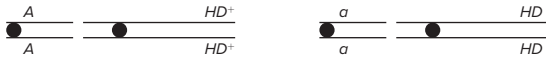


Soluzioni del Capitolo 3

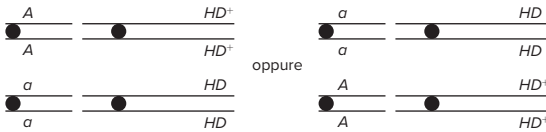
- 3.1** a. 13. b. 7. c. 11. d. 10. e. 12. f. 8. g. 9. h. 1. i. 6. j. 15. k. 3. l. 2. m. 16. n. 4. o. 14. p. 5.
- 3.2** a. La mitosi produce 2 cellule figlie, ognuna con 14 cromosomi ($2n$, diploidi).
b. La meiosi produce 4 cellule (n , aploidi), ognuna con 7 cromosomi.
- 3.3** a. 23.
b. 44 autosomi e 2 cromosomi sessuali.
c. 23.
d. 1.
- 3.4** Una sporofita diploide contiene 7 coppie di cromosomi omologhi. Un cromosoma di ogni coppia è di origine paterna e l'altro di origine materna. Quando la cellula diploide entra in meiosi, un omologo per ogni coppia va a finire nel gamete. Per ogni coppia di omologhi, la probabilità che il gamete contenga l'omologo ereditato dal padre è uguale a $1/2$. La probabilità che un gamete contenga solo gli omologhi ereditati dal padre è $(1/2)^7 = 0,78\%$.
- 3.5** a. Femmine con occhi marroni e maschi con occhi avorio.
b. Femmine con occhi marroni e maschi con occhi avorio o marroni.
- 3.6** a. G_1 , S, G_2 e M.
b. G_1 , S e G_2 sono le parti dell'interfase.
c. Durante la fase G_1 avviene la maggiore crescita cellulare che precede la sintesi del DNA e la replicazione dei cromosomi. Durante la fase S avviene la replicazione dei cromosomi. G_2 è un'altra fase di crescita cellulare dopo la replicazione dei cromosomi, durante la quale la cellula sintetizza molte delle proteine che gli serviranno per la mitosi.
- 3.7** a. III. b. I. c. IV. d. II. e. V.
- 3.8** a. 96 cromosomi con 1 cromatidio ciascuno = 96 cromatidi.
b. 48 cromosomi con 2 cromatidi ciascuno = 96 cromatidi.
- c. 24 cromosomi con 1 cromatidio ciascuno = 24 cromatidi.
d. 48 cromosomi non replicati in G_1 = 48 cromatidi.
e. 48 cromosomi con 2 cromatidi ciascuno (replicati in G_2) = 96 cromatidi.
f. 48 cromosomi non replicati in G_1 prima della meiosi = 48 cromatidi.
g. 48 cromosomi con 2 cromatidi ciascuno = 96 cromatidi.
h. 48 cromosomi non replicati prima della fase S = 48 cromatidi.
i. 24 cromosomi con un cromatidio ciascuno = 24 cromatidi.
j. 48 cromosomi con 2 cromatidi ciascuno = 96 cromatidi.
k. 24 cromosomi con 2 cromatidi ciascuno = 48 cromatidi.
l. 24 cromosomi con 1 cromatidio ciascuno = 24 cromatidi.
m. 24 cromosomi con 1 cromatidio ciascuno = 24 cromatidi.
- 3.9** a. Mitosi, meiosi I, II.
b. Mitosi, meiosi I.
c. Mitosi.
d. Meiosi II e meiosi I.
e. Meiosi I.
f. Nessuna.
g. Meiosi I.
h. Meiosi II, mitosi.
i. Mitosi, meiosi I.
- 3.10** a. Anafase della meiosi I.
b. Metafase della mitosi (non è meiosi II perché in questa cellula ci sono 6 cromosomi o $2n$).
c. Telofase della meiosi II.
d. Anafase della mitosi.
e. Metafase della meiosi II.
Il numero n è 3 cromosomi.

3.11 50%. La donna produrrà metà gameti monosomici per il cromosoma 21, che daranno progenie normale, e metà gameti disomici per il 21, che daranno progenie affetta dalla sindrome di Down.

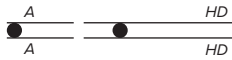
3.12 a. Metafase della mitosi



b. Metafase della meiosi I



c. Metafase della meiosi II



3.13 a. Metafase o anafase precoce della meiosi I in un maschio (assumendo in *Tenebrio molitor* una determinazione del sesso X-Y).

b. I cromatidi fratelli.

c. 5.

