

Examen HAVO

**2014**

tijdvak 1  
woensdag 21 mei  
13.30 - 16.30 uur

**biologie (pilot)**

Dit examen bestaat uit 44 vragen.

Voor dit examen zijn maximaal 77 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.

## Cosmetische ingrepen

Lucy volgt lessen op een highschool in de USA. In 3-havo had ze tijdens een uitwisselingsproject een Amerikaanse studente in Nederland te gast en via hetzelfde project verblijft Lucy nu zes maanden in Amerika. Wat haar blijft verbazen zijn de plastisch chirurgische ingrepen die haar nieuwe vriendinnen vanzelfsprekend vinden. Een 'nosejob' oftewel neuscorrectie lijkt bijna het standaard cadeau voor de zestiende verjaardag.

Lucy's vriendin Charlene wil zo'n neuscorrectie. Zij heeft een Romeinse (licht gebogen) neus (zie afbeelding 1a). De neusvorm wordt erfelijk bepaald. Het allel voor een Romeinse neus is dominant ten opzichte van het allel voor een rechte neus (zie afbeelding 1b). Deze allelen zijn autosomaal.

afbeelding 1a

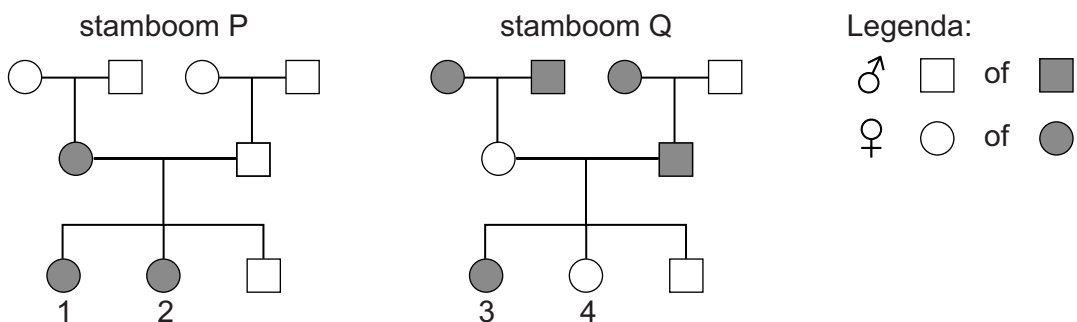


afbeelding 1b



In afbeelding 2 zijn twee stambomen van Charlenes familie weergegeven. In één van de twee is de overerving van het gen voor de eigenschap gebogen neus en rechte neus weergegeven; de andere stelt de overerving voor van een gen voor een andere eigenschap.

afbeelding 2



- 2p 1 In welke stamboom is de overerving van het gen voor de neusvorm weergegeven?  
En welke persoon in die stamboom stelt Charlene voor?

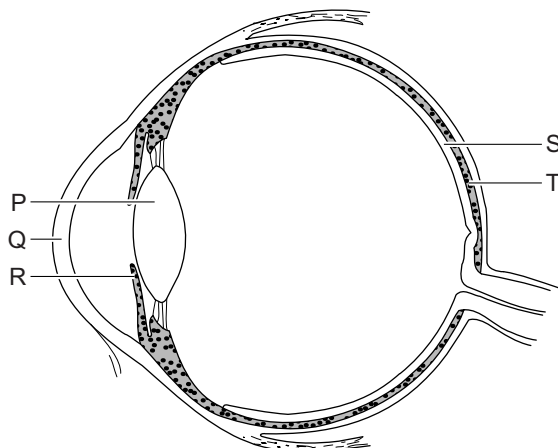
	stamboom	Charlene
A	P	persoon 1
B	P	persoon 2
C	Q	persoon 3
D	Q	persoon 4

Charlene is na haar 'nosejob' nog niet tevreden. Ze wil ook blauwe in plaats van bruine ogen. Gregg Homer, een Amerikaanse oogarts, heeft een methode ontwikkeld waarmee dit mogelijk is. Met een laser beschadigt hij pigmentcellen in beide ogen. Deze beschadigde pigmentcellen worden op dezelfde manier als andere beschadigde of dode lichaamscellen door afweercellen verwijderd. In eerste instantie worden de ogen donkerder, maar na ongeveer drie weken kleuren ze blauw.

De methode is nog in de onderzoeksfase. Homer claimt bij dieren geen nadelige gevolgen van de ingreep te vinden en heeft ook bij 17 proefpersonen de oogkleur zo veranderd. Voordat de methode commercieel mag worden toegepast is aanvullend onderzoek nodig.

De lasertherapie is op een specifiek deel van het oog gericht. In afbeelding 3 is een aantal delen van het oog aangegeven met letters.

**afbeelding 3**



- 1p 2 Noteer de letter die het deel van het oog aangeeft dat bij de therapie van Homer met een laser behandeld wordt. Noteer ook de naam van dit deel.

De oogarts van Charlene is huiverig voor mogelijke bijeffecten van de nieuwe methode. Als er door verwijdering van het pigment te veel licht in het oog komt, kan het netvlies beschadigd worden.

Het netvlies wordt ook met een reflex tegen te veel lichtinval beschermd. Dit gebeurt als Charlene vanuit een donkere ruimte het felle zonlicht inloopt.

- 2p 3 Welke spieren in haar ogen trekken dan, als reactie op de lichtinval, samen?

