

BIJLAGEN

LES 1: HOEVEEL LIJKEN WE ECHT OP ELKAAR?

Bijlage 1: schema (A3) en kaartjes (hoekenwerk 1, hoek 2)

Bijlage 2: karyogram (A3) en chromosomen (hoekenwerk 1, hoek 2)

Bijlage 3: cellen celdeling en schema (A3) (hoekenwerk 2, hoek 1)

Bijlage 4: practicumbundel (hoekenwerk 2, hoek 2)

Bijlage 5: practicumhandleiding (hoekenwerk 2, hoek 2)

Bijlage 6: practicum rubric (hoekenwerk 2, hoek 2)

LES 2: HOE BEPALEN GENEN DE ERFELIJKE SPELREGELS?

Bijlage 7: tabellen combinatieschema

LES 3: NA HOEVEEL JAAR STERVEN DE ANTILOPEN UIT DOOR DE ROOFDIEREN?

Bijlage 8: hulpkaart

LES 4: HOE KAN INFORMATICA DE ANALYSE VAN DNA VERSNELLEN?

Bijlage 9: Oplossingen programmeren

LES 5: WIE HEEFT CARYO VERMOORD?

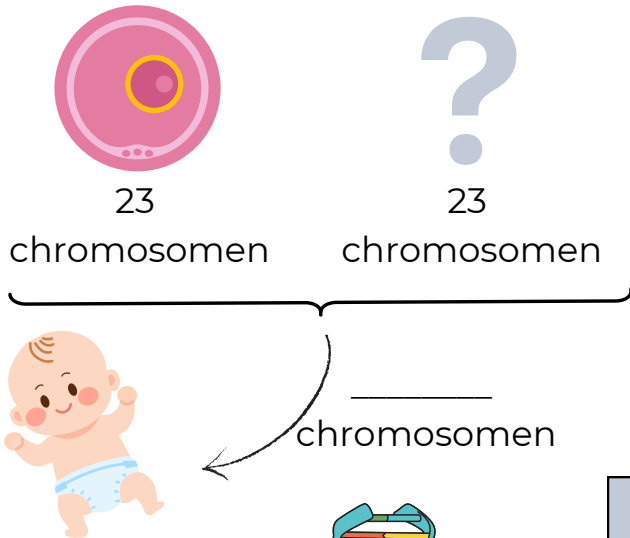
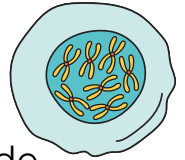
Bijlage 3: cellen celdeling en schema (A3) (opdracht 1, celdeling)

Bijlage 10: practicumbundel (opdracht 6, gelelektroforese)

Bijlage 11: practicumhandleiding (opdracht 6, gelelektroforese)

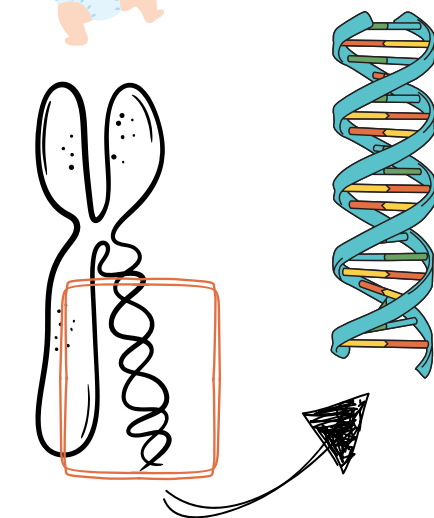
Bijlage 12: opdracht DNA-analyse

WAAR KOMEN CHROMOSOMEN VANDAAN?



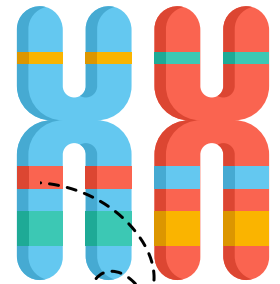
Chromosomen bevinden zich in de celkern (het controlecentrum) van de cel.
Ze zijn verantwoordelijk voor de _____ die van ouders op kinderen wordt doorgegeven.
Mensen hebben in elke cel 46 chromosomen.

WAT ZIJN CHROMOSOMEN?



_____ Een stukje DNA dat de informatie bevat voor een bepaalde eigenschap.

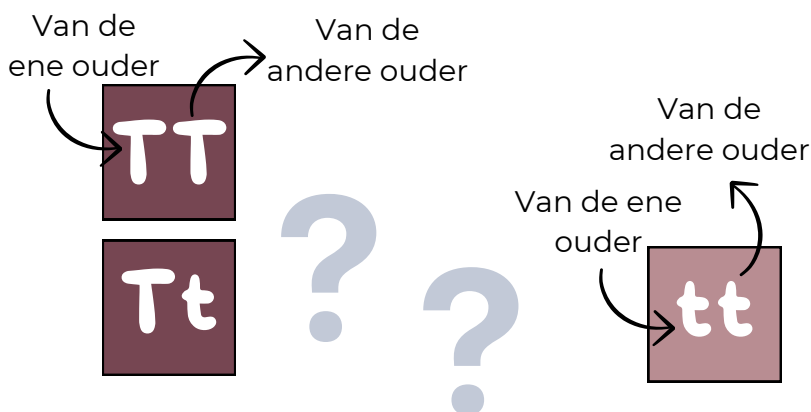
Locus: De specifieke plaats op een chromosoom waar een gen zich bevindt.



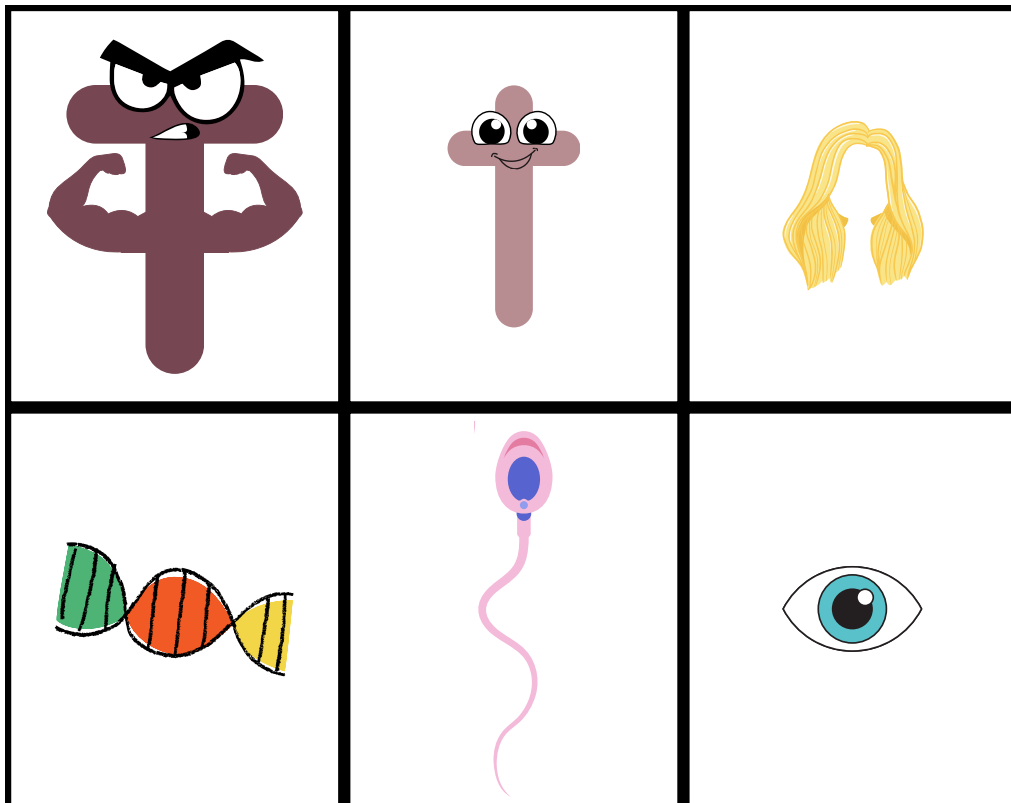
Een chromosoom is opgebouwd uit _____ en eiwitten.



