

专题四 遗传规律

考点 11 遗传的基本推导与概率计算

1. B 【必刷知识】孟德尔一对相对性状的杂交实验的应用

【解析】由题干紫叶和绿叶芥菜杂交,正反交 F_1 均为紫叶可判断,紫叶为显性,让 F_1 自交, F_2 中紫叶:绿叶 = 3:1,可知芥菜叶色受一对等位基因控制,A 正确; F_2 群体出现紫叶:绿叶 = 3:1 的现象叫性状分离,其原因是 F_1 减数分裂过程中,控制叶色的等位基因分离产生了两种比例均等的雌雄配子,且受精时雌雄配子可随机结合,B 错误;绿叶为隐性性状, F_1 与绿叶芥菜杂交属于测交,根据测交结果可确定 F_1 的基因组成,C 正确;由题干信息可知,亲本紫叶为显性纯合子,故其自交可获得稳定遗传的子代,即可自交留种,D 正确。

2. C 【必刷能力】实验探究一果蝇杂交实验分析

【解析】根据实验②的结果, F_1 的雌性中有红眼和白眼,雄性中只有白眼,可知基因位于 X 染色体上,且红眼为显性,实验②的亲本为白眼雌性(X^bX^b)、红眼雄性(X^BY),出现的一只白眼雌性基因型为 X^bX^bY ,A、B 正确;实验①中后代无论雌雄均为红眼,因此亲代红眼雌蝇为纯合子,基因型为 X^BX^B ,产生 1 种类型配子(X^B),C 错误;由题意可知,偶然出现的 XXY 个体为雌性可育,实验② F_1 中白眼雌蝇(X^bX^bY)的出现可能源于亲本减数分裂异常,产生了 X^bX^b 的雌配子,D 正确。

3. B 【必刷知识】基因自由组合定律的应用

【解析】假设控制拉布拉多猎犬毛色的等位基因为 A/a 和 B/b,将 F_1 黑色犬相互交配, F_2 犬毛色及比例为黑色:巧克力色:米白色 = 9:3:4,符合 9:3:3:1 的变式,故推测 F_1 黑色犬的基因型为 AaBb,亲本纯合黑色犬与米白色犬基因型为 AABB、aabb, F_2 中黑色犬基因型应为 A_B_,米白色犬基因型为 aa_ _ ,巧克力色犬基因型为 A_bb (或米白色犬基因型为 _ _bb,巧克力色犬基因型为 aaB_)。 F_1 黑色犬杂交, F_2 出现米白色,说明黑色相对于米白色为显性,A 错误; F_1 黑色犬基因型为 AaBb,故 F_2 米白色犬基因型有 aaBB、aaBb、aabb (或 AAbb、Aabb、aabb),共 3 种,B 正确; F_2 巧克力色犬中, AAbb 占 $\frac{1}{3}$, Aabb 占 $\frac{2}{3}$,产生 Ab 配子的概率为 $\frac{2}{3}$, ab 配子的概率为 $\frac{1}{3}$, F_2 巧克力色犬相互交配时,后代中米白色犬(aabb)所占比例为 $\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{9}$,另一种情况的结果也相同,C 错误; F_2 米白色犬基因型为 aa_ _ 或 _ _bb,无论哪一种,其相互交配产生的子代基因型只可能是 aa_ _ 或 _ _bb,均为米白色,故后代不可能发生性状分离,D 错误。

4. C 【必刷知识】自由组合定律的实质和应用

【解析】分析题干可知,野鼠色纯色小鼠与黑色有斑小鼠交配, F_1 均为野鼠色纯色,说明野鼠色对黑色为显性性状,纯色对有斑为

显性性状,A 错误;由题干可知有两对相对性状,假设野鼠色和黑色由 A、a 控制,纯色和有斑由 B、b 控制,则 F_1 的基因型为 $AaBb$, F_1 与黑色有斑小鼠交配,即 $AaBb \times aabb$,如果其遗传遵循基因自由组合定律,则后代表型为 4 种,比例为 $1:1:1:1$,与题干信息不符,由此可知有斑与毛色性状的遗传不遵循基因的自由组合定律,B 错误; F_1 与黑色有斑小鼠交配,即 $AaBb \times aabb$,其后代表型及比例为野鼠色纯色:野鼠色有斑:黑色纯色:黑色有斑 = $82:19:22:80 \approx 4:1:1:4$,说明 F_1 产生 4 种类型配子,且比例约为 $4:4:1:1$,C 正确;由 C 选项可知, F_1 产生 4 种类型配子(基因型及比例为 $AB:Ab:aB:ab=4:1:1:4$), F_1 相互交配,后代中不同于 F_1 的表型为 $1 - \text{野鼠色纯色} = 1 - \left(\frac{4}{10} \times 1 + \frac{1}{10} \times \frac{5}{10} + \frac{1}{10} \times \frac{5}{10} + \frac{4}{10} \times \frac{4}{10} \right) = \frac{17}{50}$,D 错误。

5. C 【必刷能力】图表分析一伴性遗传

【解析】由题表可知,乙组子一代雌性全是长翅,子二代不论雌雄,表型及比例均为长翅:小翅:残翅 = $3:3:2$,说明长翅是显性性状。甲组长翅与残翅杂交,子一代的雌性长翅:残翅 = $1:1$,雄性长翅:小翅:残翅 = $1:1:2$,说明翅形受 2 对等位基因控制,且一对位于 X 染色体上,若甲组实验亲本基因型为 $AaX^B X^b$ 、 $aaX^B Y$,得到的 F_1 雌果蝇基因型为 $AaX^B X^b$ 、 $AaX^B X^B$ 、 $aaX^B X^B$ 、 $aaX^B X^b$,雄果蝇基因型为 $AaX^B Y$ 、 $AaX^b Y$ 、 $aaX^B Y$ 、 $aaX^b Y$,根据甲组 F_1 的表型可知,基因 A、B 同时存在时为长翅,基因 A 存在,基因 B 不存在时为小翅,基因 A 不存在(即基因型为 aa)时为残翅,结合以上分析可知,长翅是显性性状,控制翅形的基因遵循自由组合定律,A 错误;甲组 F_1 的长翅雌、雄果蝇的基因型分别为 $AaX^B X^b$ 、 $AaX^B Y$ 和 $AaX^B Y$,该群体中卵细胞的基因型及比例为 $AX^B:AX^b:aX^B:aX^b=3:1:3:1$,与含 Y 的精子($\frac{1}{2}A, \frac{1}{2}a$)结合后,结合棋盘法分析, F_2 雄果蝇中表型及比例为长翅($A_X^B Y$):小翅($A_X^b Y$):残翅($aa_ _$) = $9:3:4$,B 错误;甲组 F_1 残翅雄果蝇的基因型及比例为 $aaX^B Y:aaX^b Y=1:1$,产生的配子及比例为 $aX^B:aX^b:aY=1:1:2$,乙组 F_2 的长翅雌果蝇的基因型及比例为 $AA X^B X^b:Aa X^B X^b=1:2$,产生的配子及比例为 $AX^B:AX^b:aX^B:aX^b=2:2:1:1$,二者杂交,其子代中长翅雌果蝇基因型为 $A_X^B _$,长翅雌果蝇基因型及比例为 $\frac{1}{6}AaX^B X^b$ (AX^B 的雌配子与 aX^b 的雄配子结合: $\frac{1}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{12}$,以及 AX^b 的雌配子与 aX^B 的雄配子结合: $\frac{1}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{12}$)、 $\frac{1}{12}AaX^B X^B$ (AX^B 的雌配子与 aX^B 的雄配子结合: $\frac{1}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{12}$),即 $\frac{1}{4}$,C 正确;欲通过一代杂交实验鉴定某小翅雌果蝇的基因型(其基因型有 $A_X^b X^b$),则需要进行测交实验,因此可选择表型为残翅的雄果蝇($aaXY$)与其杂交,若后代雄果蝇的翅形均表现为小翅($AaX^b Y$),则该雌果蝇为纯合子(其基因

型为 AAX^bX^b), 若有残翅雄果蝇 ($aaXY$) 出现, 则为杂合子 (其基因型为 AaX^bX^b), D 错误。

6. C 【必刷知识】配子致死现象

【解析】两对独立遗传的等位基因每一对都遵循分离定律, 所以可以一对一对的分析, 因含有 a 的花粉有 50% 的死亡率, 则基因型为 $AaBb$ 的植株, 只分析 A/a 这一对基因, 产生的雄配子类型及概率为 $\frac{2}{3}A$ 、 $\frac{1}{3}a$, 雌配子类型及概率为 $\frac{1}{2}A$ 、 $\frac{1}{2}a$, 所以 Aa 自交后代中性状分离比是 $5:1$; Bb 自交后代中性状分离比是 $3:1$, 所以基因型为 $AaBb$ 的植株自交后代的性状分离比是 $(5:1) \times (3:1) = 15:5:3:1$, 故选 C。

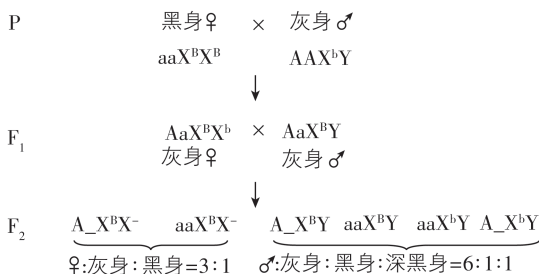
7. B 【必刷知识】多对等位基因对性状的影响

【解析】该种小鼠毛色受独立遗传的三对等位基因控制, 则该群体中的基因型共有 $3^3 = 27$ 种, A 正确; 基因型为 $AaBbGg$ 的个体进行测交, 则子代中基因型为 $aabbgg$ 的纯合子表现为淡黄色, 可见, 子代淡黄色个体中纯合子所占比例不为 0, B 错误; 基因型为 $AaBbGg$ 的个体相互交配, 子代中黑色个体 A_B_gg 所占的比例为 $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{9}{64}$, 灰色个体 A_bbgg 所占的比例为 $\frac{3}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{64}$, 则淡黄色个体所占比例为 $1 - \frac{9}{64} - \frac{3}{64} = \frac{52}{64}$, C 正确; 某种小鼠的毛色受 A/a 、 B/b 、 G/g 三对位于常染色体上且独立遗传的基因的控制, 可见毛色的形成是多个基因共同作用的结果, 因此也能说明基因与性状并不是简单的一一对应关系, D 正确。

8. B 【必刷知识】伴性遗传规律及应用

信息提取

由题意知, 控制体色的两对等位基因分别位于两对同源染色体上, 因此在遗传过程中遵循自由组合定律; 黑身雌果蝇与灰身雄果蝇杂交, F_1 全为灰身, 说明灰身对黑身是显性性状; F_1 随机交配, F_2 雌果蝇中灰身: 黑身 = $3:1$, 雄果蝇中灰身: 黑身: 深黑身 = $6:1:1$, 子二代中雌果蝇没有深黑色, 雄果蝇中黑色: 深黑色 = $1:1$, 说明 B 、 b 基因位于 X 染色体上, 并且使黑身果蝇的体色加深的是 b 基因。根据以上分析写出杂交遗传图解:



【解析】根据信息提取可知, A 、 a 位于常染色体上, B 、 b 位于 X 染色体上, A 正确; B 、 b 基因中使黑身果蝇的体色加深的是 b 基因, B 错误; F_1 雄果蝇的基因型是 AaX^BY , 雌果蝇的基因型是 AaX^BX^b , F_2 灰身雌果蝇 (AAX^BX^b 、 AAX^BX^B 、 AaX^BX^b 、 AaX^BX^B) 中纯合子占的比例为 $\frac{1}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$, C 正确; 根据信息提取可知, F_2

深黑身果蝇的基因型是 aaX^bY , D 正确。

9. D 【必刷题型】信息提取—亲子代基因型互推

【解析】由题干可知, 基因型为 tt 时表现为白色, 花斑基因 B 对全黄色基因 b 为显性, 位于 Z 染色体上, 所以杂合白色雄蝶的基因型为 tZ^BZ^b , A 正确; 杂交组合为 $TtZ^bZ^b \times ttZ^BW$ 时, 子代中花斑雄蝶 (TtZ^BZ^b) 所占比例为 $\frac{1}{4}$, B 正确; 杂交组合为 $TtZ^BZ^b \times ttZ^BW$ 时, 子代中花斑雌蝶 (TtZ^BW) 所占比例为 $\frac{1}{8}$, C 正确; 一只花斑蝶与一只黄色蝶交配子代有三种体色, 则亲本杂交组合有 $TtZ^BZ^b \times TtZ^bW$ 、 $TtZ^BW \times TtZ^bZ^b$, 即亲本杂交组合仅有两种, D 错误。

