

Examen VWO

2015

tijdvak 1
woensdag 20 mei
13.30 - 16.30 uur

biologie

Achter het correctievoorschrift zijn twee aanvullingen op het correctievoorschrift opgenomen.

Dit examen bestaat uit 37 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.

Brand als beheermaatregel?

In augustus 1995 verbrandde op het Millingerzand bij Kootwijk (zie afbeelding 1) honderd hectare bos. Het bos maakte deel uit van een bosvegetatie met grove dennen op zeer voedselarme stuifzanden. Onderzoekers van Alterra (Universiteit Wageningen) hadden net een onderzoek naar het effect van begrazing op het vergrassen in dit bos afgerond. Door de brand werd het mogelijk om de effecten van bosbrand op de lange termijn te onderzoeken. Uit het onderzoek kan blijken of gecontroleerd afbranden kan worden ingezet als beheermaatregel.

Vóór de brand kampte het bos met verzuring, vermesting en een verminderde biodiversiteit. De dikke strooisellaag van naalden, takjes en resten van afgestorven planten was steeds voedselrijker geworden door de uitstoot van ammoniak uit de veehouderij en door stikstofoxiden afkomstig van industrie en verkeer.

Deze vermesting verkleinde de overlevingskansen voor planten en dieren die op voedselarme grond gedijen. Onder de grove dennen had zich een permanente monocultuur van grassen gevestigd. Onderzoeker Rolf Kemmers legt uit waarom brand een alternatief voor begrazing kan zijn: "Als na een bosbrand het kale stuifzand bovenkomt, vestigen zich er opnieuw grove dennen met een ondergroei van korstmossen, struikheide en kruiden. Bovendien trekken dode bomen veel houtetende insecten aan, die op hun beurt aantrekkelijk zijn voor bijvoorbeeld spechten."

afbeelding 1

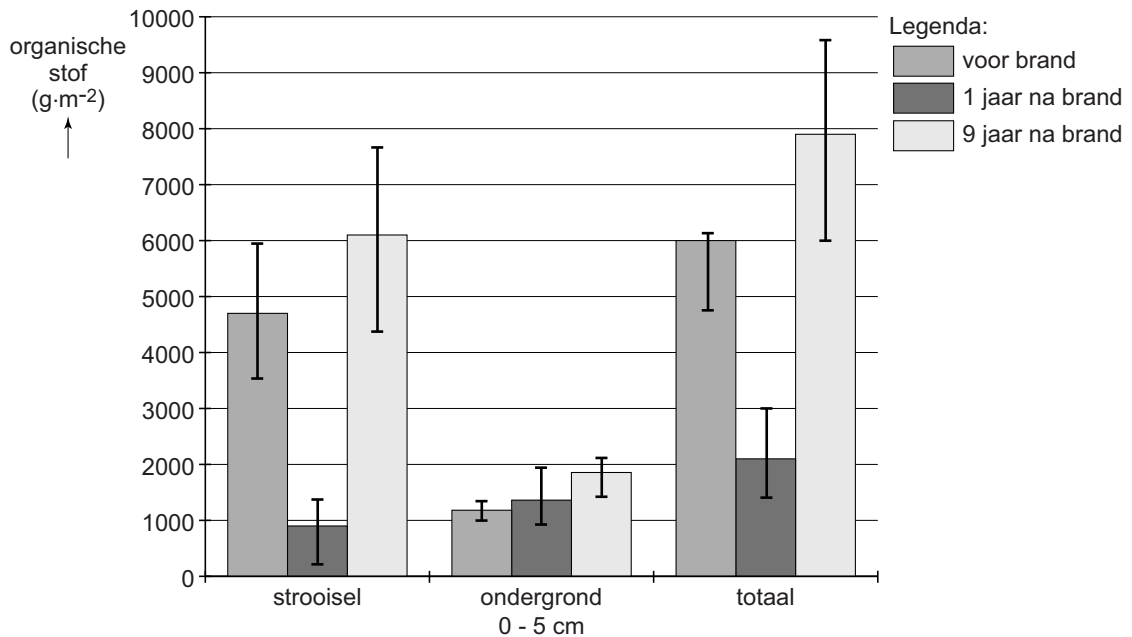


- 1p 1 Waardoor verkleint vermesting in het algemeen de overlevingskansen van plantensoorten die op arme zandgrond gedijen?
- 1p 2 Waardoor wordt ook de overlevingskansen van dieren die vooral op arme zandgrond gedijen, verkleind door vermesting?

De brand bij Kootwijk bood een unieke gelegenheid om het effect van een bosbrand op en in de bodem te onderzoeken. Door de brand veranderde de hoeveelheid organische stof in de strooisellaag en werd de bodemlaag onder het strooisel verrijkt met mineralen.

Tijdens het onderzoek is de hoeveelheid organische stof op twee plaatsen gemeten: in de strooisellaag en in de eerste 5 cm van de ondergrond (het zand) onder deze strooisellaag. Er zijn waarden beschikbaar van vóór de brand, van één jaar na de brand en van negen jaar na de brand. In afbeelding 2 zijn deze resultaten weergegeven.

