

Examen VWO

**2012**

tijdvak 2  
woensdag 20 juni  
13.30 - 16.30 uur

**biologie**

Dit examen bestaat uit 38 vragen.

Voor dit examen zijn maximaal 75 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.

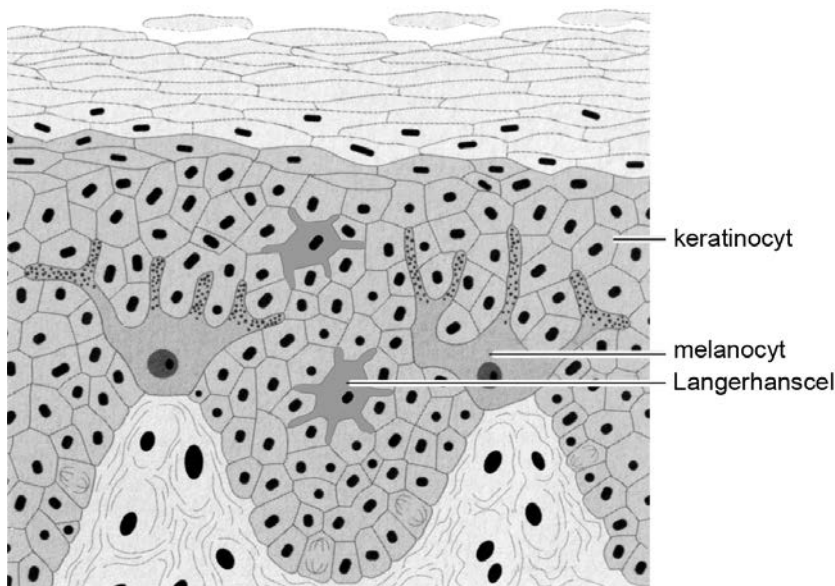
*Tenzij anders vermeld, is er sprake van natuurlijke situaties en gezonde organismen.*

## Zon veroorzaakt én voorkomt huidkanker

Ultraviolette straling in zonlicht, met name UV B-straling, beschadigt het DNA in huidcellen. Dat kan leiden tot een snelle huidveroudering en soms zelfs tot huidkanker. Toch zijn diezelfde UV-stralen ook goed voor je huid, want ze bevorderen de productie van vitamine D3. Dit werd door de immunologe Sigmundsdottir van de Stanford University aangetoond.

Wanneer zonlicht op de huid valt, maken keratinocyten (zie afbeelding 1) een inactieve vorm van vitamine D3. In de huid bevinden zich ook Langerhanscellen, cellen die deel uitmaken van het immuunsysteem.

**afbeelding 1**



Langerhanscellen zetten de inactieve vitamine D3 om in de actieve vorm en reizen daarmee naar een lymfeknoop. Daar stimuleren ze T-cellen tot de vorming van de cytokinereceptor CCR10. Door ultraviolet licht beschadigde keratinocyten produceren cytokinen.

Daarop reageren de T-cellen met CCR10: ze verplaatsen zich naar de huid, waar de beschadigde keratinocyten worden herkend en opgeruimd.

Zonlicht veroorzaakt dus niet alleen kanker, maar kan het via de vitamine D3-route mogelijk ook voorkomen.

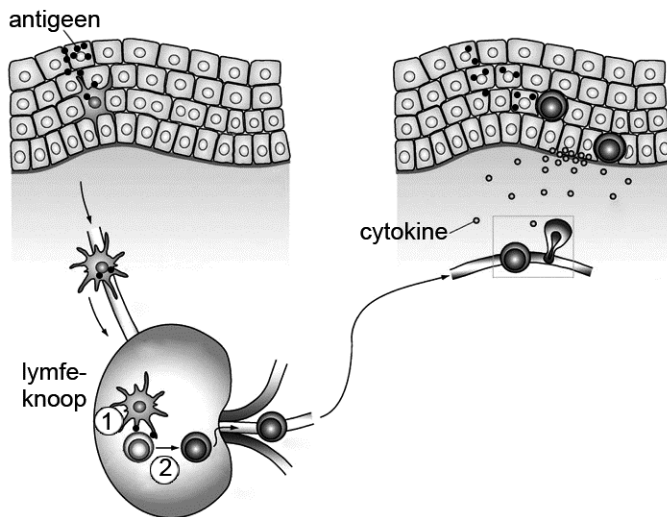
In de opperhuid komen twee celtypen voor die een rol spelen bij de bescherming tegen huidkanker: Langerhanscellen en melanocyten (pigmentcellen). Beide celtypen bezitten beweeglijke uitlopers en kunnen van vorm veranderen.

- 2p 1 Leg uit waarom, in verband met de bescherming tegen huidkanker, het kunnen veranderen van vorm van Langerhanscellen functioneel is.

- 2p 2 Leg uit waarom, in verband met de bescherming tegen huidkanker, het kunnen vormen van uitlopers bij melanocyten functioneel is.

Langerhanscellen spelen ook een rol bij de bescherming tegen infectie bij verwonding van de huid. In afbeelding 2 is de immunreactie die volgt op een infectie schematisch weergegeven.

