

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

## Gezichtsbedrog

Bij het kijken naar de sterrenhemel meen je soms in je ooghoeken een lichtzwakke ster gezien te hebben. Als je daarna je ogen op die ster richt, zie je hem niet meer.

Drie leerlingen proberen dit te verklaren.

Leerling 1: Als je je oog richt, kijk je met de gele vlek. Daar bevinden zich vooral kegeltjes en daar kun je lichtzwakke sterren niet mee waarnemen.

Leerling 2: Als je je oog richt, kijk je met de gele vlek. Daar bevinden zich vooral staafjes en daar kun je lichtzwakke sterren niet mee waarnemen.

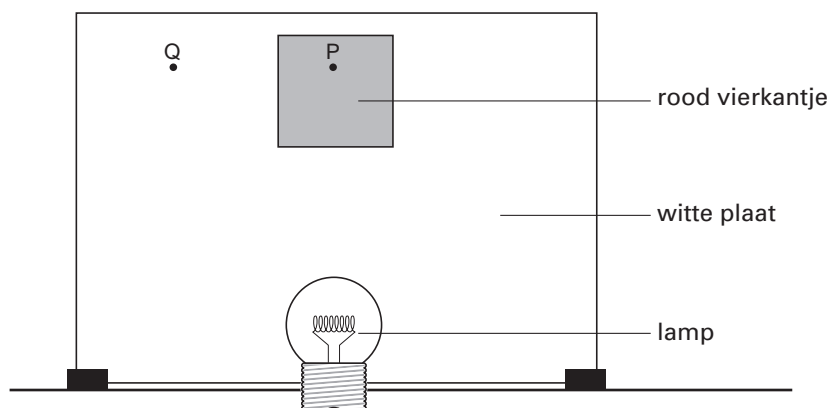
Leerling 3: Als je vanuit je ooghoeken kijkt, kijk je vooral met staafjes en daar kun je lichtzwakke sterren mee waarnemen.

2p 1 Wie heeft of wie hebben gelijk?

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

In een klaslokaal heeft een docent de volgende proef opgesteld.

Op een tafel wordt verticaal een witte plaat geplaatst. Op de witte plaat wordt een rood vierkantje geplakt (zie afbeelding). Die plaat wordt belicht.



Leerlingen blijven 20 seconden recht voor zich uitkijken naar punt P in het rode vierkantje. Meteen daarna kijken ze naar punt Q in het witte gebied naast het vierkant. Daar verschijnt dan een groen vierkant.

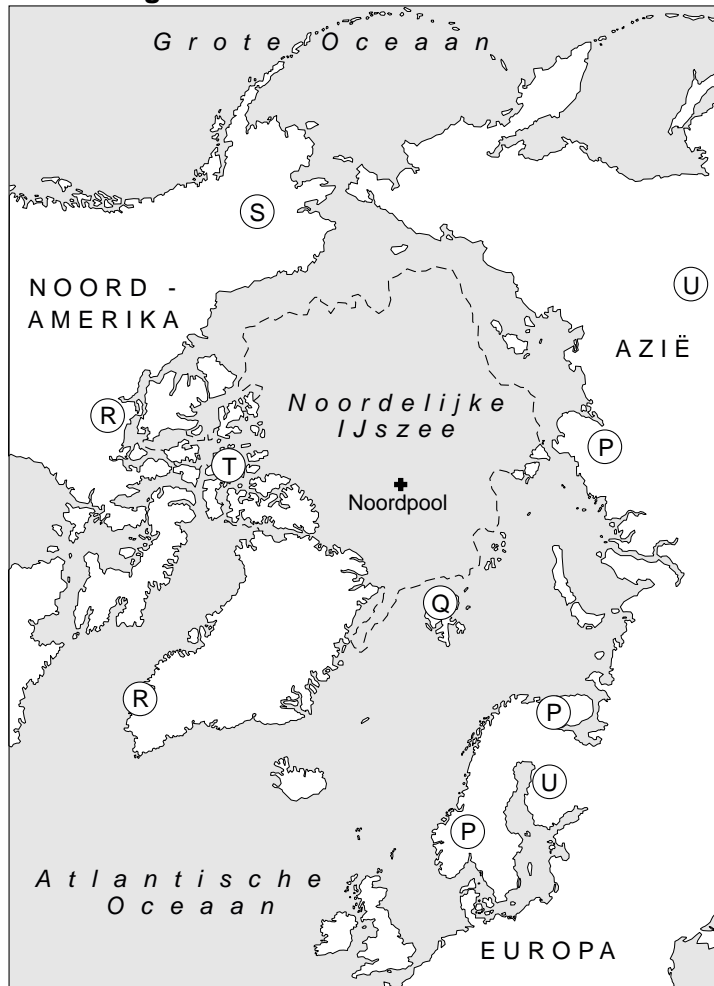
2p 2 Wat is hiervoor de verklaring?

