bvj

MAX

4 A

VMBO-GT

Biologie voor jou



Bewaar dit boek! · Het bevat examenstof. ·

NAAM EN KLAS:

.....

MALMBERG

bvj

4 VMBO-GT deel A

Biologie voor jou

Biologie voor vmbo-bovenbouw

Eindredactie
Lineke Pijnappels
Linie Stam

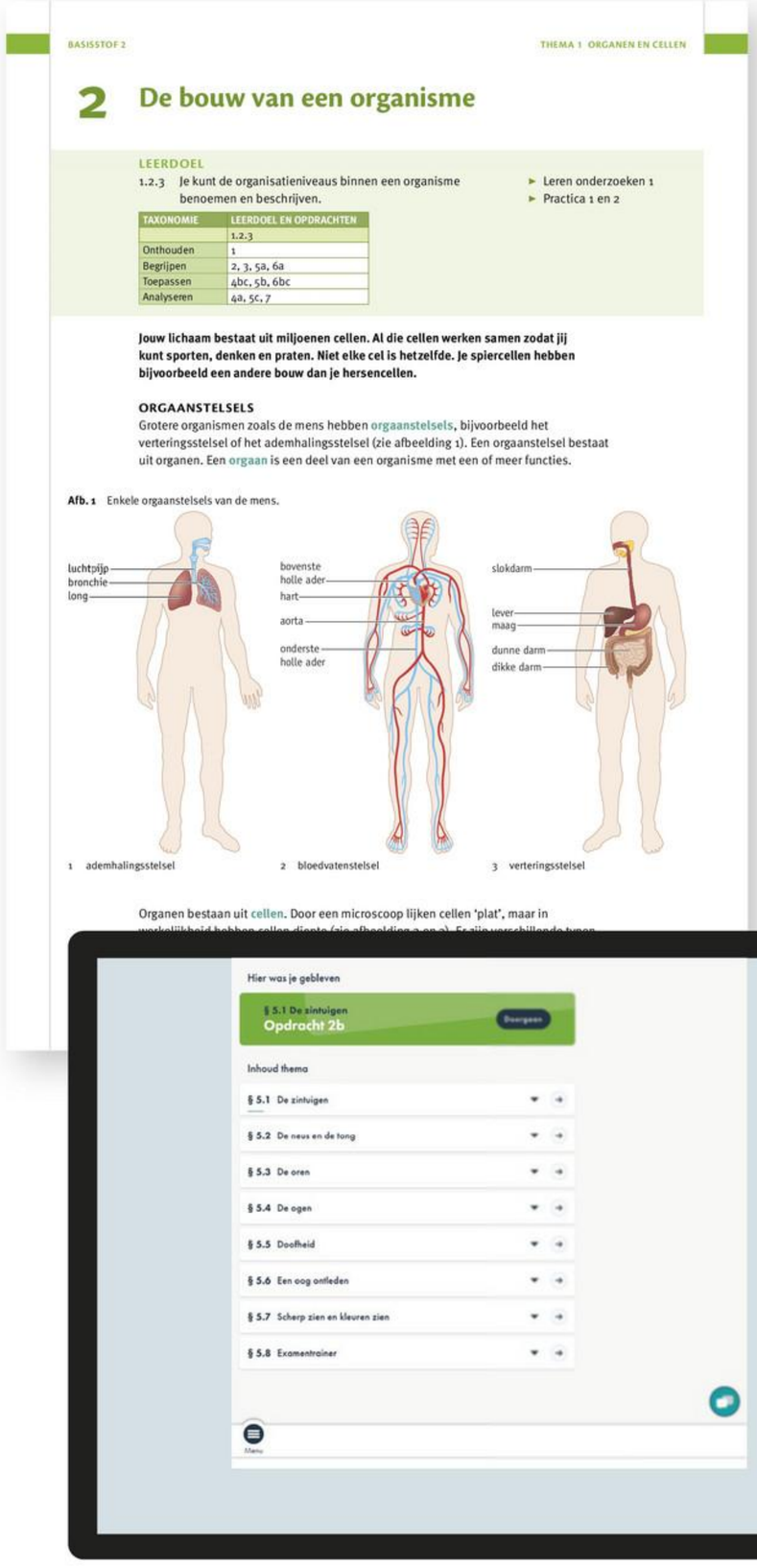
Auteurs
Froukje Gerrits
Anneke Kamstra
Lineke Pijnappels
Michiel Kelder
Tom Tahey

MAX Release 8.0

www.biologievoorjou.nl
Malmberg, ’s-Hertogenbosch

Aan de slag met *Biologie voor jou*

Biologie is overal om je heen. Met *Biologie voor jou* heb je alles binnen handbereik om dit te ervaren, te beleven en te ontdekken! Je leert waar het vak biologie om draait, waarom het belangrijk is en wat je ermee kunt. Natuurlijk ben je met deze methode ook goed voorbereid op je examen.


BASISSTOF 2 THEMA 1 ORGANEN EN CELLEN

2 De bouw van een organisme

LEERDOEL
1.2.3 Je kunt de organisatieniveaus binnen een organisme benoemen en beschrijven.

- Leren onderzoeken 1
- Practica 1 en 2

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	1.2.3
Onthouden	1
Begrijpen	2, 3, 5a, 6a
Toepassen	4bc, 5b, 6bc
Analyseren	4a, 5c, 7

Jouw lichaam bestaat uit miljoenen cellen. Al die cellen werken samen zodat jij kunt sporten, denken en praten. Niet elke cel is hetzelfde. Je spiercellen hebben bijvoorbeeld een andere bouw dan je hersencellen.

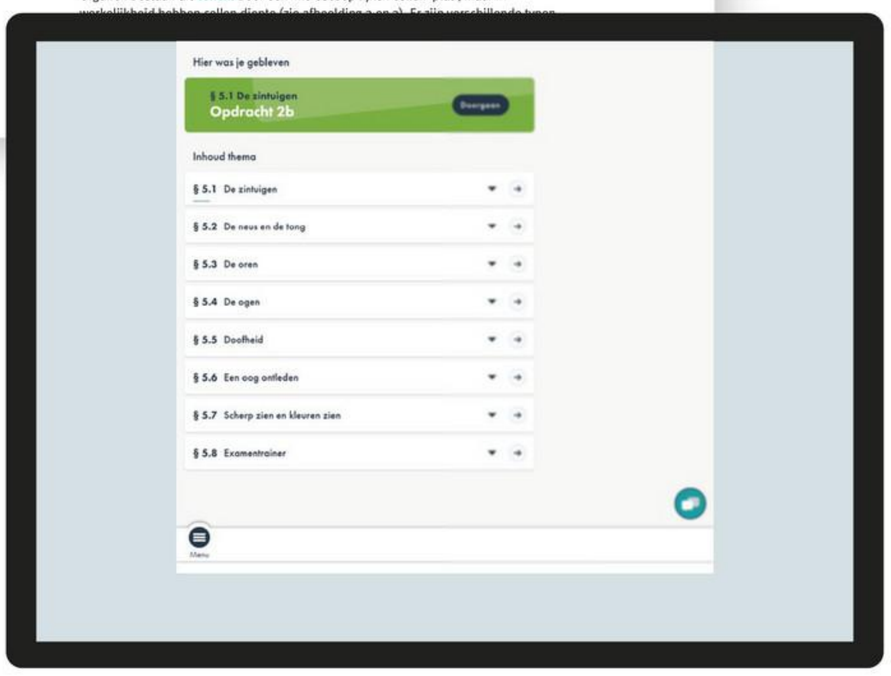
ORGAANSTELSELS
Grotere organismen zoals de mens hebben orgaanstelsels, bijvoorbeeld het verteringsstelsel of het ademhalingsstelsel (zie afbeelding 1). Een orgaanstelsel bestaat uit organen. Een orgaan is een deel van een organisme met een of meer functies.

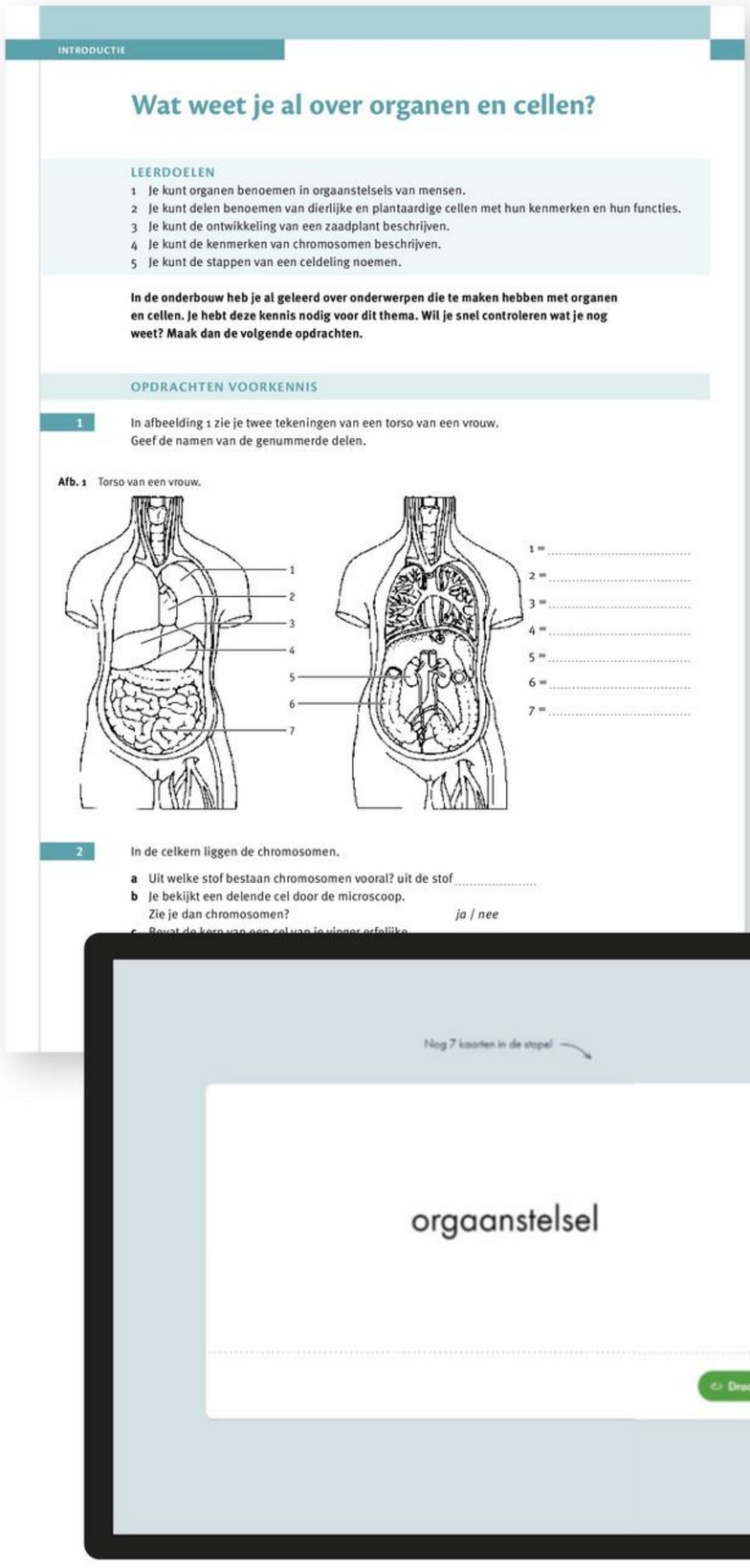
Afb. 1 Enkele orgaanstelsels van de mens.

luchtpijp
bronchie
long
bovenste holle ader
hart
aorta
onderste holle ader
slokdarm
lever
maag
dunne darm
dikke darm

1 ademhalingsstelsel 2 bloedvatenstelsel 3 verteringsstelsel

Organen bestaan uit cellen. Door een microscoop lijken cellen 'plat', maar in


Hier was je gebleven
§ 5.1 De zintuigen
Opdracht 2b
Doorgaan
Inhoud thema
§ 5.1 De zintuigen
§ 5.2 De neus en de tong
§ 5.3 De oren
§ 5.4 De ogen
§ 5.5 Doofheid
§ 5.6 Een oog ontleden
§ 5.7 Scherp zien en kleuren zien
§ 5.8 Examentrainer
Menu


INTRODUCTIE

Wat weet je al over organen en cellen?

LEERDOELEN
1 Je kunt organen benoemen in orgaanstelsels van mensen.
2 Je kunt delen benoemen van dierlijke en plantaardige cellen met hun kenmerken en hun functies.
3 Je kunt de ontwikkeling van een zaadplant beschrijven.
4 Je kunt de kenmerken van chromosomen beschrijven.
5 Je kunt de stappen van een celdeling noemen.

In de onderbouw heb je al geleerd over onderwerpen die te maken hebben met organen en cellen. Je hebt deze kennis nodig voor dit thema. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

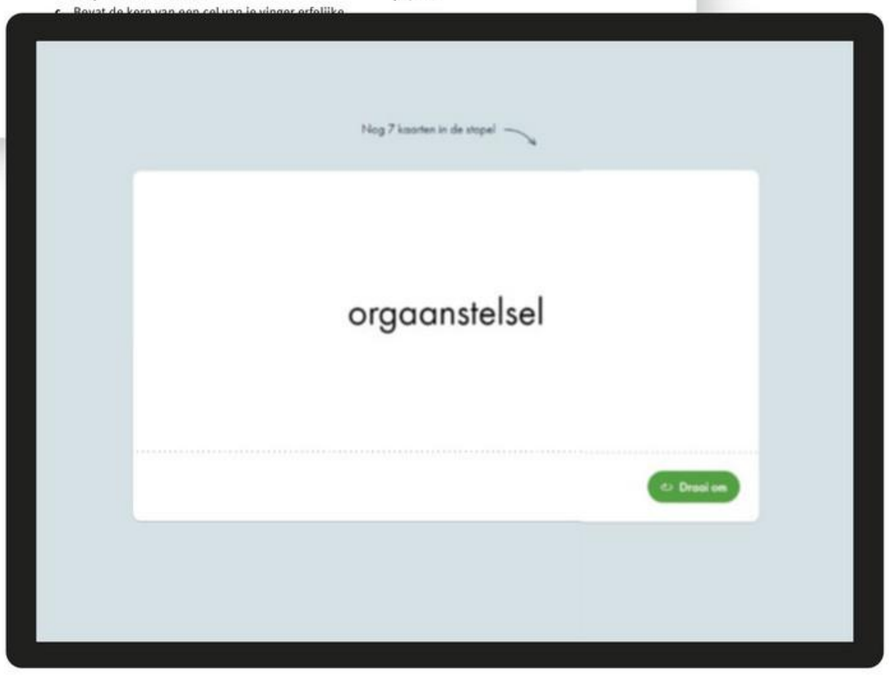
OPDRACHTEN VOORKENNIS

1 In afbeelding 1 zie je twee tekeningen van een torso van een vrouw.
Geef de namen van de genummerde delen.

Afb. 1 Torso van een vrouw.

1 = ...
2 = ...
3 = ...
4 = ...
5 = ...
6 = ...
7 = ...

2 In de celkern liggen de chromosomen.
a Uit welke stof bestaan chromosomen vooral? uit de stof
b Je bekijkt een delende cel door de microscoop.
Zie je dan chromosomen? *ja / nee*


Nog 7 kaarten in de stapel
orgaanstelsel
Draai om

Werk in je boek én online!

Er zijn twee boeken per leerjaar en een online leeromgeving. Je docent kiest wat je online doet (met laptop, tablet of telefoon) en wat in je boek. Elk thema bestaat uit de volgende onderdelen. **Introductie**: test wat je al weet. **Basisstof**: aan het begin van elke basisstof staan de leerdoelen. In een tabel zie je het niveau van de opdrachten. **Extra stof**: als je meer wilt weten of tijd over hebt. **Onderzoek**: leer onderzoek doen en ga aan de slag met practica. **Afsluiting**: de samenvatting en alle begrippen uit het thema. **Examenopgaven**: om te oefenen.

Voordelen van online

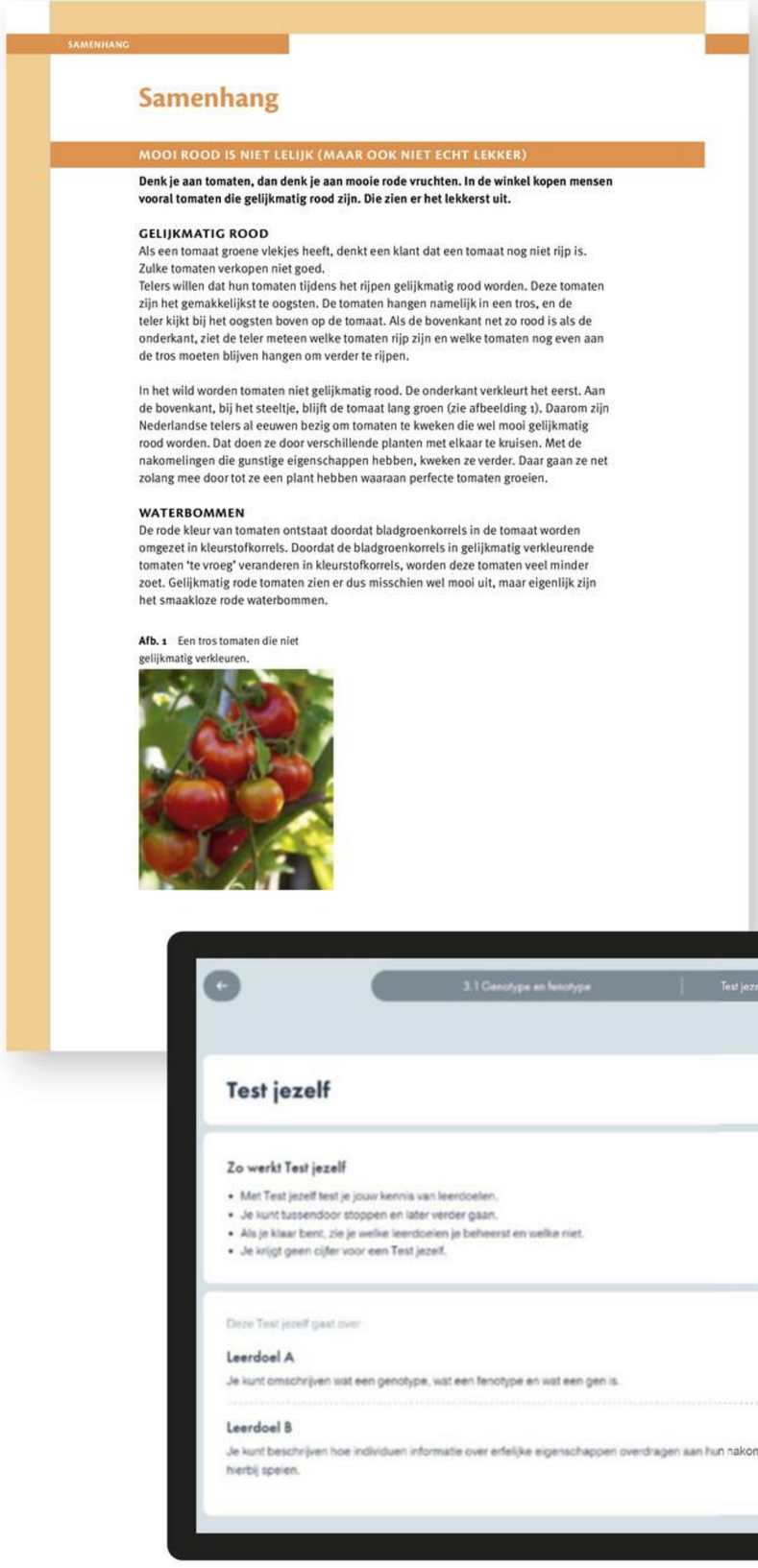
- Je ziet snel wat je goed of fout doet.
- Je krijgt direct feedback op je antwoorden.
- Je bekijkt filmpjes en animaties.
- Je leert de begrippen en overhoort jezelf met de flitskaarten.
- Je toetst of je de stof beheerst met de test jezelf, oefentoets, diagnostische toets of examenopgaven.
- Je kunt op een ander niveau en leerjaar werken.
- Je docent volgt hoe het met je gaat.

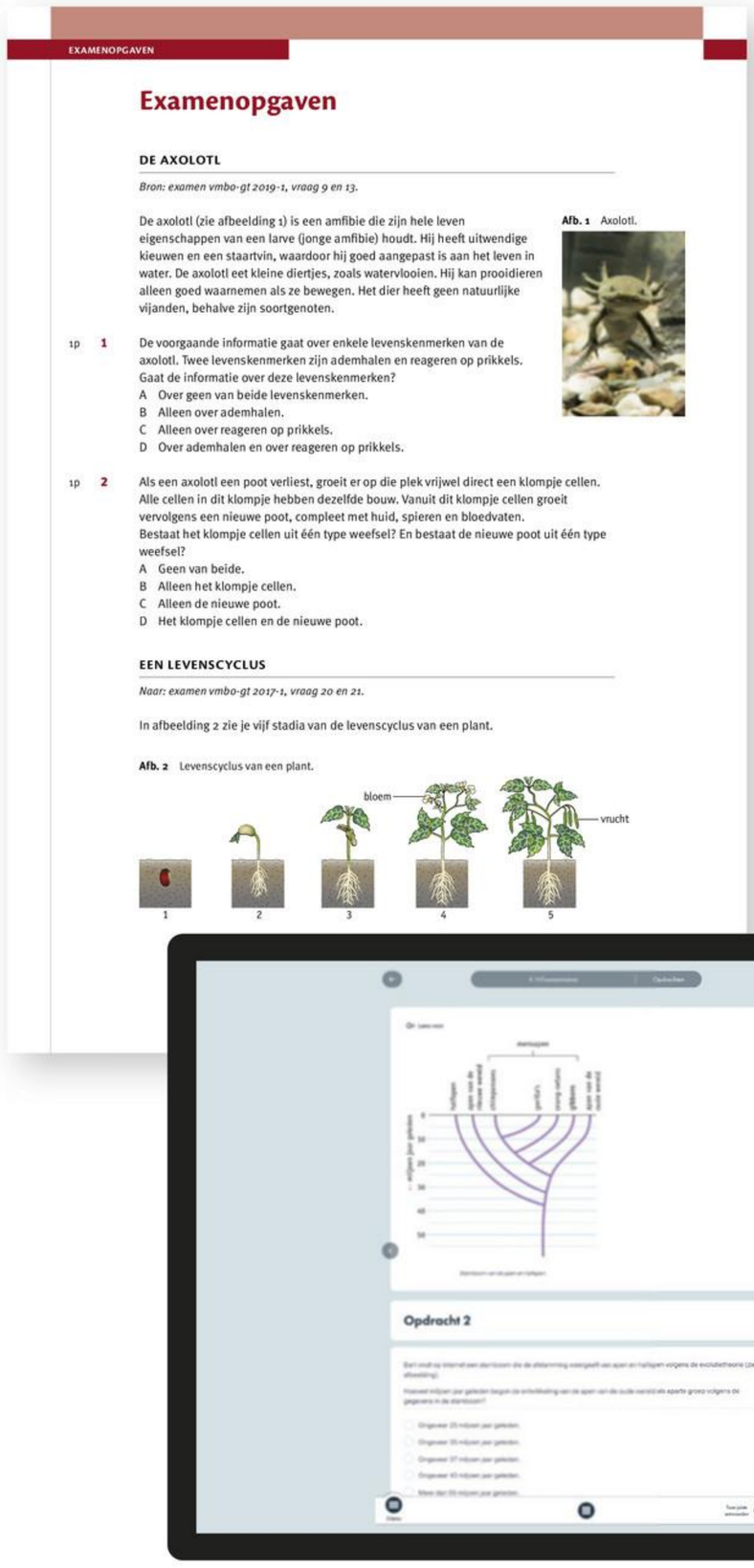
Samenhang

Aan het einde van de basisstof staat de samenhang. Dit is een tekst over biologie in de wereld om je heen. Alles wat je hebt geleerd, mag je hier gebruiken. Zo ontdek je hoe bij biologie alles met elkaar samenhangt.

Goede voorbereiding op de toets en het examen!

Een thema eindigt met een afsluiting (**samenvatting** en **begrippen**). In de online leeromgeving vind je hier ook de **flitskaarten** en er is een **diagnostische toets**. Twijfel je of je de stof voldoende beheerst? Maak dan de **test jezelf** of **oefentoets**.
Bij elk thema staan **examenopgaven**, online zijn er nog meer.





Voordelen van het boek

- Je hebt snel overzicht van wat je gaat leren.
- Je leest lange teksten op papier.
- Je markeert in de tekst en maakt aantekeningen.
- Je tekent en kleurt zodat je de leerstof goed onthoudt.

Betekenis symbolen

Deze opdracht maak je het best in je boek.

Ga naar de online leeromgeving voor handige extra's.

Dit is de tijdsduur van het practicum.

+ Deze opdracht biedt extra uitdaging.

Inhoud

DEEL 4A

Thema 9
Planten

INTRODUCTIE
Opdrachten voorkennnis 8
Voorkennistoets
Filmpjes voorkennis

BASISSTOF
1 Bladeren 10
2 Stengels en wortels 19
3 Glucose als grondstof 28
4 Voortplanting 36
5 Bestuiving, bevruchting en verspreiding 48
6 Ontkieming, groei en ontwikkeling 60
Samenhang 70
Handige hennep

EXTRA STOF
7 Groei bij bomen en struiken
8 Symbiose

ONDERZOEK
Leren onderzoeken 73
Practica 78

AFSLUITING
Samenvatting 89
Flitskaarten
Diagnostische toets

EXAMENOPGAVEN 98
Extra examenopgaven

Thema 10
Regeling

INTRODUCTIE
Opdrachten voorkennnis 104
Voorkennistoets
Filmpjes voorkennis

BASISSTOF
1 Het zenuwstelsel 106
2 Zenuwcellen en zenuwen 111
3 Het ruggenmerg 121
4 De hersenen 128
5 De weg die impulsen afleggen 139
6 Het hormoonstelsel 147
Samenhang 158
Vlinders in je buik

EXTRA STOF
7 Diabetes (suikerziekte)
8 Hersenaandoeningen

ONDERZOEK
Leren onderzoeken 161
Practica 164

AFSLUITING
Samenvatting 167
Flitskaarten
Diagnostische toets

EXAMENOPGAVEN 176
Extra examenopgaven

Thema 11
Zintuigen

INTRODUCTIE
Opdrachten voorkennnis 182
Voorkennistoets
Filmpjes voorkennis

BASISSTOF
1 Het zintuigenstelsel 184
2 Tien zintuigen van de mens 188
3 De ogen 195
4 De iris en de ooglens 201
5 Het netvlies 208
6 De oren 214
Samenhang 222
De zintuigen van een kat zijn niet voor de poes

EXTRA STOF
7 Scherp zien
8 Gezichtsbedrog

ONDERZOEK
Leren onderzoeken 226
Practica 228

AFSLUITING
Samenvatting 240
Flitskaarten
Diagnostische toets

EXAMENOPGAVEN 246
Extra examenopgaven

EXAMENTRAINER 250

Register 270
Colofon 272
Knipblad 275

Inhoud

DEEL 4B

Thema 12
Voeding en vertering

INTRODUCTIE
Opdrachten voorkennis
Voorkennistoets
Filmpjes voorkennis

BASISSTOF
1 Enzymen
2 Voedingsmiddelen en voedingsstoffen
3 Voeding en leefstijl
4 Het verteringsstelsel
5 De organen voor vertering
6 Planteneters, vleeseters en alleseters
Samenhang
Taart met meer dan honderd kaarsjes

EXTRA STOF
7 Vleesvervangende voeding
8 Informatie op verpakkingen

Thema 13
Transport en afweer

INTRODUCTIE
Opdrachten voorkennis
Voorkennistoets
Filmpjes voorkennis

BASISSTOF
1 Bloed
2 De bloedsomloop en de bloedvaten
3 Het hart
4 Hart- en vaatziekten
5 Weefselvloeistof en lymfe
6 Afweer
7 Transplantaties en bloedtransfusies
Samenhang
Xenotransplantatie

EXTRA STOF
8 Doelgerichte kankertherapie
9 Onderzoek van hart en bloedvaten

Thema 14
Gaswisseling en uitscheiding

INTRODUCTIE
Opdrachten voorkennis
Voorkennistoets
Filmpjes voorkennis

BASISSTOF
1 Een constant inwendig milieu
2 De huid en het onderhuidse bindweefsel
3 Het ademhalingsstelsel van de mens
4 Inademen en uitademen
5 Luchtkwaliteit en longaandoeningen
6 Gaswisseling bij dieren
7 De lever en de nieren
Samenhang
De man met de hamer

EXTRA STOF
8 Ademfrequentie
9 Orgaandonatie

EXAMENTRAINER

9 Planten

Mensen en dieren hebben planten nodig om te overleven. Planten zetten koolstofdioxide en water om in glucose en zuurstof. Ze hebben verschillende organen, zoals wortels, stengels en bladeren. Zaadplanten, zoals de bananenboom, hebben daarnaast ook bloemen.



INTRODUCTIE

Opdrachten voorkennnis 8
Voorkennistoets
Filmpjes voorkennis

BASISSTOF

1 Bladeren 10
2 Stengels en wortels 19
3 Glucose als grondstof 28
4 Voortplanting 36
5 Bestuiving, bevruchting en verspreiding 48
6 Ontkieming, groei en ontwikkeling 60
Samenhang 70
Handige hennep

EXTRA STOF

7 Groei bij bomen en struiken
8 Symbiose

ONDERZOEK

Leren onderzoeken 73
Practica 78

AFSLUITING

Samenvatting 89
Flitskaarten
Diagnostische toets

EXAMENOPGAVEN 98



Wat weet je al over planten?

LEERDOELEN

1 Je kunt beschrijven dat bij fotosynthese energierijke stoffen worden gevormd uit energiearme stoffen, en hoe bij verbranding die energie weer vrijkomt.
2 Je kunt de bouw en functie van wortels, stengels en bladeren beschrijven.
3 Je kunt de delen van een bloem benoemen en je kunt beschrijven wat bestuiving is en hoe de bevruchting bij zaadplanten verloopt.
4 Je kunt de delen van een zaad noemen met hun functie.
5 Je kunt uitleggen hoe planten zijn aangepast aan hun omgeving.

In klas 1, 2 en 3 heb je al geleerd over onderwerpen die te maken hebben met planten. Je hebt deze kennis nodig voor dit thema. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1

a Welke stoffen zijn energiearm?
eiwit / *glucose* / *koolhydraat* / *koolstofdioxide* / *mineralen* / *vet* / *water* / *zuurstof*

b Witlof of Brussels lof (zie afbeelding 1) is een bladgroente die in het donker wordt geteeld. In het licht wordt het witlof door de vorming van bladgroenkorrels namelijk groen.
Welke reactie kan voorkomen in witlof die in het donker wordt geteeld?

○ A glucose + zuurstof ⇢ koolstofdioxide + water
○ B koolstofdioxide + water ⇢ glucose + zuurstof

Afb. 1 Witlof.



2

Welk plantenorgaan past het best bij de functie?

1	de plant stevig vastzetten in de grond	*bladeren* / *stengels* / *wortels*
2	reservevoedsel opslaan	*bladeren* / *stengels* / *wortels*
3	stevigheid geven aan de plant	*bladeren* / *stengels* / *wortels*
4	transport van stoffen	*bladeren* / *stengels* / *wortels*
5	voedsel maken door fotosynthese	*bladeren* / *stengels* / *wortels*
6	water en voedingsstoffen opnemen uit de bodem	*bladeren* / *stengels* / *wortels*

3

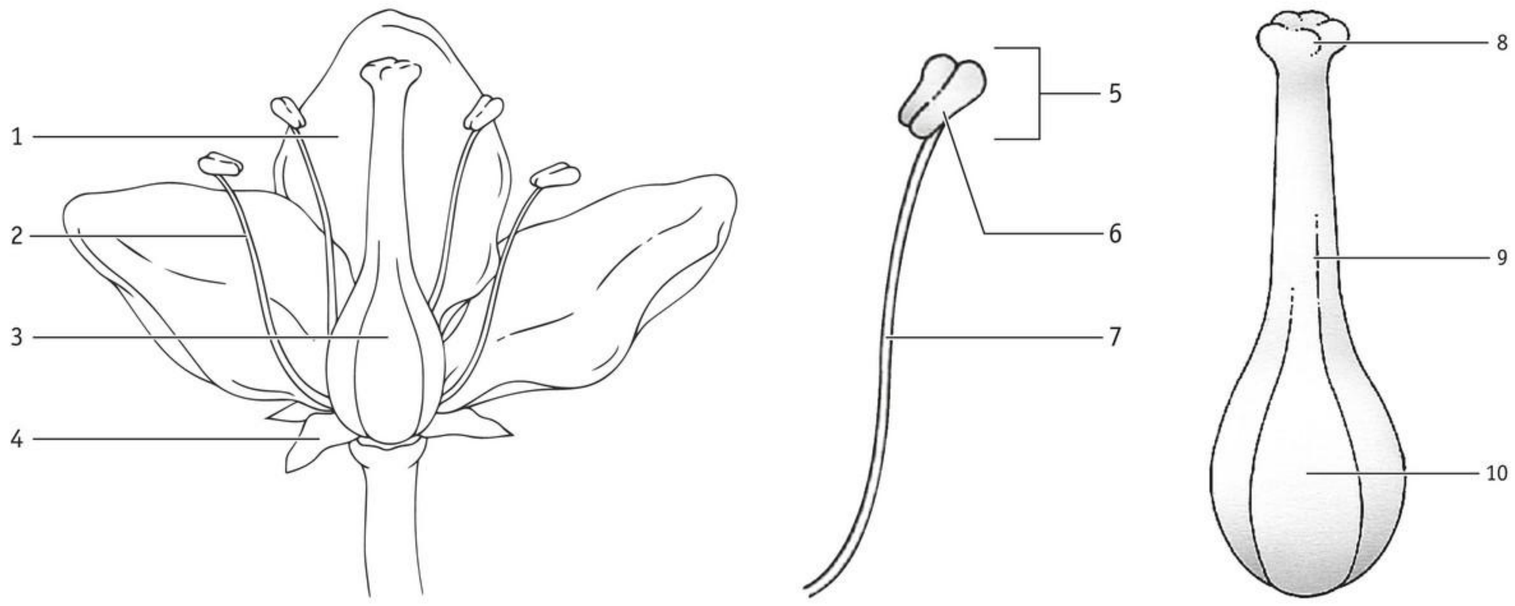
Hoe verloopt het transport van stoffen in een plant?

1 Water met voedingsstoffen gaat van de *bladeren* / *wortels* naar de *bladeren* / *wortels*.
2 Glucose gaat van de *bladeren* / *wortels* naar de *bladeren* / *stengels* / *wortels*.

4

In afbeelding 2 zie je schematische tekeningen van een bloem, een meeldraad en een stamper.
Kies de juiste naam bij de genummerde delen.

Afb. 2



1 bloem 2 meeldraad 3 stamper

A	1	○	○ 1	helmdraad
B	2	○	○ 2	helmhokje
C	3	○	○ 3	helmknop
D	4	○	○ 4	kelkblad
E	5	○	○ 5	kroonblad
F	6	○	○ 6	meeldraad
G	7	○	○ 7	stamper
H	8	○	○ 8	stempel
I	9	○	○ 9	stijl
J	10	○	○ 10	vruchtbeginsel

5

De zinnen beschrijven delen van een zaad.
Zet de juiste naam bij elke zin. Gebruik daarbij: *kiem – navel – poortje – zaadhuid – zaadlobben*.

1 Hierin is voedsel opgeslagen. .....

2 Gaatje om snel water op te nemen. .....

3 Dit deel beschermt het zaad. .....

4 Worteltje, stengeltje en blaadjes in een zaad. .....

5 De plaats waar het zaad aan de plant vastzat. .....

6

Landplanten hebben aanpassingen om in verschillende milieus te kunnen leven.
Kies de juiste woorden in de tabel.

	Landplanten in een vochtig milieu	Landplanten in een droog milieu
Aantal huidmondjes	*veel / weinig*	*veel / weinig*
Afmeting bladeren	*groot en plat / klein en dik*	*groot en plat / klein en dik*
Bladoppervlak	*behaard / kaal*	*behaard / kaal*
Ligging huidmondjes	*aan het oppervlak / diep verzonken*	*aan het oppervlak / diep verzonken*
Waslaag	*dik / dun*	*dik / dun*
Wortelstelsel	*goed ontwikkeld / zwak ontwikkeld*	*goed ontwikkeld / zwak ontwikkeld*

Ga naar de *Voorkennistoets* en de *Filmpjes*.

1 Bladeren

LEERDOEL

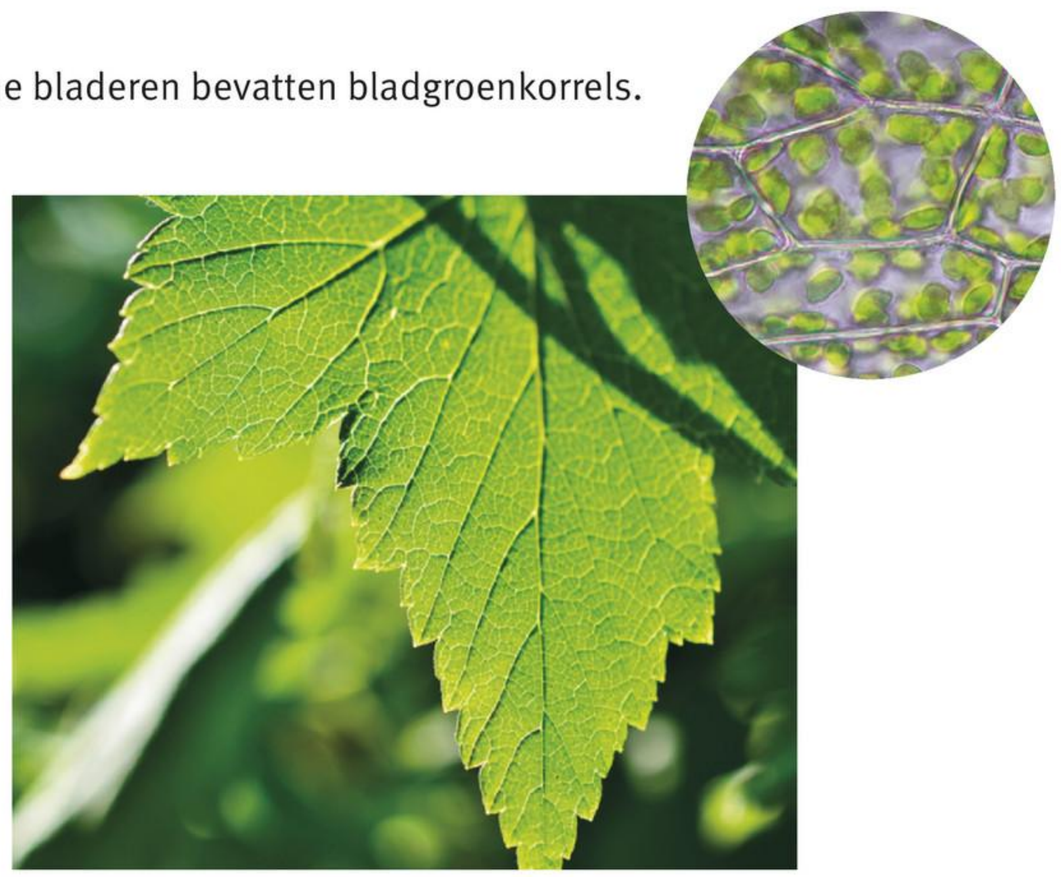
9.1.1 Je kunt de bouw en functie van bladeren en het belang hiervan voor de fotosynthese beschrijven.

- Leren onderzoeken 1
- Practicum 1

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	9.1.1
Onthouden	1a, 2bcd, 3
Begrijpen	1b, 2ae, 4, 6
Toepassen	5, 7ab
Analyseren	7c, 8

Alle planten hebben groene delen, zoals bladeren en stengels. Deze delen bevatten bladgroenkorrels (zie afbeelding 1). De bladgroenkorrels maken glucose, de energierijke voedingsstof voor de plant.

Afb. 1 Groene bladeren bevatten bladgroenkorrels.



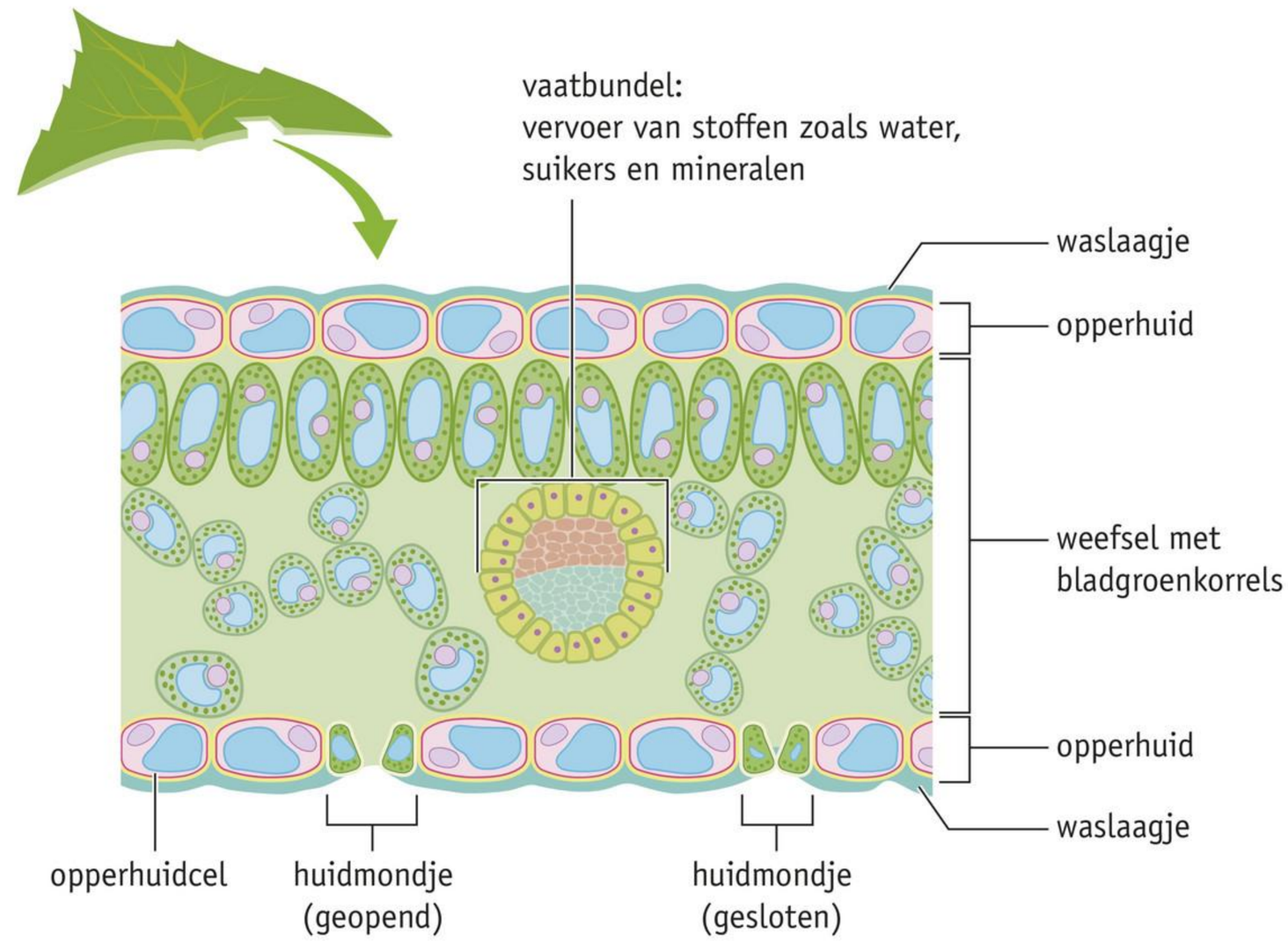
DE BOUW VAN BLADEREN

In afbeelding 2 zie je een doorsnede van een blad. Bladeren bestaan uit verschillende weefsels:

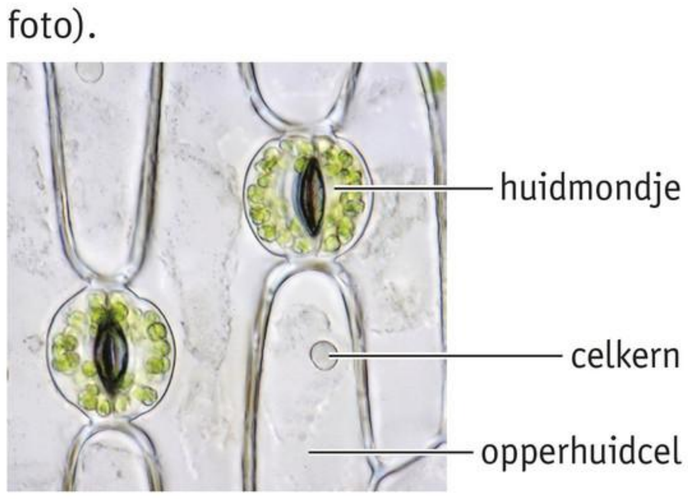
- opperhuid met huidmondjes
- weefsel met bladgroenkorrels
- vaatbundels

De **opperhuid** van een blad is een dunne laag aaneengesloten cellen. Op de opperhuid zit een waslaagje. De opperhuid en het waslaagje beschermen het blad tegen waterverlies en ziekteverwekkers.
Tussen de cellen van de opperhuid liggen huidmondjes. Via de huidmondjes kan de plant gassen opnemen en afgeven. In afbeelding 3 zie je een microscopische foto van een huidmondje.
Het grootste deel van een blad bestaat uit weefsel met bladgroenkorrels. In de bladgroenkorrels kan fotosynthese plaatsvinden. Door dit weefsel lopen de vaatbundels. De vaatbundels vervoeren water en opgeloste stoffen door het blad. De vaatbundels en de opperhuid bevatten geen bladgroenkorrels, de huidmondjes wel.

Afb. 2 De bouw van een blad.



Afb. 3 Huidmondjes (microscopische foto).

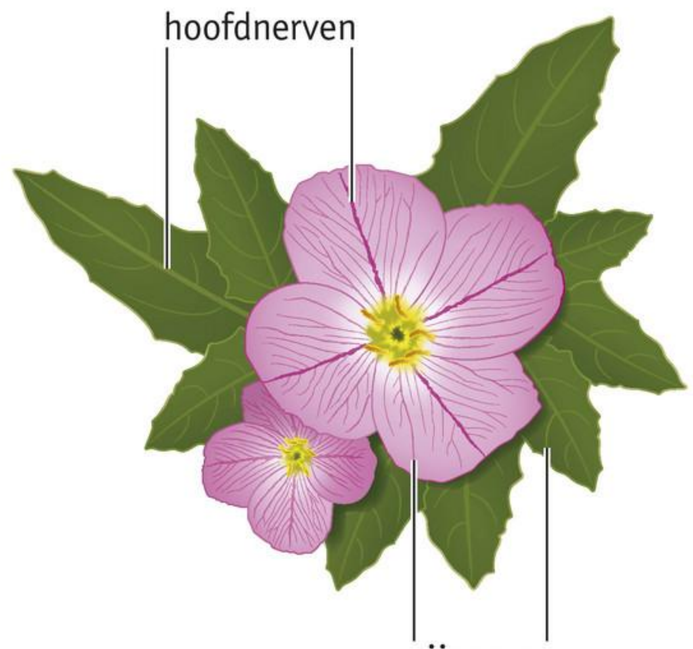


FOTOSYNTHESE

Voor fotosynthese zijn twee stoffen nodig: koolstofdioxide en water. Koolstofdioxide neemt een plant op uit de lucht, vooral via de huidmondjes. Water wordt opgenomen uit de bodem met de wortels. Vaatbundels vervoeren dit water met opgeloste stoffen van de wortels naar de bladeren. In de bladeren vertakken de vaatbundels zich in **nerven** (zie afbeelding 4). Zo kan het water naar alle delen van de bladeren worden vervoerd.

Om fotosynthese te laten plaatsvinden is energie uit (zon) licht nodig. Daarnaast kan fotosynthese alleen plaatsvinden bij een geschikte temperatuur. Als het te koud is, vindt geen fotosynthese plaats. Bij fotosynthese ontstaan glucose en zuurstof. Het grootste deel van de zuurstof wordt via huidmondjes afgegeven aan de lucht. Glucose wordt door de plant gebruikt als brandstof en als grondstof om allerlei andere stoffen te maken.

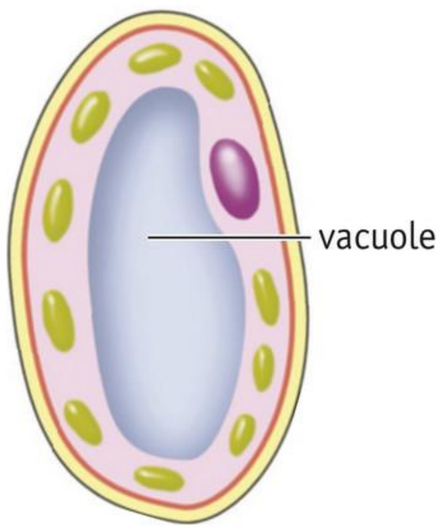
Afb. 4 Nerven in een blad (schematisch).



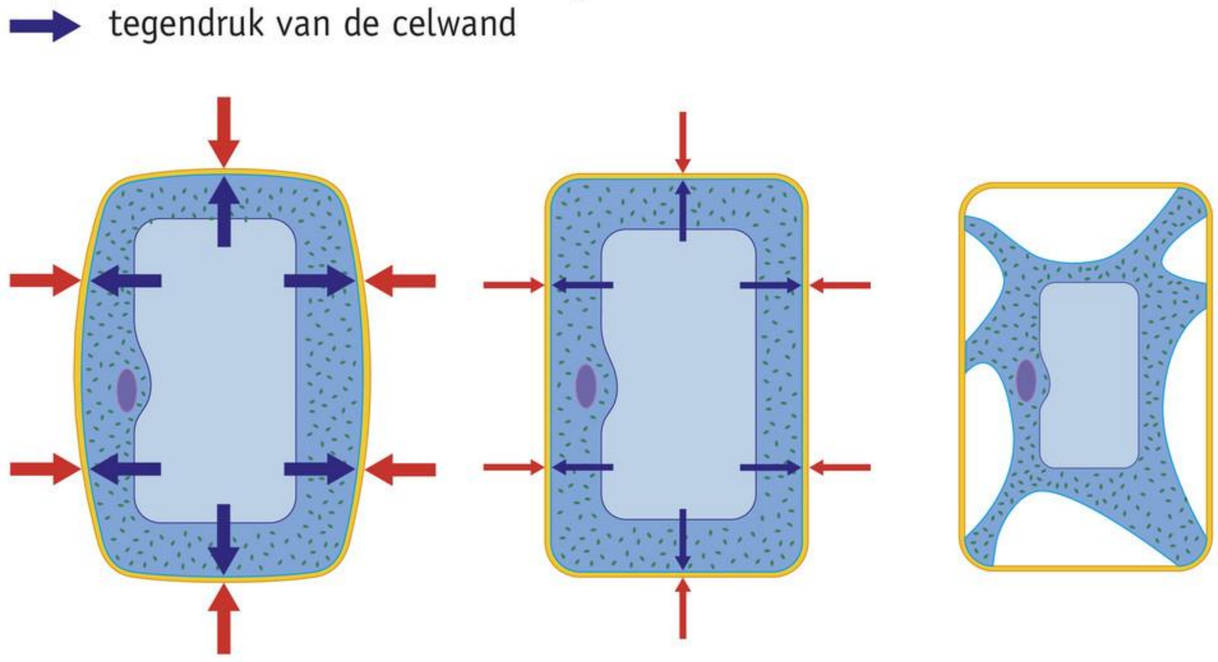
STEVIGHEID DOOR WATER

De opperhuid en het weefsel met bladgroenkorrels krijgen stevigheid door het vocht in de vacuole van cellen (zie afbeelding 5). Het vocht in de vacuole drukt het celmembraan tegen de celwand. De celwand kan niet uitrekken en duwt terug. Hoe meer vocht de vacuolen bevatten, hoe groter de druk op de celwand (zie afbeelding 6). De stevigheid van een plant is dus afhankelijk van de hoeveelheid water in de plant.

Afb. 5 Cel met vacuole en bladgroenkorrels.



Afb. 6 Stevigheid door vocht.



1 Stevige cel: de vacuole oefent druk uit op de celwand.

2 Minder water: de druk neemt af, de cel wordt minder stevig.

3 Watertekort: de cel wordt slap.

Wanneer een plant uitdroogt, verdwijnt er water uit de vacuolen van de cellen. Hierdoor neemt de druk van de cel tegen de celwand af. De opperhuid en het weefsel met bladgroenkorrels verliezen hun stevigheid. De plant gaat slap hangen. Als je de plant water geeft, worden de plantencellen weer stevig (zie afbeelding 7).

Afb. 7 Effect van water op een verwelkte plant.



1 De stevigheid van de cellen is (gedeeltelijk) verdwenen.

2 De plant kan water opnemen met de wortels.

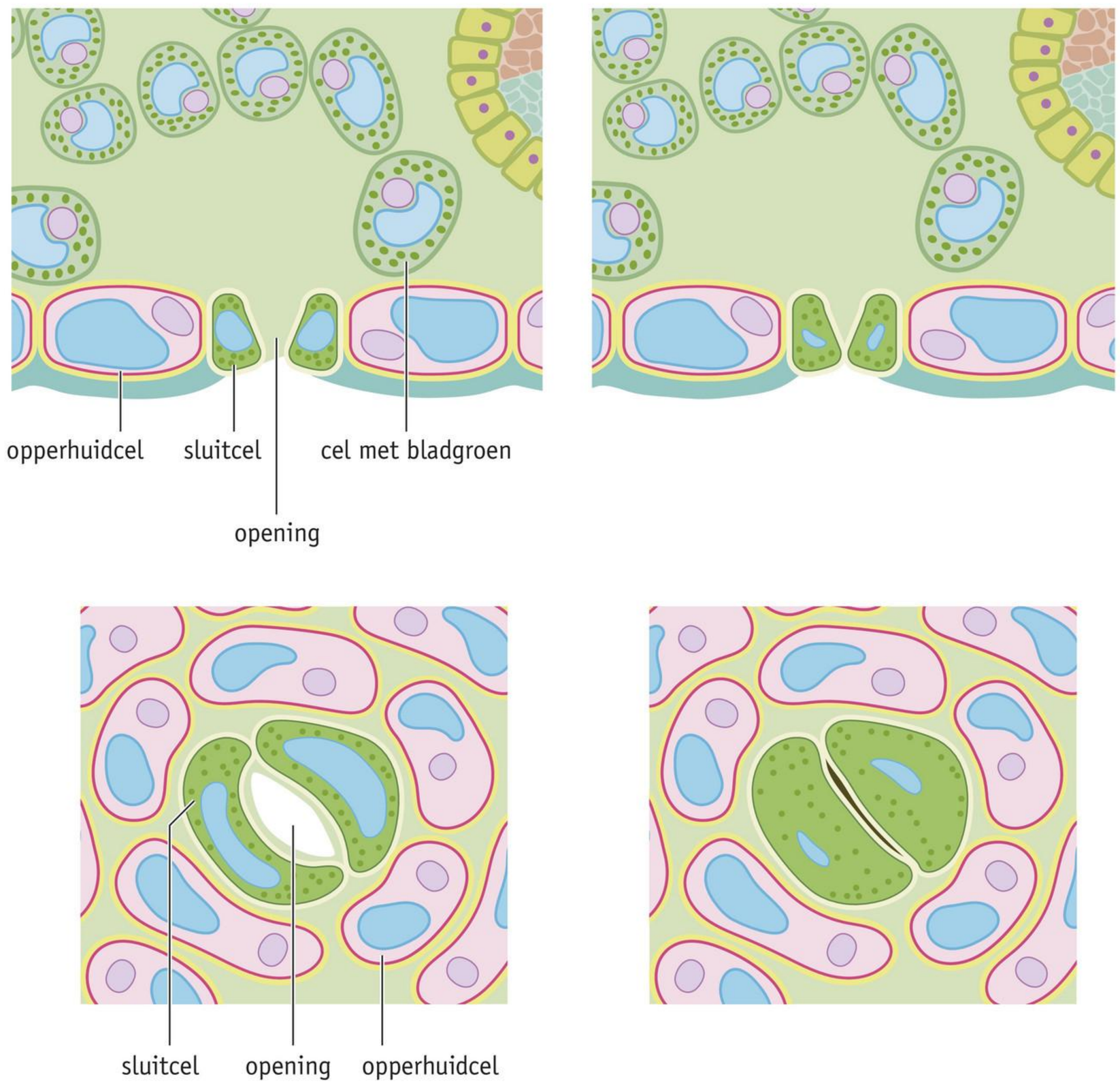
3 De cellen zijn weer stevig.

DE WERKING VAN HUIDMONDJES

De huidmondjes kunnen openen en sluiten. Via de huidmondjes verliest de plant voortdurend water. ’s Nachts zijn vrijwel alle huidmondjes gesloten. Bij droge omstandigheden kan de plant de huidmondjes ook overdag sluiten. Wanneer de huidmondjes gesloten zijn, kan de plant geen koolstofdioxide opnemen uit de lucht. Er vindt dan geen fotosynthese plaats.

Een huidmondje bestaat uit twee **sluitcellen** (zie afbeelding 8). Als de sluitcellen water opnemen, worden de vacuolen van de sluitcellen groter. De stevigheid van de sluitcellen neemt hierdoor toe en de cellen veranderen van vorm. De opening tussen de sluitcellen wordt dan groter. Als de stevigheid van de sluitcellen door waterverlies afneemt, gaat de opening tussen de sluitcellen dicht. Het huidmondje gaat daardoor ook dicht.

Afb. 8 Openen en sluiten van een huidmondje (schematisch).



1 huidmondje open

2 huidmondje gesloten

KENNIS

1

a In afbeelding 9 zie je een doorsnede van een blad schematisch getekend.
Geef de namen van de genummerde delen. Gebruik daarbij: *opperhuidcel – sluitcel van een huidmondje – vaatbundel – waslaagje – weefsel met bladgroenkorrels*.

1 = ...

2 = ...

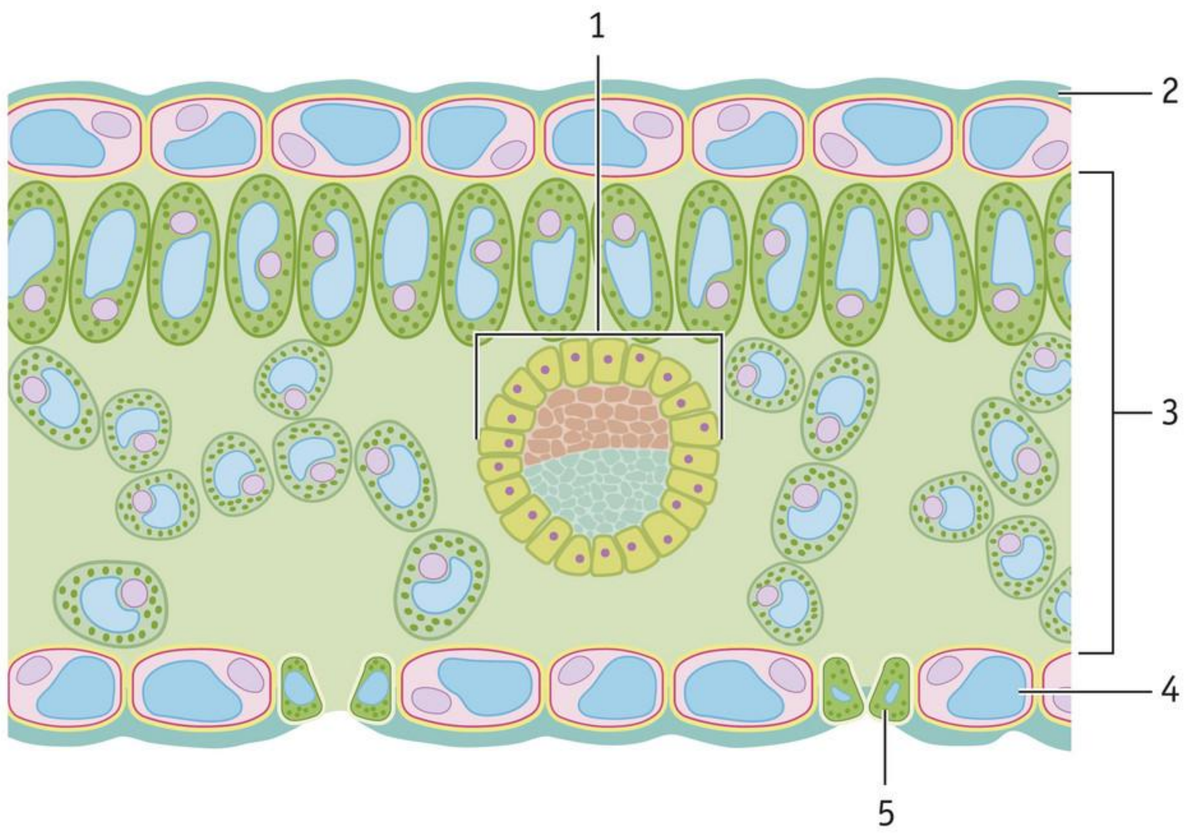
3 = ...

4 = ...

5 = ...

b In welke delen van een blad kan fotosynthese plaatsvinden?
nerven / opperhuidcel / sluitcel van een huidmondje / waslaagje / weefsel met bladgroenkorrels

Afb. 9 Doorsnede van een blad.



2

a Welke functie hebben bladeren?

- ○ A glucose maken
- ○ B koolstofdioxide afgeven
- ○ C water opnemen
- ○ D zuurstof maken

b Welke twee stoffen worden verbruikt bij fotosynthese?
glucose / koolstofdioxide / water / zuurstof

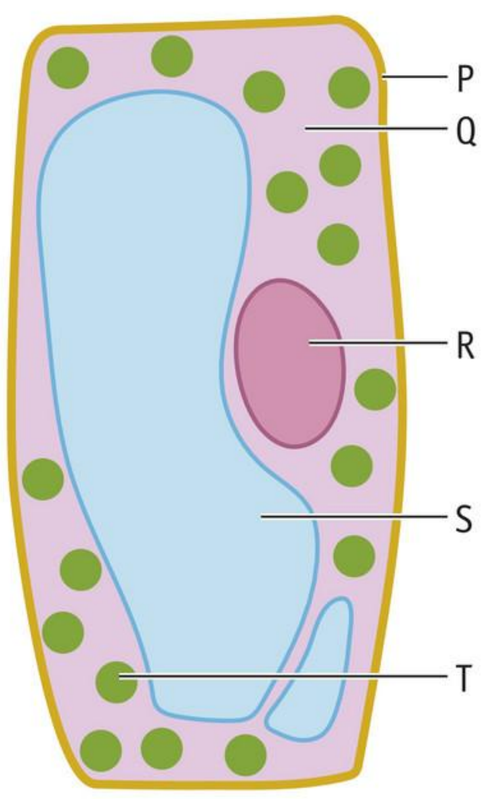
c Een plant neemt water op via de *huidmondjes / wortels*.

d Wanneer vindt fotosynthese plaats?

- ○ A alleen overdag
- ○ B alleen 's nachts
- ○ C overdag en 's nachts, maar alleen als het warm genoeg is
- ○ D overdag en 's nachts, maar alleen als er voldoende water is

e In afbeelding 10 is een plantencel schematisch getekend.
Welke letter geeft een deel aan waarin fotosynthese plaatsvindt? letter .....

Afb. 10 Een plantencel (schematisch).



3

a Een plantencel is stevig doordat het vocht in de vacuole tegen de celwand drukt.
- De vacuole bevat dan *veel* / *weinig* water.
- De celwand *duwt dan terug* / *rekt dan uit*.

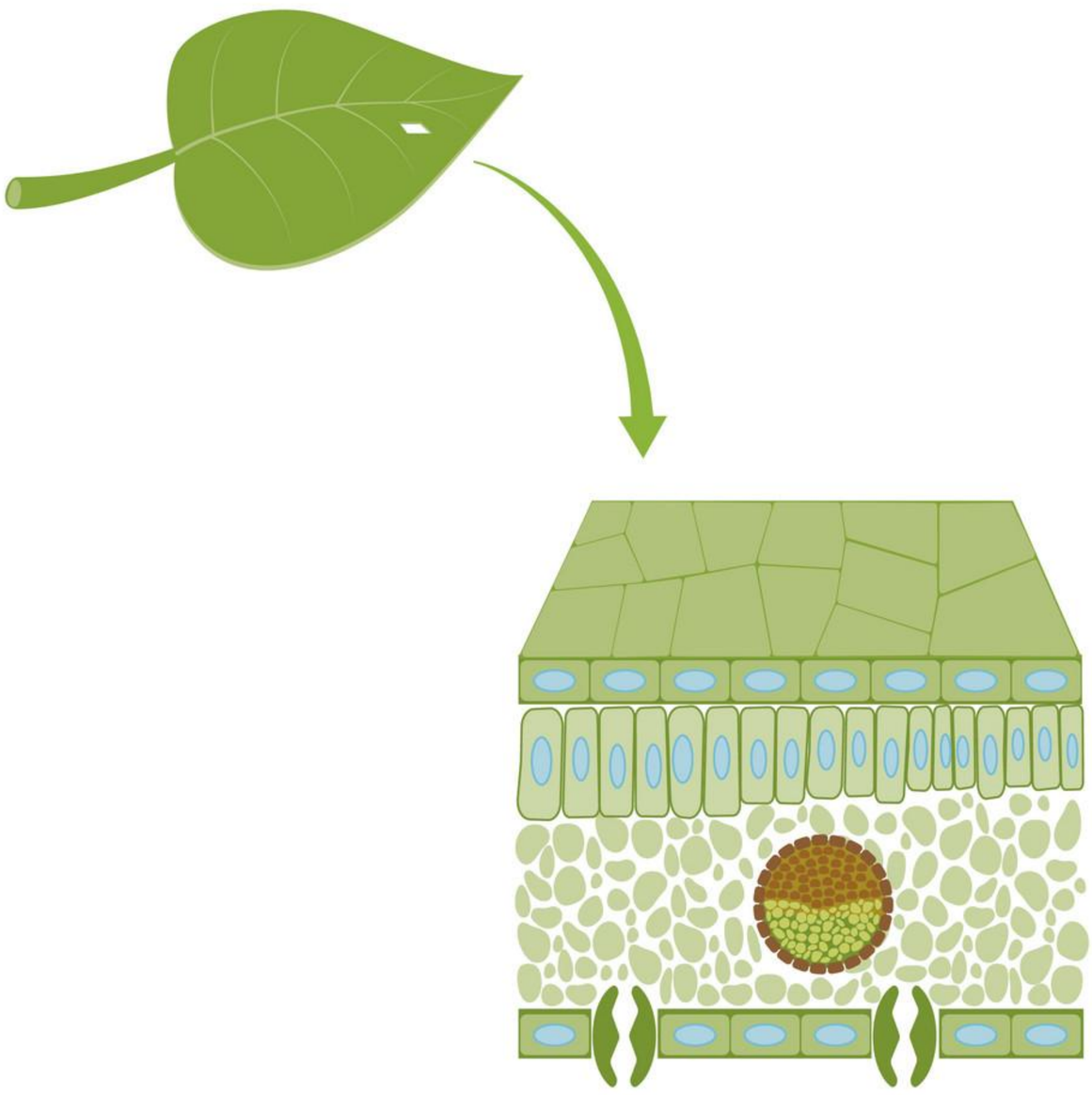
b De huidmondjes van een blad zijn geopend.
- De vacuolen in de sluitcellen bevatten dan *veel* / *weinig* water.
- De sluitcellen zijn dan *slap* / *stevig*.

4

Samenvatting

Maak een samenvatting van de bouw en de functie van de delen van een blad.
Je kunt hiervoor de tekening in afbeelding 11 gebruiken.

Afb. 11 De bouw en de functie van de delen van een blad.



INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

5 Langs de kust komt veel helmgras voor. In afbeelding 12 zie je een blad van helmgras dat is opgerold tot een pijpje. De bladeren zijn normaal gesproken plat. Alleen bij warm weer met veel wind krullen de bladeren naar binnen om.

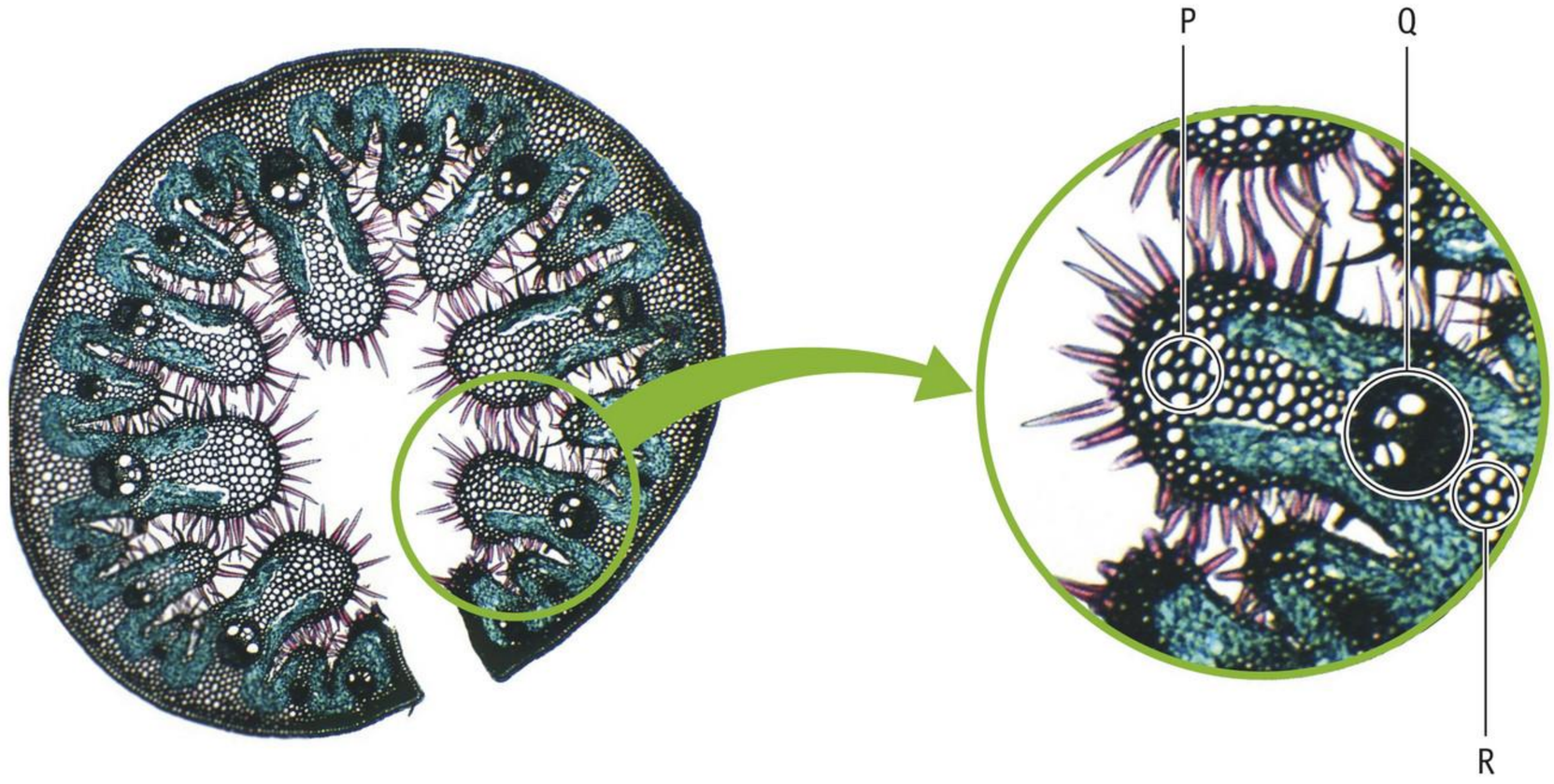
a In het blad in de afbeelding bevinden zich verschillende weefsels.
Welke letter geeft een weefsel aan dat water vervoert van de wortels naar de bladeren?

b Aan welke kant van het helmblad zal zich weefsel met bladgroenkorrels bevinden: aan de binnenkant, aan de buitenkant of aan beide kanten?

c Afbeelding 13 is een foto van het oppervlak van een blad die met een speciale microscoop is gemaakt. In de afbeelding zijn drie plaatsen genummerd.
Op welke plaats zal het grootste deel van het koolstofdioxide worden opgenomen voor fotosynthese?

d Op welke plaats(en) kan glucose aanwezig zijn? Leg je antwoord uit.

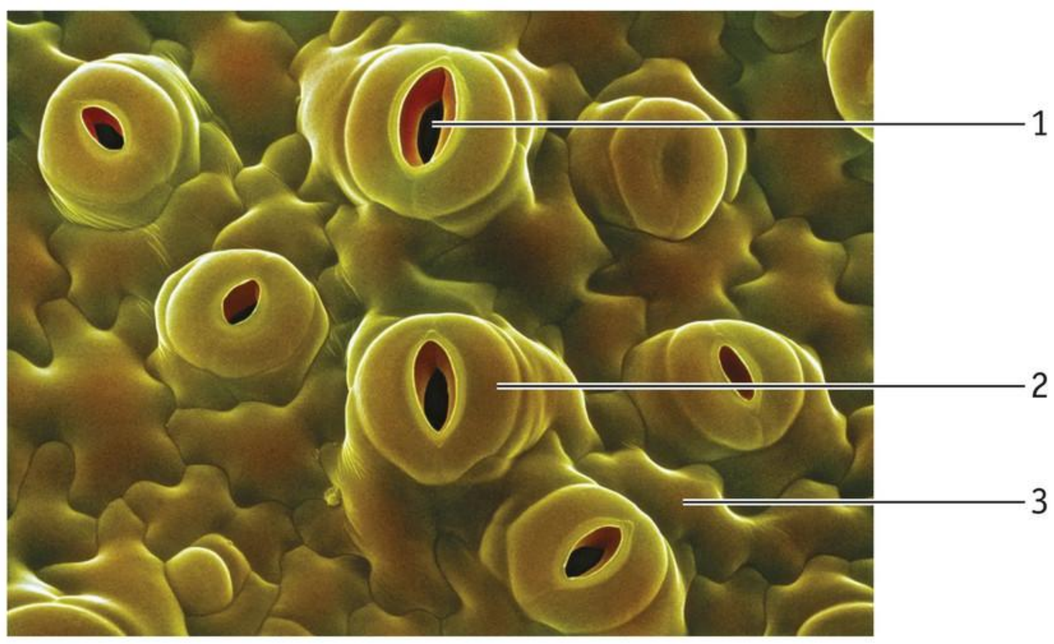
Afb. 12 Helmblad.



1 dwarsdoorsnede van een opgerold helmblad

2 vergroting

Afb. 13 Huidmondjes (microscopische foto).



6

a Noteer vijf voorwaarden die aanwezig moeten zijn om fotosynthese te laten plaatsvinden.
b In welke delen van een plant kan fotosynthese plaatsvinden?

7

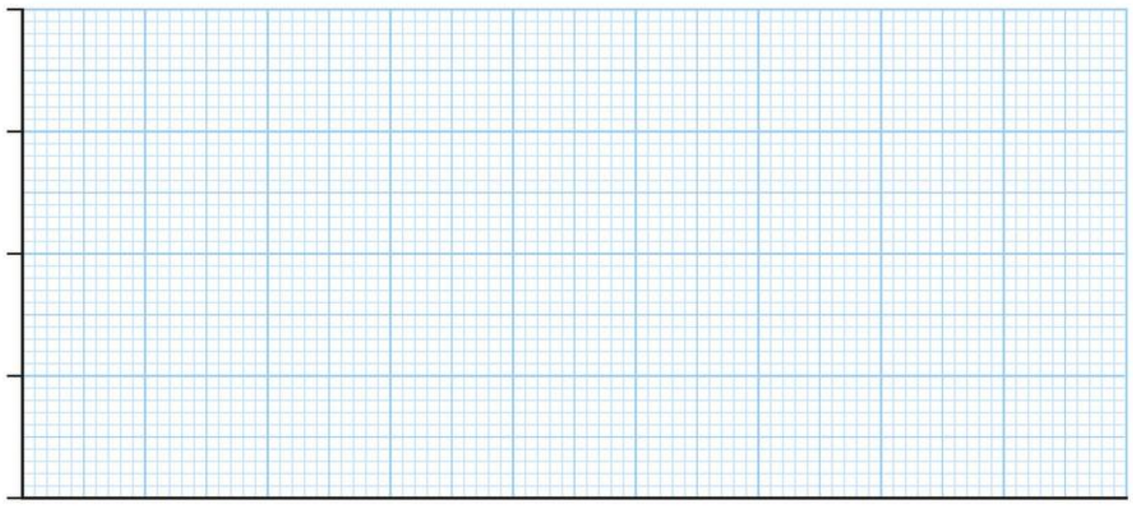
Enkele leerlingen doen een experiment met waterpest. Ze zetten een takje waterpest omgekeerd in een reageerbuis met water (zie afbeelding 14). De reageerbuis wordt voor het raam gezet. Vanuit het takje waterpest stijgen gasbelletjes op.
Elke ochtend om 10.00 uur doen de leerlingen een waarneming. Ze tellen het aantal gasbelletjes dat per minuut opstijgt. Ze noteren ook de weersomstandigheden.
De temperatuur in het lokaal is steeds 20 °C. De resultaten zijn weergegeven in tabel 1.

a Maak in afbeelding 15 een staafdiagram van de resultaten.
b Welke conclusie kun je trekken uit deze proef?
c Volgens Carolien moet het takje waterpest omgekeerd in de reageerbuis staan, omdat de huidmondjes aan de onderkant van het blad zitten.
Heeft ze gelijk? Leg je antwoord uit.

Afb. 14 Experiment met waterpest.



Afb. 15



Tabel 1 Resultaten van het experiment.

Weersomstandigheden	Aantal belletjes per minuut
Zwaarbewolkt	4
Lichtbewolkt	10
Zonnig	15
Halfbewolkt	7

+ 8

Je kunt planten indelen naar hun behoefte aan licht. Schaduwplanten zijn planten die weinig zonlicht nodig hebben. Zonplanten houden juist van veel licht.
Je kunt schaduwplanten en zonplanten herkennen aan hun bladeren.

a In afbeelding 16 zijn twee kamerplanten weergegeven.
Welke van deze planten is een schaduwplant? Leg je antwoord uit aan de hand van de vorm van de bladeren.

b Van een schaduwplant en een zonplant werd de intensiteit van de fotosynthese gemeten bij verschillende verlichtingssterkten. De resultaten zijn weergegeven in het diagram van afbeelding 17.
Welke plant is de schaduwplant: plant A of plant B? Leg je antwoord uit.

c De behoefte aan licht is niet voor elke plant hetzelfde. Dit heeft gevolgen voor de plaats die je kamerplanten in een kamer geeft.
Bedenk nog twee omstandigheden die niet voor alle kamerplanten gelijk zijn en waar je rekening mee moet houden bij de verzorging van je planten.

Afb. 16 Kamerplanten.

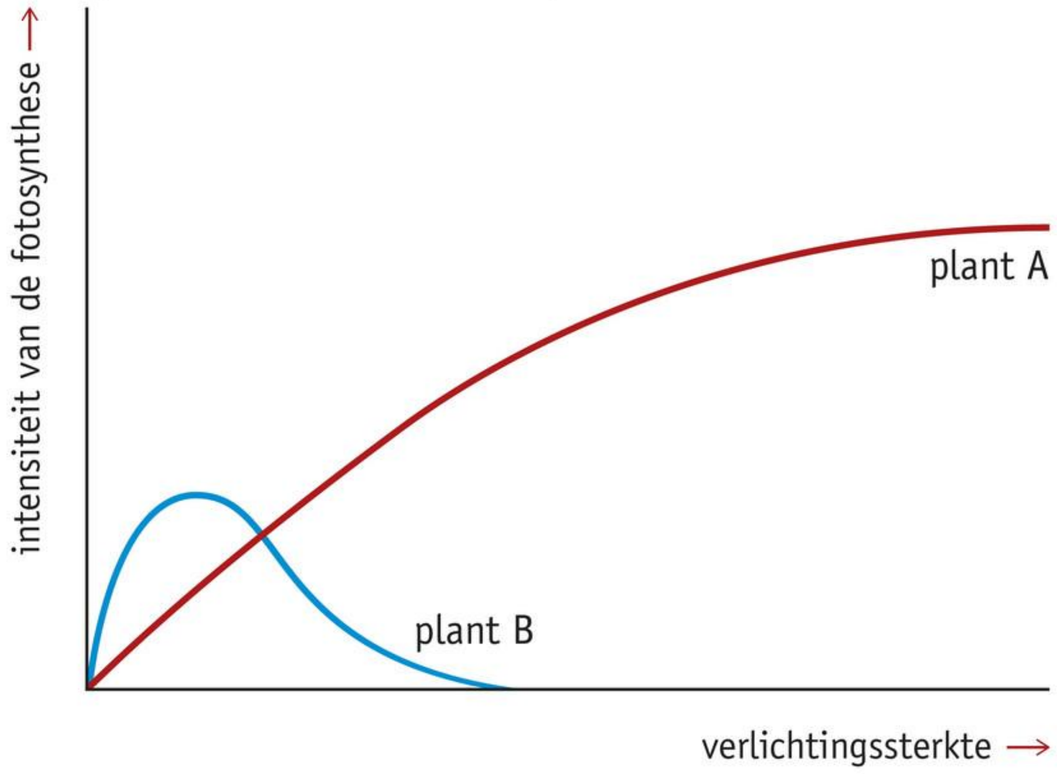


1 calathea



2 aloë

Afb. 17 Intensiteit van de fotosynthese.



Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

2 Stengels en wortels

LEERDOELEN

9.2.1 Je kunt in afbeeldingen vaatbundels, houtvaten en bastvaten benoemen en je kunt de functie van deze delen beschrijven.
9.2.2 Je kunt beschrijven hoe planten stevigheid verkrijgen.
9.2.3 Je kunt beschrijven hoe opname en transport van water en mineralen bij planten plaatsvinden.

► Practica 2, 3 en 4

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	9.2.1	9.2.2	9.2.3
Onthouden	1	2	3a
Begrijpen	4	4, 5a	3bc, 4
Toepassen	6ab	5bc, 7a	8b
Analyseren	6c, 7d		7bc, 8ac

De bladeren van planten hebben water nodig om glucose te maken. Stengels en wortels zorgen voor het transport van deze stoffen. Maar ze hebben ook andere functies.

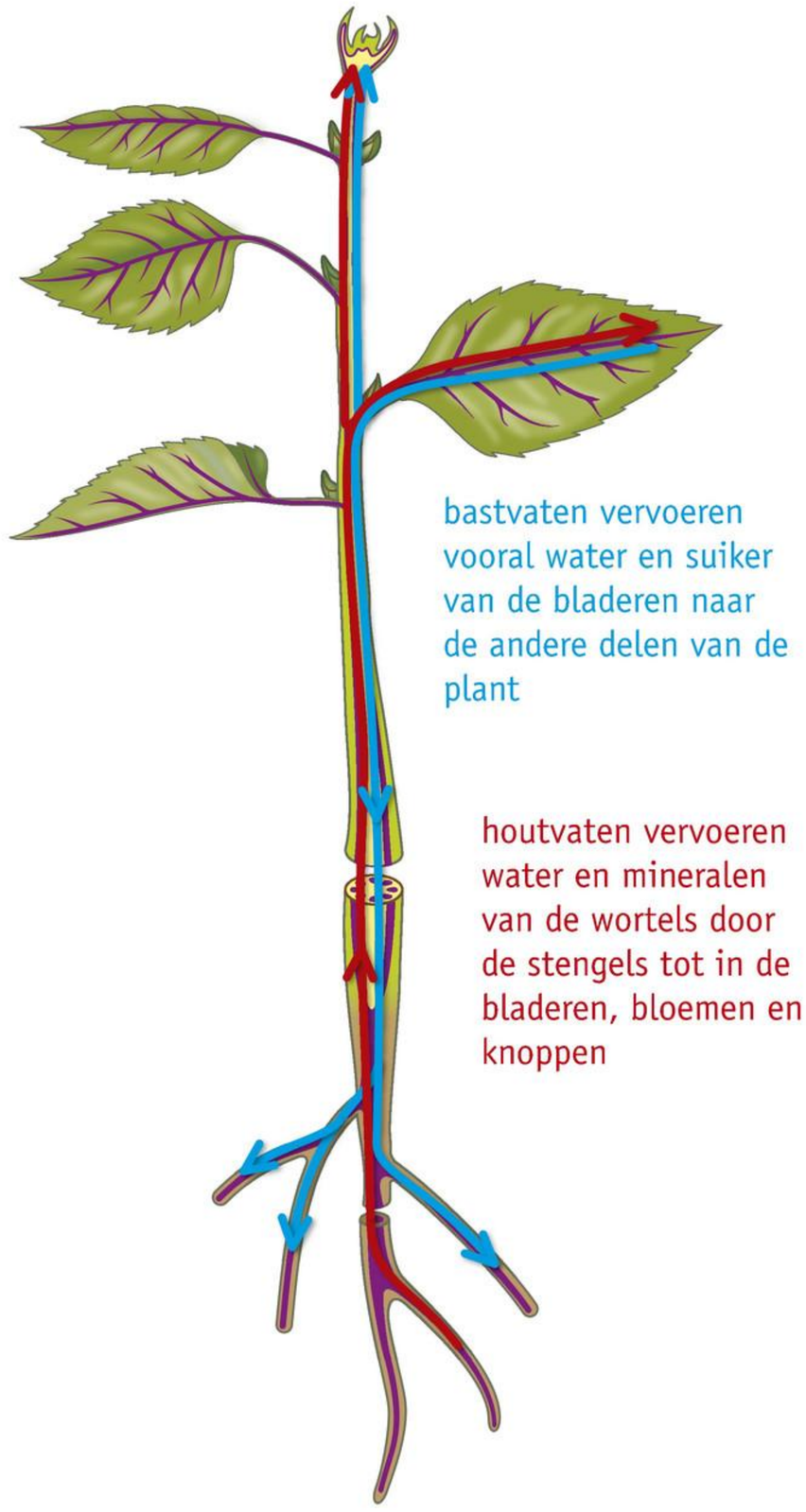
TRANSPORT DOOR VATEN

Stengels hebben, net als de bladeren, cellen met bladgroenkorrels en een opperhuid met huidmondjes en een waslaagje. In de cellen met bladgroenkorrels kan fotosynthese plaatsvinden. Stengels geven stevigheid aan planten en dragen de bladeren en bloemen. Verder dienen stengels vooral voor transport. Ze vervoeren water en opgeloste stoffen van de wortels naar de bladeren en omgekeerd. Daarnaast kunnen in de stengels reservestoffen worden opgeslagen.

Het transport in stengels vindt vooral plaats via **vaatbundels** (zie afbeelding 1). Vaatbundels bestaan uit vaten: lange, dunne buisjes die van de wortels tot in de bladeren lopen.
Er zijn twee typen vaten:

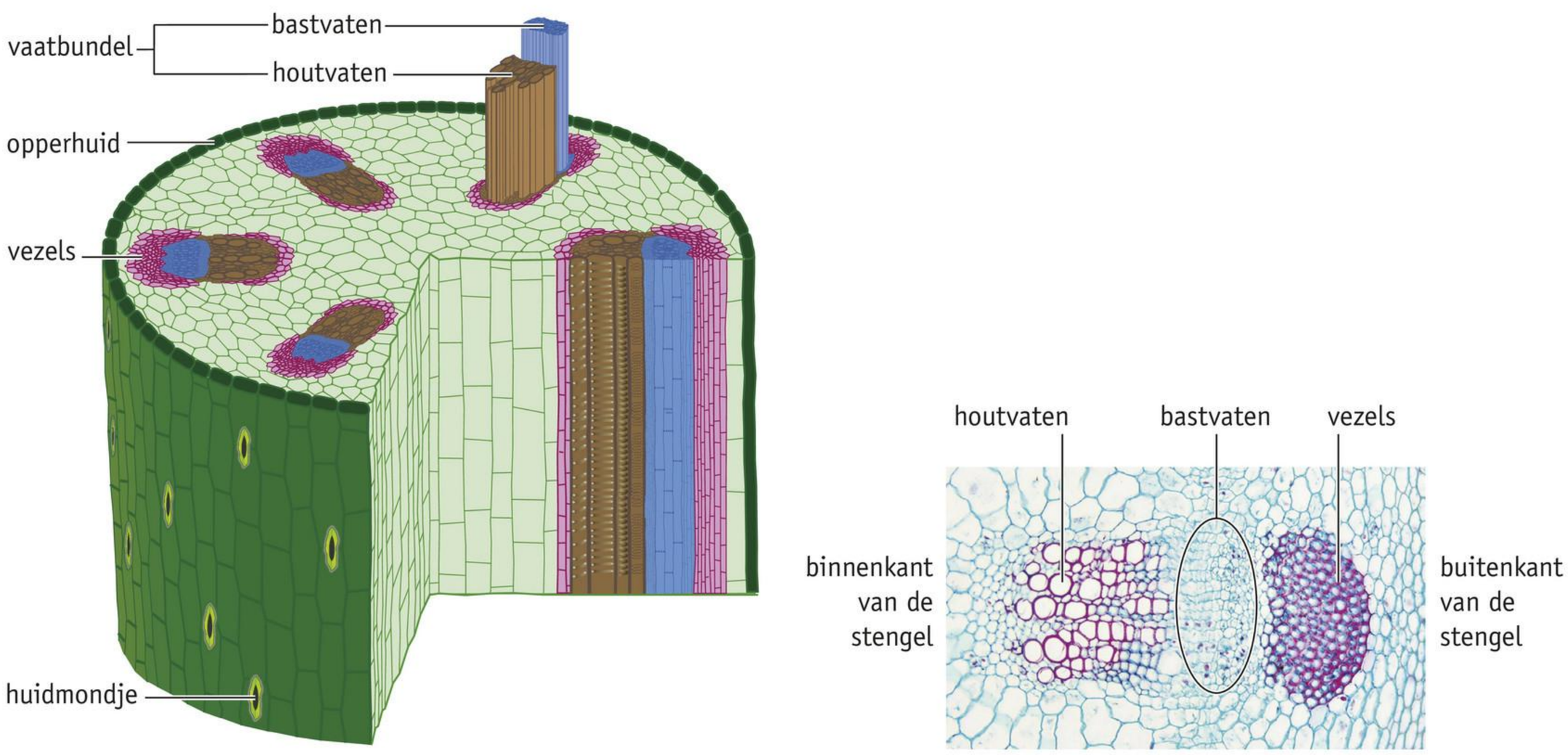
- **Houtvaten** vervoeren water en mineralen van de wortels via de stengels naar de (bloem)bladeren en knoppen.
- **Bastvaten** vervoeren water en energierijke stoffen, vooral suiker, van de bladeren naar alle delen van de plant.

Afb. 1 Het transport in houtvaten en bastvaten in een plant.



In stengels liggen de houtvaten altijd aan de binnenkant en de bastvaten altijd aan de buitenkant (zie afbeelding 2). Ook in een stam van een boom liggen de houtvaten aan de binnenkant. De bastvaten liggen in de bast. In de nerven van bladeren liggen de houtvaten aan de bovenzijde en de bastvaten aan de onderzijde van een blad (zie afbeelding 3).
Vaak liggen bij de vaatbundels vezels (zie afbeelding 2 en 3). Vezels zorgen voor stevigheid. Meestal liggen vezels bij elkaar in bundels, bijvoorbeeld aan de buitenkant van de stengel of rondom vaatbundels. Ook de buitenste laag van een nerf bestaat uit vezels.

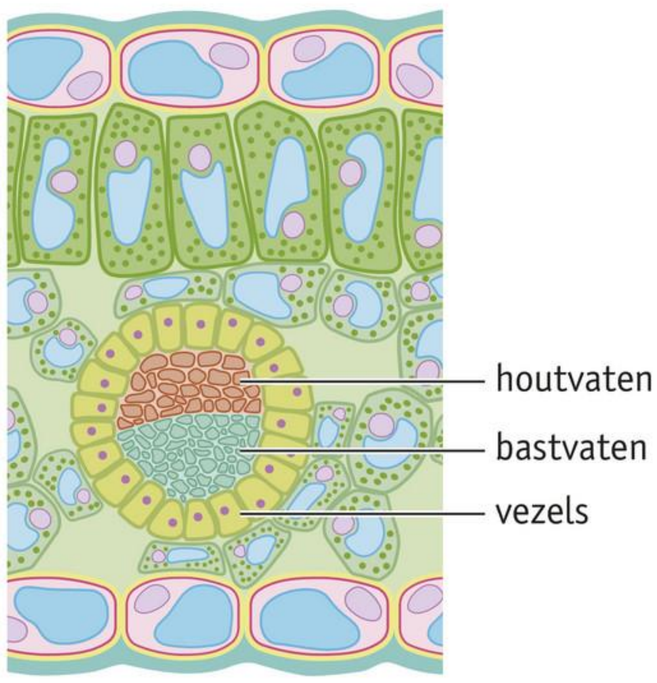
Afb. 2 Vaatbundels.



1 stengel met vaatbundels (schematisch)

2 vaatbundel (microscopische foto)

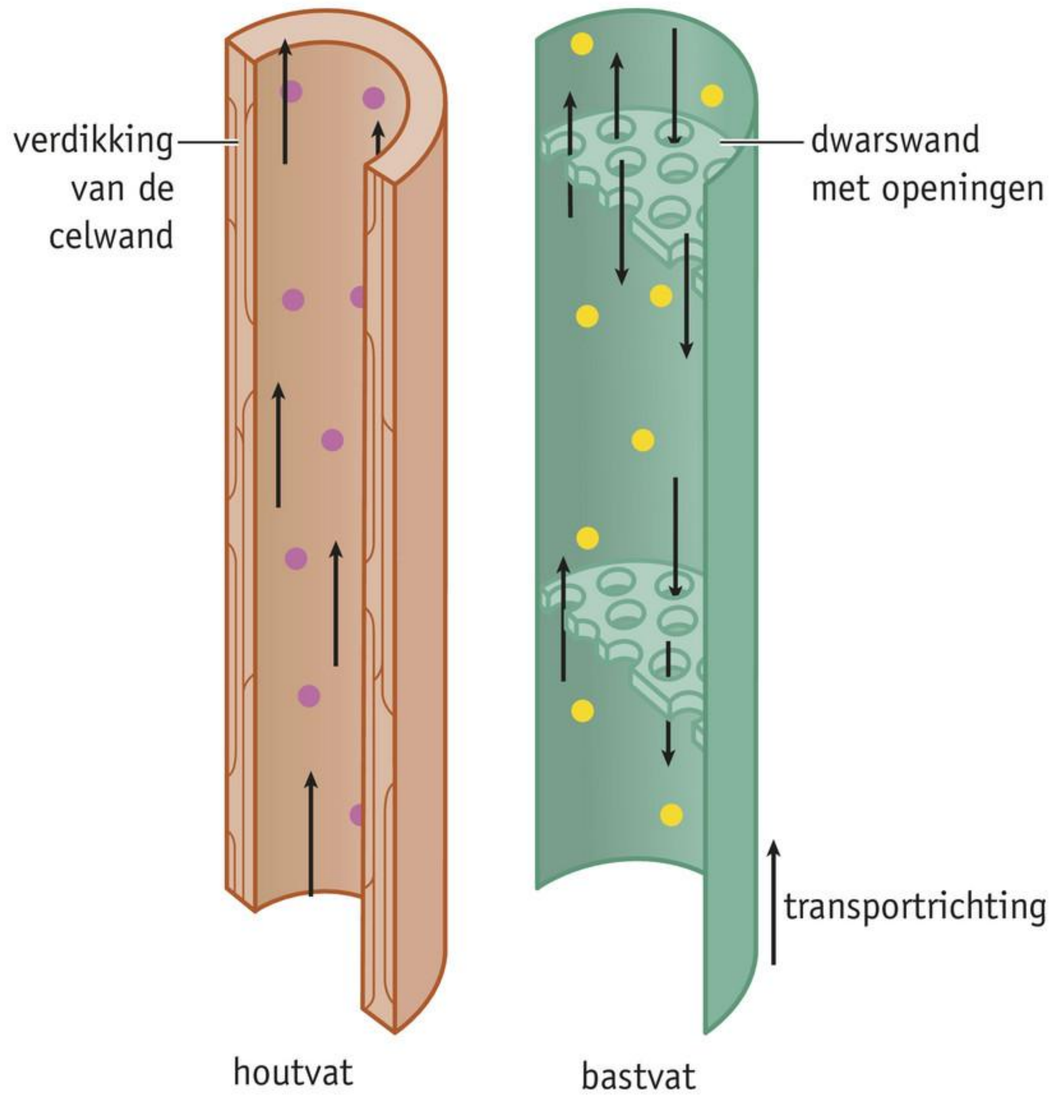
Afb. 3 Deel van een blad (dwarsdoorsnede, schematisch).



Houtvaten bestaan uit boven elkaar liggende dode houtcellen. De dikke verticale celwanden van houtcellen bestaan uit de stoffen **cellulose** en **houtstof**. Deze stoffen geven de houtvaten stevigheid.

Bastvaten bestaan uit boven elkaar liggende levende cellen. In de dwarswanden tussen de cellen bevinden zich openingen. Hierdoor kunnen stoffen in twee richtingen door de bastvaten worden vervoerd. In afbeelding 4 zie je hoe houtvaten en bastvaten zijn gebouwd.

Afb. 4 Lengtedoorsnede van houtvaten en bastvaten (schematisch).



STEVIGHEID DOOR HOUTCELLEN EN VEZELS

Planten krijgen stevigheid op twee manieren:

- door vocht in de vacuolen van de cellen
- door cellulose en houtstof in de celwanden van houtcellen en vezels

Vezels bestaan, net als houtvaten, uit langgerekte dode cellen met dikke celwanden. Vezels zijn zelfs nog sterker dan houtcellen. Vezels van planten worden daarom gebruikt bij de productie van garens en touw (zie afbeelding 5).

De stevigheid van houtcellen en vezels is niet afhankelijk van de hoeveelheid water in een plant. Sommige planten hebben geen of weinig hout in hun stengels. Deze **kruidachtige planten** krijgen hun stevigheid door vocht in de vacuolen. Als een kruidachtige plant uitdroogt, gaat hij slap hangen. **Houtachtige planten**, zoals struiken en bomen, hebben stevige stengels waar veel houtstof in zit. Als een houtachtige plant uitdroogt, blijft hij toch stevig.

Afb. 5 Producten gemaakt van vezels.



FUNCTIES VAN WORTELS

Wortels zetten een plant vast in de bodem. Daarnaast zorgen wortels voor de opname van water en mineralen. Ook kunnen in wortels reservestoffen worden opgeslagen.

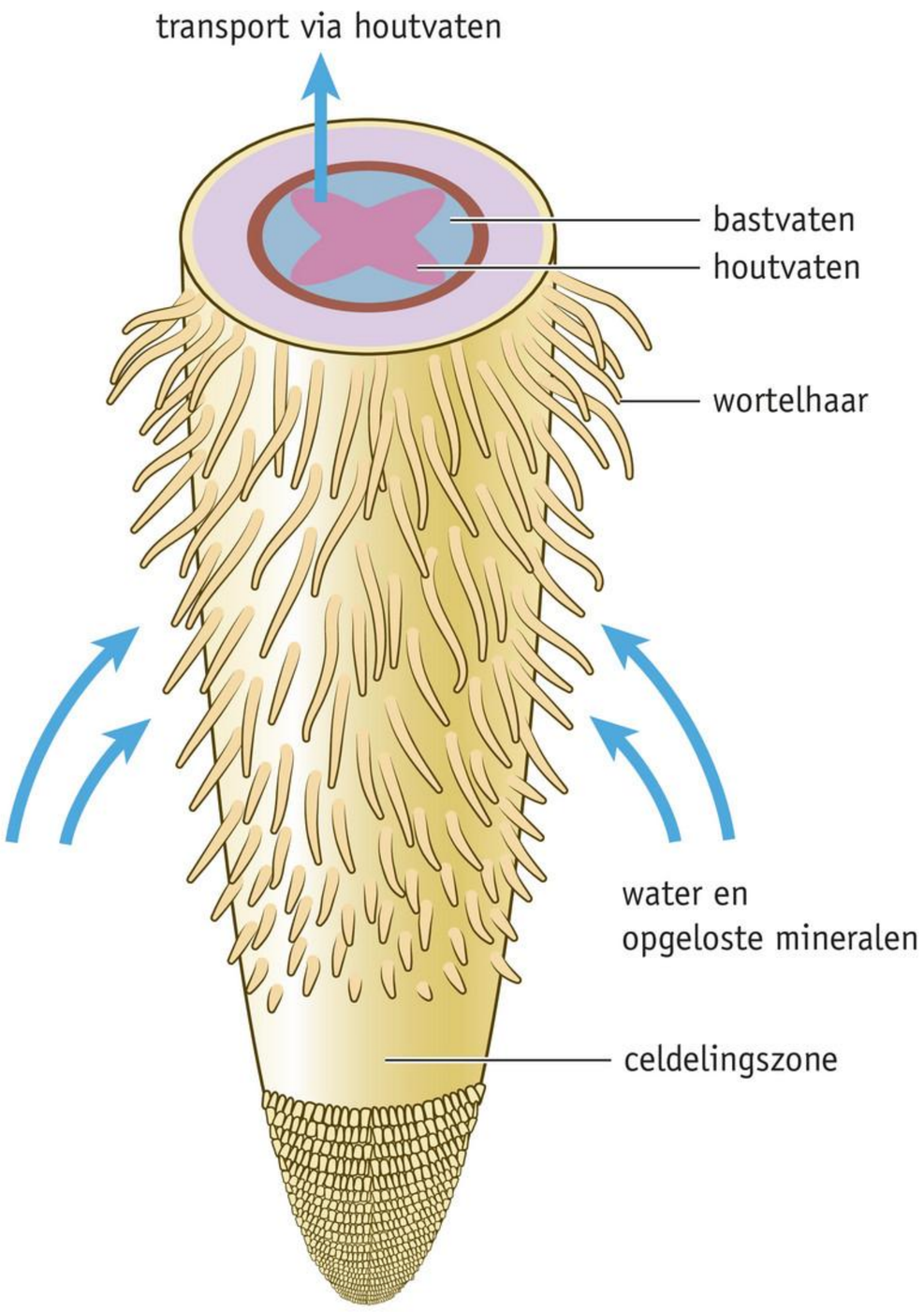
Wortels nemen water met mineralen op uit de bodem. De opperhuidcellen van de wortels vormen uitstulpingen. Deze uitstulpingen noem je **wortelharen** (zie afbeelding 6).

Afb. 6 Plantje met wortelharen.

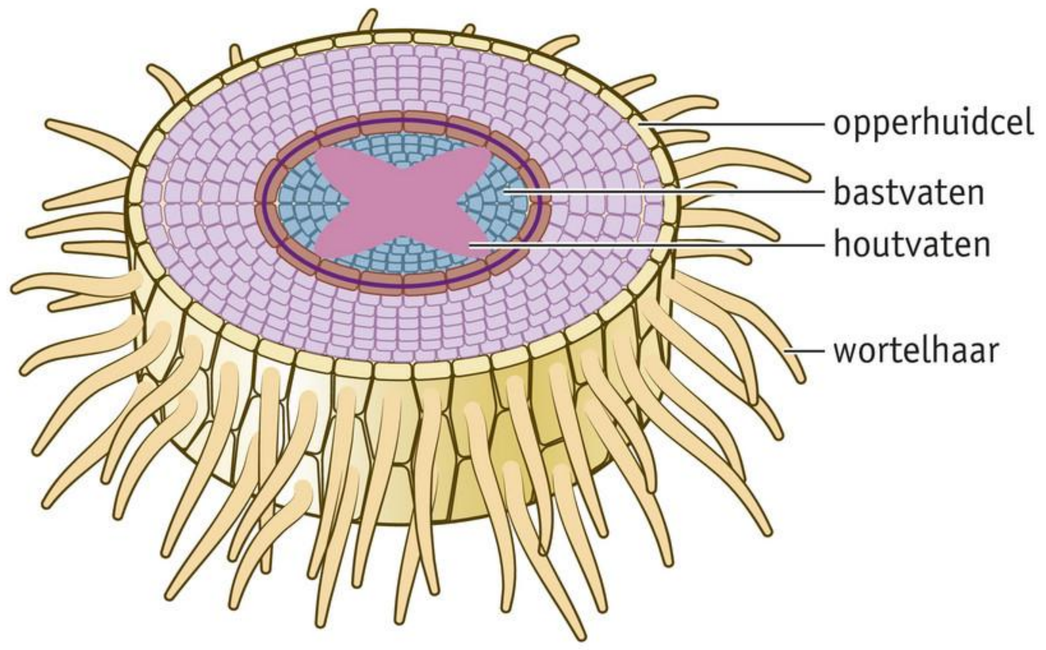


In afbeelding 7 is het uiteinde van een wortel schematisch getekend. Vooral de celwanden van de wortelharen nemen water op (zie afbeelding 8). De celwanden van de wortelharen vervoeren vervolgens het grootste deel van het opgenomen water en de mineralen naar de houtvaten die in het midden van de wortel liggen. De rest van het water gaat naar de cellen van de wortel zelf. Aan de onderzijde van de wortel blijven de cellen zich delen, zodat de wortel steeds verder de grond in groeit (zie afbeelding 7.1).

Afb. 7 Uiteinde van een wortel.

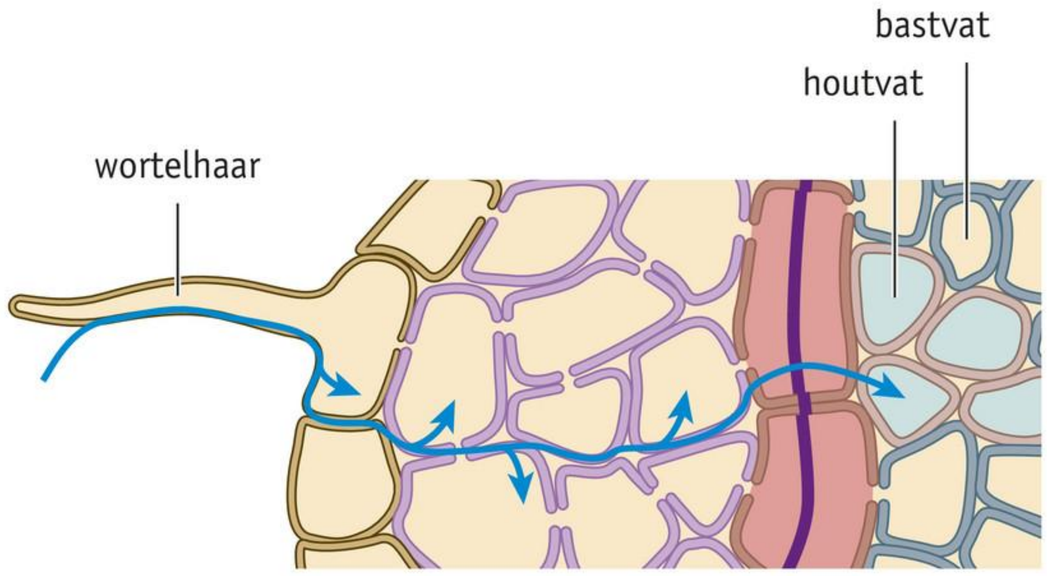


1 buitenaanzicht



2 doorsnede

Afb. 8 Opname en transport van water en mineralen in een wortel. De blauwe pijlen geven het watertransport weer.



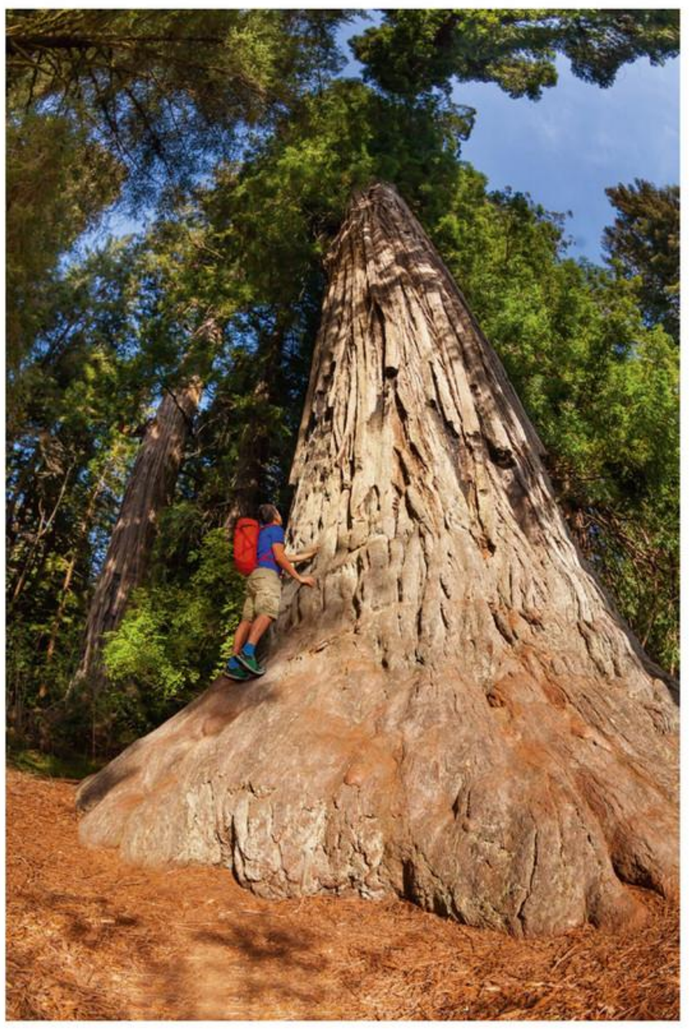
Houtvaten vervoeren het water omhoog, tegen de zwaartekracht in. De belangrijkste oorzaak van het transport in de houtvaten is de zuiging van de bladeren. Uit de bladeren verdampt voortdurend water. Door de verdamping van water vanuit de bladeren wordt het water in de houtvaten omhoog gezogen. Je kunt dit vergelijken met drinken door een rietje:

- Het water dat de bladeren door verdamping kwijtraken, wordt weer aangevuld vanuit de houtvaten in de nerven.
- Het water van de houtvaten in de nerven wordt weer aangevuld vanuit de houtvaten in de stengel(s).
- Het water in de houtvaten in de stengel(s) wordt weer aangevuld vanuit de houtvaten in de wortels.

Een tweede oorzaak voor het transport in de houtvaten is de **worteldruk**. De wortels van een plant ‘persen’ het water in de houtvaten omhoog. Bij de meeste soorten planten levert de worteldruk maar een kleine bijdrage aan het transport van water en mineralen. Vooral de zuiging van de bladeren zorgt voor de stijgende stroom in de houtvaten. Door het zuigen van de bladeren en de worteldruk kan water in de houtvaten tot grote hoogte worden vervoerd (zie afbeelding 9).

Het water dat in de bladeren aankomt, verdampt voor het grootste deel. Een klein deel wordt verbruikt bij de fotosynthese. De mineralen blijven achter in de bladeren en worden gebruikt bij de opbouw van stoffen waaruit planten bestaan.

Afb. 9 Transport van water en mineralen kan tot grote hoogte, zoals bij de kustmammoetboom, die meer dan 100 meter hoog kan worden.



KENNIS

1 In afbeelding 10 en 11 zie je schematische tekeningen van doorsneden van een deel van een stengel en een blad. In beide doorsneden zijn enkele delen aangegeven.
Geef de namen van de genummerde delen. Gebruik daarbij: *bastvaten* (2×) – *houtvaten* (2×) – *vaatbundel* (2×) – *vezels* (2×).

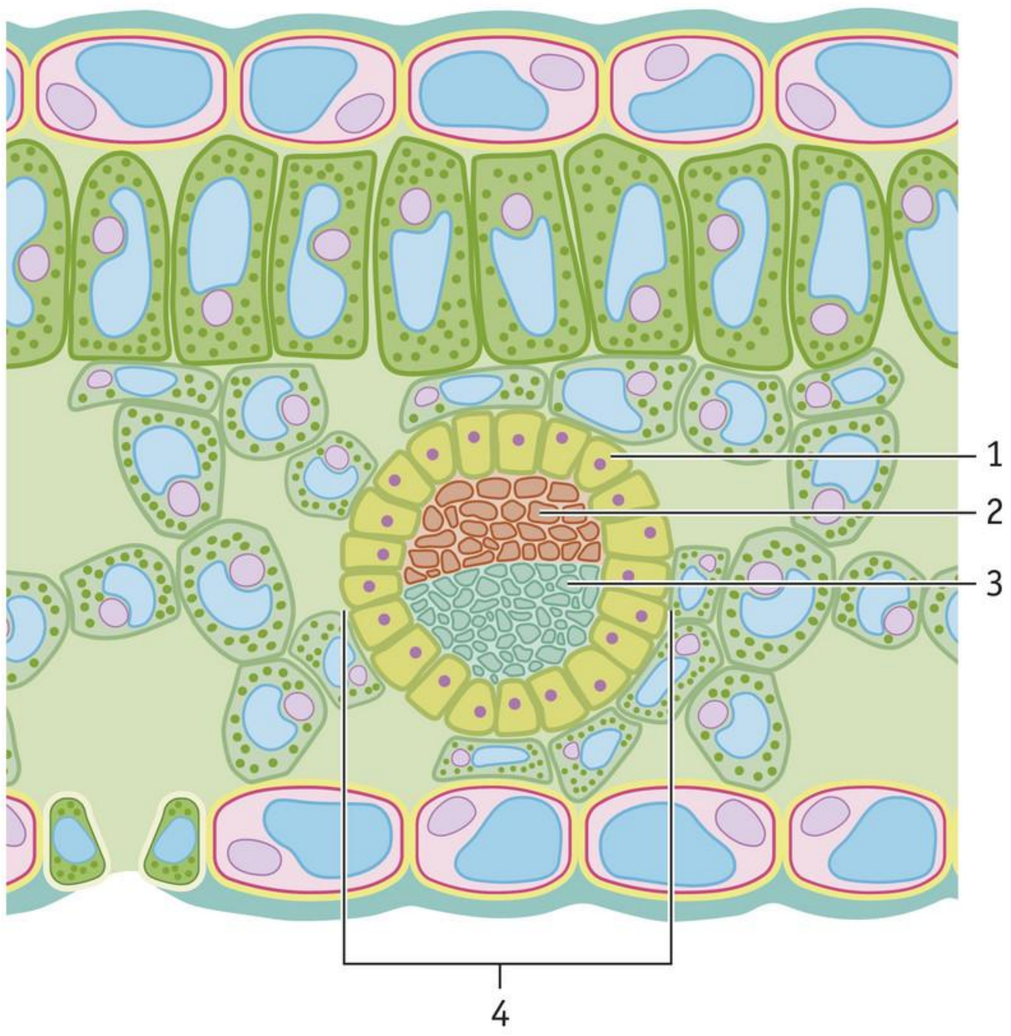
Afb. 10

1 = ...
2 = ...
3 = ...
4 = ...

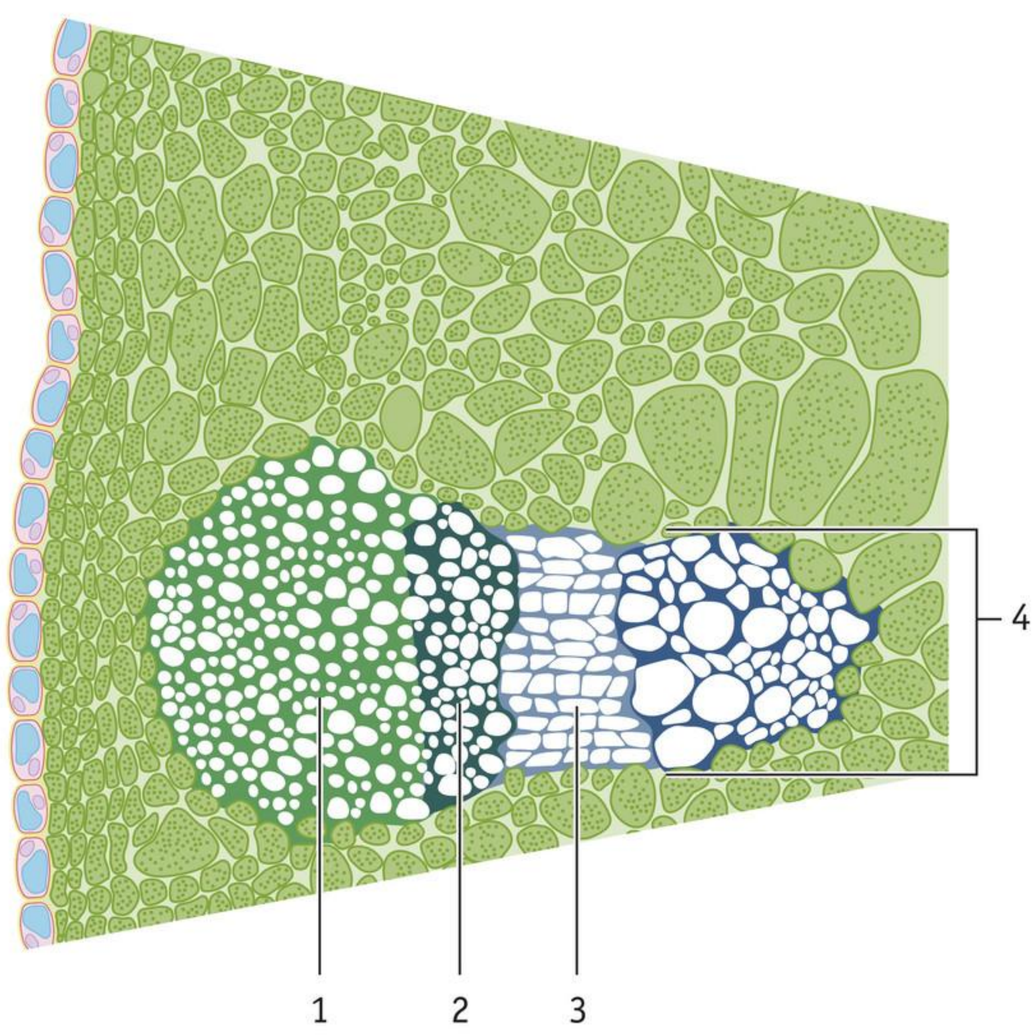
Afb. 11

1 = ...
2 = ...
3 = ...
4 = ...

Afb. 10 Doorsnede van een deel van een blad.



Afb. 11 Doorsnede van een deel van een stengel.



2 In de herfst kun je onder bomen bladskeletten aantreffen (zie afbeelding 12). Deze ontstaan als het weefsel tussen de nerven (het bladmoes) van een afgevallen blad wegrot.

a Op welke twee manieren krijgen de nerven stevigheid?

- ☐ A door bladgroenkorrels
- ☐ B door houtvaten
- ☐ C door vezels
- ☐ D door vocht in de vacuolen

b Waardoor krijgen cellen van het bladmoes stevigheid?

- ○ A door bladgroenkorrels
- ○ B door houtvaten
- ○ C door vezels
- ○ D door vocht in de vacuolen

Afb. 12 Een bladskelet.



3

a Wat is de belangrijkste oorzaak voor het transport door houtvaten?
worteldruk / zuiging van de bladeren

b Iemand knipt in het voorjaar een tak van een struik, voordat er bladeren aan de takken zitten. Nog vele dagen daarna komt er vocht uit de tak.
Waardoor wordt het vocht naar buiten geperst?
door *worteldruk / zuiging van de bladeren*

c Als er een harde wind opsteekt, zal de verdamping van water uit de bladeren van een boom sterk toenemen.
In de periode vlak na het opsteken van de wind zal het transport van water en mineralen in de boom *afnemen / toenemen*.

