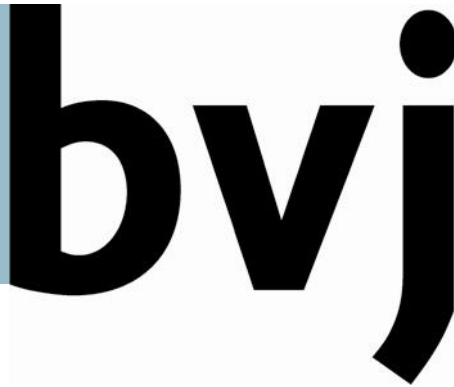


4 havo deel A
uitwerkingen
Biologie voor jou



Uitwerkingen thema 3 Genetica

MAX RELEASE 7.0

MALMBERG 'S-HERTOGENBOSCH
WWW.BIOLOGIEVOORJOU.NL

MALMBERG

© Malmberg 's-Hertogenbosch

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave (met uitzondering van de bijlagen) 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.

3 Genetica

ORIËNTATIE

Designerdogs	4
--------------	---

BASISSTOF

1 Fenotype en genotype	5
2 Genenparen	9
3 Monohybride kruisingen	12
4 Geslachtschromosomen	16
5 Speciale manieren van overerven	23
6 Opvoeding of aanleg	27

SAMENHANG

Twin strangers	30
----------------	----

AFSLUITING

Examenopgaven	31
---------------	----

Oriëntatie Designerdogs

1

Een fokker kruist een mannelijke poedel met een vrouwelijke labrador om zo labradoodle-pups te krijgen.

Welk percentage erfelijke eigenschappen heeft één pup gemeenschappelijk met de poedel?

Eén pup heeft 50% van zijn erfelijke eigenschappen gemeenschappelijk met de poedel, want beide ouders geven de helft van hun erfelijke eigenschappen door aan hun nakomelingen.

2

De labradoodles uit afbeelding 2 zijn allemaal broers en zussen. Zij hebben dus dezelfde ouders. Toch zien ze er niet allemaal hetzelfde uit. Ook de erfelijke eigenschappen van deze honden verschillen van elkaar.

Hoe komt het dat deze puppy's niet allemaal dezelfde erfelijke eigenschappen bezitten?

De puppy's bezitten niet allemaal dezelfde eigenschappen, omdat iedere pup andere (erfelijke) eigenschappen van beide ouders erft.

3

Om te fokken worden honden geselecteerd op basis van bepaalde uiterlijke kenmerken. Deze kenmerken worden deels bepaald door de erfelijke informatie in hun DNA, maar ook deels door invloeden uit de omgeving.

Geef twee voorbeelden van invloeden uit de omgeving die het uiterlijk van een hond beïnvloeden.

Voorbeelden van juiste antwoorden:

- verzorging
- opvoeding
- voeding
- ziekten door infectie, enzovoort

4

Bij rashonden en designerdogs komen vaker erfelijke ziekten zoals epilepsie voor. Dit komt doordat er regelmatig (verre) familieleden met elkaar worden gekruist.

Neemt de genetische variatie toe of af als familieleden met elkaar worden gekruist?

De genetische variatie neemt af als familieleden met elkaar worden gekruist. Familieleden hebben vaak al veel overeenkomstige erfelijke eigenschappen. Als zij zich onderling voortplanten, dan worden steeds dezelfde erfelijke eigenschappen doorgegeven en komen er geen nieuwe eigenschappen bij.

5

In 2018 werd in de Tweede Kamer een discussie gevoerd over het fokken van rashonden en designerdogs. Carola Schouten, minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, gaf toen aan dat zij het fokken van rassen voor het plezier van de mens zonder de inachtneming van de gevolgen voor de dieren vindt getuigen van een gebrek aan medeleven.

Wat is jouw mening over het fokken van rassen designerdogs? Onderbouw je mening met een argument.

Voorbeelden van juiste antwoorden:

- Ik vind dat je designerdogs mag fokken, omdat er vraag naar is.
- Ik vind dat je geen designerdogs mag fokken, omdat deze dieren veel gezondheidsklachten hebben.

1 Fenotype en genotype

KENNIS

1

Wat is het fenotype van een individu?

Onder het fenotype van een individu versta je alle waarneembare eigenschappen, zoals haarkleur, oogkleur en bloedgroep.

2

Als een mannelijke leeuw volwassen wordt, dan krijgt hij manen.

Leg uit of hiermee het fenotype of het genotype van deze leeuw verandert.

Als een mannelijke leeuw volwassen wordt, verandert het fenotype, want alleen het uiterlijk verandert. De erfelijke eigenschappen blijven gelijk.

3

Hoeveel procent van het genotype van een individu is afkomstig van de vader?

50% van het genotype van een individu is afkomstig van de vader.

4

Wat zijn homologe chromosomen?

Homologe chromosomen zijn een paar chromosomen die overeenkomen in lengte en vorm. Ze bevatten de informatie voor dezelfde erfelijke eigenschappen.

5

Vrouwen hebben 23 paar homologe chromosomen, terwijl mannen maar 22 paar homologe chromosomen hebben.

Waarom hebben mannen één paar homologe chromosomen minder dan vrouwen?

Mannen hebben één paar homologe chromosomen minder, want bij mannen is het paar geslachtschromosomen ongelijk (XY), terwijl dat bij vrouwen gelijk is (XX).

6

Zet de volgende begrippen in de juiste volgorde van groot naar klein:

chromosoom – gen – genoom – nucleotide – stikstofbase.

genoom, chromosoom, gen, nucleotide, stikstofbase

7

a Hebben een zenuwcel en een spiercel in jouw lichaam hetzelfde genotype?

Een zenuwcel en een spiercel hebben hetzelfde genotype, want het genotype van alle cellen van een individu is gelijk.

b Het uiterlijk en de functie van een zenuwcel en een spiercel verschillen. Door welke processen komt dit verschil tot stand?

Versillen tussen het uiterlijk en de functie van een zenuwcel en een spiercel verschillen door genexpressie en geninactivatie. Deze twee processen samen bepalen welke erfelijke eigenschappen in iedere cel tot uiting komen.

8

Geef in de tabel aan of het om een erfelijke eigenschap of een modificatie gaat.

Eigenschap	Erfelijk	Modificatie
Behaarde bladeren bij een geranium	X	
Slaphangende bladeren van een geranium		X
Blonde haren vanaf de geboorte	X	
Blonde haren door een behandeling bij de kapper		X
Een litteken op je knie		X

9

Wat is het verschil tussen een allel en een gen?

Het verschil tussen een allel en een gen is dat een gen een deel van een chromosoom is dat informatie bevat voor een erfelijke eigenschap. De varianten van een gen noem je allelen. Voorbeeld: van het gen voor oogkleur bestaat een allel voor bruine oogkleur en een allel voor blauwe oogkleur.

INZICHT

10

Foetaal-alcoholsyndroom is een hersenaandoening die ontstaat doordat de moeder alcohol blijft drinken tijdens de zwangerschap. De alcohol komt via het bloed en de placenta bij het ongeboren kind terecht en remt daar de normale ontwikkeling van de hersenen. Kinderen die worden geboren met foetaal-alcoholsyndroom hebben vaak leer- en gedragsproblemen als gevolg van deze verstoorde hersenontwikkeling.

- a Is foetaal-alcoholsyndroom een voorbeeld van een erfelijke eigenschap of een modificatie? Leg je antwoord uit.

Foetaal-alcoholsyndroom is een voorbeeld van een modificatie, omdat dit syndroom ontstaat door milieufactoren (moeder die alcohol drinkt) en niet door erfelijke eigenschappen.

- b Is foetaal-alcoholsyndroom een aangeboren aandoening?

Foetaal-alcoholsyndroom is een aangeboren aandoening, want een kind heeft deze aandoening vanaf de geboorte.

11

De Radboud Universiteit in Nijmegen heeft onderzocht of dyslexie erfelijk is. Hiervoor is het DNA onderzocht van kinderen met dyslexie en het DNA van hun ouders. Marieke heeft net als haar vader dyslexie. Haar broertje en moeder hebben geen dyslexie. Bij het onderzoek is gekeken naar bepaalde allelen in het DNA.

