Examen HAVO

2011

tijdvak 1
woensdag 18 mei
13.30 - 16.30 uur

biologie

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 46 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 79 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.

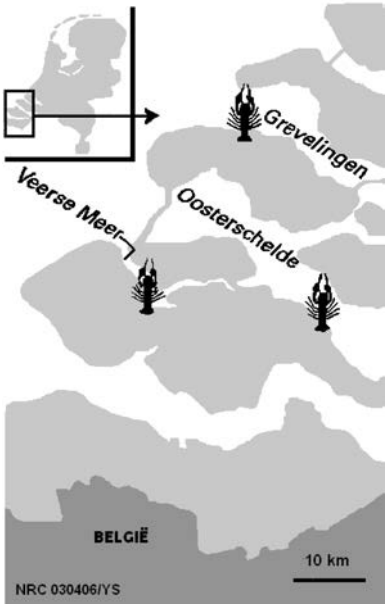
Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

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

Kreeft verovert Zeeuwse meren en restaurants

In 2005 werd in de Oosterschelde en het Grevelingenmeer (zie afbeelding 1) ruim 14 ton kreeft gevangen. De kreeften wogen gemiddeld 750 gram.

afbeelding 1



Onder wetenschappers wordt vaak gesproken over de overlevingsdrift van dit bijzonder sterke schaaldier. Het feit dat de dieren in de Oosterschelde kunnen overleven, hebben zij aan veranderingen in het DNA te danken.
In 1883 werd tot verbazing van de Zeeuwse vissers de eerste kreeft in de Oosterschelde gevangen. Deze kreeft was een immigrant, afkomstig uit de Atlantische Oceaan.
De Zeeuwse zandbodem was geen ideale plek voor deze kreeften omdat ze het liefst vanuit donkere schuilplaatsen jagen. Alleen een beperkt stukje van de Oosterschelde voldeed in de 19e eeuw aan deze voorwaarde. Omdat er nauwelijks uitwisseling van water tussen Noordzee en Oosterschelde is, konden de kreeften hier in isolement voortleven. Toch waren er nogal wat ongunstige factoren, waardoor het een wonder is dat de kreeft zich heeft kunnen handhaven.
De kreeften in de Oosterschelde werden bijvoorbeeld bedreigd door extreem koude winters. In het ijskoude water zijn veel kreeften doodgevroren, doordat ze hier geen uitwijkmogelijkheden naar dieper gelegen rotsbanken hadden. De kreeften werden niet alleen bedreigd door de kou maar werden ook overspoeld met zoet water dat door de Oosterschelde naar de Noordzee vloeide. Het verlaagde zoutgehalte zorgde opnieuw voor een gevecht om overleving. Steeds opnieuw moesten de dieren de populatie weer opbouwen. Uiteindelijk ontstond een “superkreeft” die in DNA van de oorspronkelijke immigranten afwijkt.
Toen de Oosterschelde van de zee werd afgesloten, dachten de Zeeuwse vissers dat het einde van de kreeftenvangst in zicht was. Maar door alle bouwactiviteiten werd de leefomgeving alleen maar beter: meer stenen op de bodem. En omdat de rivieren via de Westerschelde werden omgeleid, kwam er geen zoet rivierwater meer in de Oosterschelde. De superkreeften kregen de kans zich ongestoord voort te planten.

1p **1** Hoe worden de veranderingen in het DNA van de Oosterscheldekreeft genoemd?

3p **2** Leg in drie stappen uit dat, door veranderingen in het DNA, in deze nieuwe leefomgeving een populatie van superkreeften kon ontstaan waarvan de eigenschappen afwijken van die van de oorspronkelijke immigranten uit de Atlantische Oceaan.

1p **3** Wanneer kunnen we bij deze zogenaamde superkreeft spreken van een aparte soort?

Kreeften groeien langzaam; het duurt minstens zes jaar voordat het minimale (consumptie)gewicht van 450 gram is bereikt. Vissers halen ze liever uit het water als ze ongeveer tien jaar oud zijn en 750 gram wegen.

1p **4** Geef een beheermaatregel die ertoe kan leiden dat de omvang van de kreeftenpopulatie niet terugloopt.

Vers, gekookte kreeft is een delicatesse. Het vlees bevindt zich in de scharen en in de staart. Kreeftenvlees is zeer mager en fijn van smaak. De meeste zeekreeften in de winkels in Nederland zijn geïmporteerd vanuit Amerika en Canada. De superkreeft onderscheidt zich hiervan door zijn sublieme smaak en mals vlees.
De prijs van superkreeft ligt vijftig procent hoger dan de prijs van de Canadese kreeft.

2p **5** Geef twee biologische redenen waarom niet wordt overwogen om de Canadese kreeft in de Oosterschelde als nieuwe soort uit te zetten.

De voedingswaarde van superkreeft is in tabel 1 weergegeven per 100 gram eetbaar gedeelte. Energie in kcal en kJ, voedingsstoffen in g of mg.
Vitamine B_{12} is in µg weergegeven.

tabel 1

	Energie	Energie	Water	Eiwit	Vet	Verz.	M.o.v.	E.o.v.	Chol.	Koolh.	Suikers	Vezels
per 100g	kcal	kJ	g	g	g	g	g	g	mg	g	g	g
KREEFT	79	332	80,0	16,0	1,7	0,3	0,9	0,5	160	0,0	0,0	0,0
	Vit. A	Vit. B1	Vit. B6	Vit. B_{12}	Vit. C	Natrium	Kalium	Calcium	Fosfor	IJzer	Koper	Zink
per 100g	mg	mg	mg	µg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
KREEFT	0,0	0,08	0,08	0,0	0,0	300	250	60	200	1	0,0	0,0

2p **6** Uit welk weefsel bestaat het eetbare gedeelte van kreeft hoofdzakelijk?
A beenweefsel
B klierweefsel
C spierweefsel
D vetweefsel

Over kreeftenvlees worden drie beweringen gedaan:

1 De enzymatische vertering van kreeftenvlees begint in de mondholte.
2 Vitaminen en mineralen uit kreeftenvlees worden onverteerd in het bloed opgenomen.
3 De energie per 100 gram kreeftenvlees is vooral afkomstig uit de vetten.

2p **7** Welk van de beweringen is of welke zijn juist?