- A De drempelwaarde van de gebruikte zintuigcellen is verlaagd.
- B De gebruikte zintuigcellen zijn tijdelijk minder gevoelig.
- C Het licht valt op andere zintuigcellen door het draaien van het hoofd.

## Evolutionaire aanpassingen van het rendier

Dieren die in de loop van de tijd succesvol geëvolueerd zijn, vertonen soms anatomische aanpassingen. Verschillende kenmerken van bijvoorbeeld rendieren, zoals de vacht en platte poten wijzen erop dat zij al in een vroeg stadium van hun evolutie, aangepast waren om in een koud gebied en diepe sneeuw of op een andere zachte ondergrond te lopen. De nu nog levende soort *Rangifer tarandus* is het meest voorkomende hoefdier in Scandinavië, Noord-Rusland en de arctische gebieden van Noord-Amerika, waar hij kariboe wordt genoemd (zie afbeelding 1). De verschillende rassen van deze rendiersoort zoals het Svalbard rendier en het Noorse rendier en hun leefgebieden worden met de letters P t/m U aangegeven.

afbeelding 1

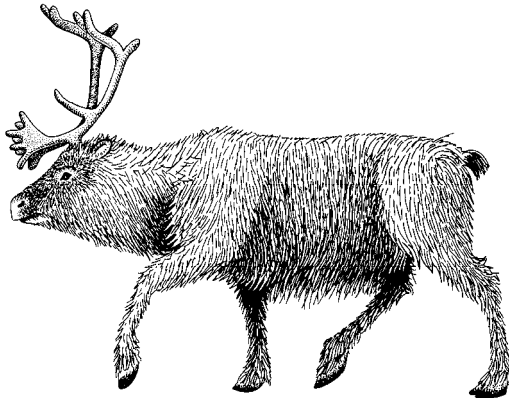


Gedurende de geologische periode 'het Pleistoceen' waren wolven de belangrijkste roofdieren voor de rendieren. Zelfs nu nog vormen de rendieren in Canada en Alaska het voornaamste voedsel voor de wolf.

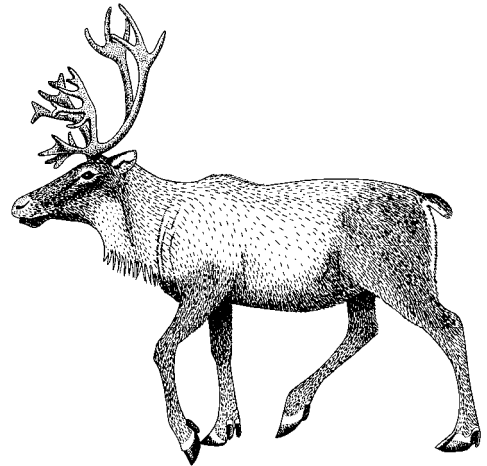
In de Svalbard archipel (gebied Q in afbeelding 1) komen geen wolven en ook geen andere roofdieren, zoals de hyena of de mens, voor. Er zijn ook geen fossiele vondsten gedaan die aangeven dat deze dieren ooit op de eilanden zijn geweest. De enige andere grote carnivoor, de ijsbeer, die deze eilanden zwemmend kan bereiken, eet zeehonden en zelden of nooit een rendier.

Het Svalbard rendier (afbeelding 2 links) leeft in kleine groepjes. De volwassen mannetjes leven solitair. Het Noorse rendier (afbeelding 2 rechts) leeft in grote kudden van meer dan 1000 dieren die honderden kilometers afleggen om steeds gebieden te vinden die genoeg voedsel bevatten.

