

Examen HAVO

2017

tijdvak 2
woensdag 21 juni
13.30 - 16.30 uur

biologie

Dit examen bestaat uit 45 vragen.

Voor dit examen zijn maximaal 75 punten te behalen.

Voor elk vraagnummer staat hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

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

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

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

Voeding in het ziekenhuis

Evan werkt als diëtist in het voedingsteam van een ziekenhuis. Tijdens zijn werk komt hij met veel aspecten van voeding in aanraking.

Het voedingsteam krijgt te maken met patiënten met zeer verschillende problemen. Hartpatiënten met overgewicht of een te hoog cholesterolgehalte worden door de cardioloog doorverwezen om hun dieet aan te passen. Nierpatiënten krijgen een dieet waarbij specifiek op een aantal voedingsstoffen gelet wordt. Mensen die bestraald zijn, hebben soms moeite met eten en een verstoorde spijsvertering. De meeste patiënten krijgen gewoon vast voedsel, maar sommigen krijgen hun voeding via een infuus in een bloedvat toegediend. Daarnaast moeten de diëtisten rekening houden met de medicatie van patiënten.

Bij mensen van wie de nieren minder goed functioneren, is de uitscheiding van ureum verstoord. Om te voorkomen dat de ureumconcentratie in het bloed te snel oploopt, adviseert Evan deze patiënten een aangepast dieet.

- 2p 1 Welke voedingsstoffen zijn in dit dieetadvies beperkt?
- A eiwitten
 - B koolhydraten
 - C vetten

De internist heeft Evan gevraagd aanwezig te zijn bij de controle van een patiënt met een resorptiestoornis. Bij deze stoornis worden te weinig of geen voedingsstoffen uit het voedsel opgenomen in het bloed. De benodigde voedingsstoffen moeten dan via een infuus in de bloedbaan worden toegediend.

afbeelding 1



In afbeelding 1 is het beeld weergegeven van een MRI-scan van de patiënt met een resorptiestoornis.

- 1p 2 Noteer de letter die het gedeelte aangeeft dat bij deze patiënt niet goed functioneert.

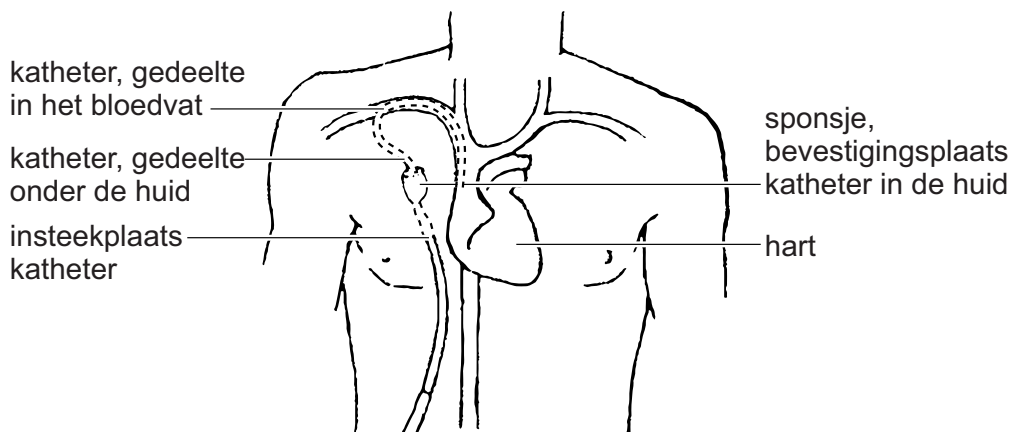
Na de controle wordt Evan gevraagd een recept te schrijven voor de samenstelling van de infuusvloeistof.

Voedingstoffen in een normale maaltijd zijn onder andere: zetmeel, eiwitten, glucose, vezels, vitamines en aminozuren.

2p 3 Noteer welke van deze voedingstoffen Evan in het recept moet opnemen.

Door de chirurg is bij de patiënt een 'lange lijn' aangelegd (afbeelding 2). Deze bestaat uit een katheter onder de huid in de sleutelbeenader en een aansluitgedeelte (sponsje) in de huid. Via de lange lijn kan voeding vanuit een infuuszak worden toegediend.

afbeelding 2



De permanente katheter wordt altijd in een ader aangebracht.

2p 4 Waarom wordt deze katheter in een ader aangebracht en niet in een slagader?

- A omdat de kleppen in de ader het terugstromen van de voedingstoffen voorkomen
- B omdat in een ader een lagere bloeddruk heerst dan in een slagader
- C omdat vanuit de darmen de voedingsstoffen het eerst in een ader komen
- D omdat vanuit een ader het bloed eerder in het hart is

Een patiënt vraagt aan Evan: “Waarom schenken jullie geen grapefruitsap in plaats van sinaasappelsap? Grapefruitsap is toch veel gezonder?” Evan legt uit dat grapefruitsap de werking van een aantal medicijnen beïnvloedt.

Grapefruits bevatten stoffen (furanocoumarines) die ervoor zorgen dat bepaalde enzymen in darmcellen onwerkzaam gemaakt worden. Normaal breken deze enzymen een gedeelte van de ingenomen medicijnen af. Bij het bepalen van de dosis van het medicijn wordt rekening gehouden met deze afbraak. Als patiënten grapefruitsap drinken, klopt de dosering van hun medicatie niet meer. Omdat de enzymen opnieuw moeten worden aangemaakt is het effect van een glas grapefruitsap pas na ongeveer een dag opgeheven.

Een van de medicijnen die door grapefruitsap wordt beïnvloed is buspirone, een kalmeringsmiddel.

- 2p **5** Leg uit dat mensen die dit middel slikken en toch grapefruitsap drinken last kunnen krijgen van slaperigheid.

