Examen VWO

2012

tijdvak 2
woensdag 20 juni
13.30 - 16.30 uur

biologie (pilot)

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 39 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 76 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.

VW-1018-f-12-2-o

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

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 kakapo-mannetjes 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 **1** 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 **2** 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 **3** Leg uit dat het voor het overleven van de populatie beter is als vrouwtjes in slechte conditie naar verhouding meer dochters dan zonen krijgen.

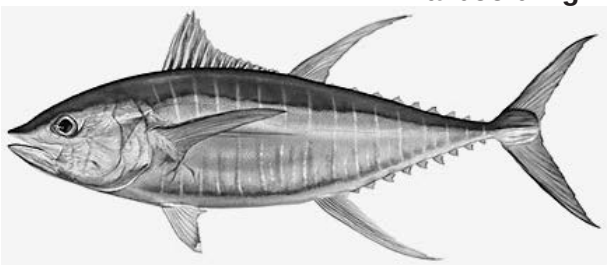
Om de populatie te laten groeien, worden kakapo's op de geïsoleerde eilanden gedurende een aantal jaren bijgevoerd. Zonder dit bijvoeren is de conditie van de vogels er niet optimaal.

3p **4** Beredeneer in welke periode dit 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 de Grootoogtonijn, 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 University deed onderzoek naar kwik in sushi.

afbeelding 1



Kwikverontreiniging is afkomstig van vulkanen en verschillende antropogene bronnen. Kwik (Hg) dat in het water terechtkomt, wordt door bacteriën in het sediment omgezet in methylkwik (CH_3Hg). 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 **5** 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 Blauwvintonijnsoorten (*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 ($\mu g\ kg^{-1}\ dag^{-1}$)*
		gemiddeld	minimum	maximum	
Blauwvintonijn (akami)	10	1,04	0,37	1,92	0,18
Blauwvintonijn (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 µg kwik per kg lichaamsgewicht per week.

Op basis van de resultaten in tabel 1 worden aan de consumenten twee aanbevelingen gedaan:
1 Kies eerder voor Geelvintonijn of Grootoogtonijn dan voor Blauwvintonijn
2 Kies voor de magere delen van een tonijn in plaats van de vette.

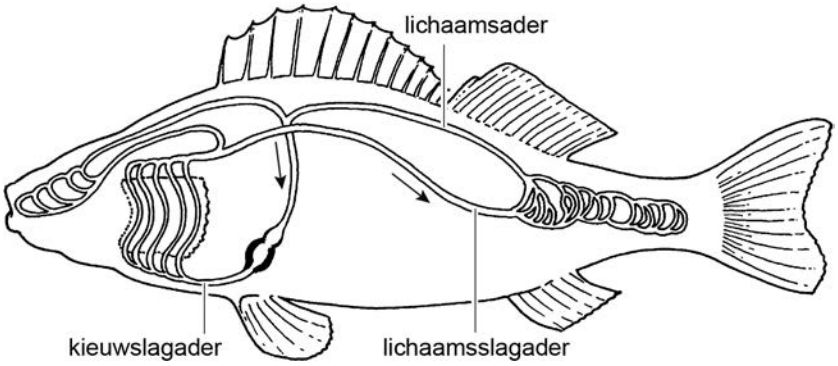
2p **6** Welke aanbeveling wordt of welke aanbevelingen worden ondersteund door de resultaten van het onderzoek?
A geen van beide
B alleen aanbeveling 1
C alleen aanbeveling 2
D beide

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.

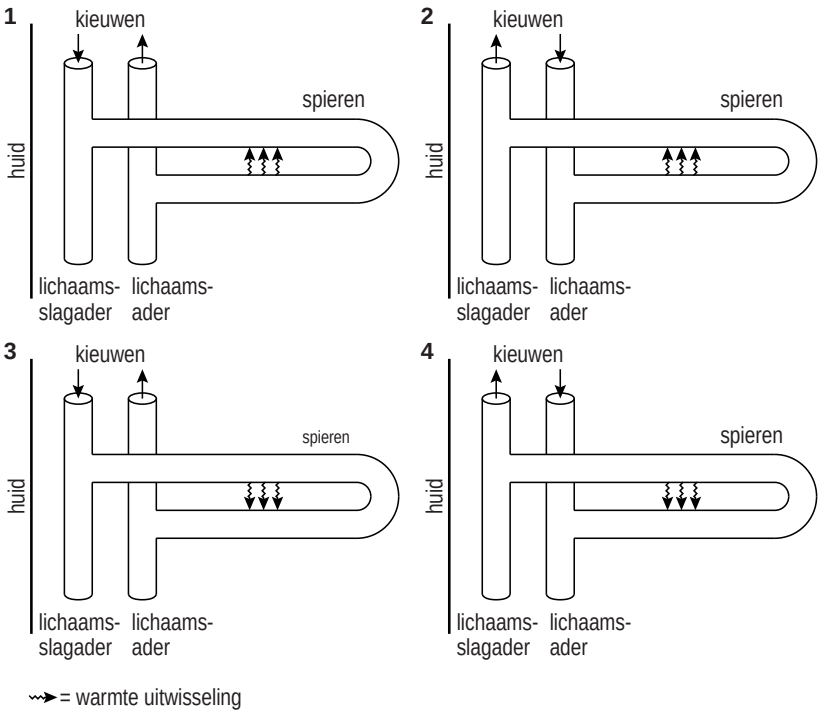
2p **7**
– Schrijf de berekening op waarop deze conclusie gebaseerd is.
– Beargumenteer dat deze conclusie voorbarig is.

