

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

Sociaal levende mier sterft eenzaam

Van sociaal levende dieren zijn meldingen bekend dat zieke dieren die aan een infectie dreigen te sterven, de eigen groep verlaten. Duitse biologen onderzochten in een laboratorium het gedrag van stervende werksters in een volk van de Zwartbandslankmier (zie afbeelding). Werksters die door een infectie met een bepaalde schimmel (*Metarhizium anisopliae*) dreigen te sterven, zonden zich uren of dagen voor hun dood van het nest af.

De biologen veronderstellen dat het verlaten van het nest door stervende mieren een voordeel kan opleveren voor zowel de andere mieren van de groep als voor de ziekteverwekker. Een mogelijke oorzaak voor het verlaten van de eigen groep door zieke mieren is, dat de ziekteverwekker het gedrag van besmette dieren zodanig verandert dat deze dieren het nest verlaten als ze gaan sterven.



De biologen observeerden het gedrag van mieren die gingen sterven als gevolg van:

- een door de onderzoekers veroorzaakte infectie met de schimmel *Metarhizium anisopliae*,
- een overdosis koolstofdioxide (CO₂),
- een onbekende oorzaak bij onbehandelde kolonies.

Het bleek dat in al deze gevallen stervende mieren het nest zelfstandig en voorgoed verlieten en geen contact meer hadden met hun verwanten uit de kolonie. Gezonde, foeragerende mieren keren steeds weer terug in het nest en hebben contact met andere mieren in het nest.

Eindexamen havo biologie pilot 2012 - II

havovwo.nl

De onderzoekers veronderstellen dat het verlaten van de kolonie een voordeel oplevert óf voor de verwanten in de kolonie óf voor de overleving van deze schimmelsoort.

- 1p **1** Welk voordeel kan er voor de schimmelsoort zijn als de geïnfekteerde mier de kolonie verlaat voordat zij sterft?

Een mogelijke verklaring voor het verlaten van de kolonie door zieke mieren is dat de schimmel het gedrag van de mieren verandert.

- 1p **2** Uit welk gegeven blijkt dat deze verklaring niet juist is?

Binnen een kolonie zwartbandslankmieren kunnen infectieziekten zich snel verspreiden.

Over de oorzaak van dit verschijnsel worden twee beweringen gedaan;

- 1 De mieren in de kolonie zijn genetisch identiek waardoor ze allemaal een even grote vatbaarheid hebben voor de schimmel.
- 2 Doordat mieren sociaal levende insecten zijn is de kans op besmetting groter dan bij solitair levende dieren.

- 2p **3** 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

Het is te verwachten dat tijdens de evolutie van sociaal levende insecten strategieën zijn ontwikkeld die de kans op besmetting van verwanten in de kolonie verkleinen.

- 1p **4** Leg uit dat dit een evolutionair voordeel geeft voor de soort.

Optimisme over de tweede generatie biobrandstof

In een akkoord tussen de Europese lidstaten staat dat in 2020 minstens tien procent van de brandstof uit plantaardig of dierlijk materiaal gewonnen moet worden. Dit materiaal moet de plaats gaan innemen van fossiele brandstof. Dankzij de snelle ontwikkelingen op het gebied van de tweede generatie biobrandstoffen is dit misschien haalbaar. Deze brandstoffen komen voort uit restproducten van de landbouw zoals bijvoorbeeld stro, in plaats van alleen uit de zaden van speciaal geteelde gewassen zoals koolzaad en oliepalm waaruit de eerste generatie biobrandstoffen wordt gewonnen.

Een oliemaatschappij noemde de mogelijkheden bij de tweede generatie veel groter omdat de technologieën voor het omzetten van restproducten tot aanzienlijk minder uitstoot van koolstofdioxide leiden. Deze generatie voorkomt bovendien de concurrentie met voedselproductie voor de mens, één van de belangrijkste argumenten tegen biobrandstoffen van de eerste generatie.

Jan de Bont doet onderzoek naar de mogelijkheden om restproducten van de landbouw te gebruiken als biobrandstof. Na een lange zoektocht naar de juiste enzymen kan hij deze restproducten omzetten in bio-ethanol. Het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) waarschuwt dat er nog steeds een zeer grote hoeveelheid biomassa nodig is.

1p 5 Noem een reden waardoor biobrandstof de voorkeur heeft boven fossiele brandstof.

2p 6 Waardoor is er competitie tussen de eerste generatie biobrandstoffen en de verbouwing van voedingsgewassen?

Door het verbouwen van planten voor de eerste generatie biobrandstoffen blijft er voor het verbouwen van voedingsgewassen

- A te weinig akkerbouwgrond over.
- B te weinig koolstofdioxide over.
- C te weinig licht over.
- D te weinig water over.

De volgende stoffen kunnen voorkomen in dierlijke en plantaardige restproducten: cellulose, sacharose, mineralen, vetten en eiwitten.

2p 7 Welke van deze stoffen zijn geschikt als grondstof voor de productie van de tweede generatie biobrandstoffen?

- A alleen cellulose, sacharose en mineralen
- B alleen cellulose, sacharose en vetten
- C alleen sacharose, vetten en eiwitten,
- D alleen sacharose, mineralen en eiwitten
- E alleen cellulose, sacharose, vetten en eiwitten
- F alle genoemde stoffen

- Bij de eerste generatie biobrandstoffen worden de zaden van de verbouwde planten geoogst en de plantenresten ervan ondergeploegd.
- 1p **8** Leg uit waardoor het op grote schaal gebruiken van landbouwgronden voor de tweede generatie biobrandstoffen kan leiden tot uitputting van de bodem.

- Er wordt een fabriek gebouwd waarin de restproducten uit de landbouw in bio-ethanol zullen worden omgezet. Hiervoor moest men wel eerst onderzoek doen naar de juiste enzymen en gisten.
- Er is meer dan één soort enzym nodig voor de productie van deze biobrandstof.
- 1p **9** Leg dit uit.