Hoe kunnen onderzoekers aan de hand van de allelen vaststellen of dyslexie erfelijk is?

Als een specifiek allel alleen voorkomt bij de personen met dyslexie (Marieke en haar vader), kan dit erop duiden dat dyslexie erfelijk is.

12

Karyogrammen

Voorronde Biologie Olympiade Junior 2018, vraag 9.

Een karyogram is een bewerkte microscoopfoto van de chromosomen in een cel. Door een karyogram te bestuderen kunnen afwijkingen in aantal of vorm van chromosomen worden vastgesteld. Die afwijkingen kunnen verschillende syndromen veroorzaken. Hieronder staan vier syndromen beschreven.

- Mensen met het syndroom van Down hebben een extra chromosoom 21.
- Mensen met het syndroom van Patau hebben een extra chromosoom 13.
- Jongens met het syndroom van Klinefelter hebben naast hun Y-chromosoom twee of meer X-chromosomen.
- Meisjes met het syndroom van Turner hebben een X-chromosoom te weinig of een van de X-chromosomen heeft een afwijkende vorm.

Welk karyogram uit afbeelding 5 hoort bij welk syndroom? Noteer je antwoord als volgt:

karyogram 1 = ...

karyogram 2 = ...

Enzovoort.

karyogram 1 = syndroom van Turner

karyogram 2 = syndroom van Patau

karyogram 3 = syndroom van Down

karyogram 4 = syndroom van Klinefelter

Context Blomen en risico op psychosen

13

- a Het gebruik van cannabis kan leiden tot een psychose.
Behoort het krijgen van een psychose tot het fenotype of het genotype van een persoon?
Het krijgen van een psychose behoort tot het fenotype, want dit is een waarneembare eigenschap.
- b Verandert het gebruik van cannabis het genotype van een persoon? Leg je antwoord uit.
Nee, het genotype wordt niet beïnvloed, want de erfelijke eigenschappen blijven hetzelfde.
- c Is het krijgen van een psychose als gevolg van cannabisgebruik erfelijk? Leg je antwoord uit.
Het krijgen van een psychose als gevolg van cannabisgebruik is deels erfelijk. De aanleg voor het krijgen van een psychose wordt bepaald door de varianten van het COMT-gen die je bezit. Maar of je cannabis gebruikt en hoeveel je gebruikt is niet erfelijk, en ook dat beïnvloedt de kans dat je een psychose krijgt.
- d Krijgt een persoon die twee keer de Met-variant heeft, nooit een psychose na het gebruik van cannabis?
Een persoon met twee keer een Met-variant heeft minder kans op een psychose na cannabisgebruik, maar dat wil niet zeggen dat deze persoon nooit een psychose zal krijgen als gevolg van cannabisgebruik.

2 Genenparen

KENNIS

14

- a Hoeveel allelen voor oogkleur zijn aanwezig in een cel van je oog?
In een cel van je oog zijn twee allelen voor oogkleur aanwezig. Een cel van je oog is een lichaamscel en daarin komen allelen in paren voor.
- b Hoeveel allelen voor oogkleur zijn aanwezig in een geslachtscel?
Er is één allel voor oogkleur aanwezig in een geslachtscel, want geslachtscellen bevatten altijd maar een enkel allel.
- c Leg uit of er ook allelen voor oogkleur in een spiercel aanwezig zijn.
Allelen voor oogkleur zijn ook aanwezig in een spiercel, want alle cellen van een individu hebben hetzelfde genotype.

15

- a Wat is een dominant allel?
Een dominant allel is een allel dat tot uiting komt in het fenotype van een individu dat heterozygoot is voor die eigenschap.
- b Is intermediair hetzelfde als onvolledig dominant? Leg je antwoord uit.
Nee, intermediair is niet hetzelfde als onvolledig dominant. Twee ongelijk dominante allelen komen allebei tot uiting in het fenotype. Je noemt deze allelen onvolledig dominant. Het fenotype noem je een intermediair fenotype.

16

In afbeelding 12 is een lichaamscel van Sjors schematisch getekend met daarin chromosomen en allelen.
Leg uit voor hoeveel eigenschappen Sjors homozygoot is.
Sjors is homozygoot voor twee eigenschappen, want twee genenparen hebben dezelfde allelen.

17

- Fruitvliegen hebben acht chromosomen in hun lichaamscellen.
- a Hoeveel chromosomen bevat een eikel van een fruitvlieg?
Een eikel van een fruitvlieg bevat vier chromosomen, want een eikel is een geslachtscel en deze bevat altijd maar de helft van het aantal chromosomen van een lichaamscel.
 - b Hoeveel paar homologe chromosomen bevat een zaadcel van een fruitvlieg?
Een zaadcel van een fruitvlieg bevat geen homologe chromosomen, want in geslachtscellen komen de chromosomen enkelvoudig voor, dus niet in paren.
 - c Hoeveel verschillende genotypen kan een geslachtscel van een fruitvlieg bevatten door recombinatie van de chromosomen? Leg je antwoord uit met een berekening.
Een geslachtscel van een fruitvlieg bevat $2^4 = 16$ genotypen, want een fruitvlieg heeft vier paar chromosomen. Je kunt daarmee $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$ mogelijke combinaties maken.

18

Xander en Ilona zijn een tweeling. Leg uit of zij een eeneiige of een twee-eiige tweeling zijn.
Zij zijn een twee-eiige tweeling, want zij bezitten een verschillend genotype. Xander is een jongen en heeft dus XY als geslachtschromosomen en Ilona is een meisje en heeft dan XX als geslachtschromosomen.

19

Recombinatie zorgt voor meer genetische variatie binnen een soort.

Waarom is genetische variatie belangrijk voor een soort?

Genetische variatie is belangrijk voor een soort, want hierdoor zijn er altijd wel enkele individuen van de soort aangepast aan nieuwe omstandigheden die ontstaan en neemt de overlevingskans van de soort toe.

INZICHT

20

Bij cavia's is het allel voor een korte vacht dominant over het allel voor een lange vacht. Issam heeft een langharige cavia.

Kan Issam uit het fenotype van zijn cavia afleiden welke allelen de cavia heeft? Leg je antwoord uit.

Uit het fenotype van zijn cavia kan Issam afleiden welke allelen het dier heeft, want alleen cavia's die homozygoot zijn voor deze eigenschap hebben een langharige vacht.

21

In afbeelding 15 zie je een foto van Florence. Zij heeft blauwe ogen en kuiltjes in haar wangen. In afbeelding 16 zie je een lichaamscel van Florence met daarin de chromosomen en allelen schematisch weergegeven.

a Het allel voor blauwe ogen is recessief. Welk chromosomenpaar bevat het allel voor oogkleur?

Het chromosomenpaar met bb bevat het allel voor oogkleur, want daarop liggen twee dezelfde allelen (bb). Recessieve allelen komen alleen tot uiting in het fenotype als er geen dominant allel aanwezig is.

b Leg uit of het allel voor kuiltjes in de wangen dominant of recessief is.

Florence heeft twee verschillende allelen. Het allel voor kuiltjes in de wangen is dus dominant.

22

In afbeelding 17 zijn de lichaamscellen van drie personen schematisch weergegeven.

Elke cel hoort bij een van deze drie personen:

- Piërre met bruine ogen en kuiltjes in zijn wangen
- Fatima met bruine ogen en geen kuiltjes in haar wangen
- Sven met blauwe ogen en geen kuiltjes in zijn wangen

Welke cel hoort bij wie?

Cel 1 hoort bij Sven, cel 2 hoort bij Fatima en cel 3 hoort bij Piërre.

23

Is dat erfelijk?

Voorronde Biologie Olympiade Junior havo 2016, vraag 5.

Wetenschappers willen weten in hoeverre de eigenschap intelligentie erfelijk is. Daarvoor bestuderen zij de uitslagen van IQ-testen (intelligentiequotiënt). In het jaar 2000 hebben alle leerlingen van groep 8 van de basisschool in Nederland een intelligentietest gemaakt. Er is berekend hoe vaak het voorkwam dat een eeniige en twee-eiige tweelingen een gelijk IQ hadden en hoe vaak het voorkwam dat twee willekeurige leerlingen een gelijk IQ hadden, zie tabel 1.

