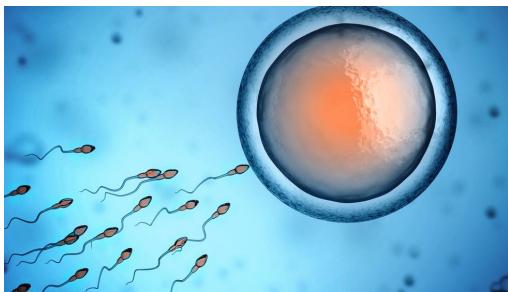


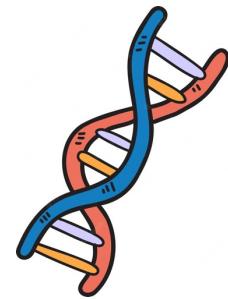
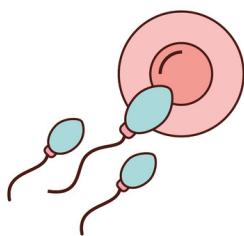
Minicursus
De reis van de genen:
van eicel tot nageslacht



Deel 1

Deel 1: Erfelijkheid, DNA en genen

Deel 2: Voortplanting bij planten en dieren



Dit is het eerste deel van de minicursus over de reis van de genen. In dit deel wordt de basis van erfelijkheid uitgelegd. In het tweede deel zal vervolgens de voortplanting bij planten en dieren aan de orde komen.

Alles wat leeft heeft twee belangrijke doelen:

- Overleven
- Voortplanten



Het leven op aarde heeft kort gezegd twee doelen: in leven blijven, oftewel overleven (zoals voedsel zoeken en jezelf verdedigen), en proberen je voort te planten. Op die manier blijft jouw eigen soort in stand en sterft die niet uit.

Wat is voortplanting?

Voortplanting (of reproductie) is het proces waarbij organismen zorgen voor nageslacht, met als gevolg het voortbestaan van de soort



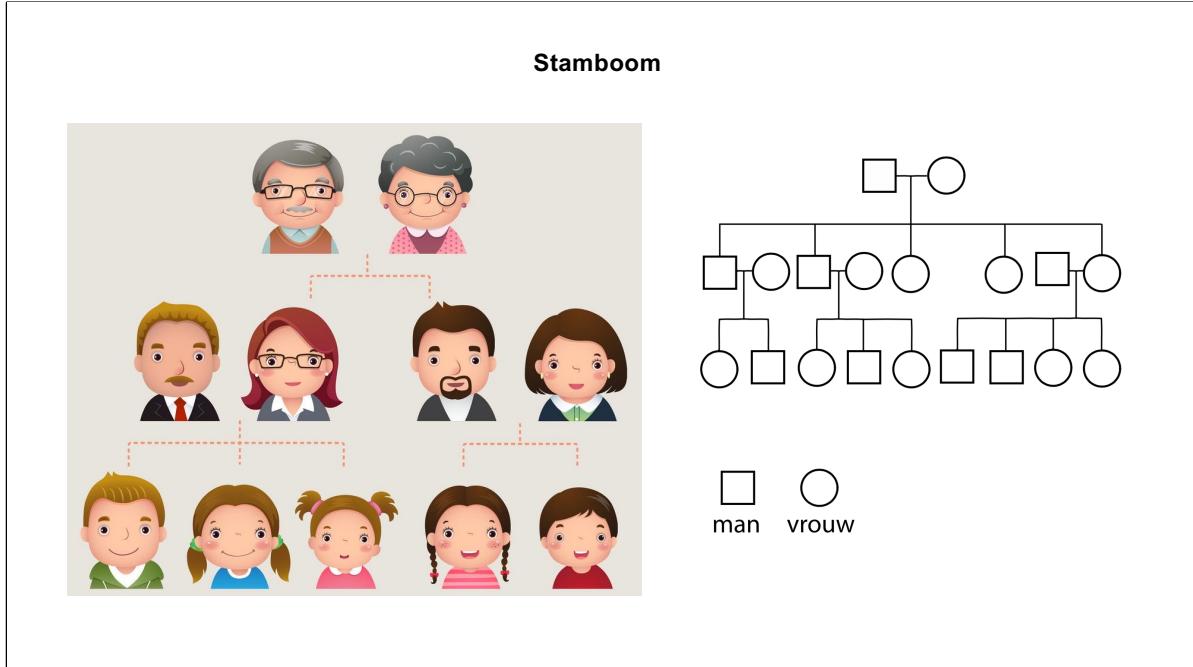
Organismen (levende wezens) willen zich dus voortplanten om nageslacht te krijgen, zodat er na hun dood voldoende anderen zijn om de soort te laten voortbestaan.

