

Dit examen bestaat uit 46 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel
punten met een goed antwoord behaald kunnen
worden.
Voor de uitwerking van de vragen 13, 16 en 35 is
een bijlage toegevoegd.

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,
worden alleen de eerste twee in de
beoordeling meegeteld.

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

Bij de volgende vragen kun je informatie 1 en 2 gebruiken.

Planten

In de cel van een plant stroomt het grondplasma; hierbij wordt energie verbruikt.

Een aantal processen in plantencellen is:

1 de donkerreacties

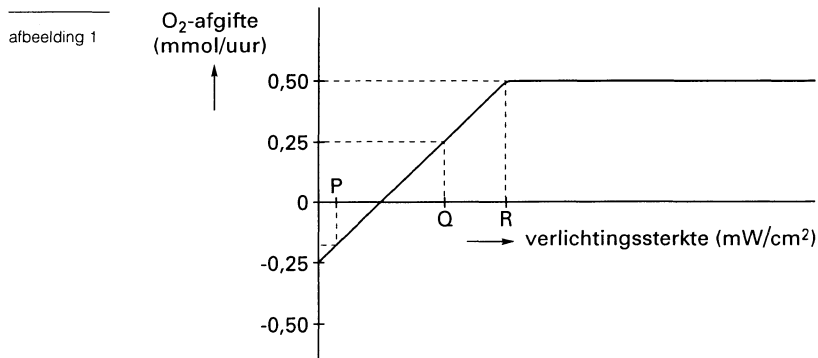
2 omzetting van ATP in ADP en P_i

3 vorming van zetmeel

- 2p 1 ■ Bij welk of bij welke van deze processen wordt energie vrijgemaakt die kan worden gebruikt voor de stroming van het grondplasma?

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

Bij drie verschillende verlichtingssterkten (P, Q en R) wordt de afgifte van zuurstof door een geraniumplant gemeten. Het resultaat van deze metingen is in het diagram van afbeelding 1 weergegeven. De bladeren van de geraniumplant zijn gedurende de gehele meetperiode niet verwelkt. De invloed van de verlichtingssterkte op de intensiteit van de dissimilatie wordt verwaarloosd.



De CO_2 -concentratie in het grondplasma van de cellen van het palissadeparenchym in een blad van de geraniumplant wordt vergeleken met de CO_2 -concentratie in de celwanden van deze cellen.

- 2p 2 ■ Bij welke van de verlichtingssterkten P, Q en R is de CO_2 -concentratie in het grondplasma hoger dan die in de celwanden?

- A alleen bij verlichtingssterkte P
- B alleen bij verlichtingssterkte Q
- C alleen bij verlichtingssterkte R
- D bij verlichtingssterkten Q en R

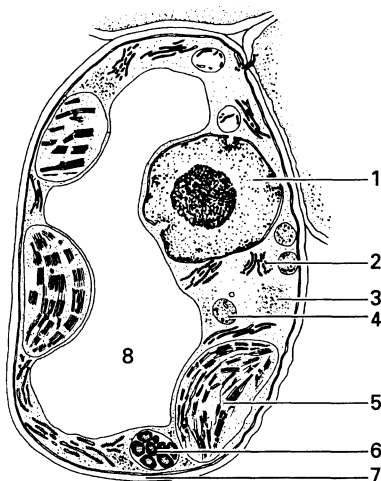
- 2p 3 ■ Bij welke van de verlichtingssterkten P, Q en R is de concentratie van opgeloste deeltjes in de vacuolen van de cellen van het palissadeparenchym hoger dan die concentratie in de celwanden van die cellen?

- A alleen bij verlichtingssterkte P
- B alleen bij verlichtingssterkte Q
- C alleen bij verlichtingssterkte R
- D alleen bij de verlichtingssterkten P en Q
- E alleen bij de verlichtingssterkten Q en R
- F bij de verlichtingssterkten P, Q en R

Bouw van een plantencel

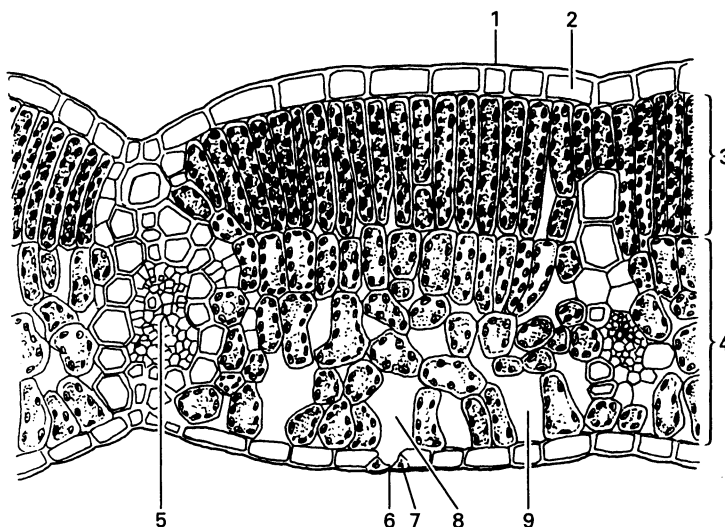
Legenda:

- 1 kern
- 2 Golgisysteem
- 3 grondplasma
- 4 mitochondrium
- 5 chloroplast
- 6 zetmeelkorrel
- 7 celwand
- 8 vacuole



bron: W.T. Keeton & J.L. Gould, *Biological sciences*, New York/London, 1986, 133

Bouw van een blad



Legenda:

- 1 waslaag
- 2 opperhuid
- 3 palissadeparenchym
- 4 sponsparenchym
- 5 vaatbundel
- 6 huidmondje
- 7 sluitcel
- 8 ademholte
- 9 intercellulaire ruimte

bron: G.B. Bannink & Th.M. van Ruiten, *Biologie Informatief*, Apeldoorn, 1994, 31

Alcohol

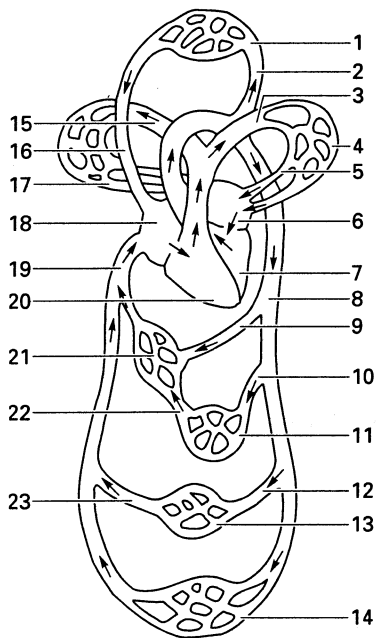
In een afgesloten fles bevinden zich bepaalde hoeveelheden water, suiker en gist. In de fles wordt alcohol geproduceerd, maar na enige tijd stopt deze productie van alcohol. De oorzaak daarvan kan de hoeveelheid geproduceerde alcohol zijn. Alcohol werkt voor de gistcellen als een gif. Zodra de concentratie alcohol in de fles boven 14% stijgt, gaan de gistcellen dood. Er kunnen echter ook andere oorzaken zijn waardoor de alcoholproductie in de fles al eerder stopt.

2p 4 ☐ Noem twee andere oorzaken waardoor de alcoholproductie in de fles kan stoppen.

Wanneer iemand een alcoholhoudende drank drinkt, is korte tijd daarna alcohol in het bloed aan te tonen. Reeds in de mond wordt alcohol in het bloed opgenomen. Alcohol wordt door enzymen in de lever omgezet waardoor de alcoholconcentratie in het bloed weer afneemt.

In afbeelding 2 is een schema van het bloedvatstelsel weergegeven.

afbeelding 2



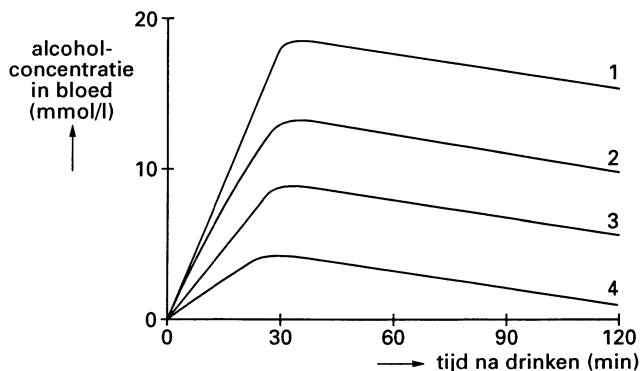
Legenda:

- 1 haarvaten in het bovenste deel van het lichaam
- 2 halsslagader
- 3 linker longslagader
- 4 haarvaten in long
- 5 linker longader
- 6 linker boezem
- 7 linker kamer
- 8 aorta
- 9 leverslagader
- 10 darmslagader
- 11 haarvaten in de darm
- 12 nierslagader
- 13 haarvaten in de nieren
- 14 haarvaten in het onderste deel van het lichaam
- 15 rechter longslagader
- 16 bovenste holle ader
- 17 rechter longader
- 18 rechter boezem
- 19 onderste holle ader
- 20 rechter kamer
- 21 haarvaten in de lever
- 22 poortader
- 23 nierader

- 2p **5** ☐ Noem in de juiste volgorde de bloedvaten uit afbeelding 2 waar doorheen een alcoholmolecuul via de kortste weg van de mond naar de lever gaat.

In het diagram van afbeelding 3 is het verloop van de alcoholconcentratie in het bloed van een proefpersoon weergegeven gedurende 120 minuten na het drinken van verschillende hoeveelheden alcohol (in mmol/kg lichaamsgewicht).

afbeelding 3



Legenda:

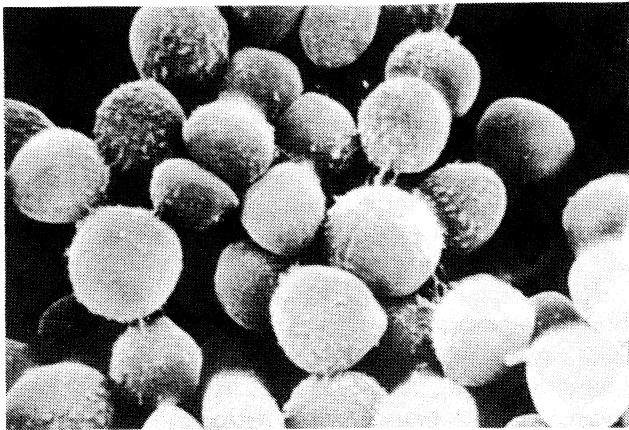
- gedronken hoeveelheid alcohol
- 1 = 14,1 mmol/kg
 - 2 = 10,9 mmol/kg
 - 3 = 7,6 mmol/kg
 - 4 = 4,3 mmol/kg

- 1p **6** ☐ Leg uit waardoor de grafieken in het traject na 30 minuten evenwijdig aan elkaar lopen.

