

Examen HAVO

2019

tijdvak 2  
woensdag 19 juni  
13.30 - 16.30 uur

**biologie**

Dit examen bestaat uit 47 vragen.

Voor dit examen zijn maximaal 80 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.

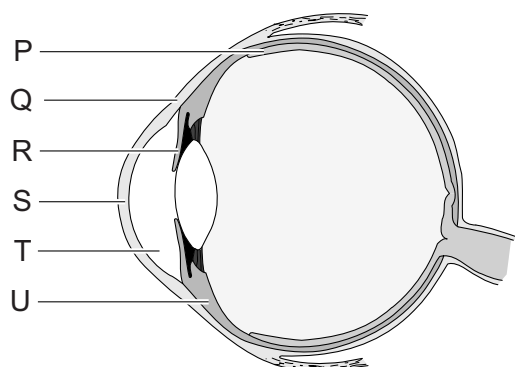
## De ziekte van Wilson

Toen Jannekes vriend opmerkte dat haar ogen van kleur leken te veranderen, dacht ze dat hij een grapje maakte. Maar in de spiegel ziet ze tussen het blauw en het wit van haar ogen een randje geelbruin. Voor de zekerheid gaat zij naar de dokter. Die vermoedt dat Janneke de ziekte van Wilson heeft.

De ziekte van Wilson is een zeldzame aandoening waarbij de uitscheiding van koper is verstoord. Hierdoor hoopt koper zich op in de lever, maar ook aan de rand van het hoornvlies, waardoor de verkleuringen ontstaan.

In afbeelding 1 is in een doorsnede van het oog een aantal plaatsen met letters aangegeven.

**afbeelding 1**



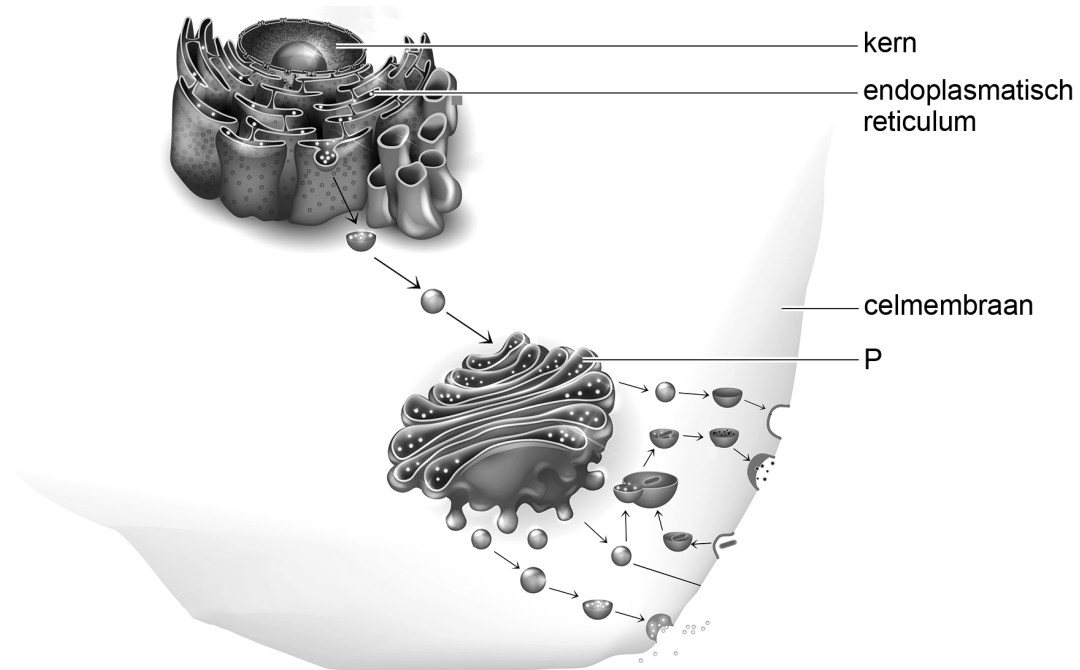
- 1p 1 Noteer de letter waarmee de plaats is aangegeven waar de koperophoping ontstaat.

De dokter verwijst Janneke door voor DNA-onderzoek. Hiermee wordt de diagnose bevestigd. De internist in het ziekenhuis legt uit dat bij de ziekte van Wilson een gen op chromosoom 13 is gemuteerd. Dit gen codeert normaal voor een eiwit dat levercellen nodig hebben om koper via de gal uit te scheiden. Bij Janneke bevindt zich op een bepaalde plaats in dit eiwit het aminozuur glutamine in plaats van histidine. Hierdoor functioneert dit eiwit niet en hoopt het koper zich eerst op in de lever en in latere stadia ook in andere organen.

- 2p 2 De mutatie die leidt tot de ziekte van Wilson is een puntmutatie. Licht toe dat een puntmutatie genoeg is om in een eiwit een verschil van één aminozuur te veroorzaken.

Het eiwit dat betrokken is bij de koperuitscheiding bevindt zich bij gezonde personen in het organel dat in afbeelding 2 met letter P is aangegeven.

**afbeelding 2**

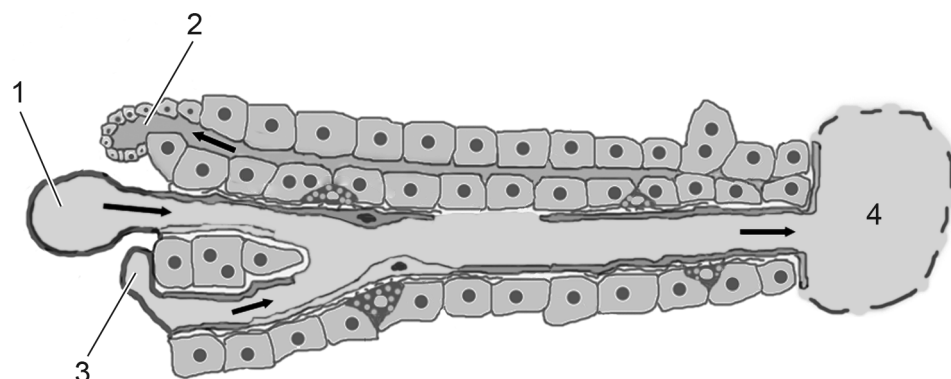


1p 3 Noteer de naam van het organel dat aangegeven is met de letter P.

Koper wordt actief opgenomen in de darmen en komt via het bloed in de lever. Bij gezonde mensen wordt 80 tot 90 procent van het opgenomen koper weer uitgescheiden door de lever.

In afbeelding 3 is een doorsnede van een deel van een leverlobje te zien. De galgang en bloedvaten zijn met cijfers aangegeven. Op plaats 1 en 4 stroomt zuurstofarm bloed. De pijlen geven de stroomrichting aan.

**afbeelding 3**



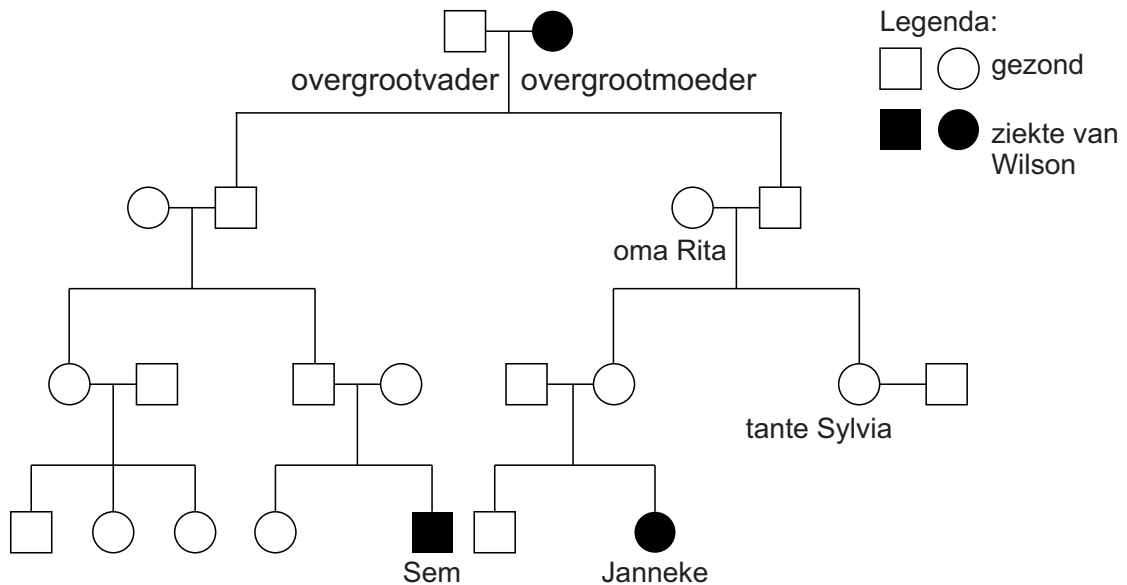
2p 4 – Noteer het nummer van de plaats waar het koper het eerst aanwezig is na opname in de darmen.  
 – Noteer het nummer van de plaats waar bij gezonde mensen het uitgescheiden koper het leverlobje verlaat.

