bvj

MAX

3 A

VMBO-K

Biologie voor jou

Bewaar dit boek! · Het bevat examenstof. ·

NAAM EN KLAS:

.....

MALMBERG

bvj

3 VMBO-K deel A

Biologie voor jou

Biologie voor vmbo-bovenbouw

Eindredactie
Lineke Pijnappels
Linie Stam

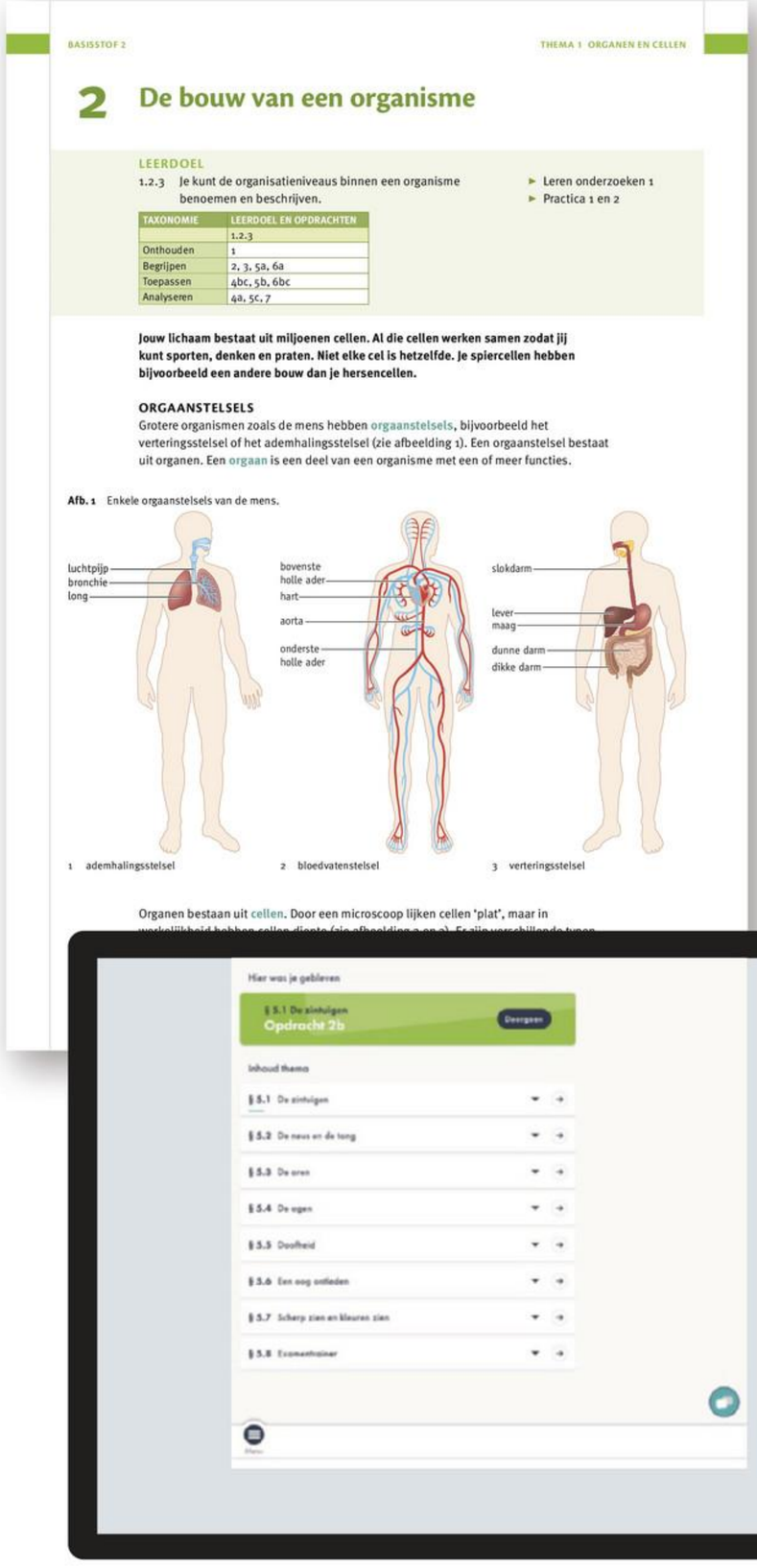
Auteurs
Lizzy Bos-van der Avoort
Nicolien Dijkstra
Froukje Gerrits
Michiel Kelder
Rik Smale
Tom Tahey

MAX Release 8.1

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

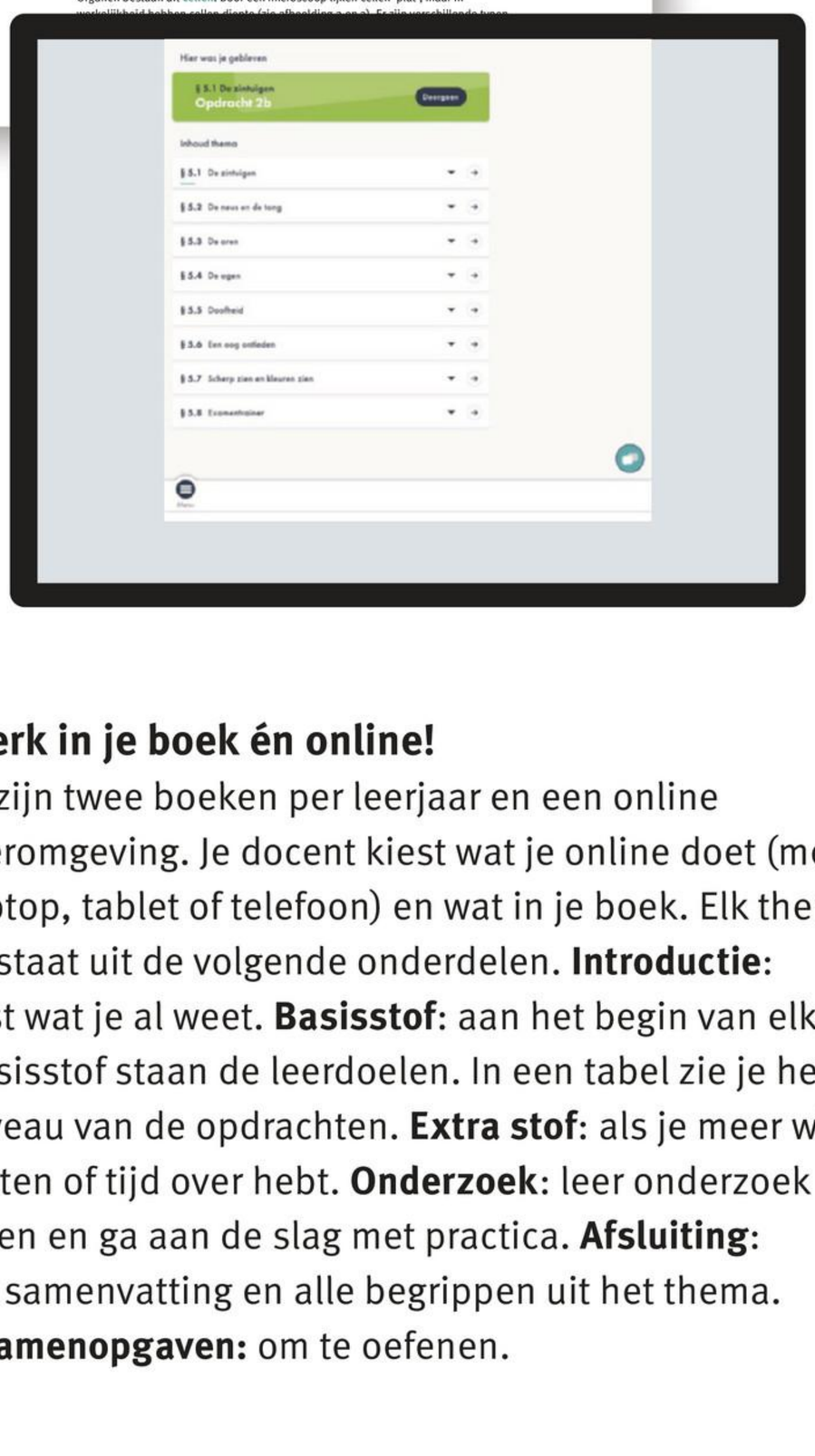
Jouw lichaam bestaat uit miljoenen cellen. Al die cellen werken samen zodat jij kunt sporten, denken en praten. Niet elke cel is hetzelfde. Je spiercellen hebben bijvoorbeeld een andere bouw dan je hersencellen.

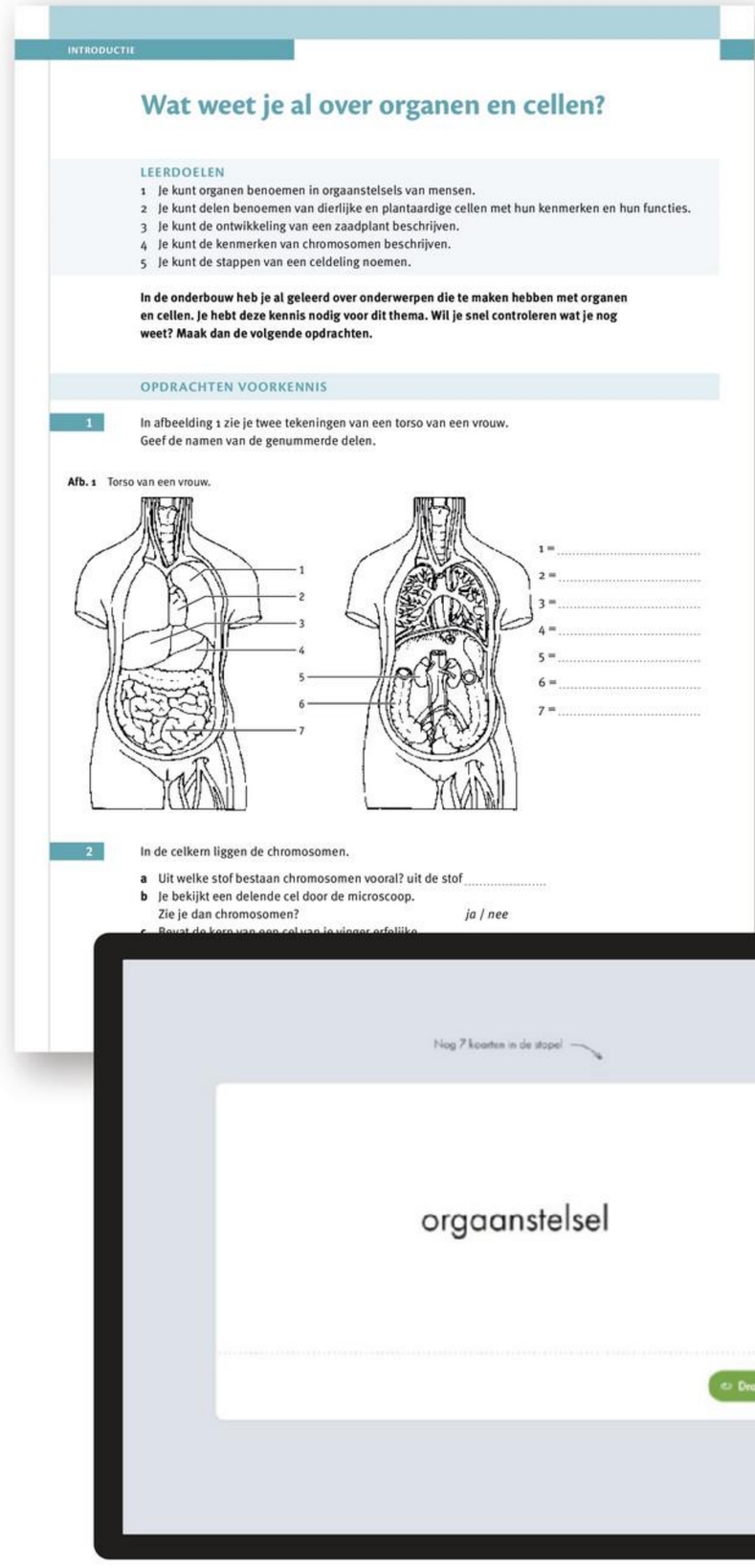
ORGAANSTELSELS
Grotere organismen zoals de mens hebben orgaanstelsels, bijvoorbeeld het verteringsstelsel of het ademhalingsstelsel (zie afbeelding 1). Een orgaanstelsel bestaat uit organen. Een orgaan is een deel van een organisme met een of meer functies.

Afb. 1 Enkele orgaanstelsels van de mens.

1 ademhalingsstelsel 2 bloedvatenstelsel 3 verteringsstelsel

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




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.

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*

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.

SAMENHANG

Samenhang

MOOI ROOD IS NIET LELIJK (MAAR OOK NIET ECHT LEKKER)

Denk je aan tomaten, dan denk je aan mooie rode vruchten. In de winkel kopen mensen vooral tomaten die gelijkmatig rood zijn. Die zien er het lekkerst uit.

GELIJKMATIG ROOD

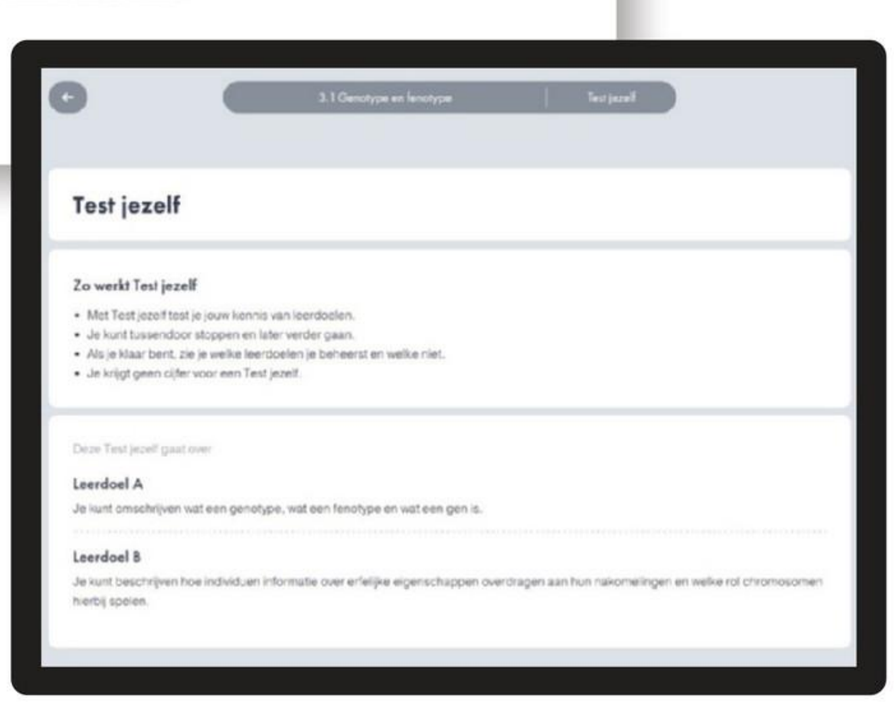
Als een tomaat groene vlekjes heeft, denkt een klant dat een tomaat nog niet rijp is. Zulke tomaten verkopen niet goed.
Telers willen dat hun tomaten tijdens het rijpen gelijkmatig rood worden. Deze tomaten zijn het gemakkelijkst te oogsten. De tomaten hangen namelijk in een tros, en de teler kijkt bij het oogsten boven op de tomaat. Als de bovenkant net zo rood is als de onderkant, ziet de teler meteen welke tomaten rijp zijn en welke tomaten nog even aan de tros moeten blijven hangen om verder te rijpen.

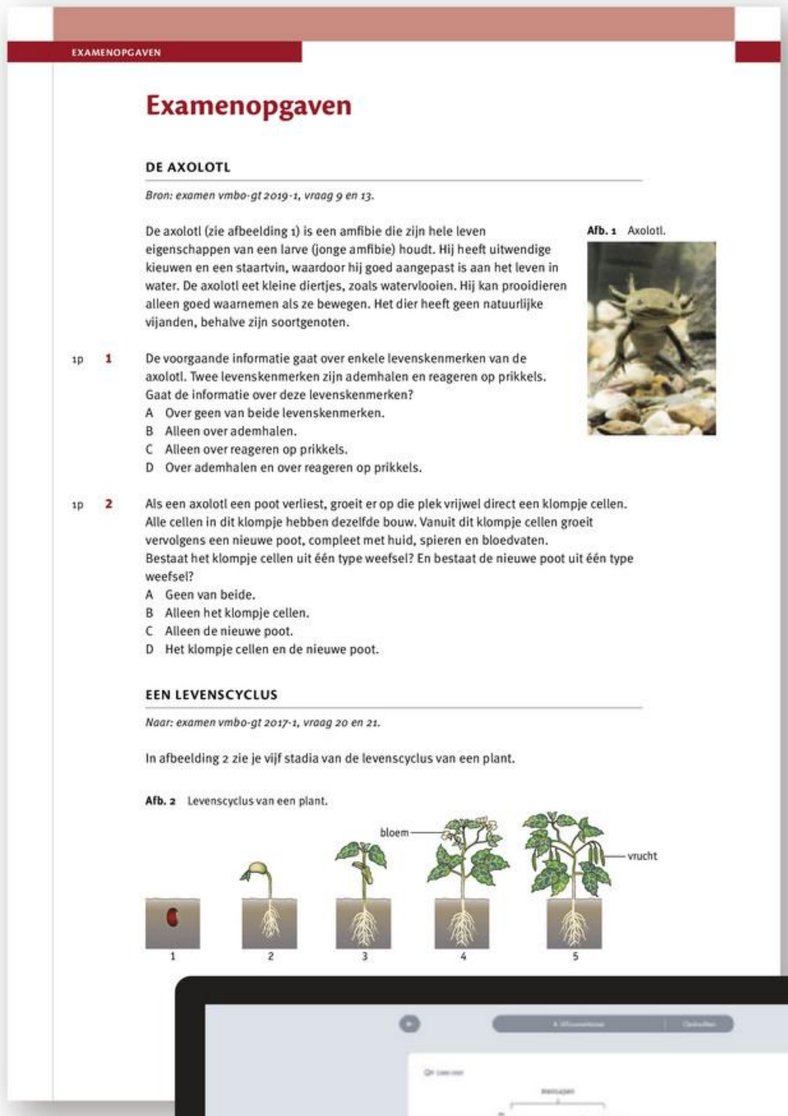
In het wild worden tomaten niet gelijkmatig rood. De onderkant verkleurt het eerst. Aan de bovenkant, bij het steeltje, blijft de tomaat lang groen (zie afbeelding 1). Daarom zijn Nederlandse telers al eeuwen bezig om tomaten te kweken die wel mooi gelijkmatig rood worden. Dat doen ze door verschillende planten met elkaar te kruisen. Met de nakomelingen die gunstige eigenschappen hebben, kweken ze verder. Daar gaan ze net zolang mee door tot ze een plant hebben waaraan perfecte tomaten groeien.

WATERBOMMEN

De rode kleur van tomaten ontstaat doordat bladgroenkorrels in de tomaat worden omgezet in kleurstofkorrels. Doordat de bladgroenkorrels in gelijkmatig verkleurende tomaten 'te vroeg' veranderen in kleurstofkorrels, worden deze tomaten veel minder zoet. Gelijkmatig rode tomaten zien er dus misschien wel mooi uit, maar eigenlijk zijn het smaakloze rode waterbommen.

Afb. 1 Een tros tomaten die niet gelijkmatig verkleuren.




EXAMENOPGAVEN

Examenopgaven

DE AXOLOTL

Bron: examen vmbo-gt 2019-1, vraag 9 en 13.

De axolotl (zie afbeelding 1) is een amfibie die zijn hele leven eigenschappen van een larve (jonge amfibie) houdt. Hij heeft uitwendige kieuwen en een staartvin, waardoor hij goed aangepast is aan het leven in water. De axolotl eet kleine diertjes, zoals watervlooien. Hij kan prooidieren alleen goed waarnemen als ze bewegen. Het dier heeft geen natuurlijke vijanden, behalve zijn soortgenoten.

Afb. 1 Axolotl.

1p **1** De voorgaande informatie gaat over enkele levenskenmerken van de axolotl. Twee levenskenmerken zijn ademhalen en reageren op prikkels. Gaat de informatie over deze levenskenmerken?
A Over geen van beide levenskenmerken.
B Alleen over ademhalen.
C Alleen over reageren op prikkels.
D Over ademhalen en over reageren op prikkels.

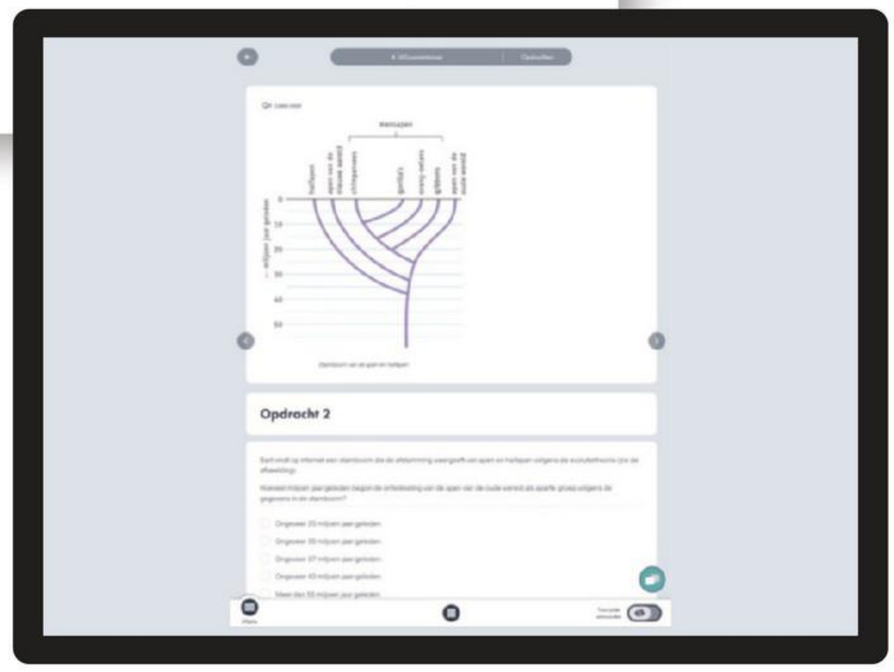
1p **2** Als een axolotl een poot verliest, groeit er op die plek vrijwel direct een klompje cellen. Alle cellen in dit klompje hebben dezelfde bouw. Vanuit dit klompje cellen groeit vervolgens een nieuwe poot, compleet met huid, spieren en bloedvaten.
Bestaat het klompje cellen uit één type weefsel? En bestaat de nieuwe poot uit één type weefsel?
A Geen van beide.
B Alleen het klompje cellen.
C Alleen de nieuwe poot.
D Het klompje cellen en de nieuwe poot.

EEN LEVENSCYCLUS

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

In afbeelding 2 zie je vijf stadia van de levenscyclus van een plant.

Afb. 2 Levenscyclus van een plant.



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 3A

Thema 1
Organanen en cellen

INTRODUCTIE

Opdrachten voorkennis 8
Voorkennistoets
Filmpjes voorkennis

BASISSTOF

1 Organismen 10
2 De bouw van een organisme 15
3 Cellen van dieren en planten 21
4 Chromosomen 26
5 Gewone celdeling (mitose) 31
6 Reductiedeling (meiose) 36
Samenhang: *Duizenden hamburgers uit één cel* 41

EXTRA STOF

7 Je lichaam in getallen
8 Virussen

ONDERZOEK

Leren onderzoeken 44
Practica 56

AFSLUITING

Samenvatting 63
Flitskaarten
Diagnostische toets

EXAMENOPGAVEN 70
Extra examenopgaven

Thema 2
Voortplanting en seksualiteit

INTRODUCTIE

Opdrachten voorkennis 76
Voorkennistoets
Filmpjes voorkennis

BASISSTOF

1 Geslachtsorganen 78
2 Veranderingen in de puberteit 86
3 Vruchtbaar worden 93
4 Zwanger worden 102
5 Geboorte 114
6 Seksualiteit 119
7 Veilige seks 126
8 Erfelijkheidsonderzoek 140
Samenhang: *Met melk meer mans* 148

EXTRA STOF

9 Voortplanting bij dieren
10 Meer voorbehoedsmiddelen en noodmaatregelen

ONDERZOEK

Leren onderzoeken 151
Practica 153

AFSLUITING

Samenvatting 156
Flitskaarten
Diagnostische toets

EXAMENOPGAVEN 168
Extra examenopgaven

Thema 3
Erfelijkheid en evolutie SE

INTRODUCTIE

Opdrachten voorkennis 174
Voorkennistoets
Filmpjes voorkennis

BASISSTOF

1 Genotype en fenotype 176
2 Genen 181
3 Kruisingen 187
4 Stambomen 194
5 Variatie in genotypen 198
6 Evolutie 204
7 DNA-technieken 211
Samenhang: *Een vreemde vogel* 215

EXTRA STOF

8 Kleur bij katten
9 CSI

ONDERZOEK

Leren onderzoeken 218
Practica 220

AFSLUITING

Samenvatting 221
Flitskaarten
Diagnostische toets

EXAMENOPGAVEN 227
Extra examenopgaven

Inhoud

DEEL 3B

Thema 4
Ordening

INTRODUCTIE
Opdrachten voorkennis 232
Voorkennistoets
Filmpjes voorkennis

BASISSTOF
1 Organismen ordenen 234
2 Bacteriën en schimmels 242
3 Planten en dieren 252
4 Geleedpotigen en gewervelden 262
5 Organismen determineren 272
Samenhang:
Een vis op het droge 278

EXTRA STOF
6 Bedektzadigen en naaktzadigen
7 Bijzondere dieren

ONDERZOEK
Practica 280

AFSLUITING
Samenvatting 290
Flitskaarten
Diagnostische toets

EXAMENOPGAVEN 296
Extra examenopgaven

Register 300
Colofon 302

Thema 5
Stevigheid en beweging SE

BASISSTOF
1 Het skelet van de mens
2 Kraakbeenweefsel en beenweefsel
3 Beenverbindingen
4 Spieren
5 Houding en beweging
6 Blessures
Samenhang

EXTRA STOF
7 Hoge hakken
8 De schedel

Thema 6
Ecologie

BASISSTOF
1 Eten en gegeten worden
2 Piramiden
3 Koolstofkringloop en stikstofkringloop
4 Biologisch evenwicht
5 Aanpassingen bij dieren
6 Aanpassingen bij planten
Samenhang

EXTRA STOF
7 Ecosystemen in Nederland
8 Exoten

Thema 7
Duurzaam leven SE

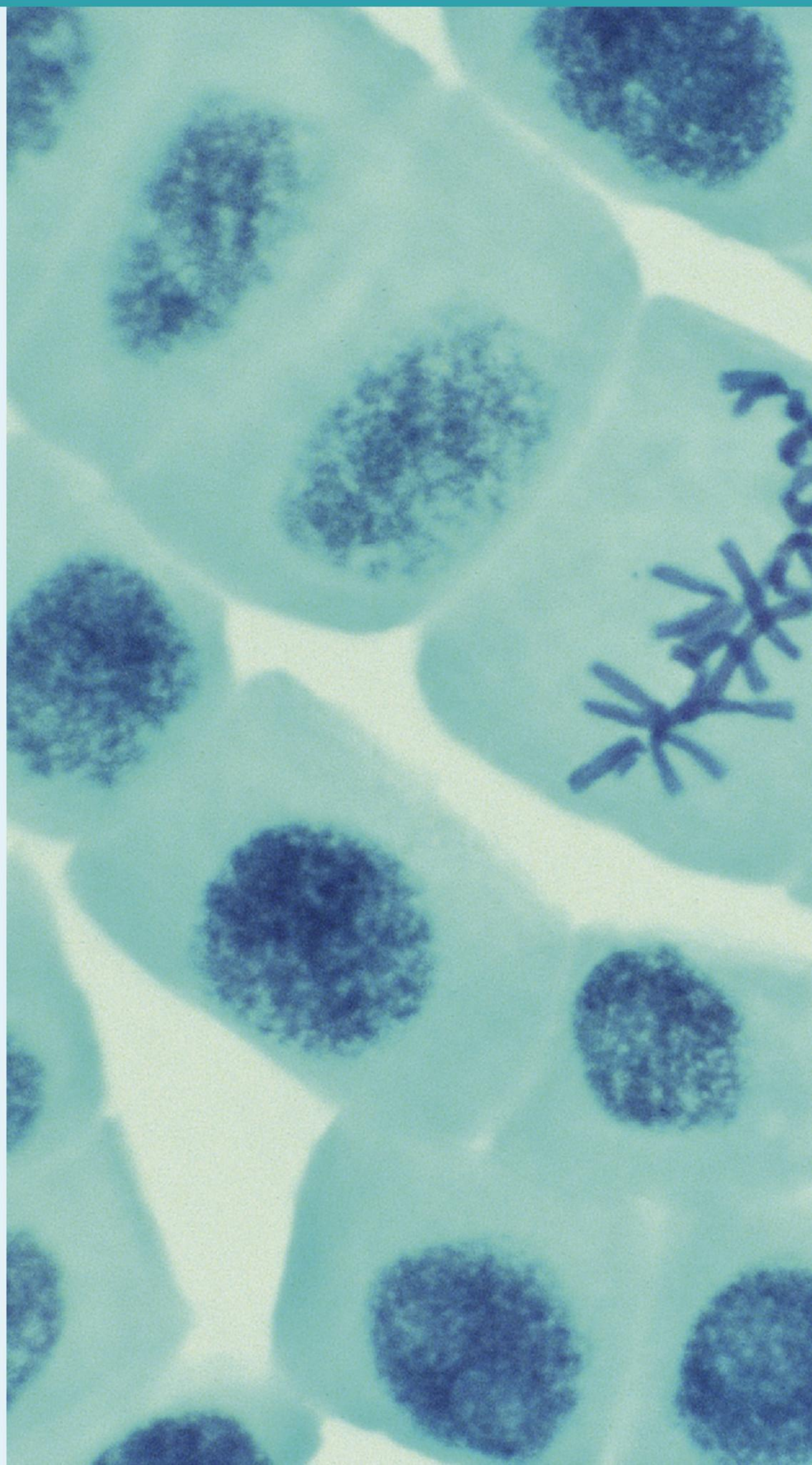
BASISSTOF
1 De mens en het milieu
2 Voedselproductie
3 Duurzame landbouw
4 Energie
5 Klimaatverandering
6 Bodem en afval
Samenhang

EXTRA STOF
7 Stikstofvervuiling
8 Landbouwgewassen en genetische modificatie

EXAMENTRAINER

1 Organen en cellen

Elk organisme bestaat uit een of meer cellen. In je lichaam worden door celdeling steeds nieuwe cellen gevormd. Cellen kunnen er heel verschillend uitzien.



INTRODUCTIE

Opdrachten voorkennis 8
Voorkennistoets
Filmpjes voorkennis

BASISSTOF

1 Organismen 10
2 De bouw van een organisme 15
3 Cellen van dieren en planten 21
4 Chromosomen 26
5 Gewone celdeling (mitose) 31
6 Reductiedeling (meiose) 36
Samenhang 41
Duizenden hamburgers uit één cel

EXTRA STOF

7 Je lichaam in getallen
8 Virussen

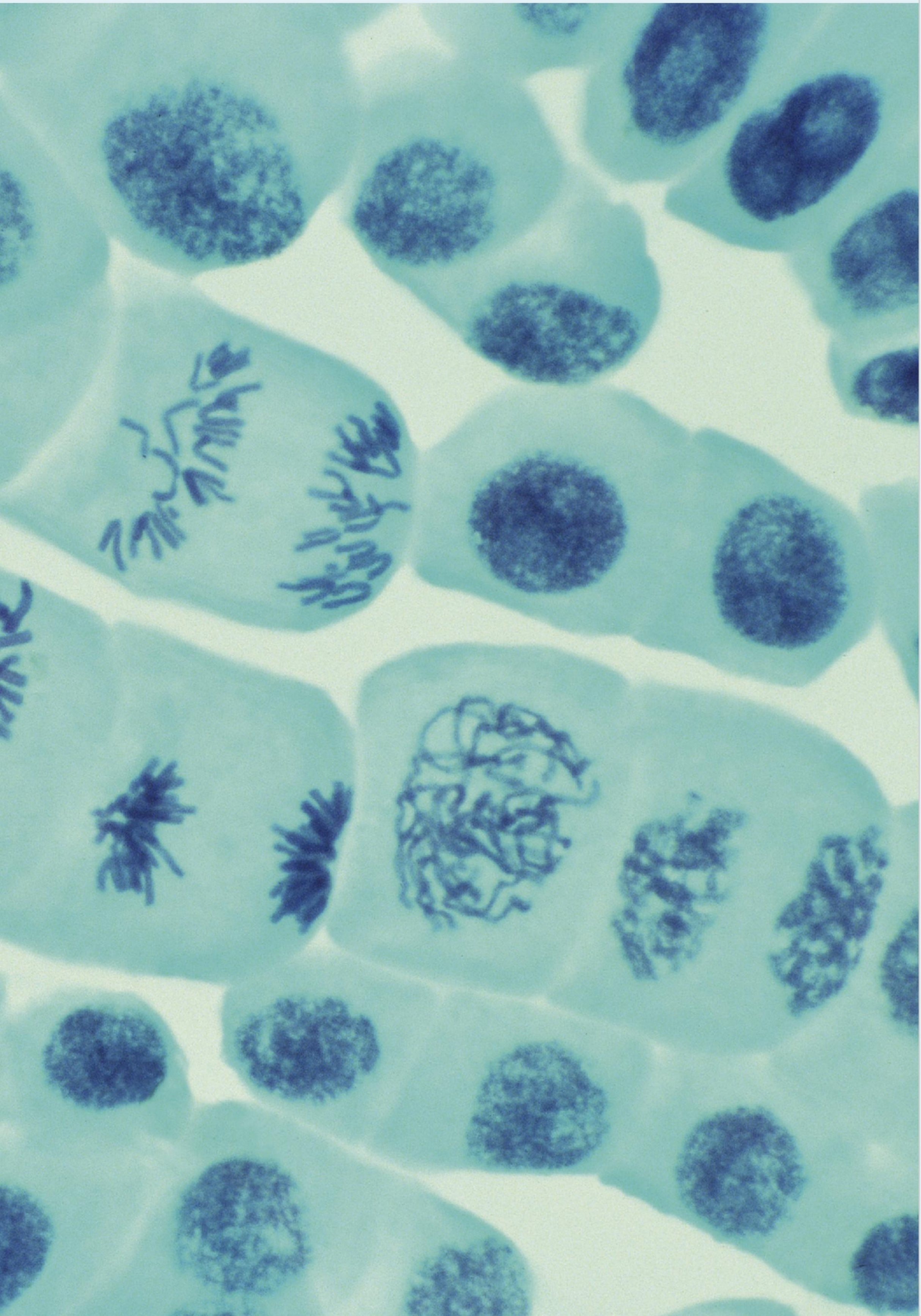
ONDERZOEK

Leren onderzoeken 44
Practica 56

AFSLUITING

Samenvatting 63
Flitskaarten
Diagnostische toets

EXAMENOPGAVEN 70



Wat weet je al over organen en cellen?

LEERDOELEN

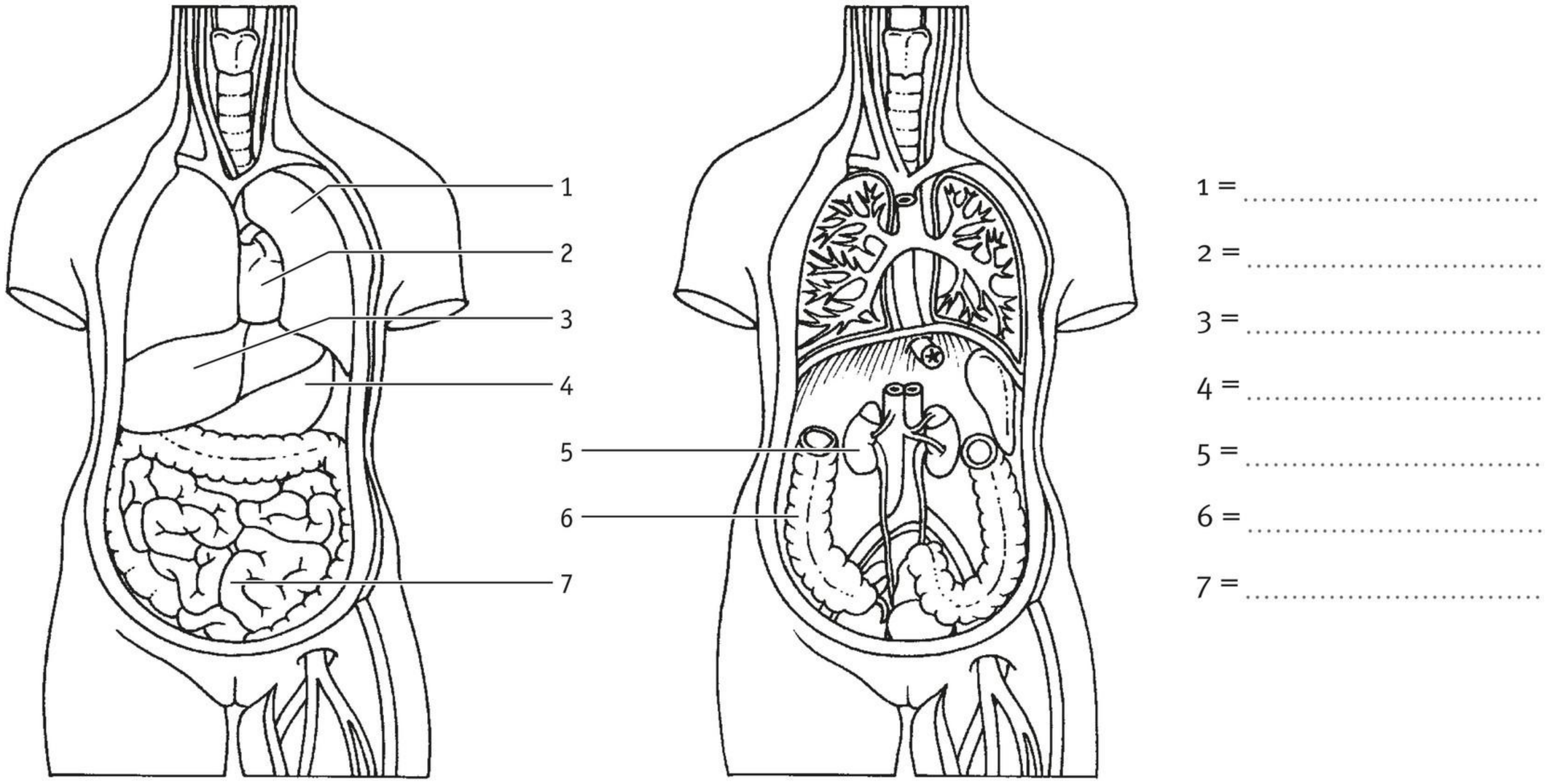
1 Je kunt organen benoemen in orgaanstelsels van mensen.
2 Je kunt delen benoemen van dierlijke en plantaardige cellen met hun kenmerken en hun functies.
3 Je kunt de ontwikkeling van een zaadplant beschrijven.
4 Je kunt de kenmerken van chromosomen beschrijven.
5 Je kunt de stappen van een celdeling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

Afb. 1 Twee torso's.



2 In de celkern liggen de chromosomen.

a Waaruit bestaan chromosomen vooral? uit .....
b Je bekijkt een delende cel door de microscoop.
Zie je dan chromosomen? *ja / nee*
c Is in de kern van een cel van je vinger erfelijke informatie opgeslagen over de vorm van je neus? *ja / nee*

3 Afbeelding 2 is een schematische weergave van een celdeling bij de mens. Elk rondje stelt een cel voor. Een paar cellen zijn nog niet getekend.

a Hoeveel chromosomen bevat de celkern van een menselijke cel? ..... chromosomen

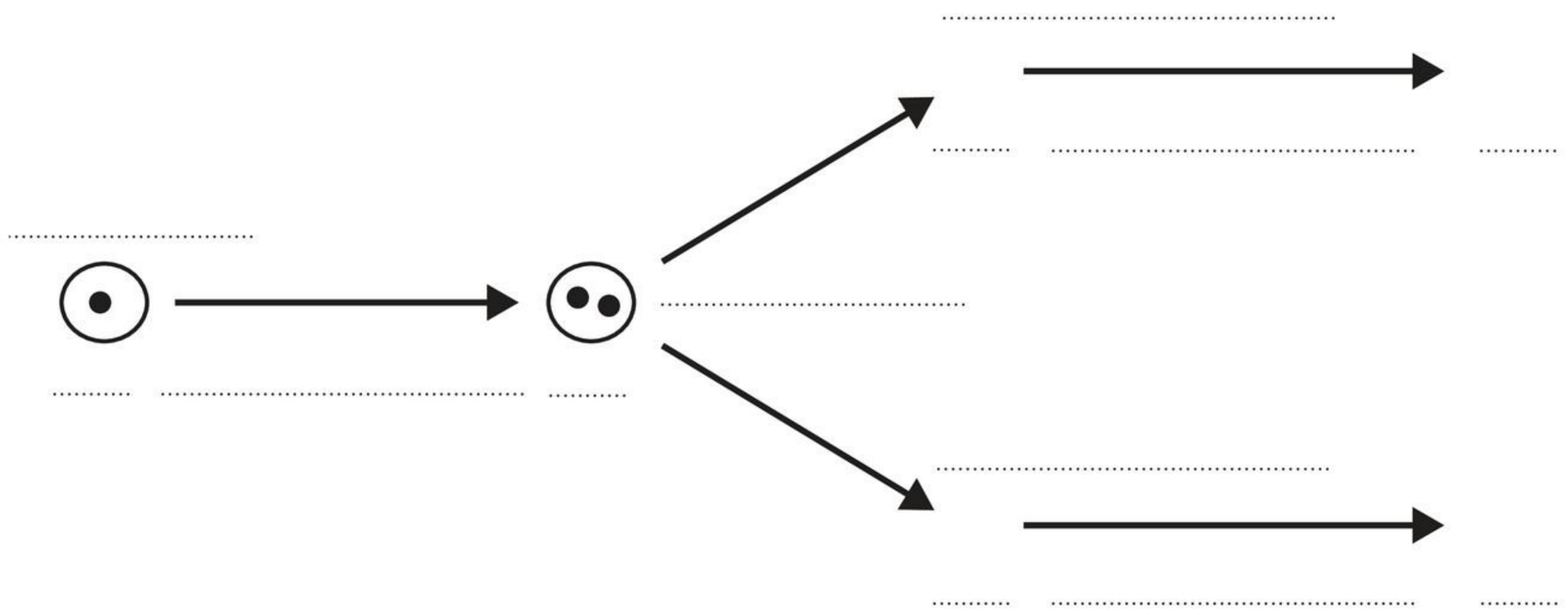
b Teken de ontbrekende cellen achter de pijlen. Let op: de grootte van de cellen is verschillend.

c Zet bij elke cel de naam. Gebruik daarbij: *dochtercel – moedercel*.

d Zet bij de pijlen wat er in deze stap gebeurt.
Gebruik daarbij: *celdeling – kerndeling – plasmagroei*.

e Zet bij elke cel het aantal chromosomen.

Afb. 2 Celdeling bij de mens.



4 In afbeelding 3 zie je de schematische tekeningen van een plantaardige cel en van een dierlijke cel.
Geef de namen van de genummerde delen.

Plantaardige cel

1 = ...

2 = ...

3 = ...

4 = ...

5 = ...

6 = ...

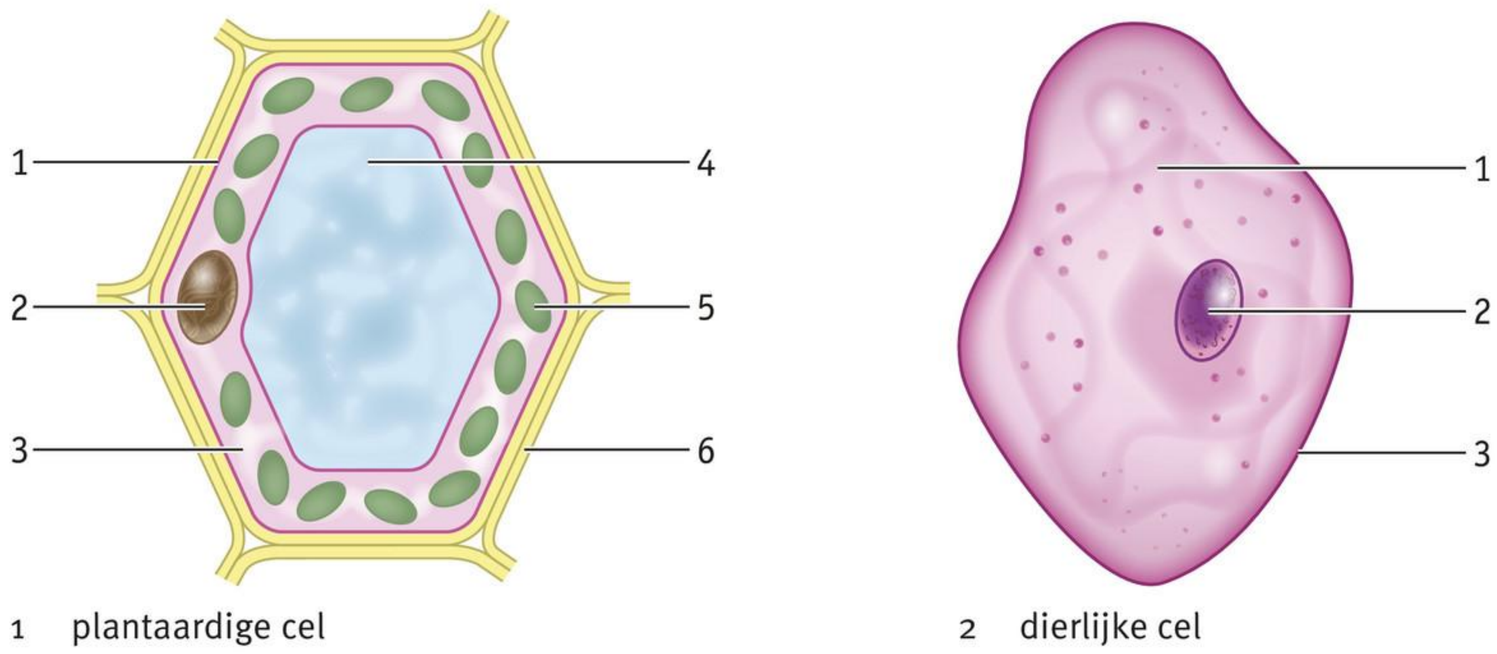
Dierlijke cel

1 = ...

2 = ...

3 = ...

Afb. 3 Twee cellen.



1 plantaardige cel

2 dierlijke cel

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

1 Organismen

LEERDOELEN

1.1.1 Je kunt negen levenskenmerken van organismen noemen.
1.1.2 Je kunt de levensfasen van de mens noemen met de gemiddelde leeftijden en voorbeelden van ontwikkeling geven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	1.1.1	1.1.2
Onthouden	1abd	2
Begrijpen	1c, 3, 7a	3
Toepassen	4	5a, 6
Analyseren	7b	5b, 8

De biologie bestudeert al het leven op aarde: van bacteriën tot bomen en van vogels tot walvissen. Al deze levende wezens hebben levenskenmerken.

LEVENSKENMERKEN

Levende wezens zijn **organismen**. Organismen hebben **levenskenmerken**.
De negen levenskenmerken zijn:

- **groei**, waarbij ook **ontwikkeling** kan plaatsvinden
  Door groei wordt een organisme groter en zwaarder. Bij ontwikkeling verandert de bouw van een organisme.
- **reageren op prikkels**, bijvoorbeeld door **beweging**
  Organismen kunnen prikkels waarnemen, zoals licht en geur. Ze kunnen ook reageren op die prikkels. Bijvoorbeeld door in beweging te komen als ze voedsel ruiken.
- **stofwisseling**, hierbij horen **voeding**, **ademhaling** en **uitscheiding** van afvalstoffen
  Bij stofwisseling worden in je lichaam stoffen omgezet in andere stoffen.
- **voortplanting**
  Door voortplanting krijgen organismen nakomelingen.

Bij stofwisseling horen voeding, ademhaling en uitscheiding:

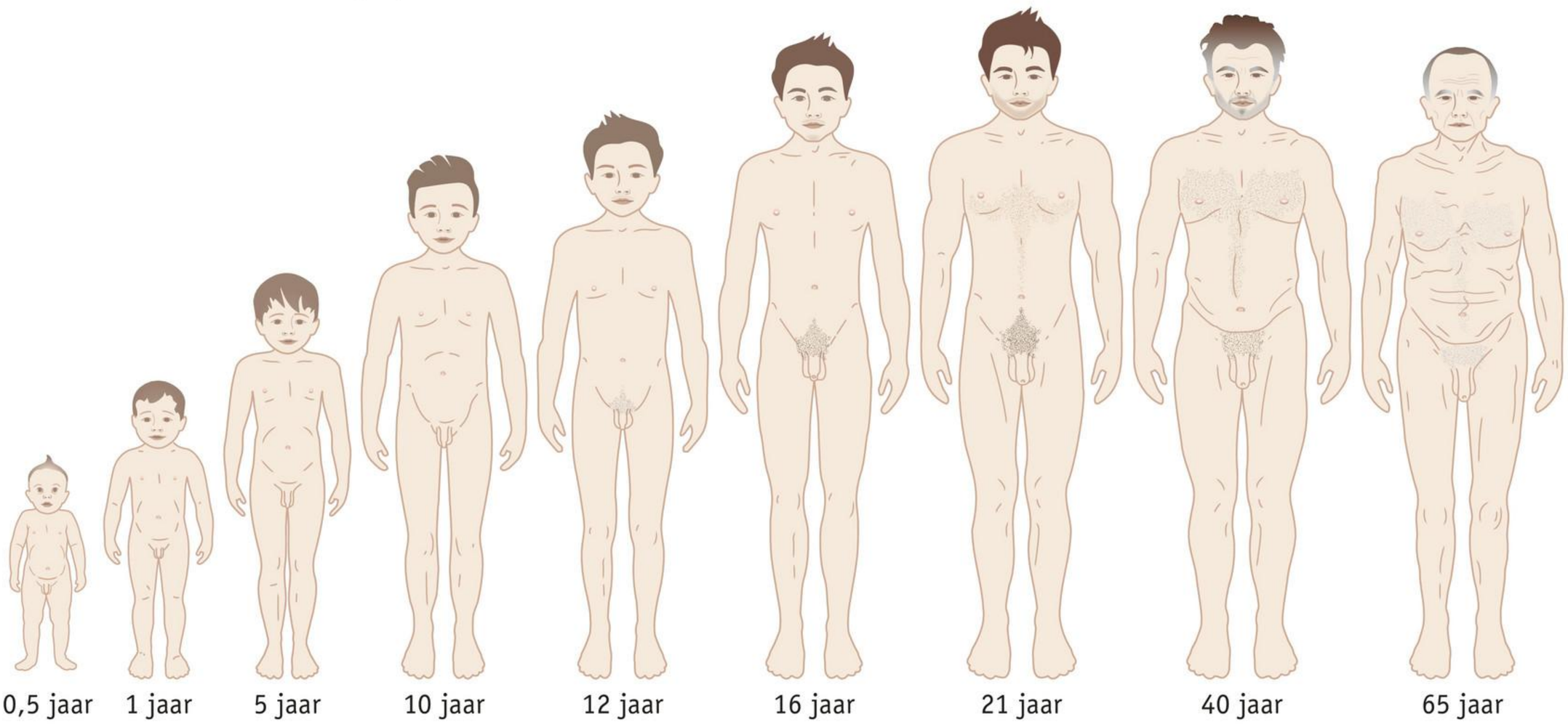
- Organismen voeden zich. De voedingsstoffen in voeding zijn nodig om in leven te blijven.
- Voor verbranding is zuurstof nodig. Zuurstof wordt opgenomen door ademhaling.
- Bij stofwisseling ontstaan afvalstoffen. Deze afvalstoffen moeten het lichaam uit. Dit heet uitscheiding. De longen scheiden koolstofdioxide uit. De nieren scheiden allerlei andere afvalstoffen uit, die samen de urine vormen.

GROEI EN ONTWIKKELING

Mensen worden geboren, groeien, worden volwassen, krijgen kinderen (of niet) en sterven. Al deze fasen samen noem je de levensloop. Tijdens je levensloop vindt groei en ontwikkeling plaats.

- Bij **lichamelijke groei en ontwikkeling** wordt je lichaam groter. Ook veranderen de verhoudingen tussen de verschillende lichaamsdelen (zie afbeelding 1). Zo is je hoofd in het begin groot in verhouding tot de rest van je lichaam.
- Bij **geestelijke groei en ontwikkeling** verandert je gevoel, je kennis of je mening. Je mening over muziek en je kledingsmaak kunnen bijvoorbeeld veranderen. Ook blijf je nieuwe dingen leren.

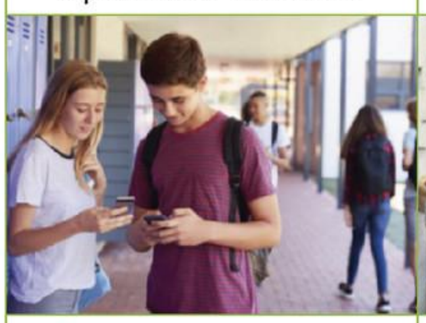
Afb. 1 Groei en ontwikkeling bij een man.



LEVENSFASEN

De ontwikkeling van baby tot en met volwassene kun je indelen in levensfasen. Een **levensfase** is een periode met bepaalde kenmerken (zie afbeelding 2). De levensfasen duren niet bij iedereen even lang. Sommige baby's kunnen bijvoorbeeld al lopen voor hun eerste verjaardag. Maar er zijn ook peuters die pas na hun tweede verjaardag kunnen lopen.

Afb. 2 Levensfasen van de mens.

baby • tot 1½ jaar • groeispurt, leert zitten, leert reageren op andere mensen	**peuter** • 1½ tot 4 jaar • praten, lopen, torentje bouwen	**kleuter** • 4 tot 6 jaar • fietsen, beeldscherm gebruiken, samen spelen	**schoolkind** • 6 tot 12 jaar • lezen, schrijven, rekenen
			
puber • 12 tot 16 jaar • groeispurt, borsten, baardgroei, pubishaar, nieuwe gevoelens	**adolescent** • 16 tot 21 jaar • zelfstandig worden	**volwassene** • 21 tot 65 jaar • werken, kinderen krijgen	**oudere** (bejaarde) • 65 jaar en ouder • lichamelijke problemen • soms geestelijke problemen

KENNIS

1 **a** Wat zijn de negen levenskenmerken?

1 ..... 6 .....

2 ..... 7 .....

3 ..... 8 .....

4 ..... 9 .....

5 .....

b Een organisme wordt groter en zwaarder door *groei* / *ontwikkeling*.
De bouw van een organisme verandert door *groei* / *ontwikkeling*.

c Organismen krijgen nakomelingen. Hierbij hoort het levenskenmerk .....

d Welke levenskenmerken zorgen samen voor de stofwisseling in je lichaam?

- ☐ A ademhaling
- ☐ B beweging
- ☐ C ontwikkeling
- ☐ D reageren op prikkels
- ☐ E uitscheiding
- ☐ F voeding

2 Welke levensfase hoort bij het kenmerk?

1 Groeispurt en nieuwe gevoelens. .....

2 Krijgt lichamelijke en soms ook geestelijke problemen. .....

3 Krijgt (meestal) kinderen. .....

4 Leert fietsen en samen spelen. .....

5 Leert lezen, schrijven en rekenen. .....

6 Leert praten en lopen. .....

7 Leert zitten en reageren op andere mensen. .....

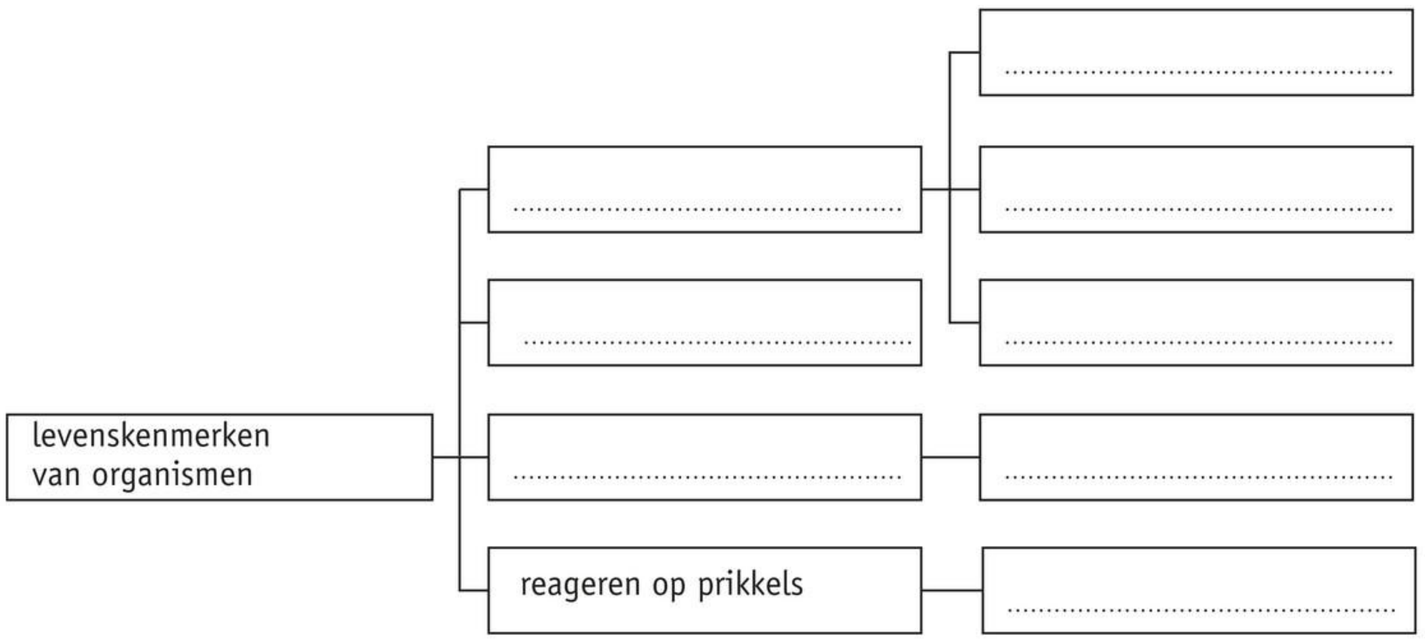
8 Leert zelfstandig te worden. .....

3 **Samenvatting**

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Vul in het schema van afbeelding 3 de ontbrekende levenskenmerken in.

Afb. 3 Levenskenmerken van organismen.



- Groei = ...

  .....

  Ontwikkeling = ...

  .....

- Vul de tabel verder in.

Levensfase	Leeftijd	Kenmerken
baby	0–1½ jaar	groeispurt, leert zitten, leert reageren op andere mensen

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4 Lees de tekst 'Klas 3 heeft pauze'.
Achter vijf zinnen staat een cijfer. Zet bij elk cijfer de naam van de leerling en geef aan over welk levenskenmerk de zin gaat. Gebruik daarbij: *beweging – ontwikkeling – uitscheiding – voeding – voortplanting*.

Afb. 4

Klas 3 heeft pauze

Aan het eind van de pauze klinkt de bel. Klas 3 maakt zich op om naar de les te gaan. Iedereen is druk bezig. Koen heeft al honger en denkt: 'Gauw nog even een boterham pakken.' **(1)** Marit gaat nog snel even naar de wc om te plassen. **(2)** Amir houdt niet van stilzitten en denkt: 'Gelukkig hebben we het zesde uur gymnastiek.' **(3)** Luna is met iets heel anders bezig. Ze slikt sinds een paar weken de pil, maar gisteren is ze de pil vergeten. Ze denkt: 'Vanavond mag ik de pil niet vergeten!' **(4)** Sam kijkt ook wat zorgelijk. Zijn nieuwe sneakers zijn nog niet zo oud, maar hij heeft eigenlijk alweer een grotere maat nodig. Semir heeft zich vanochtend voor het eerst geschoren en voelt wat onwennig aan zijn kin. 'Het voelt nog een beetje gek, dat scheren.' **(5)** En dan komt hun docent aangelopen.

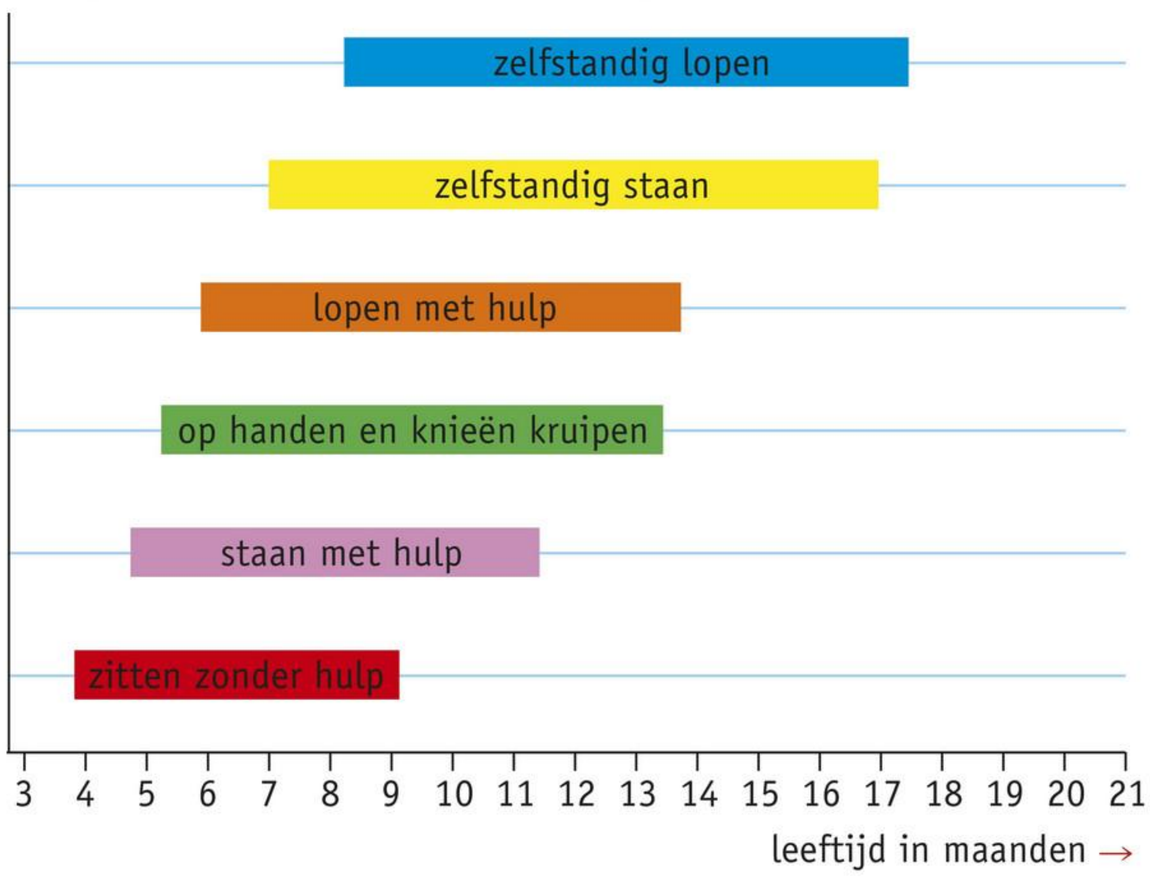
5

a Tijdens welke levensfase vindt veel lichamelijke ontwikkeling plaats? Leg je antwoord uit.
b Tijdens welke levensfasen vindt geestelijke ontwikkeling plaats? Leg je antwoord uit.

6

a In afbeelding 5 zie je voorbeelden van ontwikkeling bij baby's. Niet iedere baby ontwikkelt zich even snel.
Kunnen alle baby's van 15 maanden zelfstandig staan?
b Kunnen alle baby's van 16 maanden lopen met hulp?

Afb. 5 Voorbeelden van ontwikkeling bij baby's.



7

a Aïsha ziet een eend en wijst ernaar.
Over welk levenskenmerk gaat deze zin?
b Planten geven zuurstof af aan de lucht.
Over welk levenskenmerk gaat deze zin?

+ 8

Bij olifanten verlaten de mannetjes op een bepaalde leeftijd de kudde. Ze worden dan door hun moeder uit de kudde verjaagd. Zijn moeder, tantes, zussen en nichten blijven in de kudde.
Stel dat bij de olifant dezelfde levensfasen voorkomen als bij de mens.
In welke twee levensfasen kan het mannetje dat wordt weggejaagd dan zijn? Leg je antwoord uit.

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

2 De bouw van een organisme

LEERDOEL

1.2.1 Je kunt de organisatieniveaus binnen een organisme benoemen en beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	1.2.1
Onthouden	1, 5a
Begrijpen	2, 3, 6a
Toepassen	4bcd, 5b, 6bc, 7a
Analyseren	4a, 7b

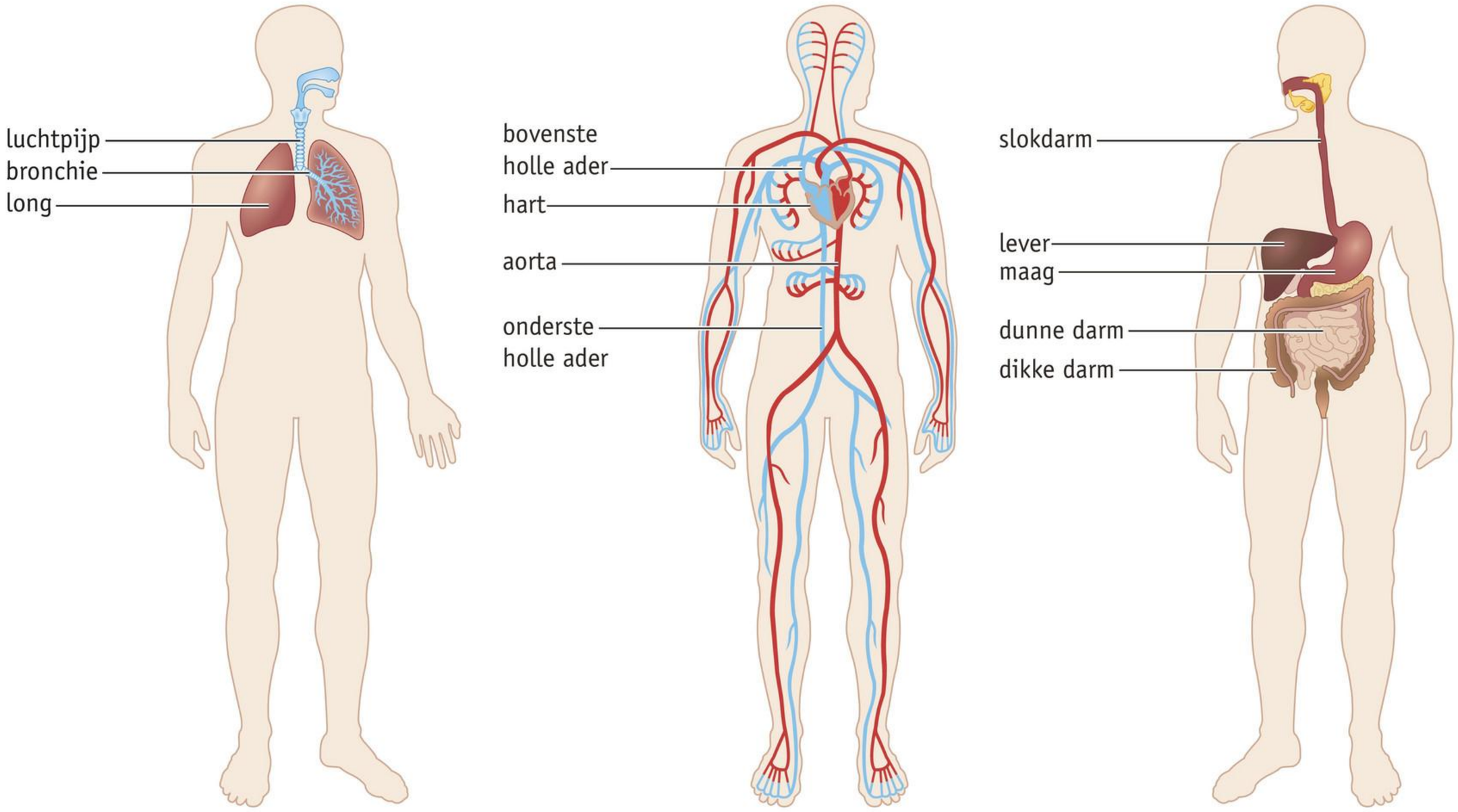
- Leren onderzoeken 1
- Practica 1 en 2

Je lichaam bestaat uit miljoenen cellen. Al die cellen werken samen. Daardoor kun je sporten, denken en praten. Niet elke cel ziet er hetzelfde uit.

ORGAANSTELSELS

Grotere organismen hebben **orgaanstelsels**. Het verteringsstelsel en het ademhalingsstelsel zijn voorbeelden van orgaanstelsels (zie afbeelding 1). Een orgaanstelsel bestaat uit organen. Een **orgaan** is een deel van een organisme met een of meer functies.

Afb. 1 Drie orgaanstelsels van de mens.



1 ademhalingsstelsel

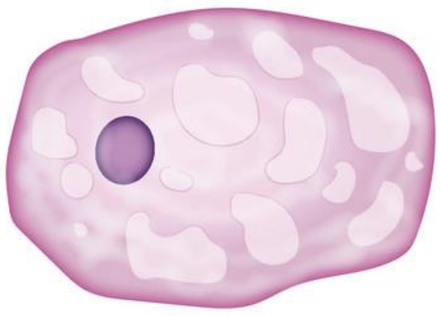
2 bloedvatenstelsel

3 verteringsstelsel

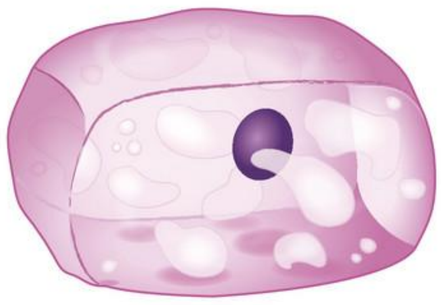
CELLEN

Organen bestaan uit **cellen**. Als je ze bekijkt met een microscoop lijken cellen 'plat', maar dat zijn ze niet. In werkelijkheid hebben cellen diepte (zie afbeelding 2 en 3). Cellen hebben verschillende vormen. Er zijn bijvoorbeeld lange dunne cellen en cellen met uitsteeksels eraan. De vorm van een cel hangt samen met zijn functie.

Afb. 2 Een cel getekend zoals je hem door een microscoop ziet.



Afb. 3 Een cel driedimensionaal getekend.



WEEFSELS

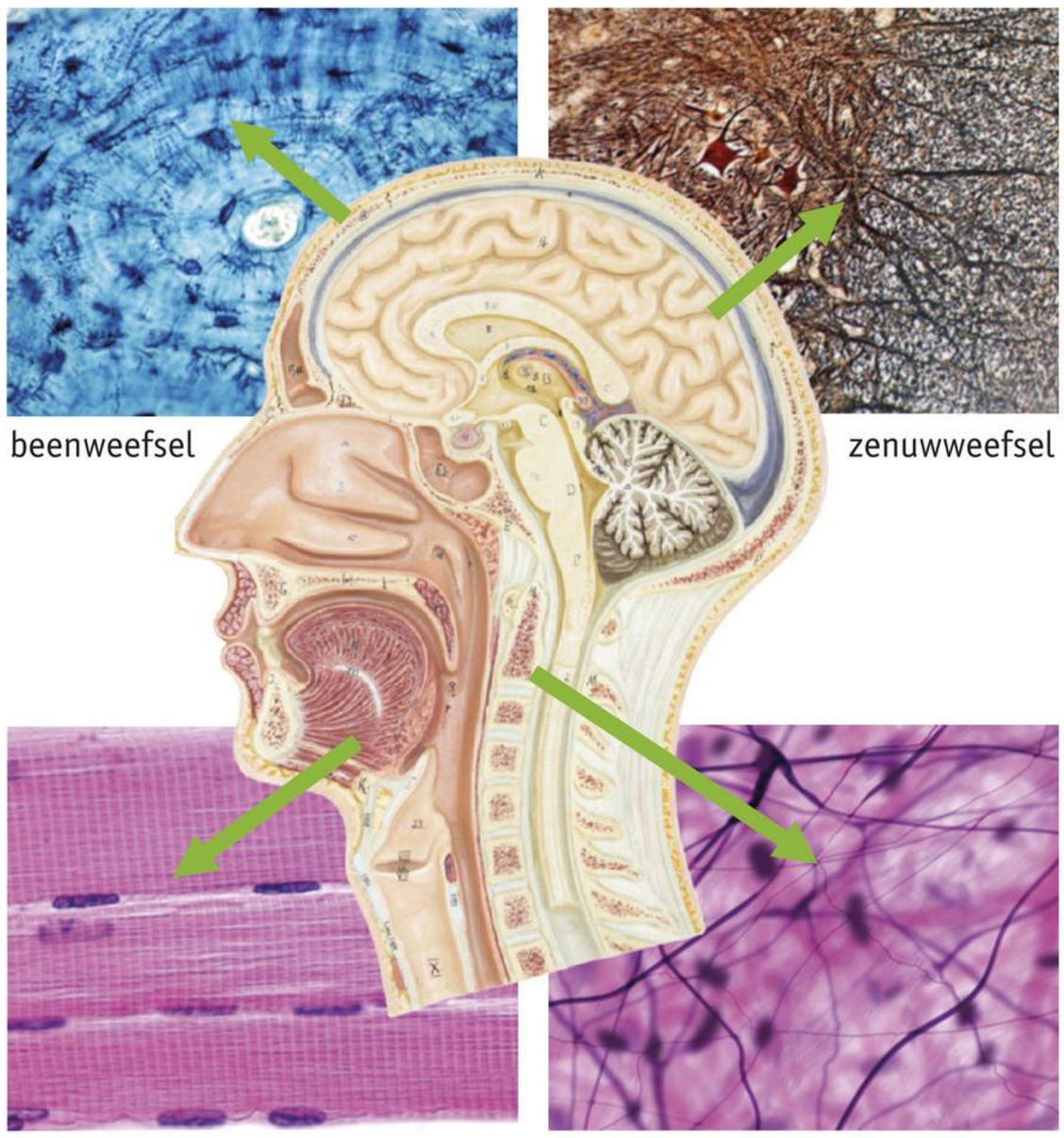
Een groep cellen met dezelfde vorm en functie noem je een **weefsel**. In afbeelding 4 zie je voorbeelden van weefsels. De cellen in spierweefsel hebben een andere vorm dan de cellen in bindweefsel. Een orgaan bestaat vaak uit meerdere weefsels.

In veel weefsels zit **tussencelstof** tussen de cellen. De tussencelstof kan een vloeistof zijn of een harde stof. Dat hangt af van de functie van het weefsel. Bijvoorbeeld:

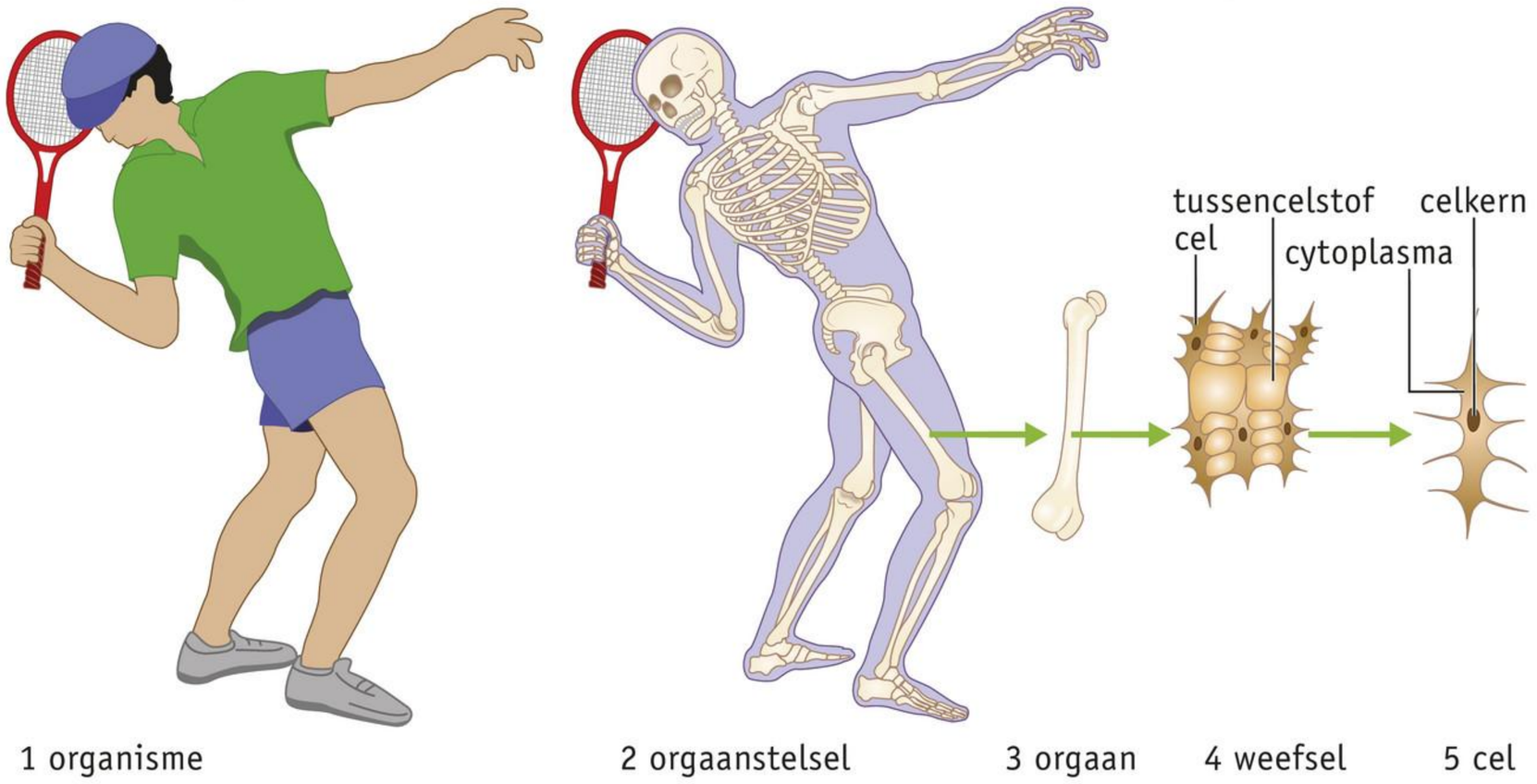
- In de hersenen zit hersenvloeistof tussen de zenuwcellen.
- In beenweefsel zit een harde stof tussen de botcellen.

De harde stof tussen botcellen bevat veel kalk. De botcellen zelf zijn met elkaar verbonden door uitlopers. Door de tussencelstof en de uitlopers is beenweefsel stevig en sterk.

Afb. 4 Enkele weefseltypen.



Afb. 5 Alle orgaanstelsels, organen, weefsels en cellen vormen samen een organisme.



ORGANISATIENIVEAUS

Biologen onderzoeken organismen op verschillende **organisatieniveaus** (zie afbeelding 5). Van groot naar klein zijn dat:

- organisme
- orgaanstelsel
- orgaan
- weefsel
- cel

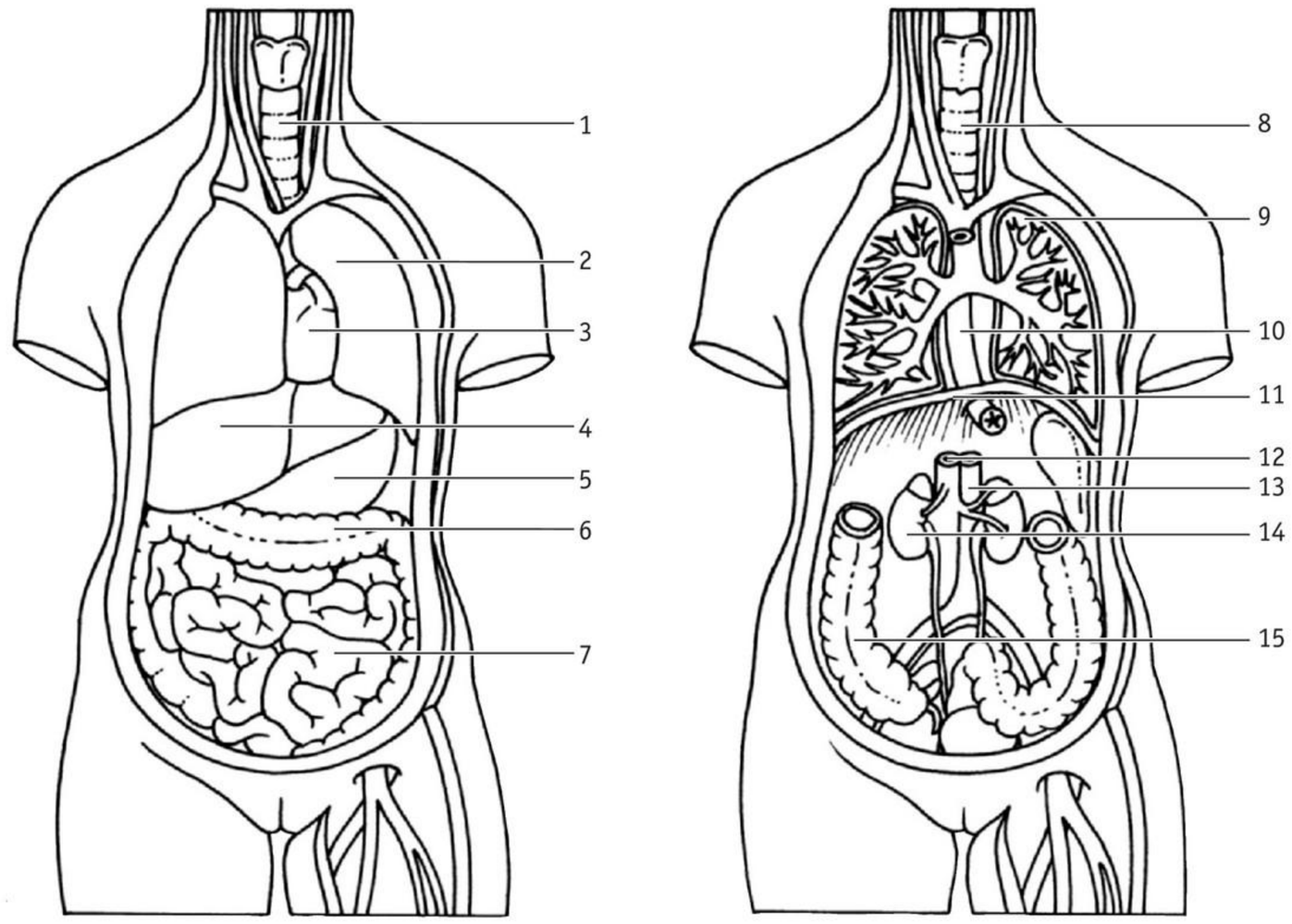
Als je tegen een bal slaat, gebruik je je bottenstelsel, spieren en zintuigcellen. Alle orgaanstelsels, organen, weefsels en cellen werken met elkaar samen. Door deze samenwerking kun je de bal met de juiste snelheid in de goede richting slaan.

KENNIS

1 In afbeelding 6 zie je twee tekeningen van een torso. In afbeelding 6.1 zijn de ribben en het borstbeen uit de torso gehaald. In afbeelding 6.2 zijn meer organen uit de torso gehaald.
Geef de namen van de genummerde delen.

1 = ...
2 = ...
3 = ...
4 = ...
5 = ...
6 = ...
7 = ...
8 = ...
9 = ...
10 = ...
11 = ...
12 = ...
13 = ...
14 = ...
15 = ...

Afb. 6 Torso's.



1 2

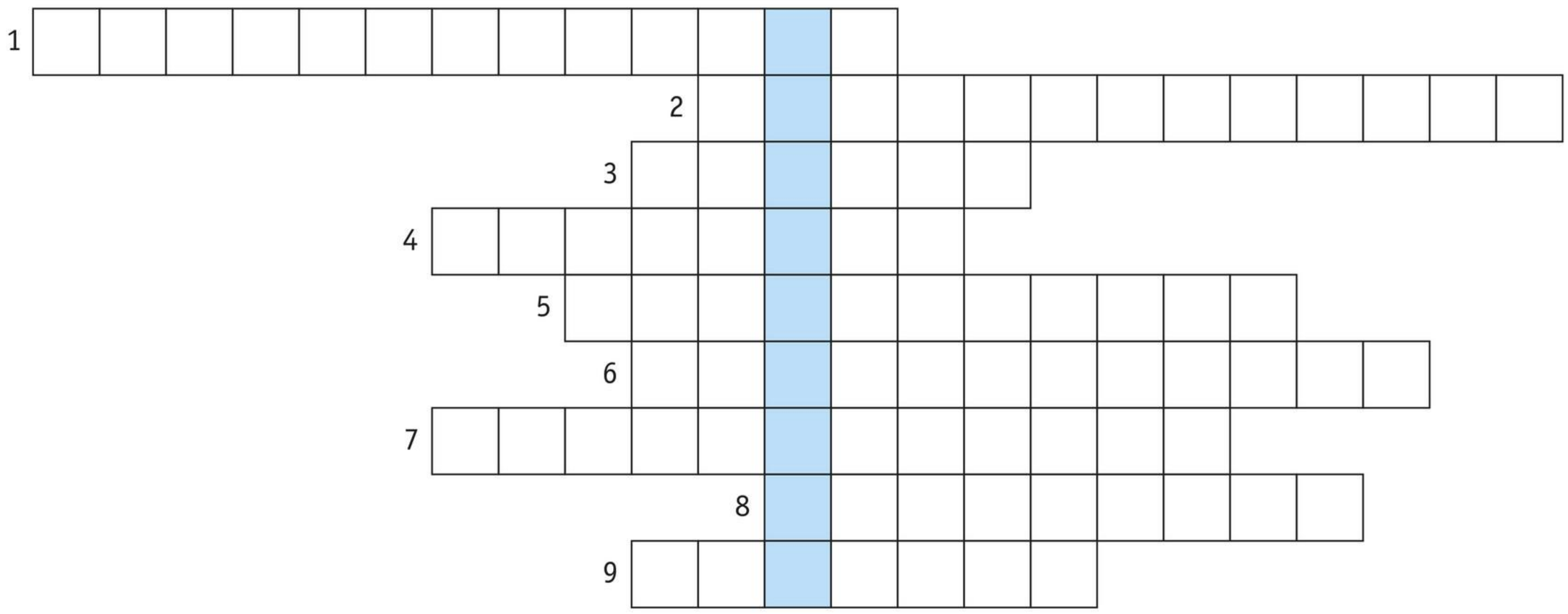
2

Hierna staan negen omschrijvingen van begrippen.

- Zet de namen van de begrippen in de puzzel van afbeelding 7.
- In de gekleurde vakjes lees je dan een woord. Vul dit woord in onder de puzzel.

1 De stof die zich tussen de cellen bevindt.
2 Een groep samenwerkende organen die samen een bepaalde functie hebben.
3 Een deel van een organisme met een of meer functies.
4 Het deel van het verteringsstelsel tussen de keel en de maag.
5 De tussencelstof van dit weefsel bevat veel kalk.
6 De spieren van je lichaam vormen samen dit orgaanstelsel.
7 De hersenen zijn een deel van dit orgaanstelsel.
8 Dit orgaan scheidt de romp in de borstholte en de buikholte.
9 Een groep cellen met dezelfde bouw en dezelfde functie(s).

Afb. 7



Het woord in de gekleurde vakjes is .....

3

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Zet de organisatieniveaus op volgorde van groot naar klein.

  organisme → ..... → .....

  → ..... → .....

- Vul de ontbrekende organisatieniveaus in.

  – Grotere organismen hebben .....

  Een ..... bestaat uit .....

  – Een deel van een organisme met een of meer functies is een .....

  Zo'n deel bestaat uit een of meer .....

  – Een ..... is een groep ..... met dezelfde vorm en functie.

  De vorm van een ..... hangt samen met zijn functie.

  – Tussen de ..... zit tussencelstof.

  De tussencelstof hangt af van de functie van het .....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4 In afbeelding 8 zie je een torso. Op drie plaatsen is een doorsnede gemaakt (1, 2 en 3).
In afbeelding 9 zijn deze doorsneden getekend (A, B en C).

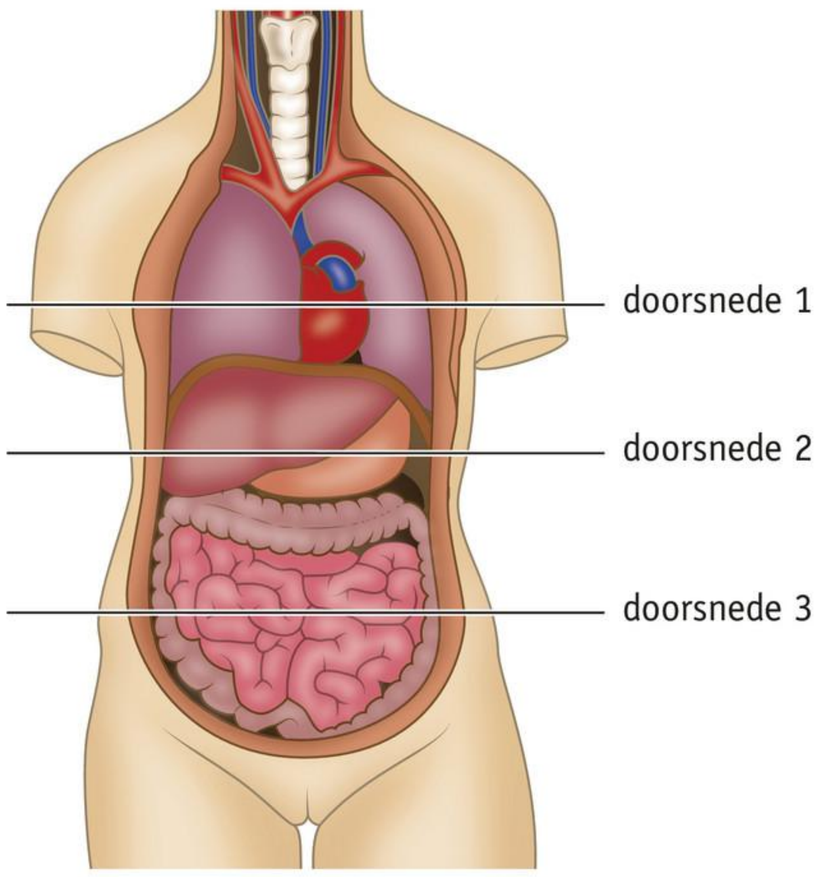
a Welke letter hoort bij welke doorsnede?

b In doorsnede A zie je onder andere de galblaas.
Geef de namen van vijf andere organen die je ziet in doorsnede A.

c In het middenrif zitten openingen. Daar gaan twee bloedvaten doorheen die zowel in de borstholte als in de buikholte liggen.
Welke bloedvaten zijn dit?

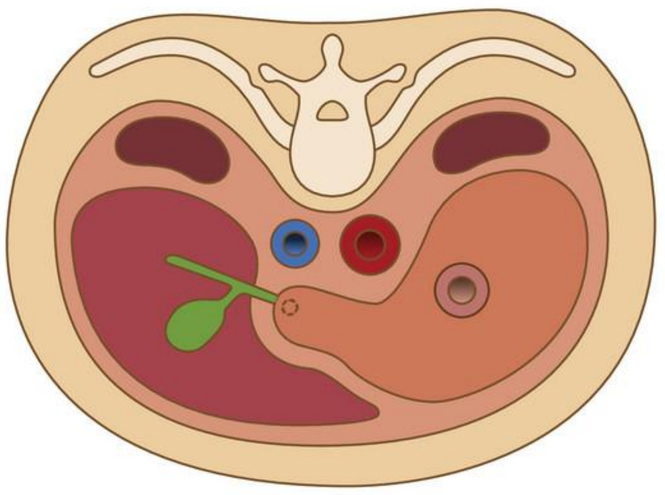
d Welk ander orgaan gaat door het middenrif van de borstholte naar de buikholte?

Afb. 8 Doorsneden van een torso.

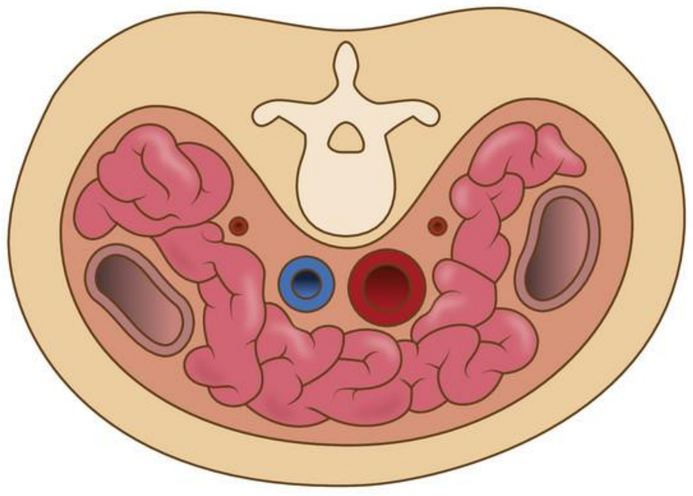


Afb. 9 Doorsneden van een torso.

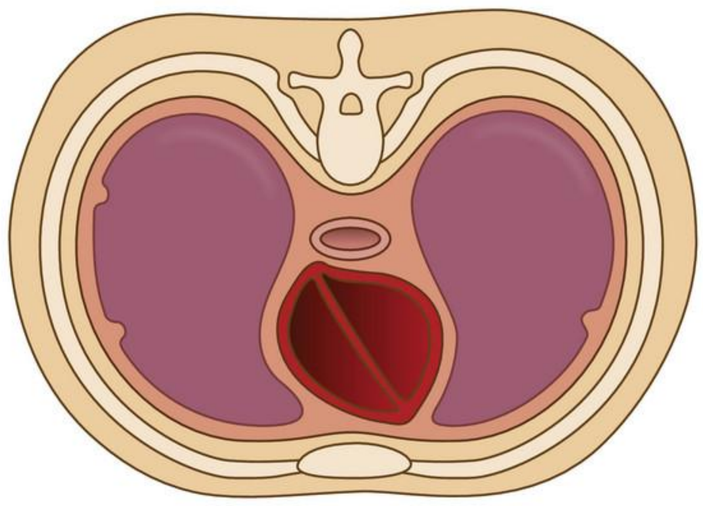
A



B



C



5

a De cellen in je lichaam hebben verschillende vormen.
Waarmee hangt de vorm van een cel samen?

b In afbeelding 10 zie je dat rode bloedcellen rond en plat zijn.
Wat is het voordeel van deze ronde en platte vorm?

Afb. 10 Een rode bloedcel.

6

In je oorschelp zit kraakbeen. Kraakbeen is buigzamer dan beenweefsel.

a Is de tussencelstof van kraakbeenweefsel harder of zachter dan de tussencelstof van beenweefsel?

b Haaien hebben een skelet van kraakbeen.
Wat is het voordeel van het kraakbeenskelet voor de haai?

c Mensen hebben een skelet van beenweefsel.
Wat zou voor een mens het nadeel zijn van een kraakbeenskelet?

+ 7

Lees de tekst 'Verzuurde spieren'.

a De tekst gaat over het spierstelsel.
Welke twee andere orgaanstelsels komen voor in de tekst?

b Tijdens intensief sporten ga je vaak hijgen. Hijgen is snel en ondiep ademhalen. Als je rustig en diep blijft ademhalen, verzuren de spieren minder snel.
Leg uit hoe dat komt.

Afb. 11

Verzuurde spieren

Als je sport, kun je last krijgen van verzuurde spieren. Je spieren voelen dan vermoeid en soms branderig aan. Dat komt doordat ze te weinig zuurstof en voedingsstoffen krijgen. Bijvoorbeeld doordat ze in korte tijd heel veel gebruikt worden. Je spieren raken dan overbelast. Spieren verzuren sneller als ze niet goed getraind zijn.
Je kunt verzuring voorkomen door goed op je ademhaling te letten. Je bloed kan dan voldoende zuurstof naar je spieren vervoeren.

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

3 Cellen van dieren en planten

LEERDOEL

1.3.1 Je kunt delen benoemen van dierlijke en plantaardige cellen met hun kenmerken en functies.

- Leren onderzoeken 1 en 2
- Practica 3, 4 en 5

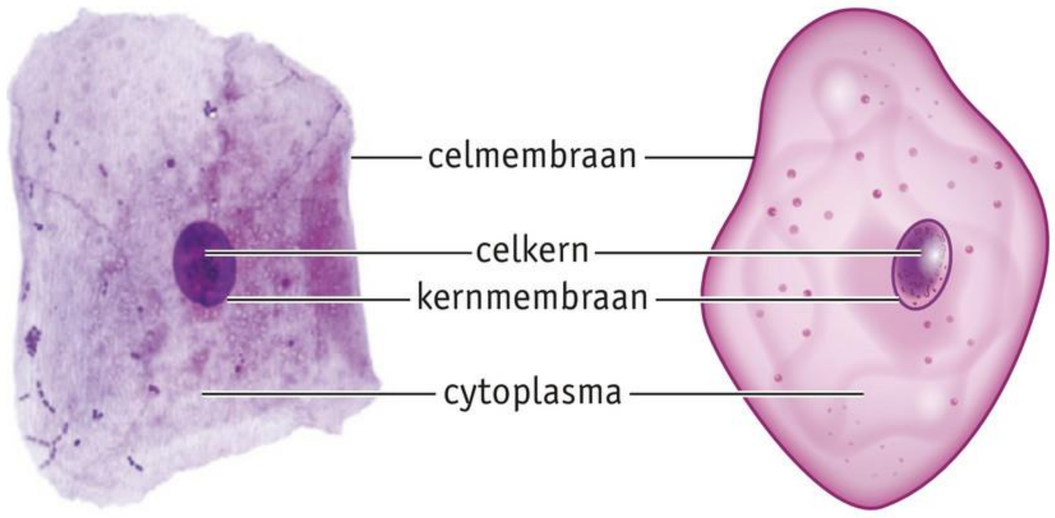
TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	1.3.1
Onthouden	1
Begrijpen	2, 3, 5ab
Toepassen	4, 5c, 6, 7a
Analyseren	7b

Je lichaam bestaat uit ongeveer honderd biljoen cellen wanneer het volgroeid is. Ook andere organismen, zoals planten, kunnen uit heel veel cellen bestaan.

DIERLIJKE CELLEN

In afbeelding 1 zie je een foto en een tekening van een dierlijke cel. Deze cel bestaat voor het grootste deel uit cytoplasma (celplasma). **Cytoplasma** is een stroperige vloeistof van water met veel opgeloste stoffen. Om het cytoplasma ligt een dun vlies: het **celmembraan**. In het cytoplasma ligt de celkern. De **celkern** regelt alles wat er in een cel gebeurt. Ook om de celkern ligt een dun vlies: het kernmembraan.

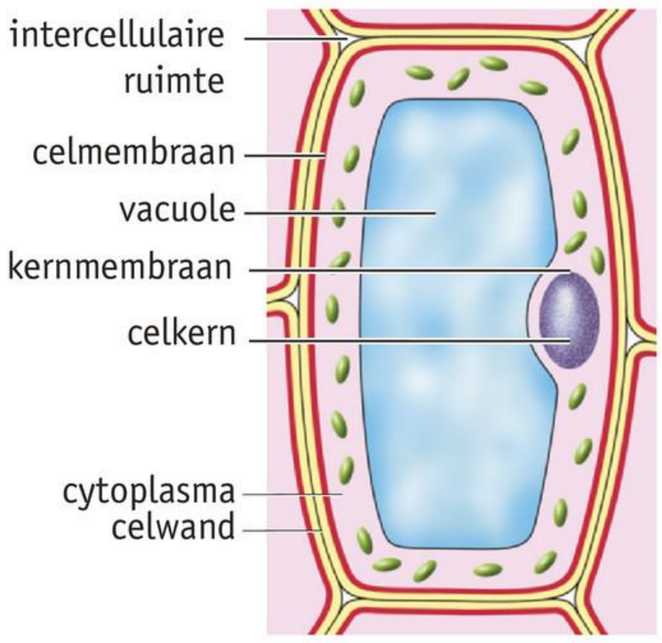
Afb. 1 Een dierlijke cel.



PLANTAARDIGE CELLEN

Cellen van planten bestaan ook uit cytoplasma, een celmembraan, een celkern en een kernmembraan. Maar plantencellen hebben nog meer onderdelen: een vacuole en korrels (zie afbeelding 2). Ook hebben ze een celwand.

Afb. 2 Een plantaardige cel (schematisch).



De **celwand** is een stevig laagje om de cel heen. De kenmerken zijn:
- De celwand wordt gemaakt door het cytoplasma van een plantencel.
- De celwand zorgt voor stevigheid.
- De celwand is tussencelstof. Het is dus geen onderdeel van de cel.

De celwanden sluiten vaak niet precies op elkaar aan. Tussen de cellen komen dan kleine holten voor: de intercellulaire ruimten. Deze holten zijn gevuld met lucht of water.

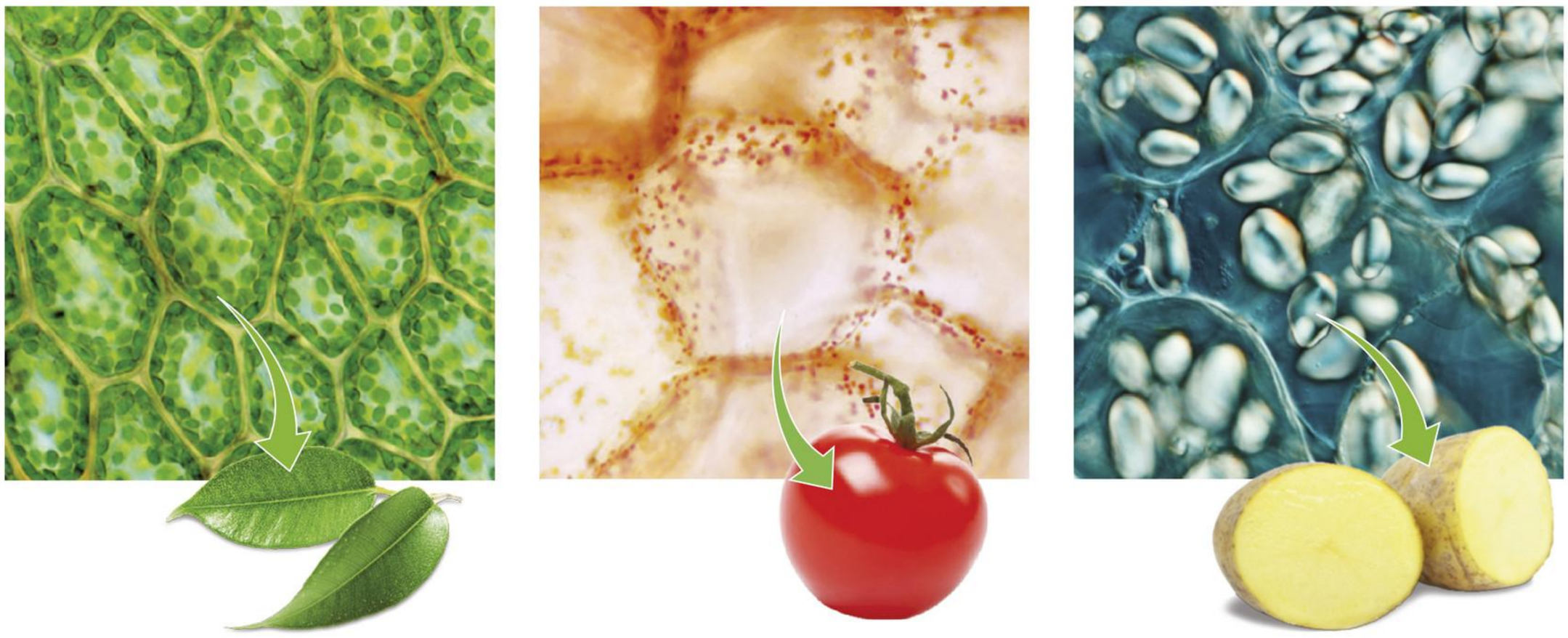
In het cytoplasma van plantencellen liggen een of meer vacuolen. **Vacuolen** zijn blaasjes die gevuld zijn met vocht (water met opgeloste stoffen). Jonge plantencellen hebben meerdere kleine vacuolen. Als de cellen ouder worden, vloeien de kleine vacuolen samen tot één grote vacuole. Het cytoplasma ligt dan in een dunne laag tegen het celmembraan aan.

KORRELS

In het cytoplasma van plantencellen kunnen korrels voorkomen. Er zijn drie soorten korrels:
- bladgroenkorrels
- kleurstofkorrels
- zetmeelkorrels

Bladgroenkorrels komen voor in de groene delen van planten, vooral in de bladeren (zie afbeelding 3.1). Door de bladgroenkorrels zien planten er groen uit. In bladgroenkorrels vindt fotosynthese plaats. Door fotosynthese ontstaat glucose. Een plant gebruikt glucose als energiebron en als grondstof om de stoffen te maken waaruit de plant bestaat.
Kleurstofkorrels komen voor in de cellen van bloemen en vruchten met een gele, oranje of rode kleur (zie afbeelding 3.2). Kleurstofkorrels geven bloemen en vruchten hun opvallende kleur.
Zetmeelkorrels zijn kleurloos. Ze komen onder andere voor in de cellen van aardappels (zie afbeelding 3.3). In zetmeelkorrels is zetmeel opgeslagen. Zetmeel is een belangrijke reservestof voor planten.

Afb. 3 Drie soorten korrels.



1 bladgroenkorrels

2 kleurstofkorrels

3 zetmeelkorrels

Korrels kunnen van het ene type overgaan in het andere type. Bijvoorbeeld: als een mandarijn rijp wordt, verandert de kleur van groen naar oranje (zie afbeelding 4). Bladgroenkorrels veranderen dan in oranje kleurstofkorrels.

Afb. 4 Mandarijnen.

1 onrijp

2 rijp

KENNIS

1 In afbeelding 5 zie je een plantaardige cel.
Geef de namen van de genummerde delen.

1 = ...

2 = ...

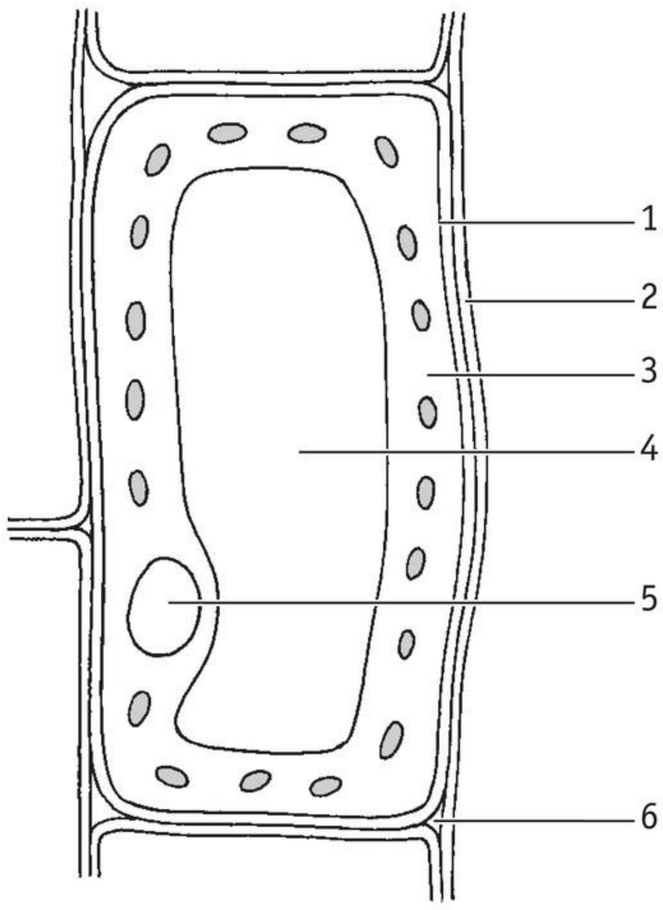
3 = ...

4 = ...

5 = ...

6 = ...

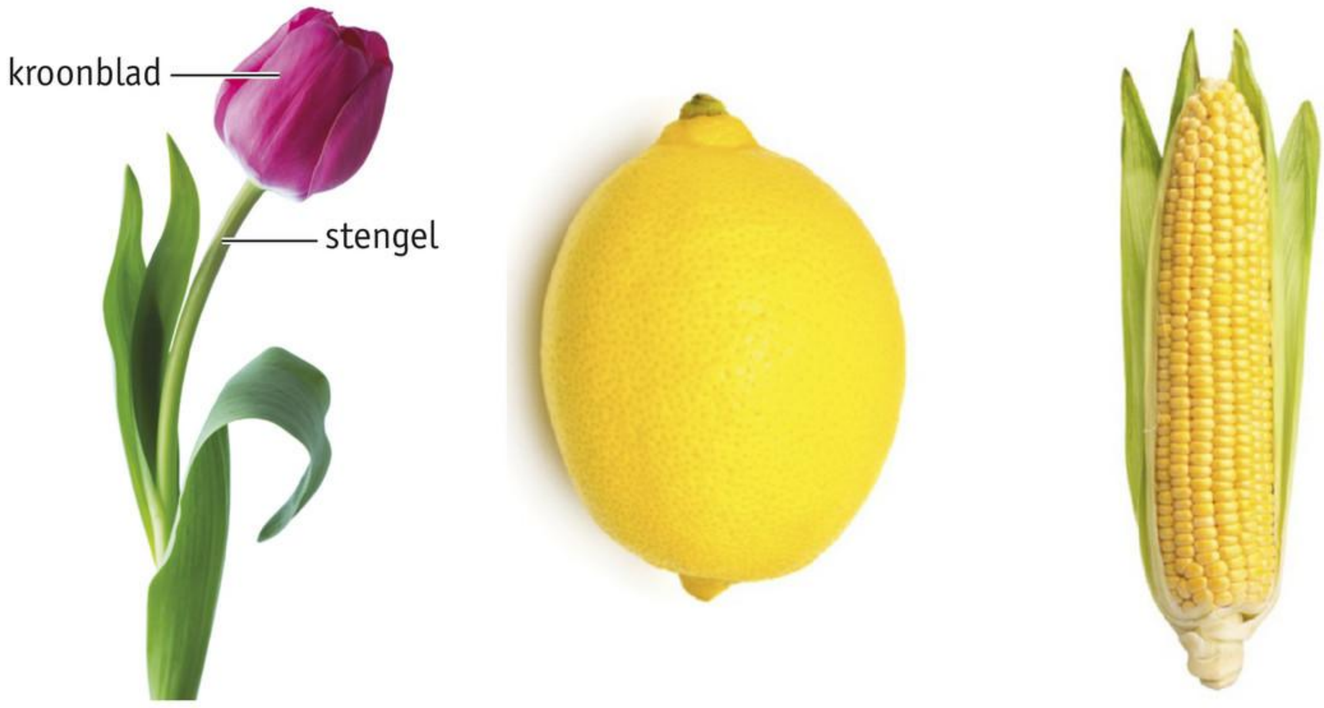
Afb. 5 Een plantencel.



2 Hierna staan vier delen van planten (zie afbeelding 6).
Welke korrels komen voor in het deel van de plant?

1 kroonblad van een tulp *bladgroenkorrels / kleurstofkorrels / zetmeelkorrels*
2 maïskorrel *bladgroenkorrels / kleurstofkorrels / zetmeelkorrels*
3 schil van een rijpe citroen *bladgroenkorrels / kleurstofkorrels / zetmeelkorrels*
4 stengel van een tulp *bladgroenkorrels / kleurstofkorrels / zetmeelkorrels*

Afb. 6



3

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Zet in de tabel de vier onderdelen waar dierlijke en plantaardige cellen allebei uit bestaan. Begin bij de celkern en werk van binnen naar buiten.
- Zet bij de plantaardige cel welke delen nog meer kunnen voorkomen in en om de cel.

Dierlijke en plantaardige cel	Plantaardige cel
	in de cel:
	om de cel:

- Wat is de functie van de korrels?
  - bladgroenkorrels: .....
    .....
  - kleurstofkorrels: .....
    .....
  - zetmeelkorrels: .....
    .....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

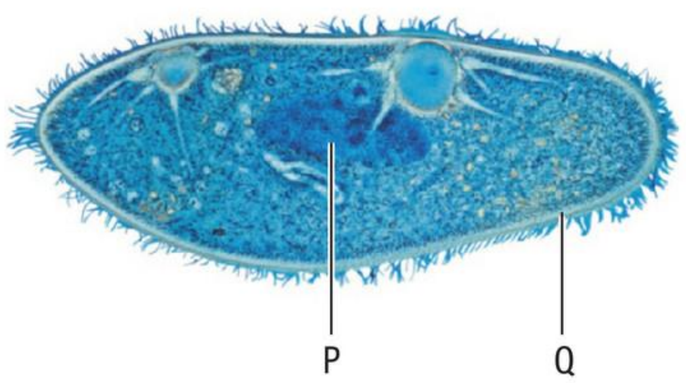
4 In afbeelding 7 zie je een pantoffeldiertje, een eencellig dier.

a Hoe heet deel P?

b Hoe heet deel Q?

c Heeft deze cel een celwand? Leg je antwoord uit.

Afb. 7 Het pantoffeldiertje.



5

a Door welke korrels krijgt een sperzieboon zijn groene kleur?

b Door welke korrels is een klaproos rood?

c Als een oranje wortel boven de grond uitkomt, wordt het bovenste deel groen.
Welke verandering in de korrels is hiervan de oorzaak?

6 In afbeelding 8 zie je een tekening van een jonge plantencel.

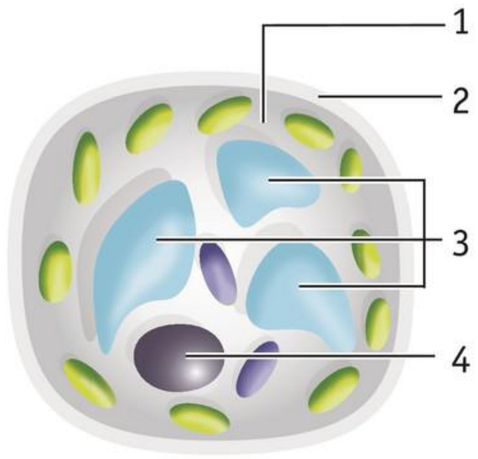
a Waaraan kun je zien dat dit een jonge plantencel is?

b Welk nummer geeft het cytoplasma aan?

c Welk nummer geeft het deel aan dat allerlei processen in de cel regelt?

d Welk nummer geeft het deel aan waardoor plantaardig weefsel stevig is?

Afb. 8 Een jonge plantencel.



+ 7 In het darmkanaal van een koe leven bacteriën. Deze bacteriën kunnen de stof cellulose afbreken. De celwanden van plantaardige cellen zijn gemaakt van cellulose.

a Een onderzoeker bekijkt de darmen van een koe. Ze vindt daarin resten van celwanden.
Zijn deze resten afkomstig van de koe zelf of van het voedsel van de koe? Leg je antwoord uit.

b De bacteriën breken de celwanden af.
Leg uit dat een koe hierdoor meer voedingsstoffen kan opnemen.

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

4 Chromosomen

LEERDOEL

1.4.1 Je kunt de kenmerken van chromosomen beschrijven.

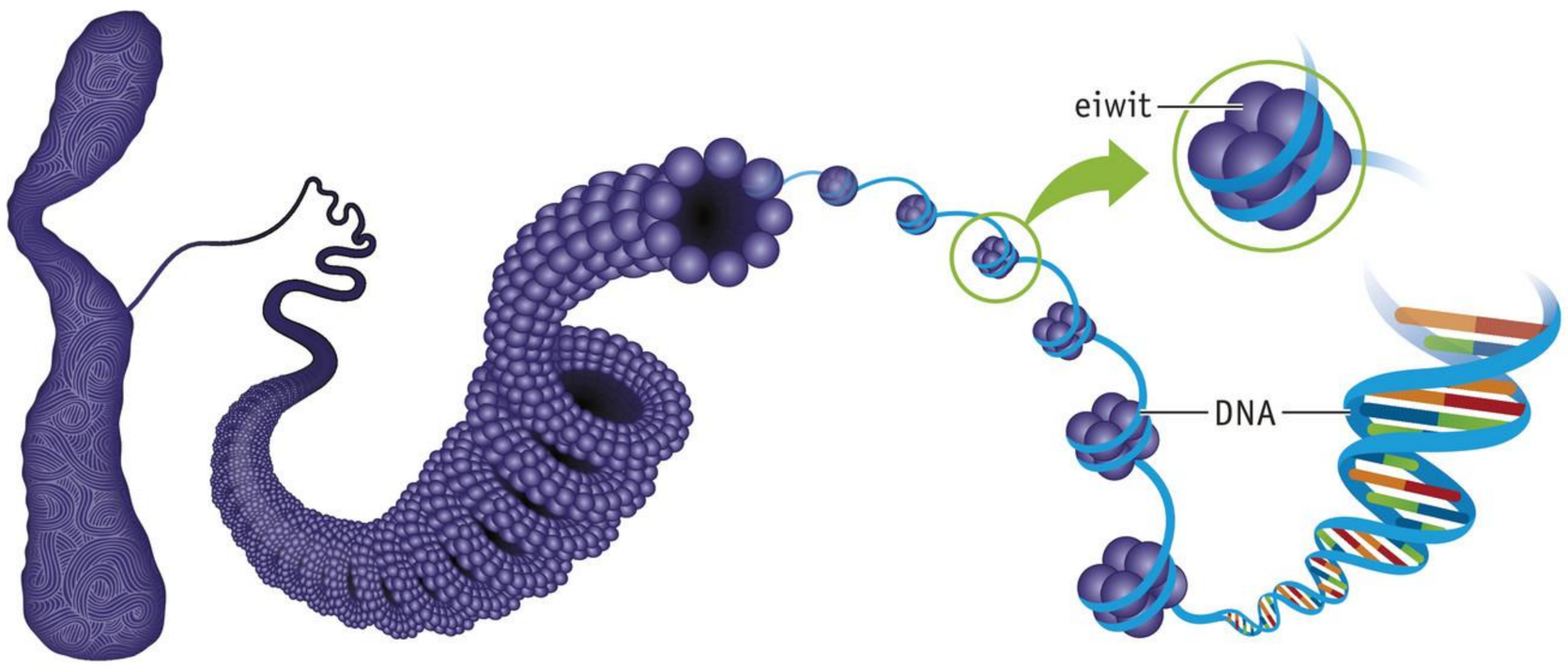
TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	1.4.1
Onthouden	1ab
Begrijpen	1cde, 2, 3, 5a, 6a
Toepassen	4, 6bc
Analyseren	5b, 6d

Iedereen is anders. Dat komt doordat de erfelijke informatie in de celkernen bij iedereen anders is.

ERFELIJKE EIGENSCHAPPEN

De celkern regelt alles wat er in de cel gebeurt. In de celkern bevinden zich **chromosomen**. Chromosomen zijn opgebouwd uit **DNA** en eiwit (zie afbeelding 1).

Afb. 1 Een chromosoom bestaat uit DNA met eiwit.



DNA bevat de informatie voor je **erfelijke eigenschappen**. Dat zijn de eigenschappen die je van je ouders krijgt, zoals de kleur van je ogen. De erfelijke informatie in de celkernen is bij iedereen anders.

DNA is erg lang. Daardoor zijn chromosomen lange, dunne draden. Met een microscoop kun je de chromosomen in een celkern meestal niet zien. Alleen als een cel zich gaat delen, worden de chromosomen wel zichtbaar (zie afbeelding 2).

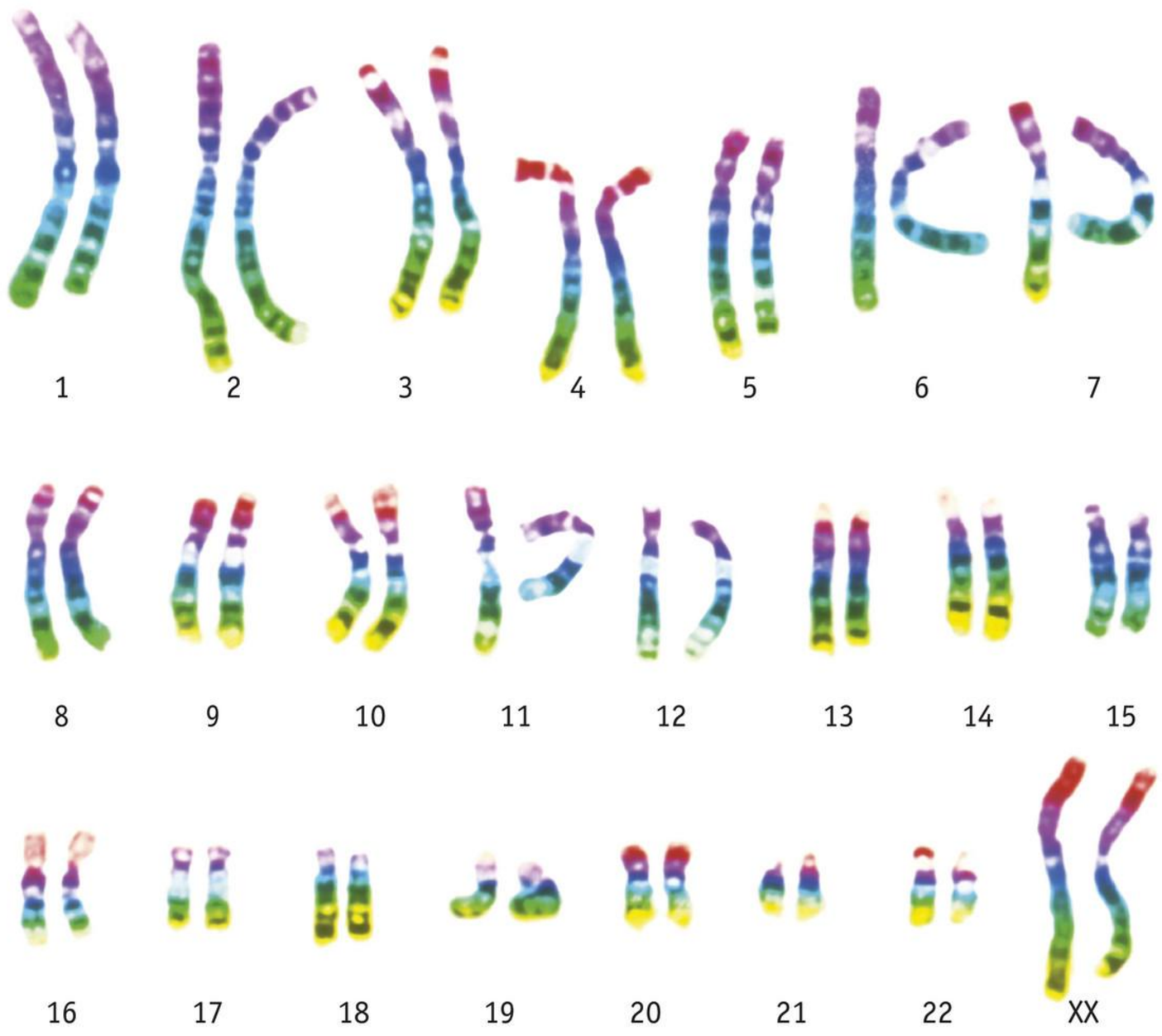
Afb. 2 Als een cel zich gaat delen, worden de chromosomen zichtbaar.

In de kern zijn geen chromosomen zichtbaar.

Tijdens de celdeling worden de chromosomen zichtbaar.

De chromosomen komen voor in **chromosomenparen** (tweetallen). De beide chromosomen van een paar zijn bijna altijd gelijk in grootte en vorm. Ze bevatten de informatie voor dezelfde erfelijke eigenschappen.
In afbeelding 3 zie je een chromosomenportret. Hierin zijn de chromosomenparen van een mens geordend naar grootte en vorm.

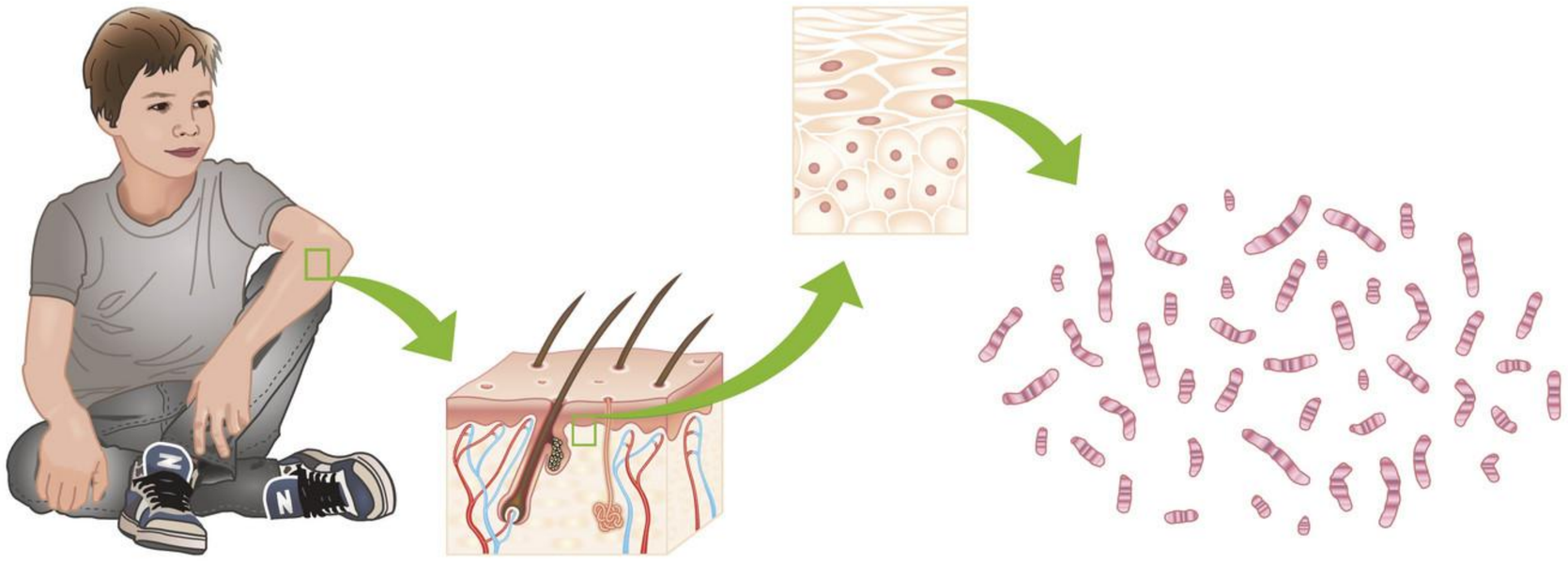
Afb. 3 Een chromosomenportret van een mens.



AANTAL CHROMOSOMEN

Het lichaam van een mens is opgebouwd uit **lichaamscellen**. Voorbeelden van lichaamscellen zijn huidcellen, levercellen en spiercellen.
Elk soort organisme heeft een vast aantal chromosomen in de kernen van de lichaamscellen. Dit is altijd een even getal. Elke celkern van een lichaamscel van een mens bevat 46 chromosomen (zie afbeelding 3 en 4). Dat zijn 23 chromosomenparen per celkern. Elke lichaamscel bevat dus de informatie voor alle erfelijke eigenschappen.

Afb. 4 Lichaamscellen van de mens bevatten 46 chromosomen (23 paren).



KENNIS

1

a Uit welke twee stoffen bestaat een chromosoom? uit .....

b Welke stof bevat de informatie voor al je erfelijke eigenschappen? .....

c Hoeveel chromosomen bevat de kern van een huidcel van een mens?

..... chromosomen

d Hoeveel chromosomen bevat de kern van een spiercel van een mens?

..... chromosomen

e Bevat één huidcel de complete informatie voor al je erfelijke eigenschappen? *ja* / *nee*

2

a Chromosomen liggen in *de celkern* / *het cytoplasma*.
b Chromosomen komen in lichaamscellen *enkelvoudig* / *in paren* voor.
c Het aantal chromosomen in een lichaamscel is altijd een *even* / *oneven* getal.
d Het aantal chromosomen in een spiercel is *kleiner dan* / *gelijk aan* / *groter dan* het aantal chromosomen in een huidcel.

3

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Chromosomen liggen in de .....

  Chromosomen bestaan uit ..... en .....

  De informatie voor de ..... eigenschappen is

  opgeslagen in .....
- Elk soort organisme heeft een ..... aantal chromosomen in de lichaamscellen.
- In elke lichaamscel komen de chromosomen voor in .....

  De kern van een lichaamscel van een mens bevat ..... chromosomen.

  Dat zijn ..... chromosomenparen per celkern.
- Elke lichaamscel bevat de informatie voor alle .....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4 Lees de tekst 'Lievelingsdier'.

a Luca zegt: 'Dat kan niet, 37 chromosomen.'
Leg uit waarom dit inderdaad niet kan.

b Een levercel van een struisvogel bevat 80 chromosomen.
Hoeveel paren chromosomen bevat een huidcel van de struisvogel?

c Waardoor is het aantal chromosomen in een lichaamscel altijd een even getal?

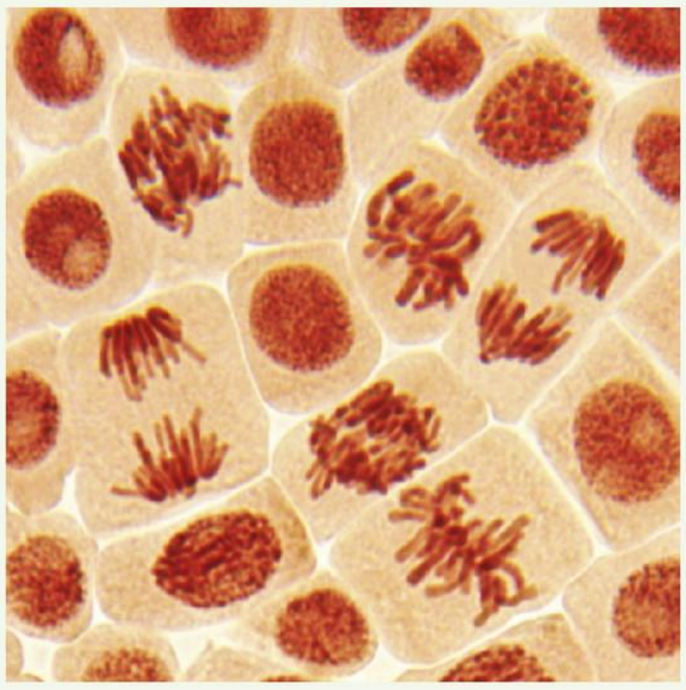
d Zijn op de foto van Martijn delende cellen te zien? Leg je antwoord uit.

e Een struisvogel heeft bruine ogen.
Bevat een oogcel van een struisvogel de erfelijke informatie voor de bruine oogkleur?
En een huidcel? Leg je antwoord uit.

Afb. 5

Lievelingsdier

Struisvogels zijn Luca's lievelingsdieren. Hij praat er graag over: 'Struisvogels kijken zo grappig met hun grote bruine ogen. Voor biologie moet ik samen met Martijn een werkstuk maken over de cellen en chromosomen van een dier. Dat wordt dus de struisvogel.' Martijn komt aanlopen met een papiertje in zijn hand en zegt: 'Kijk hier, ik heb al wat gevonden. Een struisvogel heeft 37 chromosomen per lichaamscel. En dit zijn cellen met de chromosomen van een struisvogel.' (Zie de foto van de cellen.) Volgens Luca klopt dit niet. Hij zegt: 'Dat kan niet, 37 chromosomen. Je hebt niet goed gekeken.'



5 Schapen hebben 54 chromosomen in de kern van elke lichaamscel.

a Hoeveel chromosomenparen bevat de kern van een lichaamscel van een schaap?

b Hebben alle schapen in afbeelding 6 dezelfde erfelijke informatie in hun chromosomen? Leg je antwoord uit.

Afb. 6 Schapen.

+ 6

In afbeelding 7 zie je een chromosomenportret.

