

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.*

## Bloeddoping

De schaatssport werd 4 juli 2009 opgeschrikt door een grote dopingaffaire. De internationale schaatsbond ISU maakte bekend dat de Duitse schaatsster Claudia Pechstein betrappt 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 1 Tot welke scheikundige groep behoren beide stoffen?

2p 2 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 ijzerebrek een verandering in de concentratie EPO in het bloed worden gemeten.

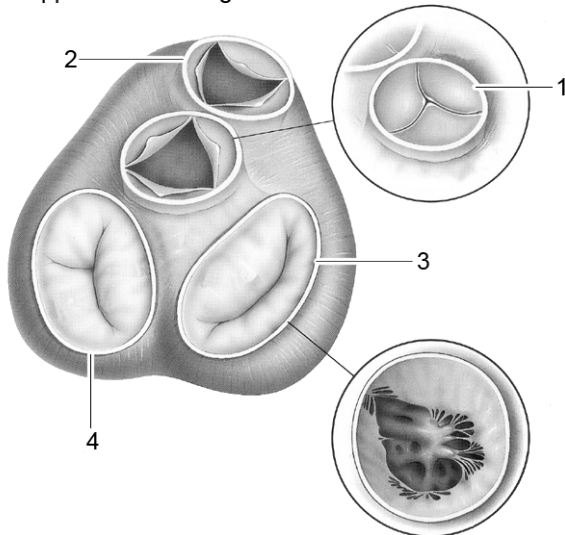
3p 3 Leg in drie stappen uit hoe ijzerebrek een verandering in de EPO-concentratie veroorzaakt en geef aan of de EPO-concentratie hoger of lager wordt.

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 4 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 5 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;

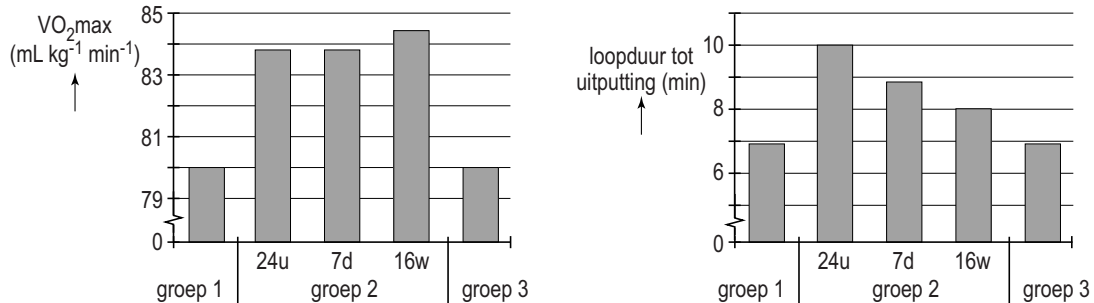
groep 3: schijninfusie: dezelfde handelingen als bij groep 2, maar in plaats van bloedcellen wordt een isotonische zoutoplossing gebruikt als infusie.

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 6 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 7 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 8 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 **9** 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 **10** Leg uit waardoor het zuurstofverbruik van de vissen in het warme water toeneemt.

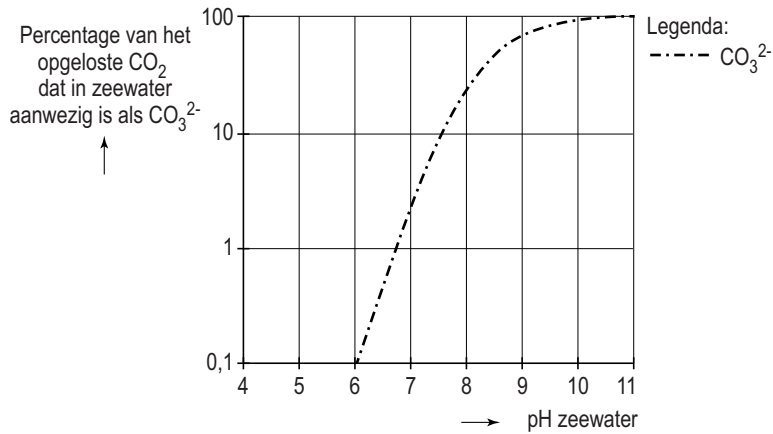
Het water van de zeeën wordt niet alleen steeds warmer, maar het wordt ook zuurder. De verhoging van de CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht leidt tot een toename van het CO<sub>2</sub>-gehalte in het water waardoor het zeewater zuurder wordt.