Pas een dag na het drinken van grapefruitsap hebben de darmcellen de hoeveelheid enzymen weer op peil gebracht. Activiteiten die in darmcellen kunnen plaatsvinden zijn: DNA-synthese, eiwitsynthese en RNA-synthese.

- 2p **6** Welke van deze processen moeten plaatsvinden om de hoeveelheid enzymen weer op peil te brengen?
- A** alleen DNA-synthese en eiwitsynthese
 - B** alleen DNA-synthese en RNA-synthese
 - C** alleen RNA-synthese en eiwitsynthese
 - D** DNA-synthese, RNA-synthese en eiwitsynthese

Bloedtransfusies tijdens de Eerste Wereldoorlog

In de Eerste Wereldoorlog (1914-1918) zijn veel soldaten gesneuveld op het slagveld. Het gebruik van zware munitie leidde tot forse verwondingen waardoor veel soldaten overleden als gevolg van bloedverlies. In het kader van een project over de Eerste Wereldoorlog kozen Tom en Michael ervoor onderzoek te doen naar bloedtransfusies tijdens deze periode.

Michael leest dat de Britse medische staf adviseerde om de gewonden met bloedverlies een infuus met een zoutoplossing te geven. Helaas bleek dit infuus in de meeste gevallen niet voldoende en verloren de gewonden snel het bewustzijn waarna ze alsnog stierven. Het verlies van bewustzijn wordt veroorzaakt door het ontbreken van een bepaald bloedbestanddeel in de zoutoplossing.

- 2p 7 Welk bloedbestanddeel ontbreekt in de zoutoplossing waardoor het verlies van bewustzijn kan optreden?
- A bloedplaatjes
 - B bloedplasma
 - C rode bloedcellen
 - D witte bloedcellen

afbeelding 1

De Canadese medische staf zag meer nut in het toedienen van bloed dat alle bloedbestanddelen bevat. In eerste instantie vond de transfusie plaats via een slangetje van donor naar ontvanger. Later werd het donorbloed opgevangen in een fles voordat het werd overgebracht naar de patiënt (afbeelding 1).

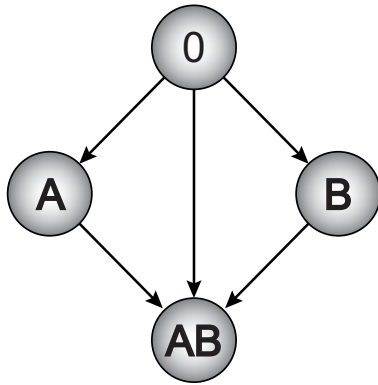


- 2p 8 Noteer welke bloedvaten en welke delen van het hart het donorbloed achtereenvolgens passeert op de kortste weg van een ader in de linkeronderarm van de ontvanger naar zijn hersenen.

Als het bloed werd opgevangen in een fles was het nodig om de inhoud van de fles in beweging te houden zodat het bloed niet stolde.

- 2p 9 Welke bloedbestanddelen zetten de bloedstolling in gang?
- A bloedplaatjes en bloedplasma
 - B bloedplaatjes en rode bloedcellen
 - C bloedplaatjes en witte bloedcellen
 - D bloedplasma en rode bloedcellen
 - E bloedplasma en witte bloedcellen
 - F rode bloedcellen en witte bloedcellen

afbeelding 2



Al in 1904 had Karl Landsteiner ontdekt dat er verschillende bloedgroepen zijn: het AB0-systeem. Hij merkte op dat bij het mengen van bloed van twee personen in sommige gevallen klontering optreedt. Verder onderzoek leidde tot een transfusieschema (afbeelding 2) waarin te zien is welke donoren geschikt zijn voor welke ontvangers met andere bloedgroepen.

Tom leest dat het in 1916 nog niet gebruikelijk was om de bloedgroepen van donor en ontvanger te bepalen. Het gevolg hiervan was dat een aantal gewonden alsnog overleed als gevolg van een transfusie met bloed van een verkeerde bloedgroep. Tom probeert een schatting te maken hoe groot de kans hierop is. Hij neemt aan dat een bloedtransfusie met bloed van een niet-geschikte donor altijd leidt tot het overlijden van de ontvanger en dat de verdeling van de bloedgroepen onder de militairen in de Eerste Wereldoorlog hetzelfde is als in Nederland op dit moment (tabel 1).

tabel 1

bloedgroep	percentage
0	47%
A	42%
B	8%
AB	3%

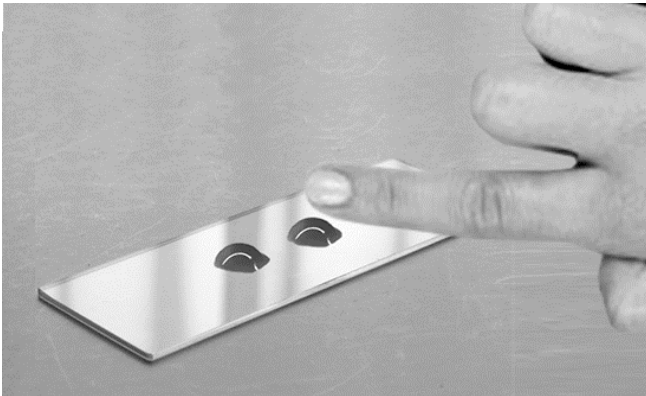
- 1p 10 Hoe groot is de kans dat een gewonde soldaat met **bloedgroep B** overlijdt als gevolg van een bloedtransfusie met bloed waarvan de bloedgroep onbekend is? Ga uit van de aannames die Tom doet.

