# Examen HAVO

# 2010

tijdvak 1
woensdag 26 mei
13.30 - 16.30 uur

**biologie**

**tevens oud programma** **biologie**

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 44 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 81 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.

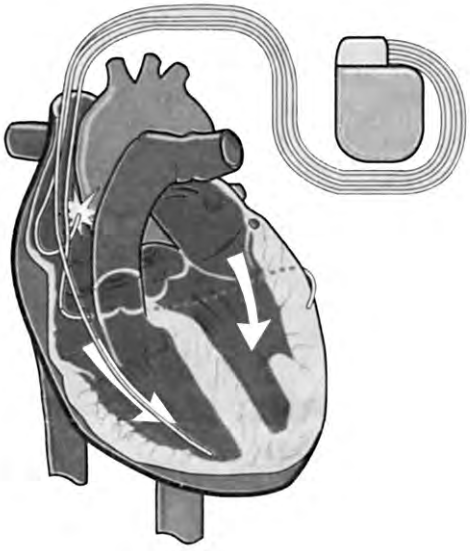
*Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.*

## Pacemakers

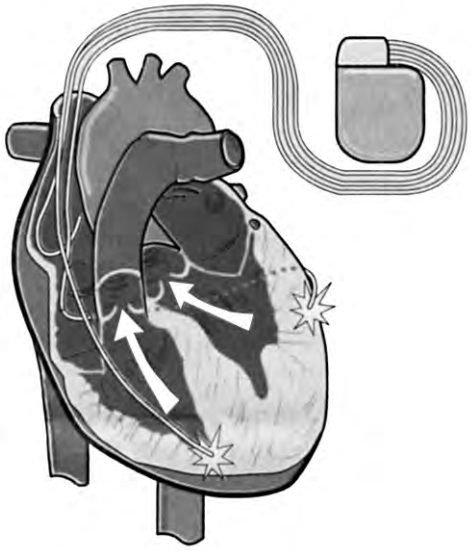
Bij sommige mensen werkt het opwekken van de prikkel die ervoor zorgt dat de hartspier zich gaat samentrekken niet optimaal. Bij anderen is de voortgeleiding van de impuls (die het gevolg is van de prikkel) niet goed. Artsen spreken in beide gevallen van een hartritmestoornis.
De laatste jaren krijgen meer patiënten met een hartritmestoornis een apparaat ter grootte van een luciferdoosje ingebouwd dan vroeger. Het onderzoek naar het gebruik van deze pacemaker staat niet stil. De oude pacemakers hadden één draadje, de nieuwe hebben er drie. Cardioloog dr. R. Tukkie heeft meegewerkt aan een langdurig, internationaal onderzoek naar de driedraads pacemaker. Oude pacemakers gaven regelmatig een stroomstootje zodat het hart keurig bleef kloppen. De nieuwere types geven alleen een stroomstootje als het hart het laat afweten.

In afbeelding 1 en 2 is schematisch weergegeven hoe de driedraads pacemaker op twee momenten zijn signalen afgeeft aan het hart.

**afbeelding 1**



**afbeelding 2**



Oude pacemakers bevatten maar één draad die regelmatig een stroomstootje afgeeft, waardoor de hartspier na de rustfase zich gaat samentrekken.

2p **1** Met welk draadje van de driedraads pacemaker (zie afbeelding 1 en 2) komt die **ene** draad uit de oude pacemakers overeen?

**A** Met een draad die eindigt in de linkerboezem.
**B** Met een draad die eindigt in de rechterboezem.
**C** Met een draad die eindigt in de linkerkamer.
**D** Met een draad die eindigt in de rechterkamer.

Artsen spreken niet meer van hartritmestoornissen maar van hartfalen als ook de samentrekking van de hartspiercellen niet meer synchroon verloopt. Het hart pompt dan niet efficiënt. Kleppen staan open als ze dicht moeten zijn.

2p **2** Leg in twee stappen uit waardoor het hart inefficiënt werkt als de hartkleppen openstaan terwijl ze dicht moeten zijn.

De hartslag begint met het samentrekken van de boezems. Bij mensen met hartfalen reageren de boezems te traag of juist te vroeg.

2p **3** Wat is het directe gevolg van het te vroeg samentrekken van de spieren van de rechterboezem?

**A** Er stroomt minder bloed in de linkerboezem.
**B** Er stroomt minder bloed naar de rechterkamer.
**C** Het bloed stroomt met hogere snelheid naar de linkerboezem.
**D** Het bloed stroomt met hogere snelheid naar de rechterkamer.

Meestal wordt de pacemaker onder het sleutelbeen aangebracht. De draden worden via bloedvaten naar het hart geleid en met kleine haakjes op drie plaatsen in of aan het hart vastgemaakt.

2p **4** Welk bloedvat is het meest geschikt om de draden het hart binnen te laten komen?

**A** de aorta
**B** de bovenste holle ader
**C** de longslagader
**D** de onderste holle ader
**E** één van de longaders

Behalve pacemakers om het verstoorde hartritme te normaliseren bestaan er ook maagpacemakers. Mensen die lijden aan een ziekelijke zwaarlijvigheid kunnen hier baat bij hebben. Deze pacemaker zendt elektrische golven uit die invloed uitoefenen op de spieren van de maag.
Het doel is tweeërlei: de maagperistaltiek wordt vertraagd en de spieren van de maag worden minder elastisch.

1p **5** Leg uit dat de vertraging van de maagperistaltiek uitstel van het hongergevoel oplevert.

## Ongewenste geluiden

Een hoeveelheid lucht of gas kan (on)gewild vanuit de maag door de keel ontsnappen, hetgeen gepaard gaat met een hoorbaar geluid. We noemen dat een ‘boer’. In medische terminologie wordt een boer aangeduid als ‘ructus’.
In de darm wordt tijdens het verteringsproces gas gevormd. Voorbeelden van darmgassen zijn koolstofdioxide ($CO_2$) en methaan ($CH_4$). Deze gassen zijn reukloos, worden voor een klein deel in de dikke darm geresorbeerd en komen via de bloedbaan in de longen vanwaar zij worden uitgeademd. De samenstelling en de hoeveelheid van de in de darm geproduceerde gassen hangen voor een groot deel af van de samenstelling van de voeding, met name van het gebruik van plantaardig voedsel. Per dag wordt in de darm ongeveer 600 mL gas gevormd, waarvan een groot deel het lichaam via de anus verlaat met de ontlasting of door ‘winden’. Een klein deel ontsnapt naar de maag en kan vandaar als ‘boer’ naar buiten komen.

Een methaanmolecuul wordt in het eerste deel van de dikke darm geresorbeerd en gaat via de kortste weg naar de longen.

2p **6** Via welke bloedvaten en via welke delen van het hart zal dit methaanmolecuul van de dikke darm naar de longen gaan?

Tijdens de spijsvertering kunnen stikstofhoudende gassen gevormd worden.

2p **7** Van welke voedingsstof of van welke voedingsstoffen is deze stikstof voornamelijk afkomstig?

**A** alleen van eiwitten
**B** alleen van koolhydraten
**C** alleen van vetten
**D** van zowel eiwitten als koolhydraten
**E** van zowel koolhydraten als vetten
**F** van zowel eiwitten, als koolhydraten als vetten

Een klein deel van het tijdens de spijsvertering geproduceerde gas ontsnapt naar de maag en komt vervolgens als ‘boer’ naar buiten.