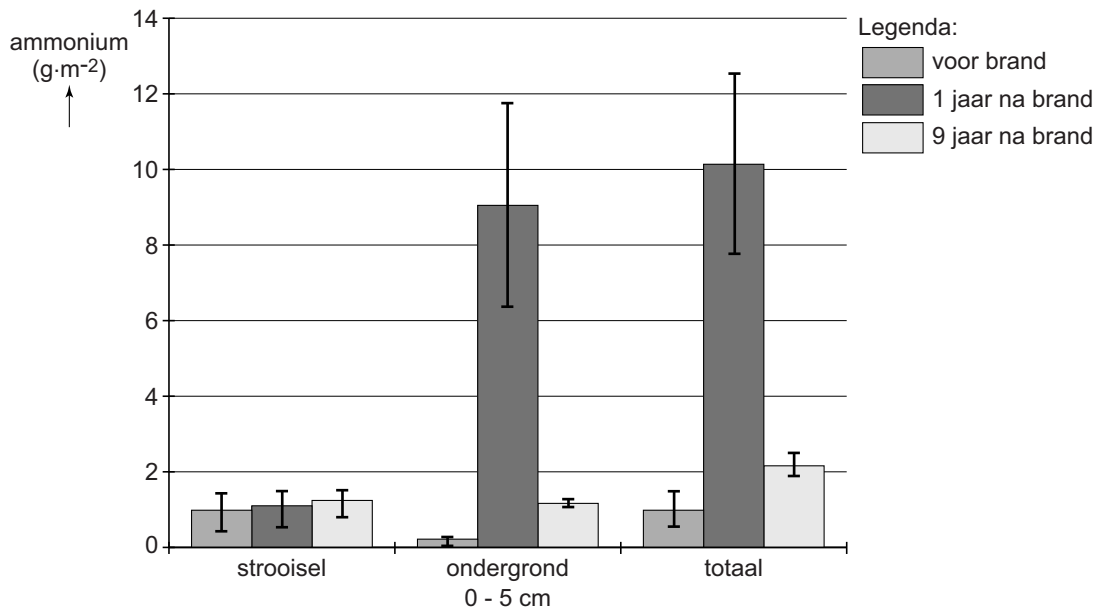
afbeelding 2



- 2p **3** Leg uit waardoor er een jaar na de brand meer uitspoeling van mineralen zal plaatsvinden dan daarvoor. Gebruik bij je antwoord de gegevens uit afbeelding 2.
- 1p **4** Geef een verklaring voor de sterke toename van de hoeveelheid organische stof in de strooisellaag (zie afbeelding 2) in de negen jaar na de brand.

Tijdens een bosbrand vinden er verschillende chemische processen plaats. De in de biomassa en strooisellaag aanwezige stikstofverbindingen worden deels omgezet in ammoniumzouten die na verloop van tijd weer uit de bodem verdwijnen (zie afbeelding 3).

afbeelding 3



Om een verklaring te vinden voor de verlaging van het ammoniumgehalte tussen het eerste en het negende jaar na de brand, worden drie processen genoemd die het ammoniumgehalte in de bodem beïnvloeden:

- 1 activiteit van rottingsbacteriën;
- 2 nitrificatie;
- 3 uitspoeling.

- 2p **5** Welke van deze processen kunnen het ammoniumgehalte in de bodem verlagen?
- A alleen 1 en 2
 - B alleen 1 en 3
 - C alleen 2 en 3
 - D 1, 2 en 3

Gecontroleerd afbranden van een deel van een bos zou als beheermaatregel kunnen worden ingezet om in het gebied verzuring, vermessing en stagnerende successie tegen te gaan. Verzuring wordt in ieder geval enige tijd teruggedrongen, zo is gebleken uit het onderzoek.

- 2p **6** Beargumenteer in hoeverre gecontroleerd afbranden wel of niet effectief is als beheermaatregel tegen vermessing. Je kunt daarbij gebruikmaken van de gegevens uit de beschreven (deel)onderzoeken.

Coeliakie, een onbekende volksziekte

Coeliakie is een aandoening aan de dunne darm die het gevolg is van overgevoeligheid voor gluteneiwitten uit tarwe en andere granen. De ziekte coeliakie wordt vaak niet herkend. De Nederlandse Coeliakie Vereniging attendeert huisartsen op 'verborgen' patiënten door middel van een folder. Een bewerkt fragment daaruit is in afbeelding 1 weergegeven.

afbeelding 1

Herkent u de volgende symptomen?

chronische darmklachten?
↓
of

onbegrepen bloedarmoede?
↓
of

ongewenst gewichtsverlies?
↓
of

onbegrepen moeheid?
↓
of

osteoporose?
↓
of

bij kinderen: achterblijvende groei?

↓

Wilt u zeker zijn dat uw cliënt geen coeliakie heeft: neem deze feiten dan bloedserieus.

Test het bloed op coeliakie!

Positief, dan altijd biopsie laten uitvoeren.

DE FEITEN:

- Coeliakie komt voor bij 1 op de 150 mensen
- Gediagnosticeerd ca 17.000 (2008)
- Spoorloos: 100.000 cliënten
- 33% onder de 21 jaar (20% <10 jaar)
- 70% vrouwen
30% mannen
- Verwacht aantal patiënten per huisartspraktijk minimaal 10 cliënten
- Gemiddelde diagnostietijd 20 jaar

Bepaalde gluteneiwitten, de gliadines, zijn relatief bestand tegen enzymatische afbraak. Bij coeliakie ontstaat een afweerreactie tegen gliadines, met als gevolg een ontsteking van de dunne darm.

De meeste eiwitten uit de voeding worden in het verteringsstelsel volledig verteerd. Drie organen van het verteringsstelsel zijn: de maag, de alvleesklier en de dunne darm.

- 2p 7 Welk van deze organen produceert of welke produceren (pro-)enzymen met een functie bij de eiwitvertering?
- A alleen de maag
 - B alleen de alvleesklier
 - C alleen de dunne darm
 - D alleen de maag en de alvleesklier
 - E alleen de alvleesklier en de dunne darm
 - F de maag, de alvleesklier en de dunne darm

Als de ontstekingsreactie aanhoudt, sterven darmwandcellen af en verdwijnen er darmvlokken (vlokatrofie). Mensen met coeliakie kunnen als gevolg hiervan na het eten van gluten chronische darmklachten krijgen, zoals aanhoudende diarree.