- Naast enzymen is er gezocht naar de juiste gisten. Hieronder staan twee uitspraken over het onderscheid tussen gisten en enzymen:
- 1 Een gist bevat DNA en een enzym is opgebouwd uit DNA.
 - 2 In gisten vindt zowel dissimilatie als assimilatie plaats en enzymen zijn alleen betrokken bij assimilatie.
- 2p **10** Welke uitspraak is of welke uitspraken zijn juist?
- A geen van beide uitspraken
 - B alleen uitspraak 1
 - C alleen uitspraak 2
 - D beide uitspraken

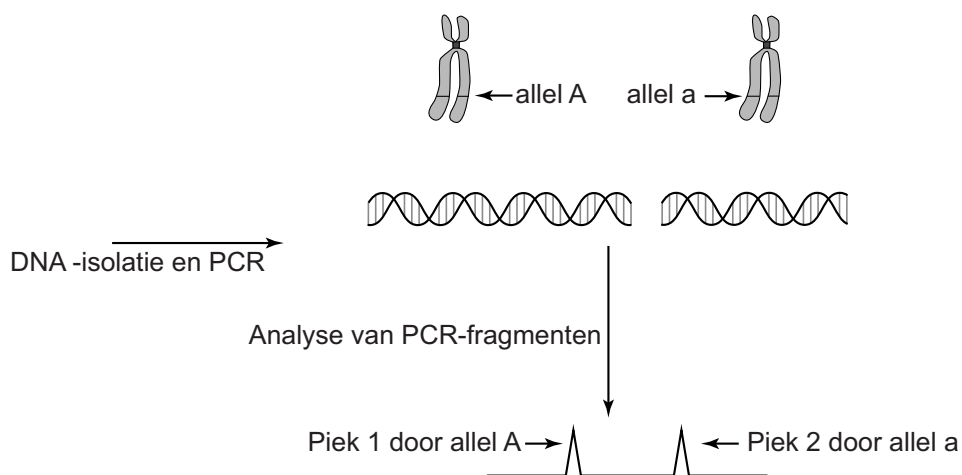
- Bij het zoeken naar de juiste gisten gebruiken de onderzoekers verschillende technieken. De volgende laboratoriumtechnieken zijn bekend:
- 1 genetische modificatie van bekende gistvarianten
 - 2 klonering van gistvarianten
 - 3 selectie van gistvarianten uit verzamelde bodemmonsters
- 2p **11** Door welke techniek of door welke technieken isoleert of maakt men nieuwe gistvarianten om uit restproducten biobrandstof te produceren.
- A alleen techniek 1
 - B alleen techniek 2
 - C alleen techniek 3
 - D techniek 1 en 2
 - E techniek 1 en 3
 - F techniek 2 en 3

Cardiogenetica, DNA-onderzoek bij cardiologie

Op de afdeling DNA-diagnostiek van een ziekenhuis voert een analist analyses uit om erfelijke aandoeningen op te sporen. Zo kan een diagnose, die aan de hand van symptomen bij een bepaalde patiënt is gesteld, worden bevestigd of ontkracht.

Het genoom van de mens bestaat uit ongeveer 3 miljard nucleotidenparen. Het zoeken naar een verandering in dit DNA komt overeen met het zoeken van een spelfout in een boek met 3 miljard letters. Door middel van een bepaalde techniek, PCR genaamd, kan DNA van genen gekopieerd en daarna geanalyseerd worden. Vervolgens kan gezocht worden naar verschillende allelen. Gekopieerde allelen worden na analyse weergegeven in een piekenpatroon waarin elke piek een allel voorstelt (zie afbeelding 1).

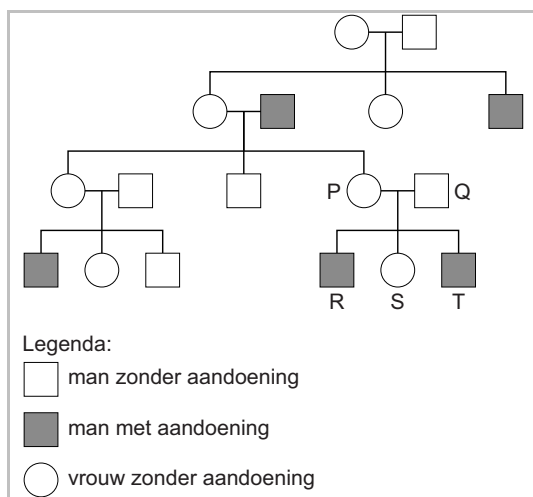
afbeelding 1



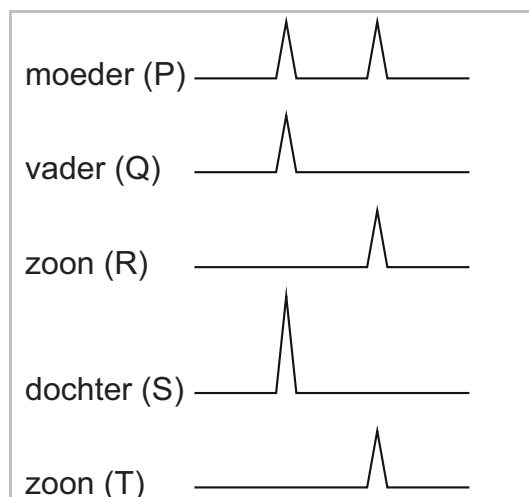
Als een persoon twee verschillende allelen heeft, liggen de pieken daarvan op twee verschillende plaatsen. Als twee personen op dezelfde plaats een piek hebben, bezitten ze beiden het betreffende allel. Indien een persoon in zijn twee homologe chromosomen hetzelfde allel heeft, zal de piek voor dat allel hoger zijn.

Afbeelding 2 geeft een stamboom van een familie weer, waarvan een aantal personen een aandoening heeft. Men vermoedt dat deze aandoening wordt veroorzaakt door een bepaald allel. Van de personen P tot en met T heeft men van het betreffende gen een DNA-profiel gemaakt. Het piekenpatroon staat in afbeelding 3.

afbeelding 2



afbeelding 3



Het vermoeden bestaat, dat het bij deze aandoening om verandering in een X-chromosomaal gen gaat.

1p **12** Welk gegeven uit de stamboom (zie afbeelding 2) ondersteunt dit?

Uit het piekenprofiel (zie afbeelding 3) blijkt dat het inderdaad om een X-chromosomaal gen gaat.

1p **13** Leg uit dat dit profiel alleen van een X-chromosomaal gen kan zijn.

