



A large, stylized illustration of green branching plants or trees covers the entire background of the page.

HAVO

biologie voor jou
ZAKBOEK

bvi

MALMBERG

1

Stofwisseling



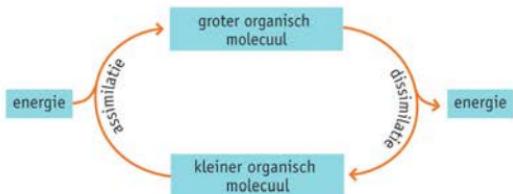
Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet in een context kunnen omschrijven wat assimilatie, dissimilatie en stofwisseling is.

- Assimilatie: de opbouw van organische moleculen uit kleinere moleculen.
 - Resultaat: de vorming van organische stoffen waaruit het organisme bestaat.
 - Energie wordt opgeslagen als chemische energie in de organische moleculen (zie afb. 1).
- Dissimilatie: de afbraak van organische moleculen tot kleinere moleculen.
 - Resultaat: energie komt beschikbaar voor processen in het organisme.
 - De beschikbaar gekomen energie wordt tijdelijk opgeslagen in ATP-moleculen (zie afb. 1).

▼ Afb. 1 Assimilatie en dissimilatie.



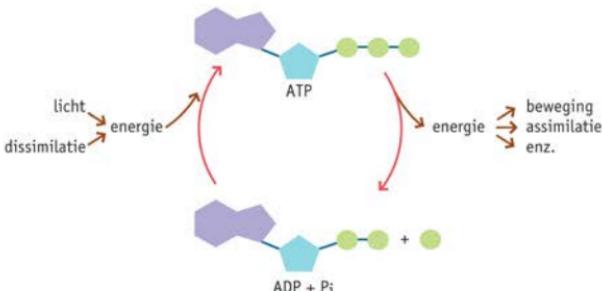
- Stofwisseling: het totaal van alle chemische (scheikundige) processen in een organisme.
 - De eerste organismen in de ontwikkeling van levensvormen op aarde waren heterotroof. Later zijn autotrofe organismen ontstaan die tot koolstofassimilatie in staat waren.

DOELSTELLING 2

Je moet in een context de dissimilatie van koolhydraten, vetten en eiwitten kunnen beschrijven.

- Chemische energie is energie die is opgeslagen in energierijke verbindingen van moleculen.
- Bij dissimilatie kan chemische energie worden omgezet in (zie afb. 2):
 - bewegingsenergie (bij het maken van bewegingen);
 - warmte (bij het op peil houden van de lichaamstemperatuur);
 - elektrische energie (bij het geleiden van impulsen);
 - chemische energie (bij het assimileren van organische stoffen);
 - lichtenergie (bij het uitstralen van licht).

► **Afb. 2** De omzetting van energie met behulp van ATP.



- Aerobe dissimilatie van glucose (verbranding).
 - Hierbij worden glucosemoleculen afgebroken, waarbij veel energie vrijkomt.
 - Reactievergelijking: glucose + zuurstof \rightarrow koolstofdioxide + water + energie
 $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{energie}$
 - Aerobe dissimilatie vindt voor het grootste deel plaats in mitochondriën.
- Anaerobe dissimilatie van glucose (gisting).
 - Levert per glucosemolecuul minder energie op dan bij aerobe dissimilatie.
 - Hierbij worden glucosemoleculen minder ver afgebroken dan bij aerobe dissimilatie.
 - Alcoholgisting:
 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5O$ (ethanol) + $2CO_2 + \text{energie}$
 Komt voor bij gistcellen en bij kiemende zaden.
 Bij de productie van bier, wijn en brood vindt alcoholgisting plaats.
 - Melkzuurgisting:
 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_3H_6O_3$ (melkzuur) + energie
 Komt voor bij melkzuurbacteriën en in spieren bij mens en dier.
 Bij de productie van kaas, yoghurt en zuurkool vindt melkzuurgisting plaats.
- Dissimilatie van vetten en eiwitten.
 - Vetten bevatten per gram relatief veel energie.
 - Eiwitten worden eerst gesplitst in aminozuren.
 Deze worden verder gedissimileerd. Schadelijke, stikstofhoudende stoffen die hierbij ontstaan (ammoniak, ureum of urinezuur) worden met de urine uitgescheiden.

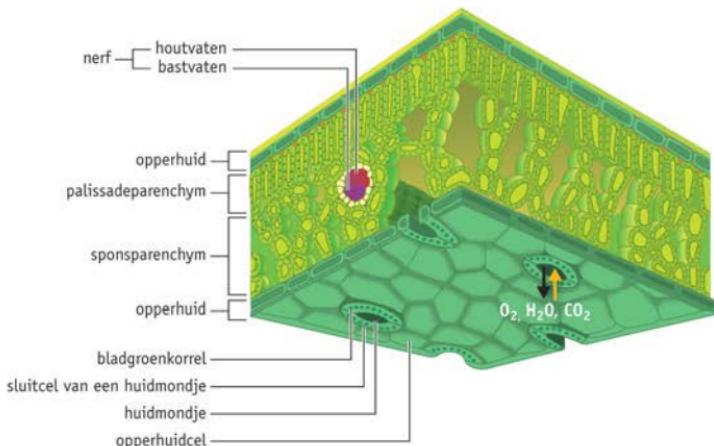
DOELSTELLING 3

Je moet in een context het transport en de opslag van stoffen in zaadplanten kunnen beschrijven.

- Transport over kleine afstanden:
 - diffusie (o.a. zuurstof, koolstofdioxide);
 - osmose (water);
 - actief transport.
- Transport over grote afstanden:
 - anorganische sapstroom door houtvaten
 (opgenomen ionen opgelost in water);

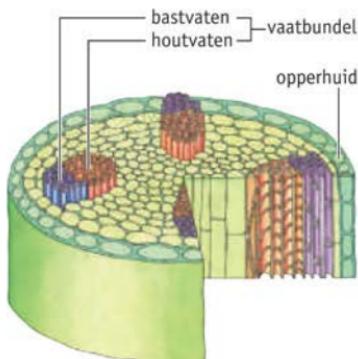
- organische sapstroom door bastvaten
(assimilatieproducten opgelost in water).
- Diffusie van zuurstof en koolstofdioxide in bladeren (zie afb. 3).
 - Vooral via huidmondjes, luchtholten en intercellulaire ruimten naar en van de bladcellen.
 - Huidmondje: een opening in de opperhuid, omgeven door twee sluitcellen die bladgroenkorrels bevatten.
 - Bij de meeste planten bevinden de huidmondjes zich vooral aan de onderkant van de bladeren.

▼ Afb. 3 Doorsnede van een blad (schematisch).



- Transport door houtvaten (zie afb. 4).
 - Door verdamping van water uit de celwanden rondom bladcellen wordt water aangezogen uit de houtvaten (via de nerven).
 - Door capillaire werking van de houtvaten wordt het water als een 'draad' omhooggetrokken.
 - Worteldruk ontstaat door osmotische werking van ionen in de houtvaten.
 - In de vaatbundels in stengels liggen houtvaten aan de binnenkant.
 - In de nerven in bladeren liggen houtvaten aan de bovenkant.
- Transport door bastvaten (zie afb. 4).
 - Het tijdelijk in de bladeren opgeslagen zetmeel wordt omgezet in sacharose (vooral 's nachts).
 - Sacharose wordt vervoerd naar de andere delen van de plant.
 - In de vaatbundels in stengels liggen bastvaten aan de buitenkant.
 - In de nerven in bladeren liggen bastvaten aan de onderkant.

▼ Afb. 4 Stengel met vaatbundels (schematisch).



- Opslag van reservestoffen:
 - in verdikte delen, vaak onder de grond (wortels, knollen, bollen, wortelstokken);
 - in zaden.
- De levenscyclus van een plant bestaat uit: zaad, kiemplant en het volwassen stadium.

DOELSTELLING 4

Je moet in een context kunnen omschrijven wat koolstofassimilatie en wat fotosynthese is.

- Koolstofassimilatie: de vorming van glucose uit koolstofdioxide en water met behulp van energie.
 - Reactievergelijking:
koolstofdioxide + water + energie → glucose + zuurstof
 $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{energie} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$
 - Alleen autotrofe organismen zijn in staat tot koolstofassimilatie.
- Fotosynthese: koolstofassimilatie waarbij lichtenergie wordt benut.
 - Uit wit licht worden vooral de oranje-rode en de violetblauwe kleuren benut.
 - Fotosynthese komt voor bij planten en cyanobacteriën.
Deze organismen hebben bladgroen (chlorofyl).
 - Bij planten bevinden de pigmenten (chlorofyl) voor fotosynthese zich in bladgroenkorrels (chloroplasten).
 - De glucose die bij de fotosynthese ontstaat, wordt voor een deel omgezet in zetmeel en tijdelijk in de bladeren opgeslagen.

DOELSTELLING 5

Je moet in een context de opbouw van koolhydraten, vetten en eiwitten in de voortgezette assimilatie kunnen beschrijven.

- Voortgezette assimilatie: organismen vormen uit glucose andere organische stoffen.
 - De hiervoor benodigde energie wordt verkregen uit dissimilatie.
 - Bij de voortgezette assimilatie kunnen planten anorganische stoffen uit de bodem gebruiken.

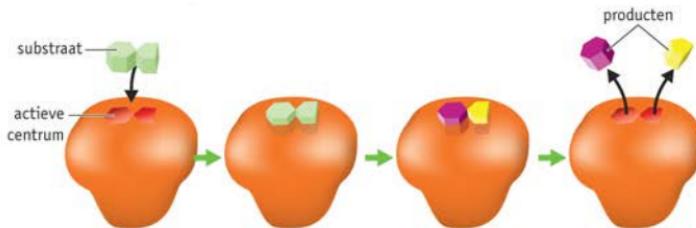
- Koolhydraten.
 - Opgebouwd uit alleen koolstof-, waterstof- en zuurstofatomen.
 - Monosachariden, bijv. glucose (druivensuiker), fructose (vruchtensuiker) en desoxyribose.
 - Disachariden (opgebouwd uit twee monosachariden), bijv. maltose, lactose en sacharose.
 - Polysachariden (opgebouwd uit vele monosachariden), bijv. zetmeel, glycogeen en cellulose.
- Vetten (lipiden).
 - Opgebouwd uit alleen koolstof-, waterstof- en zuurstofatomen.
 - Een vetmolecuul is opgebouwd uit glycerol en drie vetzuren.
- Eiwitten (proteïnen).
 - Een eiwitmolecuul bestaat uit een groot aantal aan elkaar gekoppelde aminozuren.
 - Alle aminozuren bevatten naast koolstof-, waterstof- en zuurstofatomen ook steeds stikstofatomen.
Sommige aminozuren bevatten ook zwavelatomen.
 - Planten kunnen aminozuren opbouwen uit glucose en stikstofhoudende ionen, vooral nitraationen: glucose + nitraat + energie → aminozuur
 - Dieren krijgen aminozuren binnen met hun voedsel. Ze kunnen sommige aminozuren vormen uit andere aminozuren.

DOELSTELLING 6

Je moet in een context de bouw en de werking van enzymen kunnen beschrijven.

- Enzymen katalyseren (versnellen) de chemische reacties van stofwisselingsprocessen zonder daarbij zelf te worden verbruikt (zie afb. 5).
 - Enzymen zijn eiwitmoleculen met een specifieke ruimtelijke vorm.
 - Naamgeving: in het algemeen afgeleid van de naam van het substraat met het achtervoegsel -ase.

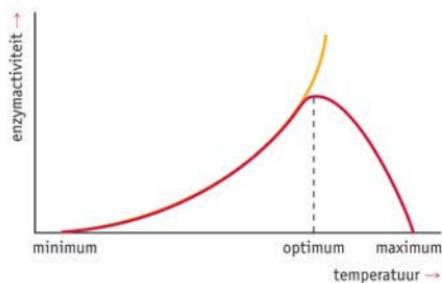
▼ Afb. 5 De werking van een enzym.



- Enzymen hebben een specifieke werking.
 - Door de specifieke ruimtelijke vorm past een enzymmolecuul slechts op één type substraatmolecuul (sleutel-slotprincipe).
 - Elk enzym kan slechts één reactie versnellen.

- De enzymactiviteit (snelheid van enzymwerking) kan worden uitgedrukt in:
 - de hoeveelheid substraat die per tijdseenheid wordt omgezet;
 - de hoeveelheid reactieproduct die per tijdseenheid ontstaat.
- Temperatuur: beïnvloedt de enzymactiviteit volgens een optimumkromme (zie afb. 6).

▼ Afb. 6



- Zuurgraad: beïnvloedt de enzymactiviteit volgens een optimumkromme. De zuurgraad van een vloeistof wordt aangegeven met de pH.

DOELSTELLING 7

Je moet in een context kunnen omschrijven wat de basale stofwisseling is en factoren kunnen noemen die hierop van invloed zijn.

- Basale stofwisseling: de stofwisseling van een organisme in rust.
 - In rust vinden ook voortdurend dissimilatie en assimilatie plaats.
 - Processen als de hartslag, de ademhalingsbewegingen en de darmperistaltiek gaan altijd door.
- De intensiteit van de basale stofwisseling kan bepaald worden aan de hand van het zuurstofverbruik.
- De intensiteit van de basale stofwisseling van een organisme is afhankelijk van:
 - het geslacht;
 - de leeftijd;
 - het lichaamsgewicht;
 - de lichaamstemperatuur;
 - het tijdstip van de dag of het jaargetijde.
- De temperatuur beïnvloedt de stofwisseling via de enzymactiviteit.

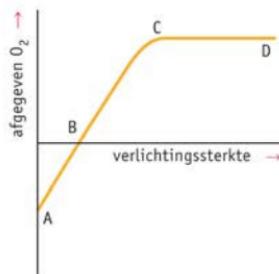
DOELSTELLING 8

Je moet in een context uit de opname of afgifte van zuurstof of koolstofdioxide door een plant de intensiteit van de fotosynthese kunnen afleiden.

- De intensiteit van de fotosynthese is afhankelijk van:
 - de verlichtingssterkte (en de kleur licht);
 - de beschikbare hoeveelheid water;

- de beschikbare hoeveelheid koolstofdioxide;
- de temperatuur;
- bladgroen.
- De intensiteit van de fotosynthese wordt bepaald door de beperkende factor (de factor die het minst beschikbaar is).
- Voor de bepaling van de intensiteit van de fotosynthese zijn twee gegevens nodig:
 - in het licht: de hoeveelheid O_2 die een plant afgeeft (of de hoeveelheid CO_2 die een plant opneemt);
 - in het donker: de hoeveelheid O_2 die een plant opneemt (of de hoeveelheid CO_2 die een plant afgeeft).
- Uit de O_2 -opname (of de CO_2 -afgifte) in het donker kan de intensiteit van de dissimilatie worden afgeleid.
- O_2 -productie (bij fotosynthese) = O_2 -afgifte + O_2 -verbruik (bij dissimilatie).
- CO_2 -verbruik (bij fotosynthese) = CO_2 -opname + CO_2 -productie (bij dissimilatie).
- Voor de volgende grafiek geldt (zie afb. 7):
 - in het stijgende deel van de grafiek is licht de beperkende factor;
 - in het horizontale deel is een andere factor beperkend;
 - tussen A en B is de intensiteit van de dissimilatie hoger dan die van de fotosynthese, in B is de intensiteit van de dissimilatie gelijk aan die van de fotosynthese, tussen B en D is de intensiteit van de dissimilatie lager dan die van de fotosynthese.

▼ Afb. 7



COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt in een of meer contexten:

- geoefend in het doen van onderzoek naar de factoren die de activiteit van een enzym bepalen;
- geoefend in het doen van onderzoek naar de fotosyntheseactiviteit onder verschillende omstandigheden;
- geleerd dat lichamelijke veranderingen bij sportprestaties worden veroorzaakt door chemische processen op celniveau;
- geoefend in het leggen van verbanden tussen de vorm en functie van organellen en van moleculen;
- geoefend in het ontwerpen en uitvoeren van onderzoek en het maken van een verslag.

Examentrainer

Vragen

Broeikasgassen meten in wijn

Lees de volgende tekst.

Sterk toegenomen verbranding van organische stoffen leidt tot een verhoging van de concentratie CO₂ in de atmosfeer. Er is op een elegante manier onderzoek gedaan naar de omvang van de CO₂-productie in Europese regio's gedurende de afgelopen dertig jaar. De concentratie radioactief koolstof (¹⁴C) in Europese wijnen uit verschillende gebieden werd bepaald. Deze radioactieve vorm van koolstof komt overal in de natuur in uiterst geringe mate voor. In dode materie vervalt dit ¹⁴C en verdwijnt daarmee in de loop der tijd. CO₂ afkomstig uit de verbranding van fossiele brandstoffen bevat géén ¹⁴C. Steenkool, aardolie en gas hebben zó lang in de bodem gezeten dat alle aanwezige ¹⁴C allang is vervallen. De uitstoot van 'fossiel CO₂' resulteert in een verlaging van het aandeel ¹⁴C in de atmosfeer. Druivenplanten nemen CO₂ op en de verandering van dit ¹⁴C-aandeel moet over de jaren heen terug te vinden zijn in de wijnalcohol, zo was de gedachte.

Om dit type onderzoek uit te voeren is wijn het ideale product. Bij de betere wijnen vermeldt het etiket op de fles immers het jaar waarin de druiven werden geoogst en de regio van herkomst. Uiteindelijk werd van 160 flessen wijn het aandeel ¹⁴C bepaald. Voordat een ¹⁴CO₂-molecuul uit de lucht deel uitmaakt van een alcoholmolecuul, vinden er in verschillende organismen een aantal omzettingen plaats.

Verschillende stofwisselingsprocessen zijn:

- 1 aerobe dissimilatie;
- 2 anaerobe dissimilatie;
- 3 eiwitsynthese;
- 4 koolstofassimilatie.

- zp 1** Aan welk van deze stofwisselingsprocessen heeft een atoom ¹⁴C *achtereenvolgens* minstens deelgenomen, voordat het onderdeel is geworden van een molecuul alcohol?
- A 1 en 4
 B 2 en 4
 C 3 en 1
 D 3 en 2
 E 4 en 1
 F 4 en 2

De techniek van werken met het verval van ^{14}C is afkomstig uit onderzoek naar de ouderdom van bepaalde fossielen. De halfwaardetijd van ^{14}C is 5730 jaar.

Over dit onderzoek worden twee uitspraken gedaan:

- 1 Met dit onderzoek kan de absolute ouderdom van een fossiel bepaald worden.
- 2 Dit onderzoek werkt alleen als het fossiel koolstofverbindingen bevat van het oorspronkelijke organisme.

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

- A Geen van beide uitspraken is juist.
- B Alleen uitspraak 1 is juist.
- C Alleen uitspraak 2 is juist.
- D Beide uitspraken zijn juist.

Naar: examen havo 2010-2 (pilot).

Laatste stap wortelkolvorming is opgehelderd

De rupsklaver (*Medicago truncatula*) is een meerjarige plant. Met de ontdekking van twee genen hebben Wageningse moleculair biologen de laatste stap in de vorming van wortelknolletjes bij vlinderbloemige planten opgehelderd. Al langer was bekend dat deze planten knolletjes vormen als ze geïnfecteerd raken met bacteriën van het geslacht *Rhizobium*. De twee genen maken het mogelijk dat de bacterie wordt opgenomen door de plant en dat de wortelknol wordt gevormd. Het inzicht in dit proces maakt het misschien mogelijk om in de toekomst andere planten dan vlinderbloemigen zo te veranderen, dat ook bij hen wortelknolletjes gevormd kunnen worden. Hoewel rijstplanten niet tot de vlinderbloemigen behoren, proberen onderzoekers deze plant zo te manipuleren dat zij zelf in haar stikstofbehoefte kan voorzien.

De stikstofbacteriën in de wortelknolletjes vormen een belangrijke schakel in de stikstofvoorziening van de plant.

2p 3 Welke van de onderstaande alternatieven geeft deze rol juist weer?

- A De bacterie zet anorganische stikstofverbindingen om in andere anorganische stikstofverbindingen.
- B De bacterie zet anorganische stikstofverbindingen om in organische stikstofverbindingen.
- C De bacterie zet organische stikstofverbindingen om in anorganische stikstofverbindingen.
- D De bacterie zet organische stikstofverbindingen om in andere organische stikstofverbindingen.

De door de bacterie geleverde stikstofverbindingen worden in de plant gebruikt voor assimilatie.

- 2p 4 Welke van onderstaande stoffen bevatten als gevolg van deze assimilatie stikstof?
- aminozuren
 - cellulose
 - glucose
 - vetzuren

Het proces van wortelknolvorming luistert zeer nauw. Het is zelfs zo dat de klaverplant niet ongelimiteerd de wortelknolbacteriën binnenlaat, omdat dit op den duur nadelig is voor de klaverplant.

- 1p 5 Waardoor is het voor de klaverplant nadelig om te veel wortelknolbacteriën binnen te laten?

Bij het verbouwen van akkerbougewassen wordt in de biologische landbouw gebruik gemaakt van de eigenschappen van de *Rhizobium*-bacterie.

Door het verbouwen en onderploegen van vlinderbloemigen op akkerbouwgronden wordt de stikstofbalans die eerst verstoord was, weer hersteld.

- 2p 6 – Leg uit waardoor de stikstofbalans door het bedrijven van akkerbouw verstoord raakt.
 – Leg uit welke rol de vlinderbloemigen spelen in de stikstofbalans en leg uit hoe door het onderploegen van vlinderbloemigen de stikstofbalans weer hersteld wordt.

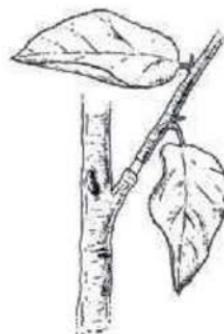
Bron: examen havo 2011-2 / 2011-2 (pilot).

Een ringwond

In 1933 ontdekte de onderzoeker Kursanov dat de fotosynthese van een tak van een appelboom verminderde, nadat hij een ringvormig deel van de bast van deze tak had verwijderd. Hij had dit ringvormig deel van een centimeter breed in de buurt van de stam verwijderd (zie afbeelding 1).

De vermindering van de fotosynthese was een gevolg van het feit dat een bepaald transportproces in deze tak werd verhinderd.

► Afb. 1



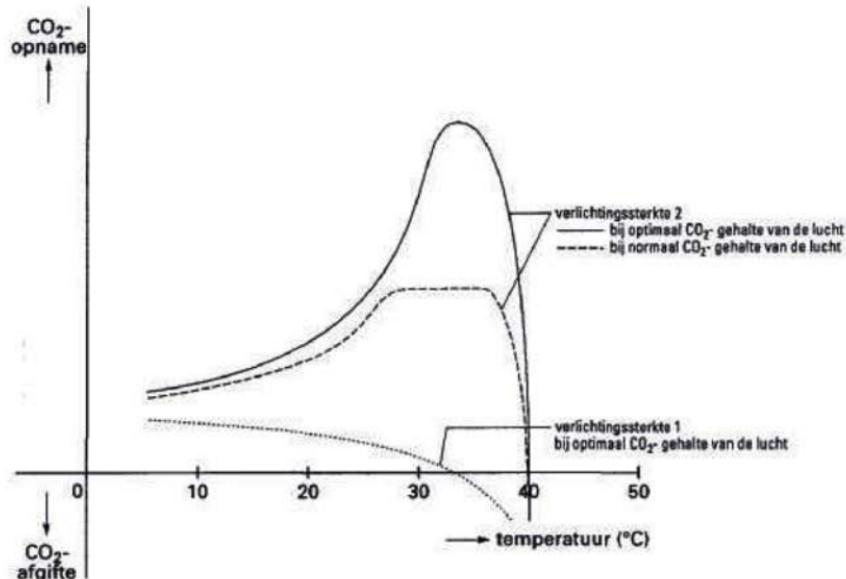
- 2p 7 Welke invloed heeft het verwijderen van zo'n ringvormig deel van de bast op het transport in een tak?
- Het transport van suikermoleculen uit de bladeren van de tak naar de stam wordt verhinderd.
 - Het transport van zetmeelmoleculen uit de bladeren van de tak naar de stam wordt verhinderd.
 - Het transport van watermoleculen uit de stam naar de bladeren van de tak wordt verhinderd.
 - Het transport van zouten uit de stam naar de bladeren van de tak wordt verhinderd.

Bron: examen havo 1992-1.

Assimilatie en dissimilatie

Bij een plant wordt de afgifte of de opname van CO_2 door bladeren bepaald bij temperaturen tussen 5 °C en 40 °C. De eerste bepalingen worden gedaan bij een optimaal CO_2 -gehalte van de lucht en bij een lage (1) en een hoge (2) verlichtingssterkte. Vervolgens worden ook bepalingen gedaan bij een normaal CO_2 -gehalte van de lucht bij hoge verlichtingssterkte (2). In het diagram (afbeelding 2) zijn de resultaten van de metingen weergegeven.

▼ Afb. 2



- 2p 8 Welke van de volgende uitspraken over de stofwisseling van de plant bij verlichtingssterkte 1 en 33 °C is juist?
- Dan is de fotosynthese-activiteit van de plant nul.
 - Dan is de dissimilatie-activiteit van de plant nul.
 - Dan is de fotosynthese-activiteit van de plant gelijk aan de dissimilatie-activiteit.
- 2p 9 Welke abiotische factor is in ieder geval beperkend voor de groei van deze plant wanneer deze staat bij verlichtingssterkte 2, een temperatuur van 30 °C en een normaal CO₂-gehalte van de lucht?
- de verlichtingssterkte
 - de temperatuur
 - het CO₂-gehalte van de lucht

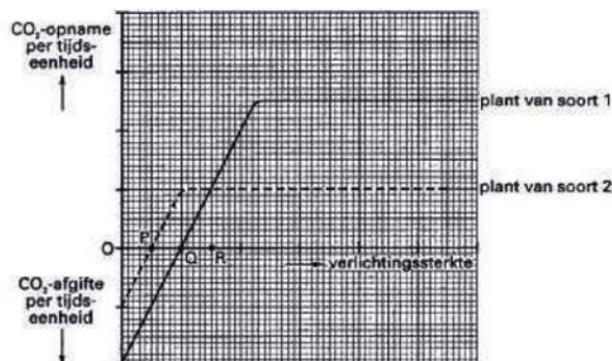
Bron: examen havo 1995-1.

Koolstofassimilatie

Bij twee planten van verschillende soorten worden de CO₂-opname en -afgifte per tijds-eenheid gemeten bij verschillende verlichtingssterken.

De resultaten zijn in het diagram (afbeelding 3) weergegeven. Aangenomen wordt dat de mate van dissimilatie bij beide soorten constant is en onafhankelijk van de verlichtingssterkte.

▼ Afb. 3



Men vergelijkt de intensiteit van de fotosynthese van de plant van soort 1 bij verlichtingssterkte P met de intensiteit van de fotosynthese van de plant van soort 2 bij dezelfde verlichtingssterkte.

- 2p 10 Is bij verlichtingssterkte P de intensiteit van de fotosynthese van de plant van soort 1 kleiner dan, gelijk aan of groter dan de intensiteit van de fotosynthese van de plant van soort Z bij deze verlichtingssterkte?
- kleiner
 - gelijk
 - groter

In een bepaald deel van een bos schommelt de verlichtingssterkte tussen de waarden Q en R. De plantensoorten 1 en 2 komen beide in dit bos voor.

- 2p 11 Voor welke van deze twee plantensoorten zijn de omstandigheden met betrekking tot het licht in dit deel van het bos het gunstigst, of zijn deze voor beide soorten even gunstig?
- het gunstigst voor soort 1
 - het gunstigst voor soort 2
 - voor beide soorten even gunstig

Bron: examen havo 1995-2.

Enzymen (1)

Drie beweringen over enzymen bij de mens zijn:

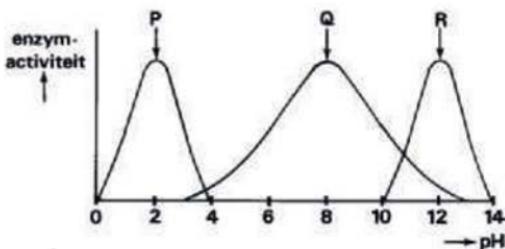
- 1 In een cel in de darmwand worden enzymen gevormd uit onder andere aminozuren.
 - 2 Enzymen zijn alleen actief in levende cellen.
 - 3 Een enzym wordt gesplitst tijdens de reactie waaraan het deelneemt.
- 2p 12 Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?
- Alleen bewering 1 is juist.
 - Alleen de beweringen 1 en 2 zijn juist.
 - Alleen de beweringen 2 en 3 zijn juist.
 - De beweringen 1, 2 en 3 zijn juist.

Bron: examen havo 1992-2.

Enzymen (2)

De grafieken uit afbeelding 4 geven de activiteit van drie enzymen P, Q en R weer bij verschillende pH-waarden. De temperatuur werd tijdens de metingen constant gehouden.

▼ Afb. 4



- 2p 13 Wat zijn de pH-maxima van de enzymen P, Q en R?
- A Deze pH-maxima zijn respectievelijk 0, 3 en 10.
 - B Deze pH-maxima zijn respectievelijk 2, 8 en 12.
 - C Deze pH-maxima zijn respectievelijk 4, 13 en 14.
- 2p 14 Is uit de gegevens af te leiden voor welke enzymen de gebruikte temperatuur optimaal was? Zo ja, voor welke enzymen was de temperatuur optimaal?
- A Dit is niet uit de gegevens af te leiden.
 - B De temperatuur was alleen optimaal voor enzym Q.
 - C De temperatuur was optimaal voor de enzymen P, Q en R.

Bron: examen havo 1990-2.

Antwoorden en uitleg

Broeikasgassen meten in wijn

- 1 Het $^{14}\text{CO}_2$ -molecuul is door de plant opgenomen en verwerkt in de koolstofassimilatie tot glucose. Daarna is dit in ieder geval afgebroken tot alcohol in de anaerobe dissimilatie. Het juiste antwoord is dus: **F** (2 punten).

THEMA 1 BASISSTOF 5

- 2 Met behulp van de halfwaardetijd van ^{14}C kan de ouderdom van een fossiel worden bepaald, mits het gaat om koolstof die ook in het levende organisme zat. Het juiste antwoord is dus: **D** (2 punten).

THEMA 1 BASISSTOF 5

Laatste stap wortelkolvorming is opgehelderd

- 3 De wortelknolbacteriën leven in symbiose met de vlinderbloemige planten. Zij zetten stikstofgas (een anorganische stof) om in nitraat (een anorganische stof). De vlinderbloemige plant gebruikt dit nitraat voor de vorming van aminozuren. De bacteriën onttrekken organische stoffen aan de plant.

Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 1 BASISSTOF 6

- 4 Alleen aminozuren bevatten stikstof in de aminogroep.

Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 1 BASISSTOF 6

- 5 Voorbeelden van een juist antwoord zijn (1 punt):

- **Het kost de plant energie om wortelknolletjes te maken.**
- **Het kost de plant energie om de bacteriën van glucose te voorzien.**

THEMA 1 BASISSTOF 6

- 6 – Met de oogst worden **stikstofverbindingen** aan de akkerbouwgronden **onttrokken en van de akkerbouwgronden afgevoerd** (1 punt).
- Tijdens de groei van vlinderbloemigen vindt **bacteriële stikstoffixatie** plaats waarvan de vlinderbloemige profiteert. Bij het onderploegen van de vlinderbloemigen voeg je zowel **bacteriën als (organische) stikstofverbindingen** toe aan de akkerbouwgrond (die weer tot anorganische verbindingen worden omgezet) (1 punt).