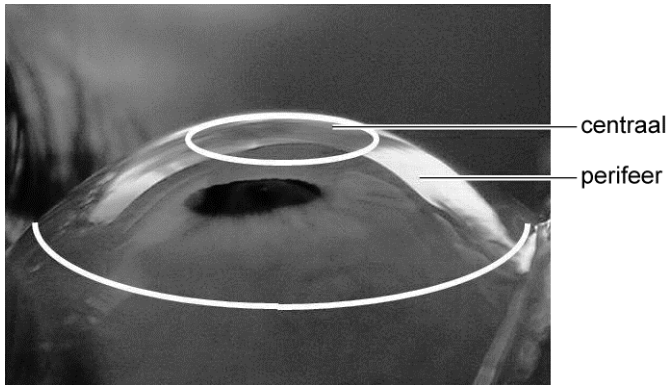
Vanuit welk gedeelte van haar centrale zenuwstelsel gaan impulsen naar deze spieren?

spieren	gedeelte van centrale zenuwstelsel
A accommodatiespieren	grote hersenen
B accommodatiespieren	kleine hersenen
C kringsspieren in de iris	grote hersenen
D kringsspieren in de iris	hersensam
E radiaalspieren in de iris	hersensam
F radiaalspieren in de iris	kleine hersenen

Charlene beweert dat de kans dat zij later een kind met blauwe ogen krijgt groter is als ze de laserbehandeling heeft ondergaan. Lucy maakt haar vriendin duidelijk dat ze ongelijk heeft.

- 2p 4 Formuleer een antwoord waarmee Lucy aan Charlene kan uitleggen dat zij ongelijk heeft.

#### afbeelding 4



“De enige laserbehandeling die ik wil, is een behandeling om van mijn bril af te komen”, zegt Lucy, die bijziend is. Lasers worden al jaren gebruikt om bijziendheid of verziendheid te verhelpen. Bij deze techniek wordt een dun laagje uit het hoornvlies verwijderd waardoor een bril overbodig is.

- 2p 5 Welke brillenglazen heeft Lucy ter correctie van haar bijziendheid? In welk gedeelte van het hoornvlies wordt een laagje cellen met de laser verwijderd om bijziendheid te verhelpen (zie afbeelding 4)?

brillenglazen	gedeelte van hoornvlies
A min	centraal
B min	perifeer
C plus	centraal
D plus	perifeer

## Bloeddoping

De schaatssport werd 4 juli 2009 opgeschrikt door een grote dopingaffaire. De internationale schaatsbond ISU maakte bekend dat de Duitse schaatsster Claudia Pechstein betrapt zou zijn op bloeddoping. Tot dan toe had het schaatsen een schoon imago. De ISU vond bij Pechstein een verdachte uitslag na het bloedonderzoek tijdens het WK allround in februari 2009. Ze werd met terugwerkende kracht voor twee jaar geschorst als gevolg van een serie onderzoeken, waarbij afwijkende bloedwaarden zijn geconstateerd. “Unsere Sonnenschein”, zoals de bijnaam van Pechstein luidt, is een van de meest succesvolle Duitse sportsters ooit. In 2009 werd zij voor de derde keer Europees kampioene. In 2011 vierde ze haar rentree met een overwinning op de vijf kilometer. Bij bloeddoping worden eigen rode bloedcellen eerst afgenomen en later weer geïnjecteerd. Het effect lijkt op dat van het gebruik van het hormoon EPO; het aantal rode bloedcellen wordt kunstmatig verhoogd om een betere prestatie neer te zetten.

Zowel EPO als de receptoren voor EPO behoren tot dezelfde groep stoffen.

1p 6 Tot welke scheikundige groep behoren beide stoffen?

2p 7 Waar bevinden zich cellen met receptoren voor EPO?

- A in de alvleesklier
- B in het beenmerg
- C in de bijniere
- D in de lever
- E in de milt
- F in de nieren

Onder natuurlijke omstandigheden kan ook bij ijzergebrek een verandering in de concentratie EPO in het bloed worden gemeten.

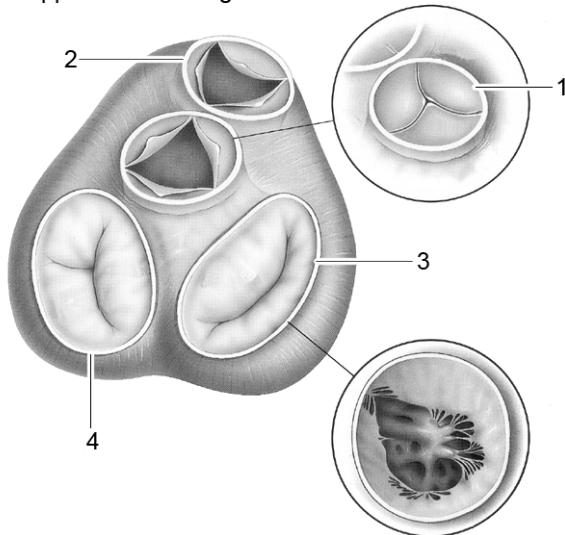
3p 8 Leg in drie stappen uit hoe ijzergebrek een verandering in de EPO-concentratie veroorzaakt en geef aan of de EPO-concentratie hoger of lager wordt.

In afbeelding 1 is een doorsnede getekend van het hart, ter hoogte van de kleppen. In de afbeelding staan:

- 1 de aortaklep
- 2 de longslagaderklep
- 3 de tweeslippige klep (mitralisklep)
- 4 de drieslippige klep (tricuspidalisklep)

### afbeelding 1

Kleppen van boven gezien



- 2p 9 Passeert een in het lichaam gevormd EPO-molecuul kleppen van het hart tussen de plaats van afgifte en de plaats van werking? Zo ja, in welke volgorde passeert een molecuul EPO dan **achtereenvolgens** de kleppen van het hart?
- A nee
  - B ja, via 2 en 1
  - C ja, via 3 en 2
  - D ja, via 4 en 1
  - E ja, via 3, 1, 4 en 2
  - F ja, via 4, 2, 3 en 1

Bloeddoping is met name effectief bij duursporten. Al weken tot maanden voordat de te leveren sportieve prestatie moet plaatsvinden, wordt bloed afgenomen van de sporter. Na afname wordt het plasma van het afgenomen bloed gescheiden van de bloedcellen en alleen dit concentraat aan bloedcellen wordt tot maximaal enkele maanden ingevroren bewaard. Direct na afname herstelt het bloedvolume in de bloedbaan zich.

