

**Voor dit examen zijn maximaal 81 punten te behalen; het examen bestaat uit 40 vragen. Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.**

Als bij een open vraag een verklaring, uitleg of berekening wordt gevraagd, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg of berekening ontbreekt.

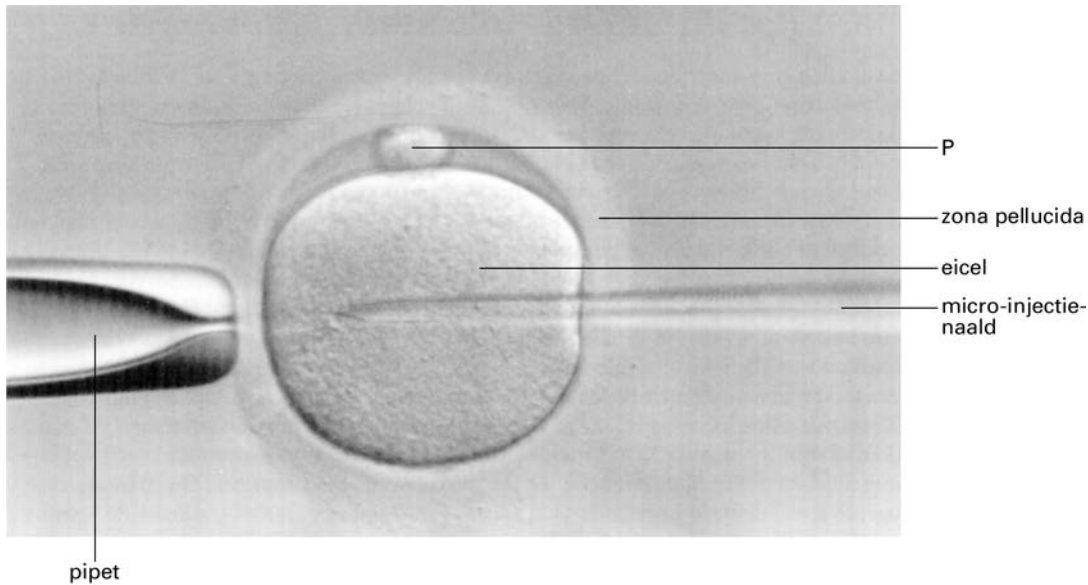
Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

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

### Voortplanting

ICSI is de afkorting van Intra Cytoplasmic Sperm Injection (sperm = spermacel). Bij deze techniek van 'geassisteerde voortplanting' wordt met een micro-injectienaald één spermacel geïnjecteerd in een secundaire oöcyt (zie afbeelding 1) waarvan aangenomen kan worden dat deze in de metafase-II verkeert. De cel wordt daartoe gefixeerd met een pipet. P is het eerste poollichaampje.

afbeelding 1



bron: A. Van Steirteghem, *Fertiliteitsonderzoek en behandeling*, Oss, 1994, 190

- 2p **1** ■ De diameter van een secundaire oöcyt is ongeveer 100  $\mu\text{m}$ .  
Wat is de vergrotingsfactor van afbeelding 1?
- A ongeveer 16 $\times$
  - B ongeveer 40 $\times$
  - C ongeveer 160 $\times$
  - D ongeveer 400 $\times$
  - E ongeveer 800 $\times$
  - F ongeveer 1600 $\times$

- 1p **2** □ In een microscopisch preparaat van een cel kunnen soms chromosomen zichtbaar worden gemaakt door kleuring.  
Zijn in een secundaire oöcyt in het stadium zoals dat in afbeelding 1 is weergegeven, na kleuring chromosomen zichtbaar?  
Verklaar je antwoord.

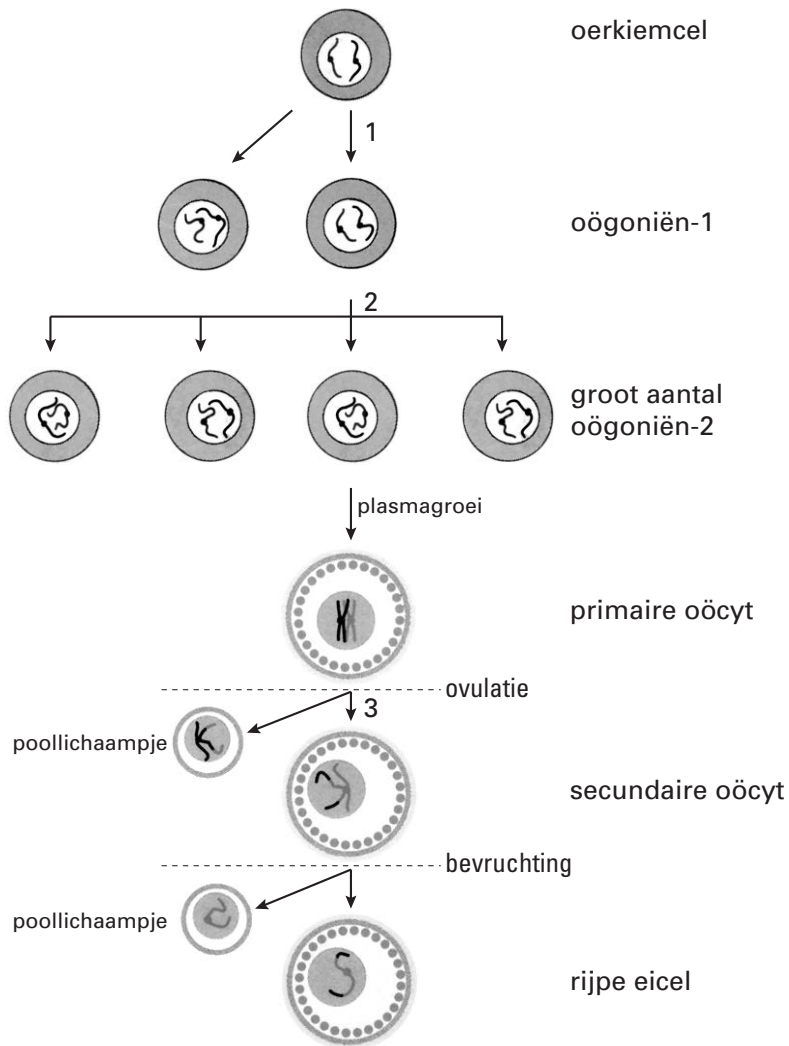
Als een ICSI-behandeling levensvatbare embryo's oplevert, worden er – net als bij andere vormen van 'in-vitrofertilisatie' – enkele in de baarmoeder geplaatst. Dit gebeurt meestal met embryo's in een vier- tot achtcellig stadium. Een studente noemt vier criteria waarop – voorafgaande aan de implantatie – de levensvatbaarheid van een embryo zou kunnen worden vastgesteld:

- 1 de aanwezigheid van delende kernen;
- 2 de beweeglijkheid van het embryo;
- 3 de grootte van de cellen;
- 4 het aantal mitochondriën per cel.

- 2p **3** ■ Welk van deze criteria geeft de meeste informatie over de kans op een succesvolle ontwikkeling van het embryo?
- A criterium 1
  - B criterium 2
  - C criterium 3
  - D criterium 4

Tijdens de ontwikkeling van een oerkiemcel tot een eicel treedt een aantal delingen op die in afbeelding 2 zijn aangegeven met de cijfers 1, 2 en 3.

afbeelding 2



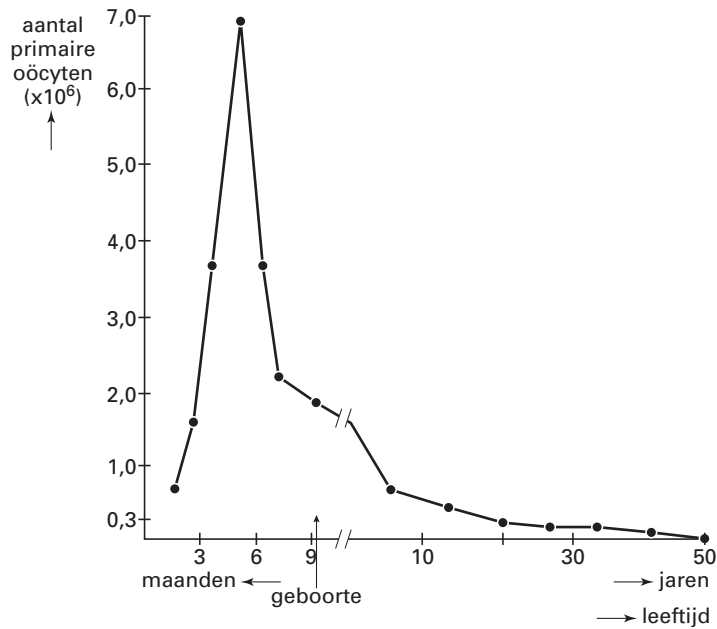
bron: B. Alberts e.a., *Molecular biology of the cell*, New York & London, 1989, 858

2p 4 ■ Welke van deze delingen is of welke zijn mitotisch?

