

Examen VWO

2025

tijdvak 2
dinsdag 24 juni
13.30 - 16.30 uur

biologie

Gebruik zo nodig het informatieboek Binas of ScienceData.

Dit examen bestaat uit 42 vragen.

Voor dit examen zijn maximaal 66 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 vereist is, 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.

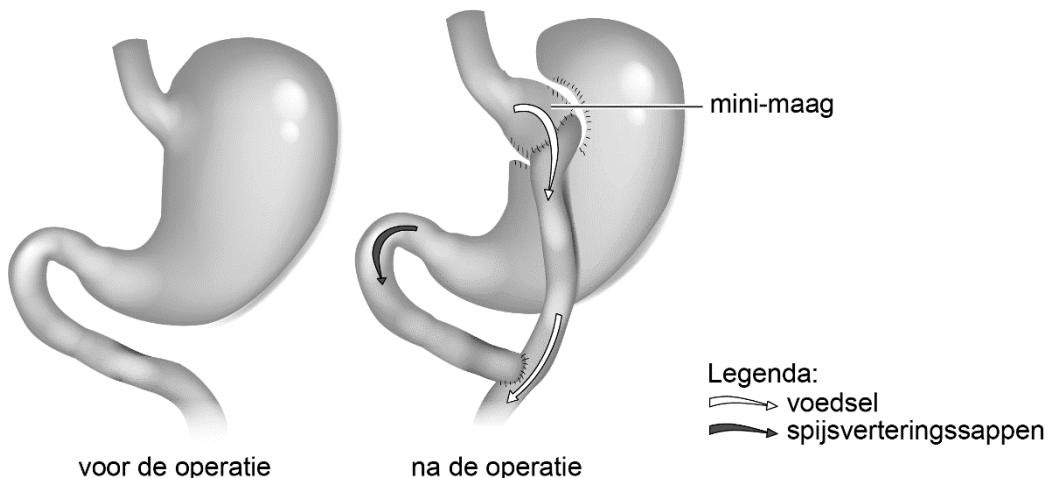
Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.

Een brouwerij in de darmen

Kevin raakte betrokken bij een auto-ongeluk. Hoewel hij geen alcohol had gedronken, was zijn alcoholpromillage gelijk aan dat na het drinken van elf glazen bier. Na onderzoek bleek hij het darmfermentatie-syndroom (DFS) te hebben.

Kevin heeft een aantal jaren voor het auto-ongeluk een maagverkleiningsoperatie gehad. Bij deze operatie wordt het bovenste gedeelte van de maag verbonden aan een deel van de dunne darm dat na de twaalfvingerige darm komt. Zo ontstaat een mini-maag (afbeelding 1). Het resterende gedeelte van de maag en de twaalfvingerige darm blijven in het lichaam achter, en worden verbonden met de dunne darm. Door de maagverkleining is het deel van de dunne darm waar voedingstoffen en alvleesklier-enzymen gelijktijdig aanwezig zijn, anderhalve meter korter.

afbeelding 1



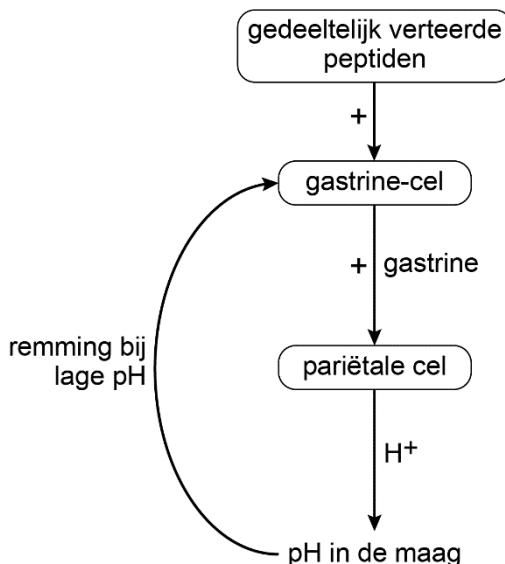
Mensen die een maagverkleining hebben ondergaan, verliezen daarna snel gewicht. Hiervoor zijn verschillende oorzaken, die zijn af te leiden uit de gegevens in het informatiekader.

- 2p 1 Geef twee van deze oorzaken.
- 1p 2 Verklaar dat na de operatie het emulgeren van vetten nog steeds kan plaatsvinden.

Door Kevins maagverkleiningsoperatie wordt de gastrine-concentratie in zijn bloed beïnvloed, waardoor ook de productie van maagzuur door de pariëtale cellen verandert.

Gastrine wordt geproduceerd door gastrine-cellen die zich bevinden in de wand van het onderste gedeelte van de maag en in de wand van de twaalfvingerige darm. In afbeelding 2 is vereenvoudigd weergegeven hoe gastrine de pH van de maag beïnvloedt.

afbeelding 2



In de mini-maag van Kevin is de pH hoger dan bij mensen zonder maagverkleiningsoperatie.

- 2p 3 Leg dit uit aan de hand van afbeelding 2.

Vaak verandert na een maagverkleining de soortensamenstelling van het microbioom (alle micro-organismen) in de darm. Bij Kevin leidde dit tot het ontstaan van DFS. DFS is een zeer zeldzame aandoening waarbij bepaalde schimmels en bacteriën in de darm glucose omzetten in alcohol. In het ziekenhuis werd bij Kevin in de ontlasting de bacterie *Klebsiella pneumoniae* aangetoond, die onder bepaalde omstandigheden alcohol produceert. Hiermee kon de diagnose DFS worden gesteld. Na deze diagnose kreeg Kevin een streng koolhydraat-arm dieet en een breed-spectrum-antibioticumkuur. Een breed-spectrum-antibioticum bestrijdt veel verschillende bacteriesoorten.

Door een behandeling met een breed-spectrum-antibioticum is er een kans dat andere schadelijke bacteriën de darm koloniseren.

- 1p 4 Verklaar dit.
- 1p 5 Verklaar dat Kevin na de diagnose DFS een koolhydraat-arm dieet kreeg voorgeschreven.

