

samen gevat }

Slim leren, zeker slagen

NIEUWE
EDITIE

Biologie

HAVO

ThiemeMeulenhoff



#

examen
bundel

Slim leren, zeker slagen



#



Wil jij slim leren, zeker slagen?



Examenbundel

Oefen met echte examenopgaven per onderwerp en met complete examens. In het boek en online.

- ✓ Oefenen, oefenen, oefenen
- ✓ Uitleg bij de antwoorden
- ✓ Oriëntatietoets geeft aan hoe je ervoor staat



Samengevat

De perfecte samenvatting om je voor te bereiden op je examen. Zo leer je precies wat je moet weten.

- ✓ Complete examenstof
- ✓ Rijtjes en definities
- ✓ Geen lappen tekst



Examenidroom

Speciaal voor de examens Duits, Engels en Frans.

- ✓ Een grote woordenschat zorgt voor beter tekstbegrip
- ✓ Duidelijke voorbeeldzinnen
- ✓ Ook voor de schoolexamens



Zeker Slagen!

Zo leer je efficiënter leren.

- ✓ Je leert hoe je moet leren
- ✓ Hulp bij plannen
- ✓ Je krijgt zelfinzicht en zelfvertrouwen

**BESTEL NU
MET STAPEL-
KORTING**
examenbundel.nl

samen gevat }

havo

Biologie

dr. A.S.P. Jansen

M.C.C. Gommers



Colofon

Auteurs

dr. A.S.P. Jansen
M.C.C. Gommers

Redactie

Lineke Pijnappels, Tilburg

Opmaak

Crius Group, Hulshout
(België)

Technisch tekenwerk

Marjolein Luiken

Omslagfoto

© Shutterstock / Darryl Vest

Over Thieme Meulenhoff

ThiemeMeulenhoff is een educatieve uitgeverij die zich inzet voor het voortgezet onderwijs en beroepsonderwijs. De mensen van ThiemeMeulenhoff zijn er voor onderwijsprofessionals – met ervaring, expertise en doeltreffende leermiddelen. Ontwikkeld in doorlopende samenwerking met de mensen in het onderwijs om samen het onderwijs nog beter te maken.

We ontwikkelen lesmethodes die goed te combineren zijn met andere leermiddelen, naar eigen inzicht aan te passen en bewezen effectief zijn. En natuurlijk worden al onze lesmethodes zo duurzaam mogelijk geproduceerd.

Zo bouwen we samen met de mensen in het onderwijs aan een mooie toekomst voor de volgende generatie.

Samen leren vernieuwen.

www.thiememeulenhoff.nl

ISBN 978 90 06 99141 3

Editie 2, druk 1, oplage 1, 2025

© ThiemeMeulenhoff, Amersfoort, 2025

Alle rechten voorbehouden. Tekst- en datamining, AI-training en vergelijkbare technologieën niet 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 enig 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 23 augustus 1985, Stbl. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie (PRO), Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp (www.stichting-pro.nl). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet) dient men zich tot de uitgever te wenden. Voor meer informatie over het gebruik van muziek, film en het maken van kopieën in het onderwijs zie www.auteursrechtenonderwijs.nl.

De uitgever heeft ernaar gestreefd de auteursrechten te regelen volgens de wettelijke bepalingen. Degenen die desondanks menen zekere rechten te kunnen doen gelden, kunnen zich alsnog tot de uitgever wenden.

Deze uitgave is volledig CO₂-neutraal geproduceerd.



ClimatePartner
certified product
climate-id.com/YI43H3



CO₂
measure
reduce
contribute

Voorwoord

Beste examenkandidaat,

Voor je ligt de vernieuwde Samengevat, aangepast aan de exameneisen die gelden vanaf 2024. De leerstof en de vaardigheden voor het havo-examen biologie zijn in dit boek kort en overzichtelijk weergegeven. Hierdoor kun je in relatief korte tijd de leerstof herhalen en overzien en krijg je inzicht in de samenhang tussen de verschillende onderwerpen.

Nieuw in deze Samengevat zijn de verwijzingen naar Binas en ScienceData. Ook zijn er woordwebs opgenomen om snel te kunnen overzien welke begrippen er samenhangen met een bepaald onderwerp. De begrippen die je hoort te kennen voor het centraal examen zijn met een andere kleur aangegeven dan de begrippen die je hoort te kennen voor het schoolexamen. Ten slotte zijn de titels en de volgorde van de hoofdstukken aangepast.

Met Samengevat bereid je je zelfstandig voor op het examen. In 4 havo is dit boek ook bruikbaar om je voor te bereiden op de schoolexamens. Het uitgebreide trefwoordenregister kan je hierbij helpen.

Gecombineerd met de Examenbundel vwo biologie vormt deze Samengevat de beste voorbereiding op je examen. De theorie vind je in Samengevat en je oefent met de opgaven uit de Examenbundel!

Samengevat en Examenbundel zijn naast elke methode te gebruiken.

Heb je opmerkingen? Meld het ons via vo@thiememeulenhoff.nl.

Amersfoort, juli 2025

Opmerking

Hoewel dit boek met de grootste zorg is samengesteld, kunnen auteurs en uitgever geen aansprakelijkheid aanvaarden voor aanwijzingen naar aanleiding van publicaties van de overheid betreffende specifieke examenonderwerpen, de hulpmiddelen die je tijdens het examen mag gebruiken, duur en datum van je examen, etc.

Het is altijd raadzaam je docent of onze website www.examenbundel.nl te raadplegen voor actuele informatie die voor jouw examen van belang kan zijn.

Hoe werk je met dit boek?

Samengevat gebruik je in combinatie met Binas of ScienceData. Verwijzingen hiernaar staan in de kantlijn.

Bij verschillende hoofdstukken zijn een of meerdere woordwebs opgenomen. Een woordweb geeft op een gestructureerde manier informatie over een bepaald onderwerp en dient als kapstok voor het herhalen van kennis en het verwerven van inzicht.

Tip: gebruik tijdens het studeren een (bestaand) woordweb als basis en breid dit naar eigen inzicht uit.

De drie kleuren waarmee de begrippen in Samengevat worden aangegeven hebben een verschillende betekenis:

Blauw: CE-begrip

Zwart: SE-begrip

Grijs: een belangrijk begrip

Voorbeelden van begrippen worden cursief weergegeven na de aanduiding *bijv.*

In Samengevat begint ieder nieuw onderwerp met een nieuw (sub)kopje, gevolgd door een korte uitleg. Hierna wordt de uitleg steeds verder uitgesplitst (boomdiagram) waarbij de onderlinge relaties tussen de begrippen duidelijk worden weergegeven. Bijvoorbeeld:

Onderzoek van gedrag

Uit wetenschappelijk onderzoek moet onder andere blijken hoe gedrag kan bijdragen aan het overleven van een dier en welke situaties en prikkels het gedrag oproepen.