- 2p 10 Van waaruit wordt het bloedvolume direct aangevuld?
- A uit het beenmerg
  - B uit de blaas
  - C uit de speekselklieren
  - D uit het weefselvocht

Naar het effect van bloeddoping is onderzoek gedaan bij hardlopers. Enige tijd na bloedafname zijn de bloedcellen door het lichaam aangevuld en is de bloedsamenstelling weer normaal. Enkele dagen tot een week voor de sporter moet presteren, worden de afgenomen bloedcellen teruggebracht in het lichaam (infusie), waardoor er meer bloedcellen in de bloedbaan circuleren dan normaal. Verwacht wordt dat dit het uithoudingsvermogen van de sporter verhoogt, omdat deze nu meer zuurstof kan opnemen.

Proefpersonen werden in drie groepen ingedeeld die een van de volgende behandelingen kregen:

groep 1: geen infusie;

groep 2: infusie met eigen bloedcellen;

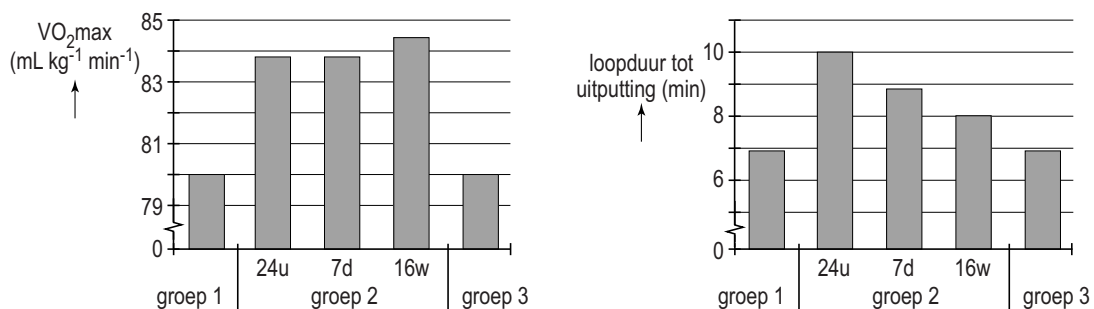
groep 3: schijninfusie: dezelfde handelingen als bij groep 2, maar in plaats van bloedcellen wordt een isotonische zoutoplossing gebruikt als infusie.

De maximale hoeveelheid  $O_2$  die door het bloed kan worden opgenomen ( $VO_2\text{-max.}$ ) werd onderzocht. Daarnaast werd bepaald hoe lang de loopduur (in minuten) was tot er uitputting optrad. De metingen werden 24 uur na infusie uitgevoerd.

Bij groep 2 werden deze metingen na 7 dagen en na 16 weken herhaald.

De resultaten van het onderzoek staan in twee grafieken (zie afbeelding 2).

### afbeelding 2



Over dit onderzoek worden de volgende uitspraken gedaan:

- 1 In dit onderzoek is de schijninfusie een controleproef.
- 2 Uit het onderzoek blijkt dat door bloeddoping tot ten minste 16 weken na infusie een verhoogde waarde voor het zuurstofvervoer door het bloed meetbaar is.
- 3 Uit het onderzoek blijkt dat door bloeddoping tot ten minste 16 weken na infusie een verhoogde prestatie van loopduur tot maximale uitputting meetbaar is.

2p 11 Welke uitspraken zijn op grond van bovenstaande gegevens juist?

- A alleen 1 en 2
- B alleen 1 en 3
- C alleen 2 en 3
- D alle drie de uitspraken



Naast infusie met eigen bloed bestaat bij bloeddoping ook transfusie met donorbloed. Zelfs als het donorbloed tot dezelfde bloedgroep behoort, kan deze vorm van bloeddoping eenvoudig worden opgespoord met DNA-technieken.

- 2p 12 Welke bloedbestanddelen uit het bloed van de sporter kunnen voor de opsporing gebruikt worden?
- A alleen bloedplaatjes
  - B alleen rode bloedcellen
  - C alleen witte bloedcellen
  - D zowel rode bloedcellen als bloedplaatjes
  - E zowel rode als witte bloedcellen
  - F zowel witte bloedcellen als bloedplaatjes

Het grootste gevaar van bloeddoping en het gebruik van EPO is het toenemen van de viscositeit (stroperigheid) van het bloed. Er vindt een verandering plaats in de hematocrietwaarde van het bloed: het volumepercentage van het bloed dat uit celbestanddelen bestaat.

Hierover worden de volgende uitspraken gedaan:

- 1 De viscositeit neemt toe doordat in het bloedplasma de osmotische waarde lager is dan in de celbestanddelen.
- 2 De viscositeit neemt toe doordat er in de bloedbaan per liter meer rode bloedcellen circuleren dan voor de bloeddoping.
- 3 De viscositeit neemt toe doordat er in de rode bloedcellen meer zuurstof aanwezig is dan voor de bloeddoping en deze cellen daardoor opzwellen.

- 2p 13 Welke van deze uitspraken is of welke zijn juist?
- A alleen 1
  - B alleen 2
  - C alleen 3
  - D zowel 1 als 2
  - E zowel 1 als 3
  - F zowel 2 als 3

## Broeikaseffect en de Europese zeeën

Naarmate het Noordpoolijs verdwijnt, zullen vissoorten zoals kabeljauw, koolvis, haring en heilbot in het noordpoolgebied opduiken. Het is een van de vele gevolgen van het smelten van de ijskappen.

Waardoor wordt het poolgebied een nieuw toevluchtsoord voor commerciële vis zoals kabeljauw en heilbot? Deze vraag heeft een aantal onderzoeksinstituten beziggehouden. De temperatuur is niet de enige factor die hierbij een rol speelt. Ook veranderingen in het voedselweb, waar deze vissen deel van uitmaken, spelen een rol. De vraag blijft waardoor de vissen juist uit de warmere Europese wateren wegtrekken naar het Noordpoolgebied.