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

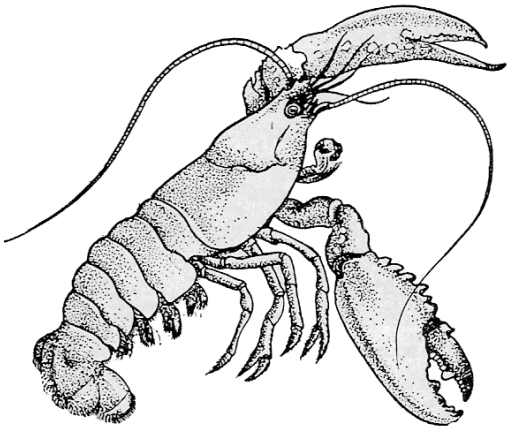
Biologen en vissers slagen er nog niet in de juiste leeftijd van een gevangen kreeft vast te stellen. Een kreeft verschaalt (vervelt) regelmatig, maar dit gebeurt niet noodzakelijk elk jaar. Het verschalen gebeurt alleen als alle factoren in het milieu daarvoor gunstig zijn, bijvoorbeeld het kalkgehalte, het voedselaanbod, en vooral de watertemperatuur.

Overzicht van het gemeten gewicht en de daaraan verbonden vermoedelijke leeftijd van de kreeften (tabel 2).

tabel 2

gewicht	leeftijd
250 g	3 jaar
500 g	7 jaar
1000 g	12,5 jaar
2000 g	20 jaar
2700 g	25 jaar

afbeelding 2



Een visser wil in een overzichtelijke ijkgrafiek snel de vermoedelijke leeftijd van een gevangen kreeft af kunnen lezen.

3p **8**
– Teken op de uitwerkbijlage op basis van tabel 2 een diagram. Benoem de assen en houdt er daarbij rekening mee dat de visser de afhankelijke variabele op de Y-as wil aflezen.
– Wat is de leeftijd van een kreeft van 1700 gram? Geef je antwoord op één decimaal nauwkeurig.

Bacterie beïnvloedt het geslacht

De bacterie *Wolbachia* heeft grote invloed op de voortplanting van sommige sluipwespen. Zij verandert het DNA van de sluipwesp om zichzelf van veel 'nageslacht' te verzekeren.
De Wolbachia bacterie is vooral in de eicellen van de sluipwespen aanwezig. In sommige eicellen zijn dat er wel tweeduizend. Als zo'n eicel bevrucht wordt, kan de bacterie meegaan naar de volgende generatie sluipwespen. In spermacellen zit de bacterie niet; daarvoor heeft de mannelijke geslachtscel te weinig cytoplasma. Een mannelijke sluipwesp is voor de bacterie dan ook een doodlopend pad, want een besmet mannetje kan de bacterie niet doorgeven aan de volgende generatie.
Bij veel insecten, zoals bij deze sluipwesp, ontstaan dochters uit bevruchte eicellen en zonen uit onbevruchte. Dit wordt haplo-diploïdie genoemd.

Naar aanleiding van het begrip haplo-diploïdie doen twee leerlingen een uitspraak.
Leerling 1 zegt: Als een sluipwespmannetje één allel voor een bepaalde eigenschap heeft, komt dit allel bij hem tot uiting in het fenotype.
Leerling 2 zegt: Als een sluipwespvrouwtje één allel voor een bepaalde eigenschap heeft, komt dit allel bij haar nooit tot uiting in het fenotype.

2p **9** Welke leerling heeft of welke leerlingen hebben gelijk?

A Beide leerlingen hebben ongelijk.
B Alleen leerling 1 heeft gelijk.
C Alleen leerling 2 heeft gelijk.
D Beide leerlingen hebben gelijk.

1p **10** Leg uit waardoor mannelijke sluipwespen geen erfelijke eigenschappen doorgeven aan zonen.

Een homozygoot sluipwespvrouwtje met het fenotype van het dominante allel paart met een mannetje met het fenotype van het recessieve allel (generatie 1). De dochters die hieruit ontstaan (generatie 2) paren met een mannetje met het fenotype van het dominante allel.

2p **11** Hoeveel procent kans heeft een mannelijke nakomeling uit generatie 3 op een recessief fenotype?

A 100%
B 75%
C 50%
D 25%
E 0%

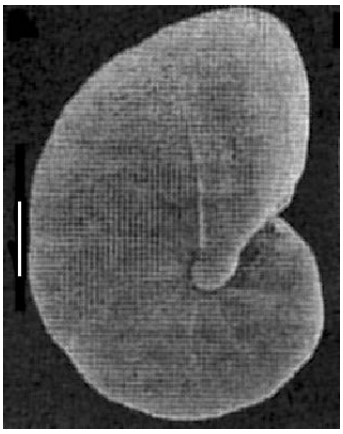
Bij een andere sluipwespensoort zorgt de Wolbachia bacterie ervoor dat de wesp veel vrouwelijke nakomelingen krijgt. Als een besmet sluipwespvrouwtje wordt bevrucht, ontwikkelen de bevruchte eicellen zich tot vrouwtjes die met de bacteriën besmet zijn (groep 1). Als de eicellen niet worden bevrucht, zorgt de bacterie ervoor dat het erfelijk materiaal van de eicel wordt verdubbeld en er dus ook vrouwtjes (groep 2) uit ontstaan.

1p **12** Welk verschil bestaat er, genetisch gezien, tussen de vrouwtjes (groep 1) en vrouwtjes (groep 2)?

Ademloos leven in de modder

Foraminiferen zijn eencelligen met een kern en een uitwendig skeletje en worden ook wel aangeduid als schelpdiertjes. Zij vormen een schakel tussen bacteriën en meercellige primitieve dieren. Het schelpdiertje leeft in de zuurstofloze delen van de modder op de Noordzeebodem.

