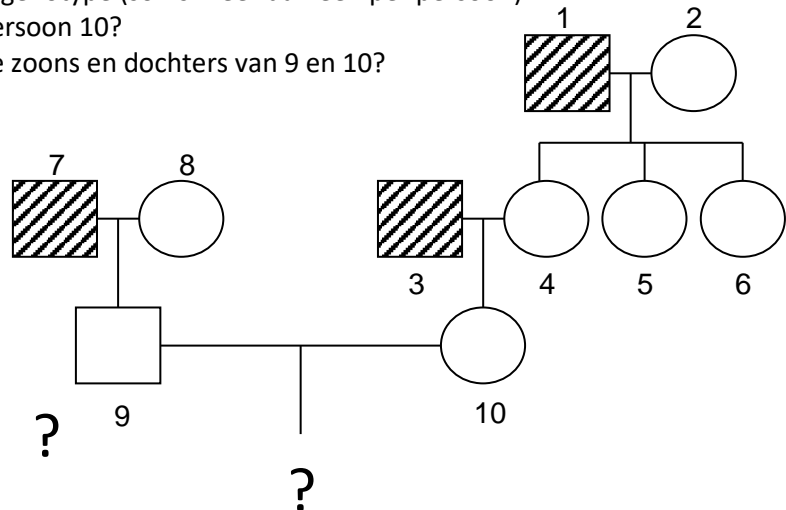




Alles door elkaar

- Van twee erwtenplanten worden nakomelingen verkregen. Hiervan blijken er 28 rode bloemen te dragen en 11 witte bloemen.
 - Wat zijn de genotypen van de ouderplanten?
 - Welk allel is dominant, dat voor rode bloemkleur, of dat voor witte bloemkleur?
 - Hoe groot is de kans dat er 2 rode en 1 witte bloem verkregen wordt?
- Onderstaande stamboom heeft betrekking op hemofilie (gearceerd; recessief; X-chromosomaal). Alleen van 10 is het fenotype niet bekend.
 - Geef van alle personen het (mogelijke) genotype (soms meer dan één per persoon)
 - Hoe groot is de kans op hemofilie bij persoon 10?
 - Hoe groot is de kans op hemofilie bij de zoons en dochters van 9 en 10?



- (MC) Bij de mens is het allel voor een kale kruin dominant over het allel voor normale haargroei. Heterozygote mannen zijn wel kaal, maar heterozygote vrouwen niet. Dit wordt veroorzaakt door de invloed van andere genen. Een bepaalde kale man heeft ouders met een normale haargroei. Was de vader van de kale man homo- of heterozygoot voor de eigenschap haargroei? En de moeder van de kale man?
 - Vader: homozygoot; Moeder: homozygoot
 - Vader: homozygoot; Moeder: heterozygoot
 - Vader: heterozygoot; Moeder: homozygoot
 - Vader: heterozygoot; Moeder: heterozygoot
- (MC) Sommige planten zijn niet in staat bladgroen te vormen. Dit zogenaamde albinisme berust op de aanwezigheid van een recessief allel. Bij een tabaksplant die heterozygoot is voor deze eigenschap treedt zelfbestuiving op. Er ontstaan 600 zaden. Na kieming ontstaan hieruit kiemplanten. Hoeveel van deze planten zullen naar verwachting albino zijn?
 - 0
 - 150
 - 300
 - 600
- In een eikel van een groene kikker komen 13 chromosomen voor. Wat kun je zeggen over het aantal chromosomen van de cellen in een poot van deze kikker?
- Uit twee horende honden wordt een dove, vrouwelijke, pup geboren. Deze vorm van doofheid is erfelijk.
 - Is het allel voor doofheid dominant of recessief? Verklaar kort.
 - Is het allel X-chromosomaal? Verklaar kort.