**afbeelding 2**



- 2p 3 In de lymfeknoop zijn twee gebeurtenissen met een nummer aangegeven. Beschrijf deze twee gebeurtenissen en vermeld daarbij de namen van de twee betrokken celtypen.

Er is een stabiel aantal Langerhanscellen in de huid aanwezig doordat ze voortdurend vanuit stamcellen worden aangemaakt.

- 2p 4 Waar bevinden deze stamcellen zich?

- A in het beenmerg
- B in de lederhuid
- C in de lymfeknopen
- D in de opperhuid

Bij DNA-schade zijn keratinocyten te herkennen aan bepaalde eiwitten op het celmembraan. Na vernietiging van deze keratinocyten worden de restanten door cellen van het immuunsysteem opgeruimd.

- 2p 5 Welke cellen van het immuunsysteem ruimen de restanten op?

- A cytotoxische T-cellen
- B fagocyten
- C T-helpercellen
- D T-suppressorcellen

## Reddingsplan voor Nieuw-Zeelandse looppapegaai

Nieuw-Zeeland heeft meer loopvogelsoorten dan enig ander land. De meeste ervan worden met uitsterven bedreigd. Natuurbeheerders zoeken naar een manier om resterende populaties weer te laten groeien.

De kakapo (*Strigops habroptilus*) is een groene niet-vliegende papegaai die zich in Nieuw-Zeeland miljoenen jaren kon handhaven, totdat de eerste mensen en in hun voetspoor ook ratten en andere dieren arriveerden.

Vóór de komst van de mens kwamen op de grond levende predatoren van vogels niet voor.

In de paartijd (december/januari) komen kakapomannetjes op een vaste plaats samen om met elkaar te strijden. Alleen de winnaar paart en bevrucht dan meerdere vrouwtjes. Het vrouwtje legt maximaal drie eieren op een verscholen plek. Het mannetje heeft geen aandeel in de broedzorg. In 2010 werd het aantal overgebleven kakapo's geschat op 120.



Vóór de komst van de mens zijn in Nieuw-Zeeland allerlei loopvogelsoorten ontstaan uit vliegende vogelsoorten.

- 3p 6 Leg uit hoe door natuurlijke selectie het vermogen om te vliegen verloren kan zijn gegaan bij vogels zoals de kakapo.

Om het dreigende uitsterven van de kakapo te voorkomen, is rond 1990 begonnen met het grootschalig bijvoeren van kakapo's op enkele geïsoleerde en strikt beschermde eilanden. Dit leek een succesvolle maatregel, maar er deed zich een onverwacht probleem voor: de bijgevoerde kakapo's kregen veel meer zonen (70%) dan dochters (30%). Dit vertraagde het herstel van de populatie.

Onderzoekers proberen de scheve verhouding tussen mannetjes en vrouwtjes evolutionair te verklaren: de zonen-of-dochters-strategie kan in de genen zijn vastgelegd als dat in de loop van de evolutie een grotere fitness opleverde.

- 1p 7 Wat wordt bedoeld met een grotere fitness?

Het hangt van de conditie van het kakapo vrouwtje af, of ze meer zonen of dochters krijgt. Een vrouwtje dat in een goede conditie is als ze paart en gaat broeden, krijgt naar verhouding meer zonen dan dochters.

- 2p **8** Leg uit dat het voor het overleven van de populatie beter is als vrouwtjes in slechte conditie naar verhouding meer dochters dan zonen krijgen.

Om de populatie te laten groeien, worden kakapo's op de geïsoleerde eilanden gedurende een aantal jaren bijgevoerd. Zonder dit bijvoeren is de conditie van de vogels er niet optimaal.

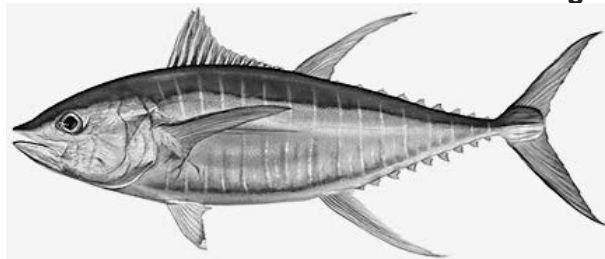
- 3p **9** Beredeneer in welke periode bijvoeren het beste plaats kan vinden om de populatie kakapo's te laten groeien.

## Sushi kiezen met een barcodescanner

Sushi is een Aziatisch gerecht waarin vaak rauwe vis verwerkt is.

De in de Verenigde Staten meest gebruikte sushivariant, bereid met Grootogtonijn, blijkt soms de toegestane norm voor kwik te overschrijden. Ook andere voor sushi gebruikte tonijnsoorten kunnen hoge concentraties kwik bevatten.

Jacob Lowenstein van de Colombia Universiteit deed onderzoek naar kwik in sushi.



