

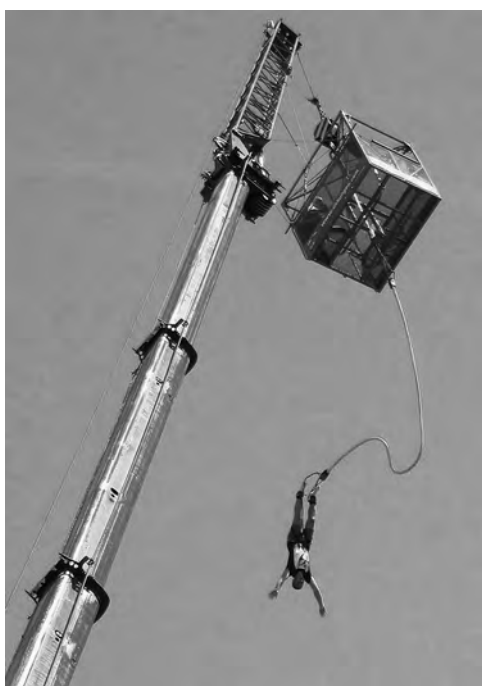
*Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.*

## Bungeejumpen

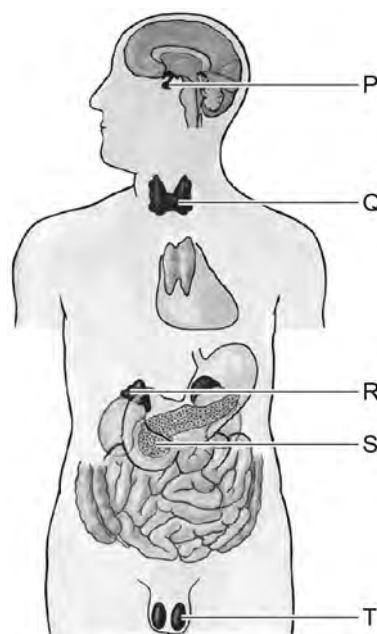
Je staat op een platform op een hoogte van 70 meter en laat je voorover de diepte in vallen (afbeelding 1). Hierbij gaat je lichaam over op de stress-stand.

Bij het overschakelen van het lichaam naar de stress-stand wordt het hormoon adrenaline afgegeven.

**afbeelding 1**



**afbeelding 2**



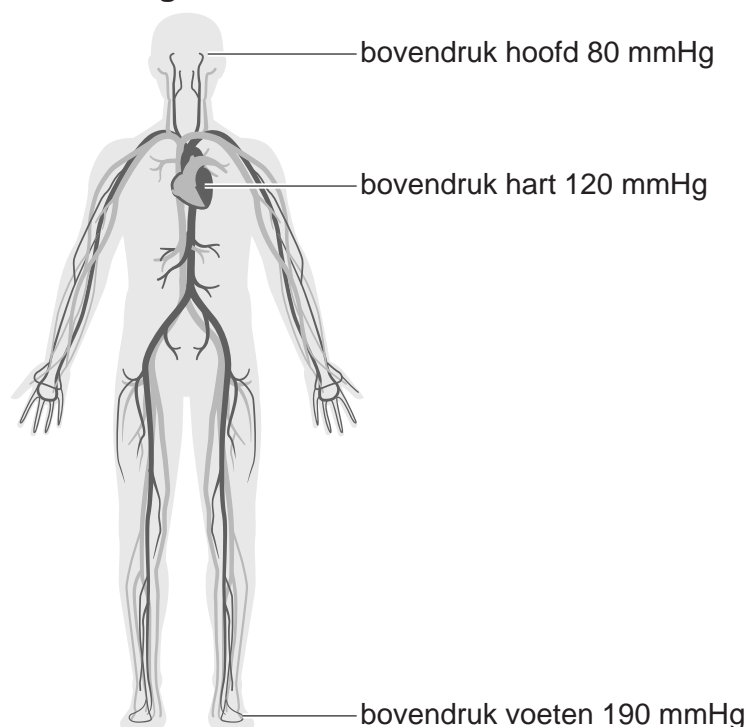
In afbeelding 2 is een aantal klieren met letters aangegeven.

- 1p 1 Noteer de letter waarmee de hormoonklier wordt aangegeven die bij stress adrenaline afgeeft aan het bloed.

Tijdens een bungeejump neemt de bloeddruk toe, vooral in het hoofd. Op het moment dat het laagste punt wordt bereikt, is de bovendruk (systolische druk) in het hoofd enorm hoog. Als gevolg hiervan kunnen haarvaatjes beschadigd raken. Het Engelse meisje Cathy verloor hierdoor tijdelijk een gedeelte van haar gezichtsvermogen.

In afbeelding 3 is de verdeling van de bovendruk weergegeven bij een staande houding.

**afbeelding 3**



Over de oorzaak van de hoge bovendruk in het hoofd op het laagste punt van de sprong, worden twee uitspraken gedaan:

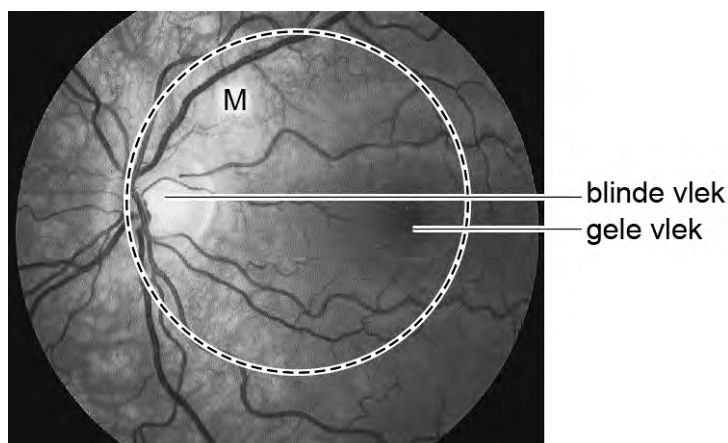
- 1 Afgifte van adrenaline leidt tot een verhoging van de bovendruk.
- 2 De houding van het lichaam draagt bij aan de hoge bovendruk in het hoofd.

2p 2 Welke bewering is juist?

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

De schade aan haarvaatjes trad op in een gedeelte van Cathy's netvlies. Hierdoor werkten de zintuigcellen in het gebied M (aangegeven met de cirkel in afbeelding 4) tijdelijk niet.

**afbeelding 4**



2p 3 Beredeneer aan de hand van afbeelding 4 dat Cathy na haar sprong tijdelijk geen kleur kon waarnemen.