Bacteriën

In een vloeibaar medium in een reageerbuis worden bacteriën van een *Staphylococcus*-soort (zie afbeelding 4) gekweekt.

afbeelding 4



bron: T.D. Brock & M.T. Madigan, *Biology of organisms*, Englewood Cliffs, 1991, 44

De groei van de bacterieculture in deze kweek wordt gemeten door steeds het aantal bacteriën te bepalen. Voor deze bepaling kunnen de volgende twee methoden worden gebruikt:

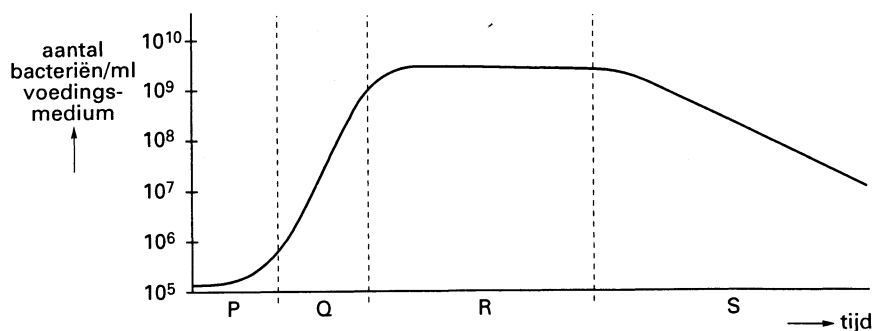
1 de microscopische methode: hierbij wordt een telkamer gebruikt waarin een bepaald volume van de kweekvloeistof met bacteriën wordt gebracht; onder de microscoop worden alle bacteriën in dit volume geteld;

2 de cultuurmethode: hierbij wordt een bepaald volume van de kweekvloeistof met bacteriën geënt (= uitgesmeerd) op een voedingsbodem; na verloop van tijd wordt het aantal kolonies van bacteriën dat op de voedingsbodem is ontstaan, geteld.

- 2p 7 ☐ Welke van deze twee methoden geeft de meest exacte informatie over het aantal *levende* bacteriën in de kweek? Geef een verklaring voor je antwoord.

Afbeelding 5 geeft een groeicurve van een bacterieculture weer.

afbeelding 5



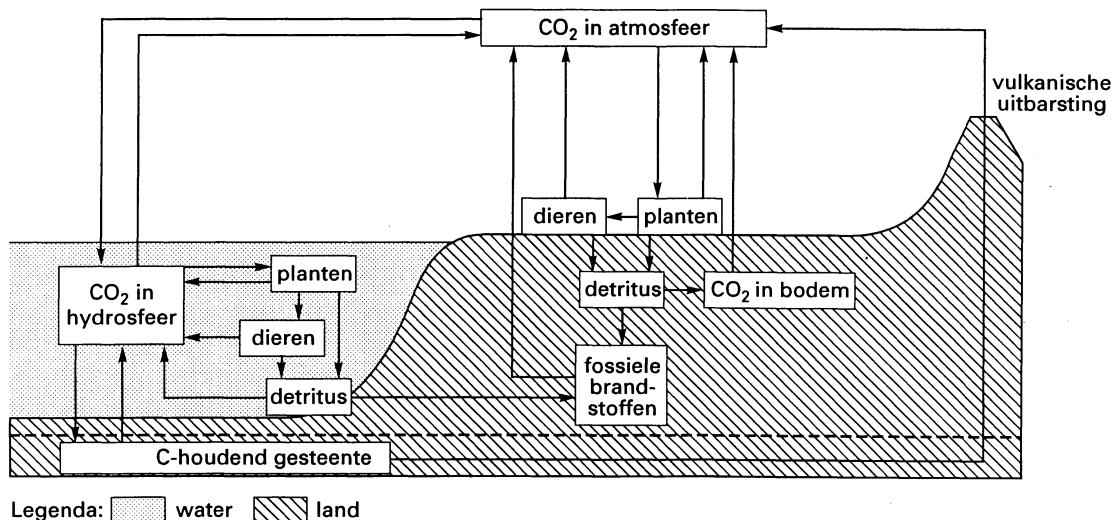
bron: T.D. Brock & M.T. Madigan, *Biology of organisms*, Englewood Cliffs, 1991, 312

- 2p 8 ■ In welke van de fasen P, Q, R en S is het aantal zich delende bacteriën per tijdseenheid het grootst?
- A in fase P
 - B in fase Q
 - C in fase R
 - D in fase S

Koolstofstromen

In afbeelding 6 zijn voorraden koolstof in verschillende compartimenten op aarde en enkele koolstofstromen tussen deze compartimenten weergegeven. In deze afbeelding wordt aangegeven dat er een relatie bestaat tussen de hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer en de hoeveelheid koolstof die onder meer in de vorm van CO₂ in de verschillende compartimenten op aarde aanwezig is.

afbeelding 6



bewerkt naar: P. Colinvaux, *Ecology* 2, New York etc., 1993, 592

- 2p **9** ☐ Noem vier compartimenten uit afbeelding 6 die bijdragen aan de toename van CO₂ in de atmosfeer.

In afbeelding 6 is de mens niet afzonderlijk vermeld.

- 1p **10** ☐ Onder welk compartiment valt de mens?

Een gewenst effect van menselijk ingrijpen is een verminderde toename van de hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer. Op de koolstofstromen uit sommige van de in afbeelding 6 aangegeven compartimenten kan de mens met de huidige middelen zeker ingrijpen.

- 2p **11** ☐ Noem bij twee van deze compartimenten een algemeen beleidsdoel dat gericht is op een verminderde toename van de CO₂ in de atmosfeer. Noem bij elk algemeen beleidsdoel een voorbeeld van een concrete maatregel waarmee dit doel kan worden bereikt.

In de atmosfeer komen verschillende isotopen van koolstof voor. De koolstofisotoop ¹⁴C is niet stabiel en heeft een halfwaardentijd van 5730 jaar. De halfwaardentijd is de tijd waarin de helft van de ¹⁴C is vervallen tot ¹⁴N.

- 2p **12** ☒ Daalt het aandeel van ¹⁴C in de koolstof in de atmosfeer door verbranding van fossiele brandstoffen, blijft dit gelijk of stijgt het?

- A daalt
B blijft gelijk
C stijgt

Natuur en milieu

Op diverse plaatsen aan de Amerikaanse westkust komen onder water algenwouden (= kelp-wouden) voor. Hierin leven veel diersoorten, waaronder zeekomkommers en zeeotters. Zeekomkommers eten kelp, zeeotters eten onder andere zeekomkommers. Regelmatig verdwijnen deze kelp-wouden bijvoorbeeld door het verdwijnen van zeeotters. Door een reeks van opeenvolgende gebeurtenissen kunnen de kelp-wouden zich weer herstellen.

In willekeurige volgorde worden vier gebeurtenissen (1, 2, 3 en 4) genoemd:

- 1 massale sterfte van zeekomkommers,
- 2 vernietiging van kelp-wouden door overbegrazing,
- 3 toename van aantal zeekomkommers,
- 4 voedseltekort voor zeekomkommers.

- 2p 13 ☐ Vul in het schema in de bijlage op elk van de plaatsen A, B, C en D het cijfer van één van deze gebeurtenissen zo in, dat het verdwijnen en weer terugkomen van kelp-wouden wordt beschreven.

De kelp-wouden kunnen zich zonder ingrijpen van de mens na verloop van tijd herstellen, maar daar wordt niet altijd op gewacht. Beheerders van natuurgebieden proberen processen te beïnvloeden door het nemen van bepaalde maatregelen. Zo willen zij het herstel van de kelp-wouden bevorderen op een plaats waar weinig kelp-wouden, veel zeekomkommers en geen zeeotters zijn. Hiertoe beschikken zij over kelp-planten, zeekomkommers en zeeotters die kunnen worden uitgezet. Het weghalen van de vele zeekomkommers is niet mogelijk.

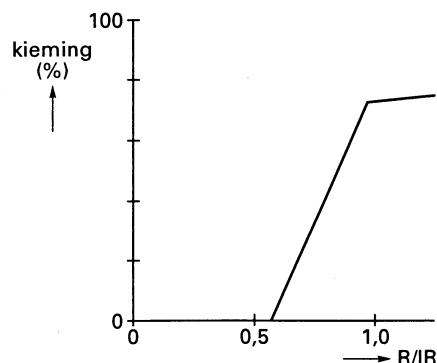
- 3p 14 ☐ Welke maatregel kunnen de beheerders nemen waardoor de kelp-wouden zich binnen vrij korte tijd herstellen? Noem het effect van die maatregel op de omvang van de populatie zeekomkommers en op de omvang van de populatie zeeotters.

Tropisch regenwoud

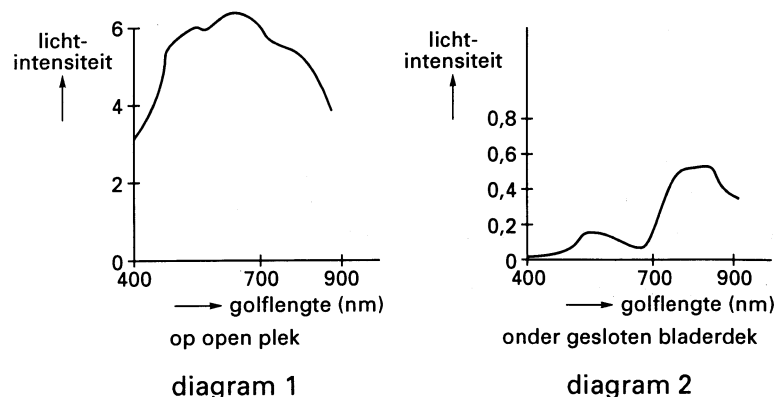
Uit onderzoek is gebleken dat de kieming van zaden van *Urera caracasana*, een in tropische regenwouden voorkomende boomsoort, afhankelijk is van de verhouding tussen de intensiteit van licht met een golflengte van 660 nm (R) en de intensiteit van licht met een golflengte van 730 nm (IR). In het diagram van afbeelding 7 is het percentage kiemende zaden van *Urera caracasana* uitgezet tegen deze verhouding van de lichtintensiteiten (R/IR).