Wat is voortplanting?

Door je voort te planten geef je je **erfelijke eigenschappen** door aan je nageslacht



Je ziet hier 3 generaties van moeders en hun (klein)dochters, die duidelijk op elkaar lijken. Dat komt doordat ze hun erfelijke eigenschappen voor een deel doorgeven aan hun kinderen.



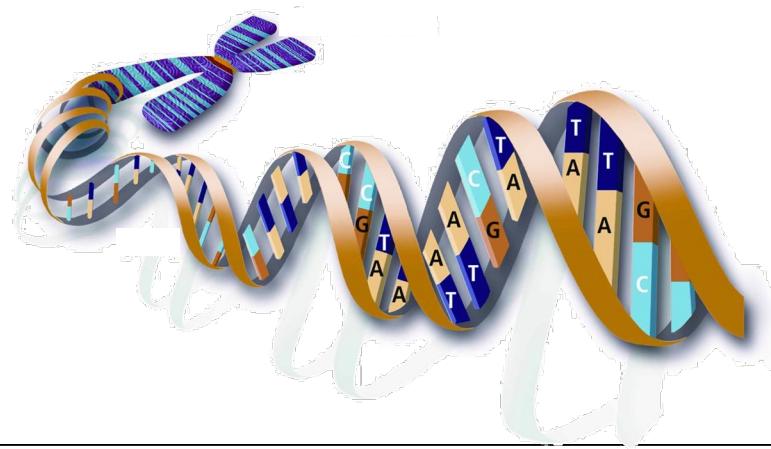
Door een zogeheten stamboom te maken van een familie, kan je makkelijker zien wie op welke manier verwant zijn aan elkaar. Bovenaan staan bijvoorbeeld de grootouders, daaronder hun kinderen, en daar weer onder de kinderen van hun kinderen (oftewel de kleinkinderen). De wetenschappelijke manier om een stamboom te tekenen is door gebruik te maken van rondjes en vierkantjes, waarbij een rondje een vrouw betekent en een vierkant een man.

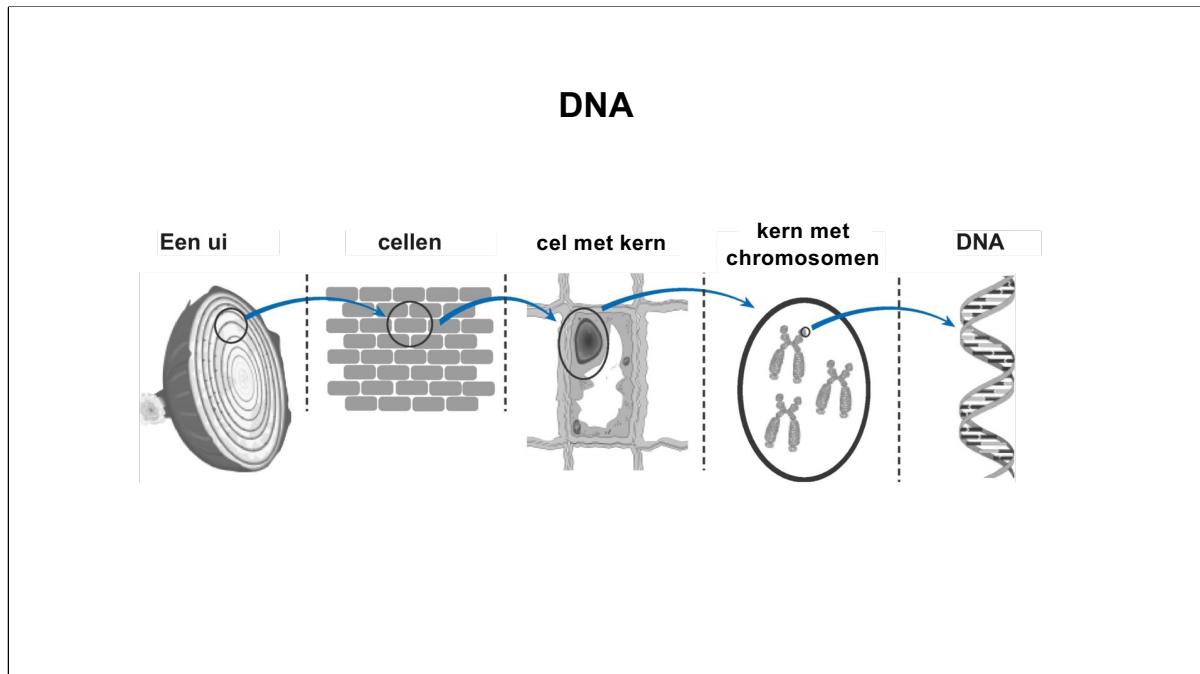


Vaak hebben (ras)honden (en katten) ook een stamboom. Maar als je verschillende rassen met elkaar kruist, dan krijg je een heel ander ras dat eigenschappen heeft van zowel het ene als het andere ras. Zo'n hond wordt een bastaard genoemd (of 'vuilnisbakkenras'). Hier zie je zo'n kruising waarbij de uiterlijke kenmerken van beide ouders duidelijk samenkommen in hun nageslacht.

