

bvj

5

vwo

biologie voor jou UITWERKINGENBOEK



BIOLOGIE VOOR DE BOVENBOUW **vwo**

AUTEURS

MARIANNE GOMMERS
ARTHUR JANSEN
ANDRÉ VAN LEIJEN
HANS RAWEE
THEO DE ROUW

EINDREDACTIE

ILSE GMELIG
LINEKE PIJNAPPELS

MET MEDEWERKING VAN
DANIËL VAN DRAANEN
PAULA VAN KRANENBURG
CEES MULDER
MARTEN MULDER
RENÉ WESTRA

ZESDE EDITIE
MALMBERG 'S-HERTOGENBOSCH
WWW.BIOLOGIEVOORJOU.NL

1

Regeling

ONTDEKKEN

Leven met MS 5

BASISSTOF

- | | | |
|---|---------------------------------------|---|
| 1 | Regeling en homeostase | 5 |
| 2 | Hormonale regulatie | 5 |
| 3 | Het zenuwstelsel | 7 |
| 4 | Reflexen en het autonome zenuwstelsel | 8 |
| 5 | Neurale regulatie | 8 |
| 6 | Spieren en beweging | 9 |

SAMENHANG

Stop met stressen! 11

PRACTICA 12

EXAMENTRAINER 12

Ontdekken

Leven met MS

Over de beoordeling van je uitwerkingen krijg je informatie van je docent.

1 Regeling en homeostase

- 1
 - a Homeostase is het in stand houden van een dynamisch evenwicht in het inwendige milieu van organismen.
 - b Een regelkring is een systeem dat de waarde van een factor rond een normwaarde handhaaft.
 - c Homeostase vindt plaats op het organisatieniveau organisme.
- 2 De homeostase in een organisme wordt gehandhaafd volgens het indirecte dynamische evenwicht. Wanneer een factor boven of onder een bepaalde normwaarde komt, wordt het evenwicht via regelkringen hersteld.
- 3 De oxytocineregelkring stopt nadat het kind geboren is. Er is dan geen druk meer van het hoofdje tegen de uitgang van de baarmoeder.

Het verloop van stressreacties

- 4
 - a Voorbeeld van een antwoord: Het gevoel dat je constant bereikbaar moet zijn via telefoon, e-mail of app. Andere antwoorden zijn ter beoordeling aan jezelf.
 - b
 - 1 uitputtingsfase
 - 2 alarmfase
 - 3 weerstandfase
 - c Bij chronische stress is er sprake van positieve terugkoppeling. Een toename van de hoeveelheid stress versterkt de stressreactie.

2 Hormonale regulatie

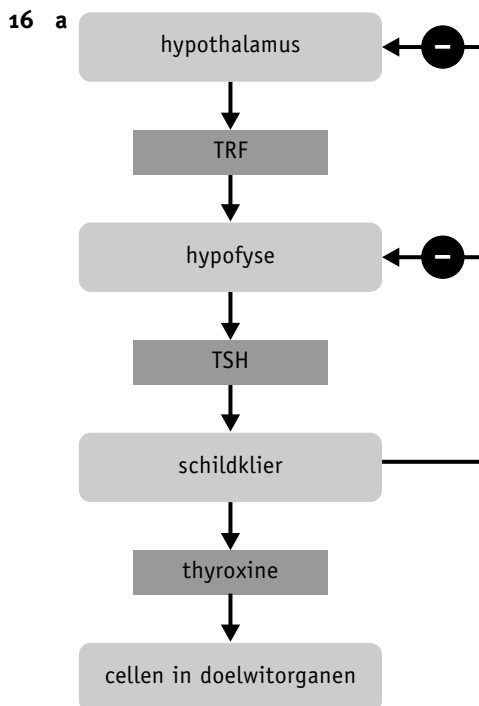
- 5
 - a Nadat de hormonen door een hormoonklier zijn afgegeven, worden ze via het bloed naar het doelwitorgaan vervoerd en dat neemt enige tijd in beslag.
 - b De reactie is afhankelijk van de hormoonconcentratie in het bloed (de hormoonspiegel) en het aantal hormoonreceptoren voor een bepaald hormoon op de cellen in het doelwitorgaan.
- 6 Als hormonen niet worden afgebroken, blijven ze werkzaam, ook wanneer dat niet nodig is.

- 7
 - a Uit de proeven kun je de conclusie trekken dat in de testes bepaalde stoffen aanwezig zijn die, ook wanneer ze op een andere manier in het lichaam komen, zorgen voor een normale ontwikkeling van de secundaire geslachtskenmerken.
 - b De hormonen worden alleen gebonden in organen waarvan de cellen receptoren bezitten waaraan het (radioactief gemerkte) hormoon kan binden.
- 8
 - a Dit is een voorbeeld van positieve terugkoppeling. De toename van het aantal hormoonreceptoren zorgt ervoor dat meer hormonen kunnen binden aan de follikel, wat leidt tot een snellere rijping.
 - b Wanneer hormonen aan receptoreiwitten van de cellen van de rijpende follikel binden, wordt een gen aanzet waardoor de cel nieuwe receptoreiwitten kan maken.
- 9 Het oestradiolmolecuul is (relatief) klein en het is oplosbaar in vet.
- 10
 - a Je kunt de hypofyse het regelcentrum noemen, omdat veel hormoonklieren worden beïnvloed door hormonen uit de hypofyse.
 - b De hypofyseachterkwab produceert zelf geen hormonen, maar geeft de neurohormonen oxytocine en ADH, die door neuronen in de hypothalamus zijn geproduceerd, af aan het bloed.
- 11 Bij een volwassen persoon zullen door een te hoge productie van groeihormoon de handen, de voeten en het gezicht blijven doorgroeien.
- 12
 - a Een releasing hormoon.
 - b De sensoren zijn de gevoelige zenuwuiteinden in de tepel. Het controlecentrum bestaat uit de hypothalamus en hypofyse. De effectoren zijn de melkklieren in de borst.
 - c De afgifte van prolactine is een voorbeeld van positieve terugkoppeling. Prolactine zet de melkklieren aan tot melkproductie. Zuigen van de baby aan de tepel stimuleert de vorming van prolactine waardoor er meer melk wordt geproduceerd.
 - d Wanneer een moeder een voeding minder geeft, blijft de melk die de baby niet opdrinkt in de borst achter. Een bepaalde stof in de melk neemt dan toe en remt de afgifte van prolactine. Hierdoor produceren de melkklieren minder melk. Door na een tijdje wéér een voeding minder te geven, wordt de afgifte van prolactine nog meer geremd. Dit gaat zo door totdat de prolactineproductie stopt en de melkklieren geen melk meer produceren.
- 13
 - a Als CHT niet wordt behandeld, kan dat leiden tot gewichtstoename en vermoeidheid. De ontwikkeling van het centrale zenuwstelsel en de lichamelijke ontwikkeling blijven dan achter.
 - b CHT kan worden behandeld met thyroxine (schildklierhormoon).
 - c Vóór de geboorte krijgt het kind genoeg schildklierhormoon van de moeder via de placenta.

d Een kind met CHT heeft veel TSH in zijn bloed. De productie van TSH wordt niet geremd door thyroxine, doordat de schildklier dit hormoon niet of onvoldoende produceert.

- 14 a Dit advies geeft de Gezondheidsraad om een tekort aan jodium bij mensen in Nederland te voorkomen. Jodium is noodzakelijk voor het vormen van thyroxine.
b Bij een tekort aan jodium in het voedsel wordt er onvoldoende thyroxine geproduceerd. De hypofyse zal dan veel TSH produceren, doordat thyroxine de productie van TSH niet remt. Doordat TSH de vorming van schildklierweefsel stimuleert, neemt de omvang van de schildklier toe.

- 15 Door toename van de TSH-productie stijgt het thyroxinegehalte van het bloed. Hierdoor neemt de verbranding van glucose toe. Door de warmte die hierbij vrijkomt, stijgt de lichaamstemperatuur.



b Pijl Q geeft een stimulering aan. GHIF remt de productie van GH. GH zal dus de productie van GHIF stimuleren als er sprake is van negatieve terugkoppeling.

- 17 a Na het eten van een bord spaghetti bevat je bloed veel insuline. De koolhydraten worden verteerd tot onder andere glucose. Dit wordt in de dunne darm opgenomen in het bloed waardoor de bloedsuikerspiegel stijgt. De β -cellen in de eilandjes van Langerhans produceren dan insuline.
b Onder invloed van insuline nemen cellen in het lichaam meer glucose op waardoor de glucoseconcentratie in het bloed daalt. Cellen van de lever en spieren zetten glucose om in glycogeen. Glycogeen wordt in deze cellen opgeslagen.

c Na twee uur fietsen bevat het bloed van de wielrenner veel glucagon. Door het fietsen daalt de bloedsuikerspiegel. De α -cellen in de eilandjes van Langerhans produceren dan glucagon waardoor glycogeen in de cellen van de lever en spieren wordt omgezet in glucose. Dit wordt afgegeven aan het bloed waardoor de glucoseconcentratie in het bloed stijgt.

- d 1 hoge glucoseconcentratie
2 insuline
3 stimuleert de cellen om meer glucose op te nemen
4 bloedsuikerspiegel daalt
5 lage glucoseconcentratie
6 glucagon
7 bloedsuikerspiegel stijgt

- 18 a Adrenaline komt vrij in stressvolle situaties wanneer mensen (of dieren) willen vechten of vluchten.
b Dit geldt niet voor adrenaline, want adrenaline heeft een snelle, kortdurende werking.
c De hartslagfrequentie en de ademfrequentie nemen toe onder invloed van adrenaline en de spijsvertering wordt geremd.

- 19 Prednison onderdrukt het immuunsysteem en remt ontstekingsreacties. Prednison bevordert daardoor de genezing of voorkomt de afstoting van organen bij transplantatie.

- 20 Voorbeelden van goede antwoorden:
– Wanneer er geen insuline is die bindt aan de insulinereceptoren of wanneer er te weinig insulinereceptoren aanwezig zijn op het celmembraan, komt de signaalcascade niet op gang. Er worden dan geen glucosetransporteiwitten opgenomen in het celmembraan. Daardoor kan er geen glucose door de cel worden opgenomen.
– Er is wel insuline gebonden aan de insulinereceptoren, maar er is een defect in de signaalcascade. Hierdoor worden glucosetransporteiwitten niet opgenomen in het celmembraan en kan er geen glucosetransport plaatsvinden.

Diabetes mellitus

- 21 a Hier is waarschijnlijk geen sprake van diabetes mellitus. Bij een niet-nuchtere persoon moet de bloedglucoseconcentratie hiervoor boven de 11,0 mmol/L zijn gestegen.
b Bij diabetes type 2 kunnen de cellen minder glucose opnemen waardoor in de cellen minder verbranding plaatsvindt en er minder energie vrijkomt.
c Doordat er te veel insuline is ingespoten. Onder invloed van het teveel aan insuline daalt het glucosegehalte onder de normwaarde, waardoor de patiënt flauwvalt.
d Voorbeeld van een antwoord: Als gevolg van diabetes kunnen mensen te maken krijgen met hart- en vaatziekten, oogproblemen, nierschade, aangetaste zenuwen, dementie, schade aan de hersenen en depressie.

3 Het zenuwstelsel

- 22** a Dendrieten geleiden impulsen naar het cellichaam toe en axonen geleiden impulsen van het cellichaam af.
b De myelineschede isoleert een uitloper van een neuron van de andere uitlopers in de zenuw.
c In deze zenuw komen uitlopers van sensorische en van motorische neuronen voor.
d Een gevoelszenuw geleidt impulsen in de richting van het centrale zenuwstelsel.
e Impulsen kunnen in synapsen maar in één richting worden doorgegeven doordat alleen de uiteinden van axonen blaasjes met neurotransmitters bevatten.
- 23** Bij ALS sterven de motorische neuronen af. Door het afsterven van de motorische neuronen ontvangen de spieren geen impulsen meer en functioneren daardoor onvoldoende.
- 24** Neurotransmitters zijn het meest geschikt om snelle bewegingen te coördineren. Ze worden na een impuls direct afgegeven aan een cel waarmee het uiteinde van een axon contact heeft. Hormonen moeten eerst via het bloed worden getransporteerd en ze hechten aan elke cel die receptoren bezit waaraan het hormoon kan binden.
- 25** a Hierdoor heeft de hersenschors een groter oppervlak en wordt de hoeveelheid neuronen die de hersenen kunnen bevatten groter.
b In gezicht en handen bevinden zich (relatief) veel zintuigcellen waarvan de impulsen worden verwerkt door schakelneuronen in de hersenschors.
- 26** a Doordat de impulsbanen van en naar de linker- en rechterlichaamshelft elkaar kruisen in het verlengde merg van de hersenstam, kan een verlamming ontstaan aan de rechterkant van het lichaam.
b De patiënt kan dan aanwijzingen geven zodat de chirurg weet waar hij moet snijden en niet de gebieden met belangrijke hersencentra raakt.
c De impulsen ontstaan in het gebied met de bewegingscentra (motorische schors).
- 27** a Als bij iemand een arm of been is geamputeerd, kunnen er via sensorische neuronen toch impulsen aankomen in de sensorische centra die normaliter met deze lichaamsdelen in verbinding staan. Hierdoor kun je het gevoel krijgen pijn te hebben in het lichaamsdeel dat er niet meer is.
b Bij de val op het achterhoofd is de primaire visuele schors (of primair gezichtscentrum) beschadigd. Hierdoor kunnen de impulsen die afkomstig zijn van de ogen niet worden verwerkt en ben je blind. Wanneer de secundaire visuele schors (of secundair gezichtscentrum) is beschadigd, kun je nog wel zien maar begrijp je niet meer wat je ziet.
- 28** De witte kleur wordt veroorzaakt door de myelineschede rondom de neuronuitlopers.
- 29** a Nummer 4 geeft de plaats aan waar zich cellichamen van motorische neuronen bevinden.
b P ligt aan de buikzijde. Aan de buikzijde in de grijze stof liggen de cellichamen van motorische neuronen. De cellichamen van sensorische neuronen liggen aan de rugzijde in een spinaal ganglion (ruggenmergszenuwknoop, nummer 3).
c Uitloper R geleidt impulsen naar een effector. Op plaats R bevinden zich uitlopers van motorische neuronen. Motorische neuronen geleiden impulsen van het centrale zenuwstelsel naar spieren en klieren.
d Een dwarsdoorsnede die is gemaakt ter hoogte van de halswervels bevat de meeste witte stof. Alle impulsen van en naar het lichaam passeren het ruggenmerg ter hoogte van de halswervel. Daarvoor zijn veel uitlopers nodig, dus is er ook veel witte stof. Ter hoogte van de lendenwervels worden alleen impulsen geleid van en naar de benen. Daar zijn minder uitlopers voor nodig en daar bevat het ruggenmerg dan ook minder witte stof.
- 30** a Bij Mihai Neșu functioneren de grote hersenen, de kleine hersenen en de hersenstam nog volledig.
b De dwarslaesie in zijn nek is gedeeltelijk, want Neșu kan nog wel zijn rechterarm gebruiken. Wanneer een dwarslaesie totaal is, komen er helemaal geen impulsen van de zintuigen onder de dwarslaesie meer aan in de hersenen.
c De zintuigcellen in de huid zijn de receptoren. Sensorische neuronen zijn de conductoren.
d Axonen geleiden impulsen naar spieren in zijn hand.

Breinbeeldtechniek: fMRI

- 31** a Artsen kunnen met fMRI aandoeningen of afwijkingen aantonen of uitsluiten. Wetenschappers kunnen met fMRI nagaan welke gebieden in de hersenen betrokken zijn bij bepaalde taken.
b Het gezichtscentrum en het gehoorcentrum.
c Bij de activiteit van de hersenen in een bepaald gebied is er meer energie nodig. Er vindt dan meer verbranding plaats waardoor er meer zuurstof wordt verbruikt. Deze verandering kan worden geregistreerd (gemeten) en op een beeldscherm worden weergegeven.
d Door RS-fMRI kun je waarnemen welke gebieden in de hersenen activiteit vertonen, elkaar beïnvloeden of samenwerken als een persoon geen taak hoeft uit te voeren. Door een RS-fMRI-scan van een gezonde persoon te vergelijken met die van een persoon met een neurologische aandoening, kun je waarnemen of daar verandering in is.

4 Reflexen en het autonome zenuwstelsel

- 32 a** Deze handeling is een bewuste reactie. Je bent je bewust van wat je doet en maakt een beweging die je wilt maken.
- b** Wanneer je wordt geduwd, zetten zintuigcellen in je huid prikkels om in impulsen. Via sensorische neuronen worden impulsen van schakelneuronen in het ruggenmerg en schakelneuronen in de hersenstam naar gevoelscentra in de grote hersenen geleid.
- c** De primaire gevoelscentra in de grote hersenen verwerken impulsen: je wordt je ervan bewust dat je bent geduwd. In de secundaire gevoelscentra wordt het verband gelegd tussen de waarneming en eerdere waarnemingen waardoor je besluit terug te duwen.
- d** In de primaire bewegingscentra ontstaan impulsen om opzij te kijken en terug te duwen. In de secundaire bewegingscentra worden de impulsen op elkaar afgestemd.
- 33 a** De prikkel voor de reflex is de prik van de punaise in de zintuigcellen van haar voet. Vanuit zintuigcellen in de voet gaan impulsen via sensorische neuronen naar het ruggenmerg. In het ruggenmerg worden impulsen via schakelneuronen naar motorische neuronen geleid. Deze geleiden impulsen naar de beenspieren.
- b** Sensorische neuronen, schakelneuronen en motorische neuronen zijn de conductoren. De zintuigcellen in de voet zijn de receptoren. De beenspieren zijn de effectoren.
- 34 a** Bij Mihai Neșu kan de kniepeesreflex nog plaatsvinden. Voor deze reflex is het niet nodig dat impulsen de plaats van de dwarslaesie passeren.
- b** Mihai Neșu kan de tik tegen de kniepees niet voelen. Om de tik te kunnen waarnemen, moeten impulsen in de primaire gevoelscentra in de hersenen aankomen. De impulsen kunnen de plaats van de dwarslaesie niet passeren.
- 35 a** Je kunt reflexen onderdrukken doordat in de grote hersenen impulsen ontstaan die de werking van de hersenstam of het ruggenmerg onderdrukken.
- b** Het is niet mogelijk dat de patiënt zijn voet in een reflex terugtrekt tijdens de operatie als hij een ruggenprik heeft gekregen. Hiervoor zouden impulsen via sensorische neuronen moeten worden geleid. Deze zijn echter verdoofd.
- c** Het is ook niet mogelijk dat de patiënt tijdens de operatie zijn voet bewust terugtrekt. Hiervoor moeten impulsen vanuit de bewegingscentra in de grote hersenen naar motorische neuronen worden geleid die spieren in het been laten samentrekken. Deze motorische neuronen zijn verdoofd.
- 36 a** Het parasympatische deel van het autonome zenuwstelsel is 's nachts het meest actief. Het parasympatische deel beïnvloedt de organen zodanig, dat het lichaam in een toestand van rust en herstel kan komen.
- b** Het orthosympatische deel van het autonome zenuwstelsel is actief. De afgifte van adrenaline in stresssituaties staat niet onder invloed van de wil en adrenaline beïnvloedt de organen zodanig, dat het lichaam activiteiten kan verrichten waar energie voor nodig is.
- c** Een motorisch neuron behoort tot het animale zenuwstelsel. Reflexen worden geregeld door het animale zenuwstelsel.
- d** Een neuron dat met een zweetklier is verbonden, behoort tot het autonome zenuwstelsel. De regeling van zweetafgifte staat niet onder invloed van de wil. Het is een autonoom proces.
- e** In je arm bevinden zich uitlopers van het autonome zenuwstelsel. Zij regelen bijvoorbeeld de verwijding en vernauwing van de bloedvaten in de armspieren.
- 37 a** Als je na een maaltijd een film bekijkt, zal de impulsfrequentie in dit neuron waarschijnlijk hoger zijn dan wanneer je hardloopt. Het parasympatische deel van het autonome zenuwstelsel vertoont meer activiteit wanneer het lichaam in rust is.
- b** Je hartslagfrequentie neemt toe. Normaal gesproken verlaagt het parasympatische deel de hartslagfrequentie. Wanneer het parasympatische deel door medicijnen wordt geremd, neemt de hartslagfrequentie toe.

Aangeboren reflexen

- 38 a** – Om te onderzoeken of de baby in staat is zich te voeden (melk te drinken).
– Om te beoordelen of het zenuwstelsel van de baby goed functioneert.
- b** De aangeboren reflexen kunnen de bewuste bewegingen verstoren als ze niet verdwijnen.
- c** Door deze reflexen kon een kind zich met handen en voeten stevig vasthouden of vastklampen aan de vacht van zijn moeder.

5 Neurale regulatie

- 39 a** In een neuron dat geen impuls geleidt, diffunderen sommige getransporteerde ionen terug door het celmembraan doordat dit toch een beetje permeabel is voor ionen. Om het verschil in ionenconcentratie aan beide zijden van het celmembraan te kunnen handhaven, gebruikt het neuron energie voor actief transport van ionen door het celmembraan.
- b** De maximale impulsfrequentie is dan
(1 s = 1000 ms / 4 ms =) 250 impulsen per seconde.