De wetenschappers bedachten verschillende conclusies en verklaringen op basis van deze studie. Welke conclusies met verklaringen zijn juist? Noteer de cijfers.

- 1 Tweelingen scoren vaker hetzelfde omdat ze precies even oud zijn.
- 2 Tweelingen scoren vaker hetzelfde omdat ze dezelfde ouders hebben.
- 3 Eeneiige tweelingen scoren vaker hetzelfde dan twee-eiige tweelingen, omdat ze hetzelfde DNA hebben.
- 4 Eeneiige tweelingen scoren vaker hetzelfde dan twee-eiige tweelingen, omdat ze altijd van hetzelfde geslacht zijn.
- 5 Uit deze resultaten blijkt dat intelligentie erfelijk is.

Conclusies 2, 3 en 5 zijn juist.

Context Tomaten veredelen

24

Stel dat jij tomatenkweker bent, op welke twee erfelijke eigenschappen zou jij tomatenplanten selecteren?

Voorbeelden van juiste antwoorden:

- grootte van de tomaat
- zoetheid van de tomaat
- vorm van de tomaat
- kleur van de tomaat
- hoe goed de plant is bestand tegen ziekten

25

a Zijn zelfbestuiving en bevruchting een voorbeeld van geslachtelijke of ongeslachtelijke voortplanting? Leg je antwoord uit.

Zelfbestuiving en bevruchting zijn een voorbeeld van geslachtelijke voortplanting, want bij bestuiving en bevruchting zijn geslachtscellen (stuifmeelkorrels en eicellen) betrokken.

b Waarom willen veredelaars dat de ouderrassen homozygoot zijn voor de gewenste eigenschappen?

Als ouderrassen homozygoot zijn voor de gewenste eigenschappen weet je zeker dat de gewenste eigenschap wordt doorgegeven aan de nakomelingen.

26

Plantenveredelaars kiezen tijdens het veredelingsproces soms voor geslachtelijke voortplanting en soms voor ongeslachtelijke voortplanting van de tomatenplanten.

a Waarom wil een veredelaar dat de oudergewassen zich geslachtelijk voortplanten?

Als oudergewassen zich geslachtelijk voortplanten kan er recombinatie van (chromosomen en) allelen optreden en kunnen er nieuwe combinaties van eigenschappen ontstaan.

b Waarom wil een veredelaar of kweker de heterozygote tomatenplanten ongeslachtelijk vermeerderen?

Als je heterozygote tomatenplanten ongeslachtelijk vermeerdert, weet je zeker dat het genotype van alle nakomelingen gelijk is aan het genotype van de ouderplant, en dat ze de gewenste eigenschappen bezitten.

3 Monohybride kruisingen

KENNIS

27

Hoeveel allelen van één ouder zijn betrokken bij een monohybride kruising?

Bij een monohybride kruising zijn twee allelen (één paar) van één ouder betrokken, omdat op ieder chromosoom van een chromosomenpaar een allel ligt.

28

Bekijk afbeelding 22.

a Hoe groot is de kans dat een konijn in de F_2 het genotype HH heeft? Geef je antwoord in een breuk en als percentage.

De kans dat een konijn in de F_2 het genotype HH heeft is $\frac{1}{4}$ of 25%.

b Hoe groot is de kans dat een konijn in de F_2 het genotype Hh heeft? Geef je antwoord in een breuk en als percentage.

De kans dat een konijn in de F_2 het genotype Hh heeft is $\frac{1}{2}$ of 50%.

c Hoe groot is de kans dat een konijn in de F_2 staande oren heeft?

De kans dat een konijn in de F_2 staande oren heeft is $\frac{3}{4}$ of 75%.

d Hoe groot is de kans dat een konijn in de F_2 hangende oren heeft?

De kans dat een konijn in de F_2 hangende oren heeft is $\frac{1}{4}$ of 25%.

29

Bij labradors is het allel voor een zwarte vacht (B) dominant over het allel voor een bruine vacht (b).

Een zwarte mannetjeshond (homozygoot) en een bruine vrouwtjeshond worden met elkaar gekruist. De nakomelingen uit de F_1 paren onderling, waardoor de F_2 ontstaat.

In afbeelding 23 zie je het kruisingsschema schematisch weergegeven.

a Wat is het genotype van de ouders?

Het mannetje heeft het genotype BB en het vrouwtje heeft het genotype bb.

b Vul het kruisingsschema uit afbeelding 23 in.

P $\text{♂ BB} \times \text{♀ bb}$
 geslachtscellen B \times b
 F_1 $\text{♂ Bb} \times \text{♀ Bb}$
 geslachtscellen B of b \times B of b
 F_2

♀	B	b
♂		
B	BB	Bb
b	Bb	bb

c Welke fenotypen kunnen er voorkomen in de F_2 ?

In de F_2 kunnen zowel honden met een zwarte (75%) als met een bruine vacht (25%) voorkomen.

30

Van een konijn met staande oren is niet bekend of het homozygoot (HH) of heterozygoot (Hh) is voor deze eigenschap. Een konijnenfokker kan dan kiezen voor een testkruising.

Leg uit hoe de fokker met een testkruising het genotype van het konijn kan achterhalen.

De fokker kan het genotype van het konijn achterhalen door het meerdere malen met een konijn met hangende oren te kruisen, want daarvan is het genotype (hh) bekend. Door te kijken naar de verhouding waarin de verschillende fenotypen voorkomen in de F_1 kan de fokker bepalen wat het genotype van het konijn is. Hebben alle nakomelingen staande oren, dan is het konijn homozygoot (HH). Heeft ongeveer 50% van de nakomelingen staande oren en 50% hangende oren, dan is het konijn heterozygoot (Hh).

31

Mensen bezitten allelen voor rechts- en/of linkshandigheid. Twee ouders krijgen drie kinderen, waarvan er twee rechtshandig zijn en één linkshandig.

Mag je op basis van deze gegevens concluderen dat rechtshandigheid dominant is? Leg je antwoord uit.

Nee, je mag niet concluderen dat rechtshandigheid dominant is. Het aantal nakomelingen is te klein. Deze uitkomst kan ook toeval zijn.

32

a Welke genotypen hebben persoon 3 t/m 5? Geef de nummers met daarachter het bijbehorende genotype.

3 = Tt

4 = Tt

5 = Tt

b Van welke personen in de stamboom weet je niet zeker wat het genotype is? Leg je antwoord uit.

Van persoon 2 en 7. Zij kunnen het genotype Tt of TT hebben.

INZICHT

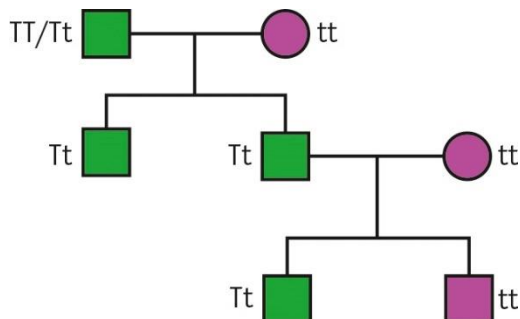
33

Quang wil een stamboom maken over het tongrollen in zijn familie.

Zijn opa, de vader van zijn vader, kan tongrollen net zoals zijn vader, zijn oom (de broer van Quangs vader) en hijzelf. Zijn oma (de moeder van Quangs vader) kan niet tongrollen. Ook Quangs moeder en kleine broertje kunnen niet tongrollen.

Maak een stamboom van Quangs familie. Geef ook de genotypen van de individuen.

Zie onderstaande tekening.



34

Fokkers van dieren willen graag gezonde en sterke nakomelingen zonder erfelijke aandoeningen. Een testkruising maakt duidelijk of een dier een allel bezit voor een erfelijke aandoening.

Wordt een testkruising ingezet bij dominant of recessief overervende aandoeningen? Leg je antwoord uit.