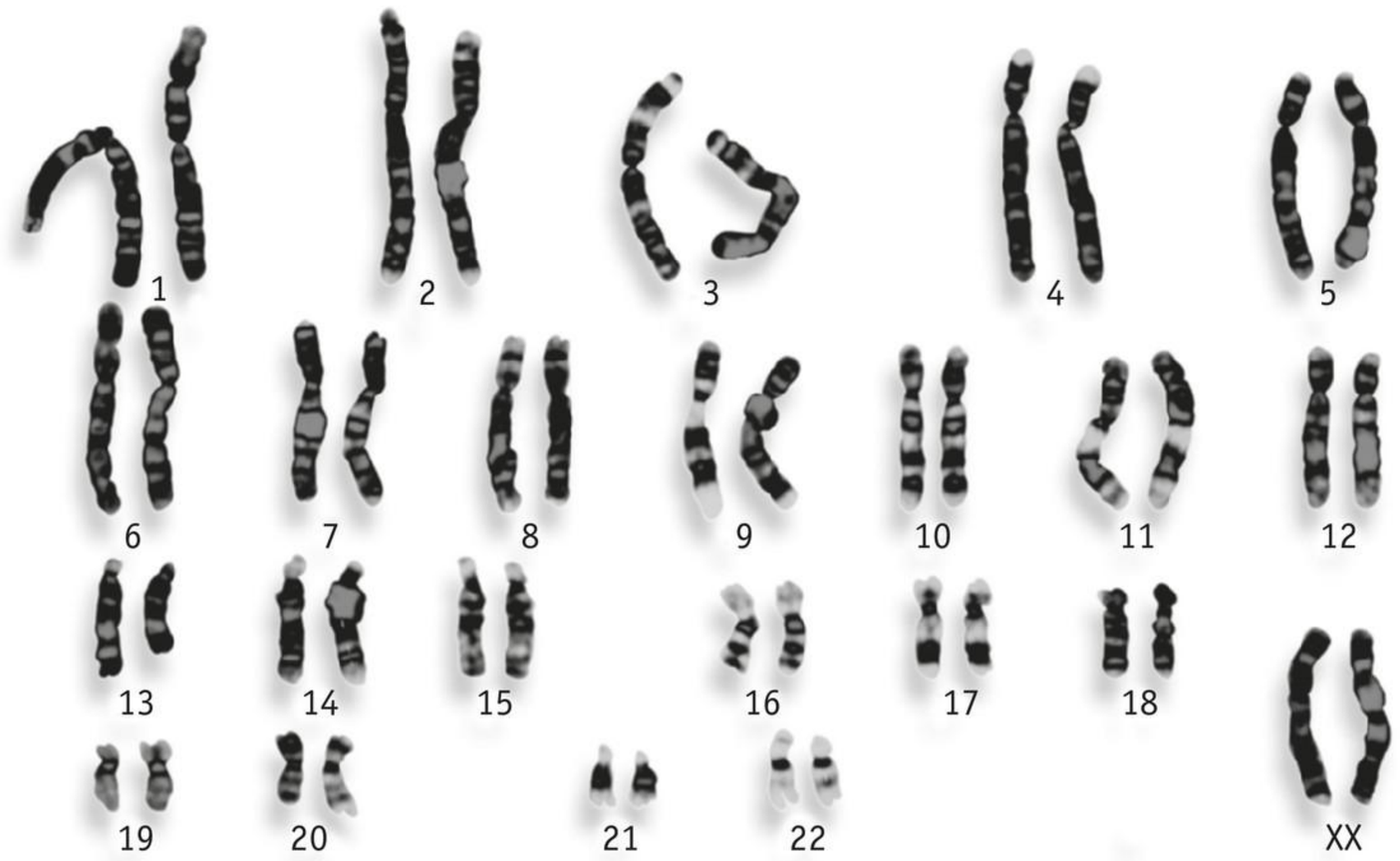
a Hoeveel chromosomenparen zijn er in dit portret?

b Kan dit een chromosomenportret zijn van een konijn (zie tabel 1)? Leg je antwoord uit.

c Kan dit een chromosomenportret zijn van een veldmuis? Leg je antwoord uit.

d Sommige mensen denken dat organismen met meer chromosomen per celkern slimmer zijn dan organismen met minder chromosomen per celkern. Leg met behulp van tabel 1 uit dat deze mensen ongelijk hebben.

Afb. 7 Konijn, mens of veldmuis?



Tabel 1 Aantal chromosomen per lichaamscel.

Soort	Aantal
Aardappel	48
Adelaarsvaren	104
Bananenvlieg	8
Cavia	64
Goudvis	94
Heremietkreeft	254
Hond	78
Huisvlieg	12
Kat	38
Konijn	44
Mens	46
Paard	64
Ui	16
Veldmuis	46

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

5 Gewone celdeling (mitose)

LEERDOEL

1.5.1 Je kunt beschrijven hoe een gewone celdeling (mitose) verloopt, wat het doel van de mitose is en wat de kenmerken ervan zijn.

- Leren onderzoeken 1 en 2
- Practicum 6

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	1.5.1
Onthouden	1
Begrijpen	2, 3, 4a
Toepassen	4bc, 5, 6a
Analyseren	6b

Ieder mens is ooit ontstaan uit één bevruchte eicel. Een volwassene van 20 jaar bestaat uit ongeveer honderdduizend miljard cellen. In twintig jaar zijn er dus heel veel cellen bijgekomen.

DE VORMING VAN NIEUWE CELLEN

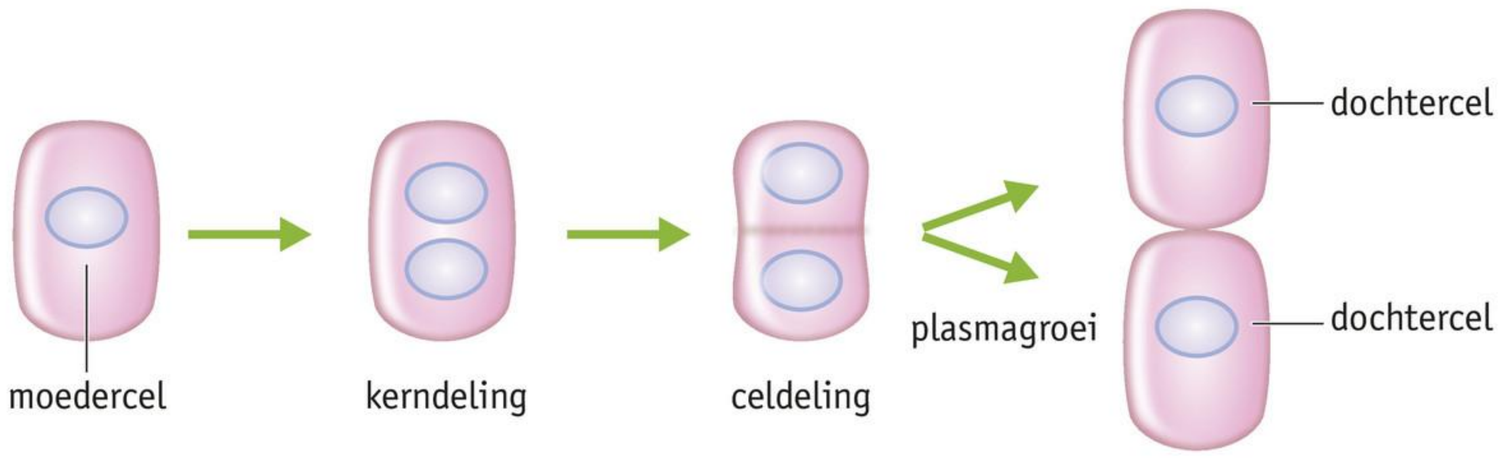
Je lichaam vormt voortdurend nieuwe cellen. Door deze nieuwe cellen kun je groeien. Maar ook als je niet meer groeit, worden er nieuwe cellen gemaakt. Die zijn nodig om bijvoorbeeld een wond te herstellen of om oude cellen te vervangen.

Nieuwe cellen ontstaan door celdeling. Daarbij deelt een cel zich in tweeën. Nieuwe lichaamscellen ontstaan bij alle organismen op dezelfde manier (zie afbeelding 1):

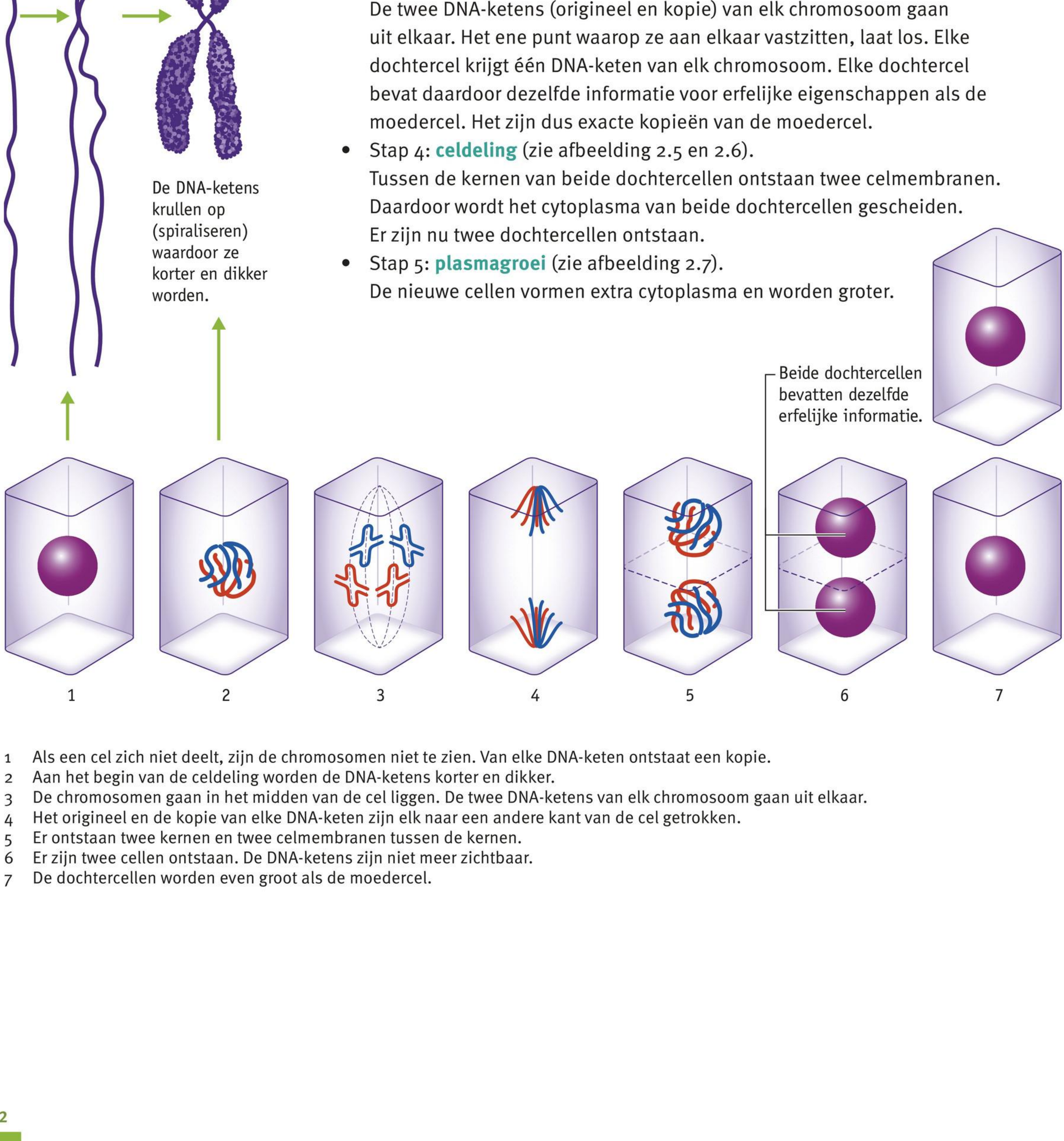
1 Kerndeling: de celkern deelt zich in tweeën.
2 Celdeling: het cytoplasma deelt zich in tweeën zodat twee cellen ontstaan.
3 Plasmagroei: de gedeelde cellen vormen extra cytoplasma.

Na de celdeling zijn uit één cel (de **moedercel**) twee nieuwe cellen ontstaan (de **dochtercellen**). Door plasmagroei wordt elke dochtercel net zo groot als de moedercel.

Afb. 1 De vorming van nieuwe cellen (schematisch).



Afb. 2 De gewone celdeling (mitose).



DE GEWONE CELDELING

Nieuwe lichaamscellen ontstaan door **gewone celdeling** of **mitose**. In afbeelding 2 zie je in stappen wat daarbij precies gebeurt. De gewone celdeling verloopt als volgt:

- Stap 1: **kopiëren** van de chromosomen (zie afbeelding 2.1).
  Elk chromosoom vormt een kopie van zichzelf (het origineel). Je ziet dat hiernaast getekend, boven de cel van stap 1. De beide DNA-ketens zitten op één plaats aan elkaar vast.
- Stap 2: **spiraliseren** van de DNA-ketens (zie afbeelding 2.2).
  De DNA-ketens van elk chromosoom rollen zich op in een spiraal. Hierdoor worden de chromosomen korter en dikker. Je ziet dat hiernaast getekend, boven de cel van stap 2. De chromosomen worden daardoor zichtbaar met een microscoop.
- Stap 3: **kerndeling** (zie afbeelding 2.3 en 2.4).
  De twee DNA-ketens (origineel en kopie) van elk chromosoom gaan uit elkaar. Het ene punt waarop ze aan elkaar vastzitten, laat los. Elke dochtercel krijgt één DNA-keten van elk chromosoom. Elke dochtercel bevat daardoor dezelfde informatie voor erfelijke eigenschappen als de moedercel. Het zijn dus exacte kopieën van de moedercel.
- Stap 4: **celdeling** (zie afbeelding 2.5 en 2.6).
  Tussen de kernen van beide dochtercellen ontstaan twee celmembranen. Daardoor wordt het cytoplasma van beide dochtercellen gescheiden. Er zijn nu twee dochtercellen ontstaan.
- Stap 5: **plasmagroei** (zie afbeelding 2.7).
  De nieuwe cellen vormen extra cytoplasma en worden groter.

1 Als een cel zich niet deelt, zijn de chromosomen niet te zien. Van elke DNA-keten ontstaat een kopie.
2 Aan het begin van de celdeling worden de DNA-ketens korter en dikker.
3 De chromosomen gaan in het midden van de cel liggen. De twee DNA-ketens van elk chromosoom gaan uit elkaar.
4 Het origineel en de kopie van elke DNA-keten zijn elk naar een andere kant van de cel getrokken.
5 Er ontstaan twee kernen en twee celmembranen tussen de kernen.
6 Er zijn twee cellen ontstaan. De DNA-ketens zijn niet meer zichtbaar.
7 De dochtercellen worden even groot als de moedercel.

KENNIS

1

a Wat is een ander woord voor de gewone celdeling? .....

b Na een gewone celdeling bevat elke dochtercel:
- ○ A minder chromosomen dan de moedercel.
- ○ B evenveel chromosomen als de moedercel.
- ○ C meer chromosomen dan de moedercel.

c Na een gewone celdeling bevat elke dochtercel:
- ○ A andere erfelijke informatie dan de moedercel.
- ○ B dezelfde erfelijke informatie als de moedercel.

d Eén cel deelt zich. Hoeveel cellen zijn er na de deling?
- ○ A Twee: de twee dochtercellen.
- ○ B Twee: de moedercel en de dochtercel.
- ○ C Drie: de moedercel en twee dochtercellen.
- ○ D Drie: twee moedercellen en een dochtercel.

e Als een organisme groeit, neemt het aantal lichaamscellen *af* / *toe*.

2

a Door welk proces worden de dochtercellen net zo groot als de moedercel?
door *kopiëren* / *plasmagroei* / *spiraliseren*

b Door welk proces worden de chromosomen van een delende cel zichtbaar?
door *kopiëren* / *plasmagroei* / *spiraliseren*

c Door welk proces bevatten twee DNA-ketens precies dezelfde erfelijke informatie?
door *kopiëren* / *plasmagroei* / *spiraliseren*

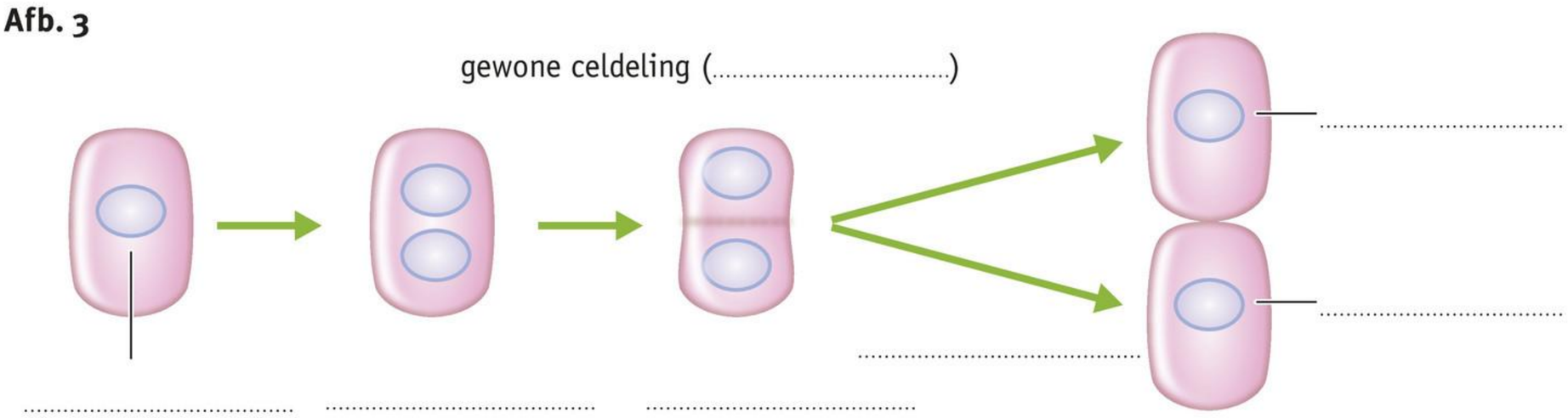
3

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Vul in afbeelding 3 de namen van de stappen en van de cellen in.

Afb. 3



- De gewone celdeling (mitose) in vijf stappen:
  - Stap 1: .....
  - .....
  - Stap 2: .....
  - .....
  - Stap 3: .....
  - .....
  - Stap 4: .....
  - .....
  - Stap 5: .....
  - .....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4 Lees de tekst 'Jong en strak door celdeling'.

a Uit hoeveel cellen bestaat een 20-jarige ongeveer? Geef je antwoord in cijfers.

b Bij een jongen gaan per uur 900 miljoen cellen dood.
Bij deze jongen komen er 10% meer cellen bij dan dat er doodgaan.
Bereken hoeveel nieuwe cellen in totaal per uur worden gevormd.
Doe het zo:
- Hoeveel cellen gaan er per uur dood?
- Hoeveel is 10% daarvan?
- Hoeveel nieuwe cellen worden er in totaal per uur gevormd?

c Bij sommige ouderen duurt het lang voordat een wondje is genezen. Leg dit uit.

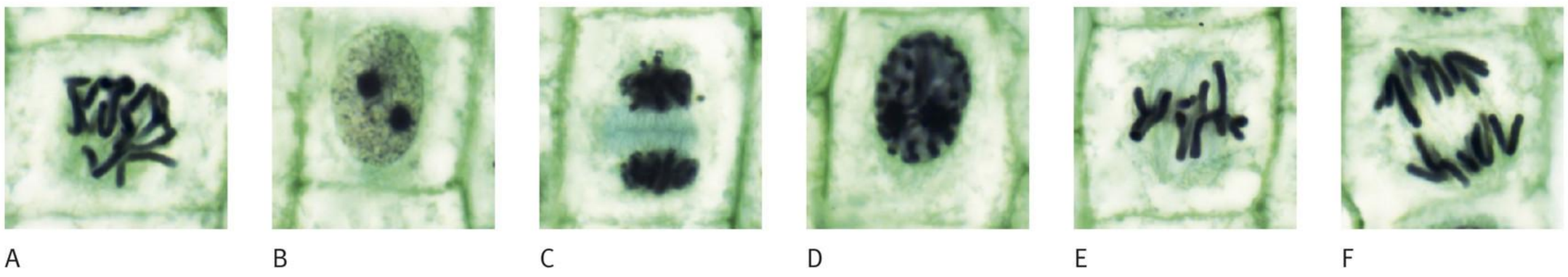
Afb. 4

Jong en strak door celdeling

Terwijl je deze zin leest, maakt je lichaam ongeveer één miljoen nieuwe cellen. Per uur vormt je lichaam wel een miljard nieuwe cellen door celdeling. Maar bij een 80-jarige zijn dat er veel minder. Als je jong bent en groeit, vormt je lichaam heel veel nieuwe cellen. Hoe ouder je wordt, hoe langzamer de celdeling gaat. Op een gegeven moment kunnen veel cellen niet meer delen. Oude versleten cellen worden dan niet meer vervangen.

5 In afbeelding 5 zie je zes foto's van de gewone celdeling (mitose).
Zet de foto's in de juiste volgorde. Start met foto B. De chromosomen beginnen hier net zichtbaar te worden.

Afb. 5 Celdeling (mitose).



A B C D E F

+ 6

Lees de tekst ‘Munt’.

a Alle blaadjes van een muntplant bevatten dezelfde chromosomen. Leg uit hoe dat komt.

b Bevat de dochterplant dezelfde chromosomen als de moederplant? Leg je antwoord uit.

Afb. 6 Munt.

Munt is een plant die wordt gebruikt in de keuken.
Je kunt er ook thee van zetten. Een muntplant kan op twee manieren ontstaan: uit een zaadje of uit een wortelstok.
Een wortelstok is een lange uitloper van de moederplant.
Deze uitloper groeit horizontaal, net onder de grond.
Aan het einde van de uitloper kan een nieuwe muntplant groeien. Dat is een dochterplant.

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

6 Reductiedeling (meiose)

LEERDOELEN

1.6.1 Je kunt beschrijven hoe een reductiedeling (meiose) verloopt, wat het doel van de meiose is en wat de kenmerken ervan zijn.
1.6.2 Je kunt de verschillen in de bouw van zaadcellen en eicellen noemen.
1.6.3 Je kunt beschrijven hoe geslachtschromosomen het geslacht van een mens bepalen.

- Leren onderzoeken 3
- Practicum 7

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	1.6.1	1.6.2	1.6.3	1.4.1*
Onthouden	1abcd	2c	2abd	
Begrijpen	1e, 2e, 3, 4, 5a	4	4, 6ab, 7a	
Toepassen	5bc		6c, 7bc	5d
Analyseren		6de		

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

De ene helft van jouw erfelijke eigenschappen heb je van je moeder gekregen, de andere helft van je vader. De celdeling bij geslachtscellen gaat anders dan de gewone celdeling.

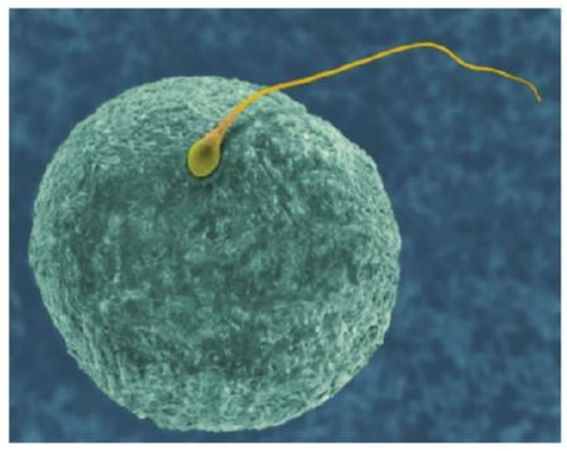
REDUCTIEDELING (MEIOSE)

Mensen planten zich geslachtelijk voort met geslachtscellen:

- **Zaadcellen** zijn mannelijke geslachtscellen.
- **Eicellen** zijn vrouwelijke geslachtscellen.

Zaadcellen zijn veel kleiner dan eicellen. Zaadcellen hebben een zweepstaart. Eicellen hebben geen zweepstaart (zie afbeelding 1).

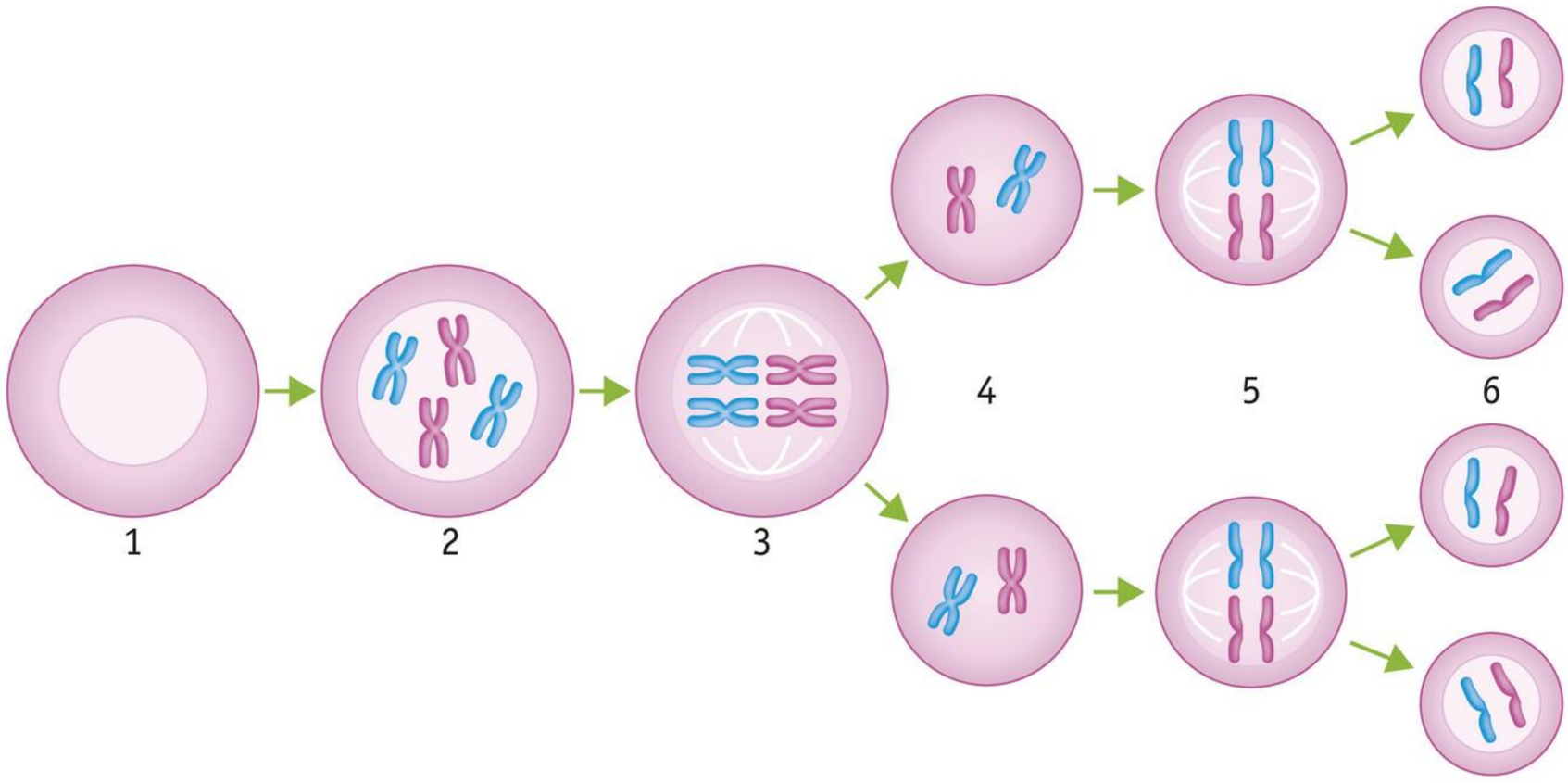
Afb. 1 Een eicel en een zaadcel.



Een geslachtscel van een mens bevat maar 23 chromosomen. Dit komt doordat geslachtscellen ontstaan na een speciale celdeling: **reductiedeling** (of **meiose**). Reductie betekent vermindering. **Geslachtscellen** bevatten maar één chromosoom van elk chromosomenpaar.

Een reductiedeling verloopt in stappen, net als een gewone celdeling (zie afbeelding 2).

Afb. 2 De reductiedeling in zes stappen.



In afbeelding 2.1 zie je de cel waaruit de geslachtscellen ontstaan. De chromosomen zijn niet te zien. Alle chromosomen zijn in paren aanwezig. In dit voorbeeld zijn twee paar chromosomen getekend in elke lichaamscel. Het ene paar is roze gekleurd, het andere paar blauw.

De reductiedeling verloopt in zes stappen:

- Stap 1: kopiëren van de chromosomen (zie afbeelding 2.2).
  Van elke DNA-keten ontstaat een kopie.
- Stap 2: spiraliseren van de chromosomen (zie afbeelding 2.2).
  De DNA-ketens worden korter en dikker. De chromosomen zijn nu zichtbaar.
- Stap 3: de chromosomenparen gaan uit elkaar (zie afbeelding 2.3).
  Het kernmembraan verdwijnt. De chromosomen gaan in het midden van de cel liggen.
  De chromosomenparen gaan uit elkaar.
- Stap 4: celdeling 1 (zie afbeelding 2.4).
  De cel deelt. In elke dochtercel zit één chromosoom met twee DNA-ketens.
- Stap 5: de DNA-ketens gaan uit elkaar (zie afbeelding 2.5).
  De twee DNA-ketens (origineel en kopie) van elk chromosoom gaan uit elkaar.
- Stap 6: celdeling 2 (zie afbeelding 2.6).
  Er zijn vier cellen ontstaan. Per cel komt elk chromosoom slechts één keer (enkelvoudig) voor.

In stap 6 zijn de chromosomen niet meer te zien, maar voor de duidelijkheid wel getekend.

GESLACHTSCHROMOSOMEN BIJ DE BEVRUCHTING

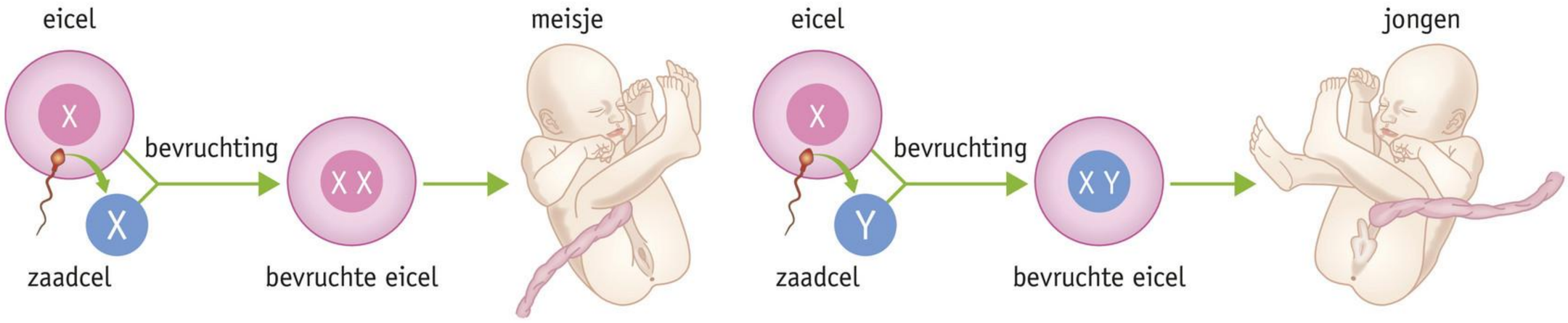
Bij de bevruchting versmelt de kern van een eicel met de kern van een zaadcel. De 23 chromosomen in de eicel en de 23 chromosomen in de zaadcel vormen samen 23 chromosomenparen. Eén chromosomenpaar bestaat uit twee **geslachtschromosomen**. Dit zijn de chromosomen met de erfelijke informatie voor het geslacht van de baby.

Er zijn twee geslachtschromosomen:

- een **X-chromosoom**
- een **Y-chromosoom**

De geslachtschromosomen van een meisje zijn **XX**. Jongens hebben het paar **XY**. De kern van een eicel bevat altijd een X-chromosoom. De kern van een zaadcel kan een X-chromosoom of een Y-chromosoom bevatten. Het chromosoom in de zaadcel bepaalt dus het geslacht van de baby. Dat zie je in afbeelding 3.

Afb. 3 Geslachtschromosomen bij de bevruchting (schematisch).



KENNIS

1

a Hoeveel chromosomen komen voor in een eicel? ..... chromosomen

b Hoeveel chromosomen komen voor in een zaadcel? ..... chromosomen

c Hoeveel chromosomen komen voor in een bevruchte eicel? ..... chromosomen

d Wat is een ander woord voor reductiedeling? .....

e Wat is het doel van de reductiedeling?

.....

2

a Met welke twee letters geef je de geslachtschromosomen van een meisje aan? met .....

b Met welke twee letters geef je de geslachtschromosomen van een jongen aan? met .....

c Welke geslachtscel kan zichzelf voortbewegen? *eicel* / *zaadcel*

d Welke geslachtscel bevat altijd een X-chromosoom? *eicel* / *zaadcel*

e Een zaadcel is ontstaan door een *gewone celdeling* / *reductiedeling*.

3

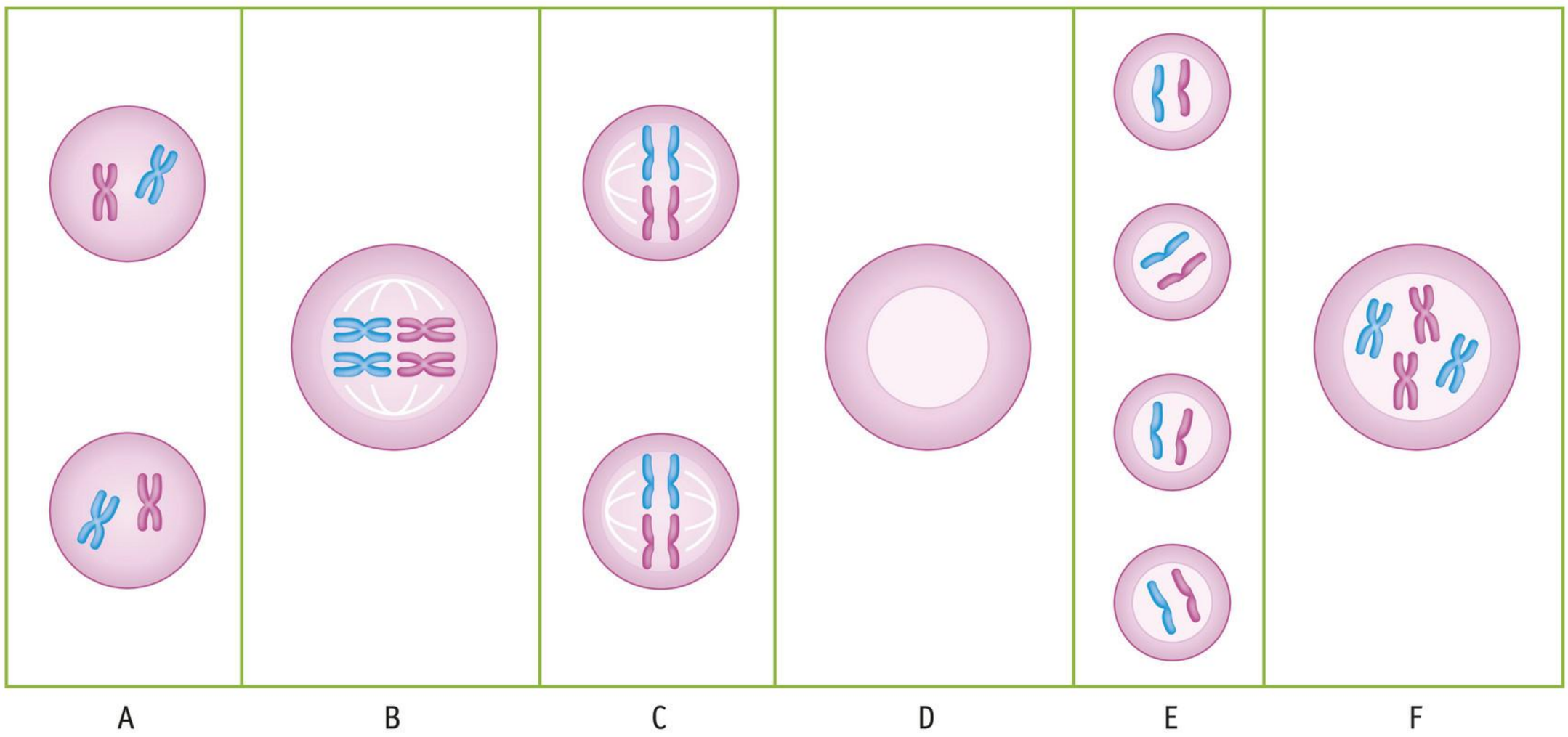
Bekijk afbeelding 4.

a In de afbeelding staan de zes stappen van de reductiedeling in de verkeerde volgorde.
Zet de letters in de juiste volgorde. Begin met stap D.

.....

b Komen de chromosomen enkelvoudig of in paren voor?
In tekening A komen de chromosomen *enkelvoudig* / *in paren* voor.
In tekening D komen de chromosomen *enkelvoudig* / *in paren* voor.
In tekening E komen de chromosomen *enkelvoudig* / *in paren* voor.
In tekening F komen de chromosomen *enkelvoudig* / *in paren* voor.

Afb. 4 Stappen bij reductiedeling.



4

Samenvatting

Maak in de tabel een samenvatting van de basisstof.
Vergelijk de gewone celdeling met de reductiedeling. De gewone celdeling is al ingevuld.

Stap	Gewone celdeling	Reductiedeling
1 Een andere naam voor deze celdeling is	mitose.	
2 Het doel van deze celdeling is	vorming van nieuwe cellen voor groei, vervanging en herstel.	
3 Dit type cellen wordt gevormd:	lichaamscellen	
4 In het midden van de cel gaan de chromosomen van een paar	naast elkaar liggen.	
5 Uit elkaar gaan de twee	DNA-ketens van elk chromosoom.	1 en daarna 2
6 In de dochtercellen komen de chromosomen voor	in paren.	

- De twee geslachtschromosomen zijn ..... en .....
- Een meisje heeft het geslachtschromosomenpaar .....

  In een eicel zit altijd het geslachtschromosoom .....
- Een jongen heeft het geslachtschromosomenpaar .....

  In een zaadcel zit het geslachtschromosoom ..... of .....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

5 Elke diersoort heeft een vast aantal chromosomen in de kern van de lichaamscellen.

a Een onderzoeker bekijkt een spiercel door een microscoop en telt 39 chromosomen.
De onderzoeker heeft niet goed geteld.
Leg uit hoe je dat kunt zien aan het aantal chromosomen.

b Een andere onderzoeker telt in een geslachtscel van een vliegje 4 chromosomen.
Kan dat, of heeft zij ook een fout gemaakt? Leg je antwoord uit.

c De kern van een cel van een schaap bevat 27 chromosomen.
Is dit de kern van een lichaamscel of van een geslachtscel? Leg je antwoord uit.

d Hoeveel chromosomen bevat de kern van een niercel van dit schaap?

6 Lees de tekst 'Meisjes zijn sterker, maar jongens zijn sneller'.

a Een man en een vrouw willen graag een dochter.
Moet de eicel worden bevrucht door een zaadcel met een X-chromosoom of een zaadcel met een Y-chromosoom?

b Leeft een zaadcel met een X-chromosoom langer of korter dan een zaadcel met een Y-chromosoom?

c Heeft een zaadcel met een X-chromosoom meer of minder tijd nodig om de eicel te bereiken? Leg je antwoord uit.

d Leg uit waarom een eicel geen invloed heeft op welke zaadcel de eicel het eerst bevrucht.

e Een eicel is veel groter dan een zaadcel.
Leg uit welk voordeel zaadcellen hebben van hun kleine maat.

Afb. 5

Meisjes zijn sterker, maar jongens zijn sneller

Na de zaadlozing racen de zaadcellen naar de eicel om die te bevruchten. Alleen de snelste zaadcel wint en kan de eicel bevruchten. Daarna groeit die bevruchte eicel uit tot een kind. In deze race lijken de toekomstige meisjes in het nadeel. De zaadcel die samen met een eicel een meisje maakt, moet het zware X-chromosoom meenemen. De zaadcellen van toekomstige jongens hebben een veel lichter Y-chromosoom. Ze zijn daardoor sneller en hebben meer kans om de eicel te bevruchten.
Maar ook de toekomstige meisjes hebben een voordeel. Gemiddeld kunnen zaadcellen twee tot drie dagen overleven in het lichaam van de vrouw. De zaadcellen met een Y-chromosoom zijn het zwakst en sterven eerst. De toekomstige meisjes blijven langer in leven en hebben zo meer tijd om de eicel te vinden. Zo heeft de bevruchte eicel ongeveer evenveel kans om een meisje of een jongen te worden.

+ 7 Bij mensen bepalen het X-chromosoom en het Y-chromosoom het geslacht van het kind. Bij vissen zijn dat het W-chromosoom en het Z-chromosoom. En er is nog een verschil. Bij vissen hebben de mannetjesvissen twee dezelfde geslachtschromosomen. De vrouwtjes hebben twee verschillende geslachtschromosomen.

a Met welke twee letters geef je de geslachtschromosomen van een vrouwtjesvis aan?

b Een zaadcel van een vis bevat het chromosoom Z.
Met welke twee letters geef je de geslachtschromosomen van een mannetjesvis aan?

c Een jonge vis komt uit een eitje. Het is een vrouwtje.
Welk geslachtschromosoom zat er in de eicel voordat de cel werd bevrucht en uitgroeide tot een eitje? Leg je antwoord uit.

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

Samenhang

DUIZENDEN HAMBURGERS UIT ÉÉN CEL

Heel veel hamburgers maken van één piepklein stukje vlees? Nederlandse wetenschappers hebben ontdekt hoe ze dat kunnen doen.

VLEESTEKORT

De Nederlandse onderzoeker Mark Post en zijn team is het gelukt om vlees te kweken en daar een hamburger van te maken (zie afbeelding 1). Dit is misschien een oplossing voor een groot probleem. Er komen namelijk steeds meer mensen op de wereld, en veel mensen willen vlees eten. Maar er is niet genoeg vlees voor iedereen. De onderzoekers hopen dit probleem op te lossen met kweekvlees.

Afb. 1 Mark Post met een hamburger van kweekvlees.

PRODUCTIE

Om kweekvlees te maken, gebruiken de onderzoekers verse biefstuk. Biefstuk is een stuk van een spier van een koe. Van de biefstuk nemen de onderzoekers een heel klein stukje vlees. Mark Post: 'In zo'n piepklein stukje biefstuk zitten honderden spiercellen die we kunnen gebruiken. Van elke cel kunnen we wel 10 000 kg vlees maken. Honderd cellen leveren dus algauw een miljoen kilogram vlees op.'

Aan de spiercellen voegen de onderzoekers een speciaal groeimiddel toe. Daarmee voeden de cellen zich. De onderzoekers zorgen ervoor dat de cellen voldoende zuurstof krijgen. Ook worden de afvalstoffen van de cellen afgevoerd. Daardoor kunnen de cellen zich gaan delen. Dankzij de voeding kunnen de cellen groeien. Zo ontstaat er vanzelf meer vlees, zonder dat er extra dieren voor geslacht hoeven te worden.

KOEIENSCHETEN

Mark Post en zijn team doen al jaren onderzoek naar het kweken van vlees. In het begin kon het nog alleen in een laboratorium. Nu is het bijna zover dat ze vlees in een fabriek kunnen kweken. Als dat lukt, zijn er nog maar heel weinig koeien nodig. Mark Post: 'Het levert op dat we per jaar 40 miljard minder dieren slachten, 40% minder landbouwgrond gebruiken, 30% minder water gebruiken en 30% minder energie gebruiken. Het is dus een gigantische besparing.'

'Ook hebben we minder grasland nodig om de koeien te voeren. Op het land dat we overhouden, kunnen we dan bijvoorbeeld groenten verbouwen. Of we kunnen het teruggeven aan de natuur. Of meer huizen bouwen zodat mensen ruimer kunnen wonen', legt Post uit. Het is ook goed voor het milieu, want de scheten van een koe zijn net zo vervuilend als de uitlaatgassen van een auto.

OP EEN PIZZA

De onderzoekers zijn niet alleen bezig met hamburgers. Ze maken ook worstjes en kipnuggets van kweekvlees. Over een tijdje kan al het vlees voor pizza, soep, lasagne, enzovoort worden gekweekt. Kweekvlees uit de fabriek gaat waarschijnlijk net zoveel kosten als gewoon vlees. Misschien zie je het binnenkort wel in de supermarkt!

Bron: 10 000 hamburgers maken met stukje vlees, Jeugdjournaal.

OPDRACHTEN

1 Kweekvlees wordt gemaakt van cellen. Deze cellen hebben levenskenmerken die horen bij stofwisseling.

a Welke drie levenskenmerken horen bij stofwisseling?

b In de tekst staan zinnen over de drie levenskenmerken die horen bij stofwisseling. Zoek bij elk levenskenmerk een zin in de tekst. Geef het levenskenmerk en de zin die erbij hoort.

c Door een spier lopen bloedvaten. Het bloed vervoert zuurstof naar de cellen. Het voert ook afvalstoffen af uit de cellen. Een gekweekte hamburger heeft geen bloedvaten. Het transport van zuurstof en afvalstoffen gaat door de tussencelstof.
Na een tijdje kan een hamburger niet meer verder groeien. Leg uit hoe dat komt.

d Twee levenskenmerken zijn groei en voortplanting.
Geef bij elk levenskenmerk een zin uit de tekst die over dat levenskenmerk gaat.

2 Welk organisatieniveau past het best bij het woord?
Kies uit: *cel – orgaan – orgaanstelsel – organisme – weefsel*.

a koe

b onderzoeker

c spier

d spiercel

3 **a** Is een biefstuk een deel van een weefsel of van een orgaan? Leg je antwoord uit.

b Geef een overeenkomst en een verschil tussen een gekweekte hamburger en een weefsel.

c Geef een overeenkomst en een verschil tussen een gekweekte hamburger en een orgaan.

d Waarop lijkt een gekweekte hamburger het meest: op een weefsel of op een orgaan? Leg je antwoord uit.

e Met welk soort weefsel kun je een gekweekte hamburger het best vergelijken? Leg je antwoord uit.

4 Giulia, Thomas, Kaylee en Timofei hebben een discussie over kweekvlees.

a Giulia zegt: ‘Kweekvlees is stevig door de celwanden.’
Heeft Giulia gelijk? Leg je antwoord uit.

b Thomas zegt: ‘De kleur van een gekweekte hamburger hangt af van de kleurstofkorrels in de cellen.’
Heeft Thomas gelijk? Leg je antwoord uit.

c Kaylee zegt: ‘Elke cel van een gekweekte hamburger bevat de erfelijke informatie voor een hele koe.’
Heeft Kaylee gelijk? Leg je antwoord uit.

d Timofei zegt: ‘Door het X-chromosoom in de kern van een cel weet je of het kweekvlees afkomstig is van een koe (een vrouwtje) of van een stier (een mannetje).’
Heeft Timofei gelijk? Leg je antwoord uit.

5 De celkernen van de lichaamscellen van koeien bevatten 60 chromosomen.

a Komen de chromosomen in de cellen van kweekvlees voor in paren? Leg je antwoord uit.

b Hebben alle cellen in een hamburger dezelfde chromosomen? Leg je antwoord uit.

c Hoeveel chromosomen zitten er in een eicel van een koe?

6

a Hoe ouder je wordt, hoe langzamer de celdeling gaat. Op een gegeven moment kunnen veel cellen niet meer delen. Dat geldt ook voor de spiercellen van een koe. Waarom zal een producent van kweekvlees regelmatig met nieuwe cellen beginnen?

b Als je begint met één cel, heb je na een deling twee cellen.
Hoeveel cellen heb je na twee delingen? En na drie?

c Voor 10 000 kg vlees zijn ongeveer 10 000 000 000 000 000 (10 biljard) cellen nodig.
De onderzoekers beginnen met 1 cel.
Moet die cel zich 10 biljard keer delen om 10 000 kg vlees te maken? Leg je antwoord uit.

d Van 1 cel kunnen de onderzoekers 10 000 kg vlees maken.
Hoeveel hamburgers van 100 g kun je maken uit 1 cel?

Ga naar de *Extra stof*.

Leren onderzoeken

1 WERKEN MET EEN LOEP EN EEN MICROSCOOP

LEERDOEL

1.O.1 Je kunt werken met een loep en een microscoop.

- Basisstof 2, 3 en 5
- Practica 1 t/m 6

Bij biologie probeer je zelf organismen waar te nemen. Soms zijn organismen heel klein. Je kunt ze dan met het blote oog niet (goed) zien. Met een loep of microscoop zie je ze wel.

WERKEN MET EEN LOEP

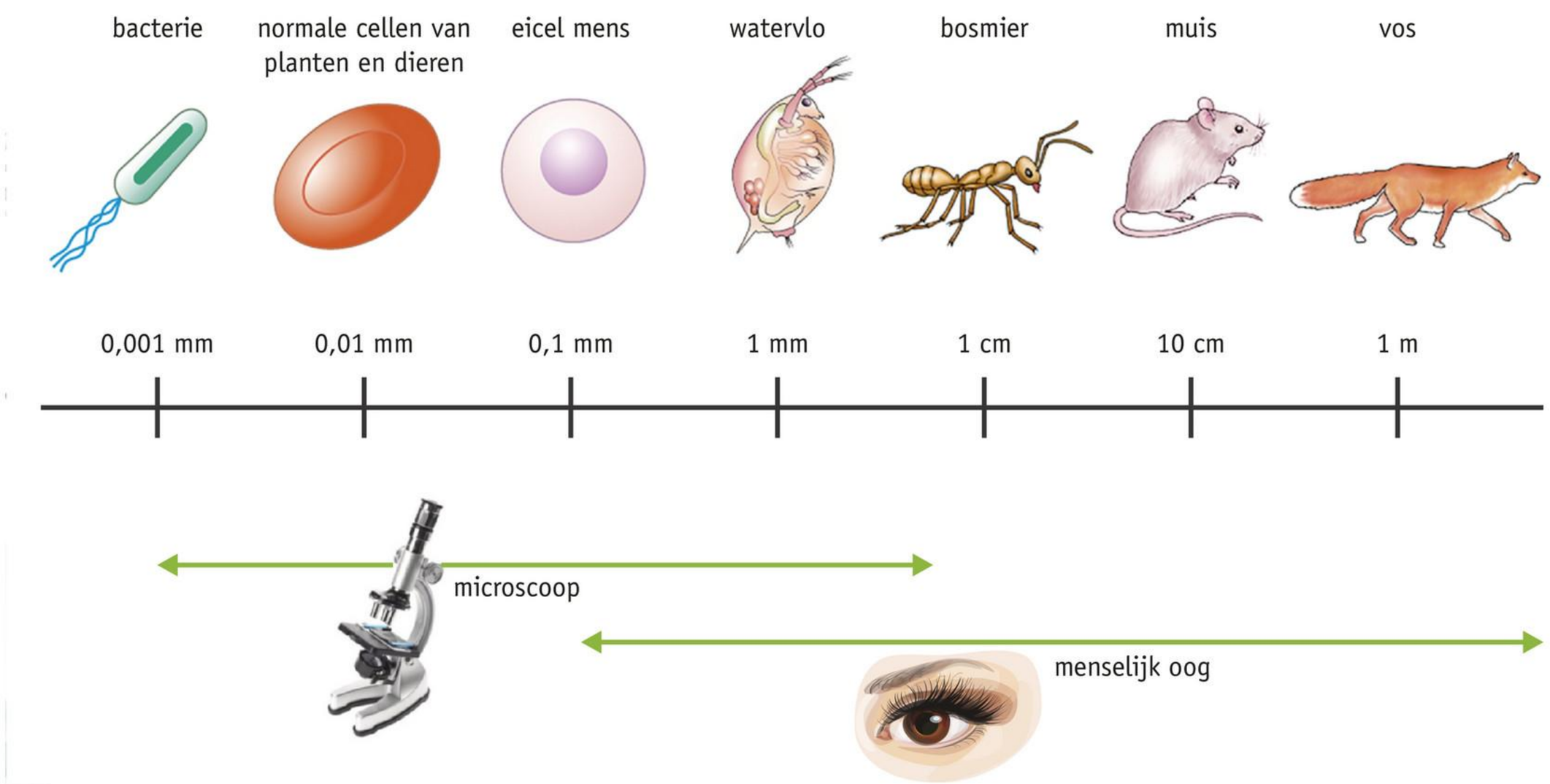
In afbeelding 1 zie je verschillende loepen. Je kunt bij biologie het best een loep gebruiken die ongeveer 10× vergroot. Je moet de loep dicht bij je oog houden. Het voorwerp dat je bekijkt, beweeg je naar de loep toe tot je het scherp ziet.

Afb. 1 Loepen.

DE MICROSCOOP OP SCHOOL

Met een microscoop kun je kleine delen van organismen bestuderen (zie afbeelding 2). Op school werk je met een lichtmicroscoop. Met deze microscoop kun je cellen van planten, dieren en schimmels zien.

Afb. 2 Wat je kunt zien met een microscoop en wat met het blote oog.



Bij de meeste microscopen kun je de tafel omhoog of omlaag draaien (zie afbeelding 3). Bij andere microscopen beweeg je de tubus. Verder hebben alle microscopen op scholen dezelfde onderdelen.

Om scherp te stellen heeft een microscoop een stelschroef. Deze bestaat uit twee delen: een grote buitenring met een kleinere draaiknop in het midden. De buitenring gebruik je om ongeveer scherp te stellen. De kleine draaiknop is om precies scherp te stellen. Sommige microscopen hebben twee aparte stelschroeven: een grote en een kleine.

Afb. 3 Een microscoop waarbij de tafel omhoog en omlaag kan.

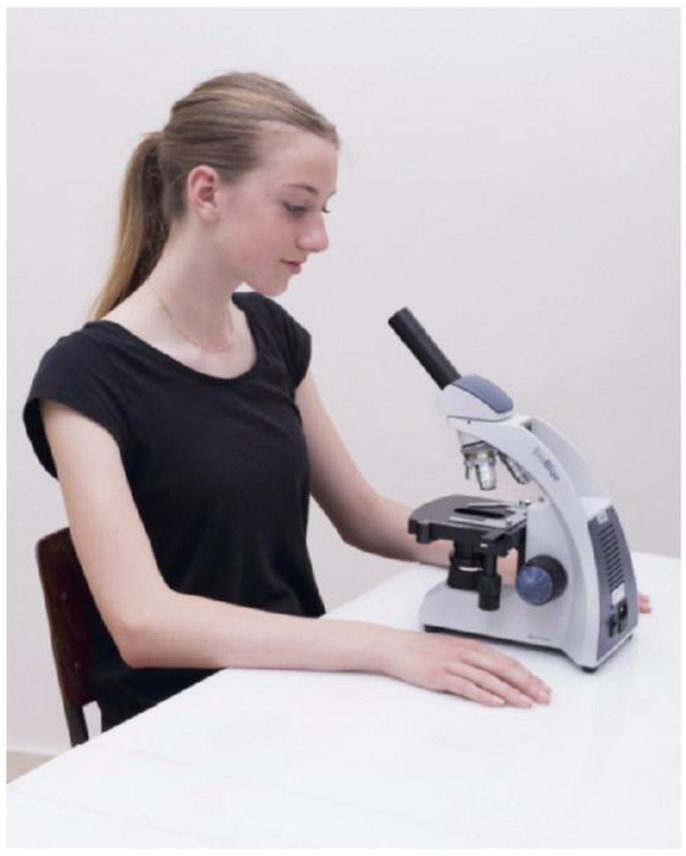
WERKEN MET EEN MICROSCOOP

Met een microscoop bekijk je een preparaat. Een **preparaat** is een glasplaatje met daarop een dun laagje weefsel of cellen.

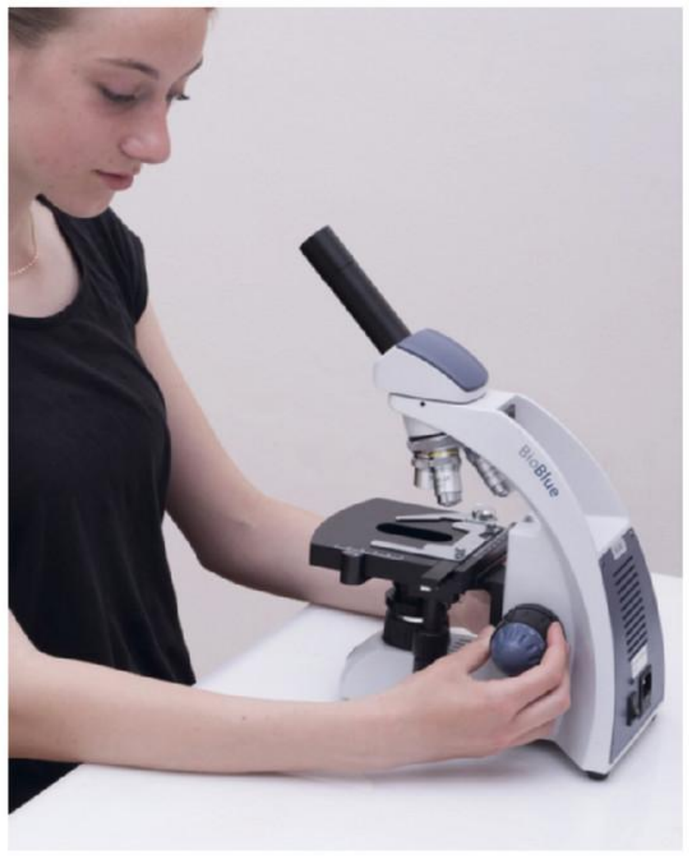
Je begint altijd met scherpstellen bij de kleinste vergroting (zie afbeelding 4). Met een kleine vergroting zie je een groot deel van het preparaat. De voordelen daarvan zijn:

- Je kunt het voorwerp in het preparaat gemakkelijk vinden.
- De kans is klein dat je met een objectief tegen het preparaat aankomt.

Afb. 4 Scherpstellen bij de kleinste vergroting.



1 Zet de microscoop met het statief van je af op tafel. Steek de stekker in het stopcontact. Doe het lampje aan.



2 Draai met de grote schroef de tafel helemaal omlaag (of de tubus helemaal omhoog). Draai het kleinste objectief boven de tafel.

3 Leg het preparaat tussen de preparaatklemmen. Wat je wilt bekijken, leg je midden boven de opening in de tafel.

4 Kijk van opzij. Draai met de grote schroef de tafel weer omhoog (of de tubus omlaag). Let op dat het preparaat niet tegen het objectief komt.

5 Kijk door het oculair. Draai met de grote schroef de tafel langzaam verder omhoog (of de tubus verder omlaag). Stop als het beeld ongeveer scherp is.

6 Stel met de kleine schroef precies scherp.

Daarna kun je een grotere vergroting gebruiken (zie afbeelding 5). Daarmee kun je een klein deel van het preparaat beter zien.

TEKENINGEN MAKEN

Bij biologie bekijk je organismen of delen van organismen zo precies mogelijk. De beste manier om dat te doen, is door een tekening te maken. Als je iets tekent, kijk je er vanzelf heel precies naar.

Gebruik de tekenregels in afbeelding 6 als je een tekening maakt.

In afbeelding 7 staat hoe je een preparaat opruimt.

Afb. 5 Een grotere vergroting gebruiken.

1 Je hebt al scherpgesteld bij een kleinere vergroting. Kijk door het oculair. Wat je sterker wilt vergroten, schuif je naar het midden van het beeld.

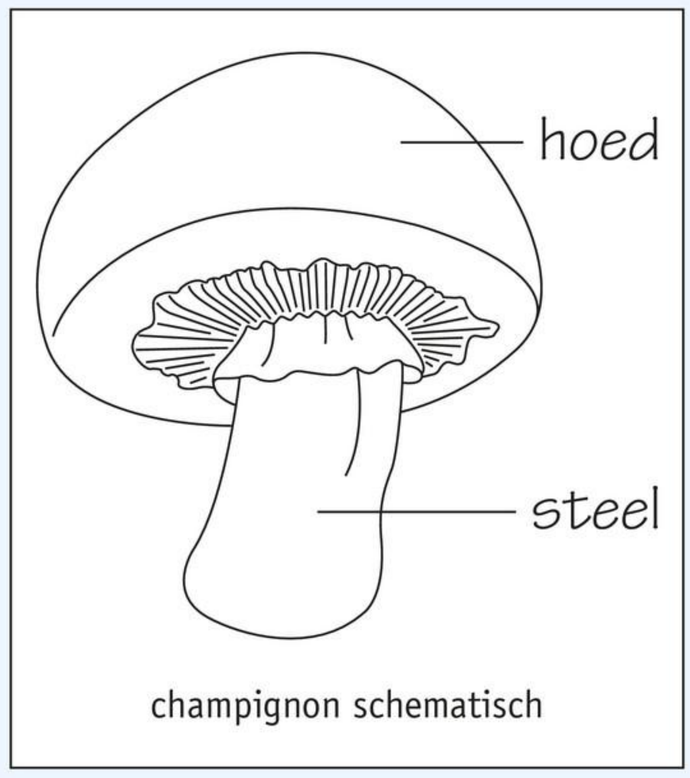
2 Kijk van opzij. Draai het objectief voor dat één maat groter is. Draai *niet* aan de grote schroef.

3 Stel met de *kleine schroef* precies scherp.

Afb. 6

Tekenregels

1 Maak grote tekeningen zodat je alle onderdelen goed kunt weergeven.
2 Gebruik een HB-potlood (tussen hard en zacht in).
3 Gebruik kleurpotloden om te kleuren (geen viltstiften).
4 Teken eerst de omtrek met dunne lijnen. Teken daarna de onderdelen. Tot slot kun je de lijnen duidelijker maken.
5 Teken wat je ziet, niet wat je volgens het boek zou moeten zien.
6 Maak je tekeningen niet te ingewikkeld.
7 Schrijf bij je tekening:
   - de naam van wat je hebt getekend
   - (eventueel) de vergroting
   - (eventueel) dwarsdoorsnede of lengtedoorsnede
   - (eventueel) natuurgetrouw of schematisch
8 Schrijf de namen bij de delen. Trek een horizontaal lijntje tussen het deel en de naam.



champignon schematisch

Afb. 7

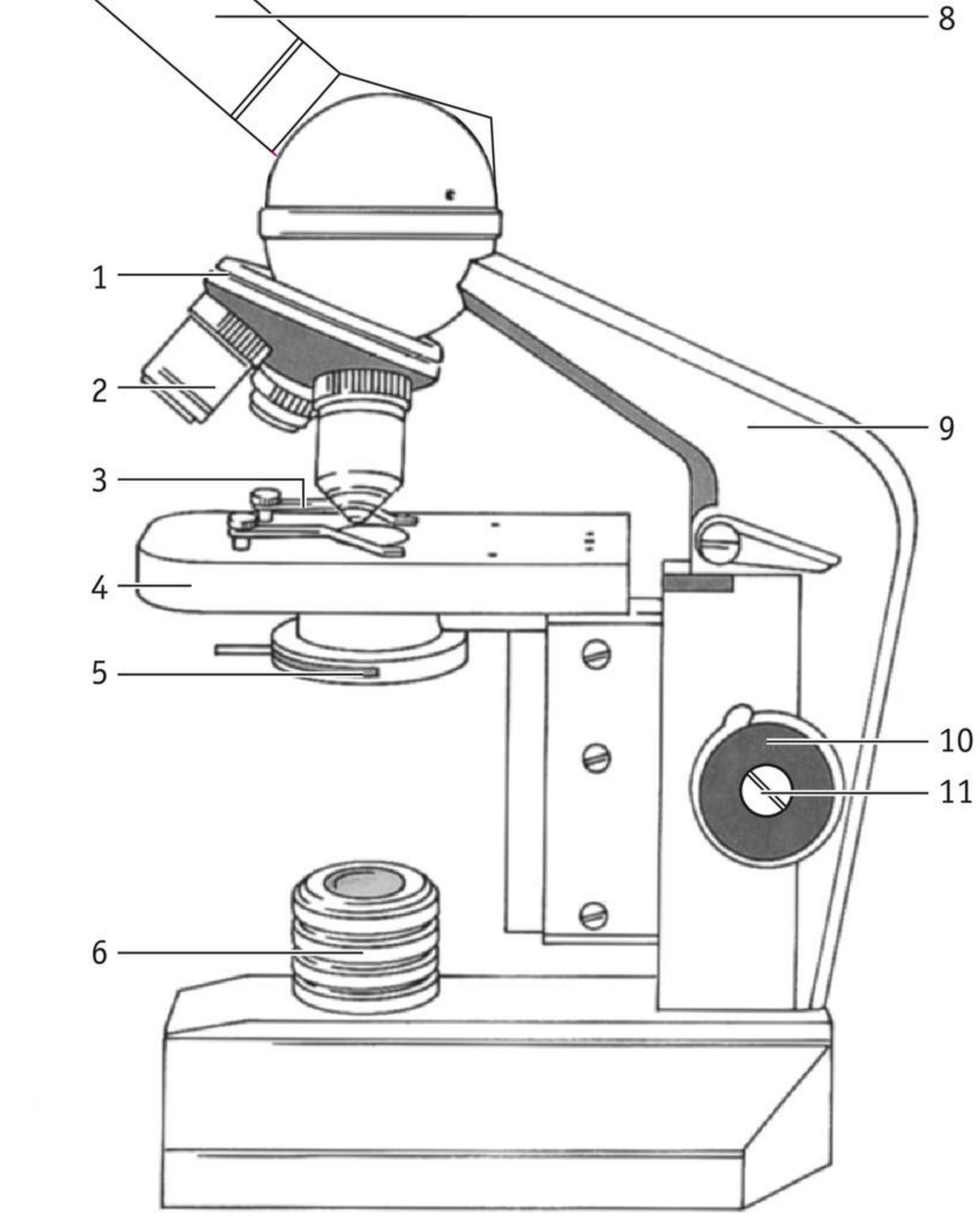
Een preparaat opruimen

1 Draai het objectief naar de kleinste vergroting.
2 Draai dan de tafel omlaag (of de tubus omhoog).
3 Haal daarna het preparaat onder de preparaatklemmen vandaan.
4 Lever klaargemaakte preparaten in bij je docent.
5 Haal zelfgemaakte preparaten uit elkaar.
6 Gooi het voorwerp en het vocht weg.
7 Maak het gebruikte materiaal schoon en droog het met een tissue.

OPDRACHTEN

1 In afbeelding 8 zie je een tekening van een microscoop.
Geef de namen van de genummerde delen.

Afb. 8 Een microscoop.



2
a Aan welk deel pak je de microscoop vast als je hem opruimt?
b Hoe kun je de tafel omhoog of omlaag laten bewegen?
c Met welk onderdeel regel je hoeveel licht door de opening in de tafel gaat?
d Door welke vijf delen van de microscoop gaat het licht van het lampje naar je oog? Noteer ze in de goede volgorde. Begin bij het lampje en eindig met het oog.
e Het oculair van een microscoop vergroot 10×. De objectieven vergroten 4×, 10× en 60×. Welke vergrotingen kun je hiermee maken?

3 Fayrouz bekijkt een plantencel met de microscoop. Ze moet de cel tekenen.
In haar boek staat ook een plantencel. Deze cel ziet er heel anders uit dan de cel door de microscoop.
a Wat kan Fayrouz het best doen: de plantencel uit haar boek natekenen of de plantencel door de microscoop? Leg je antwoord uit.
b Fayrouz maakt een grote tekening van de cel. Ze schrijft de namen van de delen erbij. Tussen de namen en de delen trekt ze horizontale lijnen. Tot slot kleurt ze de cel in met viltstiften.
Welke tekenregel heeft Fayrouz niet toegepast?

2 EEN PREPARAAT MAKEN

LEERDOELEN

1.0.2 Je kunt een preparaat maken.

- Basisstof 3 en 5
- Practica 3 t/m 6

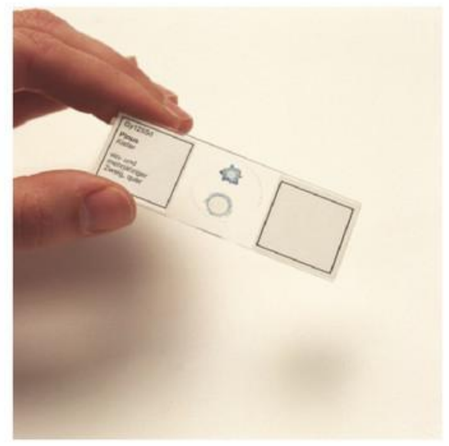
Weefsels moeten heel dun zijn om ze met de microscoop te bekijken. Het licht van de microscoop moet erdoorheen kunnen schijnen. Daarom maak je van cellen of weefsels eerst een preparaat.

EEN PREPARAAT MAKEN

In afbeelding 9 zie je een preparaat. Op het glasplaatje ligt een heel dun laagje weefsel of cellen.

In deze Leren onderzoeken leer je zelf een preparaat maken. Je gebruikt hiervoor een ui. Om van de ui een preparaat te maken, heb je **prepareermateriaal** nodig. In afbeelding 10 zie je welk prepareermateriaal je vaak nodig hebt. In afbeelding 11 zie je hoe je een preparaat maakt.

Afb. 9 Een klaargemaakt preparaat.



Afb. 10 Prepareermateriaal.

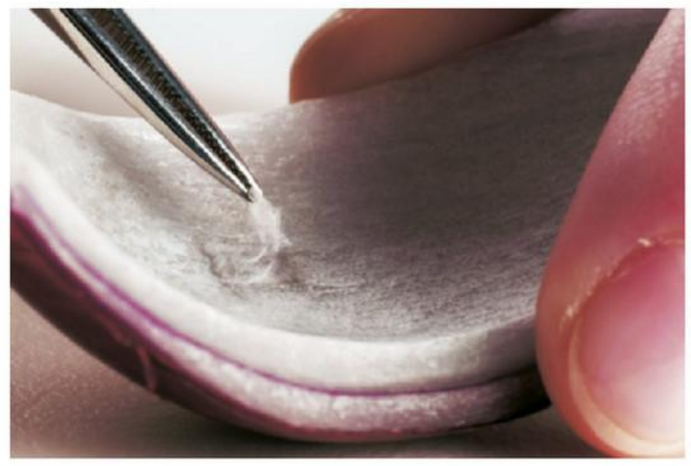
1 voorwerpglas
2 dekglas
3 druppelpipet
4 tissues

5 filtreerpapier
6 pincet
7 prepareernaald
8 scheermesje

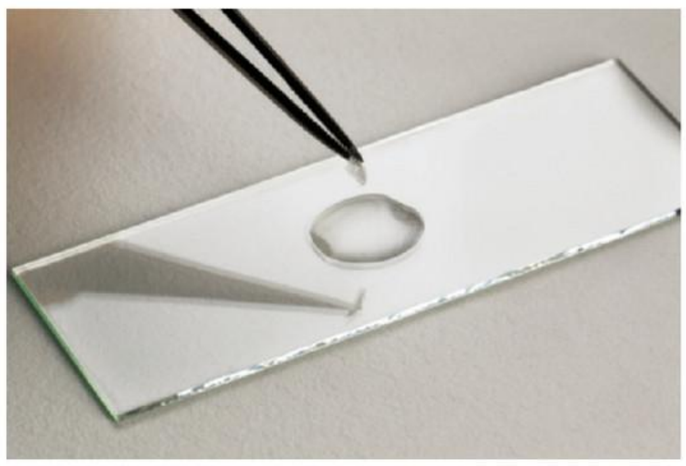
Afb. 11 Een preparaat maken van een vliesje van een ui.

1 Breng met een druppelpipet een druppel water op een voorwerpglas.

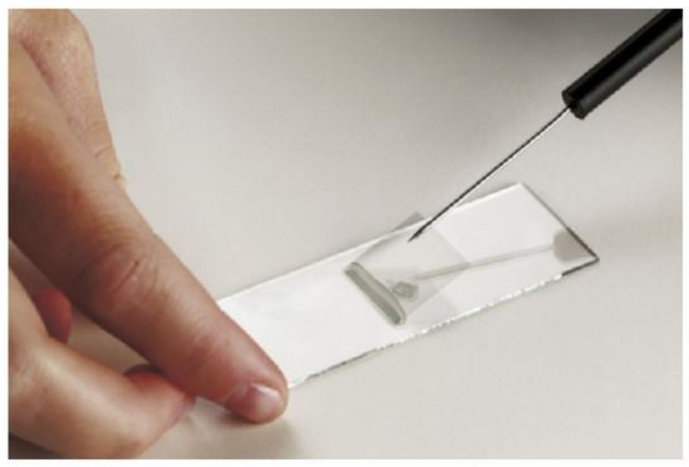
2 Maak met een scheermesje een sneetje in de holle binnenkant van een uienrok.



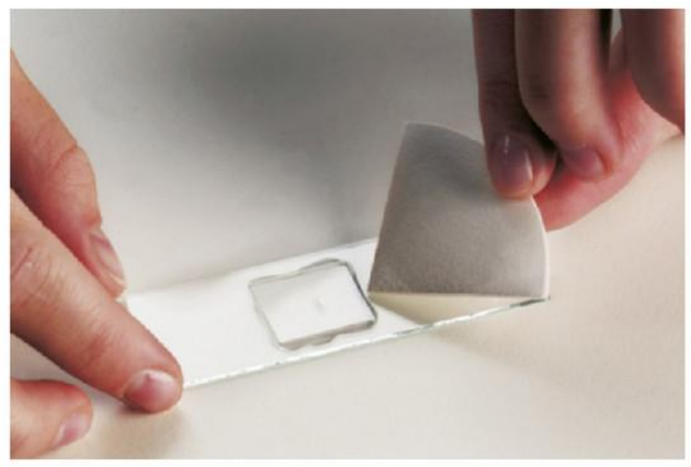
3 Trek met een pincet vanaf het sneetje een stukje vlies los. Je hebt maar een heel klein stukje nodig!



4 Leg het stukje vlies in de druppel water op het voorwerpglas. Zorg ervoor dat het stukje vlies niet dubbelgeslagen ligt.



5 Schuif een dekglas van opzij tegen de druppel water aan. Laat met een prepareernaald het dekglas langzaam op de druppel zakken. Er mogen geen luchtbellen in het preparaat zitten!



6 Er mag niet te veel water op het voorwerpglas zitten. Zuig overtollig water weg met filtreerpapier. Pas op dat je geen water onder het dekglas wegzuigt.

OPDRACHT

1

a Anton gaat een preparaat maken van een haar uit zijn hoofd.
Hij legt een druppel water en een stukje haar op een glazen plaatje.
Hoe noem je dit glazen plaatje?

b Anton laat langzaam een glazen plaatje zakken over de druppel water en zijn haar.
Welk prepareermateriaal gebruikt hij hiervoor?

c Hoe heet het glazen plaatje dat Anton over zijn haar heen legt?

d Het vliesje van de ui is dubbelgeslagen.
Wat ziet Anton dan door de microscoop?

3 ONDERZOEK DOEN

LEERDOEL

1.0.3 Je kunt een biologisch onderzoek voorbereiden, uitvoeren en beoordelen.

- Basisstof 6
- Practicum 7

Bij biologie doe je onderzoek om dingen te ontdekken. Bedrijven doen bijvoorbeeld biologisch onderzoek om nieuwe medicijnen te ontwikkelen.

BIOLOGISCH ONDERZOEK DOEN

Een biologisch onderzoek bestaat uit stappen. In afbeelding 12 zie je deze stappen. Soms moet je bij biologie zelf een onderzoek bedenken en uitvoeren. Dan volg je deze stappen.

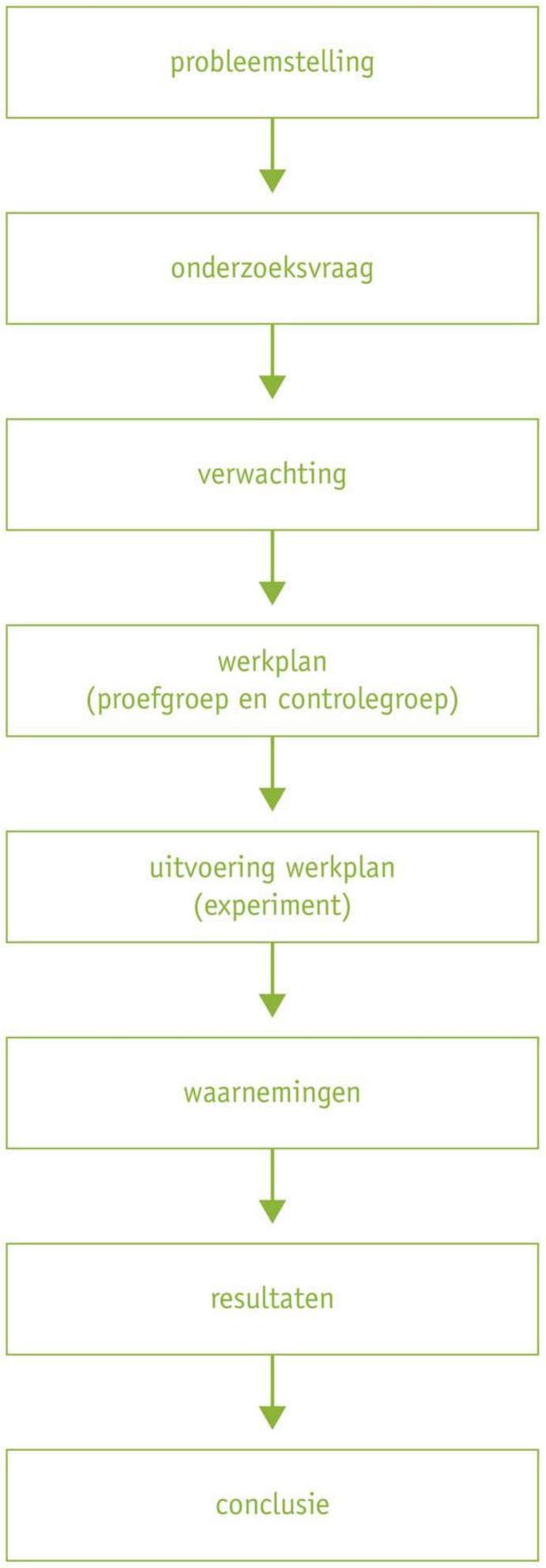
WAT WIL IK ONDERZOEKEN?

Een onderzoek begint altijd met een vraag. Dit heet de **probleemstelling**. Een voorbeeld van een probleemstelling is:
Welke invloed heeft licht op de groei van planten?

Deze probleemstelling is nog erg vaag. Je kunt er alle kanten mee op. Wil je de invloed van licht onderzoeken op bomen of op kleine plantjes? Of wil je alleen de invloed van de hoeveelheid licht onderzoeken, of alleen licht en donker vergelijken? Daarom bedenk je zo precies mogelijk wat je wilt onderzoeken. Hiervan maak je één vraag. Dit is de **onderzoeksvraag**. Een voorbeeld van een onderzoeksvraag is:
Zijn kiemplantjes die ik in het licht zet, na een paar dagen langer dan kiemplantjes die ik in het donker zet?

Daarna voorspel je de resultaten van het onderzoek. Je denkt na over wat je verwacht. Dit noem je de **verwachting**. Je maakt gebruik van wat je al weet. Je weet bijvoorbeeld dat planten licht nodig hebben om te groeien. Een voorbeeld van een verwachting is:
Kiemplantjes die ik in het licht zet, zijn na een paar dagen langer dan kiemplantjes die ik in het donker zet.

Afb. 12 De stappen van een onderzoek.



WAT IS MIJN WERKPLAN?

Je onderzoekt of je verwachting klopt. Daarvoor bedenk je een proef.

In het **werkplan** beschrijf je vier dingen:

- wat je precies gaat doen
- wat je nodig hebt
- hoe je gaat waarnemen (bijvoorbeeld meten of wegen)
- wat je met de waarnemingen gaat doen (bijvoorbeeld een tabel of een grafiek maken)

Voor het werkplan zijn er vier regels:

1 Schrijf stap voor stap op wat je gaat doen.
2 Onderzoek één ding tegelijk. Je kunt bijvoorbeeld niet in één proef de invloed van lucht én de invloed van water onderzoeken.
3 Gebruik een proefgroep en een controlegroep. Met de proefgroep doe je het onderzoek.
4 Doe proeven altijd met grote aantallen organismen. Als je bijvoorbeeld maar één of twee zaadjes gebruikt, kun je toevallig een zaadje hebben dat niet meer kan kiemen. Je proef klopt dan niet meer.

Bij de proefgroep onderzoek je de invloed van een factor. Bijvoorbeeld van de factor licht. De proefgroep is dan de groep kiemplantjes die je in het licht zet. De controlegroep bestaat uit de kiemplantjes die je in het donker zet. De controlegroep krijgt *niet* de factor die je onderzoekt.

Verder behandel je de organismen in de proefgroep en de controlegroep precies gelijk. Alleen de factor die je onderzoekt, is verschillend. De plantjes krijgen bijvoorbeeld evenveel water en de temperatuur is even hoog. Tijdens de proef en na de proef vergelijk je de proefgroep met de controlegroep.

In afbeelding 13 staan vragen die je jezelf kunt stellen als je een werkplan maakt.

Afb. 13

Werkplan voor een onderzoek

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

Wat heb ik nodig?
- Welke 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 vergelijken? Bijvoorbeeld: door de lengte te meten met een liniaal. Of door het aantal op te tellen.
- Op welke manier ga ik de waarnemingen weergeven? Bijvoorbeeld in een tekening, in een tabel, in een lijndiagram (een grafiek) of in een staafdiagram.

WAT NEEM IK WAAR?

Als het werkplan goed is, kun je beginnen aan de uitvoering. Tijdens de **uitvoering** voer je je werkplan uit. Je houdt je zo precies mogelijk aan je werkplan. Als je iets anders doet dan in je werkplan staat, maak je daar een aantekening van.

Tijdens het onderzoek verzamel je de **waarnemingen** van je proefgroep en je controlegroep. Na het onderzoek geef je de waarnemingen overzichtelijk weer. Bijvoorbeeld in een schema of een diagram. Dat zijn de **resultaten** van je onderzoek.

WELKE CONCLUSIE KAN IK TREKKEN?

Na afloop van de proef vergelijk je de resultaten van de proefgroep met de controlegroep. Dan kun je een **conclusie** trekken. De conclusie is het antwoord op de onderzoeksvraag.

Soms komen de resultaten niet overeen met je verwachting. Dat is bijvoorbeeld het geval in dit onderzoek. In afbeelding 14.1 zie je kiemplantjes van tuinkers die zijn gekweekt in het licht. In afbeelding 14.2 zie je de controlegroep die in het donker heeft gestaan. Je ziet dat de kiemplantjes in het donker langer zijn. De verwachting dat kiemplantjes in het licht harder groeien dan in het donker, was dus niet juist. De conclusie van het onderzoek is dus:
Kiemplantjes die in het donker groeien, zijn na een paar dagen langer dan kiemplantjes die in het licht groeien.

Afb. 14 Kiemplantjes van tuinkers.

1 de proefgroep gekweekt in het licht

2 de controlegroep gekweekt in het donker

OPDRACHTEN

1 Hierna staan beschrijvingen van vijf stappen van een onderzoek.
Geef de naam van elke stap. Kies uit: *conclusie – onderzoeksvraag – probleemstelling – resultaten – werkplan*.

1 De waarnemingen van je onderzoek overzichtelijk weergegeven.
2 De beschrijving van de proef en hoe je die gaat uitvoeren.
3 De vraag waarmee een onderzoek begint.
4 Het antwoord op de onderzoeksvraag.
5 De vraag die precies omschrijft wat je wilt onderzoeken.

2 Lees de tekst 'Hamburgers ongezond?'.

a Wat is in dit onderzoek de proefgroep en wat de controlegroep?

b Bij een proef mag er maar één ding anders zijn. Alleen de factor die je onderzoekt mag verschillen. In deze proef zijn dat de stoffen in het hamburgervlees. Alle andere factoren en omstandigheden moeten gelijk zijn.
Aan de foto's in afbeelding 15 kun je zien dat minstens één andere factor niet gelijk was in de proef. Welke factor was dat?

c In de tekst staat dat zijn conclusie niet klopte en dat de proef niet goed was uitgevoerd. Wat is er niet goed uitgevoerd bij deze proef? Benoem zo veel mogelijk fouten.

d Waarom klopte zijn conclusie niet?

Afb. 15

Hamburgers ongezond?
Hamburgers van bekende fastfoodrestaurants verrotten volgens sommige mensen niet. Iemand had het onderzocht en foto's op internet gezet. Hij dacht dat het kwam door de invloed van ongezonde stoffen die in de hamburgers werden gestopt. Hij kocht op een dag een hamburger bij zo'n restaurant. Hij bakte er meteen ook zelf één van vers gehakt, zonder andere stoffen.
Op de foto's zie je de twee hamburgers die hij onderzocht. De zelfgebakken hamburger ging na een tijd rotten. De hamburger van het fastfoodrestaurant niet. Dat was ook de conclusie van de man en dat kwam volgens hem door de ongezonde stoffen. Toch klopte zijn conclusie niet, omdat de proef niet goed was uitgevoerd.

1 gekochte hamburger

2 zelfgemaakte hamburger

3 Hakrim onderzoekt de ontkieming van zaden. Hij gebruikt vier schalen met een laag watten. Op elke schaal legt hij 40 zaden.

- Bij twee schalen doet hij 2 mL water, bij de andere twee 10 mL water.
- Twee schalen zet hij weg bij 10 °C, de andere twee bij 20 °C.

Alle andere omstandigheden zijn gelijk.
Na vijf dagen telt hij hoeveel zaden zijn ontkiemd. Zijn resultaten staan in tabel 1.

Tabel 1 De resultaten van Hakrim.

	Schaal 1	Schaal 2	Schaal 3	Schaal 4
Hoeveelheid water (mL)	2	2	10	10
Temperatuur (°C)	10	20	10	20
Aantal ontkiemde zaden	8	16	24	36

a Hakrim vergelijkt schaal 1 met schaal 2. Zijn conclusie is: *Bij 20 °C ontkiemen in vijf dagen meer zaden dan bij 10 °C.*
Is deze conclusie juist? Leg je antwoord uit.

b Hakrim vergelijkt schaal 3 met schaal 4. Kan hij nu dezelfde conclusie trekken?

c Hakrim wil een conclusie trekken over de invloed van water.
Welke schalen moet Hakrim dan met elkaar vergelijken? Leg je antwoord uit.

4 Tessa doet een onderzoek. De probleemstelling is: *Kun je beter woordjes leren met muziek aan of zonder muziek?* Er doen veertig leerlingen mee met haar onderzoek.

a Welke factor wil Tessa onderzoeken?
b Bedenk een onderzoeksvraag voor het onderzoek van Tessa.
c Waaruit bestaat de proefgroep bij dit onderzoek? En waaruit bestaat de controlegroep?
d Geef drie voorbeelden van omstandigheden die gelijk moeten zijn.
e Hoe kan Tessa de resultaten in beide groepen vergelijken?

5 In deze opdracht ga je een biologisch onderzoek voorbereiden. In practicum 7 kun je dit onderzoek uitvoeren.
Het onderzoek moet gaan over de invloed van één factor op de ontkieming van zaden.
Bijvoorbeeld:

- de invloed van plantenmest
- de invloed van de soort zaden
- de invloed van de temperatuur

Je mag ook zelf een factor bedenken.

Maak een werkplan voor het onderzoek. Beantwoord daarvoor de vragen in afbeelding 16.

Afb. 16

1 WAT WIL IK ONDERZOEKEN?

1.1 Probleemstelling

- Schrijf op welke factor je wilt onderzoeken.
- Welke invloed heeft deze factor op de ontkieming van zaden?

1.2 Onderzoeksvraag

- Bedenk een onderzoeksvraag.

1.3 Verwachting

- Wat denk je dat er gebeurt tijdens je onderzoek?
  Voorspel de resultaten. Dit is je verwachting.

2 WAT IS MIJN WERKPLAN?

- Met welke soort zaden voer je de proef uit? Waarom met deze soort zaden?
- Hoeveel zaden neem je om betrouwbare gegevens te krijgen?
- Schrijf op hoeveel zaden je wilt gebruiken voor de proefgroep en hoeveel zaden je wilt gebruiken voor de controlegroep.
- Onder welke omstandigheden voer je de proef uit? Geef een korte beschrijving van de uitvoering van de proef.
- Hoe zorg je ervoor dat andere factoren niet van invloed zijn?

3 WAT HEB IK NODIG?

- Wat heb je nodig om de proef te kunnen uitvoeren?

4 HOE NEEM IK WAAR?

- Op welke manier ga je de proefgroep en de controlegroep waarnemen en de resultaten in beide groepen vergelijken?
- Op welke manier ga je de resultaten weergeven?

Practica

1 EEN DOORSNEDE VAN EEN STENGEL BEKIJKEN

LEERDOELEN

1.2.1 Je kunt de organisatieniveaus binnen een organisme benoemen en beschrijven.
1.0.1 Je kunt werken met een loep en een microscoop.

- Basisstof 2
- Leren onderzoeken 1

20 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je bekijkt een preparaat van een stengel. Daarvan maak je een tekening volgens de tekenregels.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een preparaat van een stengel
- ☐ een microscoop
- ☐ tekenmateriaal

WAT MOET JE DOEN?

- Zet de microscoop voor je met het statief van je af.
- Controleer of in de tubus het oculair zit dat 10× vergroot.
- Controleer of het diafragma op de grootste opening staat.
- Zet indien nodig de tafel van de microscoop naar het midden.
- Leg het preparaat voorzichtig in de microscoop.

- Bekijk het preparaat bij de kleinste vergroting (zie afbeelding 4 van Leren onderzoeken 1).
- Als je niets ziet, vraag dan hulp aan je docent.
- Bekijk daarna het preparaat bij een vergroting van 100× (zie afbeelding 5 van Leren onderzoeken 1).
- Bekijk het preparaat ook nog eens bij een vergroting van 400×. Je moet dan opnieuw de stappen doen die in afbeelding 5 van Leren onderzoeken 1 zijn weergegeven.

- Maak een tekening volgens de tekenregels (zie afbeelding 6 van Leren onderzoeken 1).
- Ruim je preparaat en de microscoop op (zie afbeelding 7 van Leren onderzoeken 1).

2 EEN ORGAAN VAN EEN DIER BEKIJKEN

LEERDOELEN

1.3.1 Je kunt delen benoemen van dierlijke en plantaardige cellen met hun kenmerken en functies.
1.0.1 Je kunt werken met een loep en een microscoop.

- Basisstof 2
- Leren onderzoeken 1

20 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je bekijkt een preparaat van een orgaan van een dier. Daarvan maak je een tekening volgens de tekenregels.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een preparaat van een orgaan van een dier
- ☐ een microscoop
- ☐ tekenmateriaal

WAT MOET JE DOEN?

- Zet de microscoop voor je met het statief van je af.
- Controleer of in de tubus het oculair zit dat 10× vergroot.
- Controleer of het diafragma op de grootste opening staat.
- Zet indien nodig de tafel van de microscoop naar het midden.
- Leg het preparaat voorzichtig in de microscoop.

- Bekijk het preparaat bij de kleinste vergroting (zie afbeelding 4 van Leren onderzoeken 1).
- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 100× (zie afbeelding 5 van Leren onderzoeken 1).
- Bekijk het preparaat ook bij een vergroting van 400×. Je moet dan opnieuw de stappen doen die in afbeelding 5 van Leren onderzoeken 1 zijn weergegeven.

- Maak een tekening volgens de tekenregels (zie afbeelding 6 van Leren onderzoeken 1).
- Ruim je preparaat en de microscoop op (zie afbeelding 7 van Leren onderzoeken 1).

3 CELLEN UIT WANGSLIJMVLIES

LEERDOELEN

1.3.1 Je kunt delen benoemen van dierlijke en plantaardige cellen met hun kenmerken en functies.
1.0.1 Je kunt werken met een loep en een microscoop.
1.0.2 Je kunt een preparaat maken.

- Basisstof 3
- Leren onderzoeken 1 en 2

40 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je maakt een preparaat van cellen uit je wangslijmvlies. Daarna bekijk je het preparaat met de microscoop. Ten slotte maak je een tekening van de cellen die je ziet.

4 CELLEN VAN WATERPEST

LEERDOELEN

1.3.1 Je kunt delen benoemen van dierlijke en plantaardige cellen met hun kenmerken en functies.
1.0.1 Je kunt werken met een loep en een microscoop.
1.0.2 Je kunt een preparaat maken.

- Basisstof 3
- Leren onderzoeken 1 en 2

40 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je maakt een preparaat van een blad waterpest. Daarna bekijk je het preparaat met de microscoop. Ten slotte maak je een tekening van de cellen die je ziet.

5 CELLEN VAN EEN AARDAPPEL

LEERDOELEN

1.3.1 Je kunt delen benoemen van dierlijke en plantaardige cellen met hun kenmerken en functies.
1.0.1 Je kunt werken met een loep en een microscoop.
1.0.2 Je kunt een preparaat maken.

- Basisstof 3
- Leren onderzoeken 1 en 2

45 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je maakt een preparaat van cellen uit een aardappel. Je kleurt het preparaat zodat de zetmeelkorrels beter zichtbaar worden. Daarna bekijk je het preparaat met de microscoop. Ten slotte maak je een tekening van de cellen die je ziet.

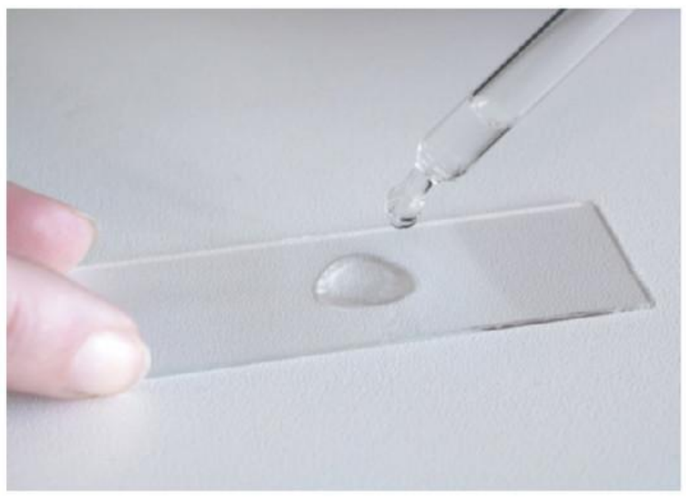
WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een aardappel
- ☐ een (aardappelschil)mes
- ☐ een microscoop
- ☐ prepareermateriaal
- ☐ joodoplossing in een flesje met een druppelpipet
- ☐ tekenmateriaal

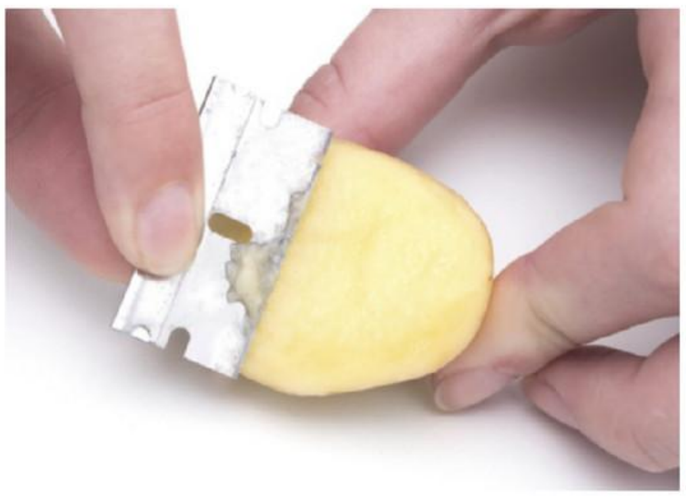
WAT MOET JE DOEN?

- Maak een preparaat van de cellen van een aardappel (zie afbeelding 3).
- Leg een dekglas op het schraapsel. Gebruik de prepareernaald.
- Verwijder overtollig vocht voorzichtig. Leg je preparaat in de microscoop.

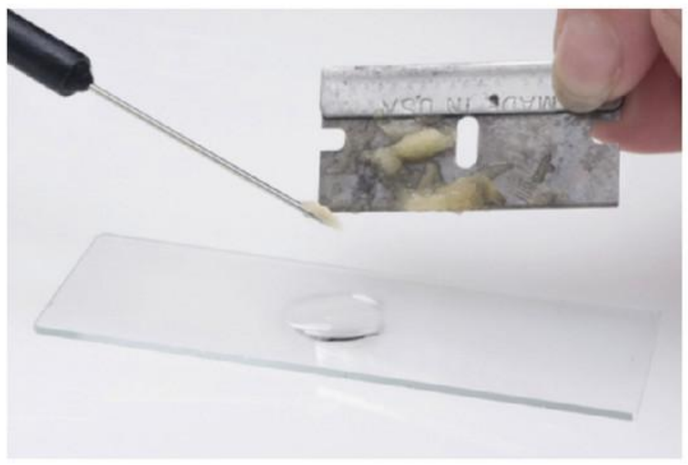
Afb. 3 Een preparaat maken van cellen van een aardappel.



1 Breng met een druppelpipet een druppel water op een voorwerpglas.



2 Snijd de aardappel door. Schraap met een scheermesje langs het snijvlak.



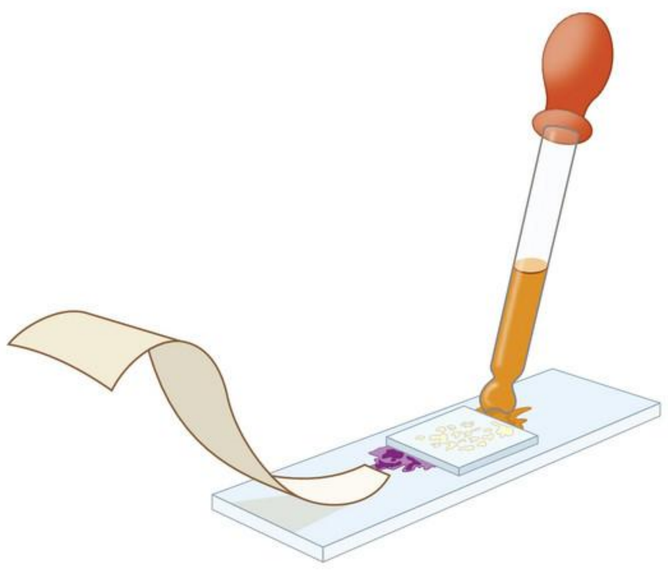
3 Duw met een prepareernaald een klein beetje van het schraapsel van het scheermesje in de druppel water.

- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 100×. Je ziet zetmeelkorrels en soms stukjes celwand.
- Bekijk het preparaat nu bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van enkele zetmeelkorrels.
- Geef de volgende delen aan: *celwand – zetmeelkorrel*.

- Haal het preparaat onder de microscoop vandaan.
- Breng aan de ene kant van het dekglas een druppel joodoplossing aan tegen de rand van het dekglas (zie afbeelding 4). Houd aan de andere kant van het dekglas een stuk filtreerpapier. Het filtreerpapier zuigt de joodoplossing onder het dekglas door. Het preparaat wordt zo gekleurd.
- Verwijder overtollig vocht voorzichtig. Leg je preparaat in de microscoop.

- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 100×. De zetmeelkorrels zijn nu donkerblauw gekleurd.
- Bekijk het preparaat nu bij een vergroting van 400×.
- Maak opnieuw een tekening van enkele zetmeelkorrels in joodoplossing.
- Geef de volgende delen aan: *celwand – zetmeelkorrel*.
- Ruim je preparaat en de microscoop op.

Afb. 4 Een preparaat kleuren met joodoplossing.



6 CELDELING IN DE WORTELTOP VAN EEN JONGE UIENWORTEL

LEERDOELEN

1.5.1 Je kunt beschrijven hoe een gewone celdeling (mitose) verloopt, wat het doel van de mitose is en wat de kenmerken ervan zijn.

1.0.1 Je kunt werken met een loep en een microscoop.

- ▶ Basisstof 5
- ▶ Leren onderzoeken 1 en 2

30 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je bekijkt een preparaat van cellen in de worteltop van een jonge uienwortel. Je zult verschillende fasen van gewone celdeling in de cellen zien. Daarna maak je een tekening van de cellen die je ziet.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een klaargemaakt preparaat van een lengtedoorsnede van een jonge uienwortel
- ☐ een microscoop
- ☐ tekenmateriaal

WAT MOET JE DOEN?

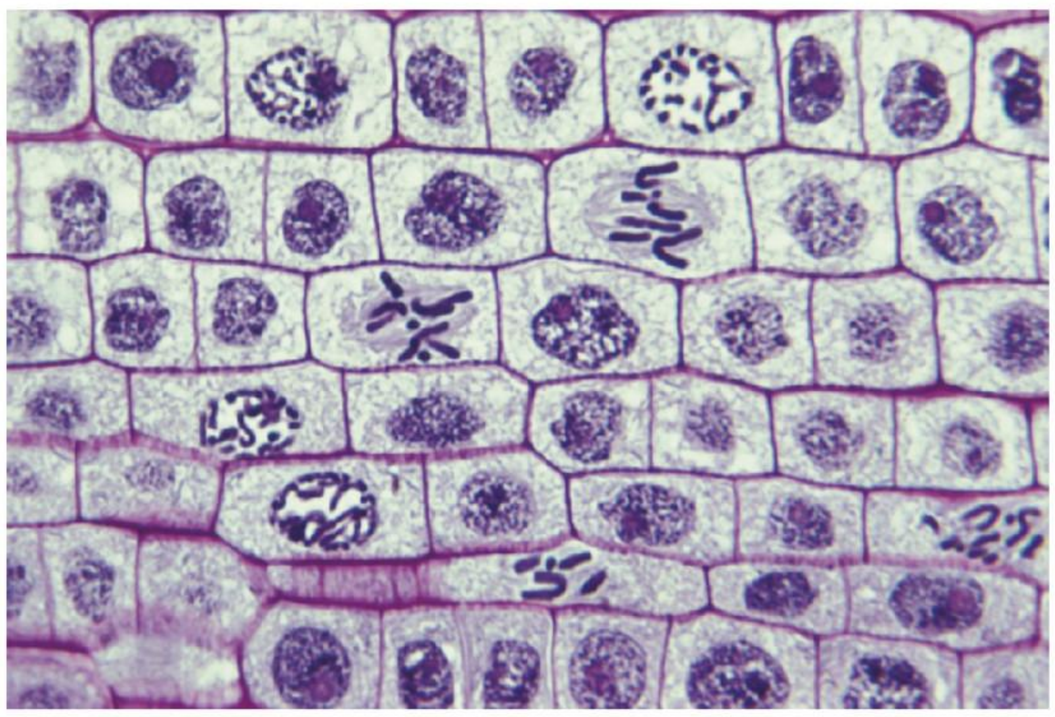
- Leg het preparaat in de microscoop.
- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 100×.

In de worteltop liggen cellen die zich aan het delen zijn. In deze cellen zijn chromosomen zichtbaar (zie afbeelding 5). De cellen zijn in verschillende fasen van de celdeling.

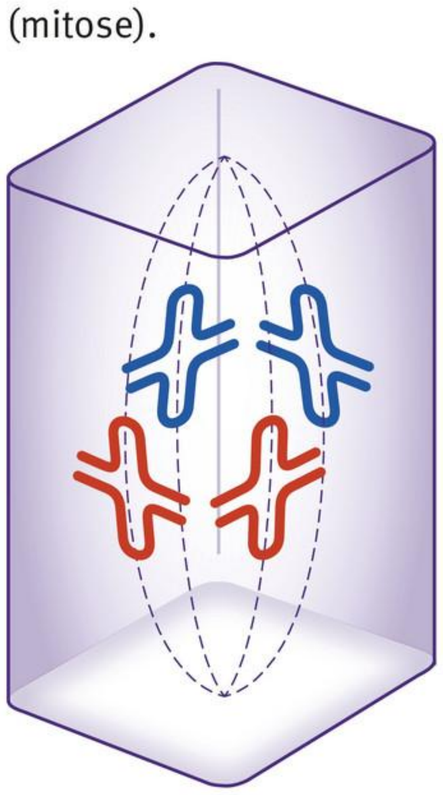
- Zoek een cel op die bezig is met de stap in afbeelding 6.
- Bekijk deze cel bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van deze cel.
- Geef de chromosomen aan.

- Zoek een cel op die bezig is met de stap in afbeelding 7.
- Bekijk deze cel bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van deze cel.
- Geef de chromosomen twee keer aan.

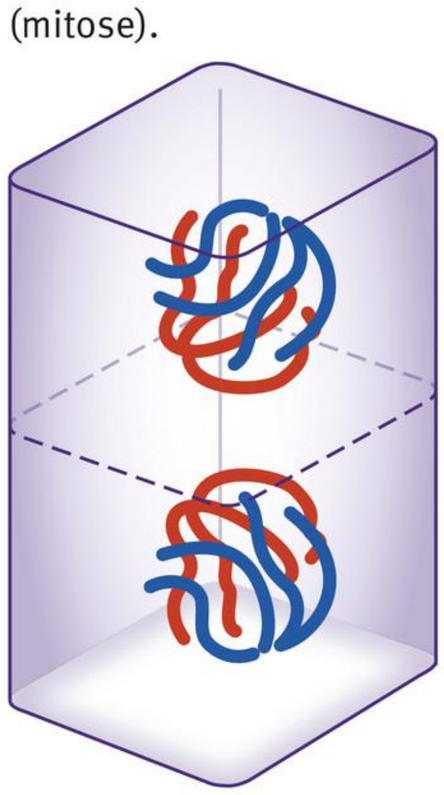
Afb. 5 Cellen in de worteltop van een ui.



Afb. 6 Stap 3 uit de gewone celdeling (mitose).



Afb. 7 Stap 5 uit de gewone celdeling (mitose).



7 EEN ONDERZOEK UITVOEREN

LEERDOEL

1.0.3 Je kunt een biologisch onderzoek voorbereiden, uitvoeren en beoordelen.

- Basisstof 6
- Leren onderzoeken 3

afhankelijk van het onderzoek

WAT GA JE DOEN?

In Leren onderzoeken 3 heb je geleerd hoe je biologisch onderzoek doet. In opdracht 5 van Leren onderzoeken 3 heb je een werkplan gemaakt voor een onderzoek.
In dit practicum voer je dit onderzoek uit. Je werkt daarbij precies volgens je werkplan.
Aan het einde maak je een verslag van je onderzoek.

Een verslag maken van een onderzoek

In afbeelding 8 zie je uit welke vier onderdelen je verslag moet bestaan.

Afb. 8

Een verslag maken van een onderzoek

1 Wat wil ik onderzoeken?
Hierin staan:
- de probleemstelling
- de onderzoeksvraag
- de verwachting

2 Wat is mijn werkplan?
Hierin geef je antwoord op drie vragen:
- *Wat ga ik doen?* In dit onderdeel beschrijf je de uitvoering van het onderzoek.
- *Wat heb ik nodig?* Hierin vermeld je de benodigdheden voor het onderzoek.
- *Hoe neem ik waar?* Hierin beschrijf je:
  - op welke manier je de proefgroep en de controlegroep gaat waarnemen en hoe je na afloop van de proef de resultaten in beide groepen gaat vergelijken, bijvoorbeeld: door de lengte te meten met een liniaal of door het aantal op te tellen;
  - op welke manier je de waarnemingen weergeeft, bijvoorbeeld: in een tekening, in een tabel, in een lijndiagram (een grafiek) of in een staafdiagram.

3 Wat neem ik waar?
In dit onderdeel geef je je waarnemingen overzichtelijk weer. Dat zijn de resultaten van je onderzoek.

4 Welke conclusie kan ik trekken?
In dit onderdeel beoordeel je of de resultaten van je proef overeenkomen met je verwachting. Hieruit trek je een conclusie.

Als je verslag klaar is, maak je er een titelblad bij (zie afbeelding 9). Hierop zet je:

- de titel van het onderzoek
- je naam
- je klas

Afb. 9 Het titelblad van een verslag.

De invloed van de ondergrond op de ontkieming van tuinkerszaadjes

Joost van den Broeck
Klas: 3c

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ je werkplan van opdracht 5 van Leren onderzoeken 3
- ☐ de materialen uit je werkplan

WAT MOET JE DOEN?

- Voer het onderzoek uit, precies volgens je werkplan. Gaat iets niet zoals in je werkplan staat? Schrijf op wat er anders gaat. Dit zet je later in je verslag.
- Schrijf je waarnemingen op.
- Verwerk je waarnemingen tot resultaten. Bijvoorbeeld: in een grafiek of in een tabel (zie afbeelding 10). De resultaten zet je in je verslag.
- Trek een conclusie uit de resultaten van je onderzoek.
- Maak een verslag van je onderzoek.

Afb. 10 Voorbeeld van een tabel.

Datum	Waarneming
...	...
...	...
...	...

Samenvatting

BASIS 1

ORGANISMEN

1.1.1 Je kunt negen levenskenmerken van organismen noemen.

- Stofwisseling: alle omzettingen van de ene stof in de andere stof in een organisme.
- Negen levenskenmerken:
  - stofwisseling: ademhaling, voeding en uitscheiding
  - groei en ontwikkeling
  - reageren op prikkels, waaronder beweging
  - voortplanting

1.1.2 Je kunt de levensfasen van de mens noemen met de gemiddelde leeftijden en voorbeelden van ontwikkeling geven.

- De levensfasen van een mens:
  - baby (0–1½ jaar): groeispurt, leert zitten, reageert op andere mensen
  - peuter (1½–4 jaar): praten, lopen, torentje bouwen, met een lepel eten
  - kleuter (4–6 jaar): fietsen, beeldscherm gebruiken, samen spelen
  - schoolkind (6–12 jaar): lezen, schrijven, rekenen
  - puber (12–16 jaar): ontwikkeling van secundaire geslachtskenmerken, zoals groeispurt, borsten, baardgroei, pubishaar, nieuwe gevoelens
  - adolescent (16–21 jaar): zelfstandig worden
  - volwassene (21–65 jaar): werken, kinderen krijgen
  - oudere (65 jaar en ouder): lichamelijke problemen, soms ook geestelijke problemen

BEGRIPPEN

ademhaling
Opname van zuurstof en afgifte van koolstofdioxide, een van de negen levenskenmerken.

beweging
Verplaatsing van het lichaam of delen daarvan, een van de negen levenskenmerken.

geestelijke groei en ontwikkeling
Veranderen van de manier van denken, leren en voelen.

groei
Groter en zwaarder worden, een van de negen levenskenmerken.

levensfase
Periode in het leven van een mens, met eigen kenmerken (baby, peuter, kleuter, schoolkind, puber, adolescent, volwassene, oudere).

levenskenmerk
Verschijnsel dat aangeeft dat iets leeft.

lichamelijke groei en ontwikkeling
Veranderen van grootte en vorm van het lichaam.

ontwikkeling
Verandering in de bouw van een organisme, een van de negen levenskenmerken.

organisme
Levend wezen.

reageren op prikkels
Activering van spieren of klieren na een waarneming, een van de negen levenskenmerken.

stofwisseling
Omzetting van stoffen in het lichaam van een organisme in andere stoffen, een van de negen levenskenmerken.

uitscheiding
Afvoer van afvalstoffen uit het lichaam, een van de negen levenskenmerken.

voeding
Opname van energierijke stoffen (eten en drinken), een van de negen levenskenmerken.

voortplanting
Nakomelingen krijgen, een van de negen levenskenmerken.

BASIS 2

DE BOUW VAN EEN ORGANISME

1.2.1 Je kunt de organisatieniveaus binnen een organisme benoemen en beschrijven.

- Biologen onderzoeken organismen op verschillende organisatieniveaus.
  - van groot naar klein: organisme, orgaanstelsel, orgaan, weefsel, cel
- Orgaanstelsel: een groep samenwerkende organen die samen een bepaalde functie hebben.
  - voorbeelden: ademhalingsstelsel, bloedvatenstelsel, verteringsstelsel
- Orgaan: een deel van een organisme met een of meer functies.
  - Een orgaan bestaat uit weefsels.
- Weefsel: een groep cellen met dezelfde bouw en dezelfde functie(s).
  - voorbeelden: beenweefsel, bindweefsel, spierweefsel, zenuwweefsel
  - Bij veel weefsels zit tussencelstof tussen de cellen.
  - Er zijn verschillende soorten tussencelstof.
- Cel: alle organismen bestaan uit een of meer cellen.

BEGRIPPEN

cel
Kleinste bouwsteen van een organisme.

orgaan
Deel van het lichaam met een of meer functies.

orgaanstelsel
Samenwerkende groep organen, bijv. verteringsstelsel of ademhalingsstelsel.

organisatieniveau
Niveau van leven waar biologen naar kijken. Elk organisatieniveau is de bouwsteen voor het volgende niveau, bijvoorbeeld: organen zijn de bouwstenen van orgaanstelsels.

tussencelstof
Vormt samen met cellen een weefsel. Kenmerken van het weefsel hangen af van het type tussencelstof.

weefsel
Groep cellen met dezelfde vorm en functie.

BASIS 3

CELLEN VAN DIEREN EN PLANTEN

1.3.1 Je kunt delen benoemen van dierlijke en plantaardige cellen met hun kenmerken en functies.

- In cellen van planten en dieren komen de volgende delen voor:
  - celkern: regelt alles wat er in de cel gebeurt
  - kernmembraan: dun vlies om de kern
  - cytoplasma: bestaat uit water en opgeloste stoffen
  - celmembraan: een dun vlies om het cytoplasma
- In cellen van planten kunnen ook de volgende delen voorkomen:
  - vacuole(n): blaasje(s) in het cytoplasma, gevuld met vocht
    Jonge plantencellen hebben veel kleine vacuolen.
    Oudere plantencellen hebben één grote, centrale vacuole.
  - korrels: in het cytoplasma kunnen korrels voorkomen
    Bladgroenkorrels (groen): hierin vindt fotosynthese plaats.
    Kleurstofkorrels (geel, oranje of rood): geven bloemen en vruchten hun kleur.
    Zetmeelkorrels (kleurloos): hierin is zetmeel opgeslagen.
    Korrels kunnen van de ene soort overgaan in de andere soort.
- Celwand: een stevig laagje om de cel heen.
  - Een celwand behoort niet tot de cel, maar is tussencelstof.
- Intercellulaire ruimten: holten tussen de celwanden.
  - Intercellulaire ruimten zijn gevuld met lucht of water.

BEGRIPPEN

bladgroenkorrel
Hierin vindt fotosynthese plaats; geeft planten hun groene kleur.

celkern
Regelt alles wat er in een cel gebeurt.

celmembraan
Dun vlies om een cel.

celwand
Stevige laag om een plantencel. De celwand is tussencelstof en behoort niet tot de cel.

cytoplasma
Stroperige vloeistof van water met opgeloste stoffen.

kleurstofkorrel
Geeft bloemen en vruchten hun opvallende kleur (geel, oranje, rood).

vacuole
Blaasje gevuld met vocht in een plantencel.

zetmeelkorrel
Hierin slaat de plant zetmeel op.

BASIS 4

CHROMOSOMEN

1.4.1 Je kunt de kenmerken van chromosomen beschrijven.

- Chromosomen liggen in de celkern en bestaan uit DNA en eiwit.
  - DNA bevat de informatie voor erfelijke eigenschappen (bijv. de oogkleur of een huid met sproeten).
- Elk soort organisme heeft een vast aantal chromosomen in elke celkern.
  - Bij een mens bevat de kern van elke lichaamscel 46 chromosomen.
- In elke lichaamscel komen de chromosomen in paren voor.
  - Bij een mens bevat de kern van elke lichaamscel 23 paren chromosomen.

BEGRIPPEN

chromosoom
Lange keten van DNA en eiwit in de celkern.

chromosomenpaar
In lichaamscellen komen chromosomen in tweetallen voor. De chromosomen van een paar bevatten informatie voor dezelfde erfelijke eigenschappen.

DNA
Stof waarin de informatie voor de erfelijke eigenschappen is opgeslagen.

erfelijke eigenschap
Eigenschap die je krijgt van je ouders, zoals de kleur van je ogen of een huid met sproeten.

lichaamscel
Cel waarin de chromosomen in paren voorkomen. Het aantal chromosomen is altijd een even getal.

BASIS 5

GEWONE CELDELING (MITOSE)

1.5.1 Je kunt beschrijven hoe een gewone celdeling (mitose) verloopt, wat het doel van de mitose is en wat de kenmerken ervan zijn.

- Doel: de vorming van nieuwe cellen voor groei, herstel en vervanging.
- Eerst deelt de kern zich, daarna de cel.
  - Vóór de mitose bestaat elk chromosoom uit één lange dunne keten van DNA met eiwitten. De chromosomen zijn niet zichtbaar.
- Kerndeling:
  - Kopiëren: voordat de kerndeling begint, vormt elke DNA-keten een kopie van zichzelf.
  - Spiraliseren: aan het begin rollen de DNA-ketens zich op in een spiraal. De ketens worden korter en dikker. Hierdoor worden de chromosomen zichtbaar door een microscoop.
  - Tijdens de kerndeling worden de twee DNA-ketens van elk chromosoom van elkaar getrokken.
  - Er ontstaan twee kernen. Elk chromosoom bestaat nu weer uit één DNA-keten.

- Celdeling: scheiding van het cytoplasma door de vorming van een membraan tussen beide kernen.
  - Er zijn nu twee dochtercellen ontstaan. De chromosomen worden weer onzichtbaar.
- Kenmerken mitose: doordat elk chromosoom (met het DNA) in de moedercel is gekopieerd:
  - bevat elke dochtercel dezelfde informatie voor erfelijke eigenschappen als de moedercel.
  - bevat elke dochtercel evenveel chromosomen als de moedercel.
- Plasmagroei: na de celdeling vormt elke dochtercel extra cytoplasma. Hierdoor wordt elke dochtercel net zo groot als de moedercel.

BEGRIPPEN

celdeling
Laatste stap van de gewone celdeling: het cytoplasma deelt zich in tweeën zodat twee cellen ontstaan.

dochtercellen
Twee nieuwe cellen die ontstaan na celdeling.

gewone celdeling
Mitose. Uit een moedercel ontstaan twee dochtercellen met dezelfde chromosomenparen als de moedercel.

kerndeling
De twee DNA-ketens van elk chromosoom worden van elkaar getrokken, de celkern deelt zich in tweeën.

kopiëren
Als voorbereiding op de kerndeling vormt elk chromosoom een kopie van zichzelf.

mitose
Gewone celdeling. Uit een moedercel ontstaan twee dochtercellen met dezelfde chromosomenparen als de moedercel.

moedercel
Cel die zich deelt.

plasmagroei
Toename van de hoeveelheid cytoplasma in een dochtercel.

spiraliseren (opkrullen)
Chromosomen worden korter en dikker doordat ze zich oprollen als een spiraal.

BASIS 6

REDUCTIEDELING (MEIOSE)

1.6.1 Je kunt beschrijven hoe een reductiedeling (meiose) verloopt, wat het doel van de meiose is en wat de kenmerken ervan zijn.

- Doel van reductiedeling: geslachtscellen vormen.
  - Eicellen en zaadcellen zijn geslachtscellen.
- Het aantal chromosomen halveert na reductiedeling.
  - In lichaamscellen komen de chromosomen in paren voor.
  - Bij reductiedeling wordt het aantal chromosomen per cel gehalveerd.
  - In geslachtscellen komen de chromosomen in enkelvoud voor.
  - In eicellen en spermacellen komen dus 23 chromosomen voor.
- Bij de bevruchting smelten één eicel en één zaadcel samen.
  - Na de bevruchting komen chromosomen weer in paren voor.
  - De bevruchte eicel bevat weer het normale aantal chromosomen. Bij de mens zijn dit 46 chromosomen.

1.6.2 Je kunt de verschillen in de bouw van zaadcellen en eicellen noemen.

Zaadcellen	Eicellen
Klein	In verhouding groot
Kunnen zelf bewegen (met zweepstaart)	Kunnen niet zelf bewegen

1.6.3 Je kunt beschrijven hoe geslachtschromosomen het geslacht van een mens bepalen.

- Bij de mens komen in een geslachtscel 23 chromosomen voor:
  - 22 'gewone' chromosomen
  - 1 geslachtschromosoom
- De geslachtschromosomen bepalen of iemand een man of een vrouw is.
- Bij een man:
  - in een lichaamscel twee ongelijke geslachtschromosomen (XY)
  - in een zaadcel een X-chromosoom of een Y-chromosoom
- Bij een vrouw:
  - in een lichaamscel twee gelijke geslachtschromosomen (XX)
  - in een eicel een X-chromosoom
- Het geslacht van een mens wordt bepaald op het moment van bevruchting.
  De zaadcel bepaalt het geslacht:
  - Een meisje ontstaat als een eicel (met een X-chromosoom) wordt bevrucht door een zaadcel met een X-chromosoom.
  - Een jongen ontstaat als een eicel (met een X-chromosoom) wordt bevrucht door een zaadcel met een Y-chromosoom.

BEGRIPPEN

eicel
Vrouwelijke geslachtscel.

geslachtscel
Voortplantingscel met één chromosoom van elk chromosomenpaar.

geslachtschromosomen
Chromosomenpaar dat bepaalt of een baby een jongen of een meisje is.

meiose
Reductiedeling: vorming van geslachtscellen. Elke dochtercel krijgt de helft van elk chromosomenpaar.

reductiedeling
Meiose: vorming van geslachtscellen. Elke dochtercel krijgt de helft van elk chromosomenpaar.

X-chromosoom
Vrouwelijk geslachtschromosoom.

XX
Geslachtschromosomenpaar van een meisje.

XY
Geslachtschromosomenpaar van een jongen.

Y-chromosoom
Mannelijk geslachtschromosoom.

zaadcel
Mannelijke geslachtscel.

EXTRA 7

JE LICHAAM IN GETALLEN (VERDIEPING)

1.7.1 Je kunt berekeningen uitvoeren met gegevens over het menselijk lichaam.

EXTRA 8

VIRUSSEN (VERBREDING)

1.8.1 Je kunt de kenmerken van virussen beschrijven.

- Virussen zijn erg klein en eenvoudig gebouwd.
  - Een virus bestaat uit een soort chromosoom met daaromheen eiwitten.
- Een virus is geen organisme, want het bestaat niet uit cellen.
- Een virus kan zich niet voortplanten.
  - Voor de voortplanting heeft een virus een gastheercel nodig.
  - Het chromosoom van het virus dringt de cel binnen.
  - De gastheercel maakt virusdelen.
  - In de gastheercel ontstaan nieuwe virussen.
  - De gastheercel gaat kapot; de nieuwe virussen komen vrij.

- Het type gastheercel is voor elk virus verschillend.
  - voorbeelden: het griepvirus gebruikt cellen van het longslijmvlies, het virus van kinderverlamming gebruikt zenuwcellen, het coronavirus gebruikt cellen van de luchtwegen
- Gastheren kunnen ziek worden doordat virussen hun cellen kapotmaken.

BEGRIPPEN

gastheercel
Cel waarin een virus zich goed kan voortplanten.

virus
Ziekteverwekker die bestaat uit een soort chromosoom met daaromheen eiwitten.

ONDERZOEK

LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA

1.0.1 Je kunt werken met een loep en een microscoop.
1.0.2 Je kunt een preparaat maken.
1.0.3 Je kunt een biologisch onderzoek voorbereiden, uitvoeren en beoordelen.

BEGRIPPEN

conclusie
Beoordelen of het resultaat van het onderzoek overeenkomt met de hypothese.

onderzoeksvraag
Vraag die precies omschrijft wat je wilt onderzoeken.

preparaat
Heel dun laagje weefsel of cellen op een glazen plaatje.

prepareermateriaal
Gereedschap om een preparaat te maken.

probleemstelling
De (algemene) vraag waarmee het onderzoek start.

resultaten van een onderzoek
Overzichtelijk weergegeven waarnemingen van een onderzoek.

uitvoering
Doen wat in het werkplan van een onderzoek staat.

verwachting
Vermoedelijke uitkomst van het onderzoek op basis van de hypothese.

waarnemingen
Wat je ziet, ruikt, hoort en/of voelt tijdens het onderzoek.

werkplan
Beschrijving van het onderzoek dat je wilt uitvoeren en hoe je dat gaat doen.

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

Examenopgaven

DE AMERIKAANSE BRULKIKKER

Naar: examen vmbo-k 2017-1, vraag 24 en 26.

De Amerikaanse brulkikker (zie afbeelding 1) is een amfibie. In de voortplantingstijd zet een vrouwtje eitjes af in het water die vervolgens door een mannetje worden bevrucht.
Uit een bevrucht eitje komt na verloop van tijd een kikkervisje van een paar centimeter groot. Dit groeit uit tot een kikkervis van ongeveer zestien centimeter. Na drie jaar heeft de kikkervis zich ontwikkeld tot een kikker.

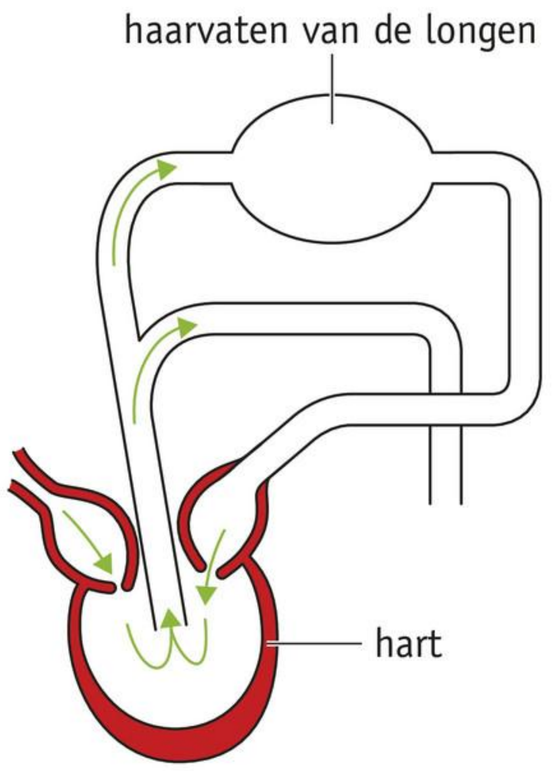
Afb. 1 De Amerikaanse brulkikker.

1p **1** De gegeven informatie gaat over enkele levenskenmerken van de Amerikaanse brulkikker.
Noem een van die levenskenmerken.

1p **2** In afbeelding 2 zie je een schema van een kikkerhart met enkele bloedvaten. Een kikker heeft net als de mens een grote en een kleine bloedsomloop. Het hart van een kikker heeft twee boezems en maar één kamer. Het lichaam van een kikker heeft weefsels, organen en orgaanstelsels.
Wat stelt de afbeelding voor?

A Een deel van een weefsel.
B Een deel van een orgaan.
C Een deel van een orgaanstelsel.

Afb. 2 Een kikkerhart.

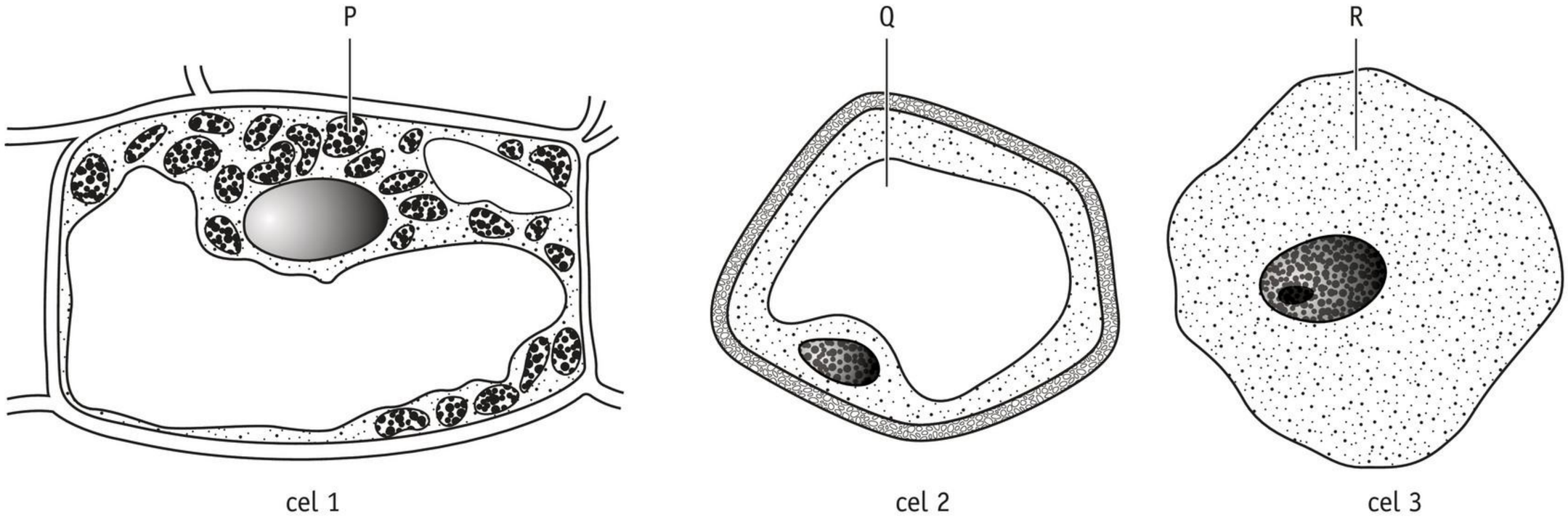


CELLEN EN ORGANISMEN

Naar: examen vmbo-k 2019-1, vraag 1 tot en met 3.

In afbeelding 3 zijn drie verschillende typen cellen weergegeven: cel 1, cel 2 en cel 3. Enkele delen zijn met een letter aangegeven.

Afb. 3 Drie cellen.



2p **3** Welke letter geeft een vacuole aan? En welke letter geeft een plaats aan waar zich cytoplasma bevindt?

2p **4** In afbeelding 4 staan afbeeldingen van champignons, een kip en een tulp. Welk organisme hoort bij welk type cel?

Afb. 4 Drie organismen.

1 champignons 2 een kip 3 een tulp

1p **5** Heeft een kip organen? En heeft een tulp organen?

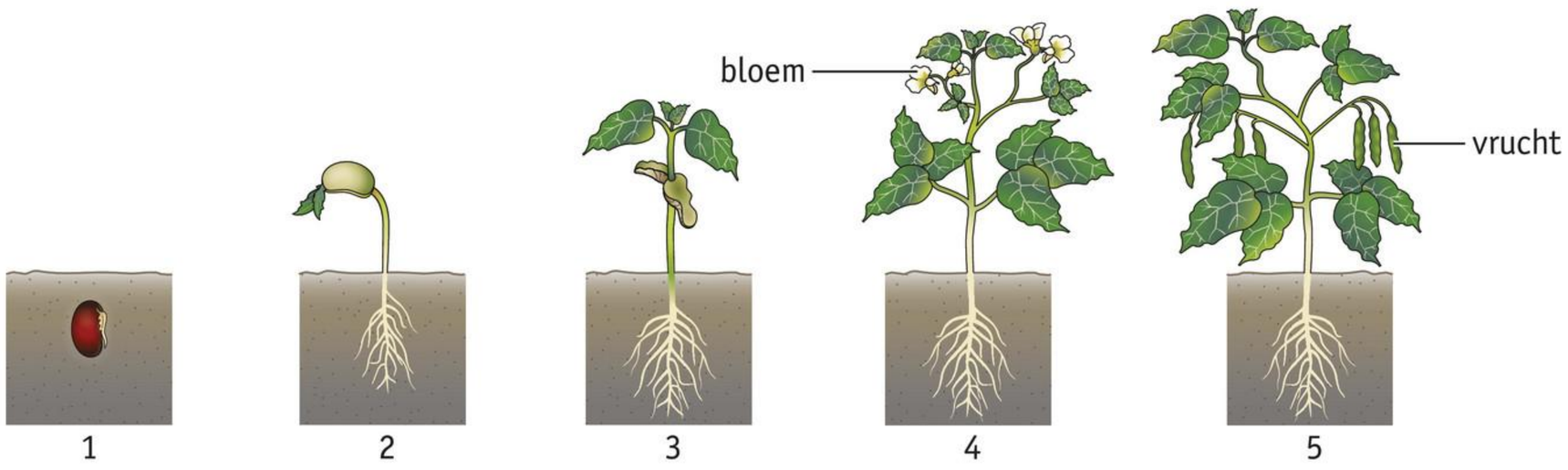
A Alleen een kip heeft organen.
B Alleen een tulp heeft organen.
C Een kip en een tulp hebben allebei organen.

