden.

De onderzoekers hebben ook nagedacht over andere abiotische en biotische factoren die de verdwijning van de hommels zouden kunnen veroorzaken, zoals het verdwijnen van bepaalde plantensoorten.

1p **25** Noteer een verandering in een andere biotische factor die ook kan hebben bijgedragen aan het verdwijnen van de hommelsoorten in bepaalde gebieden.

De aardhommel *(Bombus terrestris)* heeft de noordgrens van zijn leefgebied wél in noordwaartse richting uitgebreid. Door de klimaatverandering was hiervoor geen aanpassing in temperatuurtolerantie nodig, maar wel aanpassing aan andere omstandigheden zoals de te bezoeken plantensoorten. Het lijkt erop dat deze hommelsoort door de korte generatietijd (de tijd die één levenscyclus duurt) voldoende gelegenheid heeft gekregen om zijn voedselzoekgedrag aan te passen.

2p **26** Leg uit dat een korte generatietijd een snellere aanpassing van een soort aan nieuwe omstandigheden mogelijk maakt.

Door hun lange zuigsnuit kunnen hommels nectar halen uit bloemen met lange bloembuizen (afbeelding 3).

afbeelding 3

De Amerikaanse hommelsoort *Bombus balteatus* komt voor in de hogere gedeeltes van de Rocky Mountains. In die gebieden is door klimaatverandering het aantal bloeiende planten afgenomen.
Uit onderzoek blijkt dat de gemiddelde lengte van de zuigsnuit van *Bombus balteatus* daar met 24% is afgenomen in de afgelopen 50 jaar.
Hommels met een kortere zuigsnuit kunnen makkelijker nectar opnemen uit bloemen van plantensoorten met korte bloembuizen. Hierdoor kunnen deze hommels veel meer plantensoorten bezoeken. Plantensoorten met een lange bloembuis kunnen ze echter niet meer bezoeken.

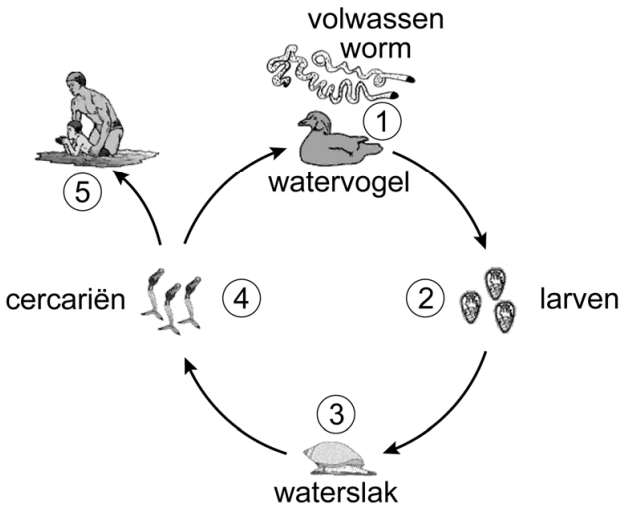
3p **27** Beredeneer hoe het verminderd bezoek van hommels aan plantensoorten met een lange bloembuis eraan bijdraagt dat de lengte van de zuigsnuit van de hommel afneemt.

Zwemmersjeuk

Het is al een paar dagen boven de 25 °C en er wordt volop gezwommen in recreatieplas de Polderpoel. Aan het einde van de dag hebben enkele zwemmers rode bultjes die flink jeuken.
Beheerder Jack schrikt: zit er zwemmersjeuk in zijn zwemwater?

Zwemmersjeuk wordt veroorzaakt door verschillende parasitaire platwormen van het geslacht *Trichobilharzia* die tijdens hun levenscyclus twee verschillende gastheren infecteren.
Een van deze soorten, *Trichobilharzia ocellata,* ontwikkelt zich in de longen van watervogels tot een volwassen platworm (afbeelding 1). Via de bloedsomloop gaat de platworm naar het weefsel van de dunne darm om eitjes te leggen (1). Deze eitjes ontwikkelen zich in het darmweefsel tot larven. Via de ontlasting komen de larven in het water terecht (2) en dringen een waterslak binnen (3). In de waterslak ontwikkelen ze zich tot een cercarie (het tweede larvestadium). De cercariën verlaten de slak (4) en gaan in het water op zoek naar een watervogel (1). Ze dringen door de huid van de poten naar binnen, komen in de bloedsomloop en bereiken zo het longweefsel.
Cercariën proberen ook de huid van zwemmende mensen binnen te dringen (5). Deze is voor hen echter ondoordringbaar. De cercarie sterft, maar veroorzaakt wel een jeukend bultje.

afbeelding 1



Een cercarie van de soort *Trichobilharzia ocellata* dringt de huid van de poten van een watervogel binnen. Vogels hebben een dubbele bloedsomloop met dezelfde bouw als bij de mens.