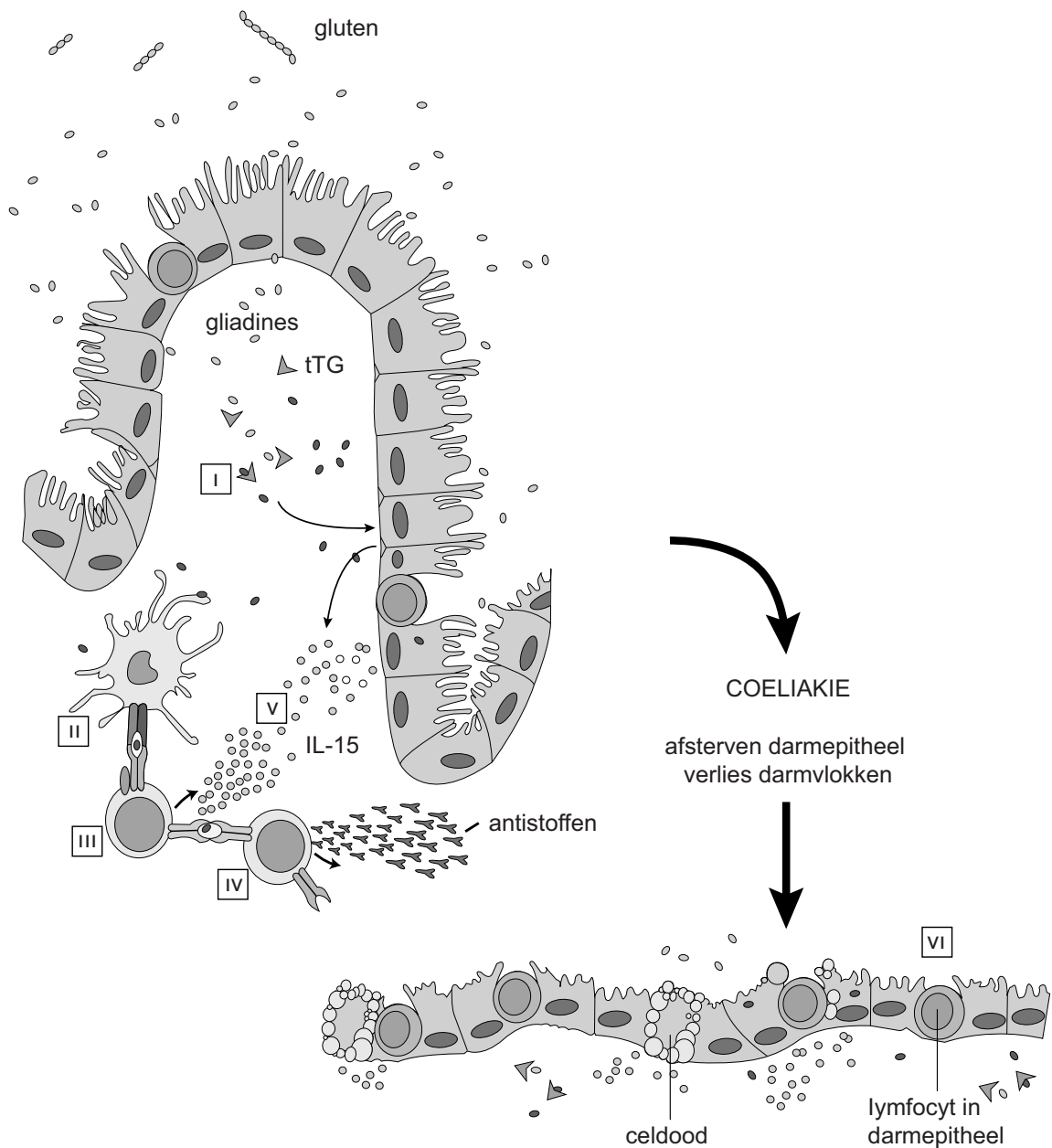
In het fragment uit de folder (afbeelding 1) staan nog vijf andere symptomen die het gevolg kunnen zijn van coeliakie.

- 2p 8
- Kies twee van de andere symptomen en neem die over op je antwoordblad;
 - Licht bij beide symptomen toe hoe deze als gevolg van coeliakie kunnen ontstaan.

Bepaalde lymfocyten in de laag onder het darmwandepitheel staan aan de basis van de afweerreactie bij coeliakie. Andere lymfocyten, die zich bevinden tussen de darmepitheelcellen, reageren vervolgens ook. In afbeelding 2 is de afweerreactie bij coeliakie stap voor stap weergegeven en hieronder wordt deze beschreven:

- I Gliadines uit het voedsel passeren het bij coeliakiepatiënten minder goed functionerende darmepitheel. Met behulp van een enzym (tTG) worden de gliadines omgezet.
- II Deze omgezette gliadines binden aan antigeenpresenterende cellen (APC's) met HLA-type DQ2 en/of HLA-type DQ8 in het membraan. Vrijwel alle coeliakiepatiënten hebben deze HLA-typering.
- III Gebonden aan MHC-II presenteren de APC's de gliadines aan bepaalde lymfocyten (III). In reactie hierop worden bepaalde cytokines (IL-15) afgegeven.
- IV Deze lymfocyten presenteren het antigeen aan andere lymfocyten, die na differentiatie antistoffen maken tegen zowel gliadines als het enzym tTG.
- V Darmepitheelcellen worden door gliadines geactiveerd om ook cytokine IL-15 te produceren en een bepaald antigeen te presenteren.
- VI IL-15 zet lymfocyten in het darmepitheel ertoe aan om deze darmcellen te doden, met als gevolg verlies van darmvlokken.

afbeelding 2



In afbeelding 2 zijn bij de Romeinse cijfers III en VI bepaalde lymfocyten afgebeeld.

