

Examen HAVO  
**2015**

tijdvak 2  
donderdag 18 juni  
13.30 - 16.30 uur

**biologie**

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 46 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.*

## Projectweek op Texel

---

4 Havo van het Negenaar College gaat biologieveldwerk doen op Texel. De organisatie is weliswaar in handen van de mentor, maar de leerlingen Boyan, Eline, Maud en Iliah gaan de warme maaltijden tijdens de projectweek verzorgen. Ze moeten hierbij rekening houden met de wensen van de medeleerlingen. Cihat is moslim en wil beslist geen varkensvlees, Linda is vegetariër, Aniek heeft fenylketonurie (PKU) en Lisa heeft suikerziekte.

Boyan en Eline gaan zich eerst verdiepen in PKU en stellen Aniek en haar moeder een paar vragen.

Eline: "Ik had nog nooit van PKU gehoord. Wat is dat voor een ziekte?"

Moeder: "Ook wij wisten voor de geboorte van Aniek niets over PKU.

Enkele dagen na de geboorte werd bij Aniek, net als bij bijna alle baby's in Nederland, met een hielprik een druppel bloed afgenomen. Dit bloed werd onderzocht en tot onze verrassing kregen we als uitslag 'PKU positief' terwijl deze ziekte in mijn familie en die van mijn man niet voorkomt."

Boyan: "Heeft Aniek PKU omdat zij een meisje is?"

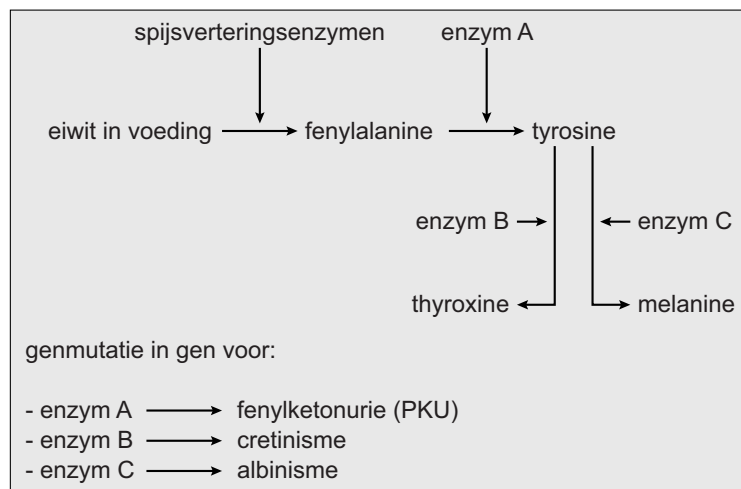
Moeder: "De verloskundige zei dat dat er niets mee te maken heeft. De oudere zus van Aniek is ook geprikt en heeft geen PKU."

- 2p 1 Welk type ziekte wordt met de hielprik aangetoond?
- A besmettelijke ziekte
  - B erfelijke ziekte
  - C gebreksziekte
  - D welvaartsziekte
- 2p 2 Wat kun je uit het vraaggesprek met de moeder van Aniek afleiden over de overerving van PKU?
- A PKU wordt veroorzaakt door een autosomaal, dominant overervend allel. De ouders van Aniek zijn hiervoor beiden heterozygoot.
  - B PKU wordt veroorzaakt door een autosomaal, recessief overervend allel. De ouders van Aniek zijn hiervoor beiden heterozygoot.
  - C PKU wordt veroorzaakt door een X-chromosomaal, dominant overervend allel. De moeder van Aniek is hiervoor heterozygoot.
  - D PKU wordt veroorzaakt door een X-chromosomaal, recessief overervend allel. De moeder van Aniek is hiervoor heterozygoot.

Boyan: “Vlak na haar geboorte werd bij Aniek PKU geconstateerd. En toen?”

Moeder: “We hebben uitgebreid voorlichting gekregen van een diëtiste. Aniek moet eiwitarm voedsel eten omdat veel eiwitten het aminozuur fenylalanine bevatten. Zij mist een enzym om een overschot van dit aminozuur in de lever om te zetten in het aminozuur tyrosine. Daardoor kunnen er te hoge, giftige concentraties fenylalanine in haar bloed ontstaan die de ontwikkeling van de hersenen kunnen verstoren. De diëtiste heeft dit aan ons uitgelegd met behulp van een schema, waarin ook de relatie met andere stoffen in het lichaam is weergegeven (afbeelding 1). Hierin is te zien dat fenylalanine behalve met PKU ook verband houdt met twee andere ziekten: cretinisme (dwerggroei) door een tekort aan thyroxine en albinisme (het niet kunnen vormen van het pigment melanine).”

### afbeelding 1



Bij het bestuderen van het schema komen Boyan en Eline tot de volgende beweringen:

1 PKU kan veroorzaakt worden door een mutatie in het gen dat codeert voor enzym A.

2 Mensen met cretinisme hebben ook PKU.

2p 3 Welke bewering is of welke beweringen zijn juist?

A Geen van beide beweringen is juist.

B Alleen bewering 1 is juist.

C Alleen bewering 2 is juist.

D Beide beweringen zijn juist.

Aminozuren worden verdeeld in essentiële en niet-essentiële aminozuren.

2p 4 – Wat is het verschil tussen essentiële en niet-essentiële aminozuren?

– Uit welk gegeven in het schema van afbeelding 1 is af te leiden dat tyrosine behoort tot de groep van niet-essentiële aminozuren.

Boyan: "Voor de organisatie van onze projectweek moet ik weten of Aniek mee kan en hoe wij voor haar een gezonde maaltijd kunnen verzorgen."

Eline: "Natuurlijk kan zij mee. Als ze wat minder eet, krijgt ze nooit te veel van iets binnen."