- 40** a De impulssterkte verandert niet.
b De impulsfrequentie verandert wel en neemt toe.
c De impulsfrequentie in de sensorische neuronen in de oogzenuwen wordt verhoogd.
- 41** Er kan dan geen saltatoire of sprongsgewijze impulsgeleiding plaatsvinden. Bij saltatoire impulsgeleiding is de impulsgeleidingssnelheid veel groter dan bij impulsgeleiding in uitlopers zonder myelineschede.
- 42** a De impuls kan twee kanten op worden geleid doordat:
– zowel plaats Q als plaats R niet in de refractaire periode verkeert;
– de stroompjes zowel tussen Q en R als tussen Q en S verlopen na depolarisatie van plaats R.
b In diagram 3 is het verband tussen prikkelsterkte en impulssterkte op de juiste manier weergegeven.
c In diagram 4 is het verband tussen prikkelsterkte en impulsfrequentie op de juiste manier weergegeven.
- 43** a Neuron 1 is een motorisch neuron.
b Ja. Een impuls gaat altijd via een axon naar een postsynaptisch membraan (dendriet of cellichaam van een neuron).
c Ja. Een impuls gaat vanaf de plaats van prikkeling in beide richtingen.
d Nee, want de synapsen bij het cellichaam van neuron 2 laten geen impulsen door in de richting van neuron 3. Om de impuls door te geven moeten neurotransmitters worden afgegeven die kunnen binden aan de receptoreiwitten van ionkanalen in het postsynaptische membraan. Alleen het uiteinde van het axon van neuron 2 kan neurotransmitters afgeven.
- 44** De EPSP's worden minder effectief. Door de IPSP's neemt de hyperpolarisatie van het membraan toe. Hierdoor zijn er meer EPSP's nodig om de drempelwaarde voor een actiepotentiaal te overschrijden.
- 45** a Het deel van neuron 2 is het uiteinde van een dendriet.
b De ionkanalen die zorgen voor de impulsgeleiding bevinden zich in het celmembraan van het axon van neuron 1.
c Deze ionkanalen openen of sluiten door verandering van de elektrische lading langs het celmembraan.
d Wanneer de permeabiliteit (doorlaatbaarheid) voor ionen van het celmembraan van een neuron op een bepaalde plaats verandert, ontstaat op die plaats een actiepotentiaal. Dit veroorzaakt weer een actiepotentiaal in het naburige gebied en zo verder. Dit gaat door totdat de impuls aankomt in het uiteinde van een axon.
e De ionkanalen die zorgen voor de impulsoverdracht bevinden zich in het postsynaptische membraan van neuron 2.
f Deze ionkanalen openen of sluiten doordat neurotransmitters binden aan de receptoreiwitten van een ionkanaal.
g – De astrocyt neemt glutamaat op uit de synaptische spleet waardoor de glutamaatreceptoren in het postsynaptische membraan weer vrijkomen en er opnieuw glutamaat kan binden.

– De astrocyt maakt opnieuw glutamine beschikbaar waardoor in het uiteinde van neuron 1 voldoende glutamaat beschikbaar is voor de impulsoverdracht.

- 46** a Alcohol remt de impulsoverdracht in bepaalde synapsen in de hersenen.
b Acetylcholine werkt in deze synapsen exciterend. Doordat nicotine aan de receptoreiwitten voor acetylcholine bindt, worden er meer impulsen afgegeven.

Honing en straatvuil

- 47** a Afbeelding 55.2 geeft de werking van botuline weer. Botuline blokkeert de afgifte van acetylcholine in de synaptische spleet. De impuls kan hierdoor niet worden overgedragen en de spier trekt niet samen. In afbeelding 55.1 wordt de afgifte van glycine geblokkeerd door tetanustoxine. Hierdoor wordt de afgifte van acetylcholine niet geremd en worden er steeds impulsen overgedragen. De spier blijft hierdoor samentrekken.
b Botox kan rimpelvorming voorkomen doordat het de afgifte van acetylcholine blokkeert. Daardoor kunnen gelaatsspieren niet meer samentrekken.
c Wanneer een patiënt met tetanus curare krijgt toegediend, zal dit neurotoxine binden aan de receptoreiwitten voor acetylcholine op de spieren. Hierdoor kan er geen impuls worden doorgegeven en zal de spier ontspannen.
d Een patiënt met tetanus die curare krijgt toegediend, moet worden beademd doordat de receptoren van de ademhalingspijpen geen acetylcholine kunnen binden. De ademhalingspijpen kunnen hierdoor niet samentrekken, waardoor de patiënt niet meer zelf kan ademen.

6 Spieren en beweging

48

Bevat glad spierweefsel	Bevat dwarsgestreept spierweefsel
Aorta	armbuigspier
Baarmoeder	buikspieren
Blaas	dijspier
Eileiders	kauwspieren
Urinewegen	kuitspier
Zaadleiders	

- 49** Het spierweefsel van het hart, de blaas en de darmen voert geen bewuste (gewilde) bewegingen uit en wordt niet aangestuurd door motorische neuronen in het ruggenmerg, de hersenstam en de bewegingscentra.

- 50 a** Bij een dwarsgestreepte spiervezel bevinden zich actinefilamenten in de lichte banden. In de donkere banden bevinden zich zowel actinefilamenten als myosinefilamenten.
- b** De glycogeenkorrels tussen de spierfibrillen vormen een reservevoorraad brandstof.
- c** De mitochondriën in de spieren kunnen onvoldoende energie vrijmaken voor de contractie van de spieren.
- d** In een oogspier zal het aantal spiervezels in één motorische eenheid kleiner zijn dan in de biceps. Als een oogspier het oog in de gewenste richting draait, worden heel fijne bewegingen uitgevoerd. Het aantal motorische eenheden dat gelijktijdig samentrekt, wordt heel nauwkeurig geregeld. Een oogspier bevat motorische eenheden die elk maar weinig spiervezels bevatten.
- 51 a** De instroom van natriumionen veroorzaakt de depolarisatie van het membraan van de postsynaptische cel.
- b** Doordat Sarin aan cholinesterase bindt, blijft acetylcholine aanwezig in de synaptische spleet. Dit blijft contractie van de aangesloten spiervezels in bijvoorbeeld ademhalingsspieren veroorzaken. Hierdoor kan een slachtoffer door verstikking overlijden.
- 52** Bij iemand die vermoeid is, daalt de spiertonus van de gelaatsspieren waardoor deze spieren wat slapper gaan hangen. Hij ziet er dan vermoeid uit. Gelaatsspieren met een hoge spiertonus staan strak. Iemand ziet er dan uitgerust uit.
- 53 a** Als bij een ontspannen spier in de spierspoeltjes geen impulsen zouden ontstaan, zou er door middel van de spierspoeltjes geen verschil zijn waar te nemen tussen een ontspannen en een samengetrokken spier. In beide gevallen zouden er dan geen impulsen ontstaan in de spierspoeltjes. Het zou dan veel moeilijker zijn de lichaamshouding en het evenwicht te handhaven.
- b** De impulsfrequentie in neuron Q is omgekeerd evenredig aan die in neuron P. Wanneer de impulsfrequentie in neuron Q wordt verhoogd, trekt de spier samen. De impulsfrequentie in neuron P neemt dan af.
- c** Als reactie op het uitrekken wordt de impulsfrequentie in het motorische neuron Q verhoogd. De spier trekt samen. Hierdoor wordt de uitrekking van het spierspoeltje verkleind. Dit is negatieve terugkoppeling.
- 54 a** 1 = sensorisch neuron
2 = motorisch neuron
3 = de spier ontspant
4 = de lading valt
- b** De impulsfrequentie neemt af, want neuron 2 wordt geremd.
- 55 a** Clenbuterol zorgt voor de toename van de spiermassa (vlees) bij een dier. De veehouder kan dan meer geld verdienen, omdat vlees per kilogram wordt verkocht.
- b** Bij dopinggebruik tijdens of vlak voor een belangrijke wedstrijd worden vooral stimulerende middelen gebruikt. Bij dopinggebruik in de maanden voorafgaand aan een belangrijke wedstrijd worden vooral spierversterkende middelen gebruikt (vaak met anabole steroïden).
- c** Na de toepassing van bloeddoping zal het bloed van de sporter meer rode bloedcellen bevatten dan normaal. Hierdoor kan het bloed de spieren van meer zuurstof voorzien.
- 56 a** Onderzoek 2 is valide. Onderzoek 1 is niet valide doordat er systematische fouten optreden. Lichte sporters bezitten minder bloed dan zware sporters maar krijgen evenveel opwekkende stoffen binnen. Daardoor zullen lichte sporters meer effect ondervinden van de opwekkende stoffen dan zware sporters. Hierdoor wordt er systematisch niet goed gemeten.
- b** Nee. De uitslag is te veel afhankelijk van toevallige fouten. Je weet niet zeker of de schaatser meldonium nog vóór 1 januari 2016 heeft gebruikt. Toen was het gebruik nog niet verboden.
- 57 a** Nee, want de p -waarde is groter dan 0,05. Er is afgesproken dat er dan geen significant verschil is aangetoond.
- b** 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 is 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).

Een killerbody

- 58 a** De werking van anabole steroïden is te vergelijken met die van testosteron. De hypofyse krijgt bij het gebruik van anabole steroïden het signaal dat er meer dan voldoende testosteron aanwezig is in het bloed en zal daardoor minder LH aanmaken. Hierdoor wordt er minder testosteron geproduceerd in de teelballen en worden er minder zaadcellen gevormd.
- b** Het is een voorbeeld van negatieve terugkoppeling. Er is een toename van anabole steroïden in het bloed. Doordat anabole steroïden de werking van testosteron imiteren, veroorzaakt dit een afname van de productie van testosteron.
- c** Eigen antwoord.
- d** Eigen antwoord.

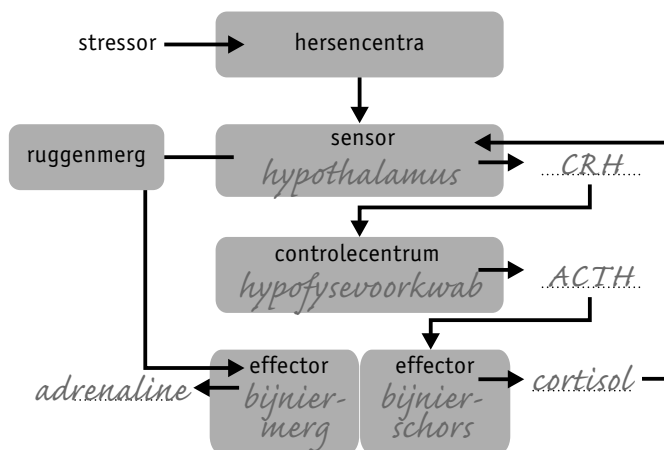
Samenhang

Stop met stressen!

1

Organisatieniveau	Begrip
Biosfeer	
Ecosysteem	
Populatie	jongeren
Organisme	lichaam
Orgaan	hypothalamus
Cel	neuronen
Molecuul	cortisol

2 a



b CRH is een releasing hormoon.

c Cortisol remt de aanmaak van CRH in de hypothalamus. Hierdoor wordt de aanmaak van ACTH geremd waardoor er minder cortisol wordt aangemaakt door de bijnierschors. Dit is een voorbeeld van negatieve terugkoppeling.

d De hypothalamus wordt niet geremd om CRH af te geven. Hierdoor blijft de cortisolspiegel hoog.

e Door de aanhoudende hoge cortisolspiegel raken deze neuronen nog meer beschadigd. Ze zijn dan niet in staat om een verhoogde cortisolspiegel te meten en hierdoor wordt de hypothalamus niet geremd.

3 Bij chronische stress is het orthosympatische zenuwstelsel het meest actief want je lichaam wordt voorbereid om snel tot actie over te kunnen gaan. Hiervoor is meer energie nodig en vindt meer verbranding plaats.

- 4 a Bewegen is belangrijk om stresssymptomen te voorkomen.
- b Bij stressreacties kan je lichaam niet overgaan tot actie maar het wordt daar wel op voorbereid. Wanneer dat vaak gebeurt, dus bij chronische stress, kan dat leiden tot een burn-out.
- c Het bericht veroorzaakte een stressreactie bij deze mensen en door stress kun je iets beter onthouden.

- 5 a Door een gestreste docent hebben leerlingen ook meer stress.
- b Voorbeeld van een werkplan:
- Je laat een groot aantal docenten een vragenlijst invullen waaruit je kunt afleiden in welke mate een docent last heeft van stress.
 - Je neemt speekselmonsters af bij alle leerlingen uit de klas van een docent die een vragenlijst heeft ingevuld.
 - Je onderzoekt het cortisolgehalte in het speeksel van de leerlingen en noteert de gegevens in een schema.
 - Je vergelijkt de resultaten van de verschillende klassen met elkaar en trekt hieruit een conclusie.

Practica

practicumopdracht 1

De Strooptest

Hypothese

Bijvoorbeeld: Je noemt de kleuren van woorden waarbij de naam overeenkomt met de kleur sneller op dan de kleuren van woorden waarbij de naam afwijkt.

Conclusie

- 1 Het noemen van de kleuren van afbeelding 1.2 nam meer tijd in beslag dan het noemen van de kleuren van afbeelding 1.1.

Discussie

- 2 De hersenen zijn eerder geneigd om een woord te lezen dan om de kleur van een woord te noemen. De impuls om het woord te lezen, moet dan worden onderdrukt.

practicumopdracht 3

De kniepeesreflex

Resultaten

- 1 Het onderbeen wipte door de tik omhoog.
- 2 Nee, je hebt deze beweging niet bewust willen maken.
- 3 Je voelde de tik na het begin van de reactie.

practicumopdracht 5

Beweegtest

Hypothese

Bijvoorbeeld: 'Ik voldoe aan de beweegnorm.' óf 'Ik voldoe niet aan de beweegnorm.'

Conclusie

- 1 Eigen antwoord.

Discussie

- 2 Eigen antwoord.

Examentrainer

PIJNBESTRIJDING TIJDENS BEVALLING

2p 1 C

2p 2 A

1p 3 Maximumscore: 1 punt.
Neuron type 2, met als toelichting dat het een (sensorisch) neuron betreft waarin sprongsgewijze impulsgeleiding plaatsvindt / waarin een myelineschede voorkomt.

1p 4 Maximumscore: 1 punt.
Het stimuleren van de samentrekkingen van de baarmoeder(spieren) / het versterken van de weeën.

IMPULSGELEIDING

2p 5 F

2p 6 C

2p 7 D

2

Waarneming en gedrag

ONTDEKKEN

Bij zoekt bom	14
---------------	----

BASISSTOF

1 Het zintuigstelsel	14
2 Het oog	14
3 Gedrag beschrijven	16
4 Vorming van gedrag	17
5 Aangepast gedrag	17
6 Sociaal gedrag	19
7 Gedrag bij mensen	19

SAMENHANG

Prairiewoelmuisen zoeken troost	21
---------------------------------	----

PRACTICA

21

EXAMENTRAINER

22

Ontdekken

Bij zoekt bom

Over de beoordeling van je uitwerkingen krijg je informatie van je docent.

1 Het zintuigstelsel

- 1 Een voorbeeld van een goed antwoord is:

Receptoren	Ligging	Adequate prikkel
Mechanische receptoren		
Gehoorreceptoren	in de oren	geluid
Evenwichts-receptoren	in de oren	zwaartekracht
Drukreceptoren	in de huid	druk
Tastreceptoren	in de huid	lichte druk
Chemische receptoren		
Reukreceptoren	in de neus	moleculen in de lucht
Smaakreceptoren	in de tong	opgeloste moleculen
Temperatuurreceptoren		
Koudereceptoren	in de huid	kou
Warmtereceptoren	in de huid	warmte
Pijnreceptoren	overal in het lichaam	extreme druk, extreme temperaturen, chemische stoffen die vrijkomen bij beschadiging of ontsteking van weefsel
Lichtreceptoren	in de ogen	zichtbaar licht

- 2 Diagram 1 geeft de impulsfrequentie in een sensorisch neuron weer als de smaakreceptor wordt geprikkeld door suiker in tomatenketchup. Tomatenketchup bevat minder suiker dan cola. Daardoor is de impulsfrequentie lager.
- 3 De tastreceptor heeft de hoogste adaptatiesnelheid (snelste gewenning) en het spierspoeltje de laagste. Bij toediening van een constante prikkel is bij de tastreceptor na 1 seconde (s) de impulsfrequentie gelijk aan 0. Bij het spierspoeltje is na 5 s de impulsfrequentie nog steeds niet minimaal.
- 4 a De warmtereceptoren van deze vogels hebben een hoge drempelwaarde (zijn ongevoelig) voor capsaïcine.
b Hierdoor kunnen de zaden van de chilipeperplant zich beter verspreiden en voortplanten.
- 5 Honden gebruiken in de natuur hun goede reukvermogen bij het vinden van een prooi.

- 6 a Na een tijdje voel je de kou niet meer door adaptatie (gewenning). Wanneer een prikkel enige tijd aanhoudt, wordt de prikkel drempel van het zintuig hoger, de impulsfrequentie neemt af en daarmee de gevoeligheid van het zintuig.
b Door adaptatie neemt de prikkel drempel van het zintuig toe en daarmee het waarnemingsbereik. Het zintuig zal vooral informatie over veranderingen in het milieu doorgeven. Adaptatie levert zo het organisme meer en betere informatie op.
- 7 Een voorbeeld van een antwoord is: genieten van muziek, genieten van de geur van appeltaart.

Het zit tussen je oren

- 8 a De koude- en warmtereceptoren in de huid.
b Wanneer de lichaamstemperatuur stijgt, neemt de impulsfrequentie in de temperatuurreceptoren toe.
c Het bloed vervoert warmte door het hele lichaam.
d De schildklier produceert thyroxine en het bijniermerg adrenaline. Deze twee hormonen dragen bij aan een verhoging van de stofwisseling (toename van de verbranding van glucose) en daardoor de lichaamstemperatuur.
e Door een beschutte plek te zoeken of extra kleren aan te trekken.
- 9 a De haarwortelspiertjes worden aangestuurd door het autonome zenuwstelsel en bestaan uit glad spierweefsel.
b Bij dieren met een dikkere vacht leidt het rechtop staan van de haren tot een betere warmte-isolatie. De meeste mensen hebben zo weinig haren dat kippenvel deze functie heeft verloren.
- 10 Bij te hoge lichaamstemperatuur gaan mensen zweten. Verdampend zweet onttrekt warmte aan het lichaam. Bij te hoge luchtvochtigheid kan het zweet niet verdampen wat sneller tot oververhitting kan leiden.

2 Het oog

- 11 Iemand die huilt, gaat 'snotteren' doordat er dan extra veel traanvocht via de traanbuis in de neusholte terecht komt.
- 12 a Wanneer je de zenuwuiteinden in het hoornvlies prikkelt, doe je in een reflex je ogen dicht. Dit is de ooglidreflex.
b De spieren in de oogleden zijn de effectoren bij deze reflex. Deze reflex beschermt het oog tegen beschadiging.
c Het hoornvlies wordt langs de buitenkant voorzien van zuurstof door het traanvocht (het traanvocht neemt zuurstof op uit de lucht) en langs de binnenkant door het vocht in de (voorste) oogkamer.

- 13 a** De iris van een albino is rood doordat door het ontbreken van pigment de bloedvaten in de iris goed zichtbaar zijn.
b Het netvlies zit vast aan het glasachtig lichaam en wordt losgetrokken bij het krimpen van het glasachtig lichaam. De zintuigcellen en de laag neuronen kunnen daardoor beschadigen.
- 14 a** Een oogarts kijkt achtereenvolgens door het hoornvlies, de voorste oogkamer, de pupil, de achterste oogkamer, de ooglenzen en het glasachtig lichaam.
b De oogarts ziet dan het netvlies.
c Nummer 1 geeft de gele vlek aan. Deze vlek ligt in het centrum van het netvlies.
 Nummer 2 geeft de blinde vlek aan. Het is de plaats van het netvlies waar de oogzenuw het oog verlaat.
- 15 a** De lichtreceptoren/gezichts-zintuigcellen zijn de receptoren van de accommodatiereflex en bevinden zich in het netvlies.
b De kringspieren (accommodatiespieren) die zich in de straalvormige lichamen bevinden, vormen de effectoren van de accommodatiereflex.
c De kringspieren trekken zich samen. De spanning in de lensbandjes neemt daardoor af en de lens wordt boller.
d De conductoren van deze reflexboog zijn de neuronen aan de binnenzijde van het netvlies die de impulsen van de gezichts-zintuigcellen afvoeren en waarvan de uitlopers samenkomen in de oogzenuw.
e Het glasachtig lichaam oefent een tegenovergestelde werking uit ten opzichte van de accommodatiespieren. (Doordat de druk in het glasachtig lichaam hoger is dan in de voorste oogkamer, wordt de diameter van het straalvormig lichaam vergroot.)
- 16 a** Nee.
b De accommodatiespieren raken vermoeid doordat ze steeds zijn samengetrokken als hij naar een computerscherm kijkt.
- 17 a** Bij een kleinere voorwerpsafstand wordt de beeldafstand groter en het omgekeerde geldt ook.
b De meest bolle lens bevindt zich het dichtst bij de chip met lichtgevoelige fotocellen. Naarmate een lens boller is, is de brandpuntsafstand kleiner.
- 18 a** Bij beenvissen zullen deze spieren zich samentrekken naarmate een voorwerp verderaf gaat. Naarmate een voorwerp verderaf gaat, moet de afstand lens-netvlies kleiner worden om een scherp beeld te vormen op het netvlies.
b Bij amfibieën zullen deze spieren zich samentrekken naarmate een voorwerp dichterbij komt. Naarmate een voorwerp dichterbij komt, moet de afstand lens-netvlies groter worden om een scherp beeld te vormen op het netvlies.
c Bij beenvissen zijn de ogen in rust ingesteld op het waarnemen van voorwerpen dichtbij. Als de spieren ontspannen zijn, is de afstand lens-netvlies maximaal.
d Vanwege het vaak beperkte zicht in het water is waarnemen met de vissenogen op grote afstand minder functioneel.
- 19 a** Deze afwijking veroorzaakt bijziendheid. De lichtstralen worden hierdoor te veel naar elkaar toe gebogen (gebroken).
b Om voorwerpen van dichtbij scherp te kunnen zien, moeten lichtstralen sterk convergeren/worden gebroken. Bij mensen die bijziend zijn, worden de lichtstralen te veel gebroken. De lens hoeft dus weinig boller te worden om een voorwerp van dichtbij scherp te kunnen zien.
c Het is bij verziendheid wel een probleem om voorwerpen van dichtbij scherp te zien, doordat de ooglenzen niet bol genoeg kunnen worden.
- 20** De reflexboog van de pupilreflex verloopt via de hersenstam.
- 21** Een iriscopist die de iris van iemand wil bekijken, kan het best fel licht in het oog laten vallen. Bij fel licht is de pupil klein, zodat het grootste deel van de iris zichtbaar is.
- 22 a** Als er een foto wordt gemaakt met flitslicht, is er weinig licht in een ruimte. De pupillen van mensen in deze ruimte zijn dan groot. De rode ogen worden veroorzaakt, doordat het bloed in de bloedvaten van het vaatvlies (rood) licht terugkaatsen.
b Door de eerste flits worden de pupillen kleiner, zodat er minder (rood) licht wordt teruggekaatst als bij de tweede flits de foto wordt gemaakt.
- 23 a** Doordat elk kegeltje in de gele vlek zijn impulsen doorgeeft aan één neuron.
b Mensen nemen groen licht waar als grijs. Met staafjes kun je geen kleuren zien, alleen maar zwart-grijs-wit.
- 24** Lichtreceptoren kunnen dan sneller beschadigen, doordat er te veel licht in de ogen valt.
- 25 a** Nachtdieren zijn vooral 's nachts actief. Doordat staafjes een lagere prikkel drempel hebben dan kegeltjes, kunnen ze bij weinig licht toch goed zien.
b Bij het ontbreken van kegeltjes kun je minder scherp zien of geen kleuren zien.
c Als je naast een zwakke ster kijkt, valt het beeld hiervan naast de gele vlek. Het zwakke licht is voldoende om de staafjes die daar liggen te prikkelen zodat je de ster kunt zien. Kijk je recht naar een zwakke ster, dan valt het beeld op de gele vlek. Daar liggen alleen kegeltjes. De lichtintensiteit van de zwakke ster bevindt zich onder de prikkel drempel van kegeltjes. Doordat de kegeltjes niet worden geprikkeld, zie je de zwakke ster niet meer.
- 26** In het oog van een inktvis komt geen blinde vlek voor, doordat de uitlopers van de neuronen in de oogzenuw samenkomen zonder de laag zintuigcellen te hoeven doorbreken.
- 27 a** rood licht
b De donkeradaptatie vindt het snelst plaats bij kegeltjes.
c 1000x

- 28** **a** De staafjes zijn het gevoeligst voor licht.
b Voor een stuurman is het 's nachts belangrijk dat de lichtreceptoren gevoelig blijven voor de meeste kleuren licht en de prikkelrempel van de lichtgevoelige staafjes laag blijft. Staafjes zijn ongevoelig voor gedempt rood licht (van ongeveer 1000 microlux). Met de rode kegeltjes is bij deze lichtintensiteit de cabine voldoende zichtbaar.
- 29** **a** In het linkerdeel van het netvlies van zijn rechteroog ontstaan geen impulsen. In het rechterdeel wel. Het beeld van punt 1 wordt gevormd op de gele vlek. Het beeld van punt 2 en 3 wordt rechts van de gele vlek op het netvlies gevormd.
b Als de oogzenuw op plaats Q wordt doorgesneden, zou deze persoon het rechterdeel van het gezichtsveld niet meer waarnemen.
c Als de oogzenuw op plaats P wordt doorgesneden, zou deze persoon met het rechteroog het linker- en het rechterdeel van het gezichtsveld niet meer waarnemen en minder goed diepte kunnen waarnemen.