3.14 Il rimescolamento genetico che avviene durante la meiosi, dovuto all'allineamento indipendente dei cromosomi materni e paterni e la ricombinazione tra gli omologhi potrebbe condurre a una nuova collezione di alleli dei suoi geni, che potrebbe aiutare l'organismo a sopravvivere.

3.15 a. 400 spermatozoi. **b.** 200. **c.** 100. **d.** 100. **e.** 100. **f.** Nessuna.

3.16 L'oocita primario, arrestandosi in profase I, contiene un set duplicato del numero diploide dei cromosomi (46 cromosomi e 92 cromatidi). Durante la meiosi I, i cromosomi omologhi segregano in due cellule separate, per cui il cromosoma che porta l'allele *A* segregherà in una cellula mentre il cromosoma portatore dell'allele *a* segregherà nell'altra cellula. Una di queste cellule diventa oocita secondario (contenente 23 cromosomi ciascuno con 2 cromatidi) e l'altra diventa un corpo polare. Il genotipo della ciste dermoide che si sviluppa da un oocita secondario potrebbe essere sia *AA* sia *aa*.

3.17 a. Soltanto femmine.

b. Maschi.

c. Maschi.

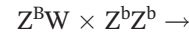
d. 1/5 maschi ZZ e 4/5 femmine ZW.

3.18 Sono caratteri legati al sesso, quindi, gli alleli del gene sono Z^B (allele marrone sul cromosoma Z) e Z^b (allele giallo sul cromosoma Z); il cromosoma W non porta il gene del colore paterno. Il primo incrocio è:



Z^BW (femmine marroni) e Z^BZ^b (maschi marroni)

Il secondo incrocio è:



Z^BZ^b (maschi marroni) e Z^bW (femmine gialle).

3.19 Ali vestigiali è autosomico; il colore del corpo è recessivo legato all'X.

3.20 La risposta a questa domanda dipende da quando avviene la non disgiunzione: se la non disgiunzione avviene durante la meiosi I del maschio il risultato sarà uno spermatozita secondario che contiene entrambi i cromosomi sessuali (X e Y) e un altro spermatozita secondario mancante dei cromosomi sessuali. Se i maschi con occhi rossi sono $X^{w+}Y$, allora gli spermatozoi che si formano dopo la non disgiunzione nella meiosi I saranno $X^{w+}Y$ e nulli (O). La femmina $X^{w+}X^w$ porta cellule uovo X^w , la fecondazione produrrà X^wO (occhio bianco, maschio sterile) e $X^{w+}X^wY$ (femmina occhio rosso). Se la non disgiunzione avviene durante la meiosi II gli spermatozoi maschili saranno X^{w+} , $X^{w+}O$, YY e nulli (O). Dopo la fecondazione della cellula uovo X^w , lo zigote dovrebbe essere $X^{w+}X^w$, X^wO (letale) o $X^{w+}YY$ (maschio fertile occhi bianchi) e X^wO (maschio sterile occhi bianchi).

3.21 a. Femmine non barrate e maschi barrati.

b. Femmine barrate e non barrate, maschi barrati e non barrati

3.22 a. Il pedigree 1 rappresenta un carattere recessivo poiché due individui non affetti hanno figli affetti. La malattia è ereditata come un carattere autosomico recessivo. Il pedigree 2 rappresenta un'eredità recessiva legata all'X, poiché il padre I-1 è non affetto e solo i figli mostrano il carattere nella generazione II, il che implica che il carrier della malattia è la madre. Il pedigree 3 mostra una eredità di un carattere dominante poiché un figlio affetto ha sempre un genitore non affetto. Il carattere deve essere autosomico dominante in quanto il padre affetto lo trasmette al figlio. Il pedigree 4 rappresenta un carattere dominante legato all'X in quanto si verifica la trasmissione dal padre affetto verso tutte le sue figlie, ma nessuno dei suoi figli.

b. Pedigree 1: la possibilità che il figlio/la figlia possa essere affetto/a è 1/4.

Pedigree 2: la probabilità che un figlio possa essere affetto è 1/8, la probabilità di avere una sorella affetta è 0.

Pedigree 3: per un carattere autosomico dominante la probabilità che una madre eterozigote possa passare un allele mutante al figlio del suo stesso sesso è 1/2.

Pedigree 4: la probabilità che un figlio possa essere affetto è 0.

3.23 a. Recessivo. **b.** Autosomico. **c.** aa. **d.** Aa. **e.** Aa. **f.** Aa. **g.** Aa. **h.** Aa.