- A alleen 1
- B alleen 2
- C alleen 3
- D alleen 1 en 2
- E alleen 2 en 3
- F 1, 2 en 3

In afbeelding 3 is het verloop van het aantal primaire oöcyten gegeven. Deze oöcyten ontwikkelen zich in het embryo. Op een leeftijd van 50 jaar zijn geen primaire oöcyten meer aanwezig.

afbeelding 3



bron: M.A. Tribe & M.R. Eraut, *Basic Biology Course, Unit 4, Communication between cells, Book 11, Hormones, Cambridge etc., 1979, 158*

Over de oorzaak waardoor het aantal primaire oöcyten in de tweede helft van de embryonale ontwikkeling afneemt, worden twee beweringen gedaan:

- 1 Het aantal neemt af doordat primaire oöcyten zich ontwikkelen tot secundaire oöcyten.
- 2 Het aantal neemt af doordat primaire oöcyten samensmelten tot oögoniën.

- 2p **5** ■ Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?
- A geen van beide beweringen
  - B alleen bewering 1
  - C alleen bewering 2
  - D beide beweringen

Bij een bepaalde vrouw vond haar eerste menstruatie plaats op de leeftijd van dertien jaar en vier maanden. Toen zij 52 jaar en zes maanden was, had zij haar laatste menstruatie. In geval van ongestoorde menstruatiecycli zouden bij haar ongeveer 500 eicellen zijn gerijpt. In werkelijkheid blijkt dit aantal kleiner te zijn, doordat niet al haar cycli ongestoord zijn.

- 2p **6** □ Noem vier oorzaken waardoor bij haar een kleiner aantal eicellen is gerijpt.

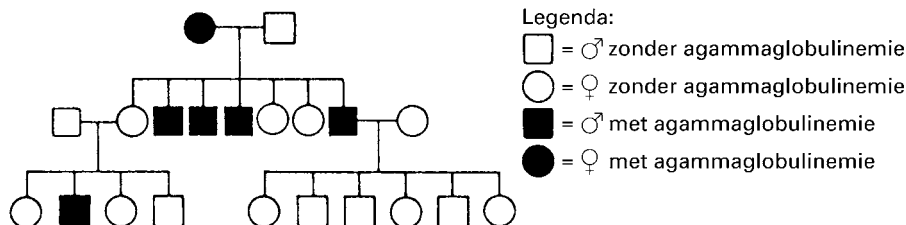
### Genetica

Bij mensen is het gen voor een bepaalde vorm van kleurenblindheid X-chromosomaal. Eén op de zeven niet-kleurenblinde vrouwen is hiervoor heterozygoot. Een man en een vrouw kunnen normaal kleuren zien. Deze twee mensen krijgen een kind. Over hun voorouders zijn geen gegevens bekend. Aangenomen mag worden dat er geen mutatie of crossing-over heeft plaatsgevonden.

- 2p **7** ■ Hoe groot is de kans dat dit kind die bepaalde vorm van kleurenblindheid heeft?
- A 0
  - B 1/196
  - C 1/49
  - D 1/28
  - E 1/14
  - F 1/4

In afbeelding 4 is de stamboom van een familie gegeven waarin de ziekte agammaglobulinemie voorkomt. Lijders aan deze erfelijke ziekte zijn verhoogd vatbaar voor infecties.

afbeelding 4



2p 8 □

Aangenomen mag worden dat er geen mutatie of crossing-over heeft plaatsgevonden. Is het gen dat deze ziekte veroorzaakt dominant of recessief of is dat uit deze stamboom niet af te leiden? En is het gen X-chromosomaal of niet X-chromosomaal of is dat uit deze stamboom niet af te leiden?

Er zijn kinderen, de 'snotteraars', die vaak last hebben van infecties van de bovenste luchtwegen. Deze infecties worden veroorzaakt door ziekteverwekkende bacteriën (pneumokokken). De gevoeligheid voor deze infectie hangt samen met de aard van de receptor, de Fc-receptor, op de macrofagen die het kind vormt. Van deze receptor bestaan twee varianten: op plaats 131 van het receptoreiwitmolecuul kan zich het aminozuur histidine (H131) of het aminozuur arginine (R131) bevinden. Het receptoreiwit H131 wordt gevormd als het gen  $E^H$  in de cellen aanwezig is. In aanwezigheid van het gen  $E^R$  wordt het receptoreiwit R131 gevormd. Beide genen komen tegelijkertijd tot expressie. Van een groep snotteraars en van een populatie waarvan deze groep deel uitmaakt, werd het genotype voor deze receptoreiwitten bepaald. De resultaten zijn weergegeven in tabel 1. Deze populatie voldoet niet aan de Hardy-Weinberg regel.

tabel 1

genotype	frequentie bij snotteraars (in %)	frequentie in totale populatie (in %)
$E^H E^H$	12	32
$E^H E^R$	58	53
$E^R E^R$	30	15

Uit tabel 1 blijkt dat het optreden van de infecties bij snotteraars samenhangt met het genotype.

2p 9 ■

Welk van de receptoreiwitten H131 en R131 geeft de meeste bescherming tegen een pneumokokkeninfectie? En welk van de genotypen  $E^H E^H$ ,  $E^H E^R$  en  $E^R E^R$  moet een kind hebben om macrofagen met Fc-receptoren te kunnen produceren die de meeste bescherming bieden?

receptoreiwit      genotype

- A H131       $E^H E^H$
- B H131       $E^H E^R$
- C H131       $E^R E^R$
- D R131       $E^H E^H$
- E R131       $E^H E^R$
- F R131       $E^R E^R$

## Speeksel

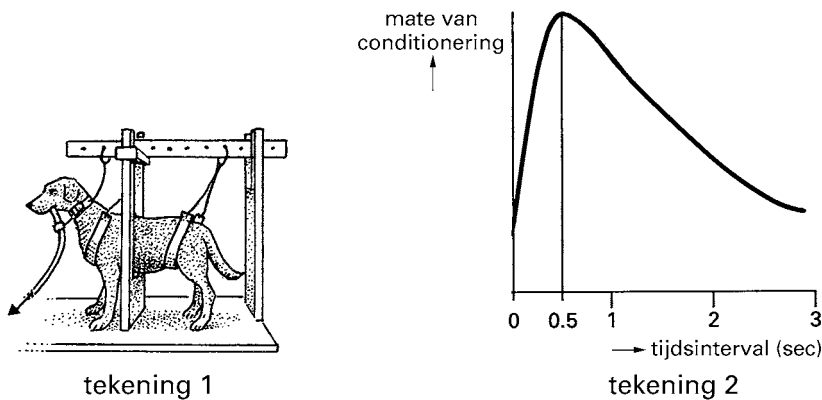
tekst 1

De Rus I.P. Pavlov was één van de belangrijkste grondleggers van het onderzoek naar het mechanisme van leren. In zijn meest bekende experimenten met honden bestudeerde hij de processen die een rol spelen bij de voedselopname. Daarbij onderzocht hij aanvankelijk in hoeverre de reflexmatige afscheiding van speeksel en maagzuur afhing van de aanwezigheid van voedsel.

In één van zijn latere proefseries werd het toedienen van voedsel telkens voorafgegaan door een geluidssignaal. Bij de aanvang van zo'n experiment scheidde het proefdier enige tijd na de voedseltoediening speeksel af [= fase 1]. Wanneer het proefdier herhaalde malen was geconfronteerd met een geluidssignaal - dat altijd werd gevolgd door de aanbieder van voedsel - werd na kortere tijd speeksel afgescheiden, al voordat er voedsel was aangeboden [= fase 2]. Wanneer zo'n proefdier ten slotte alleen het geluidssignaal te horen kreeg zonder dat voedselaanbieder volgde, werd speeksel afgescheiden op dezelfde wijze als tijdens de voedselaanbiederingen [fase 3]. Het proces waarbij in een dier een verbinding wordt gelegd tussen een bestaande onvoorwaardelijke reflex (speekselafschieding door voedsel in de bek) en een willekeurige nieuwe prikkel (geluidssignaal) noemde Pavlov conditioneren. Conditioneren volgens Pavlov wordt ook wel klassiek conditioneren genoemd.