DNA-diagnostiek wordt in Nederland alleen in klinisch genetische centra uitgevoerd. Een onderzoek wordt gestart indien er minstens drie familieleden, in twee opeenvolgende generaties, dezelfde aandoening hebben. Bij het vermoeden van een erfelijke aandoening wordt door een analist van het centrum aan de hand van familiegegevens een stamboom opgesteld en wordt bloed afgenomen om daarmee DNA-onderzoek uit te voeren.

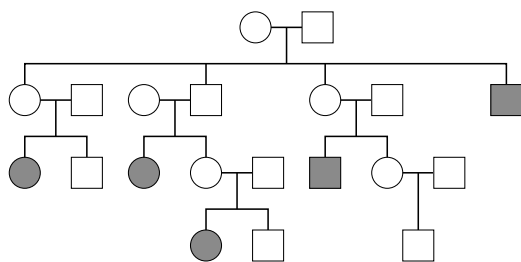
Naast diagnostiek doen de klinisch genetische centra ook wetenschappelijk onderzoek. In gevallen waarbij het om een aandoening gaat waarvan nog niet bekend is door welk gen deze wordt veroorzaakt, kan het materiaal juist dienen om de erfelijke oorzaak op te sporen.

Hieronder zijn twee stambomen weergegeven (zie afbeelding 4) met gegevens van twee families waarbij door onbekende oorzaak, personen op jonge leeftijd (onder de 50 jaar) aan een plotselinge hartstilstand overleden.

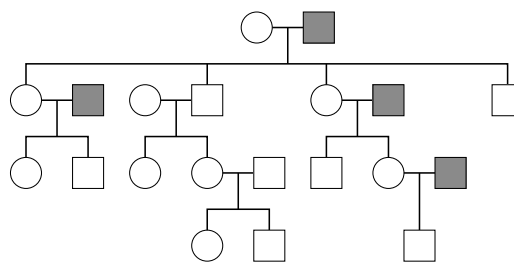
Van deze twee families komt er maar één familie in aanmerking voor onderzoek.

afbeelding 4

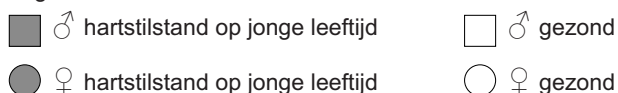
stamboom familie 1



stamboom familie 2



Legenda:



1p 14 Leg uit van welke familie het bloed verder onderzocht zal worden.

Stamboomonderzoek heeft al uitgewezen dat het om een allel gaat dat onderdeel is van chromosoom 7.

Onderzoekers van het AMC hebben de oorzaak van een erfelijke aandoening ontdekt die op jonge leeftijd een plotselinge hartstilstand kan veroorzaken: ventrikelfibrilleren. Bij ventrikelfibrilleren gaan de hartspiercellen van de hartkamer zeer onregelmatig samentrekken waardoor de kamer het bloed niet kan wegpompen. Door DNA-onderzoek is bepaald welk gen betrokken is bij de aandoening. In afbeelding 5 zijn profielen te zien van twee verschillende genen (P en Q) van vijf personen.

Het bovenste profiel laat alle bekende allelen zien. Te zien is dat er twee P-allelen en drie Q-allelen zijn. Van de controlepersonen is bekend, dat ze de aandoening niet hebben.

Gendoping gaat het maken

Deskundigen verwachten dat binnen een aantal jaren gendoping een feit is. En misschien bestaat het nu al; het is immers niet aan te tonen.

Als je verboden, maar niet lichaamseigen, stoffen het lichaam binnenbrengt, val je met de opsporingstechnieken van dit moment snel door de mand. Maar dat zal niet gebeuren als je je lichaam gewoon zelf meer van een lichaamseigen stof laat aanmaken. Over het algemeen betreft gendoping lichaamseigen stoffen. EPO is een voorbeeld van een lichaamseigen stof.

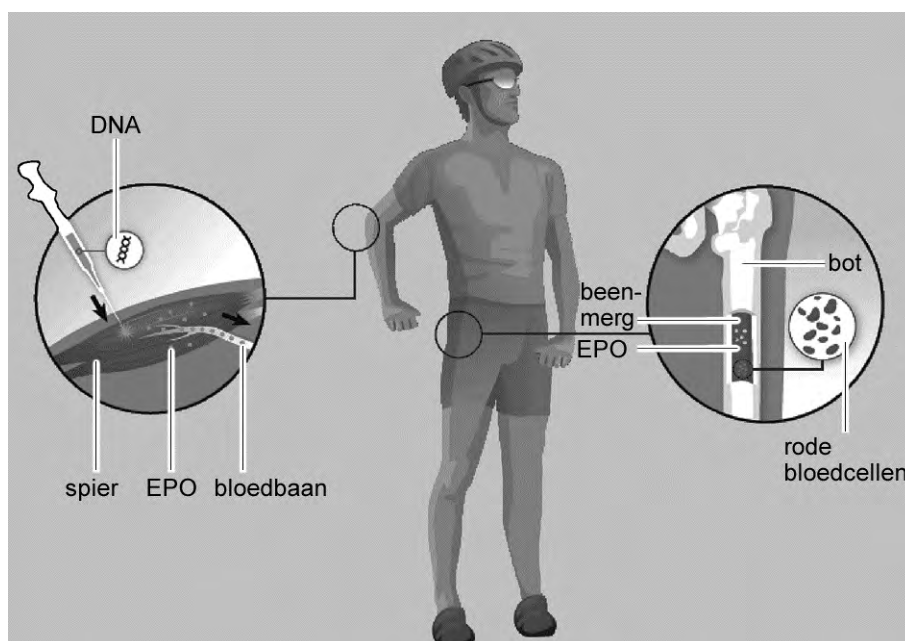
EPO wordt aangemaakt in de nieren.

2p 19 Via welke weg verlaat dit EPO de nieren om in het beenmerg effect te hebben?

- A via de nieraders
- B via de nierslagaders
- C via het nierbekken
- D via de urineleiders

EPO stimuleert in het beenmerg de aanmaak van rode bloedcellen. Men heeft vastgesteld dat spiercellen, in tegenstelling tot andere celtypen, stukjes DNA, zoals het EPO-gen, kunnen opnemen en tot expressie brengen. In afbeelding 1 wordt schematisch weergegeven hoe via gendoping een atleet uiteindelijk meer rode bloedcellen gaat maken.

afbeelding 1



Hoewel een toename van het EPO-gehalte van het bloed leidt tot de aanmaak van rode bloedcellen, is dit voor de mens niet altijd gunstig. Een hoge concentratie rode bloedcellen verhoogt de viscositeit en heeft dus ook nadelen.

