

必修 2

第 5 章 遗传的基本规律

第 1 节 基因的分离定律

刷基础

1. B 考查点 ▶ 基因分离定律的实质和应用

【解析】豌豆花瓣开放时，豌豆已经完成自花受粉，所以应在花粉尚未成熟时（开放前）对母本去雄以防自花受粉，A 错误；紫花和白花杂交， F_1 全部为紫花，说明紫花为显性性状，白花为隐性性状，即紫花基因对白花基因为显性，B 正确；完成人工授粉后仍需套上纸袋以防异花授粉，这样可以避免外来花粉的干扰（易错：杂交实验的过程为去雄→套袋→授粉→套袋），C 错误； F_1 自交，其 F_2 中同时出现白花和紫花，这种现象是性状分离，出现性状分离的根本原因是等位基因随同源染色体的分开而分离，分别进入不同配子中，而后雌雄配子随机结合，D 错误。

2. B 突破点 ▶ 信息提取—基因分离定律的相关计算

【解析】分析题意可知， F_1 的基因型为 Aa ，且 F_1 为正常翅，则正常翅为该相对性状的显性性状，其纯合子的基因型为 AA ，让 F_1 雌雄个体自由交配得到 F_2 ，则 F_2 的基因型及比例为 $AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1$ 。将翅异常（基因型为 aa ）的个体剔除，则剩余的翅正常个体的基因型及比例为 $AA : Aa = 1 : 2$ ，产生的雌雄配子基因型及比例均为 $A : a = 2 : 1$ 。让 F_2 中翅正常的个体再自由交配，所得 F_3 中翅正常纯合个体的占比为 $\frac{2}{3} \times \frac{2}{3} = \frac{4}{9}$ ，B 正确。

关键点拨

让翅正常和翅异常两个纯合类型杂交， F_1 全为正常翅，可知正常翅为显性性状，异常翅为隐性性状，且 F_1 的基因型为 Aa 。

3. C 突破点 ▶ 图表分析—分离定律的应用

【解析】安达卢西亚鸡的毛色由一对等位基因（ $B、b$ ）控制，根据第 3 组黑色安达卢西亚鸡与白点安达卢西亚鸡杂交后代全为蓝色可知，蓝色安达卢西亚鸡的基因型为 Bb ，黑色安达卢西亚鸡和白点安达卢西亚鸡都是纯合子，黑色安达卢西亚鸡的基因型为 BB 或 bb ，A 错误；蓝色安达卢西亚鸡群随机交配，产生的后代有三种基因型，即 $BB、Bb、bb$ ，因此有三种表型，B 错误；黑色安达卢西亚鸡都是纯合子，让其随机交配，产生的后代中只有黑色一种表型，C 正确；一只蓝色安达卢西亚母鸡（基因型为 Bb ），如不考虑基因重组和突变，则该鸡的一个次级卵母细胞的毛色基因组成为 BB 或 bb ，D 错误。

刷有所得

由子代性状推断亲代基因型的方法（假设相关基因为 $A、a$ ）：若子代出现隐性性状，则其基因型一定是 aa ，其中一个 a 来自父本，另一个 a 来自母本。

4.D 考查点 ▶ 复等位基因

思路分析

基因型为 $c^b c^s$ 的猫表型为缅甸色, 故 c^b 对 c^s 为完全显性, 基因型为 $C c^s$ 的猫表型为黑色, 说明 C 对 c^s 为完全显性, 基因型为 $c^b c^s$ 的缅甸色猫与基因型为 $C c^s$ 的黑色猫杂交, 后代中一半为黑色猫 ($C c^b$ 、 $C c^s$), $\frac{1}{4}$ 为缅甸色猫 ($c^b c^s$), $\frac{1}{4}$ 为暹罗色猫 ($c^s c^s$), 可知 C 对 c^b 为完全显性。

【解析】复等位基因 C 、 c^b 、 c^s 控制猫的毛色, 其遗传遵循分离定律, A 正确; 由思路分析可知, C 对 c^b 、 c^s 为完全显性, c^b 对 c^s 为完全显性, B 正确; 等位基因在细胞中成对存在, 因此每个个体最多只含 C 、 c^b 、 c^s 中的两种基因, C 正确; 若 $C c^s$ 与 $C c^b$ 杂交, 则后代基因型及比例为 $CC : C c^b : C c^s : c^b c^s = 1 : 1 : 1 : 1$, 且 C 对 c^b 、 c^s 为完全显性, c^b 对 c^s 为完全显性, 故后代性状分离比为黑色 : 缅甸色 = 3 : 1, D 错误。

5.B 考查点 ▶ 基因分离定律的实质和应用

【解析】根据 F_1 植株产生了比例相等的两种花粉粒, 即 $A : a = 1 : 1$, 故 F_1 植物为杂合子 (Aa), 亲本都是纯合子, A 错误; 基因分离定律的实质是同源染色体上的等位基因随同源染色体分开而分离, 根据 F_1 植株产生了比例相等的两种花粉粒可以证明 A/a 基因遗传时遵循分离定律, B 正确; 由于 F_1 植株产生了比例相等的长形和圆形两种花粉粒, F_1 植株自交, 由于自交过程基因频率不会发生改变, 即子代植物产生花粉粒的表型及比例不变, 故子代植株产生的花粉粒长形和圆形比例仍为 $1 : 1$, C 错误; F_1 测交, 若圆形花粉粒是显性性状, 子代植株 ($Aa : aa = 1 : 1$) 产生的花粉粒长形 (a) 和圆形 (A) 比例为 $3 : 1$, 若圆形花粉粒是隐性性状, 子代植株 ($Aa : aa = 1 : 1$) 产生的花粉粒长形 (A) 和圆形 (a) 比例为 $1 : 3$, D 错误。

