

Voor dit examen zijn maximaal 82 punten te behalen; het examen bestaat uit 41 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de beantwoording van de vragen 9, 29 en 35 is een uitwerkbijlage bijgevoegd.

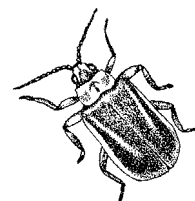
Als bij een open vraag een verklaring, uitleg of berekening vereist is, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg of berekening ontbreekt.

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.

Waterleliehaantje

tekst 1

Waterleliehaantjes zijn kleine kevertjes die in sloten voorkomen. Sommige waterleliehaantjes leven op en van waterplanten waarvan de bladeren hard zijn, zoals waterlelie en gele plomp. Deze kevertjes zijn langer en hebben bredere kaken dan kevertjes die leven op en van waterplanten met zachtere bladeren, zoals veenwortel en waterzuring. De twee groepen waterleliehaantjes leven naast elkaar in dezelfde sloot, soms nog geen dertig centimeter van elkaar verwijderd. Uit onderzoek blijkt dat zowel de larven als de volwassen kevertjes een voorkeur hebben voor hun eigen gastheerplant als voedsel. Vrouwtjeskevers leggen hun eieren bij voorkeur op bladeren van de eigen gastheerplant. Kevertjes, waarvan de ouders op waterzuring en veenwortel leven, overleven slecht op waterlelie en gele plomp, en omgekeerd. Verder is gebleken dat er heel weinig uitwisseling is van erfelijk materiaal tussen de groepen kevers van de verschillende gastheerplanten.



bewerkt naar: NRC Handelsblad, 5 januari 2002

Onder de onderzoekers is er een discussie of de in tekst 1 beschreven twee groepen waterleliehaantjes al dan niet twee verschillende soorten zijn.

- 2p 1 ☐ - Wat kan de aanleiding zijn om de twee groepen tot één soort te rekenen?
- Welke aanleiding is er om ze tot twee verschillende soorten te rekenen?

Iemand wil nader onderzoeken of de twee groepen waterleliehaantjes tot één soort behoren. Ter beschikking zijn onder andere: bevruchte eitjes van waterleliehaantjes uit de twee groepen en voedselplanten voor beide groepen.

- 4p 2 ☐ - Stel een werkplan op, waarin je rekening houdt met de voedselvoorkeur van waterleliehaantjes.
- Geef aan welk onderzoeksresultaat bevestigt dat het om één soort gaat.

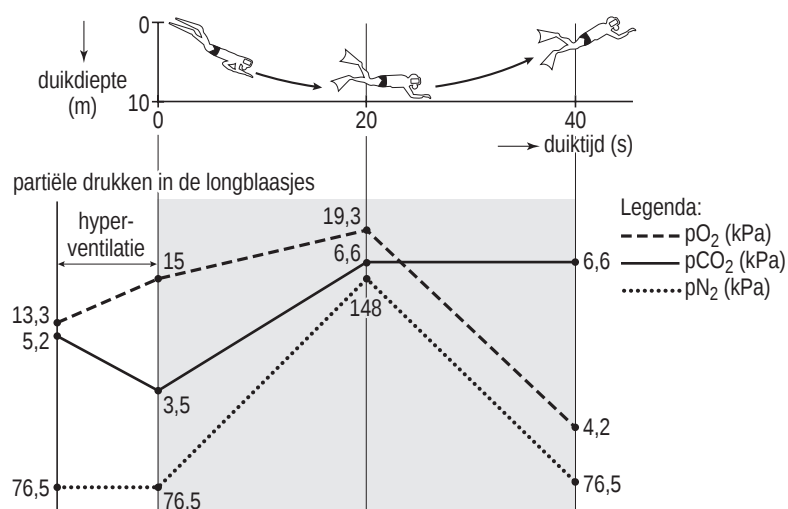
Duiken zonder hulpmiddelen

De verkoop van opgedoken parels of koralen is in een aantal tropische landen een belangrijke bron van inkomsten voor de plaatselijke bevolking. Bij het duiken wordt hier meestal géén gebruik gemaakt van hulpmiddelen zoals snorkels of zuurstofflessen.

Gemiddeld kan iemand die vóór de duik gedurende ongeveer 10 seconden diep in- en uitademt (hyperventilatie), vervolgens bij het duiken 40 seconden de adem inhouden en daarbij een diepte bereiken van ongeveer 10 meter.

In afbeelding 1 zijn de veranderingen van de pO_2 , pCO_2 en pN_2 in de longblaasjes weergegeven tijdens hyperventilatie en de daaropvolgende duik van 40 seconden.

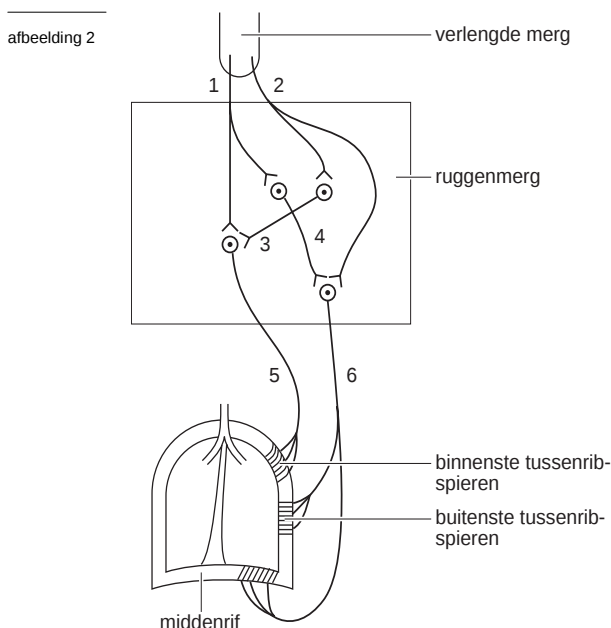
afbeelding 1



bewerkt naar: S. Silbernagl en A. Despopoulos, Sesam Atlas van de fysiologie, Baarn, 2001, 135

- 2p **3** ☐ Geef een verklaring voor de stijging van de pO_2
- tijdens hyperventilatie vóór aanvang van de duik;
 - gedurende de eerste 20 seconden van de duik.
- 2p **4** ☐ Leg uit waardoor een duiker na hyperventilatie langer de adem inhoudt dan normaal.

In afbeelding 2 is een model weergegeven van de wijze waarop het verlengde merg door middel van zenuwcellen verbonden is met tussenribspieren en middenrifspieren.



bewerkt naar: S. Silbernagl en A. Despopoulos, *Atlas der Physiologie*, 1979, Stuttgart, 93

- Een duiker wil onder water zo lang mogelijk inademing voorkómen.
- 1p **5** ☐ Door welk van de in afbeelding 2 genummerde neuronen wordt voor het bewust voorkómen van de inademing (na uitademing) een inhiberende neurotransmitter afgegeven?