EEN LEVENSCYCLUS

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

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

Afb. 5 De levenscyclus van een plant.



1p **6** Hoe heet stadium 1?

1p **7** 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 meiose.
C Alleen mitose.
D Meiose en mitose.

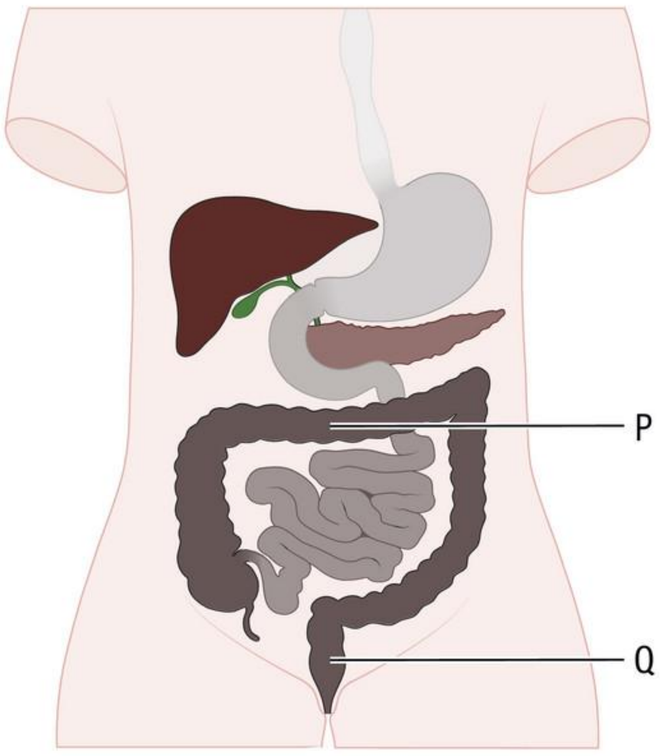
WORMEN IN HET VERTERINGSKANAAL

Bron: examen vmbo-k 2019-1, vraag 17 en 18.

Op een begraafplaats uit de elfde eeuw zijn goed bewaarde resten van lichamen gevonden. In deze resten vonden wetenschappers versteende ontlasting. Deze versteende ontlasting werd verder onderzocht. Hierdoor weten we nu dat in de darmen van de mensen uit die tijd wormen geleefd hebben.

1p **8** In afbeelding 6 zie je het verteringsstelsel. Letters P en Q geven delen aan waarin de onderzoekers de versteende ontlasting aantroffen.
Wat is de naam van deel P?

Afb. 6 Schematische tekening van het verteringsstelsel.



1p **9** Een arts onderzoekt de ontlasting van iemand bij wie wormen in het verteringskanaal leven. Hij vindt cellen van wormen, bacteriën en darmcellen.
Drie delen die een cel kan hebben, zijn: celkern, celmembraan en celwand.
Welk van deze drie delen komt voor bij alle cellen die de arts vond?

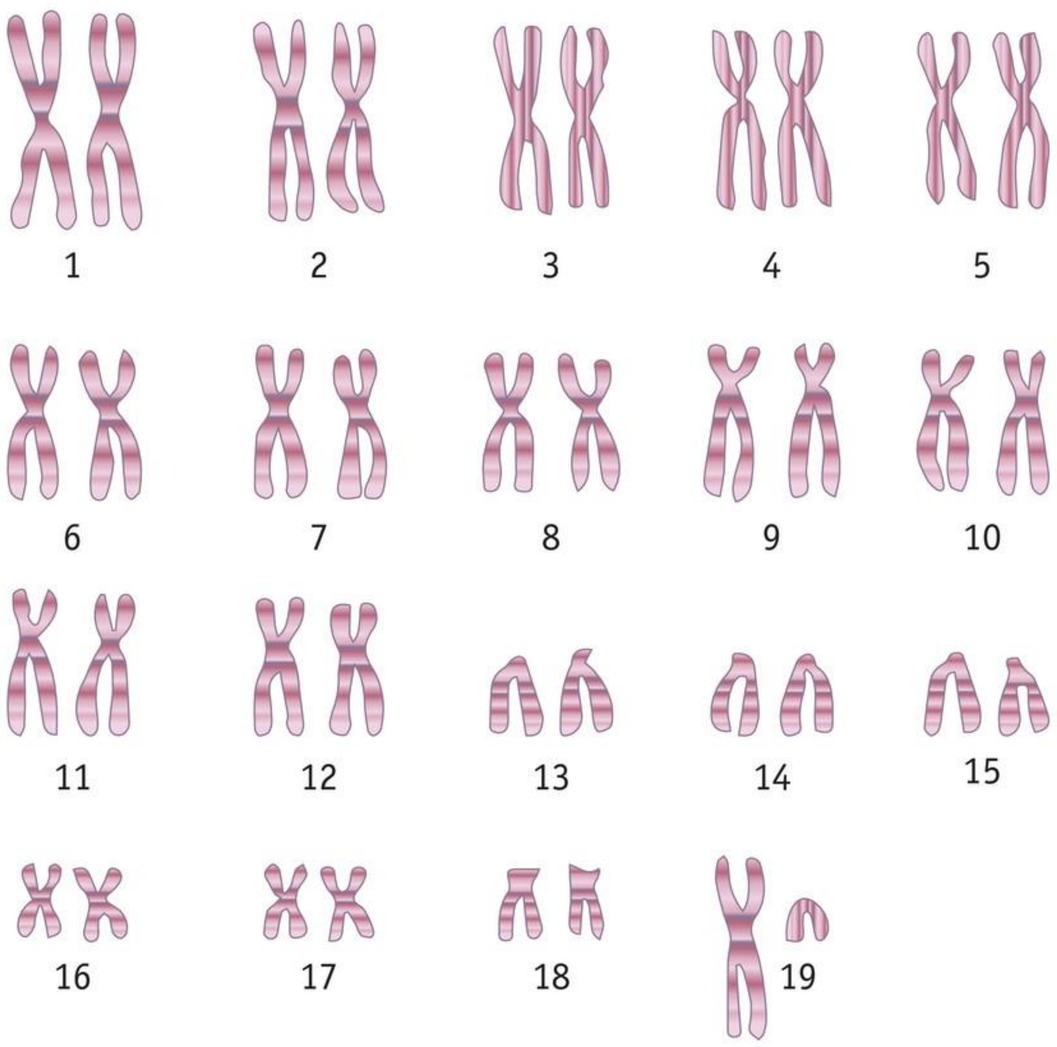
A Celkern.
B Celmembraan.
C Celwand.

EVOLUTIE VAN DE KATACHTIGEN

Naar: examen vmbo-gt 2011-1, vraag 28.

Voor het opstellen van de stamboom heeft men het DNA van verschillende soorten katachtigen onderzocht. Daarbij leverde vooral het DNA van de geslachtschromosomen veel informatie op.
In afbeelding 7 zijn de chromosomen van een mannelijke huiskat weergegeven.
De paren chromosomen zijn met een cijfer aangegeven.

Afb. 7



2p **10** Het geslacht van een huiskat wordt op dezelfde manier bepaald als bij de mens.
Met welk cijfer worden de geslachtschromosomen aangegeven? Leg uit waaraan je dat kunt zien in de afbeelding.

DE HENGELAARVIS

Bron: examen vmbo-k 2015-2, vraag 16 en 17.

Een hengelaarvis leeft in diepe, donkere delen van de oceaan. Het vrouwtje heeft op haar kop een lange stekel die eruitziet als een hengel en die eindigt in een lichtgevend bolletje (zie afbeelding 8). In het bolletje leven bacteriën die licht maken door het omzetten van de stof luciferine. Op dit bolletje komen dieren af die de hengelaarvis vangt en opeet.
Het mannetje is veel kleiner dan het vrouwtje en hecht zich aan haar vast. Als het vrouwtje eitjes legt, laat het mannetje zaadcellen vrij die de eitjes bevruchten.

Afb. 8

1p **11** De gegeven informatie gaat over levenskenmerken van verschillende organismen, onder andere over voortplanting. Twee andere levenskenmerken zijn stofwisseling en reageren op prikkels.
Gaat de informatie ook over deze andere levenskenmerken?

A Nee.
B Alleen over stofwisseling.
C Alleen over reageren op prikkels.
D Over reageren op prikkels en over stofwisseling.

1p **12** Een hengelaarvis eet alleen dierlijk voedsel. Planten kunnen in diepe delen van de oceaan niet leven, omdat het daar te donker is.
Leg uit waarom er geen planten kunnen leven in een omgeving met te weinig licht.

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

2 Voortplanting en seksualiteit

In de puberteit begint je lichaam te veranderen. Een jongen krijgt zijn eerste zaadlozing en een meisje krijgt voor het eerst de menstruatie. Ook krijg je seksuele gevoelens. Doordat je vruchtbaar wordt, kun je kinderen krijgen.

INTRODUCTIE
Opdrachten voorkennnis 76
Voorkennistoets
Filmpjes voorkennis

BASISSTOF
1 Geslachtsorganen 78
2 Veranderingen in de puberteit 86
3 Vruchtbaar worden 93
4 Zwanger worden 102
5 Geboorte 114
6 Seksualiteit 119
7 Veilige seks 126
8 Erfelijkheidsonderzoek 140
Samenhang 148
Met melk meer mans

EXTRA STOF
9 Voortplanting bij dieren
10 Meer voorbehoedsmiddelen en noodmaatregelen

ONDERZOEK
Leren onderzoeken 151
Practica 153

AFSLUITING
Samenvatting 156
Flitskaarten
Diagnostische toets

EXAMENOPGAVEN 168

Wat weet je al over voortplanting en seksualiteit?

LEERDOELEN

1 Je kunt uitleggen dat bij bevruchting ieder van de ouders de helft van de chromosomen levert.
2 Je kunt enkele soa's noemen en uitleggen hoe je die kunt voorkomen.
3 Je kunt drie typen bloedvaten noemen met hun kenmerken en hun functies.
4 Je kunt primaire en secundaire geslachtskenmerken noemen.

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

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1

Hierna staan zinnen over twee typen cellen: geslachtscellen en lichaamscellen.

1 Eicellen en zaadcellen zijn *geslachtscellen* / *lichaamscellen*.
2 Een lichaamscel van een mens bevat *23* / *46* chromosomen.
3 Een geslachtscel van een mens bevat *23* / *46* chromosomen.
4 Een bevruchte eicel van een mens bevat *23* / *46* chromosomen.
5 In een lichaamscel komen de chromosomen *enkelvoudig* / *in paren* voor.
6 In een geslachtscel komen de chromosomen *enkelvoudig* / *in paren* voor.
7 *Minder dan de helft* / *De helft* / *Meer dan de helft* van de chromosomen in een lichaamscel van een meisje zijn afkomstig van de moeder.

2

Bij geslachtelijke voortplanting:

1 versmelt de kern van een mannelijke voortplantingscel met de kern van een *eicel* / *zaadcel*.
2 zijn de erfelijke eigenschappen van de nakomeling *anders dan* / *gelijk aan* die van de ouders.

3

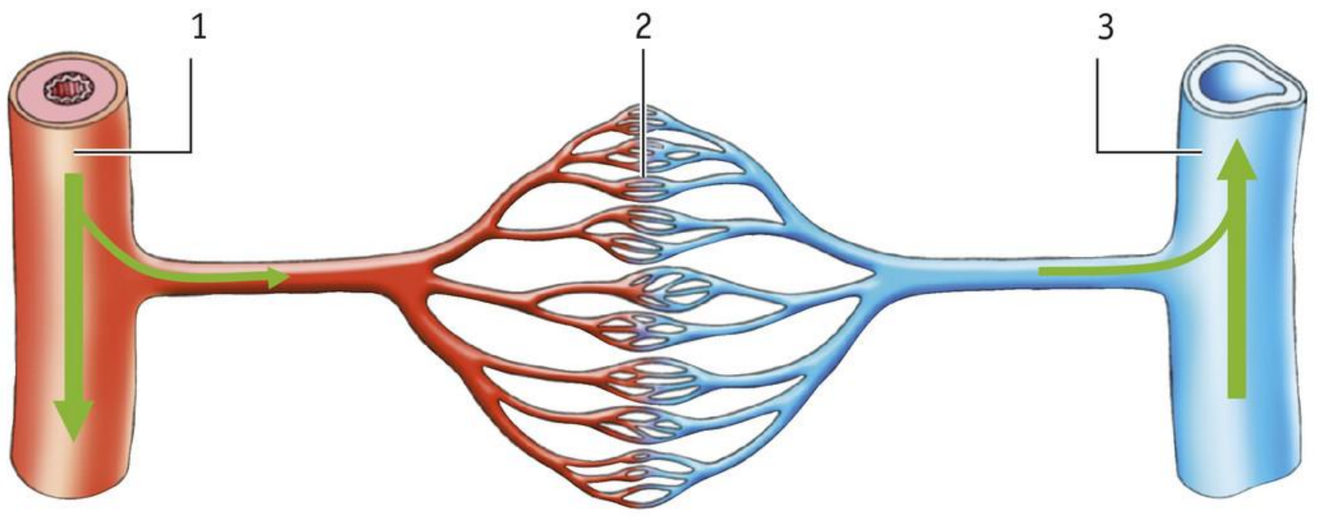
In afbeelding 1 zie je drie typen bloedvaten.

a Bloedvat 1 is een *ader* / *haarvat* / *slagader*.
Bloedvat 2 is een *ader* / *haarvat* / *slagader*.
Bloedvat 3 is een *ader* / *haarvat* / *slagader*.

b Wat zijn de eigenschappen van de drie typen bloedvaten?

1 Een ader vervoert bloed *naar het hart toe* / *van het hart af*.
2 Een slagader vervoert bloed *naar het hart toe* / *van het hart af*.
3 Uitwisseling van stoffen tussen het bloed en de cellen gebeurt in de *aders* / *haarvaten* / *slagaders*.

Afb. 1 Drie typen bloedvaten.



4

a Bacteriën planten zich voort door *celdeling* / *sporen* / *zaden*.
Bij *geslachtelijke* / *ongeslachtelijke* voortplanting groeit een deel van een organisme uit tot een nieuw organisme.
Bacteriën planten zich *geslachtelijk* / *ongeslachtelijk* voort.

b Welke twee omstandigheden zijn het meest gunstig voor bacteriën om zich voort te planten?

☐ A donker
☐ B droog
☐ C koud
☐ D licht
☐ E vochtig
☐ F warm

c Hoe voorkom je dat je een soa oploopt als je seks hebt?

Een soa voorkom je door een ..... te gebruiken.

5

Britt is zwanger van haar tweede kind. Kevin is de vader van het kind.

a Van wie is de erfelijke informatie van het ongeboren kind afkomstig?

○ A vooral van Britt
○ B vooral van Kevin
○ C van Brit en Kevin evenveel

b Welke eigenschappen van het ongeboren kind zijn erfelijk?
Alle eigenschappen zijn / *Een deel van de eigenschappen is* erfelijk.

c Zijn de erfelijke eigenschappen van het ongeboren kind precies hetzelfde als die van Britts eerste kind? *ja* / *nee*

6

Welke geslachtskenmerken zijn secundaire geslachtskenmerken?

☐ A baardgroei
☐ B balzak
☐ C borsten
☐ D borsthaar
☐ E lagere stem
☐ F penis
☐ G vagina
☐ H vulvalippen

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

1 Geslachtsorganen

LEERDOELEN

2.1.1 Je kunt de primaire geslachtskenmerken noemen.

2.1.2 Je kunt de delen van het voortplantingsstelsel noemen en aanwijzen in een afbeelding. Ook kun je de bouw, functie en werking ervan beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	2.1.1	2.1.2
Onthouden	1b	1acd, 3, 5a
Begrijpen	2, 6	4, 5b, 6, 8a
Toepassen		8b, 9cd
Analyseren		7, 8c, 9ab

Iedereen ziet er anders uit, en dat geldt ook voor de geslachtsorganen. Al in de baarmoeder ontwikkelt iedere ongeboren baby zich op zijn eigen manier. Tijdens de zwangerschap wordt ook het geslacht bepaald.

GESLACHTSKENMERKEN

Als een baby geboren is, zie je aan de lichamelijke kenmerken van de baby vaak meteen of het een jongetje of een meisje is. Dat noem je het geslacht (sekse) van de baby. De lichamelijke kenmerken die het geslacht bepalen, noem je geslachtskenmerken.

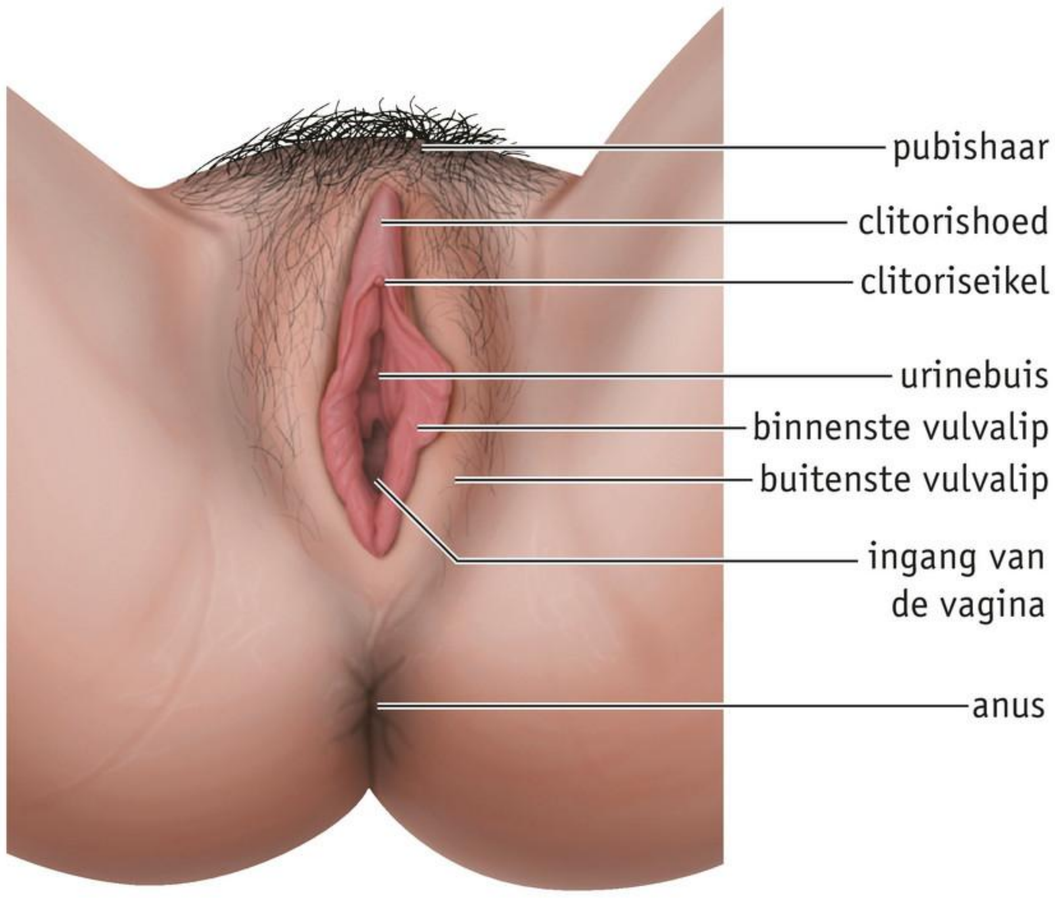
De geslachtskenmerken die je bij de geboorte al hebt, heten **primaire geslachtskenmerken**. De primaire geslachtskenmerken kun je deels aan de buitenkant zien. Een jongen herken je aan zijn penis en zijn balzak. De penis bestaat uit de schacht, de eikel en de voorhuid. Een meisje herken je aan haar vulva (vulvalippen, clitoriseikel met clitorishoed en opening van de vagina). De overige primaire geslachtskenmerken zijn aan de buitenkant niet zichtbaar; ze liggen in de buik.
Sommige mensen worden geboren met zowel mannelijke als vrouwelijke geslachtskenmerken. Dit noem je intersekse. Soms betekent dit dat de geslachtskenmerken er anders uitzien dan mensen verwachten bij een jongen of meisje, of dat iemand geslachtskenmerken heeft van beide geslachten. Het kan ook betekenen dat de ontwikkeling tot volwassen man of vrouw anders verloopt dan verwacht. Soms blijkt pas in de puberteit dat iemand intersekse is.

UITWENDIGE GESLACHTSORGANEN

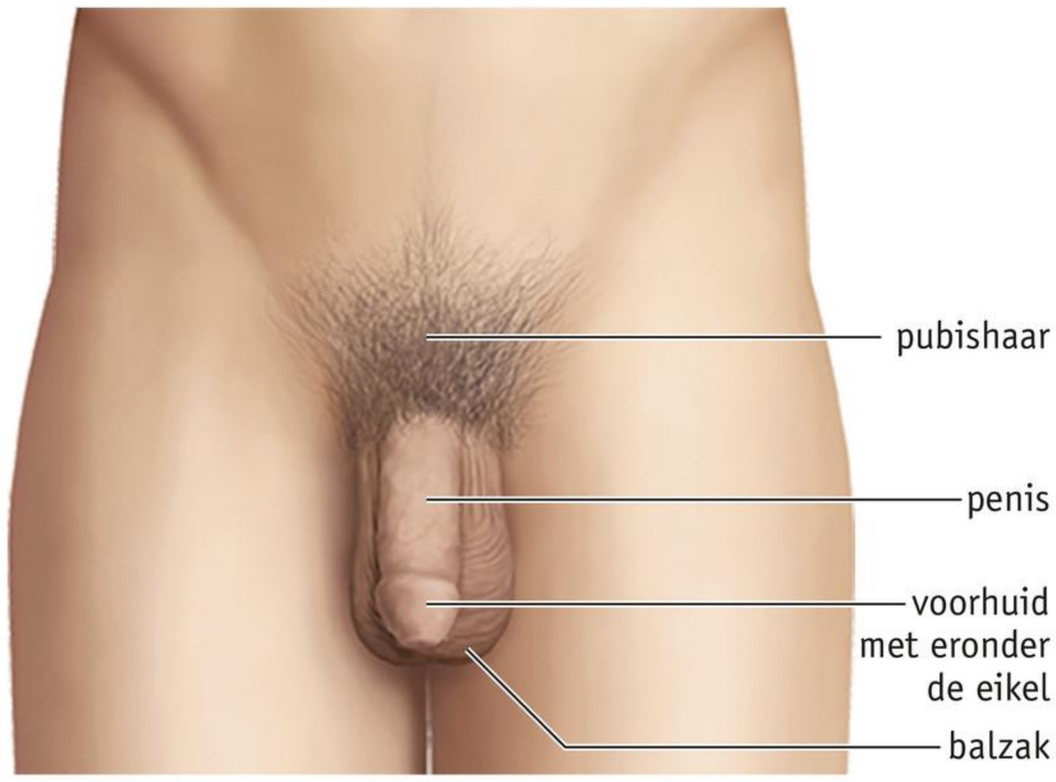
Het **voortplantingsstelsel** bestaat uit alle organen die een rol spelen bij de **voortplanting**. De geslachtsorganen zorgen ervoor dat mensen zich kunnen voortplanten en zijn dus een onderdeel van het voortplantingsstelsel. Omdat moeders borstvoeding kunnen geven, zijn de borsten van de vrouw ook een onderdeel van het voortplantingsstelsel.

De geslachtsorganen zijn deels aan de buitenkant zichtbaar. In afbeelding 1.1 zie je de uitwendige geslachtsorganen van een vrouw. Dit noem je de vulva. In afbeelding 1.2 zie je de uitwendige geslachtsorganen van een man.

Afb. 1 Geslachtskenmerken bij de vrouw en bij de man.



1 uitwendige geslachtsorganen vrouw (vulva)



2 uitwendige geslachtsorganen man

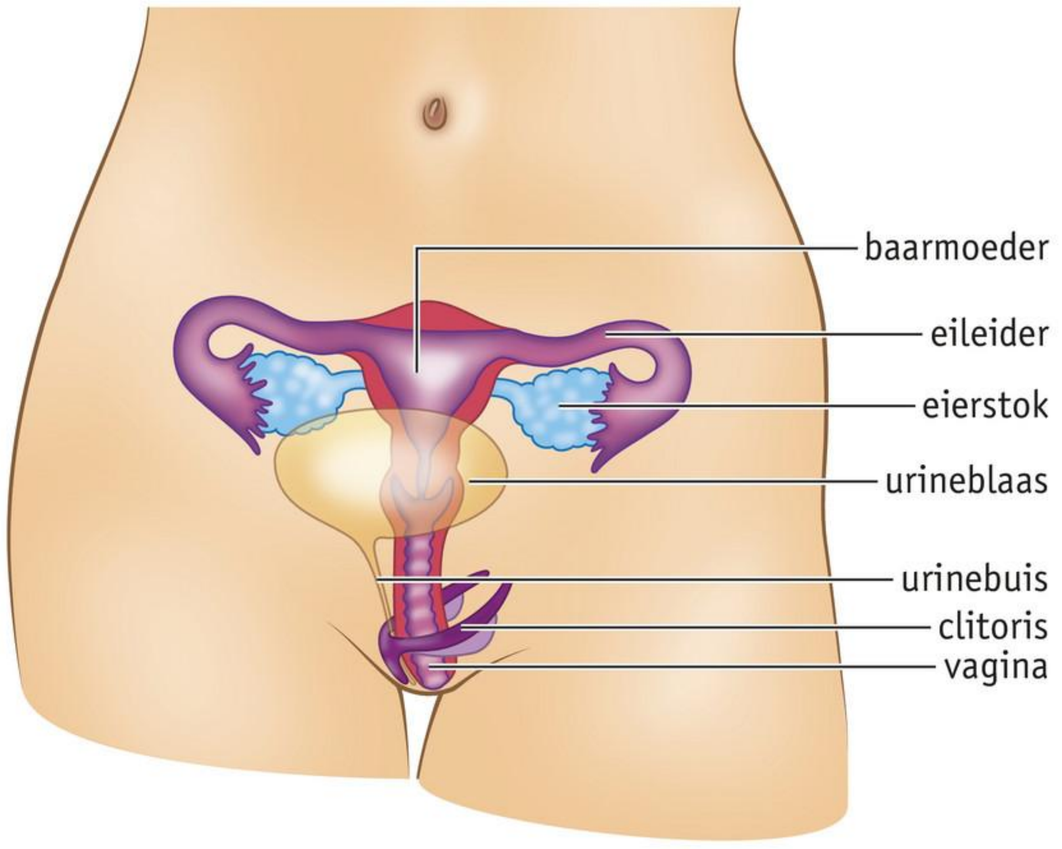
De **clitoris** (**kittelaar**) is gevoelig en reageert op prikkels die een fijn gevoel geven. Alleen de clitoriseikel (glans) is aan de buitenkant zichtbaar. Dit 'knopje' is erg gevoelig en is omgeven door een huidplooi: de clitorishoed. De **binnenste vulvalippen** zijn gladde huidplooien. Aan de bovenkant komen ze samen onder de clitoris. Tussen de binnenste vulvalippen liggen de openingen van de **urinebuis** en van de vagina. Om de binnenste vulvalippen liggen de **buitenste vulvalippen**. Dit zijn de behaarde huidplooien. De buitenste en binnenste vulvalippen worden soms **grote en kleine vulvalippen** genoemd. Dat is verwarrend, want bij de meeste vrouwen zijn de binnenste vulvalippen na de puberteit groter dan de buitenste.
Vulvalippen worden ook weleens **schaamlippen** genoemd. Dat komt nog uit de tijd dat het niet oké was om over je geslachtsorganen te spreken. Je moest je schamen als je hier met iemand over sprak of als iemand dit deel van je lichaam zag. Om dezelfde reden hoor je soms ook het woord *schaamhaar* voor pubishaar.
Bij de man is de top van de **penis**, de eikel (glans), erg gevoelig. De eikel is bedekt met een dunne huidplooi: de **voorhuid**. Deze beschermt de eikel. Achter de penis hangt de **balzak**. In deze huidplooi bevinden zich de **teelballen**.

INWENDIGE GESLACHTSORGANEN

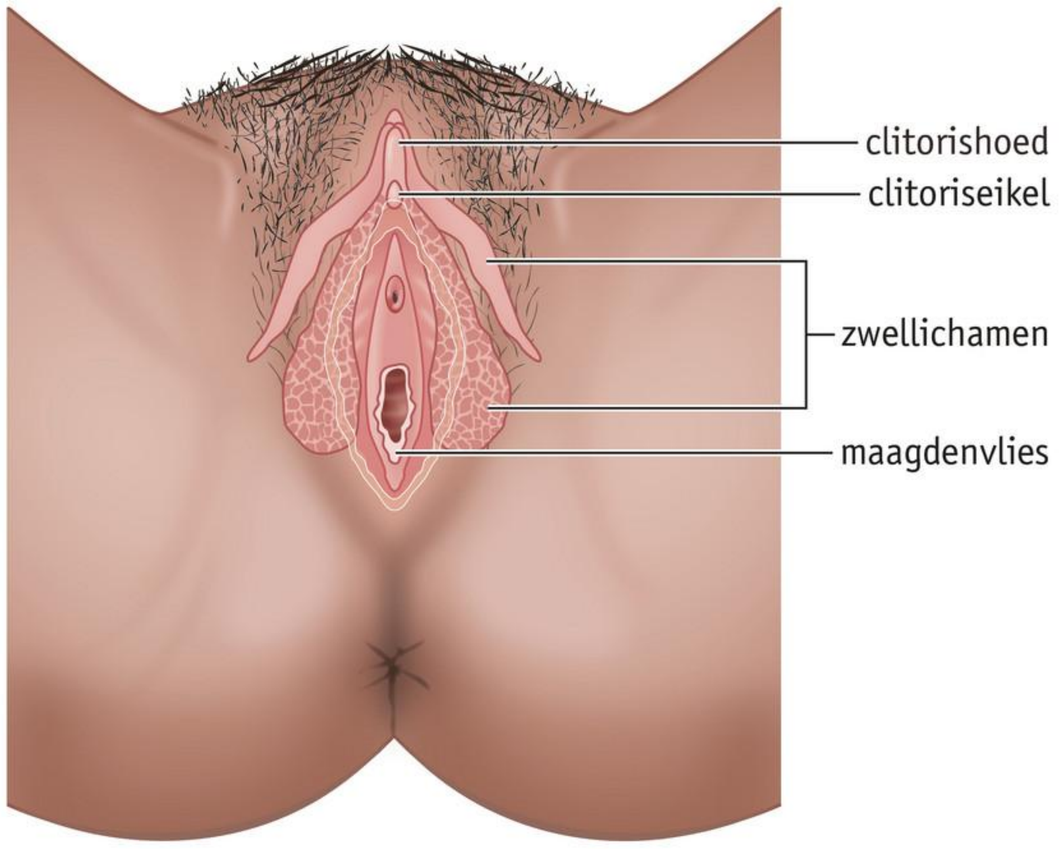
Bij de vrouw ligt het grootste deel van de geslachtsorganen in de onderbuik (zie afbeelding 2.1). Een vrouw heeft een baarmoeder, eileiders en eierstokken. In elke eierstok zitten honderdduizenden onrijpe eicellen. **Eicellen** zijn de vrouwelijke geslachtscellen. Wanneer ze rijp zijn gaan ze via de eileiders naar de baarmoeder.
De wand van de **baarmoeder** bestaat uit een dikke laag spieren. Aan de binnenkant is de baarmoederwand bekleed met slijmvlies. In de baarmoeder kan een bevruchte eicel zich ontwikkelen tot een kind. De **vagina** (**schede**) is het kanaal naar de baarmoeder. De wand van de vagina en klieren in de wand van de binnenste vulvalippen produceren bij seksuele opwinding slijm. Hierdoor wordt de toegang tot de vagina nat en glad en wordt geslachtsgemeenschap gemakkelijker.

Vooraan in de vagina ligt het maagdenvlies (zie afbeelding 2.2). Het maagdenvlies is een randje weefsel aan het begin van de vagina. Het is geen dicht vlies. Sommige meisjes hebben geen maagdenvlies bij de geboorte. Tijdens de eerste keer geslachtsgemeenschap kan het maagdenvlies oprekken en daardoor een beetje bloeden.

Afb. 2 Inwendige geslachtsorganen van de vrouw.



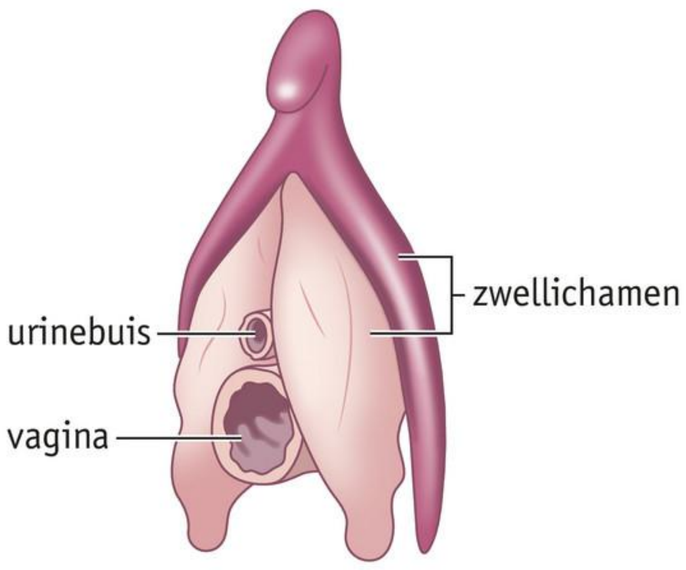
1 inwendige geslachtsorganen



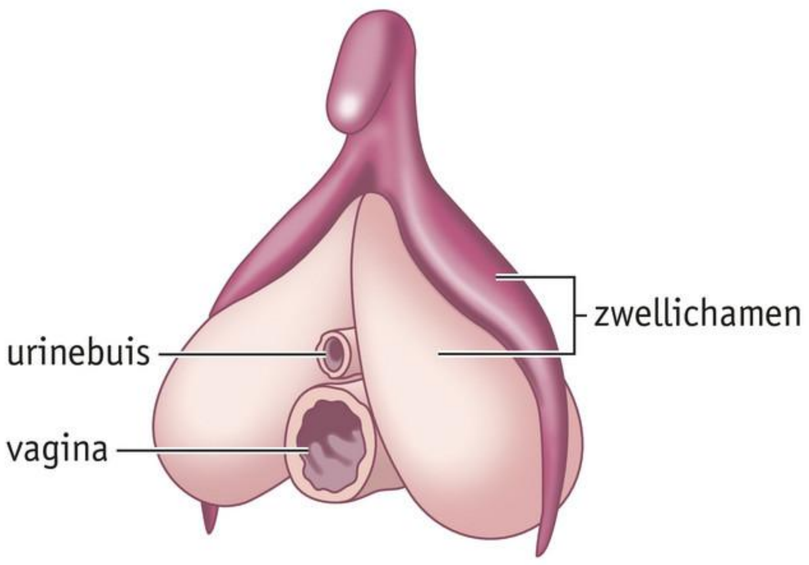
2 clitoris

Het grootste deel van de clitoris ligt inwendig (zie afbeelding 2.2). Dit inwendige deel bestaat uit **zwellichamen**. Bij een erectie vullen deze zwellichamen zich met bloed. Ze worden daardoor groter en vormen een soort kussentje (zie afbeelding 3). Hierdoor kan de penis gemakkelijker de vagina in tijdens geslachtsgemeenschap.

Afb. 3 De clitoris.



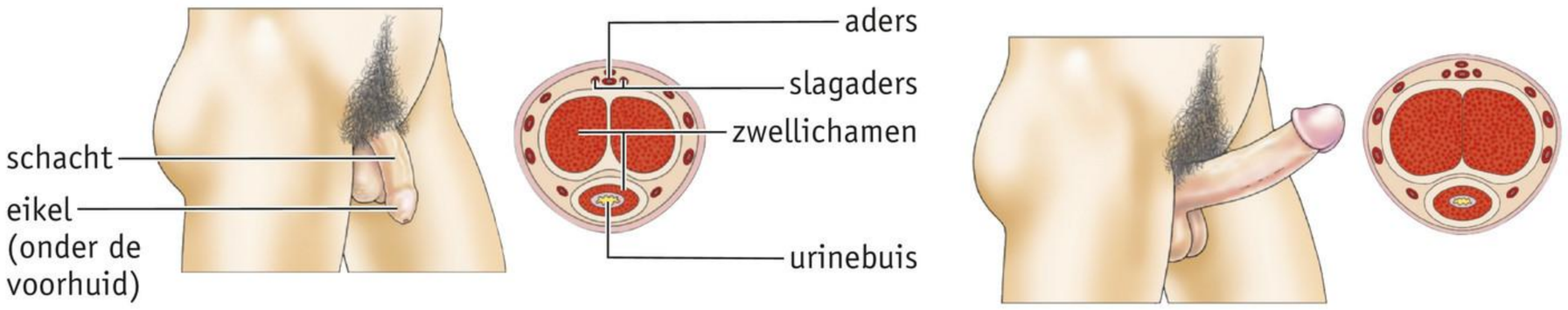
1 in gewone toestand



2 in erectie

Bij de man liggen drie zwellichamen in de penis. Ook deze vullen zich met bloed en worden groter en steviger bij seksuele opwinding (zie afbeelding 4). Een erectie bij een man noem je vaak een ‘stijve’. Erecties ontstaan vaak door seksuele opwinding, maar het kan ook op andere momenten gebeuren. Bijvoorbeeld tijdens de slaap. De penis is in gewone toestand en in erectie bij alle mannen verschillend.
In de balzak liggen twee teelballen (zie afbeelding 5). Teelballen noem je ook wel **zaadballen**. Ze produceren **zaadcellen**. Dit zijn de geslachtscellen van de man. Op de beide teelballen liggen de **bijballen**. Hierin worden zaadcellen tijdelijk opgeslagen. Vanaf de bijballen lopen de **zaadleiders** langs de zaadblaasjes en de prostaat in de onderbuik van de man. De zaadleiders vervoeren de zaadcellen. Bij de prostaat komen de zaadleiders uit in de urinebuis. De urinebuis loopt door de penis.

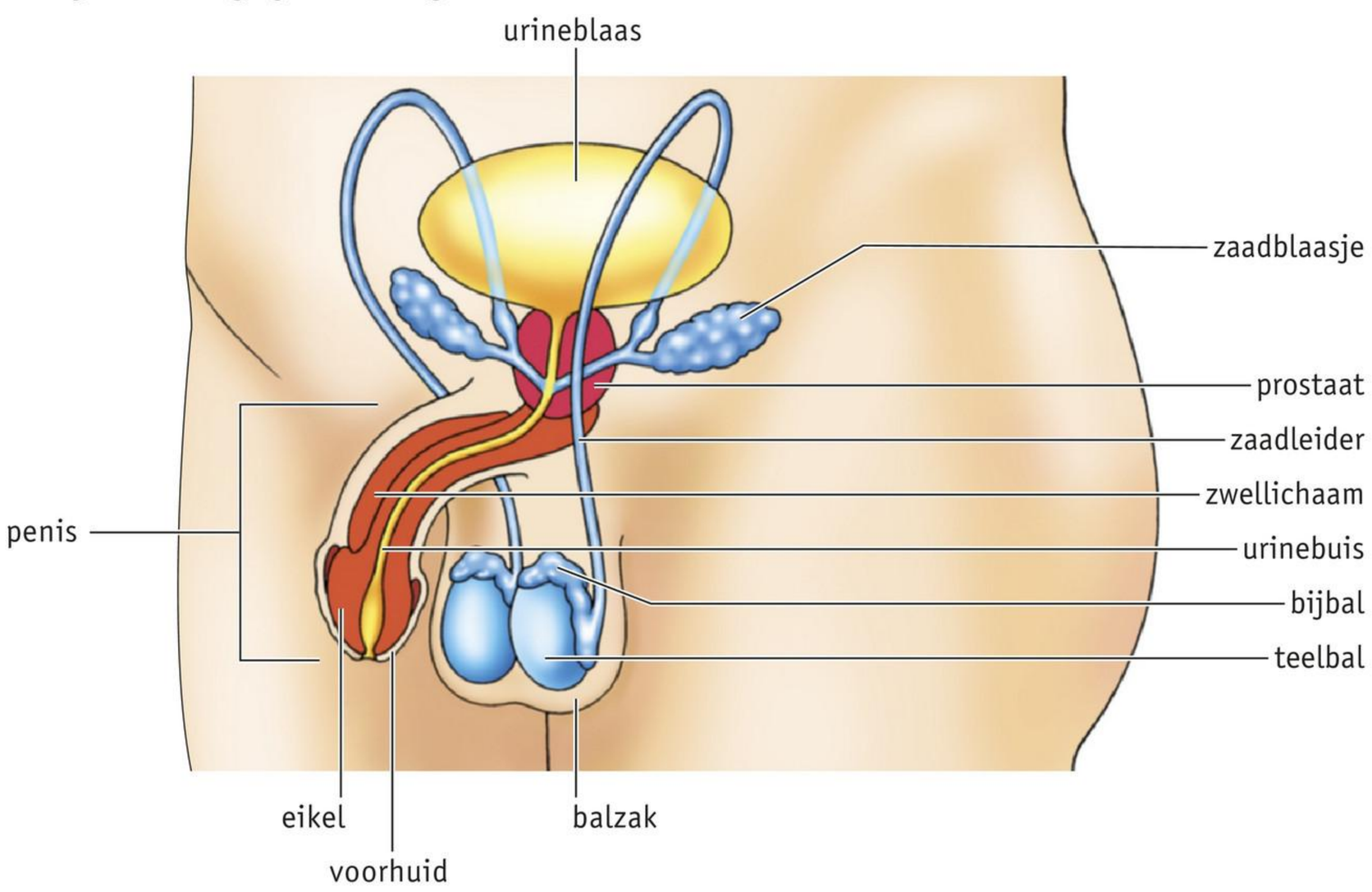
Afb. 4 De penis (buitenaanzicht en dwarsdoorsnede).



1 in gewone toestand (slap)

2 in erectie (een stijve)

Afb. 5 Inwendige geslachtsorganen van de man.



KENNIS

1

a Waaruit bestaat het voortplantingsstelsel?

.....

.....

b Wat zijn primaire geslachtskenmerken?

.....

.....

c De vulva is het zichtbare primaire geslachtskenmerk van de vrouw.
Uit welke delen bestaat de vulva?

1 .....

2 .....

3 .....

d Wat is een intersekse persoon?

.....

.....

2 Welke geslachtskenmerken zijn primaire geslachtskenmerken?

- ☐ A baardgroei
- ☐ B baarmoeder
- ☐ C balzak
- ☐ D borsten
- ☐ E borsthaar
- ☐ F lagere stem
- ☐ G penis
- ☐ H vulva

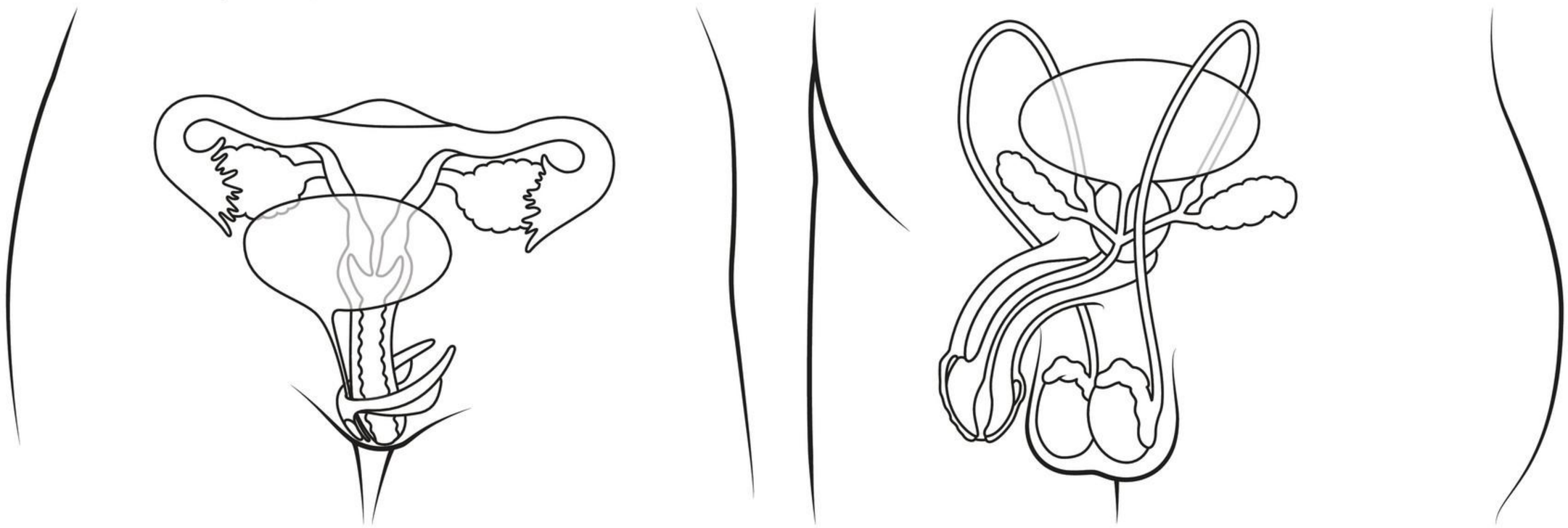
3 Hierna staan tien beschrijvingen van delen van de voortplantingsstelsels van de man en de vrouw.
Welk deel hoort bij de beschrijving? Gebruik de volgende woorden: *baarmoeder – balzak – bijballen – buitenste vulvalippen – (clitoris)eikel – maagdenvlies – teelballen – vagina – zaadleiders – zwellichamen*.

1 aanmaak van zaadcellen .....
2 is gevoelig en reageert op aanraking .....
3 hierin kan een bevruchte eicel zich ontwikkelen tot een kind .....
4 huidplooi waarin teelballen en bijballen liggen .....
5 liggen om de binnenste vulvalippen heen .....
6 randje weefsel aan het begin van de vagina .....
7 tijdelijke opslag van zaadcellen .....
8 vervoeren van zaadcellen .....
9 verbindt de baarmoeder met de buitenkant van het lichaam .....
10 zorgen voor erectie .....

4 De geslachtsorganen van mannen en vrouwen komen deels overeen in bouw en functie.
Kleur in afbeelding 6 bij de vrouw en bij de man:

- het deel dat gevoelig is voor aanraking rood
- de zwellichamen oranje
- het deel dat geslachtscellen maakt groen
- het deel dat (alleen) geslachtscellen vervoert blauw
- de blaas en de urinebuis geel
- de zichtbare geslachtsorganen bruin

Afb. 6 Het voortplantingsstelsel (vooraanzicht).



1 van een vrouw

2 van een man

5

a Welk deel van de clitoris is het meest gevoelig en reageert op prikkels? .....

b Met welk deel van de geslachtsorganen van de vrouw kun je de eikel van de man vergelijken?

- ○ A met de binnenste vulvalippen
- ○ B met de buitenste vulvalippen
- ○ C met de clitoriseikel
- ○ D met de clitorishoed
- ○ E met de zwellichamen

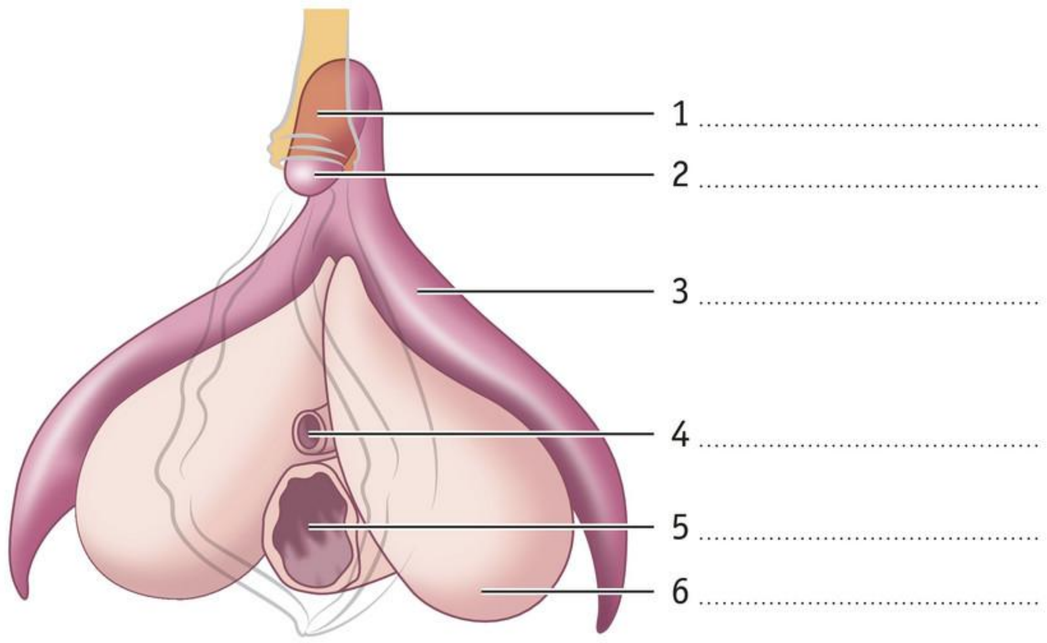
6

Samenvatting

In afbeelding 7 zie je een tekening van de clitoris.

a Zet de namen bij de genummerde delen.

Afb. 7

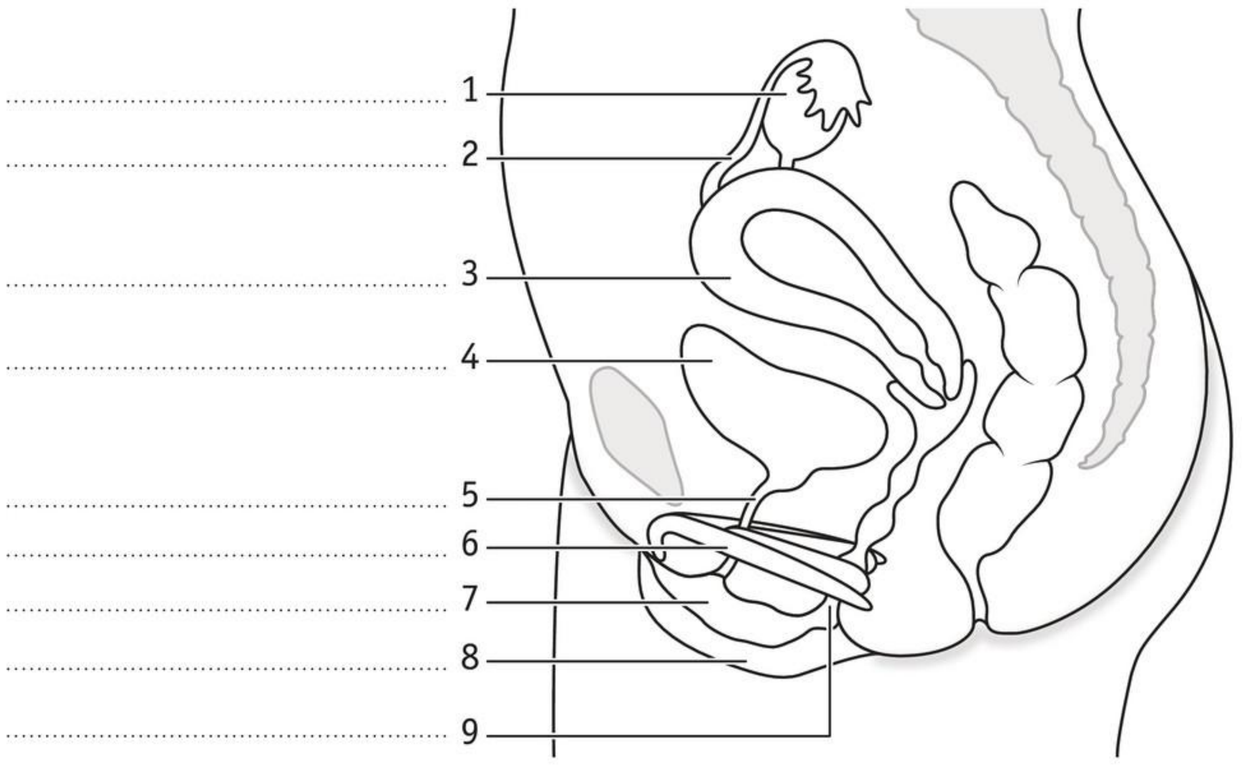


In afbeelding 8 zie je een tekening van het voortplantingsstelsel van een vrouw.

b Zet de namen bij de genummerde delen.

c Kleur de primaire geslachtskenmerken rood.

Afb. 8

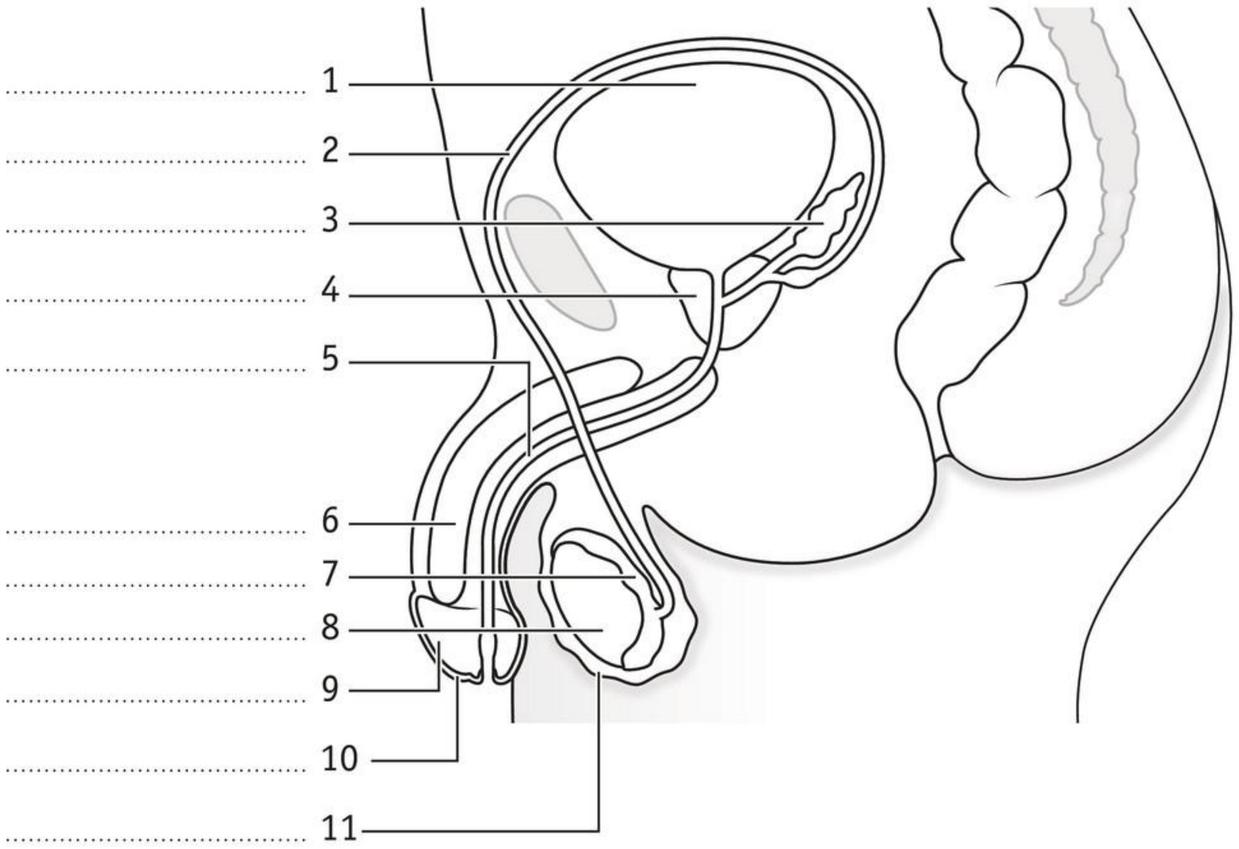


In afbeelding 9 zie je een tekening van het voortplantingsstelsel van een man.

d Zet de namen bij de genummerde delen.

e Kleur de primaire geslachtskenmerken rood.

Afb. 9



INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

7 In sigarettenrook zit nicotine. Nicotine zorgt voor een verminderde doorbloeding van het lichaam.
Leg uit hoe roken erectiestoornissen tot gevolg kan hebben.

8 Lees de tekst 'Bloedverlies tijdens geslachtsgemeenschap? Nee hoor, dat hoeft niet!'.

a Wat is het maagdenvlies?

b In de tekst staat: 'Sommige mensen denken dat het maagdenvlies moet worden opengemaakt.'
Leg aan de hand van de afbeelding uit dat deze gedachte niet klopt.

c Leg uit waarom het maagdenvlies een functie heeft als meisjes nog een luier dragen.

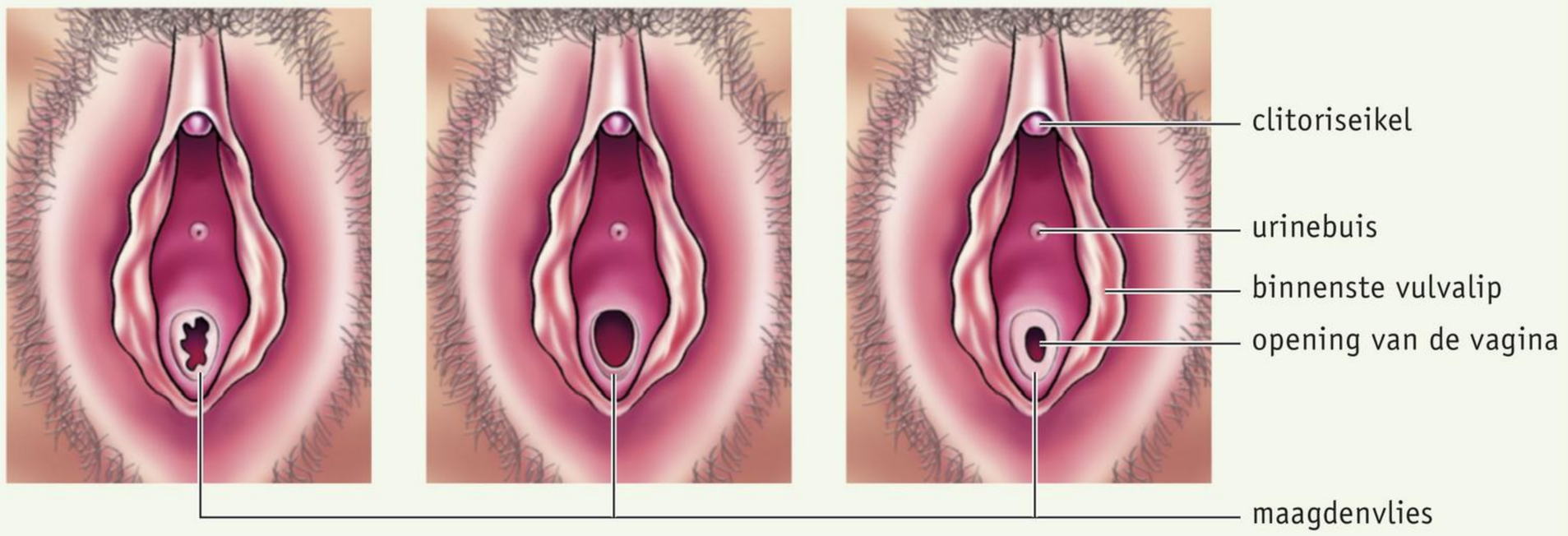
Afb. 10

Bloedverlies tijdens geslachtsgemeenschap? Nee hoor, dat hoeft niet!

Bij elk meisje ziet het maagdenvlies er anders uit (zie de afbeelding). Het maagdenvlies is geen dicht vlies, maar een dunne slijmvliesplooi langs de rand van de opening van de vagina. Bij jonge baby's en kinderen is het maagdenvlies dikker en beschermt het maagdenvlies de vagina. Maar zodra kinderen geen luiers meer dragen, heeft het maagdenvlies geen functie meer. Het maagdenvlies wordt dan dunner en soepeler.

Sommige mensen denken dat het maagdenvlies moet worden opengemaakt, maar dat is niet zo. Bij de eerste keer dat iets de vagina in gaat (bijvoorbeeld een tampon, een vinger of een penis), hoeft dit het maagdenvlies niet te doorboren.

Als je voor de eerste keer geslachtsgemeenschap hebt, kan dat spannend zijn. Daarom kunnen bij een meisje de spieren rondom de vagina wat gespannen zijn. Het maagdenvlies kan daardoor iets inscheuren en bloeden als er een penis doorheen gaat. Dit is meestal maar weinig bloed. Als een meisje ontspannen en opgewonden is, wordt de vagina vochtig. Vaak bloedt ze dan niet. Ook kan het maagdenvlies al opgerekt zijn door het gebruik van tampons of door sporten. Aan het maagdenvlies of bloedverlies kun je dus niet zien of een meisje nog maagd is.



+ 9

Als een jongen plotseling veel pijn in zijn balzak voelt, kan dat komen door een gedraaide teelbal. De teelbal draait dan om de zaadleider en knelt ook bloedvaten en zenuwen af. Hierdoor kan het bloed niet goed wegstromen, wat zorgt voor druk en het opzwellen van de omliggende weefsels.

a Waardoor doet een gedraaide teelbal zoveel pijn?

b Een gedraaide teelbal moet snel geopereerd worden. De teelbal wordt blauw omdat er geen bloed meer doorheen kan. Bij de operatie draait de arts de teelbal weer terug. Ook zet de arts de teelbal met een hechting vast aan de balzak.
Waarom moet de arts de teelbal zo snel mogelijk terugdraaien?

c Waarom wordt de teelbal met een hechting vastgezet?

d Bij de operatie wordt de andere teelbal ook met een hechting vastgezet.
Leg uit waarom.

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

2 Veranderingen in de puberteit

LEERDOELEN

2.2.1 Je kunt uitleggen wat de functie is van geslachtshormonen.
2.2.2 Je kunt omschrijven wat secundaire geslachtskenmerken zijn en daarbij voorbeelden noemen.
2.2.3 Je kunt de lichamelijke en geestelijke veranderingen in de puberteit beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	2.2.1	2.2.2	2.2.3	2.1.1*
Onthouden	1bcde, 2	1a, 4	1f	
Begrijpen	5	5	3, 5	
Toepassen	6a, 9c	6bc	7a, 8a	9a
Analyseren	9bd	6d, 7b	7c, 8b	

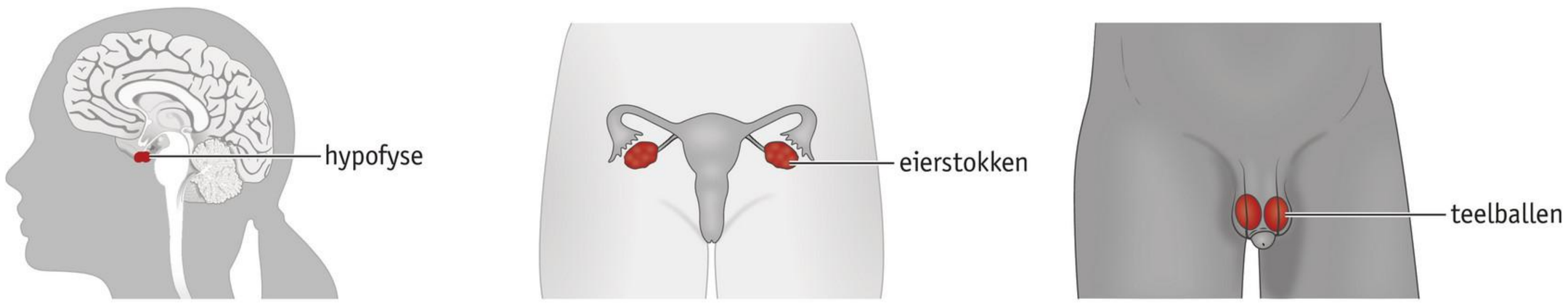
* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

De puberteit is de periode waarin je je ontwikkelt tot volwassene. Zowel je lichaam als je gevoelens veranderen. Deze veranderingen ontstaan door de hormonen in je lichaam.

HORMONEN

Hormonen zijn stoffen die de werking van organen regelen. Hormonen worden gemaakt door hormoonklieren. De hormoonklieren geven de hormonen af aan het bloed. Via het bloed komen de hormonen in het hele lichaam terecht. Alleen een orgaan of weefsel dat gevoelig is voor een specifiek hormoon, reageert op dat hormoon.
Een belangrijke hormoonklier is de hypofyse. Deze ligt tegen de onderkant van de hersenen aan (zie afbeelding 1.1). In de puberteit begint de hypofyse stimulerende hormonen te produceren. Onder invloed van die hormonen ga je snel groeien (de groeispurt) en beginnen in de eierstokken eicellen te rijpen en ontwikkelen zich zaadcellen in de teelballen. Deze hormonen zorgen er ook voor dat de geslachtsorganen **geslachtshormonen** gaan produceren (zie afbeelding 1.2 en 1.3). Eierstokken produceren oestrogenen (spreek uit: uistrogenen) en de teelballen produceren testosteron.

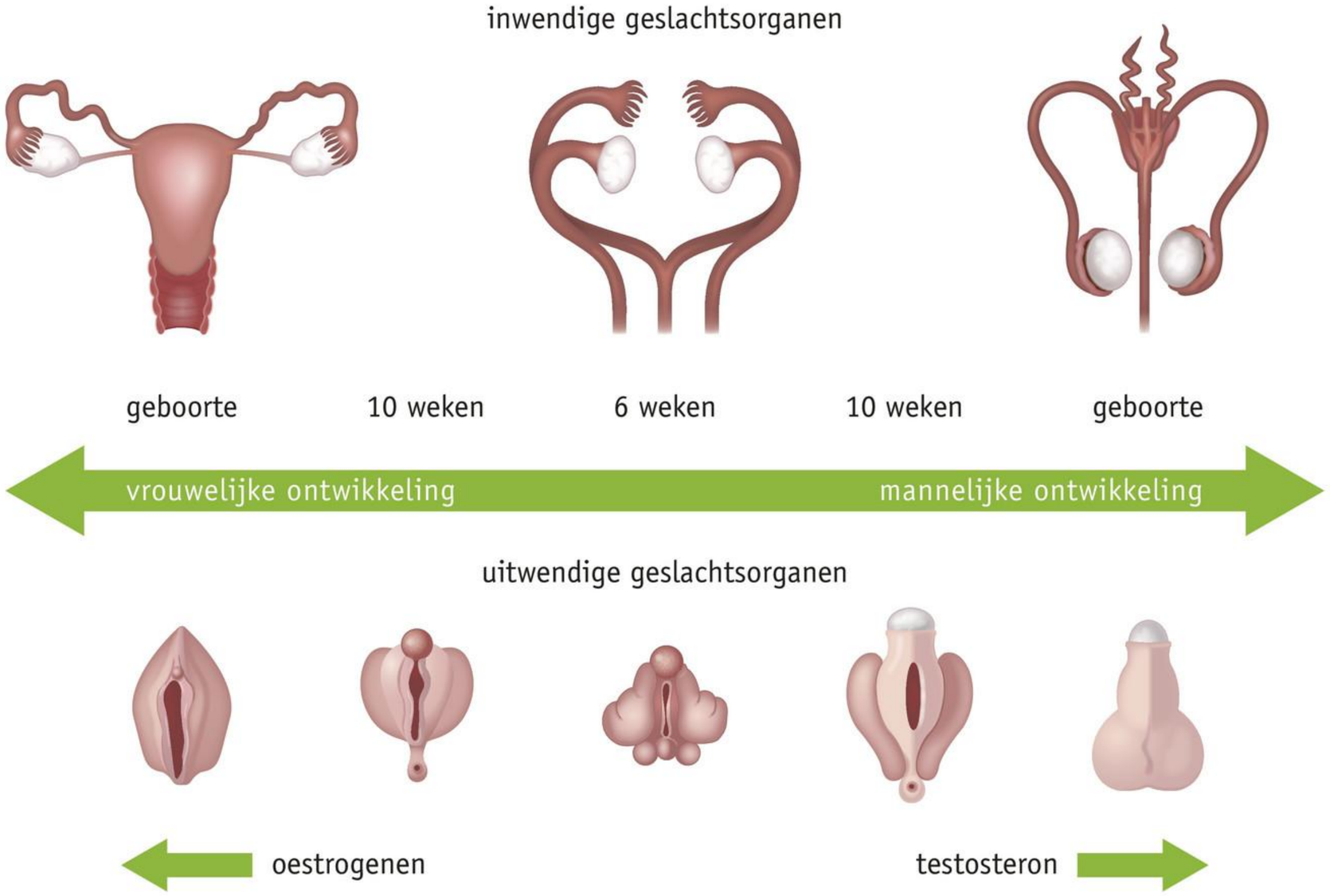
Afb. 1 Ligging van enkele hormoonklieren.



1 hypofyse
2 eierstokken
3 teelballen

De eerste zes weken van de zwangerschap zijn de geslachtsorganen van jongens en meisjes gelijk. Daarna sturen hormonen de ontwikkeling van de verschillende delen aan. Welke hormonen worden gemaakt, hangt af van de geslachtschromosomen van het ongeboren kind. Bij zowel jongens als meisjes worden testosteron en oestrogenen gemaakt, maar in verschillende verhoudingen. Bij jongens is er meer **testosteron**, wat mannelijke kenmerken bevordert. Meisjes hebben meer **oestrogenen** waardoor zich vrouwelijke kenmerken ontwikkelen (zie afbeelding 2).

Afb. 2 Ontwikkeling van de geslachtsorganen onder invloed van hormonen.



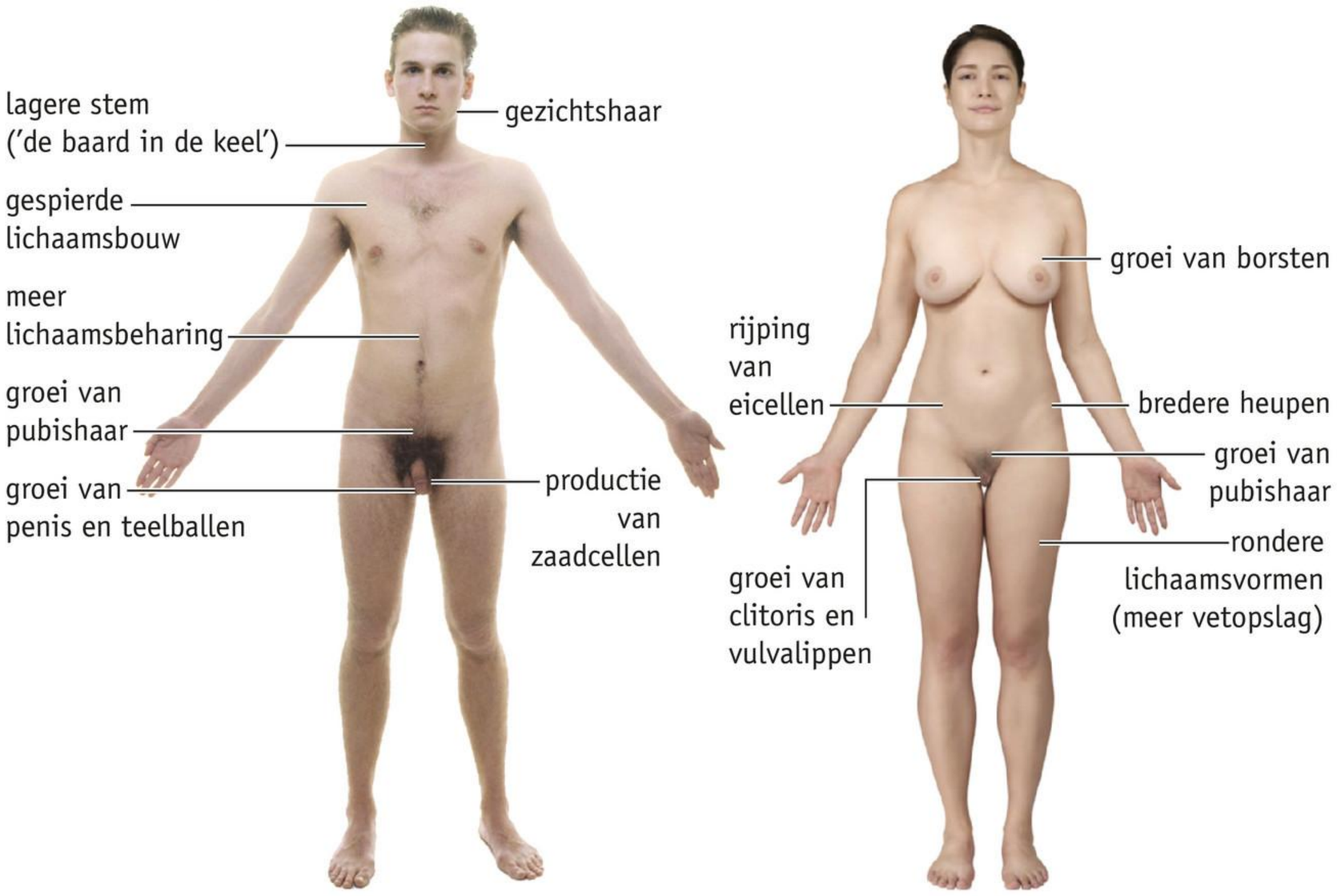
SECUNDAIRE GESLACHTSKENMERKEN

Testosteron en oestrogenen zorgen voor de ontwikkeling van de **secundaire geslachtskenmerken**. Dat zijn geslachtskenmerken die in de puberteit ontstaan. In tabel 1 en afbeelding 3 zie je de mogelijke secundaire geslachtskenmerken bij een jongen en bij een meisje.
Jongeren die intersekse zijn, ontwikkelen zich in de puberteit vaak anders. De ontwikkeling hangt onder andere af van de verhouding tussen de hoeveelheid testosteron en de hoeveelheid oestrogenen die wordt aangemaakt.

Tabel 1 Mogelijke secundaire geslachtskenmerken.

Bij een jongen	Bij een meisje
Gezichtshaar (baard, snor)	Groei van clitoris en vulvalippen
Groei van de penis en teelballen	Groei van de borsten
Groei van pubishaar	Groei van pubishaar
Grotere spieren kunnen krijgen (door training)	Meer lichaamshaar (bijvoorbeeld okselhaar, haar op de benen)
Lagere stem	Rijping van eicellen
Meer lichaamshaar (bijvoorbeeld borsthaar, okselhaar, haar op de benen)	Vaak rondere lichaamsvormen (door meer vetopslag)
Productie van zaadcellen	Vaak wat bredere heupen

Afb. 3 Mogelijke secundaire geslachtskenmerken.



Er is geen vaste volgorde in de veranderingen in de puberteit. Hoe iemand verandert en de leeftijd waarop de veranderingen plaatsvinden, verschilt per persoon. Bij sommige mensen blijven sommige veranderingen (bijna) helemaal weg. Niet alle mannen krijgen bijvoorbeeld borsthaar en vrouwen krijgen niet altijd grote borsten of brede heupen. De secundaire geslachtskenmerken van mensen kunnen daardoor heel verschillend zijn.

LICHAMELIJKE VERANDERINGEN

Naast het ontstaan van secundaire geslachtskenmerken zijn er nog meer lichamelijke veranderingen. Dit zijn veranderingen aan en in je lichaam.
Onder invloed van hormonen ga je meer zweten en het zweet gaat ook sterker ruiken. Door de hormonen in de puberteit kan de huid wat vetter worden. Er kunnen puistjes ontstaan.
Bij meisjes gaat de vagina meer afscheiding produceren, een witgelige vloeistof. Dit kan wat ruiken als het opdroogt. Afscheiding houdt de vagina vanbinnen schoon.
Jongens en meisjes produceren smegma. Smegma bestaat uit dode huidcellen, talg, zweet en bacteriën. Smegma hoopt zich op in de huidplooien van de geslachtsorganen en houdt de huid en eikel soepel. Als er veel bacteriën groeien, kunnen ze ontstekingen veroorzaken. Het smegma kan dan ook vies gaan ruiken.
Tussen alle huidplooien van de vulva en onder de voorhuid kan ook vocht blijven zitten, waar bacteriën van leven. Sommige bacteriën kunnen zorgen voor irritatie of ontstekingen van de huid en het kan vies gaan ruiken. Daarom is het belangrijk elke dag de geslachtsorganen met water te wassen.

BESNIJDENIS

Bij sommige jongens en mannen wordt hun voorhuid, of een deel hiervan, weggehaald. Dit gebeurt tijdens een besnijdenis. Besnijden gebeurt om culturele, medische of hygiënische redenen.
In sommige landen worden meisjes besneden. Daarbij worden de clitoriseikel en/of (een deel van) de binnenste en buitenste vulvalippen weggesneden. Soms wordt de opening van de vagina bijna helemaal dichtgemaakt. Een besnijdenis kan bij meisjes leiden tot infecties en pijn. In Nederland is het verboden om meisjes te besnijden.

GEESTELIJKE VERANDERINGEN

Tijdens de puberteit verandert niet alleen je lichaam, maar ook je gedrag en je gevoelens. Bij de een gaat dit wat sneller dan bij de ander. Gemiddeld zijn meisjes eerder volwassen dan jongens. Bij geestelijke veranderingen horen de veranderingen in je gedachten, gevoelens, zelfstandigheid en sociale leven.
Je gaat je anders opstellen tegenover je ouders. Je wilt niet meer dat ze je als een kind behandelen. Je kunt je het ene moment heel vrolijk voelen en het andere moment verdrietig. Soms pieker je veel of ben je bang om fouten te maken. Of het kan je juist even allemaal niet zoveel schelen.
Je vrienden krijgen een belangrijkere plaats in je leven. Wat die groep mensen om je heen vindt, ga jij ook belangrijker vinden. Je wilt erbij horen, maar je ontdekt ook wat jij zelf vindt en wilt. Ook gaat in de puberteit seksualiteit een steeds belangrijkere rol in je leven spelen.
De puberteit kan leuk en spannend zijn, maar je kunt je ook onzeker, eenzaam of verdrietig voelen. Dat hoort bij de puberteit. Als je ouder wordt, heb je er meestal weer minder last van.

KENNIS

1

a Primaire geslachtskenmerken ontstaan *voor de geboorte* / *in de puberteit*.
Secundaire geslachtskenmerken ontstaan *voor de geboorte* / *in de puberteit*.

b Welk orgaan maakt testosteron? *eierstok* / *hypofyse* / *teelbal*

c Welk orgaan maakt oestrogenen? *eierstok* / *hypofyse* / *teelbal*

d Welke hormoonklier zorgt ervoor dat de eierstokken en teelballen geslachtshormonen gaan produceren? .....

e Welke hormoonklier geeft hormonen af die in de puberteit zorgen voor een groeispurt? .....

f Wat bestaat uit dode huidcellen, talg, zweet en bacteriën? .....

2

a Wat zijn hormonen?

.....

b Leg uit hoe hormonen bij weefsels of organen terechtkomen die gevoelig zijn voor het hormoon.

.....

.....

.....

3

Wat is bij ieder mens hetzelfde tijdens de puberteit?

○ A dat er secundaire geslachtskenmerken ontstaan
○ B de geestelijke veranderingen die iemand doormaakt
○ C de volgorde waarin de veranderingen plaatsvinden
○ D het moment dat de puberteit plaatsvindt

4 Trek lijnen tussen de secundaire geslachtskenmerken en het juiste geslacht.

		○ 1	gespierdere lichaamsbouw
		○ 2	gezichtshaar
bij een jongen	○	○ 3	groei van clitoris en vulvalippen
bij een meisje	○	○ 4	groei van de penis en teelballen
		○ 5	groei van pubishaar
		○ 6	meer lichaamsbeharing
		○ 7	rondere lichaamsvormen

5 **Samenvatting**

Maak een samenvatting van de basisstof door de tekst af te maken.

In de puberteit vindt veel ontwikkeling plaats:

1 De ..... maakt stimulerende hormonen.

2 Deze hormonen zorgen ervoor dat de eierstokken ..... en de teelballen ..... gaan produceren.

3 Deze geslachtshormonen zorgen voor .....

Secundaire geslachtskenmerken: .....

.....

- Bij jongens: .....

  .....
- Bij meisjes: .....
- Bij beiden: .....

Geestelijke veranderingen zijn veranderingen in je:

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

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

6 Lees de tekst ‘Tieners aan anabolen’.

a Op welke manier zorgen anabole steroïden (anabolen) ervoor dat je gespierder wordt?

b Anabolen worden ook gebruikt door sporters.
Wat is het voordeel voor de sporters? Leg je antwoord uit.

c Als een vrouw anabolen gebruikt, verandert haar lichaam.
Geef twee kenmerken die kunnen veranderen.

d Vroeger werden anabolen in de veeteelt gebruikt, maar nu is dat verboden. Een van de redenen hiervoor is dat ze in het vlees achter kunnen blijven. Daardoor zouden mensen de anabolen binnen kunnen krijgen. Ook is het gebruik van anabolen niet goed voor het welzijn van de dieren.
Waarom zou er in de veeteelt vroeger gebruikgemaakt kunnen zijn van anabolen?

Afb. 4

Tieners aan anabolen

Sommige jongens gebruiken in of na hun puberteit anabole steroïden (kortweg anabolen), om er gespierder uit te zien. Anabolen zijn stoffen die worden gemaakt in een laboratorium. Ze werken op dezelfde manier als testosteron. Als je anabolen gebruikt, groeien je spieren en word je sterker en sneller.
Maar er zijn grote risico's bij het gebruik van anabolen. Zeker als ze niet goed worden gebruikt, bijvoorbeeld als je langere tijd een te grote dosis neemt. Je kunt dan allerlei ziekten en aandoeningen krijgen, zoals erectiestoornissen, een vergrote prostaat, jeugdpuistjes, problemen met plassen, leverziekten, afwijkingen aan de teelballen en onvruchtbaarheid.

7 Lees de tekst 'Jamilah is besneden'.

a Leg uit dat Jamilah minder goed seksuele prikkels kan ervaren.

b Leg uit dat Jamilah secundaire geslachtskenmerken heeft, hoewel ze al op 6-jarige leeftijd is besneden.

c Wanneer een meisje ongesteld is, komt er bloed uit de baarmoeder via de vagina naar buiten.
Door de besnijdenis heeft Jamilah geregeld last van een infectie als ze ongesteld is.
Leg uit hoe dit komt.

Afb. 5

Jamilah is besneden

Toen Jamilah 6 jaar was, ging ze op vakantie naar Somalië. Daar komen haar ouders vandaan. In Somalië worden bijna alle meisjes besneden. Haar moeder zei dat Jamilah niet schoon zou zijn als ze niet besneden is. En dat er dan later niemand zou zijn die met haar wil trouwen.
Jamilahs clitoriseikel en vulvalippen werden weggesneden. Dat gebeurde zonder verdoving. Jamilah was heel bang en voelde zich machteloos.
Achteraf is er niet meer over de besnijdenis gesproken. Jamilah zegt: 'Ik wist niet hoe een vrouw er normaal uitziet. Pas toen ik jaren later in een tijdschrift een foto van een blote vrouw zag, dacht ik: "Wat is dit? Kan het er zo uitzien?" Dat was heel moeilijk. Er is me iets ontnomen. Mij is niet om toestemming gevraagd.'

8

Als een jongen geboren wordt, zit de voorhuid vast aan de eikel. In de eerste levensjaren laat de voorhuid los. Als de voorhuid niet losraakt, kan een jongen een vernauwde voorhuid hebben. Dit geeft pijnklachten aan de eikel en bij het plassen.

a Een arts kan een crème voorschrijven die de voorhuid wat soepeler maakt.
Leg uit hoe de crème de pijnklachten kan verminderen.

b Als de crème niet zorgt voor een soepelere voorhuid, kan een jongen besneden worden. Bij sommige besneden mannen reageert de eikel minder als de eikel wordt aangeraakt. De eikel is dan minder gevoelig voor aanraking geworden.
Leg uit waardoor de eikel van een besneden man minder gevoelig kan worden.

+ 9

Lees de tekst 'Benthe heeft AOS'.

a Is Benthe intersekse? Leg je antwoord uit.

b Was er in de eerste vijf weken van de zwangerschap een verschil in ontwikkeling tussen Benthe en iemand zonder AOS? Leg je antwoord uit.

c Testosteron wordt niet alleen in de teelballen geproduceerd, maar onder andere ook in de bijnierschors. Dat is een deel van een orgaan dat op de nieren ligt. Zowel bij mannen als bij vrouwen produceert de bijnierschors testosteron.
Leg uit dat ook de bijnierschors van Benthe gewoon testosteron produceert.

d Mensen die genetisch vrouwelijk zijn, kunnen ook AOS hebben. Zij krijgen ook geen oksel- en pubishaar.
Geef daar een verklaring voor.

Afb. 6

Benthe heeft AOS

Toen Benthe in de puberteit geen oksel- en pubishaar kreeg, ging ze naar de dokter. Die ontdekte dat Benthe ook geen baarmoeder en eierstokken heeft. Er is toen verder onderzoek gedaan waaruit bleek dat Benthe genetisch gezien mannelijk is en dat ze AOS heeft. Dat is een aangeboren aandoening waarbij het lichaam niet of onvoldoende reageert op testosteron.
Benthe ziet eruit als een meisje, maar in haar onderbuik heeft ze teelballen die testosteron produceren. De cellen van Benthes lichaam reageren er echter niet op. Daardoor konden de mannelijke geslachtskenmerken zich bij Benthe niet goed ontwikkelen.

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

3 Vruchtbaar worden

LEERDOELEN

2.3.1 Je kunt uitleggen hoe zaadcellen worden gevormd en vervoerd.
2.3.2 Je kunt de processen tijdens de menstruatiecyclus beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	2.3.1	2.3.2	1.6.1**
Onthouden	1a, 6a	1b, 3b	
Begrijpen	3c, 5	2, 3a, 4, 5	3d
Toepassen	6bc	7, 8a, 9a	
Analyseren		8bc, 9bc	

** Dit leerdoel vind je in een ander thema.

Vanaf de puberteit zorgen hormonen voor de productie van zaadcellen en de rijping van eicellen. Vanaf dat moment ben je vruchtbaar.

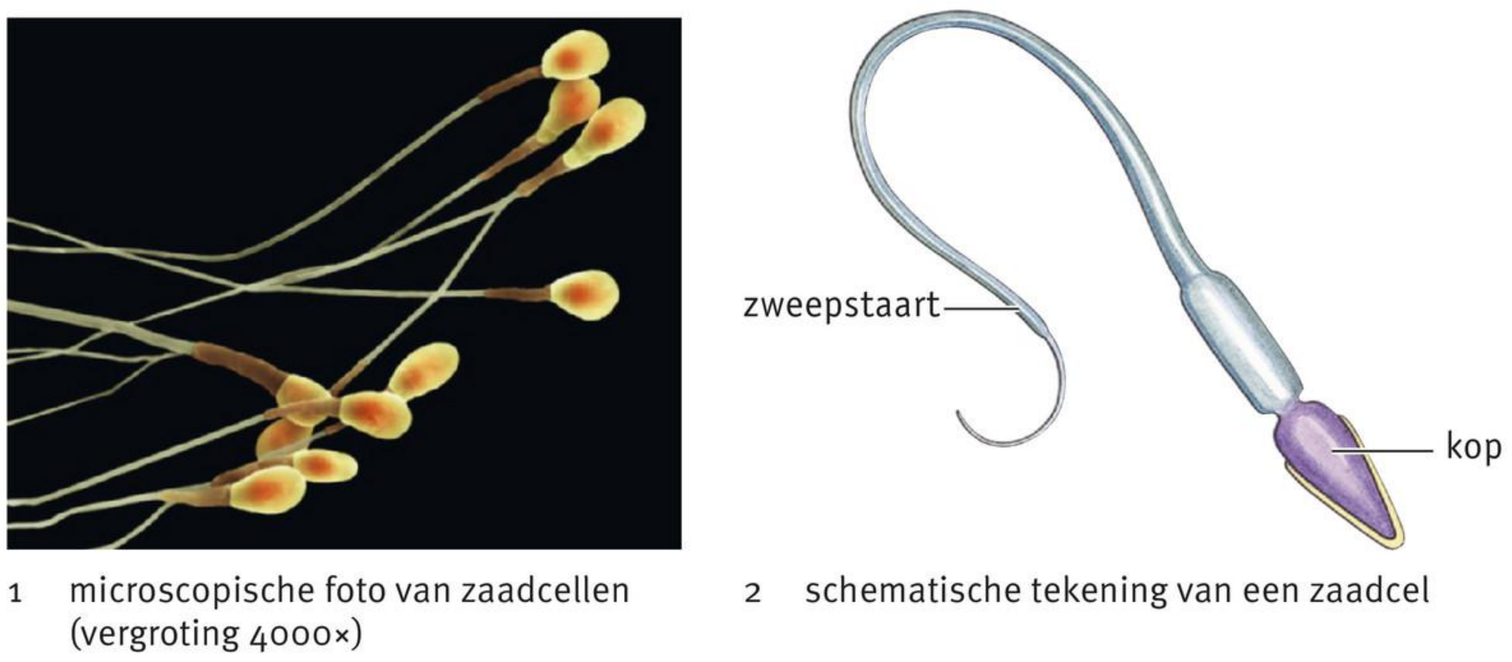
VRUCHTBAARHEID

Eicellen en zaadcellen zijn de geslachtscellen van de mens. Uit deze cellen kan een nieuw mens ontstaan. Vanaf het moment dat je vruchtbaar bent, kun je je dus voortplanten.

VORMING ZAADCELLEN

Als een jongen ongeveer 13 jaar is, worden zijn teelballen onder invloed van geslachtshormonen actief. Ze produceren elke dag vele miljoenen mannelijke geslachtscellen: de zaadcellen (zie afbeelding 1). Zaadcellen worden ook wel spermacellen genoemd. De teelballen liggen in de balzak. De temperatuur in de balzak is iets lager dan die in de buikholte. Dat is gunstig voor de ontwikkeling van de zaadcellen. De zaadcellen worden tijdelijk opgeslagen in de bijballen.

Afb. 1 Zaadcellen.



1 microscopische foto van zaadcellen (vergroting 4000×)
2 schematische tekening van een zaadcel

Zaadleiders vervoeren de zaadcellen vanuit de bijballen naar de zaadblaasjes. De **zaadblaasjes** voegen vocht toe aan de zaadcellen. Vervolgens lopen de zaadleiders naar de **prostaat**, die ook vocht toevoegt. Het vocht uit de zaadblaasjes en de prostaat met de zaadcellen samen noem je sperma. Door het vocht kunnen de zaadcellen goed bewegen. Het vocht bevat ook voedingsstoffen voor de zaadcellen.

Bij de prostaat komen de zaadleiders uit in de urinebuis. De urinebuis vervoert zowel urine als sperma. Bij een zaadlozing komt het sperma met schokken door de urinebuis naar buiten. Daarbij verlaten honderd tot vierhonderd miljoen zaadcellen het lichaam. Als er geen zaadlozing plaatsvindt, lossen de zaadcellen op in het lichaam. Er is dan weer plaats voor nieuwe zaadcellen.
Voor een zaadlozing komt vaak eerst voorvocht uit de urinebuis. Dit vocht maakt de urinebuis schoon. Zo kan het zuur van de urine de zaadcellen niet aantasten. Voorvocht kan al een klein aantal zaadcellen bevatten.

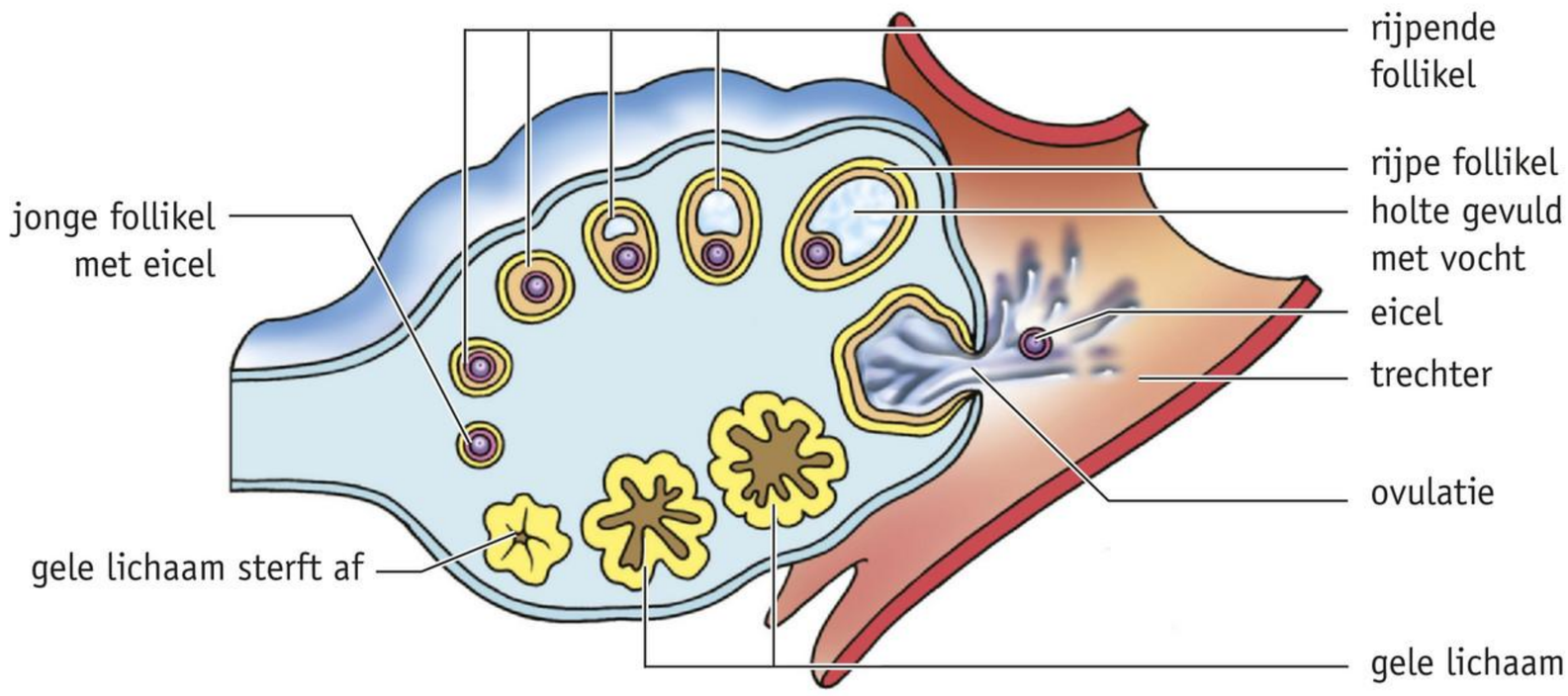
Bij een man produceren de teelballen tot op hoge leeftijd geslachtshormonen. Een man kan daardoor tot op hoge leeftijd zaadcellen vormen en is dus tot op hoge leeftijd vruchtbaar.

MENSTRUATIECYCLUS

Eicellen zijn vrouwelijke geslachtscellen. Bij de geboorte van een meisje zijn alle eicellen al aanwezig in de **eierstokken**. De eicellen zitten in blaasjes die follikels worden genoemd. In de puberteit beginnen de follikels te rijpen. De ene follikel rijpt sneller dan de andere. De follikels die minder snel rijpen, sterven af. Gemiddeld rijpt er één follikel per vier weken. Terwijl de follikel rijpt, rijpt ook de eicel in de follikel.
De rijpe follikel neemt veel vocht op. Uiteindelijk barst hij open. Hierbij komt de eicel vrij. Dit heet de **eisprong** (**ovulatie**). Het trechtervormige uiteinde van de eileider vangt de vrijgekomen eicel op. Via de **eileider** gaat de eicel naar de baarmoeder. Een eicel blijft na de ovulatie maar 12 tot 24 uur in leven. Daarna sterft hij af. De resten worden opgenomen in het bloed. Dit gebeurt in een eileider. Als de eicel na de ovulatie is bevrucht door een zaadcel van een man, kan hij wel in leven blijven.
In de baarmoeder kan de bevruchte eicel zich ontwikkelen tot een baby. De vrouw is dan zwanger.

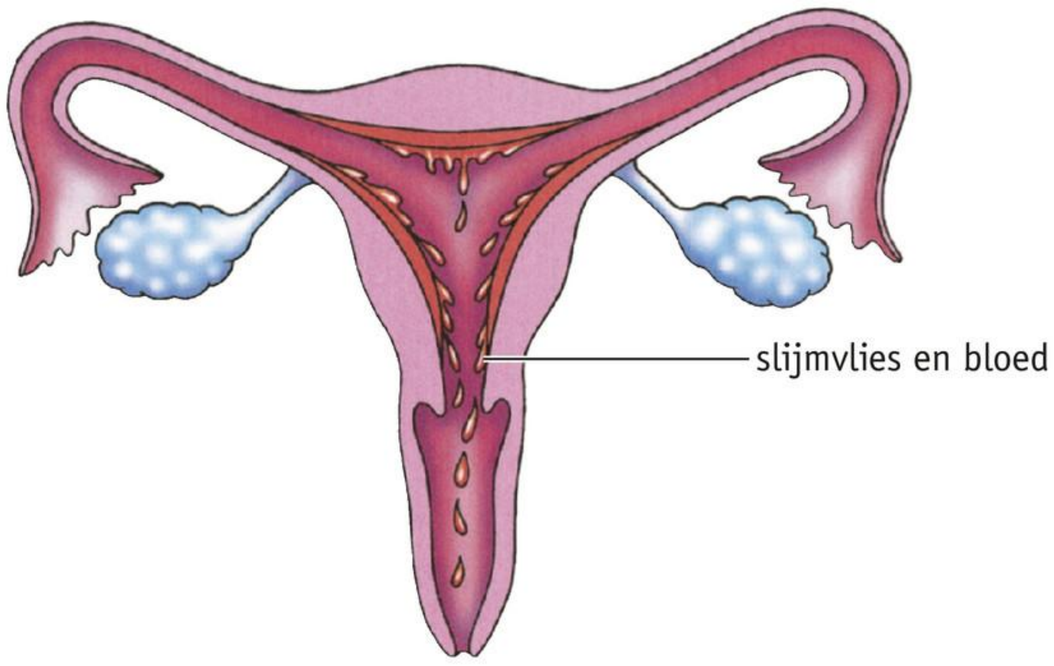
Uit de overblijfselen van de follikel ontstaat het gele lichaam. In afbeelding 2 zijn alle ontwikkelingsstadia in één doorsnede weergegeven.
Cellen in de wand van de rijpende follikels produceren oestrogenen. Onder invloed van oestrogenen wordt het **baarmoederslijmvlies** dikker en meer doorbloed. Na de ovulatie maakt het gele lichaam hormonen die het dikke baarmoederslijmvlies in stand houden.

Afb. 2 Ontwikkeling van een follikel in een eierstok (schematisch).



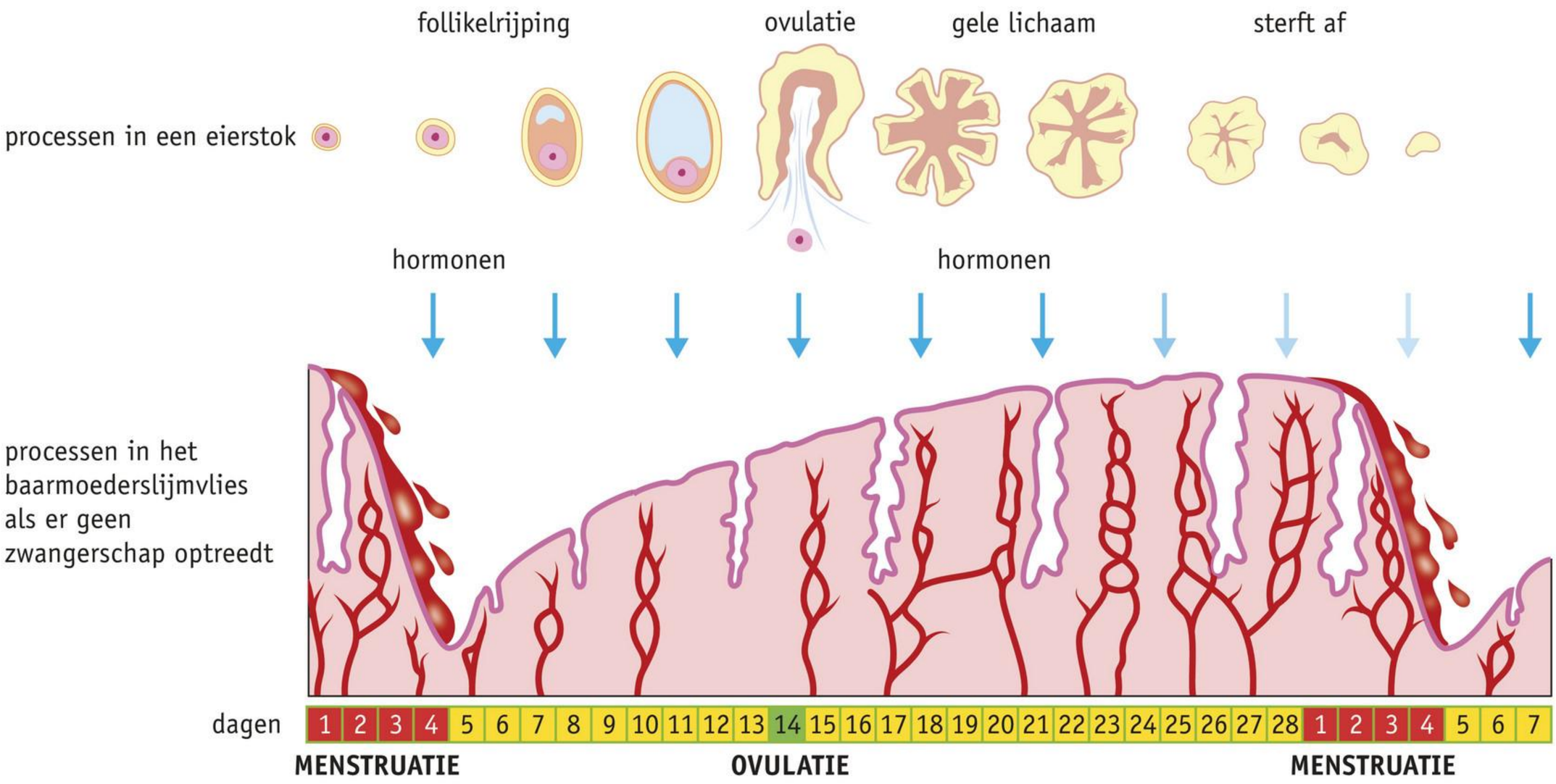
Als een vrijgekomen eicel niet wordt bevrucht, sterft het gele lichaam af. Het baarmoederslijmvlies wordt dan niet langer in stand gehouden en wordt gedeeltelijk afgestoten. Hierbij komt bloed vrij. Het slijmvlies gaat met slijm en bloed via de vagina uit het lichaam (zie afbeelding 3). Dit is de **menstruatie** of ongesteld zijn. Gemiddeld duurt de menstruatie vier tot zeven dagen. Tijdens de menstruatie kan een vrouw last hebben van buikkrampen. Dat komt doordat de spierlaag van de baarmoederwand samentrekt.

Afb. 3 Slijmvlies en bloed worden tijdens de menstruatie afgevoerd.



Na de menstruatie rijpt een nieuwe follikel (zie afbeelding 4). Ongeveer veertien dagen na het begin van de menstruatie komt er weer een eicel vrij. Twee weken na de ovulatie is de eerste dag van de volgende menstruatie. Zo herhaalt de **menstruatiecyclus** zich telkens weer.

Afb. 4 Verband tussen processen als er geen bevruchting plaatsvindt (schematisch).



Er zijn maar weinig vrouwen die precies elke vier weken ongesteld worden. Vaak is de menstruatiecyclus onregelmatig. Dat betekent dat de ene cyclus langer duurt dan de andere. Vooral de eerste jaren kan de menstruatiecyclus onregelmatig zijn. Bij een onregelmatige cyclus weet je niet precies wanneer de ovulatie plaatsvindt en wanneer je weer ongesteld wordt.

Wanneer een vrouw gemiddeld tussen de 40 en 60 jaar oud is, worden steeds minder geslachtshormonen aangemaakt. De vrouw komt dan in de overgang. Uiteindelijk rijpen er geen eicellen meer en kan een vrouw niet meer zwanger worden. Ze wordt dan niet meer ongesteld. Dit noem je de menopauze.

KENNIS

1

a Welk deel van het mannelijk voortplantingsstelsel hoort bij de functie?

A	Hierin liggen de teelballen en de bijballen.	○	○ 1 balzak
B	Loopt door de penis en vervoert urine en sperma.	○	○ 2 prostaat
C	Voegt vocht met voedingsstoffen aan zaadcellen toe.	○	○ 3 urinebuis
			○ 4 zaadblaasjes

b Welk deel van het vrouwelijk voortplantingsstelsel hoort bij de functie?

A	Deze vervoeren eicellen.	○	○ 1 baarmoeder
B	Hierin kan een bevruchte eicel zich ontwikkelen tot een kind.	○	○ 2 eierstokken
C	Hierin vindt de ontwikkeling van eicellen plaats.	○	○ 3 eileiders

2

In afbeelding 5 zie je verschillende gebeurtenissen in de menstruatiecyclus.

a Geef de namen van de genummerde gebeurtenissen.

1 = ...

2 = ...

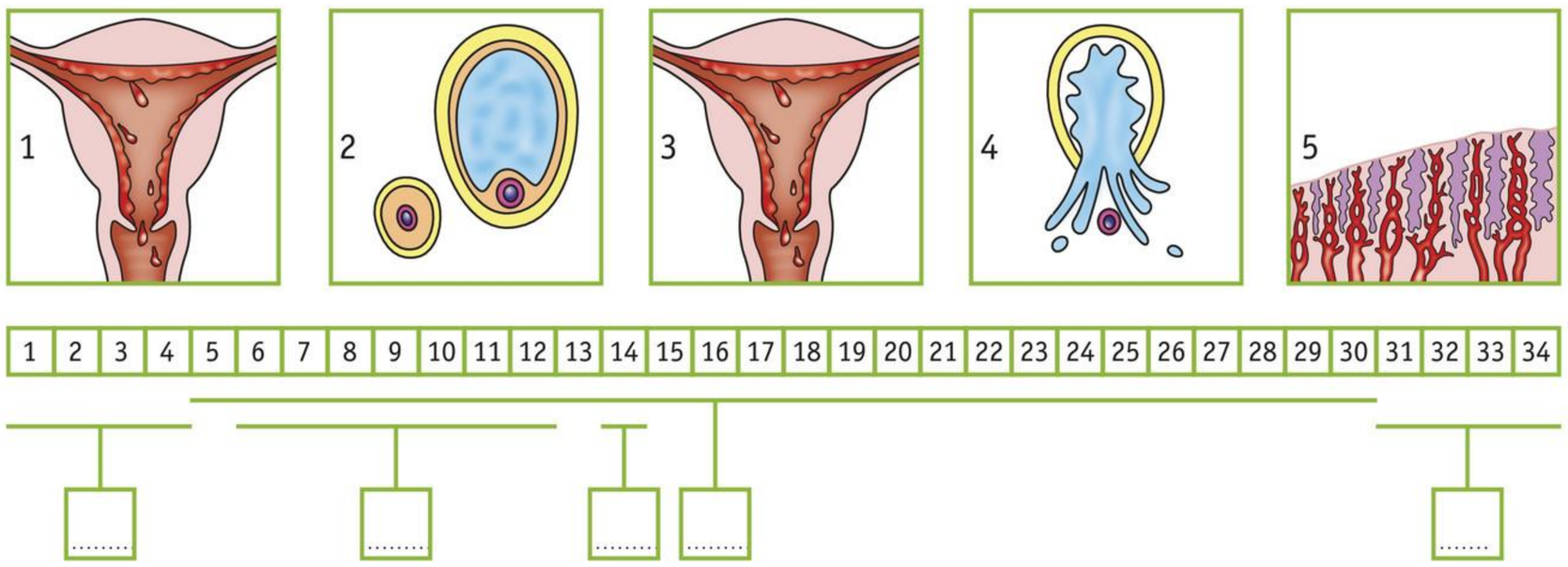
3 = ...

4 = ...

5 = ...

b Zet het nummer van de afbeeldingen op de juiste plaats op de tijdbalk.

Afb. 5



3

a Eicellen zijn de vrouwelijke geslachtscellen.
Eicellen rijpen *elke 12 tot 24 uur* / *elke vier weken* / *voor de geboorte*.

b Wat wordt bedoeld met ovulatie of eisprong?

.....

c Welke weg leggen de zaadcellen bij een zaadlozing af?
Zet de delen in de juiste volgorde: *bijbal – prostaat – urinebuis – zaadblaasjes – zaadleider*.

1 teelbal

2 .....

3 .....

4 .....

5 .....

6 .....

d De zaadcellen worden aangemaakt door een speciale celdeling.

Hoe heet deze celdeling? .....

4

In afbeelding 6 zie je de menstruatiecyclus van Nora. Haar menstruatiecyclus duurt 28 dagen.

a Nora is vijf dagen ongesteld.
Welke dagen zijn dit?

dag ..... tot en met .....

b Op welke dag vindt bij Nora waarschijnlijk de ovulatie plaats?

op dag .....

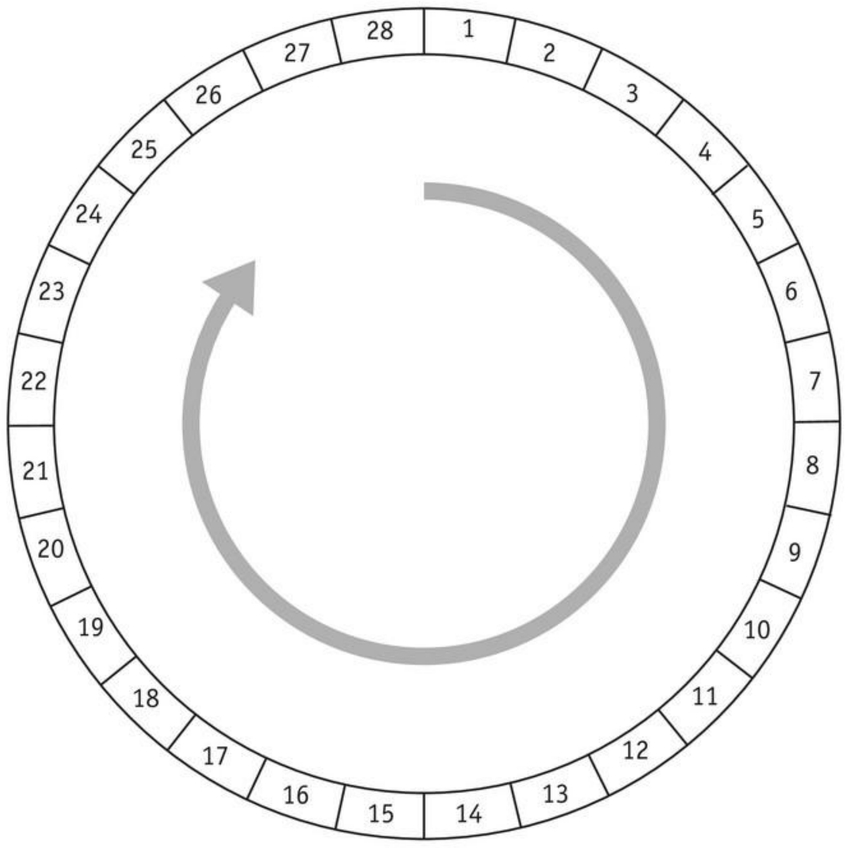
c Op welke dagen wordt het baarmoederslijmvlies van Nora dikker onder invloed van hormonen van rijpende follikels?

op dag ..... tot en met .....

d Op welke dagen is het baarmoederslijmvlies van Nora dik onder invloed van hormonen uit het gele lichaam?

op dag ..... tot en met .....

Afb. 6 De menstruatiecyclus van Nora.

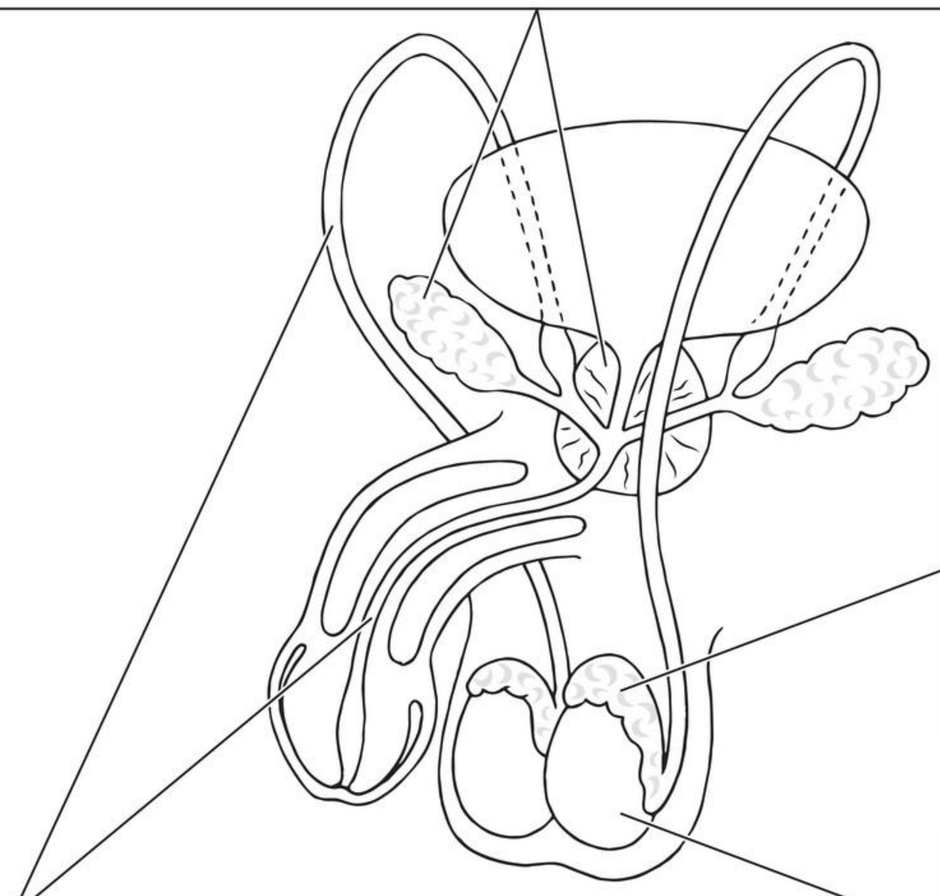


5

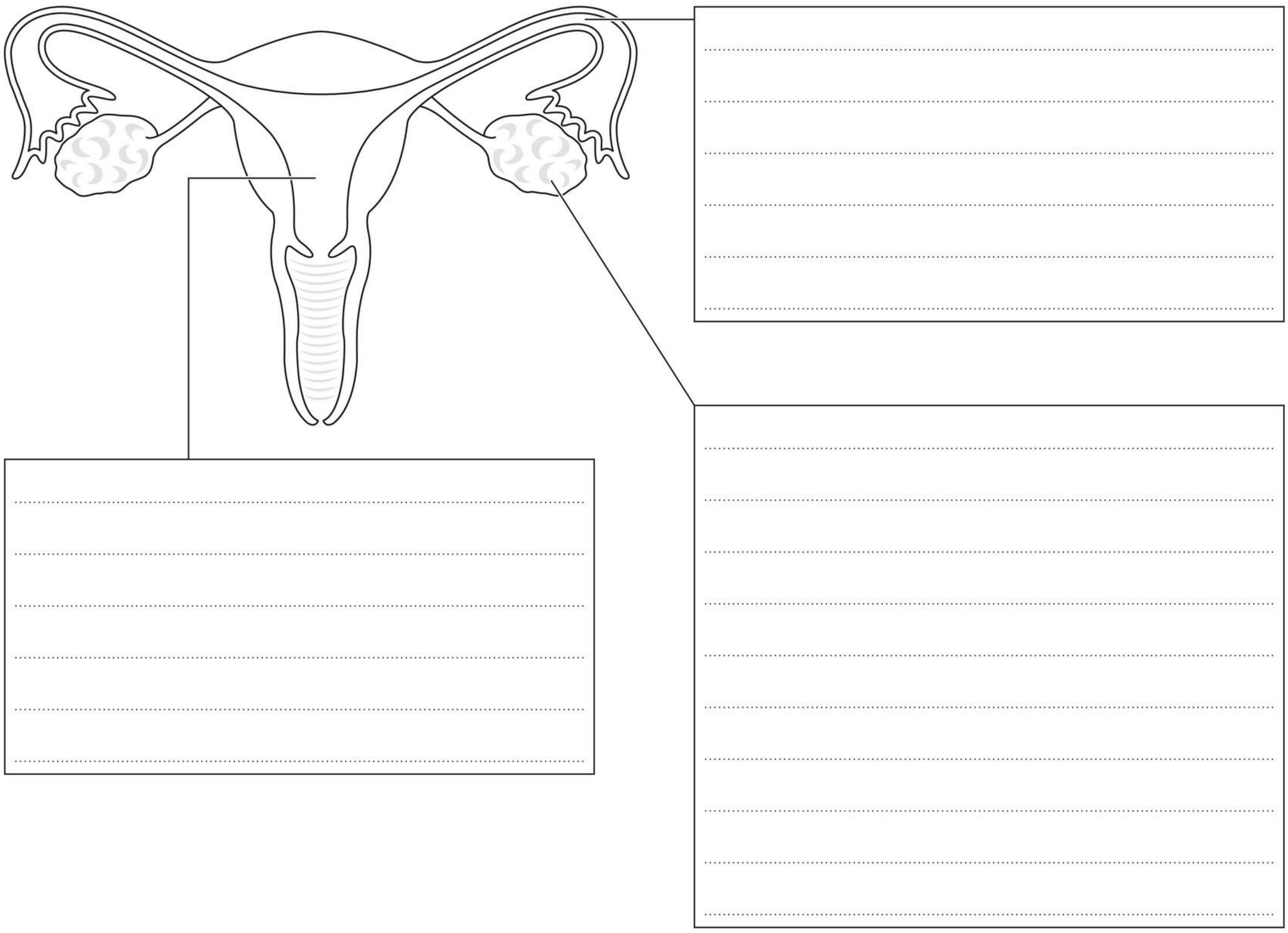
Samenvatting

Noteer in de vakken van afbeelding 7 en 8 wat er op de aangewezen plaats van de mannelijke en de vrouwelijke geslachtsorganen gebeurt.
Maak afbeelding 9 af door de ontbrekende woorden in te vullen.

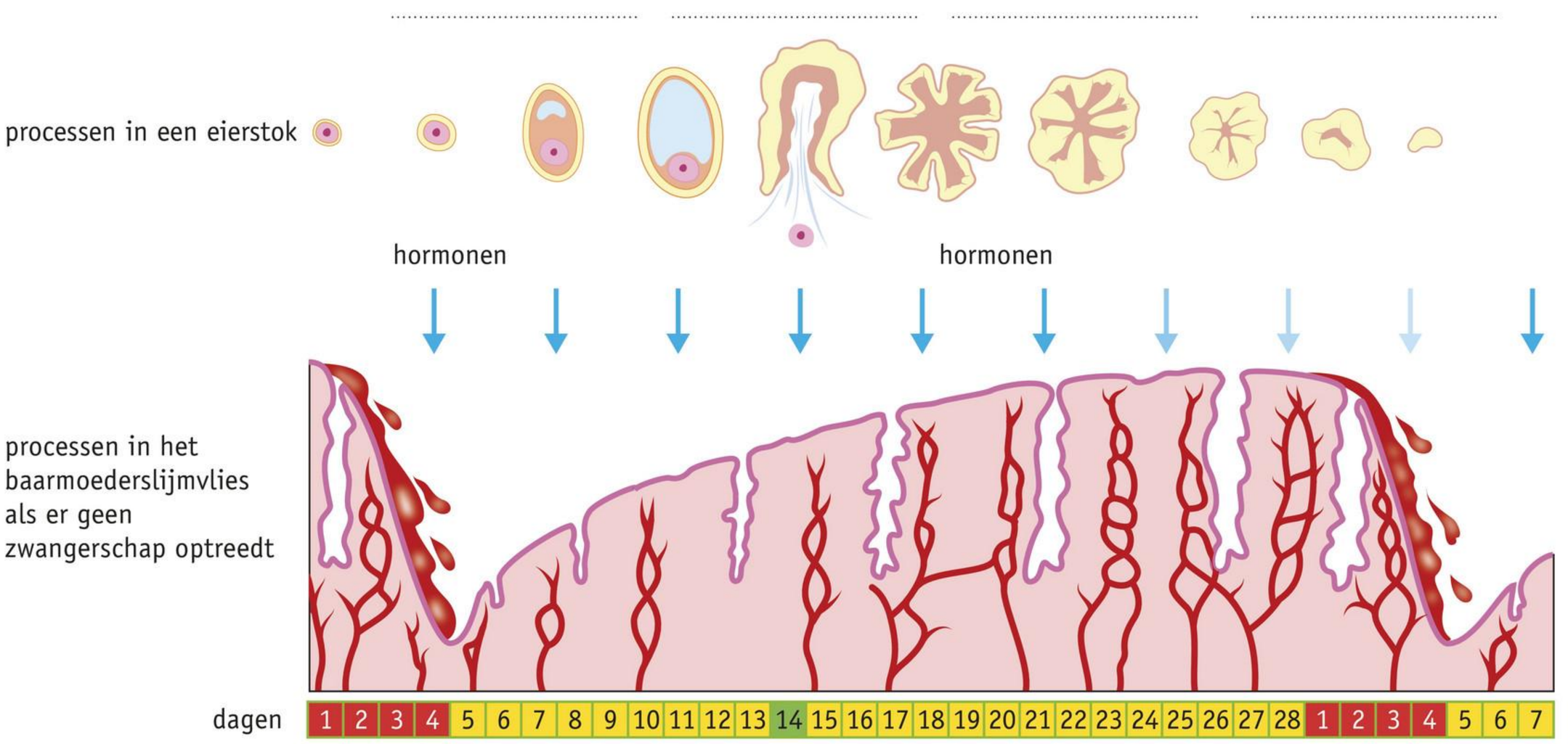
Afb. 7 Mannelijke geslachtsorganen.



Afb. 8 Vrouwelijke geslachtsorganen.



Afb. 9 Verband tussen processen als er geen bevruchting plaatsvindt (schematisch).



INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

6 Lees de tekst ‘Misvormde zaadcellen’.

a Hoeveel zaadcellen komen volgens de tekst gemiddeld vrij bij een zaadlozing?

b Hoeveel gezonde zaadcellen verlaten het lichaam van een gezonde man bij een zaadlozing? Schrijf je berekening op. Gebruik je antwoord op vraag a.

c Hoeveel misvormde zaadcellen verlaten het lichaam van een gezonde man bij een zaadlozing? Schrijf je berekening op. Gebruik je antwoord op vraag a.

Afb. 10

Misvormde zaadcellen

Als een man klaarkomt, komen er zo’n 150 miljoen zaadcellen vrij. Dat is ongeveer 8,5 keer het aantal mensen dat in Nederland woont. Een flink aantal dus. En dat is maar goed ook, want van die zaadcellen kan 70% misvormd zijn. Sommige hebben twee staarten of twee koppen. Andere hebben een staart aan de zijkant van de kop of een staart met een varkenskrul. Door dat soort afwijkingen kunnen zaadcellen niet goed genoeg ‘zwemmen’ om bij een eicel te komen.
Jij bent ontstaan uit één gezonde zaadcel. Deze hoorde bij de 30% gezonde zaadcellen in de zaadlozing van je vader.

7 Bij de geboorte zijn alle eicellen al aanwezig in de eierstokken.

a Bij Roos komt de eerste eicel vrij als ze 13 jaar is. Als ze 49 jaar is, komt ze in de overgang.
Bij Roos komt elke vier weken een eicel vrij. Ze krijgt geen kinderen.
Bereken hoeveel eicellen er minimaal in haar eierstokken zaten bij haar geboorte.

b Donia komt vervroegd in de overgang. Ze is pas 32 jaar en had graag kinderen gewild.
Leg uit dat Donia geen kinderen meer kan krijgen.

8 Door een bacteriële ontsteking kunnen eileiders verstopt raken.

a Worden er nog geslachtshormonen gemaakt als de eileiders verstopt zijn? Leg je antwoord uit.

b Zijn er nog ovulaties als de eileiders verstopt zijn? Leg je antwoord uit.

c Zijn er nog menstruaties als de eileiders verstopt zijn? Leg je antwoord uit.

+ 9

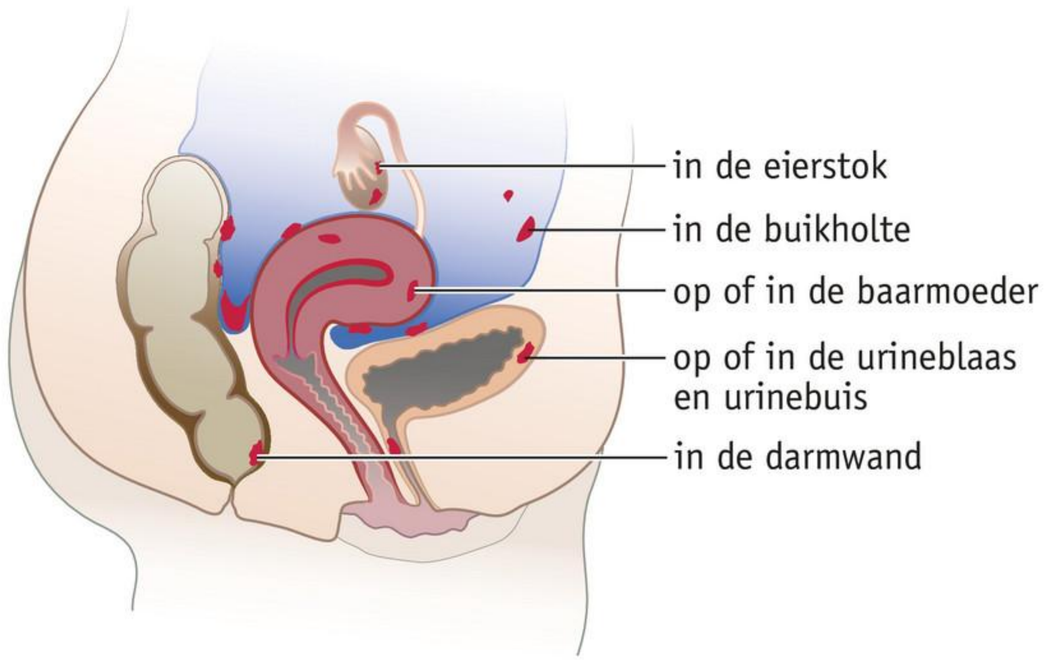
Endometriose is een aandoening van de baarmoeder. Bij een gezonde vrouw groeit onder invloed van hormonen tijdens de jaren dat ze vruchtbaar is, alleen slijmvlies in de baarmoeder. Bij vrouwen met endometriose groeit er ook slijmvlies aan de buitenkant van de baarmoeder en op andere plekken in de buikholte (zie afbeelding 11). Dit kan veel pijnklachten geven. De aandoening komt vrijwel alleen voor bij vruchtbare vrouwen.

a Als een vrouw last heeft van endometriose, wanneer zullen haar klachten dan waarschijnlijk gaan verdwijnen?

b Leg uit dat endometriose voornamelijk bij vruchtbare vrouwen voorkomt.

c Op de plekken waar het extra slijmvlies groeit, kunnen holten ontstaan die zich vullen met bloed. Vrouwen kunnen hierdoor pijn krijgen. Ook plassen en poepen kan moeilijker gaan.
Leg uit hoe deze klachten kunnen ontstaan.

Afb. 11 Endometriose in de onderbuik van een vrouw.



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

4 Zwanger worden

LEERDOELEN

2.4.1 Je kunt beschrijven hoe bevruchting bij de mens verloopt.
2.4.2 Je kunt de verschillen tussen zaadcellen en eicellen noemen.
2.4.3 Je kunt de embryonale ontwikkeling beschrijven.
2.4.4 Je kunt beschrijven hoe eeneiige en twee-eiige tweelingen ontstaan.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	2.4.1	2.4.2	2.4.3	2.4.4
Onthouden	2a	1a		4ab
Begrijpen	1b, 5, 8ab, 10a	5	2b, 3, 5, 6ab	4cd, 5
Toepassen	7, 8cde, 9		6c, 8c, 10bc	
Analyseren			10d	

Als een zaadcel een eicel na de ovulatie bevrucht, kan de eicel in leven blijven. De bevruchte eicel kan in de baarmoeder uitgroeien tot een kind.

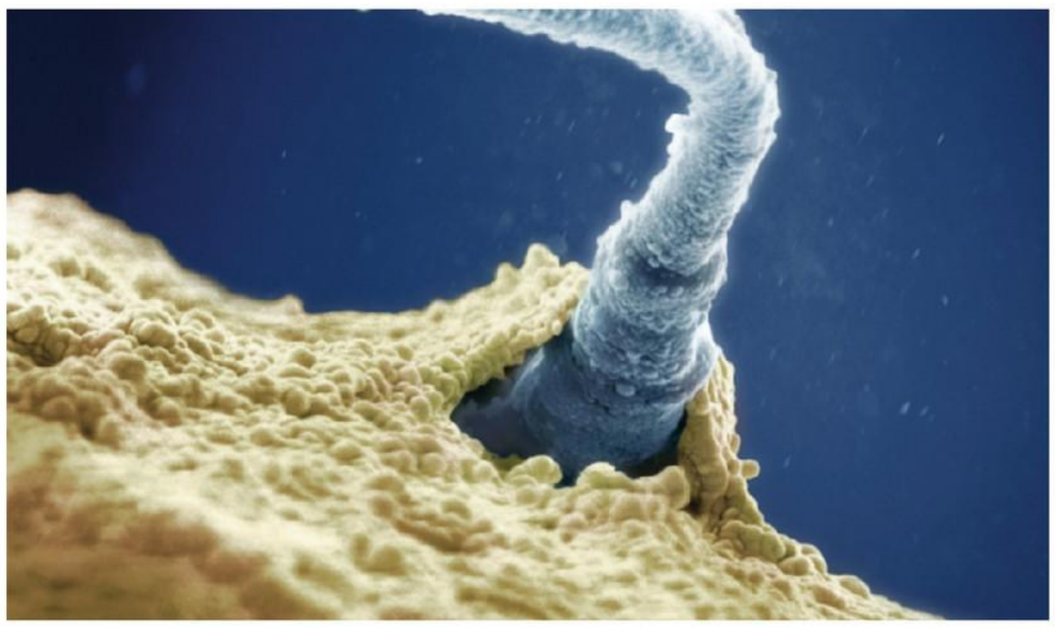
BEVRUCHTING

Bij geslachtsgemeenschap brengt een man zijn stijve penis in de vagina van een vrouw. Door bewegingen van man en vrouw beweegt de penis in de vagina op en neer. De eikel van de penis wordt daarbij voortdurend geprikkeld. Daardoor kan de man een zaadlozing krijgen (‘klaarkomen’). Het sperma komt dan in de vagina van de vrouw.

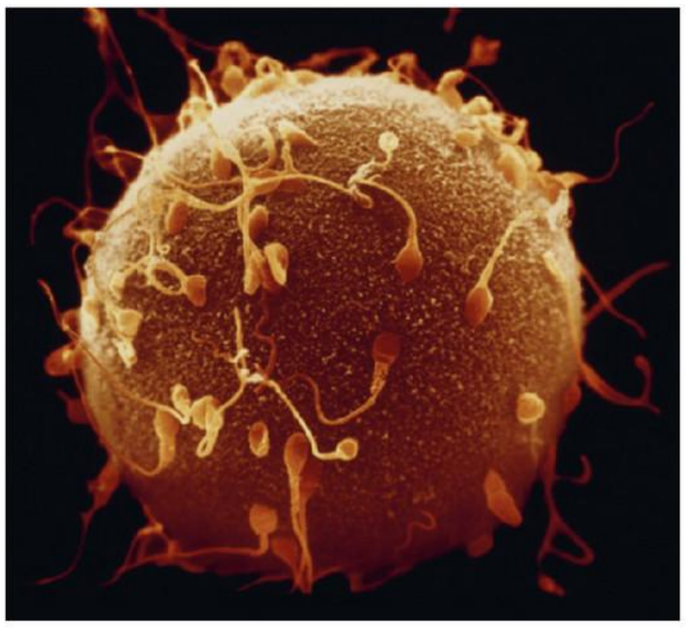
Als sperma in de vagina komt, bewegen de zaadcellen met behulp van hun zweepstaart naar een eicel. De eicel is groot doordat hij veel reservevoedsel bevat. Dit reservevoedsel is nodig voor de eerste ontwikkeling van de bevruchte eicel. Een zaadcel bevat geen reservevoedsel. Zaadcellen krijgen hun energie uit het vocht van de zaadblaasjes en de prostaat.