6.B 考查点 ▶ 自交、杂交、测交的应用

【解析】实验一中植株甲自交, 后代均为高茎, 说明植株甲为纯合子。实验二和实验四中, 具有相同性状的亲本杂交或自交, 后代出现了 $3 : 1$ 的性状分离比, 说明亲本为杂合子。实验三中, 植株丙和同品种矮茎植株杂交, 后代高茎 : 矮茎 = $1 : 1$, 属于测交实验, 若高茎为显性性状, 则植株丙为杂合子; 若高茎为隐性性状, 则植株丙为隐性纯合子, 不能得出待测植株 (植株丙) 为杂合子。综上所述, 实验二和实验四能得出待测植株为杂合子, 故有 2 项, B 正确。

刷有所得

显性纯合子和杂合子的区分方法

区分原则: 纯合子能稳定遗传, 自交后代不发生性状分离; 杂合子不能稳定遗传, 自交后代往往会发生性状分离。

(1) 植物区分方法: ①自交法: 显性性状的个体自交 → 若后代发生性状分离, 则亲本一定为杂合子; 若后代无性状分离, 则亲本可能为纯合子。②测交法: 待测个体 × 隐性个体 → 若后代出现隐性性状个体, 则待测个体一定为杂合子; 若后代只有显性性状个体, 则待测个体可能为纯合子。

(2) 动物区分方法: 主要是测交法 (待测对象若为雄性个体, 应注意与多个雌性个体交配, 以产生更多的后代个体, 使结果更有说服力)。

7. (1) 左旋或右旋 遵循 (2) 全为右旋螺 (3) 父本 dd Dd

突破点 ▶ 信息提取——母性效应

【解析】(1) 基因型为 Dd 的个体, 其母本基因型为 D₋ 或 dd, 所以其螺壳表现可能为左旋或右旋。根据题意和题图分析可知, 该性状由一对等位基因控制, 应遵循基因的分离定律。

(2) 以基因型为 dd 的椎实螺为父本, 基因型为 Dd 的椎实螺为母本, 子代的表型由母体的核基因型决定, 所以子代全为右旋螺。

(3) 左旋螺母本的基因型为 dd, 则其基因型为 Dd 或 dd, 故可以用任意右旋螺作父本与该螺杂交, 若左旋螺基因型为 dd, 则子代螺壳全为左螺旋; 若左旋螺基因型为 Dd, 则子代螺壳全为右螺旋。

易错警示

“母性效应”现象由一对等位基因控制, 因此符合孟德尔分离定律。母本的基因型决定子代的表型, 所以确定某个体的表型, 不是看其自身的基因型, 而是要看其母本的基因型。

8. (1) 自花传粉、闭花受粉, 自然状态下一一般为纯种; 具有易于区分的相对性状; 花大, 易于做人工杂交实验; 子代数量多, 便于统计分析

(答出一点即可) (2) 性状分离 腋生 (3) $\frac{1}{3}$ 3:1 $\frac{1}{6}$

突破点 ▶ 实验探究——一对相对性状的杂交实验

思路分析

杂交组合二: 腋生 × 腋生 → 腋生 : 顶生 ≈ 3 : 1

1, 即发生性状分离, 说明腋生相对于顶生是显性性状, 且亲本的基因型均为 Bb; 杂交组合一中亲本的基因型均为 bb; 杂交组合三: 顶生 × 腋生 → 腋生 : 顶生 ≈ 1 : 1, 属于测交实验, 说明亲本的基因型为 bb × Bb。

【解析】(1) 豌豆作为遗传学实验材料的优点有自花传粉、闭花受粉, 自然状态下一一般为纯种; 具有易于区分的相对性状; 花大, 易于做人工杂交实验; 子代数量多, 便于统计分析等。

(2) 在杂种后代中, 同时出现显性性状和隐性性状的现象, 在遗传学上称为性状分离。由杂交组合二可知, 亲本都是腋生, 子代却同时出现了腋生和顶生, 说明控制顶生的基因在亲代隐而不现, 顶生为隐性性状, 腋生为显性性状。

(3) 组合二的子代符合性状分离现象, 故亲本腋生个体基因型都是 Bb, Bb × Bb → BB : Bb : bb = 1 : 2 : 1, 子一代腋生个体 (B₋) 中

纯合子占 $\frac{1}{3}$ 。组合三亲本是 Bb 和 bb, Bb × bb → Bb : bb = 1 : 1,

让组合三子一代中的腋生个体 (基因型为 Bb) 自交, Bb × Bb → B₋ : bb = 3 : 1, 子二代中腋生与顶生个体数量的比例是 3 : 1。

取组合二子一代的一株腋生植株 (基因型及概率为 $\frac{1}{3}$ BB、 $\frac{2}{3}$ Bb)

作为父本, 与组合三子一代腋生植株 (基因型为 Bb) 进行杂交, 理论上, 子二代中某个体为顶生植株 (基因型为 bb) 的概率为

$$\frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{6}。$$

9. D **考查点** ▶ 共显性

【解析】人类的 ABO 血型由 9 号染色体上的复等位基因 I^A、I^B、i 决定, 遵循基因的分离定律, 不遵循自由组合定律, A 错误; I^A、I^B、i 的产生体现了基因突变具有不定向性, B 错误; A 型血男性的基因型可能为 I^AI^A、I^Ai, B 型血女性的基因型可能为 I^BI^B、I^Bi, 当 A 型血男性的基因型为 I^Ai, 且 B 型血女性的基因型为 I^Bi 时, 可能

生出 O 型血 (ii) 女儿, C 错误; O 型血女性的基因型为 ii, AB 型血男性的基因型为 $I^A I^B$, 二者婚配, 生 B 型男孩的概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$, D 正确。