Uit onderzoek is gebleken dat de algen die vlak onder het ijs zitten, na het smelten van het ijs, zeer snel in aantal toenemen. Dit wordt mede door de hogere temperatuur veroorzaakt.

- 1p 14 Welke andere abiotische factor leidt tot een snelle toename van het aantal algen als direct gevolg van het smelten van het ijs?

De vissen die in het warmere water van de Europese zeeën leven krijgen door de verhoging van de watertemperatuur problemen. Het blijkt dat hun zuurstofverbruik meer toeneemt dan hun zuurstofopname.

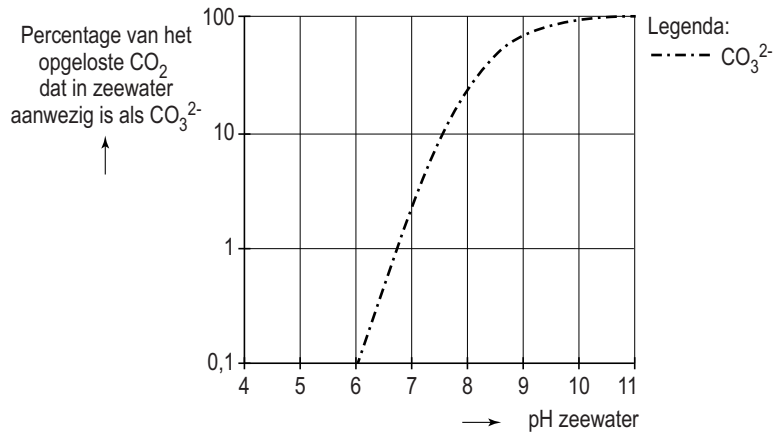
- 2p 15 Leg uit waardoor het zuurstofverbruik van de vissen in het warme water toeneemt.

Het water van de zeeën wordt niet alleen steeds warmer, maar het wordt ook zuurder. De verhoging van de  $\text{CO}_2$ -concentratie in de lucht leidt tot een toename van het  $\text{CO}_2$ -gehalte in het water waardoor het zeewater zuurder wordt.

In het laboratorium in Yerseke onderzoekt men de gevolgen van de zuurdere zee voor mosselen en oesters. Deze dieren nemen  $\text{CO}_3^{2-}$  en  $\text{Ca}^{2+}$  uit het zeewater op en maken daarmee de kalkverbinding ( $\text{CaCO}_3$ ) voor de opbouw van hun schelp. Men bouwde een 'zee-opstelling' met mosselen en oesters in het lab, waar in een paar uur tijd de  $\text{CO}_2$ -concentratie van het zeewater verhoogd kon worden. De kalkafzetting in de schelpen nam na deze verhoging heel duidelijk af.

- 2p 16 Leg uit waardoor schelpdieren, zoals de mossel of oester, bedreigd worden als de schelp minder kalk bevat.

Op dit moment is de pH van het zeewater van het noordpoolgebied 8,2. Volgens berekeningen zou deze binnen afzienbare tijd kunnen dalen tot 7,9. Hoewel dit gering lijkt, heeft het enorme gevolgen voor de kalkafzetting in schelpdieren. In de grafiek is het percentage van het opgeloste  $\text{CO}_2$  dat in zeewater aanwezig is als  $\text{CO}_3^{2-}$  uitgezet tegen de pH.



- 1p 17 Waardoor leidt een verlaging van de pH ertoe dat de schelpdieren minder kalk afzetten in hun schelp?

## ***Elysia chlorotica*, een dier met fotosynthese**

Hun hele leven hoeven ze niets meer te eten, als ze zich als jong slakje twee weken lang voeden met algen. Van de groengekleurde zeeslak *Elysia chlorotica* (zie afbeelding 1) is bekend dat hij chloroplasten 'steelt' van de algen die hij tijdens zijn jeugd eet. In de eerste twee weken van zijn bestaan eet de dan nog bruine slak de alg *Vaucheria litorea*. In plaats van dit organisme te verteren, zuigt de slak de chloroplasten uit deze alg en neemt deze organellen op in zijn eigen cellen. De overige tien maanden van zijn slakkenbestaan kan dit beestje overleven zonder voedsel op te nemen. Hij is dan zelf in staat tot fotosynthese. Een Amerikaanse onderzoekster ontdekte hoe een van de voorouders van de zeeslak blijkbaar ooit een gen van de alg *Vaucheria litorea* in zijn eigen DNA heeft ingebouwd. Hiermee kan hij een eiwit aanmaken om de bladgroenkorrels te laten functioneren.

**afbeelding 1**



De begrippen autotroof organisme en heterotroof organisme komen door deze ontdekking in een ander daglicht te staan.

- 2p 18 – Tijdens welk deel van zijn levenscyclus kun je deze zeeslak heterotroof noemen?
- Leg je antwoord uit.

- 2p 19 Door welke eigenschap van het DNA is het mogelijk dat het van oorsprong uit de alg afkomstige gen ook in de zeeslakcellen functioneel is?
- A Het DNA van de alg en het DNA van de zeeslak bestaan beide uit een dubbele spiraal.
  - B Het DNA van de alg en het DNA van de zeeslak bevatten dezelfde universele code.
  - C Het DNA van de alg en het DNA van de zeeslak bevatten overeenkomstige genen.
  - D Het DNA van de alg en het DNA van de zeeslak bevinden zich in een kern.

In microscopische preparaten lijken de cellen van de zeeslak na het opnemen van de chloroplasten op de cellen van de algen.