## afbeelding 2



Svalbard rendier



Noors rendier

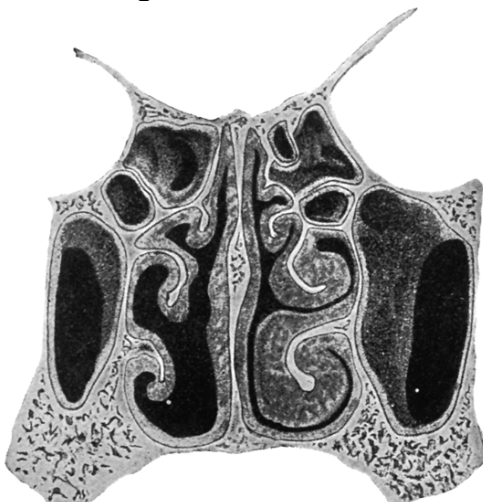
- 2p **3** Het Svalbard rendier heeft kortere poten dan het Noorse rendier. Leg uit waardoor de ontwikkeling van de korte poten mogelijk was door de afwezigheid van roofdieren zoals de wolf.

Men beweert dat de evolutie van de pootlengte tot korte poten een aanpassing is aan de lage omgevingstemperatuur.

- 1p **4** Leg uit waardoor het Svalbard rendier hierdoor beter aangepast is aan lage omgevingstemperaturen dan het Noorse rendier.

Een aanpassing aan extreem lage temperaturen en de droge lucht in de arctische gebieden, is de bouw van de neus. De inwendige neusstructuur is zeer complex. Zeer uitgebreide neusholten, veel groter dan die van de mens (zie afbeelding 3), vergroten het oppervlak waarlangs de lucht tijdens de ademhaling stroomt.

## afbeelding 3



Doorsnede neusholte mens

De uitgeademde lucht van rendieren heeft een temperatuur die in de winter nooit hoger ligt dan 6 graden. Hierdoor zie je nauwelijks dat ze uitademen; de bij andere dieren zo karakteristieke 'rook' komt niet uit hun neus.

- 2p 5 Welke biologische betekenis heeft deze vorm van uitademen?
- A De koude uitgeademde lucht kan meer CO<sub>2</sub> bevatten, zodat zij het CO<sub>2</sub> gemakkelijk kwijt raken.
  - B De koude, uitgeademde lucht kan minder O<sub>2</sub> bevatten, zodat de rendieren een maximum aan O<sub>2</sub> kunnen opnemen.
  - C De rendieren beperken warmte- en vochtverlies tijdens de uitademing tot een minimum.
  - D De rendieren vallen zo minder op voor hun prooidieren, die de uitgeademde lucht nu niet gemakkelijk kunnen zien.

## Foetaal onderzoek

---

Uit onderzoek is vastgesteld dat er complete cellen van de foetus in het bloed van de moeder voorkomen. De ontdekking dat moederlijk bloed cellen van de foetus bevat, kan gebruikt worden om erfelijke afwijkingen vast te stellen. Uit deze cellen is DNA te isoleren. Men doet dit alleen als uit het karyogram blijkt dat de foetus een jongetje is. Foetale cellen van een dochter zijn op deze manier niet met zekerheid van de cellen van de moeder te onderscheiden.

- 1p 6 Hoe kan men uit een karyogram vaststellen of de onderzochte cellen van een jongen zijn?
- 1p 7 Welke zijn twee vormen van prenatale diagnostiek waarbij men cellen van het kind verzamelt voor onderzoek?

## Hormoon belemmert vermageren via dieet

Cardiologen hebben het hormoon ghreline in 1999 bij toeval ontdekt. Zij noemden het ghreline naar het oude Indo-Europese woord 'ghre' waarvan 'groei' afkomstig is. Ghreline wordt door de maag geproduceerd en komt vrij als je enige tijd niet eet. Via de hypothalamus, het centrale autonome regelcentrum in de hersenen, wekt het dan een gevoel van honger op. Tegelijkertijd zet het de hypofyse aan tot het afgeven van het groeihormoon. In de lever zorgt ghreline ervoor dat voedingsstoffen effectiever opgeslagen worden.