In het laboratorium in Yerseke onderzoekt men de gevolgen van de zuurdere zee voor mosselen en oesters. Deze dieren nemen CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> en Ca<sup>2+</sup> uit het zeewater op en maken daarmee de kalkverbinding (CaCO<sub>3</sub>) 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 CO<sub>2</sub>-concentratie van het zeewater verhoogd kon worden. De kalkafzetting in de schelpen nam na deze verhoging heel duidelijk af.

- 2p **11** 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 12 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 13 – Tijdens welk deel van zijn levenscyclus kun je deze zeeslak heterotroof noemen?  
– Leg je antwoord uit.

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

- 1p 14 Noem één kenmerk waardoor de cellen van de zeeslak na het opnemen van de chloroplasten te onderscheiden zijn van cellen van de algen.

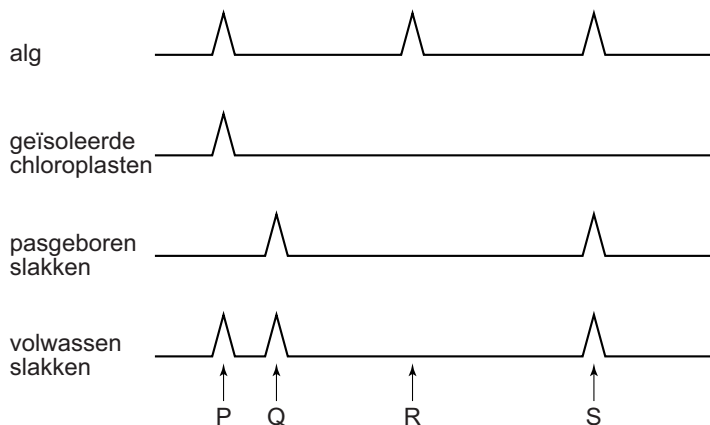


Nadat de zeeslak *Elysia chlorotica* de chloroplasten heeft opgenomen, moet hij voor verdere groei en ontwikkeling nog wel stoffen uit het milieu blijven opnemen.

- 2p 15 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 de 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 16 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 17 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 18 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 19 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 20
- 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.

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.

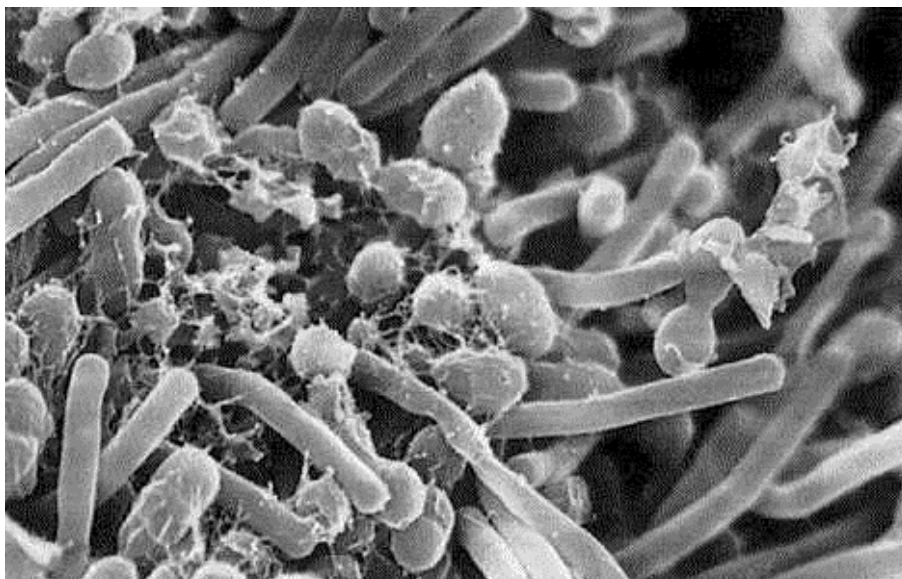
Een boswachter heeft tweemaal de populatiegrootte van vossen in een bepaald gebied in België bepaald. Eenmaal voor de campagne in 1986 en eenmaal in 2000. Bij zijn eerste telling in 1986 ving hij 30 vossen die hij merkte en terugzette. Het merken van de vossen heeft geen invloed op hun overleving en 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 21
- 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