HOE WEET JE NU WELKE OOGKLEUR JE HEBT?

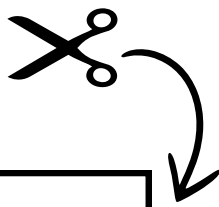


Je genen vormen een recept, maar van elk recept kan je verschillende varianten maken. Zo kan je koekjes bakken met chocolade stukjes of met nootjes. Je hebt dus een recept voor 'ogen', maar deze kunnen een blauwe kleur, een groene kleur of een bruine kleur hebben. Deze variatie komt door de allelen.

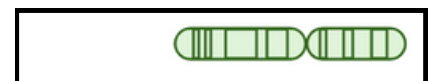
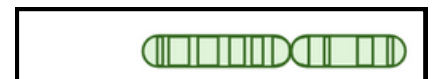
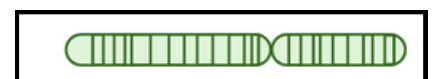
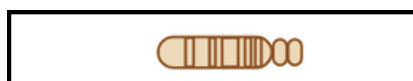
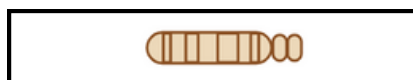
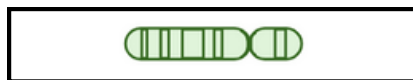


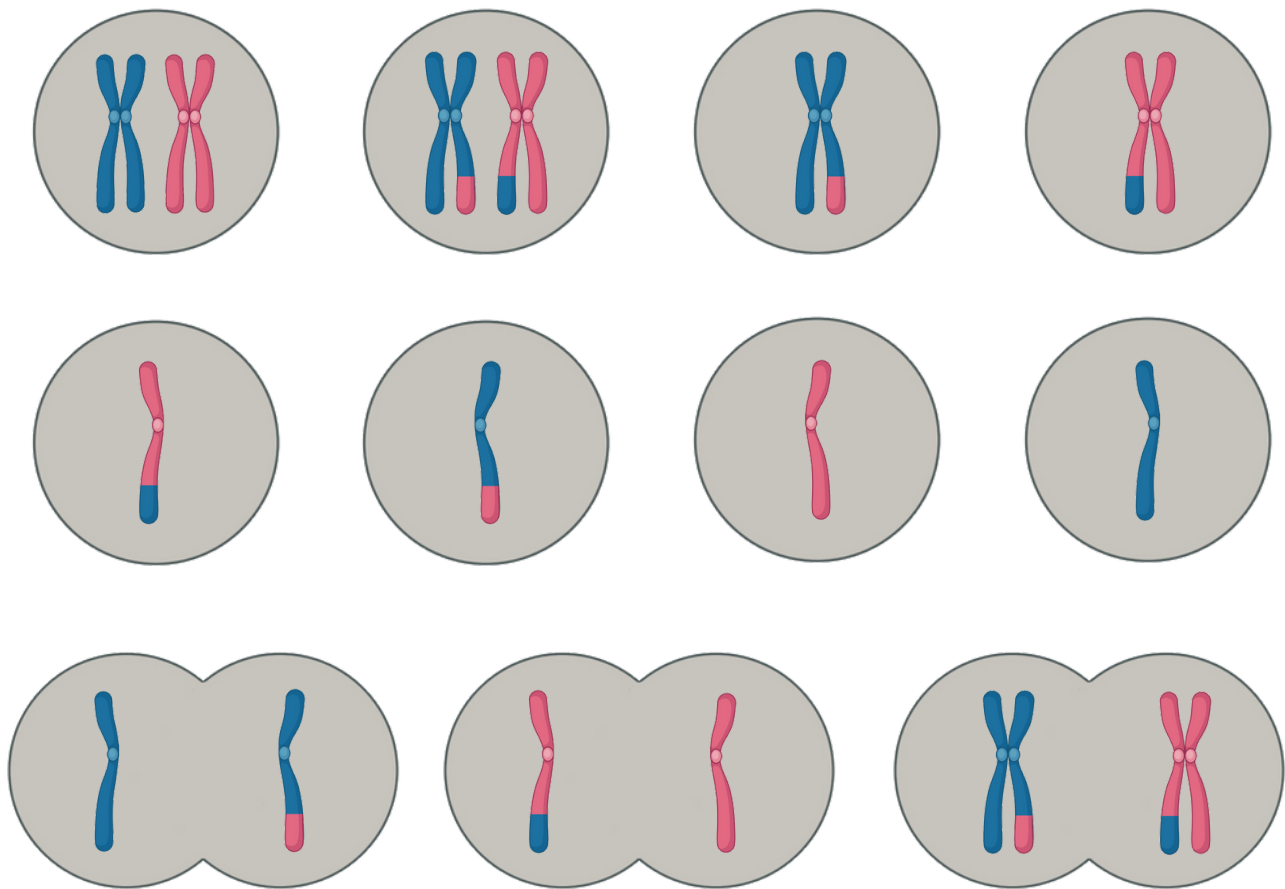
46	Dominant allele	genetische informatie
gen	DNA	Recessief allele