Tom en Michael maken een werkplan om met een experiment in de klas te laten zien dat niet elke bloeddonor geschikt is om bloed te doneren aan iemand met bloedgroep A.

Michael (die weet dat hij bloedgroep A heeft) stelt voor om op een aantal voorwerpglasjes een druppel van zijn eigen bloed te doen. Met een speciale prikpen kan hij een klein gaatje in zijn vinger maken, zodat er langzaam bloed uit druppelt.

De andere leerlingen uit de klas nemen dan ieder een voorwerpglasje met een druppel bloed van Michael en leggen op 1 cm afstand van deze druppel, een druppel van hun eigen bloed (afbeelding 3).

afbeelding 3



Vervolgens mengen ze met een schoon stokje de twee druppels bloed en kijken of er klontering optreedt.

- 2p 11 Leg uit hoe een proces op molecuulniveau zal leiden tot bloedklontering op sommige voorwerpglasjes.

Onder begeleiding van Toms moeder die huisarts is, proberen ze het experiment uit met hun eigen bloed. Tom heeft bloedgroep 0. Na het mengen van de druppels bloed treedt er klontering op. De jongens trekken hieruit de conclusie dat Tom geen bloeddonor kan zijn voor Michael. Deze conclusie komt niet overeen met het transfusieschema uit afbeelding 2.

- 1p 12 Wat zien Tom en Michael over het hoofd waardoor ze een onjuiste conclusie trekken uit het verkregen resultaat?

Tom en Michael bespreken met hun biologieleeraar of ze het experiment met de klas mogen uitvoeren. Hij vindt het een interessant idee, maar zegt dat er wel veiligheidsrisico's zijn waarmee rekening gehouden moet worden.

- 1p 13 Noteer een veiligheidsrisico waarvan sprake is bij dit practicum.

Koraal bedreigd!

Toen Sylvia Earle (afbeelding 1) als 12-jarig meisje verhuisde naar Florida raakte ze verknocht aan de zee. Als marien bioloog zet ze zich nu in voor de bescherming van koraalriffen.

Ze vertelt: "In mijn leven is het aantal koraalriffen gehalveerd en is 95 procent van de grote vissen uitgemoord."

afbeelding 1

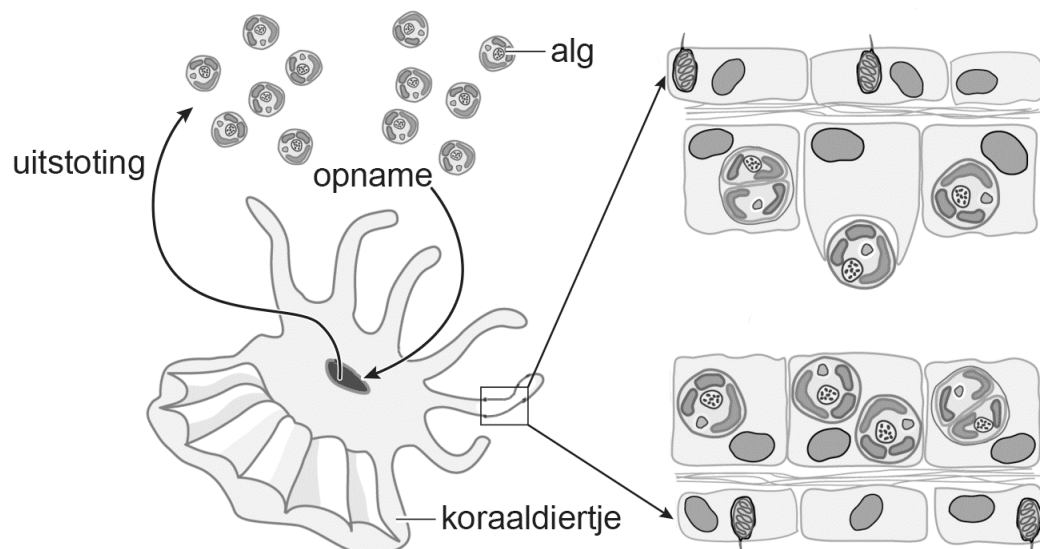


Koraalriffen worden gevormd door koralen. Dit zijn kolonies van koraaldiertjes van een paar millimeter groot die in symbiose leven met eencellige algen. De algen produceren organische stoffen die door de koraaldiertjes gebruikt worden. Koraalriffen bestaan voor het grootste gedeelte uit het uitwendig kalkskelet dat door de koralen gedurende duizenden jaren opgebouwd is.

- 1p 14 De symbiose van koraaldiertjes en algen is een vorm van mutualisme. Welk gegeven ontbreekt in het tekstkader om deze symbiose als mutualisme te kunnen benoemen?

Algen die samenleven met de koraaldiertjes behoren vrijwel allemaal tot het geslacht *Symbiodinium*. De algen worden helemaal opgenomen in de cellen van de gastheer (afbeelding 2).

afbeelding 2



- 2p 15 Via welk proces worden de algen opgenomen in de cellen van de koraaldiertjes?
- A via diffusie
 - B via endocytose
 - C via exocytose
 - D via osmose

Het rif wordt door koraaldiertjes uit kalk opgebouwd. Kalk (CaCO_3) is een verbinding met calcium, en maakt dus deel uit van de calciumkringloop.

- 1p 16 Van welke andere kringloop maakt kalk ook deel uit?

Voor de teruggang van de koraalriffen worden diverse oorzaken genoemd. Eén daarvan is temperatuurstijging ten gevolge van het versterkte broeikaseffect. Temperatuurstijging leidt tot een verstoring van de fotosynthese bij de algen. Als gevolg hiervan ontstaat er een stressreactie bij de koraaldiertjes waardoor de algen uitgestoten worden. Dit noemen we koraalverbleking. Hierdoor kunnen de koraaldiertjes uiteindelijk afsterven en blijft van het afgestorven koraal alleen het witte kalkskelet over.