Jakobskruiskruid uit de berm

Jakobskruiskruid is een plant die geliefd is bij bijen en vlinders. De soort wordt daarom veel gebruikt bij ecologisch bermbeheer om bermen mee in te zaaien. Veehouders zijn daar meestal niet blij mee: de plant is namelijk giftig voor runderen en paarden.

afbeelding 1

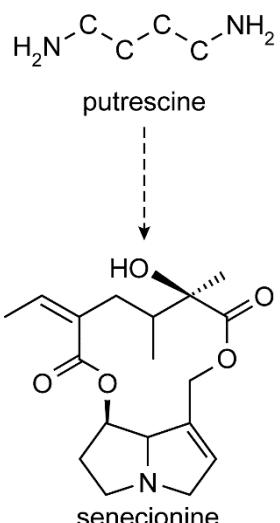


Jakobskruiskruid (*Jacobaea vulgaris*, afbeelding 1) is een inheemse plant die vroeger alleen voorkwam in de duinen. De plant groeit daar op zuidhellingen waar konijnen en zandverstuiving ervoor zorgen dat er weinig begroeiing is. De plant is tweearig. Hij vormt in het eerste jaar een bladrozet en een groot wortelstelsel. In het tweede jaar komt de plant tot bloei en produceert dan enorm veel pluizige zaden. Hierna sterft de plant af.

- 1p 6 Is jakobskruiskruid een climaxsoort of een pioniersoort? Licht je antwoord toe.

Grazers mijden jakobskruiskruid, omdat de plant bittere afweerstoffen tegen vraat produceert. Dit zijn de zogenoemde pyrrolizidine alkaloïden (PA's). Een van deze PA's is senecionine. Deze stof wordt gevormd uit de voorloperstof putrescine (afbeelding 2, $C_4H_{12}N_2$). Senecionine wordt met de organische sapstroom vervoerd naar alle delen van de plant. Daar kan het vervolgens worden omgezet in andere PA's, die ook via die route worden getransporteerd.

afbeelding 2



Om putrescine te produceren moet een plant ten minste drie verschillende anorganische verbindingen opnemen.

- 1p 7 Noteer de namen van drie anorganische verbindingen die de plant ten minste moet hebben opgenomen als bouwstoffen voor putrescine.

Hieronder staan uitspraken over PA's.

1 Vorming van senecionine uit putrescine is een vorm van stikstofassimilatie.

2 PA's worden via de bastvaten vervoerd.

3 Transport van PA's vindt vooral plaats door worteldruk.

- 2p 8 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

Jakobskruiskruid in gedroogde vorm is gevaarlijk voor vee. De plant verliest door drogen zijn bitterheid maar niet zijn giftigheid. Runderen en paarden kunnen de plant, als die gemengd is in hooi, niet onderscheiden. Ze eten de plant met de rest van het hooi.

De PA's uit de plant worden dan opgenomen in het bloed en kunnen worden uitgescheiden door de nieren. De giftigheid ontstaat als levercellen de PA's omzetten in pyrrolen. Deze stoffen tasten de levercellen aan.

Dieren met vergiftiging door pyrrolen krijgen last van portale hypertensie: een hoge bloeddruk in het poortadersysteem met als gevolg dat vocht vanuit de bloedvaten van de darmen in de buikholte terechtkomt.

- 2p 9 – Noteer de naam van het proces waarbij bloedplasma de bloedvaten verlaat en weefselvloeistof wordt.
– Verklaar hoe de hoge bloeddruk in de poortader de afvoer van de weefselvloeistof uit de buikholte remt.

Het maaisel uit grasland waar jakobskruiskruid groeit, kan niet meer als voer worden gebruikt. Veehouders eisen daarom dat de overheid het jakobskruiskruid bestrijdt dat in de buurt van hun graslanden groeit.

Een gehalte van 2,5 mg PA per kilogram lichaamsgewicht is dodelijk voor koeien. De gemiddelde PA-concentratie in jakobskruiskruid is 0,2% van het drooggewicht van de plant. Veronderstel dat een koe hooi te eten krijgt dat 3% jakobskruiskruid bevat.

- 2p 10 Laat aan de hand van een berekening zien hoeveel kilogram van dit hooi dodelijk is voor een koe van 600 kilogram.

Om jakobskruiskruid op een duurzame manier te bestrijden, zou een vraatinsect kunnen worden ingezet dat zich gespecialiseerd heeft op jakobskruiskruid. Voorbeelden hiervan zijn de zebrarups (de geel-zwarte larve van de sint-jakobsvlinder *Tyria jacobaeae*, afbeelding 3), die algemeen in Nederland voorkomt, en de jakobskruid-aardvlo (*Longitarsus jacobaeae*, afbeelding 4), die voorkomt in duingebieden in het westen van Nederland.

afbeelding 3



afbeelding 4



Beide soorten zijn ongevoelig voor PA's. Ze slaan PA's op in hun lichaam, waardoor ze beschermd zijn tegen natuurlijke vijanden.

De sint-jakobsvlinder is zodanig aangepast dat hij als rups alleen nog leeft op jakobskruiskruid.

- 1p 11 Van welk biologisch begrip is dit een voorbeeld?
- A van co-evolutie
 - B van convergentie
 - C van het bottleneck effect

Door de inzet van deze specialistische vraatinsecten verandert de concurrentie tussen planten.

- 2p 12 Welke planten zijn dan in het voordeel? En wat zal dan vervolgens het effect zijn op het aantal niet-specialistische vraatinsecten?

voordeel voor planten met	het aantal niet-specialistische vraatinsecten
A een hoge PA-productie	neemt af
B een hoge PA-productie	neemt toe
C een lage PA-productie	neemt af
D een lage PA-productie	neemt toe

De larven van de jakobskruid-aardvlo zijn heel effectief in het bestrijden van jakobskruiskruid. De aardvlo verspreidt zich echter zeer traag.

Sommige veehouwers planten daarom jakobskruiskruid dat is geïnfecteerd met de jakobskruid-aardvlo op hun weilanden.

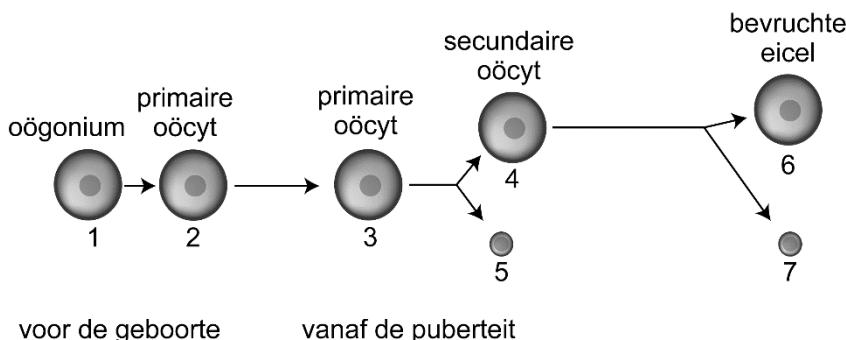
- 1p 13 Beargumenteer of de jakobskruid-aardvlo op die weilanden een exoot is.