Nachtkijkers

- 30** **a** Op de plaats van de pigmentlaag.
b Hiermee beschermen de nachtdieren de gevoelige staafjes.
c Planteneters zijn vaak prooi voor roofdieren en kunnen met nachtzicht het gevaar beter zien aankomen.
d Door mutatie kunnen dieren zijn ontstaan met beter nachtzicht. Deze specialisatie verkleint de concurrentie met predatoren en vergroot de fitness van het dier.
e Homoloog, want beide diersoorten behoren tot de groep van de gewervelden.
- 31** **a** De reflecterende laag in de ogen van de dieren reflecteren het licht van de zaklantaarn in verschillende kleuren en afmetingen. Een geoefende waarnemer kan hiermee de aanwezige diersoorten herkennen.
b Uilen kunnen de ogen niet draaien in de oogkassen en moeten dus wel met hun kop draaien om in verschillende richtingen te kunnen zien.
c In het donker ziet de uil alleen met de staafjes. Staafjes geven alleen grijstinten door aan de hersenen. De uil vangt dus alleen maar grijze muizen.
- 32** Nachtkijkers zijn bijvoorbeeld gevoelig voor warmtestraling (infrarood) of versterken straling uit het ver rood gebied > 700 nm.

- 35** **a** Het trekken aan de staart.
b Het happen in de linkerarm van de man.
c Nee, de aanduiding agressief is een (menselijk) waardeoordeel. De tijger reageert (op een natuurlijke manier) op een prikkel.
- 36** Door de beschikbaarheid van de MRI-scanner is het brein geen black box meer, maar ontstaat er een geschakeerd kleurenbeeld van de hersenactiviteit.
- 37** **a** Door het gebruik van afkortingen kun je snel de waargenomen handelingen noteren.
b Voorbeelden van onderzoeksvragen:
 – Hoe lang eet een woestijnspringmuis?
 – Hoe vaak (frequentie) gaat woestijnspringmuis recht omhoogstaan?
 – In welke volgorde komen de handelingen voor?
 – Welke handelingen van de woestijnspringmuis vormen samen een gedragssysteem?
 – Welke handelingen van de woestijnspringmuis vormen samen een gedragsketen?
c De apen drukken de lippen tegen elkaar.
- 38** Ja, in de balts vormen de handelingen elkaar in een vaste volgorde op.
- 39** **a** Ja, want de handelingen hebben eenzelfde doel.
b Voorbeelden van antwoorden:
 Ja, ik voer de handelingen bij huiswerk maken altijd in een vaste volgorde uit.
 Nee, want als ik huiswerk maak, gaat dat elke keer weer anders.
- 40** **a** Komt aan (verschijnt), blijft vliegen, strijkt neer op een plant, vouwt vleugels samen, paart, vliegt weg.
b De geurstof is een prikkel voor het vrouwtje.
c Het vrouwtje gaat zitten en vouwt haar vleugels samen.
d Het vrouwtje zal eieren afzetten.

Project Kruispunt

- 41** **a** Voorbeeld van een antwoord: opstappen, wegrijden, uitkijken, sturen en trappen.
b Veilig verkeersgedrag met minder afleidende handelingen zoals appen en muziek luisteren.
c Ja, beter opletten en minder afleiding leiden tot betere overlevingskansen en grotere fitness.
d Een nagebouwd kruispunt, stellingendiscussie, een debat en een spel met prijzen.
e Dit is een verandering in de black box. De output is pas zichtbaar in het verkeersgedrag.

- 42** Eigen antwoord.

3 Gedrag beschrijven

- 33** **a** ja
b nee
c ja
- 34** Voorbeeld van een goed antwoord: in je agenda kijken, je biologieboek pakken, de juiste bladzijde zoeken.

4 Vorming van gedrag

- 43** a Erfelijke informatie over gedrag is opgeslagen in (de volgorde van nucleotiden in) het DNA.
b Aangeleerde gedragsinformatie is opgeslagen in neuronen in de hersenschors.
- 44** Voortplantingsdrang.
- 45** a Het zien van een ijsje of een taartje.
b Als je flink honger hebt, kan de motivatie voor eten (eetlust) groot zijn. Je zult dan eerder geneigd zijn voedsel te eten dat je niet zo lekker vindt. De prikkels van lekker eten zijn dan niet zo belangrijk. Als je net hebt gegeten, is de motivatie voor eten niet groot. Het zien van lekker eten (een lekker taartje) is een sterkere (externe) prikkel waardoor je wellicht toch weer gaat eten.
c Met een lege maag zal je waarschijnlijk meer aantrekkelijke producten kopen, zoals zoete en vette producten.
d Ja. Het effect van het voedingsgedrag remt de oorzaak (de honger en het lekkere voedsel zijn verdwenen).
e Voorbeelden van interne prikkels zijn pijn en hormonale veranderingen. Voorbeelden van externe prikkels zijn stank of een vieze eettafel.
- 46** a Een topsporter zal veel moeten eten om niet uitgeput te raken en iemand met een zittend beroep moet juist niet te veel eten om overgewicht te voorkomen.
b Het voordeel is dat de hersenen minder informatie hoeven te verwerken. De selectie van belangrijke veranderingen draagt bij aan adequaat gedrag.
- 47** Hij kan ze in een afgesloten kooi houden en dan met lampen de dagen langer laten lijken. Bij vogels gaat de hypofyse onder invloed van de toenemende daglengte in het voorjaar hormonen afgeven. Door kunstmatig de daglengte te laten toenemen, gaat de hypofyse eerder in het jaar hormonen produceren. Hierdoor begint de voortplanting eerder en dus ook de eileg.
- 48** a Het potlood met de rode vlek kan een sleutel prikkel worden genoemd, omdat het bij meeuwenjongen pikgedrag veroorzaakt. Het is een prikkel die een doorslaggevende rol speelt bij het veroorzaken van bepaald gedrag. Het potlood met de rode vlek kan ook een supranormale prikkel worden genoemd, omdat het bij meeuwenjongen een sterker pikgedrag veroorzaakt dan de normale sleutel prikkel (een snavel met een rode vlek).
b De sleutel prikkel bij dit territoriumgedrag van het roodborstje is een rode (keel)vlek. De supranormale prikkel bij dit territoriumgedrag is een propje felrode watten op een ijzerdraadje.
c Een voorbeeld van een goed antwoord is: de stier reageert op de bewegingen van de lap.

- 49** a Aan beide jonge vogeltjes werd evenveel voedsel aangeboden.
b Een hypothese.
c Nee, uit de waarnemingen blijkt dat de opengesperde bek van het koekoeksjong geen supranormale prikkel is, omdat het karekietjong en het koekoeksjong evenveel voedsel krijgen aangeboden.
- 50** a Bij deze afbeelding past de motivatie voortplantingsdrang.
b Sleutel prikkels waarvan gebruik is gemaakt bij het maken van de pop zijn een rond gezicht, bolle wangen, een hoog voorhoofd, grote ogen en lange wimpers, een klein wipneusje en een klein mondje.
- 51** Dat de panda veel mensen blijkt aan te spreken, komt doordat dit symbool veel sleutel prikkels heeft, bijvoorbeeld mollige lichaamsvormen en een ronde kop met grote ogen, kleine oren en een kleine bek. Deze sleutel prikkels zijn in vergelijking met een echte panda nog extra benadrukt, zodat sprake is van supranormale prikkels.
- 52** a Bij de selectie van mannequins wordt er bijvoorbeeld op gelet dat ze lang en slank zijn.
b In de modetekening zijn de volgende supranormale prikkels extra aangezet: een extra lang en slank lichaam met lange benen, een klein bovenlijf en een lange hals.

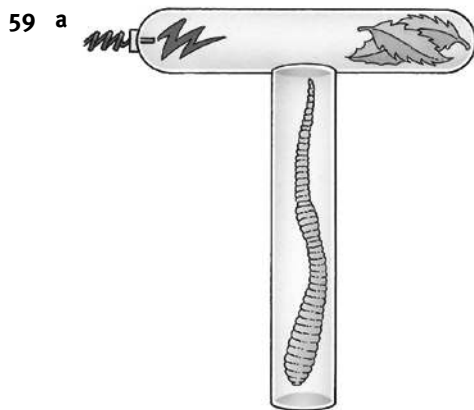
Suikerverslaving bestaat niet

- 53** a Drugs veranderen het dopaminesysteem blijvend zodat je niet meer zonder kunt. Bij suiker is er geen blijvende verandering in de hersenen.
b Dopaminetekort in de hersenen en het zien van suikerhoudende voedingsmiddelen.
c Overmatige suikerconsumptie kan leiden tot overgewicht en bijvoorbeeld tot de ontwikkeling van diabetes, gewrichtsklachten, problemen met hart- en bloedvaten.
- 54** Eigen antwoord.

5 Aangepast gedrag

- 55** Grotendeels bepaald door:
1 leerprocessen
2 erfelijke factoren
3 leerprocessen
4 erfelijke factoren
5 leerprocessen
- 56** Bij het tam maken van een parkiet speelt inprenting een belangrijke rol. Als je een parkiet vroeg bij de ouders vandaan haalt, kun je de parkiet nog veel leren. Later lukt dit niet meer, want dan is de gevoelige periode voorbij.

- 57 a Ja, de muis zal waarschijnlijk reageren op een felle lichtflits. Een felle lichtflits is een andere prikkel dan een hard geluid. Bij de muis is nog geen gewenning aan een felle lichtflits opgetreden.
- b Onder natuurlijke omstandigheden is het nut van gewenning te voorkomen dat het centrale zenuwstelsel overbelast raakt met onbelangrijke informatie.
- 58 a Je methode moet de volgende elementen bevatten:
- Verdeel een aantal broedende roerdompen in twee groepen. Bij de ene groep isoleer je de roerdompkuikens, na het uitkomen van het ei, direct van hun ouders en andere oudere soortgenoten. De andere kuikens blijven bij hun ouders en soortgenoten.
 - Alle overige omstandigheden moeten gelijk zijn voor beide groepen.
 - Wanneer de roerdompkuikens groot genoeg zijn, toon je ze het kartonnen model met de opgeplakte schijven en noteer je of ze naar het model pikken.
- b Als beide groepen kuikens het oogpikgedrag vertonen, is dit gedrag erfelijk vastgelegd. Als de geïsoleerde kuikens niet naar de ogen pikken en de groep die bij hun ouders opgroeide wel, is dit gedrag aangeleerd.



- b Door een combinatie van straffen en belonen verandert het gedrag van de regenworm.
- 60 a Fase 1: bij aanvang van het experiment scheidde de hond enige tijd na voedseltoediening speeksel af.
Fase 2: na enkele keren begon de speekselproductie al na het horen van het geluid, nog voordat de hond het voedsel had gezien of geroken.
Fase 3: ten slotte scheidde de hond ook speeksel af na het horen van het geluid zonder dat er voedsel werd aangeboden.
- b Een kunstmatige prikkel kan dezelfde respons veroorzaken als de natuurlijke prikkel. De hypothese is bevestigd.
- 61 Dit is een voorbeeld van een geconditioneerde reflex. De bel is een kunstmatige prikkel die de natuurlijke prikkel van het zien van een lekker ijsje vervangt.
- 62 Het logo is de conditie (kunstmatige prikkel) waarmee de reflex kan worden opgewekt als het product in de smaak is gevallen.

- 63 a De frequentie (drukken op het hefboompje) waarmee een rat deze handeling uitvoert, neemt toe onder invloed van de beloning (voer krijgen).
- b In diagram 2 kan deze frequentie juist zijn weergegeven. Doordat het dier wordt beloond voor het drukken op het hefboompje, zal de frequentie toenemen.
- c Als de rat niet hongerig (interne prikkel) is, is het krijgen van voer (de beloning) een te zwakke externe prikkel om het gedrag vaker te vertonen. De rat zal in dit geval ook vroeg of laat op het hefboompje drukken, maar de frequentie van het hefboomdrukken zal dan (vrijwel) niet toenemen.
- d Gedrag kan worden beïnvloed door gewenst gedrag te belonen. De hypothese is bevestigd.
- e De afname van de frequentie ontstaat vermoedelijk doordat de rat minder hongerig wordt en dus de sterkte van de interne prikkel minder wordt.
- 64 Het resultaat van het wassen is een beter eetbare, smaakvollere aardappel. Dit is een beloning die ervoor kan zorgen dat het gedrag toch wordt geïmiteerd.
- 65 1 inzicht
2 trial and error (proefondervindelijk)
3 inprenting
4 conditionering
5 gewenning
- 66 a De hypothese.
- b Voorbeeld van een juist antwoord:
De eieren/jongen van een paring van een normaal vrouwtje met goudvink G direct na het uitkomen verwisselen met de eieren/jongen van een paring van een normaal vrouwtje met goudvink K.
- c Als de (mannelijke) jongen gaan zingen zoals hun pleegvader, dan is er sprake van inprenting.
Andere antwoorden zijn ter beoordeling aan je docent.

Slimme kraai

- 67 a Leren door inzicht.
- b Trial and error kan, omdat de kraaien verschillende voorwerpen in de buizen gooien en kijken of de beloning dichterbij komt.
Conditioneren kan, omdat de beloning (water) door de onderzoekers is aangebracht om de handelingsfrequentie van de kraaien te verhogen.
Inzicht waarschijnlijk niet: als de kraaien echt door hebben dat massieve steentjes in water het meest effectief zijn, dan zouden ze geen holle steentjes gebruiken of steentjes in het zand gooien.
- c 1 fase B
2 fase C
3 fase B
4 fase A
5 fase B

6 Sociaal gedrag

- 68 a** Het vechten van merelmannelijkes om een territorium is sociaal gedrag. Alle gedrag van soortgenoten ten opzichte van elkaar heet sociaal gedrag.
- b** Nee, de hond en zijn eigenaar zijn geen soortgenoten.
- c** Voorbeelden van antwoorden: een gebaar zien, stemgeluid horen, een bericht via sociale media lezen.
- 69 a** Een merelvrouwtje reageert niet op de balts van een mannetjeslijster, doordat ze de signalen van de balts niet 'herkent'. De signalen zijn soortspecifiek.
- b** De balts versterkt de paarband tussen de futen, waardoor paring en een gezamenlijke broedzorg waarschijnlijker wordt.
- c** Flirten bij mensen heeft een functie bij de motivatie voor voortplanting en de vorming van een paarband.
- 70** Doordat bij vissen uitwendige bevruchting plaatsvindt en de embryonale ontwikkeling buiten het lichaam van het vrouwtje plaatsvindt, kan een mannetje de broedzorg alleen voor zijn rekening nemen. Doordat bij vogels en zoogdieren inwendige bevruchting plaatsvindt en de embryonale ontwikkeling gedeeltelijk (bij vogels) of geheel (bij zoogdieren) in het lichaam van het vrouwtje plaatsvindt, komt het vrijwel niet voor dat een mannetje de broedzorg alleen voor zijn rekening neemt.
- 71 a** Een voorbeeld van een antwoord om uit te maken welke dolfijn wanneer de modderkring maakt.
- b** Snelle vissen zijn moeilijk te vangen voor individuele dolfijnen. Het groepsgegedrag is effectief, omdat de dolfijnen volop voedsel verkrijgen en de inwendige prikkel en motivatie om zich te voeden snel vermindert. Het groepsgegedrag is adequaat doordat de betrokken dolfijnen relatief weinig energie investeren om zich te voeden en daarmee hun fitness vergroten.
- 72** Een mannetje zal midden in zijn territorium geen dreiggedrag tegen een indringer vertonen, maar zal de indringer trachten te verjagen. Midden in het territorium is de motivatie voor aanvallen groter dan de motivatie voor dreiggedrag.
- 73 a** Het gedrag van een kat die zich achter de oren krabt nadat hij een prooi heeft gemist, heet overspronggedrag. Het krabben lijkt zinloos gedrag uit een ander gedragssysteem dan het voedingsgedrag.
- b** Dit gedrag heet overspronggedrag.
- 74** Doordat er een duidelijke rangorde is.
- 75** Een chimpansee die imponeergedrag vertoont, maakt zich zo groot en indrukwekkend mogelijk. Het overeind gaan staan van de haren is hiervan een onderdeel.

- 76 a** De plaats in de pikorde bij kippen houdt verband met het testosterongehalte. Dominante hennen hebben een hoger testosterongehalte dan minder dominante hennen. Door injectie met testosteron krijgt een hen een hogere plaats in de pikorde.
- b** In een scharrelschuur is de dichtheid hennen (aantal kippen per oppervlakte-eenheid) te groot en hebben de groepen geen vaste samenstelling om een rangorde te laten ontstaan.
- c** Hen A is het meest dominant. Hen J staat onder aan de pikorde. Dat is af te leiden uit de verhouding tussen het aantal keren pikken en gepikt worden (134/0 voor hen A en 0/113 voor hen J).

Testosteron maakt hyenavrouwtjes adequaat

- 77 a** Voorbeelden van goede antwoorden zijn:
Blootstelling aan testosteron leidt tot vermannelijken van geslachtsorganen.
Jongen zijn agressief / bijten nestgenoten.
Jongen oefenen vaker in het beklimmen van broertjes en zusjes.
- b** De hoge testosteronconcentratie leidt tot agressievere dieren die beter zijn in het vangen van prooidieren en een grotere fitness hebben.
- c** trial and error
- d** Voordelen kunnen zijn dat ze de zorg voor de jongen kunnen delen en gezamenlijk kunnen jagen op grotere prooien.

7 Gedrag bij mensen

- 78 a** De wenkbrauwgroet is gedrag dat grotendeels wordt bepaald door erfelijke factoren. Dit gedrag blijkt in alle culturen voor te komen. Het is daardoor onwaarschijnlijk dat dit gedrag berust op leerprocessen (bijvoorbeeld imitatie).
- b** Een hypothese over de relatie tussen erfelijke informatie en de structuur van de hersenen zou kunnen zijn dat gedragsinformatie uit het DNA van een individu wordt vertaald in de organisatie van bepaalde neurale netwerken in de hersenen. Deze neurale netwerken zijn flexibel genoeg om door middel van leerprocessen te kunnen worden aangepast.
- 79** Met beter ontwikkelde hersenen kan een dier een beter beeld van de omgeving vormen en aanpassen. Dit is een basis voor aanpassing van het gedrag en de omgeving.

- 80 a** Dit is een norm, omdat het een gedragsregel betreft. Een bijbehorende waarde kan zijn: gelijkheid tussen mannen en vrouwen.
- b** Een voorbeeld waaruit dit blijkt: bij een ongeval van een automobilist met een voetganger of fietser moet de automobilist aantonen dat hij er niets aan kon doen. Bij een aanrijding met een voetganger of fietser jonger dan 14 jaar is de automobilist vrijwel altijd aansprakelijk voor de schade die het kind oploopt.
- 81 a** Het voortplantingssucces en het toegenomen energiegebruik zijn niet adequaat, omdat de gevolgen voor veel mensen bedreigend zijn.
- b** Mensen kunnen informatie verzamelen over oorzaken, gevolgen en mogelijke oplossingen. Door samen te werken bij het maken van keuzen voor oplossingen en de uitvoering daarvan, kunnen deze vraagstukken worden opgelost.

Ons brein is een geluksmachine

- 82 a** Een rationeel proces. De makers hebben duidelijke doelen en baseren zich op relevante onderzoeksinformatie over eigenschappen van het product, de verkrijgbaarheid en effecten van reclame op consumenten. Op basis daarvan wordt een reclameboodschap ontworpen.
- b** Voorbeeld van een antwoord: goed voorbereid en na marktverkenning en in overleg met ouders en vrienden een nieuwe laptop kopen.
- c** Voorbeelden van argumenten: mensen worden gevormd door erfelijke en aangeleerde eigenschappen, door natuur en cultuur. Sommige mensen reageren op sommige momenten meer emotioneel, anderen meer rationeel. Mensen kunnen hun gedrag bewust sturen op basis van waarden en normen.

Samenhang

Prairiewoelmuizen zoeken troost

1 Mogelijke antwoorden:

Organisatieniveau	Begrip
Biosfeer	-
Ecosysteem	-
Populatie	paarvormend, sociale betrokkenheid
Organisme	empathie, individu, mens met autisme, troostgedrag
Orgaan	hersenvolume
Cel	neurotransmitter
Molecuul	oxytocine

- 2
 - a De betekenis van medeleven.
 - b Nee, troosten is een interpretatie van menselijk gedrag.
- 3
 - a Een hypothesevormend onderzoek.
 - b Vertoont een prairiewoelmuis empathisch gedrag naar een gestreste soortgenoot?
 - c Er moeten voldoende herhalingen zijn bij de behandeling en de controleproef.
 - d Het gestreste knaagdier werd uitgebreid door zijn kooigenoot gevlooid en gelikt.
- 4
 - a De prairiewoelmuis is monogaam en leeft langdurig in paren.
 - b Empathie versterkt de band tussen het mannetje en het vrouwtje en daarmee de broedzorg voor de nakomelingen.
- 5 Voor versterking van de band tussen moeder en kind en tussen de ouders.
- 6 De resultaten van dit onderzoek kunnen helpen bij de behandeling van autisme.