De verstoring van de fotosynthese zou veroorzaakt kunnen worden doordat de betrokken enzymen niet meer optimaal werken.

- 1p 17 Waardoor vermindert enzymwerking als de temperatuur hoger is dan de optimumtemperatuur?

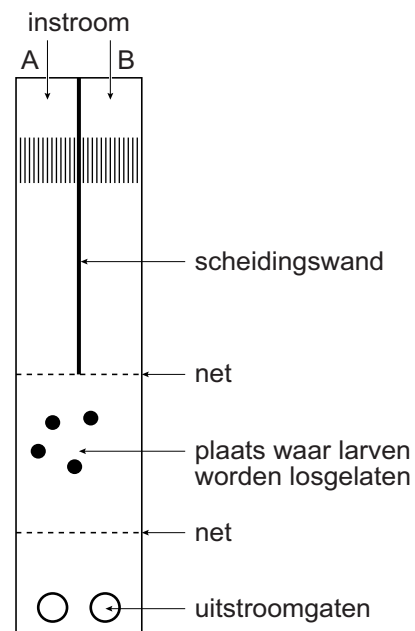
Een andere mogelijke oorzaak voor de teruggang van koraalriffen is overbevising. Vissen en zee-egels 'begrazen' het zeewier dat ook op het rif groeit. Als de vissen verdwijnen, worden deze wieren niet meer beperkt in hun groei en worden koralen weggeconcurrerd. De wieren en koralen beconcurreren elkaar onder andere om een geschikte groeiplaats.

- 2p 18 Om welke andere factor beconcurrert het zeewier het koraal waardoor koraal beperkt wordt in zijn groei?
- A om organische stoffen
 - B om zonlicht
 - C om zuurstof

De terugkeer van plantenetende vissen kan bijdragen aan het herstel van het koraal. Ondanks een visverbod blijkt het heel lastig om vissen terug te krijgen tussen het afgestorven koraal.

Om te onderzoeken waardoor dit komt, ontwierp de Amerikaanse onderzoeker Danielle Dixson een aquarium (zie bovenaanzicht in afbeelding 3), waarin ze larven van koraalvissen de keuze gaf tussen zeewater van een gezond koraalrif (pijl A) en zeewater van een rif met afgestorven koraal (pijl B). Het bleek dat een grote meerderheid van de larven koos voor de kant met zeewater van een gezond koraalrif.

afbeelding 3



Het vermoeden bestond dat de larven niet alleen werden afgestoten door het water van het aangetaste koraalrif, maar dat ze ook werden aangetrokken door het zeewater van het gezonde koraalrif.

Om deze tweede hypothese te testen werd een tweede experiment uitgevoerd in dit aquarium. Een van de keuzes in dit experiment was zeewater van een gezond koraalrif.

1p 19 Noteer wat als andere keuze werd aangeboden in dit tweede experiment.

De eigenschap dat de larven van koraalvissen in staat zijn om te detecteren welk water afkomstig is van gezond koraalrif, is in de loop van de evolutie als gevolg van mutaties ontstaan.

2p 20 Leg uit hoe het komt dat vrijwel alle huidige larven van koraalvissen deze eigenschap bezitten.

Voor koraalriffen die nog niet onherstelbaar zijn aangetast, lijkt het instellen van een beschermd natuurgebied de beste oplossing. Sylvia Earle lanceerde het idee om flinke delen oceaan in te richten als natuurpark, zogenaamde 'Hopespots'.

In deze Hopespots is het verboden om te vissen.

1p 21 Noteer nog een regel die voor zo'n Hopespot zou moeten gelden zodat het koraalrif intact blijft.

Groene ogen

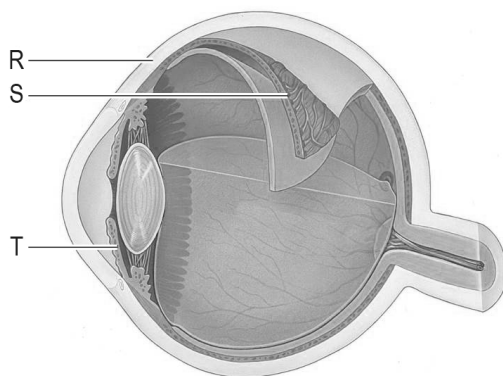
Alicia heeft groene ogen. Haar vader en zus hebben blauwe ogen en haar moeder heeft bruine ogen. Van de biologieles herinnert ze zich: "Blauw is recessief en bruin is dominant". Ze vraagt zich af hoe het dan kan dat ze zelf groene ogen heeft.

Bij het tot stand komen van de oogkleur spelen twee genen, het OCA2-gen en het EYCL1-gen, een belangrijke rol. Deze twee genen bepalen of iemand bruine, groene of blauwe ogen heeft. Daarnaast zijn er nog andere genen die voor subtiele verschillen in deze tinten kunnen zorgen, waardoor er veel variatie in oogkleur is.

De bruine oogkleur wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van melanine in bepaalde cellen in het oog. Dit pigment speelt ook een rol bij de bescherming van onze huid tegen uv-straling in zonlicht.

Expressie van het OCA2-gen, dat op chromosoom 15 ligt, leidt tot de vorming van melanine.

afbeelding 1



In afbeelding 1 is de doorsnede van een oog weergegeven.

- 2p 22
- Noteer de letter of de letters die een deel aangeven waarin het OCA2-gen in cellen aanwezig is.
 - Noteer de letter die het deel aangeeft waarin genexpressie van het OCA2-gen leidt tot een bruine oogkleur.