afbeelding 1



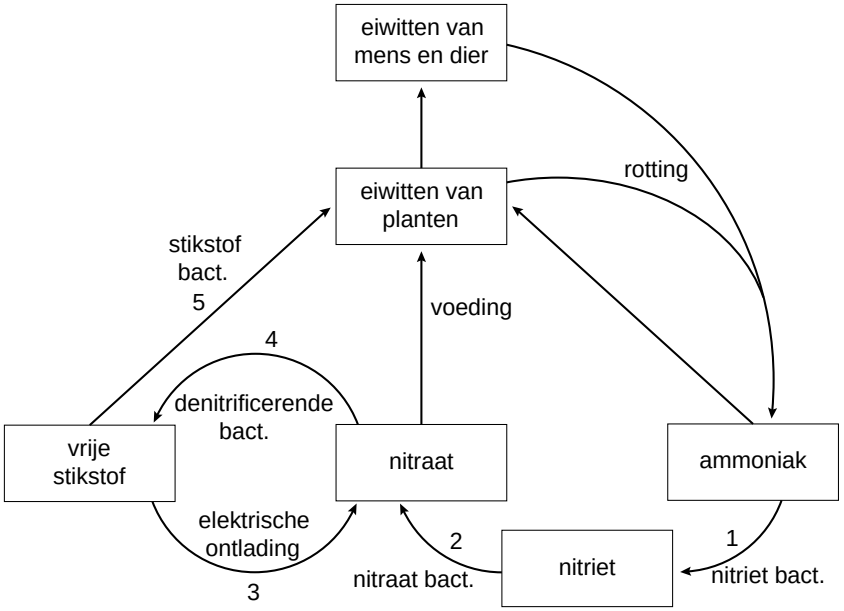
"Als je goed kijkt, kun je ze met het blote oog zien. De grootste exemplaren hebben de omvang van een zandkorrel", zegt Sandra Langezaal, die onderzoek doet aan deze schelpdiertjes.
Zij heeft de stofwisseling van dit diertje onderzocht. Het blijkt dat het zuurstof kan halen uit de omzetting van nitraat. Tijdens het onderzoek werden de diertjes met 'zwaar' nitraat gevoed. Zwaar nitraat bevat stikstof met het herkenbare isotoop ^{15}N. De diertjes ademden stikstofgas met zwaar stikstof uit. Hierop baseerde het onderzoeksteam het idee dat de foraminiferen nitraat (NO_3^-) via enkele tussenstappen omzetten in stikstofgas (N_2). Dit werpt een ander licht op de stikstofkringloop.

De witte maatstreep, aan de linkerkant van afbeelding 1, komt overeen met 100 µm.

2p **13**
- Bereken de werkelijke lengte van het schelpdiertje in mm.
- Geef je antwoord in twee decimalen nauwkeurig.

Afbeelding 2 is een vereenvoudigde weergave van de stikstofkringloop.

afbeelding 2



Door het werk van Sandra Langezaal zal de stikstofkringloop zoals die in afbeelding 2 wordt weergegeven, aangevuld moeten worden.
Op vijf plaatsen zijn de pijlen in deze kringloop genummerd.

2p **14** Op welk van de genummerde plaatsen moeten de foraminiferen aan het schema worden toegevoegd?

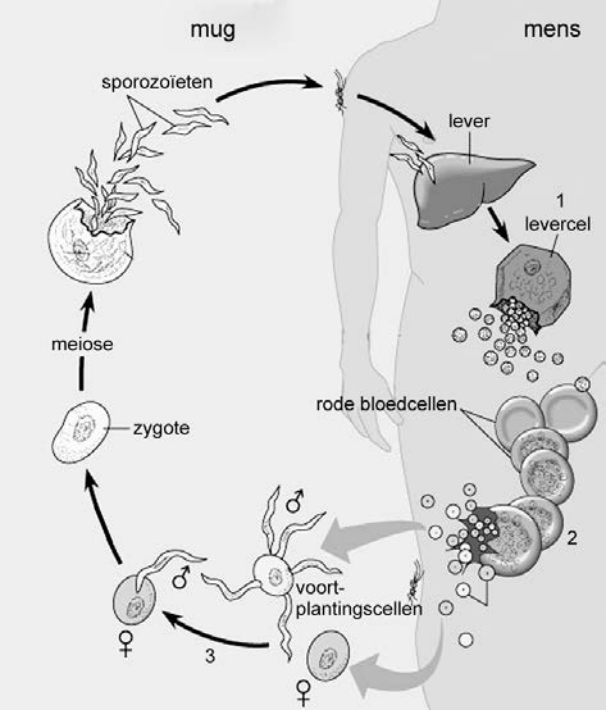
A plaats 1
B plaats 2
C plaats 3
D plaats 4
E plaats 5

Om aan het noodzakelijke nitraat te komen, bewegen de schelpdiertjes een centimeter of drie omhoog in de modder en nemen daar nitraat op uit het zeewater. Vervolgens verplaatsen ze zich weer naar diepere, zuurstofloze lagen van de modder.

1p **15** Leg uit waardoor de overlevingskans voor de schelpdiertjes in het zuurstofloze deel van de modder groter is dan in de bovenlaag van de modder.

Sikkelcelanemie en α-thalassemie zijn ziekten bij de mens die worden veroorzaakt door afwijkend hemoglobine. Het gen dat bij sikkelcelanemie is veranderd, maakt deel uit van chromosoom 11, terwijl een afwijkend gen van chromosoom 16 α-thalassemie veroorzaakt. De twee onveranderde genen zijn samen verantwoordelijk voor goed werkende hemoglobinemoleculen. Ze coderen respectievelijk voor β- en α-hemoglobine. Sikkelcelanemie en α-thalassemie treden alleen op bij mensen die homozygoot zijn voor het betreffende, afwijkende gen. De ziekten worden gekenmerkt door klachten als lusteloosheid en vermoeidheid.
Malaria is een ziekte die wordt veroorzaakt door de eencellige *Plasmodium*. Bij de ontwikkeling en verspreiding van de parasiet dienen de mens en de mug afwisselend als gastheer (zie afbeelding 1).

afbeelding 1



De malariamuggen steken om bloed op te zuigen. Als een mug iemand steekt die al besmet is, krijgt zij, met het opgezogen bloed, voortplantingscellen van de parasiet binnen. In de darm van de mug (3 in afbeelding 1) vindt bevruchting plaats. Hierna vermeerdert de parasiet zich en komt ten slotte in de speekselklieren van de mug. Als de mug vervolgens iemand steekt die nog niet besmet is, worden kiemen (sporozoïeten in afbeelding 1) van Plasmodium bij het volgende slachtoffer geïnjecteerd. De kiemen komen daarna in de lever (1 in afbeelding 1) terecht, waar ze zich ontwikkelen. In de lever deelt de parasiet zich ongeslachtelijk. In een bepaalde ontwikkelingsfase komen de eencelligen in het bloed in rode bloedcellen terecht (2 in afbeelding 1). Daarin delen ze zich, tot de rode bloedcel uiteenvalt, waarna de nieuwe generatie parasieten opnieuw rode bloedcellen binnendringt. Dit herhaalt zich meerdere keren. Symptomen van malaria zijn koortsaanvallen, bloedarmoede en een opgezette milt.