	1	
17	9	2
18	10	3
19	11	4
20	12	5
21	13	6
22	14	7
X	15	8
Y	16	

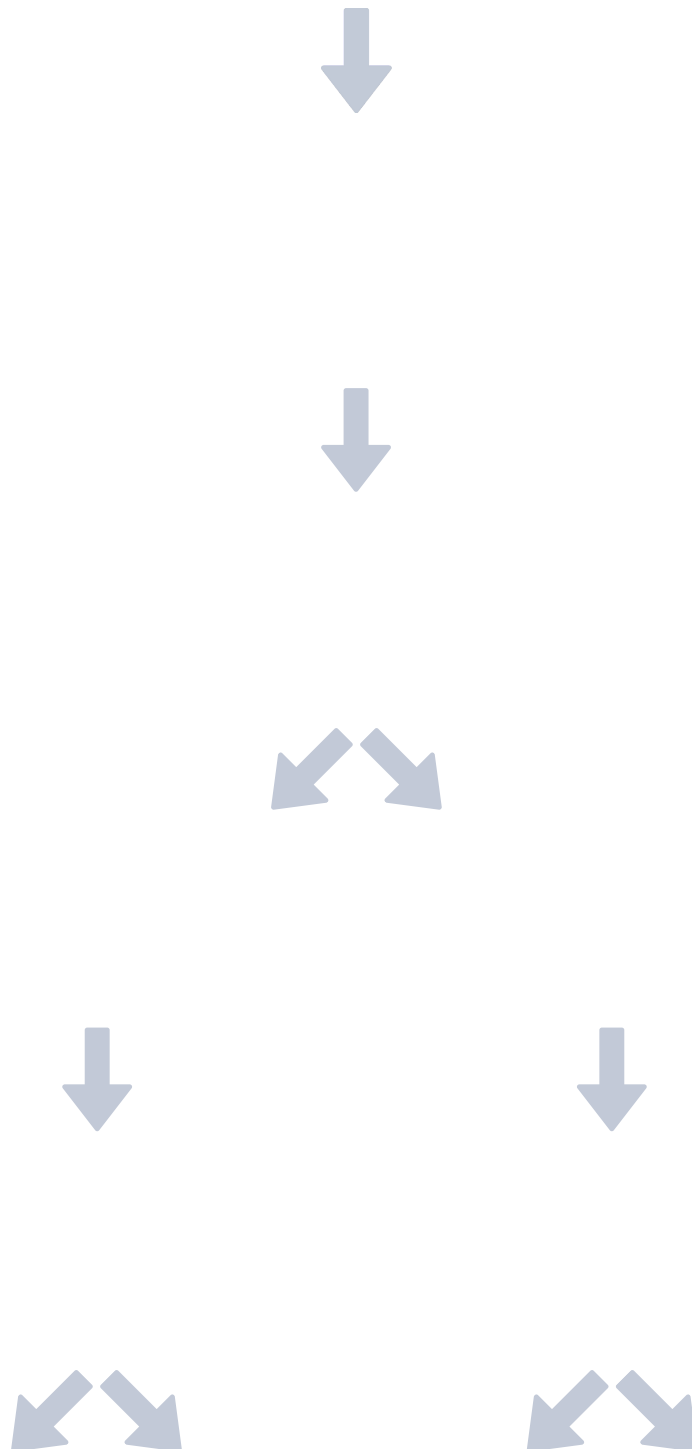


zwart vakjes





Twee chromosomen komen samen.	De chromosomen wisselen stukjes uit, een roos chromosoom krijgt een blauw stukje en andersom. (= crossing over)	De cel begint te splitsen, waarbij elk deel een chromosoom met een stukje van het andere krijgt.
De splitsing is compleet. Er zijn nu twee cellen, elk met een chromosoom dat een stukje van het andere chromosoom heeft.	De chromosomen splitsen zich nog een keer in tweeën.	Er zijn nu vier cellen, elk met een unieke combinatie van genetisch materiaal.





Naam:

Datum: / / 2025

Klas:

Nummer:

Extractie van DNA uit kiwi + microscopie

1. Afbakenen

Onderzoeksvraag

Hoe ziet het DNA van een kiwi eruit?

Hypothese

2. Voorbereiden

Benodigdheden

- Materiaal voor bereiden van kiwifiltraat (voor 8 leerlingen):
 - kwart kiwi
 - 2,5 g zout (NaCl)
 - 5 ml detergent (drecht)
 - gedestilleerd water
 - 8 proefbuizen
 - proefbuisrek
 - mes
 - spatel
 - balans
 - warmwaterbad
 - trechter
 - koffiefilter
 - maatbeker (100 ml)
 - erlenmeyer (100 ml)
 - maatcilinder (10 ml)
- Materiaal per leerling voor het zichtbaar maken van DNA:
 - pipet (5 ml)
 - pipeteerballon
 - 5 ml ijskoude ethanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$)
- Materiaal per vier leerlingen voor microscopie:
 - eosine
 - 4 horlogeglazen
 - 4 microscopen
 - 4 microscoopglasjes
 - 4 dekglasjes
 - 4 satéprikkers

3. Uitvoeren

Werkwijze - extractie DNA

- a) Dit stappenplan is voor ongeveer 50 ml filtraat (voldoende voor 8 leerlingen):
1. Maak een warmwaterbad voor een maatbeker van 100 ml.
 2. Weeg 2,5 g keukenzout af en breng dit in een maatbeker van 100 ml.
 3. Neem de maatscilinder van 10 ml. Meet hiermee 5 ml detergent af. Voeg dit bij het keukenzout. Spoel je maatscilinder uit met gedestilleerd water en leng zo het mengsel aan tot 50 ml.
 4. Roer het mengsel tot het zout is opgelost.
 5. Schil een kwart kiwi en plet deze tot moes.
 6. Voeg de kiwimoes toe aan het zout-zeep-wetermengsel.
 7. Breng de maatbeker in het warmwaterbad van 60°C gedurende 15 minuten en roer regelmatig.
 8. Filtreer het mengsel in de erlenmeyer.
 9. Vul 8 proefbuizen met 5 ml van het mengsel.



- b) Stappenplan om het DNA zichtbaar te maken:

1. Voeg voorzichtig met een pipet, via de wand van het glas, 5 ml ijskoude ethanol toe.
2. Wacht enkele minuten.
3. Neem een foto van je resultaat.

LET OP!

De proefbuis mag niet bewegen!

Werkwijze - DNA bekijken onder de microscoop

1. Haal met een satéprikker een beetje DNA uit je proefbuis.
2. Leg het DNA op een horlogeglas.
3. Neem een klein stukje DNA en leg dit op het microscoopglasje.
4. Voeg een druppel eosine toe.
5. Zet het dekglasje schuin op je microscoopglasje en laat dit vallen op je preparaat.
6. Leg je preparaat op je voorwerptafel.
7. Zorg via tussenstappen voor een scherp beeld met de tweede grootste vergroting.

Na de proef

1. Zet de microscoop terug op de kleinste vergroting.
2. Draai de voorwerptafel helemaal omlaag.
3. Zet je maatscilinder en preparaat op de aangeduide plaats.
4. Leg al het gebruikte materiaal samen naast de gootsteen.

Resultaten

Maak een tekening van wat je ziet onder de microscoop.

4. Concluderen

Formuleer een besluit.