- 2p **20** Wat is het gevolg van een te hoge concentratie rode bloedcellen?
- A een lage bloeddruk
 - B een hoge bloeddruk
 - C een afname van het stollingsvermogen
 - D een toename van het stollingsvermogen

De groeifactor IGF1 zet aan tot spiergroei. De tegenhanger van IGF1, myostatine, remt IGF1. Als met behulp van gendoping de werking van het myostatine geblokkeerd wordt, blijven spieren in omvang toenemen. Belgische dikbilrundersen (zie afbeelding 2) hebben een mutatie in hun myostatine-gen, waardoor ze het myostatine-eiwit niet meer kunnen maken. Dit ras wordt al vanaf begin 1900 in België gefokt, omdat de vleeskwaliteit bijzonder goed is.

afbeelding 2



- 2p **21** Op welke manier heeft men in België dit ras verkregen?
- A via genetische modificatie
 - B via genterapie
 - C via klonering
 - D via veredeling

Er zijn ook mensen zonder myostatine. In 2004 werd melding gemaakt van een Duits 'krachtpatsertje'. Toen hij 7 maanden oud was kon hij al staan, op zijn vierde kon hij halters van 3 kg met gestrekte armen vasthouden. Zijn moeder was een gespierde atlete met één mutant myostatine allel (m), van de vader zijn, medisch gezien, geen gegevens bekend.

- 2p **22** Wat is of wat zou het genotype van de vader en van het jongetje kunnen zijn?

	vader	jongetje
A	Mm	MM
B	MM	MM
C	Mm of mm	mm
D	Mm	Mm
E	Mm of mm	Mm
F	Mm	mm

Moeders worden niet geboren, maar gemaakt

Een vrouw **is** geen moeder, zij **wordt** het zodra haar eerste kind wordt geboren. “Of eigenlijk nog iets eerder”, zegt Dick Swaab, hoogleraar neurobiologie. Al tijdens de zwangerschap worden de hersenen geprogrammeerd voor moederlijk gedrag. Dit wordt veroorzaakt door een hormoon, dat de hersenen van de aanstaande moeder aanmaakt om haar klaar te maken voor het moederschap. Dit hormoon veroorzaakt bij zoogdieren tijdens de zwangerschap het nestgedrag en na de zwangerschap het zogen.

Swaab vertelde dat een mannelijke patiënt een hypofysetumor had, waardoor hij te veel van dit hormoon produceerde. Hij deed op zaal niets liever dan de verpleging helpen met het afsoppen van de kastjes.

Tijdens zijn promotieonderzoek werkte Swaab met ratten. Mannetjesratten die dit hormoon toegediend kregen, maakten nesten, terwijl dat normaal gesproken alleen door de vrouwtjes gedaan wordt, aldus Swaab.

2p **23** Welk hormoon is verantwoordelijk voor het ‘nestgedrag’?

- A FSH
- B HCG
- C LH
- D prolactine

Zowel de baby als de moeder maken aan het einde van de zwangerschap ook nog een ander hormoon: oxytocine. Dit hormoon stimuleert de weeën en bespoedigt zo de baring. Dit hormoon speelt ook een rol bij de borstvoeding.

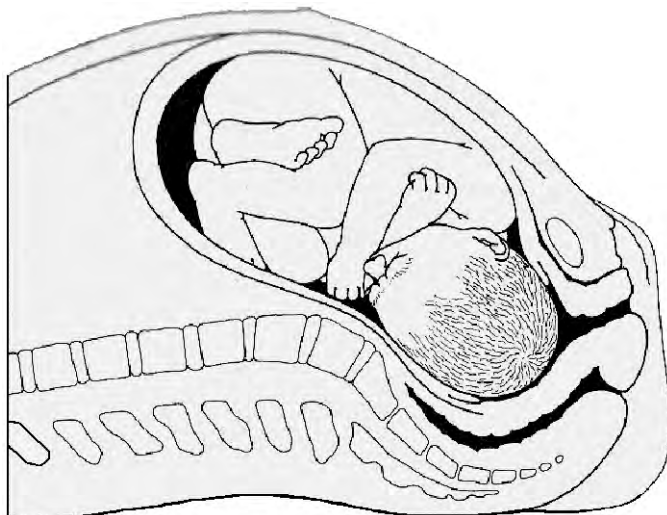
2p **24** – Hoe vaak komt oxytocine dat door de moeder gemaakt wordt, minimaal door het hart van de moeder voordat het de baarmoederspierlaag bereikt waardoor de weeën ontstaan?
– Hoe vaak komt oxytocine dat door het ongeboren kind gemaakt wordt, minimaal door het hart van de moeder voordat het de baarmoederspierlaag bereikt?

door de moeder gemaakt

door het ongeboren kind gemaakt

- | | | |
|---|--------|--------|
| A | 0 keer | 0 keer |
| B | 0 keer | 2 keer |
| C | 2 keer | 0 keer |
| D | 2 keer | 2 keer |
| E | 4 keer | 0 keer |
| F | 4 keer | 2 keer |

Men heeft een verklaring gevonden voor het feit, dat de meeste baby's 's nachts worden geboren. De hersenen van de moeder scheiden 's nachts meer oxytocine af dan overdag en de baarmoeder is 's nachts ook het meest gevoelig voor dit hormoon. Oxytocine wordt tijdens de baring extra afgegeven als het hoofdje van het kind op de uitgang van de baarmoeder drukt (zie de afbeelding).



Hierdoor wordt via het ruggenmerg van de moeder een signaal doorgegeven aan haar hersenen, waardoor er een extra stoot oxytocine afgegeven wordt om de weeën te versterken.

- 2p **25** Is de afgifte van deze extra hoeveelheid oxytocine het gevolg van een aangeboren of een aangeleerde reflex of van een 'bewuste' handeling van moeder of kind?
- A Het is een aangeboren reflex van de moeder.
 - B Het is een aangeleerde reflex van de moeder.
 - C Het is een aangeboren reflex van het kind.
 - D Het is een bewuste handeling van de moeder.
 - E Het is een bewuste handeling van het kind.