## Biotechnologie: de bereiding van yoghurt

Yoghurt is een zuivelproduct dat wordt verkregen via omzettingen van melk. Deze omzettingen komen tot stand door twee soorten bacteriën. Dit proces wordt fermentatie genoemd. Deze bacteriën zijn de staafvormige *Lactobacillus bulgaricus* en de bolvormige *Lactococcus thermophilus* (zie de afbeelding).



elektronenmicroscopische opname vergroting 2000x

Om van yoghurt te kunnen spreken, moeten beide bacteriën tot op het moment van de consumptie in aanzienlijke aantallen levend aanwezig zijn. Net als melk bestaat yoghurt in een magere, halfvolle en volle versie. Volle yoghurt heeft minimaal 3% vet, halfvolle yoghurt bevat 1 tot 3% vet en magere yoghurt maximaal 1% vet.

Bij de bereiding van volle yoghurt wordt gebruikgemaakt van volle melk. Bekijk de samenstelling van de voedingsmiddelen in onderstaande tabel.

<b>Voedingswaarde per 100 gram eetbaar gedeelte</b>						
voedingsmiddel	energie (kJ)	eiwit (g)	vet (g)	koolhydraat (g)	vit. B <sub>6</sub>	vit. B <sub>12</sub>
magere melk	145	3,5	0	5,0	0,17	0,47
halfvolle melk	201	4,6	1,5	4,6	0,17	0,40
volle melk	276	3,5	3,6	4,6	0,17	0,40
magere yoghurt	159	4,0	0,5	3,5	0,03	0,61
halfvolle yoghurt	225	4,4	1,5	4,7	0,03	0,40
volle yoghurt	249	3,5	3,0	3,5	0,17	0,47

- 1p 22 Verklaar waardoor tijdens de vorming van volle yoghurt uit volle melk de energie-inhoud verandert.

Tijdens een practicumles maken leerlingen yoghurt. Zij gebruiken gepasteuriseerde melk die geënt wordt met een startcultuur. Een startcultuur is een kleine hoeveelheid yoghurt. Dit kan zowel magere, halfvolle als volle yoghurt zijn.

- 1p 23 Verklaar waarom er om yoghurt te maken een startcultuur wordt toegevoegd aan de melk.

In yoghurt zetten de bacteriën *Lactobacillus bulgaricus* en *Lactococcus thermophilus* voedingsstoffen uit de melk om. Zij doen dat bij temperaturen tussen 40 en 45 °C. Beide bacteriën gebruiken melksuiker als koolstofbron, die zij omzetten in melkzuur.

*Lactobacillus* zet ook een melkeiwit (caseïne) om, waardoor er kleine peptiden en aminozuren ontstaan. Deze stimuleren de groei van *Lactococcus thermophilus*.

Bij de omzetting van bepaalde melkbestanddelen door *Lactococcus* ontstaan CO<sub>2</sub> en mierenzuur, die de groei van *Lactobacillus* stimuleren.

In de uitwerkbijlage is een assenstelsel getekend met daarin het verloop van de melksuikerconcentratie tijdens het fermentatieproces.

- 2p 24 Teken in het assenstelsel in de uitwerkbijlage het verloop van de melkzuurconcentratie. Begin op tijdstip 0 en eindig op tijdstip 10.

