

Examen VWO

2016

tijdvak 1
dinsdag 24 mei
13.30 - 16.30 uur

oud programma

biologie

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 36 vragen.

Voor dit examen zijn maximaal 77 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 vereist is, 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.

Cross-over-niertransplantatie

Gemiddeld wordt er in Nederland elke dag een nier getransplanteerd. Dat blijkt uit cijfers van Eurotransplant, een stichting die zorgt voor de verdeling van donororganen in onder andere de Benelux en Duitsland. Voordat zo'n operatie plaatsvindt is er al een lange weg bewandeld, waarbij tests moeten uitwijzen of de nieren van donor en ontvanger wel voldoende overeenkomen (matchen). Allereerst kijkt men of de bloedgroepen een goede match vormen. In de tabel is de verdeling van de bloedgroepen van het AB0-systeem over de Nederlandse bevolking weergegeven.

bloedgroepen	A	B	AB	0
% bevolking	42%	8%	3%	47%

Soms wil een partner of familielid van de nierpatiënt een nier doneren, maar kan dat niet omdat de test heeft uitgewezen dat het verschil in bloedgroep tussen donor en ontvanger een succesvolle transplantatie onmogelijk maakt.

Als iemand bloed krijgt van een donor met een andere bloedgroep, kan agglutinatie (samenklontering) van de rode bloedcellen optreden. Toch zijn er bij sommige bloedgroepen meer mogelijkheden dan alleen maar een transfusie met bloed met de identieke bloedgroep.

Een patiënt met bloedgroep B kan, indien nodig, druppelsgewijs bloed toegediend krijgen van een donor met bloedgroep 0.

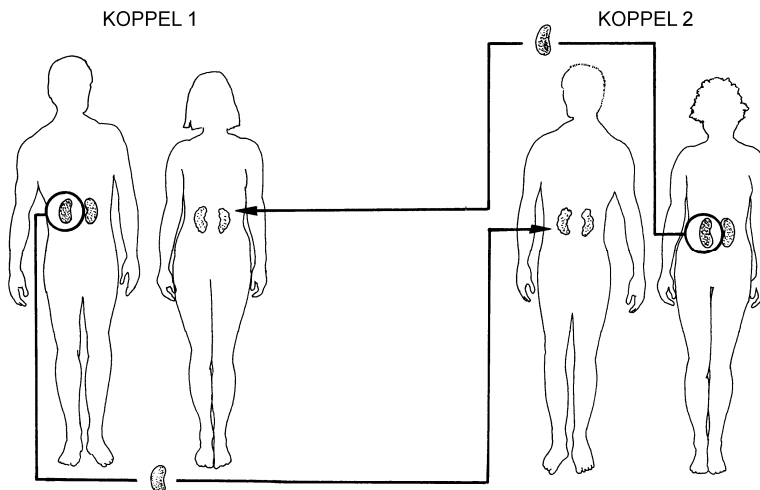
2p **1** Waardoor zal deze bloeddonatie geen agglutinatie veroorzaken?

- A** Het bloed van de acceptor bevat geen AB0-antigenen.
- B** Het bloed van de acceptor bevat geen AB0-antistoffen.
- C** Het bloed van de donor bevat geen AB0-antigenen.
- D** Het bloed van de donor bevat geen AB0-antistoffen.

In Nederland staan veel mensen op de wachtlijst om een donornier te ontvangen. Soms wil een partner of verwante van een nierpatiënt wel een nier doneren, maar kan dat niet door bijvoorbeeld een verschil in bloedgroep. Men spreekt dan van een incompatibel koppel. Een cross-over-niertransplantatie kan in bepaalde gevallen uitkomst bieden.

In het Erasmus Medisch Centrum Rotterdam werd in 2003 deze dubbele transplantatie voor het eerst uitgevoerd. Hierbij werden nieren uitgewisseld tussen levende donoren en ontvangers van twee koppels (partners of verwanten) die onderling geen goede match vormden (zie afbeelding 1). In Rotterdam verwacht men met dit programma iets aan de lange wachtlijsten te kunnen doen.

afbeelding 1



Er staan drie koppels op de wachtlijst voor een niertransplantatie.

De bloedgroepen van de drie nierpatiënten en hun verwante donor zijn:

koppel 1 patiënt 0 donor A

koppel 2 patiënt A donor B

koppel 3 patiënt AB donor 0

- 2p 2 Welke koppels zijn op grond van hun bloedgroepen geschikt voor een onderlinge cross-over-niertransplantatie?

- A alleen koppel 1 met koppel 2
- B alleen koppel 1 met koppel 3
- C alleen koppel 2 met koppel 3
- D koppel 1 met koppel 3, en koppel 2 met koppel 3

Soms is een koppel wel AB0-compatibel, maar is het resultaat van de HLA-kruisproef helaas positief. Bij deze kruisproef worden lymfocyten van de donor met serum van de acceptor gemengd. Op die manier wordt duidelijk of in het bloed van de acceptor antistoffen aanwezig zijn tegen HLA-eiwitten van de donor. Is de uitslag positief, dan kan geen nierdonatie plaatsvinden.

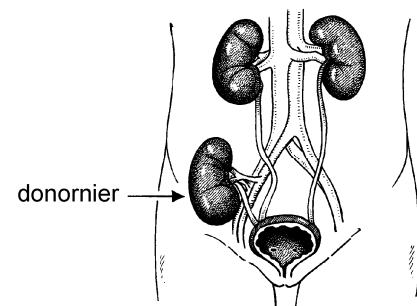
De kans op een positieve HLA-kruisproef is groter wanneer de acceptor de vrouw is van de donor en de moeder van zijn kinderen, dan wanneer de acceptor de man is van de donor en de vader van haar kinderen.

- 2p 3 Geef hiervoor een verklaring.

Bij een niertransplantatie blijven de oorspronkelijke nieren en urineleiders normaal gesproken zitten en wordt de donornier met zijn eigen nierader, nierslagader en urineleider in het bekken geplaatst.

De nierader van de donornier wordt verbonden met een beenader, de nierslagader met een beenslagader (zie afbeelding 2).

afbeelding 2



- 2p 4 Leg uit wat een nadeel is van deze plaats van aanhechting voor de werking van de donornier.

Begrazing op Schiermonnikoog

Het Waddeneiland Schiermonnikoog groeit aan de oostkant aan doordat de zee bij overstromingen dunne laagjes klei afzet op de kwelder. Naarmate de kwelder ouder wordt, groeien er meer planten: het begint met zeekraal op de jonge kwelder, opgevolgd door onder andere kweldergras (lage vegetatie). Enige tientallen jaren later groeien er struikachtige planten, zoals gewone zoutmelde (hoge vegetatie) en is er weinig gras meer te vinden.