4

Samenvatting
Maak een samenvatting van de basisstof.

De functies van stengels

- .....
- .....
- .....
- .....

De functies van wortels

- .....
- .....
- .....
- .....

Houtvaten liggen:

- aan de ..... van een stengel of stam
- aan de ..... in een bladnerf

Houtvaten vervoeren ..... en .....

van ..... naar .....

Bastvaten liggen:

- aan de ..... van een stengel of stam
- aan de ..... in een bladnerf

Bastvaten vervoeren ..... en .....

van ..... naar .....

Planten krijgen stevigheid door:

- .....
  .....
- .....
  .....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

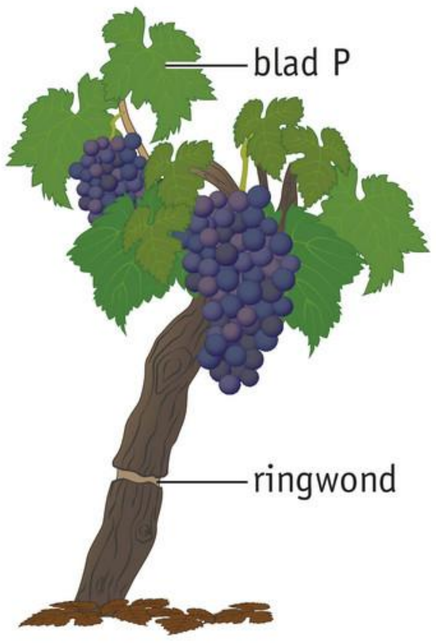
5

a Door welke eigenschap geven houtvaten stevigheid aan wortels, stengels en bladeren?
b Als een kamerplant een tijd geen water krijgt, gaat de plant slap hangen. Leg uit hoe dit komt.
c Toch zakt een kamerplant niet volledig in elkaar als ze een tijd geen water krijgt. Waardoor komt dat?

6

Bij een ringwondproef wordt bij een takje van een boom een stukje rondom weggesneden tot aan het hout (zie afbeelding 13).

a Heeft de ringwond gevolgen voor het transport van water en energierijke stoffen? Leg je antwoord uit.
b Kunnen water en mineralen uit de bodem blad P bereiken? Leg je antwoord uit.
c Fruittelers maken soms ringwonden in takken van fruitbomen. De vruchten aan zo'n tak worden dan groter. Dat komt doordat de vruchten meer reservestoffen opslaan. Leg uit dat de vruchten meer reservestoffen opslaan als de tak een ringwond heeft.



Afb. 13 Een ringwondproef (schematisch).

7 Rozen worden in kwekerijen meteen na het afsnijden in water gezet met een bacteriedodend middel. Daardoor gaan ze na de verkoop in een bloemenvaas minder snel slap hangen. Rozen gaan slap hangen als bacteriën verstoppingen in de vaten van de stengel veroorzaken.

a Wanneer gaat een roos eerder slap hangen: bij verstopping in de bastvaten of bij verstopping in de houtvaten? Leg je antwoord uit.

b Sandor koopt een bos rozen voor zijn vriend (zie afbeelding 14). De bloemist geeft hem een tip: 'Zet de rozen niet in de volle zon, bij de verwarming of open haard of op de tocht.'
Leg uit waardoor de bloemen langer mooi blijven met deze tip.

c Rozen blijven langer goed in een vaas als je frisdrank aan het water toevoegt. Dit werkt alleen met gewone frisdrank, light frisdrank werkt niet.
Leg uit waarom light frisdrank niet werkt.

d Bladluizen kunnen schade aan rozenplanten veroorzaken. Ze zuigen suikerrijk vocht uit bladeren en stengels.
Leg uit waarom bladluizen vooral aan de onderzijde van bladeren zitten.

Afb. 14



+ 8

a De uiteinden van wortels zijn bedekt met wortelharen. Dankzij de wortelharen kan een plant ook onder droge omstandigheden meestal nog vocht opnemen.
Leg uit hoe de wortelharen hiervoor zorgen.

b Wortelcellen nemen 'vanzelf' water op uit de bodem door de zuiging van de houtvaten. Dit kost geen energie. Voor de opname van sommige mineralen is wel energie nodig.
Hoe komen wortelcellen aan de benodigde energie?

c De meeste planten houden van een luchtige bodem.
Leg uit dat planten minder mineralen kunnen opnemen als de bodem erg dicht is.

Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

3 Glucose als grondstof

LEERDOELEN

9.3.1 Je kunt beschrijven onder welke omstandigheden fotosynthese en verbranding plaatsvinden.

9.3.2 Je kunt aangeven welke stoffen een plant kan maken uit de grondstof glucose en wat de functies zijn van deze stoffen.

- Leren onderzoeken 2 en 3
- Practica 5 en 6

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	9.3.1	9.3.2	9.2.1*	9.2.3*
Onthouden		2abc, 3b		
Begrijpen	1ab, 4	1c, 2d, 3ac, 4		
Toepassen	5	6ab, 7abc, 8ab		
Analyseren		6cd, 7d	8e	8cd

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Een plant heeft naast licht en een geschikte temperatuur alleen koolstofdioxide, mineralen en water nodig. Hiermee kan de plant eiwitten, koolhydraten, vetten en vitaminen maken. Dat is handig voor de plant, maar ook voor de mens en andere organismen.

ENERGIERIJKE EN ENERGIEARME STOFFEN

De stoffen waaruit organismen bestaan, zijn in twee groepen te verdelen:

- energierijke stoffen
- energiearme stoffen

Energierijke stoffen zijn de stoffen waaruit een organisme is opgebouwd of door organismen worden gevormd. Voorbeelden van energierijke stoffen zijn eiwitten, koolhydraten (zoals glucose) en vetten.
Energiearme stoffen komen zowel voor in organismen als in de levenloze natuur (rotsen, water, lucht). Voorbeelden van energiearme stoffen zijn koolstofdioxide, mineralen en water.

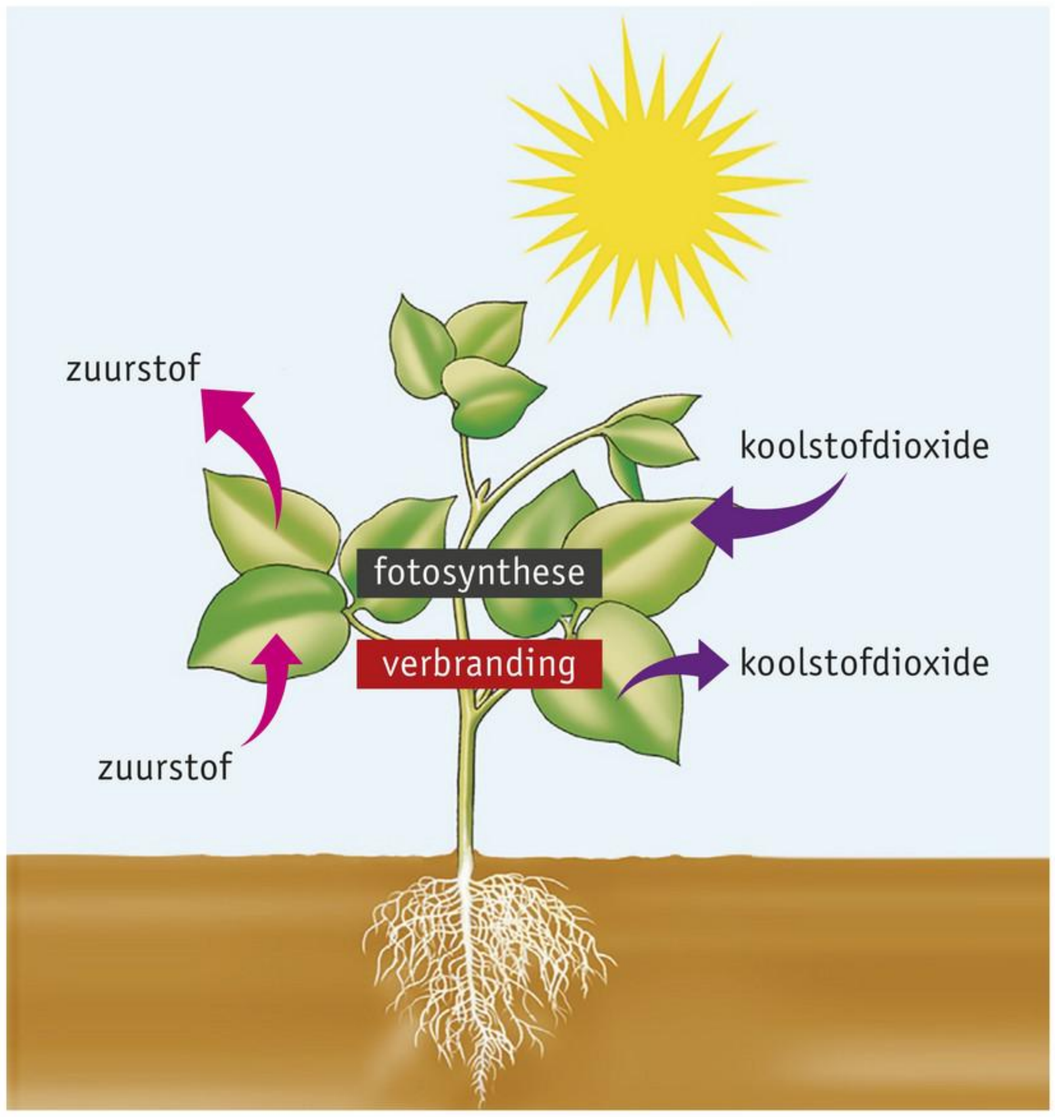
Een groot deel van ons voedsel bestaat uit energierijke stoffen afkomstig van planten. Deze stoffen leveren ons energie. Daarnaast leveren planten ons energiearme stoffen, zoals water en ijzer (een mineraal). IJzer hebben we bijvoorbeeld nodig om rode bloedcellen te maken.

FOTOSYNTHESE EN VERBRANDING

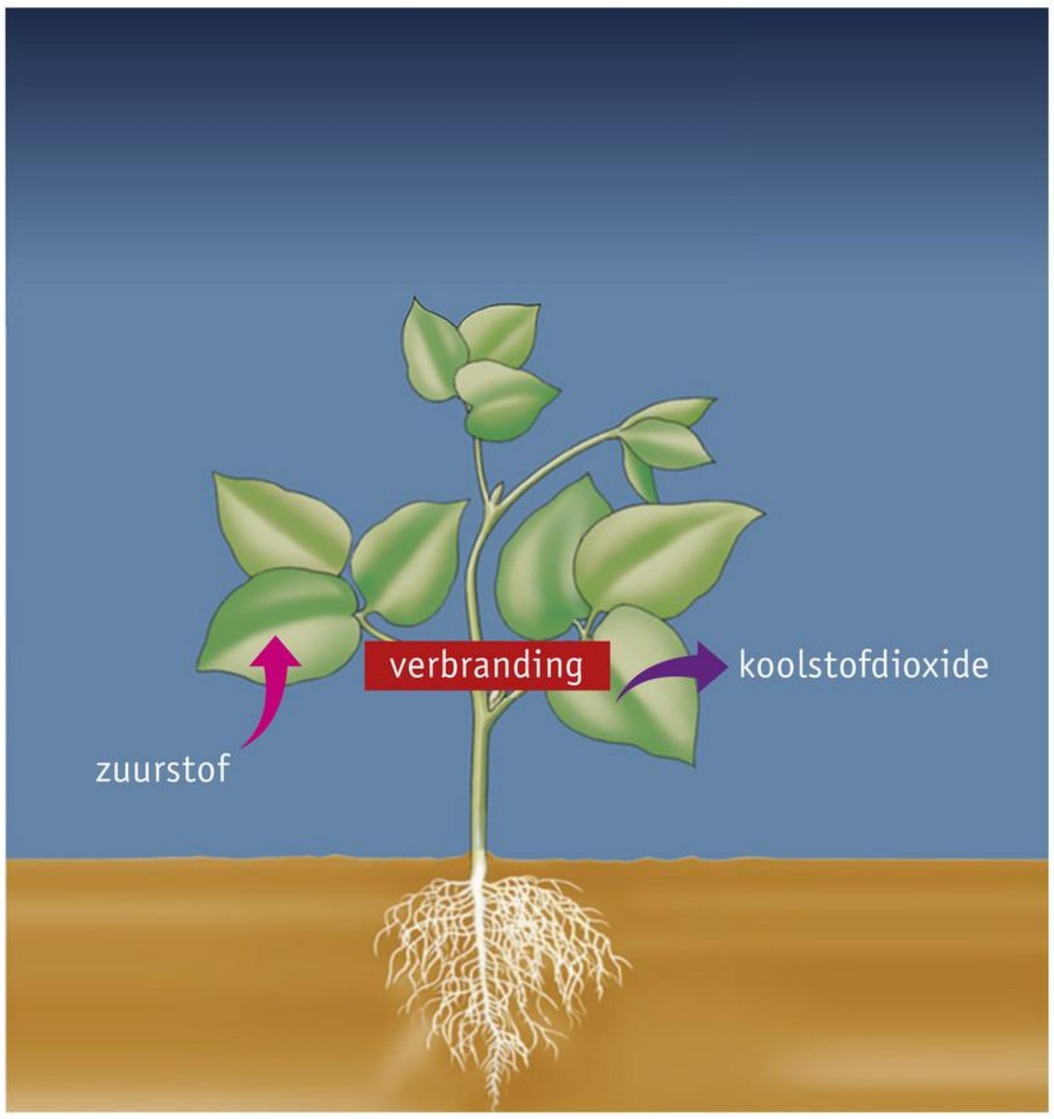
Bij fotosynthese zet een plant koolstofdioxide en water om in glucose en zuurstof. Glucose bevat veel energie. Van glucose en mineralen maakt een plant de energierijke stoffen waaruit hij bestaat. Ook gebruikt de plant glucose als brandstof. Bij de verbranding komt energie vrij uit glucose.

Overdag (in het licht) ontstaat in de bladeren van een plant meestal meer zuurstof dan bij de verbranding wordt verbruikt. De zuurstof die niet bij de verbranding wordt verbruikt, wordt afgegeven aan de lucht (zie afbeelding 1.1). Dit gebeurt vooral via huidmondjes. ’s Nachts (in het donker) vindt in een plant alleen verbranding plaats. In het donker verbruikt een plant zuurstof en geeft de plant koolstofdioxide af aan de lucht (zie afbeelding 1.2).

Afb. 1 Fotosynthese en verbranding in een plant.



1 In het licht vinden fotosynthese en verbranding plaats.



2 In het donker vindt alleen verbranding plaats.

Overdag ontstaat in de bladeren meestal meer glucose dan bij de verbranding wordt verbruikt. De glucose die niet direct wordt verbrand, wordt omgezet in **zetmeel** en tijdelijk opgeslagen. Zetmeel is een reservestof. Zetmeel is niet oplosbaar in water. ’s Nachts wordt het zetmeel in de bladeren omgezet in suiker. De suiker wordt (opgelost in water) via de bastvaten vervoerd naar de andere delen van de plant. Daar kan de suiker weer worden omgezet in zetmeel of andere energierijke stoffen.

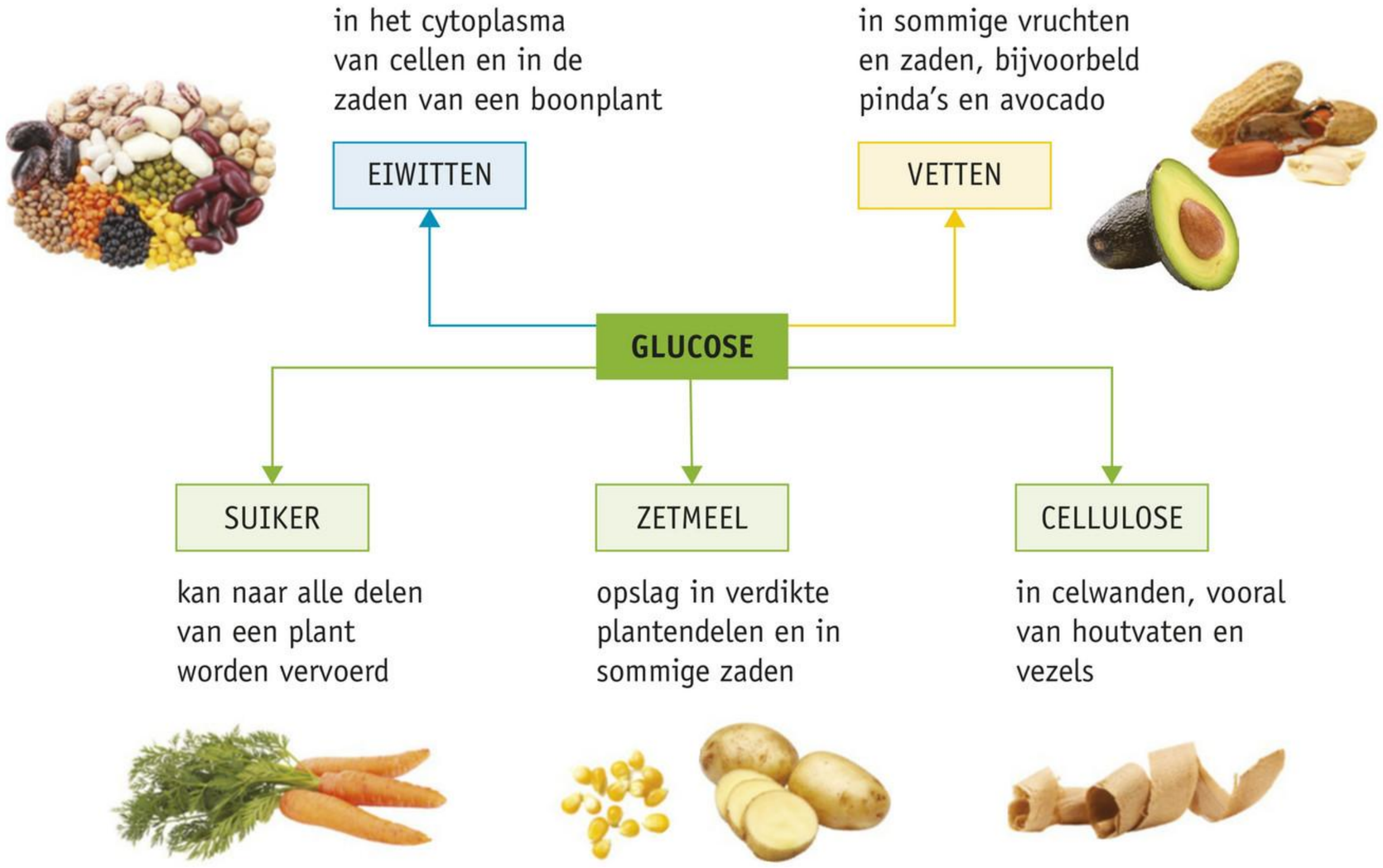
DE VORMING VAN ENERGIERIJKE STOFFEN

Planten kunnen glucose omzetten in alle andere energierijke stoffen waaruit ze bestaan:

- Glucose kan worden omgezet in andere **koolhydraten**, zoals suiker, zetmeel en cellulose.
  - **Suiker** kan (opgelost in water) via bastvaten naar alle delen van de plant worden vervoerd.
  - **Zetmeel** wordt tijdelijk opgeslagen in de bladeren. Zetmeel kan ook voor langere tijd worden opgeslagen in verdikte plantendelen, bijvoorbeeld in de wortels van een winterpeen of in de stengels van aspergeplanten. Ook in sommige zaden zoals mais zit veel zetmeel.
  - **Cellulose** komt voor in de celwanden van plantencellen, vooral bij houtvaten en vezels.
- Glucose kan samen met nitraat worden omgezet in **eiwitten**. Nitraat is een mineraal. Planten nemen nitraat op uit de bodem. Het cytoplasma van cellen bevat veel eiwitten. Chromosomen bevatten veel eiwitten en ook veel vitaminen zijn eiwitten. Eiwitten kunnen worden opgeslagen, bijvoorbeeld in de zaden van een boonplant.
- Glucose kan worden omgezet in **vetten**. Bij sommige planten komen in de zaden veel vetten voor. Voorbeelden daarvan zijn zonnebloempitten en pinda’s.

In afbeelding 2 zijn de omzettingen van glucose in een plant schematisch weergegeven.

Afb. 2 Omzettingen van glucose in een plant.



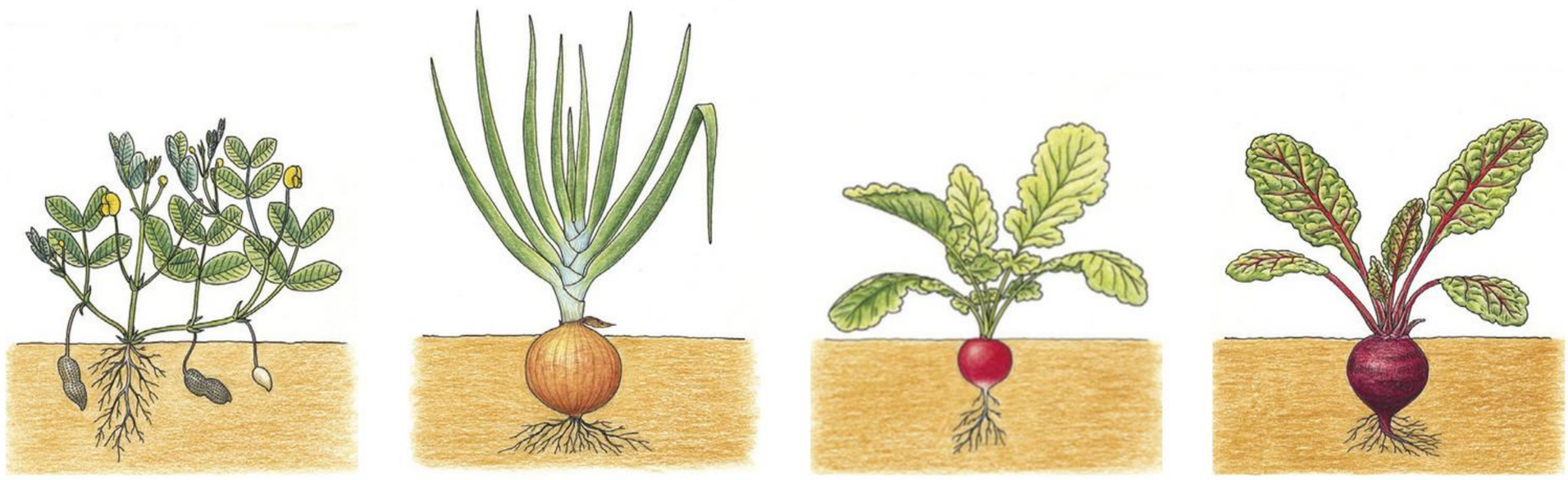
Bij de omzettingen van afbeelding 2 ontstaan energierijke stoffen. De opbouw van energierijke stoffen uit andere stoffen noem je **assimilatie** (assimileren is samenstellen, opbouwen). Ook de vorming van glucose bij de fotosynthese is assimilatie.
Het doel van assimilatie is de vorming van de energierijke stoffen waaruit een organisme bestaat. Door assimilatie kan een plant zichzelf onderhouden en groeien. Fotosynthese en assimilatie zijn de basis van het leven op aarde. Ze zorgen voor voedsel en zuurstof voor alle andere organismen.

Assimilatie komt niet alleen bij planten voor. Alle organismen kunnen glucose en andere energierijke stoffen uit hun voedsel omzetten in andere energierijke stoffen.

DE FUNCTIE VAN ASSIMILATIEPRODUCTEN

De energierijke stoffen die bij assimilatie worden gemaakt, noem je assimilatieproducten. Planten (en andere organismen) gebruiken deze stoffen als brandstof, bouwstof en reservestof.
Brandstoffen worden verbruikt bij de verbranding. Vooral glucose is een belangrijke brandstof. De glucose die niet als brandstof nodig is, wordt gebruikt voor de assimilatie van andere stoffen.
Bouwstoffen worden gebruikt bij de vorming van cellen en weefsels (voor opbouw en herstel). Eiwitten zijn bijvoorbeeld nodig voor de vorming van DNA en cytoplasma en cellulose is nodig voor de vorming van celwanden.
Reservestoffen, vooral zetmeel, worden opgeslagen voor later. Elke cel bevat een kleine hoeveelheid reservestoffen. Grote hoeveelheden reservestoffen worden opgeslagen in de cellen van verdikte delen en van zaden (zie afbeelding 3). De mens gebruikt deze delen van planten vaak als voedsel. Bollen en knollen zijn voorbeelden van verdikte delen.

Afb. 3 Opslag van reservestoffen bij zaadplanten.



1 in zaden (pinda)
2 in een bol: verdikte bladeren (ui)
3 in een knol: verdikte stengel (radijs)
4 in een knol: verdikte wortel (rode biet)

KENNIS

1 In de bladgroenkorrels van planten vindt assimilatie van glucose plaats.

a Welke stoffen zijn nodig voor de assimilatie van glucose? .....

en .....

b Waar komt de energie vandaan die nodig is voor de assimilatie van glucose? uit .....

c Van glucose maakt een plant onder andere eiwitten en vetten.
Waar komt de energie vandaan die nodig is voor de assimilatie van eiwitten en vetten? uit .....

2 **a** Welke stoffen zijn assimilatieproducten?

- ☐ A eiwitten
- ☐ B glucose
- ☐ C koolhydraten
- ☐ D koolstofdioxide
- ☐ E mineralen
- ☐ F vetten
- ☐ G vitaminen
- ☐ H water
- ☐ I zetmeel

b Bij de assimilatie worden *energiearme* / *energierijke* stoffen gevormd.

c Welke stoffen kunnen worden gebruikt bij de assimilatie?
energiearme stoffen / *energierijke stoffen* / *energiearme en energierijke stoffen*

d In afbeelding 4 zie je de benodigdheden om handcrème te maken.
Hebben fotosynthese en assimilatie aan de basis gestaan van deze ingrediënten?

- amandelolie: *ja* / *nee*
- bijenwas: *ja* / *nee*
- glycerine: *ja* / *nee*
- lavendelolie: *ja* / *nee*

Afb. 4

Benodigdheden handcrème
9 eetlepels amandelolie
3 eetlepels bijenwas
4 eetlepels glycerine (afkomstig van dierlijk vet)
10 tot 15 druppels lavendelolie

3 Delen van planten die je kunt eten, zijn zaden, bladeren, stengels en wortels.

a Welke van deze delen van planten kunnen verdikt zijn? *bladeren* / *stengels* / *wortels*

b Uit welke organische stof bestaat het reservevoedsel van de verdikte delen van planten meestal?

uit .....

c Een leerling wil aantonen dat in bladeren soms zetmeel is opgeslagen. Ze zet een plant 12 uur in het licht en een andere plant van dezelfde soort in het donker.
Bij welke plant zal ze in de bladeren zetmeel aantonen?
Bij de plant die *in het donker* / *in het licht* heeft gestaan.

4 **Samenvatting**

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Energierijke stoffen: .....

  .....

- Energiearme stoffen: .....

  .....

- Fotosynthese:

  ..... + ... + ...

  → ..... + ...

- Verbranding:

  ..... + ...

  → ..... + ... + ...

- Overdag: .....

  .....

  .....

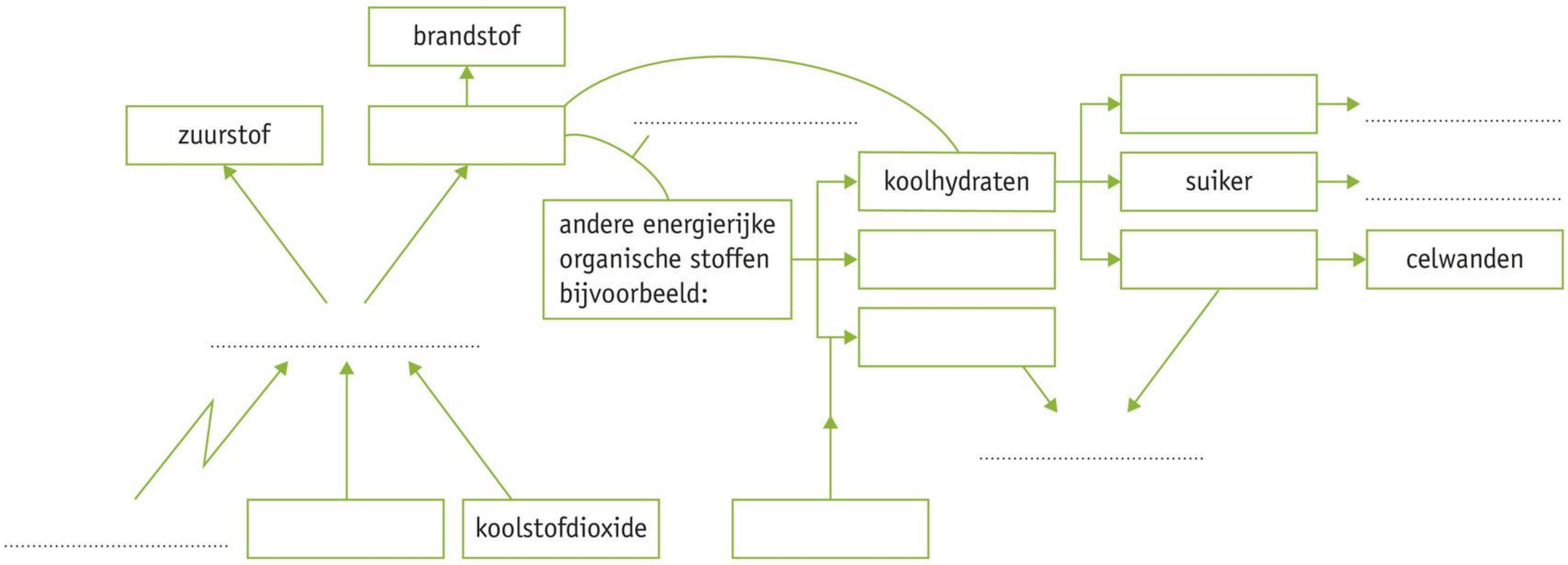
- ’s Nachts: .....

  .....

  .....

Maak een overzicht van fotosynthese en assimilatie in planten met behulp van het schema van afbeelding 5. Gebruik daarbij: *assimilatie – bouwstof – cellulose – eiwitten – fotosynthese – glucose – lichtenergie – nitraat – opslag – vervoer – vetten – water – zetmeel*.

Afb. 5 Fotosynthese en assimilatie in planten.



INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

5 In afbeelding 6 zie je een proefopstelling met vier reageerbuizen. De buizen bevatten leidingwater en staan in het licht. In buis 2 en 4 zit een slak, in buis 3 en 4 een waterplant. Alle andere omstandigheden zijn gelijk.

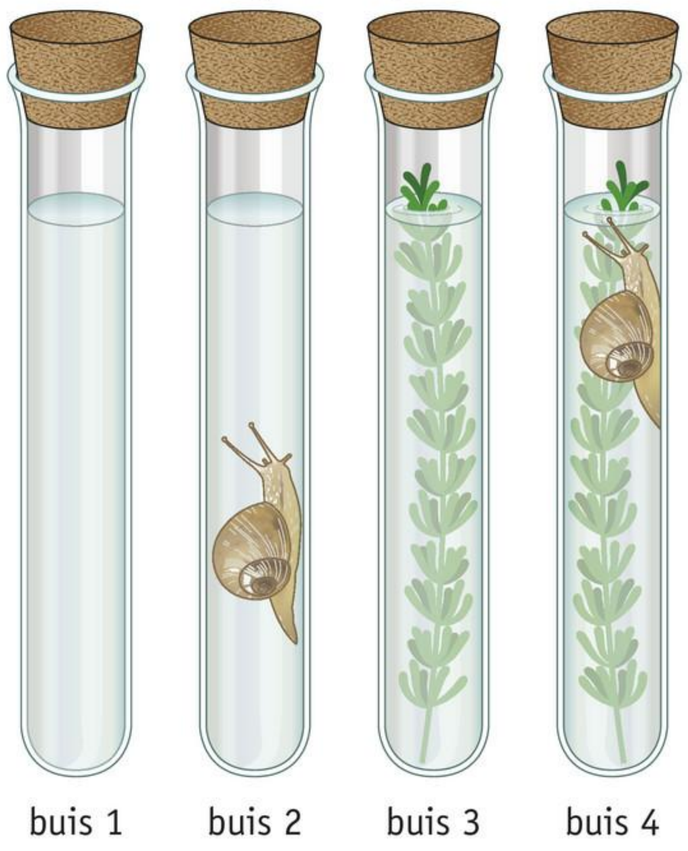
a In welke buis zal na een uur het koolstofdioxidegehalte het hoogst zijn? Leg je antwoord uit.

b In welke buis zal na een uur het zuurstofgehalte het hoogst zijn? Leg je antwoord uit.

c Dezelfde proefopstelling wordt nogmaals gemaakt, maar de buizen staan nu in het donker.
In welke buis zal na een uur in het donker het koolstofdioxidegehalte het hoogst zijn? Leg je antwoord uit.

d In welke buis zal na een uur in het donker het zuurstofgehalte het hoogst zijn? Leg je antwoord uit.

Afb. 6 Proefopstelling.



6 Planten nemen mineralen op uit de bodem. Als er onvoldoende mineralen beschikbaar zijn, kun je planten een handje helpen door meststoffen aan de bodem toe te voegen. Een product dat dit soort meststoffen bevat, is Pokon (zie afbeelding 7).

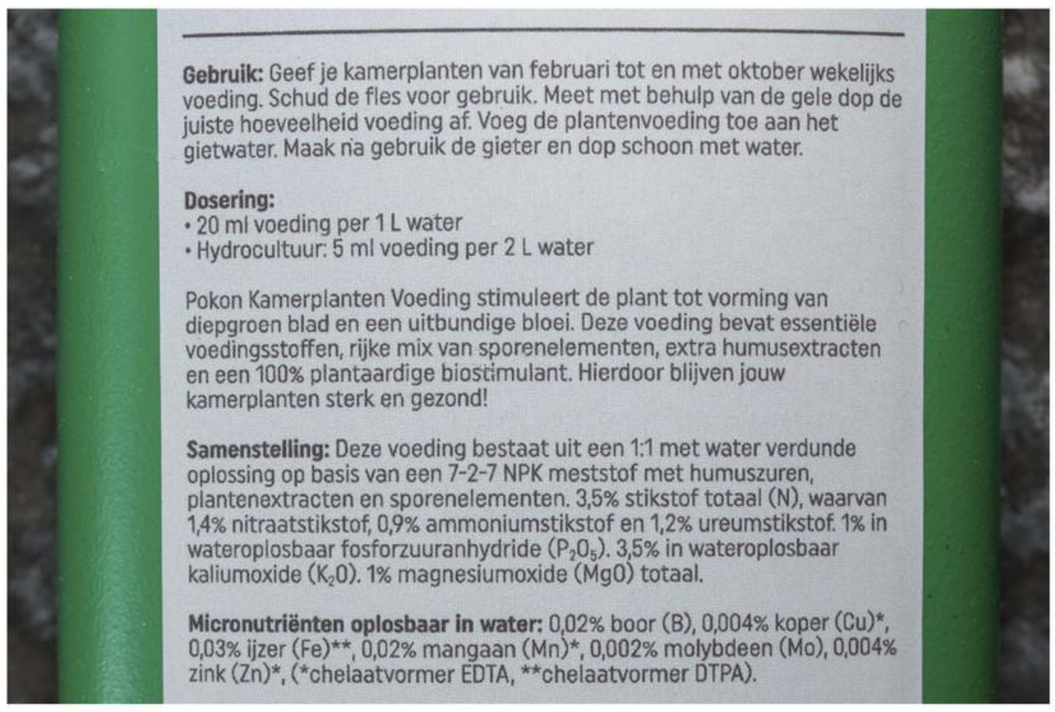
a Leid uit het etiket af waar de naam Pokon vandaan komt.

b De meststoffen in Pokon bestaan voor 7% uit stoffen die stikstof (N) bevatten. Een plant gebruikt stikstof voor assimilatie. Leg dit uit.

c Alle energierijke stoffen zijn opgebouwd uit koolstof (C) en waterstof (H). Een plant heeft deze stoffen dus nodig voor de opbouw van stoffen waaruit de plant bestaat. Waarom bevat Pokon geen van deze stoffen?

d Op het etiket staat dat je in de wintermaanden minder meststof hoeft toe te dienen. Waarom wordt dit advies gegeven?

Afb. 7 Etiket van Pokon.



Gebruik: Geef je kamerplanten van februari tot en met oktober wekelijks voeding. Schud de fles voor gebruik. Meet met behulp van de gele dop de juiste hoeveelheid voeding af. Voeg de plantenvoeding toe aan het gietwater. Maak na gebruik de gieter en dop schoon met water.

Dosering:
- 20 ml voeding per 1 L water
- Hydrocultuur: 5 ml voeding per 2 L water

Pokon Kamerplanten Voeding stimuleert de plant tot vorming van diepgroen blad en een uitbundige bloei. Deze voeding bevat essentiële voedingsstoffen, rijke mix van sporenelementen, extra humusextracten en een 100% plantaardige biostimulant. Hierdoor blijven jouw kamerplanten sterk en gezond!

Samenstelling: Deze voeding bestaat uit een 1:1 met water verdunde oplossing op basis van een 7-2-7 NPK meststof met humuszuren, plantenextracten en sporenelementen. 3,5% stikstof totaal (N), waarvan 1,4% nitraatstikstof, 0,9% ammoniumstikstof en 1,2% ureumstikstof. 1% in wateroplosbaar fosforzuuranhydride (P_2O_5). 3,5% in wateroplosbaar kaliumoxide (K_2O). 1% magnesiumoxide (MgO) totaal.

Micronutriënten oplosbaar in water: 0,02% boor (B), 0,004% koper (Cu)*, 0,03% ijzer (Fe)**, 0,02% mangaan (Mn)*, 0,002% molybdeen (Mo), 0,004% zink (Zn)*, (*chelaatvormer EDTA, **chelaatvormer DTPA).

7 Lees de tekst '3D-printer gebruikt bacterie-inkt voor cellulosematjes'.

a Wat gebruiken de bacteriën om cellulose te assimileren?

b Om de bacterie-inkt te maken, zijn heel veel bacteriën nodig. De bacteriekolonie groeit op een voedingsbodem waar stikstof in zit. In glucose en cellulose zit geen stikstof.
Leg uit waarvoor de bacteriën toch stikstof nodig hebben.

c Waarom deze bacteriën van nature cellulose maken, is niet duidelijk. Sommige wetenschappers denken dat een laagje cellulose de bacterie beschermt tegen uv-straling of tegen schimmels.
Leg uit dat cellulose geschikt is als beschermlaagje.

d Cellulose is een belangrijke grondstof voor het maken van papier.
Leg uit waarom plantenvezels erg geschikt zijn voor het maken van papier.

Afb. 8

3D-printer gebruikt bacterie-inkt voor cellulosematjes

Onderzoekers van de Virginia State University hebben een 'levende inkt' voor 3D-printers gemaakt. Daarmee kunnen letterlijk levende structuren worden gemaakt. De inkt bestaat uit bacteriën die van nature cellulose produceren. Voor de inkt zijn de bacteriën genetisch gemodificeerd, zodat ze nu vezelnetwerken bouwen van cellulosevezels. Matjes van dit materiaal kunnen worden gebruikt om wonden sneller te laten genezen. Ook kunnen de vezels worden gebruikt bij orgaantransplantaties. Getransplanteerde organen met een laagje cellulose worden minder snel afgestoten door het lichaam. De cellulose kan ook als opvulmateriaal worden gebruikt, zodat het orgaan beter in het lichaam past.

Naar: https://nl.hardware.info, Björn Meijer

+ 8

Sommige planten zijn parasieten. Parasieten leven van de voedingsstoffen van andere planten (gastheerplanten), omdat ze zelf die voedingsstoffen niet kunnen maken. Voor de gastheerplant is dit nadelig. Veel van zijn voedingsstoffen gaan zo verloren.
Duivelsnaaigaren is een voorbeeld van zo'n parasiet (zie afbeelding 9.1). De plant bestaat uit rode dunne stengeltjes. Bladeren en wortels heeft hij niet.
Maretakken zijn planten die op een boom groeien (zie afbeelding 9.2). Maretakken hebben wel bladgroen maar geen wortels. Ze onttrekken water en mineralen aan de gastheerplant. Maretakken zijn halfparasieten.

a Kan duivelsnaaigaren energiearme stoffen omzetten in energierijke stoffen? En een maretak? Leg je antwoord uit.
b Kan duivelsnaaigaren energierijke stoffen omzetten in energiearme stoffen? En een maretak? Leg je antwoord uit.
c Kan in een maretak verdamping plaatsvinden door worteldruk? Leg je antwoord uit.
d Kan in een maretak verdamping plaatsvinden door zuiging van de bladeren? Leg je antwoord uit.
e Komen er op de stengel van duivelsnaaigaren huidmondjes voor?

Afb. 9



1 duivelsnaaigaren



2 maretakken in een boom

Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

4 Voortplanting

LEERDOELEN

9.4.1 Je kunt beschrijven hoe ongeslachtelijke en geslachtelijke voortplanting plaatsvinden en je kunt hiervan voorbeelden bij planten geven.

9.4.2 Je kunt de delen van een bloem noemen met hun kenmerken en functies.

► Practica 7, 8 en 9

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	9.4.1	9.4.2
Onthouden	1a, 2b	
Begrijpen	1bc, 2ac, 3	2de, 3
Toepassen	4, 5d	5abc, 6a, 7a
Analyseren	5e	6b, 7b

Bij de meeste organismen zijn twee individuen nodig voor voortplanting. Zaadplanten kunnen zich voortplanten met behulp van bloemen. Maar veel zaadplanten kunnen ook een deel van zichzelf laten uitgroeien tot een nieuwe plant.

ONGESLACHTELIJKE VOORTPLANTING

Bij ongeslachtelijke voortplanting groeit een deel van een organisme uit tot een nieuw organisme. Ongeslachtelijke voortplanting vindt plaats door middel van mitose (gewone celdelingen). Na de mitose bevatten beide dochtercellen dezelfde informatie voor erfelijke eigenschappen als de moedercel. Na ongeslachtelijke voortplanting hebben alle nakomelingen dus hetzelfde genotype als de ouderplant.

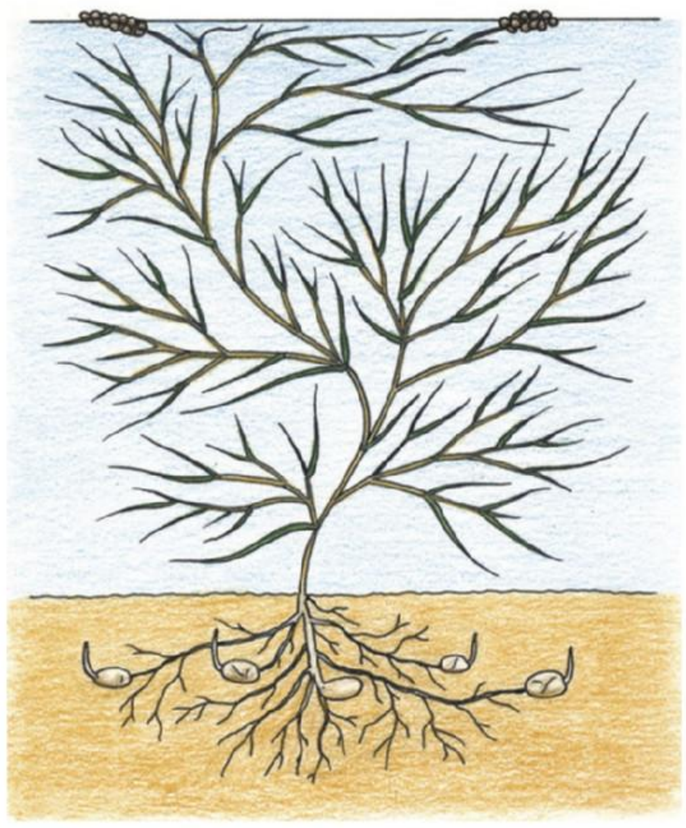
Een paar manieren van ongeslachtelijke voortplanting zijn stekken, knollen, bollen en enten.
Bij **stekken** snijd je een stuk van een stengel of blad af. Op het snijvlak gaan zich wortels vormen. Vervolgens groeit het stuk stengel of blad uit tot een nieuwe plant (zie afbeelding 1).

Afb. 1 Ongeslachtelijke voortplanting door stekken (bij een vingerplant).



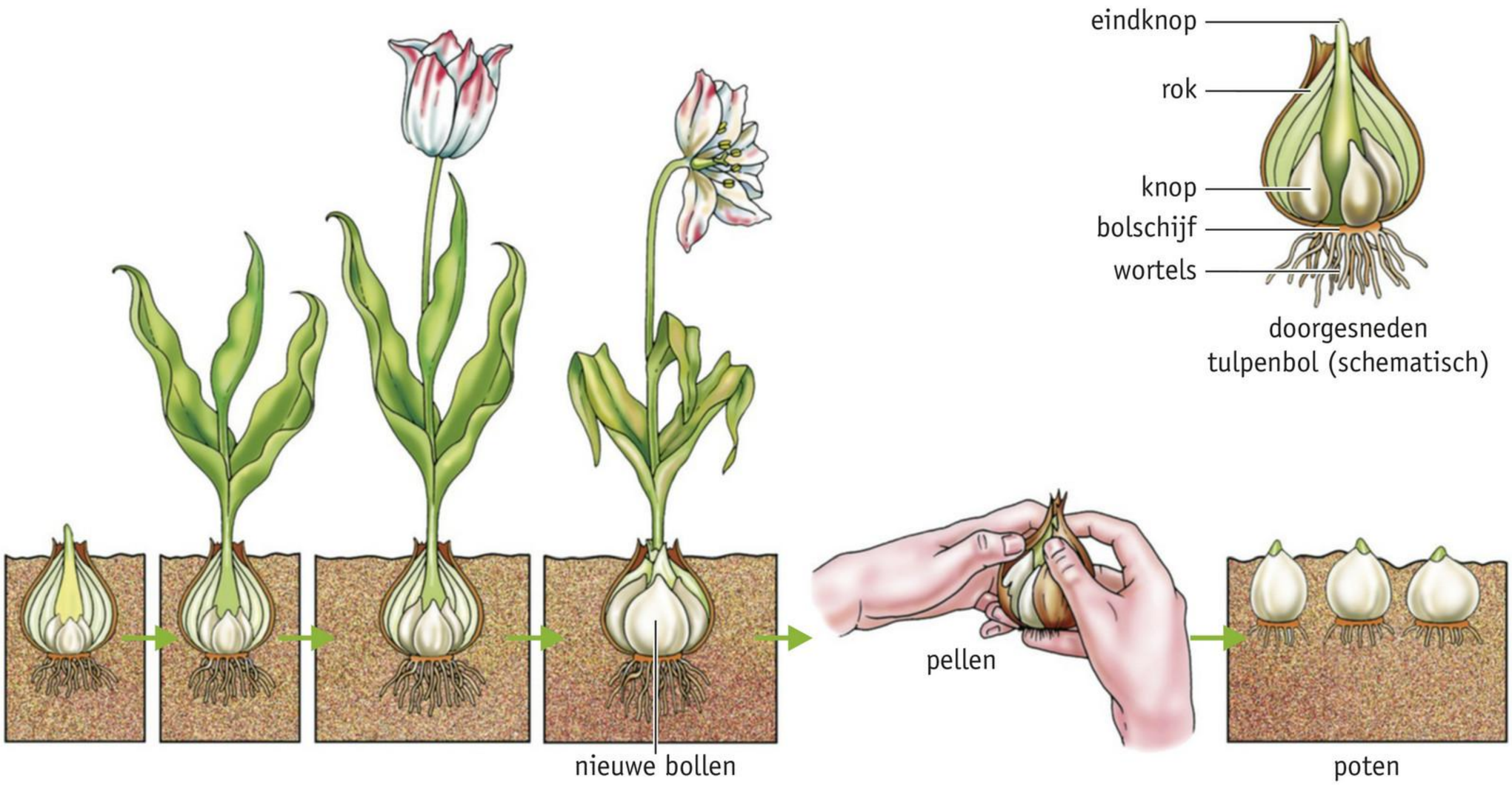
Een **knol** is een verdikte stengel of wortel die veel reservevoedsel bevat. Uit een knol ontstaat een plant die nieuwe knollen vormt. Deze nieuwe knollen kunnen elk weer uitlopen tot een plant (zie afbeelding 2).

Afb. 2 Ondergrondse knollen bij schedefonteinkruid.



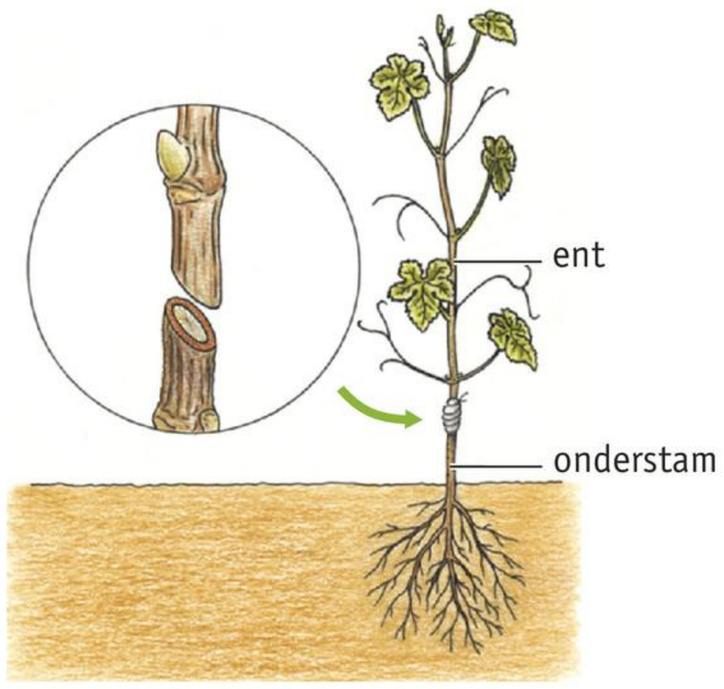
Een **bol** bestaat uit een bolschijf met rokken. Rokken zijn verdikte bladeren met veel reservevoedsel. Tussen de rokken bevinden zich knoppen. Als een bol uitloopt, ontstaat uit een van de knoppen (de eindknop) een nieuwe plant. Hierbij wordt een deel van het reservevoedsel uit de rokken verbruikt, waardoor de rokken verschrompelen. De andere knoppen ontwikkelen zich tot nieuwe bollen (zie afbeelding 3).

Afb. 3 Ongeslachtelijke voortplanting door bollen (bij een tulp).



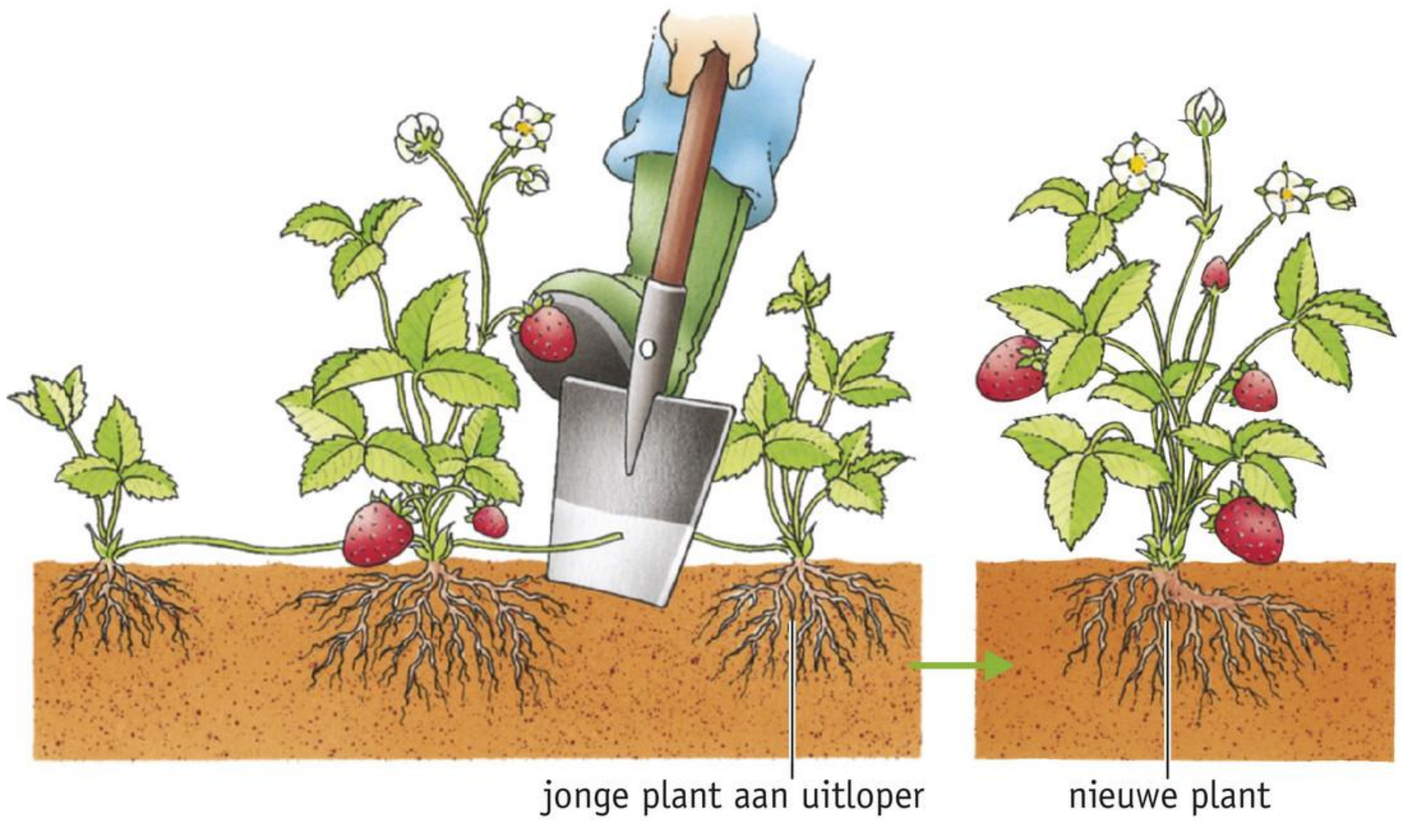
Bij **enten** wordt een deel van een plant (de ent) op een deel van een andere plant (de onderstam) geplaatst (zie afbeelding 4). De vaatbundels in de ent groeien vervolgens weer vast aan de vaatbundels in de onderstam.

Afb. 4 Ongeslachtelijke voortplanting door enten (bij een druivenplant).

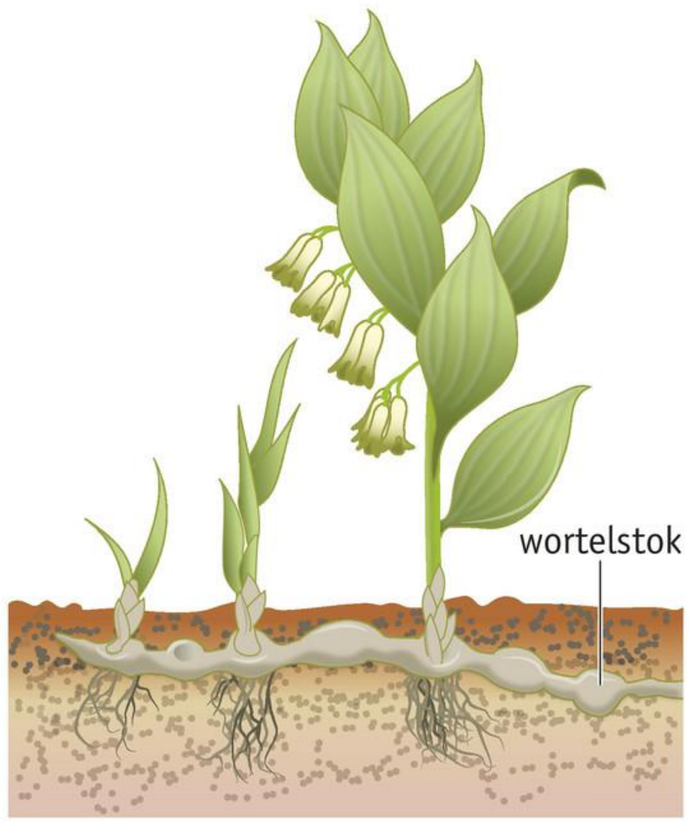


Ook kunnen planten uitlopers of wortelstokken vormen. **Uitlopers** en **wortelstokken** zijn horizontaal groeiende stengels waaraan op bepaalde plaatsen jonge planten ontstaan. Als deze jonge planten van de ouderplant worden gescheiden, ontwikkelen ze zich zelfstandig verder.
Uitlopers liggen boven de grond (zie afbeelding 5), wortelstokken liggen onder de grond (zie afbeelding 6).

Afb. 5 Ongeslachtelijke voortplanting door uitlopers (bij een aardbeienplant).



Afb. 6 Ongeslachtelijke voortplanting door wortelstokken (bij een lelietje-van-dalen).



GESLACHTELIJKE VOORTPLANTING

Bij geslachtelijke voortplanting versmelten de kernen van twee geslachtscellen. Hierdoor ontstaat een bevruchte eicel. Een bevruchte eicel kan uitgroeien tot een nieuw individu. Geslachtscellen ontstaan door meiose (reductiedeling). Na de meiose bevat elke dochtercel de helft van het aantal chromosomen van de moedercel. Bij bevruchting versmelten twee geslachtscellen met elkaar. Bij geslachtelijke voortplanting ontstaan dan ook nakomelingen met telkens nieuwe genotypen.

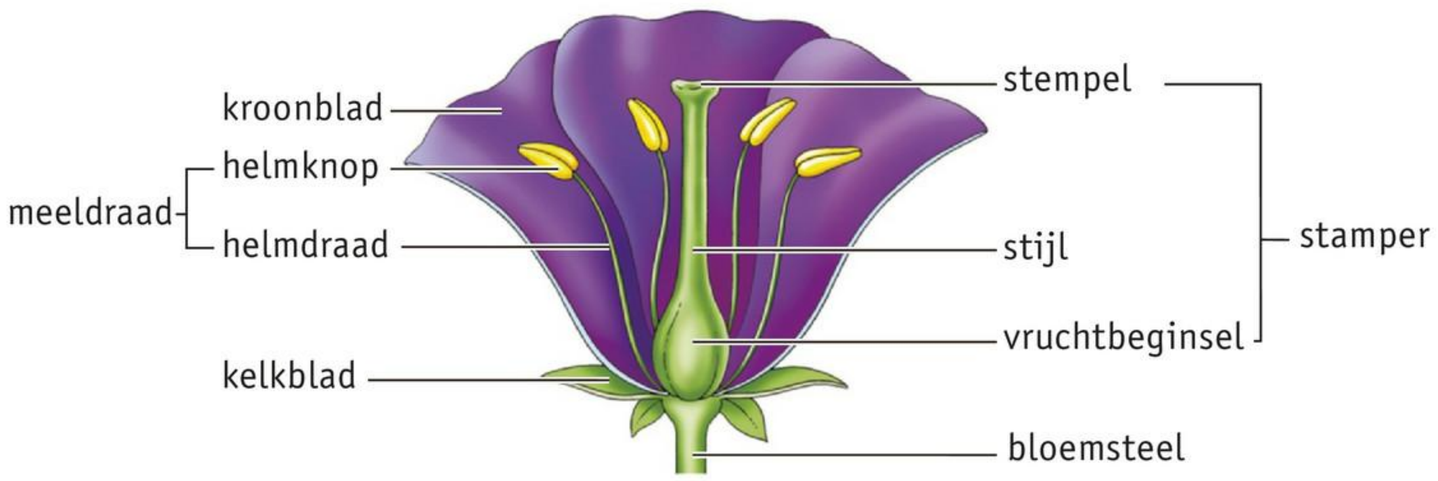
DE BOUW EN FUNCTIE VAN BLOEMEN

Bloemen zijn nodig voor geslachtelijke voortplanting van zaadplanten. Bloemen kunnen er heel verschillend uitzien (zie afbeelding 7). Toch zijn alle bloemen op een vergelijkbare manier gebouwd (zie afbeelding 8).

Afb. 7 Bloemen kunnen er heel verschillend uitzien.



Afb. 8 De bouw van een bloem (schematisch).



De **bloemkroon** bestaat uit **kroonbladeren**. Bij veel planten zijn de kroonbladeren groot en opvallend gekleurd (zie afbeelding 8). Deze bladeren dienen voor het aanlokken van insecten. Bij andere planten zijn de kroonbladeren klein en groen, bijvoorbeeld bij grassen (zie afbeelding 9).

Bij sommige planten zitten de kroonbladeren aan elkaar vast (zie afbeelding 10.1). De kroonbladeren zijn dan vergroeid. Bij andere planten zitten de kroonbladeren los van elkaar (zie afbeelding 10.2).

Afb. 9 Onopvallende bloemen van een gras.



1 bloeiend gras

2 bloem van een gras

Afb. 10 Kroonbladeren.

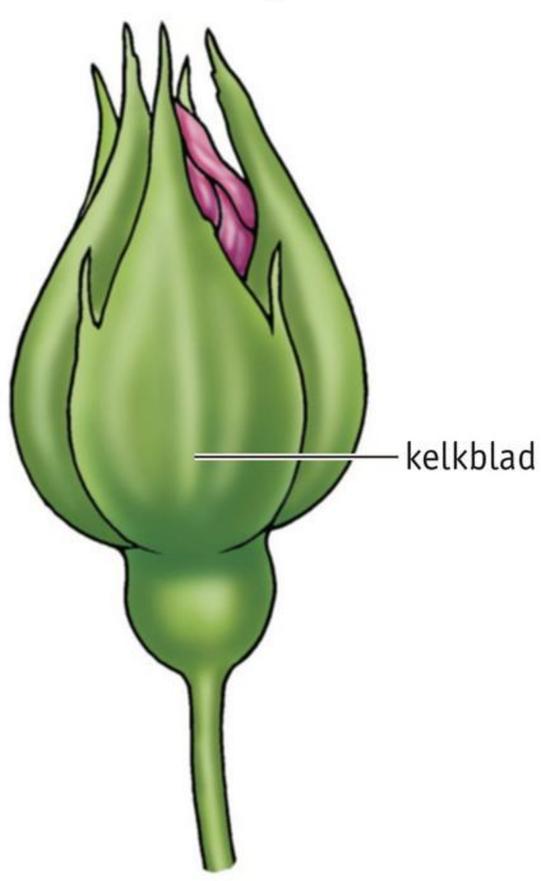


1 vergroeid tot een buis

2 los van elkaar (niet vergroeid)

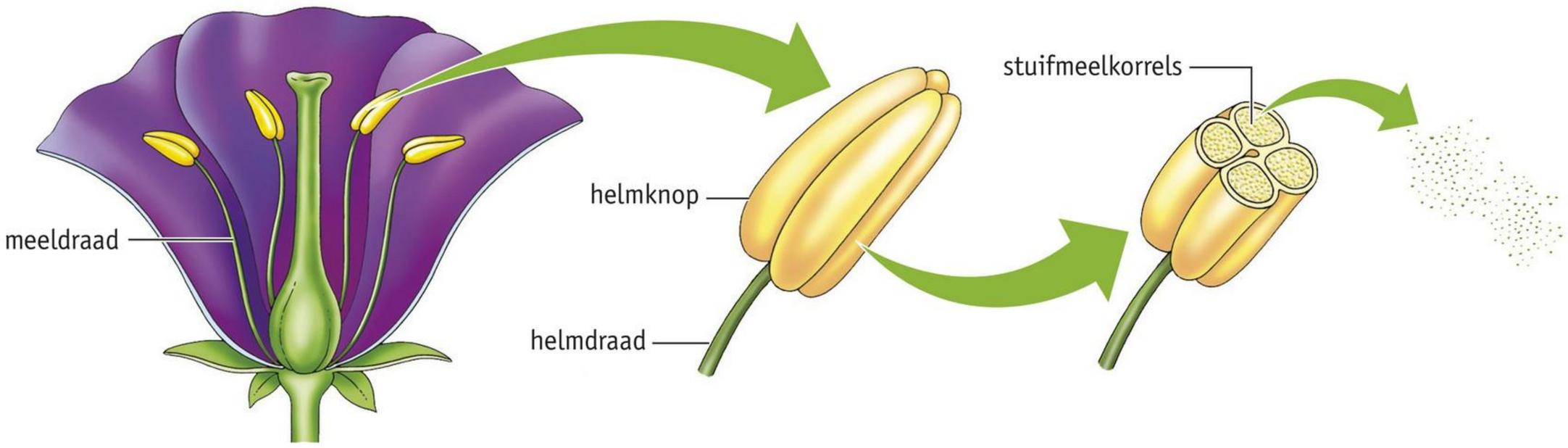
De **bloemkelk** bestaat uit **kelkbladeren**. Deze zijn meestal groen. Als de bloem nog in de knop zit, beschermt de bloemkelk de rest van de bloem tegen uitdroging en kou (zie afbeelding 11). Als de bloem opengaat, vallen bij sommige bloemen de kelkbladeren direct af. Ook de kelkbladeren kunnen vergroeid zijn of los van elkaar zitten.

Afb. 11 Kelkbladeren beschermen de bloem in de knop.



Meeldraden zijn de mannelijke voortplantingsorganen van planten (zie afbeelding 12). Een meeldraad bestaat uit een helmdraad en een helmknop. De **helmdraad** draagt de helmknop. In de **helmknop** ontstaat **stuifmeel**. Stuifmeel bestaat uit **stuifmeelkorrels**. Een stuifmeelkorrel is een mannelijke geslachtscel en is door meiose ontstaan. Op een gegeven moment springt de helmknop open en komen de stuifmeelkorrels vrij. Rijpe stuifmeelkorrels hebben een stevige wand die de korrels beschermt tegen onder andere uitdroging.

Afb. 12 Meeldraad met stuifmeelkorrels (schematisch).



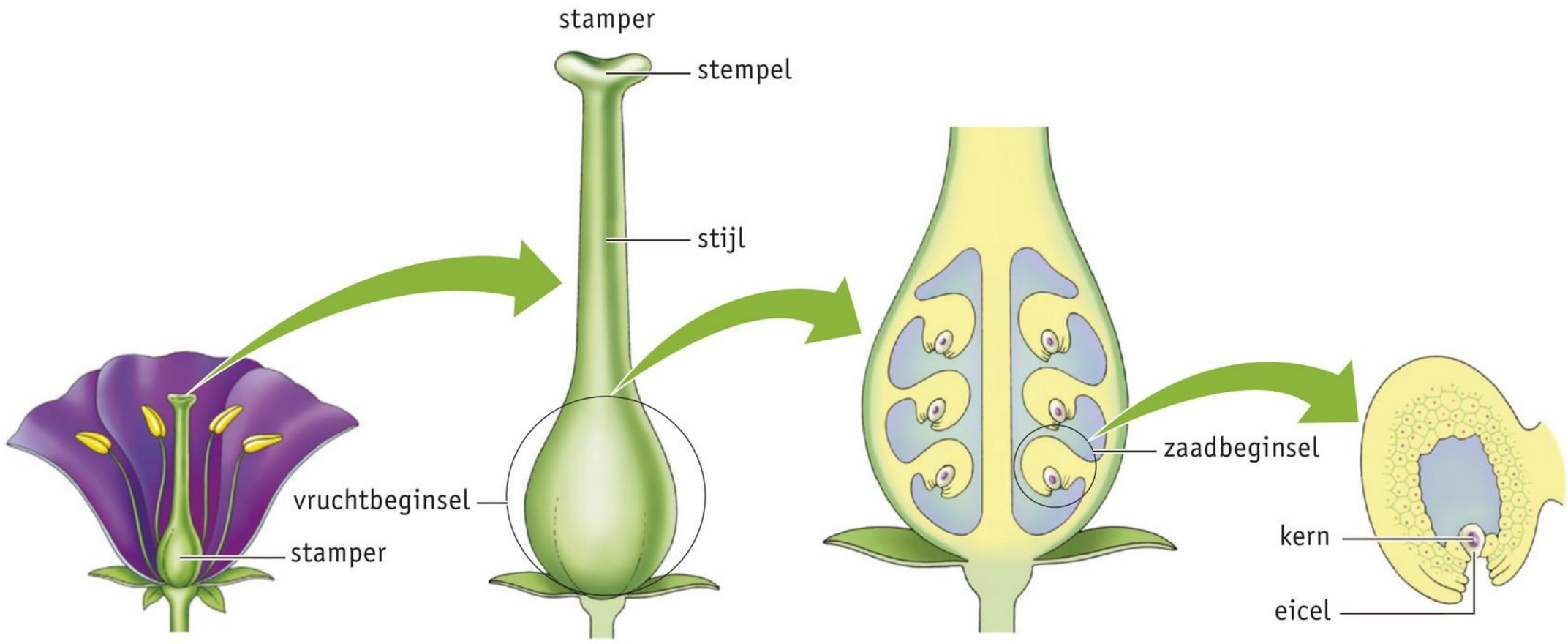
1 meeldraad in de bloem
2 meeldraad
3 helmknop met stuifmeelkorrels (doorgesneden)
4 vrijkomende stuifmeelkorrels

Stampers zijn de vrouwelijke voortplantingsorganen van planten (zie afbeelding 13). Een stamper bestaat uit een **stempel**, een **stijl** en een **vruchtbeginsel**. Op de stempel komt bij de bestuiving stuifmeel terecht. Door de stijl groeit een stuifmeelbuis naar de eicel.

In een vruchtbeginsel bevinden zich een of meer **zaadbeginsels** (zie afbeelding 13 en 14). In elk zaadbeginsel ontstaat door meiose één eicel. Een eicel is een vrouwelijke geslachtscel. Elke eicel kan door maar één stuifmeelkorrel worden bevrucht. Uit elk zaadbeginsel ontstaat na bevruchting een zaad. Uit het vruchtbeginsel ontstaat dan een vrucht.

Bij veel plantensoorten hebben de bloemen maar één stamper. Bij andere plantensoorten hebben de bloemen meerdere stampers. Ook kunnen de stampers verschillend gebouwd zijn. Er zijn stampers met meerdere stijlen en stempels. Ook zijn er stampers zonder stijl.

Afb. 13 Een stamper (schematisch).

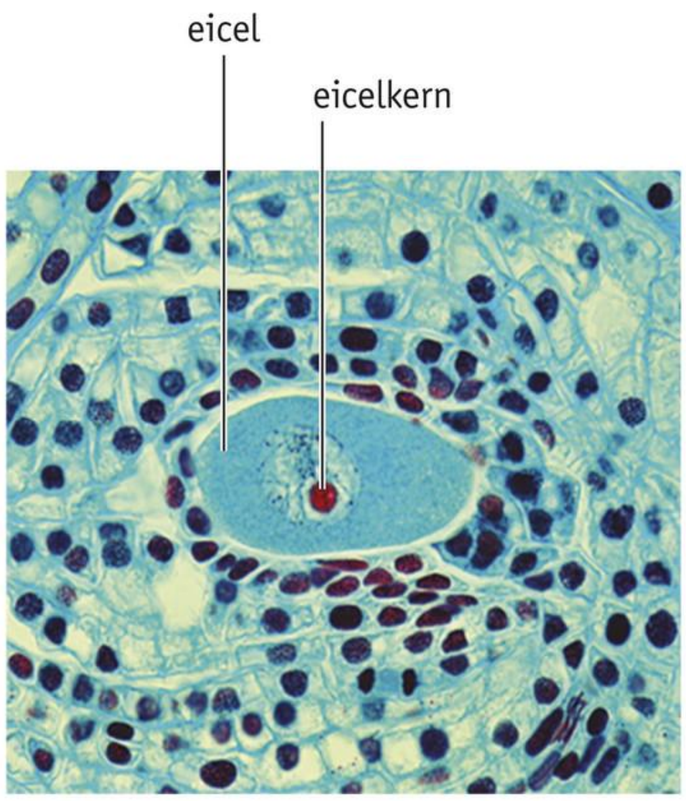


1 stamper in de bloem 2 stamper 3 vruchtbeginsel 4 zaadbeginsel

Afb. 14 Een lelie (microscopische foto's).



1 vruchtbeginsel met zaadbeginsels (dwarsdoorsnede)



2 zaadbeginsel met eicel

KENNIS

1

a Een deel van een plant groeit uit tot een nieuwe plant.
Dit is *geslachtelijke* / *ongeslachtelijke* voortplanting.

b In afbeelding 15 zie je een foto van een krokus en het deel van de plant dat wordt gebruikt voor de ongeslachtelijke voortplanting.
Een krokus groeit uit een *bol* / *knol*.

c In afbeelding 16 zie je een foto van een gemberplant. Het verdikte deel heet gember.
Gember wordt onder andere gebruikt om thee te zetten.
Is gember een wortelstok of een uitloper? Leg je antwoord uit.

.....

.....

Afb. 15 Een krokus.



Afb. 16



1 gemberplant 2 gember

2

In de maanden april, mei en juni zijn sommige weilanden en slootkanten lila van kleur. Ze staan dan vol met pinksterbloemen.
In afbeelding 17 is een pinksterbloem getekend. Vijf delen van deze plant zijn met nummers aangegeven.

a Met welk deel of met welke delen kan een pinksterbloem zich ongeslachtelijk voortplanten?
met deel *1* / *2* / *3* / *4* / *5*

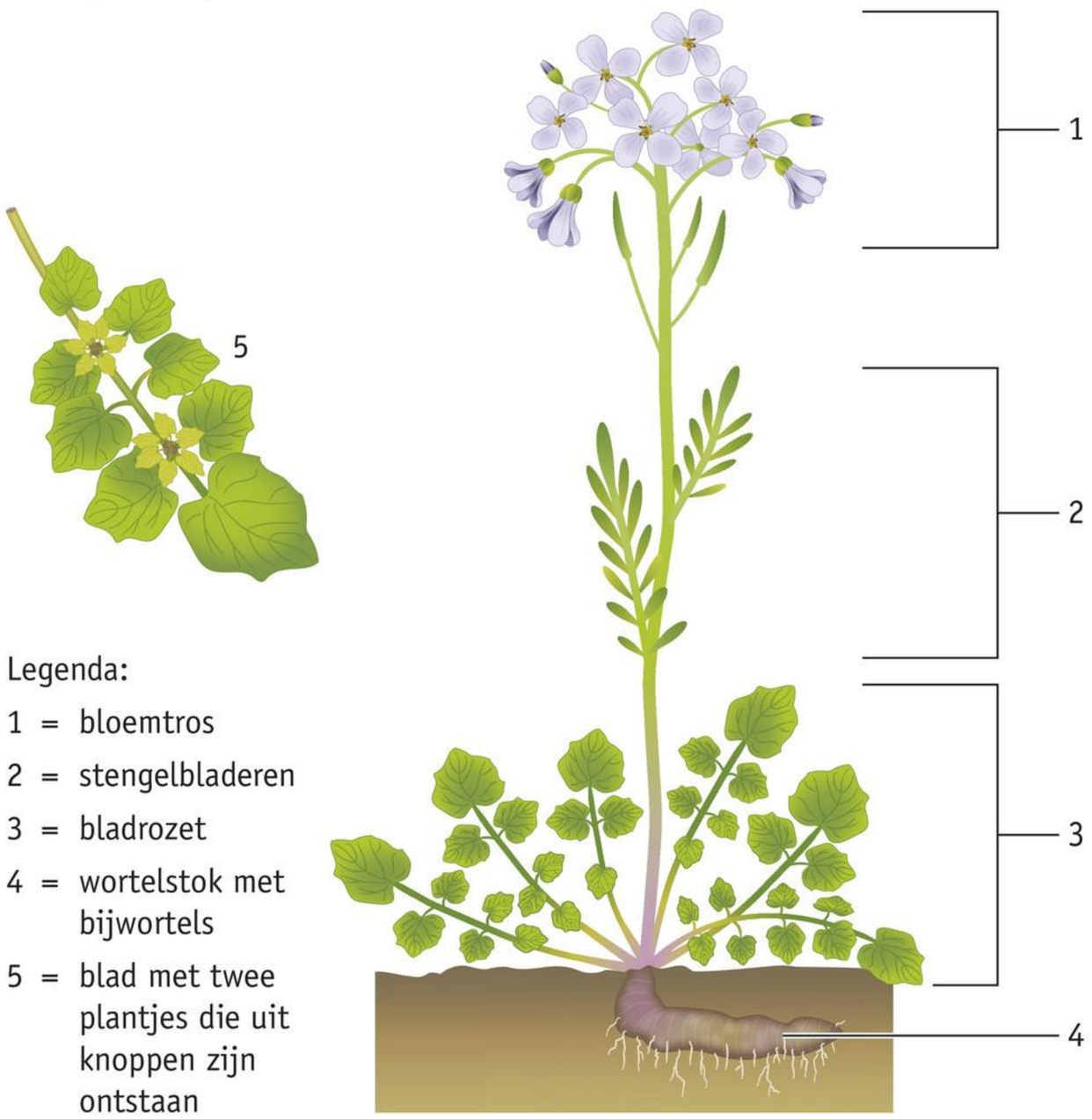
b In welk deel of in welke delen van de plant kan mitose plaatsvinden?
- ○ A alleen in deel 1
- ○ B alleen in deel 4 en 5
- ○ C in alle delen
- ○ D in geen van de delen

c Met welk deel of met welke delen kan een pinksterbloem zich geslachtelijk voortplanten?
met deel *1* / *2* / *3* / *4* / *5*

d Kan in dit deel (deze delen) meiose plaatsvinden? *ja* / *nee*

e Een zaadbeginsel bevat:
- ○ A één eicel.
- ○ B één stuifmeelkorrel.
- ○ C één zaadcel.
- ○ D meerdere eicellen.
- ○ E meerdere stuifmeelkorrels.
- ○ F meerdere zaadcellen.

Afb. 17 Een pinksterbloem.



Legenda:

1 = bloemtros
2 = stengelbladeren
3 = bladrozet
4 = wortelstok met bijwortels
5 = blad met twee plantjes die uit knoppen zijn ontstaan

3

Samenvatting

Maak op deze en de volgende bladzijde een samenvatting van de basisstof.

Ongeslachtelijke voortplanting: .....

.....

- Type celdeling: .....

.....

- Genotype van de nakomelingen: .....

.....

Geslachtelijke voortplanting: .....

.....

- Type celdeling: .....

.....

- Genotype van de nakomelingen: .....

.....

In afbeelding 18 zie je een schematische tekening van een bloem. Alle bloemdelen zijn genummerd. Geef de naam en functie van elk bloemdeel.

1 stempel hierop komt stuifmeel terecht bij bestuiving

2 .....

3 .....

4 .....

5 .....

6 .....

7 .....

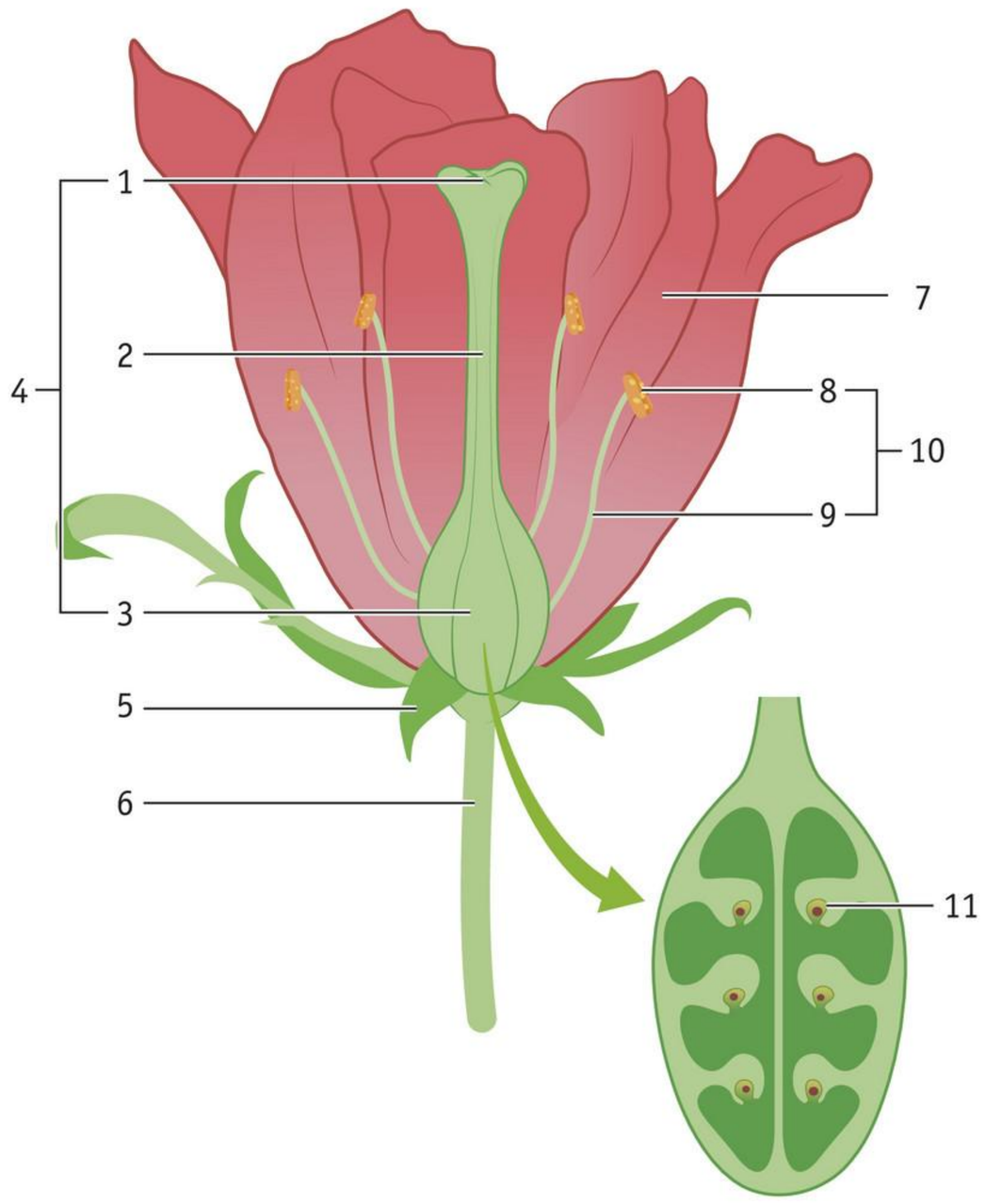
8 .....

9 .....

10 .....

11 .....

Afb. 18 Een bloem (schematisch).



INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4 In Nederland worden veel tulpenbollen gekweekt voor de verkoop (zie afbeelding 19). Om nieuwe bloemkleuren te krijgen, worden tulpen geslachtelijk vermenigvuldigd. Als een kweker een bepaalde kleur mooi vindt, vermeerdert hij de tulpen ongeslachtelijk.

a Leg uit waarom de kweker eerst geslachtelijke voortplanting toepast.

b Leg uit waarom de kweker vervolgens ongeslachtelijke voortplanting toepast.

Afb. 19



1 tulpenbollen



2 tulpenveld

5

a In welke twee delen van een bloem vindt meiose (reductiedeling) plaats?

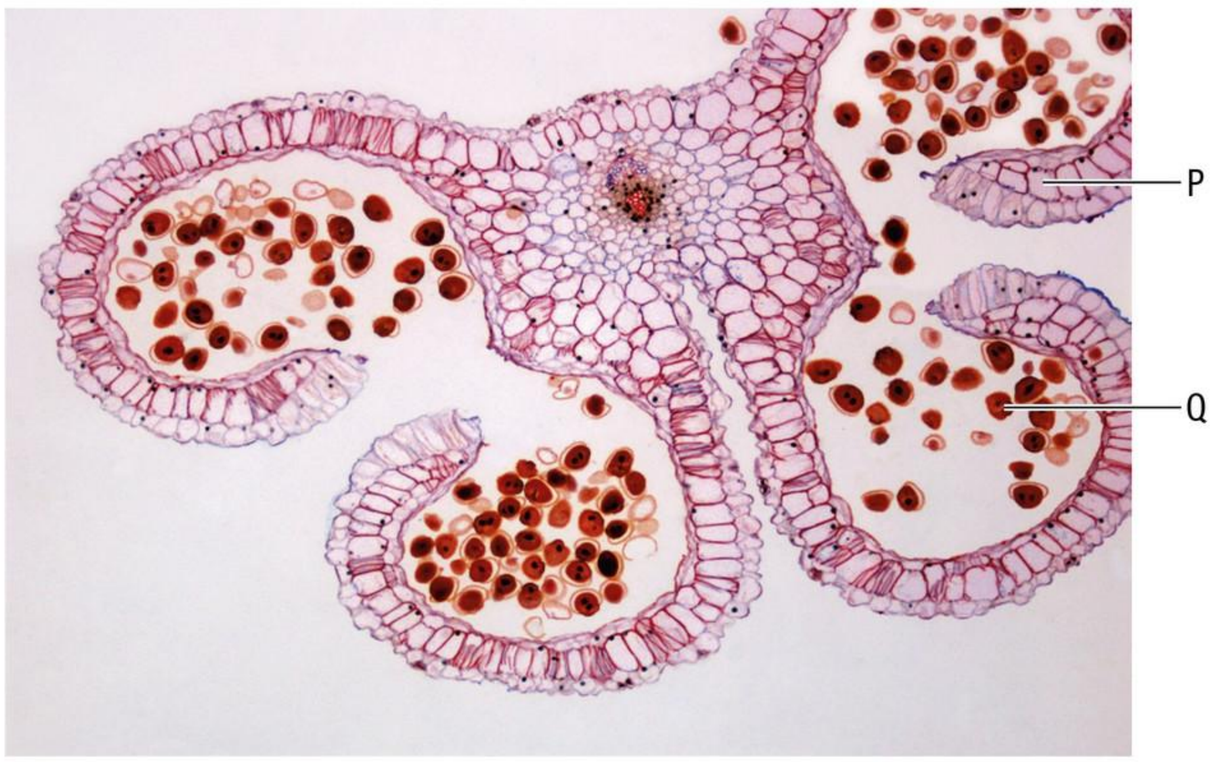
b Een leerling bekijkt een doorsnede van een helmknop van een lelie door de microscoop (zie afbeelding 20). Bij een lelie bevatten de kernen van bladcellen 12 chromosomen.
Hoeveel chromosomen bevat een cel op plaats P?

c Hoeveel chromosomen bevat een cel op plaats Q?

d Bij een orchidee bevat de kern van een bladcel 42 chromosomen.
Hoeveel chromosomen bevat de kern van een eicel van deze orchidee?

e Een onderzoeker ontdekt in de stamper van een erwtenplant 7 chromosomen.
Kan deze cel afkomstig zijn van een kern uit een eicel, uit de wand van het vruchtbeginsel of uit allebei? Leg je antwoord uit.

Afb. 20 Dwarsdoorsnede van een helmknop van een lelie (microscopische foto).



6 Bloemen zijn er in allerlei vormen en kleuren. De overeenkomst is dat ze allemaal dienen voor de voortplanting. Om die taak goed te kunnen uitvoeren, hebben bloemen verschillende kenmerken.

a Klaprozen hebben onder andere de volgende kenmerken: felgekleurde kroonbladeren en een lange bloemsteel.
Leg bij elk kenmerk uit hoe dit bijdraagt aan de functie van de bloem.

b Niet alle bloemen worden bestoven door insecten. In de bergen van Zuid-Afrika groeit bijvoorbeeld een plant die wordt bestoven door hagedissen (zie afbeelding 21). De Zuid-Afrikaanse naam van de plant is 'verborgen bloem'.
Geef een kenmerk van de bloemen waaraan je kunt zien dat de bestuiving niet gebeurt door insecten maar door hagedissen.

Afb. 21 De 'verborgen bloem'.



+ 7 Lees de tekst 'Eenslachtig en tweeslachtig'.
Komkommerplanten dragen twee typen bloemen. In afbeelding 23 zie je een komkommerbloem. De bloem bevat alleen een stamper.

a Is deze komkommerbloem eenslachtig mannelijk, eenslachtig vrouwelijk of tweeslachtig?

b Verschillende vruchten zijn zo gekweekt dat ze geen zaden meer bevatten. Dit geldt ook voor de komkommer.
Een van de manieren om zaadloze komkommers in kassen te kweken, is het verwijderen van een bepaald type bloem.
Welk type bloem zal worden verwijderd? Leg je antwoord uit.

Afb. 22

Eenslachtig en tweeslachtig

Bij bepaalde plantensoorten bevatten de bloemen alleen meeldraden of alleen stampers. Deze bloemen heten eenslachtig (zie de afbeelding). Bloemen die meeldraden én stampers hebben, zijn tweeslachtig. Bloemen die alleen meeldraden bevatten, zijn mannelijke bloemen. Bloemen die alleen stampers bevatten, zijn vrouwelijke bloemen.



1 eenslachtige bloem (mannelijke bloem)

2 eenslachtige bloem (vrouwelijke bloem)

3 tweeslachtige bloem

Afb. 23 Een komkommerbloem.



Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

5 Bestuiving, bevruchting en verspreiding

LEERDOELEN

9.5.1 Je kunt omschrijven wat bestuiving is en je kunt kenmerken van insectenbloemen en windbloemen noemen.

9.5.2 Je kunt beschrijven hoe bevruchting bij zaadplanten verloopt en welke veranderingen er na bevruchting in het vruchtbeginsel plaatsvinden.

9.5.3 Je kunt uit afbeeldingen van (delen van) planten afleiden hoe de zaden worden verspreid.

► Practicum 10

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	9.5.1	9.5.2	9.5.3	9.3.2*	9.4.1*
Onthouden	1a	1b			
Begrijpen	2, 4	1c, 3, 4	1de, 4		
Toepassen	6abc	6d, 8abc	7	5a	
Analyseren	5b		6e		8de

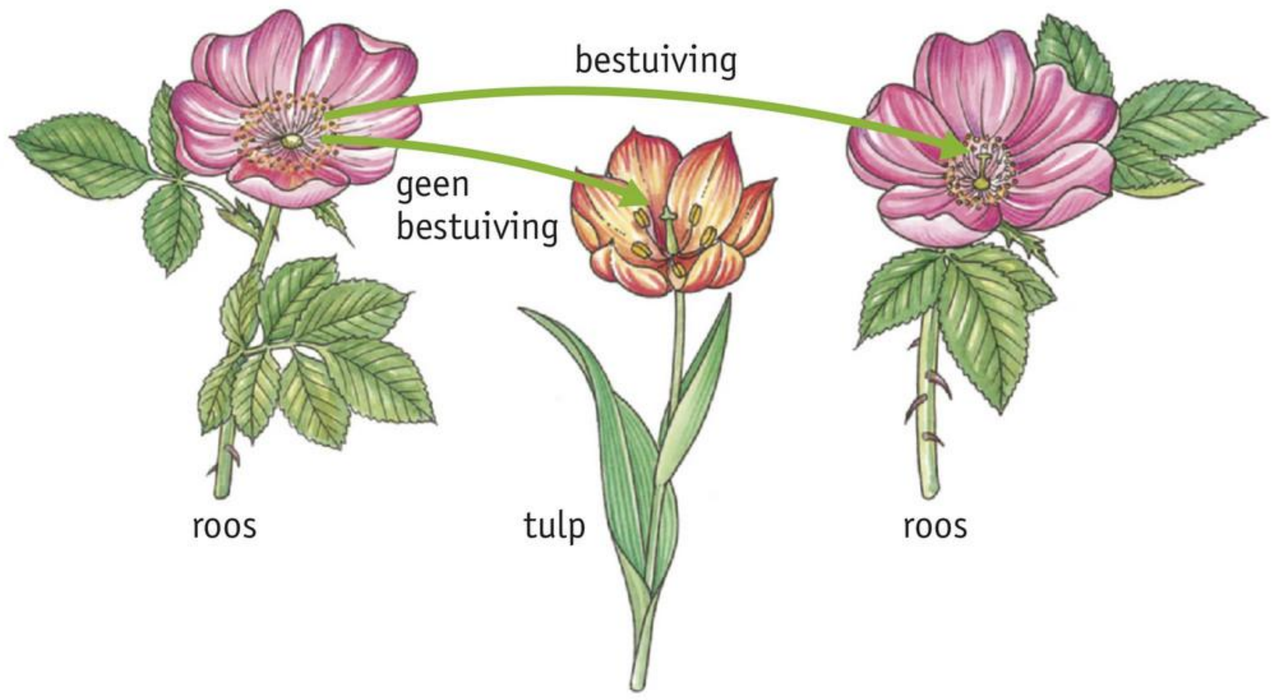
* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Bij geslachtelijke voortplanting van zaadplanten volgen gebeurtenissen elkaar in een vaste volgorde op. Na de bestuiving vindt bevruchting plaats. Daarna groeit het vruchtbeginsel uit tot een vrucht met zaden. Tot slot worden de zaden verspreid.

BESTUIVING

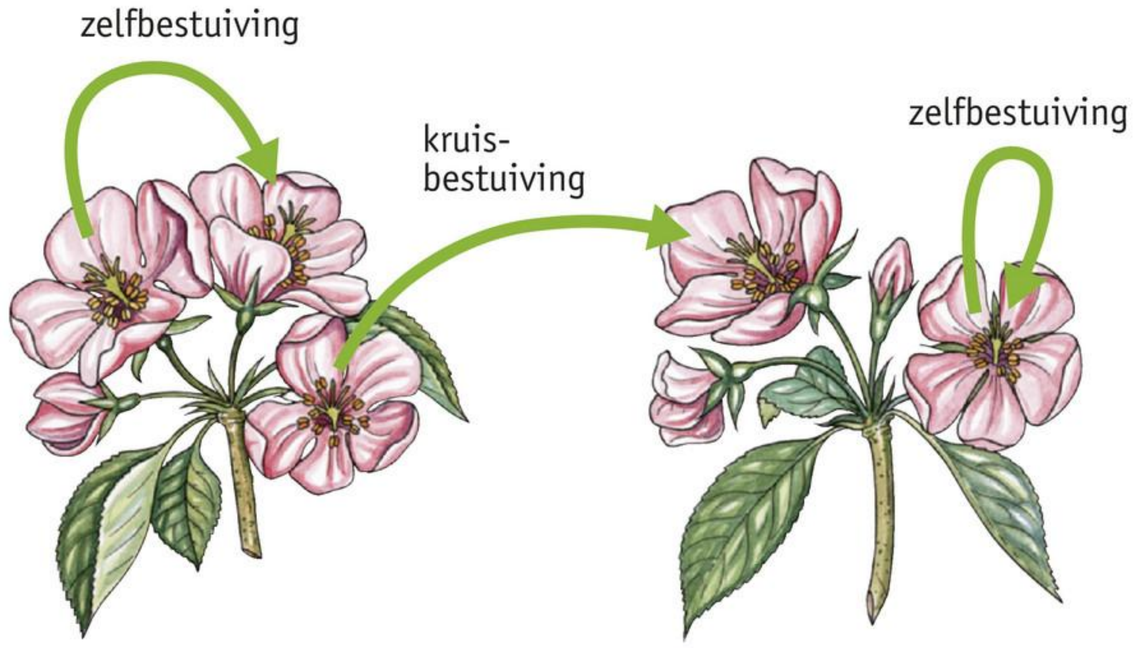
Als stuifmeel van een meeldraad op de stempel van een stamper wordt overgebracht, is er **bestuiving**. De stuifmeelkorrel moet dan wel terechtkomen op de stempel van een bloem van dezelfde plantensoort. Als bijvoorbeeld een stuifmeelkorrel van een roos terechtkomt op de stempel van een tulp, vindt geen bestuiving plaats (zie afbeelding 1).

Afb. 1 Wel of geen bestuiving?



In afbeelding 2 zie je dat bestuiving kan plaatsvinden tussen bloemen van dezelfde plant (zelfbestuiving) en tussen bloemen van verschillende planten (van dezelfde soort) (kruisbestuiving).

Afb. 2 Bloemen van de appelboom.



1 bloemen van appelboom P 2 bloemen van appelboom Q

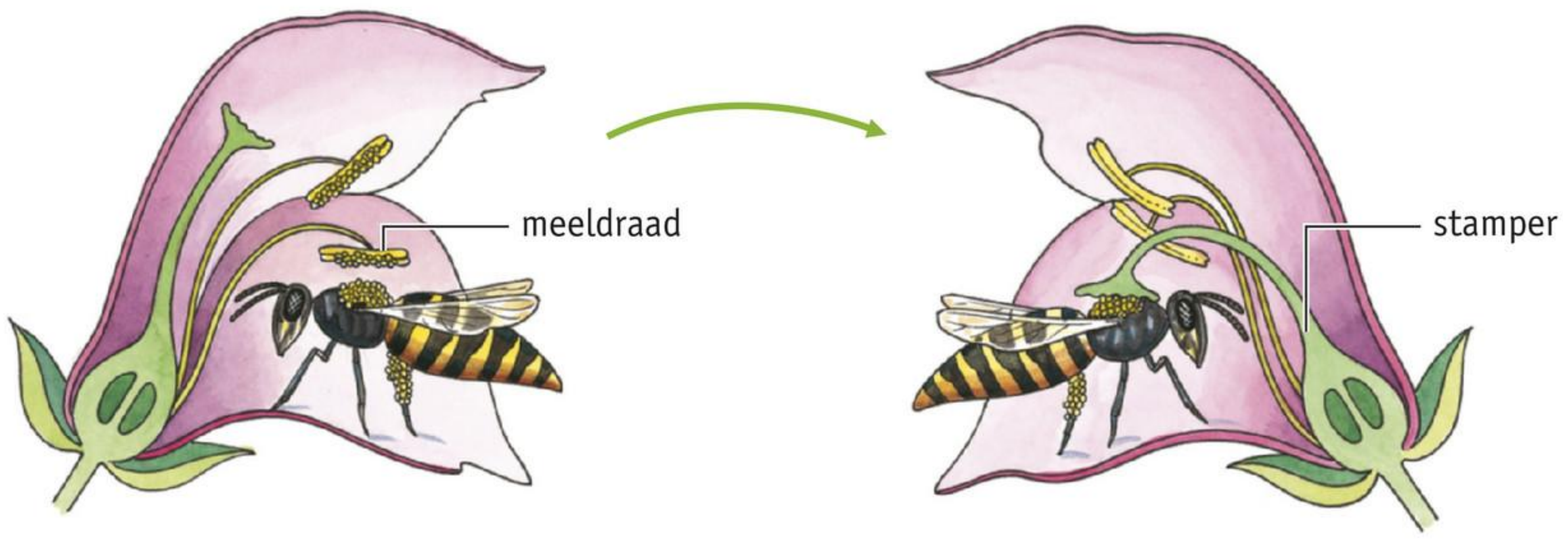
Bestuiving gebeurt bijvoorbeeld door insecten of door de wind. Bloemen waarbij het stuifmeel door insecten wordt overgebracht, heten **insectenbloemen**. Insectenbloemen hebben meestal vrij grote bloemen met de stempels en helmknoppen binnen de bloem. De stempels zijn meestal klein. Verder hebben insectenbloemen vaak opvallend gekleurde kroonbladeren om insecten te lokken (zie afbeelding 3). Insecten komen ook af op de geur en op de nectar. Nectar is een zoet sap dat onder in de bloem zit.

Afb. 3 Zegekruid is een insectenbloem.



Insecten gaan in insectenbloemen op zoek naar nectar. Ze strijken daarbij met hun rug langs de meeldraden. Stuifmeelkorrels komen zo op de rug van het insect terecht (zie afbeelding 4.1). Als het insect daarna een andere bloem bezoekt, kunnen de meegebrachte stuifmeelkorrels aan de stempel(s) blijven plakken (zie afbeelding 4.2). Op deze manier kan een insect tientallen bloemen bestuiven.
Veel insecten bezoeken alleen bloemen van één bepaalde plantensoort, bijvoorbeeld alleen van heide of klaver. De kans dat stuifmeel op de stempel(s) van een bloem van dezelfde soort terechtkomt, is vrij groot. De stuifmeelkorrels zijn ruw en kleverig. Hierdoor blijven ze gemakkelijk aan de rug van het insect plakken.

Afb. 4 Bestuiving door een insect (schematisch).



bloem 1 bloem 2

Bloemen die door de wind worden bestoven, heten **windbloemen**. Windbloemen zijn vaak klein en onopvallend (zie afbeelding 5). De kroonbladeren zijn meestal groen.

Afb. 5 Een windbloem (brandnetel).



Bij windbloemen blaast de wind het stuifmeel van de meeldraden weg (zie afbeelding 6). Het stuifmeel kan dan bij toeval terechtkomen op een stempel van een bloem van dezelfde plantensoort. Die kans is maar heel klein. Windbloemen produceren daarom heel veel stuifmeelkorrels, veel meer dan insectenbloemen. De stuifmeelkorrels van windbloemen zijn licht en glad, zodat ze gemakkelijk zweven.

Afb. 6 Bestuiving door de wind.



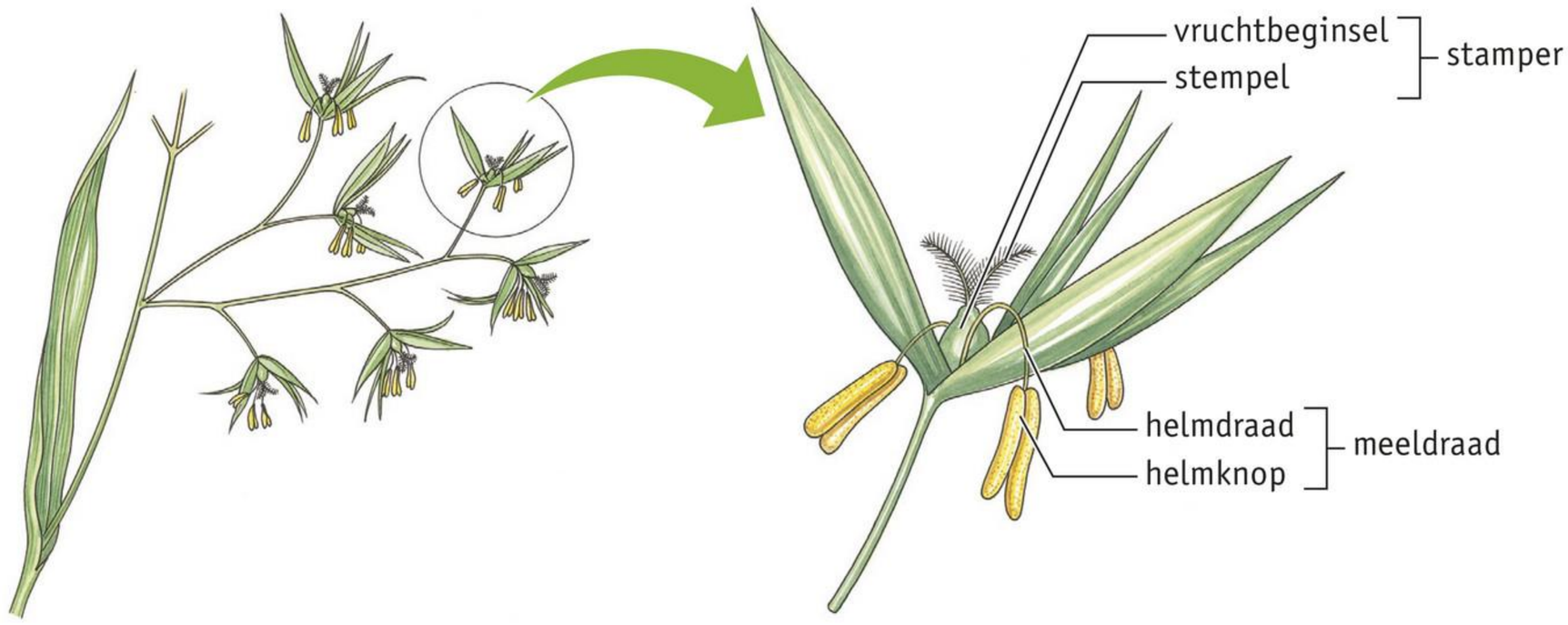
1 bij een gras



2 bij een berk

Bij windbloemen hangen de helmknoppen vaak buiten de bloem, zodat het stuifmeel gemakkelijk door de wind kan worden weggeblazen (zie afbeelding 7). De stempels zijn groot en veervormig. Ze steken vaak buiten de bloem uit. Daardoor is de kans op bestuiving groter.

Afb. 7 Gras (windbloem).



1 grasplant met kleine bloempjes

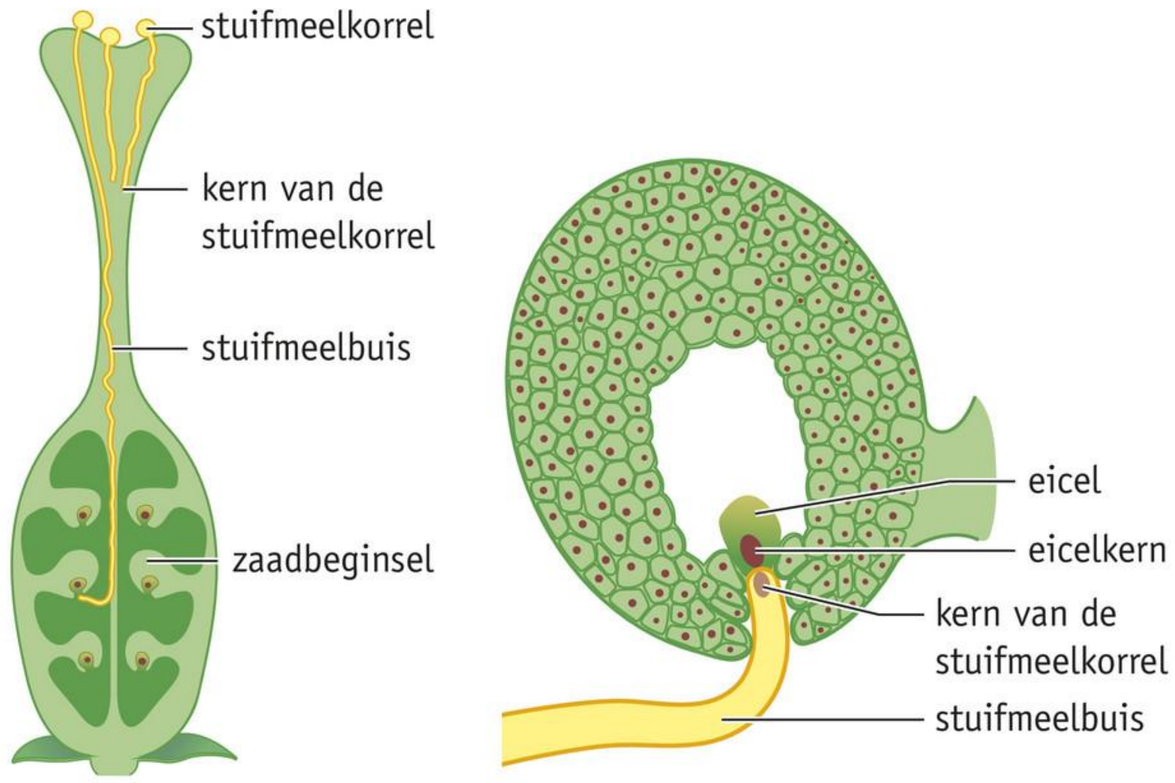
2 grasbloempje

BEVRUCHTING

Als een stuifmeelkorrel op een stempel van een plant van dezelfde soort is gekomen, vormt die stuifmeelkorrel een buis: de stuifmeelbuis. De stuifmeelbuis groeit door de stijl naar een zaadbeginsel in het vruchtbeginsel (zie afbeelding 8.1). Door de stuifmeelbuis gaat de kern van de stuifmeelkorrel naar het zaadbeginsel. Als de buis een zaadbeginsel heeft bereikt, barst de top van de stuifmeelbuis open. De kern van de stuifmeelkorrel dringt de eicel binnen en versmelt met de eicelkern (zie afbeelding 8.2). Door deze bevruchting ontstaat een bevruchte eicel.

In afbeelding 8.1 zie je dat er meerdere stuifmeelbuizen tegelijk kunnen groeien. De stuifmeelbuizen groeien naar verschillende zaadbeginsels. Uit elk zaadbeginsel waarvan de eicel is bevrucht, kan een zaad ontstaan. In een vruchtbeginsel kunnen dus meerdere zaden ontstaan.

Afb. 8 Bevruchting (schematisch).



1 stamper met stuifmeelbuizen (schematisch)

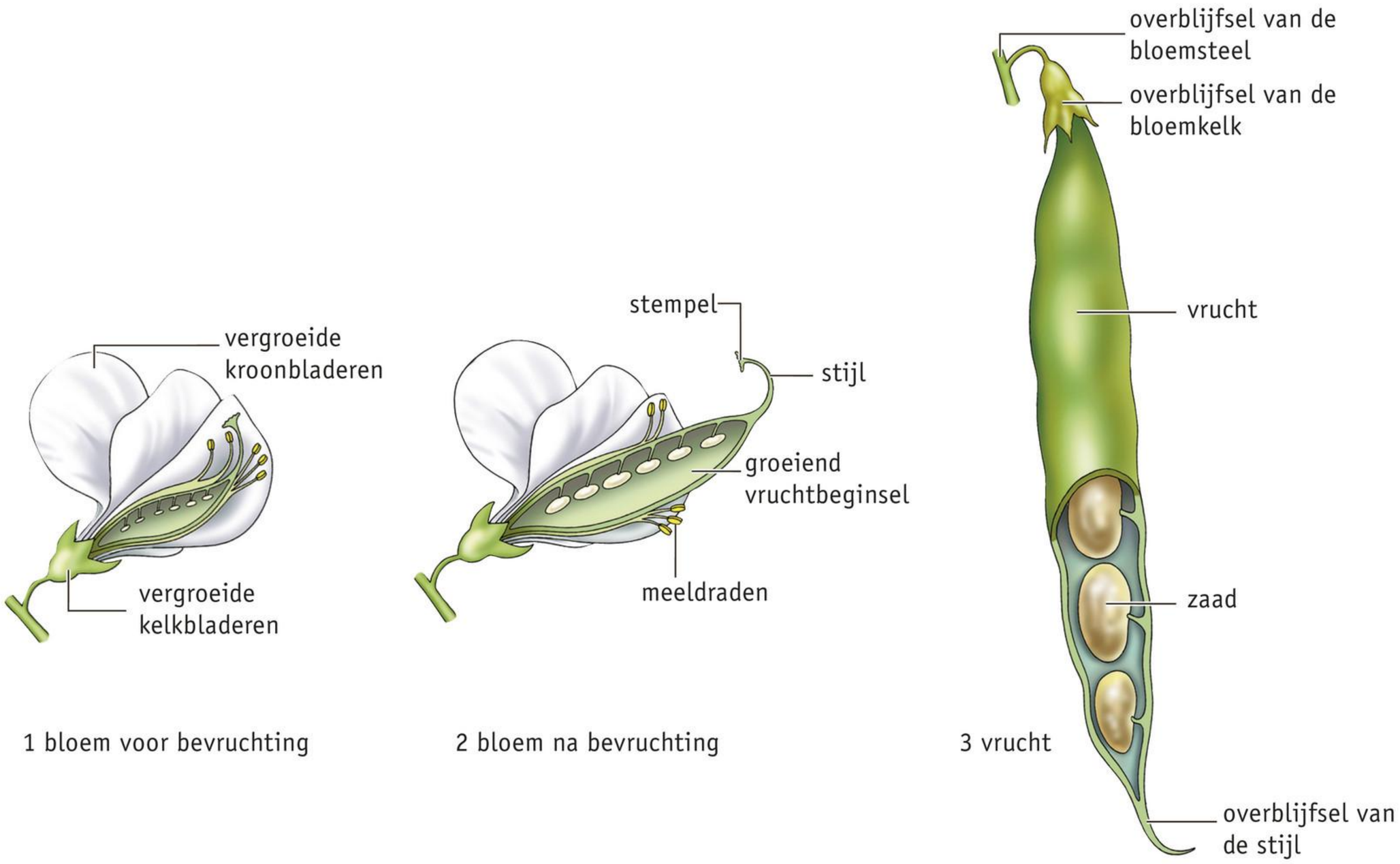
2 zaadbeginsel en deel van een stuifmeelbuis

VERANDERINGEN NA DE BEVRUCHTING

Na de bevruchting verandert er veel in een bloem. De bevruchte eicel en het zaadbeginsel gaan groeien. Uit de bevruchte eicel ontstaat een **kiem**. Uit het zaadbeginsel ontstaat een **zaad**. In elk zaad bevindt zich een kiem. Uit een kiem kan een kiemplantje ontstaan. Zaadbeginsels waarvan de eicel niet is bevrucht, verschrompelen.

De kroonbladeren vallen af en meestal verschrompelen de kelkbladeren en meeldraden. Overblijfselen hiervan zitten vaak nog aan een vrucht. De wand van het vruchtbeginsel wordt groter en dikker. Het geheel groeit uit tot een **vrucht**. In de vrucht bevinden zich de zaden. Een sperzieboon is een voorbeeld van een vrucht. In afbeelding 9 is de ontwikkeling van een vrucht bij een sperzieboon schematisch weergegeven.

Afb. 9 Ontwikkeling van een vrucht bij een sperzieboon (schematisch).



VERSPREIDING VAN VRUCHTEN EN ZADEN

Aan één enkele plant kunnen tientallen, honderden of zelfs duizenden zaden ontstaan. Als deze zaden allemaal onder de plant op de bodem terecht zouden komen en gaan ontkiemen, is er te weinig licht, water en ruimte voor de kiemplantjes. De zaden worden daarom verspreid, liefst een heel eind van de ouderplant vandaan.
Vruchten zorgen ervoor dat zaden kunnen worden verspreid. Het verspreiden van (vruchten met) zaden noem je **zaadverspreiding**. Dat kan op verschillende manieren.

De meeste vruchten en zaden worden door de wind verspreid. Deze vruchten en zaden hebben vaak hulpmiddelen om lang te kunnen blijven zweven. Bij de paardenbloem hebben de vruchten pluisjes (zie afbeelding 10). Bij de esdoorn hebben de vruchten vleugels (zie afbeelding 11).

Afb. 10 Paardenbloem.



Afb. 11 Esdoorn.



Afb. 12 Lijsterbes.



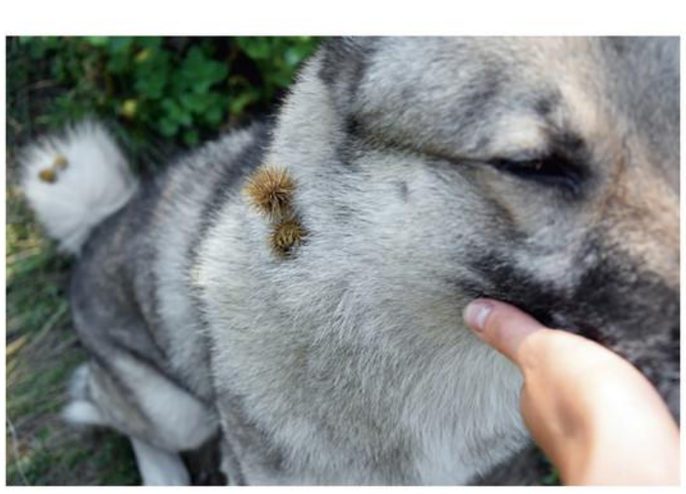
Bij andere plantensoorten kunnen de vruchten en zaden door dieren worden verspreid. De vruchten van de lijsterbes hebben sappig vruchtvlees, zodat ze voor dieren aantrekkelijk zijn om te eten (zie afbeelding 12). De zaden verteren niet en komen met de uitwerpselen van de dieren ergens anders terecht.

Ook kunnen planten zaden maken die blijven kleven in de vacht van dieren of in de kleding van mensen (zie afbeelding 13 en 14). Als de zaden ergens anders weer losraken, zijn ze verspreid.
Sommige planten zorgen zelf voor de verspreiding van vruchten en zaden, bijvoorbeeld doordat de vruchten openspringen. Door de kracht waarmee dit gebeurt, worden de zaden weggeslingerd (zie afbeelding 15).

Afb. 13 Zaadverspreiding bij de grote klit.



1 De vruchten met zaden hebben weerhaakjes.



2 De weerhaakjes blijven in de vacht van een dier hangen.

Afb. 14 Zaden kunnen onbedoeld door mensen worden verspreid.



Afb. 15 Zaadverspreiding bij groot springzaad.



1 plant met bloem

2 De vrucht schiet open en slingert de zaden weg.

KENNIS

1

a Wat gebeurt er bij bestuiving?

Bij bestuiving wordt ..... van een .....

overgebracht op de ..... van een .....

b Wat gebeurt er bij de bevruchting van zaadplanten?

Bij de bevruchting van zaadplanten ..... de ..... van een

stuifmeelkorrel met de kern van een .....

c Zet de gebeurtenissen in de juiste volgorde.

..... bestuiving

..... bevruchting

..... Een plant ontwikkelt bloemen.

..... Er ontstaat een kiemplantje.

..... Uit de bevruchte eicel ontstaat een kiem.

..... zaadverspreiding

d Wat is het doel van zaadverspreiding?

- ○ A dat de vruchten ver weg van de ouderplant terechtkomen
- ○ B dat de vruchten worden gegeten door vogels
- ○ C dat de zaden allemaal op dezelfde plek terechtkomen
- ○ D dat de zaden kunnen uitgroeien tot een volwassen plant

e Sommige planten verspreiden hun zaden zelf, andere laten dat over aan de wind of aan dieren.

In afbeelding 16 zie je drie planten met vruchten en zaden.

Geef van elke plant aan op welke manier de vruchten en zaden worden verspreid.

1 brem *door dieren / door de plant zelf / door de wind*

2 es *door dieren / door de plant zelf / door de wind*

3 hulst *door dieren / door de plant zelf / door de wind*

Afb. 16



1 brem



2 es



3 hulst

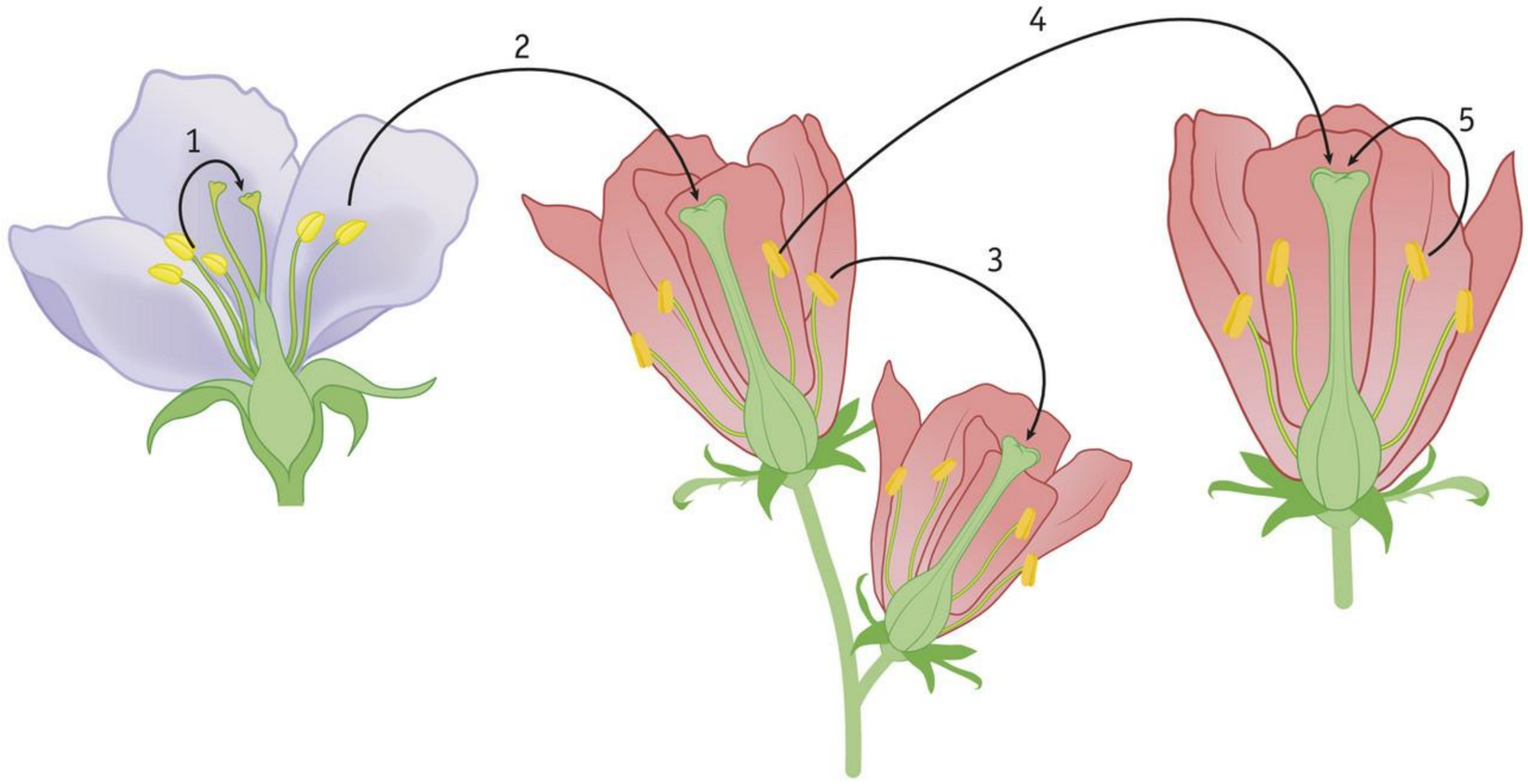
2 In afbeelding 17 zie je de bloemen van drie planten. Plant 2 en 3 zijn van dezelfde soort. Met pijlen is het overbrengen van stuifmeel weergegeven.

a Welke vorm van bestuiving geven de pijlen weer?