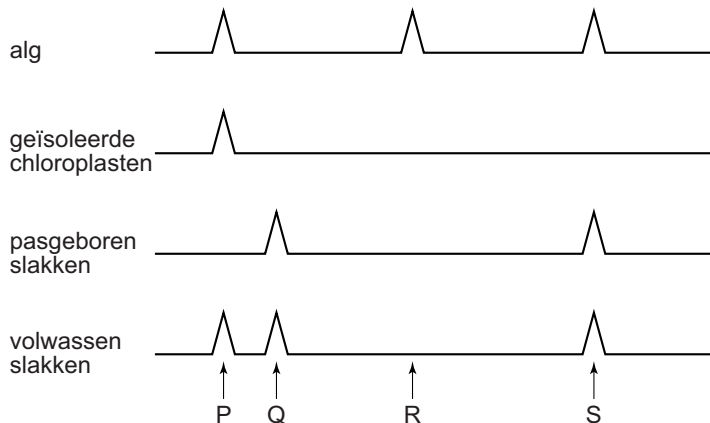
- 1p 20 Noem één kenmerk waardoor de cellen van de zeeslak na het opnemen van de chloroplasten te onderscheiden zijn van cellen van de algen.

Nadat de zeeslak *Elysia chlorotica* de chloroplasten heeft opgenomen, moet hij voor verdere groei en ontwikkeling nog wel stoffen uit het milieu blijven opnemen.

- 2p 21 Welke van onderstaande stoffen zijn dat?
- A koolhydraten
  - B mineralen
  - C nucleotiden
  - D vetten

In de chromosomen van de slak is minstens één gen van oorsprong afkomstig van de alg *Vaucheria litorea*. Dit gen is volledig identiek aan het algengen en is in het verleden van de alg overgenomen. DNA-onderzoek toont aan dat de jonge slakken dit gen van hun ouders erven. Chloroplasten krijgen ze niet mee van hun ouders en die moeten ze dus zelf opnemen. De onderzoekers gebruikten een methode om de overeenkomsten in DNA bij de alg en slak aan te tonen. In de weergave van de resultaten (zie afbeelding 2) zie je bepaalde stukjes DNA als piekjes op een lijn. Van overeenkomstige stukjes DNA bevinden de piekjes zich op dezelfde afstand van het begin van de lijn.

### afbeelding 2



- 2p 22 Welke piek stelt het van oorsprong uit de alg afkomstige gen voor dat de onderzoekers in het DNA van de slakken hebben gevonden?
- A piek P
  - B piek Q
  - C piek R
  - D piek S

Tegenwoordig zijn er veel meer organismen bekend die genen van andere soorten bevatten. Het zijn onder andere de door de mens genetisch gemodificeerde organismen.

- 2p 23 Welke term wordt in de biologie gebruikt om een genetisch gemodificeerd organisme aan te duiden?
- A heterozygoot
  - B kloon
  - C mutant
  - D transgeen

## Rabiës

Hondsdolheid of rabiës is een besmettelijke virusziekte die onder mensen wereldwijd meer dan 50.000 dodelijke slachtoffers per jaar eist. De ziekteverwekker wordt overgedragen via speeksel door een beet van een besmet zoogdier. Dit hoeft lang niet altijd een dolle hond te zijn: vooral vleermuizen en vossen zijn berucht als gastheer.

Het virus vermeerdert zich in de eerste fase na besmetting in de spieren. Als de concentratie virusdeeltjes hoog genoeg is, dringt het virus het zenuwstelsel binnen. In deze fase zijn de symptomen: lichte koorts, hoofdpijn, verminderde eetlust, keelpijn en misselijkheid. Via zenuwcellen bereikt het virus het centrale zenuwstelsel. Dan begint de neurologische fase van het ziekteproces met als symptomen: hyperactiviteit, nekstijfheid, stuiptrekkingen en verlamingsverschijnselen. Bij ongeveer de helft van de patiënten treedt hydrofobie op. Dat wil zeggen dat bij het zien van vloeistof of bij een poging tot drinken spierspasmen ontstaan van de slik-, nek- en/of ademhalingsspieren, met als gevolg 'schuim op de mond'. Uiteindelijk raakt de patiënt in coma. Als de zenuwen in het ademhalingscentrum aangetast worden, kan dit de patiënt fataal worden.

De eerste weken ontsnapt het virus aan het afweersysteem van zijn gastheer.

- 2p 24 Op welke plaats bevindt het virus zich dan?
- A in het bloedplasma
  - B in een cel
  - C in het maagarmkanaal
  - D in de weefselvloeistof

Aantasting van het ademhalingscentrum in de hersenen leidt uiteindelijk tot het overlijden van de patiënt.

- 2p 25 Door verlamming van welke spieren is inademen, na aantasting van het ademhalingscentrum, onmogelijk?
- A alleen van de buikspieren
  - B alleen van de middenrifspieren
  - C alleen van de tussenribspieren
  - D alleen van buikspieren en tussenribspieren
  - E alleen van buikspieren en middenrifspieren
  - F alleen van middenrifspieren en tussenribspieren

In de neurologische fase is een mogelijk effect van de infectie dat de aansturing van spieren door motorische zenuwen verstoord raakt. De zenuw kan te veel of te weinig neurotransmitter aan de spier afgeven.

- 2p **26**
- Geef een voorbeeld van een genoemd symptoom waarbij een zenuw te veel neurotransmitter afgeeft.
  - Geef een voorbeeld van een genoemd symptoom waarbij een zenuw te weinig neurotransmitter afgeeft.

Patiënten die vóór het intreden van de neurologische symptomen geen behandeling hebben gehad, zijn over het algemeen niet meer te redden. In een uniek geval overleefde een meisje dat al kenmerken van rabiës vertoonde toen ze in het ziekenhuis werd opgenomen. De behandelende artsen brachten het meisje in coma en gaven haar een cocktail van interferon en ribavirine. Terwijl deze medicijnen de vermeerdering van de ziekteverwekker tegengingen, had het immuunsysteem van het meisje de tijd om voldoende afweer tegen de ziekteverwekker op te bouwen. Toen ze na anderhalve week uit haar kunstmatige coma werd gehaald, knapte ze op en bleek minimale hersenschade te hebben opgelopen.