Kwikverontreiniging is afkomstig van vulkanen en verschillende antropogene bronnen. Kwik (Hg) dat in het water terecht komt, wordt door bacteriën in het sediment omgezet in methylkwik ( $\text{CH}_3\text{Hg}$ ). Deze toxische verbinding komt in aquatische voedselketens terecht en kan zich ophopen tot concentraties die het wettelijk toegestane maximum voor voedsel overschrijden.

Roofvissen, waaronder tonijn, bevatten relatief veel methylkwik.

- 2p **10** Beschrijf waardoor methylkwik vooral in roofvissen een hoge concentratie bereikt.

Het team van Lowenstein verzamelde op verschillende plaatsen in de VS sushimonsters in restaurants en supermarkten. Met behulp van de DNA-barcode (streepjescode) techniek bepaalden ze van ieder monster welke soort tonijn de sushi bevatte. Vijf soorten zijn favoriet: Grootoogtonijn (*Thunnus obesus*), de Geelvintonijn (*T. albacares*) en drie Blauwintonijnsoorten (*T. maccoyii*, *T. orientalis* en *T. thynnus*). De onderzoekers hebben onderscheid gemaakt tussen sushi bereid met akami-tonijndelen (het donkerrode, magere vlees) en met toro-tonijndelen (het lichtgekleurde, vettere tonijnvlees).

De gevonden kwikconcentraties in de sushi zijn in tabel 1 weergegeven.

**tabel 1**

	n	kwikgehalte (ppm)			berekende gemiddelde Hg inname ( $\mu\text{g kg}^{-1} \text{dag}^{-1}$ )*
		gemiddeld	minimum	maximum	
Blauwintonijn (akami)	10	1,04	0,37	1,92	0,18
Blauwintonijn (toro)	19	0,39	0,17	1,03	0,12
Geelvintonijn (akami)	26	0,47	0,10	1,38	0,16
Grootoogtonijn (akami)	36	0,87	0,34	1,72	0,34
Grootoogtonijn (toro)	9	0,99	0,37	2,25	0,35

\* De gemiddelde inname per kg lichaamsgewicht per dag is berekend voor een volwassen vrouw van 60 kg die één portie sushi per dag consumeert. De wereldgezondheidsorganisatie (WHO) adviseert voor volwassenen een maximale inname van 1,6  $\mu\text{g}$  kwik per kg lichaamsgewicht per week.

Op basis van de resultaten in tabel 1 worden twee conclusies getrokken:

- 1 De Blauwintonijnmonsters zijn het meest met kwik verontreinigd;
- 2 Kwik wordt bij deze tonijnsoorten vooral in het vetweefsel opgeslagen.

2p 11 Welke conclusie is of welke conclusies zijn juist?

- A geen van beide
- B alleen conclusie 1
- C alleen conclusie 2
- D beide

Op basis van de gegevens in tabel 1 wordt de volgende conclusie getrokken:

Door het eten van vijf porties Grootoogtonijnsushi in één week overschrijdt een vrouw van 60 kg de door de WHO gestelde maximale kwikinname.

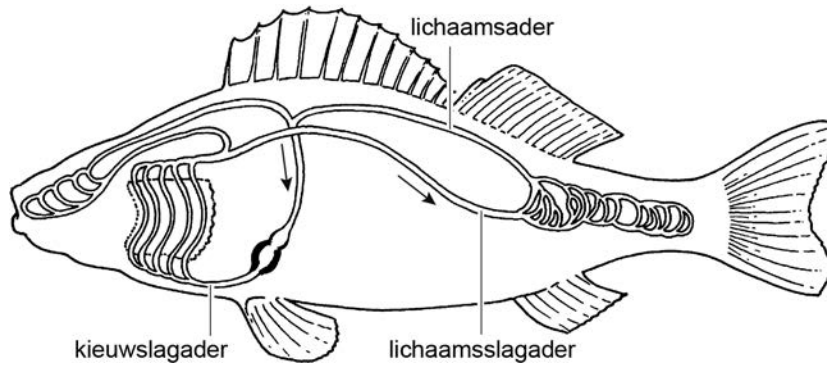
2p 12 – Schrijf de berekening op waarop deze conclusie gebaseerd is.

– Beargumenteer dat deze conclusie voorbarig is.