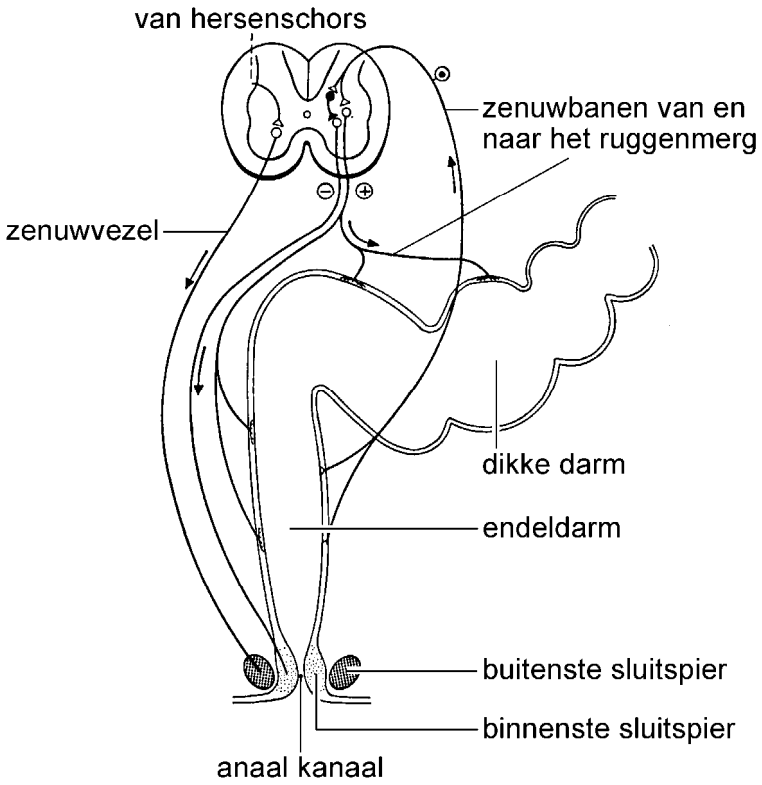
1p **8** Leg uit waardoor in de tekst het overgaan van het gas vanuit de darm naar de maag omschreven wordt met ‘ontsnappen’.

Methaan en koolstofdioxide zijn beide reukloos. Maar ‘winden’ zijn dat meestal niet. Dit houdt in dat behalve de genoemde gassen, er ook nog andere gassen gevormd worden.
Onderzoek heeft uitgewezen dat kwalijk riekende gassen, zoals indol en skatol, via de anus het lichaam kunnen verlaten.
Deze gassen worden door rottingsbacteriën gevormd.

2p **9** Hoe en waar ontstaan deze gassen?

**A** door aërobe dissimilatie, voornamelijk in de dikke darm
**B** door aërobe dissimilatie, voornamelijk in de dunne darm
**C** door anaërobe dissimilatie, voornamelijk in de dikke darm
**D** door anaërobe dissimilatie, voornamelijk in de dunne darm

Een aantal uren na de maaltijd vult de dikke darm zich met voedselresten, afbraakproducten uit de gal, water en zouten.
Het verwijderen van deze resten wordt defecatie genoemd en wordt deels bewust, deels onbewust via het zenuwstelsel geregeld (zie de afbeelding).




Op het einde van de endeldarm bevinden zich twee sluitspieren.
Als een kind nog niet zindelijk is, zorgt de druk in de gevulde endeldarm ervoor dat de binnenste sluitspier ontspant, zodat de darm geledigd wordt. De betrokken zenuwbanen lopen via het onderste deel van het ruggenmerg. De werking van deze spier gebeurt dus onbewust. Als een kind zindelijk is, worden zowel de binnenste als de buitenste sluitspier gebruikt. De zenuwbanen naar de buitenste sluitspier komen van de hersenschors.

2p **10** Hoe leert een kind tijdens het zindelijk worden zijn ontlasting op te houden?

**A** Het kind ‘leert’ de binnenste sluitspier bewust te spannen.
**B** Het kind ‘leert’ de binnenste sluitspier bewust te ontspannen.
**C** Het kind ‘leert’ de buitenste sluitspier bewust te spannen.
**D** Het kind ‘leert’ de buitenste sluitspier bewust te ontspannen.

## Insectenthermometer

Insecten zijn voor hun activiteit sterk afhankelijk van de omgevingstemperatuur. In 1950 stond in het blad Natura een artikel over dit onderwerp. Het betreft hier het onderzoek van de Amerikaan Steve Hallenbeck.

…*“Hallenbeck heeft voornamelijk bij krekels nagegaan of er een nauw verband bestaat tussen de temperatuur en de frequentie van het sjirpen. Gedurende vele nachten heeft hij met een stopwatch de frequentie van het gesjirp opgenomen. Met een thermograaf werd gedurende de nacht het verloop van de temperatuur geregistreerd op een strook papier”*…

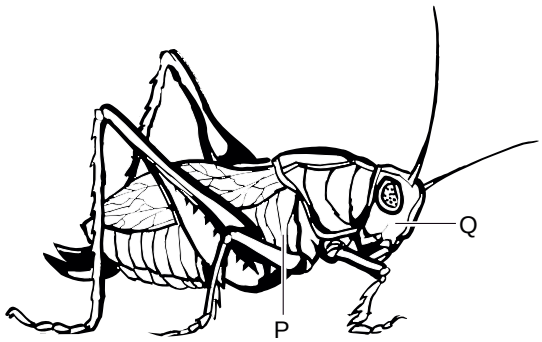
Het verschijnsel van het sjirpen dat Hallenbeck beschreef, gaat ook op voor de veldkrekel die in Nederland voorkomt. Het werkt als volgt: de mannetjes van de veldkrekel ‘zingen’ door hun vleugels tegen elkaar te bewegen. Vier snelle vleugelbewegingen achter elkaar veroorzaken samen een geluid dat klinkt als ‘kri’. Zo’n kri-element wordt ook wel echeme genoemd. Onderdelen van de vleugels trillen mee en versterken het geluid. Het kenmerkende ‘kri-kri-kri’ ontstaat doordat de krekel een hele reeks echemes achter elkaar produceert. Het tempo waarin dit gebeurt is afhankelijk van de temperatuur. In het veld geldt als regel: tel het aantal kri-elementen dat je in vijf seconden hoort, tel hier 7 bij op: de uitkomst is de omgevingstemperatuur in ˚C. Als de buitentemperatuur boven de 40 ˚C uitkomt, sjirpen de krekels niet. Dit betekent dat er een bovengrens is aan dit sjirpen. Je kunt het aantal kri’s dus ook gebruiken als insectenthermometer.

3p **11** Op de uitwerkbijlage is een assenstelsel getekend.
- Zet in dit assenstelsel de omgevingstemperatuur uit tegen de frequentie van het gesjirp van de veldkrekel zodat zo’n insectenthermometer ontstaat voor metingen tussen de 9 °C en 38 °C.
- Noteer onder het assenstelsel de berekening van twee meetpunten.

Het onderzoek heeft Hallenbeck vele nachten gekost.

2p **12** Beschrijf een onderzoek waarin je de relatie tussen omgevingstemperatuur en de frequentie van het sjirpen in een laboratoriumsituatie in kortere tijd kunt vaststellen.

Onderzoek aan zenuwcellen van krekels laat zien dat het patroon dat wordt gezongen op een andere plaats in het zenuwstelsel wordt opgewekt (P) dan waar het soorteigen zangpatroon wordt herkend (Q) (zie de afbeelding). In het eerste geval gaat het om groepen zenuwcellen die spieren aansturen, en in het tweede geval om groepen zenuwcellen waar informatie van de zintuigcellen wordt verwerkt.