In de tekst worden drie ziekten beschreven. Tegen sommige ziekten kunnen allerlei voorzorgsmaatregelen getroffen worden om het aantal slachtoffers zo laag mogelijk te houden.

2p **16** Tegen welke van de drie beschreven ziekten zouden na de geboorte bepaalde voorzorgsmaatregelen kunnen helpen?

A tegen α-thalassemie
B tegen malaria
C tegen sikkelcelanemie
D tegen α-thalassemie en sikkelcelanemie
E tegen alle beschreven ziekten
F tegen geen van de beschreven ziekten

Eén van de symptomen van zowel sikkelcelanemie als α-thalassemie is vermoeidheid.

2p **17** Leg uit waardoor deze vermoeidheid wordt veroorzaakt.

Over de genetische variatie van de parasiet worden twee uitspraken gedaan:

1 De genetische variatie onder de zygoten neemt toe bij het ontstaan van zygoten in de darm van de mug.
2 De genetische variatie neemt toe bij het ontstaan van de sporozoïeten in de speekselklieren van de mug.

2p **18** Welk van deze twee beweringen is juist?

A Geen van beide beweringen is juist.
B Alleen bewering 1 is juist.
C Alleen bewering 2 is juist.
D Beide beweringen zijn juist.

De malariaparasiet komt het lichaam van de mens binnen via een muggensteek en ontwikkelt zich verder in de lever (zie afbeelding 1).

2p **19** Ga ervan uit dat de parasiet de kortste weg aflegt om van het **begin** van het armhaarvatennet in de lever te komen. Door welke bloedvaten komt de parasiet dan achtereenvolgens?

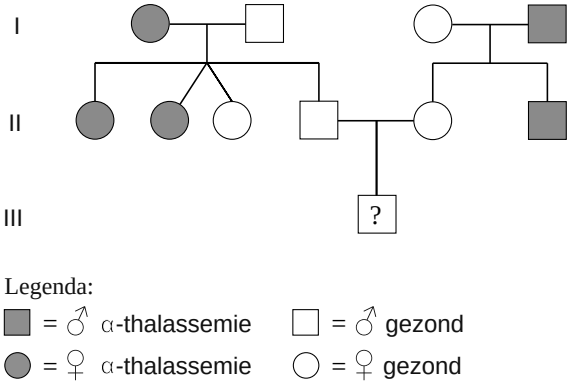
A alleen in bloedvaten met zuurstofarm bloed
B alleen in bloedvaten met zuurstofrijk bloed
C eerst in bloedvaten met zuurstofarm bloed en daarna in bloedvaten met zuurstofrijk bloed
D eerst in bloedvaten met zuurstofrijk bloed en daarna in bloedvaten met zuurstofarm bloed
E eerst in bloedvaten met zuurstofarm bloed, daarna in bloedvaten met zuurstofrijk bloed en daarna weer in bloedvaten met zuurstofarm bloed
F eerst in bloedvaten met zuurstofrijk bloed, dan in bloedvaten met zuurstofarm bloed en daarna weer in bloedvaten met zuurstofrijk bloed

Personen die één afwijkend allel hebben voor α-thalassemie óf voor sikkelcelanemie (de zogenaamde dragers) zijn niet ziek, maar zijn hierdoor wel beter beschermd tegen malaria dan mensen die geen of twee afwijkende allelen hebben, hetzij voor α-thalassemie, hetzij voor sikkelcelanemie. Omdat vooral in tropische en subtropische landen malaria nog een van de belangrijkste doodsoorzaken is, komen personen met deze genafwijkingen in deze gebieden veel voor.

2p **20** Waardoor komen dragers van sikkelcelanemie en α-thalassemie in gebieden met malaria veel meer voor dan in West Europa? Licht je antwoord toe.

Hieronder is een stamboom weergegeven van een familie waarin α-thalassemie voorkomt.

afbeelding 2



Van het jonge kind in de derde generatie (III) is nog niet bekend of het aan de ziekte gaat lijden.

2p **21** Hoe groot is de kans dat dit kind α-thalassemie ontwikkelt?

A 0
B 1/16
C 1/8
D 1/4
E 1/2

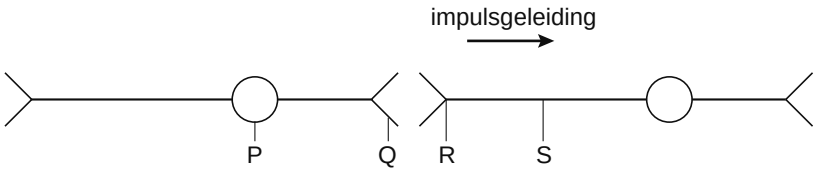
De chemie van de liefde

Onverklaarbare passie? Mysterieus brandende liefde? Vergeet het maar. Sinds wetenschappers zich op dit thema hebben gestort, moeten lust en knuffelkoorts plaatsmaken voor hormonen, zenuwcellen en genen. Waarom hij of zij en niet iemand anders? Er zijn op dit moment verschillende theorieën over hoe verliefdheid ontstaat. Eén theorie gaat bijvoorbeeld uit van feromonen, hormoonachtige geurstoffen die elk mens verspreidt en die ons aanlokken of juist afstoten. Een tweede theorie beweert dat het beeld van de eerste man of vrouw die wordt waargenomen al in het babystadium wordt vastgelegd en later een rol speelt bij verliefdheid.

Ook bij vlinders komen feromonen voor. Als een vrouwtjesvlinder zo'n feromoon verspreidt, komen mannetjes van haar soort van alle kanten aanvliegen.

1p **22** Geef de naam die in de gedragsleer wordt gebruikt voor een bepaald signaal zoals het feromoon, dat deze reactie bij de mannetjes opwekt.

Bij verliefdheid spreekt men vaak over 'vlinders in je buik'. Men heeft ontdekt dat dit 'kriebelige' gevoel van euforie en opwinding ontstaat door een stof: PEA (phenylethylamine). Deze stof komt bij verliefdheid vrij in de hersenen. In onderstaande afbeelding zijn schematisch twee zenuwcellen in de hersenen weergegeven.



2p **23** Op welke plaats heeft deze stof effect?