In tekening 1 van afbeelding 5 is de proefopstelling van Pavlov schematisch weergegeven. Klassiek conditioneren lukt meestal alleen wanneer de geconditioneerde prikkel, in dit geval het geluidssignaal (S), na zeer korte tijd wordt gevolgd door de niet-geconditioneerde prikkel, in dit geval het voedsel (V). De reflexmatige reactie, in dit geval de speekselafschieding, wordt de respons (R) genoemd. Tekening 2 van afbeelding 5 geeft het verband weer tussen het tijdsinterval S-V en de mate van de conditionering.

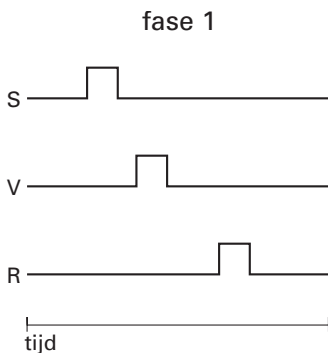
afbeelding 5



bewerkt naar: M.S. Westerterp-Plantenga e.a., *Biologie van populaties en gedrag* 3, 5/7, Heerlen, 1988, 230-231

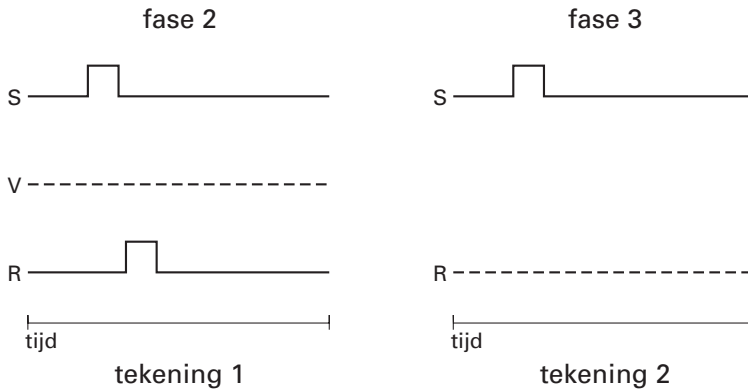
De handelingen en waarnemingen in de opeenvolgende fasen in de conditioneringsexperimenten van Pavlov kunnen schematisch worden weergegeven. In afbeelding 6 is fase 1 getekend, zoals die in tekst 1 is beschreven.

afbeelding 6



In afbeelding 7 zijn de fasen 2 en 3 uit tekst 1 voor een deel getekend. In tekening 1 van afbeelding 7 ontbreekt het moment waarop het voedsel wordt gegeven (V). In tekening 2 van afbeelding 7 ontbreekt het moment waarop de hond speeksel gaat afgeven (R).

afbeelding 7



2p **10**

Neem afbeelding 7 over op je antwoordblad.

Teken in tekening 1 het moment waarop het voedsel wordt gegeven (V) in een juiste tijdrelatie tot S en R.

Teken in tekening 2 het moment waarop de hond speeksel gaat afgeven (R) in een juiste tijdrelatie tot S.

Mensen produceren twee typen speeksel afhankelijk van het voedsel dat ze consumeren. Tabel 2 bevat informatie over de samenstelling van deze twee typen speeksel (I en II).

tabel 2

speekseltype I	speekseltype II
waterig	slijmerig
bevat o.a. amylase	bevat o.a. amylase, slijm, thiocynaat en antistoffen
wordt afgegeven door onderoorspeekselklieren	wordt afgegeven door onderkaakspeekselklieren en ondertongspeekselklieren

Gesteld wordt dat zonder voedsel in je mond het geproduceerde speeksel een mengsel is van speeksel van type I en type II. Thiocynaat in speekseltype II kun je aantonen met een oplossing van een ijzerzout: thiocynaat + ijzerzout levert een oranje kleur op. De concentratie thiocynaat bepaalt de mate van kleuring die van licht-oranje naar donker-oranje loopt.

Bij het kauwen van kauwgum wordt speeksel geproduceerd waarin relatief veel speekseltype II voorkomt. Je gaat een opzet maken voor een proef waarmee je dit aantoot. Het is niet mogelijk om de beide geproduceerde speekseltypen gescheiden op te vangen.

Je hebt kauwgum om op te kauwen en je hebt de beschikking over glaswerk, waaronder reageerbuizen, en een druppelflesje met ijzerzoutoplossing. Je mag aannemen dat deze kauwgum geen stoffen bevat die invloed op de proef hebben.

3p **11**

Beschrijf de opzet en uitvoering van de proef.

Beschrijf het verwachte resultaat van de proef en de conclusie die je daaruit trekt.

In een bepaalde populatie komen bij 84% van de individuen met de bloedgroepantigenen A en/of B deze antigenen ook voor in het speeksel. Men noemt deze mensen 'secretors'. Bij 16% van de individuen met de bloedgroepantigenen A en/of B komen die antigenen niet in het speeksel voor. Men noemt deze mensen 'non-secretors'. Het secretorgen (E) is dominant over het non-secretorgen (e). E en e zijn niet X-chromosomaal en erven onafhankelijk van de ABO-bloedgroepgenen over.

Op deze populatie is de Hardy-Weinberg regel van toepassing.

De verdeling van de bloedgroepen in deze populatie is gegeven in tabel 3. Tevens is vermeld door welk genotype de bloedgroep bepaald wordt.

tabel 3

bloedgroep	%	genotype
A	37,8	I <sup>A</sup> I <sup>A</sup> , I <sup>A</sup> i
B	14,0	I <sup>B</sup> I <sup>B</sup> , I <sup>B</sup> i
AB	4,5	I <sup>A</sup> I <sup>B</sup>
0	43,7	ii

In een gezin hebben de vader en de moeder bloedgroep AB. Ze zijn beiden secretor. Zij krijgen samen een kind.

5p **12**  Bereken hoe groot de kans is dat dit kind non-secretor is en tegelijk bloedgroep A heeft.

### Glucose, insuline en nierfunctie

Vier beweringen over de glucose- en de insulineconcentratie in het bloed bij de mens zijn:

1 Als door de dekweefselcellen van de dunne darm na een koolhydraatrijke maaltijd glucose wordt geresorbeerd, stijgt de afgifte van insuline.

2 Als iemand enkele uren niet heeft gegeten, stijgt de afgifte van insuline.

3 Als de insulineconcentratie in het bloed laag is, wordt door bepaalde organen, waaronder lever en spieren, weinig of geen glucose uit het bloed opgenomen.

4 Een hoge insulineconcentratie stimuleert de afgifte van glucose door de lever.

2p **13**  Welke van deze beweringen zijn juist?

- A alleen de beweringen 1 en 3
- B alleen de beweringen 1 en 4
- C alleen de beweringen 2 en 3
- D alleen de beweringen 2 en 4
- E de beweringen 1, 2 en 3
- F de beweringen 2, 3 en 4

Als bij een patiënt met onbehandelde diabetes mellitus (= suikerziekte) de glucoseconcentratie van het bloed langdurig is verhoogd, kan glucose in de urine worden aangetoond.

2p **14**  Leg aan de hand van de nierwerking uit waardoor bij die patiënt glucose in de urine aanwezig is.