Bij hevige stormen of aardbevingen ontstaan in een tropisch regenwoud grote open plekken doordat bomen omvallen. De lichtintensiteit op zo'n grote open plek in een regenwoud verschilt sterk van die onder het gesloten bladerdek van het omringende woud. In de diagrammen 1 en 2 van afbeelding 8 is de intensiteit van licht van variërende golflengten weergegeven op een grote open plek en onder het gesloten bladerdek. Voor de lichtintensiteit is in beide diagrammen dezelfde grootte gebruikt (dichtheid van de fotonenstroom per m² per seconde).

afbeelding 7



afbeelding 8



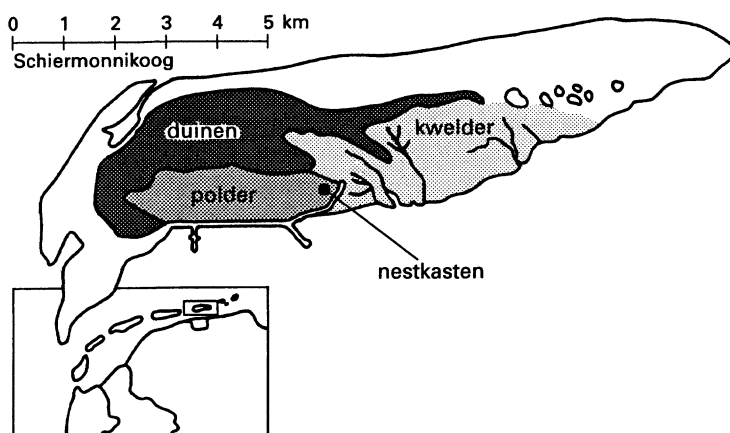
bron: T.C. Whitmore, *Tropical rain forest*, Oxford, 1991, 100, 110

- 2p 15 ☐ Kiemen de meeste zaden van *Urera caracasana* op de open plek of onder het gesloten bladerdek? Geef een verklaring voor je antwoord.

Spreeuwen

Op het eiland Schiermonnikoog is onderzoek gedaan naar het foerageergedrag (= voedselzoekgedrag) van spreeuwen tijdens het broedseizoen. De ligging van de nestkasten waarin het onderzoek is uitgevoerd, is weergegeven in afbeelding 9.

afbeelding 9



bron: M.S. Westerterp-Plantenga e.a., *Biologie van populaties en gedrag, Open universiteit cursusdeel 4, blok 8/9, Heerlen, 1988, 154*

De spreeuwen voeren hun jongen voornamelijk met twee prooi-soorten: emelten (= larven van langpootmug) en bruine rupsen. De emelten leven vooral in de weilanden van de polder en worden dichtbij de spreeuwnenesten gevonden. De rupsen leven op de kwelder die verder van de nestkasten is verwijderd. Rupsen zijn moeilijker te vinden dan emelten. Jonge spreeuwen die uitsluitend met emelten worden gevoerd, krijgen diarree. Onderzoekers verzamelden gegevens over het verband tussen de hoeveelheid emelten die spreeuwenouders naar hun jongen brengen en het aantal jongen in het nest. De energie-inhoud van emelten is ongeveer gelijk aan die van bruine rupsen. De gegevens van negen nestkasten zijn opgenomen in tabel 1.

tabel 1

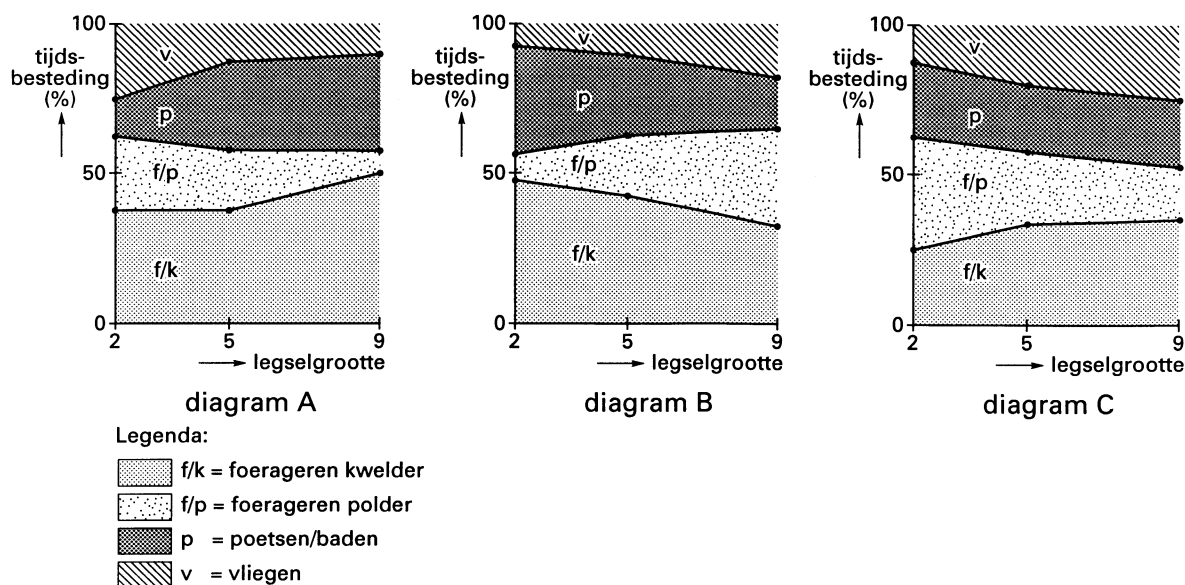
kast nummer	aantal jongen per nestkast	gemiddelde totale energie-aanvoer (kJ/dag)	gewichtspercentage emelten in het aangevoerde voedsel
1	3	850	50
2	4	900	40
3	4	1050	45
4	5	950	55
5	5	1150	65
6	5	1250	60
7	6	1200	75
8	6	1400	70
9	7	1550	80

- 4p **16** ☐ Bereken de energie-aanvoer per jong per dag in relatie tot het aantal jongen per nestkast. Geef de resultaten weer in een staafdiagram. Gebruik daarvoor het assenstelsel op het millimeterpapier in de bijlage. Kies daarbij een geschikte schaalverdeling.

Het percentage emelten in het voedselaanbod neemt toe naarmate het aantal jongen per nestkast toeneemt.

- 3p **17** ☐ Geef hiervoor een verklaring.

Een onderzoekster maakt een diagram waarin de relatieve tijdsbesteding van een ouderspreeuw is weergegeven bij verschillende aantallen jongen per nestkast (= legselgrootte). Zij onderscheidt als activiteiten: foerageren in de kwelder, foerageren in de polder, poetsen/baden, vliegen. Al deze activiteiten vinden bij daglicht plaats. In afbeelding 10 zijn drie diagrammen weergegeven.



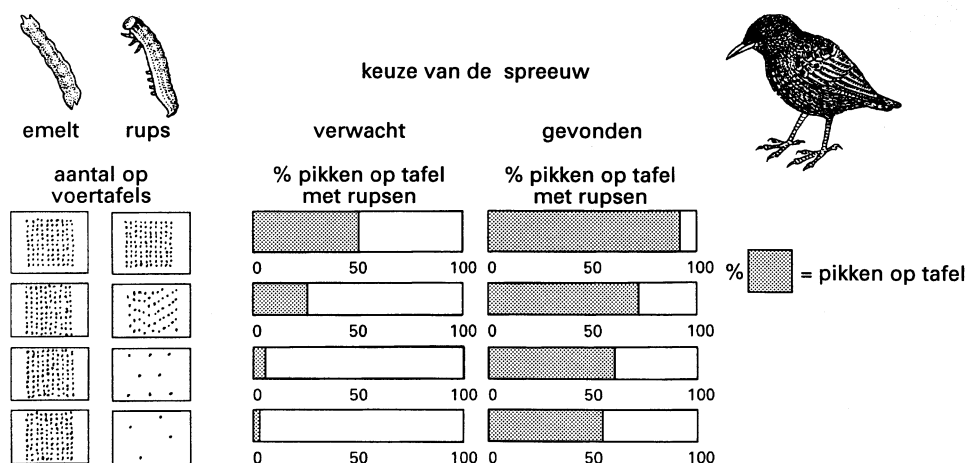
2p **18** ■ Welk van deze diagrammen geeft de relatieve tijdsbesteding van een ouderspreeuw bij toenemende legselgrootte juist weer?

- A diagram A
B diagram B
C diagram C

Een jong uit een legsel met zeven jongen heeft meer kans om vóór het uitvliegen te overlijden dan een jong uit een legsel met drie jongen.

2p **19** □ Geef hiervoor twee oorzaken op basis van bovenstaande gegevens.

In afbeelding 11 zijn de resultaten van een experiment over de voedselkeuze van spreeuwen weergegeven. Er werden twee voertafels op gelijke afstand van de nestkasten gebruikt: op de ene voertafel werden steeds alleen emelten aangeboden in dezelfde hoge dichtheid, op de andere voertafel werden alleen rupsen aangeboden in wisselende dichtheid. Verwacht werd dat er een lineair verband zou bestaan tussen de aantallen aangeboden prooidieren en de keuze van de spreeuwen voor emelten of rupsen. De uitkomst van het experiment stemde echter niet overeen met de verwachte resultaten (zie afbeelding 11).



bron: J.G. van Rhijn & M.S. Westerterp-Plantenga, *Ethologie, veroorzaking, ontwikkeling, functie en evolutie van gedrag*, Groningen, 1989, 227

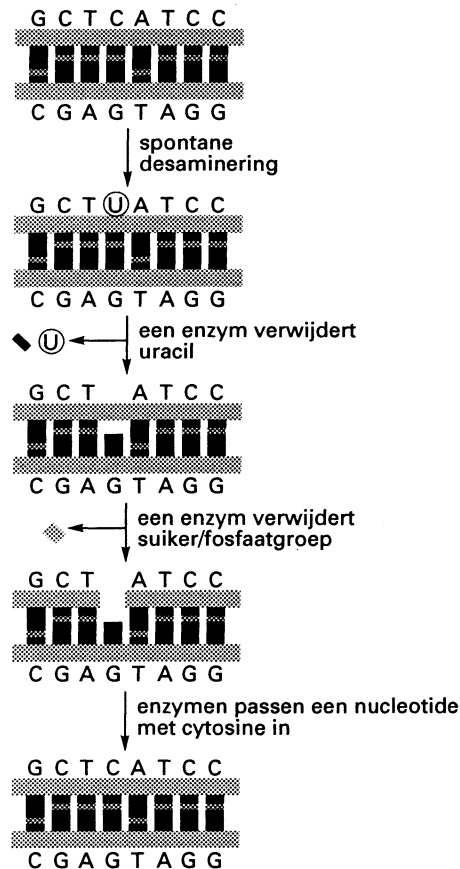
2p **20** □ Vergelijk de verschillen tussen de verwachte en de gevonden resultaten. Trek daaruit een conclusie over de keuze van de soort prooidieren. En trek een conclusie uit de vergelijking van de verhouding tussen de aantallen aangeboden en de aantallen opgepikte prooidieren.