7. Vul in onderstaande tabel in of de beweringen *juist* of *onjuist* zijn.

Juist	Niet juist	Nr.	Beweringen
		1	Een gen is een stukje chromosoom waarop de code ligt voor een eiwit.
		2	Een allel is een stukje chromosoom waarop de code ligt voor een eiwit.
		3	Een gameet is haploïd want het is een geslachtscel.
		4	Op het y-chromosoom liggen geen genen.
		5	Aan het fenotype kun je niet altijd het genotype afleiden.
		6	Als genen op verschillende chromosomen liggen erven ze onafhankelijk over.
		7	Intermediaire eigenschappen veroorzaken bij nakomelingen meer verschillende fenotypen.
		8	De kans dat in een gezin met drie dochters het vierde kind een jongen is, is groter dan dat het een meisje is.
		9	Een kruising tussen een homozygoot dominante ouder (voor 1 gen) met een recessief exemplaar levert nakomelingen op die hetzelfde fenotype bezitten van deze eigenschap.
		10	Als twee ouders met een identiek fenotype een nakomeling krijgen met een afwijkend fenotype dan weet je dat de ene ouder homozygoot was en de andere ouder heterozygoot voor het betrokken gen.
		11	Een kruising tussen een heterozygoot met een recessief exemplaar levert nakomelingen op met verschillende fenotypen.
		12	Een jongen kan een geslachtschromosoom-gebonden kenmerk alleen van zijn vader erven.
		13	Een kleurenblinde man en een kleurenziende vrouw (kleurenzien is X-chromosomaal) kunnen nooit een kleurenblinde zoon krijgen.
		14	Een allel erft of dominant of recessief over
		15	De P-generatie is altijd homozygoot.

Als je dit snapt, kun je verder met genetica uit de bovenbouw. Laat zien wat je kunt! Het principe blijft hetzelfde, alleen de vragen worden lastiger.

A. dihybride kruisingen: eenvoudige berekeningen

Tot nu toe heb je naar monohybride gekeken: slechts 1 gen. Dihybride gaat over twee genen, maar de manier van rekenen is hetzelfde. In plaats drie soorten genotypen (AA, Aa, aa) heb je drie keer drie soorten genotypen, want je kijkt bijvoorbeeld naar de drie genotypen van A en a, maar ook van B en b (BB, Bb, bb). Dus één van de negen is AaBb. Je kijkt dan ook naar twee eigenschappen.

1. Bij cavia's is het gen voor vachtkleur (A) dominant over het gen voor witte vachtkleur (a). Het gen voor ruwe haren (B) is dominant over dat voor gladde haren (b). Een zwarte, ruwharige vrouwtjescavia is voor beide eigenschappen heterozygoot. Deze cavia wordt gedekt door een wit mannetje dat heterozygoot is voor de eigenschap ruwharigheid.
 - a) Wat zijn de genotypen van de ouders?
 - b) Welke allelen kunnen de gameten van beide ouders bevatten?
 - c) Welke genotypen zijn mogelijk in de F1?
 - d) Welke verhouding van fenotypes tref je aan in de F1?
2. Bij erwtenplanten is het gen voor ronde zaden dominant over het gen voor hoekige zaden. Het gen voor gele zaadlobben is dominant over dat voor groene zaadlobben. Men kruist een erwtenplant uit een rond zaad met gele zaadlobben, die voor beide eigenschappen heterozygoot is, met een erwtenplant uit een hoekig zaad met groen zaadlobben.
 - a) Maak een kruisingsschema van deze kruising
 - b) Welke fenotypen verwacht je in de F1?
 - c) Wat is de verhouding tussen deze fenotypen?
3. Bij mensen is het gen voor rechtshandigheid dominant over het gen voor linkshandigheid. Het gen voor bruine ogen is dominant over het gen voor blauwe ogen. Een linkshandige vrouw is heterozygoot voor de oogkleur. Ze is zwanger van een rechtshandige, bruinogige man, die voor beide eigenschappen heterozygoot is.
 - a) Wat zijn de genotypen van beide ouders?
 - b) Hoe groot is de kans op een linkshandig kind?
 - c) Hoe groot is de kans op een blauwogig kind?
 - d) Hoe groot is de kans op een linkshandig, blauwogig kind?
4. Bij een erwtenplant vindt zelfbestuiving plaats. Hierna ontwikkelen zich 243 zaden aan deze plant: 47 groene ronde, 17 groene hoekige, 44 gele hoekige en 135 gele ronde zaden.
 - a) Is de ouderplant voor de zaadkleur homozygoot of heterozygoot?
 - b) Is de ouderplant voor de zaadvorm homozygoot of heterozygoot?
 - c) Welk gen is dominant, dat voor groene zaden of dat voor gele zaden?
 - d) Welk gen is dominant, dat voor ronde zaden, of dat voor hoekige zaden?
 - e) Wat is het genotype van de ouderplant?
 - f) Uit wat voor een zaad heeft de ouderplant zich ontwikkeld?
5. Bij muizen is het allel voor bruine vacht dominant over wit, het allel voor donkere ogen is dominant over rood. Een homozygote bruinharige donkerogige muis kruist met een witharige, roodogige. De genen zijn niet X - chromosomaal.
 - a) Hoe groot is de kans op muizen met bruine vacht en donkere ogen in de F2?
 - b) Hoe groot is de kans op drie muizen met rode ogen?