3.24 a. Se il carattere è autosomico dominante, allora i padri devono essere eterozigoti Rr poiché hanno figlie non affette. Le madri allora devono essere omozigoti normali rr. La probabilità di avere un figlio maschio affetto da questo incrocio è $1/2$ (probabilità di ereditare R) \times $1/2$ (probabilità che il figlio sia maschio) = $1/4$. La probabilità di avere una figlia non affetta è $1/4$. La probabilità di avere 6 figli affetti e 5 figlie non affette è uguale a $(1/4)^6 \times (1/4)^5 = (1/4)^{11} = 2 \times 10^{-7}$ o estremamente improbabile.

b. Il carattere potrebbe essere un esempio di ereditarietà legata all'Y o espressione limitata al sesso di un allele mutante. Non ci sono evidenze dirette per supportare l'una o l'altra ipotesi.

3.25 a. Eredità legata all'X, dominante; si può escludere un'eredità recessiva legata al sesso poiché si trovano femmine affette con figli sani.

b. Si può escludere un'eredità autosomica recessiva poiché il carattere è raro e si trovano femmine affette con figli affetti avuti da più padri. Si può escludere un'eredità autosomica dominante poiché tutte le figlie, ma non tutti i figli, sono affette.

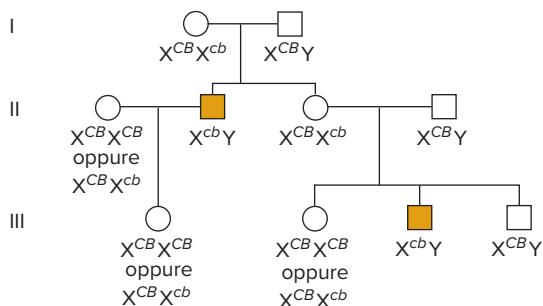
c. III-2 ha avuto 4 mariti e III-9 6 mariti.

3.26 a. La non disgiunzione è avvenuta nel padre in meiosi I.

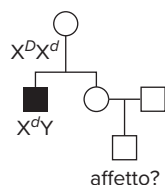
b. La non disgiunzione è avvenuta in meiosi I, ma non si può determinare in quale genitore.

c. La non disgiunzione è avvenuta nella madre che, essendo omozigote $X^A X^A$, non permette di determinare a quale divisione meiotica è avvenuta.

3.27

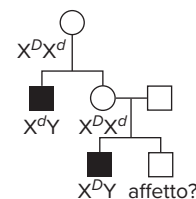


3.28 a.



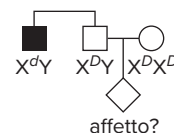
I-1 deve essere eterozigote per l'allele d . La probabilità che II-2 abbia un figlio non affetto è $1/2 \times 1/2 = 1/4$.

b.



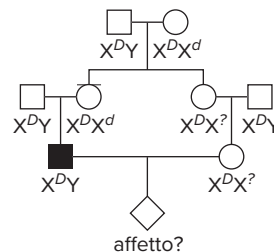
La probabilità che la madre passi il cromosoma X^d a III-2 è $1/2$.

c.



La madre di questi due maschi ha passato il cromosoma X^d al figlio affetto e il cromosoma X^D al figlio non affetto. Non c'è alcuna possibilità che il maschio non affetto passi l'allele della malattia a suo figlio.

d.



La probabilità che IV-1 sia affetto è:

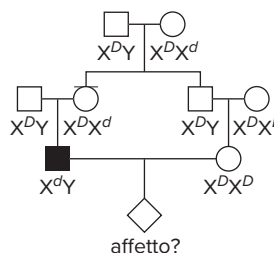
$$1/2 \times 1/2 \times 1/2 \times 1/2 = 1/16.$$

La probabilità che IV-1 sia una figlia affetta è:

$$1/2 \times 1/2 \times 1/2 \times 1/2 = 1/16.$$

La probabilità che IV-1 sia non affetto è $1 - (1/16 \text{ di probabilità di un maschio affetto} + 1/16 \text{ di probabilità di una femmina affetta}) = 1 - 2/16 = 7/8$.

e.



La probabilità che il feto (rombo) si svilupperà in un figlio malato è 0.

La probabilità che sia una figlia affetta è 0; la probabilità che sia un figlio non affetto è 100%.

