Examen VWO

2010

tijdvak 1
maandag 17 mei
13.30 - 16.30 uur

biologie

tevens oud programma

biologie 1,2

Dit examen bestaat uit 38 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.

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

Hartoperatie

In de westerse wereld is hartfalen, een verzamelnaam voor hartziekten waarbij de pompfunctie van het hart tekortschiet, een groot probleem voor de volksgezondheid. Ongeveer een derde van de totale sterfte in Nederland wordt door hart- en vaatziekten veroorzaakt.

Bepaalde lichamelijke verschijnselen duiden op een verhoogd risico, zoals atherosclerose (vroeger ook wel aderverkalking genoemd), en trombose.
Als de kransslagader vernauwd is, kan met een bypassoperatie de doorbloeding van het hartspierweefsel worden hersteld. Hiervoor wordt een ander bloedvat als omleiding (bypass) gebruikt. Door de bypass krijgt het hartweefsel achter de vernauwing weer voldoende bloedtoevoer.

Een hartinfarct kan worden veroorzaakt door een combinatie van atherosclerose en trombose.

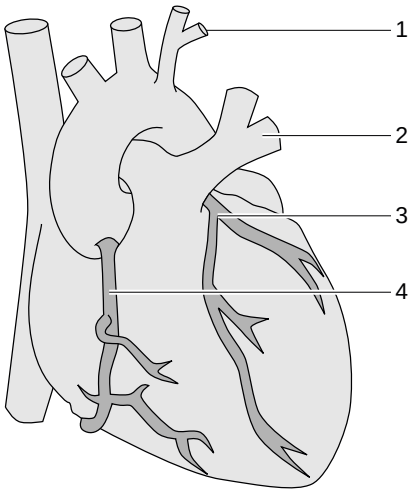
3p **1** Beschrijf hoe deze risicofactoren samen tot een hartinfarct kunnen leiden.

Het type bloedvat dat wordt gebruikt als bypass kan variëren. Van oudsher werd een beenader gebruikt voor de bypass. Sinds een aantal jaren wordt ook de borstwandslagader gebruikt. Het gebruik van de beenader heeft als voordeel de grote lengte van dit bloedvat. Bovendien is de ader gemakkelijk te verwijderen uit het been. Een nadeel is dat er veel atherosclerose kan optreden in een bypass van deze ader, ook al zijn de aderkleppen verwijderd. Daarom gebruikt men de laatste decennia ook slagaders, zoals een borstwandslagader (meestal de linker), als bypass.

1p **2** Noem nog een voordeel van het gebruik van een slagader als bypass.

In afbeelding 1 zijn vier plaatsen aangegeven.

afbeelding 1



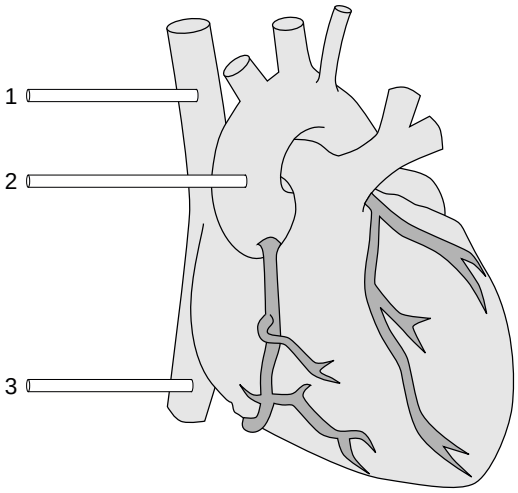
Een patiënt met een vernauwing in het bovenste deel van de rechter kransslagader krijgt een bypass vanuit de linker borstwandslagader.

2p **3** Hoe loopt de verbinding van deze bypass?

A tussen 1 en 2
B tussen 1 en 3
C tussen 1 en 4
D tussen 2 en 3
E tussen 2 en 4
F tussen 3 en 4

Tijdens een bypassoperatie kan het bloed van de patiënt door een hart-longmachine worden geleid. De hart-longmachine neemt de functie van hart en longen over: een pomp houdt het bloed in beweging, de bloeddruk en bloedtemperatuur blijven op peil, O_2 wordt toegevoegd en CO_2 afgevoerd.
Het hart wordt met behulp van drie slangetjes verbonden met de hart-longmachine. In afbeelding 2 is een hart schematisch afgebeeld met de plaats van deze drie slangetjes.

afbeelding 2



2p **4** Door welk slangetje of door welke slangetjes gaat bloed naar de hart-longmachine toe?

A alleen door 1
B alleen door 2
C alleen door 3
D door 1 en 2
E door 1 en 3
F door 2 en 3

Wanneer een patiënt wordt aangesloten op de hart-longmachine wordt het bloed door plastic slangetjes van en naar de machine geleid. De patiënt wordt voor de aanvang van een hartoperatie met gebruik van de hart-longmachine behandeld met heparine, een stof die de vorming van het trombokinasecomplex afremt. Na afloop van de operatie wordt protamine, een antagonist van heparine, toegediend.

2p **5**
– Waarom is het noodzakelijk dat heparine wordt toegediend?
– Waarom moet snel na de operatie protamine worden toegediend?

Cyanobacteriën in hete bronnen

Biologen onderzochten de stofwisseling van eencellige bacteriën van het geslacht *Synechococcus*. Deze foto-autotrofe bacteriën leven in het bovenste groene laagje (slechts 1 mm dik) van zogeheten microbiële matten: aan elkaar gekitte bacteriën in een laag van wel een centimeter dik aan de randen van de heetwaterbronnen in het Amerikaanse Yellowstone National Park. Deze bacteriën zijn verantwoordelijk voor de primaire productie van deze ecosystemen.
Overdag vindt in deze bacteriën zowel fotosynthese als aërobe dissimilatie plaats. In het donker schakelen ze over op een totaal andere stofwisseling: de reductie van stikstofgas en anaërobe dissimilatie.