Het opwekken van stress door bungeejumpen wordt door artsen van het Academisch Medisch Centrum gebruikt om de invloed van stress op het immuunsysteem te onderzoeken. Bekend is dat mensen die gestrest zijn sneller last hebben van infecties en eerder ziek worden.

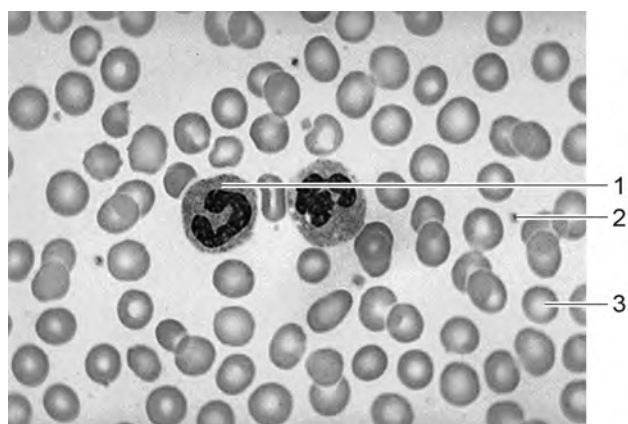
Voor dit onderzoek maakten 20 vrijwilligers een bungeejump vanaf 70 meter hoogte. Bij de proefpersonen werd op vier tijdstippen bloed afgenomen:

- 1 bij aankomst op het terrein
- 2 vlak voor de sprong, op het springplatform (ongeveer 2 uur na aankomst)
- 3 direct na de sprong
- 4 twee uur na de sprong

In het bloed werd de hoeveelheid bloedcellen die betrokken zijn bij de afweer geteld en werd de ontstekingsremmende activiteit van de afweercellen bepaald. Een aantal proefpersonen kreeg voorafgaand aan de eerste bloedafname een behandeling die de werking van adrenaline remt.

In afbeelding 5 zijn met nummers verschillende vaste bloedbestanddelen aangegeven in een microscopisch preparaat van bloed.

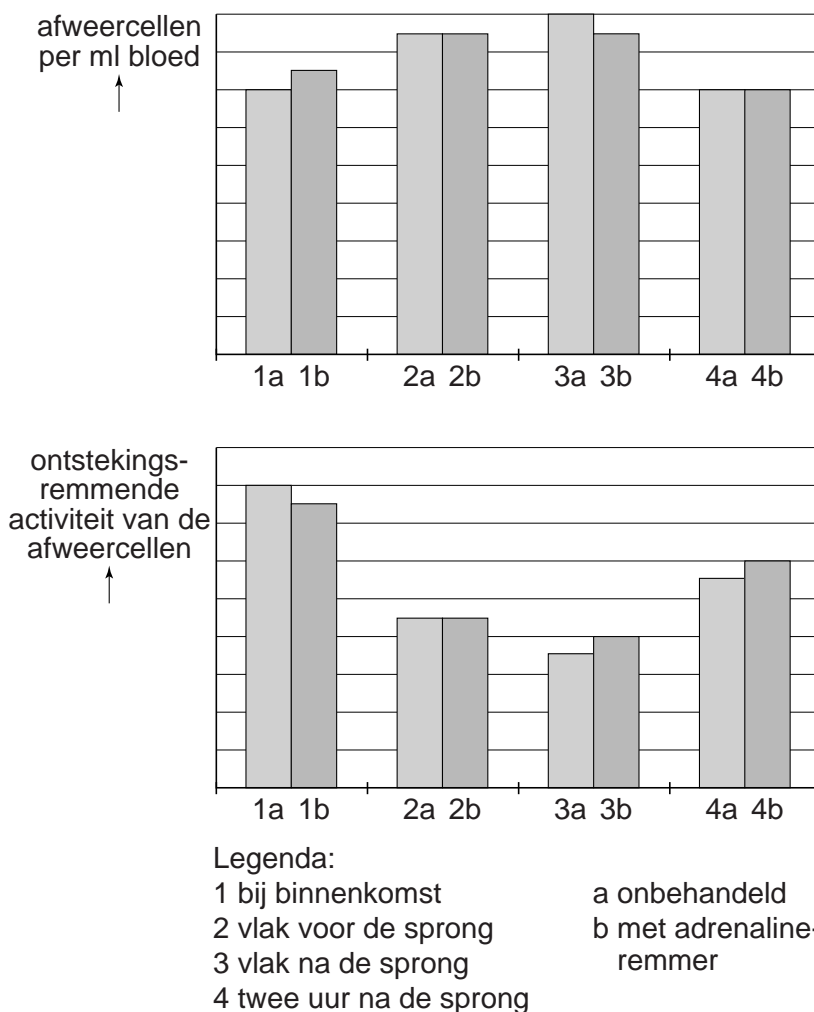
**afbeelding 5**



- 2p 4 Welk van de aangegeven delen uit het bloed is of welke zijn voor dit onderzoek in de telling meegenomen?
- A alleen 1
  - B alleen 2
  - C alleen 3
  - D alleen 1 en 2
  - E alleen 1 en 3
  - F alleen 2 en 3

De resultaten uit het onderzoek zijn weergegeven in afbeelding 6.

**afbeelding 6**



- 2p 5 Welke conclusie kan met deze resultaten worden onderbouwd?
- A Bungeejumpen veroorzaakt niet voldoende stress om de afweer te beïnvloeden.
  - B Bungeejumpen veroorzaakt voldoende stress om de afweer te beïnvloeden, maar deze beïnvloeding wordt niet veroorzaakt door afgifte van adrenaline.
  - C Bungeejumpen veroorzaakt voldoende stress om de afweer te beïnvloeden, en deze beïnvloeding wordt veroorzaakt door afgifte van adrenaline.

## Planten die vliegen vangen

De vlieëbos is een struikachtige plant die groeit in Zuid-Afrika. De bladeren van deze plant zijn begroeid met kleverige haren waaraan kleine insecten blijven kleven. Wetenschappers onderzochten wat het voordeel hiervan is voor de plant.

Op vlieëbosplanten (*Roridula gorgonias*, afbeelding 1) leven vleesetende luizen (*Pameridea roridulae*) die zich op hun hoge poten moeiteloos tussen de kleverige haren van de plant verplaatsen. Ze voeden zich met de door de plant gevangen insecten zoals fruitvliegjes (afbeelding 2).

De vleesetende luizen worden gegeten door de spin *Synaema marlothii*, die zich ook voedt met door de plant gevangen insecten.