Practicumhandleiding

Extractie van DNA uit kiwi + microscopie

1. Leerplan

Leerplan katholiek onderwijs: D/2024/13.758/030

- LPD 1S** De leerlingen voeren onderzoek aan de hand van een wetenschappelijke methode om kennis te ontwikkelen en vragen te beantwoorden.
- LPD 2S** De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid meetinstrumenten en hulpmiddelen.
- LPD 4S** De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met materialen, stoffen, organismen en technische systemen.

2. Leerkracht

Algemene info

Dit practicum wordt uitgevoerd als onderdeel van een hoekenwerk, de leerlingen krijgen 15 minuten voor deze hoek. Wegens de beperkte tijd wordt de eerste stap van het practicum daarom op voorhand al door de docent uitgevoerd, namelijk het maken van het kiwifiltraat. Elke leerling voert zelf het experiment uit. De bedoeling van deze hoek is dat de leerlingen het DNA van een kiwi zichtbaar maken door toevoeging van ijskoude alcohol aan het filtraat van het kiwimengsel. Daarna moeten ze het bekomen DNA onderzoeken onder de microscoop met behulp van een eosine kleuring.

Benodigdheden

- Materiaal voor bereiden van kiwifiltraat (voor 8 leerlingen):
 - kwart kiwi
 - 2,5 g zout (NaCl)
 - 5 ml detergent (drecht)
 - gedestilleerd water
 - 8 proefbuizen
 - proefbuisrek
 - mes
 - spatel
 - balans
 - warmwaterbad
 - trechter
 - koffiefilter
 - maatbeker (100 ml)
 - erlenmeyer (100 ml)
 - maatcilinder (10 ml)
- Materiaal per leerling voor het zichtbaar maken van DNA:
 - pipet (5 ml)
 - pipeteerballon
 - 5 ml ijskoude ethanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$)
- Materiaal per vier leerlingen voor microscopie:
 - eosine
 - 4 horlogeglazen
 - 4 microscopen
 - 4 microscoopglasjes
 - 4 dekglasjes
 - 4 satéprikkers

Voorbereiding

- De leerkracht zet de alcohol in de vriezer.
- De leerkracht maakt op voorhand al het kiwifiltraat en verdeelt dit over de proefbuizen
 - 5 ml per proefbuis
- De leerkracht zet de microscopen al klaar en legt bij elke microscoop al één dekglasje en één microscoopglasje klaar.
 - Als de groepen doorschuiven, legt de leerkracht een nieuw dekglasje en een nieuw microscoopglasje klaar.

Stappenplan voor het maken van het kiwifiltraat

Dit stappenplan is voor ongeveer 50 ml filtraat (voldoende voor 8 leerlingen):

- Maak een warmwaterbad voor een maatbeker van 100 ml.
- Weeg 2,5 g keukenzout af en breng dit in een maatbeker van 100 ml.
- Neem de maatcilinder van 10 ml. Meet hiermee 5 ml detergent af. Voeg dit bij het keukenzout. Spoel je maatcilinder uit met gedestilleerd water en leng zo het mengsel aan tot 50 ml.
- Roer het mengsel tot het zout is opgelost.
- Schil een kwart kiwi en plet deze tot moes.
- Voeg de kiwimoes toe aan het zout-zeep-wetermengsel.
- Breng de maatbeker in het warmwaterbad van 60°C gedurende 15 minuten en roer regelmatig.
- Filtreer het mengsel in de erlenmeyer.
- Vul 8 proefbuizen met 5 ml van het mengsel.

Evaluatie

	Onvoldoende (0)	Voldoende (0,5)	Goed (0,75)	Uitmuntend (1)
Veiligheid	Leerling houdt geen rekening met eigen veiligheid en deze van anderen. Loopt rond met chemische stoffen en moet meermaals gewezen worden op het dragen van labo jas en/of veiligheidsbril.	Leerling loopt niet rond met chemische stoffen en moet gewezen worden op het dragen van labo jas en/ of veiligheidsbril.	Leerling respecteert alle veiligheidsvoorschriften.	Leerling respecteert alle veiligheidsvoorschriften en zet anderen aan dit ook te doen.
Nauwkeurigheid	Leerling meet hun hoeveelheden niet af.	Leerling gebruikt niet de juiste techniek om een hoeveelheid correct af te meten.	Leerling gebruikt de juiste techniek om een hoeveelheid correct af te meten.	Leerling gebruikt de juiste techniek om een hoeveelheid correct af te meten en doet dit zeer nauwkeurig.

	Onvoldoende (0)	Voldoende (0,5)	Goed (0,75)	Uitmuntend (1)
Pipetteren	Leerling pipetteert rechtstreeks uit de fles alcohol en laat alcohol niet tegen de wand van de maatcilinder lopen.	Leerling pipetteert uit maatbeker, maar laat alcohol niet tegen de wand van de maatcilinder vloeien. Leerling pipetteert uit fles, maar laat vloeistof tegen de wand van de maatcilinder vloeien.	Leerling pipetteert uit maatbeker, maar spuit de alcohol met veel kracht tegen de wand van de maatcilinder.	Leerling pipetteert uit maatbeker en brengt de alcohol dusdanig in de maatcilinder dat de vloeistof het zachtst op het vloeistofoppervlak komt.
Maken preparaat	Leerling gebruikt geen dekglas en gaat onnauwkeurig om met de hoeveelheid eosine.	Leerling laat het dekglas niet correct vallen, maar gebruikt de juiste hoeveelheid eosine. Leerling laat het dekglas correct vallen, maar gaat onnauwkeurig om met de hoeveelheid eosine.	Leerling maakt het preparaat volgens het stappenplan.	Leerling maakt het preparaat volgens het stappenplan en er is een heel duidelijke zichtbaarheid.
Gebruik lenzen	/	Leerling gaat direct naar de grootste lens.	Leerling gebruikt eerst de kleine lens, maar gebruikt bij overstap naar grote lens de macroschroef.	Leerling gebruikt eerst de kleine lens en gebruikt bij overgang naar grotere lens enkel macroschroef.

Deze rubric is gemaakt met rubricsmaken.nl | © rubricsmaken.nl 2025



Naam: _____

Totaalscore: _____ / 21**Extractie van DNA uit kiwi + microscopie**

	Onvoldoende (0)	Voldoende (0,5)	Goed (0,75)	Uitmuntend (1)
Veiligheid	Leerling houdt geen rekening met eigen veiligheid en deze van anderen. Loopt rond met chemische stoffen en moet meermaals gewezen worden op het dragen van labo jas en/of veiligheidsbril.	Leerling loopt niet rond met chemische stoffen en moet gewezen worden op het dragen van labo jas en/of veiligheidsbril.	Leerling respecteert alle veiligheidsvoorschriften.	Leerling respecteert alle veiligheidsvoorschriften en zet anderen aan dit ook te doen.
Nauwkeurigheid	Leerling meet hun hoeveelheden niet af.	Leerling gebruikt niet de juiste techniek om een hoeveelheid correct af te meten.	Leerling gebruikt de juiste techniek om een hoeveelheid correct af te meten.	Leerling gebruikt de juiste techniek om een hoeveelheid correct af te meten en doet dit zeer nauwkeurig.