Stikstofgas wordt door *Synechococcus* bacteriën omgezet in stikstofverbindingen die nodig zijn bij de groei.

2p **6** Welke stikstofverbinding wordt of welke stikstofverbindingen worden door deze bacteriën het eerst gevormd uit stikstofgas?

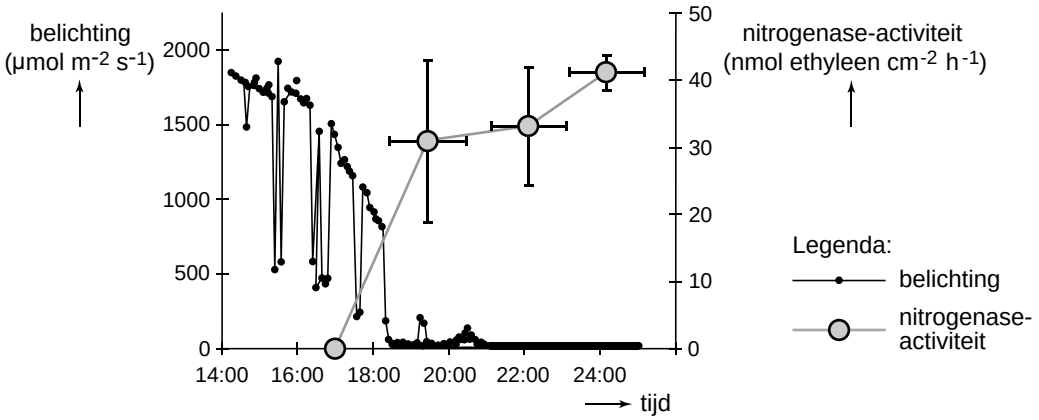
A NH_3
B NO_2^- en NO_3^-
C N_2O
D aminozuren

In een bacterie worden allerlei organische stikstofverbindingen aangetroffen, die nodig zijn voor de opbouw van de desbetreffende bacterie. Zo worden verschillende aminozuren gebruikt als bouwstof van de eiwitten in de flagel.

4p **7**
– Noem twee andere organische stikstofverbindingen die deel uit kunnen maken van een bacterie. Zet ze onder elkaar op je antwoordblad.
– Vermeld bij beide de naam van een bestanddeel van een bacterie waarin deze organische stikstofverbinding voorkomt.

Bij het omzetten van stikstofgas in organische stikstofverbindingen is het nitrogenasecomplex betrokken. Het nitrogenasecomplex in *Synechococcus* bacteriën werkt uitsluitend onder anaërobe omstandigheden. Dit enzymcomplex wordt door de bacterie dagelijks gevormd op basis van de transcriptieproducten van verschillende genen, de nif-genen.
Op vier tijdstippen is de nitrogenase-activiteit in de bacteriën onderzocht.
Het onderzoeksresultaat is weergegeven in het diagram van afbeelding 1.
Daarbij is ook de belichting (fotonenstraling 400-700 nm) gegeven.

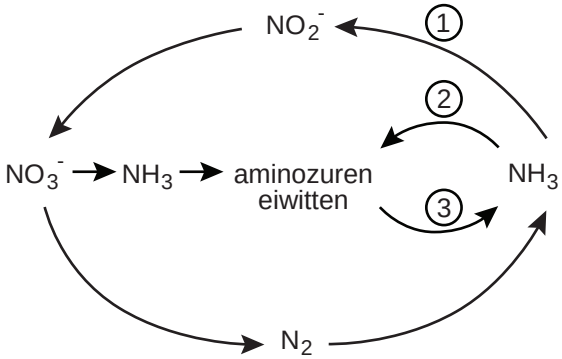
afbeelding 1



2p **8** Geef een verklaring voor het starten van de nitrogenase-activiteit na 18.00 uur.

De microbiële mat aan de rand van een heetwaterbron bestaat uit een samenhangend geheel van tientallen soorten bacteriën die voor hun stofwisseling van elkaar afhankelijk zijn. Een dergelijke stofwisselingseenheid wordt wel ‘community metabolism’ genoemd.
In afbeelding 2 is schematisch een aantal omzettingen weergegeven, zoals die zich kunnen afspelen in community metabolism. Enkele omzettingen zijn aangegeven met een cijfer.

afbeelding 2



2p **9** Welke van deze omzettingen kunnen onder anaërobe omstandigheden worden uitgevoerd?

A alleen 1
B alleen 2 en 3
C 1, 2 en 3

Zodra het donker wordt start de omzetting van glycogeen in de *Synechococcus* bacteriën. Het daarbij gevormde acetyl-CoA kan niet op de gebruikelijke manier worden verwerkt. Het wordt omgezet in acetaat, waarvan de hoeveelheid tijdelijk toeneemt in de microbiële mat.

2p **10** Welke twee processen zijn op dat moment tot stilstand gekomen?