2p **28** Bereikt de cercarie de longen van de watervogel via de linkerharthelft of via de rechterharthelft? Bereikt de volwassen platworm vanuit de longen het darmweefsel via de darmslagader of via de poortader?

	cercarie bereikt longen via	volwassen platworm bereikt darmweefsel via
A	linkerharthelft	darmslagader
B	linkerharthelft	poortader
C	rechterharthelft	darmslagader
D	rechterharthelft	poortader

De larven beschadigen het darmweefsel van de watervogel. Watervogels met veel *Trichobilharzia ocellata* hebben daardoor soms een groeiachterstand.

2p **29** Geef **twee** verschillende verklaringen waardoor beschadiging van het darmweefsel kan leiden tot een groeiachterstand.

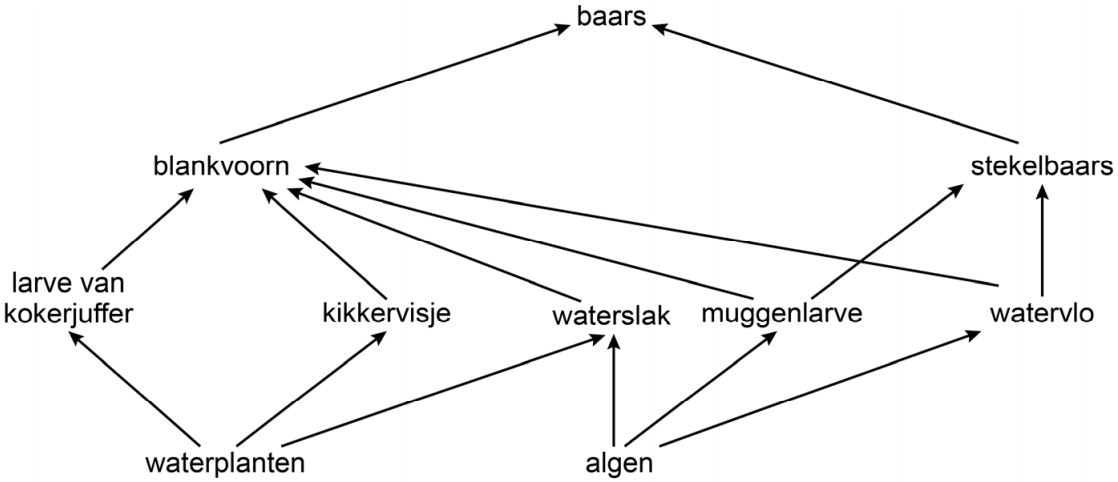
Jack wil weten of zijn zwemwater besmet is met *Trichobilharzia ocellata.* Cercariën zijn echter niet met het blote oog te zien. Hij vult een paar jampotjes met water van plaatsen waar zich waterslakken bevinden en brengt ze naar een ecologisch onderzoeksbureau. Het bureau onderzoekt de watermonsters op DNA-sporen (eDNA). Doordat alle in het water voorkomende organismen DNA-sporen achterlaten, kan hiermee de aanwezigheid van een soort worden aangetoond. Dit onderzoek heeft een hoge betrouwbaarheid en een hoge validiteit.

2p **30** Wordt door het gebruiken van meerdere watermonsters de betrouwbaarheid of de validiteit van het onderzoek verhoogd? En zorgt de unieke nucleotidenvolgorde van *Trichobilharzia ocellata* voor een hoge betrouwbaarheid of voor een hoge validiteit?

	meerdere monsters verhogen de	de unieke nucleotidenvolgorde zorgt voor een hoge
A	betrouwbaarheid	betrouwbaarheid
B	betrouwbaarheid	validiteit
C	validiteit	betrouwbaarheid
D	validiteit	validiteit

Het resultaat van het onderzoek is positief: *Trichobilharzia ocellata* is in het zwemwater aanwezig.
Afbeelding 2 geeft een vereenvoudigd voedselweb in de recreatieplas weer.

afbeelding 2



Na bestudering van het voedselweb (afbeelding 2) stelt Jack voor om extra blankvoorns uit te zetten, om hiermee de slakken te bestrijden.
De ecoloog van het onderzoeksbureau betwijfelt of dit voldoende is omdat de blankvoorn ook andere organismen eet.