- **gedrag** alle waarneembare activiteiten van mensen en dieren
 - gedrag ontstaat door een respons op een prikkel
 - **prikkel** invloed uit de omgeving of uit het interne milieu
 - **respons** reactie op een prikkel door spieren en/of klieren
- **gedragselementen** de handelingen waaruit gedrag is opgebouwd
bijv. vechten, aanvallen, pikken, eten

Inhoud

Deel 1	Reproductie en evolutie	7
1	Cellen en onderzoek doen	8
2	Voortplanting	19
3	Genetica	34
4	DNA	44
5	Evolutie	61
Deel 2	Waarnemen en reageren	73
6	Regeling	74
7	Waarneming	92
8	Gedrag	98
Deel 3	Fysiologie	105
9	Stofwisseling	106
10	Vertering	117
11	Transport	124
12	Gaswisseling	137
13	Uitscheiding	143
14	Afweer	150
Deel 4	Ecosystemen	161
15	Ecologie	162
16	Mens en leefomgeving	178
Deel 5	Scheikunde en natuurkunde bij de biologie	191
	Trefwoordenregister	194

Deel 1 Reproductie en evolutie

1 Cellen en onderzoek doen

2 Voortplanting

3 Genetica

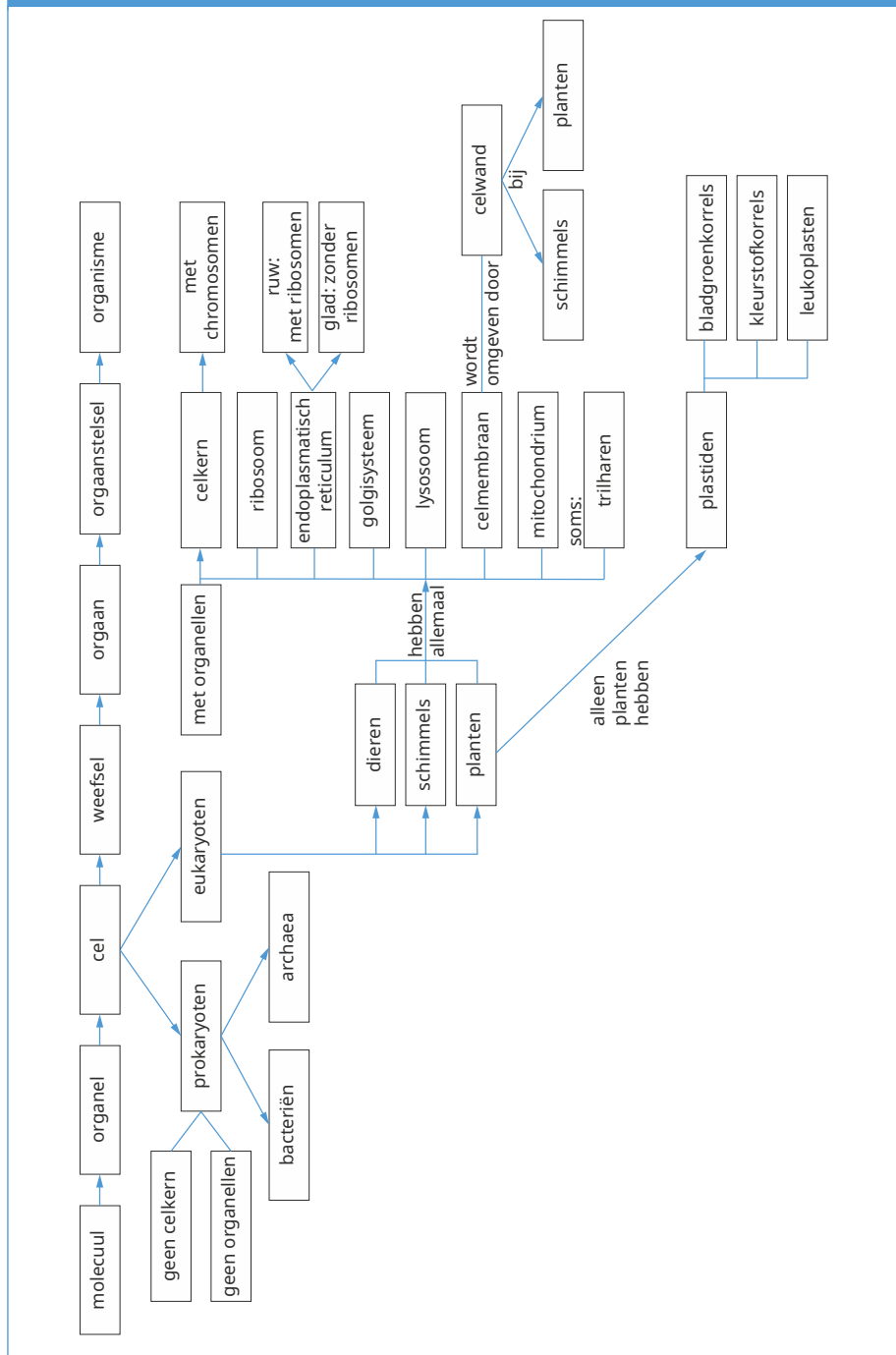
4 DNA

5 Evolutie

1 Cellen en onderzoek doen

Biologen bestuderen biologische systemen en processen op verschillende **organisatieniveaus** of **biologische eenheden** (zie overzicht 1).

Overzicht 1 Organisatieniveaus (biologische eenheden) in de biologie



Biologische eenheden (organisatieniveaus)

Organismen bestaan uit biologische eenheden (organisatieniveaus). Er is een verband tussen de **vorm** en de **functie** van die biologische eenheden. De biologische eenheden waar organismen uit bestaan van klein naar groot:

- **molecuul** kleinste deeltje van een stof dat nog de eigenschappen van die stof heeft *bijv. DNA-molecuul, watermolecuul*
- **organel** deel van een cel met een bepaalde functie, is meestal omgeven door een membraan *bijv. de celkern met het kernmembraan*
- **cel** kleinste zelfstandig functionerende biologische eenheid van een organisme *bijv. een levercel*
- **weefsel** groep van een of meer verschillende celtypen met een gemeenschappelijke functie *bijv. neusslijmvlies bestaat uit slijmproducerende cellen en trilhaarcellen*
 - bij veel weefsels komt **tussencelstof** voor tussen de cellen
 - tussencelstof wordt afgescheiden door de cellen
 - de samenstelling van de tussencelstof hangt samen met de functie van het weefsel *bijv. collageen in bindweefsel, kraakbeen en been en cellulose in celwanden van planten*
- **orgaan** deel van een organisme met een bepaalde functie, is opgebouwd uit verschillende weefsels *bijv. het hart*
- **orgaanstelsel** organen die samen een bepaalde taak verrichten *bijv. het verteringsstelsel*
- **organisme** een levend wezen of individu dat zich met een eigen stofwisseling in stand kan houden
 - organismen kunnen uit een of meer cellen bestaan *bijv. een gistcel bestaat uit één cel en een kat uit meer cellen*
 - organismen vertonen **levensverschijnselen** *bijv. groei, voortplanting en stofwisseling (chemische reacties in een cel)*
 - organismen hebben een **levensloop**: opeenvolgende levensfasen vanaf het ontstaan tot de dood van een organisme