2p **13** – Welk type zenuwcellen kun je, op basis van de gegeven informatie, bij P zeker verwachten?
– Welk type zeker bij Q?

| | zenuwcellen bij P | zenuwcellen bij Q |
|---|---|---|
| **A** | motorische zenuwcellen | motorische zenuwcellen |
| **B** | motorische zenuwcellen | sensorische zenuwcellen |
| **C** | sensorische zenuwcellen | motorische zenuwcellen |
| **D** | sensorische zenuwcellen | sensorische zenuwcellen |

Door het sjirpen lokken mannetjes vrouwtjes. Krekelvrouwtjes herkennen de mannetjes van de eigen soort aan het patroon van het gezang. Uit onderzoek is gebleken dat niet alleen de productie van het sjirpgeluid, maar ook de waarneming van het sjirpgeluid in de hersenen, temperatuurafhankelijk is. Daardoor herkennen de krekelvrouwtjes bij hogere temperaturen het snellere gesjirp toch als soorteigen.
Krekelvrouwtjes kunnen aan de toonhoogte horen hoe groot het mannetje is: grotere mannetjes maken lagere geluiden. Vrouwtjes kunnen zo voor grotere, wellicht gezondere mannetjes kiezen.
Over de gevolgen van dit waarnemen door de vrouwtjes worden de volgende uitspraken gedaan:

1 Het is voor het voortbestaan van de soort belangrijker dat een krekelvrouwtje het **patroon** van het gesjirp waarneemt, dan dat ze **toonhoogte** waarneemt.
2 Bij hogere temperaturen kiezen vrouwtjes vaker voor grotere mannetjes dan bij lage temperaturen.

2p **14** Welke uitspraak is of welke uitspraken zijn juist?

**A** geen van beide uitspraken
**B** alleen uitspraak 1
**C** alleen uitspraak 2
**D** zowel uitspraak 1 als uitspraak 2

## Genen van opa en oma

Soms omzeilt de natuur de klassieke erfelijkheidswetten van Mendel. Onderzoekers in Amerika menen dat planten van de Zandraket erfelijke informatie gebruiken die zij op een nog onbekende wijze van hun grootouders hebben geërfd.
Bij planten van de Zandraket (zie afbeelding 1) komt een mutatie voor in het zogenaamde hothead-gen. Alleen planten die homozygoot zijn voor het gemuteerde gen hebben vergroeiingen van de bloemknoppen (zie afbeelding 2). De bloemknoppen vormen dan een compact balletje. Planten met deze afwijking kunnen ontstaan uit ogenschijnlijk normale ouders.

**afbeelding 1**

1: normale planten

**afbeelding 2**

2: planten met het Hothead-gen

In een onderzoek naar de mutatie bleek dat gemiddeld tien procent van de nakomelingen van planten met vergroeide bloemkoppen, tegen alle verwachtingen in, normale bloemknoppen had in plaats van balletjes. Bij deze planten zonder vergroeiing, was het effect van de mutatie ongedaan gemaakt via een nog onbekend mechanisme. Onderzoek toonde aan dat het genotype niet was veranderd. Het bleven planten die homozygoot recessief waren voor het gemuteerde gen, maar ze hadden een fenotype dat hoorde bij het dominante gen.
Volgens de onderzoekers gebruikten deze planten hiervoor informatie die ze van hun grootouders hebben geërfd. Deze informatie zou dan buiten de chromosomen om zijn doorgegeven aan de kleinkinderen.
De DNA-code van de Zandraket is bekend, dus het was betrekkelijk eenvoudig uit te sluiten dat ergens op de chromosomen ook nog een gezonde kopie van het betreffende gen aanwezig was. Onderzoekers denken dat in de geslachtscellen van de Zandraket afschriften van de genen van voorouders meereizen. De planten zouden op deze zogenaamde schaduwgenen terug kunnen vallen als zij van hun ouders alleen slechte genkopieën erven. Op deze wijze zou de Zandraket, die zich vaak door zelfbestuiving voortplant, degeneratie door inteelt kunnen voorkomen.

De mutatie in het hothead-gen is recessief.

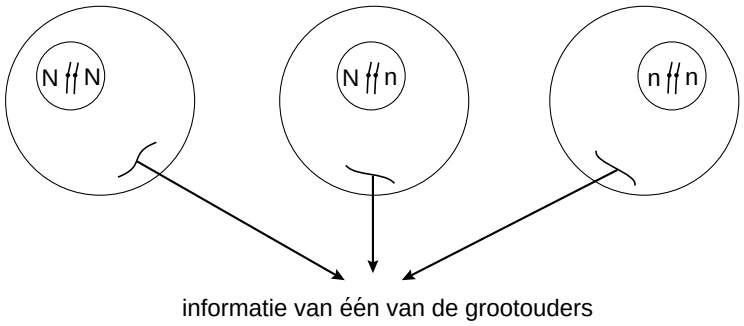
2p **15** Geef twee argumenten waaruit blijkt dat de bovengenoemde mutatie recessief is. Gebruik hiervoor citaten uit de tekst.

De onderzoekers zochten naar een verklaring voor het gegeven dat in dit geval tien procent van de nakomelingen normale bloemknoppen hadden, verkregen na zelfbestuiving van homozygoot recessieve ouders.
In dit verband stelden de onderzoekers een aantal hypothesen op.

1p **16** Noem op basis van de tekst een hypothese die door de onderzoekers is geformuleerd.

Het gen voor normale bloemknoppen wordt aangeduid met N, het gemuteerde hothead-gen wordt aangeduid met n. Omdat het hothead-gen recessief is, is het genotype van de planten met de vergroeide bloemknoppen nn. De diploïde cellen van de Zandraket, dus ook de cellen die later de geslachtscellen gaan leveren, kunnen genotypen hebben zoals in afbeelding 3 is weergegeven. De schaduwgenen zijn apart aangegeven als ‘informatie van één van de grootouders’.

**afbeelding 3**




Uit een kruising van twee planten met gewone bloemknoppen ontstaan 47 nakomelingen. Van deze 47 planten zijn er 25 met gewone bloemknoppen en 22 met vergroeide bloemknoppen.

2p **17** Wat zijn de genotypen van de ouders?

**A** de beide ouders hebben het genotype nn
**B** de beide ouders hebben het genotype Nn
**C** de ene ouder heeft het genotype NN en de andere ouder heeft het genotype Nn
**D** de ene ouder heeft het genotype Nn en de andere ouder heeft het genotype nn

De Zandraket kan zowel via kruisbestuiving als via zelfbestuiving voor nakomelingen zorgen.
Stel dat drie planten met de genotypen NN, Nn, nn via zelfbestuiving nakomelingen krijgen en dat na elk van deze zelfbestuivingen 400 nakomelingen ontstaan.

2p **18** – Hoeveel planten zouden zonder de invloed van de schaduwgenen van grootouders naar verwachting vergroeide bloemknoppen bezitten?
– Hoeveel planten zouden naar verwachting met de invloed van de schaduwgenen van de grootouders vergroeide bloemknoppen bezitten?

| | zonder de invloed van schaduwgenen | met de invloed van schaduwgenen |
|---|---|---|
| **A** | 400 | 440 |
| **B** | 400 | 360 |
| **C** | 500 | 550 |
| **D** | 500 | 450 |
| **E** | 1200 | 1320 |
| **F** | 1200 | 1080 |

## Plant kloont in de kou

Sommige planten die in het vijandige klimaat van de noordelijke delen van de wereld groeien, verliezen het vermogen zich geslachtelijk voort te planten. Resultaat van een Canadees onderzoek aan een kattenstaartachtige plant, wijst erop dat planten muteren waardoor seks onmogelijk wordt, maar de overlevingskans in het Noorden wordt verhoogd.
De onderzoekers bestudeerden *Decodon verticillatus*, een struikachtige plant die in Noord-Amerika groeit. In noordelijke richting zie je dat deze struiken die zich normaal geslachtelijk voortplanten, zich steeds vaker uitsluitend ongeslachtelijk vermenigvuldigen. Aan de noordelijke grens van het verspreidingsgebied van de soort zijn hierdoor groepen genetisch identieke planten, dus klonen te vinden.
De vraag is hoe het komt dat deze populaties zich niet meer geslachtelijk voortplanten.