- geen bestuiving pijl *1 / 2 / 3 / 4 / 5*
- kruisbestuiving pijl *1 / 2 / 3 / 4 / 5*
- zelfbestuiving pijl *1 / 2 / 3 / 4 / 5*

b Bij sommige plantensoorten zijn de meeldraden eerder rijp dan de stampers. Welk type bestuiving wordt daardoor voorkomen? *kruisbestuiving / zelfbestuiving*

Afb. 17 Bestuiving.



3 In afbeelding 18 zie je een schematische tekening van een stamper na bestuiving.

a Geef de namen van de genummerde delen.

1 = ...

2 = ...

3 = ...

4 = ...

5 = ...

6 = ...

7 = ...

8 = ...

9 = ...

b Hoeveel stuifmeelkorrels zijn op de stempel terechtgekomen? .....

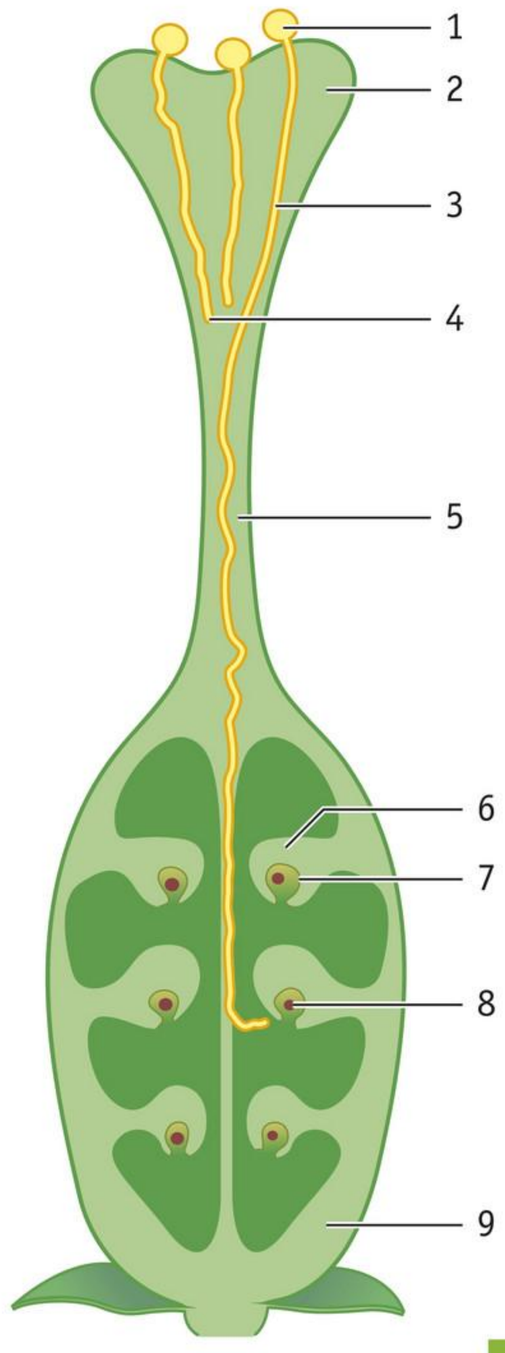
c Hoeveel stuifmeelbuizen zijn ontstaan? .....

d Hoeveel zaadbeginsels zijn in het vruchtbeginsel te zien? .....

e Wat ontstaat na bevruchting uit deel 6, 7 en 9?

A	uit deel 6	○	1 kiem
B	uit deel 7	○	2 vrucht
C	uit deel 9	○	3 zaad

Afb. 18 Een stamper na bestuiving (schematisch).



4

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

	Insectenbloemen	Windbloemen
1 De bloemen zijn		
2 De kroonbladeren zijn		
3 De bloemen geuren		
4 De bloemen hebben		
5 De stuifmeelkorrels zijn		
6 De meeldraden maken		
7 De stempels zijn		
8 De helmknoppen en stempels		

- Bestuiving: .....
  .....
  .....
- Bevruchting: .....
  .....
- Veranderingen na de bevruchting: .....
  .....
- Zaadverspreiding: .....
  .....
  .....

Manieren van zaadverspreiding

- .....
- .....
- .....
- .....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

5 Veel planten hebben bijen nodig om stuifmeel van de ene naar de andere bloem te brengen. Maar daar gaat het bijen niet om. Bijen bezoeken bloemen om voedsel te verzamelen in de vorm van nectar en stuifmeel.
Veel bijen zijn 'bloemvast': ze bezoeken vaak bloemen van dezelfde soort.

a Stuifmeel is rijk aan eiwitten, vetten en suikers.
Hoe heet het stofwisselingsproces waarbij stuifmeel ontstaat?

b Een bijenvolk dat het meeste voedsel verzamelt, heeft de beste overlevingskansen.
Voor bijen is het daarom gunstig om bloemen te vinden met zo veel mogelijk nectar en stuifmeel.
Voor de plant is het juist voordelig dat er per bloem zo min mogelijk nectar en stuifmeel wordt aangeboden.
Leg uit waardoor dit voor de plant meer voortplantingskansen biedt.

6 Pijnboompitten zijn de zaden van een den (of pijnboom). Dennenbomen zijn naaldbomen en dus naaktzadigen. Dat betekent dat de zaden groeien tussen de schubben van kegels: de dennenappels (zie afbeelding 19).
Voordat je pijnboompitten kunt eten, moeten ze eerst worden gepeld (net als zonnebloempitten).

a In afbeelding 20 zie je een microscopische foto van een stuifmeelkorrel van een den.
Hoe wordt het stuifmeel van een den verspreid? Licht je antwoord toe.

b Aan een dennenboom zitten zowel mannelijke als vrouwelijke bloemen.
Zie je in afbeelding 21 een mannelijke of een vrouwelijke bloem? Licht je antwoord toe.

c Is bij een den zelfbestuiving mogelijk? Leg je antwoord uit.

d Hoeveel bevruchtingen zijn er minstens nodig voor honderd pijnboompitten?

e Eekhoorns zijn dol op pijnboompitten. Met hun scherpe tanden en klauwen halen ze de pitten uit de dennenappels. Pijnboompitten bevatten veel voedingsstoffen.
Helpt de eekhoorn bij het verspreiden van de zaden van de dennenboom? Leg je antwoord uit.

Afb. 19 Pijnboompitten zijn de zaden van dennenappels.



Afb. 20 Stuifmeelkorrel van een den (microscopische foto).



Afb. 21 Bloem van een dennenboom.



7

a In afbeelding 22 zie je vruchten met zaden van een esdoorn.
Door welk hulpmiddel blijven vruchten van een esdoorn lang zweven?

b In afbeelding 23 zie je enkele zaden van het veerdelig tandzaad.
Op welke manier worden de zaden verspreid? Leg je antwoord uit.

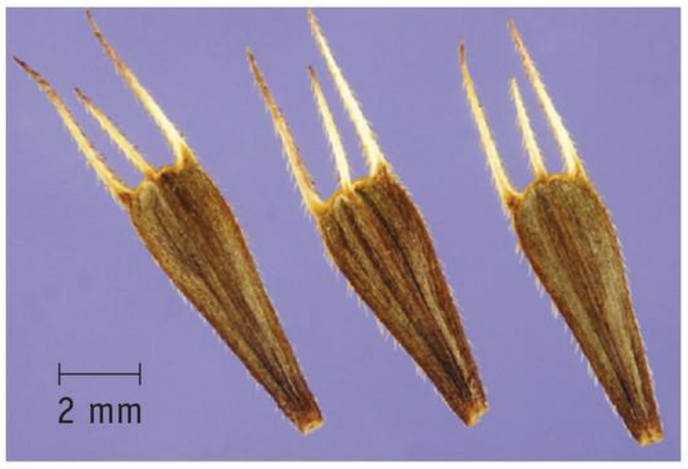
c Op welke manier zorgen sommige planten zelf voor de verspreiding van zaden?

d In dakgoten ontkiemen vaak zaden van besdragende planten (zie afbeelding 24).
Hoe zijn die zaden daar gekomen?

Afb. 22 Vrucht van de esdoorn.



Afb. 23 Veerdelig tandzaad.



Afb. 24 Besdragende planten in een dakgoot.



+ 8

Het vruchtbeginsel met daarin een of meer bevruchte eicellen groeit uit tot een vrucht. Maar bij een appel ontstaat het vruchtvlees niet uit het vruchtbeginsel (zie afbeelding 25).

a Uit welk deel van de bloem ontstaat het vruchtvlees van een appel wel?

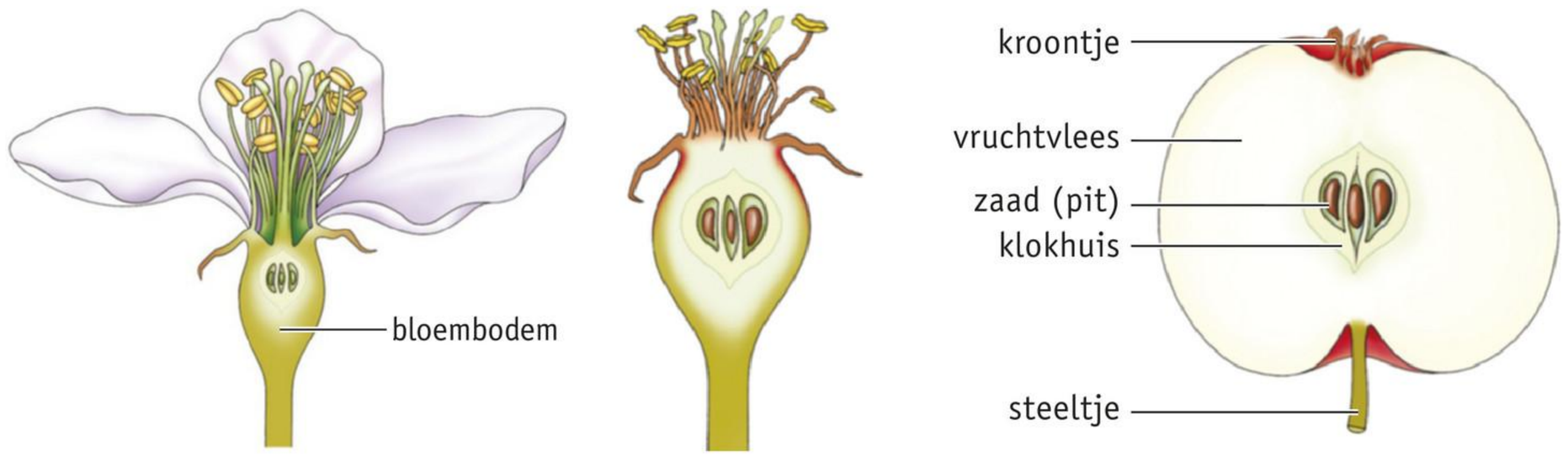
b De overige delen van de appel ontstaan op eenzelfde manier als bij andere vruchten. Uit welk deel van een bloem ontwikkelt zich het klokhuis van een appel?

c Van welke delen van de bloem is het kroontje van een appel een overblijfsel?

d Een kweker wil de kwaliteit van de appels van ras R verbeteren. Met dat doel bestuift hij appelbomen van ras R met stuifmeel van appelbomen van ras S. Door deze kruising ontstaan nieuwe appels aan de appelbomen van ras R.
Hebben de cellen in het vruchtvlees van deze appels door de kruising een ander genotype dan cellen in het vruchtvlees van appels van voorgaande jaren? Leg je antwoord uit.

e Wat moet de kweker doen om appels van een verbeterde kwaliteit te kunnen oogsten?

Afb. 25 Ontwikkeling van een appel.



1 bloem voor bevruchting
2 bloem na bevruchting
3 vrucht

Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

6 Ontkieming, groei en ontwikkeling

LEERDOELEN

9.6.1 Je kunt de ontwikkeling van een zaad en de verdere groei en ontwikkeling van kiemplanten beschrijven.

9.6.2 Je kunt uitleggen hoe een plant de winter overleeft en hiervan voorbeelden geven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	9.6.1	9.6.2
Onthouden	1	
Begrijpen	3, 4a	2, 3
Toepassen	5ac, 6, 8ab	5b, 7
Analyseren	4bc, 8c	

Als een zaad ontkiemt, ontstaat hieruit een nieuw individu. Dit individu groeit en ontwikkelt nieuwe organen totdat een volwassen plant is ontstaan. Al deze gebeurtenissen maken deel uit van de levensloop van een plant.

DE BOUW VAN EEN ZAAD

We gebruiken een bruine boon als voorbeeld van een zaad. Aan de buitenkant van een bruine boon zit een stevig bruin vlies: de **zaadhuid** (zie afbeelding 1.1). In afbeelding 1.2 is de zaadhuid van de bruine boon afgepeld. De bruine boon bestaat uit twee helften: de zaadlobben. De **zaadlobben** bevatten reservevoedsel, vooral zetmeel, maar ook eiwitten en vetten. Tussen de zaadlobben bevindt zich het kiempje. Als de zaadlobben van elkaar worden gehaald, zie je op een van de zaadlobben het kiempje zitten (zie afbeelding 1.3). Het kiempje bestaat uit een worteltje, een stengeltje en twee blaadjes.
Niet alle zaden hebben twee zaadlobben. Mais bijvoorbeeld heeft maar één zaadlob.

Afb. 1 Bruine boon.



1 zaad met zaadhuid 2 boon met afgepelde zaadhuid 3 zaadlob met kiem

ONTKIEMING

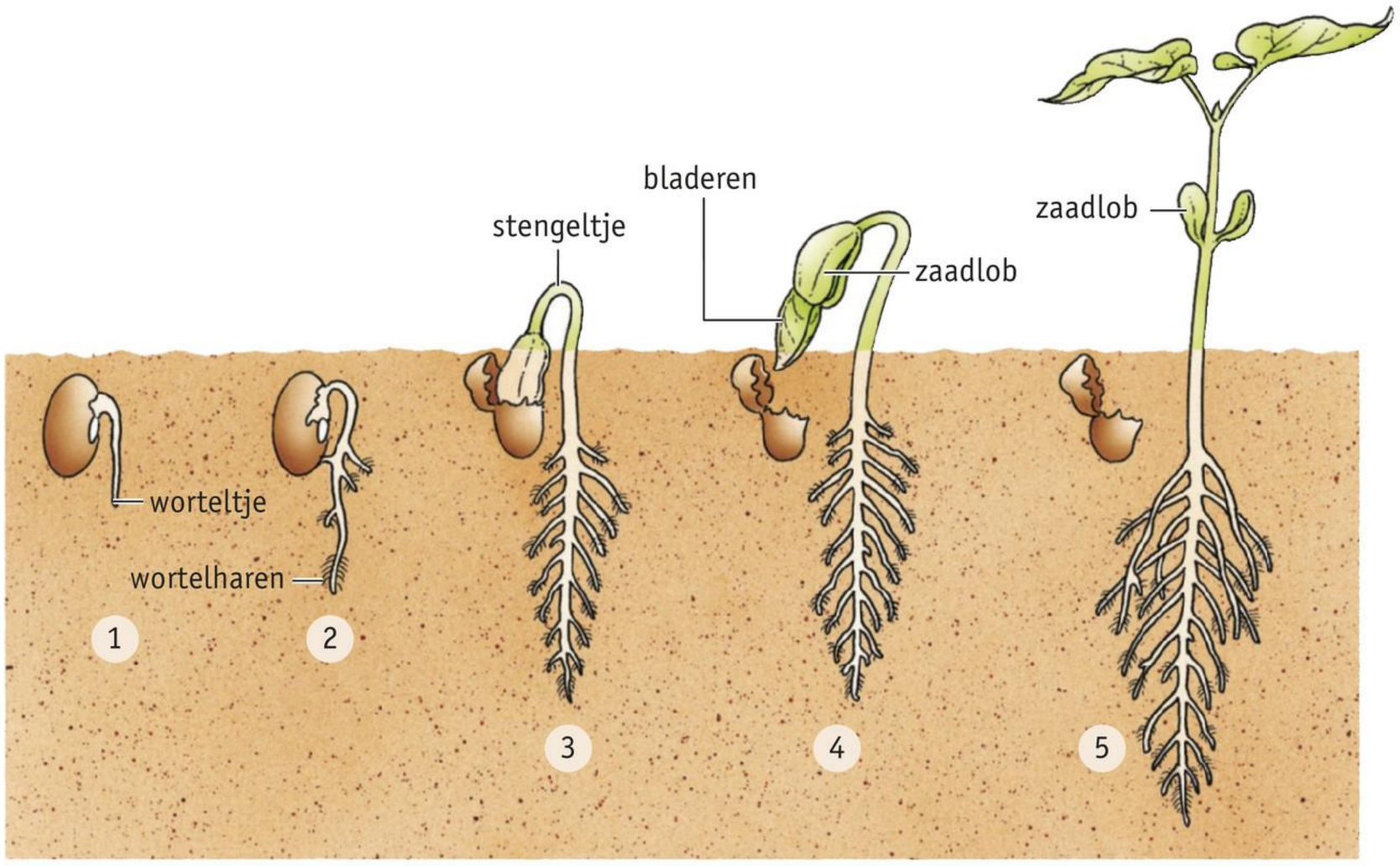
Bij veel plantensoorten kunnen de zaden pas ontkiemen na een rustperiode. Dat zorgt ervoor dat ze niet midden in een koude winter of droge hete zomer ontkiemen. Voor ontkieming zijn een gunstige temperatuur, water en zuurstof nodig.

In afbeelding 2 zie je de ontkieming van een bruine boon.

1 Eerst neemt de bruine boon water op. Hierdoor zwellen de zaadlobben op en scheurt de zaadhuid open. Het kiempje begint te groeien. Uit de opengescheurde zaadhuid komt eerst het worteltje naar buiten.
2 Het worteltje vormt wortelharen. Via het worteltje neemt het kiemplantje water en mineralen op uit de bodem.

3 Na enige tijd begint ook het stengeltje te groeien.
4 Wanneer het stengeltje en de zaadlobben boven de grond uitkomen, wordt bladgroen gevormd. In deze delen kan dan fotosynthese plaatsvinden, zodat het kiemplantje de glucose niet meer alleen uit het reservevoedsel haalt. Het kiemplantje kan nu ook zelf glucose maken.
5 Wanneer al het reservevoedsel uit de zaadlobben is verbruikt, zijn ze verschrompeld en vallen af. Ondertussen zijn de blaadjes van het kiempje bladeren geworden.

Afb. 2 Ontkieming van een bruine boon (schematisch).



Tijdens de ontkieming worden de reservestoffen uit de zaadlobben verbruikt. Een groot deel van het reservevoedsel (vooral zetmeel) wordt omgezet in glucose. De glucose wordt verbruikt bij de verbranding in het kiemplantje. Bij de verbranding is zuurstof nodig. Een ander deel van het reservevoedsel (vooral eiwitten) wordt gebruikt als bouwstoffen bij de groei van het kiemplantje.

GROEI EN ONTWIKKELING

Het kiemplantje wordt groter en zwaarder: er vindt groei plaats. Dit komt doordat er steeds meer nieuwe cellen worden gemaakt. Groei vindt plaats door mitose. Na de celdeling wordt nieuw cytoplasma gemaakt. Door deze plasmagroei worden de dochtercellen net zo groot als de moedercel (zie afbeelding 3).
Daarna kunnen plantencellen **celstrekking** ondergaan. De cel wordt groter doordat er veel water wordt opgenomen in de vacuolen. Verschillende kleine vacuolen vloeien daarbij samen tot één grote vacuole, midden in de cel. Het cytoplasma komt dan in een dunne laag tegen de celwand te liggen.
Wanneer plantencellen door celstrekking langwerpig uitgroeien, wordt de plant langer. Je noemt dit lengtegroei. Lengtegroei vindt vooral plaats in de **groeipunten** (worteluiteinden en toppen van planten). Planten kunnen door celdelingen ook in de dikte groeien. Dat noem je diktegroei.

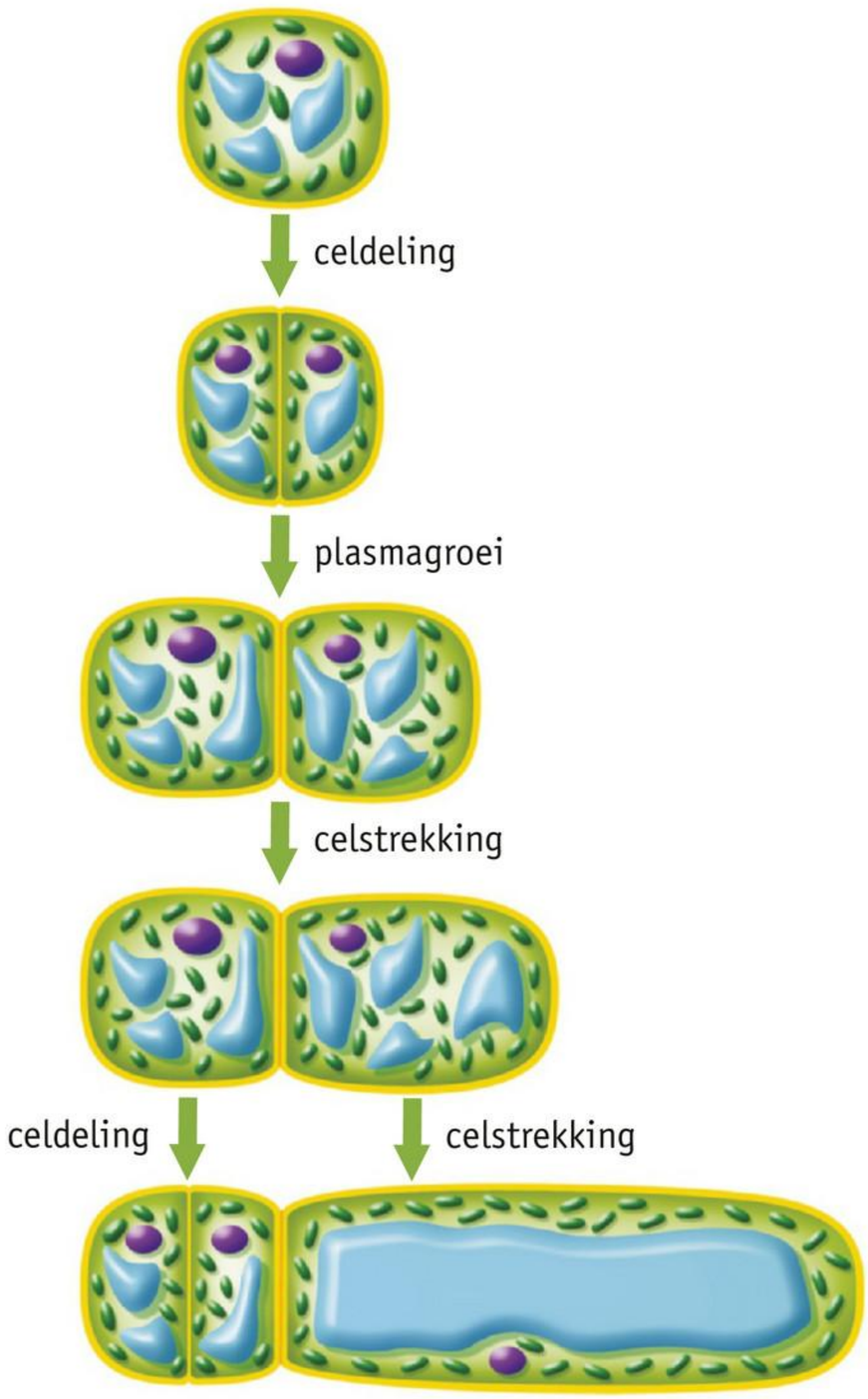
Tijdens de groei van een plant verandert ook de bouw van de organen:

- De wortels vertakken zich steeds en er worden nieuwe wortelharen gevormd.
- Aan de stengels worden bladeren gevormd.
- Meestal ontstaan ook bloemen.
- Uit de bloemen ontstaan vruchten en zaden.

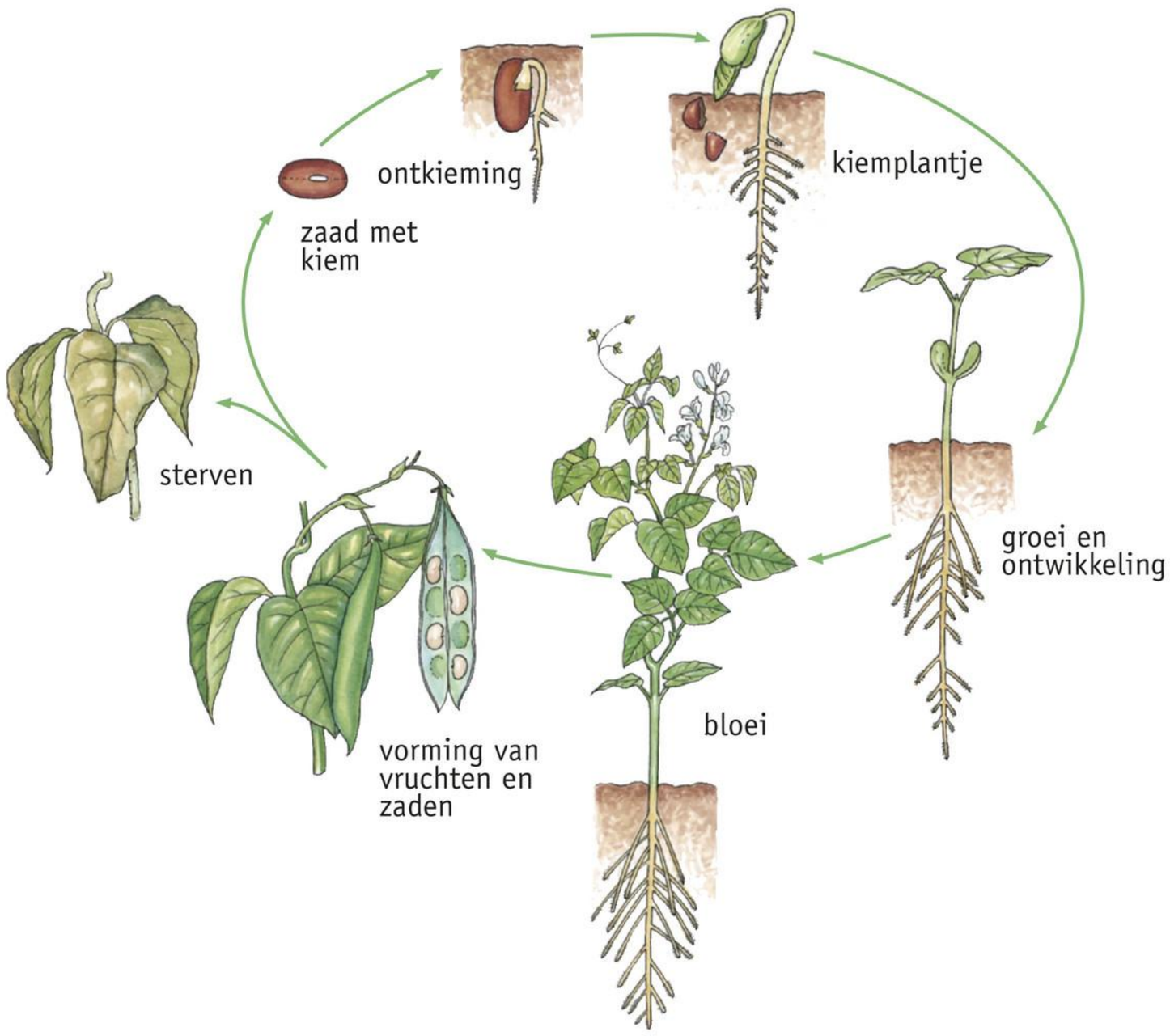
Al deze veranderingen in de bouw van een plant noem je ontwikkeling. Door ontwikkeling verandert de vorm van een (deel van een) organisme. De energie die voor groei en ontwikkeling nodig is, wordt vrijgemaakt door verbranding.

Planten doorlopen een levenscyclus van zaad tot volwassen plant, waaruit weer zaden kunnen ontstaan. In afbeelding 4 zie je de levenscyclus van de bruine boon.

Afb. 3 Celdeling, plasmagroei en celstrekking.



Afb. 4 De levenscyclus van de bruine boon.



EENJARIGE, TWEEJARIGE EN VASTE PLANTEN

Sommige planten leven kort, andere (heel) lang. Je kunt ook zeggen: de duur van de levensloop verschilt. Er zijn eenjarige, tweejarige en vaste planten. Vaste planten worden ook wel overblijvende planten genoemd.

Afb. 5 Klaprozen en korenbloemen (eenjarige planten).

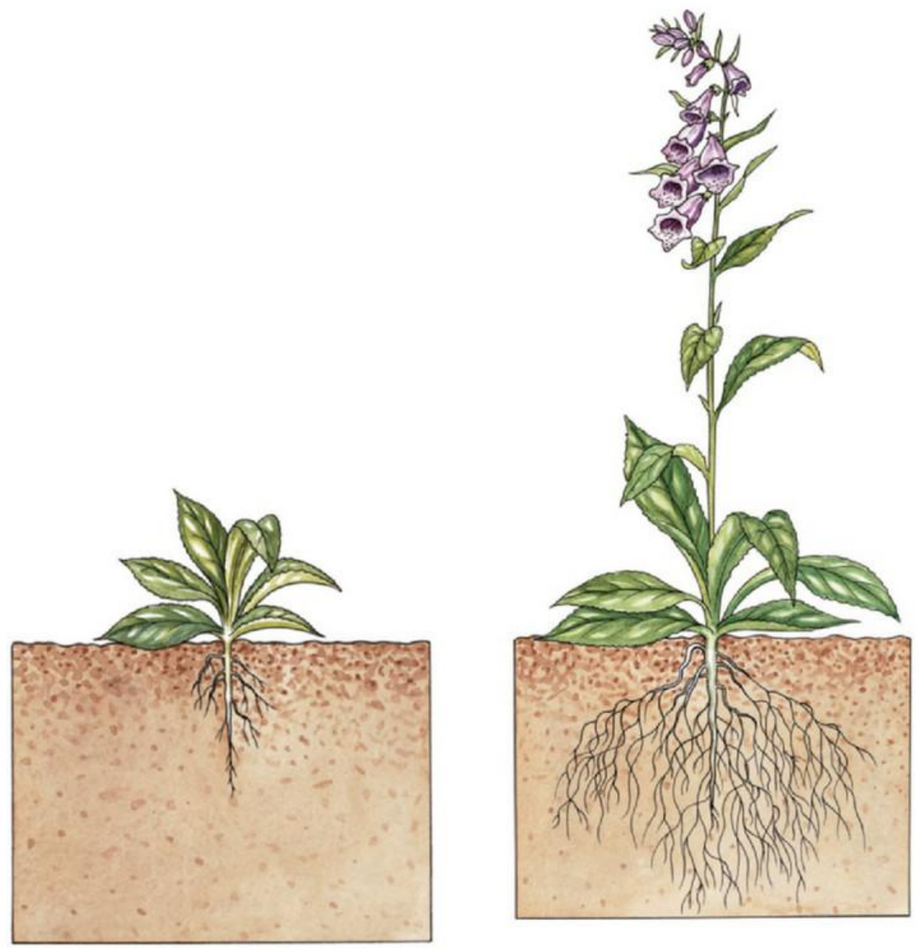


Een eenjarige plant doorloopt binnen één jaar de levenscyclus van zaad tot zaad. Voor de winter sterven de planten af. Alleen de zaden overwinteren. In het voorjaar ontkiemen de zaden. Dan start de levensloop van een nieuw individu (zie afbeelding 5).

Bij tweejarige planten duurt de ontwikkeling van zaad tot zaad twee jaar. Na de ontkieming vormt de plant in het eerste jaar wortels, stengels en bladeren. In dat jaar maakt de plant ook een voorraad reservevoedsel. Veel soorten tweejarige planten slaan reservevoedsel op in een verdikte wortel.
Het tweede jaar vormt de plant bloemen, vruchten en zaden. Daarna sterft de plant.

Bij sommige tweejarige soorten sterven in de herfst de bovengrondse delen af. Alleen de ondergrondse delen overwinteren. Bij andere soorten overwintert bovengronds alleen een **wortelrozet**. Bij deze planten zitten alle bladeren op hetzelfde punt aan de plant vast, vlak boven de wortel (zie afbeelding 6). In de winter kunnen deze bladeren onder sneeuw goed overleven. In het voorjaar of de zomer groeit uit de rozet een lange stengel die de bloemen draagt. Soms groeien aan deze stengel ook nog enkele bladeren.

Afb. 6 Vingerhoedskruid (tweejarige plant).



1 wortelrozet in de winter van het eerste jaar

2 bloeiende plant in de zomer van het tweede jaar

Vaste planten (overblijvende planten) leven langer dan twee jaar en kunnen meerdere jaren zaad vormen. Vaste planten kunnen houtachtig of kruidachtig zijn. Bomen en struiken zijn vaste houtachtige planten. Vooral bomen kunnen erg oud worden.
Bij veel soorten vaste kruidachtige planten sterven elk najaar de bovengrondse delen geheel of gedeeltelijk af. In het voorjaar lopen de planten weer uit. Ze gaan groeien, bloeien en vormen zaden. Vaak wordt reservevoedsel opgeslagen in ondergrondse verdikte delen, bijvoorbeeld in een knol, in een bol of in een wortelstok. In afbeelding 7 zie je twee voorbeelden van vaste kruidachtige planten.

Afb. 7 Vaste kruidachtige planten.



1 gevlekte dovenetel



2 rode klaver

KENNIS

1 In afbeelding 8 zie je een peul en zaden van een pindaplant.

a Geef de namen van de genummerde delen.
Gebruik daarbij: *kiempje – zaadhuid – zaadlob*.

1 = ...

2 = ...

3 = ...

Afb. 8 Zaad van een pindaplant.



b Uit welke drie stoffen bestaat het reservevoedsel in de zaadlobben van een pinda vooral?

- ☐ A eiwitten
- ☐ B glucose
- ☐ C koolstofdioxide
- ☐ D vetten
- ☐ E water
- ☐ F zetmeel
- ☐ G zuurstof

c Noteer drie factoren die van invloed zijn op de ontkieming van zaden.

1 .....

2 .....

3 .....

d Wat komt bij ontkieming van een pinda het eerst tevoorschijn?
de blaadjes / *het stengeltje* / *het worteltje*

e Het kiemplantje haalt water en mineralen uit de *bodem* / *zaadlobben*.

2 Planten kunnen eenjarig, tweejarig of vast zijn.

a Peterselie slaat reservevoedsel op in een verdikte wortel (zie afbeelding 9.1). In de herfst sterven de stengel en de bladeren af. Het jaar daarop vormt de plant zaad.
Peterselie is een *eenjarige* / *tweejarige* / *vaste* plant.

b Cyclamen slaan reservevoedsel op in een grote knol. Veel cyclamen bloeien in de winter (zie afbeelding 9.2). In de zomer sterven de bladeren af.
De cyclaam is een *eenjarige* / *tweejarige* / *vaste* plant.

c Korenbloemen groeien, bloeien en maken zaden (zie afbeelding 9.3). In de herfst sterft de plant. Uit het zaad groeien het volgende jaar nieuwe korenbloemplanten.
De korenbloem is een *eenjarige* / *tweejarige* / *vaste* plant.

Afb. 9 Drie planten.



1 peterselie



2 cyclaam



3 korenbloem

3

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

Factoren die van invloed zijn op de ontkieming van zaden: .....

.....

Ontkieming van een bruine boon

1 Het zaad .....

.....

2 Het worteltje .....

.....

3 Het stengeltje .....

.....

4 De bladeren .....

.....

5 De zaadlobben .....

.....

Groei vindt plaats door .....

Plantencellen groeien door:

- plasmagroei: .....
- celstrekking: .....

Ontwikkeling bij een plant: .....

.....

.....

Levensloop van planten

- Eenjarige planten: .....

.....

- Tweejarige planten: .....

.....

- Vaste planten (overblijvende planten): .....

.....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4

a Wat gebeurt er bij celstrekking?
b Bij welk ander rijk binnen het domein van de eukaryoten kom je celstrekking tegen?
c Planten kunnen veel sneller groeien dan dieren.
Leg uit hoe dat komt.

5

In Nederland worden veel suikerbieten geteeld. Uit suikerbieten kan suiker worden gemaakt (zie afbeelding 10). Suikerbiet is een tweejarige plant.

a Veel zaden kiemen het best na een koude periode. Warmte brengt vervolgens de kieming op gang. Door de hogere temperatuur zullen stofwisselingsprocessen sneller werken.
Leg uit welk voordeel dit heeft voor de ontkieming.
b Wanneer kan de biet het best worden geoogst voor de suikerproductie: aan het eind van het eerste of aan het eind van het tweede jaar? Leg je antwoord uit.
c Ook al bevat een biet veel suiker, je kunt ze niet rauw eten. De suikerbiet is namelijk bijzonder hard. Om de suiker uit de bieten te halen, moeten deze eerst worden geschild, gesneden, gekookt en gecentrifugeerd. Hoe hoger het suikergehalte in de biet, hoe hoger de opbrengst. Dit wordt bepaald door het ras en door milieuomstandigheden.
Welke milieuomstandigheden kunnen het suikergehalte in de biet beïnvloeden? Noem er drie.

Afb. 10 Suikerbiet is een tweejarige plant.



1 geoogste suikerbieten



2 pakken suiker

6

Rijpe appels geven het gas etheen af. Etheen heeft grote invloed op planten.
Soumaya doet een onderzoek naar de invloed van etheen.

- Onderzoeksvraag: ‘Welke invloed heeft etheen op de lengtegroei van de stengels van ontkiemende erwten?’
- Experiment (zie afbeelding 11): Soumaya zet op een tafel vier schaaltjes met elk tien ontkiemende erwten onder glazen stolpen. Door het toevoegen van een rijpe appel komt er etheen onder de stolp.
Schaaltje 1: erwten 48 uur onder een stolp zonder appel (= 0 uur in etheen).
Schaaltje 2: erwten 24 uur onder een stolp met een rijpe appel; daarna 24 uur zonder appel (= 24 uur in etheen).
Schaaltje 3: erwten 36 uur onder een stolp met een rijpe appel; daarna 12 uur zonder appel (= 36 uur in etheen).
Schaaltje 4: erwten 48 uur onder een stolp met een rijpe appel (= 48 uur in etheen).

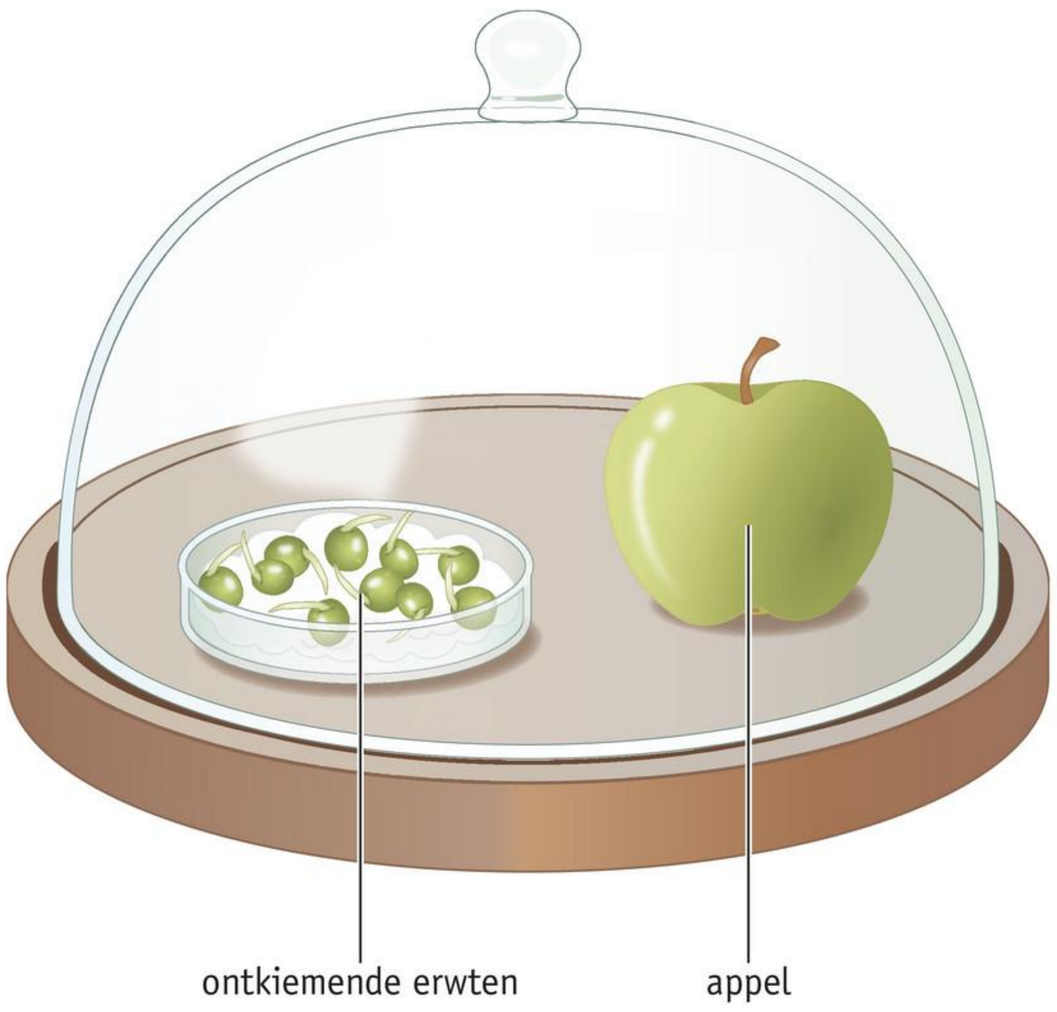
a Welke omstandigheden houdt Soumaya bij de vier proefgroepen gelijk? Geef er minstens twee.

b Na 48 uur meet Soumaya de lengte van de stengels. In tabel 1 staan de resultaten van haar metingen.
Bereken de gemiddelde lengte van de stengels in de vier groepen. Rond steeds af op één decimaal.

c Maak in het assenstelsel van afbeelding 12 een lijndiagram van de gemiddelde lengte van de stengels. Zet de juiste getallen en bijschriften bij de assen.

d Welke conclusie kun je trekken uit de resultaten?

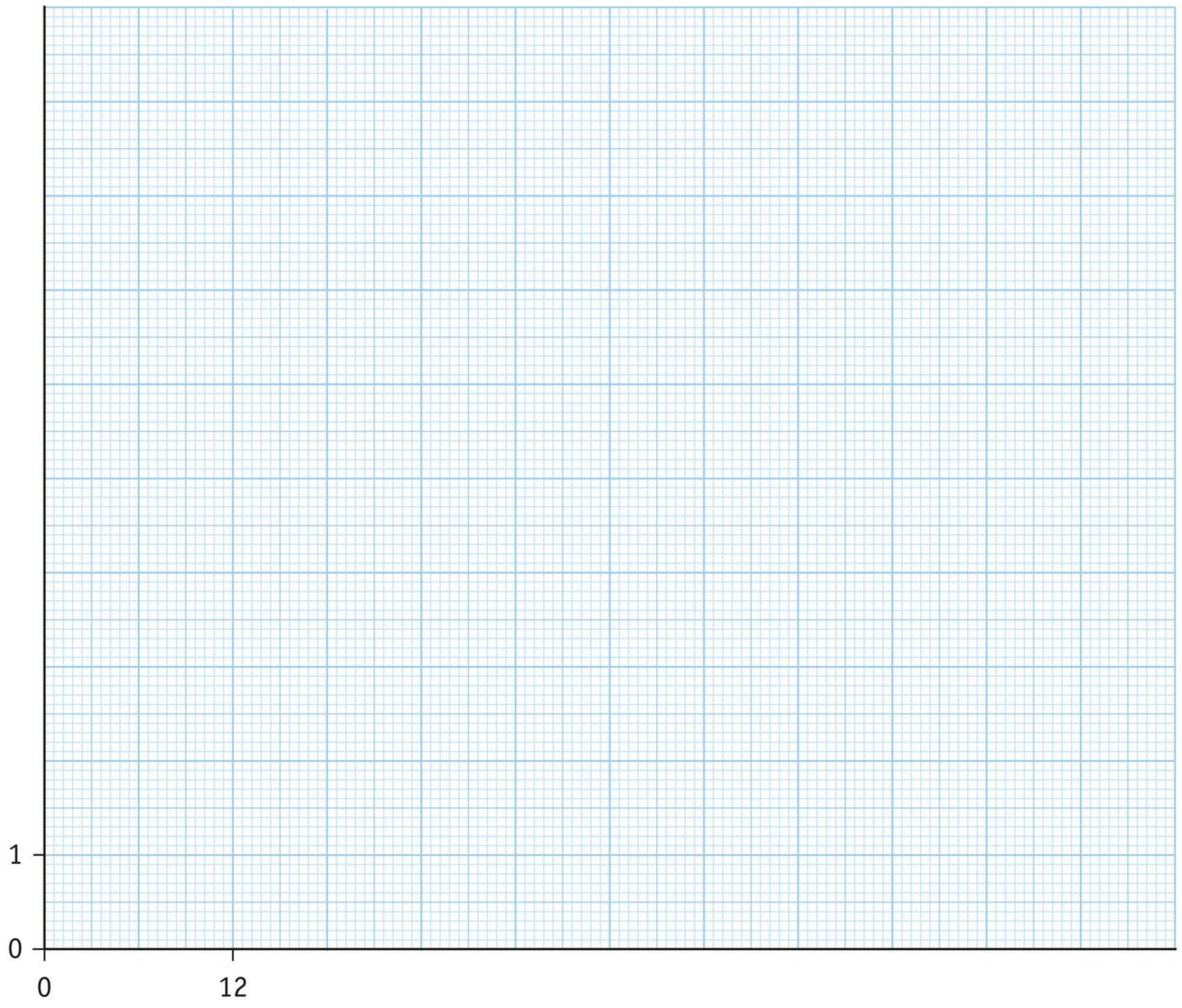
Afb. 11 Ontkiemende erwten onder een glazen stolp.



Tabel 1 Resultaten van Soumaya's onderzoek.

	Verblijf in etheen			
	0 uur	**24 uur**	**36 uur**	**48 uur**
Lengte van de tien stengels van de kiemplanten (in cm)	8,3	7,1	4,2	1,5
	9,5	8,0	4,7	1,5
	9,0	7,0	4,6	2,0
	8,0	7,0	3,8	0,8
	8,5	9,0	5,4	1,8
	9,0	8,0	4,4	0,8
	9,5	7,0	4,0	1,0
	10,0	6,5	4,3	2,0
	9,5	8,5	4,5	0,5
	9,0	7,5	4,5	1,2
Gemiddelde lengte in (cm)				

Afb. 12 De invloed van etheen op de lengtegroei van stengels van ontkiemende erwten.



7 In afbeelding 13 zie je hoe een hovenier een vlinderplant snoeit.
Is een vlinderplant een eenjarige, een tweejarige of een vaste plant? Leg uit waaraan je dat kunt zien.

Afb. 13 Een hovenier snoeit een vlinderplant.



+ 8 Wanneer een plantje ontkiemt, groeit het stengeltje naar het licht toe (zie afbeelding 14). Dat het stengeltje buigt, komt door celstrekking.

a Aan welke kant van het kiemplantje vindt vooral celstrekking plaats: aan de kant die wordt belicht of aan de kant die niet wordt belicht?

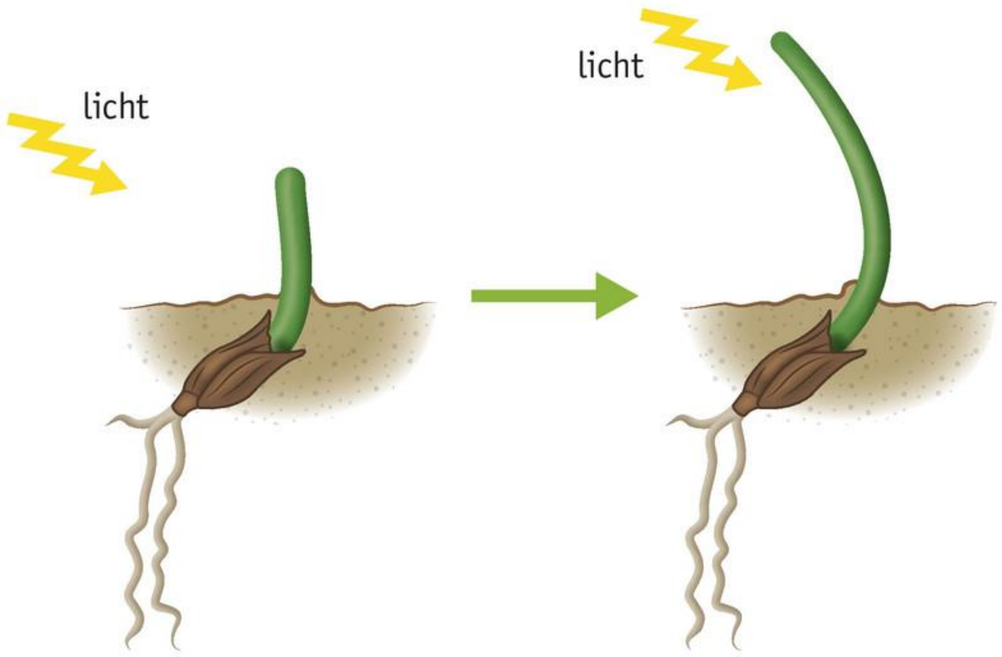
b Dat het stengeltje naar het licht toebuigt, wordt aangestuurd door een plantenhormoon (auxine). In een experiment wordt onderzocht waar dit hormoon wordt gemaakt: in het onderste deel van de stengel of in de stengeltop. Hiertoe worden vier proeven uitgevoerd:

1 De top van de stengel wordt afgesneden.
2 De top van de stengel wordt afgedekt met een verduisterend omhulsel.
3 De top van de stengel wordt afgedekt met een lichtdoorlatend omhulsel.
4 Het onderste deel van de stengel wordt afgedekt met een verduisterend omhulsel.

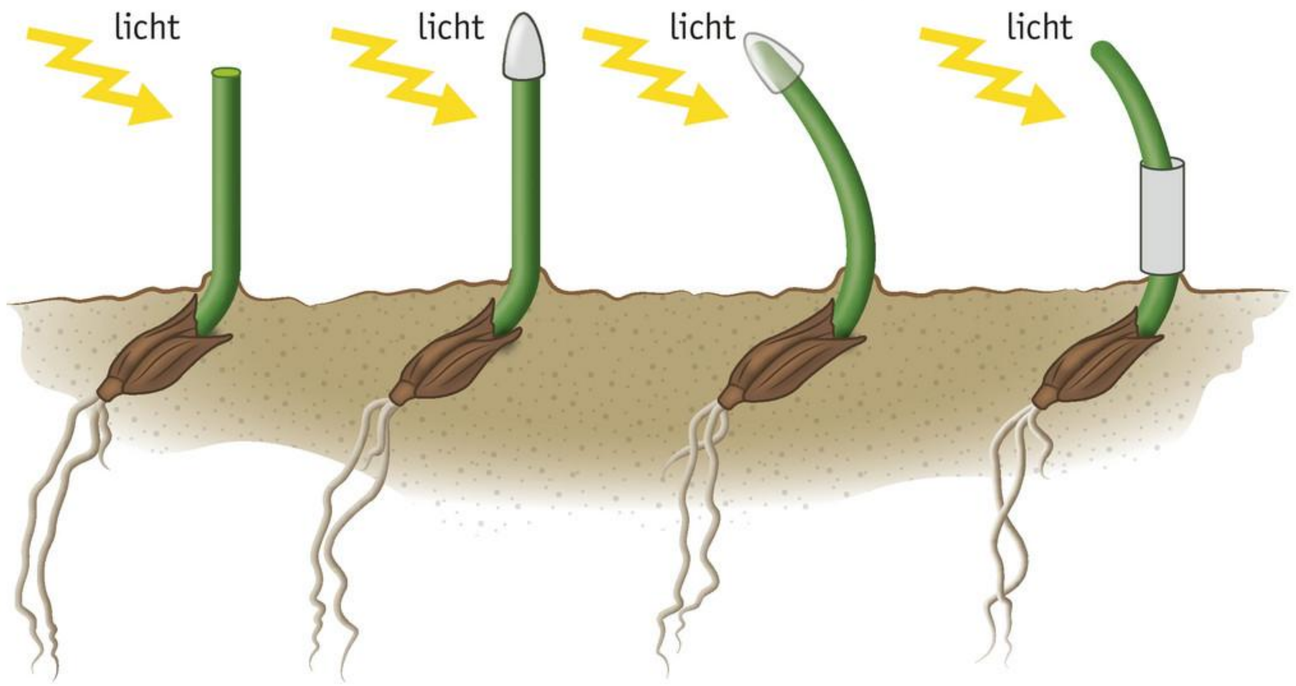
Het resultaat van de proeven zie je in afbeelding 15.
Welke conclusie zullen de onderzoekers trekken? Leg je antwoord uit.

c Planten gebruiken niet alleen licht om de richting van de groei te bepalen.
Zaadjes kiemen meestal in het donker. Toch 'weet' het kiemplantje welke kant het op moet groeien.
In het internationale ruimtestation ISS is onderzocht hoe plantjes ontkiemen en groeien. Bij dit experiment liet de onderzoeker zaadjes kiemen in donkere doosjes (zie afbeelding 16.1). In een van de doosjes zat een opening zodat de kiemplantjes licht kregen (zie afbeelding 16.2).
De kiemplantjes in het donkere doosje groeien alle kanten op.
Welke factor is naast licht van invloed op de groeirichting van planten? Leg je antwoord uit.

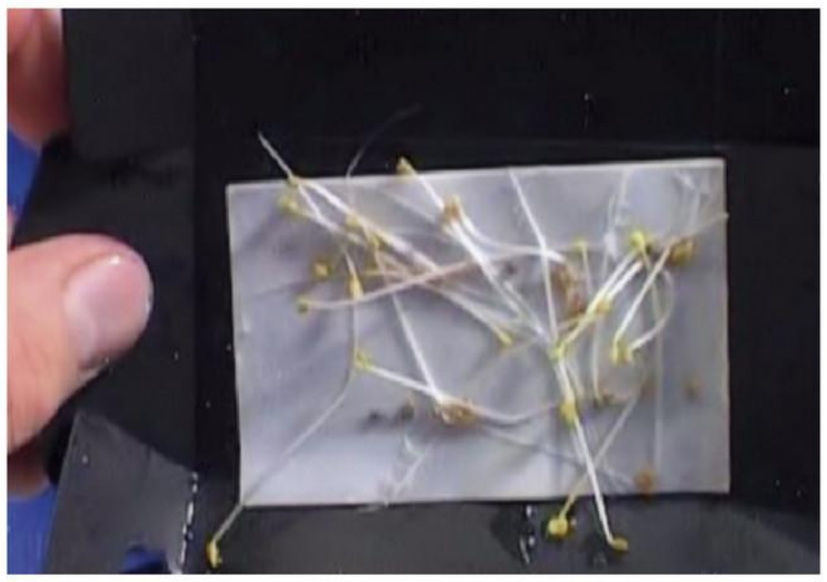
Afb. 14 Ontkieming.



Afb. 15 Resultaat van vier proeven met kiemplantjes.



Afb. 16 Planten in de ruimte.



1 donker doosje



2 doosje met een gaatje waar licht doorheen kan

Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

Samenhang

HANDIGE HENNEP

Je kent cannabis waarschijnlijk vooral als wiet of hasj. Maar cannabis wordt ook gebruikt om medicijnen te maken. Ook kunnen van cannabis garens en touw worden gemaakt, bijvoorbeeld voor de productie van kleding. Cannabis wordt dan vaak hennep genoemd.

SNELLE GROEI

Cannabis behoort met bamboe tot de snelst groeiende zaadplanten ter wereld. De bloemen van de cannabisplant zijn klein en groen. Cannabis heeft mannelijke en vrouwelijke planten.

Om te voorkomen dat cannabisplanten worden opgegeten, produceren ze THC. THC zit vooral veel in de toppen van de stengels en in de bloemen. Het is een stof die giftig is voor dieren: ze raken ervan in de war. Het kost de plant wel veel energie om THC te produceren.
Als de plant veel THC produceert, worden de stengeltoppen dus niet zo snel opgegeten, maar als de plant minder THC produceert, blijft er meer energie over om te groeien.

Ook voor mensen is THC giftig. Als je THC rookt, word je draaierig, kun je niet helder meer nadenken en kun je misselijk worden. THC heeft ook een kalmerend effect. Dat is de reden dat sommige mensen het als drug gebruiken. Maar doordat je er suf van wordt, kun je je niet goed meer concentreren. Je schoolprestaties gaan achteruit, en ook in het verkeer is het gevaarlijk.

THC wordt ook gebruikt in medicijnen. Die medicijnen werken kalmerend of pijnstillend. THC lost niet goed op in water, maar wel in olie. De medicijnen worden dan ook vaak als oliedruppels toegediend.

WIETPLANTAGES

Je denkt misschien dat wiet en hasj in Nederland legaal zijn, maar dat klopt niet. Volgens de wet is het verboden. Het verbod wordt alleen niet gehandhaafd. Dat betekent dat de politie je niet zal bestraffen als je wiet koopt, en dat de coffeeshophouder ook geen straf krijgt als hij wiet aan jou verkoopt. Dit wordt gedoogbeleid genoemd: gedogen betekent dat je niet optreedt tegen dingen die eigenlijk niet mogen.

Voor een coffeeshop is het wél strafbaar om wiet en hasj in te kopen. En ook tegen het kweken van cannabis treedt de politie streng op. Mensen die wiet kweken, doen dat vaak in illegale wietplantages (zie afbeelding 1.1). Als wietplantages worden ontdekt, worden ze direct ‘opgerold’. Dat betekent dat de politie een plantage en alle planten en apparatuur in beslag neemt en vernietigt.

Kwekers van cannabis gebruiken sterke lampen. Daardoor wordt het erg warm in een wietplantage. In de winter ontdekt de politie soms illegale wietplantages wanneer de sneeuw op het dak van een plantage smelt (zie afbeelding 1.2). Voor de lampen is veel stroom nodig. Die tappen kwekers meestal illegaal af, omdat een hoge stroomrekening meteen zou opvallen. Vaak ontstaat er dan een gevaarlijke situatie, want in een wietplantage wordt ook veel water gebruikt. Als water en elektriciteit met elkaar in contact komen, ontstaat kortsluiting waardoor er brand kan uitbreken.

Afb. 1 Wietplantages.



1 Een illegale wietplantage op een zolder.



2 De politie ontdekt de plantage doordat de sneeuw op het dak smelt.

OPDRACHTEN

1

a Waarom moeten er in wietplantages sterke lampen branden?

b Doordat er sterke lampen branden, kan het in wietplantages erg warm worden. De kweker moet daarom uitkijken dat de lucht in de plantage niet te droog wordt.
Waarom mag de lucht niet te droog worden?

c De kweker moet er ook voor zorgen dat de bodem nat genoeg blijft, zodat de cannabisplanten voldoende water met de wortels kunnen opnemen.
Wat gebeurt er met het meeste water dat de cannabisplanten opnemen?

d Waarvoor gebruikt de plant de rest van het water? Noteer drie dingen.

e Waarom gebruikt de plant water niet als brandstof?

f De cannabisplant is een eenjarige plant. Een kweker oogst alle bloemen van een cannabisplant vaak voordat ze bevrucht zijn.
Kan de cannabisplant zich nu nog voortplanten? Leg je antwoord uit.

2

Vezels van de cannabisplant worden veel gebruikt bij de productie van garens en touw. De producenten gebruiken hiervoor een ras dat weinig THC produceert.

a Waarom hebben vezelproducenten de voorkeur voor cannabisplanten die weinig THC produceren?

b Kan THC via de vezels binnen de plant worden getransporteerd? Leg je antwoord uit.

c Kan THC via de bastvaten binnen de plant worden getransporteerd? Leg je antwoord uit.

d Omdat cannabis zo snel groeit, zou het ook kunnen worden gebruikt als brandstof.
Hoe wordt brandstof genoemd die afkomstig is van planten?

3

THC is een koolhydraat. Alle stoffen die in THC zitten, kan een plant uit de energiearme stoffen koolstofdioxide en water halen.

a Waarom kun je niet zeggen dat THC daarom ook een energiearme stof is?

b Leg uit dat THC een assimilatieproduct is.

c Assimilatieproducten kunnen drie functies hebben.
Welke drie functies zijn dat?

d Welk van deze functies heeft THC? Leg je antwoord uit.

e In THC zitten alleen stoffen die de plant uit koolstofdioxide en water kan halen.
Waarom heeft een plant voor de vorming van THC ook mineralen nodig?

4 De fluithaas (zie afbeelding 2) is een zoogdier dat in Azië leeft. Oorspronkelijk komt de cannabisplant uit hetzelfde leefgebied als de fluithaas.
Cannabisplanten produceren THC om zichzelf te beschermen. Het zit vooral in stengeltoppen en in vrouwelijke bloemen. Voor fluithazen is THC giftig. Daarom eten ze niet van de cannabisplant.

a Leg uit waarom het niet gunstig is voor cannabisplanten als de bloemen worden opgegeten.

b Leg uit waarom vooral de stengeltoppen veel THC bevatten.

c Leg uit dat een fluithaas goed is aangepast aan zijn omgeving door geen cannabis te eten.

d Leg uit dat een cannabisplant goed is aangepast aan zijn omgeving door THC te produceren.

Afb. 2 Een fluithaas.



5 **a** Wordt stuifmeel bij de cannabisplant door de wind of door insecten overgebracht? Leg je antwoord uit.

b Welke van de volgende uitspraken over cannabisplanten is juist?

A Alleen mannelijke planten hebben bloemen.

B Alleen vrouwelijke planten hebben bloemen.

C Bij vrouwelijke planten hebben de bloemen een vruchtbeginsel; bij mannelijke planten hebben de bloemen een zaadbeginsel.

D Bij vrouwelijke planten hebben de bloemen helmknoppen; bij mannelijke planten hebben de bloemen helmdraden.

E Bij vrouwelijke planten hebben de bloemen stampers en meeldraden; bij mannelijke planten hebben de bloemen geen stampers en meeldraden.

F Bij vrouwelijke planten hebben de bloemen stampers; bij mannelijke planten hebben de bloemen meeldraden.

G Bij zowel vrouwelijke planten als mannelijke planten hebben de bloemen óf stampers óf meeldraden.

H Geen van deze uitspraken is juist.

c Waarom kun je nooit zaden oogsten als je maar één cannabisplant laat groeien?

d Is bij cannabisplanten kruisbestuiving mogelijk? Leg je antwoord uit.

Ga naar de *Extra stof*.

Leren onderzoeken

1 ZUURSTOF AANTONEN

LEERDOEL

9.0.1 Je kunt uit proefopstellingen met organismen afleiden hoe het gehalte aan zuurstof en koolstofdioxide in die ruimte verandert.

- Basisstof 1
- Practicum 1

Als je planten in een afgesloten ruimte plaatst, kun je meten of er verbranding en/of fotosynthese plaatsvindt. In een afgesloten ruimte kunnen afgegeven gassen niet ontsnappen.

Zuurstof kun je aantonen met een gloeiende houtspaander. Dat is een stukje hout dat net heeft gebrand. Als je de vlam uitblaast, blijft het hout nog nagloeien. Breng je de gloeiende spaander in lucht met voldoende zuurstof, dan zal hij weer opgloeien of zelfs weer gaan branden (met een vlam).

OPDRACHTEN

1 In afbeelding 1 zie je vier potten. De potten bevatten gekookt water of regenwater. Gekookt water bevat geen koolstofdioxide en zuurstof, regenwater wel.
In pot 1 en 3 ligt een wortel van een paardenbloem, in pot 2 en 4 een stengeltje met bladeren van waterpest.
De vier potten worden vanuit het donker in het licht geplaatst.

a In pot 1 vindt geen fotosynthese plaats.
Welke voorwaarden voor fotosynthese ontbreken in pot 1?

b In welke pot zal fotosynthese plaatsvinden? Leg je antwoord uit.

c In welke potten zal verbranding plaatsvinden? Leg je antwoord uit.

Afb. 1



1 gekookt water 2 gekookt water 3 regenwater 4 regenwater

2

Bij een proef in een klaslokaal vullen de leerlingen een aquarium met leidingwater. Vervolgens doen ze een waterpestplantje en twee visjes in het water (zie afbeelding 2). Boven de opstelling hangt een grote lamp.
Met behulp van een meetopstelling en een computer bepalen ze regelmatig hoeveel gram koolstofdioxide er aanwezig is per liter water. De resultaten van de metingen worden door de computer uitgezet in een diagram (zie afbeelding 3).

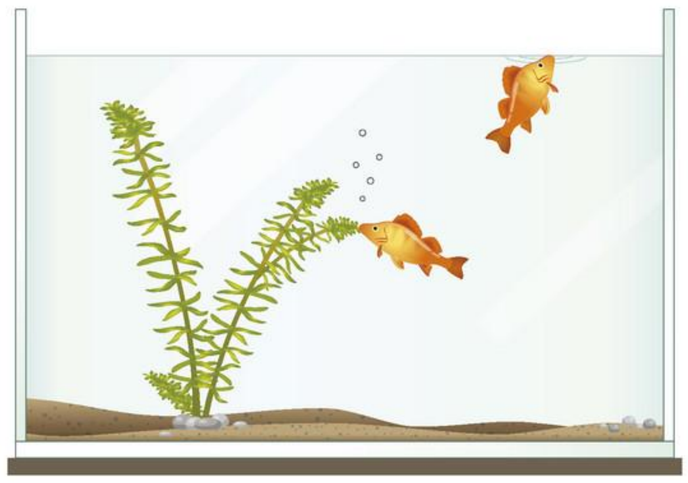
a Wat is de *grootheid* die op de stippellijntjes bij de *y*-as van het diagram moet worden ingevuld?

b Wat is de *eenheid* die op de stippellijntjes bij de *y*-as van het diagram moet worden ingevuld?

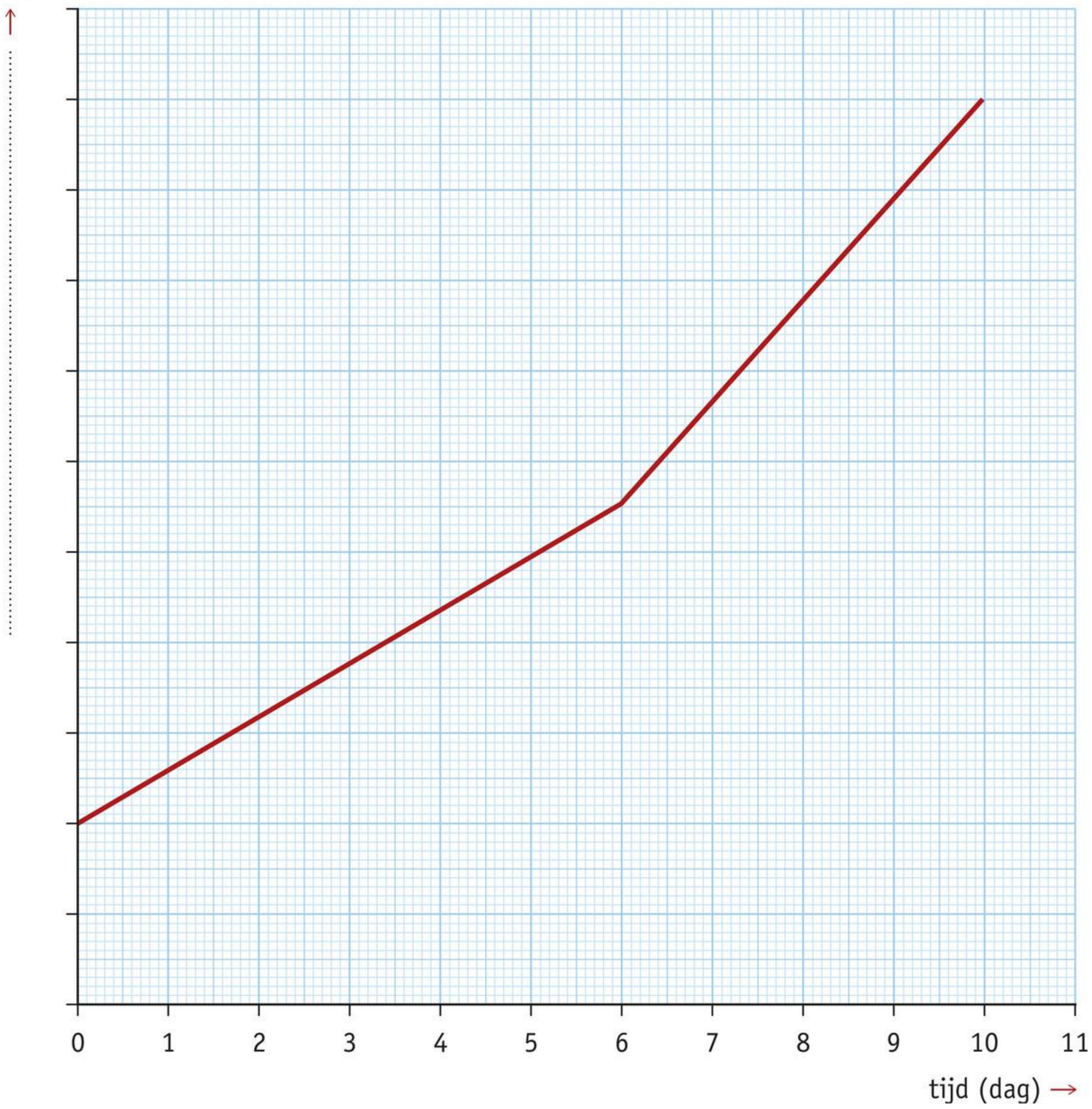
c Op dag 6 van de proef verandert de toename van het koolstofdioxidegehalte van het water in het aquarium door een verandering in de proefopstelling (zie afbeelding 3). Er is geen koolstofdioxide aan het water toegevoegd.
Geef van de volgende zinnen aan of ze een verandering in de proefopstelling aangeven die direct de oorzaak kan zijn van de verandering in de toename van het koolstofdioxidegehalte.

1 De temperatuur van het water is veranderd.
2 Het waterpestplantje is doodgegaan.
3 Een van de vissen is doodgegaan.
4 De hoeveelheid licht is toegenomen.
5 De vissen zijn actiever gaan bewegen.

Afb. 2 Een aquarium.



Afb. 3 Diagram van de meetresultaten.



2 WERKEN MET INDICATOREN: KALKWATER EN JOODOPLOSSING

LEERDOELEN

9.0.2 Je weet dat kalkwater een indicator is voor koolstofdioxide. ► Practica 5 en 6
9.0.3 Je weet dat joodoplossing een indicator is voor zetmeel.

Je kunt koolstofdioxide aantonen met helder kalkwater. Koolstofdioxide maakt helder kalkwater troebel (zie afbeelding 4). Helder kalkwater is een indicator voor koolstofdioxide. Een **indicator** is een stof waarmee je een andere stof kunt aantonen.

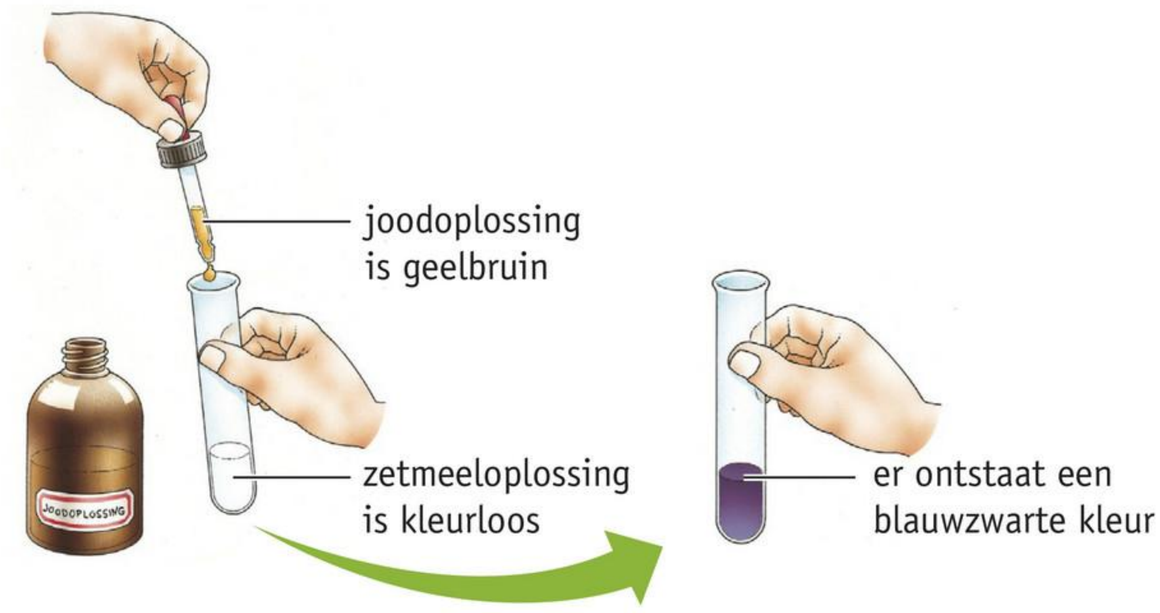
Zetmeel is een voorbeeld van een reservestof. Je kunt de aanwezigheid van zetmeel in bladeren aantonen met joodoplossing (ook wel jodium genoemd). Joodoplossing kleurt zetmeel blauwzwart (zie afbeelding 5).

Afb. 4 Kalkwater is een indicator voor koolstofdioxide.



1 helder kalkwater 2 troebel kalkwater

Afb. 5 Joodoplossing is een indicator voor zetmeel.



OPDRACHT

1 Een leerling plukt op verschillende tijdstippen twee bladeren van dezelfde plant. De bladeren zijn egaal groen. De leerling wil in de bladeren zetmeel aantonen. Hij voert daarvoor met beide bladeren een proef uit. Aan het eind van de proef zijn de bladeren met joodoplossing gekleurd. Blad 1 kleurt lichtbruin, blad 2 kleurt blauwzwart (zie afbeelding 6).

a Welk blad bevat zetmeel: blad 1 of blad 2?

b In welk blad heeft in de uren voordat het blad werd geplukt fotosynthese plaatsgevonden?

c Wanneer is blad 1 geplukt: 's ochtends of 's avonds?

d Wanneer is blad 2 geplukt: 's ochtends of 's avonds?

e Wat is er met de reservestof uit blad 1 gebeurd?

Afb. 6



blad 1 blad 2

3 EEN WERKPLAN MAKEN: FOTOSYNTHESE IN EEN DRIEKLEURIG BLAD

LEERDOEL

9.0.4 Je kunt een werkplan maken voor een biologisch onderzoek.

Een blad van een siernetel (*Coleus*) kan drie kleuren hebben. Van buiten naar binnen zijn dat groen, bruin en rood (zie afbeelding 7 en 8). Soms is het binnenste deel van het blad geel.

Afb. 7 Een siernetelplant.



Afb. 8 Een blad van een siernetel.



Je gaat een proef ontwerpen waarmee je kunt onderzoeken in welk van deze drie delen fotosynthese kan plaatsvinden (zie afbeelding 9). In het groene deel van het blad kun je verwachten dat er fotosynthese kan plaatsvinden. Maar hoe zit dat met het bruine deel? En met het rode of gele deel?
Je voert de proef uit en maakt er een verslag van (zie afbeelding 10). In dit verslag geef je antwoord op enkele vragen over de proef.

Afb. 9

Een werkplan maken

Wat ga ik doen?
- Welke factor onderzoek ik?
- Hoeveel organismen gebruik ik om betrouwbare gegevens te krijgen?
- Met welk soort organisme voer ik het onderzoek uit? Waarom met deze soort?
- Onder welke omstandigheden voer ik het onderzoek met de proefgroep en de controlegroep uit?
- Hoe zorg ik ervoor dat de overige omstandigheden gelijk zijn?

Wat heb ik nodig?
- Wat voor materialen heb ik nodig om het onderzoek te kunnen uitvoeren?

Hoe neem ik waar?
- Op welke manier ga ik de proefgroep en de controlegroep waarnemen en het resultaat hiervan in beide groepen vergelijken, bijvoorbeeld door de lengte te meten met een liniaal, of door het aantal te tellen?
- Op welke manier ga ik de resultaten weergeven, bijvoorbeeld in een tekening, in een tabel, in een lijndiagram (een grafiek) of in een staafdiagram?

Afb. 10

Een verslag maken

1 Onderzoeksvraag
2 Hypothese
3 Experiment
4 Benodigdheden
5 Resultaten
6 Conclusie

OPDRACHTEN

1

a Formuleer een onderzoeksvraag bij dit onderzoek.
b Formuleer een hypothese.
c Om te onderzoeken of je hypothese klopt, bedenk je een experiment. Bekijk zo nodig practicum 6 Fotosynthese in een gedeeltelijk afgedekt blad.
Geef een korte beschrijving van je experiment.
d Maak een lijstje met benodigdheden voor dit onderzoek.
e Hoe ga je je waarnemingen vastleggen?

2 Voer het experiment uit dat je bij vraag 1c hebt beschreven.

3 Maak een verslag van het experiment.

Practica

1 DEMONSTRATIEPRACTICUM – FOTOSYNTHESE IN WATERPEST

LEERDOEL

9.0.1 Je kunt uit proefopstellingen met organismen afleiden hoe het gehalte aan zuurstof en koolstofdioxide in die ruimte verandert.

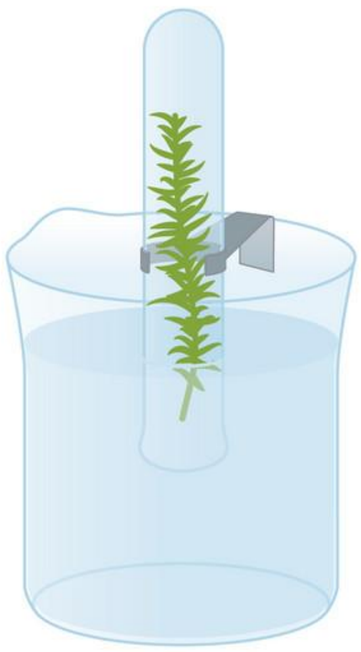
- Basisstof 1
- Leren onderzoeken 1

15 minuten

Zuurstof kun je aantonen met een gloeiende houtspaander. Houd je een gloeiende spaander bij zuurstof, dan gaat het hout harder gloeien. Het kan zelfs ontbranden. Je ziet dan vuur.

Je docent heeft twee reageerbuizen gevuld met water en een stengeltje waterpest. De reageerbuizen staan op hun kop in een bekerglas met water (zie afbeelding 1). Eén reageerbuis heeft 48 uur in het donker gestaan. De andere reageerbuis heeft 48 uur in het licht gestaan.

Afb. 1 Proefopstelling.



WAT NEEM JE WAAR?

In de reageerbuizen kunnen kleine gasbelletjes in het water opstijgen. Het gas verzamelt zich boven in de reageerbuis.

a In welke reageerbuis is bovenin het meeste gas ontstaan?

b Je docent houdt een gloeiende spaander bij de omgekeerde reageerbuis die in het donker heeft gestaan.
Wat denk je dat er gebeurt?

c Je docent houdt een gloeiende spaander bij de omgekeerde reageerbuis die in het licht heeft gestaan.
Wat denk je dat er gebeurt?

d Klopte je verwachting bij vraag b en c? Geef een verklaring als dat niet zo was.

e Leg uit hoe het komt dat in de ene reageerbuis meer gas is ontstaan dan in de andere reageerbuis.

2 HUIDMONDJES VAN BLEEKSELDERIJ

LEERDOEL

9.1.1 Je kunt de bouw en functie van bladeren en het belang hiervan voor de fotosynthese beschrijven. ▶ Basisstof 2

45 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum bekijk je huidmondjes door een microscoop.
Met blanke nagellak kun je een afdruk van de opperhuid van een blad of stengel maken. In de opperhuid zitten de huidmondjes. Met een strookje plakband kun je het laagje lak lostrekken. Je hebt dan een afdruk van het blad op je plakband. Hiervan maak je een tekening.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een stengel bleekselderij (zie afbeelding 2)
- ☐ een flesje blanke nagellak
- ☐ een stukje doorzichtig plakband
- ☐ een objectglas
- ☐ een microscoop
- ☐ tekenmateriaal

Afb. 2 Stengels bleekselderij.



WAT MOET JE DOEN?

- Breng een dikke laag blanke nagellak aan op de onderzijde (de holle kant) van een stengel bleekselderij (ongeveer 1 cm^2).
- Laat de nagellak goed drogen.
- Breng een strookje plakband aan op de plaats waar de nagellak zit.
- Trek het strookje plakband samen met de nagellak voorzichtig los.
- Plak het strookje plakband op een objectglas.
- Bekijk je preparaat door de microscoop.
- Maak een tekening van de huidmondjes met de sluitcellen.
- Schrijf bij je tekening welke vergroting je hebt gebruikt.

3 HOUTVATEN, BASTVATEN EN VEZELS

LEERDOEL

9.2.1 Je kunt in afbeeldingen vaatbundels, houtvaten en bastvaten benoemen en je kunt de functie van deze delen beschrijven.

► Basisstof 2

45 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum bekijk je de vaten en vezels in een stengel door een microscoop. Hiervan maak je tekeningen.

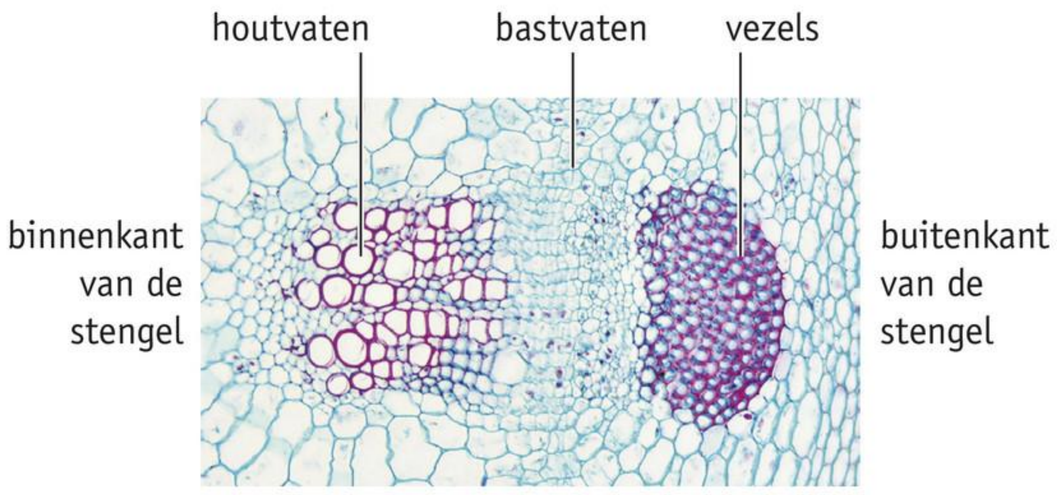
WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een klaargemaakt preparaat van een dwarsdoorsnede van een stengel (bijvoorbeeld van een zonnebloem)
- ☐ een microscoop
- ☐ tekenmateriaal

WAT MOET JE DOEN?

- Bekijk het preparaat bij een kleine vergroting (maximaal 40×). Je ziet in de doorsnede van de stengel de vaatbundels in een kring liggen.
- Bekijk een vaatbundel bij een vergroting van 100×.
- Vergelijk wat je ziet met afbeelding 3. In de vaatbundel zie je houtvaten, bastvaten en vezels liggen. Vezels zorgen voor stevigheid.
- Bekijk de houtvaten. Kies voor een vergroting waarbij je de houtvaten het best ziet.

Afb. 3 Een vaatbundel.



- Maak een tekening van drie aan elkaar grenzende *houtvaten*. Let op de dikte van de wanden.
- Bekijk de bastvaten. Kies voor een vergroting waarbij je de bastvaten het best ziet.
- Maak een tekening van drie aan elkaar grenzende *bastvaten*. Let op de dikte van de celwanden.
- Bekijk de vezels. Kies voor een vergroting waarbij je de vezels het best ziet.
- Maak een tekening van drie aan elkaar grenzende *vezels*. Let op de dikte van de wanden.

4 VERDAMPING UIT BLADEREN

LEERDOEL

9.2.3 Je kunt beschrijven hoe opname en transport van water en mineralen bij planten plaatsvinden. ► Basisstof 2

30 minuten + 30 minuten

WAT GA JE DOEN?

De verdamping uit bladeren vindt vooral plaats via de huidmondjes. Het waslaagje op de bladeren gaat verdamping van water via de opperhuidcellen tegen.
In dit practicum onderzoek je hoe de verdamping verandert als je bladeren insmeert met vaseline (zie afbeelding 4). Met vaseline breng je een extra waslaagje aan en kun je de huidmondjes dichtsmeren.
Je moet van de proef een verslag maken.

Afb. 4 Vaseline.



WAT HEB JE NODIG?

- ☐ 4 reageerbuizen en een reageerbuisrek
- ☐ water
- ☐ 4 etiketten
- ☐ een liniaal
- ☐ 4 takjes met bladeren van dezelfde struik (direct na het verzamelen in water zetten)
- ☐ een mes
- ☐ vaseline
- ☐ (sla)olie in een flesje met een druppelpipet
- ☐ een maatcilinder van 25 mL

WAT MOET JE DOEN?

- Plak op elke reageerbuis een etiket op 3 cm van de bovenkant.
- Nummer de buizen van 1 tot en met 4.
- Vul de reageerbuizen voor de helft met water.
- Pluk van alle vier de takjes zoveel bladeren dat elk takje een gelijk aantal bladeren overhoudt (bijvoorbeeld 5) en het bladoppervlak ongeveer gelijk is.

- Snijd de takjes af, zodat het deel zonder bladeren tussen de 10 en 15 cm is (zie afbeelding 5). Plaats elk takje in een reageerbuis.
- Besmeer van het takje in reageerbuis 1 van alle bladeren de bovenkant geheel met vaseline (zie afbeelding 6), van het takje in reageerbuis 2 de onderkant van alle bladeren en van het takje in reageerbuis 3 de bovenkant en onderkant van alle bladeren. Besmeer de bladeren van het takje in reageerbuis 4 niet.
- Vul het water in de reageerbuizen aan tot de bovenkant van elk etiket.
- Doe in elke reageerbuis enkele druppels (sla)olie op het wateroppervlak zodat het water niet aan het oppervlak kan verdampen.
- Laat de opstelling enkele dagen staan.

Afb. 5



Afb. 6



WAT NEEM JE WAAR?

a Formuleer een onderzoeksvraag voor dit practicum.

b Formuleer een hypothese voor dit practicum.

c Bepaal na enkele dagen hoeveel water uit elke reageerbuis is verdwenen. Doe dat door het water in de buizen met behulp van de maatcilinder aan te vullen tot de bovenkant van elk etiket. De hoeveelheid water die je moet bijvullen, is gelijk aan de hoeveelheid water die uit de buis is verdwenen.
Noteer je gegevens in de tabel.

Reageerbuis		Verdwenen hoeveelheid water in mL
1	De bovenkant van de bladeren bedekt met vaseline.	
2	De onderkant van de bladeren bedekt met vaseline.	
3	Beide kanten van de bladeren bedekt met vaseline.	
4	Geen van de kanten van de bladeren bedekt met vaseline.	

EEN VERSLAG MAKEN

Maak een verslag van deze proef.

- Maak een verslag volgens de regels die je hebt geleerd.
- Beschrijf hoe je het onderzoek hebt uitgevoerd en welke benodigdheden je hebt gebruikt.
- Verwerk in je verslag de gegevens van de tabel die je hebt ingevuld.
- Noteer welke conclusie je kunt trekken.
- Maak een titelpagina. Bundel de vellen van het verslag en lever dit in bij je docent.

5 DEMONSTRATIEPRACTICUM – KIEMENDE ERWTEN

LEERDOEL

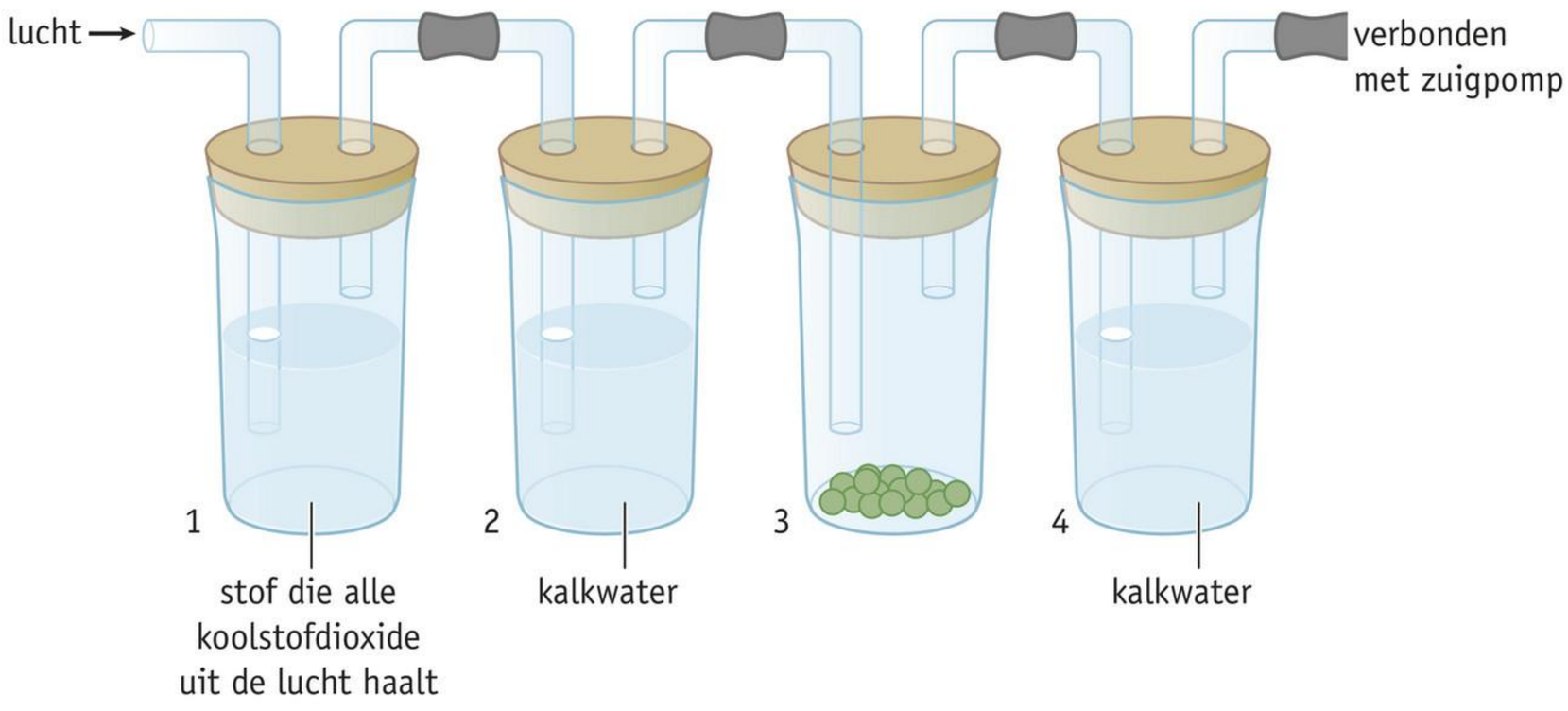
9.3.1 Je kunt beschrijven onder welke omstandigheden fotosynthese en verbranding plaatsvinden.

- Leren onderzoeken 2
- Basisstof 3

30 minuten

De aanwezigheid van koolstofdioxide in lucht kun je aantonen door de lucht door helder kalkwater te leiden. Koolstofdioxide maakt helder kalkwater troebel.
Je docent laat vier hoge glazen buizen zien die door slangetjes met elkaar verbonden zijn (zie afbeelding 7). In buis 1 bevindt zich een stof die alle koolstofdioxide uit de lucht haalt. In buis 2 en 4 zit kalkwater. In buis 3 zitten kiemende erwten. Buis 4 is verbonden met een pomp die lucht aanzuigt. De aangezogen lucht gaat door alle vier de buizen.
De docent zet de zuigpomp aan.

Afb. 7 Proefopstelling.



WAT NEEM JE WAAR?

a Wordt het kalkwater in buis 2 wel of niet troebel? Leg uit waarom wel of niet.
b Wordt het kalkwater in buis 4 wel of niet troebel? Leg uit waarom wel of niet.

WELKE CONCLUSIE KUN JE TREKKEN?

a Met welke buis kun je aantonen dat de kiemende erwten koolstofdioxide produceren: met buis 2 of met buis 4?
b Wat is de functie van buis 2 in deze proefopstelling?
c Welke conclusie kun je trekken uit dit demonstratiepracticum?

6 FOTOSYNTHESE IN EEN GEDEELTELIJK AFGEDEKT BLAD

LEERDOEL

9.3.1 Je kunt beschrijven onder welke omstandigheden fotosynthese en verbranding plaatsvinden.

- Leren onderzoeken 2
- Basisstof 3

45 minuten

De aanwezigheid van zetmeel kun je aantonen door joodoplossing toe te voegen.
Joodoplossing kleurt zetmeel blauwzwart.
Je docent heeft een aantal bladeren van een plant gedeeltelijk omwikkeld met aluminiumfolie (zie afbeelding 8). De plant heeft 24 uur in het licht (onder een brandende lamp) gestaan.

Afb. 8 Plant met gedeeltelijk afgedekte bladeren.



WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een gedeeltelijk met aluminiumfolie omwikkeld blad van een plant die 24 uur in het licht heeft gestaan
- ☐ een waterbad met water
- ☐ een pincet
- ☐ een reageerbuis en een reageerbuisrek
- ☐ ethanol of spiritus
- ☐ een petrischaal
- ☐ joodoplossing

WAT MOET JE DOEN?

- Maak een natuurgetrouwe tekening van het met aluminiumfolie omwikkelde blad of neem een foto van dit blad.
- Je docent heeft het water in het waterbad aan de kook gebracht.
- Verwijder het aluminiumfolie van het blad.
- Dompel het blad een halve minuut in het kokende water in het waterbad. Het blad verliest dan zijn stevigheid.
- Haal met het pincet het blad uit het water.
- Doe het blad in een reageerbuis (zie afbeelding 9). Ondertussen schakelt je docent het verwarmingselement van het waterbad uit.
- Vul de reageerbuis met het blad voor ongeveer de helft met ethanol of spiritus.
- Zet de reageerbuis in het reageerbuisrek in het waterbad. Het water in het waterbad is nog heet. Het ethanol of de spiritus gaat koken. Houd je hoofd niet boven de reageerbuis!

- Haal na enkele minuten het blad uit de reageerbuis. Het blad moet ontkleurd zijn.
- Spreid het blad uit op de petrischaal.
- Giet joodoplossing over het hele blad.

Afb. 9



WAT NEEM JE WAAR?

Maak een natuurgetrouwe tekening van het blad na de proef. Of neem een foto van het blad na de proef.
Vergelijk je tekeningen of je foto's met elkaar.

WELKE CONCLUSIE KUN JE TREKKEN?

a Welk deel van het blad is het lichtst gekleurd: het deel dat omwikkeld was of het deel dat niet omwikkeld was?
b Is in dit deel van het blad zetmeel aanwezig?
c Welk deel van het blad is het donkerst gekleurd?
d Is in dit deel zetmeel aanwezig?
e Leg uit hoe het komt dat in het ene deel van het blad wel zetmeel aanwezig is en in het andere deel niet.

7 EEN TULPENBOL

LEERDOEL

9.4.1 Je kunt beschrijven hoe ongeslachtelijke en geslachtelijke voortplanting plaatsvinden en je kunt hiervan voorbeelden bij planten geven. ▶ Basisstof 4

30 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum bekijk je een lengtedoorsnede van een tulpenbol. Hiervan maak je een tekening.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een tulpenbol
- ☐ een mes
- ☐ tekenmateriaal

WAT MOET JE DOEN?

- Snijd de tulpenbol in de lengte door (zie afbeelding 10).
- Maak een tekening van de lengtedoorsnede. Geef aan: *bolschijf – eindknop – knop – rok – wortel*.

Afb. 10 Een doorgesneden tulpenbol.



8 EEN HELMKNOP

LEERDOEL

9.4.2 Je kunt de delen van een bloem noemen met hun kenmerken en functies.

► Basisstof 4

45 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum bekijk je een dwarsdoorsnede van een helmknop door een microscoop. Hiervan maak je tekeningen.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een klaargemaakt preparaat van een dwarsdoorsnede van een helmknop, bijvoorbeeld van een lelie
- ☐ een microscoop
- ☐ tekenmateriaal

WAT MOET JE DOEN?

- Bekijk het preparaat met de microscoop bij een kleine vergroting (maximaal 40×). Probeer één complete helmknop in je microscoopbeeld te krijgen. Pas eventueel de vergroting aan. Je ziet een helmknop die is verdeeld in hokjes: de helmhokjes. In de helmhokjes liggen de stuifmeelkorrels.
- Bekijk één helmhokje met omliggende cellen. Kies voor een vergroting waarbij je de cellen het best ziet.
- Maak een natuurgetrouwe tekening van het helmhokje met omliggende cellen. Zorg ervoor dat je tekening voldoet aan de tekenregels.
- Bekijk één stuifmeelkorrel. Kies voor een grote vergroting (bijvoorbeeld 400×).
- Maak een natuurgetrouwe tekening van de stuifmeelkorrel. Teken alle details. Zorg ervoor dat je tekening voldoet aan de tekenregels.

9 STUIFMEELKORRELS

LEERDOEL

9.4.2 Je kunt de delen van een bloem noemen met hun kenmerken en functies.

► Basisstof 4

45 minuten

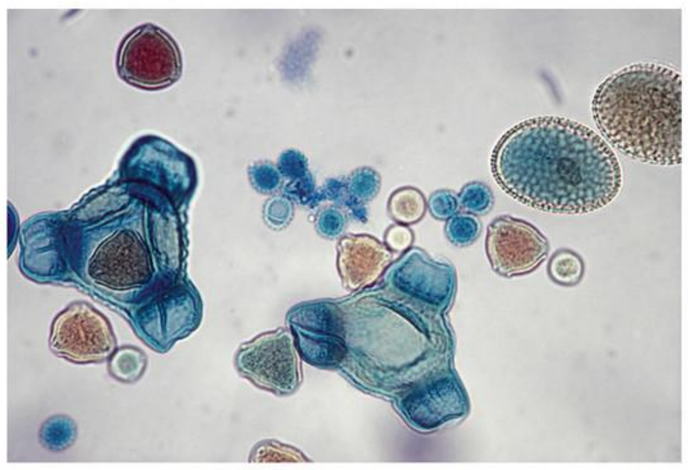
WAT GA JE DOEN?

In dit practicum bekijk je een preparaat van stuifmeelkorrels door een microscoop. Hiervan maak je tekeningen.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een klaargemaakt preparaat van stuifmeelkorrels van verschillende soorten planten (zie afbeelding 11)
- ☐ een microscoop
- ☐ tekenmateriaal

Afb. 11 Stuifmeelkorrels van verschillende soorten planten (microscopische foto).



WAT MOET JE DOEN?

- Bekijk het preparaat met de microscoop. Kies voor een vergroting waarbij je de stuifmeelkorrels het best ziet. Je ziet stuifmeelkorrels van insectenbloemen en van windbloemen.
- Maak tekeningen van minstens twee verschillende typen stuifmeelkorrels van insectenbloemen.
- Maak tekeningen van minstens twee verschillende typen stuifmeelkorrels van windbloemen.

10 EEN SPERZIEBOON

LEERDOEL

9.5.2 Je kunt beschrijven hoe bevruchting bij zaadplanten verloopt en welke veranderingen er na bevruchting in het vruchtbeginsel plaatsvinden.

► Basisstof 5

45 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum bekijk je de delen van een sperzieboon. Hiervan maak je tekeningen.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een sperzieboon (zo compleet mogelijk)
- ☐ een (scheer)mesje
- ☐ tekenmateriaal

WAT MOET JE DOEN?

- Leg de sperzieboon voor je.
- Maak een tekening van het buitenaanzicht van de sperzieboon. Geef aan: *overblijfsel van de bloemsteel – overblijfsel van de kelkbladeren – overblijfsel van de stijl – vrucht*.
- Snijd de sperzieboon voorzichtig open langs een van de naden (zie afbeelding 12). Je ziet waarschijnlijk dat niet elk zaad even goed is ontwikkeld. Ook zie je dat de zaden met een steeltje vastzitten in de vrucht.
- Maak een tekening van de openliggende sperzieboon. Geef aan: *steeltje – vrucht – zaad*.

Afb. 12 Opengesneden sperzieboon met zaden.



11 KORSTMOSSEN

LEERDOEL

9.8.1 Je kunt verschillende vormen van symbiose bij planten beschrijven.

► Extra stof 8

45 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum bekijk je een preparaat van korstmos door een microscoop. Daarna maak je een tekening van de bouw van een korstmos.

Samenvatting

BASIS 1

BLADEREN

9.1.1 Je kunt de bouw en functie van bladeren en het belang hiervan voor de fotosynthese beschrijven.

- Bladeren bestaan uit verschillende typen weefsels.
  - Opperhuid met huidmondjes: hiermee worden gassen opgenomen en afgegeven.
  - Weefsel met bladgroenkorrels: hierin kan fotosynthese plaatsvinden.
  - Vaatbundels: hiermee worden o.a. water en suiker vervoerd. In (bloem) bladeren vertakken de vaatbundels zich in nerven.
- Het grootste deel van de bladeren van planten bestaat uit weefsel met bladgroenkorrels. De opperhuidcellen en de nerven hebben geen bladgroenkorrels. De sluitcellen van de huidmondjes hebben wel bladgroenkorrels.
- Fotosynthese: koolstofdioxide en water worden omgezet in glucose en zuurstof.
  - Hierbij wordt lichtenergie vastgelegd in glucose.
  - Hierbij zijn (zon)licht, bladgroen en een juiste temperatuur nodig.
- Huidmondjes kunnen openen en sluiten, afhankelijk van de omstandigheden (bijv. dag/nacht).
  - De sluitcellen veranderen van vorm wanneer de druk op de celwand van de cellen verandert.

BEGRIPPEN

nerf
Vertakking van vaatbundels in (bloem) bladeren.

opperhuid (van een blad)
Dunne, buitenste laag aaneengesloten cellen met een waslaagje erop.

sluitcel
Hiermee kan een huidmondje openen en sluiten.

BASIS 2

STENGELS EN WORTELS

9.2.1 Je kunt in afbeeldingen vaatbundels, houtvaten en bastvaten benoemen en je kunt de functie van deze delen beschrijven.

- Vaatbundels bestaan uit houtvaten en bastvaten.
- Houtvaten vervoeren water en opgeloste mineralen (voedingszouten) van de wortels via de stengels naar de bladeren.
- Houtvaten bestaan uit boven elkaar liggende dode houtcellen.
  - De celwanden zijn verdikt en bestaan uit cellulose en houtstof.
  - De cellen en de dwarswanden zijn verdwenen.
- Bastvaten vervoeren vooral water en energierijke stoffen (vooral suikers) van de bladeren naar alle delen van de plant.
- Bastvaten bestaan uit boven elkaar liggende levende bastcellen.
  - In de dwarswanden zitten openingen.
- Ligging van houtvaten en bastvaten:
  - in stengels in vaatbundels: houtvaten aan de binnenkant, bastvaten aan de buitenkant
  - in bladeren in vaatbundels die in nerven liggen: houtvaten aan de bovenzijde, bastvaten aan de onderzijde
  - in een stam van een boom: houtvaten aan de binnenkant, bastvaten aan de buitenkant (in de bast)

9.2.2 Je kunt beschrijven hoe planten stevigheid verkrijgen.

- Door water; hierdoor stijgt de druk van de cel tegen de celwand.
  - in alle levende cellen van wortels, stengels en bladeren
- Door houtvaten; dikke wanden met cellulose en houtstof.
  - in wortels en stengels (in vaatbundels) en in bladeren (in nerven)
- Door vezels; dikke celwanden met cellulose en houtstof.
  - in stengels: aan de buitenkant van de stengel of rondom vaatbundels
  - in bladeren: rondom vaatbundels (de buitenste laag van nerven)
- Kruidachtige planten verkrijgen vooral stevigheid door vocht in de vacuolen.
- Houtachtige planten verkrijgen vooral stevigheid door houtstof.

9.2.3 Je kunt beschrijven hoe opname en transport van water en mineralen bij planten plaatsvinden.

- Wortels nemen water en mineralen op via de celwanden van de wortelharen (uitstulpingen van opperhuidcellen).
- Wortels, stengels en bladeren transporteren water en mineralen via houtvaten.
  - Vooral door zuiging van de bladeren: door verdamping van water uit de bladeren wordt water in de houtvaten omhoog gezogen.
  - Ook door worteldruk: de wortels ‘persen’ het water omhoog.
- Het grootste deel van het opgenomen water verdampt; een klein deel wordt verbruikt bij de fotosynthese.
- De mineralen worden gebruikt bij de vorming van stoffen waaruit planten zijn opgebouwd, bijv. eiwitten.

BEGRIPPEN

bastvaten
Vervoeren water en energierijke stoffen van de bladeren naar alle delen van de plant.

cellulose
Stof die stevigheid geeft aan de celwanden van plantaardige cellen.

houtachtige plant
Plant die stevig is door houtstof.

houtstof
Stof die stevigheid geeft aan de celwanden van houtvaten en vezels.

houtvaten
Vervoeren water en mineralen van de wortels via de stengels naar de bladeren.

kruidachtige plant
Plant die stevig is door vocht in de vacuolen.

vaatbundel
Houtvaten en bastvaten: vervoeren water en opgeloste stoffen van de wortels naar de bladeren en omgekeerd.

worteldruk
De wortels van een plant ‘persen’ het water in de houtvaten omhoog.

wortelhaar
Uitstulping van opperhuidcellen van wortels; neemt water en opgeloste mineralen op.

BASIS 3

GLUCOSE ALS GRONDSTOF

9.3.1 Je kunt beschrijven onder welke omstandigheden fotosynthese en verbranding plaatsvinden.

- Energierijke stoffen: stoffen waaruit levende en dode organismen zijn opgebouwd. Bijv. koolhydraten (glucose, cellulose, zetmeel), vetten, eiwitten.
- Energiearme stoffen: komen zowel in organismen voor als in de levenloze natuur. Bijv. zuurstof, koolstofdioxide, water, mineralen.
- Bij fotosynthese worden energiearme stoffen omgezet in een energierijke stof.

- Bij een plant in het licht vinden tegelijkertijd fotosynthese en verbranding plaats.
  - Bij de fotosynthese komt meestal meer glucose en zuurstof vrij dan bij de verbranding wordt verbruikt.
  - Een plant in het licht neemt meestal koolstofdioxide op uit de lucht en geeft meestal zuurstof af aan de lucht.
- Bij een plant in het donker en bij bacteriën, schimmels en dieren vindt alleen verbranding plaats.
  - Een plant in het donker neemt zuurstof op uit de lucht en geeft koolstofdioxide af aan de lucht.

9.3.2 Je kunt aangeven welke stoffen een plant kan maken uit de grondstof glucose en wat de functies zijn van deze stoffen.

- Doel van assimilatie: de vorming van energierijke stoffen waaruit een organisme bestaat.
- Glucose wordt gevormd bij de fotosynthese.
  - De glucose die bij de fotosynthese ontstaat, wordt voor een deel verbruikt bij de verbranding in de plant.
  - De glucose die niet direct bij de verbranding nodig is, wordt omgezet in andere energierijke stoffen.
- Uit glucose worden andere koolhydraten gevormd, zoals andere suikers, zetmeel en cellulose.
  - Suiker kan (opgelost in water) naar alle delen van de plant worden vervoerd.
  - Zetmeel komt vooral voor in ondergrondse plantendelen.
  - Cellulose komt voor in celwanden van cellen, vooral in houtvaten en vezels.
- Uit glucose en nitraat (een mineraal) worden eiwitten gevormd.
  - Eiwitten komen voor in het cytoplasma van alle cellen.
  - Eiwitten kunnen worden opgeslagen in zaden.
- Uit glucose worden vetten gevormd.
  - Vetten komen voor in zaden.
- Energierijke stoffen worden gebruikt als brandstof, bouwstof of reservestof.
  - Grote hoeveelheden reservestoffen worden opgeslagen in de cellen van verdikte delen (knollen en bollen) en van zaden.
- Zetmeel is een belangrijke reservestof voor planten.
  - Overdag wordt zetmeel tijdelijk opgeslagen in de bladeren.
  - ’s Nachts wordt zetmeel omgezet in suiker en vervoerd naar andere delen van de plant.

BEGRIPPEN

assimilatie
Samenstellen, opbouwen.

bouwstof
Stof die wordt gebruikt bij de vorming van cellen en weefsels (voor opbouw en herstel).

brandstof
Stof die wordt verbruikt bij de verbranding.

eiwit
Kan worden gevormd uit glucose en nitraat; komt voor in het cytoplasma van cellen.

koolhydraat
Suikers, bijv. glucose, zetmeel en cellulose.

reservestof
Stof die wordt opgeslagen, bijv. in ondergrondse plantendelen.

vet
Kan worden gevormd uit glucose; komt veel voor in zaden.

zetmeel
Een koolhydraat dat in planten dient als reservestof.

BASIS 4

VOORTPLANTING

9.4.1 Je kunt beschrijven hoe ongeslachtelijke en geslachtelijke voortplanting plaatsvinden en je kunt hiervan voorbeelden bij planten geven.

- Ongeslachtelijke voortplanting: een deel van een individu groeit uit tot een nieuw individu.
  - Vindt plaats door mitose (gewone celdeling).
  - De nakomelingen hebben hetzelfde genotype als de ouder.
- Manieren van ongeslachtelijk voortplanten bij zaadplanten:
  - stekken: een stuk van een stengel of blad wordt afgesneden, bijv. siernetel
  - knollen: in verdikte stengels of wortels ontstaan knoppen, bijv. schedefonteinkruid
  - bollen: in verdikte bladeren ontstaan knoppen, bijv. tulp
  - enten: een deel van een plant (de ent) wordt geplaatst op een deel van een andere plant (de onderstam), bijv. druiven
  - uitlopers: boven de grond ontstaan horizontaal groeiende stengels, bijv. aardbeienplant
  - wortelstokken: onder de grond ontstaan horizontaal groeiende stengels, bijv. lelietje-van-dalen
- Geslachtelijke voortplanting: nieuwe individuen ontstaan uit versmelting van geslachtscellen.
  - Vindt plaats door meiose (reductiedeling).
  - De nakomelingen hebben een ander genotype dan de ouder.
  - Bij zaadplanten kan geslachtelijke voortplanting plaatsvinden door bloemen.

9.4.2 Je kunt de delen van een bloem noemen met hun kenmerken en functies.

- Bloemkelk (kelkbladeren):
  - meestal groen
  - functie: beschermen van de bloem in de knop tegen uitdroging en kou
- Bloemkroon (kroonbladeren):
  - vaak groot en opvallend gekleurd, soms klein en groen
  - functie (als ze opvallend gekleurd zijn): aanlokken van insecten
- Meeldraad: mannelijk voortplantingsorgaan:
  - bestaat uit helmdraad en helmknop
  - functie: vormen van stuifmeelkorrels (mannelijke geslachtscellen) door meiose
- Stamper: vrouwelijk voortplantingsorgaan:
  - bestaat uit stempel(s), stijl(en) en vruchtbeginsel met een of meer zaadbeginsels
  - functie: vormen van eicellen (vrouwelijke geslachtscellen) door meiose in de zaadbeginsels. In elk zaadbeginsel ontstaat één eicel met kern.

BEGRIPPEN

bloemkelk
Bestaat uit kelkbladeren.

bloemkroon
Bestaat uit kroonbladeren.

bol
Verdikt blad, bijv. de rokken van een ui.

enten
Een deel van de ene plant (de ent) op een deel van een andere plant (de onderstam) plaatsen.

helmdraad
Onderdeel van een meeldraad; draagt de helmknop.

helmknop
Onderdeel van een meeldraad; hierin ontstaat stuifmeel.

kelkbladeren
Vaak groengekleurde delen van een bloem; beschermen de bloem als deze nog in de knop zit.

knol
Verdikte stengel of wortel, bijv. aardappels.
kroonbladeren
Vaak opvallend gekleurde delen van een bloem; lokken insecten aan.
meeldraad
Mannelijk voortplantingsorgaan van planten.
stamper
Vrouwelijk voortplantingsorgaan van planten; bestaat uit een stempel, stijl en vruchtbeginsel.
stekken
Een stuk van een stengel of blad afsnijden om uit te laten groeien tot een nieuwe plant.
stempel
Bovenste deel van een stamper; hier komt bij de bestuiving stuifmeel terecht.
stijl
Middelste deel van een stamper; hier groeit de stuifmeelbuis doorheen naar de eicel.
stuifmeel
Bestaat uit stuifmeelkorrels.
stuifmeelkorrel
Mannelijke geslachtscel van planten.
uitloper
Horizontaal groeiende stengel boven de grond waaraan op bepaalde plaatsen jonge planten ontstaan.
vruchtbeginsel
Onderste deel van een stamper; hierin liggen de zaadbeginsels; groeit na de bevruchting uit tot een vrucht.
wortelstok
Horizontaal groeiende stengel onder de grond waaraan op bepaalde plaatsen jonge planten ontstaan.
zaadbeginsel
Hierin ontstaat een eicel; groeit na de bevruchting uit tot een zaad.

BASIS 5

BESTUIVING, BEVRUCHTING EN VERSPREIDING

9.5.1 Je kunt omschrijven wat bestuiving is en je kunt kenmerken van insectenbloemen en windbloemen noemen.

- Bestuiving: stuifmeel van een meeldraad komt op een stempel van een bloem (van dezelfde plantensoort).
  - Kruisbestuiving: stuifmeel van een meeldraad komt op een stempel van een bloem van een andere plant (van dezelfde plantensoort).
  - Zelfbestuiving: stuifmeel van een meeldraad komt op de stempel van dezelfde plant.
- Bestuiving kan door insecten of door de wind plaatsvinden.
  - Insectenbloemen worden bestoven door insecten.
  - Windbloemen worden bestoven door de wind.
  - Insectenbloemen en windbloemen hebben verschillende kenmerken.

Insectenbloemen	Windbloemen
De bloemen zijn meestal groot.	De bloemen zijn meestal klein.
De kroonbladeren zijn meestal opvallend gekleurd.	De kroonbladeren zijn meestal groen.
De bloemen geuren.	De bloemen geuren niet.
De bloemen hebben vaak nectar.	De bloemen hebben geen nectar.
De stuifmeelkorrels zijn ruw en kleverig.	De stuifmeelkorrels zijn licht en glad.
De meeldraden produceren in verhouding weinig stuifmeelkorrels.	De meeldraden produceren heel veel stuifmeelkorrels.
De helmknoppen en stempels zitten binnen de bloemen.	De helmknoppen en stempels steken buiten de bloemen uit.
De stempels zijn meestal klein.	De stempels zijn groot en veervorming.

9.5.2 Je kunt beschrijven hoe bevruchting bij zaadplanten verloopt en welke veranderingen er na bevruchting in het vruchtbeginsel plaatsvinden.

- Na de bestuiving groeit een stuifmeelkorrel via een stuifmeelbuis naar een eicel in het zaadbeginsel (alleen als de stuifmeelkorrel afkomstig is van een plant van dezelfde soort).
- De kern van de stuifmeelkorrel dringt de eicel binnen.
- De stuifmeelkorrelkern versmelt met de eicelkern: er ontstaat een bevruchte eicel.
- Veranderingen na de bevruchting:
  - Uit een bevruchte eicel ontstaat een kiempje. Uit een kiempje kan een kiemplantje ontstaan.
  - Uit een zaadbeginsel (met een bevruchte eicel) ontstaat een zaad.
  - Uit een vruchtbeginsel ontstaat een vrucht.

9.5.3 Je kunt uit afbeeldingen van (delen van) planten afleiden hoe de zaden worden verspreid.

- Vruchten en zaden kunnen worden verspreid:
  - door de wind: vruchten en zaden met pluis of vleugels, bijv. paardenbloem
  - door dieren: vruchten (bessen) worden gegeten waarna de zaden onverteerd worden uitgepoept, bijv. lijsterbes
  - door dieren en mensen: zaden blijven kleven in de vacht of in kleding en laten ergens anders weer los, bijv. grote klis
  - door de plant zelf: vruchten springen open, waardoor de zaden worden weggeslingerd, bijv. klein springzaad

BEGRIPPEN

bestuiving
Overbrengen van stuifmeel van een meeldraad op de stempel van een stamper van dezelfde soort.

insectenbloem
Bloem waarvan het stuifmeel door insecten wordt overgebracht.

kiem
Hieruit kan een kiemplantje ontstaan.

vrucht
Deel van een plant waar zaden in zitten.

windbloem
Bloem waarvan het stuifmeel door de wind wordt overgebracht.

zaad
Ontstaat uit het zaadbeginsel; hierin bevindt zich het kiempje.

zaadverspreiding
Verspreiden van (vruchten met) zaden door de wind, dieren en/of mensen of de plant zelf.

BASIS 6

ONTKIEMING, GROEI EN ONTWIKKELING

9.6.1 Je kunt de ontwikkeling van een zaad en de verdere groei en ontwikkeling van kiemplanten beschrijven.

- Bouw van een zaad van de bruine boon:
  - Aan de buitenkant zit de zaadhuid.
  - Het zaad bestaat uit twee zaadlobben. Deze bevatten reservevoedsel.
  - Tussen de zaadlobben bevindt zich de kiem. Hieruit kan een nieuw plantje groeien.
- Er zijn ook planten met zaden met één zaadlob, bijv. mais.
- Factoren die van invloed zijn op de ontkieming van zaden: temperatuur, water en zuurstof.