Verouderende eicellen

De gemiddelde leeftijd waarop vrouwen in Nederland hun eerste kind krijgen, is in de afgelopen vijftig jaar gestegen van 24 naar 31 jaar. Met de leeftijd neemt de kans op chromosomale afwijkingen in eicellen toe. Wetenschappers hebben onderzocht of het mogelijk is om dit leeftijdseffect te vertragen.

Bij vrouwen boven de 40 jaar is de kans op het ontstaan van een trisomie (een chromosoom extra) bij de bevruchting 30%. Een trisomie bij het embryo leidt meestal tot een miskraam. Trisomie ontstaat in de meeste gevallen door een fout tijdens de meiose bij de moeder. In afbeelding 1 zijn de verschillende stadia tijdens de oögenese en na de bevruchting met cijfers aangegeven.

afbeelding 1



- 1p 14 Noteer de nummers van de stadia in afbeelding 1 die haploïd zijn.

Behalve trisomie kunnen er ook andere chromosomale afwijkingen ontstaan. Er zijn een aantal factoren bekend die kunnen bijdragen aan het ontstaan van chromosomale afwijkingen in eicellen. Zo wordt bij oudere vrouwen crossing-over minder goed uitgevoerd.

- 2p 15 Gedurende welke vorm van deling kan crossing-over leiden tot recombinatie van erfelijk materiaal? En hoe ontstaan chromosomale afwijkingen door crossing-over?

deling	afwijkingen ontstaan doordat
A meiose	homologe delen worden uitgewisseld
B meiose	niet-homologe delen worden uitgewisseld
C mitose	homologe delen worden uitgewisseld
D mitose	niet-homologe delen worden uitgewisseld

In rustende eicellen kunnen chromosomale afwijkingen worden veroorzaakt door reactieve zuurstofverbindingen. Deze verbindingen ontstaan als gevolg van de weefselschade die optreedt tijdens de ovulatie.

- 1p 16 Licht toe hoe bij ovulatie weefselschade ontstaat.

De wetenschappers stelden de volgende hypothese op: de ovulatiefrequentie bepaalt het aantal chromosomale afwijkingen in eicellen. Zij toetsten dit bij drie groepen vrouwjesmuizen:

- 1 muizen die voortdurend zwanger waren, doordat er mannetjes aanwezig waren
- 2 muizen waarbij de ovulaties onderdrukt werden met een hormoonimplantaat
- 3 muizen waarbij de puberteit geblokkeerd werd met behulp van een crispr-cas-behandeling

De muizen in groep 2 kregen een implantaat met een hormoon dat ovulaties onderdrukt.

- 1p 17 Welk hormoon is in het implantaat aanwezig?

- A FSH
- B LH
- C progesteron

De puberteit van de muizen in groep 3 werd geblokkeerd door het gen *Gpr54* knock-out te maken. Normaal zorgt dit gen ervoor dat de muizen geslachtsrijp worden.

Met behulp van de crispr-cas-techniek werd midden in exon 1 een stuk van 67 baseparen ‘weggeknipt’, waardoor het gevormde eiwit niet functioneel is. Het bewerkte allele noteren we als *Gpr54⁻*, het normale allele als *Gpr54⁺*.

In afbeelding 2 is het gen *Gpr54* met daarin de vijf exons weergegeven.

afbeelding 2



Hieronder staan uitspraken over het gevolg van de modificatie van *Gpr54*.

- 1 In exon 1 treedt een frameshift-mutatie op.
- 2 Na translatie is het gevormde eiwit minstens 67 aminozuren korter.
- 3 De tertiaire structuur van het gevormde eiwit is veranderd.

- 2p 18 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

Om een groep van 30 homozygote *Gpr54*-knock-out muizen (*Gpr54^{-/-}*) te verkrijgen werd de volgende werkwijze gevolgd:

- stap 1 Uit enkele (wildtype) vrouwtjesmuizen werden bevruchte eicellen weggenomen.
- stap 2 De bevruchte eicellen kregen de crispr-behandeling.
- stap 3 Heterozygote bevruchte eicellen (*Gpr54^{+/-}*) werden ingebracht bij draagmoedermuizen.
- stap 4 Toen de nakomelingen die hieruit ontstonden (F1) volwassen waren, werden ze onderling gekruist. Hieruit ontstond een F2.

- 2p 19 Hoeveel nakomelingen (F2) werden naar verwachting geboren totdat er in totaal 30 muizen waren die volledig *Gpr54*-knock-out waren?

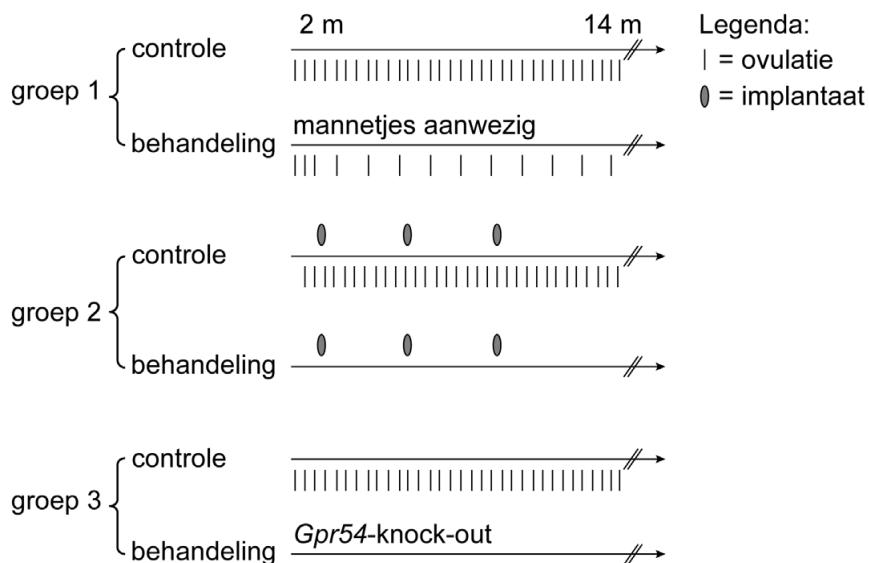
- A 30
- B 40
- C 60
- D 90
- E 120

Bij de crispr-behandeling (stap 2) ontstonden ook enkele bevruchte eicellen met het genotype *Gpr54^{-/-}*.