易错警示

复等位基因并不是非等位基因, 复等位基因的遗传仍遵循基因分离定律。

刷提分

1. D 考查点 ▶ 配子致死

【解析】杂合子抗冻西红柿植株可正常产生雌配子, 故杂合子西红柿亲本 (Aa) 产生的雌配子中 $A : a = 1 : 1$, A 正确; 根据杂合抗冻西红柿产生雄配子时一半含基因 a 的配子死亡可知, 雄性亲本产生含 a 基因的花粉存活率为 $\frac{1}{2}$, 因此产生雄配子的类型及比例为 $A : a = 2 : 1$, 雌配子的类型及比例为 $A : a = 1 : 1$, 故可得 F_1 的基因型及比例为 $AA : Aa : aa = 2 : 3 : 1$, B 正确; 由 B 项分析可知, F_1 的基因型及比例为 $AA : Aa : aa = 2 : 3 : 1$, F_1 自交, 即 $\frac{3}{6}Aa$ 自交 $\rightarrow \frac{1}{12}aa$, $\frac{1}{6}aa$ 自交 $\rightarrow \frac{1}{6}aa$, 则 F_1 自交得到 F_2 中基因型及概率为 $\frac{1}{4}aa$ 、 $\frac{3}{4}A_{-}$, 可见 F_2 的性状分离比为 $3 : 1$, C 正确; F_1 的基因型及比例为 $AA : Aa : aa = 2 : 3 : 1$, 则 AA 所占比例为 $\frac{2}{6}$, Aa 所占比例为 $\frac{3}{6}$, aa 所占比例为 $\frac{1}{6}$, 故产生的雌配子中 A 所占比例为 $\frac{2}{6} + \frac{3}{6} \times \frac{1}{2} = \frac{7}{12}$, a 所占比例为 $\frac{5}{12}$, 基因型为 Aa 的植株产生的含 a 基因的花粉有一半死亡, 则 F_1 产生的雄配子中 A 所占比例为 $\frac{1}{3} + \frac{1}{2} \times \frac{2}{3} = \frac{2}{3}$, a 所占比例为 $\frac{1}{3}$, 因此 F_2 中基因型为 aa 的个体所占的比例为 $\frac{5}{12} \times \frac{1}{3} = \frac{5}{36}$, D 错误。

2. C 突破点 ▶ 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 $\frac{1}{2}$ 的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”, 即 $E : e = 2 : 1$, A 正确; 基因型为 Ee 的植株产生的雄配子的基因型及概率为 $\frac{2}{3}E$ 、 $\frac{1}{3}e$, 雌配子的基因型及概率为 $\frac{1}{2}E$ 、 $\frac{1}{2}e$, 雌雄配子随机结合, F_1 的基因型及比例为 $EE : Ee : ee = 2 : 3 : 1$, B 正确; F_1 的基因型及比例为 $EE : Ee : ee = 2 : 3 : 1$, 据此可求出 F_1 产生的雄配子中 $e = \frac{3}{6} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{6} = \frac{7}{24}$, $E = \frac{2}{6} + \frac{3}{6} \times \frac{1}{2} = \frac{7}{12}$, 即 $E : e = 2 : 1$, 雌配子的基因型及比例为 $E : e = 7 : 5$, 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 $\frac{1}{2}$ 的不含该基因的雄配子, 因此从亲本 $\rightarrow F_1 \rightarrow F_2$, e 的基因频率逐代降低, D 正确。

3. ACD 考查点 ▶ 细胞质遗传和细胞核遗传

【解析】分析题干信息可知,水稻花粉的育性由细胞核基因和细胞质基因共同控制,基因型包括 $N(RR)$ 、 $N(Rr)$ 、 $N(rr)$ 、 $S(RR)$ 、 $S(Rr)$ 、 $S(rr)$,由于“只有细胞质和细胞核中的基因均为雄性不育基因时,个体才表现为雄性不育”,因此只有基因型为 $S(rr)$ 的植株表现雄性不育,其他基因型植株均为雄性可育,所以基因型为 $N(RR)$ 、 $N(Rr)$ 、 $N(rr)$ 、 $S(RR)$ 、 $S(Rr)$ 的植株都是雄性可育,A 正确;若是母本 $N(rr)$ 与父本 $N(rr)$ 杂交,后代的基因型为 $N(rr)$,即后代为雄性可育,B 错误;雄性不育植株的基因型为 $S(rr)$, S 是细胞质基因,来自母本,则其母本一定含 S 基因,C 正确;雄性不育植株的基因型为 $S(rr)$,其与 $N(RR)$ 杂交,子代基因型为 $S(Rr)$,为雄性可育,D 正确。

刷有所得

细胞质基因遗传的特点是所产生的后代细胞质基因均来自母本,而细胞核中一对等位基因的遗传遵循分离定律。

4. D 考查点 ▶ 基因连锁与基因分离定律

【解析】依据题干信息,无致死、突变和染色体互换发生,所以某单向杂交不亲和黄粒玉米植株自交,子一代白粒玉米占 $\frac{1}{3}$,且均表现为单向杂交不亲和,说明籽粒颜色黄色对白色为显性,且亲本有关籽粒颜色的基因型为 Yy ,若亲本基因型为 $GGYy$,则子一代白粒玉米占 $\frac{1}{4}$,故亲本基因型应为 $GgYy$,且两对基因位于一对同源染色体上,当 G 、 Y 在一条染色体上时,则子一代的基因型及比例为 $GGYY : GgYy : ggyy = 1 : 1 : 1$,白粒玉米占 $\frac{1}{3}$,但不表现为单向杂交不亲和,与题干信息不符;当 G 、 y 在一条染色体上, g 、 Y 在另一条染色体上时,子一代的基因型及比例为 $GGyy : GgYy : ggYY = 1 : 1 : 1$,此时白粒玉米占 $\frac{1}{3}$,且均表现为单向杂交不亲和,与题干信息相符,说明 Y 、 y 和 G 、 g 两对等位基因位于一对同源染色体上,遵循基因的分离定律,此时子一代黄粒玉米 ($GgYy$ 、 $ggYY$) 中纯合体占 $\frac{1}{2}$,A、B 错误;结合 A、B 项解析可知,子一代会产生 $GGyy$ 、 $GgYy$ 、 $ggYY$ 三种基因型的个体,只有基因型为 $GgYy$ 的个体涉及单向杂交不亲和,子一代中 g 的基因频率为 $\frac{1}{3} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$,子一代自交后, g 的基因频率为 $\frac{1}{3} \times 1 + \frac{1}{3} \times \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} \right) = \frac{1}{2}$,所以子二代玉米中 g 基因频率不变,C 错误;结合 A、B、C 项可知,基因型为 $GgYy$ 的个体自交,子代纯合子占 $\frac{2}{3}$,且不出现单向杂交不亲和,杂合子玉米自交会出现单向杂交不亲和,所以 UCI 使不需要物理障碍隔离制备纯种玉米成为可能,D 正确。