10. (1) BB 伴 X 染色体显性遗传 (2) 非同源染色体 (3) 7:1

$\frac{7}{12}$

【必刷题型】图表分析—自由组合定律、伴 X 遗传

【解析】根据题意分析可知, F_1 中黄毛弯曲尾小鼠相互交配, F_2 中出现了灰毛和正常尾, 说明黄毛对灰毛为显性, 弯曲尾对正常尾为显性, 且 F_2 中无论雌雄都是黄毛: 灰毛 = 2:1, 说明控制毛色的基因位于常染色体上, 且 BB 致死, 则 F_2 黄毛基因型为 Bb , 灰毛基因型为 bb ; F_2 雌鼠全部为弯曲尾, 雄鼠弯曲尾: 正常尾 = 1:1, 尾形与性别相关联, 则为伴 X 染色体遗传, F_1 相关基因型为 X^TX^t 、 X^TY , 综上所述, F_1 关于两对性状的基因型为 BbX^TX^t 、 BbX^TY 、 bbX^TX^t 、 bbX^TY , 亲本基因型为 $BbX^TX^t \times bbX^TY$ 。

(1) 根据上述分析可知, 在毛色遗传中, 基因型为 BB 的胚胎不能发育。弯曲尾为伴 X 染色体显性遗传。

(2) 根据以上分析可知, 基因 B 、 b 在常染色体上, 基因 T 、 t 在 X 染色体上, 因此两对等位基因是位于非同源染色体上的非等位基因, 遵循基因的自由组合定律。

(3) 根据以上分析可知, 只考虑尾形遗传, F_1 基因型为 X^TX^t 、 X^TY , 则 F_2 弯曲尾基因型为 X^TX^T 、 X^TX^t 、 X^TY , 比例为 1:1:1, 让 F_2 弯曲尾小鼠随机交配, 雌性产生的配子种类和比例为 X^T : X^t = 3:1, 雄性产生配子的种类和比例为 X^T : Y = 1:1, 后代正常

尾的概率 = $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$, 因此后代弯曲尾: 正常尾 = 7:1; 若同时

考虑两对性状遗传, 让 F_2 中黄毛 (Bb) 弯曲尾小鼠随机交配, 则应单独考虑每对基因, 由于 BB 胚胎致死, 子代黄毛的概率为

$\frac{2}{3}$ 。由之前分析可知, 弯曲尾的概率为 $\frac{7}{8}$, 因此子代出现黄毛

弯曲尾个体的概率 = $\frac{2}{3} \times \frac{7}{8} = \frac{7}{12}$ 。

考点 12 基因自由组合定律

1. C 【必刷知识】减数分裂、特殊分离比

【解析】“品系甲 (乙) \times 感病 $\rightarrow F_1$ 全为抗病 $\rightarrow F_1$ 自交 $\rightarrow F_2$ 中抗病: 感病 $\approx 3:1$ ”, 据此可知抗病和感病性状由一对等位基因控制, 且抗病对感病为显性。如果有关基因 A/a 与 B/b 位置关系是非同源染色体上的非等位基因, 甲和乙的基因型分别为 $AAbb$ 和 $aaBB$,

F_1 的基因型为 $AaBb$, 全为抗病植株, 则 F_2 中抗病 ($9A_B_、3aaB_$ 和 $3A_bb$) : 感病 ($aabb$) $\approx 15:1$, A 正确。如果有关基因 A/a 与 B/b 位置关系是 F 染色体同一位置的不同基因, 则基因 A/a 与 B/b 为复等位基因关系, 甲和乙的基因型分别为 AA 和 BB , F_1 的基因型为 AB , F_2 的基因型为 $AA、AB、BB$, 全为抗病, F_2 中抗病:感病 $\approx 1:0$, B 正确。如果有关基因 A/a 与 B/b 位置关系是 F 染色体不同位置的非等位基因且不发生互换, 甲和乙的基因型分别为 $AAbb$ 和 $aaBB$, F_1 的基因型为 $AaBb$, 由于 A 与 b 连锁, a 与 B 连锁, F_1 产生的配子及比例为 $Ab:aB=1:1$, F_2 的基因型为 $AAbb、aaBB、AaBb$, 全为抗病, 则 F_2 中抗病:感病 $\approx 1:0$, C 错误。如果 $A/a、B/b$ 是 F 染色体不同位置的非等位基因, 亲本的基因型为 $AAbb$ 和 $aaBB$, A 和 b 连锁, a 和 B 连锁, 若是发生互换, 会产生 $AB、Ab、aB、ab$ 四种配子, 因此 F_2 中会出现感病 ($aabb$) 个体, D 正确。

2. CD 【必刷能力】信息提取—基因在染色体位置上的判定

【解析】当 A/a 位于 X 和 Y 染色体的同源区段时, 雌雄均有显性和隐性个体, A 错误; 若基因 A/a 位于 X 和 Y 染色体的同源区段, 题中亲本基因型可能是 $X^aX^a \times X^AY^A$ 、 $X^aX^a \times X^AY^a$ 、 $X^aX^a \times X^aY^A$, 子代表型依次是雌性和雄性均为显性, 雌性均为显性、雄性均为隐性, 雌性均为隐性、雄性均为显性, 则若子代雌性均为显性、雄性均为隐性, 或子代雌性均为隐性、雄性均为显性, 或子代雌性和雄性均为显性, 则基因 A/a 可能位于 X 和 Y 染色体的同源区段, B 错误, C、D 正确。

3. D 【必刷能力】信息提取—基因在染色体上位置的判定

【解析】直翅灰体雌性个体与直翅黑体雄性个体进行杂交, F_1 为直翅和弯翅, 比例为 $3:1$, 说明直翅相对于弯翅是显性性状, A/a 位于常染色体上, 亲本的基因型为 $Aa、Aa$, F_1 为灰体:黑体 $= 1:1$, 若 $B、b$ 位于常染色体上, 则无法确定体色的显隐性, 若 $B、b$ 位于 X 染色体上, 由于每种表型都有雌性、雄性个体, 则灰体为显性性状, 亲本基因型为 $X^BX^b、X^bY$, 因此不能确定体色的显隐性, A 错误。若 B/b 位于常染色体上, 当灰体为显性性状, 则亲本 $AaBb(\text{♀}) \times Aabb(\text{♂})$, 后代无纯合直翅灰体个体; 当黑体为显性性状, 则亲本 $Aabb(\text{♀}) \times AaBb(\text{♂})$, 后代纯合直翅灰体个体占 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$, B 错误。若 B/b 位于性染色体上; 亲本基因型为 $AaX^BX^b、AaX^bY$, 后代纯合直翅灰体个体占 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$, C 错误。 F_1 灰体雄性个体的基因型为 bb 或 Bb 或 X^BY , 可选择灰体雄性个体的 DNA 片段进行鉴定, D 正确。

4. (1) X 不能 无论黑檀体基因位于常染色体上还是性染色体上, 都有可能得到题表中实验二 F_1 的表型

(2) 常染色体 6 随机性

(3) 全为黄体, 雌雄比例为 $1:1$ 黄体:灰体 $= 1:1$ 或者 黄体:灰体 $= 1:2$ 黄体:灰体 $= 3:1$ B 基因所在染色体的非同源染色体上

【必刷知识】基因在染色体上位置的判定

【解析】(1) 实验一的结果为性状表现与性别有关且灰体对黄体为显性,所以相关基因位于 X 染色体上。假设黑檀体相关基因用 A、a 表示,黄体相关基因用 B、b 表示,实验二中,若亲本的基因型为 $AAX^bX^b \times aaX^BY$ 或 $X^{Ab}X^{Ab} \times X^{aB}Y$,子代的表型为灰体 (AaX^BX^b) 和 黄体 (AaX^bY) 或灰体 ($X^{Ab}X^{aB}$) 和 黄体 ($X^{Ab}Y$),所以根据实验二不能确定黑檀体基因的位置,因为无论黑檀体基因位于常染色体还是性染色体上,都有可能得到题表中实验二 F_1 的表型。

(2) 若控制黑檀体的基因位于常染色体上,则实验二中亲本的基因型为 AAX^bX^b (黄体)、 aaX^BY (黑檀体), F_1 的基因型为 AaX^BX^b 、 AaX^bY ,二者相互交配产生 F_2 的基因型及比例为 $A_X^BX^b$ (灰体) : $A_X^bX^b$ (黄体) : aaX^BX^b (黄体) : aaX^bX^b (黑檀体) : A_X^BY (灰体) : A_X^bY (黄体) : aaX^BY (黄体) : aaX^bY (黑檀体) = 3 : 3 : 1 : 1 : 3 : 3 : 1 : 1,即 F_2 的雌雄果蝇中灰体 : 黄体 : 黑檀体约为 3 : 4 : 1,可见, F_2 中黄体果蝇的基因型有 6 种。若控制黑檀体的基因位于性染色体上,则亲本的基因型为 $X^{Ab}X^{Ab}$ (黄体)、 $X^{aB}Y$ (黑檀体), F_1 的基因型为 $X^{Ab}X^{aB}$ 、 $X^{Ab}Y$,二者相互交配产生 F_2 的基因型及比例为 $X^{Ab}X^{Ab}$ (黄体) : $X^{Ab}Y$ (黄体) : $X^{aB}X^{Ab}$ (灰体) : $X^{aB}Y$ (黑檀体) = 1 : 1 : 1 : 1,不符合题意。题中显示黄体、黑檀体两种体色的果蝇均为单基因突变体,且为不同的基因发生突变的结果,因而这些性状的出现是基因突变的结果,说明了基因突变具有随机性。

(3) 结合(1)的分析,若实验一中体色相关基因用 B、b 表示,则亲本的基因型为 X^bX^b 、 X^BY , F_1 的基因型为 X^BX^b 、 X^bY ,遗传学家将一个 DNA 片段导入实验一 F_1 灰体雌蝇的体细胞中,通过 DNA 重组和克隆技术获得一只转基因黄体雌蝇,用 D 表示插入的该片段;①若 DNA 片段插入 B 基因所在的染色体,则该转基因黄体雌蝇基因型为 $X^{BD}X^b$,与 F_1 黄体雄蝇 X^bY 杂交,子代基因型为 $X^{BD}X^b$ 、 X^bX^b 、 $X^{BD}Y$ 、 X^bY ,所以子代全为黄体,且雌雄比例为 2 : 1 [插入的片段在 B 基因内部, B 基因碱基序列被破坏,结合题干“若果蝇的受精卵无控制该性状的基因 (B、b),将造成胚胎死亡”,即 $X^{BD}Y$ 死亡]或子代全为黄体,雌雄比例为 1 : 1 (插入的片段不在 B 基因内部, B 基因碱基序列正常);②若 DNA 片段插入 B 基因所在染色体的同源染色体上,则该转基因黄体雌蝇基因型为 X^BX^{bD} ,与 F_1 黄体雄蝇 X^bY 杂交,子代基因型为 X^BX^b 、 $X^{bD}X^b$ 、 X^BY 、 $X^{bD}Y$,则子代的表型及比例为黄体 : 灰体 = 1 : 1 (DNA 片段未插入 b 基因内部, b 基因碱基序列正常) 或者黄体 : 灰体 = 1 : 2 (DNA 片段插入 b 基因内部, b 基因碱基序列不正常, $X^{bD}Y$ 死亡);③若 DNA 片段插入 B 基因所在染色体的非同源染色体上,则该转基因黄体雌蝇为 DOX^BX^b (O 表示对应位置没有插入片段 D),与 F_1 黄体雄蝇 OOX^bY 杂交,子代基因型为 DOX^BX^b 、 DOX^bX^b 、 DOX^BY 、 DOX^bY 、 OOX^BX^b 、 OOX^bX^b 、 OOX^BY 、 OOX^bY ,即子代表型及比例为黄体 : 灰体 = 3 : 1。

5. D 【必刷知识】自由组合定律与基因连锁

【解析】甲植株基因型为 $AAbbCCddEE$,乙植株基因型为 $aaBBccDDee$,甲、乙杂交得 F_1 , F_1 的基因型是 $AaBbCcDdEe$,由于

b 基因与 C 基因连锁, B 基因与 c 基因连锁, F_2 中 5 对基因均杂合的概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{16}$, 都为纯合子的概率也为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{16}$, 则 F_2 中杂合子的概率为 $\frac{15}{16}$, A、B 错误; F_2 中会出现的表型有 $3 \times 2 \times 2 \times 2 = 24$ 种, C 错误; F_2 中所有表型均为显性性状 ($A_BbCcD_E_$) 的个体占 $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{27}{128}$, D 正确。