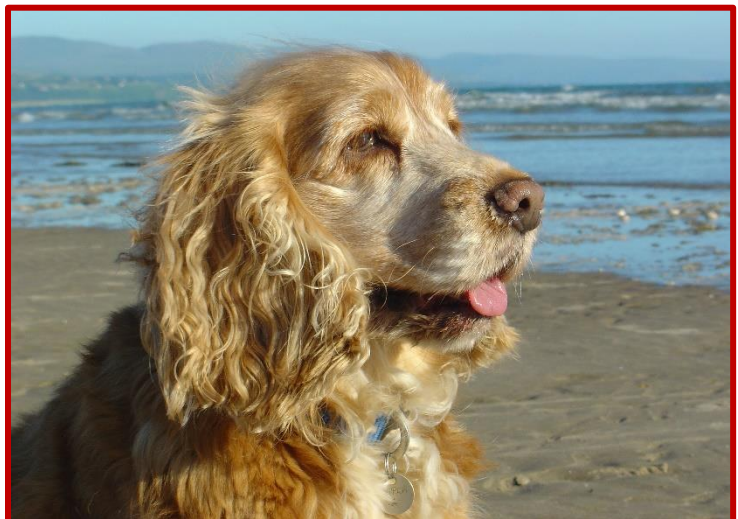
B. dihybride kruisingen: berekeningen met combinaties/moeilijker

1. Bij krekels is het allel voor lange voelsprietten (A) dominant over dat voor korte voelsprietten (a). Twee krekels met lange voelsprietten, die heterozygoot zijn voor voelsprietlengte worden gekruist.
 - a) Geeft het kruisingsschema weer waarin de F₁ zichtbaar wordt.
 - b) Hoe groot is de kans op lange voelsprietten?
 - c) Er komen uit deze kruising 4 nakomelingen. Hoe groot is de kans op 2 krekels met korte voelsprietten en 2 krekels met lange voelsprietten.
2. Twee honden paren met elkaar. Voor twee eigenschappen zijn zowel de reu als de teef heterozygoot. Er worden twee puppies geboren: een reu en een teef. Aangenomen wordt dat er geen beschadigingen van het erfelijk materiaal optreden. Hoe groot is de kans dat beide puppies hetzelfde genotype voor deze eigenschappen zullen hebben als de ouders? Geef de berekening duidelijk aan.
3. Bij de vorming van haarkleur van een rat zijn twee allelenparen betrokken, dis onafhankelijk van elkaar overerven. Als van die allelenparen uitsluitend recessieve allelen voorkomen (ppqq) is de haarkleur wit. Bij een dominant allel bij één van de paren is de kleur geel en bij een dominant allel bij beide paren is de kleur bruin. Een bruin dier en een wit dier worden gekruist. Eén van de nakomelingen is wit.
 - a) Hoe groot is de kans op gele ratten?
 - b) Hoe groot is de kans op vijf witte ratten?
 - c) Hoe groot is de kans op 1 gele en 1 witte rat?
4. Bij mensen is het gen voor rechtshandigheid dominant over het gen voor linkshandigheid. Het gen voor bruine ogen is dominant over het gen voor blauwe ogen. Een rechtshandige vrouw is heterozygoot voor de oogkleur. Ze is getrouwd met een linkshandige, bruinogige man, die voor oogkleur heterozygoot is. Hoe groot is de kans dat ze 2 linkshandige, bruinogige kinderen en 1 rechtshandig, blauwogig kind krijgen?
5. (MC) De kleur van de vacht van cockerspaniëls staat onder de invloed van twee genen (alfa en bèta). Deze genen erven onafhankelijk over. Onderstaande tabel geeft de relatie tussen geno- en fenotype weer.