5. B 考查点 ▶ 分离定律

【解析】由三组杂交结果分析可知,灰白羽只在雄性个体中出现,说明羽色性状与性别有关,即羽色性状的遗传为伴性遗传,不考虑基因位于性染色体的同源区段,则控制家鸽羽色的基因只位于 Z 染色体上,A 正确;家鸽羽色性状的遗传为伴性遗传,相关基因型有 $Z^A Z^A$ 、 $Z^A Z^a$ 、 $Z^a Z^a$ 、 $Z^A W$ 、 $Z^a W$ 共 5 种,又因为灰白羽鸽

均为雄性,故灰白羽鸽的基因型为 $Z^A Z^A$,组别一中,子代瓦灰羽雌性个体基因型为 $Z^A W$,同理可知 $Z^a W$ 、 $Z^a Z^a$ 表现为银色羽,决定家鸽羽色为瓦灰羽的基因型为 $Z^A W$ 、 $Z^A Z^a$,共有 2 种,B 错误,C 正确;瓦灰羽雌雄个体杂交,基因型组合为 $Z^A Z^a \times Z^A W$,后代基因型、表型及比例为 $Z^A Z^A$ (灰白羽) : $Z^A Z^a$ (瓦灰羽) : $Z^A W$ (瓦灰羽) : $Z^a W$ (银色羽) = 1 : 1 : 1 : 1,故后代表型及比例为灰白羽 : 瓦灰羽 : 银色羽 = 1 : 2 : 1,D 正确。

6. C 突破点 ▶ 图表分析—基因分离定律及基因间相互作用

【解析】位于一对同源染色体上的复等位基因的遗传遵循分离定律,A 正确;根据题干信息推测,基因型 $S_1 S_2$ 植株的花粉落在 $S_2 S_3$ 的柱头上时, S_2 的花粉受到抑阻,而 S_1 的花粉不被抑阻,可以参加受精,生成 $S_1 S_2$ 和 $S_1 S_3$ 的合子,B 正确;不亲和性是稳定物种的重要机理之一,也有利于维持群体中个体的杂合性,因而对于物种的生存和进化有一定的意义,C 错误;当花粉所含 S 基因与卵细胞的 S 基因种类相同时,花粉受到抑阻,不能参加受精,故在苹果园中添种不同基因型的受粉苹果树,可提高结实率,D 正确。

7. (1) E (2) EeR EeR (3) EeR 全身黑羽 Ee+ ① 雌性全身黑羽 : 金色颈羽 = 3 : 1, 雄性全为全身黑羽 ② $E > e+ > eR$ (4) 雌性全身黑羽 : 金色颈羽 = 1 : 1, 雄性全为全身黑羽

突破点 ▶ 实验探究—禽类的毛色

【解析】(1) 由题可知, $MC1R$ 基因位于常染色体上,杂交实验 II 中,子代雌性中全身黑羽 : 金色颈羽 = 3 : 1,子代雄性全为全身黑羽,故亲代基因型为 EeR,表型为黑羽,且杂交实验 III 中,子代雌性中全身黑羽 : 棕胸黑背 = 3 : 1,子代雄性中全身黑羽 : 黑胸红背 = 3 : 1,故亲代基因型为 Ee+,表型为黑羽,因此 $MC1R$ 基因的各等位基因中,显性基因是 E。

(2) 杂交实验 II 中,子代雌性中全身黑羽 : 金色颈羽 = 3 : 1,子代雄性中全为全身黑羽,说明父本和母本的基因型都为 EeR。

(3) 杂交实验 II 中,父本和母本的基因型都为 EeR,杂交实验 III 中,父本和母本的基因型都为 Ee+,要利用题表 2 中的亲本个体设计实验,通过一次杂交实验,确定等位基因 E、eR、e+三者之间的显隐性关系,故可选择多只基因型为 EeR 表型为全身黑羽雌性与基因型为 Ee+的雄鸡杂交,然后观察子代表型及比例。

① 若 $E > eR > e+$,则子代会出现雌性中全身黑羽 : 金色颈羽 = 3 : 1,雄性都为全身黑羽;② 若 $E > e+ > eR$,则子代会出现雌性中全身黑羽 : 棕胸黑背 = 3 : 1,雄性中全身黑羽 : 黑胸红背 = 3 : 1。

(4) 若 $E > eR > e+$,让题表 2 中实验 II F_1 中雄鸡 ($\frac{1}{4}EE$ 、 $\frac{1}{2}EeR$ 、 $\frac{1}{4}eReR$) 与实验 III F_1 棕胸黑背雌鸡 ($e+e+$) 交配,实验 II F_1 中雄鸡产生配子的种类及比例为 $E : eR = 1 : 1$,则子代基因型及比例为 $Ee+ : eRe+ = 1 : 1$,由此可知,子代雌性表型及比例为全身黑羽 : 金色颈羽 = 1 : 1,雄性均为全身黑羽。