	Onvoldoende (0)	Voldoende (0,5)	Goed (0,75)	Uitmuntend (1)
Pipetteren	Leerling pipetteert rechtstreeks uit de fles alcohol en laat alcohol niet tegen de wand van de maatcilinder lopen.	Leerling pipetteert uit maatbeker, maar laat alcohol niet tegen de wand van de maatcilinder vloeien. Leerling pipetteert uit fles, maar laat vloeistof tegen de wand van de maatcilinder vloeien.	Leerling pipetteert uit maatbeker, maar spuit de alcohol met veel kracht tegen de wand van de maatcilinder.	Leerling pipetteert uit maatbeker en brengt de alcohol dusdanig in de maatcilinder dat de vloeistof het zachtst op het vloeistofoppervlak komt.
Maken preparaat	Leerling gebruikt geen dekglas en gaat onnauwkeurig om met de hoeveelheid eosine.	Leerling laat het dekglas niet correct vallen, maar gebruikt de juiste hoeveelheid eosine. Leerling laat het dekglas correct vallen, maar gaat onnauwkeurig om met de hoeveelheid eosine.	Leerling maakt het preparaat volgens het stappenplan.	Leerling maakt het preparaat volgens het stappenplan en er is een heel duidelijke zichtbaarheid.
Gebruik lenzen	/	Leerling gaat direct naar de grootste lens.	Leerling gebruikt eerst de kleine lens, maar gebruikt bij overstap naar grote lens de macroschroef.	Leerling gebruikt eerst de kleine lens en gebruikt bij overgang naar grotere lens enkel microschoef.