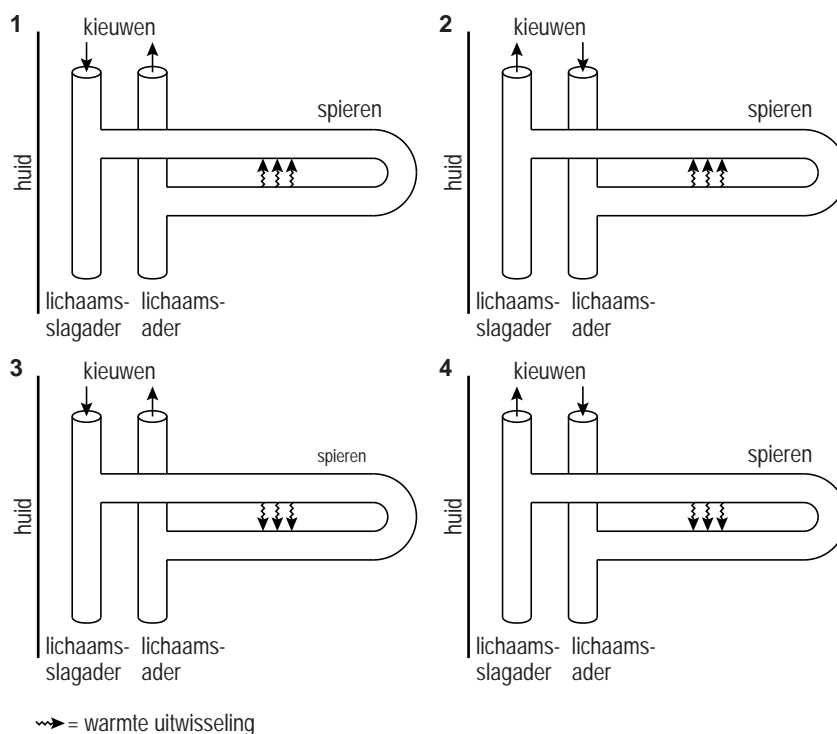
Tonijnen zijn in tegenstelling tot de meeste vissen endotherm; zij kunnen hun lichaamstemperatuur reguleren. De grote lichaamsvaten van endotherme tonijnen liggen vlak onder de huid. Een speciaal netwerk van kleine bloedvaatjes (wondernet) in het spierweefsel maakt het mogelijk om de warmte die in de spieren geproduceerd wordt, beter vast te houden en het warmteverlies via de kieuwen te beperken.

In afbeelding 2 is schematisch de bloedsomloop van een vis weergegeven.

**afbeelding 2**



In een schema kan de warmte-uitwisseling in het wondernet weergegeven worden. Vier schema's zijn:



- 2p 13 In welk schema is de stroomrichting van het bloed en de warmte-uitwisseling in het wondernet juist weergegeven?
- A schema 1
  - B schema 2
  - C schema 3
  - D schema 4

De thermoregulatie bij tonijnen hangt samen met het leefgebied. En dat is weer van invloed op het kwikgehalte van de vis. Bij tonijn in koude wateren wordt gemiddeld meer kwik aangetoond dan in tonijn uit tropische zeeën.

- 2p **14** Geef een verklaring voor dit verband tussen thermoregulatie, leefgebied en kwikgehalte.

Het tonijnvlees in de sushi is in het onderzoek op soort geïdentificeerd met behulp van de DNA-barcode techniek. Momenteel is het nog heel bewerkelijk om een DNA-barcode van een organisme te maken. In de toekomst wil men een eenvoudige handscanner ontwikkelen, waarmee het mogelijk is om aan de hand van een klein beetje weefsel te onderzoeken met welk soort organisme je te maken hebt. Voor de controleurs van de VWA (Voedsel en Waren Autoriteit) zou zo'n handscanner zeker meerwaarde hebben.

- 1p **15** Waarom is het van belang dat de VWA tonijnvlees op soort kan identificeren?



## De ziekte van Leigh

De Tim Foundation werd opgericht door de ouders van Tim Polderman. Tim heeft de ziekte van Leigh: zijn mitochondriën functioneren niet goed. De Tim Foundation steunt het onderzoek naar deze stofwisselingsziekte.

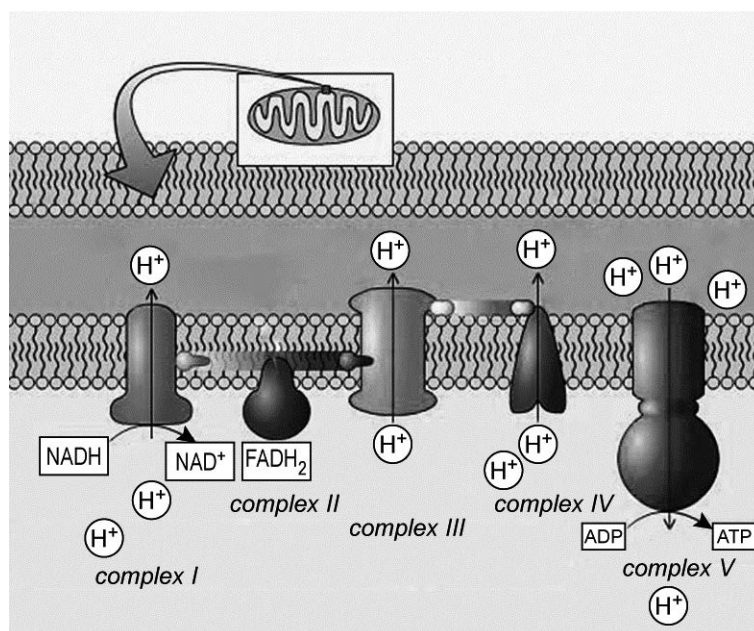
De eerste symptomen van de ziekte van Leigh doen zich vaak al op jonge leeftijd voor: een slechte motorische ontwikkeling, groeiachterstand en stijve spieren. Later komen daar problemen met ademen en eten bij.

De levensverwachting van patiënten is laag en er bestaat nog geen medicijn tegen de ziekte.