Verschillen in kwikconcentratie tussen tonijnsoorten zijn deels toe te schrijven aan verschillen in leefgebied. Tonijnen zijn in tegenstelling tot de meeste vissen endotherm; zij kunnen hun lichaamstemperatuur reguleren. De grote lichaamsbloedvaten 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 **8** 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 **9** 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-barcoding 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.

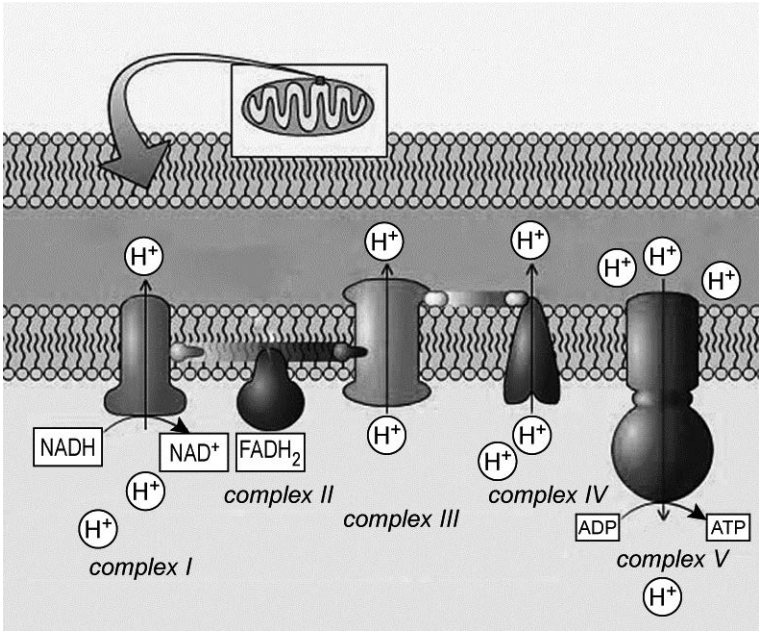
1p **10** Waarom is het van belang dat de VWA tonijnvlees op soort kan identificeren?

De ziekte van Leigh

In 2007 is de Tim Foundation opgericht door de ouders van Tim Polderman. Tim heeft de ziekte van Leigh, een ziekte waarbij de mitochondriën niet goed functioneren. De Tim Foundation werft geld en steunt hiermee 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 $FADH_2$ omgezet.

2p **11** Bij welke (deel)processen zijn NADH en $FADH_2$ ontstaan?

	NADH	$FADH_2$
A	glycolyse	citroenzuurcyclus
B	glycolyse	glycolyse en citroenzuurcyclus
C	glycolyse en citroenzuurcyclus	citroenzuurcyclus
D	glycolyse en citroenzuurcyclus	glycolyse en citroenzuurcyclus

2p **12** Wat is de bijdrage van de ademhalingsketen aan de netto ATP-opbrengst van de aerobe dissimilatie van glucose?

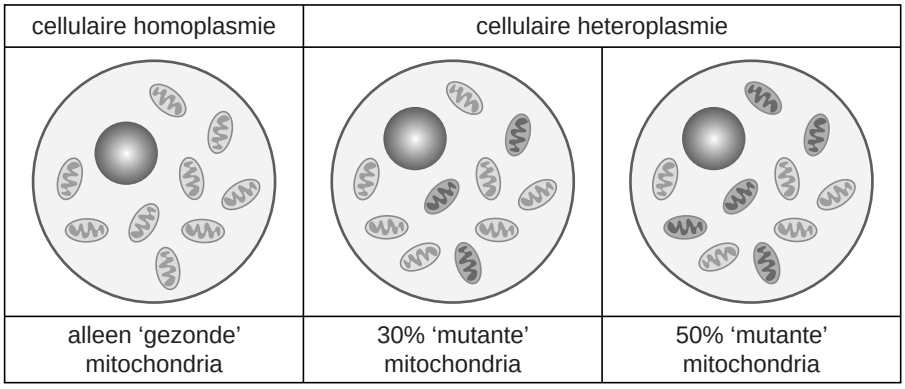
A ongeveer 70%
B ongeveer 75%
C ongeveer 90%
D bijna 100%

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 **13**
– 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



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 **14** 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 **15** 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 **16** 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 7) 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 **17**
– 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

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 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 **18** Welk bloedproduct is voor myoblasten het meest geschikt als voedingsmedium: volbloed, bloedplasma of bloedserum?