Een testkruising wordt ingezet bij recessief overervende aandoeningen, want daarvoor kunnen dieren het allel bij zich dragen zonder zelf de aandoening te hebben. Ze kunnen het allel wel doorgeven aan hun nakomelingen.

35

Bij leeuwenbekjes komen rode, roze en witte bloemen voor. Er is een allel voor rode bloemkleur (A^r) en een allel voor witte bloemkleur (A^w). Leeuwenbekjes die heterozygoot zijn voor bloemkleur, hebben roze bloemen.

Bij een leeuwenbekje met roze bloemen vindt zelfbestuiving plaats. Er worden 56 zaden gevormd.

- a Wat is het genotype van een intermediair fenotype?

Het genotype van een intermediair fenotype is A^rA^w .

- b Maak een kruisingsschema van de zelfbestuiving bij dit leeuwenbekje.

P ♀ A^rA^w × ♂ A^rA^w
F₁

♀ \ ♂	A^r	A^w
A^r	A^rA^r	A^rA^w
A^w	A^rA^w	A^wA^w

- c Alle 56 zaden ontkiemen.

Hoeveel planten in de F₁ zullen waarschijnlijk roze bloemen hebben? Leg je antwoord uit.

Planten met roze bloemen zijn heterozygoot. 50% van de nakomelingen in de F₁ is

heterozygoot. Dus waarschijnlijk zullen $\frac{56}{2} = 28$ planten roze bloemen hebben.

- d Wat is de verhouding van fenotypen bij de nakomelingen in de F₁?

De verhouding van fenotypen in de F₁ is: $A^rA^r : A^rA^w : A^wA^w = 1 : 2 : 1$.

36

Zaden van een erwtenplant zijn groen of geel.

Uit een groene erwt en een gele erwt ontkiemen erwtenplanten. Deze erwtenplanten worden met elkaar gekruist. Er ontstaan 204 groene zaden en 187 gele zaden.

- a In welke verhouding komen de groene en gele erwten voor in de F₁?

De verhouding groene en gele erwten in de F₁ is ongeveer 1 : 1.

- b Welk genotypen hebben de ouderplanten? Gebruik de letters G en g.

De ouderplanten hebben de genotypen Gg en gg.

- c Kun je uit deze gegevens afleiden welk allel dominant is: het allel voor groene erwten of het allel voor gele erwten? Leg je antwoord uit.

Uit deze gegevens kun je niet afleiden of het allel voor groene erwten of het allel voor gele erwten dominant is. Want in beide gevallen kruis je een heterozygote plant (Gg) met een homozygoot recessieve plant (gg), waardoor je de verhouding 1 : 1 bij de nakomelingen hebt.

37

Bij kippen en hanen is het allel voor bruine veren (B) dominant over het allel voor witte veren (b). In afbeelding 27 zie je een stamboom van een pluimveefamilie.

Welke genotypen hebben de individuen? Noteer de nummers met daarachter het bijbehorende genotype.

1 = Bb

2 = bb

3 = bb

4 = Bb

5 = bb

6 = Bb

7 = Bb

Context Een genetisch consulente

38

Een genetisch consulente werkt vaak in het ziekenhuis. Voor het beroep genetisch consulent moet je een post-hbo-opleiding volgen. Je volgt dan na je hbo nog een verdiepende opleiding.

- a Welke hbo-studierichting moet je eerst kiezen als je genetisch consulent wilt worden?

Als je genetisch consulent wilt worden, kies je de studierichting gezondheidszorg.

- b Welke vaardigheden zijn belangrijk voor een genetisch consulent? Geef er twee.

Voorbeelden van juiste antwoorden:

- goede gespreksvaardigheden
- medeleven kunnen tonen
- kennis van genetica
- kennis van doorverwijzen binnen een ziekenhuis

39

In afbeelding 29 zie je een stamboom. Bij mensen is het allel dat de ziekte van Huntington veroorzaakt (H) dominant over het allel voor gezond huntingtine (h).

- a Wat is het genotype van de personen uit de stamboom? Noteer de nummers met daarachter het genotype.

1 = Hh

2 = hh

3 = hh

4 = Hh

5 = hh

6 = Hh

7 = Hh

- b Na veel twijfelen hebben Mark en Anouk besloten om toch te laten onderzoeken of Anouk het H-allel van haar vader heeft geërfd. De uitslag van het DNA-onderzoek is dat ze inderdaad het allel voor de ziekte van Huntington bezit. Mark bezit dit allel niet. Hoe groot is de kans dat Mark en Anouk een kind krijgen met de ziekte van Huntington? Leg je antwoord uit.

De kans dat Mark en Anouk een kind krijgen met de ziekte van Huntington is 50%. Anouk heeft het H-allel van haar vader geërfd. Van haar moeder erfde zij een gezond allel. Haar genotype is dus Hh. De kans dat zij de H doorgeeft aan haar kind is dan 50%.

4 Geslachtschromosomen

KENNIS

40

In welk cellen komen geslachtschromosomen voor: in lichaamscellen, in geslachtscellen of in beide?

In beide cellen komen geslachtschromosomen voor, want geslachtscellen bevatten één geslachtschromosoom en lichaamscellen bevatten er twee.

41

In afbeelding 31 is een menselijke cel schematisch weergegeven. In deze cel zijn niet alle chromosomen getekend, maar slechts drie paar chromosomen. Eén paar stelt de geslachtschromosomen voor.

- a Welk paar stelt de geslachtschromosomen voor? Leg je antwoord uit.
Paar 3 stelt de geslachtschromosomen voor, want dit paar is ongelijk en stelt dus X en Y voor.
- b Is de cel in afbeelding 31 een lichaamscel of een geslachtscel? Leg je antwoord uit.
Het gaat om een lichaamscel, want de chromosomen komen in paren voor.

42

Kippen hebben in iedere lichaamscel 38 paar autosomen en 1 paar geslachtschromosomen. Ze hebben dus in totaal 39 paar chromosomen. Bij kippen hebben hanen XX en hennen XY.

- a Wat is de formule voor het karyogram van een haan?
De formule voor het karyogram van een haan is [78, XX].
- b Wat is de formule voor het karyogram van een hen?
De formule voor het karyogram van een hen is [78, XY].

43

Bij mensen wordt het geslacht bepaald door het geslachtschromosoom in de zaadcel. Welke geslachtscel bevat bij kippen het geslachtsbepalende chromosoom?

Bij kippen bevat de eicel het geslachtsbepalende chromosoom, omdat die een X- of een Y-chromosoom kan bevatten en daardoor het geslacht van een kuiken bepaalt.

44

Beantwoord de vragen met behulp van afbeelding 33.

- a Wat is de verhouding van fenotypen voor de oogkleur in de F_1 ?
De verhouding van fenotypen voor de oogkleur in de F_1 is:
vrouwtjes met rode ogen : mannetjes met rode ogen = 1 : 1
- b Wat is de verhouding van fenotypen voor de oogkleur in de F_2 ?
De verhouding van fenotypen voor de oogkleur in de F_2 is:
vrouwtjes met rode ogen : mannetjes met rode ogen : mannetjes met witte ogen = 2 : 1 : 1

45

Een X-chromosomale kruising wordt soms omgekeerd uitgevoerd: de eigenschappen van de ouders (P) zijn omgekeerd ten opzichte van de originele kruising. Je kruist dan een vrouwtje met witte ogen en een mannetje met rode ogen.

- a Maak een kruisingsschema van deze kruising.

P $\text{♀ } X^a X^a \times \text{♂ } X^A Y$
 geslachtscellen X^a X^A of Y
 F₁ $\text{♀ } X^A X^a \times \text{♂ } X^a Y$
 F₂

♀	X^A	X^a
♂		
X^a	$X^A X^a$	$X^a X^a$
Y	$X^A Y$	$X^a Y$

- b Geef het genotype en fenotype van de fruitvliegjes die draagster zijn voor de eigenschap witte ogen.

Het genotype en fenotype van de fruitvliegjes die draagster zijn voor de eigenschap witte ogen is $X^A X^a$, vrouwtjes met rode ogen.