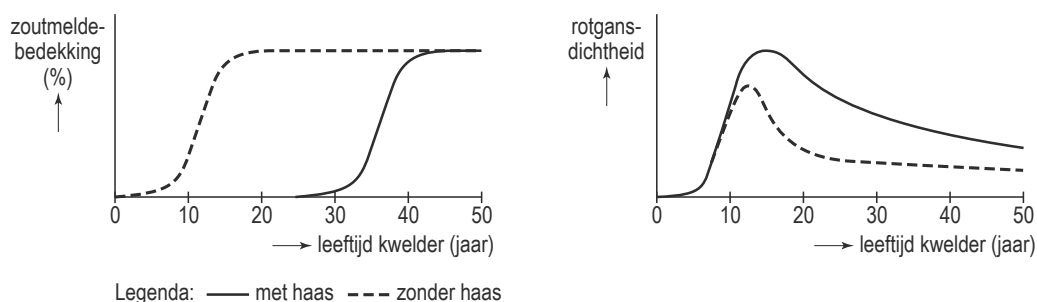
Op de kwelder is onderzoek gedaan naar de invloed van verschillende grazers op de dynamiek in het ecosysteem. Er is onder andere gekeken naar de invloed van het beweiden met schapen op de hoogte van de vegetatie op kwelders van verschillende ouderdom. Een deel van de resultaten van dit onderzoek is in de tabel weergegeven.

type vegetatie	leeftijd kwelder	beweiding (schapen)	hoogte vegetatie	
			laag (%)	hoog (%)
1	jong	niet	76	24
2	oud	niet	29	71
3	oud	wel	50	50

Het beweiden door schapen heeft niet alleen invloed op de hoogte van de vegetatie, maar ook op de aanwezigheid en afwezigheid van bepaalde plantensoorten. Een oorzaak van het verdwijnen van een bepaalde plantensoort kan zijn dat deze soort niet tegen begrazing kan.

- 2p **5** Noteer nog twee andere invloeden van beweiding waar niet elke plantensoort tegen bestand is.

Ook hazen en ganzen grazen op de kwelder. Uit onderzoek is gebleken dat de aanwezigheid van de haas de opmars van de gewone zoutmelde in toom houdt en de aanwezigheid van de rotgans stimuleert. De invloed van hazen op de zoutmeldebedekking en op de rotgansdichtheid op de kwelder is in de diagrammen weergegeven.



Rotganzen bezoeken Schiermonnikoog van maart tot april. Daarna trekken ze weldoorvoed naar het noorden om te gaan nestelen. De mate waarin ganzen een gebied bezoeken om te grazen, de begrazingsdruk, wordt vastgesteld door het aantal keutels per m² per week te tellen. Dit aantal varieert in het voorjaar van 0,4 tot 2,0 keutels per m² per week.

In de uitwerkbijlage is een assenstelsel afgedrukt.

- 3p **6** Maak hierin een staafdiagram waarin je de in het voorjaar verwachte begrazingsdruk door rotganzen (gebaseerd op het tellen van de keutels) uitzet tegen de drie vegetatietypen 1, 2 en 3 uit de tabel.

Kogel in het hart

In een dagblad stond het volgende artikel.

Man loopt 16 uur rond met kogel in hart

Een 21-jarige man die door een kogel in zijn hart werd geraakt, heeft de moordaanslag wonder boven wonder overleefd. De man was in de nacht van dinsdag op woensdag van dichtbij in een parkje beschoten. Hij kon op eigen gelegenheid naar het stadscentrum lopen. Woensdagavond, zo'n 16 uur later, kreeg hij het ineens erg benauwd en nam hij een taxi naar het ziekenhuis. Daar moest hij met spoed worden geopereerd. Toen bleek dat de kogel dwars door zijn hart heen was gegaan.

Volgens de cardiochirurg van het Amphia Ziekenhuis in Breda is het medisch verklaarbaar dat de man kon doorlopen met zo'n ernstige verwonding.

"Als de kogel dwars door een hartkamer is gegaan, zal er nauwelijks bloedverlies plaatsvinden."

- 2p **7** Leg uit waardoor er in dat geval zowel tijdens de systole als tijdens de diastole nauwelijks bloedverlies zal plaatsvinden.

Blijkbaar heeft de kogel geen delen van het hart geraakt, waarvan beschadiging direct levensbedreigend is.

- 2p **8** Noem twee verschillende onderdelen van het hart die bij beschadiging door een kogel wel direct levensgevaar zouden hebben opgeleverd voor het slachtoffer.

2p 9 Welke van deze vier mogelijkheden is de juiste?

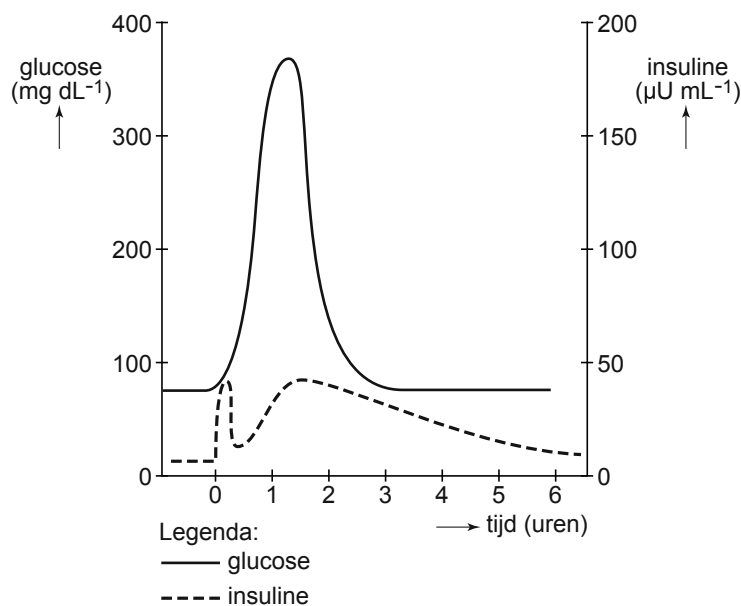
- A plaats 1
- B plaats 2
- C plaats 3
- D plaats 4

Bij de secretie van een bepaald aantal moleculen insuline komt een even groot aantal C-peptiden in het bloed terecht. Deze C-peptiden worden niet door de lever afgebroken en worden uiteindelijk met de urine uitgescheiden. De hoeveelheid C-peptiden in de urine kan gemeten worden en vormt een betrouwbare maatstaf voor de insulinesecretie van de alvleesklier.

2p 10 Noem twee eigenschappen van het C-peptide waardoor het in de urine komt en daarin een betrouwbare maat voor de insulinesecretie is.

Bij een onderzoek naar de werking van de alvleesklier wordt aan een proefpersoon op tijdstip 0 door middel van een injectie glucose in het bloed toegediend. Vervolgens wordt bepaald hoeveel glucose en hoeveel insuline wordt aangetroffen in het bloedplasma. Het resultaat van dit experiment staat weergegeven in het volgende diagram (afbeelding 3).

afbeelding 3



Na toediening van de glucose worden twee pieken in insulineconcentratie in het bloedplasma waargenomen. De eerste piek binnen 2 tot 5 minuten na toediening, de tweede piek duurt voort zolang de glucoseconcentratie in het bloedplasma verhoogd is.