- Ontkieming van een bruine boon:
  - Het zaad neemt water op. Daardoor zwellen de zaadlobben op en scheurt de zaadhuid open.
  - Het reservevoedsel (vooral zetmeel) uit de zaadlobben wordt omgezet in glucose en verbruikt bij de verbranding in het kiemplantje en als bouwstof voor het kiemplantje.
  - Het worteltje groeit uit, vormt wortelharen en neemt water en mineralen op uit de bodem.
  - Het stengeltje groeit uit en komt met de zaadlobben boven de grond uit. Er wordt dan bladgroen gevormd, waardoor fotosynthese kan plaatsvinden.
  - De zaadlobben vallen af als het reservevoedsel op is. Ondertussen hebben de bladeren zich ontwikkeld.
- Groei vindt plaats door gewone celdelingen.
  - Plasmagroei: plantencellen groeien doordat nieuw cytoplasma wordt gevormd.
  - Celstrekking: plantencellen groeien doordat er veel water wordt opgenomen in de vacuolen.
  - Lengtegroei: in de toppen van planten (groeipunten) bevinden zich plantencellen die door celstrekking langwerpig uitgroeien. Hierdoor worden de wortels en stengels van planten langer.
  - Diktegroei: planten groeien in de dikte door mitose, plasmagroei en celstrekking.
- Tijdens de groei van een plant vindt er ook ontwikkeling plaats: veranderingen in de bouw van de organen.

9.6.2 Je kunt uitleggen hoe een plant de winter overleeft en hiervan voorbeelden geven.

- Elke plant heeft een levensloop. De duur van de levensloop verschilt.
- Eenjarige planten: ontkieming, groei, bloei en zaadvorming spelen zich af binnen één jaar.
  - Alleen de zaden overwinteren.
- Tweejarige planten: in het eerste jaar vinden ontkieming en de vorming van wortels, stengels en bladeren plaats. In het tweede jaar vindt de vorming van bloemen, vruchten en zaden plaats.
  - Bij sommige soorten sterven in het eerste najaar alle bovengrondse delen af.
  - Bij sommige soorten overwintert bovengronds alleen een wortelrozet.
- Vaste planten (overblijvende planten): kunnen meerdere jaren zaad vormen.
  - Veel vaste planten slaan reservestoffen op in een bol, knol of wortelrozet.

BEGRIPPEN

celstrekking
De cel wordt groter doordat veel water wordt opgenomen in de vacuolen; verschillende kleine vacuolen vloeien samen tot één grote vacuole.

groeipunt
Worteluiteinden en toppen van planten.

wortelrozet
Krans van bladeren die vlak boven de grond op hetzelfde punt aan de plant zitten.

zaadhuid
Stevig vlies aan de buitenkant van een zaad.

zaadlob
Deel van een zaad; bevat reservevoedsel, zoals zetmeel, eiwitten en vetten.

EXTRA 7

GROEI BIJ BOMEN EN STRUIKEN (VERDIEPING)

9.7.1 Je kunt de lengtegroei en diktegroei van bomen en struiken beschrijven.

- Lengtegroei: de wortels en stengels groeien.
  - In de toppen bevinden zich groeipunten. Hierin vinden voortdurend celdelingen plaats.
  - Een van de dochtercellen deelt zich weer, de andere ondergaat celstrekking.
  - Tijdens celstrekking vindt celspecialisatie plaats. De cel krijgt dan een speciale functie.
- Het wortelmutsje beschermt de worteltop.
  - De buitenste lagen bestaan uit slijmerige cellen. Hierdoor kan de wortel beter doordringen in de bodem.
- Diktegroei bij bomen en struiken vindt plaats dankzij het cambium.
  - In het cambium vinden voortdurend celdelingen plaats.
  - Een van de dochtercellen deelt zich weer, de andere ontwikkelt zich tot houtcel of bastcel.
  - Houtcellen liggen aan de binnenkant van de stam of tak, bastcellen in de buitenste laag.
  - Sommige cellen blijven na het delen in het cambium. Hierdoor wordt de ring steeds wijder.
- Water met opgeloste stoffen kan alleen worden vervoerd door de houtvaten in het spinthout.
  - De houtvaten in de oudere jaarringen zijn samengedrukt. Dit kernhout geeft stevigheid aan de stam.
- Het laagje hout dat in een jaar tijd ontstaat, heet een jaarring.
  - De jaarring die het laatst is gevormd, ligt het meest aan de buitenkant.

BEGRIPPEN

cambium
Dun, ringvormig laagje cellen tussen de bast en het hout in een stam of tak waarin voortdurend celdelingen plaatsvinden.

kernhout
Samengedrukte houtvaten in de oudere jaarringen; geven stevigheid aan de stam.

spinthout
Houtvaten in de jongste jaarringen; vervoeren water met mineralen.

EXTRA 8

SYMBIOSE (VERBREDING)

9.8.1 Je kunt verschillende vormen van symbiose bij planten beschrijven.

- Symbiose: individuen van twee verschillende soorten leven langdurig samen, bijv. korstmos.
  - Commensalisme: een van beide soorten heeft voordeel, de andere soort heeft geen nadeel, bijv. boomalg op een boomstam.
  - Mutualisme: beide soorten hebben voordeel, bijv. korstmos.
  - Parasitisme: een van de soorten heeft voordeel, de andere soort heeft nadeel, bijv. warkruid.

BEGRIPPEN

commensalisme
Symbiotische relatie waarbij een van de soorten voordeel heeft; de andere soort heeft geen voordeel en geen nadeel.

mutualisme
Symbiotische relatie waarbij beide soorten voordeel hebben.

parasitisme
Symbiotische relatie waarbij een van de soorten voordeel heeft; de andere soort heeft nadeel.

symbiose
Langdurige samenlevingsvorm van twee verschillende soorten.

ONDERZOEK

LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA

9.0.1 Je kunt uit proefopstellingen met organismen afleiden hoe het gehalte aan zuurstof en koolstofdioxide in die ruimte verandert.

- Bij een plant in het licht vinden tegelijkertijd fotosynthese en verbranding plaats.
- Bij een plant in het donker vindt alleen verbranding plaats.
- Zuurstof kun je aantonen met een gloeiende houtspaander.

9.0.2 Je weet dat kalkwater een indicator is voor koolstofdioxide.

- Helder kalkwater is een indicator voor koolstofdioxide.
  - Koolstofdioxide maakt helder kalkwater troebel.

9.0.3 Je weet dat joodoplossing een indicator is voor zetmeel.

- Joodoplossing (ook wel jodium genoemd) is een indicator voor zetmeel.
  - Joodoplossing kleurt zetmeel blauwzwart.

9.0.4 Je kunt een werkplan maken voor een biologisch onderzoek.

- Wat ga ik doen?
- Wat heb ik nodig?
- Hoe neem ik waar?

BEGRIP

indicator

Stof waarmee je een andere stof kunt aantonen.

Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

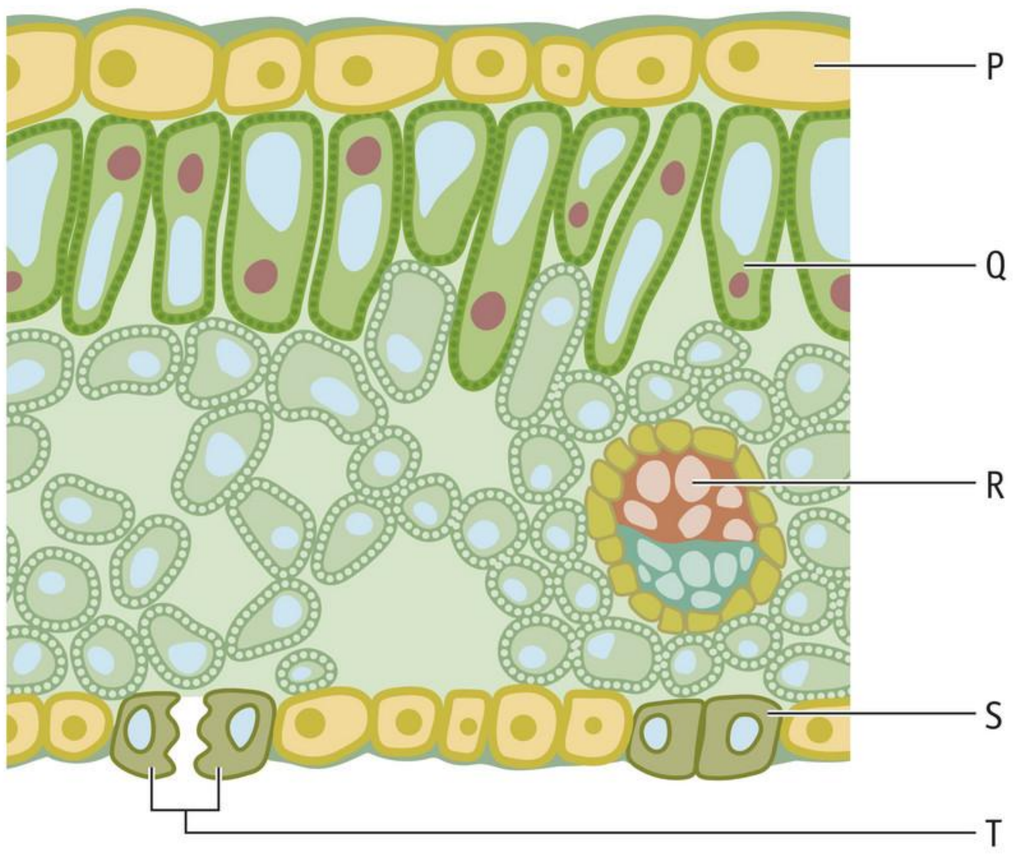
Examenopgaven

KOOLSTOFDIOXIDE IN PLANTEN

Bron: examen vmbo-gt 2021-1, vraag 12 tot en met 15.

In afbeelding 1 zie je een dwarsdoorsnede van een blad. Enkele cellen zijn met een letter aangegeven.

Afb. 1



1p **1** Via deel T wordt koolstofdioxide opgenomen.
Wat is de naam van deel T?

1p **2** Koolstofdioxide en water worden door planten omgezet in glucose.
In welke cellen kan deze omzetting plaatsvinden?

A alleen in de cellen P en Q
B alleen in de cellen P en R
C alleen in de cellen P en S
D alleen in de cellen Q en R
E alleen in de cellen Q en S
F alleen in de cellen R en S

1p **3** Een deel van de gemaakte glucose wordt naar de wortels vervoerd.
Leg uit waardoor wortelcellen zelf geen glucose kunnen maken uit koolstofdioxide en water.

1p **4** Door welke vaten vindt transport van glucose naar de wortels plaats?

A alleen door bastvaten
B alleen door houtvaten
C door bastvaten en door houtvaten

ALFALFA

Naar: examen vmbo-gt 2021-2, vraag 39 tot en met 42.

Abdel en Els willen voor biologie een proefje met alfalfa doen (zie afbeelding 2). Op internet vinden ze de volgende informatie:
Alfalfa is een kiemgroente. Het zaaien van alfalfa is gemakkelijk. De zaadjes kunnen in het licht of in het donker ontkiemen. De kiemplantjes kunnen al na zes dagen gegeten worden. Alfalfa is gezond en zit vol eiwitten, mineralen en vitaminen.
Abdel en Els laten 50 alfalfazaadjes in het donker ontkiemen en 50 alfalfazaadjes in het licht. In het donker blijven de kiemplantjes wit, in het licht worden ze groen.

Afb. 2



2p **5** Schrijf twee abiotische factoren op die voor de ontkieming van alfalfazaden nodig zijn.

1p **6** Leg uit waardoor de kiemplantjes in het licht groen worden.

1p **7** Aan de wortels van de kiemplantjes ontstaan wortelharen.
Wat is de functie van wortelharen?
A het kiemplantje vastzetten
B mineralen opnemen
C reservestoffen opslaan

1p **8** Abdel en Els laten enkele kiemplantjes in de schooltuin verder groeien. In september zien ze dat de planten zaden hebben gemaakt.
Hebben de alfalfaplanten zich geslachtelijk of ongeslachtelijk voortgeplant? Leg je antwoord uit.

DE RATELPOPULIER

Bron: naar examen vmbo-gt 2019-1, vraag 44 tot en met 47.

Timo maakt voor een biologieopdracht een beschrijving van de ratelpopulier (zie afbeelding 3 en tabel 1).

Tabel 1

hoogte	**tot 35 meter**
leeftijd	kan 100 tot 150 jaar oud worden
bloeitijd	maart-april
voortplanting	
verspreiding van zaden	door de wind

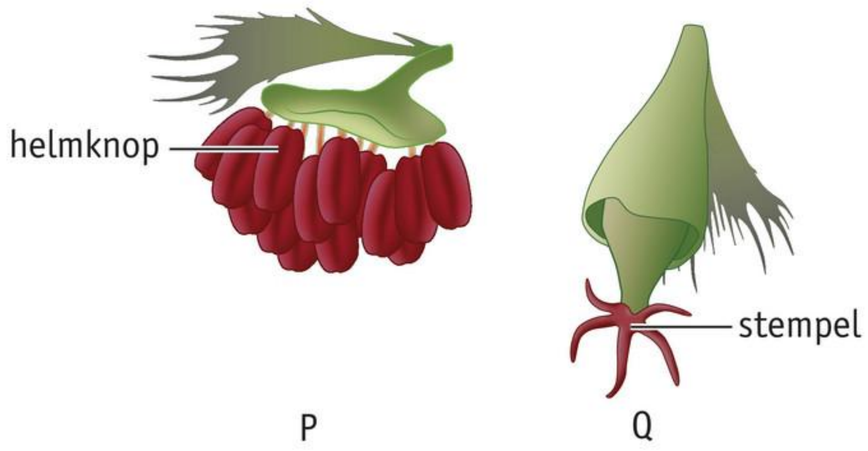
Afb. 3



1p **9** Timo vraagt zich af of de populier zich geslachtelijk voortplant.
Is uit de beschrijving van Timo af te leiden of de populier zich geslachtelijk kan voortplanten? Leg je antwoord uit.

1p **10** Ratelpopulieren hebben óf alleen mannelijke óf alleen vrouwelijke bloemen. In afbeelding 4 zie je deze twee typen bloemen.
In welk type bloem ontstaan de zaden? Noteer de letter en leg je antwoord uit.

Afb. 4



1p **11** Ratelpopulieren hebben windbestuiving.
Noteer een kenmerk van bloemen met windbestuiving.

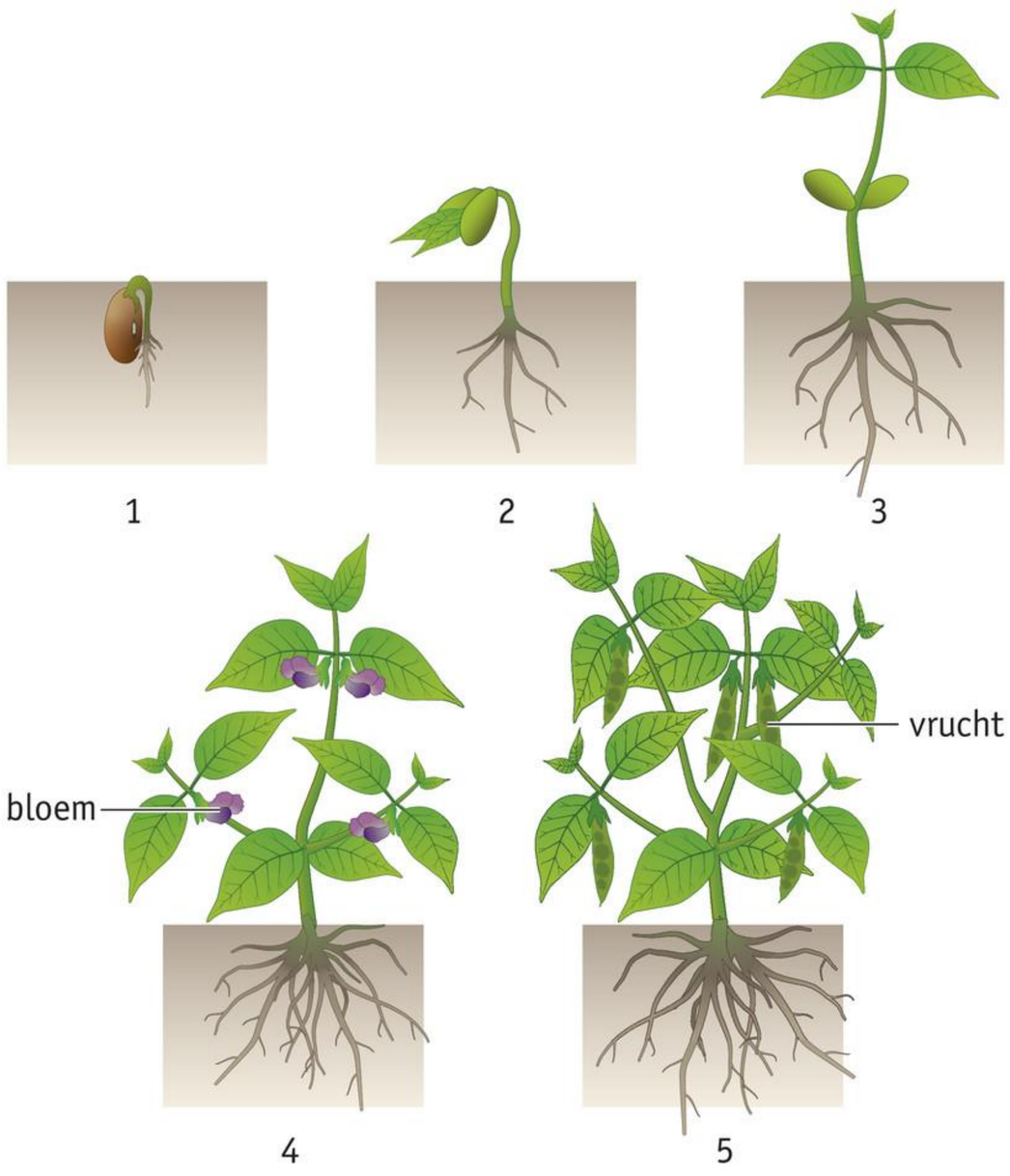
1p **12** Uit knoppen aan de wortels van een ratelpopulier kunnen nieuwe ratelpopulieren groeien.
Een bioloog wil van een groepje van vier ratelpopulieren bepalen of ze uit aparte zaden opgegroeid zijn, of uit de wortels van één boom. Hij onderzoekt daarvoor het DNA van elke boom. Uit het resultaat trekt hij de conclusie dat de bomen uit één boom zijn ontstaan.
Leg uit wat het resultaat van het DNA-onderzoek was.

EEN LEVENSCYCLUS

Bron: examen vmbo-gt 2017-1, vraag 20 en 21.

In afbeelding 5 zie je vijf stadia van de levenscyclus van een plant.

Afb. 5



1p **13** Hoe heet stadium 1?

1p **14** Vindt in de periode van stadium 3 tot en met stadium 5 meiose plaats? En vindt in die periode mitose plaats?

A geen meiose en geen mitose
B alleen mitose
C alleen meiose
D meiose en mitose

Ga naar de *extra Examenopgaven* en de *Examentraining*.

10 Regeling

Met je zintuigen neem je constant veranderingen binnen en buiten je lichaam waar. De reactie op deze prikkels wordt geregeld door het zenuwstelsel en het hormoonstelsel.

INTRODUCTIE

Opdrachten voorkennnis 104
Voorkennistoets
Filmpjes voorkennis

BASISSTOF

1 Het zenuwstelsel 106
2 Zenuwcellen en zenuwen 111
3 Het ruggenmerg 121
4 De hersenen 128
5 De weg die impulsen afleggen 139
6 Het hormoonstelsel 147
Samenhang 158
Vlinders in je buik

EXTRA STOF

7 Diabetes (suikerziekte)
8 Hersenaandoeningen

ONDERZOEK

Leren onderzoeken 161
Practica 164

AFSLUITING

Samenvatting 167
Flitskaarten
Diagnostische toets

EXAMENOPGAVEN 176





Wat weet je al over regeling?

LEERDOELEN

1 Je kunt de bouw en functies van het zenuwstelsel beschrijven.
2 Je kunt beschrijven hoe een bewuste reactie ontstaat.
3 Je kunt beschrijven wat hormonen zijn en welke functie ze in het lichaam hebben.
4 Je kunt beschrijven welke functie geslachtshormonen in het lichaam hebben.

In klas 1, 2 en 3 heb je al geleerd over onderwerpen die te maken hebben met regeling. Je hebt deze kennis nodig voor dit thema. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1

a In afbeelding 1 zie je een schematische tekening van het zenuwstelsel van de mens.
Geef de namen van de genummerde delen.
Gebruik daarbij: *hersenen – ruggenmerg – zenuw*.

1 = ...

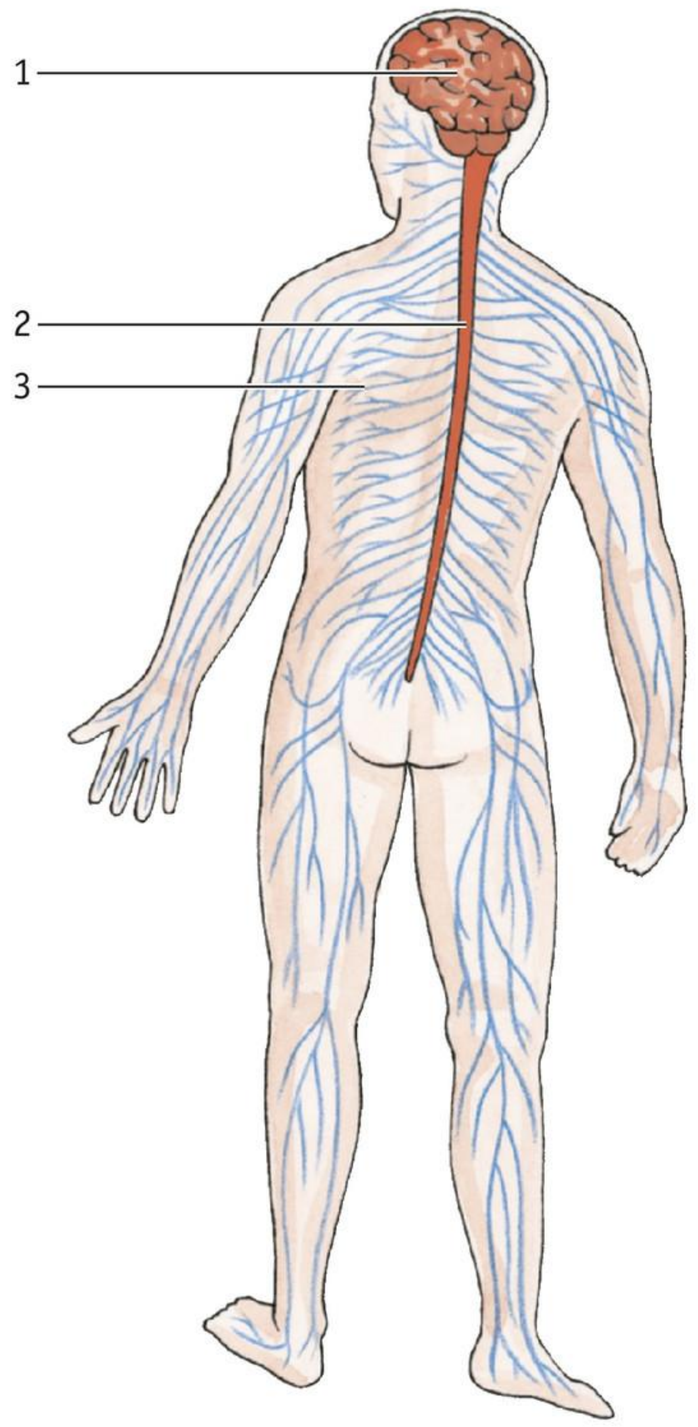
2 = ...

3 = ...

b Het centrale zenuwstelsel bestaat uit *hersenen* / *ruggenmerg* / *zenuwen*.

c De hersenen zijn een voorbeeld van een:
- ○ A orgaan.
- ○ B orgaanstelsel.
- ○ C organisme.
- ○ D weefsel.

Afb. 1 Het zenuwstelsel van de mens.



2

Welk woord hoort bij de omschrijving?

A elektrisch signaaltje	○	○ 1 impuls
B invloed uit de omgeving	○	○ 2 prikkel
C orgaan dat reageert op een invloed uit de omgeving	○	○ 3 zintuig

3 In welke volgorde verloopt een waarneming?

○ A prikkel – zintuig – impuls – zenuw – hersenen – waarneming
○ B prikkel – zintuig – zenuw – impuls – hersenen – waarneming
○ C zintuig – prikkel – impuls – zenuw – hersenen – waarneming
○ D zintuig – prikkel – zenuw – impuls – hersenen – waarneming

4 Is het een prikkel of een respons?

1 De buurman roept zijn hond, omdat die wegrent. *prikkel / respons*
2 De zon schijnt in je ogen. *prikkel / respons*
3 Iemand roept je naam. *prikkel / respons*
4 Je steekt je hand op naar iemand die je naam roept. *prikkel / respons*
5 Je stopt voor het rode licht. *prikkel / respons*

5 Een jongen ziet een vriend en zwaait naar hem.
In welke volgorde vinden de gebeurtenissen plaats in het lichaam van de jongen?

..... De hersenen verwerken impulsen; de jongen wordt zich bewust van de prikkels.
..... De spieren in de arm van de jongen trekken samen.
..... Er ontstaan impulsen in de zintuigcellen.
..... Via zenuwen gaan impulsen naar spieren in de arm van de jongen.
..... Zenuwcellen geleiden impulsen vanuit de hersenen naar het ruggenmerg.
..... Zenuwcellen in het centrale zenuwstelsel geleiden impulsen naar de hersenen.
..... Zenuwen geleiden impulsen vanuit het oog naar het centrale zenuwstelsel.
..... Zintuigcellen in het oog vangen prikkels op.

6 **a** Hormonen zijn stoffen die de werking van organen regelen.
Welk woord hoort bij de omschrijving?

A	belangrijke hormoonklier in het hoofd	○	○ 1 bloed
B	mannelijk geslachtshormoon	○	○ 2 hormoonklier
C	naam voor orgaan dat hormonen produceert	○	○ 3 hypofyse
D	vervoert hormonen door het hele lichaam	○	○ 4 oestrogeen
E	vrouwelijk geslachtshormoon	○	○ 5 testosteron

b De geslachtshormonen zorgen voor de ontwikkeling van de *primaire / secundaire* geslachtskenmerken.

Ga naar de *Voorkennistoets* en de *Filmpjes*.

1 Het zenuwstelsel

LEERDOEL

10.1.1 Je kunt de delen en de functies van het zenuwstelsel noemen.

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	10.1.1
Onthouden	1ab, 2c
Begrijpen	1c, 2ab, 3, 4
Toepassen	5, 6abc, 7ac
Analyseren	6d, 7b

Geluid komt je oren binnen. Zintuigcellen in je oren sturen vervolgens informatie naar je hersenen. Daar word je je bewust van wat je hoort: het is je beste vriend die 'hoi!' roept.

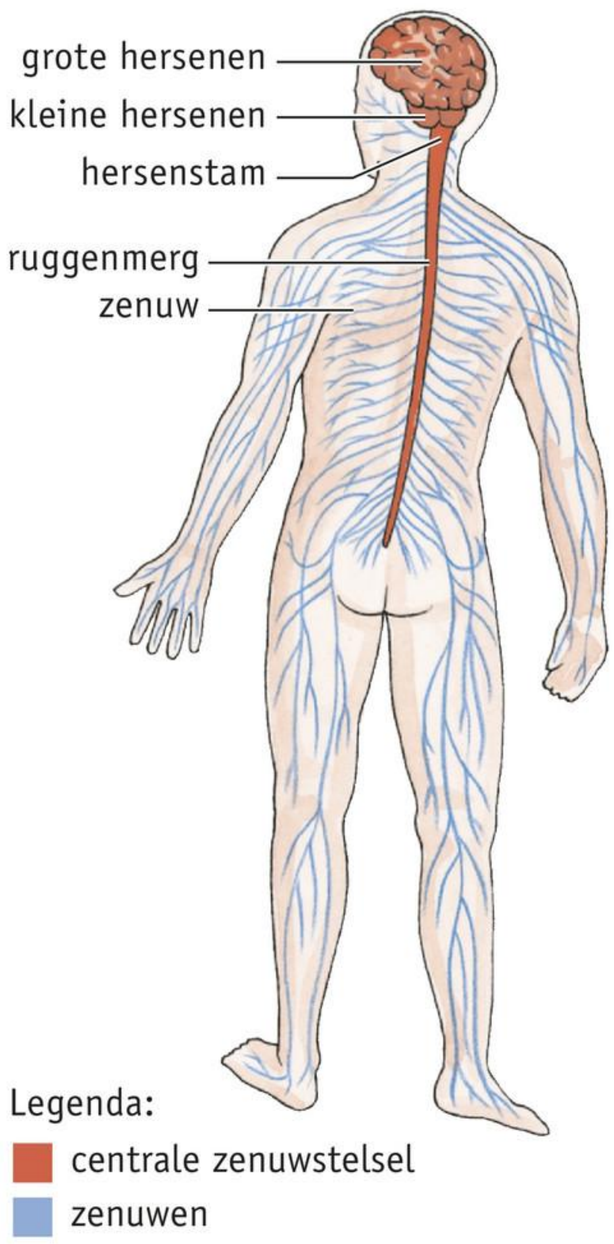
HET ZENUWSTELSEL

Het zenuwstelsel bestaat uit het centrale zenuwstelsel en uit zenuwen (zie afbeelding 1).
Het **centrale zenuwstelsel** bestaat uit:

- de grote hersenen
- de kleine hersenen
- de hersenstam
- het ruggenmerg

De **zenuwen** verbinden het centrale zenuwstelsel met alle lichaamsdelen, zoals je ogen en je spieren.

Afb. 1 Het zenuwstelsel (schematisch).

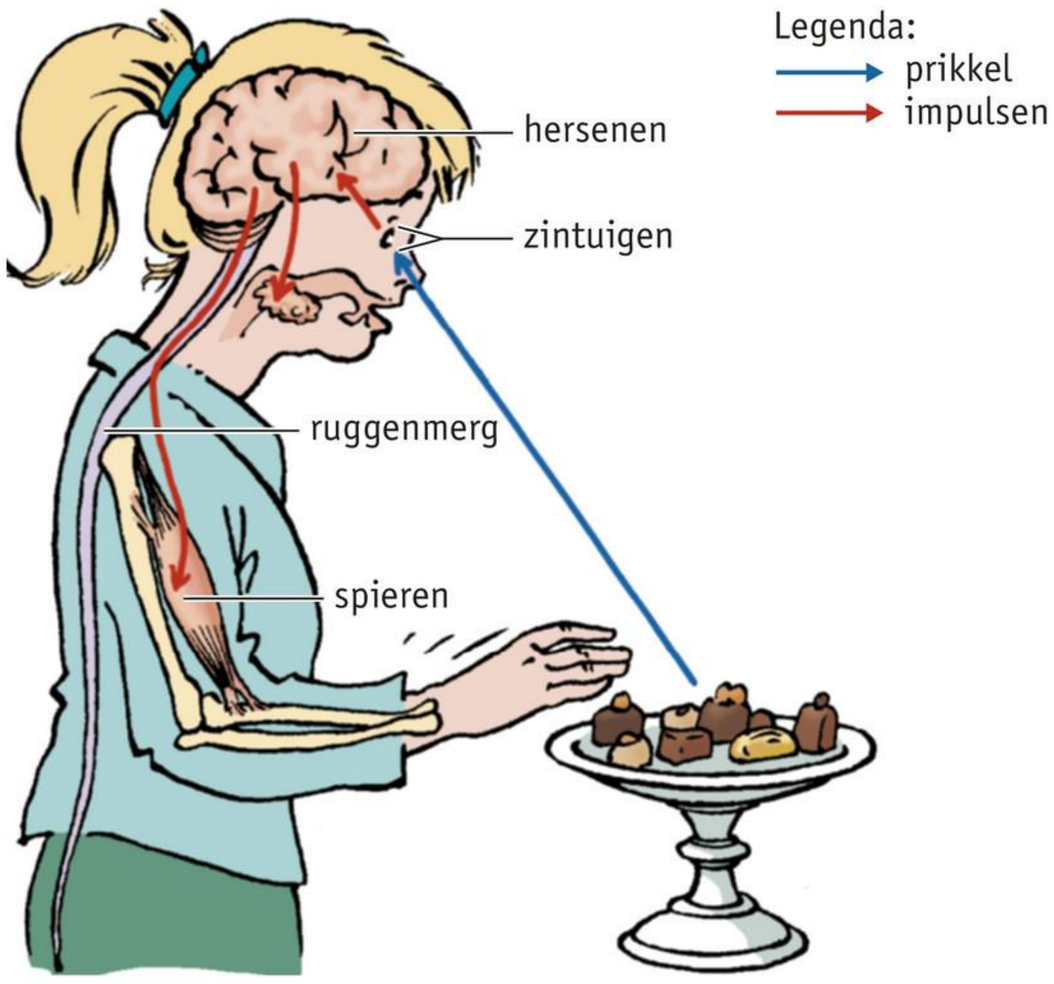


DE WERKING VAN HET ZENUWSTELSEL

In afbeelding 2 zie je een voorbeeld van de werking van het zenuwstelsel. Zintuigcellen van je ogen en neus vangen prikkels afkomstig van de bonbons op. Licht en geur zijn hier de prikkels. Er ontstaan dan **impulsen**. Dat zijn elektrische signalen die door zenuwen kunnen worden doorgegeven. De impulsen gaan vanaf de zintuigcellen van je ogen en neus door de zenuwen naar de hersenen. De hersenen verwerken de impulsen zodat je je bewust wordt van wat je ziet en ruikt. Daarna reageren je hersenen door nieuwe impulsen af te geven. Deze impulsen gaan door de zenuwen naar je speekselklieren en naar de spieren in je arm. De speekselklieren gaan hierdoor speeksel afscheiden: je gaat 'watertanden'. Je armspieren reageren op de impulsen door samen te trekken. Door het samentrekken van de armspieren kan het meisje in afbeelding 2 een bonbon pakken.

Het zenuwstelsel verwerkt dus impulsen die afkomstig zijn van zintuigen. Ook regelt het de werking van spieren en klieren. Klieren zijn organen die bepaalde stoffen produceren, bijvoorbeeld de speekselklieren en de zweetklieren.

Afb. 2 De werking van het zenuwstelsel (schematisch).



KENNIS

1

a Uit welke delen bestaat het centrale zenuwstelsel?

.....

.....

b In afbeelding 1 is het zenuwstelsel schematisch weergegeven.
Met welk deel van het centrale zenuwstelsel zijn de meeste zenuwen verbonden?

met .....

c Behoort een oogzenuw tot het centrale zenuwstelsel? *ja* / *nee*

2

a Wat is een prikkel?

- ○ A een elektrisch signaal dat door de zenuwen kan worden doorgegeven
- ○ B een invloed uit de omgeving op een organisme
- ○ C een reactie op iets uit de omgeving
- ○ D klieren die bepaalde stoffen produceren

b Wat is een impuls?

- ○ A een elektrisch signaal dat door de zenuwen kan worden doorgegeven
- ○ B een invloed uit de omgeving op een organisme
- ○ C een reactie op iets uit de omgeving
- ○ D klieren die bepaalde stoffen produceren

c Wat zijn functies van het centrale zenuwstelsel?

- ☐ A de werking regelen van klieren
- ☐ B de werking regelen van spieren
- ☐ C impulsen verwerken die afkomstig zijn van de zintuigen
- ☐ D prikkels opvangen uit de omgeving

3

Samuel is een freerunner. Freerunning is een sport waarbij obstakels uit de omgeving worden gebruikt om er allerlei sierlijke bewegingen op te maken, zoals salto's en handstanden. In afbeelding 3 zie je Samuel midden in zo'n beweging.
Geef de namen van de genummerde delen. Gebruik daarbij: *grote hersenen – hersenstam – impuls – kleine hersenen – ruggenmerg*.

1 .....

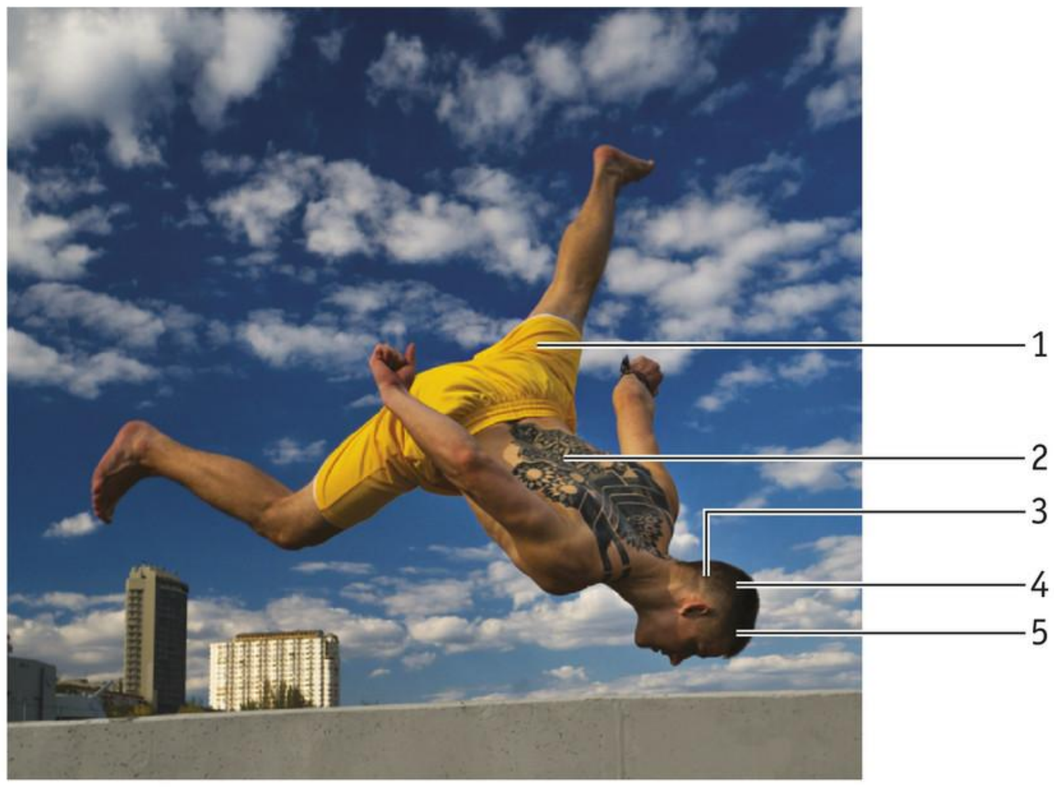
2 .....

3 .....

4 .....

5 .....

Afb. 3 Samuel maakt een sprong.



4

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

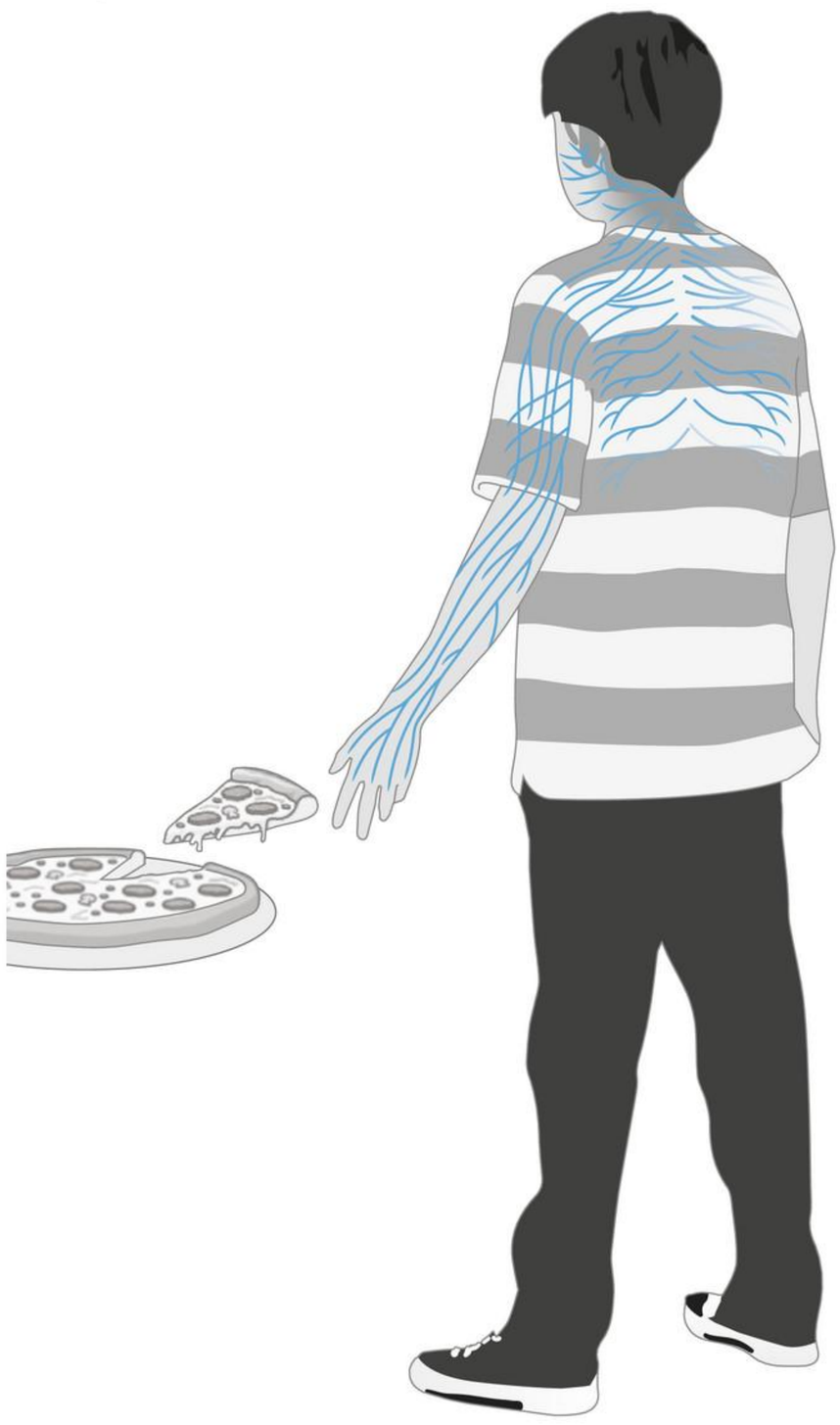
In afbeelding 4 zie je iemand die een stuk pizza ziet en dit wil pakken.

- Benoem de delen van het zenuwstelsel.
- Kleur het centrale zenuwstelsel rood.
- Geef met een pijl de prikkel aan.

Maak de zinnen compleet.

- Prikkels komen de zintuigen binnen. In de zintuigcellen ontstaan .....
  Dit zijn .....
  .....
- De hersenen .....
  .....
- De hersenen .....
  .....

Afb. 4



INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

5 Tetanus is een ziekte die wordt veroorzaakt door bacteriën. De bacteriën produceren een giftige stof die pijnlijke spierkrampen veroorzaakt. Het tetanusgif kan vanuit het bloed in zenuwcellen terechtkomen en via het zenuwstelsel worden verspreid.
Roberto wordt door een hond in zijn arm gebeten en raakt besmet met tetanusbacteriën.
Het tetanusgif komt in zijn centrale zenuwstelsel terecht via een armzenuw.
Welk deel van zijn centrale zenuwstelsel wordt vanuit de armzenuw als eerste bereikt?

6 Tijdens de Olympische Winterspelen van 2022 won Ireen Wüst voor de vijfde keer op rij goud op de 1500 meter schaatsen. Dat is nooit eerder gebeurd. Vanaf het startschot reed Wüst de 1500 meter in 1.53 minuten: een nieuw olympisch record.

a Welke prikkel geeft bij het wedstrijdschaatsen aan dat de schaatsers mogen starten?

b Welke weg legt de impuls af vanaf de prikkel tot de eerste bewegingen in de race? Zet de verschillende delen van het zenuwstelsel op volgorde. Begin bij de zintuigcellen.

c De schaatscoach staat naast de baan. Hij geeft tijdens de race aan hoe snel iemand gaat en wanneer van baan moet worden gewisseld.
Welk deel van het centrale zenuwstelsel zorgt ervoor dat de beweging om van baan te wisselen wordt gemaakt? Leg je antwoord uit.

d Bij veel sporten is er een startmoment. Bij Formule 1-wedstrijden bijvoorbeeld zijn dit lichten die veranderen van kleur: de rijders weten dan dat ze mogen vertrekken. Bij alpineskiën bepaalt de atleet zelf het startmoment. Hij duwt een poortje open waarna de tijd start.
Bij een startsignaal met licht of geluid is niet iedere atleet meteen weg. Leg uit hoe dit komt.

+ 7 Lees de tekst 'Multiple sclerose'.

a Er wordt vaak gezegd dat multiple sclerose (MS) een spierziekte is, maar dat is niet juist.
Leg uit dat MS geen spierziekte is.

b De plek waar ontstekingen ontstaan, bepaalt welke klachten iemand krijgt.
Problemen met zien komen bij MS-patiënten vrij vaak voor. Een ontsteking aan de oogzenuw kan hiervan de oorzaak zijn.
Hoe zorgt een ontsteking aan de oogzenuw voor problemen met het zicht?

c MS kan steeds erger worden. Patiënten krijgen dan steeds meer klachten die niet meer verdwijnen. Mensen met MS kunnen uiteindelijk ook ademhalingsproblemen krijgen.
Geef hiervoor een verklaring.

Afb. 5

Multiple sclerose
Multiple sclerose (MS) is een ziekte waarbij ontstekingen ontstaan in de hersenen en het ruggenmerg. De hersenen kunnen bepaalde impulsen niet meer goed verwerken. De impulsen komen daardoor niet meer goed bij de spieren terecht, waardoor ze niet meer of niet voldoende worden aangestuurd. Dit kan allerlei soorten problemen geven, zoals bij het lopen, maar ook met zien en spreken.

Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

2 Zenuwcellen en zenuwen

LEERDOELEN

10.2.1 Je kunt in een afbeelding van een zenuwcel de delen benoemen.
10.2.2 Je kunt drie typen zenuwcellen noemen met hun functies en kenmerken.
10.2.3 Je kunt omschrijven wat een zenuw is en je kunt drie typen zenuwen noemen met hun kenmerken.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	10.2.1	10.2.2	10.2.3	10.1.1*
Onthouden		1bd	2ab	
Begrijpen	1a, 4	1c, 3b, 4, 5	2c, 3a, 4	
Toepassen		6ab, 7ac, 8ac	7b	6c
Analyseren		8bd		

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Voordat je ook maar één vinger kunt bewegen, moeten je hersenen eerst impulsen naar de juiste spieren sturen. Dat gaat vaak met een snelheid van meer dan 200 km/uur. Daardoor kun je heel snel reageren.

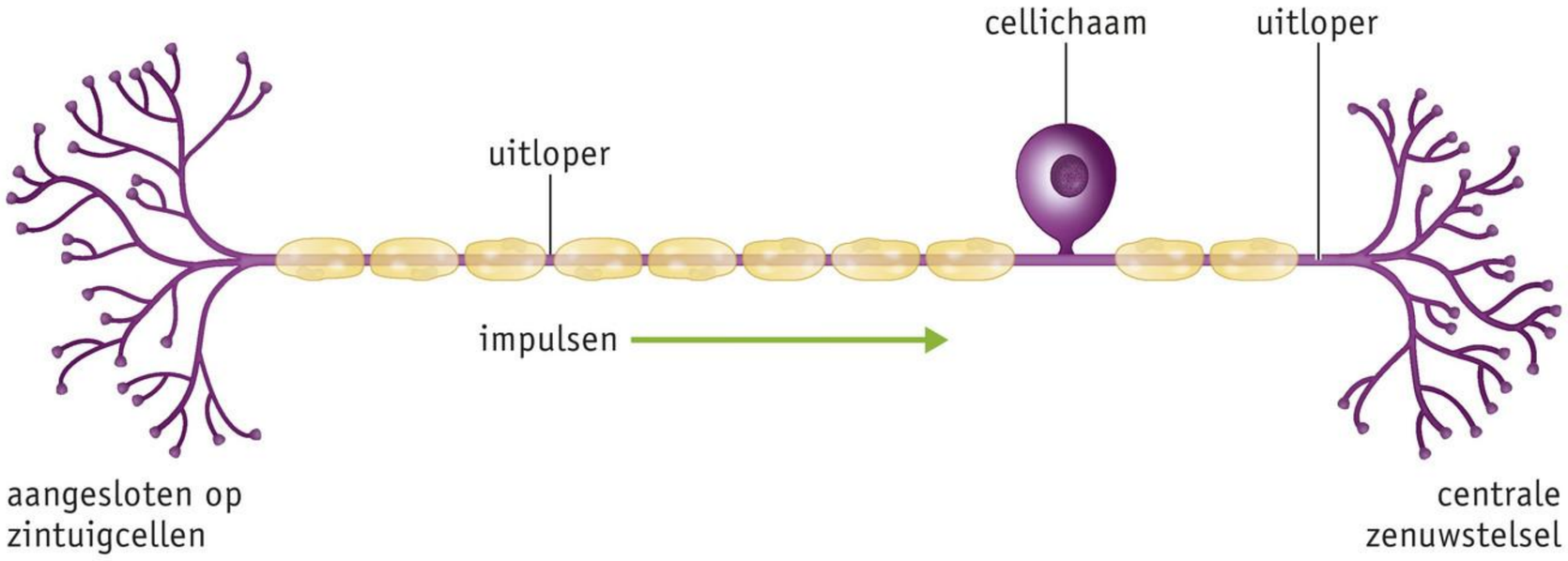
Impulsen verplaatsen zich door het zenuwstelsel via **zenuwcellen**. Het zenuwstelsel bestaat uit miljoenen zenuwcellen. Elke zenuwcel heeft een **cellichaam** met daarin de celkern. Aan het cellichaam zitten een of meer uitlopers. De impulsen verplaatsen zich langs de **uitlopers**. Uitlopers kunnen meer dan een meter lang zijn.

TYPEN ZENUWCELLEN

Er zijn drie typen zenuwcellen:
- gevoelszenuwcellen
- bewegingszenuwcellen
- schakelcellen

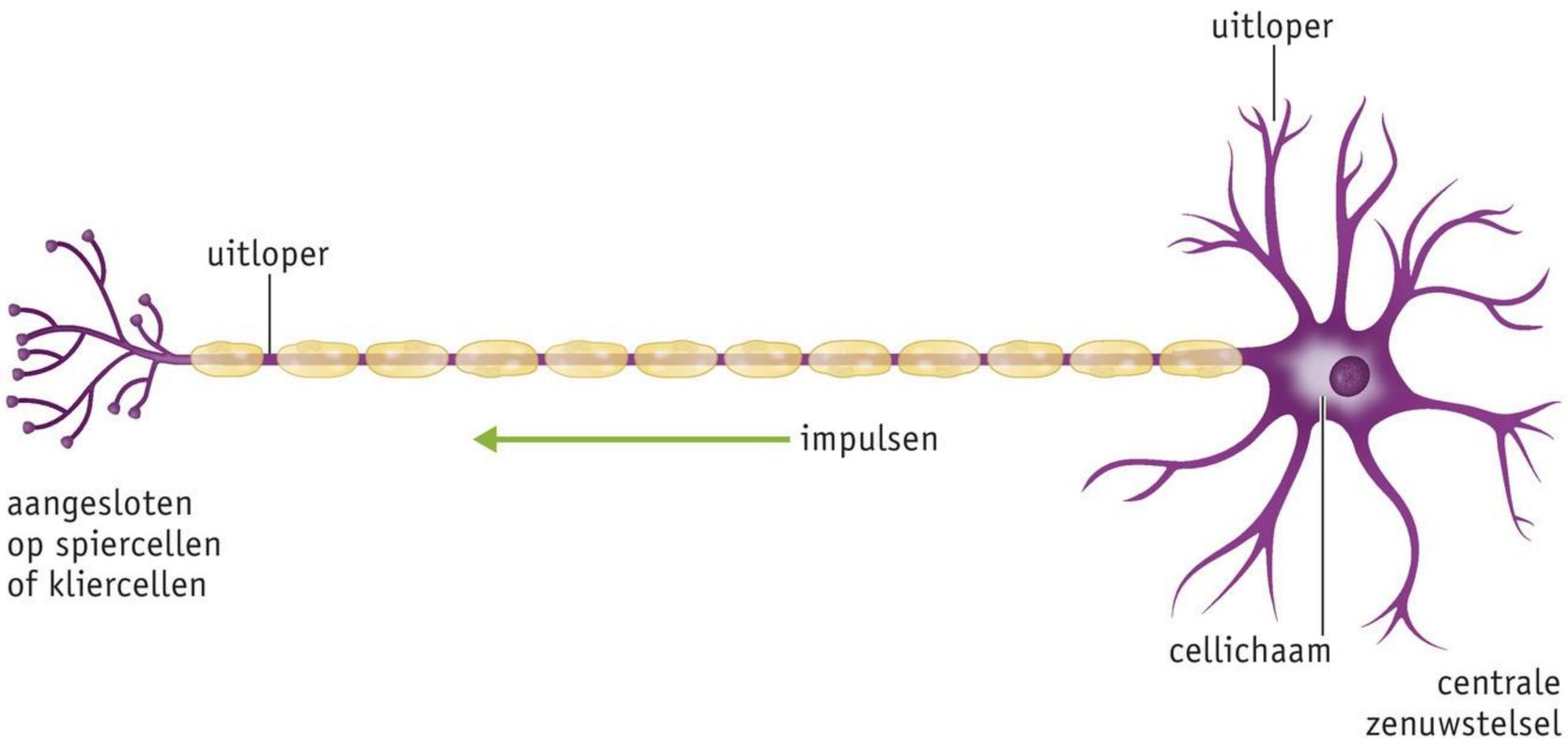
Gevoelszenuwcellen geleiden impulsen van zintuigen naar het centrale zenuwstelsel (zie afbeelding 1). De cellichamen van gevoelszenuwcellen liggen *vlak bij* het centrale zenuwstelsel. Een gevoelszenuwcel heeft één lange uitloper die impulsen naar het cellichaam toe geleidt. De andere uitloper geleidt impulsen van het cellichaam naar het centrale zenuwstelsel.

Afb. 1 Een gevoelszenuwcel (schematisch).



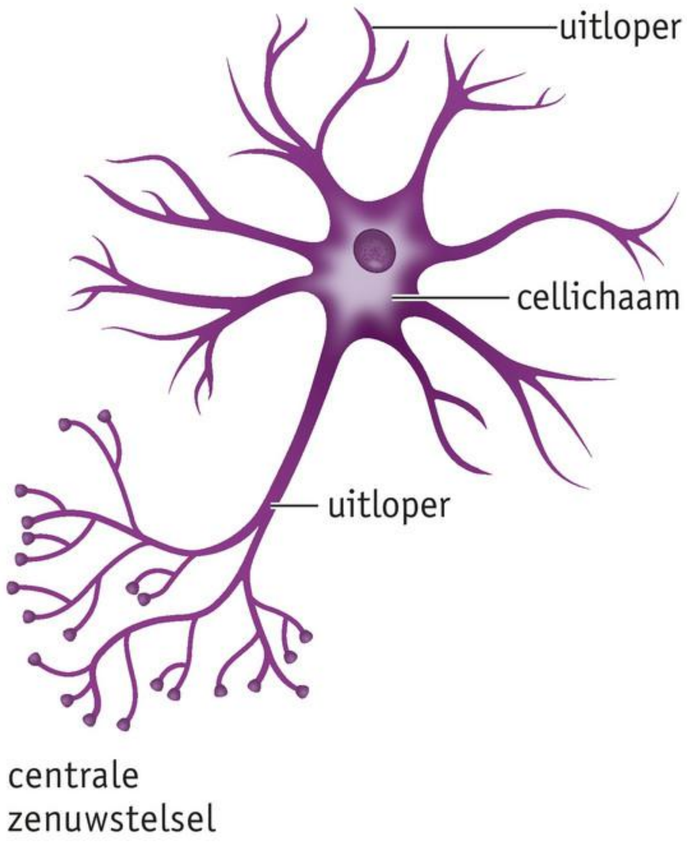
Bewegingszenuwcellen geleiden impulsen van het centrale zenuwstelsel naar spieren of klieren (zie afbeelding 2). De cellichamen van bewegingszenuwcellen liggen *in* het centrale zenuwstelsel. Een bewegingszenuwcel heeft één lange uitloper die impulsen van het cellichaam naar spieren of klieren geleidt. Het cellichaam heeft veel vertakkingen zodat de bewegingszenuwcel contact kan hebben met verschillende schakelcellen.

Afb. 2 Een bewegingszenuwcel (schematisch).



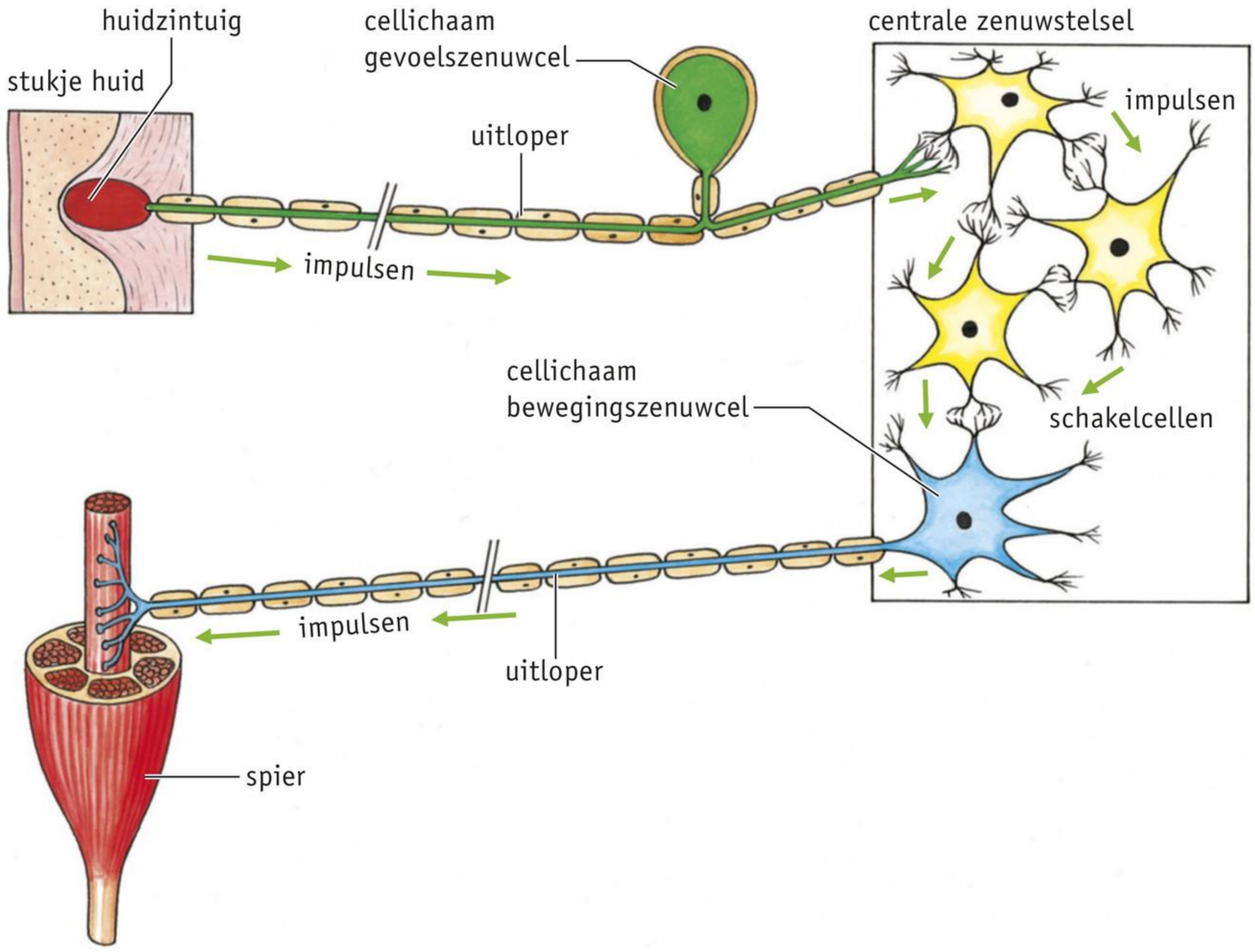
Schakelcellen geleiden impulsen binnen het centrale zenuwstelsel (zie afbeelding 3). Schakelcellen verbinden zenuwcellen met elkaar. Ze verbinden elkaar onderling, maar ook de uitlopers van gevoelszenuwcellen met de uitlopers van bewegingszenuwcellen. Schakelcellen liggen *in hun geheel* in het centrale zenuwstelsel.

Afb. 3 Een schakelcel (schematisch).



In afbeelding 4 is schematisch getekend hoe de drie typen zenuwcellen impulsen aan elkaar doorgeven.

Afb. 4 Het doorgeven van impulsen.



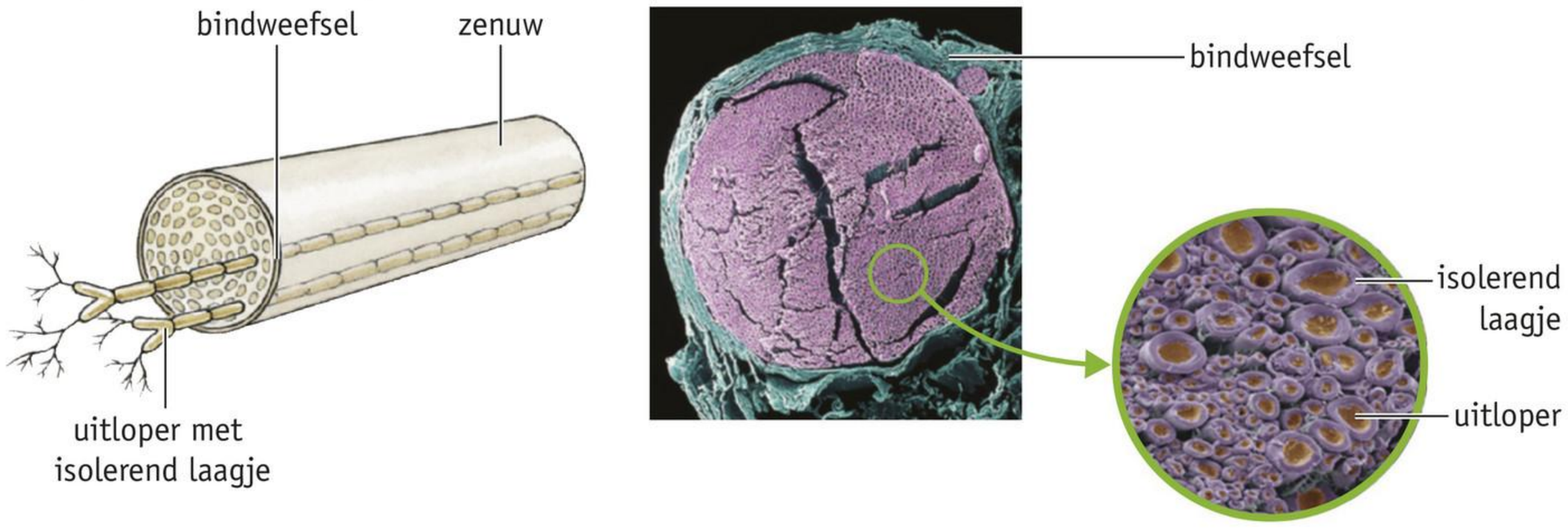
ZENUWEN

In werkelijkheid wordt nooit één impuls via één uitloper naar het centrale zenuwstelsel of naar een spier of klier geleid. Impulsen worden via duizenden uitlopers tegelijk doorgegeven. De uitlopers liggen in een **zenuw** in een bundel bij elkaar (zie afbeelding 5.1).

Om elke uitloper in een zenuw ligt een dun, isolerend laagje (zie afbeelding 5.2). Dat laagje scheidt de uitlopers van elkaar. Zo kunnen impulsen niet 'overspringen' van de ene uitloper naar een andere uitloper.

Om een zenuw ligt een stevige laag **bindweefsel**. Dit bindweefsel zorgt voor bescherming van de zenuw.

Afb. 5 Zenuw met uitlopers.



1 schematische tekening van een zenuw

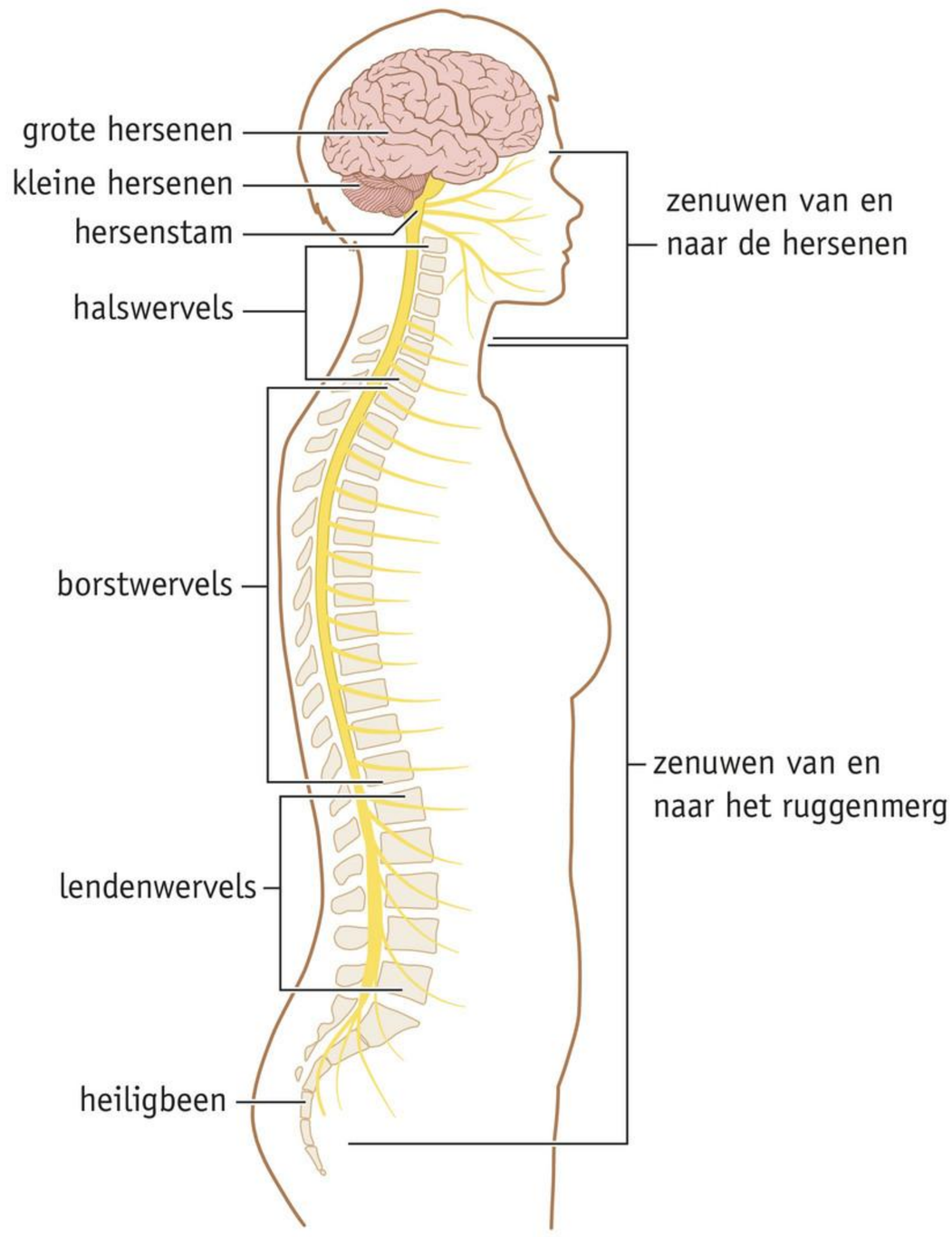
2 een dwarsdoorsnede van een zenuw (gemaakt met een elektronenmicroscoop)

Er zijn drie typen zenuwen:
- gevoelszenuwen
- bewegingszenuwen
- gemengde zenuwen

Een **gevoelszenuw** bevat alleen uitlopers van gevoelszenuwcellen. Een voorbeeld hiervan is de oogzenuw. Deze geleidt impulsen van de zintuigcellen in je oog naar je hersenen.
Een **bewegingszenuw** bevat alleen uitlopers van bewegingszenuwcellen.
Een **gemengde zenuw** bevat uitlopers van gevoelszenuwcellen en uitlopers van bewegingszenuwcellen. De meeste zenuwen in je lichaam zijn gemengde zenuwen.

Impulsen van je romp en ledematen (armen en benen) lopen via je ruggenmerg naar je hersenen. Spieren en klieren in je romp en ledematen ontvangen impulsen vanuit je hersenen via je ruggenmerg. De zenuwen die impulsen geleiden van je hoofd en hals komen bij de hersenstam aan. Ook de impulsen naar spieren en klieren in je hoofd en hals verlopen via de hersenstam. De impulsen van en naar je hoofd en hals verlopen dus niet via je ruggenmerg (zie afbeelding 6).

Afb. 6 Gemengde zenuwen sluiten op het centrale zenuwstelsel aan (schematisch).



KENNIS

1

a In afbeelding 7 is een zenuwcel schematisch weergegeven.
Geef de namen van de genummerde delen. Gebruik daarbij: *celkern* – *cellichaam* – *uitloper* (2×).

1 .....

2 .....

3 .....

4 .....

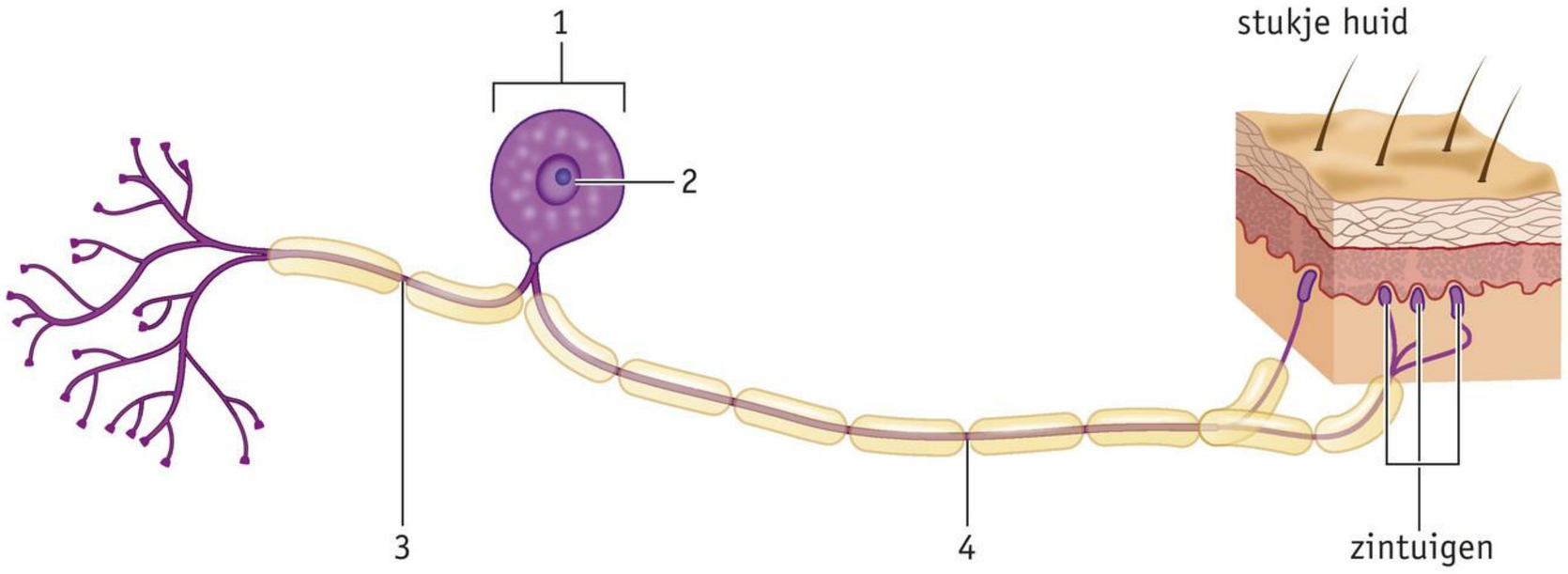
b De cellichamen van bewegingszenuwcellen liggen *in* / *vlak bij* het centrale zenuwstelsel.
De cellichamen van gevoelszenuwcellen liggen *in* / *vlak bij* het centrale zenuwstelsel.

c Welk type zenuwcel is schematisch weergegeven in afbeelding 7?

- ○ A bewegingszenuwcel
- ○ B gevoelszenuwcel
- ○ C schakelcel

d Wat is de functie van schakelcellen?

Afb. 7 Een zenuwcel (schematisch).



2

a Wat is een zenuw?

- ○ A een bundel uitlopers van zenuwcellen
- ○ B een combinatie van gevoelszenuwcellen en bewegingszenuwcellen
- ○ C een uitloper binnen het centrale zenuwstelsel
- ○ D een uitloper met daaromheen bindweefsel

b De functie van het dunne laagje om elke uitloper in een zenuw is *bescherming* / *isolatie*.
De functie van een bindweefsellaag om een zenuw is *bescherming* / *isolatie*.

c In welke richting(en) geeft een gemengde zenuw impulsen door?

- ☐ A van het centrale zenuwstelsel naar spieren en klieren
- ☐ B van het ruggenmerg naar de hersenstam
- ☐ C van spieren en klieren naar het centrale zenuwstelsel
- ☐ D van zintuigen naar het centrale zenuwstelsel

3

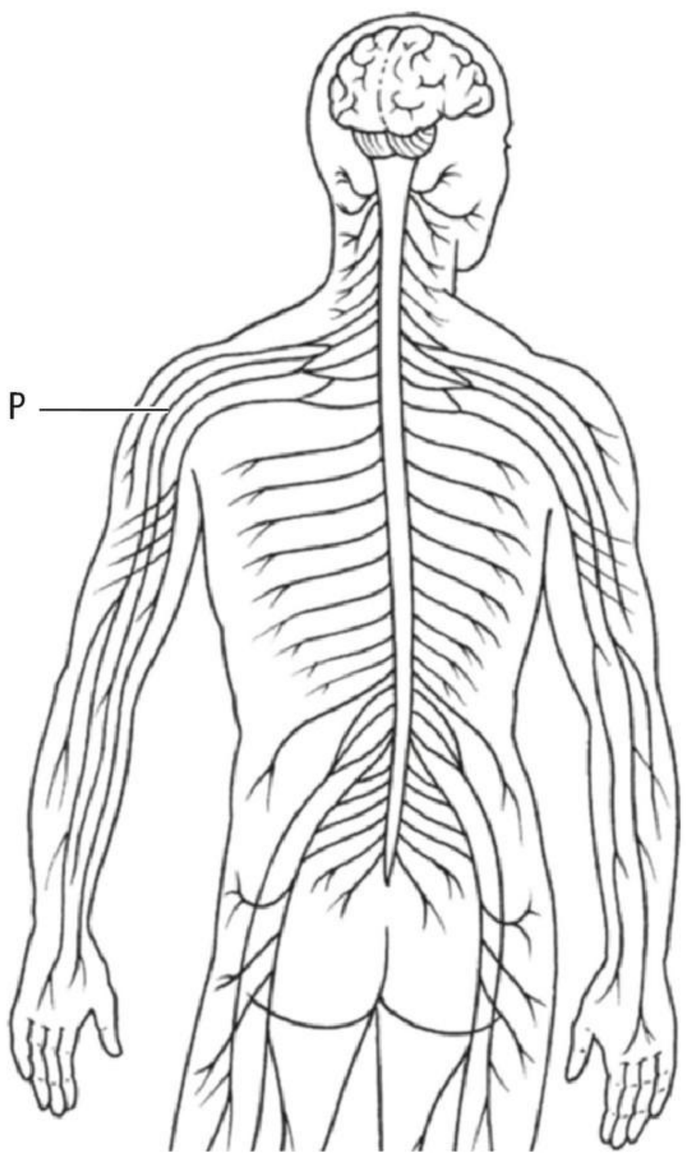
a De zenuwen vanaf de beenspieren zijn met de hersenen verbonden via *de hersenstam* / *het ruggenmerg*.

b De zenuwen vanaf de tong zijn met de hersenen verbonden via *de hersenstam* / *het ruggenmerg*.

c Een verkeersslachtoffer heeft verschillende verwondingen opgelopen. Er is onder andere een grote zenuw in de linkerarm doorgesneden. De plaats waar deze zenuw is doorgesneden, is in afbeelding 8 aangegeven met P.
Van welk type of van welke typen zenuwcellen zijn bij dit ongeluk uitlopers doorgesneden?

☐ A van bewegingszenuwcellen
☐ B van gevoelszenuwcellen
☐ C van schakelcellen

Afb. 8



4

Samenvatting
Maak een samenvatting van de basisstof.

Vul de tabel in.

- Kies bij 1 uit: *naar het centrale zenuwstelsel toe – van het centrale zenuwstelsel af – binnen het centrale zenuwstelsel*.
- Kies bij 2 uit: *van schakelcellen – van zintuigcellen – van alle soorten zenuwcellen*.
- Kies bij 3 uit: *naar schakelcellen – naar spiercellen of kliercellen – naar alle soorten zenuwcellen*.
- Kies bij 4 uit: *in het centrale zenuwstelsel* (2×) *– vlak bij het centrale zenuwstelsel*.

Vraag	Gevoelszenuwcellen	Bewegingszenuwcellen	Schakelcellen
1 In welke richting geleiden ze impulsen?			
2 Van wat voor cellen ontvangen ze impulsen?			
3 Naar wat voor cellen geleiden ze impulsen?			
4 Waar liggen de cellichamen?			

Vul de zinnen aan.

- Een zenuw is een .....
- Om elke uitloper ligt .....
- Om de zenuw heen ligt .....
- De drie typen zenuwen zijn: .....

  .....
- Zenuwen die bij het ruggenmerg aankomen, komen vanaf

  .....
- Zenuwen die bij de hersenstam aankomen, komen vanaf

  .....

Vul de tabel in.

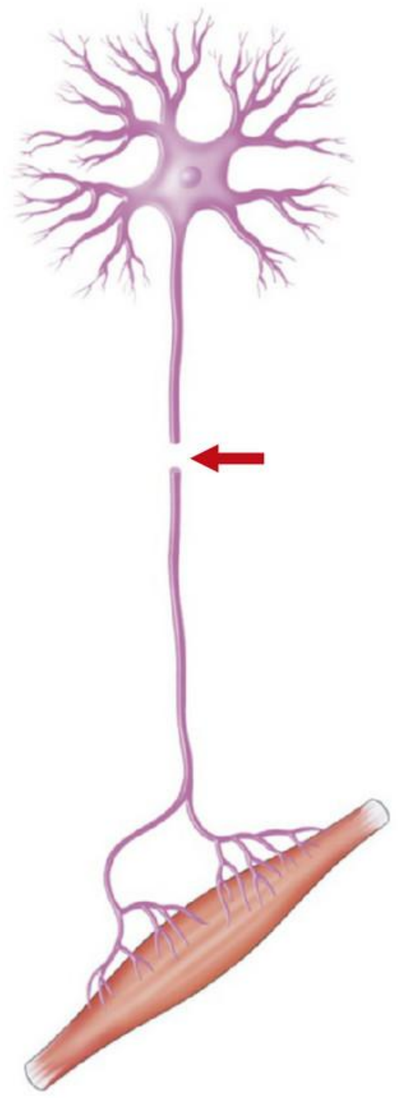
Soort zenuw	Bestaat uit:

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

5 In afbeelding 9 is schematisch een zenuwcel getekend die impulsen geleidt naar een spier. De uitloper is op de plaats van de pijl doorgesneden.
Welk gevolg heeft het doorsnijden van de uitloper voor het samentrekken van het getekende deel van de spier?

Afb. 9 Een zenuwcel waarbij een uitloper is doorgesneden.



6 Lees de tekst 'Een prothese met gevoel'.

a Er bestaan al langere tijd protheses waarmee bepaalde bewegingen kunnen worden uitgevoerd. Iets oppakken of een deur openen is hiermee mogelijk.
De zenuwen van de armspier in afbeelding 10 zijn verbonden met de prothese.
Met welk type zenuwcellen is de prothese verbonden? Leg je antwoord uit.

b De bijzondere nieuwe functie is dat er sensoren in de prothese zelf zitten. Er wordt zo vanuit de prothese een verbinding gemaakt met de arm.
Aan welk type zenuwcellen worden de signalen van de sensoren doorgegeven?

c De sensoren in de armprothese zorgen voor een elektrisch signaal dat geschikt is voor het zenuwstelsel.
Hoe heet zo'n signaal?

Afb. 10

Een prothese met gevoel



Wereldwijd missen meer dan een miljoen mensen een ledemaat. Een prothese (een kunstmatige vervanging) zorgt ervoor dat zij weer zelfstandig handelingen kunnen uitvoeren.
Onderzoekers van de technische universiteit Chalmers en het Sahlgrenska UMC in Göteborg (Zweden) hebben een armprothese ontwikkeld die wordt aangestuurd door impulsen vanuit de hersenen. Daarnaast stuurt de prothese ook impulsen terug naar het hersenen, waardoor de prothese 'gevoel' krijgt.
De prothese zit aan het bot van het overgebleven stuk arm bevestigd. De armprothese is daar 'aangesloten' op de zenuwen en spieren. Sensoren in de prothese sturen signalen naar een ingebouwde computer. Elektrische signalen worden vervolgens doorgegeven aan de zenuwen van de arm. Deze zenuwen staan in verbinding met het centrale zenuwstelsel. Met behulp van kunstmatige intelligentie worden impulsen vanuit de hersenen vertaald in bewegingen. De drager kan met deze prothese dus bewegen én voelen.

Naar: New England Journal of Medicine: 'Self-contained neuromusculoskeletal arm protheses' (2020).

7 Lees de tekst ‘ALS’.

a Leg uit dat het afsterven van cellichamen van bewegingszenuwcellen in het ruggenmerg en de hersenstam de oorzaak zijn van het minder of niet functioneren van spieren.

b Een patiënt met ALS heeft moeite met kauwen en slikken.
In welk deel van het centrale zenuwstelsel zijn er in dit geval zenuwcellen afgestorven? Leg je antwoord uit.

c De zintuigen blijven bij een patiënt met ALS gewoon werken. Patiënten blijven normaal zien, horen, ruiken, proeven en voelen.
Geef hiervoor een verklaring.

Afb. 11

ALS

Amyotrofische lateraal sclerose (ALS) is een zenuwziekte. Door deze ziekte functioneren de spieren minder goed of helemaal niet meer. Dit komt doordat de cellichamen van bewegingszenuwcellen in het ruggenmerg en de hersenstam afsterven.
Er is op dit moment geen behandeling voor ALS. De levensverwachting van een ALS-patiënt is maar drie tot vijf jaar nadat de diagnose ALS is gesteld.
Naar de oorzaak van ALS wordt veel onderzoek gedaan. Het vinden van een oorzaak zou ook de deur kunnen openen naar het vinden van een medicijn. Voor dit onderzoek is veel geld nodig.
Met de ice-bucket challenge is in 2014 wereldwijd meer dan 100 miljoen euro opgehaald voor ALS-onderzoek.



ice-bucket challenge

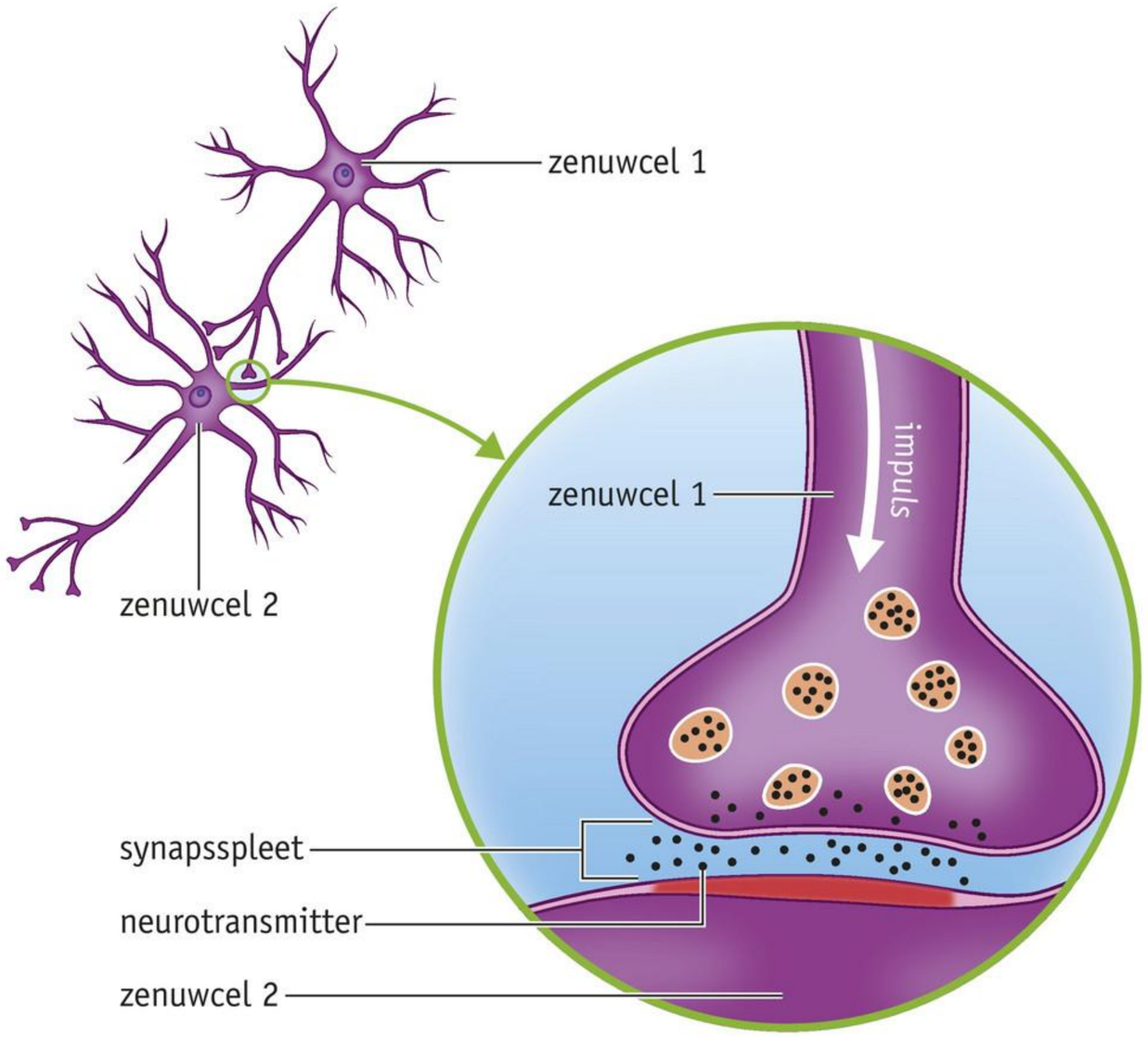
Naar: Hersenstichting, ALS.

+ 8

Zenuwcellen zijn met elkaar verbonden door middel van uitlopers. Hierdoor kunnen ze impulsen aan elkaar doorgeven. Wanneer je goed kijkt naar die verbinding tussen zenuwcellen, zie je dat er een nauwe opening tussen de cellen zit (zie afbeelding 12). Deze opening wordt de *synapsspleet* genoemd. Zenuwcellen geven boodschapperstofjes af die via de synapsspleet naar de volgende zenuwcel gaan. Deze boodschapperstofjes worden ook wel *neurotransmitters* genoemd.
Wanneer er in zenuwcel 1 impulsen zijn ontstaan, geeft deze zenuwcel neurotransmitters af. De neurotransmitters komen in de synapsspleet terecht. Vervolgens worden ze opgemerkt door zenuwcel 2. In zenuwcel 2 zorgen de neurotransmitters voor het ontstaan van nieuwe impulsen.
Neurotransmitters hebben onder andere invloed op je stemming: ze bepalen hoe je je voelt. In tabel 1 is van enkele neurotransmitters aangegeven welk effect ze op je stemming hebben.

a Welke neurotransmitter in de tabel kan gevoelens van verliefdheid veroorzaken?
b In welk deel van het zenuwstelsel worden de meeste neurotransmitters gemaakt? Leg je antwoord uit.
c Wat zal er gebeuren wanneer iemand te weinig serotonine afgeeft?
d Bij een depressie kunnen zogenoemde antidepressiva worden voorgeschreven. Het effect van sommige van deze antidepressiva is dat serotonine langer in de synapsspleet blijft en boodschappen op de ontvangende zenuwcel blijft overdragen. De ontvangende zenuwcel geeft hierdoor langer impulsen af dan normaal. Leg uit dat dit medicijn depressieve gevoelens kan tegengaan.

Afb. 12 Een synaps: verbinding tussen twee zenuwcellen (schematisch).



Tabel 1 Effect van neurotransmitters.

Neurotransmitter	Effect (onder andere)
Dopamine	gevoel van blijdschap en genot
GABA	rustgevend gevoel
Serotonine	gevoel van veiligheid en tevredenheid

Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

3 Het ruggenmerg

LEERDOEL

10.3.1 Je kunt de delen van het ruggenmerg noemen met hun functies en kenmerken.

► Practicum 1

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	10.3.1	10.2.2*
Onthouden	2abd	
Begrijpen	1, 2c, 3	
Toepassen	4ab, 5bc, 6cd, 7ac	6a
Analyseren	4cd, 5ad, 6b, 7bd	

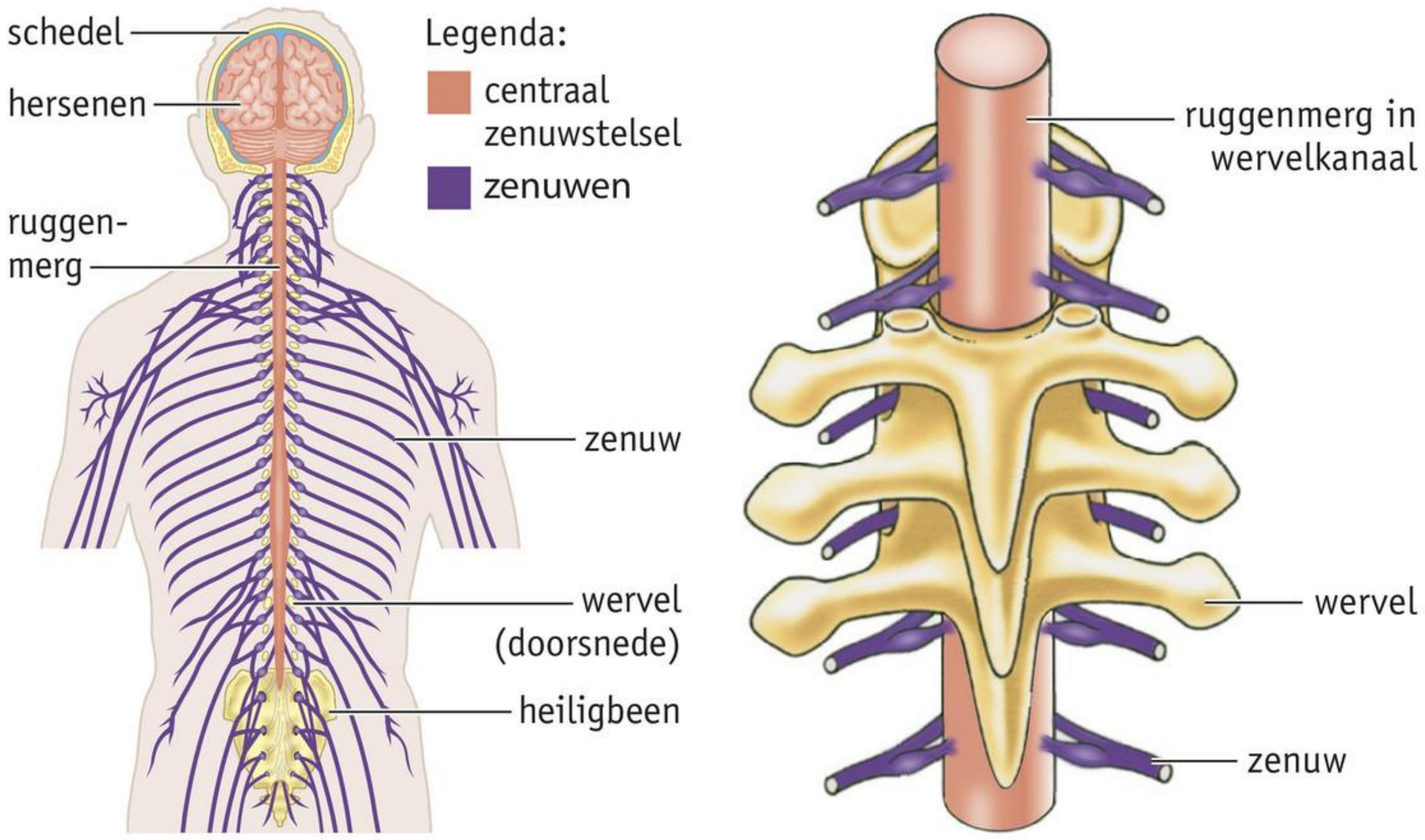
* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Alle gewervelde dieren hebben een wervelkolom. De wervels beschermen een belangrijk onderdeel van het zenuwstelsel: het ruggenmerg.

WERVELKANAAL

Veel zenuwen zijn door het ruggenmerg met de hersenen verbonden. Het **ruggenmerg** begint bij de hersenstam en eindigt bij de lendenwervels onder aan de rug (zie afbeelding 1.1)
Het ruggenmerg ligt beschermd in het **wervelkanaal** van de wervelkolom. Dit is een opening in de wervels (zie afbeelding 1.2). Tussen twee wervels komt steeds aan twee kanten een zenuw uit het ruggenmerg.

Afb. 1



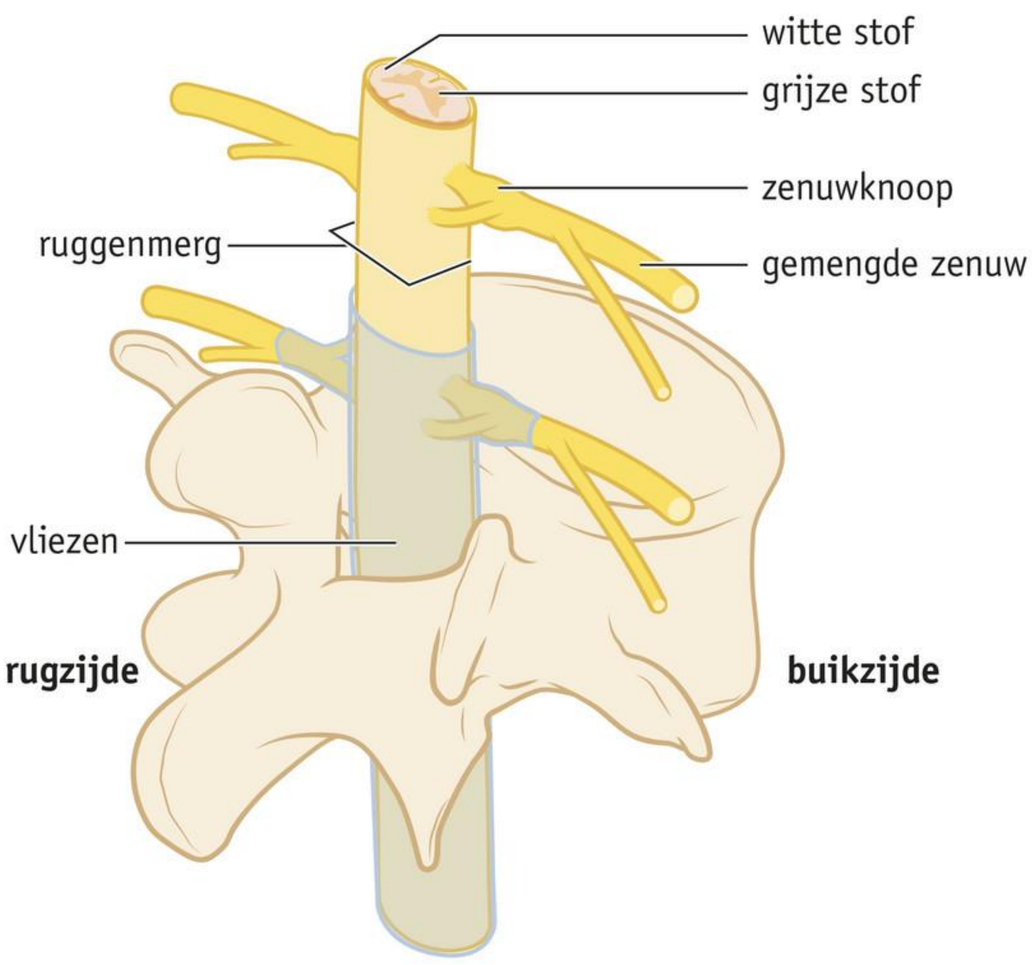
1 De zenuwen zijn met de hersenen verbonden door het ruggenmerg.
2 bescherming van het ruggenmerg

GRIJZE STOF EN WITTE STOF

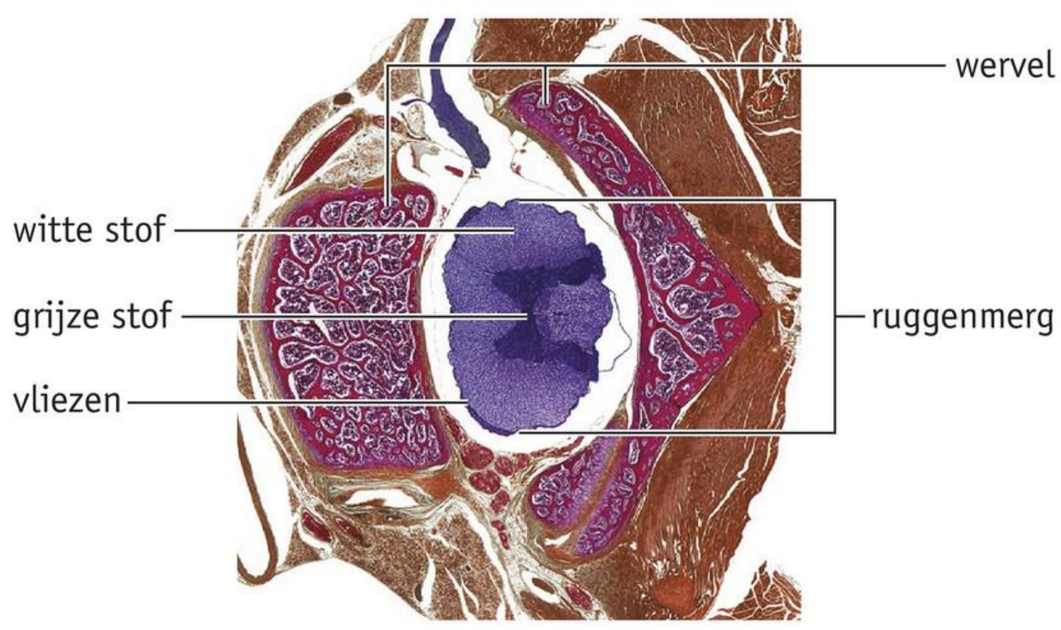
In het midden van het ruggenmerg ligt de **grijze stof** (zie afbeelding 2). Hierin liggen de cellichamen van schakelcellen en bewegingszenuwcellen. Aan de buitenkant ligt de **witte stof**, met daarin veel uitlopers. De uitlopers geleiden impulsen van en naar de hersenen, dus omlaag en omhoog. De witte kleur wordt veroorzaakt door de isolerende laagjes die om de uitlopers heen liggen.
Om het ruggenmerg heen liggen vliezen ter bescherming. Zo schuurt het ruggenmerg niet tegen het bot van de wervels. Ook geven de vliezen extra bescherming tegen bijvoorbeeld infecties.

Gemengde zenuwen splitsen zich net buiten het ruggenmerg in gevoelszenuwen en bewegingszenuwen. De bewegingszenuwen verlaten het ruggenmerg aan de buikzijde (voorkant van je lichaam). De gevoelszenuwen komen het ruggenmerg binnen aan de rugzijde (achterkant van je lichaam). De cellichamen van gevoelszenuwcellen liggen bij elkaar in verdikkingen naast het ruggenmerg: de **zenuwknopen**.

Afb. 2 Het ruggenmerg in het wervelkanaal.



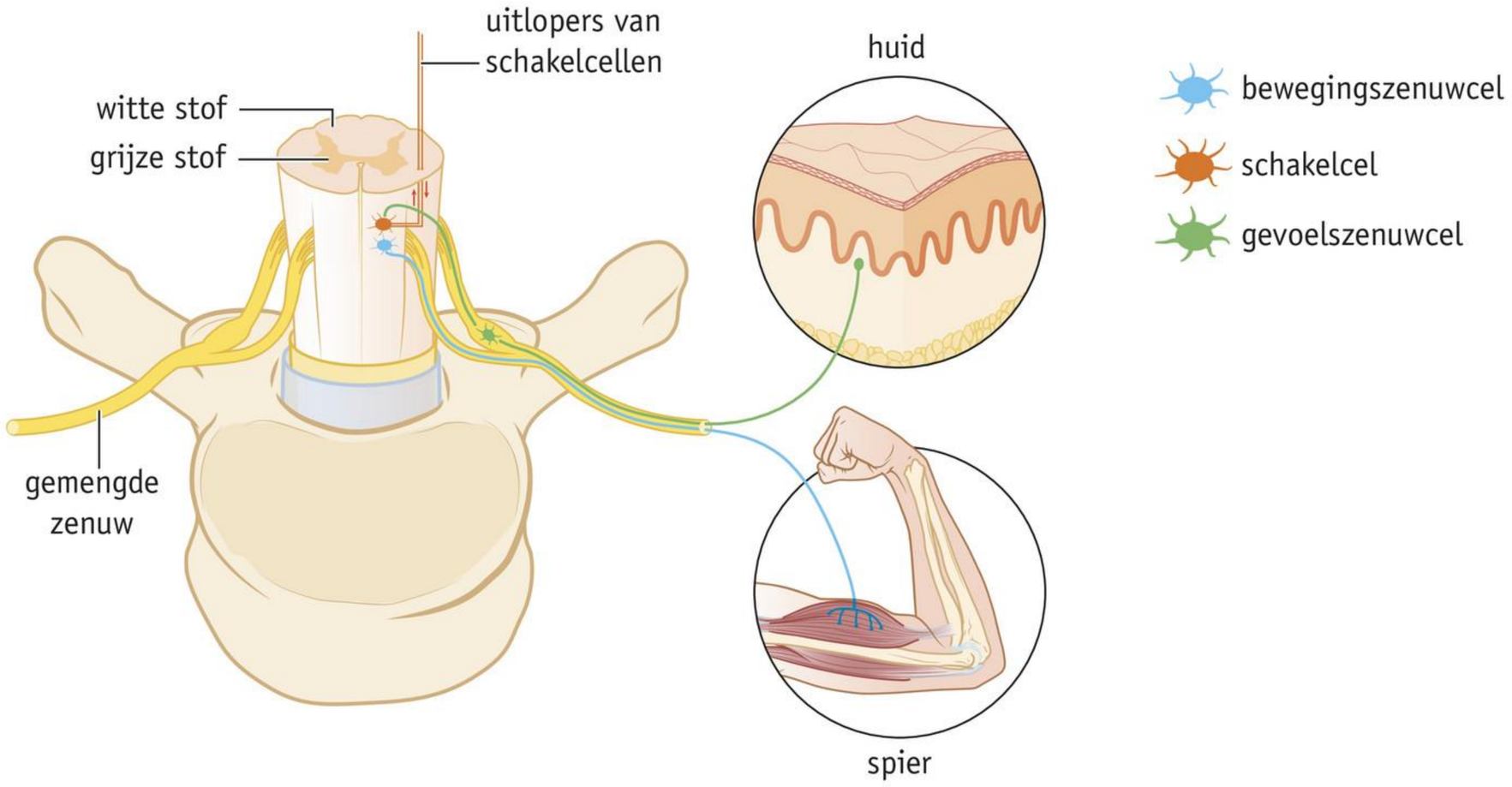
1 schematisch



2 microscopische foto (dwarsdoorsnede)

De cellichamen van de gevoelszenuwcellen zijn door uitlopers verbonden met de cellichamen van schakelcellen in de grijze stof (zie afbeelding 3). Hier zijn uitlopers van schakelcellen verbonden met cellichamen van bewegingszenuwcellen. Andere uitlopers van schakelcellen lopen door de witte stof van en naar de hersenen.
Uitlopers van bewegingszenuwcellen verlaten het ruggenmerg aan de buikzijde in bewegingszenuwen. De bewegingszenuwen komen uit in de gemengde zenuwen.

Afb. 3 Overzicht van de ligging van zenuwcellen in het ruggenmerg en daarbuiten (schematisch).



KENNIS

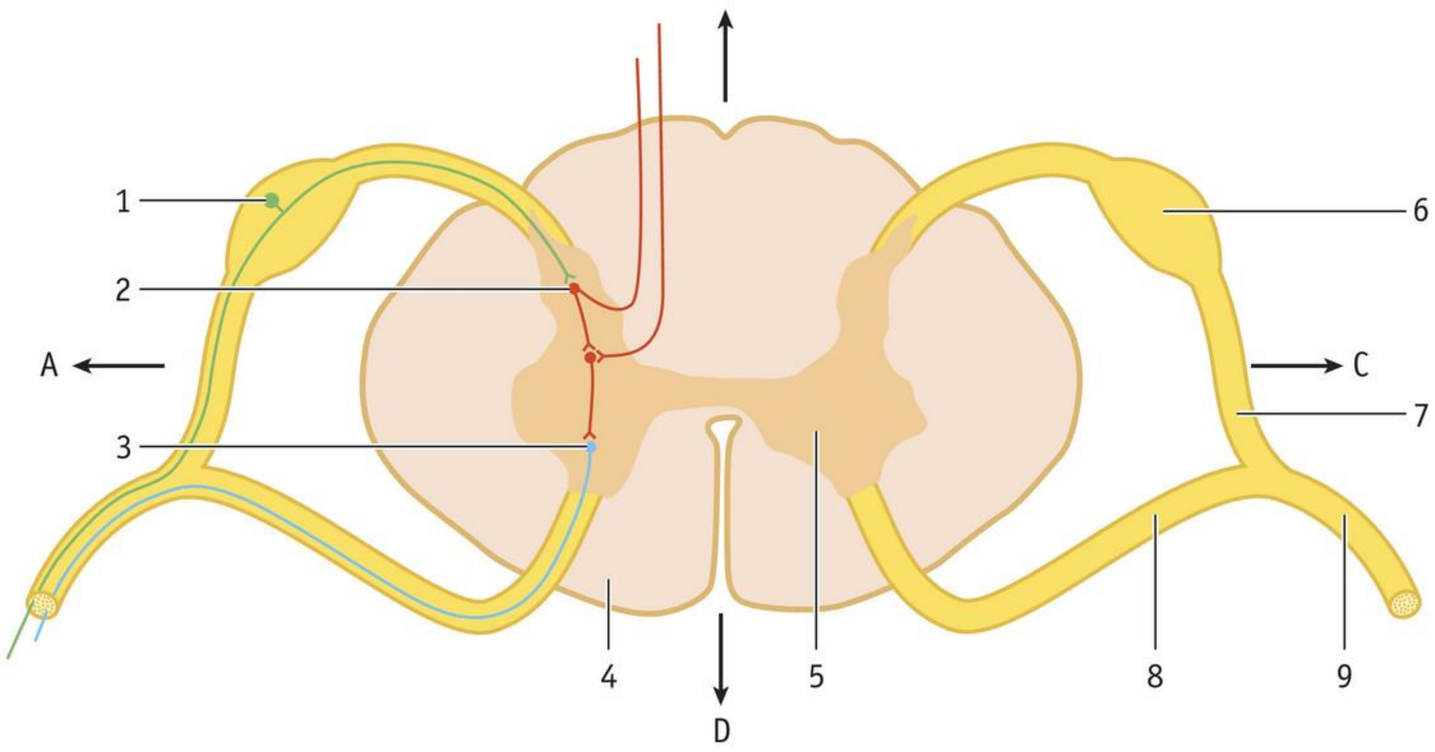
1

a In afbeelding 4 zie je een schematische tekening van een dwarsdoorsnede van het ruggenmerg met aansluitende zenuwen. Zenuwcellen worden vaak schematisch getekend op de manier zoals in deze afbeelding is gedaan.
Welke nummer hoort bij welk onderdeel?

bewegingszenuw .....
(cellichaam van een) bewegingszenuwcel .....
(cellichaam van een) gevoelszenuwcel .....
(cellichaam van een) schakelcel .....
gemengde zenuw .....
gevoelszenuw .....
grijze stof .....
witte stof .....
zenuwknoop .....

b In afbeelding 4 zie je pijlen A tot en met D.
Welke pijl geeft de rugzijde van het ruggenmerg aan? pijl .....

Afb. 4 Het ruggenmerg (schematisch).



2

a Waar liggen de cellichamen van gevoelszenuwcellen?

- ○ A in de grijze stof van het ruggenmerg
- ○ B in de witte stof van het ruggenmerg
- ○ C in zenuwknopen in het ruggenmerg
- ○ D in zenuwknopen vlak bij het ruggenmerg

b Waar liggen de cellichamen van schakelcellen en bewegingszenuwcellen?
in de *grijze* / *witte* stof

c Waar komen in het ruggenmerg de impulsen aan die afkomstig zijn van zintuigen?
aan de *buikzijde* / *rugzijde*

d Waar verlaten impulsen het ruggenmerg?

3

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Het ruggenmerg ligt .....
- De functie van het ruggenmerg is: .....
- Grijze stof: .....
- Witte stof: .....
- Zenuwknopen: .....

Je wilt in het donker je telefoon pakken. Die ligt op je nachtkastje. Je voelt met je hand waar je telefoon ligt. Gevonden! Je pakt je telefoon.
Beschrijf de weg van de impulsen. Begin bij de prikkel, het voelen van de telefoon.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4 Lees de tekst 'Jeuk? Krabben helpt!'.

a Plaatsten de onderzoekers de elektroden in de witte stof of in de grijze stof van het ruggenmerg?

b Welke uitlopers geven de impulsen niet meer of minder door aan de hersenen nadat je krabt bij jeuk? Leg je antwoord uit.

c Frank en Karin willen onderzoeken of krabben helpt als er in plaats van een impuls van jeuk een impuls van pijn door de zenuw wordt doorgegeven. Hun onderzoeksvraag is: 'Verdwijnen pijnimpulsen bij krabben?'
Op dezelfde wijze als de neurobiologen van de Universiteit van Minnesota hebben zij hun onderzoek uitgevoerd. Tijdens het geven van een pijnprikkel hebben ze gemeten hoeveel impulsen er door de zenuwcellen gaan. Ze hebben op verschillende momenten gekrabd. De resultaten zie je in afbeelding 6.
Wat is de conclusie van dit onderzoek? Leg je antwoord uit.

d Pijnsignalen zullen de hersenen altijd bereiken.
Waarom is het belangrijk dat pijnsignalen de hersenen altijd kunnen bereiken?

Afb. 5

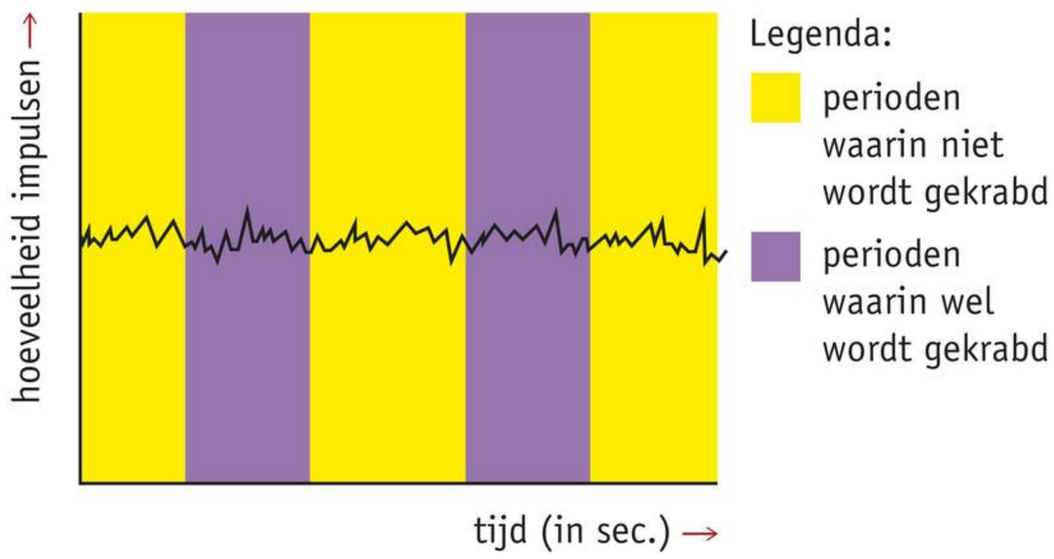
Jeuk? Krabben helpt!



Jeuk is niet leuk en krabben helpt (een beetje). Dat wisten we al, maar hoe het komt dat krabben bij jeuk helpt, was nog niet bekend. Neurobiologen van de Universiteit van Minnesota hebben een tipje van de sluier weten op te lichten.
Het krabben met bijvoorbeeld je nagels veroorzaakt lichte pijn. In de huid liggen uitlopers van zenuwcellen die jeuk registeren, en andere zenuwcellen die juist weer gevoelig zijn voor pijn en krabben. In het ruggenmerg maken jeuk en pijn gebruik van dezelfde zenuwcellen om de impulsen door te geven aan de hersenen.
De neurobiologen hebben onderzoek gedaan naar jeuk en pijn. Ze hebben bij apen uitlopers van zenuwcellen van heel kleine elektroden voorzien, zodat ze konden meten of er impulsen naar de hersenen werden geleid. De apen hebben ze toen een jeuk veroorzakend middel in hun poot gespoten. De gezamenlijke zenuwcellen in het ruggenmerg werden toen actief. Daarna krabden de onderzoekers de apen aan hun jeukende poot. De hoeveelheid impulsen verminderde. Hieruit maken onderzoekers op dat krabben de hoeveelheid jeukimpulsen kort omlaag brengt. Hierdoor ervaar je een kort moment minder jeuk.

Naar: Quest.nl, 'Daarom voelt krabben bij jeuk zo lekker'.

Afb. 6 Resultaten onderzoek krabben en pijn.



5 In afbeelding 7 zijn twee dwarsdoorsneden getekend van het ruggenmerg op verschillende hoogten in het lichaam.

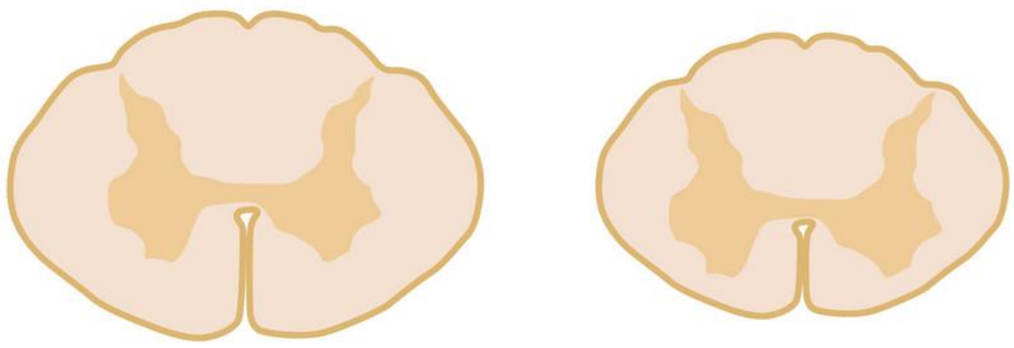
a Welk verschil in de witte stof zie je bij de twee doorsneden?

b In welke twee richtingen worden in de witte stof van het ruggenmerg impulsen doorgegeven?

c Waar in de witte stof bevinden zich de meeste uitlopers van gevoelszenuwcellen: in de hals of onderaan in de rug? Leg je antwoord uit.

d Welke doorsnede is gemaakt ter hoogte van een halswervel: doorsnede 1 of doorsnede 2? Leg je antwoord uit.

Afb. 7 Doorsnede van het ruggenmerg (schematisch).



doorsnede 1 doorsnede 2

6 Bij een operatie kan een patiënt plaatselijk verdoofd worden zodat hij op die plek geen pijn voelt. De patiënt is dan nog gewoon bij bewustzijn.

a Welke zenuwcellen worden bij een plaatselijke verdoving verdoofd? Leg je antwoord uit.

b Wanneer een patiënt in zijn been een snee heeft die moet worden gehecht, wordt de huid plaatselijk verdoofd.
Wanneer er een grotere operatie aan het been nodig is, zal een verdoving van de huid niet voldoende zijn. Een arts zal dan het gehele been verdoven. Hij verdooft dan de schakelcellen. Hierdoor is het gehele been verdoofd, maar de patiënt is wel bij bewustzijn.
Waar plaatst de arts de verdoving om het been volledig te verdoven? Leg je antwoord uit.

c Kan een patiënt zijn been dan nog bewegen? Leg je antwoord uit.

d Leg uit dat deze manier van verdoven niet kan worden gebruikt voor een operatie aan een arm.

+ 7 Lees de tekst ‘Een levensveranderende duik’.
Milkiyas heeft bij zijn ongeluk een dwarslaesie opgelopen. Een dwarslaesie is een beschadiging van het ruggenmerg, waardoor de verbinding tussen het centrale zenuwstelsel en de rest van het lichaam is onderbroken.

a Milikyas zegt dat hij niets heeft gevoeld van het ongeluk en ook na het ongeluk geen pijn had.
Geef hiervoor een verklaring.

b Een dwarslaesie kan compleet of incompleet zijn. Bij een complete dwarslaesie kunnen er helemaal geen impulsen meer worden vervoerd door de zenuwen van het ruggenmerg. Bij een incomplete dwarslaesie is een gedeelte van het ruggenmerg onderbroken. Bepaalde spieren en organen kunnen dan nog wel (deels) werken.
In afbeelding 9 zie je de dwarslaesie van Milkiyas schematisch getekend. Na het ongeluk had Milkiyas door de dwarslaesie moeite met ademen. Na revalidatie ademt hij weer zelfstandig.
Heeft Milkiyas op de aangegeven plek een complete of incomplete dwarslaesie? Leg je antwoord uit.

c Milkiyas heeft wat ze noemen een ‘hoge dwarslaesie’. Dat is een beschadiging van het ruggenmerg bovenin de ruggengraat. Een ‘lage dwarslaesie’ is een beschadiging vanaf de borstwervel of lager.
In afbeelding 10 zie je een lage dwarslaesie.
Noteer een deel van het lichaam dat deze persoon nog wel kan bewegen en een deel van het lichaam dat deze persoon niet meer kan bewegen.

d Behalve een ongeluk kan ook een tumor een dwarslaesie veroorzaken.
Leg uit hoe een tumor kan leiden tot een dwarslaesie.