Binas: 71C
SD: 16.3

Binas: 82D
SD: 23.1

Binas: 80B-E
SD: 18.1-6

Binas: 84C
SD: 20.3

Binas: 82C
SD: 22.1

De organisatieniveaus (biologische eenheden) waarop biologen groepen organismen kunnen bestuderen zijn:

- **populatie** een groep individuen van dezelfde soort die in een bepaald gebied leeft en zich onderling voortplant
 - **soort** organismen die zich onderling voortplanten en daarbij vruchtbare nakomelingen krijgen
 - **levenscyclus** alle individuen van een soort doorlopen dezelfde levensfasen tijdens hun levensloop
 - bij planten: **zaad - kiem** - volwassen plant
 - bij insecten: **ei - larve - pop - imago**
 - **ei** ontstaat wanneer een eikel wordt bevrucht door een zaadcel
 - **larve** komt uit een bevrucht ei *bijv. rups of made*
 - **pop** rust- of overgangsstadium bij insecten met volledige metamorfose *bijv. rups met de cocon die zich ontwikkelt tot vlinder*
 - **imago** volwassen insect *bijv. vlinder, kever of sprinkhaan*
- **levensgemeenschap** alle verschillende populaties die in een gebied samenleven
- **ecosysteem** een natuurlijk systeem in een min of meer begrensde gebied dat ontstaat door de wisselwerking tussen een levensgemeenschap en de niet-levende natuur
- **systeem aarde** alle ecosystemen op aarde

Nieuwe eigenschap

Op elk hoger organisatieniveau komen nieuwe eigenschappen voor.

- op een hoger organisatieniveau ontstaan eigenschappen die er op het lagere organisatieniveau niet zijn
 - ademhaling is een eigenschap van het organisatieniveau organisme
 - het ademhalingsstelsel (orgaanstelsel) heeft ook het spierstelsel, zenuwstelsel, bloedvatstelsel en beenderstelsel nodig om te kunnen ademen
- **interactie** biologische eenheden reageren op elkaar en op de invloeden uit het milieu

Prokaryoten en eukaryoten

Organismen kun je indelen in:

- **prokaryoten** organismen zonder celkern
 - bacteriën en archaea zijn prokaryoten
- **eukaryoten** organismen met celkern
 - schimmels, planten en dieren zijn eukaryoten

Bouw van een dierlijke eukaryote cel:

- **celmembraan** structuur die de cel omgeeft waardoor de omstandigheden in het interne milieu kunnen worden gehandhaafd
 - bestaat uit een dubbele laag **fosfolipidemoleculen** met:
 - **hydrofiele** koppen (**wateroplosbaar**) die worden aangetrokken door water en goed oplossen in water
 - **hydrofobe** staarten (**vetoplosbaar**) die waterafstotend zijn en niet goed oplossen in water
 - bevat eiwitmoleculen (transporteiwitten) die de opname en afgifte van stoffen mogelijk maken
 - bevat receptormoleculen (eiwitten of koolhydraten) die signalen opvangen
 - is **semipermeabel** (**selectief permeabel**): laat kleinere moleculen zoals zuurstof- en watermoleculen wel door maar grotere moleculen niet
- **trilharen** zitten bij sommige cellen aan de buitenkant van het membraan
 - dienen voor de voortbeweging van een cel of om stoffen in het externe milieu te verplaatsen *bijv. voedsel of slijm*
- **cytoplasma** (celplasma) water met organellen en opgeloste stoffen
- **organellen** delen in de cel met een bepaalde functie

Binas: 79D
SD: 14.4

Organellen in cellen van eukaryoten (zie afb. 1):

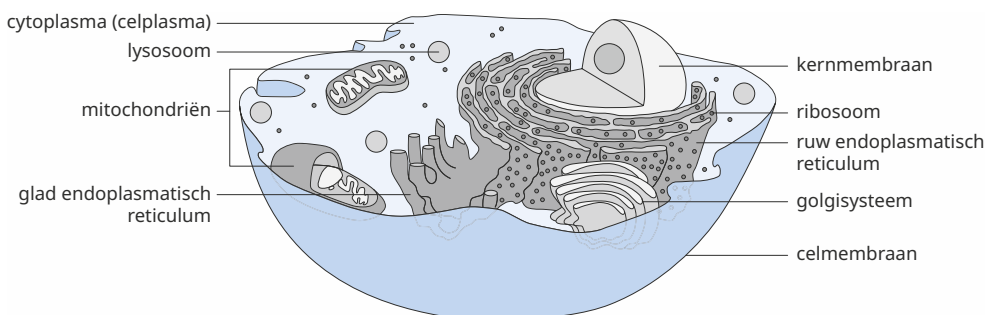
- **celkern** een bolvormig organel dat is omgeven door het kernmembraan en dat kernplasma bevat
 - transport kan plaatsvinden door openingen in het kernmembraan
 - bevat **chromosomen**: DNA gewikkeld rond eiwitten
 - in de celkern worden ribosomen gemaakt
- **ribosoom** bolvormig organel dat eiwitten (aminozuurketens) maakt
 - komt voor op het endoplasmatisch reticulum en vrij in het cytoplasma
- **endoplasmatisch reticulum (ER)** netwerk van dubbele membranen met holten en kanalen dat aansluit op het kernmembraan
 - twee typen: ruw en glad endoplasmatisch reticulum
 - op het ruw endoplasmatisch reticulum (RER) liggen ribosomen
 - RER verpakt en transporteert eiwitten in blaasjes
 - op het glad endoplasmatisch reticulum (GER) liggen geen ribosomen
 - GER heeft een functie bij de opslag, productie en afbraak van stoffen in de cel
- **golgisysteem** gestapelde membranen in het cytoplasma
 - neemt blaasjes afkomstig van het endoplasmatisch reticulum op
 - verpakt eiwitten die na bewerking hun uiteindelijke vorm hebben in blaasjes
 - produceert lysosomen

Binas: 79B-D
SD: 14.1-4

- **lysosomen** blaasjes met enzymen die stoffen kunnen afbreken
 - blijven na afsnoering in de cel
- **mitochondriën** ovaalvormige organellen met dubbele membranen
 - het binnenmembraan is sterk geplooid
 - door verbranding van glucose met zuurstof produceren ze het energierijke molecuul **ATP** (adenosinetriphosfaat)

Binas: 79C
SD: 14.1,3

Afb. 1 Een dierlijke cel



Cellen van schimmels en planten bezitten daarnaast:

- **celwand** een door de cel geproduceerd omhulsel van tussencelstof
 - is permeabel: laat alle stoffen door
 - biedt bescherming tegen waterverlies en ziekteverwekkers
 - geeft de cel vorm en zorgt voor stevigheid
 - de celwanden van planten bevatten **cellulose**
- **vacuole** blaasje gevuld met vacuolevocht en omgeven door een vacuolemembraan
 - geeft de cel stevigheid
 - kan kleurstoffen bevatten

Binas: 79B
SD: 14.1

Alleen cellen van planten bezitten:

- **plastiden** organellen die verschillende functies hebben
 - plastiden kunnen overgaan van de ene in de andere soort
 - **bladgroenkorrels** (chloroplasten) groene, ovaalvormige organellen
 - bevatten **bladgroen** (kleurstoffen) en de enzymen voor fotosynthese
 - functie: fotosynthese, zetten koolstofdioxide en water om in glucose met behulp van licht
 - **kleurstofkorrels** (chromoplasten)
 - kunnen gele, oranje of rode kleurstoffen bevatten
 - de kleuren lokken insecten en andere dieren
 - **leukoplasten** (opslagkorrels)
 - opslag van zetmeel, eiwitten of vetten als reservestoffen

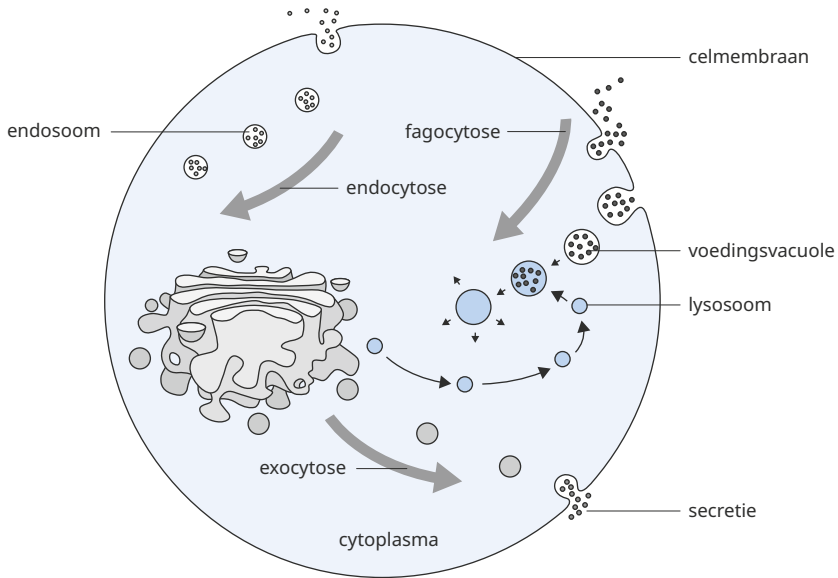
Transport door membranen

Transport door (cel)membranen heen is nodig:

- om het interne milieu van een cel of organel te handhaven
- om stofwisselingsprocessen in de cel of het organel goed te laten verlopen
- om stoffen buiten de cel of het organel af te geven

Stoffen kunnen door (cel)membranen heen worden getransporteerd door:

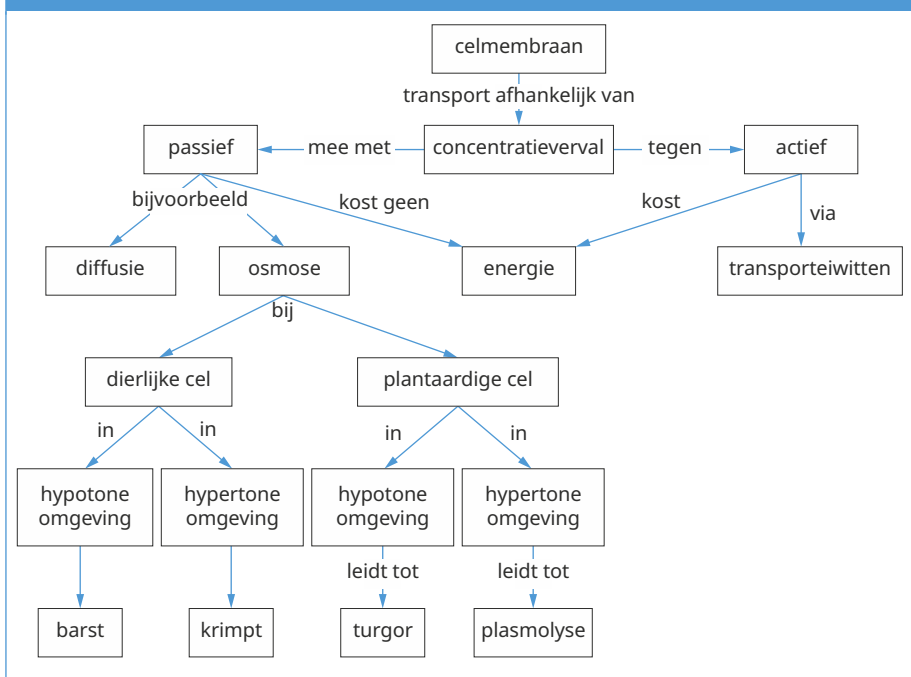
- de fosfolipidenlaag van het membraan
 - voornamelijk kleine moleculen *bijv. zuurstof (O_2), koolstofdioxide (CO_2) en vetachtige stoffen*
- **transporteiwitten** liggen in het membraan en maken de opname en afgifte van stoffen mogelijk, bijvoorbeeld **ionentransport**
 - twee typen:
 - transporteiwitten met een kanaaltje *bijv. ionkanaaltjes voor ionentransport van natrium (Na^+), kalium (K^+) en calcium (Ca^{2+}), aquaporines voor transport van water (H_2O)*
 - transporteiwitten die een specifieke stof binden en dan van vorm veranderen zodat de stof het eiwit kan passeren
- **endocytose** (zie afb. 2)
 - van het celmembraan snoeren blaasjes (endosomen) af om stoffen in de cel op te nemen
 - endosomen versmelten in de cel met lysosomen zodat enzymen uit het lysosoom de stoffen uit het endosoom kunnen afbreken
 - **fagocytose** het opnemen van kleinere organismen of voedseldeeltjes in blaasjes die worden afgesnoerd van het celmembraan (voedingsvacuole)
- **exocytose** (zie afb. 2)
 - blaasjes die zijn afgesnoerd door het golgisysteem kunnen versmelten met het celmembraan om stoffen buiten de cel af te geven
 - **secretie** de afgifte van stoffen door cellen

Afb. 2 Exocytose, endocytose en fagocytose

Diffusie en osmose

Bij diffusie en osmose is transport door de fosfolipidenlaag en transporteiwitten afhankelijk van het concentratieverschil aan beide zijden van het membraan.

