

§1.1 Theorievragen

1.

- a) De moleculen met informatie in de celkern
- b) Een molecuul DNA
- c) Twee moleculen DNA met informatie voor dezelfde eigenschappen (gekregen van vader en één van moeder)
- d) Twee van de 46 chromosomen zijn de geslachtschromosomen: X of y (XX: vrouw, Xy: man)

2.

- a) 46
- b) 23
- c) 2

3. 23

- 4. Ieder mens krijgt de helft van zijn chromosomen van zijn vader en de helft van zijn moeder. Samen vormen ze 23 paar chromosomen. Ieder paar bevat informatie voor dezelfde eigenschappen.
- 5. Een overzicht van de chromosomen van een persoon
- 6. Twee dezelfde geslachtschromosomen (XX) of twee verschillende waarbij het y-chromosoom veel korter is (Xy).
- 7. a) De gewone celdeling bestaat uit het kopiëren van cellen, er ontstaan identieke cellen.
b) Het doel van de gewone celdeling is nieuwe cellen maken, cellen vervangen.
c) Het doel van de geslachtsdeling is geslachtscellen maken (de mogelijkheid tot geslachtelijke voortplanting).
- 8. **a+b)** Wanneer je kloon krijg je identieke individuen en dus de aardappels die je graag wilt.
- 9. Een veredelaar maakt beter soorten / rassen. Hiervoor moet hij de juiste individuen kruisen, dus meiose.
- 10. Omdat een gameet/geslachtscel bevrucht (zaadcel) of bevrucht wordt (eicel) waarbij er twee sets bij elkaar komen.

11. D

12. Alleen 2. is juist.

13.

- Een zenuwcel van een man: Xy
- Een zenuwcel van een vrouw: XX
- Een zaadcel: X of y
- Een eicel: X
- Een spiercel van een man: Xy
- Een spiercel van een vrouw: XX
- Een embryo: XX of Xy

14. D

15. a) Jongen: Xy (laatste paar)

- b) Of er chromosomen teveel of te weinig zijn.

§1.1 Inzichtvragen

16. Een vrouw, het y-chromosoom is veel kleiner
 17. In verschillende cellen worden verschillende stukken DNA gelezen en gebruikt en andere stukken niet.

§1.2 Oefenvragen

1. Het genotype is de informatie in de cel, de allelen en geef je aan met letters. Het fenotype is de verschijningsvorm, dus wat je ziet.

2.

- a. man Aa, vrouw aa
 b. man: A of a, vrouw a

Gameten	A	a
A	AA (bruin)	Aa (bruin)
a	Aa (bruin)	aa (blauw)

3.

- a. Aa en Aa
 b. A of a voor allebei
 c. Zie kruisingsschema hiernaast

4.

- a. zwart en wit
 b. 2 fenotypes: zwart en wit; 3 genotypes HH, Hh en hh

5.

- a. Homozygoot RR: geen hondjes met hangoren geboren.
 b. Rr x Rr, zie schema hierboven (met recht ipv bruin en hang ipv blauw)
 c. RR: recht, Rr: recht, rr: hang

6.

- a. Geel: die is heterozygoot, dus Aa.
 b. Genotype gele bloem is Aa, de gameten zijn dan A of a

7.

- a. P: AA x aa; dus alle nakomelingen (F1) Aa
 b. Kruisingsschema F2: zie hiernaast
 c. Kans op een witte bloem p(aa) = ¼

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

8.

- a. Katten heterozygoot dus Aa: gameten A of a
 b. aa, want korte staart is recessief
 c. kruisingsschema als bij 9b
 d. genotype AA: fenotype lang / Aa: lang / aa: kort

§1.3 Oefenvragen**1.**

Ongeveer evenveel ronde als hoekige zaden. Moet Aa x aa zijn.