Oorzaken van de ziekte van Leigh zijn één of meer afwijkingen in de mitochondriale ademhalingsketen: een deficiëntie in complex I, complex II, complex IV en/of complex V (ATP-synthase), of een afwijking in het pyruvaat dehydrogenase complex (betrokken bij de vorming van acetyl-coënzym A uit pyrodruivenzuur).

In afbeelding 1 is de mitochondriale ademhalingsketen weergegeven.

afbeelding 1



In de ademhalingsketen worden de energierijke moleculen NADH en FADH<sub>2</sub> omgezet.

2p 16 Bij welke (deel)processen zijn NADH en FADH<sub>2</sub> ontstaan?

NADH

FADH<sub>2</sub>

- A glycolyse
- B glycolyse
- C glycolyse en citroenzuurcyclus
- D glycolyse en citroenzuurcyclus

- citroenzuurcyclus
- glycolyse en citroenzuurcyclus
- citroenzuurcyclus
- glycolyse en citroenzuurcyclus

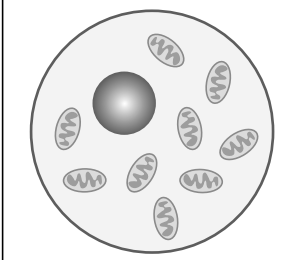
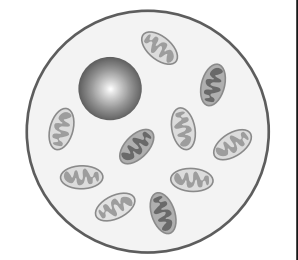
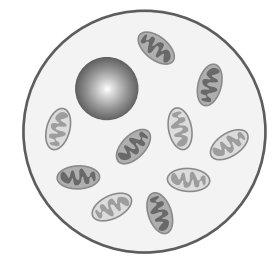
- 2p 17 Wat is de bijdrage van de ademhalingsketen aan de netto ATP-opbrengst van de aerobe dissimilatie van glucose?
- A ongeveer 70%
  - B ongeveer 75%
  - C ongeveer 90%
  - D bijna 100%

Bij Leigh patiënten is er soms een verhoogd lactaatgehalte (melkzuurgehalte) in het bloed. Patiënten met een variant van de ziekte van Leigh, die veroorzaakt wordt door een deficiëntie in het pyruvaat dehydrogenase complex, kunnen gebaat zijn bij een dieet dat arm is aan koolhydraten en rijk is aan vet.



- 3p 18 – Leg uit waardoor een koolhydraatrijk dieet niet geschikt is voor deze Leigh patiënten.
- Waardoor kunnen ze wel gebaat zijn bij een dieet met veel vet?

Bij naar schatting 30% van alle Leigh patiënten is de oorzaak van de ziekte een mutantgen in het mitochondriale DNA. Doordat in cellen zowel 'gezonde' (zonder het mutantgen) als 'mutante' (met het mutantgen) mitochondriën kunnen voorkomen, verschilt de intensiteit van de ziekte tussen patiënten sterk. Dit is schematisch weergegeven in afbeelding 2.

### afbeelding 2

cellulaire homoplasmie	cellulaire heteroplasmie	
		
alleen 'gezonde' mitochondria	30% 'mutante' mitochondria	50% 'mutante' mitochondria

Legenda:

 = 'gezond' mitochondrium     = 'mutant' mitochondrium

De intensiteit van de ziekte kan ook binnen een familie zeer verschillen. Zo kan een moeder met slechts 20% mutante mitochondria de ziekte onmerkbaar bij zich dragen en zowel kinderen krijgen die geen last hebben, als kinderen krijgen die ernstige symptomen van de ziekte van Leigh hebben.

- 2p 19 Leg uit hoe het mogelijk is dat een kind van deze moeder een ernstige vorm van de ziekte van Leigh krijgt.

De meest voorkomende mutatie van het mitochondriaal DNA (mtDNA) die de ziekte van Leigh veroorzaakt is een mutatie in het ATP-synthase-gen: op positie 8993 is in de coderende streng thymine vervangen door guanine. Hierdoor wordt er in plaats van leucine een ander aminozuur in het ATP-synthase ingebouwd.

2p **20** Welk aminozuur kan dat zijn?

- A alleen arginine
- B alleen fenylalanine
- C alleen valine
- D arginine of tryptofaan
- E fenylalanine of cysteïne
- F valine of glycine

In enkele gevallen is er bij de ziekte van Leigh sprake van mutant-tRNA-genen. Over de gevolgen van een mutatie in tRNA worden twee beweringen gedaan:

- 1 Het anticodon van mutant-tRNA kan veranderd zijn, zodat een verkeerd aminozuur aan een aminozuurketen wordt gekoppeld;
- 2 Het mutant-tRNA past door de veranderde ruimtelijke vorm niet meer in het ribosoom.

2p **21** Welke bewering kan of welke beweringen kunnen juist zijn?