Deze rubric is gemaakt met rubricsmaken.nl | © rubricsmaken.nl 2025

Oefeningen combinatieschema

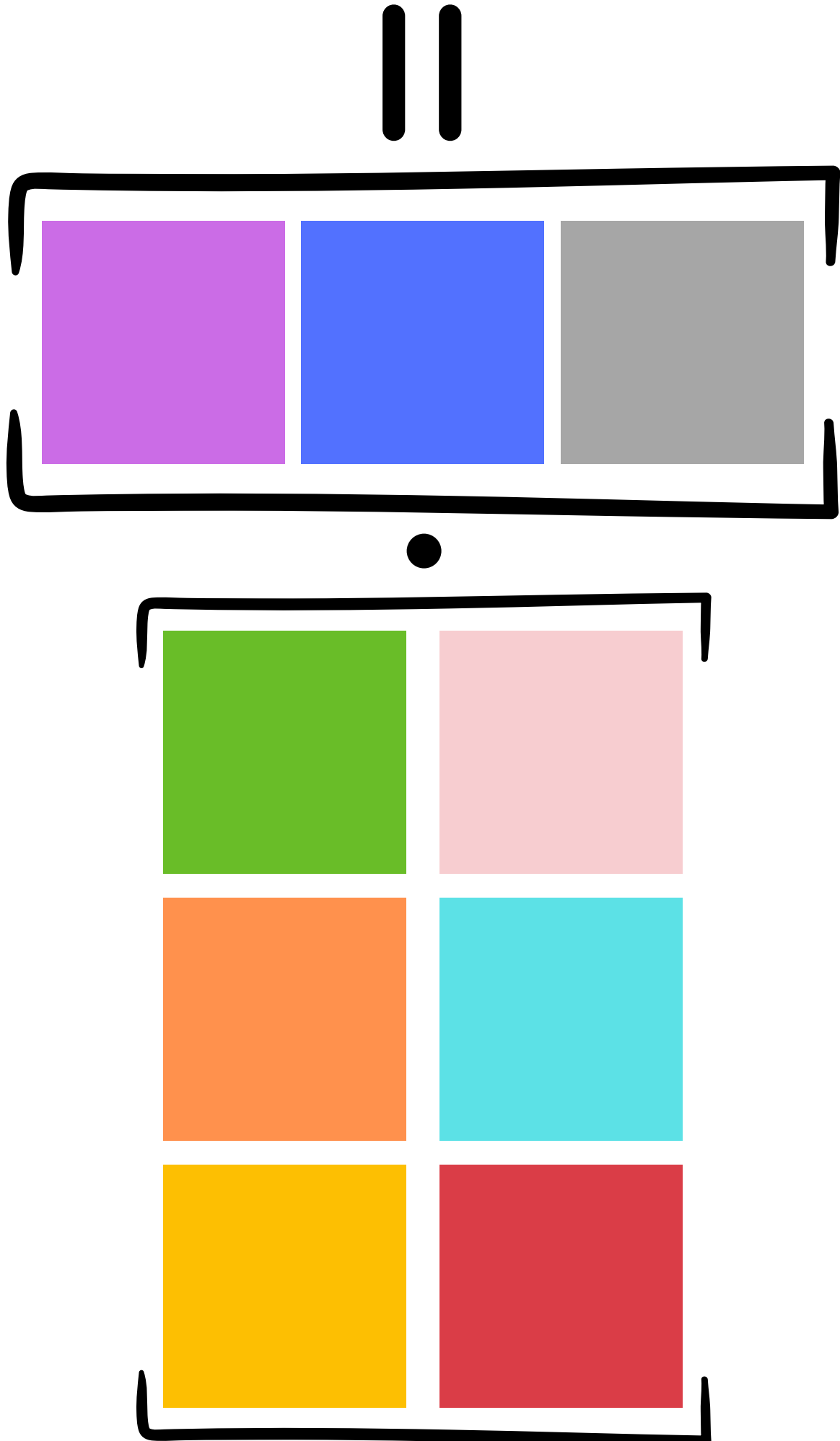
1

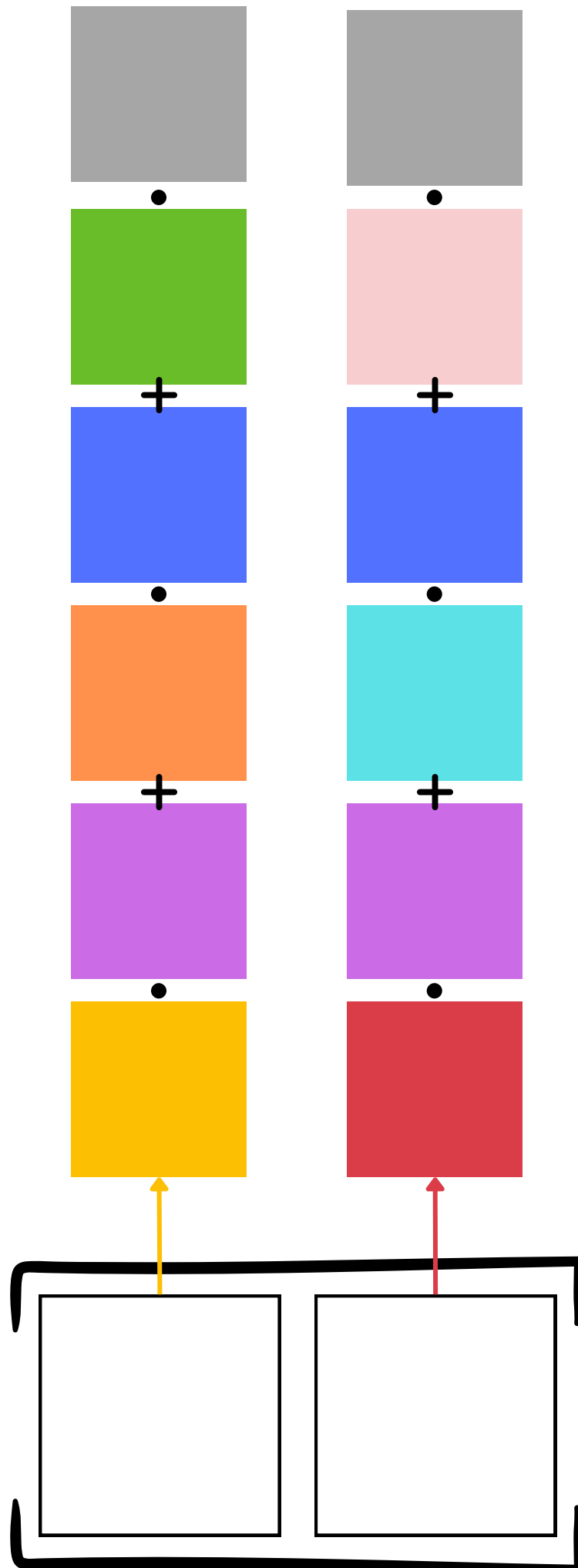
2

3

Oefeningen combinatieschema

4





Oefening print:

```
main.py +
1 print("Ik ben Jamie.")
2 print("Ik zit in klas ...")
```

Oefening variabelen:

```
main.py +
1 leeftijd = 21
2 print("Ik ben " + str(leeftijd) + " jaar oud.")
3
```

Oefening for-lus:

```
main.py +
1 som = 0
2
3 for i in range(1,101):
4     som = som + i
5
6 print(som)
7
```

Lesliematrix rekenmachine:

```
main.py +
1 import numpy as np
2
3 # Definieer een Lesliematrix
4 lesliematrix = [
5     [1, 0.5, 0.2],
6     [0.4, 0, 0],
7     [0, 0.3, 0]
8 ]
9
10 # Startpopulatie
11 populatie = [50, 40, 30]
12
13 # Simuleer meerdere generaties
14 print("Generatie 0 : " + str(populatie))
15 for generatie in range(1,30):
16     populatie = np.matmul(lesliematrix, populatie)
17     print("Generatie " + str(generatie) + ": " + str(populatie))
```

Ln: 15, Col: 28



Naam:

Datum: / / 2025

Klas:

Nummer:

Gelelektroforese - opdracht 6

1. Afbakenen

Onderzoeksvraag

Hoe kunnen we DNA-fragmenten scheiden met gelelektroforese?

Hypothese

2. Voorbereiden

Benodigdheden

- Materialen per groepje:
 - micropipet 10 µl
 - doos met tips
 - lege epjes (kleurloos, geel, groen)
 - houder voor epjes
 - DNA van λ-faag (oranje epje)
 - kleurloos epje met water
 - geel epje met 15 µl buffer 1
 - groen epje met 15 µl buffer 2
 - blauw epje met 15 µl laadkleurstof
 - TAE-buffer
 - methyleenblauw
- Materiaal bij de leerkracht:
 - elektroforesetoestellen
 - gelhouders met kleine gelplaatjes en kammen
 - gele epjes met EcoRI (in koelelement)
 - groene epjes met HindIII (in koelelement)
 - roze epjes met referentiestaal
 - plastic bakjes

3. Theoretische achtergrond

Wat is gelelektroforese?

Gelelektroforese is een techniek om DNA-fragmenten (of soms eiwitten) te scheiden op basis van hun grootte. Dit gebeurt door een gel van agarose (een soort gelei) in een elektrisch veld te plaatsen.

Hoe werkt het?

- DNA heeft een negatieve lading door de fosfaatgroepen.
- Wanneer een elektrische stroom door de gel gaat, bewegen de DNA-fragmenten naar de positieve pool.
- Kleine fragmenten bewegen sneller door de gel dan grote fragmenten, waardoor ze verder migreren.
- Na een bepaalde tijd ontstaat een patroon van banden dat zichtbaar wordt gemaakt met een kleurstof.

Link tussen gelelektroforese en chromatografie

Beide technieken worden gebruikt om moleculen te scheiden, maar op een andere manier:

- Gelelektroforese scheidt op basis van grootte en lading met een elektrisch veld.
- Chromatografie (zoals papierchromatografie of vloeistofchromatografie) scheidt stoffen op basis van oplosbaarheid en interactie met een stationaire en mobiele fase.

Beide methodes helpen bij het analyseren van stoffen in een mengsel, maar gelelektroforese wordt vooral gebruikt voor DNA en eiwitten, terwijl chromatografie meer wordt gebruikt voor kleurstoffen, chemische verbindingen en eiwitten.

Wat is een restrictie-enzym?

Een restrictie-enzym is een soort "moleculaire schaar" die DNA op specifieke plaatsen knipt. Elk enzym herkent een specifieke sequentie in het DNA en knipt precies daar.

Voorbeeld:

Het enzym EcoRI herkent de sequentie GAATTC en knipt die in twee stukken. Dit is handig om DNA in kleinere stukjes te verdelen voor verdere analyse, zoals gelelektroforese.

Wat is een lambda-faag?

Een lambda-faag is een virus dat bacteriën (zoals E. coli) infecteert. Het bevat DNA dat vaak wordt gebruikt in laboratoria als test-DNA, bijvoorbeeld bij experimenten met restrictie-enzymen en gelelektroforese.

Waarom wordt lambda-faag gebruikt?

- Het DNA van de lambda-faag is goed bestudeerd.
- Het is makkelijk te knippen met restrictie-enzymen.
- Het helpt wetenschappers begrijpen hoe DNA werkt en hoe het kan worden bewerkt.

4. Hanteren van micropipetten

Er wordt met zeer kleine hoeveelheden DNA en restrictie-enzymen gewerkt: in de grootteorde van enkele μl . Vandaar dat er ook pipetten gebruikt worden om dergelijke kleine hoeveelheden te kunnen afmeten: "micropipetten" genaamd. Verder zijn er ook zeer kleine recipiënten nodig om deze microhoeveelheden in te doen. Deze noemen we eppendorfbuisjes of kortweg "epjes".