46

Marijn is rood-groenkleurenblind en zijn vrouw is kleurenziend (homozygoot). Marijns vrouw is in verwachting van een zoontje.

- a Hoe groot is de kans dat hun zoontje rood-groenkleurenblind is? Leg je antwoord uit met een kruisingsschema. Gebruik de allelen X^B en X^b .

P $\text{♀ } X^B X^B \times \text{♂ } X^b Y$
 F₁

♀	X^B	X^B
♂		
X^b	$X^B X^b$	$X^B X^b$
Y	$X^B Y$	$X^B Y$

Er is 0% kans dat het zoontje kleurenblind is.

- b Mohammed is ook rood-groen kleurenblind en zijn vrouw is draagster voor de eigenschap rood-groenkleurenblindheid.

Hoe groot is de kans dat hun zoontje rood-groenkleurenblind is? Leg je antwoord uit met een kruisingsschema.

P $\text{♀ } X^B X^b \times \text{♂ } X^b Y$
 F₁

♀	X^B	X^b
♂		
X^b	$X^B X^b$	$X^b X^b$
Y	$X^B Y$	$X^b Y$

De kans op een rood-groenkleurenblind zoontje is 50%.

INZICHT

47

Er worden veel meer jongens geboren met rood-groenkleurenblindheid dan meisjes.

Hoe kun je dit verklaren?

Jongens hebben maar één X-chromosoom en daardoor maar één gen voor rood-groen kleurenzien. Meisjes hebben twee X-chromosomen en dus twee genen voor rood-groen kleurenzien. Wanneer bij jongens het allel voor rood-groenkleurenblindheid voorkomt op het X-chromosoom, leidt dat tot rood-groenkleurenblindheid. Bij meisjes kan in dat geval op het andere X-chromosoom nog een (dominant) allel voorkomen voor rood-groen kleurenzien. Hierdoor kunnen zij wel rood-groen kleurenzien. Meisjes zijn pas rood-groenkleurenblind als zij twee allelen bezitten voor rood-groenkleurenblindheid. De kans hierop is minder groot.

48

Bij kippen is de geslachtsbepaling door geslachtschromosomen anders dan bij mensen. Een haan heeft twee X-chromosomen en een hen heeft één X-chromosoom en één Y-chromosoom.

Bij kippen is het allel voor een bruine eierschaal dominant en X-chromosomaal (X^A).

Een haan kan geen eieren leggen, maar bezit wel de genen voor het bepalen van de kleur van de eierschaal.

Een hen die witte eieren legt, wordt gekruist met een haan die homozygoot is voor het allel X^A .

- a Kunnen er in de F_1 hennen voorkomen die witte eieren leggen? Leg je antwoord uit met een kruisingsschema.

P ♀ X^aY × ♂ X^AX^A

F_1

♀ \ ♂	X^a	Y
X^A	X^AX^a	X^AY
X^A	X^AX^a	X^AY

In de F_1 kunnen geen hennen voorkomen die witte eieren leggen, want alle hennen erven X^A van de haan en het Y-chromosoom van de hen. Ze hebben dus allemaal X^AY en leggen bruine eieren.

- b De hanen en hennen uit de F_1 planten zich onderling voort.

Hoeveel procent van de hennen uit de F_2 zullen bruine eieren leggen en hoeveel procent van de hennen witte eieren? Leg je antwoord uit met een kruisingsschema.

F_1 ♀ X^AY × ♂ X^AX^a

F_2

♀ \ ♂	X^A	Y
X^A	X^AX^A	X^AY
X^a	X^AX^a	X^aY

50% van de hennen zal bruine eieren leggen en 50% witte eieren.

49

Misvormde tanden door HED

Voorronde Biologie Olympiade 2018, vraag 8.

Patiënten met HED (hypohidrotische ectodermale dysplasie) hebben een genetische afwijking waardoor ze een verstoorde ontwikkeling van de tanden hebben en een verminderde zweetproductie.

HED wordt vaak veroorzaakt doordat in een allel van het EDA-gen een mutatie voorkomt. In afbeelding 34 is een stamboom van een familie weergegeven waarin HED voorkomt.

HED wordt veroorzaakt door een X-chromosomaal recessief allel.

Hoe kun je dit afleiden uit de stamboom?

In de stamboom zijn draagsters aangegeven. Zij bezitten het recessieve allel dat HED veroorzaakt.

Een draagster (II,1) kan met een gezonde partner (II,2) een zoon krijgen met HED (III,2).

Hieruit blijkt dat het recessieve allel X-chromosomaal overerft. Persoon III,2 heeft genotype X^hY en HED.

50

Bij bijen wordt het geslacht niet bepaald door geslachtschromosomen. De darren (mannetjes) ontstaan uit onbevuchte eicellen en vrouwelijke bijen uit bevruchte eicellen. Afhankelijk van de voeding ontwikkelt een bevruchte eicel zich tot werkster of tot koningin. Voor bijen geldt $n = 16$.

a Hoeveel chromosomen bevat een lichaamcel van een koningin?

Een lichaamcel van een koningin bevat 32 chromosomen, want zij ontstaat uit een bevruchte eicel. Dat zijn dus 16 chromosomen van de eicel en 16 chromosomen van de zaadcel ($16 + 16 = 32$).

b Hoeveel chromosomen bevat een lichaamcel van een dar?

Een lichaamcel van een dar bevat 16 chromosomen, want een dar ontstaat uit een onbevuchte eicel die de helft van het aantal chromosomen bevat.

c Komt bij bijen ook een Y-chromosoom voor?

Bij bijen komt geen Y-chromosoom voor, want bij bijen wordt het geslacht bepaald door het aantal geslachtschromosomen. Darren hebben een X-chromosoom en vrouwelijke bijen hebben twee X-chromosomen.

Context De koninklijke ziekte

51

Het recessieve allel voor hemofilie wordt weergegeven als X^b .

- a Wat is het genotype van koningin Victoria?

Het genotype van koningin Victoria is $X^B X^b$.

- b Hoe komt het dat koningin Victoria zelf geen last had van hemofilie?

Koningin Victoria had zelf geen last van hemofilie, want zij bezat ook nog een dominant normaal / gezond allel. Aangezien het allel voor hemofilie recessief is, komt het dan niet tot uiting in het fenotype.

52

Alexej is de achterkleinzoon van Victoria, de zoon van haar kleindochter.

- a Hoe groot was de kans dat Alexej het recessieve allel zou erven van Victoria? Leg je antwoord uit met een berekening.

De kans dat Victoria het allel aan haar dochter doorgeeft is $\frac{1}{2}$ of 50%.

De kans dat haar dochter het allel aan de moeder van Alexej doorgeeft is ook $\frac{1}{2}$ of 50%.

De kans dat Alexej het allel erft van zijn moeder is $\frac{1}{2}$ of 50%.

Dus $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ ofwel 12,5%.

- b Koningin Victoria heeft heel veel achterkleinkinderen. In de stamboom in afbeelding 35 staan er elf weergegeven.

Hoe groot is het percentage achterkleinkinderen met hemofilie? Leg je antwoord uit met een berekening.

6 van de 11 kleinkinderen hebben hemofilie, dus $\frac{6}{11} \times 100\% = 54,5\%$ heeft hemofilie.

- c Alle achterkleinkinderen die hemofilie hebben zijn jongens.

Waarom is de kans op hemofilie bij jongens groter dan bij meisjes?

De kans op hemofilie bij jongens is groter dan bij meisjes omdat jongens maar één X-chromosoom hebben, wat betekent dat als zij het recessieve allel hebben dit altijd tot uiting komt in het fenotype.

5 Speciale manieren van overerven

KENNIS

53

Bij bloedgroepen zijn de allelen I^A en I^B codominant.

Wat is het verschil tussen codominant en intermediair?

Het verschil tussen codominant en intermediair is dat bij codominantie beide allelen volledig tot expressie komen in het fenotype. Bij intermediair komen beide allelen enigszins tot expressie in het fenotype in een mengvorm.

54

Een man en een vrouw, beiden met bloedgroep AB, krijgen een kind.

a Maak een kruisingsschema van deze kruising.