Moeder: "Zo simpel is het niet. Maar gelukkig weet Aniek zelf heel goed waarop ze bij haar voeding moet letten en neemt ze regelmatig aminozuurpreparaten in."

In het lichaam van de mens spelen hemoglobine, enzymen en hormonen een belangrijke rol.

2p 5 Voor de opbouw van welke van deze stoffen is het innemen van aminozuurpreparaten voor Aniek belangrijk?

- A alleen voor hemoglobine en enzymen
- B alleen voor hemoglobine en sommige hormonen
- C alleen voor enzymen en sommige hormonen
- D zowel voor hemoglobine, als voor enzymen en sommige hormonen

Lisa weet nog niet of ze vanwege haar suikerziekte mee kan. Ze heeft pas sinds kort geleerd bij zichzelf insuline in te spuiten. Maud en Iliah zoeken uit of zij de maaltijden zo kunnen samenstellen dat deze ook geschikt zijn voor Lisa. Ze gaan met Lisa naar de diabetesverpleegkundige die Lisa helpt de suikerconcentratie in haar bloed te regelen.

Maud vraagt zich af waarom Lisa niet bij elke maaltijd dezelfde hoeveelheid insuline mag spuiten.

**tabel 1**

(per 100 g eetbaar product)	energie (kJ)	koolhydraten (g)	vetten (g)	eiwitten (g)	vezels (g)	vitamine C (mg)
gekookte aardappels	325	17	0	2	3	8
appels	211	12	0	0	2	4

De verpleegkundige laat gegevens uit een voedingsmiddelentabel zien (tabel 1). Ze zegt dat Lisa na het eten van 100 gram gekookte aardappels meer insuline moet spuiten dan na het eten van 100 gram appels.

2p 6 Leg met behulp van de gegevens uit tabel 1 de bewering van de verpleegkundige uit.

Voordat Lisa suikerziekte ontwikkelde, maakte haar alvleesklier insuline aan die via haarvaatjes terechtkwam in de poortader. Nu injecteert ze de insuline in haar bovenbeen.

- 2p 7 Hoe vaak kwam een door Lisa zelf aangemaakt insulinemolecuul minimaal door het hart voordat het de lever bereikte?  
En hoe vaak komt een in het bovenbeen ingespoten insulinemolecuul minimaal door het hart voordat het de lever bereikt?

	eigen insuline	ingespoten insuline
A	0 keer	1 keer
B	0 keer	2 keer
C	1 keer	1 keer
D	1 keer	2 keer
E	2 keer	1 keer
F	2 keer	2 keer

Maud en Iliah komen tot de slotsom dat het tijdens de projectweek voor Lisa heel duidelijk moet zijn wat er gegeten wordt en hoe laat er gegeten wordt.

Als Lisa insuline inspuit en daarna niet op de geplande tijd haar maaltijd kan gebruiken, kan ze flauwvallen.

- 1p 8 Verklaar waardoor Lisa dan flauwvalt.

## Peuken in de nesten van stadsvogels

In sommige nesten van stadsvogels worden peuken van sigaretten aangetroffen.

Een onderzoeksteam van een universiteit in Mexico heeft onderzocht of de aanwezigheid van deze peuken in de nesten van stadsvogels de kuikens beschermt tegen parasieten. Ze stelden als hypothese dat nicotine uit peuken parasieten weert. Nicotine komt alleen vrij uit de tabaksvezels bij het roken van de sigaret en blijft deels achter in de peuk. De onderzoekers gebruikten 55 nesten van stadsvogels. Ze monteerden op elk nest een kleine warmtebron voorzien van plakband. Parasieten komen op de warmte af en kunnen blijven kleven aan het plakband. Vóór de broedperiode werden tabaksvezels van peuken of van niet-gerookte sigaretten bovenop de warmtebron geplaatst. Nadat de laatste kuikens uitgevlogen waren, werden de parasieten op het plakband geteld.

Om hun hypothese 'nicotine uit peuken weert parasieten' te testen, verdeelden de onderzoekers de nesten in 3 groepen (zie de tabel in de uitwerkbijlage). In de tabel staan ook de materialen voor het onderzoek.

- 2p 9 Geef in de uitwerkbijlage voor elke groep aan of de aangegeven materialen wel (+) of niet (-) bij die groep op het nest geplaatst werden.

De resultaten van het onderzoek ondersteunden de hypothese van de onderzoekers.

- 1p 10 Welk verschil in resultaat tussen groep 1 en groep 2 is er gevonden?

De aanwezigheid van veel parasieten in een nest heeft nadelen voor het broedsel. Parasieten spelen ook een rol in de evolutionaire ontwikkeling van de soort waarop ze parasiteren.

- 2p 11 Welk proces wordt door parasieten beïnvloed?

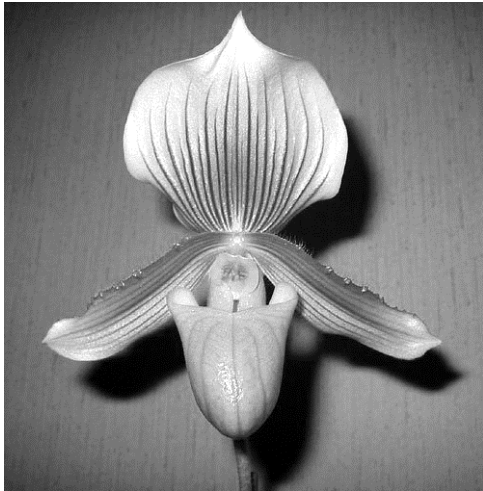
- A isolatie
- B mutatie
- C recombinatie
- D selectie

## Symbiose bij orchideeën

Veel plantenliefhebbers zijn gefascineerd door de bijzondere relaties die orchideeën (afbeelding 1) onderhouden met andere organismen, waaronder een bodemschimmel. Door wetenschappelijk onderzoek worden steeds meer van dergelijke relaties opgehelderd. De hierdoor verkregen kennis wordt door liefhebbers en professionals benut bij de veredeling en kweek van orchideeën.