3.29 a. 3.**b. 1 oppure 3.**

3.30 a. ♀ $X^vX^v b^+ b^+$ × ♂ $X^{v+}Ybb$ → F_1 $X^vX^{v+}b^+b$ (femmine wild type) × $X^{v+}Yb^+b$ (maschi vermilion), il rapporto in F_2 per il carattere marrone è $3/4 b^+ - : 1/4 bb$; il rapporto per il carattere vermilion sia nei maschi che nelle femmine della F_2 è $1/2 X^{v+} : 1/2 X^v$; il rapporto tra i due geni negli individui della F_2 è $3/8 X^{v+}b^+ -$ (wild type): $3/8 X^v b^+$ (vermilion): $1/8 X^{v+}bb$ (marrone): $1/8 X^vbb$ (bianco);

b. ♀ marrone $X^{v+} X^{v+}bb$ × ♂ vermilion $X^vY b^+ b^+$ → F_1 $X^vX^{v+}b^+b$ (femmine wild type) × $X^{v+}Yb^+b$ (maschi wild type) → il rapporto in F_2 per il carattere marrone è $3/4 b^+ - : 1/4 bb$; il rapporto per il carattere vermilion nelle femmine F_2 è $1 X^{v+} - e$ nei maschi è $1/2 X^{v+} : 1/2 X^v$; il rapporto in F_2 tra i due geni nelle femmine F_2 è $3/4 X^{v+}b^+ -$ (wild type) : $1/4 X^{v+} - bb$ (marrone); il rapporto del di ibrido nei maschi F_2 è $3/8 X^{v+}Yb^+ -$ (wild type) : $3/8 X^vYb^+ -$ (vermilion): $1/8 X^{v+}Ybb$ (marrone) : $1/8 X^vYbb$ (bianco).

c. ♀ scarlet ($b^+ b^{+ss}$) × ♂ marrone ($bb s^+ s^+$) → F_1 $b^+b s^+s$ (wild type, maschi e femmine sono uguali perché entrambi i geni sono autosomici) → F_2 rapporto del monoibrido per il carattere scarlet è $3/4 s^+ - : 1/4 ss$ e per il marrone è $3/4 b^+ - : 1/4 bb$; il rapporto del diibrido della F_2 è $9/16 s^+ - b^+ -$ (wild type) : $3/16 s^+ - bb$ (marrone) : $3/16 ss b^+ -$ (scarlet) : $1/16 ss bb$ (bianco).

d. ♀ marrone ($bb s^+ s^+$) × ♂ scarlet ($b^+ b^{+ss}$) → F_1 b^+bs^+s (wild type), F_2 come nel punto c.

3.31 La lunghezza della coda è un carattere associato al cromosoma X con corto dominante su lungo. XP è causato dall'omozigosi dell'allele recessivo di uno o entrambi i due gene autosomici (rapporto 9:7 con A-B-XP e tutte le altre classi XP).

3.32 Il colore eosina è una mutazione recessiva legata all'X. In una linea pura di moscerini con occhio eosina vennero trovate delle varianti con un colore dell'occhio crema. Questo fatto suggerisce che i moscerini con occhio crema hanno il genotipo eosina ma anche una seconda mutazione che maschera il fenotipo eosina. Diagramma dell'incrocio:
a. Wild type ♀ × ♂ crema → F_1 wild type → F_2 104 wild type ♀ : 52 wild type ♂ : 44 eosina ♂ : 14 crema ♂ (8:4:3:1).

Ci sono 3 fenotipi visibili nei maschi della F_2 . Questo potrebbe essere dovuto a un gene con codominanza/dominanza incompleta, ma i fenotipi non sono presenti con un rapporto di 1:2:1. Il rapporto fenotipico della F_2 sembra essere una modificazione epistatica del rapporto 9:3:3:1.

Quindi il colore degli occhi deve essere controllato da 2 geni i cui alleli mutanti sono recessivi. Il fatto che il colore degli occhi crema si presenta nello stock di mutanti eosina suggerisce che il colore crema è un modificatore di eosina. Questa specie di modificatore altera solamente l'allele mutante del gene e non ha effetti sull'allele di tipo wild type. La differenza nei fenotipi tra i maschi e le femmine della F_2 mostra che eosina (e) è legato all'X, ma il modificatore crema (cr) non si trova sul cromosoma X poiché alcuni individui della F_2 sono eosina ma non crema.

$e^+e^+ cr^+ cr^+ ♀$ × $eY crcr ♂$ → F_1 $e^+e cr^+cr ♀$ × $e^+Y cr^+cr ♂$ → i rapporti della F_2 per ogni singolo gene sono $1/2 e^+ - ♀$: $1/4 eY$ e $3/4 cr^+ -$: $1/4 crcr$. Quando questi individui sono coinvolti in un incrocio multiplo, il rapporto della F_2 per entrambi i geni è $3/8 e^+ - cr^+ -$ (wild type) ♀: $1/8 e^+ - crcr$ (wild type).