Janneke krijgt medicijnen die de koperopname in de darmen afremmen. Ook moet ze een dieet volgen om leverschade te voorkomen. Door leverschade kunnen problemen ontstaan met de stofwisseling van eiwitten.

- 1p 5 Noteer twee processen in de eiwitstofwisseling die worden uitgevoerd door de lever.

De ziekte van Wilson blijkt vaker voor te komen in de familie van Janneke. In afbeelding 4 is de stamboom van Jannekes familie te zien.

**afbeelding 4**



Uit de stamboom is af te leiden dat de ziekte van Wilson autosomaal overerft. Als de overerving X-chromosomaal was geweest, zou een van de ouders van Sem of Janneke de ziekte ook moeten hebben.

- 2p 6 Wie zou in dat geval de ziekte ook hebben?
- A Sems vader
  - B Sems moeder
  - C Jannekes vader
  - D Jannekes moeder

Jannekes tante Sylvia (afbeelding 4) wil weten wat de kans is dat ze drager is van het allel voor de ziekte van Wilson. Ga ervan uit dat Jannekes oma Rita geen drager is.

- 2p 7 Hoe groot is de kans dat Sylvia drager is van het allel voor de ziekte van Wilson?
- A 0%
  - B 25%
  - C 50%
  - D 75%
  - E 100%

Als de ziekte van Wilson niet wordt behandeld kan leverschade optreden. Bij zeer ernstige leverschade is een levertransplantatie nodig. Dit is een zware operatie, maar hiermee is de patiënt ook genezen van de ziekte van Wilson.

- 1p 8 Verklaar dat met een levertransplantatie de patiënt is genezen van de ziekte van Wilson.

## Hoofdluis

---

Even de hoofden bij elkaar voor een selfie? Best kans dat er tijdens het maken van een selfie (afbeelding 1) een hoofdluis overloopt naar een ander hoofd.

afbeelding 1



afbeelding 2



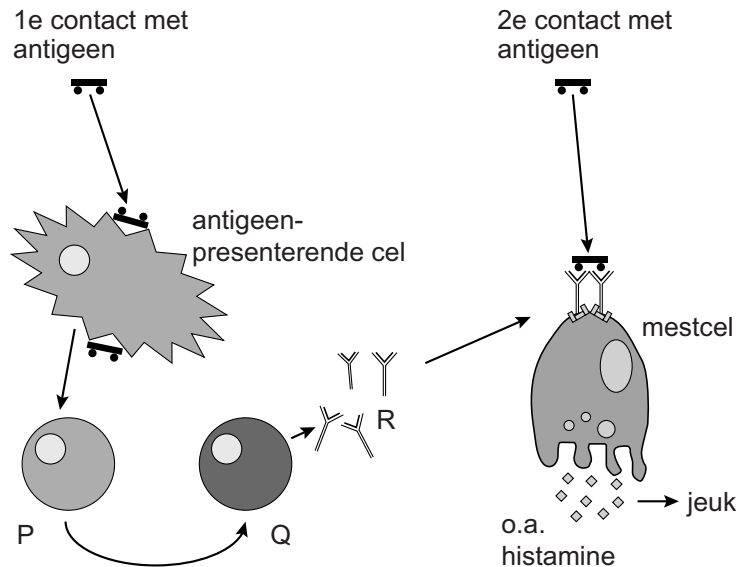
Een volwassen hoofdluis (afbeelding 2) is 2,5 tot 3 mm groot. Een mensenhaar heeft een gemiddelde dikte van 0,1 mm. De poten van hoofdluizen hebben een aanpassing waardoor ze geschikt zijn voor het voortbewegen via haren.

- 1p 9 Noteer deze aanpassing en geef aan waardoor dit de poten geschikt maakt voor het voortbewegen via haren.

Hoofdluizen zuigen bloed uit de hoofdhuid van mensen. Dit kan leiden tot jeuk.

Jeuk is het gevolg van een reactie van het afweersysteem op stoffen uit het speeksel van de hoofdluis. In afbeelding 3 is deze reactie schematisch weergegeven. Mediatoren (zoals histamine) die afgegeven worden door de mestcel zijn verantwoordelijk voor het ontstaan van jeuk.

### afbeelding 3



In afbeelding 3 geven P en Q bepaalde lymfocyten aan. Met R wordt een bepaalde stof aangegeven.

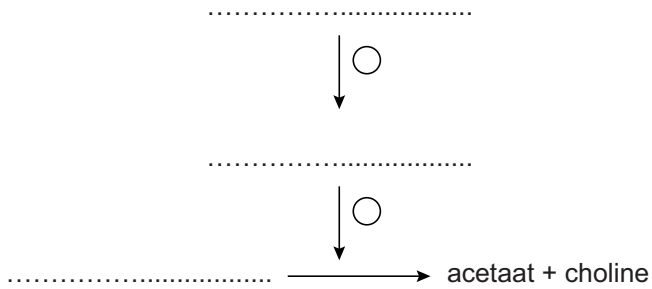
2p 10 Welke typen lymfocyten zijn aangegeven met P en met Q? Is R een lichaamseigen of een lichaamsvreemde stof?

	P	Q	R
A	B-lymfocyt	T-lymfocyt	lichaamseigen
B	B-lymfocyt	T-lymfocyt	lichaamsvreemd
C	T-lymfocyt	B-lymfocyt	lichaamseigen
D	T-lymfocyt	B-lymfocyt	lichaamsvreemd

Hoofdluis kan bestreden worden met anti-luizenshampoos die malathion bevatten. Deze chemische stof veroorzaakt de dood van een hoofdluis doordat het de impulsoverdracht van motorische zenuwcellen naar de spiercellen bij de hoofdluis verstoort: malathion remt het enzym dat de neurotransmitter afbreekt.

In afbeelding 4 is de werking van malathion in een deels ingevuld schema weergegeven.

**afbeelding 4**



In de uitwerkbijlage staat dit schema nogmaals afgebeeld.

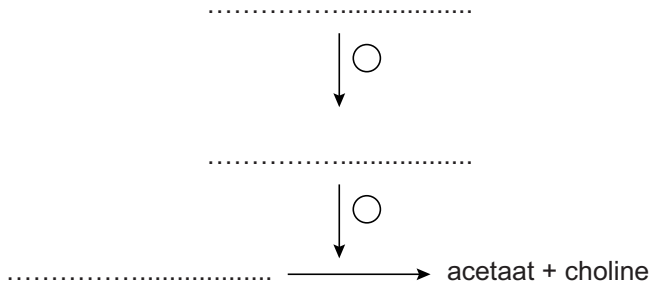
- 2p 11 – Noteer de volgende woorden op de juiste plaats in het schema: acetylcholine, acetylcholinesterase, malathion.
- Noteer in de cirkels een + voor een stimulerende werking of een – voor een remmende werking.

De anti-luizenshampoos met malathion werken steeds minder goed. Dat komt doordat de hoofdluis resistentie ontwikkelt tegen deze stof.