A op plaats P
B op plaats Q
C op plaats R
D op plaats S

Als mensen vrijen, komen er stoffen als dopamine en adrenaline vrij.

2p **24** Welk effect veroorzaakt adrenaline tijdens het vrijen?

A grotere gevoeligheid van de huidzintuigen
B opwekken van het lustgevoel
C sneller kloppen van het hart

Een bijzonder hormoon is oxytocine. Het speelt een rol bij de bevalling en regelt de melkafgifte in de borsten. Het is ook betrokken bij het vrijen; door seksuele opwinding neemt de concentratie van oxytocine toe. Op zijn beurt stimuleert dit hormoon weer de seksuele opwinding.

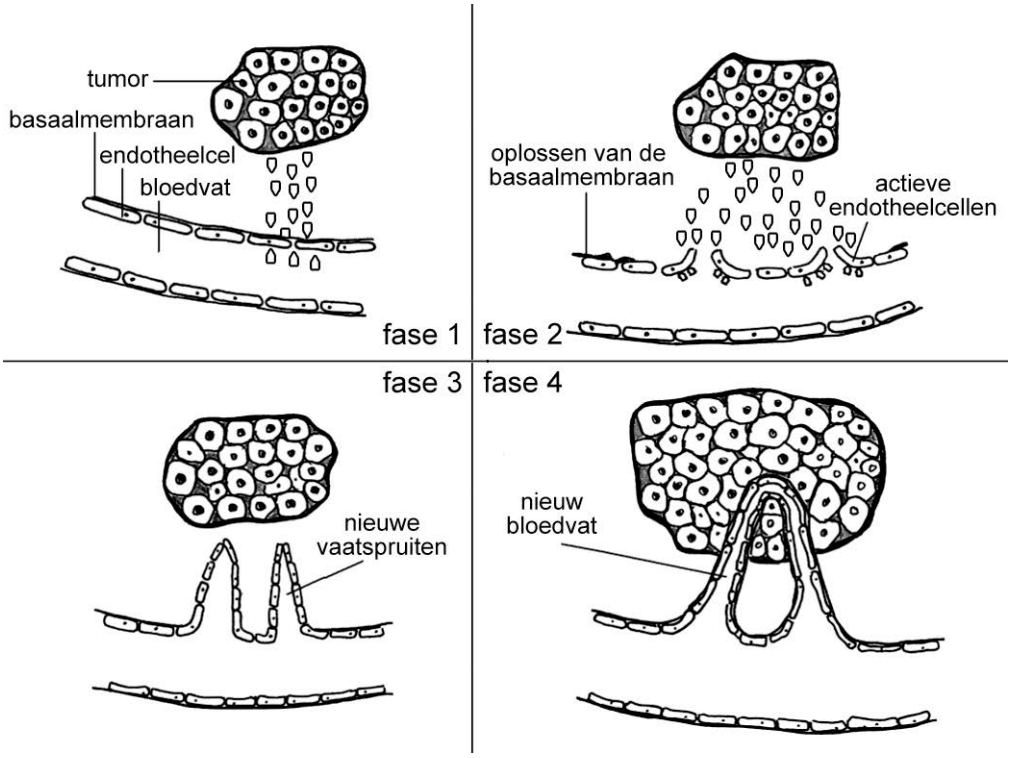
2p **25** Hoe noemt men een dergelijke relatie tussen seksuele opwinding en de concentratie van oxytocine?

A antagonisme
B homeostase
C negatieve terugkoppeling
D positieve terugkoppeling

De vorming van bloedvaten

Angiogenese is de naam van het proces waarbij nieuwe bloedvaten gevormd worden. In een volwassen, volgroeid lichaam worden normaal gesproken geen bloedvaten meer aangemaakt; alleen nog bij wondgenezing. Daarnaast worden bij zwangere vrouwen in de baarmoederwand bloedvaten gevormd. Maar angiogenese komt ook voor bij tumoren die voor hun ongeremde groei afhankelijk zijn van bloed (zie afbeelding 1).

afbeelding 1

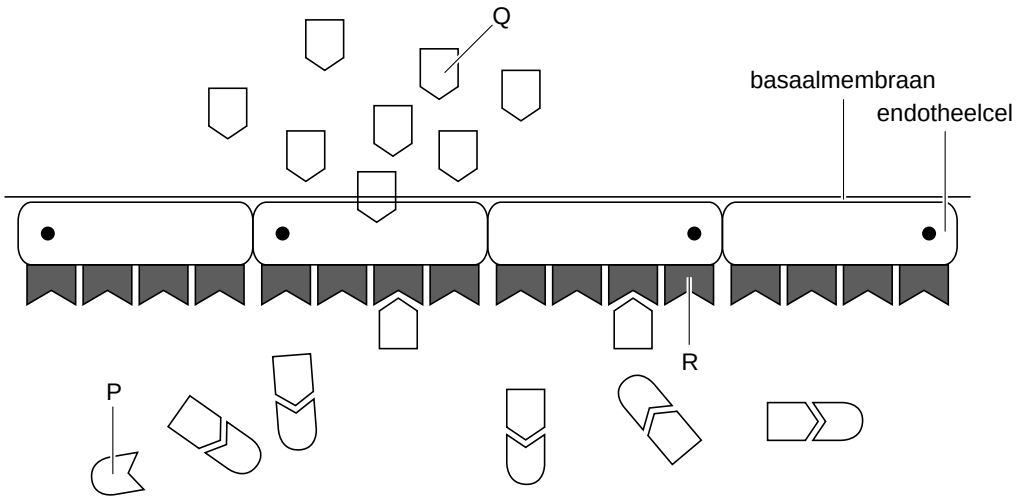


De groei van tumoren is alleen maar mogelijk als er bloedvaten naartoe gaan (afbeelding 1 fase 3 en 4).

1p **26** Leg uit waardoor de groei pas goed op gang kan komen als de bloedvaten de tumor bereikt hebben.

De groei van de nieuwe bloedvaten begint bij endotheelcellen. Tumoren zijn met signaalstoffen in staat om genen in deze endotheelcellen, die normaal in rust zijn, te activeren. Hierdoor gaan de endotheelcellen zich delen en vormen kleine vertakkingen van haarvaten, de zogenaamde vaatspruiten (afbeelding 1, fase 3). De groei van een tumor wordt geremd als deze vaatspruiten niet meer gevormd worden. Er zijn geneesmiddelen op de markt die de signaalstoffen van de tumoren blokkeren, zodat er geen nieuwe bloedvaten ontstaan (afbeelding 2).

afbeelding 2



In afbeelding 2 zijn schematisch drie eiwitmoleculen P, Q en R getekend.