Overzicht 2 Transport en concentratieverschil



- **concentratie** de hoeveelheid opgeloste stof in een bepaalde hoeveelheid oplosmiddel
 - geef je aan in gram per volume ($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), massaprocent (%) of ppm
- **diffusie** een stof verplaatst zich van een plaats met een hoge concentratie naar een plaats met een lage concentratie van die stof (met het concentratieverval mee)
 - kan plaatsvinden in gasen en vloeistoffen door beweging van de moleculen
 - de diffusiesnelheid neemt toe bij hogere temperaturen
 - alle moleculen worden gelijkmatig over een ruimte of vloeistof verdeeld
- **osmose** diffusie van water door een selectief permeabel (semipermeabel) membraan van een plaats met een lagere concentratie opgeloste stof naar een plaats met een hogere concentratie opgeloste stof
 - **osmotische waarde** wordt bepaald door de concentratie opgeloste stof
 - **isotoon** de osmotische waarde van de omgeving is gelijk aan de osmotische waarde van het cytoplasma in de cel
 - **hypotoon** de osmotische waarde van de omgeving is lager dan de osmotische waarde van het cytoplasma in de cel
 - **hypertoon** de osmotische waarde van de omgeving is hoger dan de osmotische waarde van het cytoplasma in de cel
- Door het verschil in osmotische waarde van de oplossingen aan weerszijden van het selectief permeabele membraan gaan watermoleculen van de plaats met de hoogste concentratie watermoleculen naar de plaats met de laagste concentratie watermoleculen (ofwel: van de plaats met de laagste osmotische waarde naar de plaats met de hoogste osmotische waarde)
- **fysiologische zoutoplossing** 0,9% NaCl-oplossing (9 gram NaCl in 991 gram water) heeft een osmotische waarde gelijk aan die van bloedplasma en wordt daarom een fysiologische zoutoplossing genoemd

Osmose bij cellen

De osmotische waarde van de omgeving heeft invloed op het watertransport van en naar cellen.

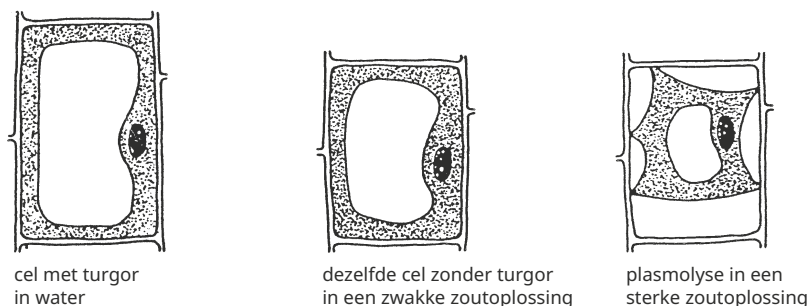
- bij dierlijke cellen (zie afb. 3):
 - hypotoon: watermoleculen gaan door osmose de cel in waardoor de cel opzwellt en uiteindelijk barst
 - isotoon: er gaan evenveel watermoleculen de cel in als de cel uit waardoor de cel zijn vorm behoudt
 - hypertoon: watermoleculen gaan door osmose de cel uit waardoor de cel krimpt

Afb. 3 Rode bloedcellen krimpen in een zoutoplossing van meer dan 0,9%.



- bij plantaardige cellen (zie afb. 4):
 - hypotoon: watermoleculen gaan door osmose de cel in waardoor de cel opzwellt maar door de stevige celwand niet barst en **turgor** heeft: door de druk van het cytoplasma op de celwand is de plantencel stevig
 - isotoon: er gaan evenveel watermoleculen de cel in als de cel uit waardoor de turgor afneemt en de cel minder stevig wordt
 - hypertoon: watermoleculen gaan door osmose de cel uit waardoor de cel krimpt en het celmembraan loslaat van de celwand (**plasmolyse**)

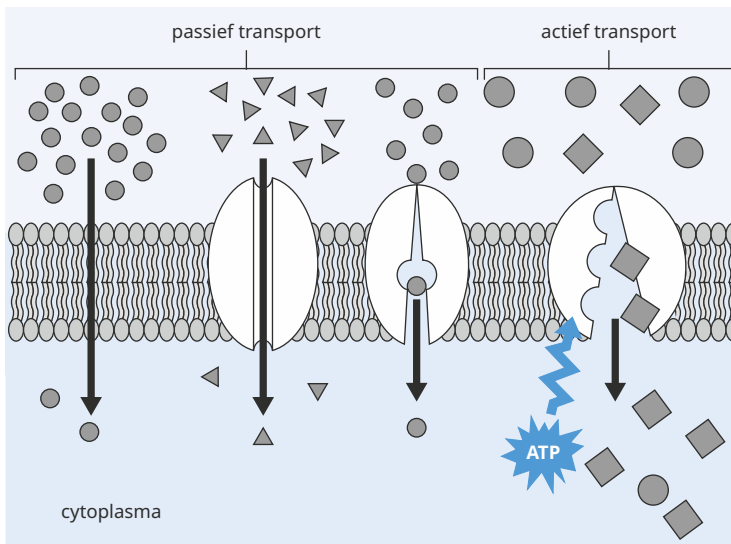
Afb. 4 Effecten van de osmotische waarde in de omgeving van een plantaardige cel



Passief en actief transport

Transport door de fosfolipidenlaag en transporteiwitten kan passief of actief plaatsvinden (zie afb. 5).

- **passief transport** er is geen energie voor nodig
 - verloopt met het concentratieverval mee: van een hoge concentratie naar een lage concentratie *bijv. diffusie en osmose*
- **actief transport** er is energie voor nodig
 - de energie wordt geleverd door ATP-moleculen
 - verloopt tegen het concentratieverval in: van een lage concentratie naar een hoge concentratie
 - vindt plaats door bepaalde transporteiwitten

Afb. 5 Transport door een membraan

Onderzoek doen

Behalve dat je de leerstof moet beheersen, moet je ook beschikken over onderzoeksvaardigheden om een biologisch vraagstuk op te lossen. Daarbij kun je gebruikmaken van vier typen **natuurwetenschappelijk onderzoek**.