Practica

practicumopdracht 1

De pupilreflex

Resultaat

- 1 Eigen antwoord.
- 2 De reflexboog van de pupilreflex valt voor beide ogen gedeeltelijk samen. Als één oog sterker wordt belicht, worden de pupillen van beide ogen kleiner. En als één oog zwakker wordt belicht, worden de pupillen van beide ogen groter.

practicumopdracht 2

Ontleden van een koeienoog

Methode

- 1 De oogzenuw treedt uit het oog bij de blinde vlek. Die ligt bij het rechteroog links van het midden (met de gele vlek) en bij het linkeroog rechts van het midden.
- 2 Dat kun je zien aan de positie van de oogzenuw.

Resultaat

- 3 Absorptie van licht dat niet door het netvlies is verwerkt. Zwart zorgt ervoor dat er geen licht wordt teruggekaatst.
- 4 Door terugkaatsing van licht wordt het netvlies van twee kanten geprikkeld. Dat geeft in een lichtzwakke omgeving extra informatie voor de beeldvorming. Hieruit kun je afleiden dat een koe 's nachts actief is of dat ze afstammen van een voorouder die 's nachts actief was.
- 5 De mens kan beide ogen goed laten samenwerken, doordat de ogen beide recht vooruit in het gezicht zijn geplaatst. Daardoor kan de mens diepte zien, maar heeft geen groot gezichtsveld. Bij een koe staan de ogen opzij van de kop en kunnen niet goed samenwerken. De koe kan niet goed diepte zien, maar heeft wel een groot gezichtsveld. Om elk van beide ogen voldoende informatie te laten verwerken bij het recht vooruitkijken, is een langwerpige pupil bij koeien functioneel.
- 6 De letters zijn vergroot. De lens is bol, doordat hij los is gemaakt van de lensbandjes. Hij zakt dan in tot een bolle vorm, geschikt voor dichtbij kijken.

practicumopdracht 3

Beschrijvend ethologisch onderzoek

Discussie

- 1 Voorbeelden van antwoorden: Door het gedrag van het dier te filmen of door de duur van elke handeling nauwkeuriger vast te stellen (bijvoorbeeld in plaats van om de dertig seconden, om de vijf seconden).
- 2 Eigen antwoord.

Examentrainer

HERSENDOORBLOEDING

1p 1 C

LUI OOG VERHELPEM MET COMPUTERSPELLETJES

- 2p 2 Voorbeelden van een juiste oorzaak:
- De ogen accommoderen verschillend (een oog is bijziend en het andere verziend).
 - Een troebele lens in een van de ogen.
 - Het luie oog heeft een afwijkende lensvorm (astigmatisme).
- maximumscore 2: per juiste oorzaak 1 punt

- 3p 3 Voorbeeld van een juist antwoord:
- Er komen twee beelden binnen die zó verschillend zijn dat het de hersenen moeite kost om ze op elkaar te krijgen. Dan is het gemakkelijker om het beeld van één oog te gebruiken, waardoor het andere oog op den duur niet goed meer meewerkt.
- maximumscore 3
- Scheelzien leidt tot dubbelzien: er komen twee niet samen te voegen beelden binnen: 1 punt.
 - In het gezichtscentrum wordt de informatie van een van de ogen gebruikt/onderdrukt (om toch een scherp beeld te vormen): 1 punt.
 - Met als gevolg dat één oog niet meer wordt aangestuurd en lui wordt (minder goed accommodeert/fixeert): 1 punt.

2p 4 B

2p 5 D

2p 6 B

2p 7 B

3 Stofwisseling in de cel

CONTEXT

Honderd jaar hardlopen	24
------------------------	----

BASISSTOF

1 Chemie in cellen	24
2 Enzymen	24
3 Koolstofassimilatie	25
4 Voortgezette assimilatie	26
5 Dissimilatie	27

SAMENHANG

Koe neemt gas terug	30
---------------------	----

PRACTICA

31

EXAMENTRAINER

32

Openingscontext

Honderd jaar hardlopen

Over de beoordeling van je uitwerkingen krijg je informatie van je docent.

1 Chemie in cellen

- 1
 - a De moleculen van organische stoffen zijn relatief groot, bevatten altijd koolstofatomen en waterstofatomen en bevatten relatief veel chemische energie. De moleculen van anorganische stoffen zijn klein, bevatten meestal geen koolstofatomen en bevatten weinig chemische energie.
 - b De functie van assimilatie is de vorming van de organische stoffen waaruit een organisme bestaat. De functie van dissimilatie is het beschikbaar maken van energie voor processen in een cel.
 - c Autotroof betekent 'zelfvoedend'. Autotrofe organismen zijn in staat om de organische stoffen waaruit ze bestaan, zelf op te bouwen uit anorganische stoffen. Ze hebben geen organische stoffen van andere organismen nodig.
- 2
 - a Warmte.
 - b Nee, niet altijd. Sommige organismen gebruiken de warmte om hun lichaam op temperatuur te houden.
- 3 Wanneer gemiddeld meer assimilatie dan dissimilatie plaatsvindt, neemt de hoeveelheid organische stoffen toe. Hierdoor wordt het individu zwaarder.
- 4
 - a AMP maakt deel uit van HS-co-enzym A, NAD^+ , NADP^+ , ADP en cyclisch AMP.
 - b De moleculen NAD^+ , NADP^+ en ADP zijn ook energiedragers.
 - c Op een gemeenschappelijke ontstaanswijze.
 - d $\text{ADP} + \text{P}_i \rightarrow \text{ATP} + \text{H}_2\text{O}$
- 5
 - a 31 kJ/mol.
 - b $8800 \text{ kJ} / 31 \text{ kJ/mol} \times 0,507 \text{ kg/mol} = 144 \text{ kg}$
- 6
 - a Stralingsenergie $\propto$ chemische energie van glucose $\propto$ chemische energie van ATP $\propto$ chemische energie van eiwit.
 - b In chloroplasten (licht naar glucose), mitochondriën (glucose naar ATP) en ribosomen (ATP naar eiwitten).

Tweede leven voor urine

- 7
 - a Het element stikstof (N) komt voor in energiedragers (bijvoorbeeld ATP, NADP) en signaaldragers (bijvoorbeeld cyclisch AMP, DNA).
 - b Ook het element fosfor (P) is een belangrijk bestanddeel van energiedragers (bijvoorbeeld ATP, NADP) en signaaldragers (bijvoorbeeld cAMP, DNA).

- c Het element fosfor komt in cellen van plantaardige en dierlijke voedingsmiddelen in ruime mate voor in de energiedragers ATP, NADP, in de informatiedrager DNA en in alle membranen in fosfolipiden.

- 8
 - a Van organische resten zoals poep.
 - b De CO_2 die vrijkomt bij de verbranding van biogas is kort daarvoor aan de atmosfeer onttrokken door de koolstofassimilatie bij de productie van voedsel. Dat is de korte kringloop.
- 9 Het leven als bouwstof voor planten.

2 Enzymen

- 10
 - a Met het sleutel-slotprincipe wordt bedoeld dat alleen het substraatmolecuul (de sleutel) precies past in het actieve centrum van het enzymmolecuul (het slot). Hierdoor is een enzym substraatspecifiek.
 - b Een enzym verlaagt de energiedrempel, zodat er minder activeringsenergie nodig is om een reactie te laten plaatsvinden.
 - c Een enzymmolecuul wordt bij de reactie niet verbruikt, zodat het vele malen dezelfde reactie mogelijk kan maken.
- 11
 - a ATP vervult de functie van co-enzym.
 - b ATPase vervult de functie van apo-enzym.
 - c Het concentratieverschil van waterstofionen aan weerszijden van een membraan is potentiële energie die beschikbaar komt als de H^+ -ionen onder invloed van diffusie via ATP-synthase naar buiten stromen. Door fosforylering wordt deze energie omgezet in de chemische energie van ATP.
- 12 In de reageerbuis treft hij het enzym sacharase aan.
- 13 Pectinase breekt de pectine uit de middenlamellen af; cellulase breekt de cellulose uit de celwanden af. Hierdoor wordt de tussencelstof afgebroken en komt er meer celvocht (sap) vrij.
- 14
 - a Enzymen zijn organische stoffen (eiwitten) met katalytische werking die door organismen worden gemaakt en gebruikt.
 - b Veel vitamines zijn co-enzymen. Bij een tekort aan vitamines in de voeding zijn enzymen die een co-enzym nodig hebben, niet meer werkzaam. Hierdoor treden stoornissen op in de stofwisseling in de cellen.
- 15
 - a Bij temperatuur Q zet een intact enzymmolecuul per minuut meer substraat om dan bij temperatuur P. De totale hoeveelheid omgezet substraat is bij beide temperaturen gelijk, maar bij temperatuur Q is een groter deel van de enzymmoleculen inactief geworden.
 - b Het enzym kan het best worden bewaard in de ruimte met temperatuur P. Hoe lager de temperatuur, des te groter blijft het percentage intacte enzymmoleculen.

- 16** Grafiek 1 kan de verandering van het glucosegehalte in de buis aangeven. Tijdens het verwarmen van de buis tot ongeveer 40 °C wordt maltose steeds sneller omgezet in glucose. Boven ongeveer 50 °C is maltase inactief geworden, waardoor het glucosegehalte in de buis niet verder stijgt.
- 17** Bij het meten na een reactietijd van een halfuur is zowel bij 40 °C als bij 50 °C al het substraat omgezet. Om de hoeveelheid substraat te kunnen bepalen die per minuut wordt omgezet, moet er na de reactietijd nog wat substraat over zijn in de buis. De metingen zouden bijvoorbeeld elk kwartier kunnen worden gedaan. Een hogere concentratie substraat of een lagere concentratie enzym gebruiken is ook mogelijk om te voorkomen dat bij een bepaalde temperatuur alle substraat wordt verbruikt.
- 18** **a** Bij te hoge temperatuur kan de ruimtelijke structuur van een enzymmolecuul worden vervormd. Hierdoor zijn de actieve centra van de enzymmoleculen niet meer in staat substraatmoleculen te binden.
b Een kikker heeft een lichaamstemperatuur die niet constant is. 's Winters kan een kikker buiten niet actief zijn, doordat de lichaamstemperatuur dan te laag is om de stofwisselingsprocessen goed te laten verlopen. Een merel heeft een constante lichaamstemperatuur van ongeveer 40 °C.
c Boven de 40 °C verliezen enzymen in cellen hun structuur en daarmee hun werkzaamheid. Dat is levensgevaarlijk.
- 19** **a** Katalase werkt het best bij een temperatuur van 37 °C. De hypothese is bevestigd.
b Nee, het onderzoek is niet herhaald, waardoor de metingen onvoldoende betrouwbaar zijn.
c Onbetrouwbaarheid ontstaat als gevolg van toevallige meetfouten. Het onderzoeksresultaat kan betrouwbaarder worden gemaakt door metingen van dezelfde situatie vaker uit te voeren en het gemiddelde te nemen van de gemeten waarden.
d Een valide onderzoek bevat zo min mogelijk systematische fouten (bij systematische fouten wordt constant een te hoge of te lage waarde waargenomen of een andere eigenschap gemeten dan die welke was bedoeld). In dit onderzoek kun je de validiteit onder meer verbeteren door de grootte en het gewicht van de aardappelstukjes te standaardiseren en door de resterende hoeveelheid waterstofperoxide in de buizen te meten in plaats van de hoeveelheid schuim die ontstaat.
- 20** **a** pH 13. Bij pH 13 hebben alle enzymmoleculen hun ruimtelijke structuur verloren.
b De structuurverandering bij pH-verhoging is reversibel (omkeerbaar). Bij de optimale pH krijgt het enzym zijn oorspronkelijke structuur weer terug. Enzym P wordt dus weer werkzaam wanneer de zuurgraad onder pH 4 komt.
- 21** **a** De werking van remstoffen berust op het veranderen van de ruimtelijke structuur van het enzymmolecuul, waardoor het E-S-complex moeilijk of niet kan worden gevormd.

Dit document is gratis te downloaden op

- b** Bij de vorming van isoleucine is sprake van negatieve terugkoppeling. Bij negatieve terugkoppeling heeft het resultaat van een proces een remmende invloed op het proces.
- c** De threonineconcentratie in een cel zal dalen als alle isoleucine uit deze cel wordt verwijderd. Threonine wordt dan omgezet in isoleucine, totdat er in de cel weer een evenwicht is ontstaan tussen de concentraties threonine en isoleucine.
- d** Ja. Door het resultaat van een proces zal de snelheid van het proces toenemen totdat er een evenwicht is bereikt.

Helende honing

- 22** **a** Op het hoge suikergehalte. De hoge suikerconcentratie versterkt de osmotische werking.
b In een milieu met een hoge osmolariteit kunnen bacteriën geen water opnemen of ze verliezen water.
c De hoge osmolariteit, de lage zuurgraad en de aanwezigheid van waterstofperoxide zijn algemene antibiotische werkingsmechanismen die niet specifiek zijn voor één bacteriesoort.
- 23** **a** Waterstofperoxide ontstaat door de omzetting van glucose door het enzym glucoseoxidase. Door verhitting wordt het enzym onwerkzaam. Het enzym katalase breekt waterstofperoxide af.
b Natuurlijke honingsoorten kunnen sterk verschillen in samenstelling, doordat de nectar van verschillende planten afkomstig is en doordat de honing door verschillende bijensoorten verzameld kan zijn. Ook de wijze van verwerking kan de samenstelling van de honing beïnvloeden.

3 Koolstofassimilatie

- 24** **a** De eindproducten van de lichtreacties zijn NADPH, H⁺, O₂ en ATP.
b Het tekort aan elektronen in het thylakoïdmembraan wordt aangevuld met elektronen die afkomstig zijn uit de splitsing van water in PSII.
c NADP⁺ is het substraat.
- 25** **a** De enzymen gebruiken die energie om waterstofionen vanuit het stroma in het lumen te pompen.
b Het elektron doorloopt bij herhaling de elektronentransportketen en keert steeds terug naar zijn oorspronkelijke plaats in het chlorofylmolecuul. Het proces van energierijk maken en energie afstaan blijft zich herhalen.
c Door de cyclische fotofosforylering ontstaat in het lumen een ophoping van waterstofionen. De energie die ontstaat door het concentratieverschil van H⁺-ionen aan weerszijden van de membranen van een chloroplast, wordt benut als energiebron voor de synthese van adenosinetrifosfaat (ATP) met behulp van ATP-synthase.

- 26** Nee. Bij bacteriën die waterstofsulfide (H_2S) in plaats van water (H_2O) als elektronendonoren benutten, ontstaat bij de koolstofassimilatie zwavel in plaats van zuurstof. Na de splitsing van H_2S wordt zwavel uitgescheiden.
- 27** **a** In de calvincyclus zijn 6 moleculen CO_2 en $12 + 6 = 18$ moleculen ATP nodig voor de vorming van één glucosemolecuul.
b $6 \text{CO}_2 + 12 \text{H}_2\text{O} + 18 \text{ATP} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} + 18 \text{ADP} + 18 \text{P}_i$
c Deze extra watermoleculen worden gebruikt in de lichtreactie om voldoende waterstofionen te vormen voor zowel de vorming van glucose bij de donkerreactie als om het teveel van 6 zuurstofatomen te binden, afkomstig van de 6 gebruikte CO_2 -moleculen.
- 28** **a** Voor de donkerreacties is geen lichtenergie nodig. De donkerreacties kunnen plaatsvinden zolang er voldoende NADPH, H^+ en ATP beschikbaar is. Meestal vinden de donkerreacties dus overdag plaats, aansluitend aan de lichtreacties.
b De geïsoleerde chloroplasten bevatten enzymen die de donkerreacties katalyseren.
c De intensiteit van de donkerreacties in de buitenste bladeren van deze boom is het grootst om 12.00 uur. De donkerreacties vinden onmiddellijk na de lichtreacties plaats.
d Als in een experiment de donkerreacties worden geremd, kan er geen NADP⁺ meer worden gevormd. NADP⁺ is nodig in de niet-cyclische fotofosforylering.
- 29** **a** Is de bij de fotosynthese uitgescheiden zuurstof afkomstig van koolstofdioxide?
b Radioactieve zuurstofatomen (O^{18}) waren via koolstofdioxide (1) en via water (2) aan de planten toegediend.
c De bij de fotosynthese uitgescheiden zuurstof is afkomstig van het toegediende water en niet van het bij de fotosynthese opgenomen koolstofdioxide. De hypothese is verworpen.
- 30** De oxidatie van anorganische stoffen kun je vergelijken met de lichtreacties, omdat bij de oxidatie van anorganische stoffen, net als bij de lichtreactie, energie beschikbaar komt die wordt gebruikt voor de vorming van ATP.
- 31** **a** Op de oceaانبodem kunnen geen planten groeien, doordat zonlicht niet tot op de bodem kan doordringen. Voor fotosynthese in planten is zonlicht nodig.
b Zwavelbacteriën die in de hete zwavelbronnen leven, vormen de eerste schakel van een voedselketen. De autotrofe zwavelbacteriën dienen als voedselbron voor sommige organismen, die weer als voedselbron dienen voor andere organismen.
- 32** **a** Ammonium is een meststof voor planten en bij lozing van ammoniumrijk afvalwater kan waterbloei ontstaan.
b $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- \rightarrow \text{N}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
c De anammox-bacterie gebruikt de energie uit de oxidatie van ammonium voor de koolstofassimilatie.

- d** Nitrosomonas heeft een beetje zuurstof nodig om ammonium om te zetten in nitriet. Anammox is anaeroob, maar heeft dan voldoende ammonium als energiebron om stikstof te vormen uit dit nitriet.

Leven zonder licht

- 33** De instrumenten om onder deze omstandigheden waarnemingen te doen, bestaan nog niet zo lang.
- 34** **a** Methanotroof betekent: methaan als voedsel gebruikend.
b De mosselen leveren methaan aan de bacteriën en de bacteriën leveren suikers aan de mosselen.
- 35** Producenten: zwavelbacteriën – consument eerste orde: mosselen/kokerwormen – consument tweede orde: krabben/garnalen.

4 Voortgezette assimilatie

- 36** $\text{glucose} + \text{fructose} \rightarrow \text{sacharose} + \text{water}$
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O}$
- 37** **a** Door het omzetten van de gevormde glucose in zetmeel wordt voorkomen dat de osmotische waarde van de bladcellen sterk stijgt wanneer veel fotosynthese plaatsvindt.
b Zetmeel is slecht oplosbaar in water. Hierdoor kan het niet goed worden vervoerd door de bastvaten. Sacharose is goed oplosbaar in water en kan goed worden vervoerd.
- 38** De snelst opneembare koolhydraten zijn monosachariden zoals glucose of fructose. Disachariden of polysachariden moeten eerst worden verteerd (afgebroken) voordat ze kunnen worden opgenomen in het bloed.
- 39** De elementen N (stikstof) en S (zwavel).
- 40** **a** Nee. De quaternaire structuur is de specifieke manier waarop meerdere polypeptideketens samen een functionerend eiwitmolecuul vormen. Daarbij kunnen ook andere (delen van) moleculen worden gebonden. Er zijn ook eiwitten die uit slechts één polypeptideketen bestaan.
b Mede door de zwavelbruggen ontstaat de specifieke ruimtelijke vorm van een eiwitmolecuul. Hierdoor past een enzymmolecuul op het substraatmolecuul.
- 41** **a** De primaire structuur wordt in de afbeelding weergegeven door de stippen. De stippen stellen aminozuren voor.
b De secundaire structuur wordt weergegeven door de spiraalvorm.

- 42** a Vetten.
 b Een tekort aan bepaalde aminozuren waarschijnlijk. Vet kan het niet zijn, want dat is niet essentieel in dit dieet. De koolhydraten functioneren ook als brandstof.
 c Nee. Aangezien de aminozuren tegelijk worden toegediend, kan hieruit niet worden geconcludeerd of een van beide of beide aminozuren essentieel zijn.
- 43** – Bij een verzadigd vetzuur worden de koolstofatomen uitsluitend verbonden door enkelvoudige bindingen, terwijl bij een onverzadigd vetzuur een of meer dubbele bindingen tussen de koolstofatomen voorkomen.
 – De ruimtelijke vorm van een molecuul van een verzadigd vetzuur is recht, terwijl die van een onverzadigd vetzuur een knik heeft.
- 44** Een molecuul van een triglyceride met drie vetzuren is apolair. Zo'n triglyceride mengt daardoor niet met water. Wanneer het derde vetzuur wordt vervangen door een polaire fosfaatgroep, krijgt het molecuul een hydrofiele kant. Het kan zich daardoor wel mengen met water.
- 45** De vetzuurmoleculen bevinden zich op de grens van olie en water, dus rondom elke oliedruppel in het water. De apolaire staarten van de vetzuurmoleculen keren zich af van het water en steken in de oliedruppel. De polaire carboxykoppen van de vetzuurmoleculen worden aangetrokken door het water.