- 2p 12 Wat is de naam van het proces dat deze resistentie veroorzaakt?
- A actieve immunisatie
  - B passieve immunisatie
  - C kunstmatige selectie
  - D natuurlijke selectie

# uitwerkbijlage

11





## Bruinvis verhongert in een zee vol vis

---

De bruinvis is een zeezoogdier van ongeveer anderhalve meter. Door onder andere de verminderde visserijdruk en de verbeterde waterkwaliteit zwemmen er tegenwoordig weer zo'n driehonderdduizend bruinvissen in de Noordzee.

Bruinvissen zijn uitstekende jagers. Onderzoek heeft aangetoond dat jonge bruinvissen per uur 550 pogingen kunnen doen om een prooi te vangen. Ongeveer 90% van deze pogingen is succesvol. Per succesvolle poging wordt een visje van gemiddeld 1 gram gevangen. Per dag heeft een jonge bruinvis 2 kilogram vis nodig.

- 2p **13** Laat met een berekening zien hoeveel uur een jonge bruinvis per dag ongeveer moet jagen.

In de zomermaanden spoelen relatief veel dode bruinvissen aan (afbeelding 1). De aangespoelde dieren blijken uitgehongerd, terwijl er meer dan voldoende voedsel te vinden is. Marien bioloog Mardik Leopold onderzoekt wat de oorzaak is van het verhongeren van de aangespoelde dieren. Hiervoor analyseert hij de maaginhoud (afbeelding 2) van een aangespoelde bruinvis.

**afbeelding 1**



**afbeelding 2**



In de maag worden vooral skeletdelen van kreeftachtigen, inktvissen, zeeslakken en vissen aangetroffen. Aan de hand van deze delen kunnen de prooidieren worden gedetermineerd.

- 1p **14** Verklaar waardoor juist deze delen van de prooidieren worden aangetroffen.

In het onderzoek naar de oorzaak van het verhongeren van aangespoelde bruinvissen, onderzocht Leopold ook de maaginhoud van bruinvissen die overleden nadat ze in netten van vissers terecht waren gekomen.

- 2p **15** Wat is de reden om ook deze dieren te onderzoeken?

Deze dieren werden onderzocht ...

- A om te gebruiken als controlegroep.
- B omdat bij deze dieren de maaginhoud beter kan worden geanalyseerd.
- C omdat er te weinig aangespoelde dieren zijn.
- D om ook dieren uit een andere populatie te onderzoeken.

Uit het onderzoek bleek dat bruinvissen veel haring, sprong en zandspiering eten: vette, energierijke vissen. Maar ook magere vissoorten als wijting en grondel staan op het menu. Vooral in jonge aangespoelde bruinvissen wordt veel grondel in de maag aangetroffen. Waarschijnlijk omdat ze nog niet vaardig genoeg zijn om de snel zwemmende haring en sprong te vangen. Hierdoor kan een tekort aan bepaalde voedingsstoffen ontstaan bij de jonge bruinvissen.

Drie groepen voedingsstoffen zijn:

- 1 bouwstoffen
- 2 brandstoffen
- 3 vitamines

- 2p 16 Noteer de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en geef achter elk nummer aan of van deze groep **wel** of **geen** tekort kan ontstaan door het eten van alleen maar magere vis.

Sommige aangespoelde bruinvissen hadden ernstige verwondingen. In eerste instantie werden deze verwondingen toegeschreven aan visnetten of sloopschroeven. Na vergelijking van deze wonden met het gebit van verschillende zeeroofdieren, leek de grijze zeehond de oorzaak. Om dit te bevestigen, werd bij een aantal verwonde bruinvissen DNA-onderzoek gedaan. Voor dit onderzoek werden met wattenstaafjes monsters verzameld van de volgende delen:

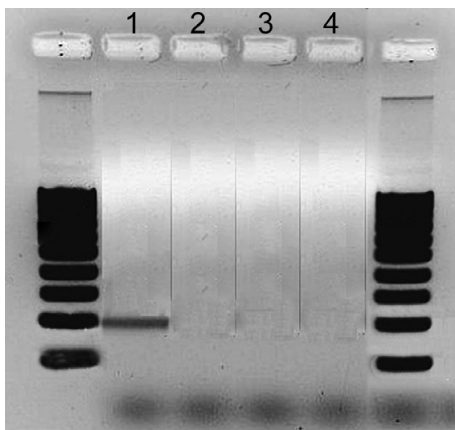
- 1 gesloten bijtonden (wonden waar een tand de huid is binnengedrongen waarna de huid zich weer heeft gesloten direct na het terugtrekken)
- 2 open bijtonden
- 3 bruinvishuid

In deze monsters werd in het laboratorium gezocht naar een stukje DNA dat specifiek is voor de grijze zeehond.

Enkele schone wattenstaafjes werden op dezelfde manier getest (monster 4).

- 1p 17 Noteer wat de onderzoekers willen controleren met de analyse van monster 4.

### afbeelding 3



In afbeelding 3 is de foto van de gel weergegeven, waarmee aangetoond werd dat de grijze zeehond inderdaad de veroorzaker is van de verwondingen bij de bruinvissen. De monsters 1 tot en met 4 zijn op de aangegeven plaatsen aangebracht.

- 2p 18 Noteer in welk monster of in welke monsters DNA van de grijze zeehond is aangetroffen. Verklaar waarom juist daar DNA is aangetroffen.

## Mysterieuze paardenziekte

Bij paarden en pony's (afbeelding 1) treedt soms plotseling een dodelijke ziekte op, waarbij onder andere sprake is van een verhoogde spierafbraak. Wetenschappers uit Wageningen onderzoeken wat de oorzaak kan zijn van deze mysterieuze ziekte.

afbeelding 1



De ziekte wordt atypische myopathie genoemd. Ze breekt vaak uit in het najaar en komt alleen voor bij paarden die in de wei staan. Meestal worden meerdere paarden uit dezelfde wei ziek. Paarden in een aangrenzende wei, met als enige afscheiding prikkeldraad, blijven vaak ongedeerd. De ziekte is niet specifiek voor bepaalde paardenrassen en voor het ontstaan van de aandoening in een groep paarden maakt het niet uit of de paarden verwant zijn aan elkaar.

Uit de tekst is af te leiden dat atypische myopathie waarschijnlijk geen erfelijke of besmettelijke ziekte is.

- 2p 19 – Noteer waaruit blijkt dat de ziekte waarschijnlijk niet erfelijk is.  
– Noteer waaruit blijkt dat de ziekte waarschijnlijk niet besmettelijk is.

Een van de symptomen van atypische myopathie is moeite met ademen. Dit wordt veroorzaakt door aantasting van ademhalingspijpen.

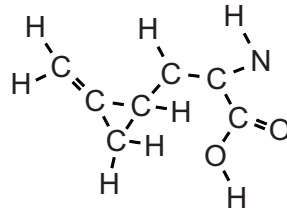
- 1p 20 Noteer twee groepen ademhalingspijpen.

Waarschijnlijk wordt de ziekte veroorzaakt door het eten van afgevalen bladeren en zaden van esdoorns die bij de weiden staan. Vooral in de zaden, bekend als helikoptertjes (afbeelding 2), zit de stof hypoglycine-A (afbeelding 3). Deze stof remt een belangrijk enzym bij paarden, waardoor ze ziek worden.