- **literatuuronderzoek** zoeken naar geschikte (wetenschappelijke) informatie over een onderwerp
- **beschrijvend onderzoek** verzamelen van observaties of metingen (data) die tot een conclusie kunnen leiden
- **ontwerpend onderzoek** materialen, instrumenten, modellen of systemen ontwikkelen
- **hypothesetoetsend onderzoek** een methode (experiment) bedenken om een hypothese te toetsen

Hypothesetoetsend onderzoek

Een hypothesetoetsend onderzoek omvat verschillende fasen:

- **waarneming** het waarnemen van een bepaald (natuur)verschijnsel dat in aanmerking komt voor verder onderzoek
- **onderzoeksvraag** beschrijving van een natuurwetenschappelijk probleem waarop een antwoord wordt gezocht
- **hypothese** een mogelijke verklaring voor een waarneming van een verschijnsel of een mogelijk verband tussen verschijnselen
- **verwachting** geeft aan welke waarnemingen waarschijnlijk worden gedaan als de hypothese juist is

- **experiment** onderzoek dat toetst of de opgestelde hypothese juist is of onjuist
 - bij een experiment wordt vaak gewerkt met een experimenteergroep en een **controlegroep** (blanco proef)
 - er mag maar één factor tegelijk worden onderzocht, alle andere omstandigheden zijn gelijk
 - alle groepen bestaan uit grote aantallen om betrouwbare gegevens te krijgen
 - **steekproef** een representatief deel van een groep wordt onderzocht
- **resultaten** verzamelde observaties of (meet)gegevens die overzichtelijk worden weergegeven in tabellen, grafieken of diagrammen
- **conclusie** antwoord op de onderzoeksvraag
 - met behulp van de data en alle informatie die is opgezocht
- **discussie** verklaring voor de resultaten en de beperkingen van het onderzoek

Betrouwbaarheid en validiteit

Een natuurwetenschappelijk onderzoek moet betrouwbaar en valide zijn.

- **betrouwbaarheid** het meetinstrument of de methode van onderzoek moet betrouwbare resultaten opleveren
 - bij herhaling van het onderzoek moeten de resultaten hetzelfde zijn
- **validiteit** de mate waarin de resultaten van een onderzoek geldig zijn en overeenkomen met de werkelijkheid
 - de resultaten die tijdens een onderzoek worden verkregen moeten antwoord geven op de onderzoeksvraag

Biologische en ethische argumenten

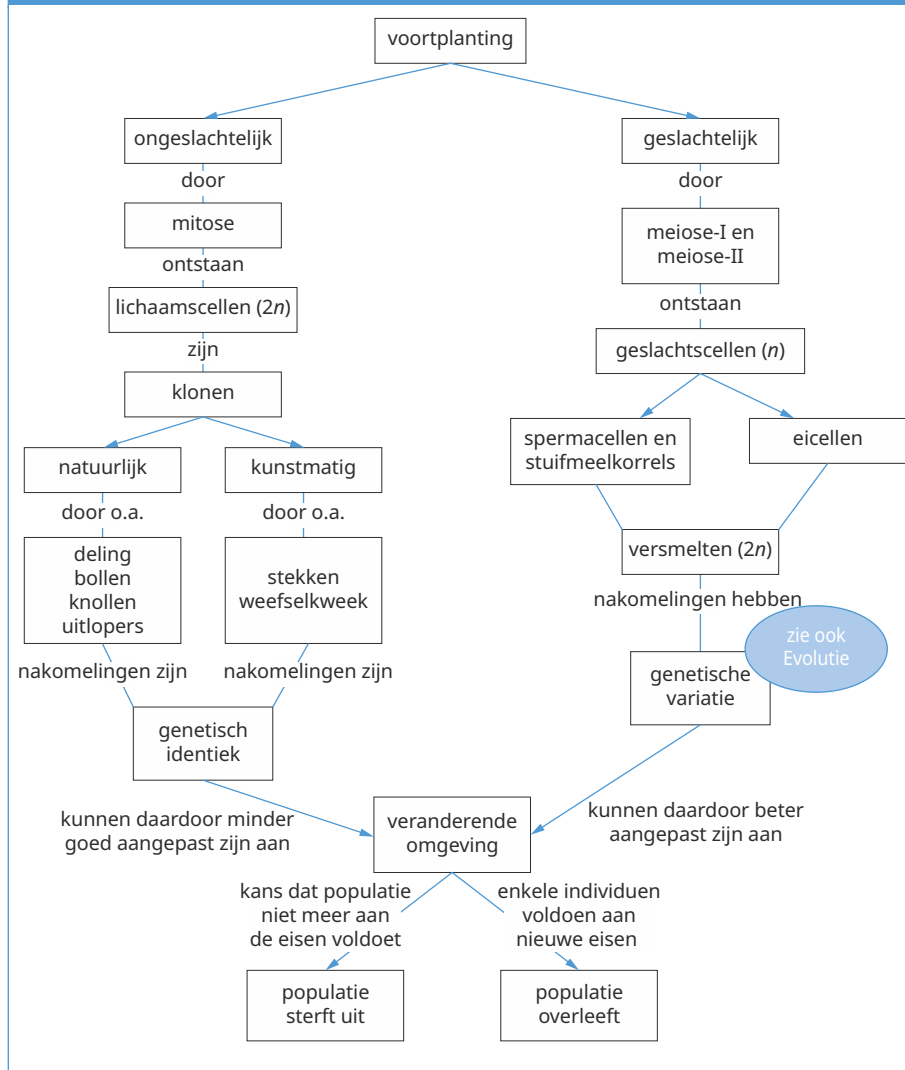
Argumenten gebruik je om je mening over een bepaald onderwerp te onderbouwen.

- **biologische argumenten** hebben te maken met levende organismen
bijv. organismen zijn door evolutie goed aangepast aan hun omgeving en mensen kunnen daar niets aan verbeteren
- **ethische argumenten** hebben te maken met normen over wat goed of slecht is
bijv. menselijke organen mogen niet worden gekweekt in dieren omdat dat onnatuurlijk is

2 Voortplanting

Door **voortplanting** (reproductie) krijgen organismen nakomelingen en blijft een soort voortbestaan. Een soort die niet meer kan voortplanten sterft uit. Organismen kunnen zich ongeslachtelijk en/of geslachtelijk voortplanten (zie overzicht 1).

Overzicht 1 Ongeslachtelijke en geslachtelijke voortplanting



Ongeslachtelijke voortplanting

Bij **ongeslachtelijke voortplanting** ontstaan de nakomelingen uit een of meer cellen van één ouder. De nakomelingen zijn klonen.

- **klonen** zijn genetisch identiek aan de ouder

Ongeslachtelijke voortplanting op een natuurlijke manier kan o.a. door:

- **celdeling** uit een moedercel ontstaan twee dochtercellen *bijv. bij eencelligen*
- **bollen** jonge bollen die uit knoppen groeien kunnen van oude bollen worden gehaald en uitgroeien tot nieuwe planten *bijv. tulpen en uien*
- **uitlopers** lange stengels waaraan nieuwe planten ontstaan *bijv. bij aardbeiplanten*
- **knollen**: verdikte stengel die uitlopers krijgt waaraan een nieuwe plant kan ontstaan *bijv. bij aardappels*

Ongeslachtelijke voortplanting kan ook kunstmatig plaatsvinden.