Schrijf je antwoord zó op:

OCA-gen aanwezig in: ...

genexpressie leidt tot bruine oogkleur in: ...

Personen bij wie expressie van het OCA2-gen zowel in de ogen als in de huid volledig afwezig is, hebben een gebrek aan melanine en zijn daardoor albino.

- 2p 23
- Noteer een gezondheidsrisico dat aan dit gebrek aan melanine is verbonden.
 - Noteer een maatregel die dit risico kan verkleinen.

Over het andere gen, het EYCL1-gen, is minder bekend. Het gen ligt op chromosoom 19. Het effect van de verschillende varianten van dit gen op de oogkleur is alleen te zien bij mensen die voor het OCA2-gen twee recessieve allelen bezitten, en daardoor geen expressie van het OCA2-gen hebben. Mensen die daarnaast minstens één dominant allel van het EYCL1-gen bezitten, hebben dan groene ogen; mensen met twee recessieve allelen van het EYCL1-gen hebben dan blauwe ogen (tabel 1).

De eigenschap 'groene ogen' komt ongeveer even vaak voor bij mannen als bij vrouwen.

- 1p 24
- Noteer het gegeven uit de bovenstaande tekst dat dit verklaart.

Tabel 1 geeft aan welke combinatie van allelen tot welke oogkleur leidt. Voor het OCA2-gen zijn de allelen B (van bruin) en b aangegeven; voor het EYCL1-gen de allelen G (van groen) en g.

tabel 1

OCA2-gen	EYCL1-gen	oogkleur
BB	GG	bruin
BB	Gg	bruin
BB	gg	bruin
Bb	GG	bruin
Bb	Gg	bruin
Bb	gg	bruin
bb	GG	groen
bb	Gg	groen
bb	gg	blauw

- 1p 25
- Hoeveel verschillende fenotypen zijn in de tabel weergegeven?

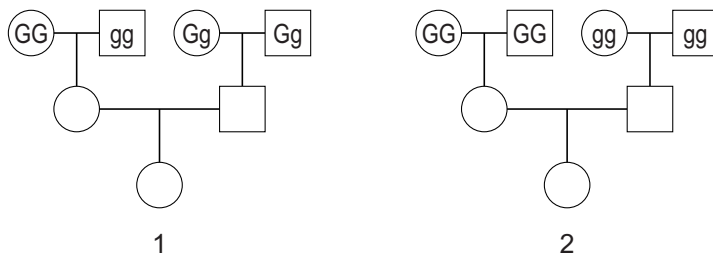
Alicia (met groene ogen) heeft een zus met blauwe ogen. Hun vader heeft blauwe ogen; hun moeder heeft bruine ogen.

- 2p 26 Welke allelen van het OCA2-gen heeft hun **moeder**? En welke allelen van het EYCL1-gen heeft hun **moeder**?

	OCA2-gen	EYCL1-gen
A	BB	GG
B	BB	Gg
C	BB	gg
D	Bb	GG
E	Bb	Gg
F	Bb	gg

In twee families waarvan de stambomen in afbeelding 2 zijn weergegeven heeft een aantal grootouders groene ogen, de andere grootouders hebben blauwe ogen. In beide families wordt een kleinkind verwacht. Deze kleinkinderen zijn in de stamboom met cijfers aangegeven.

afbeelding 2

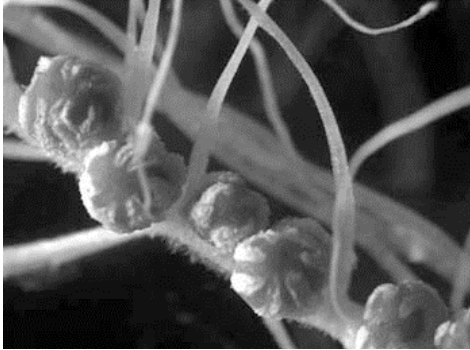


- 2p 27 Welk van deze kleinkinderen krijgt of welk van deze kleinkinderen krijgen **zeker** groene ogen? (Ga ervan uit dat er geen mutaties optreden.)
- A geen van beide
 - B alleen 1
 - C alleen 2
 - D zowel 1 als 2

Stikstofbinding

In kassen van Wageningen Universiteit bootst een botanisch analist de omstandigheden van het tropisch regenwoud na. Onder deze omstandigheden wordt de boom *Parasponia andersonii*, afkomstig uit de wouden van Papoea Nieuw-Guinea, in potten gekweekt.

afbeelding 1

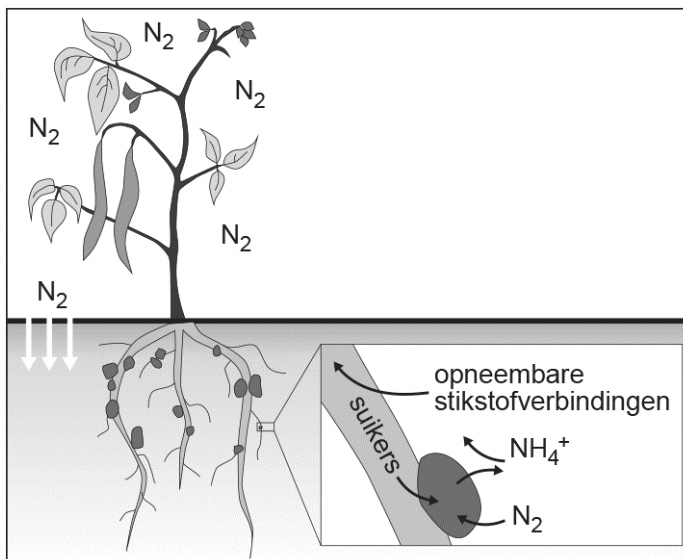


In de regenwouden is *Parasponia* een echte pionierplant. Na kaalkap van het regenwoud duikt hij als eerste op. Zijn houtige takken groeien drie tot vier meter per jaar dankzij zijn geheime wapen: zijn wortelknolletjes (afbeelding 1) waarin stikstofbindende bacteriën leven. Deze knolletjesbacteriën zetten stikstofgas uit

de lucht om in voor planten opneembare stikstofverbindingen. Deze symbiose komt ook voor bij vlinderbloemige planten zoals bonen, erwten, soja en klaver (afbeelding 2).