2p **31** Geef – aan de hand van het voedselweb – nog een andere uitleg dat het uitzetten van extra blankvoorns waarschijnlijk niet zal leiden tot een grote afname van de slakkenpopulatie.

Amerikaanse vogelkers

De Amerikaanse vogelkers is een exoot in Nederland. De soort wordt door vrijwilligers bestreden, maar blijkt lastig uit te roeien.

De Amerikaanse vogelkers (*Prunus serotina*, afbeelding 1) is een struikachtige boomsoort waarvan de vruchten worden gegeten door vogels en zoogdieren. Oorspronkelijk komt de plant voor in Noord-Amerika.
Amerikaanse vogelkersen werden in het midden van de vorige eeuw samen met dennen en lariksen aangeplant op voedselarme zandvlakten en heidegebieden in Nederland om deze gebieden tot bossen om te vormen.

afbeelding 1

De Amerikaanse vogelkers kan goed groeien op verschillende bodemtypes doordat de soort een breed tolerantiegebied heeft voor bepaalde abiotische factoren.

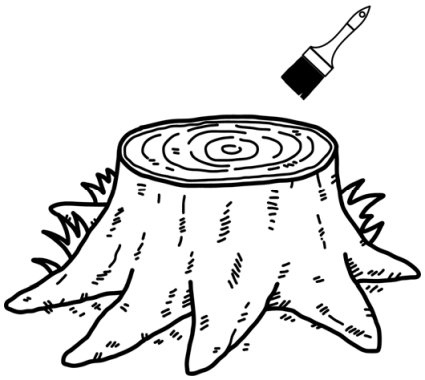
2p **32** Noteer twee abiotische factoren in de bodem waarvoor de Amerikaanse vogelkers een breed tolerantiegebied kan hebben.

De populatie Amerikaanse vogelkers heeft een grote genetische variatie.

2p **33** Leg uit dat deze grote genetische variatie kan hebben bijgedragen aan de succesvolle introductie van de soort in Nederland.

De Amerikaanse vogelkers is een sterke concurrent in de struiklaag van bossen. Sommige ecologen vermoeden dat hij inheemse soorten wegconcurreert. Daarom wordt geprobeerd de plant uit te roeien in Nederland.
Groepen vrijwilligers verwijderen Amerikaanse vogelkersen door het afzagen van de struiken en het uittrekken van de zaailingen.
Om te voorkomen dat afgezaagde vogelkersstruiken weer verder groeien, kan op de afgezaagde stammen van de planten een oplossing met loodglansschimmel gesmeerd worden (afbeelding 2). De loodglansschimmel groeit via het hout van de stam het wortelstelsel van de vogelkers in. Als de plant vanuit de stam nieuwe takken en bladeren vormt, komen giftige stofwisselingsproducten van de schimmel via de anorganische sapstroom in de takken en bladeren terecht. De bladeren krijgen daardoor een zilverachtige kleur en sterven af. Door het afsterven van de bladeren sterven de wortels uiteindelijk ook af.

afbeelding 2



2p **34** Via welk type vaten komen giftige stoffen in de bladeren? En door gebrek aan welk type stoffen sterven de wortels van de vogelkers?

	giftige stoffen via	wortels sterven door een gebrek aan
A	bastvaten	anorganische stoffen
B	bastvaten	organische stoffen
C	houtvaten	anorganische stoffen
D	houtvaten	organische stoffen

Zelfs als alle Amerikaanse vogelkersen worden gedood of verwijderd, is dat toch vaak niet voldoende om de soort in een gebied uit te roeien.

1p **35** Verklaar waardoor het doden of verwijderen van de planten niet voldoende is om de soort in een gebied uit te roeien.

Door begrazing met schapen kan de bedekkingsgraad van de Amerikaanse vogelkers laag gehouden worden. In vergelijking met het uittrekken van de planten heeft het begrazen door schapen echter ook ecologische nadelen voor het gebied.

1p **36** Beschrijf een mogelijk ecologisch nadeel.