Bij de volgende vragen kun je informatie 3 en 4 gebruiken.

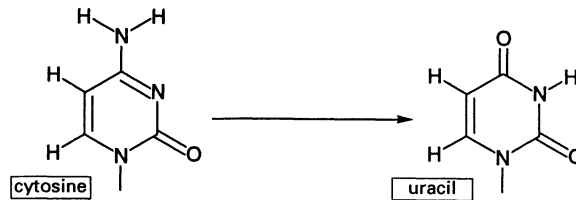
DNA en RNA

In DNA kan door spontane desaminering uit een passende base een verkeerde base ontstaan. Deze fout kan worden hersteld. Met behulp van enzymen kan een nucleotide met een verkeerde base worden verwijderd en vervangen door een nucleotide met de passende base. Dit proces is weergegeven in tekening 1 van afbeelding 12. In dit voorbeeld is uit cytosine door desaminering uracil ontstaan (zie tekening 2). Op dezelfde wijze kan adenine worden gedesineerd tot hypoxanthine en guanine tot xanthine. Thymine kan niet gedesineerd worden. Ook in RNA komt op dezelfde wijze spontane desaminering voor.

afbeelding 12



tekening 1



tekening 2

bron: B. Alberts e.a., *Molecular biology of the cell*, New York/London, 1994, 248

Voor het gegeven dat reparatie van DNA mogelijk is, worden de volgende voorwaarden genoemd:

- 1 reparatie van DNA is mogelijk doordat de informatie daarvoor in één van de strengen van DNA is bewaard,
- 2 reparatie van DNA is mogelijk doordat er reparatie-enzymssystemen voor DNA bestaan,
- 3 reparatie van DNA is mogelijk doordat er 'knip-enzymen' zijn die delen van een nucleotide uit een DNA-streng kunnen verwijderen,
- 4 reparatie van DNA is mogelijk doordat er 'plak-enzymen' zijn die een nucleotide in een DNA-streng kunnen passen.

2p 21 ☐ Aan welke van deze voorwaarden moet worden voldaan zodat reparatie van DNA mogelijk is?

De foutenfrequentie bij de RNA-synthese is hoger dan die bij de DNA-synthese en bovendien ontbreekt het reparatiemechanisme, zoals dat in tekening 1 van afbeelding 12 is weergegeven. Toch hebben fouten bij de RNA-synthese minder blijvende gevolgen voor een mens of diens nageslacht dan fouten bij de DNA-synthese.

Hierover worden de volgende beweringen gedaan:

1 tijdens de interfase wordt RNA korte tijd gebruikt en dan vervangen; DNA wordt niet vervangen,

2 de veranderingen in RNA worden niet blijvend overgedragen op nakomelingen; die in DNA in sommige gevallen wel,

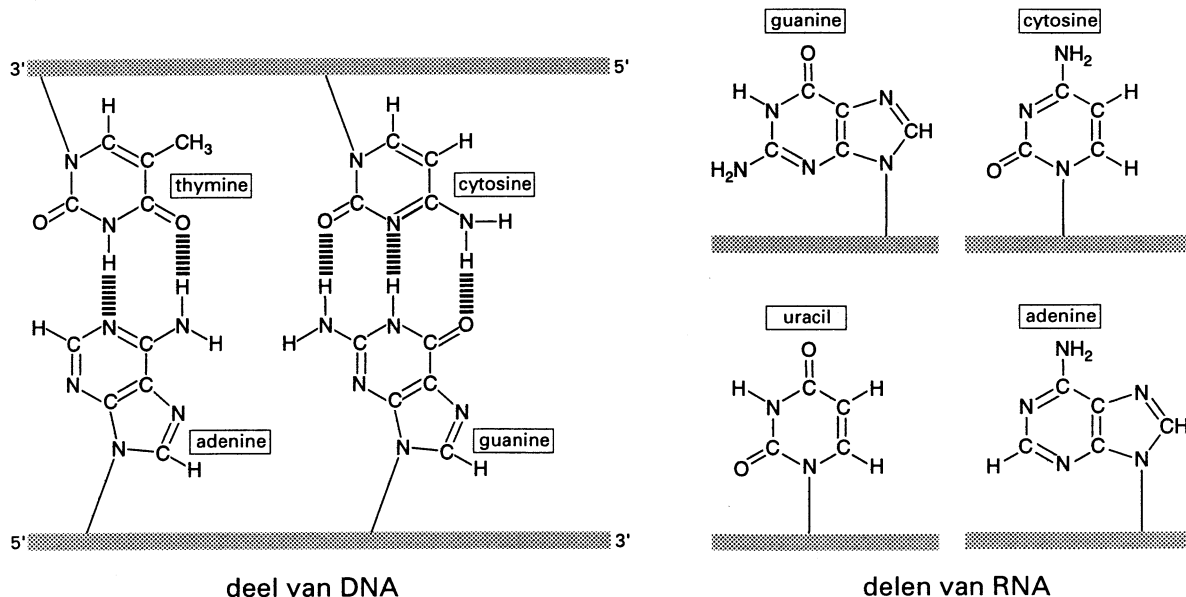
3 bij deling wordt alleen DNA en geen RNA naar de nieuw gevormde cellen overgebracht.

2p 22 ■ Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?

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

informatie 3

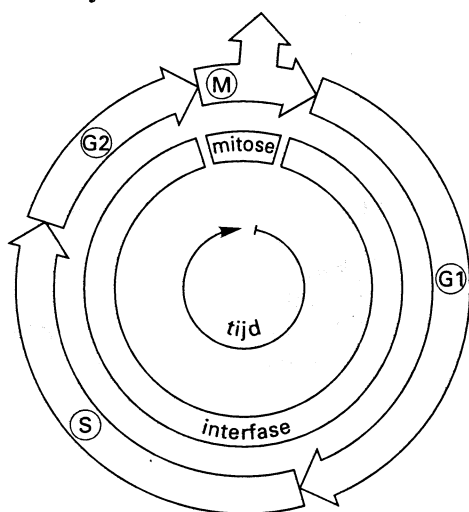
Bouw van DNA en RNA



bron: B. Alberts e.a., *Molecular biology of the cell*, New York/London, 1994, 100, 101

informatie 4

De celcyclus



Bij de volgende vragen kun je informatie 3, 4 en 5 gebruiken.

DNA en antisense-stoffen

In de moleculaire biologie worden korte segmenten van enkelstrengs-DNA of van RNA „antisense-stoffen” genoemd. Antisense-DNA kan zich door complementaire basenparing binden aan stikstofbasen in DNA. Het basenparingsmechanisme dat hierbij wordt gebruikt, is hetzelfde als dat bij natuurlijk dubbelstrengs-DNA.

Antisense-DNA kan zich door basenparing ook binden aan mRNA. Hierdoor kan de expressie van een gen tijdelijk worden geblokkeerd. Door blokkade van genexpressie van specifieke genen die bepaalde erfelijke ziekten veroorzaken, denkt men deze ziekten te kunnen behandelen.

Een stukje van een antisense-DNA-molecuul ziet er als volgt uit:

3' TAA GCG AAG CTT GGG 5'.

De afleesrichting is van het 3'-eind naar het 5'-eind.

- 2p **23** ■ Wat is de juiste volgorde van de nucleotiden in het mRNA waaraan dit antisense zich kan binden?

- A 3' AUU CGC UUC GAA CCC 5'
- B 5' AUU CGC UUC GAA CCC 3'
- C 3' CCC GAA UUC CGC AUU 5'
- D 5' CCC GAA UUC CGC AUU 3'

Enkele stadia waarin een cel van een mens zich kan bevinden zijn

p: de interfase voorafgaand aan mitose,

q: de profase bij mitose,

r: de interfase voorafgaand aan meiose I,

s: de profase bij meiose I,

t: het stadium tussen meiose I en meiose II,

u: de metafase bij meiose II.

- 2p **24** ■ In welk of in welke van deze stadia wordt al het DNA van een cel gerepliceerd?

- A alleen in stadium p
- B alleen in stadium r
- C alleen in de stadia p en r
- D alleen in de stadia q en s
- E in de stadia p, r en t
- F in de stadia q, s en u

Bij de volgende vragen kun je informatie 6 gebruiken.

In de Verenigde Staten van Amerika (VS) zijn in een kliniek de eerste proeven met antisense-DNA gedaan. Er is antisense-DNA gemaakt tegen een vorm van beenmergkanker (Chronische Myeloïde Leukemie = CML). CML kan onder andere ontstaan door intensieve röntgenbestraling, door radioactieve straling en door contact met bepaalde chemische verbindingen. Symptomen van de ziekte worden in het algemeen pas op latere leeftijd zichtbaar. Bij lijders aan CML komt in beenmergcellen een gemuteerd gen voor waardoor de ziekte is ontstaan.

De behandeling van een bepaalde groep CML-patiënten in de VS verloopt in de volgende stappen:

1 beenmerg wordt uit de CML-patiënt gehaald,

2 cellen van dit beenmerg worden in een medium gekweekt waaraan antisense-DNA is toegevoegd,

3 beenmergcellen die antisense-DNA binden, worden uit de kweek verwijderd,

4 men houdt gezonde beenmergcellen over, die verder worden gekweekt,

5 in de patiënt achtergebleven beenmerg wordt gedood door bestraling en chemotherapie,

6 de gekweekte, gezonde beenmergcellen worden teruggebracht in de patiënt.

- 1p **25** □ Wat is de reden voor het uitvoeren van stap 5?