**afbeelding 2**

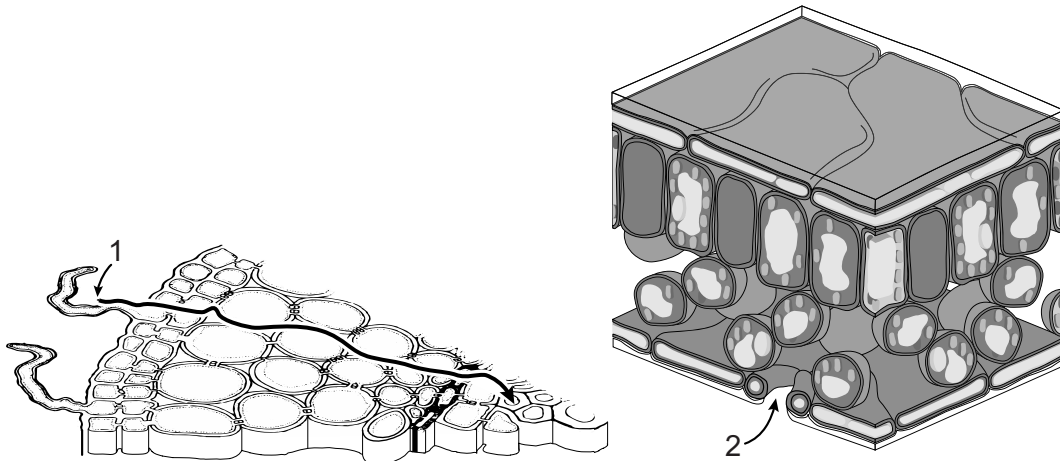


**afbeelding 3**



Om hypoglycine-A te kunnen maken, moet de esdoorn verschillende stoffen opnemen uit zijn omgeving. In afbeelding 4 staan twee delen van de plant. Twee routes waarlangs esdoorns stoffen opnemen uit de omgeving en verder transporteren, zijn met genummerde pijlen aangegeven.

**afbeelding 4**



De plant neemt water op via route 1. Naast water zijn er nog andere stoffen nodig die de esdoorn moet opnemen als bouwstof voor hypoglycine-A.

- 2p 21
- Noteer een van die andere stoffen die de plant opneemt via route 1.
  - Noteer een van die andere stoffen die de plant opneemt via route 2.

In Nederland komen vooral de gewone esdoorn (*Acer pseudoplatanus*), de Noorse esdoorn (*Acer platanoides*) en de Spaanse aak (*Acer campestre*) voor. Maar er zijn tientallen esdoornsoorten. De soorten worden op basis van verwantschap ingedeeld in groepen (tabel 1).

**tabel 1**

groep	enkele soorten
<i>Negundo</i>	<i>Acer negundo</i> ; <i>Acer cissifolium</i>
<i>Platanoidea</i>	<i>Acer platanoides</i> ; <i>Acer campestre</i>
<i>Acer</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i> ; <i>Acer saccharum</i> ; <i>Acer velutinum</i>
<i>Palmata</i>	<i>Acer palmatum</i>

Om esdoorns uit Nederland te kunnen onderzoeken, werd door het onderzoeksteam van Wageningen Universiteit en Research een tweet geplaatst (afbeelding 5).

**afbeelding 5**



De verzamelde monsters werden geanalyseerd. De eerste resultaten zijn weergegeven in tabel 2.

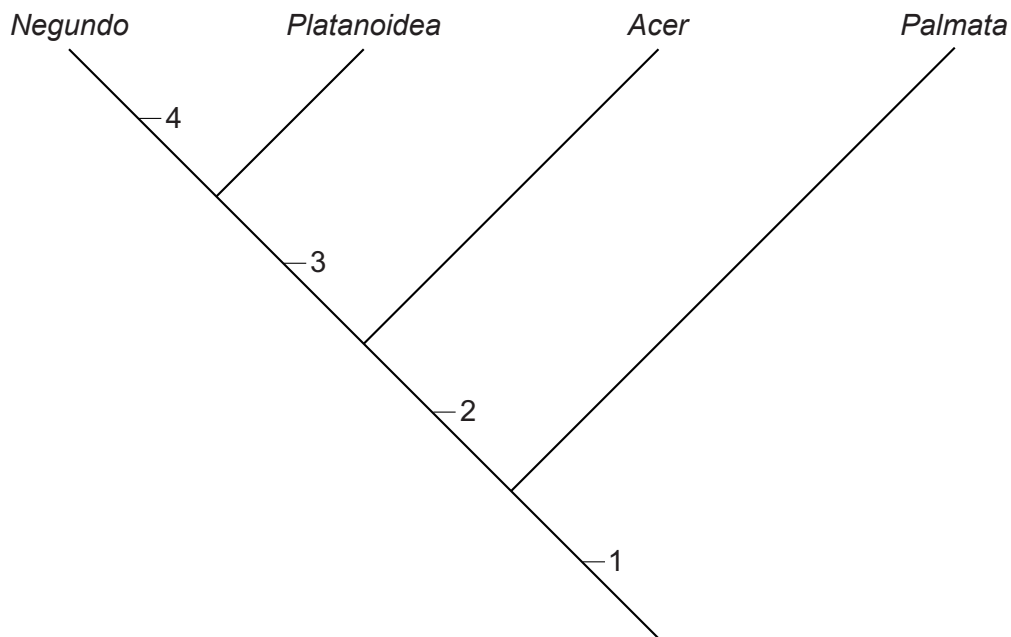
**tabel 2**

groep	aantal monsters	aantal monsters met hypoglycine-A	gemiddelde concentratie hypoglycine-A (mg/kg)
<i>Negundo</i>	2	2	218,0
<i>Platanoidea</i>	7	0	0
<i>Acer</i>	6	6	1004,3
<i>Palmata</i>	3	3	14,5

- 2p 22 Wat is een aannemelijke verklaring voor het verschil in de gemiddelde hypoglycine-A-concentratie tussen de *Acer*-groep en de *Palmata*-groep?
- A De genexpressie van genen om hypoglycine-A te maken is bij de soorten in de *Palmata*-groep lager dan bij de soorten in de *Acer*-groep.
  - B De soorten in de *Acer*-groep maken meer zaden dan de soorten in de *Palmata*-groep.
  - C De soorten in de *Palmata*-groep hebben niet alle benodigde genen om hypoglycine-A te maken, de soorten in de *Acer*-groep wel.
  - D De zaden van de soorten in de *Palmata*-groep zijn kleiner dan die van de soorten in de *Acer*-groep.

De evolutionaire stamboom van de vier groepen esdoorns is in afbeelding 6 weergegeven. Vier voorouders zijn met een nummer aangegeven.

**afbeelding 6**



Er wordt van uitgegaan dat alle huidige esdoornsoorten die hypoglycine produceren deze eigenschap van de gemeenschappelijke voorouder (nummer 1) hebben gekregen.

- 2p 23 Noteer de nummers 1 tot en met 4 onder elkaar op je antwoordblad en geef achter elk nummer aan of de betreffende voorouder waarschijnlijk **wel** of **niet** hypoglycine kon produceren.

Sofie heeft een paard in een weiland met Spaanse aken (*Acer campestre*) eromheen. Naar aanleiding van het Wageningse onderzoek vraagt ze zich af of zij haar paard naar een andere wei moet overbrengen om het te beschermen tegen atypische myopathie.

- 1p 24 Noteer of Sofie haar paard **wel** of **niet** moet overbrengen naar een andere wei. Geef hiervoor een argument.

## Het smaakt naar nootjes, maar dan met pootjes

Karin eet al een aantal jaren vegetarisch. In die jaren heeft ze steeds meer argumenten gevonden die haar keuze ondersteunen geen vlees meer te eten.

De productie van vlees is in vergelijking met de productie van plantaardig voedsel niet erg duurzaam, want:

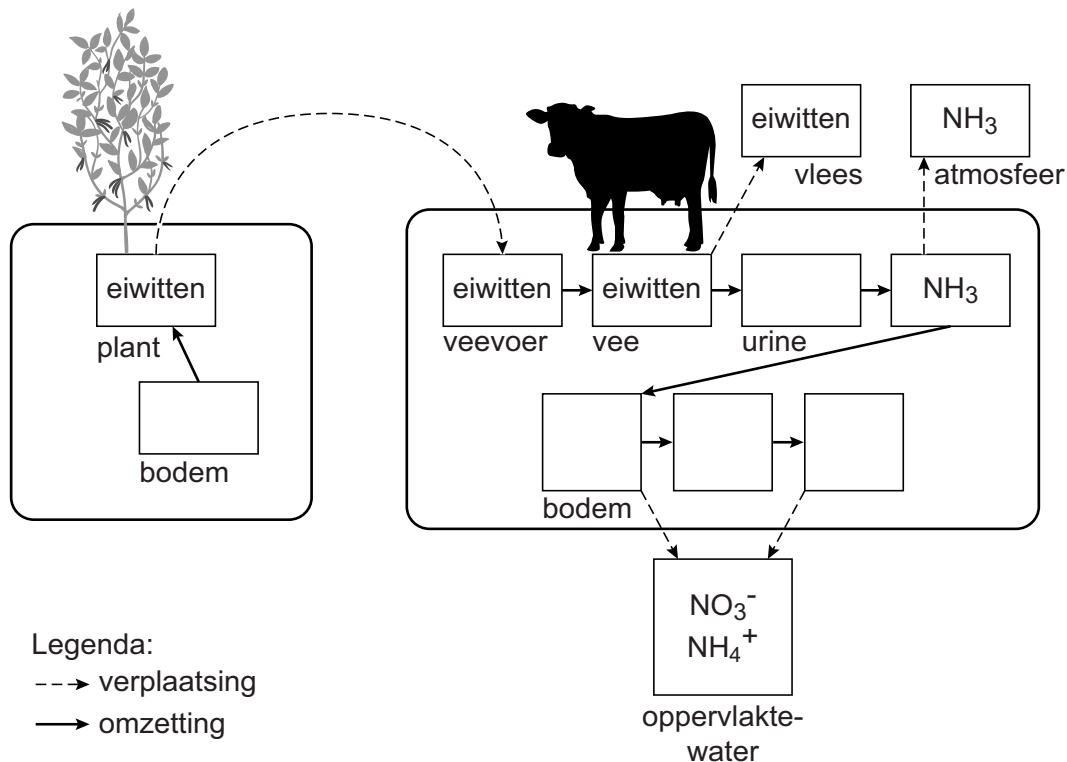
- bij veeteelt komt het broeikasgas methaan vrij;
- de import van veevoer uit andere continenten verstoort de stikstofkringloop, zowel in het land waar planten voor het veevoer worden geteeld als in het land van de vleesproductie;
- voor een kilogram vlees is veel meer landbouwgrond nodig dan voor een kilogram plantaardig voedsel met een gelijkwaardige voedingswaarde, zoals peulvruchten en noten.

Met de voedingswaarde wordt in dit geval de bruikbaarheid van het voedsel als eiwitbron bedoeld. De eiwitten uit peulvruchten bevatten – net als vlees – bepaalde aminozuren die onmisbaar zijn in onze voeding, zoals valine, threonine en lysine.

1p 25 Noteer hoe deze groep onmisbare aminozuren wordt genoemd.

Gebruik van geïmporteerd veevoer kan leiden tot eutrofiëring in de gebieden waar de veeteelt plaatsvindt. In afbeelding 1 zijn de voornaamste stikstofstromen die worden beïnvloed door deze veeteelt in een schema weergegeven.

afbeelding 1





Het schema in afbeelding 1 is niet compleet. In de uitwerkbijlage is het schema nogmaals afgebeeld.

- 2p **26** Maak het schema compleet door in de vijf lege vakken de formule of naam van de betreffende stikstofverbindingen in te vullen.
- 2p **27** Beredeneer aan de hand van afbeelding 1 hoe import van veevoer eutrofiëring van natuurgebieden in Nederland kan veroorzaken.
- 2p **28** Leg uit dat voor het produceren van 1 kilogram rundvlees meer landbouwgrond nodig is dan voor het produceren van 1 kilogram plantaardig voedsel.

Tijdens een kookworkshop maakt Karin kennis met een alternatieve eiwitbron: insecten, zoals sprinkhanen en meelwormen. Deze dieren zijn makkelijk te kweken. Ook hebben insecten een hoge voedselconversie: voor een kilogram rundvlees is tien kilogram voer nodig, voor een kilogram insecten slechts drie kilogram.

- 2p **29** Welk verschil tussen runderen en insecten zal de belangrijkste oorzaak zijn van dit grote verschil in voedselconversie?
- A Runderen ademen met longen, insecten met tracheeën.
  - B Runderen hebben een complexer spijsverteringsstelsel dan insecten.
  - C Runderen hebben een constante lichaamstemperatuur, insecten niet.
  - D Runderen hebben een endoskelet, insecten een exoskelet.

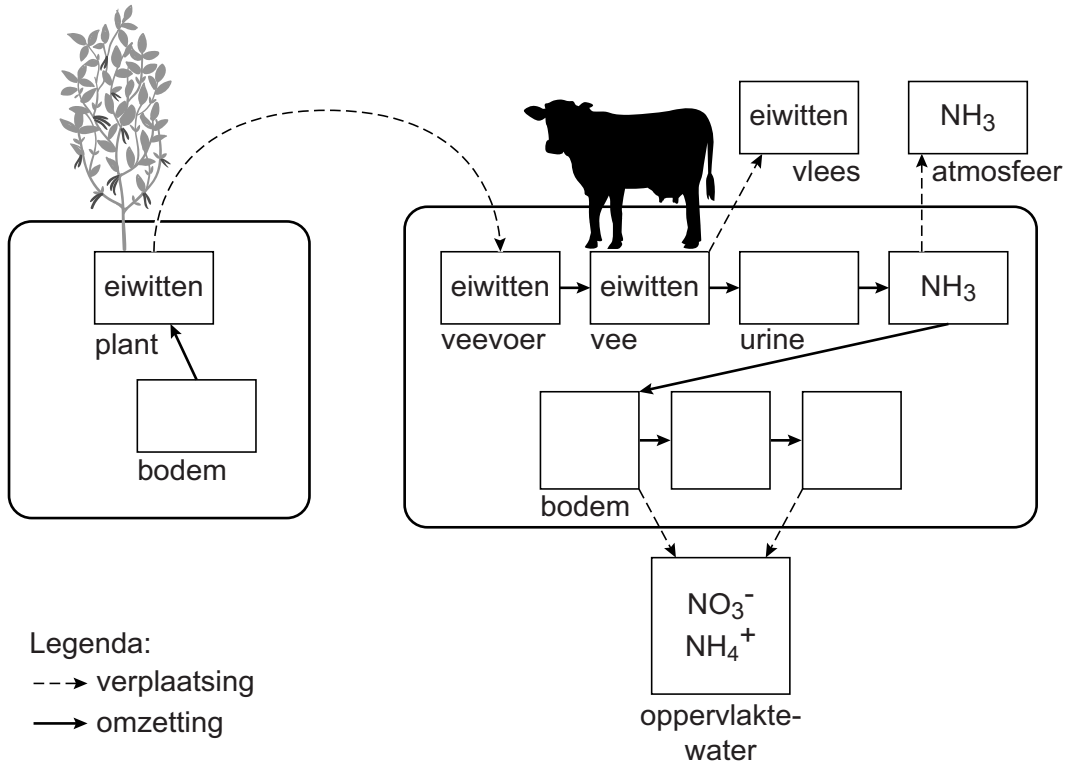
Karin vraagt zich af of ze een allergische reactie zal krijgen als ze insecten eet. Ze heeft namelijk een allergie voor garnalen. De eiwitten van deze verschillende diersoorten lijken zo veel op elkaar dat een allergie voor garnalen misschien ook een allergie voor meelwormen kan betekenen.

Karin wil haar bloed laten testen om te kijken of het eten van meelwormen voor haar problemen zal opleveren.

- 2p **30** Welke reactie zal er in deze laboratoriumtest optreden als ze een allergie voor meelwormen heeft?
- A Antigenen uit haar bloed reageren met antigenen van meelwormen.
  - B Antigenen uit haar bloed reageren met antistoffen van meelwormen.
  - C Antistoffen uit haar bloed reageren met antigenen van meelwormen.
  - D Antistoffen uit haar bloed reageren met antistoffen van meelwormen.

# uitwerkbijlage

26



## NIPT

Verloskundige Chantal bespreekt met vrouwen die in verwachting zijn en hun partners de mogelijkheden van prenatale diagnostiek. Bij prenatale diagnostiek kunnen chromosoomafwijkingen, zoals bij het syndroom van Down, aan het licht komen. De NIPT (niet-invasieve prenatale test) is een van de mogelijke prenatale tests.

Een kind met downsyndroom heeft drie chromosomen 21.