Om langer en dieper onder water te kunnen blijven, wordt de mogelijkheid van een snorkel met een extra lange adembuis overwogen. Door verlenging van de adembuis van een snorkel wordt echter de diffusiesnelheid ongunstig beïnvloed, zodat er onvoldoende zuurstof in het bloed wordt opgenomen. De diffusiesnelheid V (hoeveelheid per tijdseenheid) is volgens de wet van Fick afhankelijk van de volgende factoren:

$$V = D \cdot F \cdot \frac{p_1 - p_2}{d}$$

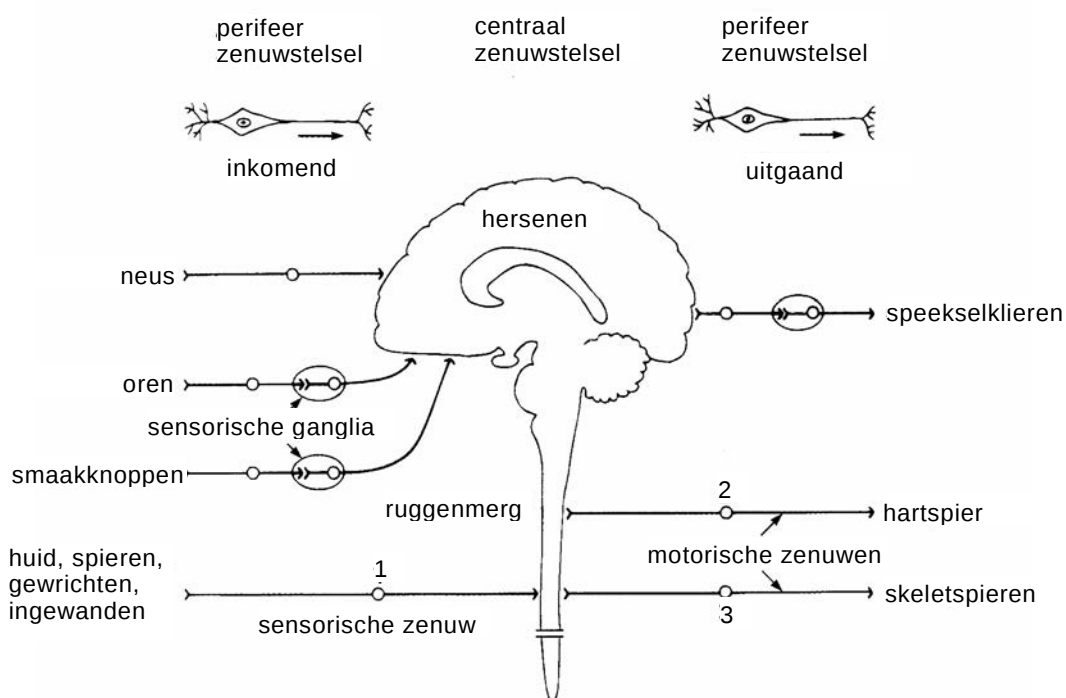
Daarbij is D de diffusiecoëfficiënt, F het diffusie-oppervlak, $p_1 - p_2$ het verschil in partiële gasdruk en d de diffusieafstand

- 2p **6** ☒ Door welke van deze factoren wordt bij gebruik van een snorkel met extra lange adembuis de diffusiesnelheid verminderd?
- A de diffusiecoëfficiënt D
 - B het diffusie-oppervlak F
 - C het drukverschil $p_1 - p_2$
 - D de diffusieafstand

Zenuwstelsel

Afbeelding 3 geeft schematisch de indeling van het zenuwstelsel weer. Dit schema is niet volledig. De cijfers 1, 2 en 3 in afbeelding 3 verwijzen naar cellichamen van neuronen.

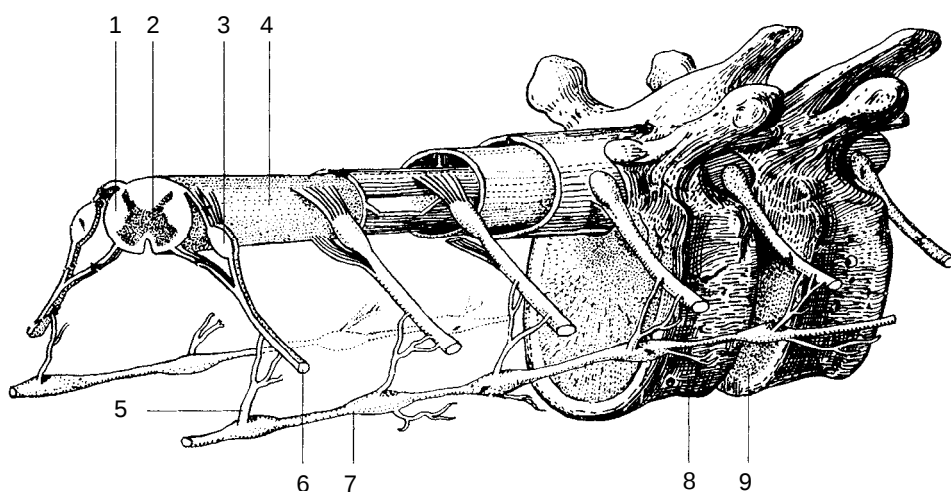
afbeelding 3



bewerkt naar: L.C. Junqueira e.a., *Functionele histologie*, Maarssen, 2000, 180

In afbeelding 4 is een deel van de wervelkolom met ruggenmerg en grensstreng schematisch getekend.

afbeelding 4



Legenda:

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| 1 witte stof | 6 perifere zenuw |
| 2 grijze stof | 7 grensstreng |
| 3 spinaal ganglion | 8 wervel |
| 4 ruggenmerg | 9 tussenwervelschijf |
| 5 orthosympathische zenuw | |

bron: H.H. Kreutzer en A.A.G. Oskamp, *Biologie 5V*, Groningen, 1975, 137

- 3p **7** □ Geef aan waar in afbeelding 4 zich de drie genummerde cellichamen van afbeelding 3 bevinden. Zet daartoe de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en schrijf achter elk nummer de naam van het deel waarin zich het desbetreffende cellichaam bevindt.

Voordat een prikkel leidt tot bewustwording, wordt er in de hersenen een aantal schakelingen tussen verschillende neuronen gepasseerd. Gebleken is dat er minimaal drie synapsen gepasseerd worden voordat men zich van de prikkel bewust wordt.

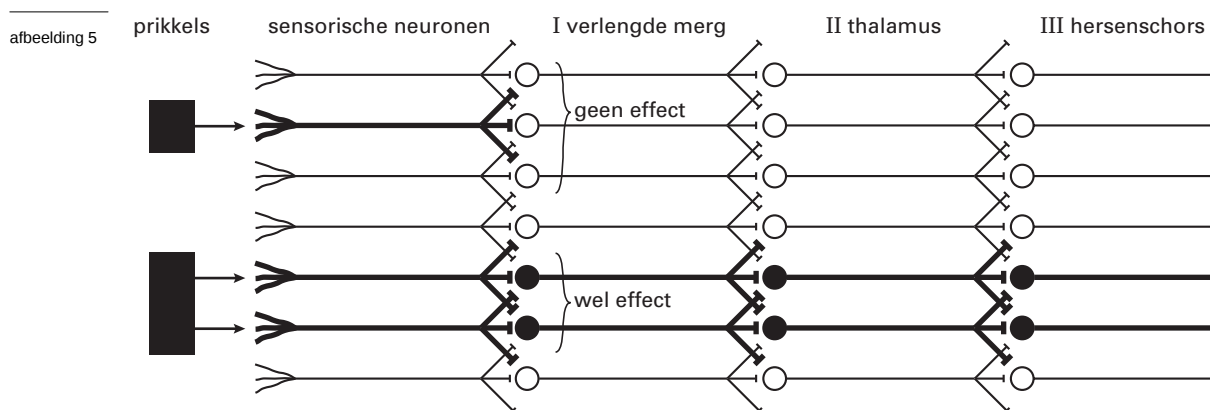
Twee schakelmogelijkheden in het zenuwstelsel zijn:

1 *divergentie*: één sensorische prikkel activeert bij schakeling een toenemend aantal neuronen;

2 *convergentie*: door een aantal sensorische prikkels wordt bij schakeling een afnemend aantal neuronen geactiveerd.