6. C 【必刷知识】基因的自由组合定律实质

【解析】根据题干信息分析, 白色牦牛的基因型有 AAMM、AAMm、AAmm、Aamm、aamm 共 5 种, A 正确; F_1 基因型为 AaMm, 则表现为黄色, B 正确; F_1 交配得到 F_2 , F_2 中白色基因型及其比例为 AAMM : AAMm : AAmM : Aamm : aamm = 1 : 2 : 1 : 2 : 1, 则纯合子占比为 $\frac{3}{7}$, C 错误; F_1 交配产生的 F_2 中, 黑色为 aaMM、aaMm, 占 $\frac{3}{16}$, 黄色为 AaMM、AaMm, 占 $\frac{6}{16}$, 白色为 AAMM、AAMm、AAmm、Aamm、aamm, 占 $\frac{7}{16}$, 则黑色 : 黄色 : 白色为 3 : 6 : 7, D 正确。

7. (1) 自由组合 规律一中 F_2 均表现为紫花 : 白花 = 9 : 7

(2) aabbdd 紫花 : 白花 = 27 : 37

(3) 让两株白花植株杂交, 观察并统计子代的表型及比例 子代全为紫花 子代全为白花

【必刷知识】基因的自由组合定律的实质及应用

【解析】(1) 分析题意可知: 紫花植株基因型为 $A_B_D_$, 其余基因型的植株均开白花, 甲、乙、丙相互杂交, F_1 均开紫花, F_1 自交得 F_2 , F_2 均表现为紫花 : 白花 = 9 : 7, 是 9 : 3 : 3 : 1 的变式, 说明 F_1 有两对基因杂合, 即甲、乙、丙均有两对基因显性纯合, 且三对等位基因的遗传遵循自由组合定律。

(2) 由 (1) 可知, 甲、乙、丙均有两对基因显性纯合, 且已知丁与其他纯合白花品系杂交, F_1 均开白花, F_1 自交得 F_2 , F_2 仍全部开白花, 由上述结果可知, 丁品系的基因型为 aabbdd; 基因型为 AaBbDd 的植株自交, 子代中紫花植株所占比例为 $\left(\frac{3}{4}\right)^3 = \frac{27}{64}$, 白花比例为 $1 - \frac{27}{64} = \frac{37}{64}$, 即紫花 : 白花 = 27 : 37。

(3) 若偶然发现两株白花纯种植株, 且这两株白花与紫花纯合品系 AABBDD 均只有一对等位基因存在差异, 故这两株白花植株可能基因型为 AABBdd、AAbbDD 或 aaBBDD, 实验目的是探究两株白花植株的基因型是否相同, 实验思路为让两株白花植株杂交, 观察并统计子代的表型及比例。

考点 13 伴性遗传

1. D 【必刷题型】信息提取—基因位置的判断

【解析】结合题干信息及组合一和组合二 (正交和反交) 结果中 F_1

表现一致可知,A 基因可能位于常染色体,此时组合一可表示为 $AA(\text{♀}) \times aa(\text{♂})$,组合二可表示 $aa(\text{♀}) \times AA(\text{♂})$;也可能位于 X、Y 染色体同源区段,此时组合一表示为 $X^A X^A(\text{♀}) \times X^a Y^a(\text{♂})$,组合二可表示为 $X^a X^a(\text{♀}) \times X^A Y^A(\text{♂})$,抗病、感病性状的控制基因可能位于 X、Y 染色体上,A 正确。由于等位基因 A、a 位于细胞核中的一对同源染色体上,因此转录一定发生在细胞核,而翻译一定发生在细胞质(核糖体),B 正确。可设计实验,让 F_1 雌雄个体相互交配,观察子代表型及比例确定基因 A、a 是否位于常染色体上,C 正确。组合二中,若基因 A、a 位于性染色体上,则亲本基因型为 $X^a X^a$ 、 $X^A Y^A$,子代基因型为 $X^A X^a$ 、 $X^a Y^A$,自由交配所得子代雌株中抗病:感病=1:1;若基因 A、a 位于常染色体上,则子代的基因型均为 Aa,自由交配所得子代雌株中抗病:感病=3:1,D 错误。

2. D 【必刷能力】图表分析—基因在染色体上位置的判断

【解析】亲本为纯合无斑纹雌鸡和纯合芦花斑纹雄鸡, F_1 均为无斑纹, F_2 雌鸡中无斑纹:有斑纹(芦花斑纹+非芦花斑纹)=124:(21+23) \approx 3:1,雄鸡中无斑纹:有斑纹(芦花斑纹)=122:41 \approx 3:1,雌雄关于有斑纹和无斑纹的表型及比例相同,则基因 M/m 位于常染色体上,其遗传符合基因的分离定律,且无斑纹为显性性状,A 正确; F_2 中只有雌鸡出现非芦花斑纹,表型与性别相关联,则基因 B/b 位于 Z 染色体上,B 正确;基因 M/m 位于常染色体上,无斑纹为显性,且 F_1 基因型为 Mm,则 F_1 一定为杂合子,C 正确;羽毛有斑纹和无斑纹受 M、m 基因控制,无斑纹为显性, F_2 中无斑纹:有斑纹(芦花斑纹+非芦花斑纹) \approx 3:1,则可推知 F_2 中关于无斑纹与有斑纹性状的基因型及比例为 MM:Mm:mm=1:2:1, F_2 雌雄配子种类及比例均为 M:m=1:1,则 F_2 子代自由交配获得的 F_3 中无斑纹(M_{-})个体占 $\frac{3}{4}$,D 错误。

3. (1) 黑体 X

(2) 灰体朱红眼 ♀ : 灰体朱红眼 ♂ : 黑体红眼 ♀ : 黑体红眼 ♂ = 1 : 1 : 1 : 1

(3) $8 \frac{1}{14} AAX^b X^b$

(4) $X^B Y \quad X^{bb} X^b \quad X^{Bb} X^b \quad X^B X^{bb}$

【必刷知识】伴性遗传的规律和应用

【解析】(1) 根据杂交组合 I,甲灰体红眼雌性与乙黑体朱红眼雄性杂交, F_1 中无论雌雄均表现为灰体红眼,可知灰体相对于黑体为显性,红眼相对于朱红眼为显性;根据杂交组合 II,丙灰体朱红眼雌性与丁黑体红眼雄性杂交, F_1 中雌性均为红眼,雄性均为朱红眼,可知红眼与朱红眼这一对相对性状有性别差异,相关基因位于 X 染色体上。

(2) 若两对基因都位于 X 染色体上,则根据题干信息和第(1)问判断的显隐性关系可以推知,丙灰体朱红眼雌性的基因型为 $X^{Ab} X^{ab}$,丁黑体红眼雄性的基因型为 $X^{aB} Y$,杂交得的 F_1 中的灰

体红眼的基因型为 $X^{Ab}X^{aB}$, 进行测交, 即其需与黑体朱红眼雄性 $X^{ab}Y$ 杂交, 子代基因型及表型分析如下:

	X^{Ab}	X^{aB}
X^{ab}	$X^{Ab}X^{ab}$ (灰体朱红眼 ♀)	$X^{aB}X^{ab}$ (黑体红眼 ♀)
Y	$X^{Ab}Y$ (灰体朱红眼 ♂)	$X^{aB}Y$ (黑体红眼 ♂)

即灰体朱红眼 ♀ : 灰体朱红眼 ♂ : 黑体红眼 ♀ : 黑体红眼 ♂ = 1 : 1 : 1 : 1; 同理, 在基于相同的条件下, 甲灰体红眼雌性的基因型为 $X^{AB}X^{AB}$, 乙黑体朱红眼雄性的基因型为 $X^{ab}Y$, 子代中灰体红眼雌性的基因型只有 $X^{AB}X^{ab}$ 1 种。

(3) 若两对基因位于非同源染色体上, 则根据题干信息和第 (1) 问判断的显隐性关系可以推知, 丙灰体朱红眼雌性的基因型为 AaX^bX^b , 丁黑体红眼雄性的基因型为 aaX^BY , F_1 个体的基因型分别为 AaX^bY 、 aaX^bY 、 AaX^BX^b 、 aaX^BX^b , 上述个体进行自由交配, 使用配子法和拆分法, 可知 F_2 中有 $2 \times 4 = 8$ 种表型, 上述个体中 Aa 、 aa 进行自由交配, 亲代产生的配子的基因型及概率为 $\frac{1}{4}A$ 、 $\frac{3}{4}a$, 构建棋盘, 可以求得子代基因型及概率为 $\frac{1}{16}AA$ 、 $\frac{3}{8}Aa$ 、 $\frac{9}{16}aa$, 故灰体中纯合个体占 $\frac{1}{7}$, X^bY 与 X^BX^b 交配, 雌性个体只有 X^bX^b 、 X^BX^b 两种基因型, 纯合个体占 $\frac{1}{2}$, 故 F_2 灰体雌性个体纯合子为 AAX^bX^b , 所占的比例为 $\frac{1}{7} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{14}$ 。

(4) 根据题干信息, 利用后代的表型确定亲代基因型, 应该利用隐性的雌性个体与显性的雄性个体杂交, 即朱红眼雌性应与红眼雄性 X^BY 杂交, 观察后代的表型。

根据题干信息, 射线处理可诱发染色体结构变异中的重复, 2 个 b 基因会掩盖 B 基因的表现, 所以朱红眼雌性的基因型可能为: $X^{bb}X^b$ 、 $X^{Bb}X^b$ 、 X^BX^{bb} 。当朱红眼雌性的基因型为 $X^{bb}X^b$ 时, 则后代雌性为红眼和朱红眼, 雄性为朱红眼; 当朱红眼雌性的基因型为 $X^{Bb}X^b$ 时, 则后代雌性为红眼, 雄性为红眼和朱红眼; 当朱红眼雌性的基因型为 X^BX^{bb} 时, 则后代雌性为红眼和朱红眼, 雄性为红眼和朱红眼。

4. AD 【必刷知识】伴性遗传的规律及应用

【解析】红色个体基因型为 $_ _ X^E X^E$ 、 $_ _ X^E Y$, 共有 $3 \times 2 + 3 = 9$ 种基因型, A 正确; 一只红色个体与一只黄色个体交配, 子代中棕色雄性个体 (ddX^cY) 占 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$, 故亲本雌雄性个体的基因型分别为 $DdX^E X^c$ 、 $DdX^c Y$, B 错误; F_1 中出现黄色雌性个体 ($D_ X^c X^c$) 的概率为 $\frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{16}$, C 错误; F_1 中的棕色雌性个体 ($ddX^c X^c$) 与黄色雄性个体 ($\frac{1}{3}DDX^c Y$ 、 $\frac{2}{3}DdX^c Y$) 杂交, 得到 F_2 ,

F_2 中出现棕色个体的概率为 $\frac{2}{3} \times \frac{1}{2} \times 1 = \frac{1}{3}$, D 正确。

5. D 【必刷能力】图表分析—伴性遗传和自由组合定律的应用

题图解读

控制该植物花色的两对等位基因分别位于常染色体和 X 染色体上, 开蓝花的个体没有 A 基因, 有 B 基因, 所以基因型为 aaX^BX^- 、 aaX^BY 的个体表现为蓝色, 其余个体表现为白色。

【解析】根据题干信息分析, A、a 基因位于常染色体上, B、b 基因位于 X 染色体上, 常染色体上有 AA、Aa、aa 共 3 种基因型, X 染色体上有 X^BX^B 、 X^BX^b 、 X^bX^b 、 X^BY 、 X^bY 共 5 种基因型, 所以与控制该植物花色有关的基因型共有 $3 \times 5 = 15$ 种, A 错误; 据图分析可知, 开蓝花的个体没有 A 基因, 但有 B 基因, 即其基因型有 aaX^BY 、 aaX^BX^B 、 aaX^BX^b , B 错误; 基因型为 AAX^BX^B 的个体与基因型为 aaX^bY 的个体杂交, F_1 基因型为 AaX^BX^b 、 AaX^BY , F_1 雌雄个体杂交, F_2 开蓝花的雌性植株 (aaX^BX^-) 中杂合子占的比例为 $\frac{1}{2}$, C 错误; F_2 中蓝色的基因型为 aaX^BY 、 aaX^BX^B 、 aaX^BX^b , 比例为 $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$, 所以 F_2 中花色的表型及比例是白色: 蓝色 = 13:3, D 正确。

6. (1) 弯曲尾 碱基的排列顺序不同

(2) ① F_2 中黄毛弯曲尾: 黄毛正常尾: 灰毛弯曲尾: 灰毛正常尾 = 6:2:3:1, 是 9:3:3:1 的变式 ② B

(3) BbX^TX^T 、 bbX^tY 灰毛正常尾

【必刷知识】伴性遗传的遗传规律和应用

【解析】(1) 分析题意, 黄毛弯曲尾雌鼠与灰毛正常尾雄鼠交配, F_1 中雌雄小鼠表型及比例均为黄毛弯曲尾: 灰毛弯曲尾 = 1:1, 即弯曲尾与正常尾的后代都是弯曲尾, 说明弯曲尾是显性性状, 而另一对相对性状的显隐性无法判断。基因 B 和基因 b 的根本区别是碱基的排列顺序不同。