2p 9 Welk type lymfocyten zijn dit?

| | III | VI |
|---|-------------------|--------------------|
| A | (pre-)Tc-cel | geactiveerde B-cel |
| B | (pre-)Tc-cel | cytotoxische T-cel |
| C | (pre-)Tc-cel | T-geheugencel |
| D | (pre-)T-helpercel | geactiveerde B-cel |
| E | (pre-)T-helpercel | cytotoxische T-cel |
| F | (pre-)T-helpercel | T-geheugencel |

Bij een auto-immuunziekte, zoals coeliakie, worden lichaamseigen cellen door het afweersysteem aangevallen.

Alle cellen presenteren aan MHC-I in het celmembraan delen van eiwitten die de cel zelf produceert. Doorgaans reageren T-lymfocyten niet op deze lichaamseigen peptiden, doordat onrijpe T-lymfocyten die lichaamseigen peptiden wél herkennen, bij de uitrijping worden vernietigd.

- 2p 10 In welk orgaan of in welk weefsel vindt deze uitrijping en selectie van onrijpe T-lymfocyten plaats?
- A in het beenmerg
 - B in de lever
 - C in de milt
 - D in de thymus

Het MHC-II (HLA-II) in membranen van antigeen presenterende cellen komt bij coeliakiepatiënten sterk overeen. Bijna iedereen die coeliakie heeft, heeft type HLA-type DQ2 of HLA-type DQ8.

Andersom is het niet zo dat iedereen met een van deze HLA-types ook automatisch coeliakie krijgt. Veertig procent van de Nederlanders bezit een van deze HLA-types en slechts één procent krijgt coeliakie.

Als verklaring hiervoor worden de volgende beweringen gedaan:

- 1 Andere genen (waardoor bijvoorbeeld het immuunsysteem wordt afgeremd) spelen ook een rol;
- 2 Bij sommige mensen is de darm meer permeabel, waardoor er meer gliadine in het weefsel binnendringt;
- 3 Sommige mensen worden door hun eetgewoonten nauwelijks blootgesteld aan gluten;
- 4 Het enzym tTG is niet bij iedereen even actief.

- 2p 11 Welke van deze beweringen kan of welke kunnen een verklaring zijn voor het feit dat niet iedereen met de genoemde HLA-types coeliakie krijgt? Schrijf de nummers 1 tot en met 4 onder elkaar op je antwoordblad en noteer bij elk nummer of de bewering wel of niet een mogelijke verklaring is.

In de folder worden huisartsen erop gewezen dat bij het vermoeden van coeliakie, bloedonderzoek gedaan zou moeten worden.

- 1p 12 Welke stof in het bloed kan wijzen op coeliakie bij een patiënt?

Zeelak doet aan fotosynthese

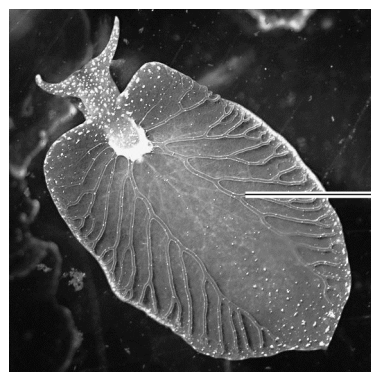
Dieren die in symbiose leven met planten zijn al lang bekend. De groene zeelak *Elysia chlorotica* (afbeelding 1) gaat nog een stapje verder en gebruikt alleen de chloroplasten van de alg *Vaucheria litorea*.

Nadat jonge slakjes van deze algen hebben gegeten, worden de chloroplasten opgenomen door cellen van hun darmkanaal. De slakken hoeven de rest van hun leven niet meer te eten, omdat de chloroplasten in ieder geval zes maanden blijven functioneren.

Eenmaal in de slak delen de chloroplasten niet meer. Ze worden ook niet via de eitjes doorgegeven aan de nakomelingen van de slak.

Doordat de slak een gen (PsbO) van de alg bezit, blijven de chloroplasten lange tijd werkzaam. In de loop van de evolutie heeft de slak dit gen op nog onbekende wijze overgenomen van de alg. Deze 'horizontale genoverdracht' stelt de slak misschien wel in staat verder te evolueren tot een volledig autotroof dier.