In de tekst wordt omschreven dat planten muteren en zich daarna niet meer geslachtelijk voortplanten.

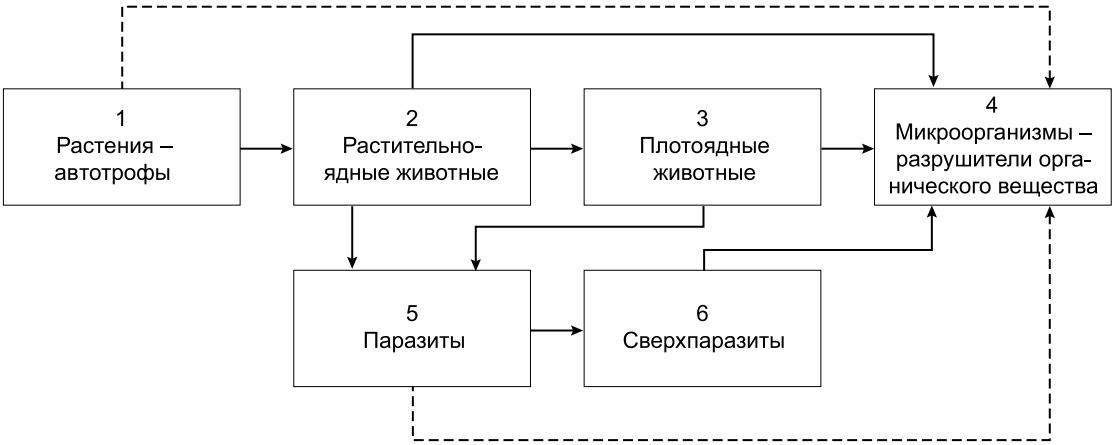
1p **19** Geef de omschrijving van de biologische term mutatie.

Het klimaat van de noordelijke delen van de wereld kan in de toekomst, door processen zoals het versterkte broeikaseffect, veranderen. Voor de plantenpopulaties die zijn overgegaan op ongeslachtelijke voortplanting kan deze verandering nadelige gevolgen hebben.

2p **20** Leg uit waardoor een verandering van het klimaat nadelig is voor de zich ongeslachtelijk vermeerderende plantenpopulaties van *Decodon verticillatus*.

## Ecologie in de Oekraïne

In een leerboek uit de Oekraïne stond de volgende afbeelding.




Bovenstaande afbeelding stelt een schema van de voedselketen voor met als onderdelen:
- autotrofe planten
- carnivoren
- herbivoren
- hyperparasieten
- micro-organismen
- parasieten

In de uitwerkbijlage staan deze zes onderdelen genoemd.

2p **21** Zet in de uitwerkbijlage de cijfers 1 tot en met 6 uit het schema achter het juiste onderdeel.

2p **22** Welk onderdeel zou toegevoegd moeten worden om van deze voedselketen een kringloop te maken?

**A** afvaleters
**B** anorganische stof
**C** organische stof
**D** reducenten
**E** zonlicht

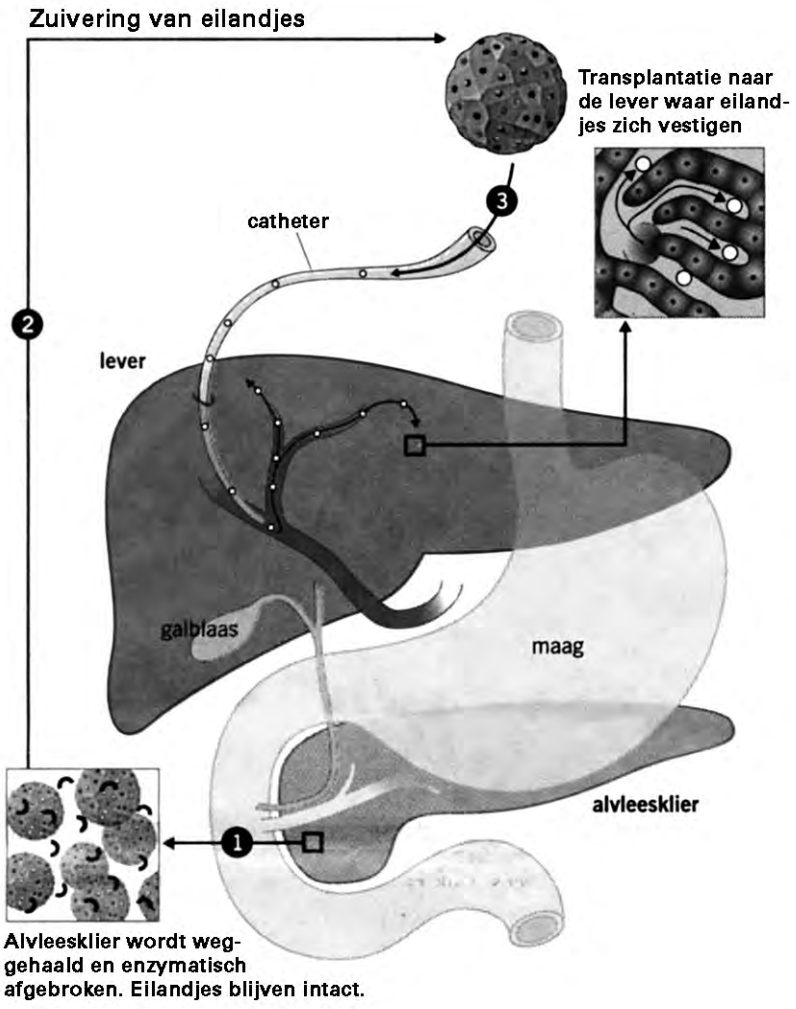
De biomassa van de groep hyperparasieten is lager dan die van de groep parasieten.

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

## Weefseltransplantatie

In 2003 is in het Academisch Ziekenhuis Groningen voor het eerst succesvol een transplantatie uitgevoerd van eilandjes van Langerhans die van de patiënt zelf afkomstig waren. De patiënt had een zeer ernstige ontsteking van de alvleesklier. Dit orgaan werd verwijderd, waarna de nog intact zijnde eilandjes van Langerhans uit de alvleesklier werden geïsoleerd. Na zuivering zijn ze via een bloedvat in de lever van de patiënt gebracht. En daar produceerden ze na korte tijd voldoende insuline (zie de afbeelding).

**TRANSPLANTATIE VAN EILANDJES VAN LANGERHANS**




2p **24** Via welke weg verlaat insuline, dat na de transplantatie gemaakt wordt, de lever?

**A** via de galblaas
**B** via de leverader
**C** via de leverslagader
**D** via de poortader

Na een succesvolle transplantatie kan de patiënt wel zelf insuline en glucagon maken, maar niet al zijn problemen zijn opgelost. Hij zal zijn hele leven een streng dieet moeten volgen.

2p **25** – Noem een functie van de alvleesklier die na de transplantatie van de eilandjes van Langerhans niet door de lever kan worden overgenomen.
– Welk gevolg heeft dat?

Type-1 diabetes is een auto-immuun ziekte, waarbij de patiënt antistoffen maakt tegen de eigen cellen van de eilandjes van Langerhans. Omdat bij veel patiënten dit type diabetes zich op jonge leeftijd ontwikkelt, wordt ook wel gesproken over jeugddiabetes. In de diagrammen hieronder is tijdstip P het moment dat de auto-immuun ziekte begint. Hierdoor veranderen de concentraties glucose en insuline in het bloed.