2p **27** Welke van deze moleculen stelt het geneesmiddel voor?

A eiwit P
B eiwit Q
C eiwit R

Maastrichtse onderzoekers hebben een andere techniek bedacht om de vorming van nieuwe bloedvaten te voorkomen.
De tumorcellen activeren endotheelcellen. De onderzoekers hebben Anginex ontwikkeld, een eiwit dat zich bindt aan deze geactiveerde endotheelcellen, waarbij de cellen gedood worden. Hierdoor kunnen ze niet meer uitgroeien tot nieuwe bloedvaten.
Eén van de voordelen van dit middel is dat het geen bijwerking heeft. Nadeel is dat het middel alleen werkt als het via een infuus direct in de bloedbaan gebracht wordt.

1p **28** Leg uit waardoor Anginex alleen maar via een infuus en niet via een pil of poeder in het lichaam werkzaam kan zijn.

Toch is Anginex niet het wondermiddel dat alle type kankercellen kan aanpakken. Er zijn tumoren bekend die zelf endotheelcellen kunnen vormen. Er zijn ook tumoren bekend waarbij bloedvaten kunnen ontstaan zonder endotheelcellen. Remstoffen van angiogenese hebben geen invloed op beide bovengenoemde agressieve vormen van kanker, aldus het onderzoek.
Over deze laatste tumoren worden twee beweringen gedaan:

1 De eigenschap dat de tumorcellen zelf endotheelcellen vormen is het gevolg van mutatie.
2 In bloedvaten zonder endotheelcellen bevinden zich per mL meer rode bloedcellen dan in bloedvaten met endotheelcellen, zodat de tumor harder groeit.

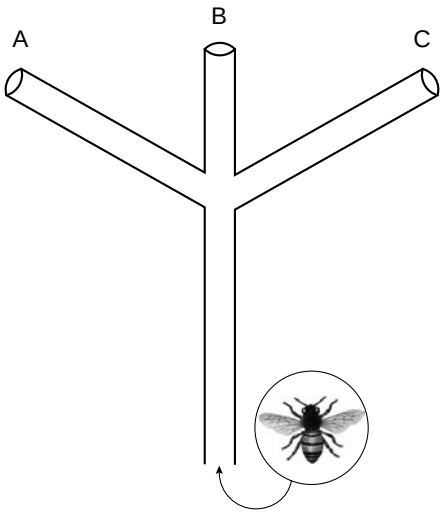
2p **29** Welk van deze beweringen is of welke van deze beweringen zijn juist?

A Geen van de beweringen is juist.
B Alleen bewering 1 is juist.
C Alleen bewering 2 is juist.
D Bewering 1 en 2 zijn beide juist.

De ‘oren’ van een honingbij

Tot voor kort werd aangenomen dat bijen absoluut doof zijn voor geluid dat zich door de lucht voortplant. Amerikaanse onderzoekers hebben het tegendeel bewezen. Zij gebruikten een vertakte buis (zie afbeelding 1). Aan de open uiteinden (A of B of C) werd met behulp van luidsprekertjes een geluid afgegeven. Er werd in deze opstelling ook een voedselbron aangebracht. Op deze manier konden de bijen, na 2 uur trainen, in ongeveer 80 procent van de gevallen de voedselbron, een geurloze suikeroplossing, in verband brengen met de geluidsbron.

afbeelding 1



Op de uitwerkbijlage is de opstelling nogmaals weergegeven.

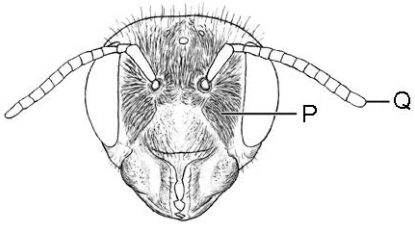
1p **30** Zet de letters V (voedselbron) en G (geluidsbron) op een plaats, zodanig dat de opstelling wordt weergegeven tijdens de proefuitvoering.

2p **31** Dankzij welke vorm van leergedrag konden de bijen na twee uur trainen de geluidsbron in verband brengen met de voedselbron?

A imitatie
B inprenting
C inzicht
D klassieke conditionering
E operante conditionering

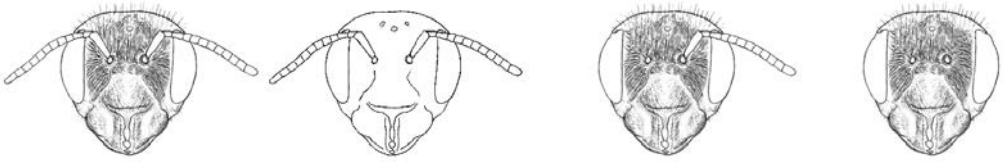
Vervolgens probeerden de onderzoekers ‘de oren’ van de bijen te lokaliseren. Ze formuleerden de hypothese dat de zintuigcellen die gevoelig zijn voor geluid, zich óf in de haarvormige zintuigen op de kop (P) óf in de antennes (Q) zouden bevinden (afbeelding 2).

afbeelding 2



Om deze hypothese te toetsen werd gebruikgemaakt van een aantal bijen, waarbij steeds één variabele werd onderzocht.
Naast de normale bijen (1) beschikte men over bijen zonder haarvormige zintuigen op de kop (2), met slechts één antenne (3), of zonder beide antennes (4) (afbeelding 3).

afbeelding 3



2p **32** Over welke bijen diende men minimaal te beschikken om experimenten te kunnen uitvoeren waarbij bovenstaande hypothese kan worden getoetst?

A alleen 2 en 4
B alleen 1, 2 en 3
C alleen 1, 2 en 4
D de bijen 1, 2, 3 en 4

Stel dat men over ongetrainde bijen beschikt waarvan men, na bovenstaand experiment, zeker weet dat ze geen enkel geluid kunnen waarnemen. Dergelijke bijen worden in de vertakte buis geplaatst. Er wordt een geluid geproduceerd, terwijl er ook een voedselbron wordt aangeboden.