(2) ① 由题意可知, F_2 中黄毛弯曲尾: 黄毛正常尾: 灰毛弯曲尾: 灰毛正常尾 = 6:2:3:1, 是 9:3:3:1 的变式, 说明基因 B/b 和基因 T/t 独立遗传, 遵循基因的自由组合定律。② F_2 中黄毛: 灰毛 = 2:1, 说明 F_1 的基因型为 Bb, 若不存在致死现象, 则子代中 BB: Bb: bb = 1:2:1, 出现 2:1 说明控制毛色的基因 B 可能存在纯合致死, 即 BB 纯合致死。

(3) 分析题意, F_2 中正常尾均是雄鼠, 说明该性状与性别相关联, 相关基因位于 X 染色体上, 亲代黄毛弯曲尾雌鼠与灰毛正常尾雄鼠交配, F_1 雌雄小鼠均表现为黄毛弯曲尾: 灰毛弯曲尾 = 1:1, F_2 中黄毛: 灰毛 = 2:1, 说明亲代雄性是隐性个体, 则可推知亲代黄毛弯曲尾雌鼠与灰毛正常尾雄鼠的基因型分别为 BbX^TX^T 、 bbX^tY ; 若要通过一次杂交实验来探究 F_2 中某只黄毛弯曲尾雌鼠 ($B_X^TX^-$) 的基因型, 对于动物而言最好的方法是测

交,故应选择基因型为 bbX^1Y (表型为灰毛正常尾) 的雄鼠与之杂交。

考点 14 遗传综合分析

1. BCD 【必刷题型】图表分析—遗传系谱图分析

【解析】据图分析,对于乙病,Ⅱ-3、Ⅱ-4 正常,他们的女儿患乙病,说明乙病为常染色体隐性遗传病;由题意可知,其中一种遗传病的致病基因位于 X 染色体上,故甲病为伴 X 染色体遗传病,由于Ⅱ-3 患甲病,而其父亲Ⅰ-1 不患病,故甲病不可能是伴 X 染色体隐性遗传病,应为伴 X 染色体显性遗传病。甲病为伴 X 染色体显性遗传病,其特点是代代遗传、患者中女性多于男性,A 错误。Ⅱ-2 只患乙病,基因型为 bbX^aY ,则Ⅰ-1、Ⅰ-2 基因型分别是 BbX^aY 、 BbX^AX^a ;Ⅲ-4 患两种病,故Ⅱ-3 基因型为 BbX^AX^a ,即Ⅰ-2 和Ⅱ-3 基因型相同的概率是 $\frac{1}{2}$,B 正确。Ⅲ-1 基因型为 B_XX^a ,其父亲Ⅱ-2 基因型为 bbX^aY ,母亲Ⅱ-1 基因型为 B_XX^a ,由于乙病在人群中的发病率为 $\frac{1}{2500}$,即 bb 基因型频率为 $\frac{1}{2500}$,则得出 B 、 b 的基因频率为 $b = \frac{1}{50}$, $B = \frac{49}{50}$,即 BB 和 Bb 的基因型频率为 $BB = \frac{49}{50} \times \frac{49}{50}$, $Bb = 2 \times \frac{1}{50} \times \frac{49}{50}$,人群中表型正常的个体基因型为 BB 和 Bb ,杂合子在正常人中的比例为 $\frac{Bb}{BB+Bb} = \frac{2 \times \frac{1}{50} \times \frac{49}{50}}{\frac{49}{50} \times \frac{49}{50} + 2 \times \frac{1}{50} \times \frac{49}{50}} = \frac{2}{51}$,若Ⅲ-2 为男孩,患两种病(bbX^AY)的概率是 $\frac{2}{51} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{102}$,C 正确。常染色体遗传病所生孩子患病概率相等,与性别无关,仅考虑伴性遗传,Ⅱ-1、Ⅱ-2 的基因型分别是 X^AX^a 、 X^aY ,二者所生孩子中,患病男孩(X^AY)占 $\frac{1}{4}$,患病女孩(X^AX^a)占 $\frac{1}{4}$,故患病男孩和患病女孩的概率相同,D 正确。

2. A 【必刷能力】图表分析—遗传系谱图分析

【解析】由题意可知, $PANX1$ 基因在男性中不表达,在女性中表现为不孕,基因检测显示 1、4、6 号含有致病基因,2、3、5 号不含致病基因,1 号和 2 号的女儿 4 号从其父亲 1 号获得致病基因,从母亲 2 号获得非致病基因,并发病,说明该病为显性遗传病,而 1 号和 2 号的另一个女儿 5 号不患病,说明该致病基因不在 X 染色体上,因此该病为常染色体显性遗传病,A 正确。

3. B 【必刷知识】遗传系谱图中遗传方式的判断和应用

【解析】分析遗传系谱图可知,5 号和 6 号都正常,他们的儿子 9 号患病,则可推出该病为隐性遗传病,且由题意可知,自然人群中男女的患病比例是 15 : 1,男性患者明显多于女性,因此该病是伴 X 染色体隐性遗传病,A 正确;9 号是男性患者,其致病基因

来自 5 号,5 号的致病基因一定来自 2 号,B 错误;5 号、6 号基因型分别为 $X^G X^g$ 、 $X^G Y$,则 8 号个体为蚕豆病致病基因携带者的概率为 $\frac{1}{2}(X^G X^g)$,与正常男性 $X^G Y$ 所生子代男孩患病的概率是 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$,C 正确;据题意可得,患者平时不发病,但食用青鲜蚕豆后会引发缺乏 G6PD 的红细胞破裂而出现急性溶血症状,因而 9 号一直未出现溶血症状最可能的原因是从未食用过青鲜蚕豆,D 正确。

4. BD 【必刷题型】图表分析—系谱图的分析

【解析】 I_1 和 I_2 正常,女儿 II_5 患甲病, II_7 患乙病,且由题干可知,其中一种病的致病基因位于性染色体上,可推测甲病为常染色体隐性遗传病,乙病为伴 X 染色体隐性遗传病,因此, II_5 的甲病基因来自 I_1 和 I_2 , II_7 的乙病的致病基因来自 I_1 ,A 错误; II_5 和 II_9 都患甲病,其基因型为 aa,因此 I_3 、 I_4 与甲病相关的基因型都为 Aa,分析图 3 可知, I_3 对应四个条带,则 I_3 的基因型为 $AaX^B X^b$,而 II_5 患甲病,其不含 A 基因,即条带 1 表示 A 基因, I_4 不患乙病,且为男性,其不含 b 基因,即条带 3 表示 b 基因, II_{10} 为正常女性,且电泳出两个条带,则 II_{10} 的基因型为 $AAX^B X^B$,即条带 4 表示 B 基因,故条带 2 表示 a 基因,因此,图 3 中的条带 1、2、3、4 对应的基因分别是 A、a、b、B,B 正确; II_7 两病都患,故 II_7 的基因型为 $aaX^b Y$,结合图 3 可知, I_3 基因型为 $AaX^B X^b$, I_4 基因型为 $AaX^B Y$,且 II_9 只患甲病,故 II_9 基因型为 $aaX^B Y$,由图 3 可知 II_{10} 的基因型为 $AAX^B X^B$,C 错误;可以通过遗传咨询和产前诊断等手段,对遗传病进行监测和预防,D 正确。

5. C 【必刷能力】图表分析—遗传系谱图中遗传方式的判定及应用

【解析】 $I-1$ 与 $I-2$ 不患甲病,生有一患甲病的女儿 $II-2$,根据“无中生有为隐性,隐性遗传看女病,女病父正非伴性”判断出甲病为常染色体隐性遗传病; $I-3$ 和 $I-4$ 正常, $II-9$ 患乙病,而由题干可知, $I-3$ 无乙病致病基因,故乙病为伴 X 染色体隐性遗传病,A 正确。因为 $I-1$ 与 $I-2$ 不患甲病,生有一患病的女儿 $II-2$,所以 $I-1$ 和 $I-2$ 关于甲病的基因型都为 Hh, $I-2$ 自身正常,儿子患乙病,故 $I-2$ 的基因型为 $HhX^T X^t$,而 $I-1$ 的基因型为 $HhX^T Y$; $II-5$ 完全正常,所以 $II-5$ 的基因型为 $HHX^T Y$ 或 $HhX^T Y$,B 正确。由 $II-9$ 两病皆患可知,其父母的基因型为 $HhX^T Y$ 和 $HhX^T X^t$,故 $II-6$ 关于乙病的基因型及概率为 $\frac{1}{2}X^T X^T$ 、 $\frac{1}{2}X^T X^t$,根据 B 项结论可知, $II-5$ 关于乙病的基因型为 $X^T Y$,按分离定律计算乙病的遗传情况,如果 $II-5$ 与 $II-6$ 结婚,则所生男孩患乙病的概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$,C 错误。只分析甲病的相关基因, $II-7$ 的基因型及概率为 $\frac{1}{3}HH$ 、 $\frac{2}{3}Hh$,由题干可

知在正常人群中 Hh 基因型频率为 10^{-4} , 故如果 II-7 与 II-8 再生育一个女儿, 则女儿患甲病的概率为 $\frac{2}{3} \times \frac{1}{10\,000} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{60\,000}$, D 正确。

6. CD 【必刷题型】图表分析—遗传病类型的辨别

【解析】由题干信息“致病基因 b 是由基因 B 的编码序列部分缺失产生的”可知, 该变异类型属于基因突变, A 正确。据图 2 所示各成员的基因条带呈现情况可知, 若基因 B、b 位于常染色体上, 则成员 4 应呈现两条带, 由此判断基因 B、b 应该位于 X 染色体上, B 正确。基因 B、b 位于 X 染色体上, 若基因 1 是 B 基因, 基因 2 是 b 基因, 则成员 1 的基因型是 $X^B X^B$, 成员 2 的基因型是 $X^b Y$, 成员 3 和成员 5 的基因型均是 $X^B X^b$, 成员 4 和成员 6 的基因型均是 $X^B Y$, 成员 7 的基因型是 $X^B X^B$, 符合图 1 遗传系谱图中的关系; 若基因 1 是基因 b, 基因 2 是基因 B, 则成员 1 的基因型是 $X^b X^b$, 成员 2 的基因型是 $X^B Y$, 成员 3 和成员 5 的基因型均是 $X^B X^b$, 成员 4 和成员 6 的基因型均是 $X^b Y$, 成员 7 的基因型是 $X^b X^b$, 也符合图 1 遗传系谱图中的关系, C 错误。假设白化病的相关基因为 A、a, 则仅患白化病的男性的基因型是 $aaX^B Y$, 7 号个体是白化病基因携带者, 若基因 1 是基因 B, 则 7 号个体的基因型为 $AaX^B X^B$, 子代两种病都患的概率为 0; 若基因 1 是基因 b, 则 7 号个体的基因型为 $AaX^b X^b$, 子代两种病都患的概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$, D 错误。

7. (1) 替换 减少 (2) 常染色体隐性遗传 隐 X 染色体非同源区段 (3) AABb 或 AaBb $\frac{21}{22}$

【必刷能力】图表分析—遗传系谱图中遗传方式的判定及应用

【解析】(1) 由甲家系电泳图可知, II₃ 只有一条电泳带, I₁、I₂、II₄ 电泳结果有 200、1 150 和 1 350 三个条带, 说明限制酶 1 切的是正常基因 A, 并且 $A(1\,150+200=1\,350)$ 和 $a(1\,350)$ 碱基总数相等, 推知 $A \rightarrow a$ 可能是碱基替换导致的基因突变, 致病基因无法被限制酶 1 所识别, 即导致 a 基因所在 DNA 分子中限制酶 1 的识别序列减少。

(2) 分析甲病家系图: 双亲正常生下患病女儿, 说明甲病为常染色体隐性遗传病; 分析乙病家系图: 结合 DNA 电泳图可知, I₆ 和 II₇ 只有一种条带, I₅ 和 II₈ 有两种条带, 说明 I₅ 和 II₈ 为杂合子, 故乙病可能为常染色体隐性遗传病, 致病基因也可能位于 X、Y 染色体同源区段上, 但致病基因肯定不位于 X 染色体非同源区段。

(3) 由于 II₈ 是正常男性, 说明乙病的遗传方式是常染色体隐性遗传。又知甲家系中无乙病致病基因, 所以 II₄ 的基因型为 AaBB, II₈ 的基因型为 AABb 或 AaBb, 根据人群中患甲病的概率是 $\frac{1}{100}$, 可知 aa 的基因型概率为 $\frac{1}{100}$, a 基因的概率为 $\frac{1}{10}$, A 基因

的概率为 $\frac{9}{10}$, 所以 II_8 个体的基因型及概率为 $\frac{9}{11}\text{AABb}$ 、 $\frac{2}{11}\text{AaBb}$;

II_4 和 II_8 生一个患病孩子的概率为 $\frac{2}{11} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{22}$, 则两者生一个表型正常孩子的概率是 $1 - \frac{1}{22} = \frac{21}{22}$ 。