2p **26** Welk van de diagrammen geeft op de juiste manier weer hoe de concentraties glucose en insuline in de maanden volgend op tijdstip P veranderen als er niet ingegrepen wordt?

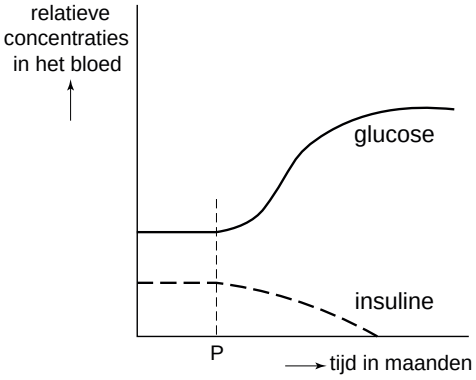


diagram 1

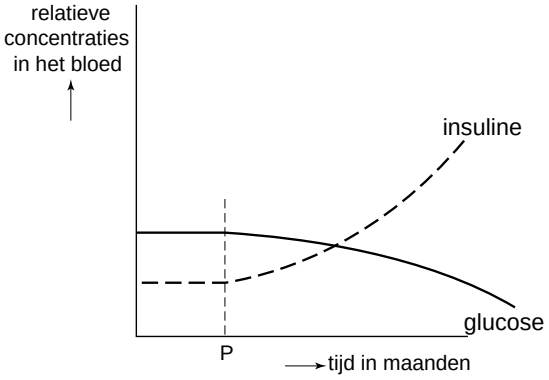


diagram 2

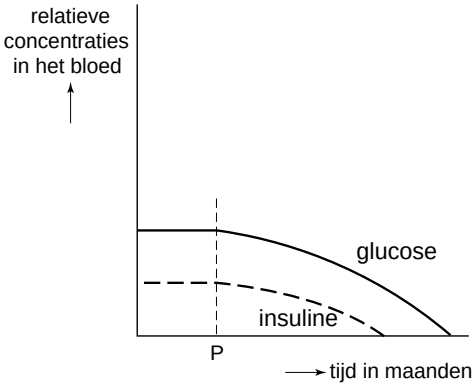


diagram 3

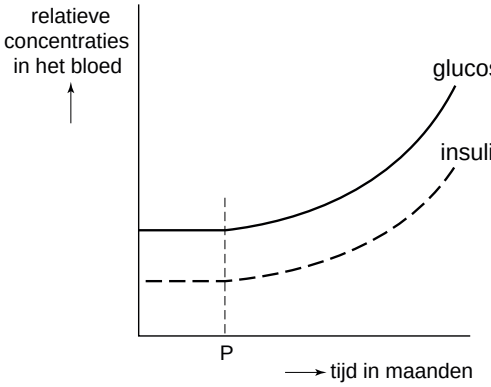


diagram 4

**A** diagram 1
**B** diagram 2
**C** diagram 3
**D** diagram 4

## Steltlopers hebben niet altijd dezelfde geur

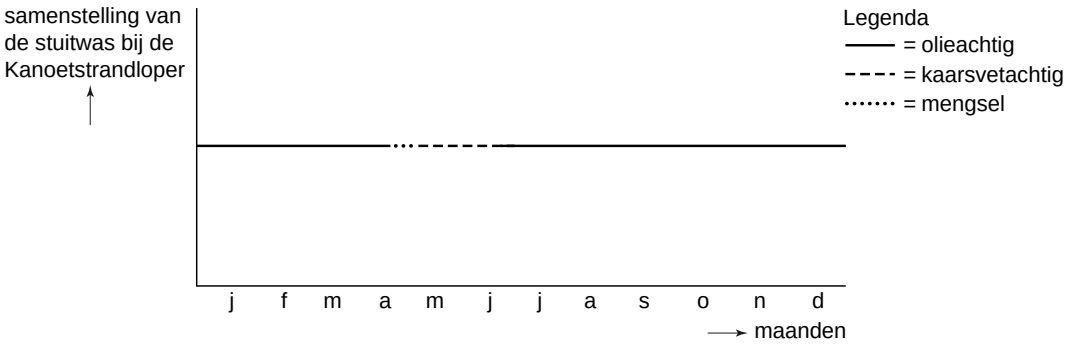
Alle vogels poetsen hun veren. Zij gebruiken hiervoor een wasachtige stof, die door de stuitklier afgescheiden wordt. Dit poetsgedrag leidt ertoe, dat het verenkleed waterafstotend wordt. Onderzoek aan steltlopers, zoals de Kanoetstrandloper, heeft echter aangetoond, dat de wasachtige stof verschillende functies kan hebben. Jeroen Reneerkens van het NIOZ toonde in 2002 aan, dat de samenstelling van de 'stuitwas' niet het hele jaar dezelfde is. Kanoetstrandlopers (zie afbeelding 1) zijn steltlopers die in het Waddengebied overwinteren. In mei vliegen ze naar Groenland om daar een geschikte partner te vinden, te broeden en hun jongen groot te brengen.

**afbeelding 1**

Gedurende een groot deel van het jaar is de stuitwas olieachtig, vloeibaar, maar gedurende een korte periode kaarsvetachtig en dus stugger van structuur. Het kost meer energie om het kaarsvetachtige stuitvet te maken dan het olieachtige stuitvet en het kost ook meer energie om het kaarsvetachtige vet over het verenkleed te verdelen. Er is geen verschil in het vermogen om water af te stoten tussen de twee soorten stuitvet. Dan ligt de conclusie voor de hand, dat de vogels de kaarsvetachtige stuitwas alleen maar maken als ze die hard nodig hebben.

In het volgende diagram (afbeelding 2) is weergegeven in welke perioden van het jaar deze twee vormen van stuitwas gemaakt worden.

**afbeelding 2**




2p **27** Wat kan een verklaring zijn voor het feit dat de Kanoetstrandloper twee soorten stuitvet maakt? Baseer je antwoord op afbeelding 2.

**A** Het kaarsvetachtige stuitvet is beter bestand tegen hoge omgevingstemperaturen.

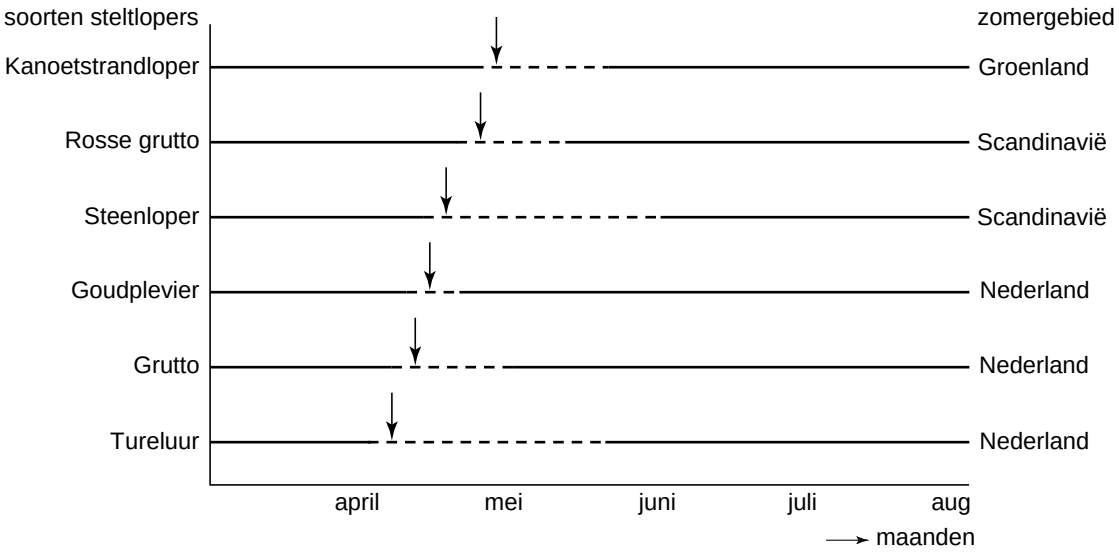
**B** Het kaarsvetachtige stuitvet speelt een rol bij de voortplanting.