第 2 节 基因的自由组合定律

刷基础

1. B 考查点 ▶ 孟德尔两对相对性状的杂交实验

【解析】杂交实验子一代豌豆自交既作父本又作母本,不需要进

行去雄处理,A 错误;子一代植株所结种子属于子二代,子二代的表型及比例为黄色圆粒:绿色圆粒:黄色皱粒:绿色皱粒 $\approx 9:3:3:1$,B 正确;减数分裂时同源染色体分离,非同源染色体自由组合不属于孟德尔的假说内容,C 错误;“ F_1 与绿色皱粒个体进行杂交,预期后代有四种表型,比例为 $1:1:1:1$ ”属于演绎推理,实验验证是进行测交实验,D 错误。

2. B 考查点 ▶ 性状分离比的模拟实验

【解析】两纸盒内的卡片可分别代表雌雄配子,用不同字母的卡片的随机结合,可模拟生物在生殖过程中,雌雄配子的随机组合,故甲、乙两个纸盒分别代表雌雄生殖器官,A、C 正确;向甲盒中再增加两种卡片各 10 片,只要两种字母的卡片比例不变,就不影响统计结果,B 错误;要模拟自由组合定律,需再向另外两纸盒中各加入等量写着另一对等位基因的卡片,D 正确。

3. B 考查点 ▶ 自由组合定律的变式应用

【解析】 F_2 中表型及其比例是高秆:矮秆:极矮秆 $=9:6:1$,符合 $9:3:3:1$ 的变式,因此控制株高的基因遵循自由组合定律,则高秆基因型为 $A_B_$,矮秆基因型为 A_bb 、 $aaB_$,极矮秆基因型为 $aabb$,因此可推知亲本的基因型为 $aaBB$ 和 $AAbb$, F_1 的基因型为 $AaBb$,A 正确;矮秆基因型为 A_bb 、 $aaB_$,因此 F_2 中矮秆的基因型有 $aaBB$ 、 $AAbb$ 、 $aaBb$ 、 $Aabb$,共 4 种, F_2 矮秆中纯合子所占比例为 $\frac{1}{3}$,B 错误;由上述分析可知,A 基因与 B 基因对玉米的株高性状表现出积加作用,C 正确; F_1 的基因型为 $AaBb$,测交后代基因型及比例为 $AaBb$ (高秆): $Aabb$ (矮秆): $aaBb$ (矮秆): $aabb$ (极矮秆) $=1:1:1:1$,则表型及比例为高秆:矮秆:极矮秆 $=1:2:1$,D 正确。

4. C 考查点 ▶ 自由组合定律的应用

思路分析

由题意可知,该二倍体昆虫的有无触角受两对等位基因(A、a 和 B、b)控制,甲、乙是两个纯合品种,均为无触角,实验 1 中 F_1 均为有触角,说明当基因 A、B 同时存在时表现为有触角,基因 A 和 B 只有一个存在时或均不存在时表现为无触角;由实验 2 可知,子代有无触角与性别相关联,可推知控制该性状的基因位于性染色体上,由题干信息可知,A/a 基因位于常染色体上,且不考虑 Z、W 染色体同源区段,故基因 B、b 位于 Z 染色体上。

【解析】由实验 2 分析可知,基因 B、b 不在常染色体上,位于 Z 染色体上,故基因 A/a 和 B/b 的遗传遵循自由组合定律,A 正确;分析实验 1 和 2 可知,若该二倍体昆虫为有触角,则其需同时含有显性基因 A 和 B,且实验 1 的 F_1 均为有触角,因此杂交实验 1 中甲的基因型是 aaZ^BZ^B ,乙的基因型是 AAZ^bW ,B 正确;实验 1 中 F_1 的基因型为 AaZ^BZ^b (雄性)和 AaZ^BW (雌性),有触角个体的基因型为 $A_Z^B_$,在 F_2 雌性中 A_Z^BW 占比为 $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$,则 F_2 无触角雌性占比为 $\left(1 - \frac{3}{8}\right) \times \frac{1}{2} = \frac{5}{16}$,C 错误;实验 2 亲本基因型为 aaZ^BW 、 AAZ^bZ^b , F_1 基因型为 AaZ^bW 、 AaZ^BZ^b , F_1 相互杂交, F_2 中有触角个体占比为 $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$,则有触角:无触角 $=3:5$,

D 正确。

5. C 考查点 ▶ 自由组合定律的应用

【解析】由题可知,当 A、B 基因同时存在时,二者的转录产物会形成双链结构进而无法进行翻译,因此 F_1 全为白色的原因是 A、B 两基因转录后不能正常翻译,A 正确。基因型为 A_bb 鼠表现为褐色,基因型为 $aaB_$ 鼠表现为黑色,基因型为 $A_B_$ 、 $aabb$ 鼠表现为白色,若两对等位基因位于一对同源染色体上,则不遵循自由组合定律, F_1 白毛鼠的基因型是 $AaBb$,产生的配子基因型及比例是 $Ab : aB = 1 : 1$,与双隐性个体($aabb$)测交,后代黑色个体占 $\frac{1}{2}$,褐色个体占 $\frac{1}{2}$,即不出现白色个体,B 正确。 F_2 出现 3 种表型的个体,若基因 A、B 独立遗传,则 F_2 表型及比例为白色($AABB : AaBB : AABb : AaBb : aabb = 1 : 2 : 2 : 4 : 1$) : 褐色(A_bb) : 黑色($aaB_$) = $10 : 3 : 3$,白色个体中纯合子占 $\frac{1}{5}$;若两对等位基因位于一对同源染色体上,则不遵循自由组合定律, F_1 雌雄个体相互交配,后代的基因型及比例为 $AAbb : AaBb : aaBB = 1 : 2 : 1$,白色个体中无纯合子,黑色个体约占总数的 $\frac{1}{4}$,白色个体约占总数的 $\frac{1}{2}$,C 错误,D 正确。