Bouwstenen van evolutie

- 46** a Cellen met DNA en eiwitten zijn te ingewikkeld om ineens te zijn ontstaan.
 b In cellen evolueerde DNA voor de informatievoorziening en ATP voor de energievoorziening.
- 47** Eigen antwoord. Bijvoorbeeld: ja, het lijkt me spannend om aan het creëren van leven te werken.
- 48** a Bijvoorbeeld biologisch: Nee: nieuwe levensvormen kunnen een bedreiging vormen voor bestaande soorten. Ethisch: Nee: het ontstaan van nieuwe levensvormen kun je beter aan de natuur overlaten.
 b Bijvoorbeeld: Door kunstmatig leven te maken, kunnen mensen betere organismen creëren dan de evolutie (biologisch). Of: Als mensen kunstmatig leven creëren, leidt dat vast tot misbruik (ethisch).
 c –

5 Dissimilatie

- 49** a Nee. De lucht die buis 2 passeert, is afkomstig uit buis 1 waar de KOH alle koolstofdioxide heeft verwijderd.
 b Ja. De kiemende erwten in buis 3 produceren koolstofdioxide.
 c Door de lucht door KOH te leiden, is het zeker dat de aangetoonde CO_2 in buis 4 niet afkomstig is uit de aangezogen buitenlucht.
- 50** a Door de watten kan zuurstof bij de erwten komen.
 b In de thermosfles met de gewekte erwten.
 c De gewekte erwten gaan kiemen. Er vindt in de erwten aerobe dissimilatie (verbranding) plaats van glucose. Daarbij ontstaan koolstofdioxide, water en warmte.
- 51** a Er zijn twee ATP nodig en er worden er vier gevormd, dus de netto-opbrengst is twee moleculen ATP per molecuul glucose.
 b Bij de vorming van twee moleculen pyrodruivenzuur ontstaan twee moleculen NADH, H^+ .
- 52** NADP^+ -moleculen zijn energiedragers bij de fotosynthese. NAD^+ -moleculen fungeren als energiedragers bij de dissimilatie van glucose.
- 53** a Bij de vorming van acetyl-CoA en de citroenzuurcyclus ontstaan drie koolstofdioxidemoleculen per molecuul pyrodruivenzuur.
 b In één cyclus worden drie watermoleculen opgenomen.
 c Zie de tabel onder aan de pagina.
 d Mogelijke antwoorden:
 – Hoeveel H-atomen in de verschillende stappen worden gebonden aan energiedragers.
 – Dat een tabel maken het overzicht en inzicht kan vergroten.
 – Dat met z'n tweeën dingen uitzoeken leuker en sneller gaat.

	Glycolyse	Vorming acetyl-CoA	Citroenzuurcyclus	Oxidatieve fosforylering	Totaal per molecuul glucose
H_2O			$2 \times 3 = +6 \text{ H}$		$+6 \text{ H}_2\text{O}$
NADH, H^+	$2 \times -1 = -2 \text{ H}$	$2 \times -1 = -2 \text{ H}$	$2 \times -3 = -6 \text{ H}$		$-10 \text{ NADH}, \text{H}^+ (= -20 \text{ H})$
FADH_2			$2 \times -1 = -2 \text{ H}$		$-2 \text{ FADH}_2 (= -4 \text{ H})$
CO_2		$2 \times -1 = -2$	$2 \times -2 = -4$		-6 CO_2
ATP	$2 + (2 \times -2) = -2$		$2 \times -1 = -2$	-34	-38 ATP maximaal

Legenda:
 + = opname
 – = ontstaan

- 54 a** De energie van de NADH,H⁺-moleculen wordt gebruikt om een fosfaatgroep te binden aan ADP, waarbij ATP ontstaat.
- b** De energie die niet in ATP wordt vastgelegd, wordt omgezet in warmte.
- 55 a** Bij de vorming van acetyl-CoA (decarboxylering) en de citroenzuurcyclus zijn per glucosemolecuul zes watermoleculen nodig (drie per cyclus, die per glucosemolecuul twee keer wordt doorlopen).
- b** Bij de oxidatieve fosforylering ontstaan 12 watermoleculen als één glucosemolecuul volledig is gedissimileerd. Van de 24 H-atomen in die 12 watermoleculen zijn er 12 afkomstig van het gedissimileerde glucosemolecuul en 12 van de 6 watermoleculen die bij de decarboxylering en de citroenzuurcyclus zijn opgenomen.
- c** $C_6H_{12}O_6 + 6 H_2O + 6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 12 H_2O$
- 56 a** Als bij een experiment glucose wordt gebruikt waarvan de zuurstof radioactief is, kan na aerobe dissimilatie radioactiviteit worden aangetoond in koolstofdioxide. De zuurstofatomen van de glucosemoleculen komen in de koolstofdioxidemoleculen terecht.
- b** Als glucose wordt gebruikt waarvan de waterstof radioactief is, kan na aerobe dissimilatie radioactiviteit worden aangetoond in water. De waterstofatomen van de glucosemoleculen komen terecht in de watermoleculen die bij de oxidatieve fosforylering worden gevormd.
- 57** Per tijdseenheid zullen er meer zuurstofatomen uit zuurstof een mitochondrium in gaan dan eruit gaan. In mitochondriën vinden de citroenzuurcyclus en de oxidatieve fosforylering plaats. Daarbij worden zuurstof en water verbruikt en worden koolstofdioxide en water gevormd. Er wordt meer water gevormd dan er wordt verbruikt.
- 58 a** Bij de aerobe dissimilatie van 1 mol glucose wordt maximaal 38 mol ATP gevormd. Hiervoor is nodig: $38 \times 31 \text{ kJ} = 1178 \text{ kJ}$. Het percentage in ATP vastgelegde energie is dan: $1178 / 2816 \times 100\% \approx 42\%$. De overige energie komt vrij in de vorm van warmte.
- b** Op basis van de gegeven molecuulformules kunnen de molmassa's van suiker (glucose) en ATP worden berekend. De massa van één mol suiker is: $(6 \times 12,01 + 12 \times 1,008 + 6 \times 16,00) = 72 + 12 + 96 = 180 \text{ g/mol}$. De massa van één mol ATP is: $(10 \times 12,01 + 16 \times 1,008 + 5 \times 14,01 + 13 \times 16,00 + 3 \times 30,97) = 120 + 16 + 70 + 208 + 93 = 507 \text{ g/mol}$.
In 100 mL energiedrank zit 10 g suiker. Dat is $10 / 180 = 0,056 \text{ mol}$ suiker. Uitgaande van een opbrengst 38 mol ATP per mol glucose, kan hiermee $0,056 \times 38 = 2,11 \text{ mol}$ ATP worden gevormd. $2,11 \text{ mol ATP} \times 507 \text{ g/mol} \approx 1070 \text{ g ATP}$.
- 59 a** De fosforylering van afbeelding 56 wordt oxidatief genoemd, omdat de elektronen die vrijwel al hun energie hebben afgegeven, reageren met zuurstof ('oxide'). Zuurstof is dan de elektronenacceptor. De fosforylering

bij de glycolyse is niet oxidatief, omdat bij de glycolyse NAD⁺ de elektronenacceptor is.

- b** In beide gevallen wordt de energie van een protonenstroom door ATP-synthase gebruikt voor de fosforylering. De oxidatieve fosforylering vindt plaats in de mitochondriën en de energie wordt geleverd door de dissimilatie van glucose. De fotofosforylering vindt plaats in de chloroplasten en de energie is afkomstig van licht. Bij de fotofosforylering transporteert NADP⁺ de elektronen en bij de oxidatieve fosforylering is dat NAD⁺.
- c** Bij chemiosmose stroomt water door een porie in het membraan van hoge naar lage concentratie. Bij de fosforylering stromen waterstofionen (protonen) via ATP-synthase van een hoge naar een lage concentratie. ATP-synthase gebruikt de energie van de protonenstroom voor de omzetting van ADP en P_i in ATP.
- 60** Organismen die hun energie verkrijgen door gisting, kunnen de waterstofatomen van NADH, H⁺ niet afstaan aan de elektronentransportketen, doordat er geen zuurstof beschikbaar is om afgewerkte waterstofionen te binden.
- 61** **a** Het uitscheiden van melkzuur via de nieren zou meer energieverlies opleveren dan glucosevorming. Bij de vorming van glucose uit melkzuur worden ATP-moleculen verbruikt, maar bij de aerobe dissimilatie van de gevormde glucose kunnen meer ATP-moleculen worden gevormd.
- b** Een atleet verbruikt tijdens de 100 m sprint aan het begin vooral de voorraad ATP die in de spieren aanwezig is. Als deze voorraad na enkele seconden is opgebruikt, vindt in de spieren anaerobe dissimilatie plaats waarbij melkzuur en fosforzuur ontstaan.
- c** Als er na afloop van de inspanning weer voldoende zuurstof beschikbaar is, kan door aerobe dissimilatie de zuurgraad weer afnemen (de pH stijgt). Melkzuur wordt dan met behulp van ATP weer omgezet in pyruvieuwzuur. Opgehoopt ADP en P_i kunnen weer worden omgezet in ATP.
- 62** **a** Omdat er dan zuurstof in het vat komt. De zuurstof zal dan fungeren als waterstofacceptor van NADH, H⁺. Bij het maken van wijn is het echter de bedoeling dat ethanol als waterstofacceptor fungeert, zodat er ethanol ontstaat.
- b** Het gistingproces stopt dan, omdat de gistcellen langzaam worden vergiftigd door hun eigen afvalstof: de geproduceerde alcohol.
- 63** **a** Deze eiwitten hebben de functie van enzymen.
- b** Gewone bakkersgist kan alleen glucose of sacharose omzetten uit maïskolven (die ook worden gebruikt voor dierlijke en menselijke consumptie). Bij gebruik van de gemodificeerde gist is er geen concurrentie met de voedselproductie.
- c** Bij advanced metabolic engineering (of synthetische biologie) wordt het DNA van micro-organismen gericht gemodificeerd (bijvoorbeeld met behulp van CRISPR-Cas), met als doel de productie van een nuttige stof te bevorderen. Met wiskundige modellen wordt het effect van genetische ingrepen in de stofwisseling op de opbrengst voorspeld. Afhankelijk van het eindproduct wordt bepaald welke enzymen nodig zijn en dus welke genen daarbij horen.
- d** Bijvoorbeeld: met behulp van het aangepaste metabolisme van micro-organismen kunnen mogelijk stoffen worden geproduceerd die nu nog uit aardolie worden gewonnen, zoals bioplastics, schone chemicaliën of biobrandstoffen. Micro-organismen kunnen eiwitten produceren die worden verwerkt tot vleesvervangers (bijvoorbeeld eiwitproductie met microalgen).
- 64** Bij aerobe dissimilatie leveren vetten per gram het meeste ATP op.
- 65** Een koudbloedige, langzaam voortbewegende mossel heeft geen grote behoefte aan energie. Het is dan voldoende als glycogeen wordt opgeslagen als energiereserve. Een warmbloedige, snel bewegende vogel heeft een zeer grote behoefte aan energie. De reservevoorraad aan energie bij vogels bestaat daarom vooral uit vetten. Bij de aerobe dissimilatie van vetten komt namelijk veel meer energie vrij dan bij de aerobe dissimilatie van glycogeen. Eenzelfde hoeveelheid energie in de vorm van vet heeft de kleinste massa en is voor vogels gemakkelijker mee te nemen.
- 66** Carnitine komt zeker voor in de membranen van mitochondriën. Vetzuurmoleculen worden in het cytoplasma geassimileerd en in de mitochondriën gedissimileerd.

Fermenteren met smaak

- 67** **a** Yoghurt heeft een hogere zuurgraad (lagere pH) dan melk en bevat soms nog melkzuurbacteriën. Dat remt de groei van rottingsbacteriën.
- b** Bij pasteuriseren wordt een product kort verhit bij hoge temperatuur waardoor de meeste bacteriën worden gedood. Dit maakt het product langer houdbaar.
- c** Dan hebben de melkzuurbacteriën meer tijd om alle melksuiker (lactose) om te zetten in melkzuur.
- d** Luchtdicht afsluiten is beter. De melkzuurbacteriën hebben voor de gisting geen zuurstof nodig en door de pot af te sluiten is er minder risico op besmetting met rottingsbacteriën (hygiëne).
- e** In yoghurt die je koopt, zitten meestal geen of weinig yoghurtbacteriën. In zelfgemaakte yoghurt en in sommige commerciële yoghurtproducten zitten yoghurtbacteriën die de groei van ziekteverwekkende bacteriën in de darm kunnen tegengaan.

Samenhang

Koe neemt gas terug

1

Organisatieniveau	Begrip
Biosfeer	broeikaseffect
Ecosysteem	ontbossing, veevoerproductie
Populatie	gras, pensbacteriën
Organisme	koe
Orgaanstelsel	voedselvertering
Orgaan	pens
Cel	archaeon, vergisting
Molecuul	broeikasgas, lignine, methaangas, nitraat, waterstof, zetmeel

- 2 a Lignine bestaat uit de elementen C, H en O. De CO₂ die nodig was voor de fotosynthese, is opgenomen door de bladeren, het benodigde water door de wortels.
 b In de pens van de koe leven eencelligen die enzymen produceren die lignine kunnen fermenteren.
 c De juiste soorten bacteriën moeten aanwezig zijn, voldoende voedingsstoffen (gras), de juiste temperatuur, vochtigheid, zuurgraad.
 d Bij een hogere zuurgraad (lagere pH) worden de omstandigheden ongunstig voor gisting, doordat de zuurgraad voor de enzymwerking niet optimaal is of boven het maximum komt.
- 3 a Methaan (aardgas) is een zeer brandbaar gas. Gemengd met zuurstof is het explosief.
 b De vonk levert de activeringsenergie voor de verbrandingsreactie van methaan met zuurstof.
- 4 a Amino-zuren maken deel uit van eiwitten.
 b Die worden afgebroken en opgeslagen als koolhydraat of vet en deels uitgescheiden via de urine.
 c Lactase.
- 5 a Eigen antwoord.
 b Eigen antwoord.
- 6 opname uit de lucht als CO₂ – koolstofassimilatie door gras – voortgezette assimilatie door gras – fermentatie door bacteriën – voortgezette assimilatie door bacteriën – voortgezette assimilatie door de koe – voortgezette assimilatie door jouw lichaam – dissimilatie door jouw lichaam – uitscheiding als CO₂
- 7 a Een molecuul CO₂ wordt omgezet in een molecuul CH₄. CH₄ is een sterker broeikasgas dan CO₂. Het broeikas-effect neemt dus toe.
 b Bij de verbranding van methaan met zuurstof ontstaat CO₂ (en water). Dat is een minder sterk broeikasgas dan methaan.

- 8 a Methaan is een energierijke stof. Het verminderde energieverlies zou dus ten goede kunnen komen aan de melkproductie.
 b $1,5 \times 10^9 \times 0,4 \times 175 / 1000 = 105 \cdot 10^6$ ton methaangas

Practica

practicumopdracht 1

De intensiteit van de basale stofwisseling bepalen

Conclusie

- 1 De basale stofwisseling bij een meisje is lager dan bij een jongen. De hypothese is verworpen.

Discussie

- 2
 - Bij meerdere meisjes en jongens (twee groepen) de intensiteit van de basale stofwisseling bepalen.
 - Bij beide groepen vaker, op verschillende momenten de basale stofwisseling bepalen.

practicumopdracht 2

Waterstofperoxide en katalase

Resultaat

- 1 In de erlenmeyer met waterstofperoxide en stukjes aardappel ontstaat schuim, in de erlenmeyer met waterstofperoxide en water niet.
In de ruimte boven in de erlenmeyer met schuim wordt zuurstof aangetoond doordat een gloeiende houtspaander oplicht en soms zelfs weer gaat branden met een vlam.

practicumopdracht 3

De invloed van de pH op de activiteit van katalase

Conclusie

- 1 Bij een valide onderzoek en betrouwbare resultaten: katalase werkt het best bij pH 7, de hypothese is bevestigd.

Discussie

- 2 Eigen antwoord.
- 3 Validiteit verbeteren:
 - Aardappelblokjes snijden, goed mengen en vervolgens gelijke hoeveelheden afwegen en in de erlenmeyers doen.
 - Erlenmeyers met langere smalle halzen gebruiken zodat verschillen tussen de behandelingen goed zichtbaar worden.
 Betrouwbaarheid verbeteren:
 - De behandelingen met een groter aantal herhalingen uitvoeren.

practicumopdracht 4

De vorming van zetmeel in een blad

Resultaat

- 1 Bij je tekening van het gedeeltelijk afgedekte blad moet staan: blad van een plant die 24 uur in het licht heeft gestaan. In de tekening moet je de afgedekte delen hebben aangegeven.

Bij je tekening van het blad na de behandeling moet staan: hetzelfde blad na ontkleuring en behandeling met joodoplossing. In de tekening moet je de volgende delen hebben aangegeven:

- blauwzwart deel;
- niet-verkleurd deel.

De belichte delen kleuren blauw-zwart met jodium. De onbelichte delen blijven geel.

Conclusie

- 2 Alleen in de belichte delen is zetmeel ontstaan. De hypothese is bevestigd.

practicumopdracht 5

Zuurstofverbruik door erwten

Hypothese

De kaars blijft het langst branden in de cilinder met de droge erwten.

Methode

- Vul de ene cilinder met droge erwten en de andere met evenveel, in water geweekte erwten.
- Sluit daarna de cilinders goed af met een stop.
- Laat de opstelling twee dagen staan in een donkere ruimte.
- Zet na twee dagen in elke cilinder een brandende kaars.

Resultaat

In de cilinder met de droge erwten.

Conclusie

- 1 In de cilinder met de droge erwten blijft de kaars langer branden dan in de cilinder met de geweekte erwten. De hypothese is bevestigd.

Examentrainer

MICRO-ORGANISMEN KWEKEN

2p 1 C

2p 2 A

2p 3 Voorbeelden van juiste factoren:

- pH
- temperatuur
- concentratie afvalstoffen
- concentratie voedingsstoffen
- concentratie eindproduct

Per juiste factor 1 punt.

2p 4 A

SCHIMMEL ALS EIWITBRON

1p 5 Uit het antwoord moet blijken dat de schimmel heterotroof is / dat de schimmel geen eiwitten / organische stoffen vormt uit (alleen) anorganische stoffen.

Opmerking: *Voor het antwoord dat de schimmel een consument of een reducent is, wordt geen scorepunt toegekend.*

2p 6 Voorbeelden van een juist antwoord:

- De aerobe dissimilatie levert meer ATP op voor de voortgezette assimilatie (productie mycoproteïne).
- Bij anaerobe dissimilatie ontstaan restproducten (melkzuur of alcohol) die de schimmelmogelijkheid kunnen remmen.
- De aerobe dissimilatie levert per mol glucose meer energie op voor de productie van biomassa (en dus de opbrengst).
- Bij anaerobe dissimilatie wordt meer glucose verbruikt (dan bij aerobe dissimilatie), waardoor er minder over is als bouwstof van mycoproteïne.
 - een juist verschil tussen aerobe en anaerobe dissimilatie: 1 punt
 - en de invloed daarvan op de opbrengst: 1 punt

2p 7 Uit het antwoord moet blijken dat

- bij een te hoge flow er meer schimmel wordt uitgespoeld dan dat er bij kan groeien, waardoor er steeds minder productie is / er veel glucose doorspoelt zonder dat de schimmel die heeft kunnen omzetten (verspilling voedingsstoffen): 1 punt;
- bij een te lage flow een tekort ontstaat aan een bepaalde voedingsstof / aan zuurstof / er ophoping van afvalstoffen / er ruimtegebrek ontstaat, waardoor de groei wordt geremd: 1 punt.

4

DNA

ONTDEKKEN

Het eeuwige leven	34
-------------------	----

BASISSTOF

1 De bouw en functie van DNA	34
2 DNA-replicatie	34
3 Transcriptie	35
4 Translatie en eiwitsynthese	36
5 Genexpressie	37
6 Genetische variatie	38
7 Biotechnologie	39

SAMENHANG

Een designerbaby met CRISPR	41
-----------------------------	----

PRACTICA	42
----------	----

EXAMENTRAINER	42
---------------	----

Openingscontext

Het eeuwige leven

Over de beoordeling van je uitwerkingen krijg je informatie van je docent.

1 De bouw en functie van DNA

- 1 Het genoom van een tomatenplant bevindt zich in de celkern, in de mitochondriën en in de chloroplasten.
- 2
 - a De nucleotidesequentie van de complementaire streng is GCCTATGCCAAT.
 - b De sequentie van de nucleotiden bepaalt welk eiwit er wordt gesynthetiseerd. Door de nucleotiden in verschillende volgorden te plaatsen, kunnen er heel veel verschillende eiwitten worden gesynthetiseerd.
 - c Het 5'-uiteinde bevindt zich aan de A-kant van het DNA-molecuul, want aan deze kant bevindt zich een fosfaatgroep.
- 3
 - a Zoogdieren maken geen eigeel, dus het gen voor de aanmaak van eigeel bij zoogdieren wordt niet gebruikt.
 - b Mensen nemen vitamine C op uit voedingsmiddelen. Dat kost minder energie dan zelf vitamine C aanmaken.

Drie biologische ouders

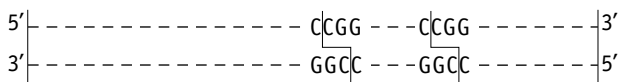
- 4
 - a De functie van mitochondriën is het vrijmaken van energie met behulp van zuurstof. Bij mitochondriale aandoeningen wordt vaak niet voldoende energie vrijgemaakt. Dat is vooral merkbaar in weefsels en organen met een hoge energiebehoefte.
 - b Mitochondriën worden alleen via de moeder doorgegeven aan nakomelingen.
 - c Het mtDNA bevat maar een kleine hoeveelheid DNA. Het meeste DNA bevindt zich in de celkern. Het kind zal dus vooral de erfelijke eigenschappen van zijn moeder en vader hebben en niet van de donor.
- 5 De Afrikaanse bevolkingsgroepen. Wanneer er weinig verschillen in het mtDNA zijn, hebben bevolkingsgroepen zich lang onderling voortgeplant waardoor dezelfde mutaties in het mtDNA zijn doorgegeven aan de nakomelingen.

2 DNA-replicatie

- 6
 - a Het enzym DNA-polymerase.
 - b De synthese van de 'volgende streng' neemt meer tijd in beslag doordat DNA-polymerase steeds maar korte stukjes DNA kan synthetiseren (Okazaki-fragmenten) die daarna door DNA-ligase aan elkaar worden geplakt.
 - c Als een dTTP-molecuul (thymidinetrifosfaat) bij de DNA-replicatie wordt ingebouwd, worden van dit molecuul twee fosfaatgroepen afgesplitst. Hierdoor ontstaat het nucleotide dTMP (thymidinemonofosfaat).
- 7
 - a In een DNA-molecuul is een adeninenucleotide in een van beide ketens steeds verbonden met een thyminenucleotide in de complementaire keten (en omgekeerd). Daardoor is in een DNA-molecuul het gewichtspercentage van adenine vrijwel gelijk aan dat van thymine.
 - b Beide chromatiden die tijdens deze celcyclus worden gevormd, bevatten gelabeld DNA. Bij de replicatie van het DNA worden langs beide nucleotideketens nieuwe nucleotideketens gevormd met gelabelde nucleotiden. In elke chromatide is daardoor een van beide nucleotideketens gelabeld.
- 8
 - a $5\,000\,000 / 1000 = 5000$
 $5000 / 2 = 2500$
 $2500 / 60 = 41,7$ minuten
 - b In een DNA-molecuul van een fruitvlieg start de replicatie op verschillende plaatsen tegelijk. Het voordeel hiervan is dat de replicatie dan veel sneller verloopt.
- 9
 - a Prokaryoten hebben circulair DNA.
 - b Een volgende streng waar geen 3'-uiteinde beschikbaar is om nucleotiden aan te binden, bevindt zich aan beide kanten van een chromatide.
 - c In de G1-fase.
- 10
 - a De waterstofbruggen tussen de twee DNA-ketens worden verbroken.
 - b De primer is het startpunt voor DNA-polymerase. Wanneer een primer op meerdere plaatsen aan het DNA kan hechten, begint DNA-polymerase op verschillende plaatsen met DNA-replicatie waardoor verschillende DNA-fragmenten worden gevormd.
 - c Voor de bovenste streng heeft de primer de nucleotidevolgorde C-G-G. Het DNA wordt van het 3'-uiteinde naar het 5'-uiteinde afgelezen. De complementaire streng wordt vanaf het 5'-uiteinde naar het 3'-uiteinde door DNA-polymerase verlengd. De primer moet aan de onderste streng dus aan de rechterkant van het rode deel binden en de nucleotidevolgorde van de primer is hier T-C-A.
 - d Wanneer een primer uit drie nucleotiden bestaat, is de kans groot dat de nucleotidevolgorde complementair is aan meerdere delen van het DNA.