8. C 【必刷题型】信息提取—配子致死

【解析】E 基因是一种“自私基因”，在产生配子时，能杀死体内

$\frac{1}{2}$ 不含该基因的雄配子，因此，基因型为 Ee 的植株产生的雄配子中，基因型为 e 的配子有一半被杀死， $\text{E}:\text{e}=2:1$, A 正确；基因

型为 Ee 的植株产生的雄配子类型及概率为 $\frac{2}{3}\text{E}$ 、 $\frac{1}{3}\text{e}$ ，雌配子类

型及概率为 $\frac{1}{2}\text{E}$ 、 $\frac{1}{2}\text{e}$ ，雌雄配子随机结合， F_1 中三种基因型个体

的比例为 $\text{EE}:\text{Ee}:\text{ee}=2:3:1$, B 正确； F_1 中三种基因型个体的比例

为 $\text{EE}:\text{Ee}:\text{ee}=2:3:1$ ，据此可求出 F_1 产生的雄配子的比例为 $\text{e} = \frac{3}{6} \times$

$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{6} = \frac{7}{24}$ 、 $\text{E} = \frac{2}{6} + \frac{3}{6} \times \frac{1}{2} = \frac{7}{12}$ ，即 $\text{E}:\text{e}=2:1$ ，雌配子比例为

$\text{E}:\text{e}=7:5$ ，再根据雌雄配子的随机结合可求出 F_2 中基因型为 ee

的个体所占比例为 $\frac{1}{3} \times \frac{5}{12} = \frac{5}{36}$, C 错误；E 基因是一种“自私基

因”，在产生配子时，能杀死体内 $\frac{1}{2}$ 不含该基因的雄配子，因此从

亲本 $\rightarrow \text{F}_1 \rightarrow \text{F}_2$ ，基因 e 的频率逐代降低，D 正确。

9. A 【必刷知识】自由组合定律与致死问题

【解析】甲组中 F_2 性状分离比为 $4:2:2:1=(2:1) \times (2:1)$ ，出现

该比例的原因可能是任意一对基因显性纯合均使胚胎死亡，若

将这两对等位基因分别用 A/a 和 B/b 表示，即 AA 和 BB 致死，

亲本基因型可以是 AaBb 和 aabb ， aabb 为纯合子，A 错误；若将这

两对等位基因分别用 A/a 和 B/b 表示，如果含有两个显性基因的

雄配子或雌配子致死，即基因组成为 AB 的雄配子或雌配子致

死，则后代性状分离比为 $5:3:3:1$ ，符合乙组 F_2 性状分离比， F_1

中两对等位基因均杂合的个体的基因型为 AaBb ， F_2 中纯合子的

基因型为 AAbb 、 aaBB 、 aabb ，所占的比例为 $\frac{3}{12}$ ，即 $\frac{1}{4}$, B 正确；丙

组中 F_2 性状分离比为 $6:3:2:1=(3:1) \times (2:1)$ ，可能有一对基因

显性纯合时胚胎死亡，若将这两对等位基因分别用 A/a 和 B/b

表示，即 AA 或 BB 致死，假设 AA 致死，能存活的个体中只有

aaBB 和 aabb 为纯合子，即 F_2 中纯合子所占的比例为 $\frac{2}{12}$ ，即 $\frac{1}{6}$ ，

则 F_2 中杂合子所占的比例为 $\frac{5}{6}$, C 正确；题中表格所给的甲、

乙、丙三组实验的 F_2 性状分离比都是 $9:3:3:1$ 的变式，三组实验

中的两对相对性状的遗传均遵循基因的自由组合定律，D 正确。

10. B 【必刷知识】致死类型分析

【解析】若基因型为 ab 的雄配子或雌配子致死,则子代没有基因型为 $aabb$ 的个体,且 $Aabb$ 、 $aaBb$ 各缺少 1 份, $AaBb$ 中缺少 1 份,则子代表型及比例为 $A_B_ : aaB_ : A_bb = 8 : 2 : 2$,即分离比为 $4 : 1 : 1$,A 正确;双杂合子个体自交,若不考虑致死,子代中 $AABb$ 个体占 $\frac{1}{8}$,若 $AABb$ 个体胚胎致死,则后代表型及比例应为 $7 : 3 : 3 : 1$,而不是 $5 : 3 : 3 : 1$,B 错误;若后代分离比为 $6 : 3 : 2 : 1$,与 $A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 9 : 3 : 3 : 1$ 对照可知, $A_B_$ 少了 3 份, A_bb 或 $aaB_$ 少了 1 份,推测可能是某一对基因显性纯合致死,C 正确;若 50% 含隐性基因的雌、雄配子致死,则基因型为 $AaBb$ 的个体产生的雌、雄配子类型及比例都是 $AB : Ab : aB : ab = 2 : 1 : 1 : 1$,故该个体自交后代表型比为 $18 : 3 : 3 : 1$,D 正确。

11. A 【必刷知识】分离定律与致死现象

【解析】单瓣紫罗兰自交出现性状分离,说明单瓣相对重瓣为显性。单瓣紫罗兰自交出现性状分离,则其基因型为 Bb ,重瓣紫罗兰的基因型为 bb 。由后代的表型比例可知,自交比例变成了测交比例,显然是亲本之一只提供了一种含基因 b 的配子。若含 B 基因的雄或雌配子不育,则亲本单瓣紫罗兰 (Bb) 自交,亲本之一产生两种配子 (B 、 b),比例为 $1 : 1$,而另一亲本只产生一种配子 (b),子代单瓣花 : 重瓣花 = $1 : 1$,符合题意,A 正确,D 错误;若紫罗兰单瓣基因纯合致死,则题中自交比例应为单瓣紫罗兰 : 重瓣紫罗兰 = $2 : 1$,与题意不符,B 错误;若含 B 基因的配子致死,则后代中只有重瓣紫罗兰出现,且亲本也无法出现,C 错误。

12. B 【必刷知识】配子致死及自由组合定律的实质

【解析】若该植株产生的含 a 花粉中有一半是致死的,即基因型为 $AaBb$ 的植株自交,使用棋盘法分析如下:

雄配子 雌配子	1AB	1Ab	$\frac{1}{2}aB$ (致死)、 $\frac{1}{2}aB$	$\frac{1}{2}ab$ (致死)、 $\frac{1}{2}ab$
1AB	1AABB	1AABb	$\frac{1}{2}AaBB$ (致死)、 $\frac{1}{2}AaBB$	$\frac{1}{2}AaBb$ (致死)、 $\frac{1}{2}AaBb$
1Ab	1AABb	1AAbb	$\frac{1}{2}AaBb$ (致死)、 $\frac{1}{2}AaBb$	$\frac{1}{2}Aabb$ (致死)、 $\frac{1}{2}Aabb$
1aB	1AaBB	1AaBb	$\frac{1}{2}aaBB$ (致死)、 $\frac{1}{2}aaBB$	$\frac{1}{2}aaBb$ (致死)、 $\frac{1}{2}aaBb$

续表

雄配子 雌配子	1AB	1Ab	$\frac{1}{2}$ aB (致死)、 $\frac{1}{2}$ aB	$\frac{1}{2}$ ab (致死)、 $\frac{1}{2}$ ab
1ab	1AaBb	1Aabb	$\frac{1}{2}$ aaBb (致死)、 $\frac{1}{2}$ aaBb	$\frac{1}{2}$ aabb (致死)、 $\frac{1}{2}$ aabb

则该植株自交产生的子代中,BB : Bb : bb 仍为 1 : 2 : 1,A 正确;若该植株产生的含 a 配子中有一半死亡,基因型为 AaBb 的植株自交,使用棋盘法分析如下:

雄配子 雌配子	1AB	1Ab	$\frac{1}{2}$ aB (致死)、 $\frac{1}{2}$ aB	$\frac{1}{2}$ ab (致死)、 $\frac{1}{2}$ ab
1AB	1AABB	1AABb	$\frac{1}{2}$ AaBB (致死)、 $\frac{1}{2}$ AaBB	$\frac{1}{2}$ AaBb (致死)、 $\frac{1}{2}$ AaBb
1Ab	1AABb	1AAbb	$\frac{1}{2}$ AaBb (致死)、 $\frac{1}{2}$ AaBb	$\frac{1}{2}$ Aabb (致死)、 $\frac{1}{2}$ Aabb
$\frac{1}{2}$ aB(致死)、 $\frac{1}{2}$ aB	$\frac{1}{2}$ AaBB (致死)、 $\frac{1}{2}$ AaBB	$\frac{1}{2}$ AaBb (致死)、 $\frac{1}{2}$ AaBb	$\frac{3}{4}$ aaBB (致死)、 $\frac{1}{4}$ aaBB	$\frac{3}{4}$ aaBb (致死)、 $\frac{1}{4}$ aaBb
$\frac{1}{2}$ ab(致死)、 $\frac{1}{2}$ ab	$\frac{1}{2}$ AaBb (致死)、 $\frac{1}{2}$ AaBb	$\frac{1}{2}$ Aabb (致死)、 $\frac{1}{2}$ Aabb	$\frac{3}{4}$ aaBb (致死)、 $\frac{1}{4}$ aaBb	$\frac{3}{4}$ aabb (致死)、 $\frac{1}{4}$ aabb

子代中双显性性状所占的比例为 $\frac{6}{9} = \frac{2}{3}$, B 错误; 若该植株自交子代表型比例为 $8:2:2:0$, 从比例总和看是 12 (可分解为 3×4), 说明雌配子或雄配子中有 1 种类型的配子致死, 再根据比例中某表型是 0, 可推出该植株的雌配子 ab 或雄配子 ab 是致死的, C 正确; 若该植株自交子代表型比例为 $2:3:3:1$, 从比例总和看是 9 (可分解为 3×3), 可推出该植株的雌雄配子均有 1 种类型的配子是致死的, 再根据具体比例可以确定是基因型为 AB 的雌雄配子均致死导致的, D 正确。

13. C 【必刷题型】信息提取—从性遗传

【解析】分析题意可知, 表型均为母羽的亲本交配, F_1 母羽母鸡: 母羽公鸡: 雄羽公鸡 = $4:3:1$, F_1 出现了雄羽公鸡, 说明母羽为显性性状, 雄羽公鸡基因型为 hh , 所以亲本的基因型都为 Hh , A 错误; 基因型为 Hh 的亲本杂交, F_1 公鸡中的母羽公鸡: 雄羽公鸡 = $3:1$, 说明 F_1 雄羽公鸡不存在部分致死现象, B 错误; Hh 杂交, F_1 中母鸡全表现为母羽, 故 F_1 母鸡中的隐性纯合子表现为显性性状, C 正确; 由以上分析可知, 雄羽和母羽性状的遗传与性别有关, D 错误。

14. D 【必刷知识】从性遗传

【解析】由 F_2 性状分离比为 $3:1$ 可知, 控制长毛和短毛的基因在遗传上符合分离定律, A 正确; F_1 中雌雄兔的基因型相同, 但兔毛长度不同, 可能与雌雄兔中性激素的种类及含量有关, B 正确; 设相关基因为 A/a , F_2 长毛雄兔有两种基因型, 可用 AA 和 Aa 表示, 二者比例为 $1:2$, 因此杂合子所占比例为 $\frac{2}{3}$, C 正确; F_2 短毛雄兔的基因型可用 aa 表示, 短毛雌兔的基因型为 aa 和 Aa , 且比例为 $1:2$, 因此 F_2 中短毛兔随机交配, 后代中纯合子所占比例为 $\frac{2}{3}$, D 错误。

15. AC 【必刷知识】从性遗传

【解析】由题意可知, 从性遗传是指基因在常染色体上, 同种基因型的个体在不同性别中表现出不同性状的现象, 其原因可能是受到性激素的作用, 相同基因在不同性别中的表达情况不同, A 正确; 人群中女性很少出现早秃, 即 B 基因频率小于 b 基因频率, Bb 的基因型频率可能高于 BB 的基因型频率, B 错误; 早秃的男性 (Bb 或 BB) 和正常女性 (Bb 或 bb) 结婚, 生的女儿可能早秃 (BB), C 正确; 从性遗传不具有交叉遗传的特点, 可以由男性亲本直接将相应基因传递给男性子代, D 错误。

16. (1) $\frac{3}{4} \quad \frac{1}{4}$

(2) $\frac{1}{6}$

(3) 常

(4) $\frac{2}{3}$

【必刷知识】从性遗传现象

信息分析

根据题干信息可知,多对纯合的有角雄牛和无角雌牛杂交, F_1 的基因型应该是 Aa ,而 F_1 中雄牛全表现为有角,雌牛全表现为无角,且由题干信息“雌牛中的杂合子表现为隐性性状”可知,有角为显性,无角为隐性。 F_1 (基因型为 Aa) 自由交配所得 F_2 的基因型及比例为 $AA:Aa:aa=1:2:1$,表型列表如下:

基因型 性别	AA	Aa	aa
雄性	1 有角	2 有角	1 无角
雌性	1 有角	2 无角	1 无角

【解析】(1) 由以上表格可知, F_2 的有角牛中,雄牛:雌牛 $=3:1$,即雄牛所占比例是 $\frac{3}{4}$; F_2 的雌牛中,有角:无角 $=1:3$,有角所占比例为 $\frac{1}{4}$ 。

(2) F_2 中的无角雄牛(aa)和无角雌牛($Aa:aa=2:1$)自由交配,则 F_3 中有角牛(即基因型为 Aa 的雄牛)的比例为 $\frac{2}{3} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$ 。

(3) 根据亲本和 F_1 的表型可推知,无论正交还是反交, F_1 的表型均是雄牛全表现为有角,雌牛全表现为无角,所以控制该对相对性状的基因位于常染色体上,该相对性状的遗传遵循基因分离定律。

(4) 根据表格可知,在 F_2 的无角雌牛中,杂合子(Aa)所占比例为 $\frac{2}{3}$ 。

17. B 【必刷知识】复等位基因的遗传

【解析】复等位基因的遗传遵循基因的分离定律,A 错误;自然条件下,雄性基因型为 $a^D a^1$ 、 $a^D a^d$,雌雄同株基因型为 $a^1 a^1$ 、 $a^1 a^d$,雌性基因型为 $a^d a^d$,即该植物的基因型共 5 种,B 正确;杂交父本、母本均为 $a^1 a^d$ 时,后代基因型有 3 种,杂交父本为 $a^D a^1$ 或 $a^D a^d$ 、母本为 $a^1 a^d$ 时,后代的基因型种类最多,均有 4 种,C 错误;若子代中有雌株,则双亲一定都含 a^d ,父本基因型可能为 $a^D a^d$ 、 $a^1 a^d$,母本可以为 $a^1 a^d$ 、 $a^d a^d$,对应的双亲基因型组合有 4 种,D 错误。

18. BC 【必刷知识】复等位基因、减数分裂

【解析】 $cisAB$ 发生的原因是决定血型的基因 I^A 和其等位基因 I^B 发生连锁,位于同一条染色体上,其变异类型是染色体倒位和同源染色体上的非姐妹染色单体互换的基因重组,A 错误;一血型为 O 型(ii)的男性和 $cisAB$ 女性婚配,生了一个血型为 O 型的男孩,则 $cisAB$ 女性的基因型为 $I^{AB}i$,该对夫妇再生一个孩子血型为 AB 型的概率是 $\frac{1}{2}$,B 正确;该 $cisAB$ 女性的变异类型是染色体倒位和同源染色体上的非姐妹染色单体互换的基

因重组,故该 cisAB 女性形成的变异可能发生在减数分裂过程中,C 正确;该对夫妇的基因型为 ii 和 $\text{I}^{\text{AB}}\text{i}$,所生孩子的基因型可能为 ii 或 $\text{I}^{\text{AB}}\text{i}$,即所生孩子血型可能是 AB 型或 O 型,D 错误。

19. C 【必刷知识】不完全显性

【解析】由题意可知,牵牛花花色遗传中存在不完全显性现象,粉红色是中间性状,设相关基因为 A 、 a , F_1 中粉红色牵牛花基因型是 Aa , F_1 自交后, F_2 中 $\text{AA}:\text{Aa}:\text{aa}=1:2:1$,由 F_2 的表型可判断,紫色牵牛花基因型为 AA 或 aa 。若紫色牵牛花基因型为 AA , F_2 中粉红色牵牛花、紫色牵牛花的比例为 $\text{Aa}:\text{AA}=2:1$,分别进行自交,则 $\frac{1}{3}\text{AA}$ 自交后代还是 $\frac{1}{3}\text{AA}$, $\frac{2}{3}\text{Aa}$ 自交后代出现性状分离,即 $\frac{2}{3}\times\left(\frac{1}{4}\text{AA}+\frac{1}{2}\text{Aa}+\frac{1}{4}\text{aa}\right)=\frac{1}{6}\text{AA}+\frac{1}{3}\text{Aa}+\frac{1}{6}\text{aa}$,后代的表型及比例为紫色牵牛花(AA):粉红色牵牛花(Aa):红色牵牛花(aa)= $\left(\frac{1}{3}+\frac{1}{6}\right):\frac{1}{3}:\frac{1}{6}=3:2:1$;同理,若紫色牵牛花基因型为 aa ,结果相同。因此,C 正确,A、B、D 错误。

20. C 【必刷知识】利用拆分法计算及不完全显性

【解析】基因型为 AaBb 的植株自交,无花瓣时看不出颜色,故后代表型为 $2\times 2+1=5$ 种,A 错误;基因型为 AaBb 的植株自交,后代中红色大花瓣植株(AAB_-)占 $\frac{1}{4}\times\frac{3}{4}=\frac{3}{16}$,B 错误;基因型为 AaBb 的植株自交,后代能稳定遗传的个体有红色大花瓣 AABB 、白色大花瓣 AAbb 、无花瓣 $\text{aa}_-\text{}$ (无花瓣个体后代均无花瓣,可稳定遗传),共 3 种,C 正确;大花瓣 AA 与无花瓣 aa 杂交,后代出现小花瓣的概率为 100%,但无法推测花瓣颜色的概率,D 错误。

21. D 【必刷知识】复等位基因及基因分离定律的实质

【解析】兔子毛色受三个复等位基因(D 、 d_1 、 d_2)控制,该兔子种群中毛色的基因型有 5 种(d_1d_1 、 d_2d_2 、 d_1d_2 、 Dd_1 、 Dd_2),A 错误;现用 Dd_1 和 Dd_2 两种棕毛兔杂交得 F_1 ,即 F_1 基因型及比例为 DD (死亡): $\text{Dd}_1:\text{Dd}_2:\text{d}_1\text{d}_2=1:1:1:1$,表型比例为棕色:灰色=2:1,B 错误; F_1 的雄兔基因型及比例是 $\text{Dd}_1:\text{Dd}_2:\text{d}_1\text{d}_2=1:1:1$,因此产生的配子及比例为 $\text{D}:\text{d}_1:\text{d}_2=1:1:1$,C 错误;由于 F_1 的雌雄配子的比例都是 $\text{D}:\text{d}_1:\text{d}_2=1:1:1$,自由交配之后的子二代中, $\frac{1}{9}\text{DD}$ 死亡,棕色兔基因型及概率为 $\frac{2}{9}\text{Dd}_1$ 、 $\frac{2}{9}\text{Dd}_2$,占 $\frac{4}{9}$,灰色兔基因型及概率为 $\frac{1}{9}\text{d}_1\text{d}_1$ 、 $\frac{2}{9}\text{d}_1\text{d}_2$,占 $\frac{3}{9}$,白色兔基因型为 d_2d_2 占 $\frac{1}{9}$,因此子二代中棕色兔的比例为 $\frac{1}{2}$,D 正确。

22. (1) 不定向性

(2) A_1A_2 、 A_2A_4 深黄色 : 灰黑色 = 5 : 1

(3) 将该个体与灰黑色雌性个体杂交, 观察并统计后代的表型及比例 若子代中有深黄色和灰黑色个体且比例接近 1 : 1, 则该个体为杂合子(或若子代全为深黄色个体, 则该个体为纯合子)

【必刷能力】实验探究—复等位基因及基因分离定律的实质和应用

题图解读

(1) 根据表一深黄色基因型为 A_1A_1 、 A_1A_2 、 A_1A_4 、 A_2A_4 , 灰黑色基因型为 A_2A_2 , 表二杂交组合一: 深黄色 \times 灰黑色 (A_2A_2), 后代 F_1 全为深黄色, F_2 深黄色 : 灰黑色 (A_2A_2) = 3 : 1, 由 F_2 灰黑色基因型, 推出 F_1 一定含有 A_2 基因, 则 F_1 基因型为 A_1A_2 , 亲本基因型为 A_1A_1 。

(2) 根据表一灰色基因型为 A_4A_4 , 灰黑色基因型为 A_2A_2 , 则表二杂交组合二 F_1 基因型为 A_2A_4 , F_1 随机交配, F_2 基因型为 $A_2A_2 : A_2A_4 : A_4A_4 = 1 : 2 : 1$ 。

【解析】(1) DNA 分子中发生碱基的替换、增添或缺失, 而引起的基因碱基序列的改变, 叫作基因突变; 基因突变具有随机性、不定向性、低频性等。复等位基因的出现是基因突变的结果, 这体现了基因突变的不定向性。

(2) 由表一可知灰黑色基因型为 A_2A_2 , 表二杂交组合一 F_2 深黄色 : 灰黑色 (A_2A_2) = 3 : 1, 推出 F_1 一定含有 A_2 基因, 而表一深黄色基因型为 A_1A_1 、 A_1A_2 、 A_1A_4 、 A_2A_4 , 则 F_1 基因型为 A_1A_2 ; 根据表一灰色基因型为 A_4A_4 , 灰黑色基因型为 A_2A_2 , 则表二杂交组合二, F_1 基因型为 A_2A_4 , 故杂交组合一、组合二的 F_1 的基因型分别为 A_1A_2 、 A_2A_4 。杂交组合一 F_1 基因型为 A_1A_2 , 可知 F_2 基因型及比例为 $A_1A_1 : A_1A_2 : A_2A_2 = 1 : 2 : 1$, 深黄色个体基因型及概率是 $\frac{1}{3}A_1A_1$ 、 $\frac{2}{3}A_1A_2$, 杂交组合二 F_1 基因型为 A_2A_4 , 可知 F_2 基因型及比例为 $A_2A_2 : A_2A_4 : A_4A_4 = 1 : 2 : 1$, F_2 的深黄色个体基因型是 A_2A_4 ; 两组 F_2 中的深黄色雌雄个体随机交配, 杂交组合一 F_2 产生的配子为 $A_1 : A_2 = 2 : 1$, 杂交组合二 F_2 产生的配子为 $A_2 : A_4 = 1 : 1$, 子代基因型及比例为 A_1A_2 (深黄色) : A_1A_4 (深黄色) : A_2A_4 (深黄色) : A_2A_2 (灰黑色) = 2 : 2 : 1 : 1, 子代表型及比例为深黄色 : 灰黑色 = 5 : 1。

(3) 实验目的为设计一次杂交实验探究该个体是否为杂合子, 则需要看杂交后代会不会出现性状分离, 若出现性状分离则为杂合子, 不出现则为纯合子; 实验设计思路: 将该个体与灰黑色雌性个体多次杂交, 观察并统计后代的表型及比例。预期实验结果及结论: 若后代中有深黄色和灰黑色个体且比例接近 1 : 1, 则该个体为杂合子(或若子代全为深黄色个体, 则该个体为纯合子)。

(2) 位于 ZW 染色体同源区段上,且在 W 染色体上是油性(隐性)基因

(3) 雌性全为油性,雄性全为非油性 全为非油性

(4) $AaZ^B Z^b$ 和 $AaZ^b W^B$

【必刷题型】图表分析一家蚕的伴性遗传

【解析】(1) 结合表格的 F_2 数据可知,无论雌雄,有斑纹、无斑纹均为 3:1,说明家蚕体色与性别无关,有斑纹为显性性状,控制体色有斑纹和无斑纹的基因位于常染色体上,结合亲本性状与 F_1 性状分析可知,皮肤的油性和非油性中,非油性为显性性状。

(2) 根据 F_2 雌雄表现不同,可知控制家蚕皮肤油性与非油性的该对等位基因位于性染色体上,一种可能是位于 Z 染色体上,在 W 染色体上有相应的等位基因,且为油性(隐性)基因(该对基因为 B、b,则可推导出 F_1 基因型为 $Z^B Z^b$ 和 $Z^B W^b$) 或只位于 Z 染色体上,W 染色体上不含有它的等位基因(则可推导出 F_1 基因型为 $Z^B Z^b$ 和 $Z^B W$),均会得到 F_2 中非油性雄蚕:非油性雌蚕:油性雌蚕=2:1:1的结果。

(3) 为进一步证明该对等位基因在染色体上的位置,可用纯合油性雄蚕和纯合非油性雌蚕杂交,若控制该性状的基因位于 Z 染色体上,且在 W 染色体上有相应的等位基因,则纯合油性雄蚕基因型为 $Z^b Z^b$,纯合非油性雌蚕基因型为 $Z^B W^B$, F_1 基因型为 $Z^B Z^b$ 和 $Z^b W^B$, F_1 均表现显性性状即非油性;若控制该性状的基因只位于 Z 染色体上,而 W 染色体上不含有它的等位基因,则纯合油性雄蚕基因型为 $Z^b Z^b$,纯合非油性雌蚕基因型为 $Z^B W$, F_1 基因型为 $Z^B Z^b$ 和 $Z^b W$, F_1 表现为雌性全为油性,雄性全为非油性。