Een zaadcel kan in het lichaam van een vrouw ongeveer drie dagen in leven blijven. Een eicel blijft na de ovulatie 12 tot 24 uur in leven. De periode in de menstruatiecyclus waarin een eicel bevrucht kan worden, noem je de ‘vruchtbare periode’. **Bevruchting** vindt in de eileiders plaats. Dus om bevruchting mogelijk te maken moeten een eicel en zaadcellen in de eileider aanwezig zijn. Als een zaadcel daar een eicel vindt, dringt de kop van de zaadcel de eicel binnen (zie afbeelding 1). Als één zaadcel binnen is, wordt het celmembraan van de eicel ondoordringbaar. Hierdoor kunnen de andere zaadcellen de eicel niet meer in (zie afbeelding 2). In de eicel smelten de celkernen van de eicel en de zaadcel samen. Dit is de bevruchting (zie afbeelding 3).

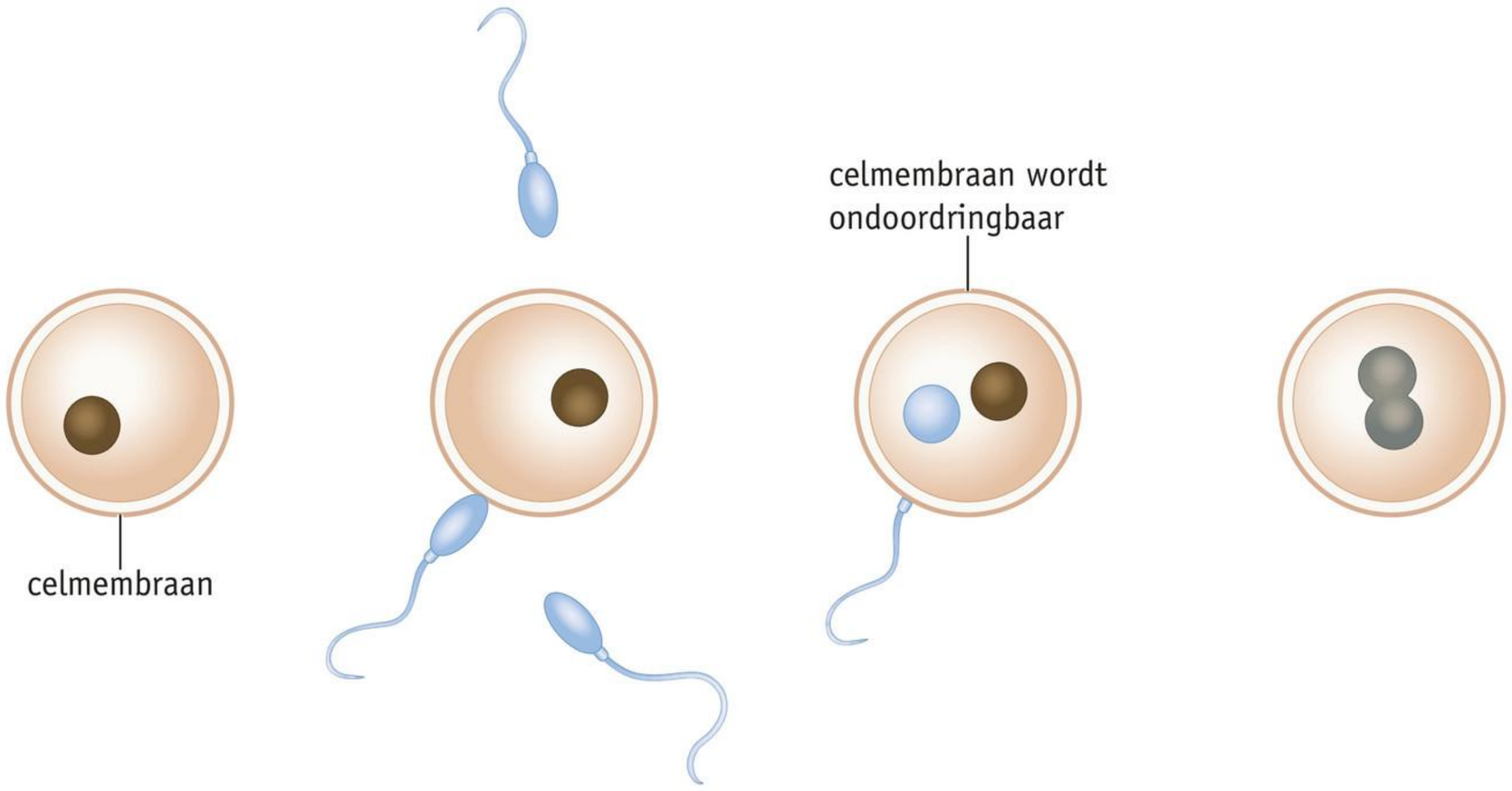
Afb. 1 Een zaadcel dringt een eicel binnen.



Afb. 2 Overgebleven zaadcellen op de bevruchte eicel.



Afb. 3 Bevruchting van een eicel (schematisch).

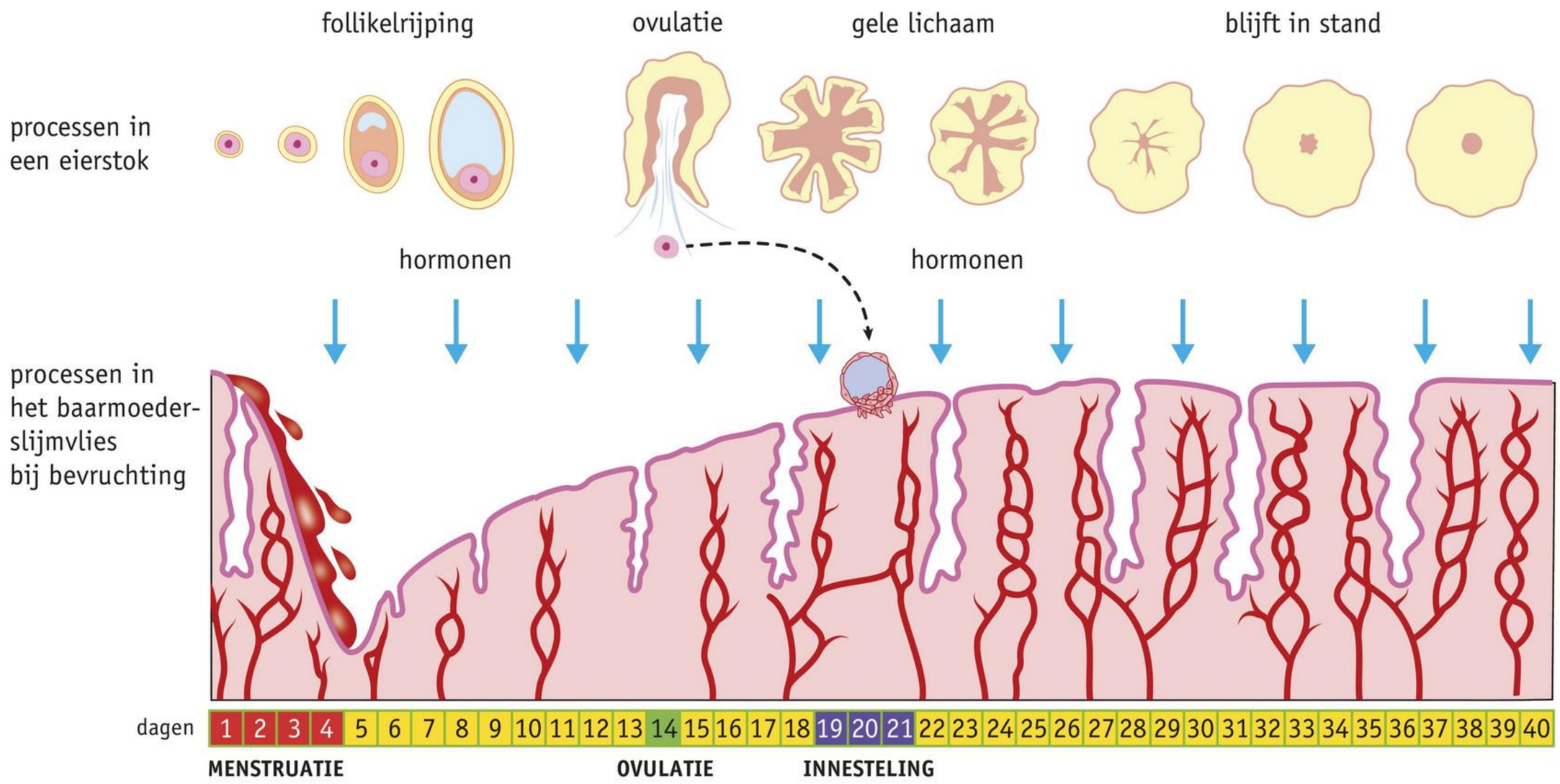


Niet iedereen die een kinderwens heeft, kan door geslachtsgemeenschap zwanger worden. Bij sommige stellen is zwanger worden onmogelijk, bijvoorbeeld doordat de man onvruchtbaar is. Voor alleenstaande vrouwen of lesbische stellen is een zaaddonor nodig om zwanger te kunnen worden. Alleenstaande mannen en homoseksuele stellen hebben een draagmoeder nodig om een kind te kunnen krijgen. In die gevallen is ivf of icsi een optie. De bevruchting vindt dan niet in het lichaam plaats, maar in een laboratorium. In Nederland is een op de dertig geboren kinderen het resultaat van een ivf- of icsi-behandeling.

ZWANGER

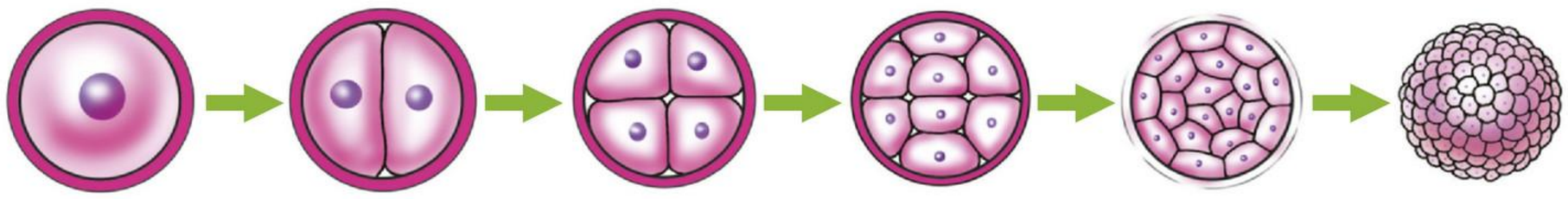
Als de eicel wordt bevrucht, blijft het gele lichaam in stand. Het gele lichaam blijft hormonen produceren om het baarmoederslijmvlies dik en goed doorbloed te houden. Het baarmoederslijmvlies wordt dan niet afgestoten (zie afbeelding 4). De vrouw wordt na de laatste dag van haar cyclus niet ongesteld. Ze is dan ‘over tijd’.

Afb. 4 Verband tussen processen als er bevruchting plaatsvindt (schematisch).



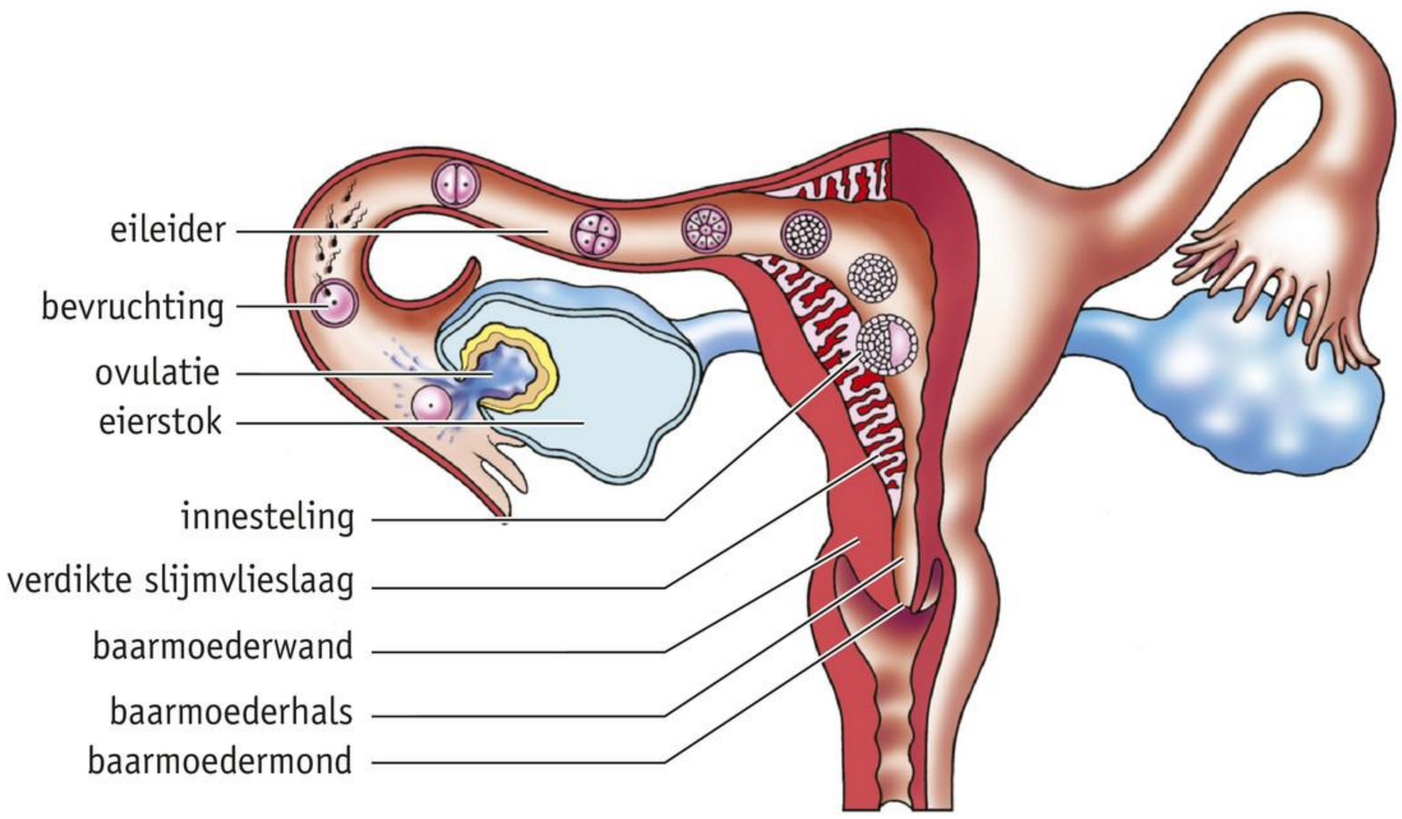
De bevruchte eicel deelt zich meteen een aantal keren tot een klompje ontstaat (zie afbeelding 5). Er komen cellen bij, maar er vindt geen plasmagroei plaats: het klompje wordt niet groter. Het klompje cellen wordt naar de baarmoeder geleid. Dit proces duurt vijf tot twaalf dagen.

Afb. 5 Bevruchte eicel die zich deelt (schematisch).



Het klompje cellen nestelt zich in het baarmoederslijmvlies. Dit heet **innesteling** (zie afbeelding 6). De vrouw is nu zwanger. Als er niets misgaat, zal het klompje cellen door gewone celdelingen (mitose) groter worden en uitgroeien tot een baby.

Afb. 6 Vervoer naar de baarmoeder en innesteling in het baarmoederslijmvlies (schematisch).



Het ingenestelde klompje cellen is gevuld met vocht. Het heeft aan één kant een verdikking. Uit deze verdikking ontstaat het **embryo**. Zo noem je het nieuwe leven de eerste acht weken na de bevruchting.

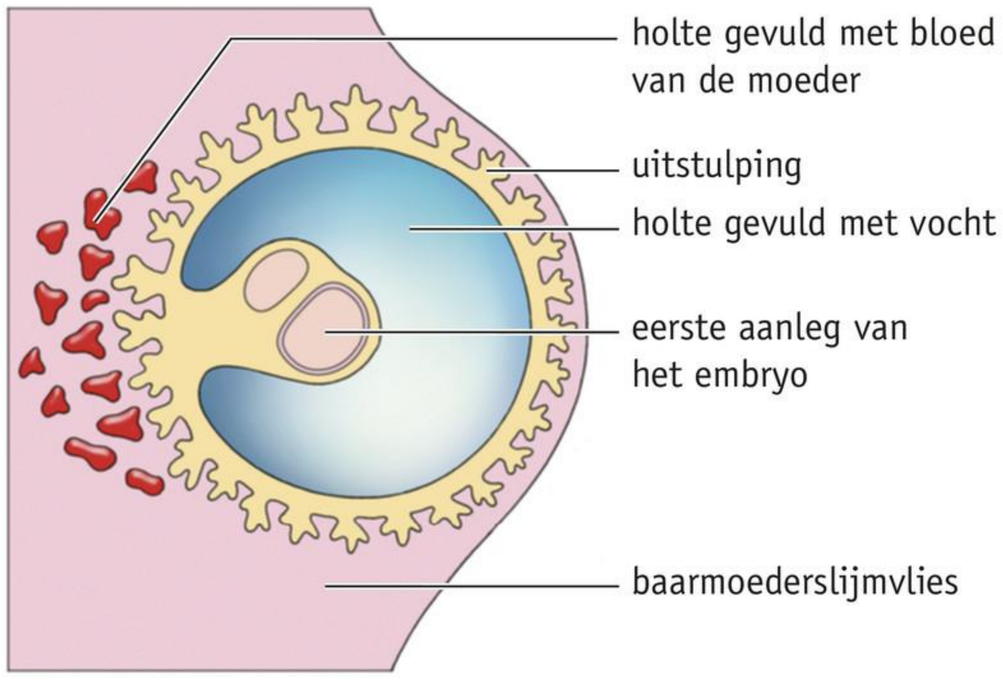
Vanaf de innesteling maakt het embryo het hormoon HCG. Dit hormoon zorgt ervoor dat het gele lichaam in stand blijft. Het voorkomt ook dat er nieuwe follikels rijpen. Een deel van het HCG wordt via de nieren van de moeder uitgescheiden. Vanaf een week na de innesteling bevat de urine van een zwangere vrouw HCG. Je kunt dit aantonen met een zwangerschapstest. Als het hormoon aanwezig is, geeft de test een positief resultaat (zwanger).

Bij ongeveer 10 tot 15% van de zwangerschappen krijgt de vrouw een miskraam. Dat betekent dat het embryo wordt afgestoten. De vrouw is dan niet meer zwanger en haar menstruatiecyclus begint weer opnieuw.

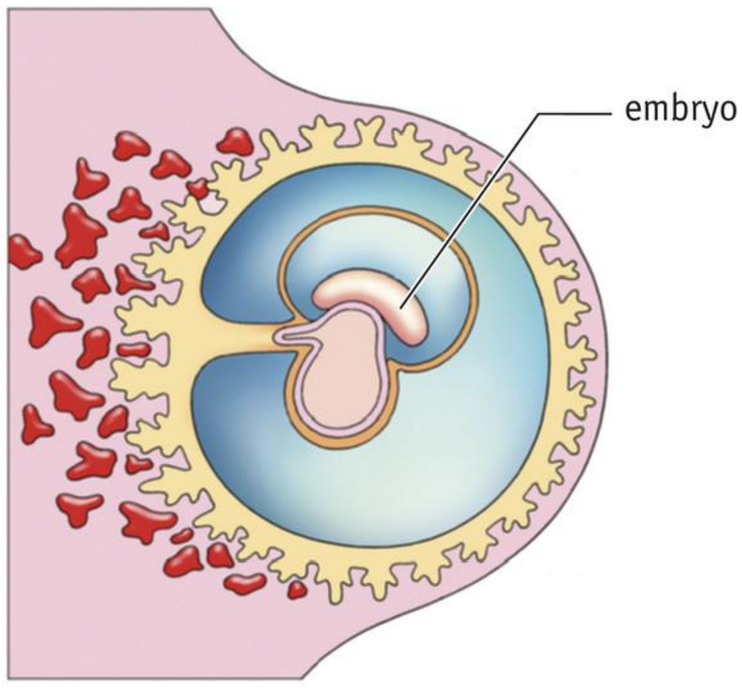
PLACENTA

In het baarmoederslijmvlies zitten holten die gevuld zijn met bloed van de moeder (zie afbeelding 7). Via uitstulpingen neemt het embryo zuurstof en voedingsstoffen op uit dit bloed. Daardoor kan het embryo groeien. Terwijl het embryo zich ontwikkelt, ontstaat de placenta. De **placenta** (**moederkoek**) bestaat uit weefsel van de moeder en weefsel van het embryo. Het weefsel van het embryo in de placenta gaat nu ook HCG maken.

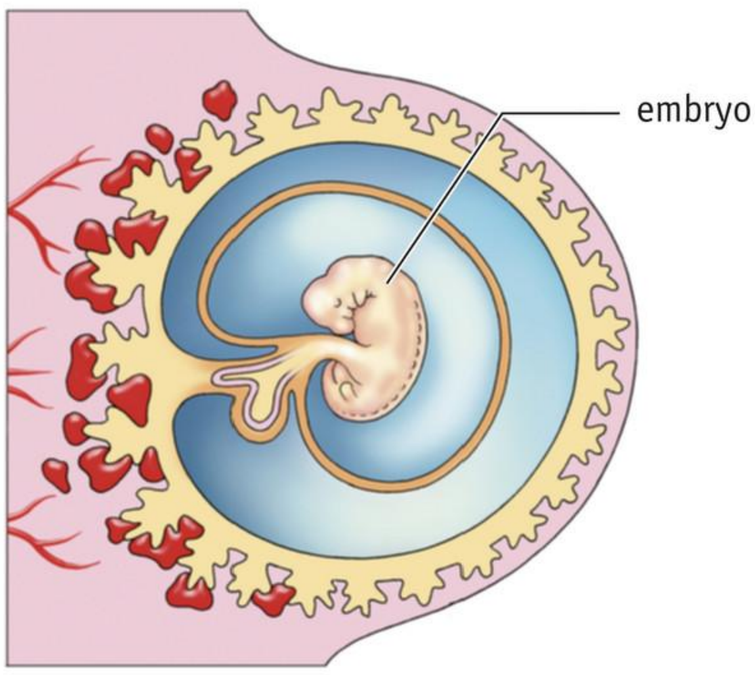
Afb. 7 Ontwikkeling van het embryo en de placenta (schematisch).



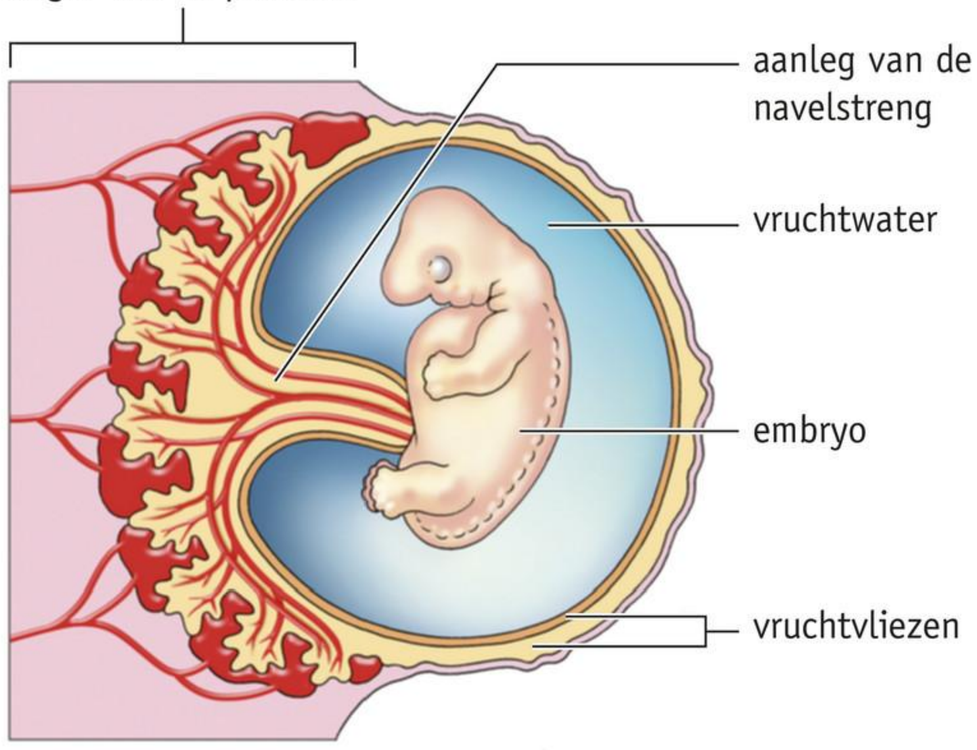
1 enkele dagen na de innesteling



2 ontwikkeling van het embryo



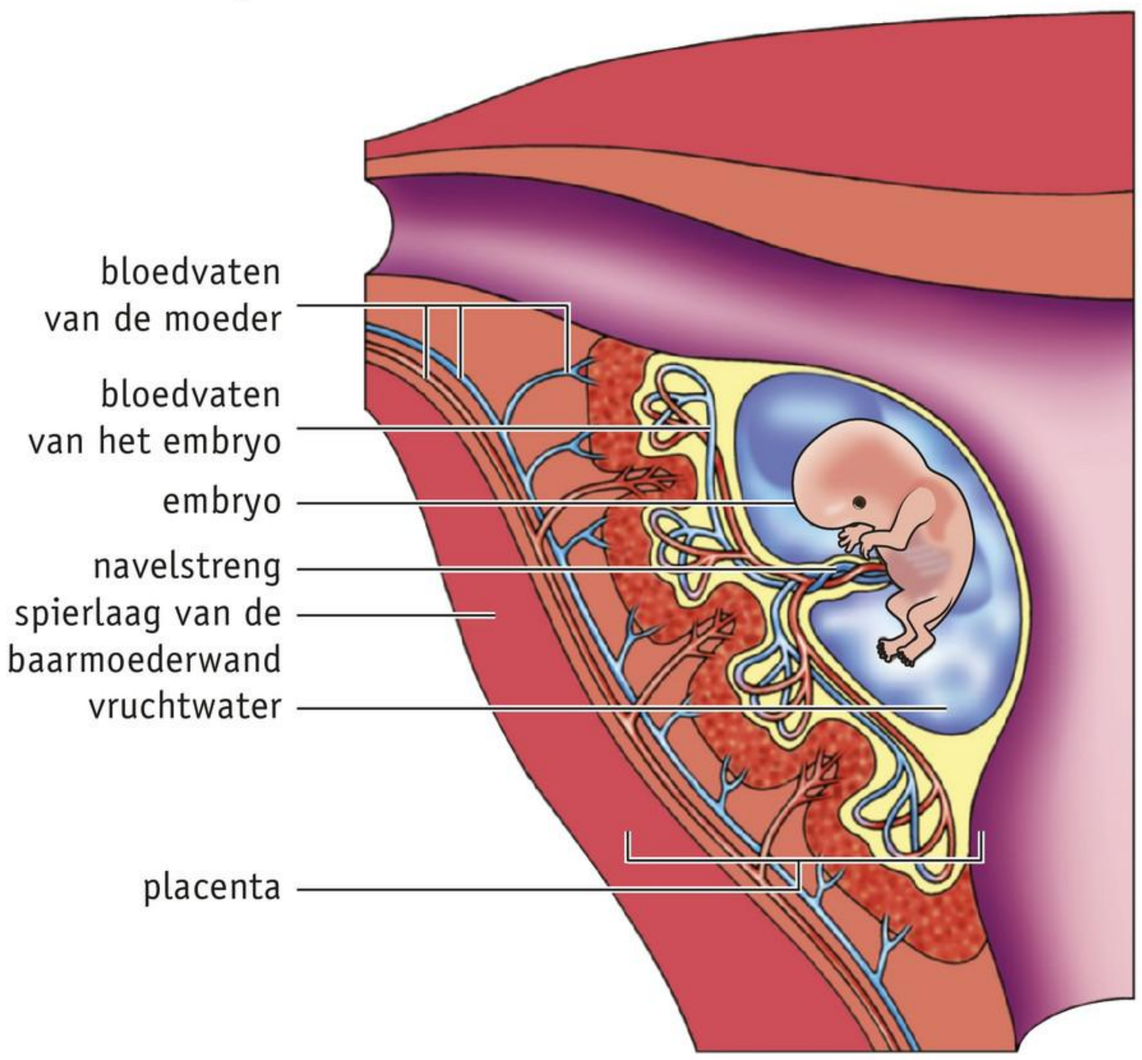
3 ontwikkeling van de placenta



4 embryo met vruchtvliezen en placenta

In de placenta stroomt bloed van het embryo vlak langs het bloed van de moeder (zie afbeelding 8). Hierdoor kunnen stoffen worden uitgewisseld tussen moeder en embryo. Het bloed van de moeder stroomt *niet* door het embryo, maar blijft gescheiden van het bloed van het embryo. Alleen bepaalde stoffen gaan van de moeder naar het embryo en andersom.

Afb. 8 Embryo in de baarmoeder (schematisch).



Koolstofdioxide, water en andere afvalstoffen gaan van het bloed van het embryo naar het bloed van de moeder. Zuurstof en voedingsstoffen (onder andere glucose) gaan van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo.

Ook ziekteverwekkers kunnen door de wanden van de bloedvaten heen, net als alcohol, nicotine, drugs en sommige geneesmiddelen. Deze schadelijke stoffen komen op die manier in het bloed van het embryo. Ze kunnen de groei van het embryo remmen of afwijkingen veroorzaken. Vooral in de eerste acht weken is het embryo kwetsbaar. De weefsels en organen zijn dan volop in ontwikkeling.

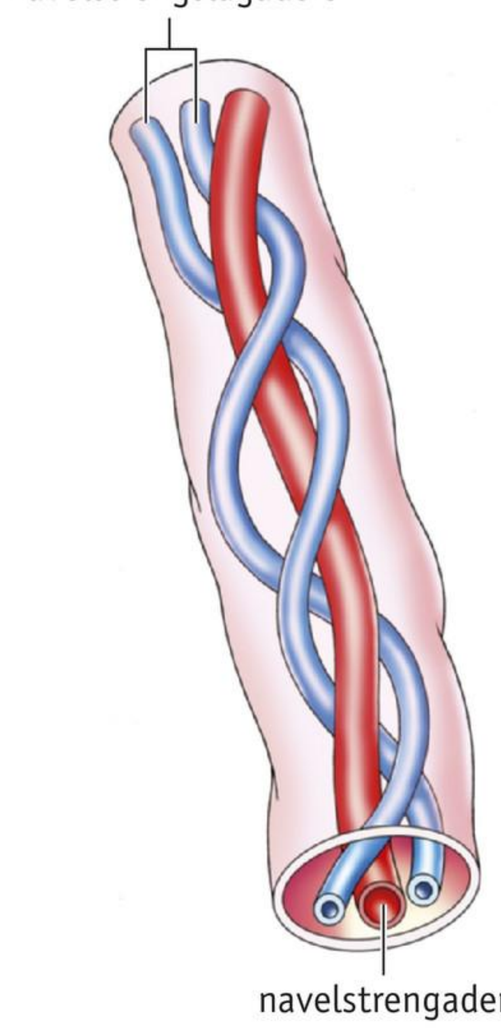
NAVELSTRENG EN VRUCHTWATER

Het embryo is door de **navelstreng** verbonden met de placenta. De navelstreng bestaat helemaal uit weefsels van het embryo. In de navelstreng lopen drie bloedvaten: twee navelstrengslagaders en één navelstrengader (zie afbeelding 9).
In tabel 1 staat de stroomrichting en de samenstelling van het bloed in deze bloedvaten.

Tabel 1 Bloedvaten in de navelstreng.

		Navelstrengslagaders	Navelstrengader
Stroomrichting		van embryo naar placenta	van placenta naar embryo
Samenstelling	veel	koolstofdioxide en andere afvalstoffen	zuurstof en voedingsstoffen
	weinig	zuurstof en voedingsstoffen	koolstofdioxide en andere afvalstoffen

Afb. 9 Bloedvaten in de navelstreng.



1 navelstreng (schematisch)

2 navelstreng met bloedvaten aan een embryo van 4 weken oud

Het embryo ligt in het **vruchtwater**. Dit beschermt het embryo tegen uitdroging en stoten. Het zorgt ook voor een constante temperatuur in de baarmoeder. Het embryo kan zich in het vruchtwater gemakkelijk bewegen. Om het vruchtwater heen liggen twee **vruchtvliezen** (zie afbeelding 7.4) die bestaan uit weefsels van het embryo.

FOETUS

Vanaf de derde maand wordt het embryo een **foetus** (spreek uit: feutus) genoemd. Bij een foetus zijn alle belangrijke organen gevormd en liggen ze op de juiste plek (zie afbeelding 10). Veel organen werken al voor de geboorte. De baby wordt gemiddeld 38 weken na de bevruchting geboren.

Afb. 10 Ontwikkeling en groei van embryo en foetus.

1 embryo van zeven weken

2 foetus van vier maanden

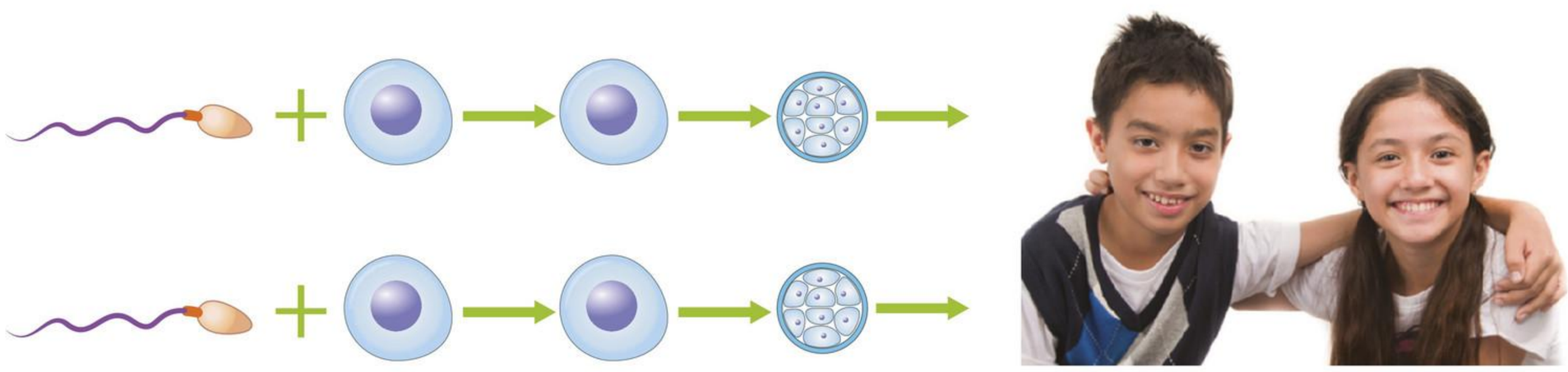
2 foetus van zes maanden

TWEELINGEN

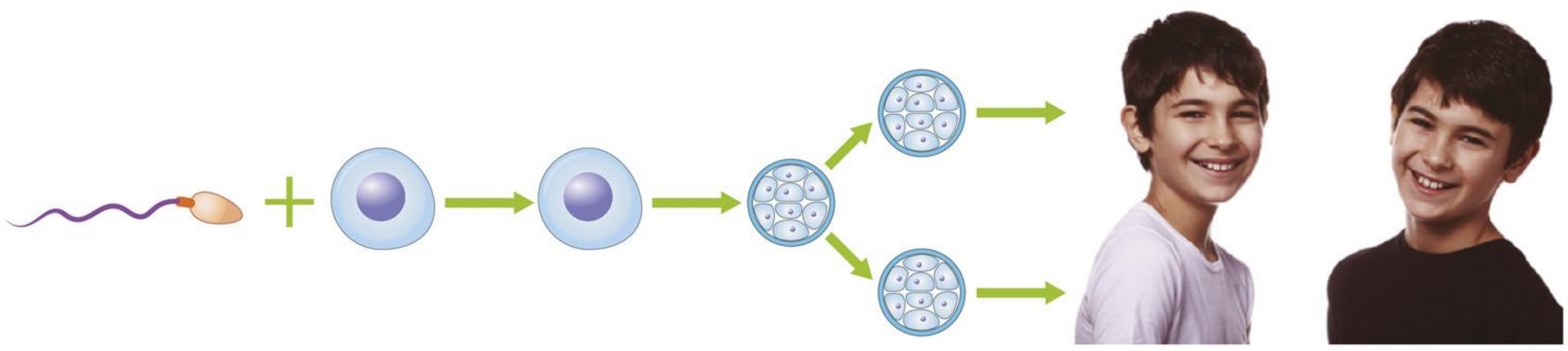
Meestal wordt één eicel bevrucht door één zaadcel en groeit de bevruchte eicel uit tot één baby. Bij een tweeling gaat dat anders. Er zijn twee soorten tweelingen:

- Een **twee-eiige tweeling** ontstaat uit twee eicellen. Er zijn twee eicellen vrijgekomen tijdens de ovulatie. Beide eicellen worden bevrucht. Er ontstaan twee klompjes cellen. Beide nestelen zich in het baarmoederslijmvlies in (zie afbeelding 11.1).
- Een **eeneiige tweeling** ontstaat uit één bevruchte eicel. Tijdens de eerste delingen raken cellen los van elkaar. Er ontstaan dan twee losse klompjes cellen. Beide klompjes cellen nestelen zich in het baarmoederslijmvlies in (zie afbeelding 11.2).

Afb. 11 Tweelingen.



1 twee-eiige tweeling



2 eeneiige tweeling

KENNIS

1

a Een eicel en een zaadcel verschillen in functie. Daardoor verschilt ook hun bouw.

1 Deze cel is in verhouding groot. *eicel* / *zaadcel*
2 Deze cel kan zelf bewegen. *eicel* / *zaadcel*
3 Deze cel bevat reservevoedsel. *eicel* / *zaadcel*

b Door hoeveel zaadcellen kan één eicel worden bevrucht? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

2

a Hoe komt bevruchting tot stand? Gebruik de volgende woorden: *baarmoeder* (2×) – *bevruchte eicel – celdeling (mitose) – eicel – eileider – eileiders – innesteling – vagina – versmelten – zaadcel*.

1 Zaadcellen die in de ..... komen, bewegen via de ..... naar een van de twee .....

2 Een eicel kan worden bevrucht door een ..... in een .....

3 Bij bevruchting ..... de kernen van een zaadcel en een .....

4 Er ontstaat dan een .....

5 Hieruit ontstaat door ..... een klompje cellen.

6 Het klompje cellen gaat naar de .....

7 Daar vindt de ..... plaats.

b Uit een bevruchte eicel ontstaat een klompje cellen.

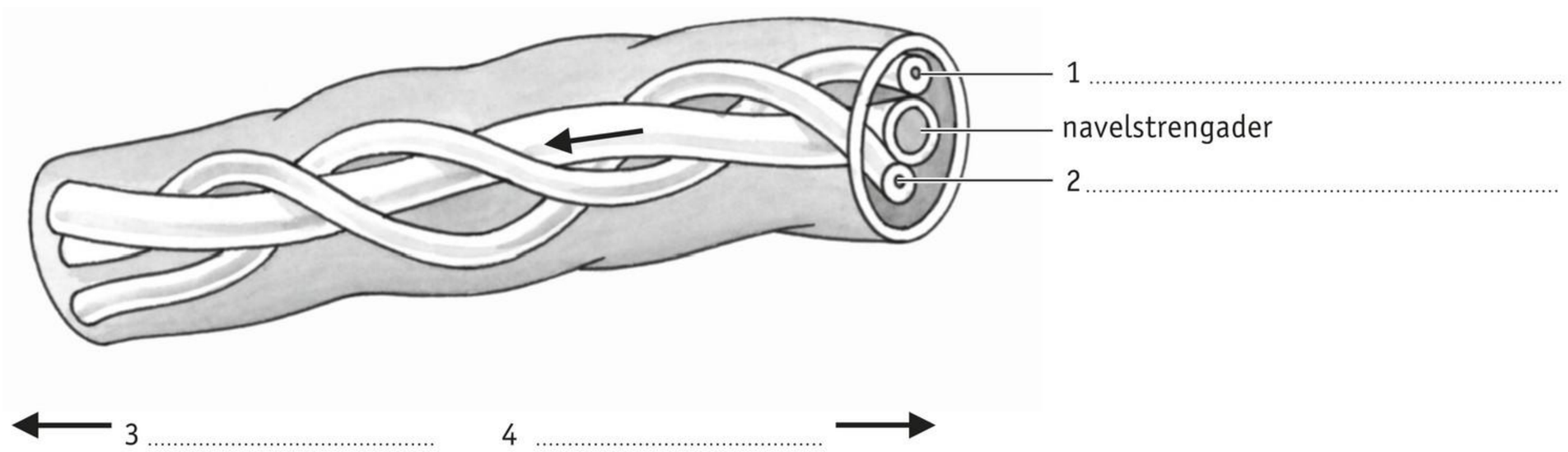
Welke fase van mitose vindt daarbij *niet* plaats? .....

3

In afbeelding 12 is een deel van de navelstreng schematisch getekend. De navelstrengader is aangegeven.

- Zet de naam van de andere twee bloedvaten erbij.
- De pijl in de navelstrengader geeft de stroomrichting van het bloed aan. Geef in de andere twee bloedvaten met pijlen de stroomrichting van het bloed aan.
- Geef bij de pijlen onder de tekening aan in welke richting het embryo zich bevindt en in welke richting de placenta.
- Kleur het bloedvat (de bloedvaten) waardoor zuurstofrijk bloed stroomt rood.
- Kleur het bloedvat (de bloedvaten) waardoor zuurstofarm bloed stroomt blauw.

Afb. 12 Deel van de navelstreng (schematisch).



4

a Door hoeveel zaadcellen wordt de eicel bevrucht bij een eeneiige tweeling?
door *1* / *2* zaadcellen

b Uit hoeveel eicellen en zaadcellen ontstaat een twee-eiige tweeling?
uit *1* / *2* eicellen en *1* / *2* zaadcellen

c Isa is een eeneiige tweeling.
Heeft zij een tweelingbroer of een tweelingzus?
een tweelingbroer / *een tweelingzus*

d Welke tweeling ziet er qua uiterlijk hetzelfde uit als normale broers en zussen?
een eeneiige tweeling / *een twee-eiige tweeling*

5

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Zet de ontwikkelingen in de juiste volgorde: *bevruchting – embryo – foetus – innesteling – ontwikkeling placenta – ovulatie – zaadlozing*. Begin bij ovulatie.

  ovulatie → ..... → ..... → .....

  → ..... → ..... → .....

- Vul de tabel in.

	Eicellen	Zaadcellen	
1 Ze hebben een			formaat.
2 Ze kunnen			zelf bewegen.
3 Ze bevatten			reservevoedsel.

- Beschrijf hoe een foetus en de moeder via de placenta stoffen uitwisselen.

  .....

  .....

  .....

  .....

- Een eeneiige tweeling ontstaat uit .....
- Een twee-eiige tweeling ontstaat uit .....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

6 Een embryo en een foetus komen op verschillende manieren aan hun zuurstof en voedingsstoffen.

a Leg uit hoe een embryo aan zijn zuurstof en voedingsstoffen komt.
b Leg uit hoe een foetus aan zijn zuurstof en voedingsstoffen komt.
c Leg uit waarom een embryo nog niet op dezelfde manier aan zijn zuurstof en voedingsstoffen kan komen als een foetus.

7 Bas en Lina willen graag een kind. Lina heeft een menstruatiecyclus van 35 dagen.

a Op welke dag van haar menstruatiecyclus zal zij haar ovulatie hebben?
b Op de kalender in afbeelding 13 staat aangegeven wanneer de laatste menstruatie van Lina is begonnen.
Op welke dagen zou Lina zwanger kunnen worden?

Afb. 13 Kalender van de menstruatiecyclus van Lina.

SEPTEMBER

M	D	W	D	V	Z	Z
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

OKTOBER

M	D	W	D	V	Z	Z
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

NOVEMBER

M	D	W	D	V	Z	Z
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

8 Lees de tekst 'Zo simpel werkt een zwangerschapstest'. Hierin staat de gebruiksaanwijzing van een zwangerschapstest.

a Drie vrouwen hebben een zwangerschapstest gedaan. Het resultaat hiervan is te zien in afbeelding 15.
Wat zijn de testresultaten van test 1, 2 en 3?

b Waardoor kan een zwangerschapstest aantonen dat een vrouw zwanger is?

c Welk testresultaat kun je verwachten wanneer de staaf van de zwangerschapstest urine van een man absorbeert?

d Op de verpakking staat: 'De test kan op elk moment van de dag worden uitgevoerd, vanaf de dag dat de menstruatie moet beginnen.'
Waarom zullen de meeste vrouwen voor die dag sowieso geen test doen?

e Bedenk een situatie waarbij een vrouw wel voor die dag een test zal doen.

Afb. 14

Zo simpel werkt een zwangerschapstest

- Haal de huls van de test.
- Houd het urine-opnamestaafje ten minste 5 seconden in de urinestraal.
- Houd vervolgens het urine-opnamestaafje naar beneden. Plaats de huls terug op de test.
- Leg de test met de vensters naar boven op een vlakke ondergrond.
- Na 5 minuten kun je de uitslag aflezen.

Wel zwanger

Je bent zwanger als twee roze strepen zichtbaar zijn in het testuitslagvenster. Ook als de tweede streep zeer licht is, ben je zwanger.

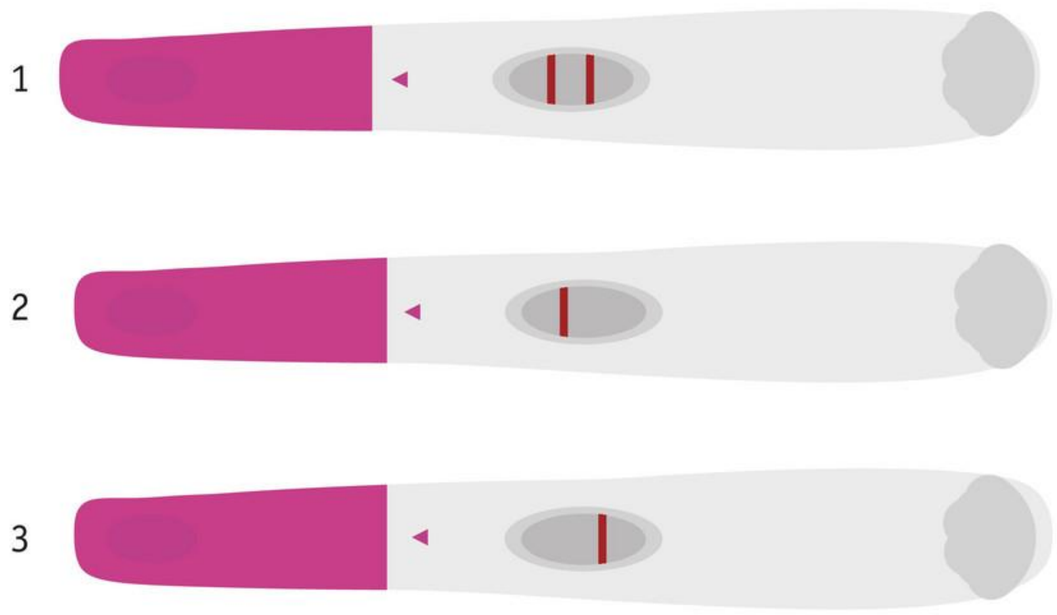
Belangrijk

Er moet altijd één streep zichtbaar zijn, links in het venster. Als daar geen streep zichtbaar is, heeft de test niet goed gewerkt en is de testuitslag ongeldig. Je hebt dan mogelijk te weinig urine gebruikt. Koop een nieuwe test om de zwangerschapstest opnieuw uit te voeren en volg de instructies goed op.

Niet zwanger

Je bent niet zwanger als er maar één roze streep zichtbaar is (links in het testuitslagvenster).

Afb. 15 Drie testresultaten.



9 Lees de tekst ‘Roken is slecht voor de vruchtbaarheid’.

a Leg uit dat mannen minder vruchtbaar zijn als bij een zaadlozing minder zaadcellen vrijkomen.

b In de tekst worden nog twee andere oorzaken gegeven van verminderde vruchtbaarheid als gevolg van het roken.
Welke twee oorzaken worden genoemd?

Afb. 16

Roken is slecht voor de vruchtbaarheid

De teksten en afbeeldingen op sigarettenpakjes zijn overduidelijk. Zo kun je lezen dat rokende mensen meer kans hebben op allerlei ziekten. En rokers zijn minder vruchtbaar dan mensen die niet roken. Per zaadlozing hebben rokende mannen minder sperma. In hun sperma bevinden zich naar verhouding ook nog eens minder zaadcellen. Stoffen uit de tabaksrook zorgen er bovendien voor dat deze zaadcellen minder goed kunnen bewegen. Daardoor kunnen de zaadcellen de eicel van een vrouw minder goed bereiken. Dit zijn drie oorzaken waardoor rokende mannen een kleinere kans hebben een kind te verwekken.

+ 10 Lees de tekst ‘Het ontstaan van een ei’.
In afbeelding 17 zijn de voortplantingsorganen van een kip weergegeven. Het voortplantingsstelsel van een kip werkt ongeveer hetzelfde als dat van de mens.

a In welk deel kan de eicel worden bevrucht?

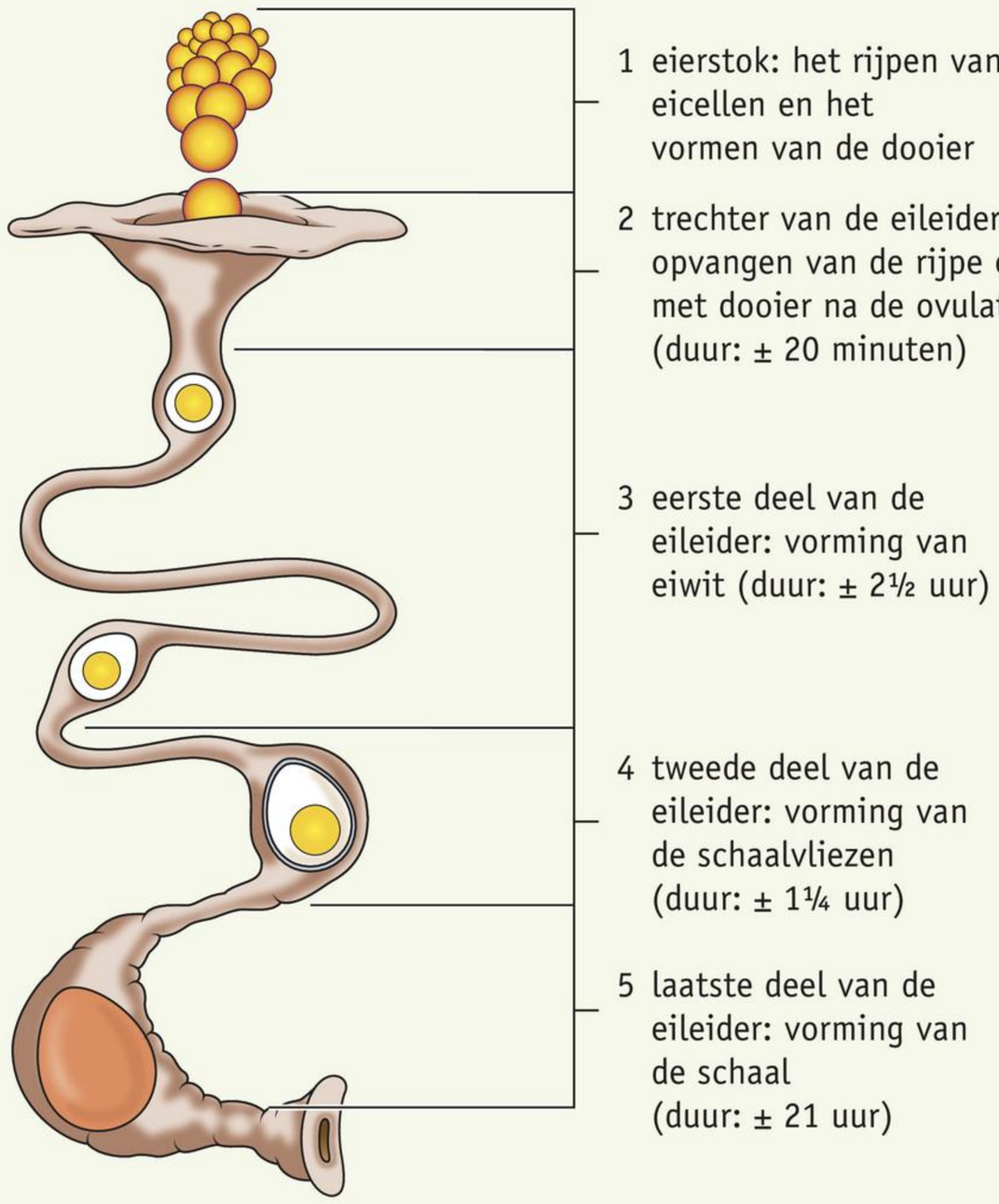
b Ongeveer een uur nadat een kip een ei heeft gelegd, kan er weer een ovulatie optreden.
Hoeveel eieren kan een kip op een dag maximaal leggen volgens de gegevens in de tekst? Geef de volledige berekening.

c In afbeelding 18 zie je de bouw van een kippenei. Na een bevruchting kan zich in een ei een kuikentje ontwikkelen.
Welk nummer geeft het deel aan waarin zich een kuikentje ontwikkelt?

d Nummer 5 geeft de eidooier aan.
Wat gebeurt hiermee tijdens de ontwikkeling van een kuiken? Leg je antwoord uit.

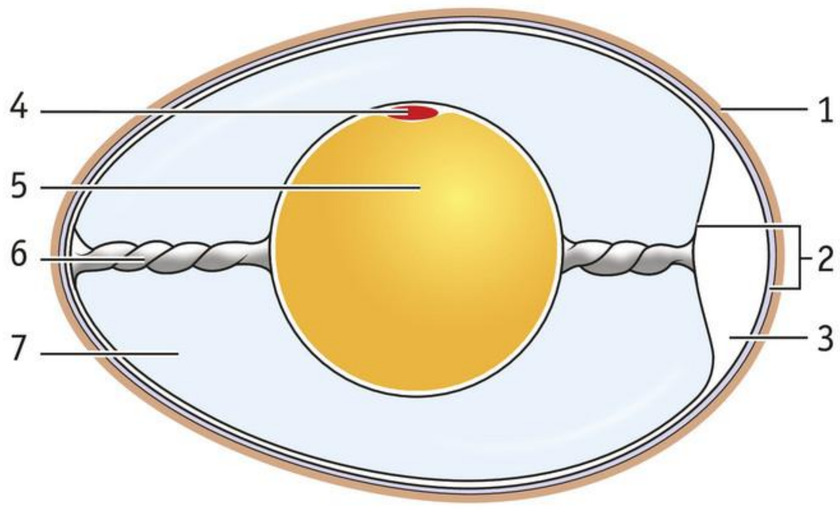
Afb. 17

Het ontstaan van een ei



Als een kip een halfjaar oud is, begint ze eieren te leggen. Wilde hoenderen leggen ongeveer zestig eieren per jaar. Een kip kan het hele jaar door eieren leggen, tot wel driehonderd per jaar. Als ze met een haan heeft gepaard, kan de eicel worden bevrucht voordat het eiwit rond de dooier wordt afgezet. Maar meestal legt ze onbevruchte eieren. In de afbeelding is weergegeven hoe een ei in de voortplantingsorganen van een kip wordt gevormd.

Afb. 18 Bouw van een kippenei.



Legenda:
1 kalkschaal: bevat duizenden poriën waardoor gassen en waterdamp kunnen passeren
2 schaalvliezen: beschermen tegen het binnendringen van bacteriën
3 luchtkamer
4 kiemschijf: hierin bevindt zich de bevruchte of onbevruchte eicel
5 eidooier: bevat voedingsstoffen voor de groei van een kuikentje
6 hagelsnoer: houdt de dooier op zijn plaats
7 eiwit: beschermt tegen schokken en tegen bacteriën

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

5 Geboorte

LEERDOEL

2.5.1 Je kunt beschrijven welke fasen tijdens de geboorte worden doorlopen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	2.5.1	2.1.2*
Onthouden	1ad, 3a	
Begrijpen	1bce, 2	7a
Toepassen	3b, 4b, 5, 6b, 7d	7b
Analyseren	4a, 6a, 7c	

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Na negen maanden van groei en ontwikkeling is de foetus er klaar voor: de geboorte kan beginnen.

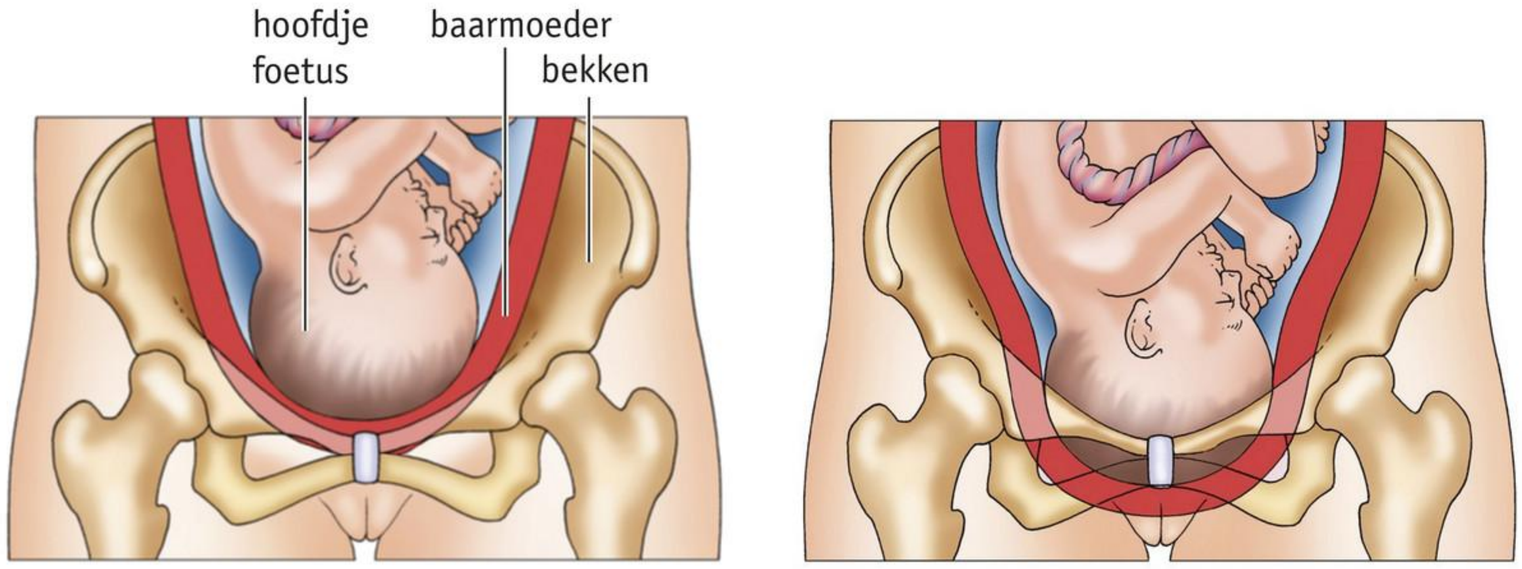
BEVALLING

De **geboorte** van een baby wordt geregeld door hormonen. De geboorte gaat in vier stappen:

- indaling
- ontsluiting
- uitdrijving
- nageboorte

De **indaling** begint vaak een paar weken voor de bevalling. Hierbij zakt het hoofdje van de foetus naar beneden (zie afbeelding 1).

Afb. 1 Indaling (schematisch).

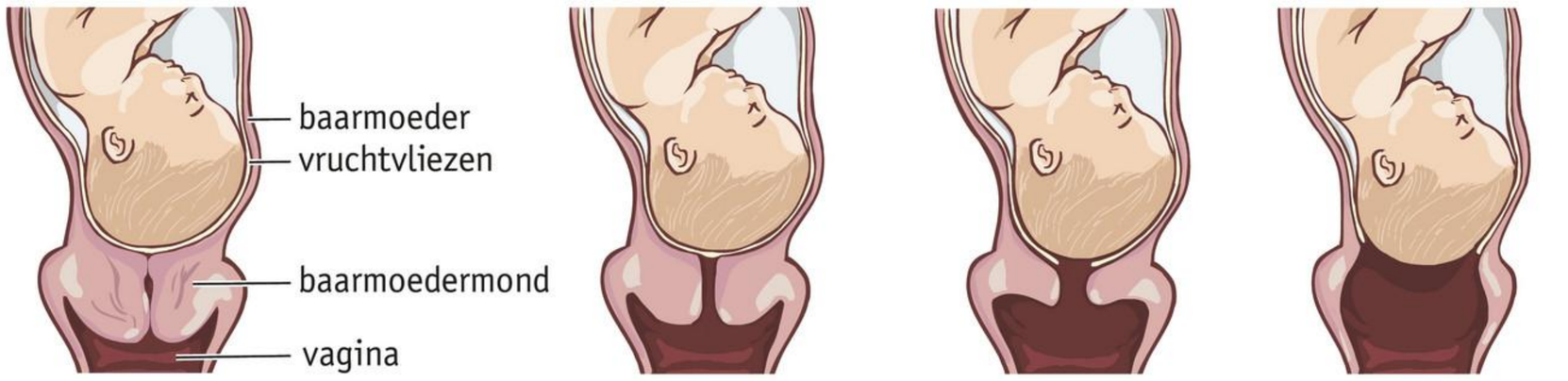


1 ligging van de foetus voor het indalen

2 ligging van de foetus na het indalen

De bevalling begint vaak met **weeën**. Hierbij trekken spieren in de baarmoederwand steeds vaker en steeds krachtiger samen. Tijdens de weeën worden de baarmoederhals en baarmoedermond wijder. Dit heet de **ontsluiting** (zie afbeelding 2). Hierbij breken meestal de vruchtvliezen, waardoor het vruchtwater voor een deel naar buiten komt. De opening die bij de ontsluiting ontstaat, moet groot genoeg zijn voor het hoofdje van de foetus. Bij een volledige ontsluiting is de diameter van de opening tien centimeter.

Afb. 2 Ontsluiting (schematisch).



Hierna vindt de **uitdrijving** plaats (zie afbeelding 3). De weeën worden dan steeds krachtiger en de spieren in de buikwand gaan ook samentrekken. Dit zijn de **persweeën**. Met deze persweeën wordt de baby naar buiten geperst.

Afb. 3 Uitdrijving (schematisch).

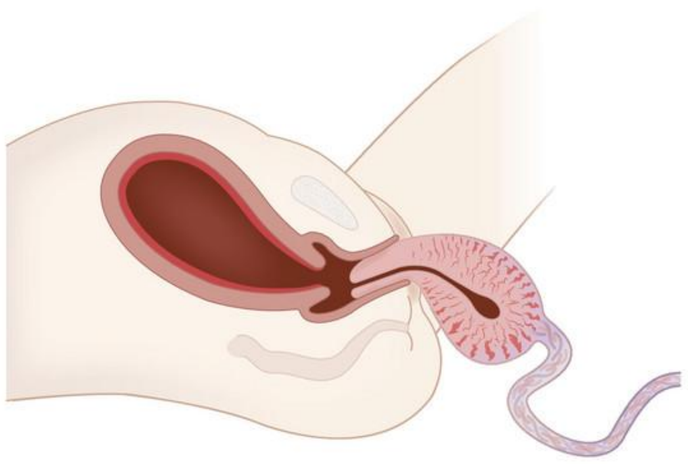
NA DE GEBOORTE

Direct na de geboorte begint de baby meestal te huilen. Dat is een goed teken: de baby haalt adem. Na een tijdje wordt de navelstreng afgeklemd en doorgeknipt (zie afbeelding 4). Het stukje van de navelstreng van de baby droogt uit en valt na ongeveer een week af. Hierna ontstaat bij het kind een litteken op de buik: de navel.

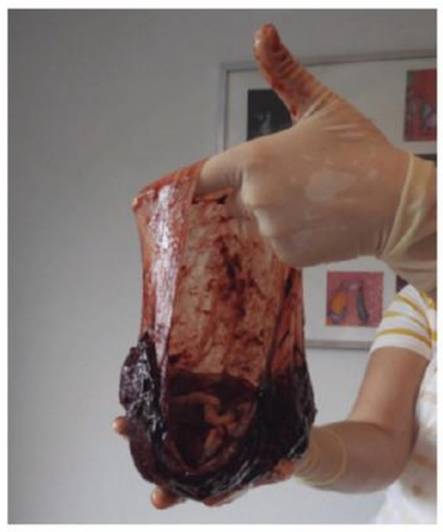
Nadat de baby is geboren, is de bevalling nog niet afgelopen. Ongeveer een kwartier na de geboorte van de baby ontstaan naweeën. Dit zijn samentrekkingen van de baarmoederwandspieren. Hierdoor komen de placenta, de resten van de navelstreng en de vruchtvliezen via de vagina naar buiten (zie afbeelding 5). Dit is de **nageboorte**.

Afb. 4 Navel afgeklemd na de geboorte.

Afb. 5 Nageboorte.



1 nageboorte (schematisch)



2 nageboorte opengehouden door verloskundige

KENNIS

1

a Zet de vier fasen van de geboorte in de juiste volgorde.

1 .....

2 .....

3 .....

4 .....

b Wat gebeurt er tijdens de ontsluiting?

.....

c Tijdens welke fase van de geboorte krijgt een vrouw persweeën?

- ○ A indaling
- ○ B nageboorte
- ○ C ontsluiting
- ○ D uitdrijving

d Tijdens welke fase van de bevalling komt het hoofdje naar buiten?

.....

e Wat verlaat het lichaam van de vrouw tijdens de nageboorte?

- ☐ A baarmoeder
- ☐ B baby
- ☐ C placenta
- ☐ D resten van de navelstreng
- ☐ E vruchtvliezen

2

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

Zet bij de vier fasen van de geboorte wat er tijdens deze fase gebeurt.

1 Indaling: .....

.....

.....

2 Ontsluiting: .....

.....

.....

3 Uitdrijving: .....

.....

.....

4 Nageboorte: .....

.....

.....

INZICHT

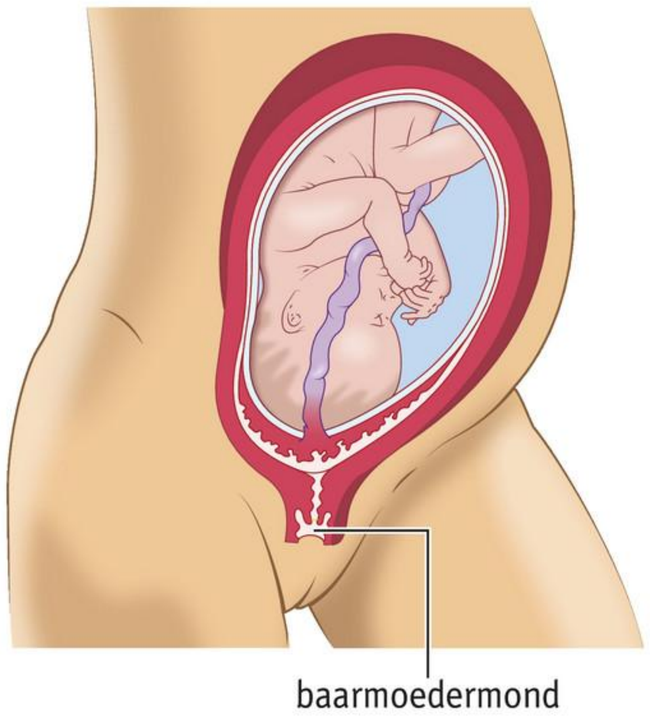
Maak de volgende opdrachten in je schrift.

3

a Wat gebeurt er bij de indaling?

b Soms groeit de placenta op een minder handige plaats in de baarmoeder. Dat zie je in afbeelding 6. De geboorte van een kind gaat dan moeilijk.
Leg uit hoe dat komt.

Afb. 6



4

Het vruchtwater heeft veel functies voor de foetus. Hij kan het vruchtwater drinken, uitplassen en 'inademen'. Sommige baby's poepen voor of tijdens de geboorte in het vruchtwater. Het vruchtwater is dan bruin of groen van kleur.

a Leg uit in welke organen deze poep dan terecht kan komen en problemen kan veroorzaken.

b De vliezen breken niet altijd tijdens de ontsluiting.
Leg uit dat een vrouw dan niet weet of haar baby in het vruchtwater heeft gepoept.

5

Soms worden baby's niet vaginaal geboren, maar via een keizersnede. Dit is een operatie waarbij de arts een snede maakt in de onderbuik van de moeder om zo de baby geboren te laten worden.
Als een baby niet met zijn hoofd naar beneden ligt, kan de arts een keizersnede adviseren. De operatie wordt dan al voor de uitgerekende datum gepland.
Er kan ook een spoedkeizersnede worden uitgevoerd. Dit gebeurt als het tijdens de vaginale bevalling niet goed gaat met de baby of met de moeder.

a Zal een moeder tijdens een geplande keizersnede al ontsluiting hebben?

b Zal bij een vrouw die een keizersnede ondergaat, de nageboorte via de vagina naar buiten komen? Leg je antwoord uit.

c Een spoedkeizersnede wordt uitgevoerd als de baby en/of de moeder in nood is. Zo kan de baby bijvoorbeeld minder zuurstof krijgen, de hartslag kan dalen of de weeën stoppen plotseling. Maar het kan ook zijn dat de baby niet door het geboortekanaal past.
Wat zou er aan de hand kunnen zijn als een baby niet door het geboortekanaal past? Geef twee redenen.

6 Sommige tweelingen hebben allebei hun eigen placenta. Maar dat is niet altijd het geval. De meeste eeneiige tweelingen delen de placenta.

a Leg uit of de baby's die hun placenta delen, ook de navelstreng delen.

b Een twee-eiige tweeling is geboren. Ze deelden *geen* placenta samen. Na de geboorte van de kinderen moet de nageboorte nog komen.
Beschrijf wat er tijdens de nageboorte allemaal wordt geboren. Denk ook aan de aantallen.

+ 7 Lees de tekst 'Borstvoeding is gezond, maar niet als moeder rookt'.

a In welke volgorde vinden de volgende stappen plaats? Gebruik hiervoor de tweede alinea van de tekst.
A Er gaat een signaal naar de hypofyse.
B Spiertjes rond de melkklieren trekken samen.
C De baby krijgt melk.
D De baby zuigt aan de tepel.
E De hypofyse maakt een hormoon.
F Er gaat melk naar de tepel.
G Het hormoon komt bij de melkklieren.

b In de tekst lees je dat door nicotine de hormonen van de hypofyse minder goed of minder snel bij de melkklieren komen.
Leg uit hoe dit er uiteindelijk voor zorgt dat het kind te weinig voeding binnenkrijgt.

c Stel dat de moeder ook tijdens haar zwangerschap heeft gerookt.
Leg uit welk effect dit heeft op het geboortegewicht van de baby.

d Silvia heeft tijdens de zwangerschap gerookt en wil nu graag borstvoeding gaan geven. Ze rookt nu nog steeds.
Haar kindje Bowi is te vroeg geboren.
Leg uit wat het gevolg voor Bowi kan zijn als Silvia blijft roken.

Afb. 7

Borstvoeding is gezond, maar niet als moeder rookt

Veel aanstaande moeders staan voor de vraag: borstvoeding of flesvoeding? Borstvoeding bevat enkele stoffen die niet in flesvoeding zitten. Deze stoffen beschermen de baby tegen allerlei ziekten en allergieën.
Als de baby aan de tepel zuigt, gaat er een signaal naar de hypofyse. De hypofyse geeft dan een hormoon af. Dit hormoon komt via de bloedvaten bij de melkklieren terecht. Spiertjes rondom de melkklieren trekken dan samen. Daardoor stroomt er melk naar de tepel. Dit wordt de toeschietreflex genoemd.
Baby's van moeders die roken, krijgen minder moedermelk binnen. Een van de oorzaken is de stof nicotine. Nicotine vernauwt de bloedvaten. Hierdoor kan het hormoon minder goed of minder snel bij de melkklieren komen.
Roken tijdens de zwangerschap geeft de volgende risico's:

- een te vroeg geboren baby
- een baby met een te laag geboortegewicht
- minder goed ontwikkelde organen
- een hazenlip of een klompvoetje
- oogafwijkingen
- te vroeg loslaten van de placenta
- te vroeg breken van de vruchtvliezen
- een doodgeboren baby of wiegendood

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

6 Seksualiteit

LEERDOELEN

2.6.1 Je kunt benoemen hoe gender en geaardheid kunnen verschillen.

2.6.2 Je kunt functies van seksualiteit noemen en verschillen in opvatting, normen en waarden daarover omschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	2.6.1	2.6.2
Onthouden	2	1abce, 3
Begrijpen	4, 5	1d, 5
Toepassen	6, 7, 9b	8ac, 9a
Analyseren		8b, 9c

In de puberteit gaat seksualiteit een rol spelen in je leven. Je gaat ontdekken wie je leuk vindt en wat je fijn vindt.

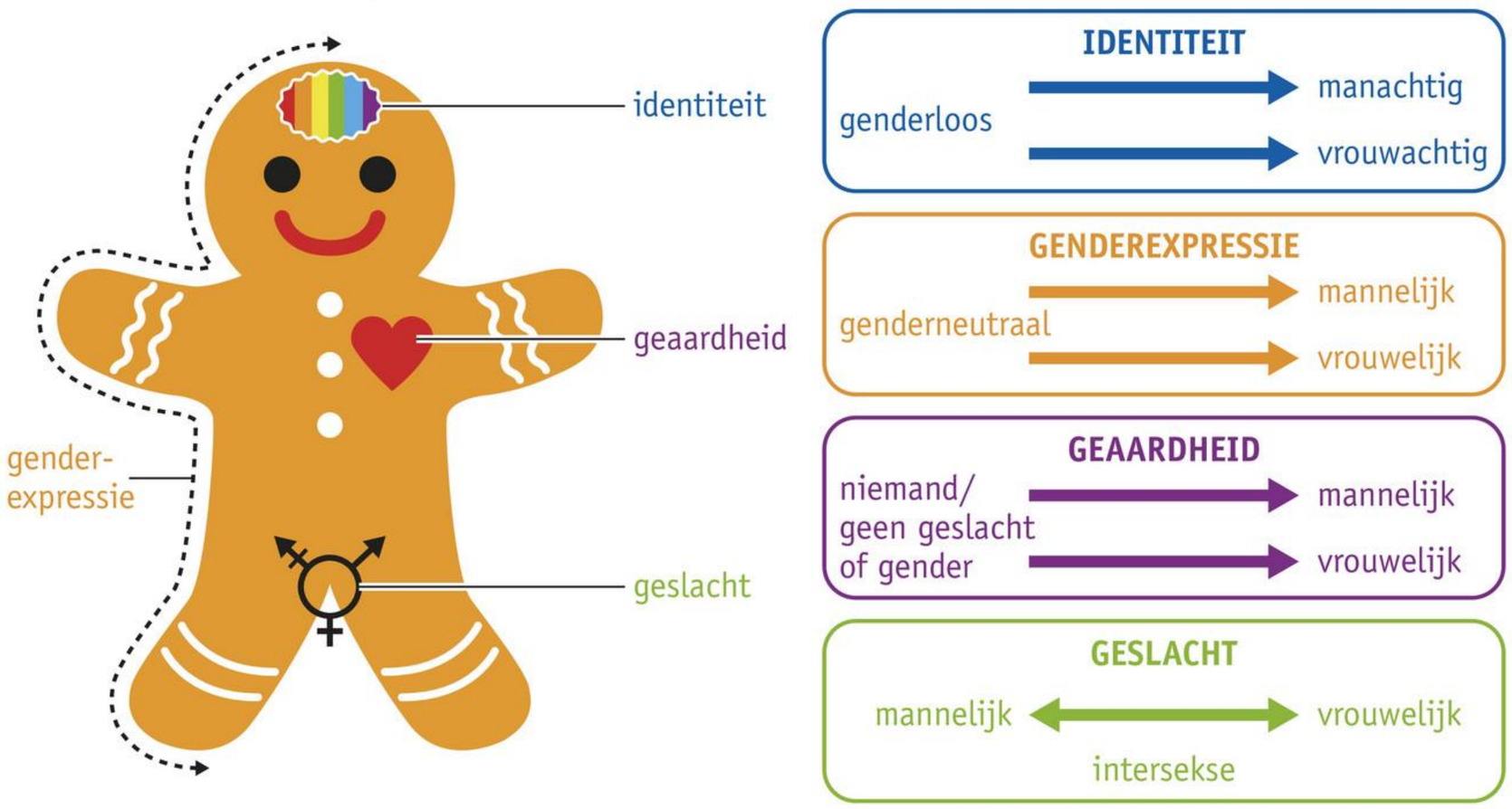
GESLACHT EN GENDER

Je geslacht (man, vrouw of intersekse) wordt bepaald door de lichamelijke geslachtskenmerken die je hebt. Bij je gender horen ook eigenschappen en gedragingen die mensen mannelijk of vrouwelijk vinden. Voorbeelden daarvan zijn: het soort speelgoed waar je mee speelt of de soort kleding die je draagt. Deze eigenschappen worden ook deels door je cultuur bepaald.
Je **gender** wordt bepaald door:

- je geslacht
- hoe je je voelt (genderidentiteit)
- op wie je verliefd wordt (geaardheid)
- hoe je je uit naar de buitenwereld door bijvoorbeeld kleding en gedrag (genderexpressie)

Dit zie je in afbeelding 1.

Afb. 1 Gender is een optelsom.



Bij de meeste mensen komt de genderidentiteit (je gevoel) overeen met het geslacht (je lichamelijke kenmerken). Dit noem je cisgender. Bij sommige mensen komt dit gevoel niet of niet helemaal overeen met het geslacht. Dat noem je genderdysforie. Bij een transgender persoon komt het geboortegeslacht niet overeen met het gevoel. Sommige transgender personen kiezen voor geslachtsaanpassende operaties, waardoor het lichaam wel overeenkomt met de genderidentiteit.
Mensen die zich niet compleet herkennen in de eigenschappen en gedragingen die passen bij één bepaald geslacht, noem je non-binair. Een persoon kan zich bijvoorbeeld deels man en deels vrouw voelen, of het gevoel wisselt in de tijd.

GEAARDHEID

Je **geaardheid** zegt iets over op wie je verliefd wordt. De meeste mensen voelen zich seksueel aangetrokken tot personen van het andere geslacht. Deze mensen zijn heteroseksueel (hetero = ongelijk). Ongeveer een op de vijftien mensen is homoseksueel (homo = gelijk) of biseksueel (bi = twee). Homoseksuele mensen voelen zich aangetrokken tot personen van hetzelfde geslacht. Bij meisjes en vrouwen noem je dit lesbisch. Mensen die zich aangetrokken voelen tot mannen én vrouwen noem je biseksueel. Er zijn ook mensen die zich niet seksueel aangetrokken voelen tot anderen. Zij zijn aseksueel. Voor sommigen maakt het geslacht of gender van de ander niets uit. Dit noem je panseksueel.

LHBTQIA+

LHBTQIA+ is de afkorting voor Lesbisch, Homoseksueel, Biseksueel, Transgender, Queer, Intersekse en Aseksueel. Het begrip ‘queer’ is een overkoepelende term voor mensen die niet binnen de traditionele categorieën passen en de + geeft aan dat de term breder is dan de genoemde letters. Deze afkorting staat voor iedereen met een andere geaardheid dan heteroseksueel en een ander gender dan cisgender. Aan de buitenkant kun je iemands geaardheid en genderidentiteit niet zien (zie afbeelding 2).
De regenboogvlag is een symbool van de LHBTQIA+-gemeenschap (zie afbeelding 3). Deze vlag staat voor diversiteit: dat iedereen gelijk is en zichzelf moet kunnen zijn.

Afb. 2 Geaardheid en genderidentiteit kun je aan de buitenkant niet zien.

Afb. 3 Regenboogvlag.

SEKSUALITEIT

Geslachtsgemeenschap hoort bij **seksualiteit**. Onder seksualiteit vallen alle gedachten, gevoelens en handelingen die te maken hebben met lust en opwinding. De functie van seksualiteit is niet alleen voortplanting, maar ook **lust** (seksuele opwinding) en **intimiteit** (je verbonden voelen met iemand).

Seksualiteit kan mensen veel plezier geven. Seksuele opwinding is een prettig gevoel. De handelingen die zorgen voor seksuele opwinding noem je seks. Mensen kunnen door allerlei prikkels seksueel opgewonden raken, bijvoorbeeld door aanraken, strelen, zoenen en geslachtsgemeenschap. Ook door alleen maar te kijken naar iemand die je aantrekkelijk vindt, kan seksuele opwinding ontstaan.

Seksualiteit kan een rol spelen bij intimiteit of het onderhouden van een liefdesrelatie met iemand (zie afbeelding 4). Als je op deze manier van iemand houdt, kan het zijn dat je dat regelmatig wilt laten blijken aan die persoon, bijvoorbeeld door te strelen, te zoenen of te knuffelen. Als je van iemand houdt, wil je misschien ook seks of geslachtsgemeenschap hebben. Dat kan een gevoel van verbondenheid geven.

Afb. 4 Intimiteit in een liefdesrelatie.

ORGASME

De eikel van de penis en de eikel van de clitoris zijn erg gevoelig en reageren op prikkels. Prikkeling van deze delen kan leiden tot een **orgasme** (**klaarkomen**). Dit geeft een prettig gevoel. Tijdens een orgasme spannen spieren rond de geslachtsorganen zich aan. Bij mannen vindt dan een zaadlozing plaats.
Door geslachtsgemeenschap kun je een orgasme krijgen. Bij geslachtsgemeenschap stimuleer je vooral de eikel van de penis. Bij vrouwen zorgt geslachtsgemeenschap vaak niet voor een orgasme.
Een orgasme kan ook ontstaan door andere seksuele handelingen, bijvoorbeeld door het stimuleren van de eikel of clitoris met de hand. Dit kan door met de hand de huid van de penis op en neer te bewegen. Dit wordt ‘aftrekken’ genoemd. Bij ‘vingeren’ wordt er over de clitoris gewreven, eventueel met de vingers in de vagina. Aftrekken of vingeren kun je bij iemand anders doen, maar ook bij jezelf. Dat noem je **masturbatie** (**zelfbevrediging**).
Andere voorbeelden om iemand een orgasme te geven, zijn pijpen of beffen. De eikel of clitoris wordt dan met de mond gestimuleerd. Dit noem je orale seks.

ONLINE SEKS

Seks kan ook online plaatsvinden door bijvoorbeeld sexting en het kijken naar porno.
Sexting is het online versturen van seksueel getinte berichtjes, foto’s of filmpjes van jezelf. Sexting kan leuk en spannend zijn en kan een onderdeel zijn van een seksuele relatie. Bij sexting is het belangrijk dat beide partners zeker weten dat ze dit willen en dat de berichtjes in vertrouwen worden gestuurd. De berichtjes mogen niet met anderen worden gedeeld! Soms is het zelfs strafbaar, bijvoorbeeld als je ongevraagd naaktfoto’s van minderjarigen doorstuurt. Dit wordt beschouwd als het verspreiden van kinderporno en is een misdrijf.
Foto’s, films of teksten met het doel om mensen seksueel te prikkelen, noem je pornografie (porno). Mensen kijken naar porno om bijvoorbeeld seksueel opgewonden te raken.
Meestal zijn de geslachtsorganen bij porno duidelijk in beeld. Die zien er vaak niet uit zoals ze er bij de meeste mensen in het echt uitzien. Ook gedragen de acteurs zich niet natuurlijk (ze acteren). Porno is soms vrouwonvriendelijk.

KENNIS

1 Seksualiteit heeft verschillende functies.

a Wat is seksualiteit?

.....

.....

b Om welke drie redenen hebben mensen seks met elkaar?

1 .....

2 .....

3 .....

c Zowel bij mannen als bij vrouwen kan prikkeling van een bepaald deel van het voortplantingsstelsel leiden tot een orgasme.
Om welk deel van het voortplantingsstelsel gaat het dan?

.....

d Hoe zie je bij een man dat hij een orgasme krijgt?

.....

e Hoe heet het als iemand bij zichzelf zorgt voor een orgasme?

.....

2 Hierna staan zes omschrijvingen over geaardheid en gender.
Welk begrip hoort bij de omschrijving? Kies uit: *aseksueel – cisgender – genderdysforie – non-binair – panseksueel – transgender.*

1 Iemand die geen seksuele aantrekking voelt, noem je .....

2 Iemand die op mensen van alle genders valt, noem je .....

3 Iemand die zich mannelijk, vrouwelijk of iets daartussenin voelt, noem je .....

4 Iemand bij wie de genderidentiteit overeenkomt met het geslacht noem je .....

5 Iemand bij wie het geslacht niet overeenkomt met het gevoel noem je .....

6 Wanneer iemands gevoel niet of niet helemaal overeenkomt met het geslacht spreek je van .....

3 **a** Wat is sexting?

.....

.....

b Geeft pornografie een realistisch beeld van seksualiteit? Leg je antwoord uit. Noem daarbij twee redenen.

.....

.....

.....

.....

4 Kies bij de volgende vragen steeds de geaardheid die volgens jou het meest van toepassing is.

a Yannick zoent tijdens het uitgaan af en toe met een meisje dat hij leuk vindt. Nu heeft hij een keer met een jongen gezoend. Hij vond het niet leuk en wil het niet nog een keer doen. Hij weet nu zeker dat hij niet op jongens valt.
heteroseksueel / *biseksueel* / *homoseksueel*

b Samuel is verliefd op een jongen bij zijn voetbalclub, maar zijn ouders keuren homoseksualiteit af. Hij heeft daarom maar een vriendinnetje uitgekozen, maar hij heeft niets met meisjes en is niet gelukkig.
heteroseksueel / *biseksueel* / *homoseksueel*

c Djoy is zo blij! Ze heeft eindelijk haar nieuwe vriendin aan haar ouders kunnen voorstellen. Na een paar vriendjes weet ze nu zeker dat ze niet op jongens valt.
heteroseksueel / *biseksueel* / *homoseksueel*

d Natasha vindt jongens en meisjes leuk. De ene keer heeft ze voor een tijdje een vriendje en daarna ontmoet ze een leuk meisje met wie ze weer een tijdje samen is.
heteroseksueel / *biseksueel* / *homoseksueel*

5 **Samenvatting**

Afbeelding 5 is het begin van een mindmap.
Maak de mindmap af. Gebruik de volgende begrippen: *aseksueel – bevrediging met hand of mond – biseksueel – cisgender – genderdysforie – geslachtsgemeenschap – heteroseksueel – homoseksueel – intimiteit – lust – non-binair – panseksueel – porno – sexting – transgender – voortplanting – zelfbevrediging*.

Afb. 5

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

6 Amy zegt: 'Het maakt niet uit tot wie je je aangetrokken voelt, als je maar gelukkig bent in een relatie.'

a Geef een argument waarom iemand het eens zou kunnen zijn met deze uitspraak.

b Geef een argument waarom iemand het oneens zou kunnen zijn met deze uitspraak.

c In Nederland staat in de Grondwet dat er niet gediscrimineerd mag worden op basis van godsdienst, levensovertuiging, politieke gezondheid, ras en geslacht.
Toch zijn er maar weinig strafzaken over seksuele discriminatie tegen mensen die niet heteroseksueel zijn. In 2018 waren er 1041 meldingen bij de politie. Daarvan leidden er maar 40 tot een strafzaak.
Wat zou een reden kunnen zijn dat er maar zo weinig strafzaken zijn over seksuele discriminatie tegen mensen die niet heteroseksueel zijn?

7 Carlin heeft de lichamelijke kenmerken van een man, maar is eigenlijk een vrouw. Ze valt op vrouwen. Carlin was 46 jaar toen ze aan de mensen om haar heen vertelde dat ze zich meer vrouw dan man voelt. Ze kreeg toen veel vragen, ook een aantal die ongepast waren. Zoals de vraag: 'Val je nu op mannen dan?' Carlin zegt: 'Veel mensen snappen niet dat genderidentiteit en geaardheid twee verschillende dingen zijn.'
Leg uit welk verschil Carlin bedoelt.

8 Lees de tekst 'Sexting'.

a Veel jongeren doen aan sexting.
Wat zou hiervoor een reden kunnen zijn?

b De politie adviseert jongeren om helemaal geen sexy materiaal te versturen.
Noem een reden om niet te sexten.

c Een van de tips bij sexting is om geen herkenbare delen van je lichaam te filmen of te fotograferen.
Wat is het voordeel van deze manier van sexting?

Afb. 6

Sexting

Een op de vijf jongeren stuurt weleens een sexy foto, filmpje of berichtje naar een ander (sexting). Dat kan leuk en spannend zijn. Maar er kunnen ook nare kanten aan zitten, bijvoorbeeld wanneer iemand ongevraagd een foto of filmpje doorstuurt. Dit kan grote gevolgen hebben. Het slachtoffer kan zich onveilig voelen of gepest worden.
Enkele aandachtspunten om veilig en leuk te sexten:

- Bedenk of je de ander vertrouwt.
- Check of de ander het ook wil.
- Spreek met elkaar af dat je de foto's en filmpjes niet doorstuurt naar anderen.
- Probeer je hoofd of andere herkenbare dingen aan je lichaam niet op de foto of in de film te zetten.
- Zorg ervoor dat je zeker weet naar wie je iets stuurt. Sommige mensen doen zich online anders voor dan ze in het echt zijn.

Gaat er toch iets mis? Schaam je niet en vraag hulp!

+ 9

Lees de tekst ‘De functie van seks?’.

a Verklaar waarom dieren met een grotere clitoris vaak seks hebben.

b Er zijn veel diersoorten die ook seks hebben met het eigen geslacht. Dit bevestigt dat seks niet alleen voor de voortplanting is.
Leg dit uit.

c Geef twee redenen die bewijzen dat bij mensen seks niet alleen voor de voortplanting is.

Afb. 7

De functie van seks?

Seks is voor de voortplanting, dat is wat er tijdenlang gedacht en geschreven is. Bij alle andere dieren dan de mens is seks toch ook gericht op voortplanting? Nee! Alle vrouwelijke zoogdieren hebben op z’n minst een kleine clitoris. Veel dieren met een grotere clitoris, zoals sommige apen, hebben veel seks. Seks met het andere geslacht, met het eigen geslacht en masturbatie.
Dieren beginnen echt niet aan seks omdat ze in hun hoofd hebben om jonkies te maken. Ze hebben seks omdat het lekker is (en toevallig is dat meestal ook goed voor de instandhouding van de soort). Dieren gaan voor snelle beloning, voor het plezier.

Bron: ‘De waarheid over seks’, Ellen Laan en Rik van Lunsen.

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

7 Veilige seks

LEERDOELEN

2.7.1 Je kunt benoemen hoe je wensen en grenzen kunt bewaken en respecteren in een seksuele relatie.
2.7.2 Je kunt ziekteverschijnselen en genezingsmogelijkheden noemen van seksueel overdraagbare aandoeningen. (SE)
2.7.3 Je kunt de werking van enkele voorbehoedsmiddelen beschrijven en aangeven of ze betrouwbaar zijn of niet.

► Practicum 1

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	2.7.1	2.7.2	2.7.3
Onthouden	1abd	2	3abd
Begrijpen	1c, 5	4, 5	3c, 5
Toepassen	6, 8	9a, 11abc	7, 10a
Analyseren		9bc, 11d	10b

Het ontdekken van je seksualiteit kan fijn en leuk zijn. Bij veilige seks respecteer je je eigen grenzen, blijf je gezond en ontstaat er geen ongewenste zwangerschap.

WENSEN EN GRENZEN

In een seksuele relatie zijn er dingen waarvan je hoopt dat ze gebeuren. Dat zijn je wensen. Er zijn ook dingen die je niet wilt of die je niet fijn vindt. Dat zijn je grenzen. Ook de ander heeft wensen en grenzen. Het is belangrijk dat je deze ook kent. Jullie moeten iets beiden willen voordat het gebeurt.
Geeft je partner een grens aan, stop dan met wat je aan het doen bent. Voel je weerstand, maar weet je het niet zeker? Vraag dan of de ander het nog fijn vindt. Let ook op signalen, zoals niet aankijken of een afwerende houding.
Bij een seksuele relatie is er consent nodig. Consent betekent ‘toestemming’. Je geeft elkaar toestemming om seksuele handelingen te verrichten. Wanneer je niet zeker weet of de ander iets wel wil, vraag je consent. Je checkt hiermee of je niet (per ongeluk) een grens overgaat.

SEKSUEEL GEWELD EN MISBRUIK

Helaas leidt seksueel gedrag soms tot seksueel geweld en seksueel misbruik. Seksueel geweld en seksueel misbruik zijn strafbaar (zie afbeelding 1). Voorbeelden van seksueel geweld en seksueel misbruik zijn ongewenste intimiteiten, aanranding, verkrachting en incest.
Bij ongewenste intimiteiten verricht iemand lichte seksuele handelingen met een slachtoffer, zonder dat deze daarmee instemt. Bij aanranding worden seksuele handelingen verricht met geweld, onder dwang of onder bedreiging. Bij verkrachting wordt het lichaam binnengedrongen zonder toestemming.
Soms kan of durft een slachtoffer zich op het moment zelf niet te verzetten tegen het misbruik.
Bij incest pleegt een familielid seksuele handelingen met het slachtoffer.

Afb. 1 Zonder toestemming is aanraken verboden.

Ook online kan seksueel geweld voorkomen. Bij grooming verleidt een volwassene een minderjarig meisje of jongen. Dit gebeurt eerst via sociale media. De dader probeert het slachtoffer te verleiden om bijvoorbeeld naakt voor de webcam te komen. Uiteindelijk kan het tot een ontmoeting leiden waarbij het slachtoffer wordt misbruikt. Andere vormen van digitaal seksueel geweld zijn ongewenste dickpics (foto's van je penis) sturen en slutshaming (een meisje op sociale media neerzetten als slet of hoer).

Seksueel geweld komt vaker voor dan mensen denken. In sommige gevallen is de dader een bekende. Veel gevallen worden nooit bekend. Het slachtoffer durft er bijvoorbeeld niet over te praten, schaamt zich of wordt bedreigd door de dader. De dader kan alleen worden gestraft als slachtoffers vertellen wat er is gebeurd. Dit kan bijvoorbeeld bij de huisarts of een vertrouwenspersoon op school.

SOA'S

Tijdens geslachtsgemeenschap kun je bacteriën, schimmels of virussen overdragen die ziekten veroorzaken. Deze ziekten heten **soa's** (**seksueel overdraagbare aandoeningen**). Ook bij orale seks (pijpen en beffen) of ander contact met de vagina, penis of anus kun je besmet raken. Je kunt géén soa oplopen op een vies toilet of door uit een glas van een ander te drinken. Je kunt je tegen soa's beschermen door een condoom of beflapje te gebruiken.

Als je jonger dan 25 jaar bent, kun je gratis een soa-test laten doen. Dit kan bij je huisarts of bij de GGD. Er zijn jaarlijks tienduizenden jongeren die een soa-test laten doen. Als je een afspraak wilt maken, krijg je het advies om je minimaal tien dagen na onveilige seks te laten testen.

Chlamydia

De bacterie die **chlamydia** veroorzaakt, kan zorgen voor ontstekingen in de urinebuis, bij de anus en in de baarmoederhals. Twee derde van de vrouwen en de helft van de mannen met chlamydia merkt er niets van. Je kunt de ziekte dan toch overdragen aan anderen. Zonder behandeling veroorzaakt de bacterie ontstekingen in de eileiders of de bijballen, wat kan leiden tot onvruchtbaarheid.

Gonorroe

De bacterie die **gonorroe** veroorzaakt, zorgt voor pijn bij het plassen en vieze afscheiding uit de penis en vagina. Vrouwen merken vaak weinig van een besmetting. Zonder behandeling veroorzaakt deze bacterie ontstekingen in de eileiders of de bijballen. Dit kan leiden tot onvruchtbaarheid.

Hepatitis B

Het virus dat hepatitis B veroorzaakt, zorgt voor ontstekingen in de lever. De meeste klachten ontstaan pas na drie maanden, zoals vermoeidheid, spierpijn, misselijkheid, koorts en pijn in de buik. Er zijn geen medicijnen tegen, maar meestal is het virus na zes maanden uit het lichaam. Sinds 2011 worden kinderen in hun eerste levensjaar ingeënt tegen hepatitis B.

Herpes genitalis

Het virus dat herpes genitalis veroorzaakt, zorgt voor pijnlijke blaasjes en zweertjes rondom de geslachtsorganen. Na drie weken drogen de blaasjes uit en lijkt het weg te zijn. Maar het virus blijft voor altijd in je lichaam. Op andere momenten zorgt het weer voor nieuwe blaasjes en zweertjes. Ook een koortslip wordt veroorzaakt door dit virus.

Hiv/aids

Het virus dat **aids** veroorzaakt, heet hiv (humaan immunodeficiëntie virus). Als je besmet bent met het virus maar nog geen klachten hebt, ben je seropositief. Als je wel klachten krijgt, dus ziek wordt, heb je aids. Het virus maakt het afweersysteem van het lichaam kapot. Hierdoor ben je niet meer beschermd tegen allerlei ziekten, zoals darm- en longontsteking of een zeldzame vorm van huidkanker. Aidsremmers remmen de verspreiding van het virus in het lichaam, waardoor iemand langer gezond blijft. Er is geen geneesmiddel tegen het virus. Je kunt dus niet genezen van hiv. De meeste mensen overlijden aan de gevolgen van aids, omdat hun afweersysteem niet meer goed werkt en ze ernstig ziek worden van een griep of longontsteking.

Ook is er een medicijn om hiv-besmetting te voorkomen. Dat medicijn heet PrEP. Het is bedoeld voor mensen die een groter risico lopen op een hiv-infectie, bijvoorbeeld omdat ze vaak onveilige seks hebben. Dankzij het medicijn kan het aidsvirus zich niet in hun lichaam nestelen, zelfs niet als ze in contact komen met hiv. PrEP werkt alleen als je het op de juiste manier gebruikt. Daarom is het alleen op doktersrecept verkrijgbaar. PrEP is een belangrijke stap in het voorkomen van hiv en aids.

HPV

Als je besmet bent met het humaan papillomavirus (HPV), ruimt je lichaam het virus bijna altijd zelf op. Maar soms ruimt je lichaam het virus niet op en krijg je door het virus genitale wratten. Dat zijn wratjes rondom de geslachtsorganen. Die wratjes zelf zijn niet gevaarlijk en ze gaan vaak vanzelf weer weg. Maar jaren later kan HPV baarmoederhalskanker, anuskanker of keelkanker veroorzaken. Jongens en meisjes kunnen zich tot hun 18e jaar laten inenten tegen HPV. Meisjes hebben na inenting 75% minder kans om baarmoederhalskanker te krijgen.

Syfilis

De bacterie die **syfilis** veroorzaakt, zorgt voor zweertjes die na drie tot zes weken weer verdwijnen. De bacterie blijft wel in je lichaam. Als je niet wordt behandeld, kun je klachten krijgen als huiduitslag, vermoeidheid en griepachtige klachten. Jaren later worden ook organen aangetast. Dit kan leiden tot de dood. Als je antibiotica krijgt, gaat de bacterie dood en verdwijnen de klachten.

ANTICONCEPTIE

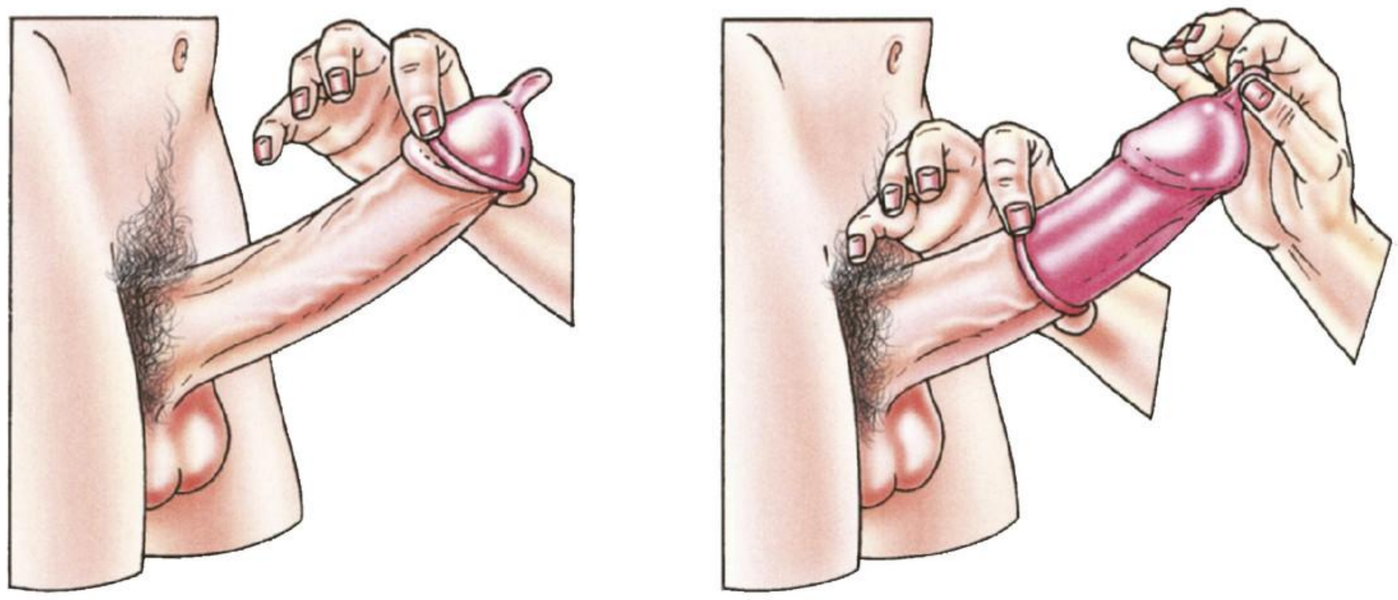
Als je seksueel actief bent maar (nog) geen kinderen wilt, kun je voorbehoedsmiddelen gebruiken. Dit wordt ook wel geboorteregeling genoemd. **Voorbehoedsmiddelen** (anticonceptiemiddelen) zorgen ervoor dat er geen bevruchting plaatsvindt. Door voorbehoedsmiddelen te gebruiken is de kans dat je zwanger raakt minimaal.

Condoom

Het **condoom** is het enige voorbehoedsmiddel dat beschermt tegen seksueel overdraagbare ziekten én tegen zwangerschap. Een condoom is gemaakt van latex (een soort rubber). Het latex houdt zaadcellen tegen.
Er zijn condooms voor mannen en voor vrouwen. Het mannencondoom wordt het meest gebruikt (zie afbeelding 2). Je rolt het condoom om de penis in erectie (zie afbeelding 3). Het kan dus pas tijdens de seks worden aangebracht. (Pas op met nagels en sieraden.)
Het vrouwencondoom breng je in de vagina in (zie afbeelding 4). Dit kan al enkele uren voor het vrijen.
Je kunt beide soorten condooms maar één keer gebruiken.

Afb. 2 Het mannencondoom.

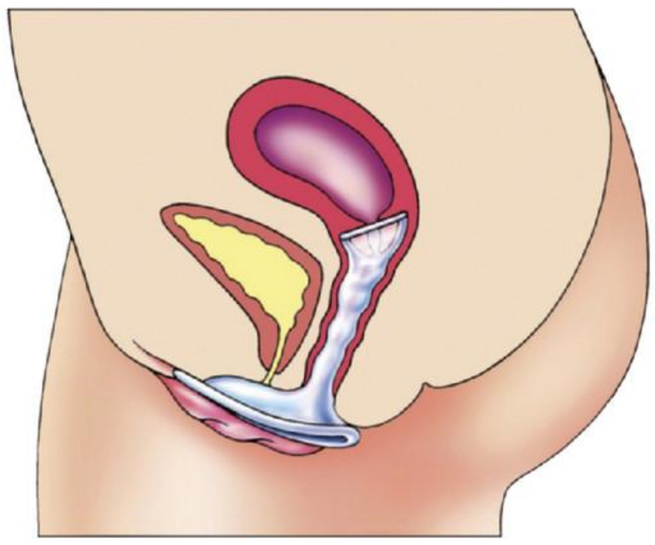
Afb. 3 Gebruik van het mannencondoom.



1 Plaats het condoom om de eikel.

2 Houd het topje van het condoom vast en rol met de andere hand het condoom over de penis.

Afb. 4 Het vrouwencondoom.



Anticonceptiepil

De **anticonceptiepil** (**de pil**) bevat hormonen. De hormonen zorgen ervoor dat:

- er geen eicel gaat rijpen en vrijkomt
- het slijm in de baarmoederhals moeilijker doorlaatbaar wordt voor zaadcellen
- het baarmoederslijmvlies niet wordt opgebouwd, waardoor innesteling niet mogelijk is

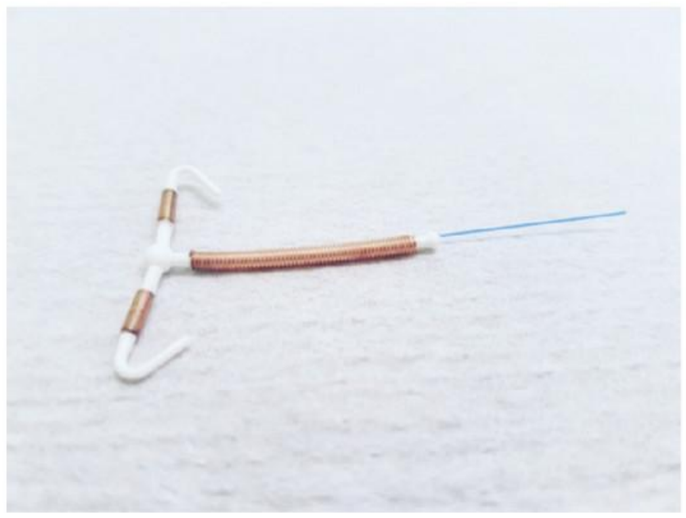
De tabletten zitten in een strip voor drie weken (zie afbeelding 5). Elke dag neem je er één. Na drie weken is er een stopweek: je slikt dan een week de pil niet.
In de stopweek heb je een lichte bloeding, vaak minder hevig dan je menstruatie.
Daarom gebruiken sommige vrouwen de pil als hun menstruatie erg pijnlijk of hevig is.
Als je de pil wilt gaan gebruiken, heb je de eerste keer een recept nodig. Dat krijg je van je huisarts of bij een spreekuur van Sense. Daarna haal je de pil steeds bij de apotheek met een herhaalrecept.

Afb. 5 Strips van ‘de pil’.

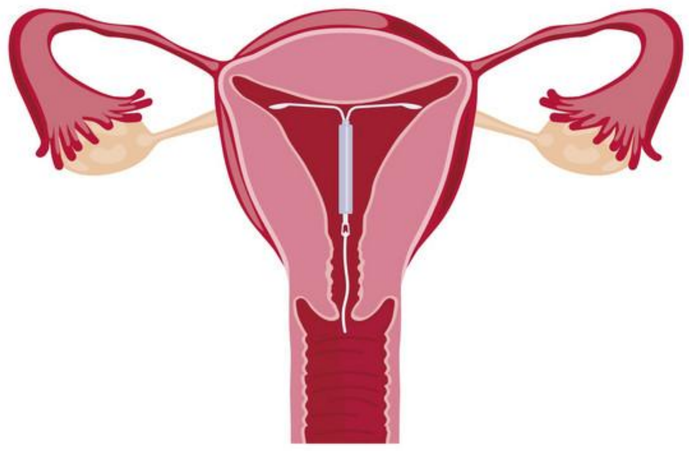
Koperspiraaltje

Een **spiraaltje** is een voorbehoedsmiddel dat door een arts in de baarmoeder wordt ingebracht. Het is een buigzaam plastic voorwerp. Na het inbrengen kun je de eerste twee maanden buikkrampen en bloedingen krijgen.
Er zijn twee soorten spiraaltjes: koperspiraaltjes en hormoonspiraaltjes. Een koperspiraaltje is omwikkeld met een koperdraadje (zie afbeelding 6). Het koper beschadigt de zaadcellen. Daardoor kunnen ze de eicel niet meer bevruchten. Ook maakt het koper de innesteling vrijwel onmogelijk. Een koperspiraaltje kan tussen de vijf en tien jaar blijven zitten.

Afb. 6 Het spiraaltje.



1 koperspiraaltje



2 spiraaltje in de baarmoeder

Hormoonspiraaltje

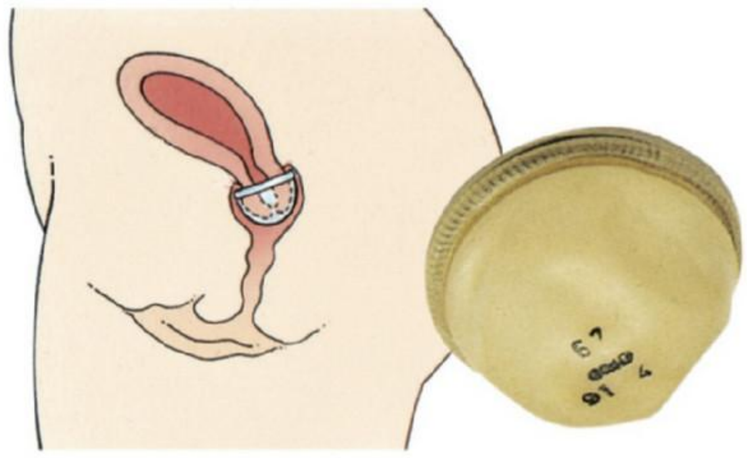
Net als een koperspiraaltje wordt een hormoonspiraaltje door een arts in de baarmoeder geplaatst. Een hormoonspiraaltje geeft voortdurend een kleine hoeveelheid hormonen af (zie afbeelding 7). Het zijn dezelfde hormonen als bij de pil, maar de hoeveelheid hormonen is wel kleiner. De maandelijkse bloeding is vaak minder hevig. Soms blijft de bloeding zelfs helemaal weg.
Na ongeveer vijf jaar is het hormoonspiraaltje uitgewerkt. Het moet dan worden verwijderd of vervangen.

Afb. 7 Het hormoonspiraaltje.

Pessarium

Een **pessarium** is een zacht rubberen koepeltje. Dit koepeltje bedekt de baarmoedermond (zie afbeelding 8). Je kunt het pessarium voor de geslachtsgemeenschap zelf inbrengen. De juiste vorm en maat moeten door een arts worden bepaald. De arts leert je ook hoe je het pessarium moet inbrengen. Om ervoor te zorgen dat het pessarium betrouwbaar is, moet het worden ingesmeerd met zaaddodende pasta. Na de geslachtsgemeenschap moet het minstens acht uur blijven zitten.

Afb. 8 Het pessarium.



1 pessarium om de baarmoedermond

2 zaaddodende pasta

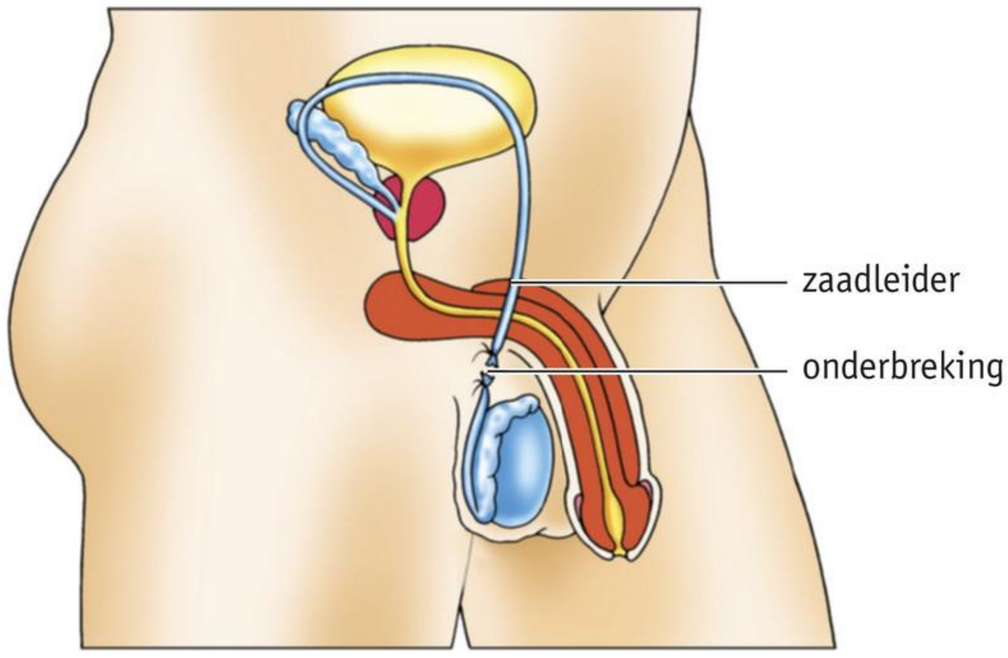
Sterilisatie

Iemand die geen kinderen (meer) wil, kan zich laten steriliseren. Bij **sterilisatie** word je met een operatie onvruchtbaar gemaakt.

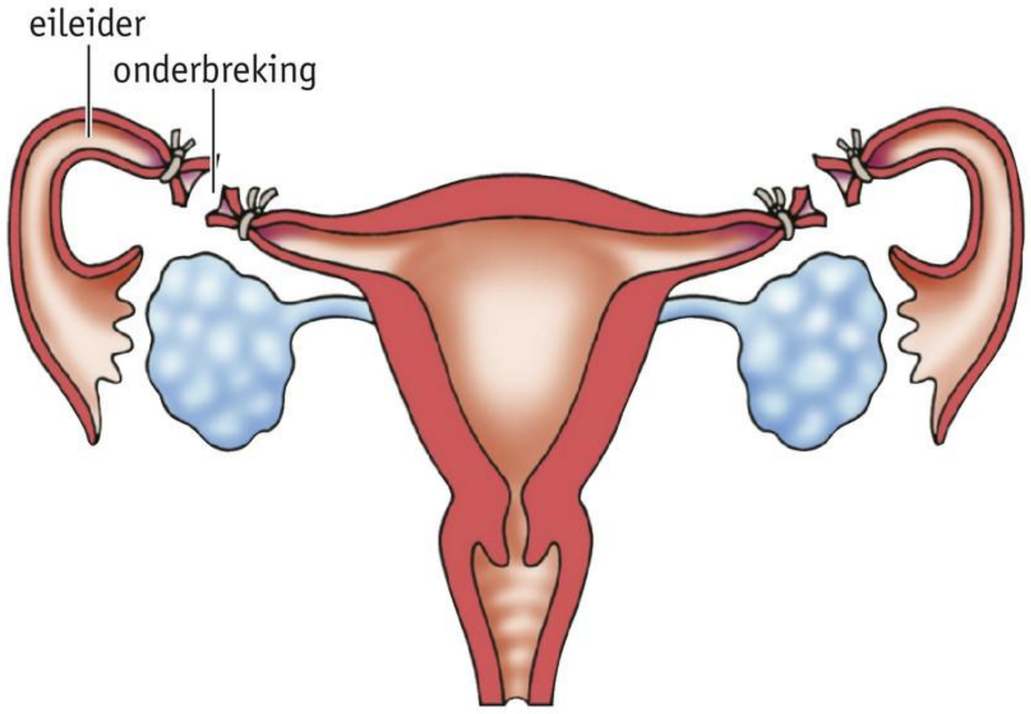
Bij een man worden de zaadleiders onderbroken (zie afbeelding 9). De productie van zaadcellen gaat normaal door. De man krijgt nog wel een zaadlozing, alleen bevat het sperma geen zaadcellen meer.

Bij een vrouw onderbreekt of blokkeert een arts de eileiders (zie afbeelding 10). Daardoor kunnen zaadcellen de eicel niet meer bereiken. Er blijven eicellen en hormonen vrijkomen. Een gesteriliseerde vrouw wordt dus gewoon ongesteld.

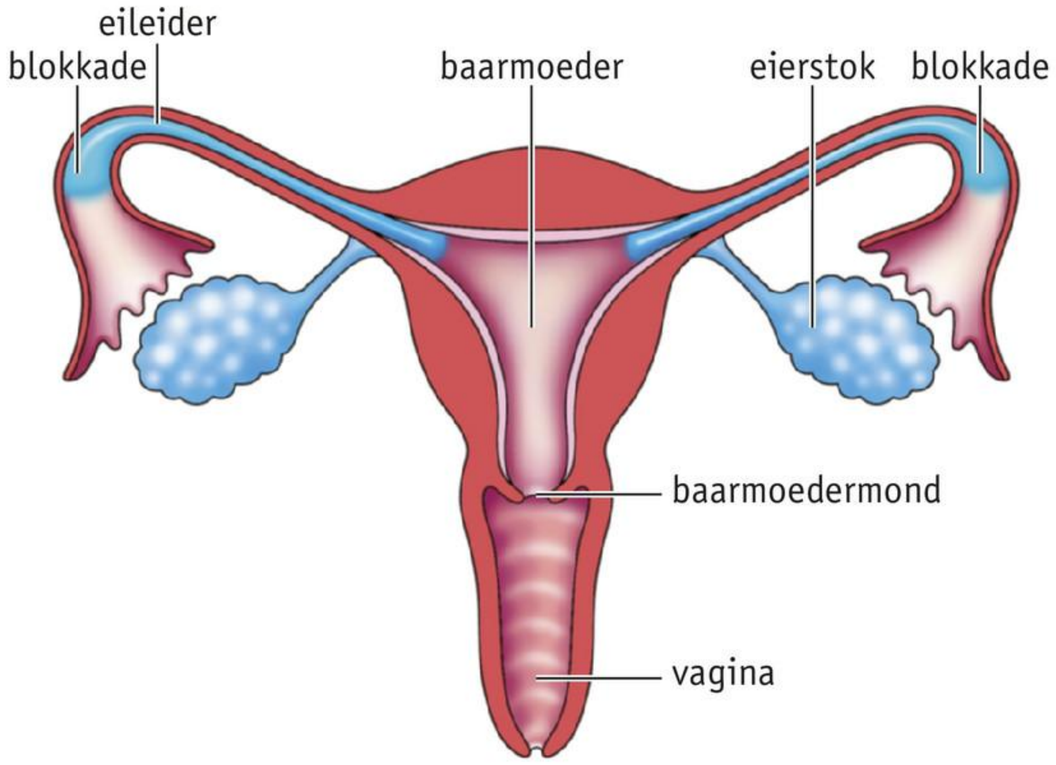
Afb. 9 Sterilisatie bij een man.



Afb. 10 Sterilisatie bij een vrouw.



1 onderbreken van de eileiders



2 blokkeren van de eileiders

ONBETROUWBARE METHODEN

Sommige methoden zijn betrouwbaarder dan andere. Geboorteregeling zonder voorbehoedsmiddelen is niet erg betrouwbaar. Deze onbetrouwbare methoden zijn:

- periodieke onthouding
- coïtus interruptus

Periodieke onthouding

Bij periodieke onthouding hebben een man en vrouw geen geslachtsgemeenschap tijdens de vruchtbare periode. Ze proberen de dag waarop de ovulatie plaatsvindt te bepalen door bijvoorbeeld de lichaamstemperatuur van de vrouw te meten of door deze op basis van de menstruatiecyclus te berekenen. Deze methode is onbetrouwbaar, omdat je nooit precies kunt bepalen wanneer de ovulatie plaatsvindt. Daarnaast kunnen zaadcellen een paar dagen overleven in het lichaam van een vrouw.

Coïtus interruptus

Bij coïtus interruptus trekt de man zijn penis terug uit de vagina als hij zijn zaadlozing voelt aankomen. De zaadlozing vindt dan buiten de vagina plaats. Deze methode is onbetrouwbaar, omdat in voorvocht ook al zaadcellen kunnen zitten.

KENNIS

1

a Wat zijn wensen binnen een seksuele relatie?

.....

b Wat zijn grenzen binnen een seksuele relatie?

.....

c Wie bepaalt wat jouw wensen en grenzen zijn?

.....

d Hierna staan zes omschrijvingen over seksueel geweld en misbruik.
Welk begrip hoort bij de omschrijving? Kies uit: *aanranding – grooming – incest – ongewenste intimiteiten – slutshaming – verkrachting*.

1 Wanneer een familielid seksuele handelingen met een slachtoffer verricht, spreek je van .....

2 Wanneer een volwassene online kinderen lokt, spreek je van .....

3 Wanneer iemand gedwongen wordt tot seksueel contact spreek je van .....

4 Wanneer iemand ongewenst het lichaam van een ander binnengaat, spreek je van .....

5 Wanneer iemand op sociale media weggezet wordt als slet of hoer spreek je van .....

6 Wanneer iemand tegen zijn of haar zin seksueel wordt aangeraakt, spreek je van .....

2

a Wat is een soa?

.....

b Op welke wijze kun je een soa voorkomen?
Door bij seksueel contact:
- ☐ A de pil te gebruiken.
- ☐ B een beflapje te gebruiken.
- ☐ C een condoom te gebruiken.
- ☐ D te kiezen voor coïtus interruptus.

c Waar kun je laten testen of je een soa hebt?

.....

3

a Is de methode of het voorbehoedsmiddel betrouwbaar of onbetrouwbaar?

1	coïtus interruptus	*betrouwbaar / onbetrouwbaar*
2	condoom	*betrouwbaar / onbetrouwbaar*
3	hormoonspiraaltje	*betrouwbaar / onbetrouwbaar*
4	koperspiraaltje	*betrouwbaar / onbetrouwbaar*
5	periodieke onthouding	*betrouwbaar / onbetrouwbaar*
6	pessarium met zaaddodende pasta	*betrouwbaar / onbetrouwbaar*
7	pessarium zonder zaaddodende pasta	*betrouwbaar / onbetrouwbaar*
8	pil	*betrouwbaar / onbetrouwbaar*
9	sterilisatie	*betrouwbaar / onbetrouwbaar*

b Hoe voorkomt het hormoonspiraaltje dat een vrouw zwanger wordt?

.....

.....

.....

c Cila is naar de huisarts gegaan. Ze heeft een vriend en denkt dat ze binnenkort seks met hem gaat hebben. Ze wil zich goed beschermen tegen een zwangerschap. Voor een soa is ze niet bang, omdat het voor hen allebei de eerste keer zal zijn. Cila wil geen hormonen gebruiken.
Welke voorbehoedsmiddelen kan haar huisarts haar dan adviseren?
anticonceptiepil / condoom / koperspiraaltje / pessarium / sterilisatie

d Waarom is coïtus interruptus geen betrouwbare manier van anticonceptie?
- ○ A De vruchtbare periode is niet precies vast te stellen.
- ○ B De zaadcellen kunnen ook langer in leven blijven.
- ○ C Er vindt soms toch een ovulatie plaats.
- ○ D Het voorvocht kan zaadcellen bevatten.

4

Sommige soa's worden veroorzaakt door een bacterie, andere door een schimmel of een virus.
Welke soa's zijn te genezen met antibiotica?
- ☐ A chlamydia
- ☐ B genitale wratten
- ☐ C gonorroe
- ☐ D hepatitis B
- ☐ E herpes genitalis
- ☐ F hiv/aids
- ☐ G HPV
- ☐ H syfilis

5

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

Wensen: .....

Grenzen: .....

Consent: .....

.....

Ongewenste intimiteiten: .....

Aanranding: .....

Verkrachting: .....

Incest: .....

Grooming: .....

Slutshaming: .....

Hormonen in voorbehoedsmiddelen voorkomen zwangerschap op drie manieren:

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

Voorbeelden van voorbehoedsmiddelen met hormonen:

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

Methoden en voorbehoedsmiddelen zonder hormonen:

- Condoom: .....

  .....
- Koperspiraaltje: .....

  .....
- Pessarium: .....

  .....
- Sterilisatie: .....

  .....

Onbetrouwbare methoden:

- Periodieke onthouding: .....

  .....
- Coïtus interruptus: .....

  .....

Soa	Ziekteverschijnselen	Hoe te genezen of te behandelen?	Mogelijke gevolgen zonder behandeling
Chlamydia			
Gonorroe			
Hepatitis B			
Herpes genitalis			
Hiv/aids			
HPV			
Syfilis			

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

6 Lees de tekst ‘Seksueel misbruik via sociale media’.
Als je jongeren vraagt of zij aan een vreemde online een naaktfoto zouden sturen, zegt een heel groot deel van hen nee. Toch gebeurt het volgens het NFI nog te vaak dat jongeren zo’n foto sturen naar iemand die ze denken te kennen. Maar vaak blijkt deze persoon helemaal geen bekende te zijn en slechte bedoelingen te hebben.

a Wat zou een reden kunnen zijn om met een vreemde contact te houden via sociale media?

b Wat kun je het best doen als iemand seksuele opmerkingen maakt of je dwingt om foto’s of filmpjes te sturen?

c Er komen vaak negatieve berichten in het nieuws over sociale media en seksualiteit. Maar er zijn ook veel jongeren die positieve ervaringen hebben met sociale media. Philip is een transman. Leg uit hoe sociale media Philip kan helpen.

d Savan is een rustige jongen die niet gemakkelijk met meisjes praat; hij kent ook niet veel meisjes. Hij zou wel heel graag een vriendin willen, maar weet niet hoe hij dit moet aanpakken.
Leg uit hoe sociale media Savan kan helpen.

e Als je een tijdje online contact hebt met iemand, is het vaak leuk om wat te gaan afspreken.
Leg uit wat een verstandige plek kan zijn om af te spreken.

Afb. 11

Seksueel misbruik via sociale media
Kinderen die het slachtoffer worden van seksueel misbruik, komen steeds vaker via sociale media in contact met de dader. Dat blijkt uit onderzoek van het Nederlands Forensisch Instituut (NFI).
Artsen van het NFI keken in opdracht van de politie en het Openbaar Ministerie naar 86 zedenzaken waarbij tieners tussen 11 en 15 jaar het slachtoffer werden. In 23 gevallen had de pleger het eerste contact gelegd op sociale media.
De werkwijze van de digitale kinderlokker wordt grooming genoemd. De groomer doet alsof hij geïnteresseerd is in zijn slachtoffer. Hij bouwt een vertrouwensrelatie op door over hobby’s en interesses te chatten en verzamelt zo persoonlijke informatie over de jongere. Op een bepaald moment stuurt hij aan op seks en vraagt hij zijn contact zich uit te kleden of seksueel getinte foto’s te sturen. Daarmee chanteert hij het slachtoffer en kan hij druk uitoefenen om ook daadwerkelijk ergens af te spreken.

Bron: www.nos.nl.

7 In tabel 1 staat wat je moet doen als je vergeten bent de pil in te nemen. Het schema komt uit de bijsluiter van een anticonceptiepil.
Lees de tekstjes en bekijk de afbeeldingen van de pillenstrips in afbeelding 12. Kies bij de vragen steeds uit mogelijkheid A tot en met G.

a Welke keuze moet Dara maken?

b Welke keuze moet Lauren maken?

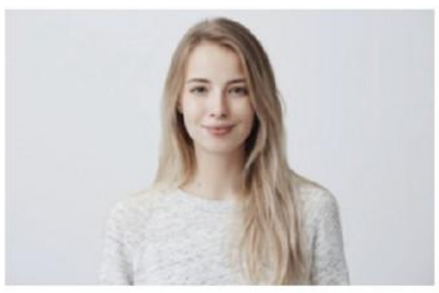
c Wat moet Nina doen? Ze heeft twee mogelijkheden.

d Hoewel je elke dag de pil moet nemen, en je er dus elke dag aan moet denken, is de pil erg populair.
Geef minstens twee voordelen van de pil.

Afb. 12 Wat te doen?

Op maandagavond ontdekt Dara dat ze op zondagavond de pil is vergeten. De zaterdagavond voor het vergeten van de pil heeft ze onbeschermde geslachtsgemeenschap gehad.

Op maandagavond ontdekt Lauren dat ze op zaterdagavond en zondagavond de pil is vergeten. Op de zondagavond van het vergeten van de pil heeft ze geslachtsgemeenschap gehad.



Op dinsdagavond ontdekt Nina dat ze op zondagavond en maandagavond de pil is vergeten. Op de vrijdag ervoor heeft ze onbeschermde geslachtsgemeenschap gehad.

Tabel 1 Bijsluiter anticonceptiepil.

Eén pil vergeten (de eerste pil meer dan 12 uur te laat)		A	De vergeten pil alsnog innemen en de strip vervolgen. Aanvullende maatregelen zijn niet nodig; de werking van de pil is niet verminderd.
Twee pillen vergeten (de tweede pil meer dan 12 uur te laat)	Week 1	B	Geen gemeenschap gehad vijf dagen voor het vergeten van de pil tot één week na het vergeten van de pil: • laatste vergeten pil alsnog innemen; • strip afmaken; • eerste zeven dagen bij gemeenschap condoom gebruiken.
		C	Wel gemeenschap gehad vijf dagen voor het vergeten van de pil tot één week na het vergeten van de pil: • morning-afterpil nemen; • laatste vergeten pil alsnog innemen; • strip afmaken; • eerste zeven dagen bij gemeenschap condoom gebruiken.
	Week 2	D	Pil blijft betrouwbaar: • laatste vergeten pil alsnog innemen; • strip afmaken.
	Week 3	E	• laatste vergeten pil alsnog innemen; • strip afmaken; • zonder stopweek doorgaan met een nieuwe strip.
		F	• stoppen met strip; • uiterlijk zeven dagen na de eerste vergeten pil met een nieuwe strip starten.
Drie of meer pillen vergeten		G	Vraag de huisarts om advies.

8 Sara en Anne-Lot hebben het over Jasper, het vriendje van Sara. Sara is met Jasper naar bed geweest, maar wilde dit eigenlijk niet. Ze voelde dat ze er nog niet aan toe was. Maar Jasper vertelde haar dat hij het wél graag wilde en dat hij het anders zou uitmaken en zou kiezen voor een meisje dat niet zo moeilijk zou doen. Anne-Lot vindt het heel erg dat Sara zich heeft laten overhalen door Jasper. Ze zegt tegen Sara dat dit eigenlijk verkrachting is, namelijk: seks hebben zonder dat je het wilt.
Leg uit dat Anne-Lot gelijk heeft.

9 HPV is een soa die door een virus wordt veroorzaakt. Het is een erg besmettelijk virus; bijna 80% van de mannen en vrouwen heeft het virus een keer opgelopen. Vaak geeft het geen klachten. Het lichaam moet zelf het virus opruimen. Dit kan één tot twee jaar duren. Gebeurt dit niet, door bijvoorbeeld een slechtere afweer, dan kun je er later ziek van worden. HPV kan dan namelijk baarmoederhalskanker, anuskanker of keelkanker veroorzaken.
Je kunt je tegen HPV laten inenten.

a Jongens kunnen geen baarmoederhalskanker krijgen. Toch kunnen zij ook worden ingeënt om zich te beschermen tegen het HP-virus.
Leg uit dat het voor jongens ook belangrijk is zich te laten inenten.

b Het virus kan zich op en rondom de vagina en de penis bevinden. Maar tijdens het vrijen kan het ook aan de handen of in de mond komen.
Leg uit dat het gebruik van een condoom maar in 70% van de gevallen voorkomt dat je besmet raakt met HPV.

c Elisa is geboren met één nier. Deze nier begint minder goed te werken. Daarom krijgt ze een donornier. Na de operatie krijgt Elisa medicijnen die haar immuunsysteem onderdrukken, zodat de donornier niet wordt afgestoten.
Leg uit dat, als Elisa het HP-virus na de operatie oploopt, ze later meer kans heeft op baarmoederhalskanker door HPV.

10 Suze heeft net biologieles gehad. In de pauze praat ze met haar vriendinnen na over wat ze zojuist van de docent hebben gehoord. Suze zegt tegen haar vriendinnen: ‘Als ik genoeg kinderen heb, laat ik me steriliseren. Lijkt me heerlijk, dan word ik tenminste ook niet meer ongesteld.’

a Klopt het wat Suze zegt? Leg je antwoord uit. Gebruik in je antwoord het woord ‘hormonen’.

b Leg uit dat de operatie voor een sterilisatie bij een man simpeler is dan bij een vrouw.