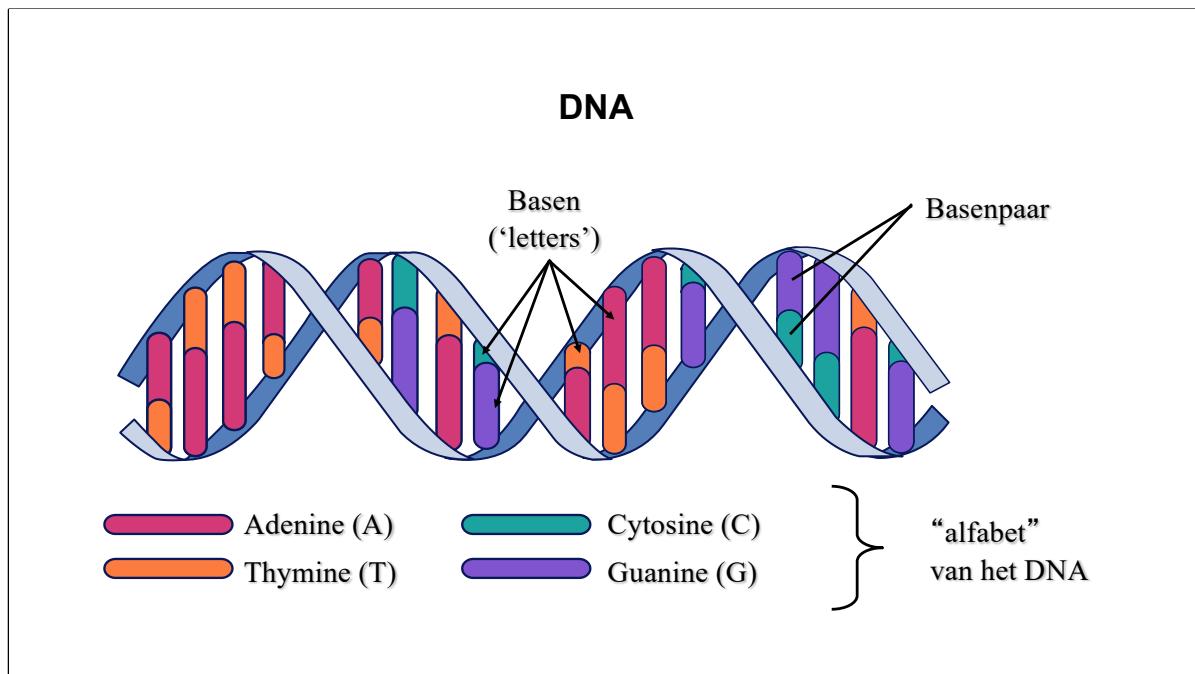
Erfelijkheid

Je erfelijke eigenschappen liggen opgeslagen in je **DNA**





Alles wat leeft bestaat uit cellen, die samen een organisme vormen (bijvoorbeeld een ui of een mens). Niet alle cellen van een organisme zijn hetzelfde, maar ze bevatten wel bijna allemaal hetzelfde DNA dat opgeslagen ligt in de chromosomen in de celkern.



DNA is een heel lang molecuul (dat is een chemische stof, net zoals bijvoorbeeld water of suiker) dat bestaat uit een soort ketting van letters, die basen worden genoemd. Er zijn 4 verschillende basen: A(denine), T(hymine), C(ytosine) en G(uanine), die samen het ‘alfabet’ van het DNA vormen. Door deze 4 letters achter elkaar te plaatsen in een bepaalde volgorde, kan je als het ware een code maken. Tegenover elke base zit een andere base, waardoor ze samen een basenpaar vormen. Hierdoor krijgt het molecuul min of meer de vorm van een wenteltrap.