De *Parasponia* wordt uitgebreid onderzocht omdat het, voor zover bekend, de enige niet-vlinderbloemige plantensoort is met deze symbiose.

afbeelding 2



De botanisch analist stelt de abiotische en biotische omstandigheden in de kas zo in, dat de planten uit het tropisch regenwoud optimaal kunnen groeien.

- 1p 28 Noteer twee abiotische factoren die de analist hiervoor in de kas moet reguleren.

- 2p 29 Voor de productie van welke stoffen gebruikt *Parasponia* stikstof uit opneembare stikstofverbindingen als bouwstof?
- A voor zowel DNA als voor eiwitten
 - B voor zowel DNA als voor vetten
 - C voor zowel koolhydraten als voor eiwitten
 - D voor zowel koolhydraten als voor vetten
- 2p 30 Via welke vaten worden de stikstofverbindingen naar de bladeren van *Parasponia* vervoerd? En via welke vaten worden de voor de bacterie benodigde suikers vanuit de boombladeren naar de wortelknolletjes vervoerd?
- A stikstofverbindingen en suikers via de bastvaten
 - B stikstofverbindingen en suikers via de houtvaten
 - C stikstofverbindingen via de bastvaten en suikers via de houtvaten
 - D stikstofverbindingen via de houtvaten en suikers via de bastvaten

Vlinderbloemige planten kunnen worden gebruikt als groenbemesting. Door het onderploegen van deze planten komen stikstofverbindingen in de bodem. Deze worden door bacteriën omgezet in voor planten opneembare stikstofverbindingen.

- 2p 31 Welke bacteriën zijn verantwoordelijk voor deze omzettingen?
- A denitrificerende bacteriën en nitrificerende bacteriën
 - B denitrificerende bacteriën en knolletjesbacteriën
 - C rottingsbacteriën en nitrificerende bacteriën
 - D rottingsbacteriën en knolletjesbacteriën

In Afrika worden diverse peulvruchten verbouwd die geen symbiose met knolletjesbacteriën zijn aangegaan. Om de opbrengst van gewassen te vergroten wordt in Wageningen voor enkele van deze vlinderbloemige plantensoorten onderzoek gedaan naar een mogelijke symbiose met knolletjesbacteriën.

Omdat niet elke knolletjesbacteriestam geschikt is voert de botanisch analist in de kassen een experiment uit om voor een Afrikaanse vlinderbloemige soort een geschikte knolletjesbacteriestam te vinden.

- 3p 32
- Beschrijf een proefopzet waarmee hij kan vaststellen welke knolletjesbacteriestam geschikt is voor een symbiose met deze plant.
 - Noteer wat hij moet meten om te kunnen vaststellen welke bacteriestam geschikt is.

Tijdens de evolutie zijn genetische veranderingen in de vlinderbloemige planten opgetreden die symbiose met knolletjesbacteriën mogelijk hebben gemaakt. Voor de wereldvoedselvoorziening zou het gunstig zijn als de betrokken genen bij andere gewassen kunnen worden ingebouwd, bijvoorbeeld bij aardappelen en tomaten.

Er zijn mensen die bezwaren hebben tegen het gebruik van genetisch gemodificeerde gewassen, omdat ze bang zijn dat de ingebouwde genen ongewenste effecten hebben in de cellen van het lichaam van de mens.

- 1p **33** Verklaar dat het zeer onwaarschijnlijk is dat genen van genetisch gemodificeerde tomaten in cellen van een mens terechtkomen.

Parasponia wordt in Wageningen uitgebreid onderzocht omdat de plant in symbiose leeft met knolletjesbacteriën terwijl het geen vlinderbloemige plant is.

- 1p **34** Noteer een reden waarom het belangrijk is voor de wereldvoedselvoorziening om ook te onderzoeken of andere niet-vlinderbloemige planten een symbiose kunnen aangaan met knolletjesbacteriën.

Ziekte van Kennedy

Johan heeft sinds een tijd last van spierkrampen en oncontroleerbare spiersamentrekkingen van het gezicht en de tong. Hierdoor heeft hij ook slikproblemen. Zijn huisarts denkt aan een spierziekte en verwijst Johan door naar een neuroloog.

De neuroloog stelt na DNA-onderzoek de diagnose: ziekte van Kennedy. Dit is een zeldzame ziekte die vrijwel alleen bij mannen voorkomt. De eerste verschijnselen kunnen zich rond het vijftiende levensjaar voordoen, maar openbaren zich vooral tussen de dertig en vijftig jaar. In eerste instantie is niet de werking van spiercellen verstoord, maar die van zenuwcellen.

De neuroloog vertelt Johan dat de ziekte van Kennedy de levensverwachting niet beïnvloedt doordat vitale functies, zoals de ademhaling en de werking van het hart, niet worden aangetast.

- 2p 35 Zijn bij Johan de zenuwcellen van het autonome zenuwstelsel of van het animale zenuwstelsel verstoord? Zijn dit bewegings- of gevoelszenuwcellen?

deel van het zenuwstelsel	type zenuwcellen
A animaal	bewegingszenuwcellen
B animaal	gevoelszenuwcellen
C autonoom	bewegingszenuwcellen
D autonoom	gevoelszenuwcellen

De erfelijke oorzaak van de ziekte van Kennedy is bekend. Het gen dat de code bevat voor de testosteron-receptor (het AR-gen) is gemuteerd. De testosteron-receptor is een eiwit dat een belangrijke rol speelt in processen die door testosteron geregeld worden.