De CML-patiënt krijgt zijn eigen beenmergcellen terug (stap 6). Het is soms mogelijk om beenmergcellen van een donor te gebruiken, maar de hier beschreven methode heeft de voorkeur.

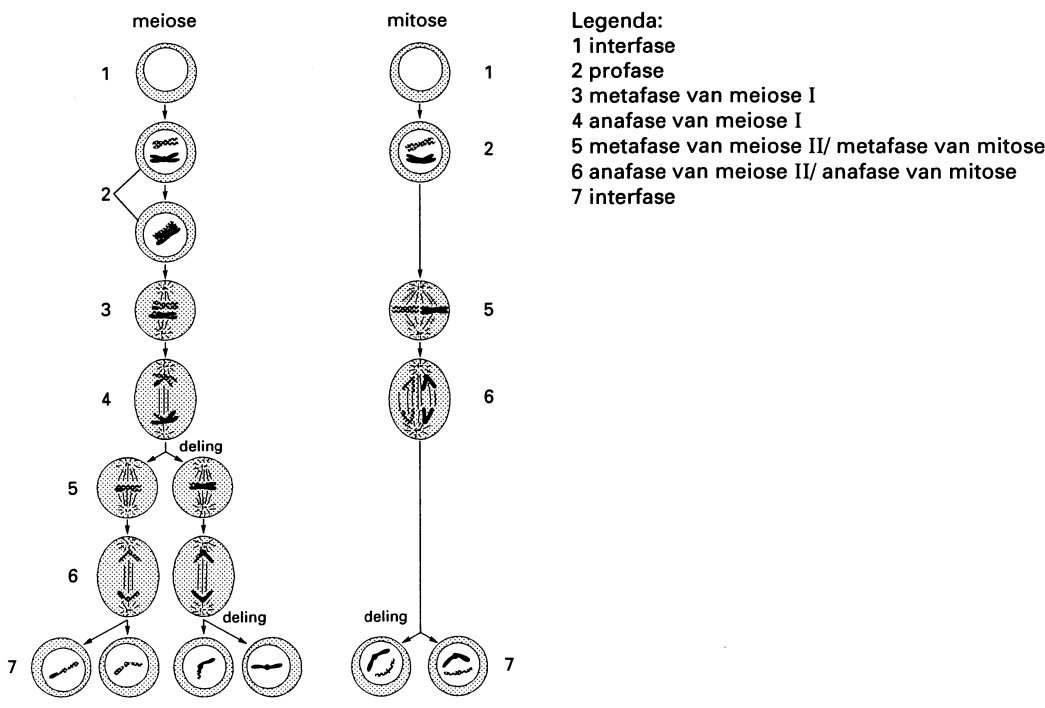
1p 26 ☐ Noem een voordeel voor de patiënt van het transplanteren van eigen beenmergcellen in plaats van die van een donor.

Het is onzeker of de hier beschreven behandeling inderdaad tot genezing van de CML-patiënt leidt. Dit hangt vooral af van het moment waarop mutatie van het gen heeft plaatsgevonden.

2p 27 ☐ Leg uit dat behandeling van de CML-patiënt op de hier beschreven wijze kans van slagen heeft wanneer mutatie heeft plaatsgevonden in één of meer myeloïde stamcellen en niet wanneer die mutatie al in een eerder stadium zou zijn opgetreden, bijvoorbeeld in de bevruchte eicel waaruit de CML-patiënt is ontstaan.

informatie 5

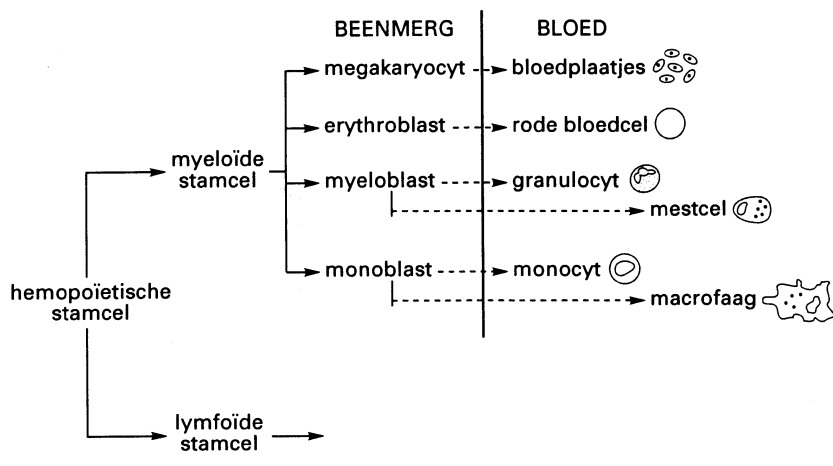
Stadia van meiose en mitose



bron: B. Alberts e.a., Molecular biology of the cell, New York/London, 1994, 1015

informatie 6

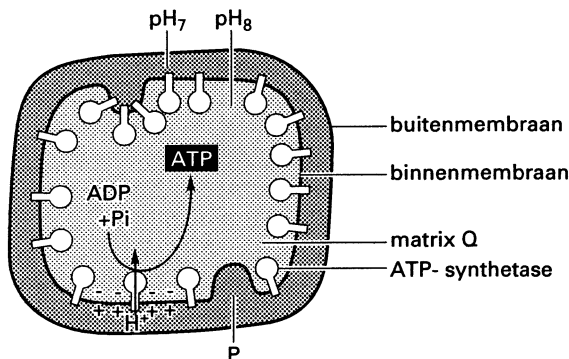
Deel van het hemopoïetische systeem



Mitochondriën en mitochondriaal DNA

In afbeelding 13 is schematisch een proces in een mitochondrium getekend. In dit mitochondrium bevinden zich twee ruimten: de ruimte P en de ruimte Q (de matrix). De vloeistoffen in deze ruimten verschillen in samenstelling en pH.

afbeelding 13



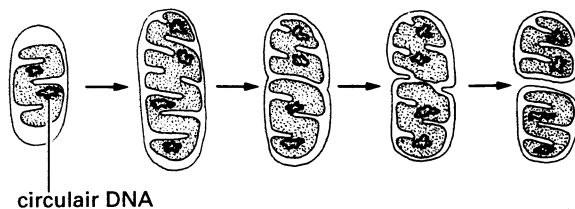
bron: B. Alberts e.a., *Molecular biology of the cell*, New York/London, 1994, 695

In het mitochondrium is de vorming van ATP met behulp van het enzym ATP-synthetase aangegeven. Hierbij gaan H^+ -ionen van ruimte P naar ruimte Q. Ter handhaving van het pH-verschil tussen de ruimten P en Q gaan H^+ -ionen vervolgens weer vanuit ruimte Q naar ruimte P.

- 2p 28 ■ Gaan de H^+ -ionen vanuit ruimte Q naar ruimte P vooral door actief transport, door diffusie of door osmose?
- A vooral door actief transport
 - B vooral door diffusie
 - C vooral door osmose

Mitochondriën kunnen niet door de cel waarin ze voorkomen, worden opgebouwd. Ze kunnen uitsluitend ontstaan door deling van reeds aanwezige mitochondriën. In afbeelding 14 is schematisch weergegeven op welke wijze een mitochondrium zich zou kunnen delen. In een mitochondrium bevindt zich circulair DNA.

afbeelding 14



bron: B. Alberts e.a., *Molecular biology of the cell*, New York/London, 1994, 705

Het delingsproces dat in afbeelding 14 is weergegeven, wordt vergeleken met de deling van een eencellig diertje (een amoebe), met die van een eencellige alg, met die van een gistcel en met die van een bacterie. In tabel 2 zijn kenmerken van deze organismen opgenomen.

tabel 2

organisme	celwand	kernmembraan	vorm DNA	celmembraan
dieren	-	+	lineair	enkel
planten	+	+	lineair	enkel
schimmels	+	+	lineair	enkel
bacteriën	+	-	circulair	enkel of dubbel

+ = aanwezig - = afwezig

- 2p 29 □ Lijkt het delingsproces van mitochondriën het meest op de deling van een amoebe, van een eencellige alg, van een gistcel of van een bacterie? Noem twee kenmerken uit tabel 2 waaruit dat is af te leiden.

In de matrix van mitochondriën bevindt zich onder andere DNA. Mitochondriaal DNA wordt uitsluitend van moeder op kind overgedragen. In een populatie bevinden zich verschillende typen mitochondriaal DNA.

Nederlandse onderzoekers zijn een bijzondere vorm van diabetes mellitus (suikerziekte) op het spoor gekomen, die overerft via mitochondriaal DNA. Vrouwen met deze ziekte krijgen kinderen die ook aan de ziekte lijden.

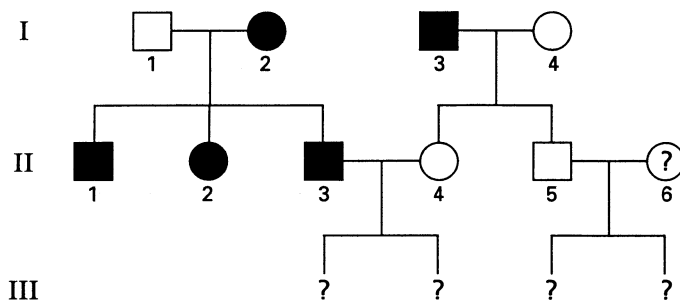
De onderzoekers hebben vastgesteld waardoor de afwijking ontstaat. Zij zeggen: „Het gaat om een afwijking aan één van de genen voor het genetisch 'afleesapparaat' van de mitochondriën”.

2p 30 ■ Wat bedoelen de onderzoekers met het 'genetisch afleesapparaat'?

- A de enzymesystemen die resulteren in RNA-synthese
- B de enzymesystemen die betrokken zijn bij het herstel van DNA
- C de enzymesystemen die de eiwitsynthese in ribosomen regelen

In de stamboom van afbeelding 15 zijn familieleden die hetzelfde type mitochondriaal DNA (= type q) bezitten, met zwart aangegeven. Van de personen I-1, I-4, II-4 en II-5 is bekend dat zij *niet* type q mitochondriaal DNA bezitten. Van persoon II-6 is het type mitochondriaal DNA onbekend. In de derde generatie van deze familie bevindt zich een vrouw R die type q mitochondriaal DNA bezit.

afbeelding 15



Legenda:

- = vrouw met mitochondriaal DNA type q
- = man met mitochondriaal DNA type q
- = vrouw zonder mitochondriaal DNA type q
- = man zonder mitochondriaal DNA type q
- ⊙ = vrouw met onbekend type mitochondriaal DNA

2p 31 ■ Kan R alleen een dochter zijn uit het huwelijk van II-3 met II-4 of alleen uit het huwelijk van II-5 met II-6 of is dat niet te bepalen?