Leren hanteren



1. Voor elk nieuwe vloeistof wordt een **nieuw tipje** op de pipet gedrukt. Raak dit tipje niet aan met de handen!
2. Druk de knop boven op de pipet tot de **eerste weerstand** in, vooraleer het tipje in de vloeistof te dompelen. (**Niet indrukken tijdens het onderdompelen**; dit veroorzaakt schuimvorming.)
3. Laat na indompelen de knop terug **los** en de vloeistof wordt opgezogen.
4. Breng de pipet over naar het epje. Plaats de tip zo dicht mogelijk bij de bodem van het epje, een beetje schuin ten opzichte van de wand van het epje.
5. Druk nu de knop bovenaan de pipet **volledig in**.
6. Na gebruik wordt het tipje verwijderd door de schuifknop opzij van de pipet naar beneden te drukken.

Oefenen



1. Neem het epje met vermelding '**WATER**'
2. Stel de pipet in op **4 μl** .
3. Zuig dit volume water op.
4. Kijk naar de vloeistof die zich in het tipje bevindt om een idee te krijgen van de te pipetteren hoeveelheden.
5. Pipetteer dit volume terug in het epje 'water'. Plaats daarbij het tipje tegen de rand, net boven de aanwezige vloeistof.
6. Laat elk groepslid deze handelingen uitvoeren om het gebruik van de micropipet in te oefenen

5 Restrictie-enzymen laten inwerken op de λ -faag

Uitleg



- Het eerste profiel wordt verkregen door het EcoRI-enzym op het DNA te laten inwerken.
- Het tweede profiel verkrijgen we door het HindIII enzym op het DNA te laten inwerken.
- Bij het derde profiel wordt het DNA helemaal niet bewerkt door een restrictie-enzym (= controle-epje).

Uitvoeren



- Om deze 3 profielen aan te maken, worden 3 verschillende epjes gebruikt (kleurloos, geel, groen).
- Merk deze epjes met een **stift**: duid op het epje aan **welk restrictie-enzym** wordt toegevoegd. (kleurloos = controle | geel = EcoRI | groen = HindIII)
- Breng met een micropipet in elk epje **4 μ l λ -DNA**. Pipetteer de vloeistof op de bodem en zorg ervoor dat alles uit de tip verdwenen is.
- Breng nu in het epje voor **EcoRI** en in het controle-epje telkens **5 μ l van buffer 1**.
- Gebruik een andere tip om **5 μ l van buffer 2** toe te voegen aan het epje voor **HindIII** (Tabel 1).

epje	λ -DNA	buffer
1. met EcoRI (geel)	4 μ l	5 μ l (buffer 1)
2. met HindIII (groen)	4 μ l	5 μ l (buffer 2)
3. controle-epje (kleurloos)	4 μ l	5 μ l (buffer 1)

Tabel 1 Pipetteerschema λ -DNA en buffers

- Voeg vervolgens **1 μ l** van het nodige **restrictie-enzym** (Tabel 2) toe aan het juiste epje.
- Bij het **controle-epje** gebruik je **water** i.p.v. een restrictie-enzym. Gebruik telkens een nieuwe tip!

epje	λ -DNA	buffer	EcoRI	HindIII	H ₂ O
1. met EcoRI (geel)	4 μ l	5 μ l (buffer 1)	1 μ l	-	-
2. met HindIII (groen)	4 μ l	5 μ l (buffer 2)	-	1 μ l	-
3. controle-epje (kleurloos)	4 μ l	5 μ l (buffer 1)	-	-	1 μ l

Tabel 2 Pipetteerschema restrictie-enzymen

- Sluit de 3 epjes af.
- Tik met de buisjes op de labotafel (of centrifugeer ze), zodat alle vloeistof op de bodem zit.
- De buisjes worden vervolgens in een **waterbad bij 37°C** geplaatst. De restrictie-enzymen werken optimaal bij deze temperatuur. Het λ -DNA wordt nu door de restrictie-enzymen "geknip", zodat meerdere DNA-fragmenten met verschillende lengte bekomen worden.
- De incubatie (= restrictie) duurt 20 minuten.



20 minuten wachten, werk terwijl verder aan de andere opdrachten.

6. Gieten van de agarosegel voor elektroforese

Uitleg



De verschillende DNA-fragmenten worden van elkaar gescheiden d.m.v. gelelektroforese. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van agarosegels. Per 2 groepjes wordt 1 gel gebruikt.

Uitvoeren



- Plaats de 2 kleine gelplaatjes in de gelhouder.
- Giet, per gel, 30 ml van de warme agarose-oplossing langzaam (zodat er geen luchtballen gevormd worden) in de houder met het gelplaatje.
- Breng hierin vervolgens, boven de brede donkere band, de kam aan, met de breedste tanden naar beneden.
- Duw met een glazen staaf het gelplaatje in de houder naar beneden, om de lucht onder het gelplaatje te verwijderen.
- Laat de gel een 20-tal minuten opstijven.



20 minuten wachten, werk terwijl verder aan de andere opdrachten.

7. Aanbrengen van de geïncubeerde DNA-stalen en elektroforese

Uitvoeren



- Verwijder voorzichtig, met beide handen, de kam uit de gel.
- Verwijder het gelplaatje met de agarosegel uit de houder.
- Plaats de gel, met het gelplaatje, in de elektroforesekamer.
- Overgiet de gel in de elektroforesekamer met $\pm$ **350 ml TAE-bufferoplossing**. Het maximale bufferniveau wordt in de elektroforesekamer aangegeven door de kleine driehoekjes (►). De gel moet zich ongeveer 3 mm onder het bufferoppervlak bevinden.
- Voeg aan de 3 DNA-stalen telkens **2 μ l laadkleurstof** toe, zodat het migratiepatroon van de stalen tijdens de gelelektroforese gevolgd kan worden.
- De stalen van 2 groepen kunnen samen op 1 gel aangebracht worden.
- Sla de eerste sleuf over en breng in de tweede sleuf voorzichtig **5 μ l aan van het referentiestaal/ruler**.
- Breng in 3 andere sleuven telkens **10 μ l van de 3 geknipte en gekleurde DNA-stalen**.
- Noteer hieronder (Tabel 3) in welke sleuf, welk staal werd aangebracht.

LET OP!

Het staal dient voorzichtig met een micropipet in de sleuf aangebracht te worden. Let er vooral op niet doorheen de gel te prikken met de tip van de micropipet

staal	referentie (ruler)	EcoRI	HindIII	controle
sleuf nr.				

Tabel 3 Volgorde van de DNA-stalen in elektroforesegel

- Plaats het deksel op de elektroforesekamer.
- Sluit de elektroforesekamer aan op de spanningsbron en schakel deze laatste aan.
- Stel de spanning in op **135 V** door op de spanningstoets te drukken.
- De elektroforese duurt tot de kleurstof ongeveer 2/3 van de gel doorlopen heeft en zich ter hoogte van de voorlaatste dunne lijn bevindt.
- De totale duur van de elektroforese bedraagt ongeveer 20 minuten.



20 minuten wachten, werk terwijl verder aan de andere opdrachten.