P ♀ $I^A I^B$ × ♂ $I^A I^B$

F₁

♀ \ ♂	I^A	I^B
I^A	$I^A I^A$	$I^A I^B$
I^B	$I^A I^B$	$I^B I^B$

b Welke bloedgroepen kan het kind hebben?

Het kind kan bloedgroep A, bloedgroep B of bloedgroep AB hebben.

55

Waarom zijn de verhoudingen van de fenotypen bij de nakomelingen na een kruising met letale factoren anders dan bij een gewone kruising?

De verhoudingen van de fenotypen zijn anders, omdat een gedeelte van de nakomelingen met een bepaald genotype niet wordt geboren. Hierdoor valt ook een bepaald fenotype weg.

56

De acteur Peter Dinklage (zie afbeelding 37) heeft de erfelijke aandoening achondroplasie (dwerggroei). Hij is slechts 1,35 m lang en heeft korte armen en benen. Dit komt doordat het kraakbeen van de armen en benen niet goed in bot verandert. De grootte van de romp is gemiddeld. Achondroplasie erft autosomaal dominant over en is letaal bij embryo's die homozygoot zijn voor deze eigenschap.

Een man en een vrouw, beiden met de aandoening achondroplasie, krijgen samen een kind.

Hoe groot is de kans dat dit kind geen achondroplasie heeft? Leg je antwoord uit met een kruisingsschema.

P ♂ Dd × ♀ Dd

F₁

♀ \ ♂	D	d
D	DD	Dd
d	Dd	dd

De kans op een kind dat geen achondroplasie (dd) heeft is 33%.

57

Wanneer erven genen gekoppeld over?

Genen erven gekoppeld over als ze op hetzelfde chromosoom liggen.

58

Bij mensen liggen de genen voor oogkleur en haarkleur op hetzelfde chromosoom.

Het allel voor bruin haar (A) en het allel voor bruine ogen (B) erven gekoppeld over. De allelen voor blond haar (a) en blauwe ogen (b) zijn ook gekoppeld.

Een man met bruin haar en bruine ogen, die homozygoot is voor beide eigenschappen, en een vrouw met blond haar en blauwe ogen krijgen een kind.

- a Kan het kind blond haar en blauwe ogen hebben? Leg je antwoord uit.

Het kind kan geen blond haar en blauwe ogen hebben, want het kind erft altijd de allelen AB van zijn vader.

- b De man en vrouw krijgen een dochter met bruin haar en bruine ogen. Zij trouwt met een man met blond haar en blauwe ogen.

Hoe groot is de kans op een kleinkind met blond haar en blauwe ogen? Leg je antwoord uit met een kruisingsschema.

P	♂ $\frac{AB}{AB}$	×	♀ $\frac{ab}{ab}$
geslachtscel	$\frac{AB}{AB}$		$\frac{ab}{ab}$
F ₁	$\frac{AB}{ab}$		
dus	♀ $\frac{Ab}{ab}$	×	♂ $\frac{ab}{ab}$
geslachtscel	$\frac{Ab}{ab}$ of $\frac{ab}{ab}$		$\frac{ab}{ab}$
F ₂			
	♀	♂	
	$\frac{AB}{ab}$	$\frac{Ab}{ab}$	$\frac{ab}{ab}$
	$\frac{AB}{ab}$	$\frac{Ab}{ab}$	$\frac{ab}{ab}$
	$\frac{AB}{ab}$	$\frac{Ab}{ab}$	$\frac{ab}{ab}$

De kans op een kind met blond haar en blauwe ogen is 50%.

59

Gebruik **BiNaS** tabel 70D.

Geef een voorbeeld van twee eigenschappen die bij mensen gekoppeld overerven.

Alle voorbeelden van twee genen die in hetzelfde chromosoom liggen zijn juist.

Bijvoorbeeld:

- caspase 9 en rhesusfactor op chromosoom 1
- erfelijke doofheid en glucagon op chromosoom 2

INZICHT

60

In afbeelding 40 is in een stamboom de overerving van bloedgroepen in een familie weergegeven.

- a Wat zijn de genotypen van de ouders?

De genotypen van de ouders zijn I^Ai en I^Bi.

- b Is het mogelijk dat het kind dat is aangegeven met '?' bloedgroep 0 heeft? Zo ja, hoe groot is deze kans?

Ja, het is mogelijk dat dit kind bloedgroep 0 heeft. De kans op een kind met bloedgroep 0 is 25%.

61

Een onderzoeker wil weten of de genen voor de eigenschappen bladvorm en bloemkleur op hetzelfde chromosoom liggen. Hij kruist daarom een plant met gele bloemen en pijlvormige bladeren, met een plant met witte bloemen en ovale bladeren. De F_1 wordt verder gekruist door middel van zelfbestuiving. In de F_2 zijn er 28 planten met gele bloemen en pijlvormige bladeren en 11 planten met witte bloemen en ovale bladeren.

- a Welke bloemkleur en welke bladvorm zijn dominant?

Gele bloemen en pijlvormige bladeren zijn dominant, want die komen vaker voor.

- b Is hier sprake van gekoppelde of onafhankelijke overerving? Leg je antwoord uit.

Er is sprake van gekoppelde overerving, want de varianten gele bloemen met ovale bladeren en witte bloemen met pijlvormige bladeren komen niet voor.

62

Bij muizen is een gele vachtkleur dominant over een agouti, (donkere) vachtkleur. Het allel voor een gele vachtkleur wordt weergegeven met R en voor agouti met r. Wanneer twee heterozygote gele muizen meerdere keren met elkaar worden gekruist ontstaat er een F_1 die bestaat uit 115 gele muizen en 59 agouti muizen.

- a Wat is de verhouding van fenotypen in de F_1 ?

De verhouding van fenotypen in de F_1 = gele muizen : agouti muizen = 2 : 1.

- b Van welke speciale vorm van overerving is hier sprake?

Uit de verhouding van de fenotypen kun je afleiden dat er sprake is van overerving met een letale factor. Muizen die homozygoot zijn (RR) sterven in een vroeg embryonaal stadium.

63

Bij konijnen is het allel voor een langharige vacht (A) dominant over een kortharige vacht (a), en het allel voor rechte oren (B) dominant over hangende oren (b). De eigenschappen erven gekoppeld over.

Een langharig mannetje met hangende oren wordt gekruist met een kortharig vrouwtje met rechte oren. Beide dieren zijn homozygoot voor de eigenschappen. De nakomelingen uit de F_1 paren onderling en produceren zo de F_2 .

- a Welke allelen zijn aan elkaar gekoppeld?

Bij de ouders heeft het mannetje $\frac{Ab}{Ab}$ en het vrouwtje $\frac{aB}{aB}$. De allelen A en b en a en B zijn dus aan elkaar gekoppeld.

- b Welke fenotypen zul je aantreffen in de F_2 en in welke verhouding? Leg je antwoord uit met een kruisingsschema.

P $\frac{aB}{aB}$ × $\frac{Ab}{Ab}$
 geslachtscel aB Ab
 F_1 $\frac{Ab}{aB}$ × $\frac{Ab}{aB}$
 F_2

	♀	$\frac{Ab}{aB}$	$\frac{aB}{aB}$
♂	$\frac{Ab}{aB}$	$\frac{Ab}{aB}$	$\frac{Ab}{aB}$
	$\frac{aB}{aB}$	$\frac{Ab}{aB}$	$\frac{aB}{aB}$

De verschillende fenotypen komen voor in de volgende verhoudingen:

- langharig en hangende oren 1 of 25%
- langharig en rechte oren 2 of 50%
- kortharig en rechte oren 1 of 25%

Context Een stamceltransplantatie

64

Van Derek en Liam wordt de bloedgroep bepaald. Derek heeft bloedgroep 0 en Liam heeft bloedgroep A.

- a Wat zijn de mogelijke genotypen van Liam en Derek?

Derek heeft genotype ii en Liam heeft I^Ai of I^AI^A.

- b De ouders van Liam en Derek hebben ook bloedgroep A.

Kun je met zekerheid zeggen welk genotype de ouders hebben? Leg je antwoord uit.