**afbeelding 1**



**afbeelding 2**



Net als vleesetende planten groeit vlieëbos op vochtige, voedselarme bodems en vangt insecten. In tegenstelling tot vleesetende planten maakt vlieëbos geen enzymen om de insecten te verteren. Onderzoekers vroegen zich af welk voordeel de planten dan hebben van de energie die zij investeren in de afscheiding van de kleverige stof. Om dit te onderzoeken zetten ze een experiment op waarin ze fruitvliegjes voedsel gaven dat gelabelde organische stikstofverbindingen (met zwaar stikstof,  $^{15}\text{N}$ ) bevat. De vliegjes werden vervolgens vastgeplakt op de planten met vleesetende luizen. Gelabelde stikstof werd later aangetroffen in de weefsels van deze planten.

Het bleek dat stikstof via de uitscheidingsproducten van de vleesetende luizen in de planten terechtkomt.

Vleesetende luizen breken organische stikstofverbindingen van fruitvliegen af in hun verteringsstelsel. Stikstof komt onder andere voor in aminozuren en eiwitten.

- 2p 6
- Noteer een andere stikstofhoudende organische stof uit het lichaam van de fruitvlieg,
  - en noteer een enzym dat deze stof afbreekt.

De onderzoekers bepaalden aan het eind van het experiment of eiwitten in cellen van fruitvliegjes, luizen, spinnen en planten, de gelabelde stikstof bevatten.

- 2p 7 Bij welk of welke van deze organismen zal de gelabelde stikstof door de onderzoekers zijn teruggevonden?

Over de relaties tussen de plant, de vleesetende luis, de spin en de fruitvliegjes worden drie uitspraken gedaan:

1 Tussen de vleesetende luis en de plant is sprake van mutualisme.

2 Tussen de vleesetende luis en de fruitvliegjes is sprake van parasitisme.

3 Tussen de spin en de fruitvliegjes is sprake van predatie.

- 2p 8 Noteer de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en schrijf achter elk nummer of de betreffende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

Door de relatie met de vleesetende luis kan vlieëbos op voedselarme bodem groeien.

- 1p 9 Verklaar hoe de relatie met de vleesetende luis, groei van vlieëbos op voedselarme bodem mogelijk maakt.

In de gebieden waar de struik vlieëbos voorkomt, ontstaan elke paar jaar natuurbranden. De struik kan deze branden overleven doordat het onderste gedeelte van de stam zich onder de grond bevindt. Andere soorten, zoals de waboom (*Protea nitida*), overleven doordat ze een dikke schors hebben. Hierdoor kunnen deze soorten na een brand opnieuw uitlopen.

- 2p 10 Leg uit hoe de waboom in de loop van de evolutie een steeds dikkere schors heeft gekregen.

## Nierdonor bij leven

Marja is geboren met slechts één nier. Eén goede nier is genoeg om het bloed te zuiveren, maar Marja's nier is tijdens de twintig jaar van haar leven steeds slechter gaan functioneren, waardoor ze nu regelmatig moet dialyseren.

Een niertransplantatie zou een oplossing zijn. Marja's tweelingbroer Arno wil graag een van zijn nieren doneren. Bij het transplanteren van een nier moet met verschillende factoren rekening worden gehouden. De nier is een bloedrijk orgaan, waardoor bij een niertransplantatie veel bloedcellen mee worden getransplanteerd.

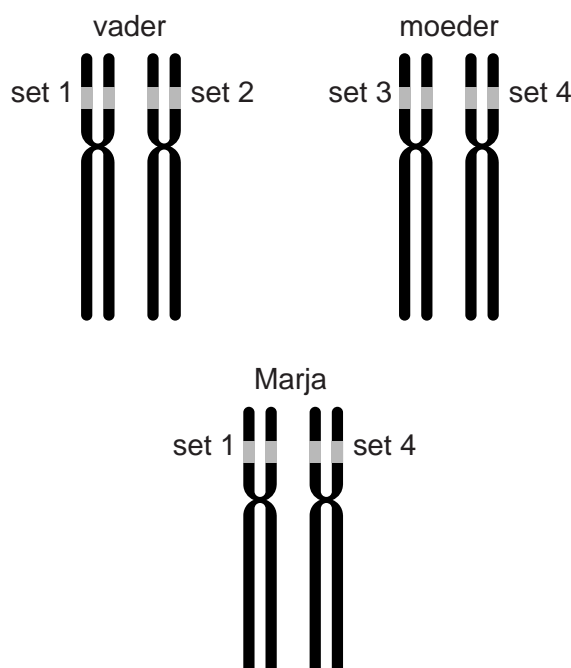
Bij transplantatie mag geen klontering van de bloedcellen van Arno optreden in de bloedbaan van Marja. Marja heeft bloedgroep B.

- 2p 11
- Noteer welke van de AB0-bloedgroepen Arno mag hebben om als donor voor zijn tweelingzus in aanmerking te komen.
  - Verklaar je antwoord.

Een tweede factor waarmee rekening moet worden gehouden bij een niertransplantatie zijn de HLA-eiwitten die zich op alle lichaamscellen bevinden. Deze eiwitten worden gecodeerd door een set genen op chromosoom 6. In deze genen is heel veel variatie, waardoor de kans klein is dat twee personen dezelfde combinatie van HLA-eiwitten bezitten. Tegen niet-lichaamseigen HLA-eiwitten treden immunoreacties op die tot afstoting van getransplanteerde organen kunnen leiden.

Omdat de verschillende genen voor de HLA-eiwitten heel dicht bij elkaar liggen, kun je stellen dat ze gekoppeld overerven en dat kinderen dus van elke ouder een van de twee sets HLA-genen krijgen. In afbeelding 1 zijn van Marja en haar ouders de chromosomen 6 met verschillende sets allelen voor HLA weergegeven.

afbeelding 1



- 2p 12 Hoe groot is, op basis van afbeelding 1, de kans dat Arno dezelfde sets van HLA-allelen heeft als Marja?
- A 0%
  - B 25%
  - C 50%
  - D 75%
  - E 100%

Bij de afweerreactie tegen bloedgroepewitten spelen antistoffen uit het bloed een rol. Cellen van een donornier met lichaamsvreemde HLA-eiwitten worden aangevallen door bloedcellen van het specifieke afweersysteem.