Sinds de jaren tachtig van de vorige eeuw kan de consument uit steeds meer soorten zuivelproducten kiezen. Er zijn vele van yoghurt afgeleide producten, zoals drinkyoghurts en yoghurtachtige producten op de markt gekomen. Omdat *Lactobacillus* verzuring veroorzaakt in de laatste fase van het kweken en tijdens de opslag, wilde men ook yoghurt maken zonder *Lactobacillus*. Dit blijkt te kunnen.

- 1p 25 Wat zal men aan de melk moeten toevoegen om een goede fermentatie te krijgen, met alleen maar *Lactococcus* in het medium?

Hieronder staan enkele bestanddelen van yoghurt:

- 1 *Lactobacillus bulgaricus*
- 2 *Lactococcus thermophilus*
- 3 calcium
- 4 melkzuur
- 5 vitamine B<sub>12</sub>

- 2p 26 Welke van deze bestanddelen zijn met een lichtmicroscop zichtbaar?
- A geen van allen
  - B alleen 1 en 2
  - C alleen 3 en 4
  - D alleen 4 en 5
  - E alleen 1, 2 en 5
  - F 1, 2, 3, 4 en 5

Bij de bereiding van yoghurt wordt gebruikgemaakt van gepasteuriseerde of gesteriliseerde melk.

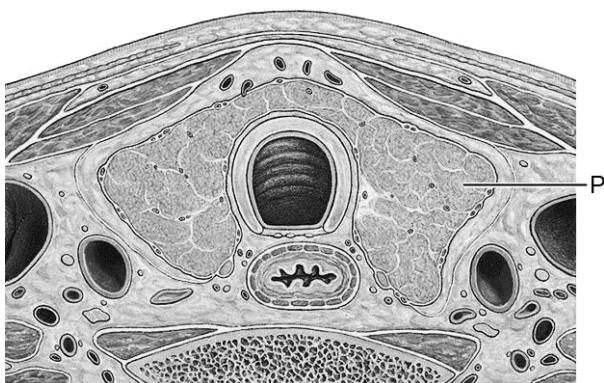
- 1p 27 Verklaar waardoor het proces niet goed zal verlopen als er verse, onbehandelde melk gebruikt wordt.

## Hongergenen

In de NRC stond het volgende bericht:

Rotterdam, 16 dec. Genen die de kans op vetzucht verhogen zijn vooral actief in het centrale zenuwstelsel. Het betekent waarschijnlijk dat weerstand bieden tegen 'trek' en de kracht van honger belangrijker zijn bij het ontstaan van vetzucht dan verschillen in stofwisselingssnelheid.

De regeling van onze voedselinname is een complex systeem waarbij onder andere uitwendige prikkels, hersenen, hormonen en de glucoseconcentratie van het bloed een rol spelen. Overgewicht is in toenemende mate een probleem in de westerse wereld. Onderzoekers hebben ontdekt dat er verschillende genen zijn aan te wijzen die een rol spelen bij het ontstaan van overgewicht. Het is opvallend dat de meeste van deze genen actief zijn in het centrale zenuwstelsel.



In de afbeelding is een dwarsdoorsnede van een deel van de hals van de mens weergegeven. Met de letter P is een orgaan aangegeven dat een hormoon maakt dat een directe invloed op de stofwisseling heeft.

1p 28 Welk orgaan is dit?

De onderzoekers concludeerden dat de genen genoemd in bovenstaand bericht vooral een rol spelen bij het eetgedrag. Tot deze conclusie kwamen ze op grond van de plaats in het zenuwstelsel waar de genen actief waren.

2p 29 Op welke plaats vonden ze deze genactiviteit?

- A grote hersenen
- B kleine hersenen
- C ruggenmerg



Ook de glucoseconcentratie van het bloed kan het hongergevoel beïnvloeden. Bij een laag glucosegehalte wordt een signaal afgegeven om de glucoseconcentratie van het bloed weer op peil te brengen uit reserves.