In sommige situaties besluit de arts om een ruggenprik te geven omdat de vrouw tijdens de bevalling te veel pijn lijdt. Bij het toedienen van een ruggenprik wordt er een stof tussen de vliezen rond het ruggenmerg gespoten. Deze stof heeft een verdovende werking. Hierdoor voelt de aanstaande moeder minder pijn, maar kan nog wel persen.

- 2p **26** Leg uit waardoor na het verstrekken van de ruggenprik ook vaak een oxytocine-infuus gegeven moet worden.

Als het kind aan de tepel zuigt, stimuleert het de afgifte van oxytocine in de hersenen van de moeder, waardoor de melk uit de borstklier vrijkomt. Tijdens het zogen heeft oxytocine een rustgevend effect. Enige tijd na de geboorte kan het huilen van het kind al voldoende zijn om de toeschietreflex op gang te brengen, waardoor er zo'n hoge concentratie oxytocine afgegeven wordt dat de melk de borst uitspuut.

Bij deze spontane melkafgifte spelen de onderstaande gebeurtenissen een rol.

- 1 Stimulering van de hypofyse van de moeder
- 2 Huilen van het kind
- 3 Oxytocine wordt afgegeven
- 4 Prikkeling van het gehoorzintuig van de moeder
- 5 Spontane melkafgifte
- 6 Verwerking in de hersenen van de moeder

- 1p **27** In welke volgorde leiden bovenstaande gebeurtenissen tot de spontane melkafgifte?

Eerst een kopje koffie

Niet iedereen heeft evenveel nachtrust nodig. Onderzoek naar de slaapbehoefte bij tweelingen heeft aangetoond dat hierbij erfelijke factoren meespelen. Voor het tweelingenonderzoek werden resultaten van één-eiige en twee-eiige tweelingen met elkaar vergeleken. Hieruit trok men de conclusie dat de behoefte aan nachtrust erfelijk is.

- 2p **28** Op welke resultaten zou deze conclusie zijn gebaseerd?
- A De slaapbehoefte van broers of zussen die geen tweeling waren verschilde minder dan die van een-eiige tweelingen.
 - B De slaapbehoefte van een-eiige tweelingen verschilde minder dan die van twee-eiige tweelingen.
 - C De slaapbehoefte van twee-eiige tweelingen verschilde minder dan die van broers of zussen die geen tweeling waren.
 - D De slaapbehoefte van twee-eiige tweelingen verschilde minder dan die van een-eiige tweelingen.

Als je wakker bent hoopt de stof adenosine zich op in de hersenen. Adenosine is een stof die betrokken is bij het regelen van de hoeveelheid slaap. Adenosine bindt zich aan het membraan van hersencellen, die betrokken zijn bij de slaapregulatie. Hoe hoger de concentratie adenosine, hoe groter het slaapttekort en hoe slaperiger een persoon zich voelt. Een Zwitserse onderzoeksgroep heeft een gen gevonden dat een belangrijke rol lijkt te vervullen in de verschillen in slaapbehoefte bij mensen.

De Zwitserse onderzoekers vonden in een groep van 4329 personen bij 119 personen een mutantgen voor het enzym adenosine deaminase (ADA). Deze heterozygote personen maken minder ADA. ADA breekt adenosine af. Slaaponderzoek wees uit dat er verschillen waren in de slaapbehoefte tussen personen die homozygoot en heterozygoot waren voor het ADA-gen.

- 2p **29** Leg uit of de personen met de mutatie in het ADA-gen een hogere slaapbehoefte hebben of een lagere.

Twee personen uit de onderzoeksgroep waren broer en zus. De zus had een mutant ADA-gen, de broer niet. Over het genotype van hun ouders worden drie beweringen gedaan.

- 1 Beide ouders zijn homozygoot voor het ADA-gen.
 - 2 Beide ouders kunnen heterozygoot zijn voor het ADA-gen.
 - 3 Eén van de ouders is heterozygoot voor het ADA-gen.
- 2p **30** Welk van deze beweringen kan of welke van deze beweringen kunnen juist zijn?
- A alleen 1 is juist
 - B alleen 2 is juist
 - C alleen 3 is juist
 - D alleen 1 en 2 zijn juist
 - E alleen 1 en 3 zijn juist
 - F alleen 2 en 3 zijn juist

De onderzoekers onderzochten ook de rol van cafeïne op de slaperigheid. Cafeïne verstoort de werking van adenosine, waardoor mensen minder snel slaperig worden. De werking van koffie wordt wel eens onderschat. Zelfs als een persoon slechts één kopje koffie in de ochtend drinkt, is 's avonds nog cafeïne in het speeksel van de proefpersoon aan te tonen.

Naast speeksel zijn andere vloeistoffen in het lichaam: bloed, lymfe en weefselvloeistof.

- 2p **31** In welk van deze vloeistoffen zal enkele uren na het drinken van koffie ook cafeïne kunnen worden aangetroffen?
- A alleen in bloed
 - B alleen in bloed en lymfe
 - C alleen in bloed en weefselvloeistof
 - D alleen in lymfe en weefselvloeistof
 - E zowel in bloed, lymfe als weefselvloeistof

- 1p **32** Noem twee bestanddelen van speeksel en noem de functie van die bestanddelen.

Babyfleshormoon gelinkt aan diabetes

Bisfenol A is een stof met hormoonachtige eigenschappen, die weglekt uit kunststofflesjes en tandvullingen. De stof verhoogt het risico op diabetes en hart- en vaatziekten. Dit is een conclusie uit een Engels onderzoek uit 2008. Mensen met een hoge concentratie bisfenol A in de urine hebben een verhoogd risico op chronische aandoeningen, schrijven Britse onderzoekers. Ze onderzochten het verband tussen de algemene gezondheidstoestand van 1500 volwassenen en de hoeveelheid bisfenol A in hun urine. Bisfenol A is de belangrijkste grondstof van hard polycarbonaat-plastic dat wordt gebruikt in babyflesjes en in flesjes met bronwater en frisdrank. De stof uit de kunststofflesjes komt in het bronwater of de frisdrank terecht en als deze wordt gedronken dus ook in het bloed. Ook zit de stof in tandvullingen. De stof wordt snel in het lichaam afgebroken, maar het overgrote deel van de westerse bevolking komt er zo veelvuldig mee in aanraking dat de stof in het bloed en in de urine voorkomt. De stof kan bij zwangere vrouwen leiden tot afwijkingen bij de foetus. Bisfenol A kan bijvoorbeeld de ontwikkeling van de hersenen in foetussen en in kinderen beïnvloeden.