- e Bij PCR wordt Taq-polymerase gebruikt, omdat het werkzaam is bij de hoge temperaturen die voor PCR noodzakelijk zijn. Andere enzymen denatureren bij deze hoge temperaturen en kunnen daardoor niet meer werkzaam zijn.
- 11 a Doordat een dideoxynucleotide een OH-groep mist. Het volgende nucleotide kan daardoor niet binden.
b Eén soort primer, want alleen de leidende strengen worden gebruikt bij deze reactie.
- 12 Restrictie-enzymen worden door bacteriën gemaakt. Ze knippen in het DNA op plaatsen met een specifieke nucleotidesequentie. De plaatsen met deze specifieke nucleotidesequentie in het DNA van de bacterie moeten daartegen worden beschermd. De bacterie gaat anders te gronde door de eigen enzymen.
- 13 Ja. Zaadcellen bevatten maar één chromosoom van een paar. Een andere zaadcel bevat het andere chromosoom van dat paar. Het DNA van meerdere zaadcellen geeft bij onderzoek een volledig DNA-profiel van de dader.
- 14 a 1 = X
2 = Z
3 = W
4 = Y

- b/c Persoon Q is homozygoot voor het recessieve allel. Beide delen van het DNA-molecuul waarin zich het allel bevindt, worden in drie fragmenten van verschillende lengte geknipt door het restrictie-enzym. Na gelelektroforese ontstaan drie banden in de gel.



- d Er zijn vijf banden zichtbaar in de gel. Persoon R is heterozygoot (Aa). Hij heeft één chromosoom met het dominante allel A. Het fragment van dit chromosoom wordt in vier stukken geknipt. Hij heeft ook een chromosoom met het recessieve allel a. Het fragment van dit chromosoom wordt in drie stukken geknipt. Van deze drie stukken zijn er twee gelijk aan de stukken van allel A (Y en Z). In totaal zijn er dus vijf verschillende stukken.

Ion proton sequencing

- 15 a Ze staan in deze volgorde, omdat de kralen in de chip achtereenvolgens zijn overspoeld met een oplossing waarin een van de soorten nucleotiden voorkomt.
b De nucleotidesequentie is TTCACTCGAACT. Bij een piek tot halverwege de y-as wordt het nucleotide ingebouwd dat onder de x-as staat. Wanneer een piek 2x zo hoog is, komt het nucleotide dat op de x-as staat twee keer naast elkaar voor. Wanneer er geen piek is, is er geen nucleotide ingebouwd en komt dat nucleotide dus niet voor in de sequentie.

- 16 a Voorbeelden van antwoorden:
- Je kunt te horen krijgen dat er een mutatie is gevonden waardoor je een ernstige ziekte zult krijgen waar geen preventie of genezing voor mogelijk is.
 - Er kan worden vastgesteld dat je een ernstige ziekte krijgt, maar het is niet duidelijk hoe erg de symptomen bij jou zullen zijn. Dit zorgt voor meer onzekerheid.
 - Er wordt vastgesteld dat je een verhoogde kans hebt om een bepaalde ziekte te krijgen, maar het is daarmee niet zeker dat je deze ziekte ook daadwerkelijk krijgt. Dit zorgt voor meer onzekerheid.
 - De uitkomst van het onderzoek kan ook consequenties hebben voor familieleden. Zij worden geconfronteerd met informatie die ze misschien niet hadden willen weten.
 - Omdat de wetenschap nog steeds in ontwikkeling is, kan nog niet alle informatie van de DNA-sequentie worden geïnterpreteerd. Hierdoor kun je onterecht gerust worden gesteld of onnodig ongerust worden gemaakt.
 - Het resultaat kan een belemmering zijn voor het afsluiten van een verzekering.
- b Eigen antwoord.

3 Transcriptie

- 17 a 1 = promotor
2 = pre-mRNA
3 = RNA-polymerase
4 = eindsignaal
5 = dubbelstrengs DNA
6 = transcriptiefactoren
7 = template-streng (matrijsstreng)
8 = coderende streng
- b 9 = 5'-uiteinde
10 = 5'-uiteinde
11 = 3'-uiteinde
12 = 3'-uiteinde
13 = 3'-uiteinde
14 = 5'-uiteinde
- 18 a – Een DNA-keten is dubbelstrengs, een RNA-keten is enkelstrengs.
– De monosacharide in DNA is desoxyribose, in RNA is dat ribose.
– In DNA komt thymine voor, in RNA uracil.
- b De sequentie van nucleotiden in het RNA-molecuul is GCCUAUGCCAAU.
- c Een RNA-molecuul vertoont qua basenvolgorde de meeste gelijkenis met de coderende streng. Een RNA-molecuul is net als de coderende streng complementair aan de template-streng.

- d – Het DNA blijft dan vooral beschikbaar voor replicatie.
- In het DNA is maar één gen voor elk eiwit aanwezig. De synthese van eiwitten zou daardoor langzaam verlopen. Door het overschrijven van het DNA van een gen kunnen vele RNA-moleculen worden gevormd. Zo kunnen ribosomen voldoende eiwitten synthetiseren.

- 19** De procentuele verdeling van de stikstofbasen in de nucleotiden van dit stuk dubbelstrengs DNA is:
A: 30%, C: 20%, G: 20%, T: 30%.
Uitleg:
mRNA bevat: A: 45%, C: 15%, G: 25%, U: 15%.
In het dubbelstrengs DNA bevat de template-streng:
T: 45%, G: 15%, C: 25%, A: 15%. De coderende streng bevat: A: 45%, C: 15%, G: 25%, T: 15%.
Het percentage van de verschillende stikstofbasen in de dubbele streng is:
 $A = (45\% + 15\%) / 2 = 30\%$.
 $C = (25\% + 15\%) / 2 = 20\%$.
 $G = (15\% + 25\%) / 2 = 20\%$.
 $T = (45\% + 15\%) / 2 = 30\%$.
- 20** a De RNA-polymerasen bewegen van links naar rechts langs de DNA-streng. Links zijn de RNA-strengen heel kort. RNA-polymerasen zijn hier nog maar net begonnen met transcriptie. Rechts zijn de RNA-strengen veel langer. RNA-polymerasen hebben hier al een groot deel van de DNA-streng afgelezen om een RNA-streng te kunnen synthetiseren.
- b Bij eukaryoten vindt de transcriptie in de celkern plaats. De ribosomen bevinden zich niet in de celkern maar op het endoplasmatisch reticulum of los in het cytoplasma. Het mRNA moet dus eerst via een kernporie in de celkern naar het cytoplasma.
- c Doordat spliceosomen op verschillende plaatsen kunnen knippen in het pre-mRNA en doordat de overgebleven exons op verschillende manieren kunnen worden samengevoegd, kunnen er verschillende mRNA's worden gevormd. Deze coderen voor verschillende eiwitten.

Fruitvliegen als genetisch model

- 21** a De chromatiden van het reuzenchromosoom hebben zich daar ontvouwen waardoor transcriptie kan plaatsvinden.
- b In de lichte banden. De chromatiden zijn hier minder compact opgevouwen waardoor ze gemakkelijker af te lezen zijn door RNA-polymerase.
- c Het Dscam-gen kan wetenschappers leren begrijpen hoe een organisme met een paar genen veel eiwitten kan produceren.
- d Splicing maakt het voor complexe organismen mogelijk om voor elke taak een ander eiwit te maken zonder ook voor elk eiwit een apart gen te hebben. Anders zou het genoom bij deze organismen gigantisch zijn.

4 Translatie en eiwitsynthese

- 22** a In een mRNA-molecuul kunnen de stopcodons UAA, UAG of UGA voorkomen.
- b Codons van twee nucleotiden zijn niet geschikt als code. Wanneer de codons uit twee nucleotiden bestaan, kunnen er maximaal voor ($4 \times 4 =$) 16 aminozuren worden gecodeerd. Voor de opbouw van de eiwitten in ons lichaam zijn twintig verschillende aminozuren nodig.
- c Het mRNA-molecuul wordt van rechts naar links afgelezen, want aan de rechterkant bevindt zich het startcodon (AUG).
- 23** a 1 = DNA (template-streng)
2 = transcriptie
3 = mRNA
4 = translatie
5 = eiwit
- b G-A-G-C-C-T-A-C-G-G-C-G-C-T-T-A-A-C-C-A-C-G-G-A-T-G-G-A-T-T-C-A-A-T-G-G
- c Zie het schema onder aan de pagina.
- d Met – Pro – Arg – Asn – Trp – Val – Pro – Thr.
- 24** a Er zijn twintig verschillende enzymen nodig, omdat er twintig verschillende aminozuren voorkomen in organismen.
- b tRNA-moleculen kunnen een aminozuur combineren met de juiste tripletcode in een mRNA-molecuul.
- c Aan de bindingsplaats van tRNA 1 wordt serine (Ser) gebonden. Het codon AGU in mRNA codeert voor het aminozuur serine.
- d De stikstofbasen in het codon van mRNA zijn UGG. De stikstofbasen in het anticodon van het tRNA zijn ACC. De tripletcode voor tryptofaan is UGG. Het codon in het mRNA is dus UGG. Het (complementaire) anticodon in het tRNA is dan ACC.
- 25** a Op de A-plaats.
- b Ja. In plaats van het aminozuur glutamine (Gln) wordt nu glutaminezuur (Glu) ingebouwd.
- c Als het mRNA niet zou worden afgebroken, zou de eiwitsynthese blijven voortduren. Een cel zou dan niet in staat zijn de eiwitsynthese aan te passen aan wisselende omstandigheden.
- d De fouten die bij de RNA-synthese worden gemaakt, hebben minder grote gevolgen doordat RNA maar een korte tijd wordt gebruikt en daarna wordt vervangen. DNA wordt niet vervangen. Veranderingen in het RNA worden bovendien niet blijvend overgedragen op nakomelingen. Die in DNA in sommige gevallen wel.

G-U-C-G-G-A-U-G-C-C-G-C-G-A-A-A-U-U-G-G-G-U-G-C-C-U-A-C-C-U-A-A-G-U-U-A-C-C

Hier bevindt zich het startcodon. Hier bevindt zich het stopcodon.

- 26 a** Bij DNA-replicatie.
b RNA-processing vindt plaats bij eukaryoten.
c De introns.
d Voorbeeld van een antwoord:

Processen	DNA-replicatie	Transcriptie	Translatie
Wat ontstaat er bij het proces?	twee nieuwe DNA-ketens	(pre-)mRNA, tRNA en rRNA	eiwitmolecuul (polypeptide-keten)
Waaruit is het opgebouwd?	uit nucleotiden met desoxyribose en stikstofbasen A, C, G, T	uit nucleotiden met ribose en stikstofbasen A, C, G, U	uit aminozuren
Waardoor wordt het opgebouwd?	DNA-polymerase	RNA-polymerase	een ribosoom en tRNA
Waar begint het proces?	bij een replicatiestartpunt	bij een promotor	bij een startcodon (AUG)
Wat wordt er afgelezen?	de leidende streng en de volgende streng	de template-streng (matrijs-streng)	mRNA
In welke richting vindt het aflezen plaats?	van het 3'-uiteinde naar het 5'-uiteinde	van het 3'-uiteinde naar het 5'-uiteinde	van het 5'-uiteinde naar het 3'-uiteinde
Wanneer stopt het proces?	na replicatie van het volledige DNA in een cel	bij het bereiken van een eindsignaal	bij het bereiken van een stopcodon

Prionen

- 27 a** Als een PrP-eiwit een prion wordt, verandert de secundaire structuur van een eiwit. Hierdoor verandert ook de tertiaire structuur.
b Prionen uit runderen lijken op prionen van mensen en zijn daardoor in staat om PrP-eiwitten bij mensen te veranderen in prionen.
c Prionen bevinden zich voornamelijk in het centrale zenuwstelsel van de besmette koeien en niet in het spierweefsel dat het meest wordt gegeten.
d FFI is erfelijk. Door de informatie (nucleotidevolgorde) in het DNA van de patiënt levert de eiwitsynthese abnormaal gevouwen PrP-eiwitten (prionen) op.

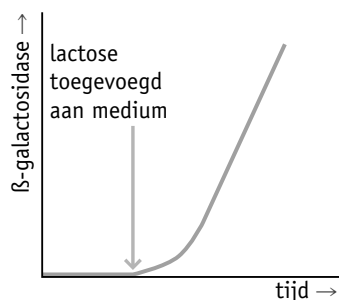
- 29 a** De gastheer heeft voedsel gegeten met weinig tryptofaan, want de vijf structuurgenen maken enzymen voor de synthese van tryptofaan.
b De repressor zal binden aan de operator wanneer er voldoende tryptofaan in het voedsel aanwezig is. Tryptofaan bindt aan de inactieve repressor die daardoor actief wordt en aan de operator bindt.
c Tryptofaan is een corepressor.
d Als een inductor zich aan de repressor bindt, wordt de repressor inactief.
e Moleculen van reactieproducten zullen vaak als corepressor werken. Als de reactieproducten in voldoende mate zijn gevormd, is de synthese van de katalyserende enzymen overbodig geworden. De reactieproducten onderdrukken samen met de repressor de enzym synthese.

- 30 a** In cellen zonder telomerase wordt het niet-gekopieerde enkelstrengs DNA van de oude streng door een enzym verwijderd.
b Dan kan deze cel zich blijven delen.
- 31** Een bevruchte eicel is een totipotente (omnipotente) cel, een huidstamcel is een multipotente cel.

- 32 a** De transcriptiefactor brengt meer genen tot expressie. Er wordt niet één celtype gevormd maar een heel oog dat uit meerdere celtypen bestaat. De differentiatie van de cellen komt tot stand doordat er verschillende genen tot expressie worden gebracht die zorgen voor de synthese van verschillende eiwitten.
b De onderzoekers hebben ervoor gezorgd dat in de cellen van het embryo die zich normaal differentiëren tot cellen van een poot, het Ey-gen tot expressie komt (is aangezet). Hierdoor heeft zich een oog gevormd op de poot.

5 Genexpressie

- 28 a** Beïnvloedt de concentratie lactose de genexpressie bij *E. coli*?
b



- c** – Een poot van een fruitvliegje bevat genen die een oog kunnen vormen wanneer zij tot expressie worden gebracht.
– Een enkel regulatorgen (het Ey-gen) kan een hele set genen tot expressie brengen.
- 33 a** Het SRY-gen op het Y-chromosoom is de eerste vijf tot zes weken nog niet actief. De genen op het X-chromosoom wel.
- b** Mannen hebben tepels doordat de ontwikkeling hiervan plaatsvindt voordat het SRY-gen actief is.
- c** Iemand bij wie het SRY-gen niet tot expressie komt, ziet eruit als een vrouw, maar heeft in de cellen geslachtschromosomen XY.
- 34 a** Door apoptose verdwijnt de staart, omdat het kikkervisje die niet meer nodig heeft.
- b** Bij dolfinen en walvissen ontstaan gedurende de embryonale ontwikkeling door het uitblijven van apoptose voorvinnen. Hiermee kunnen zij zich beter voortbewegen in het water.
- 35 a** Ze hebben zich zo verschillend kunnen ontwikkelen doordat verschillende transcriptiefactoren in deze celtypen steeds verschillende genen tot expressie hebben gebracht.
- b** Er wordt gezocht naar activators.
- 36 a** Door epigenetisch verworven eigenschappen kan een organisme beter of minder goed zijn aangepast aan zijn omgeving. Dit kan een voordeel of een nadeel zijn bij natuurlijke selectie.
- b** Het gen voor het maken van cortisol heeft bij de moeder voor langere tijd aan gestaan. Hierdoor blijft het gen aan staan. Zij heeft dit doorgegeven aan haar kind dat daardoor cortisol aanmaakt.
- c** Genen en epigenetisch verworven eigenschappen kunnen beide worden overgedragen op nakomelingen.
- d** De aandoening is niet erfelijk maar epigenetisch en ontstaan door afwijkingen in de activiteit van een gen. Uit de grafiek kun je afleiden dat eenzelfde tweelingen epigenetisch steeds meer van elkaar gaan verschillen (door DNA-methylering).
- 37 a** Voorbeelden van antwoorden:
- 1 Het hormoonreceptorcomplex activeert een gen (in de celkern). / Het hormoonreceptorcomplex hecht aan een bepaalde plaats op het DNA.
 - 2 Transcriptie / Vorming van (pre)mRNA.
 - 3 mRNA verplaatst (door kernporie) naar cytoplasma.
 - 4 Translatie / Eiwitsynthese (met behulp van ribosomen).
- b** Voorbeelden van juiste antwoorden:
- 1 Het hormoonreceptorcomplex wordt buiten de cel gevormd.
 - 2 Hierdoor wordt in het cytoplasma een second messenger actief.
 - 3 Deze bindt aan het DNA in de celkern voor genregulatie of zet aan tot een specifieke reactie in het cytoplasma.

Verandering van vachtkleur

- 38 a** Uit afbeelding 60 blijkt dat poolhazen vooral 's nachts leven. Het zijn nachtdieren.
- b** In de winter is het langer donker en brengen poolhazen een groter gedeelte van hun dag door in het donker. Hierdoor wordt er geen melanopsine in de lichtreceptoren afgebroken waardoor er geen impulsen worden doorgegeven aan cellen in de hypothalamus. De hypothalamus produceert dan geen melatonine. Wanneer er geen melatonine bindt aan receptoren van een melanocyt, wordt er geen melanine geproduceerd. Zonder dit pigment is de vacht wit.
- c** Ja. Melatonine bindt aan een receptor in het membraan van een melanocyt. Het signaal moet dan in de cel worden doorgegeven om het tyrosinasegen in het kernDNA tot expressie te laten komen.
- d** Bij transcriptie wordt mRNA gevormd langs een gen. Door dit mRNA te sequensen en te meten hoeveel er is gevormd, kun je meten of en hoe vaak er transcriptie heeft plaatsgevonden langs een gen.
- e** Door de opwarming van de aarde zullen de polen minder lang bedekt zijn met sneeuw. De gemiddelde hoeveelheid licht per maand in het poolgebied zal niet veranderen. Hierdoor zal de poolhaas een witte vacht hebben wanneer er geen sneeuw ligt en zo een gemakkelijke prooi zijn voor roofdieren.

6 Genetische variatie

- 39 a** T
- b** CUG
- c** Voor leucine (Leu).
- d** Die blijven hetzelfde.
- e** A
- f** CCU
- g** Voor proline (Pro).
- h** Die blijven hetzelfde.
- 40 a** Er verdwijnt één nucleotidepaar en verder blijft de nucleotidesequentie van het DNA hetzelfde.
- b** Die veranderen bijna allemaal.
- c** Voor methionine (Met) – arginine (Arg) – glutaminezuur (Glu) – isoleucine (Ile) – glycine (Gly) – cysteine (Cys) – leucine (Leu) – proline (Pro) – lysine (Lys) – leucine (Leu) – ...
- 41 a** A
- b** Er wordt één nucleotidepaar toegevoegd. Verder blijft de nucleotidesequentie van het DNA hetzelfde.
- c** Die veranderen bijna allemaal.
- d** Voor methionine (Met) – histidine (His) – alanine (Ala) – lysine (Lys) – leucine (Leu) – glycine (Gly) – alanine (Ala) – tyrosine (Tyr) – leucine (Leu) – serine (Ser) – tyrosine (Tyr) – ...

- 42** **a** Een deletie en een insertie hebben altijd tot gevolg dat de aminozuurvolgorde van het eiwit sterk verandert.
b Wanneer een codon door substitutie in een stopcodon verandert, wordt een eiwit korter.
c Wanneer een stopcodon in een codon verandert, wordt een eiwitmolecuul langer.
- 43** **a** Bij dit syndroom is een genoommutatie opgetreden.
b De oorzaak van deze mutatie is non-disjunctie bij meiose I waardoor beide chromosomen van een paar of twee chromatiden van één chromosoom naar dezelfde pool gaan en samen in een van de dochtercellen terechtkomen. Hierdoor ontstaan geslachtscellen met twee X-chromosomen en geslachtscellen zonder X-chromosoom. Bij de bevruchting kan daardoor een zygote met maar één X-chromosoom ontstaan.
- 44** **a** Een transcriptiefactor.
b Een mutatie in een proto-oncogen wordt hersteld door het DNA-repairsysteem. Het p53-eiwit regelt dat de celdeling even stopt zodat enzymen de schade kunnen repareren. Wanneer de mutatie grote schade oplevert aan de cel, zorgt het p53-eiwit ervoor dat er apoptose plaatsvindt. Door deze maatregelen zal de mutatie niet worden doorgegeven aan nieuwe cellen.
c Door een mutatie in het p53-gen wordt er geen p53-eiwit gevormd en kan schade in het DNA niet meer worden hersteld voordat de cel zich deelt. Ook kunnen heel erg beschadigde cellen niet meer overgaan tot apoptose. Er komen zo steeds meer cellen met DNA-schade bij. Op deze manier kan er een tumor ontstaan.
d Door het verkeerd gevouwen p53-eiwit weer de juiste vorm te laten aannemen, kan een tumorcel weer apoptose ondergaan. De tumorcel zal zichzelf hierdoor vernietigen.
e De kans op schade aan het DNA wordt groter wanneer vrouwen roken, doordat chemische stoffen in sigarettenrook mutageen zijn. Er komen dan steeds meer cellen met DNA-schade bij. Door de invloed van het HPV kan de celdeling niet meer worden stopgezet wanneer het DNA-repairsysteem schade aan het DNA moet herstellen. De mutaties die door het roken zijn ontstaan, kunnen dan vaak niet meer worden hersteld voordat de cel zich deelt.
- 45** **a** Door uitzaaiing kunnen tumorcellen op andere plaatsen in het lichaam terechtkomen. Doordat secundaire tumoren aanvankelijk klein zijn, zijn ze niet gemakkelijk op te sporen. Door chemotherapie worden deze tumorcellen gedood.
b Door het binden van het medicijn aan de oestrogenreceptoren, kan oestrogen niet meer binden. Hierdoor wordt de celdeling niet gestimuleerd.
- 46** **a** PqR en pQr zijn gekoppelde allelen, want deze combinaties komen het meest voor.
b De allelencombinaties PQR en pqr. Zij kunnen alleen ontstaan uit PqR en pQr als er crossing-over heeft plaatsgevonden tussen de allelen P en qR en p en Qr en tussen de allelen Pq en R en pQ en r. Zij komen ook het minst voor.