Zaden van orchideeën zijn bijzonder klein en bevatten nauwelijks reservevoedsel. Ze kunnen alleen kiemen in aanwezigheid van een bepaalde schimmelsoort in de bodem. De schimmel leeft vaak in symbiose met zowel bomen als orchideeën. De schimmel onttrekt organische stoffen uit de boomwortels en daarvan profiteert de orchidee.

**afbeelding 1**



Behalve door zaden kunnen orchideeën ook vermeerderd worden door weefselkweek.

Een orchideeënkweker legt zich toe op de vermeerdering van een bepaald orchideeënras dat door de kleur en grootte van de bloemen geliefd is als kamerplant.

- 2p 12 Leg uit of deze kweker de kenmerken van het ras het best kan behouden door vermeerdering met weefselkweek of juist door vermeerdering met zaden.

In plantenkassen kan men planten en schimmels gecontroleerd laten groeien in aanwezigheid van CO<sub>2</sub> waarvan het C-atoom radioactief gelabeld is.

Een onderzoeker wil met een experiment aantonen dat kiemende zaden van een orchidee via een schimmel organische stoffen opnemen die afkomstig zijn van jonge bomen.

De onderzoeker beschikt over:

- 1 Jonge bomen die opgroeien in een kas met radioactief CO<sub>2</sub>.
- 2 Zaden die zijn ontstaan aan een orchidee die is opgegroeid in een kas met radioactief CO<sub>2</sub>.
- 3 Een schimmel die is gekweekt in een kas met radioactief CO<sub>2</sub>.
- 4 Jonge bomen die opgroeien in een kas zonder radioactief CO<sub>2</sub>.
- 5 Zaden die zijn ontstaan aan een orchidee die is opgegroeid in een kas zonder radioactief CO<sub>2</sub>.
- 6 Een schimmel die is gekweekt in een kas zonder radioactief CO<sub>2</sub>.

2p 13 Welke van deze zes organismen moet de onderzoeker, afgezien van controles, hiervoor gebruiken?

- A 1, 2 en 3
- B 1, 5 en 3
- C 1, 5 en 6
- D 4, 2 en 3
- E 4, 5 en 3
- F 4, 5 en 6



## afbeelding 2



Een bijzondere orchidee is het bleek bosvogeltje (afbeelding 2). Het rechterexemplaar op deze afbeelding heeft geen bladgroen. Het is een albinoplant die een symbiose vormt met de wortels van een boom.

- 2p 14 Van welke vorm van symbiose is hier sprake?
- A commensalisme
  - B mutualisme
  - C parasitisme
  - D predatie

Het bleek bosvogeltje staat in contact met bepaalde vaten van de boom en neemt daaruit stoffen op.

- 2p 15 Welke uitspraak over de overdracht van stoffen van de boom naar het bleek bosvogeltje is juist?
- A Voor de opbouw van cellulose neemt het bleek bosvogeltje organische stoffen op uit de bastvaten.
  - B Voor de opbouw van cellulose neemt het bleek bosvogeltje anorganische stoffen op uit de houtvaten.
  - C Voor de opbouw van glucose neemt het bleek bosvogeltje water op uit de bastvaten.
  - D Voor de opbouw van glucose neemt het bleek bosvogeltje water op uit de houtvaten.

## Tasmaanse duivel

---

De Tasmaanse duivel (afbeelding 1) is met zijn lengte van 60 cm het grootste vleesetende buideldier. Het zijn agressieve dieren die tijdens het gezamenlijk verorberen van een prooi of in de strijd om een vrouwtje letterlijk flink van zich af bijten.

Sinds 1996 bedreigt een bizarre aandoening deze diersoort. In dat jaar werd voor het eerst een dier waargenomen met een tumor in het gezicht. Sindsdien heeft deze tumorvorm zich als een besmettelijke ziekte verspreid in de populatie. Dieren met deze tumor kunnen bijna niet meer eten en sterven binnen een aantal maanden.

**afbeelding 1**



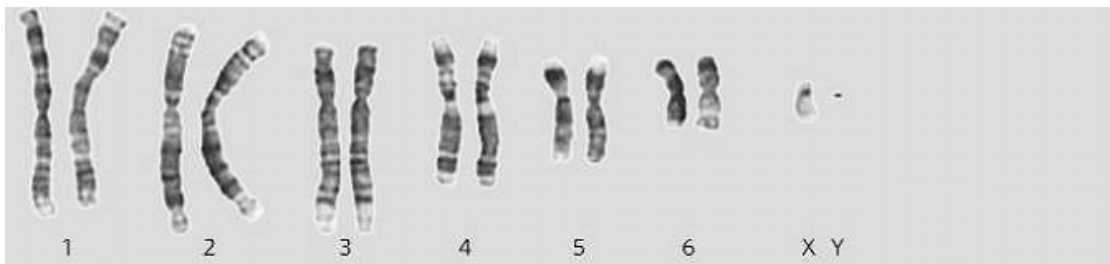
Natuurbeschermers en onderzoekers stonden voor een raadsel. In eerste instantie werd aangenomen dat een virus de tumoren zou veroorzaken en dat dit virus werd overgedragen via bijtwonden. Na DNA-analyse van de tumoren werd deze verklaring verworpen.