DNA

DNA is dus een heel lang molecuul dat een genetische (erfelijke) code bevat:

.....AATGCATGGCGCATTGACATCCGTAAGATCCGCTAGTCCATAATGGCTACA
CTTGACTGAGATGCATGATCAATGCATGGCGCATTGACATCCGTAAGATCCGCTAGT
CCATAATGGCTACACTTGACTGAGATGCATGATCAATGCATGGCGCATTGACATCCG
AAGATCCGCTAGTCCATAATGGCTACACTTGACTGAGATGCATGATCAATGCATGGCG
CATTGACATCCGTAAGATCCGCTAGTCCATAATGGCTACACTTGACTGAGATGCATGA
TC.....

DNA bevat dus een erfelijke code, die voor iedereen verschillend is. Deze verschillen zijn het kleinst tussen mensen onderling, en groter tussen mensen en andere dieren of planten. Hier zie je een willekeurig stukje DNA-code.

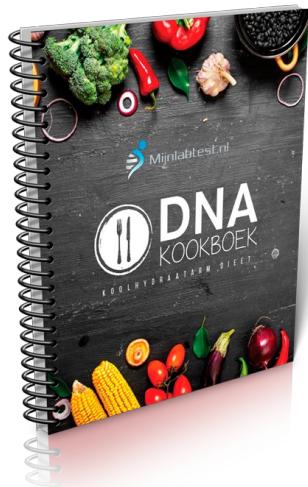
Genen

Genen zijn stukjes DNA die een bepaalde eigenschap bepalen

.....AATGCATGGCGCATTGACATCCGTAAGATCCGCTAGTCCATAATGGCTACA
CTTGACTGAGATGCATGATCAATGCATGGCGCATTGACATCCGTAAGATCCGCTAGT
CCATAATGGCTACACTTGACTGAGATGCATGATCAATGCATGGCGCATTGACATCCG
AAGATCCGCTAGTCCATAATGGCTACACTTGACTGAGATGCATGATCAATGCATGGCG
CATTGACATCCGTAAGATCCGCTAGTCCATAATGGCTACACTTGACTGAGATGCATGA
TC.....

In die lange DNA-code zitten hier en daar korte of wat langere stukken die een bepaalde eigenschap bepalen. Zo'n stuk DNA dat de code bevat voor een eigenschap wordt een gen genoemd. Een mens heeft bijvoorbeeld zo'n 20.000 genen in totaal. Het rood gekleurde deel stelt een van die genen voor.

DNA ('kookboek')



Genen ('recepten')

The image shows a stylized recepten card for 'koekjes bakken' (baking cookies). At the top, there's a title 'koekjes bakken'. Below it, a section 'Dit gebruik je:' lists ingredients: 200 gram roomboter, 200 gram bruine basterdsuiker, 300 gram zelfrijzend bakmeel, mespunt zout, and 1 eierdoosje (het wit bewaren). To the right of the list are three small illustrations of cookies. Below that, a section 'Zo maak je het:' contains a list of steps: Haal de boter op tijd uit de koelkast, Verwarm de oven voor op 175 graden, Mix en kneed alles door elkaar, Maak er twee rollen van, Snijd plakjes van 1 tot 1.5 cm, Leg de plakjes op de bakplaat, Smeer ze in met het eiwit, and Doe de koekjes 20 minuten in de oven. At the bottom right is a cartoon illustration of a chef wearing a toque blanche, standing next to a mixer. The website 'www.kidswayoffinda.nl' is printed at the very bottom.

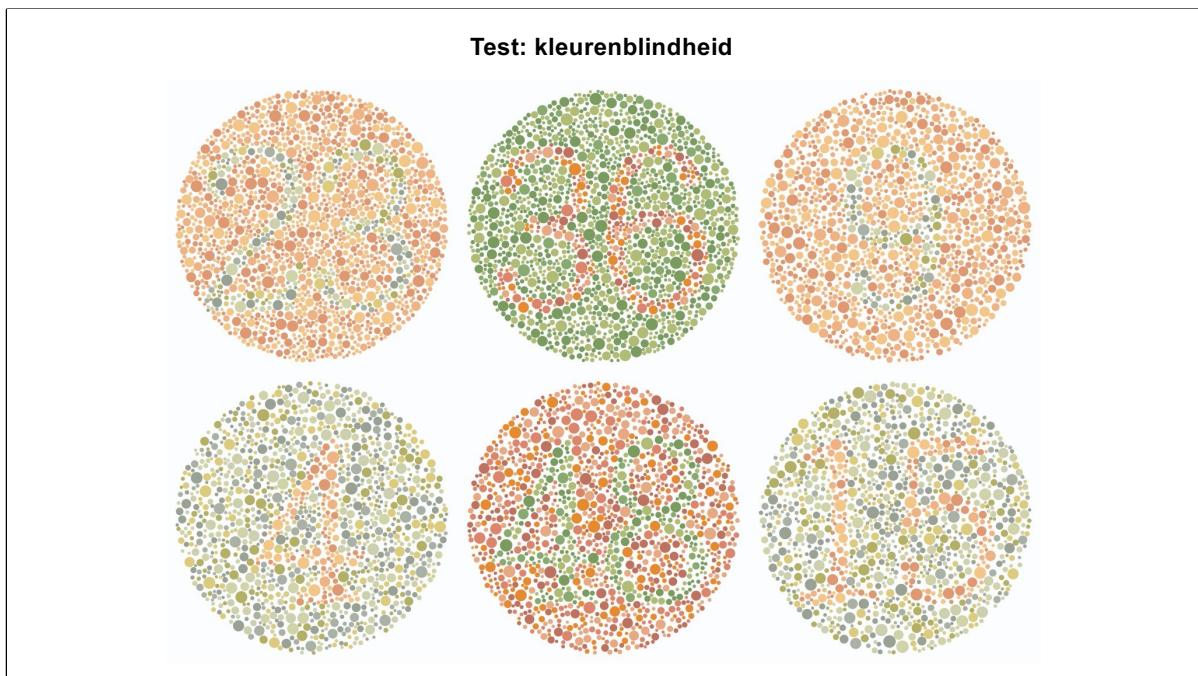
Je zou al het DNA in een cel kunnen zien als een kookboek: het bevat een heleboel tekst (letters). Maar in dat kookboek staan verschillende recepten: de genen. Die vertellen de cel hoe je een bepaalde eigenschap moet 'maken'.