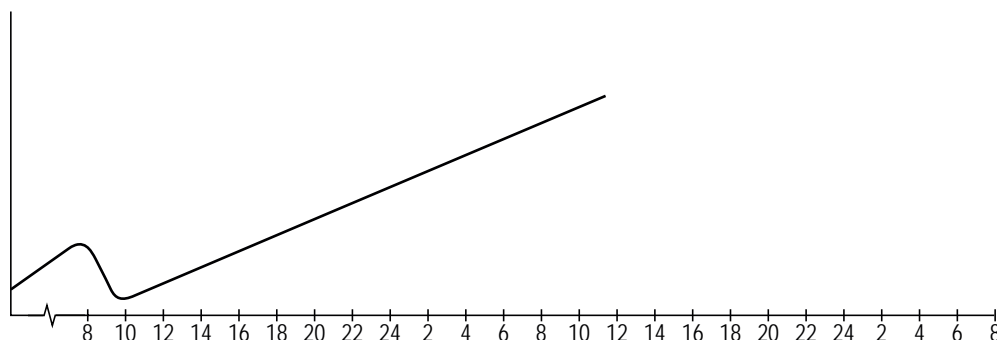
Een eerste onderzoek naar de effecten van ghreline is bij ratten gedaan. Na toediening van ghreline gingen de ratten te veel eten.

In een tweede onderzoek heeft men gekeken naar de ghrelineproductie. Hierbij gebruikte men drie groepen mensen. De eerste groep bestond uit dikke mensen met een maagbypass (een directe chirurgische verbinding tussen slokdarm en dunne darm, buiten de maag om). Ook de tweede groep bestond uit dikke mensen, deze groep vastte streng. De derde groep deed dienst als controlegroep; deze bestond uit mensen met een 'normaal' lichaamsgewicht.

Men vond bij de groep met de maagbypass een extreem lage ghrelineconcentratie, bij de groep die vastte een hoge en bij de controlegroep een wisselende concentratie, gekoppeld aan een dag- en nachtritme.

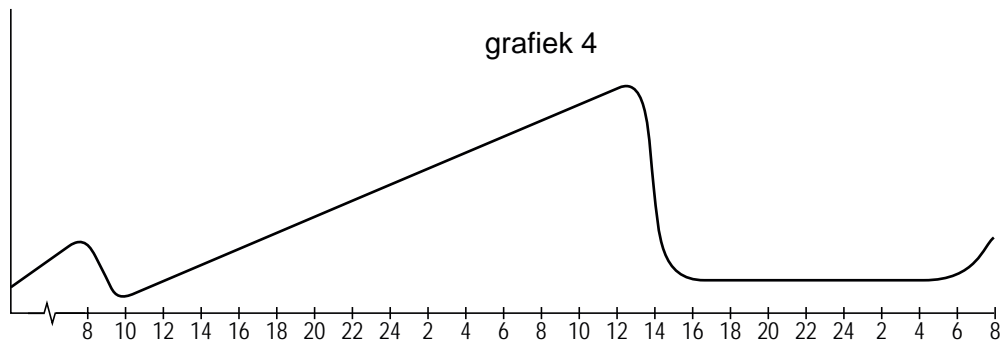
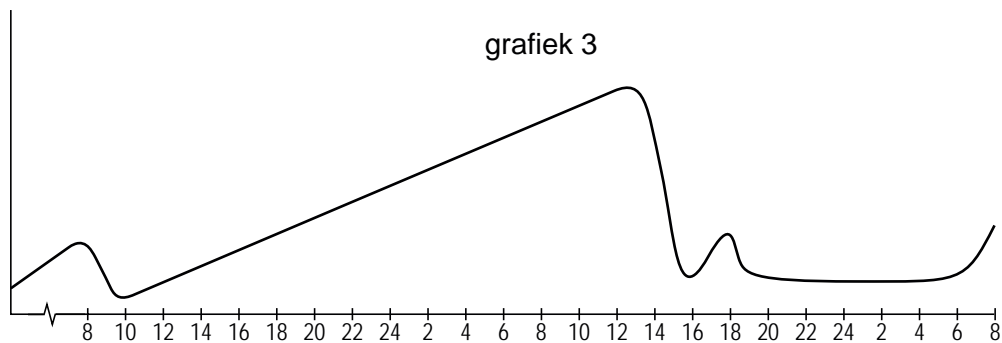
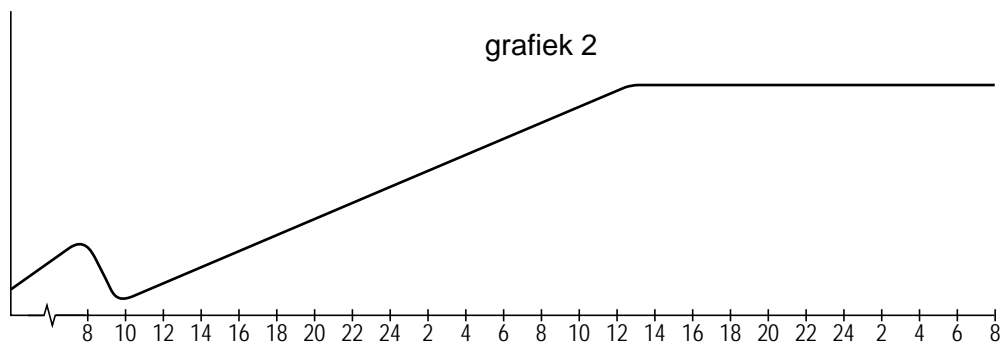
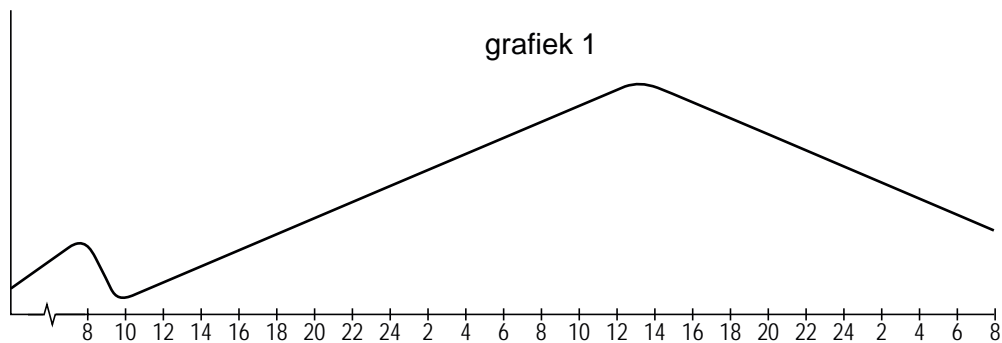
- 2p **8** Leg uit dat de groep die streng vastte (de tweede groep), een verhoogde ghrelineconcentratie had.
- 2p **9** Noteer in de juiste volgorde de bloedvaten en de delen van het hart die een groeihormoonmolecuul passeert als het via de kortste weg van de hypofyse naar de lever gaat.