(4) 若控制家蚕皮肤油性和非油性这对性状的等位基因位于 Z 染色体上,且在 W 染色体上有相应的等位基因,则表型为有斑纹非油性的雌雄个体的基因型是 $A_Z^B Z^b$ 、 $A_Z^b W^B$ (双亲均含有 B 基因),后代出现无斑纹油性雄性个体 $aaZ^b Z^b$,则亲本的基因型为 $AaZ^B Z^b$ 和 $AaZ^b W^B$ 。

24. (1) 红花、无刺

(2) 二、四 $AaBb$

(3) 父本 无刺:有刺=1:1 无刺:有刺=5:6

【必刷能力】实验探究—自由组合定律的应用

【解析】(1) 实验一中,亲本红花和白花杂交, F_1 全是红花,则红花是显性性状; F_1 中无刺植株自交, F_2 出现有刺,则无刺是显性性状。

(2) 由(1)可知,红花无刺为显性性状,用红花无刺植株人工传粉给白花有刺植株, F_1 有红花无刺植株、红花有刺植株两种类型,推知亲本红花无刺基因型为 $AABb$,白花有刺基因型为 $aabb$, F_1 红花无刺基因型为 $AaBb$,红花有刺基因型为 $Aabb$ 。以上四个(种)个体中,白花有刺植株只有 a、b 两种基因, F_1 红花无刺植株含有 A、a、B、b 四种基因,而亲本红花无刺植株、 F_1 中红花有刺植株各含三种基因。已知图谱一为亲代白花有刺植

株的电泳图谱,说明条带1和条带3为基因a和b,图谱三含4个条带,说明图谱三对应 F_1 红花无刺植株($AaBb$),条带2和4对应基因A和B,亲本红花无刺($AABb$)和 F_1 红花有刺($Aabb$)各有三个条带,它们的电泳结果是图谱二或图谱四。通过 F_1 中红花有刺植株($Aabb$)与白花有刺亲本($aabb$)相比,两者都有基因a和基因b,前者比后者多基因A,由此可以判定图谱四为 F_1 中红花有刺植株($Aabb$)的电泳结果,条带2对应基因A,即条带4对应基因B。则红花无刺亲本($AABb$)的电泳结果为图谱二,它与 F_1 中红花无刺($AaBb$)植株相比,都有基因A、B、b,前者比后者只少基因a,由此可以判定条带1对应基因a,条带3对应基因b。综合以上分析,亲本红花无刺植株与 F_1 红花有刺植株的电泳结果分别对应图谱二、四。

(3) F_1 红花无刺($AaBb$)植株自交, F_2 的表型及比例是红花无刺:红花有刺:白花无刺:白花有刺=6:3:2:1,即 F_2 关于花色的表型及比例为红花:白花=3:1,关于茎干的表型及比例为无刺:有刺=2:1,因此两对相对性状的遗传遵循自由组合定律。为了确定哪种假说成立,可以用 F_2 中无刺作父本,与有刺(bb)杂交,观察并统计子代的表型及比例。若假说①成立,则基因型为 BB 时受精卵不能发育, F_2 无刺基因型是 Bb ,与有刺个体杂交,后代基因型及比例为 $Bb:bb=1:1$,后代表型及比例为无刺:有刺=1:1;若假说②成立,则含有基因B的花粉只有50%可以参与受精,则基因型为 Bb 的 F_1 自交,产生的卵子类型及比例为 $B:b=1:1$,精子类型及比例为 $B:b=1:2$, F_2 无刺的基因型及概率为 $\frac{1}{4}BB$ 、 $\frac{3}{4}Bb$,将 F_2 无刺(作父本)与有刺杂交,父本产生的配子类型及概率为 $\frac{5}{11}B$ 、 $\frac{6}{11}b$,卵子类型均为 b ,则后代表型及比例为无刺:有刺=5:6。

易错警示

在计算(3)假说②时,应该时刻注意前提条件是“含有基因B的花粉只有50%可以参与受精”。

25. (1) Z、常 基因的(分离和)自由组合

$$(2) EeZ^B W、EeZ^B Z^B \quad \frac{1}{4}$$

$$(3) 3 \text{ 栗羽:白羽}=7:1$$

(4) 白羽雄鹌鹑 黑羽、不完全黑羽

$$(5) \text{黑羽:不完全黑羽:栗羽:白羽}=3:6:3:4$$

【必刷能力】实验探究—基因自由组合定律及伴性遗传

【解析】(1)由图可知,实验一中, F_1 不完全黑羽自交, F_2 无论雌雄,表型及比例均为栗羽:不完全黑羽:黑羽=1:2:1,说明合成羽毛黑色素的基因(E)位于常染色体上,E、e遵循基因的自由组合定律;实验二 F_2 出现 $\frac{4}{16}$ 白羽,且白羽仅为雌性,与性别相联系,因为b基因使细胞不能合成色素,因此白羽雌性个体不

含 B 基因,说明控制羽色的 B、b 基因位于 Z 染色体上,E、e 位于常染色体上,两对基因位于不同的染色体上,遗传时遵循基因的分离定律和自由组合定律。

(2) 由(1)可知,控制羽色的基因 B、b 和 E、e 分别位于 Z 染色体和常染色体上,实验一 F_2 的表型及比例为栗羽:不完全黑羽:黑羽 = 1:2:1,不存在白羽个体,说明 F_1 中不存在 b 基因,因此实验一 F_1 不完全黑羽的基因型为 $EeZ^B W$ 、 $EeZ^B Z^B$; F_2 中,E 基因的频率为 $\frac{1}{2}$,e 基因的频率为 $\frac{1}{2}$, F_2 个体自由交配,子代中不完全黑羽雌鹌鹑 $EeZ^B W = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 。

(3) 实验二 F_2 中,白羽个体的基因型有 $EEZ^b W$ 、 $EeZ^b W$ 和 $eeZ^b W$ 共 3 种,栗羽个体的基因型有 $eeZ^B Z^B$ 、 $eeZ^B Z^b$ 、 $eeZ^B W$ 共 3 种,栗羽雄性个体中 Z^B 的基因频率为 $\frac{3}{4}$, Z^b 的基因频率为 $\frac{1}{4}$,栗羽个体自由交配,子代的表型及比例为栗羽:白羽 = $\left(\frac{3}{4} \times 1 + \frac{1}{4} \times \frac{1}{2}\right) : \left(\frac{1}{4} \times \frac{1}{2}\right) = 7:1$ 。

(4) 黑羽雌鹌鹑的基因型为 $EEZ^B W$,想要根据羽色即可区分子代性别,应选择白羽雄鹌鹑 $_{-}Z^b Z^b$ 与其进行交配,后代雌性全为白羽,雄性非白羽,雄鹌鹑可能的表型有黑羽、不完全黑羽。

(5) 由题可知,白色雌鹌鹑突变品系与纯合栗羽雄鹌鹑基因型为 $eeZ^{BD} W$ 、 $EEZ^B Z^B$,杂交后 F_1 中雌雄个体的基因型分别为 $EeZ^B W$ 和 $EeZ^{BD} Z^B$,均为不完全黑羽, F_1 自由交配, F_2 中关于 E、e 的基因型及概率为 $\frac{1}{4}EE$ 、 $\frac{1}{2}Ee$ 、 $\frac{1}{4}ee$,关于 B、b 的基因型及概率为 $\frac{1}{4}Z^{BD} Z^B$ 、 $\frac{1}{4}Z^B Z^B$ 、 $\frac{1}{4}Z^{BD} W$ 、 $\frac{1}{4}Z^B W$,则 F_2 的表型及比例为黑羽($EEZ^{BD} Z^B$ 、 $EEZ^B Z^B$ 、 $EEZ^B W$):不完全黑羽($EeZ^{BD} Z^B$ 、 $EeZ^B Z^B$ 、 $EeZ^B W$):栗羽($eeZ^{BD} Z^B$ 、 $eeZ^B Z^B$ 、 $eeZ^B W$):白羽($_{-}Z^{BD} W$) = $\left(\frac{1}{4} \times \frac{3}{4}\right) : \left(\frac{1}{2} \times \frac{3}{4}\right) : \left(\frac{1}{4} \times \frac{3}{4}\right) : \left(1 \times \frac{1}{4}\right) = 3:6:3:4$ 。

关键点拨

分析题干可知,基因型和表型的对应关系为:
 EEZ^B_{-} 为黑羽, $EeZ^B W$ 、 $EeZ^B Z^B$ 为不完全黑羽, eeZ^B_{-} 为栗羽,
 $_{-}Z^b W$ 、 $_{-}Z^b Z^b$ 为白羽。

专题训练

1. B 【必刷知识】配子的比例计算

【解析】根据亲本(基因型为 $AaBb$)产生的配子种类分析可知,两对等位基因(A 和 a、B 和 b)都分别进入不同配子中,说明它们的遗传都遵循基因的分离定律,A 正确;根据亲本产生的 4 种配子种类和比例(Ab 和 aB 配子比例更大)可知,A 和 b、a 和 B 分别位于同一条染色体上,B 错误;纯合体有 $AAbb$ 、 $AABB$ 、 $aaBB$ 、

AAbb 四种基因型,其中 AAbb 的概率为 $\frac{4}{10} \times \frac{4}{10} = \frac{4}{25}$,AABB 的概率为 $\frac{1}{10} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{100}$,aaBB 的概率为 $\frac{4}{10} \times \frac{4}{10} = \frac{4}{25}$;aabb 的概率为 $\frac{1}{10} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{100}$,因此其后代纯合体约占 $\frac{17}{50}$,C 正确;若对该个体测交 (AaBb×aabb),其后代中纯合体基因型只有 aabb,占 $\frac{1}{10} \times 1 = \frac{1}{10}$,D 正确。

2. B 【必刷题型】图表分析一伴性遗传的规律及应用

【解析】根据题干信息,三种羽色受两对基因 B、b 和 Y、y 控制,B、b 与色素的合成有关,显性基因 B 为有色基因,b 为白化基因,显性基因 Y 决定栗羽,y 决定黄羽,由杂交实验 1、2 及子一代性状比例可知,亲本中白羽个体基因组成含有 b 基因和 Y 基因,栗羽个体基因组成含有 B 基因和 Y 基因,黄羽个体基因组成含有 B 基因和 y 基因。如果 B、b 在常染色体上,Y、y 在 Z 染色体上,则杂交实验 1 白羽(雄)×栗羽(雌),子一代基因型及比例为 $BbZ^Y Z^Y : BbZ^Y W = 1:1$,即性状分离比为栗羽(雄):栗羽(雌)=1:1,与表格结果不符。若 B、b 在 Z 染色体上,Y、y 在常染色体上,则杂交实验 2 白羽(雌)×黄羽(雄),子一代基因型及比例为 $YyZ^B Z^b : YyZ^B W = 1:1$,即性状分离比为栗羽(雄):栗羽(雌)=1:1,与表格结果不符。当两对基因都位于 Z 染色体时,符合表格结果。杂交实验 1 子一代中雄性个体全为杂合子,即栗羽(雄)基因型为 $Z^{BY} Z^{bY}$,A 正确,B 错误。分析可知,亲本栗羽个体为纯合子,基因组成含有 B 基因和 Y 基因,故为显性纯合子,而白羽个体基因组成含有 b 基因和 Y 基因,黄羽个体基因组成含有 B 基因和 y 基因,故黄羽和白羽个体均含隐性基因,C 正确。杂交实验 2 中,白羽(雄)和黄羽(雌)的基因型分别是 $Z^{bY} Z^{bY}$ 、 $Z^{BY} W$,杂交所得子一代栗羽(雄)的基因型为 $Z^{BY} Z^{bY}$,白羽(雌)和黄羽(雄)的基因型分别是 $Z^{bY} W$ 、 $Z^{BY} Z^{BY}$,杂交所得子一代栗羽(雄)的基因型为 $Z^{BY} Z^{bY}$,故杂交实验 2 的子一代中,栗羽个体基因型相同,D 正确。

3. BCD 【必刷知识】基因分离定律的实质和应用

【解析】结合电泳检测结果可知,Ⅱ₃、Ⅱ₄ 均为杂合子且表现正常,因此该病的遗传方式为常染色体隐性遗传,A 错误;分析电泳检测结果可知,Ⅰ₁ 为患者,其只含有致病基因,则致病基因的碱基对数量比正常基因少,B 正确;若相关基因用 A/a 表示,Ⅰ₁、Ⅰ₂ 的基因型分别为 aa、Aa,Ⅱ₅ 的基因型为 Aa,Ⅱ₃、Ⅱ₄ 的基因型为 Aa,则Ⅲ₁₀ 的基因型及概率为 $\frac{1}{3}AA$ 、 $\frac{2}{3}Aa$,故Ⅱ₅ 与Ⅲ₁₀ 基因型相同的概率是 $\frac{2}{3}$,C 正确;Ⅱ₇ 的基因型为 Aa,半乳糖血症在人群中的发病率约为 $\frac{1}{40\ 000}$,a 的基因频率为 $\frac{1}{200}$,A 的基因频