## Bloedsomloop

In diagram 1 in afbeelding 8 is het drukverval in de grote bloedsomloop weergegeven. Langs de X-as is een aantal delen van de grote bloedsomloop aangegeven. In diagram 2 van afbeelding 8 is de drukverandering op plaats R van diagram 1 uitgezet tegen de tijd.

afbeelding 8

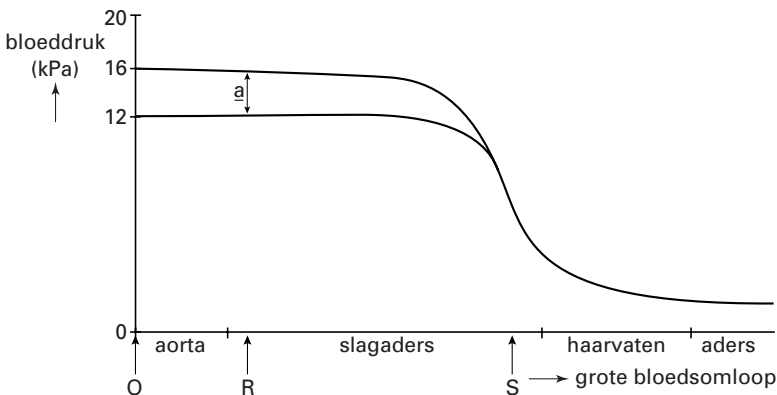


diagram 1

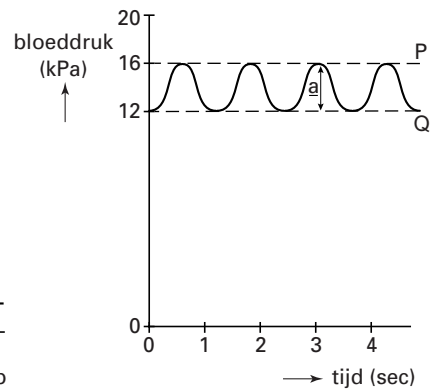


diagram 2

De druk op plaats R verandert voortdurend (zie diagram 2). Deze verandering in de bloeddruk wordt veroorzaakt door de hartwerking.

Het verschil tussen de hoogste drukwaarde P en de laagste drukwaarde Q (in het diagram aangegeven met  $a$ ) is gemeten bij een bepaalde vrouw op de leeftijd van 20 jaar en op de leeftijd van 70 jaar. Uit de meting blijkt dat  $a$  op de leeftijd van 70 jaar groter is dan op de leeftijd van 20 jaar. Hierover worden twee beweringen gedaan:

1  $a$  wordt met het toenemen van de leeftijd groter doordat de elasticiteit van de wand van de slagaders afneemt,

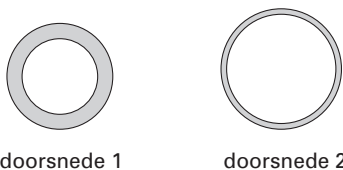
2  $a$  wordt met het toenemen van de leeftijd groter doordat de kracht waarmee de linker kamer zich samentrekt, afneemt.

2p 15 ■ Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?

- A geen van beide beweringen
- B alleen bewering 1
- C alleen bewering 2
- D beide beweringen

In afbeelding 9 is bij dezelfde vergroting de dwarsdoorsnede van de slagader op plaats R in diagram 1 op twee opeenvolgende tijdstippen schematisch weergegeven. Eén van de doorsneden komt overeen met de situatie waarin druk P van diagram 2 (afbeelding 8) heerst.

afbeelding 9



doorsnede 1

doorsnede 2

1p 16 □ Welke van de twee doorsneden is gemaakt op het tijdstip dat bloeddruk P heerst? Verklaar je antwoord.

Op de horizontale as in diagram 1 zijn de plaatsen O, R en S aangegeven. De bloeddruk bij S is lager dan die bij R. Hierover worden twee beweringen gedaan:

1 De bloeddruk bij S is lager dan die bij R, doordat op plaats S de totale oppervlakte van de doorsneden van de slagaders in de grote bloedsomloop kleiner is dan die op plaats R.

2 De bloeddruk bij S is lager dan die bij R, doordat de weerstand in het traject O – S groter is dan die in het traject O – R.

2p 17 ■ Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?

- A geen van beide beweringen
- B alleen bewering 1
- C alleen bewering 2
- D beide beweringen

### Regeling

Acetylcholine is een exciterende neurotransmitter. Er bestaan stoffen die de effecten van acetylcholine tegengaan. Onder invloed van zulke stoffen stromen extra  $\text{Cl}^-$ -ionen spiervezels in, waardoor de membranen van de spiervezels enigszins worden gehyperpolariseerd. Het gevolg hiervan is dat de overdracht van actiepotentialen naar deze spiervezels wordt geremd. Een stof met deze werking is aanwezig in het slaapmiddel valium®.

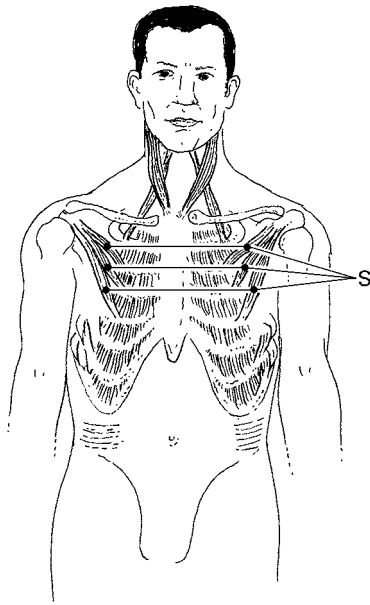
De spierziekte myasthenia gravis is een auto-immuunziekte die wordt gekenmerkt door een progressieve spierzwakte. Bij patiënten met myasthenia gravis zijn er onvoldoende acetylcholinereceptoren in de synaps beschikbaar. Het gebruik van valium® als slaapmiddel wordt deze patiënten afgeraden.

- 3p 18 □ Leg uit met behulp van bovenstaande gegevens waarom het gebruik van valium® voor deze patiënten wordt afgeraden.

### Ademhaling

In afbeelding 10 zijn spiergroepen weergegeven die bij de ademhaling zijn betrokken.

afbeelding 10



- 2p 19 ■ Wordt de druk in de longen lager, blijft deze gelijk of wordt deze hoger wanneer de spieren die in afbeelding 10 met S zijn aangegeven, zich samentrekken?

- A wordt lager
- B blijft gelijk
- C wordt hoger

De ademhalingsfrequentie wordt onder andere beïnvloed door het  $\text{CO}_2$ -gehalte van het bloed en door het autonome zenuwstelsel. Het autonome zenuwstelsel wordt verdeeld in een orthosympatisch en een parasympatisch deel.

Vier factoren die bij de mens de ademhalingsfrequentie beïnvloeden, zijn:

- 1 daling van het  $\text{CO}_2$ -gehalte van het bloed;
- 2 stijging van het  $\text{CO}_2$ -gehalte van het bloed;
- 3 stijging van de impulsfrequentie in het orthosympatische deel van het autonome zenuwstelsel;
- 4 stijging van de impulsfrequentie in het parasympatische deel van het autonome zenuwstelsel.

- 2p 20 □ Onder invloed van welke van deze factoren neemt de ademhalingsfrequentie toe?

## DNA

Een onderzoeker wil een bepaald enzym veranderen door op een bepaalde plaats in het enzymmolecuul het aminozuur methionine te vervangen door arginine. Het blijkt dat dit mogelijk is door in het DNA in de template streng (= matrijsstreng) één nucleotide te vervangen.

- 2p **21** ■ Welk nucleotide in de template streng moet hij dan vervangen?
- A een nucleotide met adenine
  - B een nucleotide met cytosine
  - C een nucleotide met guanine
  - D een nucleotide met thymine
  - E een nucleotide met uracil

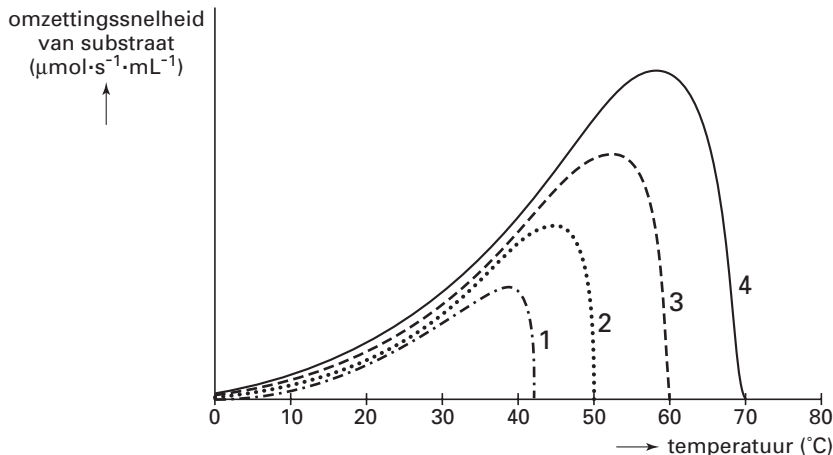
Het eiwit dat wordt gevormd op basis van dit veranderde DNA, blijkt geen enzymwerking meer te vertonen.

- 2p **22** □ Leg uit waardoor in dit geval vervanging van slechts één aminozuur door een ander aminozuur op een bepaalde plaats in het eiwitmolecuul er de oorzaak van is, dat het gevormde eiwit de enzymwerking niet meer heeft.