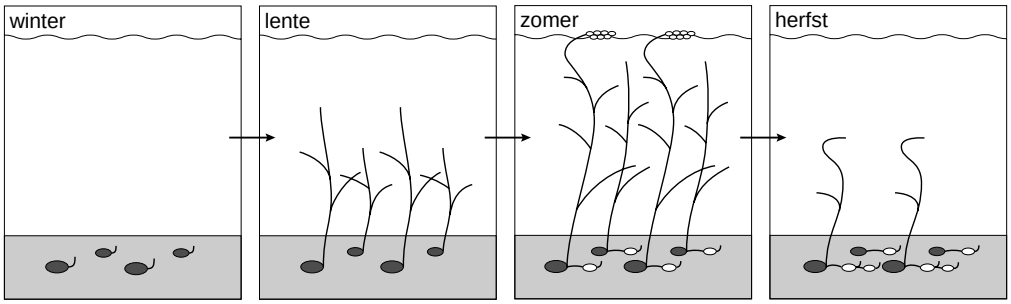
A glycolyse en decarboxylering
B glycolyse en melkzuurgisting
C citroenzuurcyclus en melkzuurgisting
D citroenzuurcyclus en oxidatieve fosforylering

De Kleine zwaan en het Schedefonteinkruid

Kleine zwanen zijn trekvogels die broeden op de Russische toendra en zich gedurende de winter in Noordwest-Europa ophouden. Voor de Kleine zwaan zijn de ondergrondse knolletjes of tubers van het Schedefonteinkruid een belangrijke voedselbron, met name tijdens de voor- en najaarstrek. Onder andere door het NIOO (Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek) wordt onderzoek gedaan naar de interactie tussen de Kleine zwaan en Schedefonteinkruid.

Schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) behoort tot de fonteinkruidfamilie, die wereldwijd voorkomt in ondiepe gedeelten van meren en plassen. Deze planten vermeerderen zich voornamelijk op ongeslachtelijke wijze. In het geval van het Schedefonteinkruid gebeurt dat met behulp van tubers, die vol zitten met zetmeel. Daarnaast vindt geslachtelijke voortplanting plaats door middel van zaden die over grote afstanden kunnen worden verplaatst. In de winter sterven alle bovengrondse delen van de plant af (zie afbeelding 1).

afbeelding 1



De tuberproductie is bijzonder variabel: een plant kan vele, relatief kleine tubers produceren, maar de plant kan ook wat minder exemplaren produceren, die dan groter zijn. Het is bekend dat daglengte en temperatuur invloed hebben op de tuberproductie van Schedefonteinkruid. Ook de bodemsamenstelling, zand of klei, en de voedselrijkdom spelen een rol.
Zoals voor een zich voornamelijk klonaal voortplantende soort valt te verwachten, is de ‘fenotypische plasticiteit’ van het Schedefonteinkruid groot. Er is echter ook een genetische basis voor verschillen tussen de populaties.

Bepaalde waterplanten, zoals het Schedefonteinkruid, kunnen alleen in de ondiepe gedeelten van meren en plassen groeien.

2p **11** Geef hiervoor twee mogelijke verklaringen.

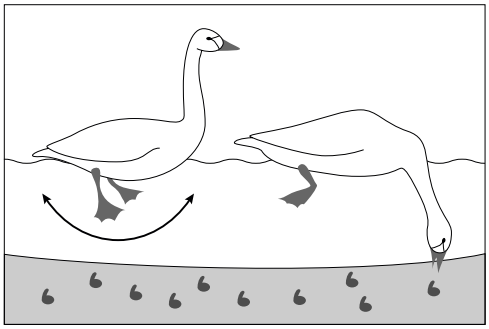
Met de term plasticiteit wordt aangegeven dat iets buigzaam of kneedbaar is.

2p **12**
- Wat wordt in bovenstaande tekst bedoeld met ‘fenotypische plasticiteit’?
- Leg uit waarom fenotypische plasticiteit van belang is bij een klonaal voortplantende soort, zoals het Schedefonteinkruid.

2p **13**
- Beschrijf in maximaal drie zinnen hoe je in een (veld)experiment kunt onderzoeken of verschillen tussen populaties van Schedefonteinkruid genotypisch zijn.
- Beschrijf welk resultaat hoort bij de conclusie dat bepaalde verschillen vooral fenotypisch zijn.

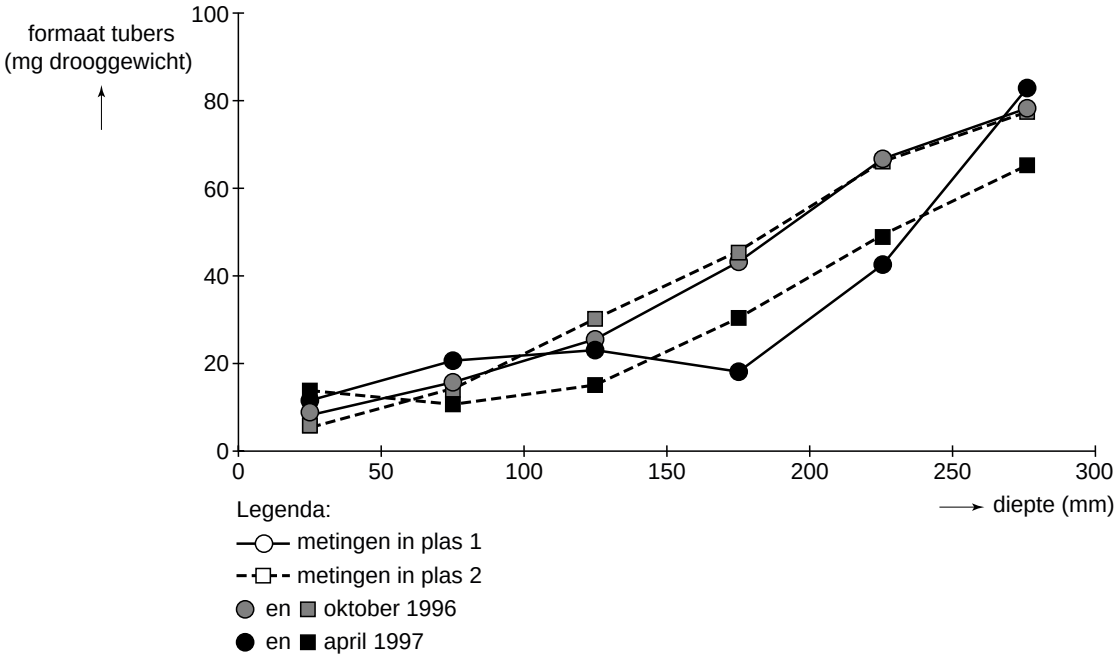
Om de ondergrondse tubers te bereiken, trappelen de Kleine zwanen met hun poten grote kuilen in de bodem, waarna ze met de snavel er de tubers uit halen (zie afbeelding 2). Een door Kleine zwanen bezocht fonteinkruidveld wordt zo volledig omgeploegd.
Toch wordt op dezelfde plek ieder jaar opnieuw weer volop fonteinkruid aangetroffen. Dit omploegen schaadt een populatie Schedefonteinkruid blijkbaar niet. Eén tuber kan per groeiseizoen liefst 22 nieuwe tubers vormen. Op plekken waar ieder jaar zwanen grazen, maakt Schedefonteinkruid grotere knolletjes dan op onbegraasde plaatsen.