2.

a. Aa en aa, want de helft is het ene fenotype en de helft het andere fenotype

b. Nee, dat kan je niet zeggen.

c. De kans op een blauwe bloem is $1/2$, of 50%. (kijk maar naar het kruisingsschema bij vraag 4; 2 van de 4 is het ene fenotype, $2/4 = 1/2$)

3. B → ouders drager, dus Aa. Zie schema bij 9b. Kans op PKU is $p(aa) = 1/4$

4.

a. Bruin dominant, heeft kind met blauwe ogen (aa), dus vrouw is Aa

b. P Aa x aa; man geeft alle kinderen een a, vrouw A of a; bij kinderen is $p(\text{bruin}) = 1/2 > p(2 \times \text{bruin}) = 1/2 \times 1/2 = 1/4$

5. Staartlengte

a. P: AA x aa > F1 Aa

b. Zie schema bij 9b: $p(\text{lang}) = 3/4$. $p(2 \times \text{lang}) = 3/4 \times 3/4 = 9/16$

6.

a. Aa

b. Zelfde kruisingsschema als eerder: Aa x Aa

c. Kans op 1 rode bloem is $3/4$. Kans op twee rode bloemen is $3/4 \times 3/4 = 9/16$

7.

a. Evenveel oranje als wit: 50% Aa en 50% aa. Dat moet zijn: Aa x aa.

Welke de oranje is en welke de witte is niet te zeggen.

b. $p(\text{wit}) = 1/2$. $p(2 \times \text{wit}) = 1/2 \times 1/2 = 1/4$

8. B → P: Rr x Rr, gelijk aan schema bij 9b: twee op de vier zijn heterozygoot, van de gekleurde zaden is dat 2 uit de 3 zaden (AA is ook gekleurd).

Kansen en combinaties**9.**

a. $1/2$

b. $1/2$

c. $1/4$

d. $1/4$

e. $1/2$

f. $3/8$

g. $3/8$

10.

a. 75%

b. $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = 1/256$

c. $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = 81/256$

d. Vier mogelijkheden: ZZZR, ZZRZ, ZRZZ, RZZZ, voor allemaal geldt $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = 27/256 \times 4 = 108/256 = 27/64$

e. Hierboven staan nu 6 van de 16 mogelijkheden. Werk ze allemaal uit en dan kom je als het goed is op 1 uit

11.

Met een rood rund (aa)

12.

a. Krullend AA of Aa, steil aa

b. Beide homozygoot: AA x aa > alle kinderen Aa, dus krullend

13.

a. Poes is Manx, dus Aa (AA sterft immers in de baarmoeder), kater normaal, dus aa

b. Eigenlijk te weinig gegevens (een poes werpt nooit bv honderd jongen), maar $\frac{2}{3}$ en $\frac{1}{3}$ wijst op Manx x Manx, want Aa x Aa levert $\frac{1}{4}$ AA (sterft), $\frac{2}{4}$ Aa en $\frac{1}{4}$ aa: $\frac{2}{3}$ van de levenden is Manx, $\frac{1}{3}$ normaal

14.

a. aa x Aa, dus 50%

b. Aa x Aa, dus 25%

15.

De F2 laat een verhouding van 3:1 zien, dat kan alleen met Tt x Tt

F1 laat 100% dominant zien, dus Tt

Dus P : TT x tt

F1: Tt x Tt

F2: TT, Tt, tt

16.

- a. Verborgen in de ouders betekent recessief
- b. $\frac{3}{4}$
- c. $\frac{1}{4}$
- d. $\frac{3}{8}$

17.

- a. Zie schema hierboven (Aa x Aa); kans op bruin/aa = $\frac{1}{4}$
- b. Kans op 2 bruinharig en 1 zwart) = $3 \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{9}{64}$ (er zijn drie manieren om deze combinatie te krijgen: ZBB, BZB en BBZ)

18.

- a. P: Aa x aa > F1 wordt Aa en aa (allebei 50%)
- b. $\frac{1}{2}$
- c. $p(2 \times \text{lang} / 2 \times \text{kort}) = 6 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{6}{16}$ (er zijn zes manieren om deze combinatie te krijgen: KKLL, LLKK, KLKL, LKLL, LKLL en KLLK)

19.

- a. Ouderkatten beide Tt, beide zijn tijger (T) en hebben een t gegeven aan de vlekjes (tt).
- b. Kruisingsschema net als bij 9b.
- c. Lijkt op 25 c (ook zes manieren), maar met andere kansen: $p(2 \times \text{tijger} / 2 \times \text{vlek}) = 6 \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{54}{256}$

§1.4 Stambomen

1.

a. Dominant. Bij 3, 4 en 8 zijn 3 en 4 drager van het allel voor gezond.

b. 1, 5, 6 en 8: aa / 2, 3 en 4: Aa / 7 en 9: AA of Aa

c. $\frac{3}{4}$ AA x aa of Aa x aa

d. $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} \times 3 = 27/64$

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

2.