Interferon en ribavirine zijn geen antibiotica.

- 2p **27** Leg uit waarom er geen antibioticum wordt ingezet tegen de ziekteverwekker van rabiës.

Terwijl het meisje in coma lag, produceerden witte bloedcellen antistoffen die een rol spelen in de afweer tegen rabiës.

- 2p **28** Welke cellen produceren deze antistoffen? Behoren deze cellen tot de specifieke of tot de a-specifieke afweer?

	cellen	afweer
A	B-lymfocyten	a-specifieke
B	B-lymfocyten	specifieke
C	T-lymfocyten	a-specifieke
D	T-lymfocyten	specifieke



Om hondsdolheid onder vossen te bestrijden werd in België in 1986 in de vrije natuur lokaas met daarin gemodificeerde rabiësvirussen verspreid. Deze campagne is in 2000 herhaald en België wordt tegenwoordig als rabiësvrij aangemerkt.

Een boswachter heeft tweemaal de populatiegrootte van vossen in een bepaald gebied in België bepaald. Eenmaal voor de campagne in 1986 en eenmaal in 2000. Bij zijn eerste telling in 1986 ving hij 30 vossen die hij merkte en terugzette. Het merken van de vossen heeft geen invloed op hun overleving en de kans op terugvangen. Bij een tweede vangst in 1986 waren 11 van de 33 vossen gemerkt. Hierdoor kon hij de populatiegrootte bepalen.

In 2000 merkte hij 27 vossen met een ander merk. Bij de tweede vangst in datzelfde jaar ving hij 40 vossen. De boswachter berekende dat de populatiegrootte niet was veranderd.

- 2p 29 Hoeveel vossen met het nieuwe merkteken telde hij in deze tweede vangst om tot zijn conclusie te komen?
- A 10 of minder
  - B 11 tot 13
  - C 15 tot 20
  - D 27 of meer

## In de bodem zit meer koolstof dan in het woud

De tropische regenwouden van het Amazonebekken zijn een enorme 'carbon sink' (opslagplaats voor koolstof): niet alleen de vegetatie, maar ook de bodem bevat veel koolstof. Overal langs de rivieren zijn oeroude toplagen van *terra preta do índio* te vinden: vruchtbare zwarte aarde bomvol organische koolstofverbindingen (zie afbeelding).



Uit visgraten en potscherven in de *terra preta* blijkt dat deze laag een erfenis is van de oorspronkelijke bewoners. Vóór de komst van de Europeanen was het Amazonegebied dichter bevolkt dan nu. Duizenden jaren lang verrijkten de indianen hun akkers met houtskool, een oeroude vorm van bodembeheer. Deze akkers zijn nu volledig door het regenwoud overwoekerd. Vijfhonderd jaar na het verdwijnen van de indianen is de *terra preta* nog steeds heel vruchtbaar. "Ze levert driemaal zoveel op als andere grond," zegt Ellis Hoffland, een onderzoekster van Wageningen Universiteit. De rulle zwarte aarde bevat twintig keer meer koolstofverbindingen dan de omringende grond en drie keer zoveel mineralen. *Terra preta* wordt in Brazilië dan ook als tuinaarde verkocht.

- 1p 30 Verklar waardoor de koolstofverbindingen in de *terra preta* de vruchtbaarheid van de bodem verbeteren.

In de jaren zestig van de vorige eeuw werd de *terra preta* herontdekt. Men verbaasde zich erover hoe traag de koolstofverbindingen erin worden omgezet. Dit is opmerkelijk voor een tropisch klimaat, waar normaliter organische stof snel vergaat.

- 1p 31 Noteer twee abiotische factoren die ertoe bijdragen dat organische koolstofverbindingen in het tropisch regenwoud doorgaans sneller omgezet worden dan in bossen van de gematigde streken.

Omdat *terra preta* zo veel organische koolstofverbindingen bevat is het idee geopperd om kunstmatig *terra preta* te maken. Dit wordt biochar genoemd. Biochar lijkt op houtskool. Het proces van het maken van biochar begint met het telen van gewassen in de akkerbouw. Vervolgens wordt de verkregen biomassa via verhitting zonder zuurstof (pyrolyse) omgezet in olie, gas en vaste koolstofverbindingen. Op deze manier zou wereldwijd 9,5 miljard ton koolstof per jaar kunnen worden opgeslagen, dat is meer dan nu in de vorm van CO<sub>2</sub> de lucht in gaat. Het beschreven proces van het maken van biochar is meer dan koolstofneutraal: het is 'koolstofnegatief'.

- 1p 32 Wat wordt bedoeld met de term koolstofnegatief?

Biochar wordt wel als een wondermiddel gezien dat zowel de brandstofcrisis, de klimaatcrisis als de voedselcrisis aanpakt.

- 2p 33 Leg voor twee van deze wereldproblemen uit hoe de productie van biochar kan bijdragen aan de vermindering ervan.

“Biochar is geen hobby van milieufreaks”, zegt Ellis Hoffland. Zij staat te popelen om een onderzoeksproject te starten om te zien hoe biochar kleine boeren in de tropen kan helpen.

Ook in westerse landen kan biochar nuttig zijn, zowel voor het opslaan van koolstof als tegen het weglekken van meststoffen.

De toevoeging van biochar aan de bodem heeft invloed op de productiviteit van de planten die op deze bodem groeien.

Om deze productiviteit te meten kan men onderstaande bepalingen uitvoeren.

- 1 Bepaling van het versgewicht: de geoogste biomassa per hectare, per jaar wordt gewogen.
- 2 Bepaling van het drooggewicht: de geoogste biomassa per hectare, per jaar wordt gedroogd en gewogen.
- 3 Bepaling van het gewicht van de as: de geoogste biomassa per hectare, per jaar wordt verbrand en de as wordt gewogen.