Het AR-gen bevat een repeat: een stuk DNA waar de nucleotidenvolgorde CAG een aantal maal herhaald wordt. Bij patiënten zoals Johan worden deze drie nucleotiden tussen 38 tot 60 keer herhaald. Bij gezonde personen is dit nooit meer dan 36 keer.

De repeat in het AR-gen leidt tot een mRNA-molecuul met een herhaling van CAG-codons. Hierdoor bevat de testosteron-receptor een reeks van een bepaald aminozuur die bij Johan langer is dan bij gezonde personen.

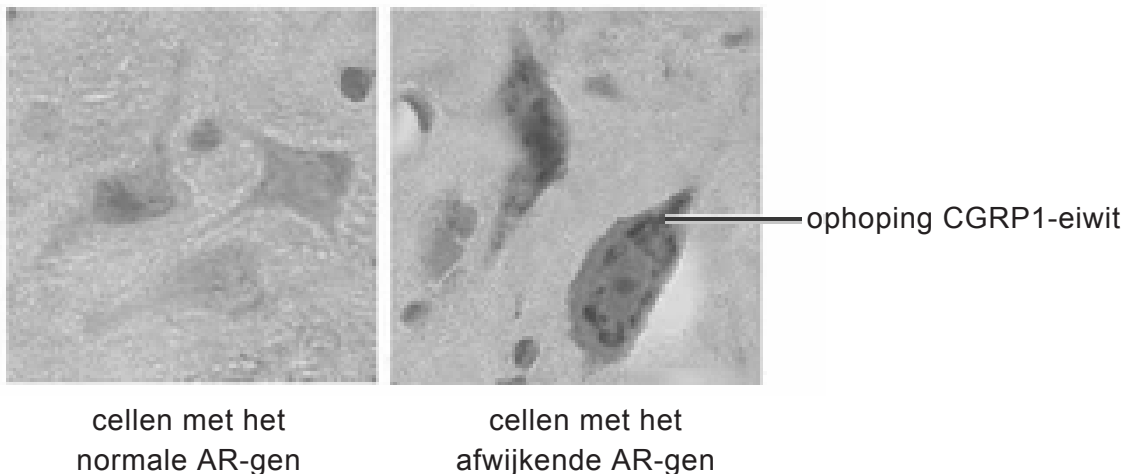
- 2p 36 Welk aminozuur komt in die lange reeks voor?
- A asparagine
 - B asparaginezuur
 - C glutamine
 - D glutaminezuur

Om het effect van de afwijkende vorm van de testosteron-receptor te onderzoeken, werden muizen met het afwijkende AR-gen onderzocht. Uit verschillende weefsels werd RNA geïsoleerd en geanalyseerd. Hieruit bleek van welke genen veel RNA aanwezig is in de cellen van de verschillende weefsels.

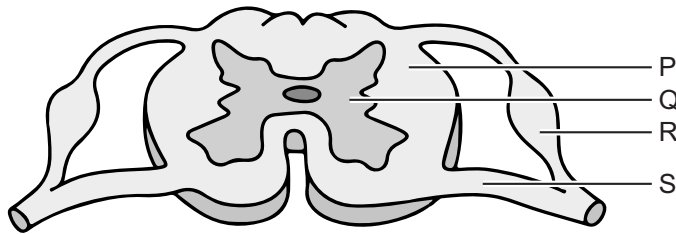
- 2p 37 Welk proces dat in cellen plaatsvindt, werd met dit onderzoek onderzocht?
- A accumulatie
 - B genexpressie
 - C mutatie
 - D recombinitie

Door binding van testosteron aan de afwijkende testosteron-receptor hoopt het eiwit CGRP1 zich op in de cellichamen van de motorische zenuwcellen die bij de ziekte van Kennedy zijn aangetast. Deze ophoping kan met antistoffen in microscopische preparaten van zenuwweefsel van de muizen worden aangetoond (afbeelding 1).

afbeelding 1



afbeelding 2



In afbeelding 2 is een schematische doorsnede van het ruggenmerg weergegeven.

- 2p **38** – Noteer de letter waarmee het gedeelte is aangegeven waaruit het weefsel in de preparaten afkomstig is.
– Verklaar je antwoord.

Om te onderzoeken of ophoping van het CGRP1-eiwit door de afwijkende testosteron-receptor wordt veroorzaakt, is een tweede experiment uitgevoerd. In dit experiment werden muizen met het afwijkende AR-gen gebruikt waarbij de teelballen waren verwijderd. In de zenuwcellen van deze muizen werd geen ophoping van het CGRP1-eiwit geconstateerd.

- 2p **39** Leg uit dat dit resultaat de hypothese ondersteunt dat de afwijkende testosteron-receptor leidt tot de ophoping van het CGRP1-eiwit.

De ziekte van Kennedy is een erfelijke ziekte die wordt veroorzaakt door een X-chromosomaal recessief allel. De ziekte is nu niet te genezen. In de toekomst is behandeling misschien mogelijk met behulp van gentherapie.