+ 11 Bekijk de grafiek in afbeelding 13. Je ziet het aantal afgenomen testen en het percentage positieve testen voor vier soa's. Bij een positieve test is iemand besmet met de soa.

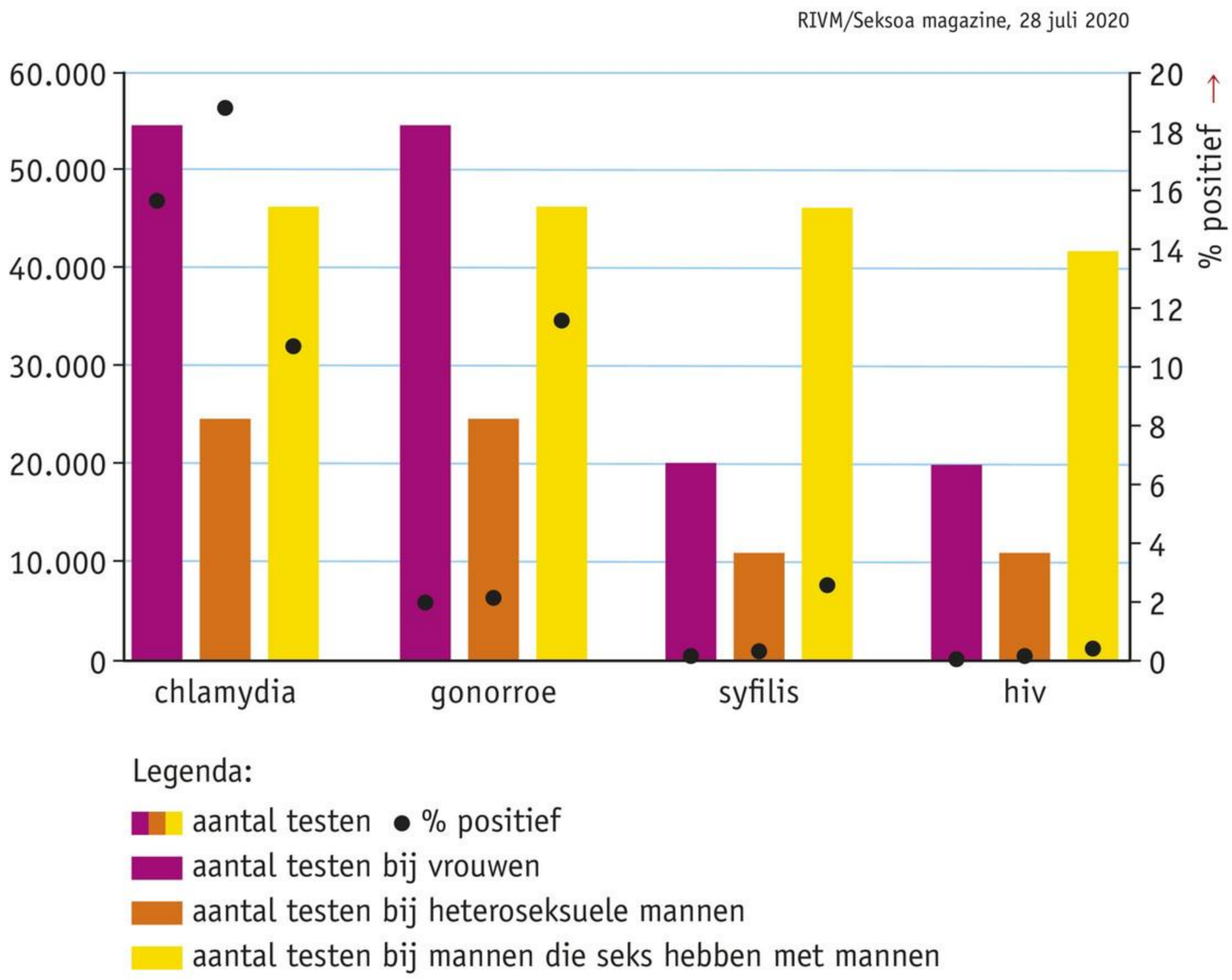
a Hoeveel vrouwen waren er volgens de grafiek besmet met chlamydia? Geef in je antwoord een berekening.

b Leg uit of chlamydia onder alle drie de onderzochte groepen de meest voorkomende soa is.

c In 2018 zijn 249 mensen positief getest op hiv. In 2019 waren dat er 164.
Met welk percentage is het aantal hiv-infecties in 2019 afgenomen vergeleken met 2018? Geef de berekening.

d In 2019 gaf 0,23% van de hiv-testen een positieve uitslag.
Hoeveel hiv-testen zijn er afgenomen in 2019? Leg je antwoord uit.
Tip: maak een verhoudingstabel (164 testen = 0,23% van het totale aantal testen).

Afb. 13 Totaal aantal testen en percentage positieve testen (2019) naar geslacht en geaardheid.



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

8 Erfelijkheidsonderzoek

LEERDOELEN

2.8.1 Je kunt situaties noemen waarin het verstandig is genetisch advies in te winnen.
2.8.2 Je kunt methoden van prenataal onderzoek beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	2.8.1	2.8.2
Onthouden	1b	2b
Begrijpen	1a, 3, 4ab, 5a	2a, 3
Toepassen	4c, 5b, 6ac, 8bc	4d, 7a, 8a
Analyseren	5c, 6b, 8d	7b

De meeste kinderen worden gezond geboren. Helaas zijn er ook kinderen met een aangeboren ziekte of aangeboren afwijking. Sommige daarvan zijn erfelijk.

GENETISCH ADVIES

Een erfelijkheidsonderzoeker onderzoekt de chromosomen van iemand. Daaraan kan hij zien of deze persoon in het DNA informatie heeft voor een erfelijke ziekte. Dat is belangrijk voor toekomstige ouders die zelf ziek zijn. Maar ook voor gezonde mensen bij wie een ziekte in de familie voorkomt.

Sommige mensen zijn zelf niet ziek, maar kunnen wel een ziekte doorgeven. Dat komt doordat zij op hun chromosomen de erfelijke informatie hebben voor een ziekte. Voor sommige ziekten heb je twee chromosomen met dezelfde informatie nodig om ziek te worden. Als je de informatie voor de ziekte maar op één chromosoom hebt en zelf niet ziek bent, dan ben je **drager** van die erfelijke ziekte. Bij een drager heeft de helft van de geslachtscellen een chromosoom met de erfelijke ziekte, de andere helft niet (zie afbeelding 1).

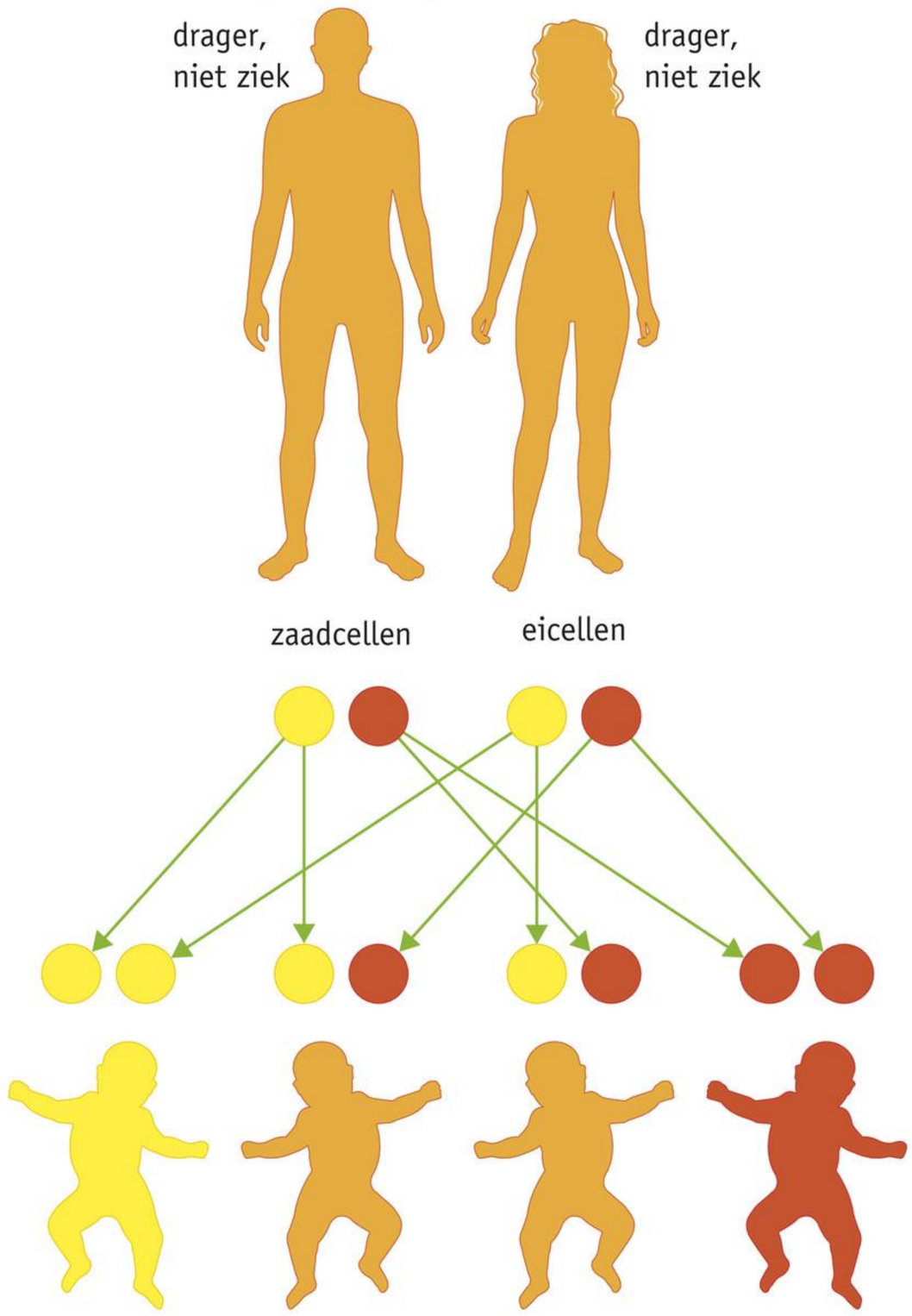
Als iemand in de familie drager is, is het verstandig om **genetisch advies** in te winnen. Je weet dan hoe groot de kans is dat je kinderen krijgt met de erfelijke ziekte of erfelijke afwijking. Daarbij wordt het DNA van verschillende familieleden onderzocht. De onderzoeker kijkt of de informatie voor een erfelijke ziekte of aandoening in het DNA voorkomt. Toekomstige ouders kunnen aan de hand van dit genetisch advies een besluit nemen over een eventuele zwangerschap.
Ook als de vrouw al enkele keren een miskraam heeft gehad, is het verstandig genetisch advies in te winnen.

PRENATAAL ONDERZOEK

Bij embryo's en foetussen kan ook erfelijkheidsonderzoek worden gedaan. Hiermee kun je al vóór de geboorte van een kind ziekten en/of afwijkingen vinden. Deze vorm van onderzoek wordt **prenataal onderzoek** genoemd. 'Prenataal' betekent 'vóór de geboorte'. Prenataal onderzoek kan gebeuren met behulp van:

- echoscopie
- NIPT (niet-invasieve prenatale test)
- vlokkentest
- vruchtwaterpunctie

Afb. 1 Geen drager, wel drager of ziek?



Echoscopie

Bij **echoscopie** controleert een arts of echografist de groei en de ligging van het ongeboren kind met behulp van een echoscoop (zie afbeelding 2). Dit apparaat zendt een geluid uit dat zo hoog is dat je het niet kunt horen. Dat geluid wordt in het lichaam teruggekaatst en door de echoscoop opgevangen. Een computer zet het teruggekaatste geluid om in beelden. Een arts of echografist bekijkt de beelden en controleert of het kind zich goed ontwikkelt en of het afwijkende kenmerken heeft. Als de voortplantingsorganen al tot ontwikkeling zijn gekomen, kun je ook zien of het kind een jongetje of een meisje is.

Afb. 2 Echoscopie bij een zwangere vrouw.

NIPT

Bij de NIPT wordt wat bloed van de moeder afgenomen. In het bloed van de moeder zit een beetje DNA van de placenta. Een groot deel van dit DNA is afkomstig van de moeder, een klein deel van de baby. Het DNA van de baby wordt onderzocht op chromosoomafwijkingen.
Deze test is mogelijk vanaf de tiende week van de zwangerschap. Soms blijkt uit de test een verhoogde kans op bepaalde ziekten. Dan wordt vaak een vlokkentest of vruchtwaterpunctie geadviseerd voor meer zekerheid.

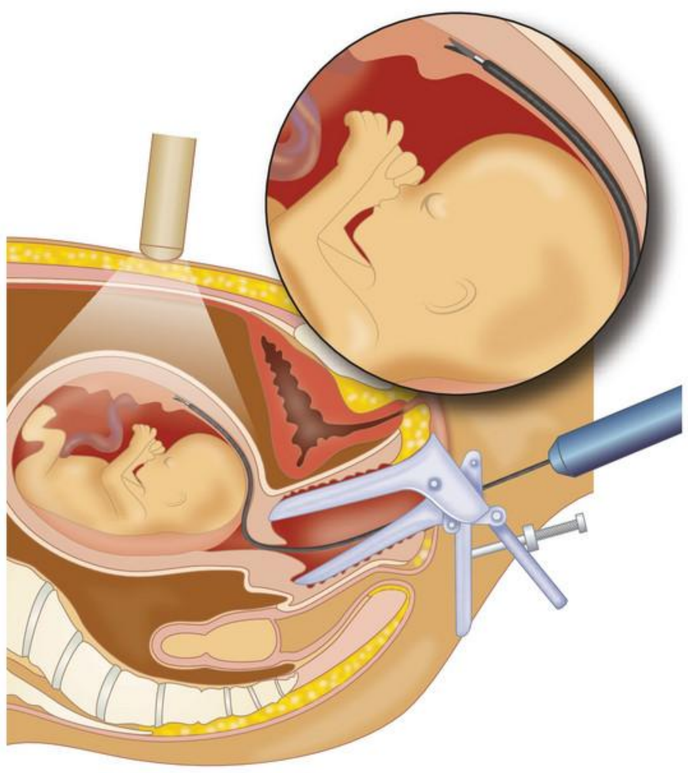
Vlokkentest

Vanaf de elfde tot veertiende week van de zwangerschap kan een **vlokkentest** worden gedaan. Hierbij wordt een klein beetje weefsel uit de placenta gehaald (zie afbeelding 3). Ook hier wordt gekeken naar chromosoomafwijkingen. Een voorbeeld van zo'n afwijking is taaislijmziekte.
Met een vlokkentest kun je ook vaststellen welke geslachtschromosomen een embryo heeft.

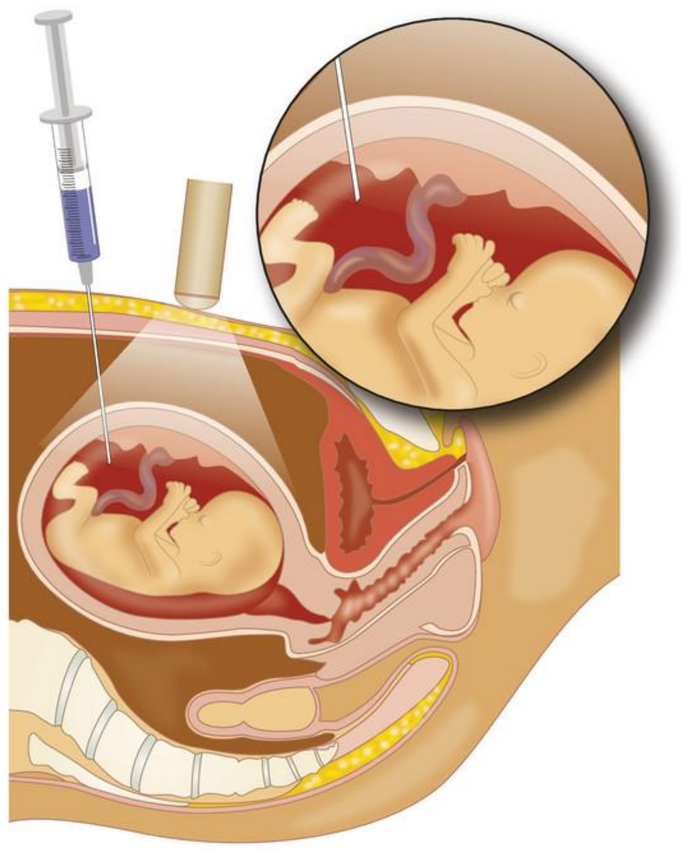
Vruchtwaterpunctie

Bij een **vruchtwaterpunctie** wordt via de buikwand en de wand van de baarmoeder wat vruchtwater weggezogen (zie afbeelding 4). In dit vruchtwater bevinden zich cellen van de foetus. De chromosomen uit deze cellen worden onderzocht. Met een vruchtwaterpunctie is ook vast te stellen welke geslachtschromosomen de foetus heeft. Een vruchtwaterpunctie is mogelijk vanaf de vijftiende tot zestiende week van de zwangerschap.

Afb. 3 Vlokkentest (schematisch).



Afb. 4 Vruchtwaterpunctie (schematisch).



De vlokkentest en de vruchtwaterpunctie zijn niet zonder gevaar. De kans op een miskraam wordt hierdoor iets groter. Daarom worden deze onderzoeken alleen uitgevoerd als daar een medische reden voor is. Bijvoorbeeld:

- als uit de NIPT blijkt dat er een verhoogde kans is op een erfelijke ziekte
- als een vrouw al enkele keren een miskraam heeft gehad
- als er een erfelijke ziekte in de familie voorkomt

KENNIS

1

a Is een aangeboren afwijking altijd erfelijk? *ja / nee*

b Welke mensen wordt aangeraden genetisch advies in te winnen als ze een kind willen?

- ☐ A Mensen die al enkele keren een miskraam hebben gehad.
- ☐ B Mensen die bij een vorig kindje een zware bevalling hebben gehad.
- ☐ C Mensen die zonder reden bang zijn voor een erfelijke afwijking bij het kind.
- ☐ D Mensen met een erfelijke ziekte in de familie.
- ☐ E Mensen van wie een familielid gehandicapt is door zuurstofgebrek bij de geboorte.

2

a Over welk(e) onderzoek(en) gaat de zin?

1 Bij deze onderzoeken worden de chromosomen van het ongeboren kind bestudeerd.
NIPT / vlokkentest / vruchtwaterpunctie

2 Bij deze onderzoeken is er een iets verhoogde kans op een miskraam.
NIPT / vlokkentest / vruchtwaterpunctie

3 Bij deze onderzoeken kan het geslacht van het ongeboren kind worden vastgesteld.
NIPT / vlokkentest / vruchtwaterpunctie

4 Dit onderzoek gebeurt via een buisje door de vagina.
NIPT / vlokkentest / vruchtwaterpunctie

5 Bij dit onderzoek wordt alleen bloed van de moeder onderzocht.
NIPT / vlokkentest / vruchtwaterpunctie

6 Bij dit onderzoek wordt het vruchtwater onderzocht.
NIPT / vlokkentest / vruchtwaterpunctie

7 Bij dit onderzoek wordt het weefsel uit de placenta onderzocht.
NIPT / vlokkentest / vruchtwaterpunctie

b Op welk moment in de zwangerschap wordt het onderzoek gedaan?

A	NIPT	◯	◯ 1 vanaf de 11e tot 14e week
B	vlokkentest	◯	◯ 2 rond de 10e week
C	vruchtwaterpunctie	◯	◯ 3 vanaf de 15e tot 16e week

3

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Het is verstandig genetisch advies in te winnen:
  - .....
  - .....
- Vul de tabel in.

Prenataal onderzoek	Omschrijving
Echoscopie	
NIPT	
Vlokkentest	
Vruchtwaterpunctie	

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4 Lees de tekst ‘Leven met een erfelijke belasting’.

a Hebben de ouders van Barbara voor de geboorte een erfelijkheidsonderzoek laten doen? Leg je antwoord uit.

b Is VHL een gevaarlijke ziekte? Leg je antwoord uit.

c Zou jij Barbara het advies geven om prenataal onderzoek te doen als ze zwanger is? Leg uit waarom je dat advies geeft.

d Alle pasgeboren baby’s worden via de hielprik op bepaalde ziekten gecontroleerd. Veel ziekten die worden opgespoord, zijn stofwisselingsziekten. Hierbij kunnen bepaalde stoffen in het lichaam niet worden aangemaakt of afgebroken.
Leg uit waarom het belangrijk is dat de hielprik zo snel na de geboorte wordt afgenomen.

Afb. 5

Leven met een erfelijke belasting

Vaak weten mensen niet dat ze erfelijk belast zijn met kanker. Dat geldt ook voor Barbara, draagster van de erfelijke en zeldzame kankersoort Von Hippel-Lindau (VHL).
‘Ik had vage klachten als misselijkheid, hoofdpijn en vermoeidheid. Eerst dacht ik dat het stress en vermoeidheid was. Ik stopte met gevechtskunsten en zocht een minder zware baan. Een huisarts zag mij lopen en stuurde me direct naar de neuroloog. Een MRI van mijn hersenen toonde een grote cyste aan, een tumor en vlekjes. Een ver familielid mailde dat ze me moesten onderzoeken op de erfelijke ziekte VHL. Er werden scans gemaakt, mijn ogen werden gecontroleerd en er werd bloed afgenomen. Een DNA-test wees uit dat het inderdaad VHL was: een erfelijke vorm van kanker die goedaardige en kwaadaardige tumoren kan veroorzaken op verschillende plekken in het lichaam.’

Naar: e-zine Jij, jaargang 3, nummer 5.

5 Lees de tekst ‘Erfelijke aandoeningen’.
Als een van de ouders een hart- of vaatziekte heeft, heeft een kind een verhoogde kans op hart- en vaatziekten.

a Wat kun je doen om de kans op deze ziekten te verkleinen?

b Waarom worden hart- en vaatziekten ‘voor een deel erfelijk’ genoemd?

c Mensen die veel aan radioactieve straling hebben blootgestaan, krijgen het advies om genetisch advies in te winnen als ze een kind willen.
Zoek op internet op wat radioactieve straling kan doen met de chromosomen in geslachtscellen. Leg uit waarom deze mensen dit advies krijgen.

Afb. 6

Erfelijke aandoeningen

Online vind je veel advies over gezond leven, maar je kunt niet alle aandoeningen voorkomen. Van duizenden aandoeningen is inmiddels bekend dat ze erfelijk zijn. Sommige erfelijke aandoeningen of ziekten krijgt een kind altijd als beide ouders het ‘zieke’ gen doorgeven. Voorbeelden zijn albinisme of taaislijmziekte.
Er zijn ook aandoeningen die voor een deel erfelijk zijn. Of je zo’n aandoening krijgt, hangt ook af van je manier van leven. Als een van je ouders een hart- of vaatziekte heeft, heb je een verhoogde kans op hart- en vaatziekten. Dit geldt ook voor bijvoorbeeld diabetes en sommige soorten kanker. Maar als je gezond eet, veel beweegt en niet rookt, wordt de kans op hart- en vaatziekten kleiner.

6 Lees de tekst 'Alcohol en zwangerschap' en bekijk de afbeelding.
Als een zwangere vrouw alcohol gebruikt, krijgt ook de foetus alcohol binnen. De foetus kan dan FAS (Foetaal Alcohol Syndroom) krijgen. Kinderen met FAS hebben meestal problemen met leren. Daarnaast hebben ze vaak afwijkingen in het gezicht en groeien ze langzaam.

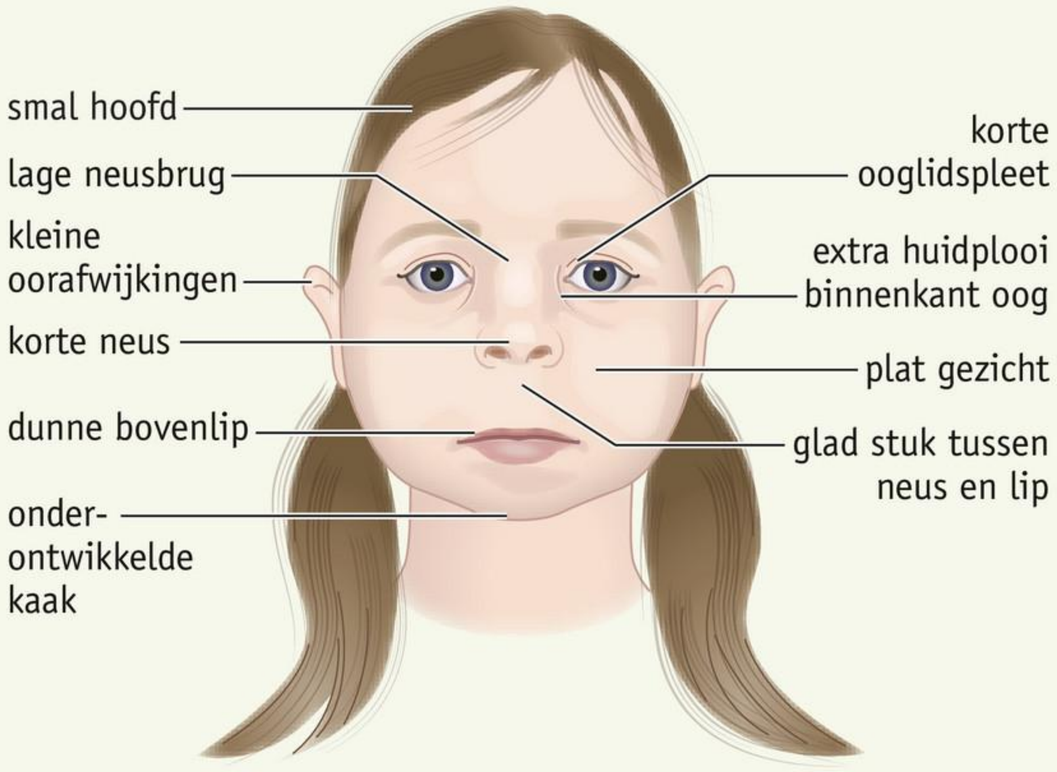
a Leg uit of FAS een aangeboren afwijking is.

b Leg uit of je met een erfelijkheidsonderzoek kunt aantonen dat een kind FAS heeft.

c FAS is een ziekte die niet te genezen is. Een kind zal zijn hele leven last hebben van de gevolgen ervan.
Wat is de enige manier om FAS te voorkomen bij een kind?

Afb. 7

Alcohol en zwangerschap
Zelfs met één mixdrankje tijdens de zwangerschap kun je het leven van je ongeboren kind verpesten.
Nikki is 3 jaar oud. In vergelijking met haar leeftijdsgenoten leert ze minder snel. Ze heeft een smalle bovenlip, spleetoogjes en een platte neus. Aan haar gezicht kun je zien dat ze FAS heeft.
FAS is de afkorting voor foetaal alcoholsyndroom. De moeder van Nikki dronk alcohol tijdens de zwangerschap. Op latere leeftijd kunnen kinderen met FAS last krijgen van overgewicht, hoge bloeddruk of problemen met hart- en bloedvaten. Ook komen gedragsproblemen voor bij deze kinderen.



lichamelijke kenmerken van FAS

7 Sommige aandoeningen of ziekten kunnen alleen worden opgespoord als het DNA van de baby wordt onderzocht. Andere kunnen juist alleen met een echo worden gezien. Daarom krijgen alle vrouwen in Nederland beide soorten onderzoeken aangeboden.

a Zoek op internet op welke ziekten of aandoeningen (minimaal drie per soort onderzoek) alleen met een echo kunnen worden gezien en welke alleen met DNA-onderzoek.

b Zwangere vrouwen willen voorkomen dat zij besmet raken met bepaalde ziekteverwekkers.
Toxoplasma gondii is een eencellige parasiet die toxoplasmose veroorzaakt. Vaak geeft een besmetting geen of weinig klachten. Vroeg in de zwangerschap kan deze parasiet echter voor een miskraam zorgen. Later in de zwangerschap kan het aangeboren afwijkingen aan bijvoorbeeld de ogen geven.
Leg uit dat met prenataal onderzoek niet wordt onderzocht of de baby besmet is geraakt met de *Toxoplasma gondii*.

+ 8 Als een vrouw 36 jaar of ouder is, neemt bij zwangerschap de kans toe dat ze een kind krijgt met een chromosoomafwijking. Een voorbeeld van zo'n afwijking is het downsyndroom (zie afbeelding 8).

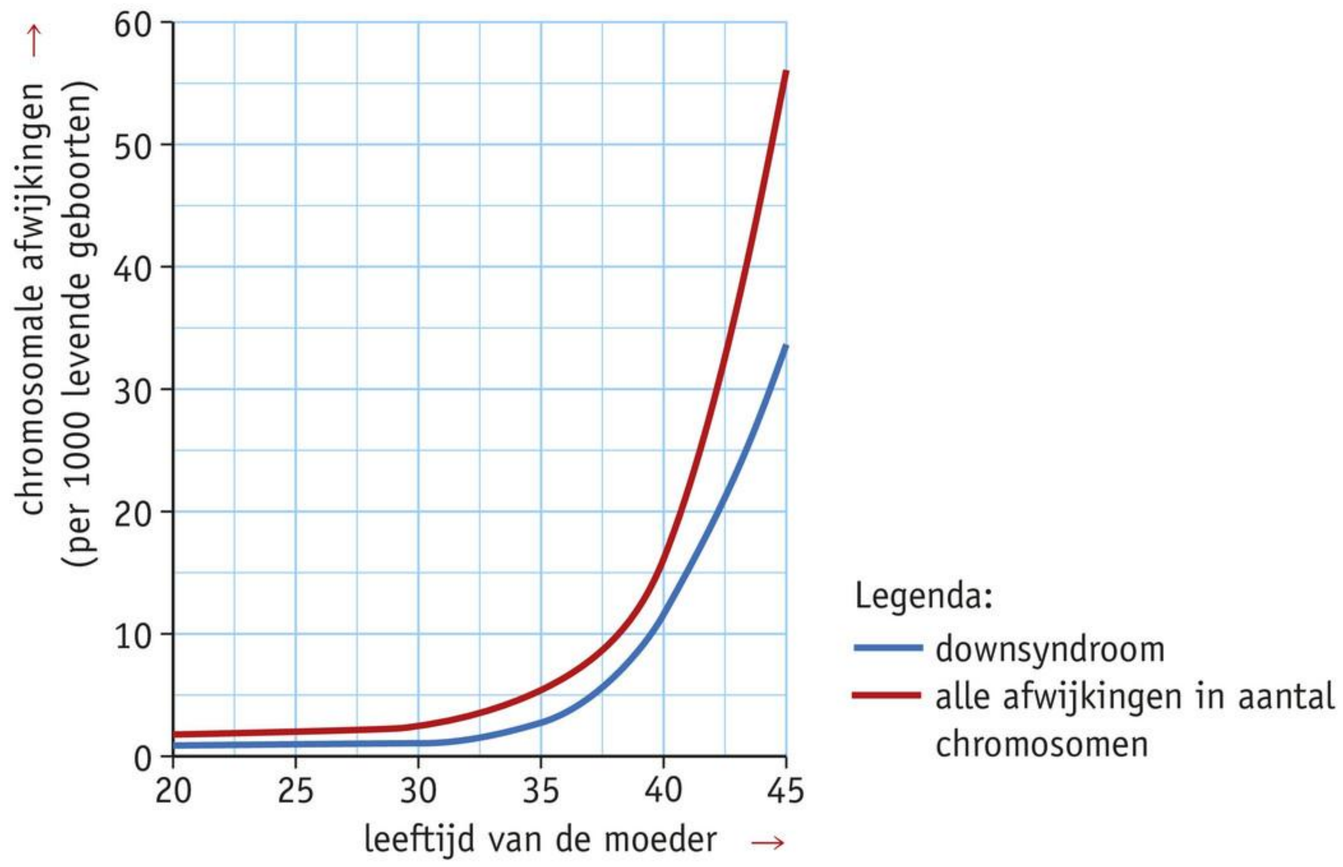
a Met welke typen prenataal onderzoek kan met zekerheid worden vastgesteld dat het kind een chromosoomafwijking heeft?

b Hoe groot is de kans op een kind met het downsyndroom als de moeder 39 jaar oud is? Geef je antwoord in procenten.

c Een 44-jarige vrouw is zwanger. Deze vrouw wilde eigenlijk al zwanger worden toen ze 41 jaar was, maar ze stelde haar beslissing drie jaar uit.
Door het uitstel is de kans op mogelijke erfelijke afwijkingen groter geworden. Hoeveel keer groter is die kans?

d Vooral vrouwen hebben meer kans om op latere leeftijd een kind te krijgen met een chromosoomafwijking. Bij mannen speelt dit vrijwel niet.
Leg uit waardoor dit verschilt.

Afb. 8 Hoe ouder de moeder is, hoe groter de kans is op een kind met een afwijking.



Bron: https://journalclubnl.wordpress.com/2009/06/11/review-down-syndroom-screening-nejm/

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

Samenhang

MET MELK MEER MANS

Jongens hebben, net als meisjes, tepels (zie afbeelding 1). Bijna alle mannetjeszoogdieren hebben tepels. De functie van tepels bij vrouwtjes is duidelijk: nadat er jongen geboren zijn, drinken ze melk bij de moeder, die door de tepels naar buiten komt. Maar zijn de tepels bij mannetjes alleen maar fopspenen?

ROMP

De ontwikkeling van een embryo in de baarmoeder begint met de romp. Hierin ontstaan al snel allerlei organen. Het hart klopt bijvoorbeeld al na een week of vier en er ontwikkelen zich ook al longen en een lever. Ook krijgt het rompje al tepels en ontstaan er voorlopers van de geslachtsorganen. De eerste acht weken is er nog geen verschil tussen meisjes en jongens. Pas na die tijd gaan de geslachtschromosomen aan het werk. Als er een Y-chromosoom is, ontwikkelen de voorlopers van de geslachtsorganen zich tot onder andere een penis en teelballen. Is er geen Y-chromosoom, dan ontstaan er uit dezelfde voorlopers onder andere eierstokken en een clitoris.

SEKSUALITEIT

Borsten en tepels spelen een belangrijke rol bij de seksualiteit. De ronde vorm van borsten kan opwindend zijn voor de partner. En vooral de tepel is erg gevoelig. Zowel vrouwen als mannen vinden het vaak prettig als hun tepels met de handen of de mond gestimuleerd worden.

HEKSENMELK

Door de invloed van hormonen groeien de tepels bij vrouwen tijdens de puberteit. En wanneer een vrouw zwanger is, worden ze tijdelijk nog groter. De zwangerschapshormonen die voor het groeien van de borsten zorgen, kunnen in de baby terechtkomen. Daardoor kan een baby in de eerste weken na de geboorte opgezette borstjes hebben. Bij ongeveer een op de twintig baby's komt er zelfs een beetje melk uit de tepels. Dat wordt heksenmelk genoemd. Het gebeurt net zo vaak bij jongetjes als bij meisjes. Het is dus een heel normaal verschijnsel. Ouders hoeven zich er dus geen zorgen over te maken. Het gaat na een paar weken vanzelf over.

Afb. 1 Ook jongens hebben tepels.

OPDRACHTEN

1 De titel van deze samenhang is ‘Met melk meer mans’. Dat is een slogan die vroeger vaak werd gebruikt in reclames voor melk. Ze bedoelen daarmee dat je van melk sterk wordt. ‘Mans’ betekent ‘mannelijk’.

a Bedoelen de reclames met ‘mans’ de biologische eigenschappen van een man, of de eigenschappen die mensen mannelijk vinden? Leg je antwoord uit.

b Gaat de slogan ‘Met melk meer mans’ over gender of over geslacht?

c Wat vind je van de slogan ‘Met melk meer mans’?

2

a Is een borst een orgaan? Leg je antwoord uit.

b Bij welk organisatieniveau hoort het voortplantingsstelsel?

c Spelen tepels een rol bij seksualiteit? Leg je antwoord uit.

3

a Is de groei van tepels voor meisjes een secundair geslachtskenmerk? Leg je antwoord uit.

b De zwangerschapshormonen van de moeder kunnen in het bloed van de foetus terechtkomen.
Beschrijf de route van een hormoon dat in de hypofyse wordt geproduceerd en in de foetus terechtkomt.

4 Lees de tekst ‘Het syndroom van Swyer’.

a Is het syndroom van Swyer een seksueel overdraagbare aandoening? Leg je antwoord uit.

b Kun je door prenataal onderzoek tijdens een zwangerschap vaststellen of een ongeboren baby het syndroom van Swyer heeft? Leg je antwoord uit.

c Janneke heeft een zus die het syndroom van Swyer niet heeft.
Kan de zus van Janneke drager van het syndroom zijn?

d Als Janneke in de puberteit een andere hormoonbehandeling had gekregen, had ze dan een penis en teelballen kunnen krijgen? Leg je antwoord uit.

Afb. 2

Het syndroom van Swyer

Janneke heeft het syndroom van Swyer. Dat is een genetische afwijking van het Y-chromosoom. Janneke heeft namelijk een X- en een Y-chromosoom, maar bij haar werkt het Y-chromosoom niet goed. Daardoor kwam Janneke niet als jongetje, maar als meisje ter wereld: in plaats van mannelijke, heeft Janneke vrouwelijke primaire geslachtskenmerken. Ze kwamen er in het ziekenhuis pas achter dat Janneke het syndroom van Swyer had, toen ze in de puberteit niet ongesteld werd en haar borsten niet gingen groeien. Janneke heeft een hormoonbehandeling gekregen. Daardoor kreeg Janneke alsnog grotere borsten.

5 Als iemand transgender is, kan hij of zij geopereerd worden. Het geslacht wordt dan veranderd. Deze operatie kun je pas krijgen als je 18 jaar of ouder bent.

a In welke levensfase zit je als je 18 jaar bent?

b Aan het begin van de puberteit kan een transgender jongere bepaalde medicijnen slikken. Die medicijnen worden puberteitsremmers genoemd. Ze stoppen de ontwikkeling tot volwassene.
Hebben puberteitsremmers invloed op primaire of op secundaire geslachtskenmerken? Leg je antwoord uit.

c Welk voordeel heeft het stilzetten van de ontwikkeling tot volwassene bij een transgender jongere?

d Soms denken kinderen dat ze transgender zijn, maar blijkt dat later toch niet het geval.
Moet iemand een geestelijke of een lichamelijke ontwikkeling doormaken om zeker te weten dat hij of zij transgender is? Leg je antwoord uit.

e Leg uit dat een transgender die als man geboren is vrouwelijke borsten kan krijgen door een hormoonbehandeling te ondergaan.

6 In Maleisië leven vleermuizen waarbij zowel de vrouwtjes als de mannetjes melk geven. De borsten van de mannetjes zijn een stuk kleiner dan de borsten van de vrouwtjes, maar er komt wel melk uit.

a Zijn vleermuismannetjes die melk geven intersekse? Leg je antwoord uit.

b Wat zou een voordeel kunnen zijn voor de vleermuizen dat ook de mannetjes melk geven? Leg je antwoord uit.

Ga naar de *Extra stof*.

Leren onderzoeken

1 EEN LOGBOEK BIJHOUDEN

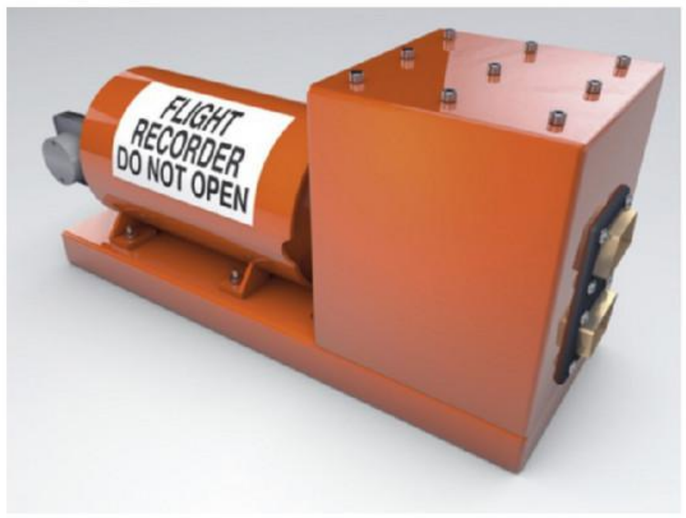
LEERDOEL

2.0.1 Je leert hoe je een logboek bijhoudt en wat de functie daarvan is. ▶ Practicum 1

WAT IS EEN LOGBOEK?

In een logboek houd je bij welke handelingen je uitvoert en onder welke omstandigheden. Dat kan digitaal en op papier.
Vroeger werden logboeken vooral bijgehouden op schepen. In het logboek schreef de kapitein elke dag de snelheid en de koers. Tegenwoordig heeft een schip of een vliegtuig een zwarte doos (zie afbeelding 1). Die slaat automatisch alle gegevens op van de reis. Als het vliegtuig neerstort of het schip zinkt, kun je met de zwarte doos onderzoeken op welk moment en waarom het is misgegaan.

Afb. 1 De zwarte doos uit een vliegtuig.



WAT IS HET NUT VAN EEN LOGBOEK?

Als je een logboek bijhoudt, kun je achteraf precies nagaan wat je hebt gedaan. Ook weet je wanneer je het hebt gedaan en hoe je het hebt gedaan. Dat is bijvoorbeeld handig als je het nog een keer zou willen doen. Of als er iets niet goed is gegaan en je wilt weten hoe dat komt.

Enkele voorbeelden van het nut van een logboek

- Iemand die in het ziekenhuis ligt, wordt regelmatig gecontroleerd op lichaamstemperatuur, hartslag en bloeddruk. Dit wordt bijgehouden in een logboek. Artsen en verpleegkundigen kunnen zo zien wanneer een afwijkende waarde wordt gemeten.
- Voor het onderhoud van de auto en de cv-ketel houdt de monteur een onderhoudslogboek bij.
- Een fit-app houdt bij hoe je sportprestaties verbeteren, bijvoorbeeld met hardlopen.
- Een duiker houdt zijn duiken bij om later terug te kunnen kijken waar hij allemaal heeft gedoken en wat hij daar heeft gezien. Ook kan hij hiermee aantonen hoeveel duikervaring hij heeft.

Als je (met anderen) op school een onderzoek moet doen, maak je soms een verslag of een presentatie. Dan is het handig dat je nog weet wie wat gedaan heeft op welke momenten. Achteraf weet je dit vaak niet meer zo nauwkeurig. Daarom houd je een logboek bij.

HOE HOUD JE EEN LOGBOEK BIJ?

In een logboek houd je bij wanneer je iets hebt gedaan. Zet er ook bij wat je gedaan hebt, en als je met anderen samenwerkt, wie wat gedaan heeft. Dit mag je kort opschrijven. Een tabel is handig. Een voorbeeld van een logboek zie je in afbeelding 2.

Afb. 2 Logboek van onderzoek naar humboldtpinguïns.

Datum	Dag	Waar	Tijd	Wat	Wie
4-4.'18	Woensdag	School	45 min.	Dier uitkiezen, informatie zoeken en website maken.	Julia, Youri en Daniëlle
6-4.'18	Vrijdag	School	45 min.	Logboek en planning aanmaken en vooronderzoek afronden.	Julia, Youri en Daniëlle
13-4.'18	Vrijdag	School	10 min.	Website verbeteren.	Youri
20-4.'18	Vrijdag	School	45 min.	Eigen logboek maken en nieuwe onderzoeksvraag bedenken.	Julia, Youri en Daniëlle
24-4.'18	Dinsdag	Thuis	15 min.	Lijst maken.	Youri
26-4.'18	Donderdag	Wildlands	55 min.	Vier Pinguins.	Julia, Youri en Daniëlle
17-5.'18	Donderdag	School	45 min.	Protocolbladen overtypen in Word.	Youri en Daniëlle
5-6.'18	Dinsdag	Thuis	20 min.	Laatste dingen afmaken.	Youri

1 logboek van Youri

Datum	Dag	Waar	Tijd	Wat	Wie
4-4.'18	Woensdag	School	45 min.	Dier uitkiezen, informatie zoeken en website maken.	Julia, Youri en Daniëlle
4-4.'18	Woensdag	Thuis	90 min.	Website decoreren en achtergrond informatie opgezocht.	Daniëlle
6-4.'18	Vrijdag	School	45 min.	Logboek en planning aanmaken en vooronderzoek afronden.	Julia, Youri en Daniëlle
20-4.'18	Vrijdag	School	45 min.	Logboek maken en nieuwe onderzoeksvraag bedenken.	Julia, Youri en Daniëlle
26-4.'18	Donderdag	Wildlands	55 min.	Vier pinguins observeren.	Julia, Youri en Daniëlle
17-5.'18	Donderdag	School	45 min.	Dingen verzamelen om in de website te zetten.	Daniëlle
7-6.'18	Donderdag	Thuis	30 min.	Website helemaal afmaken.	Daniëlle

2 logboek van Daniëlle

OPDRACHT

1

a Leg in je eigen woorden uit wat een logboek is.

b Geef twee voorbeelden van een logboek die niet in de tekst worden genoemd. Leg bij elk voorbeeld uit wat het nut is van dat logboek. Je mag zoeken op internet.

c Klaas-Jan heeft al een tijd een hoge bloeddruk en heeft hier veel klachten van. Elke keer als hij in het ziekenhuis komt, wordt zijn bloeddruk gemeten. Op een dag voelt hij zich nog slechter en gaat weer naar het ziekenhuis. Zijn bloeddruk is gedaald en is zelfs wat aan de lage kant. Na grondige onderzoeken blijkt dat Klaas-Jan een klein scheurtje heeft in een slagader. Gelukkig was hij er op tijd bij en heeft hij het overleefd.
Leg uit wat er gebeurd zou zijn als er geen logboek was van de bloeddruk van Klaas-Jan.

Practica

1 OVERDRACHTSSPEL

LEERDOELEN

2.7.2 Je kunt ziekteverschijnselen en genezingsmogelijkheden noemen van seksueel overdraagbare aandoeningen. **(SE)**
2.0.1 Je leert hoe je een logboek bijhoudt en wat de functie daarvan is.

- Basisstof 7
- Leren onderzoeken 1

50 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je gaat het overdrachtsspel spelen. Hierbij kun je zien hoe een soa overgedragen wordt binnen een groep mensen.
Je krijgt een beker met een vloeistof. Eén beker bevat zogenaamd een virus dat een soa veroorzaakt. Je kunt seksueel contact met een klasgenoot nabootsen door de vloeistof onderling uit te wisselen. Daarbij giet je alle vloeistof in één beker en verdeelt de vloeistof daarna weer over de twee bekers.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ bekertjes (één per speler)
- ☐ zetmeeloplossing (zetmeelpoeder met water)
- ☐ melk
- ☐ water
- ☐ joodoplossing
- ☐ pen en papier

WAT MOET JE DOEN?

- Vorm tweetallen.
- In elk tweetal is er een speler en een schrijver. De schrijver houdt het logboek bij.
- Elke speler krijgt een naam en zorgt ervoor dat deze goed zichtbaar is.
- Elke speler kiest een rol. Je docent zorgt voor een gelijke verdeling van de categorieën. Dus vraag eerst in welke categorie jij een rol krijgt.
- Kies een rol die bij jouw categorie past, of bedenk zelf een rol in de aan jou toegewezen categorie.
- Het is belangrijk dat je je aan je spelersrol houdt!
- Je gaat het spel spelen. Je loopt door het klaslokaal en maakt een praatje met je klasgenoten.
  Let op! Je speelt de rol die je hebt gekozen. Stel je dus eerst even voor aan die ander.
- Als jullie *onveilige* seks hebben, giet je de inhoud van de bekers in elkaar over. Daarna verdeel je de inhoud weer over de twee bekers.
- Als jullie *veilige* seks hebben, proost je met de bekers. Je kunt natuurlijk ook een praatje maken zonder seks te hebben.
- De schrijvers houden hun spelers in de gaten en vullen het logboek in. Noteer de volgorde van de contacten. Noteer na elk contact: met wie maakte de speler contact, hadden ze seks, veilig of onveilig?
- Na 10 minuten gaat iedereen weer op zijn plek zitten.

Doe na het spel in je bekertje vijf druppels joodoplossing. Verschijnt er een zwart wolkje, dan ben je besmet met het virus.
Verschijnt er geen zwart wolkje, dan ben je niet besmet met het virus.

De rollen

Hierna staan tien voorbeelden van rollen. Je kunt ook zelf een rolbeschrijving maken.
De rollen zijn verdeeld in vier categorieën:

1 seksueel actief, altijd onveilig
2 seksueel actief, soms veilig, soms niet
3 seksueel actief, altijd veilig
4 seksueel niet actief

Rollen van de jongens

Ben 1 *seksueel actief, altijd onveilig*
Jouw motto: leef nu het nog kan, het kan morgen afgelopen zijn. Geen zorgen over morgen. Je doet dus precies waar je zin in hebt en maakt je geen zorgen over de mogelijke gevolgen.

Ira 2 *seksueel actief, soms veilig, soms niet*
Je vier oudere broers zijn altijd bezig met het vinden van knappe meisjes. Jij wilt ook graag meedoen met de praatjes van je broers. Jij doet je best ook regelmatig een meisje mee naar huis te nemen. Het meisje bepaalt vaak of jullie veilig vrijen of niet. De ene keer gebruik je een condoom, maar je hebt ook weleens seks zonder condoom.

Jelle 2 *seksueel actief, soms veilig, soms niet*
Iedereen weet dat je op jongens valt; daar doe je helemaal niet geheimzinnig over. Jongens zijn toch ook gewoon heel leuk. Je hebt al met een paar jongens seks gehad, maar je bent weleens een condoom vergeten.
Er zit nu een meisje in de klas waar je je ogen niet van af kunt houden. Val je misschien ook op meisjes? Je zou best weleens willen kijken hoe het is om met een meisje seks te hebben.

Wesley 3 *seksueel actief, altijd veilig*
Meisjes aanbidden je en je maakt gebruik van de aandacht van meisjes. Maar er is één meisje extra speciaal voor jou en dat is je vriendin. Jullie hebben nog maar net een relatie, maar jullie hebben wel al seks met elkaar gehad. Je hebt je nog niet laten testen. Daarom gebruiken jullie altijd een condoom.

Michael 4 *seksueel niet actief*
Meisjes houden je nog niet zo bezig. Eigenlijk vind je meisjes maar vervelend. Je wilt er niets mee te maken hebben. Je gaat liever gamen met je vrienden.

Rollen van de meisjes

Suus 1 *seksueel actief, altijd onveilig*
Je bent populair en daar geniet je van. Jongens kiezen jou vaak uit. Al deze aandacht vind je fijn, dus één vaste vriend is niets voor jou. Veilig vrijen doe je niet, want je kunt genoeg jongens krijgen die ook zonder condoom willen.

Anne 2 *seksueel actief, soms veilig, soms niet*
Je hormonen spelen behoorlijk op. Volgens je ouders moet je eerst van een jongen houden voordat je met hem vrijt. Maar wat weten zij er nou van? Het is al zo lang geleden dat zij jong waren. Bovendien zijn de tijden veranderd. Je hebt af en toe seks. Soms doe je het veilig, soms niet. Meestal wacht je af tot de jongen over condooms begint.

Damira 2 *seksueel actief, soms veilig, soms niet*
Je bent aan het experimenteren met jongens en met meisjes. Je bent er nog niet uit of je alleen op jongens, alleen op meisjes of op allebei valt. Maar maakt dat eigenlijk iets uit? Je hebt immers lol en je geniet. Je vertelt een meisje of een jongen eerlijk dat je nog niet weet waar je op valt. Als je geen condooms bij je hebt, vind je het niet erg om onveilige seks te hebben.

Dina 3 *seksueel actief, altijd veilig*
Je bent erg knap en heel populair. Je geniet van alle aandacht. Hoewel je de naam hebt goed in de markt te liggen, ben je verstandig genoeg voorzichtig te zijn. Je bent kieskeurig. Je houdt wel van een stevige vrijpartij, maar niet de eerste keer en zeker niet met zomaar iemand. Bovendien heb je altijd veilige seks.

Francis 4 *seksueel niet actief*
Met je vriendinnen praat je veel over jongens. Zij zeggen al behoorlijk wat ervaring te hebben. Jij niet. Voorlopig vind jij er nog niets aan; je hoeft niets van jongens te weten. Je gaat liever met vriendinnen lekker winkelen.

Logboek overdrachtsspel
Ik ben een *jongen* / *meisje* en mijn naam tijdens dit practicum is ...
Rol in categorie 1 / 2 / 3 / 4

Neem de tabel over. Zorg voor voldoende rijen om alle contacten in te vullen. Maak minstens vijftien rijen.
Noteer in je tabel de naam van degene met wie jouw speler 'contact' heeft en zet een kruisje in de juiste kolom (geen seks, veilige seks, onveilige seks).

	Contact met speler (letter)	Geen seks	Veilige seks	Onveilige seks
1				
2				
3				

OPDRACHTEN

1 Probeer met de klas te achterhalen wie door wie is besmet. Dit kan door de namen van alle spelers op het bord te zetten en dan met pijlen weer te geven wie met wie in welke volgorde onveilige seks heeft gehad. Gebruik daarbij de logboeken.

2
a Ben je tijdens het spel besmet geraakt met het virus?
b Wie van de jongens en meisjes in de voorbeeldrollen hebben de grootste kans om besmet te zijn?
c Hoeveel spelers deden er in totaal mee met het spel? En hoeveel spelers zijn besmet?
d Bij de start van het spel was één speler besmet.
Hoeveel procent van de spelers is uiteindelijk besmet geraakt?

Samenvatting

BASIS 1

GESLACHTSORGANEN

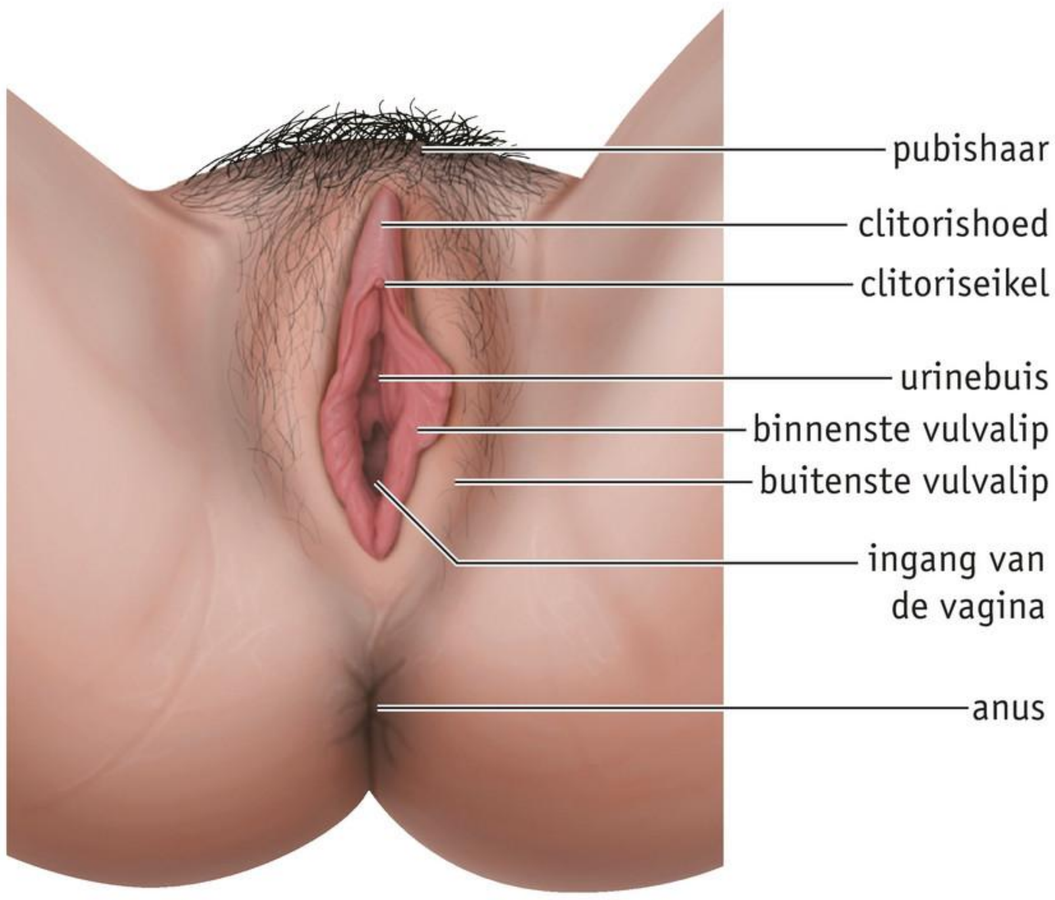
2.1.1 Je kunt de primaire geslachtskenmerken noemen.

- Geslachtskenmerken: lichamelijke kenmerken waaraan je het geslacht herkent.
- Geslacht (sekse): man of vrouw.
  - Intersekse: de geslachtskenmerken verschillen van de norm (man of vrouw), het lichaam heeft zowel mannelijke als vrouwelijke kenmerken.
- Primaire geslachtskenmerken zijn al bij de geboorte aanwezig.
  Primaire geslachtskenmerken die aan de buitenkant zichtbaar zijn:
  - bij jongens: balzak en penis (schacht, de eikel en de voorhuid)
  - bij meisjes: vulva (vulvalippen, clitoriseikel met clitorishoed en opening van de vagina)

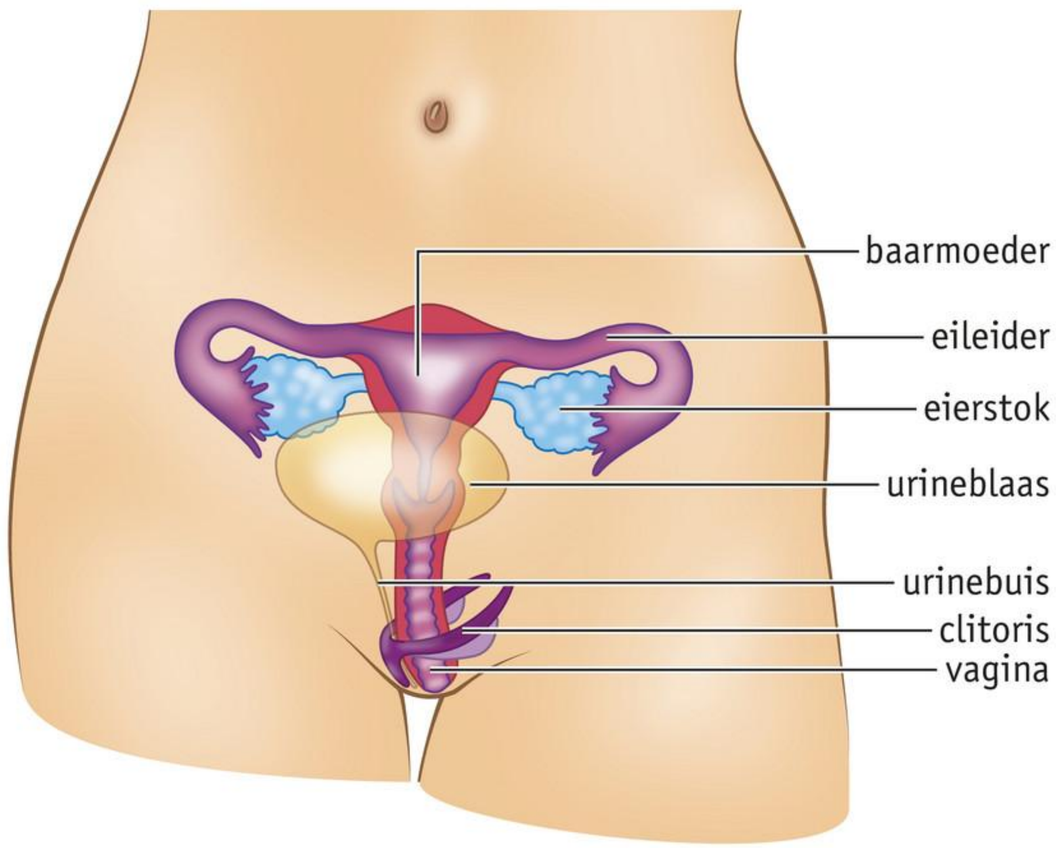
2.1.2 Je kunt de delen van het voortplantingsstelsel noemen en aanwijzen in een afbeelding. Ook kun je de bouw, functie en werking ervan beschrijven.

- Het voortplantingsstelsel bestaat uit alle organen die een rol spelen bij de voortplanting.
  - Geslachtsorganen zijn onderdeel van het voortplantingsstelsel.
- Geslachtsorganen zijn deels aan de buitenkant zichtbaar (uitwendig). Het grootse deel van de geslachtsorganen ligt in de buik (inwendig).

Geslachtsorganen van de vrouw



uitwendige geslachtsorganen vrouw

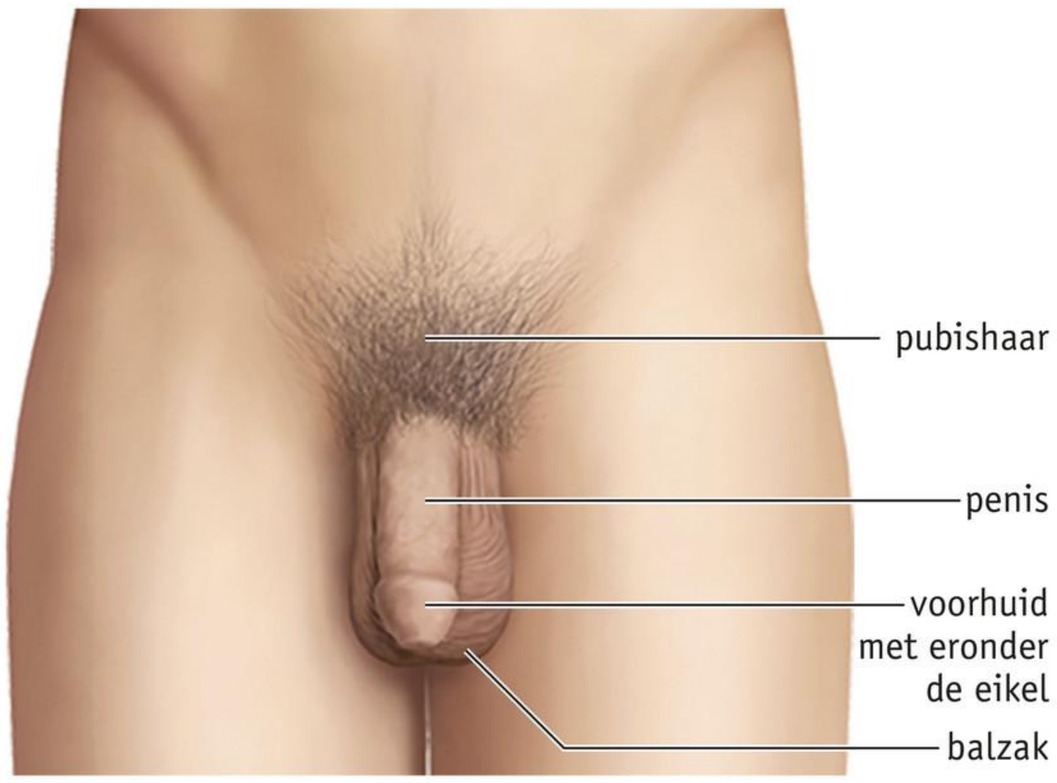


inwendige geslachtsorganen vrouw

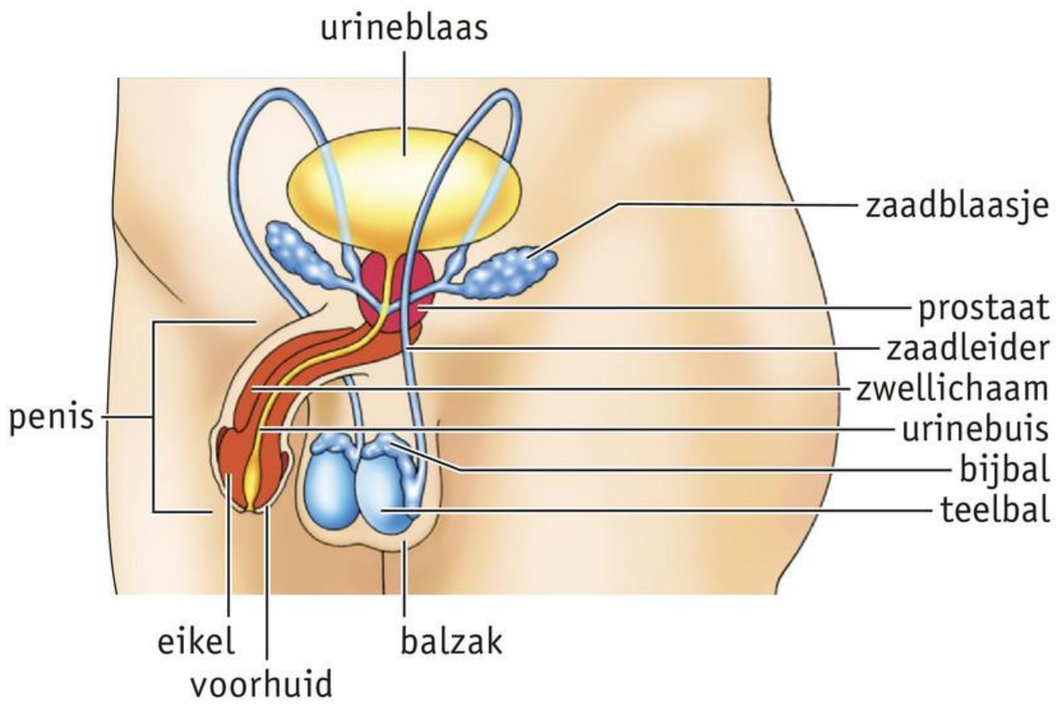
- Clitoris (kittelaar): gevoelig en reageert op prikkels die een fijn gevoel geven.
  - clitoriseikel (glans): gevoelig 'knopje' dat zichtbaar is aan de buitenkant
  - clitorishoed: huidplooi om de clitoriseikel
  - zwellichamen: vullen zich met bloed bij seksuele opwinding, ze worden groter en steviger
- Binnenste vulvalippen: de dunne, gladde huidplooien.
  - Tussen de binnenste vulvalippen liggen de openingen van de urinebuis en de vagina.
  - Produceren slijm bij seksuele opwinding.

- Buitenste vulvalippen: de dikke, behaarde huidplooien.
  - Na de puberteit zijn de binnenste vulvalippen bij de meeste vrouwen groter dan de buitenste.
- Vagina (schede): kanaal naar de baarmoeder.
  - Rond de opening kan een randje weefsel zitten: het maagdenvlies.
  - Produceert slijm bij seksuele opwinding.
- Eierstokken: hierin bevinden zich onrijpe eicellen.
  - Eicellen zijn de vrouwelijke geslachtscellen.
- Baarmoeder: hierin kan een bevruchte eicel zich ontwikkelen tot een kind.
  - De baarmoeder heeft een dikke gespierde wand die met slijmvlies is bekleed.

Geslachtsorganen van de man



uitwendige geslachtsorganen man



inwendige geslachtsorganen man

- Penis:
  - eikel (glans): gevoelig en reageert op prikkels die een fijn gevoel geven
  - voorhuid: huidplooi om de eikel
  - zwellichamen: vullen zich met bloed bij seksuele opwinding, ze worden groter en steviger
- Balzak: huidplooi waarin teelballen (zaadballen) en bijballen liggen.
  - teelballen: produceren zaadcellen
- Zaadleiders: vervoeren zaadcellen.
  - lopen langs zaadblaasjes en prostaat
- Urinebuis: vervoeren van urine en zaadcellen.
  - urinebuis loopt door de penis

BEGRIPPEN

baarmoeder
Orgaan waarin een bevruchte eicel zich kan ontwikkelen tot een kind.

balzak
Huidplooi waarin teelballen en bijballen liggen.

bijballen
Tijdelijke opslag van zaadcellen.

binnenste vulvalippen (binnenste schaamlippen, kleine vulvalippen)
Gladde huidplooien rond de vagina.

buitenste vulvalippen (buitenste schaamlippen, grote vulvalippen)
Behaarde huidplooien rond de vagina.

clitoris (kittelaar)
Geslachtsorgaan van de vrouw; bestaat uit zwellichamen (inwendig) en clitoriseikel (uitwendig).

eicellen
Vrouwelijke geslachtscellen.
penis
Uitwendig geslachtsorgaan van de man.
primaire geslachtskenmerken
Geslachtskenmerken die je bij de geboorte al hebt.
teelballen (zaadballen)
Delen die zaadcellen produceren.
urinebuis
Vervoeren van urine en sperma.
vagina (schede)
Kanaal naar de baarmoeder.
voorhuid
Huidplooi om de eikel
voortplanting
Het produceren van nageslacht.
voortplantingsstelsel
Alle organen die een rol spelen bij de voortplanting.
zaadcellen
Mannelijke geslachtscellen.
zaadleiders
Vervoeren van zaadcellen van bijbal naar prostaat.
zwellichamen
Delen die zich kunnen vullen met bloed.

BASIS 2

VERANDERINGEN IN DE PUBERTEIT

2.2.1 Je kunt uitleggen wat de functie is van geslachtshormonen.

- Hormonen zijn stoffen die de werking van organen regelen.
  - worden aangemaakt door hormoonklieren en afgegeven aan het bloed
- Geslachtshormonen worden aangemaakt door geslachtsorganen.
  - In aanleg zijn de geslachtsorganen gelijk.
  - Ontwikkeling begint in de zesde week van de zwangerschap, aangestuurd door hormonen.
- In de puberteit produceert de hypofyse stimulerende hormonen.
  - Zorgen voor groeispurt, rijping eicellen, ontwikkeling zaadcellen.
  - Zorgen ervoor dat eierstokken oestrogenen en de teelballen testosteron gaan produceren.

2.2.2 Je kunt omschrijven wat secundaire geslachtskenmerken zijn en daarbij voorbeelden noemen.

- Secundaire geslachtskenmerken ontstaan in de puberteit onder invloed van geslachtshormonen.
  - Teelballen en eierstokken maken geslachtshormonen.
  - De hypofysehormonen zorgen ervoor dat teelballen en eierstokken deze geslachtshormonen gaan maken.
  - Bij jongens: onder invloed van testosteron o.a. gezichtsbeharing, mogelijkheid om grotere spieren te trainen en lagere stem.
  - Bij meisjes: onder invloed van oestrogenen o.a. borstontwikkeling, rondere lichaamsvormen door meer vetopslag en ontwikkeling van follikels.
  - Bij intersekse: ontwikkeling hangt onder andere af van de verhouding tussen de hoeveelheid testosteron en de oestrogenen.

2.2.3 Je kunt de lichamelijke en geestelijke veranderingen in de puberteit beschrijven.

- Lichamelijke veranderingen in de puberteit.
  - Meer zweten, vettere (gezichts)huid en puistjes.
  - De vagina produceert meer afscheiding.
  - Onder de voorhuid kan zich smegma ophopen.
- Besnijdenis.
  - Bij jongens: het verwijderen van een (deel van) de voorhuid. Gebeurt om culturele, medische of hygiënische redenen.
  - Bij meisjes: het wegsnijden van de clitoriseikel en/of (een deel van) de binnenste en buitenste vulvalippen. Gebeurt om culturele redenen. Is verboden in Nederland.

- Geestelijke veranderingen in de puberteit.
  - Je stelt je zelfstandiger op naar je ouders.
  - Je voelt je soms boos, onzeker, eenzaam of verdrietig.
  - Je gaat anders om met vrienden en vriendinnen.
  - Seksualiteit begint een belangrijkere rol te spelen in het leven.

BEGRIPPEN

geslachtshormonen
Hormonen die door de geslachtsorganen worden aangemaakt.

oestrogenen
Geslachtshormonen die in de eierstokken worden geproduceerd en ervoor zorgen dat zich vrouwelijke geslachtskenmerken ontwikkelen.

secundaire geslachtskenmerken
Geslachtskenmerken die in de puberteit ontstaan.

testosteron
Geslachtshormonen die in de teelballen worden geproduceerd en die mannelijke geslachtskenmerken bevorderen.

BASIS 3

VRUCHTBAAR WORDEN

2.3.1 Je kunt uitleggen hoe zaadcellen worden gevormd en vervoerd.

- Zaadcellen (spermacellen) zijn geslachtscellen van de man.
  - De productie van de zaadcellen begint in de puberteit onder invloed van hormonen uit de hypofyse.
- Bijballen: tijdelijke opslag van zaadcellen.
  - De temperatuur in de balzak is iets lager dan die in de buikholte. Dat is gunstig voor de ontwikkeling van zaadcellen.
- Zaadblaasjes: voegen vocht en voedingsstoffen toe aan de zaadcellen.
- Prostaat: voegt vocht toe aan de zaadcellen.
- Sperma: zaadcellen met vocht uit de zaadblaasjes en de prostaat.

2.3.2 Je kunt de processen tijdens de menstruatiecyclus beschrijven.

- Eicellen zijn vrouwelijke geslachtscellen.
  - De rijping van de eicellen begint in de puberteit onder invloed van hormonen uit de hypofyse.
- Gemiddeld elke vier weken rijpt er een follikel in de eierstokken.
  - Follikels worden groter, vullen zich met vocht en barsten uiteindelijk open.
  - Andere follikels, die langzamer rijpten, sterven af.
- Ovulatie (eisprong): het vrijkomen van een eicel uit een follikel.
  - Een eicel blijft na de ovulatie 12 tot 24 uur in leven.
  - Als geen bevruchting plaatsvindt, sterft de eicel af in een eileider. De resten worden opgenomen in het bloed.
- Baarmoeder is vanbinnen bekleed met baarmoederslijmvlies.
  - In het baarmoederslijmvlies kan een bevruchte eicel zich vastzetten en uitgroeien tot een kind.
  - Het gele lichaam ontstaat uit de resten van de opengebarsten follikel.
  - Cellen in de wand van de rijpende follikels produceren oestrogenen, waardoor het baarmoederslijmvlies in stand blijft.
- Menstruatie (ongesteld zijn): maandelijks afstoten van baarmoederslijmvlies en bloed.
  - Gebeurt wanneer eicel niet bevrucht is.
  - Het gele lichaam sterft af als er geen bevruchting plaatsvindt. Het baarmoederslijmvlies wordt niet langer in stand gehouden.
  - Slijmvlies en bloed worden via de vagina afgevoerd.

- Menstruatiecyclus: het terugkerende opbouwen en afstoten van baarmoederslijmvlies.
  - dag 1: begin van de menstruatie, afbraak baarmoederslijmvlies
  - dag 5 (ongeveer): begin opbouw baarmoederslijmvlies
  - dag 14 (ongeveer): ovulatie
  - dag 28: laatste dag van de cyclus, einde opbouw baarmoederslijmvlies
- Menstruatiecyclus is aan het begin vaak onregelmatig.
- Overgang: er worden minder hormonen aangemaakt die zorgen voor de rijping van eicellen.
  - bij vrouwen tussen de 40 en 60 jaar
  - menopauze: als er geen eicellen meer rijpen; een vrouw heeft dan geen menstruaties meer

BEGRIPPEN

baarmoederslijmvlies
Slijmvlies aan de binnenkant van de baarmoeder.

eierstok
Deel dat eicellen produceert.

eileider
Vervoeren van eicellen van de eierstok naar de baarmoeder.

menstruatie
Maandelijks afstoten van baarmoederslijmvlies en bloed.

menstruatiecyclus
Het terugkerende opbouwen en afstoten van baarmoederslijmvlies.

ovulatie (eisprong)
Vrijkomen van een eicel.

prostaat
Orgaan dat vocht toevoegt aan de zaadcellen.

zaadblaasjes
Organen die vocht toevoegen aan de zaadcellen.

BASIS 4

ZWANGER WORDEN

2.4.1 Je kunt beschrijven hoe bevruchting bij de mens verloopt.

- Bij geslachtsgemeenschap brengt een man de stijve penis in de vagina van de vrouw.
  - Bij een zaadlozing komt sperma in de vagina.
- Zaadcellen bewegen zich na de zaadlozing via de baarmoeder naar de eileiders.
- Bevruchting: de kern van de eicel smelt samen met de kern van de zaadcel.
  - Bevruchting vindt plaats in een eileider.
  - De vruchtbare periode is drie tot vier dagen rondom de ovulatie.
  - Eén eicel wordt door één zaadcel bevrucht. Nadat de kop van een zaadcel de eicel is binnengedrongen, vormt de eicel een ondoordringbare laag.
- Bij een ivf- of icsi-behandeling vindt de bevruchting niet in het lichaam plaats, maar in een laboratorium.

2.4.2 Je kunt de verschillen tussen zaadcellen en eicellen noemen.

Zaadcellen	Eicellen
erg klein	in verhouding groot
kunnen zelf bewegen (met de zweepstaart)	kunnen niet zelf bewegen.
bevatten geen reservevoedsel	bevatten veel reservevoedsel
vele miljoenen per zaadlozing	meestal één eicel per vier weken

2.4.3 Je kunt de embryonale ontwikkeling beschrijven.

- Een bevruchte eicel deelt zich een aantal keren. Er ontstaat een klompje cellen. Hierbij vindt geen plasmagroei plaats.
- Innesteling: het klompje cellen zet zich vijf tot zeven dagen na de ovulatie vast in het baarmoederslijmvlies.
  - Cellen van het embryo maken het hormoon HCG. Vanaf een week na de innesteling kan HCG worden aangetoond in de urine van een zwangere vrouw (zwangerschapstest).
- De vrouw is zwanger.
  - Het gele lichaam blijft in stand en blijft hormonen produceren.
  - Het baarmoederslijmvlies blijft dik en goed doorbloed. Er treedt geen menstruatie op.
  - Er rijpen geen nieuwe follikels in de eierstokken en er vindt geen ovulatie plaats.
- Het embryo neemt zuurstof en voedingsstoffen op uit het baarmoederslijmvlies.
- De placenta wordt gevormd.
  - De placenta is opgebouwd uit weefsel van het embryo en van de moeder.
  - Het bloed van de moeder stroomt vlak langs het bloed van het embryo, maar blijft ervan gescheiden.
  - Zuurstof en voedingsstoffen (o.a. glucose) gaan van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo.
  - Koolstofdioxide, water en andere afvalstoffen gaan van het bloed van het embryo naar het bloed van de moeder.
  - Schadelijke stoffen kunnen ook van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo gaan, zoals alcohol, nicotine, drugs, sommige ziekteverwekkers en sommige geneesmiddelen.
- De navelstreng wordt aangelegd.
  - Deze bestaat uit weefsel van het embryo.
  - De navelstreng bevat twee navelstrengslagaders. Het bloed stroomt van het embryo naar de placenta. Het bloed is rijk aan koolstofdioxide en andere afvalstoffen.
  - De navelstreng bevat één navelstrengader. Het bloed stroomt van de placenta naar het embryo. Het bloed is rijk aan zuurstof en voedingsstoffen.
- Twee vruchtvliezen en vruchtwater worden gevormd.
  - Het zijn weefsels van het embryo.
  - Het vruchtwater beschermt tegen stoten, tegen uitdroging en tegen wisselingen van temperatuur.
  - Het embryo kan zich in het vruchtwater gemakkelijk bewegen.
- Vanaf de derde maand wordt het embryo een foetus genoemd.
  - Na twee maanden zijn bijna alle weefsels en organen gevormd.
  - Hersenen en spieren werken al voor de geboorte.

2.4.4 Je kunt beschrijven hoe eeneiige en twee-eiige tweelingen ontstaan.

- Een twee-eiige tweeling ontstaat als twee eicellen worden bevrucht.
  - Twee eicellen worden bevrucht door twee zaadcellen.
- Een eeneiige tweeling ontstaat uit één bevruchte eicel.
  - Eén eicel wordt bevrucht door één zaadcel.
  - Tijdens de eerste delingen van de bevruchte eicel laten cellen van elkaar los. Er worden twee klompjes cellen gevormd.
  - Beide klompjes cellen groeien uit tot een embryo.

BEGRIPPEN

bevruchting
Kern van een eicel smelt samen met de kern van een zaadcel.

eeneiige tweeling
Tweeling die ontstaat uit één bevruchte eicel.

embryo
Zich ontwikkelend ongeboren kind.

foetus
Embryo vanaf de derde maand van de zwangerschap.

innesteling
Een klompje cellen zet zich in het baarmoederslijmvlies vast.

navelstreng
Weefsel van het embryo waardoor bloed stoomt van het embryo naar de placenta en weer terug.

placenta (moederkoek)
Orgaan bestaande uit weefsel van de moeder en het ongeboren kind.

twee-eiige tweeling
Tweeling die ontstaat uit twee bevruchte eicellen.

vruchtvliezen
Vliezen die om het embryo liggen.

vruchtwater
Vloeistof die het embryo omgeeft.

BASIS 5

GEBOORTE

2.5.1 Je kunt beschrijven welke fasen tijdens de geboorte worden doorlopen.

- Indaling: een paar weken voor de bevalling zakt het hoofdje van de foetus naar beneden.
- De geboorte begint met weeën: samentrekkingen van de spieren in de baarmoederwand.
- Ontsluiting: de baarmoederhals en de baarmoedermond worden wijder.
  - Meestal breken dan de vruchtvliezen en komt het vruchtwater via de vagina naar buiten.
- Persweeën: krachtige weeën, waarbij ook de spieren van de buikwand samentrekken.
- Uitdrijving: het kind komt via de vagina naar buiten.
  - Normaal komt het hoofdje het eerst naar buiten.
  - De navelstreng wordt afgeklemd en doorgeknipt.
  - Bij de baby gaan de organen voor ademhaling, vertering en uitscheiding hun functie vervullen.
- Nageboorte: de placenta, de resten van de navelstreng en de vruchtvliezen komen, door naweeën, via de vagina naar buiten.

BEGRIPPEN

geboorte
Het ter wereld komen van een baby.

indaling
Eerste fase van de bevalling: het hoofdje van de foetus zakt naar beneden.

nageboorte
Vierde fase van de bevalling: de placenta, de resten van de navelstreng en de vruchtvliezen komen via de vagina naar buiten.

ontsluiting
Tweede fase van de bevalling: de baarmoederhals en de baarmoedermond worden wijder.

persweeën
Krachtige weeën waarbij ook de spieren van de buikwand samentrekken.

uitdrijving
Derde fase van de bevalling: de baby komt via de vagina naar buiten.

weeën
Samentrekkingen van de baarmoederwand.

BASIS 6

SEKSUALITEIT

2.6.1 Je kunt benoemen hoe gender en geaardheid kunnen verschillen.

- Geslacht: lichamelijke geslachtskenmerken, bijv. penis of vulva.
- Gender: geslacht, identiteit, geaardheid en genderexpressie.
- Genderidentiteit: of iemand zich mannelijk, vrouwelijk of iets daartussenin voelt.
  - Cisgender: genderidentiteit komt overeen met het geslacht.
- Genderdysforie: genderidentiteit komt niet of niet helemaal overeen met het geslacht.
  - Transgender: het geslacht (lichaam) komt niet overeen met de genderidentiteit (gevoel).
  - Non-binair: genderidentiteit komt niet overeen met één bepaald geslacht.
- Geaardheid: tot welk geslacht iemand zich seksueel aangetrokken voelt.
  - Heteroseksueel: valt op mensen van het andere geslacht.
  - Homoseksueel: valt op mensen van hetzelfde geslacht. Bij vrouwen noem je dit lesbisch.
  - Biseksueel: valt op mensen van beide geslachten.
  - Aseksueel: voelt geen seksuele aantrekking.
  - Panseksueel: geslacht of gender maakt niet uit.
- Queer: overkoepelende term voor mensen die niet binnen de traditionele categorieën passen.

2.6.2 Je kunt functies van seksualiteit noemen en verschillen in opvatting, normen en waarden daarover omschrijven.

- Seksualiteit bij de mens: alle gedachten, gevoelens en handelingen die te maken hebben met lust en opwinding.
- Seksualiteit speelt een rol bij:
  - intimiteit (een gevoel van verbondenheid in een liefdesrelatie)
  - lust (seksuele opwinding)
  - voortplanting (geslachtsgemeenschap, zwangerschap)
- Orgasme (klaarkomen): een lekker gevoel door prikkeling van de eikel (van de penis of van de clitoris).
  - Spieren rondom de geslachtsorganen spannen zich aan.
  - Een man krijgt een zaadlozing.
  - Kan ontstaan door seksuele handelingen.
- Zelfbevrediging (masturbatie): bij jezelf zorgen voor een orgasme.
- Sexting: het online versturen van seksueel getinte berichtjes, foto's of filmpjes.
  - Sexting gebeurt in vertrouwen.
  - Het ongevraagd doorsturen van seksueel getint materiaal is strafbaar.
- Porno(grafie): foto's, films en tekst met het doel om mensen seksueel te prikkelen.
  - Porno geeft geen realistisch beeld van seksualiteit.

BEGRIPPEN

geaardheid
Het geslacht waar iemand zich seksueel toe aangetrokken voelt.

gender
Geheel van geslacht, identiteit, geaardheid en genderexpressie.

intimiteit
Je verbonden voelen met iemand (functie van seksualiteit).

lust
Seksualiteit geeft mensen plezier, het windt mensen op.

orgasme (klaarkomen)
Een lekker gevoel door prikkeling van de geslachtsorganen.

seksualiteit
Alle gedachten, gevoelens en handelingen die te maken hebben met lust en opwinding.

masturbatie (zelfbevrediging)
Bij jezelf zorgen voor een orgasme.

BASIS 7

VEILIGE SEKS

2.7.1 Je kunt benoemen hoe je wensen en grenzen kunt bewaken en respecteren in een seksuele relatie.

- Wensen: dingen die je fijn vindt, die je graag zou willen op het gebied van seks.
- Grenzen: dingen die je niet wilt (doen) op het gebied van seks.
- Wensen en grenzen moet je bewaken en respecteren.
- Consent: je geeft elkaar toestemming om seksuele handelingen te verrichten.
- Seksueel gedrag kan leiden tot seksueel misbruik of seksueel geweld:
  - Ongewenste intimiteiten: zonder instemming lichte seksuele handelingen verrichten.
  - Aanranding: onder dwang of bedreiging seksuele handelingen met geweld verrichten.
  - Verkrachting: zonder toestemming het lichaam binnendringen (bijv. ongewenste geslachtsgemeenschap).
  - Incest: een familielid pleegt seksuele handelingen met het slachtoffer.
  - Grooming: een volwassene probeert online seksueel contact met kinderen of jongeren te krijgen.
  - Slutshaming: een meisje op sociale media neerzetten als slet of hoer.

2.7.2 Je kunt ziekteverschijnselen en genezingsmogelijkheden noemen van seksueel overdraagbare aandoeningen. (SE)

- Soa's of geslachtsziekten: ziekten die je kunt krijgen via contact met penis, vagina, anus en mond van een besmette persoon.
  - Soa's worden veroorzaakt door bacteriën of virussen.
  - Soa's kunnen worden voorkomen door een condoom te gebruiken.

Soa	Ziekteverschijnselen	Hoe te genezen of te behandelen?	Mogelijke gevolgen zonder behandeling
Chlamydia	• vaak zonder verschijnselen • ontstekingen in de baarmoeder, anus of urinebuis	antibiotica	• eileiderontsteking • bijbalontsteking • onvruchtbaar worden
Gonorroe	• vrouwen merken vaak niets • pijn met plassen • vieze afscheiding uit penis en vagina	antibiotica	• eileiderontsteking • bijbalontsteking • onvruchtbaar worden
Hepatitis B	vermoeidheid, spierpijn en misselijkheid, koorts en pijn in de buik (vaak pas na 3 maanden)	gaat vanzelf over	ontstekingen aan de lever
Herpes genitalis	blaasjes en zweertjes rondom de geslachtsorganen, koortslip	niet	niet gevaarlijk, het virus blijft in het lichaam; de aanvallen met blaasjes en zweertjes komen af en toe terug
Hiv/aids	• geen klachten als je seropositief bent • bij aids krijg je klachten door je slechtere afweer, zoals ontstekingen	niet te genezen, aidsremmers remmen de ziekte	• slechte afweer • aan aids ga je dood
HPV	• vaak geen klachten • op korte termijn kun je genitale wratten krijgen	niet (wel inenting mogelijk)	na jaren: baarmoederhalskanker, anuskanker of keelkanker
Syfilis	zweertjes of vlekjes op penis, vagina, anus of mond	antibiotica	na jaren: aantasting van organen en anus of mond; kan leiden tot de dood

2.7.3 Je kunt de werking van enkele voorbehoedsmiddelen beschrijven en aangeven of ze betrouwbaar zijn of niet.

- Geboorteregeling of anticonceptie: je bepaalt zelf of je een kind wilt of niet.
- Voorbehoedsmiddelen (anticonceptiemiddelen) voorkomen een zwangerschap.
- Condoom: sperma wordt opgevangen in het condoom, het komt niet in de vagina.
  - Het mannencondoom is een rubberen hoesje dat je om de penis doet.
  - Het vrouwencondoom wordt in de vagina ingebracht.
- Anticonceptiepil (de pil).
  - Hormonen zorgen ervoor dat:
    er geen eicel gaat rijpen
    de baarmoederhals moeilijker doorlaatbaar wordt voor zaadcellen
    het baarmoederslijmvlies niet goed wordt opgebouwd
  - De pil moet dagelijks worden ingenomen.
- Koperspiraaltje: spiraaltje dat door een arts in de baarmoeder wordt ingebracht.
  - Door het koperdraadje worden zaadcellen beschadigd en wordt innesteling bemoeilijkt.
  - Kan vijf tot tien jaar blijven zitten.
- Hormoonspiraaltje: spiraaltje dat door een arts in de baarmoeder wordt ingebracht.
  - Geeft dezelfde hormonen af als anticonceptiepil maar minder.
  - Is na vijf jaar uitgewerkt.
- Pessarium: een rubberen koepeltje dat de baarmoedermond afdekt.
  - Wordt ingesmeerd met een zaaddodend middel.
  - Een pessarium moet na de geslachtsgemeenschap nog acht uur blijven zitten.
- Sterilisatie: blijvende ingreep waarbij zaadleiders of eileiders worden onderbroken.
  - Zaadlozing en menstruatie gaan gewoon door.
- Onbetrouwbare methoden:
  - Periodieke onthouding: geen geslachtsgemeenschap in de vruchtbare periode rond de ovulatie; onbetrouwbaar doordat het tijdstip van ovulatie niet precies is vast te stellen.
  - Coïtus interruptus: de man trekt zijn penis net voor de zaadlozing terug uit de vagina; onbetrouwbaar doordat in het voorvocht zaadcellen kunnen voorkomen.

BEGRIPPEN

aids
Veroorzaakt door hiv; genezing niet mogelijk.

anticonceptiepil (de pil)
Dagelijks in te nemen pil zodat geen ovulatie plaatsvindt.

chlamydia
Meest voorkomende soa met weinig klachten; zonder behandeling kans op onvruchtbaarheid.

condoom
Latex hoesje dat om de penis wordt gerold; een vrouwencondoom wordt in de vagina ingebracht.

gonorroe
Soa die zorgt voor vieze afscheiding uit vagina of penis; zonder behandeling kans op onvruchtbaarheid.

pessarium
Rubberen koepeltje dat de baarmoedermond afdekt.

soa (seksueel overdraagbare aandoening)
Ziekten die je kunt krijgen door contact met penis, vagina, anus en mond van een besmet persoon.

spiraaltje
Wordt in de baarmoeder ingebracht; voorkomt ovulatie (hormoonspiraaltje) of innesteling (koperspiraaltje).

sterilisatie
Blijvende ingreep waarbij de zaadleiders (bij de man) of eileiders (bij de vrouw) worden onderbroken.

syfilis
Zweertjes rondom de vagina, penis of anus.

voorbehoedsmiddelen
Middelen die zwangerschap voorkomen; een condoom beschermt ook tegen soa's.

BASIS 8

ERFELIJKHEIDSONDERZOEK

2.8.1 Je kunt situaties noemen waarin het verstandig is genetisch advies in te winnen.

- Drager: als je de informatie voor een ziekte maar op één chromosoom hebt en zelf niet ziek bent.
- Genetisch advies: een erfelijkheidsonderzoeker onderzoekt hoe groot de kans is dat er kinderen worden geboren met een erfelijke ziekte of erfelijke aandoening.
  - Man en vrouw kunnen daarna beslissen over een eventuele zwangerschap.
- Een genetisch advies vragen is verstandig voor iemand die tot een risicogroep behoort, bijv. als:
  - er een erfelijke ziekte in de familie voorkomt
  - een vrouw al enkele keren een miskraam heeft gehad

2.8.2 Je kunt methoden van prenataal onderzoek beschrijven.

- Prenataal onderzoek: vóór de geboorte wordt onderzocht of een kind een ziekte of afwijking heeft.
  - Echoscopie: door middel van onhoorbaar geluid wordt het embryo zichtbaar gemaakt op een scherm.
  - NIPT: bloed van de moeder met daarin DNA uit de placenta wordt afgenomen. Het DNA wordt onderzocht. Als delen van bepaalde chromosomen vaker voorkomen, is dat een aanwijzing voor een erfelijke ziekte.
  - Vlokkentest: er wordt wat weefsel uit de placenta gehaald. De chromosomen uit deze cellen worden onderzocht.
  - Vruchtwaterpunctie: er wordt wat vruchtwater met cellen van de foetus uit de baarmoeder gehaald. Hiervan worden de chromosomen onderzocht.

BEGRIPPEN

drager
Iemand met de informatie voor een ziekte op één chromosoom maar zelf niet ziek is.

echoscopie
Zichtbaar maken van het embryo op een scherm met behulp van geluidsgolven.

genetisch advies
Advies na onderzoek naar erfelijke afwijkingen.

prenataal onderzoek
Onderzoek naar afwijkingen bij een ongeboren kind.

vlokkentest
Onderzoek naar cellen met chromosomen die afkomstig zijn uit de placenta.

vruchtwaterpunctie
Onderzoek naar cellen met chromosomen die afkomstig zijn uit het vruchtwater.

EXTRA 9

VOORTPLANTING BIJ DIEREN

2.9.1 Je kunt voorbeelden geven van geslachtelijke voortplanting bij dieren.

- Bij inwendige bevruchting vindt de bevruchting in het lichaam van het vrouwtje plaats.
  - Dieren met een cloaca, zoals vogels en reptielen, persen bij de paring de cloacaopeningen tegen elkaar.
- Bij uitwendige bevruchting vindt de bevruchting buiten het lichaam van het vrouwtje plaats.
  - Bij vissen en amfibieën vindt de bevruchting in het water plaats; het vrouwtje legt de eieren en het mannetje bevrucht ze vervolgens.

BEGRIPPEN

cloaca
Opening bij vogels die ze tegen elkaar persen tijdens de paring.

inwendige bevruchting
Bevruchting gebeurt in het lichaam.

uitwendige bevruchting
Bevruchting gebeurt buiten het lichaam.

EXTRA 10

MEER VOORBEHOEDSMIDDELEN EN NOODMAATREGELEN

2.10.1 Je kunt andere manieren noemen om zwangerschap te voorkomen.

- Voorbehoedsmiddelen met hormonen: anticonceptiering, anticonceptiepleister, anticonceptiestaafje, prikpil.
  - Hormonen houden de eisprong tegen en maken innesteling moeilijker.
  - Anticonceptiering: moet één keer per maand in de vagina worden ingebracht.
  - Anticonceptiepleister: plak je elke drie weken.
  - Anticonceptiestaafje: wordt onder de huid geplaatst en kan drie jaar blijven zitten.
  - Prikpil: wordt om de drie maanden geïnjecteerd.

2.10.2 Je kunt noodmaatregelen tegen ongewenste zwangerschap noemen. (SE)

- Bij geen of verkeerd gebruik van een voorbehoedsmiddel kunnen noodmaatregelen tegen zwangerschap worden genomen.
- Morning-afterpil: deze pil bevat een grote hoeveelheid hormonen die de ovulatie of innesteling uitstelt of voorkomt. Zo snel mogelijk na de geslachtsgemeenschap innemen tot maximaal drie tot vijf dagen na de geslachtsgemeenschap.
- Noodspiraaltje: een koperspiraaltje dat de arts tot vijf dagen na onveilige geslachtsgemeenschap kan inbrengen. Voorkomt innesteling van de bevruchte eicel.
- Overtijdbehandeling en abortus:
  - Verschil overtijdbehandeling en abortus: overtijdbehandeling mag alleen plaatsvinden als je niet langer dan zes weken en twee dagen zwanger bent. Abortus mag tot en met de 24e week van de zwangerschap plaatsvinden.
  - Afbreken van de ongewenste zwangerschap.
  - Abortuspil: kan tot en met de negende week van de zwangerschap worden geslikt. Hierdoor worden het embryo en het baarmoederslijmvlies afgestoten.
  - Zuigcurettage: met een zuigpompje wordt het baarmoederslijmvlies met het embryo weggezogen. Een zuigcurettage is een vorm van abortus die tot en met de dertiende week van de zwangerschap kan worden uitgevoerd.
  - Een late abortus kan na de dertiende week plaatsvinden tot en met de 24e week van de zwangerschap. In de praktijk houden artsen tweeëntwintig weken aan.

ONDERZOEK

LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICUM

2.0.1 Je leert hoe je een logboek bijhoudt en wat de functie daarvan is.

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

Examenopgaven

IVF

Bron: examen vmbo-k 2019-1, vraag 12 tot en met 16.

Vrouwen met een kinderwens die niet op een natuurlijke manier zwanger kunnen worden, gaan naar een vrouwenarts of gynaecoloog. Een van de behandelmethoden is de ivf-behandeling.

1p **1** Bij een ivf-behandeling krijgt een vrouw een hormoon toegediend waardoor extra eicellen rijpen.
Geef de naam van het orgaan waarin eicellen rijpen.

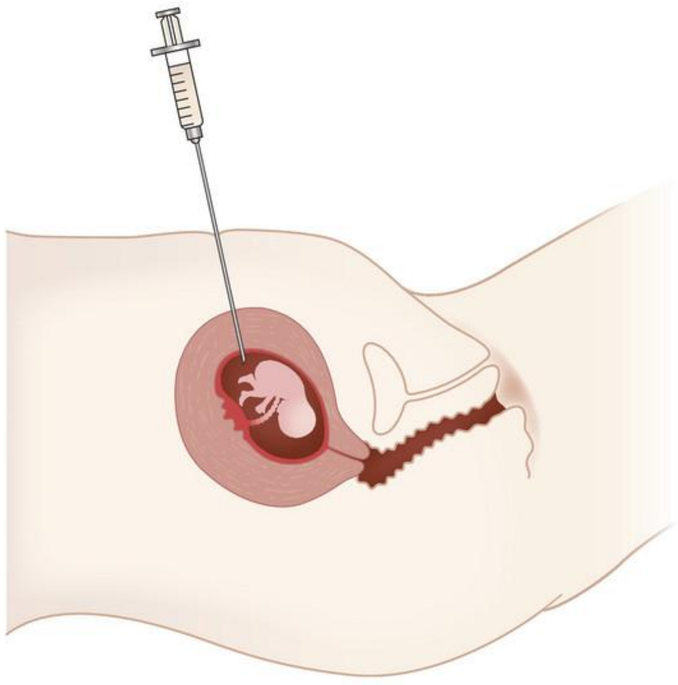
1p **2** Bij de eisprong haalt de vrouwenarts de eicellen met een holle naald uit het lichaam van de vrouw. De eicellen worden elk in een aparte reageerbuis gedaan, samen met zaadcellen van haar man. Na 24 uur wordt met een microscoop gekeken in welke buisjes de eicel en een zaadcel zijn samengesmolten.
Geef de naam van het proces waarbij eicel en zaadcel samengaan.

1p **3** Na drie dagen brengt de vrouwenarts een embryo door een dunne buis via de vagina in de baarmoeder. Het embryo gaat zich daar innestelen.
Hoe heet het gedeelte waarin innesteling plaatsvindt?
A Baarmoederslijmvlies.
B Eileider.
C Placenta.

1p **4** Als de ivf-behandeling is geslaagd, doet de vrouwenarts ook prenataal onderzoek. Eén onderzoeksmethode is echografie (zie afbeelding 1).
Een andere methode is vruchtwaterpunctie (zie afbeelding 2).
Gaat bij vruchtwaterpunctie de naald door de vruchtvliezen? En gaat de naald door de wand van de baarmoeder?
A Alleen door de vruchtvliezen.
B Alleen door de wand van de baarmoeder.
C Door de vruchtvliezen en door de wand van de baarmoeder.

Afb. 1

Afb. 2



2p **5** Echografie en vruchtwaterpunctie zijn twee manieren waarmee informatie kan worden verzameld over de ongeboren baby.

a Met welke manier wordt het erfelijk materiaal onderzocht?

b En met welke manier wordt de groei onderzocht?

ENDOMETRIOSE

Bron: examen vmbo-k 2018-1, vraag 28 tot en met 32.

Endometriose is een afwijking waarbij het baarmoederslijmvlies niet alleen in de baarmoeder zit, maar ook op andere plekken in de buikholte aanwezig is. Tijdens de menstruatiecyclus verandert de dikte van het baarmoederslijmvlies buiten de baarmoeder ook.

1p **6** Op welk moment in de menstruatiecyclus is het baarmoederslijmvlies het dikst?

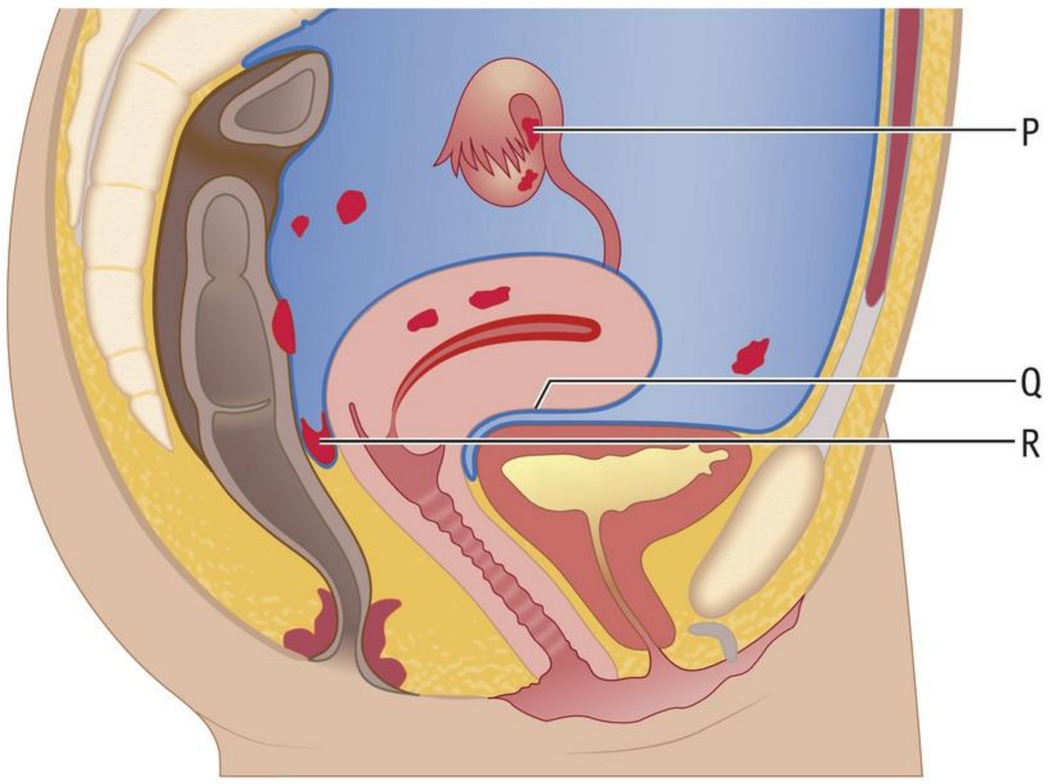
A Tijdens de menstruatie.
B Tijdens de ovulatie.
C Vlak na de menstruatie.
D Vlak voor de menstruatie.

1p **7** Het slikken van de anticonceptiepil vermindert de buikpijn door endometriose. Hormonen uit deze pil remmen de opbouw van het slijmvlies in en buiten de baarmoeder.
Via welk orgaanstelsel bereiken hormonen het baarmoederslijmvlies in de buikholte?

A Via het bloedvatenstelsel.
B Via het voortplantingsstelsel.
C Via het zenuwstelsel.

1p **8** Endometriose kan op veel plekken in de buikholte voorkomen, bijvoorbeeld tussen de baarmoeder en de endeldarm.
In afbeelding 3 worden drie plekken met een letter aangegeven.
Welke van deze drie letters geeft de plek tussen baarmoeder en endeldarm aan?

Afb. 3



1p **9** Volgens een krantenartikel heeft 12,5% van alle vruchtbare vrouwen last van endometriose.
Er zijn op een bepaald moment 3.360.000 vruchtbare vrouwen in Nederland.
Hoeveel vruchtbare vrouwen in Nederland hebben dan last van endometriose?

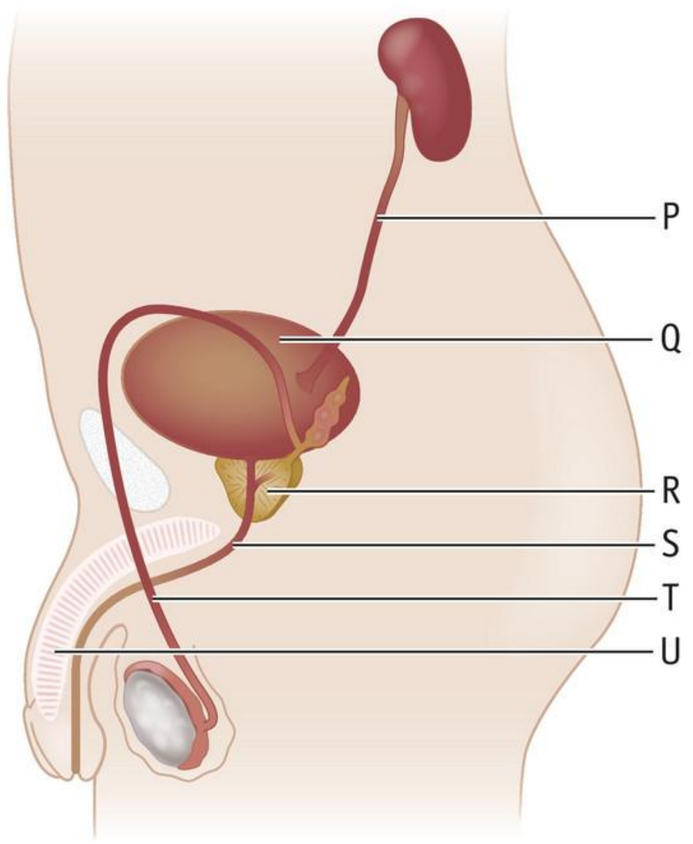
1p **10** Endometriose kan ook in de eileiders voorkomen. Als gevolg daarvan kunnen de eileiders verstopt raken, waardoor een vrouw onvruchtbaar kan worden.
Leg uit waardoor een vrouw onvruchtbaar is als de eileiders geheel verstopt zijn.

PROSTATITIS

Bron: examen vmbo-k 2017-2, vraag 19.

Prostatitis is een ontsteking van de prostaat. Door de ontsteking zwelt het prostaatweefsel en kan de urinebuis dichtgedrukt worden. Plassen wordt dan moeilijk en pijnlijk.
In afbeelding 4 zie je enkele organen in het lichaam van een man.

Afb. 4



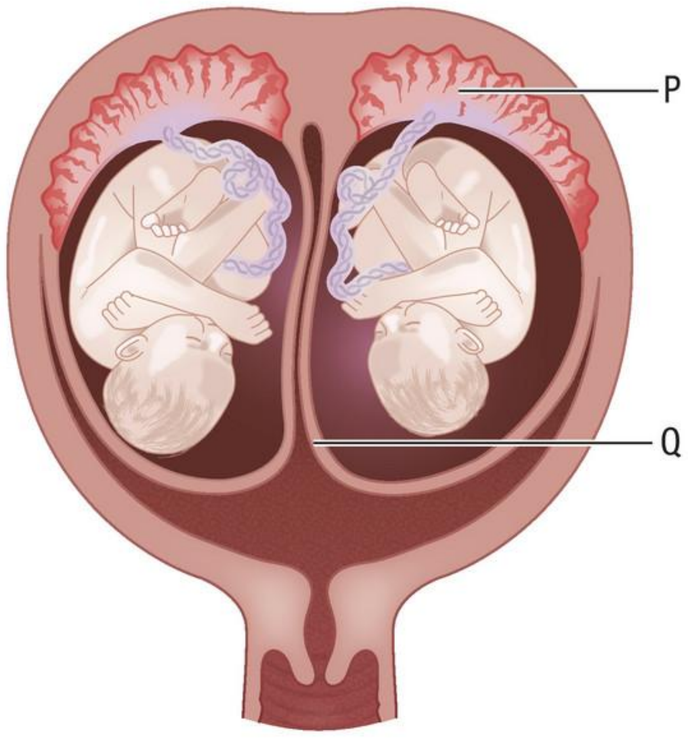
2p **11** **a** Welke letter in afbeelding 4 geeft de prostaat aan?
b En welke letter geeft de urinebuis aan?

MEERLINGEN

Naar: examen vmbo-k 2017-2, vraag 32 tot en met 34 en examen vmbo-k 2016-1, vraag 8.

Een meerling bestaat uit twee of meer baby's die zich tijdens dezelfde zwangerschap hebben ontwikkeld, zoals een tweeling of een drieling.
In afbeelding 5 zie je een tweeling in de baarmoeder.

Afb. 5



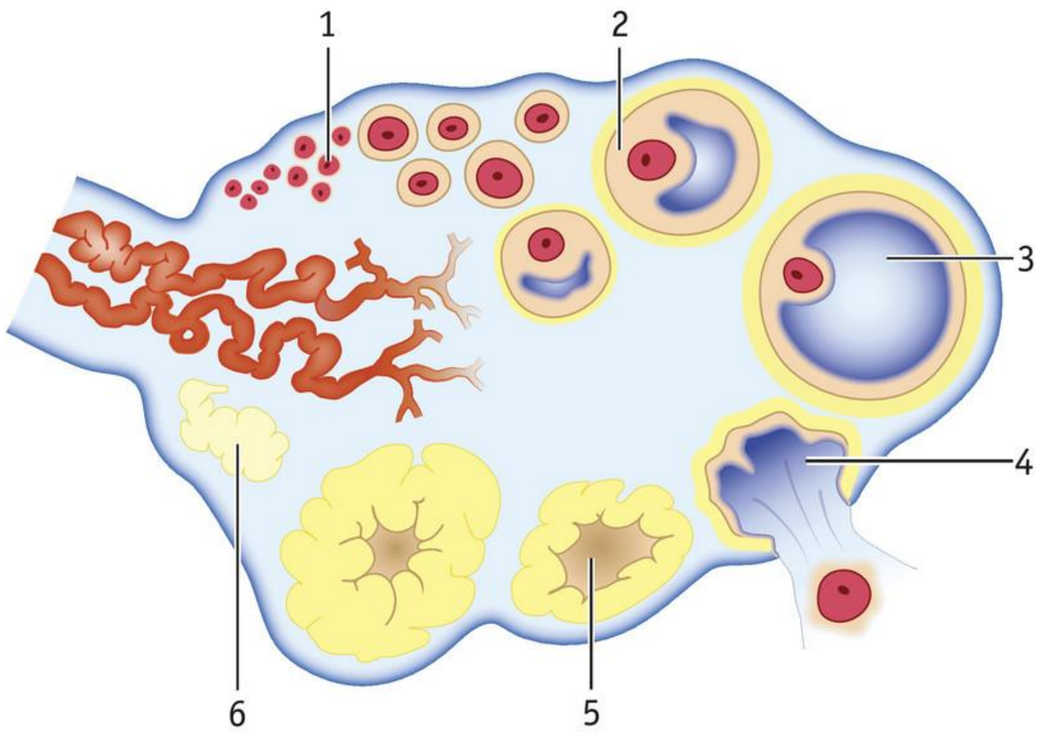
2p **12** Hoe heten de delen die met de letters P en Q worden aangegeven?

1p **13** Door prenataal onderzoek kan vastgesteld worden of een vrouw zwanger is van een meerling. Bij dit onderzoek is op een beeldscherm te zien hoeveel baby's zich in de baarmoeder bevinden.
Hoe heet deze vorm van prenataal onderzoek?

1p **14** Naarmate een vrouw ouder wordt, neemt de kans op een meerling toe. Dit heeft te maken met een verandering in de productie van de hormonen die de ovulatie beïnvloeden.
In afbeelding 6 zie je enkele opeenvolgende gebeurtenissen in een eierstok.
Welk cijfer geeft de ovulatie aan?

A 1
B 2
C 3
D 4
E 5
F 6

Afb. 6



1p **15** Als een eicel niet bevrucht wordt, vindt na de ovulatie een menstruatie plaats.
Eva heeft een regelmatige menstruatiecyclus van 28 dagen.
Hoeveel dagen na een ovulatie begint bij haar de menstruatie?

A Ongeveer 7 dagen.
B Ongeveer 14 dagen.
C Ongeveer 21 dagen.
D Ongeveer 28 dagen.

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

3 Erfelijkheid en evolutie

Eigenschappen erven over van ouders op kinderen. Toch hoef je helemaal niet op je broer of zus te lijken. Door veranderingen in erfelijke eigenschappen zijn veel verschillende soorten planten en dieren ontstaan.

INTRODUCTIE

Opdrachten voorkennnis 174
Voorkennistoets
Filmpjes voorkennis

BASISSTOF

1 Genotype en fenotype 176
2 Genen 181
3 Kruisingen 187
4 Stambomen 194
5 Variatie in genotypen 198
6 Evolutie 204
7 DNA-technieken 211
Samenhang 215
Een vreemde vogel

EXTRA STOF
8 Kleur bij katten
9 CSI

ONDERZOEK

Leren onderzoeken 218
Practica 220

AFSLUITING

Samenvatting 221
Flitskaarten
Diagnostische toets

EXAMENOPGAVEN 227

Wat weet je al over erfelijkheid en evolutie?

LEERDOELEN

1 Je kunt de verschillen uitleggen tussen geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting.
2 Je kunt benoemen dat alle cellen van je lichaam dezelfde erfelijke informatie bevatten.
3 Je kunt uitleggen wat genotype en fenotype zijn.
4 Je kunt de verschillen benoemen tussen mitose en meiose.
5 Je kunt benoemen dat soorten verwant zijn als ze een gemeenschappelijke voorouder hebben.

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

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1 Organismen kunnen zich op twee manieren voortplanten: geslachtelijk en ongeslachtelijk.
Over welk type voortplanting gaan de zinnen?

a Twee geslachtscellen versmelten.
- ○ A geslachtelijke voortplanting
- ○ B ongeslachtelijke voortplanting
- ○ C beide

b Er vindt bevruchting plaats.
- ○ A geslachtelijke voortplanting
- ○ B ongeslachtelijke voortplanting
- ○ C beide

c De nakomelingen hebben dezelfde erfelijke eigenschappen als de ouders.
- ○ A geslachtelijke voortplanting
- ○ B ongeslachtelijke voortplanting
- ○ C beide

d De nakomelingen hebben verschillende erfelijke eigenschappen.
- ○ A geslachtelijke voortplanting
- ○ B ongeslachtelijke voortplanting
- ○ C beide

2 In afbeelding 1 is de bevruchting van een eicel door een zaadcel schematisch weergegeven.
Zet de juiste woorden bij de nummers. Gebruik daarbij: *bevruchte eicel – bevruchting – celkern – chromosoom – zaadcel*.

1 = ...

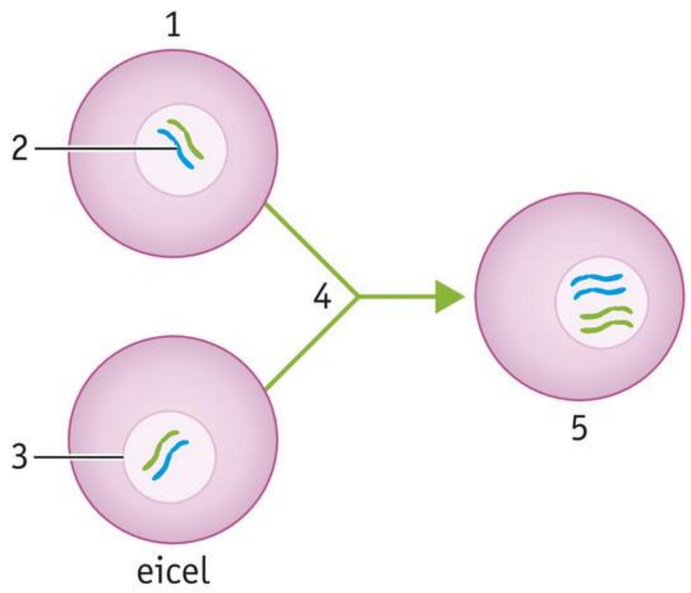
2 = ...

3 = ...

4 = ...

5 = ...

Afb. 1 Geslachtelijke voortplanting.



3 Welk woord hoort bij de omschrijving? Het aantal letters is al gegeven.

1 In deze cel komen de chromosomen enkelvoudig voor (12 letters). .....

2 Mannelijk geslachtschromosoom (1 letter). .....-chromosoom

3 Lange dunne 'draden' in de celkern (11 letters). .....

4 Stof die de informatie bevat voor erfelijke eigenschappen (3 letters). .....

5 De stukjes DNA die samen de erfelijke informatie bevatten voor een erfelijke eigenschap (3 letters). .....

6 De informatie voor de erfelijke eigenschappen van een organisme (8 letters). .....

7 Alle eigenschappen van een organisme, zoals het uiterlijk (8 letters). .....

4 Er zijn twee typen celdeling: de gewone celdeling en de reductiedeling.

a Welke andere namen ken je hiervoor?
gewone celdeling: *meiose / mitose*
reductiedeling: *meiose / mitose*

b Wat voor cellen worden er gevormd?
gewone celdeling: *geslachtscellen / lichaamscellen*
reductiedeling: *geslachtscellen / lichaamscellen*

c Bij welke celdeling bevatten de dochtercellen weer chromosomenparen?
bij de *gewone celdeling / reductiedeling*

5 In afbeelding 2 zie je een gedeelte uit een stamboom van katachtigen.

a Welke gemeenschappelijke voorouder leefde het kortst geleden?
de voorouder van de *lynx en de huiskat / Bengaalse kat en de huiskat*

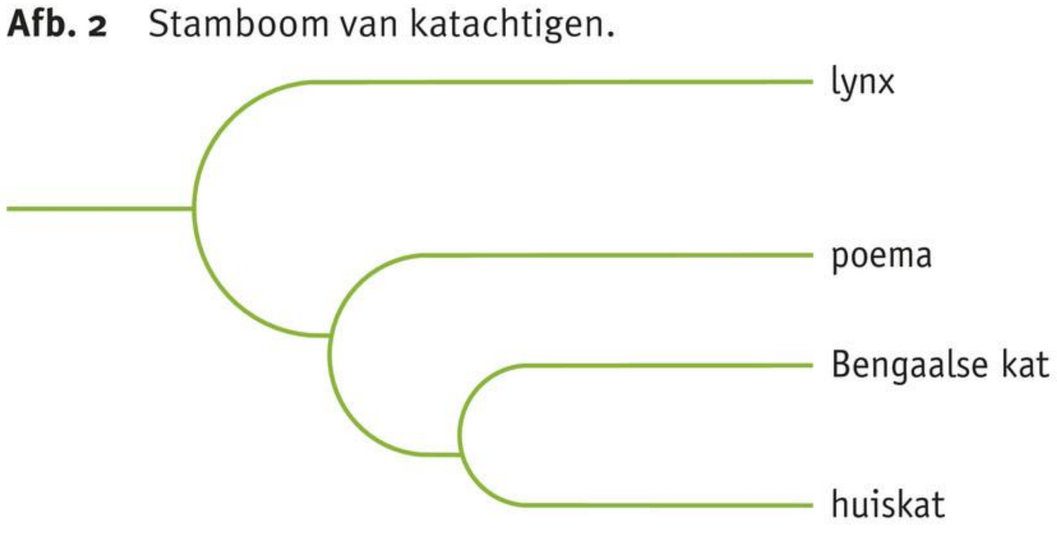
b Welke katachtige is het meest verwant aan de huiskat?
Bengaalse kat / lynx / poema

c Welke katachtige is het minst verwant aan de huiskat?
Bengaalse kat / lynx / poema

d Hoe meer het DNA van twee soorten overeenkomt, hoe *korter / langer* geleden hun gemeenschappelijke voorouder leefde.

e Van welke katachtige komt het DNA het meest overeen met dat van de lynx?
Bengaalse kat / lynx / poema

Afb. 2 Stamboom van katachtigen.



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

1 Genotype en fenotype

LEERDOELEN

3.1.1 Je kunt omschrijven wat een genotype, wat een fenotype en wat een gen is.
3.1.2 Je kunt beschrijven hoe organismen informatie over erfelijke eigenschappen overdragen aan hun nakomelingen via chromosomen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	3.1.1	3.1.2	1.0.3**
Onthouden	1c	1b, 6b	
Begrijpen	1a, 3, 5a	2, 3	
Toepassen	4, 5bc	6acd, 7	
Analyseren			5de

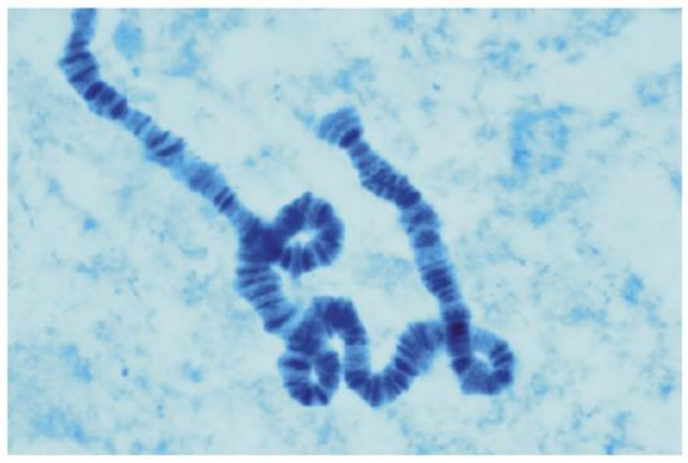
** Dit leerdoel vind je in een ander thema.

'Wat lijk jij veel op je vader.' 'Je bent precies je moeder.' Deze opmerkingen heb je misschien weleens gehoord van familie of vrienden. Ze gaan over je erfelijke eigenschappen.

CHROMOSOOM EN GEN

Elke lichaamscel in jouw lichaam bevat 46 chromosomen. Ze liggen in de celkern en bestaan uit de stof DNA. Deze stof bevat de informatie voor al je erfelijke eigenschappen. De informatie voor elke eigenschap is verdeeld over verschillende stukjes DNA. De stukjes DNA die samen de informatie bevatten voor één eigenschap, noem je een **gen**. Elk chromosoom bevat een groot aantal genen. Met een speciale microscoop zijn de stukjes DNA van genen zichtbaar als banden of strepen (zie afbeelding 1). De twee chromosomen van een paar bevatten informatie voor dezelfde erfelijke eigenschappen.

Afb. 1 Chromosoom (microscopische foto).

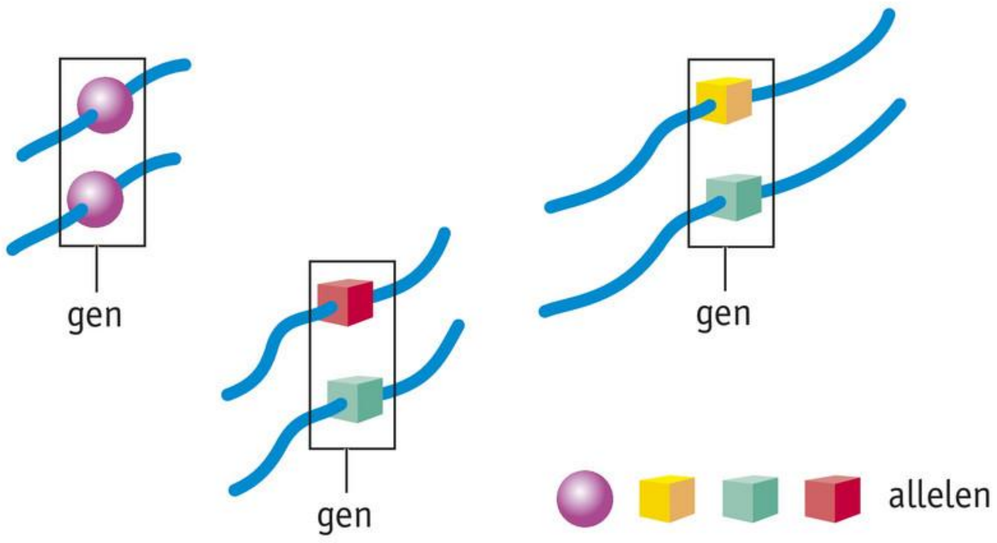


Genen kunnen 'aan' of 'uit' staan in een cel. In de cellen van je haarzakjes staat het gen voor haarkleur aan, maar in je levercellen niet. Cellen verschillen dus van elkaar doordat in de cellen verschillende genen aan staan.

ALLEL

Elk chromosomenpaar bestaat uit twee dezelfde chromosomen. Elk gen bestaat daardoor uit twee allelen, één op elk chromosoom (zie afbeelding 2). Een **allel** is een bepaalde variant van een gen, bijvoorbeeld zwart, bruin, blond of rood haar. De twee allelen van een gen kunnen verschillen. Het gen voor haarkleur bijvoorbeeld kan bestaan uit één allel 'bruin haar' en één allel 'rood haar'.

Afb. 2 Chromosomen, genen en allelen (schematisch).

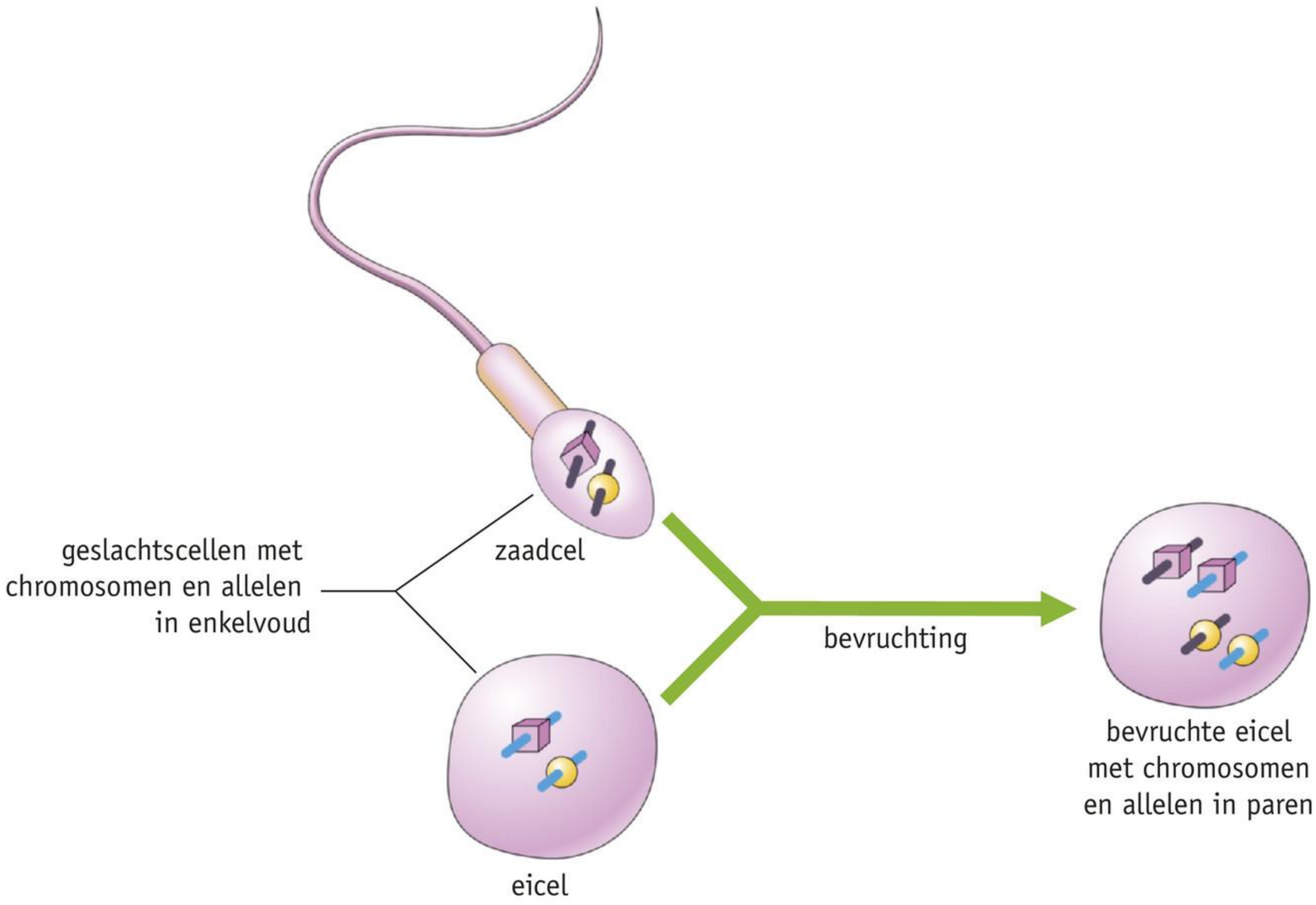


HOE ONTSTAAT HET GENOTYPE?

De informatie voor al je erfelijke eigenschappen samen noem je jouw **genotype**. Het genotype ontstaat op het moment dat een eicel wordt bevrucht door een zaadcel. Bij de bevruchting komen de chromosomen van een zaadcel en de chromosomen van een eicel bij elkaar. Daardoor bevat de bevruchte eicel weer chromosomenparen (zie afbeelding 3). Elk gen bestaat dan uit een allel van de vader en een allel van de moeder.

Alle genen samen zijn het genotype van het nieuwe organisme. De bevruchte eicel groeit door middel van mitose (gewone celdeling) uit tot een nieuw organisme. Bij mitose verandert het genotype van cellen niet. Alle dochtercellen krijgen dezelfde chromosomen en genen. Je genotype blijft dus je leven lang hetzelfde.

Afb. 3 Na de bevruchting bestaat elk gen weer uit twee allelen.



HOE ONTSTAAT HET FENOTYPE?

Alle eigenschappen die je hebt, noem je jouw **fenotype**. Bij het fenotype horen je zichtbare eigenschappen, zoals je oogkleur. Maar ook de onzichtbare eigenschappen horen erbij, zoals je bloeddruk, je karakter en de bouw van je organen.

Je fenotype kan veranderen. Zwart haar kun je rood laten verven. De kleur van je haar verandert dan, maar je genotype blijft hetzelfde. Het haar dat nieuw aangroeit, is daarom weer zwart. Je bezit nog steeds het genotype voor zwart haar. De erfelijke informatie voor zwart haar kun je ook doorgeven aan je kinderen. Het maakt dan niet uit of je haar is geverfd of niet.

Het fenotype wordt niet alleen bepaald door je genotype. Ook je leefstijl en de omgeving hebben er invloed op. Dat noem je invloeden uit het milieu. Invloeden uit het milieu zijn bijvoorbeeld de mensen waar je mee omgaat, zon (of geen zon) en wat je eet en drinkt. Het fenotype van een organisme komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.

KENNIS

1

a Elk chromosoom bevat *één gen* / *meerdere genen*.
b Een allel is een variant van een *chromosoom* / *gen*.
c De informatie voor de erfelijke eigenschappen van een organisme heet het *genotype* / *fenotype*.
Alle eigenschappen van een organisme heet het *genotype* / *fenotype*.

2

De informatie voor je erfelijke eigenschappen is opgeslagen in genen. Elk gen bestaat uit twee allelen.
Hoeveel allelen voor één erfelijke eigenschap bevat de cel? Kies uit: *1 – 2*.

Bevruchte eicel: .....

Eicel: .....

Lichaamscel: .....

Zaadcel: .....

3

Samenvatting
De volgende begrippen zijn weergegeven van groot naar klein.
Omschrijf bij elk begrip in eigen woorden wat het betekent. Je mag ook een voorbeeld gebruiken of een tekening.

- fenotype .....
- genotype .....
- celkern .....
- chromosomen .....
- gen .....
- allel .....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4

Welke eigenschappen zijn erfelijk? Kies uit: *behaarde bladeren – bladeren die slap hangen – bladeren met stekels – blauwe ogen – huid met weinig rimpels door botoxinjecties – kort haar – litteken – piercings in het gezicht – rode bloemen – wipneus – zwaar lichaam door speciale voeding*.