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

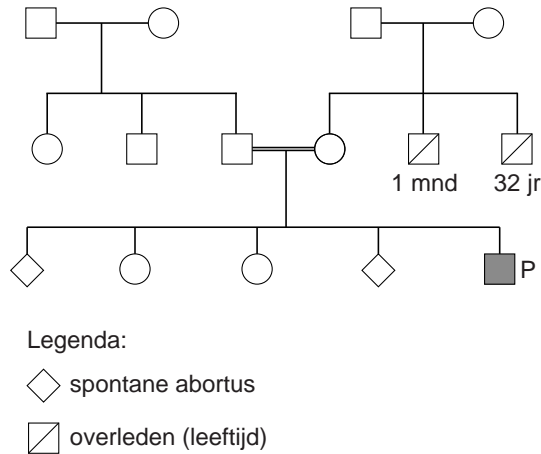
Complex I van de ademhalingsketen (zie afbeelding 1 op pagina 9) bestaat uit 46 subeenheden. Het mtDNA bevat informatie voor de aminozuurvolgorde van slechts 7 van deze subeenheden. De genen die coderen voor de overige 39 subeenheden liggen in het kDNA (kern DNA).

2p **22** – Waar vindt transcriptie van deze 39 genen plaats?  
– Waar vindt de translatie ervan plaats?

	transcriptie	translatie
A	in de kern	in de kern
B	in de kern	in het cytoplasma
C	in de kern	in de mitochondria
D	in het cytoplasma	in het cytoplasma
E	in het cytoplasma	in de mitochondria
F	in de mitochondria	in de mitochondria

In afbeelding 3 is de stamboom weergegeven van een patiëntje (P) met de ziekte van Leigh. De stamboom staat in het patiëntendossier van een Indiase arts die dit jongetje in behandeling heeft. Zijn ouders zijn verre verwanten van elkaar, en vertonen geen symptomen van de ziekte van Leigh. Van de overige familieleden is niet meer bekend dan in de stamboom is aangegeven.

**afbeelding 3**



Er zijn drie manieren waarop iemand de ziekte van Leigh kan erven:

- 1 via een X-chromosomaal recessief mutantgen;
- 2 via een autosomaal recessief mutantgen;
- 3 via een mitochondriaal mutantgen.

2p **23** Welke van deze manieren zou of welke zouden op basis van deze stamboom mogelijk de oorzaak kunnen zijn van de ziekte van Leigh bij patiëntje P?

- A alleen 1
- B alleen 1 of 2
- C alleen 1 of 3
- D alleen 2 of 3
- E alle drie

## Kweekvlees

Volgens de FAO (Voedsel en Landbouw Organisatie van de Verenigde Naties) zal de wereldwijde vleesproductie de komende jaren verdubbelen. De veeteelt staat echter in de top drie van de veroorzakers van milieuproblemen. Wetenschappers van de universiteiten van Amsterdam, Utrecht en Eindhoven werken aan een mogelijk alternatief. Samen zijn ze erin geslaagd om kleine lapjes kweekvlees te produceren in het laboratorium.

De basis van het kweekvlees is spierweefsel afkomstig van een varken. Uit dit spierweefsel zijn inactieve cellen, de zogenoemde satellietcellen, geïsoleerd. Satellietcellen gaan normaliter delen wanneer de spier beschadigd is en vormen dan myoblasten die fuseren tot spiervezels. Voor de productie van kweekvlees zijn satellietcellen aangebracht op een netwerk van collageen en in een voedingsmedium geïncubeerd in een bioreactor. In theorie kan één satellietcel zich in de bioreactor zo vaak vermenigvuldigen dat in de vleesbehoefte van de hele wereldbevolking kan worden voorzien. De stukjes (spier)weefsel die nu geproduceerd worden, zijn echter nog klein en wit en missen de structuur van 'echt' vlees. Daardoor is het kweekvlees alleen geschikt voor het maken van bewerkte vleesproducten, zoals worst en hamburgers. Er wordt gezocht naar manieren om het weefsel een steviger structuur te geven, bijvoorbeeld door het te 'trainen'.

Er wordt geëxperimenteerd met verschillende voedingsmedia. Aanvankelijk werd als medium een dierlijk bloedproduct gebruikt.

- 2p **24** Welk bloedproduct is voor myoblasten het meest geschikt als voedingsmedium: volbloed, bloedplasma of bloedserum?
- A** volbloed
  - B** bloedplasma
  - C** bloedserum

In een krantenartikel wordt gesuggereerd dat je door het voedingsmedium aan te passen het kweekvlees een gezondere samenstelling kan geven dan gewoon vlees. Bepaalde vetzuren zouden dan bijvoorbeeld om gezondheidsredenen minder of niet aan het medium toegevoegd moeten worden.