a. Bij 5 en 6 met hun kinderen: PKU is verborgen in de ouders en komt tot uiting bij nr 11.

b. 1: aa / 2: Aa / 3: A. (2e allel onzeker, dus A of a) / 4: aa / 5: Aa / 6: Aa 7: Aa / 8 A. / 10: Aa / 11: aa / 12: A. / 13: A.

c. Kruising is aa x Aa, dus $p(aa) = \frac{1}{2}$ (Ma geeft zeker a, Pa geeft a of A)

d. Zie kruisingsschema hiernaast

e. $\frac{1}{4}$

3.

Links: ouders beide Aa, ziende kinderen A. (2e allel onzeker), blinde kinderen aa.

Rechts: Moeder blind > aa > alle kinderen (ziend) Aa. Vader A.

4.

Blonde dochter bb trouwt met Bb man (sommige kinderen zijn blond - bb). Broers en zus kunnen BB of Bb zijn, maar al haar kinderen krijgen minstens een b, dus de zwartharigen zijn Bb.

5.

Doof is recessief (alle grootouders zijn horend). Vader van T is dus gg. T is horend, dus genotype is Gg.

6.

Zeker niet bij stamboom 1 en 3: daar is het recessief. Bij stamboom 2 weet je het niet, bij stamboom 4 is gearceerd zeker dominant: twee gearceerde ouders krijgen (twee) afwijkende kinderen.

§1.5 X-chromosomaal (bonusvraag)

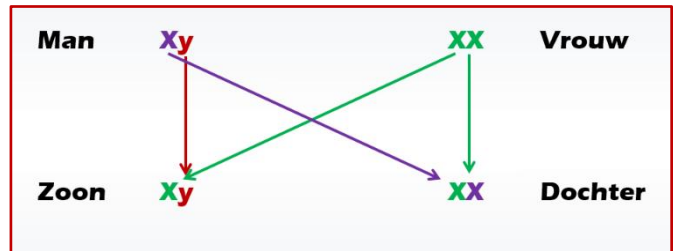
1. Man: X_eY of X_EY Vrouw: X_EX_E of X_EX_e of X_eX_e

2.

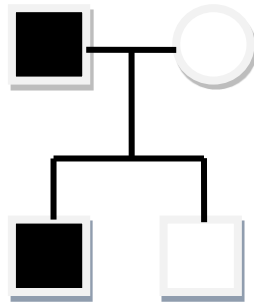
a. Het X-chromosoom komt van zijn moeder, zijn y-chromosoom van zijn vader.

b. Nee, hij geeft zijn X niet aan zijn zoon door.

c.



3.

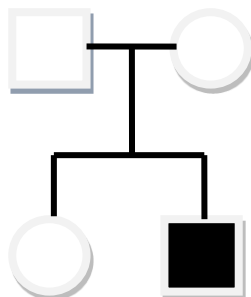


Moeder moet $X_A X_a$ zijn, want anders krijgt ze niet zowel een zieke als gezonde zoon.

De kans op een kleurenblinde dochter is 50%, want de vader geeft sowieso het zieke allel door. Het hangt dus van de moeder af of het $X_A X_a$ wordt of $X_a X_a$ en dat is 50%.

4.

a.



b. Dit is onafhankelijk van de man die ze trouwt, want de zoon krijgt altijd de X van haar.

Zij is of $X_A X_A$ of $X_A X_a$, in het eerste geval is het 0%, in het tweede geval is het 50% kans op een kleurenblinde zoon wanneer ze een zoon krijgt. Als je beide kruisingschema's uitschrijft (man maakt niet uit) is het totaal 1 uit de 8 mogelijkheden is een zieke zoon, de rest is dochter of gezond. Dus ze heeft 12,5 % kans op een zieke zoon.

c. De vrouw heeft 2 mogelijke genotypen (zie b). De man kan ook 2 genotypen hebben (wel of niet kleurenblind). Dat geeft 4 mogelijkheden:

$X_A X_A \times X_{AY}$: 0%

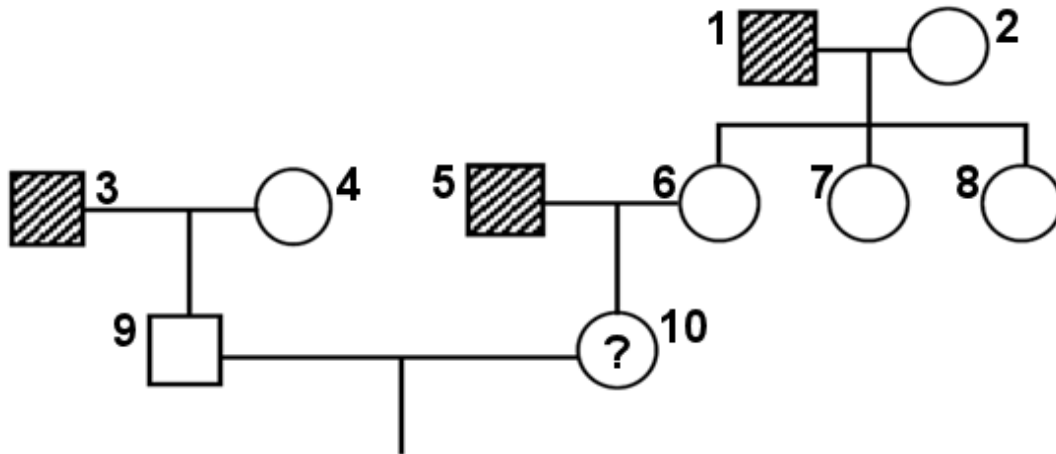
$X_A X_A \times X_a Y$: 0%

$X_A X_a \times X_{AY}$: 0%

$X_A X_a \times X_a y$: 25% dus totaal 1 op de 16 = 6,25%

Nu moet je eigenlijk ook nog rekening houden met de 8%. De kans dat de vader $X_a y$ heeft, is 8%. Eindantwoord is dus $6,25\% \times 8\% = 0,0625 \times 0,08 = 0,005 = 0,5\%$

5.



De mensen zijn genummerd, 9 en 10 zijn 1 en 2 uit de opgave. Het genotype van 10 (2) is niet bekend.

1: $X_a y$

2: $X_A X_A$

3: $X_a y$

4: $X_A X_A / X_A X_a$

5: $X_a y$

6: $X_A X_a$

7: $X_A X_a$

8: $X_A X_a$

9: $X_A y$

10: 50% kans op $X_A X_a$ en 50% kans op $X_a X_a$

b. 50%

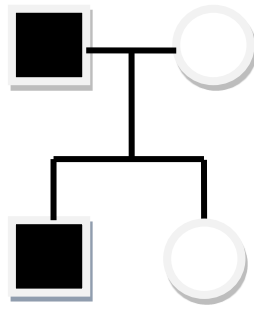
c. $1 \times 2 = X_A y \times X_A X_a$ of $X_A y \times X_a X_a$

In het eerste geval heb je 1 op de 2 zoons die ziek zijn, in het 2e geval 2 op de 2, dus 3 op de 4 is dus 75% kans op een zieke zoon uit 1 en 2

d. Er is geen kans op zieke dochters, want allemaal krijgen ze de X_A van hun vader.

6.

a.



b. Moeder moet $X_A X_a$ zijn, want anders krijgt ze niet zowel een zieke als gezonde zoon. De kans op een kleurenblinde dochter is 50%, want de vader geeft sowieso het zieke allel door. Het hangt dus van de moeder af of het $X_A X_a$ wordt of $X_a X_a$ en dat is 50%.

c. 50%

7. D

8.

a. 2: $X_a Y$ 3: $X_A X_a$ 4: $X_A Y$

b. 50%

c. 0%

9.

a. Recessief, de ouders zijn drager

b. Nee, want de vader draagt ook nog een gezond allel, en dat kan niet als het X-chromosomaal is, want dan zou de vader maar 1 allel hebben.

10. B

11. A

Bij B en D zijn niet mogelijk als je kijkt naar de derde generatie: een niet-nachtblinde vader kan nooit een dochter geven die $X_a X_a$ heeft.

Bij C is het niet mogelijk want een nachtblinde vader en moeder kunnen nooit een niet-nachtblinde zoon geven.

12. D

Bij 1 is onmogelijk, want 1 krijgt het niet van P, maar van zijn vrouw

Bij 2 is onmogelijk, want 2 krijgt het niet van 1 (nakomeling van P), maar van zijn vrouw

Bij 4 is onmogelijk, want 4 krijgt het niet van 2 (nakomeling van P), maar van zijn vrouw.