De onderzoekers maakten gebruik van DNA-analyses van gezonde cellen en van tumorcellen om te onderzoeken of de tumoren wel of niet door een virus werden veroorzaakt. Uit hun resultaten trokken ze de conclusie dat de tumoren niet door een virus werden veroorzaakt.

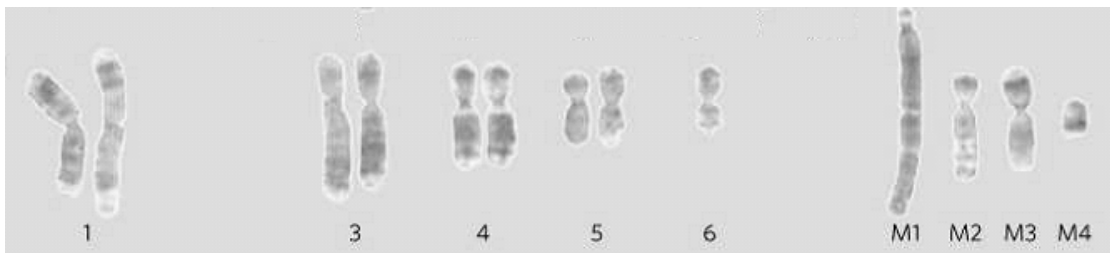
- 1p **16** Op basis van welk resultaat van de DNA-analyse hebben ze deze conclusie kunnen trekken?

Toen de karyogrammen van de tumoren werden bekeken viel op dat de tumorcellen veel chromosomale afwijkingen vertoonden. Van de 14 chromosomen die normaal in een lichaamscel van de Tasmaanse duivel voorkomen (afbeelding 2a), waren er nog maar negen in hun oorspronkelijke vorm aanwezig. Daarnaast waren er vier chromosomen (M1 t/m M4) aanwezig die ontstaan zijn uit gedeeltes van de ontbrekende vijf chromosomen (afbeelding 2b). Opvallend was dat alle tumoren afkomstig uit verschillende individuen steeds precies dezelfde chromosomale afwijkingen vertoonden. De onderzoekers vermoedden dat de tumorcellen, wanneer deze door bijten worden doorgegeven, zelf de besmettingsbron zijn.

**afbeelding 2a**



**afbeelding 2b**



Van cellen van een tumor kan vrij gemakkelijk een karyogram gemaakt worden.

- 2p 17 Welke van onderstaande eigenschappen geeft hiervoor een verklaring?
- A Tumoren bevatten veel delende cellen.
  - B Tumoren bevatten veel diploïde cellen.
  - C Tumoren bevatten veel DNA-afwijkingen.
  - D Tumoren bevatten veel ongedifferentieerde cellen.

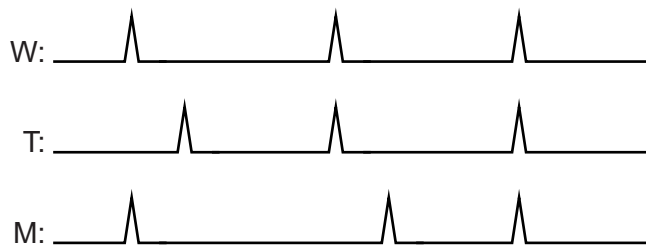
Het lijkt erop dat een tumor in een willekeurige Tasmaanse duivel niet bij dit dier zelf is ontstaan, maar dat het een kloon is van een tumor uit 1996 of eerder. Het is mogelijk dat de oorspronkelijke tumor in een vrouwtje is ontstaan, en dat cellen van deze tumor nu ook in mannetjes voorkomen of omgekeerd. Met een karyogram kan dit worden onderzocht. De karyogrammen van afbeelding 2 zijn van een gezonde lichaamscel en van een tumorcel van hetzelfde Tasmaanse duivelmannetje.

1p 18 Waarom kan met deze karyogrammen niet worden aangetoond dat de tumor oorspronkelijk van een vrouwtje afkomstig is?

Uit de DNA-analyse bleek dat een van de onderzochte Tasmaanse duivels een aangeboren mutatie had. Toen deze Tasmaanse duivel later een gezichtstumor opliep, werd het DNA van een tumorcel van dit dier geanalyseerd.

Om overeenkomsten en verschillen in DNA aan te tonen, maakten de onderzoekers DNA-profielen waarbij bepaalde stukjes DNA als piekjes op een lijn worden weergegeven. Van overeenkomstige stukjes DNA bevinden de piekjes zich op dezelfde afstand vanaf het begin van de lijn. In afbeelding 3 zijn drie DNA-profielen weergegeven.

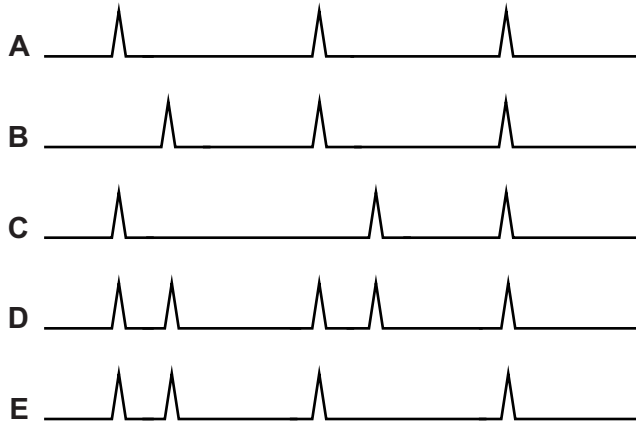
### afbeelding 3



W: lichaamscel van een willekeurige Tasmaanse duivel  
T: tumorcel van een willekeurige Tasmaanse duivel  
M: lichaamscel van de Tasmaanse duivel met de mutatie

Met de resultaten van de DNA-analyse werd het sluitende bewijs geleverd voor de theorie dat tumorcellen van de ene aan de andere Tasmaanse duivel worden doorgegeven.