genotype	fenotype
AABB of AaBb	= zwarte vacht
aaBB of aaBb	= bruine vacht
AAbb of Aabb	= rode vacht
aabb	= citroenkleurige vacht

Een zwart mannetje cockerspaniël wordt gekruist met een citroenkleurig vrouwtje. Hieruit wordt een citroenkleurig jong geboren. Wanneer het zwarte mannetje wordt gekruist met een vrouwtje van zijn eigen genotype, welke proportie rode jongen verwacht je dan?

- A. 1/16
- B. 3/16
- C. 1/2
- D. 3/4



Afbeelding 2.13 Een cockerspaniël

C. Alle kruisingen door elkaar 4HAVO

Wanneer je naar twee genen en dus twee eigenschappen kijkt, kunnen ze op hetzelfde chromosomenpaar liggen (afhankelijk) of op twee chromosomenparen.

2. Twee personen hebben het genotype AaBb, maar bij de ene persoon is de overerving afhankelijk en bij de ander onafhankelijk. Teken voor beide personen de situatie van de chromosomenparen.
3. Wat betekent het verschil tussen onafhankelijke en afhankelijke overerving voor de overerving van onafhankelijke of afhankelijk eigenschappen (en dan echt inhoudelijk het verschil uitleggen)?
4. Vul de ontbrekende woorden in. Bij mensen komen vier bloedgroepen voor: A, B, AB en 0 (nul). Uit het feit dat bloedgroep AB bestaat kun je afleiden dat het allel A en het allel B _____. Dat betekent dat het genotype van bloedgroep AB _____ moet zijn.
5. Bloedgroep 0 heeft geen allel voor A en geen allel voor B. Bloedgroep 0 is recessief. De bloedgroepen geven we aan met een I of i. Geeft alle genotypen van de verschillende bloedgroepen.
6. (MC) Bij de bloedgroepen spelen drie allelen I^A , I^B en i een rol. Een vrouw heeft bloedgroep B. Haar kind heeft bloedgroep A. Welk genotype of welke genotypen kan de moeder hebben? En het kind?
 - A. moeder: $I^B i$ en het kind: $I^A i$
 - B. moeder: $I^B I^B$ of $I^B i$ en het kind: $I^A I^A$ of $I^A i$
 - C. moeder: $I^B i$ en het kind: $I^A I^A$ of $I^A i$
 - D. moeder: $I^B I^B$ of $I^B i$ en het kind: $I^A i$
7. (MC) Een moeder met bloedgroep B heeft een dochter met bloedgroep 0. Wat kan de bloedgroep van de vader zijn?
 - A. alleen bloedgroep A
 - B. alleen bloedgroep 0
 - C. bloedgroep A of 0
 - D. bloedgroep A, B of 0
 - E. bloedgroep A, AB of 0
8. Onder Egyptische farao's waren huwelijken tussen koninklijke verwanten (broer - zus, neef - nicht) zeer gebruikelijk. Er treedt dus inteelt op waardoor de kans op kinderen met erfelijke ziekten toeneemt. Leg uit waardoor deze kans toeneemt.
9. (MC) Een bepaald individu heeft als genotype EEFfGg. De betrokken genen zijn niet gekoppeld. Hoeveel geslachtscellen met verschillende genotypen kunnen doorgegeven worden?
 - A. 2
 - B. 4
 - C. 6
 - D. 8
10. Geef van het volgende genotype de genotypen van de gameten die kunnen ontstaan als de allelen A en c gekoppeld overerven:
AaBbCc
11. (MC) Men vergelijkt de naalden aan één dennentak. De naalden zijn niet allemaal even lang. Is bij een korte naald het fenotype anders dan bij een lange naald? En het genotype?
 - A. Fenotype en genotype zijn bij beide gelijk.
 - B. Alleen het fenotype is anders.
 - C. Zowel het fenotype als genotype zijn anders.
 - D. Alleen het genotype is anders
12. Bij bijen is de koningin (het vruchtbare wijfje) diploid. De dar (het mannetje) is haploid. Bij kruising van een donkerbruine koningin met een donkerbruine dar, ontstaan wijfjes die alle donkerbruin zijn; van de mannetjes is 50



% donkerbruin en 50 % lichtbruin. Het dominante allel wordt weergegeven door E. Wat zijn de genotypen van de donkerbruine koningin en de donkerbruine dar?