Dus 5 ook onmogelijk.

Bij 6 is onmogelijk, want 6 krijgt het niet van 3 (nakomeling van P), maar van zijn vrouw.

13. D

§1.6 Codominantie / intermediair**1.****a.** $A^rA^r \times A^rA^r / A^wA^w \times A^wA^w / A^rA^w \times A^rA^w$ **b.** Wanneer je twee roze bloemen kruist, krijgt je 3 fenotypen. De anderen geven slechts 1 fenotype.**c.** 3**2.****a.** Codominantie of intermediair**b.** Wit: A^wA^w / rood: A^rA^r **c.** 3: wit, rood, roze**d.** $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ **e.** $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{32}$ met drie mogelijkheden (combinaties), dus $\frac{3}{32}$ **3.****a.** Dominant/recessief**b.** Codominantie/ intermediair**c.** Codominantie/ intermediair**d.** Codominantie/ intermediair**e.** beiden mogelijk**f.** Dominant/recessief**g.** Beiden mogelijk (wanneer 1 van de twee de intermediaire kleur is)**h.** Codominantie/ intermediair**i.** Dominant/recessief**j.** Codominantie/ intermediair**4.****a.** Waarschijnlijk dominant/recessief: geen tussenliggend fenotype.**b.** Als kortharig dominant is, dan zijn de kortharigen Aa > een kwart van de nakomelingen is dan langharig. Bij veel, alleen kortharige nakomelingen is dat onlogisch. Als kortharig recessief is, zijn alle kortharigen aa , dus alle nakomelingen ook. Dus kort is recessief.**5.****a.** F2: $A^wA^z \times A^wA^z$ **b.** Ja: kruis zwart met wit en je krijgt alleen gespikkeld.**6.****a.** Beide A^sA^t **b.** $\frac{1}{4}$ (beide ouders geven met een kans $\frac{1}{2}$ A^t door)**b.** $\frac{1}{4}$ (beide ouders geven met een kans $\frac{1}{2}$ A^g door)

§1.7 Alles door elkaar**1.**

- a. Verhouding 3:1, dus Aa x Aa
 b. Rood is dominant
 c. $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times 3$ (RRW, RWR, WRR) = 27/64

2.

- a. 1: aa, 2: AA/Aa, 3: aa, 4, 5 en 6: Aa, 7: aa, 8: AA/Aa, 9: Aa, 10: Aa/aa
 b. $\frac{1}{2}$
 c. Aa x Aa/aa, dus 3/8 kans op ziek.

3. B**4.** B**5.** 26

6. Recessief. De beide ouders zijn horend, maar dragen ook informatie voor doofheid. Deze informatie moet recessief zijn, anders zouden deze ouders ook doof zijn (Aa x Aa).

7. Dat kun je niet, de krokodillen kunnen zowel aa x aa zijn of AA x AA

8. De kans op 1 rode krokodil is $\frac{1}{4}$ (Aa x Aa). De kans op drie rode krokodillen is $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = 1/64$.

9. Groen is de tussenvorm. Alle nakomelingen zijn groen.

10. Kans op lichtgroen is $\frac{1}{4}$ en de kans op groen is $\frac{1}{2}$ dus totaal:
 $\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = 1/16$. Er zijn drie mogelijk volgordes, dus 3/16.

	A ^l	A ^l
A ^d	A ^d A ^l	A ^d A ^l
A ^d	A ^d A ^l	A ^d A ^l

11. Juist: 1, 3, 5, 7, 9 (10 hoef je niet te weten, maar is niet juist).

1.8 Genetica voor gevorderden

A. Dihybride kruisingen: eenvoudige berekeningen

1a. AaBb x aaBb

b. Vrouw: AB, Ab, aB, ab Man: aB en ab

c.

	aB	ab
AB	AaBB	AaBb
Ab	AaBb	Aabb
aB	aaBB	aaBb
ab	aaBb	aabb

d. 50% zwart waarvan 75% ruwharig / 50% wit waarvan 75% ruwharig
Verhouding zwartruw : zwartglad : witruw : witglad = 3:1:3:1

2a. AaBb x aabb

	ab
AB	AaBb
Ab	Aabb
aB	aaBb
ab	aabb

b + c. rondgeel : rondgroen : hoekiggeel : hoekiggroen = 1:1:1:1

3a. vrouw: aaBb man: AaBb

b. 50%

c. 25%

d. 12,5% (1 op de 8)

4a. Heterozygoot

b. Heterozygoot (AaBb)

c. Geel

d. Rond

e. AaBb

f. AaBb (flauwe vraag)

5. AaBb x aabb

F1: AaBb Geslachtscellen: AB, Ab, aB, ab

a.