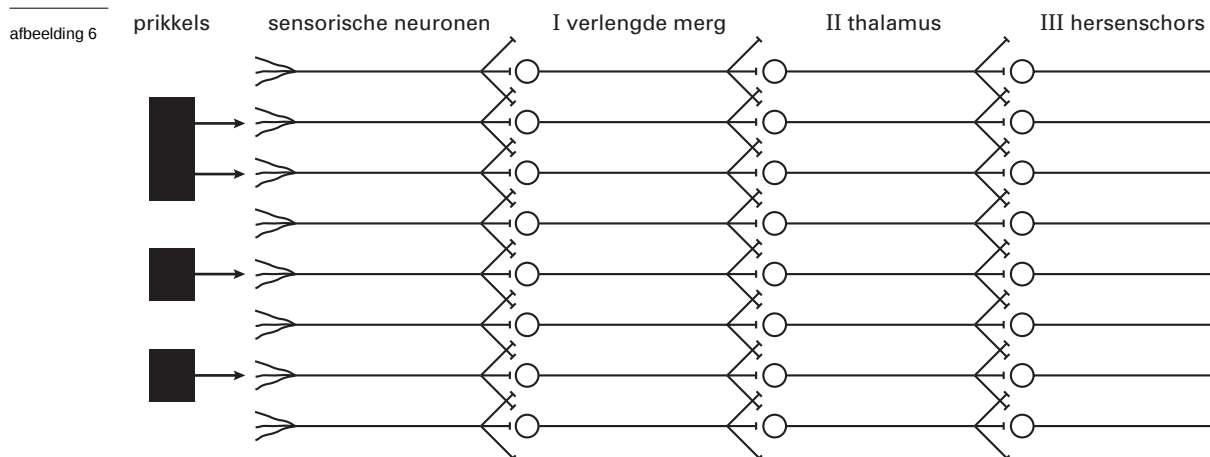
Na aankomst van een impuls bij de synaps treedt een potentiaalverandering in het postsynaptische membraan op die men EPSP (excitatorische postsynaptische potentiaal) noemt. Vaak is er meer dan één EPSP nodig om in een neuron een actiepotentiaal op te wekken.

In het schakelschema van afbeelding 5 ontstaan postsynaptische impulsen als ten minste twee EPSP's (vrijwel) tegelijkertijd optreden. Als er slechts één EPSP is, ontstaat hier geen postsynaptische impuls. Neuronen die een impuls geleiden hebben in de afbeelding een donker cellichaam en dikkere axonen.



bewerkt naar: B. van Cranenburgh, *Schema's Fysiologie*, Maarssen, 1997, 15

In afbeelding 6 is een ander schakelschema weergegeven. Ook hier zijn ten minste twee EPSP's nodig om het volgende neuron te activeren.



2p **8** ■ Hoeveel neuronen in de hersenschors worden er door de prikkels, zoals weergegeven in afbeelding 4, geactiveerd?

- A 2
- B 3
- C 4
- D 5
- E 6

In de uitwerkbijlage is een leeg schakelschema afgedrukt.

Bij deze schakelingen zijn steeds ten minste drie EPSP's nodig om het volgende neuron te activeren.

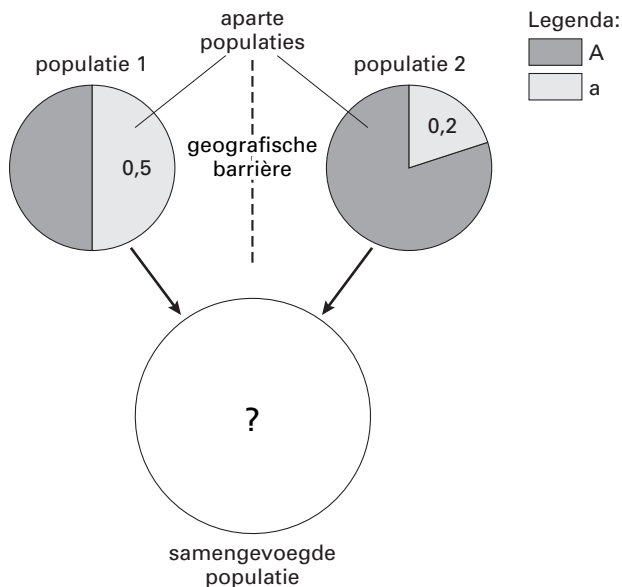
- 2p **9** □
- Teken in het schema de overdracht die past bij de aangegeven prikkel. Doe het op dezelfde manier als in afbeelding 5: geef neuronen die een impuls geleiden, een donker cellichaam en dikkere axonen.
 - Geef onder het schema aan of hier sprake is van *divergentie* of van *convergentie*.

Een tunnel

Door de aanleg van een tunnel wordt de geografische scheiding tussen twee populaties mensen in een bergachtig gebied in één keer opgeheven. Vanaf dat moment gaan de bergbewoners uit beide populaties zoveel sociale en economische relaties aan dat al snel sprake is van één populatie.

Beide oorspronkelijke populaties waren even groot. In beide populaties komt een dominant allel (A) en een recessief allel (a) voor. In populatie 1 is de frequentie 0,5 van zowel allel A als van allel a, terwijl in populatie 2 de frequentie van allel A 0,8 is en de frequentie van allel a 0,2 (zie afbeelding 7).

afbeelding 7



bewerkt naar: D.P. Snustad en M.J. Simmons, *Principles of Genetics*, New York, 2nd edition, 781

- 2p **10** □
- Bereken op twee decimalen nauwkeurig de frequenties van allel A en allel a in de populatie bergbewoners die ontstaan is direct na het samengaan van de populaties 1 en 2.
 - Voorspel de frequentie, op drie decimalen nauwkeurig, van het genotype Aa in de nieuwe populatie met behulp van de regel van Hardy-Weinberg. Geef je antwoord in de vorm van een berekening.

Bos-ecosystemen

Voor drie verschillende bos-ecosystemen in de Verenigde Staten, een gemengd loofbos, een dennenbos en een sparrenbos, is de kringloop van koolstof onderzocht. Enkele resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in tabel 1.

tabel 1

	totale biomassa in planten*	netto primaire productie**	dissimilatie autotrofe organismen**	dissimilatie heterotrofe organismen **
gemengd loofbos	175,2	14,5	28,7	13,4
dennenbos	141,2	36,0	41,3	13,9
sparrenbos	870,4	10,9	150,0	7,6

* in tonnen koolstof per hectare

** in tonnen koolstof per hectare per jaar

bewerkt naar: R.H. Waring en W.H. Schlesinger, *Forest ecosystems*, 1985, 48

- 2p **11** ■ Hoe groot is de bruto primaire productie van het ecosysteem dennenbos (in tonnen koolstof per hectare per jaar)?

A 55,2
B 77,3
C 91,2
D 177,2
E 218,5
F 232,4

De verhouding tussen de bruto primaire productie en de dissimilatie van de autotrofe plus die van de heterotrofe organismen verandert in de loop van de tijd. Van twee soortgelijke sparrenbossen (P en Q) is deze verhouding berekend. Bij bos P is de waarde 1,1 en bij bos Q is de waarde 1,5. Ga ervan uit dat er geen verstoring is opgetreden.

- 2p **12** □ Leg uit welk sparrenbos ouder is.

Plantensap

In een experiment wordt de stengel van een jonge beuk vlak boven de grond afgesneden. Na enige tijd verschijnen druppels vocht uit de stengelstomp. De ionensamenstelling van dit *bloedingssap* is anders dan die van het bodemwater waarmee de wortels van de beuk in contact staan.

Drie delen van de wortels van een beuk zijn: bast (floem), endodermis en hout (xyleem).

- 2p **13** ■ In welk of in welke van de genoemde delen van de wortel heeft selectie plaatsgevonden waardoor de ionensamenstelling van het bloedingssap anders is dan die van het bodemwater?

A alleen in de bast
B alleen in de endodermis
C alleen in de bast en in de endodermis
D alleen in de bast en in het hout
E alleen in de endodermis en in het hout
F in de bast, in de endodermis en in het hout.

In Mexico snijdt men in de stam van bepaalde agaveplanten een inkeping waaruit suikerrijk vocht loopt. Door gisting van dit vocht in een luchtdicht afgesloten vat wordt de nationale drank *pulque* bereid.