afbeelding 1



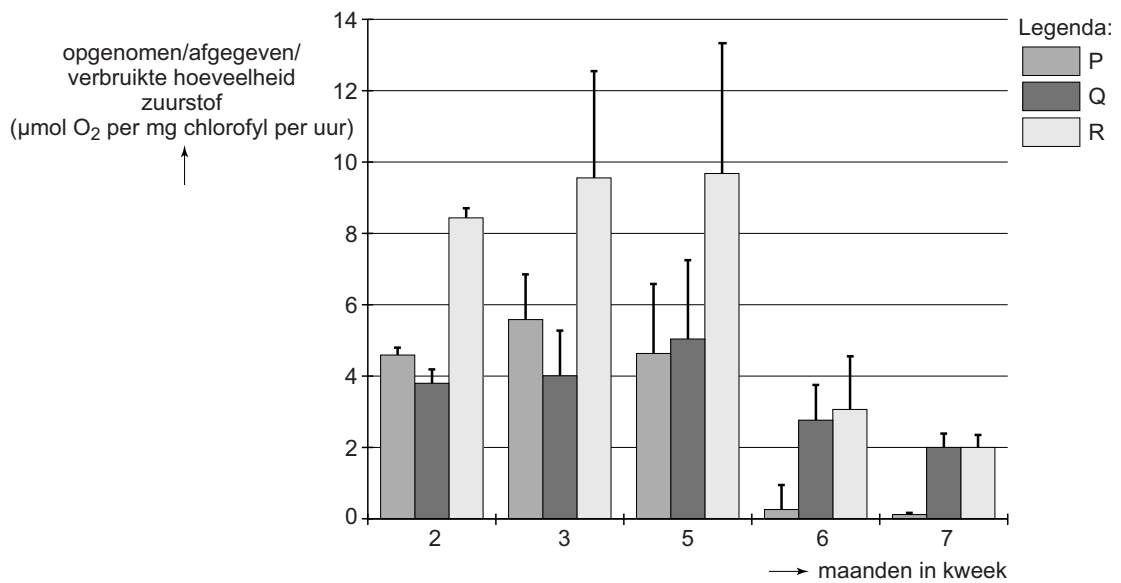
vertakkingen
darmkanaal

Bij een relatie zoals die tussen de alg *V. litorea* en de slak *E. chlorotica* spreekt men van kleptoplastie (*klepto* is Grieks voor stelen, *plastie* staat voor plastiden) en niet van symbiose.

- 1p 13 Waarom is symbiose in dit geval geen juiste term?
- 2p 14 Door welk transportmechanisme zijn de chloroplasten vanuit het darmlumen in de darmwandcellen van de slak terechtgekomen?
- A door middel van endocytose
 - B via een porie-eiwit in het celmembraan
 - C met behulp van een transportenzym in het celmembraan

Onderzoekers hebben de veranderingen van de intensiteit van de dissimilatie en de fotosynthese in de loop van het leven van *E. chlorotica* onderzocht. Volwassen zeeslakken werden uit hun natuurlijke omgeving gehaald en enkele maanden in kweek gehouden, in water zonder algen. Bepaald werden de bruto en netto fotosyntheseactiviteit, en de dissimilatie-activiteit. Deze gegevens zijn weergegeven in afbeelding 2.

afbeelding 2



2p 15 Welke gegevens worden met P, Q en R in de legenda van afbeelding 2 aangeduid?

| | P | Q | R |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|
| A | bruto fotosynthese | netto fotosynthese | dissimilatie |
| B | bruto fotosynthese | dissimilatie | netto fotosynthese |
| C | netto fotosynthese | bruto fotosynthese | dissimilatie |
| D | netto fotosynthese | dissimilatie | bruto fotosynthese |
| E | dissimilatie | bruto fotosynthese | netto fotosynthese |
| F | dissimilatie | netto fotosynthese | bruto fotosynthese |

Metingen die verricht kunnen worden aan de opname of afgifte van gassen door *E. chlorotica* betreffen:

- 1 zuurstof in het licht;
- 2 zuurstof in het donker;
- 3 koolstofdioxide in het licht;
- 4 koolstofdioxide in het donker.

- 2p 16 Welke van deze metingen is minimaal nodig om de intensiteit van de dissimilatie van *E. chlorotica* te bepalen, als je ervan uitgaat dat de dissimilatie van de slak constant is gedurende een etmaal?
- A meting 1 of meting 2
 - B meting 1 of meting 3
 - C meting 2 of meting 3
 - D meting 2 of meting 4

Het chloroplastgenoom bevat zo'n 10% van alle genen die betrokken zijn bij de fotosynthese in de chloroplast. De overige genetische informatie is aanwezig in het slakgenoom. Voor een deel zijn dit genen die al voor de kleptoplastie in DNA van de slak aanwezig waren. Andere genen zijn waarschijnlijk door horizontale genoverdracht van het chloroplast-DNA naar het kern-DNA van de slak verhuisd.

Bepaalde eiwitten hebben zowel een functie in de fotosynthese als in andere stofwisselingsprocessen.

- 3p 17 – Welk enzym speelt zowel in de oxidatieve fosforylering als in de lichtreactie een belangrijke rol?
- Welk proces wordt door dit enzym gekatalyseerd?
 - Waardoor wordt de energie voor dit proces geleverd?

Het slakgenoom bevat fotosynthesegenen van de alg, zoals het PsbO-gen. Het eiwit dat gecodeerd wordt door het PsbO-gen, houdt mangaan op zijn plaats in een onderdeel van fotosysteem II.

- 2p 18 Welke reactie wordt door dit mangaan-eiwitcomplex direct mogelijk gemaakt?
- A absorptie van fotonen
 - B reductie van NADP⁺ in NADPH
 - C transport van H⁺ over het thylakoïdmembraan
 - D vrijmaken van elektronen uit water

- 2p 19 Waar in de cellen van de slak vindt de transcriptie van het PsbO-gen plaats? En waar de translatie?

| | transcriptie | translatie |
|---|-------------------|---------------------------------------|
| A | in de kern | in de kern |
| B | in de kern | aan het ruw endoplasmatisch reticulum |
| C | in de chloroplast | aan het ruw endoplasmatisch reticulum |
| D | in de chloroplast | in de chloroplast |

Horizontale genoverdracht komt ook bij bacteriën voor. Zo wordt bijvoorbeeld antibioticaresistentie verspreid.

Twee processen zijn:

- 1 Plasmiden met een resistentiegen zijn na celdeling in beide dochtercellen te vinden;
- 2 Plasmiden met een resistentiegen worden door conjugatie tussen bacteriën uitgewisseld.

- 2p 20 Bij welk of bij welke van deze processen is sprake van horizontale genoverdracht?
- A bij geen van deze processen
 - B alleen bij proces 1
 - C alleen bij proces 2
 - D bij beide processen

Ooit heeft er horizontale genoverdracht van de alg *V. litorea* naar de zeeslak *E. chlorotica* plaatsgevonden, waarna overgedragen genen in de slak tot expressie kwamen.