**C** Het olieachtige stuitvet is beter bestand tegen hoge omgevingstemperaturen.

**D** Het olieachtige stuitvet speelt een rol bij de overwintering in het Waddengebied.

Behalve bij de Kanoetstrandloper heeft men van een aantal andere steltlopers de samenstelling van het stuitvet gedurende het jaar onderzocht. De resultaten zijn weergegeven in het diagram van afbeelding 3.
De periode dat de steltlopers het kaarsvetachtige stuitvet maken, wordt door de onderbroken lijn weergegeven.

**afbeelding 3**




1p **28** Welke relatie is er gezien de afbeelding en de vermelde informatie tussen het begintijdstip waarop de verschillende vogels het kaarsvetachtige stuitvet produceren en het zomer(broed)gebied van de verschillende vogels?

In 2005 deden de onderzoekers nog een onderzoek aan het stuitvet en ontdekten ze dat Kanoetstrandlopers stoffen met een verschillende geur produceren. In het experiment maakte men gebruik van een herdershond, die wattenstaafjes kreeg aangeboden. Sommige wattenstaafjes waren ingesmeerd met stuitwas, andere niet. Iedere keer als de hond de ingesmeerde wattenstaafjes aanwees, kreeg hij een beloning.

2p **29** Van welke vorm van leergedrag van de herdershond wordt hier gebruik gemaakt?

**A** imitatie
**B** inprenting
**C** inzicht
**D** klassieke conditionering
**E** operante conditionering

Vervolgens kreeg de hond de twee vormen van stuitvet aangeboden. Na de training kon de hond een dosis van 1 mg strandloperwas probleemloos aanwijzen. Vervolgens experimenteerde men vier dagen met veel lagere doses, variërend van 0,24 tot 15,6 µgram (1 µg = 1/1000 mg). De hond kon bij deze lagere doses het olieachtige stuitvet altijd aanwijzen, het kaarsvetachtige stuitvet vrijwel nooit. Hoewel de laboratoriumomstandigheden niet identiek zijn aan de natuurlijke omstandigheden van de Kanoetstrandloper, kon men over de biologische betekenis van het produceren van kaarsvetachtig stuitvet van de Kanoetstrandloper in de broedtijd wel een hypothese opstellen.

1p **30** Welke hypothese is dat?

## Voedsel en eiwitten

Eiwitten zijn onmisbare bestanddelen van ons voedsel. Eiwitten komen in zowel plantaardige als dierlijke voedingsmiddelen voor. In tabel 1 is de biologische waarde van eiwitten in verschillende voedingsmiddelen weergegeven. De biologische waarde geeft aan in welke mate deze eiwitten voor de mens als bouwstoffen bruikbaar zijn. De biologische waarde is gerelateerd aan het eiwit uit kippeneieren. De samenstelling van kippeneieren is zodanig, dat het alle essentiële aminozuren bevat in de voor de mens juiste verhouding. De biologische waarde van het eiwit van kippeneieren wordt daarom op 100 gesteld.

**tabel 1**

| voedingsmiddel | biologische waarde van de eiwitten |
|---|---|
| vis | 70 |
| rundvlees | 69 |
| kippenvlees | 64 |
| koemelk | 60 |
| rijst | 57 |
| kokos | 55 |
| sojabonen | 47 |
| tarwe | 44 |
| maïs | 41 |
| cassave | 41 |
| bonen | 34 |
| aardappelen | 24 |

Koemelk bevat slechts 3 gram eiwit per 100 gram. Gedroogde sojabonen bevatten 40 gram eiwit per 100 gram. Toch is de biologische waarde van koemelk hoger dan van gedroogde sojabonen.

1p **31** Leg uit waardoor de biologische waarde van de eiwitten van koemelk toch hoger is dan die van sojabonen.

In tabel 2 zijn de gewichtspercentages van eiwitten, vetten en koolhydraten in gedroogde zaden van een aantal peulvruchten opgenomen. Deze voedingsmiddelen zijn alle afkomstig van vlinderbloemige planten.

**tabel 2**

| samenstelling van gedroogde peulvruchten in procenten | | | |
|---|---|---|---|
| | eiwitten (%) | vetten (%) | koolhydraten (%) |
| pinda | 26,5 | 46 | 19 |
| bruine boon | 21 | 1,5 | 57,5 |
| erwt | 23 | 1,5 | 61 |
| linze | 25 | 0,5 | 59 |
| sojaboon | 40 | 19 | 24 |
| tuinboon | 23 | 2 | 55 |

De gewichtspercentages in tabel 2 zijn per voedingsmiddel opgeteld minder dan honderd procent.

1p **32** Noem nog twee andere groepen van voedingsstoffen die naast water in de gedroogde peulvruchten kunnen voorkomen.

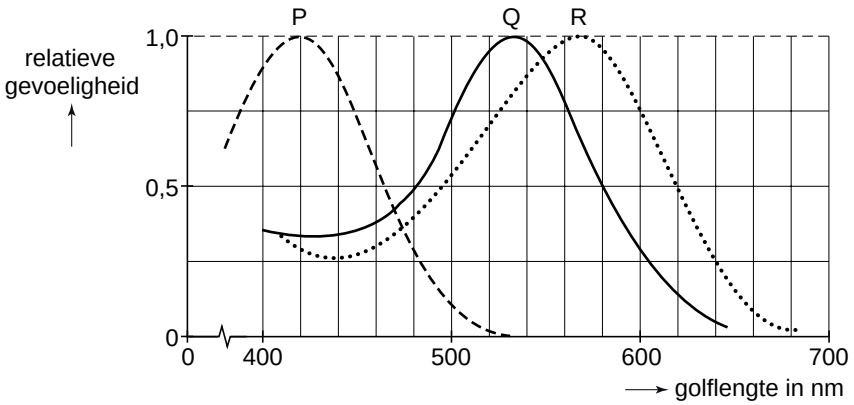
Vlinderbloemige planten zoals de sojaplant, leven vaak in symbiose met knolletjesbacteriën. Van deze symbiose hebben beide organismen voordeel.

2p **33**
– Waaruit bestaat het voordeel van de bacterie in deze symbiose?
– Waaruit bestaat het voordeel van de sojaplant in deze symbiose?

## Verschillende oogafwijkingen

De meest voorkomende vorm van kleurenblindheid is rood-groen kleurenblindheid. Mensen die hieraan lijden zien geen verschil tussen rode en groene kleuren. De oorzaak ligt in bepaalde zintuigcellen, de kegeltjes, in het netvlies van het oog.
Er zijn drie typen kegeltjes, één type met de grootste gevoeligheid voor het blauwe licht (P), één met de grootste gevoeligheid voor het groene licht (Q) en één met de grootste gevoeligheid voor het rode licht (R) (zie afbeelding 1).

**afbeelding 1**




John Mollon van de universiteit van Cambridge heeft in een onderzoek aangetoond, dat mensen die lijden aan rood-groen kleurenblindheid, andere kleurnuances beter kunnen onderscheiden dan mensen die niet kleurenblind zijn. Hij baseerde zijn onderzoek op gegevens uit de Tweede Wereldoorlog. Toen werden bij voorkeur kleurenblinden gebruikt om de in camouflagepakken gestoken vijandelijke soldaten waar te nemen. Iets waar de niet-kleurenblinden niet of minder toe in staat waren.