Tijdens deze gisting komt CO₂ vrij.

Drie reacties waarbij CO₂ wordt gevormd, zijn:

- 1 de omzetting van pyrodruivenzuur in ethanal;
- 2 de omzetting van pyrodruivenzuur in acetyl-co-enzym A;
- 3 de omzetting van isocitroenzuur in 2-oxoglutaarzuur.

- 2p **14** ■ Welke van deze reacties speelt of welke spelen zich af in de gistcellen bij de vorming van pulque?

A alleen reactie 1
B alleen reactie 2
C alleen reactie 3
D alleen reacties 1 en 3
E alleen reacties 2 en 3

Hormonen

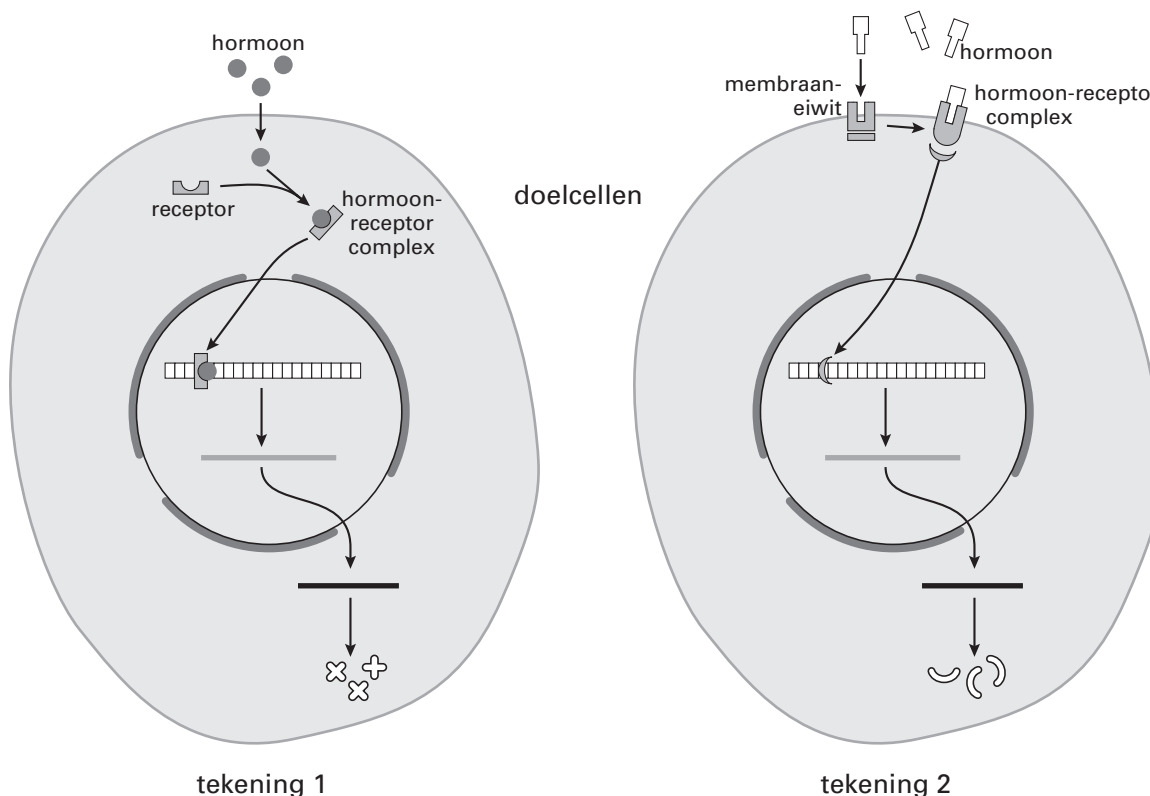
Tijdens een zwangerschap circuleren onder andere de hormonen humaan choriongonadotropine (HCG), oestradiol en progesteron in het bloed van de vrouw. De manier waarop deze hormonen processen in hun doelwitcellen beïnvloeden hangt samen met de molecuulstructuur van de hormonen.

Er zijn twee typen te onderscheiden.

Hormoon type 1 diffundeert de cel in. In de cel wordt een hormoon-receptorcomplex gevormd dat een aantal processen in gang zet (zie tekening 1 van afbeelding 8).

Hormoon type 2 vormt een hormoon-receptorcomplex in het membraan, waarna door activatie van een plasma-eiwit een bepaalde keten van processen in de cel plaatsvindt (zie tekening 2 van afbeelding 8).

afbeelding 8



bewerkt naar: D. Snustad, *Principles of Genetics*, New York, 2000, 651

De molecuulstructuur van een hormoon bewerkstelligt de wijze waarop de doelwitcel wordt geactiveerd, zoals weergegeven in tekening 1 en tekening 2 van afbeelding 8.

- 2p **15** ■ Hoe wordt de doelwitcel geactiveerd door HCG, door oestradiol en door progesteron?
- A door HCG als in tekening 1, door oestradiol en progesteron als in tekening 2
 - B door HCG en progesteron als in tekening 1, door oestradiol als in tekening 2
 - C door oestradiol als in tekening 1, door HCG en progesteron als in tekening 2
 - D door oestradiol en progesteron als in tekening 1, door HCG als in tekening 2

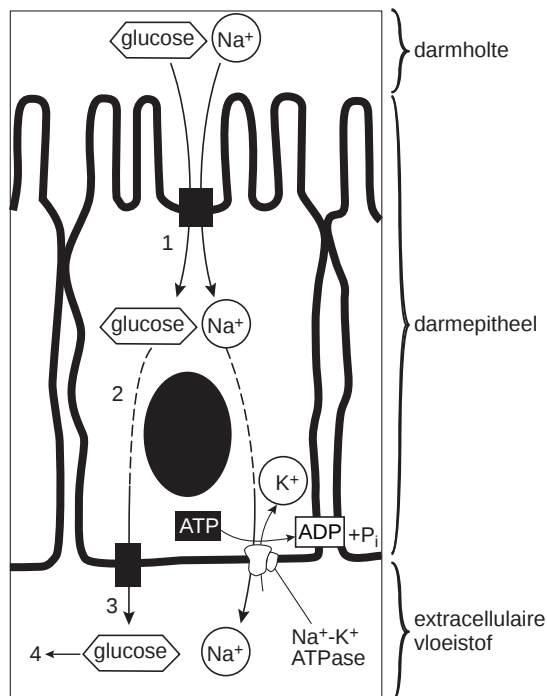
De concentratie van een hormoon in het bloed wordt niet alleen bepaald door bijvoorbeeld productie, afbraak en uitscheiding, maar ook door receptorbinding.

- 1p **16** □ Leg uit dat de concentratie in het bloed van een type 1 hormoon, voor een voldoende werking vaak hoger dient te zijn dan wanneer het een type 2 hormoon betreft.

Resorptie van glucose

In het celmembraan van darmepitheelcellen komen allerlei transporteiwitten voor. Er zijn enkelvoudige transporteiwitten die *gefaciliteerde diffusie* van een bepaalde stof door het membraan mogelijk maken. De werking van andere transporteiwitten berust op het principe van *co-transport*: aan een transporteiwit worden twee verschillende stoffen gebonden, waarna ze tegelijk door het celmembraan bewegen. Bij *symport* gaan beide stoffen dezelfde richting uit, bij *antiport* in tegengestelde richting. Ontbreekt één van beide stoffen dan kan het transport van de andere stof niet plaatsvinden. In afbeelding 9 is de resorptie van glucose door een epitheelcel van de dunne darm en het transport ervan naar de extracellulaire vloeistof schematisch weergegeven.

afbeelding 9



bewerkt naar: B. Alberts e.a., *Molecular Biology of the Cell*, Garland Science, New York, 2002, 623

De glucosemoleculen (zie afbeelding 9) bewegen door het celmembraan naar het cytoplasma van de darmepitheelcel (1), door het cytoplasma van de epitheelcel naar de andere zijde van de cel (2), door het celmembraan naar de extracellulaire vloeistof (3), en -na opname in het bloed- via het bloed naar bijvoorbeeld de lever (4).