A volbloed
B bloedplasma
C bloedserum

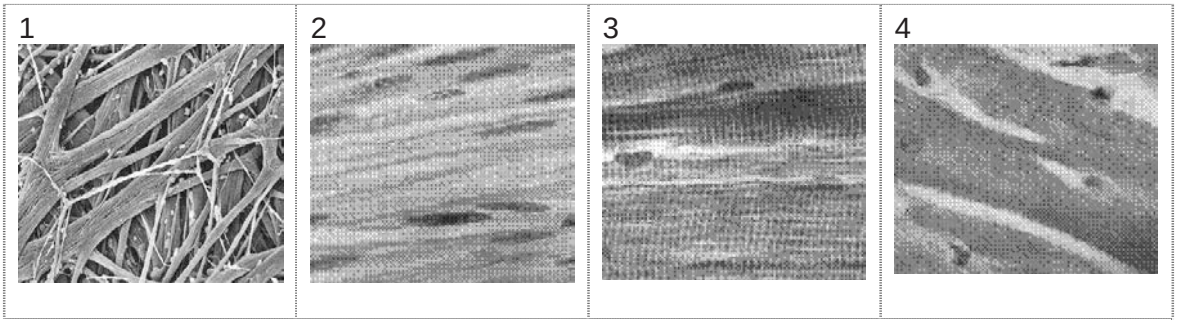
In een krantenartikel wordt gesuggereerd dat je door het voedingsmedium aan te passen het kweekvlees een gezondere samenstelling kan geven dan gewoon vlees. Bepaalde vetzuren zouden dan bijvoorbeeld om gezondheidsredenen minder of niet aan het medium toegevoegd moeten worden.

2p **19**
– Welk type vetzuren wordt dan weggelaten?
– Noem een voorbeeld van zo’n vetzuur.

2p **20** 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 die 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 **21** 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_2 equivalenten. Het gaat om een aandeel van ongeveer 9% van de totale CO_2-emissie, 37% van de CH_4-emissie en 65% van de N_2O-emissie.

De CO_2-emissie is niet afkomstig van het vee zelf, maar van de processen rondom het houden van vee.

1p **22** 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_4) 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.

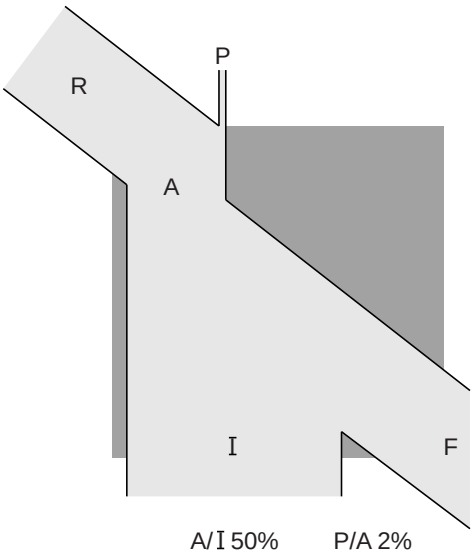
1p **23** Geef hiervoor een verklaring.

Ook de N_2O-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 **24** 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



A = assimilatie (resorptie)
P = productiviteit
R = respiratie (dissimilatie)
F = feces (ontlasting)
I = inname energie
A/I = mate van assimilatie
P/A = efficiëntie van productie

In de uitwerkbijlage is de omtrek van het energiestroomschema van een herbivoor zoogdier met stippellijnen weergegeven.

3p **25** Teken hoe het energiestroomschema van het kweekvlees er uit zal zien.

Volgens de Nederlandse Vegetariers 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.

3p **26** Als de monsters allemaal hetzelfde profiel hebben, in hoeverre is dan aangetoond dat het wel of niet echt kweekvlees is?

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 (occlusie-therapie) 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 luie oog heeft geleid uit de weg geruimd is.

afbeelding 1

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 **27** Noem nog twee mogelijke oorzaken van amblyopie.

3p **28** Leg uit waardoor scheelzien een lui oog kan veroorzaken.