In de loop van de evolutie is een populatie ontstaan van groene *E. chlorotica* zeeslakken die allen dit alg-DNA bevatten.

- 2p 21 Beschrijf het evolutieproces waardoor dit alg-DNA, na een eenmalige genoverdracht, nu in alle zeeslakken van de soort *E. chlorotica* voorkomt.

Door horizontale genoverdracht is het genotype van *E. chlorotica* veranderd.

- 2p 22 Beschrijf twee andere processen die kunnen leiden tot variatie in genotypen binnen een soort.

Pijnbestrijding tijdens bevalling

Zwangere vrouwen kunnen in Nederland kiezen tussen een bevalling thuis of in het ziekenhuis. Bij deze keuze spelen allerlei factoren een rol. Zo was het inzetten van pijnbestrijding tijdens de bevalling iets wat lange tijd alleen in ziekenhuizen mogelijk was. Inmiddels werkt de belangenvereniging van verloskundigen aan de herintroductie van lachgas als pijnstiller, waardoor pijnbestrijding bij een thuisbevalling weer tot de mogelijkheden gaat behoren.

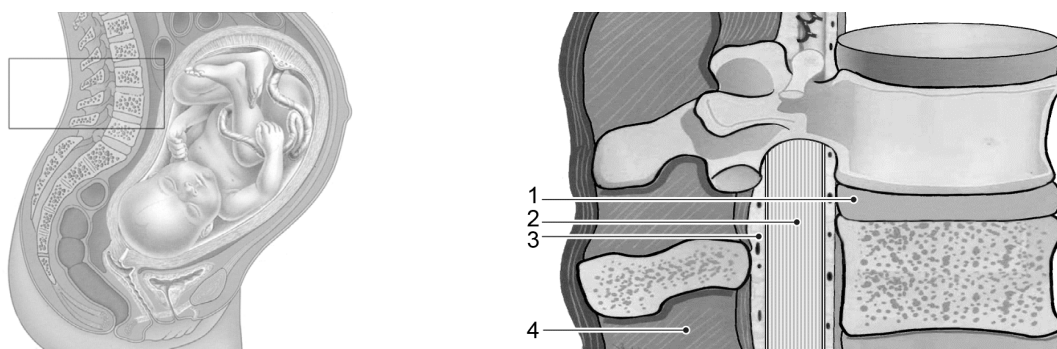
Hoewel het gebruik van pijnbestrijding tijdens de bevalling toeneemt, zijn er ook deskundigen die menen dat er te lichtzinnig mee wordt omgesprongen. Eén van hun argumenten is dat het voelen van pijn, dus ook barens pijn, functioneel is.

Op basis van medische overwegingen is iets te zeggen voor pijnbestrijding tijdens de bevalling. Er zijn aanwijzingen dat als gevolg van barens pijn de geboorte van een baby langer duurt. Een hormoon dat de contracties van de baarmoeder vermindert, het hartminuutvolume verhoogt en de spijsvertering vertraagt, speelt hierbij een rol.

1p 23 Wat is de naam van dit hormoon?

In de regel wordt in Nederlandse ziekenhuizen bij pijnbestrijding tijdens de bevalling gekozen voor epidurale anesthesie (de ruggenprik). Dit is een vorm van plaatselijke verdoving waarbij anesthetica, stoffen die tijdelijke gevoelloosheid voor pijnprikkels veroorzaken, worden ingebracht in de epidurale ruimte die het ruggenmerg omgeeft (zie afbeelding 1).

afbeelding 1



In afbeelding 1 is in de uitvergroting schematisch het ruggenmerg en de directe omgeving weergegeven.

2p 24 Met welk nummer is de positie van de naaldpunt bij epidurale anesthesie juist aangegeven?

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

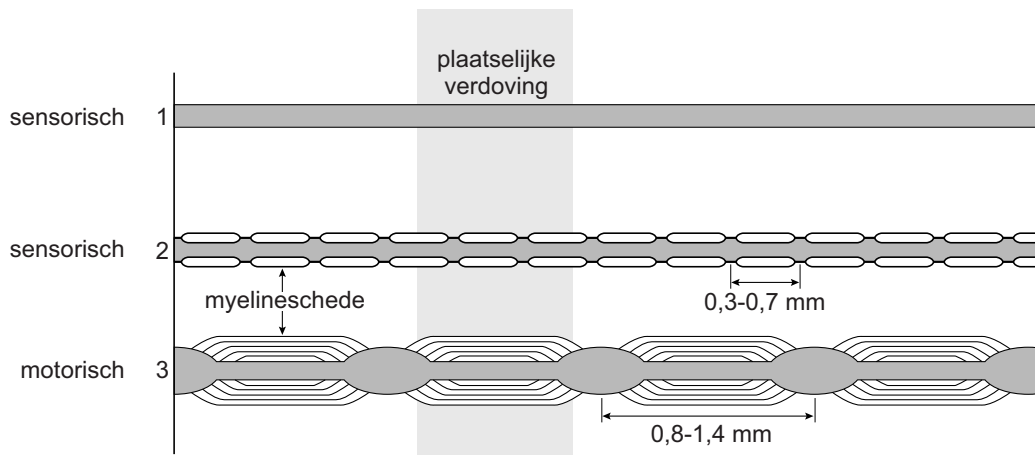
De anesthetica die bij plaatselijke verdoving gebruikt worden, zorgen voor de blokkade van Na^+ -poorten in het celmembraan.

2p 25 Welk proces in de neuronen wordt hierdoor als eerste voorkomen?