- 2p 19 Welk DNA-profiel is afkomstig van een gezichtstumorcel van de Tasmaanse duivel met de aangeboren mutatie?



Tumoren zoals we die kennen bij de mens kunnen leiden tot uitzaaiingen in het hele lichaam. Bij de Tasmaanse duivel worden tumorcellen door bijten overgedragen.

- 1p 20 Vind jij dat je in dat geval kunt spreken van een uitzaaiing? Geef voor je antwoord een biologisch argument.

De verspreiding van de tumor wordt beïnvloed door het ontbreken van afweer hiertegen bij Tasmaanse duivels. Hoewel de oorspronkelijke tumor van een andere Tasmaanse duivel afkomstig is, reageert het afweersysteem van een gebeten Tasmaanse duivel niet op deze lichaamsvreemde cellen. Dit komt doordat de antigenen op de lichaamscellen van verschillende Tasmaanse duivels nauwelijks van elkaar verschillen.

- 2p 21 Welke cellen van het specifieke afweersysteem zorgen voor de eerste stap in de afweerreactie tegen de tumorcellen als de antigenen wél genoeg van elkaar zouden verschillen?
- A B-cellen
  - B geheugencellen
  - C macrofagen
  - D T-cellen

Voordat de tumor-epidemie uitbrak, kregen de meeste vrouwtjes vanaf hun tweede levensjaar elk jaar een jong. De populaties bestonden toen voor ongeveer 30% uit dieren die drie jaar en ouder waren. Recent onderzoek wijst uit dat nu slechts 8% van de dieren hun derde levensjaar haalt. Uit dit onderzoek blijkt ook dat de voortplantingsleeftijd daalt. Vóór de epidemie kreeg 5% van de vrouwtjes haar eerste jong op 1-jarige leeftijd, nu is dat 40%. De verwachting is dat, indien de soort deze epidemie overleeft, de meeste Tasmaanse duivels zich vanaf hun eerste levensjaar zullen voortplanten.

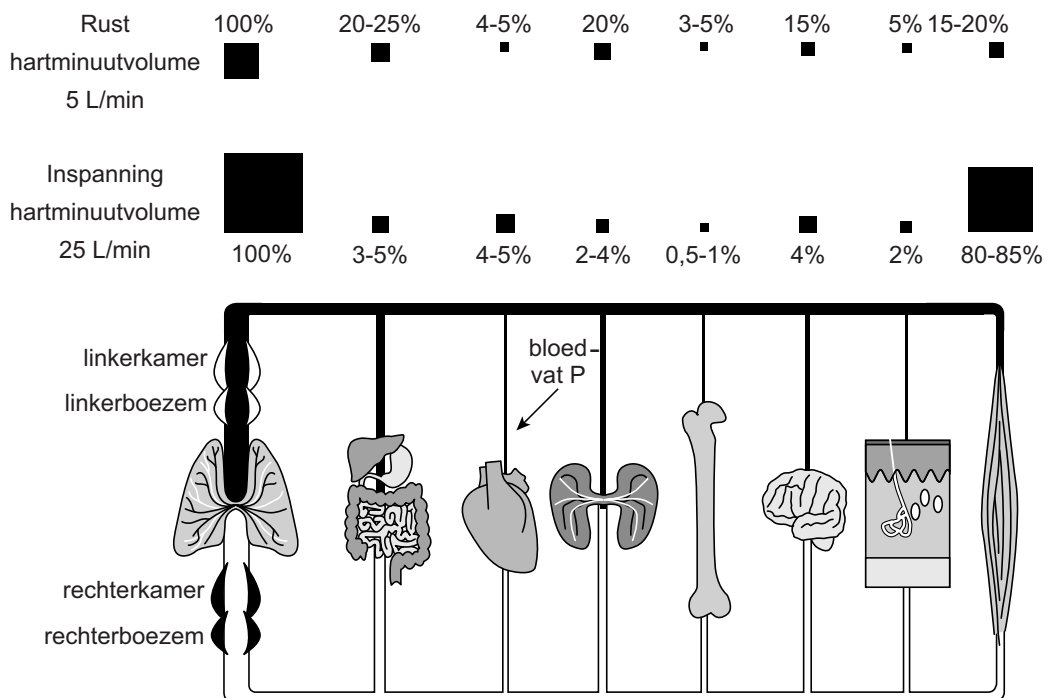
- 2p 22 Beschrijf hoe deze vervroegde voortplantingsleeftijd van de Tasmaanse duivel evolutionair tot stand komt.

# Sportfysiotherapeut

Oktaay en Steven willen sportfysiotherapeut worden. Ze onderzoeken voor hun profielwerkstuk veranderingen in de bloedsomloop en de ademhaling die optreden tijdens het sporten.

In een informatieboek staat een schematische weergave van de bloedsomloop en de bloedtoevoer naar verschillende organen tijdens inspanning en rust (afbeelding 1). De verandering in hartminuutvolume tussen deze twee situaties is hieruit af te leiden.

**afbeelding 1**



Oktaay en Steven bestuderen de afbeelding en verwachten dat de hoeveelheid bloed per minuut door bloedvat P flink zal toenemen tijdens het sporten.

- 2p 23
- Noteer de naam van bloedvat P.
  - Waarom is het nodig dat de hoeveelheid bloed per minuut in dit bloedvat tijdens inspanning toeneemt?

Steven leest in afbeelding 1 dat er tijdens inspanning 80-85% van het bloed naar de spieren stroomt. Hij vraagt zich af of een sporter dan duizelig wordt omdat de hersenen te weinig bloed zouden krijgen.