- c** De kans is $(85 + 56 + 83 + 61) / 1000 = 28,5\%$.
d De kans is $(6 + 9) / 1000 \times 100\% = 1,5\%$.
e Door enkele en dubbele crossing-over is in dit geval het aantal haplotypen in de populatie maïsplanten toegenomen van 2 (PqR en pQr) naar 8 (PQR, PQR, pQR, PqR, pqr, pQr, Pqr en pQr).

Progeria

- 47** **a** De mutatie kan zijn ontstaan tijdens de ontwikkeling van een geslachtscel van een van de ouders of tijdens de eerste delingen na de bevruchting.
b De mutatie is dominant, want het gemuteerde allel komt tot uiting in het fenotype.
c De transcriptie van het mRNA stopt te snel, doordat het codon waarin de mutatie heeft plaatsgevonden, een stopcodon is geworden. Het mRNA is hierdoor korter waardoor er bij de translatie een korter eiwit wordt gevormd.
d Kinderen met klassieke progeria worden niet oud genoeg om zich voort te kunnen planten. (Bovendien ontwikkelen de voortplantingsorganen zich niet.)
e De ouders van Bjorn zijn beiden drager van een recessief afwijkend LMNA-allel. Bjorn heeft van beide ouders het recessieve allel geërfd waardoor hij progeria heeft.

7 Biotechnologie

- 48** **a** Het gaat hier om een genoommutatie.
b Door ongeslachtelijke voortplanting van de bananenplant (bijvoorbeeld stekken).
c Triploïde bananen kunnen zijn ontstaan doordat een tetraploïde banaan ($4n$) die door polyploidie is ontstaan, is gekruist met een diploïde banaan ($2n$). De tetraploïde banaan zal door meiose diploïde geslachtscellen vormen. De diploïde banaan vormt haploïde geslachtscellen. Als een diploïde geslachtscel versmelt met een haploïde geslachtscel, ontstaat een triploïde zygote.
- 49** **a** Alleen de superkoe levert een bijdrage aan het genotype van de kalveren.
b De kalfjes hebben allemaal hetzelfde geslacht, want ze zijn door mitose ontstaan uit dezelfde bevruchte eicel.
- 50** **a** Hiervoor worden stamcellen van het embryo gebruikt. Dat zijn pluripotente stamcellen.
b Het voordeel is dat de patiënt cellen ontvangt die genetisch identiek zijn aan zijn eigen lichaamscellen, waardoor een afweerreactie van het lichaam wordt voorkomen.

- 51 a** Om een hond te klonen uit lichaamscellen van een ouder, wordt de celkern uit een oudercel gehaald en overgeplant in een eikel van een donor waaruit de celkern is gehaald. Daarmee vervang je niet het mtDNA van de eiceldonor. De leden van een eeneiige tweeling hebben hetzelfde kernDNA en hetzelfde mtDNA en zijn daardoor genetisch identiek.
- b** Eigen antwoord.
- 52 a** Voorbeelden van goede antwoorden:
Transgene micro-organismen kunnen geneesmiddelen produceren zoals antibiotica, insuline, epo, FSH en vaccins tegen onder andere hepatitis B en kinkhoest. Ze kunnen ook enzymen produceren die de werking van wasmiddelen verbeteren of die de celwand van de cellen van vruchten afbreken zodat er meer sap vrijkomt bij de productie van vruchtensap. Houtpulp, de grondstof voor papier, kan milieuvriendelijk worden gebleekt met enzymen die afkomstig zijn van ggo's waarin een gen is ingebracht dat afkomstig is van houtschimmels.
- b** Eigen antwoord.
- 53 a** Dit is een voorbeeld van transgenese.
- b** DNA is bij alle organismen hetzelfde opgebouwd; het heeft dezelfde vier nucleotiden.
- c** Door deze markers kunnen de organismen die een gemodificeerd gen hebben ingebouwd, snel worden geselecteerd.
- d** Eukaryoot recombinant DNA bevat niet-coderend DNA (introns) dat eerst moet worden verwijderd voordat het recombinante DNA kan worden ingebouwd in een plasmide.
- e** Een plasmide is prokaryoot DNA. Bij prokaryoten start transcriptie als RNA-polymerase kan binden aan de promotor die voor een gen ligt. Voor het recombinante DNA in een plasmide moet dus een promotor worden ingebouwd.
- f** Telomerase. Dit enzym heeft een RNA-deel waarlangs DNA kan worden gevormd.
- 54 a** – Het onderdompelgen wordt uit de rijstplant met een lage opbrengst geïsoleerd.
– Het onderdompelgen wordt in het DNA gebracht van cellen van een commercieel rijstras.
– De cellen groeien uit tot genetisch gemodificeerde weefselkweken.
- b** Voorbeelden van goede antwoorden:
– De planten hebben veel rijstkorrels.
– De rijstkorrels hebben een goede samenstelling aan voedingsstoffen.
– Er kan net zo vaak worden geoogst als voorheen.
– De plant is weerbaar tegen aantasting door ziekteverwekkers.
- 55 a** Verschil: Het gaat om DNA en RNA.
Overeenkomst: Bij beide technieken bindt een complementaire streng zich aan het doel-mRNA.
- b** Net als dat het immuunsysteem virussen kan bestrijden, kan RNAi virussen bestrijden door hun mRNA onschadelijk te maken.

- 56 a** Muizen met transgene cellen zijn hierdoor herkenbaar aan hun vachtkleur.
- b** Ja. Wanneer tumorsuppressorgen zijn uitgeschakeld, kan het DNA-repairsysteem geen DNA-reparatie meer uitvoeren voordat de cel zich deelt. De DNA-schade wordt dan doorgegeven aan de dochtercellen. Ook zal de DNA-schade daardoor steeds maar toenemen. Een cel met te veel of onherstelbare DNA-schade gaat ook niet meer over tot apoptose. Hierdoor kan kanker ontstaan.

Gendoping

- 57 a** Het epo-gen staat uit in je spiercellen en kan niet worden afgelezen door RNA-polymerase. Wanneer je het epo-gen inspuit in je bovenarm, kan dat wel. Met behulp van het mRNA dat dan ontstaat, kunnen ribosomen het eiwit (hormoon) epo maken.
- b** Bij elke celdeling wordt ook het ingebouwde gen gekopieerd. Hierdoor blijven cellen het eiwit produceren dat tot genezing moet leiden. Het gen hoeft dus niet steeds opnieuw te worden ingespoten.
- c** Een normaal gen bestaat uit introns en exons. cDNA bevat geen introns meer. Wanneer antidopingexperts bij sporters genen zonder introns vinden, betekent dat dat zij zich schuldig hebben gemaakt aan gendoping.
- d** Sporters kiezen hier liever voor, omdat het effect dan niet blijvend is. Wanneer een sporter stopt met sporten en ingebouwde dopinggenen blijven extra eiwitten aanmaken, kan dat leiden tot gezondheidsproblemen. (Door een ingebouwd epo-gen kan het aantal rode bloedcellen in het bloed bijvoorbeeld te hoog zijn.)

Samenhang

Een designerbaby met CRISPR

1

Organisatieniveau	Begrip
Biosfeer	aardbol
Ecosysteem	
Populatie	burgers
Organisme	bacterie, wetenschapper
Orgaan	
Cel	cellen van planten en dieren
Molecuul	Cas-eiwit, RNA

- 2
- a 1 bacterieel DNA
 - 2 pre-mRNA
 - 3 mRNA
 - 4 bacteriofaag
 - a transcriptie
 - b RNA-processing
 - c uitschakelen van viraal DNA
 - b Bij een volgende infectie van dezelfde soort bacteriofaag kan het virale DNA door het Cas-eiwit met het gids-RNA snel worden herkend en kapot worden geknipt.
 - c – Het virus-DNA wordt ingebouwd in het DNA van de prokaryoot.
 - Er vindt transcriptie en translatie plaats van het virus-DNA.
 - Er ontstaan nieuwe bacteriofagen die vrijkomen doordat de cel lyseert (openbarst).
- 3
- a Door een gen uit te schakelen, kun je erachter komen wat de functie is van dat gen of je kunt een ziekmakend gen uitschakelen.
 - b De cellen bij mensen bezitten een DNA-repairsysteem dat de breuk kan herstellen. Prokaryoten hebben dit systeem niet.
 - c Met CRISPR kunnen de genen in de lichaamscellen worden aangepast die verantwoordelijk zijn voor de synthese van stollingsfactoren. De genen in de geslachtscellen zijn niet aangepast. Daardoor wordt de erfelijke informatie die hemofilie veroorzaakt, doorgegeven aan de nakomelingen.
- 4
- a Eigen antwoord.
 - b Eigen antwoord.

Practica

practicumopdracht 1

DNA isoleren uit een tomaat

Methode

- 1 Je maakt de celwanden (mechanisch) stuk in een blender.
- 2 Met afwasmiddel breek je de membranen af rond de cel en rond de celkern. Het celmembraan en het kernmembraan bestaan uit fosfolipiden. Dit zijn vetachtige stoffen die oplossen in afwasmiddel (zeep).

Examentrainer

ADH EN OXYTOCINE

2p 1 C

2p 2 C

2p 3 A

'GEHACKTE' BACTERIE SPOORT BEDORVEN VLEES OP

2p 4 maximumscore 2

1 wel

2 wel

3 wel

indien drie nummers juist aangevuld: 2 punten

indien twee nummers juist aangevuld: 1 punt

indien minder dan twee nummers juist aangevuld:
0 punten

2p 5 D

2p 6 C

2p 7 D

2p 8 maximumscore 2

Uit het antwoord moet blijken dat

- de bacterie de antibioticumresistentie kan overdragen aan andere bacteriën: 1 punt
- indien dit ziekteverwekkers zijn, de ziekte moeilijker kan worden bestreden met het antibioticum: 1 punt

Voor het antwoord dat de bodembacterie door een mutatie ziekteverwekkend kan worden en dan niet meer met het antibioticum kan worden bestreden, wordt alleen het tweede scorepunt toegekend.

5 Planten

CONTEXT

Rode planeet zoekt groene vingers 44

BASISSTOF

- | | | |
|---|-----------------------------|----|
| 1 | Bouw, groei en ontwikkeling | 44 |
| 2 | Transport in planten | 44 |
| 3 | Assimilatie en dissimilatie | 45 |
| 4 | Voortplanting | 47 |
| 5 | Reageren op de omgeving | 47 |

SAMENHANG

Een plantenbak als elektriciteitscentrale 49

PRACTICA 50

EXAMENTRAINER 50

Openingscontext

Rode planeet zoekt groene vingers

Over de beoordeling van je uitwerkingen krijg je informatie van je docent.

1 Bouw, groei en ontwikkeling

- 1
 - a De ingekerfde naam staat nog steeds op 1 m hoogte. Lengtegroei vindt alleen plaats in de punten van een stengel of wortel.
 - b De dikte van een jaarring hangt samen met milieuomstandigheden (vooral de weersomstandigheden). Een brede jaarring duidt op gunstige milieuomstandigheden (veel groei).
 - c Het cambium vormt cellen naar binnen en naar buiten, maar ook naar links en rechts om de groei in de omvang bij te kunnen houden.
- 2
 - a Jaargrenzen bevinden zich bij de nummers 2 en 6.
 - b De jaarring die in 2016 is gevormd, bevindt zich bij nummer 7.
 - c Het midden van de stam bevindt zich in richting Q en het cambium bevindt zich in richting P.
- 3
 - a Bij planten die in het donker staan, neemt alleen het versgewicht toe. Het drooggewicht neemt niet toe, doordat er geen fotosynthese plaatsvindt.
 - b Bij planten die in het donker groeien, neemt het versgewicht het snelst toe. Deze planten nemen veel water op voor de celstrekking.
 - c De cellen van het witlof in het donker bevatten geen chloroplasten, maar alleen etioplasten. Door blootstelling aan licht worden de etioplasten omgezet in chloroplasten.

Dendrochronoloog

- 4 Deze Rijksdienst verzamelt, ontwikkelt en deelt praktisch toepasbare kennis voor erfgoedzorg. De dienst streeft ernaar dat cultuurhistorische en sociaal-maatschappelijke waarden duurzaam kunnen worden ontwikkeld, benut en gebruikt.
- 5 Paleo-ecologie onderzoekt de samenhang van fossiele organismen met elkaar en hun omgeving. Hiermee worden ecosystemen in het verleden gereconstrueerd en wordt de invloed van de mens op het milieu beter begrepen.
- 6 In de stam net boven het wortelstelsel zijn jaarringen vanaf het eerste jaar aanwezig.

- 7 Aan de jaarringen van het houten paneel kan worden bepaald wanneer de boom is gekapt. Als dit na het overlijden van de meester is gebeurd, moet het werk wel van een leerling zijn.
- 8 Aan de hand van de dikte van een jaarring kan worden afgeleid of het een warm of koud jaar was. Door de gemiddelde dikte van elk jaar te berekenen, ontstaat een beeld van koude en warme perioden.

2 Transport in planten

- 9 Cel 2. Deze cel bevat een groot aantal mitochondriën. Die zijn nodig voor het vrijmaken van de energie die nodig is voor het actief transport van mineralen naar de centrale cilinder.
- 10
 - a Als de aarde in de pot geen mineralen bevat, zal niet hetzelfde resultaat optreden. Worteldruk ontstaat doordat de endodermiscellen (actief) mineralen transporteren naar de centrale cilinder. In aarde zonder mineralen zal dit transport na enige tijd ophouden.
 - b Als de aarde een tijdje onder water staat, is hierin weinig tot geen zuurstof aanwezig. Daardoor zal niet hetzelfde resultaat optreden, omdat zonder zuurstof geen energie kan worden vrijgemaakt in de mitochondriën van de endodermiscellen.
- 11 $\sim_w = \sim_s + \sim_p$
 Voor zuiver water: $\sim_w = 0 \text{ kPa}$
 Voor de plantencel: $\sim_w = \sim_s + \sim_p = -0,163 + 0,3 = 0,137 \text{ kPa}$
 Water verplaatst zich van een hoge naar een lage waterpotentiaal, dus water stroomt uit de cel naar het zuivere water.
- 12 Het strooizout zal ook in de berm terechtkomen. De osmotische waarde van de grond zal daardoor toenemen en dus zal de waterpotentiaal afnemen. Daardoor zal de plant minder water uit de bodem kunnen opnemen.
- 13
 - a Het grootste deel van het water dat door de maïsplant is opgenomen, is verdampt.
 - b Twee andere processen waarvoor water is gebruikt, zijn fotosynthese en het transport van stoffen. Verder is water een belangrijke bouwstof (onder andere voor cytoplasma en vacuolevocht).
 - c 's Nachts vindt bijna geen verdamping van water uit bladeren plaats, doordat vrijwel alle huidmondjes zijn gesloten. De worteldruk zorgt dan vooral voor het watertransport.

- 14 a** Na het snoeien komt er door de worteldruk vocht uit de afgesneden takjes. Hierdoor verliezen de struiken te veel water en drogen uit. Zo kunnen deze struiken ‘doodbloeden’.
- b** Het is een passief proces, want capillaire werking en verdamping kosten de plant geen energie.
- c** De fysiologie houdt zich bezig met het functioneren van organismen. De fysica houdt zich bezig met natuurkundige verschijnselen. Worteldruk is een fysiologisch verschijnsel. Capillaire werking en verdamping zijn fysische verschijnselen.
- 15 a** De koolstof voor de suikermoleculen in de siroop is vastgelegd in 2016.
- b** Het suikerhoudende sap wordt vanuit de wortels, waar het tijdelijk is opgeslagen, via de houtvaten mee naar boven genomen, onder andere naar de uitlopende knoppen. Het stroomt dus via de houtvaten naar buiten.
- 16 a** Bladluizen zitten vooral aan de onderzijde van de bladeren tegen de nerven en op stengels, omdat ze daar het gemakkelijkst sap uit een bastvat kunnen zuigen (zie *Binas* tabel 91a).
- b** Bastvatsap bevat veel meer sacharose dan eiwitten en aminozuren. Voor hun eiwitvoorziening moeten bladluizen een bepaalde hoeveelheid bastvatsap opnemen. De overmaat aan sacharose die ze hiermee binnenkrijgen, persen ze weg via hun achterlijf.
- 17 a** In de winter vindt er geen verdikking plaats. Er zijn geen bladeren, waardoor er ook geen assimilatieproducten kunnen worden gevormd.
- b** Water en zouten uit de bodem kunnen blad P bereiken. Dit transport vindt plaats via houtvaten; die zijn niet weggesneden.
- c** Doordat fruittelers ringwonden maken in takken van fruitbomen, kunnen assimilatieproducten niet worden afgevoerd uit deze takken. Deze producten worden dan opgeslagen in de vruchten aan die takken. De vruchten worden daardoor groter.
- d** Water en assimilatieproducten worden via de bastvaten naar beneden getransporteerd. Bij de ringwond zijn de bastvaten weggesneden, waardoor zich aan de bovenkant van de ringwond water en assimilatieproducten ophopen en groei van hout- en bastweefsel wordt gestimuleerd.
- 18 a** Kennelijk kan de plant bij een hoge CO_2 -concentratie gemakkelijker CO_2 opnemen, en kan dan dus met minder huidmondjes toe.
- b** Lijn R.

Weerbaar tegen droogte

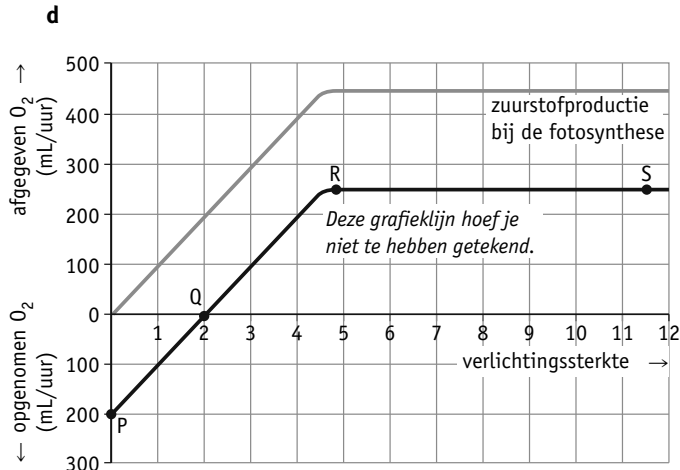
- 19 a** Huidmondjes.
- b** Doordat de poriën (huidmondjes) aan de onderzijde liggen, kan de wind de waterdamp minder goed afvoeren.
- c** De osmotische waarde neemt toe.

- 20 a** Als gevolg van het sluiten van de huidmondjes nemen de planten ook geen koolstofdioxide meer op. Hierdoor vindt er minder fotosynthese plaats.
- b** De mens kan de gemodificeerde planten nu door besproeiing met dit chemische middel wapenen tegen droogte, bijvoorbeeld als er een hittegolf wordt voorspeld.

3 Assimilatie en dissimilatie

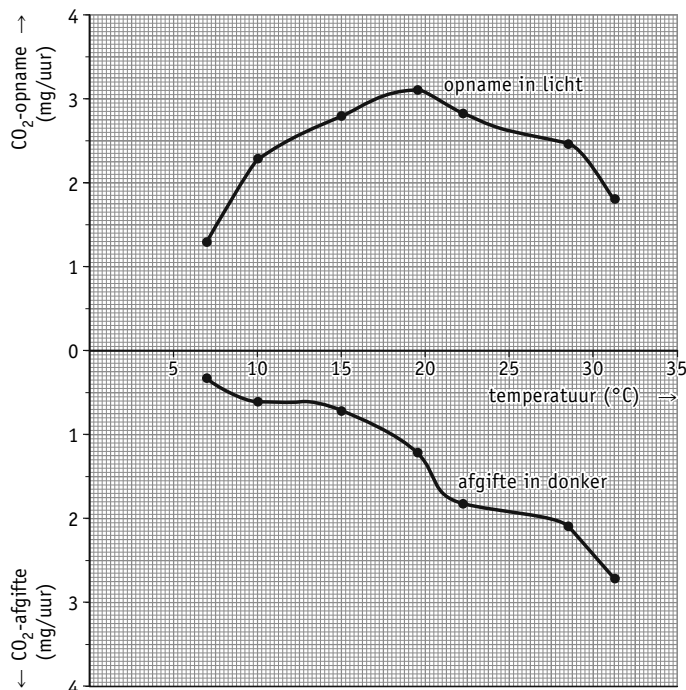
- 21** Als de huidmondjes gesloten zijn, kan de plant geen koolstofdioxide opnemen. Hierdoor vermindert de koolstofassimilatie en zijn er minder assimilatieproducten beschikbaar voor de groei van de plant.
- 22 a** Het oppervlak ligt in het blad: alle celwanden die grenzen aan intercellulaire ruimten en luchtholten.
- b** Door het grote oppervlak is snelle diffusie mogelijk: van zuurstof en koolstofdioxide voor de fotosynthese en de dissimilatie, en van water van de celwanden naar de intercellulaire ruimten.
- 23 a** Fenotypische plasticiteit betekent dat de fenotypen van deze planten onder invloed van milieuomstandigheden kunnen verschillen.
- b** De dichtheid van huidmondjes is afgenomen. Door verbranding van fossiele brandstoffen is de hoeveelheid koolstofdioxide in de lucht toegenomen. Bij een hoger koolstofdioxidegehalte van de lucht kan een wintereik ontstaan met minder huidmondjes.
- 24 a** De pieken in het absorptiespectrum van chlorofyl liggen bij 450 nm en 680 nm.
- b** De pieken van de fotosyntheseactiviteit liggen bij 450 nm en 660 nm.
- c** Groen licht wordt nauwelijks geabsorbeerd door chlorofyl.
- d** Groen licht wordt door chlorofyl vrijwel geheel teruggekaatst. Dit licht nemen wij waar als we naar groene planten kijken. Vandaar de naam ‘bladgroen’.
- e** Het voordeel voor een plant is dat een groot deel van het zonlicht kan worden geabsorbeerd en gebruikt bij de fotosynthese.
- 25** Chlorofyl. Boombladeren krijgen in de herfst een gele tot rode kleur, omdat na afbraak van chlorofyl vooral het gele en het rode deel van het spectrum wordt gereflecteerd door caroteen.
- 26** De bacteriën die zich van zuurstof afkeren, zullen zich hoofdzakelijk bevinden op plaats 1. Bij groen licht is de fotosyntheseactiviteit het kleinst. Daardoor zal op plaats 1 de zuurstofconcentratie het laagst zijn.