- A depolarisatie
- B hyperpolarisatie
- C instandhouden van de rustpotentiaal
- D repolarisatie

De inwerking van plaatselijke verdoving op uitlopers van drie verschillende typen neuronen is in afbeelding 2 schematisch weergegeven.

afbeelding 2



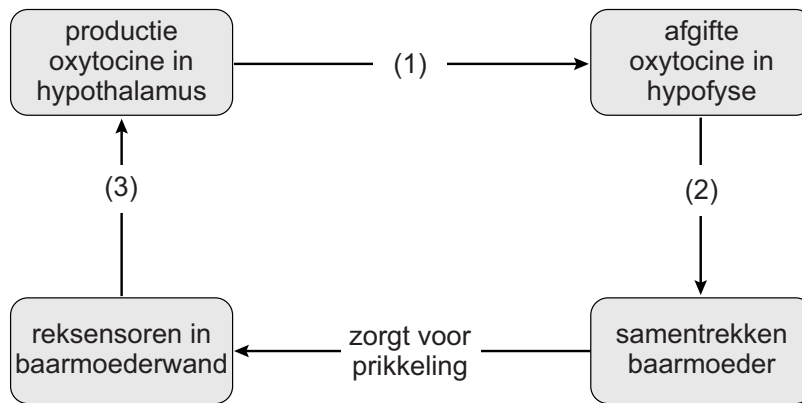
Artsen maken onderscheid tussen scherpe (snelle) en brandende (trage) pijn.

1p 26 Welk type neuronen (zie afbeelding 2) is betrokken bij de sensatie van scherpe pijn? Noteer het nummer en licht je keuze toe.

Een zwangere vrouw die een ruggenprik tijdens de bevalling overweegt, wordt geïnformeerd door haar verloskundige dat bij epidurale pijnbestrijding mogelijk extra oxytocine moet worden toegediend tijdens de bevalling.

In afbeelding 3 is de invloed van oxytocine op het verloop van de bevalling weergegeven.

afbeelding 3



In afbeelding 3 zijn vier processen aangegeven die elkaar beïnvloeden.

Op drie plaatsen is deze beïnvloeding met een cijfer aangeduid.

- 2p 27 Waar vindt de beïnvloeding plaats via neuronen?
- A alleen bij 1 en 2
 - B alleen bij 1 en 3
 - C alleen bij 2 en 3
 - D bij 1, 2 en 3

Oxytocine is nodig om de bevalling voorspoedig te laten verlopen.

- 1p 28 Wat is het beoogde effect van de toegediende oxytocine?

Terwijl epidurale anesthesie alleen in het ziekenhuis kan plaatsvinden, zou pijnbestrijding met behulp van lachgas wellicht ook bij een thuisbevalling kunnen worden ingezet. Lachgas wordt met behulp van een masker over neus en mond toegediend.

Lachgas wordt 30 seconden voor het begin van de wee ingeademd om tijdens de wee een lichte verdoving te veroorzaken. De vertraging van 30 seconden heeft te maken met de plaats van toediening en plaats van werking van de narcose.

- 2p 29 Langs welke weg bereikt lachgas, na inademing, de hersenen? En in welk deel van de hersenen vindt de 'verdoving' plaats?

| | <u>deel of delen van de bloedsomloop</u> | <u>deel van de hersenen</u> |
|---|--|-----------------------------|
| A | alleen de kleine bloedsomloop | grote hersenen |
| B | alleen de kleine bloedsomloop | hersenslam |
| C | alleen de grote bloedsomloop | grote hersenen |
| D | alleen de grote bloedsomloop | hersenslam |
| E | de kleine en grote bloedsomloop | grote hersenen |
| F | de kleine en grote bloedsomloop | hersenslam |

Testen op sikkelcelziekte

Sikkelcelziekte is een aandoening aan de rode bloedcellen. Het gen voor de ziekte erft autosomaal recessief over en berust op een puntmutatie in het β -globinegen.

In Nederland komt sikkelcelziekte vooral voor bij mensen afkomstig van de Antillen en uit Suriname.

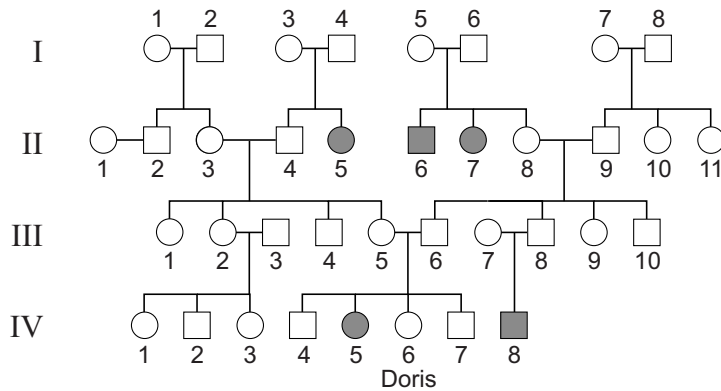
Aanstaande ouders kunnen zich laten testen op dragerschap.



afbeelding 1

In de familie van Doris komt sikkelcelziekte voor. De stamboom van haar familie is weergegeven in afbeelding 2. Doris heeft de ziekte niet, maar het lijkt haar goed mogelijk dat ze drager is.

afbeelding 2



Legenda:

○ en □ = heeft geen sikkelcelziekte of is drager

● en ■ = heeft sikkelcelziekte

1p 30 Hoe is uit de stamboom af te leiden dat het gen voor sikkelcelziekte **niet** in het X-chromosoom ligt?

In de stamboom (afbeelding 2) is Doris aangegeven bij IV 6.