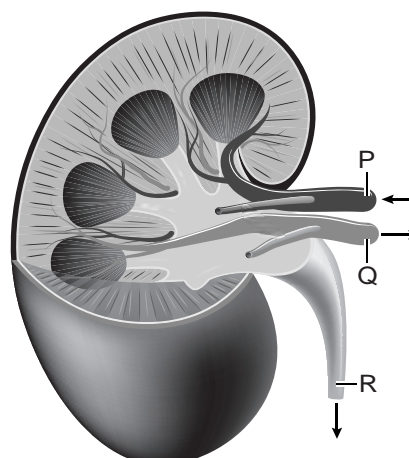
- 2p 13 Welke cellen produceren de antistoffen? En welke cellen van het specifieke afweersysteem vallen cellen van een donornier aan?

cellen die antistoffen produceren	cellen die de donornier aanvallen
A B-cellen	macrofagen
B B-cellen	T-cellen
C macrofagen	B-cellen
D macrofagen	T-cellen
E T-cellen	B-cellen
F T-cellen	macrofagen

Na onderzoek blijkt Arno een geschikte bloedgroep te hebben. Zijn HLA-eiwitten komen niet geheel overeen met die van Marja, maar de match is voldoende om als donor in aanmerking te komen.

Tijdens een operatie wordt Arno's rechternier naar de buikholte van Marja getransplanteerd. De chirurg maakt drie aansluitingen (met P, Q en R, afbeelding 2) om de aan- en afvoer van vloeistoffen naar en vanaf de donornier mogelijk te maken. In afbeelding 2 is met pijlen de richting van de vloeistofstromen aangegeven.

afbeelding 2



- 2p 14 Noteer de letters P, Q en R onder elkaar op je antwoordblad. Noteer achter elke letter aan welk bloedvat, of aan welk orgaan in het lichaam van Marja de chirurg dit onderdeel bevestigt.



## Toch het haasje door klimaatverandering?

Door klimaatverandering verandert de omgeving van de Amerikaanse haas (*Lepus americanus*, afbeelding 1), waardoor hij mogelijk vaker ten prooi valt aan roofdieren.

Voor veel roofdieren, waaronder de coyote, de vos en de lynx, is de haas een prooi die het hele jaar beschikbaar is, want de haas houdt geen winterslaap. Het gedrag, de bouw en de levenswijze van de haas zijn aangepast om aan deze roofdieren te ontsnappen. Omdat de haas geen hol heeft om in te vluchten, geeft hij de voorkeur aan een gebied met voldoende, lage vegetatie. Hierin vindt de haas beschutting en voedsel.

**afbeelding 1**



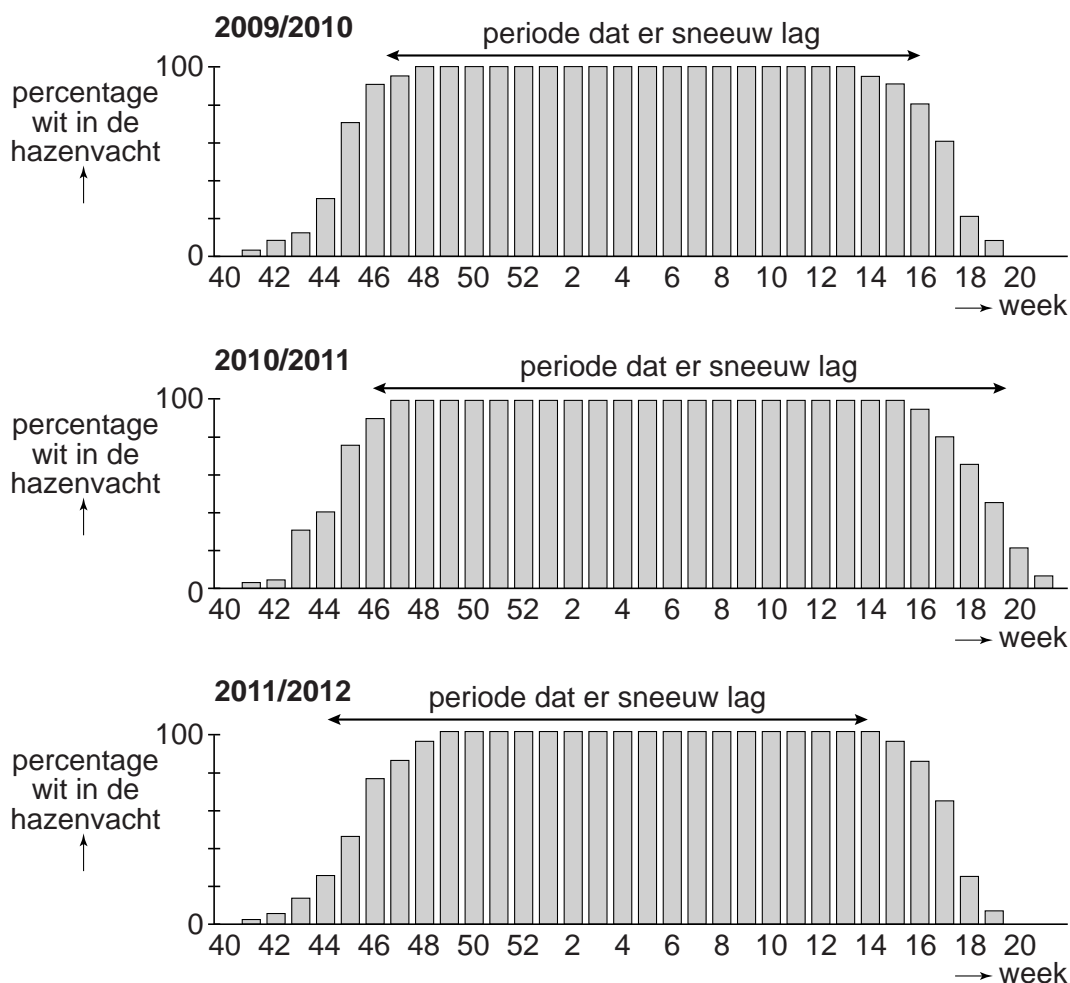
De Amerikaanse haas wisselt twee keer per jaar van vacht. Aan het begin van de winter krijgt de haas witte haren en aan het eind van de winter wisselt hij deze weer om voor een bruine vacht. Hiermee is de haas, omdat hij in gebieden met koude winters leeft, in alle seizoenen goed gecamoufleerd.

Het wisselen van de vacht geeft de haas een evolutionair voordeel ten opzichte van prooidieren die het hele jaar dezelfde vachtkleur hebben. Bij het ontstaan van deze eigenschap heeft natuurlijke selectie een rol gespeeld.

- 2p 15
- Noteer een biotische factor die selectiedruk uitoefent ten gunste van een witte vachtkleur in de winter.
  - Noteer een abiotische factor die de selectiedruk beïnvloedt ten gunste van een witte vachtkleur in de winter.