- A R kan alleen een dochter zijn uit het huwelijk van II-3 met II-4.
- B R kan alleen een dochter zijn uit het huwelijk van II-5 met II-6.
- C Het is op grond van deze gegevens niet te bepalen uit welk van deze huwelijken R een dochter is.

Kweken van planten

Een klassieke methode om bepaalde planten te verkrijgen, is het toepassen van zelfbestuiving, zoals in het volgende voorbeeld wordt beschreven. Van een bepaalde plantensoort hebben de homozygote individuen rode of witte bloemen en de heterozygote individuen roze bloemen. De bloemkleur wordt door twee allelen bepaald. Een kweker heeft alleen planten met roze bloemen. Deze planten (generatie 1) vermeerderd hij door zelfbestuiving; hierdoor ontstaat generatie 2. Van de daaropvolgende generatie (generatie 3) worden alle nakomelingen ook uitsluitend door zelfbestuiving verkregen.

Alle planten leveren steeds evenveel nakomelingen.

- 2p 32 ■ Welke planten en in welke verhouding heeft deze kweker in generatie 3?

	planten met rode bloemen	planten met roze bloemen	planten met witte bloemen
A	0	1	0
B	1	2	1
C	1	0	1
D	3	2	3
E	5	6	5
F	9	3	4

Door nieuwe kweekmethoden, zoals het gebruik van weefselkweken, heeft het kweken van planten de laatste decennia belangrijke wijzigingen ondergaan. Bij weefselkweken worden stukjes delingsweefsel uit de plant genomen. Deze stukjes weefsel worden eerst in een steriele omgeving gekweekt, waarbij uit elk stukje een plantje groeit. De jonge plantjes worden in een kas verder gekweekt. Het is de bedoeling van de kweker op deze wijze allemaal dezelfde planten te verkrijgen. Toch is er uiteindelijk onder deze gekweekte planten in zijn kas een aantal planten dat er anders uitziet dan de rest.

- 2p 33 ■ Waardoor is het mogelijk dat deze planten er anders uitzien dan de rest?

- A alleen door modificatie
- B alleen door mutatie
- C zowel door modificatie als door mutatie

In een bepaalde populatie planten komen onder andere de allelen T en t voor. Aanvankelijk hebben planten die in het bezit zijn van het allel T, geen selectievoordeel ten opzichte van planten met het allel t. De allelfrequentie van zowel T als t is 0,5. Het fenotype van individuen met TT is anders dan het fenotype van individuen met Tt. Op een bepaald moment doet zich een verandering in het milieu voor waardoor heterozygote individuen uit deze populatie langer leven en 10% meer nakomelingen per generatie voortbrengen dan homozygote individuen.

- 2p 34 ■ Is door deze verandering in het milieu de allelfrequentie van t in deze populatie na vele generaties kleiner dan 0,5, ongeveer gelijk aan 0,5 of groter dan 0,5?

- A kleiner
- B ongeveer gelijk
- C groter

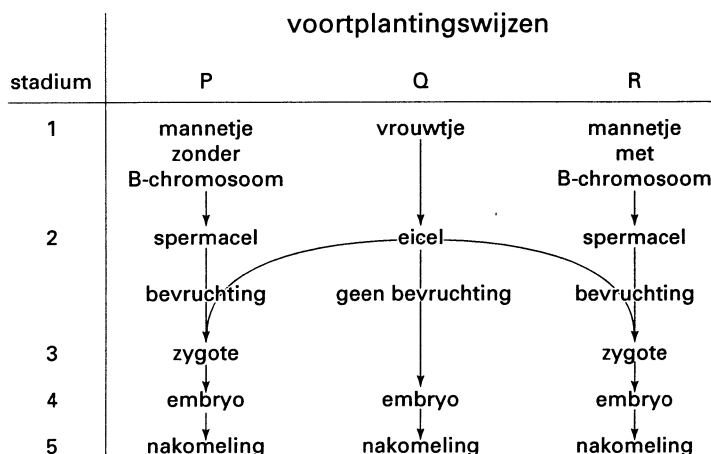
Het zelfzuchtige chromosoom

Bij de sluipwespensoort *Nasonia vitripennis* ($2n = 10$) komt een zogenaamd B-chromosoom voor. Men noemt dit wel het meest zelfzuchtige chromosoom in de natuur.

Het geslacht van deze soort sluipwesp wordt bepaald door het aantal chromosomen: diploïde individuen zijn vrouwtjes, haploïde individuen zijn mannetjes ($n = 5$ of $n = 5 + B$). Als een eikel wordt bevrucht met een spermacel waarin het B-chromosoom voorkomt, worden alle chromosomen van de spermacel uit de bevruchte eikel verwijderd behalve het B-chromosoom. Bij een bevruchting met een spermacel zonder B-chromosoom blijven alle chromosomen in de zygote aanwezig.

In afbeelding 16 is een deel van een schema getekend waarin de verschillende wijzen van bevruchting en voortplanting bij deze sluipwespensoort zijn weergegeven.

afbeelding 16

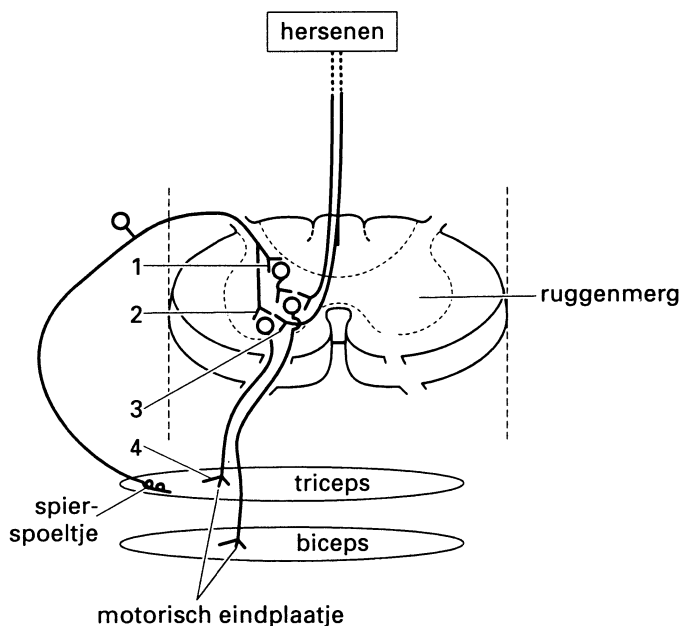


- 3p 35 ☐ Vul op grond van de gegevens de tabel op de bijlage in. Vermeld van elk van de individuen en van de cellen hoeveel chromosomen er per lichaamscel aanwezig zijn. Vermeld met 'ja' of 'nee' of het B-chromosoom aanwezig is. Vermeld dit ook van de spermaceellen en de eicel. Vermeld bovendien welk geslacht de nakomeling heeft.

Zenuwstelsel

Het schema in afbeelding 17 geeft een gedeelte van de schakeling weer tussen het centrale zenuwstelsel en de biceps en triceps (= de buigspier en de strekspier) in de rechterbovenarm van de mens. De cijfers 1, 2, 3 en 4 geven synapsen aan.

afbeelding 17

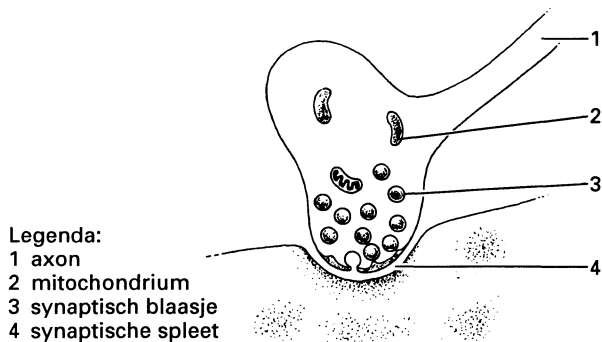


Door een onwillekeurige, plotselinge, krachtige samentrekking van de biceps wordt de triceps uitgerekt. Hierdoor worden zintuigjes in de triceps, de spierspoeltjes, geprikkeld. Als reactie daarop trekt de triceps zich samen: dit heet de „herstelreflex”.

- 2p 36 ☒ In welke van de synapsen 1, 2, 3 en 4 wordt bij deze herstelreflex een exciterende neurotransmitter afgegeven?
- A alleen in de synapsen 1 en 2
 - B alleen in de synapsen 3 en 4
 - C in de synapsen 1, 2 en 4
 - D in de synapsen 2, 3 en 4

In afbeelding 18 is een motorisch eindplaatje getekend. Hier worden actiepotentialen overgedragen op een spiervezel doordat in het uiteinde van het eindplaatje acetylcholine wordt vrijgemaakt en afgegeven aan de synaptische spleet.

afbeelding 18



bron: W.T. Keeton & J.L. Gould, *Biological sciences*, New York/London, 1986, 473

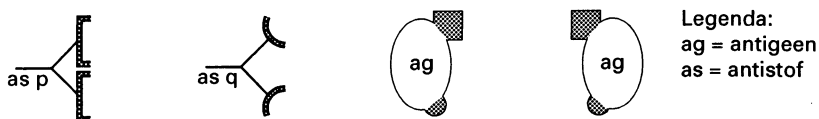
Onder normale omstandigheden verdwijnt het acetylcholine onder andere doordat het wordt omgezet met behulp van het enzym acetylcholinesterase en weer wordt opgenomen door het neuron. Bij de spierziekte myasthenia gravis, een vorm van spierzwakte, is een deel van de acetylcholinereceptoren bezet door antistofmoleculen waardoor zich onvoldoende acetylcholine kan binden. Bij lijders aan deze ziekte leidt toediening van acetylcholinesterase-remmende stoffen tot vermindering van de spierzwakte.

- 2p **37** ■ Waardoor verminderen acetylcholinesterase-remmers de spierzwakte?
- A Doordat acetylcholine langer in de synaps aanwezig is, kunnen meer actiepotentialen in de spiervezels ontstaan.
 - B Doordat de acetylcholinesterase-remmers de postsynaptische membraan depolariseren, kunnen meer actiepotentialen in de spiervezels ontstaan.
 - C Doordat de acetylcholinesterase-remmers de antistofmoleculen losmaken van de acetylcholinereceptoren, kunnen meer actiepotentialen in de spiervezels ontstaan.