关键点拨

由题意知, A_bb 表现为褐色, $aaB_$ 表现为黑色, $A_B_$ 、 $aabb$ 表现为白色。纯合的褐色和黑色亲本基因型分别是 $AAbb$ 、 $aaBB$,杂交后代 F_1 基因型是 $AaBb$,由于 A、B 同时存在导致转录的产物形成双链结构,使翻译无法正常进行,所以表现为白色。

6. C 考查点 ▶ 胚胎致死

【解析】 F_1 的表型及比例为黄色短尾 : 灰色短尾 : 黄色长尾 : 灰色长尾 = $4 : 2 : 2 : 1$,即黄色 : 灰色 = $2 : 1$,短尾 : 长尾 = $2 : 1$,所以黄色基因纯合致死,短尾基因纯合致死,因此只要有一对显性基因纯合就会导致胚胎致死,即基因型为 YY 和 DD 的胚胎致死,则亲本的基因型只能是 $YyDd$,A、B 正确;已知基因型为 YY 和 DD 的胚胎致死,亲本黄色短尾小鼠($YyDd$)相互交配产生的 F_1 小鼠的基因型为 $YyDd$ 、 $Yydd$ 、 $yyDd$ 、 $yydd$,灰色短尾鼠($yyDd$)与黄色长尾鼠($Yydd$)杂交,子代表型的比例为 $1 : 1 : 1 : 1$,C 错误;若 F_1 中四种小鼠的比例为 $5 : 3 : 3 : 1$,则可能是含有两个显性基因(基因型为 YD)的雄配子或雌配子致死,D 正确。

7. A 考查点 ▶ 基因自由组合定律的实质和应用

【解析】根据题意“将纯合的野鼠色小鼠与棕色小鼠杂交, F_1 全部表现为野鼠色。 F_1 个体间相互交配, F_2 表型及比例为野鼠色 : 黄色 : 黑色 : 棕色 = $9 : 3 : 3 : 1$ ”可知,野鼠色是双显基因控制的,其基因型可表示为 $M_N_$,棕色是隐性基因控制的,基因型可表示为 $mmnn$,黄色的基因型可表示为 M_nn (或 $mmN_$)、黑色的基因型可表示为 $mmN_$ (或 M_nn),即黄色和黑色分别是由单显基因控制的,上述基因型与 A 选项所示的基因对性状的控制模式相符,故选 A。

8. (1) 雌花 三对基因位于三对同源染色体上 (2) $AAbbdd$ 便于观察和统计自交后代不同性别的植株数量 (3) $12 \frac{1}{3} \frac{8}{27}$

(4) AABbDd 雌性株 : 雌雄同株 : 强雌株 = 12 : 3 : 1

突破点 ▶ 实验探究—三对基因的杂交实验

【解析】(1) 要获得高产杂种优势黄瓜, 雌花数量多是基础。由题可知, 亲本为纯系, 故实验一中强雌株基因型为 AAbbddd, 两性花株基因型为 aa_ _ _ , F_1 为雌性株, 由于 F_2 中四种表型个体均存在, 故 F_1 应基因型为 AaBbDd, 又因为强雌株只能提供基因 A、b 和 d, 所以若要满足 F_1 雌性株的性状, 必须从亲本两性花株中得到基因 B 和 D, 反推亲本两性花株基因型为 aaBBDD。通过分析实验一的 F_2 可知, 其表型比为 36 : 16 : 3 : 9, 其和为 $64 = (4)^3$, 故三对基因的遗传符合自由组合定律, 所以这三对基因在染色体上的位置分布为三对基因位于三对同源染色体上。

(2) 由上述分析可知, 实验一亲本强雌株的基因型为 AAbbddd。在实验的过程中需要对两组实验的 F_1 进行诱雄处理, 目的是诱导其产生花粉, 便于自交, 以方便观察和统计不同性别的植株数量。

(3) 实验一 F_2 雌性株基因型为 A_B_ _ _ , 总共有 $2 \times 2 \times 3 = 12$ (种) 基因型。雌性株与两性花株杂交, 求后代两性花比例, 只需要考虑 A/a 这一对等位基因, 即 A_ 与 aa 杂交, 实验一 F_2 雌性株相关基因型及比例为 AA : Aa = 1 : 2, 则后代两性花株 (aa) 的概率为 $\frac{2}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$ 。强雌株与雌雄同株杂交, 强雌株基因型为

A_bbddd ($\frac{1}{3}$ AAbbddd、 $\frac{2}{3}$ Aabbddd), 雌雄同株基因型为 A_bbD_ ($\frac{1}{9}$ AAbbDD、 $\frac{2}{9}$ AabbDD、 $\frac{2}{9}$ AAbbDd、 $\frac{4}{9}$ AabbDd), 杂交后代出现强

雌株 (A_bbddd) 的概率是 $\left(1 - \frac{2}{3} \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{4}\right) \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{8}{27}$ 。

(4) 由题可知, 实验二亲本基因型为 AAbbDD 和 AABbDd, F_1 全部为雌性株 (AABbDd), F_1 自交后代关于 A/a 的基因型全部是 AA, 关于 B/b、D/d 则符合自由组合定律, 故 F_2 表型及比例为雌性株 : 雌雄同株 : 强雌株 = 12 : 3 : 1。

9. C **突破点** ▶ 图表分析—基因分离定律和自由组合定律的实质

题图解读

根据图示可知, 图甲中基因型为 Aa 和 Aa 的亲本个体杂交, 子代基因型及比例为 AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1; 图乙中基因型为 AaBb 和 AaBb 的亲本个体杂交, 子代基因型及比例为 A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 9 : 3 : 3 : 1。分析杂交实验过程, ①②和④⑤为减数分裂形成配子的过程, ③⑥为受精作用。