- 2p **24** Is er, uitgaande van de getallen in afbeelding 1, tijdens inspanning kans op duizeligheid doordat de hersenen te weinig bloed krijgen? Licht je antwoord toe met een berekening.

Nadat Oktay en Steven zich in de theorie hebben verdiept, zetten ze een experiment op.

Tijdens dit experiment laten ze 15 vrienden de Harvard Step Test (HS-test) uitvoeren. Hierbij stappen de proefpersonen gedurende 6 minuten een bankje op en af. Vóór en direct ná de HS-test worden de hartslag- en de ademhalingsfrequentie gemeten en wordt de hoeveelheid lucht die per minuut ververst wordt (ademminuutvolume), bepaald. Oktay en Steven noteren de gemiddelde resultaten in tabel 1.

**tabel 1**

	vóór de HS-test	ná de HS-test
Hartslagfrequentie	70 slagen/min	175 slagen/min
Ademfrequentie	12 ademhalingen/min	27 ademhalingen/min
Ademminuutvolume	6 L/min	81 L/min

De gemiddelde hartslagfrequentie van de proefpersonen is direct na de HS-test ongeveer tweeëneenhalf maal zo groot als ervoor. Volgens de gegevens uit het informatieboek (afbeelding 1) zou het hartminuutvolume tijdens inspanning vijf maal zo groot zijn.

- 1p **25** Waardoor kan het hartminuutvolume met een factor vijf toenemen, terwijl de hartslagfrequentie slechts met een factor tweeëneenhalf toeneemt?

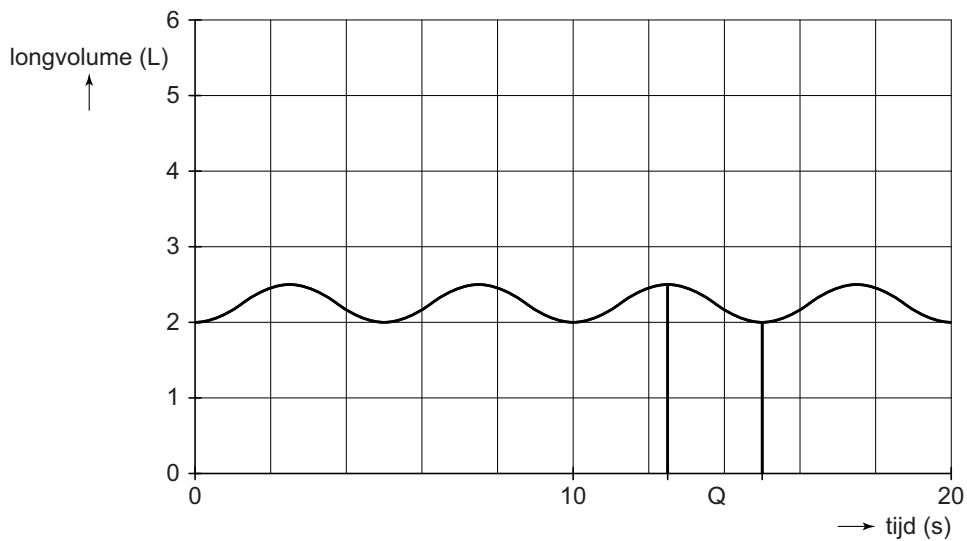
De hoeveelheid lucht die per ademhaling ververst wordt, is bij inspanning groter dan in rust. Aan de hoeveelheid lucht die in één keer kan worden ververst, zit bij elke persoon een maximum.

- 1p **26** Hoe wordt deze maximale hoeveelheid genoemd?



Steven en Oktay hebben de gegevens van de gemiddelde proefpersoon in rust verwerkt in een respirogram (afbeelding 2).

### afbeelding 2



- 3p 27 In de uitwerkbijlage is een assenstelsel weergegeven.  
Teken hierin het respirogram van de gemiddelde proefpersoon, gebaseerd op de metingen direct na de HS-test.

- 2p 28 In het respirogram van de proefpersoon in rust (afbeelding 2) is een periode Q tussen twee lijnen aangegeven.  
Worden tijdens deze periode ademhalingsspieren samengetrokken? Zo ja, welke ademhalingsspieren?
- A Nee
  - B Ja, buikspieren en tussenribspieren
  - C Ja, buikspieren en middenrifspieren
  - D Ja, middenrifspieren en tussenribspieren

## Schimmel beëindigde steenkooltijd

Recent is meer bekend geworden over de bouw van de houtafbrekende enzymen van witrotschimmels. Het ontstaan van deze enzymen betekende het einde van het steenkooltijdperk: de tijd waarin massale plantengroei plaatsvond, die na afsterven van de planten tot de vorming van steenkool heeft geleid. Onderzoek naar de werking van deze houtafbrekende enzymen uit de witrotschimmel kan een belangrijke rol gaan spelen bij de ontwikkeling van een nieuwe generatie biobrandstoffen.

Het ontstaan van houtafbrekende eigenschappen van schimmels valt samen met het einde van de geologische periode waarin de meeste van onze steenkoolvoorraden zijn gevormd.

1p 29 Welke geologische periode was dat?

Onderzoek aan de genetische code van een dertigtal schimmelsoorten bracht de informatie over de bouw van houtafbrekende enzymen aan het licht.

2p 30 Uit welk gegeven konden de onderzoekers de bouw van de houtafbrekende enzymen afleiden?

- A De ordening van de chromosomen in het karyogram van een schimmelcel.
- B De ordening van de genen op de chromosomen van een schimmelcel.
- C De volgorde van de aminozuren in de genen van een schimmelcel.
- D De volgorde van de nucleotiden in de genen van een schimmelcel.