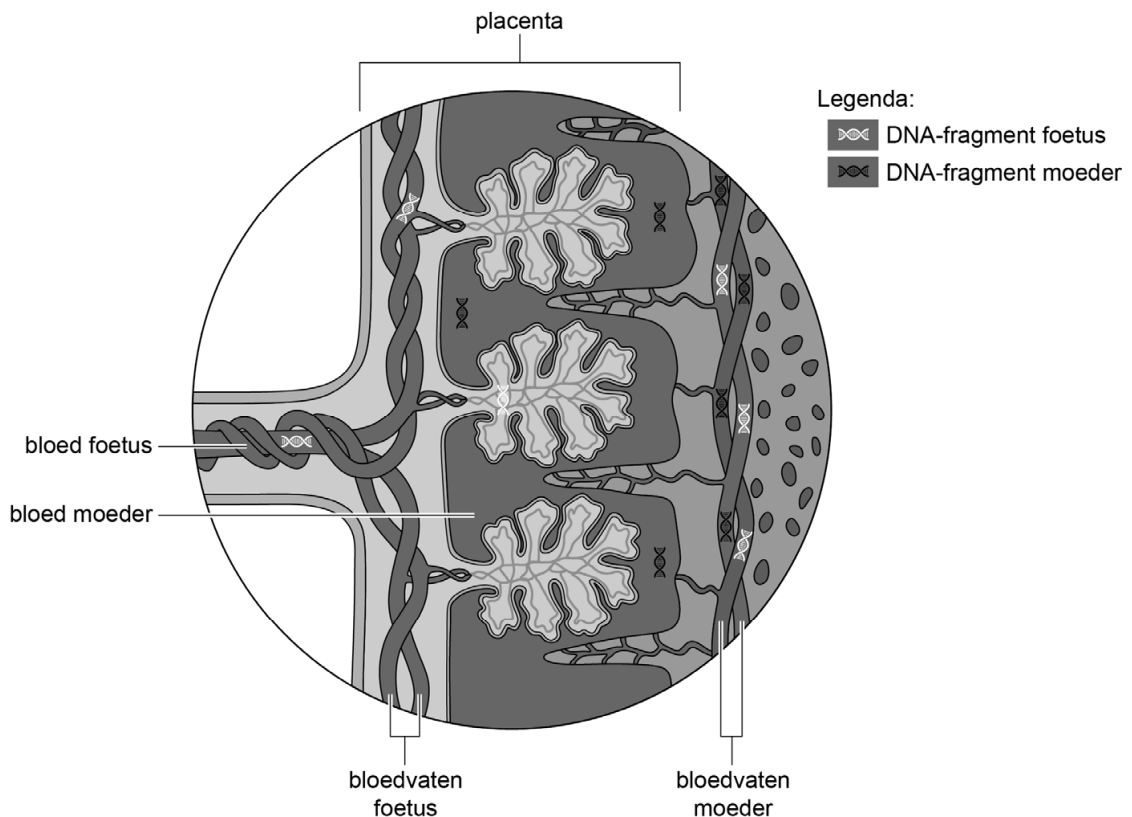
Over het downsyndroom worden drie uitspraken gedaan.

- 1 Het syndroom is een gevolg van een genoommutatie.
- 2 Het extra chromosoom 21 kan van de vader afkomstig zijn.
- 3 De drie chromosomen 21 zijn identiek.

2p 31 Noteer de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en geef achter elk nummer aan of de betreffende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

Met de NIPT kan door onderzoek van het bloed van de moeder onderzocht worden of de foetus mogelijk een afwijkend chromosomenaantal heeft. DNA-fragmenten van de foetus komen vrij uit afgestorven cellen van de placenta (afbeelding 1) en worden in het bloed van de moeder opgenomen.

**afbeelding 1**



Het bloed met DNA-fragmenten van de foetus wordt bij een zwangere vrouw vanuit de rechterarmader afgenomen (afbeelding 2).

**afbeelding 2**



Bloedvaten in het lichaam van deze vrouw zijn:

- 1 aorta
- 2 armader
- 3 armslagader
- 4 baarmoederader
- 5 baarmoederslagader
- 6 bovenste holle ader
- 7 longader
- 8 longslagader
- 9 onderste holle ader

- 2p **32** Door welk van deze bloedvaten gaan de DNA-fragmenten van de foetus achtereenvolgens op de kortste weg vanaf de placenta naar de plaats van afname in de rechterarmader? Noteer die nummers in de juiste volgorde.

De DNA-fragmenten van de foetus die in de bloedbaan van de moeder circuleren, zijn kleiner zijn dan de DNA-fragmenten van de moeder zelf. Hierdoor kunnen ze van elkaar worden gescheiden. Vervolgens wordt bepaald van welke chromosomen de DNA-fragmenten van de foetus afkomstig zijn. Als er relatief veel fragmenten van chromosoom 21 zijn, is dat waarschijnlijk het gevolg van een derde chromosoom 21.

- 2p **33** Door welke eigenschap van een DNA-fragment van de foetus kan worden vastgesteld van welk chromosoom het afkomstig is?
- A door de kleur
  - B door de lengte
  - C door de nucleotidenvolgorde
  - D door het bandenpatroon

Als in een NIPT afwijkingen worden geconstateerd, is aanvullend onderzoek nodig om een diagnose te kunnen stellen. Ouders kunnen dan beslissen om een zwangerschap af te breken. Chantal weet dat veel ouders dit niet zullen doen.

Toch kan de NIPT voor deze toekomstige ouders een voordeel bieden.

- 1p **34** Noteer een voordeel van de NIPT voor deze ouders.

## Kanoet met te korte snavel

Jan van Gils, bioloog bij het NIOZ (Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee) doet onderzoek naar hoe de kanoet (*Calidris canutus*, afbeelding 1) zich aanpast aan klimaatverandering.

### afbeelding 1



Kanoeten zoeken de schelpdieren waarvan ze leven door hun snavel in het zand te steken. Het puntje van de snavel is extreem gevoelig en kan drukverschillen in het natte zand waarnemen, waardoor de vogel weet waar de prooi zich bevindt. Vervolgens wordt de schelp in zijn geheel ingeslikt en in de spiermaag verbrijzeld, waarna de zachte delen worden verteerd.

- 2p 35 Met welk type zenuwcel is het puntje van de snavel verbonden? Via welk deel van het zenuwstelsel wordt het samentrekken van de spiermaag aangestuurd?