Hieronder staan twee beweringen.

- 1 Bisfenol A heeft hetzelfde effect op de glucoseconcentratie als het hormoon insuline.
 - 2 Bisfenol A vergroot de kans op het krijgen van een kind met het Down syndroom.
- 2p **33** Welk bewering is of welke beweringen zijn juist op basis van het beschreven onderzoek?
- A geen van deze beweringen
 - B alleen bewering 1
 - C alleen bewering 2
 - D zowel bewering 1 als bewering 2
- 2p **34** Door welke twee processen accumuleert het bisfenol A niet in het lichaam?
- Een molecuul bisfenol A wordt via de placenta van een vijf maanden zwangere vrouw opgenomen door de foetus.
- 2p **35** Benoem vanaf de placenta en in de juiste volgorde de bloedvaten en delen van het hart van de foetus die ten minste worden gepasseerd voordat dit molecuul in de hersenen van de foetus tot een eventuele groeistoornis kan leiden.
- In rivierwater wordt bisfenol A door bacteriën omgezet in afbraakproducten die op het menselijk lichaam eenzelfde effect hebben als oestrogenen.
- 2p **36** Noem twee effecten die de genoemde afbraakproducten van bisfenol A in het lichaam van een vrouw in de vruchtbare leeftijd kunnen hebben als ze de genoemde afbraakproducten binnenkrijgt.

Groenlander van weleer geeft zijn DNA prijs

Voor het schrijven van een essay over “De geschiedenis van de mensheid” vonden Luc en Bas, twee leerlingen uit HAVO-5, een artikel in een krant over de oorspronkelijke bewoners van Groenland. Uit een paar diepgevroren haren en kleine botfragmenten, gevonden in Groenland, blijkt het gezicht van een man, Inuk genoemd, “af te lezen” (zie afbeelding 1).

DNA-onderzoek toont aan dat Inuk 4000 jaar geleden leefde, een getinte huid en bruine ogen had. Zijn haar was zwart en dik, maar hij had een neiging tot kaalhoofdigheid. Hij had het gen voor bloedgroep A.

Zijn oorsmeer was droog, waardoor hij geregeld last zou hebben gehad van oorontsteking. Dankzij zijn stofwisseling en lichaamsbouw was hij goed bestand tegen een koud klimaat.

afbeelding 1



- Voor het onderzoek naar de erfelijke eigenschappen van Inuk is alleen gebruik gemaakt van het haar en niet van de botfragmenten. Beenweefsel wordt namelijk gemakkelijk verontreinigd met micro-organismen. Haren zijn daar minder gevoelig voor.
- 1p **37** Leg uit waardoor beenweefsel dat verontreinigd is met micro-organismen niet meer geschikt is voor het onderzoek naar de erfelijke eigenschappen van Inuk.

- Het blijkt dat er grote overeenkomst is tussen het DNA van Inuk en dat van de moderne mens. Luc en Bas vragen zich af wat er in het onderzoek met elkaar is vergeleken.
- 2p **38** Wat hebben de onderzoekers met elkaar vergeleken?
- A Het karyogram van Inuk met een karyogram van de moderne mens.
 - B DNA-fragmenten van Inuk met overeenkomstige DNA-fragmenten van de moderne mens.
 - C Afzonderlijke basenparen van Inuk met overeenkomstige basenparen van de moderne mens.
 - D Afzonderlijke nucleotiden van Inuk met overeenkomstige nucleotiden van de moderne mens.

Luc en Bas komen tot de conclusie dat er veel overeenkomsten zijn in de erfelijke kenmerken van Inuk en henzelf. Zij hebben bijvoorbeeld ook bloedgroep A. Zij weten niet precies hoe afgeleid kon worden dat Inuk het gen voor bloedgroep A had. Hierover discussiëren zij met elkaar.

Luc zegt: "Als mijn gen voor bloedgroep A overeenkomt met een stuk DNA dat gevonden is in een pluk haren van Inuk, mag je de conclusie trekken dat hij alleen bloedgroep A gehad kan hebben."

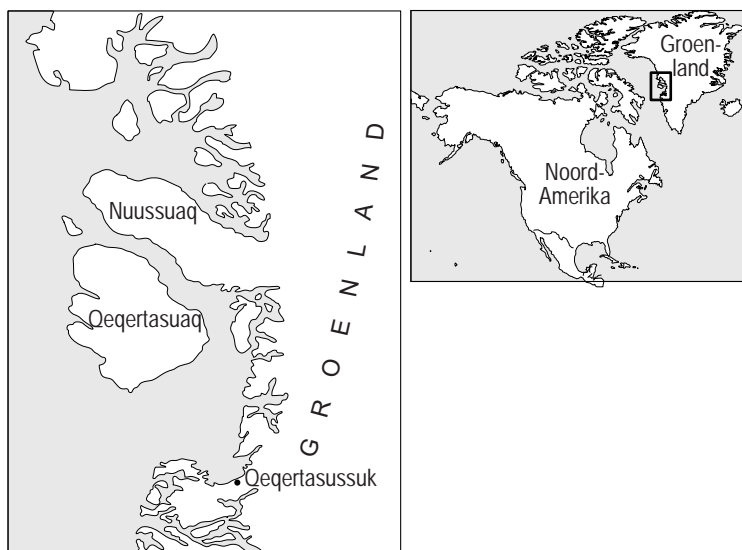
Bas zegt: "Van antigeen A is de aminozuurvolgorde bekend. Hierdoor kun je de genetische code voor dit eiwit afleiden en deze vergelijken met die van het DNA in de pluk haren. Als deze overeenkomen, kon Inuk alleen bloedgroep A gehad hebben."

2p **39** Wie doet of wie doen een juiste uitspraak?