5 De kleur van bloemen wordt bepaald door het genotype en door invloeden uit het milieu. In afbeelding 4 zie je een hortensia, een struik die in veel tuinen voorkomt. De kleur van de bloemen is niet altijd hetzelfde. Ze kunnen roze, wit, paars of blauw worden. In zure grond worden de bloemen blauw. Als de grond niet zuur is, zijn de bloemen roze.

a Een tuinliefhebber heeft in de tuin een hortensia met roze bloemen.
Welke invloed uit het milieu zorgt voor roze of blauwe bloemen?

b Een tuinder snijdt een stekje van de plant af en geeft dat cadeau aan een vriend. De vriend zet het stekje in de tuin. Het jaar daarop komen er blauwe bloemen aan de plant.
Is het genotype van de nieuwe plant anders dan het genotype van de oorspronkelijke plant? Leg je antwoord uit.

c Leg uit waardoor het fenotype van de plant is veranderd.

d Sommige mensen denken dat grond zuurder wordt als je er roestige spijkers in stopt.
Beschrijf een proef waarmee je kunt onderzoeken of dit idee juist is.

e Voordat je een onderzoek start, formuleer je een onderzoeksvraag, een hypothese en een verwachting.
Bij welke stap van een onderzoek hoort het idee dat roestige spijkers de grond zuurder maken?

Afb. 4 Een bloeiende hortensia.

6 In afbeelding 5 zie je de bevruchting en de ontwikkeling van de bevruchte eicel tot een baby.

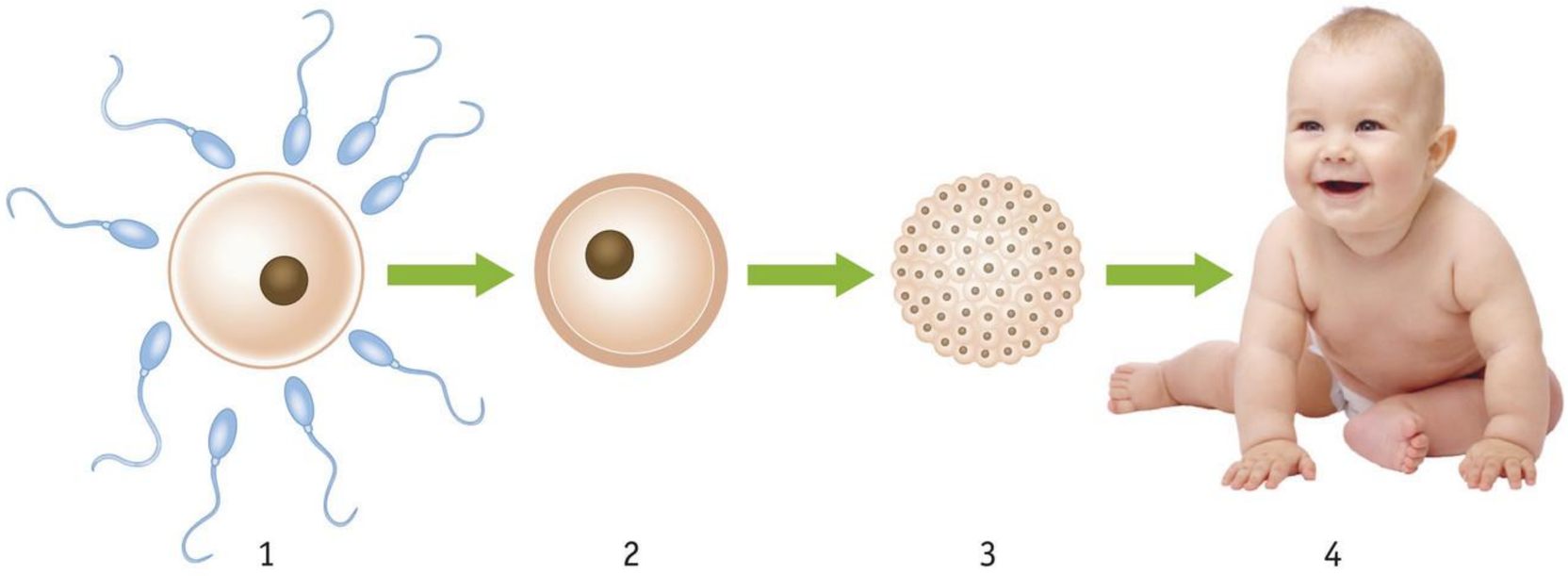
a Tussen welke twee stappen komt het genotype tot stand? Leg je antwoord uit.

b Hoe ontstaat uit een bevruchte eicel een nieuw organisme?

c Zijn de genen in een spiercel van deze baby gelijk aan de genen in de bevruchte eicel, of zijn ze verschillend? Leg je antwoord uit.

d Leg uit hoe het komt dat bij deze baby de witte bloedcellen andere eigenschappen hebben dan de spiercellen.

Afb. 5 De ontwikkeling van bevruchte eicel tot baby.



+ 7

In duingebieden staan rijen scheve bomen. Door de overheersende, harde wind groeien de takken aan één kant van de stam minder goed dan aan de andere kant. De toppen van de bomen ontwikkelen zich vooral aan de kant waar de wind niet vandaan komt. De bomen gaan daardoor helemaal scheef hangen (zie afbeelding 6).
Gert neemt van een van deze bomen een paar takken mee om te stekken. Hij poot de stekken in zijn tuin. De tuin is erg beschut, dus de bomen staan niet in de wind.
Groeien uit deze stekken scheve bomen? Leg je antwoord uit.

Afb. 6 Scheefgroeiende bomen.

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

2 Genen

LEERDOEL

3.2.1 Je kunt omschrijven wat homozygoot, heterozygoot, dominant, recessief en intermediair fenotype betekenen.

► Practicum 1

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	3.2.1
Onthouden	1
Begrijpen	2, 3, 4ac
Toepassen	4bd, 5, 6, 7ac
Analyseren	4e, 7b

Je kunt verschillende allelen hebben voor een eigenschap. Welke eigenschap je dan krijgt, hangt af van de sterkte van het allel.

HOMOZYGOOT

Een gen kan informatie bevatten over de vorm van je haar. Er is een allel voor steil haar en een allel voor krullend haar. Als je steil haar hebt, zijn de twee allelen voor de haarvorm gelijk aan elkaar (zie afbeelding 1). Je bent dan **homozygoot** voor de eigenschap steil haar (homo = gelijk).
Als je gen voor de haarvorm uit twee allelen voor krullend haar bestaat, ben je homozygoot voor de eigenschap krullend haar (zie afbeelding 2).

HETEROZYGOOT

Een allelenpaar voor de haarvorm kan ook bestaan uit één allel voor steil haar en één allel voor krullend haar. De twee allelen voor de haarvorm zijn dan ongelijk (zie afbeelding 3). Als dat bij jou zo is, dan ben je **heterozygoot** voor de haarvorm (hetero = verschillend).

Afb. 1 homozygoot voor steil haar

twee allelen voor steil haar

Afb. 2 homozygoot voor krullend haar

twee allelen voor krullend haar

Afb. 3 heterozygoot voor de haarvorm

één allel voor steil haar en één allel voor krullend haar

allel voor steil haar
allel voor krullend haar

DOMINANTE EN RECESSIEVE ALLELEN

Personen die heterozygoot zijn voor de haarvorm, hebben het allel voor steil haar en het allel voor krullend haar. Als je naar ze kijkt, zie je alleen krullend haar. Het allel voor steil haar is niet te zien aan het uiterlijk. Dit komt doordat het allel voor krullend haar 'sterker' is. Het is een **dominant allel**. Een dominant allel zie je altijd terug in het fenotype. Het allel voor steil haar noem je een **recessief allel**. Een recessief allel zie je alleen terug in het fenotype als er geen dominant allel aanwezig is.
Voor de meeste erfelijke eigenschappen zijn er twee verschillende allelen. Vaak is een van de twee allelen dominant. Bij erwtenplanten is het allel voor rode bloemkleur dominant. Het allel voor witte bloemkleur is recessief (zie afbeelding 4).

Afb. 4 Erwtenplanten.

1 homozygoot of heterozygoot voor rode bloemkleur

2 homozygoot voor witte bloemkleur

LETTERS VOOR ALLELEN

Genotypen geef je aan met een lettercombinatie. Voor één erfelijke eigenschap gebruik je één letter. Een dominant allel geef je aan met een hoofdletter, een recessief allel met dezelfde kleine letter.
Bijvoorbeeld:

- Het allel voor krullend haar is dominant. Dit kun je aangeven met de letter **A**.
- Het allel voor steil haar is recessief. Dit kun je aangeven met de letter **a**.

Hiermee zijn drie genotypen voor haarvorm mogelijk:

1 **AA**: Deze persoon is homozygoot voor de haarvorm krullend haar. Het fenotype is krullend haar.
2 **Aa**: Deze persoon is heterozygoot voor de haarvorm. Het fenotype is krullend haar.
3 **aa**: Deze persoon is homozygoot voor de haarvorm steil haar. Het fenotype is steil haar.

Iemand met krullend haar kan twee allelen voor krullend haar hebben, maar ook één voor krullend haar en één voor steil haar. Aan het fenotype kun je dan niet zien wat het genotype is.

INTERMEDIAIR FENOTYPE

Bij sommige erfelijke eigenschappen is er geen dominant allel en geen recessief allel. Beide allelen zijn dan even sterk. Bij een heterozygoot genotype ontstaat dan een **intermediair fenotype**. Dit is een mix van de beide eigenschappen in het fenotype.

Het leeuwenbekje is een plant met allelen voor rode bloemkleur en voor witte bloemkleur. Geen van beide allelen is dominant. Leeuwenbekjes die heterozygoot zijn voor de bloemkleur, hebben daardoor roze bloemen. Als twee allelen even sterk zijn, kun je ook dat aangeven met letters. Je noteert dan per allel niet één, maar twee letters (zie afbeelding 5).

Afb. 5 Leeuwenbekjes.

1 homozygoot voor rode bloemen: A_rA_r

2 homozygoot voor witte bloemen: A_wA_w

3 heterozygoot voor de bloemkleur: A_rA_w

KENNIS

1

a Een persoon die in elke celkern twee allelen heeft voor steil haar, is voor deze eigenschap *heterozygoot* / *homozygoot*.

b Een persoon die in elke celkern twee allelen heeft voor krullend haar, is voor deze eigenschap *heterozygoot* / *homozygoot*.

c Een persoon die heterozygoot is voor de eigenschap haarvorm, heeft in elke celkern twee *dezelfde* / *verschillende* allelen voor deze eigenschap.

2

Bij rozen zijn er allelen voor rode bloemkleur en voor witte bloemkleur. In het fenotype komen rode, witte en roze bloemen voor.

a Welk fenotype is het intermediaire fenotype bij rozen?

- ○ A rode bloemen
- ○ B roze bloemen
- ○ C witte bloemen

b Welke genotypen hebben de rozen met rode, witte en roze bloemen?

1 De plant met rode bloemen heeft genotype: A_rA_r / A_wA_w / A_rA_w

2 De plant met witte bloemen heeft genotype: A_rA_r / A_wA_w / A_rA_w

3 De plant met roze bloemen heeft genotype: A_rA_r / A_wA_w / A_rA_w

c Een andere plantensoort is heterozygoot voor bloemkleur en heeft een allel voor rode bloemen en een allel voor witte bloemen. Deze plant heeft rode bloemen als fenotype.

Het allel voor rode bloemen is *dominant* / *recessief* / *geen van beide*.

3

Samenvatting

Zet bij de volgende begrippen een definitie of een bijbehorend genotype (in letters).
Gebruik daarbij: A – a – A_a – A_b. Het dominante allel is voorgedaan.

Dominant allel	Het allel dat altijd tot uiting komt in het fenotype.	A
Recessief allel		
Homozygoot		
Heterozygoot		
Intermediair		

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4

In afbeelding 6 zijn de lichaamscellen van vier verschillende personen schematisch getekend. Vier allelen zijn aangegeven. Op de chromosomen liggen genen voor de lengte van de wimpers en voor rechts- of linkshandigheid.

a Bekijk de lichaamscel van Marloes.
Is Marloes heterozygoot of homozygoot voor de eigenschap 'lengte van de wimpers'?

b Marloes heeft lange wimpers.
Is de eigenschap 'lange wimpers' dominant of recessief?

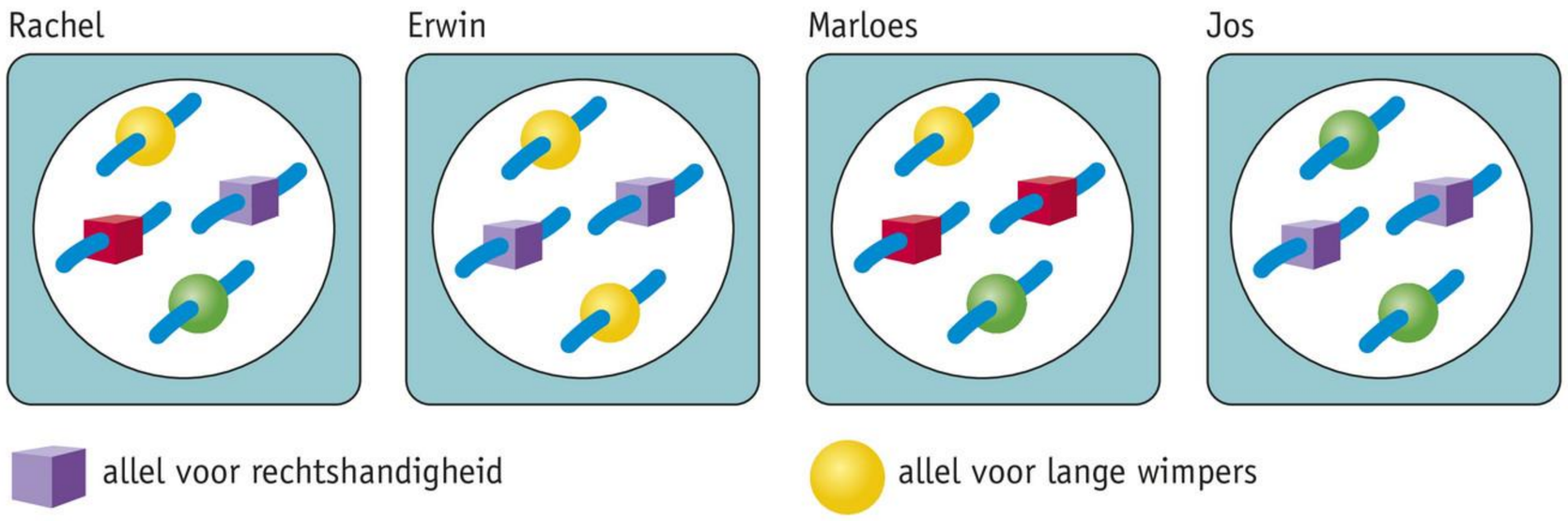
c Bekijk de lichaamscel van Rachel.
Is Rachel heterozygoot of homozygoot voor de eigenschap 'rechts- of linkshandigheid'?

d Ga er in deze vraag van uit dat het milieu (de omgeving) geen invloed heeft op links- of rechtshandig zijn.
Rachel is rechtshandig.
Welke eigenschap is dominant: rechtshandig of linkshandig?

e Neem de tabel over en vul hem in. Gebruik daarbij: *links – rechts – kort – lang*.

	Rachel	Erwin	Marloes	Jos
Rechts- of linkshandig	rechts			
Wimpers				

Afb. 6 Lichaamscellen van vier personen.



5 PTC is een stof die in bijvoorbeeld spruitjes voorkomt. Sommige mensen kunnen PTC proeven als een heel bittere smaak, andere mensen juist niet. Bij mensen is het allel voor het proeven van PTC dominant (T) en het allel voor niet-proeven van PTC is recessief (t).

a Wat is het genotype van iemand die homozygoot dominant is voor het proeven van PTC?

b Wat is het genotype van een persoon die geen PTC kan proeven: TT, Tt of tt? Leg je antwoord uit.

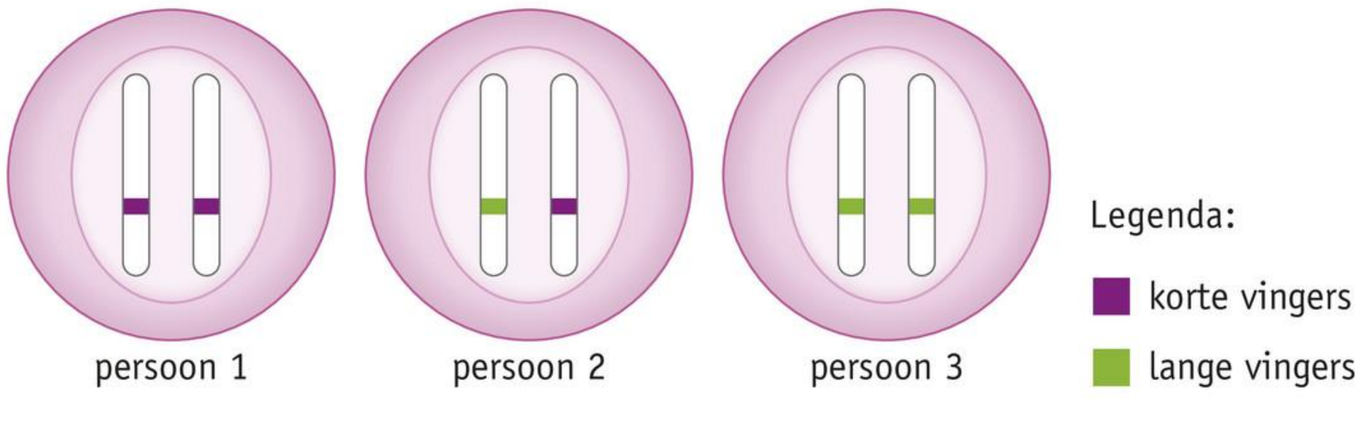
c Kan een persoon met het genotype Tt de stof PTC wel of niet proeven? Leg je antwoord uit.

6 Mensen met kortvingerigheid hebben in elke vinger twee kootjes in plaats van drie. In afbeelding 7 zie je van drie mensen schematisch de lichaamscellen getekend. In de celkernen zie je de chromosomen met daarop het gen dat bepaalt hoeveel kootjes er in de vingers voorkomen.
Persoon 2 heeft vingers met drie kootjes.

a Welk allel is dominant? Leg je antwoord uit.

b Welke persoon heeft kortvingerigheid? Leg je antwoord uit.

Afb. 7 Drie lichaamscellen met celkern.



+ 7

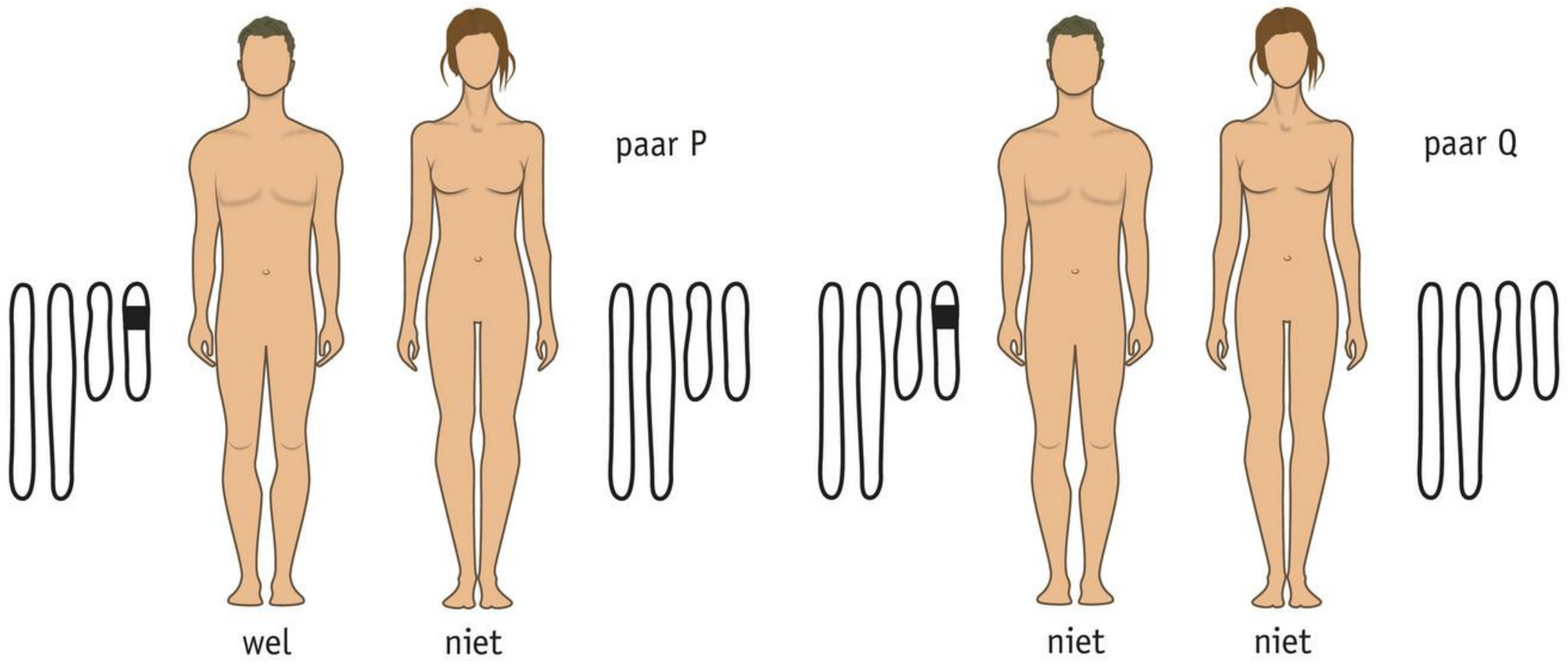
Er bestaat een groep erfelijke ziekten waarbij het bindweefsel te slap is. In de familie van Yke komt een van deze ziekten voor. Alleen personen met twee allelen voor deze ziekte hebben bindweefsel dat te slap is.
Yke wil graag kinderen en laat haar genotype onderzoeken. Uit het onderzoek blijkt dat Yke in iedere celkern één allel heeft voor deze ziekte.

a Is het bindweefsel van Yke te slap of heeft Yke normaal bindweefsel? Leg je antwoord uit.

b In afbeelding 8 zie je twee ouderparen: paar P en paar Q. Beide mannen komen uit een familie waarin een bindweefselziekte voorkomt. In de families komt niet dezelfde bindweefselziekte voor.
Naast de ouderparen zijn de chromosomen afgebeeld waarop de genen liggen voor zo'n ziekte. Onder de personen staat geschreven of ze wel of niet ziek zijn.
Bij welke van de twee mannen is het allel recessief: bij de man van paar P of bij de man van paar Q? Leg je antwoord uit.

c Een andere erfelijke aandoening is het DEND-syndroom. Iemand met het DEND-syndroom heeft epilepsie en andere hersenaandoeningen. Er zijn ook mensen die een milde vorm van dit syndroom hebben. Deze mensen hebben moeite met praten of bewegen, maar hebben geen epilepsie en zijn minder ernstig ziek.
Geef een verklaring voor het bestaan van een ernstige variant van dit syndroom en een minder ernstige variant. Gebruik in je antwoord de woorden dominant, recessief en intermediair.

Afb. 8 Erfelijke ziekten.



Legenda:

wel = heeft de ziekte wel
niet = heeft de ziekte niet
● = allel dat zo'n ziekte veroorzaakt

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

3 Kruisingen

LEERDOELEN

3.3.1 Je kunt een kruisingsschema opstellen.
3.3.2 Je kunt bij een gegeven kruising genotypen en fenotypen van ouders en/of nakomelingen afleiden.

► Practicum 1

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	3.3.1	3.3.2
Onthouden	1a	
Begrijpen	1bc, 2abcde, 3, 5ab, 6a	2fg, 3
Toepassen	4bcd, 6b	4ae, 5cd, 6c
Analyseren		6d

Ouders geven erfelijke eigenschappen door aan hun nakomelingen. Welk genotype een nakomeling krijgt, hangt af van het toeval. Toch kun je de kans op een bepaalde eigenschap voorspellen.

EEN KRUISING

In afbeelding 1 zie je een langharige cavia. Fokkers hebben voor de lange haren gezorgd door steeds de cavia's met de langste haren met elkaar te laten paren. De nakomelingen kregen zo ook weer lange haren. Als je twee dieren met elkaar nakomelingen laat krijgen, heet dat **kruisen**. Bij alle kruisingen in deze basisstof gaat het steeds om één erfelijke eigenschap (één gen).

Afb. 1 Een langharige cavia, gefokt op de eigenschap 'vacht met lange haren'.

GENERATIE

Bij een kruising geef je de ouders aan met de letter P (Latijn: *parentes* = ouders). De eerste generatie nakomelingen geef je aan met F_1 (Latijn: *filii* = kinderen). Een **generatie** zijn alle organismen in één laag van een reeks voortplantingen. Bij veel kruisingen planten de organismen in de F_1 zich ook weer voort. Hieruit ontstaat een tweede generatie nakomelingen: de F_2.

Generatie P zijn de ouders.
F_1 zijn de kinderen van deze ouders (P).
F_2 zijn de kinderen van deze kinderen (F_1).

EEN KRUISINGSSCHEMA MAKEN

Een **kruisingsschema** is een tabel met alle mogelijke combinaties van allelen bij een kruising. Met een kruisingsschema kun je voorspellen wat de kans is dat een nakomeling een bepaald fenotype krijgt.

Bij labradors (zie afbeelding 2) is het allel voor een zwarte vacht (A) dominant over het allel voor een gele vacht (a). Een zwartharig vrouwtje dat homozygoot is voor de vachtkleur (AA), paart met een geelharig mannetje (aa). De nakomelingen (F_1) paren ook weer met elkaar.
Je wilt weten welke vachtkleur de labradors in generatie F_2 kunnen hebben. Ook wil je weten hoe groot de kans is op elke vachtkleur in de F_2.
Hoe je het kruisingsschema van deze kruising maakt, zie je in het volgende stappenplan.

Afb. 2 Zwartharige labrador × geelharige labrador.

Stap 1 (P): bedenk wat de fenotypen en genotypen van de ouders zijn.
Het vrouwtje is homozygoot zwartharig. Het allel voor zwarte vachtkleur is dominant, dus het genotype van het vrouwtje is AA.
Het mannetje is geelharig. Het allel voor gele vachtkleur is recessief. Het genotype van het mannetje is dus aa. De kruising is dan:

P = AA × aa

Stap 2 (geslachtscellen): bedenk welke allelen in de geslachtscellen van beide ouders kunnen voorkomen.
Geslachtscellen ontstaan door reductiedeling (meiose). In geslachtscellen komt van elk gen één allel voor.
Het genotype van het vrouwtje is AA. Elke eicel die het vrouwtje maakt, bevat het allel A.
Het genotype van het mannetje is aa. Elke zaadcel die het mannetje maakt, bevat het allel a.

Stap 3 (F_1): stel vast welk genotype en fenotype de nakomelingen kunnen hebben.
Bij bevruchting versmelt de kern van een eicel (met allel A) met de kern van een zaadcel (met allel a). Het genotype van de bevruchte eicel is in dit geval altijd Aa. De nakomeling die zich uit deze bevruchte eicel ontwikkelt, heeft altijd een zwarte vacht.
Andere mogelijkheden zijn er bij deze kruising niet.

F_1 = Aa

Stap 4: stel vast welk genotype en fenotype de dieren in de F_2 kunnen hebben.
De dieren in de F_1 planten zich onderling voort. Alle dieren hebben het genotype Aa. In hun geslachtscellen kan dus allel A óf allel a voorkomen. Bij bevruchting weet je niet welke eicel door welke zaadcel wordt bevrucht. Er zijn vier mogelijkheden:

- Een eicel met het allel A wordt bevrucht door een zaadcel met het allel A.
- Een eicel met het allel A wordt bevrucht door een zaadcel met het allel a.
- Een eicel met het allel a wordt bevrucht door een zaadcel met het allel A.
- Een eicel met het allel a wordt bevrucht door een zaadcel met het allel a.

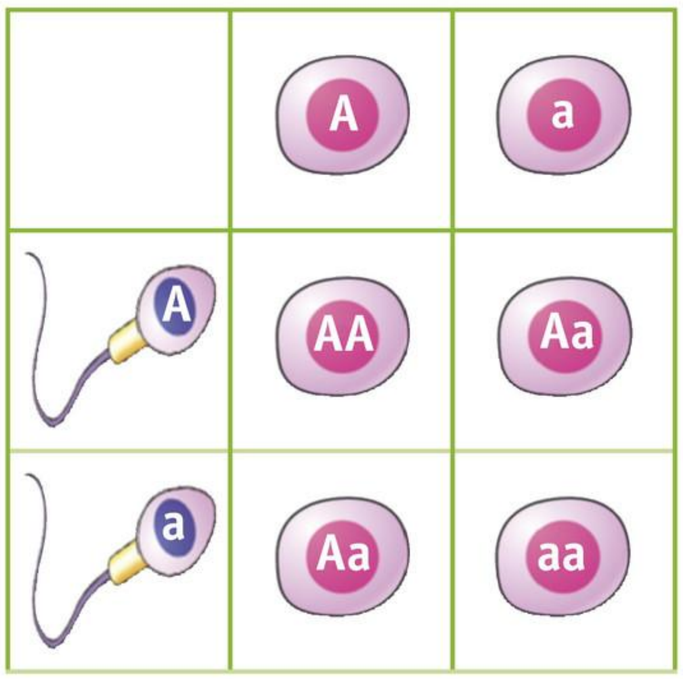
Voor de F_2 maak je een kruisingsschema. De allelen in de eicellen zet je boven in het schema. De allelen in de zaadcellen komen links in het schema (zie afbeelding 3).

Het kruisingsschema ziet er dan zo uit:

F_2

	A	**a**
A	AA	Aa
a	Aa	aa

Afb. 3 Mogelijkheden van bevruchting F_2.



Je ziet dat er vier mogelijkheden zijn voor het genotype van de nakomelingen in de F_2:

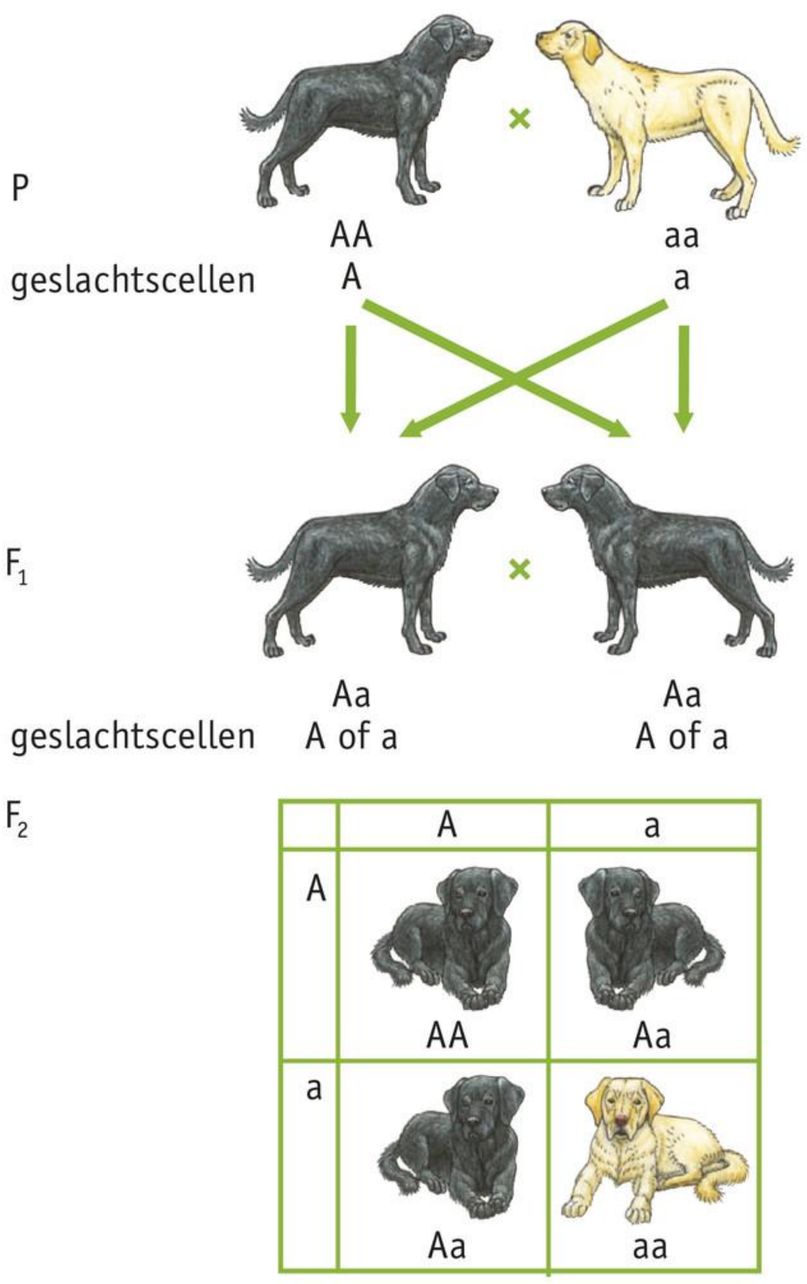
- De kans dat een dier uit de F_2 het genotype Aa heeft, is de helft of 50%.
- De kans op genotype AA is 25%.
- De kans op genotype aa is 25%.

Er zijn twee mogelijke fenotypen:

- De kans op een zwarte labrador in de F_2 is 75%. Dit zijn de genotypen AA en Aa.
- De kans op een gele labrador is 25%. Dit is het genotype aa.

In afbeelding 4 is deze kruising schematisch weergegeven met tekeningen.

Afb. 4 Kruising (schematisch).



VERHOUDINGEN

Bij twee of drie nakomelingen zijn de genotypen van de F_1 afhankelijk van het toeval. Maar bij een groot aantal nakomelingen zie je steeds dezelfde verhouding van genotypen en fenotypen in de volgende generatie (zie afbeelding 5).

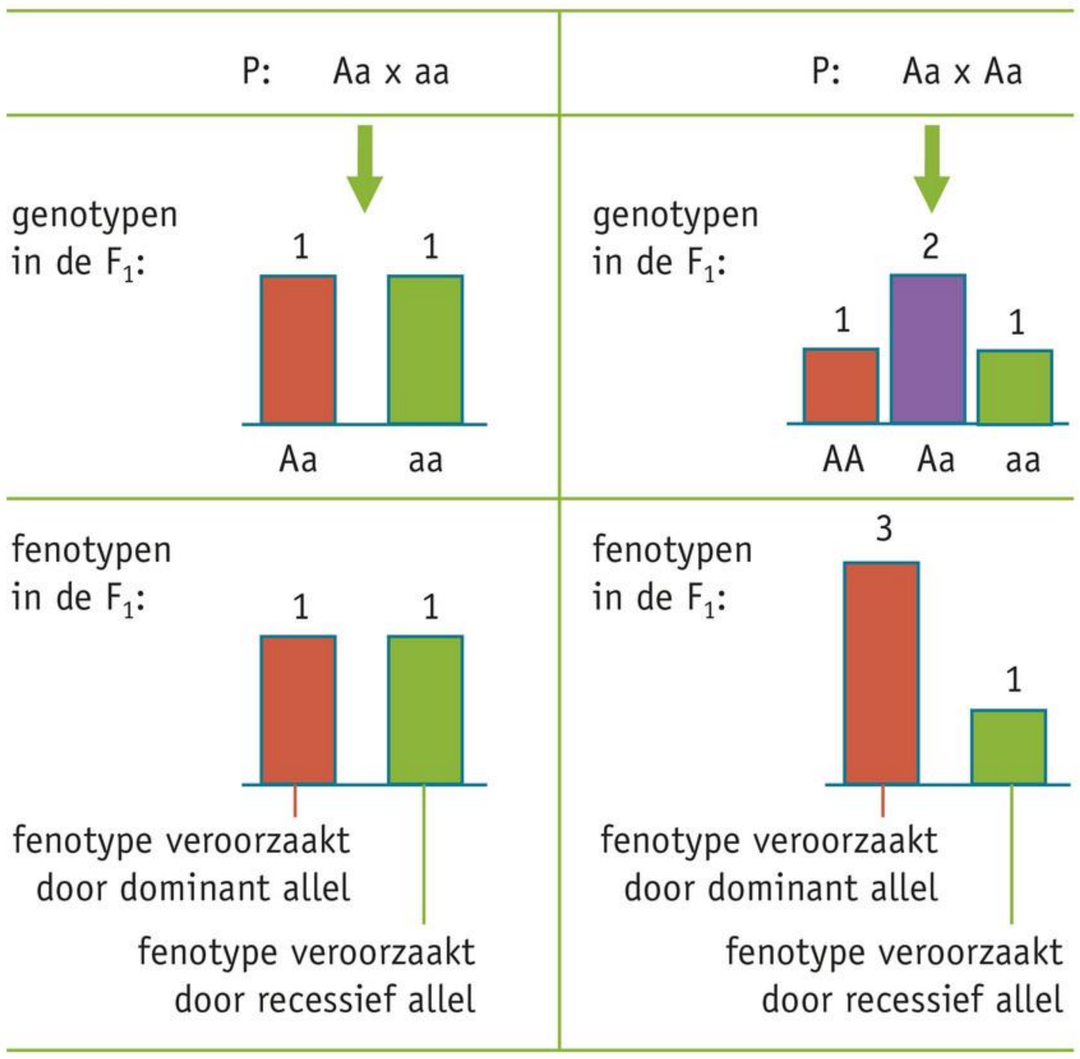
Is één ouder heterozygoot (Aa) en de andere ouder homozygoot recessief (aa), dan krijg je de volgende genotypen, fenotypen en verhoudingen:

- genotypen Aa = 50%, aa = 50%
- verhouding genotypen Aa : aa = 1 : 1
- verhouding fenotypen 1 : 1

Zijn beide ouders heterozygoot (Aa), dan krijg je de volgende genotypen, fenotypen en verhoudingen:

- genotypen AA = 25%, Aa = 50%, aa = 25%
- verhouding genotypen AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1
- verhouding fenotypen 3 : 1

Afb. 5 Bij grote aantallen nakomelingen komt bij de nakomelingen steeds dezelfde verdeling van genotypen en fenotypen voor.



KENNIS

1

a Hoe geef je bij een kruising de ouders aan?

- ○ A met F_1
- ○ B met F_2
- ○ C met P

b De ouders van de F_2 zijn de *F_1 / P*.

c Hoeveel generaties zijn P, F_1 en F_2 samen? *1 / 2 / 3 / 4* generaties

2

In afbeelding 6 zie je muizen met een verschillende vachtkleur. Bij muizen is het allel voor een zwarte vacht (H) dominant over het allel voor een witte vacht (h). Een zwarte vrouwtjesmuis die homozygoot is voor de vachtkleur, wordt gekruist met een wit mannetje. De nakomelingen van deze muizen worden gekruist waardoor een F_2 ontstaat.

a Wat is het genotype van het mannetje? (Het vrouwtje is al voorgedaan.)

vrouwtje: HH

mannetje: .....

b De eicellen bevatten het allel H.
Welk allel bevatten de zaadcellen?
De zaadcellen bevatten het allel *H / h*.

c Welk genotype heeft de bevruchte eicel? .....

d Welke haarkleur hebben de muizen in de F_1? .....

e Hier zie je de volledige kruising met P, F_1 en F_2.
Vul de ontbrekende genotypen en allelen in. Gebruik daarbij: H – h – HH – Hh – hh.

P	HH	×	.....	F_2
geslachtscellen	H		.....	
F_1		.....		
	Hh	×	.....	
geslachtscellen	H of h		H of h	

	H	h
H	HH	
h		

f Hoe groot is de kans dat een nakomeling in de F_2 homozygoot recessief is voor de haarkleur? .....%

g Hoe groot is de kans dat een muis in de F_2 een zwarte vacht heeft? .....%

Afb. 6 Zwarte muis en witte muis.

3

Samenvatting

In de tekst staan de vier stappen om de verhouding in fenotypen van de F_2 te bepalen.

- Noteer in eigen woorden de vier stappen om de verhouding in fenotypen van de F_2 te bepalen.
- Werk het stappenplan uit met het voorbeeld P = BB × bb. Maak daarbij een kruisingsschema voor de F_2.

Stap 1 (P): .....

.....

Stap 2: .....

.....

Stap 3 (F_1): .....

.....

Stap 4 (F_2): .....

.....

Voorbeeld:

P BB × bb

geslachtscellen ....

F_1 .....

....

geslachtscellen ....

F_2

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4

Bij erwtenplanten is het allel voor rode bloemkleur (B) dominant over het allel voor witte bloemkleur (b).
Een bepaalde erwtenplant is heterozygoot voor de bloemkleur.
Gebruik afbeelding 7 bij deze opdracht.

a Wat is het genotype van de erwtenplant (de ouder)?

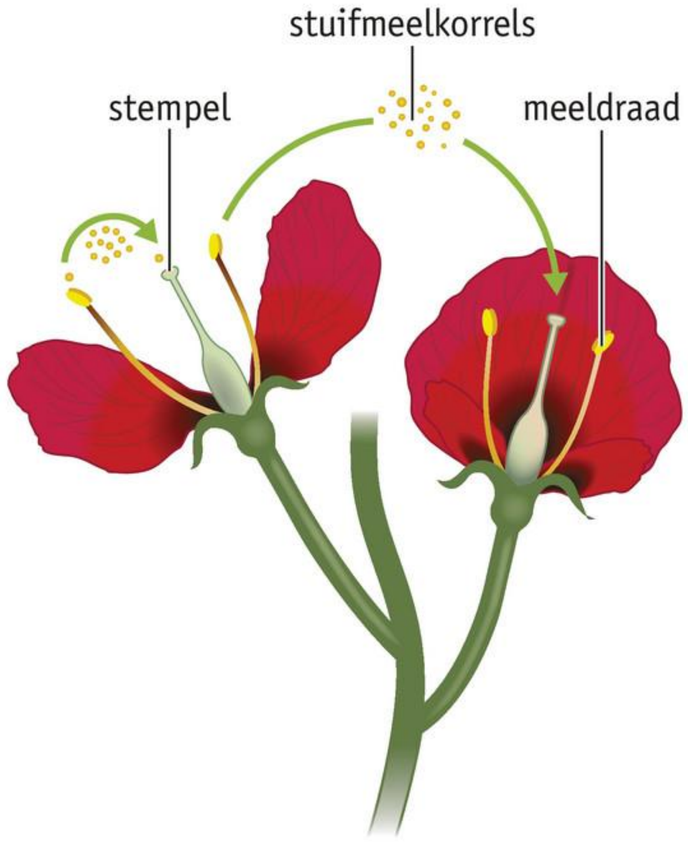
b Stuifmeelkorrels bevruchten eicellen van bloemen van dezelfde plant (zie afbeelding 7).
Hebben beide bloemen hetzelfde genotype of verschillen de genotypen van de bloemen van elkaar? Leg je antwoord uit.

c Noteer van deze kruising: P: ... × ...

d Maak een kruisingsschema van de F_1.

e De F_1 bestaat uit 2000 zaden, die allemaal ontkiemen en uitgroeien tot planten.
Hoeveel F_1-planten zullen naar verwachting rode bloemen hebben? Leg je antwoord uit.

Afb. 7 Bloem van een erwtenplant.



5 In afbeelding 8 zie je een peulvrucht met erwten erin. De erwten zijn de zaden van de plant. De kleur van erwten is een erfelijke eigenschap. Er is een allel voor gele erwten en een allel voor groene erwten.

a Welk genotype kunnen de nakomelingen van twee homozygoot dominante ouders krijgen?

b Welk genotype kunnen de nakomelingen van twee homozygoot recessieve ouders krijgen?

c Twee ouderplanten hebben beide gele erwten. De nakomelingen van deze ouders hebben zowel gele als groene erwten.
Zijn de beide ouderplanten heterozygoot (een allel groen en een allel geel) of homozygoot (twee allelen geel) voor de kleur van de erwten? Leg je antwoord uit.

d Welke eigenschap is dominant: gele of groene erwten? Leg je antwoord uit.

Afb. 8 Peulvrucht met erwten.

+ 6 Bij leeuwenbekjes is een roze bloemkleur een intermediair fenotype.

a Twee leeuwenbekjes met roze bloemen planten zich onderling voort.
Welk genotype hebben de planten met roze bloemen?

b Twee leeuwenbekjes met roze bloemen worden gekruist.
Hoeveel procent kans is er op nakomelingen met rode bloemen? Laat met een kruisingsschema zien hoe je aan je antwoord komt.

c Uit de kruising van twee leeuwenbekjes met roze bloemen worden 56 zaden (nakomelingen) gevormd.
Hoeveel nakomelingen in de F_1 zullen roze bloemen krijgen?

d De verhoudingen in genotype en fenotype bij de nakomelingen zie je alleen bij grote aantallen nakomelingen.
Als je bijvoorbeeld maar vier nakomelingen hebt, dan zie je niet altijd de precieze verhouding terugkomen. Leg dit uit.

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

4 Stambomen

LEERDOEL

3.4.1 Je kunt uit een gegeven stamboom afleiden welke genotypen de ouders en/of nakomelingen hebben, welk allel dominant is en welk allel recessief.

► Leren onderzoeken 1

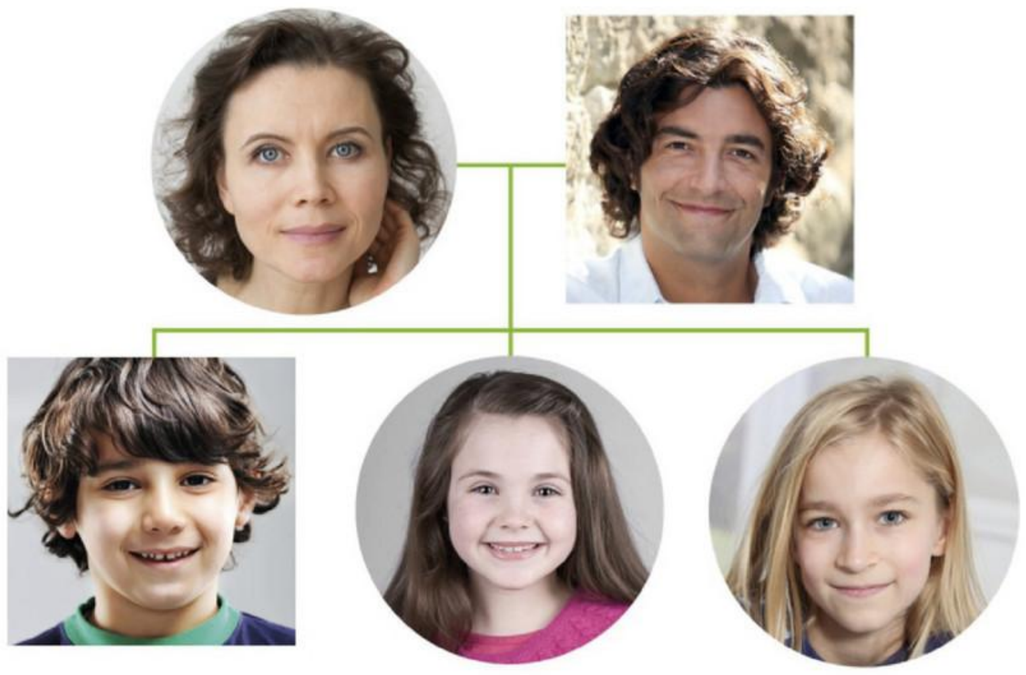
TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	3.4.1
Onthouden	1
Begrijpen	2, 3, 4a, 5a
Toepassen	4bcd, 5bc, 6
Analyseren	4e

De kans is groot dat je eigenschappen hebt die je niet bij je ouders terugziet. Misschien heb jij bijvoorbeeld blond haar en hebben jouw ouders allebei donker haar.

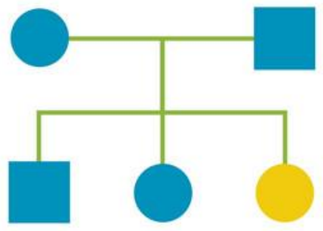
STAMBOOM VAN EEN GEZIN

In afbeelding 1 zie je een **stamboom** van een man en vrouw en hun drie kinderen, een zoon en twee dochters. Afbeelding 2 laat hun stamboom in symbolen zien. Daarbij is een rondje een vrouw en een vierkantje een man. Met een stamboom kun je zien hoe een eigenschap als haarkleur in je familie is doorgegeven.

Afb. 1 Stamboom van een gezin.



Afb. 2 Stamboom van het gezin in symbolen.



Legenda:
- bruin haar
- blond haar

In de stamboom van afbeelding 1 zie je dat beide ouders en twee van de drie kinderen bruin haar hebben. Eén kind heeft blond haar. Met deze stamboom kun je de genotypen voor de haarkleur van iedereen in het gezin bepalen. In de volgende stappen zie je hoe dit gaat.

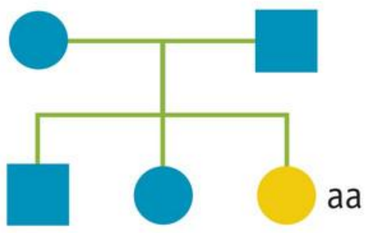
Stap 1: kijk welk fenotype iedereen uit de stamboom heeft.
In afbeelding 1 zie je welke haarkleur iedereen heeft. Vader, moeder en twee kinderen hebben bruin haar. Eén kind heeft blond haar.

Stap 2: wat is het genotype van het kind met een ander fenotype dan vader én moeder?
Beide ouders hebben bruin haar. Eén kind heeft blond haar. Een fenotype dat afwijkt van dat van beide ouders, kan alleen ontstaan als beide ouders heterozygoot zijn. Het kind heeft dan van beide ouders een recessief allel gekregen. Daardoor weet je zeker dat dit kind homozygoot is voor het recessieve allel. Het genotype van dit kind is ‘aa’ (zie afbeelding 3).

Stap 3: schrijf bij de stamboom wat je nu weet over het genotype van de andere gezinsleden.
De gezinsleden met bruin haar hebben in elk geval één dominant allel. Bij deze personen geef je het dominante allel aan met de letter 'A' (zie afbeelding 4).

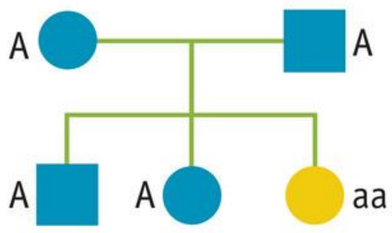
Stap 4: vul de genotypen zo veel mogelijk aan.
Beide ouders hebben bruin haar. Ze kunnen alleen een kind krijgen met blond haar als ze allebei heterozygoot zijn (Aa, zie afbeelding 5).
De kinderen met bruin haar kunnen homozygoot dominant zijn (AA) of heterozygoot (Aa).

Afb. 3 Het genotype van de blonde dochter is 'aa'.



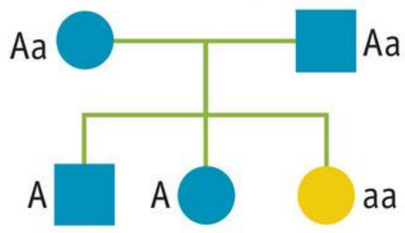
Legenda:
bruin haar
blond haar

Afb. 4 De personen met bruin haar hebben minstens één dominant allel (A).



Legenda:
bruin haar
blond haar

Afb. 5 Het genotype van vader en moeder is 'Aa'. Het genotype van de kinderen met bruin haar kan AA of Aa zijn.



Legenda:
bruin haar
blond haar

KENNIS

1

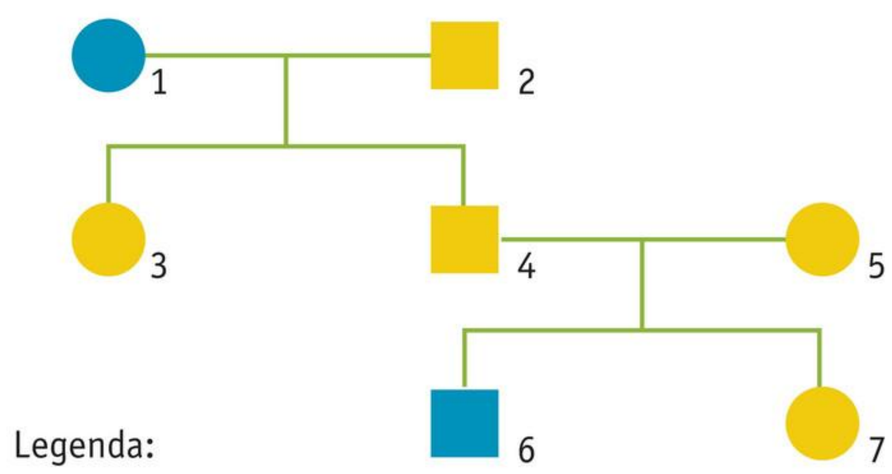
a In een stamboom is een rondje een *man* / *vrouw*.
b Een homozygoot dominant genotype voor eigenschap G noteer je als *gg* / *Gg* / *GG*.

2

Bij mensen komen verschillende huidtypen voor. Sommige mensen hebben een huidtype met sproeten, andere mensen niet.
In afbeelding 6.1 is een stamboom van een familie weergegeven.

a Welke personen hebben een huidtype zonder sproeten? *1* / *2* / *3* / *4* / *5* / *6* / *7*
b Welk allel is dominant?
Het allel voor het huidtype *met* / *zonder* sproeten is dominant.
c Wat is het genotype van personen 1 en 6? .....
d Persoon 3 heeft genotype *aa* / *Aa* / *AA*.
Persoon 4 heeft genotype *aa* / *Aa* / *AA*.
Persoon 5 heeft genotype *aa* / *Aa* / *AA*.

Afb. 6



1 stamboom

2 huidtype met sproeten

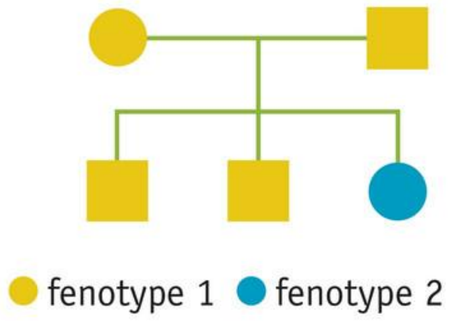
3

Samenvatting

In afbeelding 7 zie je een stamboom.

- Zet achter de stappen wat je moet doen om de genotypen af te kunnen leiden. Stap 1 is al ingevuld.
- Vul ook de legenda in door te noteren wat het rondje en wat het vierkantje voorstelt.

Afb. 7 Een stamboom.



stap 1: fenotypen opschrijven

stap 2: .....

.....

stap 3: .....

.....

stap 4: .....

.....

○ .....

□ .....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4

Anette en Ewout Biegel willen graag kinderen. In de familie komt een erfelijke ziekte voor: SMA. Bij SMA sterven cellen in het ruggenmerg af, waardoor spieren minder goed werken. Je hebt SMA als je twee recessieve allelen hebt. Anette en Ewout willen weten hoe groot de kans is dat hun kinderen deze ziekte krijgen. Daarom hebben ze een stamboomonderzoek laten doen. Na een aantal jaren hebben ze drie kinderen.
In afbeelding 8 zie je de stamboom van de familie Biegel.

a Wat is het genotype van iemand met SMA: AA, Aa of aa? Leg je antwoord uit.

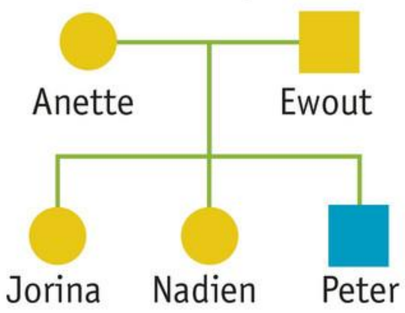
b Wie is homozygoot recessief voor de eigenschap SMA?

c Neem de stamboom van afbeelding 8 over en noteer bij iedereen het genotype. Gebruik de letters A en a. Bij sommige personen zijn meerdere genotypen mogelijk. Geef dan beide mogelijkheden. Peter en Jorina zijn al voorgedaan.

Peter: aa

Jorina: AA of Aa

Afb. 8 Stamboom van de familie Biegel.



d Zoon Peter krijgt een relatie met Esmee. Uit onderzoek blijkt dat Esmee homozygoot dominant is.
Peter en Esmee willen graag een kind.
Hoe groot is de kans dat hun kind één allel voor SMA heeft?

e Dochter Jorina krijgt een relatie met Govert. Govert heeft geen SMA, maar in zijn familie komt deze ziekte wel voor. Jorina en Govert krijgen het advies om een stamboomonderzoek te doen.
Geef een argument om dit onderzoek te laten doen.

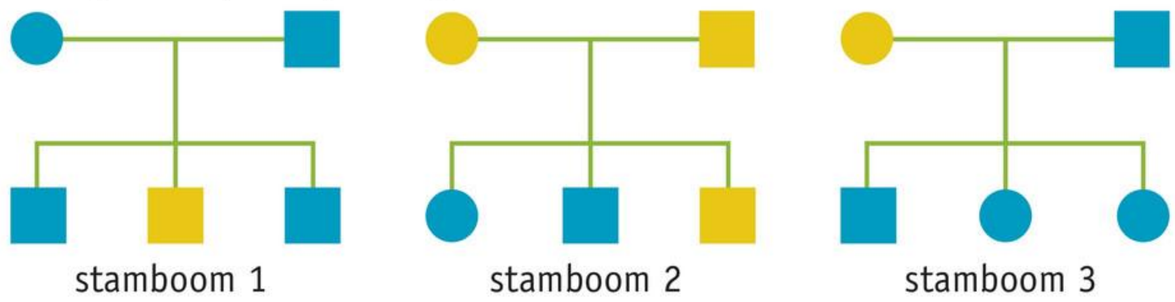
5 Sommige mensen hebben kuiltjes in de wangen als ze lachen. Het allel voor kuiltjes in de wangen is dominant (A).
In afbeelding 9 zijn drie stambomen getekend.

a Welke kleur in de stamboom heeft een persoon zonder kuiltjes in de wangen?

b Wat is het genotype van iemand zonder kuiltjes?

c Welke stamboom is onjuist? Leg je antwoord uit.

Afb. 9 Kuiltjes in je wangen?

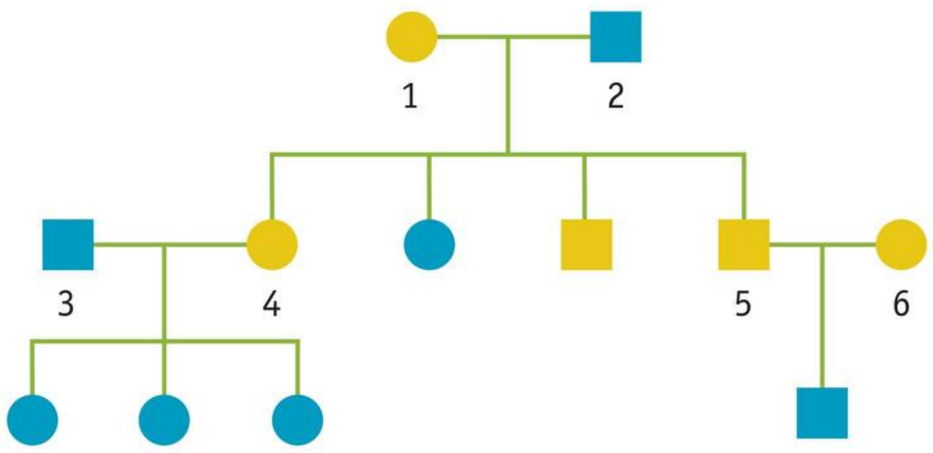


+ 6 Bij een kattenras komen katten met lange haren en katten met korte haren voor. De haarlengte is een erfelijke eigenschap. Het allel voor korte haren is dominant (A).
In afbeelding 10 zie je een stamboom van een kattenfamilie.

a Uit de resultaten van één bepaalde kruising is met zekerheid af te leiden dat het allel voor korte haren dominant is.
Welke kruising is dat? Leg je antwoord uit.

b Wat is het genotype van poes 1? Leg uit hoe je dat kunt zien in de stamboom.

Afb. 10 Stamboom van een kattenfamilie.



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

5 Variatie in genotypen

LEERDOELEN

3.5.1 Je kunt beschrijven hoe door geslachtelijke voortplanting variatie in genotypen ontstaat.

3.5.2 Je kunt omschrijven wat een mutatie is en je kunt omschrijven hoe kanker ontstaat.

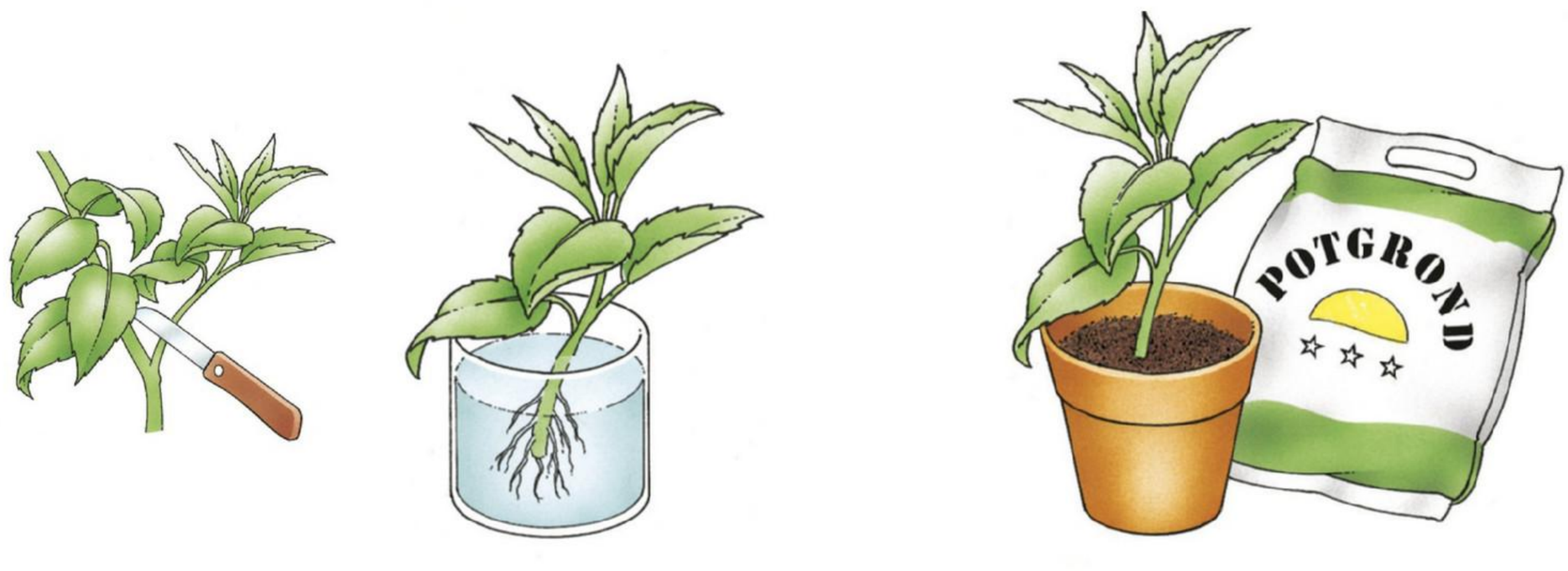
TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	3.5.1	3.5.2
Onthouden	1	2
Begrijpen	3	3
Toepassen	4a, 5b, 8	7abd
Analyseren	4b, 5ac	6, 7c

Variatie zie je bij mensen, maar ook bij dieren en planten. En dat maakt de wereld een stuk kleurrijker.

ONGESLACHTELIJKE VOORTPLANTING

Een deel van een plant kan uitgroeien tot een nieuwe plant. Dit is een vorm van ongeslachtelijke voortplanting. Het genotype van de nieuwe plant is precies hetzelfde als dat van de ouderplant. Het fenotype kan wel verschillend zijn, als de milieuomstandigheden anders zijn. Geef je bijvoorbeeld de ene plant meer water dan de andere, dan kan het uiterlijk van de planten verschillen.
Een voorbeeld van ongeslachtelijke voortplanting is stekken (zie afbeelding 1).

Afb. 1 Een kamerplant stekken: ongeslachtelijke voortplanting bij een plant.



1 Snijd met een scherp mes een stukje stengel af.

2 Zet dit stukje stengel in een potje met water. Het stengeltje gaat dan wortels vormen.

3 Als de wortels groot genoeg zijn, zet je het stengeltje in een bloempot met potgrond.

GESLACHTELIJKE VOORTPLANTING

Bij geslachtelijke voortplanting versmelten twee geslachtscellen met elkaar. Omdat de geslachtscellen verschillende genotypen hebben, zijn er voor het genotype van de bevruchte eicel veel verschillende mogelijkheden. Zo ontstaan er organismen met steeds andere genotypen en fenotypen. Dit heet ook wel variatie in genotype (zie afbeelding 2).

Afb. 2 Bij geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in genotypen en daardoor ook in fenotypen.

1 parende lieveheersbeestjes

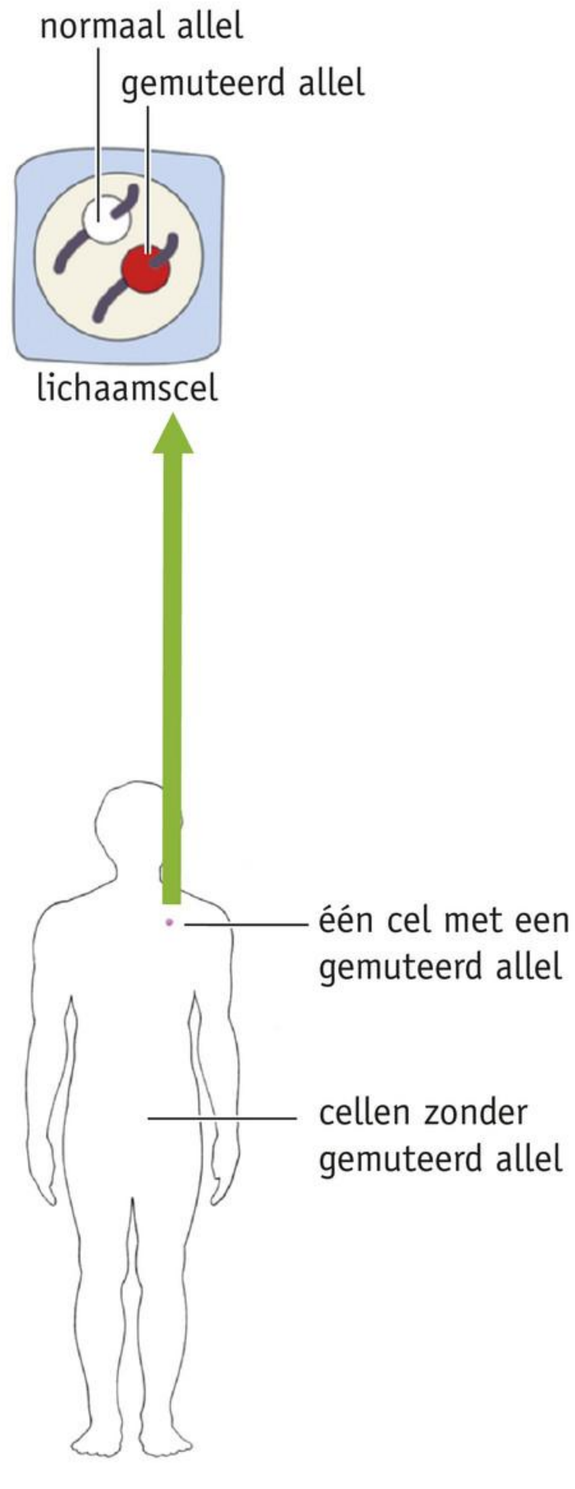
2 verschillende fenotypen bij lieveheersbeestjes

MUTATIE

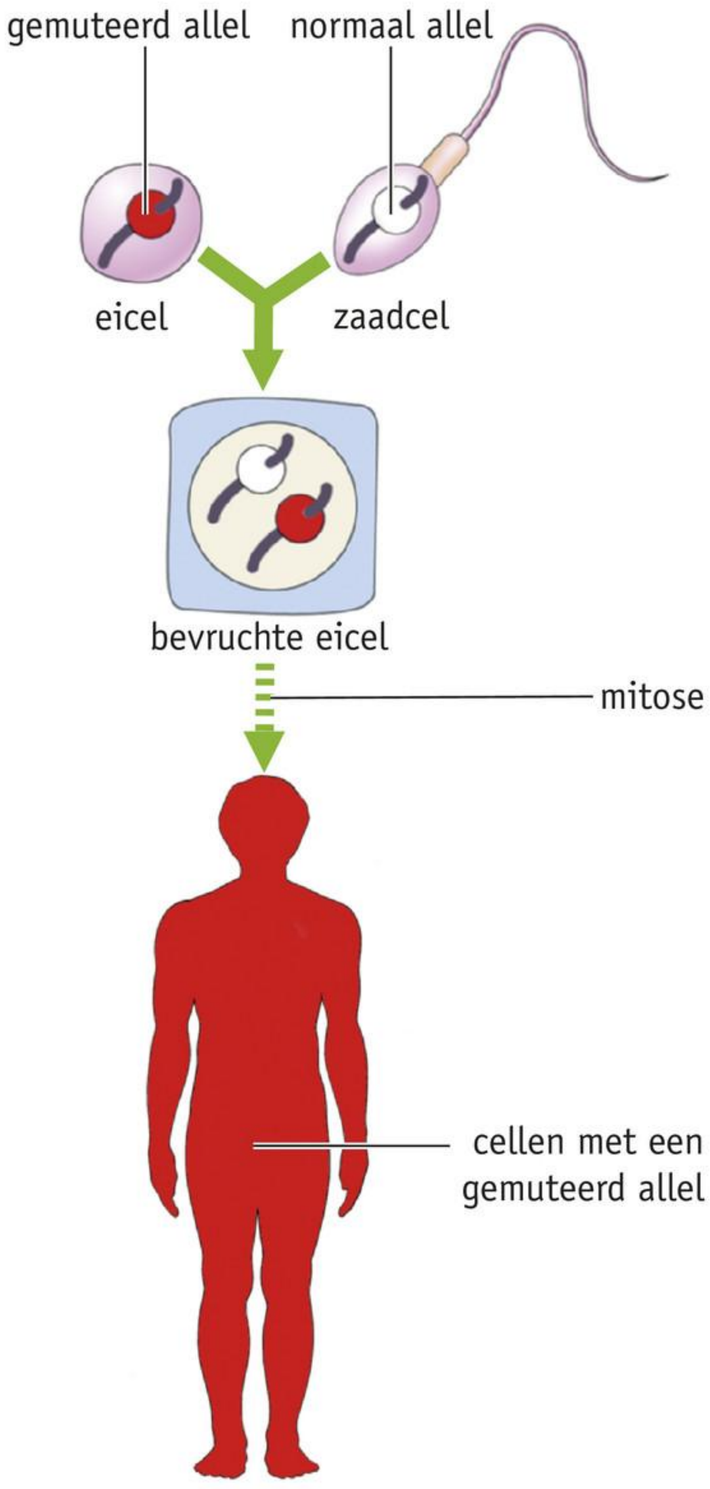
Een nieuw genotype ontstaat bij geslachtelijke voortplanting, maar een genotype kan ook veranderen door een mutatie. Een mutatie is een plotselinge verandering in het DNA.

Mutaties kunnen in elke cel plaatsvinden. Als in een lichaamscel een mutatie plaatsvindt, verandert het genotype in de andere lichaamscellen niet (zie afbeelding 3.1). Maar als een gemuteerd allel in een geslachtscel voorkomt, kan de mutatie worden doorgegeven aan de nakomelingen. Als deze geslachtscel bij bevruchting met een andere geslachtscel versmelt, zit het gemuteerde allel in de bevruchte eicel. Uit de bevruchte eicel ontwikkelt zich, door mitose, een nakomeling. In elke cel zit dan de mutatie (zie afbeelding 3.2).

Afb. 3 De invloed van een mutatie (schematisch).



1 mutatie in een lichaamscel



2 mutatie in een geslachtscel

Een albino (zie afbeelding 4) is een voorbeeld van een organisme dat in alle cellen een veranderd allel heeft. Albinisme komt voor bij mensen, dieren en planten.

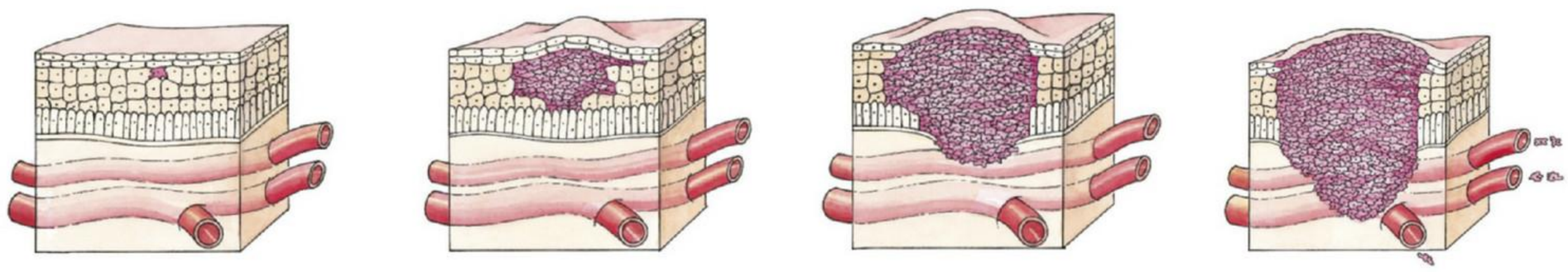
Afb. 4 Albinisme.

Een mutatie kan heel af en toe spontaan ontstaan, bijvoorbeeld tijdens een celdeling. Een mutatie kan ook ontstaan door invloeden van buiten het lichaam, zoals sigarettenrook en asbestdeeltjes. Stoffen die een mutatie kunnen veroorzaken, noem je **mutagene stoffen**.
Ook straling kan mutaties veroorzaken. Voorbeelden zijn ultraviolette straling (uv-straling) en röntgenstraling. Mutaties vinden dagelijks plaats, gelukkig maar zelden met een ernstige ziekte tot gevolg.

KANKER

Mutaties kunnen er soms voor zorgen dat cellen te snel en zonder te stoppen gaan delen. Op deze manier ontstaat een tumor (gezwel). Een goedaardige tumor groeit langzaam en beschadigt de omringende weefsels niet. Maar er zijn ook kwaadaardige tumoren. Deze groeien snel en beschadigen de omringende weefsels. Dit noem je kanker (zie afbeelding 5).
Als de cellen van een kwaadaardige tumor in het bloed komen, kunnen ze zich door het hele lichaam verplaatsen. In andere lichaamsdelen kunnen de cellen dan uitgroeien tot nieuwe tumoren. Op die manier ontstaan uitzaaiingen.

Afb. 5 Het ontstaan van kanker (schematisch).



1 Bij één cel zijn mutaties opgetreden, waardoor de cel een kankercel wordt.
2 De kankercel deelt zich snel en zonder te stoppen.
3 Er is een gezwel ontstaan, waarbij de bouw van de weefsels is verstoord.
4 Er vindt uitzaaiing plaats: cellen van het gezwel komen in het bloed of in de lymfe terecht.

KENNIS

1 Kies de juiste woorden.

1 Twee geslachtscellen versmelten bij *geslachtelijke* / *ongeslachtelijke* voortplanting.
2 De eicellen van één vrouw hebben *hetzelfde genotype* / *verschillende genotypen*.
3 Nakomelingen van dezelfde ouders hebben *hetzelfde genotype* / *verschillende genotypen*.
4 Nakomelingen van ongeslachtelijke voortplanting hebben *hetzelfde genotype als hun ouders* / *een ander genotype dan hun ouders*.

2

a De omgeving kan de kans op een mutatie *wel* / *niet* beïnvloeden.
b *Iedere* / *Niet iedere* mutatie leidt tot een bepaalde aandoening of ziekte.
c Noem een voorbeeld van een mutagene stof.

.....

d Een goedaardige tumor groeit *langzaam* / *snel*.
e Een kwaadaardige tumor verplaatst zich in het lichaam via *bloed* / *weefsel*.

3

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

Ongeslachtelijke en geslachtelijke voortplanting

- Bij ongeslachtelijke voortplanting is .....

.....

- Bij geslachtelijke voortplanting versmelten twee geslachtscellen met elkaar. Het genotype van de nakomelingen is *anders dan* / *hetzelfde als* dat van de ouders.

Variatie in genotypen

- Nieuwe genotypen ontstaan bij *geslachtelijke* / *ongeslachtelijke* voortplanting.
- Een genotype kan ook veranderen door een .....

Mutaties en kanker

- Niet iedere mutatie leidt tot een aandoening of ziekte. Een mutatie kan spontaan ontstaan of door .....
- Je spreekt van kanker als .....

.....

.....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4 Bij weefselkweek snijd je een stukje van een plant. Dit stukje plant kan weer uitgroeien tot een nieuwe plant.

a Vindt bij weefselkweek reductiedeling of gewone celdeling plaats?

b Het kleine stukje weefsel bevat genoeg informatie om uit te groeien tot een complete plant.
In principe bevat één bladcel hiervoor al genoeg informatie. Leg dat uit.

5 Bij tulpen komt de bloemkleur tot stand onder invloed van een gen.
Een kweker heeft twee rode tulpen. Hij weet niet of het allel voor rode bloemkleur dominant of recessief is. Hij wil meer tulpen kweken met rode bloemen. Hij kan dat op verschillende manieren doen.

a De kweker laat de twee tulpen elkaar bestuiven.
Hebben alle nakomelingen dan rode bloemen? Leg je antwoord uit.

b De kweker kweekt nieuwe tulpen door ongeslachtelijke voortplanting.
Is hij er dan zeker van dat alle nakomelingen rode bloemen hebben? Leg je antwoord uit.

c De kweker hoort van zijn collega's dat de rode bloemkleur bij tulpen recessief is. Hij kruist de twee rode tulpen (aa) door bestuiving.
Hebben alle nakomelingen dan rode bloemen? Leg je antwoord uit.

6 Bij kanker kunnen uitzaaiingen ontstaan. Dan is een operatie om de tumor(en) te verwijderen meestal niet voldoende om een patiënt te genezen. Vaak wordt er dan een chemokuur gegeven. Een chemokuur vernietigt snel delende cellen, dus ook kankercellen.
Leg uit dat bij uitzaaiingen alleen het verwijderen van een tumor vaak niet voldoende is.

7 Lees de tekst 'Een prik en uitstrijkje tegen baarmoederhalskanker'.

a Wat veroorzaakt de mutatie bij baarmoederhalskanker?

b Waarom is er gekozen om de prikken te geven vanaf 9 jaar?

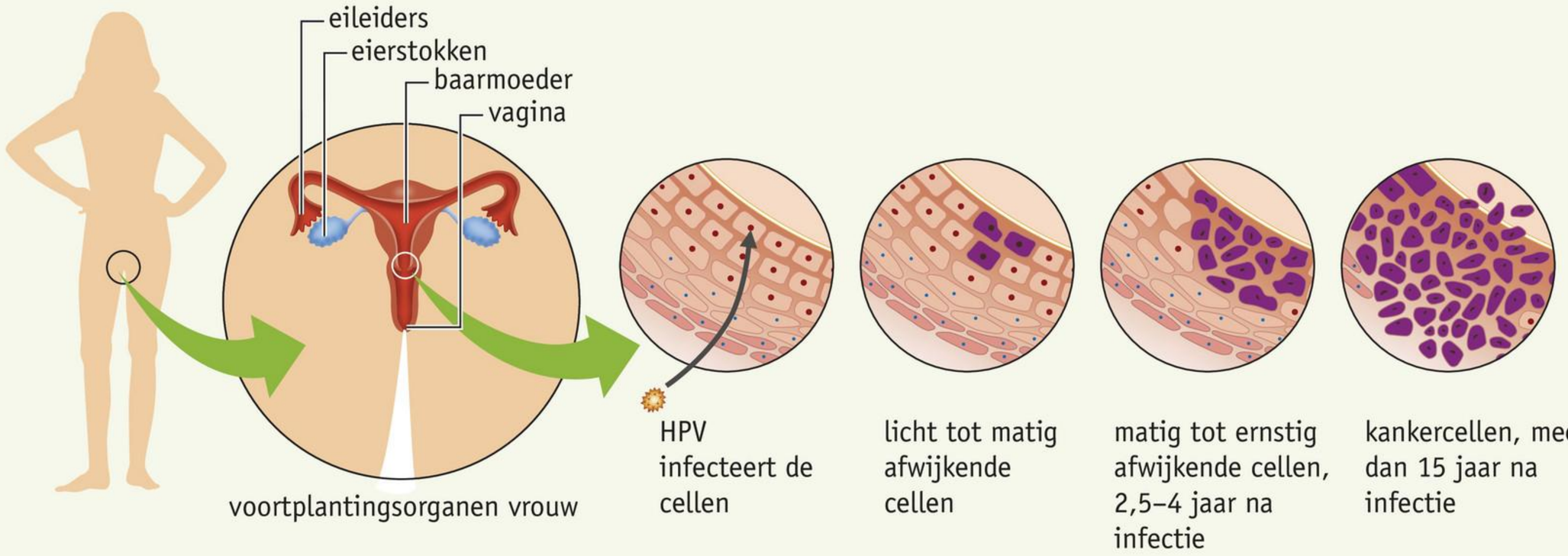
c Leg uit op welke manier bevolkingsonderzoek ervoor zorgt dat zo veel mogelijk baarmoederhalskanker wordt voorkomen.

d Leg uit dat de vaccinatie en het bevolkingsonderzoek extra belangrijk zijn voor meisjes en vrouwen die later kinderen willen.

Afb. 6

Een prik en uitstrijkje tegen baarmoederhalskanker

Jongens en meisjes vanaf 9 jaar kunnen een vaccinatie krijgen tegen HPV (humaan papillomavirus). Dit virus wordt vooral overgedragen via seksuele contacten. Op latere leeftijd kan het virus baarmoederhalskanker veroorzaken.
In Nederland krijgen elk jaar zo'n 830 vrouwen te horen dat ze baarmoederhalskanker hebben. De meesten zijn dan tussen de 30 en 35 jaar oud. In ernstige gevallen moet de baarmoeder worden verwijderd. Jaarlijks sterven ongeveer 200 vrouwen aan baarmoederhalskanker.
Alle vrouwen tussen de 30 en 60 jaar krijgen één keer in de vijf jaar een oproep voor het bevolkingsonderzoek baarmoederhalskanker. Ze kunnen dan bij de huisarts een uitstrijkje laten maken. Bij een uitstrijkje worden cellen uit het slijmvlies van de baarmoederhals weggehaald en onderzocht. Zo kunnen afwijkende cellen vroegtijdig worden ontdekt. Als er afwijkende cellen zijn, begint de behandeling zo snel mogelijk. Zo kunnen baarmoederhalskanker en uitzaaiingen daarvan worden voorkomen.



+ 8

Je hebt een appelboom met stevige appels en een appelboom met zoete appels. Je wilt een ras kweken van stevige, zoete appels. Om die appel te kweken, heb je een combinatie nodig van geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting.
Leg uit hoe je voor het kweken van deze nieuwe appel geslachtelijke én ongeslachtelijke voortplanting gebruikt.

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

6 Evolutie

LEERDOELEN

3.6.1 Je kunt omschrijven wanneer organismen tot één soort behoren.
3.6.2 Je kunt beschrijven wat de evolutietheorie inhoudt en hoe geslachtelijke voortplanting, mutatie en natuurlijke selectie bijdragen aan het ontstaan van nieuwe rassen en soorten.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	3.6.1	3.6.2
Onthouden	1a	2ac
Begrijpen	1bcde, 3, 6a	2bd, 3, 7a
Toepassen	6b	4, 5, 7b, 8a
Analyseren	6c	7c, 8bc

IJsberen vallen dankzij hun witte vacht niet op als ze hun prooi besluipen. Cactussen verliezen minder water doordat ze geen bladeren hebben. Organismen hebben een grotere kans om te overleven als ze zijn aangepast aan hun omgeving.

SOORTEN EN RASSEN

Een Afrikaanse olifant en een Indische olifant lijken veel op elkaar, maar ze behoren tot verschillende soorten (zie afbeelding 1). Organismen die veel op elkaar lijken, hoeven dus niet tot dezelfde soort te behoren. Organismen behoren pas tot één **soort** als ze samen vruchtbare nakomelingen kunnen krijgen. De nakomelingen die ze krijgen, moeten zich dus ook weer kunnen voortplanten.

Afb. 1 Twee soorten olifanten.

1 Afrikaanse olifant

2 Indische olifant

RAS

Sommige soorten kun je verder verdelen in rassen, bijvoorbeeld appels. Alle appelbomen kunnen elkaar bestuiven, dus alle appels behoren tot dezelfde soort. Maar er zijn wel verschillende appels (zie afbeelding 2). Van zure groene tot zoete rode, en van harde tot zachte appels. Dit zijn appels van verschillende rassen. Een **ras** is een groep organismen binnen één soort die door bepaalde erfelijke eigenschappen verschilt van de rest van de soort. Rassen zijn kunstmatig ontstaan, bijvoorbeeld door fokken of kweken.

Afb. 2 Twee appelrassen.

1 Braeburn

2 Granny smith

EVOLUTIE

Er zijn miljoenen verschillende soorten organismen op de wereld. Al deze soorten zijn in de loop van een zeer lange tijd ontstaan en veranderd. Dit wordt evolutie genoemd. Charles Darwin was de belangrijkste bedenker van de **evolutietheorie**. Deze theorie gaat uit van drie dingen:

- variatie in genotypen
- natuurlijke selectie
- ontstaan van nieuwe soorten

Variatie in genotypen

Een populatie is een groep organismen van dezelfde soort die zich onderling kunnen voortplanten. Voorbeelden van populaties zijn: alle merels in een bos, alle konijnen op Ameland of alle paardenbloemen in een bergwei.
Binnen een populatie komen verschillen voor. Deze verschillen zijn ontstaan door geslachtelijke voortplanting en mutaties. Hierdoor komen in een populatie ook steeds andere fenotypen voor. Slakken van dezelfde soort kunnen bijvoorbeeld verschillend gekleurde huisjes hebben (zie afbeelding 3). De kleur van het huisje wordt bepaald door het genotype van de slak.

Natuurlijke selectie

Een slak kan veel nakomelingen in zijn leven krijgen. Niet alle nakomelingen blijven leven. Ze kunnen bijvoorbeeld worden opgegeten. Slakken met een geel huisje worden in het groene gras sneller gezien door vogels (zie afbeelding 4). Deze opvallende slakken hebben een grotere kans om opgegeten te worden dan slakken met een schutkleur. Hierdoor blijven in de populatie steeds minder slakken met een opvallende kleur over.

De slakken met een schutkleur zullen langer in leven blijven en zelf ook weer nakomelingen krijgen. Zo kunnen er steeds meer slakken met een schutkleur komen. Deze slakken zijn beter aangepast aan het milieu waarin ze leven. Het **milieu** zijn alle omstandigheden die invloed kunnen hebben op een organisme. Voorbeelden zijn roofdieren, ziekten, voedsel, regen en kou.

Afb. 3 Verschillen in fenotype binnen een populatie slakken.

Afb. 4 Zanglijster eet een slak. Slakken met een opvallend gekleurd huisje hebben een grotere kans om opgegeten te worden.

Dieren of planten met een fenotype dat goed is aangepast aan het milieu, hebben een grotere overlevingskans. Zij krijgen meer nakomelingen die overleven en die zelf ook weer nakomelingen krijgen. Dit noem je **natuurlijke selectie**. De organismen die het best zijn aangepast aan het milieu, krijgen de meeste nakomelingen.

Vooral het genotype bepaalt of een individu goed of slecht is aangepast aan het milieu. Een populatie met veel verschillende genotypen en fenotypen heeft een grote overlevingskans. Als het milieu verandert, zijn sommige individuen beter aangepast aan de nieuwe omstandigheden dan andere individuen. Bijvoorbeeld: als het milieu van de slakken steeds droger wordt, zal er minder groen gras zijn. Dan hebben misschien juist de gele slakken een voordeel (een gunstig genotype). Door natuurlijke selectie zullen de gele slakken dan in leven blijven en meer nakomelingen krijgen. Hierdoor verandert de soort.

Het ontstaan van nieuwe soorten
Zolang de slakken met verschillende kleuren met elkaar blijven voortplanten, behoren ze tot dezelfde soort. Er zijn dan alleen verschillende vormen van één soort ontstaan (zie afbeelding 5).

Als de verschillende vormen van een soort zich niet meer met elkaar voortplanten, kunnen na lange tijd twee soorten ontstaan. De vormen gaan dan zoveel van elkaar verschillen, dat ze niet meer met elkaar kunnen voortplanten.

Afb. 5 Verschillende vormen van een soort.

1 vormen van cichliden in het Malawimeer

2 vormen van mais op de markt

Een nieuwe soort kan bijvoorbeeld ontstaan als een populatie wordt gescheiden in twee groepen. Bijvoorbeeld een populatie egels in een woonwijk aan de rand van een bos. Op een dag wordt er een snelweg aangelegd tussen de woonwijk en het bos. Hierdoor worden de egels in twee groepen verdeeld. Aan de ene kant van de snelweg woont een groep egels in tuinen. Aan de andere kant van de snelweg zijn de egels het bos ingegaan (zie afbeelding 6). Door de snelweg planten de egels van de twee groepen zich niet meer met elkaar voort.

Afb. 6 Een egel.

In beide groepen egels zijn er verschillende genotypen en fenotypen. Het milieu in het bos is anders dan het milieu in de tuinen. De egels in het bos hebben daardoor voordeel van andere eigenschappen dan de egels in de tuinen. Door natuurlijke selectie kunnen de verschillen tussen de twee groepen egels steeds groter worden. Misschien worden de verschillen zo groot, dat de egels zich niet meer met elkaar kunnen voortplanten. Dan zijn twee soorten ontstaan. Dit kan wel honderden tot duizenden jaren duren.

KENNIS

1

a Organismen die samen vruchtbare nakomelingen kunnen krijgen, behoren tot één .....

b Kunnen een Afrikaanse olifant en een Indische olifant samen nakomelingen krijgen?
ja / *nee*

c Een paard en een ezel kunnen zich samen voortplanten. Hun nakomelingen heten muilezels. Muilezels kunnen zich niet voortplanten, ze zijn onvruchtbaar.
Behoren paarden en ezels tot dezelfde soort? *ja* / *nee*

d Behoren alle planten van een populatie brandnetels tot dezelfde soort? *ja* / *nee*

e Twee Waddeneilanden zijn Texel en Vlieland. Op deze eilanden leven egels die allemaal met elkaar vruchtbare nakomelingen kunnen krijgen.
De egels behoren *wel* / *niet* tot dezelfde soort. Deze egels leven in *hetzelfde* / *een ander* gebied. Deze egels behoren *wel* / *niet* tot dezelfde populatie.

2

a Variatie binnen een populatie ontstaat door *geslachtelijke* / *ongeslachtelijke* voortplanting en door *mitose* / *mutatie*.

b Een schutkleur is een erfelijke eigenschap. Een egel met een schutkleur krijgt waarschijnlijk *meer* / *minder* nakomelingen dan een egel zonder schutkleur.

c De evolutietheorie gaat onder andere uit van natuurlijke selectie.
Wat zijn de andere twee uitgangspunten van de evolutietheorie?

1 .....

2 .....

d In een bepaalde populatie is veel variatie in genotypen aanwezig.
Zet de volgende gebeurtenissen in de juiste volgorde. Stap 1 en 6 zijn gegeven.

1 De populatie is aangepast aan het milieu.

..... Andere eigenschappen zijn nu voordelig.

..... De organismen met deze eigenschappen krijgen de meeste nakomelingen.

..... De soort verandert.

..... Het milieu verandert.

6 De populatie is weer aangepast aan het milieu.

3

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

Soort = ...

.....

.....

Ras = ...

.....

Evolutie = ...

.....

.....

Uitgangspunten van de evolutietheorie

- Variatie in genotypen: .....

  .....

  .....

  .....

- Natuurlijke selectie: .....

  .....

  .....

  .....

  .....

- Het ontstaan van nieuwe soorten: .....

  .....

  .....

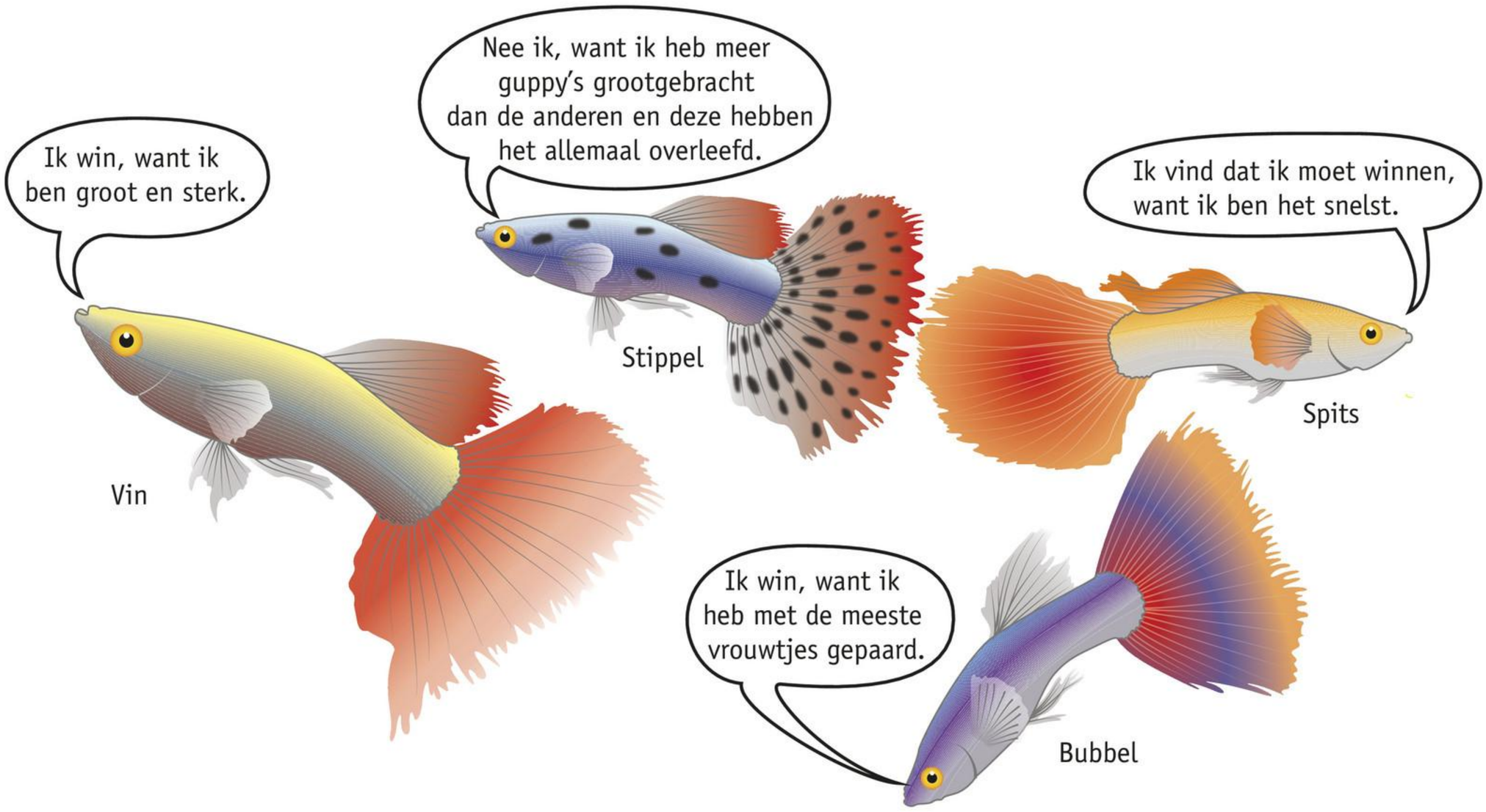
  .....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4 In afbeelding 7 zijn vier vissen schematisch weergegeven. Alle vissen behoren tot dezelfde soort. Elke vis beweert dat hij het best is aangepast aan zijn milieu. Welke vis is volgens jou het best aangepast? Leg je antwoord uit.

Afb. 7 Vier vissen.



5 Lees de tekst 'Een nieuwe slakkensoort'.
Zijn de beweringen juist of onjuist? Leg je antwoord uit.

1 Er kan alleen een nieuwe soort ontstaan als dezelfde mutatie bij deze slakken zich vaker voordoet binnen deze populatie.
2 De kans op nakomelingen is voor beide vormen even groot.

Afb. 8

Een nieuwe slakkensoort

Japanse onderzoekers hebben ontdekt dat één gen bepaalt in welke richting het huisje van een Japanse landslak draait. Bij deze slakkensoort draait het huisje normaal gesproken linksom. De onderzoekers hebben ontdekt dat een mutatie in het gen ervoor kan zorgen dat het huisje rechtsom draait. Hierdoor zijn er twee vormen van deze slakkensoort.
Een slak met een linksdraaiend huisje kan zich niet voortplanten met een slak met een rechtsdraaiend huisje. Een slak waarvan het huisje rechtsom draait, kan zich alleen voortplanten als hij een andere slak tegenkomt die ook een rechtsdraaiend huisje heeft. Omdat die kans heel klein is, is ook nog niet bekend of er ook echt een nieuwe soort ontstaat.

6 In afbeelding 9 zie je een labradoodle. Een labradoodle is een kruising tussen een labrador retriever en een poedel. Een labradoodle teef (vrouwtje) kan pups krijgen met een labradoodle reu (mannetje).

a Behoren de labrador retriever en de poedel tot dezelfde soort? Leg je antwoord uit.

b Wat zou een reden kunnen zijn voor het kruisen van twee hondenrassen?

c Alle hondenrassen horen tot dezelfde soort.
Bedenk minstens één reden waarom je niet zomaar alle rassen met elkaar moet proberen te kruisen.

Afb. 9 Drie honden.

1 labrador retriever

2 poedel

3 labradoodle

7 **a** Wat is voor een dier het voordeel van een schutkleur?

b In een populatie dieren met schutkleur komen regelmatig dieren voor met afwijkende kleuren. Deze kleuren komen voor door mutaties.
Welke dieren zullen waarschijnlijk de meeste nakomelingen krijgen: de dieren met een schutkleur of de dieren met afwijkende kleuren? Leg je antwoord uit.

c Voor het voortbestaan van de soort is het belangrijk dat er afwijkende kleuren blijven voorkomen. Leg dat uit.

+ 8 Puerto Rico is een eiland in de Cariben. Op dit eiland komt een bepaalde hagedissensoort voor: de anolis (zie afbeelding 10). Anolissen leefden in het bos. Toen de steden op het eiland steeds groter werden, trokken sommige anolissen naar de stad. Het milieu in de stad is anders dan in het bos. In de stad zijn daardoor andere eigenschappen voordelig dan in het bos.

a De anolissen in de steden hebben langere poten dan de anolissen die in het bos leven.
Zijn alle poten van de anolissen in de stad even lang? Leg je antwoord uit.

b De poten van anolissen in de steden zijn gemiddeld langer.
Is een anolis in de stad in het voordeel met lange poten of met korte poten? Leg je antwoord uit.

c Bedenk waarom een anolis in de steden voordeel heeft bij lange poten.

Afb. 10 Een anolis met lange poten op een muur in de stad.

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

7 DNA-technieken

LEERDOEL

3.7.1 Je kunt enkele DNA-technieken in de biotechnologie beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	3.7.1
Onthouden	1
Begrijpen	2, 3, 7a
Toepassen	4a, 6abcd, 7bc
Analyseren	4b, 5, 6e, 7d

Dankzij de kennis over DNA kunnen organismen worden ingezet om ons te helpen. Bijvoorbeeld door bacteriën medicijnen voor ons te laten maken.

BIOTECHNOLOGIE

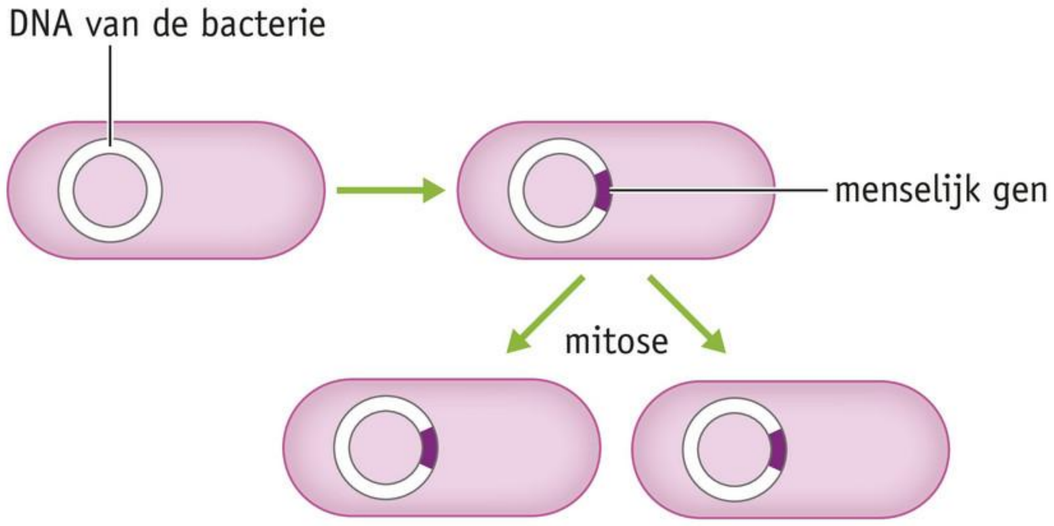
Bij allerlei technieken worden organismen gebruikt om producten voor mensen te maken. De verzamelnaam voor deze technieken is **biotechnologie**. Sommige vormen van biotechnologie zijn al heel oud, bijvoorbeeld gist gebruiken om brood te bakken of schimmels gebruiken om kaas te maken. Hierbij gebruiken mensen de organismen zoals ze zijn, zonder ze te veranderen.

Bij andere technieken worden de erfelijke eigenschappen van organismen wel veranderd. Met recombinant-DNA-technieken kun je DNA van de ene soort overbrengen naar het DNA van een andere soort. Zo kun je een eigenschap van één soort overbrengen naar een andere soort.
Een voorbeeld zijn bacteriën die het menselijke hormoon insuline maken. Gezonde mensen maken insuline in hun eigen lichaam. Mensen die diabetes hebben, spuiten insuline in hun bloed om het suikergehalte te regelen. Die insuline wordt gemaakt door bacteriën waarin een menselijk gen is ingebracht.

GENETISCHE MODIFICATIE

Het aanpassen van erfelijke eigenschappen bij organismen door de mens wordt **genetische modificatie** genoemd. Een genetisch gemodificeerd organisme noem je transgeen. Meestal zijn het bacteriën (zie afbeelding 1) en schimmels die genetisch worden gemodificeerd, maar soms ook planten en dieren.

Afb. 1 Een transgene bacterie.



KENNIS

1

a De verzamelnaam voor technieken, waarbij organismen worden gebruikt om producten voor mensen te maken, is .....

b Het aanpassen van de erfelijke eigenschappen van een organisme heet

.....

c Technieken waarmee DNA van een soort wordt toegevoegd aan het DNA van een andere soort, zijn .....-technieken.

d Organismen waarvan de erfelijke eigenschappen door de mens zijn veranderd, heten .....

2

Misschien heb je weleens penicilline van de dokter gekregen. Penicilline is een antibioticum dat helpt tegen ontstekingen. Penicilline wordt gemaakt door een schimmel. De schimmel maakt penicilline om zich te beschermen tegen bacteriën die de schimmel in de natuur aanvallen.
De penicilline die je van een arts krijgt, is een voorbeeld van:

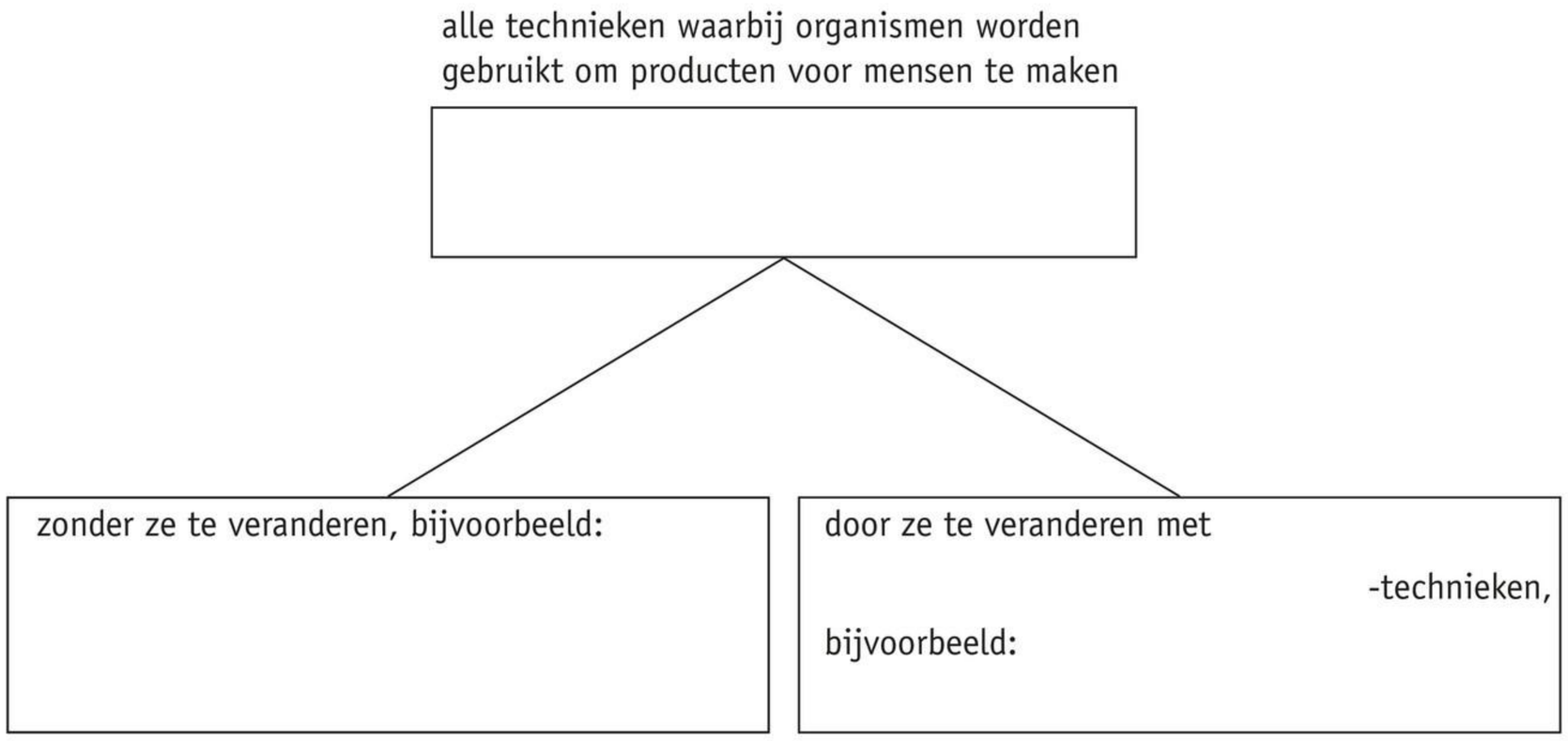
○ A biotechnologie.
○ B genetische modificatie.

3

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof door het schema in afbeelding 2 in te vullen.

Afb. 2



Genetische modificatie =

Transgeen =

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4 Bij verlies van een huisdier kun je in sommige landen je dode huisdier laten klonen. Uit één celkern, een lege eicel en een draagmoeder (bijvoorbeeld een poes of een hond) wordt dan een nieuw dier geboren. Je krijgt zo een genetisch identiek huisdier.
In Europa is klonen verboden.

a Is klonen een voorbeeld van recombinant-DNA-techniek? Leg je antwoord uit.

b Wat vind jij? Een huisdier klonen, moet dat ook in Europa worden toegestaan? Noteer zo veel mogelijk argumenten voor jouw mening.

5 Er zijn voor- en tegenstanders van genetische modificatie.
Hierna staan argumenten die voor- en tegenstanders kunnen gebruiken.
Geef bij elk argument aan of dit past bij voorstanders of bij tegenstanders van genetische modificatie.
Kies één argument uit waar jij het mee eens bent. Licht toe waarom.

1 De mens heeft niet het recht de erfelijke eigenschappen van andere organismen te veranderen.
2 Door genetische modificatie kan een onderzoeker alle organismen ‘maken’ die hij maar wil.
3 Genetisch gemodificeerde organismen kunnen in de natuur terechtkomen en daar schade veroorzaken.
4 Medicijnen kunnen goedkoper en beter worden geproduceerd.

6 Lees de tekst ‘De gloeivis’.

a Heeft de gloeivis hetzelfde fenotype als een normale zebravis?

b Heeft de gloeivis hetzelfde genotype als een normale zebravis?

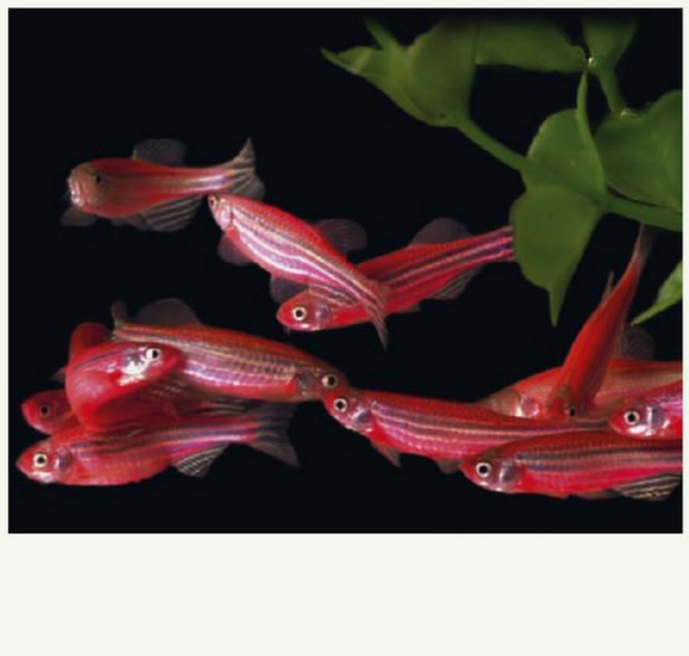
c Welke DNA-techniek(en) kun je gebruiken om bij vissen een gen van een andere soort in te brengen?

d Voor het genetisch modificeren van de groene visjes wordt een gen uit een kwal gebruikt.
Is de kwal een transgeen organisme? Leg je antwoord uit.

e De gloeivis krijgt in de natuur minder jongen dan andere zebravissen.
Geef hiervoor een verklaring.

Afb. 3

De gloeivis



In de Verenigde Staten kun je in dierenwinkels gloeivissen kopen van het bedrijf GloFish. Gloeivissen zijn genetisch gemodificeerde zebravisjes. Onderzoekers uit Singapore hebben deze visjes een gen gegeven uit een zeeanemoon. Dankzij dit gen worden de vissen felrood als je ze verlicht met een uv-lamp. Er zijn ook varianten in andere kleuren. De groene hebben een gen dat afkomstig is uit een kwal.
In Europa is het verboden om genetisch gemodificeerde dieren in te voeren. Om toch te kunnen invoeren, is speciale toestemming nodig. De gloeivissen mogen hier dus niet worden verkocht.
In het wild kom je gloeivisjes vrijwel niet tegen. Daar overleven ze minder goed dan andere zebravisjes, doordat ze te weinig jongen krijgen.

+ 7

In afbeelding 4 zie je hoe een gen van een mens wordt overgebracht in een muis. Het gen wordt ingebracht in een chromosoom van een bevruchte eicel van de muis. Hierdoor kan de functie van een menselijk gen worden onderzocht.

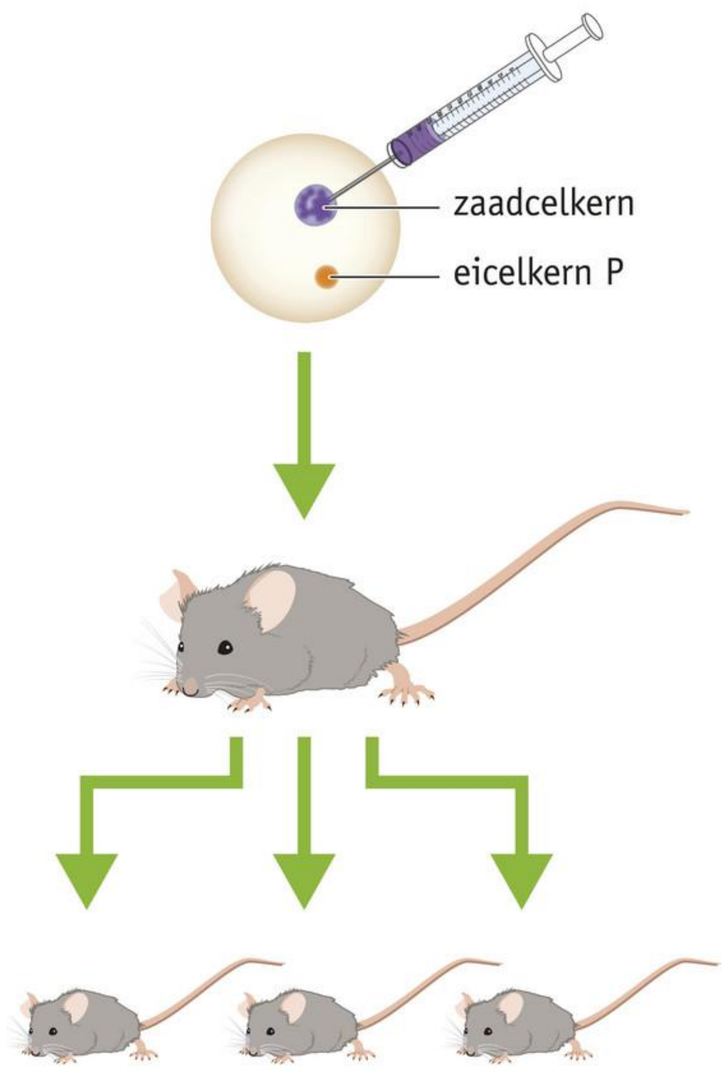
a Is dit een voorbeeld van genetische modificatie? Leg je antwoord uit.

b In de kern van eicel P komen 20 chromosomen voor.
Hoeveel chromosomen komen voor in de spiercellen uit de rechtervoorpoot van de muis? Leg je antwoord uit.

c Bezitten alle jonge muizen een gen dat afkomstig is van de mens? Leg je antwoord uit.

d Leg uit hoe onderzoekers de functie van het menselijk gen kunnen ontdekken.

Afb. 4 Een gen wordt overgebracht in een muis.



1 Het te onderzoeken gen wordt in de kern van de zaadcel geïnjecteerd vlak voor samensmelting met de kern van de eicel.

2 De behandelde eicellen worden in een eileider van een vrouwtjesmuis gebracht en groeien na innesteling uit tot jonge muisjes.

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

Samenhang

EEN VREEMDE VOGEL

Koekoeken zijn vogels die ook in Nederland voorkomen. Een koekoek zorgt niet voor haar eigen jongen, maar laat dat door een andere vogel doen.

PLEEGOUDERS

Een koekoek legt een ei in het nest van een vogel van een andere soort. Nadat het ei is uitgekomen, zorgt die andere vogel voor het koekoeksjong. Je zou dus kunnen zeggen dat koekoeksjongen pleegouders hebben.
Als ze een ei heeft gelegd, neemt een koekoek vaak een ei van de pleegouders mee. Zo blijft het aantal eieren in het nest gelijk. Het koekoeksei lijkt ook precies op de eieren die al in het nest liggen. Het heeft dezelfde vorm, dezelfde kleur en ongeveer dezelfde grootte. Zo hebben de pleegouders niets door en broeden ze het koekoeksei uit.
Wanneer het koekoeksjong uit zijn ei is gekropen, gooit hij de andere eieren en kuikens uit het nest. De pleegouders zorgen dan alleen nog voor de vreemde vogel in hun nest.
Al het voedsel dat de pleegouders brengen, is voor de koekoek. De koekoek heeft veel voedsel nodig, want het is een grote vogel. In afbeelding 1 zie je een koekoeksjong in het nest van een roodborstje.

ZO MOEDER, ZO DOCHTER

De kleur van het koekoeksei moet hetzelfde zijn als de kleur van de eieren van de pleegouders. Anders weten de pleegouders dat het niet hun eigen ei is en gooien ze het uit het nest. Maar de kleuren van vogeleieren zijn heel verschillend. Sommige soorten leggen kleine groene eieren, andere soorten leggen gespikkelde eieren, enzovoort. Hoe weet een koekoek nou wat voor kleur ei ze moet leggen?
Dat zit zo: de kleur van het ei is genetisch bepaald. Een moederkoekoek geeft deze eigenschap door aan al haar dochters. Koekoeken die gespikkelde eieren leggen, kiezen bijvoorbeeld altijd het nest van een roodborstje. Al haar dochters leggen ook gespikkelde eieren, ook in roodborstnestjes. En hun dochters ook weer.

Afb. 1 Een koekoeksjong wordt gevoerd door een roodborstje.

‘KOEKOEK’

Een koekoek heet een koekoek omdat hij ‘koekoek’ roept. Dat roepen alleen de mannetjes, en alleen in het voorjaar, wanneer het paartijd is. Koekoek is de lokroep van het mannetje. Als hij roept, weten vrouwtjes waar hij is en komen ze naar hem toe. De lokroep is belangrijk om te kunnen paren, en dus voor de voortplanting.
Koekoeken in de stad hebben last van omgevingsgeluid. Hun lokroep kwam nauwelijks nog boven het verkeersgeluid uit. Daardoor werd het voor vrouwtjes lastig om een mannetje te vinden. Als gevolg hiervan is de lokroep van koekoeken in de stad hoger geworden dan die van koekoeken op het platteland. Dankzij de hogere lokroep kunnen stadskoekoeken elkaar weer beter vinden.

OPDRACHTEN

1

a Wanneer ontstaat het genotype van een koekoek?
A tijdens het hele leven van de koekoek
B tijdens of vlak na de paring van zijn ouders
C wanneer de moederkoekoek het ei legt
D wanneer de pleegouders het koekoeksjong voeren
E wanneer het koekoeksjong uit het ei komt

b Hebben de pleegouders van een koekoek invloed op het fenotype van de koekoek? Leg je antwoord uit.

2

In de klas is een discussie over soorten en rassen bij koekoeken.

a Khadija zegt: ‘Volgens mij behoren vrouwtjes met gestippelde eieren en vrouwtjes met blauwe eieren tot verschillende soorten.’
Heeft Khadija gelijk? Leg je antwoord uit.

b Pien zegt: ‘Volgens mij behoren vrouwtjes met gestippelde eieren en vrouwtjes met blauwe eieren tot verschillende rassen van dezelfde soort.’
Geef een argument tegen de uitspraak van Pien.

c Geef een argument voor de uitspraak van Pien.

3

In een bepaald bos leven koekoeken, roodborstjes en roodstaartjes. Koekoeken met gespikkelde eieren leggen hun ei in het nest van een roodborstje, koekoeken met blauwe eieren leggen hun ei in het nest van een roodstaartje.

a Behoren koekoeken met blauwe eieren en koekoeken met gespikkelde eieren tot dezelfde populatie? Leg je antwoord uit.

b Behoren koekoeken met gespikkelde eieren en roodborstjes tot dezelfde populatie? Leg je antwoord uit.

c In de loop der jaren verdwijnen er steeds meer roodborstjes uit het bos. Er komen nog wel veel roodstaartjes voor.
Leg uit dat de koekoekssoort in het bos daardoor verandert. Gebruik ‘natuurlijke selectie’ in je antwoord.

4 Geslachtschromosomen bepalen het geslacht van een koekoek. Een vrouwtje heeft de geslachtschromosomen WZ en een mannetje ZZ.

a Bij mensen wordt het geslacht niet door W- en Z-chromosomen bepaald, maar door X- en Y-chromosomen.
Wat is nog een verschil tussen de geslachtschromosomen van koekoeken en van mensen?

b Van welke ouder krijgt een koekoeksvrouwtje haar Z-chromosoom?

c Een onderzoeker denkt dat de eierkleur wordt bepaald door een gen op het Z-chromosoom.
Leg uit dat deze hypothese niet kan kloppen.

5 Koekoeken in de stad hebben een hogere lokroep dan koekoeken op het platteland.

a Leg uit dat koekoeken met een hogere lokroep goed zijn aangepast aan het milieu waarin ze leven.

b Leg uit hoe er een nieuwe soort zou kunnen ontstaan doordat koekoeken in de stad een hogere lokroep hebben.

Ga naar de *Extra stof*.

Leren onderzoeken

1 JE ONDERZOEK SCHRIFTELIJK PRESENTEREN

LEERDOEL

3.0.1 Je kunt een biologisch onderzoek voorbereiden, uitvoeren en presenteren.

► Basisstof 4

ERFELIJKHEID IN JE FAMILIE

Je hebt allerlei eigenschappen die bepalen hoe je eruitziet, zoals je haarkleur, de kleur van je ogen en de vorm van je handen. Die eigenschappen zijn erfelijk en daarom zie je ze ook terug bij sommige familieleden. Je kunt ontdekken hoe eigenschappen binnen jouw familie overerven door een stamboomonderzoek uit te voeren.

Je gaat zo'n onderzoek doen. Je kiest één bepaald kenmerk van het gezicht of de handen (zie afbeelding 1). Je onderzoekt hoe dit kenmerk overerft bij zo veel mogelijk familieleden (broers, zussen, ouders, grootouders, ooms, tantes, neven, nichten). De resultaten geef je weer in een stamboom en je maakt een verslag van je onderzoek.

Afb. 1 Erfelijke kenmerken.

BIOLOGISCH ONDERZOEK

Je gaat bij een biologisch onderzoek altijd op dezelfde manier te werk. Een biologisch onderzoek start met een probleemstelling. In dit geval zou de probleemstelling kunnen zijn:
Hoe erven kenmerken van het gezicht of de handen over bij mensen?

Omdat deze probleemstelling te vaag is om te kunnen onderzoeken, moet je je probleemstelling nauwkeuriger omschrijven. Je kiest één kenmerk uit waarmee je je onderzoek goed kunt uitvoeren. Dat moet dan een kenmerk zijn waarvan in je familie verschillende fenotypen voorkomen. Als namelijk al je familieleden voor een bepaalde eigenschap hetzelfde fenotype hebben, kun je geen conclusies trekken over de overerving van deze eigenschap.
Je ziet in afbeelding 1 verschillende kenmerken die geschikt zijn om de overerving ervan te onderzoeken. Je formuleert een onderzoeksvraag die precies omschrijft wat je wilt onderzoeken. Bijvoorbeeld:
Hoe erft het kenmerk … over in mijn familie?

HYPOTHESE EN VERWACHTING

Formuleer een hypothese en een verwachting.
Je probeert voordat je met je onderzoek begint een antwoord te geven op je onderzoeksvraag: je formuleert een hypothese. Je hypothese is dat het allel voor een bepaalde eigenschap dominant is of recessief. Bij de verwachting ga je je resultaten voorspellen. Je verwachting kan bijvoorbeeld zijn:
... dat een bepaalde eigenschap bij meer dan 50% van je familie voorkomt
(bij de hypothese dat het allel voor deze eigenschap dominant is).

ONDERZOEKSOPZET EN WERKPLAN

Bedenk een onderzoeksopzet en een werkplan.
Daarna bedenk je een onderzoeksopzet om te onderzoeken of je hypothese klopt. Je maakt hierbij een werkplan. In je werkplan beschrijf je bijvoorbeeld welke familieleden je kiest voor je onderzoek. Je vermeldt op welke dag(en) je het onderzoek wilt uitvoeren. Ook beschrijf je hoe je de resultaten wilt weergeven. Maak hierbij in elk geval een stamboom.

Als je je onderzoek hebt uitgevoerd, maak je er een verslag van. Je verslag bestaat uit zes onderdelen:
1 probleemstelling
2 onderzoeksvraag
3 hypothese en verwachting
4 experiment
5 resultaten
6 conclusie

OPDRACHT

1

a Voor welk kenmerk van het gezicht of de handen ga je je onderzoek uitvoeren?
b Wat is jouw onderzoeksvraag? Neem de zin over en vul aan.
Hoe erft ... over in mijn familie?
c Welk antwoord verwacht je te vinden bij jouw onderzoeksvraag? Neem de zin over en vul aan.
Ik verwacht dat ...
d Welke familieleden vraag je om mee te doen aan je onderzoek?
e Wanneer ga je het onderzoek uitvoeren?
f Welke spullen heb je nodig om je onderzoek uit te voeren?
g Hoe ga je de resultaten weergeven? Maak je bijvoorbeeld een tabel?

- Laat de antwoorden controleren door je docent. Die beoordeelt of de opzet voor jouw onderzoek goed is. Daarna kun je het onderzoek gaan uitvoeren.
- Als je klaar bent met het onderzoek, schrijf je een verslag. Het verslag bestaat uit de volgende onderdelen:
  - Wat wil ik onderzoeken? Beschrijf de probleemstelling en de onderzoeksvraag. Gebruik hiervoor de onderzoeksvraag die je bij vraag b hebt opgeschreven.
  - Wat is mijn hypothese? Gebruik hiervoor de verwachting die je bij vraag c hebt opgeschreven.
  - Wat ga ik doen? Beschrijf hier je experiment.
  - Wat neem ik waar? Geef je resultaten weer.
  - Trek een conclusie uit de resultaten van je onderzoek. Bij dit onderdeel geef je antwoord op de onderzoeksvraag. Maak hierbij in elk geval een stamboom.

Practica

1 MAISKORRELS

LEERDOELEN

3.2.1 Je kunt omschrijven wat homozygoot, heterozygoot, dominant, recessief en intermediair fenotype betekenen.
3.3.1 Je kunt een kruisingsschema opstellen.
3.3.2 Je kunt bij een gegeven kruising genotypen en fenotypen van ouders en/of nakomelingen afleiden.

► Basisstof 2 en 3

45 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je gaat achterhalen of het allel voor ruwe maiskorrels recessief of dominant is. Daarvoor onderzoek je deze eigenschap bij maiskolven.

WAT HEB JE NODIG?

☐ een maiskolf

WAT MOET JE DOEN?

Van je docent krijg je een maiskolf met verschillende zaden.

Aan een maiskolf zitten heel veel maiskorrels (zaden). Iedere maiskorrel is ontstaan uit een eicel van de ouderplant die is bevrucht door een stuifmeelkorrel van een andere plant. Iedere maiskorrel is dus een nakomeling van de ouderplant.
Sommige maiskorrels hebben rimpels, andere zijn glad. De zaden met rimpels noem je ruwe zaden. De zaden zonder rimpels noem je gladde zaden.

- Tel het aantal maiskorrels met rimpels (de ruwe zaden).
- Tel het aantal maiskorrels zonder rimpels (de gladde zaden).
- Maak een tabel met de aantallen ruwe en gladde zaden.
- Maak een staafdiagram met de gegevens uit je tabel.

OPDRACHT

1 De onderzoeksvraag voor dit onderzoek is: ‘Welke eigenschap is dominant bij mais: ruwe of gladde zaden?’.

a Kijk naar het staafdiagram dat je hebt gemaakt en stel een hypothese op voor deze onderzoeksvraag.
b Bedenk een experiment om te onderzoeken of je hypothese klopt.
c Met welk resultaat is je hypothese bevestigd?

Samenvatting

BASIS 1

GENOTYPE EN FENOTYPE

3.1.1 Je kunt omschrijven wat een genotype, wat een fenotype en wat een gen is.

- Genotype: de informatie voor alle erfelijke eigenschappen van een organisme.
  - Deze informatie ligt in de chromosomen in de kern van elke lichaamscel.
  - Het genotype bestaat uit alle genen in een celkern.
- Fenotype: alle eigenschappen van een organisme.
  - Het fenotype komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.
- Gen: de stukjes DNA die samen de informatie bevatten voor één eigenschap.
  - Een chromosoom bestaat uit veel genen.
  - In lichaamscellen komen chromosomen in paren voor.
  - In lichaamscellen bestaat een gen uit twee allelen (varianten van een gen).
  - De allelen van een gen kunnen gelijk of ongelijk zijn.

3.1.2 Je kunt beschrijven hoe organismen informatie over erfelijke eigenschappen overdragen aan hun nakomelingen via chromosomen.

- Het genotype van een organisme wordt bepaald op het moment van bevruchting.
  - In geslachtscellen komen chromosomen enkelvoudig voor.
  - In geslachtscellen komen allelen enkelvoudig voor.
  - Bij de bevruchting vormen de chromosomen uit de zaadcel en de chromosomen uit de eicel weer chromosomenparen.
  - In een bevruchte eicel bestaat een gen weer uit twee allelen.

BEGRIPPEN

allel
Variant van een gen; elk gen bestaat uit twee allelen.

fenotype
Alle eigenschappen van een organisme.

gen
De stukjes DNA die samen de informatie voor een erfelijke eigenschap bevatten.

genotype
De informatie voor alle erfelijke eigenschappen van een organisme; alle genen in een celkern samen.

BASIS 2

GENEN

3.2.1 Je kunt omschrijven wat homozygoot, heterozygoot, dominant, recessief en intermediair fenotype betekenen.

- Homozygoot: het gen voor een eigenschap bestaat uit twee gelijke allelen (AA of aa).
- Heterozygoot: het gen voor een eigenschap bestaat uit twee ongelijke allelen (Aa).
- Dominant allel: een allel dat altijd tot uiting komt in het uiterlijk.
  - Een dominant allel wordt aangegeven met een hoofdletter.
  - Organismen waarbij een dominant allel in het uiterlijk tot uiting komt, kunnen homozygoot of heterozygoot voor deze eigenschap zijn.
- Recessief allel: een allel dat alleen tot uiting komt in het uiterlijk als er geen dominant allel aanwezig is.
  - Een recessief allel wordt aangegeven met een kleine letter.
  - Organismen waarbij een recessief allel in het fenotype tot uiting komt, zijn homozygoot voor deze eigenschap.

- Wanneer geen van beide allelen van een gen dominant is, heeft het organisme een intermediair fenotype voor deze eigenschap.
  - Beide allelen van het genenpaar komen even sterk tot uiting in het fenotype.
  - Een intermediair fenotype noteer je met vier letters, bijv.: A_rA_r = rood, A_wA_w = wit, A_rA_w = roze.

BEGRIPPEN

dominant allel
Allel dat altijd tot uiting komt in het uiterlijk.

heterozygoot
Twee verschillende allelen voor een bepaalde eigenschap.

homozygoot
Twee gelijke allelen voor een bepaalde eigenschap.

intermediair fenotype
Fenotype waarin beide allelen even sterk tot uiting komen.

recessief allel
Allel dat alleen tot uiting komt als er geen dominant allel is.

BASIS 3

KRUISINGEN

3.3.1 Je kunt een kruisingsschema opstellen.

- In een kruisingsschema worden de generaties aangegeven met letters.
  - P: de ouders
  - F_1: de eerste generatie nakomelingen
  - F_2: de generatie nakomelingen die ontstaat door onderling voortplanten van F_1-individuen
- Het opstellen van een kruisingsschema.
  - Bedenk wat de fenotypen en genotypen van de ouders zijn.
  - Bedenk welke allelen in de geslachtscellen van de ouders kunnen voorkomen.
  - Stel vast welke genotypen en fenotypen de nakomelingen kunnen hebben.
  - Stel vast welke genotypen en fenotypen de organismen in de F_2 kunnen hebben.
- Stappenplan en kruisingsschema bij een kruising van homozygoot dominant met homozygoot recessief:

P	AA	×	aa
geslachtscellen	A		a
F_1		Aa	
	Aa	×	Aa
geslachtscellen	A of a		A of a

F_2

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

  - Verhouding van genotypen in de F_2: AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1.
  - Verhouding van fenotypen in de F_2: fenotype waarbij het dominante allel tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve allel tot uiting komt = 3 : 1.
- Stappenplan en kruisingsschema bij een intermediair fenotype:

P	A_rA_r	×	A_wA_w
geslachtscellen	A_r		A_w
F_1		A_rA_w	
	A_rA_w	×	A_rA_w
geslachtscellen	A_r of A_w		A_r of A_w

F_2

	A_r	A_w
A_r	A_rA_r	A_rA_w
A_w	A_rA_w	A_wA_w

  - Verhouding van genotypen in de F_2: A_rA_r : A_rA_w : A_wA_w = 1 : 2 : 1.
  - Verhouding van fenotypen in de F_2, bijv. A_rA_r = rood, A_rA_w = roze, A_wA_w = wit: rood : roze : wit = 1 : 2 : 1.