THEMA 1 BASISSTOF 6

Een ringwond

- 7 Door het ontbreken van de bastvaten wordt de afvoer van suikermoleculen naar beneden geblokkeerd. Dit betekent dat de fotosynthese ook wordt vertraagd, omdat de gevormde suiker (glucose) niet kan worden afgevoerd. Zetmeel kan niet via de bastvaten worden vervoerd, omdat het niet in water oplosbaar is. Zouten worden vervoerd via de houtvaten. Deze zijn nog intact.
- Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 1 BASISSTOF 4

Assimilatie en dissimilatie

- 8 De plant heeft bij elke verlichtingssterkte groter dan nul fotosynthese en dissimilatie. Bewering A is dus onjuist.
De plant vertoont bij elke verlichtingssterkte, dus ook bij nul, dissimilatie-activiteit. De plant moet immers ook dan in leven blijven en heeft dus energie nodig. Bewering B is dus onjuist.
Als de fotosynthese-activiteit gelijk is aan de dissimilatie-activiteit, dan is de netto-opname (of netto-afgifte) van CO_2 nul. Dit geldt voor verlichtingssterkte 1 en 33 °C.
Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 1 BASISSTOF 3 en 5

- 9 Uit de grafiek blijkt dat de opname van CO_2 bij verlichtingssterkte 2 en 30 °C bij een optimaal CO_2 -gehalte hoger is dan bij een normaal CO_2 -gehalte. Verhoging van het CO_2 -gehalte heeft dus een verhoging van de fotosynthese tot gevolg. Het CO_2 -gehalte is dus in deze omstandigheden beperkend.
Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 1 BASISSTOF 3 en 5

Koolstofassimilatie

- 10 Bij verlichtingssterkte P is de netto CO_2 -opname voor plantensoort 2 nul, terwijl de productie van CO_2 door de verbranding 1 eenheid is. Plantensoort 2 verbruikt dus 1 eenheid CO_2 bij de fotosynthese. Plantensoort 1 vertoont bij verlichtingssterkte P een CO_2 -afgifte van 1 eenheid terwijl de CO_2 -productie 2 eenheden is. Ook plantensoort 1 verbruikt dus 1 eenheid CO_2 bij de fotosynthese.
Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

- 11 Als de verlichtingssterkte varieert van Q tot R, verandert de CO₂-opname van plantensoort 2 niet (deze blijft 2 eenheden), terwijl die van plantensoort 1 wel wordt verhoogd, namelijk van 2 naar 3 eenheden. Plantensoort 1 vertoont dus een hogere fotosyntheseactiviteit als de lichtsterkte varieert. Het milieu is dus gunstiger voor plantensoort 1. Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 1 BASISSTOF 3 en 5

Enzymen (1)

- 12 Bewering 1 is juist, want enzymen zijn eiwitten die uit aminozuren bestaan.
Bewering 2 is onjuist, want ook in wasmiddelen zijn enzymen actief.
Ook bewering 3 is onjuist. Het enzym verandert niet, het substraat kan wel worden gesplitst.
Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 1 BASISSTOF 7

Enzymen (2)

- 13 Je moet in deze opgave de pH-maxima niet verwarren met de pH-optima. Een pH-maximum geeft de hoogste pH-waarde weer waarbij het enzym nog werkt, terwijl een pH-optimum aangeeft bij welke pH het enzym het best werkt.
Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 1 BASISSTOF 7

- 14 In de opgave wordt niets vermeld over de temperatuur.
Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 1 BASISSTOF 7

LEERJAAR 5

2 DNA



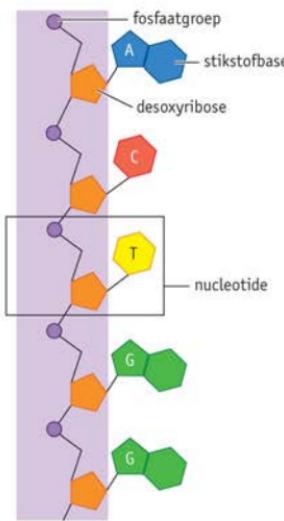
Samenvatting

DOELSTELLING 1

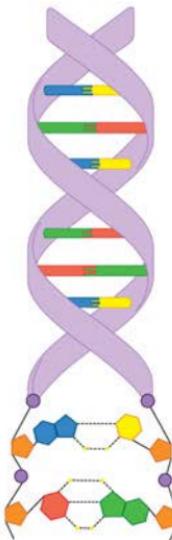
Je moet in een context de bouw en functies van DNA kunnen beschrijven.

- DNA (desoxyribonucleïnezuur) bevat de informatie voor de erfelijke eigenschappen van een levende cel.
- Genoom: het geheel aan erfelijke informatie in een cel van een organisme.
 - Bij eukaryoten: al het DNA in de celkern (kernDNA) en het DNA in celorganellen (mitochondriën en chloroplasten).
 - mtDNA: DNA in mitochondriën.
 - Plasmide: kort stukje cirkelvormig DNA in prokaryoten.
- DNA is een nucleïnezuur en is opgebouwd uit nucleotiden (zie afb. 1).
 - Een nucleotide bestaat uit desoxyribose, een fosfaatgroep en een stikstofbase.
 - In DNA komen vier stikstofbasen voor: adenine (A), cytosine (C), guanine (G) en thymine (T).

▼ Afb. 1 Weergave van aan elkaar gekoppelde nucleotiden in een DNA-molecuul.



▼ Afb. 2 In een DNA-molecuul liggen twee nucleotideketens in een helixstructuur om elkaar heen.



- DNA bestaat uit twee nucleotideketens, die in een dubbele spiraal (helix) om elkaar heen liggen (zie afb.2).
 - De stikstofbasen vormen vaste paren:
adenine (A) met thymine (T);
cytosine (C) met guanine (G).

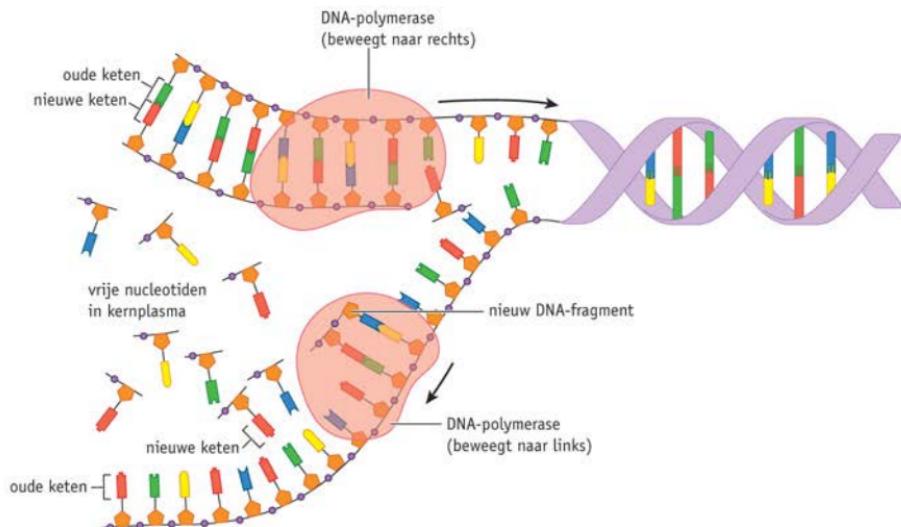
- Bij eukaryoten bestaat een chromosoom uit één lang DNA-molecuul met eiwitten.
- Een gen is een stuk DNA dat de informatie bevat voor de synthese van een of meer eiwitten.
 - Elk gen heeft een vaste plaats op een chromosoom.
 - Allelen: verschillende varianten van hetzelfde gen.
- De volgorde van de nucleotiden (DNA-sequentie) bevat de informatie voor de synthese van eiwitten.
- Grote delen van het DNA coderen niet voor eiwitten: niet-coderend DNA.
Het heeft een regulerende functie bij de synthese van eiwitten.

DOELSTELLING 2 NIET IN CE

Je moet in een context kunnen beschrijven hoe DNA-replicatie plaatsvindt.

- DNA-replicatie vindt plaats in de S-fase van de celcyclus.
 - DNA-replicatie begint wanneer een enzym de verbindingen verbreekt tussen de basenparen.
 - DNA-polymerase verbindt vrije nucleotiden aan de vrijgekomen stikstofbasen van een enkelvoudige nucleotideketen (zie afb. 3).
 - Aan elke originele nucleotideketen ontstaat een nieuwe nucleotideketen.
- Na DNA-replicatie bestaat een chromosoom uit twee chromatiden die vastzitten met een centromeer.

▼ Afb. 3 DNA-replicatie (schematisch).

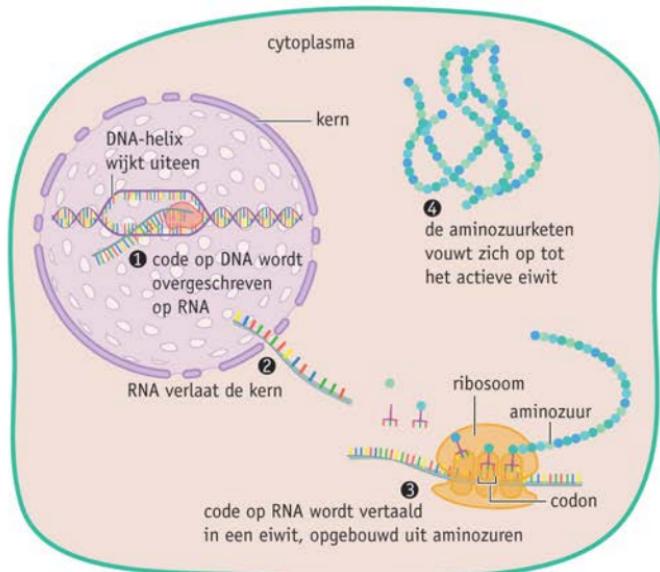


DOELSTELLING 3 NIET IN CE

Je moet in een context kunnen beschrijven hoe de eiwitsynthese plaatsvindt.

- Langs een deel van een nucleotideketen van een DNA-molecuul (een gen) wordt een RNA-molecuul gevormd.
 - Dit gebeurt op plaatsen in het DNA-molecuul waar genen aan staan.
- RNA (ribonucleïnezuur) verschilt van DNA:
 - RNA bestaat uit een enkele streng nucleotiden.
 - RNA bevat ribose in plaats van desoxyribose bij DNA.
 - RNA bevat de stikstofbase uracil (U) in plaats van thymine (T) bij DNA.
 - RNA wordt gevormd langs één keten van een DNA-molecuul.
- Bij eukaryoten verlaat het RNA via de kernporiën de kern en komt zo bij de ribosomen in het cytoplasma.
 - RNA brengt de code van een gen over naar de ribosomen in het cytoplasma.
- De genetische code: de vertaling van de nucleotidevolgorde in RNA naar de aminozuurvolgorde van een eiwit door ribosomen (zie afb. 4).
 - Een codon bestaat uit drie opeenvolgende nucleotiden.
 - Er zijn 64 verschillende codons, waaronder één startcodon (AUG).
 - 61 codons coderen voor de aminozuren.
 - 3 codons geven het einde aan van de eiwitsynthese (de stopcodons).

▼ Afb. 4 Een overzicht van de eiwitsynthese (schematisch).



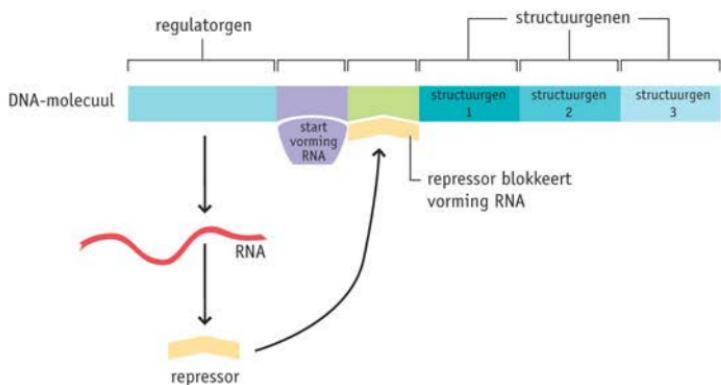
- Er kunnen meerdere ribosomen tegelijkertijd een RNA-molecuul aflezen.
- Eiwitten die in ribosomen zijn ontstaan worden verder bewerkt.
 - De functie van eiwitten wordt bepaald door de aminozuurvolgorde en door de ruimtelijke structuur.
 - Bewerking kan in het cytoplasma, het endoplasmatisch reticulum of het golgisysteem plaatsvinden.
 - Sommige eiwitten worden pas functioneel als ze buiten de cel zijn afgescheiden.
- Erfelijke eigenschappen komen tot uiting in het fenotype door de aanwezigheid van bepaalde eiwitten.

DOELSTELLING 4

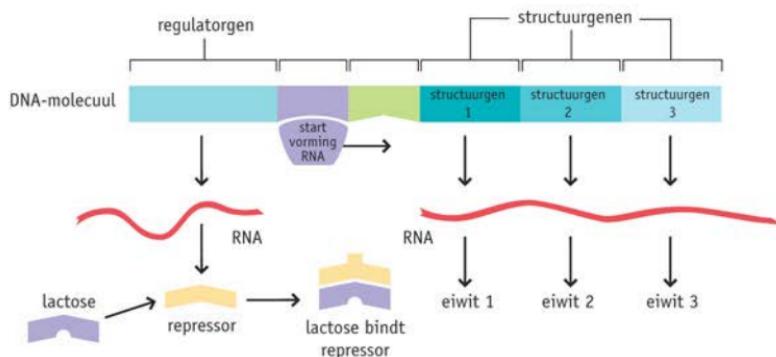
Je moet in een context kunnen uitleggen hoe de regulatie van de genexpressie en celdifferentiatie plaatsvindt en wat het belang ervan is voor de zelfregulatie enzelforganisatie van een organisme.

- Genregulatie is het aan- of uitzetten van een gen.
- Genexpressie: wanneer een gen aan staat, kan RNA worden gevormd langs het DNA. Dit kan worden vertaald in een eiwit.
- Gedeelten van het DNA hebben verschillende functies:
 - Regulatorgenen zorgen bij prokaryoten voor de synthese van repressoren. Ze kunnen een gen aan- of uitzetten.
 - Regulatorgenen coderen in eukaryoten voor eiwitten die de genexpressie kunnen remmen of activeren.
 - Structuurgenen bij prokaryoten: bevatten informatie voor de synthese van eiwitmoleculen.
- Stamcellen kunnen differentiëren tot elk celtype.
- Genregulatie tijdens de embryonale ontwikkeling bij eukaryoten:
 - De plaats van een stamcel in een organisme bepaalt welke regulatorgenen aanstaan.
 - Regulatorgenen coderen in eukaryoten voor eiwitten die andere genen aan of uit kunnen zetten (zie afb. 5).
 - Door genregulatie ontstaan verschillende gespecialiseerde cellen, weefsels en organen in een meerzellig organisme.
- Epigenetica is de wetenschap die zich bezighoudt met het bestuderen van omkeerbare veranderingen in de activiteit van genen, die niet het gevolg zijn van veranderingen in de nucleotidevolgorde van het DNA.
 - Genexpressie wordt geblokkeerd doordat eiwitten DNA steviger binden of door DNA-methylering. Het gen staat uit.
 - Epigenetische factoren: invloeden die de werking van genen beïnvloeden.
 - Bij DNA-replicatie kunnen epigenetisch verworven eigenschappen worden doorgegeven aan de dochtercellen en bij voortplanting aan het nageslacht.

▼ Afb. 5 Regulatie van het gen voor β-galactosidase in *E. coli*.



1 repressie van structuургen bij *E. coli*



2 ophulling van de repressie door lactose bij *E. coli*

DOELSTELLING 5

Je moet in een context het ontstaan, de verschillende typen en de uitwerking van mutaties kunnen beschrijven. Ook moet je kunnen beschrijven hoe kanker ontstaat en wordt behandeld.

- **Mutatie:** een blijvende wijziging in de nucleotide-volgorde van het DNA of RNA van een cel.
- **Puntmutatie (genmutatie):** het DNA is op één plaats veranderd.
 - In het DNA kunnen een of meer stikstofbasen zijn toegevoegd, verwijderd of vervangen door andere stikstofbasen.

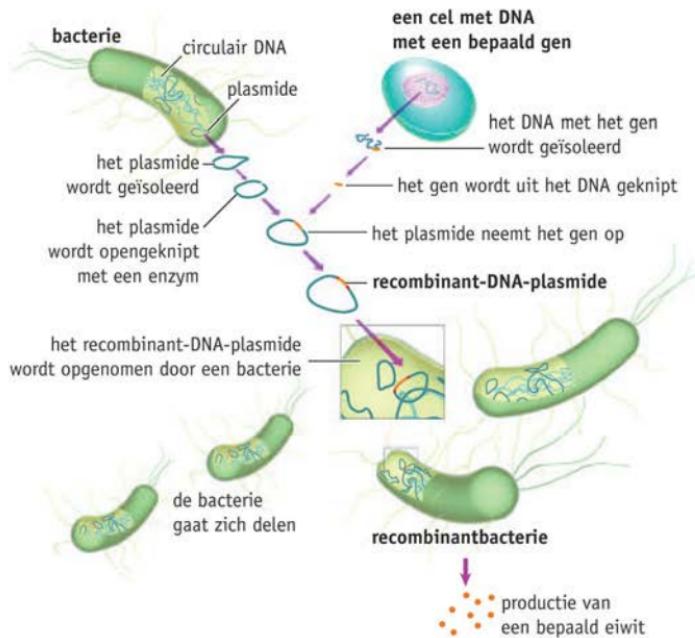
- Genoommutatie: het aantal chromosomen in een cel is veranderd.
 - Doordat bij meiose I de chromosomen van een paar bij elkaar blijven of doordat bij meiose II de chromatiden van een chromosoom bij elkaar blijven.
 - Een van de dochtercellen heeft één chromosoom te veel (bijv. bij het syndroom van Down) en de andere dochtercel één chromosoom te weinig.
- De frequentie waarmee mutaties plaatsvinden, wordt verhoogd door mutagene invloeden:
 - kortgolvige straling (bijv. radioactieve straling, röntgenstraling, ultraviolette straling);
 - bepaalde chemische stoffen (bijv. stoffen in sigarettenrook, asbest);
 - virussen.
- Het aantal mutaties in een cel blijft beperkt door DNA-reparatie van enzymen.
 - De celcyclus wordt stilgelegd totdat reparerende enzymen hun werk hebben voltooid.
 - Het tumorsuppressoren produceert eiwitten die de celcyclus stilleggen of ervoor zorgen dat een cel met onherstelbare DNA-schade overgaat tot celdood.
- Mutaties kunnen neutraal, positief of negatief zijn voor het organisme.
 - De gevolgen van recessieve mutaties of mutaties in één chromosoom van een paar zijn vaak niet merkbaar.
 - Genen waarin een mutatie plaatsvindt, zijn vaak uitgeschakeld.
 - Mutaties kunnen een grote uitwerking hebben als ze optreden in een geslachtscel, een bevruchte eicel of een cel van een embryo.
 - Mutaties kunnen de overlevingskans vergroten. Dit is een evolutionair voordeel.
- Kanker ontstaat door een aantal mutaties.
 - Mutaties in een suppressoren en in een proto-oncogen kunnen leiden tot kanker.
 - Proto-oncogenen coderen voor eiwitten die de celgroei en de celdifferentiatie stimuleren.
 - Door een mutatie kan een proto-oncogen veranderen in een oncogen waardoor er een tumor (gezwel) kan ontstaan.
 - Bij kanker is de tumor kwaadaardig: de bouw van het weefsel wordt verstoord. En de delingssnelheid wordt niet afgeremd.
 - Een primaire tumor kan operatief worden verwijderd of door radiotherapie worden gedood.
- Metastase (uitzaaiing): cellen uit de primaire tumor laten los en komen in het bloed of de lymfe terecht.
 - Secundaire tumoren: tumoren die zijn ontstaan door uitzaaiing.
 - Chemotherapie: behandeling van kanker met cytostatica (medicijnen die de celdeling remmen; ook in gezonde weefsels).
- Mutagene invloeden zijn meestal ook carcinogeen (kankerverwekkend).

DOELSTELLING 6

Je moet in een context verschillende technieken en toepassingen kunnen beschrijven die mogelijk zijn met DNA.

- Genetische modificatie is het veranderen van het DNA van een organisme.
 - Genetisch gemodificeerde organismen worden transgenen of ggo (genetisch gemodificeerd organisme) genoemd.
- Recombinant-DNA-techniek is het wijzigen van de nucleotidenvolgorde van het DNA in een organisme door DNA in te brengen dat afkomstig is van een ander organisme (zie afb. 6).
 - De organismen hoeven niet tot dezelfde soort te behoren.
 - Met speciale enzymen wordt een DNA-fragment met bepaalde informatie uit een DNA-molecuul geknipt. Onder invloed van andere enzymen verbinden verschillende DNA-fragmenten zich met elkaar.
 - Bacteriën die een recombinant-DNA-plasmide opnemen, gaan delen en eiwitten produceren die men kan gebruiken voor specifieke doeleinden.

▼ Afb. 6 Recombinant-DNA-techniek.



- Een virus bestaat uit één molecuul DNA of RNA in een dunne eiwitmantel. Na infectie van specifieke gastheercellen laten ze hun DNA of RNA achter.
 - DNA wordt naar de celkern getransporteerd en ingebouwd in het DNA van de gastheercel.
 - Een RNA-virus bevat een enzym dat een DNA-keten vormt langs een RNA-streng. De RNA-keten wordt afgebroken en DNA-polymerase vormt dubbelstrengs DNA dat wordt ingebouwd in het DNA van de gastheer in de celkern.
 - Langs het virale DNA ontstaat RNA dat codeert voor eiwitten waarmee nieuwe virussen worden gevormd.
 - Nieuwe virussen komen vrij doordat ze worden afgesnoerd of doordat de gastheercel openbarst.
- Complementair DNA of copyDNA (cDNA):
 - Een bepaald enzym vormt enkelstrengs DNA langs RNA-moleculen die men heeft geïsoleerd uit cellen die veel van een gewenst eiwit maken. Met DNA-polymerase wordt een dubbele DNA-keten gevormd. Dit cDNA kan worden ingebracht in een plasmide of virus.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt in een of meer contexten:

- geoefend in het vorm-functie-denken;
- geleerd dat epigenese een evolutionair voordeel kan opleveren: evolutionair denken;
- geleerd hoe regulatie op verschillende organisatieniveaus invloed heeft: systeem-denken;
- geoefend in het beargumenteerd geven van je mening.

Examentrainer

Vragen

Nieuwe DNA-test voor chlamydia

Chlamydia is de meest voorkomende seksueel overdraagbare aandoening (soa) en kan onder meer leiden tot onvruchtbaarheid. In Nederland worden jaarlijks zestigduizend mensen besmet met *Chlamydia trachomatis*.

De meeste geïnfecteerde personen hebben geen klachten, maar kunnen wel – zonder het zelf te weten – andere mensen besmetten. Chlamydia is eenvoudig met antibiotica te behandelen.

Koen Quint ontwikkelde een nieuwe test waarmee negentien subtypes van *Chlamydia trachomatis* kunnen worden aangetoond. Deze subtypes verschillen onderling in de gevoeligheid voor diverse antibiotica. De indeling is gebaseerd op de eiwitten die aan de buitenkant van het micro-organisme zitten. De genetische code in het DNA bepaalt welke eiwitten dat zijn.

Met de nieuwe test voor de chlamydia kan snel en eenvoudig worden vastgesteld met welk subtype chlamydia iemand besmet is en of iemand met meer dan één subtype besmet is. Aan de hand van de testuitslag kan vervolgens worden besloten welke anti-biotica-behandeling het meest geschikt is.

- 1p 1 Leg uit hoe deze nieuwe test het antibioticagebruik kan beperken.

- 2p 2 Leg uit hoe de verschillende subtypes van *Chlamydia trachomatis* zijn ontstaan. Beschrijf de rol van antibioticagebruik hierin.

- 2p 3 Hoe worden de eiwitten gemaakt die aan de buitenkant van *Chlamydia trachomatis* zitten?
 - A Door transcriptie wordt de structuur van de aminozuren van het eiwit bepaald.
 - B Door transcriptie worden de aminozuren in de juiste volgorde aan elkaar gekoppeld.
 - C Door translatie wordt de structuur van de aminozuren van het eiwit bepaald.
 - D Door translatie worden de aminozuren in de juiste volgorde aan elkaar gekoppeld.

Baarmoederhalskanker wordt bijna uitsluitend door een infectie met een virus (HPV) veroorzaakt. Omdat baarmoederhalskanker door een infectie wordt veroorzaakt, onderzocht Quint ook of er een relatie is tussen een chlamydia-infectie en het krijgen van baarmoederhalskanker. Hoewel chlamydia niet direct baarmoederhalskanker kan veroorzaken, komt baarmoederhalskanker vaker voor bij vrouwen die chlamydia hebben gehad.

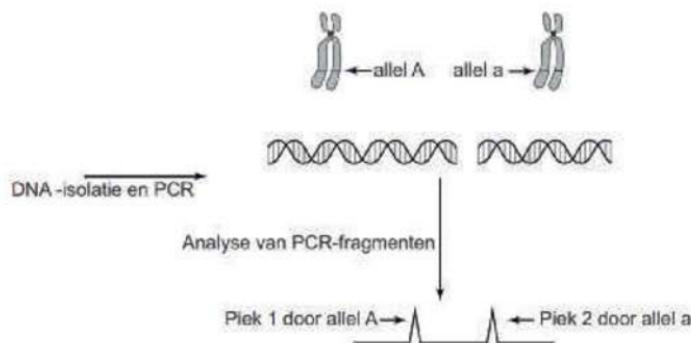
- 1p 4 Verklaar waarom baarmoederhalskanker onder de groep vrouwen die chlamydia hebben gehad vaker voorkomt dan bij vrouwen die geen chlamydia hebben gehad.

Naar: examen havo 2013-2 / 2013-2 (pilot).

Cardiogenetica, DNA-onderzoek bij cardiologie

Op de afdeling DNA-diagnostiek van een ziekenhuis voert een analist analyses uit om erfelijke aandoeningen op te sporen. Zo kan een diagnose, die aan de hand van symptomen bij een bepaalde patiënt is gesteld, worden bevestigd of ontkracht. Het genoom van de mens bestaat uit ongeveer 3 miljard nucleotidenparen. Het zoeken naar een verandering in dit DNA komt overeen met het zoeken naar een spelfout in een boek met 3 miljard letters. Door middel van een bepaalde techniek, PCR genaamd, kan DNA van genen gekopieerd en daarna geanalyseerd worden. Vervolgens kan gezocht worden naar verschillende allelen. Gekopieerde allelen worden na analyse weergegeven in een piekenpatroon waarin elke piek eenallel voorstelt (zie afbeelding 1).

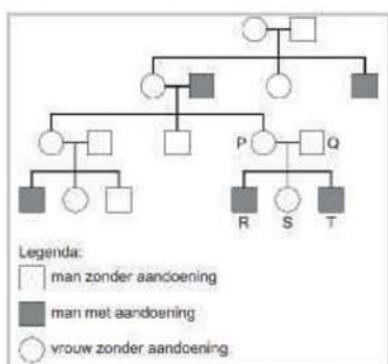
▼ Afb. 1



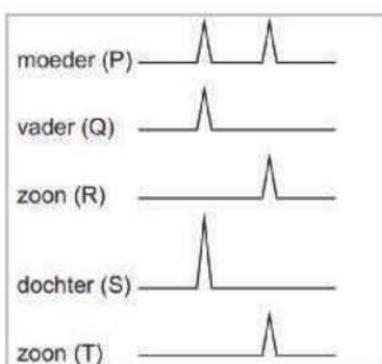
Als een persoon twee verschillende allelen heeft, liggen de pieken daarvan op twee verschillende plaatsen. Als twee personen op dezelfde plaats een piek hebben, bezitten ze beiden het betreffende allele. Indien een persoon in zijn twee homologe chromosomen hetzelfde allele heeft, zal de piek voor dat allele hoger zijn.

Afbeelding 2 geeft een stamboom van een familie weer, waarvan een aantal personen een aandoening heeft. Men vermoedt dat deze aandoening wordt veroorzaakt door een bepaald allele. Van de personen P tot en met T heeft men van het betreffende gen een DNA-profiel gemaakt. Het piekenpatroon staat in afbeelding 3.

▼ Afb. 2



▼ Afb. 3



Het vermoeden bestaat dat het bij deze aandoening om verandering in een X-chromosomaal gen gaat.

- 1p 5 Welk gegeven uit de stamboom (zie afbeelding 2) ondersteunt dit?

Uit het piekenprofiel (zie afbeelding 3) blijkt dat het inderdaad om een X-chromosomaal gen gaat.

- 1p 6 Leg uit dat dit profiel alleen van een X-chromosomaal gen kan zijn.

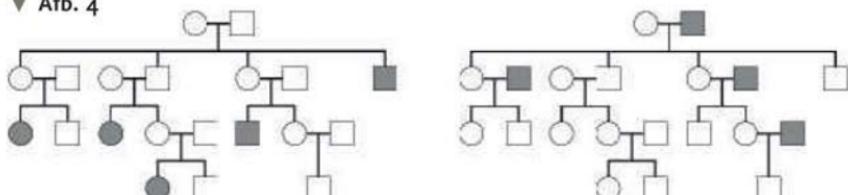
DNA-diagnostiek wordt in Nederland alleen in klinisch genetische centra uitgevoerd. Een onderzoek wordt gestart indien minstens drie familieleden, in twee opeenvolgende generaties, dezelfde aandoening hebben. Bij het vermoeden van een erfelijke aandoening wordt door een analist van het centrum aan de hand van familiegegevens een stamboom opgesteld en wordt bloed afgenoem om daarmee DNA-onderzoek uit te voeren.

Naast diagnostiek doen de klinisch genetische centra ook wetenschappelijk onderzoek. In gevallen waarbij het om een aandoening gaat waarvan nog niet bekend is door welk gen deze wordt veroorzaakt, kan het materiaal juist dienen om de erfelijke oorzaak op te sporen.

Hieronder zijn twee stambomen weergegeven (zie afbeelding 4) met gegevens van twee families waarin personen op jonge leeftijd (onder de 50 jaar) door onbekende oorzaak aan een plotselinge hartstilstand overleden.

Van deze twee families komt maar één familie voor onderzoek in aanmerking.

▼ Afb. 4



Legenda:

♂	hartstilstand op jonge leeftijd	♂	gezond
♀	hartstilstand op jonge leeftijd	♀	gezond

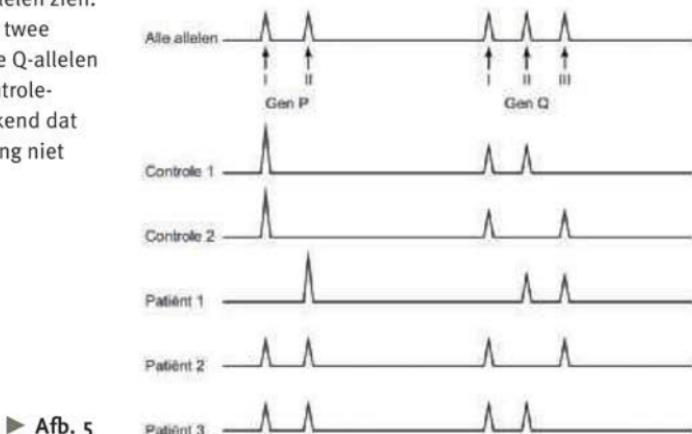
- 1p 7 Leg uit van welke familie het bloed verder onderzocht zal worden.

Stamboomonderzoek heeft al uitgewezen dat het om een allel gaat dat onderdeel is van chromosoom 7.

Onderzoekers van het AMC hebben de oorzaak van een erfelijke aandoening ontdekt die op jonge leeftijd een plotselinge hartstilstand kan veroorzaken: ventrikelfibrilleren. Bij ventrikelfibrilleren gaan de hartspiercellen van de hartkamer zeer onregelmatig samentrekken, waardoor de kamer het bloed niet kan wegpompen. Door DNA-onderzoek is bepaald welk gen betrokken is bij de aandoening. In afbeelding 5 zijn profielen te zien van twee verschillende genen (P en Q) van vijf personen.

Het bovenste profiel laat alle bekende allelen zien.

Te zien is dat er twee P-allelen en drie Q-allelen zijn. Van de controle-personen is bekend dat ze de aandoening niet hebben.



► Afb. 5

- 2p 8 Voor welk gen is of voor welke genen zijn de controlepersonen heterozygoot?
- voor geen van beide genen
 - alleen voor gen P
 - alleen voor gen Q
 - voor beide genen
- 2p 9 Leg uit welkallel de onderzochte aandoening veroorzaakt.

Naar: examen havo 2012-2 / 2012-2 (pilot).

Genenpakket fruitvlieg in kaart gebracht

Experts uit de hele wereld hebben het genenpakket (genoom) van de fruitvlieg in kaart gebracht. De fruitvlieg, *Drosophila melanogaster*, geldt al bijna een eeuw lang als het werkpaard van het genetisch onderzoek. De talloze proeven die met dit diertje zijn gedaan, hebben de werking van veel erfelijk materiaal onthuld. Wetenschappers verwachten dat het genetisch onderzoek een flinke stimulans zal krijgen nu het hele genoom van de fruitvlieg bekend is. Dit geldt vooral voor research aan het menselijk genenpakket, omdat dit genoom veel overeenkomsten vertoont met dat van het vliegje.

De fruitvlieg is het tweede meercellige organisme waarvan het genoom is ontrafeld. In 1998 werd het erfelijk materiaal van de rondworm *Caenorhabditis elegans* bekend. Ook van diverse eencellige organismen, waaronder bacteriën, is de nucleotidenvolgorde in kaart gebracht.

Van *Drosophila melanogaster* zijn nu 13.600 genen bekend, die 120 miljoen basenparen omvatten.

Naar: De Volkskrant, 25 maart 2000.

In de tekst wordt vermeld dat er, al bijna een eeuw lang, talloze proeven met de fruitvlieg zijn gedaan. Hieronder worden vier eigenschappen genoemd die op de fruitvlieg van toepassing zijn:

- productie van grote aantallen nakomelingen;
- het DNA is gemakkelijk te isoleren;
- de generatietijd is kort;
- gemakkelijk te kweken/te vermeerderen.