afbeelding 2



In het diagram van afbeelding 3 is de relatie weergegeven tussen de diepte waarop de tubers in de bodem van twee plassen worden aangetroffen en de tubergrootte, gemeten in oktober en nogmaals in april.

afbeelding 3



2p **14** – Wat is het verband tussen de diepte waarop de tubers in de bodem voorkomen, en de tubergrootte?
– Leg uit dat dit verband voordelig is voor het voortbestaan van de soort Schedefonteinkruid in een door de Kleine zwaan bezochte plas.

Uit onderzoeksgegevens blijkt dat door het foerageergedrag van de Kleine zwaan de genetische variatie tussen klonen van Schedefonteinkruid in hetzelfde gebied toeneemt.
Hiervoor worden drie verklaringen gegeven:

1 De Kleine zwaan zorgt door het lostrappelen van tubers voor verspreiding van het genoom van de klonen door het gebied.
2 Doordat de Kleine zwaan een extra biotische milieufactor is, is er een andere selectiedruk dan wanneer vooral abiotische factoren van invloed zijn. Daardoor kunnen meer genotypes voorkomen.
3 Door begrazing van de tubers (ongeslachtelijke voortplanting) verschuift de voortplanting richting zaden (geslachtelijke voortplanting), met als gevolg een grotere variatie in genotypes.

2p **15** Welke van deze verklaringen kan of welke kunnen juist zijn?

A alleen 1
B alleen 2
C alleen 1 en 3
D alleen 2 en 3
E alle drie

Onderzoek naar veroudering bij muizen

Al sinds de oudheid zijn mensen geïnteresseerd in veroudering, en dan vooral het tegengaan daarvan. Het onderzoek hiernaar verloopt met vallen en opstaan: voortdurend veranderen de inzichten over de oorzaken van veroudering.

Bij één van de onderzoeken naar de oorzaak van verouderingsprocessen werden muizen gebruikt met een mutatie in het gen voor DNA-polymerase-γ. Jonge muizen die homozygoot zijn voor dit mutantgen worden vroeg oud. De dieren verliezen gewicht, krijgen kale plekken en soms een bochel. Ze lijden aan botontkalking, bloedarmoede en hartstoornissen en ze gaan voortijdig dood. Veranderingen in het mitochondriale DNA (mtDNA) zijn mogelijk de oorzaak van deze snelle veroudering. Het mtDNA kan gemakkelijk worden beschadigd door vrije radicalen. Deze zuurstofradicalen ontstaan tijdens de oxidatieve fosforylering in de mitochondriën. Er wordt ook onderzoek gedaan naar stoffen die deze vrije radicalen wegvangen of de effectiviteit van in de cel voorkomende antioxidanten verhogen.

Het mitochondriale DNA codeert voor enzymen die bij de productie van ATP betrokken zijn.

1p **16** Geef de naam van een enzym dat bij de oxidatieve fosforylering in mitochondriën betrokken is.

Alleen in mitochondriën is het enzym DNA-polymerase-γ actief. Dit enzym kopieert, controleert en repareert het mtDNA. Het gen voor dit enzym bevindt zich niet in de mitochondriën, maar in de celkern.
In een cel kunnen de volgende processen optreden:

1 replicatie
2 splicing
3 transcriptie
4 translatie

2p **17** Welke van deze processen zijn voor de vorming van DNA-polymerase-γ noodzakelijk en in welke volgorde vinden deze processen daarbij plaats?

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

Het DNA-polymerase-γ dat door de muizen met het mutantgen geproduceerd wordt, is wel in staat om mtDNA te kopiëren, maar niet in staat om het te controleren op fouten. Het gevolg is dat bij de muizen de activiteit van enzymen die betrokken zijn bij de energieproductie sterk afneemt.

3p **18** Beschrijf in drie stappen waardoor in een dergelijke muis steeds meer cellen met een gebrekkige energieproductie worden aangetroffen.

Het snelle verouderen gaat bij muizen met het mutantgen gepaard met het krijgen van kale plekken in de vacht.

2p **19** Leg uit waardoor deze muizen sneller dan normaal kale plekken krijgen.

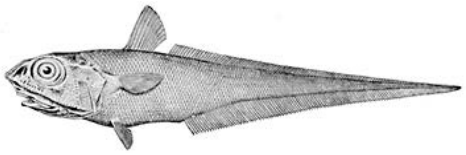
Bij de snel verouderende muizen blijken veel meer puntmutaties in het mtDNA voor te komen dan bij muizen zonder deze afwijking.
Verandering van één enkele base in een gen leidt echter niet altijd tot een minder goede werking van het enzym dat door dat gen wordt gecodeerd.

2p **20** Geef hiervoor twee mogelijke verklaringen.