Beide ouders hebben I^Ai, want Derek heeft bloedgroep 0 (ii). Hij heeft van elke ouder het allel i geërfd.

65

Je HLA-type wordt bepaald door meerdere genen die gekoppeld overerven. Zo liggen de genen voor HLA-A, HLA-B en HLA-DR allemaal op chromosoom 6. Welk allel je hebt voor het HLA-gen wordt aangegeven met een cijfer. Je hebt bijvoorbeeld de allelen HLA-A1, HLA-B6, enzovoort. In afbeelding 41 zie je de HLA-typen van Derek en zijn ouders weergegeven.

- a Welke mogelijke genotypen kan Liam hebben? Leg je antwoord uit met een kruisingsschema.

P	♂	A1	A29	×	♀	A2	A3
		B44	B7			B44	B8
		DR17	DR15			DR4	DR7
geslachtscel		A1	A29			A2	A3
		B44	of B7			B44	of B8
		DR17	DR15			DR4	DR7

Liam kan de volgende genotypen hebben:

♀ ♂	A2 B44 DR4	A3 B8 DR7
A1 B44 DR17	A1 B44 DR17	A2 B44 DR4
A29 B7 DR15	A29 B7 DR15	A2 B44 DR4
	A1 B44 DR17	A3 B8 DR7
	A29 B7 DR15	A3 B8 DR7

- b Hoe groot is de kans dat Liam hetzelfde genotype heeft als Derek?

De kans dat Liam hetzelfde genotype heeft als Derek is 25% of $\frac{1}{4}$, want hij heeft 50% ($\frac{1}{2}$) kans om hetzelfde chromosoom van zijn vader te krijgen en 50% ($\frac{1}{2}$) kans om hetzelfde chromosoom van zijn moeder te krijgen. $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$.

- c Voor HLA-A, HLA-B en HLA-DR bestaan erg veel verschillende allelen per gen. Voor ieder van deze genen komen meer dan 600 verschillende allelen voor.

Waarom is de kans heel klein dat iemand exact hetzelfde HLA-type heeft als jij?

De kans is heel klein, omdat als er zoveel verschillende allelen zijn, er heel veel verschillende combinaties mogelijk zijn. Dit maakt de kans klein dat iemand exact dezelfde combinatie heeft als jij.

6 Opvoeding of aanleg

KENNIS

66

Vanaf welk moment ligt het genotype van een individu vast?

Het genotype van een individu ligt vanaf de bevruchting vast.

67

Welke termen worden in de genetica gebruikt in plaats van *nature* en *nurture*?

nature = genotype en nurture = milieufactoren

68

Yigit en Derman zijn geboren als een Siamese tweeling. De tweeling was met het hoofd vergroeid (zie afbeelding 43). Ze zijn door een chirurgisch team van elkaar gescheiden.

Heeft een Siamese tweeling hetzelfde genotype of een verschillend genotype?

Een Siamese tweeling heeft hetzelfde genotype, want het is een eeneiige tweeling. Ze zijn ontstaan uit dezelfde bevruchte eicel.

69

Bij tweelingenonderzoek gebruiken wetenschappers gegevens van twee-eiige tweelingen die samen in een gezin opgroeien. De leden van deze tweelingen vertonen onderling verschillen in fenotype.

a Waardoor worden de verschillen in het fenotype vooral veroorzaakt: door verschillen in genotype of door milieufactoren?

Verschillen in het fenotype worden vooral veroorzaakt door verschillen in genotype, want deze tweelingen hebben een verschillend genotype, maar worden meestal beïnvloed door dezelfde milieufactoren, omdat ze in hetzelfde gezin opgroeien.

b Soms krijgen onderzoekers gegevens van eeneiige tweelingen die onder verschillende omstandigheden opgroeien.

Wordt hiermee de invloed van het genotype of de invloed van milieufactoren op het fenotype onderzocht?

De invloed van milieufactoren op het fenotype wordt hiermee onderzocht. De leden van een eeneiige tweeling hebben hetzelfde genotype, dus moeten verschillen in het fenotype zijn ontstaan door verschillen in milieufactoren.

70

Bij eeneiige tweelingen neemt het verschil in fenotype vaak toe naarmate de tweeling ouder wordt.

a Hoe komt het dat de fenotypen meer gaan verschillen naarmate ze ouder worden?

Fenotypen gaan dan meer verschillen, want dan zijn ze voor een langere tijd en aan meer verschillende milieufactoren blootgesteld, waardoor de genexpressie steeds meer gaat verschillen en het fenotype verandert.

b Hoe kunnen verschillen in het fenotype bij eeneiige tweelingen worden veroorzaakt?

Verschillen in het fenotype kunnen worden veroorzaakt door invloeden uit het milieu. Bijvoorbeeld doordat een van de twee een ongeluk krijgt en de ander niet.

71

Waarom is bij mensen de invloed van nature en nurture moeilijker te bepalen dan bij dieren?

Die invloed is moeilijker te bepalen, omdat je bij mensen niet zo goed kunt onderzoeken welke invloed nature en nurture op eigenschappen hebben. Je kunt niet zomaar experimenten met mensen doen.

INZICHT

72

Hortensia's (zie afbeelding 45) zijn sierplanten voor in de tuin. De planten in de afbeelding zijn allemaal stekjes van dezelfde moederplant en hebben allemaal hetzelfde genotype. Toch heeft iedere plant een ander fenotype. Geef twee voorbeelden van milieufactoren die verantwoordelijk kunnen zijn voor het verschil in fenotype.

Voorbeelden van juiste antwoorden:

- de hoeveelheid voedingstoffen in de bodem
- de hoeveelheid water die ze krijgen
- de hoeveelheid zonlicht die ze ontvangen

73

In afbeelding 46 is een experiment over de vachtkleur bij muizen weergegeven.

- a Welke conclusie kun je trekken uit het experiment in afbeelding 46?

Alcoholconsumptie door vrouwelijke muizen voor de bevruchting remt de expressie van de gele vachtkleur bij de nakomelingen.

- b Het allel voor donkere vacht wordt aangegeven met a en het gen voor een gele vacht wordt weergegeven met A. De nakomelingen uit het experiment hebben allemaal hetzelfde genotype.

Welk genotype hebben de nakomelingen uit het experiment? Leg je antwoord uit.

Nakomelingen uit het experiment hebben genotype Aa, want alle nakomeling zijn heterozygoot. Alle vrouwtjes waren homozygoot donker (aa) en geven dus een a door aan de nakomelingen. Alle mannetjes waren homozygoot geel (AA) en geven dus een A door aan de nakomelingen.

74

Najib wil onderzoeken of nicotineverslaving bepaald wordt door nature of nurture. Hij vergelijkt hiervoor twee groepen eeneiige tweelingen. Groep 1 bestaat uit eeneiige tweelingen die beiden roken en groep 2 bestaat uit eeneiige tweelingen waarvan er één wel rookt en één niet.

Wanneer kan Najib de conclusie trekken dat nicotineverslaving wordt bepaald door nurture?

Hij kan deze conclusie trekken als de eeneiige tweelingen van groep 1 onder dezelfde omstandigheden zijn opgegroeid en de eeneiige tweelingen van groep 2 onder verschillende omstandigheden.

75

Het aantal X-chromosomen in lichaamscellen van mannelijke en vrouwelijke zoogdieren is verschillend. Maar de genexpressie van deze chromosomen is wel gelijk. Om te voorkomen dat vrouwen meer expressie van de genen op de X-chromosomen hebben, wordt in iedere cel een willekeurig X-chromosoom uitgeschakeld. Dit betekent dat bij vrouwen groepjes cellen ontstaan waarin het X-chromosoom van vader actief is, maar ook groepjes cellen waarin het X-chromosoom van moeder actief is.

Bij lapjeskatten is dit goed zichtbaar. Lapjeskatten zijn altijd poezen (♀). Een van de genen voor vachtkleur bij katten ligt op het X-chromosoom. De verschillend gekleurde vlekken bij lapjeskatten ontstaan doordat in verschillende groepen cellen van de vacht een ander X-chromosoom tot expressie komt.

- a Zijn lapjeskatten homozygoot of heterozygoot voor het X-chromosomale gen voor vachtkleur? Leg je antwoord uit.

Lapjeskatten zijn heterozygoot, want anders zou je geen vlekpatroon zien. De verschillend gekleurde vlekken ontstaan doordat in de ene vlek het ene X-chromosoom actief is en in de andere vlek het andere X-chromosoom.

- b Waarom kunnen katers (♂) geen lapjeskat zijn?

Katers kunnen geen lapjeskat zijn, want ze bezitten maar één X-chromosoom dat in alle cellen tot uiting komt. Het is onmogelijk dat er in hun cellen verschillende X-chromosomen tot expressie komen.

Context Zin in zoetigheid

76

Uit onderzoek blijkt dat mensen die allel A van het FGF21-gen bezitten meer behoefte hebben aan suiker dan mensen zonder dat allel.

Wordt de extra behoefte aan suiker bij deze mensen uitsluitend bepaald door het genotype?

De extra behoefte aan suiker bij deze mensen wordt niet uitsluitend bepaald door het genotype, ook milieufactoren hebben invloed op de behoefte aan suiker.

77

a Waarom lopen mensen die het allel A hebben voor het FGF21-gen meer kans op obesitas en diabetes? Leg je antwoord uit in drie stappen.

Voorbeelden van een juist antwoord:

- 1 Mensen met allel A hebben minder expressie van het FGF21-gen.
- 2 Hierdoor maken zij minder stoffen en hormonen aan die de zin in zoetigheid onderdrukken.
- 3 Doordat zij meer zin hebben in zoetigheid eten zij meer voedingsmiddelen met suiker, waardoor de kans op obesitas en diabetes toeneemt.

b Hoe zou een medicijn de zin in zoetigheid kunnen onderdrukken?

Als de genexpressie van FGF21 wordt gestimuleerd, dan maken mensen meer stoffen en hormonen aan, die je hersens gevoeliger maken voor suiker. Daardoor heb je minder zin in zoetigheid.

78

Is het zo dat iedereen die allel A bezit obesitas krijgt?

Nee, want er zijn ook andere erfelijke factoren en milieufactoren die de kans op het ontstaan van obesitas beïnvloeden.

Samenhang Twin strangers

1

Noteer in de tabel de volgende begrippen bij het juiste organisatieniveau.

Kies uit: *DNA-sequentie – DNA-test – dubbelgangers – eicel – eigen omgeving – familie – generaties – gezichtskenmerken – voorouder.*

Organisatieniveau	Begrip
Biosfeer	
Ecosysteem	eigen omgeving
Populatie	familie, generaties, dubbelgangers
Organisme	voorouder, gezichtskenmerken
Orgaan	
Cel	eicel
Molecuul	DNA-test, DNA-sequentie

2

Bij mannen wordt aan de hand van allelen op het Y-chromosoom bepaald hoelang geleden ze een gemeenschappelijke voorouder hadden. Bij vrouwen kijk je naar allelen in het DNA uit de mitochondriën.

Bij mannen kan ook met het DNA uit de mitochondriën worden vastgesteld hoelang geleden de gemeenschappelijke voorouder leefde. Waarom kun je dit bij mannen ook met het DNA uit de mitochondriën bepalen?

Je kunt dit met DNA uit mitochondriën bepalen, omdat mannen hun mitochondriën enkel van hun moeder erven, net als vrouwen.

3

Bij een DNA-test worden de DNA-sequenties van individuen vergeleken.

Er wordt een DNA-test uitgevoerd om te bepalen of twee mensen familie van elkaar zijn.

Wordt het DNA onderzocht dat mensen gemeenschappelijk hebben (99,5%), of het DNA (0,5%) dat de verschillen in genotypen en fenotypen veroorzaakt? Leg je antwoord uit.

Het DNA (0,5%) dat de verschillen veroorzaakt wordt onderzocht. 99,5% van de DNA-sequenties is bij iedereen hetzelfde.

4

Volgens Joseph McInerney is het bestaan van dubbelgangers slechts een kwestie van kansberekening. Volgens onderzoekers aan de universiteit van Londen zijn er 32 genen verantwoordelijk voor je gezichtskenmerken. Stel dat er voor deze 32 genen maar twee allelen bestaan, een dominant en een recessief allel.

a Hoeveel verschillende combinaties van allelen zijn er dan mogelijk voor gezichtskenmerken?
 $2^{32} = 4\,294\,967\,296 =$ ongeveer 4,3 miljard verschillende combinaties van allelen mogelijk.

b In 2021 zijn er ongeveer 8 miljard mensen op de wereld.
 Hoeveel mensen hebben dan waarschijnlijk dezelfde allelcombinatie voor alle gezichtskenmerken als jij?

$8 / 4,3 = 1,86 =$ ongeveer 2 mensen hebben dan waarschijnlijk dezelfde allelcombinatie voor alle gezichtskenmerken.

c Sommige mensen hebben veel eigenschappen die worden veroorzaakt door een dominant allel.

Is de kans dat je een dubbelganger hebt dan groter of kleiner?

De kans dat je een dubbelganger hebt is dan groter, want zowel individuen die homozygoot dominant zijn voor deze eigenschappen als individuen die er heterozygoot voor zijn hebben dan hetzelfde fenotype / uiterlijk.

Examenopgaven

De ziekte van Wilson

1

Uit de stamboom is af te leiden dat de ziekte van Wilson autosomaal overerft. Als de overerving X-chromosomaal was geweest, zou een van de ouders van Sem of Janneke de ziekte ook moeten hebben.

Wie zou in dat geval de ziekte ook hebben?

- A Sems vader
- B Sems moeder
- C Jannekes vader
- D Jannekes moeder

C (De vader van Janneke moet dan een gemuteerd X-chromosoom aan Janneke geven en dus zelf ook ziek zijn.)

2

Jannekes tante Sylvia (afbeelding 1) wil weten wat de kans is dat zij drager is van het allel voor de ziekte van Wilson. Ga ervan uit dat Jannekes oma Rita geen drager is.

Hoe groot is de kans dat Sylvia drager is?

- A 0%
- B 25%
- C 50%
- D 75%
- E 100%

C (Janneke heeft twee recessieve allelen van haar ouders geërfd die beiden drager zijn. Als haar oma geen drager is, dan moet haar opa wel drager zijn geweest en heeft haar tante 50% kans ook drager te zijn.)

Kwieker ouder door genmutatie

3

Is allel 2 dominant of recessief? Leg je antwoord uit.

Allel 2 is recessief, omdat mensen twee allelen moeten hebben om minder snel alzheimer te krijgen.

Overerving bij varkens

4

Hoeveel chromosomen komen er voor in een spermacel van de beer, het mannelijke tamme varken?

In zo'n spermacel komen 19 chromosomen voor, de helft van 38.

5

Welke van deze uitspraken is of welke zijn juist?

- A alleen 1
- B alleen 3
- C alleen 1 en 2
- D alleen 1 en 3
- E alleen 2 en 3
- F zowel 1, 2 als 3

C

6

Uit welke kruising of uit welke kruisingen kun je met zekerheid vaststellen dat de beer drager is van het recessieve allel?

- A alleen kruising 1
- B alleen kruising 2
- C alleen kruising 3
- D zowel kruising 1 als 3
- E zowel kruising 2 als 3
- F uit geen enkele kruising

D

MSUD

7

De ouders van Stan vragen zich af wat de kans is dat een volgend kind ook MSUD heeft.

- a Hoe groot is de kans op een volgend kind met MSUD, indien dit kind een jongen is?

De kans op een volgend kind met MSUD is 25%. Beide ouders van Stan zijn drager van een afwijkend allel, dit betekent dat het autosomaal recessief overerft. Het geslacht van het kind maakt niet uit. 1p

- b Hoe groot is de kans op een volgend kind met MSUD, indien het kind een meisje is?

Deze kans is 25%. Beide ouders van Stan zijn drager van een afwijkend allel. Dit betekent dat het autosomaal recessief overerft. Het geslacht van het kind maakt niet uit. 1p