Erfelijke eigenschappen

- Uiterlijke kenmerken: grotendeels genetisch bepaald
- Innerlijke kenmerken (persoonlijkheid/karakter): ongeveer 50% genetisch
- Bepaalde aandoeningen (b.v. ziektes) zijn deels of helemaal genetisch bepaald



Onze uiterlijke kenmerken zijn grotendeels genetisch bepaald en dus erfelijk: bijvoorbeeld je oogkleur, haarkleur, vorm van je neus en zelfs of je lang of kort bent wordt voor het grootste deel of zelfs helemaal bepaald door je DNA. Je innerlijke kenmerken, zoals je persoonlijkheid of karakter, zijn voor ongeveer de helft genetisch bepaald. De andere helft wordt vooral gevormd door de omgeving waarin je opgroeit en je opvoeding. Bij sommige aandoeningen of ziektes spelen je genen ook een grote rol. Iemand kan bijvoorbeeld aanleg hebben voor kanker of ADHD of een erfelijke ziekte hebben zoals diabetes (suikerziekte). Ook albinisme is erfelijk: je lichaam maakt dan geen pigment (kleurstof) meer aan waardoor je een witte huid en witte haren hebt (ook als je ouders een donkere huid hebben).



Misschien heb je wel eens gehoord van kleurenblindheid. Er bestaan verschillende varianten van deze aandoening, maar ondanks de naam kun je meestal nog wel kleuren zien. Je ziet alleen bepaalde kleuren niet of minder goed, waardoor je de verschillen tussen sommige kleuren niet of nauwelijks kunt waarnemen. Hier zie je een test om te kunnen bepalen of je een vorm van kleurenblindheid hebt. Kan jij alle getallen in de cirkels opnoemen? Zo ja, dan is er niets aan de hand, zo niet, dan is de kans groot dat je kleurenblind bent.

Jongens zijn overigens vaker kleurenblind dan meisjes.

(Antwoorden: 23, 36, 9, 4, 48, 15)

Test: PTC proeven



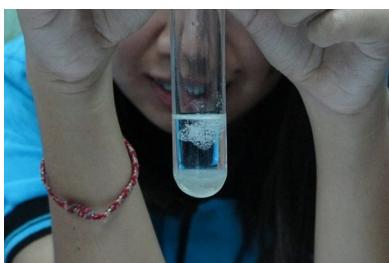
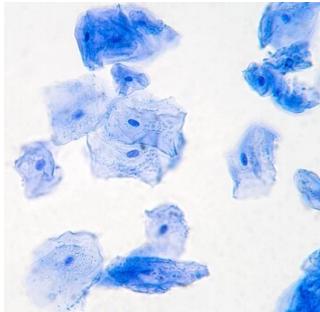
Een andere eigenschap die ook voor het grootste deel genetisch bepaald is, is of je een speciaal stofje kunt proeven: PTC genaamd. Ongeveer driekwart van de mensen kan deze bittere stof in meer of mindere mate proeven, terwijl zo'n kwart helemaal niets proeft.

Deze smaaktest kan gedaan worden met speciale papierstrookjes waarop een klein beetje PTC is aangebracht.