In eerste instantie lukte het niet om het luie oog van Ben te behandelen. De arts schreef daarom atropine voor, dat regelmatig in het linkeroog gedruppeld moest worden. Een van de effecten van atropine is, dat de pupil zich verwijdt. Ben kon tijdelijk zijn linkeroog niet voor dichtbij zien gebruiken, doordat ten gevolge van atropine ook zijn accommodatiespier tijdelijk niet werkte.

2p **29** Welke spieren in de iris van dat oog zijn ontspannen door de atropine?
Zijn de lensbandjes in dat oog dan wel of niet gespannen door de atropine?

	irisspieren die ontspannen	de lensbandjes zijn dan
A	kringspieren	niet gespannen
B	kringspieren	gespannen
C	straalsgewijs lopende spieren	niet gespannen
D	straalsgewijs lopende spieren	gespannen

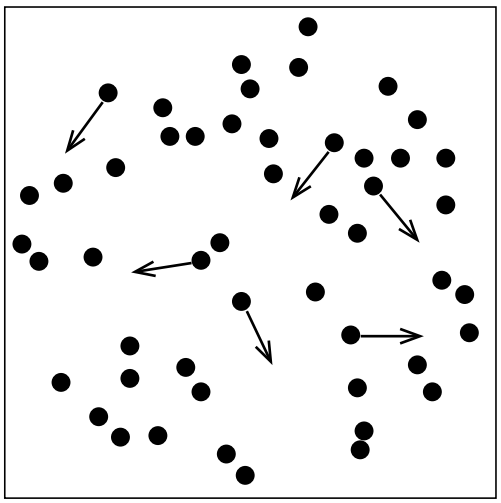
In plaats van atropine had de arts Ben ook een bril met een bepaalde sterkte voor het goede oog kunnen voorschrijven, waardoor dit oog beperkt zou worden in het dichtbij zien. Door dit glas zou er, als Ben iets van dichtbij bekijkt, geen scherp beeld op het netvlies vallen.

2p **30** Is het brillenglas voor het goede oog in dit geval divergerend of convergerend? Wordt, bij het dichtbij zien, het scherpe beeld hierdoor vóór of achter het netvlies van het goede oog geprojecteerd?

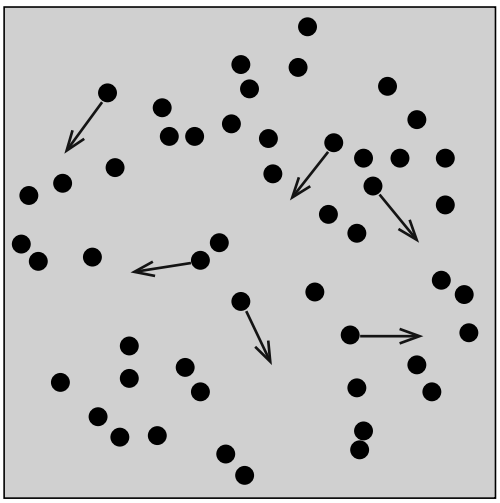
	brillenglas is	scherp beeld valt
A	convergerend	voor het netvlies
B	convergerend	achter het netvlies
C	divergerend	voor het netvlies
D	divergerend	achter het netvlies

Ben moest zijn luie oog goed oefenen. Op dit moment zijn daar allerlei hulpmiddelen voor. Ze komen er op neer dat een visuele taak telkens herhaald wordt. Eén techniek is er op gebaseerd dat men beelden aanbiedt, bijvoorbeeld bewegende stippen op een beeldscherm, die weinig contrast met de achtergrond hebben. De nieuwste therapieën gaan ervan uit dat daarbij het goede oog niet afgeplakt mag worden, omdat dit ten koste gaat van de samenwerking van de ogen. Aan de McGill University in Montreal ontwikkelden orthoptisten een stereo kijksysteem waarbij het luie oog andere informatie krijgt dan het goede oog.
In een proef varieerden zij het contrast van de beelden die naar het goede en het luie oog gestuurd werden en noteerden hoe goed het luie oog dan was in het herkennen van bewegende stippen tegen een bepaalde achtergrond. Als gevolg van het variëren van het contrast, veranderde ook het effect van de samenwerking tussen beide ogen.

afbeelding 2



1 beeld met maximaal contrast



2 beeld met geleidelijk minder contrast

Bij aanvang kregen beide ogen het beeld met maximaal contrast. De prestaties van het luie oog bij dit contrast zijn op 100% gesteld. Daarna werd het contrast voor het goede oog geleidelijk verminderd, van 0,8 naar 0,2. Een contrast van 0,2 betekent dat het goede oog vijf maal minder contrastrijke beelden aangeboden kreeg dan het luie oog. Het contrast voor het luie oog werd maximaal gehouden.
De resultaten van dit onderzoek zijn vermeld in de tabel.