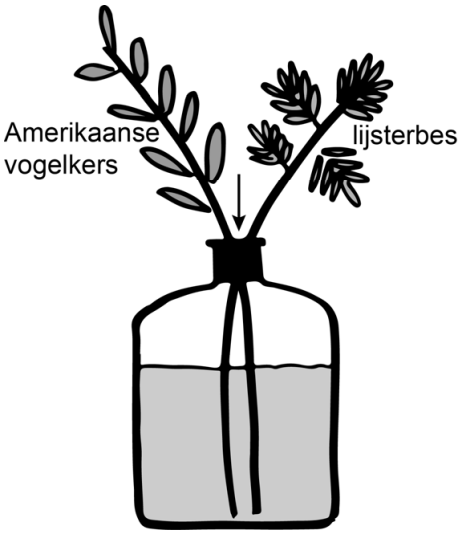
Ondanks alle pogingen is de Amerikaanse vogelkers nog steeds aanwezig in Nederland. Onderzoek van Naturalis laat echter zien dat er in de afgelopen eeuw steeds meer vraat is aan de Amerikaanse vogelkers.

afbeelding 3

Op de aangevreten planten werden veel larven van het vijfstippelig struikhaantje (*Gonioctena quinquepunctata,* afbeelding 3) gevonden die voorheen voornamelijk werden aangetroffen op de gewone lijsterbes (*Sorbus aucuparia*). In een gebied waar zowel de Amerikaanse vogelkers als de gewone lijsterbes voorkomen, verzamelden de onderzoekers larven van het vijfstippelig struikhaantje op beide plantensoorten. Vervolgens werd een keuze-experiment uitgevoerd.

Bij dit keuze-experiment werd een aantal flessen gevuld met elk twee takken: een tak van de Amerikaanse vogelkers en een lijsterbes-tak. Vervolgens zetten de onderzoekers de larven op de stop van de flessen (bij de pijl in afbeelding 4). Dit waren óf larven die waren gevangen op de Amerikaanse vogelkers óf larven die waren gevangen op de gewone lijsterbes. De volgende dag werd gekeken waar de larven zich bevonden.

afbeelding 4



Naar aanleiding van de resultaten concludeerden de onderzoekers dat de larven die verzameld waren op de gewone lijsterbes duidelijk voorkeur hadden voor de gewone lijsterbes, en dat de larven die verzameld waren op de Amerikaanse vogelkers géén duidelijke voorkeur hadden voor een van de twee soorten.

In tabel 1 is het percentage larven dat gevonden is op de verschillende takken, met P, Q, R en S weergegeven.

tabel 1

larven van het vijfstippelig struikhaantje verzameld op:	**percentage larven na keuze-experiment gevonden op:**	
	gewone lijsterbes-tak	**Amerikaanse vogelkers-tak**
gewone lijsterbes	P	Q
Amerikaanse vogelkers	R	S

2p **37** Welke resultaten (tabel 1) passen bij de getrokken conclusie?

A P = 55% Q = 45%
R = 75% S = 25%

B P = 55% Q = 25%
R = 45% S = 75%

C P = 75% Q = 25%
R = 55% S = 45%

D P = 75% Q = 45%
R = 25% S = 55%

Uit DNA-onderzoek bleek dat er kleine genetische verschillen zijn tussen de larven verzameld op de gewone lijsterbes en de larven verzameld op de Amerikaanse vogelkers.
Het lijkt erop dat – door evolutie – aanpassing plaatsvindt aan de Amerikaanse vogelkers, waardoor er een variant van het vijfstippelig struikhaantje zou kunnen ontstaan met een voorkeur voor Amerikaanse vogelkers.

2p **38** Leg uit dat het verwijderen van Amerikaanse vogelkers deze aanpassing zou kunnen vertragen.

Boerderijstof beschermt tegen astma

Wetenschappers onderzoeken hoe het komt dat kinderen die opgroeien op een boerderij, minder kans hebben op astma dan andere kinderen.

Astma is een ongeneeslijke chronische ontsteking van de luchtwegen die meestal wordt veroorzaakt door een allergische reactie op onschuldige stoffen in de luchtwegen. Hierbij neemt de slijmproductie in de luchtwegen toe en tijdens een acute astma-aanval trekken spiertjes rond de luchtwegen samen.

Astmapatiënten gebruiken medicijnen om de gevolgen van een astma-aanval te verlichten. Een daarvan laat de spiertjes rondom de luchtwegen ontspannen, waardoor de bronchiën verwijden.
Er is ook een bepaald hormoon dat bronchiën laat verwijden.

1p **39** Noteer de naam van dit hormoon.