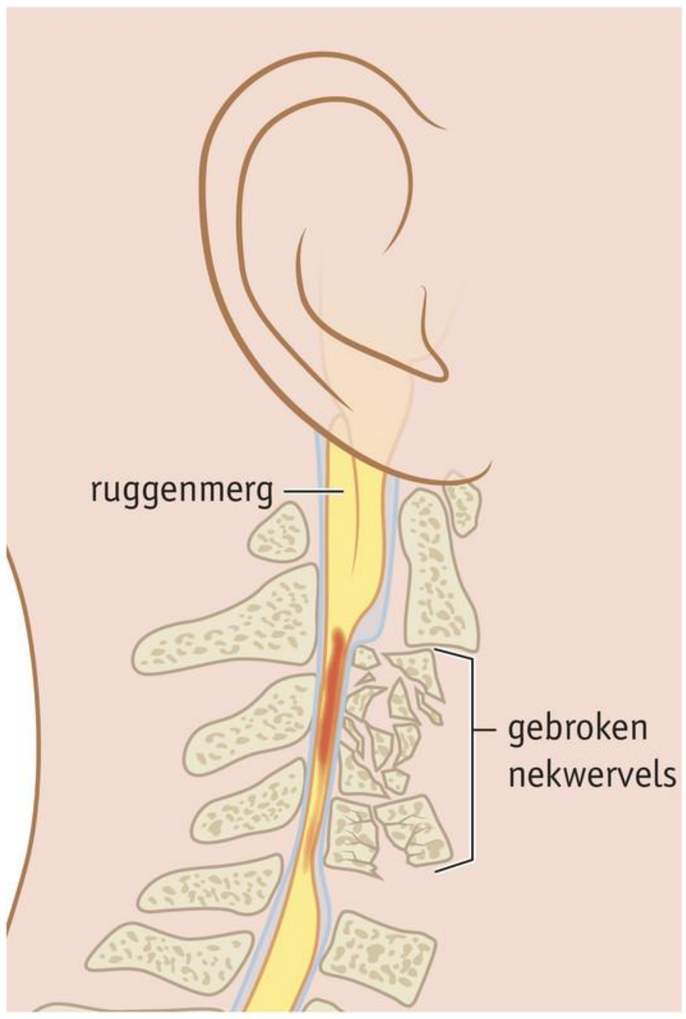
Afb. 8

Een levensveranderende duik

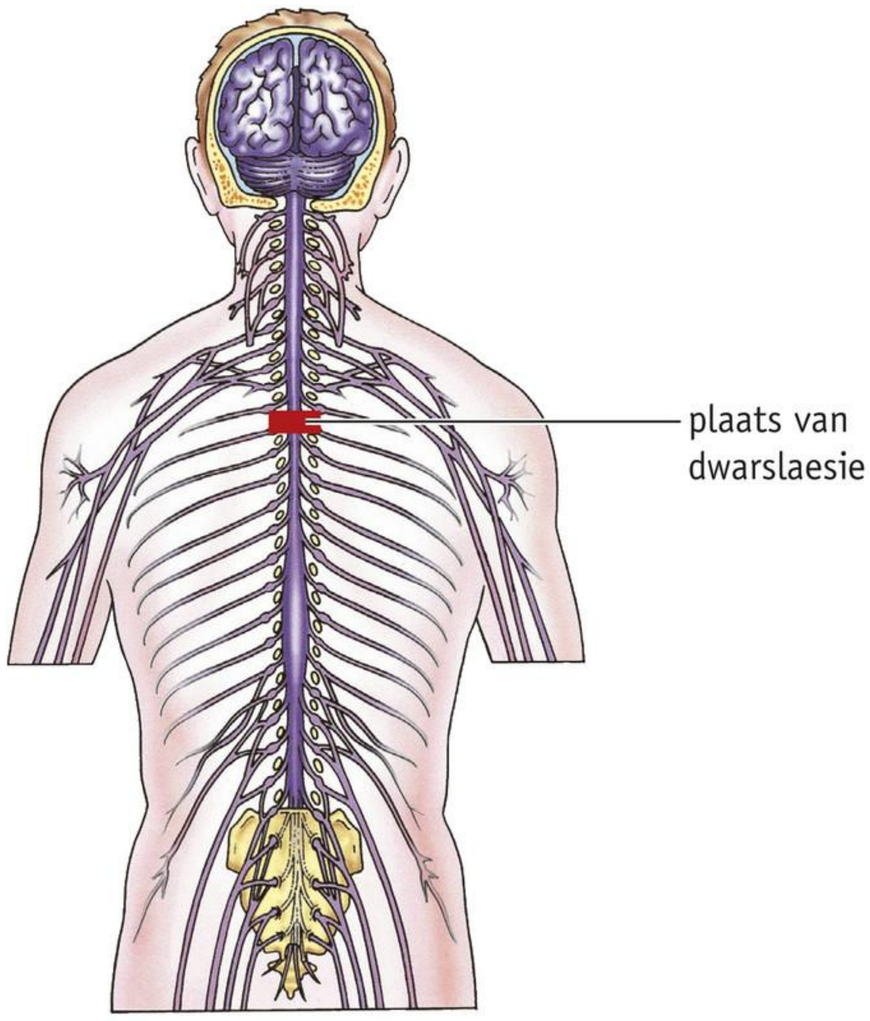
Een sprong in het water op een zomerse dag zette het leven van Milkiyas (toen 16) uit Roermond volledig op z’n kop. Milkiyas vertelt over de bewuste dag waarop het buiten warm was, maar het water nog koud. Langzaam het koude water in gaan vond hij niks, dus besluit hij het water in te duiken. Het water was op die plek niet helder en bleek ondiep te zijn. Hij brak zijn nek op drie plaatsen.
Milkiyas kon niets meer bewegen en ademen ging moeizaam. De ervaring zelf was voor Milkiyas pijnloos weet hij zich nog te herinneren.
In het ziekenhuis krijgt Milkiyas te horen dat hij nooit meer zal kunnen lopen. Na veertien maanden revalideren mocht hij naar huis.
Twee jaar na het ongeluk is Miliyas redelijk zelfstandig, gaat hij weer naar school en doet hij leuke dingen met vrienden. Hij blijft positief en kijkt vooruit: ‘Er is zoveel moois dat ik wel nog heb en wel nog kan doen. Dat wil ik uitstralen.’

Naar: De Limburger: ‘De 18-jarige Milkiyas uit Roermond kan na een duik in de Oolderplas niet meer voelen of bewegen, maar zijn positiviteit is jaloersmakend’ (2020).

Afb. 9 Dwarslaesie door gebroken nekwervels.



Afb. 10 Een lage dwarslaesie.



Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

4 De hersenen

LEERDOELEN

10.4.1 Je kunt de delen van de hersenen noemen met hun functies en kenmerken.

10.4.2 Je kunt de invloed van verdovende, stimulerende en bewustzijnsveranderende middelen op het zenuwstelsel beschrijven en de risico's van het gebruik van verslavende middelen noemen.

► Practicum 2

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	10.4.1	10.4.2
Onthouden	1ac, 2a	3
Begrijpen	1b, 2b, 4	4
Toepassen	5bd, 6	7bd, 8a
Analyseren	5ac	7ace, 8bc

Je hersenen bestaan uit de hersenstam, de grote hersenen en de kleine hersenen. In de hersenen liggen zo'n honderd miljard zenuwcellen.

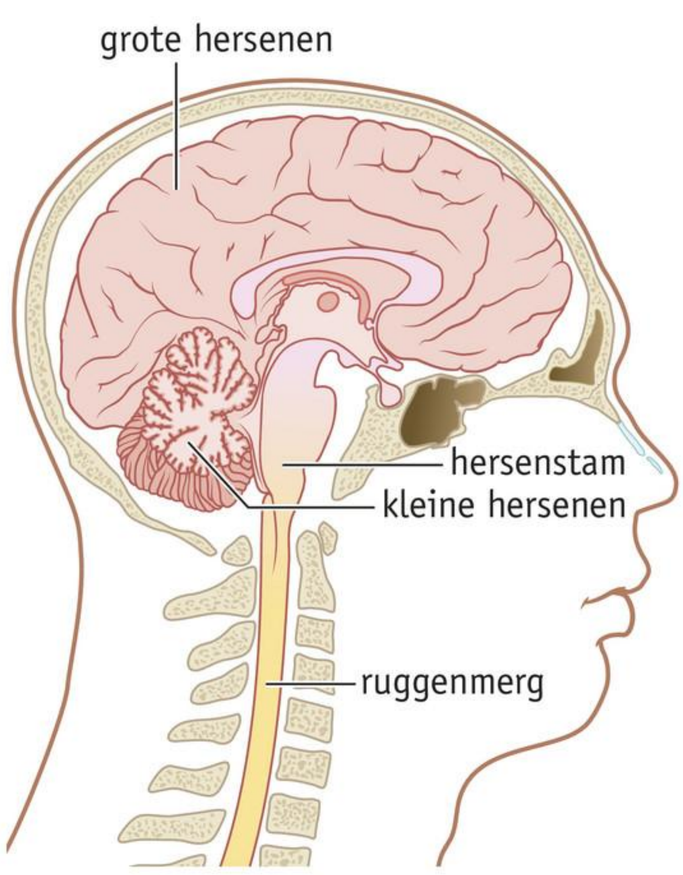
HERSENSTAM

De **hersenstam** ligt in het verlengde van het ruggenmerg (zie afbeelding 1). De hersenstam geleidt impulsen:

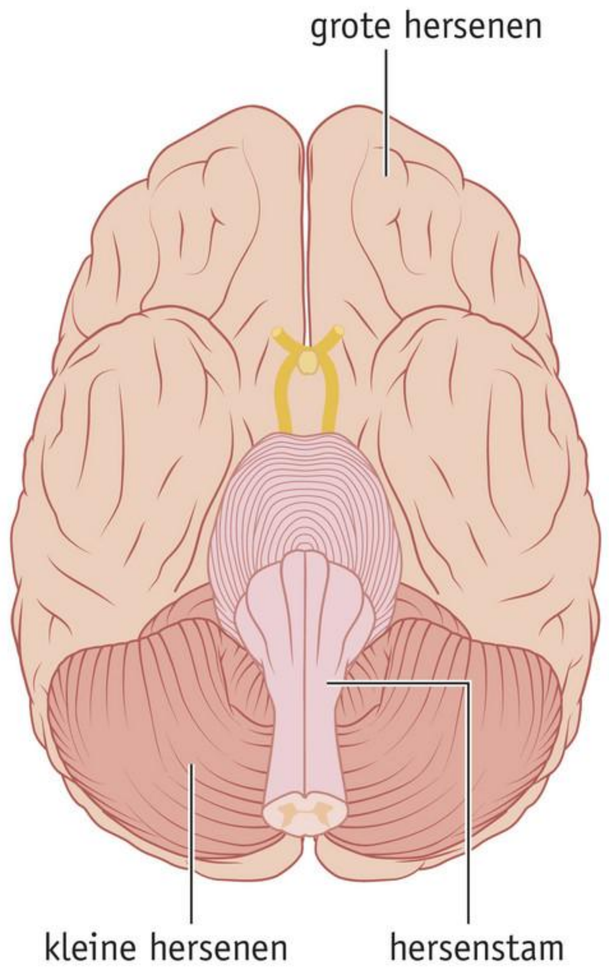
- van het ruggenmerg naar de grote en de kleine hersenen, en omgekeerd
- die afkomstig zijn van zintuigen in hoofd en hals naar de grote en de kleine hersenen
- die afkomstig zijn van de grote en de kleine hersenen naar de spieren en klieren in hoofd en hals

Naast het geleiden van impulsen stuurt de hersenstam ook belangrijke levensfuncties aan, zoals hartslag, ademhaling, bloeddruk en temperatuur van het lichaam.

Afb. 1 De hersenen.



1 zijaanzicht

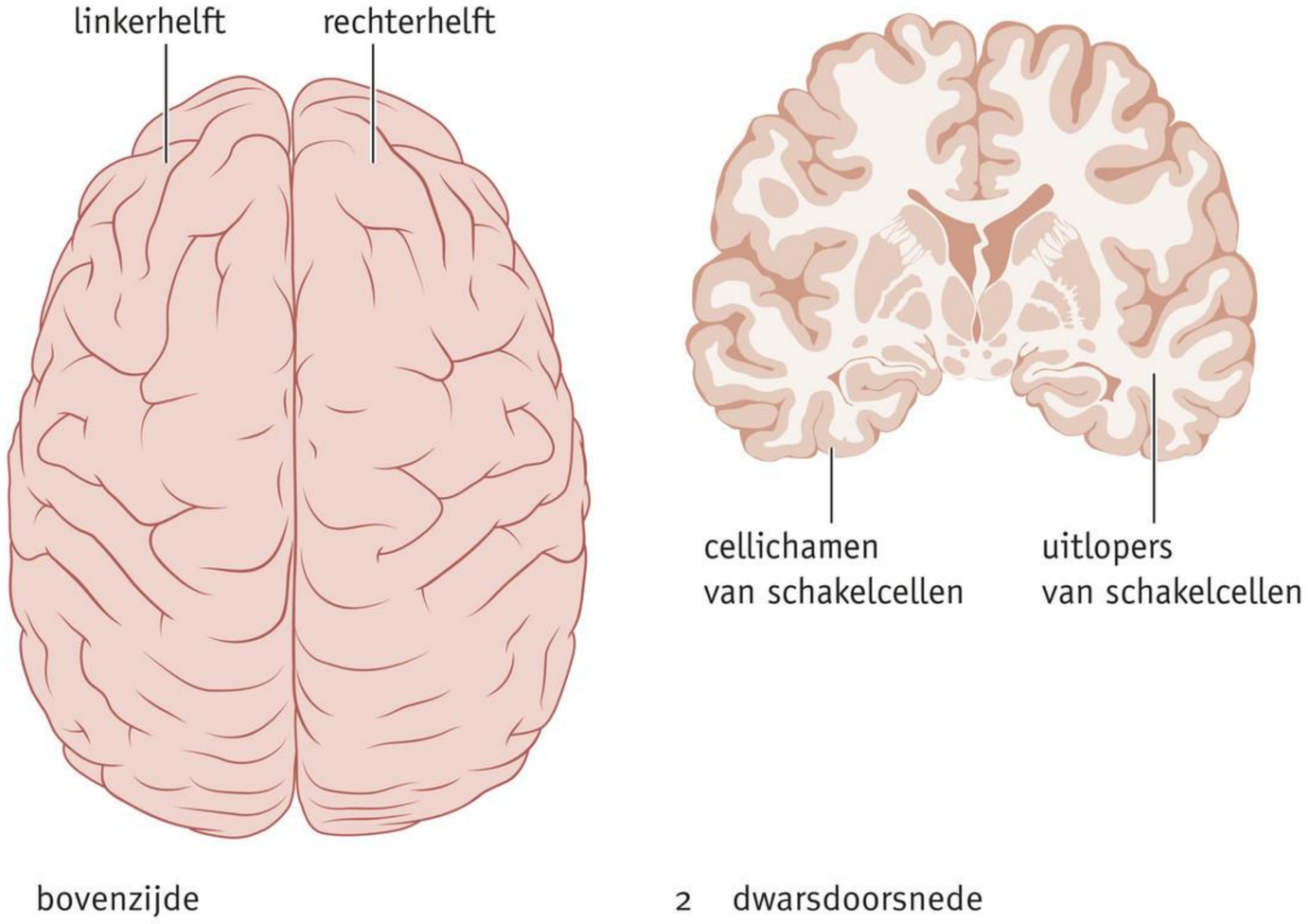


2 onderaanzicht

GROTE EN KLEINE HERSENEN

De grote hersenen en de kleine hersenen bestaan elk uit twee helften: een linkerhelft en een rechterhelft (zie afbeelding 2.1). Vooral de grote hersenen zijn sterk geplooid. In de hersenschors (het buitenste gedeelte) van de grote en de kleine hersenen ligt de **grijze stof** (zie afbeelding 2.2). Hierin liggen de cellichamen van de schakelcellen van de hersenen. In het binnenste gedeelte ligt de **witte stof**. Hierin liggen de uitlopers van schakelcellen.

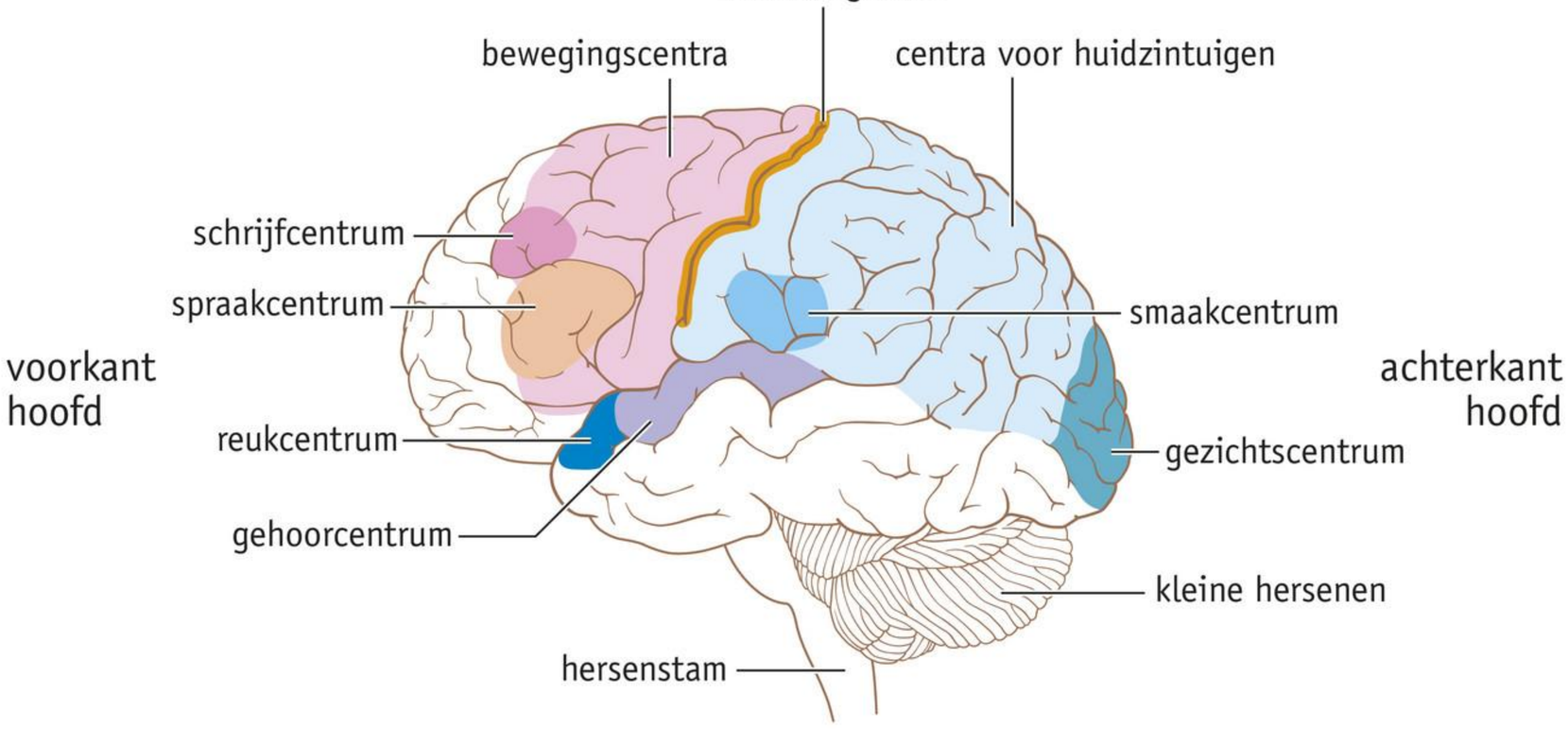
Afb. 2 De grote hersenen (dwarsdoorsnede).



1 bovenzijde 2 dwarsdoorsnede

In de **grote hersenen** komen heel veel impulsen aan die afkomstig zijn van zintuigen. Pas als deze impulsen in de grote hersenen zijn verwerkt, word je je bewust van een prikkel. Welke waarneming je doet, hangt af van de plek waar de impulsen in de grote hersenen aankomen. Cellichamen van schakelcellen liggen hier in groepen bij elkaar: de **hersencentra** (zie afbeelding 3).
Er zijn gevoelscentra en bewegingscentra. **Gevoelscentra** ontvangen informatie van zintuigen. **Bewegingscentra** sturen spieren of klieren aan. In beide hersenhelften liggen gevoelscentra en bewegingscentra.

Afb. 3 De hersenen met de ligging van een aantal hersencentra (schematisch).



Binnenkomende impulsen worden verwerkt in de gevoelscentra. In het gezichtscentrum komen bijvoorbeeld impulsen aan die afkomstig zijn van je oogzenuwen. Doordat deze impulsen worden verwerkt, zie je iets. Als er in de gezichtscentra een storing optreedt, zie je niets terwijl je ogen het gewoon doen.
Wanneer impulsen in de gevoelscentra zijn verwerkt, vindt er bewustwording plaats. Je bent je bewust geworden van de prikkel die je hebt waargenomen.
In de bewegingscentra kunnen impulsen ontstaan. Deze impulsen kunnen via het centrale zenuwstelsel en bewegingszenuwen naar spieren worden geleid. Ze veroorzaken bewegingen die je bewust maakt.
Vaak voer je veel bewegingen tegelijkertijd uit. De **kleine hersenen** zorgen ervoor dat alle bewegingen van je lichaam op elkaar zijn afgestemd. Dit wordt coördinatie genoemd. Hierdoor kun je bijvoorbeeld een bal vangen of je evenwicht bewaren (zie afbeelding 4).

Afb. 4 De kleine hersenen zorgen voor de coördinatie van alle bewegingen.



1 als je een bal vangt



2 om je evenwicht te bewaren

BEÏNVLOEDING VAN HET ZENUWSTELSEL

Er zijn veel stoffen die de werking van het zenuwstelsel beïnvloeden. Voorbeelden daarvan zijn medicijnen, tabak, drugs en alcohol. Deze stoffen kunnen het doorgeven van impulsen remmen of juist stimuleren. Dit heeft invloed op de manier waarop je hersenen informatie verwerken.
Sommige medicijnen worden voorgeschreven om de werking van het zenuwstelsel te remmen. Morfine zorgt ervoor dat de impulsen vanuit de pijnzintuigen de hersenen niet meer kunnen bereiken. Je voelt dan geen pijn. Ook slaapmiddelen en kalmeringsmiddelen remmen het doorgeven van impulsen.
Pijnstillers, slaapmiddelen en kalmeringsmiddelen maken je suf. Je hersenen verwerken prikkels uit de omgeving minder goed en je reageert minder snel. Je **waarnemingsvermogen** en je **reactievermogen** nemen af. Zeker in het verkeer is dat gevaarlijk. Op de verpakking van medicijnen staat daarom altijd of ze de rijvaardigheid kunnen beïnvloeden (zie afbeelding 5).

Afb. 5 Sommige medicijnen kunnen de rijvaardigheid beïnvloeden.



Drugs zijn stoffen die de werking van het centrale zenuwstelsel beïnvloeden. Ze hebben effect op je gevoelens, bewustzijn en zintuigen. Je kunt drugs onderverdelen in drie groepen:

- verdovende middelen (downers)
- stimulerende middelen (uppers)
- bewustzijnsveranderende middelen (trippers)

Verdovende middelen (downers) geven je een ontspannen gevoel. Ze maken je rustig en blij. Je hartslag en ademhaling worden langzamer. Je spieren ontspannen en impulsen vanaf je zintuigen worden minder goed verwerkt. Ook je reactievermogen neemt af. Voorbeelden van verdovende middelen zijn alcohol en heroïne.
Stimulerende middelen (uppers) geven je het gevoel dat je meer energie en zelfvertrouwen hebt. Je hart gaat sneller kloppen, je haalt sneller adem en je spieren spannen zich aan. Voorbeelden van stimulerende middelen zijn energiedrankjes, tabak en xtc.
Bewustzijnsveranderende middelen (trippers) zorgen ervoor dat je waarnemingen door de hersenen worden verstoord en dat je stemming verandert. Je ziet dingen die er niet zijn. Je hartslag versnelt een beetje en je bloeddruk gaat omhoog. Voorbeelden van bewustzijnsveranderende middelen zijn cannabis (hasj en wiet) en paddo's.

Sommige middelen hebben meerdere effecten. Cannabis heeft bijvoorbeeld een verdovend effect, maar kan, als je er veel van gebruikt, ook stimulerend en bewustzijnsveranderd werken.

Aan het gebruik van alcohol, tabak en drugs zijn gezondheidsrisico's verbonden. Voor jongeren zijn deze risico's groter dan voor volwassenen. Dit komt doordat je nog groeit en je hersenen zich nog ontwikkelen.
Er is ook een risico op **verslaving**. Je bent dan afhankelijk van het middel: je kunt niet meer zonder. Bij het roken van tabak bijvoorbeeld stimuleert nicotine de hersenen om **dopamine** aan te maken. Dit is een stofje dat je een goed gevoel geeft. Je wilt dit gevoel dan steeds weer krijgen. Je hebt alleen steeds méér nicotine nodig om hetzelfde goede gevoel te krijgen. Dit noem je **tolerantie**.
Een verslaving kan lichamelijk of geestelijk zijn. Bij een **lichamelijke afhankelijkheid** krijg je ontwenningsverschijnselen als je stopt met het middel. Je lichaam protesteert. Je gaat bijvoorbeeld trillen of wordt misselijk.
Bij een **geestelijke afhankelijkheid** heb je het gevoel dat je niet zonder het middel kunt. Zonder het middel ben je bijvoorbeeld down of onrustig.

Het gebruik van alcohol en tabak is in Nederland legaal vanaf 18 jaar. Het gebruik van de meeste drugs is illegaal. Het gebruik van cannabis wordt in Nederland gedoogd. Dat betekent dat je niet wordt gestraft als je onder bepaalde voorwaarden toch cannabis gebruikt of verkoopt.
Veel drugs worden illegaal gekocht. Dat betekent dat je niet zeker weet wat er precies in de drug zit. Dat is een risico. In Nederland zijn er verschillende organisaties (zoals Jellinek) die drugs voor gebruikers testen.

KENNIS

1

a Welk deel van de hersenen kan als verlengde van het ruggenmerg worden beschouwd?

- ○ A de grote hersenen
- ○ B de hersenstam
- ○ C de kleine hersenen

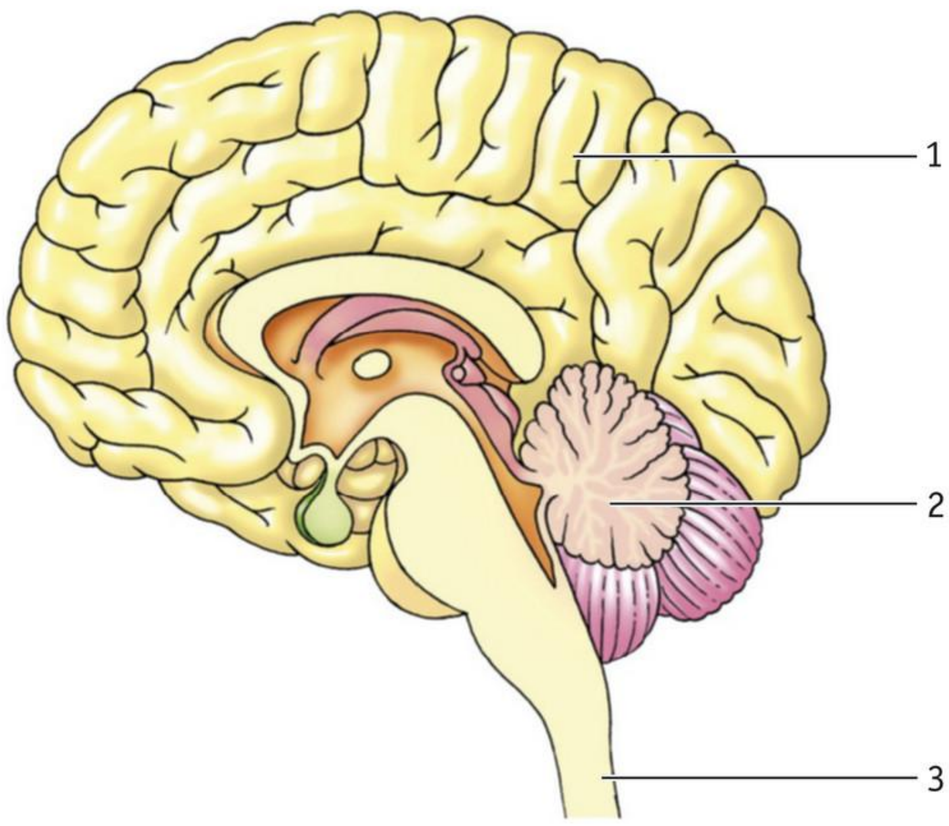
b In afbeelding 6 is de rechterhersenhelft schematisch getekend.
In welk van de aangegeven delen ontstaan impulsen voor een bewuste beweging?

- ○ A in deel 1
- ○ B in deel 2
- ○ C in deel 3

c Wat is de functie van de kleine hersenen?

- ○ A zorgen voor belangrijke levensfuncties, zoals hartslag en ademhaling
- ○ B zorgen voor de coördinatie van alle bewegingen van je lichaam
- ○ C zorgen voor verwerking van impulsen en daarna bewustwording

Afb. 6 Doorsnede van de rechterhersenhelft (schematisch).



2

a In de *grijze* / *witte* stof liggen de cellichamen van de schakelcellen van de grote hersenen.
In de *grijze* / *witte* stof liggen de uitlopers van de schakelcellen van de grote hersenen.
In de *grijze* / *witte* stof worden impulsen verwerkt en ontstaat bewustwording.

b Bekijk afbeelding 3.
Het gezichtscentrum ligt aan de *achterkant* / *voorkant* van de grote hersenen.

3

a Welk effect hebben pijnstillers op het zenuwstelsel?

- ○ A De hersenen kunnen impulsen niet verwerken.
- ○ B De schakelcellen in het ruggenmerg worden verdoofd.
- ○ C Impulsen vanuit de pijnzintuigen kunnen de hersenen niet meer bereiken.
- ○ D Pijnprikkels komen niet bij de zintuigen aan.

b Welk effect hoort bij de middelen?

A	Bewustzijnsveranderende middelen	○	○ 1 geven een gevoel van meer energie en zelfvertrouwen.
B	Stimulerende middelen	○	○ 2 geven een ontspannen en rustig gevoel.
C	Verdovende middelen	○	○ 3 verstoren je waarnemingen en veranderen je stemming.

c Welk lichamelijk effect hoort bij de middelen?

A	bewustzijnsveranderende middelen	○	○ 1 De hartslag versnelt en de bloeddruk wordt hoger.
B	stimulerende middelen	○	○ 2 De zintuigen werken minder goed en het reactievermogen neemt af.
C	verdovende middelen	○	○ 3 Hartslag en ademhaling gaan omhoog en de spieren spannen zich aan.

d Aan medicijnen en drugs kun je verslaafd raken.
Wanneer ben je verslaafd aan een middel?

○ A als je het middel elke dag gebruikt
○ B als je ontwenningsverschijnselen krijgt als je het middel niet gebruikt
○ C als je niet meer zonder het middel kunt
○ D als je steeds meer van een middel nodig hebt om hetzelfde effect te krijgen

4

Samenvatting

Maak op deze en de volgende bladzijde een samenvatting van de basisstof.

Hersenstam

- Ligging: .....
- Functies:
  - .....
    .....
  - .....
    .....
  - .....
    .....
  - .....

Kleine hersenen

- Ligging: .....
- Functie: .....

Grote hersenen

- Ligging: .....
- Functies:
  - .....
  - .....

Grijze stof

- Ligging: .....
- Functie: .....

.....

Witte stof

- Ligging: .....
- Functie: .....

.....

Hersencentra

- Ligging: .....
- Functie: .....

.....

Maak de zinnen compleet en vul de tabel in.

- Medicijnen en drugs zijn .....

.....

- Medicijnen en drugs hebben invloed op .....

.....

- Er is risico op verslaving.
  - Bij een lichamelijke verslaving .....

.....

  - Bij een geestelijke verslaving .....

.....

- Drugs kun je verdelen in drie groepen: .....

.....

Groep drugs	Effect op gevoel, bewustzijn of op waarneming	Lichamelijke effecten	Voorbeeld

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

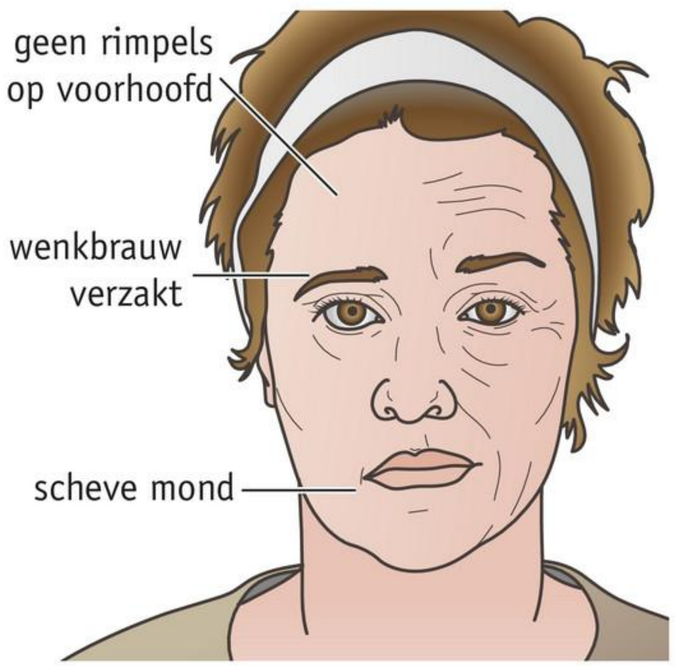
5 Jaarlijks krijgen ongeveer 41 000 Nederlanders een beroerte. In driekwart van de gevallen treft het mensen boven de 65 jaar.
Bij een beroerte is een bloedvat in de hersenen (tijdelijk) afgesloten of kapot. Er zijn drie typen beroerten: TIA, herseninfarct en hersenbloeding. Een veelvoorkomend uitvalsverschijnsel is verlamming van een deel van het gezicht (zie afbeelding 7).

a Welk hersencentrum is in dit geval beschadigd?

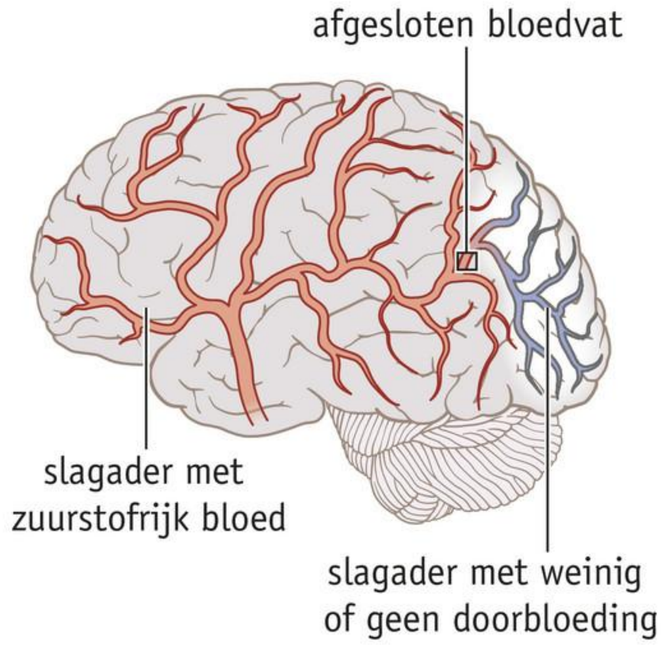
b Na een beroerte functioneren bepaalde hersencentra niet meer. Leg uit hoe dat komt.

c Luuk kreeg een herseninfarct. In afbeelding 8 is aangegeven op welke plaats het herseninfarct is opgetreden.
Welke uitvalsverschijnselen zal Luuk waarschijnlijk hebben? Leg je antwoord uit.

Afb. 7 De rechterhelft van het gezicht is verlamd.



Afb. 8 Een afgesloten bloedvat in de hersenen (schematisch).



6 Mensen bij wie een arm of been is geamputeerd, voelen vaak pijn in het lichaamsdeel dat er niet meer is. Je noemt dit *fantoompijn*.
Leg uit waardoor fantoompijn wordt veroorzaakt.

7 Bij het drinken van alcohol komt alcohol via je spijsverteringsorganen in het bloed terecht. Het bloed verspreidt de alcohol door het hele lichaam. De hoeveelheid alcohol in het bloed wordt aangeduid met het alcoholpromillage waarbij 1 promille (‰) overeenkomt met 0,1%.

a Volwassenen mogen met een klein beetje alcohol op (0,5‰) deelnemen aan het verkeer. Voor beginnende bestuurders van motorvoertuigen zijn de regels strenger.
Leg met behulp van afbeelding 9 uit waarom de regels voor beginnende bestuurders van motorvoertuigen strenger zijn.

b De eerste vijf jaar dat je in het bezit bent van een rijbewijs, word je gezien als beginnend bestuurder. Voor een beginnend bestuurder is een alcoholpromillage van 0,2 toegestaan.
De formule voor het berekenen van het alcoholpromillage is als volgt:

$$\text{alcoholpromillage} = \frac{a \times 10}{(g \times r) - (u - 0{,}5) \times (g \times 0{,}002)}$$

- a = aantal glazen
- g = lichaamsgewicht in kg
- r = bij mannen 0,7 en bij vrouwen 0,5
- u = het aantal uren vanaf het eerste glas

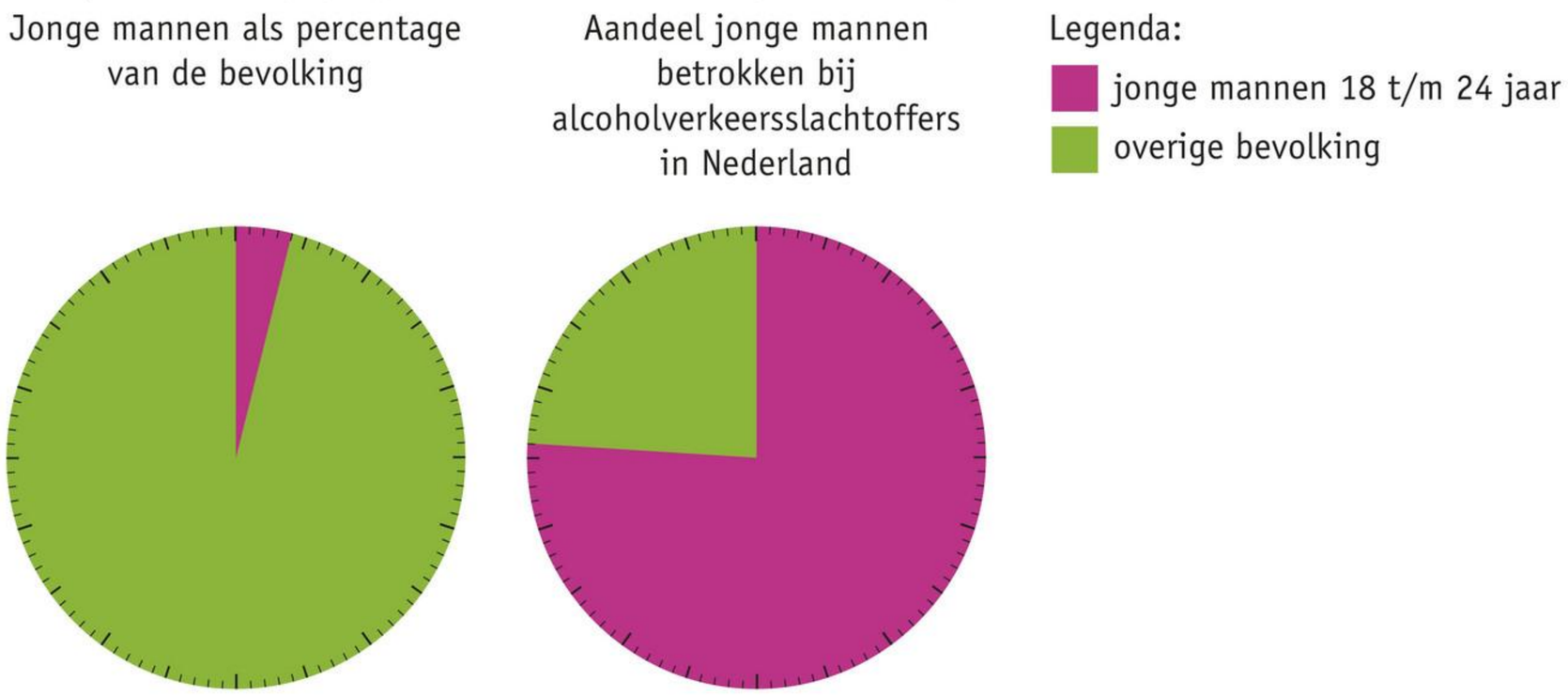
Ruud is 19 jaar en weegt 66 kg. Hij heeft bij het uitgaan twee glazen alcohol gedronken en wil graag weten of hij nu nog auto mag rijden. Het eerste glas nam hij drie uur geleden.
Bepaal met behulp van de formule of Ruud nu auto mag rijden.

c Lees de tekst ‘Comazuipen’.
Verklaar aan de hand van deze informatie hoe het komt dat vrouwen vaak sneller onder invloed zijn van alcohol dan mannen.

d Behalve geslacht, gewicht en ervaring speelt ook hersenvolume een rol bij het ontstaan van een alcoholvergiftiging bij jongeren. Bij jongeren bestaat nog een relatief groot deel van het lichaam uit hersenen (1/6 tot 1/8 deel).
Verklaar waarom dit ook zorgt voor een grotere kans op een alcoholvergiftiging.

e Een standaardglas alcohol bevat ongeveer 12 mL alcohol.
Bekijk afbeelding 11.
Leg met een berekening uit dat een flesje bier meer alcohol bevat dan een standaardglas whisky of andere sterkedrank.

Afb. 9 Percentage jonge mannen betrokken bij verkeersongevallen.



Afb. 10

Comazuipen

Bij het drinken van veel alcohol in korte tijd kan iemand bewusteloos of in coma raken. De alcohol heeft het zenuwstelsel dan zo sterk beïnvloed, dat de ademhalingscentra verlamd raken. Dit noem je een alcoholvergiftiging. Bij volwassen, ervaren drinkers treedt een alcoholvergiftiging op bij een promillage van 4. Bij jongeren kan dit al vanaf een promillage van 1,7. Alcohol verdeelt zich over het lichaamsvocht. Mannen hebben ongeveer 60% lichaamsvocht, vrouwen ongeveer 55%.

NIX18
NIET ROKEN - NIET DRINKEN

Bij een jongen van 50 kg verdeelt de alcohol zich over 30 liter vocht. Na twee glazen heeft hij een promillage van 0,5. Bij een man van 70 kg is dat 0,33.
Als een meisje van 50 kg zes glazen alcohol binnen twee uur drinkt, bereikt zij al een alcoholpromillage van 1,8. Bij een jongen van 50 kg gebeurt dit na zeven glazen.

Bron: Jellinek.

Afb. 11 Hoeveelheid alcohol per glas.

	Glas bier	Flesje bier	Glas wijn	Glas sterkedrank
				
Inhoud glas	250 mL	330 mL	100 mL	35 mL
Percentage alcohol	5%	5%	12%	35%
Hoeveelheid alcohol	12,5 mL	16,5 mL	12 mL	12,25 mL

+ 8

Bekijk afbeelding 12.

a Welk middel is bij eenmalig gebruik minder schadelijk voor het lichaam, maar is bij langdurig gebruik wel heel erg giftig? Leg je antwoord uit met behulp van gegevens uit de afbeelding.

b De Opiumwet bestaat uit twee lijsten. Op lijst I staan drugs met een onaanvaardbaar risico: de zogenoemde harddrugs. Op lijst II staan drugs waarvan de risico's minder groot zijn. Die drugs worden softdrugs genoemd.
Aan de hand van deze twee lijsten is bepaald wat strafbaar is, bijvoorbeeld het bezit van de drug, het gebruik ervan of het verkopen ervan.
Cannabis staat op lijst II. Verklaar dit aan de hand van afbeelding 12.

c Tabak en alcohol vallen niet onder de Opiumwet. Deze middelen zijn legaal te verkrijgen en mogen worden gebruikt vanaf 18 jaar.
Vind je dit op basis van afbeelding 12 logisch? Leg uit waarom je dat vindt.

Afb. 12 Rangorde van drugs.

	giftigheid	giftigheid	verslaving	
	direct, op korte termijn	bij langdurig gebruik	hoe snel je verslaafd raakt	
erg schadelijk	heroïne	tabak	heroïne	heel snel
	methamfetamine	alcohol	tabak	
	alcohol	methamfetamine	methamfetamine	
	cocaïne	cocaïne	cocaïne	
	xtc	heroïne	alcohol	
	paddo's	cannabis	cannabis	
minder schadelijk	cannabis	xtc	xtc	
	tabak	paddo's	paddo's	niet snel

Bron: RIVM

Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

5 De weg die impulsen afleggen

LEERDOEL

10.5.1 Je kunt de functies van reflexen noemen en je kunt een reflexboog beschrijven.

► Practica 3 en 4

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	10.5.1	10.3.1*
Onthouden	1ab	
Begrijpen	1cd, 2, 3, 4a, 5d, 6a	
Toepassen	4bc, 5abc, 6d, 7cde	7a
Analyseren	6bc	7b

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Bij het reageren op prikkels kunnen impulsen op verschillende manieren door het zenuwstelsel worden doorgegeven. Je kunt bewust reageren of reageren in een reflex.

BEWUSTE REACTIES

Samen met klasgenoten maak je een selfie. Je kijkt naar de camera en lacht (zie afbeelding 1). In dit geval ben je je bewust van de camera en reageer je door te lachen. Dat lachen is een **bewuste reactie**. Bij een bewuste reactie verlopen de impulsen altijd via de hersenen.

Bij de bewuste reactie op de camera gebeurt er het volgende in je lichaam:

1 Lichtstralen van de camera (= een prikkel) vallen op zintuigcellen in je ogen.
2 Van de zintuigcellen gaan impulsen via gevoelszenuwcellen naar schakelcellen in je grote hersenen.
3 De impulsen komen aan in het gezichtscentrum en worden daar verwerkt. Hier word je je ervan bewust van de camera.
4 Je besluit te lachen. Op dat moment ontstaan in bewegingscentra van je grote hersenen impulsen.
5 Deze impulsen worden via de hersenstam naar bewegingszenuwcellen van je gezichtsspieren geleid: je lacht.

Afb. 1 Een bewuste reactie.



REFLEXEN

Een **reflex** is een vaste, snelle, onbewuste reactie op een bepaalde prikkel. De snelheid van reflexen is vaak nodig om je lichaam te beschermen tegen beschadigingen. De functie van de meeste reflexen is om een goede lichaamshouding te behouden zodat je niet valt (zie afbeelding 2). Door de strekreflexen worden spieren op een constante lengte gehouden. Wanneer een spier oprekt, ontstaat een reflex die zorgt voor het samentrekken (en korter worden) van de spier. Bij deze reflexen gaan geen impulsen naar je hersenen. Je bent je dus niet bewust van deze reflexen. Een voorbeeld van een strekreflex is de kniepeesreflex. Door deze reflex trekt de spier in het bovenbeen samen als hij (onbedoeld) wordt uitgerekt en wordt je houding hersteld. Door met een hamertje op de pees net onder de knieschijf te kloppen, kan worden getest of de reflex werkt (zie afbeelding 3).

Een ander voorbeeld van een onbewuste reflex is de pupilreflex. Als reactie op veel licht trekken spiertjes rondom je pupil samen: de pupil wordt kleiner (zie afbeelding 4). De zintuigcellen in het oog worden zo beschermd tegen te veel licht.

Afb. 2 Door je reflexen bewaar je je evenwicht en val je niet.



Afb. 3 Kniepeesreflex: het onderbeen wipt omhoog door het kloppen onder knieschijf.



Afb. 4 Pupilreflex: de pupil kan kleiner worden om het oog te beschermen tegen te veel licht.

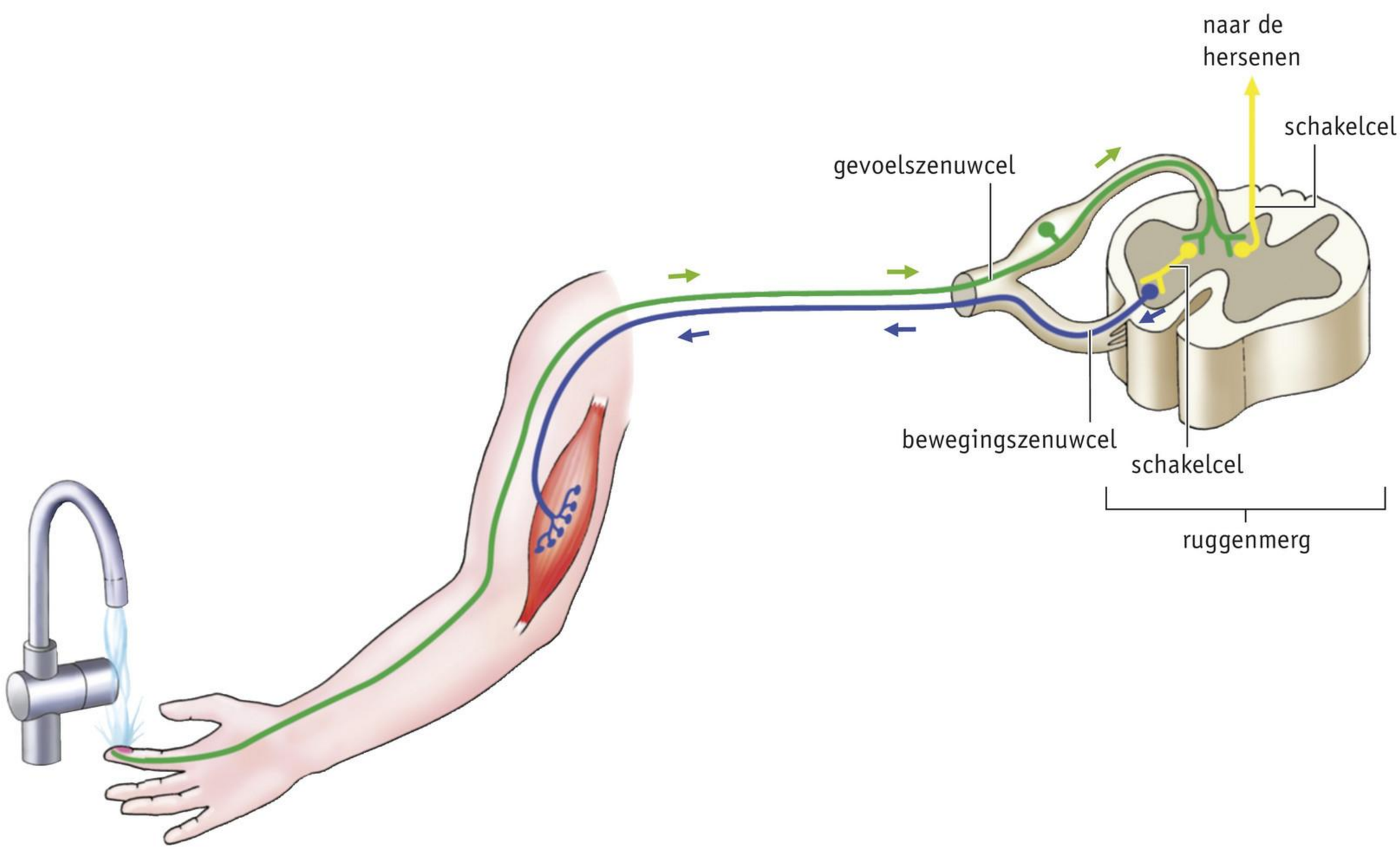


1 normale pupilgrootte

2 pupilgrootte na de pupilreflex

Bij sommige reflexen gaat er ook een impuls richting de hersenen en word je je wel bewust van de reactie. Een voorbeeld hiervan is de terugtrekreflex (zie afbeelding 5). Je wilt je hand afspoelen. Het water blijkt heel heet te zijn. Als je huid in aanraking komt met het hete water, trek je je hand direct terug. Pas daarna word je je bewust van de pijn. Door het hete water op je hand ontstaan in bepaalde zintuigcellen van je huid impulsen. Deze impulsen worden via gevoelszenuwcellen naar schakelcellen in je ruggenmerg geleid. De impulsen gaan nu niet alleen naar de hersenen, maar de schakelcellen geleiden de impulsen ook direct door naar bewegingszenuwcellen. De bewegingszenuwcellen geleiden de impulsen naar spiercellen in je armspieren. Hierdoor trekken je armspieren samen, waardoor je je arm terugtrekt.
Tegelijkertijd geleiden schakelcellen in je ruggenmerg impulsen naar je hersenen. De weg van de schakelcellen in het ruggenmerg naar de grote hersenen is langer dan de weg van het ruggenmerg naar de armspieren. Daardoor trek je eerst je hand terug en voel je pas daarna de pijn.

Afb. 5 Terugtrekreflex (schematisch).



De weg die impulsen bij een reflex afleggen, wordt een **reflexboog** genoemd. De reflexbogen van het hoofd en de hals verlopen via de hersenstam. De reflexbogen van de romp en ledematen verlopen via het ruggenmerg. De grote hersenen maken geen deel uit van reflexbogen. Toch komen bij sommige reflexen ook impulsen in de grote hersenen aan.

KENNIS

1

a Wat is een bewuste reactie?
- ○ A een reactie nadat het zenuwstelsel is beïnvloed door bepaalde middelen
- ○ B een reactie waarbij de impulsen alleen via het ruggenmerg gaan
- ○ C een reactie waarbij de impulsen altijd via de hersenen gaan
- ○ D een snelle, onbewuste reactie op een bepaalde prikkel

b Wat is een reflex?
- ○ A een reactie nadat het zenuwstelsel is beïnvloed is door bepaalde middelen
- ○ B een reactie waarbij de impulsen altijd via de hersenen gaan
- ○ C een snelle, bewuste reactie op een bepaalde prikkel
- ○ D een snelle, onbewuste reactie op een bepaalde prikkel

c Wat is de functie van een reflex?
- ○ A het lichaam beschermen tegen beschadigingen
- ○ B onbewuste levensfuncties (zoals ademhalen) regelen
- ○ C zorgen voor coördinatie bij onverwachte gebeurtenissen

d In afbeelding 6 zie je de bewegingen die een kat maakt als hij valt. Zo komt hij op zijn pootjes terecht.
Dit is een *bewuste reactie* / *reflex*.

Afb. 6 Bewegingen van een vallende kat.



2

a Geef aan of de reactie een bewuste reactie of een reflex is.
1. Je bakt een cake. De cake staat in de oven. Je ruikt een verbrande lucht. Je zet de oven uit. Dit is een *bewuste reactie* / *reflex*.
2. Je bent aan het hardlopen in het bos. Je sluit je ogen snel als er een vliegje in komt. Dit is een *bewuste reactie* / *reflex*.
3. Je bent aardappelen aan het koken. Je pakt de deksel van de pan om te controleren of de aardappelen al gaar zijn. De deksel is heel erg heet: je laat de deksel vallen. Dit is een *bewuste reactie* / *reflex*.
4. Je fietst naar school en wilt oversteken bij een groen stoplicht. Iemand rijdt door rood. Je remt. Dit is een *bewuste reactie* / *reflex*.

b Je ziet dat je pen vlekt en pakt een andere pen.
Zet de stappen waarlangs impulsen worden doorgegeven in de juiste volgorde.
Gebruik daarbij: *armspieren – bewegingscentra in de grote hersenen – bewegingszenuwcellen – gevoelscentra in de grote hersenen – gevoelszenuwcellen – schakelcellen in de hersenstam – schakelcellen in de kleine hersenen, hersenstam en ruggenmerg*. De eerste stap is al gegeven.

1 zintuigcellen in de ogen
2 .....
3 .....
4 .....
5 .....
6 .....
7 .....
8 .....

3

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

Bewuste reactie

- Een bewuste reactie is .....

.....

In afbeelding 7 zie je hoe iemand een bal vangt.

- Geef met een pijl de prikkel aan.
- Teken in de afbeelding de wegen die de impulsen afleggen:
  - Teken de weg naar de gevoelszenuwcel met blauw.
  - Teken de wegen tussen de schakelcellen met rood.
  - Teken de weg van bewegingszenuwcel met groen.
  - Geef met pijlen de richting van de impuls aan.

Reflex

- Een reflex is .....

.....

- De functie van een reflex is .....

.....

- De reflexboog is .....

.....

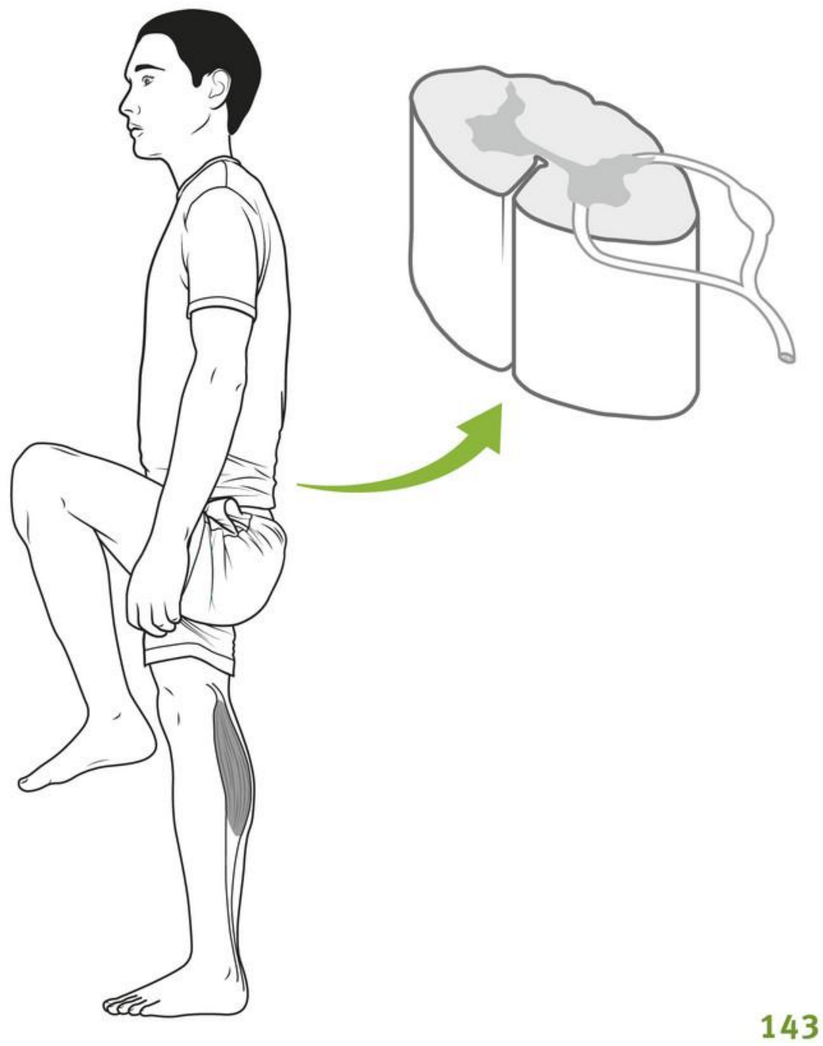
In afbeelding 8 zie je hoe iemand op één been probeert zijn evenwicht te bewaren. Bij het balanceren wordt de kuitspier uitgerekt.

- Teken in de afbeelding de reflexboog:
  - Teken de weg naar de gevoelszenuwcel met blauw.
  - Teken de wegen tussen de schakelcellen met rood.
  - Teken de weg van de bewegingszenuwcel met groen.
  - Geef met pijlen de richting van de impuls aan.

Afb. 7 Bewuste reactie.



Afb. 8 Reflex.



INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4

a Het knipperen met de ogen wordt de *ooglidreflex* genoemd. Deze reflex kan bijvoorbeeld optreden als iemand een slaande beweging naar je ogen maakt.
Wat is in dit geval de functie van de ooglidreflex?

b De impulsen die de ooglidreflex laten optreden, worden door een bepaald deel van het centrale zenuwstelsel geleid.
Welk deel van het centrale zenuwstelsel is dit?

c De ooglidreflex treedt ook op wanneer je voor het eerst contactlenzen in doet. Na enig oefenen treedt de reflex niet meer op.
Leg uit waardoor dit komt.

5

Lees de tekst 'Kriebelplekje'.

a Is het slaan met de poot van de hond een bewuste reactie of een reflex?

b Van welke zenuwen zitten er veel uitlopers op de plek waar de mens kriebelt? Leg je antwoord uit.

c Brechje kriebelt haar hond Bo aan de zijkant van zijn buik. Als reactie hierop gaat Bo met zijn linkerachterpoot slaan.
Beschrijf de weg die de impulsen in het lichaam van Bo afleggen.

d Hoe heet de weg die de impulsen bij deze reactie afleggen?

Afb. 9

Kriebelplekje



Hondeneigenaren kennen het waarschijnlijk wel: wanneer je de hond op bepaalde plekjes kriebelt, reageert hij door zijn met zijn pootje te slaan of te gaan krabben. Elke keer weer geeft het kriebelen op deze plek dezelfde reactie. Deze kriebelplek is een gevoelig plekje. Op de plek komen veel uitlopers van zenuwcellen samen. Het krabben of slaan met het pootje beschermt de hond tegen parasieten en andere dingen die de huid van de hond kunnen irriteren.
Dat je hond gaat krabben als je hem kriebelt, hoeft dus niet te betekenen dat hij dit lekker vindt!

6 Een meisje raakt met de vingers van haar rechterhand een scherp voorwerp aan. In een reflex buigt ze haar rechterarm en trekt haar rechterhand terug. Door dezelfde reflex strekt ze vrijwel tegelijkertijd haar linkerarm. Dit gebeurt doordat de strekspier in haar linkerarm samentrekt. Dit is de *terugtrek-strekreflex*.
In afbeelding 10 is een aantal zenuwverbindingen tussen het ruggenmerg en de rechter- en linkerarm schematisch getekend. Met de letters P, Q, R en S zijn bewegingszenuwcellen aangegeven. Elke zenuwcel is in enkelvoud getekend. In werkelijkheid zijn er veel zenuwcellen bij deze reflex betrokken.

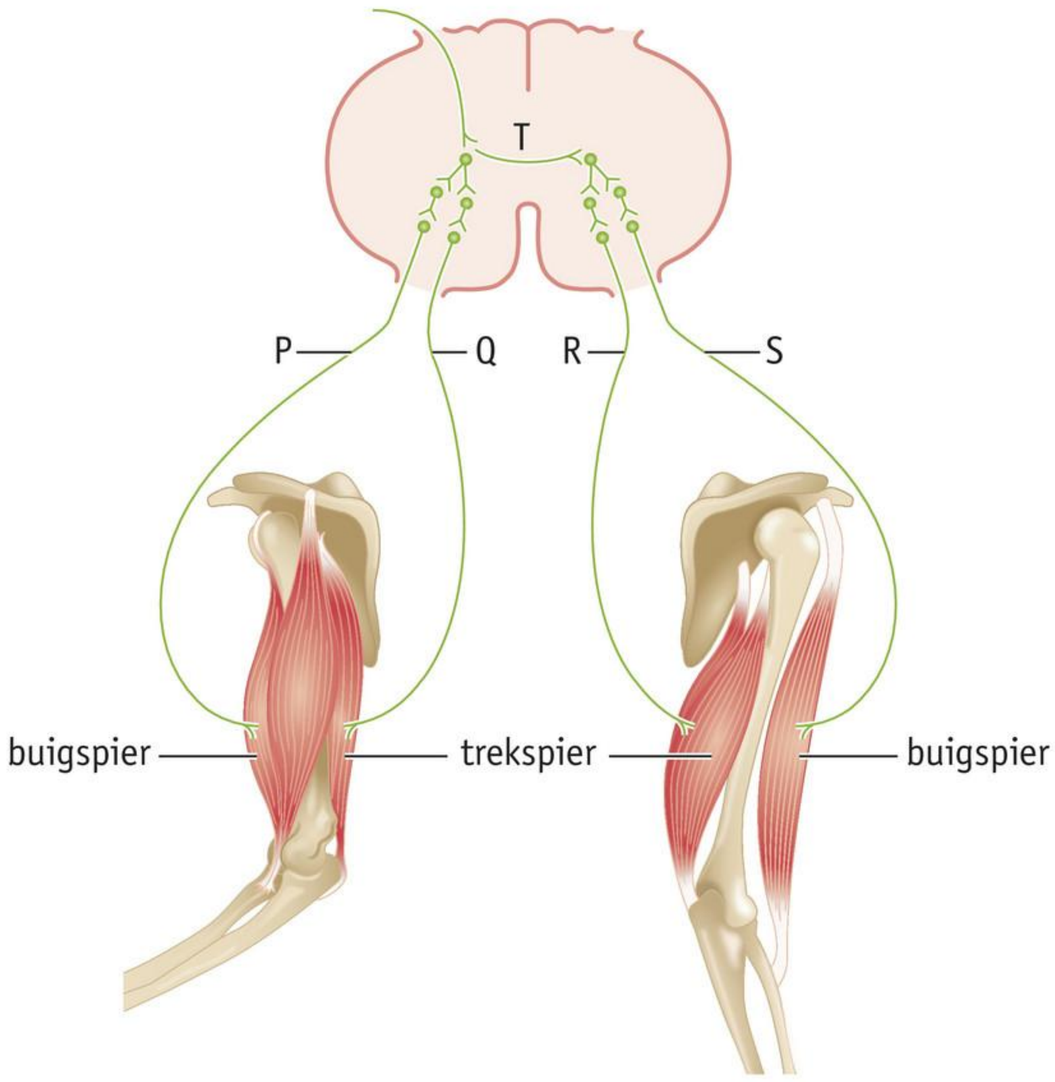
a Welke arm in de tekening is de rechterarm?

b Via welk van de getekende bewegingszenuwcellen P, Q, R en S worden impulsen doorgegeven die het terugtrekken van de rechterhand tot gevolg hebben?

c Via welk van de getekende bewegingszenuwcellen P, Q, R en S worden impulsen doorgegeven die het strekken van de linkerarm tot gevolg hebben?

d Worden bij deze terugtrek-strekreflex impulsen via zenuwverbinding T doorgegeven? Leg je antwoord uit.

Afb. 10 Reflexboog armbuigspier en strekspier.



+ 7

Een keizersnede is een operatie waarbij een baby geboren wordt via een snee in de buikwand. Een keizersnede kan plaatsvinden met een ruggenprik (plaatselijke verdoving) of onder algehele narcose.
Bij een ruggenprik wordt in de onderrug een verdovingsvloeistof gespoten, net buiten het ruggenmerg (zie afbeelding 11).

a Welke zenuwcellen worden hier verdoofd?

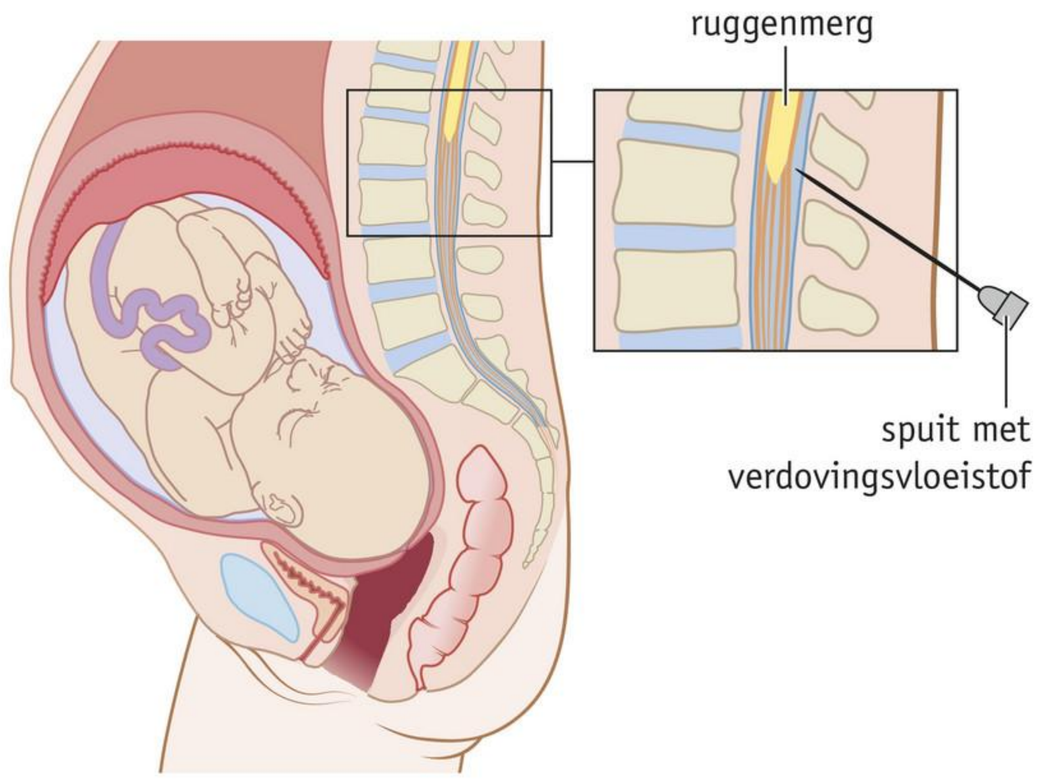
b Welk deel van het lichaam is door de ruggenprik verdoofd? Leg je antwoord uit.

c Kunnen er tijdens de behandeling reflexen ontstaan in het verdoofde deel? Leg je antwoord uit.

d Wanneer een keizersnede snel moet plaatsvinden, wordt gekozen voor een algehele narcose. Door de narcose wordt de activiteit van het centrale zenuwstelsel onderdrukt. Hierdoor raakt de vrouw buiten bewustzijn. Ze voelt dan geen pijn meer en haar spieren verslappen.
Welk type zenuwcellen geleiden door de narcose geen impulsen meer?

e Bij een algehele narcose kan beademing nodig zijn. De ademhaling wordt dan overgenomen door een machine.
Leg uit waarom bij een algehele narcose soms beademing nodig is.

Afb. 11 Ruggenprik bij een keizersnede.



Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

6 Het hormoonstelsel

LEERDOELEN

10.6.1 Je kunt de bouw en functie van het hormoonstelsel beschrijven en je kunt in een afbeelding de belangrijkste hormoonklieren benoemen.
10.6.2 Je kunt de werking beschrijven van hormonen uit de hypofyse en uit de schildklier.
10.6.3 Je kunt de werking beschrijven van hormonen uit de eilandjes van Langerhans en uit de bijnieren.

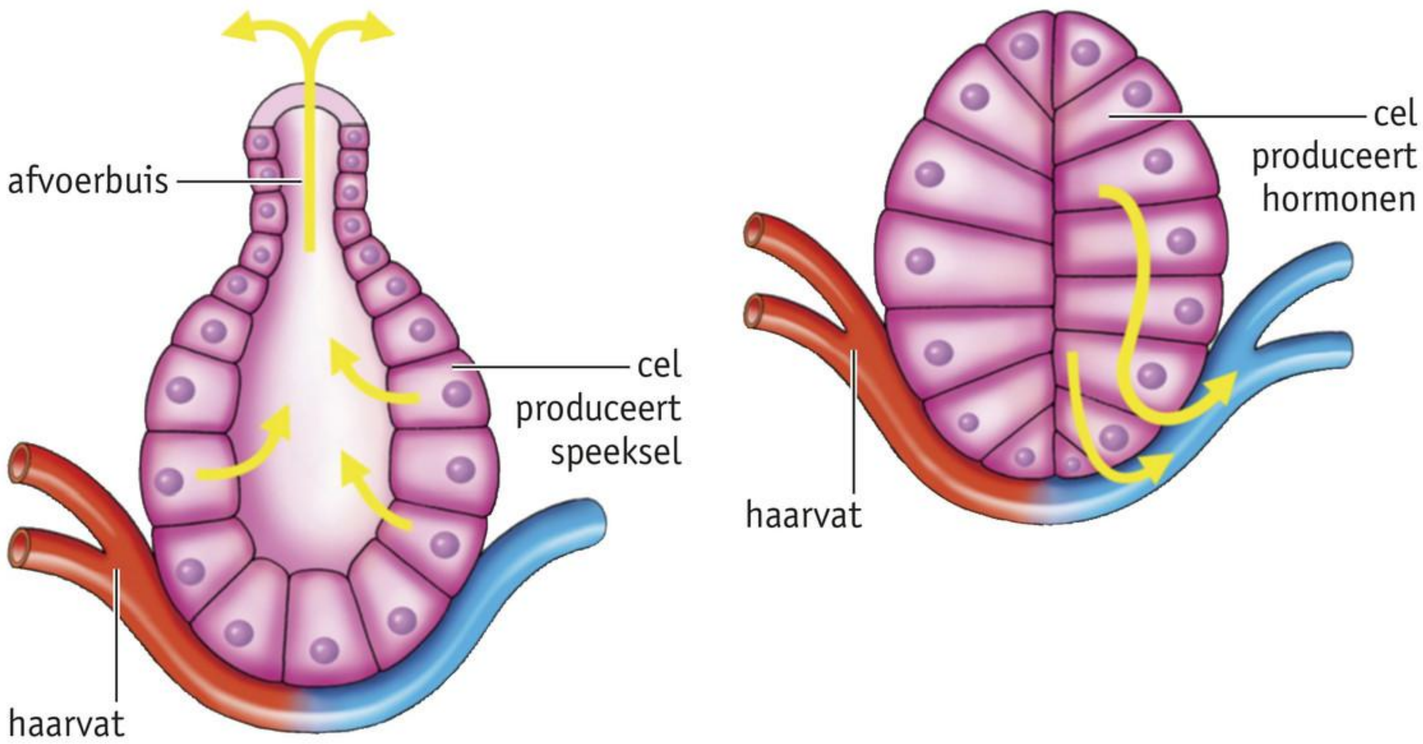
TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	10.6.1	10.6.2	10.6.3	10.5.1*
Onthouden	1abc	2a, 3c	2b, 7b	
Begrijpen	1d, 4	3ab, 4	4	
Toepassen	8c	5ad	5b, 6bd, 7cd	8de
Analyseren	8b	5c, 8a	6ac, 7ae	

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Bewegingszenuwcellen geleiden ook impulsen naar klieren. Hormoonklieren scheiden hormonen uit. Dit zijn stoffen die allerlei processen in ons lichaam regelen.

Een klier is een orgaan dat bepaalde stoffen produceert en uitscheidt. Veel klieren hebben afvoerbuizen, bijvoorbeeld de speekselklieren, zweetklieren en traanklieren (zie afbeelding 1.1). **Hormoonklieren** produceren hormonen. **Hormonen** zijn stoffen die de werking van bepaalde organen regelen. Hormoonklieren geven de gemaakte hormonen direct af aan het bloed dat door de hormoonklieren stroomt (zie afbeelding 1.2). Via het bloed komen hormonen in het hele lichaam. Alleen de organen die gevoelig zijn voor het hormoon reageren hierop.

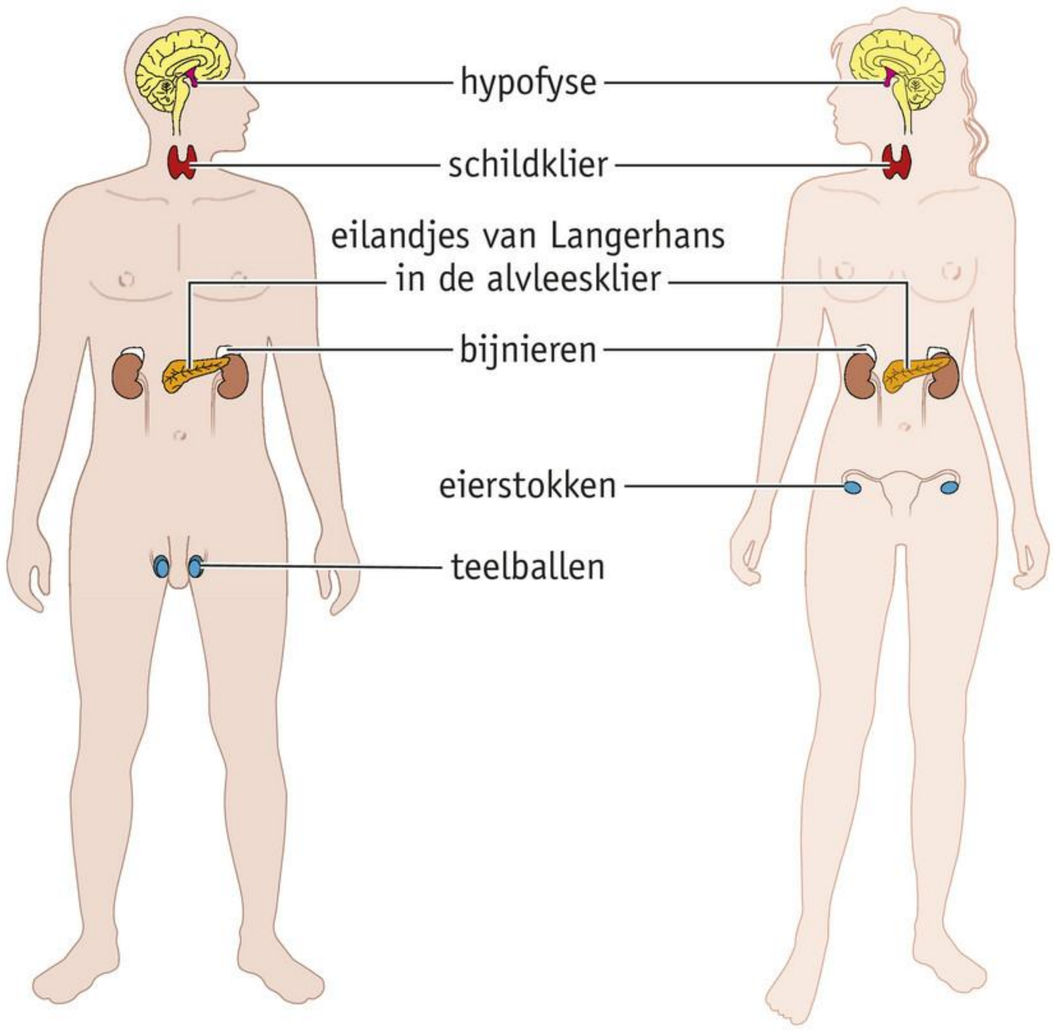
Afb. 1 Klieren (schematisch).



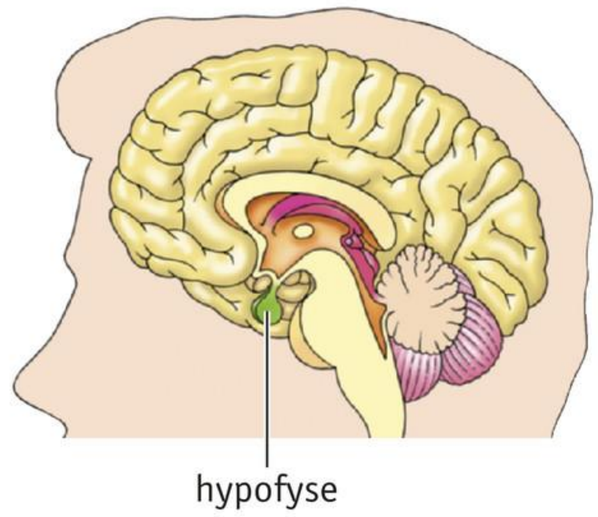
1 speekselklier met afvoerbuis (schematisch)
2 hormoonklier

Hormoonklieren regelen vooral langzame, langdurige processen. Ze hebben bijvoorbeeld invloed op onze groei en ontwikkeling, op onze stofwisseling en op de voortplanting. Alle hormoonklieren samen vormen het hormoonstelsel (zie afbeelding 2).

Afb. 2 Het hormoonstelsel.



Afb. 3 Ligging van de hypofyse.



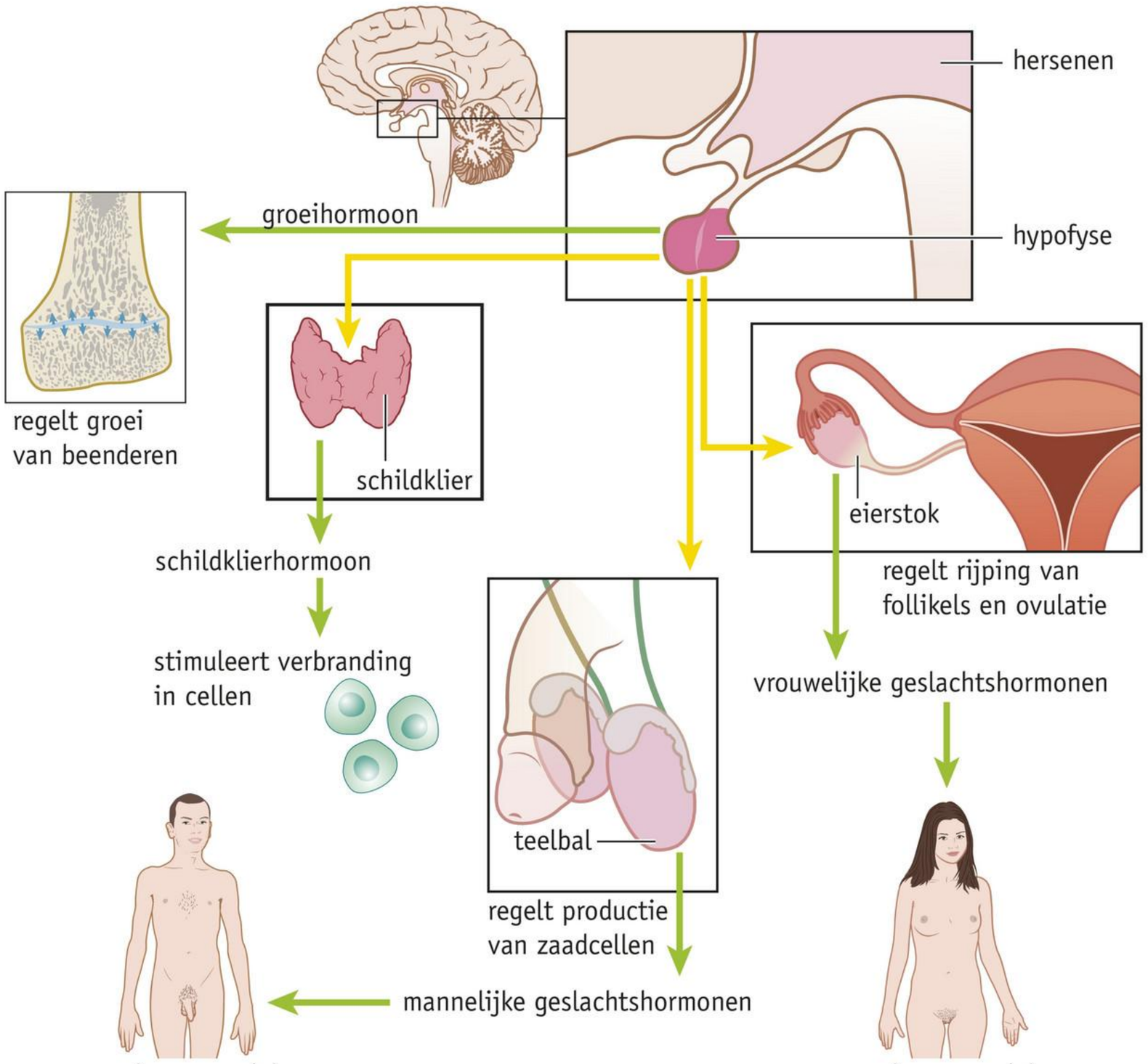
DE HYPOFYSE

De **hypofyse** ligt tegen de onderkant van de hersenen, tussen de twee hersenhelften in (zie afbeelding 3). De hypofyse produceert verschillende hormonen. Het **groeihormoon** regelt de groei van de botten van het skelet. Hoeveel je van dit groeihormoon maakt, bepaalt hoe lang je kunt worden. In de puberteit zorgt een grotere productie van groeihormoon voor een groeispurt. Als de hypofyse te veel van dit groeihormoon produceert, ontstaat reuzengroei. Produceert de hypofyse te weinig groeihormoon, dan ontstaat dwerggroei.
Daarnaast produceert de hypofyse hormonen die andere hormoonklieren aansturen (zie afbeelding 4).

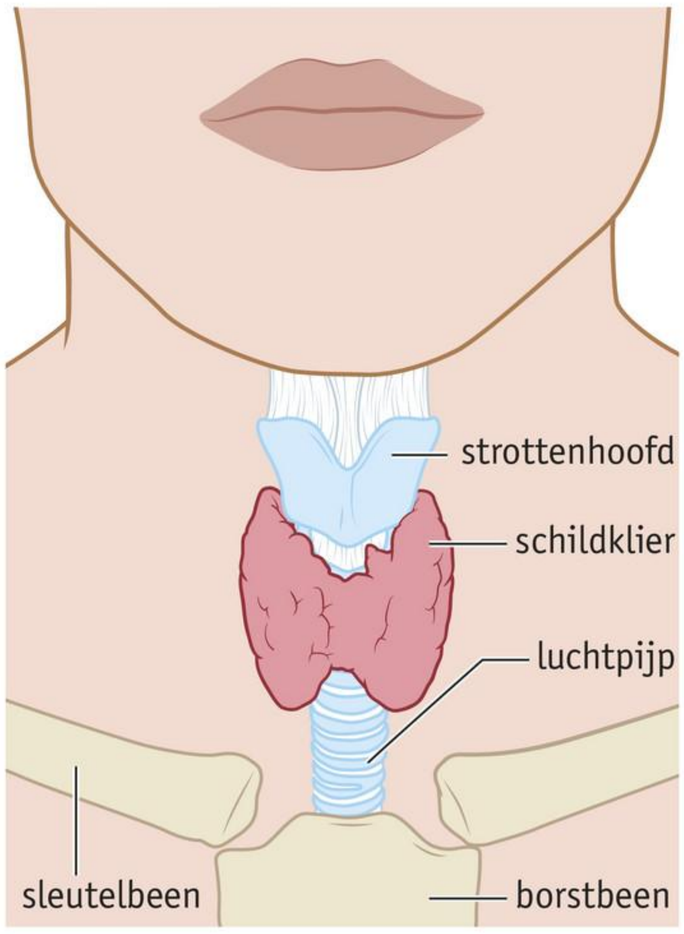
DE SCHILDKLIER

De **schildklier** ligt in de hals, vóór het strottenhoofd, tegen de luchtpijp aan (zie afbeelding 5). Onder invloed van een hormoon uit de hypofyse produceert de schildklier **schildklierhormoon**. Schildklierhormoon beïnvloedt de stofwisseling en de groei en ontwikkeling. Het hormoon stimuleert de verbranding in cellen. Als bij iemand de schildklier te veel schildklierhormoon produceert, vindt er te veel verbranding in de cellen plaats. Zo iemand wordt rusteloos en valt af. Als bij iemand de schildklier te weinig schildklierhormoon produceert, vindt er te weinig verbranding in de cellen plaats. Zo iemand krijgt het daardoor snel koud en wordt snel moe. Bij kinderen zorgt te weinig schildklierhormoon voor een langzamere lichamelijke en geestelijke ontwikkeling.
Door sommige schildklieraandoeningen kan een vergrote schildklier ontstaan (zie afbeelding 6). Afhankelijk van de aandoening kan de vergrote schildklier te veel of te weinig schildklierhormoon produceren.

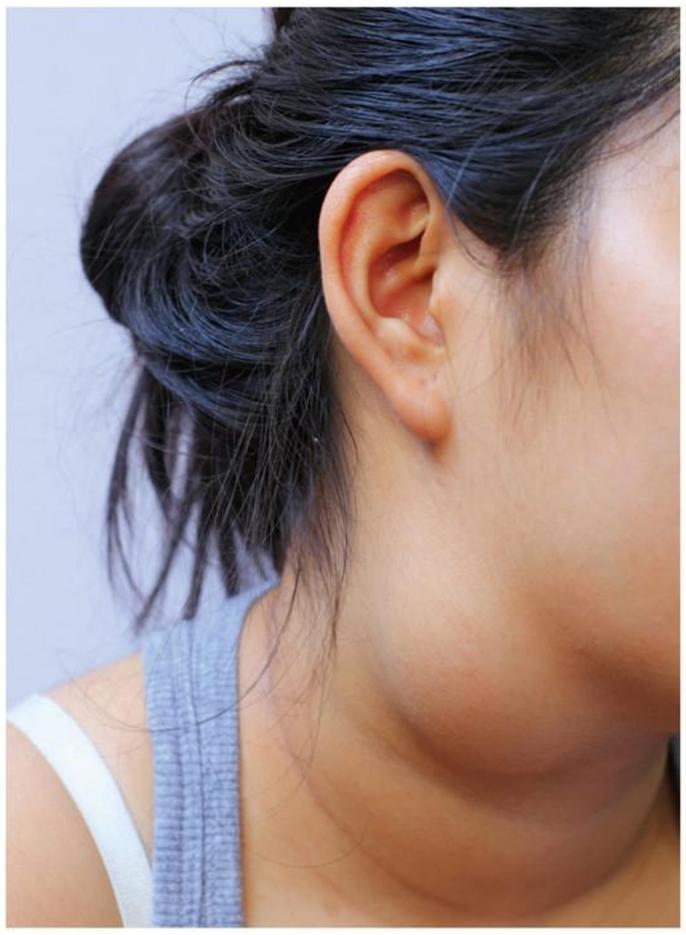
Afb. 4 De werking van hormonen uit de hypofyse.



Afb. 5 Ligging van de schildklier.



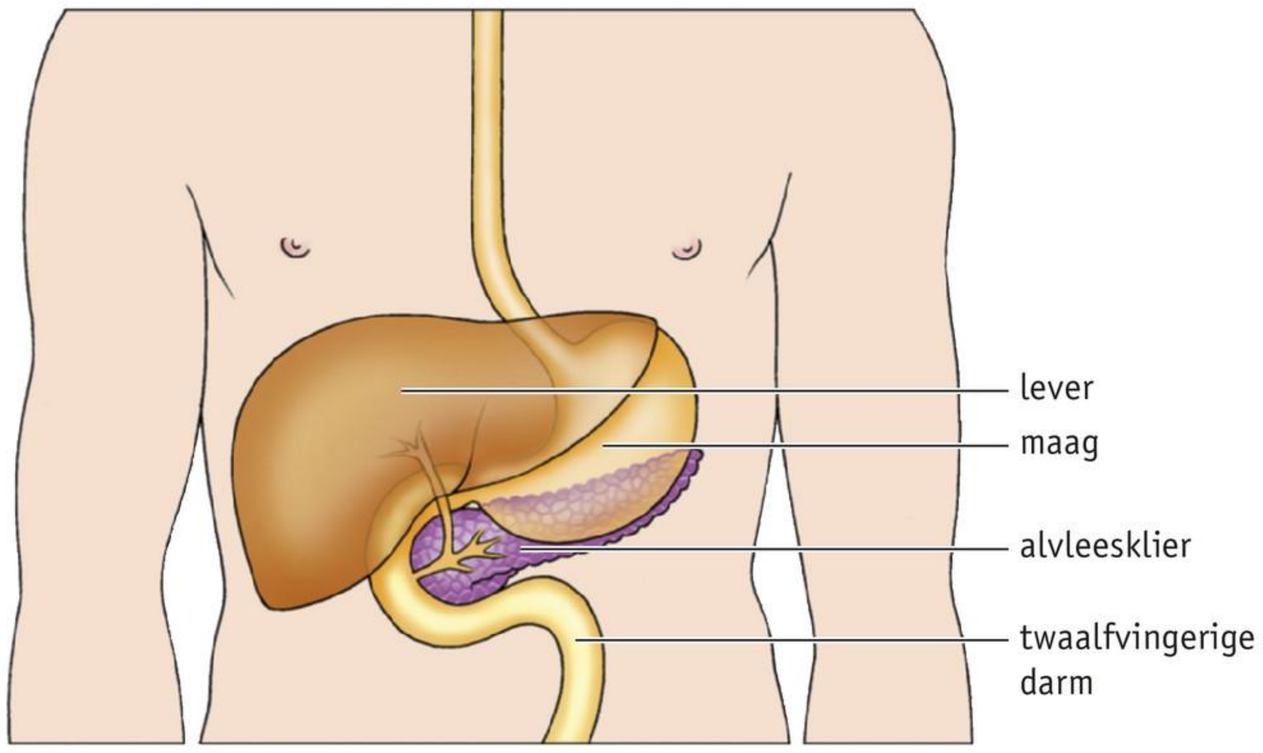
Afb. 6 Een vergrote schildklier.



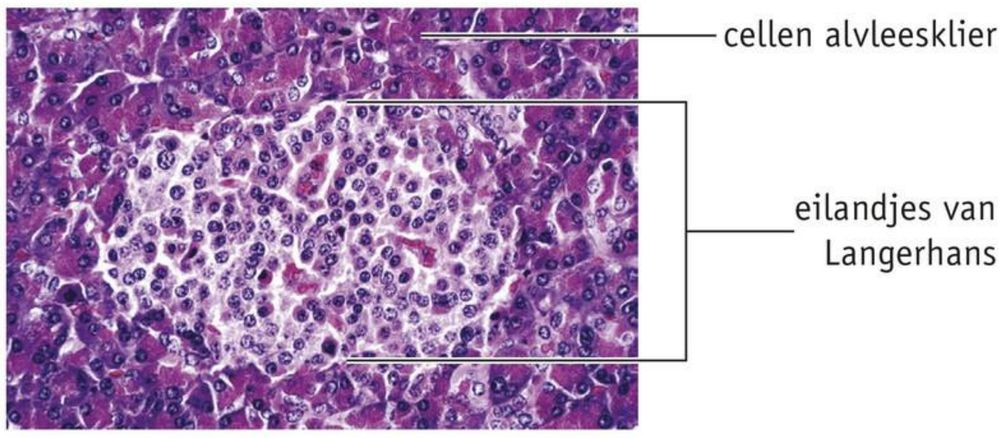
DE EILANDJES VAN LANGERHANS

De **eilandjes van Langerhans** zijn groepjes cellen die in de alvleesklier liggen (zie afbeelding 7). De alvleesklier is een verteringsklier: hij produceert verteringssap. De eilandjes van Langerhans produceren ook de hormonen insuline en glucagon. Deze hormonen houden het glucosegehalte van het bloed min of meer constant.

Afb. 7 Eilandjes van Langerhans.



1 ligging van de alvleesklier

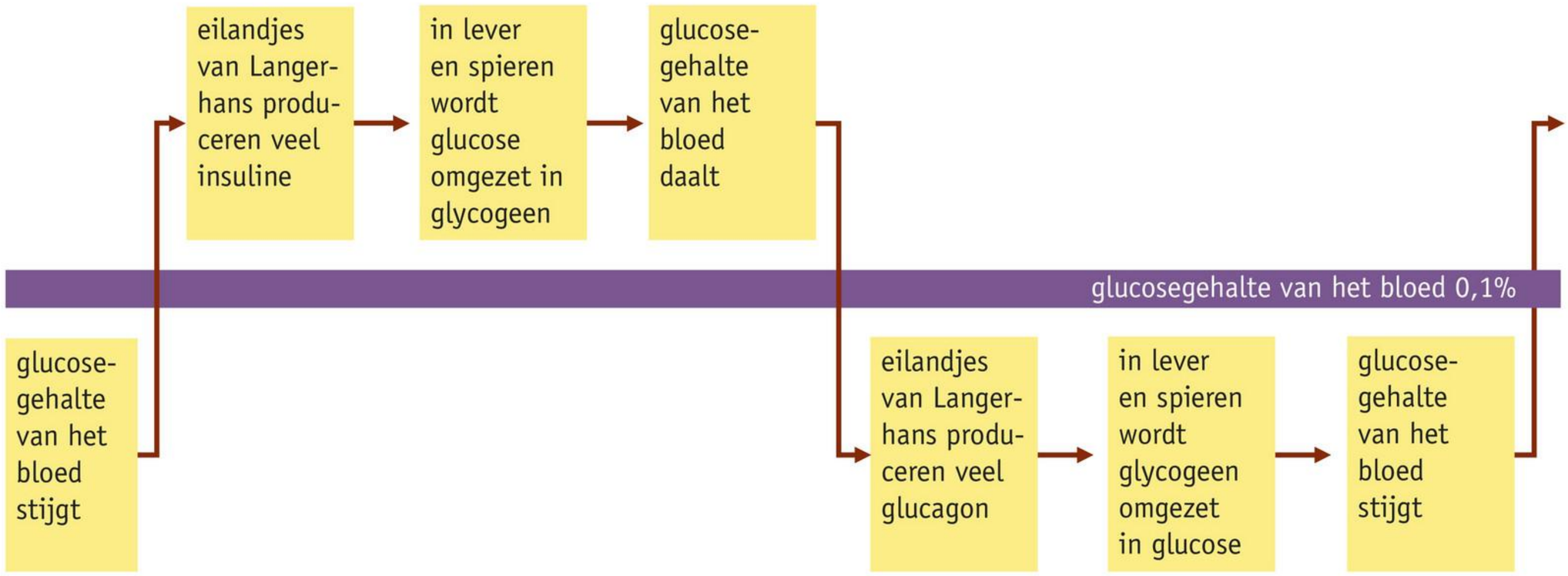


2 een eilandje van Langerhans (lichtmicroscoop, 250× vergroot)

Koolhydraten uit je voedsel worden in de darmen verteerd tot onder andere glucose. Glucose wordt door de wand van de dunne darm heen opgenomen in het bloed. Bloed bevat gemiddeld 0,1% glucose. Bij gezonde mensen wordt het glucosegehalte van het bloed min of meer constant gehouden.
Na een koolhydraatrijke maaltijd kan het glucosegehalte van het bloed hoger worden dan 0,1%. De eilandjes van Langerhans reageren daarop door veel insuline te produceren. Onder invloed van **insuline** wordt glucose opgenomen in de cellen van de lever en in cellen van spieren. Daar wordt de glucose omgezet in **glycogeen** en opgeslagen als reservestof. Het glucosegehalte van het bloed daalt dan weer naar ongeveer 0,1%.
Bij lichamelijke inspanning vindt in cellen veel verbranding plaats. Voor verbranding is glucose nodig. Deze glucose wordt uit het bloed gehaald. Als het glucosegehalte van het bloed dan lager wordt dan 0,1%, reageren de eilandjes van Langerhans daarop door veel glucagon te produceren. Onder invloed van **glucagon** wordt opgeslagen glycogeen in de lever en in de spieren omgezet in glucose. De glucose wordt opgenomen in het bloed. Hierdoor stijgt het glucosegehalte van het bloed weer.

Insuline en glucagon hebben een tegengestelde werking aan elkaar. In afbeelding 8 is de regeling van het glucosegehalte van het bloed schematisch weergegeven.

Afb. 8 Regeling van het glucosegehalte van het bloed.



DIABETES

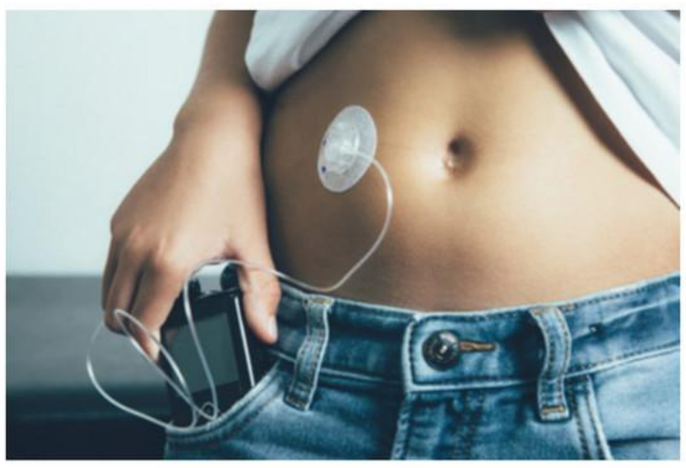
Bij mensen met **diabetes** (**suikerziekte**) produceren de eilandjes van Langerhans te weinig insuline en/of reageert het lichaam niet goed meer op insuline. Er wordt dan minder glucose omgezet in glycogeen. Het glucosegehalte van het bloed stijgt. Dit kan tot maximaal 0,16% oplopen. Stijgt het glucosegehalte tot boven de 0,16%, dan wordt er glucose met de urine uitgescheiden. Men zegt dan: 'Er zit suiker in de urine.' Een te hoog glucosegehalte in het bloed kan zorgen voor allerlei klachten, van vermoeidheid tot in coma raken.
Mensen met diabetes type 1 maken zelf geen of te weinig insuline aan. Zij kunnen hun insulinetekort aanvullen door extra insuline bij zichzelf in te spuiten of ze gebruiken een insulinepomp (zie afbeelding 9.1 en 9.2). De hoeveelheid insuline die zij inspuiten en de hoeveelheid voedsel dat ze binnenkrijgen, moet goed op elkaar worden afgestemd.
Het glucosegehalte van het bloed kan een diabetespatiënt zelf checken met een bloedglucosemeter of kan worden bijgehouden door een sensor gekoppeld aan een telefoon (zie afbeelding 9.3). Een diabetespatiënt kan verder een volledig normaal leven leiden.

Er bestaan verschillende vormen van diabetes. Een ongezonde leefstijl verhoogt de kans op de meest voorkomende vorm van diabetes: diabetes type 2. Deze vorm van diabetes komt steeds vaker voor.

Afb. 9 Insuline toedienen en glucose meten.



1 Met een insulinepen kan een diabetespatiënt zelf insuline inspuiten.



2 Een insulinepomp geeft constant kleine hoeveelheden insuline af.

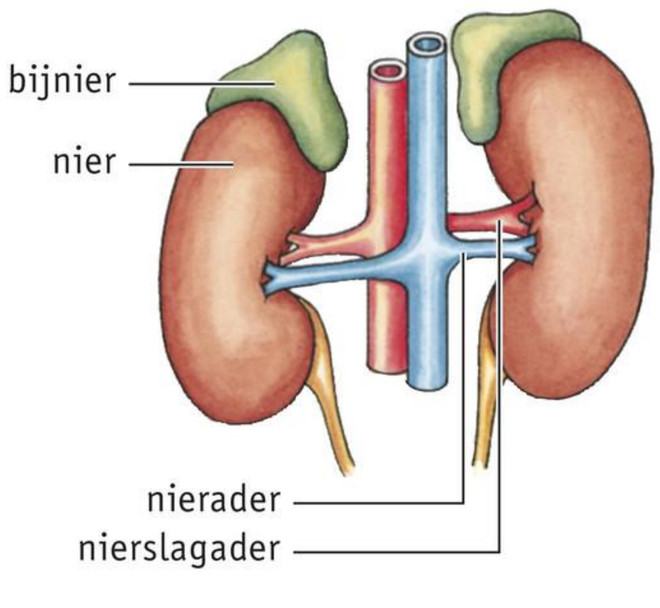


3 Door een sensor wordt het glucosegehalte van het bloed constant bijgehouden.

DE BIJNIEREN

De **bijnieren** liggen bovenop de nieren (zie afbeelding 10). Ze produceren het hormoon **adrenaline**. Wanneer je woedend of bang bent, of wanneer je ergens enorm van schrikt, geven de bijnieren adrenaline af aan het bloed. Adrenaline versnelt de stofwisseling. Onder invloed van adrenaline wordt glycogeen in de lever en in de spieren heel snel omgezet in glucose. De glucose wordt opgenomen in het bloed en het glucosegehalte van het bloed stijgt. Onder invloed van adrenaline gaat ook het hart sneller slaan en versnelt de ademhaling.
Adrenaline is het enige hormoon met een snelle, kortdurende werking. Door adrenaline kan het lichaam in spannende situaties snel handelen.

Afb. 10 Ligging van de bijnieren.



KENNIS

1

a Wat zijn hormonen?
- ○ A impulsen die via gevoelszenuwcellen lopen
- ○ B stoffen die de werking van bepaalde organen regelen
- ○ C stoffen die helpen bij de vertering
- ○ D stoffen die nodig zijn voor de verbranding in cellen

b Kies de juiste woorden.
1 Een speekselklier heeft *een* / *geen* afvoerbuis.
2 De schildklier heeft *een* / *geen* afvoerbuis.
3 Hormoonklieren geven hormonen af aan *afvoerbuizen* / *bloedvaten*.
4 Hormonen werken *alleen in daarvoor gevoelige organen* / *in het gehele lichaam*.

c Kies de processen waarop hormonen van invloed zijn.
- ☐ A groei
- ☐ B ontwikkeling
- ☐ C stofwisseling
- ☐ D voortgeleiding impulsen
- ☐ E voortplanting
- ☐ F werking zintuigen

d Het zenuwstelsel en het hormoonstelsel zijn beide betrokken bij regeling in het lichaam.
Vul de tabel in.
- Kies bij 1 uit: *hormonen – impulsen*.
- Kies bij 2 uit: *hoog – meestal laag*.
- Kies bij 3 uit: *kort – meestal lang*.
- Kies bij 4 uit: *het bloed – uitlopers van zenuwcellen*.

Regeling	Zenuwstelsel	Hormoonstelsel
1 De regeling vindt plaats door middel van		
2 De snelheid van de regeling is		
3 De duur van de regeling is		
4 De regeling bereikt de plaats van werking via		

2

a Welke hormoonklier produceert welk hormoon?

A	bijnier	○	○ 1 adrenaline
B	eilandje van Langerhans	○	○ 2 groeihormoon
C	hypofyse	○	○ 3 insuline en glucagon
D	schildklier	○	○ 4 schildklierhormoon

b Wat is de functie van het hormoon?

A	adrenaline	○	○ 1 Regelt de lengtegroei van de beenderen.
B	glucagon	○	○ 2 Stimuleert de verbranding in de cellen.
C	groeihormoon	○	○ 3 Zorgt ervoor dat glucose in de cellen van de lever en van de spieren wordt omgezet in glycogeen en wordt opgeslagen.
D	insuline	○	○ 4 Zorgt ervoor dat glycogeen in de lever en in de spieren wordt omgezet in glucose.
E	schildklierhormoon	○	○ 5 Zorgt ervoor dat je snel kunt reageren in spannende situaties.

3

Bekijk afbeelding 11.

a Welk nummer geeft de hypofyse aan? nummer *1 / 2 / 3 / 4*

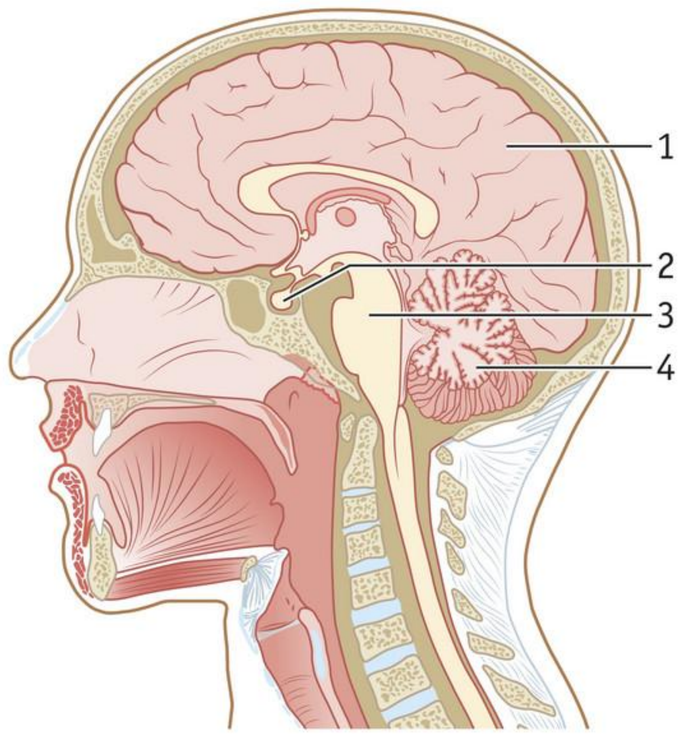
b Wat is het verschil tussen de hypofyse en de andere hormoonklieren?

- ○ A De hypofyse heeft een afvoerbuis.
- ○ B De hypofyse produceert hormonen die op alle organen invloed hebben.
- ○ C De hypofyse produceert hormonen en verwerkt impulsen.
- ○ D De hypofyse produceert hormonen die de werking van andere hormoonklieren beïnvloeden.

c Welke hormoonklieren worden in hun werking beïnvloed door de hypofyse?

- ☐ A bijnieren
- ☐ B eierstokken
- ☐ C eilandjes van Langerhans
- ☐ D schildklier
- ☐ E teelballen

Afb. 11



4

Samenvatting

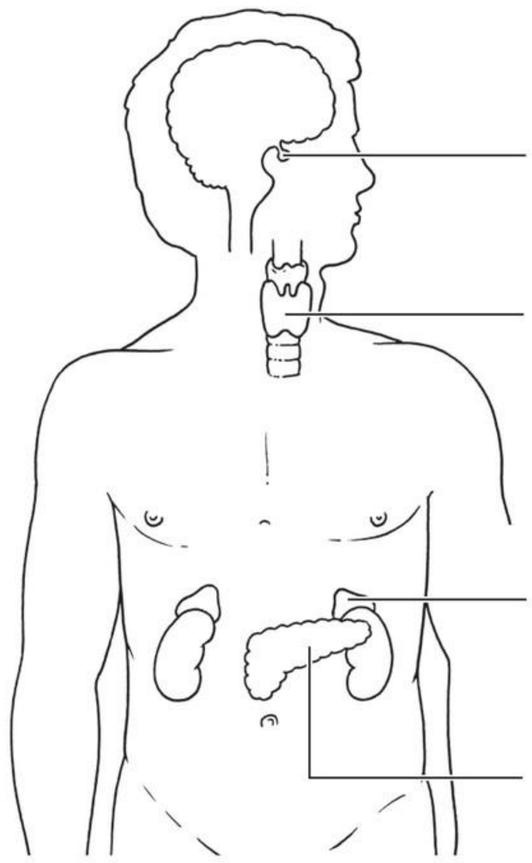
Maak een samenvatting van de basisstof.

Vul de tabel in.

Hormoon	Werking van het hormoon	Kort- of langdurend proces
adrenaline		

In afbeelding 12 zie je een schematische tekening van de ligging van enkele belangrijke hormoonklieren.
Noteer bij elke hormoonklier de naam en welk hormoon deze hormoonklier maakt.

Afb. 12



INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

5 Lees de tekst 'Groeihormoon als doping'.

a Een gunstig effect van groeihormoon voor sporters is dat het de omzetting van glycogeen in glucose stimuleert.
Leg uit waarom dit voor een sporter gunstig is.

b Welke andere hormonen, behalve het groeihormoon, zorgen voor de omzetting van glycogeen in glucose?

c Welk andere effect van het groeihormoon kan ook een reden zijn om het te gebruiken als doping?

d Vanaf de geboorte tot aan de puberteit ligt de productie van groeihormoon hoog. Daarna neemt deze steeds verder af.
Geef hiervoor een verklaring.

Afb. 13

Groeihormoon als doping



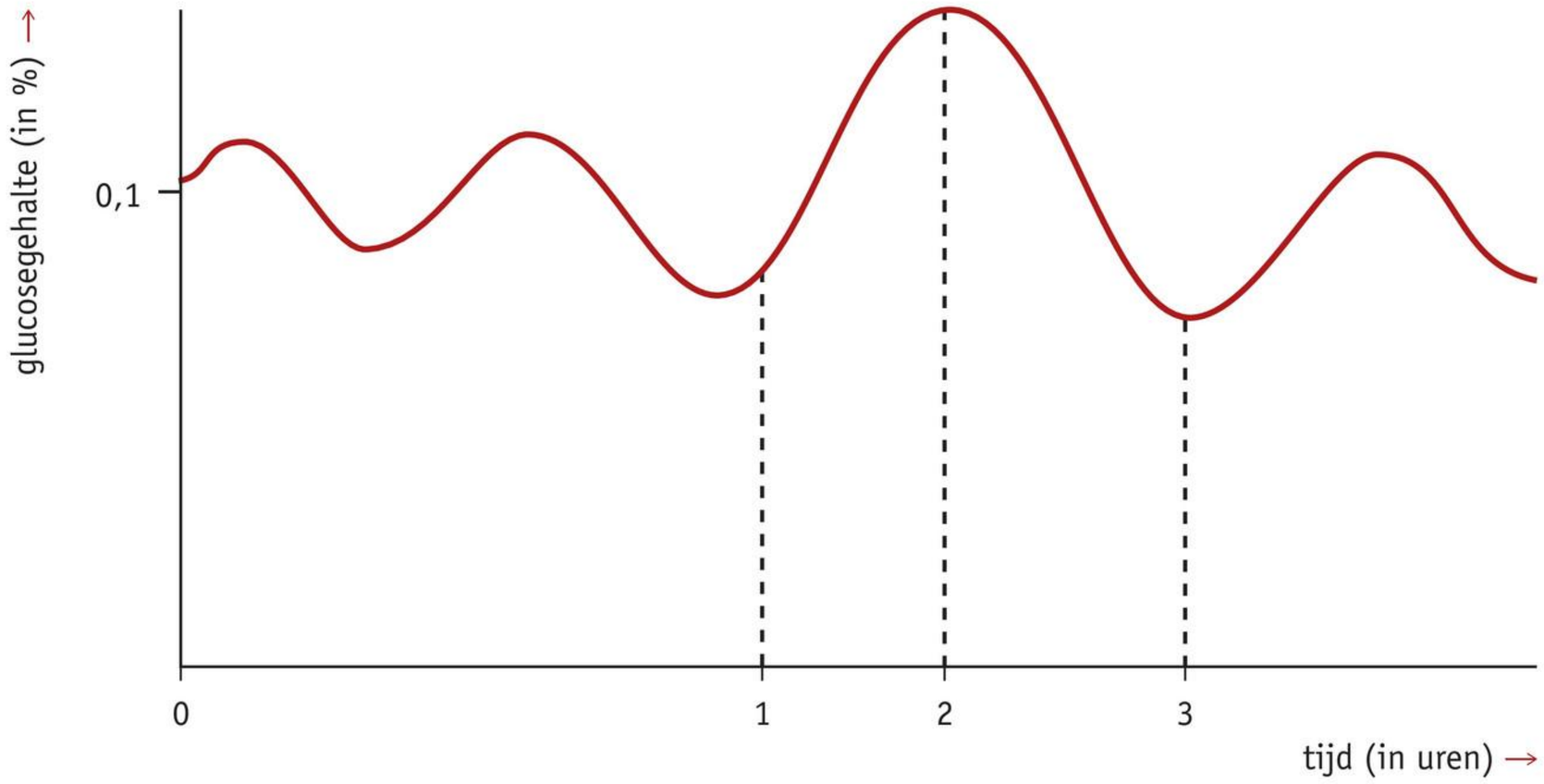
De Nigeriaanse sprintster Okagbare is voor tien jaar geschorst vanwege het gebruik van groeihormonen. Op de Olympische Spelen van 2021 kwam ze nog in actie op de 100 meter sprint, maar daar werd ze betrapt op doping en vervolgens uitgesloten van verdere deelname.
Groeihormoon verstevigt de botten, bevordert vernieuwing van weefsels (zoals opbouw van spierweefsel) en kan een positief effect hebben op het afweersysteem. Daarnaast stimuleert het de vetverbranding. Onder invloed van groeihormoon wordt de omzetting van glycogeen in glucose gestimuleerd.
Naast Okagbare zijn ook atleten uit de wielersport, zwemsport en langlaufen de afgelopen jaren geschorst vanwege het gebruik van groeihormoon.

6 In afbeelding 14 is het verband weergegeven tussen het glucosegehalte van het bloed in een beenslagader van Anouk en de tijd. Anouk levert in deze tijd geen grote inspanning.

a Op tijdstip 1 eet ze een paar boterhammen met aardbeien en suiker.
Leg uit waardoor de stijging van het glucosegehalte van het bloed tussen tijdstip 1 en tijdstip 2 wordt veroorzaakt.

b Door welk hormoon wordt de daling van het glucosegehalte tussen tijdstip 2 en tijdstip 3 veroorzaakt? Leg je antwoord uit.

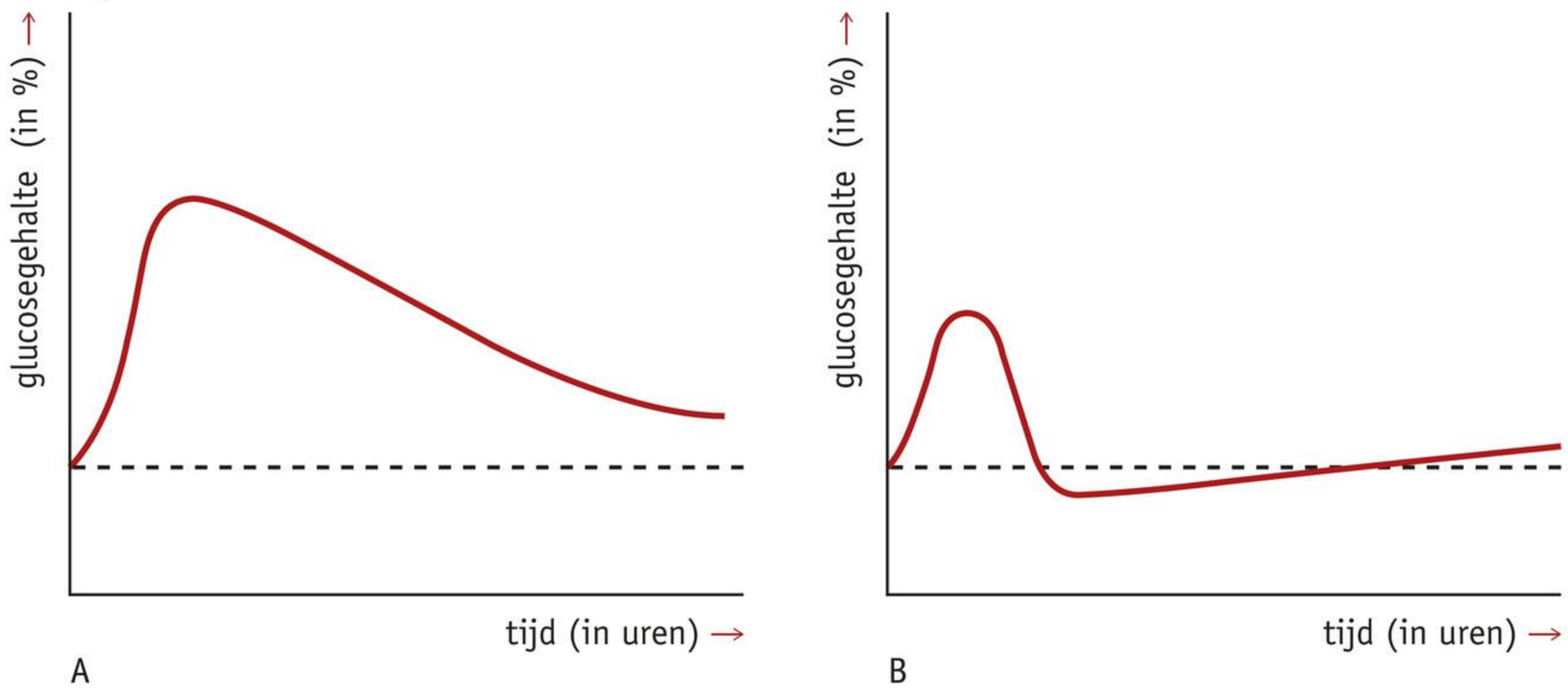
Afb. 14 Glucosegehalte gedurende de tijd.



c Rinze heeft diabetes type 1. Bij hem wordt te weinig insuline aangemaakt.
Ook Rinze eet een paar boterhammen met aardbeien en suiker.
Bekijk afbeelding 15. Welke grafiek geeft het glucosegehalte in het bloed van Rinze weer? Leg je antwoord uit.

d Wat kan Rinze doen om ervoor te zorgen dat het glucosegehalte in zijn bloed gelijk blijft? Leg ook uit welk effect dit heeft.

Afb. 15



7 Vol spanning wacht Linde op het verlossende telefoontje: is ze geslaagd of gezakt? De telefoon gaat ...

a Welk hormoon zal de spanning bij Linde veroorzaken?

b Waar wordt dit hormoon geproduceerd?

c Wat gebeurt er met het glucosegehalte in Lindes bloed vlak voordat ze de telefoon opneemt?

d Wat gebeurt er met haar hartslag? En wat met de ademhaling?

e Adrenaline en glucagon zetten glycogeen om in glucose.
Waarom produceert het lichaam van Linde geen extra glucagon?

+ 8 Na de geboorte drinkt een baby moedermelk. De hypofyse van de moeder produceert twee hormonen die een rol spelen bij de productie van moedermelk: prolactine en oxytocine.
In afbeelding 16 is een doorsnede van een borst van een zogende moeder weergegeven. Op één melkkliertje is ingezoomd. In de afbeelding zijn vier delen aangegeven met de letters T, U, V en W.
Prolactine uit de hypofyse regelt dat kliercellen in de borst melk produceren.

a Welke letter geeft het deel aan waarvan de werking wordt geregeld door prolactine?
Leg uit hoe je dit ziet.