Antigenen

Bescherming tegen vreemde antigenen die het lichaam van de mens binnendringen, vindt onder andere plaats door de productie van vele verschillende typen antistoffen. Aan één antigeenmolecuul kunnen zich tegelijkertijd moleculen van verschillende antistoffen binden. In afbeelding 19 zijn schematisch twee verschillende antistofmoleculen (p en q) weergegeven en twee antigeenmoleculen met ieder twee bindingsplaatsen voor deze antistofmoleculen.

afbeelding 19



- 1p **38** □ Teken de situatie waarin de twee verschillende antistofmoleculen (p en q) twee antigeenmoleculen aan elkaar binden.

Iedere binding tussen een antistofmolecuul en een antigeenmolecuul kan weer worden losgemaakt.

De volgende situatie wordt gegeven: twee verschillende antistofmoleculen (p en q) hebben twee antigeenmoleculen aan elkaar gebonden.

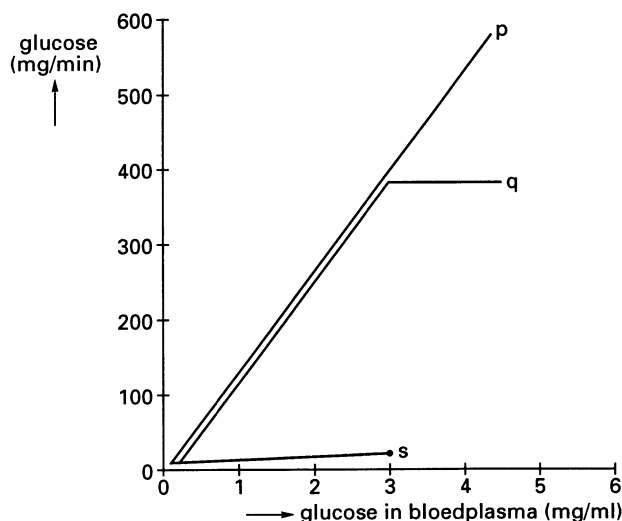
- 2p **39** □ Teken de situatie waarbij één van deze bindingen is verbroken.
 Leg uit dat de band tussen antigeenmoleculen die door twee antistoffen aan elkaar worden gebonden, *meer* dan twee maal zo sterk is als de band tussen antigeenmoleculen die door één antistof aan elkaar worden gebonden.

Bij de volgende vraag kun je informatie 7 op pagina 20 gebruiken.

Werking van de nieren

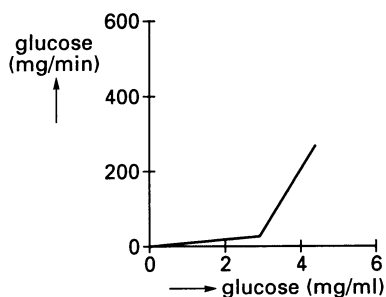
In het kapsel van Bowman wordt voorurine gevormd. De voorurine bevat glucose. De hoeveelheid glucose die per minuut in de voorurine komt, hangt samen met het glucosegehalte van het bloed. Dit is in het diagram van afbeelding 20 weergegeven door grafiek p. In de nierkanaaltjes wordt glucose geresorbeerd, waardoor de urine nauwelijks glucose bevat. De maximale hoeveelheid glucose die per minuut in de nierkanaaltjes kan worden geresorbeerd, is 375 mg. In grafiek q is het verband weergegeven tussen de concentratie van glucose in het bloedplasma en de hoeveelheid per tijdseenheid geresorbeerde glucose.

afbeelding 20

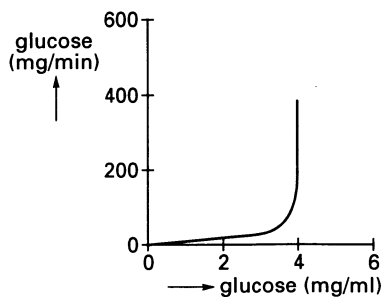


Grafiek s geeft de excretie van glucose (mg/min) in de urine weer tot een concentratie van 3 mg/ml glucose in het bloedplasma. Drie leerlingen trekken grafiek s verder door. In afbeelding 21 zijn hun grafieken weergegeven.

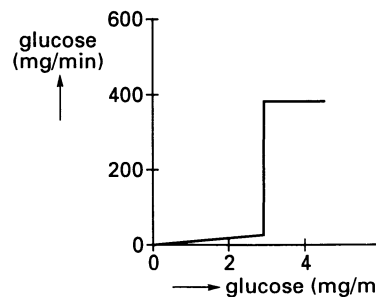
afbeelding 21



leerling 1



leerling 2

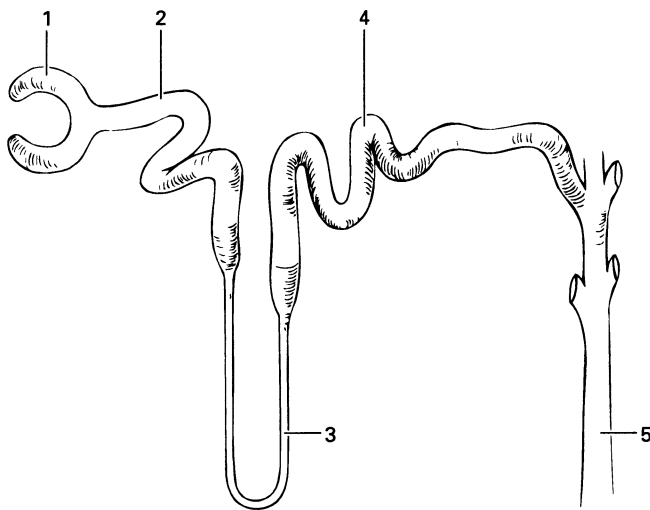


leerling 3

2p 40 ■ Welke van deze leerlingen heeft het verloop van grafiek s (de excretie van glucose) juist getekend?

- A leerling 1
- B leerling 2
- C leerling 3

Bouw van een niereenheid



Legenda:

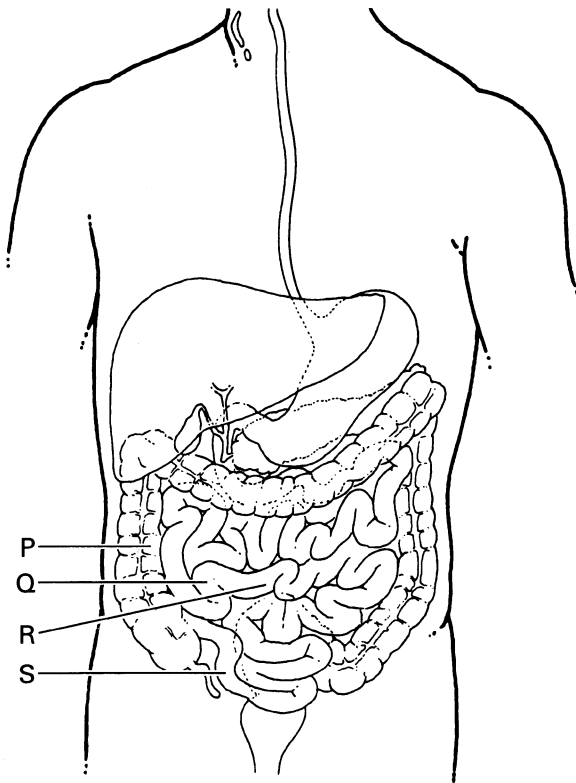
- 1 kapsel van Bowman
- 2 eerste gekronkeld deel
- 3 lis van Henle
- 4 tweede gekronkeld deel
- 5 verzamelbuisje

} nierkanaaltje

Bouw en werking van het verteringskanaal

Afbeelding 22 geeft schematisch organen van de mens weer. Vier plaatsen in het verteringskanaal zijn met letters aangegeven.

afbeelding 22



bron: H. Leonhardt, *Sesam atlas van de anatomie. Deel 2. Inwendige organen, Baarn, 1981, 169*

1p 41 ☐

De voedselbrij beweegt zich van de mond door het verteringskanaal naar de anus.

Geef de juiste volgorde waarin het voedsel – op weg van de mond naar de anus – langs de plaatsen P, Q, R en S komt.

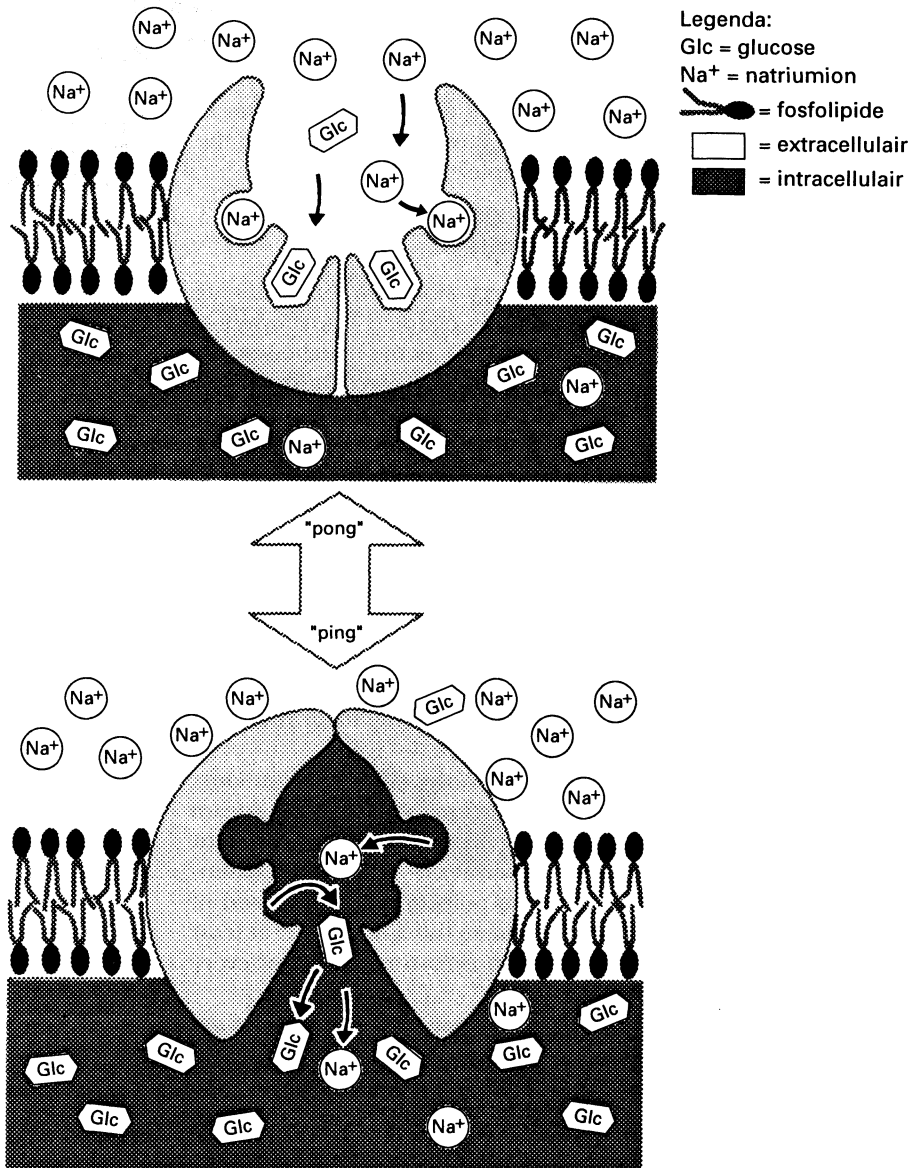
Iemand eet rauwe wortelen en een stukje rauwe vis. Voor een goed verloop van de vertering moeten rauwe plantendelen, zoals wortelen, langduriger worden gekauwd dan rauwe dierlijke delen, zoals vis.