Contrast van de beelden voor het goede oog	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,0
Gemiddelde prestatie van het luie oog	100%	116%	127%	130%	160%	

2p **31** Wat is in deze situatie waarschijnlijk de prestatie van het luie oog als het contrast van de beelden voor het goede oog is teruggebracht naar 0,0?

A minder dan 100%
B tussen de 100% en 160%
C meer dan 160%

Onderzoeker Richard Eastgate van de Nottingham University ontwikkelde een autoracespel als therapie voor luie ogen. Eastgate dacht dat, om voldoende effect te bereiken, er net zo lang met dit spel moest worden gespeeld, als de gemiddelde tijdsduur van de occlusie-therapie. Maar al na één uur racen werd hetzelfde resultaat bereikt als na 400 uur occlusie. Tijdens het spel dienen punten gescoord te worden. Deze punten worden verkregen als de bestuurder obstakels die hij tegenkomt ontwijkt. Een deel van het beeld in het spel is dynamisch: het verandert. De rest is statisch: het blijft gelijk.

afbeelding 3

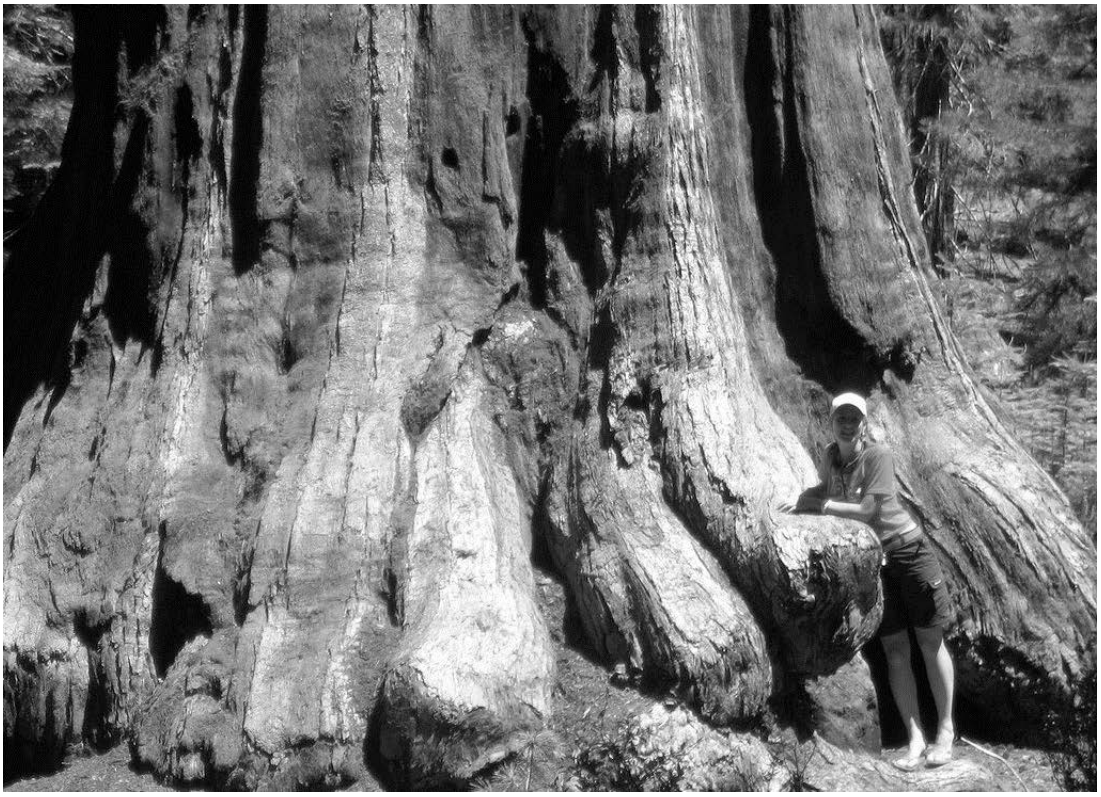
2p **32** Welke beelden worden, om het luie oog te behandelen, tijdens de autorace naar het luie oog gestuurd en welke beelden naar het goede oog?

	naar het luie oog	naar het normale oog
A	dynamische beelden	dynamische beelden
B	dynamische beelden	statische beelden
C	statische beelden	dynamische beelden

Hoge bomen

Duizenden toeristen bezoeken jaarlijks het Redwood National Park aan de kust van Californië om zich te vergapen aan de Kustsequoia's (*Sequoia sempervirens),* die tot de hoogste bomen ter wereld horen (zie afbeelding 1).