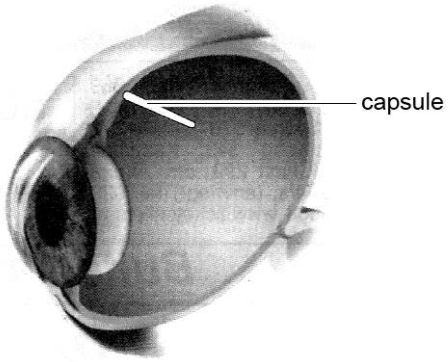
2p **33** In hoeveel procent van de gevallen komen deze bijen bij de voedselbron uit?

A 100 procent
B ongeveer 70 procent
C ongeveer 50 procent
D ongeveer 30 procent

Nieuwe hulp bij netvliesproblemen

Amerikaanse oogartsen hebben met succes een capsule aangebracht in de ogen van tien patiënten met een aangetast netvlies (zie afbeelding 1).

afbeelding 1



De tien patiënten leden aan de erfelijke oogziekte retinitis pigmentosa, een aandoening waarbij lichtgevoelige cellen van het netvlies langzaam afsterven. Voor de ziekte was nog geen therapie beschikbaar. Wel was al jaren een eiwit bekend dat het netvlies bij proefdieren herstelt. Maar dit eiwit werkt alleen als het continu in lage concentraties het netvlies bereikt. Via de bloedbaan lukt dat niet, dus patiënten zouden voortdurend moeten oogdruppelen. Dat is onpraktisch en daarom is deze capsule ontwikkeld.
De ingebrachte capsule, zo groot als een lange rijstkorrel, zat vol met genetisch gemodificeerde cellen. Dankzij een extra gen in het DNA gaven de ingebrachte cellen zes maanden lang een eiwit af, dat bij vijf van de tien patiënten het netvlies gedeeltelijk weer herstelde.

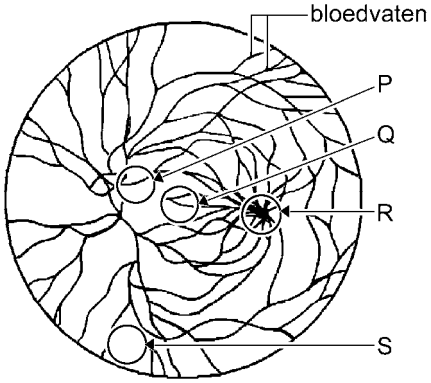
Mensen die lijden aan de ziekte retinitis pigmentosa merken dat in eerste instantie doordat zij last krijgen van nachtblindheid.

2p **34** Leg uit welk type lichtgevoelige cellen in dit geval afsterft.

Als extra complicatie hebben die mensen niet alleen last van nachtblindheid, maar ook de gevoeligheid voor licht aan de rand van hun gezichtsveld neemt af. In afbeelding 2 is het netvlies en de daarachter lopende bloedvaten van het vaatvlies van het rechter oog in het platte vlak getekend. Er is aangegeven waar de boven- en de onderkant van het oog zich bevindt. Op plaats R verlaten bloedvaten en de oogzenuw het oog.

afbeelding 2

bovenkant van het oog



onderkant van het oog

2p **35** Op welke van de aangegeven plaatsen zullen aangetaste lichtgevoelige cellen zich op het netvlies bevinden, zodat je het kleiner worden van het gezichtsveld kunt verklaren?

A plaats P
B plaats Q
C plaats R
D plaats S

De ingebrachte capsule bestaat uit een membraan, dat genetisch gemodificeerde cellen omgeeft. Het membraan laat geen cellen door, wel moleculen zoals zuurstof, voedingsstoffen en koolstofdioxide.

2p **36** Leg uit dat het noodzakelijk is dat gedurende de tijd dat de capsule zich in het oog bevindt, er zuurstof en voedingsstoffen door het membraan heen kunnen.

Het is belangrijk dat er noch van buiten naar binnen, noch van binnen naar buiten cellen door het membraan kunnen. Hierdoor is het onmogelijk dat bijvoorbeeld witte bloedcellen door het membraan bij de genetisch gemodificeerde cellen kunnen komen. Toen men na zes maanden de capsule uit het oog verwijderde, waren er nog steeds levende cellen in aanwezig. Die cellen produceerden nog steeds eiwit.

1p **37** Leg uit dat witte bloedcellen niet in contact mogen komen met deze genetisch gemodificeerde cellen.

Een miniregenwoud in een termietennest

Veel schimmelsoorten hebben een omgeving nodig met omstandigheden zoals die ook te vinden zijn in het tropisch regenwoud. De droge savanne met zijn grote verschillen tussen dag- en nachttemperatuur voldoet niet aan die voorwaarden.
Termieten (zie afbeelding 1) zorgen voor een gunstige leefomgeving voor bepaalde schimmelsoorten.

afbeelding 1

In een termietennest heersen voor temperatuur en vochtigheid soortgelijke omstandigheden als in het tropisch regenwoud. Men vermoedt dan ook dat termieten door het in huis halen van de schimmels de migratie van zowel de termieten als de schimmels naar de savanne mogelijk maakte. Op de savanne zijn termieten die aan schimmellandbouw doen ecologisch en evolutionair gezien het succesvolst. Moleculair onderzoek heeft aangetoond dat de termietensoorten die schimmels verbouwen allemaal afstammen van termieten uit de Afrikaanse regenwouden.
De schimmels dienen als voedsel voor de termieten. De schimmels groeien in tuintjes van door de termieten fijn gekauwd hout in de termietenheuvels. De schimmel verteert de houtvezels. De samenlevingsvorm is van groot belang voor de afbraak van organisch materiaal op de savanne. Op de savanne komt twintig procent van de afbraak van organisch materiaal voor rekening van deze termieten en schimmels. In het regenwoud is dat maar één tot twee procent van de totale afbraak van het organisch materiaal.
Uit eerder onderzoek was gebleken dat de schimmeltuintjes in de termietenkolonies van de Afrikaanse savannes een constante temperatuur hebben van ongeveer 30 °C, en een constante relatieve luchtvochtigheid van bijna honderd procent. Buiten het nest kunnen temperatuur en luchtvochtigheid sterk variëren.

Het Afrikaanse regenwoud is een bijzonder ecosysteem en het resultaat van langdurige successie.

1p **38** Hoe wordt zo'n eindstadium in de successie, waartoe het tropisch regenwoud gerekend wordt, genoemd?

In de tekst wordt vermeld dat op basis van moleculair onderzoek verwantschap is aangetoond tussen de verschillende termieten.