- 2p 30 Welk hormoon regelt dit en in welk celtype wordt hierdoor glucose vrijgemaakt?

	<u>hormoon</u>	<u>celtype</u>
A	adrenaline	levercellen
B	adrenaline	vetcellen
C	glucagon	levercellen
D	glucagon	vetcellen
E	insuline	levercellen
F	insuline	vetcellen

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

- 2p 31 Waardoor is de vergelijking tussen eeneiige 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 32 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 33 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.





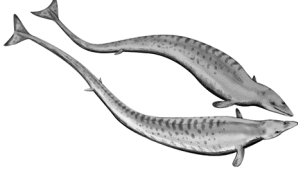
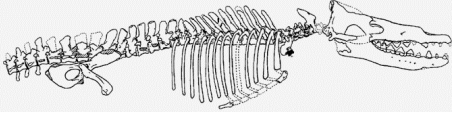


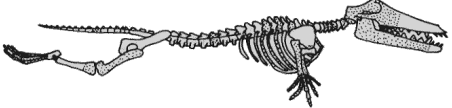




In afbeelding 1 staan fossiele vondsten van voorouders van de walvis. Van de *Pakicetus inachus* is alleen een schedel met tanden gevonden, maar van de meeste andere bijna hun volledig skelet. Deze vondsten ondersteunen de theorie dat de walvis geëvolueerd is vanuit een landzoogdier. *Rodhocetes* is 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 **34** 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 **35** 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 36 In welke schakel van de voedselketen passen de voorouders van de walvis? En in welke schakel de nu levende tandwalvissen?

voorouders

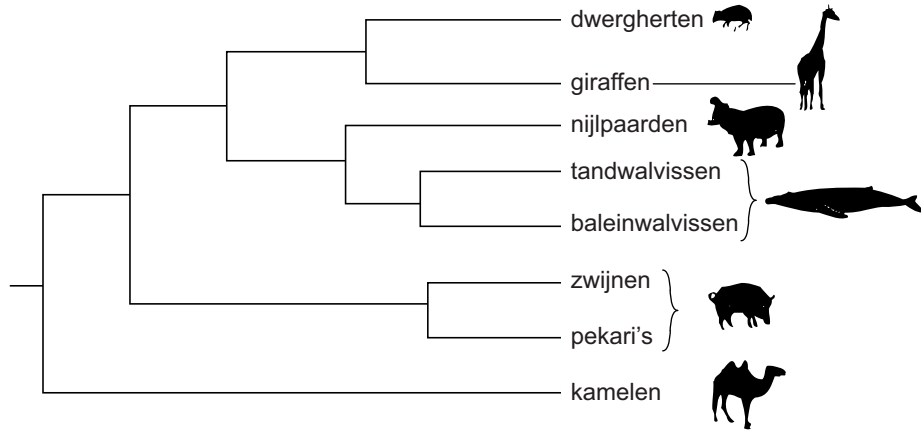
tandwalvissen

- 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, dwergherten, giraffen en zwijnen betrokken.