## Enzymen

Een leerlinge bestudeert het effect van de temperatuur op de activiteit van een enzym. Zij maakt daarvoor gebruik van een computerprogramma waarmee simulaties van de enzymactiviteit kunnen worden uitgevoerd. Het programma levert haar een diagram met vier grafieken 1, 2, 3 en 4 (zie afbeelding 11).

afbeelding 11



Deze vier grafieken zijn ontstaan doordat ze vier verschillende pre-incubatietijden heeft ingevoerd. De pre-incubatietijd is de tijd gedurende welke een enzymoplossing bij de reactietemperatuur verblijft voordat de enzymoplossing wordt gemengd met het substraat. Dit gebeurt bij elk van de temperaturen waarbij de omzettingssnelheid wordt bepaald.

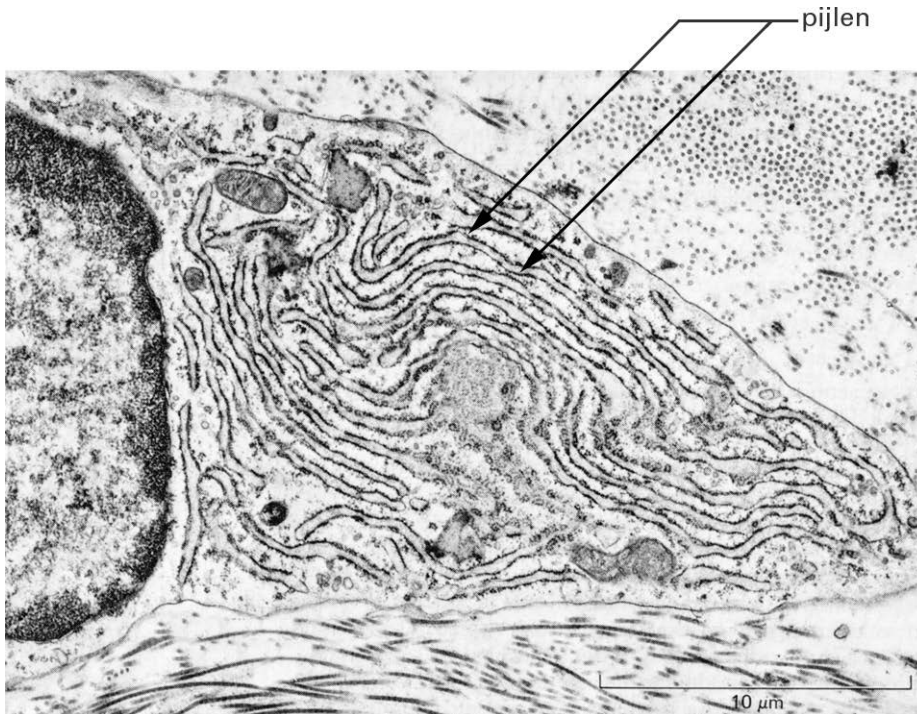
- 2p **23** ■ Welke van deze grafieken is ontstaan door de kortste pre-incubatietijd in te voeren?
- A grafiek 1
  - B grafiek 2
  - C grafiek 3
  - D grafiek 4

## Cellen bij de mens

PDGF (Platelet Derived Growth Factor) is een groeifactor die wordt gemaakt door, opgeslagen in en afgegeven door bloedplaatjes, macrofagen, gladde spiercellen en endotheelcellen. Gladde spiercellen en fibroblasten worden door PDGF gestimuleerd tot deling.

Fibroblasten zijn cellen die zich onder andere in de huid bevinden. Afbeelding 12 is een elektronenmicroscopische weergave van een deel van een fibroblast.

afbeelding 12



bron: B. Alberts e.a., *Molecular biology of the cell*, New York & London, 1989, 810

Fibroblasten produceren onder andere collageen, een bestanddeel van de tussencelstof. De organellen die als functie de productie van de tussencelstof hebben, zijn in fibroblasten sterk ontwikkeld. Deze organellen bevinden zich in het deel dat in afbeelding 12 met pijlen is aangegeven.

- 2p **24** ■ Wat voor soort stof is collageen?
- A een aminozuur
  - B een disacharide
  - C een eiwit
  - D een fosfolipide
  - E een nucleïnezuur
  - F een polysacharide

Het gen dat codeert voor PDGF is een proto-oncogen. Bepaalde proto-oncogenen kunnen, als een cel geïnfecteerd wordt door een virus, overgaan in een oncogen. Oncogenen veroorzaken kanker. Als een bepaald virus (het *Simian sarcoma virus*) bij verwonding een fibroblast infecteert, gaat de geïnfecteerde fibroblast, onder invloed van een oncogen, PDGF produceren en afgeven. Het gevolg daarvan is een woekering van fibroblasten en gladde spiercellen. Het *Simian sarcoma virus* is niet wijd verspreid, maar komt op bepaalde plaatsen in de wereld frequent voor.

Twee mensen (P en Q) snijden zich, waardoor zij geïnfecteerd raken met het *Simian sarcoma* virus. Persoon P krijgt ondanks de virusinfectie geen kanker, persoon Q krijgt wel kanker ten gevolge van de virusinfectie.

Hierover worden twee beweringen gedaan.

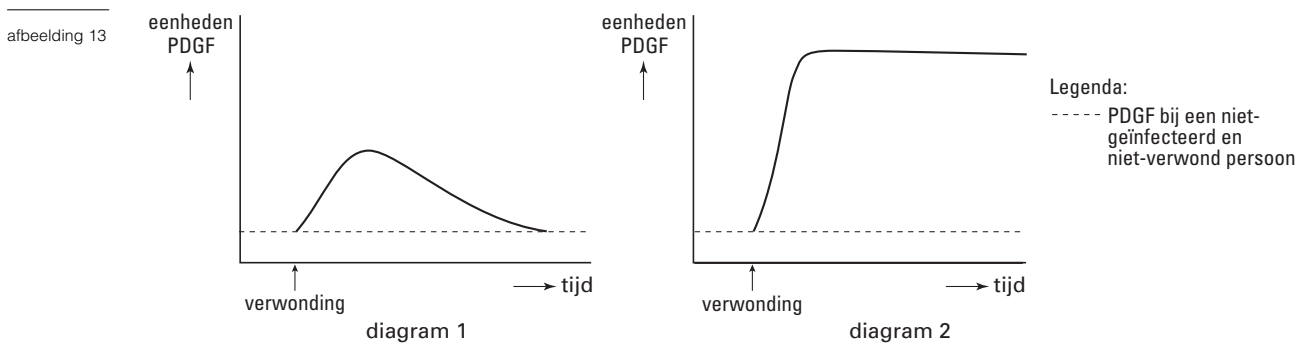
1 Persoon Q heeft het gen voor PDGF, persoon P niet.

2 Bij persoon P heeft het afweersysteem de binnengedrongen virussen tijdig onschadelijk gemaakt en bij persoon Q niet.

2p **25** ■ Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?

- A geen van beide beweringen
- B alleen bewering 1
- C alleen bewering 2
- D beide beweringen

De hoeveelheid PDGF in het bloedplasma van de personen P en Q wordt gemeten vanaf het moment van verwonden. De meetresultaten zijn weergegeven in de diagrammen van afbeelding 13.



2p **26** □ Leg uit welk diagram van persoon P is.  
 En leg uit welk diagram van persoon Q is.  
 Verklaar het verloop van de grafiek in diagram 1.  
 En verklaar het verloop van de grafiek in diagram 2.

### Plantencellen

Een korstmos bestaat uit twee verschillende typen organismen: een alg en een schimmel. Korstmossen kunnen onder extreme omstandigheden leven: ze zijn bijvoorbeeld goed bestand tegen extreme koude en droogte.

In een experiment laat men een korstmos groeien op een suikeroplossing. De schimmeldraden blijken dan te groeien, maar de algen verdwijnen. In een ander experiment met korstmos blijkt dat de algen zonder schimmel kunnen blijven leven als er voldoende licht, water en voedingszouten voor de algen beschikbaar zijn.