- 1p 20 Licht toe waarom deze niet gebruikt kunnen worden voor stap 3 en 4.

Afbeelding 3 toont de behandeling van de drie groepen vrouwtjesmuizen gedurende 14 maanden. Om het aantal chromosomale afwijkingen te bepalen, werden na twee maanden (2 m) en na veertien maanden (14 m) eicellen uit de eierstokken afgenoem bij alle vrouwtjesmuizen.

afbeelding 3



In elke groep was een controle aanwezig (afbeelding 3).

- 2p 21 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter wat het verschil was van de bijbehorende controle ten opzichte van de behandeling.

De onderzoeksresultaten wijzen erop dat een verminderd aantal ovulaties bij de muizenmoeder het aantal chromosomale afwijkingen in de eicellen vermindert. Als dit bij mensen ook geldt, zou dat voor vrouwen die op latere leeftijd kinderen willen, een reden kunnen zijn om hun ovulaties te onderdrukken.

Hieronder zijn drie vrouwen van 38 jaar beschreven.

- Azra, gebruikt sinds haar puberteit een anticonceptiepil.
- Bernadien, heeft zes kinderen gekregen en gebruikte nooit een anticonceptiepil.
- Claire, heeft een verstopping van de eileiders, is voor het eerst zwanger na een ivf-behandeling en gebruikte nooit een anticonceptiepil.

2p **22** Welke vrouw zal de meeste ovulaties gehad hebben? En welke vrouw de minste?

	meeste ovulaties	minste ovulaties
A	Azra	Bernadien
B	Azra	Claire
C	Bernadien	Azra
D	Bernadien	Claire
E	Claire	Azra
F	Claire	Bernadien

Zwanger met de ziekte van Graves

Ellen heeft al vanaf haar dertiende de ziekte van Graves. Zij wordt daarvoor behandeld door haar huisarts. Ellen is nu 29 en is net in verwachting van haar eerste kind. Ze overlegt met haar huisarts wat de gevolgen zijn voor haar zwangerschap en de behandeling van haar ziekte.

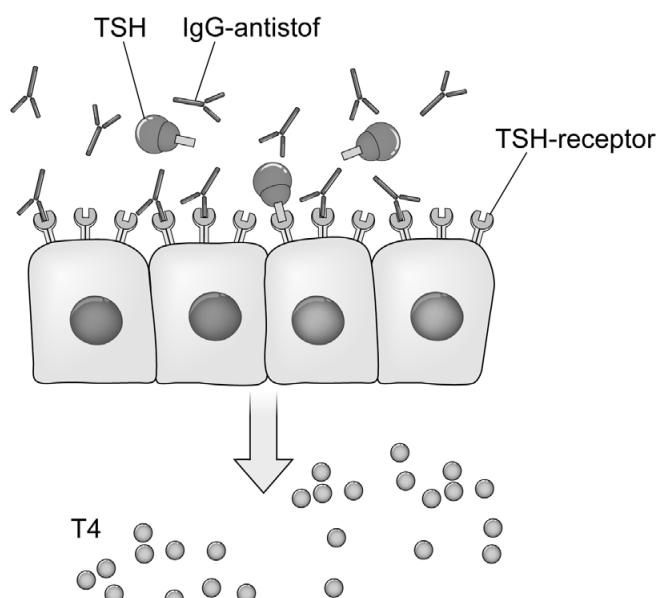
De ziekte van Graves is een auto-immuunziekte die ontstaat doordat een infectie door het afweersysteem is bestreden met een bepaalde IgG-antistof. Deze IgG-antistof activeert bij sommige mensen ook de TSH-receptor op de schildklier waardoor er extra veel schildklierhormoon (T4) wordt afgegeven (afbeelding 1).

De symptomen die optreden zijn: een vergrote schildklier, gewichtsverlies, een verhoogde hartslagfrequentie, een verhoogde ademhalingsfrequentie en het snel warm hebben.

Om de verhoogde vorming van T4 te verhinderen slikt Ellen pillen met methimazol. Deze stof blokkeert de vorming van T4.

Om ervoor te zorgen dat er geen tekort aan T4 ontstaat, slikt Ellen ook T4-pillen.

afbeelding 1



Bij iemand met een verhoogde T4-afgifte is de ademhalingsfrequentie verhoogd, doordat het ademcentrum sterker wordt gestimuleerd.

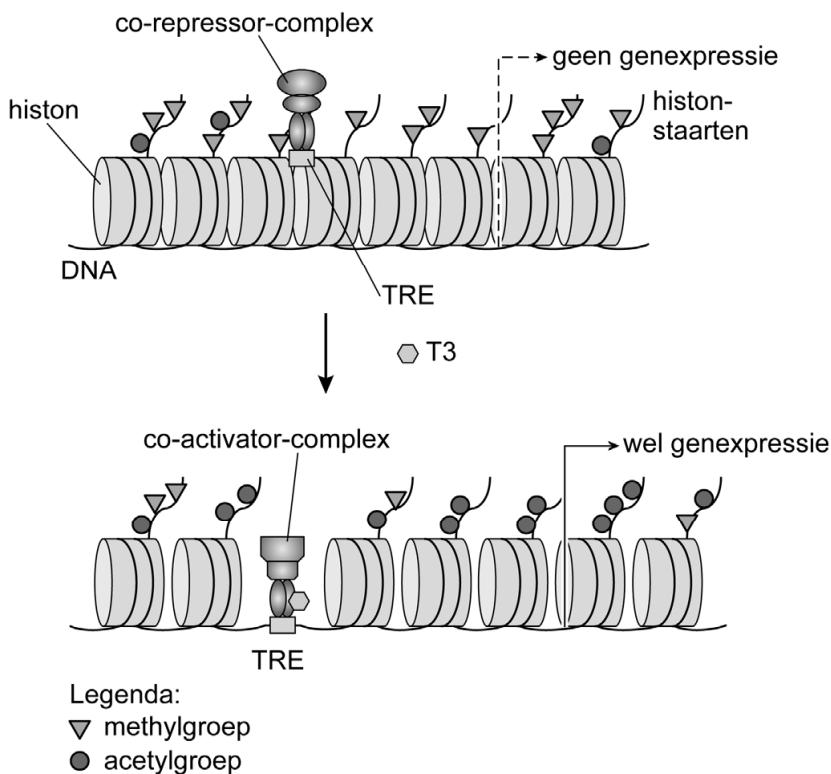
- 2p 23 Leg uit hoe een verhoogde T4-afgifte leidt tot een sterkere stimulering van het ademcentrum.