In de afbeelding is een grafiek getekend waarin wordt aangegeven hoe de ghrelineconcentratie verandert als iemand gedurende 27 uur vast.



Om 8.00 uur van dag 1 heeft de proefpersoon, die een normaal lichaamsgewicht heeft, voor het laatst gegeten. De lunch van 13.00 uur, het avondeten van 18.00 uur van dag 1 en het ontbijt van 8.00 uur op dag 2 worden overgeslagen. De eerste maaltijd die hij weer gebruikt is de lunch van dag 2.

Hieronder staan vier grafieken.



- 2p 10 Welke grafiek geeft op de juiste manier het verloop van de ghrelineconcentratie weer, als de proefpersoon met de lunch van dag 2 weer normaal gaat eten en om 18.00 uur zijn avondeten gebruikt en op dag 3 weer normaal ontbijt?
- A grafiek 1
  - B grafiek 2
  - C grafiek 3
  - D grafiek 4

## Myotone dystrofie

Myotone dystrofie is een erfelijke spierziekte die even vaak voorkomt bij mannen als bij vrouwen. Kinderen van wie een van de ouders de ziekte heeft, hebben een risico van vijftig procent om de aandoening te erven. Kenmerkende verschijnselen zijn het vertraagd ontspannen van spieren en een langzaam toenemende spierzwakte. Behalve de spieren kan ook een aantal organen klachten geven. Bovendien kan er sprake zijn van futloosheid en een verhoogde behoefte aan slaap. Bij kinderen kan myotone dystrofie leiden tot leer- en gedragsproblemen. Genezing is niet mogelijk. Wel kan geprobeerd worden de gevolgen van de ziekte draaglijk te maken en complicaties te voorkomen. Er zijn vier typen myotone dystrofie, die verschillen in de leeftijd waarop de ziekte zichtbaar wordt en in de aard van de verschijnselen. In onderstaande tabel zijn de hoofdkenmerken van de vier typen van myotone dystrofie gegeven.

type	vroege symptomen	late symptomen
1 mild (zichtbaar na 50ste jaar)	staar vertraagde ontspanning van spieren na aanspannen	lichte spierzwakte
2 klassiek (ontwikkelt zich tussen 14-50 jaar)	vertraagde ontspanning van spieren na aanspannen spierzwakte	ernstige spierzwakte staar lusteloosheid orgaanstoornissen
3 kindervorm (ontwikkelt zich tussen 1-14 jaar)	leerproblemen spraakproblemen darmklachten	als bij het klassieke type
4 aangeboren (bij de geboorte al zichtbaar)	verlaagde spierspanning ademhalingsproblemen slikproblemen klompvoeten	als bij het klassieke type

- 2p 11 – Erft myotone dystrofie X-chromosomaal over? Leg je antwoord uit.  
– Is het gen dat myotone dystrofie veroorzaakt dominant of recessief? Leg je antwoord uit.