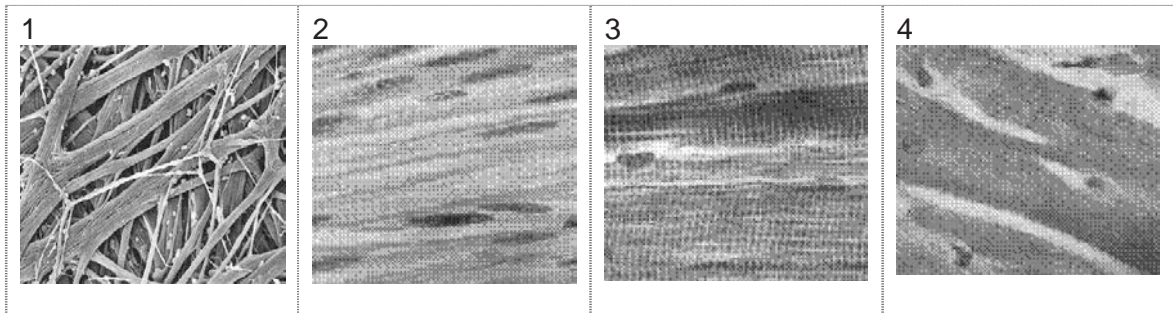
- 2p **25** – Welk type vetzuren wordt dan weggelaten?  
– Noem een voorbeeld van zo'n vetzuur.

- 2p **26** Leg uit dat aanpassen van het type vetzuren in het voedingsmedium geen grote gevolgen zal hebben voor de bouw van de cellen in het kweekvlees.

Het kweekvlees dat in de bioreactor is gekweekt, mist de stevige structuur van de spieren van een geslacht dier, bijvoorbeeld in een kippenpoot. Aan de TU Eindhoven wordt hieraan gewerkt door het weefsel te 'trainen'. Door middel van stroomstootjes laten ze het weefsel samentrekken, waardoor het een echte spierstructuur krijgt.

In afbeelding 1 zijn vier foto's van spierweefsels weergegeven.

**afbeelding 1**



- 2p **27** Welke foto geeft een beeld van echt spiervlees uit een kippenpoot?
- A foto 1
  - B foto 2
  - C foto 3
  - D foto 4

De huidige vleesproductie heeft grote effecten op het milieu. De FAO heeft berekend dat de veeteelt verantwoordelijk is voor 18% van de antropogene broeikasgasemissie, gemeten in CO<sub>2</sub> equivalenten. Het gaat om een aandeel van ongeveer 9% van de totale CO<sub>2</sub>-emissie, 37% van de CH<sub>4</sub>-emissie en 65% van de N<sub>2</sub>O-emissie.

- 1p **28** Leg uit waarom de koolstofdioxide die het vee zelf produceert geen netto toename van koolstofdioxide in de atmosfeer veroorzaakt.

De totale uitstoot van methaan (CH<sub>4</sub>) is wel grotendeels te wijten aan de uitstoot van vee zelf. Vooral runderen, die in hun enorme pens zeer vezelrijk plantaardig materiaal verteren, stoten veel methaan uit.

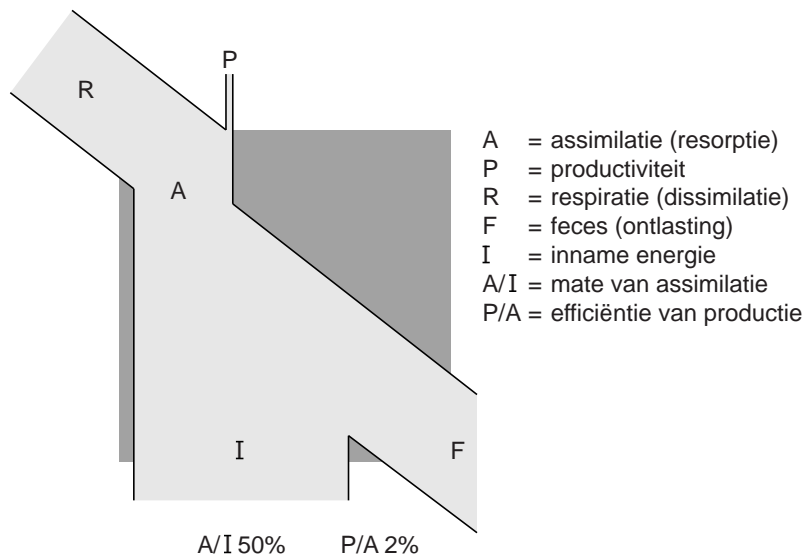
- 1p **29** Geef hiervoor een verklaring.

Ook de N<sub>2</sub>O-emissie als gevolg van de veeteelt is groot. Met name de teelt van gewassen die als veevoer dienen, zorgt voor lachgas-emissie. Hierbij spelen denitrificerende bacteriën een belangrijke rol.

- 1p **30** Waardoor zijn deze bacteriën vooral actief in de bodem van akkers waar voedingsgewassen geteeld worden?

Energetisch gezien is de productie van vlees niet efficiënt. Het wereldwijde voedseltekort zou minder groot zijn wanneer iedereen enkel plantaardig voedsel zou eten. In afbeelding 2 is het energiestroomschema van een herbivoor zoogdier weergegeven.

**afbeelding 2**



Het energiestroomschema van het kweekvlees uit cellen van dit dier zal er anders uit zien: de P (productiviteit) is bij het kweekvlees groter.