2p 31 Wat is op basis van de in de stamboom getoonde gegevens de kans, afgerond op hele procenten, dat Doris drager is van het allel voor sikkelcelziekte?

- A 14%
- B 25%
- C 33%
- D 67%
- E 75%

In afbeelding 3 is een deel van de coderende streng van het normale β -globinegen weergegeven, en daaronder hetzelfde deel van het gemuteerde gen.

afbeelding 3

normaal β -globine DNA 5' GTG CAC CTG ACT CCT GAG GAG 3'

sikkelcel β -globine DNA 5' GTG CAC CTG ACT CCT GTG GAG 3'

Normaal hemoglobine is goed oplosbaar. Het afwijkende hemoglobine vormt in zuurstofarme omstandigheden lange ketens van onoplosbare hemoglobinepolymeren, waardoor de rode bloedcel de karakteristieke sikkelvorm krijgt. Sikkelvormige bloedcellen zijn minder flexibel en kunnen in allerlei organen verstoppingen in de haarvaten veroorzaken. Als dit optreedt spreekt men van een 'crisis' die voor sikkelcelpatiënten zeer pijnlijk kan zijn.

- 2p 32 Door de sikkelcelmutatie is op een bepaalde positie in het β -globine een ander aminozuur ingebouwd dan in het normale β -globine. Doordat de restgroep van dit aminozuur verschilt van die van het oorspronkelijke aminozuur, verandert de ruimtelijke structuur van het hemoglobine. Welk kenmerk heeft de restgroep van het veranderde aminozuur in sikkelcel β -globine?
- A de restgroep is apolair
 - B de restgroep is polair
 - C de restgroep is ringvormig
 - D de restgroep is zwavelhoudend

- 2p 33 Door sikkelvormige rode bloedcellen kunnen organen beschadigd raken. Beschrijf hoe deze orgaanschade ontstaat.

- 2p 34 Bij de afbraak van het hemoglobine uit de rode bloedcellen ontstaat een stof die vanuit de milt in het bloed terechtkomt en vervolgens uit het lichaam verwijderd wordt. Welke stof is dat en via welk orgaan of welke organen wordt deze uit het lichaam verwijderd?

| | <u>stof</u> | <u>orgaan/organen</u> |
|---|-------------|-----------------------|
| A | albumine | nieren |
| B | albumine | lever |
| C | bilirubine | nieren |
| D | bilirubine | lever |

Een test kan uitwijzen of je drager bent van het gen voor sikkelcelziekte. Er zijn verschillende testen mogelijk, bijvoorbeeld onderzoek van het hemoglobine (Hb-fenotypering) of onderzoek aan het DNA. Soms worden DNA-fragmenten voor een test eerst vermeerderd.

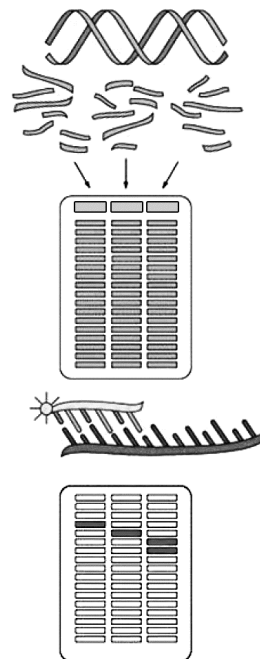
2p 35

- Waarom wordt het DNA eerst vermeerderd?
- Wat is de naam van de techniek waarmee dit gebeurt?

Doris heeft een DNA-test laten doen met gebruik van restrictie-enzymen: enzymen die op een bepaalde basenvolgorde in het DNA knippen. Zo'n DNA-test gaat als volgt (zie afbeelding 4).

afbeelding 4

- 1 DNA wordt geïsoleerd uit witte bloedcellen
- 2 Restrictie-enzymen 'knippen' het DNA
- 3 DNA-fragmenten worden op grootte gescheiden
- 4 Een radioactieve probe (een stukje DNA om een specifiek DNA-fragment te herkennen) wordt toegevoegd
- 5 Specifieke fragmenten worden zichtbaar gemaakt



Bij deze DNA-test wordt het restrictie-enzym MstII gebruikt. In het gemuteerde sikkelcel β -globine DNA ontbreekt één van de MstII-knipplaatsen.

Het restrictie-enzym MstII herkent de basenvolgorde 5' -CCTNAGG- 3' (waarbij N elke willekeurige base kan zijn) en knipt tussen de C en de T binnen die volgorde.

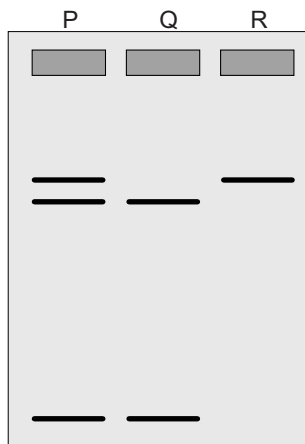
2p 36

- Laat zien hoe MstII in het hemoglobinegen knipt. Doe dit als volgt:
- Neem de coderende streng van het normaal β -globine DNA uit afbeelding 3 over en vul dit deel aan met de complementaire streng.
 - Geef met een lijn aan hoe MstII dit DNA-fragment in twee delen knipt.

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

In de test wordt, naast het DNA-fragment afkomstig van Doris, ook DNA van een gezond persoon en van een persoon met sikkelcelziekte geanalyseerd. In afbeelding 5 is het testresultaat van deze drie DNA-monsters weergegeven met P, Q en R.

afbeelding 5



Uit de DNA-test blijkt dat Doris inderdaad drager is voor sikkelcelziekte.

- 2p 37 Welk bandenpatroon is dat van het DNA van Doris?
- A patroon P
 - B patroon Q
 - C patroon R

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.