De afbraak van hout is een complex proces. Cellulose en lignine vormen samen de belangrijkste bouwstenen van hout. Lignine en cellulose zijn moeilijk afbreekbaar; de afbraak vindt in verschillende stappen plaats. Het blijkt dat er witrotschimmels zijn die lignine kunnen afbreken en bruinrotschimmels die cellulose kunnen verteren.

1p 31 Waardoor stagneerde de vorming van steenkool door het gelijktijdig voorkomen van witrot- en bruinrotschimmels in de ecosystemen?

Tijdens het steenkooltijdperk nam het koolstofdioxidegehalte in de atmosfeer geleidelijk af.

2p 32 – Door welk proces daalde in het steenkooltijdperk het CO<sub>2</sub>-gehalte in de atmosfeer?  
– Waardoor kwam aan deze daling een eind door de aanwezigheid van zowel witrot- als bruinrotschimmels?

De kennis over de houtafbrekende enzymen en over de genen die daarvoor coderen, is economisch en milieutechnisch interessant voor de ontwikkeling van nieuwe productiemethoden voor biobrandstoffen. Biobrandstof uit houtige gewassen kan nu alleen gemaakt worden met behulp van fysische en chemische processen die veel energie kosten. Onder hoge druk en hoge temperatuur worden houtvezels afgebroken tot suikers. Dit kan volgens wetenschappers veel efficiënter worden uitgevoerd door gebruik te maken van de houtafbrekende enzymen uit de schimmels.

Er worden enkele mogelijkheden geopperd om de afbraak van houtvezels tot suikers toepasbaar te maken:

- 1 De schimmels kweken, de houtafbrekende enzymen uit de schimmelkweek isoleren en gebruiken om de houtvezels te verteren.
- 2 De schimmels op houtvezels kweken, zodat de vertering van de houtvezels door de schimmels plaatsvindt.
- 3 De genetische informatie voor de houtafbrekende enzymen in één schimmelsoort combineren en deze schimmel de houtvezels laten verteren.

2p **33** Welke mogelijkheid kan of welke mogelijkheden kunnen tot de gewenste productie van de suikers leiden?

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

Met behulp van gist kan uit suikers biobrandstof worden gemaakt.

2p **34** In welke van de onderstaande zinnen staat dit gewenste gistingsproces correct omschreven?

- A Onder aerobe omstandigheden breken gistcellen suikermoleculen af tot koolstofdioxide en ethanol.
- B Onder aerobe omstandigheden breken gistcellen suikermoleculen af tot zuurstof en ethanol.
- C Onder anaerobe omstandigheden breken gistcellen suikermoleculen af tot koolstofdioxide en ethanol.
- D Onder anaerobe omstandigheden breken gistcellen suikermoleculen af tot zuurstof en ethanol.

2p **35** Leg uit waardoor de inzet van biobrandstof uit hout niet leidt tot een versterkt broeikas effect en het gebruik van de steenkoolvoorraad wel.

## Met het zicht op wetenschap

Wetenschappers zijn al jaren op zoek naar 'recepten' waarmee ze de celdifferentiatie van stamcellen kunnen sturen. Onlangs hebben ze uit stamcellen een menselijk netvlies gekweekt, waarmee in de toekomst mogelijk oogpatiënten geholpen kunnen worden.

Het netvlies is een gecompliceerd deel van het oog: het bestaat uit meerdere lagen van verschillende celtypen. Om deze gelaagde opbouw kunstmatig te verkrijgen, hebben de onderzoekers de stamcellen ondergedompeld in een miniaturbad. Ze konden daarin de stoffen die de differentiatie sturen op microscopisch kleine afstanden inbrengen, zodat verschillende cellagen zich tot specifieke celtypen zouden kunnen ontwikkelen. Deze techniek is gebaseerd op de kennis van de ontwikkeling van het oog bij een embryo.

- 2p 36 Waarom worden de stamcellen aan verschillende stoffen blootgesteld om een ontwikkeling tot specifieke celtypen tot stand te brengen?
- A omdat de stamcellen dan verschillende genen in werking stellen
  - B omdat de stamcellen verschillende genotypen hebben
  - C omdat de stamcellen verschillende aminozuren gebruiken voor hun eiwitopbouw
  - D omdat de stamcellen verschillende brandstoffen gebruiken voor hun energievoorziening
- 2p 37 Noteer drie verschillende celtypen die tijdens de embryonale ontwikkeling uit de stamcellen in het netvlies ontstaan.

### afbeelding 1



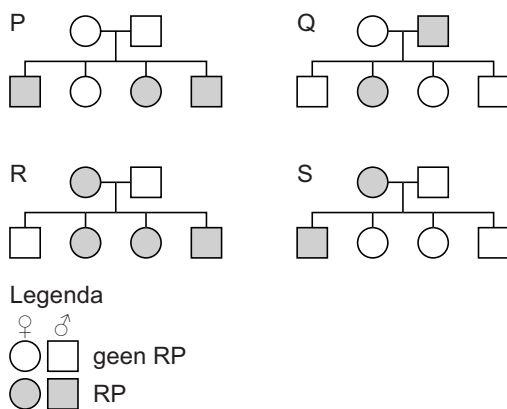
Het uit stamcellen gekweekte netvlies kan een uitkomst zijn voor lijdende aan retinitis pigmentosa (RP): een oogziekte waaraan miljoenen mensen lijden en die uiteindelijk blindheid tot gevolg heeft. RP is een erfelijke oogaandoening. Iemand met RP kan niet goed in het donker zien. In het begin neemt het zicht aan de randen van het gezichtsveld af. Het zicht beperkt zich steeds meer tot het midden van het gezichtsveld en leidt tot kokerzien (afbeelding 1). Daarnaast is er bij RP kans op staar.