- 27 a** Het compensatiepunt ligt bij verlichtingssterkte 2. Bij die verlichtingssterkte is er bij de aerobe dissimilatie 200 mL zuurstof per uur nodig en wordt er bij de fotosynthese 200 mL zuurstof per uur geproduceerd.
- b** De beperkende factor voor de fotosynthese tussen P en R is de verlichtingssterkte.
- c** De hoeveelheid bladgroenkorrels, het aantal huidmondjes, de kleur van het licht, de beschikbare hoeveelheid koolstofdioxide en water of de temperatuur.



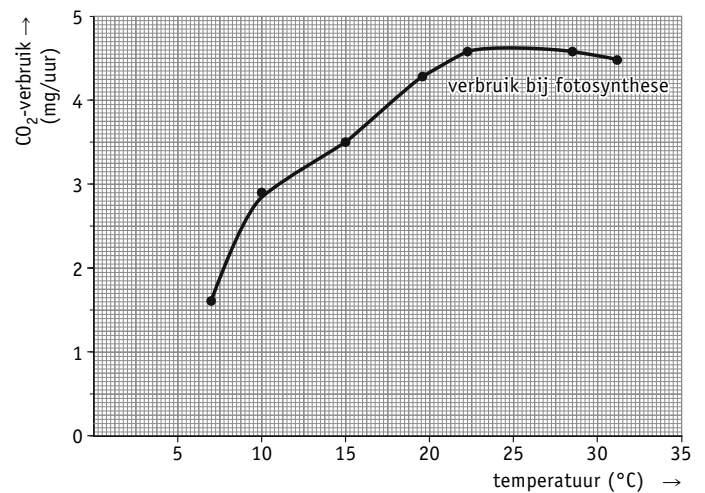
- e** Intensiteit fotosynthese = opname zuurstof + afgifte zuurstof (waarbij opname zuurstof altijd negatief is).

28 a



- b** De hoeveelheid koolstofdioxide die wordt verbruikt bij de fotosynthese bij de verschillende temperaturen is:
- bij 7 °C: 1,6 mg/uur;
 - bij 10 °C: 2,9 mg/uur;
 - bij 15 °C: 3,5 mg/uur;
 - bij 19 °C: 4,3 mg/uur;
 - bij 22 °C: 4,6 mg/uur;
 - bij 28 °C: 4,6 mg/uur;
 - bij 31 °C: 4,5 mg/uur.

c



- d** De intensiteit van de fotosynthese is (bij deze plant) het grootst bij een temperatuur tussen 22 en 28 °C.

- 29 a** De rode lijn geeft zonnebladeren weer. Bij een toenemende verlichtingssterkte vindt in zonnebladeren meer fotosynthese plaats dan in schaduwbladeren. Bij toenemende verlichtingssterkte is de CO_2 -opname door zonnebladeren groter dan die door schaduwbladeren.
- b** Nee. De CO_2 -opname door beide typen bladeren is bij P gelijk, maar de zonnebladeren geven in het donker veel meer CO_2 af door dissimilatie. Hierdoor is de intensiteit van de fotosynthese in punt P bij zonnebladeren groter dan bij schaduwbladeren.
- c** Een verlichtingssterkte van 10 mW/cm^2 is alleen een beperkende factor voor de fotosynthese in zonnebladeren. Bij schaduwbladeren stijgt de opname van CO_2 bij een toenemende verlichtingssterkte niet meer, bij zonnebladeren wel.
- 30 a** Doordat het voedsel dat de fruitboom maakt over een kleiner aantal vruchten wordt verdeeld, kunnen de vruchten groter worden.
- b** Een deel van de koolhydraten wordt gebruikt voor groei van de boom.
- c** In bladeren vindt fotosynthese plaats waarbij glucose wordt gevormd. Die glucose wordt via de bastvaten alleen vervoerd naar vruchten aan dezelfde tak.
- d** De concentratie van 7,5 ppm A + 150 ppm B. De productie was vergelijkbaar met die van handdunnen, maar de peren waren groter.
- e** Handdunning zorgt voor grotere peren, maar een lagere productie per boom.

Elektrosynthese

- 31 a** De gewassen worden gegeten. Daardoor verdwijnen voedingsstoffen uit het systeem.
- b** Duurzame energie, zoals wind, zon en waterkracht.
- 32 a** Bijvoorbeeld: door onder de grond planten in kelders te verbouwen met een goed irrigatiesysteem en boven de grond zonnepanelen te plaatsen die energie leveren aan de planten.

- b** Door elektrolyse kan er op minder grond meer voedsel worden geproduceerd. Er is dan minder grond nodig voor de landbouw.

4 Voortplanting

33

Bloemen	Windbloem	Insectenbloem
Bevatten nectarkliertjes		X
Hebben grote meeldraden en stempels die vaak buiten de bloem hangen	X	
Hebben stempel en meeldraden in de bloem zitten		X
Hebben vaak felgekleurde kroonbladeren		X
Hebben vaak groene, kleine kroonbladeren	X	
Produceer licht stuifmeel	X	
Produceer ruw en kleverig stuifmeel		X
Produceer veel stuifmeel	X	
Zijn vaak geurend		X

- 34 a** Nee. Het genotype is gelijk aan dat van cellen in het vruchtvlees van appels van voorgaande jaren. Het vruchtvlees ontstaat uit de bloembodem van appelbloemen, zonder dat er geslachtelijke voortplanting heeft plaatsgevonden. Het genotype van deze cellen wordt bepaald door de ouderplant.
- b** De kweker moet bomen kweken uit zaden (pitten) van de appels die na kruising zijn ontstaan. De appels die aan deze bomen ontstaan, hebben een ander genotype.
- 35 a** Knollen zijn afkomstig uit een kloon en hebben allemaal hetzelfde gunstige genotype. Aardappelzaden zijn ontstaan door geslachtelijke voortplanting. Hierbij kan een gunstig genotype door recombinatie zijn verstoord.
- b** Ja. Deze aardappelen zijn uit een populatie verzameld; ze hebben verschillende genotypen. De grootste aardappelen zullen waarschijnlijk de gunstigste genen bevatten voor de grootte van de aardappelen.
- c** Nee. Deze aardappelen zijn uit een kloon verzameld; ze hebben allemaal hetzelfde genotype.
- 36 a** Door klonen bezitten de gewassen dezelfde gewenste (erfelijke) eigenschappen.
- b** Er is geen erfelijke variatie binnen het ras, waardoor zich deze planten bij veranderende omstandigheden niet goed kunnen aanpassen.
- c** Doordat binnen nieuw gekweekte rassen geen genetische variatie is, zijn deze rassen erg gevoelig voor nieuwe ziekten of plagen.

- d** Door weefselkweek kunnen snel en goedkoop veel genetisch identieke planten worden gekweekt, waardoor wetenschappelijke experimenten met deze planten eenvoudig zijn te herhalen.

- 37 a** Mutualisme.

- b** De pijlstaartvlinder zal geen andere bloemen bezoeken, waardoor er minder stuifmeel wordt verspild.
- c** Door mutatie ontwikkelde een bloem een langere buis, waardoor de vlinder dieper in de bloem moest komen om nectar te bemachtigen (variatie in genotype). Door mutatie ontwikkelde de vlinder een langere tong, waardoor het gemakkelijk was om de nectar te bemachtigen. Door die langere tong kreeg de vlinder wel nectar van bloemen met een korte buis, maar bleef contact met de bloem uit, waardoor de bevruchting uitbleef. Als gevolg hiervan werden de genen van bloemen met een kortere buis niet doorgegeven en bleven alleen de bloemen met een langere buis over (natuurlijke selectie). Hierna herhaalde punt 1 zich weer.

Hommel leest elektrisch veld van bloem

- 38 a** Kleuren en geuren.

- b** Insecten zouden hun interesse in een bloem kunnen verliezen als er geen beloning tegenover staat, waardoor de bestuiving minder goed zou verlopen.
- c** Door kruisbestuiving ontstaat de grootste verscheidenheid aan genotypen binnen een soort. Er ontstaan dan nieuwe combinaties van genen.

5 Reageren op de omgeving

- 39 a** De zwaartekracht speelt een belangrijke rol bij de groeirichting van de wortel. Dit deel van de hypothese is bevestigd.
- b** Licht speelt een belangrijke rol bij de groeirichting van de stengel, terwijl zwaartekracht geen rol lijkt te spelen. De hypothese is verworpen.
- 40 a** Een stengeltop groeit naar het licht toe, doordat de auxineconcentratie aan de belichte zijde van een top lager is dan aan de schaduwzijde. Auxine bevordert de celstrekking van een stengeltop (de normale auxineconcentratie ligt onder het optimum). De schaduwzijde groeit daardoor sneller dan de belichte zijde.
- b** Zowel bij een horizontaal geplaatste stengeltop als bij een horizontaal geplaatste worteltop is de auxineconcentratie het hoogst aan de onderzijde.
- c** Bijvoorbeeld: een experiment waarbij je de stengel (gedeeltelijk) afdekt met aluminiumfolie. Als alleen de top met aluminiumfolie wordt afgedekt, groeit de stengel recht omhoog. Als alleen de rest van de stengel wordt afgedekt, groeit de stengel naar het licht.

- 41** a Wordt de lengtegroei van de stengel van een haverkiemplantje vanuit de top geregeld?
 b De lengtegroei van de stengel van een haverkiemplantje wordt vanuit de top geregeld.
 c In de wetenschap worden experimenten van andere onderzoeksgroepen herhaald, omdat een onderzoek alleen betrouwbaar is als het herhaalbaar is.
 d Ja. Uit dit experiment blijkt dat de lengtegroei stopt als er geen stoffen vanuit de top naar de rest van de stengel kunnen gaan. Kunnen er wel stoffen vanuit de top naar de stengel gaan, dan gaat de lengtegroei door.
 e Went voerde experiment 3 uit om aan te tonen dat de lengtegroei wordt geregeld door een stof uit de top. De stof diffundeert in het agarblokje. Na terugplaatsing van het agarblokje diffundeert de stof naar de stengel. Went bewees hiermee dat er geen sprake is van een soort 'zenuwen' die vanuit de top naar de rest van de stengel lopen. Die 'zenuwen' zouden namelijk in dit experiment zijn verbroken.
 f Bij de controleproef van experiment 3 moet een agarblokje op een stengel worden gezet waarvan de top is weggesneden. Op dat agarblokje moet geen top zijn geplaatst.
 g Went voerde experiment 4 uit om aan te tonen dat auxine de groei van een plant naar het licht toe bevordert.
- 42** a Doordat (gecontroleerd) ethyleen aan de bananen wordt toegevoerd.
 b Positieve terugkoppeling.
 c Rijp fruit vormt ethyleen.
 d De osmotische waarde zal toenemen.
 e De osmotische waarde neemt door deze omzetting toe. Een hoge osmotische waarde zorgt ervoor dat water in de cellen van een vrucht stroomt. Dat maakt de vrucht sappiger.
- 43** a Ontsnapt het gas ethyleen bij rijpe bananen aan de bovenkant van de banaan?
 b Voor dit experiment zijn twee even rijpe en even grote trossen bananen nodig, die niet zijn beschadigd aan de bovenkant. Bij de ene tros bananen wordt de bovenkant in een stuk plasticfolie gewikkeld. Deze wordt vervolgens in een schaal bij kamertemperatuur gelegd (zonder ander fruit). In een andere kamer wordt de andere tros bananen in een schaal gelegd, zonder plasticfolie. Alle andere omstandigheden, zoals licht, vochtigheid en temperatuur zijn gelijk. Elke dag worden de bananen beoordeeld op rijpheid.
- 44** a Door een mutatie ontstonden er planten die haartjes op de peultjes gingen ontwikkelen.
 b Haren op peultjes van de sojaboon beschermen tegen vraat.
 c Om erachter te komen of de gevonden resultaten door toeval kunnen zijn veroorzaakt of dat er daadwerkelijk een significant verschil is (ofwel: om de waarschijnlijkheid en onzekerheid van de resultaten te beoordelen).
 d Haartjes op de peultjes van de sojaboon beschermen tegen vraat.
- e** Nee. Er zijn drie verschillende soorten sojaplanten gebruikt. Het waargenomen verschil had net zo goed kunnen komen door de afscheiding van verschillende geurstoffen in plaats van door de haartjes.
- f** Door drie sojaplanten met harige peultjes van dezelfde soort te gebruiken. Bij één plant worden de peultjes niet geschoren, bij de tweede worden de peultjes gedeeltelijk geschoren en bij de derde worden de peultjes glad geschoren.
- g** Harige peultjes werden minder door vraat aangetast, waardoor meer van deze peultjes konden ontkiemen. Uit deze peultjes ontstonden planten die behaarde peultjes produceerden. Na verloop van tijd bleven er door natuurlijke selectie alleen nog planten over die harige peultjes konden maken.
- 45** a Door een lage CO₂-spanning in de bladeren. In het donker wordt CO₂ vastgelegd in appelzuur. De huidmondjes gaan dan open.
 b CAM-planten worden vooral in warme, droge streken aangetroffen. In deze streken zou de verdamping uit de bladeren te groot zijn als de huidmondjes overdag open waren.
 c Aan het eind van een dag in het licht zal de turgor van bladcellen van een CAM-plant lager zijn dan aan het eind van de nacht. 's Nachts wordt appelzuur gevormd, waardoor de osmotische waarde van het vacuolevocht toeneemt. Overdag wordt het appelzuur weer afgebroken.
- 46** Onder droge omstandigheden krullen bij helmgras de bladeren naar binnen om. De huidmondjes bevinden zich dan aan de binnenkant van het omgekrulde blad, waardoor verdamping uit de bladeren wordt tegengegaan.

Intelligente planten

- 47** Bijvoorbeeld: Groeien planten sneller als je tegen ze zingt? Kunnen planten onthouden waar zich schrikdraad bevindt? Herkennen planten een vieze geur?

Samenhang

Een plantenbak als elektriciteitscentrale

1

Organisatieniveau	Begrip
Biosfeer	schone energie, CO ₂ -uitstoot,
Ecosysteem	grasveld, moeras, rijstveld, weiland
Populatie	bacteriën
Organisme	bacterie, plant
Orgaanstelsel	wortelstelsel
Orgaan	wortelhaar
Cel	bacterie
Molecuul	anorganische stoffen, glucose, organische stoffen, water

- 2 Abiotisch: bijvoorbeeld pH, temperatuur, vochtigheid. Biotisch: hoeveelheid organisch materiaal in de bodem, relaties tussen de organismen.
- 3 Alle dieren ademen zuurstof in en koolstofdioxide uit. Dit komt door de verbranding van organische verbindingen die door een plant zijn geassimileerd door middel van zonlicht. De plant gebruikt koolstofdioxide uit de lucht en water uit de grond en maakt hier glucose van. Dieren eten dit op en verbranden het, waarna ze weer koolstofdioxide en water uitademen.
- 4 Mutualisme. De bacterie heeft voordeel doordat hij organische stoffen van de plant krijgt. De plant heeft voordeel doordat de organische stoffen worden afgebroken tot anorganische stoffen die weer als mest dienen voor de plant.
- 5 Glucose wordt omgezet in zetmeel. Het zetmeel slaan planten vaak op in de wortels. Het kan ook in de stengel worden opgeslagen.
- 6 Doordat er verschillende planten in een module groeien, komen daar ook verschillende insecten en vogels op af. Dit zorgt voor een vergrote biodiversiteit.
- 7 In de herfst en winter gaan (delen van) planten dood. Daardoor ontstaat er organisch afval dat door bacteriën wordt afgebroken tot anorganische stoffen. Hierbij komen ook elektronen vrij die door elektroden kunnen worden opgevangen.
- 8 Gewassen in de tuinbouw zijn geselecteerd op een hoge vruchtopbrengst. Dat betekent dat zo min mogelijk van de organische stoffen die de plant maakt, wordt verspild via de wortels. Zo veel mogelijk organische stoffen worden gebruikt voor groei van de vrucht.

- 9 Rijstvelden staan onder een laagje water, waardoor een anaeroob milieu ontstaat. Doordat de elektronen worden 'gevangen' door de elektroden, zijn ze niet meer beschikbaar voor de methaanproducerende bacteriën. Methaan is een sterk broeikasgas, dat voor opwarming van de aarde zorgt. Door minder methaan in de atmosfeer vermindert het versterkte broeikaseffect. (Uit experimenten is gebleken dat de methaanproductie uit rijstvelden sterk vermindert door elektronen eraan te onttrekken.)

Practica

practicumopdracht 5

De intensiteit van de fotosynthese

Conclusie

- 1 Eigen antwoord.

Discussie

- 2 De gasbelletjes die door de waterpest worden gevormd, zijn zuurstofbelletjes. Deze komen vrij bij de fotosynthese, waardoor het aantal gasbelletjes per minuut een maat is voor de fotosyntheseactiviteit.
- 3 Bij fotosynthese zijn enzymen betrokken. Deze enzymen hebben een optimumtemperatuur die dicht bij de temperatuur van warm water ligt dan bij de temperatuur van water op kamertemperatuur.
- 4 In koolzuurhoudend water worden meer luchtbelletjes gevormd dan in normaal water. Meer CO₂ zorgt voor een hogere fotosyntheseactiviteit.
- 5 Door fotosynthese wordt de organische stof glucose gemaakt. Een deel daarvan wordt omgezet in andere organische stoffen. Een sterkere fotosynthese zorgt voor de aanmaak van meer organische stoffen en dus een hogere aanmaak van biomassa.
- 6 Een voorbeeld van een aanvullend onderzoek:
- Vul een bekerglas met 150 mL water van 15 °C.
 - Schuif een takje waterpest in een reageerbuis.
 - Vul de reageerbuis met water van dezelfde temperatuur als het bekerglas en plaats deze ondersteboven in het bekerglas. Zorg voor voldoende licht.
 - Noteer het aantal gasbelletjes dat in een minuut opstijgt uit de waterpest.
 - Herhaal dit onderzoek met bekerglazen gevuld met water van 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C, 45 °C, 50 °C, 55 °C en 60 °C. Zorg bij elk onderzoek voor dezelfde omstandigheden.

Examentrainer

ZEESLAK DOET AAN FOTOSYNTHESE

- 1p 1 Voorbeelden van een juist antwoord:
- Omdat de chloroplast (in een cel van de slak) geen zelfstandig organisme is.
 - Omdat de slak alleen een organel van de alg heeft overgenomen.
- Opmerking: Voor een antwoord als 'de chloroplast zit in de cel en echte symbiose is niet intracellulair' wordt geen scorepunt toegekend.
- 2p 2 F
- 2p 3 D
- 3p 4 – ATP-synthase/synthetase: 1 punt
- ADP (en P_i) → ATP / vastleggen van energie in de vorm van ATP: 1 punt
- door een protonengradiënt / door transport van waterstofionen/H⁺: 1 punt
- 2p 5 D

ONDERDOMPELGEN MAAKT RIJSTRASSEN 'WATERPROOF'

- 2p 6 Uit het antwoord moet blijken dat
- indien door snelle lengtegroei de bladeren boven het water uitkomen de gaswisseling (opname van CO₂) beter kan plaatsvinden / de lichtintensiteit hoger is dan onder water (voor die bladeren): 1 punt
 - waardoor er meer fotosynthese kan plaatsvinden (nodig voor de groei van de rijstplant): 1 punt
- 2p 7 C
- 2p 8 C
- 2p 9 Voorbeelden van juiste eigenschappen:
- veel rijstkorrels per plant
 - De rijstkorrels hebben een goede samenstelling (aan voedingsstoffen).
 - Er kan net zo vaak worden geoogst als voorheen.
 - De plant is weerbaar tegen aantasting door ziekteverwekkers.
- Per juiste eigenschap die niet verloren mag gaan: 1 punt.
- 2p 10 Voorbeelden van negatieve effecten:
- Het gen kan bij (wind)bestuiving overgaan op andere planten.
 - De plant kan schadelijk zijn voor dieren.
 - De plant kan een snellere uitputting van de bodem veroorzaken.
 - een hogere methaanuitstoot van het rijstveld
 - De rijst kan andere gewassen in de omgeving overwoekeren.
- Per juist negatief effect op de omgeving: 1 punt.
- 2p 11 Voorbeelden van een juiste uitleg:
- Als in een bepaald rijstgebied door klimaatverandering steeds meer regen valt, zal gebruik van de nieuwe rijstrassen minder misoogsten veroorzaken. Er is dan toch voldoende rijst voor de mensen.
 - Als de rijst tegen overstromingen bestand is, kan er op meer plaatsen rijst worden verbouwd. Er is door het grotere areaal meer rijst voor de groeiende wereldbevolking.

Als op plaatsen waar eerst alleen slecht producerende rassen konden groeien nu de nieuwe rijstrassen worden geteeld, zal er meer rijst dan voorheen kunnen worden geoogst.

- Bij overstromingen gaan de rijstplanten niet dood en kan er toch een goede rijstooft zijn. Voor veel mensen is dit basisvoedsel.
- voor een juiste omstandigheid waarbij de reguliere soorten slecht presteren (lage productie): 1 punt
- een oplossing die de nieuwe variant levert voor dat probleem (hogere productie): 1 punt

Olympiade opdrachten

Feedback

- 1 Volgorde: 2 - 4 - 3

Pijnstilling

- 2 I +, II -, III +, IV -, V -

Zintuigcel in het oog

- 3 1, 2

Jachtluipaarden

- 4 a C
b A

'Longen van de aarde'

- 5 a B
b D
c I +, II -, III -

Zuurstofverbruik muis

- 6 C

Hemochromatose

- 7 a Tyr
b 3
c langste: 244bp, kortste: 29bp
d Leerling 3

Bloemvorm van het vlasbekje

- 8 a wildtype: 2, pelorisch: 0
b I: juist, II: onjuist, III: onjuist, IV: juist
c S
d I: wel, II: niet, III: wel

Planten die water besparen

- 9 a B
b I: onjuist, II: juist
c celstrekking

Sinaasappelsap

- 10 I +, II +, III +, IV +, V -