Een vrouw is voor de tweede keer zwanger. Haar eerste kind, een zoon, is gezond, hoewel zijn ontwikkeling wat traag verloopt. Hij is nu 6 jaar oud en kan in het gewone basisonderwijs niet meekomen; sinds kort volgt hij speciaal onderwijs. Uit de tweede zwangerschap wordt een dochter geboren. De eerste testresultaten op de gezondheid zijn in orde maar de baby haalt niet goed adem en komt in de couveuse terecht. Ook het drinken gaat moeizaam en het meisje krijgt gedurende drie weken kunstmatige voeding. De kinderarts constateert dat zij slap is en dat zij myotone dystrofie heeft. Beide ouders lijken op het eerste gezicht geen klachten van deze aandoening te hebben. Toch blijkt de vrouw bij onderzoek een expressieloos gelaat te hebben en een zwakte van de handspieren. Door een verminderde kracht in de kuitspieren is zij ook niet in staat om op de hakken te lopen. Als je haar een stevige hand geeft kan ze moeilijk loslaten.

- Er wordt vastgesteld dat de vrouw myotone dystrofie heeft.
- 2p 12 Aan welk type myotone dystrofie zal zij naar alle waarschijnlijkheid lijden?
- A het milde type
  - B het klassieke type
  - C de kindervorm
  - D het aangeboren type

Ook bij de zoon wordt de diagnose myotone dystrofie gesteld. In dit gezin hebben nu drie van de vier gezinsleden deze ziekte.

Het is verstandig de broers en zussen van deze vrouw op de hoogte te brengen van deze erfelijke aandoening.

- 1p 13 Geef een biomedisch argument waarom het verstandig is om de broers en zussen van de vrouw in te lichten over haar ziekte.

## A dog called Wanda

---

In de 19e eeuw werd het ziektebeeld acromegalie bij de mens beschreven. Bij dit ziektebeeld hoort onder andere het vrijkomen van grote hoeveelheden groeihormoon. Groeihormoon wordt door de hypofyse gemaakt. Kaken, handen en voeten worden door de hoge concentratie groeihormoon in het bloed sterk vergroot. Een tumor in de hypofyse kan dit ziektebeeld veroorzaken.

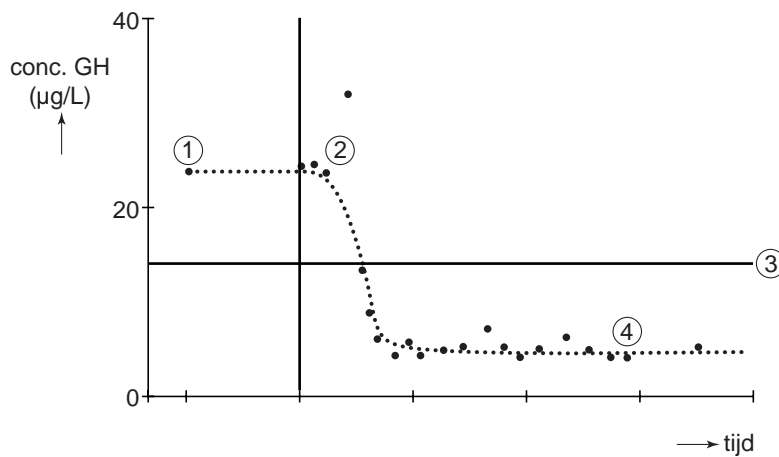
In 1964 toonde de dierenarts Joannes Juda Groen aan dat dit ziektebeeld ook bij honden voorkomt. Hij beschreef de geschiedenis van een herdershond waarbij zich na een loopsheid diabetes (suikerziekte) had ontwikkeld. De hond had dikke poten en een kop met grote kaken.