13. (MC) Retinitis pigmentosa is een erfelijke vorm van blindheid, die kan veroorzaakt worden door een recessief allel (a) op een locus alfa, of door een dominant allel (B) op een andere locus, bèta. Onderstaande overzichtje geeft de relatie tussen genotype en fenotype voor deze aandoening:

AAbb of Aabb	=	normaal zicht
aaBB of aaBb	=	retinitis pigmentosa
AABB of AABb	=	retinitis pigmentosa

Een vrouw met retinitis pigmentosa, wiens ouders normaal zagen, huwt een man met een AaBb genotype. Hoe groot is de kans dat een kind uit dit huwelijk de ziekte heeft?

- A. 1/4
- B. 1/2
- C. 3/4
- D. 2/3

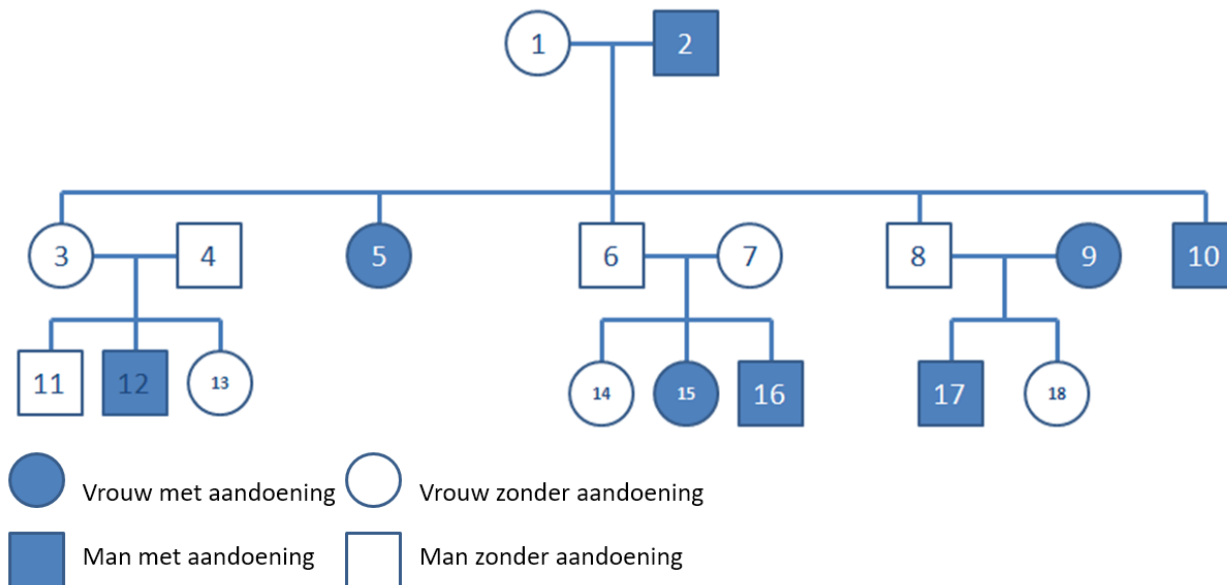
D. Alle kruisingen door elkaar 4VWO

1. (MC) Het allel voor kleurenblindheid is X-chromosomaal en recessief. Kan een jongen het allel voor kleurenblindheid van zijn vader erven? En van zijn moeder?
- A. alleen van zijn vader
 - B. alleen van zijn moeder
 - C. van zowel zijn vader als moeder
2. Welke gameten kunnen de volgende ouders maken?
- a) AaBb
 - b) X^aY
 - c) DdeeFfGgHH
 - d) DdeeFfGgHH, maar nu erven eigenschap F, G en H gekoppeld over.
 - e) X^AX^aBb
3. Bij een bepaalde diersoort wordt de haarkleur bepaald door twee allelenparen. Wanneer van beide allelenparen uitsluitend recessieve allelen voorkomen, is de haarkleur wit. Het genotype wordt dan weergegeven als qqtt. Wanneer van één van beide allelenparen tenminste één dominant allel voorkomt, is de haarkleur geel. Wanneer van ieder allelenpaar tenminste één dominant allel voorkomt, is de haarkleur bruin. Een dier met bruine haarkleur paart een aantal malen met een dier met witte haarkleur. De talrijke nakomelingen hebben een bruine of een gele haarkleur in de verhouding 1:1. Welk genotype kan het ouderdier met bruine haarkleur hebben?
- A. QQTT
 - B. QqTt
 - C. QQTt of QqTT
 - D. QQtt of qqTT