Diepzeedrama in de Atlantische oceaan

Vijf soorten diepzeevissen zijn tussen 1978 en 1995 bijna helemaal weggevist voor de kust van Canada. En niet eens allemaal met opzet, want drie van de vijf soorten hebben nooit op het ‘verlanglijstje’ van vissers gestaan; ze zijn bijvangst tijdens de jacht op andere vis.

Diepzeevissen komen voor op dieptes van 150 tot 1500 meter of meer, maar zijn het meest aan te treffen op een diepte van 300 tot 500 meter. Veel diepzeevissen groeien langzaam en bereiken de geslachtsrijpe leeftijd vaak pas na vele jaren. Twee van de met uitsterven bedreigde soorten werden vanaf 1985 niet meer commercieel gevangen. Uit onderzoek bleek dat ze beide in de jaren 1995 tot 2003 toch nog verder in aantal afnamen.
Volgens berekeningen zal één van deze soorten binnen drie generaties zelfs helemaal uitgestorven zijn. Van de andere soort, de *Macrourus berglax*, zal dan nog maar 0,3 procent van de oorspronkelijke populatie over zijn.



Macrourus berglax

De toestand van alle vijf soorten valt ruimschoots binnen de definitie “met onmiddellijk uitsterven bedreigd” die de wereldnatuurbeschermingsorganisatie IUCN hanteert: de afname van deze populaties bedraagt 80 procent of meer in drie generaties. Daarom zou de diepzeevisserij stevig aan banden moeten worden gelegd. De Europese Commissie wilde echter niet verder gaan dan een vangstreductie van 20 procent en de ministers van visserij maakten daar vervolgens 10 procent van.

Er wordt niet meer commercieel gevist op een aantal met uitsterven bedreigde soorten diepzeevissen. Toch wordt de nog doorlopende afname van deze soorten door de huidige visserij veroorzaakt.

2p **21** Geef hiervoor een verklaring.

Het verdwijnen van de vijf soorten diepzeevissen beïnvloedt de levensgemeenschap in het diepzee-ecosysteem.

2p **22** Leg uit dat dit verlies nadelige gevolgen kan hebben voor de levensgemeenschap.

Daar waar de beschreven diepzeevissen voorkomen, dringt geen licht door.

2p **23** Leg uit waarmee de voedselketens, waar de diepzeevissen deel van uitmaken, beginnen.

Multifocale IOL

Staar, of cataract, is een vertroebeling van de ooglens waardoor deze geheel of gedeeltelijk ondoorzichtig wordt. Er ontstaat dan een onscherp beeld op het netvlies. In Nederland heeft ongeveer 13% van de mensen tussen 65 en 74 jaar hinder van staar, voor de groep van 70 jaar en ouder is dat zelfs 68%. Cataract operaties behoren dan ook tot de meest uitgevoerde chirurgische ingrepen.

Vroeger, vanaf de Oudheid, bestond de behandeling uitsluitend uit het verwijderen of wegduwen van de ondoorzichtige ooglens. Pas sinds de beschikbaarheid van kunstlenzen kan de eigen ooglens ook vervangen worden. Vanaf de vijftiger jaren van de vorige eeuw wordt de troebele lens operatief verwijderd en door een kunststoflens vervangen: een intra-oculaire lens of IOL. Sinds eind jaren negentig (van de vorige eeuw) zijn ook verschillende multifocale IOL's ontwikkeld en geïmplanteerd.

De IOL die tot eind jaren negentig van de vorige eeuw werd geïmplanteerd, was een kunststoflens met één brandpuntsafstand (focus), een zogenoemde monofocale IOL. De sterkte van die lens was afhankelijk van de keuze die vooraf door de oogarts en de cataractpatiënt gemaakt werd: ofwel een IOL voor veraf zien ofwel een voor dichtbij zien. In de meeste gevallen werd voor een IOL voor veraf zien gekozen.
Een IOL voor dichtbij zien (D) wordt vergeleken met een IOL voor veraf zien (V).

2p **24** Wat is het belangrijkste verschil tussen lens D en lens V?

A D is convergerend en V is divergerend.
B D is divergerend en V is convergerend.
C D is sterker convergerend dan V.
D D is sterker divergerend dan V.

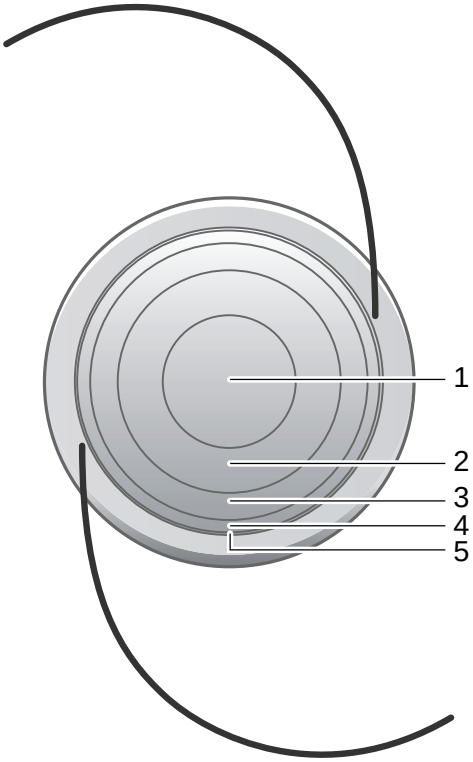
De ooglens bevindt zich in een lenszakje. Bij een cataractoperatie wordt een klein sneetje in het lenszakje gemaakt. De ooglens wordt met behulp van ultrasone golven afgebroken tot een emulsie, en weggezogen. De kunstlens wordt in opgerolde toestand in het lenszakje geschoven en ontrold. Aan de IOL zitten twee haakjes waarmee de IOL in het zakje wordt vastgehaakt.
Voorafgaand aan de operatie wordt een aantal medicamenten toegediend, onder andere een lokaal verdovingsmiddel en een middel dat de pupil verwijdt.
Het pupilverwijdend middel zorgt ervoor dat bepaalde spieren in de iris samentrekken. De werking van het pupilverwijdende middel is te vergelijken met het effect op die spieren door prikkeling van een bepaald deel van het zenuwstelsel.