- 2p **40** Welke aanpassing in het DNA zou de effecten van de aandoening kunnen verminderen met daarbij de minste bijwerkingen?
- A een AR-gen met 34 repeats inbrengen
 - B een extra CGRP1-gen inbrengen
 - C het afwijkende AR-gen uitschakelen
 - D het CGRP1-gen uitschakelen

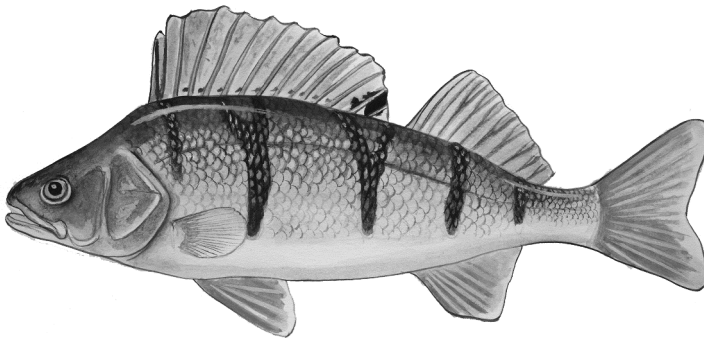
Vissen gedrogeerd door afvalwater

Medicijnen die terechtkomen in afvalwater kunnen onverwachte ecologische effecten hebben. Dat schrijven Zweedse onderzoekers in het tijdschrift *Science* op basis van onderzoek aan baarzen.

De onderzoekers ontdekten dat baarzen (afbeelding 1) meer en sneller eten en roekelozier worden onder invloed van het middel oxazepam. Dit kalmeringsmiddel wordt door mensen gebruikt om angstgevoelens te verminderen. De stof komt via de menselijke urine echter onbedoeld ook terecht in het aquatische milieu.

De onderzoekers stelden baarzen bloot aan hoeveelheden van het middel zoals die ook in het milieu voorkomen. Daaruit bleek dat kleine hoeveelheden van dit medicijn al voldoende zijn om het gedrag van de baarzen te beïnvloeden. Dat kan volgens de onderzoekers leiden tot veranderingen in de soortensamenstelling van het ecosysteem waarvan deze baarzen deel uitmaken.

afbeelding 1



- 1p 41 Verklaar dat de concentratie oxazepam in baarzen lager zal zijn dan in een mens die oxazepam gebruikt.

Oxazepam is een direct werkend kalmeringsmiddel en helpt gevoelens van angst en spanning te verminderen. In de hersenen versterkt oxazepam de werking van de remmende neurotransmitter GABA.

- 2p 42 Remt of stimuleert oxazepam het ontstaan van impulsen? En, op welke plek in de hersenen vindt dit proces plaats?

oxazepam	plaats
A remt het ontstaan van impulsen	in de grote hersenen
B remt het ontstaan van impulsen	in de kleine hersenen
C stimuleert het ontstaan van impulsen	in de grote hersenen
D stimuleert het ontstaan van impulsen	in de kleine hersenen

De piek in werkzaamheid van oxazepam wordt bereikt na ongeveer 3 uur en het werkt tot ongeveer 6 uur na inname. Na deze periode is het middel uitgewerkt doordat een gedeelte door het lichaam is omgezet in een niet-werkzame stof en een gedeelte zonder omzetting is uitgescheiden.

- 1p 43 In welk orgaan wordt, na opname in het bloed, de meeste oxazepam omgezet?

Bij gebruik volgens de bijsluiter scheiden de nieren het geneesmiddel vrij snel uit. Bij een overdosis wordt daarom geadviseerd veel water te drinken.

Twee mechanismen in de nieren zijn:

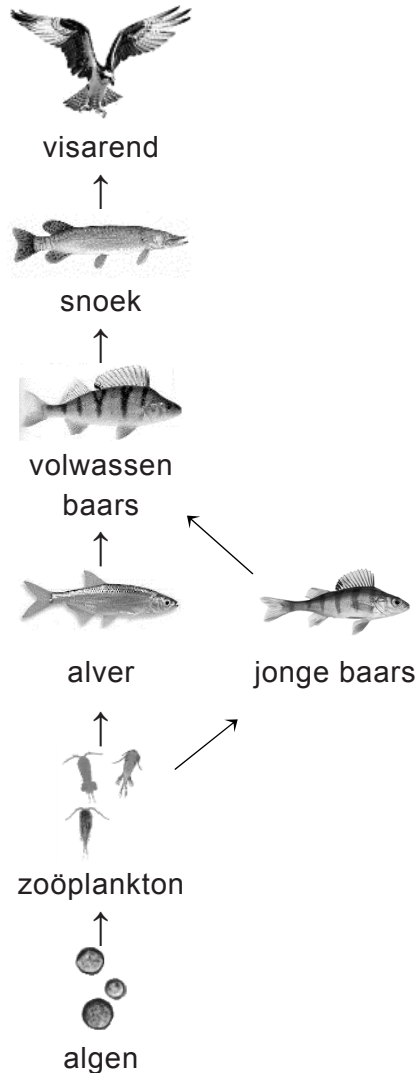
- 1 Door een grotere vochtopname wordt in de kapsels van Bowman meer voorurine gevormd.
- 2 Door een verhoogde afgifte van ADH wordt er in de nierkanaaltjes meer vocht teruggeresorbeerd (gereabsorbeerd).

- 2p 44 Welk mechanisme verklaart of welke mechanismen verklaren de snelle uitscheiding van oxazepam na veel drinken?
- A geen van beide
 - B alleen 1
 - C alleen 2
 - D beide mechanismen

Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

De Zweedse onderzoekers constateerden dat oxazepam ook bij baarzen gedragsveranderingen veroorzaakt. De baarzen aten meer en sneller en gingen zich roekelozer gedragen. Deze gedragsveranderingen kunnen leiden tot een verandering in soortensamenstelling in het ecosysteem waarvan de baarzen deel uitmaken (afbeelding 2).

afbeelding 2



- 2p **45** Beredeneer hoe het roekeloze gedrag van baarzen kan leiden tot een afname van de hoeveelheid zoöplankton in het water.

Bronvermelding

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