biologie 1,2 (nieuwe stijl) en biologie (oude stijl)

Examen VWO

Voorbereidend
Wetenschappelijk
Onderwijs

20**04**

Tijdvak 2
Woensdag 23 juni
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 74 punten te behalen; het examen bestaat uit 40 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de uitwerking van de vragen 17, 31, 33, 35 en 38 is een uitwerkbijlage toegevoegd.

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

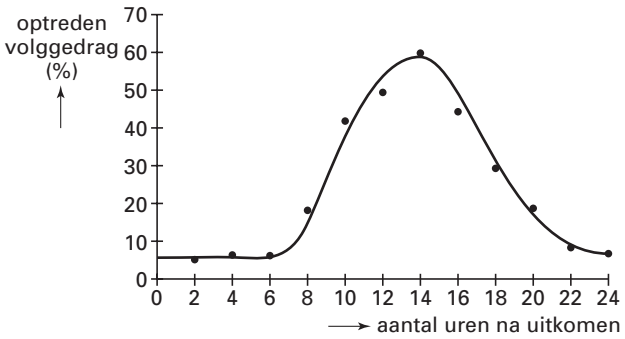
Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

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

Volggedrag

De jongen van bepaalde soorten vogels, zoals ganzen, vertonen volggedrag. In de natuurlijke situatie lopen jonge ganzen, nadat ze uit het ei zijn gekomen, steeds met hun moeder mee. Om dit volggedrag te bestuderen doet een onderzoeker het volgende experiment.
Ganzeneieren worden uitgebroed in een broedmachine. Het eerste bewegende voorwerp dat de gans na het uitkomen te zien krijgt, is een speelgoedeend op wieltjes die over de grond wordt voortgetrokken. Deze proef wordt met een groot aantal ganzen uitgevoerd; daarbij vindt de eerste confrontatie met de bewegende speelgoedeend plaats 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 of 24 uur na het uitkomen. De onderzoeker registreert of de jonge gans die op één van de genoemde tijdstippen voor het eerst de bewegende speelgoedeend ziet, volggedrag gaat vertonen. Zijn resultaten zijn weergegeven in het diagram van afbeelding 1.

afbeelding 1



1p **1** ☐ Wat is de biologische term voor het leerproces waardoor een jonge gans het volggedrag gaat vertonen?

Over het optreden van volggedrag zoals dat is weergegeven in afbeelding 1, worden de volgende beweringen gedaan:
1 Dit neemt in de periode vanaf 6 uur tot 14 uur na het uitkomen uit het ei steeds exponentieel toe.
2 Dit neemt pas vanaf 6 uur na het uitkomen uit het ei toe, doordat vóór die tijd de jonge ganzen nog niet goed kunnen lopen.
3 Dit is het grootst rond 14 uur na het uitkomen uit het ei, doordat dat erfelijk is vastgelegd.
4 Dit neemt in de periode na 14 uur na het uitkomen uit het ei af, doordat de jonge ganzen dan honger krijgen en niet meer op de speelgoedeend letten.

2p **2** ■ Welke van deze beweringen is juist?

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

Het zenuwstelsel van vogels bestaat onder andere uit:
1 de grote hersenen;
2 de kleine hersenen;
3 de hersenstam;
4 het ruggenmerg.

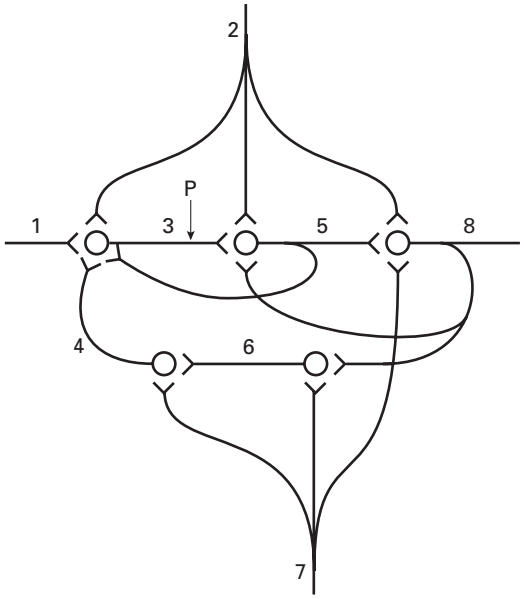
2p **3** ■ Welk van de genoemde delen is of welke zijn betrokken bij de uitvoering van het volggedrag van de jonge ganzen?

A alleen deel 1
B alleen de delen 1 en 2
C alleen de delen 3 en 4
D alleen de delen 1, 2 en 3
E de delen 1, 2, 3 en 4

Neuronenschakelingen

Een neuron komt meestal niet tot ontlading als bij slechts één synaps een verandering optreedt. Vaak is hierbij een groot aantal synapsen betrokken.
Vrijwel alle schakelingen zijn terug te voeren tot twee basisprincipes.
1 Divergentie: het axon van één neuron vertakt zich en synapteert met verschillende andere neuronen.
2 Convergentie: axonen van twee of meer neuronen synapteren met één volgend neuron.
In afbeelding 2 is een schematisch model van neuronenschakelingen weergegeven. De acht hierbij betrokken neuronen zijn genummerd door een getal bij het axon of bij een van de axonen.

afbeelding 2



bewerkt naar: A.C. Guyton, Textbook of Medical Physiology, Philadelphia, 1996, 592

Bij divergentie is het mogelijk dat al via één ander neuron impulsen kunnen leiden tot stimulering of remming van het oorspronkelijke neuron.

2p **4** □ Op welk neuron of welke neuronen uit afbeelding 2 is deze beschrijving van toepassing?

1p **5** □ Welk neuron in afbeelding 2 wordt via convergentie door het grootste aantal neuronen beïnvloed?

Neuron 3 in afbeelding 2 wordt op plaats P kunstmatig geprikkeld, waardoor impulsen ontstaan.

2p **6** ■ In welk of in welke van de genummerde neuronen zal vervolgens de door dit neuron afgegeven neurotransmitter in het post-synaptische membraan gebonden kunnen worden?

A alleen in neuron 1
B alleen in neuron 5
C alleen in de neuronen 1 en 5
D alleen in de neuronen 1, 2 en 4
E alleen in de neuronen 2, 5 en 8
F alleen in de neuronen 1, 2, 4, 5 en 8

Een afgegeven neurotransmitter kan inhiberend of exciterend zijn. Door neuron 2 in afbeelding 2 wordt een exciterende neurotransmitter afgegeven.

2p **7** ■ Wat voor type neurotransmitter wordt door neuron 7 in dat geval afgegeven?

A een inhiberende neurotransmitter
B een exciterende neurotransmitter
C dat is uit de gegevens niet op te maken

Stofwisseling van planten

Bij planten wordt tijdens de donkerreactie van de fotosynthese CO_2 gebonden. Dit gebeurt bij de meeste planten via de zogenoemde C_3-route, waarbij als product een C_3-verbinding ontstaat (glyceraldehydefosfaat). Er zijn enkele soorten planten die CO_2 binden aan fosfo-enolpyruvaat, waardoor C_4-verbindingen ontstaan: de C_4-route. Het verloop van de lichtreacties is bij C_3- en C_4-planten hetzelfde.

2p **8** ■ Gebruiken C_3-planten in de donkerreactie ATP en/of NADPH?

A alleen ATP
B alleen NADPH
C zowel ATP als NADPH
D geen van beide

In tabel 1 is een aantal kenmerken van C_3- en C_4-planten gegeven.

tabel 1

kenmerk	**C_3-planten**	**C_4-planten**
CO_2-compensatiepunt *) (ppm CO_2)	30-70	0-10
waterverlies door verdamping	hoog	laag
maximale fotosynthese (mg CO_2 dm^{-2} (bladopp.) u^{-1})	15-40	40-80
optimumtemperatuur voor de groei	20-25 ºC	30-35 ºC
optimale hoeveelheid licht voor fotosynthese bij optimale temperatuur	1/4 tot 1/3 van volledig zonlicht	volledig zonlicht

*) Het CO_2-compensatiepunt is het punt waarbij de mate van CO_2-binding door de fotosynthese gelijk is aan de mate van CO_2-vorming door de dissimilatie.

De aërobe dissimilatie van een C_3-plant onder optimale omstandigheden wordt vergeleken met de aërobe dissimilatie van een C_4-plant, onder optimale omstandigheden. Aangenomen wordt dat bij beide planten eenzelfde hoeveelheid weefsel deelneemt aan de dissimilatie.

2p **9** ■ Gebruikt een gemiddelde C_3-plant voor de aërobe dissimilatie minder, evenveel of meer O_2 dan een C_4-plant?

A minder
B evenveel
C meer

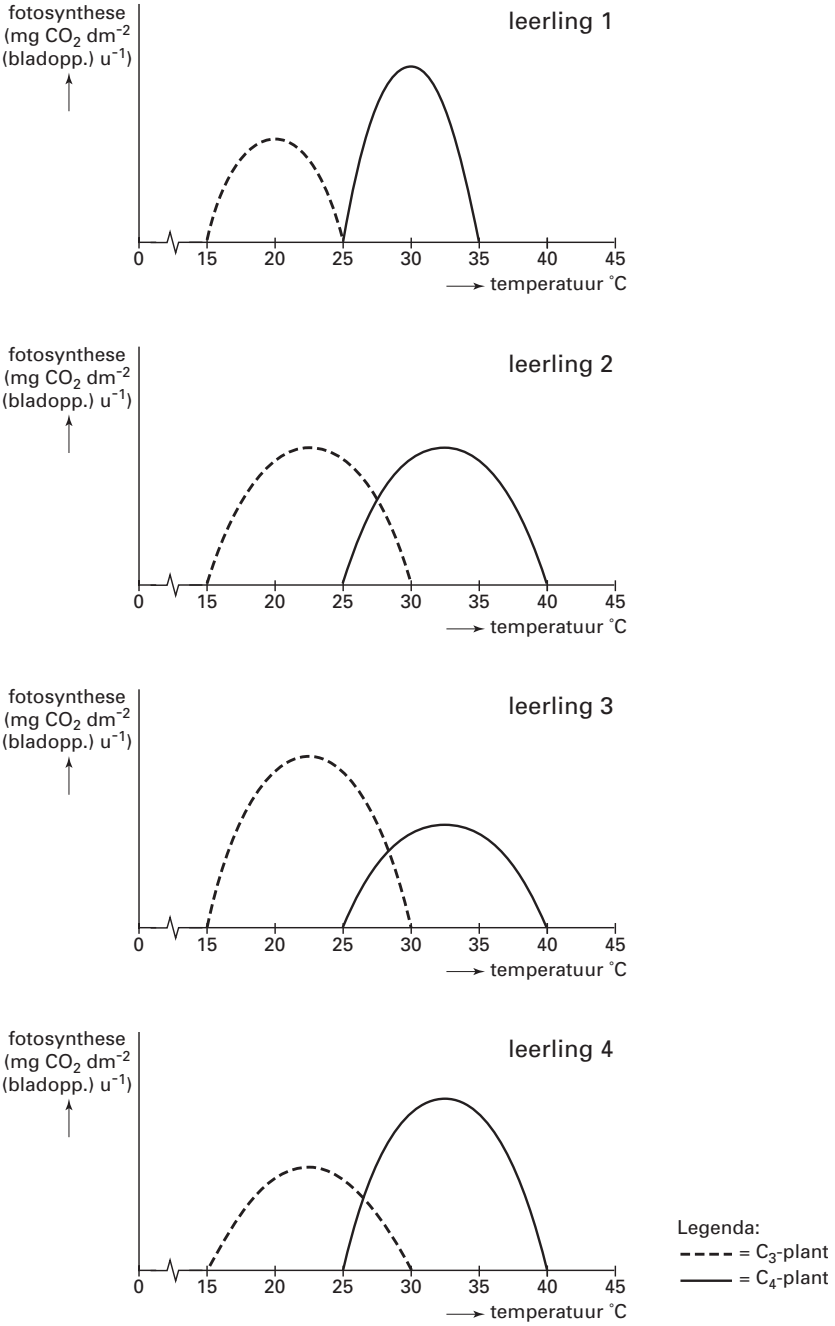
Gelet op de kenmerken van C_3- en C_4-planten is het niet verwonderlijk dat deze planten van nature in verschillende gebieden op aarde voorkomen.

2p **10** ■ Aan welk klimaat zijn C_4-planten beter aangepast dan C_3-planten?

A een koud, droog klimaat
B een koud, vochtig klimaat
C een warm, droog klimaat
D een warm, vochtig klimaat

Vier leerlingen schetsen op grond van gegevens in tabel 1 grafieken die het verband moeten weergeven tussen de mate van fotosynthese, per dm^2 bladoppervlak per uur, van een gemiddelde C_3-plant en van een gemiddelde C_4-plant bij verschillende temperaturen (zie afbeelding 3). De overige omstandigheden zijn optimaal voor de desbetreffende planten.

afbeelding 3



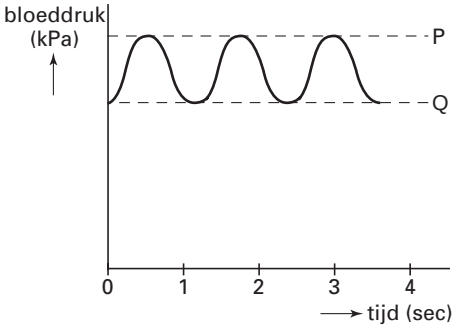
2p **11** ■ Welke van deze leerlingen heeft grafieken geschetst die dit relatieve verband het beste weergeven?

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

Bloeddruk

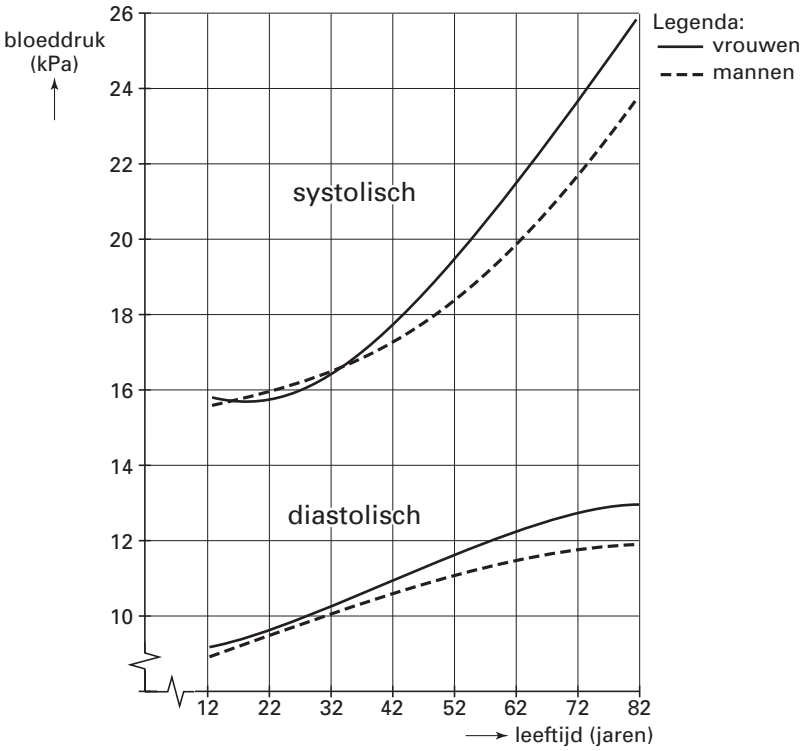
In afbeelding 4 is het verloop van de bloeddruk in een armslagader schematisch weergegeven. De bloeddruk schommelt rond een bepaalde waarde die onder andere afhankelijk is van de leeftijd.

afbeelding 4



Het verschil tussen de systolische druk (P) en de diastolische druk (Q) heet de polsdruk. In afbeelding 5 zijn de gemiddelde systolische en diastolische bloeddruk van een grote groep mannen en een grote groep vrouwen van verschillende leeftijden weergegeven.

afbeelding 5



bron: W.F. Ganong, Review of medical physiology, Los Altos, California, 1969, 467

1p **12** ☐ Bepaal de gemiddelde polsdruk bij vrouwen van 67 jaar tot op één decimaal nauwkeurig.

1p **13** ☐ Noem een oorzaak waardoor de systolische druk toeneemt met het ouder worden.

Voor nader onderzoek naar het verloop van de bloeddruk wordt bij een proefpersoon de bloeddruk in de bovenste holle ader gemeten tijdens een inademing en tijdens een uitademing. Zijn hartwerking blijft tijdens de metingen gelijk.

2p **14** ■ Is bij deze proefpersoon de bloeddruk in de bovenste holle ader tijdens de inademing kleiner dan, gelijk aan of groter dan tijdens de uitademing?

A kleiner
B gelijk
C groter

De bloeddruk kan worden gemeten als de proefpersoon staat, zit of ligt. De waarden van de bloeddruk in deze houdingen blijken niet gelijk te zijn.

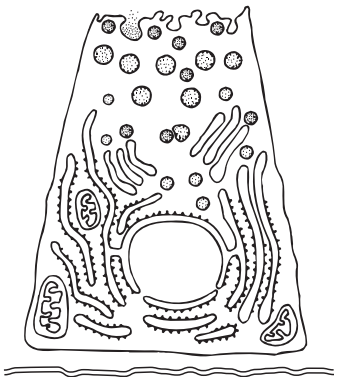
1p **15** □ - Is de bloeddruk in een beenader het laagst in liggende, staande of zittende houding?
- Licht je antwoord toe.

[redacted]

Een alvleeskliercel

In afbeelding 6 is schematisch een kliercel uit de alvleesklier afgebeeld. Door dit celtype worden eiwitten, zoals procarboxypeptidasen, lipasen en andere enzymen, gevormd en afgescheiden.

afbeelding 6



bewerkt naar: B.Alberts e.a., Molecular biology of the cell, 1989, 410

Voorafgaand aan deze secretie vindt een aantal processen plaats. Deze processen zijn in willekeurige volgorde:
1 afscheiding van eiwitrijke producten richting afvoerkanaal;
2 fusie secretiegranulum met het celmembraan;
3 het afsnoeren van onrijpe secretiegranula door het Golgi-systeem;
4 opslag van rijpe secretiegranula;
5 polycondensatie van aminozuren;
6 rijping van secretiegranula door onttrekken van water;
7 transport van de in het ER afgegeven eiwitten naar het Golgi-systeem;
8 vorming van mRNA.

2p **16** □ Geef de juiste volgorde waarin de processen 1 tot en met 8 plaatsvinden.

De plaats waar mRNA voor een af te scheiden enzym wordt gevormd is niet dezelfde als de plaats waar dit mRNA werkzaam is.

1p **17** □ - Teken in de afbeelding van de alvleeskliercel in de uitwerkbijlage een lijn die de exacte route aangeeft tussen de plaats van vorming van mRNA en een plaats waar het mRNA werkzaam is.
- Geef het begin van deze lijn aan met de letter m.

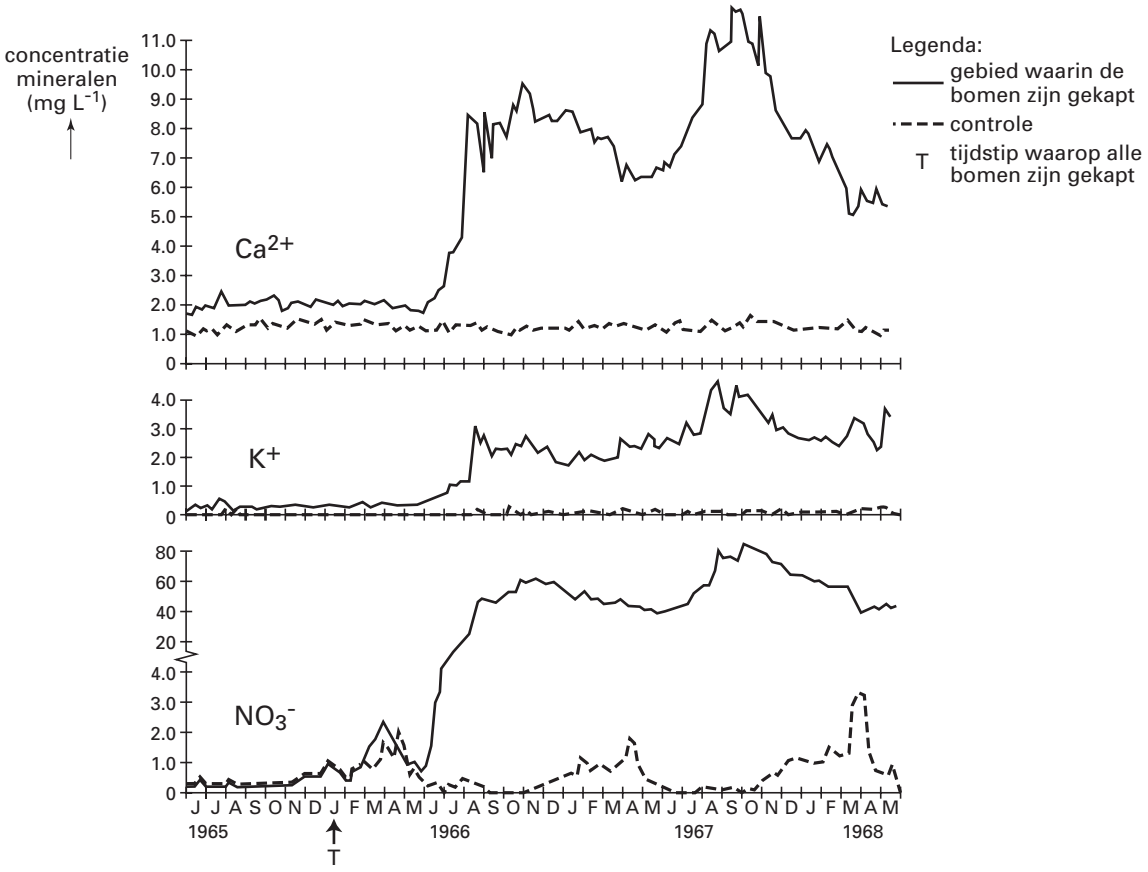
De werking van de eiwitverterende enzymen uit de alvleesklier is zo krachtig, dat deze enzymen de alvleeskliercellen waarin ze worden gevormd, zouden kunnen verteren.

2p **18** □ Geef twee manieren waarop in alvleeskliercellen wordt verhinderd dat deze eiwitverterende enzymen de cellen zelf verteren.

Kringloop

Tussen 1964 en 1969 werd in de Verenigde Staten een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van het kappen van bomen op de uitspoeling van voedingszouten in een ecosyteem in de gematigde klimaatzone. Dit onderzoek (het Hubbard Brook Project) werd uitgevoerd in de White Mountains in New Hampshire, een uitgestrekt gebied dat via verschillende stroompjes afwatert op één en hetzelfde riviertje. Dit gebied werd in twee even grote, overeenkomstige stukken verdeeld. In het ene deel werden op tijdstip T alle bomen gekapt, in het andere deel werden geen bomen gekapt. In de periode waarin het onderzoek werd uitgevoerd, hebben zich geen grote veranderingen in de weersomstandigheden voorgedaan. Zowel in het deel met bomen als in het deel zonder bomen werden de hoeveelheden mineralen bepaald die jaarlijks met het rivierwater mee uit het gebied wegstroomden (uitspoeling). Dit gebeurde door bepaling van het mineralengehalte in stroompjes die alleen uit het desbetreffende gebied water afvoerden.
De resultaten van enkele bepalingen zijn weergegeven in de diagrammen in afbeelding 7.

afbeelding 7



bron: M. Begon, Ecology, Oxford, 1987, blz. 665

In het gebied waar de bomen werden gekapt, is niet alleen de uitspoeling van mineralen sterk toegenomen, maar ook de totale hoeveelheid water die via de stroompjes in het riviertje terechtkomt.

2p **19** □ Wat gebeurt er in het gebied met bomen met de hoeveelheid water die *niet* in het riviertje terechtkomt? Geef twee mogelijkheden.

Door het weghalen van de bomen neemt de uitspoeling van Ca^{2+} toe (zie afbeelding 7).

2p **20** □ Geef hiervoor twee oorzaken.

De uitspoeling van Ca^{2+}, van K^+ en van NO_3^- wordt vergeleken.

1p **21** □ Van welk ion is de uitspoeling uit het gekapte gebied in de herfst van 1966 het grootst?

Ter verklaring van de seizoensgebonden veranderingen in de uitspoeling van NO_3^- in het controlegebied worden de volgende beweringen gedaan:
1 in de lente en zomer nemen bomen grote hoeveelheden NO_3^- op ten behoeve van de groei;
2 van de herfst tot aan de lente neemt de hoeveelheid NO_3^- in de bodem sterk toe doordat grote hoeveelheden organische stof worden omgezet in anorganische stoffen.

2p **22** ■ Welke van deze beweringen kan of welke kunnen een juiste verklaring geven voor de seizoensgebonden veranderingen in de uitspoeling van NO_3^- in het controlegebied?

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

[redacted]

Genetisch gemodificeerde gewassen
In 2001 peilde de commissie-Terlouw de mening van het publiek over het toepassen van genetische modificatie bij onze voedselproductie. Uit een artikel hierover is een alinea overgenomen (tekst 1).

tekst 1

Nederlanders staan gereserveerd ten opzichte van genetisch aangepast voedsel, maar "in algemene zin" mag biotechnologie wel gebruikt worden voor ons eten.
Over de veiligheid van gm-voedsel denken Terlouw en consorten positiever dan het volk. Volgens de commissie zijn er geen wetenschappelijke aanwijzingen die de zorgen rechtvaardigen die onder het publiek leven over de veiligheid van voedingsmiddelen die met behulp van gentechnologie geproduceerd zijn.

bron: Bionieuws, NIBI, jaargang 12, 19 januari 2002, 1

Over de schade die door een genetisch gemodificeerd gewas kan worden veroorzaakt, zijn de meningen verdeeld. In de discussie daarover worden onder andere de volgende argumenten gebruikt:
1 in landbouwgebieden bestaat geen natuurlijk evenwicht;
2 in monocultures komen meestal geen zeldzame insectensoorten voor;
3 bij het uitzetten van gm-planten in de natuur komen de vreemde genen ook in het DNA van andere soorten terecht;
4 gm-planten kunnen worden gekweekt met gebruik van minder bestrijdingsmiddelen;
5 in gm-planten ingebouwde resistentiegenen maken het gebruik van meer bestrijdingsmiddelen nodig;
6 giftige stoffen uit gm-planten doden onschadelijke insecten;
7 giftige stoffen uit gm-planten komen in de bodem terecht.

1p **23** □ Welk van deze argumenten kan of welke kunnen door voorstanders als argument voor het kweken van gm-planten worden gebruikt?

[redacted]

Aminozuren
In een experiment werd kunstmatig mRNA, samengesteld uit afwisselend de basen adenine (A) en uracil (U), in een celextract gebracht.
Op basis van dit (poly [AU]) mRNA werden polypeptiden gevormd.

1p **24** □ Wat is de primaire molecuulstructuur van de gevormde polypeptiden?

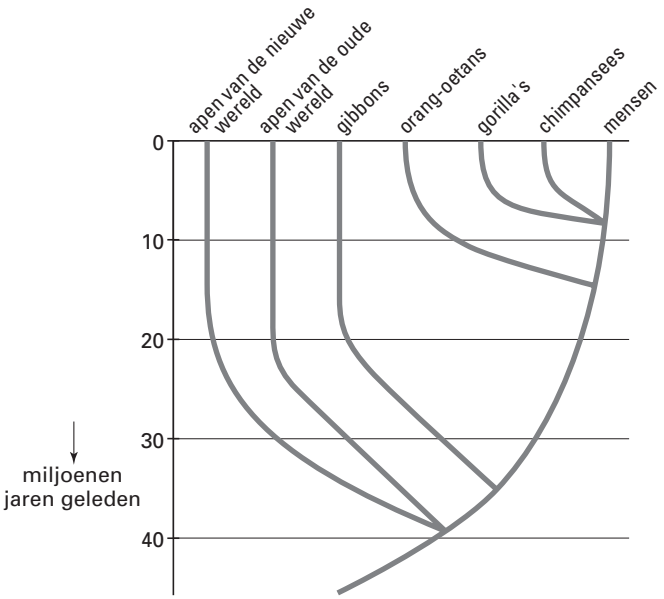
In een tweede experiment werd een dergelijk kunstmatig mRNA gebruikt, maar nu met repeterend adenine, uracil, adenine, guanine (poly [AUAG]).
Er worden weer peptiden gevormd.

2p **25** □ - Uit hoeveel aminozuren bestaan deze peptiden maximaal?
- Geef hiervoor een verklaring.

Afstamming

In afbeelding 8 is de mogelijke verwantschap van een aantal primaten weergegeven.
De indeling is onder andere gebaseerd op DNA-gegevens.

afbeelding 8

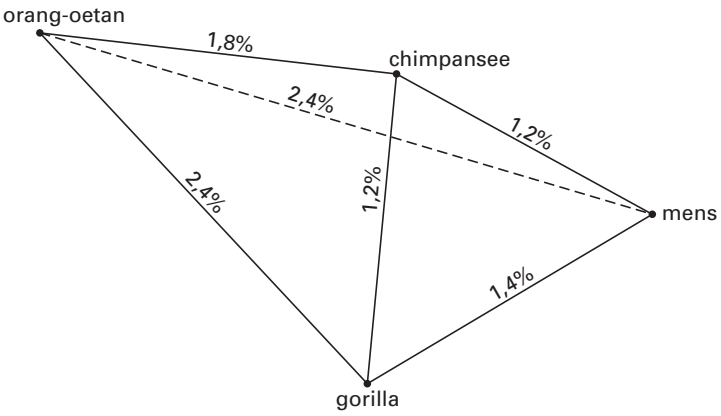


bewerkt naar: N.A.Campbell e.a., Biology, Menlo Park, 1999, 657

2p **26** □ Leg uit hoe DNA-gegevens gebruikt kunnen worden bij het opstellen van een afstammingsschema zoals in afbeelding 8.

Het verschil tussen het DNA van de chimpansee, de gorilla, de orang-oetan en de mens is onderzocht. Afbeelding 9 geeft in een driedimensionale figuur weer hoeveel procent het DNA van twee door een lijn verbonden soorten van elkaar verschilt.

afbeelding 9



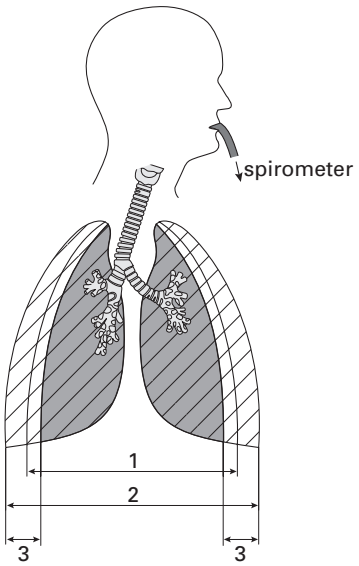
Chimpansee, gorilla, orang-oetan en mens worden gerekend tot twee subfamilies.

2p **27** □ - Hoe zijn deze primaten volgens de gegevens in afbeelding 8 over twee subfamilies verdeeld?
- Leg uit dat de DNA-gegevens van afbeelding 9 deze indeling ondersteunen.

Ademhaling

Gedurende de ademhaling verandert de druk in de longen. Bij inademing is de druk in de longen lager dan de atmosferische druk. Bij uitademing is de druk in de longen hoger dan de atmosferische druk. Gedurende de adembewegingen verandert ook het volume van de gassen in de longen (zie afbeelding 10). Het longvolume kan worden gemeten met een spirometer.

afbeelding 10



Legenda:
longen bij minimaal volume
longen bij maximaal volume

bewerkt naar: Sesam - Atlas van de Fysiologie, Baarn, 1981, 75

In tabel 2 zijn definities van longvolumes en longcapaciteiten weergegeven.

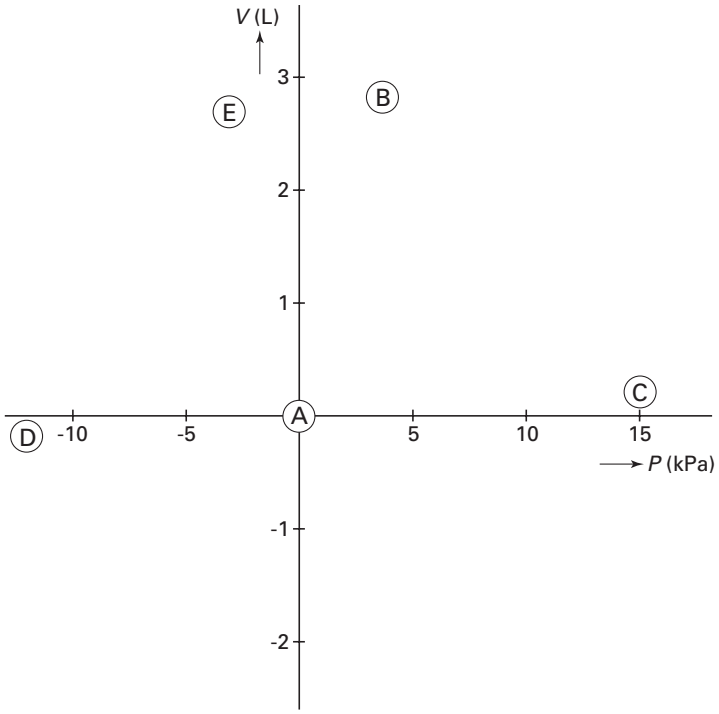
tabel 2

longvolume of longcapaciteit	**definitie**
ademvolume (V_T)	het volume in- of uitgeademde lucht (per ademhaling)
inspiratoir reservevolume (IRV)	het volume lucht dat na een normale inademing nog extra, maximaal kan worden ingeademd
expiratoir reservevolume (ERV)	het volume lucht dat na een normale uitademing nog extra, maximaal kan worden uitgeademd
restvolume (RV)	het volume lucht dat na maximale uitademing achterblijft in de longen
totale longcapaciteit (TLC)	het volume lucht dat zich na maximale inademing in de longen bevindt
vitale capaciteit (VC)	het volume lucht dat na maximale uitademing vervolgens maximaal ingeademd kan worden
inspiratoire capaciteit (IC)	het volume lucht dat na een normale uitademing vervolgens maximaal ingeademd kan worden
functionele residuale capaciteit (FRC)	het volume lucht in de longen na een normale uitademing

3p **28** ☐ In afbeelding 10 zijn drie longvolumes aangegeven met de cijfers 1, 2 en 3.
Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en geef bij elk van deze longvolumes de juiste naam. Gebruik de namen of de afkortingen van de namen uit tabel 2.

Met de spirometer wordt op verschillende momenten (B t/m E) het longvolume (*V*) bepaald, onder andere tijdens een normale adembeweging (een inademing gevolgd door een uitademing). Aan de spirometer is een manometer gekoppeld, waarmee bij elk van de volumes de bijbehorende druk (*P*) kan worden gemeten. De resultaten zijn uitgezet in het diagram van afbeelding 11.
De druk in de longen op het eind van een normale uitademing wordt op 0 gesteld en is gelijk aan de atmosferische druk. Het longvolume op het eind van een normale uitademing wordt eveneens op 0 gesteld. Dit moment is in het diagram van afbeelding 11 aangegeven met A.

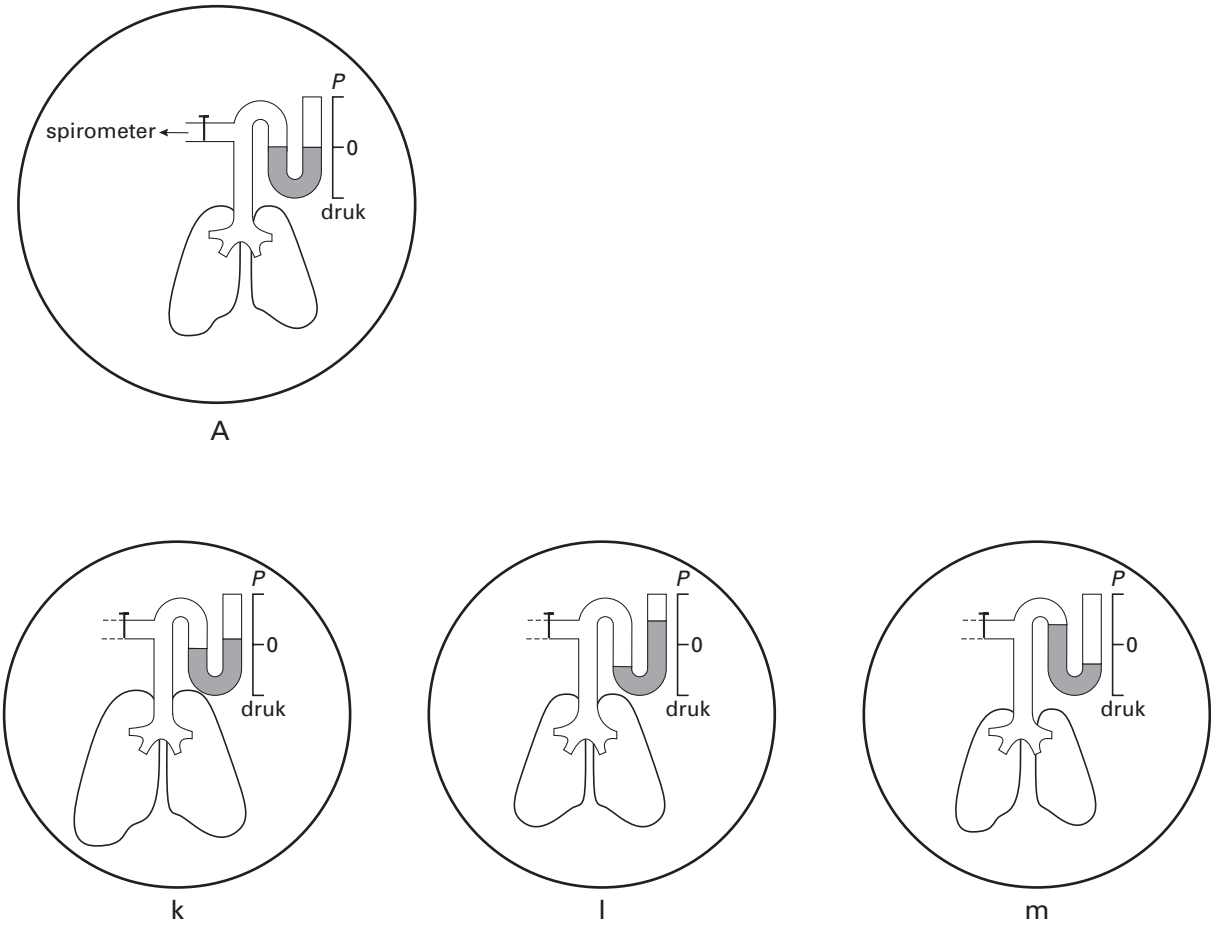
afbeelding 11



bewerkt naar: Sesam - Atlas van de Fysiologie, Baarn, 1981, 78-79

In de tekeningen van afbeelding 12 zijn de druk in de longen en de longvolumes op vier momenten weergegeven. In de eerste tekening is de uitgangssituatie (A) schematisch afgebeeld. De tekeningen k, l en m geven in willekeurige volgorde een longvolume met bijbehorende druk in de longen weer.

afbeelding 12



bewerkt naar: Sesam - Atlas van de Fysiologie, Baarn, 1981, 77

3p **29** □ Zet de letters van de tekeningen (k, l en m) onder elkaar op je antwoordblad en schrijf er het juiste moment (B, C, D of E) bij uit afbeelding 11.

2p **30** ■ Welk moment van de adembeweging wordt weergegeven met letter B in afbeelding 11?

A het begin van de inademing
B het eind van de inademing
C het begin van de uitademing
D het eind van de uitademing

Celcyclus

De totale duur van de celcyclus van een bepaald celtype kan bepaald worden door cellen in een voedingsmedium te kweken en op verschillende tijdstippen het aantal cellen in het voedingsmedium te tellen. De resultaten van een dergelijk experiment worden in een diagram weergegeven. Daaruit kan worden afgelezen wat de duur van de celcyclus onder deze omstandigheden is.

In de uitwerkbijlage is een assenstelsel met halflogaritmische schaalverdeling gegeven.

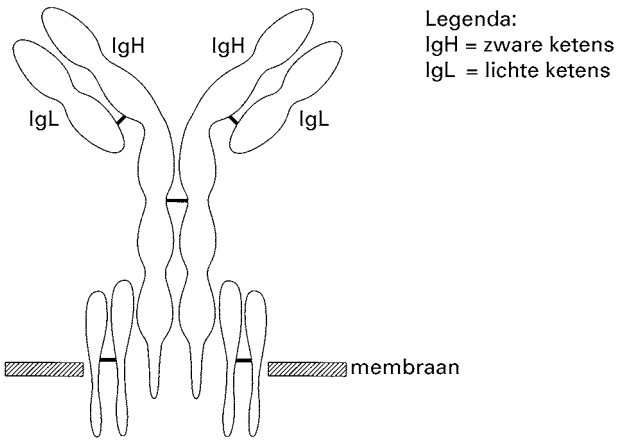
2p **31** □ Teken in dit assenstelsel de grafiek op grond waarvan blijkt dat de celcyclus van de desbetreffende cellen 15 uur bedraagt.

- Begin met een aantal van 2.10^5 cellen per milliliter.
- Benoem de assen en geef de schaalverdeling aan.
- Teken de grafiek voor een periode van 80 uren.

B-lymfocyten

B-lymfocyten maken antistoffen en behoren tot het specifieke afweersysteem.
Op het membraanoppervlak bevinden zich immunoglobulinen. Een immunoglobulinemolecuul bestaat uit twee zware ketens (IgH) en twee lichte ketens (IgL) die onderling verbonden zijn (zie afbeelding 13).

afbeelding 13

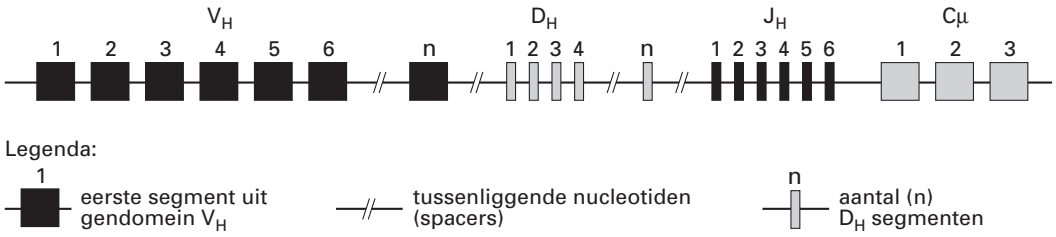


Legenda:
IgH = zware ketens
IgL = lichte ketens

B-lymfocyt

De genen die coderen voor deze ketens, liggen in genencomplexen in de kern van de cel. Deze genencomplexen bevatten verschillende domeinen die elk uit een aantal segmenten bestaan. In afbeelding 14 zijn van een pre-B-cel vier domeinen (V_H, D_H, J_H en C_μ,) en een klein aantal van de daarbij behorende segmenten van een IgH-genencomplex weergegeven.

afbeelding 14



Legenda:
1 eerste segment uit gendomein V_H
// tussenliggende nucleotiden (spacers)
n aantal (n) D_H segmenten

bewerkt naar: J.C. Pronk e.a., Medische genetica, Maarssen, 1998, 320

Tijdens de differentiatie van pre-B-cellen tot B-lymfocyten worden de segmenten van de genencomplexen in het DNA zodanig gerecombineerd dat iedere cel een eigen combinatie van deze segmenten krijgt. Bij deze 'herschikking' worden tussenliggende segmenten met behulp van enzymen in een aantal stappen verwijderd.

2p **32** □ Leg uit dat de beschreven herschikking van segmenten tijdens de differentiatie van B-lymfocyten van belang is voor de functie van immunoglobulinen binnen het specifieke afweersysteem.

De gendomeinen V_H, D_H, J_H en Cμ van het IgH-genencomplex uit afbeelding 14 zijn in de uitwerkbijlage vereenvoudigd overgenomen. Uit dit deel van het genencomplex wordt na herschikking in een aantal stappen mRNA gevormd met de segmenten V4-D3-J4-Cμ.

2p **33** □ Teken in de uitwerkbijlage drie stappen van deze herschikking. Geef het resultaat
1 na herschikking van D en J segmenten;
2 na daaropvolgende herschikking van V en D segmenten;
3 na het verwijderen van V1 tot en met V3 en herschikking van J en C segmenten.

Bij het verwijderen van segmenten wordt de verbinding verbroken tussen twee atomen in het gendomein.

2p **34** ■ Welke twee atomen zijn dat?

A H en O
B H en N
C N en O
D N en P
E P en H
F P en O

Bijengenetica

Een bijenvolk bestaat uit: de koningin (een vruchtbaar vrouwtje), een groot aantal werksters (steriele vrouwtjes) en darren (mannetjes). Alle vrouwtjes zijn diploïd en alle mannetjes haploïd.

De larven in een bijenvolk gaan soms dood door de ziekte 'vuilbroed'. In de meeste bijenkorven maken de werksters de honingraatcellen open die geïnfecteerde larven bevatten en verwijderen de zieke larven. Zij zijn *hygiënisch*. Sommige bijenvolken vertonen dit gedrag niet (zij zijn *onhygiënisch*), waardoor de ziekte zich kan uitbreiden. Dit kan de dood van het gehele volk tot gevolg hebben.

In een onderzoek naar dit gedrag werd een koningin uit een hygiënisch volk gekruist met darren uit een onhygiënisch volk (P). Alle werksters onder de nakomelingen (F_1) waren onhygiënisch. Op grond daarvan werd aangenomen dat onhygiënisch gedrag wordt veroorzaakt door een dominant gen.

In een vervolgonderzoek werden darren uit de F_2 (nakomelingen van een koningin uit de F_1) gekruist met hygiënische koninginnen.

Daaruit ontstonden 29 bijenvolken (generatie IV) met vier soorten gedrag:

1 In zes volken maakten werksters de cellen niet open, maar ze verwijderden de zieke larven wél als een onderzoeker de geïnfecteerde cellen open maakte.

2 In negen van deze volken maakten de werksters geïnfecteerde cellen wel open, maar ze verwijderden de larven niet.

3 De werksters in acht volken maakten geen geïnfecteerde cellen open en verwijderden ook geen zieke larven als een onderzoeker de geïnfecteerde cellen open maakte.

4 De overige volken waren hygiënisch.

Op grond van deze resultaten werd aangenomen dat het onderzochte gedrag door twee verschillende genenparen wordt veroorzaakt, waarbij de allelen voor onhygiënisch gedrag dominant zijn.

Deze verklaring werd ondersteund door een vereenvoudigd schema van de hierboven beschreven kruisingen.

Dit schema is afgebeeld in de uitwerkbijlage.

3p **35** □ Maak het schema in de uitwerkbijlage volledig door in de zeshoeken de verschillende genotypen in te vullen van

- de ouders (P) en de werksters en een koningin in de F_1 -generatie;
- de darren in de F_2 -generatie en de werksters in de vier beschreven bijenvolken van generatie IV.
- Geef in de legenda de betekenis van de gekozen letters.

Tweelingenonderzoek

Gegevens over de groei en ontwikkeling van tweelingen kunnen worden gebruikt om een uitspraak te doen over de invloed van genotype en milieu op het fenotype van het individu. Zo verrichtte Newman onderzoek bij eeneiige tweelingen die op jonge leeftijd van elkaar waren gescheiden en in verschillende milieus waren grootgebracht. Zij werden vergeleken met kinderen die samen opgroeiden in één gezin (eeneiige tweelingen, twee-eiige tweelingen, broers en zussen). Newman betrok in zijn onderzoek de lengte, het gewicht en het IQ (intelligentie quotiënt) van de onderzochte personen.
In tabel 3 zijn de resultaten van zijn onderzoek weergegeven.

tabel 3

groep	I	II	III	IV
paren	eeneiige tweelingen	eeneiige tweelingen	twee-eiige tweelingen van gelijk geslacht	broers of zussen van gelijk geslacht
aantal	19 paren	50 paren	52 paren	52 paren
opgegroeid	gescheiden	samen	samen	samen
gemiddeld verschil in lengte (cm)	1,8	1,7	4,4	4,5
gemiddeld verschil in gewicht (kg)	5,0	2,1	5,0	5,2
gemiddeld verschil in IQ	8,2	5,9	9,9	9,8

Met behulp van deze gegevens kan een uitspraak worden gedaan over het verschil in invloed van het genotype op de lengte, het gewicht en het IQ van een persoon.

2p **36** □ - Op welke eigenschap is de invloed van het genotype het grootst?
- Leg je antwoord uit.

2p **37** ■ Welke van de volgende combinaties van groepen uit het onderzoek van Newman zijn ten minste nodig om een conclusie te kunnen trekken over de invloed van het genotype op het fenotype van mensen?

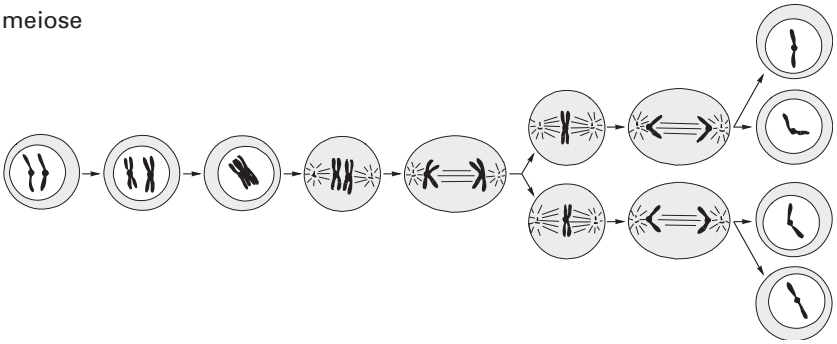
A alleen I en II
B alleen I en III
C alleen I en III en IV
D de groepen I, II, III en IV

Meiose en mitose

In afbeelding 15 zijn schematisch stadia van een meiose weergegeven. In deze tekening is voor de duidelijkheid uitgegaan van slechts één paar chromosomen.

afbeelding 15

meiose



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

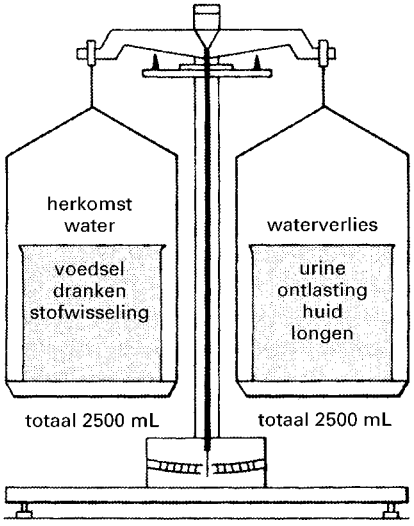
Op dezelfde wijze kan schematisch een mitose worden weergegeven. In de uitwerkbijlage zijn de stadia van deze mitotische deling getekend, echter zonder chromosomen.

2p **38** □ Maak het schema van de mitose in de uitwerkbijlage af door de chromosomen in te tekenen. Ga uit van één paar chromosomen en beeld ze op dezelfde wijze af als in de cellen van afbeelding 15.

Waterverlies

Het lichaam van een mens bestaat voor ongeveer 60% uit water. In afbeelding 16 is de waterbalans bij de mens schematisch weergegeven.

afbeelding 16



bewerkt naar: J.A. Bernards en L.N. Bouman, Fysiologie van de mens, Houten, 1994, 455

Waterverlies vindt plaats door diffusie via de huid, met ontlasting, met urine, door verdamping in luchtwegen en door zweten. In tabel 4 is het waterverlies in mL per dag onder verschillende omstandigheden weergegeven. In de tabel ontbreken gegevens over de aard van het waterverlies.

tabel 4

	waterverlies in mL per dag		
buitentemperatuur	20 °C	30 °C	20 °C
activiteit	weinig	weinig	veel
1 diffusie via de huid	350	350	350
2	350	250	650
3	100	100	100
4	200	1500	5000
5	1500	1300	600

2p **39** ■ Met welke nummers worden waterverlies met ontlasting en waterverlies met urine aangegeven?

	ontlasting	urine
A	2	4
B	2	5
C	3	2
D	3	5
E	4	5
F	5	2

Ziekte van Leber

Niet alleen in de kern maar ook in mitochondriën komt DNA voor. Dit zogenaamde mitochondriale DNA kan erfelijke ziekten veroorzaken wanneer er een mutantgen in aanwezig is. Een voorbeeld hiervan is een oogziekte (de ziekte van Leber), waarbij er rond het twintigste levensjaar plotseling aanzienlijk verlies van gezichtsvermogen optreedt.
Bij mannen met in de mitochondriën het mutantgen voor de ziekte van Leber is de kans op deze oogziekte 32%, bij vrouwen 10%.
Van een echtpaar heeft alleen de vrouw het mutantgen voor de ziekte van Leber.
Hun dochter P trouwt een man die de erfelijke variant van de ziekte niet heeft.
Uit dit huwelijk worden een zoon (Q) en een dochter (R) geboren.

2p **40** □ Leg op grond van bovenstaande gegevens uit
- hoe groot de kans is dat bij de jongen Q de ziekte van Leber zich openbaart;
- en hoe groot de kans is dat het meisje R de ziekte krijgt.

Einde