2p **25**
– Welke spieren gaan door het pupilverwijdend middel samentrekken?
– Tot welk deel van het zenuwstelsel behoren de zenuwen die normaal gesproken pupilverwijding bewerkstelligen?

	spieren in de iris die samentrekken	deel van het zenuwstelsel
A	kringspieren	parasympatisch zenuwstelsel
B	kringspieren	orthosympatisch zenuwstelsel
C	kringspieren	animale zenuwstelsel
D	radiale spieren	parasympatisch zenuwstelsel
E	radiale spieren	orthosympatisch zenuwstelsel
F	radiale spieren	animale zenuwstelsel

Een multifocale IOL is opgebouwd uit een aantal concentrische ringen van verschillende sterktes. In de meeste exemplaren gaat het om twee duidelijk verschillende sterktes die elkaar afwisselen (zie afbeelding 1).

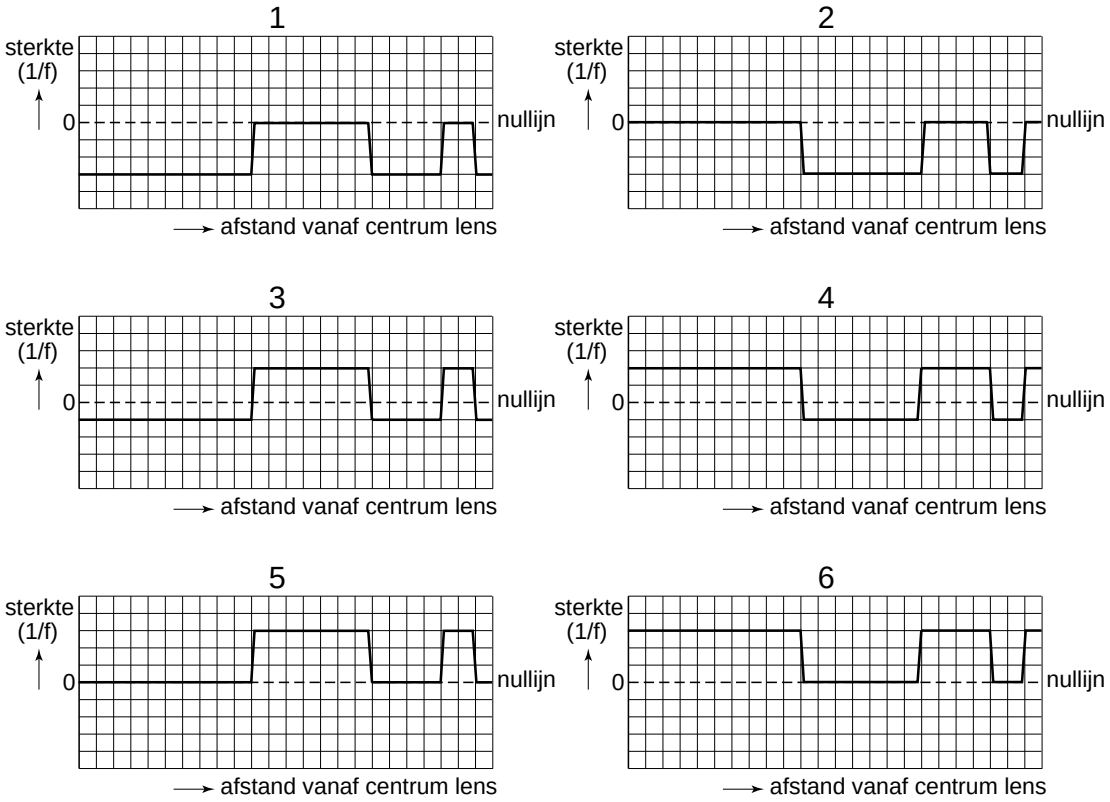
afbeelding 1



Legenda:
1 op afstand scherp zien overdag
2 dichtbij scherp zien bij lagere lichtintensiteiten
3 op afstand scherp zien bij lagere lichtintensiteiten
4 dichtbij scherp zien bij alle lichtomstandigheden
5 op afstand scherp zien in de avond

De multifocale IOL in afbeelding 1 bestaat uit vijf ringvormige optische zones. Twee sterktes wisselen elkaar steeds af, die voor dichtbij zien en die voor veraf zien.

Hiernaast zijn zes diagrammen (1 t/m 6) weergegeven. In één van die diagrammen is op schematische wijze correct weergegeven hoe de sterkte (1/f) van de verschillende optische zones verandert vanaf het centrum van de lens naar de buitenzijde. De nullijn in het diagram geeft de sterkte aan van een niet-geaccommodeerde ooglens.



2p **26** Welk diagram geeft een goede weergave van het verloop van de sterkte in de multifocale IOL van afbeelding 1?

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

Kijkt iemand naar een voorwerp op afstand, dan valt het beeld van dat voorwerp dat door de centrale schijf van de multifocale IOL gevormd wordt, op het netvlies; er ontstaat een scherp beeld. Het andere beeld van dat voorwerp dat door de eerste ring rondom de centrale schijf gevormd wordt, valt dan vóór het netvlies; er ontstaat een onscherp beeld op het netvlies van het voorwerp.
Uit onderzoek blijkt dat de dragers van een multifocale IOL tevreden zijn over het scherp zien.
Ter verklaring hiervoor worden de volgende uitspraken gedaan:

1 het onscherpe beeld wordt in de hersenen genegeerd;
2 het onscherpe beeld valt geheel buiten de gele vlek;
3 het scherpe en onscherpe beeld vallen precies over elkaar.