- 2p **37** 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

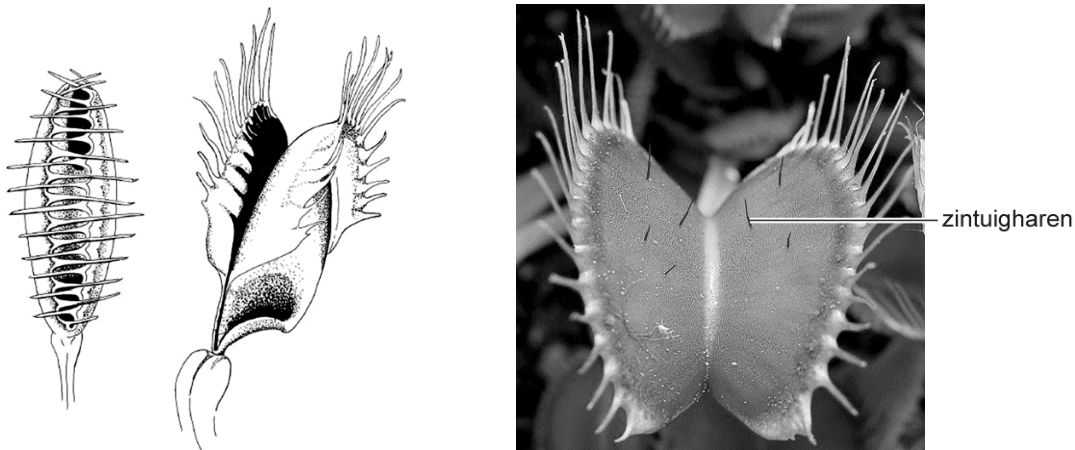
meeste overeenkomst

- |   |   |
|---|---|
| <p><b>A</b> tussen baleinwalvissen en giraffen</p> <p><b>B</b> tussen zwijnen en baleinwalvissen</p> <p><b>C</b> tussen baleinwalvissen en giraffen</p> <p><b>D</b> tussen zwijnen en baleinwalvissen</p> | <p>tussen dwergherten en zwijnen</p> <p>tussen dwergherten en zwijnen</p> <p>tussen giraffen en dwergherten</p> <p>tussen giraffen en dwergherten</p> |
|---|---|

- 1p **38** Welke zoogdieren zijn volgens afbeelding 2 het meest verwant aan de nu nog levende tand- en baleinwalvissen?

## Venusvliegenva1 - Fatale liefde

Charles Darwin vond de Venusvliegenva1 (*Dionaea muscipula*) een van de meest bijzondere groene planten op aarde. Het groene blad (zie de afbeelding), dat omgevormd is tot een val, bevat enkele fors uitgevallen zintuigharen.



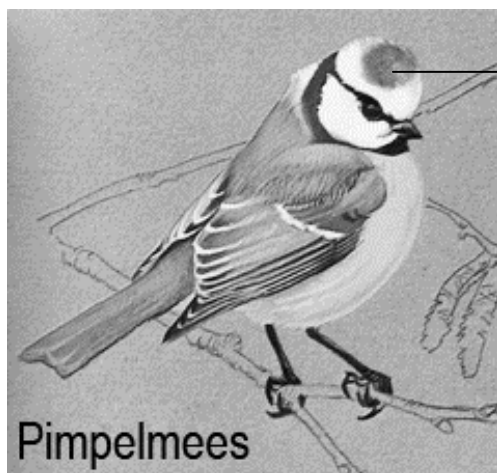
Wanneer de zintuigharen binnen twintig seconden twee keer worden aangeraakt, reageert de plant op deze prikkel door de bladhelften binnen een seconde dicht te klappen en dan zit een prooi, meestal een insect, gevangen. Dat gebeurt met zo'n kracht dat het insect wordt gekraakt. De plant maakt sappen waardoor de eiwitten van het insect langzaam verteren. Daarna worden de stoffen die afkomstig zijn van het insect opgenomen door de plant.

Het blad dat de val vormt bevat twee soorten klieren: verteringsklieren die verteringssappen maken en klieren die een zoete stof en geurstoffen uitscheiden om insecten te lokken.

- In sommige culturen is het eten van insecten gebruikelijk.
- 2p 39 Welk orgaan van de mens levert enzymen met een soortgelijke werking als de enzymen uit de verteringsklierencellen van de Venusvliegenva1?
- A alvleesklier
  - B galblaas
  - C speekselklier
  - D talgklier
- 2p 40 Door welk type proces ontstaat de in de tekst genoemde zoete stof?
- A een assimilatieproces in een insect
  - B een assimilatieproces in de plant
  - C een dissimilatieproces in een insect
  - D een dissimilatieproces in de plant
- 1p 41 Verklaar waarom de Venusvliegenva1 tot de autotrofe organismen gerekend wordt.
- 2p 42 Leg uit waarom de Venusvliegenva1, juist door de afbraak van insecteneiwitten, op voedselarme grond kan groeien.