- 2p 10 Welke van deze eigenschappen maakte de fruitvlieg zo'n 100 jaar geleden al tot een geschikt proefdier?
- A alleen 1 en 2
 - B alleen 3 en 4
 - C alleen 1, 2 en 3
 - D alleen 1, 2 en 4
 - E alleen 1, 3 en 4
 - F zowel 1, 2, 3 als 4

Men onderscheidt in een organisme verschillende organisatieniveaus. Volgens de tekst vertoont het menselijk genenpakket veel overeenkomsten met het genoom van de fruitvlieg.

- 2p 11 Op welk van de onderstaande organisatieniveaus zal deze overeenkomst het meest tot uitdrukking komen?
- A op celniveau
 - B op orgaanniveau
 - C op weefselniveau

In het DNA komen vier verschillende stikstofbasen voor: adenine (A), thymine (T), cytosine (C) en guanine (G) die met een suiker en fosforzuur een nucleotide vormen. Een rangschikking van drie nucleotiden in het DNA noemt men een triplet (bijvoorbeeld GCG of AAC). Leerlingen vergelijken het aantal verschillende triplets in een cel van *Drosophila melanogaster* met het aantal verschillende triplets in een menselijke cel. Zij doen hierover de volgende uitspraken:

Leerling 1: Een cel van *Drosophila melanogaster* heeft meer verschillende triplets dan een menselijke cel.

Leerling 2: Een cel van *Drosophila melanogaster* heeft evenveel verschillende triplets als een menselijke cel.

Leerling 3: Een cel van *Drosophila melanogaster* heeft minder verschillende triplets dan een menselijke cel.

- 2p 12 Welke leerling doet een juiste uitspraak?
- A leerling 1
 - B leerling 2
 - C leerling 3

Naar: examen havo 2004-2.

Antwoorden en uitleg

Nieuwe DNA-test voor chlamydia

- 1 Door de **snelle (en specifieke) test** kunnen direct de **juiste/specifieke antibiotica** worden gegeven. Hierdoor wordt ook het gebruik van **antibiotica beperkt** (1 punt).

THEMA 2 BASISSTOF 5

- 2 Binnen de populatie ontstaan **door mutatie nieuwe subtypes** (1 punt). Er vindt door **antibioticagebruik selectie** plaats op subtypes die minder gevoelig zijn voor deze antibiotica (1 punt).

THEMA 2 BASISSTOF 5

- 3 Bij transcriptie wordt mRNA gevormd aan de hand van een DNA-streng. De eiwitten ontstaan door **translatie**. Hierbij worden de aminozuren in de juiste volgorde aan elkaar gezet met de informatie uit het mRNA.

Het juiste antwoord is dus: **D** (2 punten).

THEMA 2 BASISSTOF 3

- 4 Een vrouw die chlamydia heeft gehad is **seksueel actief (geweest)** en kan dus **ook geïnfecteerd** zijn met HPV (wat het risico op baarmoederhalskanker verhoogt) (1 punt).

Deel 4A THEMA 3 BASISSTOF 7

Cardiogenetica, DNA-onderzoek bij cardiologie

- 5 Voorbeelden van een juist antwoord zijn (1 punt):

- **Er zijn alleen maar mannen die deze aandoening/afwijking/eigenschap hebben.**
- **Mannen geven het niet door aan hun zonen, maar wel aan hun kleinzonen.**

DEEL 4A THEMA 4 BASISSTOF 5

- 6 Voorbeelden van een juist antwoord zijn (1 punt):

- **De piekhoogte/Het piekoppervlak is bij de dochter twee keer zo hoog als bij de zoons.**
- **Vrouwen hebben twee pieken of een twee keer zo hoge piek, terwijl mannen maar één piek hebben.**
- **De zonen hebben alleen een allele van moeder.**
- **De zonen hebben geen allele van vader.**
- **Mannen hebben maar één allele van dit gen.**

DEEL 4A THEMA 4 BASISSTOF 5

- 7 Alleen van personen uit familie 1 wordt het bloed nader onderzocht, omdat de hartpatiënten/personen die op jonge leeftijd aan een hartstilstand overleden zijn **aan elkaar verwant** zijn, terwijl dat in familie 2 niet het geval is (1 punt).

DEEL 4A THEMA 4 BASISSTOF 4

- 8 Controlepersoon 1 vertoont twee lage pieken van gen Q. Dit betekent dat deze persoon twee verschillende allelen heeft van gen Q. Deze persoon is dus heterozygoot. Hetzelfde geldt voor controlepersoon 2. Voor gen P hebben zij ieder een hoge piek. Dit wil zeggen dat voor beiden geldt dat de allelen hetzelfde zijn. Zij zijn dus beiden homozygoot voor het gen P.

Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

DEEL 4A THEMA 4 BASISSTOF 4

- 9 Het gaat om **allel P II** (1 punt).

Dit allele II is het enige allele dat **alleen bij lijders** voorkomt, en **niet bij de controlepersonen** (1 punt).

DEEL 4A THEMA 4 BASISSTOF 4

Genenpakket fruitvlieg in kaart gebracht

- 10 Honderd jaar geleden kon men het DNA niet (gemakkelijk) isoleren. De andere factoren zijn wel van toepassing.

Het juiste antwoord is dus: **E** (2 punten).

THEMA 2 BASISSTOF 1

- 11 De genen hebben betrekking op de inhoud van de celkern. Het gaat dus om het celniveau.

Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 2 BASISSTOF 1

- 12 In de tekst staat dat het menselijk genoom veel overeenkomsten heeft met het genoom van het fruitvliegje. Dit betekent dat het aantal verschillende tripletten ook nagenoeg hetzelfde zal zijn.

Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 2 BASISSTOF 1

3

Mens en milieu



Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet in een context de voornaamste oorzaken en gevolgen van de milieuproblemen kunnen noemen.

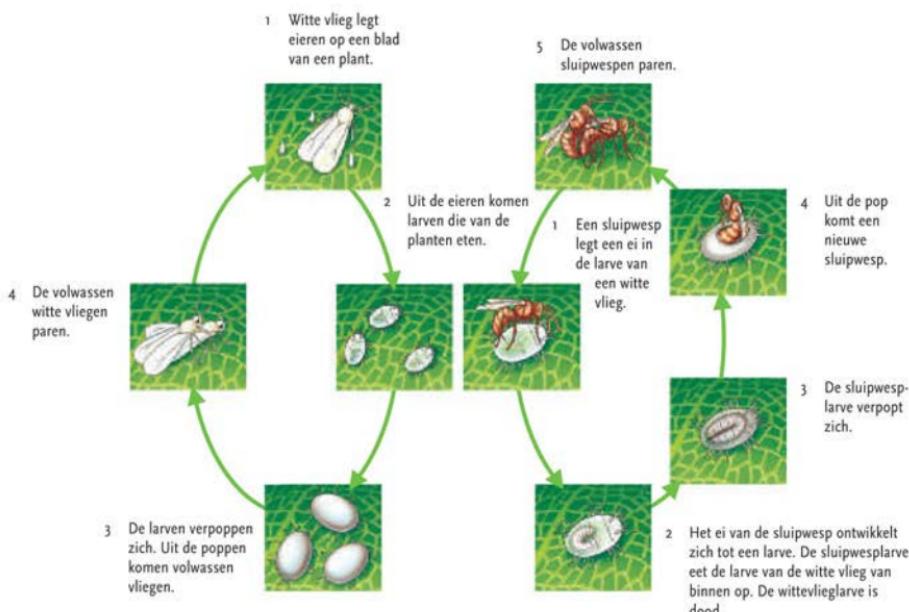
- Oorzaken:
 - de enorme bevolkingstoename (hoge bevolkingsdruk);
 - de veranderde wijze van leven.
- Gevolgen:
 - vervuiling van lucht, water en bodem door afvalstoffen;
 - uitputting van de natuurlijke energiereserves en grondstoffen;
 - aantasting van het landschap;
 - sterke vermindering van het aantal soorten planten en dieren (veel soorten worden met uitsterven bedreigd).

DOELSTELLING 2

Je moet in een context manieren kunnen noemen waarop een optimale productie van voedsel kan worden verkregen.

- Door bemesting van de bodem met stalmeest of kunstmest.
 - Door het oogsten van voedingsgewassen en uitspoeling worden mineralen (voedingsstoffen) aan de kringloop van stoffen op landbouwgrond ontrokken.
 - Door te bemesten worden mineralen (vooral stikstofhoudende mineralen en fosfaat) toegevoegd.
- Door bescherming van voedingsgewassen tegen ziekten en plagen door chemische of biologische bestrijding.
 - Voordeel pesticiden: effectieve bestrijdingsmethode.
 - Nadelen pesticiden: veel pesticiden zijn niet soortspecifiek, er ontstaan resistente populaties en sommige pesticiden zijn persistent.
- Biologische bestrijding.
 - Door gebruik van natuurlijke vijanden (zie afb. 1).
 - Door lokken met geuren.
 - Door vruchtwisseling (wisselteelt).
- Door verandering van erfelijke eigenschappen van voedingsgewassen en landbouwhuisdieren.
 - Door veredeling ontstaan voedingsgewassen met een combinatie van gunstige eigenschappen.
 - Door recombinant-DNA-technieken ontstaan voedingsgewassen met gunstige eigenschappen.
 - Door kunstmatige inseminatie (ki): sperma van een stier met gunstige eigenschappen wordt ingebracht in de baarmoeder van koeien.

▼ Afb. 1 Biologische bestrijding van de witte vlieg met sluipwespen.



- Door in-vitrofertilisatie (ivf) worden bevruchte eicellen verkregen afkomstig van ouderdieren met gunstige eigenschappen. De klompjes cellen die zich uit de bevruchte eicellen ontwikkelen, worden ingebracht in de baarmoeder van draagkoeien.
- Door klonen van organismen.

DOELSTELLING 3

Je moet in een context verschillen kunnen noemen in de wijze van voedselproductie in de gangbare landbouw en de biologische landbouw en kunnen uitleggen dat er bij de voedselproductie veel biomassa verloren gaat.

- Gangbare landbouw.
 - Monocultures: op grote landbouwarealen wordt één soort gewas verbouwd.
 - Een belangrijk deel van de veeteelt vindt plaats in intensieve veehouderijen (bio-industrie).
- Nadelen van monoculturen:
 - Er worden veel pesticiden gebruikt, doordat bij monoculturen de kans op (insecten)plagen en ziekten groot is.
 - Er wordt veel kunstmest gebruikt.

- Biologische landbouw.
 - Kleine arealen grond met verschillende soorten voedingsgewassen wisselen elkaar af (er zijn geen monoculturen).
 - Ziekten en plagen worden bestreden met natuurlijke vijanden (er worden geen pesticiden gebruikt).
 - Dieren krijgen voldoende ruimte (scharrelkippen en scharrelvarkens).
 - Producten van de biologische landbouw heten ecologische voedingsmiddelen.
- Biomassaverlies:
 - Bij omzetting van planten naar dieren en verder treedt verlies van biomassa op. Dat effect is sterker bij zoogdieren dan bij insecten.

DOELSTELLING 4

Je moet in een context de kringloop van koolstof in hoofdlijnen kunnen beschrijven, je moet uitgebreide schema's hiervan kunnen interpreteren en je moet in staat zijn de relatie te leggen tussen deze kringloop en het begrip duurzame ontwikkeling.

- Producenten nemen koolstofdioxide uit de lucht op en produceren hiermee organische stoffen.
 - Planten en cyanobacteriën zijn producenten.
- Consumenten nemen de organische stoffen van andere organismen als voedsel op.
 - Dieren zijn consumenten.
- Reducenten breken organische resten af tot anorganische stoffen.
 - Schimmels en heterotrofe bacteriën zijn reducenten.
- Door verbranding van fossiele brandstoffen komt extra koolstof (CO_2) in de koolstofkringloop.

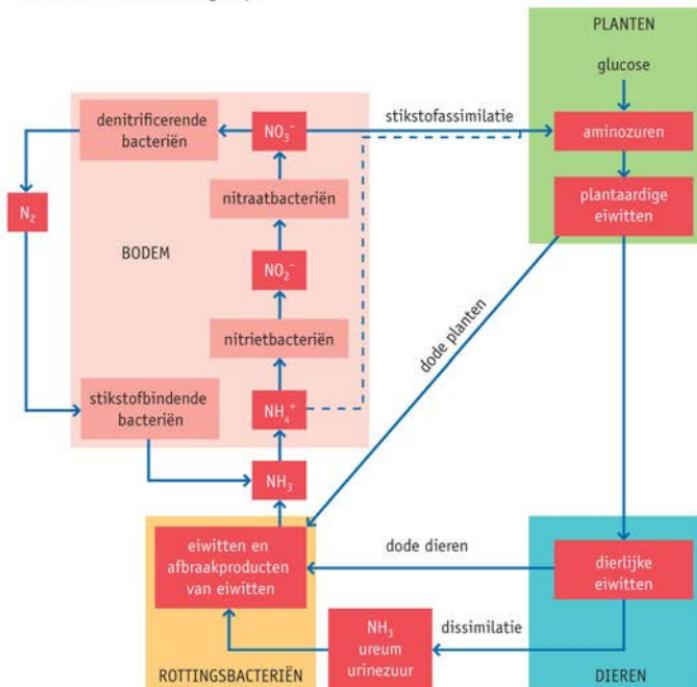
DOELSTELLING 5

Je moet in een context de kringloop van stikstof in hoofdlijnen kunnen beschrijven (zie afb. 2), je moet uitgebreide schema's hiervan kunnen interpreteren en je moet in staat zijn de relatie te leggen tussen deze kringloop en het begrip duurzame ontwikkeling.

- Producenten nemen stikstof vooral op in nitraationen.
 - Stikstofassimilatie: uit nitraationen en glucose worden stikstofhoudende organische verbindingen (bijv. eiwitten) opgebouwd.
- Consumenten scheiden stikstof uit met hun urine (als ammoniak, ureum of urinezuur).
- Reducenten breken organische stikstofhoudende verbindingen af tot o.a. ammoniak.
- Nitrificerende bacteriën zijn actief in een zuurstofrijke bodem.
- Nitrietbacteriën zetten ammoniak en ammoniumionen om in nitrietionen.
- Nitraatbacteriën zetten nitrietionen om in nitraationen.
- Denitrificerende bacteriën zetten nitraationen om in gasvormige stikstof (N_2).
 - Denitrificerende bacteriën zijn actief in een zuurstofarme bodem.

- Stikstofbindende bacteriën zetten gasvormige stikstof om in ammoniak. Met ammoniak kunnen aminozuren worden gesynthetiseerd.
 - Stikstofbinding (stikstoffixatie) kan alleen plaatsvinden onder anaerobe omstandigheden.
 - Stikstofbindende bacteriën komen vrij levend in de bodem voor en in de wortelknotjes van vlinderbloemige planten.
- Groenbemesting: het verbouwen van vlinderbloemige planten op grond die arm is aan nitraatnitraten.

▼ Afb. 2 Stikstofkringloop.



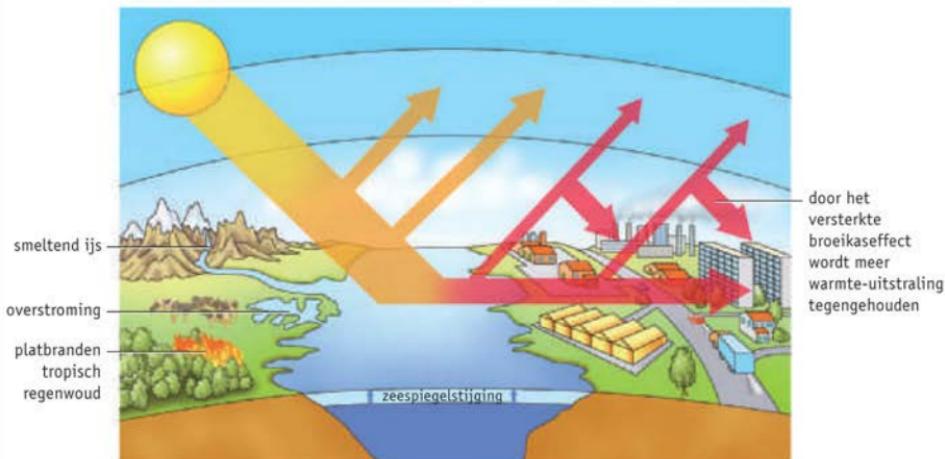
DOELSTELLING 6

Je moet in een context de belangrijkste oorzaak en de gevolgen van de versterking van het broeikaseffect en een mogelijke oplossing daarvan kunnen noemen.

- Belangrijkste oorzaak van de versterking van het broeikaseffect is de toename van de verbranding van fossiele brandstoffen waardoor de CO_2 -concentratie stijgt (zie afb. 3).
- Gevolgen van versterking van het broeikaseffect.
 - Klimaatverandering: stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde.
 - Stijging van de zeespiegel, door dat zeewater zal uitzetten en een deel van het poolijs en het ijs op gletsjers zal smelten.

- Droogte in bepaalde gebieden (woestijnvorming) en grote kans op hittegolven, orkanen en overstromingen.
- Stijging van de waterdampconcentratie in de atmosfeer door toename van de verdamping uit oceanen versterkt het broeikaseffect.
- Mogelijke oplossing:
 - Het duurzaam opwekken van energie (alternatieve energie) zoals zonne-energie, windkracht, waterkracht, geothermische energie en getijdenenergie.

▼ Afb. 3 Het versterkte broeikaseffect.

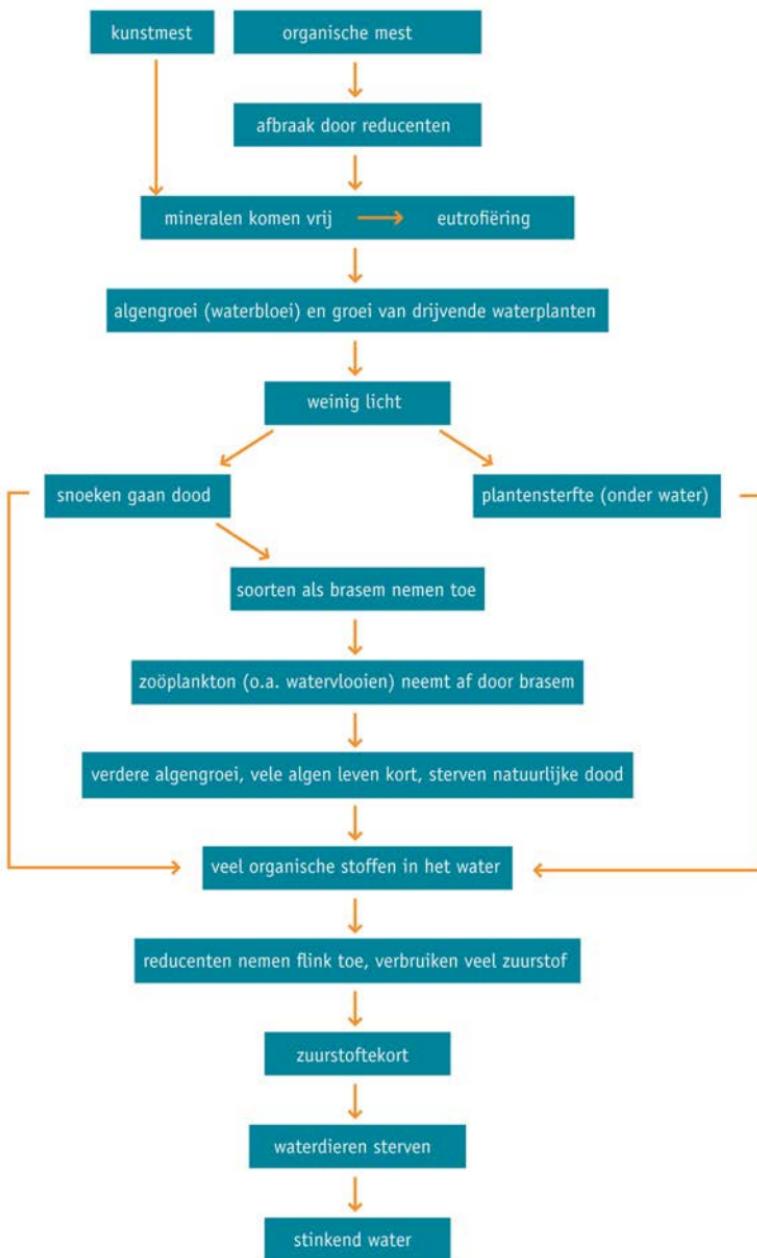


DOELSTELLING 7

Je moet in een context oorzaken en gevolgen van eutrofiëring van water en een mogelijke oplossing daarvoor kunnen noemen (zie afb. 4).

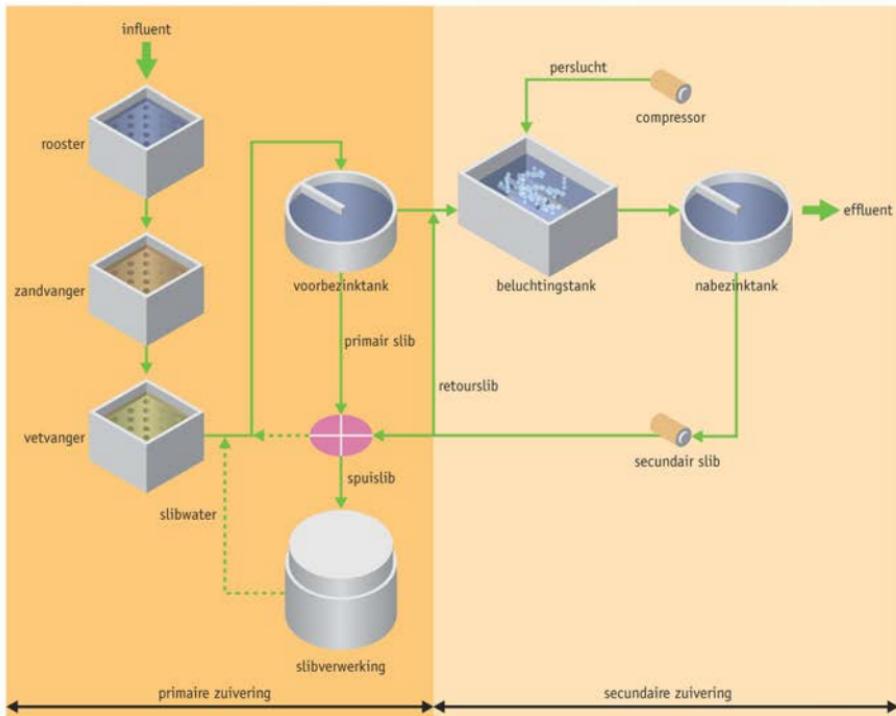
- Zelfreinigend vermogen van water: afbraak van organische afvalstoffen door reduceren.
- Eutrofiëring: sterke toename van de hoeveelheid mineralen (vooral fosfaat en nitraat) in oppervlaktewater, waardoor voedselrijk water ontstaat.
- Oorzaken van eutrofiëring:
 - Overbemesting met stalmest: een deel van de mest spoelt van het land af en komt terecht in oppervlaktewater waardoor de hoeveelheid mineralen toeneemt. Mineralen die in de bodem vrijkomen bij de afbraak van stalmest spoelen uit naar het grondwater en komen vervolgens in oppervlaktewater terecht.
 - Bemesting met kunstmest: een deel van de mineralen komt rechtstreeks door afspoeling of door uitspoeling via het grondwater terecht in oppervlaktewater.
- Gevolgen van eutrofiëring:
 - verandering van de soortensamenstelling in ecosystemen;
 - sterke toename van sommige soorten waterplanten waardoor waterbloei ontstaat.

▼ Afb. 4 Eutrofivering, waterbloei en de gevolgen daarvan.



- **Gevolgen van waterbloei:**
 - Door de algengroei wordt het water troebel waardoor planten minder licht ontvangen.
 - Ondergedoken waterplanten sterven, doordat ze minder licht ontvangen: grote hoeveelheden organische afvalstoffen.
 - De algen sterven na enige tijd. Dit leidt tot grote hoeveelheden organische afvalstoffen in het water, waardoor reducenten zich snel vermeerderen.
 - Doordat de reducenten veel zuurstof gebruiken, ontstaat zuurstofgebrek. Daardoor sterven veel dieren, wat leidt tot nog meer organische afvalstoffen.
 - Uiteindelijk kan stinkend, dood water ontstaan.
- **Rioolwaterzuivering (zie afb. 5):**
 - mechanische zuivering: filtering en voor- en nabezinking;
 - biologische zuivering: afbraak van organisch afval door reducenten;
 - chemische zuivering: o.a. fosfaat verwijderen.
- **Uitgangspunt van oplossingen: duurzame ontwikkeling van de relatie tussen mens en milieu.**

▼ Afb. 5 Zuivering van afvalwater (schematisch).



DOELSTELLING 8

Je moet in een context maatregelen voor natuurbehoud, natuurbeheer en natuurontwikkeling kunnen noemen.

- Je kunt de verschillen tussen behoud, beheer en ontwikkeling aangeven:
 - Natuurbehoud is het handhaven van een door veel mensen gewenste situatie in een gebied.
 - Natuurbeheer is het door ingrijpen handhaven of creëren van een gewenste situatie in een gebied.
 - Natuurontwikkeling is de natuur, na een aanvankelijke ingreep, haar gang laten gaan.
- Maatregelen ter bescherming van natuur en landschap:
 - areaalvergroting van natuurgebied door de ecologische hoofdstructuur;
 - beheer van natuurgebieden door de overheid en organisaties (o.a. Vereniging Natuurmonumenten).
 - introductie van nieuwe soorten in een natuurgebied.

DOELSTELLING 9

Je kunt beschrijven of je maatregelen die een duurzame relatie tussen mens en milieu bevorderen aanvaardbaar vindt.

- Je kunt van elke maatregel de belangrijkste voor- en nadelen beschrijven.
- Je kunt beschrijven waarom je de voor- of de nadelen het zwaarst vindt wegen.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt in een of meer contexten:

- geleerd om informatie te selecteren en te interpreteren;
- geoefend om een beargumenteerd oordeel te geven over een situatie in de natuur;
- geoefend om een eigen mening te ontwikkelen over het begrip duurzaamheid en het belang hiervan voor de toekomst;
- geoefend in het opzoeken van gegevens op internet.

Examentrainer

Vragen

Een zee van stikstof

Rond 1900 ontdekte de microbioloog Beijerinck dat allerlei vrij levende bacteriën stikstofgas kunnen binden. Tot dan was de stikstoffixatie alleen bekend van bacteriën die dat in symbiose doen met wortels van vlinderbloemige planten. De hoofdlijnen van de stikstofkringloop waren toen in kaart gebracht: er is stikstoffixatie, er is omzetting van stikstofverbindingen uit planten- en dierenresten tot ammonium (ammonificatie), er is de vorming van nitriet en nitraat uit dat ammonium (nitrificatie) en een soort omgekeerd proces: vorming van vrije stikstof (N_2) uit nitraat en nitriet: denitrificatie.

De hierboven genoemde stikstoffixatie wordt in de landbouw toegepast. Als proef zaait men de ene helft van een akker in met vlinderbloemige planten zoals klaver (veld P) en de andere helft van de akker met lipbloemige planten zoals witte dovenetel (veld Q). Na het groeiseizoen worden alle planten ondergeploegd. Hierna wordt de samenstelling van het bodemmateriaal geanalyseerd.

- 1p 1 Noem een verschil in de N (stikstof)-samenstelling tussen de bodem van veld P en de bodem van veld Q.

In de Zwarte Zee verloopt de bacteriële stikstofkringloop anders dan altijd was aangenomen. Onderzoekers ontdekten dat ammonium met nitriet kan reageren tot vrije stikstof, de anammox-reactie. De bacterie die hiervoor verantwoordelijk bleek en die op negentig meter diepte leeft, noemde men *Brocadia anammoxidans*. Volgens de onderzoekers speelt deze vorm van denitrificatie een belangrijke rol in de stikstofbalans van de oceanen. De bacteriën zetten ammonium (NH_4^+) samen met nitriet (NO_2^-) om. Hierbij komt stikstofgas (N_2) vrij.

We spreken van 'anammox', omdat twee verschillende stikstofverbindingen onder zuurstofloze omstandigheden met elkaar reageren, waarbij vrije stikstof (N_2) en water (H_2O) ontstaan: een **anaerobe ammonium oxidatie**.

Normaal gesproken wordt in de stikstofkringloop nitriet (NO_2^-) omgezet in nitraat (NO_3^-).

- 2p 2 Welke factor bepaalt dat de omzetting van nitriet in nitraat in de Zwarte Zee op negentig meter diepte (vrijwel) niet zal voorkomen?
- lichthoeveelheid
 - stikstofgehalte
 - temperatuur
 - zuurstofgehalte

De omzetting tot stikstofgas vindt in de bacterie *Brocadia anammoxidans* via een aantal tussenstappen plaats in een organel dat anammoxosoom wordt genoemd. Een van de tussenproducten die hierbij ontstaat, is het ook voor *Brocadia* giftige hydrazine (N_2H_4). Anammoxosomen zijn bijzondere organellen. Het membraan van deze anammoxosomen bevat vettmoleculen die nooit eerder bij bacteriën of andere levende organismen zijn gevonden. Membranen waar deze vetachtige stoffen in voorkomen zijn bijzonder slecht doorlaatbaar. Diffusie via deze membranen is vrijwel onmogelijk.

- 1p 3 Geef aan waarom het voor de bacterie zo belangrijk is dat de membraan vrijwel ondoorlaatbaar is.

Bacteriën gebruiken stikstof voor de opbouw van organische stoffen. Hieronder staan verschillende organische stoffen die in bacteriën voor kunnen komen.

- aminozuren;
- DNA;
- eiwitten;
- koolhydraten;
- vetzuren.

- 2p 4 In welke van de boven genoemde organische stoffen is altijd stikstof aanwezig?
- alleen in 3
 - alleen in 1 en 3
 - alleen in 1 en 5
 - alleen in 4 en 5
 - alleen in 1, 2 en 3
 - in 1, 2, 3, 4 en 5

De bacteriën die de annamox-reactie uitvoeren, zijn interessant voor de afvalwaterzuivering. In Rotterdam draait de eerste installatie die van deze bacteriën gebruikmaakt. Hierdoor komen door het lozen van het gezuiverde afvalwater minder mineralen in het oppervlakewater dan zonder het gebruik van deze bacteriën.

- 1p 5 Welk milieuprobleem wordt hierdoor verminderd?

Naar: examen havo 2010-2 / 2010-2 (pilot).

Bestrijding van plagen

Dichte matten van een drijvend wateronkruid, *Salvinia molesta*, dreigen de Senegalrivier in Afrika te overwoekeren. Volgens onderzoekers komt deze reuze-*Salvinia* oorspronkelijk uit Zuid-Amerika. Boeren in Afrika werden aangemoedigd om deze plant als kippenvoer te kweken. De plant verspreidt zich razendsnel door waterlopen en irrigatiekanalen.

In de dichtgroeende rivieren, waterlopen en irrigatiekanalen dringt minder licht door in het water. Dit leidt weer tot een afname van de visstand in het water en de diversiteit aan vogels bij het water.

- 3p 6 Leg stapsgewijs uit dat door de veranderde fotosynthese-activiteit in het water zowel de visstand als de diversiteit aan vogels terugloopt.

Omdat mechanische onkruidbestrijding onbegonnen werk bleek, wil men de snuitkever, *Cyrthobagous salviniae*, van elders invoeren. Volwassen kevers eten de bladeren van de waterplant, de opgroeiende larven eten de plant van binnenuit leeg.

- 1p 7 Aan welke voorwaarde moet voldaan zijn wil deze snuitkever in dit gebied niet zelf tot een plaag uitgroeien?

Dichter bij huis wil men de bestrijding van tuinslakken op een heel andere wijze aanpakken.

Slakken vreten zich organs aan de planten in de tuin, in een etmaal soms de helft van hun lichaamsgewicht. Sommige plantenbeschermers nemen hun toevlucht tot chemische bestrijdingsmiddelen. Het betreft hier giftige korrels die als nadeel hebben dat zij ook vogels en egels om zeep helpen. Anderen lopen elke avond een uurtje door de tuin en vangen zo een paar honderd slakken. Dan hup, over de schutting ermee, of in een radeloze bui: zout erover.

Een nieuw wondermiddel moet de strijd met de slakken aanbinden: Nemaslug. Dit is een pakketje klei met daarin nematoden, parasitaire wormmpjes van een halve millimeter lang. Dit pakketje wordt in water gelegd en vervolgens over de tuin verspreid. De nematoden dringen de slakken binnen, vermenigvuldigen zich daar en besmetten de slakken met bacteriën die ze bij zich dragen. De slakken krijgen zwellingen, stoppen met eten en sterven na een week of twee.

- 2p 8 – Leg uit waardoor slakken doodgaan als er zout overheen wordt gestrooid.
 – Geef de naam van het proces dat hierdoor vanuit slakkencellen optreedt.

In een aantal Nederlandse gemeenten worden sinds 1993 bladluizen bestreden door het inzetten van het Amerikaanse lieveheersbeestje (*Hippodamia convergens*) dat evenals het Europese lieveheersbeestje (*Coccinella septempunctata*) bladluizen eet.