Geef van alle vier de alternatieven het kruisingsschema en kies dan het juiste.

4. Een vader met bloedgroep A heeft een zoon met bloedgroep O. Wat kan de bloedgroep van de moeder zijn?
- A. alleen bloedgroep A
 - B. alleen bloedgroep O
 - C. alleen bloedgroep A of O
 - D. bloedgroep A, B of O
 - E. bloedgroep A, AB of O

5. Bij deze vraag hoort de volgende stamboom.



- Erft de aandoening dominant of recessief over? Leg uit.
 - Wat zijn de genotypen van 1, 4, 8 en 10?
 - Kan deze aandoening ook X-chromosomaal overerven? Geef duidelijk aan waarom wel of niet.
 - Wat is de kans dat ouders 6 en 7 achtereenvolgens 2 nakomelingen krijgen met de aandoening en 1 zonder de aandoening?
6. Een donkergroen parkietenpaartje heeft na enige jaren in totaal de volgende nakomelingen: 16 donkergroene parkieten, 9 olijfgroene parkieten en 8 lichtgroene parkieten. De kleur van de veren wordt bepaald door één genenpaar. Welke van onderstaande paringen van deze nakomelingen onderling levert uitsluitend donkergroene nakomelingen op?
- donkergroen x lichtgroen
 - donkergroen x olijfgroen
 - lichtgroen x lichtgroen
 - lichtgroen x olijfgroen

7. (MC) Planten bezitten vaak het giftige blauwzuur. Hierdoor worden ze niet zo gemakkelijk opgegeten. Voor het maken van blauwzuur is zowel het dominante allel A als B nodig. Men kruist twee planten die geen blauwzuur kunnen maken. De helft van de nakomelingen kan het wel. Welke genotypen kunnen de ouderplanten hebben?
- Aabb x aaBB of AAbb x aaBb
 - AaBB x aabb of Aabb x aaBB
 - Aabb x aaBb
 - AaBb x aabb of Aabb x aaBb
8. Een vrouwelijke bananenvlieg is heterozygoot voor twee eigenschappen. Deze eigenschappen liggen op verschillende chromosomen. Er wordt gekeken naar één cel die een meiose uitvoert. Twee van de cellen die door meiose uit deze moeder cel zijn ontstaan worden met elkaar vergeleken. Er zijn geen mutaties opgetreden. Hebben deze twee cellen hetzelfde genotype voor deze twee eigenschappen? Zo nee, hoeveel verschillende genotypen voor deze twee eigenschappen zijn mogelijk?
- Ja, ze hebben hetzelfde genotype.
 - Nee, er zijn twee verschillende genotypen mogelijk.
 - Nee, er zijn vier verschillende genotypen mogelijk.
9. (MC) Bij de bloedgroepen spelen drie allelen I^A , I^B en i een rol. Een vrouw heeft bloedgroep B en haar kind heeft bloedgroep B. Er zijn twee mannen die allebei beweren de vader van het kind te zijn. Man 1 heeft bloedgroep A en man 2 heeft bloedgroep B. Kan men op grond van de bloedgroep bepalen wie de echte vader is? Zo ja, welke man is dat dan?
- Ja, man 2.
 - Ja, geen van de mannen.
 - Ja, man 1.
 - Nee