Door klimaatverandering worden de winterperioden anders. De verwachting is dat de perioden met sneeuw korter worden. Natuurbeheerders vroegen zich af of de populatie Amerikaanse hazen zich kan aanpassen aan de veranderende leefomstandigheden. Ze bestudeerden gedurende drie winters elke week de kleur van de vacht van de hazen en noteerden of er sneeuw in het leefgebied lag. De resultaten zijn weergegeven in afbeelding 2.

**afbeelding 2**



De beheerders vrezen dat er door veranderende winters meer sprake zal zijn van camouflage-mismatch. Met camouflage-mismatch wordt bedoeld dat de kleur van de vacht niet is aangepast aan de omgeving.

Twee beweringen zijn:

- 1 In elk van de drie onderzochte winters komt camouflage mismatch voor.
- 2 De eerste sneeuwval is de bepalende factor om van vachtkleur te wisselen.

2p 16 Welke conclusie wordt ondersteund door de diagrammen?

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

## Aquaponics

Tijdens het bekijken van een website met suggesties voor profielwerkstukken raken Joey en Tom geïnteresseerd in het onderwerp aquaponics (afbeelding 1).

### afbeelding 1

#### **Aquaponics: planten kweken op vissenpoep**

*Een nieuwe duurzame manier om voedsel te produceren!*

Met de toenemende wereldbevolking wordt het zoetwaterverbruik steeds groter. Er zal dus met minder water meer voedsel moeten worden geproduceerd.

Aquaponics is een gesloten ecosysteem waarbij planten op kleikorrels worden gekweekt. De voedingsstoffen die de planten gebruiken, komen uit de ontlasting van vissen en het waterverbruik is 80-90% lager dan in de traditionele tuinbouw. Daarmee is aquaponics een duurzame manier van voedselproductie, waarbij zowel groente als vis wordt gekweekt. Alleen visvoer moet worden toegevoegd.

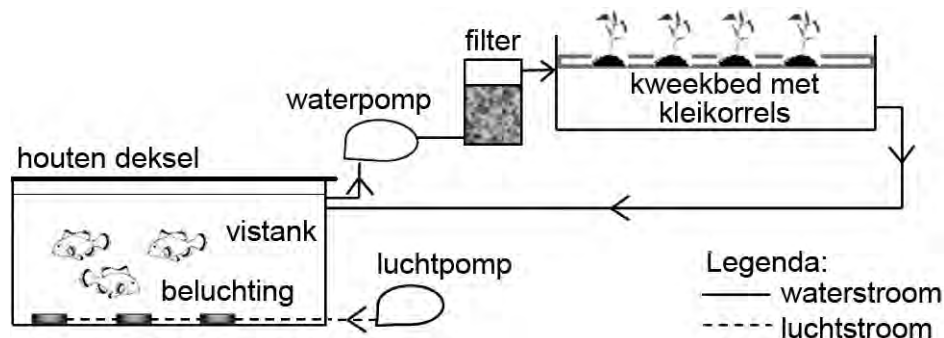


Joey en Tom vinden aquaponics **geen** gesloten ecosysteem omdat niet alle kringlopen van stoffen gesloten zijn. Zo wordt er bijvoorbeeld water verbruikt.

- 2p 17 Geef nog twee eigenschappen van het aquaponics-systeem waaruit blijkt dat de kringlopen niet gesloten zijn.

Op de website van de universiteit van Hawaii vindt Tom een schematische weergave van een aquaponics-opstelling (afbeelding 2). Het water waarin de vissen zwemmen, wordt opgepompt en komt, gezuiverd door bacteriën in de kleikorrels, weer terug.

afbeelding 2



- Door het houten deksel komt er geen licht in de vistank.
- 2p 18 Wat is de functie van het houten deksel?  
 Het voorkomt dat...
- A te veel zuurstof uit de vistank diffundeert.
  - B accumulatie van schadelijke stoffen in de vistank optreedt.
  - C algen gaan groeien in de vistank.
  - D micro-organismen in de vistank terechtkomen.

Vissen scheiden stikstof uit in de vorm van ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Planten nemen stikstof vooral op in een andere vorm.

- 2p 19 In welke vorm nemen de meeste planten stikstof op? En welk proces voeren de bacteriën in de kleikorrels uit waardoor ammonium wordt omgezet in deze vorm?

opnamevorm	proces
A aminozuren	nitrificatie
B aminozuren	stikstofassimilatie
C nitraat	nitrificatie
D nitraat	stikstofassimilatie

Aan de universiteit van Hawaii werd in één aquaponics-opstelling tilapia samen met tomaat gekweekt, in een tweede aquaponics-opstelling werd tilapia samen met paksoi gekweekt (afbeelding 3).

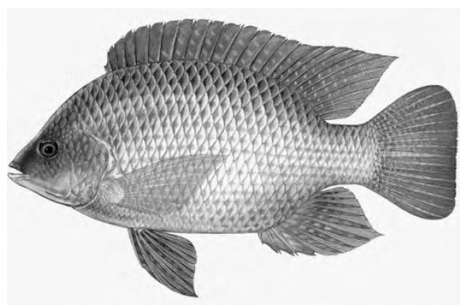
**afbeelding 3**



tomaat



paksoi



tilapia

Na 135 dagen werd het experiment beëindigd. De resultaten staan weergegeven in tabel 1.

**tabel 1**

	gekweekt samen met tomaat	gekweekt samen met paksoi
totaal startgewicht vissen (g)	6138	6031
totaal eindgewicht vissen (g)	10483	9317
voedselconversiefactor	1,6	2,0
productie planten (drooggewicht, g)	3766	1077
eetbare deel planten (drooggewicht, g)	1218	1071

De voedselconversiefactor geeft aan hoe efficiënt het voedsel door dieren wordt gebruikt. Deze factor is in dit geval de hoeveelheid visvoer (in gram) die nodig is om één gram tilapia te produceren.

De vissen zetten niet al het opgegeten voer om in lichaamsgewicht. Dat heeft twee oorzaken.

2p **20** Noem deze beide oorzaken.

Joey en Tom stellen met behulp van de computer een model op om de tilapia-opbrengst van een aquaponics-systeem te bepalen.

**afbeelding 4**



In het model geven ze de parameters als volgt weer:

a	totaal startgewicht vissen (g)
b	totaal eindgewicht vissen (g)
c	totaalgewicht voedsel (g)
d	voedselconversiefactor
e	productie planten (drooggewicht, g)
f	eetbare deel planten (drooggewicht, g)

In het model moeten ze een formule invoeren voor de tilapia-opbrengst.

2p 21 Welke formule voor de tilapia-opbrengst is juist?