- 2p 14 Welke stof als gevolg van diabetes vond Groen in de urine van deze hond?
- A glucagon
  - B glucose
  - C insuline
  - D ureum

In 1975 werd Wanda, een andere herdershond, de dierenkliniek binnengebracht. Zij had regelmatig hormooninjecties gekregen ter voorkoming van loopsheid. Dit hormoon uit de injecties remt, net als bij de mens, de ovulatie. Wanda was altijd gezond geweest, maar in het laatste jaar had ze langzamerhand acromegalie-verschijnselen ontwikkeld.

- 2p 15 Welk hormoon, ter voorkoming van loopsheid, werd via de injecties aan Wanda toegediend?
- A FSH
  - B LH
  - C oestrogeen
  - D progesteron

Bij weer een andere hond werd een ontstoken baarmoeder geconstateerd en een verhoogde concentratie groeihormoon (zie 1 in de grafiek). Vanwege deze gezondheidsklachten werden de ontstoken baarmoeder en de eierstokken verwijderd. De problemen waren met deze operatie niet geheel opgelost. Op een later tijdstip werden daarom ook alle melkklieren verwijderd (2). De klachten verminderden hierdoor. In het diagram is weergegeven hoe de concentratie groeihormoon in deze periode veranderde (tussen de tijdstippen 2 en 4). De horizontale lijn (zie 3 in grafiek) geeft de groeihormoonconcentratie bij gezonde dieren weer.



Opmerkelijk was, dat de concentratie groeihormoon daalde tot **onder** de normale waarde (zie 4 in grafiek).

1p 16 Geef een mogelijke juiste verklaring voor dit effect.

## Kerstbomen in massaproductie

De Nordmann-spar is erg geliefd als kerstboom. Hij heeft zachte naalden die bovendien niet snel uitvallen als de boom in de warme huiskamer staat. Denemarken is de grootste exporteur van deze sparren. Jaarlijks levert het meer dan 10 miljoen bomen aan de kerstmarkten van andere Europese landen. Onderzoekers van de Botanische Tuinen in Kopenhagen kweken nieuwe Nordmann-sparren uit stukjes weefsel van een volwassen spar. Zij starten de kweek met het plaatsen van stukjes weefsel van 0,2 mm op een kunstmatige voedingsbodem. Deze methode blijkt succesvol.

Deze weefselkweektechniek is een vorm van kunstmatige ongeslachtelijke voortplanting.

1p 17 Wat is een andere naam voor deze vorm van kunstmatige voortplanting?

Uit de stukjes weefsel ontstaan kleine sparren. De sparren worden op een andere voedingsbodem, die de benodigde voeding bevat, verder opgekweekt. Hieronder staan een aantal stoffen.

- 1 aminozuren
- 2 fosfaat
- 3 glucose
- 4 nitraat
- 5 water

2p **18** Welke van deze stoffen moeten zeker deel uitmaken van deze voedingsbodem voor de jonge sparren?

- A 1, 2 en 3
- B 1, 2 en 5
- C 1, 4 en 5
- D 2, 4 en 5
- E 2, 3, 4 en 5
- F 1, 2, 3, 4 en 5

Teakbomen leveren tropisch hardhout dat vanwege zijn duurzaamheid goed kan worden gebruikt omdat teakhout bestand is tegen alle soorten weersinvloeden. Vroeger werden teakplantages aangelegd, waarbij men gebruikmaakte van teakbomen die opgekweekt waren uit stukjes weefsel, afkomstig van één boom. Tegenwoordig kiest men ervoor om meerdere bomen, opgegroeid uit verschillende zaden, te gebruiken bij het verkrijgen van de stukjes weefsel.

2p **19** – Welk risico probeert men met deze laatste keuze te vermijden?  
– Leg je antwoord uit.

De beschreven weefselkweektechniek wordt ook toegepast bij bosbeheer in tropische gebieden. Teakbomen worden zo vermeerderd.

Met de gekweekte bomen worden teakplantages aangelegd. Op deze wijze hoopt men het illegaal kappen van het tropisch regenwoud tegen te gaan. Door de kaalkap van het tropisch regenwoud verdwijnen de grote woudreuzen. Daarnaast heeft de kaalkap ter plekke nog andere gevolgen voor het ecosysteem.

2p **20** Noem twee van deze gevolgen.

*Dit was de laatste vraag van het deel waarbij de computer niet wordt gebruikt.*