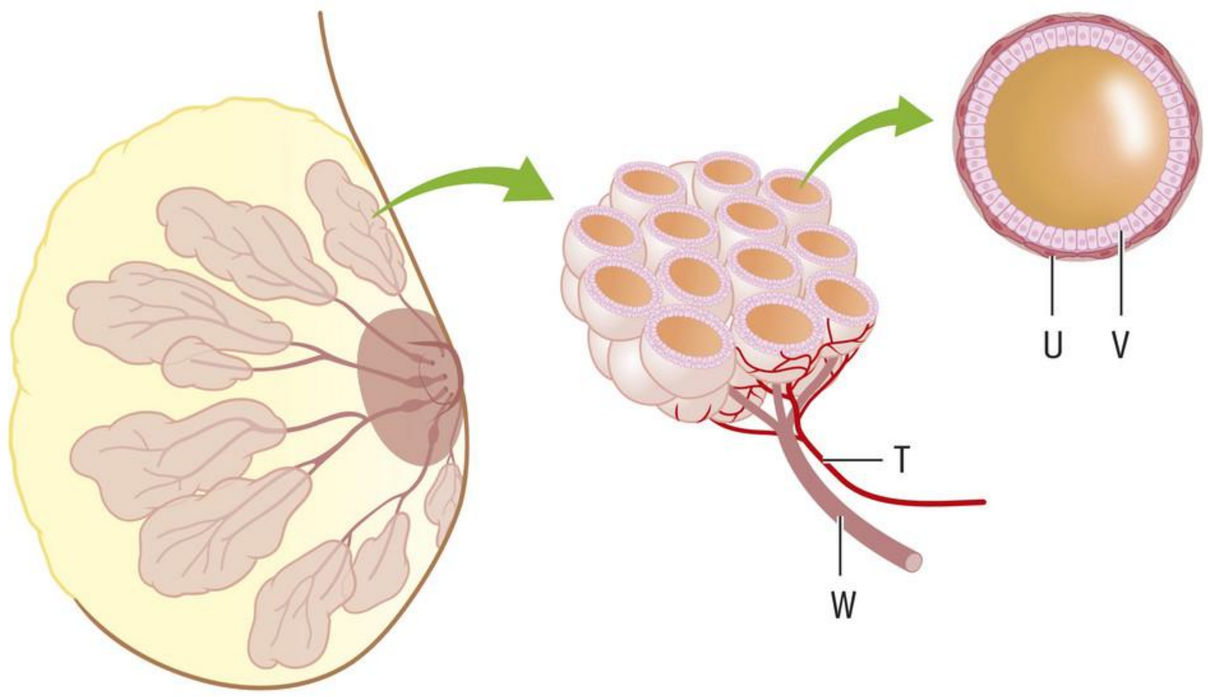
b Door oxytocine uit de hypofyse trekken de spiercellen bij U samen.
Wat gebeurt er als de spiercellen bij U samentrekken?

c Cellen van het melkkliertje nemen glucose op uit het bloed in het haarvat.
Waarvoor gebruiken deze cellen glucose?

d Wanneer een baby aan de tepel zuigt, zal de borst melk afgeven. Dit wordt ook wel de *toeschietreflex* genoemd. Deze reflex zorgt ervoor dat melk richting de tepel wordt geduwd. Bij deze bijzondere reflex werken het zenuwstelsel en het hormoonstelsel samen.
Welk hormoon wordt door de toeschietreflex snel geproduceerd? Leg je antwoord uit.

e Beschrijf de reflexboog van de toeschietreflex. Begin bij de prikkel.

Afb. 16 Melkklier in een borst (doorsnede).



Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

Samenhang

VLINDERS IN JE BUIK

Als je verliefd bent, slaat je hoofd op hol en voel je vlinders in je buik. Je kunt nergens anders meer aan denken en je krijgt geen hap meer door je keel. Het gevoel van verliefdheid komt door een samenspel van hormonen en je zenuwstelsel.

HARTENDIEF

Een hartje is het teken van de liefde (zie afbeelding 1). En als je verliefd bent, zeg je dat je met heel je hart van iemand houdt. Je geliefde noem je een hartendief, want hij of zij heeft je hart gestolen. En als je denkt aan degene waar je verliefd op bent, dan gaat je hart sneller kloppen. Maar maakt diegene het uit, dan breekt je hart.

Verliefd ben je natuurlijk niet alleen met je hart. Al je lichaamsdelen lijken wel mee te doen. Je denkt de hele dag aan je geliefde en vlak voor een volgende date heb je misschien het gevoel dat je keel wordt dichtgeknepen. ‘De zenuwen gieren door m’n keel’, zeg je dan. Ook krijg je vlinders in je buik. Je kunt er zelfs een beetje misselijk van worden. Wanneer je verliefd bent, kun je je eetlust verliezen, waardoor je wel een kilo kunt afvallen.

WORDEN DIEREN OOK VERLIEFD?

Je kunt natuurlijk nooit weten hoe dieren zich voelen. Maar ook dieren die normaal gesproken alleen leven, zoeken elkaar in de paartijd op. En ze maken dan dezelfde hormonen aan als verliefde mensen. Het zou kunnen dat die dieren ook een soort van ‘verliefd’ worden, zodat ze nu juist wel in de buurt van een ander dier willen zijn.

Afb. 1 Verliefd.



OPDRACHTEN

1 Wanneer je degene ziet waar je verliefd op bent, worden je pupillen vanzelf kleiner. Het gebeurt snel en je merkt er zelf niets van.

a Wat is de prikkel die ervoor zorgt dat je pupillen kleiner worden?

b Leg uit dat het kleiner worden van je pupillen een reflex is.

c Waardoor kun je weten dat de pupilreflex niet via het hormoonstelsel gaat?

d Gaan de impulsen bij de pupilreflex via de hersenen? Leg je antwoord uit.

e Het kleiner worden van je pupillen is een onbewuste reactie.
Geef een voorbeeld van een bewuste reactie die je zou kunnen hebben als je degene waar je verliefd op bent ziet.

f In welk deel van de hersenen ontstaat die bewuste reactie?

2 Onderzoekers weten niet precies waarom je 'vlinders in je buik' krijgt als je verliefd bent, maar ze denken dat het iets te maken heeft met een zenuw die van de hersenstam naar de buikholte loopt. Deze zenuw staat in verbinding met verschillende organen, zoals de lever, de maag, de dunne darm en de dikke darm. De zenuw stuurt impulsen van de hersenen naar de organen in het lichaam, maar hij verstuurt veel vaker impulsen van zintuigen in de organen naar het centrale zenuwstelsel.

a Hoe heet het orgaanstelsel waar de lever, de maag en de dunne en dikke darm deel van uitmaken?

b Er bestaan drie typen zenuwen.
Welke drie typen zijn dat?

c Welk type zenuw is de zenuw die van de hersenstam naar de buikholte loopt? Leg je antwoord uit.

d Bevat de zenuw die van de hersenstam naar de buikholte loopt vooral bewegingszenuwcellen of vooral gevoelszenuwcellen? Leg je antwoord uit.

3 Een eerste date is altijd spannend. Wanneer je voor het eerst met iemand gaat daten, kun je dan ook flink zenuwachtig zijn.

a Wat is de functie van adrenaline?

b Wanneer een hert door een tijger wordt achterna gezeten, komt bij het hert veel adrenaline vrij. Door de adrenaline plast het hert dan van angst.
Leg uit dat een hert sneller kan rennen door te plassen.

c Leg uit dat een hert dat plast als het bang is, goed is aangepast aan zijn omgeving.

d Sommige mensen zijn voor hun eerste date zo zenuwachtig, dat ze moeten plassen.
Ben je ook goed aangepast aan je omgeving als je vlak voor een eerste date nodig naar de wc moet?

e Tijgers leven normaal gesproken alleen. Als een vrouwtje vruchtbaar is, kan een mannetje dat ruiken doordat ze andere hormonen produceert. Het mannetje gaat daardoor ook andere hormonen produceren. Onder invloed van de hormonen zoeken de dieren elkaar op. Tijdens de vruchtbare periode van het vrouwtje blijven ze bij elkaar en paren ze voortdurend. Dat duurt drie tot zes dagen. Na de vruchtbare periode neemt de hormoonproductie weer af. Hierna gaan de beide dieren weer hun eigen weg.
Leg uit dat hormoonveranderingen nodig zijn voor het krijgen van nageslacht.

4 De meeste mensen worden verliefd op iemand van het andere geslacht, maar er zijn natuurlijk ook jongens die op jongens vallen, en meisjes die op meisjes vallen. Weer anderen vallen op jongens én meisjes. Dat noem je iemands seksuele voorkeur. Sommige onderzoekers denken dat je seksuele voorkeur wordt bepaald door de hoeveelheid testosteron in het bloed van de moeder tijdens de zwangerschap. Testosteron is een mannelijk geslachtshormoon, maar het wordt ook door vrouwen geproduceerd.

a Leg uit hoe testosteron uit het bloed van de moeder in het bloed van het embryo terecht kan komen.

b Door welke klieren wordt testosteron bij mannen geproduceerd?

c Testosteron wordt niet door de hypofyse geproduceerd, maar de hypofyse heeft wel invloed op de hoeveelheid testosteron in het lichaam.
Waar bevindt de hypofyse zich?

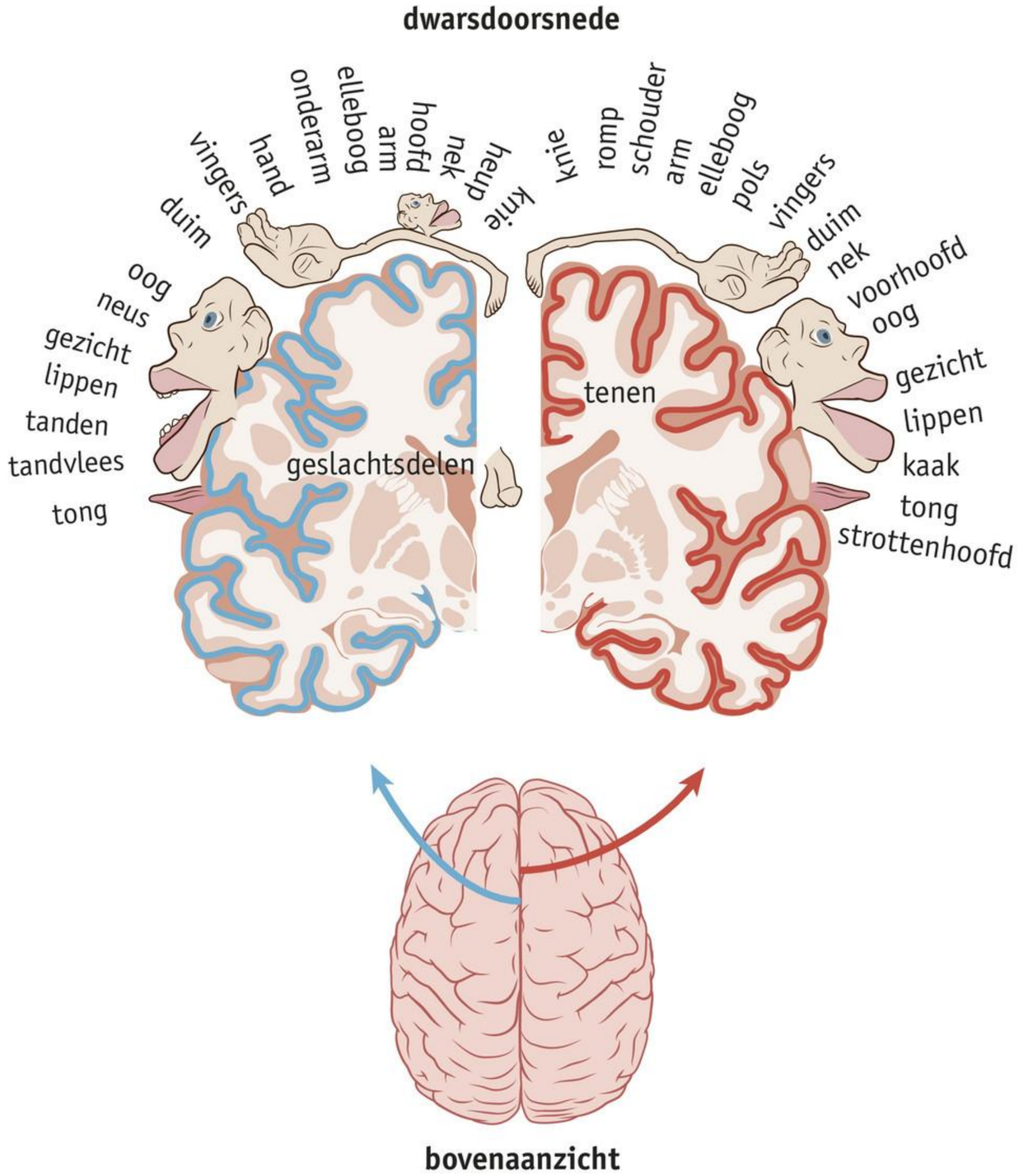
d Leg uit dat de hypofyse invloed heeft op de hoeveelheid testosteron in het lichaam.

5 Het klinkt misschien raar, maar veel mensen vinden het opwindend om een voetmassage te krijgen. In afbeelding 2 zie je de hersenschors. Aan de linkerkant zie je de gevoelscentra, aan de rechterkant de bewegingscentra. In werkelijkheid hebben beide hersenhelften zowel gevoelscentra als bewegingscentra.

a Waaraan kun je zien dat de gevoelscentra aan de linkerkant zijn getekend?

b Leg met behulp van de afbeelding uit waarom een voetmassage opwindend kan zijn.

Afb. 2 Hersenschors met gevoelscentra (links) en bewegingscentra (rechts) (schematisch).



Ga naar de *Extra stof*.

Leren onderzoeken

1 EEN INTERVIEW AFNEMEN

LEERDOEL

10.O.1 Je kunt een interview voorbereiden, afnemen en schriftelijk presenteren.

Veel mensen hebben door hun beroep of in hun dagelijks leven te maken met onderwerpen die in dit thema aan bod zijn gekomen. Je gaat bij zo iemand een interview afnemen.
Je kunt kiezen voor:

- iemand die in zijn beroep te maken heeft met het zenuwstelsel of het hormoonstelsel (bijvoorbeeld een huisarts, verpleegkundige, apotheker of anesthesiemedewerker);
- iemand die met alcohol of drugs te maken heeft (bijvoorbeeld een hulpverlener, een verslaafde of een politieagent);
- iemand die een ziekte of afwijking heeft (bijvoorbeeld iemand die een verlamming heeft of diabetespatiënt is).

Het afnemen van een interview moet je voorbereiden. Daarna nodig je iemand uit en houd je het gesprek. Vervolgens moet je het interview uitwerken in een verslag. In afbeelding 1 zie je een stappenplan.

Afb. 1

Een interview afnemen

Voorbereiding

- Noteer wat het doel is van je interview.
- Noteer vijf hoofdvragen die je in elk geval wilt stellen.
- Zorg (eventueel) voor opnameapparatuur (bijvoorbeeld videocamera of telefoon).

Uitnodiging

- Zoek een persoon die je wilt interviewen en bel hem of haar op.
- Vertel wie je bent en waarom je een interview wilt afnemen.
- Spreek een plaats en een tijd af.

Gesprek

- Stel de hoofdvragen één voor één. Aan de hand van de antwoorden die je krijgt, kun je doorvragen.
- Houd de tijd in de gaten. Eventueel onderbreek je de persoon beleefd.
- Geef af en toe een korte samenvatting van een antwoord.
- Bedank de persoon en vraag of hij of zij de uitwerking van het interview wil zien.

Uitwerking

Maak een verslag van het interview.

OPDRACHT

1 In deze opdracht staat een uitgebreid stappenplan voor het afnemen van een interview. Volg de stappen en beantwoord de vragen in het stappenplan.

Voorbereiding

- Noteer op een vel papier of in je telefoon wat het *doel* is van je interview. Bijvoorbeeld: 'ik wil weten wat leuk en wat minder leuk is aan het beroep van verpleegkundige' of 'ik wil weten hoe het leven van een verslaafde eruitziet'.
- Noteer vijf *hoofdvragen* die je tijdens het interview in elk geval wilt stellen.
- Neem de vragen mee naar het interview. Je weet dan zeker dat al je belangrijke vragen aan bod komen. Daarnaast kun je tijdens het gesprek ook vragen stellen die spontaan in je opkomen.

Het is handig als je het interview kunt opnemen. Bij het uitwerken van het interview kun je dan alles nog eens rustig terugluisteren. Het interview opnemen kan met (een app op) je telefoon. Vraag wel altijd toestemming of je het interview mag opnemen.

- Noteer wat het doel is van je interview.
- Noteer de vijf hoofdvragen van het interview.

Uitnodiging

- Zoek iemand die je wilt interviewen.
- Leg het eerste contact via e-mail of bel de persoon op.

In een e-mail moet het volgende aan bod komen:

- Je vertelt wie je bent.
- Je noemt het doel van je interview.
- Je legt uit waarom je de persoon hebt gekozen voor het interview.
- Je vraagt of je de persoon mag interviewen en vraagt om een telefonische afspraak om de details te bespreken.

Tijdens het telefoongesprek moet het volgende aan bod komen:

- Je vertelt wie je bent.
- Je noemt het doel van je interview.
- Je legt uit waarom je de persoon hebt gekozen voor het interview.
- Je vertelt wat je met de gegevens van het interview gaat doen.
- Je spreekt een plaats en een tijd af voor het interview.
- Je spreekt af hoelang het interview zal duren.
- Je vraagt of de persoon er bezwaar tegen heeft dat je het interview opneemt.

1 Wie wil je gaan interviewen?
2 Waar en wanneer heb je afgesproken?

Gesprek

- Zorg ervoor dat je op tijd op de afgesproken plaats bent. Neem het vel papier mee waarop je het doel van het interview en de vijf hoofdvragen hebt genoteerd.
- Begin het gesprek door nog een keer het doel van het interview te noemen.
- Maak tijdens het interview notities van belangrijke steekwoorden of zinnen.
- Wanneer je het gesprek opneemt, zorg er dan voor dat je opnameapparatuur klaar is voor gebruik.

- Stel je hoofdvragen één voor één. Aan de hand van de antwoorden die je krijgt, kun je doorvragen. Houd daarbij de tijd in de gaten! Het kan zijn dat de persoon graag en veel praat. Onderbreek dan beleefd en stel de volgende hoofdvraag.
- Geef af en toe een korte samenvatting van een antwoord. Je laat dan zien dat je goed hebt geluisterd en dat je de persoon hebt begrepen.
- Na afloop van het interview bedank je de persoon.
- Vraag of hij of zij de uitwerking van het interview wil zien. Zo ja, spreek dan af wanneer en hoe je dit doet.

- Neem het interview af op de afgesproken plaats en tijd.
- Maak op losse vellen papier notities tijdens het interview (noteer bijvoorbeeld steekwoorden).

Uitwerking

- Werk je interview zo snel mogelijk uit in een verslag.
- Vermeld de naam van de geïnterviewde persoon en de datum waarop het gesprek plaatsvond.
- Vermeld ook het doel van het interview en de hoofdvragen. Na elke hoofdvraag geef je het antwoord weer dat je hebt gekregen. Lange antwoorden mag je samenvatten.
- Na afloop kijk je naar het resultaat van je werk. Je kijkt of je je doel hebt bereikt en vraagt je af wat je bij een volgend interview anders zou doen. Dit noteer je in je verslag.

- Maak op losse vellen papier een verslag van het interview.
- Luister de opname terug als je aan je notities niet voldoende houvast hebt.

Practica

1 HET RUGGENMERG

LEERDOEL

10.3.1 Je kunt de delen van het ruggenmerg noemen met hun functies en kenmerken.

► basisstof 3

20-30 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum bekijk je een preparaat van het ruggenmerg door de microscoop. Hiervan maak je een tekening.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een klaargemaakt preparaat van een dwarsdoorsnede van het ruggenmerg
- ☐ een microscoop (eventueel kun je een loep gebruiken)

WAT MOET JE DOEN?

- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 40×.
- Maak een schematische tekening van de dwarsdoorsnede van het ruggenmerg.
- Geef aan: *grijze stof – witte stof*.

2 SPIEGELTEKENEN

LEERDOEL

10.4.1 Je kunt de delen van de hersenen noemen met hun functies en kenmerken.

► basisstof 4

20-30 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum probeer je via een spiegel te tekenen. Je maakt hiervoor eerst een proefopstelling.

WAT HEB JE NODIG?

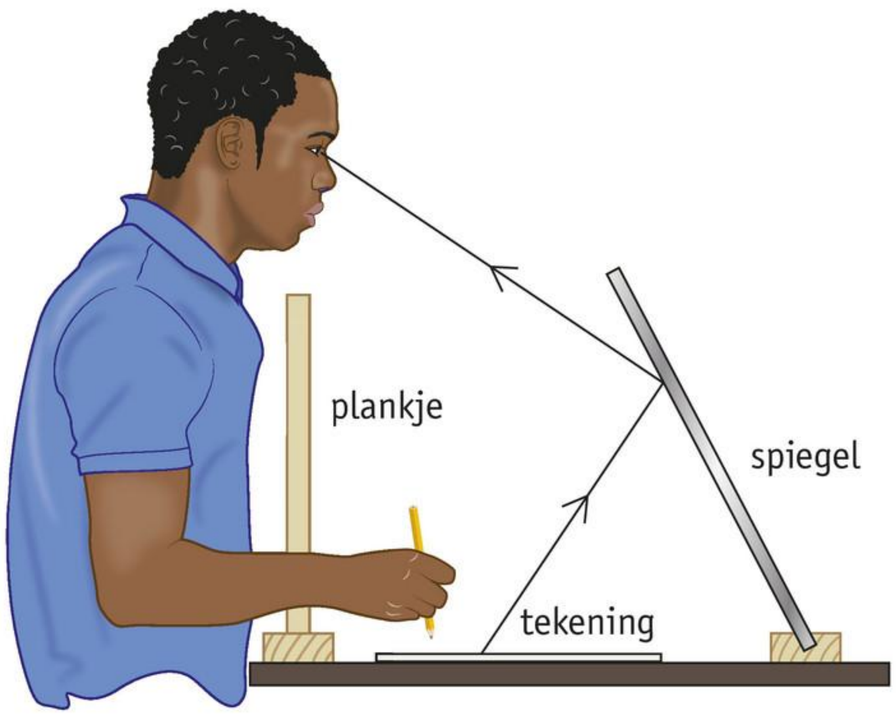
- ☐ een spiegel in een houder (onder een hoek van circa 45°)
- ☐ een plankje in een houder (rechtop)
- ☐ een potlood
- ☐ afbeelding van een ster (knipblad 1)

WAT MOET JE DOEN?

- In afbeelding 1 staat de proefopstelling weergegeven.
- Leg de afbeelding van de ster (knipblad 1) recht voor je neer.
- Zet de houder met de spiegel achter de ster met de spiegel naar je toe. Zet de houder met het plankje *voor* de ster neer. Als je het goed hebt gedaan, kun je de ster alleen nog via de spiegel zien.
- Kijk langs het plankje en plaats het potlood op punt S.

- Kijk in de spiegel en dus niet direct naar je hand. Trek met het potlood een streep vanaf punt S en volg de lijnen van de ster in de richting die voor jou het prettigst is. Probeer tussen de dubbele lijnen te blijven. Je bent klaar als je het patroon helemaal hebt afgemaakt.

Afb. 1 Proefopstelling voor spiegeltekenen.



WAT NEEM JE WAAR?

a Wat heb je waargenomen tijdens het practicum?

b Waardoor wordt dit veroorzaakt?

c Tel het aantal fouten:
- Elke keer dat je over een lijn heen bent gegaan, telt voor twee fouten: één fout voor het buiten de lijn gaan en één fout voor het er weer binnen gaan.
- Elke keer dat je je lijn onderbroken hebt, telt voor één fout.

Hoeveel fouten heb je in totaal gemaakt?

d Je kunt beter leren tekenen in spiegelbeeld door te oefenen. Leg uit wat er bij het oefenen zal veranderen in je hersenen.

e Welke hersencentra heb je bij spiegeltekenen gebruikt?

3 DE KNIEPEESREFLEX

LEERDOEL

10.5.1 Je kunt de functies van reflexen noemen en je kunt een reflexboog beschrijven. ▶ basisstof 5

5-10 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum test je je eigen kniepeesreflex. Dit doe je samen met een klasgenoot.

WAT HEB JE NODIG?

☐ een reflexhamertje of een liniaal

WAT MOET JE DOEN?

- Leg je linkerbeen over je rechterknie. Zorg ervoor dat je linkervoet de grond niet raakt en dat je onderbeen er ontspannen bij hangt.
- Laat je klasgenoot een tik op je kniepees geven, precies onder de knieschijf (zie afbeelding 2).

WAT NEEM JE WAAR?

a Hoe reageerde je onderbeen op de tik?
b Heb je deze beweging bewust willen maken?
c Wat is de reflexboog bij deze reflex wanneer je deze opwekt met het reflexhamertje?

Afb. 2 Uitvoering van de kniepeesreflex.



4 DE PUPILREFLEX

LEERDOEL

10.5.1 Je kunt de functies van reflexen noemen en je kunt een reflexboog beschrijven. ▶ basisstof 5

10-20 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum bekijk je de reactie van je pupillen op licht. Je kunt dit practicum alleen of met tweeën uitvoeren.

WAT HEB JE NODIG?

☐ een spiegel of iemand om mee samen te werken

WAT MOET JE DOEN?

- Houd een hand voor één oog (zie afbeelding 3).
- Haal na een minuut je hand weg.

Als je alleen werkt, bekijk je in de spiegel wat er gebeurt met de pupilgrootte van beide ogen, meteen na het wegnemen van de hand.
Als je met zijn tweeën werkt, vertelt de ander wat er met de pupilgrootte van beide ogen gebeurt, meteen na het wegnemen van de hand.

Afb. 3



WAT NEEM JE WAAR?

a Wat verandert er aan de grootte van de pupillen meteen na het weghalen van je hand?
b Waardoor verandert bij deze proef de grootte van de pupillen?
c Is de verandering van de grootte van de pupillen een bewuste reactie of een reflex?
d Wat is de functie van het veranderen van de grootte van de pupillen?
e Is de pupilreflex voor beide ogen gescheiden of valt deze (gedeeltelijk) samen? Leg je antwoord uit.

Samenvatting

BASIS 1

HET ZENUWSTELSEL

10.1.1 Je kunt de delen en de functies van het zenuwstelsel noemen.

- Delen van het zenuwstelsel:
  - centrale zenuwstelsel: grote hersenen, kleine hersenen, hersenstam en ruggenmerg
  - zenuwen
- Functies van het zenuwstelsel:
  - verwerken van impulsen (elektrische signalen); impulsen ontstaan in zintuigcellen onder invloed van prikkels (bijv. geuren)
  - de werking regelen van spieren en klieren
- Functie van zenuwen:
  - verbinden van het centrale zenuwstelsel met alle lichaamsdelen

BEGRIPPEN

centrale zenuwstelsel
Bestaat uit de grote hersenen, de kleine hersenen, de hersenstam en het ruggenmerg.

impuls
Elektrisch signaal dat door zenuwen kan worden doorgegeven.

zenuw
Verbindt het centrale zenuwstelsel met alle lichaamsdelen.

BASIS 2

ZENUWCELLEN EN ZENUWEN

10.2.1 Je kunt in een afbeelding van een zenuwcel de delen benoemen.

- Bouw van een zenuwcel:
  - cellichaam met celkern
  - uitlopers die impulsen naar het cellichaam toe geleiden
  - uitlopers die impulsen van het cellichaam af geleiden

10.2.2 Je kunt drie typen zenuwcellen noemen met hun functies en kenmerken.

- Gevoelszenuwcellen:
  - Functie: impulsen geleiden van zintuigen naar het centrale zenuwstelsel.
  - De cellichamen liggen *vlak bij* het centrale zenuwstelsel.
  - Gevoelszenuwcellen hebben één lange uitloper die impulsen naar het cellichaam toe geleidt.
- Bewegingszenuwcellen:
  - Functie: impulsen geleiden van het centrale zenuwstelsel naar spieren of klieren.
  - De cellichamen liggen *in* het centrale zenuwstelsel.
  - Bewegingszenuwcellen hebben één lange uitloper die impulsen van het cellichaam af geleidt.
- Schakelcellen:
  - Functie: impulsen geleiden binnen het centrale zenuwstelsel (o.a. van gevoelszenuwcellen naar bewegingszenuwcellen).
  - Schakelcellen liggen in hun geheel in het centrale zenuwstelsel (in de grote hersenen, kleine hersenen, hersenstam en ruggenmerg).

10.2.3 Je kunt omschrijven wat een zenuw is en je kunt drie typen zenuwen noemen met hun kenmerken.

- Zenuw: een bundel uitlopers van zenuwcellen, omgeven door een laag bindweefsel (een stevige laag die zorgt voor bescherming).
  - Elke uitloper is omgeven door een isolerend laagje.
- Zenuwen verbinden het centrale zenuwstelsel met alle lichaamsdelen.
- Typen zenuwen:
  - Gevoelszenuwen bevatten alleen uitlopers van gevoelszenuwcellen.
  - Bewegingszenuwen bevatten alleen uitlopers van bewegingszenuwcellen.
  - Gemengde zenuwen bevatten uitlopers van gevoelszenuwcellen en van bewegingszenuwcellen.
- De meeste zenuwen zijn gemengde zenuwen.

BEGRIPPEN

bewegingszenuw
Zenuw die alleen uitlopers van bewegingszenuwcellen bevat.

bewegingszenuwcel
Cel die impulsen geleidt van het centrale zenuwstelsel naar een spier of klier.

cellichaam
Deel van een zenuwcel waarin zich de kern bevindt.

gemengde zenuw
Zenuw die uitlopers van gevoelszenuwcellen en bewegingszenuwcellen bevat.

gevoelszenuw
Zenuw die alleen uitlopers van gevoelszenuwcellen bevat.

gevoelszenuwcel
Cel die impulsen geleidt van een zintuig naar het centrale zenuwstelsel.

schakelcel
Cel die impulsen geleidt binnen het centrale zenuwstelsel.

uitloper
Deel van een zenuwcel voor het doorgeven van impulsen, omgeven door een isolerend laagje.

zenuwcel
Cel die bestaat uit een cellichaam en uitlopers.

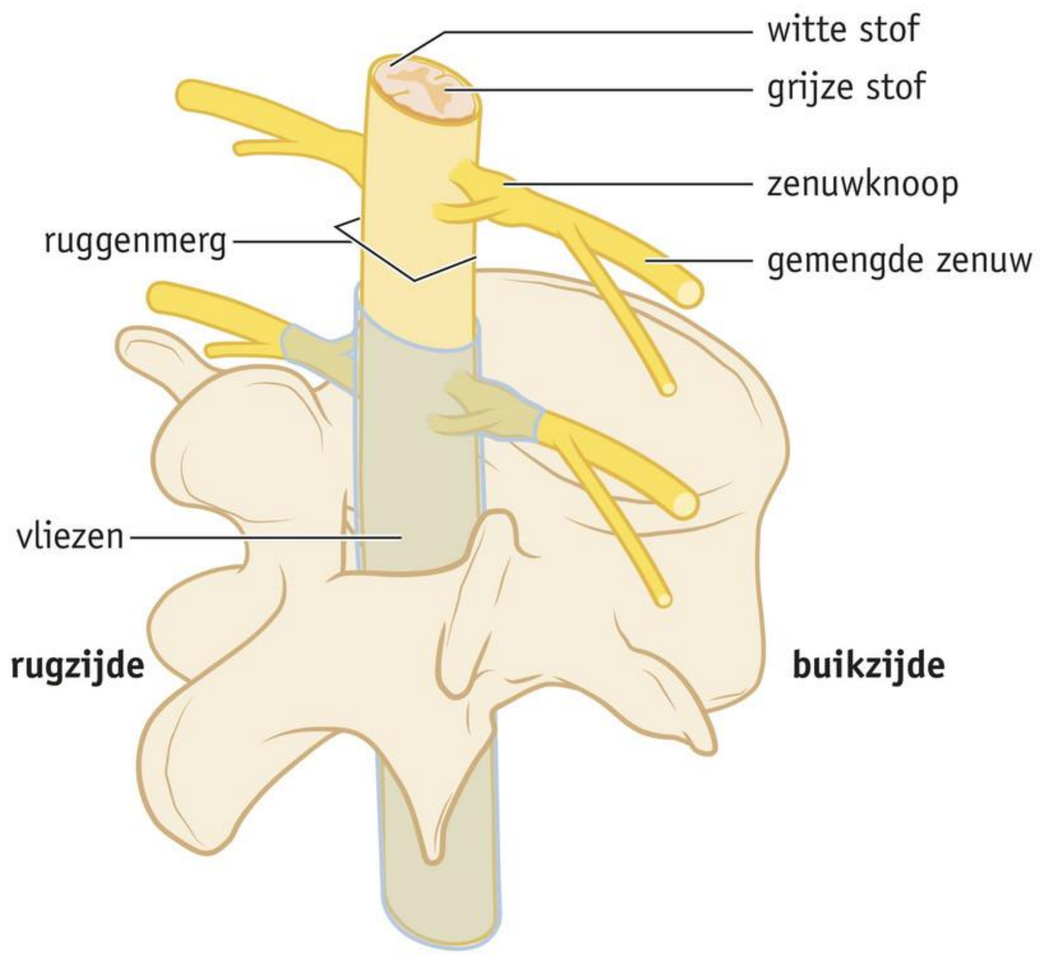
BASIS 3

HET RUGGENMERG

10.3.1 Je kunt de delen van het ruggenmerg noemen met hun functies en kenmerken.

- Het ruggenmerg ligt beschermd in het wervelkanaal van de wervelkolom. Om het ruggenmerg heen liggen stevige vliezen ter bescherming.
- Functie van het ruggenmerg:
  - impulsen geleiden van zenuwen uit de romp en de ledematen naar de hersenen, en omgekeerd
- Het buitenste gedeelte bestaat uit de witte stof.
  - De witte stof bevat uitlopers van zenuwcellen die van en naar de hersenen lopen.
- Het binnenste gedeelte bestaat uit de grijze stof.
  - De grijze stof bevat cellichamen van schakelcellen en cellichamen van bewegingszenuwcellen.
- Aan de rugzijde komen gevoelszenuwen het ruggenmerg binnen.
  - De cellichamen van gevoelszenuwcellen liggen in verdikkingen (zenuwknopen) vlak bij de rugzijde van het ruggenmerg.
- Aan de buikzijde verlaten bewegingszenuwen het ruggenmerg.

Afb. 1



BEGRIPPEN

ruggenmerg
Verbindt veel zenuwen met de hersenen.

wervelkanaal
Opening in de wervelkolom waarin het ruggenmerg ligt.

zenuwknoop
Verdikkingen met de cellichamen van de gevoelszenuwcellen.

BASIS 4

DE HERSENEN

10.4.1 Je kunt de delen van de hersenen noemen met hun functies en kenmerken.

- De hersenen bestaan uit de grote hersenen, de kleine hersenen en de hersenstam.
  - In het buitenste gedeelte van de grote en kleine hersenen ligt de grijze stof met daarin cellichamen van de schakelcellen.
  - In het binnenste gedeelte van de grote en kleine hersenen ligt de witte stof met daarin de uitlopers van de schakelcellen.
- Functies van de grote hersenen:
  - Impulsen verwerken die afkomstig zijn van zintuigen (bewuste waarneming) en gewilde bewegingen regelen (bewuste reacties).
  - In hersencentra liggen de cellichamen van schakelcellen in groepen bij elkaar.
  - In gevoelscentra worden binnenkomende impulsen verwerkt (bijv. in het gehoorcentrum) en in bewegingscentra ontstaan impulsen voor gewilde bewegingen (bijv. in het spraakcentrum). De plaats waar impulsen aankomen en worden verwerkt, bepaalt van welke prikkel je je bewust wordt.
- Functie van de kleine hersenen:
  - bewegingen coördineren (o.a. handhaven van het evenwicht)
- Functies van de hersenstam:
  - impulsen geleiden van het ruggenmerg naar de grote en kleine hersenen, en omgekeerd
  - impulsen geleiden van zenuwen in hoofd en hals naar de grote en de kleine hersenen, en omgekeerd
  - belangrijke levensfuncties aansturen, zoals hartslag, ademhaling, bloeddruk en temperatuur van het lichaam

10.4.2 Je kunt de invloed van verdovende, stimulerende en bewustzijnsveranderende middelen op het zenuwstelsel beschrijven en de risico's van het gebruik van verslavende middelen noemen.

- Medicijnen, alcohol, drugs en tabak beïnvloeden de werking van de hersenen.
  - Onder invloed van deze stoffen kan de overdracht van impulsen worden geremd of gestimuleerd.
- Pijnstillers, slaapmiddelen en kalmeringsmiddelen maken je suf. Je waarnemingsvermogen en je reactievermogen nemen af.
- Drugs zijn stoffen die de werking van het centrale zenuwstelsel beïnvloeden.
  - Verdovende middelen (downers) geven een ontspannen, rustig en blij gevoel.
  - Stimulerende middelen (uppers) geven het gevoel van meer energie en zelfvertrouwen.
  - Bewustzijnsveranderende middelen (trippers) zorgen ervoor dat de waarnemingen worden verstoord en dat de stemming verandert.
  - Drugs hebben een effect op de hartslag, ademhaling, bloeddruk, spieren en werking van de zintuigen.
  - Drugs kunnen meerdere effecten tegelijk hebben.
- Het gebruik van alcohol, tabak en drugs geeft een risico op verslaving; je kunt niet meer zonder.
  - Bij het roken van tabak stimuleert nicotine de aanmaak van dopamine. Dit stofje geeft de gebruiker een goed gevoel waardoor hij steeds meer wil.
  - Bij sommige middelen bouw je tolerantie op; het lichaam heeft steeds meer nodig om hetzelfde effect te krijgen.
  - Bij lichamelijke afhankelijkheid krijgt de gebruiker ontwenningsverschijnselen wanneer hij stopt.
  - Bij geestelijke afhankelijkheid heeft de gebruiker het gevoel niet zonder het middel te kunnen.
- Het gebruik van alcohol en tabak is legaal vanaf 18 jaar.
- Bijna alle drugs zijn illegaal. Het gebruik van bepaalde drugs wordt gedoogd (bijv. cannabis).
- Voor jongeren zijn de risico's van alcohol en drugs veel groter dan voor volwassenen.

BEGRIPPEN

bewegingscentra
Hersencentra waarin impulsen ontstaan die bewuste bewegingen veroorzaken.

bewustzijnsveranderende middelen (trippers)
Middelen die de waarnemingen verstoren.

dopamine
Stofje dat in de hersenen wordt gemaakt en je een goed gevoel geeft.

drugs
Stoffen die de werking van het centrale zenuwstelsel beïnvloeden.

geestelijke afhankelijkheid
Verslaving waarbij je het gevoel hebt dat je niet zonder het middel kunt.

gevoelscentra
Hersencentra waarin impulsen worden ontvangen die afkomstig zijn van zintuigen.

grote hersenen
Verwerkt impulsen van zintuigen (bewuste waarneming) en stuurt impulsen voor bewuste bewegingen.

hersencentra
Delen van de hersenen met een bepaalde functie.

hersenstam
Geleidt impulsen van o.a. het ruggenmerg naar de hersenen en omgekeerd; stuurt belangrijke levensfuncties aan.

kleine hersenen
Orgaan dat zorgt voor de coördinatie van alle bewegingen van je lichaam.
lichamelijke afhankelijkheid
Verslaving waarbij je ontwenningsverschijnselen krijgt wanneer je stopt met het middel gebruiken.
reactievermogen
De snelheid waarmee je op iets kunt reageren.
stimulerende middelen (uppers)
Middelen die je het gevoel van meer energie en zelfvertrouwen geven.
tolerantie
Dat je steeds meer van een middel nodig hebt om hetzelfde effect te krijgen.
verdovende middelen (downers)
Middelen die je een ontspannen, rustig en blij gevoel geven.
verslaving
Wanneer je afhankelijk bent van een middel en niet meer zonder kunt.
waarnemingsvermogen
Vermogen om prikkels uit de omgeving (via je zintuigen) in de hersenen waar te nemen.

BASIS 5

DE WEG DIE IMPULSEN AFLEGGEN

10.5.1 Je kunt de functies van reflexen noemen en je kunt een reflexboog beschrijven.

- Bij bewuste reacties lopen de prikkels altijd via de hersenen.
- Reflex: een vaste, snelle, onbewuste reactie op een bepaalde prikkel.
  - De snelheid is vaak nodig om het lichaam te beschermen tegen onverwachte beschadigingen (bijv. terugtrekreflex).
  - Reflexen hebben ook een functie bij het handhaven van bepaalde houdingen en bij bewegingen van het lichaam (bijv. strekreflex).
- Reflexboog: de weg die impulsen afleggen bij een reflex.
  - Onder invloed van prikkels ontstaan impulsen in zintuigcellen.
  - Gevoelszenuwcellen geleiden de impulsen naar schakelcellen in het ruggenmerg of in de hersenstam.
  - Schakelcellen geleiden de impulsen direct door naar bewegingszenuwcellen.
  - Bewegingszenuwcellen geleiden de impulsen naar spiercellen of kliercellen waardoor spieren of klieren samentrekken.
  - De grote hersenen zijn nooit een onderdeel van de reflexboog.
- Het ruggenmerg geleidt impulsen in reflexbogen van romp en ledematen.
- De hersenstam geleidt impulsen in reflexbogen van hoofd en hals.

BEGRIPPEN

bewuste reactie
Reactie waarbij de impulsen altijd via de hersenen verlopen.
reflex
Een vaste, snelle, onbewuste reactie op een bepaalde prikkel.
reflexboog
Weg die impulsen bij een reflex afleggen.

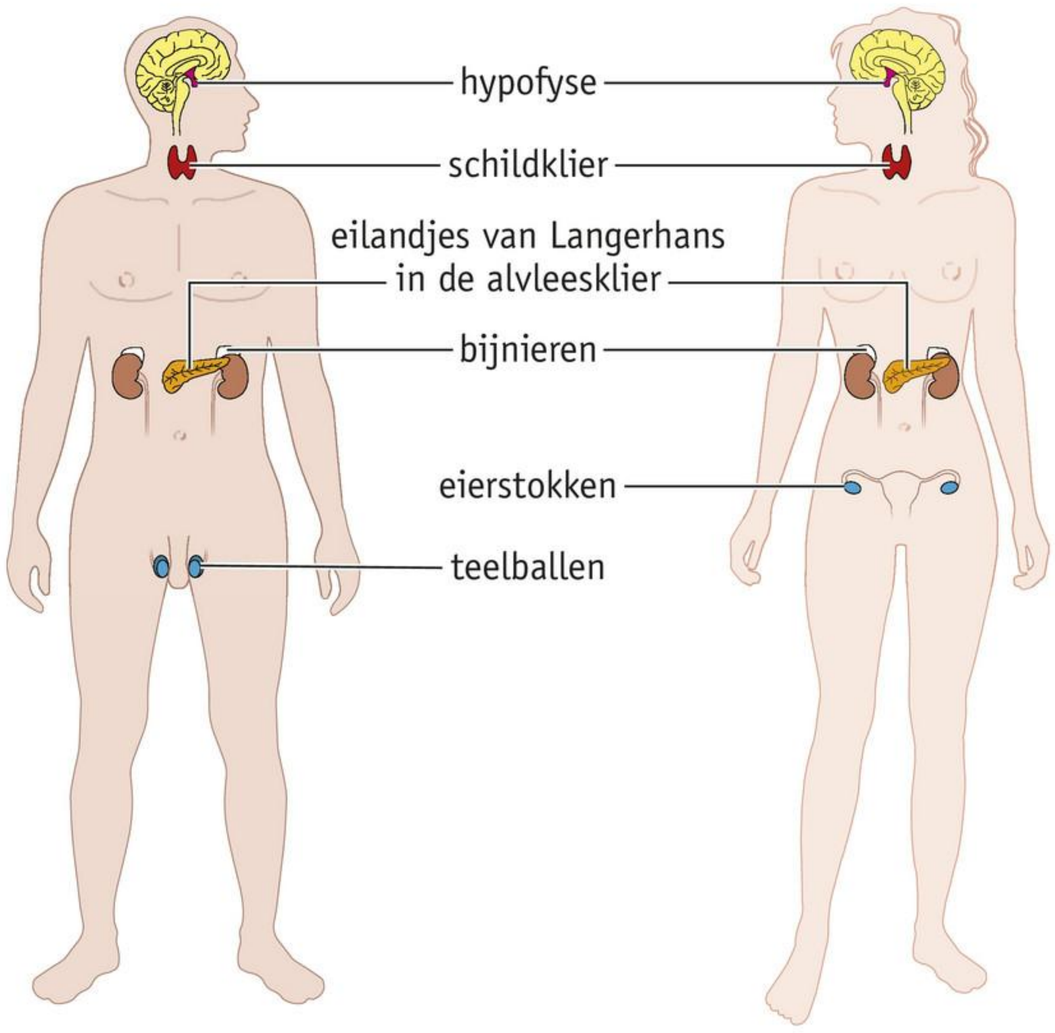
BASIS 6

HET HORMOONSTELSEL

10.6.1 Je kunt de bouw en functie van het hormoonstelsel beschrijven en je kunt in een afbeelding de belangrijkste hormoonklieren benoemen.

- Het hormoonstelsel bestaat uit hormoonklieren die hormonen produceren.
  - Hormoonklieren hebben geen afvoerbuis: de hormonen worden afgegeven aan het bloed.
  - Hormonen regelen de werking van de weefsels en organen die er gevoelig voor zijn.
  - Hormonen zijn o.a. van invloed op de groei en ontwikkeling, de stofwisseling en de voortplanting.

Afb. 2 Het hormoonstelsel.



10.6.2 Je kunt de werking beschrijven van hormonen uit de hypofyse en uit de schildklier.

- De hypofyse produceert groeihormoon en hormonen die de werking van andere hormoonklieren beïnvloeden.
  - Groeihormoon stimuleert de groei van de botten van het skelet.
  - Te veel groeihormoon zorgt voor reuzengroei; te weinig voor dwerggroei.
  - In de puberteit zorgt groeihormoon voor een groeispurt.
  - Een hormoon uit de hypofyse stimuleert de productie van schildklierhormoon door de schildklier.
  - Hormonen uit de hypofyse beïnvloeden de eierstokken en teelballen zodat geslachtshormonen en geslachtcellen worden geproduceerd.
- De schildklier produceert schildklierhormoon.
  - Schildklierhormoon beïnvloedt de stofwisseling. Het hormoon stimuleert de verbranding in cellen en de groei en ontwikkeling.
  - Te veel schildklierhormoon zorgt voor een snellere verbranding; te weinig voor een tragere verbranding.

10.6.3 Je kunt de werking beschrijven van hormonen uit de eilandjes van Langerhans en uit de bijnieren.

- De eilandjes van Langerhans produceren insuline en glucagon.
  - Insuline en glucagon houden het glucosegehalte van het bloed min of meer constant (op 0,1% glucose in het bloed).
  - Bij een te hoog glucosegehalte van het bloed produceren de eilandjes van Langerhans veel insuline. Onder invloed van insuline wordt glucose in de lever en in spieren opgenomen en omgezet in glycogeen. Glycogeen wordt opgeslagen.
  - Bij een te laag glucosegehalte van het bloed produceren de eilandjes van Langerhans veel glucagon. Onder invloed van glucagon wordt glycogeen in de lever en in spieren omgezet in glucose. De glucose wordt opgenomen in het bloed.
  - Diabetes (suikerziekte): er wordt te weinig insuline gevormd en/of het lichaam reageert niet goed genoeg meer op insuline. Hierdoor wordt het glucosegehalte van het bloed te hoog. Er wordt dan glucose uitgescheiden met de urine.
- De bijnieren produceren adrenaline.
  - Adrenaline komt vrij bij woede, angst en schrik. Het heeft een snelle, kortdurende werking.
  - Onder invloed van adrenaline wordt glycogeen in de lever en in spieren omgezet in glucose. De glucose wordt opgenomen in het bloed. Hierdoor stijgt het glucosegehalte van het bloed.
  - Onder invloed van adrenaline versnellen de hartslag en de ademhaling.

BEGRIPPEN

adrenaline
Hormoon dat de glucosespiegel in het bloed snel verhoogt en de hartslag en ademhaling versnelt.

alvleesklier
Orgaan dat verteringssappen en de hormonen insuline en glucagon produceert.

bijnieren
Hormoonklieren die het hormoon adrenaline produceren.

diabetes
Ziekte door problemen bij de productie van en/of reactie op insuline.

eilandjes van Langerhans
Groepjes cellen in de alvleesklier die hormonen (glucagon en insuline) produceren.

glucagon
Hormoon dat ervoor zorgt dat de reservestof glycogeen wordt omgezet in glucose.

glycogeen
Reservestof die wordt opgeslagen in de lever en spieren.

groeihormoon
Hormoon dat de groei van de botten van het skelet regelt.

hormoonklier
Orgaan dat hormonen produceert.

hormoon
Stof die de werking van een bepaald orgaan regelt.

hypofyse
Hormoonklier aan de onderzijde van de hersenen die verschillende hormonen produceert.

insuline
Hormoon dat ervoor zorgt dat glucose wordt omgezet in de reservestof glycogeen.

schildklier
Hormoonklier die in de hals vóór het strottenhoofd ligt; produceert schildklierhormoon.

schildklierhormoon
Hormoon dat de stofwisseling en de groei en ontwikkeling beïnvloedt.

EXTRA 7

DIABETES (SUIKERZIEKTE) (VERDIEPING)

10.7.1 Je kunt de oorzaken, symptomen en behandeling van de twee typen diabetes noemen.

- Bij diabetes type 1 zijn de cellen die insuline maken kapot; ze maken minder of geen insuline aan.
- Bij diabetes type 2 maakt de alvleesklier te weinig insuline aan en/of zijn de cellen van de lever en spieren niet of minder gevoelig voor de insuline.
  - Negen op de tien mensen met diabetes heeft type 2.
  - Diabetes type 2 wordt meestal veroorzaakt door een ongezond voedingspatroon en te weinig beweging.
  - Diabetes type 2 is een welvaartsziekte.
- Bij een hyper is het glucosegehalte van het bloed te hoog.
- Bij een hypo is het glucosegehalte van het bloed te laag.
- Symptomen bij een hyper en hypo:

Hypo (laag glucosegehalte van het bloed)	Hyper (hoog glucosegehalte van het bloed)
zweten	vermoeidheid
duizeligheid	misselijkheid en overgeven
wisselend humeur	veel dorst
trillen	droge tong
honger	veel plassen
hoofdpijn	wisselend humeur
vermoeidheid	

BEGRIPPEN

diabetes type 1
Vorm van diabetes (suikerziekte) waarbij de cellen die insuline maken kapot zijn.

diabetes type 2
Vorm van diabetes (suikerziekte) waarbij de alvleesklier te weinig insuline aanmaakt en/of de cellen van de lever en de spieren minder gevoelig zijn voor insuline.

hyper
Een te hoog glucosegehalte in het bloed.

hypo
Een te laag glucosegehalte in het bloed.

EXTRA 8

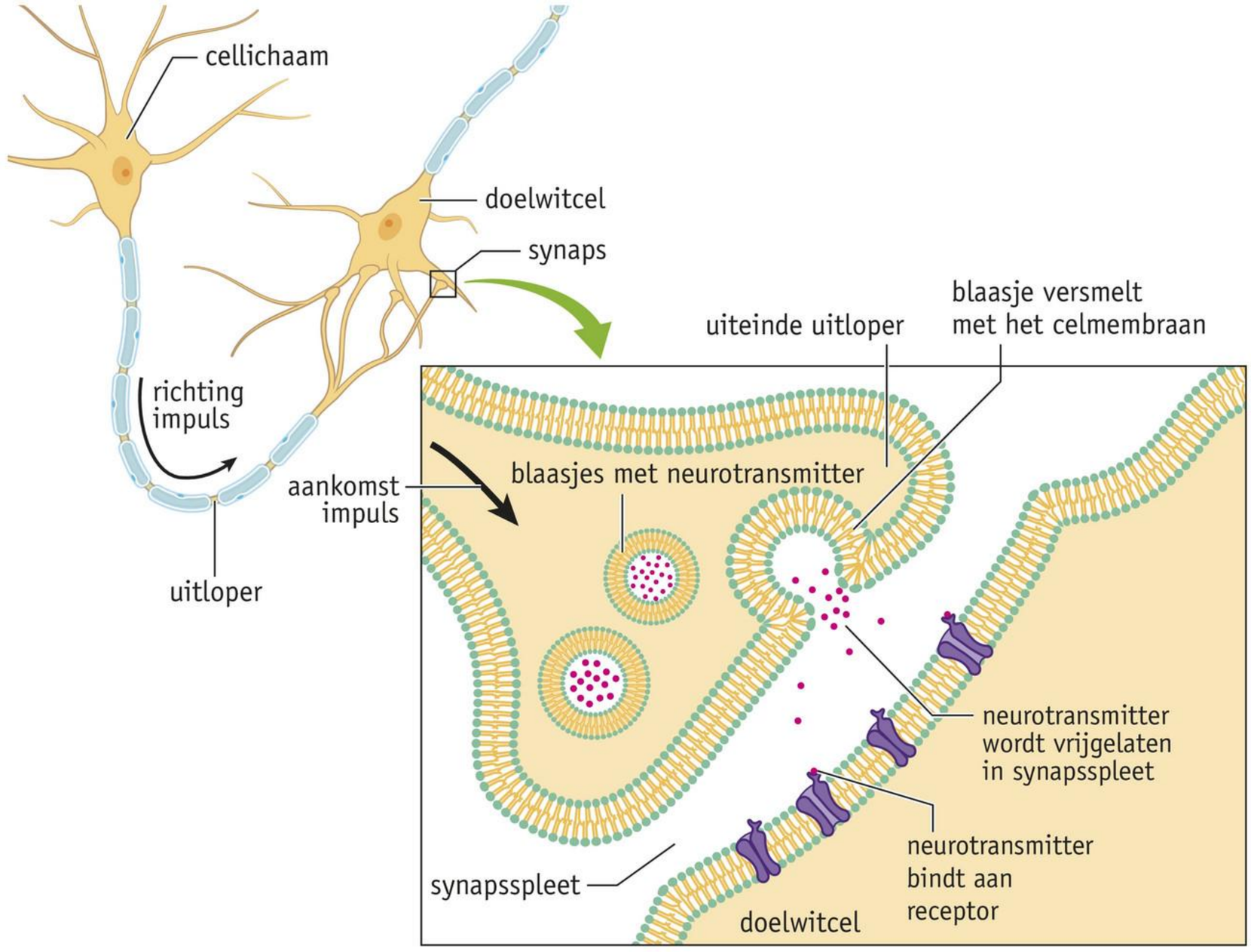
HERSENAANDOENINGEN (VERBREDING)

10.8.1 Je kunt aangeven wat er aan de hand is bij enkele veelvoorkomende hersenaandoeningen.

- Uitlopers van zenuwcellen eindigen in een synaps; hier wordt een impuls doorgegeven aan de volgende cel.
  - Synaps: spleet tussen zenuwcel en doelwitcel.
  - Neurotransmitters (signaalstofjes) worden afgegeven aan de synapsspleet; ze geven de boodschap door aan de doelwitcel.
  - Neurotransmitters binden aan receptoren op de doelwitcel; een reactie komt op gang of wordt gestopt.
- Dementie is een verzamelnaam voor hersenaandoeningen waarbij de hersenen informatie niet goed verwerken.
  - De meest voorkomende klacht van dementie is vergeetachtigheid.
- De ziekte van Alzheimer is een vorm van dementie veroorzaakt door een ophoping van eiwitten in de hersenen.
  - Eiwitten tasten bepaalde receptoren in de synapsen aan; impulsen worden niet of minder goed doorgegeven.
  - De eiwitophoping begint meestal in de hippocampus: deel van de hersenen dat verantwoordelijk is voor geheugen.

- De ziekte van Parkinson is een hersenaandoening waarbij spieren minder goed worden aangestuurd door de hersenen.
  - Hersenen maken te weinig van de neurotransmitter dopamine.
  - Dopamine houdt je tevreden, maar zorgt ook voor het soepel bewegen van spieren.
  - Te weinig dopamine zorgt voor stijve, trillende of juist trage spieren.

Afb. 3



BEGRIPPEN

dementie
Verzameling van hersenaandoeningen waarbij de hersenen informatie niet meer goed verwerken.

ziekte van Alzheimer
Hersenaandoening waarbij eiwitten zich ophopen in de hersenen waardoor zenuwcellen impulsen minder goed kunnen doorgeven en/of afsterven.

ziekte van Parkinson
Hersenaandoening waarbij spieren minder goed worden aangestuurd door een tekort aan dopamine.

ONDERZOEK

LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA

10.O.1 Je kunt een interview voorbereiden, afnemen en schriftelijk presenteren.

Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

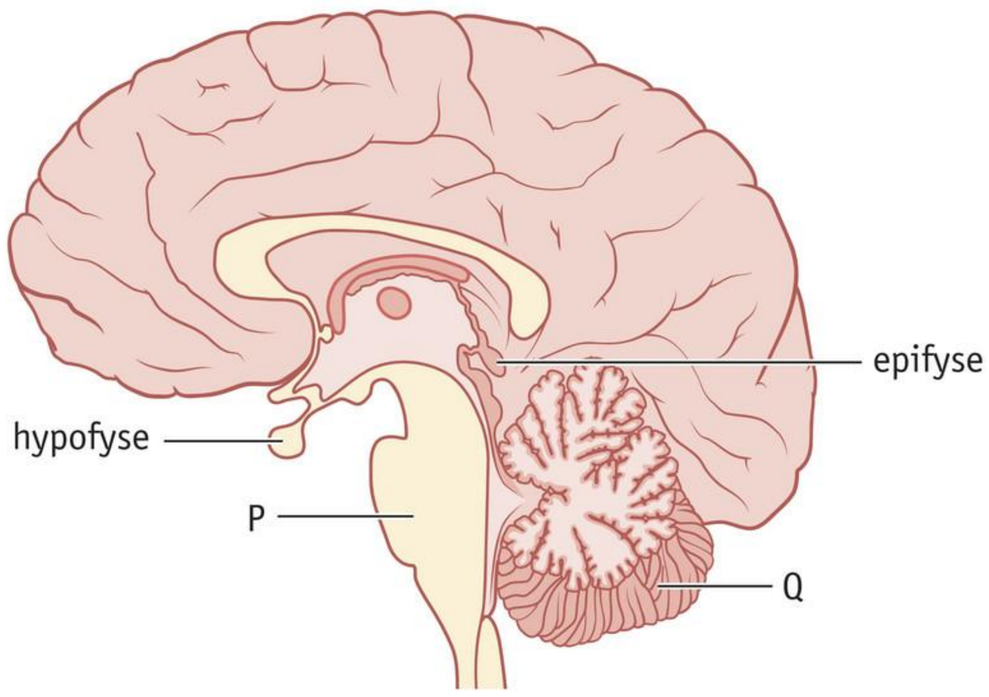
Examenopgaven

HORMOONKLIEREN IN DE HERSENEN

Bron: examen vmbo-gt 2021-1, vraag 32 tot en met 35.

In de hersenen liggen drie hormoonklieren: de epifyse, de hypofyse en de hypothalamus. In afbeelding 1 zijn twee van deze klieren weergegeven.

Afb. 1



2p **1** De letters P en Q in afbeelding 1 geven twee delen van het centraal zenuwstelsel aan.
Hoe heten deze delen?

1p **2** De epifyse maakt het hormoon melatonine dat het slapen regelt. De productie van dit hormoon wordt beïnvloed door de hoeveelheid licht die op het netvlies valt. Vanuit het netvlies worden impulsen via delen van de hersenen naar de epifyse geleid.
Door welke zenuwcellen worden deze impulsen dan geleid?

A Alleen door bewegingszenuwcellen.
B Alleen door gevoelszenuwcellen.
C Alleen door schakelcellen.
D Door bewegingszenuwcellen en door gevoelszenuwcellen.
E Door bewegingszenuwcellen en door schakelcellen.
F Door gevoelszenuwcellen en door schakelcellen.

1p **3** Jens doet twee uitspraken over hormonen uit de hypofyse:

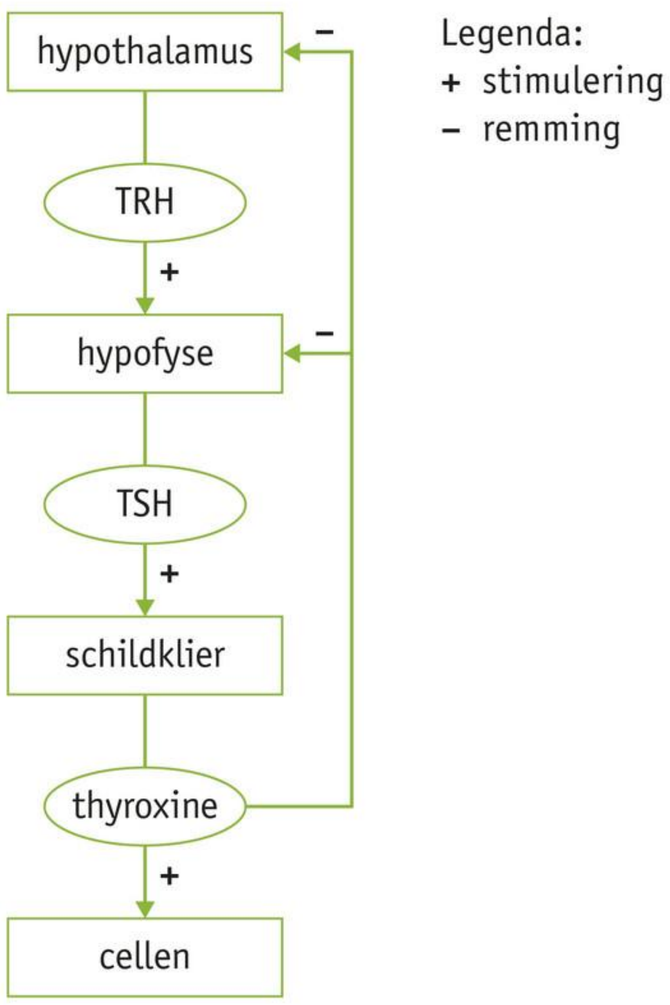
1 Hormonen uit de hypofyse beïnvloeden de groei.
2 Hormonen uit de hypofyse beïnvloeden de menstruatiecyclus.

Wat is juist?

A Geen van beide uitspraken.
B Alleen uitspraak 1.
C Alleen uitspraak 2.
D Uitspraak 1 en uitspraak 2.

1p **4** De hypothalamus beïnvloedt onder andere de lichaamstemperatuur. Als de temperatuur van het bloed te laag wordt, maakt de hypothalamus meer van het hormoon TRH. Dit heeft tot gevolg dat de hypofyse meer van het hormoon TSH maakt. TSH zet de schildklier aan om meer van het schildklierhormoon thyroxine te produceren. Afbeelding 2 geeft dit schematisch weer.
Naar aanleiding van het schema doet Nelly twee uitspraken:
1 Thyroxine remt de productie van TRH.
2 Als thyroxine de hypofyse remt, maakt de schildklier meer thyroxine.
Wat is juist volgens het schema?
A Geen van beide uitspraken.
B Alleen uitspraak 1.
C Alleen uitspraak 2.
D Uitspraak 1 en uitspraak 2.

Afb. 2



SLIKKEN

Bron: examen vmbo-gt 2018-2, vraag 5.

1p **5** Slikken is een reflex die optreedt als zintuigcellen achter op de tong geprikkeld worden. Om deze slikreflex te laten plaatsvinden, worden impulsen langs zenuwcellen geleid. Worden deze impulsen via bewegingszenuwcellen geleid? En worden ze via gevoelszenuwcellen geleid?
A Alleen via bewegingszenuwcellen.
B Alleen via gevoelszenuwcellen.
C Eerst via bewegingszenuwcellen en daarna via gevoelszenuwcellen.
D Eerst via gevoelszenuwcellen en daarna via bewegingszenuwcellen.

PIJN BIJ VISSEN

Naar: examen vmbo-gt 2019-1, vraag 33 tot en met 35.

Lisa wil weten of vissen pijn kunnen voelen. In een artikel leest ze dat vissen, net als mensen, zenuwuiteinden in de huid hebben die werken als pijnzintuigen.
Lisa leest over een experiment waarin een bioloog een groot aantal goudvissen heeft verdeeld in twee groepen. In de ene groep kregen de vissen een pijnstiller, in de andere groep niet. Die pijnstiller zorgt er in de grote hersenen voor dat impulsen uit de pijnzintuigen niet worden verwerkt.
De bioloog prikkelde bij alle vissen de pijnzintuigen in de huid. In beide groepen reageerden de vissen door te gaan spartelen.

1p **6** Uit het feit dat de pijnstiller geen invloed heeft op de reactie van de vissen, leidt Lisa af dat het spartelen van de vissen een reflex is.
Leg uit waardoor de pijnstiller geen invloed heeft op een reflex.

2p **7** Twee uur na het experiment is er een verschil in het gedrag van de vissen van beide groepen. De vissen die de pijnstiller hebben gekregen, gedragen zich normaal, zoals vóór het experiment. De vissen die geen pijnstiller hebben gekregen, gedragen zich onrustig.
Lisa trekt hieruit de conclusie dat de vissen die geen pijnstiller kregen, tijdens het experiment pijn hebben waargenomen.
Citeer de zin(nen) waarop Lisa haar conclusie baseert.

1p **8** Welke groep vissen uit het experiment van Lisa vormt de controlegroep?

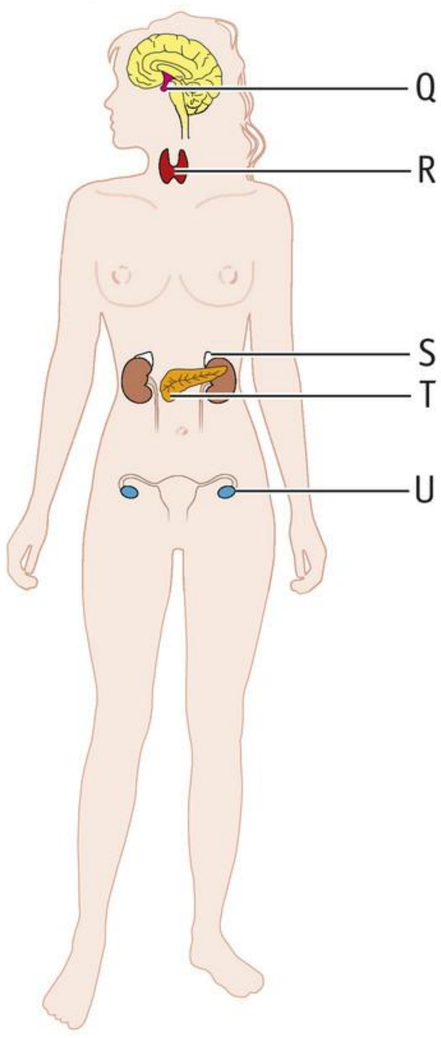
HORMONEN EN BEVALLEN

Bron: examen vmbo-gt 2016-1, vraag 26.

Het hormoon oxytocine stimuleert de weeën tijdens een bevalling. Dit hormoon wordt gemaakt door de hypofyse. Het hormoon adrenaline remt de productie van oxytocine. In afbeelding 3 geven letters hormoonklieren in het lichaam van een vrouw aan.

2p **9** Welke letter geeft de klier aan die oxytocine maakt? En welke letter geeft een klier aan die adrenaline maakt?

Afb. 3



DE LEVER

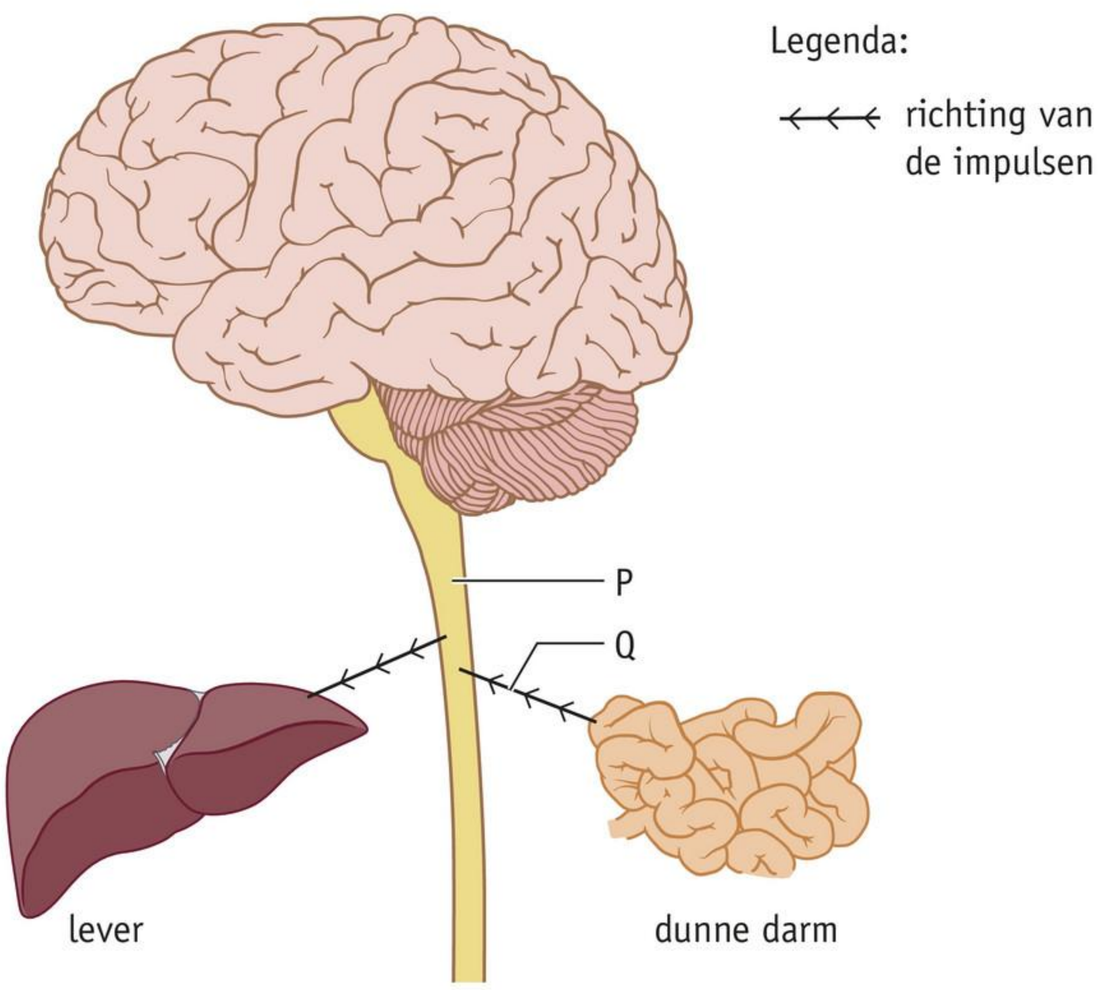
Bron: examen vmbo-gt 2017-2, vraag 31 tot en met 33.

Als het glucosegehalte van het bloed daalt, zetten levercellen glycogeen om in glucose. Het glucosegehalte van het bloed stijgt dan weer. Deze omzetting van glycogeen in glucose wordt geregeld door een hormoon dat gemaakt wordt in de eilandjes van Langerhans.

1p **10** Hoe heet dit hormoon?
A Adrenaline.
B Glucagon.
C Insuline.

Als bepaalde vetten de dunne darm bereiken, worden er impulsen via de hersenen doorgegeven naar de lever. De levercellen geven dan minder glucose af aan het bloed. In afbeelding 4 is een deel van de weg van impulsen aangegeven die hierbij betrokken zijn.

Afb. 4



1p **11** De letter P geeft een deel van het zenuwstelsel aan dat impulsen geleidt van en naar de hersenen.
Hoe heet dit deel van het centrale zenuwstelsel?

1p **12** De letter Q geeft de richting aan van impulsen via een bepaald type zenuwcel.
Hoe heet dit type zenuwcel?
A Bewegingszenuwcel.
B Gevoelszenuwcel.
C Schakelcel.

Ga naar de *extra Examenopgaven* en de *Examentraining*.

11 Zintuigen

Met je zintuigen neem je je omgeving waar. Daar kun je dan weer op reageren. Je hebt verschillende zintuigen. Deze liggen in je huid, je neus, je tong, je ogen en je oren. Je leert hoe deze zintuigen zijn opgebouwd en hoe ze werken.

INTRODUCTIE

Opdrachten voorkennnis 182
Voorkennistoets
Filmpjes voorkennis

BASISSTOF

1 Het zintuigenstelsel 184
2 Tien zintuigen van de mens 188
3 De ogen 195
4 De iris en de ooglens 201
5 Het netvlies 208
6 De oren 214
Samenhang 222
De zintuigen van een kat zijn niet voor de poes

EXTRA STOF

7 Scherp zien
8 Gezichtsbedrog

ONDERZOEK

Leren onderzoeken 226
Practica 228

AFSLUITING

Samenvatting 240
Flitskaarten
Diagnostische toets

EXAMENOPGAVEN 246





Wat weet je al over zintuigen?

LEERDOELEN

1 Je kunt de zintuigen noemen met hun ligging en hun prikkel.
2 Je kunt de werking van zintuigen beschrijven.
3 Je kunt de zintuigen in de huid beschrijven.
4 Je kunt de delen van het oor benoemen met hun functie.
5 Je kunt de bouw en werking van het oog beschrijven.

In klas 1, 2 en 3 heb je al geleerd over onderwerpen die te maken hebben met zintuigen. Je hebt deze kennis nodig voor dit thema. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1 Welke omschrijving hoort bij welk begrip?

A	bereidheid om te reageren op prikkels	○	○ 1 gewenning
B	een reactie op een prikkel	○	○ 2 impulsen
C	elektrische signaaltjes die door zenuwen gaan	○	○ 3 motivatie
D	niet meer reageren als een prikkel vaak wordt herhaald	○	○ 4 prikkel
E	verandering in je omgeving of in je lichaam	○	○ 5 respons

2 Elk zintuig is gevoelig voor een andere prikkel.
Welke prikkel hoort bij het zintuig?

A	drukzintuig	○	○ 1 aanraking
B	gehoorzintuig	○	○ 2 druk
C	gezichtszintuig	○	○ 3 geluid
D	koudezintuig	○	○ 4 geur
E	reukzintuig	○	○ 5 kou
F	smaakzintuig	○	○ 6 licht
G	tastzintuig	○	○ 7 smaak
H	warmtezintuig	○	○ 8 warmte

3 Tom neemt op 1 januari een Nieuwjaarsduik in zee. Het zeewater is dan erg koud. In de zinnen staat wat er gebeurt in zijn lichaam.
In welke volgorde vinden deze gebeurtenissen plaats?

..... Een impuls gaat van het koudezintuig naar zijn hersenen.

..... Een lage temperatuur bereikt de koudezintuigen.

..... Tom voelt dat het water koud is.

..... Koudezintuigen zetten prikkels om in impulsen.

4

a Hoeveel verschillende zintuigen liggen er in je hoofd? *4 / 5 / 6 / 7 / 8*

b Zintuigen waarmee je iets kunt voelen, zijn de *drukzintuigen / gehoorzintuigen / gezichtszintuigen / koudezintuigen / reukzintuigen / smaakzintuigen / tastzintuigen / warmtezintuigen*.

c Zintuigen die in de huid liggen, zijn de *drukzintuigen / gehoorzintuigen / gezichtszintuigen / koudezintuigen / reukzintuigen / smaakzintuigen / tastzintuigen / warmtezintuigen*.

d Een vlieg op je wang kun je voelen met *drukzintuigen / tastzintuigen*.

e Een zware rugzak voel je op je schouders met *drukzintuigen / tastzintuigen*.

5

In afbeelding 1 zie je de bouw van het oor.
Geef de namen van de genummerde delen. Gebruik daarbij: *buis van Eustachius – gehoorbeentjes – gehoorgang – gehoorzenuw – oorschelp – oorsmeerkliertjes – slakkenhuis – trommelholte – trommelvlies*.

1 = ...

2 = ...

3 = ...

4 = ...

5 = ...

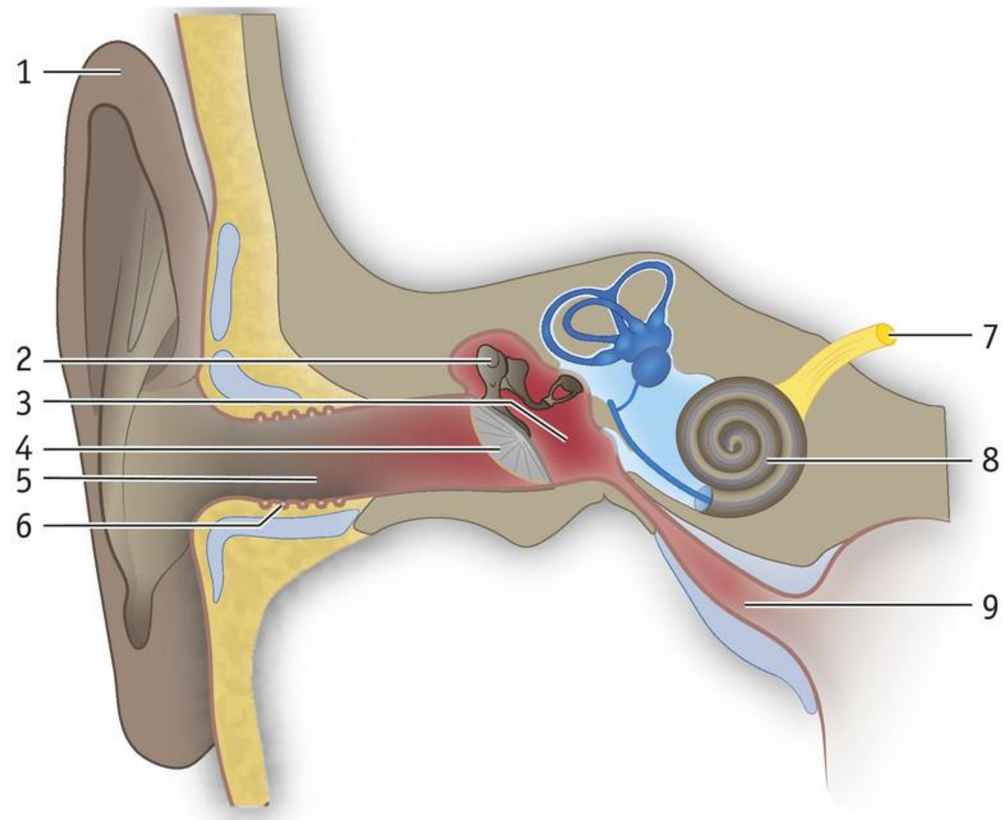
6 = ...

7 = ...

8 = ...

9 = ...

Afb. 1 Bouw van het oor.



6

a Kies bij de omschrijving het juiste deel van het oog.

1	de geleiachtige massa in een oog	*glasachtig lichaam / ooglens*
2	de opening van de iris	*lens / pupil*
3	zorgt ervoor dat je scherp kunt zien	*blinde vlek / gele vlek*
4	elektrische signalen die in het netvlies ontstaan	*impulsen / prikkels*
5	hier bevinden zich de zintuigcellen	*hoornvlies / netvlies*

b Welk deel van het oog hoort bij welke functie?

A	Beschermt het oog tegen vuil en te fel licht.	○	○ 1 ooglid
B	Beschermt het oog tegen uitdroging.	○	○ 2 traanklier
C	Verspreidt het traanvocht over het oog.	○	○ 3 traanvocht
D	Zorgt ervoor dat zweet (vocht) langs het oog loopt.	○	○ 4 wenkbrauw
E	Produceert traanvocht.	○	○ 5 wimper

c Met de pupilreflex wordt de hoeveelheid licht geregeld die in je oog komt.

1 Een reflex is een *bewuste / onbewuste* reactie op een prikkel.

2 Als er veel licht in je oog valt, wordt de pupil *groot / klein* en de iris wordt *groot / klein*.

3 Als er weinig licht in je oog valt, wordt de pupil *groot / klein* en de iris wordt *groot / klein*.

Ga naar de *Voorkennistoets* en de *Filmpjes*.

1 Het zintuigenstelsel

LEERDOEL

11.1.1 Je kunt de werking van zintuigen beschrijven.

► Practica 1, 2 en 3

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	11.1.1	9.5.3**
Onthouden	1	
Begrijpen	2, 3, 4a	
Toepassen	4b, 5, 6, 7a	
Analyseren	7b	7c

** Dit leerdoel vind je in een ander thema.

Als het koud is, ga je rillen en krijg je kippenvel. En als je tegen de zon in kijkt, doe je vanzelf je ogen een beetje dicht. Je lichaam reageert op de veranderingen in je omgeving.

ZINTUIGEN

Een zintuig is een orgaan dat reageert op prikkels uit je omgeving. Zo reageert het smaakzintuig op smaakstoffen in je voedsel en het gezichtszintuig op licht in je ogen (zie afbeelding 1). Alle zintuigen samen noem je het zintuigenstelsel.

Afb. 1 Het zintuigenstelsel.



HET ONTSTAAN VAN IMPULSEN

De zintuigcellen in een orgaan vangen prikkels op. Er ontstaan alleen impulsen als een prikkel sterk genoeg is. De zwakste prikkel die een impuls veroorzaakt, heet de **drempelwaarde**. Als een prikkel zwakker is dan de drempelwaarde, ontstaan er geen impulsen. Een heel zacht geluid hoor je bijvoorbeeld niet.
Elk type zintuigcel is speciaal gevoelig voor één bepaalde prikkel: de **adequate prikkel**. Zo is licht de adequate prikkel voor de zintuigcellen in je oog. De drempelwaarde voor de prikkel licht is voor deze zintuigcellen heel laag.

NIET-ADEQUATE PRIKKELS

Zintuigcellen kunnen ook andere, niet-adequate prikkels opvangen (zie afbeelding 2). De drempelwaarde voor deze prikkels is veel hoger. Als je zacht tegen je oog drukt, merk je niets. De prikkelsterkte is dan lager dan de drempelwaarde. Maar als een bokser hard tegen je oog slaat, zie je 'sterretjes'. Er ontstaan impulsen in je ogen. Die gaan naar de gezichtscentra in de grote hersenen. De plaats waar de impulsen in de grote hersenen aankomen, bepaalt welke waarneming je doet.

Afb. 2 Een niet-adequate prikkel.



WAARNEMING

De drempelwaarde voor een prikkel is niet altijd even hoog. Hoe je iets waarneemt, wordt op drie manieren beïnvloed:

- Als een bepaalde prikkel vaak herhaald wordt, reageer je daar niet meer op. De zintuigcellen ontvangen dan langere tijd dezelfde prikkels en daardoor ontstaan minder impulsen. Dit noem je **gewenning**. Door gewenning voel je bijvoorbeeld na enige tijd de druk van je kleren op je lichaam niet meer.
- Je **motivatie** bepaalt niet alleen of je reageert op een prikkel, maar ook of je de prikkel waarneemt. Als je bijvoorbeeld heel aandachtig luistert, hebben de zintuigcellen in je oren een lagere drempelwaarde voor geluiden. Je motivatie is hoger.
- De hersenen verwerken niet alle waarnemingen even snel. Een woord lezen gaat veel sneller dan het opnoemen van de kleur waarin het woord is afgedrukt. Als de naam van een kleur wordt afgedrukt in een andere kleur (bijvoorbeeld Rood), lezen we het woord eerder dan dat we ons bewust zijn van de kleur.

KENNIS

1

a Hoe heet een orgaan dat reageert op prikkels uit de omgeving? .....

b Welk deel van het zintuigenstelsel reageert op geluid?

- ○ A gehoorzintuig
- ○ B gezichtszintuig
- ○ C reukzintuig
- ○ D smaakzintuig

2 Over welk begrip gaat de zin?

1 de laagste prikkelsterkte die een impuls veroorzaakt .....

2 een orgaan dat reageert op een prikkel uit de omgeving .....

3 het afgeven van minder impulsen door het lang aanhouden van een prikkel .....

4 het beter waarnemen van prikkels met meer aandacht .....

5 zintuigcellen geven dit af als reactie op een prikkel .....

6 prikkel waar een zintuigcel gevoelig voor is .....

3 **Samenvatting**

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Een zintuig is .....
- De drempelwaarde van een prikkel is .....
- Het verschil tussen een adequate en niet-adequate prikkel is: .....
- Hoe je iets waarneemt wordt beïnvloed door:
  - .....
  - .....
  - .....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4

a Je ziet een auto op straat. Er ontstaan impulsen in je ogen.
Hoe kun je uiteindelijk deze auto waarnemen?

b Door een ongeluk kunnen mensen hersenletsel oplopen. Sommige mensen kunnen door het hersenletsel niet goed meer zien.
Leg uit waardoor dat komt.

5

a Welke zintuigcel is het gevoeligst voor een bepaalde prikkel: een zintuigcel met een lage drempelwaarde of een zintuigcel met een hoge drempelwaarde?

b Reukzintuigcellen zijn gevoelig voor geuren.
Welk organisme heeft de laagste prikkeldrempel voor geuren: een hond of een mens?
Leg je antwoord uit.

c Op een warme dag neem je een duik in het zwembad. Het water is koud, maar na een tijdje voel je dat niet meer.
Leg uit waardoor het water na een tijdje niet meer koud aanvoelt.

d Sommige diersoorten leven in een groep. Dieren van één soort hebben niet allemaal dezelfde drempelwaarde voor geluid.
Leg uit waarom het voor deze dieren gunstig is om in een groep te leven.

6

a Maike heeft haar telefoon de hele dag op de trilstand staan. Er komen veel berichten binnen die ze niet meer opmerkt. ’s Avonds zet ze haar geluid aan. Nu reageert ze meteen als er een bericht binnenkomt.
Leg uit waarom ze nu wel meteen reageert.

b Als Maike weet dat haar vriend zal bellen, hoort ze haar telefoon meteen. Als haar moeder weer eens belt, mist ze de oproep regelmatig.
Leg uit waardoor dit komt.

+ 7

a Op je tong heb je zintuigcellen om smaken en warmte waar te nemen.
De warmtezintuigcellen reageren als de temperatuur hoger is dan de lichaamstemperatuur. De warmtezintuigcellen reageren ook op een chemische stof die voorkomt in vruchten van de chilipeperplant (zie afbeelding 3).
Wat neem je waar als je een gerecht eet waarin veel chilipepers voorkomen?

b Baby’s hebben meer zintuigcellen op de tong dan volwassenen.
Welk gevolg zal dat hebben als een baby chilipepers zou eten?

c In de natuur worden de vruchten van de chilipeperplant gegeten door dieren. Zoogdieren zijn net zo gevoelig voor de stof in de vruchten als de mens. Vogels zijn niet gevoelig voor deze stof.
Zullen de zaden van de chilipeperplant vooral worden verspreid via de ontlasting van zoogdieren of via de ontlasting van vogels? Leg je antwoord uit.

Afb. 3 Chilipepers.



Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

2 Tien zintuigen van de mens

LEERDOELEN

11.2.1 Je kunt aangeven waar het gezichtszintuig, het gehoorzintuig en het evenwichtszintuig liggen en wat hun adequate prikkels zijn.

11.2.2 Je kunt aangeven waar de zintuigcellen in je huid, de reukzintuigcellen en de smaakzintuigcellen liggen, hoe ze werken en wat hun adequate prikkels zijn.

► Practica 4, 5 en 6

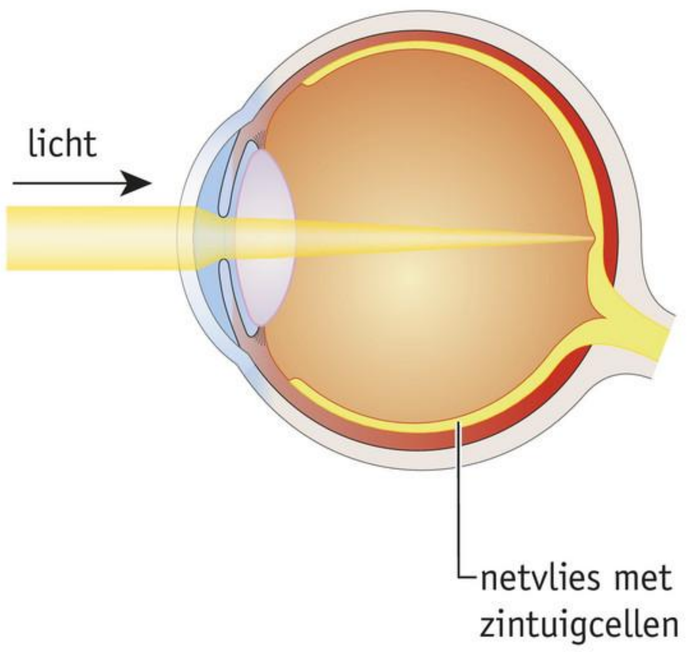
TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	11.2.1	11.2.2
Onthouden		1a, 2
Begrijpen	3, 4, 5a	1b, 4, 6a
Toepassen	5b	4, 6c, 7
Analyseren	5c, 8ab	6b, 8c

Een geluid kun je horen. Dove mensen 'horen' door trillingen. De prikkels uit de omgeving neem je met je zintuigen waar.

HET GEZICHTSZINTUIG

Je ogen werken als **gezichtszintuig** (zie afbeelding 1). Het licht dat in je ogen valt, komt op het netvlies terecht. Hier liggen de zintuigcellen die de impulsen doorsturen naar de hersenen. Zo kun je zien wat er in je omgeving is.

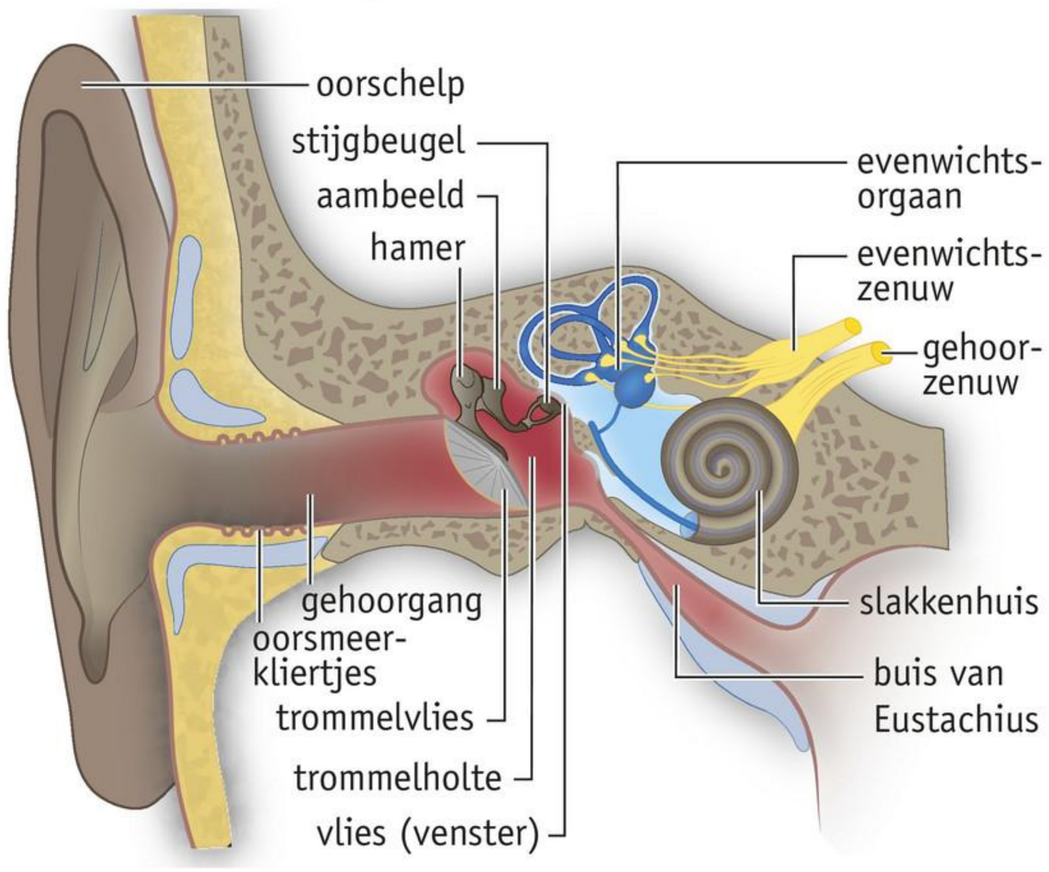
Afb. 1 Gezichtszintuig.



HET GEHOORZINTUIG

In je oren ligt het **gehoorzintuig** (zie afbeelding 2). Het gehoorzintuig reageert op geluiden uit je omgeving. Er ontstaan impulsen die via de gehoorzenuw naar de hersenen gaan. In je oren ligt ook het **evenwichtszintuig**. Het evenwichtsorgaan meet de stand van je hoofd ten opzichte van de zwaartekracht. Hierdoor kun je rechtop blijven staan. Ook registreert het evenwichtsorgaan of je sneller of langzamer gaat.

Afb. 2 Gehoorzintuig en evenwichtszintuig.



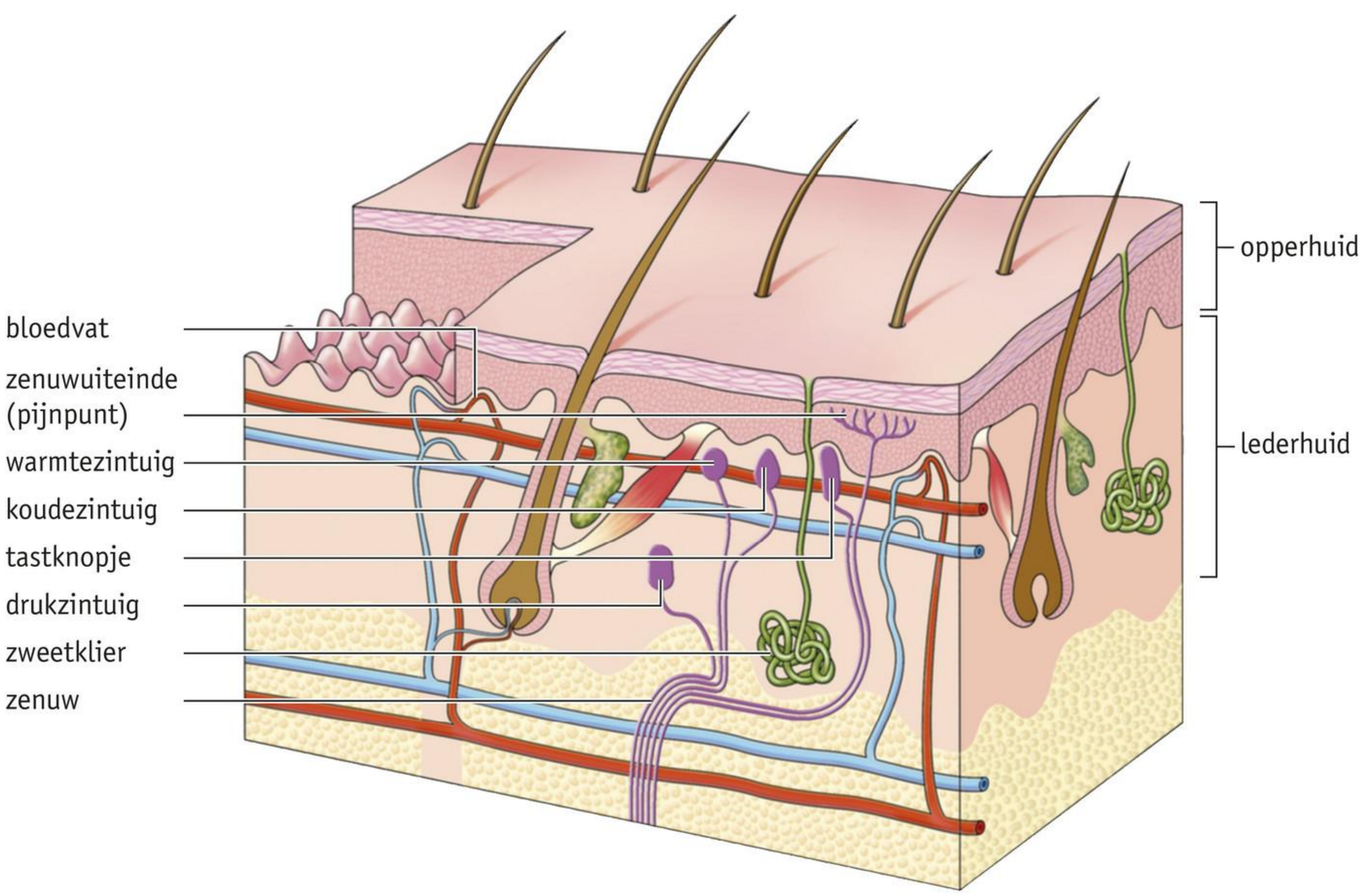
ZINTUIGEN IN DE HUID

In je huid liggen verschillende zintuigen waarmee je kunt voelen (zie afbeelding 3):

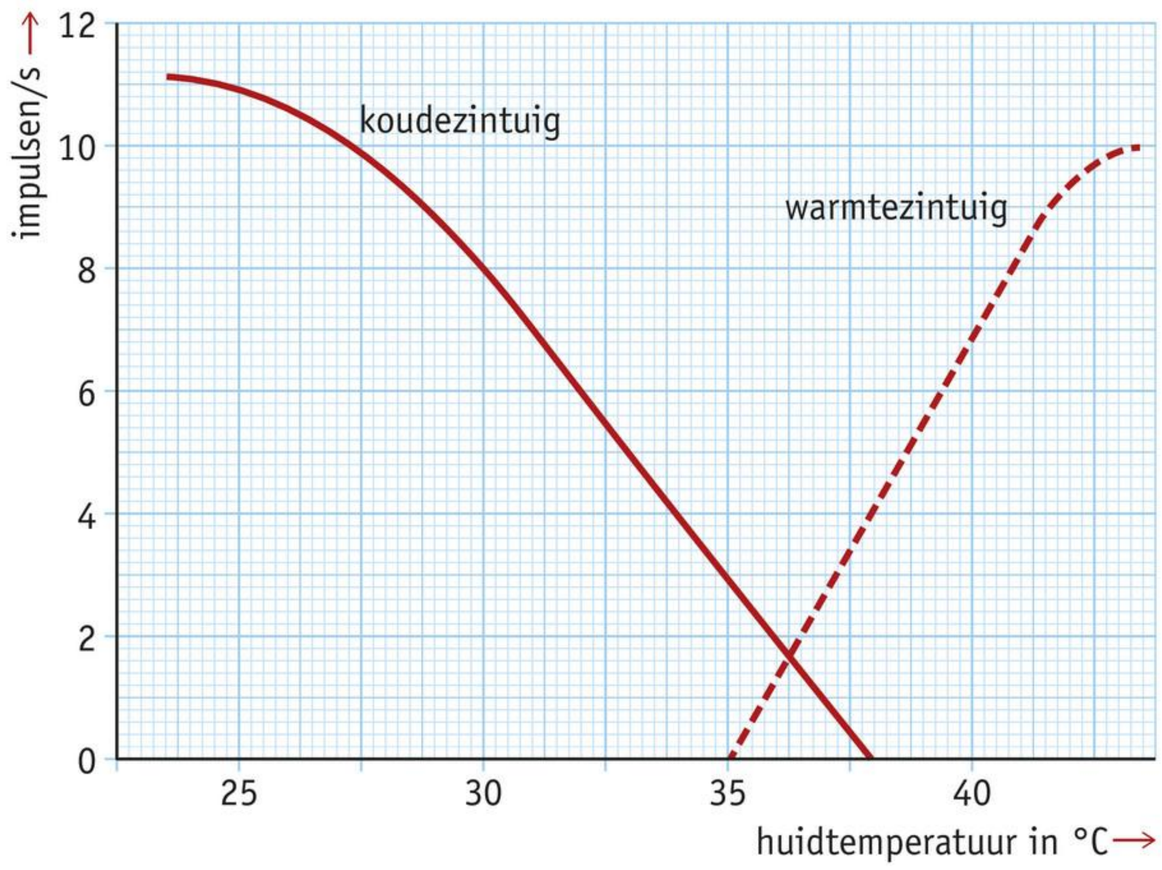
- Je merkt het verschil tussen glad of ruw, hard of zacht. Hiervoor gebruik je het **tastzintuig**. Tastzintuigcellen liggen in tastknopjes vlak onder de opperhuid en reageren op lichte aanraking van je huid.
- Het **drukzintuig** ligt dieper in de huid. Drukzintuigcellen reageren wanneer er op je huid wordt gedrukt. Ze zijn belangrijk bij het regelen van de kracht waarmee je iets vastpakt. Een breekbaar glas pak je met minder kracht op dan een stevige beker.
- Wanneer je een ijsblokje aanraakt, geeft je huid warmte af aan het ijsblokje. Het stukje huid dat het ijs raakt, koelt af. Dit prikkelt de cellen van het **koudezintuig**.
- De cellen van het **warmtezintuig** reageren wanneer je huid in aanraking komt met iets dat warmer is dan je huid. In afbeelding 4 op de volgende bladzijde zie je hoe koude- en warmtezintuigcellen reageren wanneer de temperatuur van je huid verandert.
- Je neemt pijn en schadelijke prikkels waar met **pijnpunten**.

Pijnpunten verschillen van de andere zintuigen. Het zijn de vrije uiteinden van gevoelszenuwen. Ze zitten dus niet in knopjes of groepjes, zoals andere zintuigen in je huid. Pijnpunten zijn bovendien gevoelig voor verschillende prikkels, zoals een te hoge temperatuur of chemische prikkels (zoals het eten van hete pepers). Ze komen op allerlei plaatsen in je lichaam voor, ook in dieper gelegen organen.

Afb. 3 Doorsnede van de huid (schematisch).



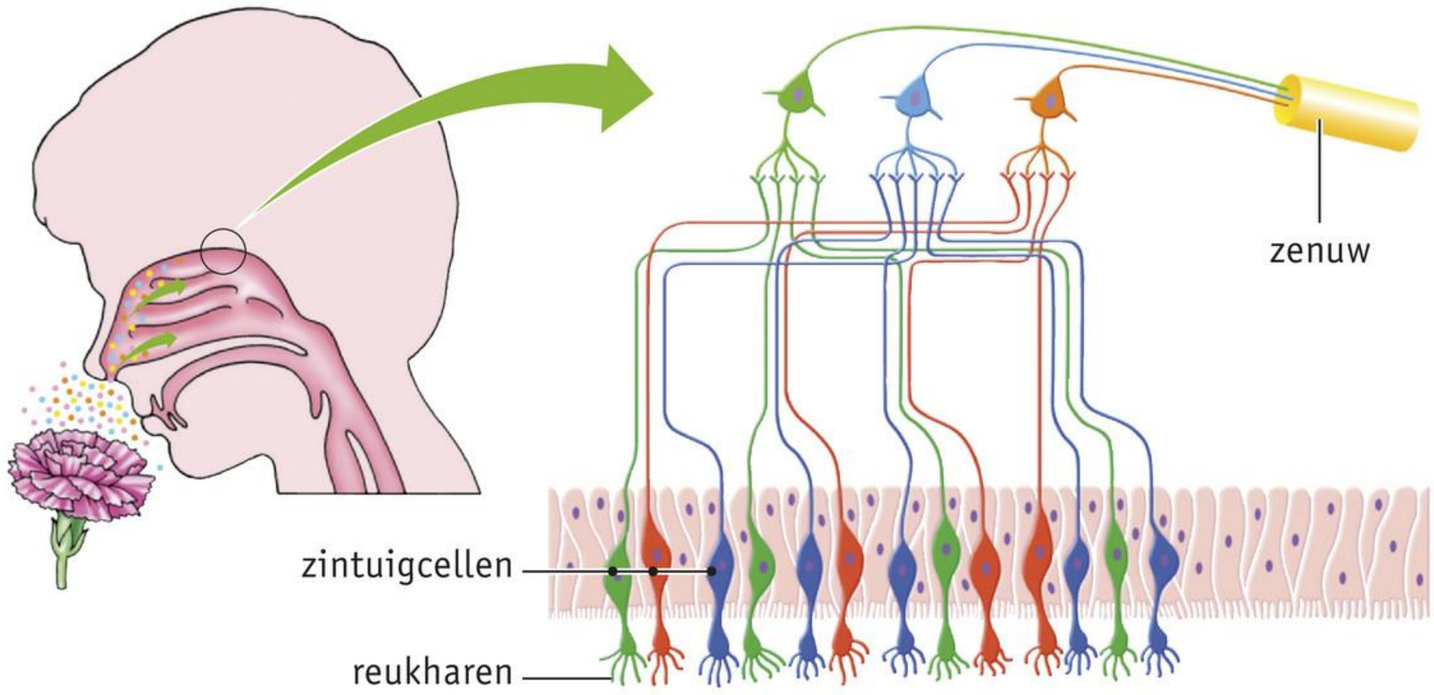
Afb. 4 Reactie van de zintuigcellen na temperatuurverandering.



HET REUKZINTUIG

De neusholte is vanbinnen bedekt met neusslijmvlies. Bovenaan in de neusholte liggen in het neusslijmvlies de reukzintuigcellen met reukharen (zie afbeelding 5). Deze vormen het **reukzintuig**. Deze zintuigcellen worden geprikkeld door geuren. Als de prikkels sterk genoeg zijn, ontstaan er impulsen die door gevoelszenuwen naar de hersenen worden geleid.

Afb. 5 Neusholte met neusslijmvlies.

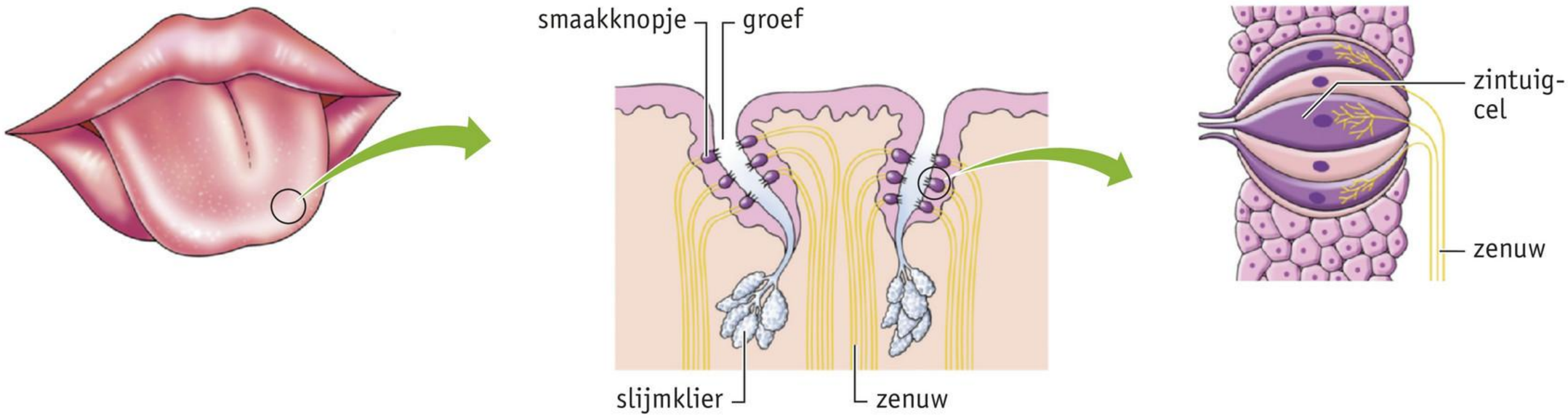


1 ligging van het neusslijmvlies 2 reukzintuigcellen

HET SMAAKZINTUIG

Het **smaakzintuig** bevindt zich in het oppervlak van de tong. Over de tong lopen fijne groefjes. Aan de zijkanten van die groefjes liggen de smaakknopjes (zie afbeelding 6). In de smaakknopjes liggen de smaakzintuigcellen. Deze zintuigcellen onderscheiden alleen zoet, zuur, zout, bitter en umami (hartig). Alle andere smaken neem je waar door impulsen van het reukzintuig.

Afb. 6 Het smaakzintuig (schematisch).



1 tong 2 doorsnede van een deel van de tong 3 doorsnede van een smaakknopje

KENNIS

1

a In afbeelding 7 zie je een doorsnede van de huid.
Geef de namen van de genummerde delen.

1 .....

2 .....

3 .....

4 .....

5 .....

b Zet achter elk voorbeeld welk zintuig in de huid vooral wordt geprikkeld.

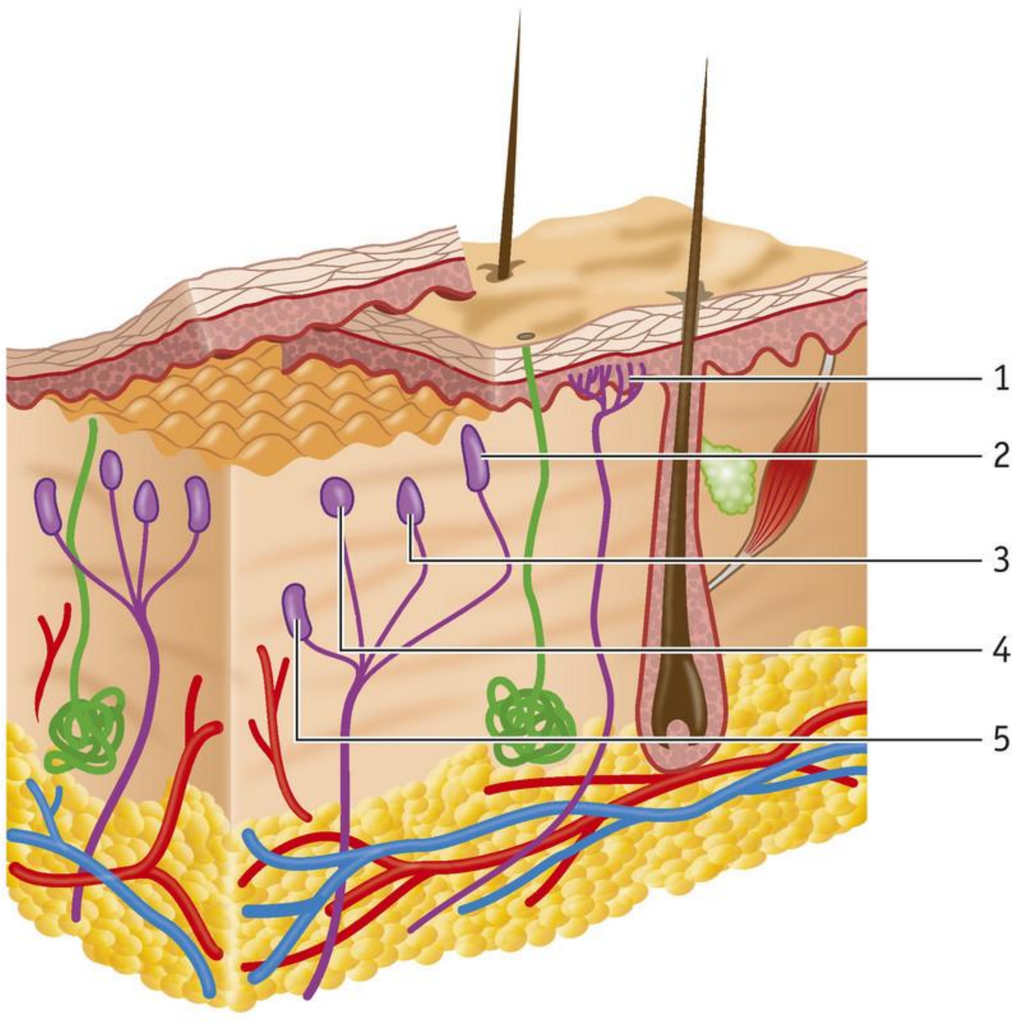
1 Een vlieg loopt over je wang. .....

2 In de winter krijg je koude handen op de fiets. .....

3 Je staat onder de warme douche. .....

4 Je voelt dat je schoenen knellen. .....

Afb. 7 Doorsnede van de huid.



2 **a** Welke vijf smaken proef je met je smaakzintuig?

1 .....

2 .....

3 .....

4 .....

5 .....

b Met welk zintuig proef je nog meer?

○ A drukzintuig
○ B reukzintuig
○ C tastzintuig
○ D warmtezintuig

3 Ieder zintuig reageert op een andere prikkel.
Maak de juiste combinaties.

A	Neemt het toeteren van een auto waar.	○	○ 1 evenwichtszintuig
B	Neemt in het donker schaduwen waar.	○	○ 2 gehoorzintuig
C	Zorgt ervoor dat je niet omvalt als je op één been staat.	○	○ 3 gezichtszintuig

4 **Samenvatting**

Maak een samenvatting van de basisstof.

Noteer de tien zintuigen. Geef van ieder zintuig aan waar het orgaan of de zintuigcellen liggen en wat de adequate prikkel is.

Zintuig	Waar ligt het?	Adequate prikkel?

Zintuig	Waar ligt het?	Adequate prikkel?

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4 Als je iets wilt ruiken, adem je kort maar krachtig in.
Waarom doe je dat?

5 Lees de tekst ‘Leven in het donker’.

a Welke prikkel neemt een vis waar met het zijlijnorgaan?

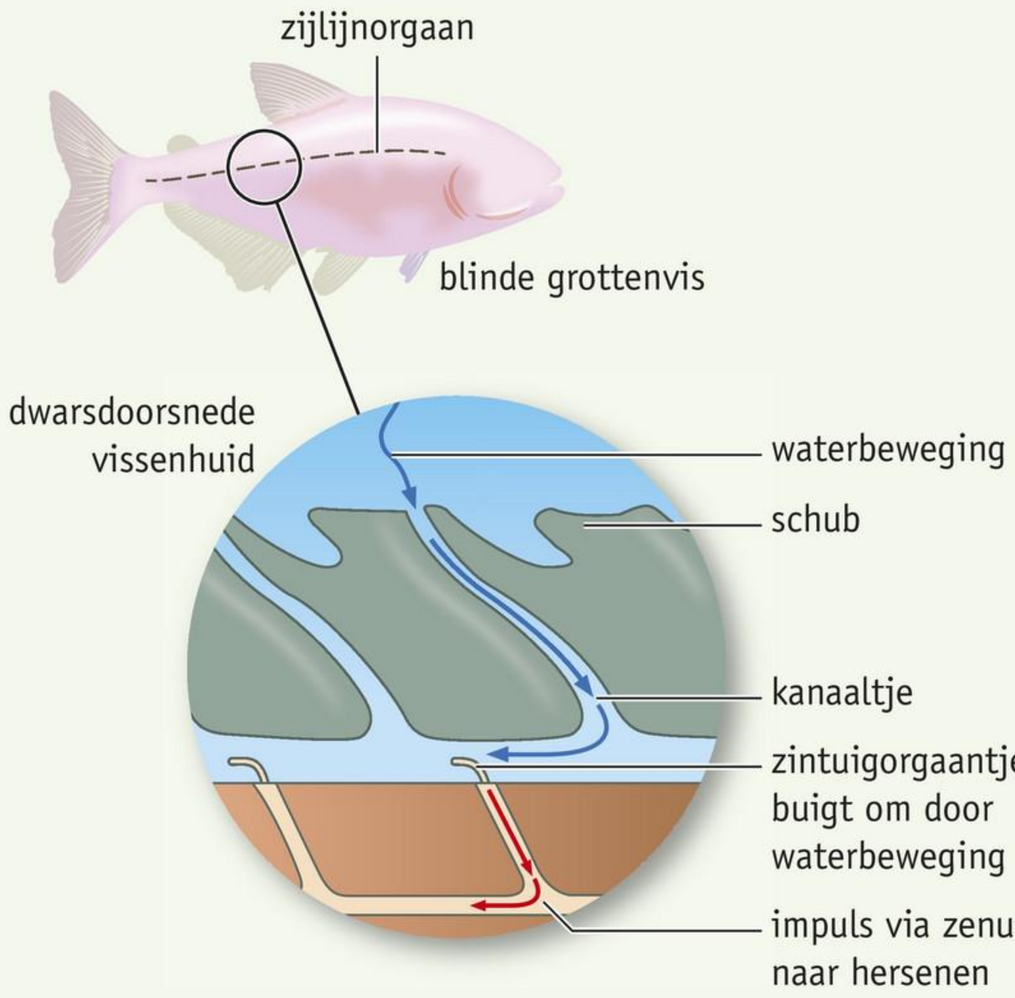
b Leg uit hoe een vis dit orgaan kan gebruiken om voedsel te vinden.

c Het zijlijnorgaan van de blinde grottenvis heeft een lagere drempelwaarde dan het zijlijnorgaan van een vis die vlak onder het oppervlak leeft.
Leg uit waarom.

Afb. 8

Leven in het donker

In het donker moet je op je gevoel afgaan. De blinde grottenvis doet dat dan ook. Hij leeft diep onder de grond waar het aardedonker is. De vis neemt zijn omgeving waar via een speciaal orgaan: het zijlijnorgaan. Dit orgaan helpt hem de weg te vinden. De vis gebruikt het zijlijnorgaan ook om voedsel te vinden.
Aquariumvissen hebben ook een zijlijnorgaan. Zwemmende vissen veroorzaken trillingen in het water. Die trillingen weerkaatsen tegen de ruit en worden opgevangen door het zijlijnorgaan. Vandaar dat een vis ook in een donker aquarium nooit tegen de ruit zwemt.



6

a Wanneer je eet, neem je de temperatuur van het voedsel waar met je tong.
Welke zintuigen in je tong zorgen hiervoor?

b Als het in de zomer 25 °C is, voelt het warm aan.
Welke zintuigcellen worden bij deze temperatuur geprikkeld? Leg je antwoord uit.

c Met de warmte- en koudezintuigen neem je waar of het buiten warmer of kouder is dan je huid.
Waarom kun je de werking van deze zintuigen niet vergelijken met de werking van een thermometer? Leg je antwoord uit.

7

Leg uit waarom je niet goed proeft als je verkouden bent.

+ 8

Lees de tekst 'Tinnitus'.

a Patiënten met tinnitus nemen de geluiden niet altijd even hard waar.
Leg uit waardoor de geluiden niet altijd even hoorbaar zijn.

b Slechthorendheid is een van de oorzaken van tinnitus. Doordat iemand minder goed hoort, worden de niet-bestaande impulsen in het oor duidelijker.
Leg uit hoe dat kan.

c Bij heel hard geluid kan iemand ook pijn ervaren.
Wordt deze pijn waargenomen met het gehoorzintuig of met pijnpunten? Leg je antwoord uit.

Afb 9

Tinnitus

Er zijn best veel mensen die last hebben van oorsuizen, ook wel tinnitus genoemd. De geluiden die ze horen, variëren in soort, hoeveelheid en sterkte. Geluiden als piepen, suizen, fluiten en rinkelen komen voor.
Er zijn verschillende oorzaken van tinnitus. Een van de oorzaken is dat gehoorzenuwcellen in het oor beschadigd zijn. Hierdoor krijgen de hersenen minder geluidsprikkels te verwerken. De hersenen gaan dan zelf geluidssignalen produceren, waardoor iemand geluiden hoort die er niet zijn. Ook door te veel harde geluiden kan tinnitus ontstaan. In het begin is dit vaak tijdelijk, zoals een harde piep in je oor na een concert. Uiteindelijk kan het blijvend zijn.

Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

3 De ogen

LEERDOEL

11.3.1 Je kunt de inwendige en uitwendige delen van een oog noemen met hun functies en kenmerken.

► Practica 8 en 12

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	11.3.1
Onthouden	1, 3abc
Begrijpen	2, 3d, 4, 6a
Toepassen	5, 6b, 7, 8a
Analyseren	6cd, 8bcd

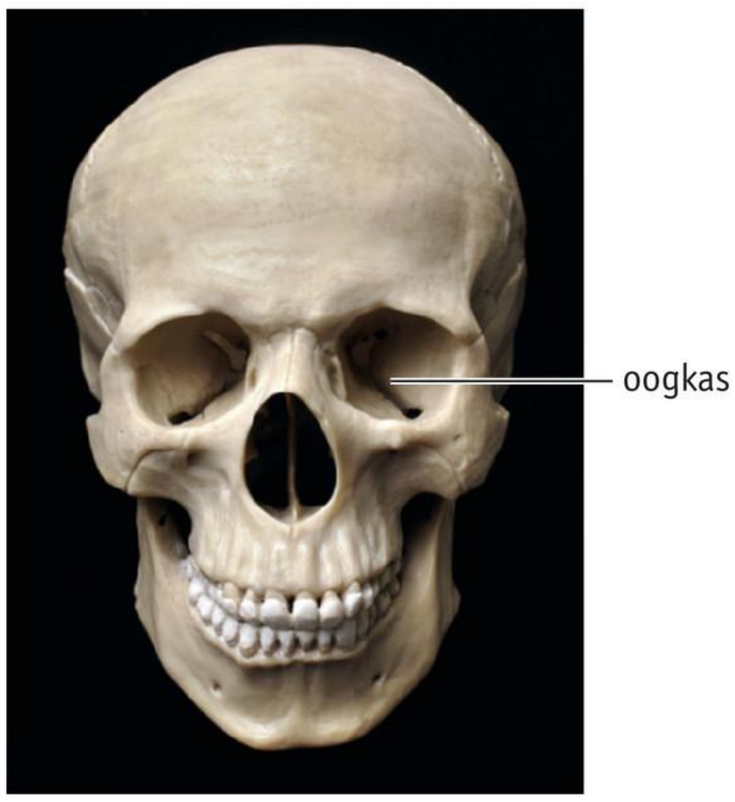
We kijken steeds vaker naar het beeldscherm van de telefoon of de computer. Je kunt hierdoor 'computerogen' krijgen. Je ogen worden eerder moe en raken geïrriteerd.

UITWENDIGE BOUW VAN HET OOG

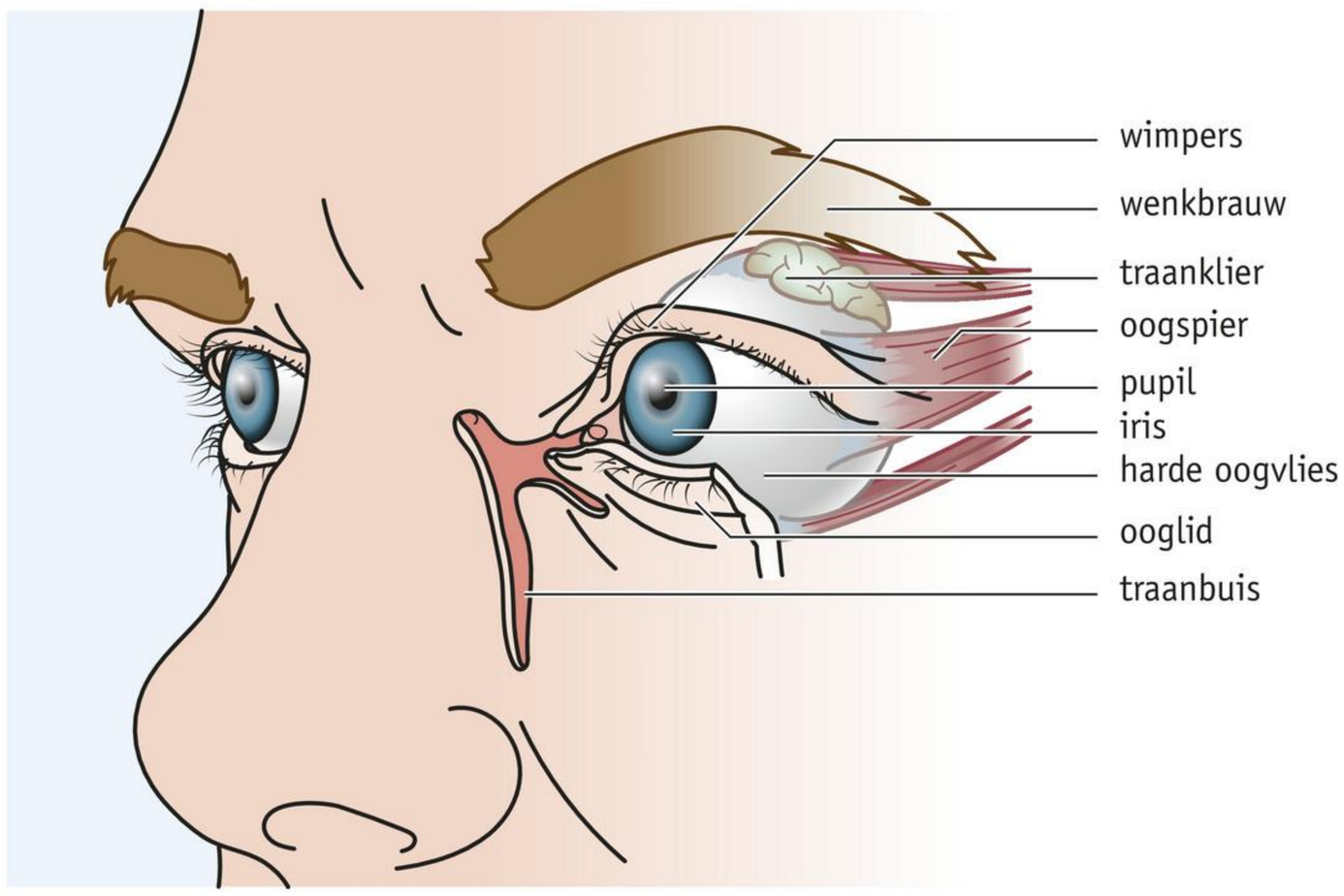
Je ogen worden beschermd door de oogkassen (zie afbeelding 1). Verschillende **oogspieren** zitten aan het oog vast (zie afbeelding 2). Hiermee kun je de ogen in allerlei richtingen draaien. Andere delen van het uitwendige oog zijn:

- Door de **wenkbrauwen** lopen zweetdruppels of ander vocht langs je ogen en niet erin.
- Je **wimpers** beschermen je ogen tegen vuil en te fel licht.
- Het witte gedeelte van je oog is het **harde oogvlies**. Het is een stevig, dik vlies dat het oog beschermt.
- Het gekleurde gedeelte van een oog heet **iris**. Omdat er veel verschillende kleuren in de iris kunnen voorkomen, wordt het ook wel het **regenboogvlies** genoemd.
- De **pupil** is een opening in de iris. Hij is te zien als een zwarte ronde vlek.
- De **traanklieren** maken traanvocht. Als je knippert, verspreiden de oogleden het traanvocht over je ogen. Het vocht beschermt je hoornvlies tegen uitdroging en maakt het schoon. Het spoelt kleine stofjes of prikkelende stoffen weg. Dat merk je bijvoorbeeld als je een ui schoonmaakt.
- In je ooghoeken zitten twee kleine openingen. Hierdoor komt het traanvocht terecht in de **traanbuizen**. Via deze traanbuizen komt het traanvocht in je neusholte.

Afb. 1 Oogkassen.



Afb. 2 Het oog.



INWENDIGE BOUW VAN HET OOG

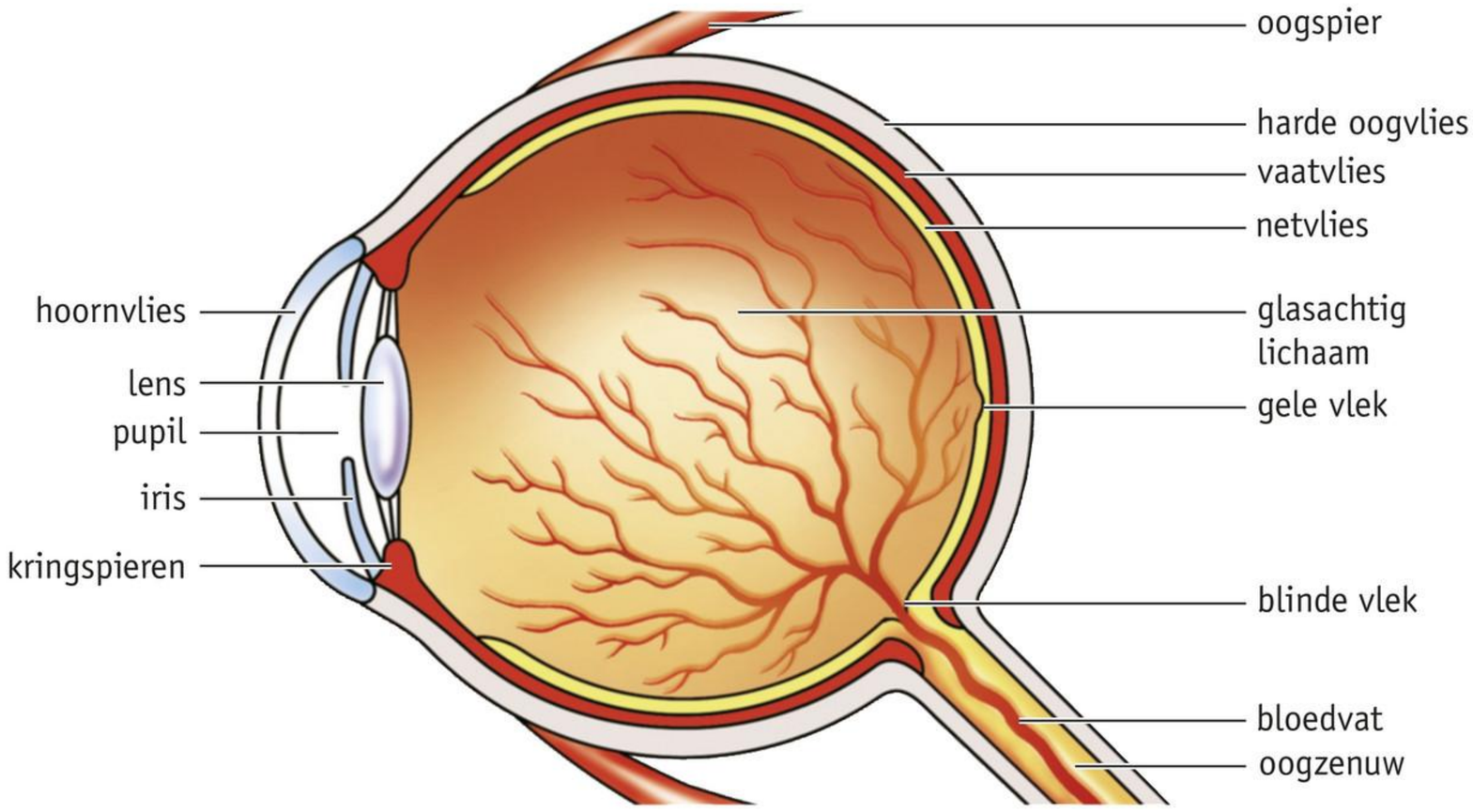
De wand aan de binnenkant van je oog bestaat uit drie lagen (zie afbeelding 3):

- Het harde oogvlies is de buitenste laag. Aan de voorkant van het oog gaat het harde oogvlies over in het **hoornvlies**. Het hoornvlies ligt over de iris en pupil heen en is doorzichtig. Hierdoor kan licht je oog binnenvallen.
- De middelste laag is het **vaatvlies**. Er zitten veel bloedvaten in waardoor het oog voeding en zuurstof krijgt. Aan de voorkant gaat het vaatvlies over in de iris (regenboogvlies). Door de opening in de iris (de pupil) komt het licht verder je oog binnen.
- De binnenste laag is het **netvlies**. In dit vlies liggen zintuigcellen die worden geprikkeld wanneer er licht op valt. De zintuigcellen geven dan impulsen af die via de **oogzenuw** naar de hersenen gaan.

In het centrum van het netvlies ligt de **gele vlek**. Met de zintuigcellen in de gele vlek zie je het scherpst. De plaats van het netvlies waar de oogzenuw het oog verlaat, heet de **blinde vlek**. Hier liggen geen zintuigcellen.

Achter de iris en de pupil bevindt zich de **lens**. Rondom de lens liggen kringspieren. Samen met het hoornvlies zorgen de kringspieren en de lens ervoor dat je scherp ziet. Een oog is voor het grootste deel gevuld met een geleiachtige massa: het **glasachtig lichaam**. Hierdoor blijft het netvlies op zijn plaats. Tussen het glasachtig lichaam en het netvlies liggen bloedvaten.

Afb. 3 Doorsnede van het oog (schematisch).

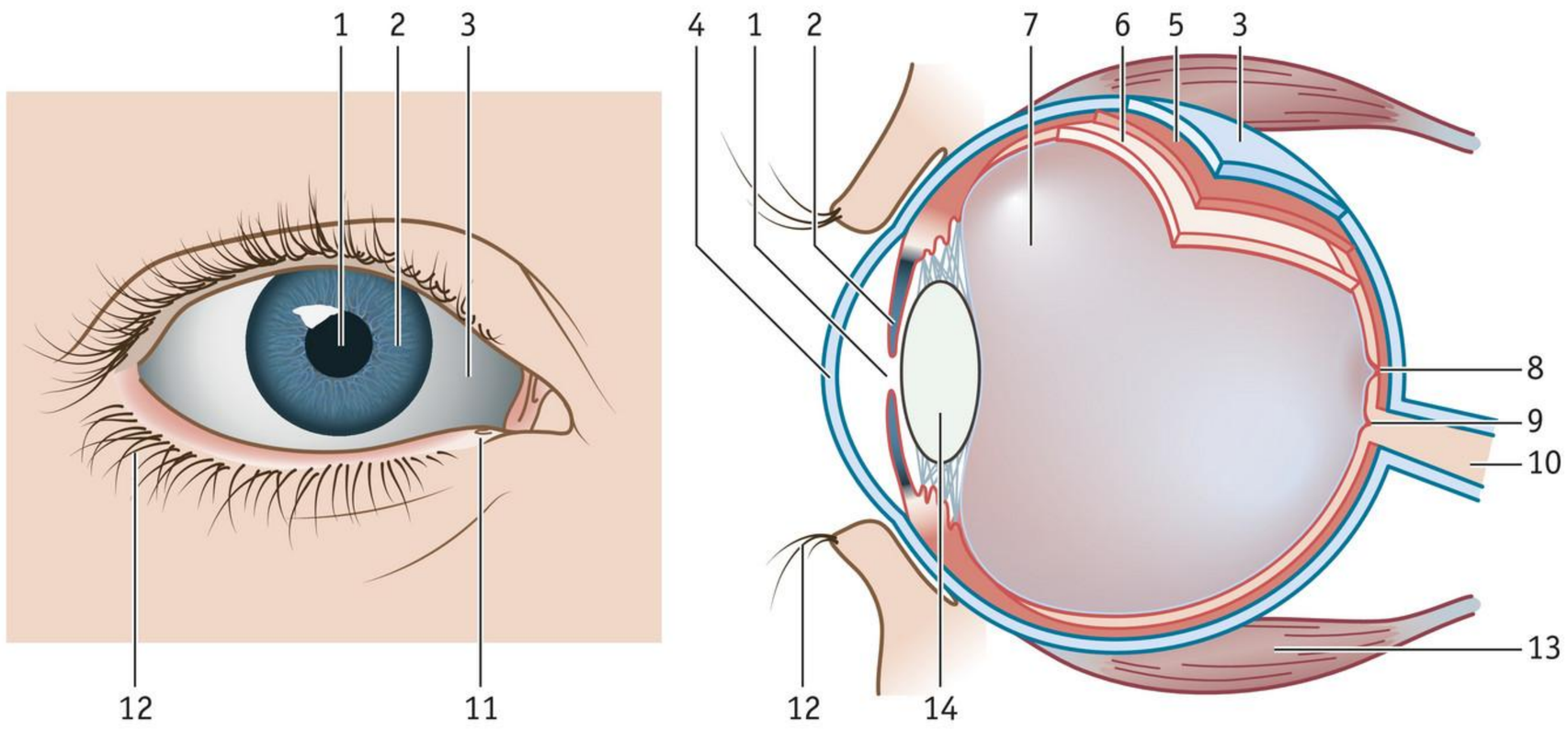


KENNIS

1 In afbeelding 4 zie je een buitenaanzicht en een lengtedoorsnede van het oog.
Geef de namen van de genummerde delen.

1 .....
2 .....
3 .....
4 .....
5 .....
6 .....
7 .....
8 .....
9 .....
10 .....
11 .....
12 .....
13 .....
14 .....

Afb. 4 Buitenaanzicht en lengtedoorsnede van het oog.



2 Over welk begrip gaat de zin?

1 Beschermen de ogen tegen vuil en te fel licht. .....
2 Bevat veel bloedvaten die voedingsstoffen en zuurstof naar het oog brengen. .....
3 De plaats in het netvlies waarmee je het scherpst ziet. .....
4 Deze laag bevat veel zintuigcellen. .....
5 Door deze opening komt het licht het oog binnen. .....
6 Geeft impulsen van het oog door naar de hersenen. .....
7 Helpt het netvlies op zijn plaats te houden. .....
8 Het doorzichtige deel van het harde oogvlies. .....
9 Hier verlaat de oogzenuw het oog. .....
10 Is een voortzetting van het vaatvlies aan de voorkant en is het gekleurde deel van het oog. .....
11 Stevige witte laag die het oog beschermt. .....
12 Zorgt ervoor dat zweetdruppels niet in het oog lopen. .....

3

a Welk orgaan maakt traanvocht? .....

b Welk orgaan verspreidt traanvocht over de ogen? .....

c Welk orgaan voert traanvocht af naar de neusholte? .....

d Geef twee functies van traanvocht.

1 .....

2 .....

4

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

Vul de tabel in.

Onderdeel uitwendig oog	Functie

- Het inwendige oog bestaat uit drie lagen:

1 .....

.....

2 .....

.....

3 .....

.....

- Het verschil tussen de gele en de blinde vlek is: .....

.....

.....

.....

- De functie van de lens is .....

.....

- De functie van het glasachtig lichaam is .....

.....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

5

a Een oogarts kan door de pupil recht in het oog kijken en dan onder andere een stip zien.
Ziet de oogarts de gele vlek of de blinde vlek? Leg je antwoord uit.

b De oogarts kan ook bloedvaten zien als ze door de pupil in het oog kijkt (zie afbeelding 5). Deze bloedvaten verspreiden zich vanuit een vlek in het midden van de afbeelding.
Zie je in de afbeelding de gele vlek of de blinde vlek? Leg je antwoord uit.

c De oogarts laat een lichtstraal op het netvlies vallen.
Door welke delen van het oog is de lichtstraal achtereenvolgens gegaan?

Afb. 5 Bloedvaten in het oog.



6

a Als je huilt, lopen de tranen over je wangen.
Leg uit waardoor dat komt.

b Waardoor ga je huilen als je aan een ui ruikt?

c Goudvissen hebben geen oogleden en traanklieren.
Leg uit waarom niet.

d Zeehonden, dolfijnen en walvissen leven in het water, maar maken toch traanvocht.
Dit traanvocht bestaat uit een olieachtige vloeistof.
Leg uit waarom dit traanvocht olieachtig is.

7

a Een albino heeft door een erfelijke afwijking geen pigment. Hij heeft daardoor een witte huid en witte haren. De iris van een albino is rood.
Leg uit hoe dat komt.

b De iris laat bij albino's licht door. Hierdoor kunnen ze minder goed tegen fel licht.
Leg uit hoe dat komt.

c Bij sommige albino's is het netvlies minder goed ontwikkeld. Deze mensen kunnen minder scherp zien.
Leg uit hoe dat komt.

+ 8

Lees de tekst 'Oogprothese'.

a Welk onderdeel van het oog vervangt het kunststof bolletje? Leg je antwoord uit.

b Wat is het voordeel als het kunststof bolletje wordt vastgehecht aan de oogspieren?

c Heel soms moet niet alleen het oog, maar ook de hele inhoud van de oogkas worden verwijderd.
Welke functie kan dan niet meer worden uitgevoerd met de oogprothese?

d Na het verwijderen van een oog kunnen mensen nog beelden 'zien' met het oog dat is verwijderd.
Leg uit wat er dan in het oog gebeurt.

Afb. 6



Oogprothese

Soms moet een arts een oog operatief verwijderen, bijvoorbeeld als het oog onherstelbaar is beschadigd. Tijdens de operatie wordt dan een klein kunststof bolletje met donor-oogwit in het oog geplaatst. De oogspieren worden vastgehecht aan het kunststof bolletje. Daaroverheen wordt een oogprothese geplaatst. Een oogprothese is bijna niet van echt te onderscheiden. Helaas zijn er veel functies die niet meer kunnen worden uitgevoerd met een oogprothese.

Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

4 De iris en de ooglens

LEERDOELEN

11.4.1 Je kunt beschrijven hoe de pupilreflex de grootte van de pupil regelt. ► Practica 7 en 8

11.4.2 Je kunt beschrijven hoe op het netvlies een scherp beeld ontstaat.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	11.4.1	11.4.2	11.1.1*
Onthouden		2	
Begrijpen	1, 4	3, 4, 8a	
Toepassen	5bc	6, 7abc	5a
Analyseren		7de, 8bc	

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Het ene moment kijk je op je smartphone en het andere moment zie je een vliegtuig in de lucht. Je ogen passen zich voortdurend aan. Maar om goed te zien, heb je ook je hersenen nodig.

PUPILREFLEX

Je zintuigcellen in je ogen kunnen door fel licht beschadigen. Als je tegen fel licht in kijkt, knijp je je ogen bijna dicht. De bescherming door je wimpers is namelijk niet meer voldoende. Door de **pupilreflex** worden de zintuigcellen in het netvlies ook beschermd tegen fel licht. Hierbij trekken de spieren in de iris samen en wordt de pupil groter of kleiner.

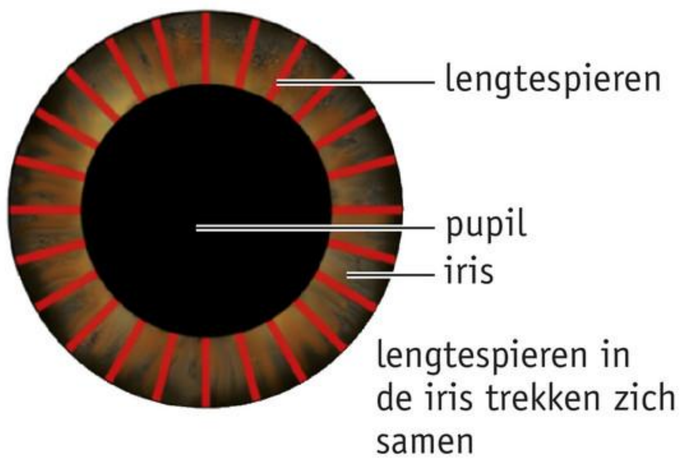
De **kringspieren** lopen rondom de pupil (zie afbeelding 1.1). Als die samentrekken, wordt de pupil kleiner. Zo komt er niet te veel licht in het oog.

De **lengtespieren** lopen van de pupil naar de buitenrand van de iris (zie afbeelding 1.2). Als die samentrekken, wordt de pupil groter. Dan komt er meer licht in het oog.

Afb. 1 De pupilreflex.

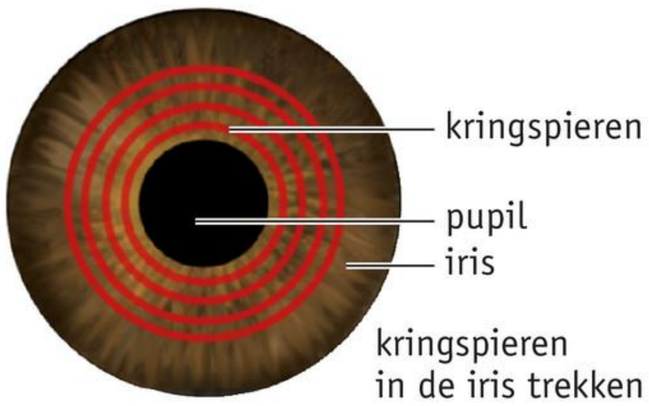


1 als zwak licht het oog binnenvalt





2 als fel licht het oog binnenvalt



ZIEN

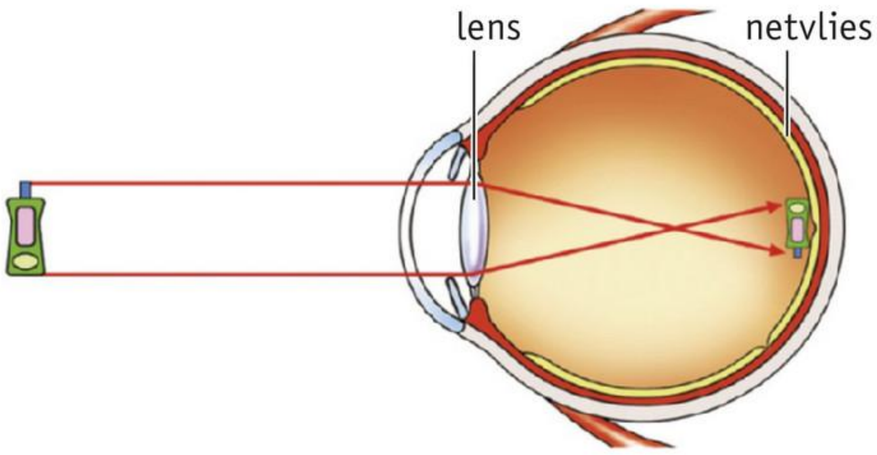
Als je ergens naar kijkt, ontstaat een omgekeerd en verkleind beeld op je netvlies (zie afbeelding 2). Zintuigcellen in het netvlies geven impulsen naar de gezichtscentra in de grote hersenen. Die gezichtscentra verwerken de impulsen en zorgen ervoor dat je het beeld rechtopstaand en op de juiste grootte ziet.

SCHERP ZIEN

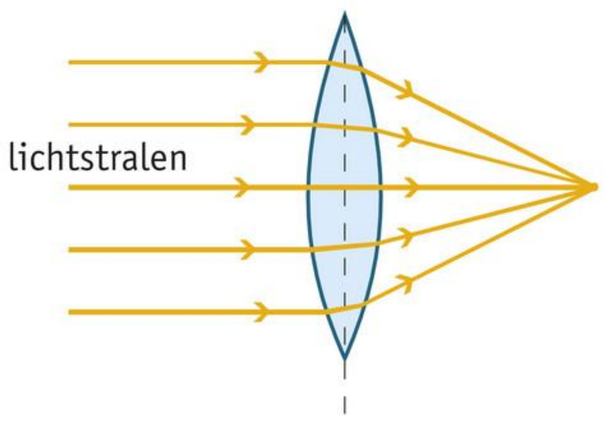
Lichtstralen die je ogen binnenvallen, worden gebroken: ze worden in een andere richting gebogen. De lichtbreking in een oog gebeurt vooral door het hoornvlies en de ooglens. Je ooglenzen zijn bolle lenzen. Bolle of positieve lenzen buigen lichtstralen naar elkaar toe (zie afbeelding 3).

Een lens in bijvoorbeeld een vergrootglas heeft altijd dezelfde vorm. Maar de lens van je oog is elastisch en kan platter en boller worden. Hierdoor kun je steeds scherp zien.

Afb. 2 Zien.



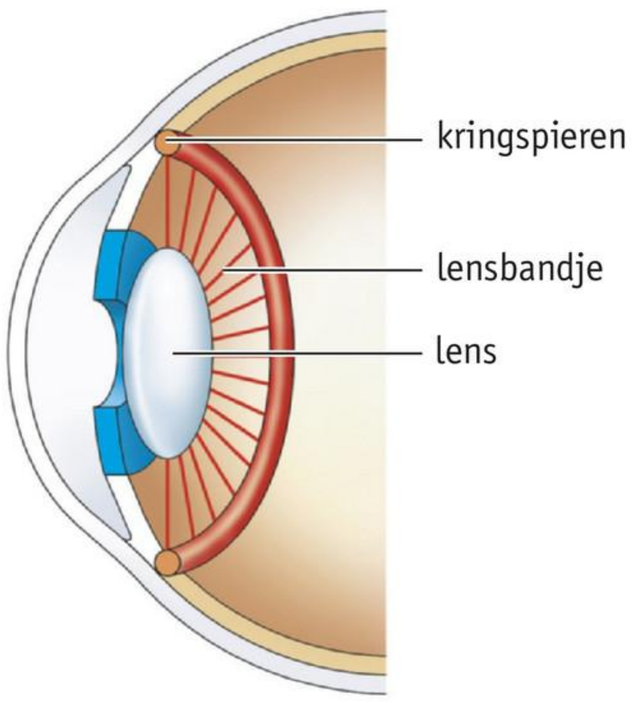
Afb. 3 Lichtbreking door een bolle lens.



VERAF ZIEN

Rondom de lens bevinden zich kringspieren. De lens hangt met behulp van lensbandjes in deze kringspieren (zie afbeelding 4). Het glasachtig lichaam in de oogbol staat onder druk. Als de kringspieren rond de lens zich ontspannen, zorgt de druk van het glasachtig lichaam ervoor dat de opening in de kringspieren rond de lens groter wordt (zie afbeelding 5.1). De lensbandjes worden hierdoor strak gespannen en rekken de lens uit. De lens wordt dan minder bol zodat je dingen in de verte scherp kunt zien.

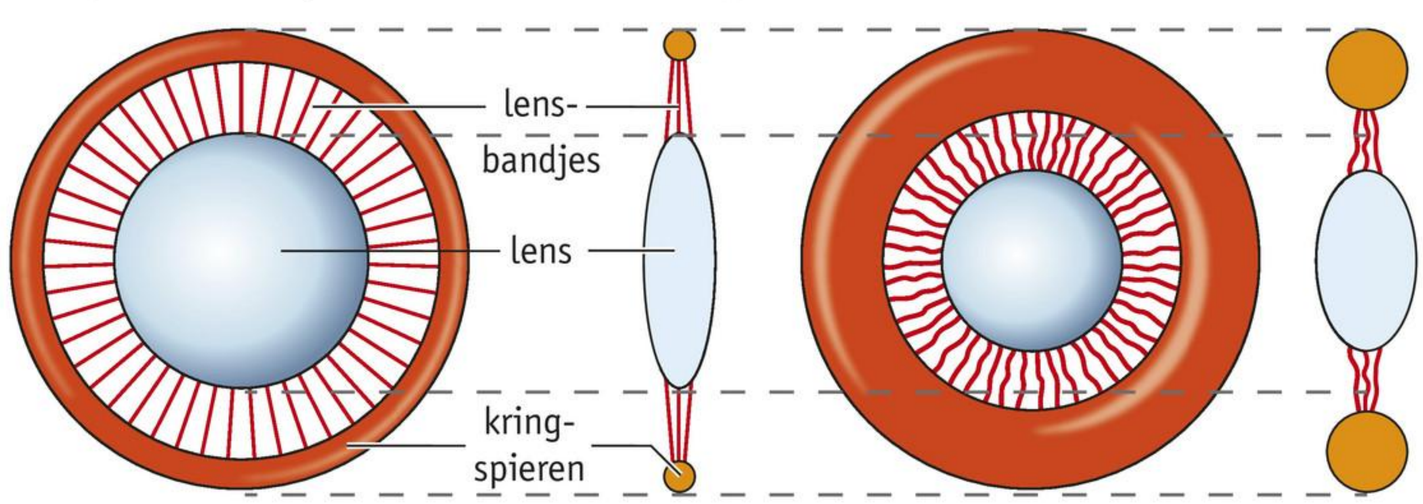
Afb. 4 Rondom de ooglens liggen kringspieren.



DICHTBIJ ZIEN

Als de kringspieren samentrekken, wordt de opening waarin de lens hangt kleiner (zie afbeelding 5.2). De lensbandjes verslappen. De lens wordt daardoor minder 'uitgerekt' en wordt door de elasticiteit boller. Een bolle lens buigt de lichtstralen sterker af. Daardoor kun je een voorwerp dat dichtbij is (minder dan ongeveer 5 m) scherp zien.

Afb. 5 Boller en platter worden van de ooglens.

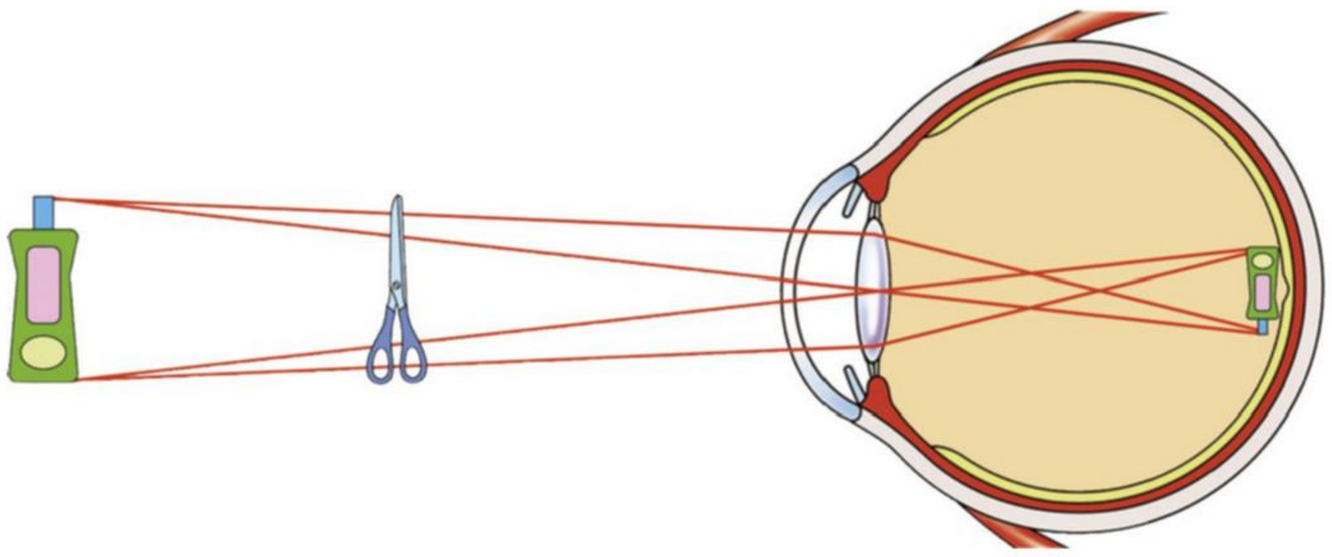


1 platte ooglens 2 bolle ooglens

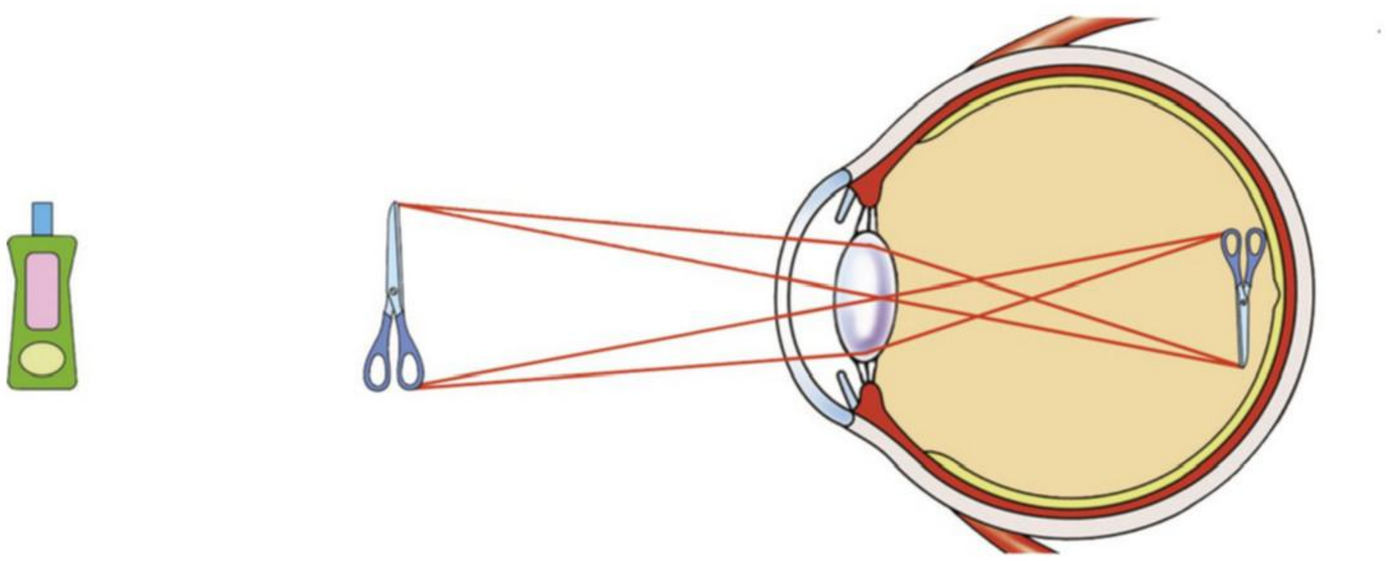
ACCOMMODEREN

Zonder dat je het merkt, wordt de sterkte van je ooglenzen voortdurend aangepast. Daardoor kun je op elke afstand goed zien. Het aanpassen van de sterkte van de ooglens noem je **accommoderen** (zie afbeelding 6). Door het accommoderen wordt bij elke afstand een scherp beeld gevormd.
De ooglenzen van oudere mensen zijn minder elastisch, waardoor ze minder goed bol kunnen worden. Oudere mensen hebben daarom vaak een bril nodig om te kunnen lezen.

Afb. 6 Accommoderen.



1 Bij het zien in de verte zijn de ogen in rusttoestand.



2 Bij het zien van dichtbij zijn de ogen geaccommodeerd.

KENNIS

1 Maak de zinnen af. Gebruik daarbij: *groot – klein – ontspannen – samengetrokken*.
Sommige woorden moet je vaker gebruiken.

1 Als je tegen de zon in kijkt, is de pupil ..... en de iris .....

2 De kringspieren in de iris zijn dan ..... en de lengtespieren zijn .....

3 Als je 's avonds naar de maan kijkt, is de pupil ..... en de iris .....

4 De kringspieren zijn dan ..... en de lengtespieren zijn dan .....

2 Wat gebeurt er in je oog om op verschillende afstanden scherp te kunnen zien?
Vul de tabel in.
Kies bij 1 uit: *ontspannen – samengetrokken*.
Kies bij 2 uit: *groot – klein*.
Kies bij 3 uit: *strak gespannen – minder strak gespannen*.
Kies bij 4 uit: *boller – zo plat mogelijk*.

	Bij het zien in de verte	Bij het dichtbij zien
1 De kringspieren rondom de lens zijn		
2 De openingen in de kringspieren zijn		
3 De lensbandjes zijn		
4 De lenzen zijn		

3 **a** Wat is accommoderen?
- ○ A de sterkte van de ooglens aanpassen aan de afstand
- ○ B een verkleind beeld weergeven op het netvlies
- ○ C het breken van de lichtstralen in de ooglens
- ○ D het omgekeerde beeld van een voorwerp rechtopstaand zetten in de hersenen

b Welk deel zorgt ervoor dat je een voorwerp op de juiste grootte ziet?
- ○ A de gezichtscentra in de hersenen
- ○ B de lensbandjes en de kringspieren
- ○ C de lens en het hoornvlies

4

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

- De pupilreflex werkt als volgt:
  - .....
    .....
    .....
  - .....
    .....
    .....
- De vorm van de ooglens is .....
- De ooglenzen buigen de lichtstralen ..... elkaar .....
- Veraf zien: .....
  .....
  .....
  .....
- Dichtbij zien: .....
  .....
  .....
  .....
- Accommoderen: .....
  .....
  .....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

5 In films dragen piraten altijd een ooglapje. Je denkt misschien dat ze in de strijd een oog verloren hebben. Maar het kan ook zijn dat piraten één oog afdekten, zodat ze altijd snel in het donker konden kijken. Als ze dan overdag benedendeks moesten, trokken ze snel het ooglapje naar het andere oog. Met het vrije oog konden ze dan in het donker kijken.

a Een piraat die geen ooglapje gebruikt, ziet heel weinig wanneer hij plotseling in het donker komt.
Leg uit waardoor dat komt.

b Een piraat trekt benedendeks het ooglapje weg voor zijn linkeroog.
Wordt de pupil in het linkeroog dan groter? Leg je antwoord uit.

c Een piraat bedekt zijn rechteroog met het ooglapje.
Trekken de kringspieren rondom de pupil van zijn rechteroog dan samen? Leg je antwoord uit.

6 Lees de tekst ‘Opticien’.

a Er wordt op verschillende manieren gemeten welke sterkte je brillenglazen moeten hebben. Leg uit waarom het belangrijk is goed te meten.

b Tijdens de meting met de autorefractometer is er een bewegende afbeelding te zien. Wat zal er vooral door de beweging gemeten kunnen worden: de sterkte van de glazen of hoe goed je kunt scherpstellen? Leg je antwoord uit.

c Vooral oudere mensen hebben een leesbril nodig. Als ze een boek willen lezen, kunnen ze het niet meer zien en houden ze het boek ver van zich af. Leg uit waardoor dit komt.

Afb. 7

Opticien



Als je een bril of lenzen nodig hebt, ga je naar de opticien. Hij meet welke sterkte je nodig hebt voor je brillenglazen en kiest samen met jou een bril uit. De opticien meet de sterkte onder andere met een autorefractometer. Tijdens de meting moet je in een apparaat kijken waarin een afbeelding te zien is die lijkt te bewegen. De opticien weet vervolgens hoe sterk je brillenglazen moeten zijn. Door de meting met het apparaat wordt er ook ingeschat hoe goed je ogen kunnen scherpstellen. Er wordt ook nog op andere manieren gemeten wat de exacte oogsterkte is. De sterkte van de brillenglazen of lenzen moet namelijk precies goed zijn.

7 De afstand tot een voorwerp schatten gaat alleen als je met beide ogen tegelijk naar het voorwerp kijkt. Dit gaat het best als beide ogen naar voren kijken, zoals bij mensen. Er zijn ook dieren die met beide ogen in een andere richting kijken. Zij zien in één oogopslag een groot deel van de omgeving.
In afbeelding 8 zie je schematisch het blikveld van drie dieren. De pijlen geven aan welk deel van de omgeving deze dieren met elk oog waarnemen.

a Welk dier kan in een groot deel van het gezichtsveld afstanden goed inschatten? Leg ook uit waarom.

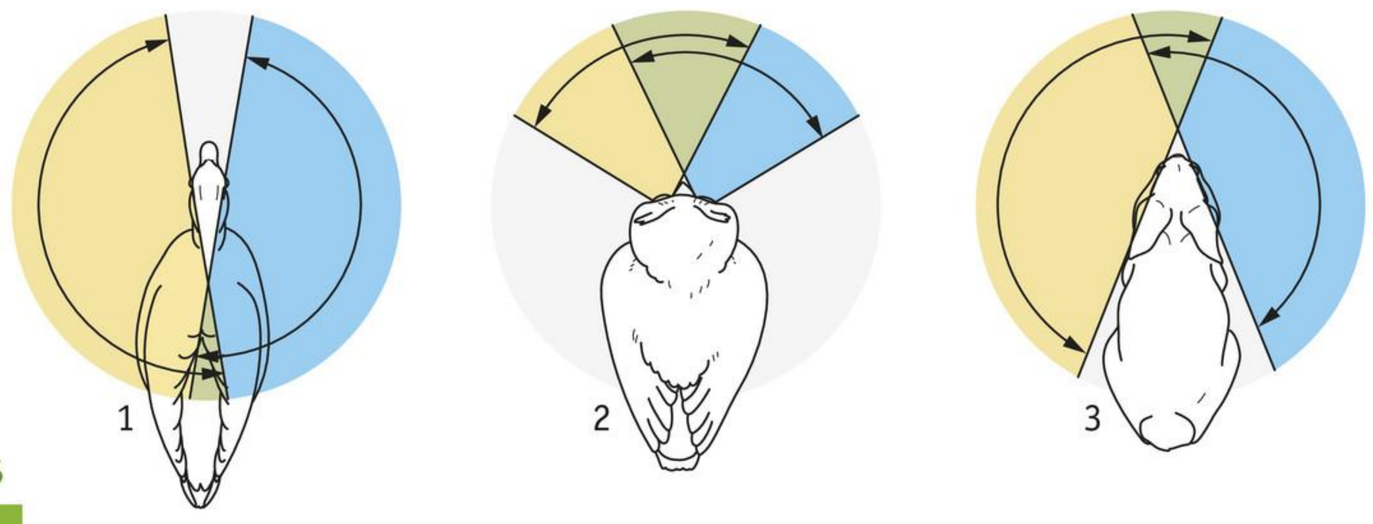
b Dier 1 en 3 zijn (vooral) planteneters, dier 2 is een vleeseter. Waarom is het vooral voor dier 2 handig om afstanden in te kunnen schatten?

c Dier 1 en 3 zien het grootste deel van de omgeving. Leg uit wat het voordeel hiervan is voor deze dieren.

d Sommige dieren leven op de bodem van een rivier of plas. Hoe zullen de ogen bij deze dieren geplaatst zijn? Leg je antwoord uit.

e Een kameleon kan zijn ogen onafhankelijk van elkaar bewegen (zie afbeelding 9). Daardoor kan hij tegelijkertijd vooruit- en achteruitkijken. Leg uit waarom dit een voordeel is voor de kameleon.

Afb. 8 Blikveld van verschillende dieren.



Afb. 9 Een kameleon kan met één oog naar voren en met het andere oog naar achteren of opzij kijken.



+ 8

Lees de tekst ‘Laserbehandeling’.

a Wat gebeurt er met het hoornvlies bij een laserbehandeling?

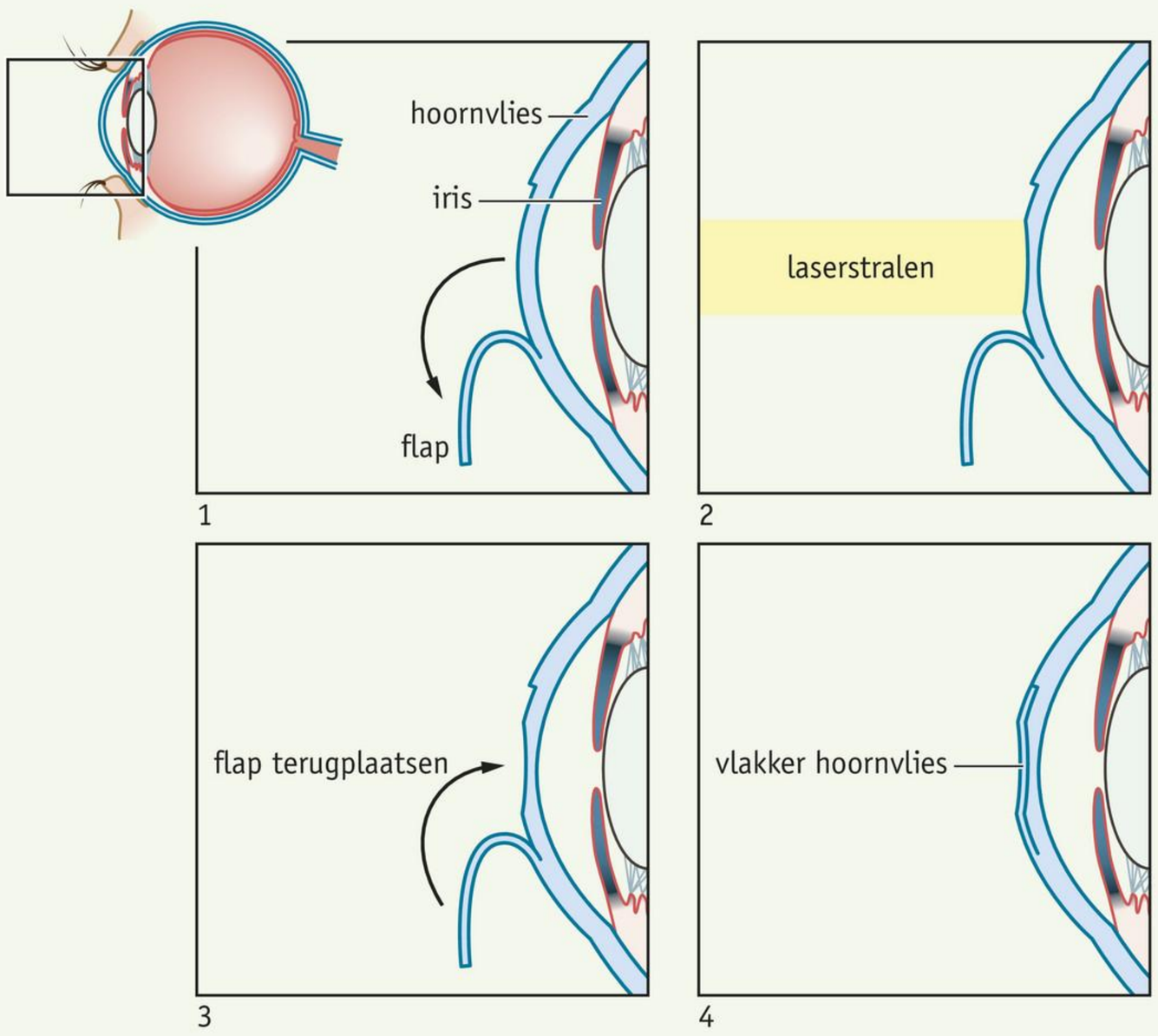
b Annette is verziend. Ze kan alleen goed in de verte zien. Dichtbij ziet ze alleen goed als ze een bril draagt. Annette wil haar verziendheid laten verhelpen met een laserbehandeling.
Zal bij haar het hoornvlies ook vlakker worden gemaakt net als op de afbeelding? Leg je antwoord uit.

c De moeder van Annette wil ook haar ogen laseren. Ze kan niet goed in de verte kijken. En nu ze al wat ouder is, kan ze niet meer goed de krant lezen of op haar telefoon kijken. De oogarts adviseert haar om niet te laseren, maar een lensimplantaat te nemen. Dit werkt beter voor haar.
Waarom werkt dit beter voor de moeder van Annette? Leg je antwoord uit.

Afb. 5

Laserbehandeling

Als je 18 jaar of ouder bent, mag je je ogen laten laseren (zie de afbeelding). Je hebt dan geen bril of contactlenzen meer nodig. Eerst wordt je oog verdoofd met oogdruppels. Met een ooglidhouder wordt je oog opengehouden. Daarna schuift de oogarts een dun laagje van je hoornvlies opzij. De ooglaser past de bolling van je hoornvlies aan, waardoor je beter kunt zien. Daarna plaatst de oogarts het dunne laagje hoornvlies terug. Meestal is één behandeling voldoende.



Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

5 Het netvlies

LEERDOEL

11.5.1 Je kunt de bouw en de werking van het netvlies beschrijven.

► Practicum 9

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	11.5.1	3.2.3**
Onthouden	2abc	
Begrijpen	1, 3, 5a, 7a	
Toepassen	5bcd, 6ab, 7bc, 8b	8a
Analyseren	6c, 7d, 8cd	

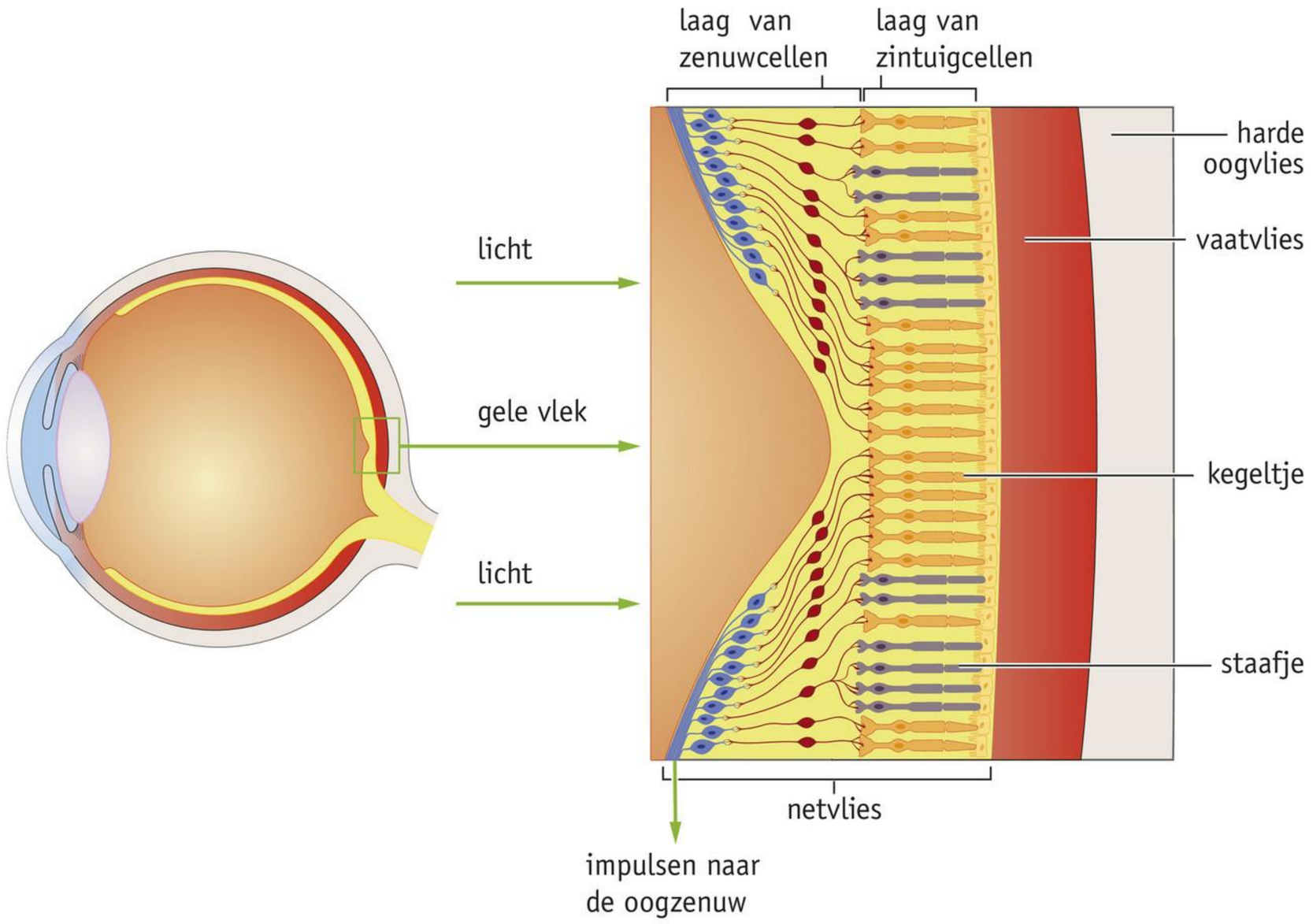
** Dit leerdoel vind je in een ander thema.

Overdag kun je duidelijk kleuren en details zien. In het donker zie je alleen contrasten in grijs en zwart-wit. Dit heeft te maken met de bouw en de werking van je netvlies.

NETVLIES

Via het hoornvlies, de ooglens en het glasachtig lichaam gaat het licht naar het netvlies (zie afbeelding 1.1). In het netvlies liggen zintuigcellen (zie afbeelding 1.2). Het licht prikkelt deze zintuigcellen waardoor ze impulsen afgeven die door de oogzenuwen naar de hersenen gaan.
Het netvlies bestaat uit twee lagen: een laag zintuigcellen en een laag zenuwcellen.

Afb. 1 Zintuigcellen in het netvlies.



1 2

ZINTUIGCELLEN

Er zijn twee soorten zintuigcellen in het netvlies: kegeltjes en staafjes.
Kegeltjes werken als er veel licht is. Je ziet er kleuren mee. Een kegeltje reageert op rood, groen of blauw licht. Andere kleuren zie je als de verschillende typen kegeltjes

samenwerken. Ieder kegeltje is apart verbonden met een zenuwcel (zie afbeelding 1.2). Hierdoor zie je scherp en zie je details (zie afbeelding 2.1). De meeste kegeltjes liggen in de gele vlek en de directe omgeving daarvan. Daarom zie je met dit deel van het netvlies het scherpst. Lezen en gamen doe je met de kegeltjes.
Staafjes werken ook goed als er weinig licht is. Je kunt er in de schemering voorwerpen mee waarnemen. Met de staafjes zie je alleen contrasten in grijs en zwart-wit. Er zijn meerdere staafjes verbonden met één zenuwcel (zie afbeelding 1.2). De impulsen worden dus gebundeld doorgegeven naar de hersenen. Hierdoor zie je minder details en contouren (zie afbeelding 2.2). De staafjes liggen verspreid over het hele netvlies, maar niet in de gele vlek. Je kunt er niet mee lezen of gamen.

Afb. 2 Waarnemen met kegeltjes en staafjes.



1 Kegeltjes hebben veel licht nodig, waardoor je alleen bij voldoende licht kleuren ziet.

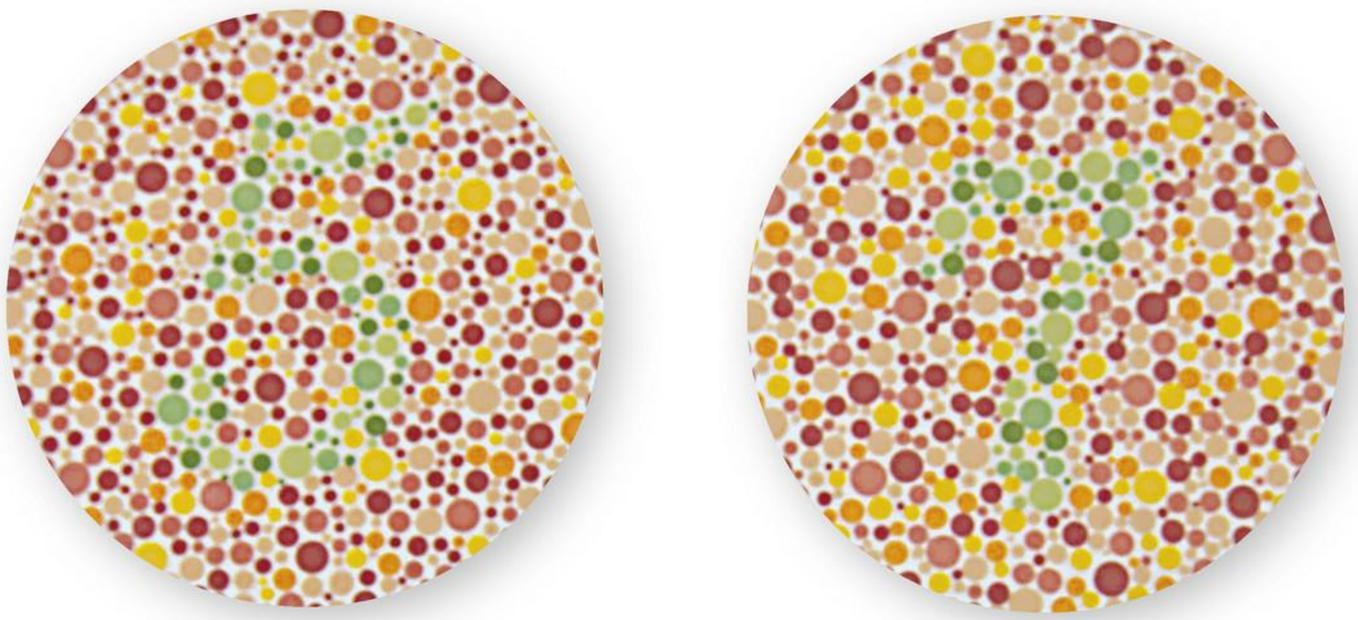


2 Dankzij de staafjes kun je ook bij weinig licht zien, maar alleen in grijs en zwart-wit.

KLEURENBLIND

Bij iemand die kleurenblind is, werken bepaalde kegeltjes niet goed. De meest voorkomende vorm is roodgroenkleurenblindheid. Hierbij ziet iemand geen verschil tussen de kleuren rood en groen. Met de test uit afbeelding 3 is deze vorm van kleurenblindheid aan te tonen.

Afb. 3 Iemand die roodgroenkleurenblind is, ziet hier geen getallen.



ZENUWCELLEN

De laag van zenuwcellen ligt tegen het glasachtig lichaam aan. De zenuwcellen geleiden de impulsen die in de staafjes en de kegeltjes ontstaan naar de hersenen. Uitlopers van de zenuwcellen verlaten het oog via de oogzenuw. Bij de blinde vlek gaan de uitlopers door het netvlies, het vaatvlies en het harde oogvlies heen. Het netvlies is op deze plaats onderbroken. In de blinde vlek liggen geen zintuigcellen.

KENNIS

1 Vul de tabel in.
Kies bij 1 uit: *het zien van contrasten – het zien van kleuren*.
Kies bij 2 uit: *veel – weinig*.
Kies bij 3 uit: *alleen in het licht – in het licht en in de schemering*.
Kies bij 4 uit: *niet in de gele vlek – vooral in de gele vlek*.

Vraag	Staafjes	Kegeltjes
1 Wat is de functie?		
2 Werken ze het best bij veel of bij weinig licht?		
3 Wanneer gebruik je ze?		
4 Waar komen ze voor?		

2 **a** Het licht dat op het netvlies valt, gaat eerst door de laag *zenuwcellen* / *zintuigcellen*.
b In welk deel van het netvlies komen geen zintuigcellen voor?
○ A in de blinde vlek
○ B in de gele vlek
○ C niet in de blinde en niet in de gele vlek
c Welke zintuigcellen werken niet goed bij iemand die kleurenblind is?
kegeltjes / *staafjes*

3 Zet in de goede volgorde.

..... De impulsen gaan via zenuwcellen naar de oogzenuw.

..... De oogzenuw stuurt de impulsen naar de hersenen.

..... De zintuigcellen worden geprikkeld en geven impulsen af.

..... Het licht komt door het glasachtig lichaam op het netvlies.

..... Het licht komt op de zintuigcellen.

..... Licht valt op het oog.

..... Via het hoornvlies gaat het licht door de ooglens.

4 **Samenvatting**
Maak een samenvatting van de basisstof.

- De weg van licht door het oog: .....

.....

.....

- Zintuigcellen:

Kegeltjes	Staafjes

- Zenuwcellen: .....
  .....
  .....
- Kleurenblind: .....
  .....
  .....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

5

a Welke zintuigcellen in het netvlies worden geprikkeld in het licht?
b Welke zintuigcellen hebben een hogere drempelwaarde voor licht? Leg uit waarom.
c In afbeelding 4 zie je een nachtaapje. Nachtaapjes leven in Latijns-Amerika. Deze apen zijn alleen 's nachts actief. Nachtaapjes hebben alleen staafjes in het netvlies. Leg uit waarom nachtaapjes geen kegeltjes hebben.
d Nachtaapjes hebben grote ogen.
Leg uit waarom dat een voordeel is.

Afb. 4



1 nachtaapje



2 schedel van een nachtaapje

6 ’s Nachts kun je met het blote oog sterren bekijken. Een zwakke ster zie je het best als je naast de ster kijkt.

a Welke zintuigcellen in het netvlies worden geprikkeld door het licht van een zwakke ster? Leg je antwoord uit.

b Als je recht naar een zwakke ster kijkt, ontstaat een beeld van die ster op het netvlies. Op welk deel van het netvlies ontstaat dat beeld?

c Als je recht naar een zwakke ster kijkt, zie je die ster niet. Leg uit hoe dat komt.

7 Lees de tekst ‘Hondenogen’.

a Hebben honden meer of minder typen kegeltjes in het netvlies dan mensen?

b Honden eten graag vlees. In sommige hondenbrokken zit rode kleurstof. Deze brokken krijgen daardoor de kleur van vlees.
Worden de hondenbrokken door de rode kleurstof aantrekkelijker voor een hond? Leg je antwoord uit.

c In afbeelding 6 zie je een schematische tekening van een deel van het netvlies van een hond. Twee delen zijn aangegeven met P en Q.
Is deel P een deel van de blinde vlek of van de gele vlek? Leg je antwoord uit.

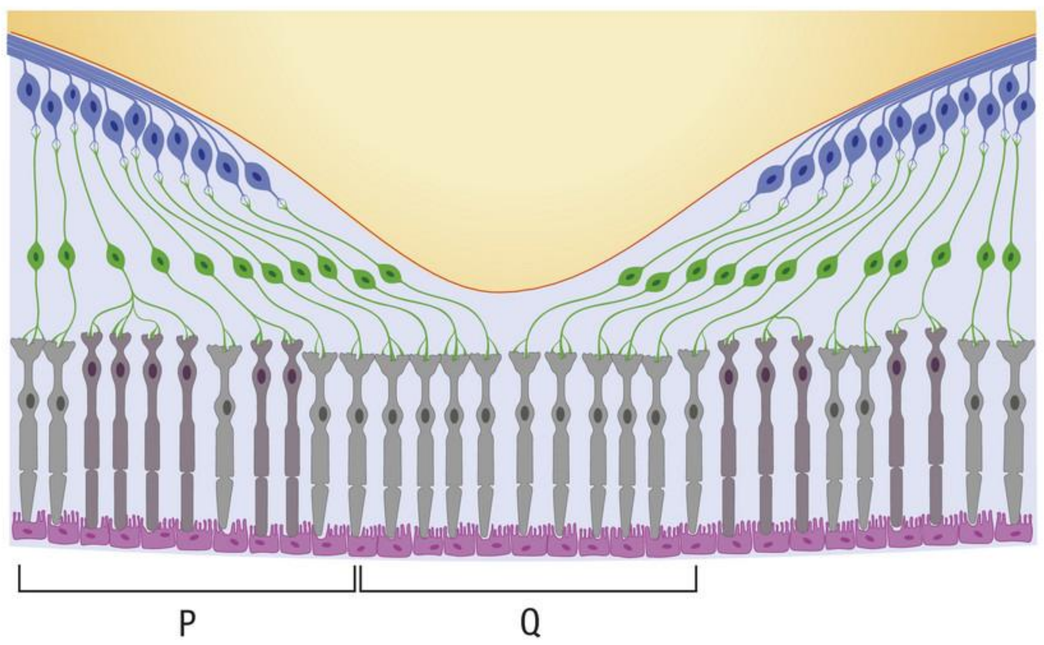
d Kan de hond met deel Q in de schemering een bal zien, en ziet de hond welke kleur de bal heeft? Leg je antwoord uit.

Afb. 5

Hondenogen

Lekker met je hond naar buiten! En natuurlijk neem je dan een bal mee. Bijvoorbeeld een rode, want die valt goed op in het gras. Maar dat geldt vooral voor de baas van de hond. Voor de hond ziet dat er heel anders uit.
Honden hebben maar twee soorten kegeltjes. Daardoor ziet een hond minder kleuren dan een mens. Honden zijn vooral roodgroenkleurenblind. De kleur van de bal is voor een hond niet zo belangrijk. Een hond let vooral op beweging en geur. Daardoor kan een hond de bal snel terugvinden.

Afb. 6



+ 8

Sommige mensen zijn kleurenblind. Vooral bij mannen komt het voor. Het recessieve allel voor roodgroenkleurenblindheid ligt namelijk op het X-chromosoom.

a Leg uit dat mannen daardoor eerder kleurenblind zijn dan vrouwen.

b In afbeelding 7 zie je de kaart van het metronetwerk van Parijs (Frankrijk). Elke lijn heeft een eigen kleur. Bij mensen die roodgroenkleurenblind zijn, werken de rode en/of groene kegeltjes niet goed.
Hoe kunnen ontwerpers van zo'n kaart rekening houden met mensen met deze kleurenblindheid?

c Als bij iemand alle drie de soorten kegeltjes niet werken, is de kaart niet bruikbaar; ook niet als er andere kleuren worden gebruikt.
Leg uit hoe dat komt.

d Bedenk een oplossing om een kaart te maken die ook voor mensen zonder werkende kegeltjes bruikbaar is.

Afb. 7 Kaart van de metro in Parijs.



Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

6 De oren

LEERDOEL

11.6.1 Je kunt de delen van het oor noemen met hun functies en kenmerken.

► Practica 10 en 11

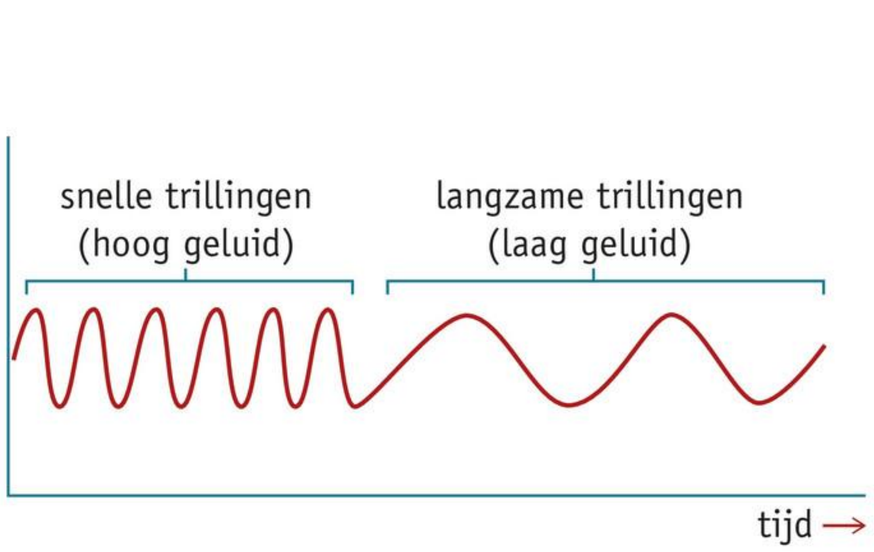
TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	11.6.1
Onthouden	1, 2
Begrijpen	3, 6a
Toepassen	5, 6bc, 7ab
Analyseren	7c, 8abc

Bij een film zijn beeld én geluid belangrijk. Een griezelfilm zonder geluid is lang zo eng niet. Geluid kan dus veel informatie geven.

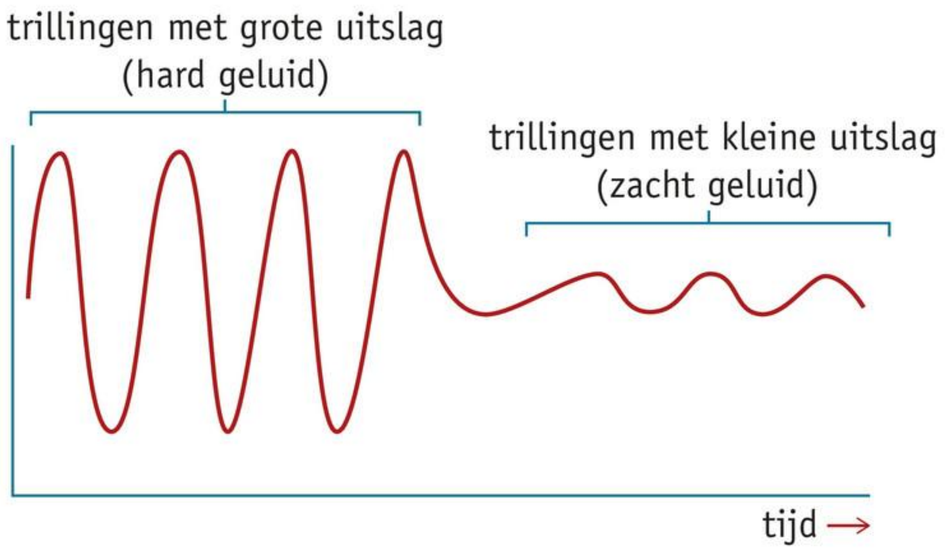
GELUIDEN

Geluiden zijn trillingen van de lucht. Als je een radio aanzet, gaan onderdelen van de luidspreker trillen. Daardoor gaan luchtdeeltjes in de omgeving van de luidspreker trillen. Ze duwen tegen andere luchtdeeltjes aan en zo worden de trillingen in alle richtingen doorgegeven.
Als de lucht snel trilt, is het geluid hoog. De frequentie is dan hoog. Als de lucht langzaam trilt (lage frequentie), is het geluid laag (zie afbeelding 1.1). De maximale uitslag van een trilling is de amplitude. Als de trillingen een grote amplitude hebben, is het geluid hard. En als de trillingen een kleine amplitude hebben, is het geluid zacht (zie afbeelding 1.2).

Afb. 1 Geluiden zijn trillingen van de lucht.



1 frequentie van een geluid

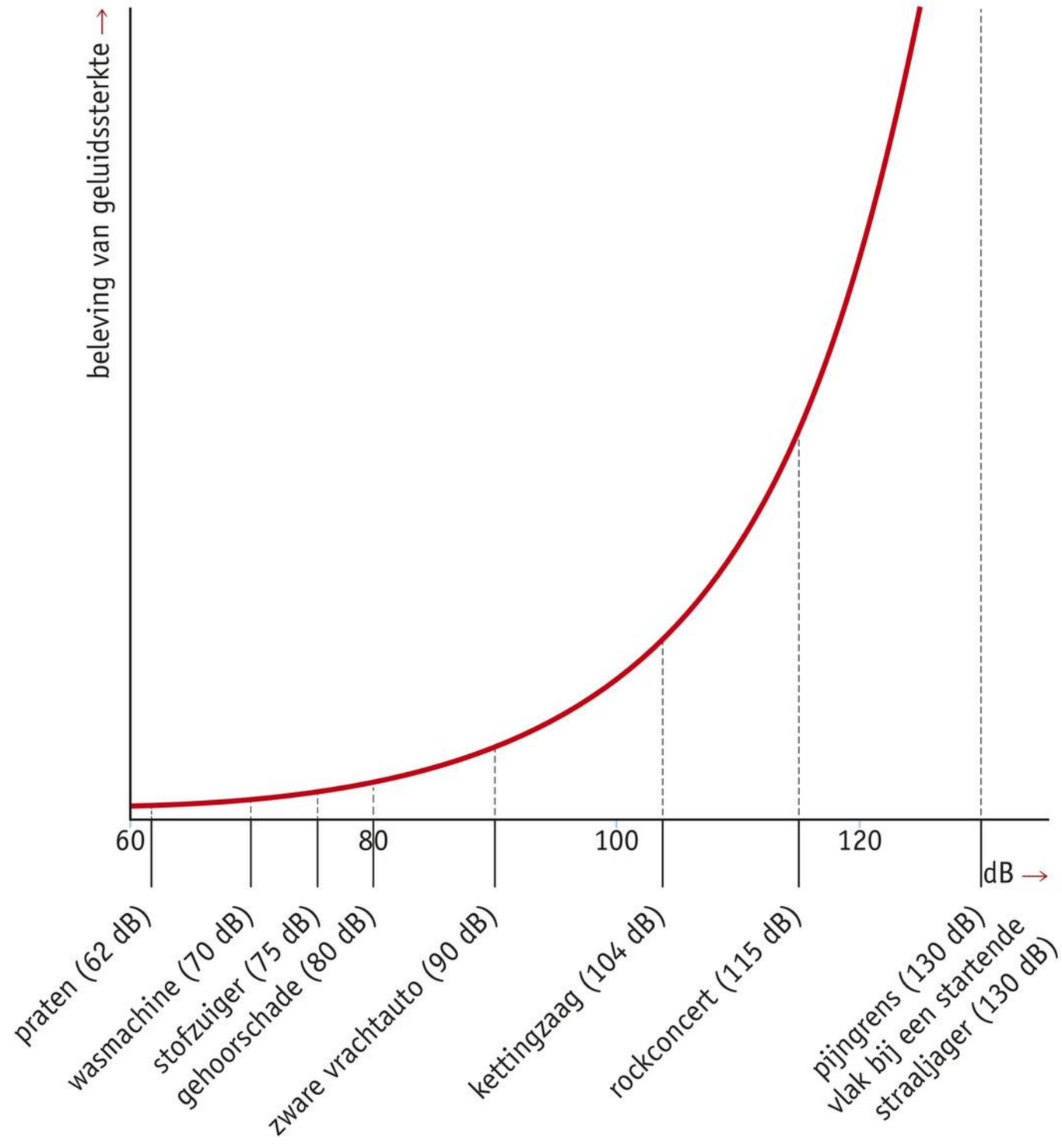


2 amplitude van een geluid

TOONHOOGTE EN GELUIDSSTERKTE

Je hoort geluiden maar tot een bepaalde toonhoogte. Hoe ouder je wordt, hoe minder goed je hoge tonen kunt horen.
De sterkte (het volume) van het geluid wordt aangegeven in decibel (dB). Een verhoging van de geluidssterkte met 10 dB betekent dat het geluid 10× zo sterk wordt. Bij een toename van 20 dB wordt het geluid dus 100× zo sterk. Geluiden vanaf 80 dB kunnen leiden tot gehoorschade. Geluiden vanaf 130 dB zorgen voor hevige oorpijn (zie afbeelding 2).

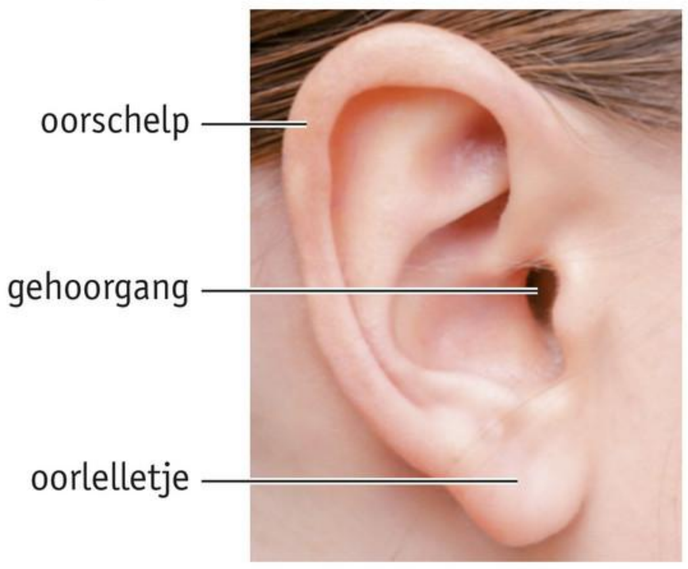
Afb. 2 Geluidssterkten.



BOUW VAN HET OOR

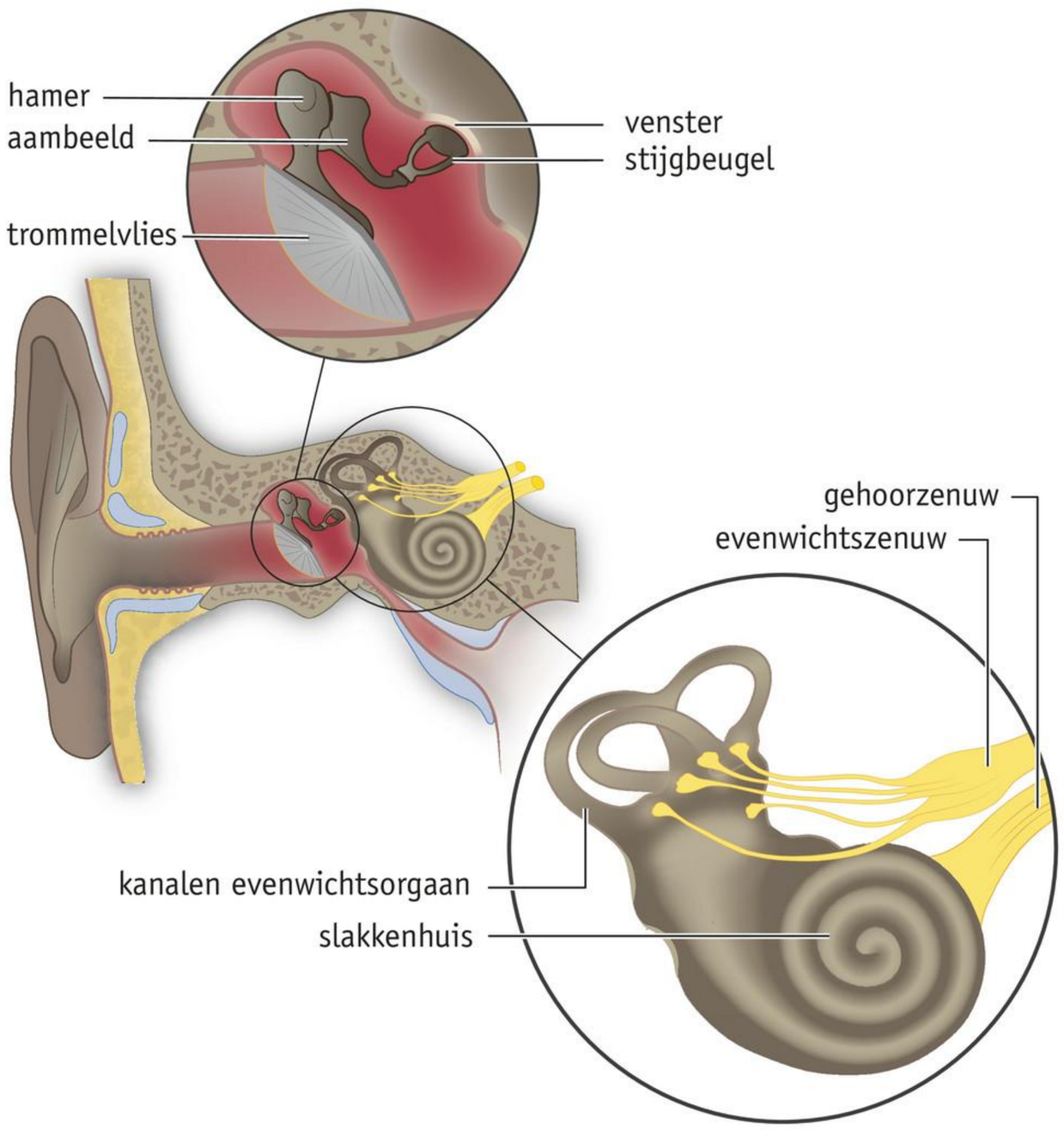
Aan de buitenkant van het oor zit de **oorschelp** (zie afbeelding 3). De oorschelp vangt geluidstrillingen op. Via de **gehoorgang** komen de geluidstrillingen bij het **trommelvlies**. Daardoor gaat het trommelvlies trillen. Het trommelvlies moet soepel blijven. Dit gebeurt met oorsmeer dat wordt gemaakt door oorsmeerkliertjes in de gehoorgang.

Afb. 3 Buitenkant van het oor.



Achter het trommelvlies ligt de **trommelholte** (**middenoor**). Hierin liggen de drie **gehoorbeentjes**: **hamer**, **aambeeld** en **stijgbeugel** (zie afbeelding 4). De hamer zit vast aan het trommelvlies; de stijgbeugel ligt tegen het **venster**. Dit is een vlies in het slakkenhuis. De gehoorbeentjes geven de trilling van het trommelvlies door aan het venster.

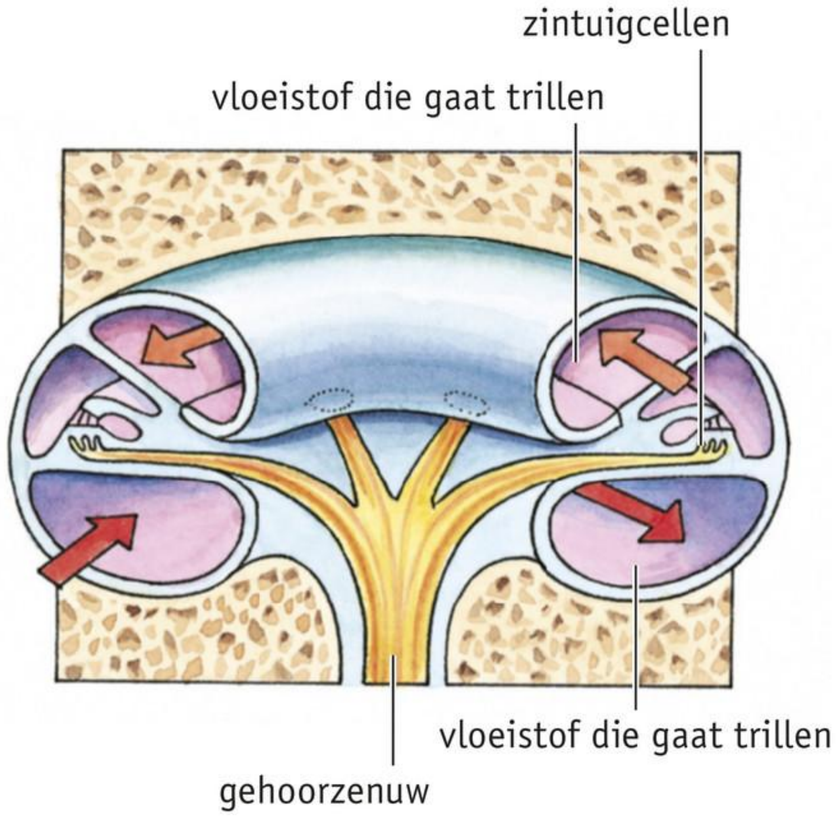
Afb. 4 Bouw van het oor.



SLAKKENHUIS

Het **slakkenhuis** bestaat uit drie kanalen die als een spiraal zijn opgerold. In deze kanalen zit een vloeistof. Een van deze kanalen begint bij het venster. Als de gehoorbeentjes het vlies in trilling brengen, gaat de vloeistof in de kanalen van het slakkenhuis trillen.
In het middelste kanaal liggen zintuigcellen (zie afbeelding 5). Deze hebben haartjes die met de vloeistof mee trillen. Als de haartjes bewegen, ontstaan in de zintuigcellen impulsen. De **gehoorzenuw** geeft deze impulsen door aan de hersenen.

Afb. 5 Kanalen in het slakkenhuis (doorsnede, schematisch).



EVENWICHTSORGAAN

Het **evenwichtsorgaan** geeft informatie door over de stand van je hoofd. Het evenwichtsorgaan bestaat ook uit drie kanalen (zie afbeelding 4). Deze kanalen staan loodrecht op elkaar en bevatten vloeistof. Als je je hoofd beweegt, gaat de vloeistof in de kanalen lopen. Hierdoor buigen haartjes van de zintuigcellen om. Via de evenwichtszenuw worden impulsen naar de hersenen gestuurd. Zo kun je je evenwicht bewaren als je bijvoorbeeld beweegt of op één been staat.

BUIS VAN EUSTACHIUS

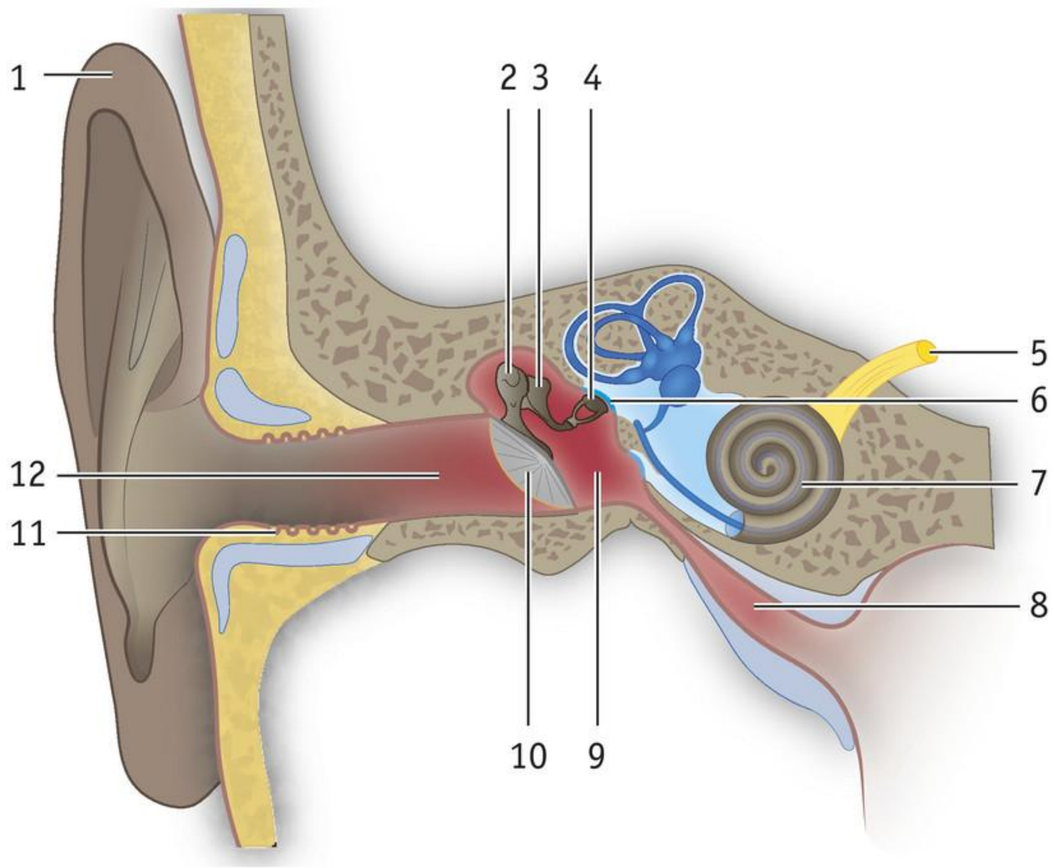
De trommelholte is door de **buis van Eustachius** verbonden met de keelholte. De wanden van de buis van Eustachius liggen gewoonlijk tegen elkaar aangedrukt. Bij bepaalde bewegingen (slikken, gapen) gaat de buis van Eustachius open. Hierdoor gaat er lucht vanuit de keelholte naar de trommelholte, of omgekeerd. Zo blijft de luchtdruk aan beide zijden van het trommelvlies gelijk. Dit is nodig om het trommelvlies goed te kunnen laten trillen.

KENNIS

1 In afbeelding 6 zie je een schematische tekening van een doorsnede van het oor.
Geef de namen van de genummerde delen. Gebruik daarbij: *aambeeld – buis van Eustachius – gehoorgang – gehoorzenuw – hamer – oorschelp – oorsmeerkliertjes – slakkenhuis – stijgbeugel – trommelholte – trommelvlies – venster.*

1 .....
2 .....
3 .....
4 .....
5 .....
6 .....
7 .....
8 .....
9 .....
10 .....
11 .....
12 .....

Afb. 6 Doorsnede van het oor (schematisch).



2 In het gehoororgaan worden trillingen doorgegeven.
Zet de delen die trillingen doorgeven in de juiste volgorde, van buiten naar binnen.

..... aambeeld

..... hamer

..... lucht in de gehoorgang

..... stijgbeugel

..... trommelvlies

..... vlies (venster) in het slakkenhuis

..... vloeistof in het slakkenhuis

3 Vul de zinnen aan.

1 In het oor liggen de delen van het gehoorzintuig en een .....
2 Via lucht in de ..... komen geluiden het oor binnen.
3 De ..... geleidt impulsen naar de hersenen.
4 De gehoorbeentjes zijn de ....., het ..... en de stijgbeugel.
5 Het geluid prikkelt de ..... in het slakkenhuis.
6 Het trommelvlies blijft soepel door het ..... uit de .....
7 Het ..... is gevuld met vloeistof.
8 De ..... is gevuld met lucht.
9 De ..... is verbonden met het venster in het slakkenhuis.
10 De kanalen van het evenwichtsorgaan zijn gevuld met .....

4 **Samenvatting**
Maak een samenvatting van de basisstof.

- Geluiden zijn .....
- Bij een hoge frequentie .....

.....

- Bij een grote amplitude .....

.....

- De sterkte van een geluid .....

.....

.....

- Benoem de delen van het oor.

Buitenoor	Middenoor	Binnenoor

- Slakkenhuis: .....
- Evenwichtsorgaan: .....
- Buis van Eustachius: .....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

5 Iemand die iets niet goed hoort, houdt een hand achter het oor (zie afbeelding 7).
Leg uit waarom.

Afb. 7



6 Lees de tekst 'Gehoorschade'.

a Welk deel van het gehoororgaan wordt vooral beschadigd bij te veel geluid?

b Door bij een concert oordopjes in te doen, wordt het geluid minder hard.
Wordt de amplitude van het geluid in je oor dan groter of kleiner? Leg je antwoord uit.

c De sirene van brandweer of politie is 120 dB.
Wat is schadelijker voor je oren: een sirene of het geluid van een koptelefoon? Leg je antwoord uit.

Afb. 8

Gehoorschade

Als je een popconcert bezoekt, kun je na afloop last hebben van een ruis of een pieptoon in je oren. Als je vaak naar te harde muziek luistert, kan dit overgaan in een blijvende ruis of pieptoon. De trilharen in het slakkenhuis zijn dan beschadigd en geven verkeerde informatie door. Steeds meer jongeren lijden aan gehoorschade. Vanaf 80 dB kan geluid schadelijk zijn. Het geluid van een koptelefoon is gemiddeld 95 dB. Je kunt dus gehoorschade oplopen als je te vaak naar harde muziek luistert via je koptelefoon. Als je vaak via oortjes naar harde muziek luistert, ontstaat nog eerder gehoorschade, doordat de oortjes veel dichter bij je trommelvlies zitten.

7

a Dicht bij de grond is de luchtdruk veel hoger dan hoog in de bergen.
Als je een berg oprijdt, is de luchtdruk in de trommelholte dan hoger of lager dan de druk van de buitenlucht? Leg je antwoord uit.

b Door het verschil in luchtdruk gaat het trommelvlies bol staan.
Staat het trommelvlies dan bol naar buiten of naar binnen? Leg je antwoord uit.

c Als je met het vliegtuig op reis gaat, wordt er geadviseerd om kauwgom te kauwen als het vliegtuig opstijgt of landt. Hierdoor gaat het trommelvlies niet bol staan en krijg je geen suizend geluid in je oren.
Leg uit waarom kauwgom kauwen helpt tegen het suizende geluid in je oren.

+ 8 Insecten horen op een andere manier dan mensen.

a Bepaalde insecten hebben een soort haartjes waar ze geluidstrillingen mee waarnemen.
Waarmee kun je deze haartjes vergelijken als je naar het menselijke gehoororgaan kijkt? Leg je antwoord uit.

b Andere insecten hebben bovenop de voelsprieten een groep gevoelszenuwcellen. Zo'n groep wordt het Johnston-orgaan genoemd. Hiermee wordt de informatie van het geluid verzameld, bijvoorbeeld om te horen hoe snel de vleugels van een ander insect bewegen.
Welke delen van het menselijke gehoororgaan hebben deze insecten niet? Licht je antwoord toe.

c Sabelsprinkhanen kunnen geluiden horen. De oren van een sabelsprinkhaan zitten op de voorpoten (zie afbeelding 9). In de oren zit een met vocht gevulde holte. Deze holte staat onder druk en ziet eruit als een langgerekte ballon. Hij werkt ongeveer hetzelfde als het slakkenhuis.
Leg uit hoe deze holte werkt.

Afb. 9 Gehoororgaan van een sprinkhaan.



Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

Samenhang

DE ZINTUIGEN VAN EEN KAT ZIJN NIET VOOR DE POES

Wanneer iets heel moeilijk of belangrijk is, kun je zeggen: ‘dat is niet voor de poes’. En dat geldt zeker voor de zintuigen van katten. Hun snorharen lijken wel antennes, hun oren satellietschotels en ze hebben maar liefst twee reukorganen.

ECHTE ROOFDIEREN

Huiskatten krijgen meestal genoeg te eten. Toch zijn het echte roofdieren, met de bijbehorende zintuigen. Als ze een prooi waarnemen, gaan ze instinctief op jacht.

Katten hebben twintig keer zo veel reukzintuigcellen als de mens. Ze zijn dus erg gericht op de geuren in hun omgeving. Lang voordat een prooi iets in de gaten heeft, heeft een kat hem meestal al geroken. En katten hebben niet één, maar twee reukorganen. Behalve reukcellen in het neusslijmvlies hebben katten het orgaan van Jacobson. Dit zit tussen de keel en de neusholte. Met hun tong kunnen katten vettige stoffen opvangen uit de lucht. Door hun tong tegen het gehemelte te drukken, kunnen ze die stoffen ruiken. Als een kat dat doet, heeft hij een vreemde uitdrukking op zijn gezicht. Hij steekt zijn hals uit, opent zijn bek en krult zijn bovenlippen.

Katten kunnen met hun oren veel hogere tonen horen dan een mens. Ook kunnen ze elk oor 180° draaien. Daardoor weet een kat precies uit welke richting een geluid komt en kan hij zijn prooi goed in de gaten houden.

De snorharen van een kat zijn heel gevoelig. Katten hebben niet alleen snorharen rond de neus, maar ook boven hun ogen en aan hun voorpoten. Met deze snorharen kunnen katten luchtstromen voelen. Daardoor weten ze heel precies hoe ver weg iets is. Zo weet een kat precies of hij door een nauwe doorgang kan, of waar hij zijn prooi moet bijten.

De meeste zintuigen van de kat zijn erg gevoelig, maar katten hebben slechts een paar honderd smaakknopjes. Ter vergelijking: de mens heeft er meer dan negenduizend. Ook kunnen katten de smaak zoet niet proeven.

DIEPTE ZIEN

In afbeelding 1 zie je een kat die een prooi besluipt. Je ziet dat de ogen van de kat naar voren gericht staan. Dat geldt voor alle roofdieren, waaronder ook de mens. Het beeld van beide ogen overlapt, maar elk oog ziet net iets anders. Je kunt dat zelf controleren door om en om een oog dicht te doen. Het beeld dat je ziet, verspringt een beetje. Dingen die dichtbij zijn, verspringen meer dan dingen die verder weg zijn. Daardoor zie je diepte: aan de hand van het verschil kunnen je hersenen bepalen hoe ver iets weg is. Hoe verder de ogen uit elkaar staan, hoe beter een dier diepte kan zien.

Afb. 1 Een kat besluipt zijn prooi.



OPDRACHTEN

1

Dit experiment gaat over het zien van diepte.
Voer het experiment samen met een klasgenoot uit. Je hebt twee potloden nodig.

- Je klasgenoot houdt een potlood horizontaal voor jouw ogen, zodat je het potlood van de zijkant ziet (zie afbeelding 2).
- Pak jouw potlood van tafel.
- Probeer met het puntje van jouw potlood het puntje van het potlood van je klasgenoot aan te raken.
- Leg je potlood weer op tafel.
- Je klasgenoot houdt zijn potlood nog een keer voor je ogen, maar op een andere afstand dan de eerste keer. Dek nu met je vrije hand één oog af en probeer weer het potlood te raken met de punt.

a Wat valt je op?

b Met één oog kun je nog wel een beetje diepte zien.
Leg uit hoe dat komt.

c Bij prooidieren zoals kleine vogels staan de ogen niet naar voren maar opzij gericht (zie afbeelding 8 in basisstof 4). Ze zien daarom geen of niet goed diepte.
Welk voordeel hebben kleine vogels van ogen die opzij gericht staan?

d Leg uit dat kleine vogels met hun stand van de ogen goed zijn aangepast aan hun omgeving.

Afb. 2



2

In afbeelding 3 zie je de ogen van een kat. Eén foto is bij veel licht genomen, de andere foto bij weinig licht. De pupilreflex vindt bij een kat op dezelfde manier plaats als bij een mens.

a Welke foto is bij weinig licht genomen? Leg uit waaraan je dat ziet.

b Wanneer kun je de iris van een kat het best bekijken: op klaarlichte dag of tijdens de schemering? Leg uit waarom.

c Kattenogen zijn veel gevoeliger voor licht dan mensenogen. Daarom kan de pupil veel kleiner worden dan bij de mens.
Leg uit hoe dit de kattenogen extra beschermt.

Afb. 3 De ogen van een kat.



1



2

3

a In de ogen van de mens zitten ongeveer vier keer zo veel staafjes als kegeltjes. Katten hebben ongeveer twintig keer zo veel staafjes als kegeltjes.
Welk voordeel heeft dit voor katten?

b In het donker kunnen de ogen van katten oplichten. Dit komt door het *tapetum lucidum*. Dit is een laag cellen die net achter het netvlies ligt. Het licht wordt daardoor gereflecteerd op het oog.
Leg uit dat katten daardoor beter kunnen zien in het donker.

c Stel dat katten geen *tapetum lucidum* zouden hebben, maar net zo goed in het donker zouden kunnen zien.
Zou de drempelwaarde van de zintuigcellen dan hoger of lager moeten zijn? Leg je antwoord uit.

d Doordat katten nachtdieren zijn, kan de pupil van een kat veel smaller worden dan die van een mens.
Leg uit waardoor dit kan.

e Veel katten hebben verschillend gekleurde ogen. Het ene oog is dan bijvoorbeeld blauw terwijl het andere oranje, geel of groen is.
Ziet een kat die verschillend gekleurde ogen heeft met het ene oog andere kleuren dan met het andere oog? Leg je antwoord uit.

4

Katten kunnen geen zoet proeven. Dat geldt niet alleen voor huiskatten, maar ook voor veel andere katachtigen. Ze hebben wel zintuigcellen voor de smaak zoet, maar die werken niet. Dat komt door een mutatie.

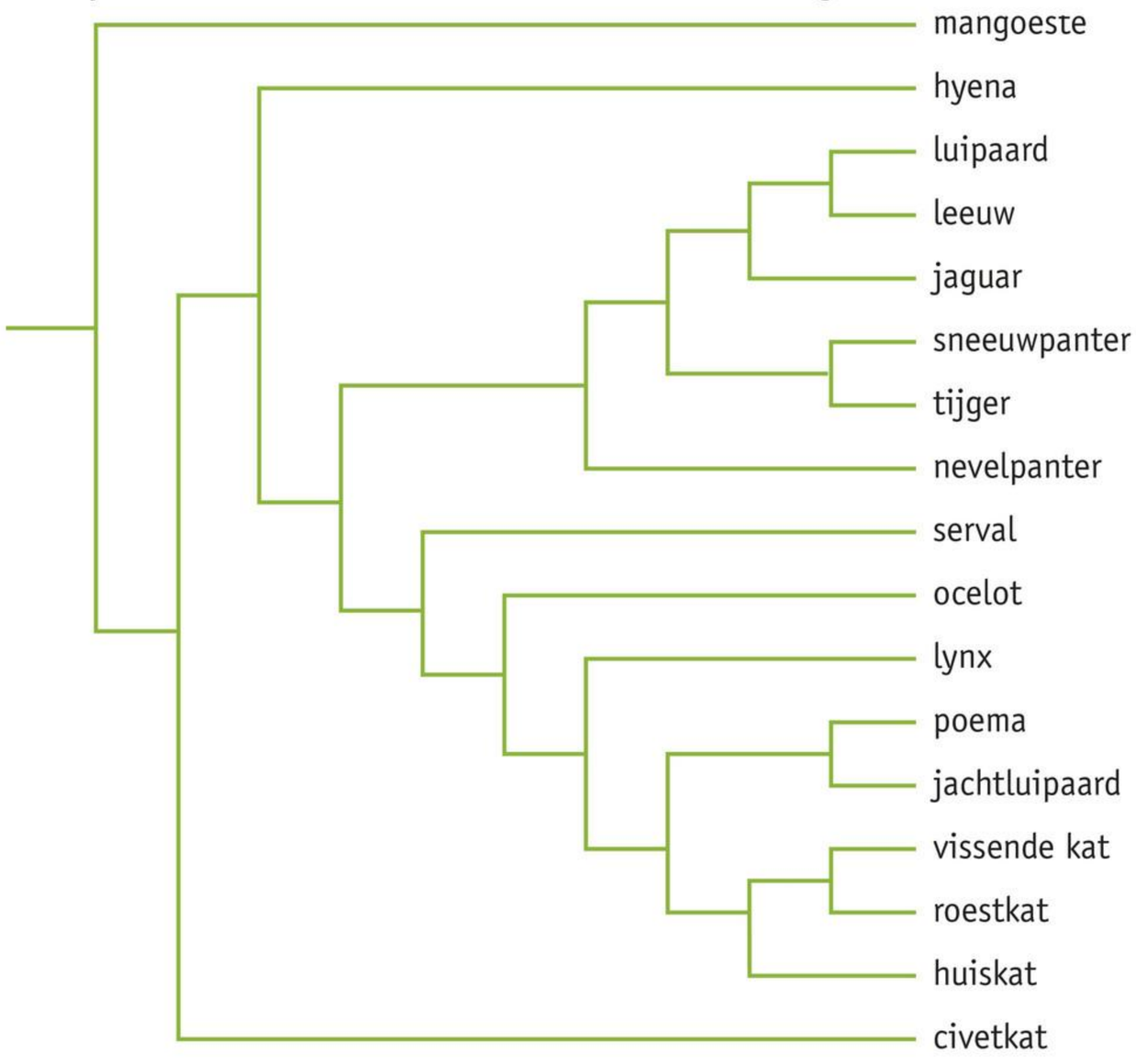
a Wat is een mutatie?

b In afbeelding 4 zie je de evolutionaire stamboom van enkele katachtigen. Van deze dieren kunnen alleen de hyena, de civetkat en de mangoeste zoet proeven.
Geef aan waar in de stamboom de mutatie heeft plaatsgevonden die ervoor zorgt dat veel katachtigen geen zoet kunnen proeven.

c Heeft de mutatie in een lichaamscel of in een geslachtscel plaatsgevonden? Leg je antwoord uit.

d Katten zijn echte vleeseters. Sommige onderzoekers denken dat dat komt doordat ze de zoete smaak van delen van planten niet kunnen proeven.
Waardoor komt het dat delen van planten zoet zijn?

Afb. 4 Evolutionaire stamboom van enkele katachtigen.



5 Wanneer een kat van plan is iets te eten, zal hij eerst naar zijn voedsel kijken. Vervolgens ruikt hij eraan. Dan likt hij even en ten slotte neemt hij een klein hapje.

a Leg uit waarom een kat dat doet.

b Katten hebben maar weinig smaakknopjes.
Waardoor kunnen katten toch goed proeven?

6 Katten jagen instinctief op kleine prooidieren, zoals vogels en muizen. Daarom geven eigenaren hun kat soms een halsbandje met een belletje. Prooien horen de kat dan aankomen en kunnen snel vluchten. Katten lijken het belletje na een tijdje niet meer te horen.

a Waardoor komt het dat een kat na een tijd het belletje zelf niet meer hoort?

b Als een kat in een tuin vol tjilpende vogels loopt, hoort hij niet elke afzonderlijke tjilp. Maar als hij een vogel besluipt en die vogel tjilpt, dan zal hem dat zeker niet ontgaan.
Leg uit hoe dat komt.

c Een kat besluipt een muis vaak zo, dat de wind van de muis naar de kat waait.
Op welke manier(en) is dit gunstig voor de kat?

Ga naar de *Extra stof*.

Leren onderzoeken

1 WOORDEN GEVEN AAN JE WAARNEMINGEN

LEERDOEL

11.O.1 Je kunt ervaringen en waarnemingen tijdens een zintuigpracticum weergeven in biologische termen.

► Practica 1 t/m 12

WAARNEMINGEN OMSCHRIJVEN

Bij practica is het belangrijk dat je goed omschrijft wat je waarneemt, zodat iedereen begrijpt wat je bedoelt. Dit kan op twee manieren:

- Als er geen eigen mening in zit, is het een objectieve waarneming. Bijvoorbeeld: 'De temperatuur is 25 °C.' Objectieve waarnemingen zijn voor iedereen gelijk en vaak meetbaar.
- Bij een subjectieve waarneming zit er een eigen mening bij. Bijvoorbeeld: 'Het is warm.'

Bij practica moet je waarnemingen meestal objectief beschrijven. Je telt bijvoorbeeld het aantal luchtbelletjes, of je meet de reactietijd. Bij waarnemingen van zintuigen kan dat niet altijd. Dat komt doordat deze waarnemingen worden beïnvloed door de omstandigheden. Of iets voor jou warm of koud aanvoelt, hangt bijvoorbeeld af van de ruimte waarin je eerder was, de kleding die je draagt en of je moe bent of niet.

Bij de practica in dit thema kun je bij het weergeven van je waarnemingen letten op het volgende:

- De werking van zintuigcellen hangt af van de gevoeligheid van de zintuigcellen. Door gewenning en motivatie kan de gevoeligheid veranderen.
- Prikkels worden niet even snel waargenomen, omdat impulsen niet even snel worden verwerkt.
- Voelen doe je met tastknopjes, het drukzintuig, het koude- en het warmtezintuig.
- Geluiden neem je waar door trillingen.
- De blinde vlek en de gele vlek hebben invloed op wat je ziet (en wat niet).
- Proeven en ruiken gaan vaak samen. Je omschrijft smaak en geur met de begrippen zoet, zout, zuur, bitter en umami.

OPDRACHTEN

1 Zijn de volgende waarnemingen subjectief of objectief?

1 De eend vindt het niet leuk om te lopen.
2 De jongens hebben hogere cijfers gehaald dan de meisjes.
3 Dit is een grote luchtbel.
4 Het voorwerp weegt 15,3 kg.
5 Ik ruik rook.

2 **a** Berber omschrijft zijn waarnemingen bij een practicum als volgt: ‘Ik zie een mooi geel licht.’
Wat is er niet objectief aan deze beschrijving?

b Berber moet ook een geur omschrijven tijdens een practicum. Zijn omschrijving is: ‘Het ruikt naar “bubble gum”.’ Maar dat is niet objectief.
Hoe kan hij dit beter omschrijven?

3 Je weet dat geluid ontstaat door trillingen in de lucht. Je wilt onderzoeken of je deze trillingen kunt voelen. Daarom ga je een proefje doen.
Je blaast een ballon op en houdt deze tegen je mond. Je houdt je handen aan de zijkanten van de ballon en maakt geluid met je mond tegen de ballon. Je ontdekt zo dat je geluidstrillingen inderdaad kunt voelen.
Schrijf in je eigen woorden op wat de waarnemingen zijn bij dit proefje en hoe dit komt.

Practica

1 DE DREMPELWAARDE

LEERDOELEN

11.1.1 Je kunt de werking van zintuigen beschrijven.
11.O.1 Je kunt ervaringen en waarnemingen tijdens een zintuigpracticum weergeven in biologische termen.

- Basisstof 1
- Leren onderzoeken 1

30 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je onderzoekt wat de drempelwaarde is van je smaakzintuig. Dat doe je door verschillende concentraties van een suikeroplossing te proeven.
Je doet dit practicum met z'n tweeën.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een beker water
- ☐ 6 bekers met verschillende suikeroplossingen

WAT MOET JE DOEN?

Op elke beker zit een etiket met een nummer. Alleen je docent weet hoe sterk de suikeroplossingen zijn.

- Bepreek wie van jullie proefpersoon is. Als er tijd genoeg is, kun je de proef herhalen met de ander als proefpersoon.
- De proefpersoon proeft de oplossing uit een van de bekerglazen. Hij geeft aan of hij wel of geen suiker proeft.
- Schrijf het nummer van het bekerglas en de waarneming van de proefpersoon in de tabel bij 'Wat neem je waar?'.
- De proefpersoon spoelt de mond met schoon water.
- Herhaal daarna de proef met een van de andere bekerglazen. Ga door totdat de proefpersoon elk bekerglas heeft geproefd.

WAT NEEM JE WAAR?

Vraag aan je docent wat de suikerconcentratie in de verschillende bekerglazen is. Zet deze waarde achter het nummer van het bekerglas in de tabel.

Nummer van het bekerglas	Proeft wel of geen suiker

OPDRACHT

1
a Wat is de zwakste suikeroplossing waarbij de proefpersoon suiker proeft? Deze waarde is de drempelwaarde.
b Vergelijk de drempelwaarden van verschillende proefpersonen met elkaar. Is de drempelwaarde bij iedereen hetzelfde?
c Wat zou daarvan de oorzaak kunnen zijn?

2 GEWENNING

LEERDOELEN

11.1.1 Je kunt de werking van zintuigen beschrijven.
11.O.1 Je kunt ervaringen en waarnemingen tijdens een zintuigpracticum weergeven in biologische termen.

- Basisstof 1
- Leren onderzoeken 1

20 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je onderzoekt of de zintuigen in je huid gewend raken aan een impuls. Dat doe je door je vingers in bekerglazen te houden met water van verschillende temperaturen.
Je doet dit practicum met z'n tweeën.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een bekerglas gevuld met ijswater (ongeveer 0 °C)
- ☐ een bekerglas gevuld met water op kamertemperatuur (ongeveer 20 °C)
- ☐ een bekerglas gevuld met warm water (ongeveer 40 °C)

WAT MOET JE DOEN?

- Doe twee vingers van je rechterhand in het bekerglas met ijswater en doe twee vingers van je linkerhand in een bekerglas met warm water.
- Houd ze twee minuten in het water.
- Doe nu alle vingers tegelijk in het bekerglas met water op kamertemperatuur.
- Schrijf in de tabel bij 'Wat neem je waar?' hoe het water aanvoelt.

WAT NEEM JE WAAR?

	Hoe voelt het water op kamertemperatuur aan?
Vingers rechterhand	
Vingers linkerhand	

OPDRACHT

1
a Wat gebeurt er met je koude- en warmtezintuig als je je vingers lang in koud of warm water houdt?
b Hoe komt het dat het water op kamertemperatuur met je rechterhand anders aanvoelt dan met je linkerhand?

3 REACTIETEST

LEERDOELEN

11.1.1 Je kunt de werking van zintuigen beschrijven.
11.O.1 Je kunt ervaringen en waarnemingen tijdens een zintuigpracticum weergeven in biologische termen.

- Basisstof 1
- Leren onderzoeken 1

20 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je onderzoekt wat je hersenen sneller opnemen: woorden of kleuren.
Je doet dit practicum met z'n tweeën. Je bent om beurten proefpersoon of waarnemer.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een stopwatch of een mobiele telefoon met een stopwatch
- ☐ afbeelding 1

Afb. 1 Kleurwaarneming.

Rood	Roze	Oranje	Zwart
Groen	Paars	Blauw	Rood
Blauw	Bruin	Groen	Grijs
Geel	Rood	Roze	Paars

1

Rood	Roze	Oranje	Zwart
Groen	Paars	Blauw	Rood
Blauw	Bruin	Groen	Grijs
Geel	Rood	Roze	Paars

2

WAT MOET JE DOEN?

- Bedek afbeelding 1.2 met een vel wit papier.
- De proefpersoon noemt zo snel mogelijk alle woorden op in afbeelding 1.1 zonder op de kleur van het woord te letten. De waarnemer neemt de tijd op. Als de proefpersoon een fout maakt, moet hij het woord herhalen.
- Schrijf in de tabel bij 'Wat neem je waar?' op hoeveel tijd de proefpersoon nodig had.
- Nu noemt de proefpersoon zo snel mogelijk alle kleuren op van de woorden in afbeelding 1.2 zonder de woorden te lezen. De waarnemer neemt weer de tijd op. Als de proefpersoon een fout maakt, moet hij het woord herhalen.
- Schrijf de tijd weer op in de tabel.
- Herhaal de proef en wissel van taak.

WAT NEEM JE WAAR?

	Leerling 1	Leerling 2
Aflezen afbeelding 1.1		
Aflezen afbeelding 1.2		

OPDRACHT

1

a Bij welke afbeelding ging het sneller: bij afbeelding 1.1 of bij afbeelding 1.2?
b Wat gaat sneller: het lezen van het woord of het noemen van de kleur?
c Welke impulsen verwerken de hersenen het snelst: de vorm van de letters of de kleur van de letters?

4 TASTKNOPJES

LEERDOELEN

11.2.2 Je kunt aangeven waar de zintuigcellen in je huid, de reukzintuigcellen en de smaakzintuigcellen liggen, hoe ze werken en wat hun adequate prikkels zijn.
11.O.1 Je kunt ervaringen en waarnemingen tijdens een zintuigpracticum weergeven in biologische termen.

- Basisstof 2
- Leren onderzoeken 1

30 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je gaat aantonen dat de tastknopjes niet overal even dicht bij elkaar liggen. Dat doe je door met twee passerpunten op verschillende afstanden je huid aan te raken.
Je doet dit practicum met z'n drieën: één persoon is proefpersoon, een ander voert de proef uit, de derde schrijft de waarnemingen op.

5 WARMTE- EN KOUDEZINTUIG

LEERDOELEN

11.2.2 Je kunt aangeven waar de zintuigcellen in je huid, de reukzintuigcellen en de smaakzintuigcellen liggen, hoe ze werken en wat hun adequate prikkels zijn.
11.O.1 Je kunt ervaringen en waarnemingen tijdens een zintuigpracticum weergeven in biologische termen.

- Basisstof 2
- Leren onderzoeken 1

30 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je onderzoekt of je meer warmtezintuigcellen dan koudezintuigcellen hebt in je huid. Dat doe je door je huid aan te raken met warme en koude naalden.
Je doet dit practicum met z'n tweeën: één persoon is proefpersoon, de ander voert de proef uit.

6 SMAAK- EN REUKZINTUIG

LEERDOELEN

11.2.2 Je kunt aangeven waar de zintuigcellen in je huid, de reukzintuigcellen en de smaakzintuigcellen liggen, hoe ze werken en wat hun adequate prikkels zijn.

11.0.1 Je kunt ervaringen en waarnemingen tijdens een zintuigpracticum weergeven in biologische termen.

- Basisstof 2
- Leren onderzoeken 1

20 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je onderzoekt of je beter kunt proeven mét of zónder het reukzintuig.
Je doet dit practicum met z'n drieën.

WAT HEB JE NODIG:

- ☐ een blinddoek
- ☐ watten
- ☐ een mes of een spatel
- ☐ 2 potjes met elk een andere, onbekende stof
- ☐ een glas water
- ☐ een stopwatch of een mobiele telefoon met stopwatch

WAT MOET JE DOEN?

- De proefpersoon krijgt de blinddoek voor en watjes in de neusgaten. De proefpersoon moet door de mond ademen (zie afbeelding 4).
- De tweede persoon legt in willekeurige volgorde drie keer een mespuntje uit het eerste potje en drie keer een mespuntje uit het tweede potje op de tong van de proefpersoon. De proefpersoon probeert de smaak vast te stellen. Na elke waarneming spoelt de proefpersoon de mond met water.
- De waarnemer neemt de tijd op die de proefpersoon nodig heeft om de smaak vast te stellen en noteert de tijden in de tabel bij 'Wat neem je waar?'.
- Verwijder de watjes uit de neusgaten en herhaal de proef met open neus.
- Wissel van taak en herhaal de proef.

Afb. 4



WAT NEEM JE WAAR?

	Stof 1		Stof 2	
Met dichte neus	waarneming 1:	seconden	waarneming 1:	seconden
	waarneming 2:	seconden	waarneming 2:	seconden
	waarneming 3:	seconden	waarneming 3:	seconden
	gemiddeld	seconden	gemiddeld	seconden
Met open neus	waarneming 1:	seconden	waarneming 1:	seconden
	waarneming 2:	seconden	waarneming 2:	seconden
	waarneming 3:	seconden	waarneming 3:	seconden
	gemiddeld	seconden	gemiddeld	seconden

OPDRACHT

1 Wanneer proef je een stof het best: met je neus dicht of met je neus open?

7 HET NABIJHEIDSPUNT

LEERDOELEN

11.4.2 Je kunt beschrijven hoe op het netvlies een scherp beeld ontstaat.
11.O.1 Je kunt ervaringen en waarnemingen tijdens een zintuigpracticum weergeven in biologische termen.

- Basisstof 4
- Leren onderzoeken 1

30 minuten

WAT GA JE DOEN?

Het dichtstbijzijnde punt waarop je nog scherp kunt zien, noem je het nabijheidspunt. Je onderzoekt of de afstand tot het nabijheidspunt voor iedereen gelijk is.
Je doet dit practicum met z'n tweeën.