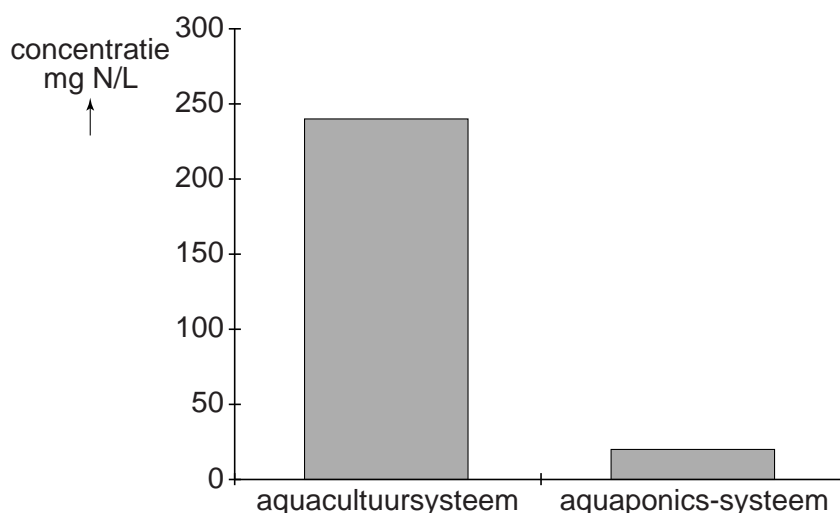
- A  $b = a + c \times d$
- B  $b = a + c / d$
- C  $b = a + f \times d$
- D  $b = a + f / d$

Joey leidt uit tabel 1 af dat van een tomatenplant maar een klein gedeelte eetbaar is, terwijl van paksoi bijna de gehele plant gegeten wordt. Hij beweert dat het daarom in een aquaponics-systeem gunstiger is om paksoi te kweken dan tomaten.

2p 22 Geef twee argumenten aan de hand van tabel 1 waaruit blijkt dat zijn bewering **onjuist** is.

Joey en Tom onderzoeken ook de duurzame aspecten van aquaponics. Ze vergelijken hiervoor de concentraties van stikstofverbindingen in het water in de vistank van een aquaponics-systeem met die van een aquacultuursysteem (afbeelding 5). Bij aquacultuursystemen wordt in grote bassins alleen vis gekweekt. De overige omstandigheden komen overeen.

**afbeelding 5**



Joey en Tom doen elk een uitspraak over de duurzaamheid van aquaponics-systemen in vergelijking met aquacultuursystemen.

Joey: "Bij aquaponics moet met het visvoer meer stikstof (N) worden toegevoegd om evenveel vis te kunnen oogsten."

Tom: "Bij aquaponics wordt een groter deel van de hoeveelheid stikstof (N) uit het visvoer benut voor de menselijke voedselproductie."

2p 23 Wie doet een juiste uitspraak?

- A geen van beiden
- B alleen Joey
- C alleen Tom
- D zowel Joey als Tom

## Rijst doneert menselijk bloedeiwit

Carla is verpleegkundige bij een bloedafnamepost. Ze prikt een ader aan bij Lorenzo, die bloedplasma gaat doneren.

Lorenzo's bloed stroomt via een slangetje naar een plasmaferese-machine, waarin het bloedplasma wordt gescheiden van de vaste bloedbestanddelen. De plasmaferese-machine slaat het plasma op in een plasmazak (afbeelding 1).

Lorenzo krijgt zijn eigen bloedcellen weer terug in een vervangende kunstmatige oplossing. Dit gaat via hetzelfde slangetje en dezelfde naald.

afbeelding 1



Carla adviseert Lorenzo afwisselend in een balletje te knijpen en te ontspannen. Hierdoor kan de afname sneller verlopen, omdat de bloedstroom uit de hand naar de aders gestimuleerd wordt.

Hierover worden twee uitspraken gedaan:

- 1 Door het knijpen en loslaten wordt de dissimilatie in de spieren in de hand en onderarm gestimuleerd, waardoor meer bloed wordt aangevoerd.
- 2 Door het knijpen neemt de druk in de aders in de hand en onderarm toe, waardoor het bloed sneller wordt afgevoerd.

2p **24** Welke van deze uitspraken kan de toename van de snelheid van de bloedstroom in de armader verklaren?

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

Lorenzo ontvangt zijn eigen bloedcellen terug in een kunstmatige oplossing (fysiologische zoutoplossing).

2p **25** Leg uit dat de rode bloedcellen **niet** in gedestilleerd water kunnen worden teruggegeven.



Vorig jaar was Lorenzo volbloeddonor. Bij volbloeddonatie worden alle bloedbestanddelen gedoneerd. Bij plasmadonatie en bij volbloeddonatie wordt per keer ongeveer een halve liter afgestaan.

Plasma doneren mag één keer per twee weken, donatie van volbloed slechts drie tot vijf keer per jaar. Lorenzo vraagt aan Carla waarom hij nu vaker mag doneren.

- 2p **26** Schrijf een biologisch juist antwoord op dat Carla hem kan geven om uit te leggen waarom Lorenzo nu al na twee weken weer mag doneren en vorig jaar pas na minimaal twee maanden.

Uit bloedplasma worden eiwitten gewonnen. Het meest voorkomende eiwit in bloedplasma is HSA (Humaan Serum Albumine). Dit HSA wordt toegediend aan patiënten met brandwonden of zeer groot bloedverlies.

Enkele functies van verschillende typen eiwitten in het bloed zijn:

- 1 zuurstoftransport
- 2 (terug)resorptie van weefselvocht
- 3 antistof
- 4 hormoon

- 2p **27** Welke van deze functies heeft HSA?
- A functie 1
  - B functie 2
  - C functie 3
  - D functie 4

In Azië is een rijstras genetisch gemodificeerd zodat het grote hoeveelheden HSA kan produceren. Eerder werden bacteriën en gisten al gemodificeerd, zodat ze HSA gingen produceren. Echter, HSA van de bacteriën was niet werkzaam en HSA uit de gistcellen bleek moeilijk te zuiveren. De productie en verwerking van HSA uit rijstzaden is makkelijker en goedkoper.

In menselijke levercellen wordt HSA gemaakt op basis van de informatie van een gen. Het eiwit wordt gevormd door de ribosomen, waarna het in het endoplasmatisch reticulum en het golgi-systeem wordt gevouwen en getransporteerd naar buiten de cel.

Voor de productie van HSA maken bacteriën, gistcellen en rijstplanten gebruik van het menselijk gen.

- 1p **28** Verklaar waardoor het HSA geproduceerd door bacteriën niet werkzaam is.