Camouflagepakken die in oorlogssituaties veel gebruikt worden, hebben vaak een kaki-kleur. De kaki-kleur is lichtbruin en lijkt op een zandkleurige achtergrond.
Mollon formuleerde de hypothese dat rood-groen kleurenblinden beter in staat zijn om de verschillende tinten kaki te onderscheiden.
Om zijn hypothese te testen voerde hij een experiment uit.

3p **34**
– Hoe zal de proefopzet geweest zijn om vast te stellen dat de rood-groen kleurenblinden beter in staat zijn om verschillende tinten kaki van elkaar te onderscheiden?
– Welk resultaat zal de hypothese van Mollon bevestigd hebben?

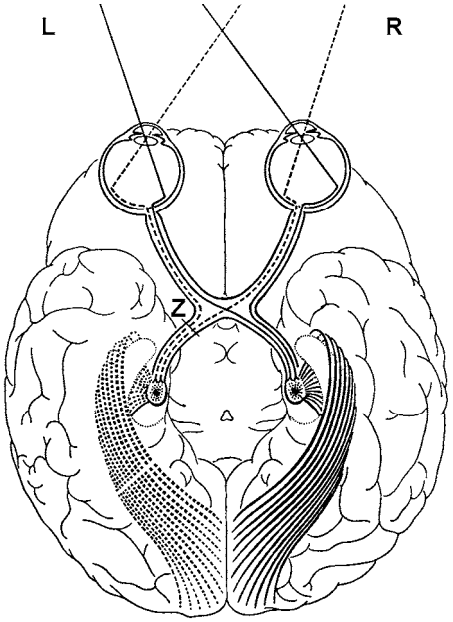
Rood-groen kleurenblindheid is een X-chromosomale afwijking.

2p **35** Welk van de volgende beweringen is zeker juist?

**A** De moeder van een rood-groen kleurenblinde zoon heeft altijd minimaal één chromosoom met het allel voor de afwijking.
**B** De moeder van een rood-groen kleurenblinde zoon is ook kleurenblind.
**C** De moeder van een rood-groen kleurenblinde zoon is nooit kleurenblind
**D** De vader van een rood-groen kleurenblinde zoon is altijd kleurenblind.
**E** De vader van een rood-groen kleurenblinde zoon is drager van de erfelijke afwijking.
**F** De vader van een rood-groen-kleurenblinde zoon is nooit kleurenblind.

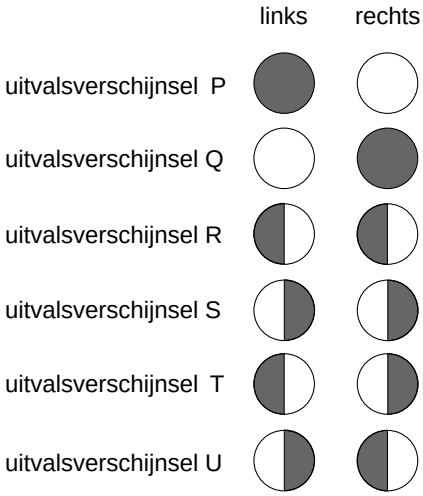
Een andere oogafwijking wordt veroorzaakt doordat de impulsen vanaf het netvlies niet of niet goed doorgegeven worden naar het gezichtscentrum in de grote hersenen.
In afbeelding 2 zie je de hersenen en de impulsbanen die van het netvlies via de oogzenuw naar de hersenen verlopen. Rechts en Links zijn aangegeven met R en L.

**afbeelding 2**



Bij een persoon is de oogzenuw op plaats Z onderbroken. Hierdoor ziet hij bepaalde delen van zijn omgeving niet. De gebieden van het gezichtsveld van het linker en van het rechteroog die hij tengevolge van deze uitval niet kan waarnemen worden in de afbeelding met zwart aangegeven, delen van de omgeving die hij nog wél kan zien zijn met wit aangegeven.

2p **36** Welke uitvalsverschijnselen zijn het gevolg van de onderbreking bij Z?

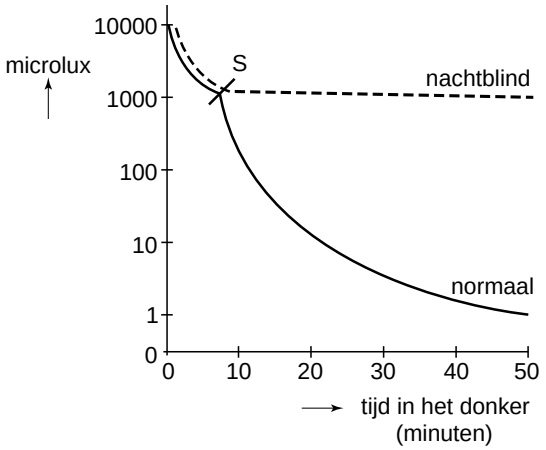



**A** uitvalsverschijnsel P
**B** uitvalsverschijnsel Q
**C** uitvalsverschijnsel R
**D** uitvalsverschijnsel S
**E** uitvalsverschijnsel T
**F** uitvalsverschijnsel U

Als mensen vanuit een verlichte ruimte naar een donkere ruimte gaan, passen hun ogen zich aan aan de geringe lichtintensiteit. Mensen die lijden aan nachtblindheid kunnen bij zo'n lage lichtintensiteit niets waarnemen. Hun staafjescellen werken niet.
In het volgende experiment werd een proefpersoon in een verder donkere ruimte geconfronteerd met een lichtbron waarvan de lichtintensiteit gevarieerd kon worden.

De proefpersoon wist niet van tevoren waar de lichtbron zich bevond. De proefpersoon moest aangeven wanneer hij de lichtbron kon waarnemen. In onderstaande grafiek (afbeelding 3) worden de resultaten weergegeven. Op de X-as staat de tijd die de proefpersoon nodig had voor hij de lichtbron waarnam. Op de Y-as staat de lichtintensiteit van de lichtbron in microlux.

**afbeelding 3**




2p **37** Waardoor loopt de grafiek voor de nachtblinde en de normaal ziende persoon tot aan S gelijk?

**A** Lichtintensiteiten tussen 10.000 en 1000 microlux worden door beiden niet als verschillend waargenomen.
**B** Lichtintensiteiten tussen 10.000 en 1000 microlux wordt door de nachtblinde niet als verschil waargenomen.
**C** Tussen 10.000 en 1000 microlux gebruiken beiden hun kegeltjes.
**D** Tussen 10.000 en 1000 microlux kunnen bij beiden de staafjes nog wel functioneren.

Tijdens het experiment zegt een proefpersoon na 20 minuten dat hij de lichtbron waarneemt.

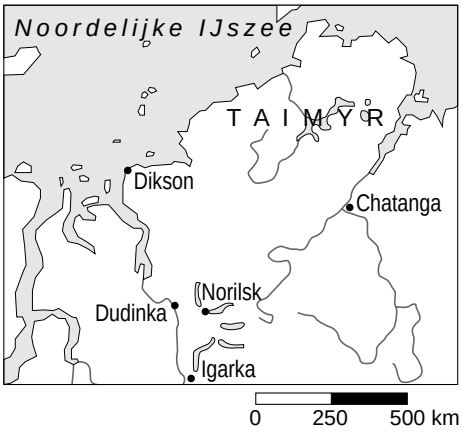
2p **38** – Kun je, op grond van het diagram in afbeelding 3, vaststellen of de proefpersoon nachtblind is of niet?
– Wat is de lichtintensiteit van de lichtbron?