Niet **alle** eigenschappen worden bepaald door je DNA

Dat niet al je eigenschappen bepaald worden door je DNA blijkt uit onderzoek aan eeneiige tweelingen. Zulke tweelingen hebben (vrijwel) hetzelfde DNA en lijken daarom in hun uiterlijk zeer sterk op elkaar. Toch zie je vaak wel kleine verschillen waardoor je ze, als je goed kijkt, uit elkaar kunt houden. Maar de verschillen tussen zulke tweelingen zijn het grootst in hun innerlijke eigenschappen. Ze kunnen bijvoorbeeld verschillende karakters hebben en van verschillende dingen houden. Ook hun vingerafdrukken zijn niet hetzelfde.

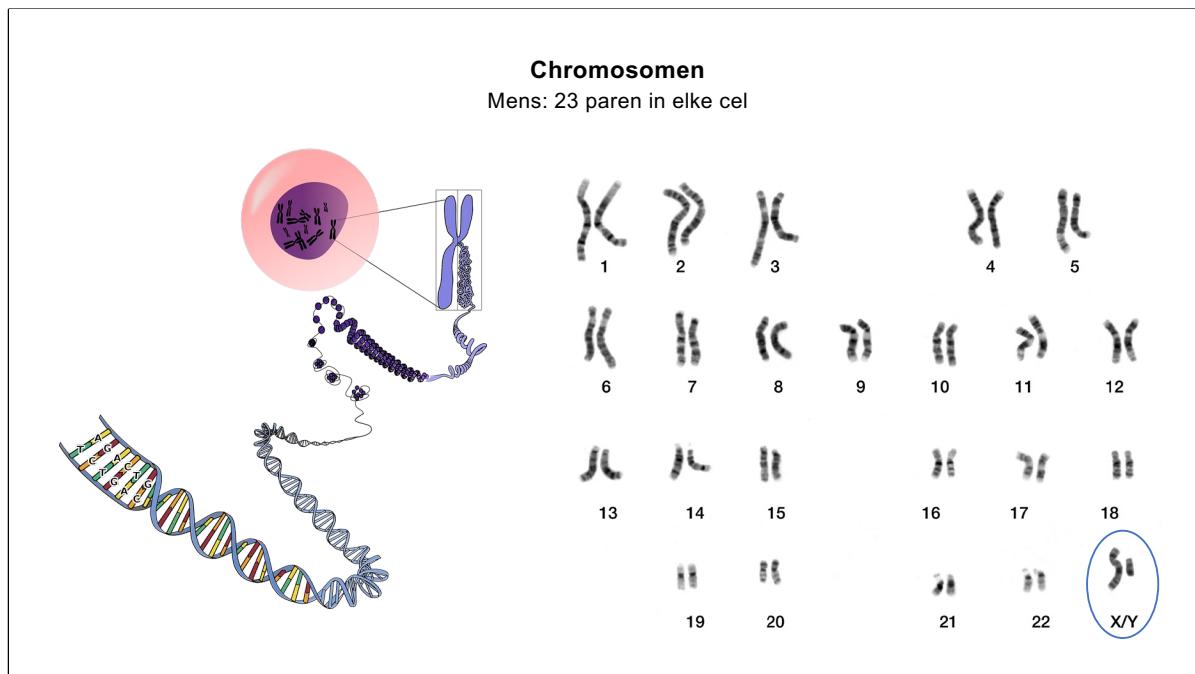


Experiment: DNA-extractie uit wangslijmcellen



- Verzamel wat speeksel uit je mond in een beker
- Voeg een klein beetje water toe om te verdunnen
- Voeg een scheut zout en afwasmiddel toe. Rustig roeren om te mengen. Hiermee maak je de cellen uit het speeksel kapot en komt het DNA erauit.
- Giet het mengsel over in een reageerbuis
- Voeg voorzichtig wat alcohol toe. Hierdoor wordt het DNA onoplosbaar.
- Wacht tot het DNA zichtbaar wordt als witte slierten of klonten. Zuig het daarna voorzichtig op met een pipet en breng het over in een klein buisje.

Met dit experiment kan je je eigen DNA zichtbaar maken! Natuurlijk kan je één DNA-molecuul niet zien, maar doordat je in dit geval heel veel DNA-moleculen bij elkaar hebt, vormen ze samen een soort klonten die groot genoeg zijn om te kunnen zien.