Bij de genetische modificatie van de rijstplanten is gebruikgemaakt van een bacterie (*Agrobacterium tumefaciens*). De bacterie wordt gebruikt om een menselijk gen over te dragen naar een plant, in dit geval de rijstplanten.

- 2p **29** Noteer de organismen: bacterie, mens en rijstplant onder elkaar op je antwoordblad en schrijf achter elk organisme of het DNA van dit organisme in dit experiment **wel** of **niet** genetisch is gemodificeerd.

HSA wordt ook bij de behandeling van patiënten met levercirrose gebruikt. Levercirrose is een ernstige aantasting van de lever. Bij ratten met levercirrose bleek een behandeling met HSA uit rijst (GM-HSA) net zo succesvol als een behandeling met HSA uit menselijk donorbloed.

Onderzoekers willen nu weten wat het effect is van de behandeling van mensen met levercirrose met GM-HSA. Ook zijn ze benieuwd of dit effect overeenkomt met dat van een behandeling met HSA uit donorbloed. Om beide vragen te onderzoeken, hebben de onderzoekers 36 patiënten met levercirrose geselecteerd. Deze patiënten hebben een overeenkomstig ziektebeeld en krijgen dezelfde medische verzorging. De patiënten werden ingedeeld in groepen die een verschillend infuus toegediend kregen.

- 2p **30** Beschrijf voor elk van deze groepen wat de inhoud was van het infuus.

Voor het uitvoeren van veldproeven met de gemodificeerde rijstrassen schrijven de onderzoekers een aanvraag om toestemming te krijgen. Hierin geven ze argumenten voor het gebruik van GM-HSA. Een van deze argumenten is dat door de ontwikkeling van GM-HSA veel minder plasmadonoren nodig zullen zijn. Toch zullen er, als GM-HSA succesvol ingezet gaat worden, nog steeds plasmadonoren nodig blijven.

- 1p **31** Geef aan waarom plasmadonatie noodzakelijk blijft.

## Smeerwortel

Als Adella zich in haar vinger snijdt bij het schillen van een appel, legt haar oma er een paar gekneusde bladeren van de smeerwortel op. Volgens oma helpt dit om de wond sneller te laten genezen. Adella wil weten of dit echt zo is.

Adella leest dat smeerwortel (*Symphytum officinale*, afbeelding 1) allantoïne bevat, een stof die de celdeling stimuleert. Ook bevat smeerwortel choline, dat nodig is voor de synthese van bepaalde neurotransmitters.

De plant produceert daarnaast pyrrolizidine alkaloiden (PA's). Deze giftige stoffen worden in verband gebracht met leveraandoeningen bij de mens.

afbeelding 1



Enkele onderzoeken geven aan dat het gebruik van smeerwortel genezing van wondjes kan stimuleren.

- 1p **32** Welke stof uit smeerwortel zou wondherstel kunnen stimuleren? Verklaar je antwoord.

Het produceren van PA's levert de smeerwortel een evolutionair voordeel op.

- 1p **33** Noteer dit voordeel.

Amerikaans onderzoek toonde een oorzakelijk verband aan tussen inname van grote hoeveelheden smeerwortel en het ontstaan van leveraandoeningen. Het drinken van thee van de blaadjes van smeerwortel wordt daarom sterk afgeraden. Voor wondbehandeling met smeerwortel geldt geen negatief advies.

- 1p **34** Verklaar waardoor het drinken van smeerwortelthee een groter gezondheidsrisico vormt dan het leggen van een smeerwortelblad op een wondje.

Er blijken verschillende variëteiten (chromosoomtypen) van de smeewortel te zijn, elk met een verschillend chromosoomaantal. Zo zijn er smeewortels met 24, 40 of 48 chromosomen per cel.

Bij een onderzoek zijn grote aantallen smeewortels van verschillende variëteiten met elkaar gekruist. De onderzoekers hoopten hiermee een antwoord te kunnen geven op de vraag of de smeewortelvariëteiten in Nederland tot één soort behoren.

De onderzoekers bestoven de bloemen handmatig door met een kwastje stuifmeel over te brengen van de ene naar de andere bloem. Zo werden bijvoorbeeld bloemen van planten met chromosoomtype 24 bestoven met stuifmeel van planten met chromosoomtype 40.

Voor het handmatig bestuiven zijn in een vroegtijdig stadium de bloemen van de moederplant gecastreerd door de meeldraden te verwijderen. Hierdoor wordt voorkomen dat zelfbestuiving plaatsvindt.

- 1p 35 Waarom is het voor dit onderzoek belangrijk dat zelfbestuiving wordt voorkomen?

De resultaten van het onderzoek staan in tabel 1.

**tabel 1**

chromosoomtype moederplanten	chromosoomtype vaderplanten	aantal nakomelingen	chromosoomtype nakomeling
24	40	0	
24	48	1	36
40	24	0	
40	48	8	44
48	40	32	44

Over de smeewortelvariëteiten worden twee uitspraken gedaan:

- 1 Chromosoomtype 24 en chromosoomtype 40 behoren tot dezelfde soort.
- 2 Van de chromosoomtypen in Nederland zijn chromosoomtype 24 en chromosoomtype 48 het meest verwant aan elkaar.

- 2p 36 Welke van deze uitspraken wordt ondersteund met dit onderzoek?
- A geen van beide
  - B alleen 1
  - C alleen 2
  - D zowel 1 als 2

## MERS

In 2012 werd in het Midden-Oosten bij verschillende patiënten een zeer ernstige longontsteking geconstateerd die veroorzaakt werd door een tot dan toe onbekend virus. In meer dan 30 procent van de ziektegevallen overleed de patiënt. Het was dus belangrijk om de ziekteverwekker en de bron van de infectie te bepalen. De ziekte kreeg de naam MERS (Middle East Respiratory Syndrome).

De virusinfectie leidt tot een heftige ontstekingsreactie in de longen, waarbij vocht, eiwitten en afweercellen uit de haarvaatjes in de longblaasjes terechtkomen. Hierdoor wordt de gaswisseling ernstig belemmerd en ontstaat zuurstoftekort.