【解析】基因分离定律的实质表现在减数第一次分裂后期, 产生配子的过程中, 即图甲中的①②, A 错误; 非同源染色体上的非等位基因的自由组合发生在两对及两对以上等位基因之间, 且发生在减数第一次分裂后期, 产生配子的过程中, 因此自由组合定律的实质表现在图乙中的④⑤, B 错误; 图甲中③ (受精作用) 过程中, 雌雄配子是随机结合的, 所以子代基因型及比例为 AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1, 其中 Aa 占 $\frac{1}{2}$, C 正确; 基因自由组合定律的实质是非同源染色体上的非等位基因自由组合, D 错误。

易错警示

不能正确理解基因的分离定律与基因的自由组合

定律的实质

(1) 基因的分离定律的实质: 进行有性生殖的生物, 在杂合子的细胞中, 位于一对同源染色体上的等位基因, 具有一定的独立性, 在减数分裂形成配子的过程中, 等位基因会随同源染色体的分开而分离, 分别进入不同的配子中, 独立地随配子遗传给后代。

(2) 基因的自由组合定律的实质: 位于非同源染色体上的非等位基因的分离或组合是互不干扰的, 在减数分裂形成配子的过程中, 同源染色体上的等位基因彼此分离的同时, 非同源染色体上的非等位基因自由组合。

(3) 位于同源染色体上的非等位基因不能自由组合, 受精时雌雄配子的随机结合不能体现基因分离定律和自由组合定律的实质。

刷提分

1. A 考查点 ▶ 基因自由组合定律的实质和应用

【解析】由图可知, 图甲、乙、丙、丁所示个体均含有至少一对等位基因, 故都可以作为研究基因分离定律的材料, A 正确; 图丁所示个体的基因型为 $YyDdrr$, 其中两对等位基因位于一对同源染色体上, 其自交后代基因型及比例为 $DDYYrr : DdYyrr : ddyyrr = 1 : 2 : 1$, 其中黄色皱粒 (Y_rr) : 绿色皱粒 ($yyrr$) = 3 : 1, B 错误; 图甲、乙所示个体都只有一对等位基因, 所表示个体减数分裂时, 不能用来揭示基因的自由组合定律的实质, C 错误; 图乙所示个体 ($YYRr$) 自交, 只会出现两种表型, 表型及比例为黄色圆粒 ($YYR_$) : 黄色皱粒 ($YYrr$) = 3 : 1, D 错误。

2. AC 考查点 ▶ 自由组合定律变式的应用

题图解读

F_2 中高茎 : 矮茎 = (27+21) : (9+7) = 3 : 1,

则株高受一对等位基因控制, 其中高茎为显性, 矮茎为隐性; 紫花 : 白花 = (27+9) : (21+7) = 9 : 7, 说明花色受两对等位基因控制, 且紫花为双显性, 白花为单显性和双隐性。假设紫花和白花由 A/a 和 B/b 两对等位基因控制, 则紫花基因型为 $A_B_$, 其余均为白花 ($A_bb + aaB_ + aabb$); 高茎和矮茎由基因 D/d 控制。则亲本基因型为可有两种组合方式, 即 $AAbbDD$ 和 $aaBBdd$ 或 $AAbbdd$ 和 $aaBBDD$ 。

【解析】由题图解读可知, 控制两对性状的基因遵循自由组合定律, A 正确; 由题图解读可知, 高茎和矮茎由一对等位基因控制, B 错误; 由题图解读, 可推出 F_1 基因型为 $AaBbDd$, 利用借分离定律解决自由组合定律的思路, 即将两对相对性状拆成一对相对性状再分析, 只考虑株高, F_1 中基因型为 Dd 的亲本自交后代 F_2 的基因型、表型及比例为 DD (高茎) : Dd (高茎) : dd (矮茎) = 1 : 2 : 1, 只考虑花色, F_1 中基因型为 $AaBb$ 的亲本自交后代 F_2 的基因型、表型及比例为 $A_B_$ (紫花) : ($A_bb + aaB_ + aabb$) (白花) = 9 : 7, F_2 中矮茎基因型为 dd , 白花基因型有 5 种, 即 $AAbb$ 、 $Aabb$ 、 $aaBB$ 、 $aaBb$ 、 $aabb$, 故 F_2 中矮茎白花基因型有 $1 \times 5 = 5$ (种), C 正确; F_1 ($AaBbDd$) 与全隐性个体 ($aabbdd$) 测交, 子代中高茎 (Dd) : 矮茎 (dd) = 1 : 1, 紫花 ($AaBb$) : 白花 ($Aabb + aaBb + aabb$) = 1 : 3, 故测交后代表型及比例为高茎紫花 : 矮茎紫花 : 高茎白花 : 矮茎白花 = 1 : 1 : 3 : 3, D 错误。

3. ABC 考查点 ▶ 基因自由组合定律的实质和应用

思路分析

分析题干可知,子叶深绿色基因型有 AAbb、AABb;子叶浅绿色基因型有 AaBB、AaBb;子叶黄化基因型有 Aabb、Aabb、aabb、aaBB、aaBb,即黄化苗中至少有一对基因为隐性纯合。