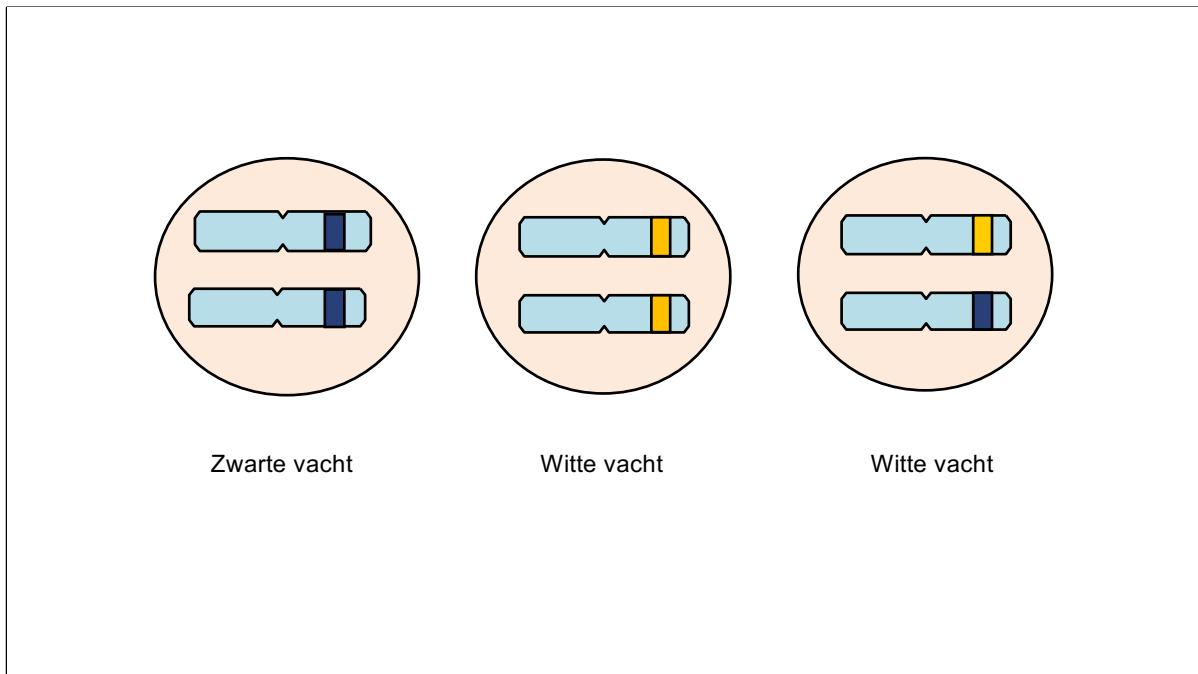


DNA is een erg lang molecuul. Het moet daarom worden opgerold om in de cel te passen. Dit oprollen gebeurt op een speciale manier, waardoor er een soort pakketje ontstaat: een chromosoom. Ook is het DNA verdeeld over verschillende chromosomen. En om het nog ingewikkelder te maken bevat een cel (bij de meeste dieren en planten) van elk chromosoom twee exemplaren: eentje van de moeder en eentje van de vader. Zo heeft een mens in totaal (per cel) 23 paar chromosomen. Een bijzonder paar vormen het X- en het Y-chromosoom: heb je twee X-chromosomen dan ben je (lichamelijk) een meisje, en heb je een X- en een Y-chromosoom dan ben je (lichamelijk) een jongen.

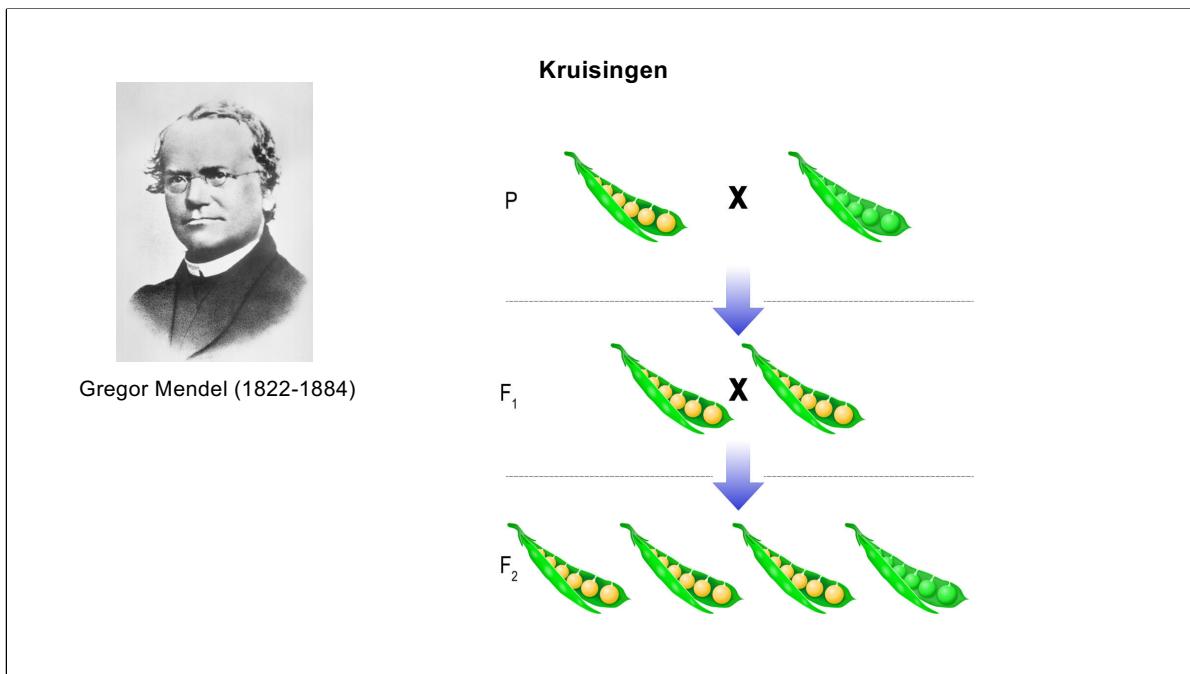
Sommige genen zijn **dominant** ('sterker')