TSH en TRH zijn hormonen die de T4-concentratie in een gezonde persoon op peil houden.

- 1p 24 Zal de TSH-concentratie in het bloed van Ellen voorafgaand aan de behandeling met methimazol **hoger** of **lager** zijn geweest dan die bij een gezonde persoon? Licht je antwoord toe.

In de lichaamscellen wordt T4 door een enzym omgezet in T3. Genen die gevoelig zijn voor regulatie door T3 bevatten een korte sequentie: het T3-responsief element (TRE). T3 bindt aan een receptor-co-repressor-complex dat is gebonden aan het TRE, waardoor de vorm van dit complex verandert en de repressor loslaat. Daarna wordt, door binding van een activator, het co-activator-complex gevormd, waarna de genexpressie begint (afbeelding 2). De binding van T3 aan het TRE verandert ook de methylering en acetylering van de door T3 gereguleerde genen.

afbeelding 2



- 2p 25 Welk effect heeft methylering van histonstaarten op de genen die gevoelig zijn voor regulatie door T3?

- A remming replicatie
- B remming transcriptie
- C stimulering replicatie
- D stimulering transcriptie

Hieronder staan uitspraken over T3 en de invloed van T3 op genexpressie.

- 1 T3 is een eiwit.
- 2 Het TRE is onderdeel van het coderend DNA van het T3-gevoelig gen.
- 3 In aanwezigheid van T3 is er meer ruimte rondom het histon, waardoor polymerase kan binden.

- 2p 26 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

De huisarts vertelt Ellen dat ze tijdens haar zwangerschap vaker haar T4-concentratie zal controleren. Door de veranderingen in haar lichaam als gevolg van de zwangerschap zal Ellen steeds minder medicijnen hoeven slikken. De hoeveelheid ‘verstorende’ IgG in het bloed van Ellen zal afnemen doordat de vouwing van de nieuw gevormde IgG-eiwitten verandert als gevolg van de zwangerschap. Zodra Ellen bevallen is, zullen de symptomen van de ziekte van Graves terugkomen en zal Ellen wel weer de hogere dosis medicijnen moeten gebruiken.

- 2p 27 In welk organel ontstaat de secundaire en tertiaire structuur van IgG-eiwitten? En welk organel regelt het transport van IgG-eiwitten naar buiten de cel?

vouwing	transport naar buiten
A endoplasmatisch reticulum	endoplasmatisch reticulum
B endoplasmatisch reticulum	golgi-systeem
C golgi-systeem	endoplasmatisch reticulum
D golgi-systeem	golgi-systeem

Door de veranderde structuur van het IgG verminderen de symptomen van de ziekte van Graves.

- 2p 28 – Beschrijf op molecuulniveau wat het directe effect is van de veranderde structuur van het IgG.
– Beschrijf wat het gevolg is van de veranderde structuur van het IgG voor de werking van de schildklier.

Na twintig weken krijgt Ellen een echo-onderzoek. De echografist kijkt hierbij ook of de schildklier van de foetus is vergroot. Een vergrote schildklier is een indicatie dat de T4-concentratie bij de foetus te hoog is.

- 1p 29 Verklaar waardoor een vergrote schildklier bij de foetus zou zijn ontstaan.

Bij de 20 wekenecho worden geen afwijkingen gevonden bij de foetus. Na acht maanden zwangerschap is Ellen toch bezorgd. Ze heeft het namelijk sneller warm, en zelfs bij lichte inspanning wordt haar ademhalingsfrequentie veel hoger. De T4-concentratie in het bloed van Ellen blijkt normaal te zijn. De huisarts legt uit dat de symptomen worden veroorzaakt door de aanwezigheid van de baby.

Hieronder staan uitspraken die een mogelijke verklaring geven voor de symptomen van Ellen.

- 1 Haar ademhalingsfrequentie neemt toe doordat haar vitale capaciteit lager wordt.
- 2 Ze heeft het sneller warm doordat de hoeveelheid bloed toeneemt.
- 3 Ze heeft het sneller warm doordat de oppervlakte-inhoudsverhouding kleiner wordt.

- 2p 30 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

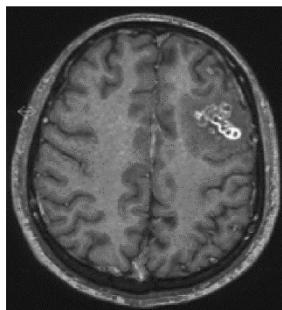
Epilepsie door lintwormlarven

Een zestienjarige jongen kreeg tijdens zijn verblijf in Nederland regelmatig epileptische aanvallen. Uit onderzoek bleek dat deze aanvallen het gevolg waren van een varkenslintworm.

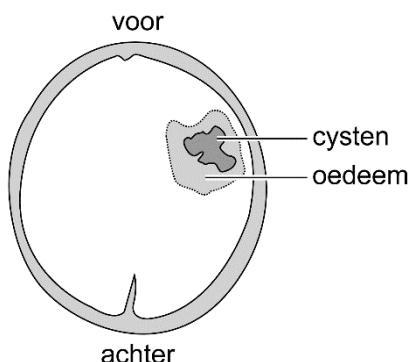
Epilepsie is een aandoening van het centrale zenuwstelsel waarbij af en toe een sterk afwijkende hersenactiviteit ontstaat: een epileptische aanval. Tijdens een epileptische aanval kunnen ongecontroleerde spiersamentrekkingen optreden, en kan de patiënt het bewustzijn verliezen.

Op de MRI-scan van het hoofd van de jongen (afbeelding 1) zijn holtes (cysten) te zien. Eromheen is oedeem te zien (afbeelding 2).

afbeelding 1



afbeelding 2



Hieronder staan uitspraken over de MRI-scan (afbeelding 1, afbeelding 2).