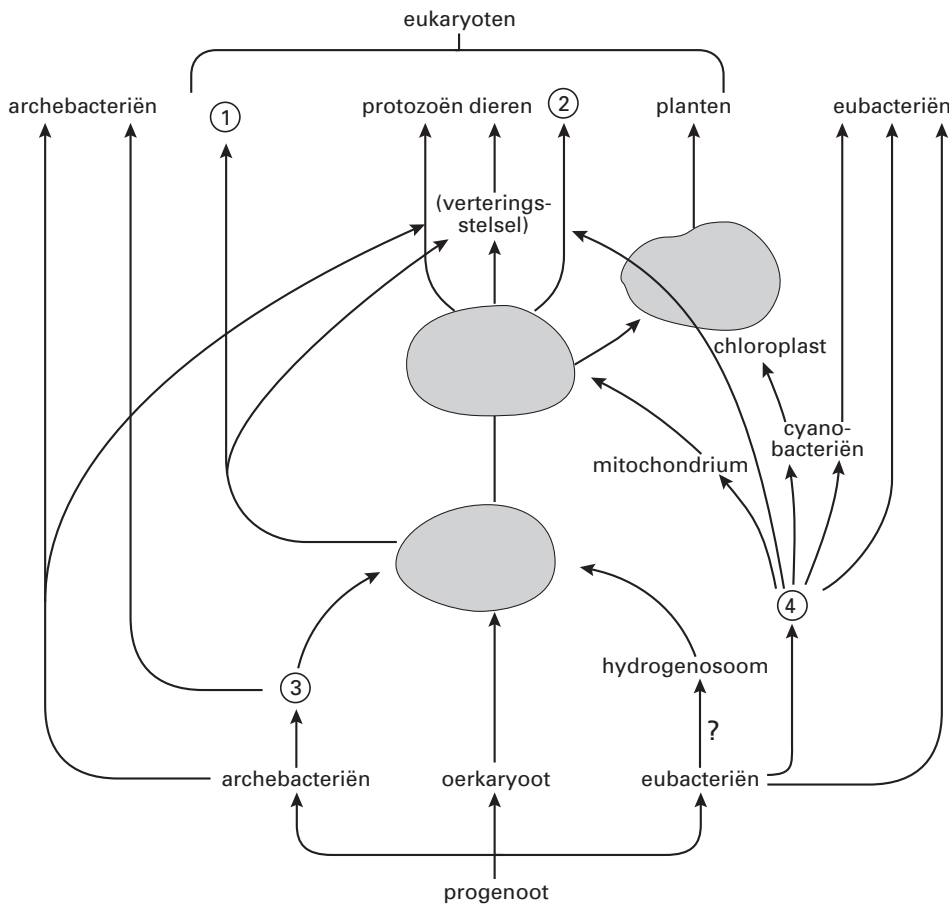
Een leerling noemt de hier beschreven relatie tussen alg en schimmel in korstmos 'mutualisme'. Een andere leerling is het daar niet mee eens.

2p **27** □ Leg uit dat in deze experimentele situaties het begrip 'mutualisme' niet van toepassing is op de relatie tussen schimmel en alg in een korstmos.  
 Geef in je uitleg ook de definitie van het begrip mutualisme.

## Evolutie

Het schema van afbeelding 14 laat een mogelijke afstamming zien van micro-organismen, planten en dieren. De indeling berust onder meer op analysegegevens van een bepaald type RNA (16S-RNA) in cellen. Op een aantal plaatsen in het schema staan cijfers (1 t/m 4).

afbeelding 14



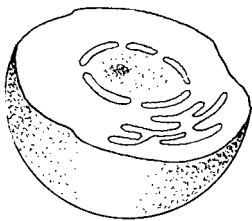
bewerkt naar: *Natuur en Techniek*, 55/9, 1987, 737

In het schema ontbreekt de groep van de methaanbacteriën. Het 16S-RNA van methaanbacteriën wijkt sterk af van dat van de eukaryoten en van de eubacteriën.

1p **28**  Op welke van de plaatsen 1, 2, 3 en 4 in het schema moeten de methaanbacteriën worden geplaatst?

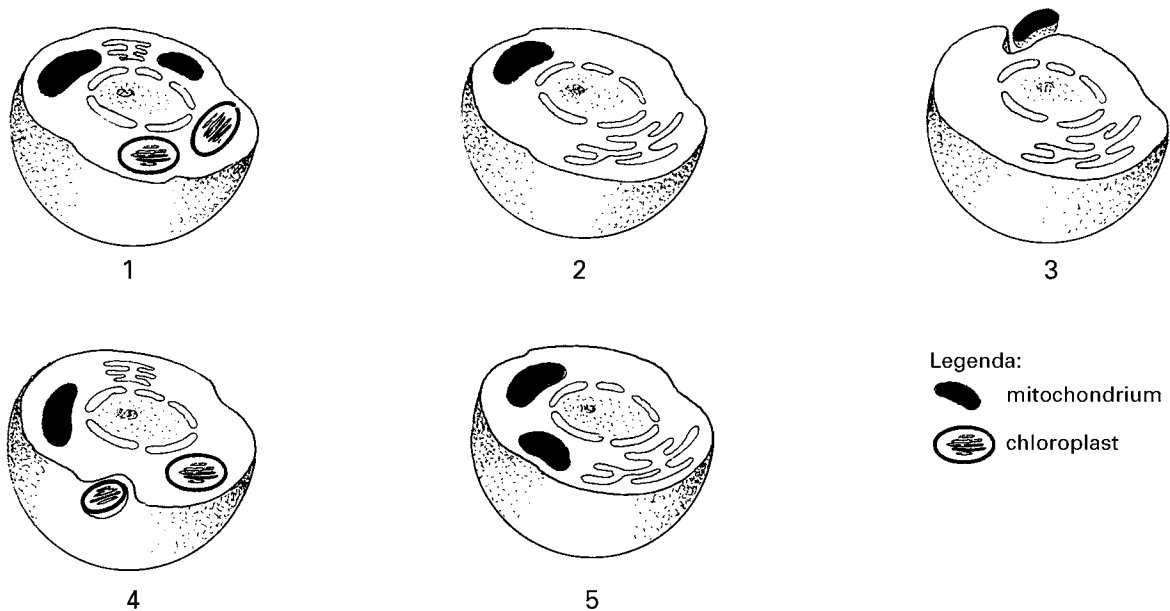
In het schema van afbeelding 14 staan de namen 'mitochondrium' en 'chloroplast'. Volgens de endosymbiose-theorie waren mitochondriën en chloroplasten oorspronkelijk vrij-levende bacteriën die in een oerkaryote cel zijn opgenomen. In afbeelding 15 is een oerkaryote cel weergegeven.

afbeelding 15



De stadia in de evolutie, zoals de endosymbiose-theorie die veronderstelt, zijn in willekeurige volgorde weergegeven in afbeelding 16.

afbeelding 16



bewerkt naar: N.A. Campbell, J.B. Ree & L.G. Mitchell, *Biology, Menlo Park California etc., 1999, 523*

2p **29** ■ Wat is volgens de endosymbiose-theorie de juiste volgorde van de stadia die in afbeelding 16 zijn weergegeven?

- A oerkaryoot → 2 → 5 → 3 → 4 → 1
- B oerkaryoot → 2 → 3 → 5 → 4 → 1
- C oerkaryoot → 3 → 2 → 4 → 5 → 1
- D oerkaryoot → 3 → 2 → 5 → 4 → 1

DNA van een mitochondrium bevat minder nucleotidenparen dan DNA van een bacterie. Volgens de endosymbiose-theorie zou het aantal nucleotidenparen bij het begin van de evolutie van een mitochondrium groter zijn geweest, namelijk even groot als dat van de bacterie waaruit het mitochondrium zou zijn ontstaan. Hierover worden de volgende beweringen gedaan.

1 De evolutie is gericht op het selecteren van het kleinste aantal nucleotiden.

2 Bij elke stap in de selectie die tijdens de evolutie plaatsvindt, wordt het aantal nucleotiden kleiner.

3 In een mitochondrium vinden gespecialiseerde processen plaats waarvoor een beperkte hoeveelheid nucleotidenparen is geselecteerd.