2p 11 Geef een verklaring voor het ontstaan van elk van de twee pieken.

Bij de regeling van het bloedglucosegehalte spelen naast de alvleesklier ook de hypothalamus, de hypofyse en de bijnieren een rol.

In de uitwerkbijlage is een aanzet gegeven voor een schema waarin de invloed van de bijnierhormonen adrenaline en cortisol op het bloedglucosegehalte wordt weergegeven en de rol van hypothalamus en hypofyse daarbij.

- 4p 12 Maak het schema in de uitwerkbijlage compleet. Doe het als volgt:
- Geef door middel van pijlen aan hoe via hypothalamus en hypofyse de hormoonproductie van de bijnier wordt beïnvloed.
 - Geef door middel van pijlen aan hoe de regulatie van het bloedglucosegehalte door adrenaline verloopt en hoe de regulatie door cortisol verloopt.
 - Schrijf bij elke ingetekende pijl de naam van het hormoon en geef aan of de pijl stimulering (+) of remming (–) aangeeft.

De endosymbiosetheorie

Het leven op aarde is waarschijnlijk ontstaan onder anaerobe omstandigheden. Pas later zou er zuurstof in de atmosfeer zijn gekomen. Men veronderstelt dat cellen aanvankelijk nog eenvoudig van bouw waren. Ze hadden nog geen kernmembraan en ook andere organellen, zoals plastiden en mitochondriën, ontbraken.

Volgens de endosymbiosetheorie stammen zowel chloroplasten als mitochondriën af van oorspronkelijk zelfstandig levende cellen die later endosymbiont werden. De term endosymbiont wordt gebruikt voor een dergelijke cel die in een andere (gastheer)cel is opgenomen. Toen de endosymbionten en de gastheercel steeds meer afhankelijk werden van elkaar, ontwikkelde zich langzamerhand een celtype met delen die zich niet meer zelfstandig kunnen handhaven.

Het DNA van mitochondriën bevat de code voor de aminozuurvolgorde van bepaalde enzymen die in het mitochondrium werkzaam zijn.

Drie enzymen zijn:

- 1 cytochroom-c-oxidase
- 2 melkzuurdehydrogenase
- 3 NADP-reductase

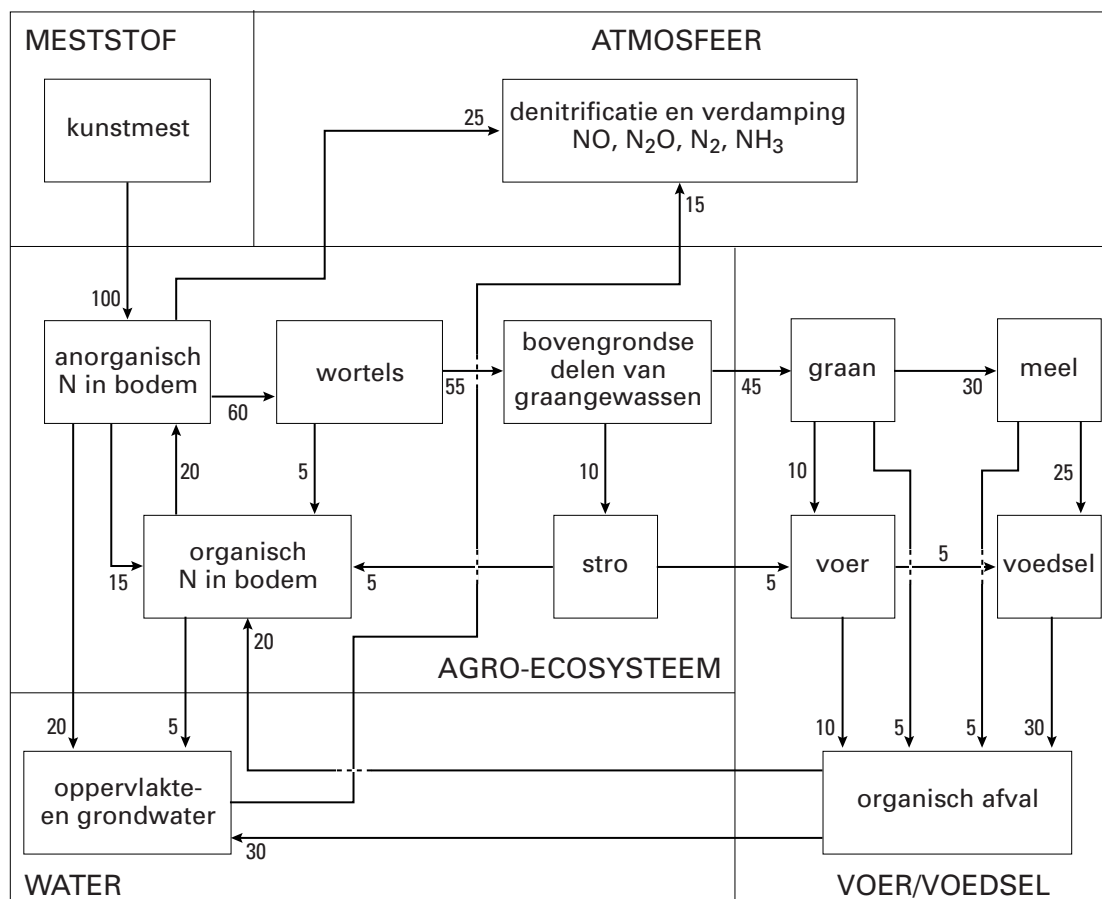
- 2p 13 Van welk van deze drie enzymen is de code onderdeel van het mitochondriale DNA?
- A** cytochroom-c-oxidase
B melkzuurdehydrogenase
C NADP-reductase

Bij endosymbiose kan het begrip mutualisme worden toegepast.

- 4p 14
- Leg uit wat het wederzijds voordeel is dat de voorlopers van de mitochondriën en de oorspronkelijke gastheercellen van deze symbiose hadden.
 - Leg uit wat het wederzijds voordeel is dat de voorlopers van de chloroplasten en de oorspronkelijke gastheercellen van deze symbiose hadden.

Meststoffen

In de afbeelding is een deel van de stikstofkringloop in een landbouwgebied weergegeven. Het schema toont de weg die 100 eenheden stikstof uit kunstmest gingen na toediening aan een graanakker (wintertarwe) met als resultaat een hoge opbrengst.



- 2p **15** – Is er op grond van de gegevens in dit schema sprake van een opbouw van een stikstofvoorraad in de bodem door toevoeging van de kunstmest?
– Geef een verklaring voor je antwoord aan de hand van een berekening.
- 2p **16** Bereken welk percentage van de stikstof uit de kunstmest uiteindelijk terechtkomt in het oppervlakte- en grondwater.