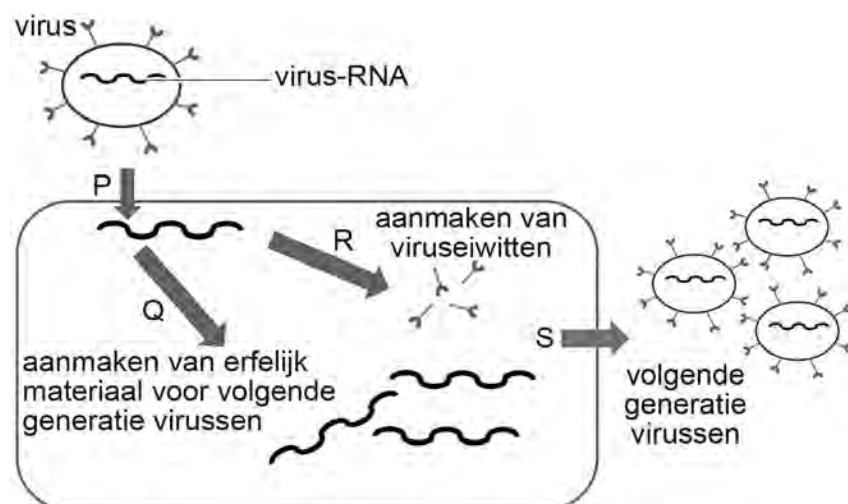
- 1p 37 Verklaar hoe het vocht in de longblaasjes de diffusie van zuurstof belemmert.

Mensen met MERS hebben heftige hoestbuien. Doordat bepaalde ademhalingspiersamen trekken wordt er lucht en vocht uit de longen verwijderd.

- 2p 38 Welke spieren trekken samen tijdens de uitademing?  
 A alleen buikspieren en middenrifspieren  
 B alleen buikspieren en bepaalde tussenribspieren  
 C alleen middenrifspieren en bepaalde tussenribspieren  
 D zowel buikspieren als middenrifspieren als bepaalde tussenribspieren

In het Erasmus Medisch Centrum in Rotterdam werd de ziekteverwekker geïdentificeerd: het bleek een coronavirus met RNA als drager van de erfelijke informatie. De ontdekkers van het virus vermoedden dat het ging om een gemuteerd virus afkomstig uit vee. In afbeelding 1 is de vermeerdering van het virus vereenvoudigd weergegeven.

afbeelding 1



Na infectie door het virus wordt het virus-RNA gebruikt om virus-eiwitten te maken. Ook wordt het RNA gebruikt om nieuwe virus-RNA-moleculen te maken. In het endoplasmatisch reticulum worden deze RNA-moleculen in de viruseiwitten verpakt waardoor nieuwe virussen ontstaan. Via het golgi-systeem worden de nieuwe virussen getransporteerd naar buiten de cel.

Drie rollen van het virus-RNA zijn:

- 1 basis voor de synthese van RNA
- 2 doorgeven van erfelijke informatie aan de volgende generatie
- 3 informatie leveren voor de eiwitsynthese

Deze rollen worden vergeleken met de functie van menselijk RNA in een niet-geïnfecteerde menselijke cel.

- 2p **39** Noteer de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en geef achter elk nummer aan of de betreffende rol **wel** of **niet** wordt vervuld door RNA in een niet-geïnfecteerde menselijke cel.

Het lijkt erop dat in de afgelopen jaren veranderingen in het virus zijn opgetreden waardoor het nu ook menselijke cellen kan infecteren.

In afbeelding 1 zijn de processen Q en R aangegeven.

- 2p **40** Bij welk van deze processen kan de verandering zijn ontstaan waardoor MERS-virussen nu ook menselijke cellen kunnen infecteren?
- A bij geen van beide
  - B alleen bij Q
  - C alleen bij R
  - D zowel bij Q als bij R

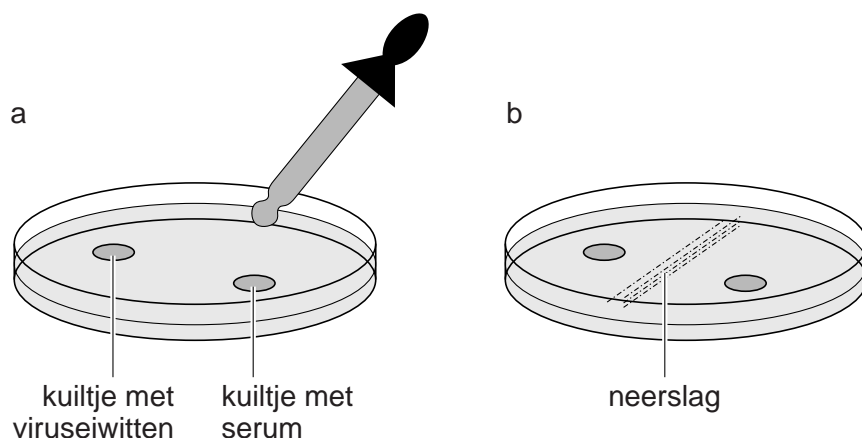
Toen de ziekteverwekker bekend was, kon de bron van infectie worden opgespoord. Hiervoor werd bloed van een groot aantal schapen, geiten en dromedarissen onderzocht. Van de dromedarissen bleek 74% met het virus in aanraking te zijn geweest.

Hoewel bij deze dromedarissen het virus zelf niet altijd aan te tonen was, kon worden aangetoond dat de dieren immuun waren geworden voor het virus en dus ermee besmet moeten zijn geweest.

- 2p **41** Welke vorm van immuniteit hebben deze dromedarissen verworven voor dit virus?
- A kunstmatige actieve immuniteit
  - B kunstmatige passieve immuniteit
  - C natuurlijke actieve immuniteit
  - D natuurlijke passieve immuniteit

Om vast te stellen of een dromedaris besmet is geweest, gebruikt een medisch laborant een petrischaal met een gelei-laag. In een kuiltje in de gelei pipetteert hij een mengsel van viruseiwitten. In een ander kuiltje brengt hij serum (bloedplasma zonder stollingseiwitten) van een dromedaris aan (afbeelding 2a). Als het dier met het virus in aanraking is geweest, dan ontstaat na verloop van tijd een neerslag tussen de twee kuiltjes omdat stoffen uit het serum en het eiwitmengsel met elkaar reageren (afbeelding 2b).

**afbeelding 2**



- 2p **42** Door welk proces komen stoffen uit het serum en het mengsel van viruseiwitten bij elkaar?  
 A door actief transport  
 B door diffusie  
 C door endocytose  
 D door osmose
- 2p **43** Welke stoffen uit het serum van een dromedaris en welke stoffen uit het mengsel van viruseiwitten reageren bij het ontstaan van de neerslag (afbeelding 2b)?

serum dromedaris

viruseiwitten

- |   |             |             |
|---|-------------|-------------|
| A | antigenen   | antigenen   |
| B | antigenen   | antistoffen |
| C | antistoffen | antigenen   |
| D | antistoffen | antistoffen |