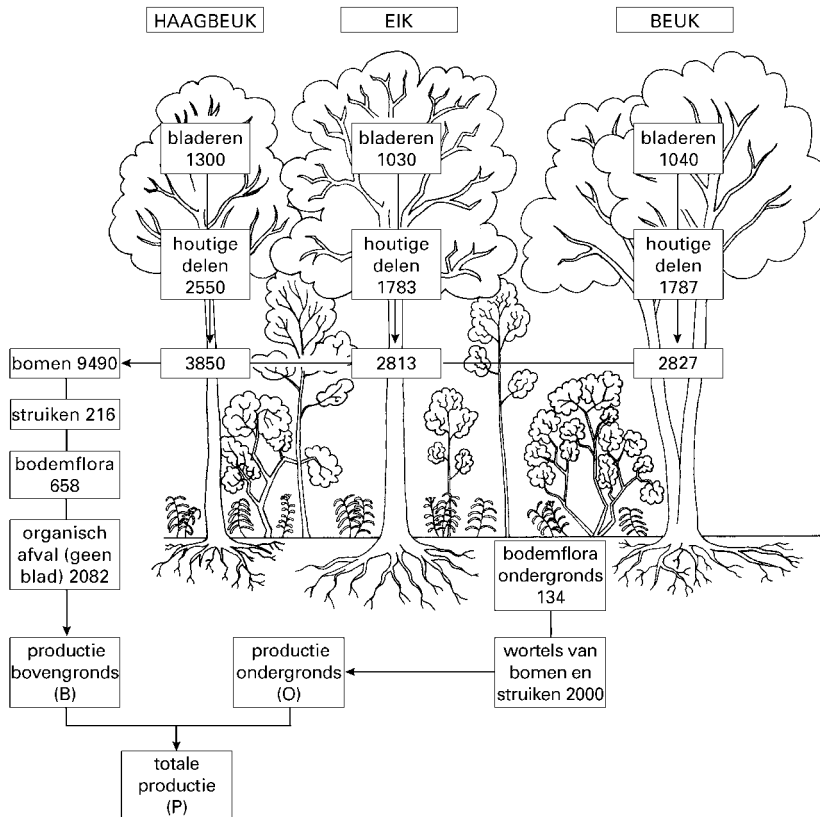
2p **30** ■ Welke van deze beweringen geeft in overeenstemming met de evolutietheorie de beste verklaring voor het huidige aantal nucleotidenparen in een mitochondrium?

- A bewering 1  
 B bewering 2  
 C bewering 3

## Ecosystemen

Afbeelding 17 geeft schematisch de productie van een loofbos in gematigde delen van Europa weer. Met productie wordt in afbeelding 17 de hoeveelheid geproduceerde stof (in kg droge massa per hectare per jaar) bedoeld. De omvang van deze productie is in afbeelding 17 met getallen aangegeven.

afbeelding 17



bron: O.W. Archibold, *Ecology of world vegetation, London etc., 1995, 191*

- 3p **31**  Bereken hoeveel procent van de totale productie afkomstig is van de in het schema genoemde bovengrondse houtige delen. Rond je uitkomst af op een geheel getal.

Verdroging van gebieden in Nederland kan zowel door natuurlijke oorzaken als door menselijk ingrijpen plaatsvinden. In landinrichtingsgebieden heeft verbetering van de afwatering geleid tot een gemiddelde grondwaterstands daling van 35 cm in de periode 1955–1975. Plaatselijk is de grondwaterstand met meer dan 1 meter gedaald onder meer als gevolg van toegenomen grondwaterwinning. De daling van de grondwaterstand kan leiden tot een verhoogde vorming van zouten – met name van nitraat – uit dood organisch materiaal in de bodem.

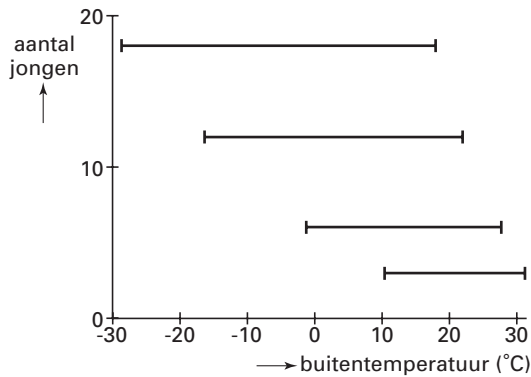
- 2p **32**  Leg uit – met behulp van de stikstofkringloop – op welke wijze een daling van de grondwaterstand kan leiden tot een verhoogde vorming van nitraat in de bodem.

## Energie

Bij experimenten met jonge koolmezen bleek dat de overlevingskans van de jongen wordt beïnvloed door de buitentemperatuur en door het aantal jongen dat zich in een nestkast bevindt. Het diagram van afbeelding 18 geeft de temperatuurtolerantie weer van broedsels van de koolmees in nesten met 3, 6, 12 of 18 jongen. In het onderzoek werden andere factoren, zoals de afmeting van de nestkast en de voedselvoorziening per jong, voor alle nesten gelijk gehouden.



afbeelding 18



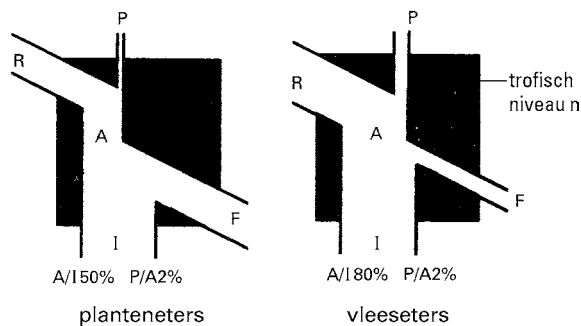
bewerkt naar: K. Bakker e.a., red., *Inleiding tot de oecologie, Utrecht, 1985, 40*

In een nestkast zitten de jongen dicht tegen elkaar en vormen met elkaar min of meer een bol. De temperatuurtolerantie houdt verband met het quotiënt  $A/V$  waarin  $A$  het gezamenlijke lichaamsoppervlak van de jongen is dat aan de omgeving is blootgesteld en  $V$  het gezamenlijke lichaamsvolume van de jongen.

- 2p **33**  Leg uit waardoor de tolerantiegrens voor lagere temperaturen van een nest met 18 jongen lager ligt dan die van een nest met 3 jongen. Gebruik in je uitleg het quotiënt  $A/V$ .

In afbeelding 19 zijn de assimilatie-efficiëntie ( $A/I$ ) en de productiviteits-efficiëntie ( $P/A$ ) van twee groepen zoogdieren in een graslandecosysteem schematisch weergegeven.

afbeelding 19



Legenda:

- A = hoeveelheid energie in organische stof die via de darm wordt geresorbeerd en in het bloed opgenomen
- F = verlies van energie door ontlasting
- I = hoeveelheid energie in organische stof die wordt gegeten
- P = productiviteit
- R = energieverlies door dissimiatie

bewerkt naar: M. Begon e.a., *Ecology: individuals, populations and communities, Boston etc., 1996, 737*

- 2p **34**  Bereken  $R$  in joules voor de groep planteneters als  $I$  een energie-inhoud heeft van 100 joules.

De assimilatie-efficiëntie ( $A/I$ ) is bij de planteneters kleiner dan bij de vleeseters. Als verklaring hiervoor worden de volgende beweringen gedaan.

- 1 De assimilatie-efficiëntie ( $A/I$ ) is bij de planteneters kleiner doordat de vertering van plantaardig materiaal per volume-eenheid minder energie kost dan de vertering van een gelijke volume-eenheid dierlijk materiaal.
- 2 De assimilatie-efficiëntie ( $A/I$ ) is bij de planteneters kleiner doordat het geresorbeerde voedsel minder organische stof bevat dan het geresorbeerde voedsel bij vleeseters.

- 2p **35**  Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?
- A geen van beide beweringen
  - B alleen bewering 1
  - C alleen bewering 2
  - D beide beweringen

## Zeehonden

In 1997 ontwikkelde het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) een plan om de verspreiding en de trekbewegingen van zeehonden in de Waddenzee te onderzoeken. Daartoe wilde het instituut vijftien zeehonden van de soort *Phoca vitulina* uitrusten met een satellietzender. Tegen dit plan protesteerde het zeehondencentrum in Pieterburen. Volgens dit centrum zouden zeehonden door de zender met een 20 cm lange antenne worden gehinderd bij hun dagelijkse activiteiten en zouden ze meer kans hebben om te verdrinken dan zeehonden zonder zender. In januari 1998 maakte het IBN bekend dat het 'zenderen' (= het aanbrengen van een zender) van de zeehonden zou worden uitgesteld. In maart 1998 ging het IBN-onderzoek alsnog door.

tekst 2

In het diepste geheim werden twee weken geleden zenders geplakt op tien gewone zeehonden (*Phoca vitulina*). De wilde dieren werden gevangen onder het Waddeneilandje Rottumerplaat, ze kregen een satellietzender in hun nek en werden weer losgelaten in de Waddenzee.