Viskwekers proberen op alle mogelijke manieren hun opbrengst te verbeteren. Hierbij kan biotechnologie een rol spelen. Vissen zijn hiervoor bij uitstek geschikt door de beschikbaarheid van grote hoeveelheden eieren (kuit) en de mogelijkheid van in vitro fertilisatie.

Bij vissen groeien de vrouwtjes over het algemeen sneller en worden later geslachtsrijp dan de mannetjes. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de forel. Als deze vissen geslachtsrijp worden gaat dat gepaard met een vermindering van de vleeskwiteit. Forellenkwekers zijn er dus bij gebaat om veel vrouwtjesvissen te hebben.

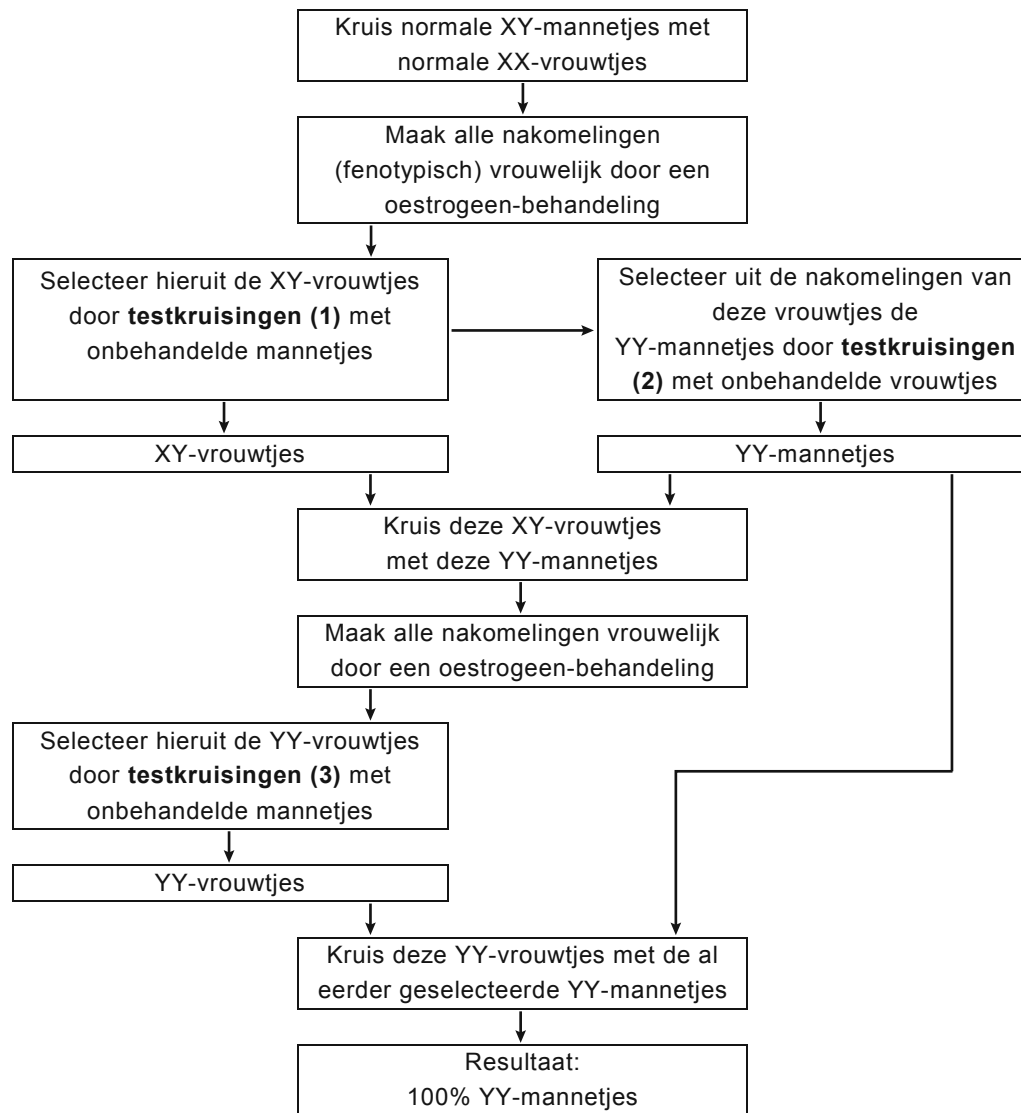
Het geslacht is bij vissen, net zoals bij de mens, genetisch bepaald. Vrouwtjes worden met XX en mannetjes met XY aangeduid, maar je kunt het X- en het Y-chromosoom van vissen onder een microscoop niet van elkaar onderscheiden. Een dominant gen op het Y-chromosoom zorgt ervoor dat de embryonale geslachtsorganen zich ontwikkelen tot testes. Is dit gen afwezig, dan ontwikkelen zich ovaria.

Sommige vissen, waaronder de forel, kunnen van geslacht veranderen. Als er kort na het uitkomen van de eitjes mannelijke hormonen aan het voedsel worden toegevoegd, ontwikkelen XX-vissen zich tot geslachtsrijpe neo-mannetjes die sperma kunnen produceren. En andersom kunnen XY-vissen door oestrogenen in het voedsel veranderen in geslachtsrijpe neo-vrouwtjes.

- 2p 17 Een forellenkweker wil zoveel mogelijke vrouwelijke vissen verkrijgen. Welke van de volgende kruisingen geeft het beste resultaat?
- A neo-mannetje x normaal mannetje
 - B neo-mannetje x normaal vrouwtje
 - C neo-vrouwtje x normaal vrouwtje
 - D neo-vrouwtje x normaal mannetje

Bij Tilapia zijn juist de mannelijke dieren commercieel aantrekkelijk. Mannetjes en vrouwtjes zijn bij deze soort goed van elkaar te onderscheiden. Een volledig mannelijke populatie kan worden verkregen na een aantal kruisingen en behandelingen met hormonen. Omdat de neo-mannetjes uiterlijk niet te onderscheiden zijn van de normale mannetjes, en ook het verschil tussen neo-vrouwtjes en normale vrouwtjes niet te zien is, zijn testkruisingen nodig om de mannetjes en vrouwtjes met het gewenste genotype te selecteren. Neo-mannetjes en neo-vrouwtjes kunnen zich beide voortplanten, en bij Tilapia's worden ook vissen met genotype YY geslachtsrijp.

In de volgende afbeelding is in een schema aangegeven hoe de kweker te werk kan gaan om een generatie van alleen mannelijke Tilapia's te verkrijgen.