- 2p **31** Waardoor is de productiviteit van het kweekvlees, gemaakt van cellen van dit zoogdier, groter dan in het schema van afbeelding 2?
- A alleen door een kleinere A
  - B alleen door een kleinere R
  - C door een kleinere A en kleinere F
  - D door een kleinere R en kleinere F

Volgens de Nederlandse Vegetariërs Bond is kweekvlees diervriendelijk vlees, omdat het niet afkomstig is van de vee-industrie. Kan straks gegarandeerd worden dat het kweekvlees dat je eet niet toch afkomstig is van geslachte dieren?

Met een bepaalde DNA-fingerprinttechniek kan van een bepaalde locus in het varkensgenoom een profiel gemaakt worden. Met behulp van deze techniek kunnen profielen worden gemaakt van monsters uit verschillende stukken kweekvlees.

Als de monsters allemaal hetzelfde profiel hebben, in hoeverre is dan aangetoond dat het wel of niet echt kweekvlees is?

- 3p **32** Hoe zijn de monsters van kweekvlees dan te onderscheiden van monsters van geslachte varkens?



## Lui oog verhelpen met computerspelletjes

De zesjarige Ben Michaels zag bijna niets meer met zijn rechteroog. Totdat artsen hem voorschreven om twee uur per dag *Mario Kart DS* (een racespel op de spelcomputer) te spelen.

Bij het spelen met *Mario Kart DS* werd zijn linkeroog afgeplakt en mocht hij alleen zijn rechteroog gebruiken. Na een week zag hij al veel beter met dit oog. Ben Michaels had een 'lui oog'. In de medische wereld heet dit amblyopie. Amblyopie is een visuele afwijking waarbij de informatie van één van beide ogen in de hersenschors wordt onderdrukt. Het komt bij kinderen vrij veel voor. Behandeling heeft eigenlijk pas zin als de oorzaak die tot het lui oog heeft geleid uit de weg geruimd is.



Amblyopie kan worden veroorzaakt door elke situatie die de beeldvorming van een oog nadelig beïnvloedt. Een van de oorzaken is scheelzien, waarbij de ogen niet op hetzelfde punt worden gericht.

2p **33** Noem nog twee mogelijke oorzaken van amblyopie.

3p **34** Leg uit waardoor scheelzien een lui oog kan veroorzaken.

In het dagelijkse leven ondervond Ben hinder van zijn amblyopie. Zelf naar school fietsen was bijvoorbeeld gevaarlijker.

1p **35** Waardoor veroorzaakt amblyopie hinder bij deelname aan het verkeer?

Als bij scheelzien een van de ogen naar binnen afwijkt is er sprake van convergent scheelzien (esotropie).

Door een chirurgische ingreep kan scheelzien worden hersteld.

De oogspieren (binnenste zijdelingse en buitenste zijdelingse oogspieren) kunnen hierbij worden verkort of verlengd.

2p **36** Welke ingreep kan mogelijk esotropie verhelpen?

- A alleen het inkorten van beide binnenste zijdelingse oogspieren
- B alleen het verlengen van beide binnenste zijdelingse oogspieren
- C het inkorten van de binnenste zijdelingse oogspier en verlengen van de buitenste zijdelingse oogspier van een oog
- D het verlengen van de binnenste zijdelingse oogspier en inkorten van de buitenste zijdelingse oogspier van een oog



Bij de behandeling van amblyopie moet het luie oog weer gebruikt worden. In het algemeen wordt dit bereikt door het goede oog af te dekken (occluderen) gedurende een aantal uren per dag en gedurende een bepaalde periode die weken tot maanden kan duren.

In het algemeen geldt dat naarmate het kind ouder is en naarmate de gezichtsscherpte minder, de occlusie gedurende een langere tijd nodig is. Bij jongere kinderen kan hetzelfde effect vaak door korter durende occlusie worden teweeggebracht. Dit is het voornaamste argument om al op jonge leeftijd een lui oog te behandelen.

Voor het gegeven dat bij jonge kinderen het effect van kortdurende occlusie groter is dan bij volwassenen worden twee verklaringen gegeven:

- 1 Bij deze kinderen zijn de oogafwijkingen nog niet gecorrigeerd;
- 2 Bij kinderen kan de visuele hersenschors zich nog goed aanpassen.

2p **37** Welke van deze verklaringen is of zijn juist?

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

Soms lukt het niet om een lui oog door occlusie te behandelen. In dat geval kan een speciale leesbril voorgeschreven worden die alleen het dichtbij zien met het goede oog beperkt. Het brillenglas voor het goede oog is ingesteld op in de verte kijken en bij het lezen (met twee ogen) valt daardoor geen scherp beeld op het netvlies van het goede oog.

- 2p **38**
- Is het brillenglas voor het goede oog in dit geval divergerend of convergerend?
  - Wordt hierdoor bij het lezen het scherpe beeld vóór of achter het netvlies van het goede oog geprojecteerd?

<u>brillenglas is</u>	<u>scherp beeld valt</u>
A convergerend	voor het netvlies
B convergerend	achter het netvlies
C divergerend	voor het netvlies
D divergerend	achter het netvlies

---

#### 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.