Marien biologe drs. Sophie Braseur: „De minicomputer meet om de tien seconden hoe diep de zeehond zwemt, op welke tijd hij een duik neemt en hoe lang de zeehond op een bepaalde diepte blijft. Iedere zes uur worden de gegevens weggeschreven. Per zes uur krijg ik een gegevenspakketje“.

De verwachting is dat deze zeehonden in het gebied zullen blijven en goed zijn te volgen.

bron: H el ene van Beek, Schattig, een zeehond met zender, De Gelderlander, 21 maart 1998

De pers vermoedde dat het IBN het zenderen in 'het diepste geheim' had uitgevoerd uit angst voor negatieve publiciteit en acties van tegenstanders. Het IBN gebruikte echter een biologisch argument gebaseerd op verondersteld diergedrag.

1p 36  Noem een dergelijk argument dat het IBN kan hebben gebruikt.

Drie gedragssystemen zijn: paringsgedrag, voedselzoekgedrag en zorg voor de jongen.

1p 37  Op welk van deze gedragssystemen heeft de informatie die Sophie Braseur zegt te ontvangen, vooral betrekking?

Tabel 4 geeft cijfers over het verdrinken en verdwijnen van zeehonden met een zender.

tabel 4

jaar	plaats	aantal zeehonden met een zender		
		uitgezet	verdronken	verdwenen
1989	Oosterschelde	6	1	1
1993	Oosterschelde	5	1	1
1997	Maasvlakte	9	1	1
1990–1994	Waddengebied (Nederland, Duitsland, Denemarken)	200	0	?

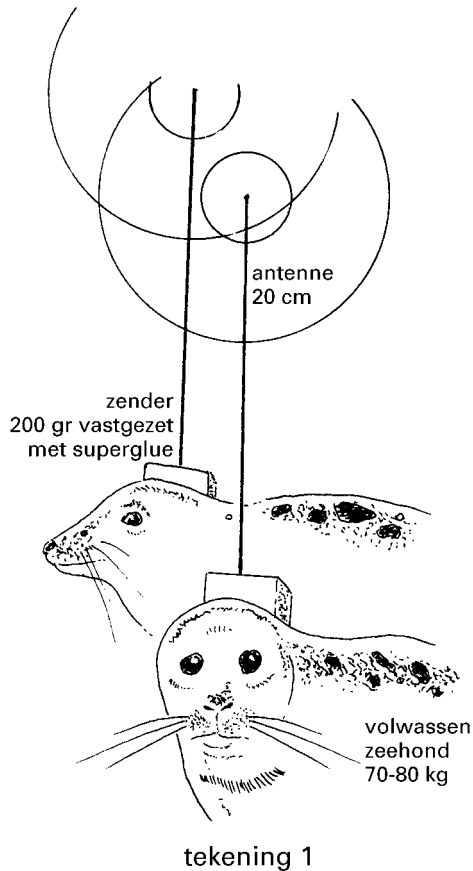
Neem aan dat de situatie in het Waddengebied voor wat betreft het verdwijnen van zeehonden overeenkwam met het totaal van de gegevens buiten het Waddengebied, zoals dat in tabel 4 is opgenomen.

2p 38 ■ Is dan het te verwachten aantal zeehonden dat in het Waddengebied in de vijfjarige periode 1990–1994 is verdwenen, kleiner dan, gelijk aan of groter dan 30?

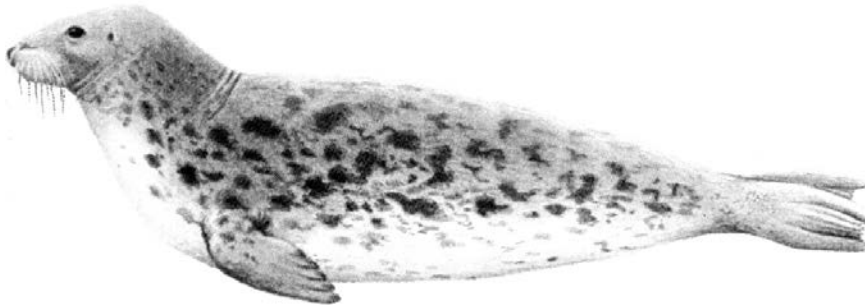
- A kleiner dan 30
- B gelijk aan 30
- C groter dan 30

Tekening 1 in afbeelding 20 is afkomstig uit een artikel in *Bionieuws*. Tekening 2 in afbeelding 20 geeft een volwassen Gewone zeehond (*Phoca vitulina*) weer. De zeehonden zijn in beide tekeningen op dezelfde schaal weergegeven.

afbeelding 20



tekening 1



tekening 2

tekening 1 bewerkt naar: Pieterburen heeft laatste woord over zeehond, *Bionieuws* 17 januari 1998

tekening 2 bron: F.H. van den Brink, *Zoogdierengids voor alle in ons land en overig Europa voorkomende zoogdiersoorten*, Amsterdam/Brussel, 1978, 157

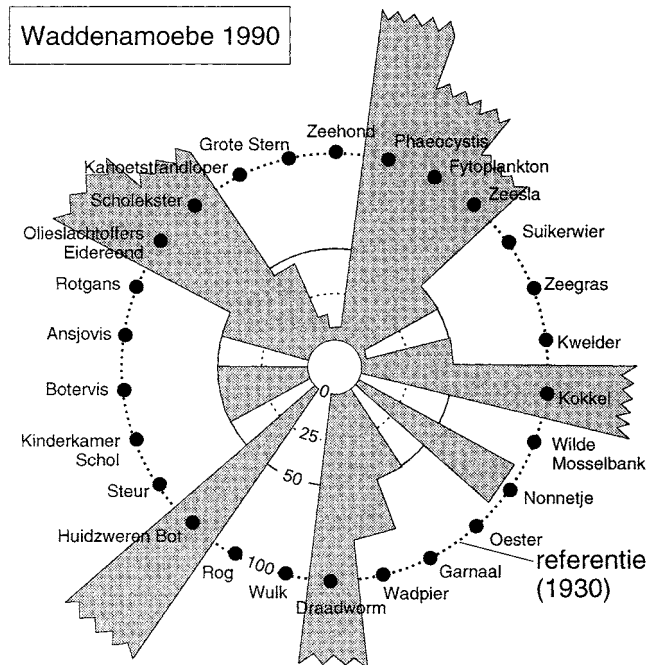
Een leerlinge bestudeert tekening 1 en vergelijkt deze met tekening 2 in afbeelding 20. Zij weet dat het zendergewicht van 200 gram geen probleem voor de zeehond oplevert. Op grond van haar vergelijking verbaast ze zich over de weergave van de gezenderde zeehonden. Zij is van mening dat *Bionieuws* impliciet kiest voor de opvatting van het zeehondencentrum in Pieterburen.

2p 39 □ Leg aan de hand van afbeelding 20 uit waarop de mening van deze leerlinge is gebaseerd.

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

De Rijksoverheid heeft in het Plan Kern Beslissing Waddenzee 1993 aangegeven te streven naar een zo natuurlijk mogelijke Waddenzee. Per soort zou de populatieomvang niet meer dan tweemaal zo groot of tweemaal zo klein mogen zijn als die in 1930. In afbeelding 21 is een zogenoemde AMOEBE getekend die informatie geeft over de toestand van een aantal populaties in het Waddengebied. De grootte van deze populaties in 1930 dient als uitgangssituatie en is in afbeelding 21 met een stippellijn getekend. De omvang van de populaties in 1990 is met grijs aangegeven.

afbeelding 21



bron: J. Rozema & H.A. Verhoef, *Leerboek toegepaste oecologie. Bijdragen van de oecologie in de analyse en het oplossen van milieuproblemen*, Amsterdam, 1996, 299

In vergelijking met het referentiejaar kan een populatie in de Waddenzee afnemen of toenemen. Een halvering of nog grotere afname van een populatie wordt beschouwd als een ernstige verandering in het ecosysteem. Evenzo wordt een verdubbeling of nog grotere toename beschouwd als een ernstige verandering in het ecosysteem vergeleken met het referentiejaar.

Vijf populaties uit de Waddenamoeba zijn: grote stern (een vogel), kanoetstrandloper (een vogel), nonnetje (een schelpdier), wadpier (een worm) en zeehond.

2p 40  Bij welke van deze populaties treedt *geen* ernstige verandering op – zoals die hierboven is gedefinieerd – vergeleken met het referentiejaar?

Einde