- 4p **17** □ Geef de namen van de transportprocessen die hierbij een rol spelen: zet de nummers 1 tot en met 4 onder elkaar en schrijf erachter de naam van het desbetreffende transportproces.

De resorptie van glucose door een epitheelcel van de dunne darm is afhankelijk van de werking van de Na/K-pomp (zie afbeelding 9).

- 2p **18** □ Leg uit wat de rol van de Na/K-pomp hierbij is.

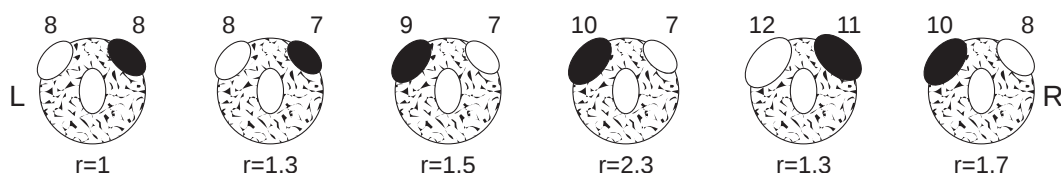
Voorkeur zilvermeeuwen

Zilvermeeuwen, die broeden in een nest op de grond, rollen een ei dat naast het nest terecht is gekomen, terug in het nest. In een aantal experimenten werd onderzocht op welke prikkels een zilvermeeuw reageert bij dit 'terugrolgedrag'. Telkens werden twee van de drie eieren uit het nest verwijderd en werden twee modeleieren op de rand van het nest geplaatst. Genoteerd werd welk model ei, het linker of het rechter ei, als eerste werd teruggerold.

Eerst werd in een serie onderzoeken de voorkeur van één bepaalde meeuw bepaald voor de plaats en het formaat van de twee modeleieren. Het formaat varieerde van groottecategorie 4 tot 16. Een normaal zilvermeeuwei valt in groottecategorie 8.

In afbeelding 10 zijn enkele resultaten van de eerste serie onderzoeken weergegeven. Aangegeven is de groottecategorie van het linker en rechter model ei op de rand van het nest, en welk van de twee als eerste door de meeuw werd teruggerold.

afbeelding 10



Legenda:

L = links R = rechts

● = 1e keus ○ = 2e keus

r = verhouding van de formaten

bron: D. McFarland, *Behaviour, Psychobiology, Ethology and Evolution*, University of Oxford, 1986, 218

Op grond van deze resultaten worden drie beweringen gedaan over de voorkeur van de zilvermeeuw voor één van beide modeleieren:

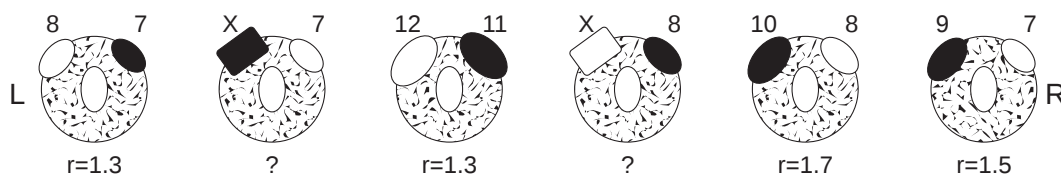
- 1 de zilvermeeuw kiest bij het terugrollen eerst voor het grotere formaat model ei;
- 2 de meeuw rolt het rechter ei als eerste terug indien de verhouding tussen de formaten kleiner of gelijk aan 1,3 is;
- 3 zodra de verhouding tussen de formaten 1,5 of hoger is, wordt het grootste ei als eerste teruggerold.

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

- A alleen bewering 1
- B alleen bewering 2
- C alleen bewering 3
- D alleen bewering 1 en 2
- E alleen bewering 2 en 3

In een tweede onderzoek werd gekeken naar de reactie van de meeuw op een afwijkende vorm van het model ei. Daartoe werd een rechthoekig blokje X van een bepaald formaat gebruikt. De resultaten zijn in afbeelding 11 weergegeven.

afbeelding 11



Legenda:

L = links R = rechts

● en ■ = 1e keus ○ en □ = 2e keus

r = verhouding van de formaten

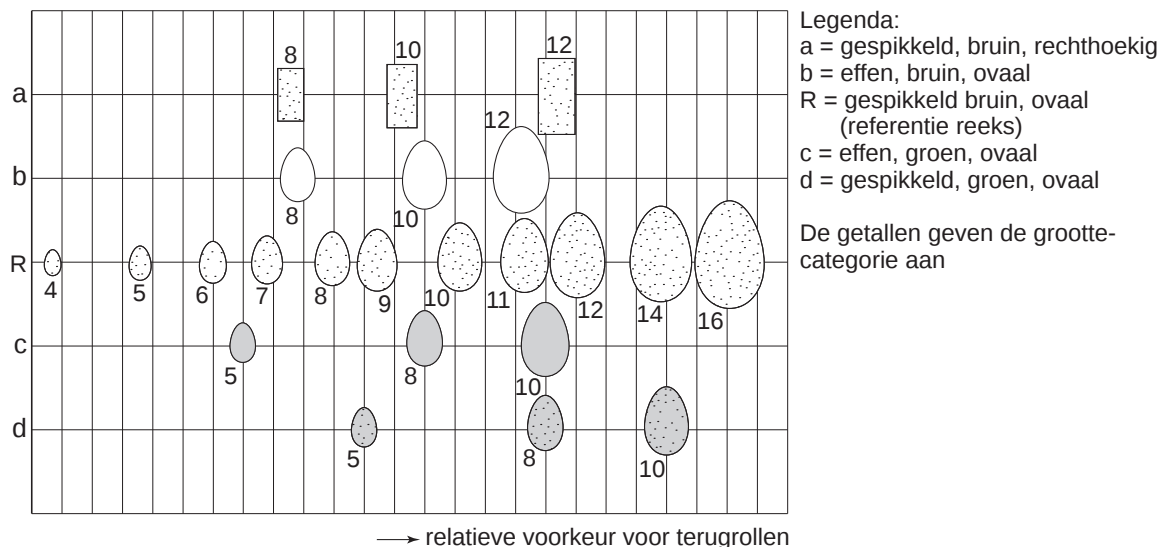
bron: D. McFarland, *Behaviour, Psychobiology, Ethology and Evolution*, University of Oxford, 1986, 218

- 1p **20** ☐ Bepaal op grond van deze resultaten tot welke groottecategorie het model X door deze zilvermeeuw wordt gerekend.

In een derde reeks onderzoeken werden modeleieren gebruikt van verschillende grootte, vorm, kleur en kleurpatroon. Als referentie werd een reeks bruine, gespikkelde modeleieren gebruikt in de groottecategorieën 4 tot 16.

De resultaten zijn in afbeelding 12 weergegeven. De plaats van de modeleieren op de horizontale as is een maat voor de voorkeur van de meeuw bij het terugrollen.

afbeelding 12



bewerkt naar: D. McFarland, *Behaviour, Psychobiology, Ethology and Evolution*, University of Oxford, 1986, 219

Op grond van deze resultaten worden twee conclusies getrokken:

- 1 de zilvermeeuw heeft, bij eieren van dezelfde kleur, een voorkeur voor gespikkelde eieren boven effen eieren bij het terugrollen;
- 2 de kleur, bruin of groen, van een model ei heeft meer invloed dan de vorm, rechthoekig of ovaal, op het terugrolgedrag van de zilvermeeuw.

- 2p **21** ☐ Welke van deze conclusies is of zijn juist?

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

- 1p **22** ☐ Wat is, op grond van de beschreven experimenten, de sleutelprikkel voor het terugrolgedrag van de zilvermeeuw?