- 1 Het oedeem bevindt zich in het hersengebied dat is betrokken bij het gezichtsvermogen.
- 2 Al het hersenweefsel dat te zien is op de scan, behoort tot de grijze stof.
- 3 Het hersengebied dat de slikreflex aanstuurt, is zichtbaar op de scan.

- 2p 31 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

Bij spiersamentrekkingen geven de eindplaatjes van motorische neuronen acetylcholine af.

Hieronder staan uitspraken over de productie, afgifte en werking van acetylcholine.

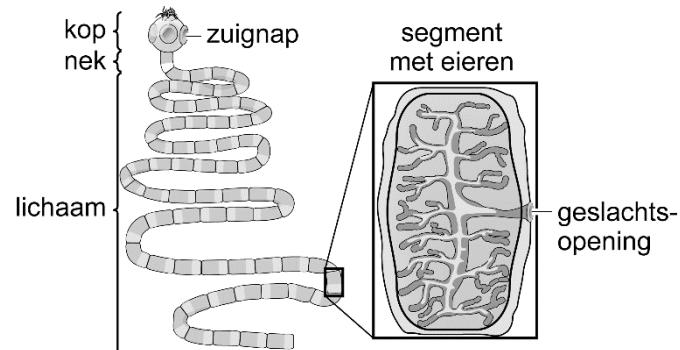
- 1 Het enzym dat acetaat en choline omzet in acetylcholine, wordt vanuit het cellichaam naar het motorisch eindplaatje vervoerd.
- 2 Acetylcholine wordt aangegeven als gevolg van de instroom van calciumionen.
- 3 Binding van acetylcholine aan de receptoren op de postsynaptische membraan leidt tot hyperpolarisatie van die membraan.

- 2p 32 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is. Gebruik je informatieboek.

De jongen werd uitgebreid onderzocht door een medisch parasitoloog. Hij stelde de diagnose: neurocysticercose. Deze aandoening wordt veroorzaakt door de varkenslintworm (*Taenia solium*, afbeelding 3), een parasitaire worm waarvan de mens de enige eindgastheer is. Zowel de mens als het varken is tussengastheer.

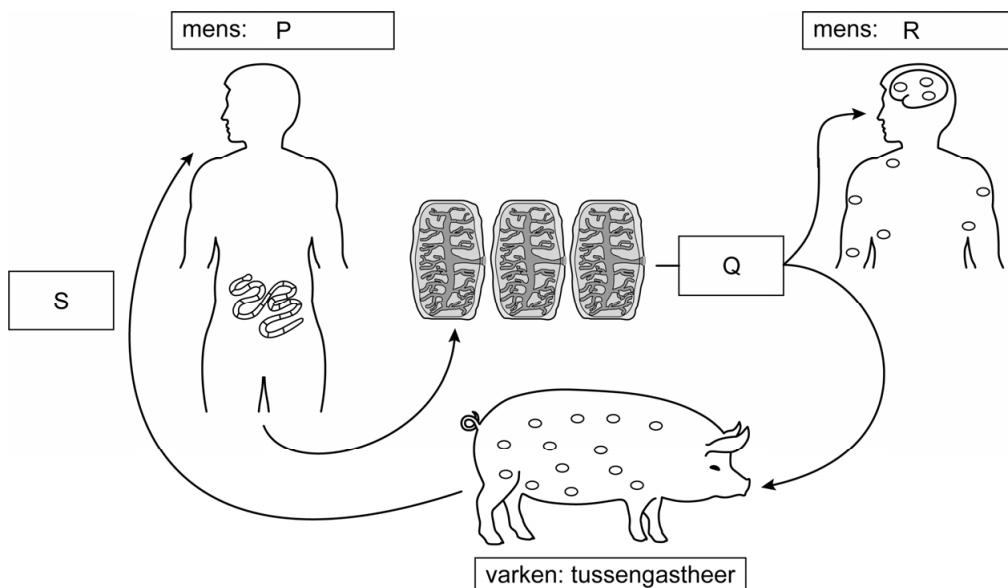
De larven bevinden zich in cysten in weefsels van de gastheer. Een volwassen varkenslintworm leeft in de dunne darm. Hij kan tot acht meter lang worden en heeft een plat lichaam. Zijn kop heeft zuignappen waarmee hij zich vasthecht aan de wand van de dunne darm. De worm heeft geen mond of spijsverteringskanaal.

afbeelding 3



- 1p 33 Licht toe hoe de vorm van de worm een efficiënte opname van voedingstoffen mogelijk maakt.

Mensen kunnen op twee manieren geïnfecteerd raken met de lintworm. Hieronder staat een schema van de levenscyclus van *Taenia solium*. Op de plaatsen P, Q, R en S ontbreken woorden.



- 2p 34 Schrijf de letters P, Q, R en S onder elkaar. Noteer het bijbehorende ontbrekende woord of de ontbrekende woorden erachter.

Kies uit:

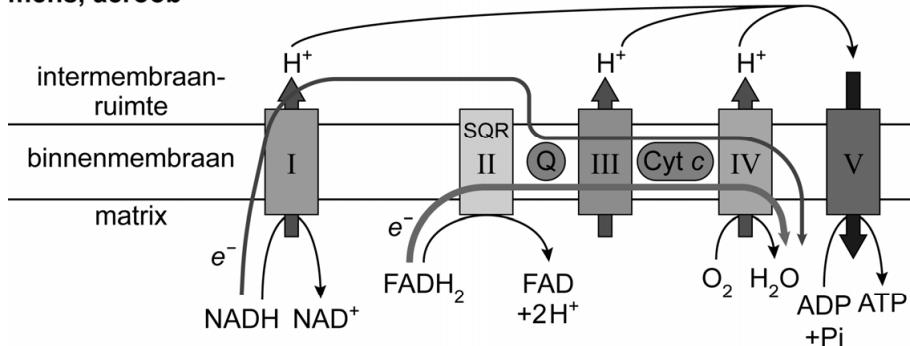
- eindgastheer
- inname eieren
- inname larve
- tussengastheer

De parasitoloog schreef het medicijn albendazol voor. Albendazol doodt lintwormlarven doordat het een remmende werking heeft op fumaraatreductase (FRD). Normaal zet FRD in de mitochondriën van varkenslintwormlarven fumaarzuur om in barnsteenzuur. Deze omzetting is cruciaal voor de energievoorziening.