Een lokale milieuvereniging is tegen deze manier van bladluisbestrijding en formuleert de volgende argumenten:

- 1 Het Amerikaanse lieveheersbeestje is zo nauw verwant aan het Europese lieveheersbeestje dat makkelijk een mengsoort ontstaat.
- 2 Het Amerikaanse lieveheersbeestje zou het Europese lieveheersbeestje kunnen wegconcurreren.
- 3 Het Amerikaanse lieveheersbeestje zou ziekteverwekkers en parasieten in Nederland kunnen introduceren.

- 2p 9 Welk argument is of welke argumenten zijn juist?

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

Vrouwelijke bladluizen zijn in staat om langs parthenogenetische weg (een vorm van ongeslachtelijke voortplanting) 25 dochters per dag voort te brengen, die op hun beurt weer na ongeveer 10 dagen in staat zijn zich voort te planten.

Vergelijk ongeslachtelijke voortplanting en geslachtelijke voortplanting bij gelijkblijvende milieuomstandigheden.

- 1p 10 Leg uit dat bij gelijkblijvende milieuomstandigheden ongeslachtelijke voortplanting voordeeliger is dan geslachtelijke voortplanting.

Bron: examen havo 2007-1.

Onkruidbestrijding in de landbouw

In de onkruidbestrijding bestaat een nieuwe techniek. Men heeft transgene planten ontwikkeld van bijvoorbeeld maïs en suikerbiet, waarin een speciaal gen is ingebouwd. Door dit gen zijn deze planten resistent tegen een bepaald bestrijdingsmiddel. Dit bestrijdingsmiddel doodt het onkruid dat op de akker groeit, maar doodt de transgene planten niet.

1p 11 Hoe worden transgene planten ook genoemd?

Er worden nogal eens vraagtekens geplaatst bij de teelt van transgene planten. Zo zou er door kruising uitwisseling van genen kunnen plaatsvinden met wilde maïsplanten en zouden deze maïsplanten resistent kunnen worden tegen de te gebruiken bestrijdingsmiddelen.

Op maïsakkers komen akkeronkruiden voor, zoals akkerdistel.

2p 12 Kan er op deze wijze ook uitwisseling van genen optreden tussen de transgene maïsplanten en akkeronkruiden, zoals akkerdistel?

Leg je antwoord uit.

Bij de teelt van transgene planten wordt het onkruid pas bestreden als het flink is uitgegroeid. Het bespoten onkruid verzwakt en sterft langzaam af. Het is dan een prooi voor schimmels die zich in de afgestorven onkruidresten ook vlak bij de wortels van het landbouwgewas bevinden. Als deze schimmels de wortels van het landbouwgewas infecteren, ontstaat wortelrot. Wetenschappers denken dat door het gebruik van transgene planten het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen niet zal afnemen. Volgens hen zal dit gebruik eerder toenemen.

1p 13 Geef een argument dat het idee van deze wetenschappers ondersteunt.

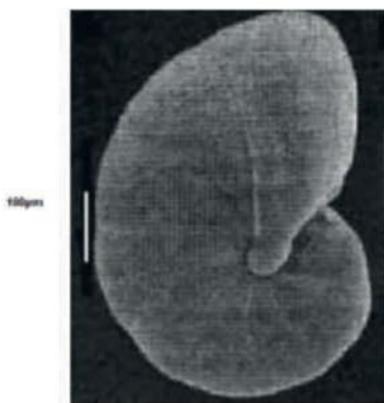
Ademloos leven in de modder

Foraminiferen zijn eencelligen met een kern en een uitwendig skeletje en worden ook wel aangeduid als schelpdiertjes. Zij vormen een schakel tussen bacteriën en meercellige primitieve dieren. Schelpdiertjes leven in de zuurstofarme delen van de modder op de Noordzeebodem.

'Als je goed kijkt, kun je ze met het blote oog zien. De grootste exemplaren hebben de omvang van een zandkorrel,' zegt Sandra Langezaal, die onderzoek doet naar deze schelpdiertjes.

Zij heeft de stofwisseling van dit dier onderzocht. Het blijkt dat het zuurstof kan halen uit de omzetting van nitraat. Tijdens het onderzoek werden de dierjes met 'zwaar' nitraat gevoed. Zwaar nitraat bevat

▼ Afb. 1



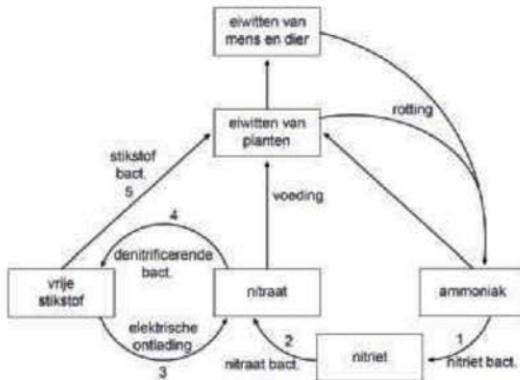
stikstof met de herkenbare isotoop ^{15}N . De diertjes ademden stikstofgas met zwaar stikstof uit. Hierop baseerde het onderzoeksteam het idee dat de foraminiferen nitraat (NO_3^-) via enkele tussenstappen omzetten in stikstofgas (N_2). Dit werpt een ander licht op de stikstofkringloop.

De witte maatstreep, aan de linkerkant van afbeelding 1, komt overeen met 100 µm.

- 2p 14 Bereken de werkelijke lengte van het schelpdier in mm.
Geef je antwoord in twee decimalen nauwkeurig.

Afbeelding 2 is een vereenvoudigde weergave van de stikstofkringloop.

► Afb. 2



Door het werk van Sandra Langezaal zal de stikstofkringloop zoals die in afbeelding 2 wordt weergegeven, aangevuld moeten worden.

Op vijf plaatsen zijn de pijlen in deze kringloop genummerd.

- 2p 15 Op welk van de genummerde plaatsen moeten de foraminiferen aan het schema worden toegevoegd?
- op plaats 1
 - op plaats 2
 - op plaats 3
 - op plaats 4
 - op plaats 5

Om aan het noodzakelijke nitraat te komen, bewegen de schelpdierjes een centimeter of drie omhoog in de modder en nemen daar nitraat op uit het zeewater. Vervolgens verplaatsen ze zich weer naar diepere, zuurstofloze lagen van de modder.

- 1p 16 Leg uit waardoor de overlevingskans voor de schelpdierjes in het zuurstofloze deel van de modder groter is dan in de bovenlaag van de modder.

Naar: examen havo 2011-1 / 2011-1 (pilot).

Antwoorden en uitleg

Een zee van stikstof

- 1 In de bodem van veld P is de concentratie stikstofverbindingen **hoger** dan in de bodem van veld Q (1 punt).

THEMA 3 BASISSTOF 3

- 2 Omdat het zuurstofgehalte op negentig meter diepte erg laag is, kan de omzetting van nitriet naar nitraat niet plaatsvinden.

Het juiste antwoord is dus: **D** (2 punten).

THEMA 3 BASISSTOF 3

- 3 **De giftige hydrazine blijft in het anammoxosoom en komt niet buiten het organel** (1 punt).

DEEL 4A THEMA 2 BASISSTOF 5

- 4 Koolhydraten en vetten bevatten geen stikstof, de andere drie stoffen wel. DNA bevat basen met stikstof, in aminozuren zit een aminogroep met stikstof en in eiwitten zitten aminozuren.

Het juiste antwoord is dus: **E** (2 punten).

THEMA 1 BASISSTOF 2

- 5 Er treedt nu **minder eutrofiëring** op van het water met als gevolg **minder algenbloei**. Het nitraatgehalte van het water is lager (1 punt).

THEMA 3 BASISSTOF 4

Bestrijding van plagen

- 6 De volgende punten zijn in het antwoord van belang:
- Door de geringe hoeveelheid licht neemt de fotosynthese-activiteit (onder het wateroppervlak) af of neemt de hoeveelheid algen af (1 punt).**
 - Het aantal vissen zal door zuurstofgebrek afnemen / Het aantal vissen zal door verstoring van de voedselketen afnemen (1 punt).**
 - Door afname van het aantal vissen zal de diversiteit aan vogels (en dus de vogelstand) afnemen (1 punt).**

THEMA 3 BASISSTOF 5

- 7 De snuitkever mag **geen andere gewassen eten dan *Salvinia molesta***. Tevens moet de snuitkever ter plekke **natuurlijke vijanden** hebben (1 punt).

THEMA 3 BASISSTOF 2

- 8 – De slak **verliest water** onder invloed van het zout en gaat **dood door uitdroging** (1 punt).
– Het proces is **osmose of diffusie van water** (1 punt).

DEEL 4A THEMA 2 BASISSTOF 6

- 9 Het eerste argument is niet juist, want gezien de eerste naam behoren ze tot verschillende geslachten. De andere twee zijn wel juist.
Het juiste antwoord is dus: F (2 punten).

DEEL 4B THEMA 5 BASISSTOF 1

- 10 Bij gelijkblijvende omstandigheden kost ongeslachtelijke voortplanting **minder energie / zijn geen mannetjes nodig** (1 punt).

DEEL 4A THEMA 3 BASISSTOF 2

Onkruidbestrijding in de landbouw

- 11 Transgene planten heten ook wel **(genetisch) gemodificeerde of gemanipuleerde planten.** (1 punt).

THEMA 2 BASISSTOF 6

- 12 **Nee**, want transgene maïs en akkeronkruiden behoren **niet tot dezelfde soort** en kunnen dus **niet kruisen** (1 punt).

DEEL 4B THEMA 5 BASISSTOF 1

13 Voorbeelden van juiste argumenten zijn (1 punt):

- Het gebruik van onkruidbestrijdingsmiddelen (herbiciden) neemt door de teelt van deze gewassen mogelijk af, maar dit zal leiden tot een toenemend gebruik van schimmelbestrijdingsmiddelen.
- Ook de onkruiden kunnen resistentie opbouwen, waardoor men meer bestrijdingsmiddelen moet gaan gebruiken.
- Men gaat eerder onkruidbestrijdingsmiddelen gebruiken om het onkruid in een vroeg stadium te bestrijden.

THEMA 3 BASISSTOF 2

Ademloos leven in de modder

14 Een juiste berekening is:

Het streepeje is $10,0 \text{ mm} / 10.000 \mu\text{m}$ lang en stelt $100 \mu\text{m}$ voor. De **vergroting is dus 100x** (1 punt).

Het schelpdiertje is **op de foto 55 mm** lang.

De werkelijke lengte is dus $55 \text{ }000 / 100 = 550 \mu\text{m}$ (1 punt).

DEEL 4B THEMA 5 BASISSTOF 3

15 Foraminiferen zetten nitraat om in stikstofgas. Deze organismen worden dus voorgesteld door pijl nummer 4.

Het juiste antwoord is dus: **D** (2 punten).

THEMA 3 BASISSTOF 3

16 **In de zuurstofloze omgeving is er minder kans om door andere dieren (die zelf wel zuurstof nodig hebben) te worden gegeten** (1 punt).

DEEL 4B THEMA 5 BASISSTOF 4

4

Voeding



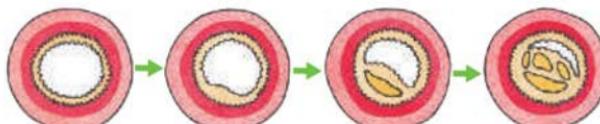
Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet in een context de functies en kenmerken van zes groepen voedingsstoffen en van voedingsvezel kunnen noemen.

- Voedingsmiddelen: alles wat je eet of drinkt.
- Voedingsstoffen: de bruikbare bestanddelen van voedingsmiddelen.
 - Voedingsstoffen kunnen dienen als bouwstoffen voor groei en ontwikkeling, voor vervanging van cellen en voor herstel van verwondingen.
 - Voedingsstoffen kunnen dienen als brandstoffen om energie te leveren voor het verrichten van arbeid, voor het op peil houden van de lichaamstemperatuur en voor groei, ontwikkeling en herstel.
- Eiwitten (proteïnen):
 - Functie: vooral bouwstoffen; zijn nodig bij het transport van stoffen, het overbrengen van signalen van de ene cel naar de andere (celcommunicatie) en bij chemische reacties.
 - Een teveel aan opgenomen eiwitten wordt niet opgeslagen; de aminozuren worden als brandstof verbruikt.
 - Essentiële aminozuren: moeten in het voedsel aanwezig zijn, omdat ze niet of in onvoldoende hoeveelheden in het lichaam van de mens kunnen worden gevormd.
- Koolhydraten:
 - Functie: vooral brandstoffen, ook bouwstoffen (o.a. in DNA en in celmembranen).
 - Een teveel aan opgenomen koolhydraten wordt omgezet in glycogeen of vet en opgeslagen.
- Voedingsvezel: stoffen afkomstig van plantaardige voedingsmiddelen die niet door enzymen van de mens kunnen worden verteerd.
 - Functie: de darmwerking bevorderen.
- Vetten (lipiden):
 - Functie: vooral brandstoffen, ook bouwstoffen (fosfolipiden in membranen).
 - Een teveel aan opgenomen vetten wordt opgeslagen onder de huid en rondom organen.
 - Verzadigde vetzuren (vooral in dierlijke vetten) verhogen het risico op afzetting van cholesterol tegen de binnenwand van de bloedvaten (zie afb. 1).

▼ Afb. 1 Vernauwing van een bloedvat door afzetting van cholesterol (schematisch).



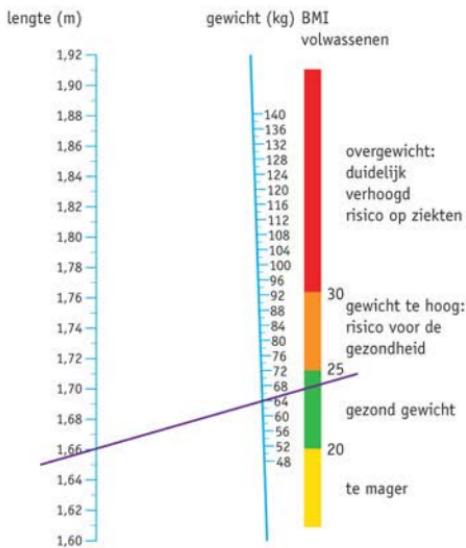
- Onverzadigde vetzuren (vooral in plantaardige vetten) zorgen voor een daling van het cholesterol.
- Essentiële vetzuren: moeten in het voedsel aanwezig zijn.
- Water:
 - Functie: bouwstof (in lichaamscellen).
 - Dient ook als oplosmiddel en transportmiddel en bepaalt samen met de opgeloste stoffen de osmotische waarde van vloeistoffen in het lichaam.
 - Organismen bestaan voor het grootste deel uit water.
- Mineralen (zouten):
 - Functie: bouwstoffen (bijvoorbeeld calcium in de tussencelstof van beenweefsel).
 - Spoorelementen: mineralen die in geringe hoeveelheden in het voedsel aanwezig zijn (spoorelementen zijn vaak bestanddeel van enzymen of hormonen).
- Vitaminen:
 - Functie: bouwstoffen (o.a. als bestanddeel van enzymen).
 - Bij een tekort aan vitamines in het voedsel ontstaan gebreksziekten. Een teveel kan ook schadelijk zijn.
 - Vitamine K kunnen niet in het lichaam worden gevormd en moeten dus in het voedsel aanwezig zijn. Sommige vitamines kunnen in het lichaam worden gevormd uit provitamines (die in het voedsel aanwezig moeten zijn).

DOELSTELLING 2

Je moet met behulp van informatie in een context kunnen bepalen wat gezonde voeding is. Ook moet je in een context kunnen aangeven wat de gezondheidsrisico's zijn van verkeerde voeding.

- Voor adviezen over gezonde voeding kun je bijvoorbeeld de informatie van de Schijf van Vijf gebruiken of een analyse van de samenstelling van voedingsmiddelen.
- Zorg voor voldoende variatie.
- Eet niet meer dan je lichaam nodig heeft.
 - De energiebehoefte van een mens is o.a. afhankelijk van het geslacht, de leeftijd, de milieutemperatuur, het lichaamsgewicht en de lichamelijke inspanning.
 - Als je te veel eet, kun je dikker en zwaarder worden.
 - Mensen met veel buikvet hebben een verhoogde kans op hart- en vaatziekten, diabetes en kanker.
 - Door met je voedsel minder energie binnen te krijgen dan je verbruikt, val je af (bijvoorbeeld door producten te kiezen met een gezondere samenstelling, tussen-doortjes te laten staan en meer te bewegen).
 - Met de Body Mass Index (BMI) of een huidplooimeting kun je bepalen of je een gezond gewicht hebt (zie afb. 2).

▼ Afb. 2 De Body Mass Index (BMI).



DOELSTELLING 3

Je moet in een context factoren kunnen noemen die van invloed zijn op de kwaliteit van het voedsel.

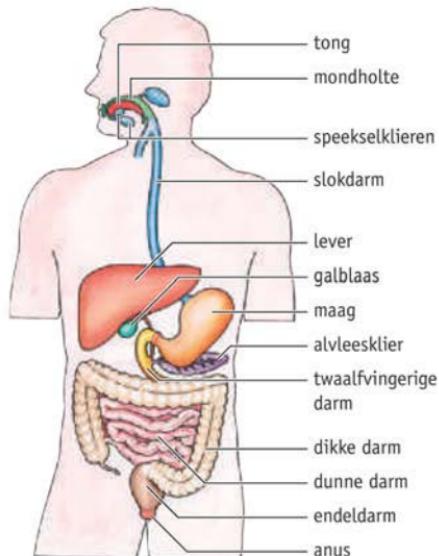
- Conserveringsmethoden en hun werking:
 - Invriezen, koelen: bij lage temperaturen zijn de enzymen van micro-organismen tijdelijk inactief.
 - Pasteuriseren, steriliseren: bij hoge temperaturen zijn de enzymen van micro-organismen definitief onwerkzaam (gedenatureerd).
 - Inblikken, vacuüm verpakken: het voedsel wordt luchtdicht verpakt, zodat er geen micro-organismen op kunnen komen.
 - Gasverpakken: verpakken in een speciale verpakking met één enkel gas of met een combinatie van gassen.
 - Conserveermiddel toevoegen: met bijvoorbeeld suiker, zout of zuur de leefomstandigheden voor micro-organismen ongeschikt maken.
- Additieven worden aan voedingsmiddelen toegevoegd om bepaalde eigenschappen te verbeteren.
 - E-nummer: nummer dat additieven krijgen in de Europese Unie als uit onderzoek is gebleken dat ze geen gezondheidsrisico's opleveren.
 - Aanvaardbare dagelijkse inname (ADI): dagelijkse hoeveelheid die je van additieven binnen mag krijgen zonder dat je gezondheid gevaar loopt.

- Bacteriën en schimmels (micro-organismen) kunnen voedselbederf veroorzaken.
 - Bij een voedselvergiftiging wordt iemand ziek door giftige stoffen die zijn gemaakt door bacteriën en schimmels in het voedsel.
 - Bij een voedselinfectie wordt iemand ziek doordat voedsel met een ziekmakende hoeveelheid micro-organismen in de darm terechtkomt en deze prikkelt of aantast.
 - Een goede hygiëne voorkomt voedselinfectie en voedselvergiftiging.

DOELSTELLING 4

Je moet van de organen van het verteringsstelsel van de mens in een context de functies en kenmerken kunnen noemen (zie afb. 3).

▼ Afb. 3 Het verteringsstelsel van de mens (schematisch).



- Vertering: in het darmkanaal (verteringskanaal).
 - Mechanische vertering : kauwen en kneden.
 - Chemische vertering: enzymen in verteringssappen breken voedingsstoffen af tot moleculen die cellen in de darmwand kunnen opnemen.
- Mondholte:
 - Speekselklieren: produceren speeksel.
 - Gebit: voedsel afbijten en verkleinen.
- Keelholte:
 - Slikreflex: de huig sluit de neusholte af en het strotklepje sluit de luchtpijp af.
- Slokdarm:
 - Verbindt de keelholte met de maag.

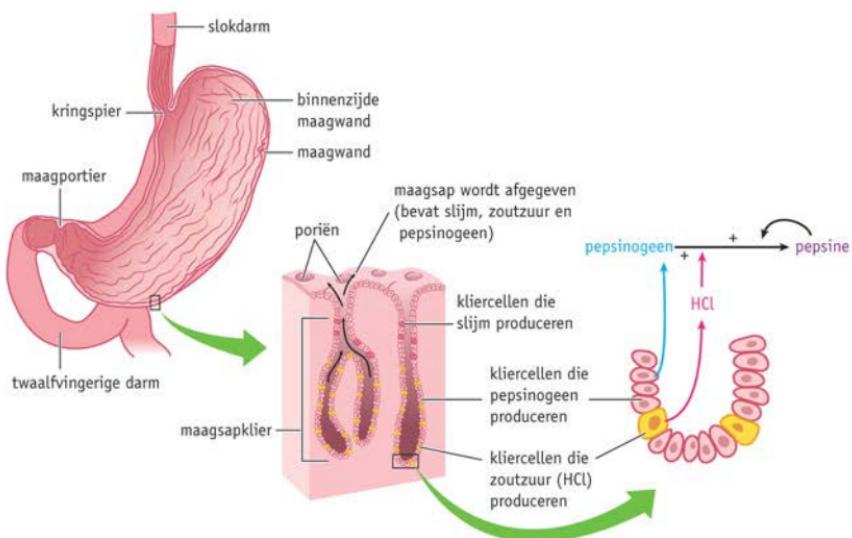
- Maag:
 - Functie: tijdelijke opslagplaats van voedsel.
 - Kringspieren bij de ingang en de uitgang (maagportier) kunnen de maag afsluiten.
 - Maagsapklieren produceren maagsap.
 - Zoutzuur (HCl) in maagsap zorgt voor een sterk zuur milieu waardoor bacteriën in het voedsel worden gedood.
 - Slijm in maagsap beschermt de maagwand tegen het maagsap.
- Lever:
 - Functie voor de spijsvertering: produceert gal.
 - Gal wordt tijdelijk opgeslagen in de galblaas en aangevoerd via de galbuis.
 - Gal: bevat galkleurstoffen en galzouten.
- Alvleesklier (pancreas):
 - Functie: produceert alvleessap.
- Twaalfvingerige darm (eerste deel van de dunne darm):
 - Functie: vermengt gal en alvleessap met de voedselbij.
- Dunne darm:
 - Darmsapklieren produceren darmsap.

DOELSTELLING 5

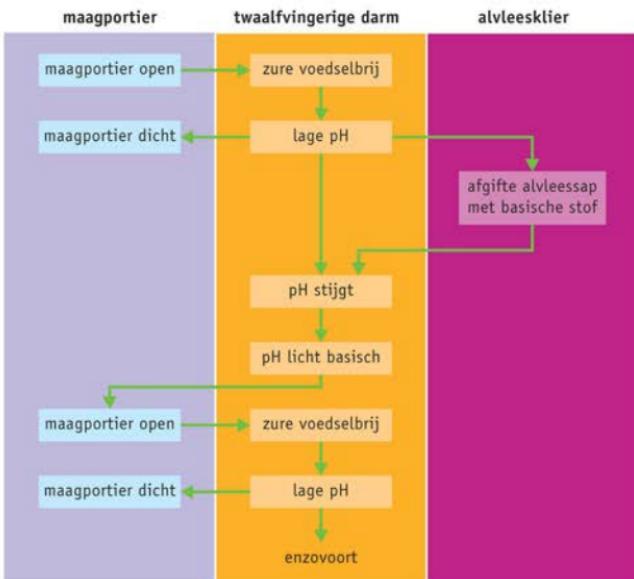
Je moet met behulp van informatie in een context functies en kenmerken van verteringssappen bij de chemische vertering kunnen noemen.

- Speeksel: bevat slijm en amylase.
 - Slijm: maakt het voedsel glad, waardoor het inslikken gemakkelijker gaat.
 - Amylase: verteert zetmeel tot maltose.
 - De speekselproductie wordt geregeld door het autonome zenuwstelsel.
- Maagsap: bevat zoutzuur, slijm en pepsinogeen (een inactief pro-enzym) (zie afb. 4).
 - Zoutzuur (HCl) activeert pepsinogeen in maagsap tot pepsine.
 - Pepsine activeert pepsinogeen tot pepsine (positieve terugkoppeling).
 - Pepsine verteert eiwitten tot lange polypeptiden (vrij lange aminozuurketens).
 - Bij een lage pH in de twaalfvingerige darm is de maagportier samenge trokken (zie afb. 5).
 - Bij een licht basische pH in de twaalfvingerige darm is de maagportier ontspannen.
- Gal: emulgeert vetten, waardoor het oppervlak van de vetdruppels wordt vergroot.
 - De galblaas geeft gal af als de pH in de twaalfvingerige darm laag is.
- Alvleessap: de alvleesklier geeft alvleessap af als de pH in de twaalfvingerige darm laag is.
 - Bevat enzymen en is basisch waardoor de pH in de twaalfvingerige darm stijgt (pH 8 à 9).
- Darmsap: bevat enzymen die de vertering van eiwitten en koolhydraten voltooien.

▼ Afb. 4 De maag en de productie van maagsap (schematisch).



▼ Afb. 5 Regelmechanismen onder invloed van de pH in de twaalfvingerige darm.



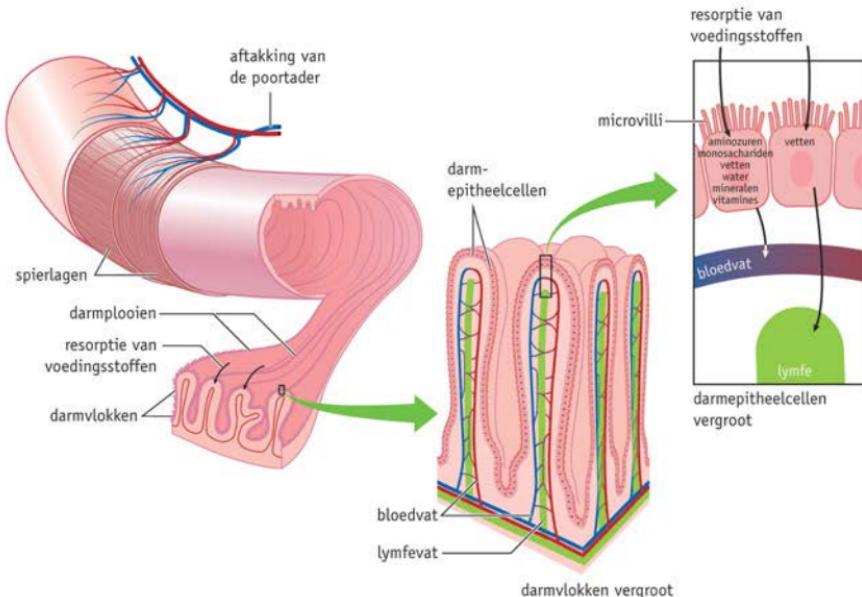
DOELSTELLING 6

Je moet in een context de resorptie van voedingsstoffen in het darmkanaal kunnen beschrijven.

- Dunne darm:
 - Darmwand: groot oppervlak door darmplooien, darmvlokken en microvilli (uitstulpingen van darmepitheelcellen).
 - Darmepitheel: de buitenste laag cellen van de darmvlokken. Functie: resorptie van water, voedingsstoffen en verteringsproducten.
- Blindedarm met appendix (wormvormig aanhangsel): rudimentair orgaan.
 - Bij blindedarmontsteking is de appendix ontstoken.
- Dikke darm:
 - Functie: resorptie van water, mineralen, glucose en vitamine K.
 - Bij diarree wordt niet voldoende water uit de brij van onverteerde voedselresten geresorbeerd.
 - Darmbacteriën (darmflora): sommige soorten darmbacteriën produceren enzymen die cellulose in de celwanden van plantaardige voedselresten verteren. Hierbij ontstaat glucose.

Andere soorten darmbacteriën produceren stoffen die belangrijk zijn voor de mens, zoals vitamine K.
- Endeldarm met anus:
 - Functie: verzamelen en tijdelijk opslaan van onverteerde voedselresten (ontlasting of feces).
 - Anus: kringspier die de endeldarm afsluit.
- Resorptie: het opnemen van stoffen door darmepitheelcellen (zie afb. 6).
 - Resorptie kan plaatsvinden in het hele darmkanaal.
 - In de dunne darm vindt door het grote oppervlak de meeste resorptie plaats.
- Resorptie vindt plaats door actief transport. Dat blijkt o.a. hieruit:
 - Er worden stoffen geresorbeerd tegen het concentratieverval in.
 - Stoffen worden selectief geresorbeerd.
 - Bij resorptie vindt in de darmepitheelcellen een intensieve dissimilatie plaats.
- In de darmepitheelcellen worden vetten gevormd uit glycerol en vetzuren.
- Hierna vindt opname plaats in bloed of lymfe.
 - Aminozuren, monosachariden (o.a. glucose), vetten, mineralen en vitamines worden opgenomen in het bloed.
 - De meeste vetten worden opgenomen in de lymfe.
 - Het bloed uit de haartaten van een groot deel van het darmkanaal (van de maag tot aan de dikke darm) stroomt door de poortader naar de lever.

▼ Afb. 6 De bouw van de dunne darm.



COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt in een of meer contexten:

- geleerd informatie te selecteren, te beoordelen en te interpreteren;
- geleerd instructies voor onderzoek op basis van vraagstellingen uit te voeren en conclusies te trekken uit de onderzoeksresultaten;
- geoefend in het aantonen van voedingsstoffen;
- inzicht gekregen in de adviezen voor goede voeding en onderzocht of je daaraan voldoet;
- inzicht gekregen in de normen voor een gezond gewicht en een methode gebruikt om te onderzoeken of je daaraan voldoet;
- inzicht gekregen in een hygiënische voedselbereiding om voedselvergiftiging en voedselinfectie te voorkomen.

Examentrainer

Vragen

Witlof en winterpeen, populaire wintergroenten

Vroeger was witlof (zie afbeelding 1) een echte wintergroente, die vanaf oktober werd geoogst. Nu is deze, dankzij moderne teelttechnieken, het hele jaar door verkrijgbaar. Witlof is gezond (zie tabel 1).

In de zomer eten we witlof als salade, terwijl in de winter vaak de klassieker op tafel komt: witlof met ham en kaas uit de oven.

▼ Afb. 1



▼ Tabel 1

De voedingswaarde van 100 gram verse witlof is:	
energetische waarde	71 kJ
koolhydraten	3 g
eiwit	1 g
vet	0,1 g
vitamine C	5 mg
vitamine B ₁	0,04 mg
vitamine B ₂	0,03 mg
calcium	20 mg
ijzer	0,5 mg
natrium	5 mg

- 1p 1 Noteer de namen van de voedingsstoffen uit de tabel die niet door de witlofplant zelf zijn geproduceerd, maar door de plant uit de bodem zijn opgenomen.

▼ Afb. 2



Witlof is een tweearige plant. Witlof wordt gezaaid en vormt in het eerste jaar een wortel met reservestoffen, de zogenaamde pen (zie afbeelding 2 links). Na de oogst worden de groene bladeren verwijderd en de pennen vervoerd naar een witlofteler. Hij teelt in een systeem van koelcellen, in het donker, mooie stronken witlof die als groente vrijwel direct na de oogst naar de winkel worden gebracht. De witlofstronk is dan mooi wit en heeft een gesloten top (zie afbeelding 2 rechts). Het bovenste deel van de bladeren kan wat geel zijn. Witlof kan op een koele donkere plaats gemakkelijk een week worden bewaard; op een lichte plaats worden de gele delen snel groen.

- 1p 2 Noteer de abiotische factor die de teler varieert om niet al zijn witlofstronken tegelijkertijd te hoeven oogsten.

In de Nederlandse tuinbouw wordt gezocht naar manieren om het assortiment aan witlofproducten te vergroten. Daarvoor worden twee onderzoeken opgezet:

- 1 In het natuurlijke verspreidingsgebied van de witlofplanten worden zaden van de witlofplanten verzameld en de daaruit opgekweekte planten worden gekruist met exemplaren van de huidige gekweekte witlofrassen.
 - 2 In het laboratorium worden experimenten uitgevoerd om de teelt van de witlofstronken onder verschillende omstandigheden te onderzoeken.
- 2p 3 Welke van de bovengenoemde onderzoeken kan (kunnen) gegevens opleveren voor het realiseren van de variatie in uiterlijk en smaak van de witlofstronken?
- A Geen van beide onderzoeken.
 - B Alleen onderzoek 1.
 - C Alleen onderzoek 2.
 - D Zowel onderzoek 1 als 2.

Een andere traditionele Hollandse wintergroente is de winterpeen (*Daucus carota*). Evenals witlofplanten zijn winterpenen tweejarig. Ze komen het tweede jaar pas in bloei en vormen dan zaden en vruchten. De meeste planten halen het bloeistadium niet: ze worden het eerste jaar al geoogst omdat dan de meeste reservestoffen in de wortel zijn opgeslagen.

Winterpenen herken je aan hun feloranje wortels van stevig formaat. Oranje penen zijn er relatief nog maar kort. Enkele eeuwen geleden telde men geen oranje, maar witte winterpeen. Af en toe vond men een oranje exemplaar tussen de witte penen (zie afbeelding 3), ontstaan door een toevallige verandering in erfelijk materiaal. Ongeveer driehonderd jaar geleden zag een teler zo'n zeldzaam oranje exemplaar en vanuit deze ontstond door selectie het oranje ras.