Rode roeipootkreeftjes

In heldere ondiepe arctische meren maken roeipootkreeftjes deel uit van een eenvoudig voedselweb met weinig vissoorten.

- 1p **23** ☐ Waardoor is het voedselweb in arctische meren eenvoudiger dan in bijvoorbeeld de Nederlandse meren?

De roeipootkreeftjes in de arctische meren zijn rood gekleurd door de aanwezigheid van het pigment caroteen. Aangenomen wordt dat dit een reactie is op UV-straling. Onderzocht werd of ook infochemicaliën, dat zijn stoffen die bijvoorbeeld vissen afgeven, van invloed zijn op de kleuring van de roeipootkreeftjes.

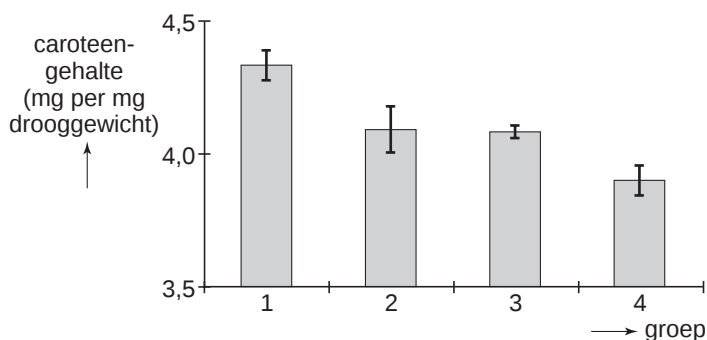
Een groot aantal gelijkgekleurde roeipootkreeftjes werd in vier groepen verdeeld. Zij werden al of niet blootgesteld aan UV-straling en al of niet in contact gebracht met infochemicaliën uit vis (zie tabel 2).

tabel 2

groep	blootgesteld aan UV-straling	in water met infochemicaliën
1	X	
2	X	X
3		
4		X

Na enige tijd werd het caroteengehalte van de roeipootkreeftjes bepaald. De resultaten zijn in het diagram van afbeelding 13 weergegeven.

afbeelding 13



bewerkt naar: L.A. Hansson, *Induced pigmentation in zooplankton*, *Proc. R. Soc.*, volume 267, 2000, 2327-2331

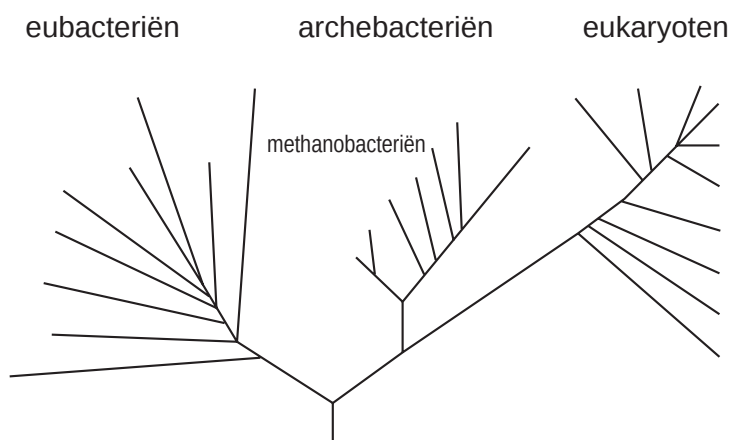
- 4p **24** ☐ - Welke twee conclusies zijn te trekken uit de resultaten van het onderzoek (afbeelding 13)?
- Geef voor elke conclusie een verklaring die wijst op het verband met de overlevingskans van de kreeftjes.

Archebacteriën

De Amerikaanse microbioloog Carl Woese bestudeerde RNA-moleculen uit de ribosomen van methaanvormende bacteriën. Hij ontdekte dat die rRNA-moleculen in basenvolgorde verschilden van die van andere bacteriën. Bij nader onderzoek bleek ook de celwand een andere samenstelling te hebben. Bovendien bleken bepaalde vetten uit het celmembraan sterk te verschillen van die van andere bacteriën, maar overeen te komen met die van eukaryoten.

Deze bevindingen waren voor Woese reden om in zijn evolutionaire model de prokaryoten op te splitsen in twee groepen: eubacteriën en archebacteriën (zie afbeelding 14).

afbeelding 14



bron: Carl R. Woese e.a., *Towards a natural system of organisms*, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, volume 87, 1990, 4578

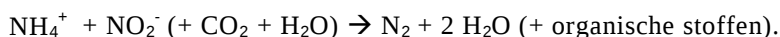
- 2p **25** ■ Op welk van de volgende onderzoeksresultaten met betrekking tot het rRNA kan de indeling van Woese (zie afbeelding 14) gebaseerd zijn?
- A Het rRNA binnen de groep archebacteriën verschilt minder sterk dan dat binnen de groep eukaryoten.
 - B Het rRNA binnen de groep archebacteriën verschilt sterker dan dat binnen de groep eubacteriën.
 - C Het rRNA van archebacteriën als groep verschilt meer van dat van de eubacteriën als groep dan van dat van de eukaryoten als groep.
 - D Het rRNA van archebacteriën als groep vertoont evenveel overeenkomsten met dat van de eubacteriën als groep als met dat van de eukaryoten als groep.

Het milieu waarin veel archebacteriën leven doet denken aan de omstandigheden die op de oeraarde bestonden in haar prille begintijd. De stofwisseling van deze bacteriën is aangepast aan het leven onder deze extreme milieu-omstandigheden. Archebacteriën zijn onder andere aan te treffen in geisers met zeer heet water in het Yellowstone Park en in het extreem zoute water van de Dode Zee.

- 2p **26** □
- Door welke aanpassing kan een bacterie leven bij de zeer hoge temperatuur in een geiser?
 - Door welke aanpassing kan een bacterie leven in de extreem zoute Dode Zee?

Anammox

In de Zwarte Zee verloopt de stikstofkringloop anders dan altijd is aangenomen. Daar vindt op zo'n 90 meter diepte de anammox-reactie plaats die door bacteriën wordt veroorzaakt. In deze anammox-reactie wordt ammonium geoxideerd in een reactie met nitriet. Op basis van onderzoek wordt aangenomen dat de reactievergelijking als volgt is:



De anammox-reactie wordt onder laboratoriumomstandigheden aangetoond door anammoxbacteriën ammonium aan te bieden waarin de gewone stikstofisotoop (^{14}N) is vervangen door de isotoop ^{15}N . Vervolgens wordt de vrije stikstof opgevangen en de verhouding $^{14}\text{N} / ^{15}\text{N}$ daarin bepaald.

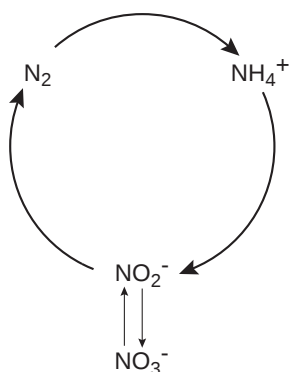
- 1p **27** ☐ Bij welke verhouding tussen ^{14}N en ^{15}N kan worden aangenomen dat de anammox-reactie heeft plaatsgevonden?

De meeste autotrofe organismen, zoals planten, zijn foto-autotroof.

- 2p **28** ☐ Leg uit met behulp van de gegevens in de inleiding dat de anammoxbacterie *chemo-autotroof* is.

De bacteriële stikstofkringloop kan in een model worden weergegeven, zoals in afbeelding 15.

afbeelding 15



De anammox-reactie kan opgenomen worden in deze stikstofkringloop.

In de uitwerkbijlage is het schema van de stikstofkringloop van afbeelding 15 weergegeven.

- 1p **29** ☐ Voeg in dit schema in de uitwerkbijlage op de juiste manier de anammox-reactie in.

In het model wordt een aantal omzettingen met een pijl aangegeven.