率为 $\frac{199}{200}$, II_8 为 Aa 的概率为 $\frac{199}{200} \times \frac{1}{200} \times 2 \div \left(1 - \frac{1}{40\,000}\right) = \frac{2}{201}$, 则

II_7 与 II_8 婚配, 子代患病的概率是 $\frac{2}{201} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{402}$, D 正确。

4. C 【必刷能力】信息提取—分离定律异常情况分析

【解析】正常体型的小鼠基因型可能为 Aa 或 AA , 不一定是纯合子, 矮小体型的小鼠也不一定是纯合子, 若基因型为 Aa 的小鼠中 A 基因被“印迹”而不能表达, 则表现为矮小体型, A 错误; 基因型为 Aa 的雌雄小鼠交配, 后代基因型及比例为 $\text{AA}:\text{Aa}:\text{aa} = 1:2:1$, 若来自某一亲本的基因 A 被“印迹”而不能表达, 即 Aa 中有一半表现为矮小体型, 则子代性状分离比为 $1:1$, B 错误; 可通过测交实验判断被“印迹”基因 A 来自哪个亲本, 若 $\sigma \text{Aa} \times \text{♀ aa}$ 的子代性状比例为 $1:1$, $\text{♀ Aa} \times \sigma \text{aa}$ 的子代全为矮小类型, 则“印迹”基因 A 来自母本, 若 $\text{♀ Aa} \times \sigma \text{aa}$ 的子代性状比例为 $1:1$, $\sigma \text{Aa} \times \text{♀ aa}$ 的子代全为矮小体型, 则“印迹”基因 A 来自父本, C 正确; 若“印迹”基因 A 来自母本, 母本的基因型可能是 Aa , 表现为矮小体型, D 错误。

5. B 【必刷知识】伴性遗传规律及应用

信息分析

根据题意逐对分析:

P 黑斑 \times 黑斑



F_1 黑斑 3 : 白斑 1

说明 P 关于黑斑和白斑的基因型均为 Bb 。

P 不透明 \times 不透明



F_1 不透明 2 : 透明 1

根据题干“当 E/e 中的某个基因纯合时, 雄性胚胎致死”推知, E/e 位于 Z 染色体上。即亲本关于幼体皮肤的基因型为 $\text{Z}^{\text{E}}\text{Z}^{\text{e}}$ 、 $\text{Z}^{\text{E}}\text{W}$, 其中 $\text{Z}^{\text{E}}\text{Z}^{\text{E}}$ 致死, 基因型 $\text{Z}^{\text{E}}\text{Z}^{\text{e}}$ 、 $\text{Z}^{\text{E}}\text{W}$ 、 $\text{Z}^{\text{e}}\text{W}$ 不致死。

【解析】根据信息分析可知, 两亲本的基因型是 $\text{BbZ}^{\text{E}}\text{Z}^{\text{e}}$ 、 $\text{BbZ}^{\text{E}}\text{W}$, A 正确; F_1 白斑个体中雄性个体的基因型为 $\text{bbZ}^{\text{E}}\text{Z}^{\text{e}}$, 雌性个体的基因型及概率为 $\frac{1}{2}\text{bbZ}^{\text{E}}\text{W}$ 、 $\frac{1}{2}\text{bbZ}^{\text{e}}\text{W}$, 让 F_1 中白斑个体自由交配, 子代关于 B/b 的基因型均为 bb 可不考虑, 已知基因型为 $\text{Z}^{\text{E}}\text{Z}^{\text{E}}$ 的个体胚胎致死, 即子代中有 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$ 的胚胎致死, 则子代中幼体

皮肤透明雌性个体 ($\text{Z}^{\text{e}}\text{W}$) 所占的比例为 $\frac{\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{4}}{1 - \frac{1}{8}} = \frac{2}{7}$, 故

子代中白斑幼体皮肤透明雌性个体所占比例为 $\frac{2}{7}$, B 错误; 根据信息分析可知, 纯合会导致雄性胚胎死亡的基因是 E , C 正确;

bbZ^cZ^c 与 BbZ^EW 杂交,后代的基因型(表型)及比例为 BbZ^cZ^c (黑斑幼体皮肤不透明雄性): bbZ^cZ^c (白斑幼体皮肤不透明雄性): BbZ^cW (黑斑幼体皮肤透明雌性): bbZ^cW (白斑幼体皮肤透明雌性) = 1:1:1:1,即后代性状分离比为 1:1:1:1,D 正确。

6. BCD 【必刷知识】基因分离定律的实质和应用

思路分析

分析题意:水稻中与该病害抗性有关的基因有 $A1$ 、 $A2$ 、 a , $A1$ 对 $A2$ 为显性, $A1$ 对 a 为显性, $A2$ 对 a 为显性。其中, $A1$ 控制全抗性状, $A2$ 控制抗性性状, a 控制易感性状,则全抗植株基因型为 $A1A1$ 、 $A1A2$ 、 $A1a$;抗性植株基因型为 $A2A2$ 、 $A2a$;易感植株基因型为 aa 。

【解析】全抗植株($A1A1$ 、 $A1A2$ 、 $A1a$)与抗性植株($A2A2$ 、 $A2a$)杂交,其中① $A1A1$ 与两种不同基因型的抗性植株杂交后代全部是全抗植株;② $A1A2$ 与 $A2A2$ 杂交,后代全抗:抗性=1:1;③ $A1A2$ 与 $A2a$ 杂交,后代全抗:抗性=1:1;④ $A1a$ 与 $A2A2$ 杂交,后代全抗:抗性=1:1;⑤ $A1a$ 与 $A2a$ 杂交,后代全抗:抗性:易感=2:1:1,A 错误;抗性植株($A2A2$ 、 $A2a$)与易感植株(aa)杂交,其中 $A2a$ 与 aa 杂交,子代抗性:易感=1:1,B 正确;全抗植株($A1A1$ 、 $A1A2$ 、 $A1a$)与易感植株(aa)杂交,其中 $A1A2$ 与 aa 杂交,子代全抗:抗性=1:1,C 正确;全抗植株($A1A1$ 、 $A1A2$ 、 $A1a$)与抗性植株($A2A2$ 、 $A2a$)杂交,其中 $A1a$ 与 $A2a$ 杂交,子代全抗:抗性:易感=2:1:1,D 正确。

7. (1) 不符合 F_1 测交子代表型之比不为 1:1:1:1,因此不满足自由组合定律

(2) 决定灰身和长翅的基因位于一条染色体上,决定黑身和残翅的基因位于一条染色体上,且 F_1 灰身長翅雌果蝇在产生配子时发生了一定比例的互换

(3) 32 0

【必刷题型】实验探究—基因自由组合定律

【解析】(1) 假设控制灰身、黑身的基因用 B 、 b 表示,控制长翅、残翅的基因用 V 、 v 表示,灰身長翅($BBVV$)与黑身残翅($bbvv$)的果蝇杂交, F_1 果蝇的基因型为 $BbVv$,将其与黑身残翅雄果蝇($bbvv$)进行测交,子代出现四种表型,说明 F_1 中雌果蝇产生了 4 种配子;但测交子代的比例不为 1:1:1:1,说明这两对等位基因位于同一对同源染色体上,这两对等位基因在遗传时不遵循基因的自由组合定律。

(2) 实验一中,灰身長翅($BBVV$)与黑身残翅($bbvv$)的果蝇杂交, F_1 中雌果蝇的基因型为 $BbVv$,将其与黑身残翅雄果蝇($bbvv$)进行测交, F_1 测交子代中灰身長翅($BbVv$)及黑身残翅($bbvv$)所占的比例较大,说明决定灰身(B)和长翅(V)的基因位于一条染色体上,决定黑身(b)和残翅(v)的基因位于一条染色体上; F_1 测交子代出现了 4 种表型:灰身長翅($BbVv$)、灰身残翅($Bbvv$)、黑身長翅($bbVv$)、黑身残翅($bbvv$),说明 F_1 中雌果蝇

(BbVv) 产生了 4 种配子, 即 F_1 灰身长翅雌果蝇产生配子时在减数分裂 I 的四分体时期同源染色体的非姐妹染色单体之间发生了一定比例的互换, 从而产生了灰身残翅 (Bbvv 占 8%) 和黑身长翅 (bbVv 占 8%) 的子代。综上所述, 出现实验一中测交后代灰身长翅占 42%、灰身残翅占 8%、黑身长翅占 8%、黑身残翅占 42% 这种现象, 最可能的原因是决定灰身和长翅的基因位于一条染色体上, 决定黑身和残翅的基因位于一条染色体上, 且 F_1 灰身长翅雌果蝇在产生配子时发生了一定比例的互换。

(3) 由 (2) 可知, 决定灰身 (B) 和长翅 (V) 的基因位于一条染色体上, 决定黑身 (b) 和残翅 (v) 的基因位于一条染色体上, 则不考虑互换, F_1 雌果蝇 (BbVv) 产生的雌配子 $BV:bv=1:1$; 实验一中, 让 F_1 雌果蝇 (BbVv) 与黑身残翅 (bbvv) 果蝇测交, 子代雌果蝇和雄果蝇的表型及比例均为灰身长翅:灰身残翅:黑身长翅:黑身残翅=42:8:8:42, 说明 F_1 雌果蝇 (BbVv) 产生的配子的种类和比例为 $BV:Bv:bV:bv=42:8:8:42$, 其中 Bv、bV 为通过互换所得的重组配子, 据此推测, 在减数分裂过程中, 至少有 $(8+8) \times 2 \div (42+8+8+42) \times 100\% = 32\%$ 的初级卵母细胞发生了互换。实验二中, 将 F_1 雌雄果蝇 (基因型均为 BbVv) 自由交配得 F_2 , F_2 表型及比例为灰身长翅 ($B_V_$):黑身残翅 (bbvv):灰身残翅 (B_vv):黑身长翅 ($bbV_$) = 71:21:4:4, 由实验一可知, F_1 雌果蝇 (BbVv) 产生的配子的种类和比例为 $BV:bv:Bv:bV=42:42:8:8$, 将 F_1 雄果蝇 (BbVv) 产生的配子的种类和比例设为 $BV:bv:Bv:bV=x:x:y:y$, 其中 Bv、bV 为通过互换所得的重组配子; 结合雌配子的种类和比例为 $BV:bv:Bv:bV=42:42:8:8$ 和实验二中 F_2 的表型及比例为灰身长翅 ($B_V_$):黑身残翅 (bbvv):灰身残翅 (B_vv):黑身长翅 ($bbV_$) = 71:21:4:4, 可推知 $42x=21$, 解得 $x=\frac{1}{2}$; $8x+50y=4$, 且 $x=\frac{1}{2}$, 则 $y=0$ 。故 F_1 雄果蝇 (BbVv) 产生的配子的种类和比例为 $BV:bv:Bv:bV=\frac{1}{2}:\frac{1}{2}:0:0$, 即 F_1 雄果蝇 (BbVv) 通过互换得到重组配子 Bv、bV 的比例为 0, F_1 雄果蝇的原始生殖细胞在减数分裂过程中上述相关基因发生互换的概率为 0。

8. (1) 常 已知短指症为显性遗传病, I-1 患病, II-3 却表现正常

(2) Hh 等于

(3) 抑制 替换

(4) BMPR 基因的启动子区发生了甲基化而未能正常表达 (合理即可)

【必刷知识】遗传系谱图中遗传方式的判断

【解析】(1) 由题干已知, 短指为显性遗传病。由图可知, I-1 患病, 其女儿 II-3 不患病, 若短指症的致病基因位于 X 染色体上, I-1 患病, 则 II-3 一定患病。现 II-3 不患病, 假设不成立, 所以短指症致病基因位于常染色体上。

(2) II-5 患病, II-5 的母亲正常,故 II-5 的基因型为 Hh。短指症是常染色体显性遗传病,理论上,在男女中发病率相等。

(3) 正常情况下,骨形态发生蛋白(BMP)与骨形态发生蛋白受体(BMPR)结合后,会激活 SMAD 信号转导通路,促进成骨细胞分化为骨细胞。若 BMPR 蛋白的氨基酸序列发生改变,则会抑制 SMAD 信号转导通路的激活,导致短指症的发生。由于 BMPR 蛋白中仅一个氨基酸发生改变,故推测短指症的发生可能是因为 *BMPR* 基因发生碱基的替换。

(4) 某人的 *BMPR* 基因碱基序列正常,则遗传信息是正常的。但却表现为短指,说明遗传信息控制相关蛋白质合成的过程受阻,则可能是因为 *BMPR* 基因的启动子区发生了甲基化而未能正常表达。