2p **27** Welke van deze uitspraken is een juiste verklaring?

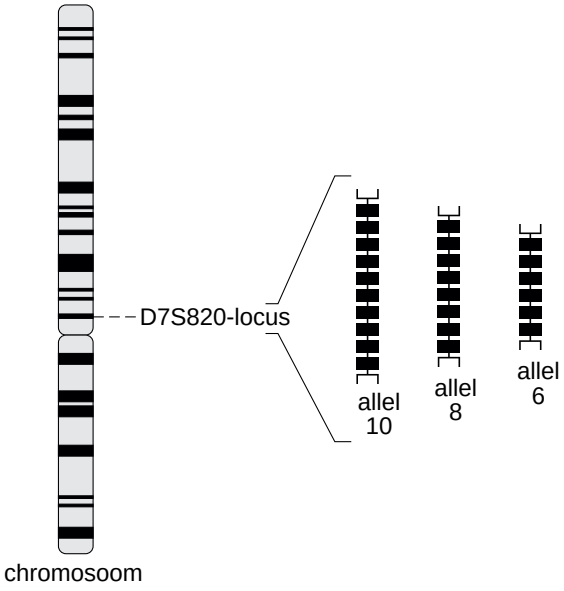
A uitspraak 1
B uitspraak 2
C uitspraak 3

Forensisch onderzoek

Bij forensisch onderzoek op de plaats van een misdrijf wordt onder andere gezocht naar DNA-sporen. Daarmee kan een DNA-profiel worden gemaakt dat leidt naar een eventuele dader.

Voor het opstellen van een DNA-profiel wordt gebruikgemaakt van niet-coderend DNA.
Een groot deel van dit niet-coderend DNA is repetitief; het bestaat uit herhalingen (repeats) van bepaalde basenvolgordes. Een gebied met herhalingen van een bepaalde basenvolgorde, bijvoorbeeld agta, is een locus. De allelen worden genummerd naar het aantal repeats. Allel 4 op het 'agta' locus omvat dus de basenvolgorde agtaagtaagtaagta.
In afbeelding 1 zijn drie mogelijke allelen van de locus D7S820 schematisch aangegeven.

afbeelding 1



De variatie in het aantal repeats (en dus het aantal allelen) per locus is talrijk, en daarmee de variatie onder de bevolking. De kans is klein dat twee niet-verwante personen dezelfde allelen hebben voor een specifieke locus.
Er zijn afspraken gemaakt over welke loci geschikt zijn voor het maken van een DNA-profiel. Bij standaardprocedures voor het maken van DNA-profielen worden minimaal tien onafhankelijk overervende loci onderzocht. Daardoor is een DNA-profiel karakteristiek voor één persoon, en bruikbaar voor identificatie.

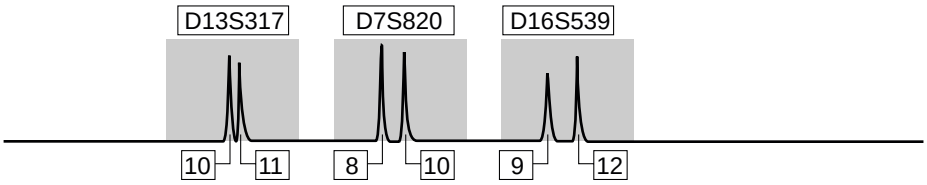
Op de plaats van het misdrijf kan een dader allerlei soorten van sporenmateriaal achterlaten, zoals bloedspetters, afgebroken haren, ontlasting, speeksel, sperma en vingerafdrukken.
Niet alle sporen zijn even goed bruikbaar voor het maken van een eenduidig DNA-profiel.

2p **28** Leg uit waardoor speeksel aan een drinkglas een volledig DNA-profiel van de dader kan opleveren.

2p **29** Leg uit waardoor ontlasting niet geschikt is om het DNA-profiel van de dader te achterhalen.

Soms is het DNA van het sporenmateriaal van slechte kwaliteit en daardoor onvolledig. In afbeelding 2 is het profiel van een weefselspoor op de plaats van het delict weergegeven. De pieken, die met een elektroforesetechniek verkregen zijn, corresponderen met de allelen van drie loci: D13S317, D7S820 en D16S539.

afbeelding 2



2p **30** Kan een spermaspoor een dergelijk resultaat opleveren? Zo nee, waarom niet?

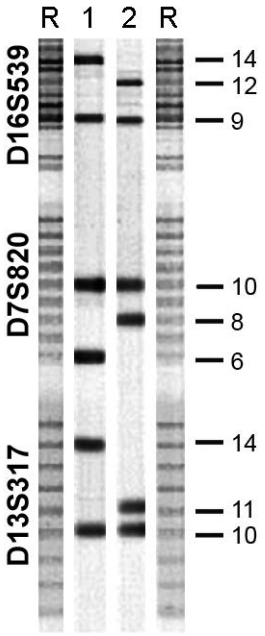
A Ja.

B Nee, want spermacellen bevatten slechts ongeveer de helft van de totale hoeveelheid DNA.

C Nee, want in een spermaspoor is per locus maar één allel zichtbaar.