Astma komt minder vaak voor bij kinderen die op melkveebedrijven opgroeien dan bij andere kinderen. Dit leidde tot de hypothese dat endotoxinen (bepaalde bestanddelen van bacteriën) in boerderijlucht het afweersysteem van de kinderen onderdrukken.
Om deze hypothese te toetsen kregen muizen een voorbehandeling met endotoxinen. Tien dagen daarna werden ze voor een eerste keer blootgesteld aan huisstof (sensibilisering). Een week later werd een allergische reactie uitgelokt met een tweede blootstelling aan huisstof.
Naast deze experimenteergroep (groep 1) waren er drie controlegroepen (groep 2, 3 en 4). Tabel 1 toont de behandeling van de vier groepen.

tabel 1

groep	voorbehandeling	eerste blootstelling	tweede blootstelling
1	endotoxinen	huisstof	huisstof
2	endotoxinen	zoutoplossing	huisstof
3	zoutoplossing	huisstof	huisstof
4	zoutoplossing	zoutoplossing	huisstof

Na de eerste blootstelling werd een week gewacht voor de tweede blootstelling.

2p **40** Wat was de reden dat een week werd gewacht?

A Bij een aspecifieke afweerreactie duurt het enkele dagen voordat de antistoffen zijn gevormd.
B Bij een aspecifieke afweerreactie duurt het na productie van antistoffen enkele dagen voordat deze de luchtwegen bereiken.
C Bij een specifieke afweerreactie duurt het enkele dagen voordat de antistoffen zijn gevormd.
D Bij een specifieke afweerreactie duurt het na productie van antistoffen enkele dagen voordat deze de luchtwegen bereiken.

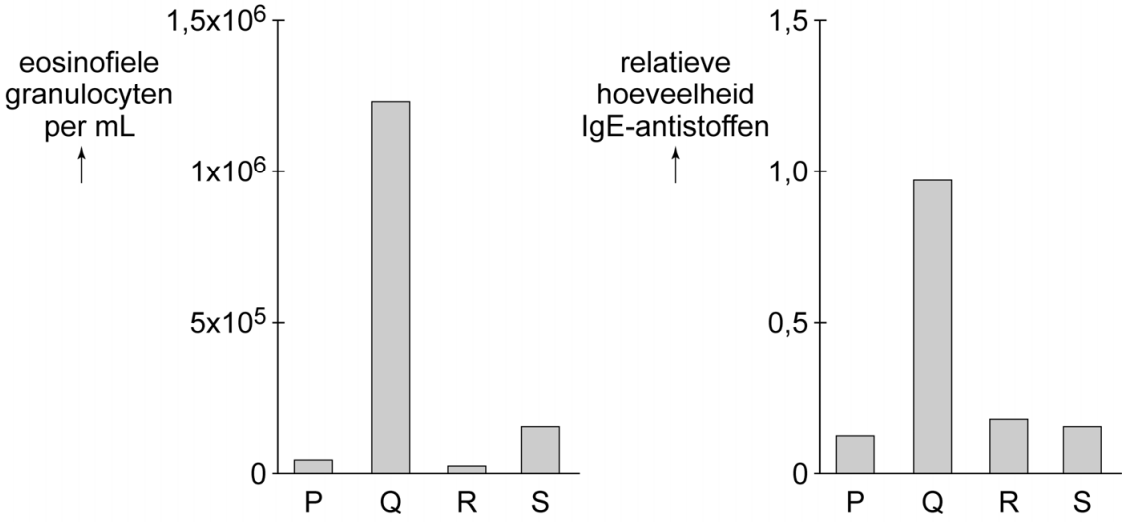
Om bij de vier groepen een allergische reactie aan te tonen werd na de tweede blootstelling het bloed onderzocht op antistoffen van het type IgE, en op bepaalde witte bloedcellen, de eosinofiele granulocyten. Toename van deze beide bloedbestanddelen is een indicator voor een allergische reactie.

2p **41** Uit welk type cellen ontstaan de bloedcellen die IgE-antistoffen produceren? En uit welk type cellen ontstaan eosinofiele granulocyten?

	type cellen waaruit IgE-producerende cellen ontstaan	type cellen waaruit eosinofiele granulocyten ontstaan
A	pre-B cel	monoblast
B	pre-B cel	myeloblast
C	thymocyt	monoblast
D	thymocyt	myeloblast

De resultaten van het bloedonderzoek zijn weergegeven in afbeelding 1. De volgorde van de staven in afbeelding 1 komt **niet** overeen met de volgorde van de groepen in tabel 1.

afbeelding 1



Uit het onderzoek bleek inderdaad dat bij blootstelling aan endotoxinen de allergische reactie verminderd was.

1p **42** Noteer van welke groep muizen uit tabel 1 de resultaten zijn weergeven met staaf Q in de diagrammen van afbeelding 1.

Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.