- 2p **30** ☒ Welke van de volgende omzettingen is in het model *niet* aangegeven?
- A biologische N-fixatie
 - B denitrificatie
 - C fotochemische N-fixatie
 - D nitrificatie

Anammoxbacteriën kunnen worden gebruikt in waterzuiveringsinstallaties.

- 1p **31** ☐ Noem een nuttig effect van het gebruik van deze bacterie bij de afvalwaterzuivering.

Verwantschap

Om de evolutionaire verwantschap tussen mens, chimpansee, gorilla en andere mensapen zoals gibbons en orang-oetans te bepalen, is al vanaf de 19^e eeuw veel onderzoek verricht. Resultaten hiervan zijn in tabel 3 te vinden.

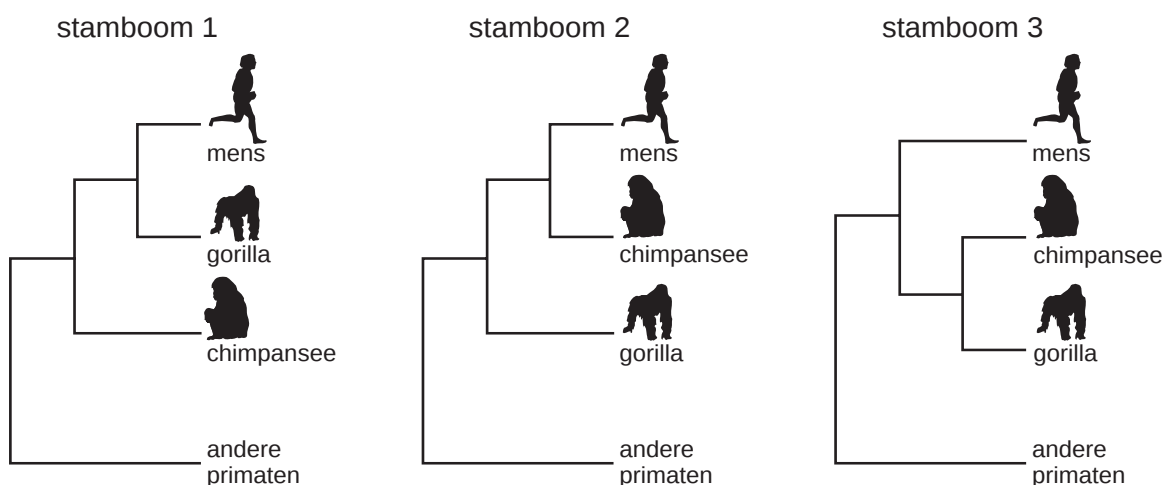
tabel 3

kenmerken	chimpansee	gorilla	mens	andere primaten
relatieve lengte duimen	kort	kort	lang	lang
formaat hoektanden	groot	groot	klein	groot
lengteverschil armen-benen	benen korter dan armen	benen korter dan armen	armen korter dan benen	geen verschil
lengte hoofdhaar	kort	kort	lang	kort
aantal chromosomen	48	48	46	42 of meer
fluorescentie Y-chromosoom	gelijk aan andere primaten	gelijk aan mens	gelijk aan gorilla	gelijk aan chimpansee
α -keten hemoglobine	gelijk aan mens	een aminozuur verschil met mens	gelijk aan chimpansee	verscheidene verschillen met mens
aminozuurvolgorde myoglobine	gelijk aan gorilla	gelijk aan chimpansee	gelijk aan andere primaten	gelijk aan mens

bewerkt naar: *Man's place in evolution, British Museum (Natural History), Cambridge, 1980, 31*

Drie opvattingen over de verwantschap van mens, chimpansee, gorilla en andere primaten zijn weergegeven in de drie stambomen van afbeelding 16.

afbeelding 16



bewerkt naar: *Man's place in evolution, British Museum (Natural History), Cambridge, 1980, 29*

- 2p **32** ■ Welke stamboom in afbeelding 16 geeft de mate van verwantschap op basis van de gegevens van het onderzoek in tabel 3 het beste weer?
- A stamboom 1
B stamboom 2
C stamboom 3
- 2p **33** □ Geef twee redenen op grond waarvan een evolutiebioloog terecht tot een andere indeling kan komen.

Boezemfibrilleren

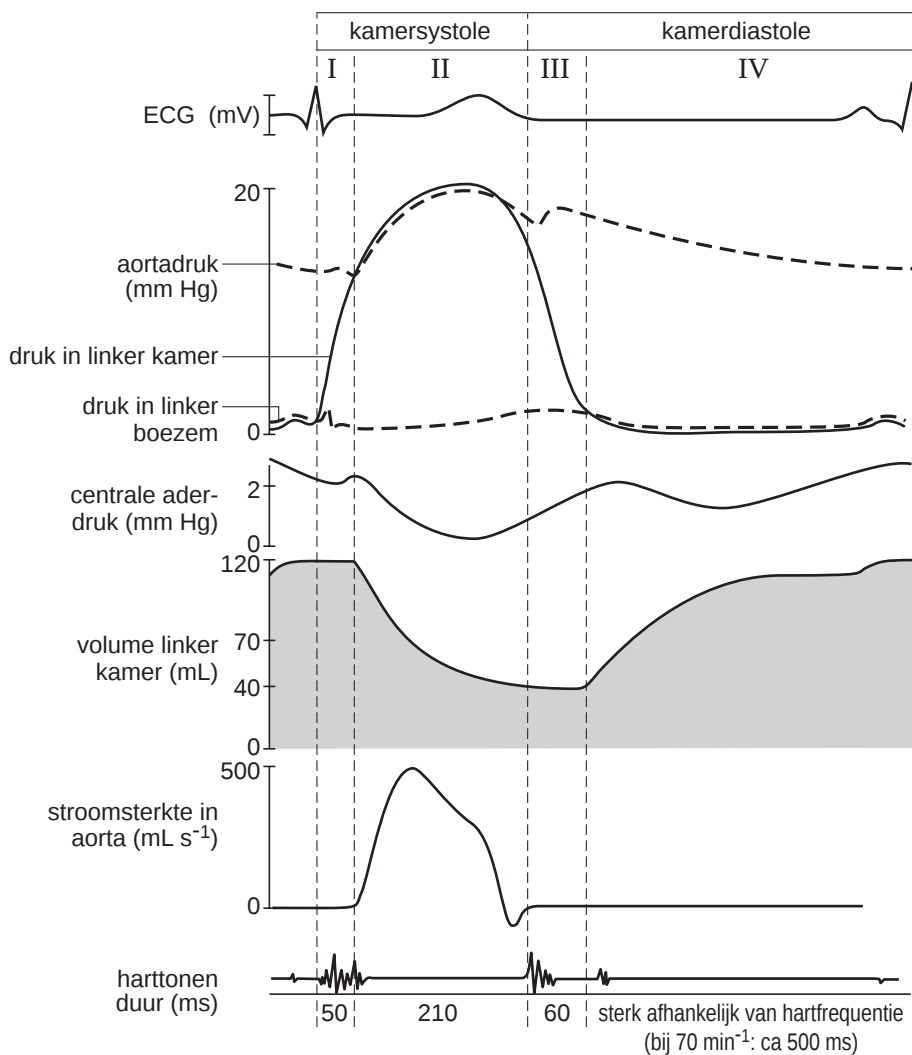
Boezemfibrilleren is de meest voorkomende ritmestoornis van het hart bij mensen ouder dan 50 jaar. Dit fibrilleren wordt gekenmerkt door een ongecoördineerd, voortdurend impulsverloop in de wanden van de boezems met een frequentie van 350 tot 500 impulsen per minuut. Hierbij ontstaat géén gecoördineerde samentrekking van de boezems. Het ritme van de kamersamentrekkingen wordt bewerkstelligd door impulsen die min of meer toevallig in de AV-knoop ontstaan. Meestal stijgt de frequentie van de kamersamentrekkingen en is de polsslag onregelmatig.