snavelpunt  
verbonden met

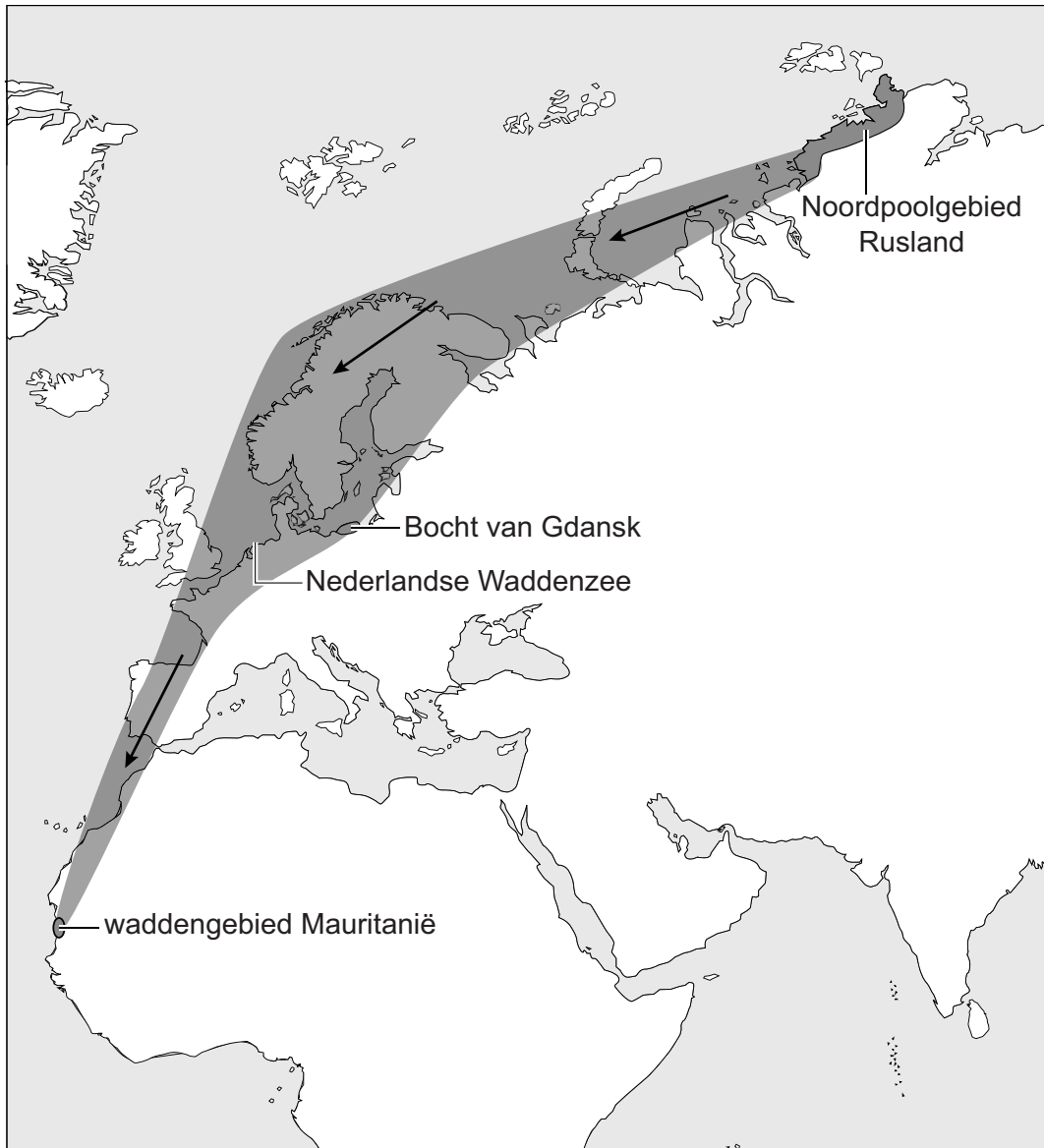
samentrekken spiermaag  
aangestuurd door

- A motorische zenuwcel
- B motorische zenuwcel
- C sensorische zenuwcel
- D sensorische zenuwcel

- animale zenuwstelsel
- autonome zenuwstelsel
- animale zenuwstelsel
- autonome zenuwstelsel

De kanoet broedt in het Noordpoolgebied en overwintert in tropische wadengebieden in Mauritanië. Tijdens de trek van broedgebied naar overwinteringsgebied maken de vogels een tussenstop aan de Bocht van Gdansk (Polen) en bij de Nederlandse Waddenzee (afbeelding 2). Vooral de jonge dieren vullen hier hun vetreserves aan. De kanoeten verblijven van eind augustus tot begin mei in Mauritanië.

### afbeelding 2



Trekvogels zoals de kanoet slaan hun reservevoedsel op in de vorm van vet. Reserves kunnen ook aangelegd worden in de vorm van koolhydraten zoals glycogeen.

Vetten leveren 38 Joule per gram, koolhydraten leveren 17 Joule per gram.

- 2p 36 Leg uit dat het voor een trekvogel voordeliger is om vet als reservevoedsel op te slaan in plaats van glycogeen.

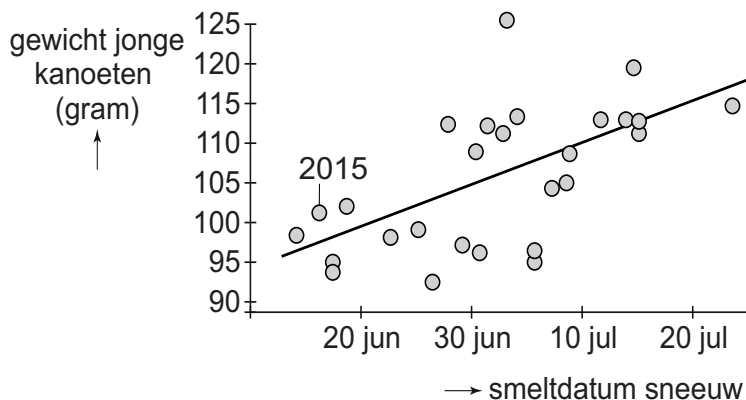
Sinds 1983 worden in Gdansk jaarlijks kanoeten gemeten en gewogen. Hieruit blijkt dat de gemiddelde grootte van de kanoeten afneemt. Een hypothese hiervoor is dat door de wereldwijde opwarming van het klimaat kleinere kanoeten in het voordeel zijn ten opzichte van grotere kanoeten. Door hun kleinere bouw zouden ze namelijk beter hun warmte kwijt kunnen raken.

- 1p **37** Noteer de naam van het verschijnsel dat wereldwijde opwarming van het klimaat veroorzaakt.
- 1p **38** Verklaar waardoor een kleine kanoet makkelijker zijn warmte kwijtraakt dan een grote kanoet.

De kuikens van de kanoeten komen rond een vaste datum (eind juni) uit hun ei en verlaten vrijwel meteen het nest. De kuikens eten voornamelijk insecten die in de grond overwinteren. Zodra in het poolgebied de dooi invalt en de sneeuw smelt, kruipen deze insecten uit de grond en zijn daarna niet meer beschikbaar voor de jonge kanoeten.

In afbeelding 3 zijn de resultaten te zien van metingen gedaan tijdens de trek in augustus in het tussenstation Gdansk. Het gemiddelde gewicht van de jonge kanoeten is uitgezet tegen de datum waarop de sneeuw in het broedgebied is gesmolten dat jaar. Te zien is dat in 2015 de sneeuw was gesmolten op 17 juni en het gemiddelde gewicht van de jonge kanoeten bij de meting in augustus 102 gram was.

### afbeelding 3

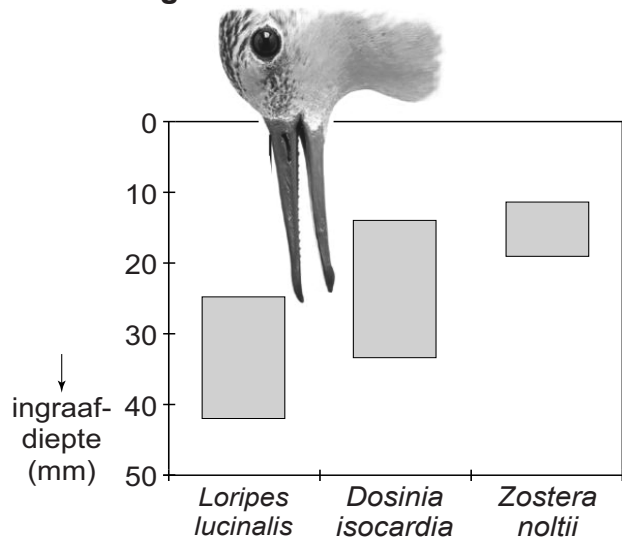


Wetenschappers denken dat klimaatverandering de oorzaak is van het kleiner blijven van de jonge kanoeten.

- 2p **39** Beredeneer, gebruikmakend van bovenstaande informatie, hoe klimaatverandering kan leiden tot het kleiner blijven van de jonge kanoeten.

Het kleinere lichaam betekent ook een kortere snavel (afbeelding 4). Dit heeft grote gevolgen voor het voedselzoeken in Mauritanië. Het schelpdier *Loripes lucinalis* komt in hoge dichtheden voor en vormt nu nog de belangrijkste prooi van de kanoet. Een ander schelpdier dat wordt gegeten is *Dosinia isocardia*, hiervan is de populatiedichtheid veel lager. Kanoeten eten ook wortels van zeegras (*Zostera noltii*), maar deze bevatten relatief weinig voedingsstoffen.

afbeelding 4



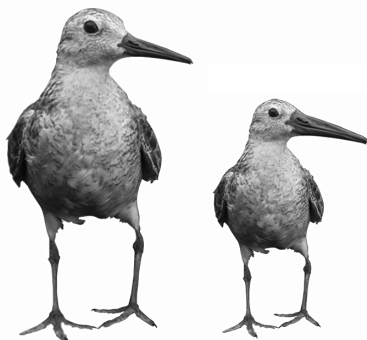
Op welke diepte deze drie voedselbronnen zich voornamelijk bevinden is weergegeven in afbeelding 4.