Bij planten onder andere door:

- **stekken** een afgesneden deel groeit uit tot een nieuw individu
- **weefselkweek** stukjes weefsel groeien uit tot een nieuw individu

Bij dieren onder andere door:

- **embryosplitsing**: een embryo wordt in een vroeg ontwikkelingsstadium in twee of meer groepjes cellen gesplitst
- **kerntransplantatie**: de kern uit een cel van de ouder wordt overgebracht naar een eicel waar de kern uit is gehaald
 - wanneer de eicel zich heeft ontwikkeld tot een klompje cellen wordt dit ingebracht in de baarmoeder van een draagmoeder

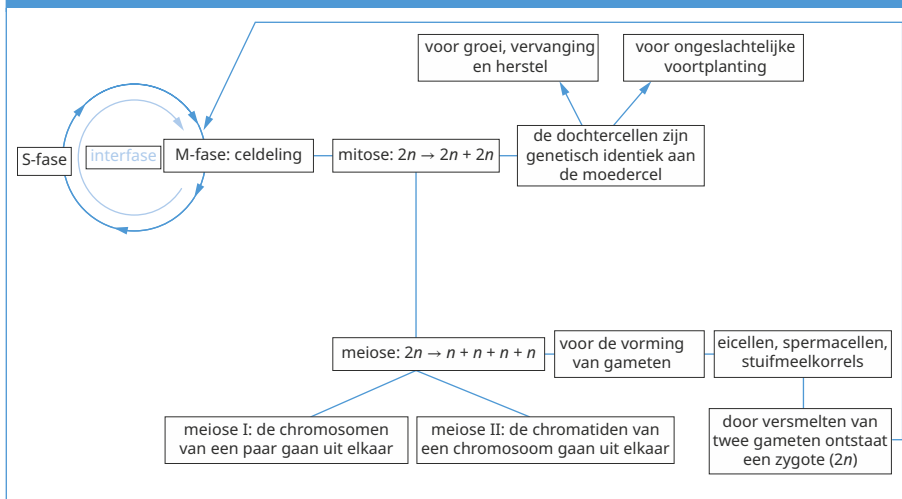
Celcyclus

Celdeling vindt bij **meercellige** organismen plaats voor groei, vervanging van afgestorven cellen en herstel van beschadigd weefsel. De **levenscyclus (celcyclus)** van een cel is de periode van celdeling en groei tot de volgende celdeling.

De celcyclus bestaat uit verschillende fasen:

- **interfase** deze periode tussen twee delingen bestaat uit:
 - eerst toename van cytoplasma, daarna toename van eiwitten die nodig zijn voor de volgende celdeling
 - **S-fase** de chromosomen worden gekopieerd (**DNA-replicatie**) en bestaan daarna uit twee **chromatiden** die nog zijn verbonden
 - aanmaak van eiwitten die nodig zijn voor de celdeling, kopiëren van organellen en aanmaak celmembraan

Overzicht 2 De celyclus, mitose en meiose



- **M-fase** ofwel **mitose** kerndeling en celdeling, vindt plaats in fasen:
 - de chromosomen spiraliseren en worden daardoor zichtbaar, het kernmembraan verdwijnt, vanuit twee kanten van de cel ontstaan trekdraden
 - spiraliseren: de chromatiden rollen op en worden daardoor dikker en korter
 - de chromosomen liggen in het midden van de cel en de trekdraden groeien vast aan chromatiden
 - de chromatiden worden uit elkaar getrokken door de trekdraden en heten dan weer chromosomen
 - er worden nieuwe kernmembranen gevormd, de trekdraden verdwijnen en de chromosomen ontrollen waardoor ze niet meer zichtbaar zijn
 - voor celdeling snoert bij dierlijke en plantaardige cellen het celmembraan in en wordt het cytoplasma verdeeld
 - bij plantaardige cellen wordt daarna nog een celwand met cellulose gevormd
 - na de M-fase gaat een cel in de interfase

Binas: 76B1
SD: 14.10

Haploïd en diploïd

Het aantal chromosomen in de celkern van lichaamscellen is voor alle individuen van een soort gelijk. Bij mensen: 46.

- **diploïd ($2n$)** in de celkern is elk type chromosoom twee keer aanwezig *bijv. bij mensen: 23 paren*
 - **lichaamscellen** zijn diploïd
 - uit een diploïde lichaamscel ontstaan door mitose twee identieke diploïde lichaamscellen: $2n \rightarrow 2n + 2n$
- **haploïd (n)** in de celkern is elk type chromosoom één keer aanwezig *bijv. bij mensen: 23 chromosomen*
 - **geslachtscellen (gameten)** zijn haploïd
 - **eicellen** zijn vrouwelijke geslachtscellen
 - **zaadcellen** zijn mannelijke geslachtscellen
 - **spermacellen** bij dieren
 - **stuifmeelkorrels** bij planten
 - bij planten ontstaan geslachtscellen in bloemen
 - eicellen in het vruchtbeginsel van de **stamper**
 - stuifmeelkorrels in de helmknop van een **meeldraad**

Geslachtelijke voortplanting

Bij **geslachtelijke voortplanting** versmelten een vrouwelijke en een mannelijke geslachtscel met elkaar tot een diploïde cel: $n + n \rightarrow 2n$. Hieruit groeit een nieuw individu.

- **bevruchting** een vrouwelijke en een mannelijke geslachtscel versmelten tot een zygote
 - **zygote** bevruchte eicel
- **genetische variatie** ontstaat door geslachtelijke voortplanting
 - de nakomeling krijgt de helft van zijn erfelijke eigenschappen van de ene ouder en de helft van de andere ouder
 - het nieuwe individu heeft hierdoor een nieuwe combinatie van erfelijke eigenschappen

Vorming van geslachtscellen

Geslachtscellen ontstaan in de **voortplantingsorganen van de mens** door meiose uit diploïde moedercellen.

- **meiose** bestaat uit twee opeenvolgende delingen: meiose I en meiose II
 - **meiose I** (reductiedeling) $2n \rightarrow n + n$
 - de chromosomen zijn in de interfase gekopieerd en bestaan uit twee chromatiden die aan elkaar vastzitten
 - de chromosomen gaan in paren in het midden van de cel liggen en worden door trekdraden uit elkaar getrokken
 - in de haploïde cellen komt elk type chromosoom één keer voor en bestaat elk chromosoom uit twee chromatiden
 - **meiose II** $n + n \rightarrow n + n + n + n$
 - de chromatiden van elk chromosoom worden door de trekdraden uit elkaar getrokken
 - er ontstaan vier haploïde cellen

Binas: 67B2
SD: 14.11

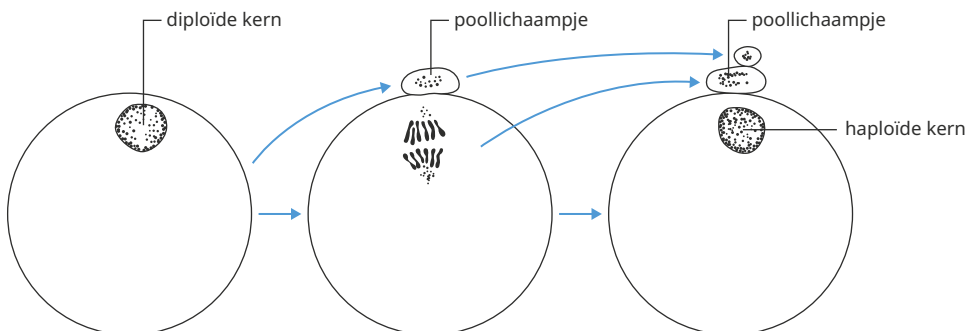
Binas: 76B3
SD: 14.11

Bij vrouwen ontwikkelen eicellen zich uit voorlopers van eicellen in de eierstokken.