3.3.2 Je kunt bij een gegeven kruising genotypen en fenotypen van ouders en/of nakomelingen afleiden.

- P: Aa × aa
  - Verhouding van genotypen in de F_1: Aa : aa = 1 : 1.
  - Verhouding van fenotypen in de F_1: fenotype waarbij het dominante allel tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve allel tot uiting komt = 1 : 1.
- P: Aa × Aa
  - Verhouding van genotypen in de F_1: AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1.
  - Verhouding van fenotypen in de F_1: fenotype waarbij het dominante allel tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve allel tot uiting komt = 3 : 1.
- P: A_rA_w × A_wA_w
  - Verhouding van genotypen in de F_1: A_rA_w : A_wA_w = 1 : 1.
  - Verhouding van fenotypen in de F_1: fenotype waarbij beide allelen tot uiting komen : fenotype waarbij een van de allelen tot uiting komt = 1 : 1.
- P: A_rA_w × A_rA_w
  - Verhouding van genotypen in de F_1: A_rA_r : A_rA_w : A_wA_w = 1 : 2 : 1.
  - Verhouding van fenotypen in de F_1: fenotype waarbij beide allelen tot uiting komen : fenotype waarbij een van de allelen tot uiting komt = 1 : 1.

BEGRIPPEN

generatie
De nakomelingen van hetzelfde ouderpaar.

kruisen
Twee organismen die met elkaar nakomelingen krijgen.

kruisingsschema
Tabel met alle mogelijke combinaties van allelen bij een kruising.

BASIS 4

STAMBOMEN

3.4.1 Je kunt uit een gegeven stamboom afleiden welke genotypen de ouders en/of nakomelingen hebben, welk allel dominant is en welk allel recessief.

- In een stamboom geef je een vrouw weer met een rondje en een man met een vierkantje.
- Als twee ouders met gelijk fenotype een nakomeling krijgen met een afwijkend fenotype, zijn beide ouders heterozygoot voor deze eigenschap (Aa).
  - De nakomeling is dan homozygoot recessief voor deze eigenschap (aa).

BEGRIP

stamboom
Schematisch overzicht van een erfelijke eigenschap binnen een familie.

BASIS 5

VARIATIE IN GENOTYPEN

3.5.1 Je kunt beschrijven hoe door geslachtelijke voortplanting variatie in genotypen ontstaat.

- Bij geslachtelijke voortplanting versmelten twee geslachtscellen.
  - Door reductiedeling (meiose) ontstaan geslachtscellen met veel verschillende genotypen.
  - Welke geslachtscellen bij bevruchting versmelten, is afhankelijk van het toeval. Hierdoor ontstaan telkens nieuwe genotypen.
  - Bij geslachtelijke voortplanting verschilt het genotype van de nakomeling(en) van dat van de ouder(s).
- Bij ongeslachtelijke voortplanting groeit een deel van een individu uit tot een nieuw individu.
  - Deze groei vindt plaats door gewone celdeling (mitose). Hierbij hebben de dochtercellen hetzelfde genotype als de moedercel.
  - Bij ongeslachtelijke voortplanting is het genotype van de nakomeling(en) gelijk aan dat van de ouder(s).

3.5.2 Je kunt omschrijven wat een mutatie is en je kunt omschrijven hoe kanker ontstaat.

- Mutatie: een plotselinge verandering van het DNA.
- Als een mutatie in een lichaamscel optreedt, heeft dit meestal geen gevolgen. Het genotype van de andere lichaamscellen blijft ongewijzigd.
- Als een mutatie in een geslachtscel optreedt, kan dit wel een grote uitwerking hebben.
  - Deze geslachtscel moet dan betrokken zijn bij de bevruchting. Elke lichaamscel van de nakomeling bevat dan het gemuteerde allel.
- Mutagene stoffen verhogen het aantal mutaties:
  - straling (bijv. radioactieve straling, röntgenstraling of ultraviolette straling in zonlicht)
  - bepaalde chemische stoffen (bijv. stoffen in sigarettenrook, asbest)
- Ontstaan van kanker: ergens in het lichaam gaat een cel zich snel en zonder te stoppen delen.
- Uitzaaiing: cellen van het eerste gezwel komen elders in het lichaam terecht en kunnen op andere plaatsen in het lichaam nieuwe gezwellen vormen.

BEGRIP

mutagene stoffen
Stoffen uit de omgeving die de kans op een mutatie vergroten.

BASIS 6

EVOLUTIE

3.6.1 Je kunt omschrijven wanneer organismen tot één soort behoren.

- Organismen behoren tot één soort als ze samen vruchtbare nakomelingen kunnen voortbrengen.
- Individuen van één soort kunnen tot verschillende rassen behoren.
  - De rassen kunnen sterk in uiterlijk verschillen.
  - Organismen die tot verschillende rassen van dezelfde soort behoren, kunnen zich samen voortplanten.

3.6.2 Je kunt beschrijven wat de evolutietheorie inhoudt en hoe geslachtelijke voortplanting, mutatie en natuurlijke selectie bijdragen aan het ontstaan van nieuwe rassen en soorten.

- Evolutie is de ontwikkeling van het leven op aarde, waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen.
- De evolutietheorie is een verklaring voor het ontstaan, veranderen en/of verdwijnen van soorten.
- In een populatie komen voortdurend andere genotypen (en fenotypen) voor.
  - Door mutaties en geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in genotypen (en fenotypen).
- Natuurlijke selectie: individuen met bepaalde gunstige erfelijke eigenschappen zijn goed aangepast aan hun milieu. Daardoor krijgen ze meer nakomelingen dan individuen zonder deze erfelijke eigenschappen.
  - Individuen met een betere aanpassing aan het milieu hebben een grotere overlevingskans. Bijv.: dieren met een goede schutkleur worden minder snel opgemerkt door roofdieren dan dieren met een opvallende kleur.
  - Van individuen met een gunstig genotype zullen veel nakomelingen in leven blijven en zich voortplanten.
- Een soort evolueert (verandert) als door natuurlijke selectie een groep blijft voortbestaan en de oorspronkelijke vorm uitsterft.
  - Bijv.: als het milieu verandert, kan een andere vachtkleur de beste schutkleur blijken te zijn.
- Een nieuwe soort kan ontstaan als individuen die oorspronkelijk tot dezelfde populatie behoorden, zich niet meer met elkaar voortplanten.
  - Bijv.: een deel van een populatie kan langdurig geïsoleerd (gescheiden) raken van de rest van de populatie. Dit deel vormt een nieuwe populatie.
  - Beide populaties ontwikkelen zich langdurig gescheiden in verschillende milieus.
  - Na verloop van lange tijd zijn er zoveel verschillen ontstaan, dat individuen van de twee populaties zich niet meer met elkaar kunnen voortplanten. Er zijn twee soorten ontstaan.

BEGRIPPEN

evolutietheorie
Verklaring voor het ontstaan, veranderen en verdwijnen van levensvormen op aarde.

milieu
Alle omstandigheden die invloed kunnen hebben op een organisme.

natuurlijke selectie
Individuen met gunstige erfelijke eigenschappen krijgen meer nakomelingen.

ras
Groep organismen binnen een soort die verschilt van de rest van de soort.

soort
Organismen die samen vruchtbare nakomelingen kunnen krijgen.

BASIS 7

DNA-TECHNIEKEN

3.7.1 Je kunt enkele DNA-technieken in de biotechnologie beschrijven.

- Biotechnologie is een verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te vervaardigen voor de mens.
  - zonder de erfelijke informatie te veranderen, bijv. gist voor brood
  - door de erfelijke informatie te veranderen, bijv. bacteriën voor insuline
- Met recombinant-DNA-technieken wordt DNA van de ene soort overgebracht naar het DNA van een andere soort.
- Genetische modificatie: de mens verandert de erfelijke eigenschappen van organismen.
  - De veranderde organismen kunnen bijv. geneesmiddelen of hormonen produceren.
  - Een genetisch gemodificeerd organisme noem je transgeen.

BEGRIPPEN

biotechnologie
Alle technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten voor mensen te maken.

genetische modificatie
Aanpassen van erfelijke eigenschappen van organismen door de mens.

EXTRA 8

KLEUR BIJ KATTEN (VERDIEPING)

3.8.1 Je kunt beschrijven dat katten informatie over de vachtkleur doorgeven via de geslachtschromosomen.

- Een kat kent drie basiskleuren: zwart, rood of zwartrood.
- Het gen voor de kleur ligt op het X-chromosoom.
- Er zijn vijf verschillende genotypen en fenotypen mogelijk.
  - Genotype X^bX^b heeft als fenotype een zwarte poes.
  - Genotype X^BX^B heeft als fenotype een rode poes.
  - Genotype X^BX^b heeft als fenotype een zwartrode poes (schildpadpoes).
  - Genotype X^bY heeft als fenotype een zwarte kater.
  - Genotype X^BY heeft als fenotype een rode kater.
- Een zwartrode kater bestaat niet.
- De andere vachtkleuren van een kat worden bepaald door andere genen.

EXTRA 9

CSI (VERBREDING)

3.9.1 Je kunt uitleggen hoe je DNA-technieken kunt gebruiken om misdrijven op te lossen.

- DNA-technieken om misdrijven op te lossen:
  - Ieder mens heeft zijn eigen, unieke DNA. Met een DNA-test maak je een beeld van het DNA.
  - Als op de plaats van een misdrijf DNA wordt aangetroffen, wordt dit DNA vergeleken met het DNA van verdachte personen.
  - Met een DNA-test kun je verwantschapsonderzoek doen. Daaruit blijkt of mensen familie zijn van elkaar.

ONDERZOEK

LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA

3.0.1 Je kunt een biologisch onderzoek voorbereiden, uitvoeren en presenteren.

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

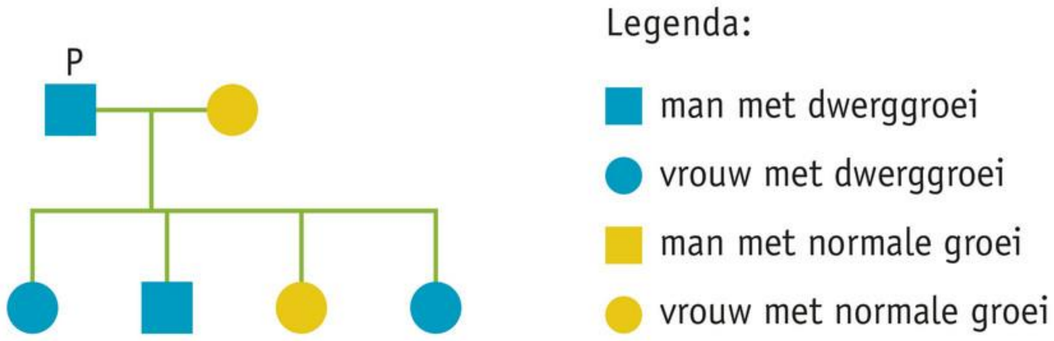
Examenopgaven

DWERGGROEI

Bron: examen vmbo-k 2007-1, vraag 16.

Een bepaalde vorm van dwerggroei wordt veroorzaakt door een dominant gen (A). In afbeelding 1 is een stamboom weergegeven van een familie waarin dit gen voorkomt.

Afb. 1



1p **1** Wat is het genotype van persoon P?

A AA
B Aa
C aa

KONIJNEN

Naar: examen vmbo-k 2003-1, vraag 21.

De meeste konijnen zijn kortharig, maar er bestaan ook langharige konijnen. Het gen voor kort haar is dominant, dat voor lang haar recessief.

3p **2** Een heterozygoot mannetje met kort haar paart met een langharig vrouwtje.
Hoe groot is de kans op nakomelingen met kort haar? Leg je antwoord uit met behulp van een kruisingsschema.

SIKKELCELANEMIE

Naar: examen vmbo-gt 2019-1, vraag 15.

Bij iemand met sikkelcelanemie bevatten de rode bloedcellen een afwijkende vorm van hemoglobine. Daardoor kunnen deze cellen niet goed functioneren. Sikkelcelanemie wordt veroorzaakt door een recessief allel (a).

1p **3** Hoe heet iemand met één allel voor sikkelcelanemie?

1p **4** Twee personen zijn beiden heterozygoot voor het gen dat sikkelcelanemie veroorzaakt.
Ze verwachten samen een kind.
Hoe groot is de kans dat dit kind sikkelcelanemie krijgt?

A 0%
B 25%
C 50%
D 75%
E 100%

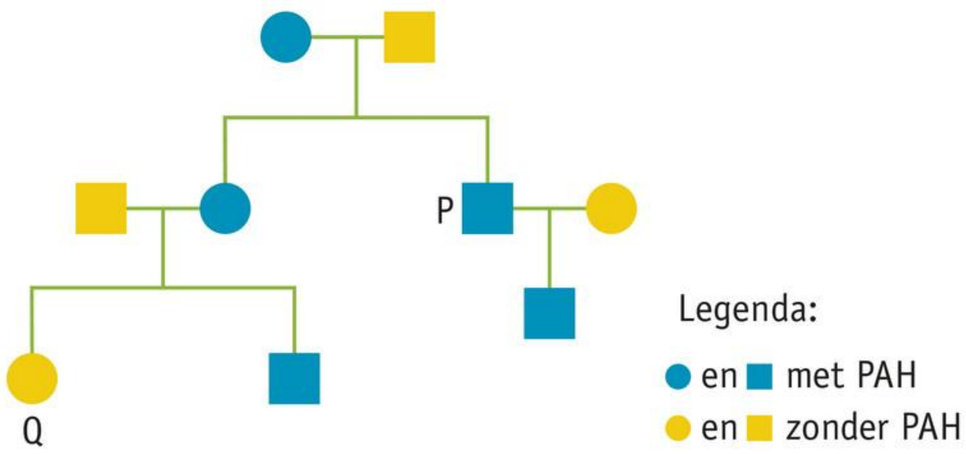
PAH

Naar: examen vmbo-gt 2019-1, vraag 5.

PAH is een aandoening waarbij de bloedvaten in de longen vernauwd zijn. Hierdoor moet het hart krachtiger samentrekken dan normaal om het bloed de longslagaders in te pompen. Bij PAH is daardoor de bloeddruk in de longslagaders heel hoog.

2p **5** PAH kan verschillende oorzaken hebben. Eén daarvan is een erfelijke afwijking, veroorzaakt door een dominant allel (A).
In afbeelding 2 zie je een stamboom van een familie waarin de erfelijke vorm van PAH voorkomt.
Wat is het genotype van persoon P? En wat is het genotype van persoon Q?

Afb. 2



TUINSLAKKEN

Bron: examen vmbo-gt 2018-1, vraag 36 en 37.

In afbeelding 3 zie je een tuinslak. Het huisje van deze tuinslak kan geel of bruin zijn. De kleur is een erfelijke eigenschap. Het allel voor de bruine kleur is dominant (A).

Afb. 3

2p **6** Een tuinslak die heterozygoot is voor de kleur van het huisje, paart met een homozygote tuinslak. Ze krijgen nakomelingen met een bruin huisje en nakomelingen met een geel huisje.
Wat is het genotype van de homozygote ouder? En wat is het fenotype?

1p **7** In een tuin is de bodem bedekt met bruin strooisel. Het strooisel bestaat uit dode resten van organismen. In deze tuin leeft een populatie slakken. Er zijn slakken met gele huisjes en slakken met bruine huisjes. De slakken eten van de dode resten op de bodem van de tuin. Zelf worden de slakken gegeten door vogels.
In de loop van enkele jaren neemt het deel van de populatie dat bestaat uit slakken met gele huisjes af. Het deel met bruine huisjes neemt juist toe. Dit is het gevolg van natuurlijke selectie.
Leg uit hoe door natuurlijke selectie het aantal slakken met bruine huisjes in deze populatie toeneemt.

KATTEN

Bron: examen vmbo-k 2007-2, vraag 15.

Vijfentwintig jaar geleden vond iemand in zijn achtertuin een kat met oren die naar achteren gekruld waren (zie afbeelding 4).

Afb. 4

1p **8** De eigenschap ‘gekrulde oren’ wordt door een dominant gen veroorzaakt.
Wat kan het genotype zijn van een kat met gekrulde oren?

A alleen AA
B alleen Aa
C zowel AA als Aa

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

4 Ordening

In Nederland leven meer dan 45 000 soorten bacteriën, schimmels, planten en dieren. Om al deze organismen uit elkaar te houden, kijken biologen naar gemeenschappelijke kenmerken. Ze maken groepen organismen die veel op elkaar lijken. Dit noem je ordening.

INTRODUCTIE

Opdrachten voorkennnis 232
Voorkennistoets
Filmpjes voorkennis

BASISSTOF

1 Organismen ordenen 234
2 Bacteriën en schimmels 242
3 Planten en dieren 252
4 Geleedpotigen en gewervelden 262
5 Organismen determineren 272
Samenhang 278
Een vis op het droge

EXTRA STOF

6 Bedektzadigen en naaktzadigen
7 Bijzondere dieren

ONDERZOEK

Practica 280

AFSLUITING

Samenvatting 290
Flitskaarten
Diagnostische toets

EXAMENOPGAVEN 296

HORTENSIA
BLAUW
PER TAK: 2.50
PIOEN ROZEN
10 voor: 9.50
ORANJE LELIE
6.50
10 RED NAOMI
7.50

Wat weet je al over ordening?

LEERDOELEN

1 Je kunt de kenmerken noemen van dieren, planten, schimmels en bacteriën.
2 Je kunt bij dieren verschillende vormen van symmetrie beschrijven en hiervan voorbeelden geven.
3 Je kunt kenmerken en voorbeelden noemen van sporenplanten en zaadplanten.
4 Je kunt de functie van wortels, stengels en bladeren beschrijven.
5 Je kunt beschrijven op welke manier verschillende groepen gewervelde dieren ademhalen.

In de onderbouw heb je al geleerd over onderwerpen die te maken hebben met ordening. 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 Bij welke organismen hebben de cellen een celkern en een celwand, maar geen bladgroenkorrels?
bij *bacteriën* / *schimmels* / *planten* / *dieren*

b Welke organismen bestaan uit cellen zonder celkern?
bacteriën / *schimmels* / *planten* / *dieren*

c Bij welk organisme kunnen de cellen bladgroenkorrels bevatten en vindt fotosynthese plaats?
bij een *berkenboom* / *groene specht* / *paddenstoel* / *yoghurtbacterie*

d Welke kenmerken hebben alle cellen?
- ☐ A bladgroenkorrels
- ☐ B celkern
- ☐ C celmembraan
- ☐ D celwand
- ☐ E cytoplasma

e Welke celkenmerken kunnen biologen gebruiken om organismen in te delen?
- ☐ A bladgroenkorrels
- ☐ B celkern
- ☐ C celmembraan
- ☐ D celwand
- ☐ E cytoplasma

2

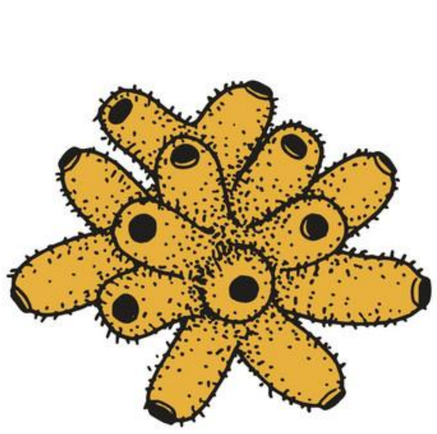
a 1 Een dier dat je op één manier in twee gelijke helften kunt verdelen, is *niet-symmetrisch* / *tweezijdig symmetrisch* / *veelzijdig symmetrisch*.
2 Een dier dat je op meerdere manieren in twee gelijke helften kunt verdelen, is *niet-symmetrisch* / *tweezijdig symmetrisch* / *veelzijdig symmetrisch*.
3 Een dier dat je op geen enkele manier in twee gelijke helften kunt verdelen, is *niet-symmetrisch* / *tweezijdig symmetrisch* / *veelzijdig symmetrisch*.

b In afbeelding 1 zie je een spons, een zee-egel en een krokodil.
Op hoeveel manieren kun je het dier verdelen in twee gelijke helften?
1 spons *0 / 1 / veel*
2 zee-egel *0 / 1 / veel*
3 krokodil *0 / 1 / veel*

c Welk dier hoort bij de beschrijving?

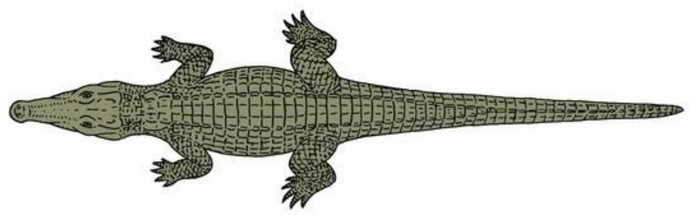
1 niet-symmetrisch *spons / zee-egel / krokodil*
2 tweezijdig symmetrisch *spons / zee-egel / krokodil*
3 veelzijdig symmetrisch *spons / zee-egel / krokodil*

Afb. 1



1 spons

2 zee-egel



3 krokodil

3

Planten kun je indelen in sporenplanten en zaadplanten.

1 Een paardenbloem maakt *sporen / zaden*.
2 Zaden ontstaan in *bloemen / sporendoosjes*.
3 Mossen maken *sporen / zaden*.
4 Een sporenplant heeft géén *bladeren / bloemen / stengels*.
5 Mossen kun je herkennen aan *bloemen / sporendoosjes / sporenhoopjes / zaden*.
6 Varens kun je herkennen aan *bloemen / sporendoosjes / sporenhoopjes / zaden*.

4

a Welk orgaan van een plant past het best bij de functie?

1 Stevigheid geven aan de plant. *bladeren / stengels / wortels*
2 Voedsel maken door fotosynthese. *bladeren / stengels / wortels*
3 De plant stevig vastzetten in de grond. *bladeren / stengels / wortels*
4 Water en voedingsstoffen opnemen uit de bodem. *bladeren / stengels / wortels*
5 Transport van water en stoffen. *bladeren / stengels / wortels*
6 Reservestoffen opslaan. *bladeren / stengels / wortels*

b Veel planten hebben vaten voor het transport van stoffen.
In welk deel of in welke delen van een plant liggen vaten? *bladeren / stengels / wortels*

5

In afbeelding 2 zie je vijf volwassen gewervelde dieren die in Nederland voorkomen.
Welke ademhalingsorganen gebruiken deze dieren?

1 ekster *huid / longen / kieuwen*
2 voorn *huid / longen / kieuwen*
3 pad *huid / longen / kieuwen*
4 ringslang *huid / longen / kieuwen*
5 spitsmuis *huid / longen / kieuwen*

Afb. 2

1 ekster

2 voorn

3 pad

4 ringslang

5 spitsmuis

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

1 Organismen ordenen

LEERDOELEN

4.1.1 Je kunt organismen indelen door te kijken naar gemeenschappelijke kenmerken.
4.1.2 Je kunt de kenmerken noemen van de cellen van bacteriën, schimmels, planten en dieren.

► Practicum 1

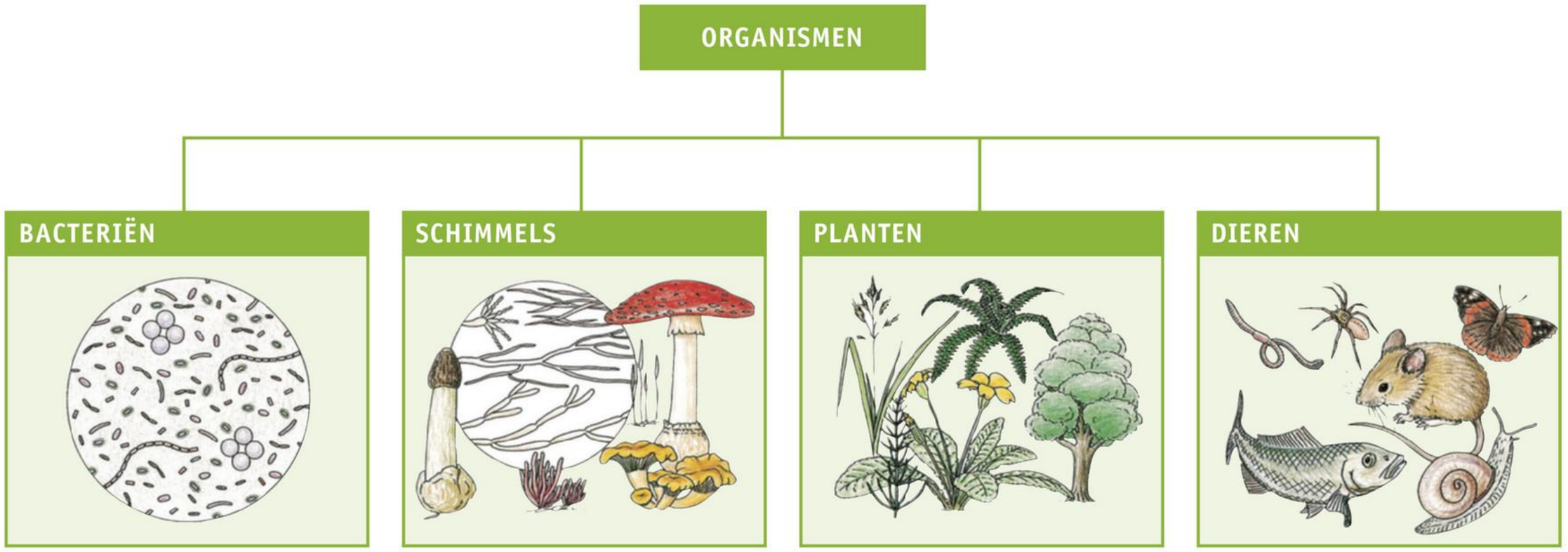
TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	4.1.1	4.1.2
Onthouden	1bc, 2, 3a	1a, 3b, 7a
Begrijpen	5	4, 5, 7c
Toepassen	6d	6abce, 7d
Analyseren		7b

Boeken in de bibliotheek staan op alfabet en verf in de bouwmarkt staat op kleur. Ook organismen kun je indelen in groepen. Dit heet ordenen.

INDELEN IN GROEPEN

Bij het indelen van organismen in groepen kijk je naar verschillende kenmerken. Je kijkt eerst naar kenmerken van de cellen waaruit een organisme bestaat.
Alle organismen op aarde kun je indelen in vier rijken: bacteriën, schimmels, planten en dieren (zie afbeelding 1).

Afb. 1 Indeling van alle organismen in vier rijken.



KENMERKEN

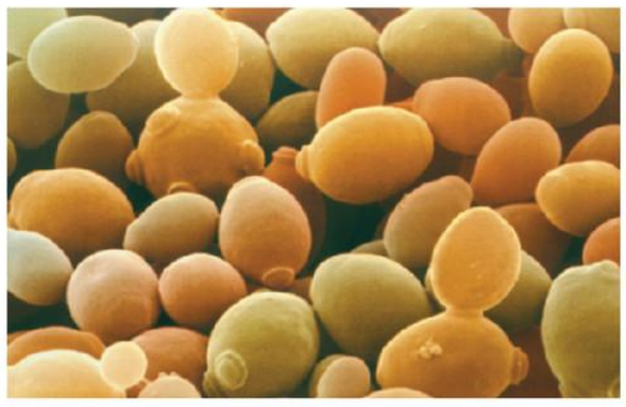
Alle organismen bestaan uit een of meer cellen. Deze cellen hebben allemaal een celmembraan, cytoplasma en chromosomen. Er zijn ook veel verschillen. Bij de indeling van organismen kijken biologen naar de kenmerken die verschillen:

- aantal cellen
- aanwezigheid van celkernen
- aanwezigheid van celwanden
- aanwezigheid van bladgroenkorrels
- relatieve grootte

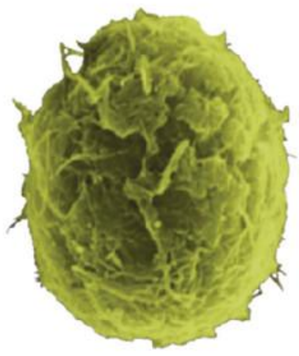
Aantal cellen

Er zijn eencellige organismen en meercellige organismen.
Bacteriën zijn **eencellig**. Ze bestaan uit maar één cel. Ook schimmels, planten en dieren kunnen eencellig zijn. Gist is een eencellige schimmel en een alg een eencellige plant (zie afbeelding 2).
Bij de meeste **meercellige** organismen zien niet alle cellen er hetzelfde uit. De cellen verschillen in bouw en functie. Bij meercellige organismen komen weefsels en organen voor.

Afb. 2 Voorbeelden van eencelligen (niet in verhouding).



1 eencellige schimmel: gist

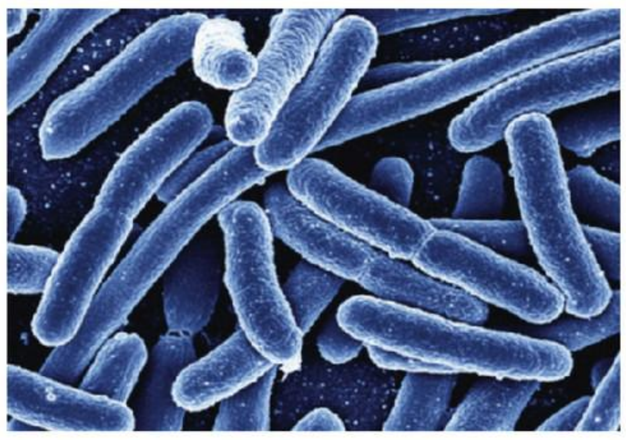


2 eencellige plant: boomalg

Aanwezigheid van celkernen

Cellen van schimmels, planten en dieren hebben een celkern. Bacteriën hebben geen celkern.
In de celkern liggen de chromosomen. Om de chromosomen ligt het kernmembraan. Doordat bacteriën geen kernmembraan hebben, liggen de chromosomen los in het cytoplasma (zie afbeelding 3).

Afb. 3 Bacteriën hebben geen celkern.



1 bacteriën

2 ringvormig chromosoom van een bacterie

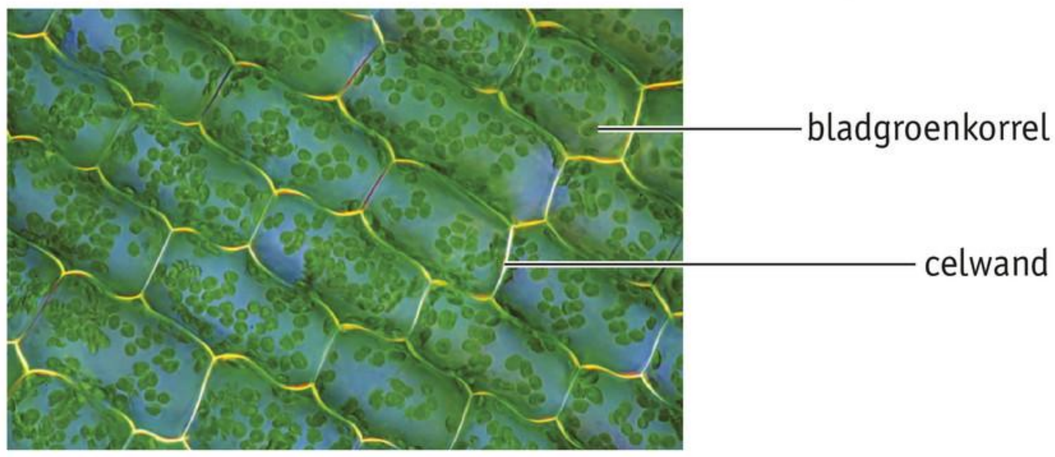
Aanwezigheid van celwanden

Dieren zijn de enige organismen die om hun cellen geen celwanden hebben. Bacteriën, schimmels en planten hebben wel celwanden om hun cellen (zie afbeelding 4).

Aanwezigheid van bladgroenkorrels

Alleen bij planten komen in het cytoplasma bladgroenkorrels voor (zie afbeelding 4).
In bladgroenkorrels vindt fotosynthese plaats. Bacteriën, schimmels en dieren hebben geen bladgroenkorrels.

Afb. 4 Plantencellen hebben celwanden en bladgroenkorrels.

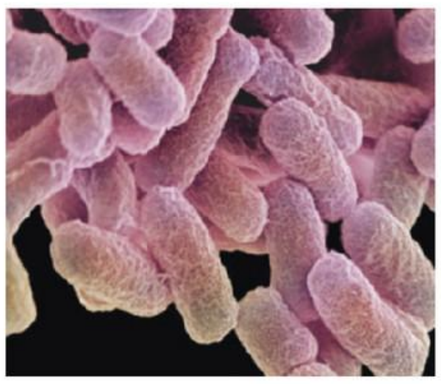
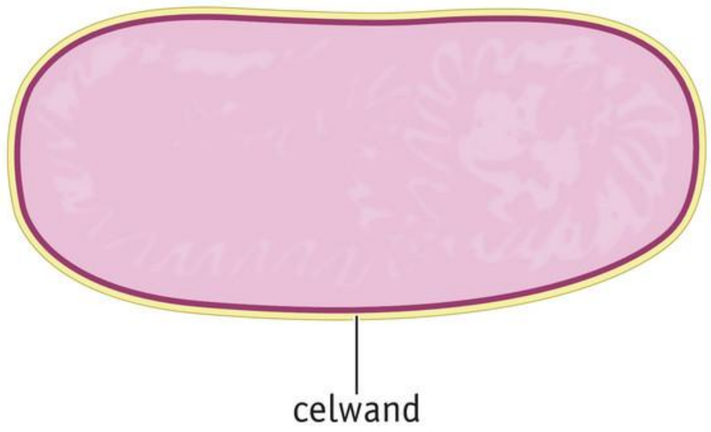
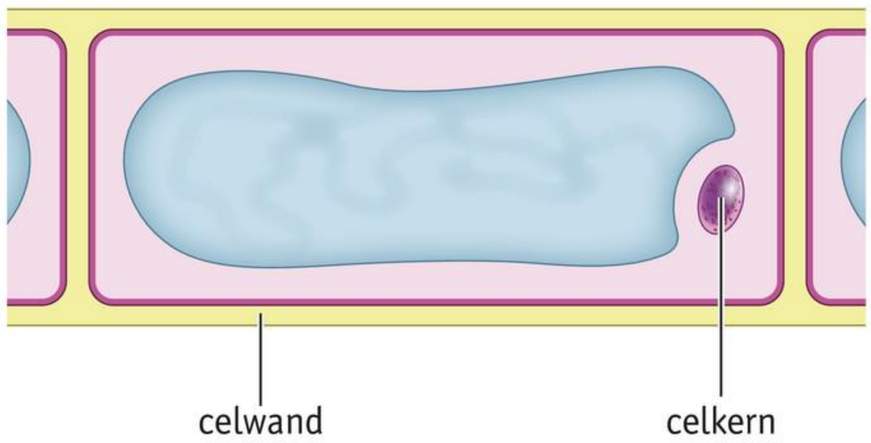
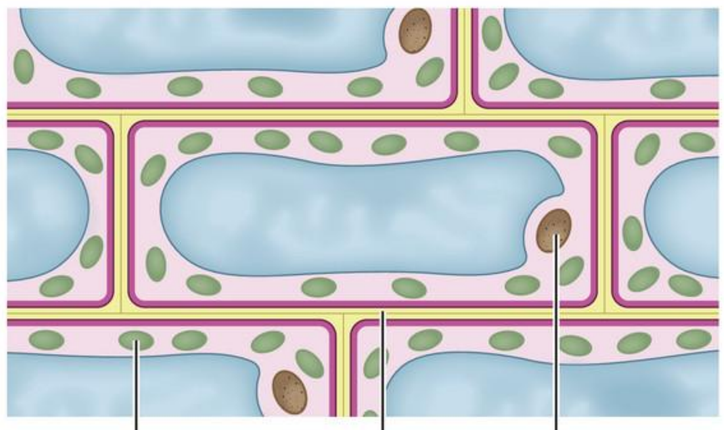
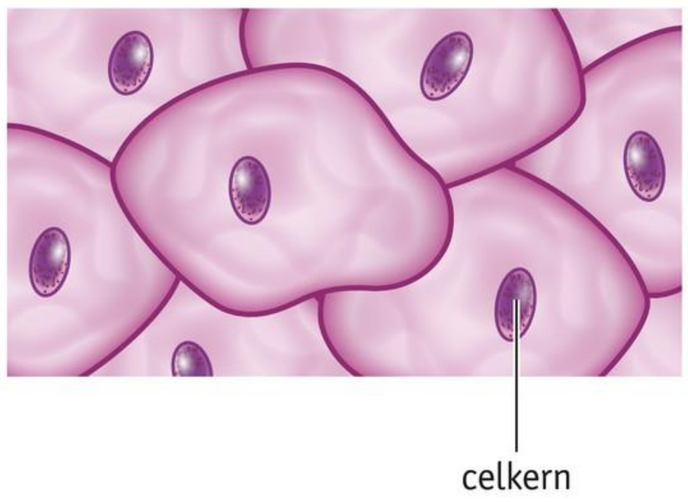


Relatieve grootte

De cellen van organismen verschillen in grootte. Een bacteriecel is veel kleiner dan de meeste cellen van schimmels, planten en dieren. Deze cellen kun je bekijken met een gewone lichtmicroscoop. Om bacteriën goed te kunnen zien, heb je een sterkere microscoop nodig. De grootte in verhouding tot de cellen van andere organismen noem je de relatieve grootte.

In afbeelding 5 zie je de cellen van een bacterie, een schimmel, een plant en een dier. Daarbij zijn de kenmerken gegeven van de cellen van deze organismen.

Afb. 5 Celkenmerken van bacteriën, schimmels, planten en dieren.

RIJK	CELKENMERKEN	ORGANISME
BACTERIËN 	 vergroting 20 000×	eencellig
SCHIMMELS	 vergroting 1100×	eencellig of meercellig
PLANTEN	 vergroting 900×	eencellig of meercellig
DIEREN	 vergroting 600×	eencellig of meercellig

Door te kijken naar gemeenschappelijke kenmerken kun je organismen verder indelen in steeds kleinere groepen (zie afbeelding 6). De vier rijken zijn bacteriën, schimmels, planten en dieren. Elk rijk kun je verder indelen in stammen. Elke stam kun je verder indelen in een aantal klassen, enzovoort.

Afb. 6 Indeling van organismen in steeds kleinere groepen.

KENNIS

1 Organismen worden ingedeeld in groepen op basis van gemeenschappelijke kenmerken. Biologen kijken naar de cellen waaruit organismen bestaan.

a Welke drie kenmerken hebben de cellen van *alle* organismen?

- ☐ A bladgroenkorrels
- ☐ B celkern
- ☐ C celmembraan
- ☐ D celwand
- ☐ E chromosomen
- ☐ F cytoplasma
- ☐ G kernmembraan

b Deze drie kenmerken worden *wel* / *niet* gebruikt bij het indelen van organismen.

c Een kenmerk bij het indelen van organismen is het aantal cellen waaruit een organisme bestaat.
Welke vier andere kenmerken van cellen gebruiken biologen bij het indelen van organismen?

1 de aanwezigheid van een ..... in de cellen

2 de aanwezigheid van ..... in de cellen

3 de aanwezigheid van ..... om de cellen

4 de ..... van de cellen

2

a In welke vier groepen worden organismen ingedeeld?

1 .....

2 .....

3 .....

4 .....

b Wat is een ander woord voor deze vier groepen?

○ A families
○ B klassen
○ C rijken
○ D soorten

c Organismen worden ingedeeld in steeds kleinere groepen.
Zet de namen van die groepen in de juiste volgorde, van groot naar klein.

1 .....

2 .....

3 .....

4 .....

5 .....

6 .....

7 .....

3

a Welke organismen bezitten weefsels en organen?

○ A eencellige organismen
○ B meercellige organismen

b Bij welke organismen komen in de cellen kernmembranen voor?

☐ A bij bacteriën
☐ B bij schimmels
☐ C bij planten
☐ D bij dieren

4 In afbeelding 7 zie je twee typen cellen.

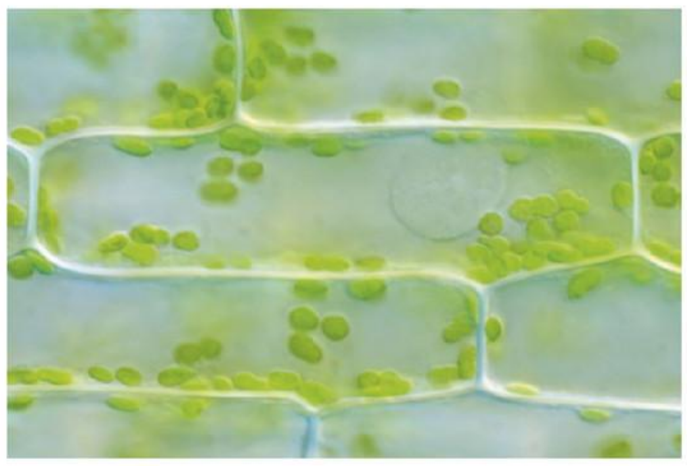
a Welke organismen hebben cellen zoals in afbeelding 7.1?

- ○ A bacteriën
- ○ B schimmels
- ○ C planten
- ○ D dieren

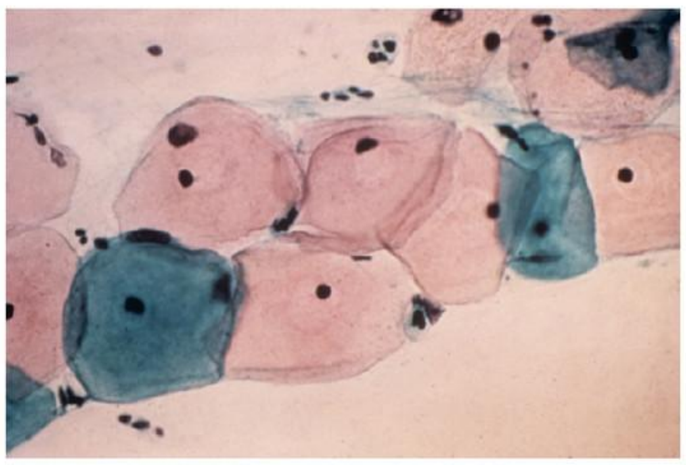
b Welke organismen hebben cellen zoals in afbeelding 7.2?

- ○ A bacteriën
- ○ B schimmels
- ○ C planten
- ○ D dieren

Afb. 7 Twee typen cellen.



1

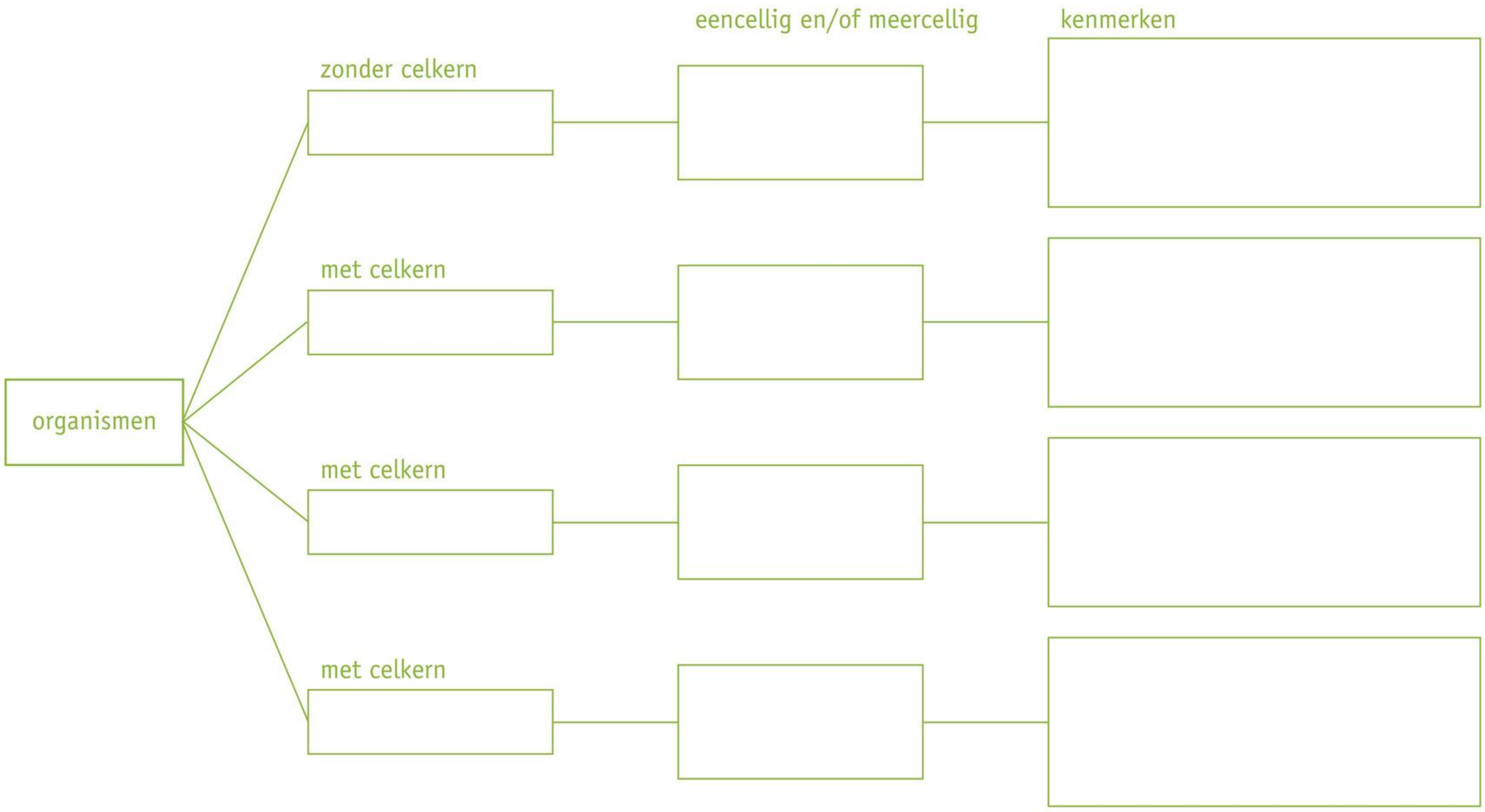


2

5 **Samenvatting**

Maak aan de hand van het schema een samenvatting van de basisstof.
Beschrijf welke kenmerken de cellen hebben (bijvoorbeeld de aanwezigheid van een celwand) en benoem andere kenmerken die van belang zijn (zoals de relatieve grootte).

Afb. 8



INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

6 Lees de tekst ‘De bremraap’.

a In welk deel van een plantencel vindt fotosynthese plaats?

b Welke stoffen heeft een plant nodig voor fotosynthese? En welke stoffen ontstaan bij fotosynthese?

c De bremraap kan niet aan fotosynthese doen en heeft dus de brem (een andere plant) nodig om te overleven.
Wat is het verschil tussen de cellen van de bremraap en die van de meeste andere planten?

d Tot welk rijk behoort de bremraap, als je kijkt naar de celkenmerken?

e Planten die zelf aan fotosynthese doen, hebben meestal groene bladeren. De bladeren zijn vaak groot om veel zonlicht op te kunnen vangen. De bremraap heeft tijdens de bloei maar een paar bladeren en die zijn bruin en klein.
Geef hier een verklaring voor.

Afb. 9

De bremraap

De bremraap is een parasitaire plant uit de bremraapfamilie. Deze plant leeft van het voedsel dat door een andere plant wordt gemaakt. Het worteltje van een kiemend bremraapzaadje gaat op zoek naar de wortel van een andere plant. Uit de wortels van deze gastheerplant steelt het vervolgens voedingsstoffen en water. De gastheer is vaak een brem, waar de bremraap zijn naam dus aan te danken heeft. Dankzij de gestolen voedingsstoffen kan de bremraap uitgroeien tot een ondergrondse knol. Soms is de parasitaire bremraap te zien: in de bloeiperiode komen er lange stengels vol bloemen uit de knol de grond uit. Deze stengels hebben kleine bruine schubachtige bladeren en de bloemen zijn vaak paars tot roestachtig van kleur.

+ 7 Jaïra gaat tijdens een les biologie voor het eerst werken met een lichtmicroscoop. Ze leert de verschillende onderdelen kennen en leert hoe ze de microscoop kan scherpstellen. De lichtmicroscoop die op haar school wordt gebruikt, heeft verschillende objectieven waarmee een object 40×, 100× of 400× kan worden vergroot.

a Hoe heet de grootte van een cel vergeleken met die van andere cellen?

b Bacteriën moeten met een microscoop minimaal 1000× worden vergroot om ze goed zichtbaar te maken. Dierlijke cellen zijn goed te bekijken bij 100× vergroting.
Wat zegt dit over de relatieve grootte van bacteriën?

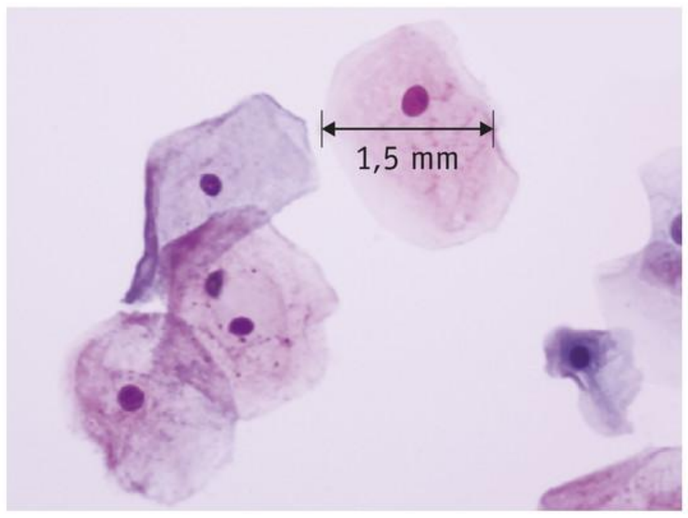
c Welke organismen kan Jaïra niet goed zichtbaar maken met de lichtmicroscoop?

d De vergrotingsfactor geeft aan hoeveel de afmeting van een afbeelding van een object verschilt met de afmeting van het echte object. Met behulp van de vergrotingsfactor en een afbeelding van een cel kun je berekenen hoe groot de cel in het echt is. Dit doe je met de volgende formule:

$$\text{afmeting cel} = \frac{\text{afmeting afbeelding}}{\text{vergrotingsfactor}}$$

Met een vergroting van 100× is de cel die Elise bekijkt 1,5 mm groot (zie afbeelding 10). Hoe groot is deze cel in werkelijkheid?

Afb. 10 Cellen.



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

2 Bacteriën en schimmels

LEERDOELEN

4.2.1 Je kunt de kenmerken van bacteriën noemen.
4.2.2 Je kunt de kenmerken van schimmels noemen.
4.2.3 Je kunt beschrijven hoe bacteriën en schimmels nuttig zijn voor de mens en de natuur. (SE)
4.2.4 Je kunt beschrijven hoe bacteriën en schimmels schadelijk kunnen zijn voor mensen. (SE)

► Practica 2, 3 en 4

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	4.2.1	4.2.2	4.2.3	4.2.4
Onthouden	1c	2a	3a	3bc, 5b
Begrijpen	1a, 4	1b, 2b, 4, 7a	3d, 4	4
Toepassen	6bc, 8a	6a		5a, 6d, 7b, 8c
Analyseren			8b	6e, 7c

Je ziet ze niet, maar ze zijn overal: bacteriën en schimmels. Deze micro-organismen kunnen schadelijk zijn, maar vaak zijn ze ook erg nuttig. Jouw lichaam bevat zo'n 1,5 kg van deze micro-organismen.

BACTERIËN

Bacteriën en schimmels zijn micro-organismen (micro betekent 'heel klein'). Bacteriën kun je alleen goed zien met een elektronenmicroscoop (zie afbeelding 1). Met een elektronenmicroscoop kun je veel verder vergroten dan met een lichtmicroscoop. Om een bacterie goed te kunnen bestuderen, moet je de bacterie minimaal 1000× vergroten.

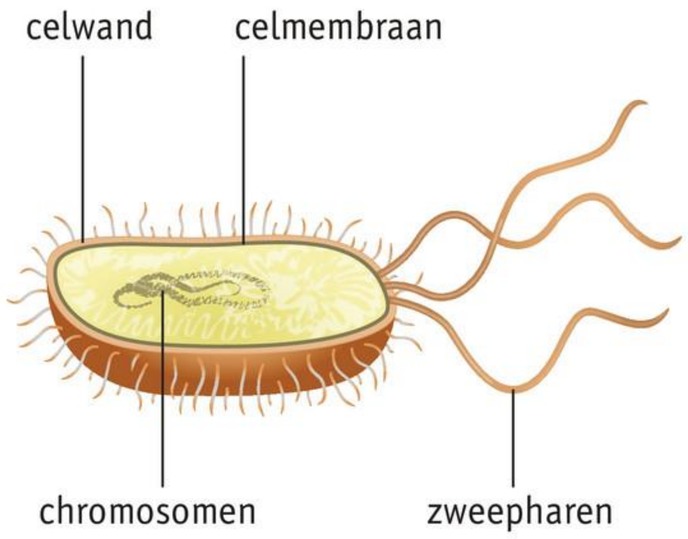
Bacteriën hebben geen celkern. De chromosomen liggen los in het cytoplasma. Vaak liggen ze in de vorm van een ring. Bacteriën kunnen een of meer zweepharen hebben. Hiermee kunnen zij zich voortbewegen (zie afbeelding 2).

Afb. 1 Bacteriën zichtbaar maken.

1 bacteriën bekeken door een lichtmicroscoop (vergroting 600×)

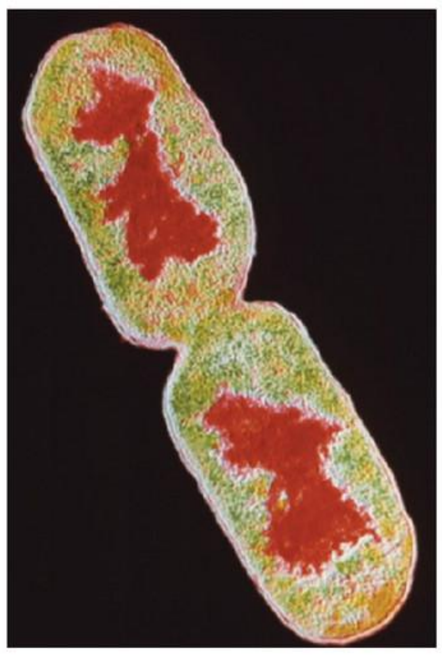
2 bacteriën bekeken door een elektronenmicroscoop (vergroting 15 000×)

Afb. 2 Een bacterie (schematisch).

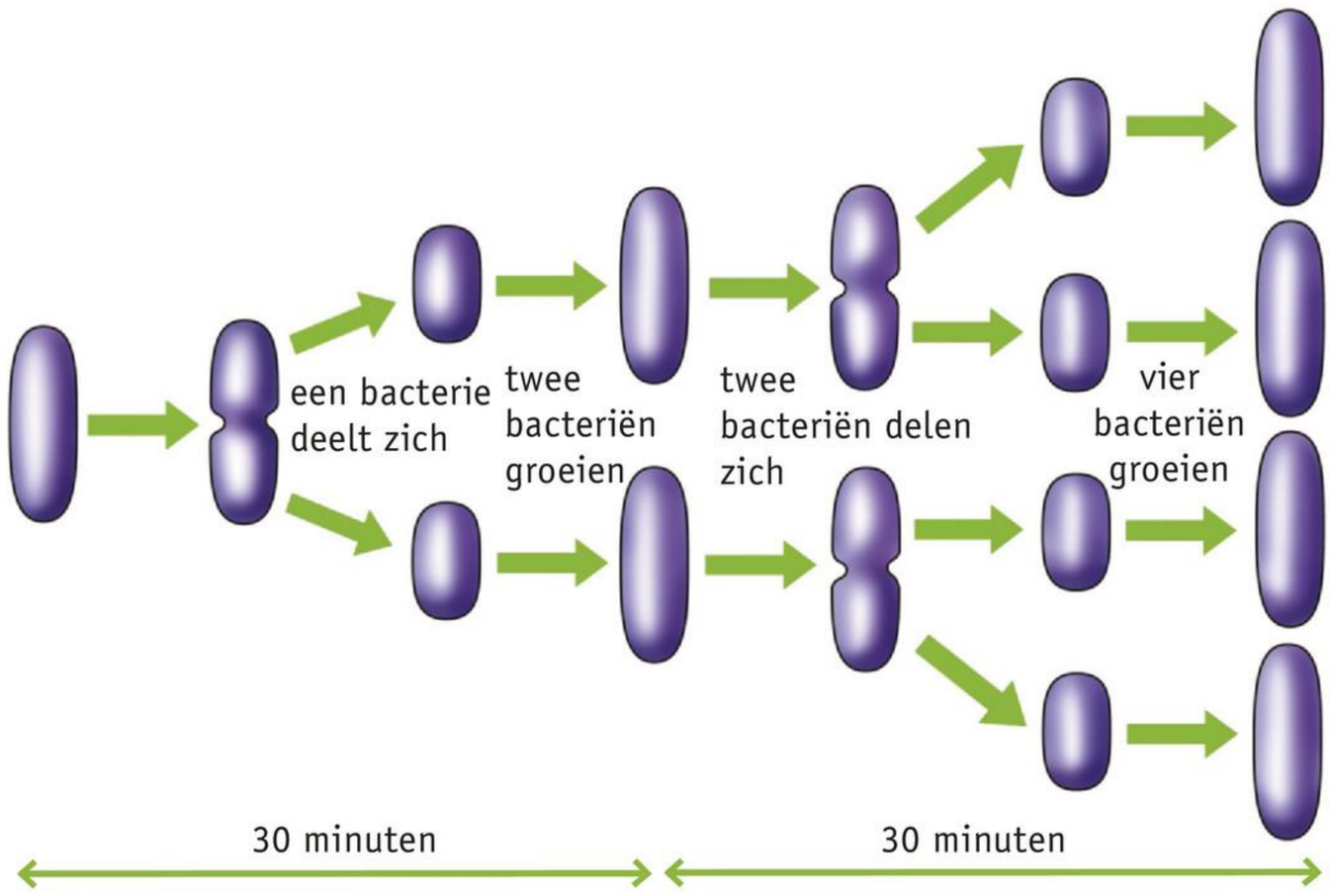


Bacteriën planten zich voort door celdeling. Een bacterie deelt zich in twee kleine bacteriën (zie afbeelding 3.1). Deze kleine bacteriën groeien tot ze even groot zijn als de oorspronkelijke bacterie. Daarna gaan zij zich ook weer delen (zie afbeelding 3.2).
Een bacterie kan zich elk halfuur delen. Zo ontstaat er snel een hele groep bacteriën: een kolonie. Een bacteriekolonie kun je met het blote oog zien (zie afbeelding 4).

Afb. 3 Door celdeling ontstaat een bacteriekolonie.



1 een delende bacterie (elektronenmicroscopische foto, vergroting 26 775×)



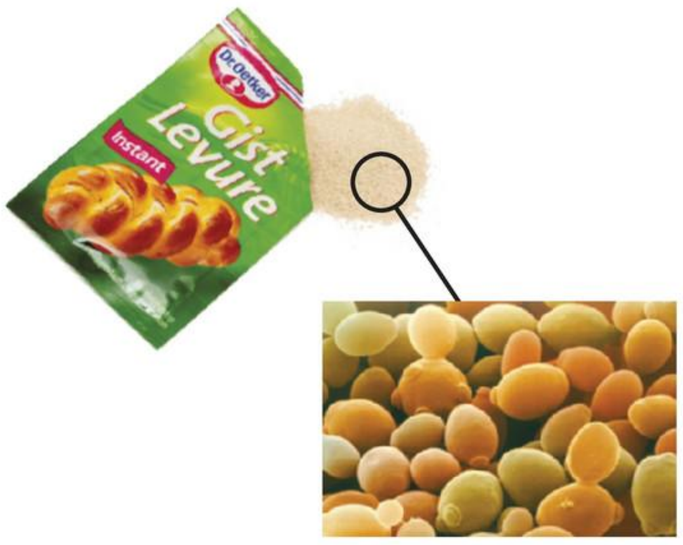
2 Bacteriën planten zich voort door celdeling.

Afb. 4 Bacteriekolonies.

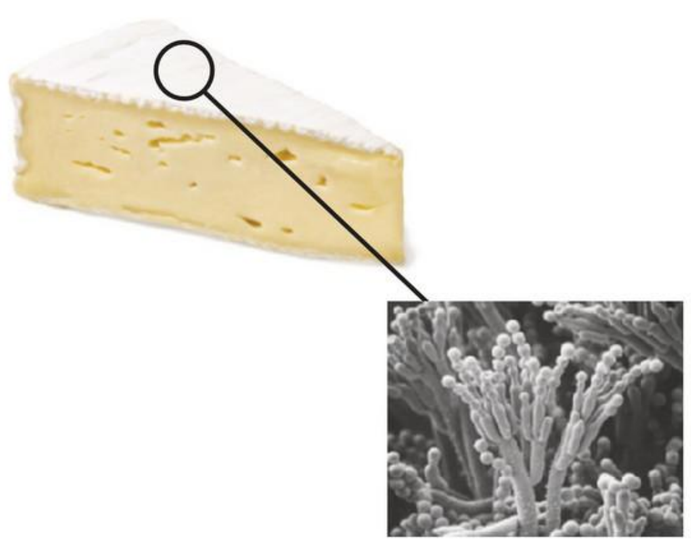
SCHIMMELS

Gisten zijn eencellige schimmels. Ze zijn meestal eivormig of rond (zie afbeelding 5.1). De meeste schimmels zijn meercellig. Ze bestaan uit lange, dunne draden: de **schimmeldraden**. Deze draden bestaan uit meerdere cellen. Schimmel op brood of op schimmelkaas zijn voorbeelden van meercellige schimmels (zie afbeelding 5.2).

Afb. 5 Eencellige en meercellige schimmels.



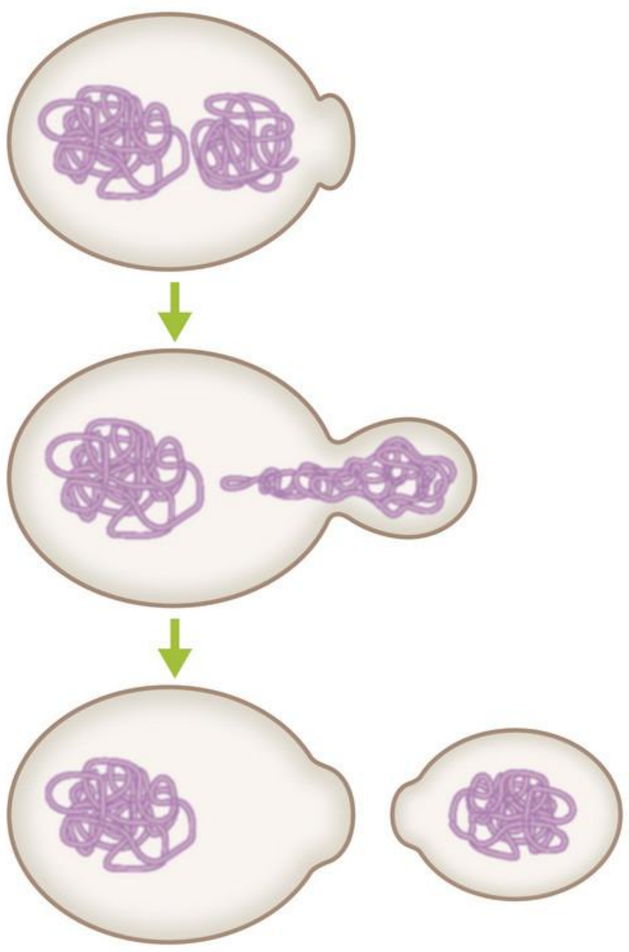
1 gist



2 brie (schimmelkaas)

Eencellige schimmels planten zich voort door celdeling. De celdeling bij gistcellen vindt plaats door knopvorming. De gistcel vormt een knop die zich afsplitst. De knop bevat een kopie van alle chromosomen van de schimmelcel (zie afbeelding 6).

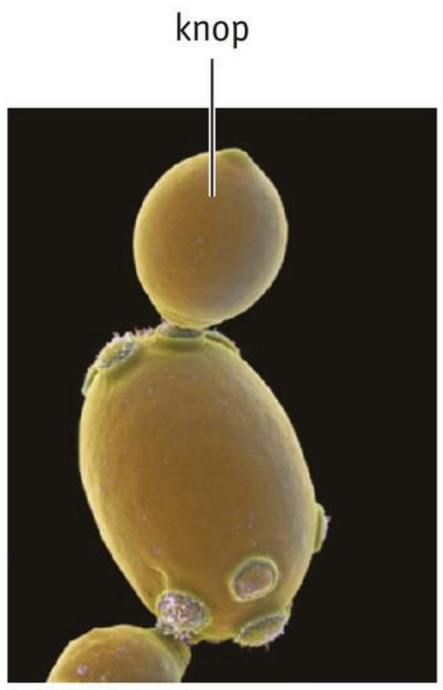
Afb. 6 Knopvorming.



Het DNA in de gistcel wordt gekopieerd.
De gistcel vormt een knop.

Het nieuwe DNA gaat naar deze knop.
De knop wordt groter.

De knop splitst zich af.

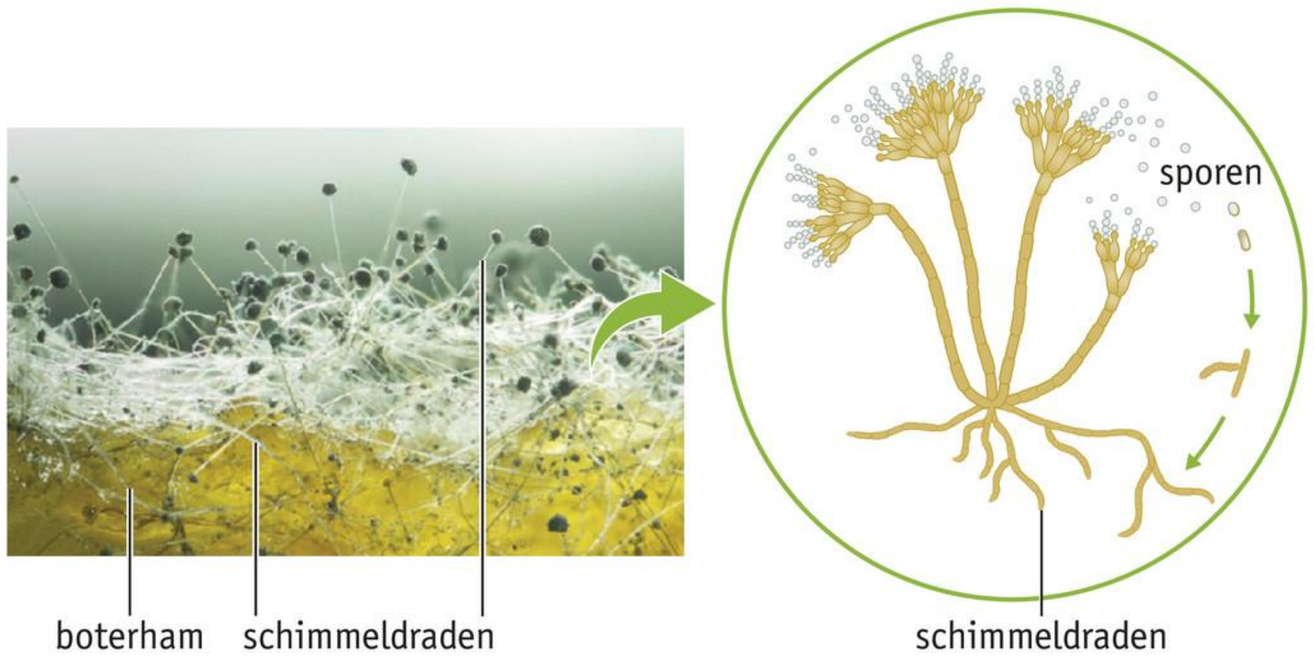


1 stappen van knopvorming bij gist

2 gist met knoppen

Meercellige schimmels planten zich meestal voort door middel van **sporen**. Dit zijn cellen waaruit een nieuwe schimmel kan ontstaan. Bij veel soorten schimmels ontstaan de sporen aan de uiteinden van de schimmeldraden die omhoog groeien (zie afbeelding 7).

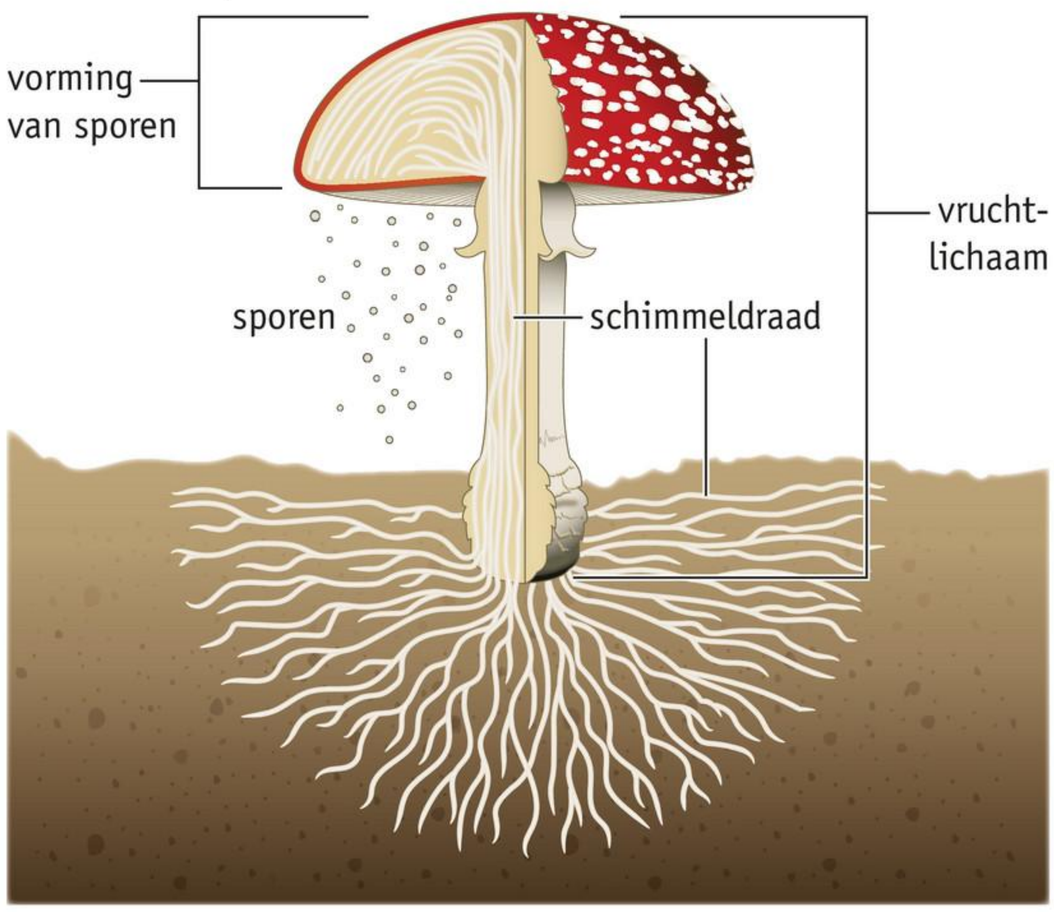
Afb. 7 Voortplanting meercellige schimmel.



1 meercellige schimmel op een boterham
2 voortplanting door sporen aan de uiteinden van schimmeldraden

Paddenstoelen zijn de vruchtlichamen van een meercellige schimmel. In de paddenstoelen vormen zich de sporen (zie afbeelding 8).

Afb. 8 Een paddenstoel.



NUTTIG EN SCHADELIJK

Bacteriën en schimmels zijn overal. De meeste soorten bacteriën en schimmels voeden zich met resten van dode planten en dieren. In de natuur ruimen ze dode resten op. Bij de afbraak van die resten ontstaan weer voedingsstoffen voor planten. Organismen die dode resten afbreken, noem je **reducenten**.

In onze darmen leven miljarden bacteriën. Zij breken bepaalde voedingsstoffen in onze darmen af en helpen zo met de vertering van ons voedsel.

Wij eten vaak resten van organismen, zoals fruit, groenten en vlees. Hierop kunnen bacteriën en schimmels goed leven. Daardoor kan ons voedsel bederven (zie afbeelding 9). Bedorven voedsel kun je niet meer eten. Als je dat toch doet, kun je er ziek van worden. **Voedselbederf** kun je op verschillende manieren tegengaan; bijvoorbeeld door het voedsel te bewaren in de koelkast of vriezer.

Afb. 9 Beschimmelde sinaasappels.

ZIEKTEVERWEKKERS

Sommige soorten bacteriën en schimmels zijn **ziekteverwekkers** bij planten, mensen en/of dieren. Deze bacteriën en schimmels kunnen ons ziek maken. Als een ziekteverwekker je lichaam binnendringt en zich vermenigvuldigt, heb je een infectie.

- Bepaalde soorten bacteriën kunnen ziekten veroorzaken. Dit noem je een bacteriële infectie. Voorbeelden van bacteriële infecties zijn longontsteking, blaasontsteking en krentenbaard (zie afbeelding 10). Een bacteriële infectie kun je bestrijden met **antibiotica** (zie afbeelding 11).
- Zwemmerseczeem is een voorbeeld van een schimmelinfectie. Bij deze infectie raakt de huid tussen de tenen ontstoken.

Afb. 10 Krentenbaard bij de mond.

Afb. 11 Antibiotica.

Met een goede hygiëne kun je veel infectieziekten voorkomen. Dit doe je bijvoorbeeld door je handen regelmatig te wassen en je eten goed gaar te koken (zie afbeelding 12). Door zeep en hitte gaan veel micro-organismen dood.

Afb. 12

Adviezen voor een goede hygiëne

1. Was je handen na het gebruik van het toilet en voordat je gaat eten.
2. Gebruik bij (het bereiden van) eten schone pannen, borden, bekers en bestek.
3. Was of schil groenten en fruit, voordat je ze eet.
4. Zorg ervoor dat vlees, kip en vis goed gaar zijn voordat je ze eet.
5. Bewaar klaargemaakt voedsel niet te lang.

BIOTECHNOLOGIE

Bacteriën en schimmels worden gebruikt om allerlei stoffen te maken. Bacteriën worden gebruikt om yoghurt en zuurkool te maken (zie afbeelding 13). Daarnaast worden bacteriën gebruikt voor de productie van geneesmiddelen, voedingsstoffen, hormonen en wasmiddel:

- Het hormoon insuline wordt gemaakt met behulp van bacteriën. Mensen die diabetes (suikerziekte) hebben, gebruiken insuline als geneesmiddel om het suikergehalte in hun bloed te regelen.
- Aspartaam is een zoetstof die door bacteriën wordt gemaakt. Deze stof zit bijvoorbeeld in light frisdrank en kauwgum.
- In wasmiddel zitten bepaalde eiwitten (enzymen) die zijn gemaakt door bacteriën. Deze eiwitten zorgen ervoor dat vlekken uit je kleren gaan.

Afb. 13 Bij de productie van deze voedingsmiddelen worden bacteriën gebruikt.

Schimmels worden gebruikt om medicijnen te maken. Een bekend antibioticum is penicilline. Penicilline wordt gemaakt door de penseelschimmel. De penseelschimmel is een voorbeeld van een nuttige schimmel.

Schimmels worden ook gebruikt bij de bereiding van voedingsmiddelen. Bij de bereiding van brood, bier en wijn wordt gist gebruikt. Gist produceert koolstofdioxide en alcohol. Het gas koolstofdioxide zorgt voor het rijzen van brood. Hierdoor wordt brood luchtiger (zie afbeelding 14). De alcohol verdwijnt uit het brood bij het bakken. In wijn en bier blijft de alcohol wel aanwezig.

Afb. 14 Brooddeeg.

1 voordat de gisten hun werk hebben gedaan

2 nadat de gisten hun werk hebben gedaan

KENNIS

1

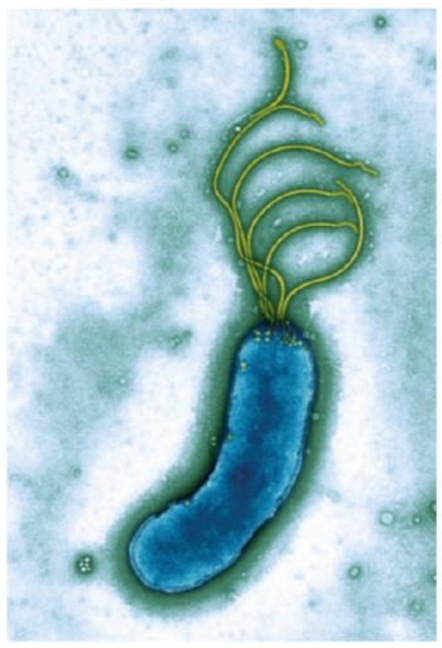
a In afbeelding 15 zie je een bacterie.
Met welke microscoop is dit plaatje gemaakt?
Het plaatje is gemaakt met een *elektronenmicroscoop* / *lichtmicroscoop*.

b Bekijk afbeelding 16.
Het micro-organisme in de afbeelding is *eencellig* / *meercellig*.
Het is een *schimmel* / *bacterie*.

c Vul de juiste woorden in. Gebruik daarbij: *celkern – celmembraan – celwand – cytoplasma – zweephaar*.

1 Schimmels en bacteriën hebben beide een ....., ... en .....
2 Een schimmel heeft ook een .....
3 Een bacterie kan een ..... hebben.

Afb. 15 Een bacterie.



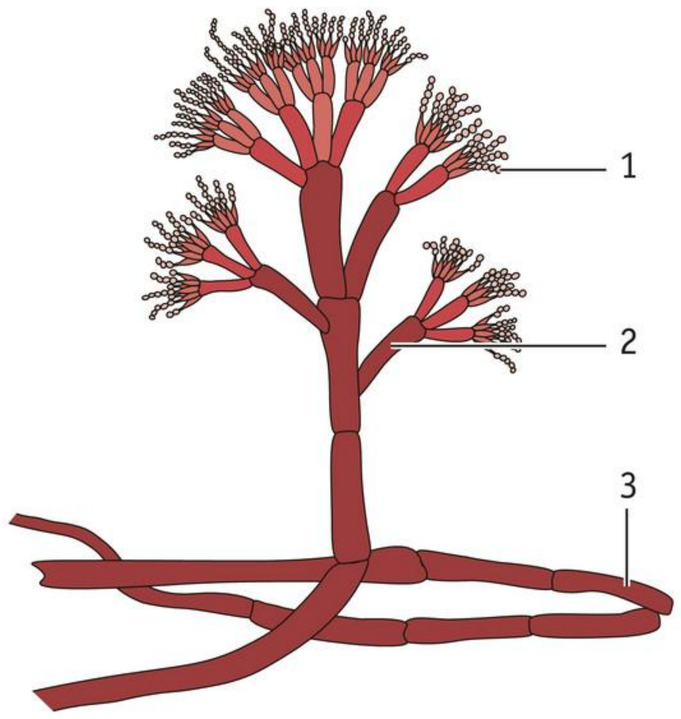
Afb. 16 Een micro-organisme.

2

a Gist is een eencellige schimmel.
Op welke manier plant gist zich voort?
- ○ A door deling
- ○ B door knopvorming
- ○ C door spoorvorming
- ○ D met een paddenstoel

b In afbeelding 17 zie je een schematische tekening van de penseelschimmel.
In welk deel ontstaan de sporen? in deel *1* / *2* / *3*

Afb. 17 Penseelschimmel.



3

a Wordt een bacterie of een schimmel gebruikt bij de bereiding van het voedingsmiddel?

1	brood	*bacterie* / *schimmel*
2	light frisdrank	*bacterie* / *schimmel*
3	wijn	*bacterie* / *schimmel*
4	yoghurt	*bacterie* / *schimmel*
5	zuurkool	*bacterie* / *schimmel*

b Welke schimmel wordt gebruikt om een antibioticum te maken? .....

c Met penicilline kun je een infectie met een *bacterie* / *schimmel* bestrijden.

d Op welke twee manieren kunnen micro-organismen schadelijk zijn?
Ze kunnen:

☐ A resten van dode organismen afbreken in de natuur.

☐ B voedsel bederven.

☐ C voedingsstoffen afbreken in de darmen.

☐ D ziekten veroorzaken.

4 Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Geef in de tabel aan welke eigenschappen bij bacteriën en/of schimmels horen.

	Bacterie	Schimmel
Celmembraan		
Cytoplasma		
Celkern		
Celwand		
Bladgroenkorrels		
Zweephaar		
Eencellig		
Meercellig		

- Zet in de tabel hoe bacteriën en schimmels nuttig of gevaarlijk kunnen zijn.

	Nut	Gevaar
Bacterie		
Schimmel		

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

5 Bacteriën en schimmels gaan dood bij hoge temperaturen. Bij lage temperaturen kunnen ze zich niet, of minder snel voortplanten.

a Om besmetting met een ziekteverwekker te voorkomen, is hygiëne erg belangrijk. Leg uit hoe het verwarmen van voedsel helpt bij het voorkomen van besmetting met een ziekteverwekker.

b Geef nog drie maatregelen die je kunt nemen om infectieziekten door voedsel te voorkomen.

6 Bacteriën en schimmels kunnen zich goed voortplanten in een vochtige en warme omgeving. Dit is een reden waarom we voedsel in de koelkast of vriezer bewaren. Zo blijft het langer houdbaar.
Door voedsel te conserveren wordt het ook langer houdbaar. Door te conserveren worden micro-organismen gedood of kunnen ze niet groeien.
Er zijn verschillende manieren van conserveren.

a Chips wordt geconserveerd door het toevoegen van zout. Zout haalt vocht uit voedsel. Leg uit waarom dit zorgt voor een langere houdbaarheid van de chips.

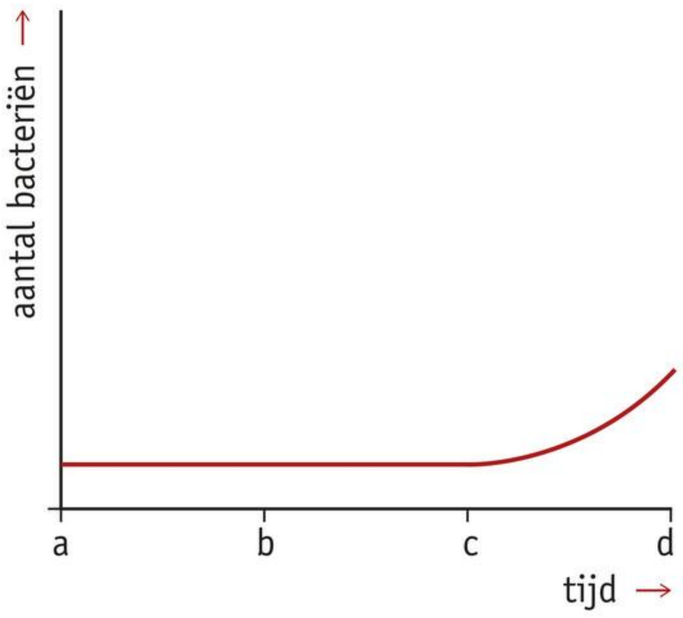
b Veel bacteriën en schimmels houden niet van een zure omgeving. De melkzuurbacterie houdt hier wel van. Door deze bacterie aan melk toe te voegen, krijg je yoghurt.
Is de melkzuurbacterie een ziekteverwekker? Leg je antwoord uit.

c Het enige verschil tussen yoghurt en melk is de aanwezigheid van de melkzuurbacterie in yoghurt. Yoghurt is veel langer houdbaar dan melk.
Leg uit hoe dit komt.

d In supermarkten wordt ook gebruikgemaakt van koelingen om voedsel langer houdbaar te maken. De temperatuur in de koeling wordt laag gehouden. Daarnaast zorgt een luchtafzuiging voor het afvoeren van vochtige lucht.
Leg uit waarom voedselbederf wordt tegengegaan door het afzuigen van vochtige lucht.

e Bekijk de grafiek in afbeelding 18.
In de supermarkt is van een koeling de luchtafzuiging kapotgegaan.
Op welk moment is de luchtafzuiging kapotgegaan? Leg je antwoord uit.

Afb. 18 Aantal bacteriën in de supermarktkoeling.



7 *Malassezia furfur* is een gist die van nature voorkomt op onze huid. Als er te veel van deze schimmel op je hoofdhuid groeit, kun je roos krijgen (zie afbeelding 19).

a Wordt roos veroorzaakt door een eencellige of een meercellige schimmel?

b Kan roos worden behandeld met antibiotica? Leg je antwoord uit.

c *Malassezia furfur* voedt zich met talg. Talg wordt gemaakt door talgkliertjes in onze hoofdhuid. Veel talg zorgt voor een vettere hoofdhuid en sneller vet haar.
Hebben mensen met roos een vette of droge hoofdhuid?

Afb. 19 Roos in het haar.

+ 8 Het antibioticum penicilline zorgt ervoor dat bacteriën geen celwand meer kunnen bouwen en zich dus niet kunnen voortplanten.

a Waarom hebben antibiotica geen effect op de cellen van het menselijk lichaam?

b Darmen zijn een perfecte plek voor bacteriën. In de darmen is het vochtig, warm en is er genoeg voedsel aanwezig. In onze darmen leven veel bacteriën. Je noemt deze bacteriën samen de darmflora.
Onze darmwand is aan de binnenkant helemaal bedekt met nuttige bacteriën. Zij helpen bij de vertering van ons voedsel, zodat onze darmwand meer voedingsstoffen kan opnemen.
Hebben antibiotica effect op onze darmflora?

c Na of tijdens een antibioticumkuur komt het voor dat iemand last krijgt van zijn darmen.
Geef hiervoor een verklaring.

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

3 Planten en dieren

LEERDOELEN

4.3.1 Je kunt planten indelen door te kijken naar de bouw en de manier van voortplanten.

4.3.2 Je kunt dieren indelen door te kijken naar de symmetrie en het skelet.

► Practica 5 en 6

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	4.3.1	4.3.2	4.1.2*
Onthouden		3a	
Begrijpen	1, 2, 4, 6d	3b, 4	
Toepassen	5, 6abe	7, 8ac	
Analyseren		8b	6c

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Overal op aarde leven planten en dieren. Er zijn bijna 400 000 soorten planten en 1,3 miljoen soorten dieren bekend. Planten en dieren kun je indelen in groepen door te kijken naar de kenmerken.

PLANTEN ORDENEN

Er zijn heel veel verschillende planten. Bij het ordenen kijken biologen naar de bouw van planten, bijvoorbeeld of de plant wortels heeft. Ze kijken ook naar de manier van voortplanten. Het rijk van de planten kun je indelen in drie groepen:

- zaadplanten
- sporenplanten
- wieren (algen)

ZAADPLANTEN EN SPORENPLANTEN

Meercellige planten hebben organen, zoals wortels, stengels en bladeren. **Zaadplanten** planten zich voort met zaden. Bedektzadige planten hebben bloemen. De zaden zitten in vruchten. Naaktzadige planten hebben kegels. De zaden liggen tussen schubben in de kegels.

Sporenplanten planten zich voort met sporen. Dit zijn cellen waaruit een nieuwe plant kan ontstaan. In afbeelding 1 zie je de kenmerken van zaadplanten en sporenplanten.

WIEREN (ALGEN)

Wieren kunnen eencellig of meercellig zijn. Wieren worden ook wel algen genoemd. Wieren hebben geen wortels, stengels en bladeren. Eencellige wieren planten zich voort door deling. Meercellige wieren planten zich voort met sporen. Boomalg en darmwier zijn voorbeelden van wieren (zie afbeelding 2)

Afb. 2 Wieren (algen).

1 boomalg (eencellig)

2 darmwier (meercellig)

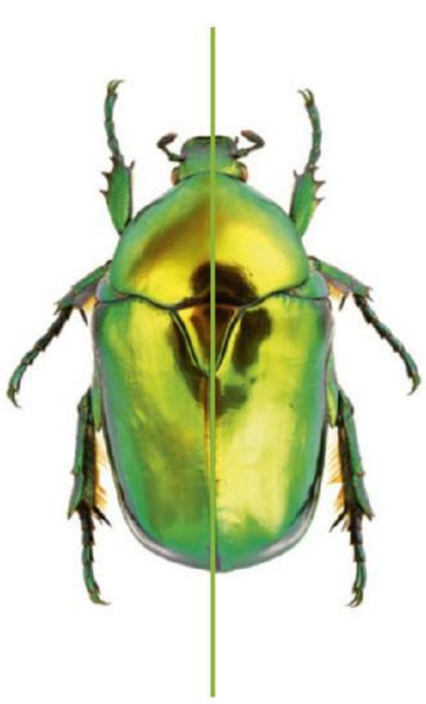
Afb. 1 Indeling van meercellige planten.

ZAADPLANTEN	Kenmerken: • wortels, stengels, en bladeren • voortplanting door zaden	 rode klaver	 treurwilg
SPORENPLANTEN	**PAARDENSTAARTEN**		
	Kenmerken: • wortels, stengels en bladeren • stengels zijn hol en geleed • voortplanting door sporen	 paardenstaart	 sporenvormende orgaantjes groeien naast/bij de plant
	VARENS		
	Kenmerken: • wortels, stengels en bladeren • grote, ingesneden bladeren • sporen in sporenhoopjes	 varen met ingesneden bladeren	 sporenhoopjes op de onderkant van een varenblad
	MOSSEN		
	Kenmerken: • stengels en bladeren • geen echte wortels • sporen in sporendoosjes	 peermos	 sporendoosjes van een mos

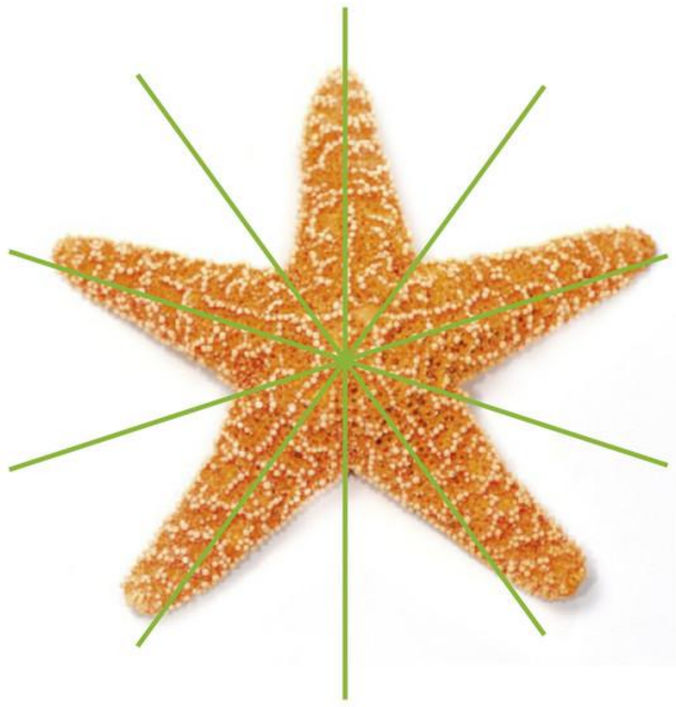
DIEREN ORDENEN

Bij het ordenen van dieren zijn de belangrijkste kenmerken de **symmetrie** en het skelet.
Een symmetrisch dier is in twee gelijke helften te verdelen.
Veel soorten dieren zijn tweezijdig symmetrisch. Deze dieren kun je maar op één manier in twee gelijke helften verdelen. Voorbeelden hiervan zijn de mens en de kever (zie afbeelding 3.1).
Andere soorten dieren zijn veelzijdig symmetrisch. Deze dieren kun je op meerdere manieren in twee gelijke helften verdelen (zie afbeelding 3.2).
Dieren die je op geen enkele manier in twee gelijke helften kunt verdelen, zijn niet-symmetrisch. Een voorbeeld hiervan is een sponsdier (zie afbeelding 3.3).

Afb. 3 Symmetrie bij dieren.



1 kever: tweezijdig symmetrisch



2 zeester: veelzijdig symmetrisch

3 sponsdier: niet-symmetrisch

Veel dieren hebben stevige delen in of om hun lichaam: het skelet.
Een skelet geeft stevigheid en bescherming.
In afbeelding 4 zie je verschillende soorten skeletten:

- Een lieveheersbeestje, een mossel en een slak hebben een skelet aan de buitenkant van het lichaam. Dit is een **uitwendig skelet**.
- Bij een sponsdier, een zeekat en een mens zit het skelet binnen in het lichaam. Dit is een **inwendig skelet**.

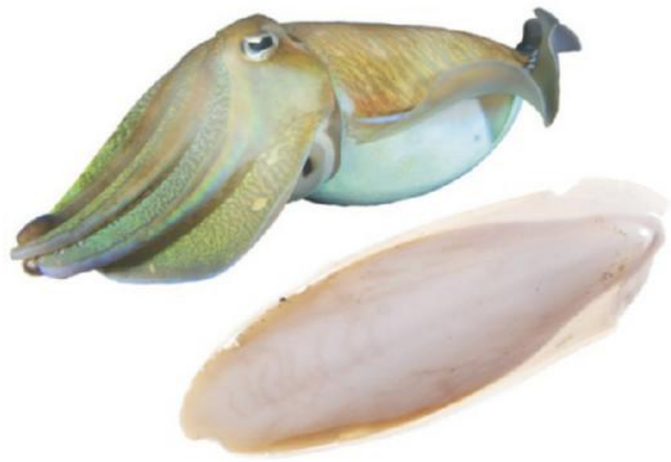
Afb. 4 Skeletten bij dieren.

1 uitwendig skelet bij een lieveheersbeestje: een pantser

2 uitwendig skelet bij een mossel: een schelp

3 uitwendig skelet bij een slak: een huisje

4 inwendig skelet bij een sponsdier: een skelet van stevige vezels van hoornstof tussen de cellen



5 inwendig skelet bij een zeekat: een inwendige schelp (zeeschuim)

6 inwendig skelet bij een mens: een skelet van beenderen

Er zijn ook dieren die geen skelet hebben (zie afbeelding 5).

Afb. 5 Dieren zonder skelet.

1 kwal

2 regenworm

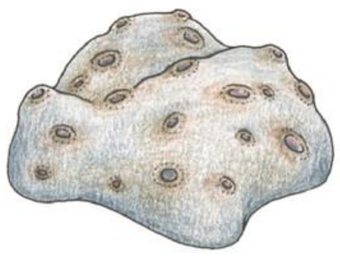
ZEVEN GROEPEN

Op basis van de symmetrie en het soort skelet kun je het dierenrijk ordenen in groepen met dezelfde kenmerken. Zeven groepen zijn de sponsdieren, neteldieren, wormen, weekdieren, geleedpotigen, stekelhuidigen en gewervelden (zie afbeelding 6).

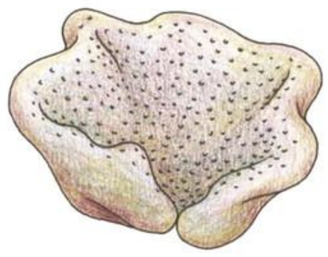
Afb. 6 Indeling van het dierenrijk.

1 SPONSDIEREN

Kenmerken:
- niet-symmetrisch
- stevige hoornvezels tussen de cellen
- zitten meestal vast op de bodem van de zee



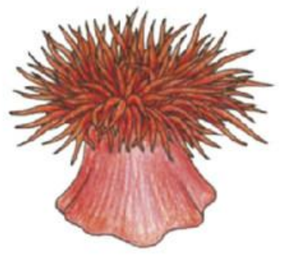
badspons



olifantoorspons

2 NETELDIEREN

Kenmerken:
- veelzijdig symmetrisch
- meestal geen skelet
- leven in het water
- vangen hun prooi met tentakels (vangarmen)



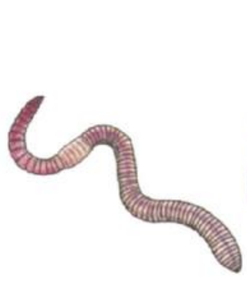
zeeanemoon

kwal

3 WORMEN

Kenmerken:
- tweezijdig symmetrisch
- geen skelet
- het lichaam is lang en dun

spoelworm

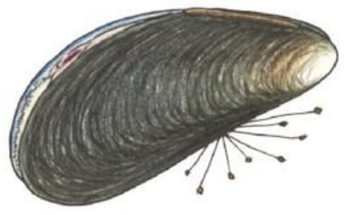


regenworm

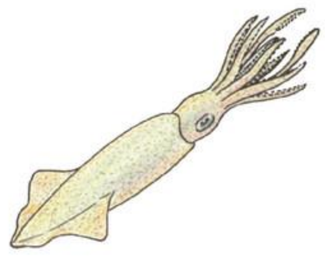
lintworm

4 WEEKDIEREN

Kenmerken:
- tweezijdig symmetrisch
- meestal een schelp of huisje als skelet



mossel



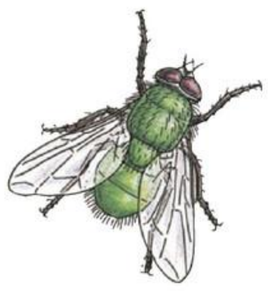
inktvis

zeenaaktslak

slak

5 GELEEDPOTIGEN

Kenmerken:
- tweezijdig symmetrisch
- het skelet is een pantser



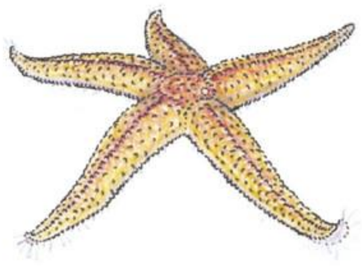
vlieg

spin

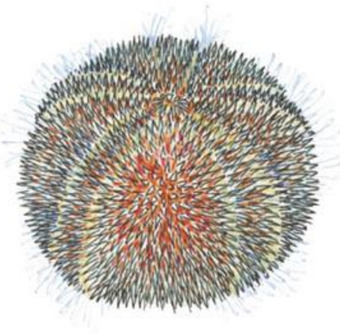
krab

6 STEKELHUIDIGEN

Kenmerken:
- veelzijdig symmetrisch
- inwendig skelet van kalk
- de huid is bedekt met stekels of knobbels
- leven op de bodem van de zee



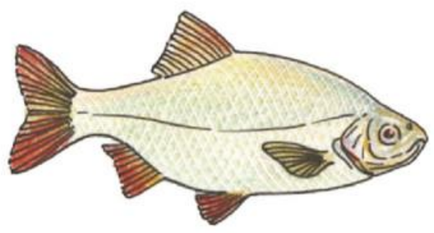
zeester



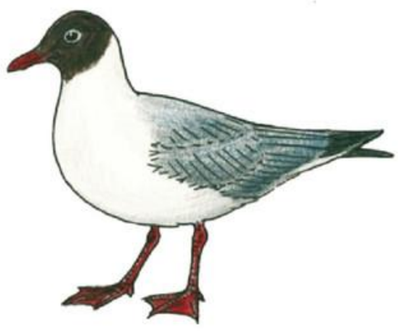
zee-egel

7 GEWERVELDEN

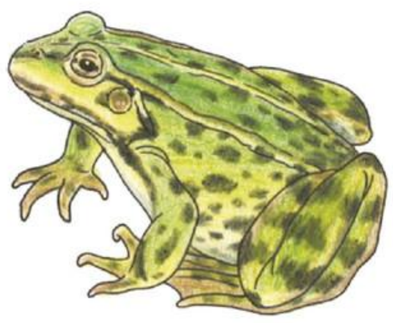
Kenmerken:
- tweezijdig symmetrisch
- een inwendig skelet



rietvoorn



meeuw



kikker

KENNIS

1

a Is de zin juist of onjuist?

1 Mossen hebben bladeren. *juist / onjuist*
2 Varens hebben bloemen. *juist / onjuist*
3 Wieren hebben wortels. *juist / onjuist*
4 Zaadplanten hebben stengels. *juist / onjuist*

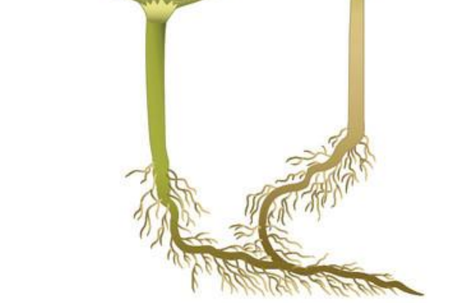
b Welke drie groepen planten hebben wortels?

☐ A mossen
☐ B paardenstaarten
☐ C varens
☐ D wieren
☐ E zaadplanten

c In afbeelding 7 zie je een paardenstaart. Dit is een sporenplant.
In welk deel van deze plant ontstaan de sporen?

○ A in deel 1
○ B in deel 2
○ C in deel 3
○ D in deel 4

Afb. 7 Een sporenplant.



2

a In afbeelding 8.1 zie je gewoon haarmos.
Gewoon haarmos is een *sporenplant / zaadplant*.

b In afbeelding 8.2 zie je narcissen.
Een narcis is een *sporenplant / zaadplant*.

Afb. 8

1 gewoon haarmos

2 narcissen

3

a Sommige dieren zijn op meerdere manieren in twee ongeveer gelijke helften te verdelen.
Hoe noem je dat?
niet-symmetrisch / tweezijdig symmetrisch / veelzijdig symmetrisch

b In afbeelding 9 zie je twee foto's van een wesp.
Een wesp is:

○ A niet-symmetrisch.
○ B tweezijdig symmetrisch.
○ C veelzijdig symmetrisch.

Afb. 9 Een wesp.

4

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Geef in de tabel aan welke eigenschappen bij planten horen. Gebruik daarbij: *mossen – paardenstaarten – sporenplanten – varens – wieren – zaadplanten*. Je kunt de woorden meerdere keren gebruiken.

ORGANISME		VOORTPLANTING		
Eencellig	**Meercellig**	**Zaden**	**Sporen**	**Deling**

ORGANEN			
Wortels	**Stengels**	**Bladeren**	**Bloemen of kegels**

- Vul in de tabel de kenmerken van de verschillende groepen dieren in.

Diergroep	Symmetrie	Skelet
Sponsdieren		
Neteldieren		
Wormen		
Weekdieren		
Geleedpotigen		
Stekelhuidigen		
Gewervelden		

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

5 In afbeelding 10 zie je negen planten. Bij elke plant staat kort beschreven hoe de plant leeft.
Gebruik bij deze opdracht afbeelding 2 en de samenvatting van opdracht 4.
Is de plant een mos, een paardenstaart, een varen, een wier of een zaadplant?

1 gewoon muursterretje
2 waterlelie
3 echt venushaar
4 weegbree
5 holpijp
6 darmwier
7 mais
8 mosbol
9 appelboom

Afb. 10 Negen planten met beschrijving.

gewoon muursterretje

- Deze plant groeit op muren en stenen in de stad.
- De blaadjes hebben de vorm van een tong.
- Sporendoosjes op steeltjes.

waterlelie

- Deze plant groeit in vijvers en plassen.
- De bloemen zijn wit of roze.
- De bladeren drijven op het water.

echt venushaar

- Groenblijvende plant met vertakte blaadjes.
- Sporenhoopjes liggen aan de toppen van de onderzijde van de bladeren.

weegbree

- Deze plant groeit op plaatsen waar veel wordt gelopen.
- De bladeren liggen plat op de grond.
- De plant heeft groene, onopvallende bloemen.

holpijp

- Deze plant heeft een holle stengel.
- Stengels met sporen verschijnen in mei tot juli.

darmwier

- Deze plant groeit vaak op het wad of strand.
- De buizen waaruit de plant bestaat, zijn gevuld met luchtbellen.
- De buizen zitten aan het einde vast aan de ondergrond.

mais

- Deze plant wordt veel op akkers verbouwd.
- De plant wordt gebruikt als veevoer.
- De zaden zijn gele ‘korrels’ die in kolven groeien.

mosbol

- Deze plant groeit in de vorm van een bol op de bodem van meren.
- Door de golfslag in de meren vormen de bollen zich (ze rollen over de bodem).
- Deze plant heeft geen wortels, stengels, bladeren of bloemen.

appelboom

- Deze boom bloeit in april/mei.
- De vruchten (appels) kunnen worden geplukt vanaf augustus.

6 Lees de tekst 'Korstmos'.

a Is korstmos een plant? Leg je antwoord uit.

b Algen hebben geen wortels, stengels en bladeren en zijn vaak eencellig.
Leg uit waarom algen toch tot het plantenrijk behoren.

c Vindt in korstmos fotosynthese plaats? Leg je antwoord uit.

d Algen hebben geen wortels en stengels.
Wat is de functie van wortels? En wat is de functie van stengels?

e De meeste algen leven in water. Algen hebben geen wortels nodig.
Leg uit waarom algen geen wortels nodig hebben.

Afb. 11

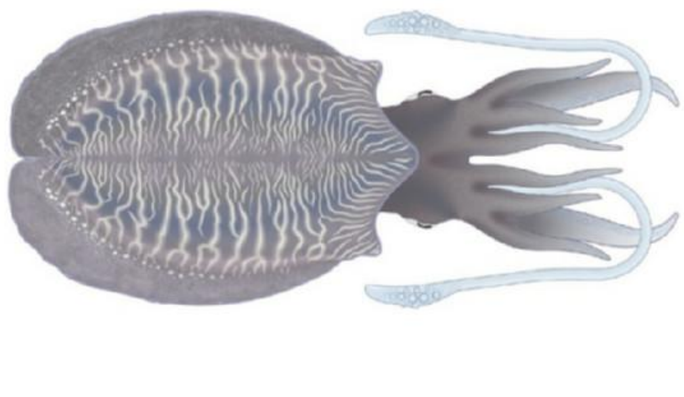
Korstmos

Een korstmos is een symbiose tussen een schimmel en een alg. Bij een symbiose leven twee organismen samen en hebben ze elkaar nodig om te overleven. In een korstmos leven de algen in het schimmelweefsel. De schimmel neemt water en mineralen op die de alg ook kan gebruiken. Ook beschermt de schimmel de alg tegen uitdroging door de zon en tegen vraat van dieren. De alg zorgt voor de glucose die de schimmel nodig heeft.

7 **a** De gewone zeekat (zie afbeelding 12.1) is een inktvis. Zeekatten hebben een kort, breed lichaam met acht armen en twee lange tentakels. Ze hebben een platte inwendige schelp.
Tot welke groep van de dieren behoort de zeekat? En aan welke twee kenmerken kun je dat zien?

b De zeekat is een goed ontwikkeld dier. Zeekatten zijn snelle jagers en kunnen vooruit én achteruit zwemmen. De zeekat kan kleurstof (inkt) uitstoten en heel snel van kleur veranderen (zie afbeelding 12.2). De zeekat wordt gegeten door verschillende soorten roofvissen en dolfijnen.
Noem twee eigenschappen van de zeekat die ervoor zorgen dat de zeekat zich kan beschermen tegen vijanden.

Afb. 12



1 zeekat

2 een zeekat die van kleur is veranderd

+ 8

Veel dieren bezitten een inwendig of uitwendig skelet voor stevigheid. Neteldieren hebben meestal geen skelet. Neteldieren leven in water. Een kwal is een voorbeeld van een neteldier zonder skelet (zie afbeelding 13.1).

a In afbeelding 13 zie je een kwal in het water en op het land.
Leg uit waarom de kwal op het land een plattere vorm heeft dan de kwal in het water.

b Een regenworm is een voorbeeld van een dier zonder skelet dat niet in het water leeft.
In afbeelding 14 zie je een schematische tekening van een regenworm.
Welke aanpassingen heeft het lichaam van de regenworm die hem stevigheid geven?

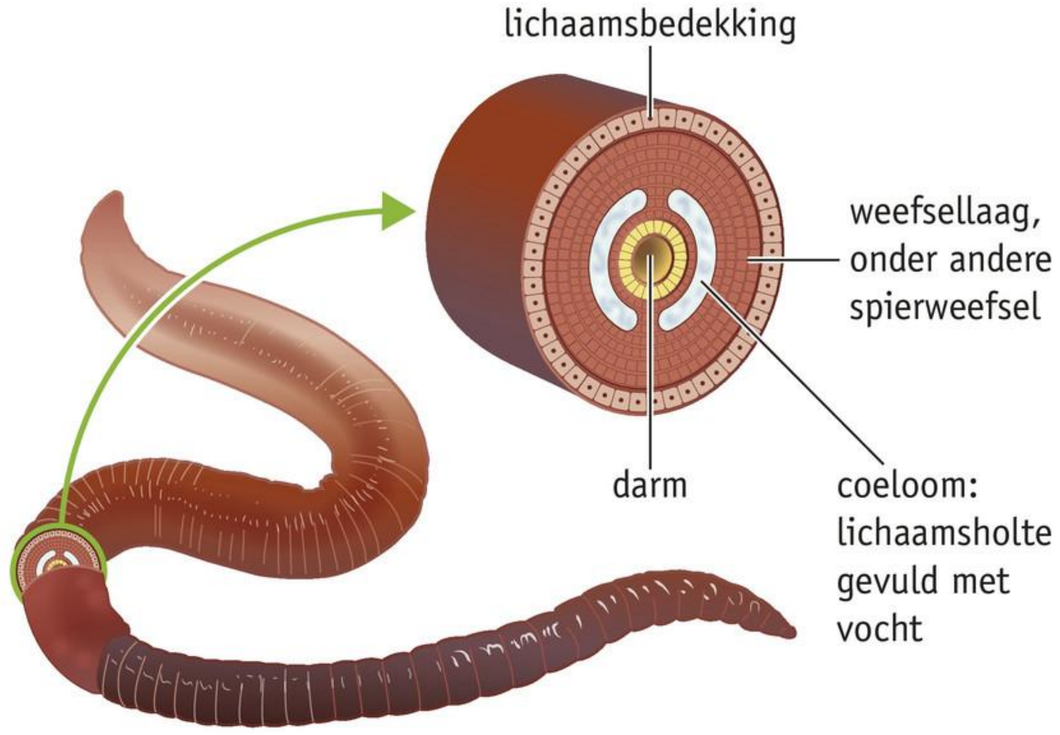
c Een skelet heeft meerdere functies.
Welke functie van een skelet heeft een coeloom niet?

Afb. 13 Kompaskwallen.

1 een kompaskwal in zee

2 een aangespoelde kompaskwal

Afb. 14 Bouw van een regenworm.



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

4 Geleedpotigen en gewervelden

LEERDOELEN

4.4.1 Je kunt geleedpotigen indelen door te kijken naar het aantal segmenten en het aantal poten.

4.4.2 Je kunt gewervelden indelen door te kijken naar de bouw en de manier van voortplanten.

► Practicum 7

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	4.4.1	4.4.2
Onthouden	2	1bcd, 8a
Begrijpen	3, 4ab, 5b	2a, 3, 5a, 8c
Toepassen	4cf, 5cdef	6, 7ab, 8d
Analyseren	4de	7c, 8be

Ongeveer 1 miljoen van de ruim 1,3 miljoen nog bestaande diersoorten zijn geleedpotigen. Toch denken veel mensen bij dieren vooral aan gewervelden.

GELEEDPOTIGEN

De poten van geleedpotigen zijn geleed. Ze zijn opgebouwd uit kleine stukjes: de **leden** (zie afbeelding 1.1). Ook het lichaam is opgebouwd uit stukjes: de **segmenten**. Aan elk segment zitten poten (zie afbeelding 1.2).

Bij het ordenen van geleedpotigen kijk je naar het aantal segmenten en naar het aantal poten.

Geleedpotigen kun je verder indelen in vier groepen (zie afbeelding 2):

- veelpotigen
- kreeftachtigen
- spinachtigen
- insecten

Afb. 1

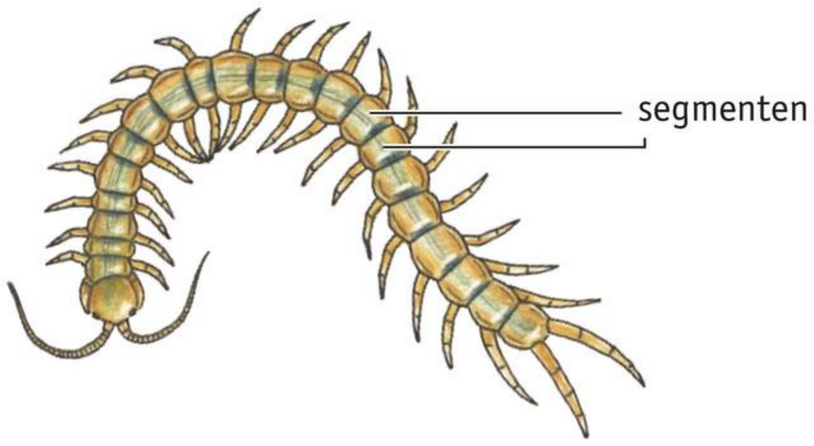
1 lieveheersbeestje: poten bestaan uit leden

2 reuzenduizendpoot: lichaam bestaat uit segmenten met poten

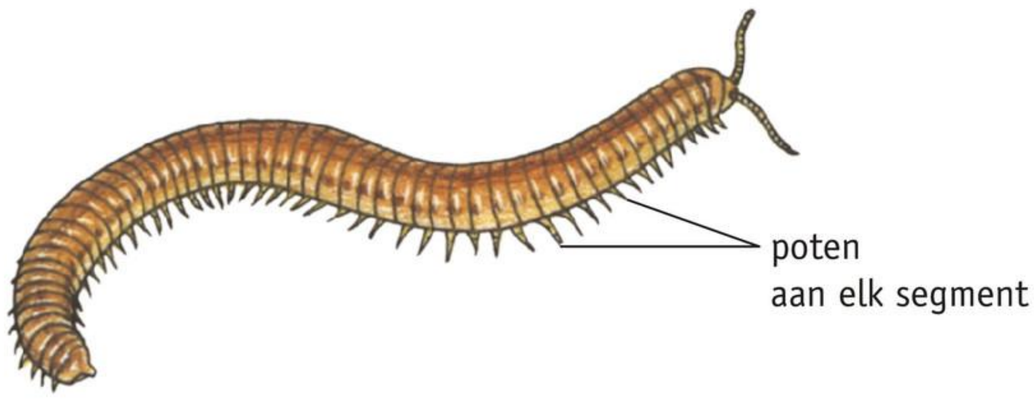
Afb. 2 Indeling van de geleedpotigen in vier groepen.

1 VEELPOTIGEN

Het hele lijf bestaat uit segmenten.



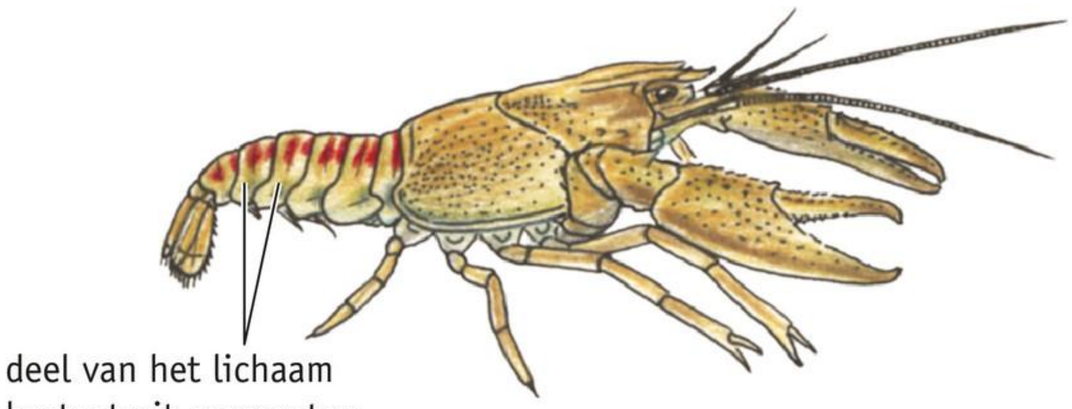
reuzenduizendpoot



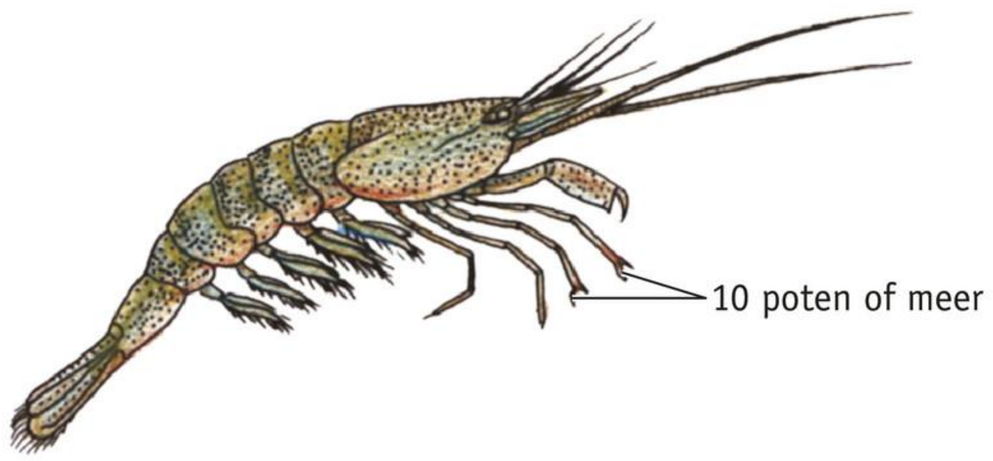
miljoenpoot

2 KREEFTACHTIGEN

Het achterlijf bestaat uit segmenten.



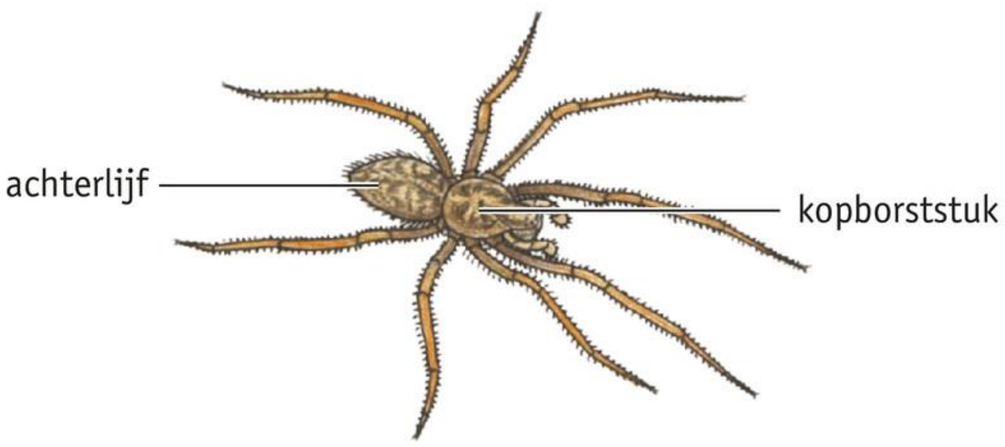
rivierkreeft



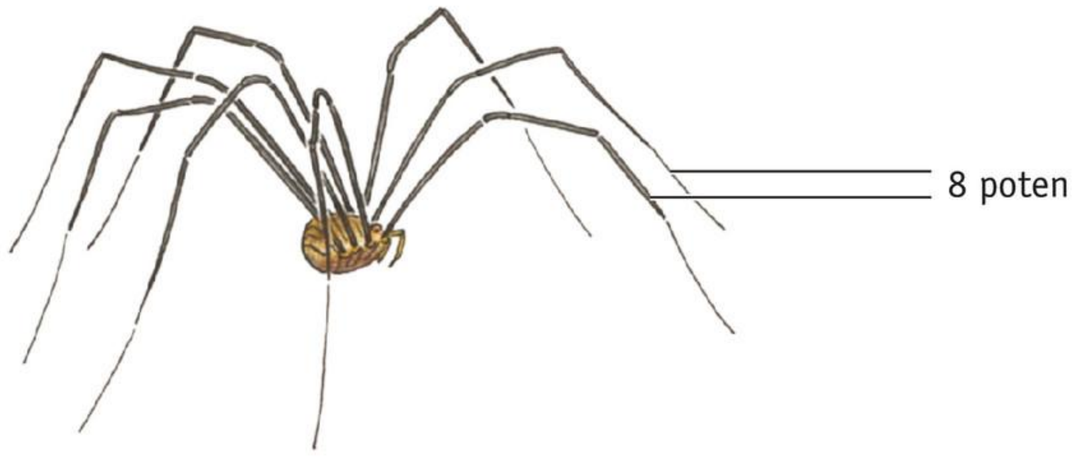
noordzeegarnaal

3 SPINACHTIGEN

Het lijf bestaat uit een kopborststuk en een achterlijf.



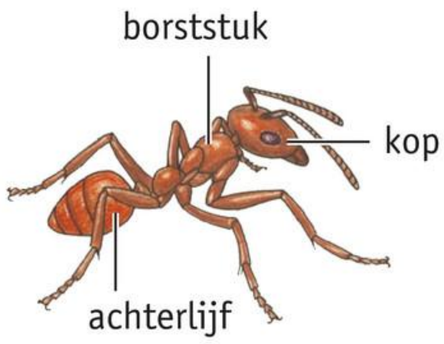
huisspin



hooiwagen

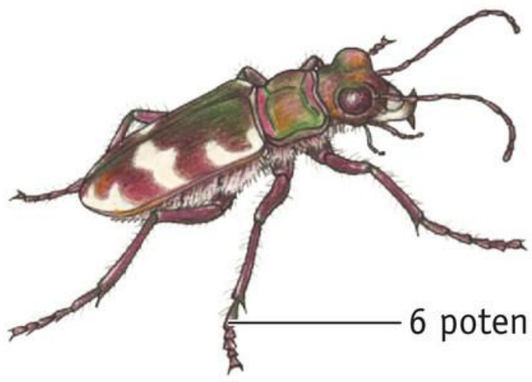
4 INSECTEN

Het lijf bestaat uit een kopborststuk en een achterlijf.



amazonemier

citroenvlinder



zandloopkever

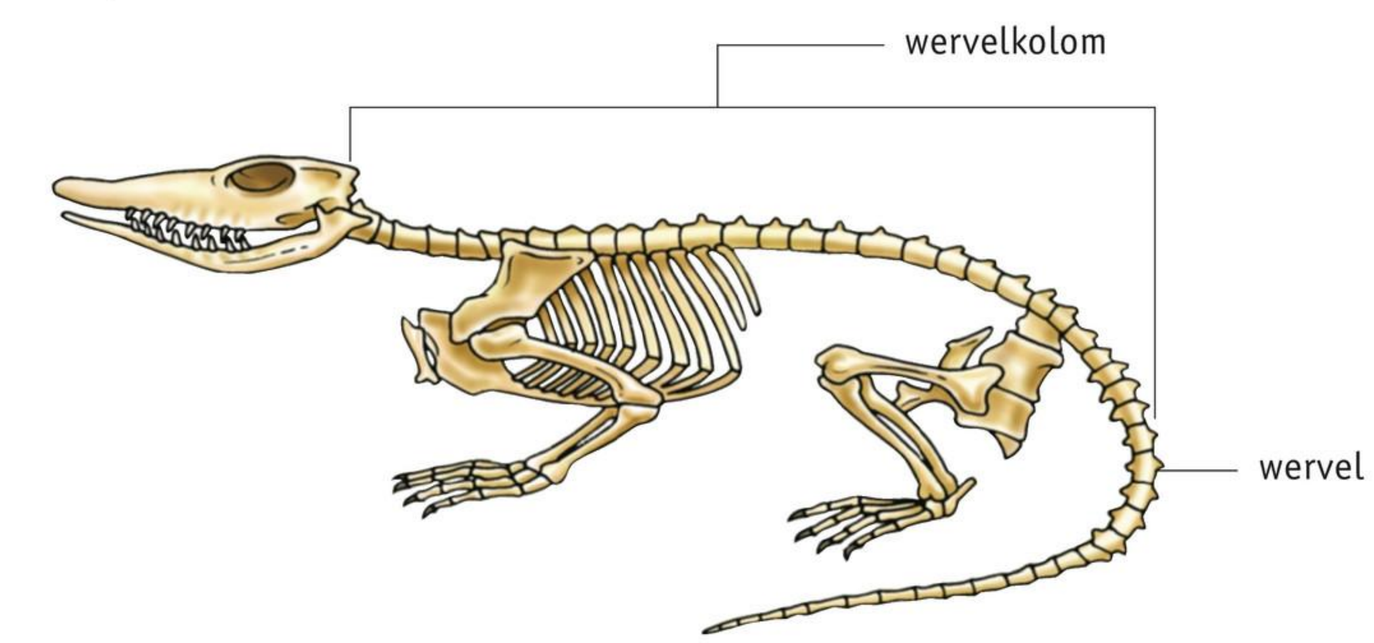
Geleedpotigen hebben een uitwendig skelet dat als een soort pantser om het lichaam zit. Dit skelet kan niet meegroeien. Geleedpotigen vervellen daarom enkele keren tijdens hun groei (zie afbeelding 3).

Afb. 3 Een sprinkhaan tijdens de vervelling.

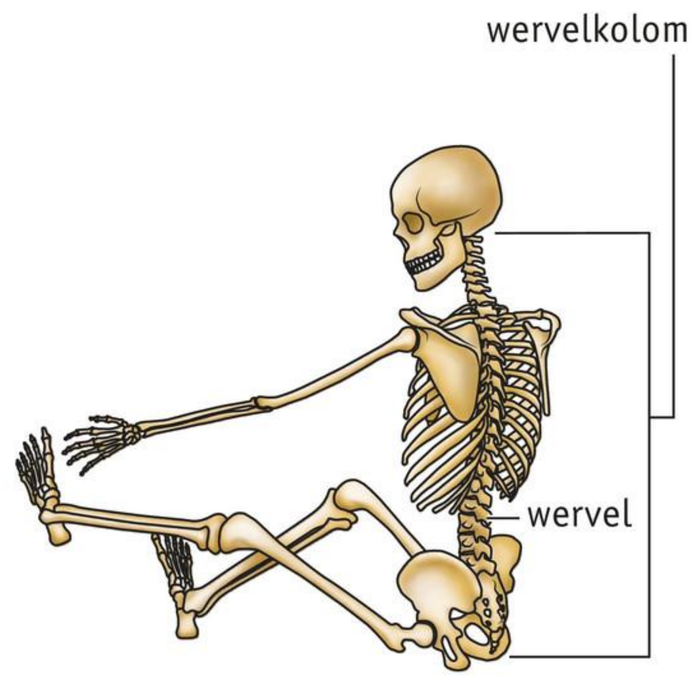
GEWERVELDEN

Gewervelden hebben een inwendig skelet. Een onderdeel van dit skelet is de **wervelkolom**, die is opgebouwd uit wervels (zie afbeelding 4).

Afb. 4 Gewervelden hebben een wervelkolom met wervels.



1 krokodil



2 mens

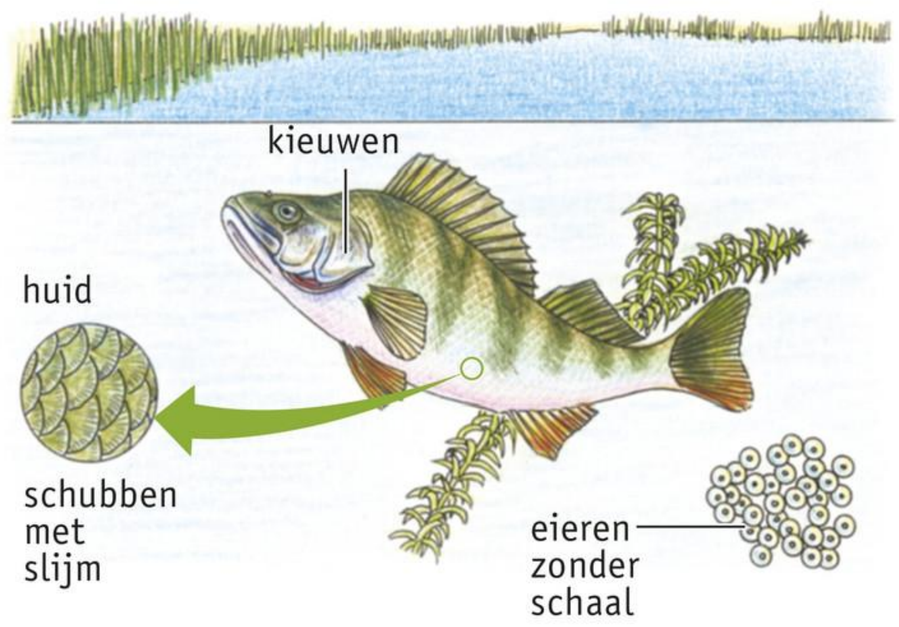
De gewervelden kun je ordenen in vijf groepen: de vissen, de amfibieën, de reptielen, de vogels en de zoogdieren (zie afbeelding 5). Bij deze ordening kijk je naar de volgende vier kenmerken:

1 *Huid*: de huid is bedekt met schubben, slijm, veren of haren.
2 *Lichaamstemperatuur*: gewervelde dieren zijn warmbloedig of koudbloedig.
3 *Ademhalingsorganen*: gewervelden halen adem met kieuwen, met longen en sommige soorten ook door de huid.
4 *Manier van voortplanten*: zoogdieren zijn levendbarend (zie afbeelding 6). Het embryo ontwikkelt zich in de baarmoeder. Andere gewervelden leggen eieren. Ze leggen eieren zonder schaal, eieren met een leerachtige schaal en eieren met een kalkschaal (zie afbeelding 7). Een leerachtige schaal of een kalkschaal voorkomt uitdroging van het ei.

Bij **warmbloedige** dieren is de lichaamstemperatuur altijd hetzelfde. Bij **koudbloedige** dieren is de temperatuur van het lichaam gelijk aan de temperatuur van de omgeving. De lichaamstemperatuur verandert dus steeds.
Vogels en zoogdieren zijn warmbloedig. De andere gewervelden zijn koudbloedig.

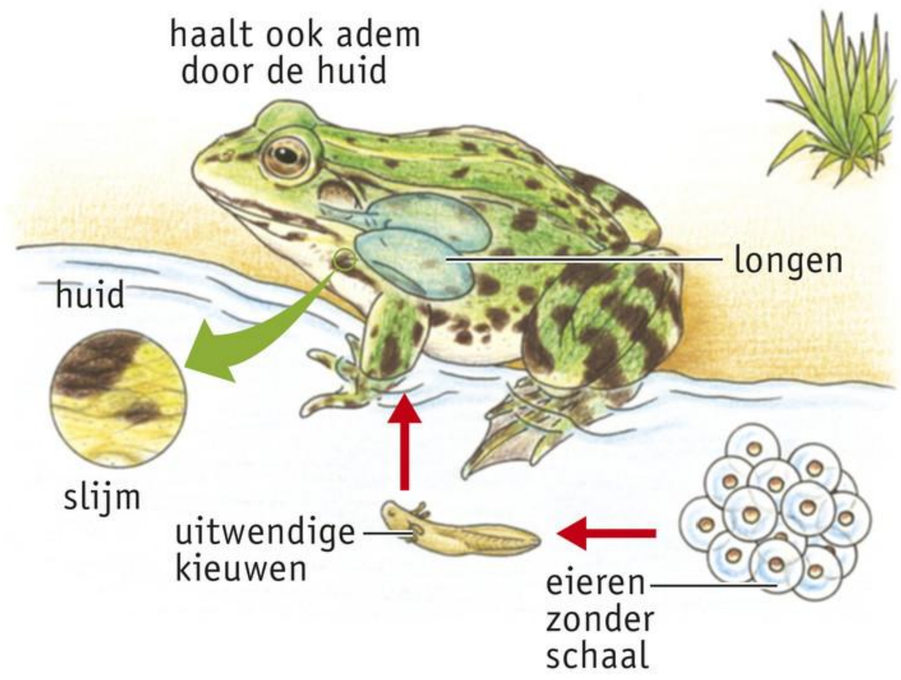
Afb. 5 Kenmerken van vijf groepen gewervelden.