Een aantal kruisingen zijn:

- I XX x XY
- II XY x XY
- III XY x YY
- IV YY x XX

2p 18 Welke van deze kruisingen vinden bij test 1 plaats, welke bij test 2 en welke bij test 3?

	test 1	test 2	test 3
A	kruisingen I en II	kruisingen I en IV	kruisingen II en III
B	kruisingen I en II	kruisingen II en III	kruisingen III en IV
C	kruisingen I en IV	kruisingen I en II	kruisingen II en III
D	kruisingen I en IV	kruisingen II en III	kruisingen III en IV

Micro-organismen kweken

Voor industriële doeleinden worden allerlei soorten micro-organismen op grote schaal gekweekt. Om gebruik te kunnen maken van deze organismen, zoals gisten, is inzicht nodig in hun stofwisselingsprocessen en de factoren die daarop van invloed zijn. Dissimilatie door gistcellen kan zowel aerob als anaerob plaatsvinden. Uit onderzoek is gebleken dat gisten een beperkte capaciteit hebben om glucose aerob te dissimileren. Als deze capaciteit wordt overschreden, wordt glucose anaerob gedissimileerd.

Gistcellen delen zich onder anaerobe omstandigheden minder snel dan onder aerobe omstandigheden. Hierover worden twee beweringen gedaan.

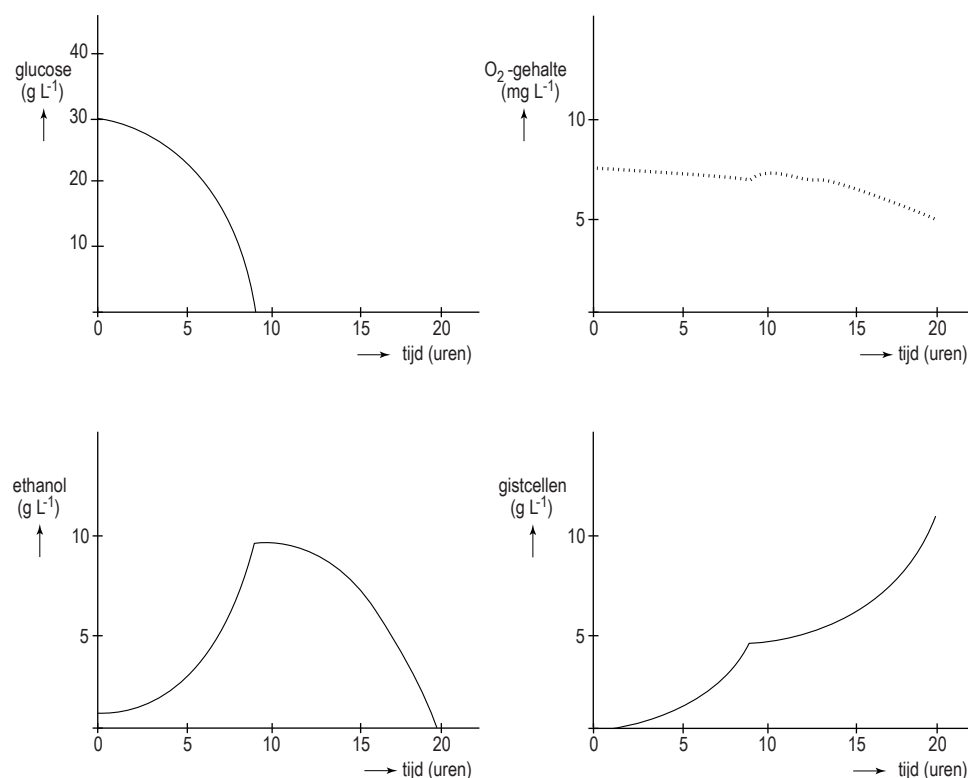
- 1 Bij anaerobe dissimilatie is geen voortgezette assimilatie mogelijk.
- 2 Bij anaerobe dissimilatie wordt per mol glucose minder ATP gevormd dan bij aerobe dissimilatie.

2p 19 Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?

- A geen van beide beweringen
- B alleen bewering 1
- C alleen bewering 2
- D beide beweringen

Een onderzoeker kweekt gistcellen gedurende 20 uur. Tijdens deze kweekperiode meet hij de concentratie glucose, het O_2 -gehalte, de concentratie ethanol en het aantal gistcellen in het kweekmedium (zie afbeelding 1).

afbeelding 1



Vier beweringen over de dissimilatie door de gistcellen op tijdstip $t = 10$ uur zijn:

- 1 Op dat tijdstip vindt vooral aerobe dissimilatie van ethanol plaats;
- 2 Op dat tijdstip vindt vooral anaerobe dissimilatie van ethanol plaats;
- 3 Op dat tijdstip vindt vooral aerobe dissimilatie van glucose plaats;
- 4 Op dat tijdstip vindt vooral anaerobe dissimilatie van glucose plaats.

2p 20 Welke van deze beweringen is juist?

- A bewering 1
- B bewering 2
- C bewering 3
- D bewering 4

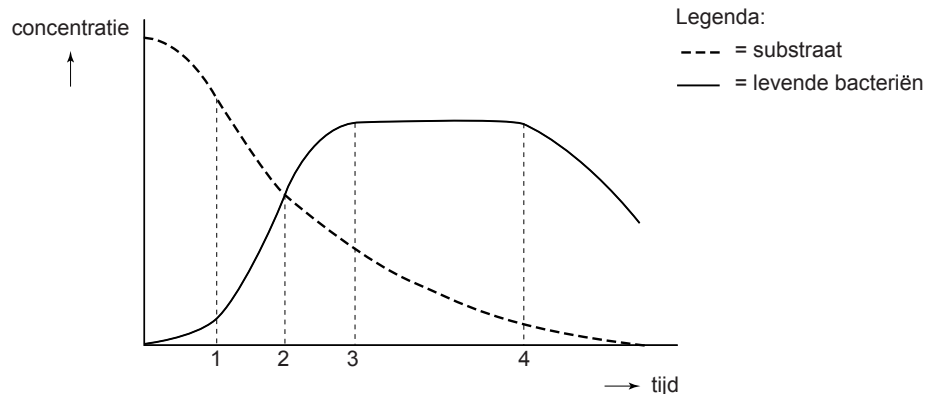
Voor het op grote schaal kweken van micro-organismen worden fermentorvaten gebruikt. In het vat wordt het voedingsmedium met de micro-organismen in beweging gehouden. Sensoren meten voortdurend de omstandigheden in het mengsel.

Met de sensoren kunnen onder andere de hoeveelheid micro-organismen en het O_2 -gehalte gemeten worden.

2p 21 Noem twee andere factoren die tijdens het fermentatieproces moeten worden gemeten om te bepalen of de groei en de groeiomstandigheden van de micro-organismen optimaal zijn.

Voor de productie van penicilline door een schimmel van het geslacht *Penicillium* wordt aan het voedingsmedium eerst een bacteriecultuur toegevoegd. Pas als die goed ontwikkeld is, wordt de schimmelcultuur toegevoegd. Daartoe wordt regelmatig de concentratie van het substraat gemeten en de concentratie levende bacteriën vastgesteld. Deze gegevens zijn weergegeven in afbeelding 2.

afbeelding 2



In afbeelding 2 zijn vier tijdstippen aangegeven met 1, 2, 3 en 4.