♀: $3/16 e^+Ycr^+$ (wild type) ♂: $1/16 e^+Y crcr$ (wild type) ♂: $3/16 eYcr^+$ (eosina) ♂: $1/16 eY crcr$ (crema) ♂ = 8 wild type ♀: 4 wild type ♂: 3 eosina ♂: 1 crema ♂.

b. $eY cr^+ cr^+$ (eosina ♂) × $ee crcr$ (crema ♀) → F_1 $ee cr^+ cr ♀$ × $eY cr^+ cr ♂$ → i rapporti della F_2 per ogni singolo gene sono $1/2 ee ♀$: $1/2 eY ♂$ e $3/4 cr^+ -$: $1/4 crcr$. I rapporti della F_2 per entrambi i geni sono $3/8 ee cr^+ -$ (eosina ♀): $3/8 eY cr^+ -$ (eosina ♂): $1/8 ee crcr$ (crema ♀): $1/8 eY crcr$ (crema ♂).

c. $ee cr^+ cr^+$ (eosina ♀) × $eY crcr$ (crema ♂) → F_1 $ee cr^+cr ♀$ × $eY cr^+cr ♂$ → i rapporti della F_2 per ogni singolo gene sono $1/2 ee ♀$: $1/2 eY ♂$ e $3/4 cr^+ -$: $1/4 crcr$. I rapporti della F_2 per entrambi i geni sono $3/8 ee cr^+ -$ (eosina ♀): $3/8 eY cr^+ -$ (eosina ♂): $1/8 ee crcr$ (crema ♀): $1/8 eY crcr$ (crema ♂).

3.33 a. Il colore porpora è causato dall'omozigosi per un allele recessivo di un gene autosomico (p), ma la mutazione recessiva associata all'X che dà occhi bianchi è epistatica su p e su p^+ .

b. Progenie F_1 : $1/2$ maschi occhi bianchi e $1/2$ femmine selvatiche (occhi rossi); progenie F_2 : $1/4$ maschi occhi bianchi, $1/4$ femmine occhi bianchi, $3/16$ maschi occhi rossi, $3/16$ femmine occhi rossi, $1/16$ maschi occhi porpora, $1/16$ femmine occhi porpora.

3.34 a. No. I geni legati all'Y sono espressi solo nei maschi. Fino a che ci sono femmine bianche, il carattere non può essere legato all'Y.

b. Sì. I maschi bianchi potrebbero avere figlie bianche ma non figli bianchi.

c. Sì. L'informazione nel pedigree è coerente con l'eredità autosomica dominante.

d. No. Se questa fosse un'eredità recessiva legata all' X , Kesari dovrebbe essere $X^{w}W^{w}$ e Tony dovrebbe essere $X^{w+}Y$. I loro figli dovrebbero essere $X^{w}Y$ e di colore bianco, ma Bim non è bianco.

e. Sì. Non ci sono dati nello schema dell'incrocio che permettono di escludere un'eredità autosomica recessiva.

3.35 Incrocia femmine potenzialmente mutanti (con genotipo Xy/Xy) con maschi $Xy/y^{+} \ 3 \ Y$. Mutanti che hanno subito non disgiunzione avrebbero un elevato numero di progenie femminile con corpo marrone ($Xy/Xy/y^{+} \ 3 \ Y$) e maschile con corpo giallo (Xy/O).

3.36 a. Il mantello costituito da macchie rosse e nere si ha soltanto nelle femmine eterozigoti in cui, a

causa dell'inattivazione casuale di uno dei due cromosomi X , si formano cloni di cellule che esprimono l'allele per l'arancione e cloni che esprimono l'allele per il nero.

b. $X^{O}X^{o} \times X^{O}Y \text{ o } X^{o}Y$.

c. Sono maschi $X^{O}X^{o}Y$.

3.37 a. Avvenendo l'inattivazione dell' X prima dell'espressione del gene SRY , nelle cellule in cui viene inattivato il cromosoma X con la traslocazione, il gene SRY non si esprime e quelle cellule determineranno l'espressione di caratteristiche femminili residue.

b. Se il gene SRY è traslocato in una delle PAR del cromosoma X , non subirà inattivazione, si esprimerà in tutte le cellule e l'inversione del sesso sarà totale.