afbeelding 1



De boswachters die de bezoekers rondleiden krijgen bijna altijd dezelfde vragen te beantwoorden: "Hoe hoog is deze boom?", "Hoe hebben ze dat gemeten?", "Hoe oud is hij?", "Groeit hij nog steeds?" "Hoe hoog kan deze boom worden?", enz. Sommige van deze vragen zijn gemakkelijk te beantwoorden, andere niet. Wetenschappers houden zich met heel andere vragen bezig. Die proberen bijvoorbeeld te achterhalen hoe de hoogst zittende naalden van deze bomen aan water komen. Want voor al deze bomen geldt, dat ze een voortdurend gevecht met de zwaartekracht leveren; op een gegeven moment kan de opwaartse sapstroom bezwijken onder zijn eigen gewicht.

Behalve dat Sequoia's heel hoog zijn, zijn ze ook heel oud. Er zijn bomen in het Redwood National Park waarvan men de leeftijd op 2200 jaar schat. Van andere bomen weet men op dit moment zeker dat ze meer dan 1000 jaar oud zijn. Metingen aan de toppen van de bomen, maken duidelijk waardoor deze bomen nooit hoger kunnen worden dan 130 meter.
Een botanicus bestudeert een dwarsdoorsnede van een zeer jong takje van een Sequoia. In afbeelding 2 is een doorsnede weergegeven van het takje. Enkele delen zijn aangegeven met een letter (P t/m S)

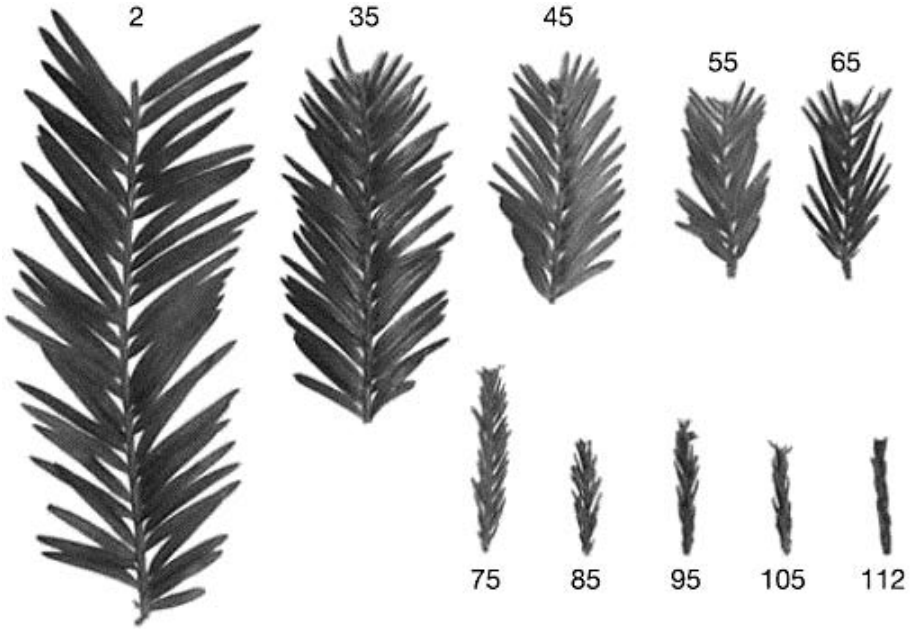
afbeelding 2

2p **33** Door welk van de aangegeven delen heeft de opwaartse sapstroom plaatsgevonden?

A P
B Q
C R
D S

In het bezoekerscentrum heeft men voorbeelden van de naalden van de Sequoia opgehangen. In afbeelding 3 zijn deze naalden, die van verschillende hoogten verzameld zijn, weergegeven. Bij elk takje is (in meters) aangegeven op welke hoogte het takje aan de boom zat.