**A** De proefpersoon is nachtblind en de lichtbron heeft een lichtintensiteit van circa 1000 microlux.
**B** De proefpersoon is niet nachtblind en de lichtbron heeft een lichtintensiteit van circa 1000 microlux.
**C** De proefpersoon is nachtblind en de lichtbron heeft een lichtintensiteit van circa 10 microlux.
**D** De proefpersoon is niet nachtblind en de lichtbron heeft een lichtintensiteit van circa 10 microlux.

## Leven op het Taimyr-schiereiland

In de zomer van 2002 zijn tien biologen vertrokken naar het uitgestrekte Taimyr-schiereiland, in Siberië (zie afbeelding 1), zo'n duizend kilometer ten oosten van Nova Zembla.

**afbeelding 1**




Doel van deze onderzoeksexpeditie was het vaststellen van de populatiedichtheden van lemmingen, poolvossen, sneeuwuilen en rotganzen. Sneeuwuilen en poolvossen blijken zich vooral voort te planten in zogeheten lemming-piekjaren, die eens in de drie jaar voorkomen. In deze piekjaren blijken ook veel jonge rotganzen, graseters bij uitstek, zo voorspoedig op te groeien, dat ze in staat zijn naar hun winterkwartier te vliegen.
Lemmingen voeden zich met gras. Het zijn kleine knaagdieren ter grootte van een hamster. Lemmingen dienen als hoofdvoedsel voor poolvossen en sneeuwuilen. Poolvossen blijken ook in het lemming-piekjaar nog jonge rotganzen of ganzeneieren te pakken. Hoewel sneeuwuilen in jaren zonder of met weinig lemmingen de broedende volwassen rotganzen kunnen doden, doen ze dat niet in een lemming-piekjaar. Er wordt dan vaak waargenomen dat rotganzen juist vlakbij een sneeuwuilennest gaan broeden. Omdat ook sneeuwuilkuikens op het menu van de poolvossen staan, verdedigt een sneeuwuil zijn nest met jongen fel tegen poolvossen. Zo biedt hij tegelijkertijd bescherming aan de bij hem in de buurt broedende rotganzen.

2p **39** Wat wordt bedoeld met de populatiedichtheid van de poolvos in het onderzochte gebied?

**A** het aantal poolvossen in een bepaald jaar
**B** het aantal poolvossen in het gebied
**C** het aantal poolvossen over een groot aantal jaren gemeten
**D** het aantal poolvossen per oppervlakte eenheid

2p **40** Teken het voedselweb van de in de tekst genoemde organismen van het schiereiland. Verbind de organismen door pijlen in de richting van de energieoverdracht.

Op het schiereiland is de hoeveelheid beschikbaar voedsel meestal schaars. Bij schaarste treedt er voedselconcurrentie op.

2p **41** Geef twee voorbeelden van voedselconcurrentie tussen verschillende soorten organismen die in de tekst genoemd worden.

2p **42** Hoe noem je de beschreven relatie tussen de sneeuwuilen en de broedende rotganzen in een lemming-piekjaar?

**A** commensalisme
**B** coöperatie
**C** mutualisme
**D** predatie

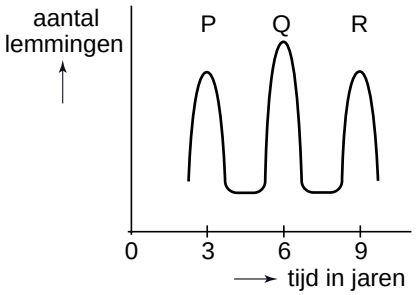
Rotganzen leggen tussen de 3 en 6 eieren per keer. Niet alle jongen zullen volwassen worden. Gemiddeld kunnen er 3,5 jongen per nest de tocht naar het winterkwartier aan. Een gans is na 1 jaar volwassen en kan dan gaan broeden. In een bepaald jaar overwinterden in Nederland ongeveer 200.000 rotganzen. Dit zijn zowel de jongen als hun ouders.

2p **43** Hoeveel ganzen, die in dat bepaalde jaar in Nederland overwinterden, waren voor het eerst vanuit Siberië naar Nederland gevlogen?

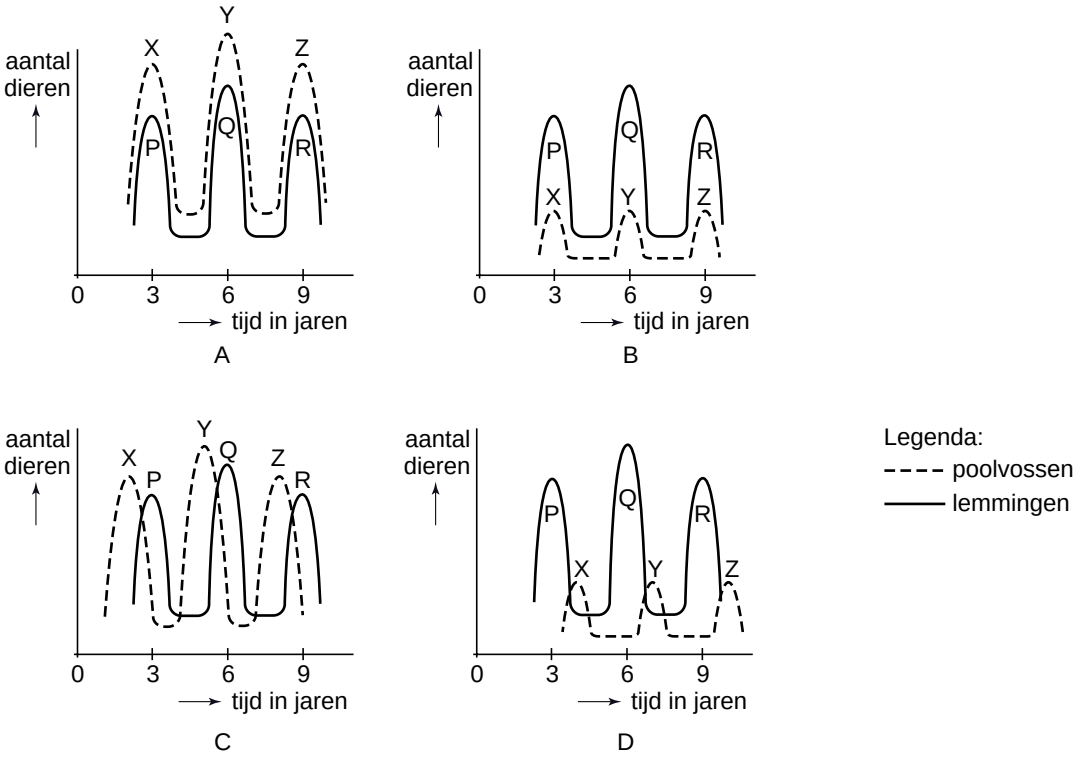
**A** tussen de 80.000 en 100.000
**B** tussen de 100.000 en 120.000
**C** tussen de 120.000 en 140.000
**D** tussen de 140.000 en 160.000

In afbeelding 2 wordt aangegeven hoe het aantal lemmingen dat op het schiereiland voorkomt, verandert in de loop van een aantal jaren. Zowel tussen de toppen P en Q als tussen de toppen Q en R zit een termijn van drie jaar.
In dezelfde periode werd ook het aantal poolvossen op het schiereiland bepaald. In hetzelfde assenstelsel kunnen die aantallen weergegeven worden. Ook dan worden drie toppen in de grafiek waargenomen (X, Y en Z).

**afbeelding 2**




2p **44** Welke grafiek geeft de juiste ligging van deze toppen X, Y en Z weer?




**A** grafiek A
**B** grafiek B
**C** grafiek C
**D** grafiek D

**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.*