▼ Afb. 3



- 1p 4 Hoe wordt zo'n toevallige verandering in erfelijk materiaal genoemd?

▼ Tabel 2

De voedingswaarde van 100 gram verse peen is:

energetische waarde	125 kJ
koolhydraten	6 g
eiwit	1 g
vet	0,2 g
vitamine A	6 mg
vitamine B1	0,07 mg
vitamine B2	0,03 mg
calcium	40 mg
ijzer	0,5 mg

- 2p 5 Vergelijk de tabellen 1 en 2 met elkaar. Welke gebrekziekte zal bij een menu met veel winterpeen minder voorkomen in vergelijking met een menu met witlof?
- Beriberi.
 - Engelse ziekte.
 - Nachtblindheid.
 - Scheurbuik.

Winterpenen kun je in een niet te warme voorraadkast of in een kelder wekenlang bewaren. Leg de winterpenen niet bij rijpend fruit dat veel ethyleen produceert, zoals appels en peren. Het gas ethyleen stuurt in de peen allerlei processen aan waardoor deze sneller oud wordt.

- 2p 6 Welk effect van ethyleen op de winterpeen blijkt uit deze waarneming?
- Ethyleen werkt als een antigeen.
 - Ethyleen werkt als een enzym.
 - Ethyleen werkt als een hormoon.
 - Ethyleen werkt als een vitamine.

Naast witlof zijn er verschillende groenten die gekweekt worden in het donker. Het zogenoemd etioleren leidt tot eigenschappen van de groente, die erg gewaardeerd worden door de consument, zoals kleur en een zachte smaak door het ontbreken van steunweefsel. Dit kennen we bij voorbeeld taugé, alfalfa en asperges (zie afbeelding 4). Alfalfa is de Nederlandse naam van de ontkiemde zaden van de luzerne (*Medicago sativa*). Alfalfa kan het hele jaar ontkiemen, en is het hele jaar verkrijgbaar. Alfalfa kan in salades gebruikt worden.

▼ Afb. 4



Alfalfa



Taugé



Asperge

Het effect van licht op de groei en ontwikkeling van taugé en alfalfa kan op school onderzocht worden. De zaden kiemen gemakkelijk op natte watten.

Je beschikt over:

- kweekbakjes
- watten
- water
- luzernezaden
- geodriehoek/meetlatje
- groeilampen
- donkere ruimte/deksels/aluminiumfolie/zilverpapier

- 4p 7 Maak een proefopzet om de volgende hypothese te testen:
Naarmate de lichtintensiteit toeneemt, neemt de lengtegroei van alfalfa af.

Bron: examen havo 2012-1.

Het witte goud

Mei en juni zijn de maanden van de asperge. Vooral op de zandgronden in het noorden van Limburg worden grote hoeveelheden gekweekt. De aspergeplant behoort tot de leliefamilie. Het is een meerjarige plant met een wortelstok waaraan wortels en knoppen zitten. In het voorjaar lopen de knoppen uit om stengels te vormen: asperges. Voordat deze witte stengels boven de grond komen worden ze geoogst. De asperge wordt met de hand uitgegraven en net boven de wortelstok doorgestoken. Er wordt geoogst tot 24 juni (feestdag van Sint Jan). Na deze datum mogen de asperges doorgroeien en worden de tot dan kale bedden snel groen.

▼ Afb. 5



oogsttijd

De reden dat er na 24 juni niet meer wordt geoogst, is dat de oogst anders het volgende jaar veel slechter is.

- 2p 8 Hoe komt het dat in het volgende jaar de oogst dan slechter is?
- De asperges zijn dan niet meer in bloei gekomen.
 - De kans dat planten verdronken is dan groter.
 - De planten hebben dan te weinig reservevoedsel op kunnen bouwen.
 - Er is dan onvoldoende tijd geweest om zaad te vormen.

Na het eten van asperges kan de urine een heel typische geur hebben. Sommige mensen omschrijven de geur als die van rotte kool, anderen als die van zwavelachtige damp of groentesoep.

Aangetoond is dat 'aspergeplas' zijn geur dankt aan een groep van zes zwavelverbindingen. Deze zwavelverbindingen ontstaan uit asparagusiczuur dat in asperges voorkomt en zelf reukloos is. Het is nog niet bekend wanneer deze zwavelverbindingen ontstaan, vóór of na het bereiken van de blaas.

Niet iedereen blijkt 'aspergeplas' te kunnen produceren. Uit onderzoeken is gebleken dat ongeveer 75% van de mensen hiertoe in staat is en 25% niet. Voor dit verschijnsel gelden twee hypotheses:

- 1 Niet-producenten missen de enzymen om asparagusiczuur om te zetten; de geurstoffen worden door hen niet gemaakt.
- 2 Bij niet-producenten wordt het asparagusiczuur niet door de dunne darmwand in het bloed opgenomen.

Bij de tweede hypothese wordt verondersteld dat het asparagusiczuur bij producenten van de aspergeplas op een bepaalde manier vanuit de dunne darm in het bloed wordt opgenomen.

- 2p 9 Via welk transportmechanisme gaat dat?
- A Actief transport.
 - B Diffusie.
 - C Osmose.

Het blijkt dat vrouwen die geen aspergeplas kunnen produceren, dit soms wel doen tijdens een zwangerschap, als hun ongeboren kind de benodigde zwavelverbindingen produceert.

- 1p 10 Leg uit welke van de twee voorgaande hypotheses door dit gegeven afvalt.

Onderzoekers denken dat slechts 25% van de mensen tot het betrouwbaar herkennen van de geur in staat is. Twee leerlingen willen voor hun profielwerkstuk onderzoeken wie in hun klas in staat is om aspergeplas te produceren en wie in staat is om dit te ruiken. Ze beginnen de proef door iedereen een kop aspergesoep en vervolgens 400 gram asperges te laten eten. Na enige tijd produceert iedereen een urinemonster in een afsluitbaar potje. Alle leerlingen moeten vervolgens ieder urinemonster beoordelen op geur: wel of geen aspergeplas. De klas bestaat uit 28 leerlingen. Er wordt dus $28 \times 28 = 784$ keer een test uitgevoerd.

- 3p 11 – Bij hoeveel van deze 784 tests wordt naar verwachting een aspergeplas geconstateerd?
 – Leg je antwoord uit.

Omdat de vraag rees of het produceren van aspergeplas leeftijdsgebonden is, willen de leerlingen het proefje uitvoeren voor de hele school (1700 leerlingen). De proefopzet die ze voor de klas hebben gebruikt, is nogal omslachtig voor de hele school.

- 3p 12 Beschrijf een proef die de leerlingen kunnen uitvoeren om snel een beeld van de leerlingen per leeftijdscategorie te krijgen met betrekking tot het produceren van aspergeplas.

Bron: examen havo 2008-1 / 2008-1 (pilot).

Hormonen in vlees

Het toedienen van hormonen aan dieren om de vleesproductie te bevorderen, is in de Europese Unie verboden. Vrees voor mogelijke gezondheidsrisico's voor de mens ligt ten grondslag aan dit verbod. Van deze gezondheidsrisico's probeert men een inschatting te maken. Hiertoe vergelijkt men de eigen hormoonproductie bij de mens met de extra opname die plaatsvindt door het eten van vlees van slachtdieren die met hormonen zijn behandeld.

Bij een onderzoek van kalfsvlees werd gelet op de concentratie van oestradiol. Oestradiol wordt niet in het verteringskanaal verteerd.

In spierweefsel van niet met hormonen behandelde slachtdieren was 0,11 microgram oestradiol per kilogram weefsel aanwezig. In behandelde dieren bedroeg de concentratie 0,18 microgram per kilogram.

- 2p 13 Bereken hoeveel microgram oestradiol iemand per dag extra binnenkrijgt door het eten van vlees van behandelde kalveren ten opzichte van het eten van onbehandeld kalfsvlees. Ga uit van een dagconsumptie van 200 gram kalfsvlees.

Bron: examen havo 1998-2.

Antwoorden en uitleg

Witlof en winterpeen, populaire wintergroenten

- 1 Calcium, ijzer en natrium (1 punt).**

Opmerking: Wanneer één stof ontbreekt of te veel genoemd wordt, geen scorepunt toekennen.

THEMA 4 BASISSTOF 2

- 2 Temperatuur (1 punt).**

THEMA 1 BASISSTOF 5

- 3 Bij onderzoek 1 kunnen nieuwe genotypen ontstaan en dus ook nieuwe fenotypen.**

Bij onderzoek 2 wordt onderzocht welke milieumondigheden van invloed zijn op het fenotype. Ook hier kunnen gegevens uitkomen die gebruikt kunnen worden om de variatie onder de witlofstronken te vergroten.

Het juiste antwoord is dus: **D** (2 punten).

4H THEMA 4 BASISSTOF 2

- 4 Mutatie (1 punt).**

4H THEMA 4 BASISSTOF 9

- 5 Een menu met veel winterpeen levert voldoende vitamine A op. Bij witlof ontbreekt deze vitamine. Een gebrek aan vitamine A veroorzaakt nachtblindheid.**

Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 4 BASISSTOF 3

- 6 Stoffen die processen aansturen, zijn hormonen. Enzymen versnellen scheikundige processen. Antigenen wekken de vorming van antistoffen op en vitamines zijn nodig voor de stofwisseling, vaak als onderdeel van een enzym.**

Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 4 BASISSTOF 2

- 7 In de proefopzet worden de volgende aspecten genoemd:**

- Alle kweekbakjes worden voorzien van evenveel watten, water en zaden (1 punt).**
- Een bakje wordt (lichtdicht) ingepakt in zilverpapier / Een bakje krijgt een deksel / Een bakje wordt in het donker geplaatst (1 punt).**
- De bakjes worden afzonderlijk geplaatst onder een verschillend aantal (1, 2, 3 en 4) groeilampen / lampen die op verschillende hoogte worden gehangen (1 punt).**
- Na enige tijd wordt de gemiddelde lengte van de kiemplanten per lichtintensiteit gemeten en vergeleken (1 punt).**

4H THEMA 1 BASISSTOF 7

Het witte goud

- 8** De aspergeplanten kunnen nu via de fotosynthese in de bovengrondse delen voldoende voedingsstoffen maken voor het volgende jaar.

Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 1 BASISSTOF 5

- 9** De opname van een organisch molecuul door de darmwand gaat via actief transport.
Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 4 BASISSTOF 7

- 10** Hypothese 2 valt af met als uitleg dat om in het ongeboren kind te komen, het asparaginezuur in het bloed opgenomen moet worden vanuit de dunne darm van de vrouw (1 punt).

THEMA 4 BASISSTOF 7

- 11** Het antwoord bevat de volgende elementen:

- Alleen de **combinatie ruiker en producent** levert de waarneming aspergeplas op (1 punt).
- Er zijn in de klas naar verwachting **7 ruikers** (25% van 28) en **21 producenten** (75% van 28) (1 punt).
- Dus bij **7 × 21 = 147 tests** wordt een aspergeplas geconstateerd (1 punt).

4H THEMA 1 BASISSTOF 7

- 12** Het antwoord bevat de volgende elementen:

- **Er worden urinemonsters verzameld van een aantal leerlingen die allen asperges te eten kregen, per leeftijdscategorie** (van elke jaargang een aantal leerlingen) (1 punt).
- Er moet een **geurpanel** worden gemaakt om de urinemonsters te beoordelen op het vermogen tot produceren (1 punt).
- Het geurpanel moet geheel bestaan uit **ruikers** (1 punt).

4H THEMA 1 BASISSTOF 7

Hormonen in vlees

- 13**
- Het extra aantal milligram oestradiol in behandeld kalfsvlees per kilogram is **0,18 – 0,11 = 0,07** (1 punt).
 - Omrekening van kilogram naar 200 g: delen door 5 met als uitkomst **0,01 mg** (1 punt).

4H THEMA 3 BASISSTOF 4

5

Transport



Samenvatting

DOELSTELLING 1

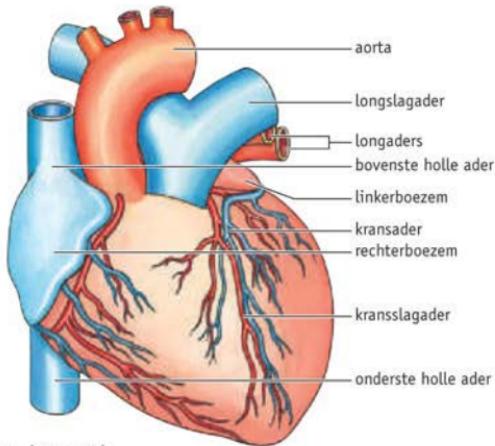
Je moet in een context de functies van een bloedsomloop kunnen benoemen en verschillende circulatiesystemen kunnen herkennen.

- Circulatiesystemen zorgen voor een homogeen intern milieu door:
 - het transport van stoffen tussen intern en extern milieo, waaronder bouwstoffen, brandstoffen en afvalstoffen;
 - het transport van signaalstoffen (hormonen) tussen delen van het organisme;
 - het transport van bestanddelen van het afweersysteem;
 - een optimale verdeling van vocht en warmte over verschillende delen van het organisme.
- Bouw van transportsystemen:
 - Eencelligen en dieren die uit enkele cellagen bestaan, kennen alleen transport door diffusie.
 - Circulatiesystemen bij grotere dieren kunnen open of gesloten zijn.
 - Bij gesloten systemen (bloedvatenstelsels) worden lichaamsvloeistof en bloedplasma onderscheiden.
 - Een bloedsomloop kan enkel of dubbel zijn en met een of meerdere harten zijn uitgerust.

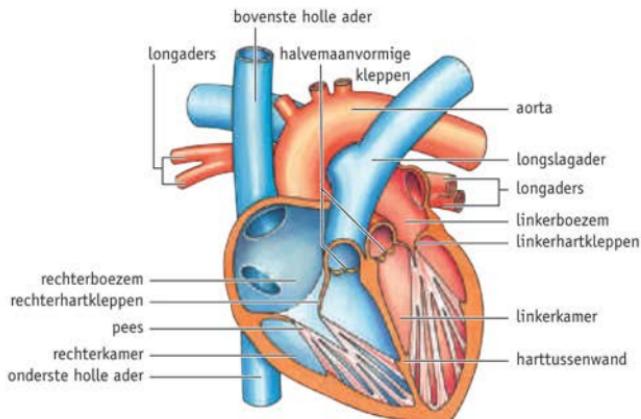
DOELSTELLING 2

Je moet in een context de delen van een hart kunnen noemen met hun functies en kenmerken (zie afb. 1).

▼ Afb. 1 Het hart (schematisch).



1 buitenzijde



2 lengtedoorsnede

Delen	Kenmerken en functies
Rechterboezem	<ul style="list-style-type: none"> ontvangt zuurstofarm bloed uit de onderste en bovenste holleader en voert dit door naar de rechterkamer weinig gespierde wand
Rechterkamer	<ul style="list-style-type: none"> pompt zuurstofarm bloed in de longslagader(s) gespierde wand
Linkerboezem	<ul style="list-style-type: none"> ontvangt zuurstofrijk bloed uit de longaders en voert dit door naar de linkerhartsystole weinig gespierde wand
Linkerkamer	<ul style="list-style-type: none"> pompt zuurstofrijk bloed in de aorta zeer gespierde wand
Harttussenwand	<ul style="list-style-type: none"> scheidt de linker- en rechterhartsystole
Hartkleppen	<ul style="list-style-type: none"> verhinderen het terugstromen van bloed van kamers naar boezems
Halvemaanvormige kleppen	<ul style="list-style-type: none"> verhinderen het terugstromen van bloed van longslagader(s) en aorta naar de kamers
Krantslagaders	<ul style="list-style-type: none"> hierdoor stroomt zuurstofrijk bloed naar de hartspier
Krandsaders	<ul style="list-style-type: none"> hierdoor stroomt zuurstofarm bloed weg uit de hartspier

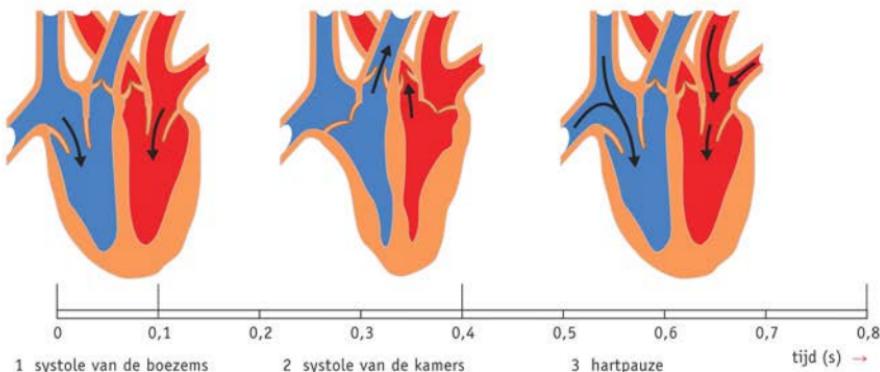
DOELSTELLING 3

Je moet in een context de werking van het hart kunnen beschrijven (zie afb. 2).

- Systole (samentrekking) van de boezems.
 - De sinusknop in de wand van de rechterboezem geeft impulsen af.
 - Spieren in de wand van de boezems trekken zich samen. In de kamers vindt diastole (ontspanning) plaats.

- De hartkleppen zijn open, de halvemaanvormige kleppen dicht.
- Bloed stroomt van de boezems naar de kamers.
- Systole van de kamers.
 - Spieren in de wand van de kamers trekken zich samen. In de boezems vindt diastole plaats.
 - Bloed stroomt van de kamers naar de longslagader(s) en de aorta.
 - De hartkleppen slaan dicht, de halvemaanvormige kleppen gaan open.
 - Spieren trekken zich samen en verhinderen dat de hartkleppen doorslaan.
- Hartpauze.
 - In de boezems en de kamers vindt diastole plaats.
 - De hartkleppen zijn geopend, de halvemaanvormige kleppen zijn gesloten.
 - Bloed stroomt uit de holle aders en de longaders naar de boezems en kamers.
- Hartritme (hartslagfrequentie): de frequentie waarmee de sinusknop impulsen afgeeft.
 - Het hartritme wordt beïnvloed door de bloeddruk (beïnvloeding via de hersenstam) en door hormonen (o.a. adrenaline).
 - Het hartritme is o.a. afhankelijk van de lichaams grootte en de activiteit van het organisme.
 - Het hartritme kan worden ondersteund door middel van een pacemaker of ICD.
- Slagvolume: de hoeveelheid bloed die per hartslag door de linkerkamer in de aorta wordt gepompt.
 - Het slagvolume is afhankelijk van de hoeveelheid bloed die vanuit de holle aders de rechterboezem in stroomt.
 - De linkerkamer pompt per hartslag ongeveer even veel bloed weg als de rechterkamer.

▼ Afb. 2 De werking van het hart (schematisch).



de tijdbalk geeft de tijdsduur van elke fase weer, als het hart 75 keer slaat per minuut (elke hartslag duurt hierbij 0,8 seconde)

DOELSTELLING 4

Je moet in een context de verschillende typen bloedvaten kunnen noemen met hun functies en kenmerken.

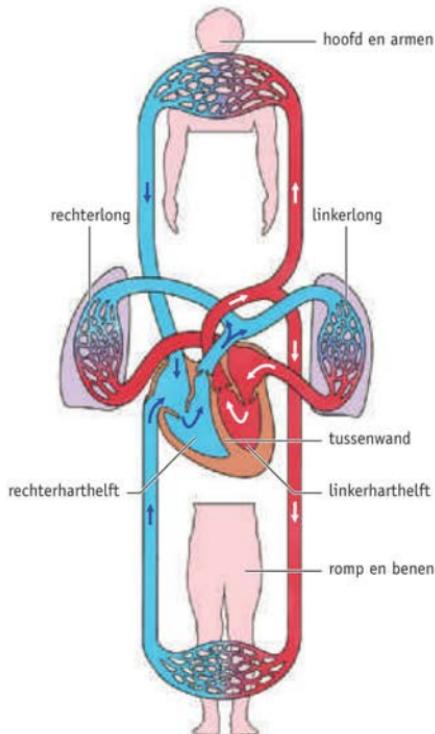
- Slagaders:
 - hierdoor stroomt bloed weg van het hart;
 - 'slag' merkbaar, o.a. in de polsen;
 - hoge bloeddruk;
 - dikke, stevige en elastische wand;
 - meestal diep in het lichaam gelegen;
 - alleen halvemaanvormige kleppen (aan het begin van longslagader en aorta).
- Haarvaten:
 - wand van één cellaag dik;
 - vocht met opgeloste stoffen en witte bloedcellen kunnen door de wand heen de haarvaten verlaten.
- Aders:
 - hierdoor stroomt bloed naar het hart toe;
 - lage bloeddruk;
 - geen 'slag' merkbaar;
 - dunne wand;
 - meestal ondiep in het lichaam gelegen;
 - kleppen verhinderen dat het bloed terugstroomt (vooral in de armen en benen).

DOELSTELLING 5

Je moet in een context de delen van het bloedvatenstelsel kunnen noemen en de stroomrichting van het bloed erin kunnen aangeven.

- Dubbele bloedsomloop: per omloop stroomt het bloed twee keer door het hart (zie afb. 3).
 - Kleine bloedsomloop: rechterkamer – longslag-aders – longhaarvaten – longaders – linkerboezem.
 - Grote bloedsomloop: linkerkamer – aorta – slagaders – haarvaten in de organen – aders – onderste of bovenste holleader – rechterboezem.

▼ Afb. 3 Dubbele bloedsomloop van de mens.

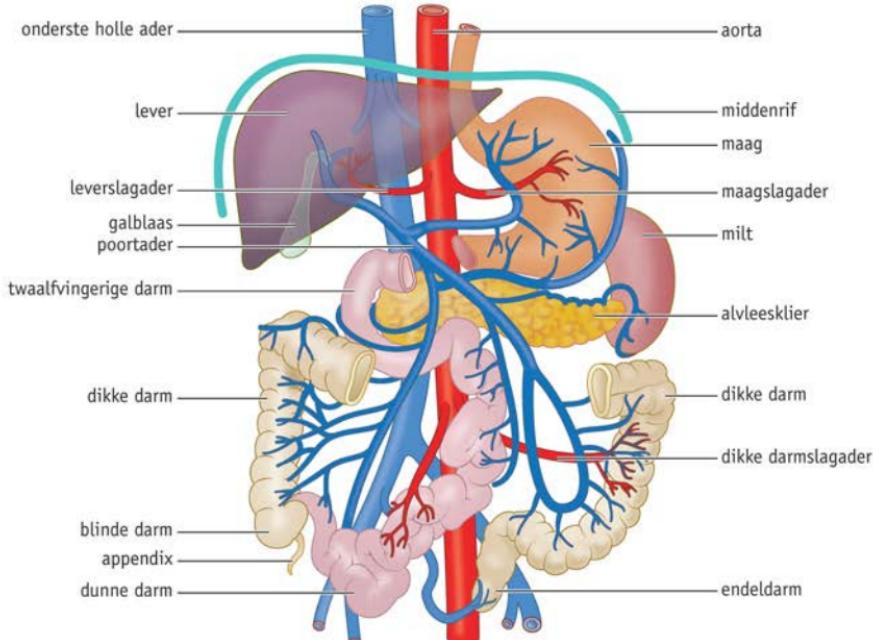


DOELSTELLING 6

Je moet in een context delen van het bloedvatenstelsel, het zuurstofgehalte en het glucosegehalte van het bloed kunnen aangeven.

- Zuurstofgehalte van het bloed.
 - Door de slagaders van de kleine bloedsomloop stroomt zuurstofarm bloed.
 - Door de aders van de kleine bloedsomloop stroomt zuurstofrijk bloed.
 - Door de slagaders van de grote bloedsomloop stroomt zuurstofrijk bloed.
 - Door de aders van de grote bloedsomloop (waaronder de poortader) stroomt zuurstofarm bloed.
- Glucosegehalte van het bloed (zie afb. 4).
 - In de poortader treden de grootste schommelingen op.
 - Van de overige bloedvaten is het glucosegehalte van het bloed in de leverader het hoogst.
 - Waar het bloed uit de leverader wordt gemengd met bloed afkomstig van andere organen, daalt het glucosegehalte van het bloed.

▼ Afb. 4 De poortader met vertakkingen (de haartjes zijn weggelaten).

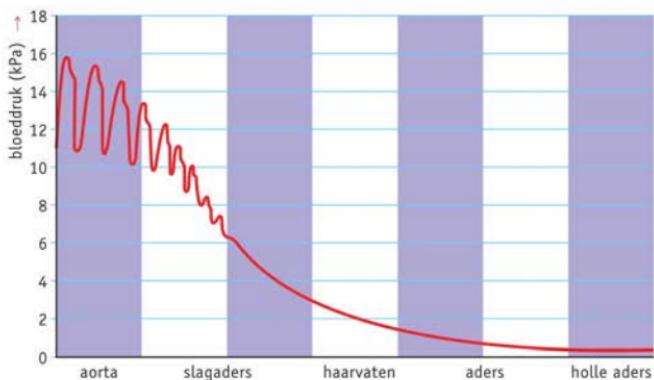


DOELSTELLING 7

Je moet in een context het verloop van de bloeddruk en de stroomsnelheid in verschillende typen bloedvaten kunnen beschrijven.

- Van slagaders naar aders neemt de bloeddruk voortdurend af (zie afb. 5).
 - De bloeddruk is het hoogst in de linkerkamer en de aorta tijdens het samen-trekken van de kamers.
 - In de slagaders gaat de bloeddruk sterk op en neer als gevolg van de hartslag.
 - In de aders is de bloeddruk vaak te laag om de bloedstroom op gang te houden.

▼ Afb. 5 De bloeddruk in verschillende typen bloedvaten ($10 \text{ kPa} \approx 75 \text{ mmHg}$).



- In de aders helpen andere krachten mee om de bloedstroom op gang te houden:
 - de stoetsgewijze druk van slagaders die naast de aders liggen;
 - de samentrekking van skeletspieren.
- De bloeddruk wordt min of meer constant gehouden door aanpassing van het hartritme (negatieve terugkoppeling).
 - Als de bloeddruk daalt onder de normwaarde, zorgt de hersenstam ervoor dat het hartritme stijgt. Hierdoor stijgt de bloeddruk.
 - Als de bloeddruk stijgt boven de normwaarde, zorgt de hersenstam ervoor dat het hartritme daalt. Hierdoor daalt de bloeddruk.
 - De bloeddruk kan verhoogd zijn doordat aan de binnenwand van bloedvaten cholesterol is afgezet (atherosclerose).
- Bloeddrukmeting: de bovendruk en de onderdruk worden gemeten.
 - De bovendruk ontstaat door de samentrekking van de kamers.
 - De onderdruk is de druk tijdens de hartpauze.
- De stroomsnelheid van het bloed is het grootst in de aorta en het laagst in de haarvaten.

DOELSTELLING 8

Je moet in een context de bestanddelen van bloed kunnen noemen met hun kenmerken en functies.

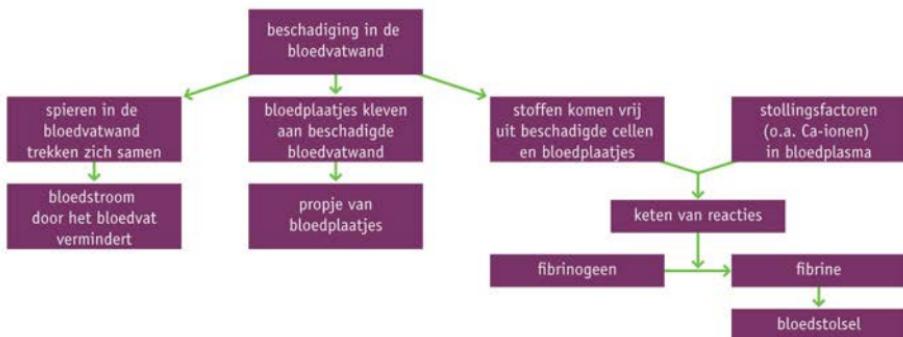
- Bloedplasma: water met opgeloste stoffen en plasma-eiwitten (o.a. fibrinogeen).
 - Het bloedplasma vervoert zuurstof, voedingsstoffen (o.a. glucose), afvalstoffen (o.a. koolstofdioxide), signaalstoffen (o.a. hormonen) en beschermende stoffen (o.a. antistoffen).
 - Het bloedplasma houdt het interne milieu constant.
 - Veel plasma-eiwitten spelen een rol bij het transport van stoffen, de handhaving van de osmotische waarde van het bloed en de bloeddruk. Fibrinogeen speelt een rol bij de bloedstolling.
 - Bloedserum is bloedplasma zonder fibrinogeen.
- Rode bloedcellen:
 - Cellen zonder kern (daardoor betrekkelijk korte levensduur).
 - Worden gevormd in het rode beenmerg uit stamcellen, onder invloed van het hormoon epo uit de nieren.
 - Worden afgebroken in het rode beenmerg, in de milt en in de lever.
 - Bevatten hemoglobine dat zuurstof kan binden.
 - Functie: transport van zuurstof.
- Bloedplaatjes.
 - Delen (zonder kern) van uiteengevallen cellen.
 - Worden gevormd in het rode beenmerg.
 - Functie: bloedstolling.
- Witte bloedcellen (o.a. lymfocyten).
 - Cellen met kern.
 - Worden vooral gevormd in het rode beenmerg uit stamcellen (lymfocyten ontwikkelen zich verder in lymfatisch weefsel: o.a. lymfeknopen en de milt).
 - Functie: ziekteverwekkers vernietigen door fagocytose en dode celresten opruimen. Functie lymfocyten: vorming van antistoffen.

DOELSTELLING 9

Je kunt in een context het proces van bloedstolling beschrijven en verklaren en je weet hoe complicaties bij bloedstolling kunnen worden voorkomen (zie afb. 6).

- Bloedplaatjes kleven aan de beschadigde bloedvatwand en vormen een bloedpropje. Uit het beschadigde weefsel en uit de bloedplaatjes komen stoffen vrij. Deze stoffen brengen met behulp van stollingsfactoren in het bloedplasma (o.a. calciumionen) een keten van reacties op gang. Uiteindelijk leidt dit ertoe dat fibrinogeen wordt omgezet in fibrine.
- Fibrine vormt een netwerk van draden dat de wond afsluit (bloedstolsel).
- Mensen met een verhoogd risico op bloedstolling in de vaten (trombose) kunnen daarvoor antistollingsmiddelen slikken die de stollingstijd verlengen.

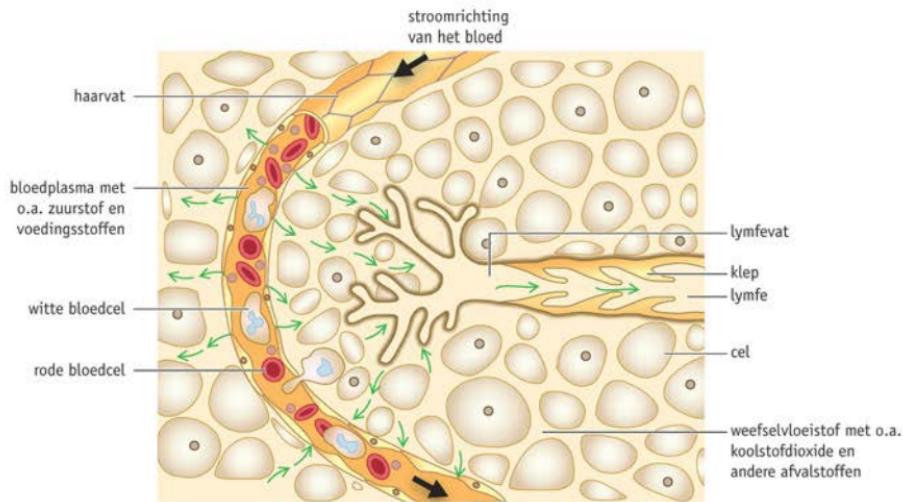
▼ Afb. 6 Het proces van bloedstolling.



DOELSTELLING 10

Je moet in een context de kenmerken en functies van weefselvloeistof en lymfe kunnen noemen (zie afb. 7).

▼ Afb. 7 Stroming van vloeistof tussen de cellen van een weefsel (schematisch).