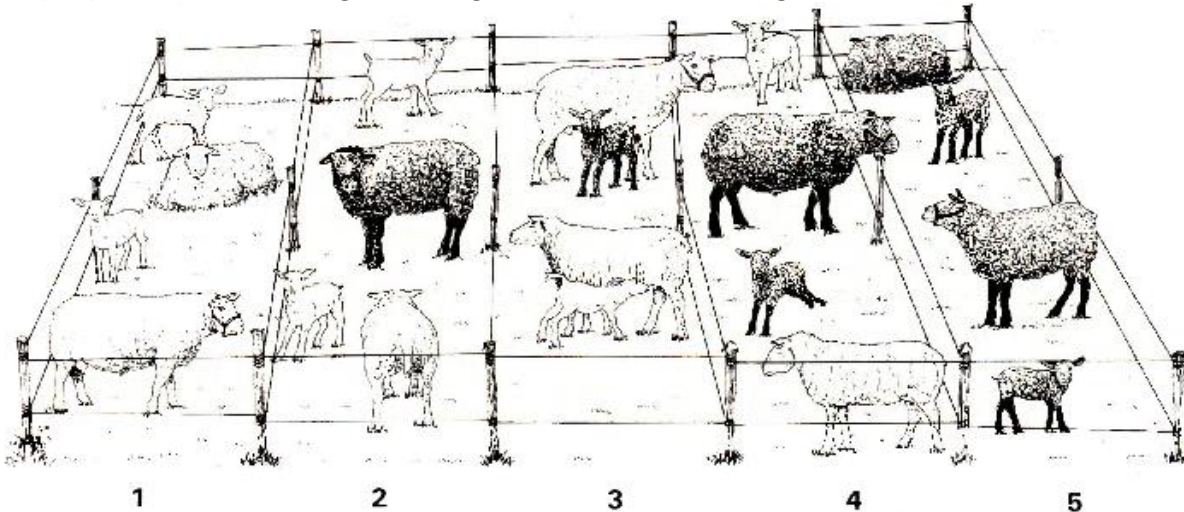
E. Alle kruisingen door elkaar eindexamen 5HAVO

1. Bij bepaalde kattenrassen komen van een bepaald gen diverse genen (C , c^s en c^b) voor die een geremde pigmentontwikkeling veroorzaken. Dit heeft gevolgen voor de vachtkleur: Het genotype $c^s c^s$ geeft het fenotype Siamese kleuring (zie de afbeelding). Het genotype $c^b c^b$ geeft het fenotype Burmese kleuring. Het genotype $c^b c^s$ geeft het fenotype Tonkanese kleuring. Katten met het dominante gen C hebben een normale pigmentontwikkeling.

Twee **normaal gepigmenteerde** katten krijgen nakomelingen. Het eerste katje dat wordt geboren, heeft een **Tonkanese** kleuring. Hoe groot is de kans dat het tweede katje uit deze worp een **Siamese** kleuring heeft?



2. (MC) Gebruik voor de volgende vraag onderstaande afbeelding.



Paar 1: de witte ooi P en de witte ram Q kregen witte nakomelingen.

Paar 2: de witte ooi R en de blauwe ram S kregen witte nakomelingen.

Paar 3: de witte ooi T en de witte ram U kregen blauwe en witte nakomelingen.

Paar 4: de witte ooi V en de blauwe ram W kregen blauwe en witte nakomelingen.

Paar 5: de blauwe ooi X en de blauwe ram Y kregen blauwe nakomelingen.

Wat kan naar aanleiding van bovenstaande resultaten gezegd worden over de overerving van het blauwe allel en het witte allel voor vachtkleur?

- A. Het allel voor blauwe vachtkleur is dominant
 - B. Het allel voor witte vachtkleur is dominant
 - C. De twee allelen zorgen samen voor een intermediair fenotype
3. (MC) Kleurenblindheid berust op een recessief, X-chromosomaal gen a. De oogkleur wordt bepaald door twee allelen. Het allel B veroorzaakt bruine ogen en het allel b blauwe ogen. Een man is niet kleurenblind en heeft bruine ogen. Zijn moeder had blauwe ogen en was niet kleurenblind. Zijn vader had bruine ogen en was wel kleurenblind. De man trouwt met een vrouw die niet kleurenblind is en ook bruine ogen heeft. Haar vader had blauwe ogen en was kleurenblind. Haar moeder had bruine ogen en is gestorven. Het is niet bekend of de moeder kleurenblind was. Kan de kans berekend worden dat een zoon van deze man en de vrouw kleurenblind is en tevens blauwe ogen heeft? Zo ja hoe groot is deze kans?
- A. Ja de kans is 1/4
 - B. Nee
 - C. Ja de kans is 1/16
 - D. Ja de kans is 1/8