- A geen van beiden
- B alleen Luc
- C alleen Bas
- D zowel Luc als Bas

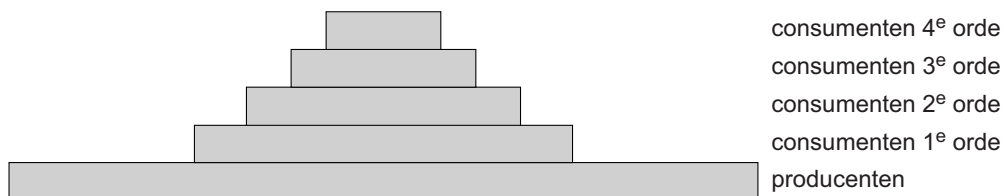
In hun essay schrijven Luc en Bas dat Inuk's lichaamsbouw goed aangepast was aan de barre omstandigheden. Hij leefde in de koude Arctische omgeving van de westkust van Groenland (zie afbeelding 2).

afbeelding 2



Inuk behoorde tot de *Saqqaq*, een nu uitgestorven volk dat vanuit Siberië naar dit gebied kwam. Deze bewoners van de Noordelijke gebieden leefden uitsluitend van de jacht op visetende zeehonden en visetende zeevogels. Luc en Bas verwerken in hun essay een voedselpiramide (zie afbeelding 3).

afbeelding 3



- 2p 40 Bij welke groepen consumenten hebben Luc en Bas de *Saqqaq* ingedeeld?
- A consumenten van 1e of 2e orde
 - B consumenten van 2e of 3e orde
 - C consumenten van 3e of hogere orde

De gevonden restanten zijn op 4000 jaar oud geschat. Men kwam tot deze conclusie door de hoeveelheid koolstof 14 (^{14}C) in het gevonden materiaal te meten. De halfwaardetijd van ^{14}C is 5730 jaar.

In de uitwerkbijlage staat een grafiek waarin het verloop van het gehalte ^{14}C (Y-as) tegen de tijd (X-as) is uitgezet.

- 3p 41 Gebruik deze grafiek om het gehalte aan ^{14}C in de restanten van Inuk af te lezen.
- Geef aan waar Bas en Luc de getallen 4000 en 5730 op de X-as uitgezet hebben.
 - Geef in de grafiek met hulplijnen aan welk gehalte aan ^{14}C Bas en Luc hebben afgelezen.

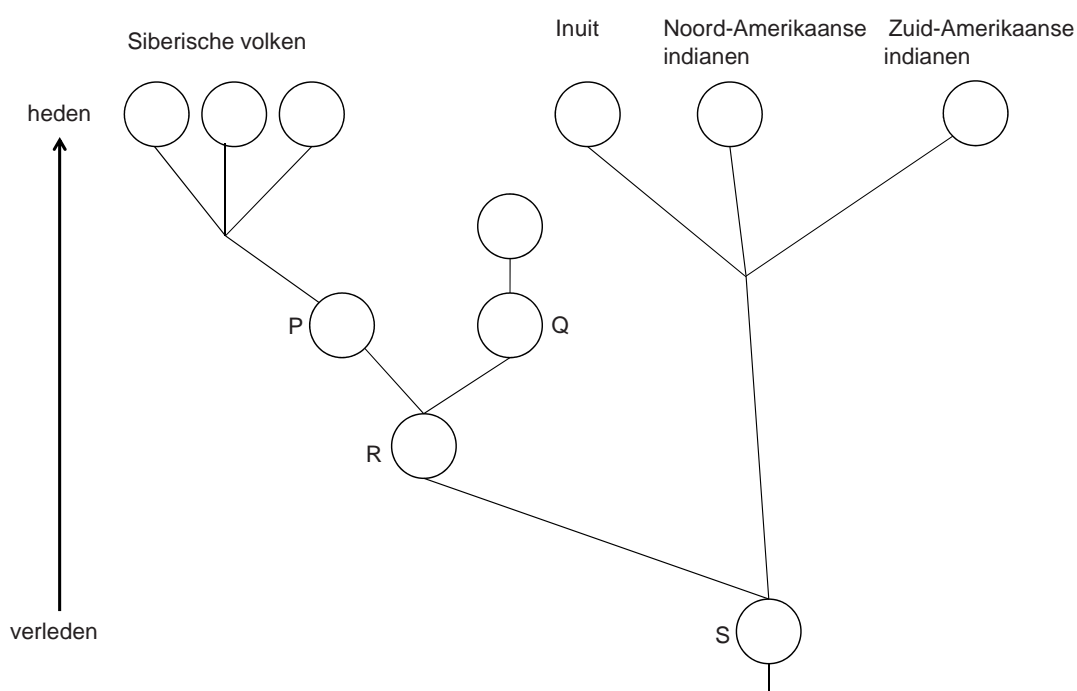
De onderzoekers uit het krantenartikel wisten de complete genetische code van Inuk te ontcijferen. Het is de eerste genomanalyse van een prehistorische mens. Met de DNA-bepaling werden verschillen in het DNA vastgesteld tussen Inuk en de huidige mensen uit Noord-Siberië.

- 1p 42 Met welke biologische term wordt de spontane verandering van het DNA aangeduid, waardoor deze verschillen ontstaan zijn?

Met dit DNA-onderzoek kon men het ruwe signalement van Inuk afleiden. Belangrijker nog dan het uiterlijk van Inuk, is wat uit zijn DNA blijkt over de etnische herkomst van de *Saqqaq*. Het maakt duidelijk dat zij minder verwant zijn aan de huidige bewoners van Groenland, de Inuit, en de Noord-Amerikaanse Indianen, maar meer met de volkeren van Noordoost-Siberië. Het DNA van Inuk en van Siberiërs laat zien dat de voorouders van de *Saqqaq* en die van de huidige Siberiërs al 5500 jaar geleden uiteen zijn gegaan.