1p 42 ☐

Op welke anatomische eigenschap van planten berust dit verschil?

De opname van onder andere glucose door het dekweefsel van de darm vindt plaats door middel van de zogenoemde ping-pong-eiwitmoleculen in de celmembraan (zie afbeelding 23).

afbeelding 23



bewerkt naar: B. Alberts e.a., *Molecular biology of the cell*, New York/London, 1994, 513.

Een molecuul van het 'ping-pong-eiwit' kan twee vormen aannemen: in de vorm 'pong' zijn de bindingsplaatsen van het molecuul gericht naar buiten de cel, in de vorm 'ping' zijn de bindingsplaatsen van het molecuul gericht naar binnen de cel (zie afbeelding 23). Het molecuul wisselt van 'pong' naar 'ping' zodra alle bindingsplaatsen bezet zijn. Door binding aan de bindingsplaatsen van deze membraaneiwwitten worden onder andere Na^+ -ionen en glucosemoleculen door de celmembraan de cel in getransporteerd. De drijvende kracht achter dit proces is de zogenoemde Na^+/K^+ ATP-ase pomp die voortdurend Na^+ -ionen vanuit de cel in de extracellulaire ruimte pompt. Drie processen zijn: de afgifte van glucose binnen de cel, het losraken van Na^+ -ionen van het 'ping'-eiwit en het verwijderen van Na^+ -ionen uit de cel. Uit bovenstaande gegevens kan worden geconcludeerd dat één van deze processen energie kost.

- 2p 43 ■ Welk van deze processen kost energie?
- A de afgifte van glucose binnen de cel
 - B het losraken van Na^+ -ionen van het 'ping'-eiwit
 - C het verwijderen van Na^+ -ionen uit de cel

Door de aanwezigheid van bacteriën en virussen in het darmkanaal kan diarree ontstaan. Bij ernstige vormen van diarree is het verlies aan Na^+ -ionen en het daarmee gepaard gaande vochtverlies het meest levensbedreigend. Om in deze situatie uitdroging te voorkomen laat men de patiënt een oplossing met glucose en zouten drinken. Zo'n oplossing heet een ORS-oplossing (ORS = oral rehydration solution). Een ORS-oplossing wordt samengesteld uit glucose, NaCl , trisodiumcitraat en KCl .

- 2p 44 ■ Wordt de opname van glucose door het dekweefsel van de darm (zie afbeelding 23) beïnvloed door de concentratie van Na^+ -ionen in ORS? Zo ja, wordt bij toename van de Na^+ -ionenconcentratie de opname van glucose door de weefsels van het darmkanaal lager of hoger?
- A Nee, er is geen invloed.
 - B Ja, deze wordt lager.
 - C Ja, deze wordt hoger.

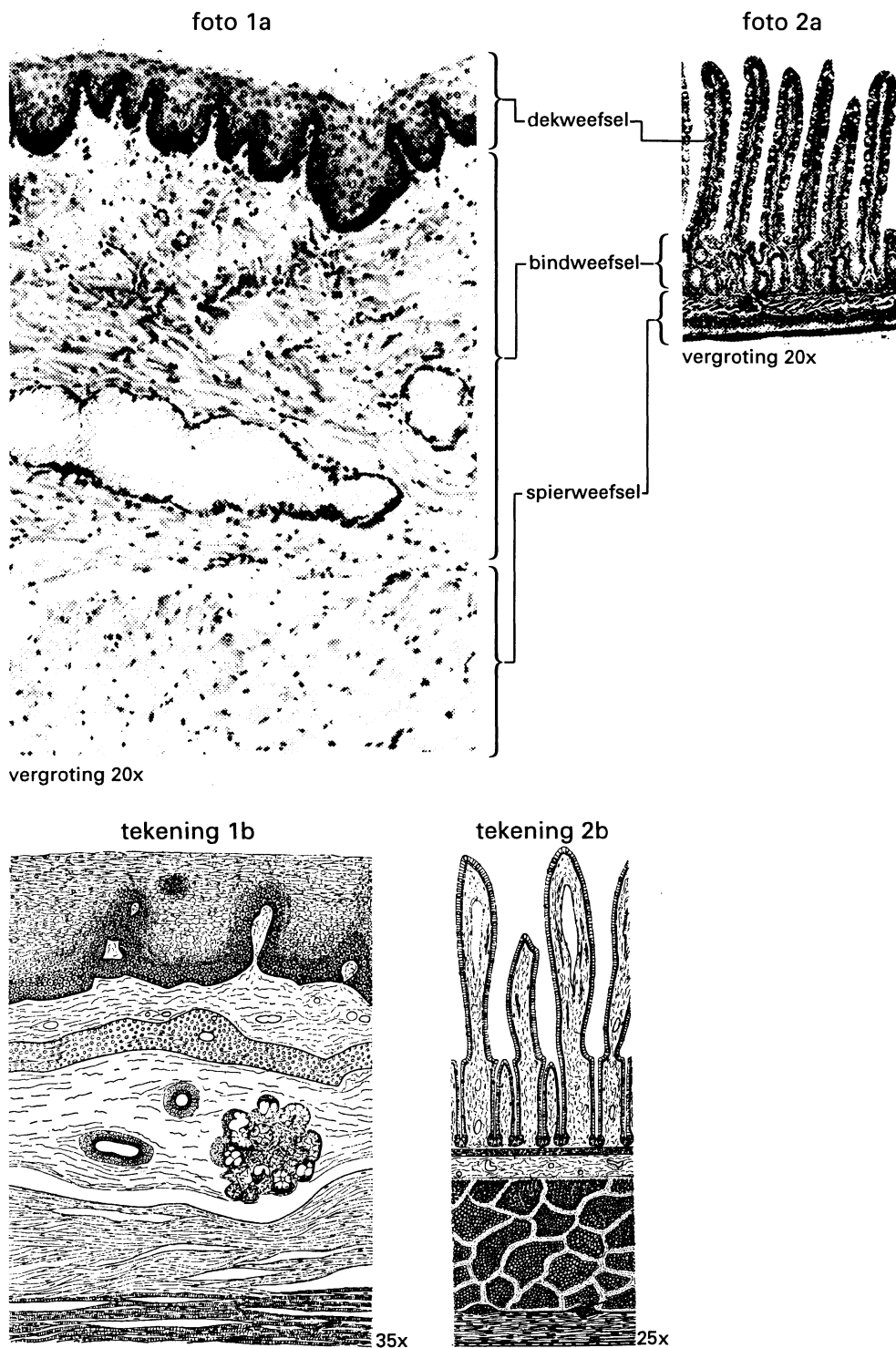
In de celmembraan bevinden zich, behalve eiwitten voor het transport van Na^+ -ionen en glucosemoleculen, ook soortgelijke eiwitten voor het transport van Na^+ -ionen en aminozuren. Dit biedt mogelijkheden voor het gebruik van een ander type ORS-oplossing waaraan, behalve de reeds genoemde stoffen, het aminozuur alanine wordt toegevoegd. Hierdoor is de energiewaarde van zo'n oplossing hoger dan die van een standaard ORS-oplossing met 340 kJ/l. Over de reden waarom een aminozuur wordt gebruikt ter verhoging van de energiewaarde van de oplossing en niet een hogere concentratie van glucose, worden de volgende beweringen gedaan:

- 1 door verhoging van de glucoseconcentratie in de darm kan het waterverlies van het lichaam toenemen,
- 2 door alanine wordt de osmotische waarde van het weefselvocht verlaagd, terwijl die door glucose wordt verhoogd,
- 3 door gebruik te maken van transporteiwitten voor zowel glucose als voor aminozuren kunnen per tijdseenheid meer Na^+ -ionen worden opgenomen.

- 2p 45 ■ Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?
- A alleen bewering 1
 - B alleen bewering 2
 - C alleen bewering 3
 - D alleen de beweringen 1 en 3
 - E alleen de beweringen 2 en 3
 - F de beweringen 1, 2 en 3

Van de wand van twee verschillende delen (1 en 2) van het verteringskanaal zijn doorsneden gemaakt. Van de doorsneden zijn foto's en tekeningen gemaakt (zie afbeelding 24). Foto 1a en tekening 1b zijn van deel 1; foto 2a en tekening 2b zijn van deel 2. In één van beide delen vindt sneller opname van glucose plaats dan in het andere deel.

afbeelding 24



bron: L.C. Junqueira, *Functionele histologie*, Utrecht, 1981, 347, 356; W.H. Freeman & B. Bracegirdle, *An advanced atlas of histology*, Oxford, 1979, 66, 73

2p 46 ☐

Noem twee anatomische aspecten die zichtbaar zijn op de foto en/of in de tekening, waaruit blijkt in welk deel de opname sneller plaatsvindt. Noem het cijfer van dit deel.

Einde