2p 22 Op welk van de tijdstippen 1, 2, 3 en 4 is de omzettingssnelheid van het substraat het hoogst?

- A op tijdstip 1
- B op tijdstip 2
- C op tijdstip 3
- D op tijdstip 4

ADH en oxytocine

In de achterkwab van de hypofyse worden oxytocine en ADH (vasopressine) gemaakt. Deze peptidehormonen verschillen slechts weinig van structuur, maar wel veel wat de uitwerking betreft.

De primaire structuur van beide hormonen is hieronder weergegeven.

oxytocine	Cys - Tyr - Ile - Gln - Asn - Cys - Pro - Leu - Gly·NH ₂
ADH	Cys - Tyr - Phe - Gln - Asn - Cys - Pro - Arg - Gly·NH ₂

Er zijn slechts twee verschillen in de aminozuurvolgorde van oxytocine en ADH. Een mogelijke puntmutatie in het DNA van de coderende streng is:

5' -CTA- 3' wordt 5' -CTT- 3'.

- 2p **23** Kan deze puntmutatie één van beide verschillen tussen oxytocine en ADH veroorzaken?

- A nee
- B ja, hierdoor verandert isoleucine in phenylalanine
- C ja, hierdoor verandert leucine in arginine

Bij de vorming van het hormoon oxytocine zijn in hypofysecellen RNA-moleculen nodig. Een aantal onderdelen van een oxytocineproducerende hypofysecel zijn:

- 1 celkern
- 2 cytoplasma
- 3 ruw endoplasmatisch reticulum
- 4 Golgi-systeem

Uiteraard wordt in de celkern van een hypofysecel RNA aangetroffen dat een rol speelt bij de aminozuurvolgorde in oxytocine.

- 2p **24** In of aan welke van de genoemde onderdelen nog meer?

- A alleen onderdeel 2
- B alleen onderdeel 3
- C alleen onderdeel 2 en 3
- D onderdeel 2, 3 en 4

Over de productie en het effect van ADH en oxytocine worden de volgende uitspraken gedaan:

- 1 Het is mogelijk dat de hypofyse tegelijkertijd de hormonen ADH én oxytocine afgeeft.
- 2 Het is mogelijk dat een doelwitcel functionele receptoren voor ADH én voor oxytocine heeft.

- 2p **25** Welke van deze uitspraken is of welke zijn juist?

- A geen van beide
- B alleen 1
- C alleen 2
- D beide

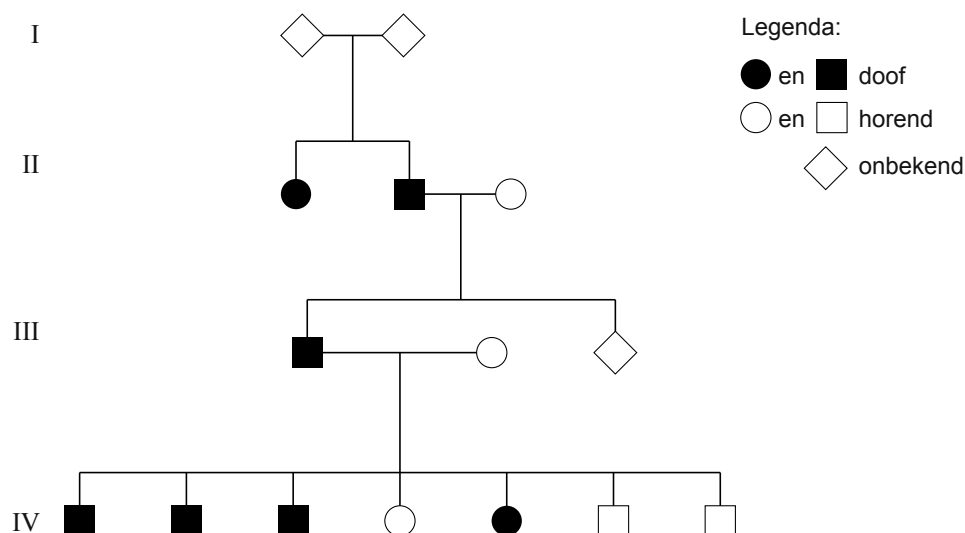
Slechter horen door kapotte ionkanalen

Gehoorverlies kan veroorzaakt worden door omgevingsfactoren, maar vaak is het een erfelijke kwestie. Bij een erfelijke vorm van doofheid ligt de oorzaak veelal in het orgaan van Corti, een onderdeel van het slakkenhuis dat zich in het binnenoor bevindt.

Spaanse onderzoekers hebben aan de hand van DNA-onderzoek in een bepaalde familie aangetoond dat de oorzaak van het gehoorverlies een mutant KCNQ4-gen is. Het KCNQ4-gen blijkt te coderen voor het eiwit van een K^+ -kanaaltje in de buitenste haarcellen (zintuigcellen) in het orgaan van Corti. Normaal functionerende K^+ -kanaaltjes zijn nodig voor het omzetten van geluiden in elektrische impulsen naar de hersenen.

In de stamboom (afbeelding 1) is aangegeven welke familieleden van de laatste drie generaties doof zijn.

afbeelding 1



Over de afkomst en het ontstaan van het mutant KCNQ4-gen bij de onderzochte Spaanse familie (zie afbeelding 1) worden twee uitspraken gedaan:

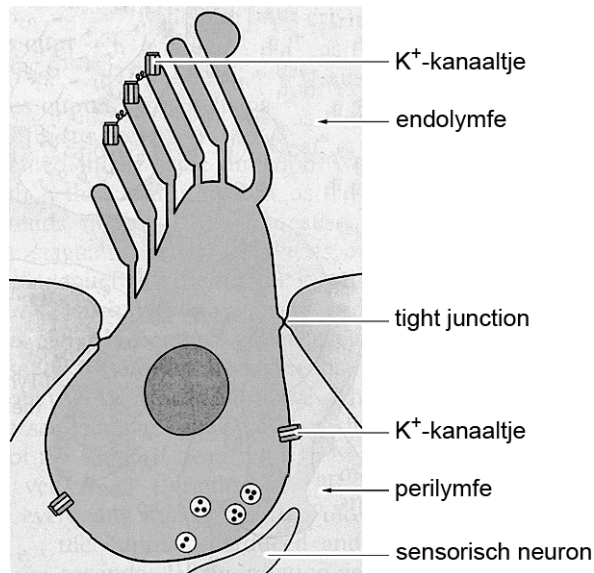
- 1 Het mutant KCNQ4-gen is waarschijnlijk afkomstig van één van de overgrootouders (generatie I).
- 2 De mutatie in het KCNQ4-gen heeft waarschijnlijk bij beide overgrootouders uit generatie I plaatsgevonden.

2p **26** Welke van deze uitspraken is juist?