In afbeelding 4 staat een afstammingsreeks van de verschillende etnische bevolkingsgroepen in Siberië en Amerika weergegeven. In de stamboom staan de letters P, Q, R en S.

afbeelding 4

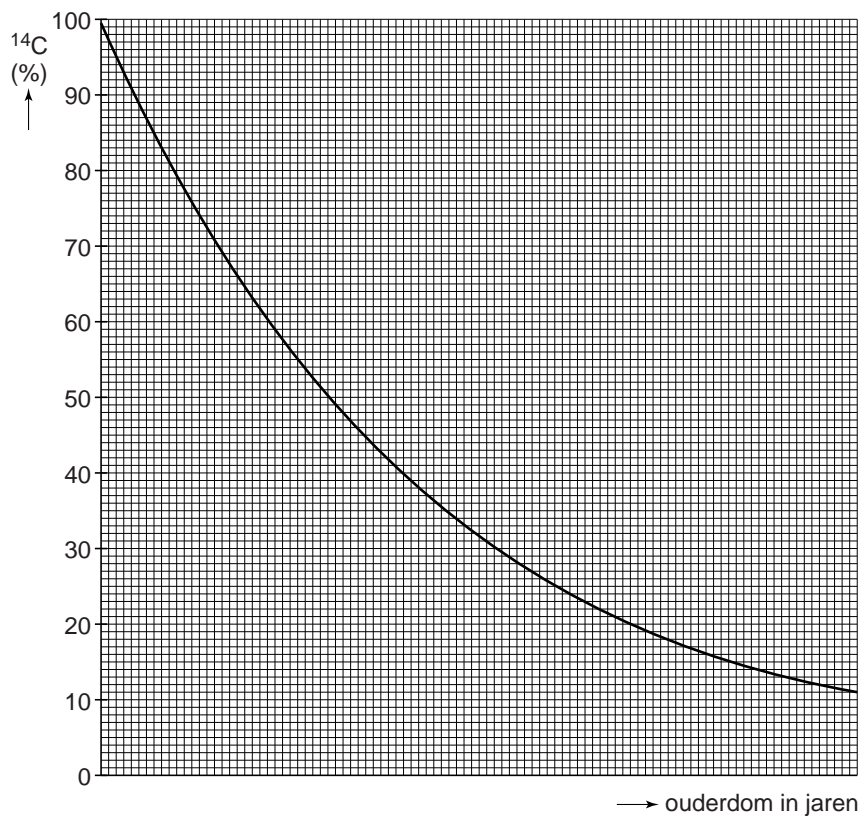


2p **43** Op welke plaats in de stamboom kunnen volgens de gegeven informatie de *Saqqac* worden weergegeven?

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

uitwerkbijlage

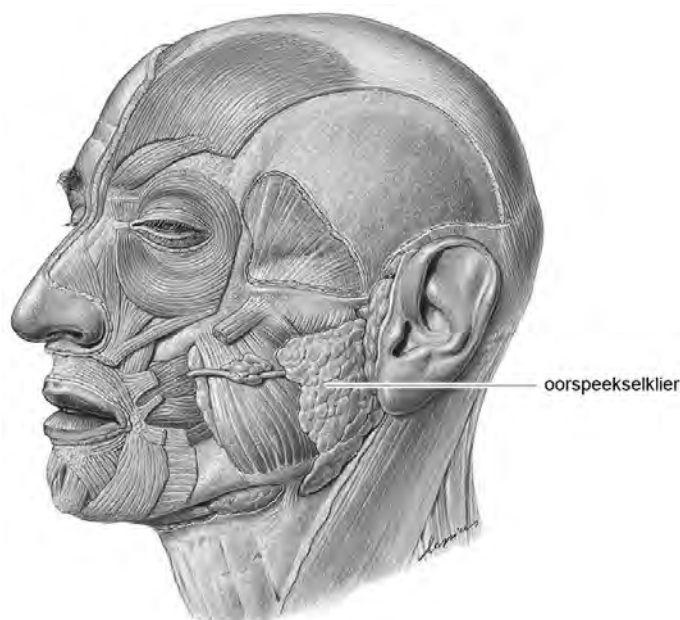
41



De bof is terug

Na invoering van de Bof-Mazelen-Rodehond-vaccinatie (BMR-vaccinatie) leek de bof in Nederland zo goed als verdwenen. Maar in het voorjaar van 2010 werd een toenemend aantal gevallen van de bof gemeld, voornamelijk onder studenten. De studenten kregen het advies zich opnieuw te laten vaccineren, want een besmetting met het bofvirus kan ernstige gevolgen hebben.

Besmetting vindt gemakkelijk plaats via speekseldruppeltjes. De eerste ziekteverschijnselen treden twee tot drie weken na besmetting op. Iemand die geïnfecteerd is, kan het virus al vijf dagen voordat hij ziekteverschijnselen vertoont overdragen. Het virus veroorzaakt koorts en ontsteking van een of beide oorspeekselklieren (zie afbeelding).



Hierdoor ontstaan de voor de ziekte specifieke, opgezwollen wangen. Bij minder dan één procent van de patiënten kan hersenvliesontsteking optreden. Soms treedt onvruchtbaarheid op door ontsteking van de testes.

De studenten die in het ziekenhuis werden opgenomen kregen geen antibiotica toegediend om de bof te bestrijden.

1p **44** Waarom hadden antibiotica geen nut?

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

Jos en Krijn bezoeken de Open Dag van de Hogeschool Utrecht. Na afloop horen zij dat het bofvirus ook daar voorkomt. Zij opperen een aantal ideeën over de bofuitbraak onder studenten.

- 1 Het bofvirus kan gemuteerd zijn, waardoor de immuniteit bij de studenten daartegen niet meer werkte.
- 2 Natuurlijke immuniteit voor de bof werkt levenslang, kunstmatige niet.
- 3 Tentamenstress kan het immuunsysteem van de studenten tijdelijk uitschakelen.

2p **45** Welke uitspraken kunnen verklaren dat de bof voornamelijk onder studenten van de Hogeschool Utrecht weer de kop heeft opgestoken?

- A uitspraak 1 en 2
- B uitspraak 1 en 3
- C uitspraak 2 en 3

Tot 1987 belandden elk jaar tussen de 400 en 800 kinderen met de bof in het ziekenhuis. Vanaf dat jaar werden kinderen tegen de bof gevaccineerd en daarna kwam de bof nauwelijks meer voor. De zieke studenten waren zowel in hun eerste levensjaar als op hun negende gevaccineerd.

Krijn is nooit tegen de bof gevaccineerd.

2p **46** Door de activiteit van welke cellen zal hij, bij een eventuele besmetting, van de bof kunnen genezen?

- A alleen B-cellen
- B alleen T-cellen
- C alleen B-cellen en T-cellen
- D alleen geheugencellen en B-cellen
- E alleen geheugencellen en T-cellen
- F geheugencellen, B-cellen en T-cellen