1 VISSEN



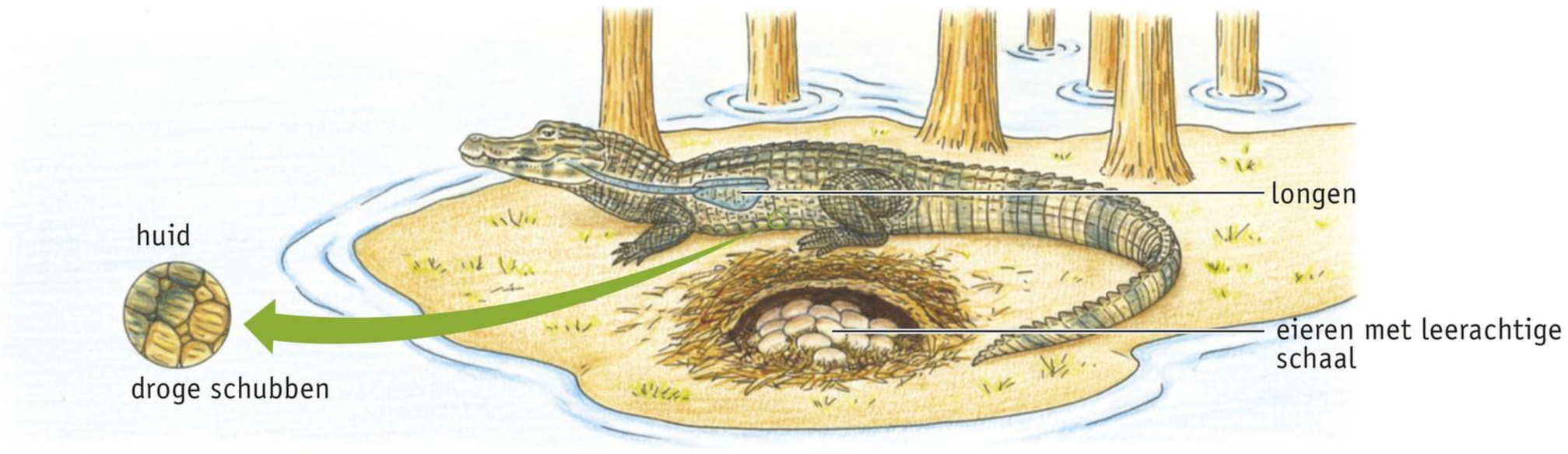
baars — KOUDBLOEDIG

2 AMFIBIEËN



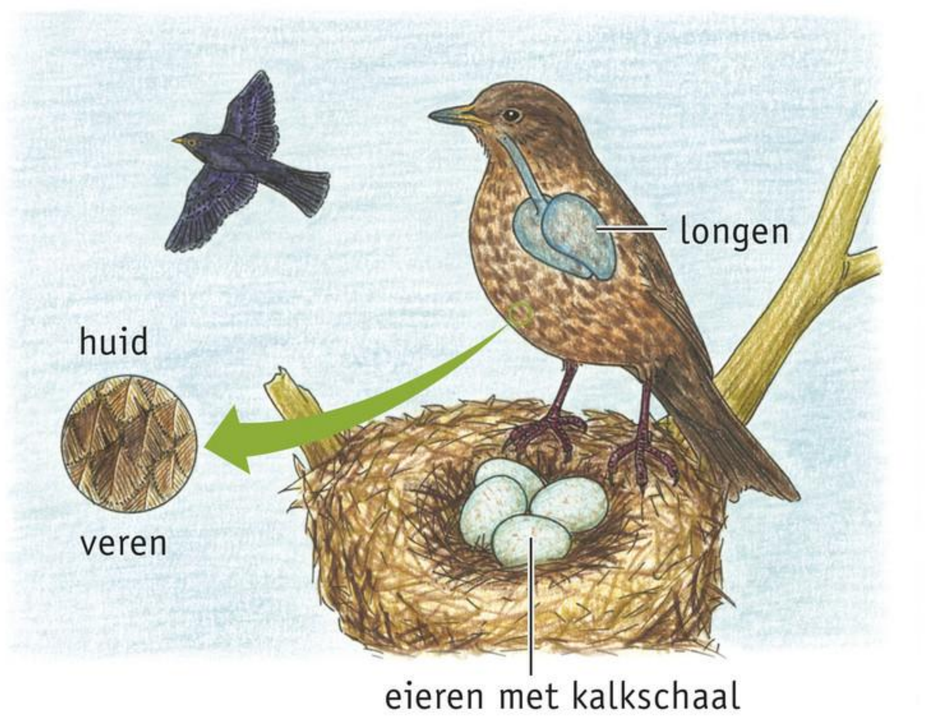
kikker — KOUDBLOEDIG

3 REPTIELEN



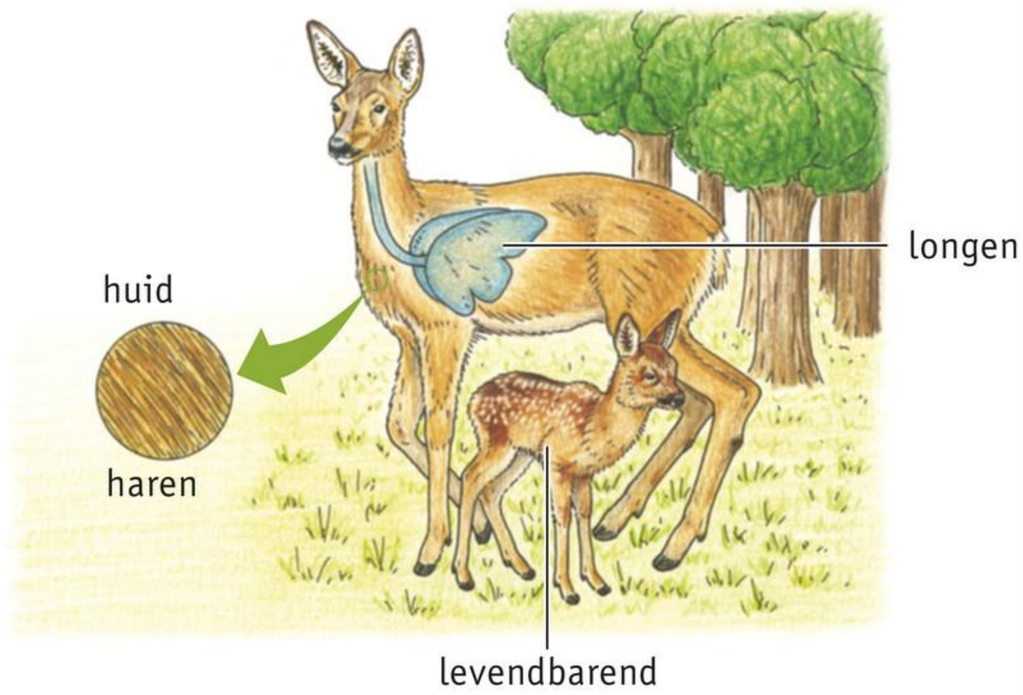
krokodil — KOUDBLOEDIG

4 VOGELS



merel — WARMBLOEDIG

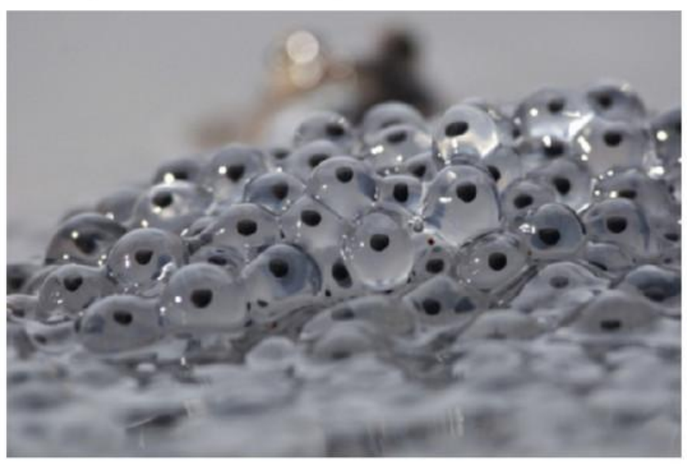
5 ZOOGDIEREN



ree — WARMBLOEDIG

Afb. 6 Levendbarend: het jong komt uit het moederlichaam.

Afb. 7 Eieren van gewervelden.



1 eieren zonder schaal van een kikker (kikkerdril)

2 eieren met een leerachtige schaal van een krokodil

3 eieren met een kalkschaal van een eend

DE LEEFOMGEVING

Gewervelde dieren komen voor in het water, op het land en in de lucht.
Zoogdieren leven meestal op het land. Sommige zoogdieren, zoals walvissen, leven in de zee.
Vogels leven meestal in de lucht, maar er zijn ook vogels die niet kunnen vliegen en op het land leven, zoals de struisvogel.
Reptielen zijn meestal landdieren. De zeeschildpad, een reptiel, leeft in zee en komt alleen aan land om eieren te leggen.

KENNIS

1

a Bij een zoogdier ontwikkelt een jong zich in de baarmoeder.
Hoe heet deze manier van voortplanten?

- ○ A levendbarend
- ○ B ongeslachtelijk
- ○ C uitwendig
- ○ D warmbloedig

b Vogels en zoogdieren zijn gewervelde dieren waarbij de lichaamstemperatuur steeds gelijk blijft. Deze dieren zijn *koudbloedig* / *warmbloedig*.

c Waarmee is de huid van gewervelde dieren bedekt?

A	vissen	○	○ 1 droge schubben
B	amfibieën	○	○ 2 haren
C	reptielen	○	○ 3 schubben met slijm
D	vogels	○	○ 4 slijm
E	zoogdieren	○	○ 5 veren

d Reptielen en amfibieën lijken op elkaar, maar er zijn ook verschillen.

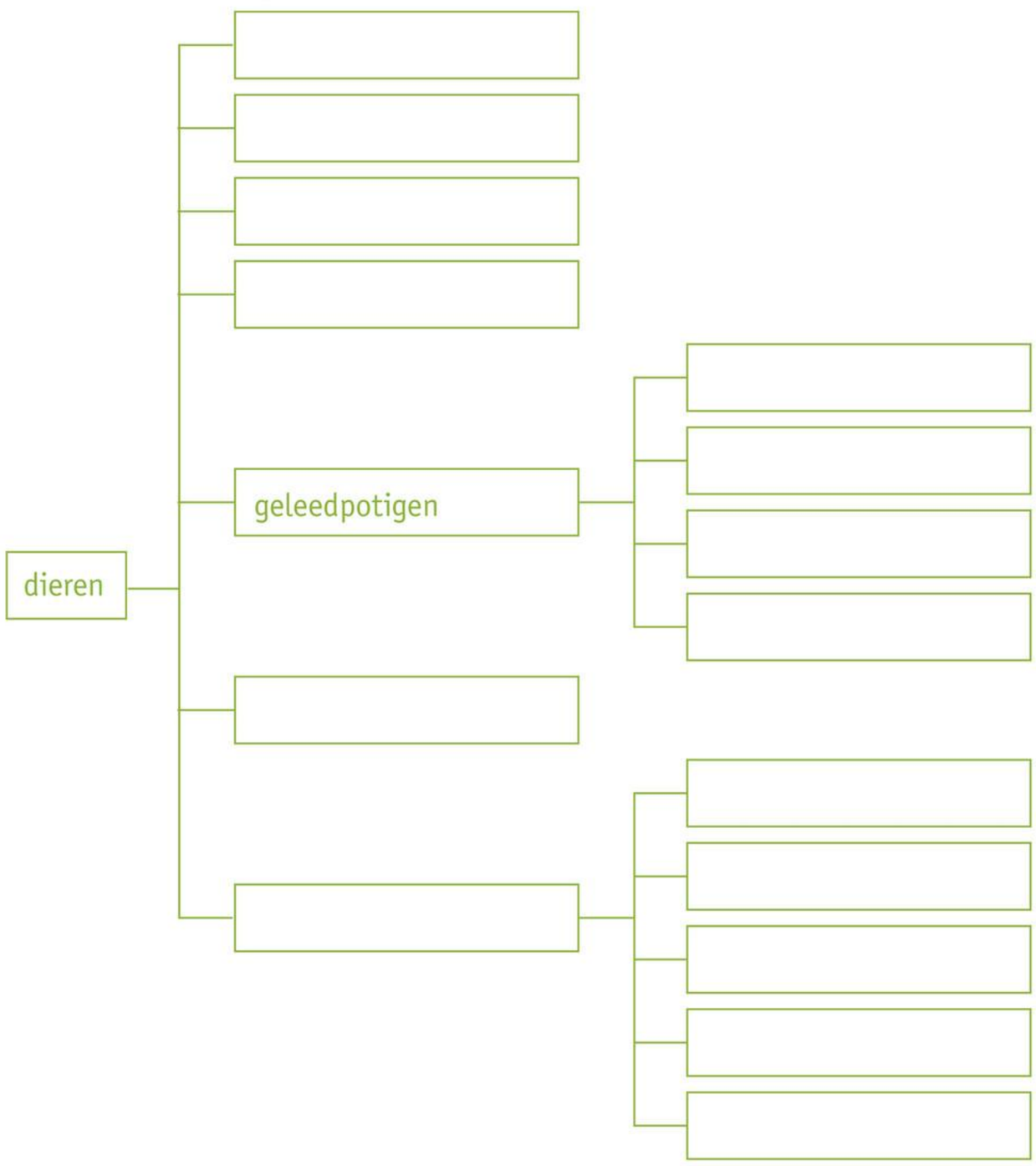
1 Een amfibie legt eieren *zonder schaal* / *met leerachtige schaal*.
Een reptiel legt eieren *zonder schaal* / *met leerachtige schaal*.

2 Een volwassen amfibie kan ademen *met alleen longen* / *met longen en door de huid*.
Een volwassen reptiel kan ademen *met alleen longen* / *met longen en door de huid*.

2

Afbeelding 8 is een vertakkingsschema van de dieren.
Vul het vertakkingsschema verder in.

Afb. 8 Vertakkingsschema van de dieren.



3

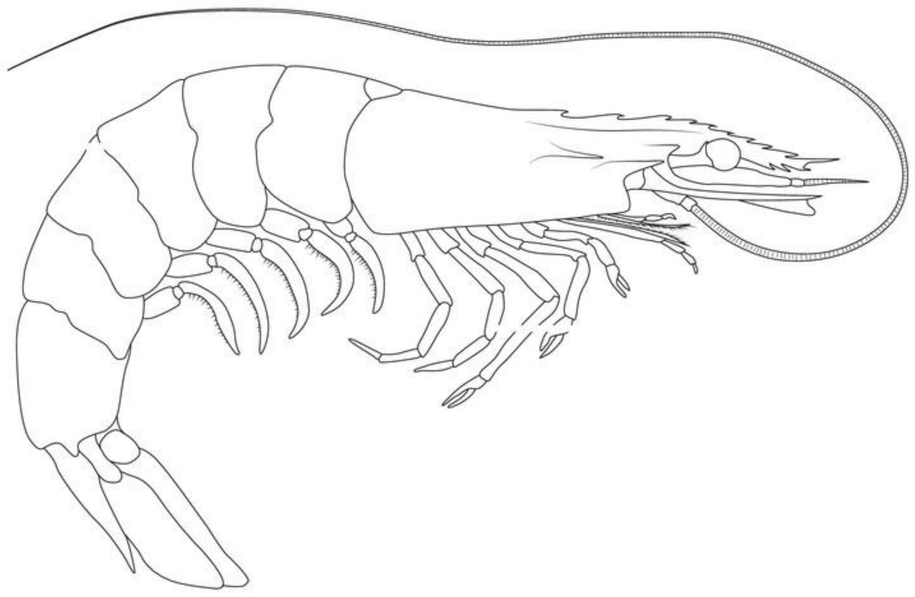
Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

Geleedpotigen

Geef in afbeelding 9 de vier kenmerken van geleedpotigen aan.

Afb. 9 Een garnaal.



Gewervelde dieren

- De huid is bedekt met .....
- De lichaamstemperatuur is .....

  .....
- De ademhaling gebeurt met .....

  .....
- De voortplanting is .....

  .....
- De eieren hebben een .....

  .....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4 In afbeelding 10 zie je twee foto's van een pissebed.

a Uit hoeveel borstsegmenten bestaat een pissebed?

b Aan de borstsegmenten zitten de poten.
Hoeveel *paar* poten heeft een pissebed?

c Tot welke groep van de geleedpotigen behoort een pissebed?

d Een pissebed heeft kieuwen om adem te halen.
Welke groep dieren heeft ook kieuwen voor de ademhaling?

e Wat zegt de aanwezigheid van kieuwen over de omgeving waarin een pissebed leeft?

f In afbeelding 11 zie je een vervelling van een pissebed. Het zal even duren voordat zijn nieuwe pantser hard is geworden.
Leg uit welk nadeel dit heeft.

Afb. 10

1 een pissebed op zijn pootjes

2 een pissebed op zijn rug

Afb. 11 Een vervelde pissebed.

5 In afbeelding 12 zie je in een cirkeldiagram de verdeling van het aantal soorten dieren. Elk streepje stelt 1% voor.

a Hoeveel procent van alle diersoorten behoort tot de gewervelden?

b Welke groep dieren telt het grootste aantal soorten?

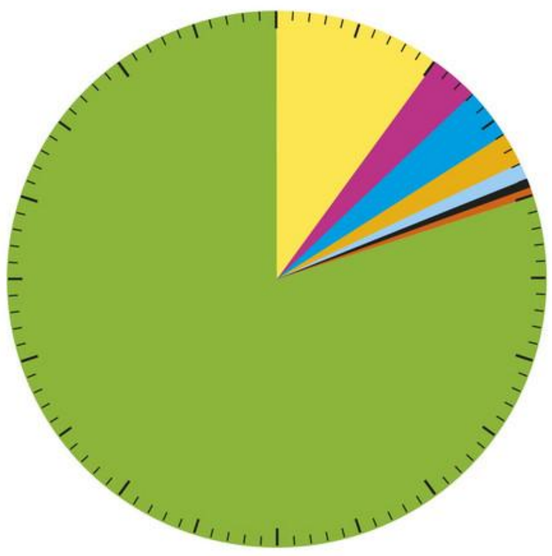
c Hoeveel procent van alle diersoorten behoort tot de geleedpotigen?

d In totaal zijn er ongeveer 1 320 000 diersoorten bekend.
Hoeveel soorten geleedpotigen zijn er? Geef bij je antwoord een berekening.

e In afbeelding 13 zie je in een cirkeldiagram de verdeling van het aantal soorten per groep geleedpotigen.
Hoeveel procent van de geleedpotigen behoort tot de insecten?

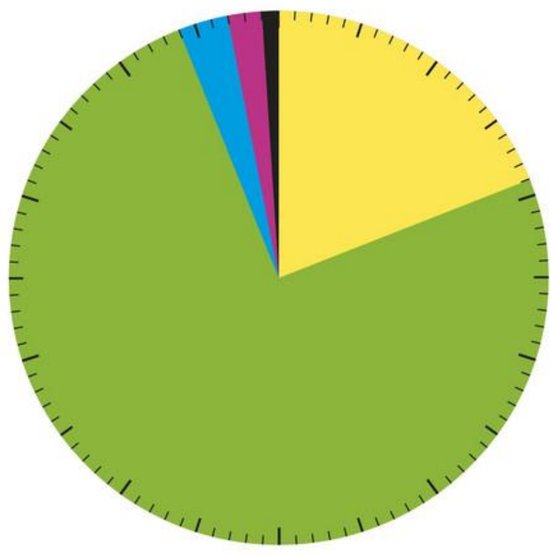
f Hoeveel soorten insecten zijn er dan? Gebruik bij de berekening je antwoord op vraag d.

Afb. 12 Verdeling van het aantal dieren per groep (in %).



Legenda:
- geleedpotigen
- weekdieren
- gewervelden
- wormen
- stekelhuidigen
- neteldieren
- sponsdieren
- overige dieren

Afb. 13 Verdeling van het aantal soorten geleedpotigen (in %).



Legenda:
- veelpotigen
- insecten
- kreeftachtigen
- spinachtigen
- overige geleedpotigen

6 **a** Veel soorten gewervelde dieren leggen eieren zonder schaal.
Waar leggen deze dieren hun eieren: op het land of in het water? Leg je antwoord uit.

b Fossielen zijn versteende resten van dieren of planten. Meestal worden alleen de harde delen van dieren of planten een fossiel, zoals skeletten en pantsers (zie afbeelding 14).
Er zijn veel fossielen gevonden van eieren van dinosauriërs. De gevonden eieren lijken op eieren van reptielen.
Door welk verschil in bouw worden er wel veel fossielen van eieren van dinosauriërs gevonden en zelden fossielen van eieren van vissen?

Afb. 14 Fossiel van een ammoniet (65 miljoen jaar geleden uitgestorven).

7

In afbeelding 15 zie je een pinguïn, een struisvogel en een slechtvalk.
Een pinguïn kan tot wel 25 km/uur zwemmen. Een struisvogel kan tot wel 70 km/uur rennen. Een slechtvalk kan tijdens een duikvlucht een snelheid halen van meer dan 300 km/uur.

a Tot welke groep van de gewervelden behoren deze dieren? Kijk naar de overeenkomst in bouw.

b Pinguïns kunnen niet vliegen.
Wat is de functie van de vleugels van een pinguïn?

c Een pinguïn kan zich in het water snel voortbewegen en vindt hier ook zijn voedsel (vis).
Door welke eigenschap kan een pinguïn maar een beperkte tijd onder water blijven?

Afb. 15

1 keizerspinguïn

2 struisvogel

3 slechtvalk

+ 8

a Bij welke dieren is de lichaamstemperatuur gelijk aan de temperatuur van de omgeving: bij koudbloedige of bij warmbloedige dieren?

b Koudbloedige dieren worden in de herfst en winter sloom en bewegen minder.
Wat gebeurt er in deze periode met de lichaamstemperatuur van deze dieren?

c Veel processen in het lichaam werken alleen goed bij een bepaalde temperatuur.
Bij een lage lichaamstemperatuur is er weinig verbranding. Verbranding is een proces waarbij een brandstof wordt omgezet in onder andere energie. Deze energie gebruiken dieren om te bewegen, voor hun stofwisseling, enzovoort.
Is er bij een koudbloedig dier in de winter veel of weinig verbranding? Leg je antwoord uit.

d Koudbloedige dieren gaan in de winter vaak in een winterslaap.
Verklaar waarom koudbloedige dieren een winterslaap houden.

e Niet alleen koudbloedige dieren houden een winterslaap. Ook verschillende warmbloedige dieren doen dit. In de winter is er weinig voedsel beschikbaar voor bijvoorbeeld egels en vleermuizen, maar in de herfst is er een overmaat aan voedsel. De dieren eten zich in de herfst dus goed vol. Het opgeslagen vet dat hierdoor ontstaat, wordt tijdens de winterslaap gebruikt om te overleven.
Leg uit waarom voor deze dieren een winterslaap noodzakelijk is om de winter te overleven.

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

5 Organismen determineren

LEERDOEL

4.5.1 Je kunt een determineertabel van organismen gebruiken.

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	4.5.1
Onthouden	
Begrijpen	1, 2
Toepassen	3, 4, 5ac
Analyseren	5b

Als je organismen gaat ordenen, moet je goed naar de kenmerken van de organismen kijken. Door vragen over die kenmerken te beantwoorden, kun je organismen ordenen.

DETERMINEREN

Organismen die je niet kent, kun je in een groep plaatsen door naar de kenmerken te kijken. Dat heet **determineren**. Je kunt kijken naar kenmerken van de cellen of naar uiterlijke kenmerken. Je kunt determineren met behulp van een **determineertabel** (zie afbeelding 1).

Als je een organisme wilt determineren, begin je bij 1. Neem als voorbeeld een zonnebloem (zie afbeelding 2).

In de determineertabel staat bij 1:

1	**a**	Het organisme heeft om elke cel een celwand.	kijk verder bij 2
	b	Het organisme heeft geen celwand om de cellen.	**dieren**, kijk verder bij 3

De zonnebloem heeft om elke cel een celwand (zie afbeelding 2.2), dus je moet verdergaan bij 2. Daar staan ook weer twee mogelijkheden:

2	**a**	Het organisme heeft bladgroenkorrels.	**planten**, kijk verder bij 15
	b	Het organisme heeft geen bladgroenkorrels.	**schimmels**

De zonnebloem heeft bladgroenkorrels, dus het is een **plant**. Je moet nu verdergaan bij 15. Daar zie je opnieuw twee mogelijkheden:

15	**a**	De plant heeft bloemen of kegels.	**zaadplanten**
	b	De plant heeft geen bloemen of kegels.	**sporenplanten**

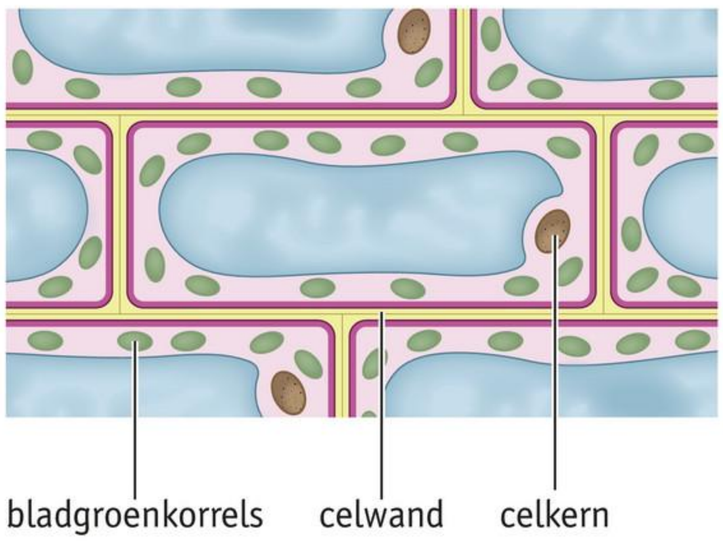
De zonnebloem heeft bloemen, dus het is een **zaadplant**.
Een zonnebloem behoort dus tot de **planten** en tot de **zaadplanten**.
Je moet ook de stappen noteren die je in een determineertabel maakt.
Bij een zonnebloem is dat **1a – 2a – 15a**.

Afb. 1 Determineertabel.

1	**a**	Het organisme heeft om elke cel een celwand.	kijk verder bij 2
	b	Het organisme heeft geen celwand om de cellen.	**dieren**, kijk verder bij 3
2	**a**	Het organisme heeft bladgroenkorrels.	**planten**, kijk verder bij 15
	b	Het organisme heeft geen bladgroenkorrels.	**schimmels**
3	**a**	Het dier is symmetrisch.	kijk verder bij 4
	b	Het dier is niet symmetrisch.	**sponsdieren**
4	**a**	Het dier is veelzijdig symmetrisch.	kijk verder bij 5
	b	Het dier is tweezijdig symmetrisch.	kijk verder bij 6
5	**a**	Het dier heeft tentakels (vangarmen).	**neteldieren**
	b	De huid van het dier is bedekt met stekels of knobbels.	**stekelhuidigen**
6	**a**	Het skelet van het dier is een huisje of schelp.	**weekdieren**
	b	Het dier heeft geen huisje of schelp.	kijk verder bij 7
7	**a**	Het dier heeft een uitwendig skelet (een pantser).	**geleedpotigen**, kijk verder bij 8
	b	Het dier heeft een inwendig skelet met een wervelkolom.	**gewervelden**, kijk verder bij 11
8	**a**	Het dier heeft meer dan vijftien poten.	**veelpotigen**
	b	Het dier heeft minder dan vijftien poten.	kijk verder bij 9
9	**a**	Het dier heeft tien, twaalf of veertien poten.	**kreeftachtigen**
	b	Het dier heeft minder dan tien poten.	kijk verder bij 10
10	**a**	Het dier heeft acht poten.	**spinachtigen**
	b	Het dier heeft zes poten.	**insecten**
11	**a**	De huid van het dier is bedekt met schubben.	kijk verder bij 12
	b	De huid van het dier is niet bedekt met schubben.	kijk verder bij 13
12	**a**	De schubben zijn bedekt met slijm.	**vissen**
	b	De schubben zijn droog (niet bedekt met slijm).	**reptielen**
13	**a**	De huid van het dier is bedekt met slijm.	**amfibieën**
	b	De huid van het dier is niet bedekt met slijm.	kijk verder bij 14
14	**a**	De huid van het dier is bedekt met veren.	**vogels**
	b	De huid van het dier is bedekt met haren.	**zoogdieren**
15	**a**	De plant heeft bloemen of kegels.	**zaadplanten**
	b	De plant heeft geen bloemen of kegels.	**sporenplanten**

Afb. 2

1 een zonnebloem



2 cel van een zonnebloem

KENNIS

1 Naar welke kenmerken kun je kijken bij het determineren van een organisme?

- ☐ A celkenmerken
- ☐ B uiterlijke kenmerken
- ☐ C wijze van voortplanten

2 **Samenvatting**

Leg in eigen woorden uit wat een determineertabel is en hoe je ermee werkt.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

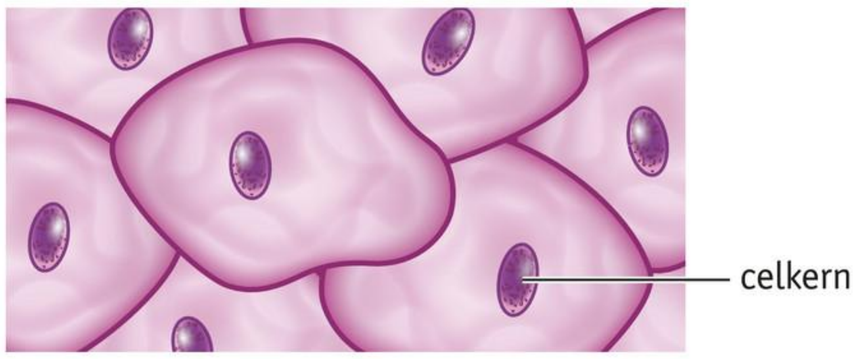
3 In afbeelding 3 tot en met 7 staan vijf organismen en hun cellen.

- Determineer deze organismen met behulp van de determineertabel in afbeelding 1.
- Vul de tabel in. In de kolom 'Behoort tot' noteer je elke vetgedrukte groep die je tegenkomt in de determineertabel. In de kolom 'Stappen' vul je de nummers met letters in van elke stap die je maakt in de determineertabel.

Dier	Behoort tot	Stappen
1 Panterkameleon (zie afbeelding 3)	Rijk:	
	Groep:	
	Subgroep:	
2 Zwarte weduwe (zie afbeelding 4)	Rijk:	
	Groep:	
	Subgroep:	
3 Venushaar (zie afbeelding 5)	Rijk:	
	Groep:	
4 Eekhoorntjesbrood (zie afbeelding 6)	Rijk:	
5 Zeeanemoon (zie afbeelding 7)	Rijk:	
	Groep:	

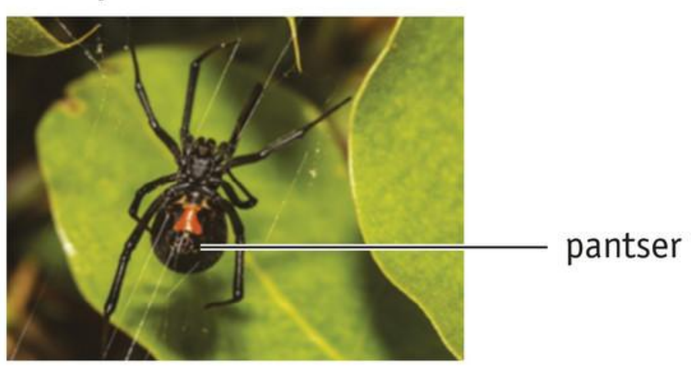
Afb. 3

1 een panterkameleon

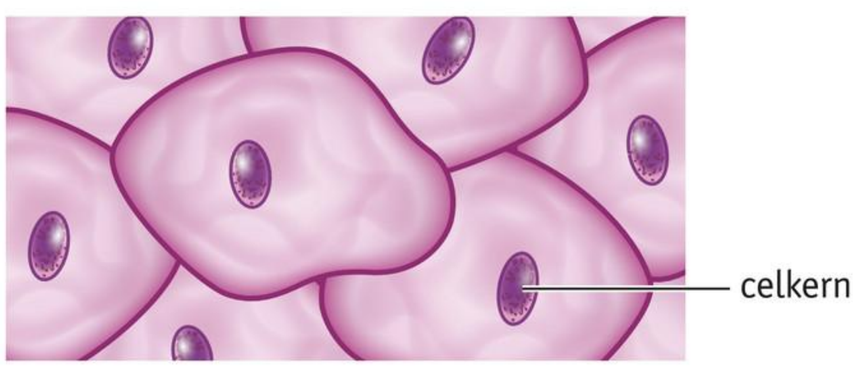


2 cel van een panterkameleon

Afb. 4

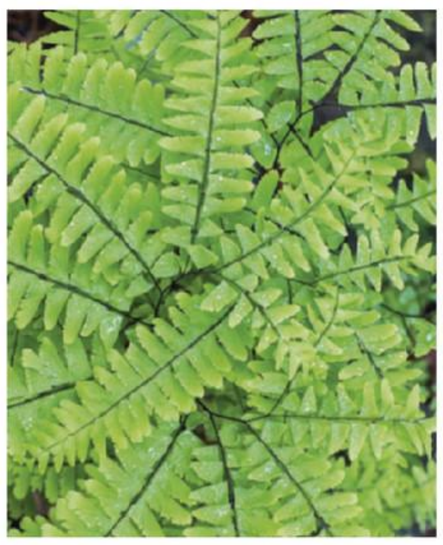


1 een zwarte weduwe



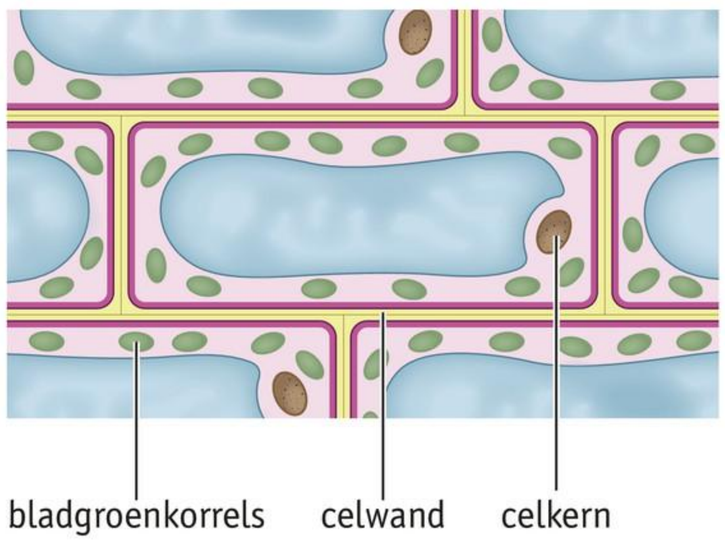
2 cel van een zwarte weduwe

Afb. 5



1 venushaar

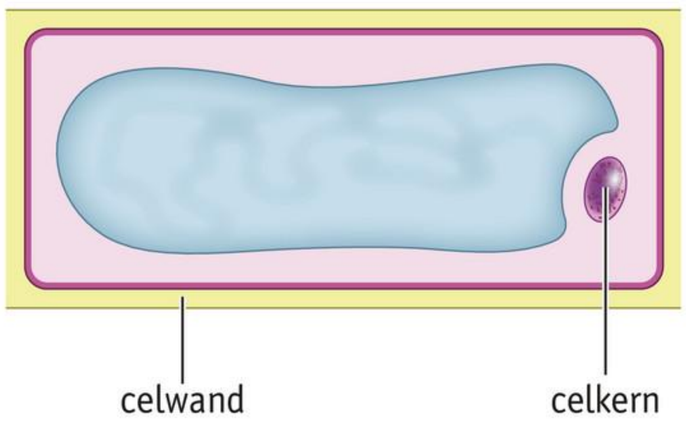
2 sporen van venushaar



3 cel van een venushaar

Afb. 6

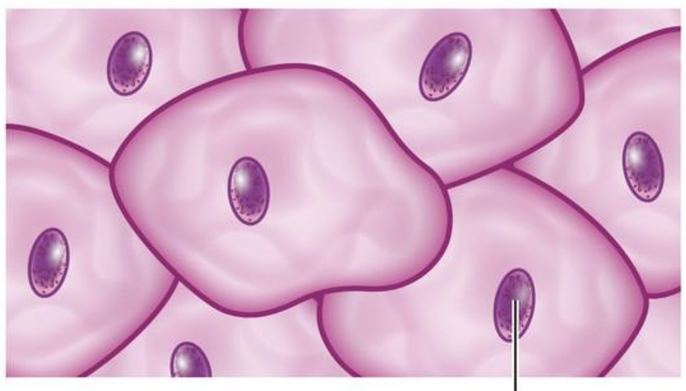
1 eekhoorntjesbrood



2 cel van eekhoorntjesbrood

Afb. 7

1 een zeeanemoon



2 cel van een zeeanemoon

4 Lees de tekst ‘Dierverzorger Ruben’.

a Ruben beschrijft de kenmerken van een baardagaam.
- Determineer de baardagaam met behulp van deze beschrijving en de determineertabel in afbeelding 1.
- Noteer de nummers met letters van elke stap die je maakt in de determineertabel.

b Noteer welke vetgedrukte groepen je bij het determineren van de baardagaam achtereenvolgens bent tegengekomen.

c Waarom is voor een baardagaam de temperatuur in zijn omgeving zo belangrijk?

Afb. 8

Dierverzorger Ruben

‘Mijn naam is Ruben en ik studeer aan het mbo voor dierverzorger. In het begin van de opleiding hadden we vaak les in het dierenverblijf. Daar leerden we van heel veel verschillende diersoorten hoe je ze kunt verzorgen.
De baardagaam is mijn favoriete dier. Hij is sterk en ziet er stoer uit. Een baardagaam heeft de volgende kenmerken: hij is tweezijdig symmetrisch en heeft een inwendig skelet met een wervelkolom. Zijn huid is bedekt met schubben en voelt droog aan. Een baardagaam is dus een reptiel.
In mijn opleiding heb ik geleerd om dieren te determineren. Dat is belangrijk, omdat elk dier andere verzorging nodig heeft. Zo heb ik geleerd dat voor een reptiel als de baardagaam de temperatuur in zijn omgeving heel belangrijk is. Reptielen zijn immers koudbloedig.
Na mijn opleiding kan ik gaan werken bij een dierentuin, een asiel, een kinderboerderij of een dierenwinkel.’

+ 5 Lees de tekst ‘Lieveheersbeestjes’. Hierin staat een deel van een boekje over lieveheersbeestjes.

a Bereken hoe groot een tweestippelig lieveheersbeestje (zonder de poten en de sprieten op de kop) in werkelijkheid ongeveer is.

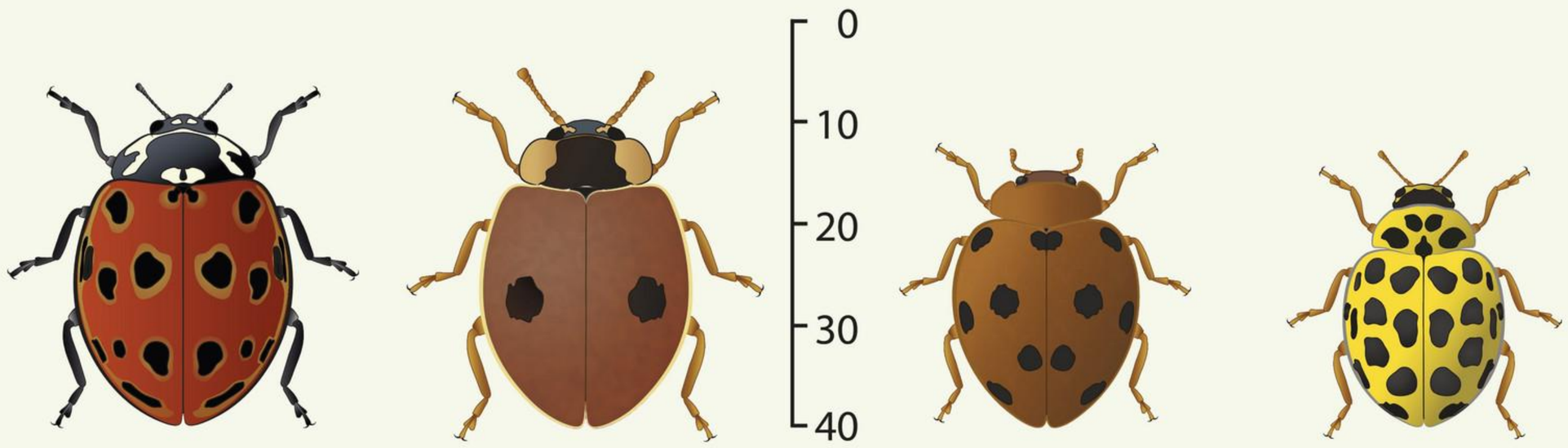
b Het aantal stippels is een kenmerk om deze vier soorten lieveheersbeestjes van elkaar te onderscheiden. Dit kenmerk kan worden gebruikt om de lieveheersbeestjes te determineren.
Uit de tekst blijkt een ander kenmerk dat kan worden gebruikt om deze vier soorten lieveheersbeestjes in twee even grote groepen te verdelen.
Welk kenmerk is dit? Leg je antwoord uit.

c Welk ander kenmerk (afgezien van het aantal stippen) kun je gebruiken om een oogvlieveheersbeestje te onderscheiden van een tweestippelig lieveheersbeestje? Leg je antwoord uit.

Afb. 9

Lieveheersbeestjes

In Nederland leven zo'n zestig soorten lieveheersbeestjes. Om ze te determineren, gebruik je de kenmerken van de verschillende soorten. Van vier soorten lieveheersbeestjes zijn hier een tekening en kenmerken weergegeven.



oogvleklieveheersbeestje (4× vergroot)

tweestippelig lieveheersbeestje (8× vergroot)

heggenranklieveheersbeestje (5× vergroot)

tweeëntwintigstippelig lieveheersbeestje (6× vergroot)

Soort lieveheersbeestje	Voedt zich met	Vindplaats
Oogvleklieveheersbeestje	vele bladluissoorten, voornamelijk op naaldbomen	algemeen, heel Nederland, soms talrijk langs de stranden
Tweestippelig lieveheersbeestje	vele bladluissoorten, voornamelijk op loofbomen	zeer algemeen, heel Nederland
Heggenranklieveheersbeestje	bladeren	vroeger alleen in Limburg, nu op meerdere plaatsen
Tweeëntwintigstippelig lieveheersbeestje	meeldauwschimmels op eiken, kornoelje en erwten, ook op bloeiende toorts, hop, alsem en bosrank	vrij algemeen, heel Nederland

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

Samenhang

EEN VIS OP HET DROGE

Longvissen worden longvissen genoemd omdat ze longen hebben. Dankzij hun longen kunnen ze overleven in ondiepe modderpoeltjes, waar weinig zuurstof in het water zit.

LEVEND FOSSIEL

De longvis wordt wel een levend fossiel genoemd. Hij bestaat namelijk al meer dan 400 miljoen jaar en is in die tijd weinig veranderd. Ooit waren er heel veel soorten longvissen, nu zijn er nog maar zes soorten over: één in Australië, één in Zuid-Amerika en vier in Afrika.
In afbeelding 1 zie je een Afrikaanse longvis. Longvissen hebben een langgerekt lijf en worden ongeveer een meter lang. Een volwassen Afrikaanse longvis weegt zo'n vier kilogram.

VOORLOPERS VAN AMFIBIEËN

Longvissen leven in kleine, drassige waterpoeltjes. Daar eten ze van alles: kikkers en kikkervisjes, insecten, kleine vissen, slakken, garnalen, wormen, maar ook planten en zelfs andere longvissen.

Longvissen zijn een soort voorlopers van amfibieën. In tegenstelling tot andere vissen halen longvissen hun zuurstof uit de lucht. Ze hebben longen, net als amfibieën. Dankzij hun longen konden longvissen en hun afstammelingen langer en verder het land op, op zoek naar voedsel. Zo ontstonden de eerste landdieren. Longvissen zijn dus ook onze voorouders. Van alle vissen zijn longvissen het meest aan ons verwant.

Longvissen gebruiken hun vinnen ook anders dan andere vissen. Hun vinnen lijken een beetje op pootjes. Daarmee bewegen ze zich voort op de bodem van de drassige poeltjes waarin ze leven. Ook daaraan kun je zien dat ze aangepast zijn aan een leven op het land.

Anders dan andere vissen, maar net als amfibieën, hebben longvissen amandelen. Die zijn belangrijk voor het afweersysteem tegen allerlei ziekten: de amandelen beschermen het lichaam tegen verschillende bacteriën en virussen, die via de mond binnenkomen en zo ernstige ziekten kunnen veroorzaken.

Afb. 1 De Afrikaanse longvis.

OPDRACHTEN

1 Longvissen halen adem met longen. Hun zuurstof halen ze uit de lucht.

a Bij welk levenskenmerk hoort ademhalen?
b Tot welk orgaanstelsel behoren longen?
c Hoe ademen vissen die niet met longen ademhalen?
d Waaruit halen die vissen hun zuurstof?
e Leg uit dat vissen die met longen ademen goed aangepast zijn aan het milieu waarin ze leven.

2 Nabil houdt een spreekbeurt over de Afrikaanse longvis. Hij wil iets vertellen over het rijk waartoe ze behoren, over de symmetrie, over het skelet en over hun voedsel.

a Tot welk rijk behoren longvissen?
b Welke vorm van symmetrie hebben longvissen?
c Hebben longvissen een inwendig of een uitwendig skelet?
d Tijdens zijn spreekbeurt maakt Nabil een paar fouten. Hij zegt: ‘De Afrikaanse longvis leeft van kleine amfibieën, zoals krabben en kleine kikkertjes. Ook eet hij veel wormen en andere insecten. Hij lust geen vaatplanten zoals algen en mossen.’
Welke drie dingen kloppen er niet aan de beweringen van Nabil?

3 Longvissen kun je zien als een tussenvorm tussen vissen en amfibieën.

a Tot welke groep behoren zowel vissen als amfibieën?
b Zijn vissen en amfibieën warmbloedig of koudbloedig?
c Wat is een overeenkomst tussen de huid van vissen en de huid van amfibieën?
d Wat is een verschil tussen de huid van vissen en de huid van amfibieën?
e Wat is een overeenkomst tussen de eieren van vissen en de eieren van amfibieën?

4 Longvissen hebben een stevige huid.

a Kun je er daarom van uitgaan dat de cellen van de huid dikke celwanden hebben? Leg je antwoord uit.
b Hebben de cellen van longvissen een celkern? Leg je antwoord uit.

5 Niet alleen longvissen en amfibieën hebben amandelen. Zoogdieren, waaronder de mens, hebben ze ook. Vooral bij kinderen raken de keelamandelen als gevolg van een infectie met een virus of door een bacteriële infectie vaak ontstoken.

a Heeft het zin om antibiotica te slikken wanneer de ontsteking is veroorzaakt door een virus? Leg je antwoord uit.
b De huid van vissen is bedekt met slijm. Bij veel vissen zitten daar stoffen in die de groei van schimmels tegengaan.
Leg uit dat vissen beter kunnen overleven als ze stoffen maken die de groei van schimmels tegengaan.
c Schimmelinfecties bij de mens zijn steeds slechter te behandelen. Dat komt doordat de medicijnen ertegen uitgewerkt raken. Onderzoekers hopen dat ze nieuwe medicijnen kunnen maken met behulp van het slijm van vissen.
Hoe heet het inzetten van organismen om producten te maken voor mensen?
d Veel planten en dieren hebben nuttige toepassingen voor de mens. Mensen gebruiken stoffen uit planten en dieren als geneesmiddel, om voedingsmiddelen te maken, voor verzorgingsproducten en ga zo maar door. Om deze stoffen te maken, worden vaak bacteriën en schimmels gebruikt.
Leg uit dat het een probleem is voor mensen als er steeds meer soorten planten en dieren uitsterven.

Ga naar de *Extra stof*.

Practica

1 EENCELLIGE ORGANISMEN

LEERDOEL

4.1.2 Je kunt de kenmerken noemen van de cellen van bacteriën, schimmels, planten en dieren.

► Basisstof 2

30–40 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je bekijkt pantoffeldiertjes met een microscoop en maakt er een tekening van.

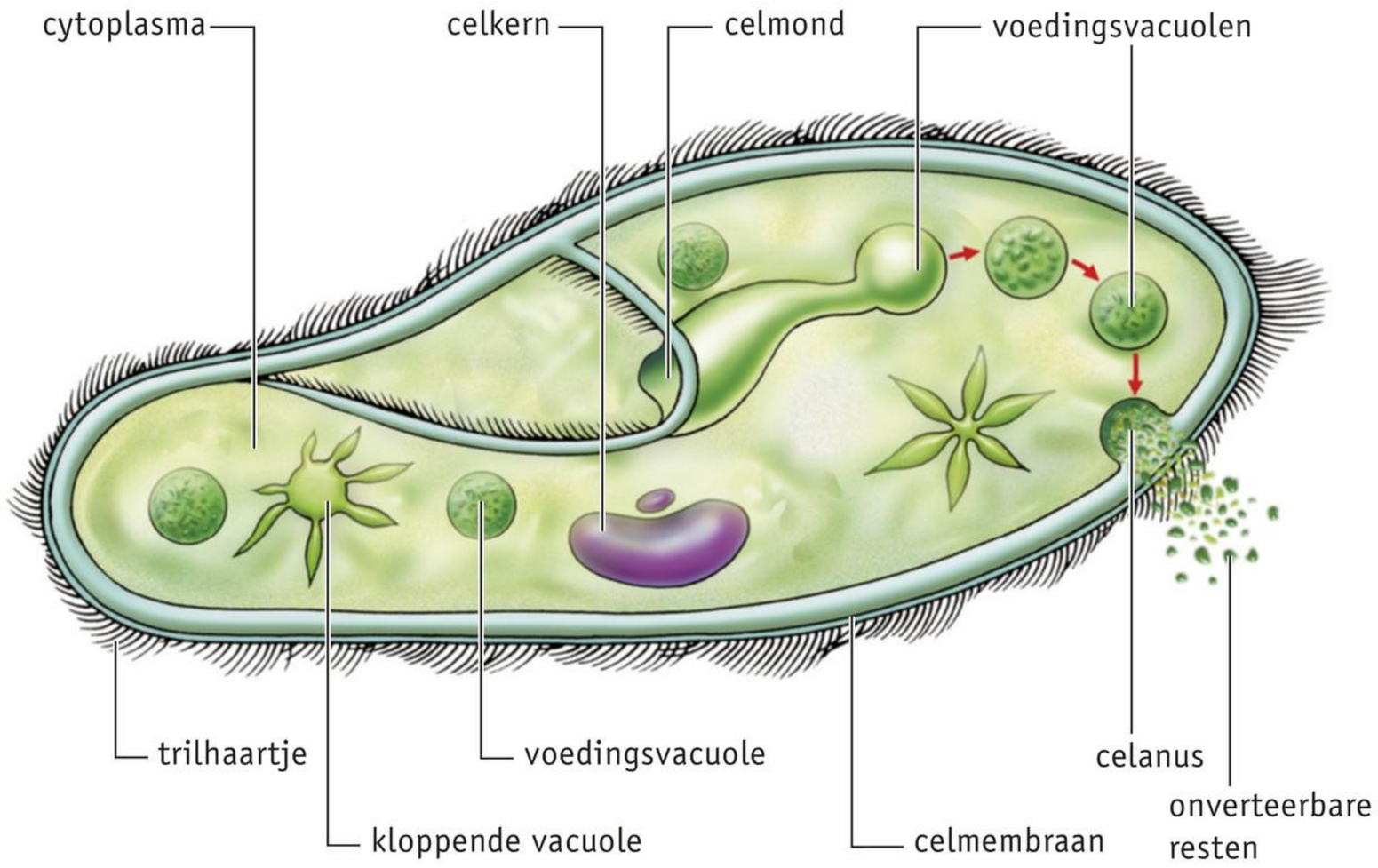
WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een microscoop
- ☐ een preparaat van pantoffeldiertjes

WAT MOET JE DOEN?

- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van een pantoffeldiertje. Benoem de onderdelen. Gebruik hierbij afbeelding 1.

Afb. 1 Een pantoffeldiertje (schematisch).



OPDRACHT

1 Pantoffeldiertjes en amoeben behoren tot de groep van eencellige dieren.
Welke celkenmerken van dieren hebben pantoffeldiertjes en amoeben?

2 BACTERIEKOLONIES KWEKEN

LEERDOEL

4.2.1 Je kunt de kenmerken van bacteriën noemen. ▶ Basisstof 2

Les 1: 20–25 minuten; les 2: 20–25 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je kweekt zelf bacteriekolonies en doet onderzoek naar voorwerpen waarop bacteriën leven.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een petrischaal met voedingsbodem
- ☐ tekenmateriaal

Afb. 2 Petrischaal met voedingsbodem.

WAT MOET JE DOEN?

Afzonderlijke bacteriën kun je met het blote oog niet zien. Door deling ontstaan bacteriekolonies die je wel kunt zien.
Je kunt bacteriën kweken op een voedingsbodem.

- Draai de petrischaal ondersteboven zodat je op het glas van de petrischaal kunt schrijven. Verdeel de petrischaal (met een viltstift) in vieren. Nummer de delen van 1 tot en met 4 (zie afbeelding 2). Je moet dus schrijven in spiegelschrift!
- Kies vier voorwerpen die je wilt onderzoeken op de aanwezigheid van bacteriën. Bijvoorbeeld een muntstuk, een stukje van een bladzijde uit je schrift, een vuile vinger, een vinger die je net hebt gewassen, enzovoort.
- Stel een onderzoeksvraag en een hypothese op voor dit onderzoek.
- Besmet elk deel van de voedingsbodem met een voorwerp dat je wilt onderzoeken op de aanwezigheid van bacteriën. Dat doe je door het voorwerp voorzichtig op de voedingsbodem te leggen en meteen weer weg te halen. Contact maken is voldoende. Als je te hard drukt, gaat de voedingsbodem kapot.
- Doe tussen de besmettingen door steeds de petrischaal dicht. Ook als je klaar bent met de besmettingen, doe je de petrischaal dicht.
- Noteer waarmee je elk vak hebt besmet.
- Je docent haalt de petrischalen op.

WAT NEEM JE WAAR?

- Bekijk na enkele dagen de petrischaal. Bekijk ook de petrischalen van enkele klasgenoten.
- Maak tekeningen van de bacteriekolonies. Je mag ook een beschrijving geven van de bacteriekolonies.
- Zet bij elke tekening van welk voorwerp de bacteriekolonies komen.
- Trek een conclusie. Wat is het antwoord op de onderzoeksvraag? Klopte je hypothese?

3 GISTCELLEN

LEERDOEL

4.2.2 Je kunt de kenmerken van schimmels noemen. ▶ Basisstof 2

30–35 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je maakt een preparaat van gist. Vervolgens bekijk je de gistcellen met de microscoop. Ten slotte maak je een tekening van de cellen die je ziet.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een klompje bakkersgist
- ☐ een microscoop en prepareermateriaal
- ☐ tekenmateriaal

WAT MOET JE DOEN?

Maak het preparaat van gistcellen als volgt:

- Doe een druppel water op een voorwerpglas.
- Pak met een pincet een stukje gist en houd dit aan de rand van een druppel water op het voorwerpglas. Doe dit tot het water troebel wordt. Leg een dekglas op de druppel.
- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 100×.

Je ziet grote, uitgegroeide gistcellen en kleinere, nog niet uitgegroeide gistcellen. Aan de grote uitgegroeide gistcellen zie je soms kleine blaasjes zitten. Daar ontstaat door deling (knopvorming) een nieuwe gistcel. Je ziet dit ook in afbeelding 3.

Afb. 3 Elektronenmicroscopische foto van gistcellen (vergroting 4000×).

- Bekijk een uitgegroeide gistcel bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van de uitgegroeide gistcel. Let op de dikte van de celwand!
- Bekijk een gistcel met blaasje (knop) bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van de gistcel met blaasje (knop). Let op de dikte van de celwand!

4 MEERCELLIGE SCHIMMELS

LEERDOELEN

4.2.2 Je kunt de kenmerken van schimmels noemen.
4.2.4 Je kunt beschrijven hoe bacteriën en schimmels schadelijk kunnen zijn voor mensen.

► Basisstof 2

30–35 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je maakt een preparaat van een schimmel. Vervolgens bekijk je de schimmel met de microscoop. Ten slotte maak je een tekening van wat je ziet.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een beschimmelde boterham of beschimmeld stuk fruit (zie afbeelding 5)
- ☐ een loep
- ☐ een microscoop en prepareermateriaal
- ☐ tekenmateriaal

Afb. 4 Een beschimmelde boterham.

WAT MOET JE DOEN?

- Bekijk de schimmels met de loep.
- Pluk met het pincet een klein stukje schimmel af (kies voor een ‘pluizig’ stukje schimmel) en maak hiervan een preparaat.
- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 100×.

Je ziet schimmeldraden en misschien ook sporen aan de uiteinden van schimmeldraden. Vaak zie je ook losse sporen.

- Bekijk een duidelijk stukje van het preparaat bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van een paar schimmeldraden, het liefst van schimmeldraden met sporen aan het uiteinde. Teken anders losse sporen.
- Geef de volgende delen aan: *schimmeldraad* – *spore*.

5 MOS EN VAREN

LEERDOEL

4.3.1 Je kunt planten indelen door te kijken naar de bouw en de manier van voortplanten.

► Basisstof 3

15–25 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je bekijkt een mosplantje en het blad van een varen. Vervolgens maak je van beide organismen tekeningen.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een mosplantje (bijvoorbeeld haarmos) met een sporendoosje
- ☐ een deel van een varenblad (bijvoorbeeld van een mannetjesvaren) met sporenhoopjes
- ☐ een loep
- ☐ tekenmateriaal

WAT MOET JE DOEN?

- Bekijk het mosplantje met de loep.
- Maak een tekening van het mosplantje met het sporendoosje. Geef het sporendoosje aan.
- Bekijk de onderkant van het varenblad met de loep.
- Maak een tekening van een stukje varenblad. Geef een sporenhoopje aan.

6 DE MOSSEL

LEERDOEL

4.3.2 Je kunt dieren indelen door te kijken naar de symmetrie en het skelet.

► Basisstof 3

60-80 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je bestudeert de bouw van een mossel.
Een mossel behoort tot de weekdieren. Een kenmerk van weekdieren is dat ze een schelp of huisje als skelet hebben. Een mossel heeft twee schelpen die precies op elkaar passen. Net als alle andere weekdieren zijn mossels tweezijdig symmetrisch. Tussen de schelpen liggen alle zachte delen van het dier, zoals de mantel, de kieuwen en de mond. Aan het einde van dit practicum kun je alle onderdelen van de mossel en hun functie benoemen.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een (maar even) gekookte zeemossel in een schaaltje
- ☐ een scalpel of mesje (zie afbeelding 5)
- ☐ een schaartje
- ☐ tekenmateriaal

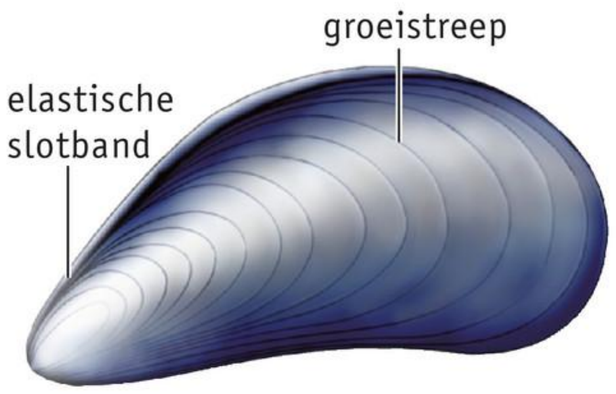
Afb. 5 Een scalpel.

WAT MOET JE DOEN?

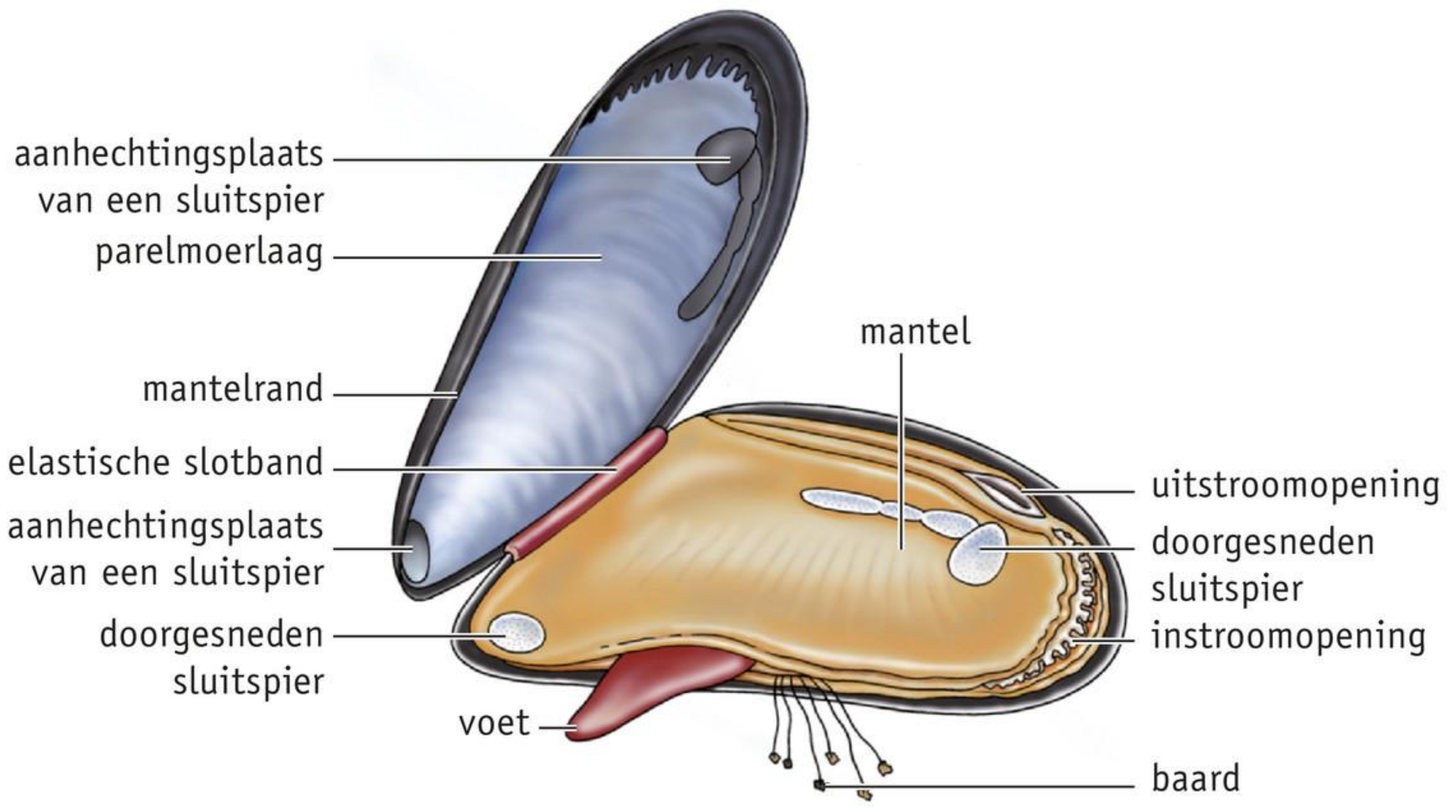
Een zeemossel is bedekt door twee schelpen die tegen elkaar aan zitten. Op de schelpen zie je groeistrepen (zie afbeelding 6). De twee schelpen kunnen ten opzichte van elkaar bewegen door de elastische slotband waarmee ze aan elkaar vastzitten.

- Leg de mossel voor je neer.
- Maak een tekening van het buitenaanzicht van de mossel. Leg de mossel zo neer dat je de elastische slotband kunt zien én een schelp. Teken ook de groeistrepen die op de schelp lopen!
- Geef de volgende delen aan: *elastische slotband – groeistreep – schelp*.

Afb. 6 De zeemossel in buitenaanzicht.



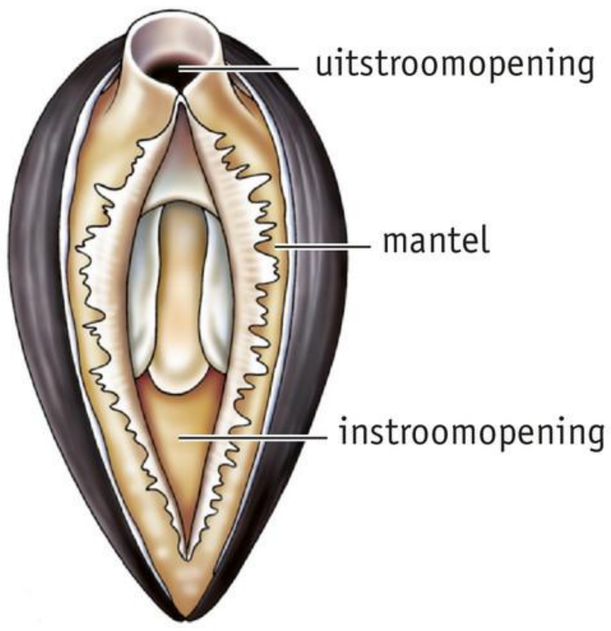
Afb. 7 Inwendige bouw van de zeemossel.



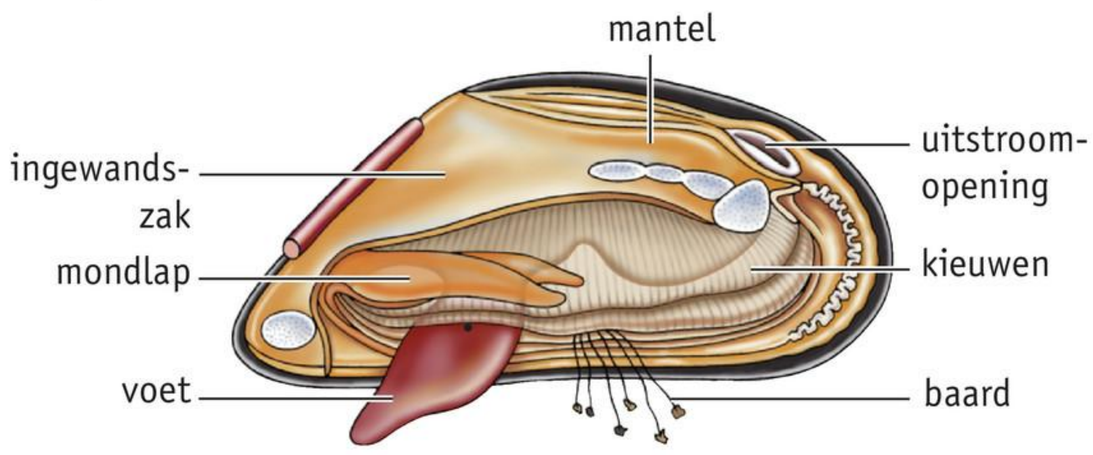
In het lichaam van de mossel zitten twee sluitspieren (zie afbeelding 7). Deze sluitspieren zorgen ervoor dat de twee schelpen tegen elkaar aan zitten. Als de sluitspieren ontspannen, gaan de twee schelpen open door de werking van de elastische slotband.

Tegen beide schelpen aan ligt de mantel (zie afbeelding 8). Door het koken is de mossel waarschijnlijk al voor een groot deel losgeraakt van een van de schelpen.

Afb. 8 De zeemossel in vooraanzicht.



Afb. 9 Dwarsdoorsnede van een zeemossel.



- Snijd de mossel met het scalpel (of mesje) voorzichtig helemaal los van de bovenste schelp. Daarbij snijd je de beide sluitspieren door. Klap vervolgens de schelp open (zie afbeelding 7).

In de opengeklapte schelp zie je de aanhechtingsplaatsen van de sluitspieren en de parelmoerlaag (zie afbeelding 7). Ook zie je de mantelrand. Dat is de buitenrand van de parelmoerlaag. Daar heeft de mantel vastgezeten.

- Maak een tekening van de opengeklapte schelp (de schelp waar de mossel *niet* in zit).
- Geef de volgende delen aan: *aanhechtingsplaats van sluitspier* (2×) – *mantelrand* – *parelmoerlaag*.
- Verwijder de opengeklapte schelp. Bekijk de andere schelp (met de mossel).

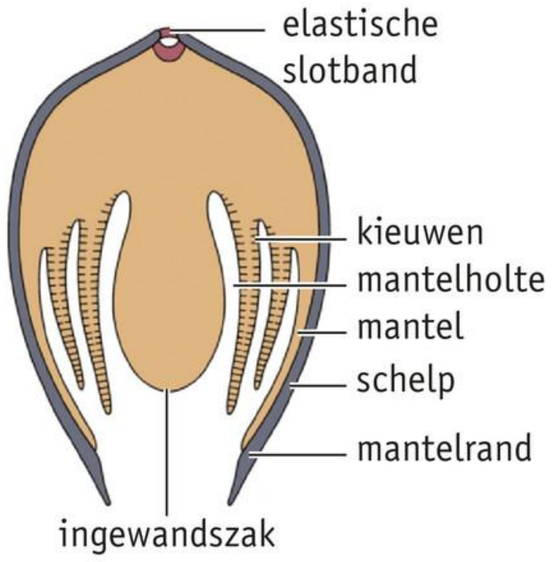
Je ziet de mantel met de doorgesneden sluitspieren (zie afbeelding 9). Onder de mantel kan de voet uitkomen. Met de voet kan een mossel zich langzaam verplaatsen. Bij de zeemossel is de voet meestal klein.

Een zeemossel zit met de baard vast aan de ondergrond. De baard bestaat uit draden. Doordat deze draden gemakkelijk afbreken, zitten ze misschien niet aan de mossel die je bekijkt.
Aan één kant van de mossel zitten twee openingen tussen de linkerhelft en de rechterhelft van de mantel: de instroomopening en de uitstroomopening (zie afbeelding 7 en 8).

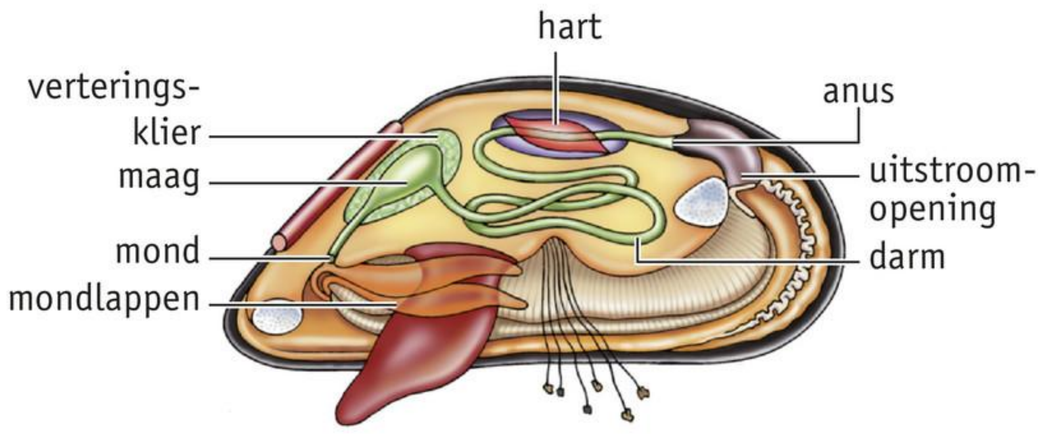
- Maak een tekening van de mossel in de schelp.
- Geef de volgende delen aan: *baard* (als je die ziet) – *doorgesneden sluitspier* (2×) – *instroomopening* – *mantel* – *uitstroomopening* – *voet* (als die onder de mantel uitkomt).
- Maak een tekening van het vooraanzicht van een mossel. Leg de mossel zo dat je van voren tegen de instroomopening en uitstroomopening aankijkt.
- Geef de volgende delen aan: *instroomopening* – *uitstroomopening*.
- Knip met het schaartje voorzichtig de mantel zo ver mogelijk weg, zonder het weefsel te beschadigen (zie afbeelding 10).

Je ziet nu zeker de voet en (resten van) de baard. De kieuwen liggen als dunne vliezen in de mantelholte. Door het koken zijn de kieuwen waarschijnlijk (heel erg) gekrompen.

Afb. 10 De zeemossel met weggeknipte mantel.



Afb. 11 Inwendige bouw van een zeemossel.



Aan de kant bij de voet zie je de mondlappen. De mondlappen liggen rondom de mond. De mond is slecht te zien. De rest van de mossel heet de ingewandszak.
Door de instroomopening stroomt water met zuurstof en voedsel langs de kieuwen en de mond. De kieuwen nemen zuurstof uit het water op. Het voedsel komt in de mond terecht. De mondlappen helpen daarbij. De anus ligt vlak bij de uitstroomopening (zie afbeelding 11). Water met afvalstoffen verlaat de mossel via de uitstroomopening.

- Maak een tekening van de mossel met weggeknipte mantel.
- Geef de volgende delen aan: *baard* – *ingewandszak* – *kieuw* – *mondlap* – *voet*.

7 WATERVLO

LEERDOEL

4.4.1 Je kunt geleedpotigen indelen door te kijken naar het aantal segmenten en het aantal poten.

► Basisstof 4

30–35 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je maakt een preparaat van een watervlo. Vervolgens bekijk je de watervlo onder de microscoop. Ten slotte maak je een tekening van wat je ziet.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een klaargemaakt preparaat van een watervlo of een petrischaal met watervlooien
- ☐ een microscoop en prepareermateriaal
- ☐ tekenmateriaal

WAT MOET JE DOEN?

Als je een levende watervlo bekijkt, moet je een aquariumvoorwerpglas gebruiken (zie afbeelding 12). In een aquariumvoorwerpglas zit een kuiltje waarin je water moet doen.

Afb. 12 Een aquariumvoorwerpglas.

- Zuig met een pipet een druppel op uit de petrischaal met watervlooien en doe deze druppel in het kuiltje (zie afbeelding 13).
- Sluit het kuiltje af met een dekglas.
- Bekijk het preparaat met een kleine vergroting (40×). Gebruik een grotere vergroting om details te bekijken.

Afb. 13 Een druppel met watervlooien op een aquariumvoorwerpglas aanbrengen.

Je kunt in plaats van zelf een preparaat maken ook een kant-en-klaar preparaat van de watervlo gebruiken.

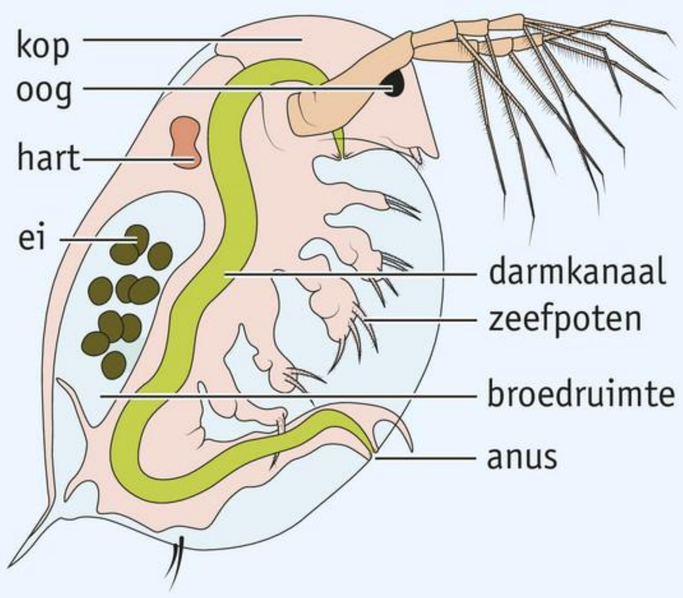
- Maak een tekening van de watervlo.
- Geef de volgende delen aan: *anus – broedruimte – darmkanaal – eieren – hart – kop – oog – zeefpoten*. Maak hierbij gebruik van de tekst 'Watervlo' en de afbeeldingen.

Afb. 14

Watervlo

In de kop van een watervlo zie je een oog en het begin van het darmkanaal. Op de kop staan twee roeipoten, waarmee een watervlo zich schokkerig door het water beweegt. De roeipoten van een watervlo zijn geleed. In de romp zie je de rest van het darmkanaal met de anus.
Watervlooien voeden zich vooral met algen. Het hart pompt bloed door het lichaam van een watervlo. Er zijn geen bloedvaten. De buitenzijde van de watervlo bestaat uit een pantser.

1 watervlo (vergroting 16×)



2 schematische tekening van een watervlo

OPDRACHT

1 Tot welke groep behoort de watervlo? Leg je antwoord uit.

Samenvatting

BASIS 1

ORGANISMEN ORDENEN

4.1.1 Je kunt organismen indelen door te kijken naar gemeenschappelijke kenmerken.

- Organismen kun je indelen in vier rijken: bacteriën, schimmels, planten en dieren.
- Bij het indelen van organismen wordt gekeken naar kenmerken:
  - aantal cellen
  - aanwezigheid van celkernen, celwanden en bladgroenkorrels
  - relatieve grootte

4.1.2 Je kunt de kenmerken noemen van de cellen van bacteriën, schimmels, planten en dieren.

- Bij het indelen van organismen kijken biologen naar de kenmerken van de cellen.

Rijk	Kenmerken	Rijk	Kenmerken
Bacteriën	• eencellig • geen celkern • celwand • cel is relatief klein	Planten	• eencellig of meercellig • celkern(en) • celwand(en) • bladgroenkorrels
Schimmels	• eencellig of meercellig • celkern(en) • celwand(en)	Dieren	• eencellig of meercellig • celkern(en) • geen celwand(en)

- Organismen kun je indelen in steeds kleinere groepen:
  rijk → stam → klasse → orde → familie → geslacht → soort

BEGRIPPEN

eencellig
Organisme dat uit één cel bestaat.

meercellig
Organisme dat uit meerdere cellen bestaat.

BASIS 2

BACTERIËN EN SCHIMMELS

4.2.1 Je kunt de kenmerken van bacteriën noemen.

- Een bacterie is eencellig.
  - Een bacterie bestaat uit cytoplasma met daaromheen een celmembraan.
  - Chromosomen liggen los in het cytoplasma.
- Bacteriën planten zich voort door deling.

4.2.2 Je kunt de kenmerken van schimmels noemen.

- Schimmels zijn eencellig of meercellig.
  - Gisten zijn eencellige schimmels.
  - Gisten planten zich voort door deling.
  - Meercellige schimmels bestaan meestal uit schimmeldraden.
  - Meercellige schimmels planten zich meestal voort door sporen.
  - Bij sommige soorten schimmels ontstaan de sporen in paddenstoelen.
  - Bij andere soorten schimmels ontstaan de sporen aan de uiteinden van schimmeldraden.

4.2.3 Je kunt beschrijven hoe bacteriën en schimmels nuttig zijn voor de mens en de natuur. (SE)

- De meeste soorten bacteriën en schimmels voeden zich met dode resten van organismen. Bacteriën en schimmels worden daarom reducenten genoemd.
- Bacteriën en schimmels worden gebruikt bij de productie van voedingsmiddelen.
  - Bacteriën worden gebruikt bij de productie van bijv. yoghurt en zuurkool.
  - Gist wordt gebruikt bij de productie van bijv. brood, bier, wijn en schimmelkaas.
  - De zoetstof aspartaam wordt gemaakt door bacteriën en wordt gebruikt in bijv. light frisdrank.
- Bacteriën en schimmels worden gebruikt bij de productie van geneesmiddelen.
  - Het hormoon insuline (geneesmiddel bij diabetes) wordt gemaakt met behulp van bacteriën.
  - Sommige soorten schimmels produceren antibiotica (bijv. penicilline).
- Bacteriën worden gebruikt bij de productie van wasmiddel.
  - In wasmiddel zitten eiwitten (enzymen) die gemaakt zijn door bacteriën.

4.2.4 Je kunt beschrijven hoe bacteriën en schimmels schadelijk kunnen zijn voor mensen. (SE)

- Bacteriën en schimmels kunnen voedsel bederven.
- Bacteriën en schimmels kunnen infectieziekten veroorzaken (bijv. longontsteking en zwemmerseczeem).
- Bacteriële infectieziekten kunnen worden bestreden met antibiotica (bijv. penicilline).
- Goede hygiëne kan infectieziekten voorkomen.

BEGRIPPEN

antibioticum
Geneesmiddel dat bacteriën doodt (bijvoorbeeld penicilline).

paddenstoel
Vruchtlichaam van een meercellige schimmel.

reducent
Bacterie of schimmel die resten van dieren en planten afbreekt.

schimmeldraden
Lange, dunne draden waaruit meercellige schimmels bestaan.

spore
Cel waaruit een nieuw organisme kan ontstaan.

voedselbederf
Voedsel wordt ongeschikt om te eten door schimmels en bacteriën.

ziekteverwekker
Organisme dat een infectie kan veroorzaken bij planten, mensen en dieren.

BASIS 3 PLANTEN EN DIEREN

4.3.1 Je kunt planten indelen door te kijken naar de bouw en de manier van voortplanten.

- Meercellige planten bestaan uit weefsels en organen.
  - Organen van planten zijn onder andere wortels, stengels, bladeren en bloemen.
- Manier van voortplanten:
  - Zaadplanten planten zich voort met zaden.
  - Sporenplanten planten zich voort met sporen.
  - Wieren planten zich voort door deling of door sporen.

Voortplanting	Kenmerken	Voorbeelden
Zaadplanten	• meercellig • wortels, stengels en bladeren • voortplanting door zaden	beuk rode klaver speenkruid
Sporenplanten	Paardenstaarten	
	• meercellig • wortels, stengels en bladeren • stengels zijn hol en geleed • voortplanting door sporen	heermoes holpijp
	Varens	
	• meercellig • wortels, stengels en bladeren • grote, ingesneden bladeren • sporen in sporenhoopjes	echt venushaar mannetjesvaren
	Mossen	
	• meercellig • stengels en bladeren • geen echte wortels • sporen in sporendoosjes	gewoon muursterretje haarmos
Deling of sporen	Wieren (algen)	
	• eencellig of meercellig • geen wortels, stengels, bladeren en bloemen • voortplanting door deling of met sporen	boomalg darmwier

4.3.2 Je kunt dieren indelen door te kijken naar de symmetrie en het skelet.

- Iets is symmetrisch als je het in twee gelijke helften (spiegelbeelden) kunt verdelen.
  - Tweezijdig symmetrisch: je kunt het dier maar op één manier in twee ongeveer gelijke helften verdelen.
  - Veelzijdig symmetrisch: je kunt het dier op meerdere manieren in twee ongeveer gelijke helften verdelen.
  - Niet-symmetrisch: je kunt het dier op geen enkele manier in twee ongeveer gelijke helften verdelen.
- Een dier kan een skelet hebben van stevige delen in of rondom zijn lichaam. Sommige dieren hebben geen skelet.
  - Uitwendig skelet: het skelet zit aan de buitenzijde van het lichaam.
  - Inwendig skelet: het skelet zit binnen in het lichaam.
- Een skelet geeft stevigheid en bescherming.

Groep	Kenmerken	Voorbeelden
Sponsdieren	• niet-symmetrisch • een skelet van stevige hoornvezels tussen de cellen • zitten meestal vast op de bodem van de zee	badspons olifantoorspons
Neteldieren	• veelzijdig symmetrisch • meestal geen skelet • leven in het water • vangen hun prooi met tentakels (vangarmen)	anemoon kwal
Wormen	• tweezijdig symmetrisch • geen skelet • het lichaam is lang en dun	lintworm regenworm spoelworm
Weekdieren	• tweezijdig symmetrisch • meestal een schelp of huisje als skelet	inktvis mossel slak
Geleedpotigen	• tweezijdig symmetrisch • een uitwendig skelet (pantser)	krab spin vlieg
Stekelhuidigen	• veelzijdig symmetrisch • inwendig skelet van kalk • de huid is bedekt met stekels of knobbels • leven op de bodem van de zee	zee-egel zeester
Gewervelden	• tweezijdig symmetrisch • een inwendig skelet	kikker meeuw rietvoorn

BEGRIPPEN

inwendig skelet
Skelet aan de binnenkant van het lichaam.

sporenplant
Plant die zich voortplant met sporen.

symmetrisch
Iets wat je in twee gelijke helften kunt verdelen.

uitwendig skelet
Skelet aan de buitenkant van het lichaam.

zaadplant
Plant die zich voortplant met zaden.

BASIS 4

GELEEDPOTIGEN EN GEWERVELDEN

4.4.1 Je kunt geleedpotigen indelen door te kijken naar het aantal segmenten en het aantal poten.

- De meeste soorten op aarde behoren tot de geleedpotigen.
  - Hun poten bestaan uit stukjes: de leden.
  - Hun lichaam is opgebouwd uit stukjes: de segmenten.
- Geleedpotigen hebben een uitwendig skelet.
  - Dit skelet groeit niet mee; daarom vervellen geleedpotigen tijdens de groei.

Geleedpotigen	Kenmerken	Voorbeelden
Veelpotigen	• hele lichaam bestaat uit segmenten (delen) • poten aan elk segment	miljoenpoot reuzenduizendpoot
Kreeftachtigen	• deel van het lichaam bestaat uit segmenten • 10 tot 14 poten	noordzeegarnaal rivierkreeft
Spinachtigen	• lichaam bestaat uit achterlijf en kopborststuk • 8 poten	hooiwagen huisspin
Insecten	• lichaam bestaat uit achterlijf, borststuk en kop • 6 poten	amazonemier bromvlieg citroenvlinder zandloopkever

4.4.2 Je kunt gewervelden indelen door te kijken naar de bouw en de manier van voortplanten.

- Gewervelden hebben een inwendig skelet met een wervelkolom opgebouwd uit wervels.
- Bij het indelen van gewervelden wordt gekeken naar de huid, de lichaamstemperatuur, de ademhalingsorganen en de manier van voortplanten.
- Gewervelden zijn warmbloedig of koudbloedig.
  - Warmbloedige dieren hebben altijd dezelfde lichaamstemperatuur.
  - De lichaamstemperatuur van koudbloedige dieren is gelijk aan die van de omgeving.

Gewervelden	Kenmerken	Voorbeelden
Vissen	• huid bedekt met schubben en slijm • koudbloedig • ademhaling met kieuwen • voortplanting: eieren zonder schaal	baars
Amfibieën	• huid bedekt met slijm • koudbloedig • ademhaling eerst met kieuwen en huid; later met longen en huid • voortplanting: eieren zonder schaal	kikker
Reptielen	• huid bedekt met droge schubben • koudbloedig • ademhaling met longen • voortplanting: eieren met leerachtige schaal	krokodil schildpad slang
Vogels	• huid bedekt met veren • warmbloedig • ademhaling met longen • voortplanting: eieren met kalkschaal	kiwi merel struisvogel
Zoogdieren	• huid bedekt met haren • warmbloedig • ademhaling met longen • voortplanting: levendbarend	ree walvis

BEGRIPPEN

koudbloedig
De temperatuur van het lichaam is gelijk aan de temperatuur van de omgeving.

leden
Delen waaruit de poten van geleedpotigen zijn opgebouwd.

segmenten
Delen waaruit het lichaam van geleedpotigen is opgebouwd.

warmbloedig
De lichaamstemperatuur is altijd even hoog (constant).

wervelkolom
Ruggengraat; deel van het skelet van gewervelden dat is opgebouwd uit wervels.

BASIS 5

ORGANISMEN DETERMINEREN

4.5.1 Je kunt een determineertabel van organismen gebruiken.

- Met een determineertabel bepaal je de naam van een organisme of de groep waartoe het behoort.
  - Je beantwoordt telkens een vraag over de kenmerken van het organisme.
  - Het antwoord (ja of nee) stuurt je naar een volgende vraag.
  - Dit doe je totdat er één optie overblijft.

BEGRIPPEN

determineertabel
Tabel met vragen die je doorloopt om een organisme te determineren.

determineren
De naam of groep van een organisme bepalen op basis van kenmerken.

EXTRA 6

BEDEKTZADIGEN EN NAAKTZADIGEN (VERDIEPING)

4.6.1 Je kunt zaadplanten indelen door te kijken naar de bouw van de vruchten.

- Zaadplanten kunnen worden verdeeld in twee groepen: bedektzadigen en naaktzadigen.
  - Bij bedektzadigen zitten de zaden in vruchten.
  - Bij naaktzadigen zitten de zaden tussen de schubben van kegels. De bladeren zijn meestal naaldvormig.

BEGRIPPEN

bedektzadige
Zaadplant met bloemen waarbij de zaden in vruchten zitten.

naaktzadige
Zaadplant met naaldvormige bladeren waarbij de zaden tussen schubben in kegels zitten.

EXTRA 7

BIJZONDERE DIEREN (VERBREDING)

4.7.1 Je kunt beschrijven dat op afgelegen eilanden andere soorten zijn geëvolueerd dan op het vasteland.

- Soorten ontstaan door bijzondere leefomstandigheden op een bepaalde plek.
  - Door isolatie kunnen hun bijzondere eigenschappen blijven bestaan, bijv. op een eiland.
  - voorbeelden: vogelbekdier, kiwi en vingerdier
- Het vogelbekdier is een zoogdier dat eieren legt met een leerachtige schaal.
  - Hij heeft een snavel en zwemvliezen tussen de tenen.
- De kiwi is een kleine loopvogel uit Nieuw-Zeeland.
  - Hij heeft kleine vleugels waarmee hij niet kan vliegen.
  - Hij heeft botten met merg en een scherpe snavel met neusgaten aan het uiteinde.
- Het vingerdier is een zoogdier uit Madagaskar.
  - Hij heeft klauwen met lange dunne vingers en tenen.
  - Hij heeft tanden die blijven groeien.

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

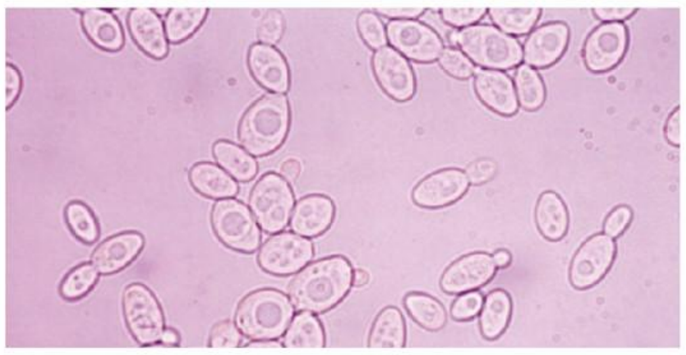
Examenopgaven

ALLEMAAL SCHIMMELS

Naar: examen vmbo-k 2018-1, vraag 39 tot en met 45.

Gisten zijn eencellige schimmels (zie afbeelding 1).
De bekendste gistsoort is bakkersgist, die wordt gebruikt bij het maken van brood. De cellen van bakkersgist zijn bolvormig en planten zich voort door deling. Gisten gebruiken suiker als brandstof. Uit suiker maken ze alcohol en koolstofdioxide.

Afb. 1 Gist (400×).



1p **1** Heeft een gistcel een celwand? En heeft een gistcel een celkern?

A Alleen een celkern.
B Alleen een celwand.
C Zowel een celkern als een celwand.

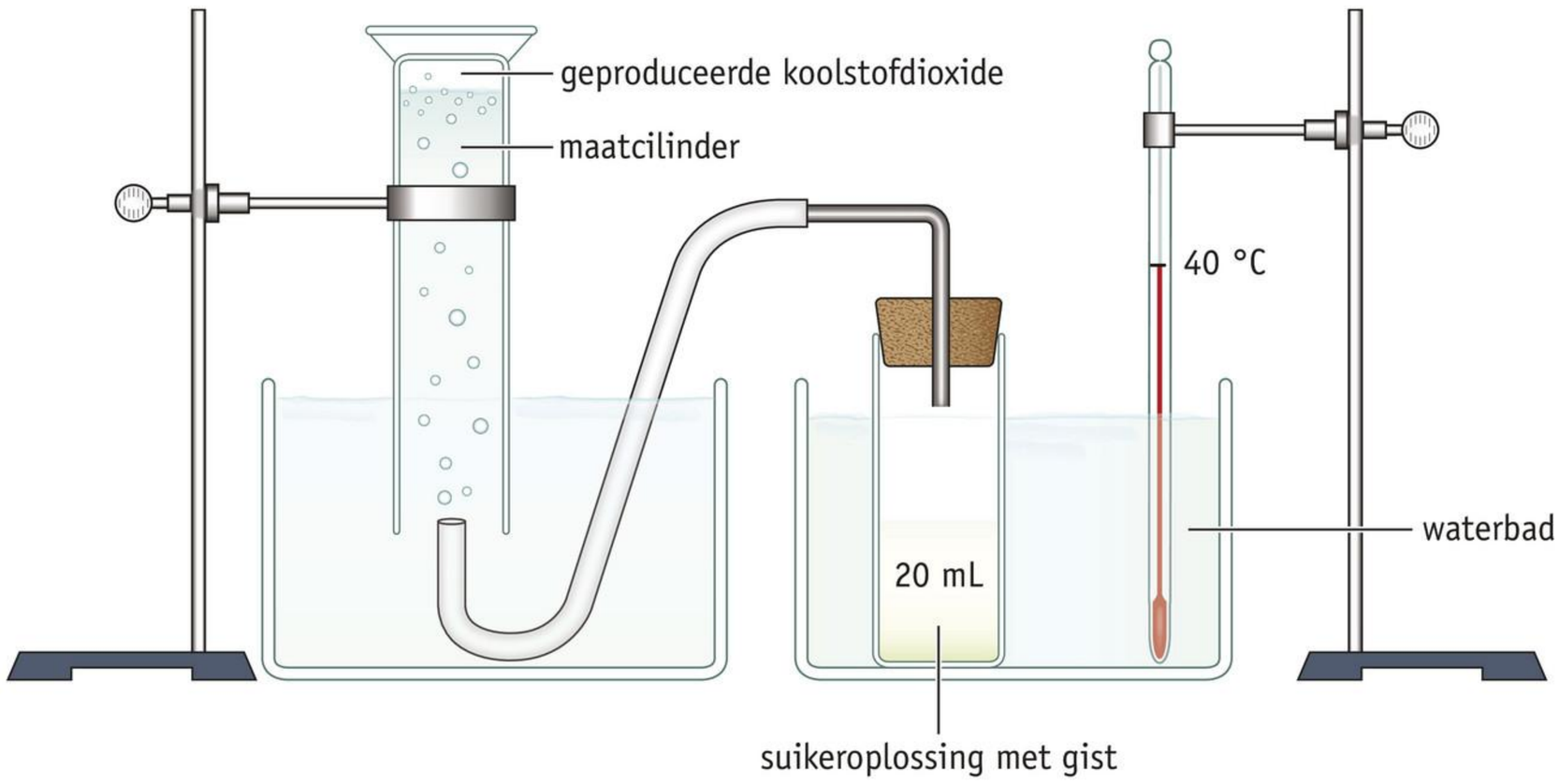
1p **2** Is bij het maken van de foto van gist een hulpmiddel zoals een loep of een microscoop gebruikt?

A Nee.
B Ja, een loep.
C Ja, een microscoop.

1p **3** In een krant stond het bericht dat een hert dronken in een bos was aangetroffen. De schrijver beweerde dat dit hert veel rottend fruit had gegeten. De suikers van het fruit waren afgebroken door gisten.
Leg uit dat een dier dronken kan worden als het veel rottend fruit eet.

1p **4** Sofie en Ilias doen een experiment met gist. In afbeelding 2 zie je de proefopstelling. De gist in de suikeroplossing maakt koolstofdioxide. Dit koolstofdioxide komt via een buis in een maatcilinder terecht.
Sofie en Ilias onderzoeken welke invloed de hoeveelheid suiker in de oplossing heeft op de productie van koolstofdioxide.

Afb. 2 Proefopstelling experiment met gist.

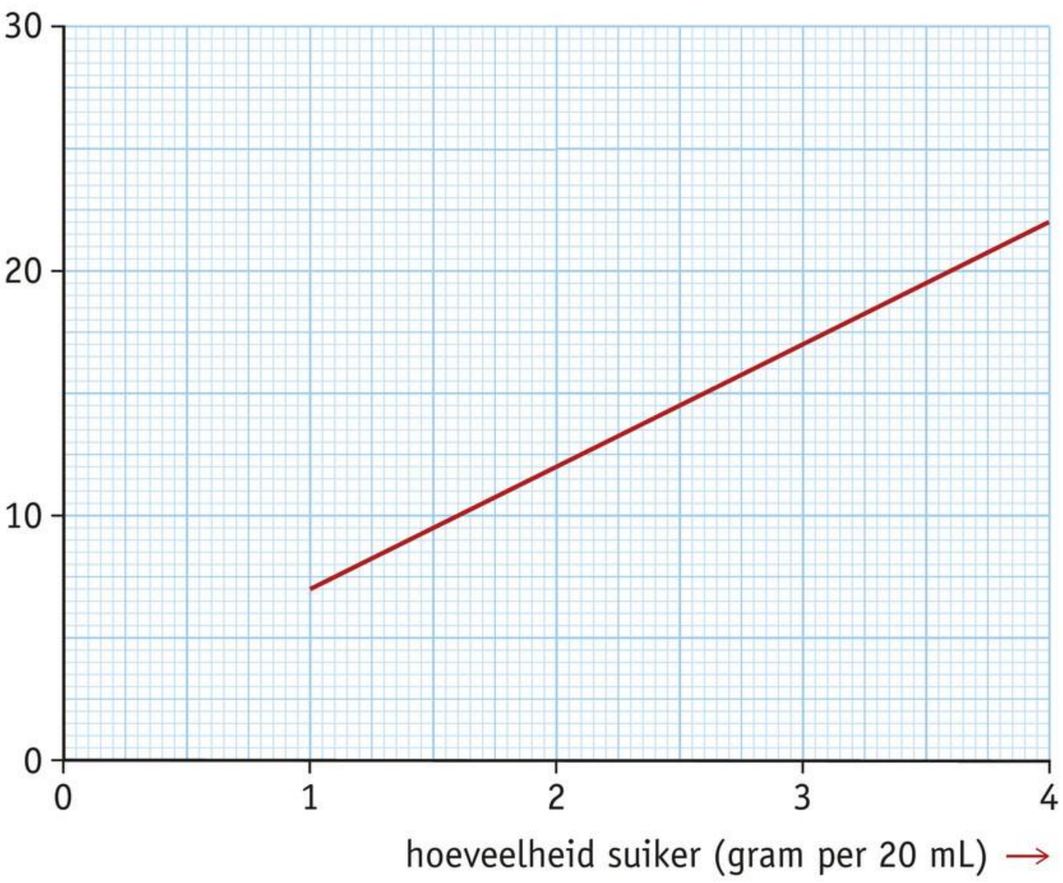


Ze doen vier metingen, steeds met een verschillende hoeveelheid suiker:

- meting 1: 1 gram per 20 mL
- meting 2: 2 gram per 20 mL
- meting 3: 3 gram per 20 mL
- meting 4: 4 gram per 20 mL

Vijf minuten na het begin van elke meting noteren Sofie en Ilias hoeveel millimeter het waterpeil in de maatcilinder is gedaald. Dit is een maat voor de hoeveelheid koolstofdioxide die daar steeds terechtkomt. De resultaten staan in het diagram van afbeelding 3.

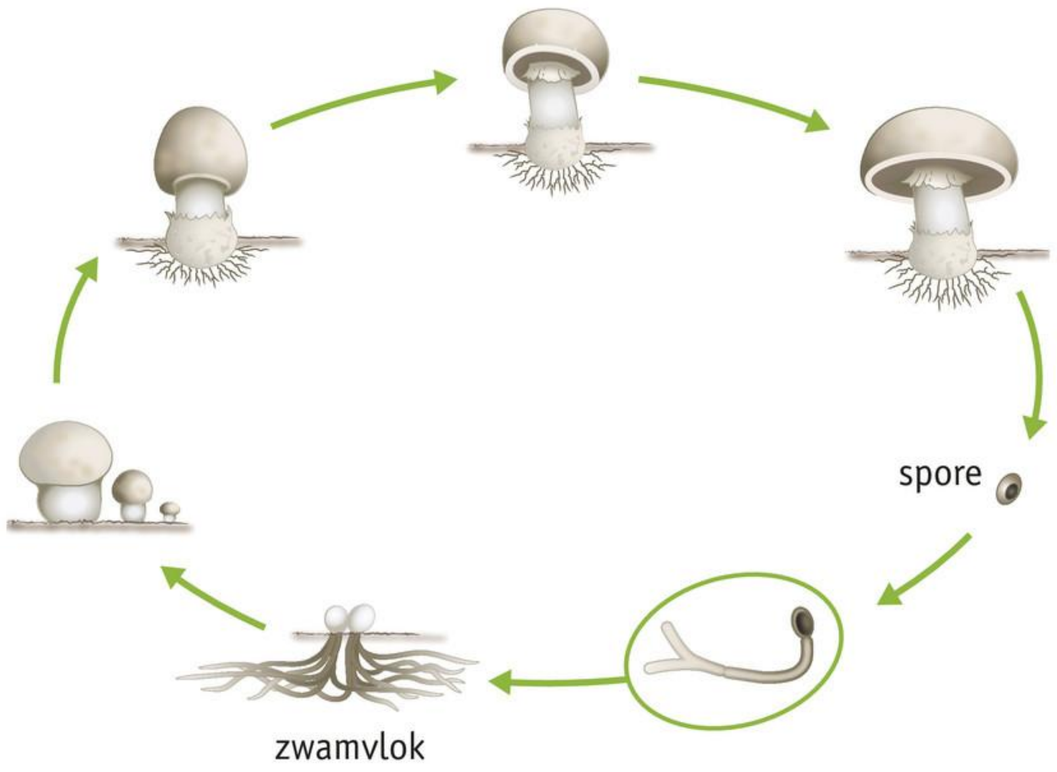
Afb. 3



Sofie en Ilias doen een vijfde meting met een buis met evenveel gist als tijdens de eerste vier metingen, maar met een onbekende hoeveelheid suiker in de oplossing. Na vijf minuten meten ze dat het waterpeil 9,5 mm is gedaald.
Hoeveel gram suiker bevond zich in de oplossing volgens het diagram?

1p **5** Schimmels planten zich voort door middel van sporen (zie afbeelding 4). Als zo'n spore op een gunstige plek terechtkomt, groeit daaruit een netwerk van draden. Zo'n netwerk heet een zwamvlok. Bij veel schimmelsoorten vormen zich bolletjes op die zwamvlok. Uit zo'n bolletje groeit een paddenstoel die weer miljoenen sporen loslaat.
Sommige paddenstoelen worden als voedingsmiddel gebruikt, bijvoorbeeld champignons. Champignons worden in donkere ruimten geteeld op een voedingsbodem van mest en stro (zie afbeelding 5).

Afb. 4



Afb. 5

In de zeventiende eeuw werd ontdekt dat champignons op een mengsel van mest en stro groeien. Als de mest werd begoten met water waarin champignons waren gewassen, groeiden er meer champignons dan na het begieten met schoon water.
Leg uit, met behulp van de informatie, waardoor er meer champignons groeiden na het begieten met het waswater van champignons.

1p **6** Champignons worden in het donker geteeld.
Leg uit dat voor het telen van champignons geen licht nodig is.

1p **7** Schimmels zijn – net als dieren – afhankelijk van andere organismen voor het opnemen van energierijke stoffen. Schimmels worden daarbij in drie groepen verdeeld:

- parasieten: deze nemen stoffen op uit andere organismen en zijn nadelig voor deze organismen;
- saprofyten: deze nemen stoffen op uit dode resten van organismen;
- symbionten: deze nemen stoffen op uit plantenwortels, en geven in ruil daarvoor water en mineralen af aan de plant.

Veel schimmels zijn saprofyten.
Zijn saprofyten consumenten, producenten of reducenten?
A Consumenten.
B Producenten.
C Reducenten.

KENMERKEN VAN CELLEN

Naar: examen vmbo-k 2016-2, vraag 19.

Om te bepalen of organismen behoren tot bacteriën, schimmels, planten of dieren, kijk je naar een aantal kenmerken van hun cellen. Je kunt hiervoor de determineertabel (tabel 1) gebruiken. Om de determineertabel compleet te maken, moeten op de plaatsen van de letters Q, R en S de namen van drie groepen organismen (schimmels, planten of dieren) worden ingevuld.

2p **8** Welke groep organismen hoort bij welke letter?

Tabel 1

1	**a**	De cellen hebben een celkern.	ga verder bij 2
	b	De cellen hebben geen celkern.	**bacteriën**
2	**a**	De cellen hebben een celwand.	ga verder bij 3
	b	De cellen hebben geen celwand.	**Q**
3	**a**	De organismen hebben cellen met bladgroenkorrels.	**R**
	b	De organismen hebben geen cellen met bladgroenkorrels.	**S**

EEN DETERMINEERTABEL

Naar: examen vmbo-k 2011-1, vraag 5.

In een boek over planten die in en om het water leven, staat een determineertabel. In tabel 2 staat een deel van deze determineertabel.

Tabel 2

1	**a**	Alle bladeren van de plant bevinden zich onder water.	ga verder bij 2
	b	De plant heeft bladeren boven en/of op het water.	ga verder bij 5
2	**a**	De bladeren hebben een gladde rand.	**waterpest**
	b	De bladeren hebben geen gladde rand.	ga verder bij 3
3	**a**	De bladeren zijn veervormig.	**aarvederkruid**
	b	De bladeren zijn niet veervormig.	ga verder bij 4
4	**a**	De plant stinkt als je hem stuk wrijft.	**kranswier**
	b	De plant stinkt niet als je hem stuk wrijft.	**hoornblad**
5	**a**	De plant heeft bladeren die op het water drijven.	ga verder bij 6
	b	De plant heeft bladeren die boven water uitsteken.	ga verder bij 7
6	**a**	De bladeren zijn klein en rond en de bloemen zijn wit.	**kikkerbeet**
	b	De bladeren zijn lang en smal en de bloemen zijn onopvallend gekleurd.	**fonteinkruid**
7	**a**	De bladeren boven water hebben een pijlvorm.	**pijlkruid**
	b	De bladeren boven water zijn lang en smal met een stekelige rand.	**krabbescheer**

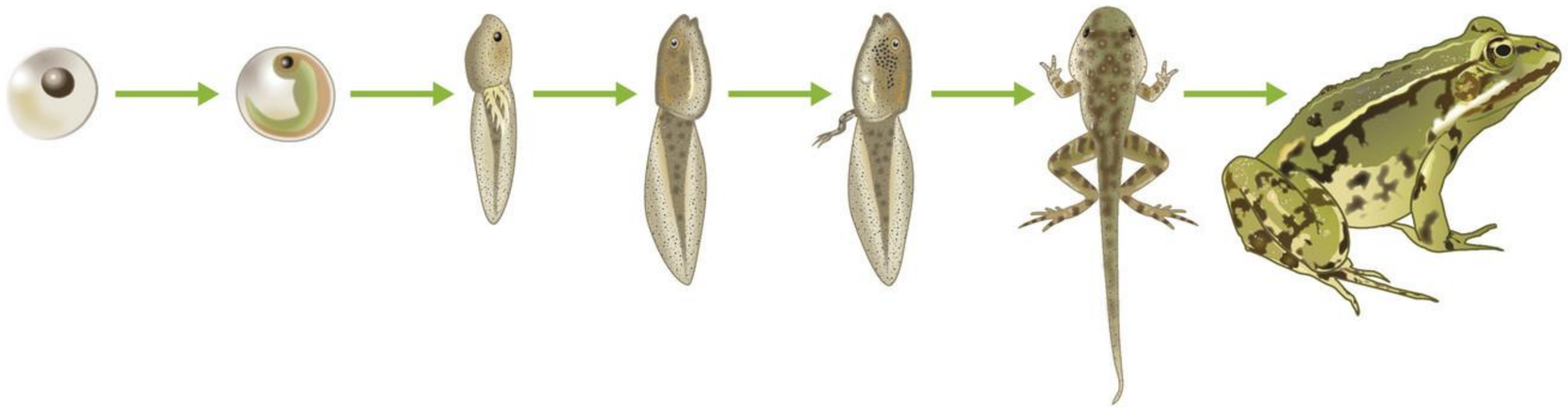
2p **9** Noem twee planten uit de determineertabel waarvan alle bladeren zich onder water bevinden.

DE AMERIKAANSE BRULKIKKER

Naar: examen vmbo-k 2017-1, vraag 25.

In afbeelding 6 zie je de ontwikkeling van bevrucht eitje tot volwassen kikker bij de Amerikaanse brulkikker.

Afb. 6



1p **10** Een volwassen brulkikker haalt adem door de huid en door longen.
Op welke manier haalt een jong kikkervisje adem?

A Alleen door de huid.
B Alleen door kieuwen.
C Alleen door longen.
D Door de huid en door kieuwen.
E Door de huid en door longen.
F Door kieuwen en door longen.

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

Register

A

ademhaling 10
adolescent 11
aids 128
allel 176
antibiotica 246
anticonceptiepil (de pil) 129

B

baarmoeder 79
baarmoederslijmvlies 94
baby 11
balzak 79
bedektzadigen 295
bevruchting 102
beweging 10
bijballen 80
binnenste vulvalippen 79
biotechnologie 211
bladgroenkorrels 22
buitenste vulvalippen 79

C

celdeling 32
celkern 21
cel 16
celmembraan 21
celwand 22
chlamydia 127
chromosoom 26
chromosomenpaar 27
clitoris (kittelaar) 79
cloaca 167
conclusie (van onderzoek) 53
condoom 128
cytoplasma 21

D

de pil (anticonceptiepil) 129
determineertabel 272
determineren 272
DNA 26
dochtercel 31
dominant allel 182
drager 140

E

echoscopie 141
eencellig 235
eeneiige tweeling 108
eicel 36, 79
eierstok 94
eileider 94
eisprong (ovulatie) 94
embryo 104
erfelijke eigenschappen 26
evolutietheorie 205

F

fenotype 177
foetus 107

G

gastheercel 67
geaardheid 120
geboorte 114
geestelijke groei en ontwikkeling 10
gen 176
gender 119
generatie 187
genetisch advies 140
genetische modificatie 211
genotype 177
geslachtscel 36
geslachtschromosoom 37
geslachtshormonen 86
gewone celdeling 32
gonorroe 127
groei 10
grote en kleine vulvalippen 79

H

heterozygoot 181
homozygoot 181

I

indaling 114
innesteling 104
intermediair fenotype 183
intimiteit 120
inwendig skelet 254
inwendige bevruchting 167

K

kerndeling 32
klaarkomen 121
kleurstofkorrels 22
kleuter 11
kittelaar (clitoris) 79
kopiëren 32
koudbloedig 264
kruisen 187
kruisingsschema 188

L

leden 262
levensfase 11
levenskenmerk 10
lichaamscellen 27
lichamelijke groei en ontwikkeling 10
lust 120

M

masturbatie 121
meercellige 235
meiose 36
menstruatie 95
menstruatiecyclus 95
milieu 205
mitose 32
moedercel 31
moederkoek 105
mutagene stoffen 200

N

naaktzadigen 295
nageboorte 115
natuurlijke selectie 206
navelstreng 106

O

oestrogenen 86
onderzoeksvraag 51
ontsluiting 114
ontwikkeling 10
orgaan 15
organenstelsel 15
organisatieniveau 17
organisme 10
orgasme 121
oudere 11
ovulatie (eisprong) 94

P

paddenstoel ... 245
penis ... 79
persweeën ... 115
pessarium ... 130
peuter ... 11
placenta ... 105
plasmagroei ... 32
prenataal onderzoek ... 140
preparaat ... 45
prepareermateriaal ... 49
primaire geslachtskenmerken ... 78
probleemstelling ... 51
prostaat ... 93
puber ... 11

R

ras ... 204
reageren op prikkels ... 10
recessief allel ... 182
reducent ... 245
reductiedeling ... 36
resultaten (van onderzoek) ... 53

S

schaamlippen ... 79
schede (vagina) ... 79
schimmeldraden ... 244
schoolkind ... 11
secundaire geslachtskenmerken ... 87
segment ... 262
seksualiteit ... 120
seksueel overdraagbare aandoening ... 127
soa ... 127
soort ... 204
spiraaltje ... 130
spiraliseren ... 32
sporen ... 244
sporenplanten ... 252
stamboom ... 194
sterilisatie ... 131
stofwisseling ... 10
syfilis ... 128
symmetrie ... 254

T

teelballen ... 79
testosteron ... 86
tussencelstof ... 16
twee-eiige tweeling ... 108

U

uitdrijving ... 115
uitscheiding ... 10
uitvoering ... 53
uitwendig skelet ... 254
uitwendige bevruchting ... 167
urinebuis ... 79

V

vacuole ... 22
vagina (schede) ... 79
verwachting ... 51
virus ... 67
vlokkentest ... 142
voeding ... 10
voedselbederf ... 246
volwassene ... 11
voorbehoedsmiddel ... 128
voorhuid ... 79
voortplanting ... 10, 78
voortplantingsstelsel ... 78
vruchtvliezen ... 107
vruchtwater ... 107
vruchtwaterpunctie ... 142

W

waarnemingen ... 53
warmbloedig ... 264
weeën ... 114
weefsel ... 16
werkplan ... 51
wervelkolom ... 264

X

X-chromosoom ... 37
XX ... 37
XY ... 37

Y

Y-chromosoom ... 37

Z

zaadballen ... 80
zaadblaasjes ... 93
zaadcellen ... 36, 80
zaadleiders ... 80
zaadplant ... 252
zelfbevrediging ... 121
zetmeelkorrels ... 22
ziekteverwekker ... 246
zwellichamen ... 80

Colofon

ONTWERP BINNENWERK

Pointer grafische vormgeving
Crius Group

ONTWERP OMSLAG

Studio Struis

UITVOERING BINNENWERK

Crius Group

EINDREDACTIE

Lineke Pijnappels
Linie Stam

AUTEURS

Lizzy Bos-van der Avoort
Nicolien Dijkstra
Froukje Gerrits
Michiel Kelder
Rik Smale
Tom Tahey

BUREAUREDACTIE

Ivonne Hermens

BEELDRESEARCH

B en U International Picture Service, Amsterdam

FOTO'S EN ILLUSTRATIES

123RF, dissq: blz. 210 (9.2); 123RF, Dmitry Kalinovsky: blz. 168 (1); 123RF, Eric Isselee: blz. 210 (9.3); 123RF, Gary Webber: blz. 180; 123RF, Jacques Vanni: blz. 240; 123RF, Jan De Wild: blz. 276 (8.1); 123RF, Mauro Rodrigues: blz. 269 (10.1, 10.2); 123RF, Olga Chirkova: blz. 193; 123RF, Pilipenko D: blz. 210 (10); 123RF, serezniy: blz. 210 (9.1); 123RF, Serhiy Kobyakov: blz. 179 (5); 123RF, Tatiana Belova: blz. 187; 123RF, Volodymyr Burdyak: blz. 204 (1.1, 1.2); ANP Foto / Hollandse Hoogte / Buiten-Beeld, Jelger Herder: blz. 233 (2.2, 2.3); ANP Foto / Science Photo Library, Alfred Pasieka: blz. 235 (3.1); ANP Foto / Science Photo Library, Andrew Syred: blz. 235 (2.1), 244 (5.1), 282; ANP Foto / Science Photo Library, Biomedica Imaging Unit, Southhampton General Hospital: blz. 248 (15); ANP Foto / Science Photo Library, CNRI: blz. 239 (7.2), 243 (3.1); ANP Foto / Science Photo Library, Collection L. Willatt, East Anglian Regional Genetics Service: blz. 27 (3); ANP Foto / Science Photo Library, Crown Copyright / Health & Safety Laboratory: blz. 242 (1.2); ANP Foto / Science Photo Library, D. Phillips: blz. 102 (2); ANP Foto / Science Photo Library, Dennis Kunkel Microscopy: blz. 36 (1), 93 (1.1), 235 (2.2), 242 (1.2), 243 (3.2); ANP Foto / Science Photo Library, Dr Jeremy Burgess: blz. 252 (2.1); ANP Foto / Science Photo Library, Dr P. Marazzi: blz. 246 (10); ANP Foto / Science Photo Library, Dr. G. Gimenez-Martin: blz. 26 (2); ANP Foto / Science Photo Library, Eric Nelson / Custom Medical Stock Photo: blz. 88 (3.1); ANP Foto / Science Photo Library, Francis Leroy / Biocosmos: blz. 235 (3.2); ANP Foto / Science Photo Library, Frank Fox: blz. 25 (7); ANP Foto / Science Photo Library, Herve Conge / ISM: blz. 239 (7.1); ANP Foto / Science Photo Library, Ian Hooton: blz. 172-173; ANP Foto / Science Photo Library, IKELOS GmbH / Dr. Christopher B. Jackson: blz. 244 (6.2); ANP Foto / Science Photo Library, JJP / Philippe Plailly / Eurolios: blz. 30; ANP Foto / Science Photo Library, John Devries: blz. 233 (2.5); ANP Foto / Science Photo Library, John Durham: blz. 22 (3.1); ANP Foto / Science Photo Library, Marek Mis: blz. 235 (4); ANP Foto / Science Photo Library, QA International: blz. 88 (3.2); ANP Foto / Science Photo Library, Steve Gschmeissner: blz. 34 (5), 236 (5.1); ANP Foto / Science Photo Library, Wladimir Bulgar: blz. 243 (4); ANP Foto, Camera Press / ED / CB: blz. 213; ANP Foto, Camera Press Ltd: blz. 41; ANP Foto, Sander Koning: blz. 297 (5); Bas Teunis Zoological Illustrations, Sinderen: blz. 189 (4), 233 (1), 256 (behalve 6.4.3), 263, 265; Can Stock Photo, rantaimages: blz. 181 (2); Copyright Carolina Biological Supply Company. Used by permission only: blz. 60 (5); Dreamstime, Jlcalvo: blz. 21 (1); Dreamstime, Mikeaubry: blz. 54 (15.2); Erik Eshuis Infographics, Groningen (aanpassing en aanvulling Maartje Kunen / Medical Visuals, Arnhem): blz. 95 (4), 99 (9), 103 (4); Erik Eshuis Infographics, Groningen: blz. 9 (2), 12, 14, 16 (5), 19 (8, 9), 25 (8), 31, 32, 33, 59, 60 (6), 70 (2, 3), 77, 80 (2.1), 82 (6.1), 83 (7), 97, 108, 113 (17, 18), 117, 123, 142 (3, 4), 156 (r), 186, 194 (2), 195 (3-5, 6.1), 196 (8), 197 (9), 203, 209 (7), 214, 228 (2), 256 (6.4.3); Eurofysica, 's-Hertogenbosch: blz. 45, 242 (1.1); Fotografie Marijn Olislagers, 's-Hertogenbosch: blz. 53, 137 (12.1.2, 12.2.2, 12.3.2); Henk van der Vrande (bewerking Jeannette Steenmeijer, Zwolle): blz. 199 (3.2); Henk van der Vrande: blz. 8, 21 (2), 23 (5), 44 (2), 48, 81 (5), 82 (6.2), 93 (1.2), 94, 105, 106, 107 (9.1), 109, 114, 129 (3), 131 (8.1, 9, 10), 157 (r), 177, 185 (6), 189 (3), 198, 199 (3.1), 200 (5), 218, 234, 264 (4.1), 280, 285, 286, 287; Hiroki Utsuno, Takahiro Asami, Maternal Inheritance of Racemism in the Terrestrial Snail Bradybaena similaris, Journal of Heredity, Volume 101, Issue 1, January-February 2010, Pages 11–19, https://doi.org/10.1093/jhered/esp058: blz. 209 (8); Imageselect / Alamy Stock Photo , BJ Productions: blz. 276 (8.2); Imageselect / Alamy Stock Photo, Chris Hill: blz. 206 (5.1); Imageselect / Alamy Stock Photo, Dave Watts: blz. 205 (4); Imageselect / Alamy Stock Photo, Tom Grundy: blz. 254 (3.3); Imageselect / Alamy, Blickwinkel: blz. 22 (3.3);

Imageselect / Science Source, Biophoto Associates: blz. 244 (5.2), 248 (16); Imageselect / Science Source, M. I. Walker: blz. 6-7; Imageselect / Science Source, Michael Abbey: blz. 176 (1); Imageselect / Science Source, QA International: blz. 79 (1.2), 157 (l); Imageselect, doc-stock: blz. 79 (1.1), 156 (l); iStockphoto, Mantonature: blz. 44 (1); iStockphoto, Mario Guti: blz. 230-231; Jan Daanen / Medilan, Maastricht: blz. 72 (6), 101, 169, 171, 260 (12.1), 264 (4.2), 268, 277, 289 (14.2); Jeannette Steenmeijer, Zwolle (naar: www.itspronouncedmetrosexual.com): blz. 119; Jeannette Steenmeijer, Zwolle: blz. 9 (3), 11 (1), 15, 16 (2, 3), 18, 20 (10), 21 (1), 26 (1), 27 (4), 36 (2), 37, 38, 47 (6), 51, 71 (5), 72 (7), 73, 80 (2.2, 3), 83 (8), 84, 86, 87, 96, 98, 99 (8), 103 (3), 110, 115 (3, 5.1), 141 (1), 146, 168 (2), 170 (4, 5), 174, 175, 179 (5), 185 (7), 190, 192, 196 (7), 197 (10), 211, 212, 227, 236 (5.2, 5.4, 5.6, 5.8), 237, 239 (8), 243 (2), 244 (6.1), 245 (7, 8), 250, 257 (7), 261 (14), 267, 270 (13), 273 (2.2), 275 (3.2, 4.2, 5.3, 6.2, 7.2), 288, 296 (2), 297 (3, 4), 299; Medical Visuals / Maartje Kunen, Arnhem: blz. 176 (2); Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: blz. 46, 47 (5), 49 (10), 58, 112, 131 (8.2), 244 (5.1), 246 (11), 247 (13, 14), 281; Naar https://journalclubnl.wordpress.com/2009/06/11/review-down-syndroom-screening-nejm/ (bewerking Erik Eshuis Infographics, Groningen): blz. 147; Nature in Stock, Jan van Duinen: blz. 269 (11); Nicolien Dijkstra: blz. 115 (5.2); RIVM / Seksoa magazine, 28 juli 2020 (bewerking: Erik Eshuis Infographics, Groningen): blz. 139; Robert Cameron, Sheffield: blz. 205 (3); Science Photo Library, Lennart Nilsson, TT: blz. 102 (1), 107 (9.2, 10); Shutterstock, 4 PM production: blz. 123; Shutterstock, 5point6: blz. 255 (5.1); Shutterstock, aaltair: blz. 254 (3.2); Shutterstock, aga7ta: blz. 253 (1.3); Shutterstock, Aldi Wahyu: blz. 259 (10.3); Shutterstock, Alex Staroseltsev: blz. 255 (4.1); Shutterstock, Amawasri Pakdara: blz. 183 (5.3); Shutterstock, Andrej Kaprinay: blz. 126; Shutterstock, Anest: blz. 253 (1.7); Shutterstock, Angel Soler Gollonet: blz. 16 (4); Shutterstock, Anton Kozyrev: blz. 257 (9.1); Shutterstock, areeya_ann: blz. 129 (5); Shutterstock, Axel Bueckert: blz. 253 (1.2); Shutterstock, Becky Gill: blz. 261 (13.1); Shutterstock, Ben Schonewille: blz. 16 (4); Shutterstock, bergamont: blz. 24 (6.3); Shutterstock, Big Joe: blz. 236 (5.7); Shutterstock, Catchlight Lens: blz. 266 (7.2); Shutterstock, Chad Hutchinson: blz. 228 (3); Shutterstock, chinahbzyg: blz. 199 (2); Shutterstock, Chris Moody: blz. 289 (14.1); Shutterstock, Colin Seddon: blz. 206 (6); Shutterstock, ComicSans: blz. 124; Shutterstock, Cookie Studio: blz. 137 (12.3.1); Shutterstock, Cosmin Manci: blz. 254 (3.1); Shutterstock, Crepesoles: blz. 54 (15.1); Shutterstock, Daniel Prudek: blz. 257 (9.2); Shutterstock, Dedi57: blz. 23 (4.2); Shutterstock, Dianne Maire: blz. 23 (4.1); Shutterstock, Dimarion: blz. 29 (5.2); Shutterstock, DisobeyArt: blz. 120 (2); Shutterstock, Drp8: blz. 115 (2); Shutterstock, DUSAN ZIDAR: blz. 255 (4.3); Shutterstock, Elena Srubina: blz. 253 (1.5); Shutterstock, Enlightened Media: blz. 204 (2.2); Shutterstock, Eric Isselee: blz. 237; Shutterstock, ESB Professional: blz. 194 (1); Shutterstock, Evgenia Bolyukh: blz. 29 (5.1); Shutterstock, Evgeny Karandaev: blz. 71 (4.3); Shutterstock, FamVeld: blz. 11 (2.1); Shutterstock, Fancy Tapis: blz. 130 (6.2); Shutterstock, fatamorgana-999: blz. 275 (7.1); Shutterstock, feathercollector: blz. 278; Shutterstock, Filipe B. Varela: blz. 273 (2.1); Shutterstock, Fotos593: blz. 129 (4.1); Shutterstock, fotosen55: blz. 266 (7.3); Shutterstock, galitsin: blz. 255 (5.2); Shutterstock, Gerry Bishop: blz. 275 (5.1); Shutterstock, Gertjan Hooijer: blz. 233 (2.1); Shutterstock, goodluz: blz. 194 (1); Shutterstock, Gorlov-KV: blz. 115 (4); Shutterstock, gresei: blz. 71 (4.1), 244 (5.2); Shutterstock, Hanjo Hellmann: blz. 260 (11); Shutterstock, Henri Koskinen: blz. 253 (1.8); Shutterstock, Iakov Filimonov: blz. 11 (2.6); Shutterstock, Ian 2010: blz. 24 (6.2); Shutterstock, Ian Grainger: blz. 259 (10.8); Shutterstock, IanRedding: blz. 253 (1.4); Shutterstock, Igor Kovalchuk: blz. 22 (3.3); Shutterstock, IJsbrand Cosijn: blz. 188; Shutterstock, Image Point Fr: blz. 130 (7); Shutterstock, Ingrid Maasik: blz. 259 (10.5); Shutterstock, Irina Fuks: blz. 183 (5.1); Shutterstock, Irina Kozorog: blz. 245 (7); Shutterstock, irin-k: blz. 262 (1.1); Shutterstock, IvanaStevanoski: blz. 259 (10.3); Shutterstock, Iv-olga: blz. 120 (3); Shutterstock, Jacob Lund: blz. 121; Shutterstock, Jaroslav Machacek: blz. 275 (6.1); Shutterstock, Jay Ondreicka: blz. 275 (4.1); Shutterstock, Jet Cat Studio: blz. 181 (3); Shutterstock, Joan Hall: blz. 74-75; Shutterstock, John Navajo: blz. 215; Shutterstock, Joko Arifianto: blz. 264 (3); Shutterstock, Jolanda Aalbers: blz. 261 (13.2); Shutterstock, Jose Luis Calvo: blz. 16 (4); Shutterstock, JPRFPhotos: blz. 194 (1); Shutterstock, Kallayanee Naloka: blz. 248 (17); Shutterstock, Keith Pritchard: blz. 271 (15.3); Shutterstock, keymoon: blz. 121; Shutterstock, KleinElen: blz. 253 (1.1); Shutterstock, Komsan Loonprom: blz. 241; Shutterstock, konzeptm: blz. 183 (5.2); Shutterstock, Kotomiti Okuma: blz. 271 (15.1); Shutterstock, Krakenimages.com: blz. 271 (15.2); Shutterstock, kuzmalo: blz. 270 (14); Shutterstock, KYTan: blz. 283; Shutterstock, lauramntg: blz. 130 (6.1); Shutterstock, Lena Evans: blz. 11 (2.8); Shutterstock, Littlekidmoment: blz. 108 (11.1); Shutterstock, Love Lego: blz. 236 (5.3); Shutterstock, lzf: blz. 20 (11), 35; Shutterstock, Maceofoto: blz. 255 (4.2); Shutterstock, magnusdeepbelow: blz. 260 (12.2); Shutterstock, Maranti Karolin: blz. 275 (5.2); Shutterstock, Marco Maggesi: blz. 266 (7.1); Shutterstock, MarcoFood: blz. 22 (3.2); Shutterstock, marilook: blz. 194 (1); Shutterstock, Maryia_K: blz. 246 (9); Shutterstock, Maslov

Dmitry: blz. 257 (8.1); Shutterstock, Max Topchii: blz. 181 (1); Shutterstock, Meoita;: blz. 16 (4); Shutterstock, Michiel de Wit: blz. 191; Shutterstock, Mikolaj Kepa: blz. 259 (10.1); Shutterstock, mimagephotography: blz. 137 (12.1.1); Shutterstock, MLHoward: blz. 70 (1); Shutterstock, Monkey Business Images: blz. 11 (2.5); Shutterstock, myMelody: blz. 206 (5.2); Shutterstock, Naeblys: blz. 151; Shutterstock, Narongrit Lokoolprakit: blz. 11 (2.2); Shutterstock, Nataliia K: blz. 24 (6.1); Shutterstock, New Africa: blz. 251; Shutterstock, nimito: blz. 141 (2); Shutterstock, Nitiphonphat: blz. 229; Shutterstock, nnattalli: blz. 259 (10.4); Shutterstock, Nolte Lourens: blz. 11 (2.3); Shutterstock, OFC Pictures: blz. 204 (2.1); Shutterstock, OLA2015: blz. 257 (8.2); Shutterstock, Olhastock: blz. 71 (4.2); Shutterstock, Pakhnyushchy: blz.191; Shutterstock, Pan Xunbin: blz. 22 (3.2); Shutterstock, panyajampatong: blz. 44 (1); Shutterstock, Pavel L Photo and Video: blz. 148; Shutterstock, Peter_Fleming: blz. 199 (2); Shutterstock, PetlinDmitry: blz. 262 (1.2); Shutterstock, Philipp Nicolai: blz. 255 (4.6); Shutterstock, Phovoir: blz. 194 (1); Shutterstock, Pichchapatr Kamkampol: blz. 179 (4); Shutterstock, pra_zit: blz. 284; Shutterstock, Ratikova: blz. 182 (4.1, 4.2); Shutterstock, Raul Baena: blz. 253 (1.6); Shutterstock, razan ali: blz. 111; Shutterstock, Rich Carey: blz. 255 (4.5); Shutterstock, Rido: blz. 34 (4.1); Shutterstock, Roger Givens: blz. 200 (4); Shutterstock, RZ Images: blz. 121; Shutterstock, Sarah2: blz. 255 (4.5); Shutterstock, Satirus: blz. 242 (1.1); Shutterstock, SergeiKorolev: blz. 197 (9); Shutterstock, Sergiy Kuzmin: blz. 129 (2); Shutterstock, Serhiy Kozodavov: blz. 233 (2.4); Shutterstock, sirtravelalot: blz. 108 (11.2); Shutterstock, ST-art: blz. 236 (5.5); Shutterstock, steve bushman: blz. 266 (6); Shutterstock, Svetlana Lukienko: blz. 255 (4.4); Shutterstock, Syda Productions: blz. 11 (2.4); Shutterstock, Thanaphong Araveeporn: blz. 259 (10.7); Shutterstock, thka: blz. 29 (6); Shutterstock, Tish1: blz. 34 (4.2); Shutterstock, Uliya Krakos: blz. 252 (2.2), 259 (10.6); Shutterstock, unverdorben jr: blz. 62; Shutterstock, Vaclav Sebek: blz. 275 (3.1); Shutterstock, ViDI Studio: blz. 91; Shutterstock, Viktoriia Hnatiuk: blz. 195 (6.2); Shutterstock, Vitaly Korovin: blz. 22 (3.1); Shutterstock, WAYHOME studio: blz. 137 (12.2.1); Shutterstock, Willem Havenaar: blz. 44 (1); Shutterstock, x.marynka: blz. 259 (10.9); Shutterstock, xiong yuwen: blz. 259 (10.2); Shutterstock, ZouZou: blz. 11 (2.7); Studio Schuurmans, Henk Schuurmans: blz. 49 (9), 50.

Omslag: Getty Images / National Geographic / Jak Wonderly Photography

ISBN 978 94 020 8224 1

Release 8.1, derde oplage

MALMBERG

MIX
Papier | Ondersteunt verantwoord bosbeheer
FSC® C172387

Alle rechten voorbehouden. Geen tekst- en datamining toegestaan. 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.

©2025 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.

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

Lizzy Bos-van der Avoort

Nicolien Dijkstra

Froukje Gerrits

Michiel Kelder

Rik Smale

Tom Tahey

Release 8.1

MIX
Papier | Ondersteunt verantwoord bosbeheer
FSC® C172387

ISBN 978 94 020 8224 1

9 789402 082241

605382-03

MALMBERG