Waarom is dat een schaap zwart terwijl zijn broertjes en zusjes een witte vacht hebben? Dat komt omdat sommige genen als het ware 'sterker' zijn dan andere genen. Zo'n sterk gen wordt een dominant gen genoemd.



Het eerste rondje stelt een cel voor van een schaap met een zwarte vacht, de andere rondjes zijn cellen van witte schapen. Elke cel bevat meerdere chromosomen, die in paren voorkomen: één van de moeder en één van de vader. Hier zie je alleen de chromosomen afgebeeld waarop de genen voor vachtkleur liggen. Als op beide chromosomen een gen ligt voor een zwarte vacht, dan krijgt het schaap een zwarte vacht. Als op beide chromosomen een gen ligt voor een witte vacht, dan krijgt het schaap een witte vacht. Maar óók als slechts op één van beide chromosomen een gen ligt voor een witte vacht dan krijgt het schaap toch een witte vacht, omdat dit ‘witte gen’ sterker is dan het ‘zwarte gen’ en dus dominant is. Daarom zijn er meer witte dan zwarte schapen.



Gregor Mendel was een Oostenrijkse monnik die in de 19^e eeuw onderzoek deed naar erfelijkheid. Hij wist nog niets van DNA en genen (dat werd pas veel later ontdekt), maar in de resultaten van zijn experimenten met erwtenplanten zag hij wel iets opvallends: als hij planten met gele erwten en planten met groene erwten met elkaar kruiste, bleken hun nakomelingen allemaal gele erwten te hebben. Wanneer hij deze nakomelingen vervolgens weer met elkaar kruiste, bleken drie op de vier planten gele erwten te hebben en één op de vier groene. Daaruit concludeerde hij dat ook planten met gele erwten soms de eigenschappen voor een groene kleur bij zich droegen zonder dat dit zichtbaar was. Tegenwoordig weten we dat dit komt doordat het gen voor een gele kleur dominant is. Maar Mendel was de eerste die op basis van kruisingsexperimenten een bepaalde wetmatigheid (voorspelbaarheid) ontdekte in de erfelijkheid van eigenschappen. Hij wordt daarom ook wel de ‘vader van de genetica’ (erfelijkheidsleer) genoemd.

Aantal rood = ? Aantal wit = ?

Opdracht: fruitvliegjes



- Je krijgt een aantal fruitvliegjes met witte en rode ogen. Deze zijn het resultaat van een eerder uitgevoerde kruising.
- Sorteer de vliegjes op oogkleur
- Tel hoeveel vliegjes rode ogen hebben en hoeveel vliegjes witte ogen
- Bepaal welk oogkleur-gen dominant is




Fruitvliegjes worden veel gebruikt voor genetisch onderzoek, omdat ze goedkoop in grote hoeveelheden te kweken zijn en snel nakomelingen krijgen. Bovendien lijken ze genetisch gezien best veel op mensen, al zou je dat op het eerste gezicht niet zeggen. In deze opdracht onderzoek je welk gen van de fruitvlieg dominant is: het gen voor rode oogkleur of voor witte oogkleur. De vliegjes zijn van tevoren al met elkaar gekruist.

In dit filmpje wordt uitgelegd hoe in het UMCG in Groningen onderzoek wordt gedaan aan ziekten bij de mens met behulp van fruitvliegjes:

<https://www.youtube.com/watch?v=ntz4wRR2pR8>