Over de gevolgen van de veranderingen in lichaamsbouw worden drie uitspraken gedaan:

- 1 Doordat kleinere kanoeten van meer voedselbronnen gebruik gaan maken, behoren ze tot een hoger trofisch niveau dan grotere kanoeten.
- 2 Een kanoet met een snavel korter dan 30 mm kan minder *Loripes lucinalis* vangen dan een kanoet met een langere snavel.
- 3 Kanoeten met een kortere snavel moeten meer tijd besteden aan voedsel zoeken dan kanoeten met een langere snavel.

2p 40 Noteer de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en geef achter elk nummer aan of de betreffende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

afbeelding 5



Van Gils verwacht dat het voedselprobleem van de kanoet effect heeft op de evolutie van de soort. In afbeelding 5 is weergegeven hoe hij denkt dat de kanoet zich zou kunnen ontwikkelen. Links staat de huidige kanoet, rechts de veel kleinere kanoet van de toekomst. De kleinere kanoet ontwikkelt een langere snavel volgens de voorspelling van Van Gils.

3p 41 Leg uit hoe deze langere snavel door evolutie kan ontstaan.



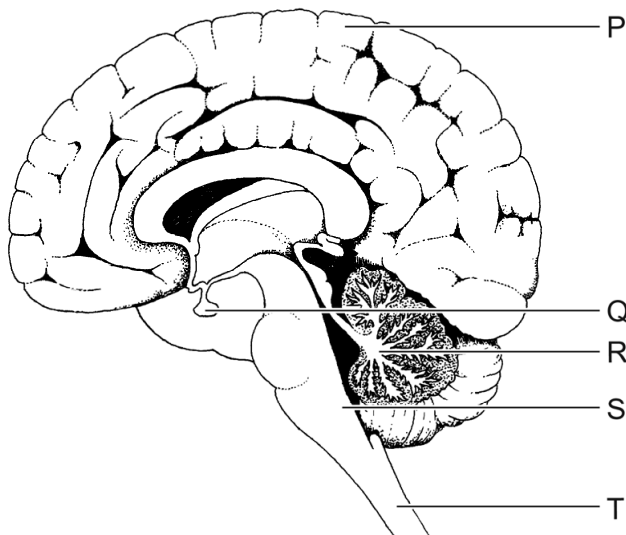
## Energiedrankjes

Mario en Hannah drinken, net als veel andere jongeren, regelmatig een energiedrankje. Toch is het gebruik van energiedrankjes niet zonder risico's: steeds meer jongeren komen met hartproblemen in het ziekenhuis.

Energiedrankjes (energydrinks) bevatten een hoge concentratie suiker en cafeïne. Daarnaast zijn andere oppeppende stoffen toegevoegd. Mario drinkt energiedrankjes wanneer hij tot diep in de nacht doorleert voor een proefwerk. Hij heeft ervaren dat dit zijn concentratie vergroot en hem wakker houdt.

In afbeelding 1 zijn in een lengtedoorsnede van de hersenen en een deel van het ruggenmerg de verschillende delen met letters aangegeven.

**afbeelding 1**



- 1p 42 Noteer de letter die het deel van het centraal zenuwstelsel aangeeft waarin geheugentaken worden uitgevoerd tijdens het leren voor een proefwerk.

Een half uur na het drinken van een energiedrankje zijn vrijwel alle cafeïnemoleculen opgenomen in Mario's bloed. In de lever wordt een deel van de cafeïne afgebroken. Mario merkt anderhalf uur na het drinken dat hij zich weer minder goed kan concentreren.

- 2p 43 Is één uur na het drinken de concentratie cafeïne in de aorta gelijk aan of verschillend van de concentratie cafeïne in de leverslagader?  
Is één uur na het drinken de concentratie cafeïne in de leverader gelijk aan of verschillend van de concentratie cafeïne in de onderste holle ader?

concentratie cafeïne in  
aorta en leverslagader

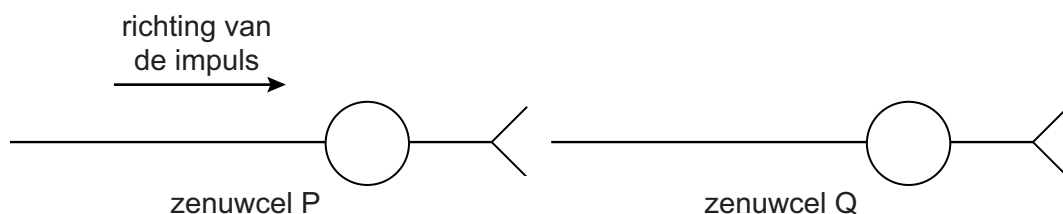
concentratie cafeïne in  
leverader en onderste holle ader

- |   |              |              |
|---|--------------|--------------|
| A | gelijk       | gelijk       |
| B | gelijk       | verschillend |
| C | verschillend | gelijk       |
| D | verschillend | verschillend |

Naarmate je langer wakker bent, hoopt de stof adenosine zich op in de hersenen. Adenosine bindt aan receptoren in de synapsen van hersencellen, waardoor er minder gemakkelijk impulsen worden overgedragen. Dit leidt tot slaperigheid. Cafeïne kan deze receptoren blokkeren, zodat adenosine niet kan binden. Mario voelt zich hierdoor minder moe.

In afbeelding 2 worden schematisch twee zenuwcellen in de hersenen weergegeven.

### afbeelding 2



De werking van adenosine in de synaps is vergelijkbaar met de werking van bepaalde neurotransmitters.

- 2p 44 Is de werking van **adenosine** te vergelijken met de werking van een remmende of van een stimulerende neurotransmitter? Zal door **cafeïne** de impulsfrequentie in zenuwcel Q afnemen of toenemen?

de werking van **adenosine**  
is te vergelijken met een

door **cafeïne** zal  
de impulsfrequentie in Q

- |   |                               |          |
|---|-------------------------------|----------|
| A | remmende neurotransmitter     | afnemen  |
| B | remmende neurotransmitter     | toenemen |
| C | stimulerende neurotransmitter | afnemen  |
| D | stimulerende neurotransmitter | toenemen |

Inname van een energiedrankje heeft effect op de werking van het hart en op de bloeddruk. Dit komt doordat cafeïne een stimulerend effect heeft op een bepaald deel van het autonome zenuwstelsel.

- 2p 45
- Noteer de naam van dit deel van het autonome zenuwstelsel.
  - Beredeneer hoe inname van cafeïne kan leiden tot een hogere bloeddruk.

Hannah is wielrenster. Tijdens haar ritten drinkt ze soms een blikje energiedrank om haar vocht- en brandstofvoorraad aan te vullen.

Hannah's glycogeenvoorraad is genoeg voor zestig tot negentig minuten intensief sporten. Tijdens langere ritten neemt ze koolhydraten in om te voorkomen dat ze 'pap in de benen' krijgt. Wielrenners bedoelen daarmee dat ze onvoldoende kracht in hun benen hebben om het hoge tempo vol te kunnen houden.

Gebeurtenissen die hierbij plaatsvinden zijn:

- 1 afname van de dissimilatie
- 2 uitputting van de glycogeenvoorraad in de spiercellen
- 3 vermindering van samentrekking van de spiervezels

- 1p 46
- In welke volgorde vinden deze gebeurtenissen dan plaats? Noteer de nummers in de juiste volgorde.

Hannah's trainster raadt Hannah af nog langer energiedrank te drinken tijdens het sporten, omdat het uitdroging kan veroorzaken. Doordat cafeïne de afgifte van antidiuretisch hormoon (ADH) beïnvloedt, leidt gebruik van energiedrankjes tot een toename van de wateruitscheiding.

- 2p 47
- Licht toe welke invloed cafeïne heeft op de afgifte van ADH en verklaar hoe dit in de nieren leidt tot een toename van de wateruitscheiding.

---

#### 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.