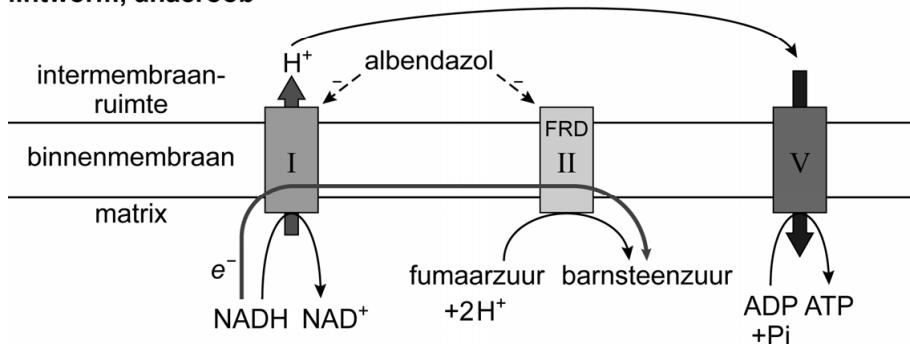
Afbeelding 4 toont de oxidatieve fosforylering bij de mens, en de elektronentransportketen bij de lintworm, die in anaerobe omstandigheden leeft. Hierin is ook het effect van albendazol aangegeven.

afbeelding 4

mens, aeroob



lintworm, anaeroob



Bij de mens heeft eiwitcomplex II (SQR) ook een functie in de citroenzuurcyclus, waar het barnsteenzuur omzet.

- 1p 35 Noteer de namen van de twee stoffen die bij deze omzetting ontstaan.

De tekst hieronder beschrijft het effect van albendazol op de elektronentransportketen in een varkenslintworm. Op vier plaatsen ontbreekt een woord.

Albendazol remt FRD, waardoor de omzetting van fumaarzuur verhinderd wordt. Fumaarzuur dient als ... (1) ... , en heeft dezelfde functie als ... (2) ... bij de oxidatieve fosforylering in de mens. Door remming van FRD wordt voorkomen dat NADH elektronen kan afstaan en ontstaat er geen gradiënt van ... (3) Hierdoor wordt uiteindelijk de productie van ... (4) ... geremd.

- 2p **36** Schrijf de nummers 1 tot en met 4 onder elkaar. Noteer het woord dat op de bijbehorende plaats moet staan erachter.

Kies uit:

- bij 1: elektronenacceptor / elektronendonor
- bij 2: CO_2 / H^+ / H_2O / O_2
- bij 3: CO_2 / H^+ / H_2O / O_2
- bij 4: ADP / ATP

Na de behandeling met albendazol waren de lintwormen gedood. Hierdoor nam bij de jongen de frequentie van epileptische aanvallen af, maar ze verdwenen niet volledig.

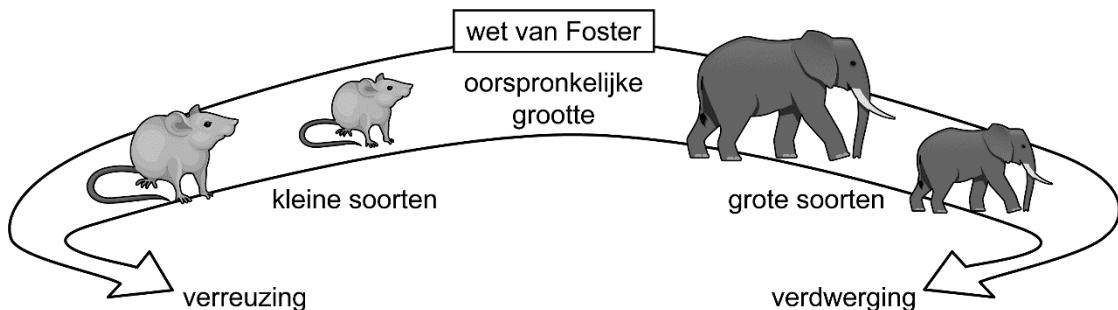
- 1p **37** Verklaar waarom de epileptische aanvallen nog steeds aanwezig zijn.

Dwergolifanten op Sicilië

Op eilanden hebben veel zoogdiersoorten een afwijkende grootte vergeleken met verwante soorten op het vasteland. Grote soorten zijn er kleiner, kleine soorten zijn er groter. Een team van wetenschappers heeft aan de hand van fossielen een schatting gemaakt van de snelheid van ‘verdverging’ bij olifanten die leefden op Sicilië.

De ‘verreuzing’ en ‘verdverging’ van zoogdiersoorten die eilanden koloniseren, wordt de wet van Foster genoemd (afbeelding 1). Bij de ontwikkeling richting de afwijkende afmetingen zijn verschillende factoren betrokken. Wetenschappers veronderstellen dat na vestiging eerst een sterke populatiegroei plaatsvindt, en daarna de ontwikkeling naar een optimale grootte van de individuen.

afbeelding 1



De genetische samenstelling van een nieuw-gevestigde eilandpopulatie is anders dan die van de oorspronkelijke populatie van het vasteland. Hieronder staan uitspraken over dit verschil.

- 1 Er is sprake van het foundereffect.
 - 2 Door de isolatie van de populatie op het eiland treedt gene flow op.
 - 3 De genenpool van de eilandpopulatie is kleiner dan die van het vasteland.
- 2p 38 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

De verreuzing of verdverging van zoogdieren op eilanden wordt veroorzaakt door natuurlijke selectie. Uiteindelijk kan de populatie op het eiland een aparte soort worden.

- 1p 39 Is er dan sprake van allopatrische soortvorming of van sympatrische soortvorming? Licht je antwoord toe.