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

9/16

b. Rooddig: $\frac{1}{4}$ dus $0,25 \times 0,25 \times 0,25 = 1,6\% (1/64)$

B. Dihybride kruisingen: berekeningen met combinaties/moeilijker**1a.** Aa x Aa

	A	a
A	AA	Aa
A	Aa	aa

b. 75%**c.** $0,75 \times 0,75 \times 0,25 \times 0,25 \times 6$ (6 mogelijkheden waarop je totaal 2 kort en 2 lang hebt) = 21%**2.** AaBb x AaBb

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

25% kans op hetzelfde

Dus $0,25 \times 0,25 = 6\%$ **3.** PpQq x ppqq

	pq
PQ	PpQq (bruin)
Pq	Ppqq (geel)
pQ	ppQq (geel)
pq	Ppqq (wit)

a. 50%**b.** $0,25 \times 0,25 \times 0,25 \times 0,25 \times 0,25 = 1\%$ **c.** $0,5 \times 0,25 \times 2$ (2 mogelijkheden) = 25%**4.** AaBb x aaBbKans op linkshandig bruinogig = $3/8$ Kans op rechtshandig blauwogig = $1/8$ $0,375 \times 0,375 \times 0,125 \times 3 = 5,3\%$ **5.** AaBb x AaBb

B

D. Alles door elkaar niveau 4VWO

1. B

2a. AB, Ab, aB, ab

b. X^a , y

c. DeFGH, DeFgH, DefgH, DefGH, deFGH, deFgH, defgH, defGH

d. DeFGH, DefgH, deFGH, defgH (gekoppeld betekent dat de genen op hetzelfde chromosoom liggen)

e. X^{AB} , X^{Ab} , X^{aB} , X^{ab}

3. C

4. D (zie basisstof 7)

5a. Aandoening is recessief, 6 en 7 moeten drager zijn.

b. 1: Aa 4: Aa 8: Aa 10: aa

c. Nee, 15 kan dan niet ziek zijn

d. $0,25 \times 0,25 \times 0,75 \times 3 = 14\%$

6. D (donkergroen is intermediair)

7. A

8. Hoef je niet te doen, mitose / meiose is hoofdstuk 4

9. D

E. Alle kruisingen door elkaar eindexamen 5HAVO

1. 0%, de genotypen van de ouders zijn Cc^b en Cc^s

2. B (zie paar 3)

3. Man: BbX_Ay en vrouw: BbX_AX_a

D

F. Alle kruisingen door elkaar eindexamen 6VWO

1. 19°C, dus geen EE. Ee x Ee geeft 2/3 Ee en 1/3 ee in de F1.
ee x ee geeft 100% ee,
Ee x ee geeft 50% Ee en 50% ee,
Ee x Ee geeft 2/3 Ee en 1/3 ee in de F2.

2. D

3. D

4. Een juiste argumentatie moet de volgende aspecten bevatten:

➤ Verklaring van leerling 1: als zowel moeder (2) als de beide partners (1 en 3) heterozygoot zijn voor de aandoening, is het mogelijk dat ze kinderen krijgen die homozygoot recessief zijn voor de aandoening.

Deze verklaring is waarschijnlijk onjuist, omdat gegeven is dat het om een zeer zeldzame aandoening gaat. De kans dat de moeder en haar beide partners (1 en 3) alledrie heterozygoot zijn voor de zeldzame aandoening is uitermate klein 1 punt

➤ Verklaring van leerling 2: het X-chromosoom van iedere zoon is afkomstig van de moeder.

Als de moeder heterozygoot is voor de aandoening, kan iedere zoon de aandoening hebben.

Deze verklaring is waarschijnlijk juist 1 punt

➤ Verklaring van leerling 3: het Y-chromosoom van iedere zoon is afkomstig van zijn vader.

Beide partners van de moeder zouden de aandoening ook moeten hebben; dit is niet zo.

Deze verklaring is zeker onjuist 1 punt