## Veren maken de man

Pimpelmezen dragen een petje van blauwe veren op hun kruin (zie de afbeelding). Wat wij mensen niet, maar pimpelmezen wel kunnen zien, is het UV-licht dat deze veren weerkaatsen.



blauwe veren op de kruin

Hoe meer UV-licht de mannetjes weerkaatsen, hoe aantrekkelijker zij voor de vrouwtjes zijn.

De vrouwtjes zelf doen veel moeite om met zo'n mannetje te paren. De aantrekkelijke mannetjes krijgen meer vrouwtjes en dus ook meer jongen. De vrouwtjes die van zo'n mannetje nakomelingen hebben gekregen, sloven zich meer uit om deze nakomelingen groot te brengen. Maar dit heeft natuurlijk ook zijn keerzijde. Als vrouwtjes zo'n grote inspanning leveren om de jongen groot te brengen, gaat dat ten koste van henzelf. De vraag is dan: houden zij nog wel genoeg energie over om de winter te overleven, zodat zij het jaar daarop weer een nieuw legsel kunnen grootbrengen?

Als vrouwtjes een mannetje waarnemen dat veel UV-licht reflecteert, zullen zij tijdens het broedseizoen altijd pogingen in het werk stellen om met dit mannetje te paren.

- 1p 43 Hoe noemen we in de gedragsleer de blauwe veren op de kop van het mannetje die UV-licht weerkaatsen?

Voor het grootbrengen van de jongen zijn de vrouwtjes voor een deel afhankelijk van de mannetjes. Maar aantrekkelijke mannetjes zijn minder ijverig in het grootbrengen van de jongen. De kracht waarmee een jong om voedsel bedelt, is afhankelijk van de hoeveelheid testosteron in de eieren. Deze kan variëren, maar bepaalt niet het geslacht van het kuiken. Hoe meer testosteron hoe harder een jong bedelt. Hoe harder de jongen bedelen, hoe groter de kans dat ook de vader voedsel gaat aanslepen.

- 1p 44 Waardoor is het voor het nageslacht van een vrouwtje gunstiger als er meer testosteron aan het ei wordt meegegeven?

Het blijkt dat een pimpelmeesvrouwje het geslacht van haar nakomelingen kan sturen. Afhankelijk van het type mannetje waarmee ze gepaard heeft, ontstaan er meer zoons dan dochters of omgekeerd. Op dit moment nemen we aan dat de mate van UV-reflectie erfelijk bepaald wordt. Een vrouwje dat met een aantrekkelijk mannetje gepaard heeft, krijgt meer zonen dan dochters.

- 3p **45** Leg uit dat hierdoor de eigenschappen van het vrouwje in de populatie meer verspreid worden.

Mannetjes met een hoge mate van UV-reflectie hebben als nadeel, dat zij ook beter zichtbaar zijn voor roofvogels zoals de sperwer. De sperwer is een roofvogel die in dezelfde ecosystemen voorkomt als de pimpelmees. Het voedsel van de sperwer bestaat onder andere uit kleine zoogdieren en allerlei zangvogels zoals de pimpelmees. Er wordt verondersteld dat de sperwer de toename van mannetjes met hoge UV-reflectie in pimpelmeespopulaties reguleert. Het aandeel pimpelmezen met hoge UV-reflectie blijft namelijk redelijk constant in de populatie.

Over de evolutie van de pimpelmezenpopulaties worden twee beweringen gedaan:

- 1 Het selectievoordeel van de mannetjes met hoge UV-reflectie is even groot als het selectienadeel dat voortkomt uit het meer opvallen voor de sperwers.
- 2 De sperwer kiest ook andere zangvogels als prooi zodat er genoeg opvallende pimpelmezen overblijven binnen de populatie pimpelmezen.

- 2p **46** Welke bewering vormt of welke beweringen vormen een verklaring voor het constant blijven van het aandeel mannetjes met een sterke UV-reflectie in pimpelmezenpopulaties?

- A geen van beide beweringen
- B alleen bewering 1
- C alleen bewering 2
- D beide beweringen

---

#### 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.