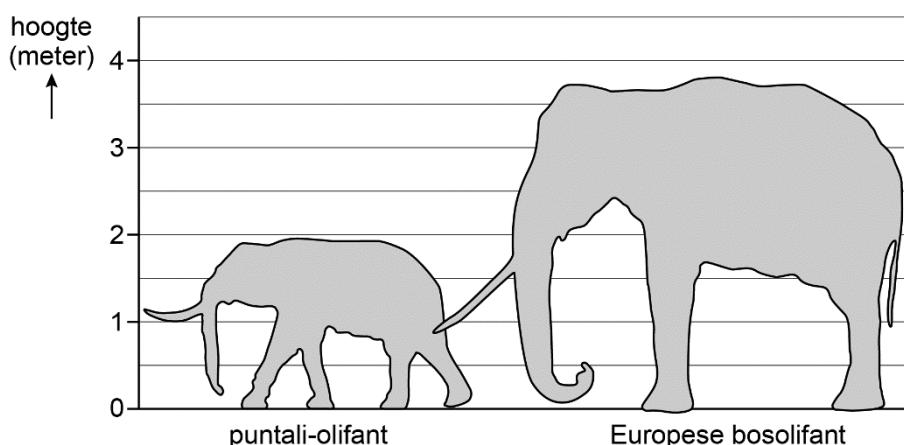
De verdwering van grote zoogdieren op een gekoloniseerd eiland is mede te verklaren met de eilandtheorie van McArthur en Wilson. Een kleiner aantal soorten op een eiland maakt de kans groter dat predatoren afwezig zijn. Grote zoogdiersoorten kunnen dan verdwijnen.

- 2p 40 Op welk type eiland zal het aantal soorten het kleinst zijn volgens de eilandtheorie van McArthur en Wilson?

afmeting	nabijheid vasteland
A groot	dichtbij
B groot	veraf
C klein	dichtbij
D klein	veraf

De wetenschappers onderzochten fossiele resten van de puntali-olifant (*Palaeoloxodon mnaidriensis*), een uitgestorven olifantensoort die leefde op het Italiaanse eiland Sicilië. Deze dwergolifant is een afstammeling van de veel grotere uitgestorven Europese bosolifant (*Palaeoloxodon antiquus*) die 781.000 tot 30.000 jaar geleden leefde. Zie afbeelding 2.

afbeelding 2



De wetenschappers konden mitochondriaal DNA (mtDNA) isoleren uit een fossiel bot uit het binnenoor van een puntali-olifant. Dit mtDNA werd gebruikt om de lengte van de periode van verdwering te bepalen.

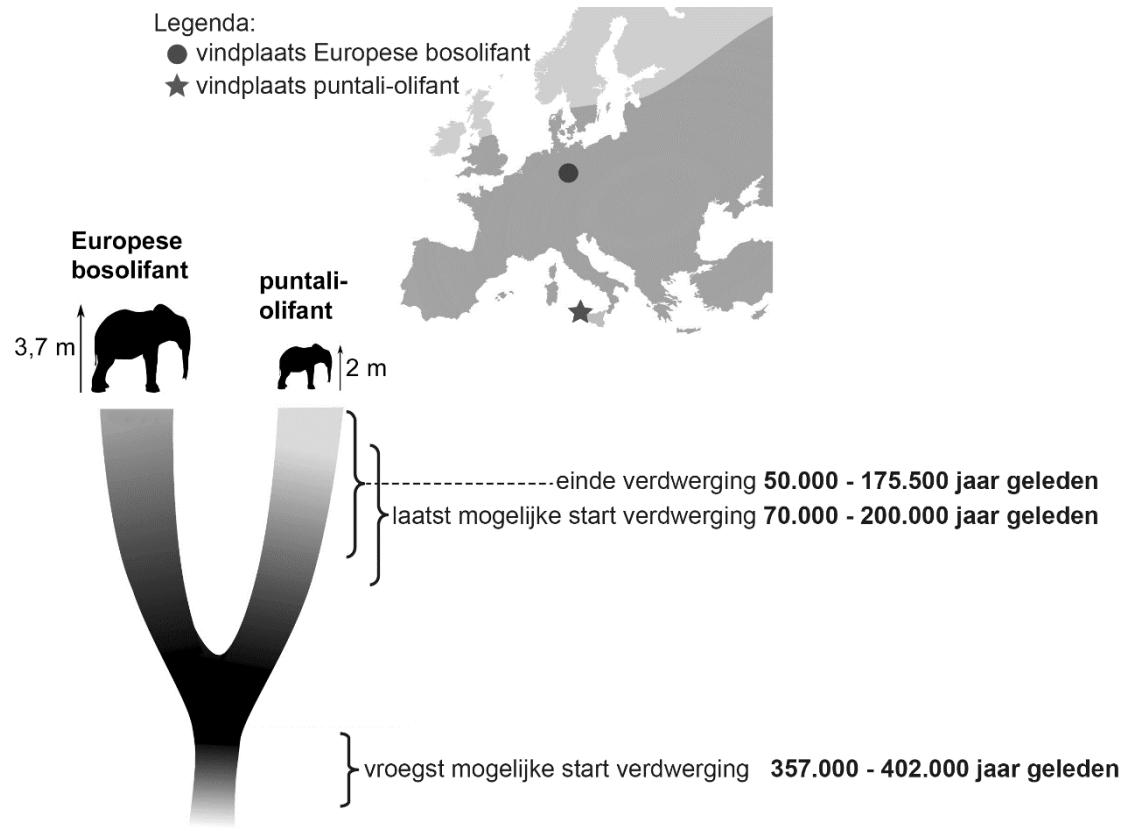
Voor het onderzoek moest het mtDNA eerst worden vermenigvuldigd, waarna de basevolgorde ervan kon worden bepaald.

- 2p 41 – Noteer de naam van de techniek waarmee DNA vermenigvuldigd kan worden.
– Noteer de naam van de techniek waarmee de basenvolgorde bepaald kan worden.

Let op: de laatste vraag van dit examen staat op de volgende pagina.

Met behulp van de DNA-gegevens werd een schatting gemaakt van de periode waarin de verdwering plaatsvond. De gevonden fossielen van de puntali-olifant worden als het eindstadium van het verdwergingsproces beschouwd. De ouderdom van deze fossielen ligt tussen 175.500 en 50.000 jaar. Zie afbeelding 3.

afbeelding 3



De onderzoekers schrijven dat de hoogst mogelijke snelheid van verdwering 41,5 mm per generatie was.

Met de gegevens in afbeelding 3 is de laagst mogelijke snelheid van verdwering per generatie te berekenen. Ga uit van een generatietijd van 31 jaar.

- 1p 42 Wat is deze laagst mogelijke snelheid van verdwering?
- A 0,0049 mm per generatie
 - B 0,0093 mm per generatie
 - C 0,15 mm per generatie
 - D 0,29 mm per generatie

Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift.