

Dit examen bestaat uit 43 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel
punten met een goed antwoord behaald kunnen
worden.
Bij dit examen hoort een boekje met informatie.
Voor de uitwerking van de vragen 5 en 39 is een
bijlage toegevoegd.

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,
worden alleen de eerste twee in de
beoordeling meegeteld.

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

Bij de volgende vraag kun je informatie 1 gebruiken.

Gaswisseling

Bij een mens wordt de gemiddelde samenstelling van de ingeademde lucht, van de uitgedemde lucht en van de lucht in de longblaasjes bepaald; de partiële drukken van de gassen hierin zijn weergegeven in tabel 1 in mm Hg, zoals in medische literatuur nog gebruikelijk is.

tabel 1

	buitenlucht		lucht in longblaasjes		uitgedemde lucht	
	mm Hg	%	mm Hg	%	mm Hg	%
N ₂	597,0	78,62	569,0	74,9	566,0	74,5
O ₂	159,0	20,84	104,0	13,6	120,0	15,7
CO ₂	0,3	0,04	40,0	5,3	27,0	3,6
H ₂ O	3,7	0,50	47,0	6,2	47,0	6,2
totaal	760,0	100,00	760,0	100,0	760,0	100,0

Over de verschillen in samenstelling van de lucht (zie tabel 1) worden twee beweringen gedaan.

1 Het percentage H₂O van de lucht in de longblaasjes is hoger dan dat van de ingeademde lucht, doordat H₂O uit het bloedplasma aan de lucht in de longen wordt afgegeven.

2 Het percentage CO₂ van de lucht in de longblaasjes is hoger dan dat van de uitgedemde lucht, doordat uitgedemde lucht een mengsel is van lucht uit de longblaasjes en lucht uit andere delen van de luchtwegen.

- 2p 1 ■ Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?
- A De beweringen 1 en 2 zijn beide juist.
 - B Alleen bewering 1 is juist.
 - C Alleen bewering 2 is juist.
 - D De beweringen 1 en 2 zijn geen van beide juist.

In de longen van de mens vindt diffusie plaats van O₂ uit de lucht in de longblaasjes naar het bloedplasma in de longhaartvaten. Met betrekking tot dit gegeven worden de volgende feiten genoemd:

1 er vindt ventilatie van longlucht plaats,

2 in rode bloedcellen is hemoglobine aanwezig,

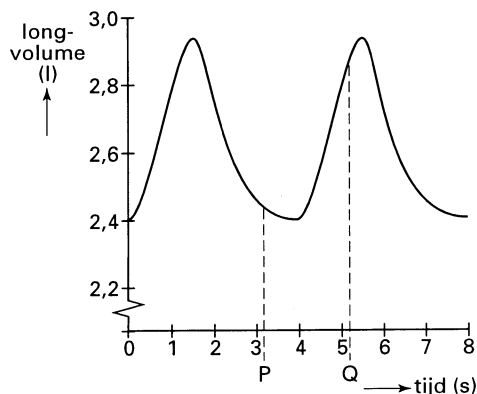
3 de longblaasjes hebben een groot oppervlak,

4 O₂-rijk bloed wordt uit de longen afgevoerd.

- 2p 2 ■ Van welk of van welke van deze feiten is de *diffusiesnelheid* van O₂ uit de longlucht naar het bloed afhankelijk?
- A alleen van 1 en 3
 - B alleen van 2 en 3
 - C alleen van 2 en 4
 - D alleen van 1, 2 en 3
 - E alleen van 1, 3 en 4
 - F van 1, 2, 3 en 4

Het longvolume van een rustig ademende persoon wordt gedurende enige tijd gemeten. De resultaten van deze metingen zijn uitgezet in het diagram van afbeelding 1. Bij de adembewegingen trekken de middenrifspieren en bepaalde tussenribspieren zich samen.

afbeelding 1



De tijdstippen P en Q worden met elkaar vergeleken ten aanzien van de volgende aspecten:

- 1 de $p\text{CO}_2$ in de luchtpijp,
- 2 de luchtdruk in de luchtpijp,
- 3 de toestand van de tussenribspieren die de ribben omhoog bewegen,
- 4 de toestand van de middenrifspieren.

3p **3** ☐ Geef van elk van deze aspecten aan hoe de situatie op tijdstip P is in vergelijking met de situatie op tijdstip Q. Gebruik bij de aspecten 1 en 2 de begrippen „lager”, „gelijk” of „hoger”, bij de aspecten 3 en 4 de begrippen „gespannen” of „ontspannen”.

Stofwisseling

Tijdens een onderzoek naar de processen bij spieractiviteit werden de volgende gegevens verzameld:

- Een spier verbruikt zuurstof en produceert koolstofdioxide. Opname van zuurstof en productie van koolstofdioxide nemen toe tijdens het proces van samentrekking. Tijdens dit proces wordt glycogeen verbruikt.
- Een spier kan onder anaërobe omstandigheden werken, maar heeft in dat geval een langere hersteltijd dan onder aërobe omstandigheden, voordat hij zich opnieuw kan samentrekken. Onder anaërobe omstandigheden neemt de hoeveelheid melkzuur in de spier toe.

Uit de bovenstaande gegevens trekt een leerling de volgende conclusies over de spiercontractie:

- 1 zuurstof is *niet* nodig voor spiercontractie;
- 2 zuurstof is nodig voor het herstel van de spier na de contractie;
- 3 glycogeen is de enige energieleverancier voor de spiercontractie.

2p **4** ☒ Welke van deze conclusies is of welke zijn terecht getrokken op grond van deze gegevens?

- A alleen conclusie 1
- B alleen conclusie 2
- C alleen conclusie 3
- D de conclusies 1 en 2
- E de conclusies 1 en 3
- F de conclusies 2 en 3

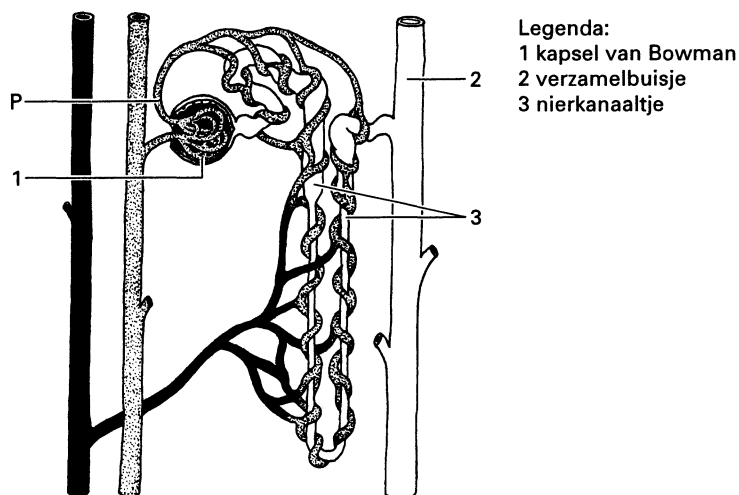
De gemiddelde levensduur van rode bloedcellen is ongeveer drie maanden. Voor een onderzoek naar de zuurstofverzadiging van het hemoglobine vóór en na de geboorte zijn lammetjes gebruikt. In het diagram in de bijlage zijn resultaten van dit onderzoek bij een moederschaap en bij haar lam vlak voor de geboorte weergegeven.

2p **5** ☐ Schets in het diagram in de bijlage het mogelijke verloop van een curve die het zuurstofverzadigingspercentage van hemoglobine bij toenemende $p\text{O}_2$ in het bloed van het jonge lam één maand na de geboorte weergeeft.

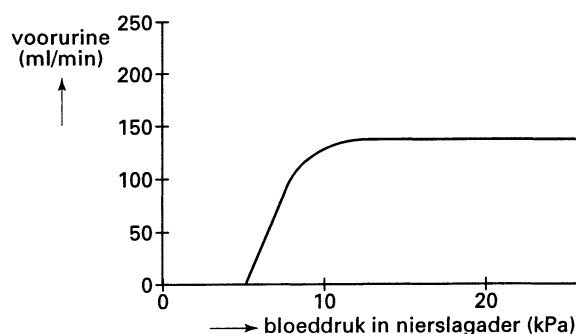
Uitscheiding

In afbeelding 2 is een niereenheid van de mens getekend met aanvoerende en afvoerende bloedvaten. In het diagram in afbeelding 3 is het verband weergegeven tussen de bloeddruk in de nierslagader en de hoeveelheid per minuut gevormde voorurine.

afbeelding 2



afbeelding 3



In de nieren is sprake van autoregulatie van de hoeveelheid geproduceerde voorurine. Met autoregulatie wordt bedoeld dat in de nieren zelf regelmechanismen aanwezig zijn. Twee leerlingen doen op grond van het diagram een bewering over het bestaan van deze autoregulatie.

Leerling 1 zegt: „Het bestaan van deze autoregulatie kan worden geconcludeerd uit het gegeven dat bij een lage bloeddruk minder voorurine wordt gevormd dan bij een hoge bloeddruk”.

Leerling 2 zegt: „Het bestaan van deze autoregulatie kan worden geconcludeerd uit het gegeven dat boven een bloeddruk van ongeveer 10 kPa de hoeveelheid per minuut geproduceerde voorurine gelijk blijft”.

- 2p **6** ■ Welke van deze leerlingen doet of welke doen een juiste bewering over het bestaan van deze autoregulatie?
- A geen van beide leerlingen
 - B alleen leerling 1
 - C alleen leerling 2
 - D beide leerlingen

In de wand van bloedvat P bevinden zich kringspieren die de diameter van het bloedvat kunnen verkleinen.

Iemand gaat liggen waardoor de bloeddruk in de nierslagaders daalt van 14 kPa naar 12 kPa (zie afbeelding 3).

- 3p **7** □ Trekken op dat moment de kringspieren in de wand van P zich samen, ontspannen deze spieren zich of veranderen ze niet? Geef een verklaring voor je antwoord.

Bij de volgende vragen kun je informatie 3 gebruiken.

Voortplantingsgedrag

Bij het voortplantingsgedrag van vogels kunnen diverse groepen handelingen worden onderscheiden.

2p 8 ☐ Noem drie van deze groepen handelingen.

Afbeelding 4 geeft een kanarie weer.
Over het voortplantingsgedrag bij vrouwtjeskanaries is het volgende bekend:
1 het voortplantingsgedrag is het gevolg van de toename van de daglengte,
2 het optreden van het voortplantingsgedrag wordt gestimuleerd door de aanwezigheid van mannetjes,
3 het voortplantingsgedrag kan worden opgewekt door het injecteren van gonadotrope hormonen (FSH en LH).

afbeelding 4



2p 9 ☒ Wordt de daglengteverandering *geregistreerd* door het centrale zenuwstelsel, door de hypofyse of door de ogen?
A door het centrale zenuwstelsel
B door de hypofyse
C door de ogen

Ga ervan uit dat bij de kanarie dezelfde hormonen worden gevormd als bij de mens, zodat je informatie 3 kunt gebruiken. Neem aan dat het voortplantingsgedrag direct afhankelijk is van de activiteit van de ovaria.

4p 10 ☐ Teken een terugkoppelingsschema dat de regulatie van het voortplantingsgedrag bij een vrouwelijke kanarie weergeeft. Geef in het schema een plaats aan:
• de hypothalamus
• hormonen uit de hypothalamus
• de hypofyse
• oestrogenen
• progesteron
• de ovaria
• FSH
• LH
• voortplantingsgedrag.

Negatieve selectie

tekst 1

Wanneer individuen met een bepaald genotype minder kans hebben op nakomelingen dan personen met een ander genotype in de bevolking, is er sprake van negatieve selectie. Negatieve selectie kan tot stand komen doordat personen met het betreffende genotype geen relaties aangaan, verminderd vruchtbaar zijn, vóór de fertiele leeftijd overlijden, of zelfs niet levend geboren worden.

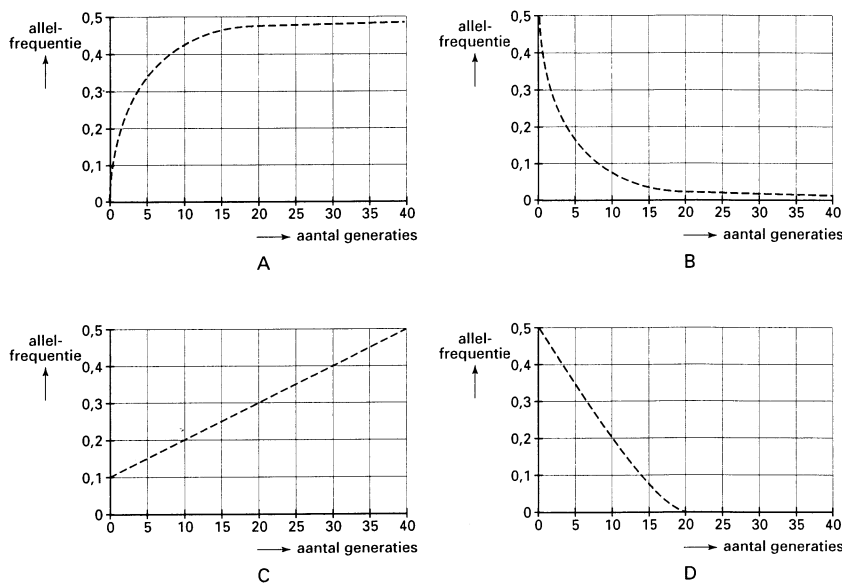
Om de mate van selectie tegen een bepaald genotype uit te drukken maakt men gebruik van de complementaire begrippen fitness-coëfficiënt en selectie-coëfficiënt. Een individu dat minder kans heeft op het gemiddelde aantal nakomelingen van het 'normale' genotype, heeft een fitness-coëfficiënt (f) die kleiner is dan 1. De selectie-coëfficiënt (s) is gedefinieerd als $1 - f$.

2p 11 ☒ Hoe groot is de selectie-coëfficiënt s voor een individu met een letaal genotype?
A 0
B 0,25
C 0,33
D 0,50
E 0,67
F 1

In een populatie is de frequentie van een bepaald niet X-chromosomaal recessief allel 0,5. In deze populatie is de fitness-coëfficiënt lager dan 1. Hierdoor verandert de frequentie van dit allel in deze populatie.

In afbeelding 5 zijn vier diagrammen getekend.

afbeelding 5



- 2p 12 ■ In welk van deze diagrammen is de verandering van de allelfrequentie juist weergegeven?
- A in diagram A
 - B in diagram B
 - C in diagram C
 - D in diagram D

Een discussie

In Engeland is waargenomen dat in de buurt van de nucleaire opwerkingsfabriek in Sellafield een hogere frequentie aan bloedkanker voorkomt dan elders in het land. Over de oorzaak daarvan lopen de meningen uiteen.

Volgens een Engelse epidemioloog (I) hebben kinderen van vaders die gedurende jaren in deze nucleaire opwerkingsfabriek werkten, meer kans op het krijgen van bepaalde vormen van bloedkanker, zoals leukemie, dan kinderen van vaders die elders werkten.

Volgens een andere Engelse onderzoeker (O) moet men andere oorzaken zoeken voor de hoge frequentie van bloedkanker in de buurt van Sellafield, omdat vaders die in deze nucleaire opwerkingsfabriek werkten, hoogstens aan een zeer lage dosis radioactieve straling kunnen zijn blootgesteld. Dergelijke lage doses kunnen volgens O geen bloedkanker bij de nakomelingen veroorzaken.

De volgende feiten en meningen worden in de discussie tussen I en O gebruikt:

1 De helft van de kinderen in de buurt van Sellafield lijdt aan acute lymfocyten-leukemie.

2 Bij acute lymfocyten-leukemie vindt men wel chromosoomafwijkingen in de kankercellen, maar niet in de gezonde lichaamscellen.

3 Onderzoeker O had alleen de beschikking over gegevens van personen die een hoge dosis radioactieve straling gedurende korte tijd hadden ontvangen.

4 De vorm van lymfocyten-leukemie waaraan kinderen in de buurt van Sellafield lijden, kan ontstaan door een virale besmetting.

5 Het (drink)water rondom Sellafield kan besmet zijn met radioactieve stoffen.

- 2p 13 □ Leg uit dat één van deze feiten of meningen een zwakte aangeeft in het betoog van onderzoeker O. Noem dit feit of deze mening.

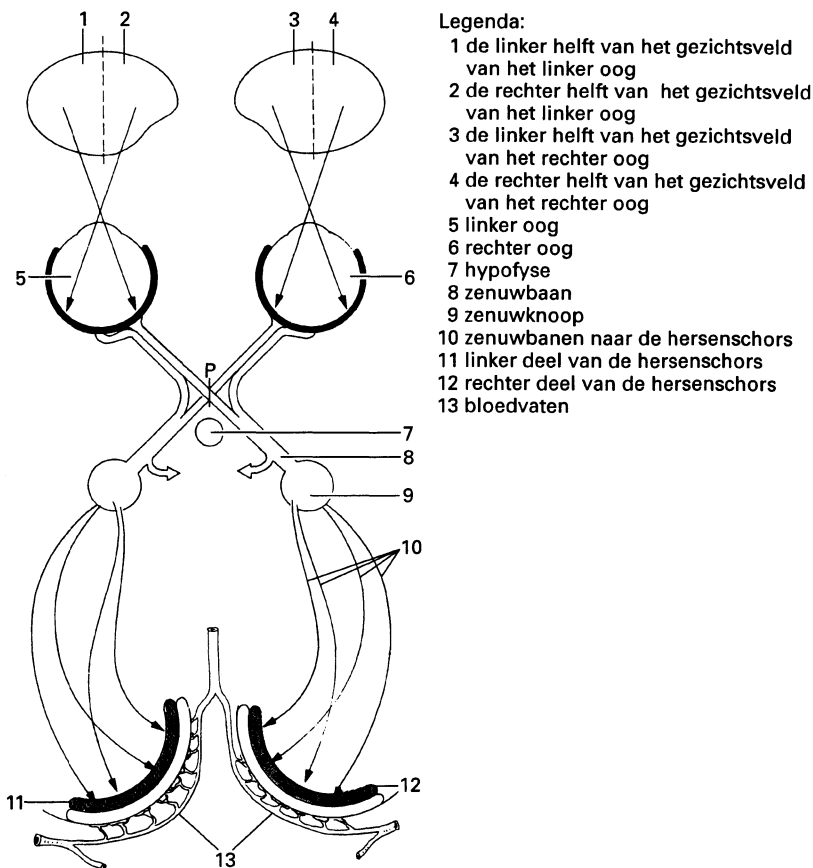
- 2p 14 □ Kunnen volgens de bovenstaande gegevens de betreffende vaders de bloedkanker erfelijk hebben overgebracht op hun kinderen? Leg je antwoord uit.

Bij de volgende vragen kun je informatie 2 gebruiken.

Zintuigen en zenuwstelsel

Bij een bepaalde patiënt is de kruising van de oogzenuwen beschadigd. De hierdoor ontstane blokkade is in afbeelding 6 aangegeven met P. De gezichtsvelden van beide ogen zijn getekend. Het gezichtsveld van een oog van een mens is het deel van de omgeving dat met één oog wordt waargenomen.

afbeelding 6



Bij deze patiënt wordt het effect van deze blokkade onderzocht. Hij heeft beide ogen geopend.

2p 15 ■ Uit welke van de delen 1, 2, 3 en 4 van de gezichtsvelden ontvangt deze proefpersoon volgens afbeelding 6 *weinig of geen* informatie?

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

Bij een andere patiënt is besloten operatief alle verbindingen tussen de linker en de rechter hersenhelft van de grote hersenen door te snijden. De kruising van de oogzenuwen blijft intact. De doorsnijding van alle verbindingen tussen de hersenhelften lijkt weinig gevolgen te hebben voor het dagelijks functioneren van deze patiënt. Een onderzoekster wil hierover meer informatie krijgen. Zij doet daartoe het volgende onderzoek: de patiënt sluit het rechter oog en kijkt met het linker oog recht vooruit naar een scherm waarop de onderzoekster dia's in korte flitsen vertoont. In de rechter helft van het gezichtsveld van zijn linker oog wordt het beeld van een sleutel geprojecteerd. De patiënt zegt dat hij de sleutel heeft gezien.

2p 16 ■ Welke conclusie kan de onderzoekster uit deze waarneming trekken met betrekking tot de hersenhelft waarin zich bij deze persoon een spraakcentrum bevindt?

- A In de linker hersenhelft bevindt zich zeker een spraakcentrum.
- B In de rechter hersenhelft bevindt zich zeker een spraakcentrum.
- C In zowel de linker als in de rechter hersenhelft bevindt zich zeker een spraakcentrum.

Het genetische materiaal

Bij de mens worden de chromosomen in de lichaamscellen met de nummers 1 tot en met 23 aangegeven. In de lichaamscellen kan een afwijkend aantal chromosomen voorkomen. De aanwezigheid van drie in plaats van twee chromosomen nummer 21 noemt men trisomie 21. Eeneiige tweelingen van gezonde ouders vertonen óf beiden óf geen van beiden het verschijnsel trisomie 21.

Bij twee-eiige tweelingen van gezonde ouders blijkt dat als trisomie 21 voorkomt, dit bij één van beide kinderen het geval is.

Over trisomie 21 worden de volgende beweringen gedaan:

1 trisomie 21 is een modificatie,

2 voor het ontstaan van trisomie 21 bij tweelingen is een gemeenschappelijke placenta nodig,

3 trisomie 21 is meestal het gevolg van een fout in een meiose bij één van de ouders.

2p 17 ■ 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 2 en 3
- F de beweringen 1, 2 en 3

In de westerse wereld is de kans dat een baby trisomie 21 heeft ongeveer 1/600.

2p 18 ■ Hoe groot is de kans dat beide kinderen van een eeneiige tweeling trisomie 21 hebben?

- A 1/300
- B 1/600
- C 1/1200
- D 1/360.000

Bij de volgende vraag kun je informatie 4 gebruiken.

Hieronder is een aantal begrippen genoemd (1 tot en met 11) die worden gebruikt bij het beschrijven van de celcyclus. Van negen van deze begrippen zijn de beschrijvingen opgenomen (a tot en met i).

begrip

- | | |
|---------------|-----------------|
| 1 mitose | 7 haploïd |
| 2 equatorvlak | 8 kernspoel |
| 3 polen | 9 spiralisatie |
| 4 telofase | 10 centromeer |
| 5 metafase | 11 DNA-synthese |
| 6 diploid | |

beschrijving

- a Trek- en steundraden vormen samen deze figuur.
- b De aanhechtingsplaats van chromatiden aan elkaar.
- c Het begrip dat aangeeft dat chromosomen paarsgewijs in de cel voorkomen.
- d In dit stadium bevinden zich van elk chromosoom twee identieke chromatiden in het equatorvlak.
- e Het deel van de celcyclus waarin de kerndeling plaatsvindt.
- f Bij plantencellen vormt zich in dit stadium de eerste aanleg van de celwand.
- g Door dit proces veranderen de chromosomen van vorm waardoor ze goed van elkaar te onderscheiden zijn.
- h Vanuit deze positie worden de chromosomen naar de polen bewogen.
- i Dit proces moet plaatsvinden vóór de mitose.

4p 19 □ Noteer op je antwoordblad de letters van de beschrijvingen a t/m i en plaats daarbij het cijfer van het bijbehorende juiste begrip.

Tot voor kort werd aangenomen dat elk eiwit wordt gecodeerd door één enkel gen. Californische onderzoekers hebben echter ontdekt dat er bij de mens twee genen, E en F, betrokken zijn bij de opbouw van het eiwit G6PD (= glucose-6-fosfaatdehydrogenase). Gen E ligt op het zesde chromosoom en codeert voor een deel van het te vormen eiwit. Gen F, dat de rest van de informatie voor dit te vormen eiwit bevat, ligt op het X-chromosoom.

Individen die van beide of één van beide genen *geen* dominante allelen hebben, kunnen geen G6PD synthetiseren.

Een vrouw met het genotype EeX^{Ff} en een man met het genotype EeX^{FY} krijgen een kind.

2p 20 ■ Hoe groot is de kans dat dit eerstgeboren kind een jongen is die het eiwit G6PD *niet* kan maken?

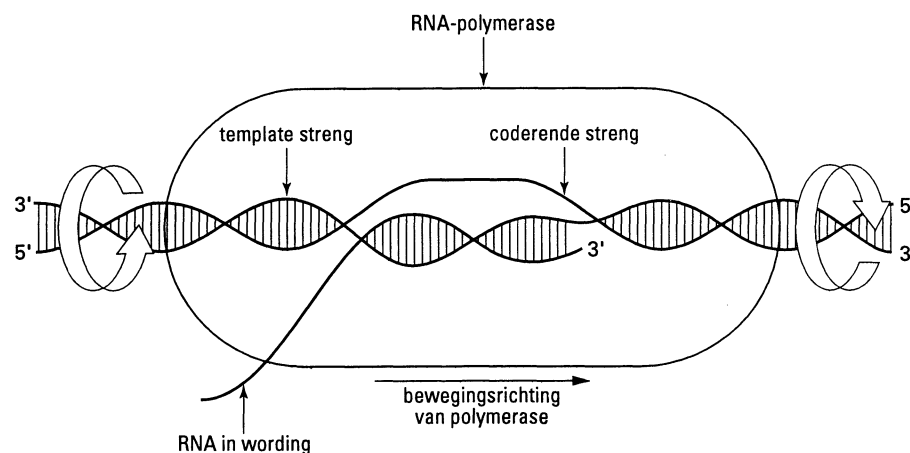
- A 3/16
- B 1/4
- C 5/16
- D 3/8
- E 7/16
- F 9/16

Bij de volgende vragen kun je informatie 5 gebruiken.

RNA en DNA

Afbeelding 7 geeft een schema van de transcriptie weer. Het middenstuk van de spiraal in afbeelding 7 wordt een „RNA-DNA hybride helix” genoemd, omdat de spiraal uit één streng RNA en één streng DNA bestaat. RNA-polymerase is het enzym met behulp waarvan RNA wordt gesynthetiseerd langs een DNA-matrijs.

afbeelding 7



De twee strengen van het DNA worden de „coderende streng” en de „template streng” genoemd. De „template streng” is de streng waaraan door middel van basenparing het mRNA wordt gevormd.

1p 21 □ Welk verschil bestaat er tussen de basen van de „template streng” en die van het gevormde mRNA?

Een bepaald eiwit bevat onder andere het aminozuur serine (= Ser).

1p 22 □ Geef alle tripletten die in het mRNA voor het aminozuur Ser mogelijk zijn.

Door een mutatie verandert de middelste base in het triplet dat in het DNA het aminozuur tryptofaan (= Trp) codeert.

2p 23 □ Welk aminozuur kan of welke aminozuren kunnen dan in plaats van Trp in de eiwitketen worden ingebouwd?

Een heterotrofe bacterie wordt gekweekt op een voedingsbodem waarin zich alleen stikstofverbindingen met ^{14}N bevinden. Deze bacterie wordt voorafgaande aan de duplicatie overgebracht op een andere voedingsbodem waarin zich alleen stikstofverbindingen met ^{15}N bevinden. Bij duplicatie kan de bacterie daardoor alleen nucleotiden met ^{15}N in zijn DNA inbouwen.

Na drie delingen uitgaande van deze ene bacterie wordt bepaald hoe de verhouding is tussen bacteriën met DNA met uitsluitend ^{14}N , bacteriën met DNA met zowel ^{14}N als ^{15}N en bacteriën met DNA met uitsluitend ^{15}N . Er wordt van uitgegaan dat geen crossing-overs en recombinaties optreden. Er gaan geen bacteriën dood.

2p 24 ■ Wat is deze verhouding na de duplicatie voorafgaande aan de vierde deling?

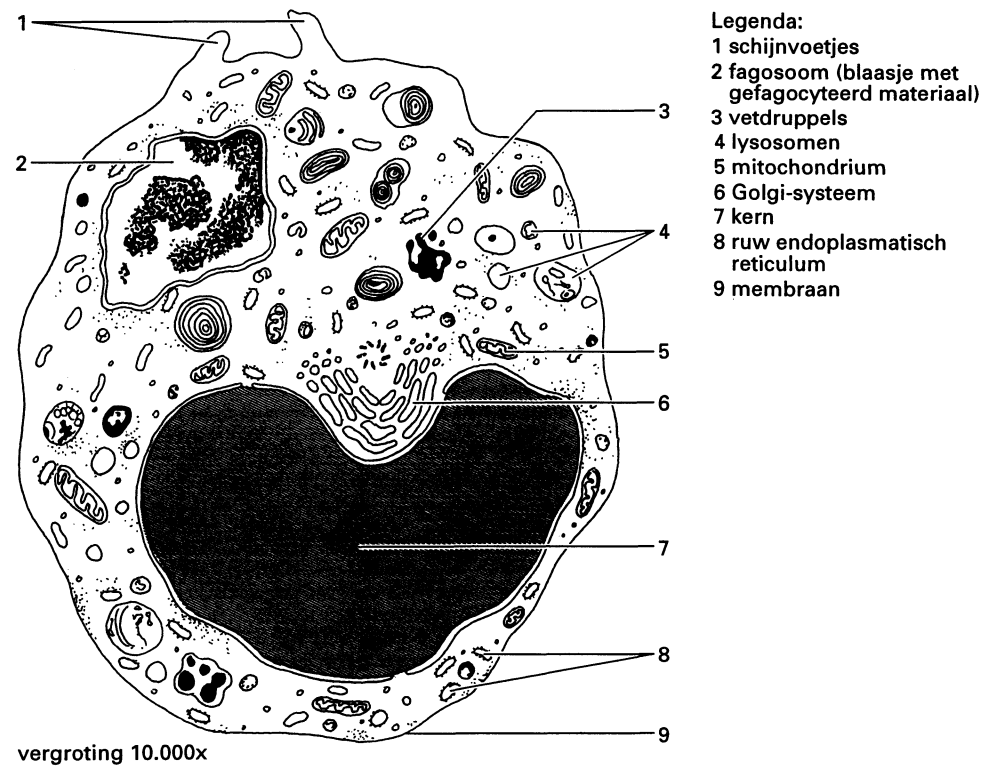
- A $^{14}\text{N}/^{14}\text{N} : ^{14}\text{N}/^{15}\text{N} : ^{15}\text{N}/^{15}\text{N} = 0 : 1 : 7$
- B $^{14}\text{N}/^{14}\text{N} : ^{14}\text{N}/^{15}\text{N} : ^{15}\text{N}/^{15}\text{N} = 0 : 7 : 1$
- C $^{14}\text{N}/^{14}\text{N} : ^{14}\text{N}/^{15}\text{N} : ^{15}\text{N}/^{15}\text{N} = 1 : 7 : 0$
- D $^{14}\text{N}/^{14}\text{N} : ^{14}\text{N}/^{15}\text{N} : ^{15}\text{N}/^{15}\text{N} = 7 : 1 : 0$

Cellen

Afbeelding 8 geeft een macrofaag weer. Macrophagen zijn witte bloedcellen die door fagocytose bacteriën en dode cellen in het lichaam opruimen. Bij het opruimen van een deeltje vindt een aantal processen plaats. Deze processen zijn in willekeurige volgorde:

- 1 versmelten van een fagosoom en een lysosoom,
- 2 vorming van verterende enzymen,
- 3 vorming van een lysosoom,
- 4 exocytose (= afgeven buiten de cel) van onverteerde resten,
- 5 enzymatische vertering van het opgenomen deeltje,
- 6 transport van verterende enzymen van de plaats van vorming naar de plaats van vorming van het lysosoom.

afbeelding 8



2p 25 □ In welk van de in afbeelding 8 benoemde delen vindt proces 2 plaats? En proces 3?

Een bacterie is in een fagosoom opgenomen.

2p 26 □ Geef de juiste volgorde waarin de processen 1 tot en met 6 plaatsvinden te beginnen met proces 2.

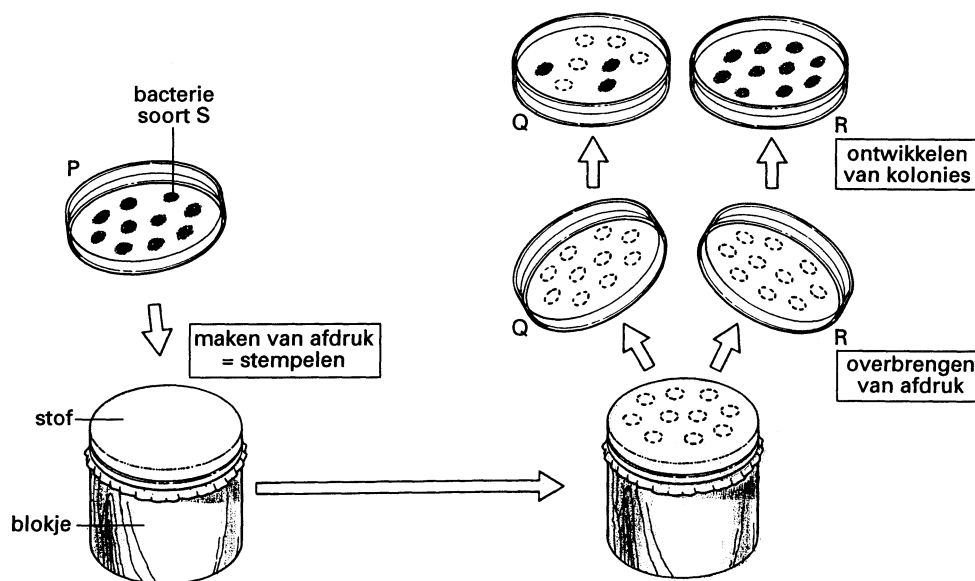
In een serie experimenten wordt onderzoek gedaan met bacteriën van soort S. Het doel van de experimenten is het selecteren van bepaalde mutanten van deze bacterie. Deze mutanten zijn zogenoemde 'voedingsmutanten' die zich zonder specifieke stoffen in het voedingsmedium niet kunnen ontwikkelen.

In de procedure waarmee zulke mutanten kunnen worden geselecteerd, zijn de volgende stappen te onderscheiden:

- Op een agarplaat P met een volledig voedingsmedium groeit een aantal kolonies van bacteriesoort S; onder deze bacteriën bevinden zich zowel gemuteerde als ongemuteerde bacteriën.
- Deze plaat P wordt op een stukje stof gedrukt dat op een houten blokje is gespannen: dit noemt men „stempelen”. Op de stof komt van elke bacteriekolonie een afdruk.
- Deze afdruk van de bacteriekolonies wordt overgebracht op nieuwe agarplaten (Q en R). Deze agarplaten bevatten verschillende voedingsmedia. Plaat Q bevat een onvolledig voedingsmedium, plaat R bevat hetzelfde volledige medium als plaat P.
- Op plaat Q ontwikkelen zich slechts enkele kolonies; op plaat R ontwikkelt zich eenzelfde aantal kolonies als op plaat P.

Deze procedure is weergegeven in afbeelding 9.

afbeelding 9



- 2p **27** ■ Ontwikkelen zich op plaat Q alleen gemuteerde bacteriën, alleen niet-gemuteerde bacteriën of ontwikkelen zich zowel gemuteerde als niet-gemuteerde bacteriën?
- A** alleen gemuteerde bacteriën
- B** alleen niet-gemuteerde bacteriën
- C** zowel gemuteerde als niet-gemuteerde bacteriën

De „penicilline-selectie-methode” wordt gebruikt om mutanten van een bacterie te isoleren die een bepaalde groeifactor missen. In een normale situatie zijn deze mutanten in het nadeel vergeleken met niet-gemuteerde bacteriën. Penicilline doodt echter speciaal de groeiende bacteriën.

Je wilt een mutant selecteren die een groeifactor mist. Je hebt de beschikking over materiaal om bacteriën te kweken in kweekbuisjes in vloeibaar medium. Uit een vloeibaar medium kunnen bacteriën worden geïsoleerd door centrifugeren. Je kunt verschillende voedingsmedia maken met en zonder groeifactor en met en zonder penicilline. Je hebt een bacteriekweek waarin onder meer de desbetreffende mutant in een zeer lage concentratie voorkomt.

- 2p **28** □ Geef een beschrijving van je proefopzet. Wat is de samenstelling van de media die je moet bereiden, zodat je uit deze bacteriekweek de mutant kunt selecteren en dan verder kweken?

Energie

Een groep konijnen neemt in het voedsel een hoeveelheid E Joules aan energie op. Vervolgens wordt energie verbruikt voor beweging (E_1) en afgegeven in de vorm van warmte (E_2). Ook komt een deel van de opgenomen energie ter beschikking aan het volgende trofische niveau (E_3).

Drie leerlingen vragen zich af of met E_1 , E_2 en E_3 alle vormen van energie op dit trofische niveau zijn weergegeven. Vervolgens stellen zij met deze gegevens een vergelijking op voor de relatie tussen deze vormen van energie (E en E_1 , E_2 en E_3). Zij formuleren de volgende antwoorden en vergelijkingen:

Leerling 1 zegt: „Niet alle energievormen op dit trofische niveau zijn weergegeven, dus moet de vergelijking zijn: $E > E_1 + E_2 + E_3$ “.

Leerling 2 zegt: „Alle energievormen op dit trofische niveau zijn weergegeven, dus moet de vergelijking zijn: $E = E_1 + E_2 + E_3$ “.

Leerling 3 zegt: „Niet alle energievormen op dit trofische niveau zijn weergegeven, dus moet de vergelijking zijn: $E < E_1 + E_2 + E_3$ “.

2p 29 ■ Welke van deze leerlingen heeft een juiste vergelijking opgesteld?

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

De verhouding tussen de energie-inhoud en alle bij het produceren (telen, oogsten, verwerken) van een voedingsmiddel verbruikte energie wordt weergegeven als de energieratio E_r . In tabel 2 is van enkele voedingsmiddelen de E_r gegeven. Voor de gebruikelijke voedingsmiddelen in West-Europa is de energieratio gemiddeld 0,35.

tabel 2

product	E_r
cassave in Soedan	70
bietsuiker in Nederland	0,7
wit brood in Nederland	0,55

Cassave is een tropische plant waarvan de zetmeelhoudende wortels worden gegeten. Bietsuiker wordt in Nederland verkregen door de industriële bewerking van suikerbieten. In Nederland wil men de totale opbrengst van bietsuiker handhaven, maar toch de energieratio E_r van bietsuiker verhogen.

2p 30 □ Noem twee maatregelen waardoor de energieratio E_r van bietsuiker kan worden verhoogd. Geef bij elke maatregel aan of daardoor de energie-inhoud of de verbruikte energie verandert.

Algen

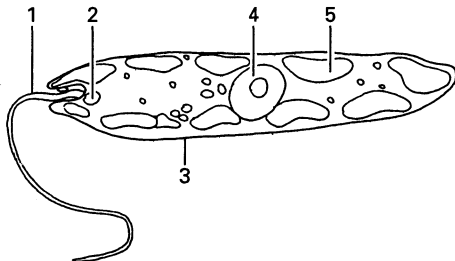
In tabel 3 is een overzicht van de indeling van algen weergegeven met een aantal kenmerken van de verschillende afdelingen. Op grond van deze kenmerken bestaat er discussie over de indeling van een aantal afdelingen.

De *Chlorophyta* worden tot het plantenrijk gerekend.

2p 31 □ Noem twee kenmerken uit tabel 3 op grond waarvan de *Chlorophyta* tot het plantenrijk worden gerekend.

In afbeelding 10 is schematisch een eencellige weergegeven.

afbeelding 10



- Legenda:
- 1 flagel
 - 2 oogvlekje
 - 3 celmembraan
 - 4 kern
 - 5 chloroplast

tabel 3

naam	pigmentsysteem		samenstelling celwand	aard van reserve	aantal flagellen	structuur
	chlorofyl	ander				
Groene algen afdeling: Chlorophyta	a + b	–	cellulose	zetmeel	twee identieke	eencellig
Eugleniden afdeling: Euglenophyta	a + b	–	vaak geen wand aanwezig	paramylum en vetten	één, twee of drie	eencellig
Dinoflagellaten en verwanten afdeling: Pyrrophyta	a + c	carotenoïden	cellulose	zetmeel en olie	twee ongelijke	meestal eencellig; draadvormig
Chrysophyten en diatomeeën afdeling: Chrysophyta	a ± c	carotenoïden	twee overlappende delen met kiezelzuur	leucosine en olie	twee	eencellig; draadvormig
Bruine algen afdeling: Phaeophyta	a + c	carotenoïden	cellulose en algine	laminarine en olie	twee ongelijke	meercellig; plantachtig
Rode algen afdeling: Rhodophyta	a	phycobiline	cellulose	zetmeel	geen	eencellig; meercellig; plantachtig

Op grond van kenmerken in afbeelding 10 kan deze eencellige worden ingedeeld in een afdeling uit tabel 3.

2p 32 ☐ Tot welke afdeling uit tabel 3 behoort deze eencellige?

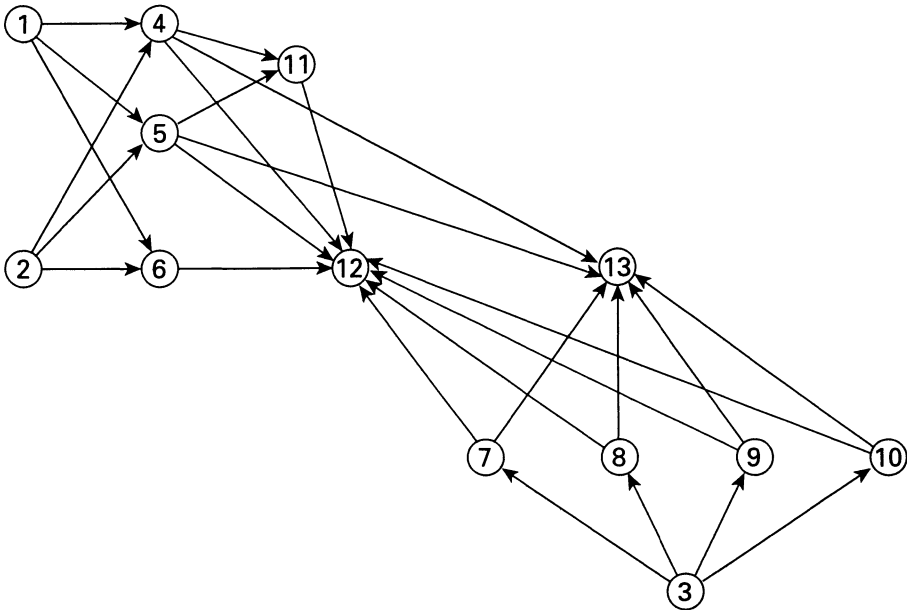
Op grond van welke twee kenmerken deel je deze eencellige in die afdeling in?

Deze eencellige wordt door sommigen tot het dierenrijk gerekend.

1p 33 ☐ Op grond van welk kenmerk kan deze eencellige in het dierenrijk worden ingedeeld?

Algen nemen in zee een belangrijke plaats in het voedselweb in. In afbeelding 11 is schematisch een compleet voedselweb weergegeven zoals dat voorkomt voor de rotskust van de staat Washington in de Verenigde Staten van Amerika. De cijfers stellen de verschillende groepen organismen voor die deel uitmaken van dat web.

afbeelding 11

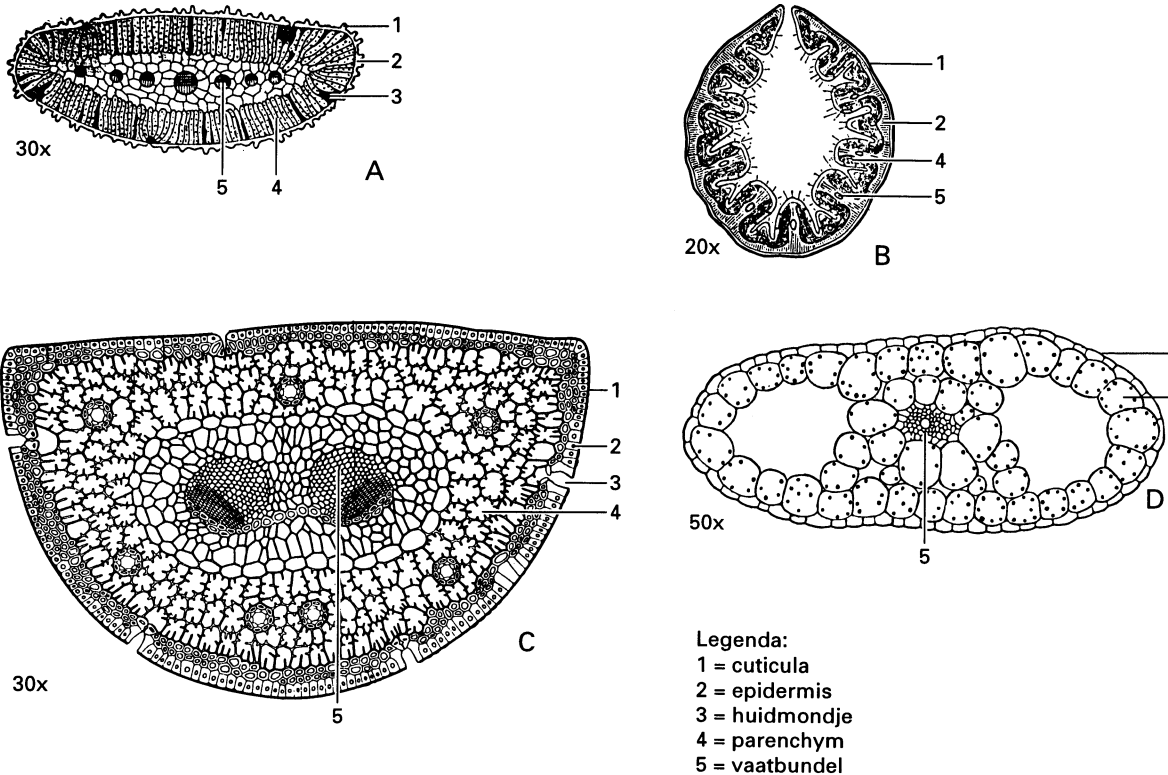


2p 34 ☐ Met welke cijfers kunnen algen zijn aangegeven? Geef een verklaring voor je antwoord.

In sloot en plas

Ondergedoken waterplanten die in sloten en plassen leven, zijn aangepast aan het milieu onder water. Dit is onder meer te zien aan de bouw van de bladeren van ondergedoken waterplanten. In afbeelding 12 zijn vier dwarsdoorsneden van bladeren van verschillende soorten planten gegeven. De planten zijn in willekeurige volgorde: een ondergedoken waterplant, een naaldboom, een grassoort en een uitheemse soort.

afbeelding 12



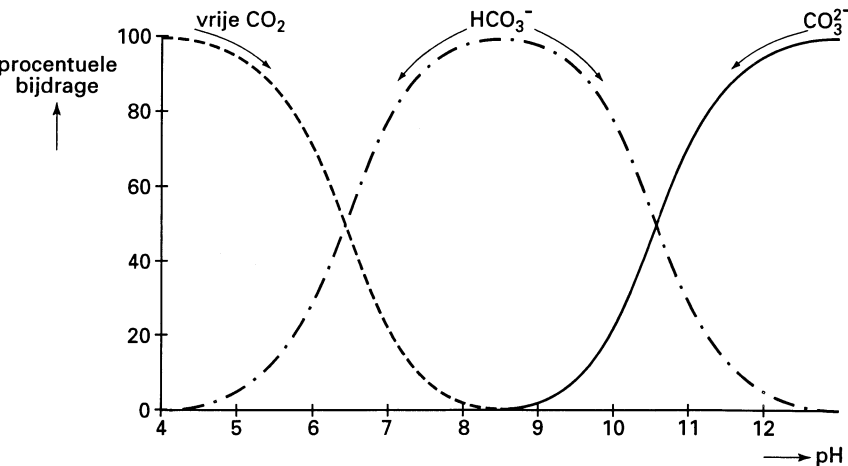
3p 35 ☐ Welk van deze bladeren is het blad van een ondergedoken waterplant?
Noem twee kenmerken van de bouw van het blad waaraan je dat kunt zien.

Waterplanten kunnen CO_2 en/of HCO_3^- als koolstofbron voor de fotosynthese gebruiken. Over deze koolstofbronnen gaat tekst 2:

tekst 2

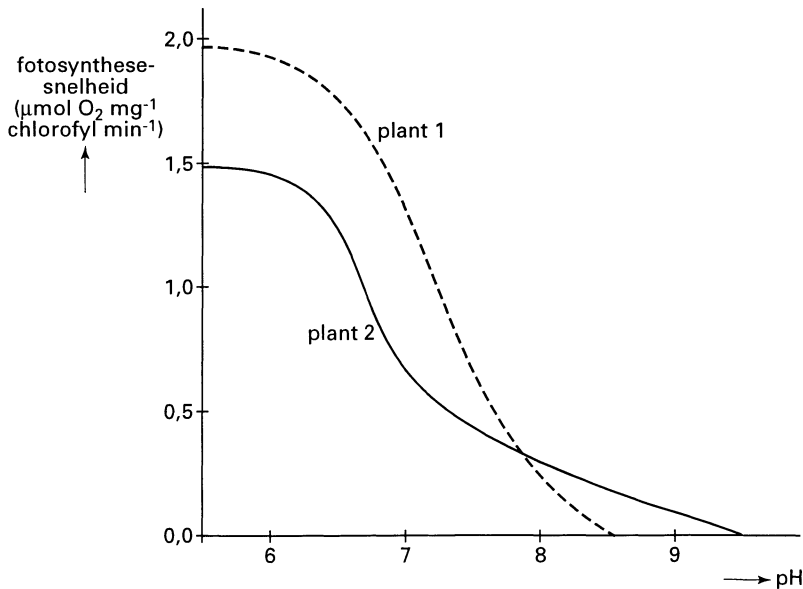
We zien dat koolzuur in drie vormen in het water kan voorkomen, nl. de moleculaire vorm CO_2 en in ion-vorm als HCO_3^- en als CO_3^{2-} . De concentratieverhouding waarin deze vormen optreden wordt in sterke mate bepaald door de pH, zoals in afbeelding 13 is weergegeven.

afbeelding 13



De snelheid van de fotosynthese hangt samen met de pH. In afbeelding 14 is voor twee planten het verband weergegeven tussen fotosynthesesnelheid en pH. Vergelijk deze gegevens met afbeelding 13.

afbeelding 14



2p 36 ☐ Leg uit welke van de planten 1 en 2 het meest aangepast is aan een milieu waarin alleen HCO_3^- als koolstofbron aanwezig is.

Een voorbeeld van een waterplant die zowel CO_2 als HCO_3^- als koolstofbron gebruikt, is Pijlkruid (*Sagittaria sagittifolia*). Waterplanten die zowel CO_2 als HCO_3^- als koolstofbron kunnen gebruiken, hebben naarmate de CO_2 -concentratie lager is, een gunstiger concurrentiepositie ten opzichte van waterplanten die alleen CO_2 als koolstofbron kunnen gebruiken.

Onderzoekers hebben het voorkomen van Pijlkruid onderzocht in het slotencomplex nabij het Haarsteegse Wiel. Enkele gegevens over de samenstelling van het water van vier sloten, P, Q, R en S, in dit complex zijn gegeven in tabel 4.

tabel 4

sloot	P	Q	R	S
totaal stikstof (mol.m^{-3})	11,5 – 24,0	7,2 – 12,2	2,5 – 15,2	13,2 – 16,7
totaal fosfaat (mol.m^{-3})	0,8 – 1,7	0,5 – 1,4	0,2 – 1,5	0,8 – 1,0
CO_2 (meq.kg^{-1})	2,5 – 3,0	0,6 – 3,0	0,5 – 2,5	2,9 – 3,5
HCO_3^- (meq.kg^{-1})	2,8 – 2,9	2,6 – 3,4	1,4 – 2,2	1,8 – 2,0

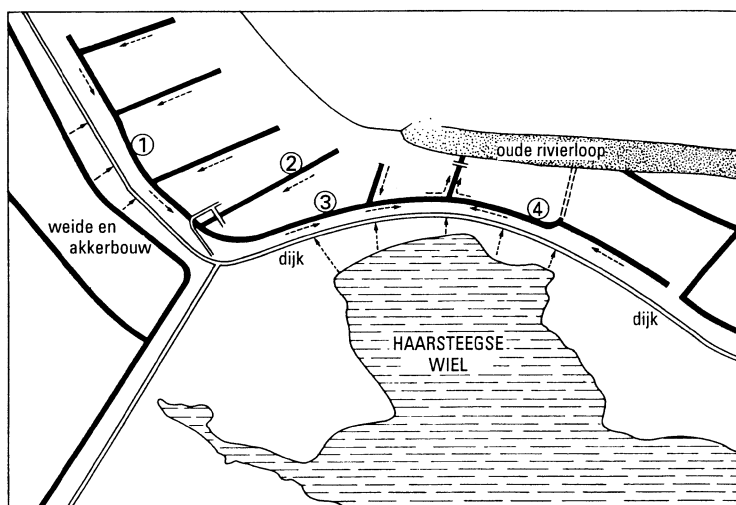
In twee van deze sloten blijkt Pijlkruid niet voor te komen, in één sloot komt Pijlkruid voor met een bedekkingspercentage van 5% en in de andere met een bedekkingspercentage van 30%.

Het bedekkingspercentage is het percentage van het totale oppervlak dat door de betreffende soort in beslag wordt genomen, wanneer men de grootste omtrek van haar individuen op de grond projecteert.

2p 37 ☐ Leg uit in welke van deze sloten Pijlkruid een bedekkingspercentage van 30% bereikt en in welke een bedekkingspercentage van 5%. Gebruik in je uitleg zowel de gegevens over de CO_2 -concentratie als die over de HCO_3^- -concentratie.

Afbeelding 15 is een kaartje van het onderzochte gebied. In het kaartje zijn de vier sloten genummerd van 1 tot en met 4.

afbeelding 15



- Sloop 1 staat onder invloed van voedselrijk, eutroof water uit de binnendijkse akker- en weidebouwgebieden.
- Sloop 2 krijgt water uit nauwelijks bemest weidegebied.
- Sloop 3 krijgt water uit sloop 1, water uit sloop 2 en voedselarm water uit het Haarsteegse Wiel.
- Sloop 4 krijgt voedselarm water uit het Haarsteegse Wiel.

2p 38 ■ Welke van de sloten P, Q, R en S uit tabel 4 is sloop 1?

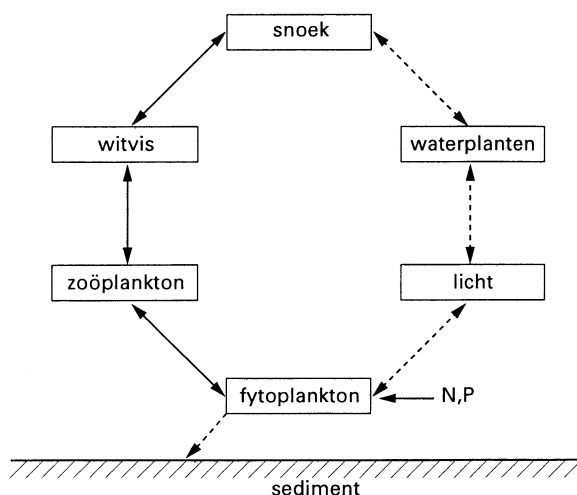
- A sloop P
- B sloop Q
- C sloop R
- D sloop S

Tekst 3 en afbeelding 16 zijn afkomstig uit een artikel over de relaties in een zoetwaterecosysteem.

tekst 3

De diverse onderdelen van de voedselkringloop houden elkaar in evenwicht in water dat een relatief lage belasting met voedingsstoffen ondervindt [zie afbeelding 16]. De hoeveelheid fytoplankton [= plantaardig plankton] is een resultante van productie, consumptie en mineralisatie. Consumptie kan zeer belangrijk zijn, want ook in voedselrijker water kan zoöplankton [= dierlijk plankton] de hoeveelheid algen reguleren. Het water is helder en licht dringt ver door, waardoor hogere planten en kranswieren op de bodem kunnen groeien. De waterplanten bieden een schuilplaats voor het zoöplankton, dat daardoor niet volledig wordt gegeten door witvis [= kleinere vissen zoals voorn]. Daarnaast bieden de waterplanten een schuilplaats voor de snoek. Snoeken eten vrijwel alle soorten vis.

afbeelding 16



In de afbeelding bij dit artikel (afbeelding 16) geven de getrokken pijlen voedselrelaties aan en de onderbroken pijlen andere soorten relaties. Met N en P zijn respectievelijk stikstofverbindingen en verbindingen met fosfor (fosfaten) bedoeld.

Door eutrofiëring verandert het beschreven zoetwaterecosysteem. Vissen die zich beter kunnen handhaven in geëutrofiëerd water, vervangen de oorspronkelijke soorten. Brasem en snoekbaars verdringen witvis en snoek. Brasem is, beter dan de meeste andere soorten, in staat om kleine voedselorganismen te benutten. Snoekbaars, een consument van de tweede orde die de snoek verdringt, eet geen brasem maar wel witvis.

Van de situatie die dan ontstaat, wil een leerlinge voor zichzelf een schema tekenen. Zij komt niet verder dan een opzet die in de bijlage is opgenomen. In haar schema ontbreken nog vijf gegevens, die in de bijlage naast het schema zijn geplaatst.

2p 39 ☐ Maak het schema af door deze vijf ontbrekende gegevens op de juiste plaats te zetten.

De Loosdrechtse Plassen zijn een sterk geëutrofiëerd zoetwaterecosysteem. Ter vermindering van de P-concentratie in de Loosdrechtse Plassen werden de volgende maatregelen overwogen: baggeren, dat is het wegscheppen van bodemmateriaal; biomanipulatie door het ingrijpen in de voedselketen; chemomanipulatie door bepaalde P-bindende stoffen aan het water toe te voegen; doorspoelen met P-arm water. Bij biomanipulatie grijpt men in de predator-prooi-regulatie in. In de Loosdrechtse Plassen zijn grote hoeveelheden brasem weggevangen, terwijl tegelijkertijd jonge snoeken werden uitgezet.

2p 40 ☐ Leg uit dat het wegvangen van brasem in combinatie met het uitzetten van jonge snoek een betere maatregel is ter verbetering van het evenwicht in het zoetwaterecosysteem dan alleen het wegvangen van brasem.

In het geëutrofiëerde zoetwaterecosysteem van de Loosdrechtse Plassen komen andere soorten fytoplankton en zoöplankton voor dan in voedselarme zoetwaterecosystemen. In het fytoplankton worden groenwieren verdrongen door blauwwieren, die niet of nauwelijks eetbaar zijn. In het zoöplankton neemt vooral het aantal watervlooien af en daarvoor in de plaats komen kleinere soorten zoöplankton. In tabel 5 zijn de gemiddelde concentraties gegeven van zoöplankton en seston (= fytoplankton, bacteriën, detritus, opgewerveld veen) in 1955 en 1986.

tabel 5

	1955	1986
zoöplankton ($> 150 \mu\text{m}$), mg l^{-1} drooggewicht	0,15	0,6
seston ($< 150 \mu\text{m}$), mg l^{-1} drooggewicht	0,5	29

Twee leerlingen formuleren een bewering naar aanleiding van bovenstaande gegevens. Leerling 1 zegt: „De totale hoeveelheid zoöplankton stijgt, doordat het aandeel van het fytoplankton in het seston toeneemt”.

Leerling 2 zegt: „De totale hoeveelheid zoöplankton stijgt naar verhouding minder dan de totale hoeveelheid seston, doordat het seston een lagere voedselkwaliteit krijgt”.

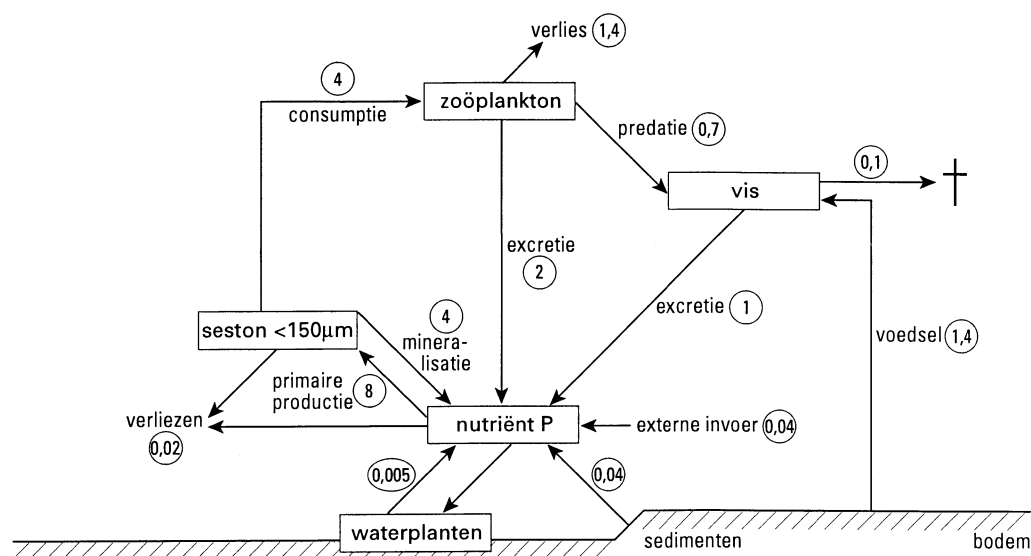
2p 41 ☒ Welke van deze leerlingen heeft of welke hebben een juiste bewering gedaan?

- A geen van beide leerlingen
- B alleen leerling 1
- C alleen leerling 2
- D beide leerlingen

Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

Vanaf 1984 is gedefosfateerd water uit het Amsterdam-Rijnkanaal in de Loosdrechtse Plassen gepompt. Afbeelding 17 geeft de stroom van P (= fosfaat) weer gedurende de periode april-september door de verschillende compartimenten van de Loosdrechtse Plassen na 1984.

afbeelding 17



De getallen bij de pijlen stellen stromen P voor: in $\text{mg P.l}^{-1}.\text{dag}^{-1}$.

Vergelijk de stroom P van en naar het compartiment zoöplankton met die van en naar het compartiment vis. Een toename van P in een compartiment houdt in dat de biomassa toeneemt.

- 2p 42 ■ In welk of in welke van deze twee compartimenten neemt de biomassa toe?
- A in geen van beide compartimenten
 - B alleen in het compartiment vis
 - C alleen in het compartiment zoöplankton
 - D in beide compartimenten

Uit metingen is gebleken dat door het inpompen van gedefosfateerd water het P-gehalte in de plassen minder afnam dan men had verwacht. Over de oorzaak daarvan worden de volgende beweringen gedaan:

1 in de Loosdrechtse Plassen is de kringloop van P *niet* gesloten, waardoor P in het ecosysteem blijft circuleren,

2 uit de verschillende componenten van de voedselketen wordt voortdurend P vrijgemaakt.

- 2p 43 ■ Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?
- A De beweringen 1 en 2 zijn geen van beide juist.
 - B Alleen bewering 1 is juist.
 - C Alleen bewering 2 is juist.
 - D De beweringen 1 en 2 zijn beide juist.

Einde