- 1p 34 Welke bepaling geeft de productiviteit van de planten als hoeveelheid vastgelegde koolstof het beste weer?

## Smetvrees, is dat erfelijk?

Mensen die lijden aan OCS (obsessieve compulsieve stoornis), worden gehinderd door dwanghandelingen en/of dwanggedachten. Ze hebben bijvoorbeeld smetvrees en staan dan dagelijks uren onder de douche. Of ze zijn dwangmatig bezig van alles te verzamelen of te tellen. Psychiater Van Grootheest analyseerde gegevens van duizenden een- en twee-eiige tweelingen, maar ook gegevens van hun broers en zussen, ouders en echtgenoten om de oorzaak van OCS te achterhalen. Het is de eerste keer dat zulk systematisch tweelingonderzoek is gedaan naar dwangneurosen. Vooral vergelijkingen tussen tweelingen en eerstegraads verwanten bieden zicht op de relatieve invloed van enerzijds omgevings- en anderzijds genetische factoren op het tot stand komen van dwangmatig gedrag.

Vergelijking van een-eiige en twee-eiige tweelingen vormen in dit soort onderzoek een interessante bron van gegevens.

- 2p **35** Waardoor is de vergelijking tussen een-eiige tweelingen en twee-eiige tweelingen zo geschikt voor dit onderzoek?

Het genetisch materiaal van een twee-eiige tweeling komt gemiddeld voor vijftig procent overeen.

- 2p **36** Kan een twee-eiige tweeling genetisch ook vijfenzeventig procent overeenkomen?
- A** Ja.
  - B** Nee, omdat de tweelingen dan meer dan de helft van het genetisch materiaal met hun ouders delen.
  - C** Nee, omdat de tweelingen dan minder dan de helft van het genetisch materiaal met hun ouders delen.

Uit het onderzoek blijkt dat genetische invloeden ongeveer vijftig procent van het vóórkomen van OCS verklaren. Conclusies zijn door Van Grootheest getrokken aan de hand van statistische modellen en analyses. “Ik weet niet waar die genen zitten en welke het zijn”, zegt Van Grootheest. “Het is wel opvallend dat de verhouding tussen genen en omgeving voor alle angststoornissen ongeveer hetzelfde is. Dat zou erop kunnen wijzen dat dezelfde genen bij verschillende soorten angststoornissen actief zijn. Wellicht is er sprake van een algemene stoornis die zich op verschillende manieren uit.”

Bij deze hypothese worden twee opties geformuleerd:

- 1 Als er sprake is van één betrokken gen dan kunnen meerdere allelen tot de waargenomen verschillen leiden.
- 2 Als er sprake is van meerdere betrokken genen dan kunnen deze gezamenlijk tot de verschillende angststoornissen leiden.

2p 37 Welke optie kan of welke opties kunnen juist zijn?

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

## Evolutie van de walvis

---

Tandwalvissen eten vis en andere zeedieren. Ook baleinwalvissen eten voornamelijk dierlijk voedsel. De voorouders van de walvis waren echter planteneters, zo blijkt uit fossielen van hun voorouders. Zij hadden voorpoten die alleen bij evenhoevigen zoals bijvoorbeeld runderen, nijlpaarden en herten voorkomen.





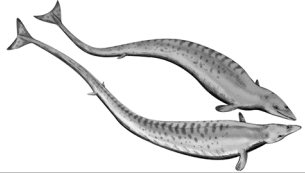
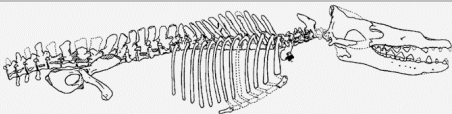
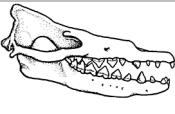

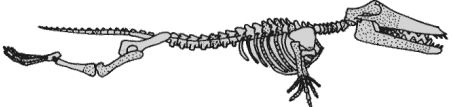




In afbeelding 1 staan fossiele vondsten van voorouders van de walvis. Van de *Pakicetus inachus* is alleen een schedel met tanden gevonden, maar van de meeste andere bijna hun volledig skelet. Deze vondsten ondersteunen de theorie dat de walvis geëvolueerd is vanuit een landzoogdier. *Rodhocetes* is al een zeezoogdier waarbij nog duidelijk een achterpoot zichtbaar is. In het huidige walvis skelet is alleen nog een bot aanwezig op de overeenkomstige plek, zonder uitwendige poot of vin.

- 2p **38** Hoe noemt men een orgaan zoals het genoemde bot in het huidige walvis skelet?
- A een analoog orgaan
  - B een fossiel orgaan
  - C een rudimentair orgaan
  - D een vitaal orgaan

De fossiele vondsten staan gerangschikt op jaartal van de opgraving waarin ze gevonden zijn (zie afbeelding 1). In de geologische tijdschaal verschijnt de *Pakicetus inachus* het eerst. De andere vier voorouders kunnen op basis van de kenmerken van de gevonden fossielen in een afstammingsreeks gerangschikt worden.

- 1p **39** Wat is de volgorde van voorouders van de walvis in deze afstammingsreeks? Schrijf alleen de nummers (in de juiste volgorde) op.