- 2p 38 – Welke zintuigcellen verliezen als eerste hun werking bij RP?  
– Leg je antwoord uit aan de hand van een symptoom van RP.

Bij staar kan de ooglenzen vervangen worden door een kunstlens. Nadeel is dat met een kunstlens het oog niet meer kan accommoderen zoals bij een gezond oog.

- 2p **39** Wat betekent dit voor het gezichtsvermogen van de patiënt?
- A Het regelen van de lichtintensiteit kan niet worden uitgevoerd, maar het scherpstellen van het beeld op het netvlies wel.
  - B Het regelen van de lichtintensiteit kan wel worden uitgevoerd, maar het scherpstellen van het beeld op het netvlies niet.
  - C Zowel het regelen van de lichtintensiteit als het scherpstellen van het beeld op het netvlies kunnen niet plaatsvinden.

Uit onderzoek naar de overerving van RP blijkt dat er families zijn waarin RP autosomaal dominant overerft. Ook zijn er families waar dit autosomaal recessief gebeurt. Andere families laten een X-chromosomale overerving zien.



- 2p **40** Welke van de stambomen laat de situatie zien waarin RP mogelijk X-chromosomaal recessief overerft?
- A stamboom P
  - B stamboom Q
  - C stamboom R
  - D stamboom S

Naast het onderzoek naar stamceltherapie biedt ook gentherapie uitzicht op genezing van RP. Sinds de opkomst van de moleculaire genetica wordt er al over gesproken: het vervangen van een defect gen door een intact gen.

Bij proefdieren wordt gentherapie met succes toegepast. Het gebruik van proefdieren staat echter ter discussie.

- 1p **41** Geef een argument om het gebruik van proefdieren voor het onderzoek naar gentherapie bij RP toe te staan.

Het eten van Claresse® (afbeelding 1) is een alternatief voor consumptie van vissoorten die door overbevissing van onze zeeën en oceanen worden bedreigd. De Claresse®-teelt is duurzaam, waardoor zelfs het Wereld Natuur Fonds er positief over bericht. In Noord-Brabant zijn al zo'n veertig varkensboeren overgestapt op de kweek van Claresse®.

**afbeelding 1**



De Claresse® is een kruising tussen twee Afrikaanse meervalsoorten: *Clarias gariepinus* en *Heterobranchus longifilis*. In 'broedhuizen' wordt kuit (eitjes) van de ene soort met hom (sperma) van de andere soort bevrucht. Dat levert ongeveer 300.000 Claresse® vissenlarven op, die na acht weken groeien naar de kwekers gaan. Bij deze kwekers wordt de Claresse® in grote waterbassins geplaatst. De bakken zitten na enige tijd zo vol met vis, dat het lijkt of ze meer vis dan water bevatten, maar hier zijn de vissen in hun element.

Hoewel het tegenstrijdig klinkt, zijn meervallen agressiever tegen soortgenoten als ze meer ruimte hebben. In het wild leven ze solitair en verdedigen ze hun territorium met hun tanden en door middel van stekels aan hun vinnen. In het droge seizoen verandert dat. In de steeds verder opdrogende poelen leven de meervallen dicht op elkaar geperst en zou agressief gedrag zeer slecht voor de overleving van de soort zijn. De omstandigheden in de drukke kweekbassins lijken hierdoor op deze, voor de meervallen, natuurlijke situatie.

Door de grote visdichtheid is het waterverbruik voor deze vorm van viskweek laag. Daarnaast wordt 90% van het water gerecycled.

- 1p 42 Noteer een mogelijke oorzaak waardoor Claresse® vissenlarven niet in de vrije natuur voorkomen.

Niet alleen het gedrag, maar ook de ademhaling van de meervallen is aangepast aan het overleven in opdrogende poelen. De meervallen happen lucht boven het wateroppervlak en nemen hieruit zuurstof op via hun mondholte, slokdarm en maag. De bouw van de slokdarm van de meerval verschilt van die van andere vissen waardoor deze de extra functie kan vervullen.

- 1p 43 Welk mogelijk verschil in bouw maakt de slokdarm van de meerval meer geschikt voor zuurstofopname dan de slokdarm van andere vissen?

De vissen worden met droogvoer gevoerd. Per 500 gram vet- en eiwithoudend voer nemen de vissen 1000 gram in gewicht toe.

- 2p 44 Welk gedeelte van deze gewichtstoename komt tot stand door water?
- A minder dan 50%  
B 50%  
C meer dan 50%

Voedingsdeskundigen bevelen vis aan. Claresse® bevat 750 mg omega-3-vetzuren per 100 gram vis. Omega-3-vetzuren zijn belangrijk voor een goede gezondheid. De omega-3-vetzuren verlagen het cholesterolgehalte in het bloed.

- 1p 45 Noteer een aandoening die het gevolg kan zijn van een langdurig hoog cholesterolgehalte.

Net als bij varkens wordt een overschot aan eiwit door de Claresse® afgebroken en worden afbraakproducten ervan uitgescheiden. Bij Claresse® wordt ammoniak gevormd dat wordt uitgescheiden via de kieuwen.

- 2p 46 Welke afvalstof ontstaat in varkens bij de afbraak van het overschot aan eiwitten? Waar wordt deze afvalstof gevormd en waar wordt deze afvalstof uitgescheiden?

	afvalstof	gevormd in	uitgescheiden door
A	ureum	nieren	blaas
B	ureum	lever	nieren
C	ureum	lever	blaas
D	urine	nieren	blaas
E	urine	lever	nieren
F	urine	lever	blaas

---

#### 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.