F. Alle kruisingen door elkaar eindexamen 6VWO

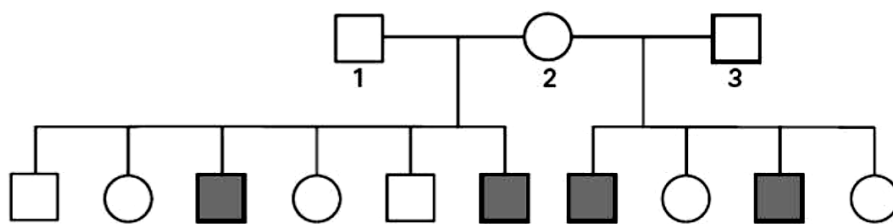
1. Bij een bepaalde vliegensoort komen de allelen E en e voor die de temperatuurtolerantie van de vliegen bepalen. Bevruchte eieren met het genotype EE ontwikkelen zich niet bij temperaturen die hoger zijn dan 18°C. Bevruchte eieren met het genotype Ee ontwikkelen zich niet bij temperaturen die hoger zijn dan 20°C. Bevruchte eieren met het genotype ee ontwikkelen zich niet bij temperaturen die hoger zijn dan 28°C. Twee vliegen met genotype Ee paren. De bevruchte eieren worden opgekweekt bij 19°C. De uit deze eieren ontstane dieren paren vervolgens met elkaar. Hun bevruchte eieren worden ook opgekweekt bij 19°C. Geef alle mogelijke kruisingen en bepaal steeds welk deel van de eieren uitkomt. Beargumenteer je antwoord met kruisingen, waarbij je helder maakt wat je bedoeld.

2. (MC, met argumentatie) Bij een plantensoort is het allel E voor pigmentvorming dominant over het allel e voor het ontbreken van pigment. In een ander chromosomenpaar liggen het dominante allel F voor paars pigment en het recessieve allel f voor rood pigment. Een onderzoeker wil het genotype van een paarse plant bepalen. Hij kruist daartoe deze paarse plant met een andere plant. Welk genotype moet deze andere plant hebben om met zekerheid iets te kunnen zeggen over het genotype van de paarse plant met betrekking tot het wel of niet vormen van pigment en met betrekking tot de kleur?
- EEff
 - eeFF
 - EEFf
 - eeff

Beargumenteer je antwoord.

3. (MC) Bij mensen is het gen voor een bepaalde vorm van kleurenblindheid X-chromosomaal. Eén op de zeven niet-kleurenblinde vrouwen is hiervoor heterozygoot. Een man en een vrouw kunnen normaal kleuren zien. Deze twee mensen krijgen een kind. Over hun voorouders zijn geen gegevens bekend. Aangenomen mag worden dat er geen mutatie of crossing-over heeft plaatsgevonden. Hoe groot is de kans dat dit kind die bepaalde vorm van kleurenblindheid heeft?
- 0
 - 1/196
 - 1/49
 - 1/28
 - 1/14
 - 1/4

4. Een vrouw heeft kinderen uit twee huwelijken. Vier van haar kinderen hebben een zeer zeldzame erfelijke aandoening. Hieronder is een stamboom getekend van deze familie. Er wordt van uitgegaan dat er geen mutaties en geen crossing-over zijn opgetreden.



Legenda:

- vrouw zonder de aandoening
- man zonder de aandoening
- man met de aandoening

Drie

leerlingen bespreken deze stamboom en geven een verklaring voor het voorkomen van deze aandoening bij deze vier kinderen.

Volgens leerling 1 is het gen dat deze aandoening veroorzaakt, recessief en niet X-chromosomaal.

Volgens leerling 2 is het gen dat deze aandoening veroorzaakt, recessief en X-chromosomaal.

Volgens leerling 3 is het gen dat deze aandoening veroorzaakt Y-chromosomaal.

Geef bij elke van deze drie verklaringen een argument, op basis van de informatie in de stamboom, waaruit blijkt dat de verklaring óf waarschijnlijk juist is óf waarschijnlijk onjuist is óf zeker onjuist is.