- een voorloper van een eikel in een follikel die meiose I ondergaat, deelt ongelijk (zie afb. 1) in:
 - een cel met veel cytoplasma
 - een veel kleiner poollichaampje
- na de bevruchting deelt de grote cel zich door meiose II opnieuw ongelijk in:
 - een eikel met bijna al het cytoplasma
 - een poollichaampje
- het eerste poollichaampje ondergaat soms ook meiose II

Binas: 86D
SD: 15.3

Afb. 1 Door meiose ontstaat een eikel met poollichaampjes.



Bij mannen ontwikkelen spermacellen zich in de zaadbuisjes in de teelballen.

- uit een spermacel-moedercel ontstaan door meiose vier spermacellen

Binas 86D
SD: 15.3

Geslachtskenmerken

Geslachtskenmerken onderscheiden **geslachten** (man-vrouw) van elkaar.

- **primaire geslachtskenmerken** zijn vanaf de geboorte aanwezig
- **secundaire geslachtskenmerken** ontstaan in de puberteit
 - de puberteit is een **levensfase** die gemiddeld duurt van 10 tot 17 jaar
 - **adolescentie** is de levensfase van 17 tot 20-25 jaar waarin een mens geestelijk volwassen wordt
- een intersekse persoon is geboren met zowel mannelijke als vrouwelijke geslachtskenmerken

Geslachtskenmerken bij een vrouw

Primaire geslachtskenmerken:

- uitwendig zichtbaar
 - **vulva** die bestaat uit:
 - de opening van de **vagina**
 - de binnenste en buitenste schaamlippen
 - een deel van de clitoris
- inwendig
 - **clitoris** deel dat gevoelig is voor seksuele prikkels
 - door stimulatie kan een vrouw een **orgasme** krijgen
 - bestaat uit clitoriseikel, clitorishoed en zwellichamen
 - **eierstokken**
 - produceren eicellen
 - produceren hormonen
 - **eileiders**
 - hebben een trechtervormig uiteinde om de eicellen uit de eierstok op te vangen
 - monden uit in de baarmoeder
 - trilharen vervoeren de eicel of de zygote richting de baarmoeder
 - **baarmoeder** plaats waar het embryo zich innestelt en uitgroeit
 - heeft een dikke gespierde wand die bekleed is met slijmvlies

Secundaire geslachtskenmerken:

- borsten
- schaamhaar
- bredere heupen
- toename onderhuids vetweefsel

Geslachtskenmerken bij een man

Primaire geslachtskenmerken:

Binas: 86A
SD: 15.1

- uitwendig zichtbaar
 - **balzak** huidplooï waarin de teelballen en bijballen liggen
 - door de lagere temperatuur kunnen spermacellen zich daar goed ontwikkelen
 - **penis**
 - de eikel wordt bedekt door de voorhuid (niet na besnijding) en is gevoelig voor seksuele prikkels
 - via de urinebuis kunnen urine en sperma worden afgevoerd
 - zwellichamen kunnen zich snel vullen met bloed waardoor een erectie ontstaat (de penis wordt stijf) die het mogelijk maakt de penis in de vagina in te brengen
 - door stimulatie van de eikel kan een man een **orgasme** krijgen waarbij een zaadlozing optreedt
- inwendig
 - **teelballen**
 - produceren spermacellen
 - produceren hormonen
 - **bijballen**
 - slaan spermacellen op
 - **zaadleiders**
 - vervoeren spermacellen vanuit de bijballen naar de urinebuis
 - **zaadblaasjes**
 - voegen vocht toe aan de spermacellen
 - **prostaat**
 - voegt vocht toe aan de spermacellen
 - sperma bestaat uit spermacellen en vocht uit de zaadblaasjes en prostaat

Secundaire geslachtskenmerken:

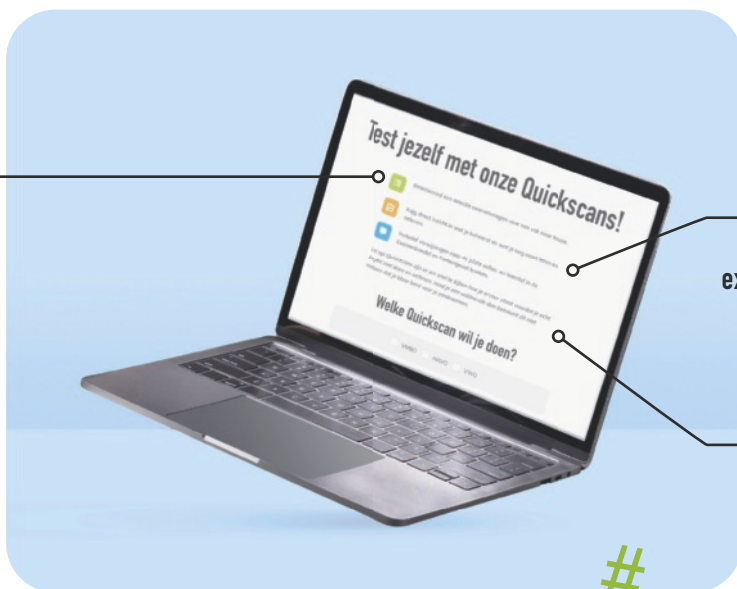
- baardgroei
- schaamhaar
- gespierdere bouw
- zwaardere stem
- grotere penis en teelballen

samen gevat }

Slim leren, zeker slagen



15 tot 25
testvragen



Score per
examenonderwerp



Gericht
verder leren
en oefenen

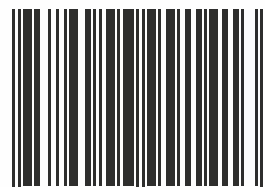
Gratis quickscan Test snel je kennis

Wil je snel inzicht in wat je al beheerst van de examenstof en waar je nog aan moet werken? Maak per vak de gratis quickscan op examenbundel.nl/quickscan en check hoe je ervoor staat. Met handige verwijzingen naar de leerstof in je Samengevat!

#ikgazekerslagen

Ontdek Mijn Examenbundel

Ga nu naar mijnexamenbundel.nl en maak je account aan. Je krijgt dan gratis toegang tot jouw persoonlijke dashboard met je examenrooster, oefenexamens, uitlegvideo's, studietips en meer.



9 789006 991413