## afbeelding 1

(Jaar van opgraving) <i>naam</i>	Skelet	Schedel	“Reconstructie”
1 (1983) <i>Pakicetus inachus</i>	Alleen een schedel		
2 (1990) <i>Basilosaurus isis</i>			
3 (1994) <i>Rodhocetus kasrani</i>			
4 (1994) <i>Ambulocetus natans</i>			
5 (1996) <i>Durodon atrox</i>			

2p 40 In welke schakel van de voedselketen passen de voorouders van de walvis? En in welke schakel de nu levende tandwalvissen?

voorouders

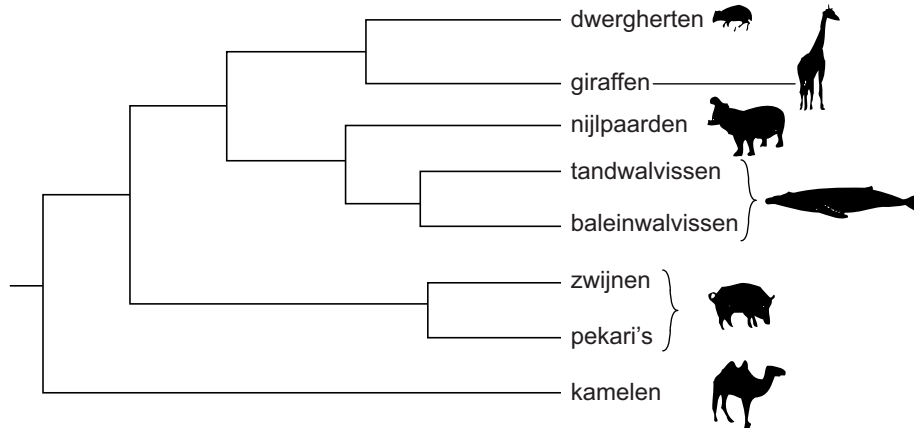
tandwalvissen

- A consumenten 1e orde
- B consumenten 1e orde
- C consumenten 2e orde
- D consumenten 2e orde
- E producenten
- F producenten

- consumenten 2e orde of hoger
- producenten
- consumenten 1e orde
- producenten
- consumenten 1e orde
- consumenten 2e orde of hoger

Japanse onderzoekers bestudeerden de afstamming van de walvis op een heel andere manier. Zij onderzochten overeenkomsten en verschillen tussen het DNA van een aantal organismen en konden zo de verwantschap bepalen. De verwantschap is als volgt in een schema weergegeven (zie afbeelding 2).

### afbeelding 2



In het onderzoek werden onder andere baleinwalvissen, dwerggherten, giraffen en zwijnen betrokken.

- 2p 41 Tussen welke twee van deze diergroepen komt het DNA het minst overeen?  
Tussen welke twee van deze diergroepen komt het DNA het meest overeen?

minste overeenkomst

meeste overeenkomst

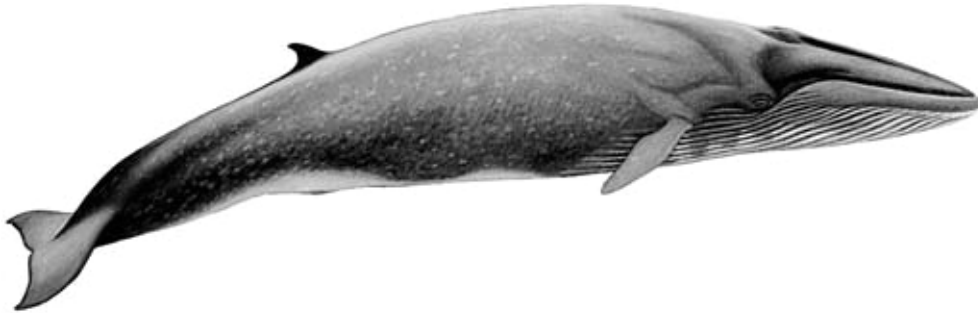
- |   |                                    |                                 |
|---|------------------------------------|---------------------------------|
| A | tussen baleinwalvissen en giraffen | tussen dwerggherten en zwijnen  |
| B | tussen zwijnen en baleinwalvissen  | tussen dwerggherten en zwijnen  |
| C | tussen baleinwalvissen en giraffen | tussen giraffen en dwerggherten |
| D | tussen zwijnen en baleinwalvissen  | tussen giraffen en dwerggherten |

- 1p 42 Welke zoogdieren zijn volgens afbeelding 2 het meest verwant aan de nu nog levende tand- en baleinwalvissen?



DNA-onderzoek aan walvissen biedt andere mogelijkheden. Een exclusief sushirestaurant in Californië moest zijn deuren sluiten nadat DNA-analyse uitwees dat de sushi op het menu afkomstig was van de beschermde Noordse vinvis (zie afbeelding 3). Onderzoekers namen een stukje sushi mee naar hun laboratorium voor analyse en vergeleken het gevonden DNA-patroon met DNA patronen van verschillende zoogdieren. Op grond van de gelijkenis van het sushi-DNA met dat van de vinvis werd de chef-kok veroordeeld tot een gevangenisstraf van een jaar.

### afbeelding 3



De sushi die werd onderzocht als bewijsmateriaal bevatte naast vlees van de walvis ook onder andere krab, sesamzaad en gedroogd zeewier. Hierdoor bevatte het geanalyseerde monster niet alleen walvis-DNA.

- 1p 43 Noteer van welke van bovengenoemde ingrediënten DNA in het monster aanwezig kan zijn.

Een van de nu levende tandwalvissen, de orka, komt wat grootte en vorm betreft overeen met de witte haai. Er is sprake van convergente evolutie. Ze zijn het resultaat van twee onafhankelijke evolutionaire paden. Beide zijn ze toppredator in hun ecosysteem. Vier verschillen tussen de orka en de witte haai zijn:

- 1 De orka heeft longademhaling, de witte haai kieuwademhaling.
- 2 De orka heeft beenderen, de witte haai een kraakbeenskelet.
- 3 De orka heeft een constante lichaamstemperatuur, de witte haai niet.
- 4 De orka leeft in groepen, de witte haai leeft solitair.

De orka heeft relatief meer voedsel nodig om te overleven dan de witte haai.

- 2p 44 Welk van bovenstaande verschillen draagt met name bij aan dit verschil in voedselbehoefte tussen de orka en de witte haai?

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4

---

#### 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.