- A geen van beide
- B alleen 1
- C alleen 2

Door geluiden wordt vloeistof in het slakkenhuis in trilling gebracht. Wanneer daardoor de haartjes op een buitenste haarcel meer dan 0,3 nanometer verbogen worden, verandert de potentiaal in deze haarcel. Haarcellen zijn stevig aan elkaar gehecht met tight junctions. Door deze tight junctions worden de twee vloeistofcompartimenten in het slakkenhuis van elkaar gescheiden in endolymfe en perilymfe (zie afbeelding 2: een schematische tekening van een haarcel van een kind).

afbeelding 2



Haarcellen bezitten twee typen K^+ -kanaaltjes: K^+ -kanaaltjes in de haartjes die uitsteken in de endolymfe en K^+ -kanaaltjes in de celbasis die zijn omringd door de perilymfe. Samen maken deze K^+ -kanaaltjes depolarisatie, hyperpolarisatie en repolarisatie van de haarcellen mogelijk.

Voor het ontstaan van een actiepotentiaal in de buitenste haarcellen is het noodzakelijk dat perilymfe, endolymfe en het cytoplasma in de buitenste haarcel verschillend van samenstelling zijn. Tabel 1 toont enkele gegevens van deze vloeistoffen.

tabel 1

vloeistof	K^+ -concentratie	potentiaal
endolymfe	161 mM	+85 mV
perilymfe	3 mM	0 mV
cytoplasma haarcel	150 mM	-60 mV

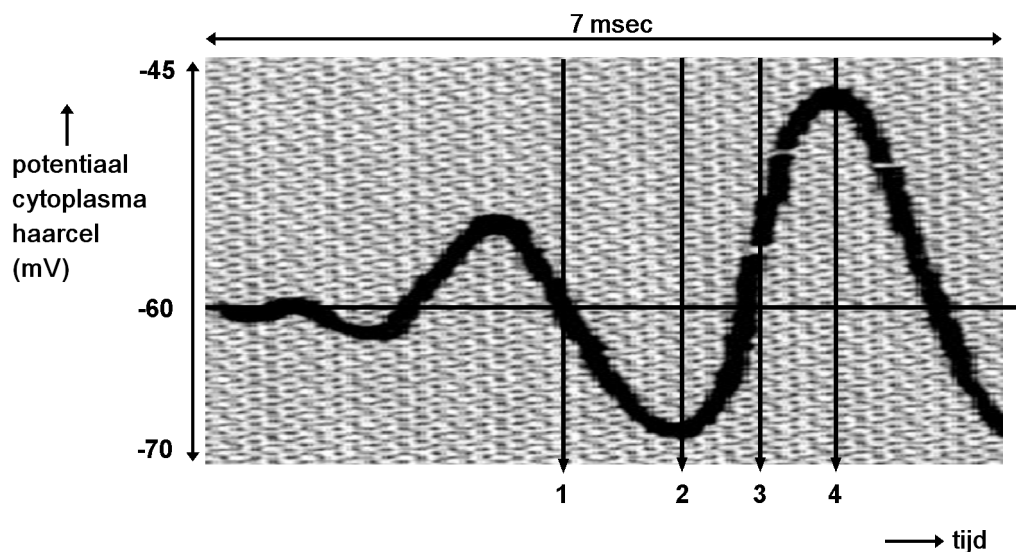
- 2p 27 Hoe verandert de potentiaal van de haarcel direct nadat K^+ -kanaaltjes in de haartjes openen? En hoe verandert de potentiaal van de haarcel direct nadat K^+ -kanaaltjes in de celbasis openen?

potentiaal bij opengaan K^+ -kanaaltjes in de haartjes	potentiaal bij opengaan K^+ -kanaaltjes in de celbasis
A meer negatief	meer negatief
B meer negatief	minder negatief
C minder negatief	meer negatief
D minder negatief	minder negatief

- 2p 28 Leg uit dat goed functionerende tight junctions tussen de haarcellen nodig zijn om te kunnen horen.

Een buitenste haarcel werd blootgesteld aan een geluid van 300 Herz gedurende 60 msec. Tijdens deze proef werd de potentiaal in de haarcel gemeten. In het diagram van afbeelding 3 zijn de eerste 7 msec van de meting weergegeven.

afbeelding 3



In het diagram zijn vier tijdstippen (1 tot en met 4) aangegeven.

- 2p 29 Op welk van deze tijdstippen zijn de meeste K^+ -kanaaltjes in de celbasis van de haarcellen open?
- A tijdstip 1
B tijdstip 2
C tijdstip 3
D tijdstip 4

Het gehoorverlies in de Spaanse familie blijkt te worden veroorzaakt door een puntmutatie (G296S) in het KCNQ4-gen.

Voor een onderzoek naar het effect van de G296S-mutatie werden vijf groepen eicellen van kikkers gebruikt. Groep 0 was de controlegroep. De eicellen van groep 1 tot en met 4 werden geïnjecteerd met wildtype mRNA (op basis van het intacte gen) en/of mutant mRNA (op basis van het gen met de G296S-mutatie). De samenstelling van de injecties was als volgt:

groep 1 5 ng wildtype mRNA

groep 2 5 ng mutant mRNA

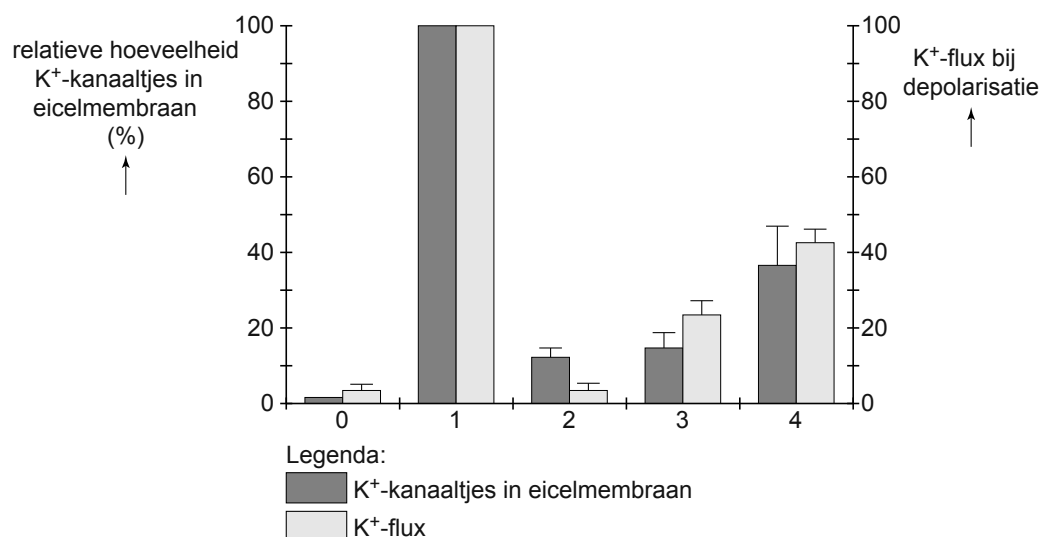
groep 3 2,5 ng wildtype mRNA plus 2,5 ng mutant mRNA

groep 4 5 ng wildtype mRNA plus 5 ng mutant mRNA

Er is onderzocht of na een bepaalde tijd bij de verschillende behandelde eicellen K^+ -kanaaltjes konden worden gevonden in het eicelmembraan. Ook werd de functie van de K^+ -kanaaltjes getest, door te kijken of ze in staat waren om K^+ -ionen door te laten (K^+ -flux) wanneer het eicelmembraan werd gedepolariseerd. De gemeten resultaten van groep 1 werden als referentie op 100% gesteld.