- Weefselvloeistof ontstaat doordat aan het begin van de haartaten vocht uitreedt.
 - Plasma-eiwitten met relatief grote moleculen kunnen de haartaten niet verlaten. Hierdoor ontstaat een verschil in osmotische waarde tussen de weefselvloeistof en het bloedplasma.
 - Weefselvloeistof bevat o.a. zuurstof, voedingsstoffen, koolstofdioxide en andere afvalstoffen, hormonen en plasma-eiwitten met kleine moleculen. Weefselvloeistof kan witte bloedcellen bevatten.
 - Functie weefselvloeistof: zuurstof en voedingsstoffen naar de cellen toe voeren en koolstofdioxide en andere afvalstoffen van de cellen weg voeren.
- Een deel van de weefselvloeistof keert aan het eind van de haartaten terug in het bloed.
 - Aan het begin van de haartaten is de bloeddruk zo hoog, dat vocht de haartaten verlaat.
 - Aan het eind van de haartaten is de bloeddruk sterk gedaald. Door het verschil in osmotische waarde tussen weefselvloeistof en bloedplasma wordt er weer vocht in de haartaten opgenomen.
- Een deel van de weefselvloeistof wordt opgenomen in fijne lymfevaten.
 - Lymfevaten verenigen zich tot grotere lymfevaten. In de lymfevaten komen kleppen voor.
 - Het lymfevatenstelsel voert de lymfe weer terug naar het bloedvatenstelsel.
 - Lymfeknopen (lymfeklieren) zuiveren de lymfe van o.a. ziekteverwekkers.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt in een of meer contexten:

- geleerd dat een gezonde leefstijl het risico op hart- en vaatziekten vermindert;
- geoefend in het formuleren van een onderzoeksraag;
- geoefend in het herkennen van bloedcellen in een microscopisch preparaat;
- geleerd wat te doen bij iemand met een hartstilstand;
- geleerd hoe je het hartritme kunt meten;
- geleerd hoe je de bloeddruk kunt meten;
- geoefend in het werken met de microscoop en het maken van tekeningen.

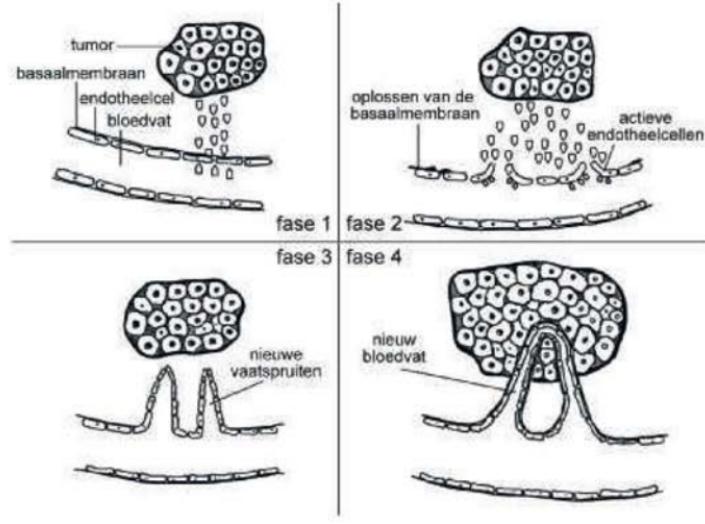
Examentrainer

Vragen

De vorming van bloedvaten

Angiogenese is de naam van het proces waarbij nieuwe bloedvaten gevormd worden. In een volwassen, volgroeid lichaam worden normaal gesproken geen bloedvaten meer aangemaakt; alleen nog bij wondgenezing. Daarnaast worden bij zwangere vrouwen in de baarmoederwand bloedvaten gevormd. Maar angiogenese komt ook voor bij tumoren die voor hun ongeremde groei afhankelijk zijn van bloed (zie afbeelding 1).

▼ Afb. 1

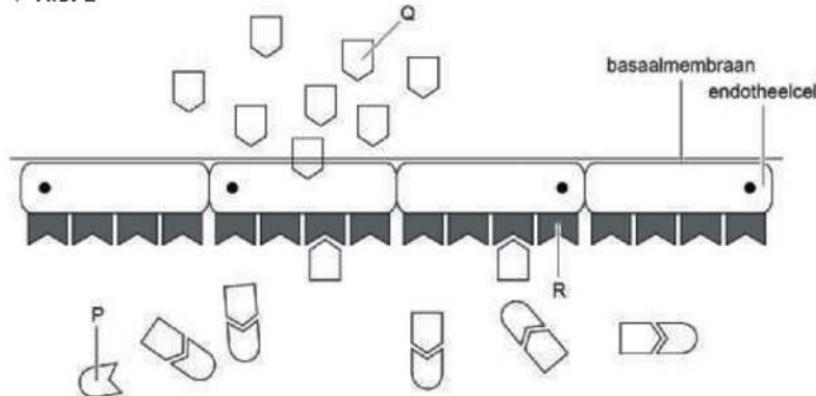


De groei van tumoren is alleen maar mogelijk als er bloedvaten naartoe gaan (afbeelding 1 fase 3 en 4).

- 1p 1 Leg uit waardoor de groei pas goed op gang kan komen als de bloedvaten de tumor bereikt hebben.

De groei van de nieuwe bloedvaten begint bij endotheelcellen. Tumoren zijn met signaalstoffen in staat om genen in deze endotheelcellen, die normaal in rust zijn, te activeren. Hierdoor gaan de endotheelcellen zich delen en vormen kleine vertakkingen van haartjes, de zogenoemde vaatspruiten (afbeelding 1, fase 3). De groei van een tumor wordt geremd als deze vaatspruiten niet meer gevormd worden. Er zijn geneesmiddelen op de markt die de signaalstoffen van de tumoren blokkeren, zodat er geen nieuwe bloedvaten ontstaan (afbeelding 2).

▼ Afb. 2



In afbeelding 2 zijn schematisch drie eiwitmoleculen P, Q en R getekend.

- 2p 2 Welke van deze moleculen stelt het geneesmiddel voor?
- Eiwit P.
 - Eiwit Q.
 - Eiwit R.

Maastrichtse onderzoekers hebben een andere techniek bedacht om de vorming van nieuwe bloedvaten te voorkomen.

De tumorcellen activeren endotheelcellen. De onderzoekers hebben Anginex ontwikkeld, een eiwit dat zich bindt aan deze geactiveerde endotheelcellen, waarbij de cellen gedood worden. Hierdoor kunnen ze niet meer uitgroeien tot nieuwe bloedvaten. Eén van de voordelen van dit middel is dat het geen bijwerking heeft. Nadeel is dat het middel alleen werkt als het via een infuus direct in de bloedbaan gebracht wordt.

- 1p 3 Leg uit waardoor Anginex alleen maar via een infuus en niet via een pil of poeder in het lichaam werkzaam kan zijn.

Toch is Anginex niet het wondermiddel dat alle type kankercellen kan aanpakken. Er zijn tumoren bekend die zelf endotheelcellen kunnen vormen. Er zijn ook tumoren bekend waarbij bloedvaten kunnen ontstaan zonder endotheelcellen. Remstoffen van angiogenese hebben geen invloed op beide bovengenoemde agressieve vormen van kanker, aldus het onderzoek.

Over deze laatste tumoren worden twee beweringen gedaan:

- 1 De eigenschap dat de tumorcellen zelf endotheelcellen vormen, is het gevolg van mutatie.
 - 2 In bloedvaten zonder endotheelcellen bevinden zich per mL meer rode bloedcellen dan in bloedvaten met endotheelcellen, zodat de tumor harder groeit.
- 2p 4 Welk van deze beweringen is of welke van deze beweringen zijn juist?
- A Geen van de beweringen is juist.
 - B Alleen bewering 1 is juist.
 - C Alleen bewering 2 is juist.
 - D Bewering 1 en 2 zijn beide juist.

Bron: examen havo 2011-1.

Hartritmestoornissen

Een hartritmestoornis is een te snelle, te langzame of onregelmatige hartslag. In de Nederlandse huisartsenpraktijk komt ongeveer 1% van de patiënten in aanmerking voor een behandeling van hartritmestoornissen.

De meeste stoornissen komen uit een boezem van het hart en zijn in principe onschuldig. Ritmestoornissen vanuit de hartkamers zijn in de regel niet onschuldig en worden meestal veroorzaakt door een niet-erfelijke beschadiging. Zij treden bijvoorbeeld op na een hartinfarct.

De verschijnselen die bij hartritmestoornissen kunnen optreden, zijn onder andere hartkloppingen, duizeligheid en flauwvallen.

- 2p 5 Leg uit hoe hartritmestoornissen vanuit de kamers kunnen leiden tot duizeligheid en/of flauwvallen.

Soms heeft een hartritmestoornis op jonge leeftijd wel een erfelijke basis. In een publicatie over hartritmestoornissen staat: 'Het komt ook voor, dat iemand met een erfelijke hartritmestoornis de eerste is in zijn familie.'

- 2p 6 Leg uit hoe door overerving iemand als eerste in zijn familie deze hartritmestoornis kan hebben.

Goed getrainde sporters hebben bij dezelfde stroomsnelheid van het bloed vaak een veel lagere hartslagfrequentie dan overeenkomstige ongetrainde personen.

- 2p 7 Leg uit hoe dit komt.

Als het hart te snel gaat kloppen, dreigt de bloeddruk in de bloedvaten te hoog te worden. Zintuigen in de wand van de aorta en de halsslagaders registreren de toename van de bloeddruk en sturen impulsen naar een regelcentrum in de hersenen. Via het autonome zenuwstelsel wordt de hartslagfrequentie dan verlaagd.

- 2p 8 In welk deel van de hersenen ligt het centrum dat de hartslagfrequentie regelt en via welk deel van het autonome zenuwstelsel wordt het hartritme verlaagd?

<i>Het regelcentrum ligt in de</i>	<i>Het hartritme wordt verlaagd via het</i>
A hersenstam.	orthosympatische zenuwstelsel.
B hersenstam.	parasympatische zenuwstelsel.
C kleine hersenen.	orthosympatische zenuwstelsel.
D kleine hersenen.	parasympatische zenuwstelsel.

Bron: examen havo 2004-2.

Bloedbank

In de bloedbank wordt een deel van het bloed dat door donoren is afgestaan, in verschillende bestanddelen gesplitst. Erst worden door centrifugeren de bloedcellen en het bloedplasma gescheiden. Vervolgens kunnen deze bloedbestanddelen voor uiteenlopende doeleinden gebruikt worden. Uit het bloedplasma kunnen onder andere stollingsfactoren en antistoffen worden gehaald. Door deze uitsplitsing kan men elke patiënt dat deel van het donorbloed geven dat hij nodig heeft. Daardoor kan men meer mensen met hetzelfde donorbloed helpen.

Patiënten met ernstige brandwonden verliezen door de huidbeschadiging veel weefselvocht.

- 2p 9 Welk bestanddeel zal of welke bestanddelen van het bloed zullen aan deze patiënten worden toegediend?
- A Antistoffen en stollingsfactoren.
 - B Bloedplasma.
 - C Rode bloedcellen.
 - D Alle genoemde bloedbestanddelen.

Als gevolg van een geringe delingsactiviteit in het beenmerg treedt bij een bepaalde patiënt onvoldoende bloedstolling op.

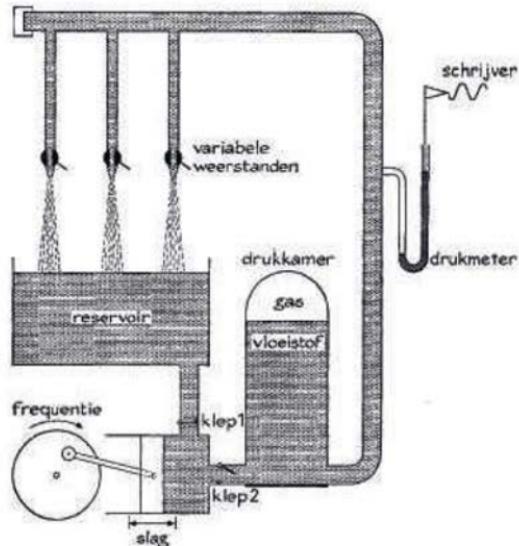
- 2p 10 Welk bloedbestanddeel wordt, of welke bloedbestanddelen worden aan deze patiënt toegediend?
- Bloedplaatjes.
 - Bloedplasma.
 - Fibrine.
 - Rode bloedcellen.

Bron: examen havo 2001-2.

Hydrostatisch model van de bloedsomloop

Bij het oefenen van technisch-instrumentele vaardigheden houden twee leerlingen zich bezig met een opstelling om de stroming in het bloedvatenstelsel te bestuderen. Ze willen onderzoeken hoe een schoksgewijze uitstroom van het bloed uit het hart wordt omgezet in een continue stroom van bloed door de bloedvaten.
Zij bouwen een opstelling zoals is getekend in afbeelding 3.

▼ Afb. 3



Bron: Bernards en Bouman, Fysiologie van de mens, 1974, 22.

- 2p 11 In de opstelling zijn twee kleppen opgenomen, klep 1 en klep 2. Met welke kleppen in de bloedsomloop komen deze kleppen overeen?
- Klep 1 met de kleppen in de aders en klep 2 met de kleppen tussen boezem(s) en kamer(s).
 - Klep 1 met de kleppen tussen boezem(s) en kamer(s) en klep 2 met de kleppen tussen kamers en slagaders.
 - Klep 1 met de kleppen tussen kamers en slagaders en klep 2 met de kleppen in de aders.

Een onderdeel van de opstelling is de drukkamer. Deze is deels gevuld met lucht.

- 2p 12 Waarmee komt de werking van de drukkamer in deze proefopstelling het meest overeen?
- Met de elasticiteit van de grote slagaders.
 - Met de volumeveranderingen van de haarvaten.
 - Met het opslaan van bloed in de grote aders.
- 2p 13 Met welk deel van het bloedvatenstelsel komt het deel dat aangegeven is met 'variabele weerstanden' het meest overeen?
- Met aders.
 - Met het hart.
 - Met slagadertjes.
- 2p 14 Door welk deel van het zenuwstelsel wordt de doorstroming van het lichaam met bloed geregeld?
- Alléén door het orthosympatische deel van het autonome zenuwstelsel.
 - Alléén door het parasympatische deel van het autonome zenuwstelsel.
 - Door zowel het orthosympatische deel als het parasympatische deel van het autonome zenuwstelsel.
 - Alléén door het motorische deel van het animale zenuwstelsel.
 - Alléén door het sensorische deel van het animale zenuwstelsel.
 - Door zowel het motorische als het sensorische deel van het animale zenuwstelsel.

De proefopstelling blijkt bruikbaar te zijn om de bloedstroom van een deel van de bloedsomloop te demonstreren.

- 2p 15 Welk deel is, of welke delen zijn dit?
- Uitsluitend de kleine bloedsomloop.
 - Uitsluitend de grote bloedsomloop.
 - De kleine bloedsomloop óf de grote bloedsomloop.

Bron: examen havo 2002-2.

Antwoorden en uitleg

De vorming van bloedvaten

- 1** Het antwoord bevat de notie dat **voor groei zowel O₂ als voedings-/bouwstoffen aangevoerd dienen te worden** (1 punt).

THEMA 5 BASISSTOF 3

- 2** Q stelt de signaalstof voor van de tumor. Deze activeert de genen in de endotheelcellen. Stof P blokkeert deze werking en is dus het geneesmiddel.

Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

4H THEMA 4 BASISSTOF 8

- 3** **Anginex is een eiwit dat in (de maag en/of elders in) het darmkanaal verteerd wordt** (1 punt).

THEMA 4 BASISSTOF 6

- 4** Normaal gesproken worden geen nieuwe endotheelcellen gemaakt, behalve bij wondgenezing. Tumorcellen kunnen dit nu wel, als gevolg van een mutatie. Bewering 1 is juist. Bewering 2 is onjuist, want in het bloed zit overal even veel rode bloedcellen per mL.

Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

4H THEMA 4 BASISSTOF 9

Harritmestoornissen

- 5** Het antwoord dient de notie te bevatten dat:

- er een **slechte doorbloeding** ontstaat / de kamers **minder bloed weg pompen** (1 punt);
- met als gevolg daarvan onder andere **zuurstoftekort in de hersenen** (1 punt).

THEMA 5 BASISSTOF 3

- 6** Het antwoord moet de notie bevatten dat een recessief mutantgen bij beide ouders aanwezig kan zijn:

- benoemen van een **mutantgen als recessief** (1 punt);
- mutantgen **bij beide ouders aanwezig / beide ouders zijn heterozygoot** (1 punt).

Opmerking: Wanneer een kandidaat antwoordt dat een van beide ouders drager is en de andere een geslachtscel met een recessief mutantgen levert, dan 2 punten toekennen.

4H THEMA 4 BASISSTOF 7

- 7 Het antwoord bevat de notie dat:
- door training het **(slag)volume / de inhoud van het hart vergroot** is (1 punt);
 - waardoor **in minder slagen even veel bloed** wordt rondgepompt (1 punt).

THEMA 5 BASISSTOF 2

- 8 Het regelcentrum voor de hartslagfrequentie ligt in de hersenstam. Verlaging hiervan gebeurt door het parasympatische zenuwstelsel.
Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

4H THEMA 6 BASISSTOF 4

Bloedbank

- 9 De patiënt heeft veel vocht verloren en is dus gebaat bij extra vocht in de vorm van bloedplasma.

Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 4 BASISSTOF 6

- 10 Voor het stollingsproces zijn stoffen nodig uit de bloedplaatjes. Deze worden gevormd in het rode beenmerg.

Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 5 BASISSTOF 5

Hydrostatisch model van de bloedsomloop

- 11 De cilinder met zuiger stelt de kamers van het hart voor. Bij een slag sluit klep 1 en gaat klep 2 open. Klep 1 is verbonden met het reservoir dat het bloed in de aanvoerende aders en de boezems voorstelt. Klep 2 geeft toegang tot het bloed in de slagaders. Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 5 BASISSTOF 3

- 12 De drukkamer kan een grote hoeveelheid bloed opvangen die uit de cilinder komt na een slag door het gas tijdelijk samen te persen. Dit kenmerk hebben de slagaders ook dankzij de elasticiteit van de grote slagaders.

Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 5 BASISSTOF 3

- 13 De variabele weerstand is te vergelijken met de variabele weerstand van de slagader-tjes, doordat hun diameter van grootte kan veranderen.

Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 5 BASISSTOF 3

- 14 De diameter van de slagaders wordt geregeld door het autonome zenuwstelsel. Als de kringspierjes in de wand van de slagaders samentrekken, gaat er minder bloed doorheen en als deze verslappen meer bloed. Afhankelijk waar dit plaatsvindt, zorgt het orthosympatische zenuwstelsel voor samentrekken (bijvoorbeeld in de darmwandspieren) of het parasympatische zenuwstelsel (bijvoorbeeld in de skeletspieren). Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

4H THEMA 6 BASISSTOF 4

- 15 Afhankelijk of de cilinder de rechterharthelft voorstelt of de linker, gaat het om de kleine of de grote bloedsomloop.
Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 5 BASISSTOF 2

6

Gaswisseling en uitscheiding



Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet in een context de functies en kenmerken van delen van het ademhalingsstelsel kunnen noemen.

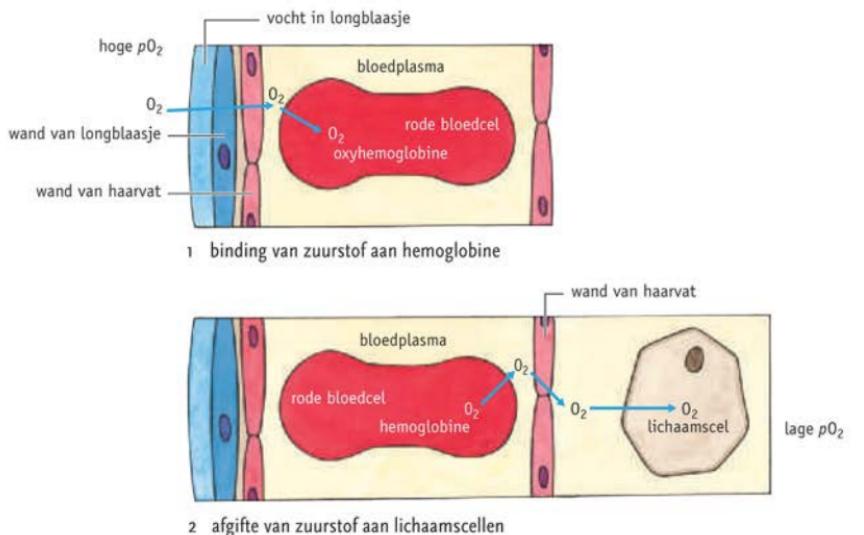
- Neusholte met reukzintuig.
 - In de neusholte wordt lucht gereinigd, gekeurd, verwarmd en vochtig gemaakt.
- Trilhaarepitheel: dekweefsel met slijmproducerende cellen en trilhaarcellen.
 - Aan het slijm blijven verontreinigingen en ziekteverwekkers kleven.
 - Door de beweging van trilharen wordt het slijm naar de keelholte verplaatst.
- Luchtpijp.
 - De binnenwand is bekleed met trilhaarepitheel.
 - Door hoefijzervormige kraakbeenringen in de wand blijft de luchtpijp altijd open staan.
- Bronchiën.
 - De binnenwand is bekleed met trilhaarepitheel.
 - De wand bevat kraakbeenringen.
- Bronchiolen.
 - Door spierweefsel in de wand kunnen de bronchiolen zich verwijden of vernauwen.
- Longblaasjes met longhaarvaten.
 - In de longblaasjes vindt de gaswisseling plaats.
- Factoren die de uitwisselingssnelheid vergroten:
 - Gaswisselingsoppervlak: door de vele longblaasjes is dit groot.
 - Kleine diffusieafstand: dunne wand van longblaasjes en longhaarvaten.
 - Groot verschil in zuurstof- en koolstofdioxidespanning: door ventileren van de lucht in de longblaasjes en door stroming van het bloed in de longhaarvaten.

DOELSTELLING 2

Je moet in een context kunnen beschrijven hoe zuurstof en koolstofdioxide door bloed worden getransporteerd (zie afb. 1).

- In de longhaarvaten worden O_2 -moleculen gebonden aan hemoglobine in rode bloedcellen.
 - Hemoglobine (Hb) + $O_2 \rightarrow$ oxyhemoglobine (HbO_2).
 - Door de binding van O_2 aan Hb blijft er een verschil bestaan tussen de pO_2 in het vocht in de longblaasjes en de pO_2 in het bloedplasma, waardoor meer zuurstof kan worden opgenomen.
- Door het spanningsverschil vindt diffusie van O_2 uit de haarvaten naar de weefsels en van CO_2 uit de weefsels naar het bloed plaats.
 - Een deel van dit CO_2 wordt door het bloedplasma vervoerd; een ander deel wordt gebonden aan hemoglobine.
 - In de longhaarvaten laten de CO_2 -moleculen los van de hemoglobine.

▼ Afb. 1 Het transport van zuurstof.



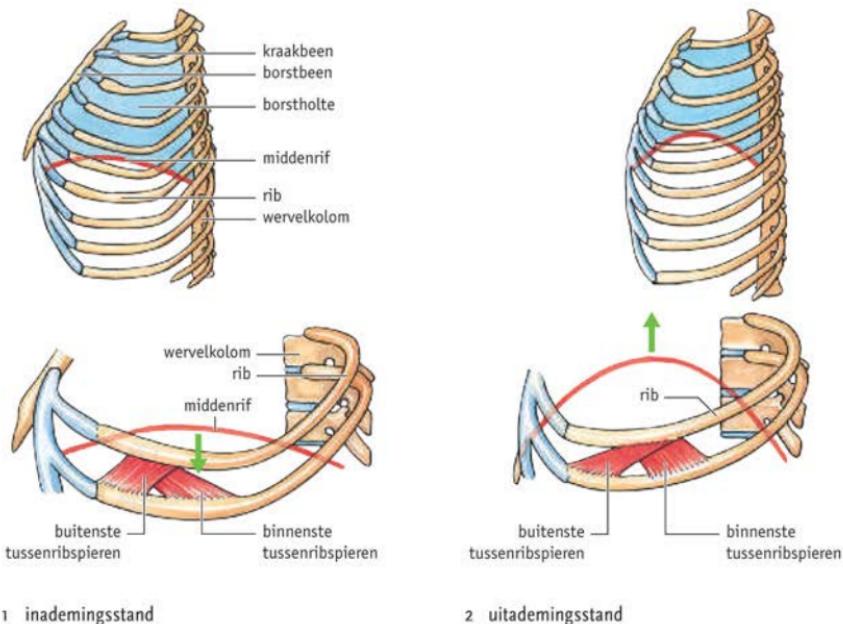
DOELSTELLING 3

Je moet in een context met behulp van afbeeldingen kunnen beschrijven op welke wijze longventilatie tot stand komt.

- Ademhalingsspieren.
 - De buitenste tussenribspieren trekken de ribben en het borstbeen omhoog en naar voren.
 - De binnenste tussenribspieren trekken de ribben en het borstbeen omlaag.
 - De middenrifspieren kunnen het middenrif aplatten.
- Borstvliezen en longvlies.
 - Borstvliezen: vergroeid met ribben, binnenste tussenribspieren en middenrif.
 - Longvlies: vergroeid met longen.
 - De ruimte tussen borstvliezen en longvlies is gevuld met vocht. Hierdoor kunnen longvlies en borstvliezen niet van elkaar af gaan.
- Longweefsel: is elastisch en verkeert in een uitgerekte toestand.
 - Hierdoor is de druk in de ruimte tussen borstvliezen en longvlies lager dan de druk van de buitenlucht.
- Rustige inademing (zie afb. 2):
 - De buitenste tussenribspieren en de middenrifspieren vergroten het volume van de borstholtel.
 - De luchtdruk in de longblaasjes wordt lager dan de druk van de buitenlucht.
 - Lucht stroomt de longen in.

- Rustige uitademing (zie afb. 2):
 - De buitenste tussenribspieren en de middenrifspieren ontspannen zich.
 - Door de veerkracht van de zijwanden van de borstholte en de elasticiteit van het longweefsel keren de ribben en het borstbeen terug naar hun oorspronkelijke stand.
 - Het volume van de longen wordt kleiner.
 - De luchtdruk in de longblaasjes wordt hoger dan de druk van de buitenlucht.
 - Lucht stroomt de longen uit.

▼ Afb. 2 Zijaanzicht van de borstholte (schematisch).



1 inademingsstand

2 uitademingsstand

DOELSTELLING 4

Je moet in een context kunnen beschrijven hoe het longvolume verandert tijdens ventilatiebewegingen.

- Ademvolume: de hoeveelheid lucht die bij een rustige ademhaling wordt in- en uitgeademd.
 - Een deel van de ingeademde lucht blijft in de luchtwegen (de dode ruimte). Deze lucht wordt ongebruikt weer uitgeademd.
- Vitale capaciteit: de hoeveelheid lucht die maximaal per ademhaling kan worden ververst. De vitale capaciteit omvat:

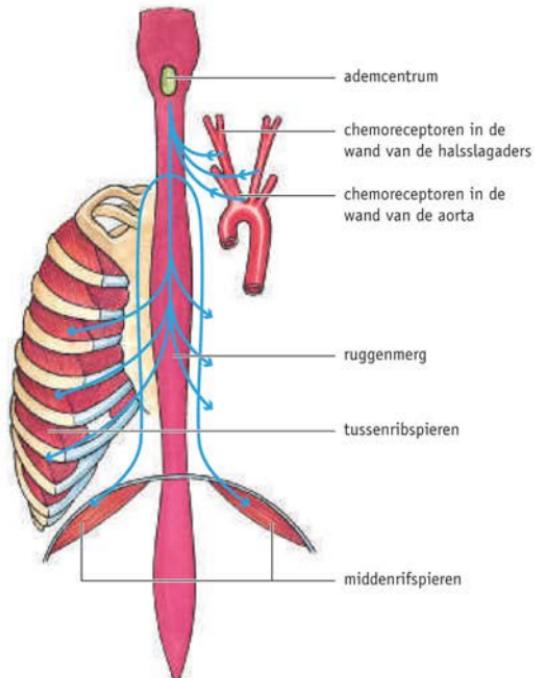
- het ademvolume;
- het inspiratoir reservolume: wordt bij een maximale inademing extra ingeademd;
- het expiratoir reservolume: wordt bij een maximale uitademing extra uitgeademd.
- Totaal longvolume (totale longcapaciteit): vitale capaciteit + restvolume.
 - Restvolume: blijft na een maximale uitademing achter in de longen.

DOELSTELLING 5

Je moet in een context kunnen beschrijven hoe de ademfrequentie wordt geregeld.

- Het ademcentrum in de hersenstam regelt de ademfrequentie (zie afb. 3).
- Chemoreceptoren (zintuigcellen) in de wand van de halsslagaders en aorta nemen de pCO_2 van het bloed waar.
 - Vanuit de chemoreceptoren gaan impulsen via zenuwen naar het ademcentrum.
 - Vanuit het ademcentrum gaan impulsen via zenuwen naar de ademhalingsspieren.
 - De snelheid en de diepte van de ventilatie worden aangepast.
- De chemoreceptoren worden beïnvloed door de pO_2 van het bloed.
 - Bij een lagere pO_2 van het bloed worden de chemoreceptoren gevoeliger voor de pCO_2 van het bloed.

► Afb. 3 Regeling van de ventilatie.



- De grote hersenen kunnen de snelheid en diepte van de ademhaling bewust veranderen.
- Hyperventilatie: door emoties kan te snel en te diep worden geademd.
 - Hierdoor is de pCO_2 van het bloed lager dan normaal. Dit veroorzaakt klachten.
 - De pCO_2 van het bloed kan worden verhoogd door in een papieren zak te ademen.

DOELSTELLING 6

Je moet in een context kunnen omschrijven wat er aan de hand is bij astma.

- Astma: het spierweefsel in de wand van de bronchiolen trekt zich onbewust samen. Vaak is bovendien het slijmvlies in de bronchiolen verdikt.
- Astmapatiënten hebben last van benauwdheid en hoesten veel.
 - Ze zijn vaak gevoelig voor stofdeeltjes in de lucht of uitwerpselen van de huisstof mijt en moeten rokerige en stoffige ruimten en contact met dieren vermijden.
- Met een longfunctietest kan men de mate van benauwdheid bij een astmapatiënt onderzoeken.

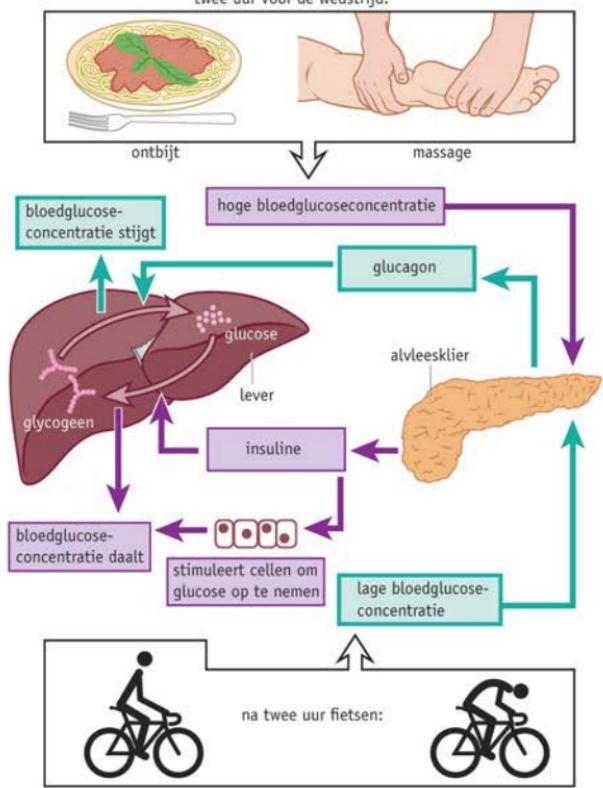
DOELSTELLING 7

Je moet in een context de functies van de lever kunnen noemen.

- Koolhydraatstofwisseling: de glucoseconcentratie van het bloed wordt constant gehouden onder invloed van insuline en glucagon uit de alvleesklier (zie afb. 4).
 - Glucose kan worden omgezet in glycogeen.
 - Glycogeen wordt onder andere in de lever opgeslagen.
- Eiwitstofwisseling.
 - Vorming van niet-essentiële aminozuren uit andere aminozuren.
 - Afbraak van overtollige aminozuren. Hierbij ontstaat onder andere ureum, dat aan het bloed wordt afgegeven.
 - Vorming van plasma-eiwitten (o.a. fibrinogeen en enkele andere stollingsfactoren).
- Vetstofwisseling.
 - Vorming van niet-essentiële vetzuren (uit andere vetzuren, aminozuren of monosachariden).
 - Vorming en afbraak van cholesterol.
 - Bij de afbraak worden galzure zouten gevormd.
- Afbraak van dode rode bloedcellen.
 - Galkleurstoffen worden met de gal uitgescheiden.
 - IJzer wordt deels opgeslagen in de lever en deels uitgescheiden.
- Ontgifting.
 - Alcohol, drugs en medicijnen e.d. worden onwerkzaam gemaakt.
 - Gifstoffen die niet onwerkzaam kunnen worden gemaakt, kunnen in de lever worden opgeslagen (bijvoorbeeld kwik).

▼ Afb. 4 Regeling van de glucoseconcentratie van het bloed.

twee uur voor de wedstrijd:

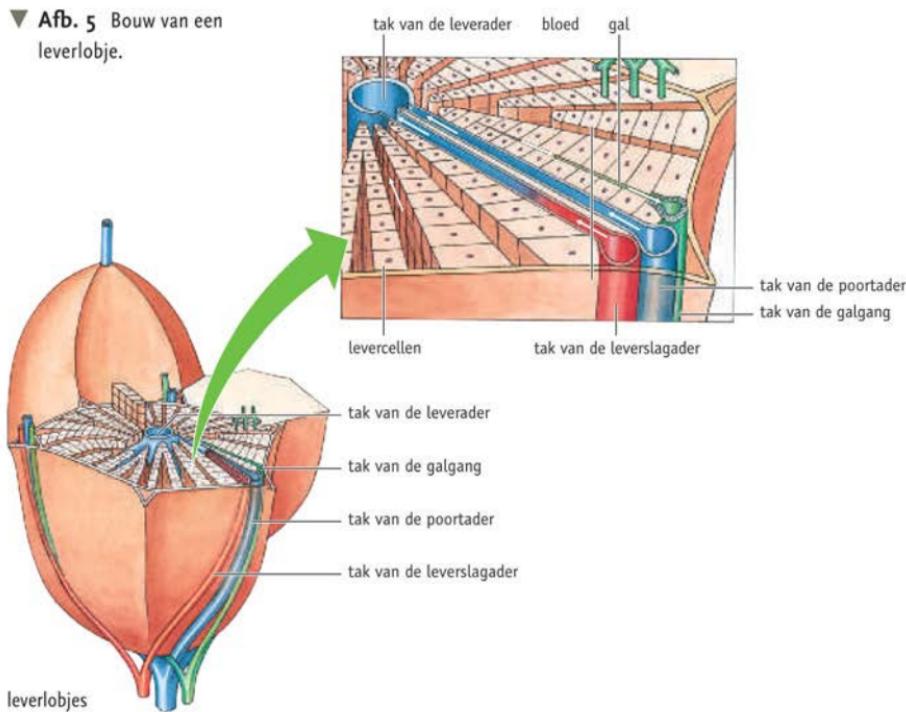


DOELSTELLING 8

Je moet in een context met behulp van afbeeldingen de stroomrichting van stoffen in een leverlobje kunnen beschrijven (zie afb. 5).

- Leverlobje (ca. 1 mm in doorsnede).
 - Centraal ligt een vertakking van de leverader.
 - In de hoekpunten liggen vertakkingen van de galgang, de leverslagader en de poortader.
 - Bloed komt van de hoekpunten terecht in ruimten tussen de levercellen en stroomt dan naar het midden van een leverlobje.
 - Gal stroomt van de levercellen naar de hoekpunten van een leverlobje.

▼ Afb. 5 Bouw van een leverlobje.

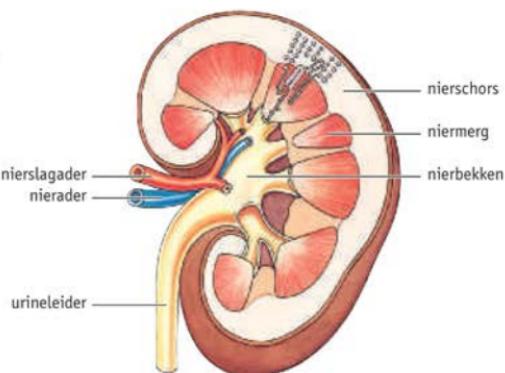
**DOELSTELLING 9**

Je moet in een context met behulp van afbeeldingen de functies en kenmerken van delen van de nieren en urinewegen kunnen noemen.

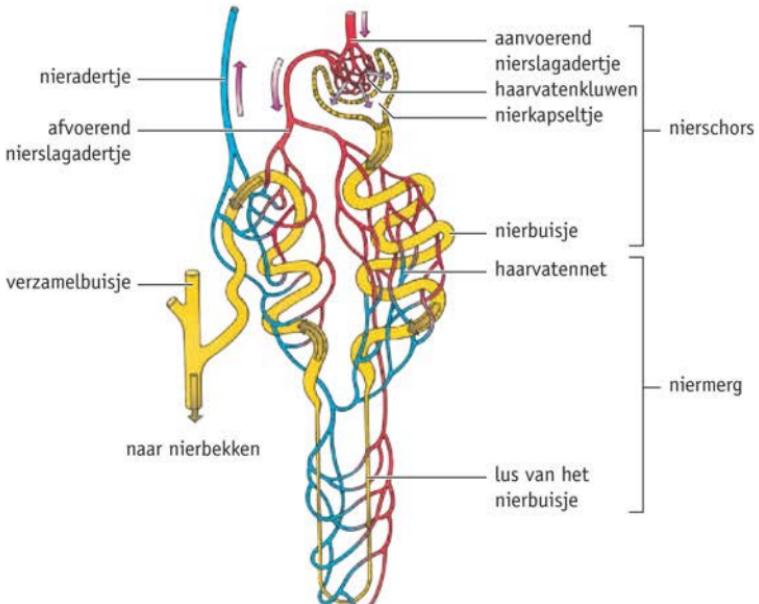
- Urinewegen.
 - Urineleiders: afvoer van urine naar de urineblaas.
 - Urineblaas: tijdelijke opslag van urine.
 - Urinebuis: afvoer van urine naar buiten.

- Functies van de nieren.
 - Uitscheiding van afvalstoffen, lichaamsvreemde stoffen en overtollige stoffen uit het bloed.
 - De verwijderde stoffen worden samen urine genoemd.
 - Constant houden van de osmotische waarde van het interne milieu.
- Delen van een nier (zie afb. 6):
 - Nierschors: vorming van voorurine.
 - Niermerg: vorming van urine.
 - Nierbekken: verzamelen van urine.
 - Niereenheden liggen in nierschors en niermerg: ongeveer 1 miljoen per nier.
- Niereenhed (nefron) (zie afb. 7):

▼ Afb. 6 Een nier (schematisch).



▼ Afb. 7 Een niereenhed (schematisch).



- Aanvoerend nierslagadertje: vertakt zich tot een haarvatenkluwen (glomerulus) binnen het nierkapseltje.
- Nierkapseltje (kapsel van Bowman): door ultrafiltratie ontstaat voorurine.
- Afvoerend nierslagadertje: vertakt zich tot een haarratenennet om het nierbuisje en voorziet de cellen van het nierbuisje van voedingsstoffen en zuurstof.
- Nierbuisje: door actief transport vindt terugresorptie van nuttige stoffen uit de voorurine plaats. Hierdoor wordt de osmotische waarde van het niermergweefsel hoger dan die van het nierschorsweefsel.
- Verzamelbuisjes: door de hoge osmotische waarde in het niermergweefsel wordt 99% van het water aan de (voor)urine onttrokken, tijdens het transport naar het nierbekken.
- Nierader: voert o.a. de teruggeresorbeerde stoffen af.
- Bij de terugresorptie worden nuttige stoffen aan de voorurine onttrokken.
 - Voorurine bevat veel water met o.a. glucose, ionen en ureum (in een lage concentratie).
 - Urine bevat (minder) water met o.a. ionen en ureum (in een relatief hoge concentratie).
 - Het hormoon ADH uit de hypofyse stimuleert de terugresorptie van water uit de voorurine. ADH zorgt ervoor dat de osmotische waarde van het interne milieu constant wordt gehouden.
- Nierproblemen:
 - Bij slecht of niet werkende nieren kan medisch worden ingegrepen via een niertransplantatie of een kunstnier (dialyse).

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt in een of meer contexten:

- geoefend in het uitvoeren van een fysiologisch onderzoek;
- geoefend in het informatie halen uit een artikel;
- geoefend in het weergeven en interpreteren van gegevens;
- geoefend met fysiologisch onderzoek;
- geoefend in het werken met een microscoop.

Examentrainer

Vragen

Hyperventilatie

Het overmatig snel verversen van de lucht in de longen wordt hyperventilatie genoemd. Door bewust of onbewust snel in en uit te ademen, daalt de concentratie van CO₂ in het bloed.

Onder invloed van een lage concentratie van CO₂ in het bloed worden slagaderjes die de hersenen van bloed voorzien, nauwer. Daardoor neemt de bloedtoevoer naar de hersenen af.

- 2p 1 Wat zal het gevolg zijn van deze verminderde bloedtoevoer naar de hersenen?
- A Als gevolg daarvan zullen de cellen in het ademcentrum meer worden geprikkeld.
 - B Als gevolg daarvan zal de zuurstofvoorziening van de hersencellen verminderen.
 - C Als gevolg daarvan zal de CO₂-productie in de hersencellen toenemen.

Een persoon raakt opgewonden en begint te hyperventileren. Om de hyperventilatie te stoppen, pakt hij een plastic zak.

- 2p 2 Wat moet hij met behulp van deze plastic zak doen om de hyperventilatie te stoppen?
- A Hij moet diep inademen en in de plastic zak uitademen.
 - B Hij moet lucht uit de plastic zak inademen en zijn adem inhouden.
 - C Hij moet in de plastic zak uitademen en deze lucht weer inademen.

In strijd met de voorschriften wil een duikster, die zonder duikapparatuur gaat duiken, hyperventileren voordat zij met haar duik begint.

Over de reden waarom zij dat wil doen, geeft zij drie beweringen:

- 1 Hierdoor zal de zuurstofconcentratie in mijn longlucht toenemen.
 - 2 Hierdoor zullen mijn ventilatiebewegingen minder snel op gang komen.
 - 3 Hierdoor zal onder water de druk in mijn longen minder snel stijgen.
- 2p 3 Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?
- A Alleen bewering 2.
 - B De beweringen 1 en 2.
 - C De beweringen 1 en 3.

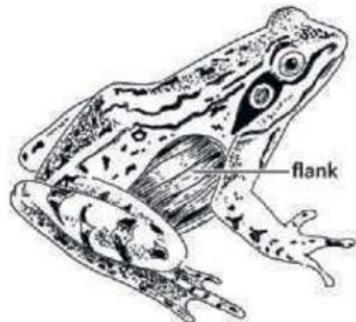
Bron: examen havo 1991-2.

Ademhaling bij kikkers

De ademhaling (de ventilatiebeweging) verloopt bij kikkers anders dan bij de mens. De bouw van de longen is bij kikkers ook veel eenvoudiger: de longblaasjes ontbreken.

Bij kikkers wordt door beweging van de mondbodem lucht via de neusgaten in de mondholte opgenomen. Vervolgens wordt die lucht uit de mondholte door een slikbeweging in de longen gedrukt. De flanken van het dier zetten hierbij uit. Daarna volgt een lange rustperiode (periode A). Vervolgens trekken de flankspieren (afbeelding 1) zich samen, waardoor de lucht naar buiten wordt geperst. Dan volgt opnieuw een rustperiode, een korte (periode B). Hierna volgt een nieuwe adembeweging.

▼ Afb. 1



- 1p 4 Leg uit dat het functioneel is dat periode A lang is.

Bij kikkers ontbreekt het middenrif. De ademfunctie van de middenrifspieren wordt bij kikkers overgenomen door andere spieren. Drie spiergroepen zijn bij kikkers betrokken bij de ademhaling:

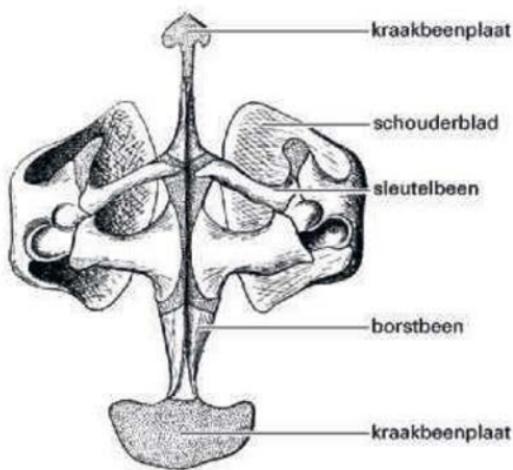
- 1 flankspieren;
- 2 mondbodemspieren;
- 3 slikspieren.

- 2p 5 Welke van deze spiergroepen zijn betrokken bij deze ademfunctie?

- A Zowel 1 als 2.
- B Zowel 1 als 3.
- C Zowel 2 als 3.
- D Zowel 1, 2 als 3.

Kikkers hebben geen ribben, maar wel een borstbeen. Dit borstbeen is verlengd met kraakbeenplaten (zie afbeelding 2). Het borstbeen en de kraakbeenplaten hebben geen taak bij de ademhaling, maar geven wel stevigheid aan het dier. Daarnaast hebben het borstbeen en de kraakbeenplaten nog een andere taak.

▼ Afb. 2



Bewerkt naar: Kükenthal, Gustav Fischer, Jena, 1928, 301.

- 1p 6 Noem een andere taak die het borstbeen en de kraakbeenplaten vervullen.

Onder normale omstandigheden drijven kikkers aan het wateroppervlak. Mede dankzij de gaswisseling door de huid kunnen zij ook, na onderduiken, voor langere tijd onder water blijven. Tijdens het onderduiken kan een kikker zijn longvolume aanpassen.

- 1p 7 Maakt een kikker het longvolume bij het duiken groter of kleiner? Leg je antwoord uit.

Bron: examen havo 2004-2.

Duiken

Als je onder water duikt, veranderen de O₂- en CO₂-druk in je bloed. Dit wordt (voor een deel) veroorzaakt doordat onder water de borstkas wordt ingedrukt, waardoor gassen die zich in de longen bevinden, in het bloed worden geperst.

In het lichaam registreren chemoreceptoren constant de O₂- en CO₂-druk in het bloed. Als de O₂-druk tot een bepaalde waarde is gedaald, wordt vanuit de chemoreceptoren het ademcentrum geprickeld. Maar de voornaamste prikkel wordt gegeven door de CO₂-chemoreceptoren die het ademcentrum prikkelen als de CO₂-druk toeneemt. Van hieruit gaan er impulsen naar de inademingsspieren die zich dan samentrekken.

Wanneer je de inademing uitstelt, ontstaat er een gevoel van 'ademnood'. Onder water ervaar je dat als een signaal om op te stijgen.

Als je van 10 meter diepte geleidelijk opstijgt, vermindert de O₂-druk in de longen wel, maar de CO₂-druk niet.

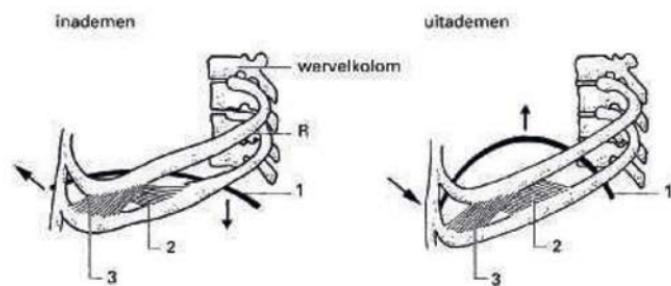
- 1p 8 Leg uit waardoor de CO₂-druk in de longen dan niet minder wordt.
O₂ en CO₂ verplaatsen zich zo dat het verschil in druk in de longen en het bloed(plasma) zo klein mogelijk blijft.
- 2p 9 Met welke term wordt een dergelijke verplaatsing van gasmoleculen aangegeven?
A Actief transport.
B Diffusie.
C Osmose.

Het ademcentrum reguleert de werking van de spieren die bij de inademing betrokken zijn en van de spieren die bij diepe uitademing betrokken zijn.

- 2p 10 Verlopen de impulsen vanuit het ademcentrum naar de spieren die bij de inademing betrokken zijn via motorische of sensorische zenuwvezels? En de impulsen die vanuit het ademcentrum naar de spieren gaan die bij de uitademing betrokken zijn?
- | | |
|---|--|
| <i>Tussen ademcentrum en
inademingspieren</i> | <i>Tussen ademcentrum en
uitademingspieren</i> |
| A motorisch | motorisch |
| B motorisch | sensorisch |
| C sensorisch | motorisch |
| D sensorisch | sensorisch |

In afbeelding 3 zijn in een tekening de ribben (R), de tussenribspieren (2 en 3) en het middenrif (1), een peesplaat met platte spierbundels, weergegeven.

▼ Afb. 3



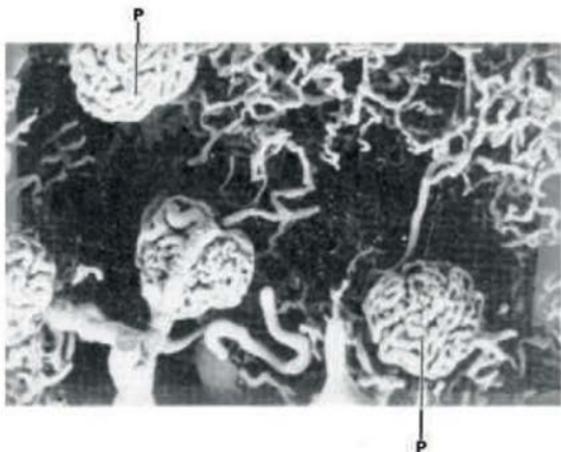
- 2p 11 Welke van de genummerde delen trekt, of trekken samen bij een maximale uitademing?
- A Alleen 1.
 - B Alleen 2.
 - C Alleen 3.
 - D Alleen 1 en 2.
 - E Alleen 1 en 3.
 - F Alleen 2 en 3

Bron: examen havo 2001-2.

Nierweefsel

De foto (afbeelding 4) geeft een stukje nierweefsel van de mens weer.

► Afb. 4



De met P aangegeven delen bestaan uit bolvormige kluwens van bloedvaatjes die elk deel uitmaken van één niereenhed. De weefsels tussen deze bloedvaatjes zijn niet zichtbaar.

- 2p 12 Liggen de met P aangegeven delen in het nierbekken, in het niermerg of in de nierschors?
- In het nierbekken.
 - In het niermerg.
 - In de nierschors.

Enkele processen die in een nier leiden tot de vorming van urine zijn:

- filtratie van opgeloste stoffen;
- actief transport van opgeloste stoffen;
- terugresorptie van opgeloste stoffen.

- 2p 13 Bij welk van de genoemde processen spelen de met P aangegeven delen een rol?
- Bij proces 1.
 - Bij proces 2.
 - Bij proces 3.

Bron: examen havo 1992-2.

Uitscheiding

Afbeelding 5 geeft schematisch de kop van een zeevogel weer. Deze vogel drinkt voornamelijk zeewater. Boven op de snavel bevindt zich de uitmonding van een zoutklier die dient voor de uitscheiding van overtollige zouten.

▼ Afb. 5



De mens bezit geen zoutklier zoals deze zeevogel. Wel raakt de mens via de zweetklieren zouten kwijt. Voor de uitscheiding van overtollige zouten heeft de mens een speciaal paar organen.

- 1p 14 Welke organen zijn dit?

Als deze zeevogel de overtollige zouten niet via de zoutklier uitscheidt, wordt de zoutconcentratie in het bloedplasma te hoog. Als gevolg daarvan treedt waterverplaatsing binnen het lichaam van de zeevogel op, waardoor het watergehalte van de cellen verandert.

- 2p 15 – Hoe noemt men deze waterverplaatsing?
 – En wordt door deze waterverplaatsing het watergehalte van de cellen lager of hoger?

Een van de stoffen die de mens uitscheidt, is ureum. Ureum wordt gevormd bij de afbraak van bepaalde organische stoffen.

- 2p 16 – Noem het orgaan waarin de vorming van ureum plaatsvindt.
 – Bij afbraak van welke groep organische stoffen wordt ureum gevormd?

Bron: examen havo 1999-2.

Antwoorden en uitleg

Hyperventilatie

- 1 Een direct gevolg hiervan is een verminderde aanvoer van zuurstof naar de hersencellen. De cellen in het ademcentrum worden juist minder geprickeld. En door de verminderde zuurstofvoorziening zal de verbranding in de hersenen minder worden en dus ook de CO₂-productie.
 Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).
- THEMA 6 BASISSTOF 2
- 2 Om het ademcentrum weer te prikkelen, moet er meer koolstofdioxide in zijn bloed komen. Hij moet daarom zijn eigen uitgeademde lucht met veel koolstofdioxide daarin weer inademen. Bij A stijgt de koolstofdioxideconcentratie in zijn bloed niet. Bij B stijgt de koolstofdioxideconcentratie onvoldoende op dat moment.
 Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 6 BASISSTOF 3

- 3 Er komt extra zuurstof in het bloed en het ademcentrum wordt minder geprickeld. Hierdoor neemt de ademhalingsfrequentie af. Hyperventileren verandert niets aan de verandering van de druk in de longen.
 Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 6 BASISSTOF 3

Ademhaling bij kikkers

- 4 Er is dan **voldoende tijd** om tijdens periode A **zuurstof** vanuit de longen **op te nemen in het bloed** (en daarvoor is relatief veel tijd nodig omdat kikkers maar een relatief klein longoppervlak hebben) (1 punt).

THEMA 6 BASISSTOF 2

- 5 De inademing vindt plaats door de samentrekking van de mondbodemspieren, gevolgd door die van de slikspieren. De middenrifspieren zijn ook betrokken bij het inademen. De flankspieren zorgen voor de uitademing.
Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 6 BASISSTOF 2

- 6 Voorbeelden van goede antwoorden zijn (1 punt):
 – **aanhechting van spieren;**
 – **beweging van de voorpoot mogelijk maken;**
 – **behoud van de vorm;**
 – **bescherming van inwendige organen.**

4H THEMA 2 BASISSTOF 4

- 7 Het antwoord bevat de notie dat hij het **longvolume kleiner maakt** (daardoor stijgt de soortelijke massa van het dier), met de uitleg dat de **opwaartse kracht afneemt** / het dier geen moeite hoeft te doen om onder water te blijven (1 punt).

THEMA 6 BASISSTOF 2

Duiken

- 8 Uit het antwoord moet blijken dat in het lichaam **CO₂ (door dissimilatie) gevormd wordt** (en vanuit het bloed naar de longen gaat) zodat in het toenemende longvolume de **CO₂-druk gelijk blijft / niet zal afnemen** (1 punt).

THEMA 6 BASISSTOF 1

- 9 Het gaat hierbij om diffusie. Osmose heeft betrekking op de diffusie van watermoleculen. Gasmoleculen worden niet getransporteerd door actief transport.
Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 6 BASISSTOF 1

- 10 Spieren krijgen via motorische zenuwvezels impulsen uit het centrale zenuwstelsel. Sensorische zenuwvezels vervoeren impulsen van zintuigen naar het centrale zenuwstelsel.

Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

4H THEMA 6 BASISSTOF 5

- 11** De binnenste tussenribspieren (2) brengen de borstkas extra omlaag, zodat maximaal kan worden uitgeademd. De buitenste tussenribspieren (3) zijn betrokken bij de inademing. Zij brengen de borstkas omhoog. Het middenrif 1 komt bij uitademing omhoog door de eigen veerkracht, maar voor extra verhoging van het middenrif zijn de buikspieren nodig. Deze laatste worden niet in de vraag genoemd. Door 2 wordt de borstkas met daarin de longen zo klein mogelijk gemaakt en wordt de lucht naar buiten geperst. Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 6 BASISSTOF 2

Nierweefsel

- 12** De glomeruli (P) liggen in de nierschors.
Het juiste antwoord is dus: **C** (2 punten).

THEMA 6 BASISSTOF 5

- 13** In een glomerulus vindt filtratie plaats onder invloed van de bloeddruk. Actief transport en terugresorptie vinden plaats in de nierkanaaltjes en de lus van Henle.
Het juiste antwoord is dus: **A** (2 punten).

THEMA 6 BASISSTOF 5

Uitscheiding

- 14** De **nieren** (1 punt).

THEMA 6 BASISSTOF 5

- 15** – Dit noemt men **osmose/diffusie van water** (1 punt).
– Het watergehalte wordt **lager** (1 punt).

THEMA 6 BASISSTOF 5

- 16** – De **lever** (1 punt).
– Het gaat om **eiwitten/aminozuren** (1 punt).

THEMA 6 BASISSTOF 4

7

Bescherming en evenwicht



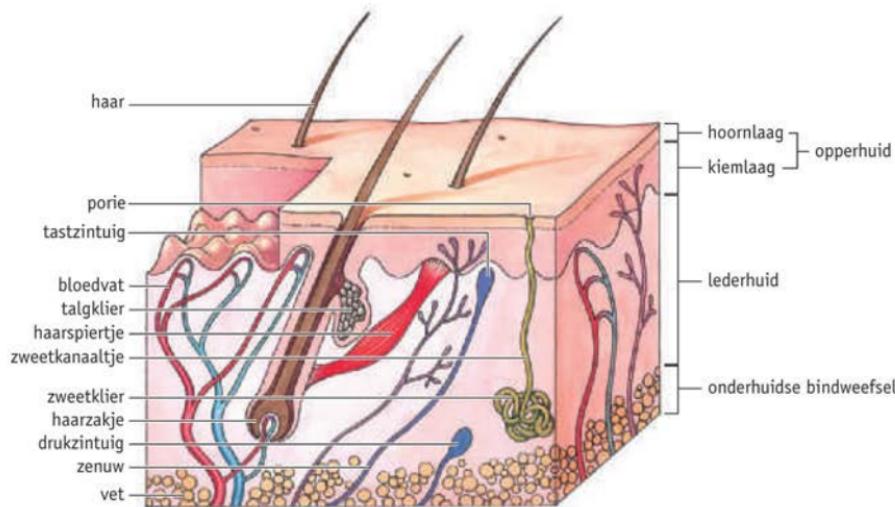
Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet in een context van de delen van de huid en het onderhuidse bindweefsel de kenmerken en functies kunnen noemen.

- De huid bestaat uit opperhuid en lederhuid (zie afb. 1).
- Opperhuid: hoornlaag en kiemlaag. In de opperhuid liggen geen bloedvaten.
 - Hoornlaag (dode, verhoornde epitheliecelen): bescherming tegen beschadiging, uitdroging en infecties.
 - Kiemlaag (levende epitheliecelen): melanocyten produceren pigment (melanine) dat bescherming geeft tegen ultraviolette straling. De onderste laag cellen deelt zich voortdurend.
 - Haar met haarsakje (uitstulping van de kiemlaag) en talgklieren. Talg houdt het haar en de hoornlaag soepel.
- Lederhuid: bindweefsel met zintuigen, zenuwen, haarspierjes, bloedvaten en zweetklieren.
- In de huid wordt vitamine D gevormd onder invloed van de ultraviolette straling in zonlicht.
- Onderhuidse bindweefsel.
 - Opslag van vet in vetcellen: het vet heeft een warmte-isolerende werking.

▼ Afb. 3 De huid en het onderhuidse bindweefsel (schematisch).



DOELSTELLING 2

Je moet in een context kunnen beschrijven hoe de lichaamstemperatuur min of meer constant wordt gehouden.

- Min of meer constante lichaamstemperatuur door evenwicht tussen warmteproductie en warmteafgifte (warmtebalans).
 - Warmteproductie door dissimilatie, vooral in het binnenste deel van het lichaam en in actieve (skelet)spieren.
 - Warmteafgifte via bloed dat door de huid stroomt en via zweet dat verdampst.
- Het temperatuurcentrum in de hypothalamus regelt de warmteproductie en warmteafgifte van het lichaam.
 - Koude- en warmtezintuigen in de hypothalamus registreren de temperatuur van het bloed.
- Beschermding tegen stijging van de lichaams-temperatuur.
 - Bloedvaten in de huid worden wijder (de huid wordt roder).
 - Zweetklieren produceren meer zweet (water en zouten).
- Beschermding tegen daling van de lichaamstemperatuur.
 - Bloedvaten in de huid worden nauwer (de huid wordt bleker).
 - Zweetklieren produceren minder zweet.
 - Warmteproductie neemt toe (rillen en klapper-tanden).

DOELSTELLING 3

Je moet in een context de vormen van aspecifieke afweer kunnen beschrijven.

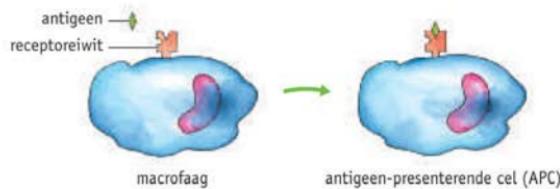
- Aspecifieke afweer: werkzaam tegen vele verschillende ziekteverwekkers (o.a. tegen bacteriën en lichaamsvreemde stoffen).
- Mechanische afweer: de huid en de slijmvliezen van de luchtwegen, het verteringsstelsel, het uitscheidingsstelsel en het voortplantingsstelsel bemoeilijken het binnendringen van ziekteverwekkers en schadelijke stoffen.
- Chemische afweer: bijv. zoutzuur in maagsap doodt bacteriën.
- Koorts: verhoogde lichaamstemperatuur gaat de ontwikkeling van ziekteverwekkers tegen en versnelt de afweerreacties van het lichaam.
- Fagocytose: insluiting en vertering van ziekteverwekkers door fagocyten (granulocyten en macrofagen).
 - Fagocyten ontstaan uit stamcellen in het rode beenmerg en komen daarna in het bloed terecht.
- Antibiotica versterken tijdelijk de afweer van het lichaam.
 - Antibiotica zijn werkzaam tegen bacteriële infecties, niet tegen infecties door virussen.

DOELSTELLING 4

Je moet in een context de vormen van specifieke afweer kunnen beschrijven.

- Specifieke afweer: werkzaam tegen één type ziekte-verwekker (o.a. tegen lichaams-vreemde cellen, lichaamsvreemde stoffen, bacteriën en virussen).
- Specifieke afweerreacties worden opgewekt door antigenen.
 - Antigenen zijn grote moleculen, meestal eiwitten.
 - Antigenen bevinden zich meestal op celmembranen, maar kunnen ook geïsoleerd in een organisme voorkomen.
 - Herkennen van antigenen gebeurt door specifieke receptoreiwitten.
- Macrofagen en sommige andere cellen (o.a. door virussen geïnfecteerde cellen) kunnen een antigeen op hun celmembraan plaatsen.
 - Ze worden dan antigen-presenteerende cellen genoemd (zie afb. 2).

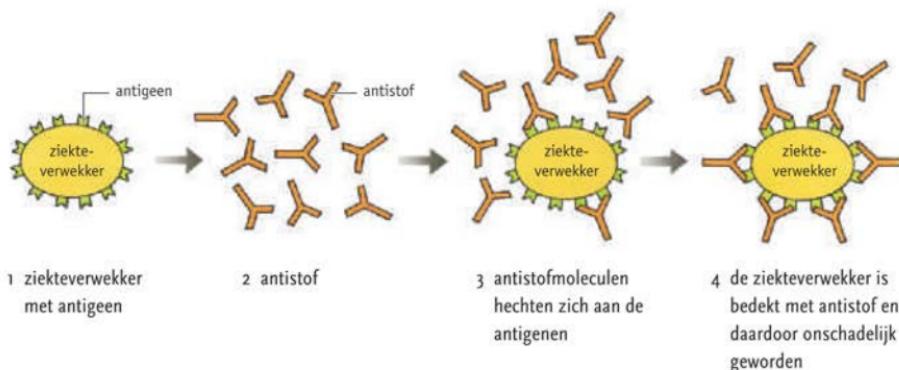
▼ **Afb. 2** Een macrofaag wordt een antigen-presenteerende cel (schematisch).



- Lymfocyten zorgen voor specifieke afweerreacties.
 - Lymfocyten ontstaan uit stamcellen uit het rode beenmerg.
 - In het beenmerg ontwikkelen zich B-lymfocyten; in de thymus T-lymfocyten. Hierna verspreiden de lymfocyten zich en komen vooral in de lymfeknopen en de milt terecht.
 - T-lymfocyten delen zich na antigeen-presentatie veelvuldig. Er ontwikkelen zich T-cellen en T-geheugencellen.
- Cellulaire afweer: gericht tegen lichaamscellen die met virussen zijn geïnfecteerd, tegen kankercellen en tegen cellen van getransplanteerde weefsels of organen.
 - T-cellen vernietigen de geïnfecteerde lichaams细胞, de kankercellen of getransplanteerde cellen.
- Humorale afweer: door antistoffen die terechtkomen in alle lichaamsvochten.
 - B-lymfocyten ontwikkelen zich tot twee typen dochtercellen: geactiveerde B-cellen en B-geheugencellen.
 - Geactiveerde B-cellen vormen antistoffen tegen antigenen.
 - Tegen een antigeen kunnen verschillende antistoffen worden gevormd.
 - Een antigeenmolecuul en een antistofmolecuul vormen een antigeen-antistof-complex.

- Door de complexvorming wordt de ziekteverwekker onschadelijk gemaakt, bijv. doordat het celmembraan van een lichaamsvreemde cel wordt aangetast, waardoor de cel uiteenvalt (zie afb. 3). Vaak wordt door complexvorming de fagocytose van een ziekteverwekker door macrofagen bevorderd.

▼ Afb. 3 Werking van een antistof.



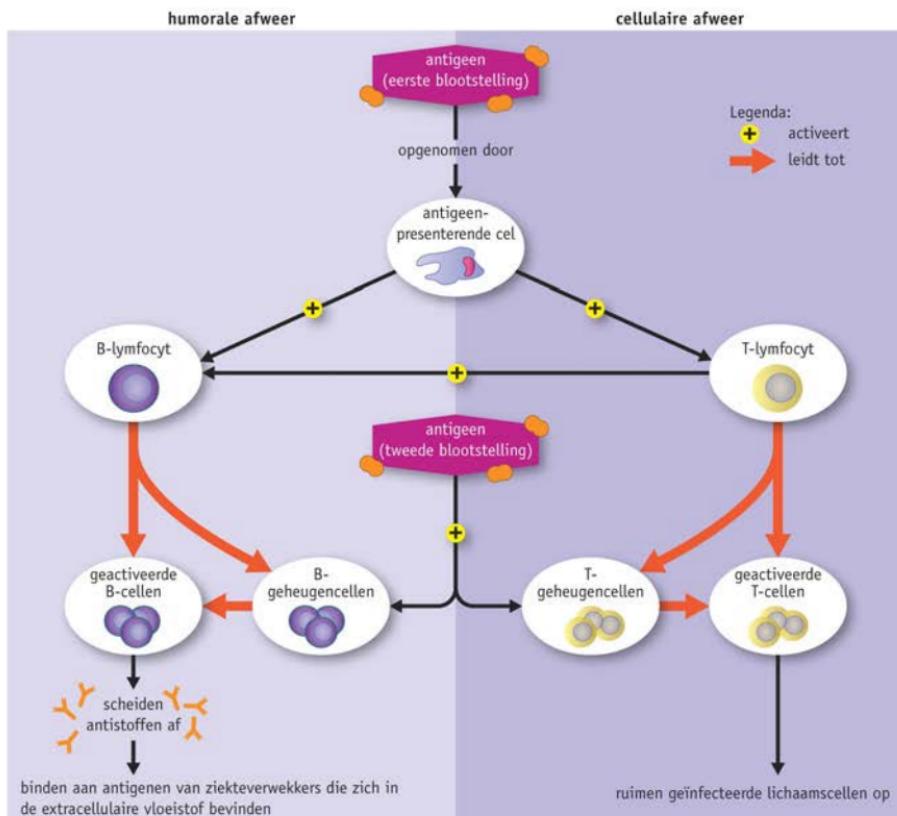
- T-geheugencellen en B-geheugencellen blijven inactief bij een eerste infectie. Bij een volgende infectie herkennen ze het antigeen, waardoor er een snellere afweerreactie volgt.

DOELSTELLING 5

Je moet in een context kunnen beschrijven op welke manieren immuniteit kan ontstaan.

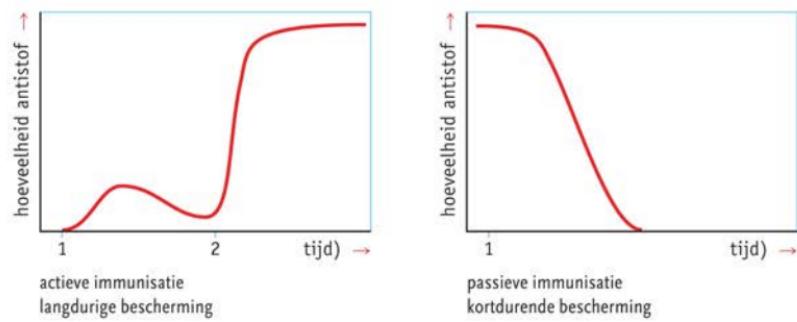
- Natuurlijke immuniteit: ontstaat doordat een persoon wordt geïnfecteerd door een ziekteverwekker (zie afb. 4).
 - Primaire reactie: de antistofvorming na de eerste besmetting met het antigen van de ziekteverwekker.
 - Secundaire reactie: de antistofvorming na de tweede of volgende besmetting met hetzelfde antigen. Doordat geheugencellen het antigen herkennen, wordt de antistof sneller gevormd en wordt er een grotere hoeveelheid antistof gevormd. Er treden geen symptomen meer op.

▼ Afb. 4 De werking van het immuunsysteem.



- Incubatietijd: de tijd tussen besmetting en de eerste ziekteverschijnselen.
- Kunstmatige immuniteit: ontstaat door immunisatie (zie afb. 5).
 - Actieve immunisatie (vaccinatie): door inenting met een vaccin (dode of verzwakte ziekteverwekker). De persoon vormt zelf antistof. De immuniteit is van langere duur, doordat geheugencellen worden gevormd.
 - Passieve immunisatie: door inspuiten van een serum met antistof. De persoon vormt zelf geen antistof en geen geheugencellen. De immuniteit is tijdelijk, doordat de antistof wordt afgebroken en er geen geheugencellen worden gevormd.

▼ Afb. 5 Actieve en passieve immunisatie.



DOELSTELLING 6

Je moet in een context de problemen kunnen beschrijven die door antigenen kunnen ontstaan bij transplantaties en bloedtransfusies.

- Transplantaties:
 - Eiwitten op celmembranen van getransplanteerde weefsels of organen worden door het immuunsysteem van de acceptor herkend als antigenen.
 - HLA (Human Leukocyte Antigen): eiwitten op celmembranen waarmee herkenning tussen lichaamseigen en lichaamsvreemde cellen plaatsvindt. Het HLA-systeem is voor iedere persoon uniek.
 - Afstotingsreacties treden vooral op door cellulaire afweer. T-cellen van de acceptor herkennen lichaamsvreemde HLA-antigenen en vernietigen donorcellen.
 - In sommige gevallen leidt antistofvorming tot zeer snelle afstoting (acute afstoting).
 - Bij transplantaties worden donoren gezocht van wie het HLA-systeem zoveel mogelijk overeenkomt met dat van de acceptor (HLA-matching). Er treden dan zo min mogelijk afstotingsreacties op.
 - Afstotingsreacties worden onderdrukt met medicijnen die het gehele immuunsysteem onderdrukken.

- Bloedgroepen van het ABO-systeem:

Bloedgroep	Antigeen op celmembranen van rode bloedcellen	Antistof in bloedplasma
A	A	anti-B
B	B	anti-A
AB	A en B	anti-B
0 (nul)	0	anti-A en anti-B

- Bloedtransfusies:

- Bij voorkeur geeft men bloed van een donor met dezelfde bloedgroep als de acceptor.
- Rode bloedcellen klonteren samen als antistof van de acceptor reageert met antigeen van de donor.
Er vindt dan hemolyse plaats: rode bloedcellen gaan te gronde, waardoor hemoglobine vrijkomt in het bloedplasma.
- Bloedgroep 0 is de algemene donor.
- Bloedgroep AB is de algemene acceptor.

- Resusfactor:

- Resuspositief bloed bevat het resusantigeen.
- Resusnegatief bloed bevat geen resusfactor en kan antiresus bevatten.

- Bloedtransfusies:

- Bij voorkeur geeft men bloed van een donor met dezelfde resusfactor (en dezelfde bloedgroep) als de acceptor.
- Na een eerste transfusie van resuspositief bloed naar een resusnegatieve acceptor wordt antiresus gevormd, maar treedt geen samenklontering op. Bij een tweede transfusie treedt samenklontering op.
- Transfusie van resusnegatief bloed naar een resuspositieve acceptor is mogelijk.

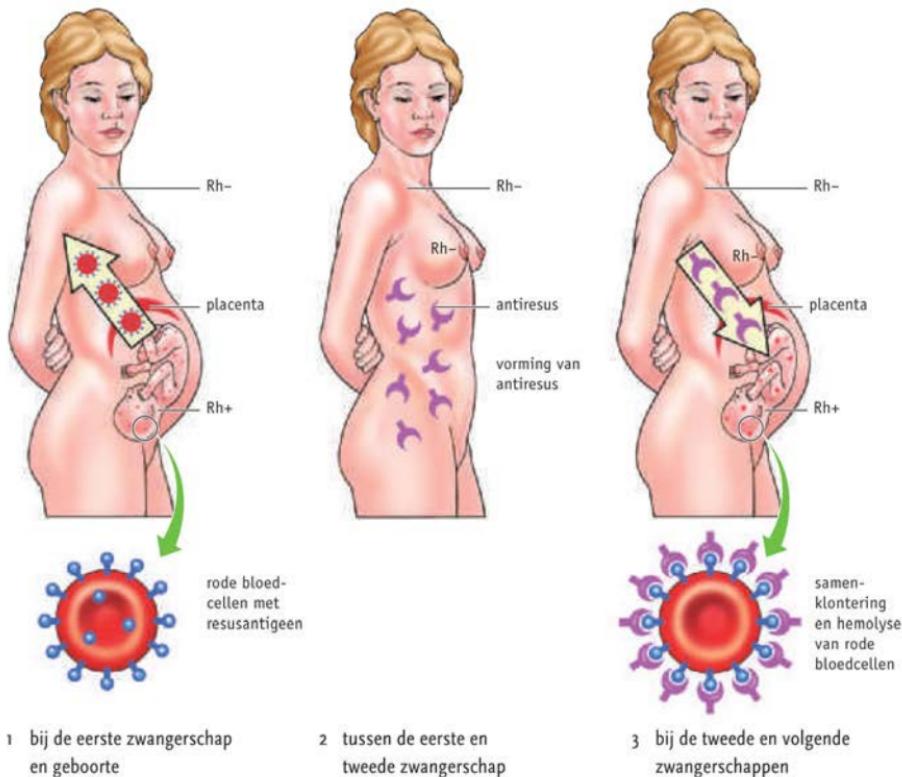
- Resusnegatieve moeder die zwanger is van een resuspositief kind (zie afb. 6):

- Na de bevalling vormt de moeder antiresus.
- Tijdens de volgende zwangerschap(pen) worden rode bloedcellen van een resuspositief kind afgebroken (resuskindje).
- Door toediening van antiresus aan de moeder onmiddellijk na de geboorte wordt de vorming van antiresus door de moeder tegengegaan.

- Resuspositieve moeder die zwanger is van een resusnegatief kind:

- Er zijn geen problemen doordat het kind tijdens de eerste maanden nog geen antistoffen kan maken.

▼ Afb. 6 Het ontstaan van een resuskindje (schematisch).



1 bij de eerste zwangerschap

en geboorte

2 tussen de eerste en

tweede zwangerschap

3 bij de tweede en volgende

zwangerschappen

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt in een of meer contexten:

- geoefend in het toepassen van de fasen van natuur-wetenschappelijk onderzoek;
- geoefend in het werken met informatiebronnen;
- geoefend in het leggen van verbanden op basis van tabel- en grafiekgegevens;
- geoefend in het geven van een beargumenteerd oordeel over een situatie waarin natuurwetenschappelijke kennis een belangrijke rol speelt;
- geoefend in het presenteren van een onderzoek.

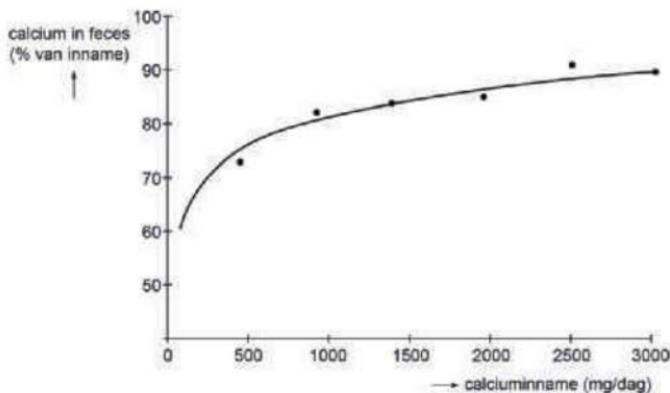
Examentrainer

Vragen

De beschermende werking van calcium

Calcium (Ca^{2+}) is een bijzondere voedingsstof. Veel van het ingenomen calcium blijft in de darm achter en wordt niet in het bloed opgenomen. Calcium speelt een belangrijke rol bij bijvoorbeeld de botopbouw. In afbeelding 1 wordt de hoeveelheid calcium weergegeven die in de ontlasting (feces) wordt aangetroffen in relatie tot de hoeveelheid calcium die men per dag met het voedsel binnen krijgt.

▼ Afb. 1



Het calcium dat niet wordt opgenomen, vervult in de darm een belangrijke functie. Deze functie hangt samen met het feit dat calcium in neutraal milieu ($\text{pH} = 7$) een onoplosbaar zout vormt met negatief geladen ionen zoals fosfaationen of vetzuren. In zuur milieu blijven calcium en de negatief geladen ionen in oplossing. Het calciumfosfaat, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, kan galzuren binden. Galzuren en vetzuren kunnen de cellen van de wand van de dunne darm beschadigen. Deze cellen worden dan gevoeliger voor bacteriële infecties. Het verloop van de infectie is vrij onschuldig; vrijwel iedereen herstelt, na enkele dagen last te hebben gehad van diarree.

- 2p 1 Hoeveel mg calcium wordt, uitgaande van de resultaten in afbeelding 1, maximaal per dag in het bloed opgenomen?
- Ongeveer 100 mg.
 - Ongeveer 300 mg.
 - Ongeveer 900 mg.
 - Ongeveer 2700 mg.

Het calcium vormt in neutraal milieu met fosfaten een onoplosbaar zout.

- 2p 2 Van welk van de onderstaande verbindingen kan de fosforgroep in het zout afkomstig zijn?
- Aminozuren.
 - DNA.
 - Koolhydraten.
 - Vetzuren.

Men krijgt last van een bacteriële darm-infectie als zuren de slijmlaag van de darmwand aantasten. Galzuren hebben daarnaast een negatief effect op de groei en ontwikkeling van de lichaamseigen bacteriën die zich in de dikke darm bevinden. Deze lichaamseigen bacteriën gaan onder normale omstandigheden de uitbreiding van het aantal ziekteverwekkende bacteriën tegen. Over het nut van calcium in de darm, werden de volgende hypothesen geformuleerd:

- Calciumfosfaat zal de galzuren en vetzuren neerslaan.
 - Calciumfosfaat zal de groei van lichaamseigen bacteriën in de darm stimuleren.
- In een experiment werden de hypothesen getoetst. Ratten kregen normaal voer (20 mmol Ca/kg voer) of met calcium verrijkt voer (180 mmol Ca/kg voer). De concentratie vrije galzuren en vrije vetzuren in de ontlasting werd gemeten. Ook het aantal lichaamseigen bacteriën in de ontlasting werd bepaald. De resultaten zijn in afbeelding 2 weergegeven.

► Afb. 2 diagram 1

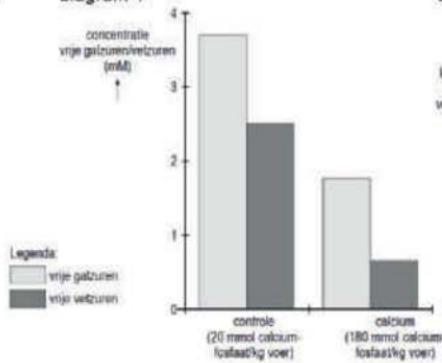
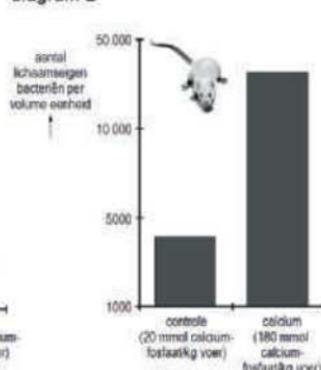


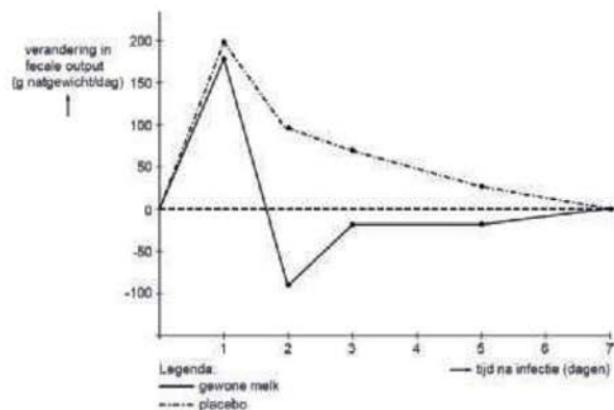
diagram 2



- 3p 3 - Welke conclusie trek je uit de weergegeven resultaten in diagram 1?
 - Welke conclusie trek je uit de weergegeven resultaten in diagram 2?
 - Welk van deze conclusies onderschrijven de gestelde hypothesen?

Behalve bij ratten zijn soortgelijke experimenten met een verzwakte dikke darmbacterie, een bepaalde *Escherichia coli*-stam, bij mensen uitgevoerd. Ook deze bacteriën kunnen infecties veroorzaken. De proefpersonen kregen gedurende veertien dagen voeding met gewone melk of met melk waaruit veel calcium was verwijderd (placebo). Op de tiende dag werden de deelnemers geïnfecteerd met de verzwakte *E. coli*-stam. Afbeelding 3 toont het verloop van het natgewicht van de feces als maat voor de diarree. In beide groepen is de fecale output op de eerste dag met 180 gram toegenomen, dat komt ongeveer neer op een verdubbeling van de hoeveelheid feces.

▼ Afb. 3



- 1p 4 Wat stelt de waarde 0 op de y-as voor?
 1p 5 Op basis van welk uit afbeelding 3 af te lezen resultaat komt men tot de conclusie dat calcium in het voedsel sneller tot herstel van een bacteriële infectie zorgt?

Een andere darmziekte die werd onderzocht, is darmkanker. Dikkedarmkanker komt vaak voor bij mensen in welvarende landen en weinig bij inwoners van landen met een arme bevolking, zoals in delen van Oost-Azië. De leefwijze kan het risico op het ontwikkelen van darmkanker vergroten. Men heeft vastgesteld dat de inname van calcium omgekeerd evenredig is met het risico op darmkanker. En men heeft vastgesteld dat de inname van rood vlees het risico op darmkanker doet toenemen. Dit laatste wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van heem (= onderdeel van hemoglobine) in rood vlees. In het dekweefsel van de dikke darm zijn regelfactoren aanwezig die de snelheid van de celdeling controleren, zodat er steeds voldoende epithelialcellen bijgemaakt worden.

Heem verstoort dit regelmechanisme en veroorzaakt hierdoor een verhoogde delingsactiviteit van dikkedarmwandcellen.

Er zijn in de vorige eeuw veel mensen vanuit Oost-Azië naar Amerika geëmigreerd. Oost-Aziaten kunnen melk niet verdragen, omdat zij lactose-intolerant zijn. Wel gingen zij er toe over om meer rood vlees te eten, iets dat zij in hun vaderland weinig deden. Het vlees konden zij wel goed verteren.

- 2p 6 Leg uit waardoor een hoge concentratie heem in de dikke darm de kans op het ontstaan van dikke darmkanker doet toenemen.

Op basis van een bevolkingsonderzoek onder Oost-Aziatische immigranten in Amerika heeft men geconcludeerd dat de veranderde leefwijze van deze immigranten invloed heeft op het ontwikkelen van dikkedarmkanker.

- 1p 7 Wat zal het resultaat van dit bevolkingsonderzoek zijn geweest waarop men deze conclusie heeft gebaseerd?

Bron: examen havo 2011-2.

Glutenallergie

Glutenallergie of coeliakie is een veel voorkomende darmziekte. Naar schatting 1 op de 200 à 300 mensen heeft er last van. Deze mensen krijgen na het eten van tarwe ernstige darmstoornissen. Om de diagnose glutenallergie bij mensen met ernstige darmklachten te stellen, wordt met behulp van een endoscoop een stukje dunne darm verwijderd en microscopisch onderzocht.

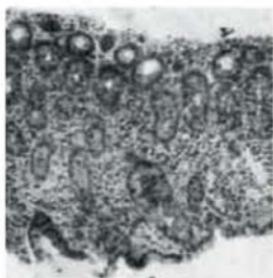
Mensen die lijden aan deze ziekte, zijn gevoelig voor bepaalde eiwitten, gluten, uit tarwekorrels. Gluten is de verzamelnaam voor deze tarwe-eiwitten. De eiwitvertering van de mens gaat in een aantal stappen, waarbij enzymen de eiwitmoleculen uiteindelijk in aminozuren splitsen. Maar bij iedereen komen in de dunne darm ook nog grote eiwitbrokstukken voor van 10 tot 50 aminozuren. Die zijn niet in contact gekomen met de eiwitsplitsende enzymen die wij maken. Als men lijdt aan glutenallergie, blijken deze brokstukken, nadat ze chemisch veranderd zijn door het enzym transglutaminase, een allergische reactie op gang te brengen. Transglutaminase is een enzym dat in veel cellen voorkomt, ook in de cellen van de dunne darm.

In afbeelding 4 is een stukje dunne darm van een gezond persoon en van een coeliakie-patiënt weergegeven.

▼ Afb.4



Stukje darmwand met vlokken



Stukje darmwand van een coeliakie-patiënt

Om klachten te voorkomen, dienen coeliakiepatiënten een strikt dieet te volgen. Gluten is namelijk niet alleen in brood, gebak en andere graanproducten aanwezig, maar het wordt ook in ruime mate gebruikt bij de industriële voedselbereiding en is ook in snoep, soepen en sauzen aanwezig. Na het eten van gluten worden deze eiwitten grotendeels in maag en twaalfvingerige darm verteerd. Sommige fragmenten daarvan worden bij gezonde personen pas verderop in de dunne darm verteerd, of door bacteriën in de dikke darm. Bij coeliakiepatiënten roepen deze fragmenten een afweerreactie op, waardoor de darmstructuur uiteindelijk verandert.

- 2p 8 Hoe worden deze fragmenten genoemd die een allergische reactie oproepen?
- Antibiotica.
 - Antigenen.
 - Antistoffen.

De onderzoekers Sollid en Khosla hebben een onverteerbaar fragment uit een gluteneiwit geïdentificeerd. Dit fragment veroorzaakt de allergische reactie onder invloed van het enzym transglutaminase. Uit een bacterie hebben ze vervolgens een eiwitverterend enzym geïsoleerd dat dit fragment wel kan verteren. Dit enzym werkt in laboratoriumomstandigheden naar wens. Volgens de onderzoekers kan hiermee een enzymtherapie voor patiënten worden opgezet, waardoor het probleem van de baan is. Dit enzym moet een aantal eigenschappen hebben, wil het met succes de gluteneiwitten in de dunne darm verteren.

- 1p 9 Noem een van die eigenschappen waaraan dit enzym moet voldoen om bij deze patiënten na inname met succes te kunnen werken.

Dr. Frits Koning van het Leids Universitair Centrum wil zich met een aantal collega's richten op een snelle diagnose van patiënten en op het analyseren van een honderdtal graanvariëteiten op glutengenen. Mogelijk worden zo tarwevariëteiten gevonden die nauwelijks of geen allergische reactie veroorzaken.

- 2p 10 Zou genetische modificatie van tarwe ook een uitkomst kunnen bieden voor coeliakiepatiënten? Leg je antwoord uit.

Bron: examen havo 2007-1.

Maden in het ziekenhuis

Het komt nogal eens voor dat grote huidwonden slecht genezen. Afgestorven weefsel remt de heling en kan zelfs zeer schadelijk zijn. De bacteriën in het afgestorven weefsel produceren toxines die het gezonde weefsel binnendringen. Amputatie kan dan noodzakelijk zijn. Tot voor kort was de enige remedie bestrijding met antibiotica en verwijderen van afgestorven weefsel. Door de opkomst van antibioticaresistente bacteriestammen en de schade aan het gezonde weefsel bij chirurgische ingrepen heeft men teruggegrepen op een oude techniek: behandeling met maden.

Maden zijn larven van vliegen, die veel voedsel nodig hebben. De made van de vleesvlieg (*Lucilia sericata*) is gespecialiseerd in dood organisch materiaal als voedsel. In een aantal ziekenhuizen gebruikt men speciaal gekweekte steriele maden bij lastige wonden. Het speeksel van deze maden lost het dode weefsel op (het levende niet), waarna de maden het gevormde mengsel (inclusief bacteriën) opzuigen.

- 1p 11 Leg uit hoe, door het gebruik van antibiotica, de bacteriestammen die resistent zijn voor antibiotica, de overhand hebben genomen.
- 2p 12 Welke van de onderstaande vier stoffen zijn zeker in het speeksel van de maden te vinden?
- A Antibiotica.
 - B Enzymen.
 - C Hormonen.
 - D Vitaminen.

De lijfarts van Napoleon, baron Larrey, meldde al dat soldaten die op het slagveld waren achtergebleven met wonden die vol maden zaten, vaak een beter wondherstel hadden dan hun collega's die meteen naar het veldhospitaal waren afgevoerd om door chirurgen te worden behandeld.

- 2p 13 Wat kun je over de melding van baron Larrey zeggen?
- Hij beschreef een proefresultaat.
 - Hij beschreef een waarneming.
 - Hij formuleerde een hypothese.
 - Hij trok een conclusie.

In de gebruiksaanwijzing die bij de behandeling met maden wordt verstrekt, staat dat bepaalde factoren van het wondmilieu tot een lagere effectiviteit van de madentherapie kunnen leiden. Genoemd wordt onder andere een verminderde luchtcirculatie door een te strak of te dik verband.

- 1p 14 Leg uit dat de effectiviteit van de behandeling daardoor lager wordt.

Bron: examen havo 2008-1.

Antwoorden en uitleg

De beschermende werking van calcium

- 1 Het percentage in de feces geeft een aanwijzing hoeveel uiteindelijk niet in het bloed is opgenomen. Het maximale percentage in de feces is 90% van een inname van 3000 mg/dag. De maximale opname is dus 10% van 3000 mg. Het antwoord is dus 300 mg/dag.
Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 4 BASISSTOF 7

- 2 Alleen in DNA zit fosfaat.
Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 2 BASISSTOF 2

- 3 – Uit diagram 1 kun je de conclusie trekken dat **bij toename van $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ /calciumfosfaat/calcium in het voer er een geringere hoeveelheid vrije galzuren en vrije vetzuren in de ontlasting voorkomt** (1 punt).
– Uit diagram 2 kun je de conclusie trekken dat **bij een toename van het $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ /calciumfosfaat/calcium in het voer het aantal lichaamseigen bacteriën toeneemt** (1 punt).
– **Beide conclusies** onderschrijven de gestelde hypothesen (1 punt).

THEMA 4 BASISSTOF 7

- 4 De waarde o op de y-as staat voor **het (gemiddelde) gewicht van de normale/dagelijkse ontlassing van de proefpersonen** (1 punt).

THEMA 4 BASISSTOF 7

- 5 Het antwoord dient de notie te bevatten dat **proefpersonen met het dieet met een normaal Ca²⁺-gehalte/normale melk al eerder een normale feces hebben dan de proefpersonen met het placebodieet/calciumarm dieet** (1 punt).

THEMA 4 BASISSTOF 7

- 6 Uit het antwoord moet blijken dat:

- als heem het regelmechanisme van celdeling verstoort, er meer delingen plaatsvinden (1 punt);
- bij meer delingen (dus meer replicatie) de kans dat er een mutatie plaatsvindt groter is en daarmee de kans op het ontstaan van dikkedarmkanker toeneemt (1 punt).

4H THEMA 4 BASISSTOF 9

- 7 Uit het antwoord moet blijken dat het verschijnsel kanker in dezelfde mate of meer voorkwam bij de immigranten uit Oost-Azië dan bij de rest van de Amerikaanse bevolking (omdat zij wel rood vlees aten, maar geen hoge Ca²⁺-inname via melk hadden).

4H THEMA 4 BASISSTOF 9

Glutenallergie

- 8 Een allergische reactie wordt opgewekt door antigenen. Hiertegen worden antistoffen gemaakt. Antibiotica doden bacteriën.

Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 7 BASISSTOF 2

- 9 Voorbeelden van een juiste eigenschap (1 punt):

- het moet in de maag (door pepsine) en in de dunne darm niet / niet snel worden verteerd;
- het moet werkzaam zijn bij een pH 7-8;
- het moet werkzaam zijn bij 37 °C.

THEMA 4 BASISSTOF 6

- 10 Ja, met een uitleg dat **door genetische modificatie de desbetreffende genen vervangen / verwijderd / uitgeschakeld kunnen worden** (1 punt), **waardoor de eiwitten die irriterende fragmenten opleveren, niet meer worden gemaakt** (1 punt).

4H THEMA 4 BASISSTOF 8

Maden in het ziekenhuis

- 11 Uit het antwoord moet blijken dat **bij gebruik van antibiotica alleen de resistente bacteriën overleven en zo de overhand krijgen** (1 punt).

THEMA 7 BASISSTOF 2

- 12 In de tekst staat dat het speeksel dood weefsel oplost en dat daarna het gevormde mengsel wordt opgelost. Het gaat dus om enzymen.
Het juiste antwoord is dus: **B** (2 punten).

THEMA 4 BASISSTOF 6

- 13 Het gaat hier om een waarneming. Hij heeft geen proef gedaan waarvan hij het resultaat vermeldt. Hij formuleert geen hypothese en trekt geen conclusie.
Het juiste antwoord is dus: **B** (1 punt).

4H THEMA 1 BASISSTOF 5

- 14 Uit het antwoord moet blijken dat **door de verminderde luchtcirculatie er een verminderde toevoer van zuurstof is, waardoor de maden minder snel groeien/de stofwisseling/verbranding bij de maden verlaagd wordt** (1 punt).

THEMA 1 BASISSTOF 3

COLOFON

AUTEURS

Arteunis Bos, Marianne Gommers, Arthur Jansen,
Onno Kalverda, Ruud Passier, Theo de Rouw,
René Westra, m.m.v. Gerard Muhlenbaumer

REDACTIE

Ivonne Hermens, PRosa Redactie, Grada Hooijer,
Paula van Kranenburg

FOTO'S EN ILLUSTRATIES

ANP Photo - Your Captain Luchtfotografie; ANP Photo, Rijswijk; Associated Press / Reporters, Haarlem; www.asterix.com © 2014 Les Editions Albert René; Teun Berserik, Den Haag; Best Kept Secret Festival, Amsterdam; Suzan Boshouwers, Vught; Bridgeman Art Library, London; Buiten-Beld, Nijkerk; Cito; Corbis Images; Wim Euverman, Utrecht; Erik Eshuis Infographics, Groningen; FMRIB Centre, Oxford; Foto Natura, Wormerveer; Fresh Images, Haarlem; Sid Frisjes; Getty Images; Glow Images; Fotografie Marijn Olislagers, 's-Hertogenbosch; Hartstichting, Den Haag; Hersenstichting Nederland; Hollandse Hoogte, Amsterdam; Imageselect, Wassenaar; Inside-Out Animals, Zieuwent; iStockphoto; Dr. Rob Jenkins / School of Psychology, Glasgow; Onno Kalverda, Utrecht; Jan van de Kam, Griendtsveen; Akiyoshi Kitaoaka, KANZEN; Ben de Lange / www.sardogs.nl; Len Marriott, Barrie, Ontario; Moné Vormgeving, 's-Hertogenbosch; Nederlandse Coeliakie Vereniging, Naarden; Nice Op Een Stokje, Amsterdam; Marc Spencer / Ardea.com; Medical Visuals, Arnhem; Merlijn Michon Fotografie,

ONTWERP

Uitgeverij Malmberg

OPMAAK

Pointer grafische vormgeving

BEELDRESEARCH

B en U International Picture Service, Amsterdam

Amsterdam; Ministerie VWS, Den Haag; Nationale Beeldbank, Amsterdam; Ministerie van VROM, Den Haag; Picture-Alliance, Frankfurt; Reporters, Haarlem; Reuters / Novum, Amsterdam; Rienk-Jan Biljsma, Wageningen; RIVM, Bilthoven; Science Photo Library / ANP Photo, Rijswijk; Shutterstock; Sophie Rabouille, Villefranche-sur-Mer; Bas Teunis, Eindhoven; Vasa museum, Stockholm; VIGeZ, Brussel; Voedingscentrum, Den Haag; Voermans Van Bree Fotografie, Arnhem; Henk van der Vrande; Waterschap Vallei en Veluwe, Apeldoorn; Wereld Natuurfonds, Zeist; Wikimedia Commons / CDC; Herman Wanningen, Haren; Arie Wapenaar, Vlaardingen; World Biodiversity Database; Yuval Barkan, Tel-Aviv; Zorg in Beeld, Nijmegen

De uitgever heeft getracht met alle rechthebbenden op beelden en tekst in contact te treden. Mogelijk is dit niet in alle gevallen gelukt. Degene die meent op beelden en/of tekst recht te kunnen doen gelden, wordt verzocht in contact te treden met Uitgeverij Malmberg te 's-Hertogenbosch.

ISBN 978-90-345-3057-8

Vijfde editie, eerste oplage

MALMBERG

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j°

het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

© Malmberg 's-Hertogenbosch

auteurs

arteunis bos
marianne gommers
arthur jansen
onno kalverda
ruud passier
theo de rouw
rené westra

ISBN 978 90 345 3057 8



9 789034 530578

556338

MALMBERG



Voorwaarden voor gebruik

Dit bestand is geproduceerd door Dedicon. Het is uitsluitend bedoeld voor klanten van Dedicon die een leesbeperking hebben. Daaronder wordt verstaan: blindheid, slechtziendheid, dyslexie of een andere handicap waardoor het lezen beperkt wordt.

Bestanden van Dedicon zijn uitsluitend bedoeld voor eigen gebruik. Kopiëren is wettelijk verboden en kan leiden tot juridische stappen en uitsluiting van dienstverlening.

Uitlenen of verspreiden door de gebruiker is niet toegestaan.