afbeelding 3

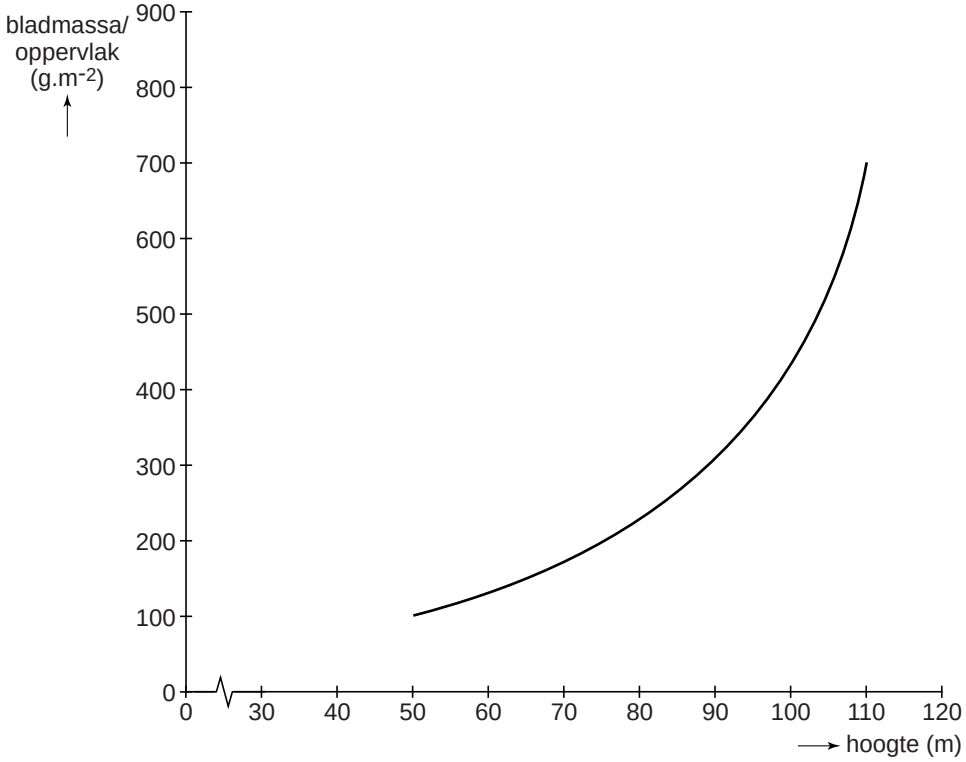


De botanicus vertelde, dat hij onderzoek had gedaan naar het verminderde bladoppervlak van naalden aan de hoger zittende takken. Het verschil in bladvorm is blijvend en wordt veroorzaakt doordat het transport van water naar de hoger zittende takken beperkt is.

2p **34** Leg uit dat de beperking van het transport van water in de transportvaten leidt tot een kleiner bladoppervlak van de naalden aan de hoger zittende takken.

De verhouding tussen de bladmassa (= drooggewicht van de organische stof) en het bladoppervlak bij tweejarige takjes op verschillende hoogten is bepaald.
Het resultaat van deze bepalingen is weergegeven in afbeelding 4.