De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in afbeelding 4.

afbeelding 4



Op grond van de resultaten in afbeelding 4 wordt het volgende beweerde:

- 1 Het mutante K^+ -kanaaltje komt minder in het celmembraan van de eicellen terecht dan het wild-type K^+ -kanaaltje.
- 2 Het mutante K^+ -kanaaltje is minder in staat om K^+ -ionen door te laten dan het wild-type K^+ -kanaaltje.

2p 30 Welke bewering wordt of welke beweringen worden ondersteund door de resultaten van deze eicelexperimenten?

- A geen van beide
- B alleen bewering 1
- C alleen bewering 2
- D zowel bewering 1 als bewering 2

Uit de stamboomgegevens kan worden geconcludeerd dat het wildtype allel recessief is. De resultaten van het experiment met kikkereicellen ondersteunen deze conclusie.

- 2p 31 Door de vergelijking van welke resultaten van het experiment met kikkereicellen wordt deze conclusie ondersteund?
- A de resultaten van groep 0 en groep 1
 - B de resultaten van groep 0 en groep 2
 - C de resultaten van groep 1 en groep 2
 - D de resultaten van groep 1 en groep 3 of groep 4

Cichliden

De bioloog en schrijver Tijs Goldschmidt deed tussen 1981 en 1986 onderzoek naar de aanwezigheid van bepaalde soorten vissen in het Victoriameer in Tanzania (Afrika). Hij onderzocht verschillende soorten cichliden, baarsachtige visjes van het geslacht *Haplochromis* waarvan honderden soorten bekend zijn. In zijn boek 'Darwins hofvijver' beschrijft hij aspecten van dit onderzoek, waarbij hij gefascineerd raakte door Darwins evolutietheorie.

Drie uitgangspunten van de evolutietheorie zijn:

- 1 In een populatie worden meer nakomelingen geproduceerd dan overeenkomt met de draagkracht.
- 2 In een populatie vindt voortdurend mutatie plaats.
- 3 De aan de omstandigheden best aangepaste individuen hebben in de populatie de grootste overlevingskans.

- 2p 32 Door welke van deze gebeurtenissen kunnen de allelfrequenties in een cichlidenpopulatie van het Victoriameer veranderen?
- A alleen 1
 - B alleen 2
 - C alleen 3
 - D 1 en 2
 - E 1 en 3
 - F 2 en 3

In een stabiele populatie van één van de cichlidensoorten is de frequentie van het dominante fenotype 60%.

- 2p 33 Wat is in deze populatie de verhouding tussen de frequenties van het dominante en het recessieve allel?
- A 6,3 (dominant) : 3,7 (recessief)
 - B 3,7 (dominant) : 6,3 (recessief)
 - C 7,7 (dominant) : 2,3 (recessief)
 - D 2,3 (dominant) : 7,7 (recessief)

Alfamannetjes

Het kreeftje *Paracerceis sculpta* plant zich op een speciale manier voort. De vrouwtjes zijn klein, ze vormen grote 'haremgroepen' die in een spons wonen op ondiepe plekken in zee. Zo'n spons is het territorium van een alfamannetje dat wel twee keer zo groot is als het vrouwtje (zie afbeelding).

Tussen alfamannetjes worden hevige gevechten gevoerd: alleen de winnaars veroveren een spons. De vele verliezers blijven zonder.

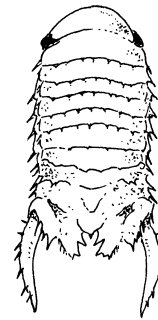
Er bestaan echter nog twee andere typen mannetjes. Ongeveer 4 procent van de mannetjes zijn bètamannetjes; zij hebben de grootte en het uiterlijk van vrouwtjes. Ongemerkt dringen zij de spons binnen.

Ongeveer 15 procent zijn gammamannetjes; zij zien er wel uit als mannetjes, maar zijn heel klein en slagen er zo nu en dan in langs de territoriumbezitter een spons binnen te glippen. Beide typen indringers paren 'stiekem' met de vrouwtjes in de spons.

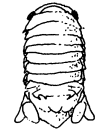
Er zijn drie allelen bekend die het uiterlijk van de mannetjes bepalen:

- Heeft een mannetje twee keer het alfa-allel, dan is hij groot (alfamannetje).
- Heeft hij ten minste één keer het bèta-allel, dan ziet hij er uit als een vrouwtje (bètamannetje).
- Heeft hij een gamma-allel plus een alfa-allel of twee gamma-allelen, dan is hij heel klein (gammamannetje).

Bij vrouwtjes, vijftig procent van de nakomelingschap, hebben de drie verschillende allelen geen invloed op het uiterlijk.



alfamannetje



vrouwtje

Een vrouwtje met een alfa- en een bèta-allel paart met een heterozygoot gammamannetje.

2p **34** Hoeveel procent van het grote aantal nakomelingen zal tot alfamannetjes uitgroeien?

- A** 0 procent
- B** 12,5 procent
- C** 25 procent

De verdeling in percentages tussen de drie typen mannetjes is stabiel.

2p **35** Leg uit, met een verwijzing naar de allelfrequenties, dat daaruit blijkt dat de territoriumbezittende alfamannetjes relatief meer paringen voor hun rekening nemen dan de bèta- en gammamannetjes.

Sluipwespen

De sluipwesp *Leptopilina heterotoma* legt haar eieren in larven van fruitvliegen. De fruitvliegslarve groeit vervolgens door tot het popstadium. Hierna eet de parasiet (de larve van de sluipwesp) de gastheer van binnenuit op. In een al geparasiteerde fruitvliegslarve wordt soms door een ander sluipwespvrouwtje nog een ei bijgelegd. Dit gebeurt alleen als het eerste ei minder dan een minuut geleden gelegd is. Een onderzoeker formuleert de hypothese dat in een geparasiteerde fruitvliegslarve na de eileg een stof wordt gevormd die een herhaalde eileg afremt. Om beide elementen in de hypothese te toetsen zijn achtereenvolgens twee experimenten nodig.

2p **36** Schrijf twee onderzoeksvragen op die horen bij deze experimenten.

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.