8. Kleuring van de gel

Uitvoeren



- Haal de gel uit het elektroforesetoestel en plaats deze, zonder het gelplaatje, in een plastic bakje.
- Overgiet de gel met **methyleenblauw**.
- Het kleuren van de gel duurt ongeveer 20 minuten.



20 minuten wachten, werk terwijl verder aan de andere opdrachten.

- Verwijder het methyleenblauw als de bandjes in de gel zichtbaar zijn.
- Spoel de gel een paar keer met kraantjeswater om de gel verder te ontkleuren en het contrast met de bandjes in de gel te vergroten.



Resultaten

Maak een foto van het eindresultaat en plaats deze in de uploadzone in Smartschool.

9. Concluderen

Wat zie je nu eigenlijk op deze foto?

Formuleer een besluit op de onderzoeksvraag.



Practicumhandleiding

Gelelektroforese - opdracht 6

1. Leerplan

Leerplan katholiek onderwijs: D/2024/13.758/030

- LPD 1S** De leerlingen voeren onderzoek aan de hand van een wetenschappelijke methode om kennis te ontwikkelen en vragen te beantwoorden.
- LPD 2S** De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid meetinstrumenten en hulpmiddelen.
- LPD 4S** De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met materialen, stoffen, organismen en technische systemen.
- LPD 12B** De leerlingen leggen het verband tussen eigenschappen van virussen, bacteriën en schimmels en hun positieve en negatieve rol in de natuur.
- LPD 1C** De leerlingen onderzoeken zuivere stoffen en soorten mengsels in het dagelijkse leven aan de hand van eigenschappen en scheidingstechnieken.

2. Leerkracht

Algemene info

Dit practicum wordt uitgevoerd als onderdeel van les 4, opdracht 6. De leerlingen starten de les met het practicum en maken de andere opdrachten tijdens de wachtmomenten.

Benodigheden

- Materialen per groepje:
 - micropipet 10 μ l
 - doos met tips
 - lege epjes (kleurloos, geel, groen)
 - houder voor epjes
 - DNA van λ -faag (oranje epje)
 - kleurloos epje met water
 - geel epje met 15 μ l Buffer 1
 - groen epje met 15 μ l Buffer 2
 - blauw epje met 15 μ l laadkleurstof
 - TAE-buffer
 - methyleenblauw
- Materiaal bij de leerkracht:
 - elektroforesetoestellen
 - gelhouders met kleine gelplaatjes en kammen
 - gele epjes met EcoRI (in koelelement)
 - groene epjes met HindIII (in koelelement)
 - roze epjes met referentiestaal
 - plastic bakjes

Voorbereiding

- TAE-buffer (1X): Verdun 30 ml TAE (50X) in H₂O tot een totaal volume van 1500 ml.
- Methyleenblauw (1X): Verdun 4 ml methyleenblauw (100X) in H₂O tot een totaal volume van 400 ml.
- Voorzie per werkstation:
 - 1 oranje epje met λ -DNA
 - 1 kleurloos epje met water
 - 1 geel epje met 15 μ l Buffer 1
 - 1 groen epje met 15 μ l Buffer 2
 - 1 blauw epje met 15 μ l laadkleurstof
 - Lege epjes: 1 kleurloos, 1 geel, 1 groen
 - 1 micropipet
 - 1 doos met tips
 - 1 houder voor epjes (drijvend)
- Voor gemeenschappelijk gebruik:
 - 2 gele epjes met EcoRI (in koelelement)
 - 2 groene epjes met HindIII (in koelelement)
 - 2 roze epjes met referentiestaal
 - 1 agarosegel per 2 werkstations
 - 1 elektroforesetoestel per 2 werkstations

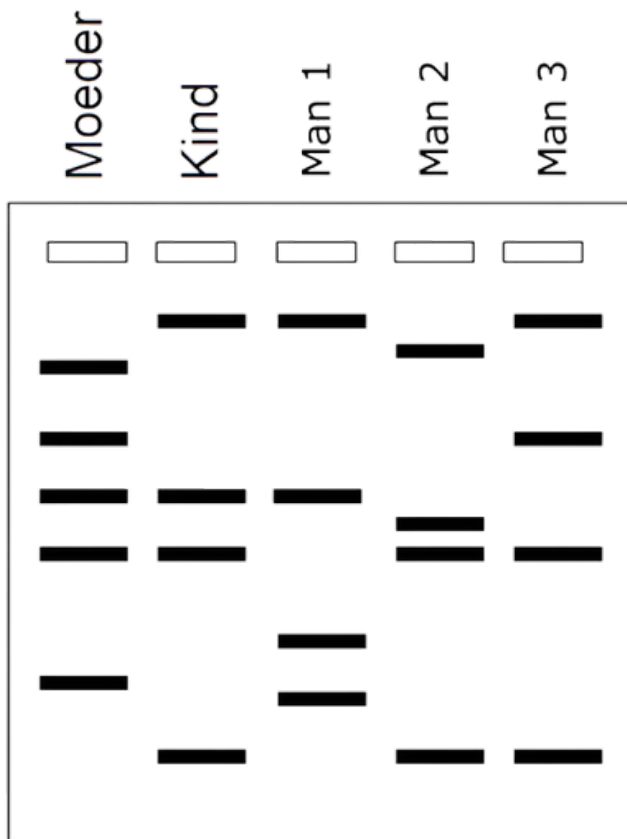
Stappenplan voor het maken van de agarosegel

De verschillende DNA-fragmenten worden van elkaar gescheiden d.m.v. gelelektroforese. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van agarosegels. Per 2 groepjes wordt 1 gel gebruikt:

- Maak een 1% agarose-oplossing door 2 AgaTabs, gedurende 1 minuut, al zwenkend, op te lossen in 100 ml TAE-buffer. Per gel is er 30 ml agarose-oplossing vereist.
- Verwarm de agarose-oplossing (microgolfoven, verwarmingsplaat...) tot alle agarose is opgelost en de oplossing helder is. Laat de oplossing kort doorkoken. (Richtlijn microgolfoven: 650 W | $\pm$ 1 min 20 sec)

Opdracht 6

Bekijk de DNA-profielanalyse. Het kind dat staat afgebeeld is de dader van de moord. Het kind weet zeker wie zijn moeder is maar niet zeker wie zijn vader is. Daarom werd deze test gedaan. Wie van de drie mannen is de vader van het kind?



De vader van het kind
is man _____.

Nu je weet wie de vader is, kan je bepalen dat het kind sproeten heeft of niet. Sproeten worden recessief overgeërfd.

- ss = geen sproeten
- Ss = geen sproeten, wel drager
- SS = sproeten

De moeder heeft als genotype SS

- Man 1 heeft als genotype SS
- Man 2 heeft als genotype Ss
- Man 3 heeft als genotype ss

Het kind heeft als genotype _____.

Het kind heeft dus wel / geen sproeten. (omcirkel het juiste)

Je kan nu je verdachtenlijst aanvullen!