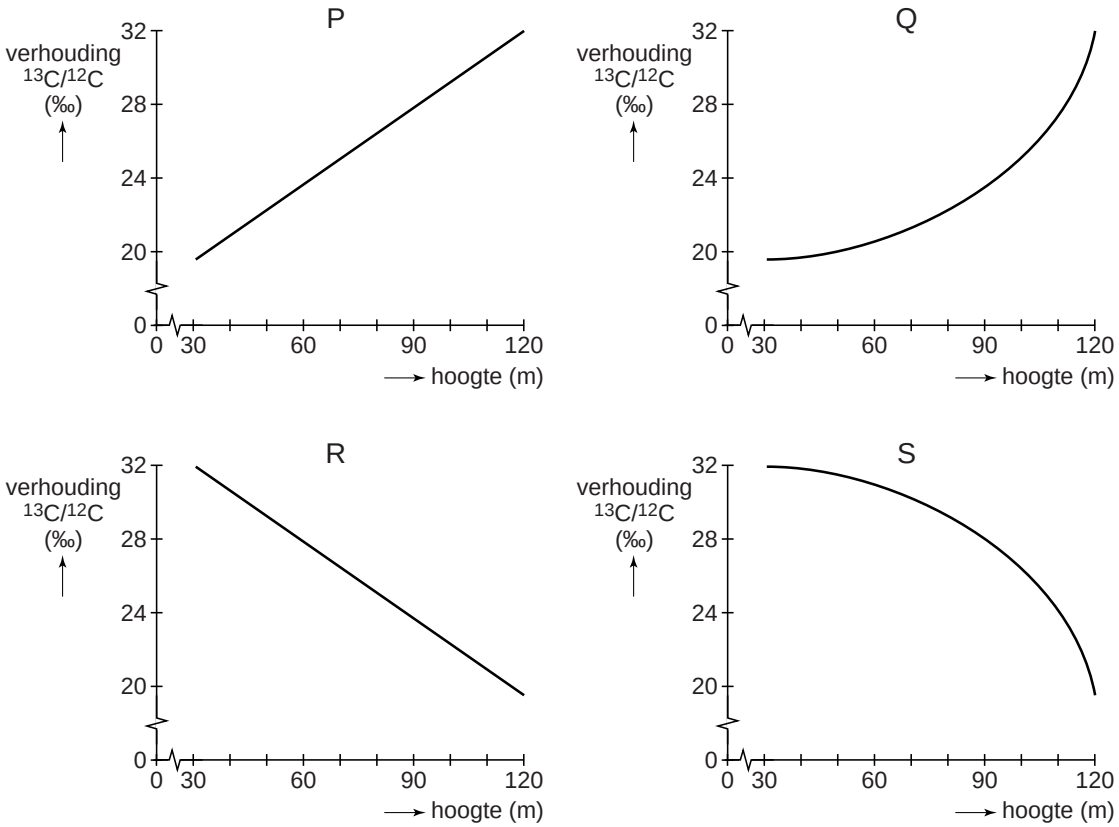
afbeelding 4



1p **35** Leg uit hoe met toename van de hoogte de verhouding bladmassa/bladoppervlak sterk toeneemt.

Bij verder onderzoek is gebruik gemaakt van twee C-isotopen, nl ^{12}C en ^{13}C. In de lucht bestaat de CO_2 voor 98,9% uit $^{12}CO_2$ en voor 1,1% uit $^{13}CO_2$. Bij de fotosynthese van CO_2 blijkt de plant bij voorkeur $^{12}CO_2$ te gebruiken. Als de concentratie CO_2 daalt, vermindert de voorkeur van de fotosynthetiserende cellen voor $^{12}CO_2$. In afbeelding 5 wordt de verhouding $^{13}C/^{12}C$ (‰) in organische stof in plantencellen uitgezet tegen de hoogte van de boom.

afbeelding 5



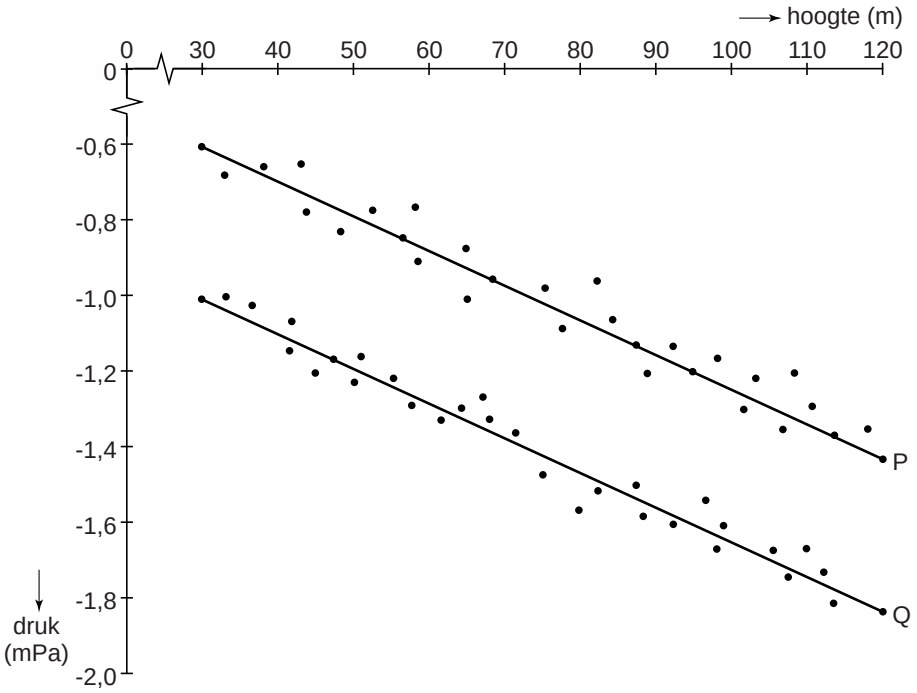
2p **36** Welk van de grafieken (P t/m S) bevestigt het vermoeden dat met toenemende hoogte de fotosynthese in de bladeren steeds meer gebruik maakt van $^{13}CO_2$?

A grafiek P
B grafiek Q
C grafiek R
D grafiek S

1p **37** Met welke stof reageert CO_2 bij de fotosynthese?

De botanicus onderzocht de sapstromen in levende bomen. Bij een groot aantal sequoia's is in het droge jaargetijde op verschillende hoogten in de houtvaten van bebladerde takjes de waterdruk gemeten. De metingen zijn op twee tijdstippen uitgevoerd: 's morgens vroeg rond zonsopgang en om 12 uur 's middags. De resultaten van deze metingen zijn weergegeven in het diagram van afbeelding 6.

afbeelding 6



De negatieve waarden geven aan, dat er sprake is van een onderdruk in de transportweefsels.

1p **38** Verklaar waardoor deze onderdruk in het transportweefsel ontstaat.

2p **39** Leg uit welke lijn (P of Q) de waarnemingen om 12:00 uur weergeeft.

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.