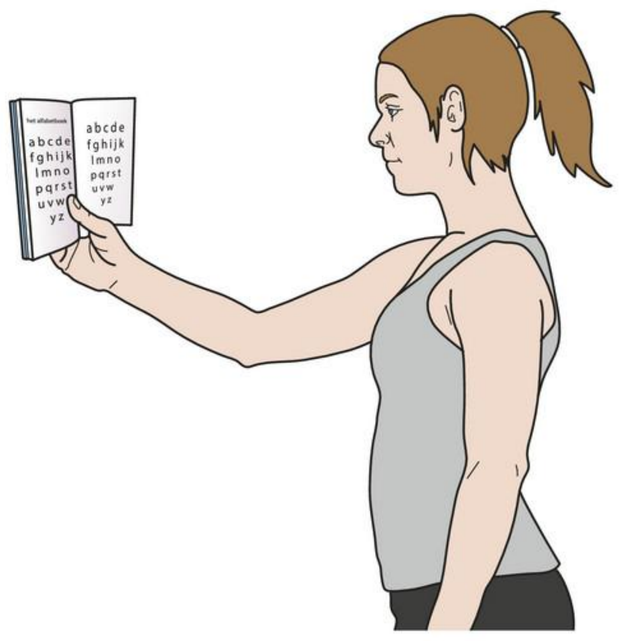
WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een boek
- ☐ een liniaal of meetlint

WAT MOET JE DOEN?

- Een van jullie is proefpersoon. De proefpersoon houdt het boek steeds dichter bij de ogen (zie afbeelding 5). Bepaal de kortste afstand waarop de letters nog scherp te zien zijn en schrijf het resultaat in de tabel bij 'Wat neem je waar?'.
- Meet ook het nabijheidspunt op bij zo veel mogelijk klasgenoten en docenten. Doe de proef bij mensen van zo veel mogelijk verschillende leeftijden. Schrijf ook deze resultaten in de tabel.
- Vergelijk jouw resultaten met die van je klasgenoten. Bepaal het gemiddelde per leeftijdsgroep en noteer dit in de tabel.
- Maak ten slotte van de gegevens in je tabel een staafdiagram. Gebruik hiervoor afbeelding 6.

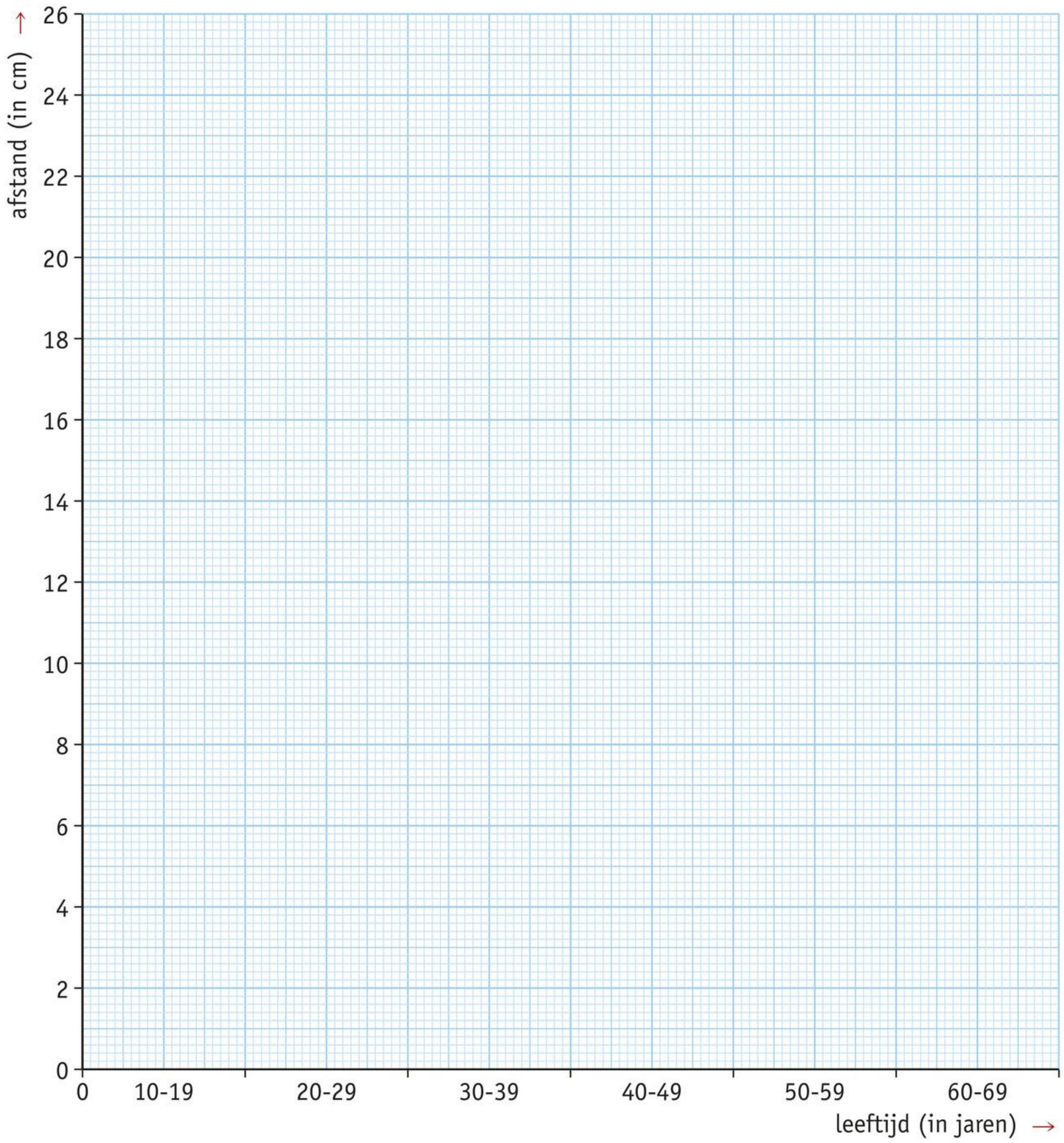
Afb. 5



WAT NEEM JE WAAR?

Leeftijd	Afstand tot nabijheidspunt (in cm)											Gemiddelde per leeftijdsgroep
10–19												
20–29												
30–39												
40–49												
50–59												
60–69												

Afb. 6



OPDRACHT

1

a Wat kun je uit het staafdiagram aflezen?

b Geef hiervoor een verklaring.

8 DE BLINDE VLEK

LEERDOELEN

11.3.1	Je kunt de inwendige en uitwendige delen van een oog noemen met hun functies en kenmerken.	► Basisstof 3 en 4 ► Leren onderzoeken 1
11.4.1	Je kunt beschrijven hoe de pupilreflex de grootte van de pupil regelt.	
11.0.1	Je kunt ervaringen en waarnemingen tijdens een zintuigpracticum weergeven in biologische termen.	

10 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je gaat ervaren dat je met de blinde vlek niets kunt zien.

WAT MOET JE DOEN?

In afbeelding 7 zie je een driehoekje en een vierkantje. Houd deze afbeelding op armlengte voor je ogen. Doe je linkeroog dicht en kijk met je rechteroog strak naar het driehoekje. Je ziet dan zijdelings het vierkantje. Blijf strak naar het driehoekje kijken. Beweeg de afbeelding langzaam naar je toe.

Afb. 7



WAT NEEM JE WAAR?

a Gebeurt er iets met het vierkantje als je afbeelding 7 dichterbij houdt?

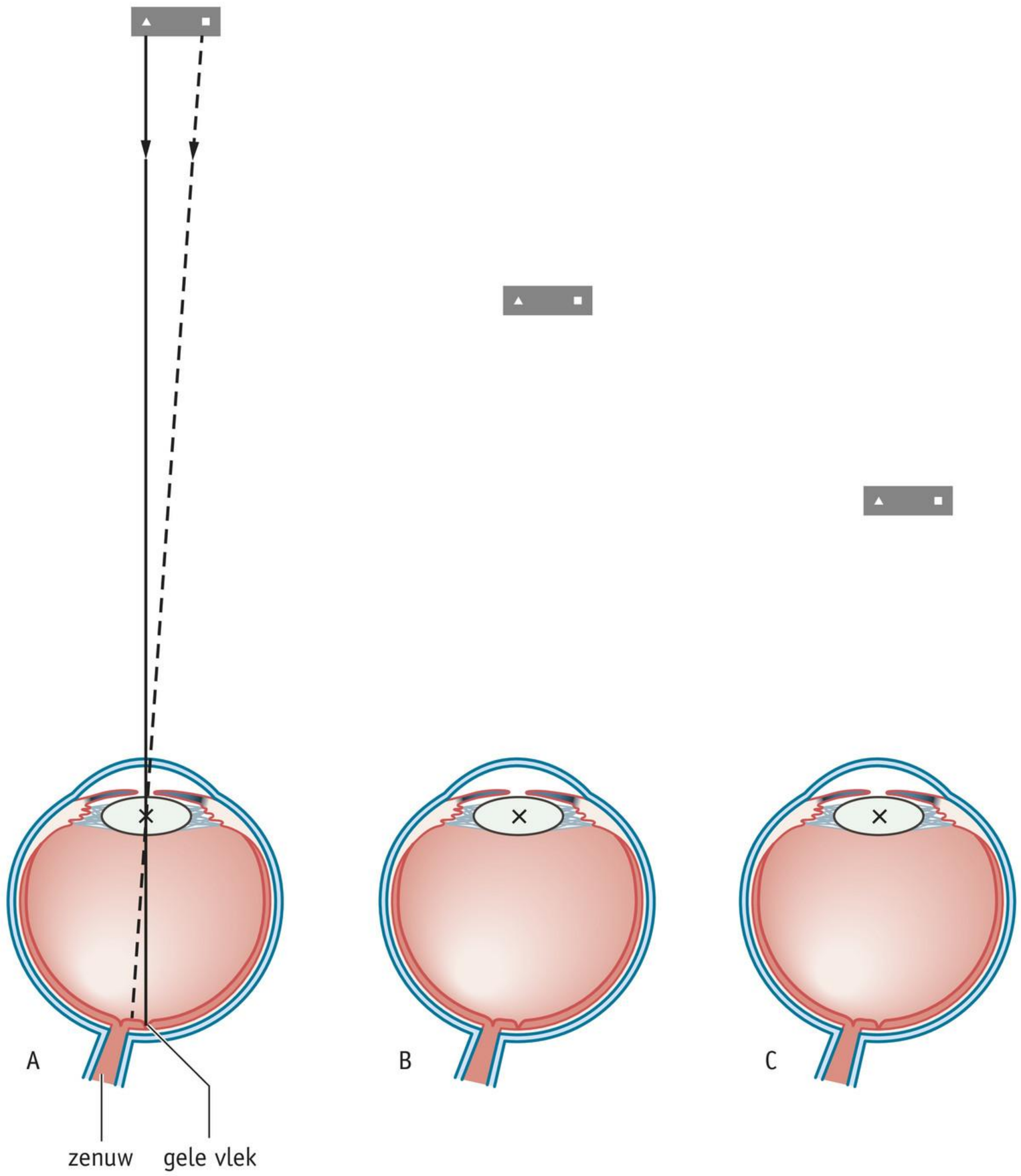
b In afbeelding 8a is vanuit het midden van het driehoekje een lijn getrokken over het kruisje in de ooglens.
Op welke plaats raakt de lijn het netvlies?

c In afbeelding 8a is vanuit het vierkantje een stippellijn getrokken over het kruisje in de ooglens.
Op welke plaats raakt de lijn het netvlies?

d Bekijk nu afbeelding 8b en 8c.
In welke afbeelding komt de lijn vanuit het vierkantje op de blinde vlek?

e Hoe komt het dat je onder normale omstandigheden niets merkt van de blinde vlek in je ogen?

Afb. 8



9 KLEUR WAARNEMEN

LEERDOELEN

11.5.1 Je kunt de bouw en de werking van het netvlies beschrijven.
11.0.1 Je kunt ervaringen en waarnemingen tijdens een zintuigpracticum weergeven in biologische termen.

- Basisstof 5
- Leren onderzoeken 1

20 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je onderzoekt of je met je netvlies alle kleuren kunt waarnemen.
Je doet dit practicum met z'n tweeën.

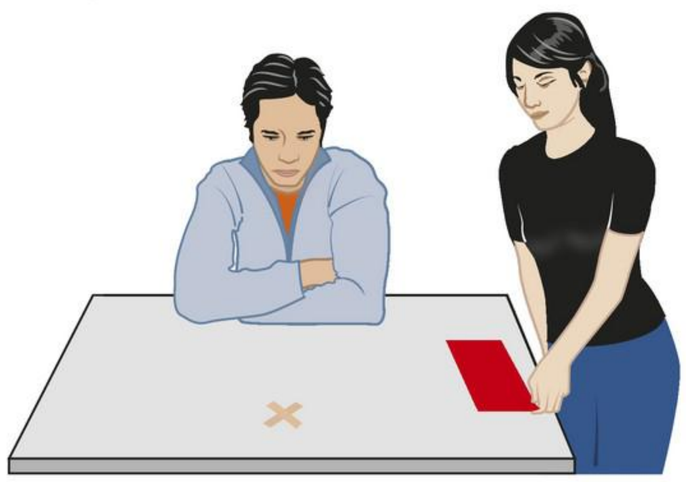
WAT HEB JE NODIG?

- ☐ stroken papier in de kleuren rood, oranje, geel, groen, blauw en violet
- ☐ een meetlint
- ☐ een pen
- ☐ etiketten
- ☐ pleisters

WAT MOET JE DOEN?

- Maak met twee stukjes pleister een kruis midden op de lange zijde van de tafel.
- De proefpersoon kijkt strak naar het kruis (zie afbeelding 9). De ander schuift langzaam, van links naar rechts, één gekleurde strook naar het kruis.
- De proefpersoon geeft aan wanneer hij de juiste kleur ziet. Geef die plek aan door een etiket op de tafelrand te plakken. Schrijf op het etiket welke kleur de proefpersoon heeft herkend.
- Herhaal dit met de andere stroken gekleurd papier.
- Meet met het meetlint de afstand tussen de etiketten en het kruis en noteer die in de tabel bij 'Wat neem je waar?'.
- Wissel van taak en herhaal de proef.

Afb. 9



WAT NEEM JE WAAR?

	Rood	Oranje	Geel	Groen	Blauw	Violet
Naam:						
Afstand tot het kruis						
Naam:						
Afstand tot het kruis						

OPDRACHT

1 Kun je met je hele netvlies kleuren waarnemen?

10 DE RICHTING VAN HET GELUID

LEERDOELEN

11.6.1 Je kunt de delen van het oor noemen met hun functies en kenmerken.
11.O.1 Je kunt ervaringen en waarnemingen tijdens een zintuigpracticum weergeven in biologische termen.

- Basisstof 6
- Leren onderzoeken 1

20 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je onderzoekt of je kunt waarnemen uit welke richting geluid komt.
Je doet dit practicum met z'n tweeën.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een stuk tuinslang
- ☐ 2 trechters

WAT MOET JE DOEN?

- Bevestig de slang op de trechters zoals in afbeelding 10. Zet in het midden van de slang een streep. Zet vervolgens links en rechts van het midden om de centimeter een streepje. Zet in totaal twintig streepjes.
- De proefpersoon houdt de trechters tegen beide oren (zie afbeelding 10).
- De andere persoon staat achter de proefpersoon en tikt met een pen op verschillende plaatsen op de slang. In de tabel bij 'Wat neem je waar?' staat precies aangegeven waar je op de slang moet tikken. De proefpersoon mag niet weten waar je op de slang tikt.
- Laat de proefpersoon aangeven uit welke richting het geluid komt: links, rechts of het midden.
- Herhaal dit twintig keer en noteer in de tabel of de proefpersoon het goede of het foute antwoord geeft.

Afb. 10



WAT NEEM JE WAAR?

Plaats	Goed	Fout	Plaats	Goed	Fout
Midden					
1 cm links			1 cm rechts		
2 cm links			2 cm rechts		
3 cm links			3 cm rechts		
4 cm links			4 cm rechts		
5 cm links			5 cm rechts		
6 cm links			6 cm rechts		
7 cm links			7 cm rechts		
8 cm links			8 cm rechts		
9 cm links			9 cm rechts		
10 cm links			10 cm rechts		

WELKE CONCLUSIE KUN JE TREKKEN?

Noteer je conclusie.

11 HOOR JE ALLEEN MET JE OREN?

LEERDOELEN

11.6.1 Je kunt de delen van het oor noemen met hun functies en kenmerken.
11.O.1 Je kunt ervaringen en waarnemingen tijdens een zintuigpracticum weergeven in biologische termen.

- Basisstof 6
- Leren onderzoeken 1

20 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je onderzoekt of geluid alleen via je oren binnenkomt of ook op een andere manier. Dat doe je met behulp van een stemvork.
Je doet dit practicum met z'n tweeën.

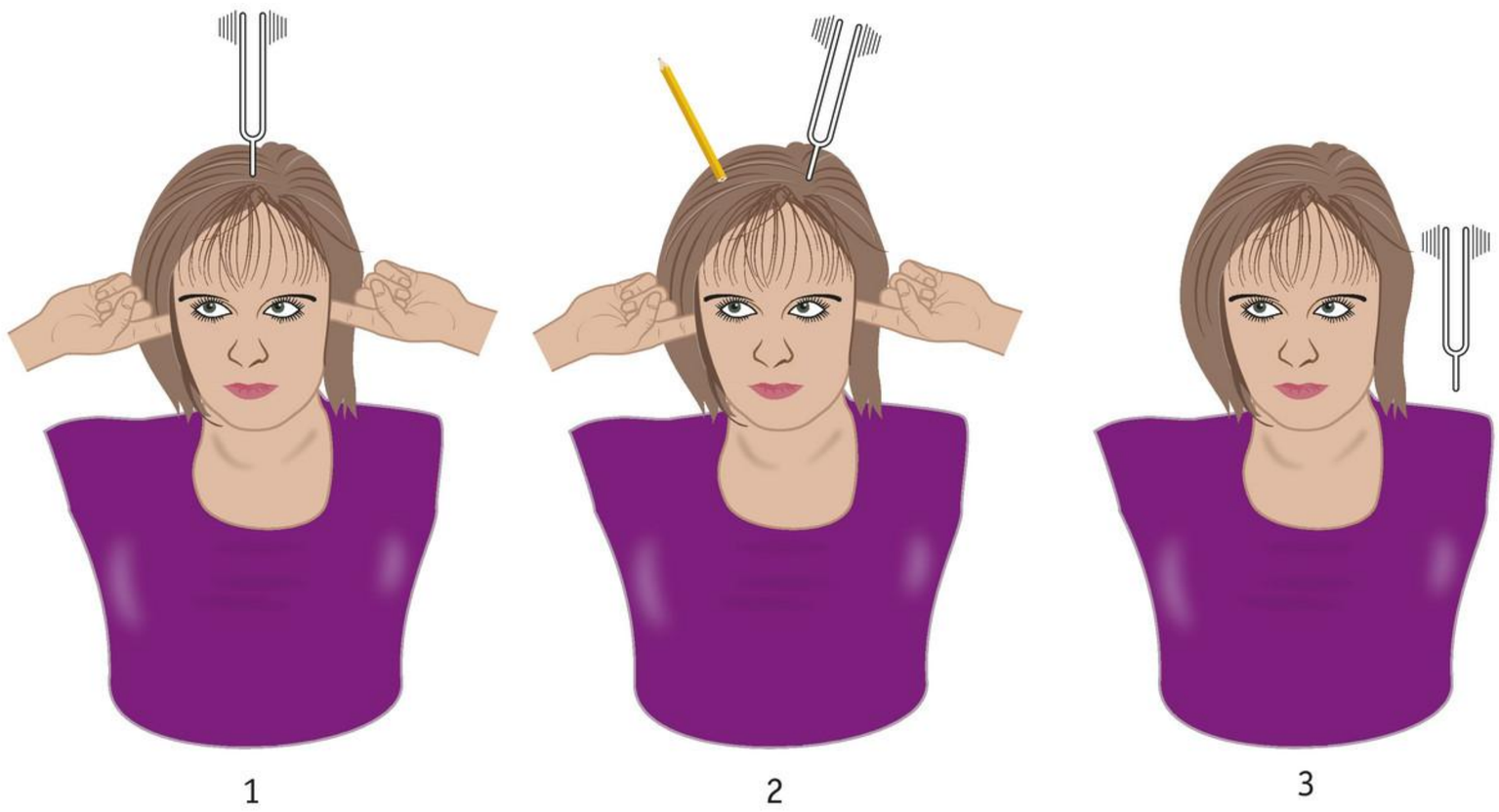
WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een stemvork
- ☐ een stokje dat net zo dik is als een stemvork

WAT MOET JE DOEN?

- De proefpersoon sluit de oren af met zijn vingers.
- De ander gaat achter de proefpersoon staan en zet een aangeslagen stemvork midden op het hoofd van de proefpersoon (zie afbeelding 11.1).
- Geef bij 'Wat neem je waar?' aan of de proefpersoon dit geluid hoort via de schedel.
- Herhaal dit, maar zet nu de stemvork rechts of links op het hoofd van de proefpersoon. Zet het stokje tegelijkertijd aan de andere kant op zijn hoofd (zie afbeelding 11.2). Laat de proefpersoon nu aangeven of hij kan bepalen aan welke kant de stemvork zit.
- Herhaal dit enkele keren.
- Geef aan of de proefpersoon kan horen aan welke kant de stemvork zit met zijn oren dicht.
- Zet de aangeslagen stemvork nog een keer midden op het hoofd van de proefpersoon. Als de proefpersoon niets meer hoort, haalt hij zijn vingers uit zijn oren. Houd nu de stemvork vlak bij een oor van de proefpersoon (zie afbeelding 11.3). Laat de proefpersoon aangeven of hij het geluid hoort met zijn oren.

Afb. 11



1 2 3

WAT NEEM JE WAAR?

a Is het geluid via de schedel te horen?
b Is het met de oren dicht te horen aan welke kant de stemvork staat?
c Is het geluid met de oren te horen?

WELKE CONCLUSIE KUN JE TREKKEN?

a Worden geluidstrillingen doorgegeven via de schedelbeenderen?
b Waar worden geluidstrillingen beter doorgegeven: via de schedelbeenderen of via het uitwendig oor?

12 EEN OOG ONTLEDEN

LEERDOELEN

11.3.1 Je kunt de inwendige en uitwendige delen van een oog noemen met hun functies en kenmerken.
11.4.2 Je kunt beschrijven hoe op het netvlies een scherp beeld ontstaat.
11.5.1 Je kunt de bouw en de werking van het netvlies beschrijven.

► Basisstof 3 t/m 5

45 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je onderzoekt hoe een oog eruitziet en hoe het werkt. Dit doe je door het oog van een lam of big te ontleden.

Samenvatting

BASIS 1

HET ZINTUIGENSTELSEL

11.1.1 Je kunt de werking van zintuigen beschrijven.

- Een zintuig is een orgaan dat reageert op prikkels.
- In zintuigcellen ontstaan onder invloed van prikkels impulsen.
  - drempelwaarde: de zwakste prikkel die een impuls veroorzaakt
- Adequate prikkel: het type prikkel waar een zintuigcel speciaal gevoelig voor is.
  - Voor deze prikkel heeft de zintuigcel een lage drempelwaarde.
- De drempelwaarde is niet altijd even hoog.
  - Gewenning: wanneer een prikkel enige tijd aanhoudt, ontstaan in de zintuigcellen minder impulsen.
  - De motivatie beïnvloedt de drempelwaarde.
  - Je hersenen kunnen je waarnemingen beïnvloeden.

BEGRIPPEN

adequate prikkel
Prikkel waarvoor een zintuigcel speciaal gevoelig is.

drempelwaarde
De zwakste prikkel die een impuls veroorzaakt.

gewenning
Wanneer een zintuigcel langere tijd dezelfde prikkels ontvangt, worden er minder impulsen afgegeven.

motivatie
Met aandacht waarnemen.

BASIS 2

TIEN ZINTUIGEN VAN DE MENS

11.2.1 Je kunt aangeven waar het gezichtszintuig, het gehoorzintuig en het evenwichtszintuig liggen en wat hun adequate prikkels zijn.

Zintuig	Ligging	Adequate prikkel
Gezichtszintuig	in de ogen	licht
Gehoorzintuig	in de oren	geluid
Evenwichtszintuig	in de oren	zwaartekracht
Tastzintuig	in de huid	lichte aanraking
Drukzintuig	in de huid	druk
Koudezintuig	in de huid	temperaturen lager dan 37 °C
Warmtezintuig	in de huid	temperaturen hoger dan 35 °C
Reukzintuig	in de neus	geur
Smaakzintuig	in de tong	smaak

11.2.2 Je kunt aangeven waar de zintuigcellen in je huid, de reukzintuigcellen en de smaakzintuigcellen liggen, hoe ze werken en wat hun adequate prikkels zijn.

- Tastzintuig: tastknopjes vlak onder de opperhuid.
- Drukzintuig: cellen liggen dieper in de huid. Belangrijk bij het regelen van de kracht waarmee je voorwerpen vastpakt.
- Reukzintuig: zintuigcellen met reukharen in het neusslijmvlies.
- Smaakzintuig: smaakknopjes aan de zijkanten van groefjes in de tong.
  - Met de smaakknopjes proef je alleen zoet, zout, bitter, zuur en umami.
  - Bij het proeven van andere smaken speelt het reukzintuig een belangrijke rol.
- Pijn neem je waar met uiteinden van bepaalde zenuwen (pijnpunten).
  - Pijnpunten komen overal in het lichaam voor.

BEGRIPPEN

drukzintuig
Ligt in de huid; zintuigcellen reageren op druk op de huid.

evenwichtszintuig
Evenwichtsorgaan ligt in het oor; reageert op zwaartekracht.

gehoorzintuig
Ligt in de oren; zintuigcellen reageren op geluid.

gezichtszintuig
Ligt in de ogen; zintuigcellen reageren op licht.

koudezintuig
Zintuigcellen liggen in de huid; reageren op temperaturen lager dan 37 °C.

pijnpunt
Vrij uiteinde van gevoelszenuw.

reukzintuig
Zintuigcellen in de neus; reageren op geur.

smaakzintuig
Smaakknopjes op de tong; reageren op zoet, zout, zuur, bitter en umami.

tastzintuig
Tastknopjes liggen in de huid; reageren op lichte aanraking van de huid.

warmtezintuig
Zintuigcellen liggen in de huid; reageren op temperaturen hoger dan 35 °C.

BASIS 3

DE OGEN

11.3.1 Je kunt de inwendige en uitwendige delen van een oog noemen met hun functies en kenmerken.

- Wenkbrauwen: zorgen ervoor dat zweet en ander vocht langs de ogen loopt en niet erin.
- Oogkassen: beschermen de ogen.
- Oogspieren: draaien het oog in allerlei richtingen.
- Wimpers: beschermen de ogen tegen vuil en te fel licht.
- Traanklieren: maken traanvocht.
  - Traanvocht beschermt de ogen tegen uitdroging en spoelt kleine stofjes en prikkelende stoffen weg.
- Traanbuizen: voeren traanvocht af naar de neusholte.
- Oogleden: verspreiden traanvocht over de ogen.
- Harde oogvlies: stevig, wit vlies dat het oog beschermt.
- Hoornvlies: de voortzetting van het harde oogvlies aan de voorkant. Doorzichtig, laat licht door.
- Vaatvlies: bevat veel bloedvaten. Het bloed brengt voedingsstoffen en zuurstof naar het oog en voert afvalstoffen af.
- Iris (regenboogvlies): de voortzetting van het vaatvlies aan de voorkant van het oog.
  - Pupil: opening in de iris. Hierdoor komt licht verder in het oog.
- Lens: ligt achter de iris en de pupil.
- Kringspieren rondom de lens: zorgen ervoor dat een scherp beeld op het netvlies ontstaat.
- Netvlies: bevat zintuigcellen en zenuwcellen. Over het netvlies lopen bloedvaten.
- Gele vlek: plaats in het centrum van het netvlies.
- Oogzenuw: geleidt impulsen naar de hersenen.
- Blinde vlek: plaats waar de uitlopers van zenuwcellen (oogzenuw) door het netvlies, het vaatvlies en het harde oogvlies gaan.
- Glasachtig lichaam: gevuld met geleiachtige massa. Helpt het netvlies op zijn plaats te houden.

BEGRIPPEN

blinde vlek
Hier verlaat de oogzenuw het oog.

gele vlek
Met dit deel van het netvlies zie je het scherpst.

glasachtig lichaam
Helpt het netvlies op zijn plaats te houden.

harde oogvlies
Buitenste, beschermende laag van het oog.

hoornvlies
Doorzichtig deel van het harde oogvlies.

iris (regenboogvlies)
Gekleurde deel van het oog.

lens
Buigt, samen met het hoornvlies, de lichtstralen af.

netvlies
Hierin liggen de zintuigcellen.

oogspieren
Hiermee beweeg je de ogen.

oogzenuw
Geleidt impulsen van de zintuigcellen in het netvlies naar de hersenen.

pupil
Opening in de iris.

traanbuis
Voert traanvocht af naar de neusholte.

traanklier
Maakt traanvocht.

vaatvlies
Bevat veel bloedvaten voor de aanvoer van voedingsstoffen en zuurstof.

wenkbrauwen
Beschermen het oog tegen zweetdruppels en ander vocht.

wimpers
Beschermen het oog tegen vuil en fel licht.

BASIS 4

DE IRIS EN DE OOGLENS

11.4.1 Je kunt beschrijven hoe de pupilreflex de grootte van de pupil regelt.

- Functie van de pupilreflex: regelen van de hoeveelheid licht die op het netvlies valt.
  - De pupilreflex beschermt de zintuigcellen in het netvlies tegen te fel licht.
- Als er fel licht op het netvlies valt, trekken de kringspieren in de iris samen en ontspannen de lengtespieren. Hierdoor wordt de pupil kleiner.
- Als er weinig licht op het netvlies valt, ontspannen de kringspieren en trekken de lengtespieren samen. Hierdoor wordt de pupil groter.

11.4.2 Je kunt beschrijven hoe op het netvlies een scherp beeld ontstaat.

- Beeldvorming: op het netvlies wordt een omgekeerd, verkleind beeld gevormd.
  - In de gezichtscentra in de grote hersenen wordt dit beeld ‘vertaald’ in een normale waarneming.
- Lichtbreking: lichtstralen die een oog binnenvallen, worden vooral door het hoornvlies en de lens in een andere richting gebogen.
  - De ooglens is een bolle lens. De ooglens buigt lichtstralen naar elkaar toe.
- Accommoderen: de vorm van de ooglenzen wordt aangepast aan de afstand waarop een voorwerp zich bevindt.

	Bij het zien in de verte	Bij het zien dichtbij
De kringspieren rondom de lens zijn	ontspannen.	samengetrokken.
De openingen in de kringspieren zijn	groot.	klein.
De lensbandjes zijn	strak gespannen.	minder strak gespannen.
De lenzen zijn	zo plat mogelijk.	boller.
De ogen zijn	in rusttoestand.	geaccommodeerd.

BEGRIPPEN

accommoderen
Het aanpassen van de sterkte van de ooglens.

kringspieren
Lopen rondom de pupil; deze spieren maken de pupil kleiner.

lengtespieren
Lopen van de pupil naar de buitenrand van de iris; deze spieren maken de pupil groter.

pupilreflex
Het automatisch samentrekken van spieren in de iris bij fel licht.

BASIS 5

HET NETVLIES

11.5.1 Je kunt de bouw en de werking van het netvlies beschrijven.

- Het netvlies bestaat uit twee lagen:
  - een laag zintuigcellen (staafjes en kegeltjes): zij zetten lichtprikkels om in impulsen;
  - een laag zenuwcellen; zij geleiden impulsen naar de grote hersenen.
- Lichtstralen gaan eerst langs de zenuwcellen en worden daarna opgevangen door de zintuigcellen.
- Gele vlek: hier wordt het scherpste beeld waargenomen.
  - Bij het kijken naar een voorwerp worden de ogen zo gericht dat het beeld van dat voorwerp op de gele vlek valt.
- Blinde vlek: hier wordt geen beeld waargenomen.
  - De blinde vlek bevat geen zintuigcellen.

	Staafjes	Kegeltjes
De functie is	het zien van contrasten in grijs en zwart-wit.	het zien van kleuren.
De drempelwaarde is	laag.	hoog.
Ze worden gebruikt	in de schemering en in het licht.	in het licht.
Ze komen voor	verspreid over het hele netvlies, maar niet in de gele vlek.	vooral in de gele vlek en de directe omgeving daarvan.

BEGRIPPEN

kegeltjes
Zintuigcellen voor de waarneming van kleur; geven uitsluitend impulsen af als er veel licht is.

staafjes
Zintuigcellen voor de waarneming van zwart-wit; geven ook impulsen af als er weinig licht is.

BASIS 6

DE OREN

11.6.1 Je kunt de delen van het oor noemen met hun functies en kenmerken.

- Oorschelp: vangt geluiden op.
  - Geluiden zijn trillingen van de lucht.
  - Snelle trillingen (hoge frequentie) veroorzaken hoge geluiden, langzame trillingen lage geluiden.
  - Bij harde geluiden hebben de trillingen een grote uitslag (amplitude); bij zachte geluiden een kleine.
- Gehoorgang: geleidt geluiden naar het trommelvlies.
  - Oorsmeerkliertjes: maken oorsmeer dat het trommelvlies soepel houdt.
- Trommelvlies: wordt door geluiden in trilling gebracht.
- Trommelholte of middenoor: holte achter het trommelvlies, gevuld met lucht.
  - Gehoorbeentjes (hamer, aambeeld, stijgbeugel): geven trillingen van het trommelvlies door aan het venster van het slakkenhuis.
- Slakkenhuis: bevat vloeistof en zintuigcellen.
  - Het venster in het slakkenhuis brengt de vloeistof in trilling.
  - De zintuigcellen hebben haartjes die met de vloeistof meetrillen. Als de haartjes trillen, ontstaan in de zintuigcellen impulsen.
- Gehoorzenuw: geleidt impulsen naar de grote hersenen.
- Buis van Eustachius: verbindt de trommelholte met de keelholte.
  - Bij slikken of gapen gaat de buis van Eustachius open. Hierdoor kan de luchtdruk aan beide zijden van het trommelvlies gelijk blijven.
- Evenwichtsorgaan: zintuigcellen sturen impulsen naar de hersenen als je beweegt.

BEGRIPPEN

aambeeld
Geeft geluidstrillingen door van de hamer naar de stijgbeugel.

buis van Eustachius
Verbindt de keelholte met de ruimte achter het trommelvlies.

evenwichtsorgaan
Geeft informatie door over de stand van je hoofd.

gehoorbeentjes
Geven geluidstrillingen door naar het venster.

gehoorgang
Verbinding tussen de oorschelp en het trommelvlies.

gehoorzenuw
Geleidt impulsen naar de hersenen.

hamer
Ontvangt de geluidstrillingen van het trommelvlies.

oorschelp
Uitwendig deel van het oor; vangt geluidstrillingen op.

slakkenhuis
Bevat de zintuigcellen van het gehoorzintuig.

stijgbeugel
Geeft geluidstrillingen door aan het venster van het slakkenhuis.

trommelholte (middenoor)
Hierin liggen de gehoorbeentjes.

trommelvlies
Vangt geluidstrillingen op en geeft ze door aan de gehoorbeentjes.

venster
Vlies in het slakkenhuis.

EXTRA 7

SCHERP ZIEN (VERDIEPING)

11.7.1 Je kunt aangeven hoe slechtziendheid gecorrigeerd kan worden met een bril of contactlenzen.

- Bijziend: als je alleen dichtbij scherp kunt zien.
  - Oogbollen zijn dan vaak te lang.
  - Afstand van de lens tot het netvlies is te groot.
  - Lichtstralen vallen voor het netvlies.
  - Is te verhelpen met een bril met holle (negatieve) glazen.
- Verziend: als je alleen veraf scherp kunt zien.
  - Oogbollen zijn dan vaak te kort.
  - Afstand van de lens tot het netvlies is te klein.
  - Lichtstralen vallen achter het netvlies.
  - Is te verhelpen met een bril met bolle (positieve) glazen.
- Ouderdomsverziendheid: accommoderen gaat moeilijker waardoor de ooglens niet bol genoeg wordt.
  - Dit is te verhelpen met een leesbril met bolle glazen.
- Cilinder: aanpassing in een brillenglas; zorgt ervoor dat lichtstralen in de ene richting sterker afbuigen dan in de andere richting.
  - Is nodig als het oog eivormig is in plaats van bolvormig.

BEGRIPPEN

bijziend
Als je alleen dichtbij scherp kunt zien.

cilinder
Aanpassing in een brillenglas; zorgt ervoor dat lichtstralen in de ene richting sterker afbuigen dan in de andere richting.

ouderdomsverziendheid
Accommoderen gaat moeilijker, waardoor de ooglens niet bol genoeg wordt.

verziend
Als je alleen veraf scherp kunt zien.

EXTRA 8

GEZICHTSBEDROG (VERBREDING)

11.8.1 Je kunt aangeven hoe gezichtsbedrog ontstaat.

- Gezichtsbedrog: als er in de hersenen een beeld wordt gevormd dat niet overeenkomt met de werkelijkheid.
- Contrastillusie: de hersenen maken het contrast zo groot mogelijk, waardoor kleuren donkerder of lichter lijken.
- Patroonherkenning: de hersenen zijn gericht op vaste patronen.
- Na-effect van kleur: door lang naar één kleur te kijken, worden de kegeltjes voor die kleur tijdelijk ongevoelig en zie je een andere kleur.
- Visuele illusie: de hersenen vormen zelf een beeld, gebaseerd op eerdere waarnemingen.
- Beweging: als er te veel informatie voor de hersenen is, kunnen ze deze niet goed verwerken en lijkt er beweging in een afbeelding te zitten die er niet is.

ONDERZOEK

LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA

11.O.1 Je kunt ervaringen en waarnemingen tijdens een zintuigpracticum weergeven in biologische termen.

Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

Examenopgaven

PIERCING

Naar: examen vmbo-gt 2021-2, vraag 7 tot en met 10.

Bij het zetten van een piercing wordt een gaatje in de huid gemaakt om een ring of staafje te plaatsen. Piercings kunnen in verschillende delen van het lichaam worden aangebracht. Na het piercen is de doorboorde huid nog enige tijd gevoelig.

1p **1** Tijdens het plaatsen van de piercing worden de pijnzintuigen in de huid van Marieke geprikkeld. De impulsen worden verwerkt in de grote hersenen, waardoor Marieke pijn voelt.
Welk type zenuwcellen verwerkt de impulsen in de grote hersenen?

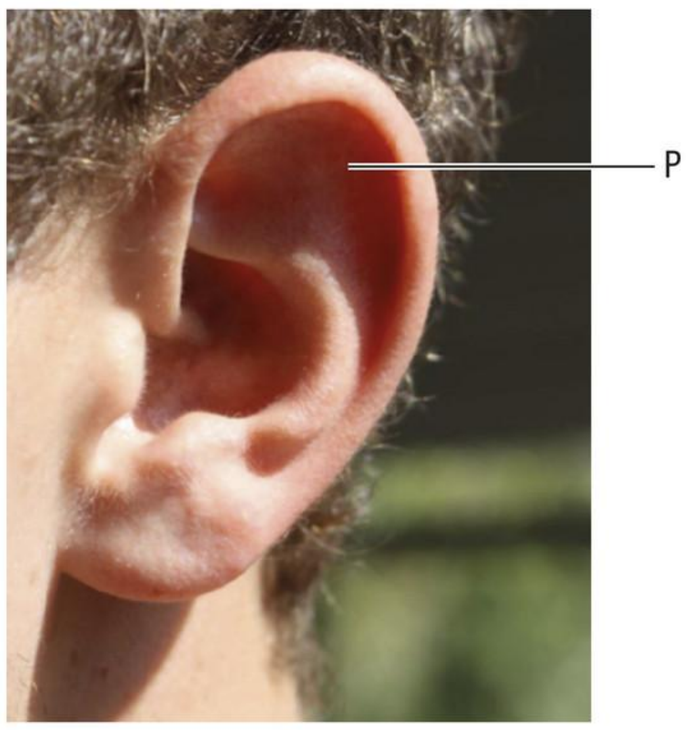
A bewegingszenuwcellen
B gevoelszenuwcellen
C schakelcellen

1p **2** In de huid liggen drukzintuigen en pijnzintuigen.
Neem de tabel over. Geef voor beide typen zintuigen aan in welke laag of in welke lagen van de huid ze liggen.

	Opperhuid	**Lederhuid**
Drukzintuigen		
Pijnzintuigen		

1p **3** In afbeelding 1 zie je een deel van het oor met P aangegeven. De vriend van Marieke laat daar een piercing plaatsen.
Geef de naam van deel P.

Afb. 1



1p **4** Sommige vrouwen kiezen voor een piercing in de navel, schaamlippen of tepels.
Welke van de genoemde delen zijn een primair geslachtskenmerk?

A alleen de navel
B alleen de schaamlippen
C alleen de tepels
D de navel en de schaamlippen
E de navel en de tepels
F de schaamlippen en de tepels

GOED ZIEN

Bron: examen vmbo-gt 2021-1, vraag 51 en 52.

1p **5** Het oog bestaat uit verschillende lagen.
Geef de naam van de laag waar lichtprikkels worden omgezet in impulsen.

1p **6** In de iris bevinden zich kringspieren en lengtespieren. Deze spieren regelen hoeveel licht het oog binnenkomt.
Welke van de genoemde spieren trekken samen bij weinig licht? Wordt daardoor de pupil groot of klein?

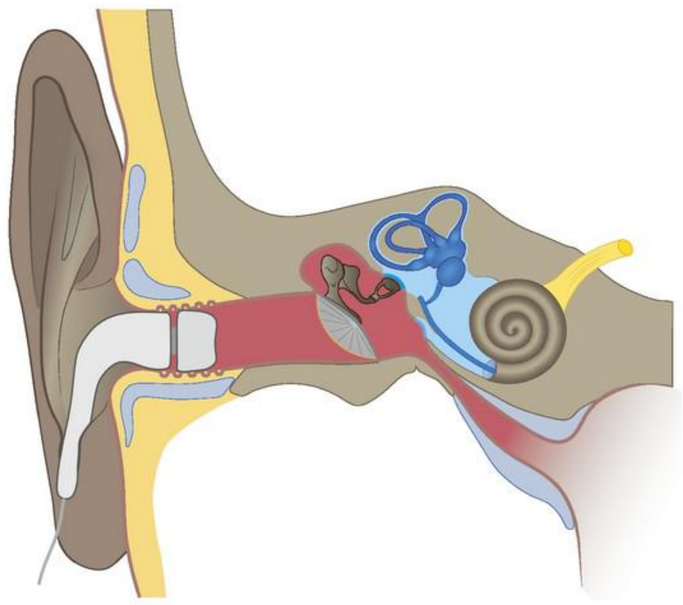
A Kringspieren trekken samen, de pupil wordt groot.
B Kringspieren trekken samen, de pupil wordt klein.
C Lengtespieren trekken samen, de pupil wordt groot.
D Lengtespieren trekken samen, de pupil wordt klein.

GELUID

Bron: examen vmbo-gt 2021-3, vraag 24.

Mees luistert met oordopjes naar muziek. De geluidsprikkels worden via verschillende delen van het oor doorgegeven aan de gehoorzintuigcellen in het slakkenhuis (zie afbeelding 2).
Enkele delen van het oor zijn:
1 de gehoorbeentjes
2 de gehoorgang
3 het trommelvlies

Afb. 2



1p **7** In welke volgorde geven deze delen de geluidsprikkels uit het oordopje door aan het slakkenhuis?

A 1 – 2 – 3
B 1 – 3 – 2
C 2 – 1 – 3
D 2 – 3 – 1
E 3 – 1 – 2
F 3 – 2 – 1

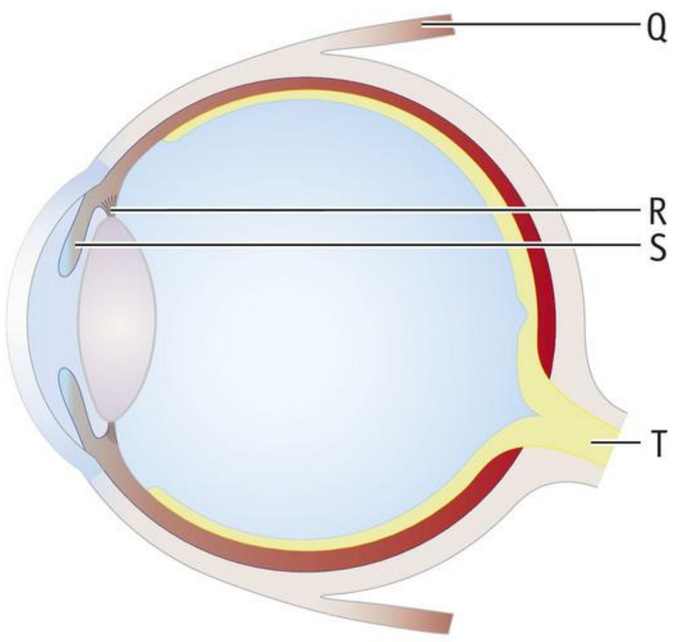
HET DUANE-SYNDROOM

Bron: examen vmbo-gt 2021-3, vraag 35 en 36.

Iemand met het Duane-syndroom kan één of twee ogen niet goed opzij bewegen. Dit is het gevolg van een afwijking aan de zenuwen die impulsen afgeven aan de oogspieren.

1p **8** In afbeelding 2 zie je een dwarsdoorsnede van een oog, van boven gezien.
Welke letter geeft een oogspier aan?
A letter Q
B letter R
C letter S
D letter T

Afb. 3



1p **9** Soms is het Duane-syndroom het gevolg van een verandering in het DNA.
Hoe heet een verandering in het DNA?

ZINGENDE MUIZEN

Bron: examen vmbo-gt 2019-1, vraag 1 en 2.

Muizen maken zingende geluiden die mensen niet kunnen horen. De zang van mannetjesmuizen is eenvoudig, maar als ze urine van vrouwtjes ruiken, wordt hun zang ingewikkelder.

1p **10** Muizenoren bestaan uit delen met dezelfde namen en taken als mensenoren. De geluidsprikkels van de muizenzang worden bij muizen wel omgezet in impulsen, maar bij mensen niet.
In welk deel van een muizenoor worden de geluidsprikkels omgezet in impulsen?
A in het trommelvlies
B in de gehoorbeentjes
C in het slakkenhuis
D in de gehoorzenuw

2p **11** In de informatie hierboven wordt een respons van mannetjesmuizen genoemd.
Wat is de respons? En wat is de inwendige prikkel hiervoor?

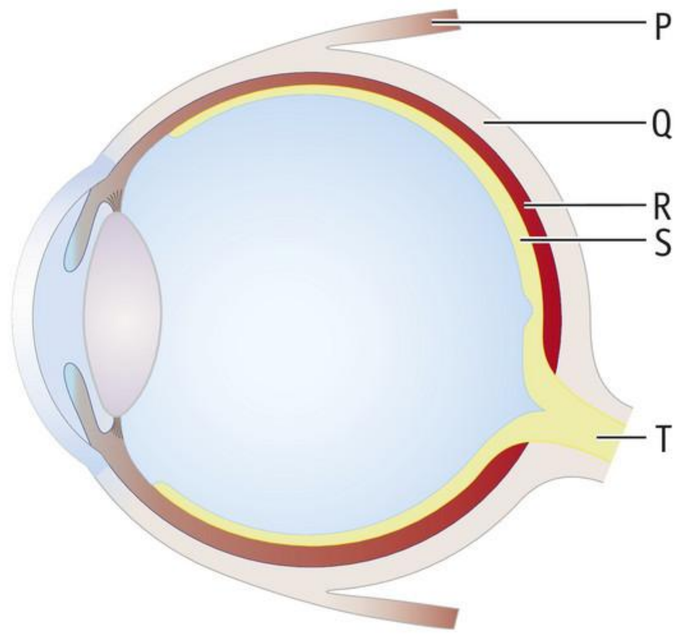
MELATONINE

Bron: examen vmbo-gt 2019-2, vraag 36 tot en met 39.

Melatonine is een hormoon dat het slapen beïnvloedt.
Speciale cellen in het netvlies geven informatie aan de hersenen over de hoeveelheid licht in de omgeving. Hoe donkerder het wordt, des te meer melatonine de hersenen maken. Als de hoeveelheid melatonine in het bloed stijgt, worden mensen slaperig.

1p **12** In afbeelding 4 zie je een doorsnede van een oog.
Welke letter geeft het deel aan waarin impulsen ontstaan die de productie van melatonine beïnvloeden?

Afb. 4

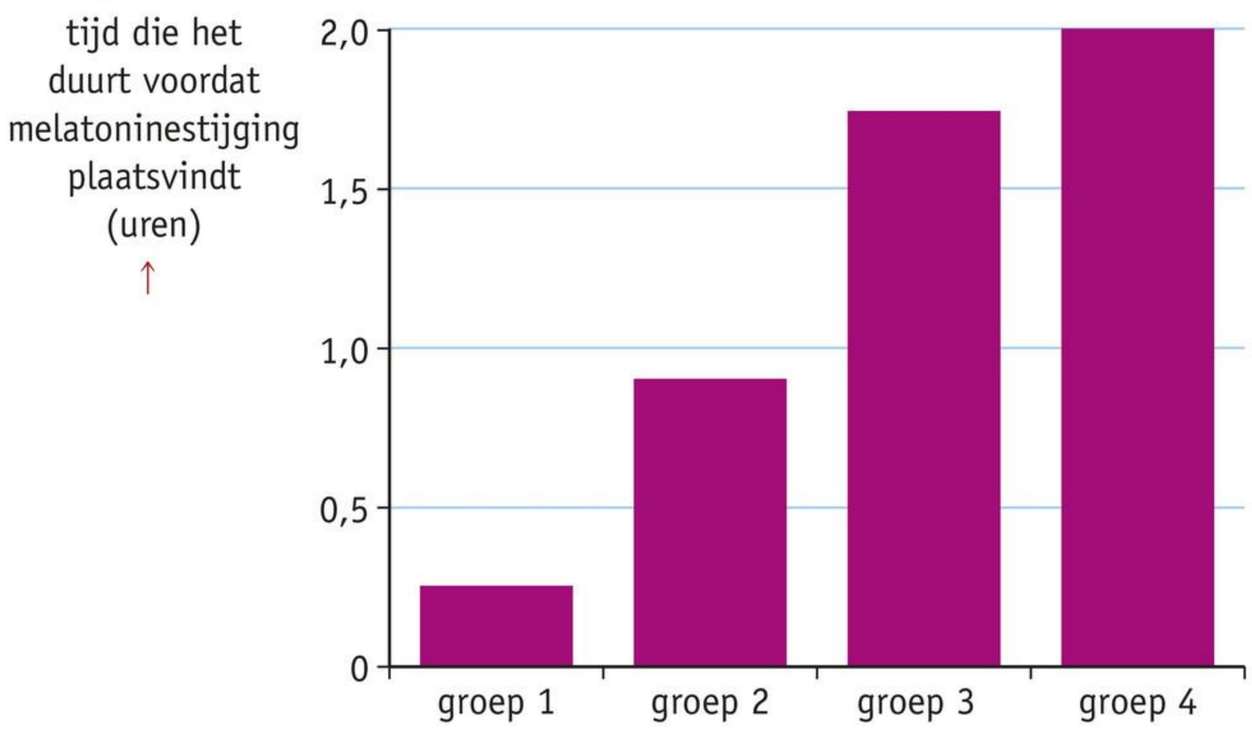


2p **13** Het netvlies bevat ook twee typen zintuigcellen die ervoor zorgen dat je kan zien.
Noteer de namen van deze twee typen zintuigcellen en leg uit wat het verschil in functie is tussen deze twee typen zintuigcellen.

Wetenschappers onderzoeken de invloed van cafeïne op de productie van melatonine in zwak licht en in fel licht. Ze voeren het onderzoek uit met een groot aantal proefpersonen, zes uur voordat die normaal naar bed zouden gaan. De proefpersonen zitten in zwak licht of in fel licht en krijgen ieder een pil met cafeïne of eenzelfde pil zonder cafeïne:
groep 1: zit in zwak licht en krijgt een pil zonder cafeïne
groep 2: zit in zwak licht en krijgt een pil met cafeïne
groep 3: zit in fel licht en krijgt een pil zonder cafeïne
groep 4: zit in fel licht en krijgt een pil met cafeïne

De wetenschappers geven de resultaten weer in een diagram (zie afbeelding 5).

Afb. 5



1p **14** De resultaten in de groepen 1 en 3 worden met elkaar vergeleken.
Hoeveel uur later vindt de melatoninestijging plaats bij groep 3 dan bij groep 1?

1p **15** Leg uit dat je uit het diagram kunt afleiden dat de invloed van cafeïne in zwak licht groter is dan in fel licht.

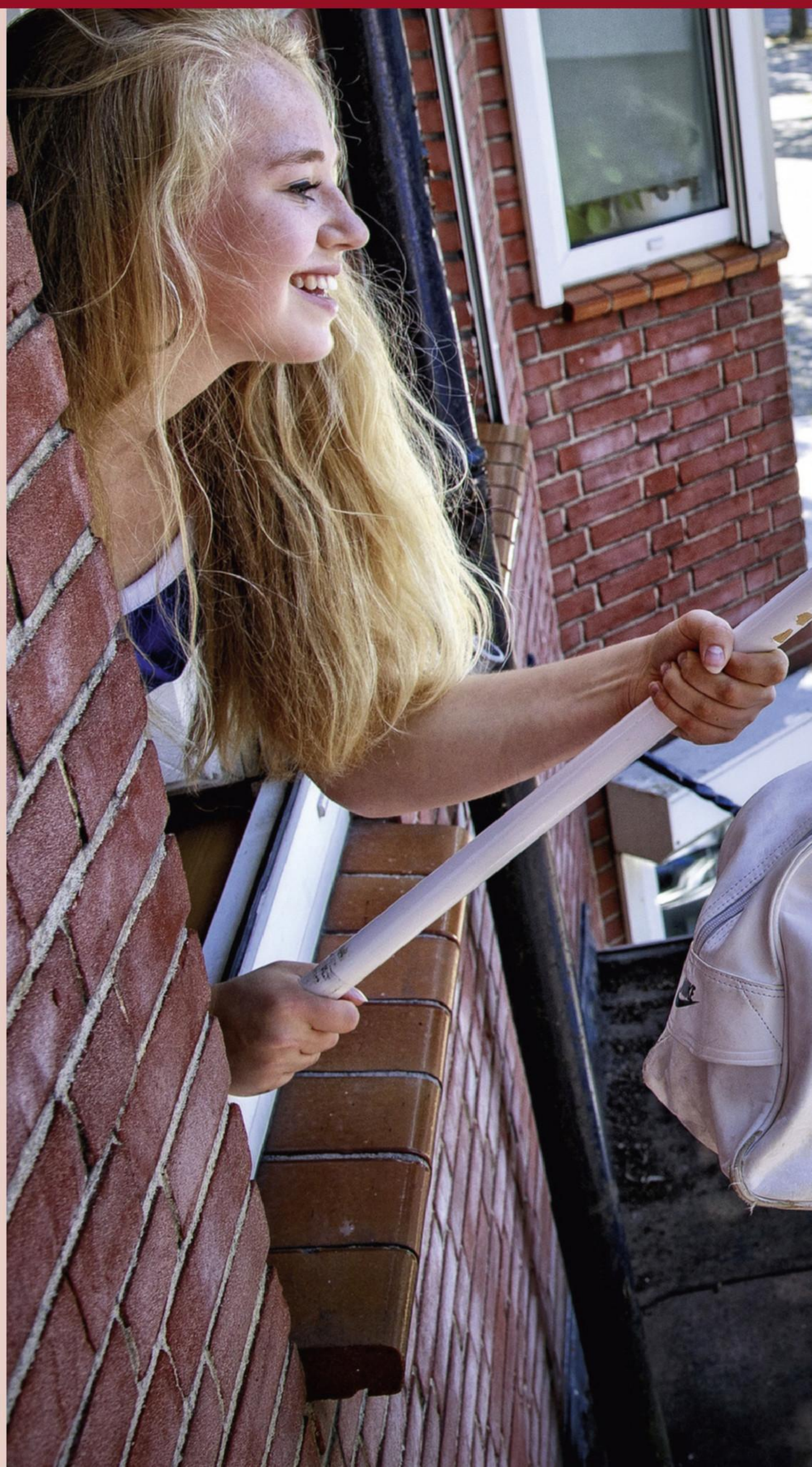
Ga naar de *extra Examenopgaven* en de *Examentraining*.

Examentrainer

Aan het einde van dit schooljaar doe je centraal examen. In twee uur tijd laat je dan zien wat je bij het vak biologie hebt geleerd. De *Examentrainer* bestaat uit vier onderdelen:

- **uitleg over het examen (deel A)**
- **uitleg over de verschillende soorten examenopgaven (deel A)**
- **tips om te leren voor het examen (deel B)**
- **een lijst waarmee je kunt controleren of je alle stof voor het examen beheerst (deel B)**

1	Het centraal examen	252
2	Open vragen	255
3	Meerkeuzevragen	264
4	Antwoorden oefenopgaven	267





1 Het centraal examen

Het centraal examen (CE) biologie duurt twee uur. Het bestaat uit ruim vijftig examenopgaven. De meeste opgaven maak je op papier, net als bij een toets. Bij andere opgaven moet je iets invullen, aankruisen, omcirkelen of tekenen op een aparte uitwerkbijlage. Dat staat altijd bij de opgave aangegeven.

Afb. 1 Examen doen.



Waar gaat het centraal examen over?

De leerstof voor het centraal examen staat in de volgende elf *Biologie voor jou*-thema's:

Biologie voor jou 3GT deel A	thema 1	*Organen en cellen*
	thema 2	*Voortplanting en seksualiteit*
	thema 3	*Erfelijkheid en evolutie*
Biologie voor jou 3GT deel B	thema 6	*Ecologie*
	thema 8	*Gedrag*
Biologie voor jou 4GT deel A	thema 9	*Planten*
	thema 10	*Regeling*
	thema 11	*Zintuigen*
Biologie voor jou 4GT deel B	thema 12	*Voeding en vertering*
	thema 13	*Transport en afweer*
	thema 14	*Gaswisseling en uitscheiding*

Ook *Leren onderzoeken* hoort bij de leerstof voor het centraal examen.

Welke hulpmiddelen mag je gebruiken?

Op het examen mag je verschillende hulpmiddelen gebruiken (zie afbeelding 2). De belangrijkste zijn: pennen, potloden, een gum, een geodriehoek en een rekenmachine. Als je dat wilt, mag je ook een woordenboek Nederlands meenemen. Voor verschillende hulpmiddelen gelden regels. Je docent kan je vertellen wat wel en niet mag.

Afb. 2 Dit ligt er allemaal op je tafel als je examen doet.



Hoe zit het examen in elkaar?

Het centraal examen biologie bestaat uit ruim vijftig examenopgaven. De opgaven zijn verdeeld over ongeveer vijftien verschillende onderwerpen. Elk onderwerp heeft een eigen titel, zoals **Buiktyfus**, **Bloedproducten** of **Prenataal onderzoek**. Bij één onderwerp horen meestal drie tot vijf opgaven, maar meer of minder kan ook. De opgaven gaan vaak over leerstof uit verschillende thema's. Je moet bij elke opgave nadenken over welke leerstof de vraag gaat.

In het centraal examen kom je twee soorten opgaven tegen: open vragen en meerkeuzevragen. Bij een open vraag lees je de vraag goed om te zien wat je moet doen. Bij de meeste open vragen wordt een opdrachtwerkwoord gebruikt, zoals: *noem*, *bereken*, *noteer*, *teken*, *maak*, *schrijf op*, enzovoort. Het is handig om dit opdrachtwerkwoord met een speciale kleur te markeren, zodat het goed opvalt (zie afbeelding 3).

Afb. 3 Een onderwerp met twee opgaven. Het opdrachtwerkwoord is groen gemarkeerd.

Cysten in de nieren

Er is een ziekte waarbij in de nieren cysten ontstaan. Cysten zijn blaasjes gevuld met vocht. Als er veel van zulke cysten aanwezig zijn, kan de functie van de nieren verstoord worden. Deze ziekte wordt veroorzaakt door een dominant gen (A).

1p **50** Noem een functie van de nieren.

1p **51** Indra en Pieter verwachten een kind. Indra is heterozygoot voor deze nierziekte. Pieter heeft de ziekte niet.
Hoe groot is de kans dat het kind van Indra en Pieter deze nierziekte zal krijgen?

A 0%
B 25%
C 50%
D 75%
E 100%

De meeste opdrachtwerkwoorden hebben geen uitleg nodig. Aankruisen doe je door een kruisje te zetten. Noteren en noemen doe je door iets op te schrijven op je examenpapier. Tekenen doe je door een tekening of diagram (af) te maken. Doe dus altijd precies wat er staat.

In meerkeuzevragen staat bijna nooit een opdrachtwerkwoord. In die vragen kun je dus ook geen opdrachtwerkwoord markeren.
Bij een meerkeuzevraag noteer je alleen de hoofdletter die voor het gekozen antwoord staat. Let op: als je de kleine letter noteert, wordt je antwoord fout gerekend.
Misschien wil je voor zo'n vraag toch even iets tekenen of berekenen. Doe dat dan op het kladpapier; dan ontstaan er geen misverstanden.

2 Open vragen

Op het centraal examen kom je de volgende vier soorten open vragen tegen:
- leg uit-vragen
- vragen met een kort antwoord
- rekenvragen
- vragen met een diagram

Per soort open vraag krijg je een stappenplan of tips, waarmee je de vragen op de juiste manier kunt beantwoorden.

LEG UIT-VRAGEN

Het is handig om elke leg uit-vraag stap voor stap aan te pakken.

Stap 1 Selecteer de vraag.
Ga eerst na welke zin in de tekst de echte vraag is.

Stap 2 Vervang de verwijswoorden.
Vervang de verwijswoorden in de vraag door begrippen. Zorg er dus voor dat er begrippen in de vraag staan en geen woorden die verwijzen naar iets dat al eerder in de tekst is genoemd. Hierbij kun je denken aan de woorden *die*, *dat*, *deze*, *daar*, enzovoort. Schrijf de zin opnieuw, maar nu met de begrippen.

Stap 3 Markeer het opdrachtwerkwoord.
Markeer met kleur 1 het gebruikte opdrachtwerkwoord. Dit woord geeft aan wat je moet gaan doen. Opdrachtwerkwoorden zijn *leg uit*, *verklaar*, *bereken*, enzovoort.

Stap 4 Markeer de begrippen.
Markeer met kleur 2 de begrippen waarover de vraag gaat (zie afbeelding 1). De begrippen zijn bijna altijd woorden die je bij het vak biologie hebt geleerd. Maar het kunnen ook woorden zijn die worden beschreven in de tekst bij de vraag.

Afb. 1 De tekst zorgvuldig lezen en markeren.



Stap 5 Omschrijf de begrippen.
Omschrijf elk begrip dat je hebt gemarkeerd. Voor elk begrip gebruik je een nieuwe zin.

Stap 6 Formuleer het antwoord.
Formuleer nu het antwoord met de begrippen van stap 5. Het antwoord bestaat uit:
- de omschrijving van de begrippen
- een verbindingswoord
- de uitlegzin

Verbindingswoorden zijn bijvoorbeeld *daarom*, *omdat*, *daardoor*, *zodat*, *dus*, enzovoort.

In de voorbeeldopgave hierna zijn de volgende kleuren gebruikt:
- kleur 1: groen – opdrachtwerkwoord
- kleur 2: blauw – begrip
- kleur 3: geel – verbindingswoord

Je kunt bij het markeren natuurlijk ook je eigen kleuren kiezen, maar zorg ervoor dat je steeds dezelfde kleur per soort gebruikt.

VOORBEELDOPGAVE

ALGEN EN SALAMANDERS

Naar: examen 2021-III.

In de eitjes van gevlekte molsalamanders leven eencellige algen. Deze plantjes gebruiken afvalstoffen van de larven die in de eitjes groeien. De larven van de molsalamanders hebben voordeel van de stoffen die de algen produceren bij de fotosynthese.
De volwassen molsalamanders bevinden zich overdag vooral onder stenen en in vochtige bodem.
Leg uit dat de salamanders daar geen voordeel meer kunnen hebben van algen in hun cellen.

Uitwerking

Stap 1 Selecteer de vraag.
Leg uit dat de salamanders daar geen voordeel meer kunnen hebben van algen in hun cellen.

Stap 2 Vervang de verwijswoorden.
In de vraag staat het woord *daar*. Dit is een verwijswoord en verwijst naar *onder stenen en in vochtige bodem*.
In de vraag staat het woord *voordeel*. In dit geval verwijst dit woord naar *fotosynthese*.
De vraag wordt dus:
Leg uit dat de salamanders onder stenen en in vochtige bodem geen voordeel van fotosynthese meer kunnen hebben van algen in hun cellen.

Stap 3 Markeer het opdrachtwerkwoord.
Leg uit dat de salamanders onder stenen en in vochtige bodem geen voordeel van fotosynthese meer kunnen hebben van algen in hun cellen.

Stap 4 Markeer de begrippen.
Leg uit dat de salamanders onder stenen en in vochtige bodem geen voordeel van fotosynthese meer kunnen hebben van algen in hun cellen.

Stap 5 Omschrijf de begrippen.
In de salamanders groeien algen.
Algen die leven in de cellen hebben licht nodig voor fotosynthese.

Stap 6 Formuleer het antwoord.
In de salamanders groeien algen. De algen die leven in de cellen van de salamanders hebben licht nodig voor fotosynthese. Onder stenen en in vochtige bodem komt bijna geen licht.
Daardoor kan er in de algen geen fotosynthese plaatsvinden.

OEFENOPGAVEN

EEN GORDELDIER

Naar: examen 2021-III.

Het negenbandig gordeldier is een zoogdier dat in Noord-Amerika leeft en in de zomer paart. De innesteling van de embryo's gebeurt pas in november. Dit wordt een uitgestelde innesteling genoemd. De jongen worden in het voorjaar geboren.

Afb. 2 Het negenbandig gordeldier.



TIP: Wat is het opdrachtwerkwoord in opgave 1?

1p **1** Leg uit wat voor het gordeldier een voordeel is van een uitgestelde innesteling.

TIP: Bij opgave 2 moet je iets uitleggen. Hoeveel begrippen markeer je?

1p **2** Het negenbandig gordeldier krijgt meestal vier jongen per keer. Deze vier jongen vormen samen altijd een eeneiige vierling en hebben hetzelfde genotype.

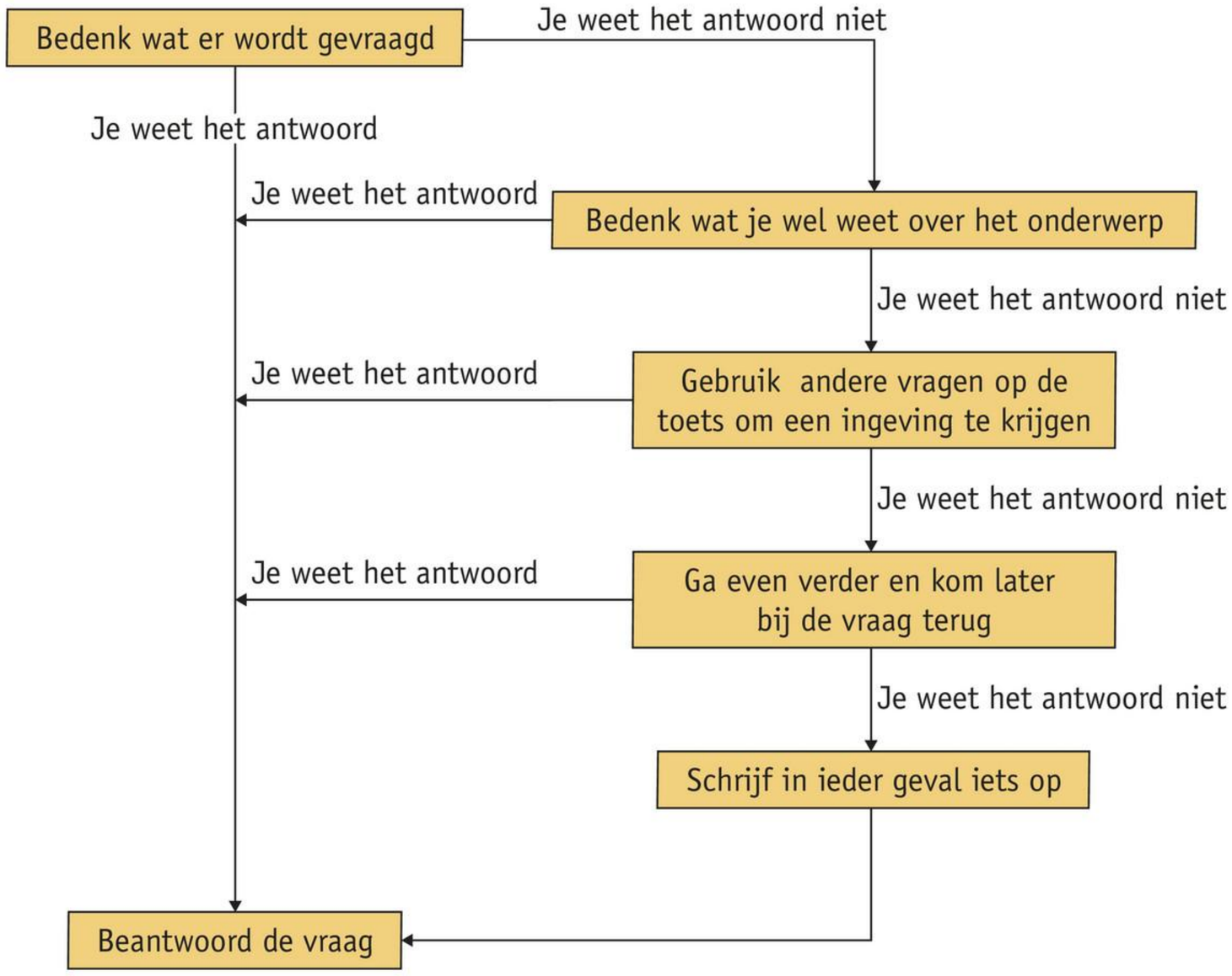
⇢ Leg uit dat de vier jongen van een eeneiige vierling hetzelfde genotype hebben.

De antwoorden bij deze oefenopgaven vind je aan het eind van de *Examentrainer*.

VRAGEN MET EEN KORT ANTWOORD

Vragen met een kort antwoord zijn vaak kennisvragen. Met een kennisvraag is het zo: je weet het antwoord wel of je weet het antwoord niet. Toch kan het ook bij deze vragen nuttig zijn om voor een vaste aanpak te kiezen. Deze aanpak zie je in het stappenplan van afbeelding 3.

Afb. 3 Stappenplan.



VOORBEELDOPGAVE

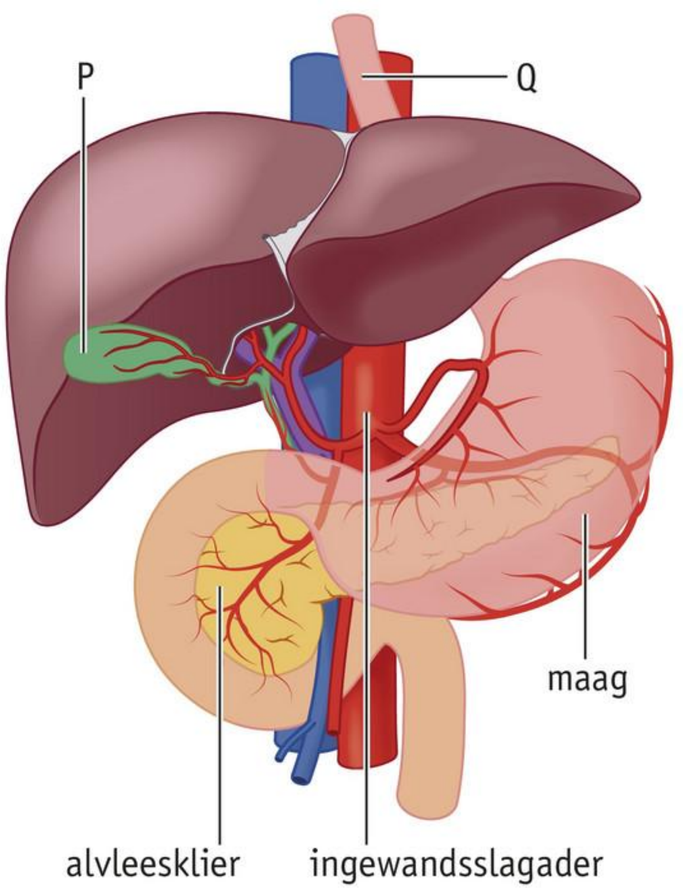
DE INGEWANDSSLAGADER

Naar: examen 2022-I.

De ingewandsslagader is een korte slagader in de buikholte. Deze slagader vertakt zich in andere slagaders die naar verschillende organen in de buikholte gaan (zie afbeelding 4).

De ingewandsslagader vertakt zich verder en vervoert zuurstof naar onder andere orgaan P.
Wat is de functie van orgaan P?

Afb. 4 Een deel van de buikholte.



Uitwerking
Je weet niet meteen het antwoord op deze vraag en besluit het stappenplan te gebruiken. Je denkt na over welk onderwerp deze vraag zou kunnen gaan. Je ziet de maag en de alvleesklier. Misschien herken je ook de lever. Het onderwerp van deze vraag zou spijsvertering kunnen zijn.

Je weet nog steeds het antwoord niet op de vraag. Je kunt andere vragen bij dit onderwerp bekijken; misschien dat die je op een ingeving brengen. Maar omdat er geen andere vragen zijn, biedt dit geen oplossing. Je weet het antwoord nog steeds niet, dus sla je de vraag over.

Aan het einde van het examen kom je bij de vraag terug en je herinnert je dat de galblaas bij de lever in de buurt ligt. Bij een andere vraag van het examen ging een vraag over de blaas en dat daar urine in wordt opgeslagen. Je besluit op te schrijven dat in de galblaas gal wordt opgeslagen, omdat je iets moet opschrijven. Het antwoord dat je gegeven hebt, blijkt juist te zijn.

OEFENOPGAVE

TIP: Gebruik het stappenplan als je het antwoord niet meteen weet.

YOGHURT

Naar: examen 2022-I.

Joni wil zelf yoghurt maken door melkzuurbacteriën toe te voegen aan melk. Melkzuurbacteriën breken glucose in de melk af om energie vrij te maken. Hierbij ontstaat melkzuur. Dit proces heet melkzuurgisting en gaat als volgt:
glucose → melkzuur + energie.

Ook menselijke cellen breken glucose af om energie vrij te maken. Menselijke cellen kunnen meer energie uit glucose halen dan melkzuurbacteriën. Daarvoor hebben menselijke cellen echter nog een gas nodig.

1p **3** Geef de naam van dit gas.

Het antwoord bij deze oefenopgave vind je aan het eind van de *Examentrainer*.

REKENVRAGEN

Veel rekenvragen op je examen kun je beantwoorden door gebruik te maken van een verhoudingstabel. Twee dingen zijn heel belangrijk bij verhoudingstabellen:

- Vul de verhoudingstabel op de juiste manier in, met de gegevens uit de vraag.
- Reken bij de verhoudingstabel altijd terug naar 1.

Als je dit onder de knie hebt, is de berekening zelf eenvoudig.

VOORBEELDOPGAVE

YOGHURT

Naar: examen 2022-I.

In tabel 1 staan gegevens over de voedingswaarde van yoghurt.

Tabel 1 Voedingswaarde van yoghurt.

	Energie (kJ)	Eiwitten (g/100 mL)	Koolhydraten (g/100 mL)	Vetten (g/100 mL)	Water (g/100 mL)
Magere yoghurt	140	3,4	4,5	0,1	90
Halfvolle yoghurt	205	3,5	5,2	1,6	88,7
Volle yoghurt	270	3,8	4,5	3,5	86,2

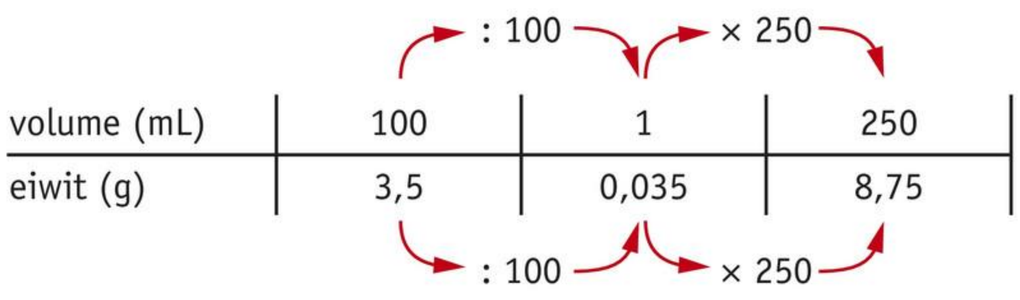
Hoeveel gram eiwit bevat 250 mL halfvolle yoghurt? Rond je antwoord af op één decimaal.

Uitwerking

Maak een verhoudingstabel en vul deze in.

volume (mL)	100	1	250
eiwit (g)	3,5		

Doe nu de berekening.



250 mL halfvolle yoghurt bevat 8,75 gram eiwit.

OEFENOPGAVE

TIP 1: Kun je deze vraag beantwoorden met een verhoudingstabel?
TIP 2: Bedenk welke tijd gelijk is aan 100%.
TIP 3: Ga na wat sociaal gedrag is en lees het diagram af.

GEDRAG VAN VARKENS

Naar: examen 2022-I.

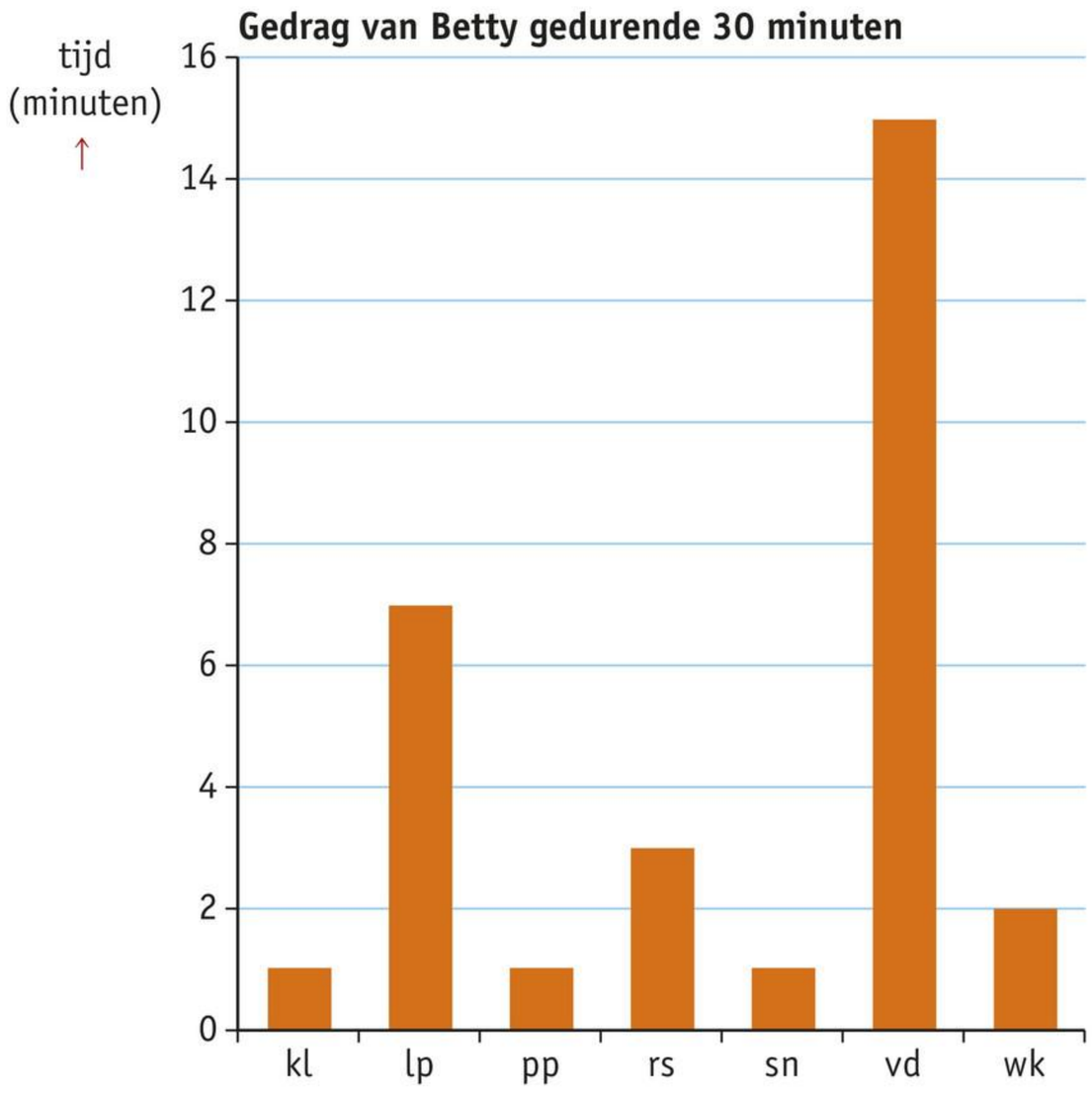
Bart observeert op de boerderij het gedrag van moedervarken Betty. Betty vormt samen met vier andere moederdieren één groep. Hij beschrijft het gedrag van Betty in tabel 2. Gedurende 30 minuten houdt Bart bij wat Betty doet. Van de resultaten maakt hij een staafdiagram (zie afbeelding 5).

2p **4** Hoeveel procent van de tijd besteedt Betty aan sociaal gedrag? Leg je antwoord uit met een berekening.

Tabel 2 Bezigheden van Betty.

kl	ze krabt of likt zichzelf
lp	ze loopt rond
pp	ze poept of plast
rs	ze ligt en rust uit
sn	ze snuffelt aan andere varkens
vd	ze eet en drinkt
wk	ze wijkt

Afb. 5



Het antwoord bij deze oefenopgave vind je aan het eind van de *Examentrainer*.

VRAGEN MET EEN DIAGRAM

Op je examen kan je gevraagd worden een staafdiagram te tekenen met de gegevens uit een tabel.

- Zoek eerst uit van welke gegevens je een staafdiagram moet tekenen.
- Bepaal de hoogste waarde.
- Met de hoogste waarde bepaal je de indeling van de verticale as. Zet deze waarden langs de as.
- Zet ook de grootheid en de eenheid bij de verticale as. (Als je dit niet doet, is niet duidelijk wat in het staafdiagram is weergegeven.)
- Teken de staven los van elkaar.
- Maak de staven niet te kort.
- Zet onder elke staaf wat de staaf voorstelt.

VOORBEELDOPGAVE

YOGHURT

Naar: examen 2022-I.

In tabel 3 staan gegevens over de voedingswaarde van yoghurt.

Tabel 3 Voedingswaarde van yoghurt.

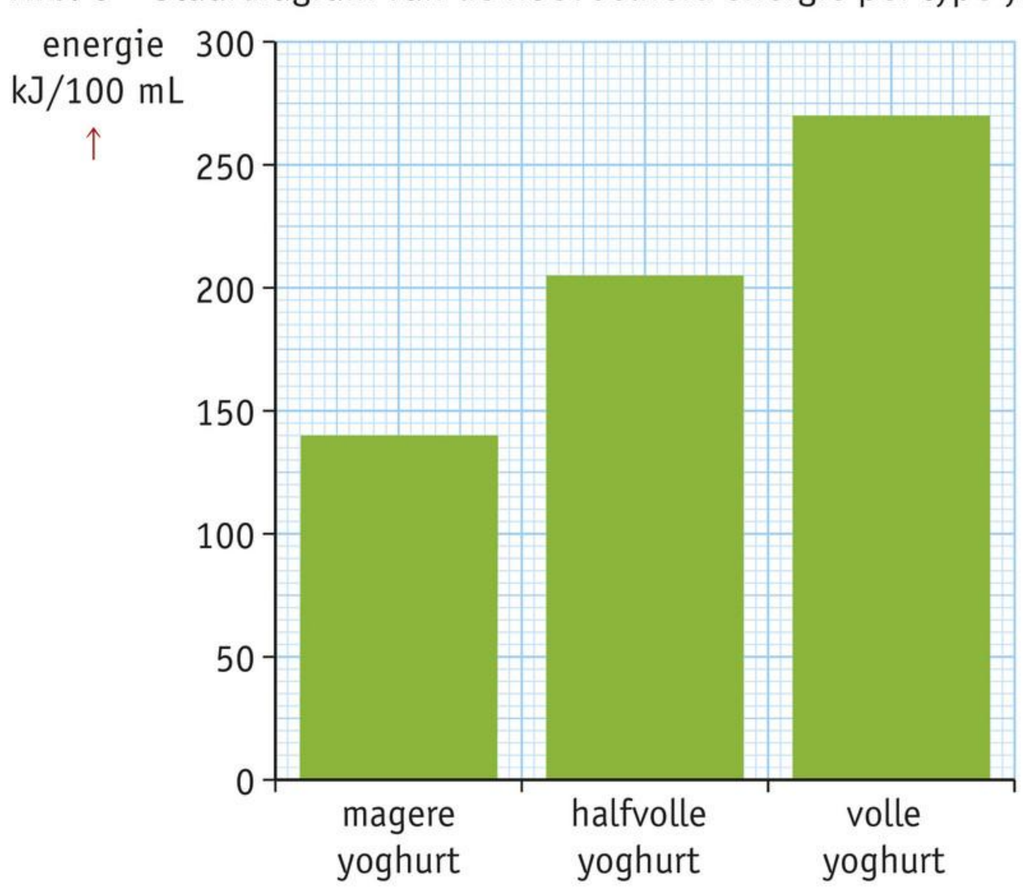
	Energie (kJ)	Eiwitten (g/100 mL)	Koolhydraten (g/100 mL)	Vetten (g/100 mL)	Water (g/100 mL)
Magere yoghurt	140	3,4	4,5	0,1	90
Halfvolle yoghurt	205	3,5	5,2	1,6	88,7
Volle yoghurt	270	3,8	4,5	3,5	86,2

Maak een staafdiagram van de hoeveelheden energie die de drie typen yoghurt leveren.

Uitwerking

Je moet de energie van drie typen yoghurt tekenen. Je moet dus drie staven tekenen.
De grootheid van de verticale as is energie en de eenheid van de verticale as is kJ/100 mL.
De hoogste waarde van de energie is 270 kJ/100 mL.
Om de as goed in te kunnen delen, is het slim om de hoogste waarde van de verticale as 300 kJ/100 mL te maken. Door deze indeling van de verticale as worden de staven niet te klein.
Het juiste antwoord zie je in afbeelding 6.

Afb. 6 Staafdiagram van de hoeveelheid energie per type yoghurt.



OEFENOPGAVE

TIP 1: Hoeveel staven moet je in het staafdiagram tekenen?
TIP 2: Wat is de hoogste waarde? Hoe zou je de verticale as indelen?
TIP 3: Welke eenheid zet je bij de verticale as?

BIOLOGISCHE PRODUCTEN

Naar: examen 2021-III.

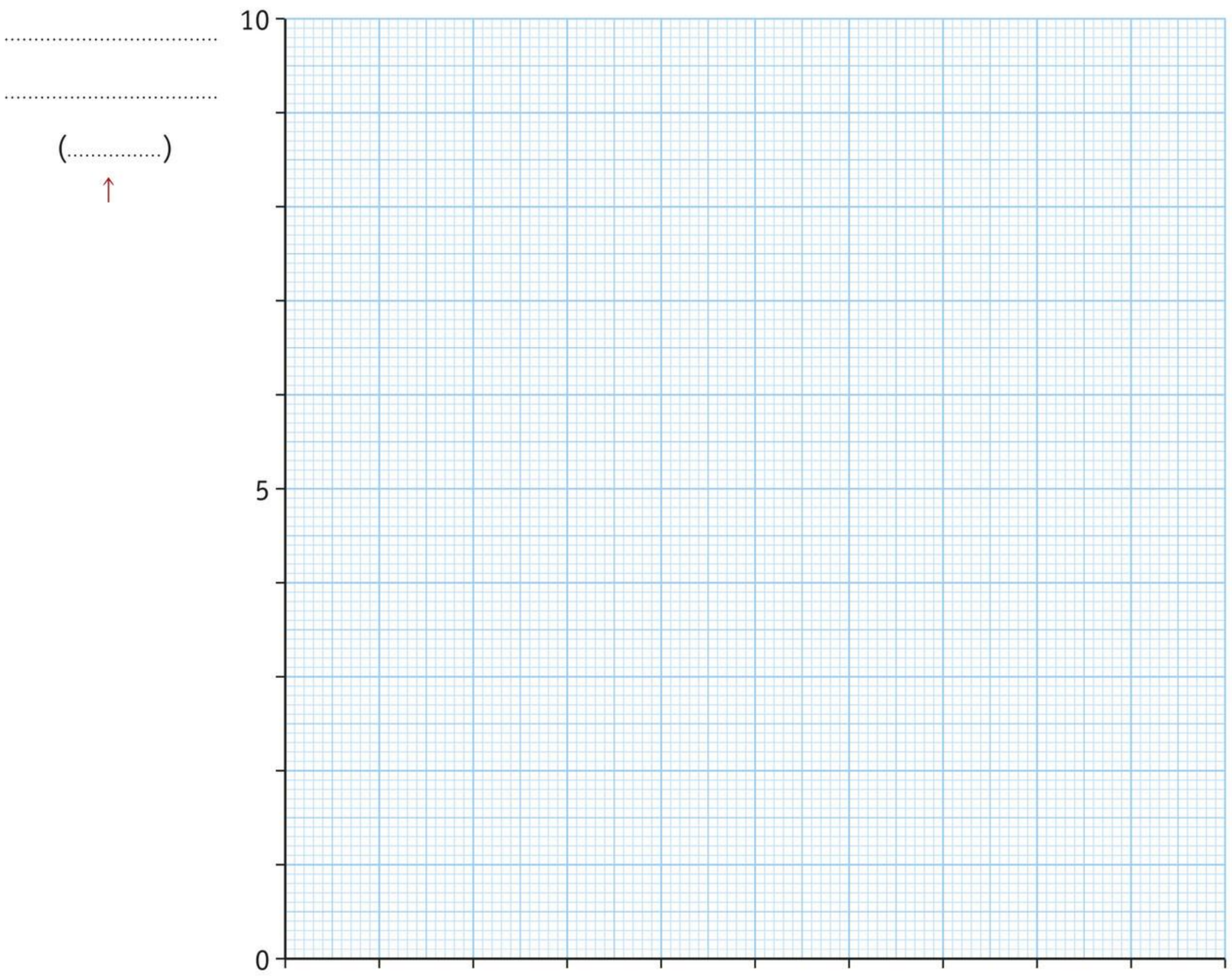
Op steeds meer producten in supermarkten staat dat ze biologisch zijn. Bij het maken van biologische producten wordt meer rekening gehouden met het milieu en het dierenwelzijn dan in de gangbare landbouw. Ze zijn daardoor duurder dan andere producten. Ongeveer twee procent van alle producten in supermarkten is biologisch. In tabel 4 staan enkele voorbeelden.

Tabel 4 Voorbeelden van producten met hun biologisch deel.

	Biologisch deel (%)
AGF	3,3
Brood	2,6
Eieren	9,8
Zuivel	6,0

2p **5** Maak in afbeelding 7 een staafdiagram met de gegevens uit de tabel.

Afb. 7



Het antwoord bij deze oefenopgave vind je aan het eind van de *Examentrainer*.

3 Meerkeuzevragen

Meerkeuzevragen kun je het best beantwoorden volgens een methode. Hierna worden drie methoden uitgelegd. Probeer ze alle drie uit en kies de methode die het best bij je past. Je kunt ook onderdelen uit de drie methoden combineren.
Let op: ook de vraag in afbeelding 1 is een meerkeuzevraag. Je moet namelijk kiezen uit zes letters in de afbeelding.

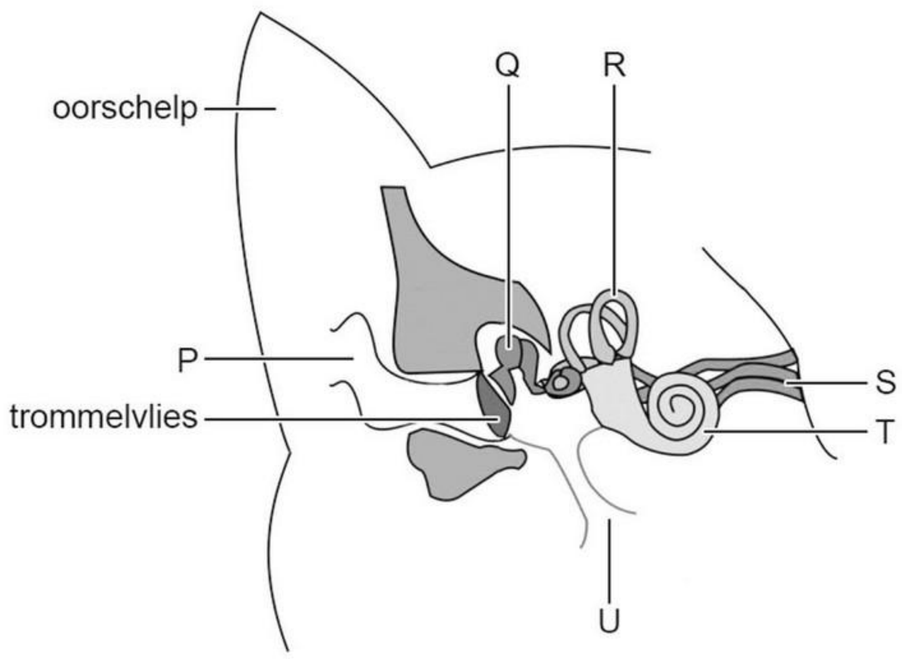
Afb. 1

Oorproblemen bij katten

Marek heeft op internet de volgende informatie gevonden over oorproblemen bij katten:

> Oormijten zijn kleine spinachtige beestjes die in de gehoorgang van de kat kunnen leven. Ze voeden zich daar met oorsmeer, huidschilfers en weefselvocht. De aanwezigheid van de mijten zorgt voor irritatie van de gehoorgang.
>
> Katten kunnen een oorontsteking krijgen nadat bacteriën vanuit de luchtwegen het middenoor van de kat zijn binnengedrongen. Zo'n ontsteking wordt meestal pas opgemerkt als de zenuwen in het middenoor aangetast zijn. Dan kan de kat een hangend oor krijgen.
>
> Op latere leeftijd kunnen katten doof worden, doordat delen van het oor niet meer goed werken.

1p **1** In de afbeelding hieronder zie je een schematische tekening van een kattenoor. De namen en de functies van de delen zijn hetzelfde als bij mensen.



→ Met welke letter is in de afbeelding een plaats aangegeven waar oormijten leven?

Methode 1 Dek de antwoorden af.

- Leg een kladblaadje over de antwoorden. Probeer nu zelf het antwoord op te schrijven zonder naar de antwoordmogelijkheden te kijken.
- Bekijk daarna pas de antwoordmogelijkheden. Kies het antwoord dat het dichtst bij jouw antwoord ligt. Dit hoeft natuurlijk niet voor 100% te kloppen. Ook bij 90% overeenkomst kies je dat antwoord.

Methode 2 Schrijf de vraag en het antwoord op in je eigen woorden.

- Schrijf de vraag op in je eigen woorden. Let daarbij goed op woorden als *niet*, *wel* en *geen*.
- Als je de vraag in je eigen woorden hebt opgeschreven, denk je misschien: 'Aha, dat bedoelen ze.'
- Als je tussen twee antwoorden twijfelt, kan het helpen op een kladblaadje te schrijven wat precies het verschil is tussen deze twee antwoorden. Als je het verschil hebt gevonden, lees je de vraag nog een keer en kiest dan het juiste antwoord.

Methode 3 Werk volgens de rondenmethode.

- In ronde 1 beantwoord je alleen de vragen die je zeker weet.
- In ronde 2 beantwoord je de moeilijke vragen. Streep de onmogelijke antwoorden weg. Lees de vraag nu nog een keer en maak een keuze.
- In ronde 3 beantwoord je de vragen waarbij je helemaal geen idee hebt. Streep de onmogelijke antwoorden weg. Lees de vraag nu nog een keer en kies een van de antwoordmogelijkheden. Je móét kiezen: als je dat niet doet, krijg je sowieso geen punten voor de vraag.

Controleer altijd achteraf of je alle vragen hebt beantwoord. Verbeter niets meer tenzij je het heel zeker weet. Als je op het einde van je examen nog antwoorden gaat verbeteren, doe je dat vaak uit onzekerheid of stress. Je neemt dan geen goede beslissingen meer. Vertrouw dus op je eerste ingeving. Deze blijkt vaak de juiste te zijn.

Belangrijk is ook om te oefenen met meerkeuzevragen. Hoe meer je oefent, hoe beter je wordt. Je raakt gewend aan de manier van vragen stellen en het kiezen van het juiste antwoord.

VOORBEELDOPGAVE

ADEMHALING

Naar: examen 2016-I.

Dorien is bij de dokter voor een ademhalingstest. Ze moet een paar keer op verschillende manieren in- en uitademen.
Dorien ligt op een onderzoeksbank en ademt diep in met buik- en borstademhaling.
Enkele spieren die betrokken zijn bij de ademhaling zijn buikspieren, middenrifspieren en tussenribspieren.

Welke van deze spieren trekken zich sterk samen als ze diep inademt?
A haar buikspieren en haar middenrifspieren
B haar buikspieren en haar tussenribspieren
C haar middenrifspieren en haar tussenribspieren

Uitwerking
Je kiest voor de rondenmethode. Je weet het antwoord op deze meerkeuzevraag niet zeker en laat de vraag liggen tot ronde 2. In ronde 3 denk je nog eens na over de vraag. Je haalt zelf diep adem en merkt dat je buik naar buiten komt en zich dus helemaal niet aanspant. Je kiest voor antwoord C.

OEFENOPGAVE

TIP: Kies een van de drie methoden als je het antwoord op deze vraag niet zeker weet.

SEKS IN DE HUWELIJKSNACHT

Naar: examen 2022-I.

Esmeralda en Ronald trouwen op 25 mei. In de huwelijksnacht hebben ze geslachtsgemeenschap.
Twee weken later merkt Esmeralda dat ze niet ongesteld wordt. Esmeralda blijkt zwanger te zijn.
Esmeralda en Ronald zijn blij met de zwangerschap. Ze vragen zich af of hun kind een meisje of een jongen zal zijn.

1p **1** Op welk moment staat het geslacht van hun kind vast?
A op het moment dat geslachtscellen ontstaan
B op het moment van geslachtsgemeenschap
C op het moment van bevruchting
D op het moment van innesteling

Het antwoord bij deze oefenopgave vind je aan het eind van de *Examentrainer*.

4 Antwoorden oefenopgaven

Basisstof 2

1p **1** Leg uit wat voor het gordeldier een voordeel is van een uitgestelde innesteling.

Uitgestelde innesteling betekent dat het embryo een paar keer deelt en dan ophoudt met groeien. Het voordeel van uitgestelde innesteling is dat de jongen geboren worden in een gunstig jaargetijde.

1p **2** Het negenbandig gordeldier krijgt meestal vier jongen per keer. Deze vier jongen vormen samen altijd een eeneiige vierling en hebben hetzelfde genotype.

→ Leg uit dat de vier jongen van een eeneiige vierling hetzelfde genotype hebben.

Dat de jongen een eeneiige vierling zijn, betekent dat ze afkomstig zijn uit één bevruchte eicel. Hierdoor is erfelijk materiaal van alle jongen gelijk, zodat dus ook het genotype gelijk is.

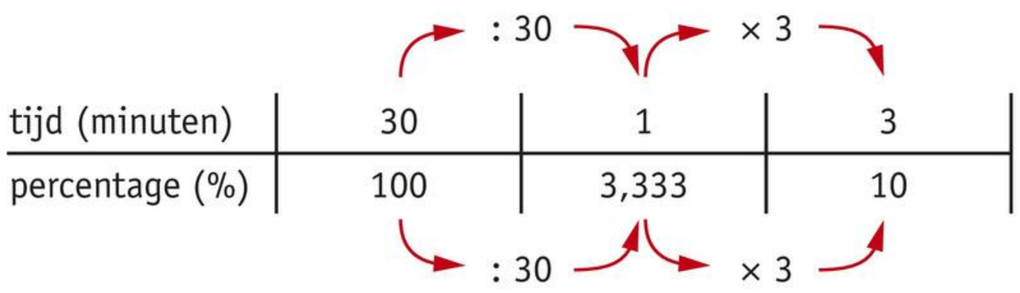
1p **3** Geef de naam van dit gas.

zuurstof

2p **4** Hoeveel procent van de tijd besteedt Betty aan sociaal gedrag? Leg je antwoord uit met een berekening.

Voorbeeld van een juist antwoord:

1 minuut snuffelen + 2 minuten wijken = 3 minuten sociaal gedrag



Betty besteedt 10% van de tijd aan sociaal gedrag.

2p **5** Maak in afbeelding 7 een staafdiagram met de gegevens uit de tabel.

Afb. 7



Basisstof 3

1p **1** Op welk moment staat het geslacht van hun kind vast?

A op het moment dat geslachtscellen ontstaan
B op het moment van geslachtsgemeenschap
C op het moment van bevruchting
D op het moment van innesteling

C

Register

A

aambeeld 216
accommoderen 203
adequate prikkel 184
adrenaline 152
assimilatie 30

B

bastvat 19
bestuiving 48
bewegingscentra 129
bewegingszenuw 114
bewegingszenuwcel 112
bewuste reactie 139
bewustzijnsveranderend middel (tripper) 131
bijnieren 152
bijziend 245
bindweefsel 113
blinde vlek 196
bloemkelk 40
bloemkroon 39
bol 37
bouwstof 30
brandstof 30
buis van Eustachius 217

C

cambium 96
cellichaam 111
cellulose 20
celstrekking 61
centrale zenuwstelsel 106
cilinder 245
commensalisme 96

D

dementie 175
diabetes 151
diabetes type 1 174
diabetes type 2 174
dopamine 131
drempelwaarde 184
drugs 131
drukzintuig 189

E

eilandjes van Langerhans 150
eiwit 29
enten 38
evenwichtsorgaan 217
evenwichtszintuig 188

G

geestelijke afhankelijkheid 131
gehoorbeentje 216
gehoorgang 215
gehoorzenuw 216
gehoorzintuig 188
gele vlek 196
gemengde zenuw 114
gevoelscentra 129
gevoelszenuw 114
gevoelszenuwcel 111
gewenning 185
gezichtszintuig 188
glasachtig lichaam 196
glucagon 150
glycogeen 150
grijze stof 122, 129
groeihormoon 148
groeipunt 61
grote hersenen 129

H

hamer 216
harde oogvlies 195
helmdraad 40
helmknop 40
hersencentra 129
hersenstam 128
hoornvlies 196
hormoon 147
hormoonklier 147
houtachtige plant 21
houtstof 20
houtvat 19
hyper 174
hypo 174
hypofyse 148

I

Impuls 107
indicator 75
insectenbloem 49
insuline 150
iris 195

K

kegeltje 208
kelkblad 40
kernhout 96
kiem 52
kleine hersenen 130
knol 37
koolhydraat 29
koudezintuig 189
kringspier 201
kroonblad 39
kruidachtige plant 21

L

lengtespier 201
lens 196
lichamelijke afhankelijkheid 131

M

meeldraad 40
middenoor 216
motivatie 185
mutualisme 96

N

nerf 6
netvlies 196

O

oogspier 195
oogzenuw 196
oorschelp 215
opperhuid 5
ouderdomsverziendheid 245

P

parasitisme 96
pijnpunt 189
pupil 195
pupilreflex 201

R

reactievermogen 130
reflex 140
reflexboog..... 141
regenboogvlies 195
reservestof..... 30
reukzintuig..... 190
ruggenmerg..... 121

S

schakelcel..... 112
schildklier..... 148
schildklierhormoon 148
slakkenhuis 216
sluitcel..... 8
smaakzintuig 190
spinthout..... 96
staafje 209
stamper 41
stekken..... 36
stempel 41
stijgbeugel..... 216
stijl..... 41
stimulerend middel (upper) 131
stuifmeel 40
stuifmeelkorrel..... 40
suikerziekte 151
symbiose 96

T

tastzintuig..... 189
tolerantie 131
traanbuis 195
traanklier 195
trommelholte 216
trommelvlies 215

U

uitloper..... 38, 111

V

vaatbundel..... 19
vaatvlies 196
venster 216
verdovend middel (downer) 131
verslaving 131
verziend..... 245
vet..... 29
vrucht 52
vruchtbeginsel 41

W

waarnemingsvermogen..... 130
warmtezintuig 189
wenkbrauw 195
wervelkanaal..... 121
wimper 195
windbloem..... 50
witte stof..... 122, 129
worteldruk 23
wortelhaar 22
wortelrozet..... 63
wortelstok..... 38

Z

zaad 52
zaadbeginsel 41
zaadhuid 61
zaadlob 61
zaadverspreiding..... 52
zenuw..... 113
zenuwcel..... 111
zenuwen 106
zenuwknoop 122
zetmeel..... 29
ziekte van Alzheimer 175
ziekte van Parkinson 175

Colofon

ONTWERP BINNENWERK

Pointer grafische vormgeving
Crius Group

ONTWERP OMSLAG

Studio Struis

UITVOERING BINNENWERK

Crius Group

EINDREDACTIE

Lineke Pijnappels
Linie Stam

AUTEURS

Froukje Gerrits
Anneke Kamstra
Lineke Pijnappels
Michiel Kelder
Tom Tahey

BUREAUREDACTIE

Ivonne Hermens

BEELDRESEARCH

BenU International Picture Service, Amsterdam

FOTO'S EN ILLUSTRATIES

123RF, dolgachov: blz. 139; 123RF, flynt: blz. 53 (10); 123RF, siraanamwong: blz. 209 (3.1, 3.2); 123RF, sommai: blz. 42 (16.2); 123RF, svetlana foote: blz. 257; 123RF, Valentyn Volkov: blz. 137 (11.1); 123RF, xjbxjhxm: blz. 42 (16.1); ANP Foto / Associated Press, Nariman El-Mofty: blz. 155 (13); ANP Foto / Science Photo Library, Dr. Frederick Skvara / Visuals Unlimited: blz. 150 (7.2); ANP Foto / Science Photo Library, Eye of Science: blz. 57 (20); ANP Foto / Science Photo Library, Jeremy Burgess: blz. 16 (13); ANP Foto / Science Photo Library, John Clegg: blz. 16 (12); ANP Foto / Science Photo Library, Marek Mis: blz. 11 (3); ANP Foto / Science Photo Library, Steve Gschmeissner: blz. 113 (5.2), 122 (2.2); ANP Foto, Dolph Cantrijn: blz. 250-251; ANP Foto, Flip Franssen: blz. 252; ANP Foto, Gerrit van Keulen: blz. 130 (4.1); ANP Foto, Joyce van Belkom: blz. 71 (1.1); ANP Foto, Novum RegioFoto: blz. 71 (1.2); ANP Foto, Tom van Limpt: blz. 255; Bas Teunis Zoological Illustrations, Sinderen: blz. 31 (3.1-3.4), 37 (2), 38 (4), 142; Chalmers University of Technology, Johan Bodell: blz. 118 (10); Dreamstime, Eaniton: blz. 27; Dreamstime, Sarah2: blz. 35 (9.1); Dreamstime, Serrnovik: blz. 23 (9); Erik Eshuis Infographics, Groningen: blz. 18 (17), 19, 36, 69 (14, 15), 115, 120, 165, 184, 190 (4), 191 (7), 193, 215 (2), 224, 234, 236, 237, 238, 249 (5), 258 (3), 260, 261, 262, 263, 275; Examen Biologie GT 2021-2: blz. 253 (3); Examen Biologie VMBO GT 2022: blz. 264; GAP Photos, Chris Burrows: blz. 42 (15); Getty Images / Science Photo Library RF, Steve Gschmeissner: blz. 45 (20); Getty Images, Ed Reschke: blz., 87; Henk van der Vrande: blz. 29 (1.1, 1.2), 39 (8), 46 (22), 62 (3), 118 (9), 132, 148 (3), 155 (12), 202 (2, 4), 203 (5, 6.1, 6.2); Imageselect / Alamy Stock Photo, Blickwinkel: blz. 39 (9.1, 9.2); Imageselect / Alamy Stock Photo, David Bagnall: blz. 49 (3); Imageselect / Alamy Stock Photo, Grant Heilman Photography: blz. 22 (6); Imageselect / Alamy Stock Photo, Jaubert French Collection: blz. 63 (5); Imageselect / Alamy Stock Photo, Yvonne Duffe: blz. 58 (24); Imageselect / Cubo Images, Paroli Galperti: blz. 63 (7.1); Imageselect / Science Source, Biophoto Associates: blz. 41 (14.2); Imageselect, C Huetter: blz. 53 (15); Imageselect, Westend61 / F1online: blz. 151 (9.1); iStockphoto, popovaphoto: blz. 88; Jack van Loon, Vrije Universiteit Amsterdam: blz. 69 (16.1, 16.2); Jan Daanen / Medilan, Maastricht: blz., 12 (6), 20 (2.1), 26, 100, 101, 183, 188 (1, 2), 208, 212, 216 (4), 217, 247, 248, 249 (4); Jeannette Steenmeijer, Zwolle: blz. 11 (4), 17 (14, 15), 33 (5, 6), 43, 54 (16.1-16.3), 67 (11, 12), 73, 74 (2, 3), 109, 111, 112 (2, 3), 121 (1.1), 125 (6), 137 (9), 138, 145, 148 (2), 156 (14, 15), 172, 177, 178, 223 (2); Manon Project Scientific Illustrations, Maastricht: blz., 135 (7, 8), 195 (2), 197, 206 (8), 207, 233, 235 (7, 8); Marijn Olislagers Fotografie, 's-Hertogenbosch: blz. 130 (5), 209 (2.1, 2.2); Medical Visuals / Maartje Kunen, Arnhem: blz., 11 (2), 13, 14 (9, 10), 15, 20 (3), 21 (4), 22 (7.1, 7.2), 23 (8), 24 (10, 11), 44, 51 (8.1, 8.2), 55 (17, 18), 76 (6), 78, 83, 98, 114, 122 (2.1), 123 (3, 4), 126, 127 (9.1), 128 (1.1, 1.2), 129 (2.1, 2.2, 3), 143 (7, 8), 146, 149 (4, 5), 153, 157, 160, 169, 175, 176, 179, 258 (4); Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: blz. 21 (5), 34, 60, 66 (10.2), 75 (4), 81, 82 (5, 6), 84, 85, 166 (2), 232, 253 (2); Nature in Stock / FLPA, Chris & Tilde Stuart: blz. 211 (4.2); Publiek domein: blz. 246; Rijksoverheid, Trimbos-instituut, Utrecht: blz. 137 (10); Ruth Cozien and Steve Johnson: blz. 46 (21); Shutterstock, 4 PM production: blz. 158; Shutterstock, AlessandroZocc: blz. 53 (11); Shutterstock, alexei_tm: blz. 144; Shutterstock, amedeoemaja: blz. 42 (15); Shutterstock, Andrey Eremin: blz. 18 (16.1); Shutterstock, Andrey Korshenkov: blz. ; Shutterstock, Andriy Solovyov: blz. 39 (10.2); Shutterstock, Anest: blz. 47; Shutterstock, APaulus: blz. 39 (7); Shutterstock, ArTDi101: blz. 223 (3.2); Shutterstock, borzywoj: blz. 20 (2.2), 80; Shutterstock, Brian Maudsley: blz. 57 (21); Shutterstock, Burkhard Trautsch: blz. 39 (10.1); Shutterstock, chaoss: blz. 130 (4.2); Shutterstock, Click and Photo: blz. 151 (9.2); Shutterstock, CristiDumi: blz. 64 (9.1); Shutterstock, Croisy: blz. 195 (1); Shutterstock, daniiD: blz. 53 (14); Shutterstock, de2marco: blz. 18 (16.2);

Shutterstock, DimaBerlin: blz. 180-181; Shutterstock, Elena Chevalier: blz. 8; Shutterstock, Elena Schweitzer: blz. 30; Shutterstock, eyeshutterstock: blz. 200; Shutterstock, Habrovich: blz. 151 (9.3); Shutterstock, Hawk777: blz. 45 (19.1); Shutterstock, Hong Vo: blz. 30; Shutterstock, iama_sing: blz. 53 (13.2); Shutterstock, ImagesofIndia: blz. 24 (12); Shutterstock, Ipatov: blz. 223 (3.1); Shutterstock, Irene_A: blz. 10; Shutterstock, Iven O. Schloesser: blz. 53 (13.1); Shutterstock, JakubD: blz. 12 (7); Shutterstock, JAZ STUDIO: blz. 137 (11.3); Shutterstock, Jiang Hongyan: blz. 30; Shutterstock, Just dance: blz. 185; Shutterstock, Karan Bunjean: blz. 149 (6); Shutterstock, Kazakov Maksim: blz. 86; Shutterstock, Kokhanchikov: blz. 63 (7.2); Shutterstock, Korovko Gleb: blz. 211 (4.1); Shutterstock, Krakenimages.com: blz. 166 (3); Shutterstock, Kryuchka Yaroslav: blz. 206 (7); Shutterstock, kzww: blz. 30; Shutterstock, Lev Kropotov: blz. 99 (2); Shutterstock, Lienda Yunita Apponno: blz. 76 (7); Shutterstock, mahirart: blz. 30; Shutterstock, Maks Narodenko: blz. 187; Shutterstock, MarcoFood: blz. 79; Shutterstock, Marcos Mesa Sam Wordley: blz. 119; Shutterstock, Martin Fowler: blz. 58 (22); Shutterstock, Mick Carr: blz. 125 (5); Shutterstock, Mike Rosecope: blz. 41 (14.1); Shutterstock, Nattika: blz. 30; Shutterstock, noicherrybeans: blz. 6-7; Shutterstock, optimarc: blz. 30; Shutterstock, Orest lyzhechka: blz. 35 (9.2); Shutterstock, Pan Xunbin: blz. 221; Shutterstock, Pasotteo: blz. 10; Shutterstock, Paul Maguire: blz. 64 (9.2); Shutterstock, Peter Braakmann: blz. 66 (10.1); Shutterstock, Picture Partners: blz. 57 (19); Shutterstock, RealPeopleStudio: blz. 102-103; Shutterstock, Richard Seeley: blz. 72; Shutterstock, Roza Ibragimova: blz. 64 (9.3); Shutterstock, RVillalon: blz. 213; Shutterstock, sasaperic: blz. 137 (11.2); Shutterstock, sbko: blz. 137 (11.4); Shutterstock, Sergieiev: blz. 215 (3); Shutterstock, sruilk: blz. 140 (4.1, 4.2), 201 (1.1.a, 1.2.a); Shutterstock, Steve Allen: blz. 199; Shutterstock, Steve Midgley: blz. 53 (12); Shutterstock, Steve Photography: blz. 45 (19.2); Shutterstock, Tanto Yensen: blz. 206 (9); Shutterstock, teerayuth oanwong: blz. 140 (3); Shutterstock, Thijs de Graaf: blz. 68; Shutterstock, Tim UR: blz. 64 (8); Shutterstock, Vagengeim: blz. 108; Shutterstock, Vasilius: blz. 50 (5); Shutterstock, Vladimir Gjorgiev: blz. 219; Shutterstock, waldru: blz. 140 (2); Shutterstock, YuliaPodlesnova: blz. 222; Shutterstock, zcebeci: blz. 99 (3); Teun Berserik, Den Haag: blz. 107; USDA, Steven Hurst: blz. 58 (23).

Omslag: Getty Images / EyeEm / Adam Forster

ISBN 978 94 020 7788 9

Release 8.0, eerste oplage

MALMBERG

MIX
Papier van verantwoorde herkomst
FSC® C172387
FSC www.fsc.org

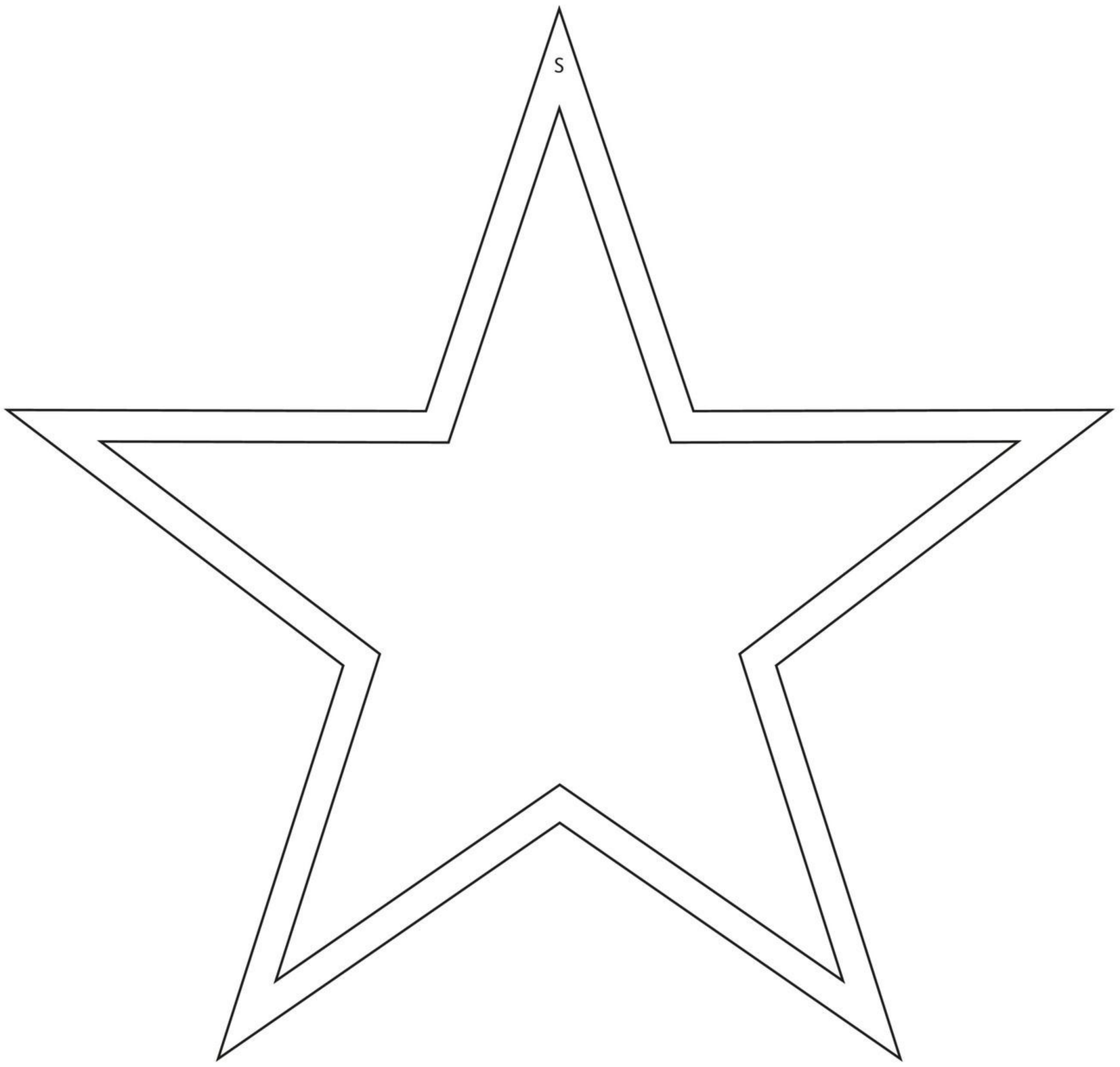
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming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

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.

Knipblad 1

Bij thema 10, practicum 2



MAX

Je mag dit boek houden.
Handig als naslagwerk.

Je mag in dit boek schrijven
en aantekeningen maken.

Je hebt ook toegang tot
de online leeromgeving.

EINDREDACTIE

Lineke Pijnappels

Linie Stam

AUTEURS

Froukje Gerrits

Anneke Kamstra

Michiel Kelder

Lineke Pijnappels

Tom Tahey

Release 8.0

MIX
Papier van
verantwoorde herkomst
FSC® C172387

ISBN 978 94 020 7788 9

601930-01

MALMBERG