1p **39** Welke moleculen worden hier bedoeld?

In de tekst wordt ook gesproken over een samenlevingsvorm tussen de termiet en de schimmel.

2p **40** Welke van de onderstaande begrippen geeft deze relatie het beste weer?

A competitie
B mutualisme
C parasitisme
D predatie

Op de savanne vervullen de schimmels een bepaalde rol.

1p **41** Met welke biologische term worden organismen in een ecosysteem die een dergelijke rol vervullen aangeduid?

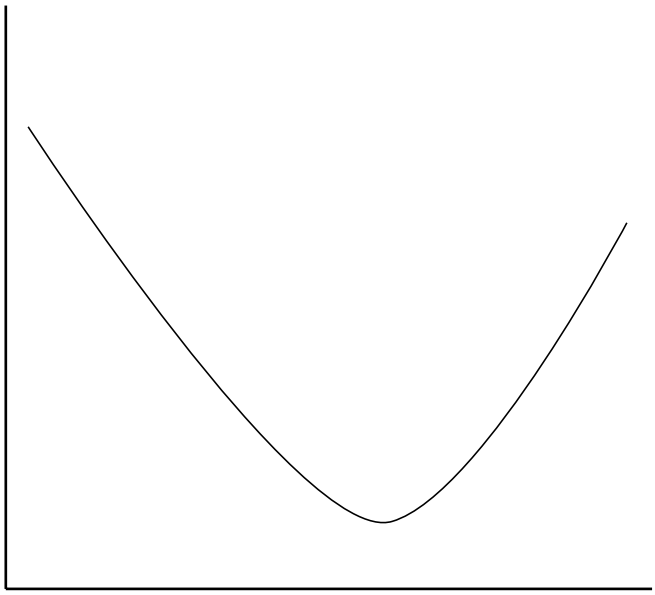
De humuslaag in het tropisch regenwoud is relatief dun ten opzichte van die in de savanne. Dit is mede het gevolg van de hoge temperatuur en de hoge luchtvochtigheid in het tropisch regenwoud. In de termietennesten in beide ecosystemen heersen omstandigheden die gelijk zijn aan de omstandigheden van het tropisch regenwoud. Toch hebben in het regenwoud deze termieten en schimmels een veel kleiner aandeel in de omzetting van het organisch materiaal dan op de savanne.

1p **42** Geef een verklaring voor het feit dat deze termieten en hun schimmels in het tropisch regenwoud een kleiner aandeel hebben in de omzetting van organisch materiaal dan die in de savanne.

Voor de afbraak van de houtvezels produceert de schimmel een enzym. Dit enzym kan worden geïsoleerd. Een bioloog wil onderzoeken bij welke temperatuur dit enzym het meeste hout per tijdseenheid afbreekt. Gezien de omstandigheden waarin de schimmel in de termietennesten verblijft, denkt hij de snelste omzetting te vinden bij een temperatuur van ongeveer 30 °C. Hij voert de bepaling uit bij een steeds andere temperatuur tussen de 0 °C en 80 °C.

Het resultaat geeft hij weer in een grafiek, zoals afgebeeld in afbeelding 2.

afbeelding 2



2p **43** Wat is op de X-as en Y-as uitgezet?

	X-as	Y-as
A	hoeveelheid afgebroken hout	hoeveelheid overgebleven hout
B	hoeveelheid afgebroken hout	temperatuur
C	hoeveelheid overgebleven hout	hoeveelheid afgebroken hout
D	hoeveelheid overgebleven hout	temperatuur
E	temperatuur	hoeveelheid afgebroken hout
F	temperatuur	hoeveelheid overgebleven hout

Magere melk na het sporten is beter dan sportdrank

Bij vochtverlies, na intensief sporten, kun je beter magere melk drinken dan een isotone sportdrank. Dr. Susan Shirrleffs trekt deze conclusie uit haar onderzoek. Zij liet 11 gezonde vrijwilligers zich flink inspannen in een warme omgeving. Nadat de deelnemers 1,8% van hun lichaamsgewicht aan vocht hadden verloren, kregen ze 150% van de verloren hoeveelheid vocht te drinken, in de vorm van magere melk (0,2% vet), of magere melk met toegevoegd keukenzout (NaCl), of water, dan wel een isotone sportdrank. In de vijf uur na de inspanning werd alle urine van de deelnemers verzameld.

Voor de betrouwbaarheid werden de metingen een aantal malen herhaald. In onderstaande tabel staan de gemiddelde hoeveelheden urine die gemeten zijn.

Drank	**Hoeveelheid urine (mL)**
magere melk	593
magere melk + NaCl	611
water	1184
sportdrank	1205

Eén van de deelnemers woog 70 kg. Stel de soortelijke massa van melk en sportdrank op 1.

2p **44**
- Geef met behulp van een berekening aan hoeveel liter vocht hij na de inspanning te drinken kreeg.
- Geef je antwoord in twee decimalen nauwkeurig.

Bij langdurig zweten verlies je veel vocht. Drinken kan dit vochtverlies opheffen. Het zweet dat je verliest, bevat in vergelijking met het lichaamsvocht, minder zouten. Een isotone sportdrank heeft dezelfde osmotische waarde als onze lichaamsvloeistof.

2p **45** Leg uit dat deze osmotische waarden niet meer gelijk zijn **na** de inspanning, waarbij men 1,8% van het lichaamsgewicht aan vocht heeft verloren.

De hoeveelheid vocht die de proefpersonen te drinken kregen, was steeds 150% van de verloren hoeveelheid vocht. Maar in de 5 uur na de inspanning werd bij de sporters een hogere urinehoeveelheid gemeten als er water of sportdrank gedronken was en een lagere urinehoeveelheid bij het drinken van melk al dan niet met de toevoeging van NaCl (zie tabel). Hierdoor was de vochtbalans bij de melkdrinker hersteld.
Over deze resultaten worden de volgende beweringen gedaan:

1 Water en sportdrank veranderen de samenstelling van het bloed zodanig, dat hierdoor de urineproductie gestimuleerd wordt.
2 Het toevoegen van de NaCl aan de melk versterkt het effect van het vasthouden van vocht.

2p **46** Welk van deze beweringen is of welke van deze beweringen zijn juist?

A Geen van beide beweringen is juist.
B Alleen bewering 1 is juist.
C Alleen bewering 2 is juist.
D Beide beweringen zijn juist.

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.