De recherche vergelijkt het onvolledige profiel van het weefselspoor (zie afbeelding 2) met het DNA-profiel van twee mannelijke verdachten.
In afbeelding 3 is een gedeelte van het DNA-profiel van deze twee verdachten (1 en 2) weergegeven. Alleen de bandjes van de allelen van de drie loci uit het onvolledige weefselspoor zijn in deze analyse te zien.
De kolommen die met R zijn aangeduid vormen de referentie: ze bevatten de banden van alle allelen (repeats) die bij de desbetreffende loci kunnen voorkomen.
De getallen rechts naast het profiel geven de nummers van de allelen aan.

afbeelding 3



Hoewel het profiel van het weefselspoor (zie afbeelding 2) niet volledig is, is het ontlastend voor één van de twee verdachten (zie afbeelding 3).

2p **31** Voor welke verdachte is het onvolledige profiel ontlastend? Op grond van welke van de drie onderzochte loci?

	ontlastend voor:	op grond van de locus of de loci:
A	verdachte 1	alleen D13S317
B	verdachte 1	D13S317, D7S820 en D16S539
C	verdachte 2	alleen D16S539
D	verdachte 2	D16S539, D7S820 en D13S317

De twee verdachten beweren dat ze vader en zoon zijn. Wat betreft de leeftijd en het uiterlijk kan dat wel kloppen, maar in het bevolkingsregister is geen aanwijzing te vinden voor die bewering.

1p **32** Is het op basis van de afgebeelde DNA-profielen mogelijk dat de twee verdachten vader en zoon zijn? Leg je antwoord uit.

Bij forensisch onderzoek is het belangrijk dat de kans dat er nog iemand met hetzelfde DNA-profiel rondloopt, erg klein is. Als bekend is wat de allelfrequentie in een bepaalde populatie is voor elk van de onderzochte loci, kan berekend worden hoe groot de kans is dat een willekeurige, niet-verwante voorbijganger hetzelfde DNA-profiel heeft.
In tabel 1 zijn van de drie loci uit het weefselspoor van afbeelding 1 de allelfrequenties bij een representatieve steekproef uit een bepaalde Amerikaanse populatie weergegeven. Voor het maken van deze analyse zijn speekselmonsters gebruikt.

tabel 1

locus D16S539			**locus D7S820**			**locus D13S317**		
allel*	allel frequentie	N	allel*	allel frequentie	N	allel*	allel frequentie	N
5	0.000	0	6	0.000	0	7	0.000	0
6	0.000	0	7	0.019	8	8	0.087	36
7	0.000	0	8	0.099	41	9	0.184	76
8	0.012	5	9	0.075	31	10	0.077	32
9	0.101	42	10	0.283	117	11	0.229	95
10	0.181	75	11	0.266	110	12	0.244	101
11	0.300	124	12	0.220	91	13	0.121	50
12	0.268	111	13	0.031	13	14	0.053	22
13	0.118	49	14	0.007	3	15	0.005	2
14	0.019	8						
totaal	1.000	414		1.000	414		1.000	414

* het getal geeft het aantal repeats aan

2p **33** Uit hoeveel personen bestond de steekproef?

A 124
B 207
C 414
D 1000
E 1242

Een verdachte heeft het volgende DNA-profiel: **D16S539** 9/12, **D7S820** 8/10, **D13S317** 10/11. Voor de rechtspraak is het van belang te weten hoe groot de kans is dat een willekeurige, niet-verwante voorbijganger voor de onderzochte loci hetzelfde DNA-profiel heeft als deze verdachte. Neem aan dat beide, de verdachte en de willekeurige voorbijganger, afkomstig zijn uit de Amerikaanse populatie waarvan de gegevens in tabel 1 staan.

2p **34** Hoe groot is de kans dat deze willekeurige, niet-verwante voorbijganger voor de drie loci hetzelfde DNA-profiel heeft als de verdachte?

A $3{,}6 \cdot 10^{-2}$
B $1{,}1 \cdot 10^{-4}$
C $1{,}3 \cdot 10^{-5}$

In werkelijkheid is de kans dat het DNA-profiel van een verdachte en een willekeurige voorbijganger overeenkomt, nog veel kleiner dan je op grond van deze gegevens kunt berekenen.

2p **35** Noem hiervoor twee mogelijke oorzaken.

Onmisbaar eiwit voor de afweer

Onderzoek bij twee jongetjes met het SCID-syndroom (een aangeboren ernstige afwijking van het afweersysteem) en hun familieleden, heeft geleid naar een eiwit dat onmisbaar is bij de activatie van T-cellen. Deze cellen worden actief zodra calciumionen via specifieke calciumkanaaltjes de T-cellen binnenstromen. Bij de twee patiëntjes bleken die kanaaltjes verstopt te zijn als gevolg van een mutantgen. Daardoor laten hun T-cellen verstek gaan op het moment dat ze voor de afweer nodig zijn.

De algemene afweer met behulp van fagocyten, is bij de twee jongetjes met het SCID-syndroom nog wel werkzaam. Eén van de functies van fagocyten is het door middel van fagocytose opruimen van onder andere bacteriën, virussen en celrestanten.

2p **36** Wat is een andere belangrijke functie van fagocyten bij de afweer?

A antigeenpresentatie
B opsonisatie van bacteriën
C productie van antistoffen
D productie van MHC-eiwitten

Een opvallend kenmerk van de patiëntjes is dat er vrijwel geen actieve B-lymfocyten in het lichaam worden aangetroffen.

1p **37** Waardoor ontbreken de actieve B-lymfocyten?

Pas drie tot zes maanden na de geboorte begonnen zich bij de jongetjes de eerste verschijnselen van het SCID-syndroom voor te doen. Vóór die tijd waren ze beschermd tegen infecties, onder andere door antistoffen uit de moedermelk. Vier typen antistoffen zijn: IgA, IgD, IgE, en IgG.

2p **38** Welke van deze typen antistoffen bezaten de jongetjes al vóór de geboorte?

A IgA
B IgG
C IgD en IgE

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.