Bij een patiënt met de verschijnselen van boezemfibrilleren is de polsslag nauwelijks voelbaar.

2p **34** ☐ Geef hiervoor een verklaring.

In het diagram van afbeelding 17 zijn allerlei veranderingen die optreden tijdens een volledige hartslag bij een gezonde persoon, weergegeven.

afbeelding 17



bewerkt naar: S. Silbernagl en A. Despopoulos, *Sesam Atlas van de fysiologie*, Baarn, 2001, 191

Aan de hand van deze gegevens is te bepalen hoeveel bloed er bij een gezond persoon per hartslag vanuit de linkerkamer in de aorta wordt gepompt en wanneer dit gebeurt.

In de uitwerkbijlage is een assenstelsel afgedrukt, met op de X-as de duur van één hartslag.

4p **35** ☐ Teken in dit assenstelsel een grafiek waarin is weergegeven het verloop van de hoeveelheid bloed die gedurende één hartslag in de aorta komt.

De ongecoördineerde en onregelmatige frequentie van de impulsen bij het boezemfibrilleren leidt vaak tot het ontstaan van bloedstolsels in het hart.

Drie ziekten die het gevolg kunnen zijn van een bloedstolsel dat de aanvoer van bloed belemmert, zijn:

- 1 hartinfarct;
- 2 herseninfarct;
- 3 longembolie.

2p **36** ■ Welke van deze ziekten kan of welke kunnen het directe gevolg zijn van een bloedstolsel dat door boezemfibrilleren is ontstaan?

- A alleen 1
- B alleen 2
- C alleen 3
- D alleen 2 en 3
- E 1, 2 en 3

Om het risico van het ontstaan van bloedstolsels te verminderen, krijgen patiënten met boezemfibrilleren meestal medicijnen toegediend die de bloedstolling vertragen.

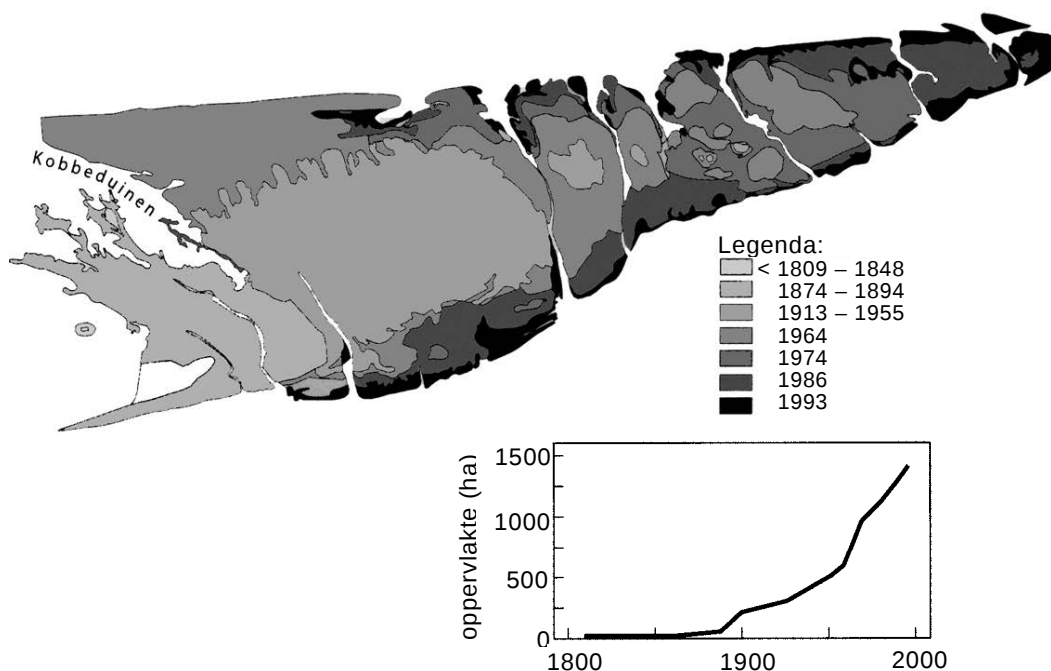
Veel gebruikt is een pil die een cumarinederivaat bevat. Deze stof gaat de competitie aan met vitamine K, dat een rol speelt bij de productie van stollingsfactoren. Een nadeel van het gebruik van een cumarinederivaat is, dat dit medicijn pas effectief is na één tot twee dagen.

2p **37** □ Noem twee oorzaken waardoor een cumarinederivaat niet onmiddellijk na opname in het bloed, maar pas na enige tijd een merkbaar effect heeft.

Schiermonnikoog groeit

Onder invloed van wind en water verandert de grootte van het waddeneiland Schiermonnikoog voortdurend. In afbeelding 18 is de toename van de oostelijke helft van dit waddeneiland in de loop van de tijd weergegeven.

afbeelding 18



bron: R. van der Wal, *Gevecht met zoutmelde*, *Natuur & Techniek*, juni 2000, 60

In dit deel van het eiland ontstaan jonge kwelders, ook wel schorren genaamd. Tijdens hoogwater wordt door het zeewater klei afgezet. De jonge kwelder raakt begroeid met planten zoals zeekraal en gerande zeespurrie. Enige tientallen jaren later bestaat de begroeiing uit kweldergras, schorrenzoutgras en zeeveegbree, waarna houtige struiken zoals zeealsem en gewone zoutmelde zich kunnen vestigen. De kwelder is dan ook bevolkt met insecten, aaltjes, hazen en konijnen.

Tijdens deze successie veranderen de abiotische omstandigheden op de schorren.

2p **38** □ Beschrijf drie veranderingen die optreden in het abiotische milieu en die een bijdrage leveren aan de successie.

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

Een kreupel herpesvirus

tekst 2

Een moleculaire scalpel: kreupel herpesvirus breekt agressieve huidtumor af.

Het gewone herpes simplex virus HSV, een dubbelstrengs DNA-virus, veroorzaakt onder andere de koortslip. Er bestaat echter een genetisch gemodificeerde variant, het HSV 1716, die een vitaal eiwit mist en daardoor alleen overleeft in snel delende cellen zoals kanker-gezwollen. Het virus vermeerdert zich ten koste van deze cellen. Met behulp van het HSV 1716 tracht men een therapie tegen een bepaald type huidkanker te ontwikkelen.

Een kwaadaardige huidkanker die ontstaat in pigmentcellen, een melanoom, kan zich bij uitzaaiing door het hele lichaam verspreiden. De injectie van het HSV 1716 in onderhuidse tumorknobbeltjes bij een groep patiënten leidde tot een afname van de tumorgrootte. Het HSV 1716 deelde zich alleen in de tumor en werd door het immuunsysteem niet rust gelaten. De patiënten hadden allemaal eerder een HSV-besmetting doorgemaakt, maar de injecties met HSV 1716 maakten geen slapende virussen wakker.

bewerkt naar: H. Dassen, Kreupel herpesvirus breekt agressieve huidtumor af, bijlage NRC, 10 maart 2001

2p **39** ☐ Leg uit dat het ontstaan van een melanoom in hoge mate samenhangt met de plaats van de pigmentcellen.

2p **40** ☒ Het HSV 1716 nestelt zich alleen in tumorcellen door de herkenning van de cel als kankercel.

Welke cellen zijn betrokken bij de herkenning van een tumorcel ?

- A B-geheugencellen
- B cytotoxische T-cellen
- C macrofagen
- D T-helpercellen

De patiënten die hebben meegedaan aan het onderzoek waren allen HSV-seropositief. Om dit te kunnen vaststellen, hebben de betrokken artsen de patiënten laten testen in het laboratorium van het ziekenhuis.

1p **41** ☐ Waarop berust een dergelijke test?

Einde