【解析】根据题干“两对等位基因独立遗传”可知,A、a 和 B、b 两对基因位于两对同源染色体上,遵循基因的自由组合定律,A 正确;由思路分析可知,黄化苗中至少有一对基因为隐性纯合,亲本表型为子叶深绿和子叶浅绿, F_1 出现黄化苗,所以亲本基因型为 AABb、AaBb,B 正确;由 B 选项分析可知,亲本的基因型为 AABb、AaBb, F_1 基因型及比例为 AABB : AABb : AAbb : AaBB : AaBb : Aabb = 1 : 2 : 1 : 1 : 2 : 1, F_1 中子叶深绿 : 子叶浅绿 : 子叶黄化 = 3 : 3 : 2,C 正确;基因型为 AaBb 的个体自交,子代基因型及比例为 AABB : AaBb : AABb : AaBB : AAbb : Aabb : aaBB : aaBb : aabb = 1 : 4 : 2 : 2 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1,其中黄化苗个体(AAbb、Aabb、aabb、aaBB、aaBb)在幼苗阶段死亡,故成年植株中子叶深绿的比例为 $\frac{3}{9} = \frac{1}{3}$,D 错误。

4. C 考查点 ▶ 多对等位基因对性状的影响

【解析】根据题意可知,白花对应的基因型为 AA _ _ _ ,能稳定遗传的基因型有 AABBDD、AABBdd、AAbbDD、AAbbdd,共 4 种,A 错误;乳白花对应的基因型为 Aa _ _ _ ,若当乳白花植株的基因型为 AaBBdd 时,其自交后代会出现白花(AABBdd)、乳白花(AaBBdd)和黄花(aaBBdd),共 3 种花色,B 错误;基因型为 AaBbDd 的植株自交,后代的基因型及概率为 $\frac{1}{4}$ AA _ _ _ (白花)、 $\frac{1}{2}$ Aa _ _ _ (乳白花)和 $\frac{1}{4}$ aa _ _ _ (黄花和金黄色),C 正确;基因型为 AaBbDd 的植株测交(AaBbDd × aabbdd),得到的基因型为 aa _ _ _ 的植株中,除了 aabbdd,其他基因型(aaBbDd、aabbDd 和 aaBbdd)都是黄花,占比为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$,D 错误。

5. BCD 突破点 ▶ 图表分析—基因定位

【解析】 F_1 全是紫粒,说明紫粒对白粒为显性,由于 5 号和 10 号表现为紫粒,却和白粒亲本 5 号染色体 SSR 的电泳结果一致,说明控制紫粒的基因不在 5 号染色体上,因此 1、3、6 号个体也不能确定为杂合子,A 错误,B 正确。因为控制紫粒的基因不在 5 号染色体上,而 F_1 扩增出现 2 条 5 号染色体 SSR 电泳条带,类似于杂合子,则 F_2 白粒也应该出现 1、2、10 三种结果, F_2 紫粒出现三种结果 1、2、10 的比例为 2 : 1 : 1,即电泳结果与 1 号个体相同的个体占 $\frac{1}{2}$,C、D 正确。

6. (1) AAbb (2) 三 F_2 的表型及比例是高甜 : 微甜 : 不甜 = 7 : 6 : 3,为 9 : 3 : 3 : 1 的变式 aabb AABB (3) B 基因数量越多甜度越高,具有累加效应 AABb、AaBb $\frac{3}{7}$ (4) 高甜 : 微甜 = 41 : 8 (5) 品系乙(或品系丙) 连续自交

突破点 ▶ 实验探究—新品系培育

思路分析

结合题图和题表,甲为纯合不甜品系,基因型为 $AAbb$,根据乙 \times 丙组合中 F_2 表型是甜:不甜 = 13:3,根据实验一和二结果可知, A_bb 表型为不甜, $aa_ _$ 、 A_BB 表型为高甜, A_Bb 表型为微甜, B 基因具有累加效应,且两对基因自由组合,根据实验一结果可推知乙的基因型为 $aabb$,根据实验二结果可推知丙的基因型为 $AABB$,故乙、丙的基因型分别是 $aabb$ 、 $AABB$ 。

【解析】(1) 由题图可知,含有 a 或 B 基因可以控制合成甜物质,因此不甜的纯合品系甲的基因型为 $AAbb$ 。

(2) 从题表实验三乙 \times 丙杂交组合可判断该性状遗传遵守自由组合定律,因为 F_2 中表型及比例为高甜:微甜:不甜 = 7:6:3, F_2 的表型及比例为 9:3:3:1 的变式。丙的基因型为 $AABB$,乙的基因型为 $aabb$ 。

(3) 由思路分析可知, B 基因控制甜度,具有累加效应。表型为微甜的个体的基因型有 $AABb$ 、 $AaBb$,表型为高甜的个体的基因型有 $aa_ _$ 、 A_BB ,其中纯合子基因型为 $aaBB$ 、 $aabb$ 、 $AABB$,占比为 $\frac{3}{7}$ 。

(4) 实验三 F_2 中表型为高甜的植株基因型及比例为 $aaBB$: $aaBb$: $aabb$: $AABB$: $AaBB$ = 1:2:1:1:2,其自由交配,配子基因型为 AB 的概率为 $\frac{1}{7} + \frac{2}{7} \times \frac{1}{2} = \frac{2}{7}$,配子基因型为 aB 的概率为 $\frac{2}{7} \times \frac{1}{2} + \frac{2}{7} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{7} = \frac{3}{7}$,配子基因型为 ab 的概率为 $\frac{2}{7} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{7} = \frac{2}{7}$, F_3 中基因型为 $aaBB$ 的个体占 $\frac{3}{7} \times \frac{3}{7} = \frac{9}{49}$, $aaBb$ 占 $\frac{3}{7} \times \frac{2}{7} \times 2 = \frac{12}{49}$, $aabb$ 占 $\frac{2}{7} \times \frac{2}{7} = \frac{4}{49}$, $AABB$ 占 $\frac{2}{7} \times \frac{2}{7} = \frac{4}{49}$, $AaBB$ 占 $\frac{2}{7} \times \frac{3}{7} \times 2 = \frac{12}{49}$,高甜个体共占 $\frac{41}{49}$,微甜个体基因型及概率为 $AaBb = \frac{2}{7} \times \frac{2}{7} \times 2 = \frac{8}{49}$,故 F_3 表型及比例为高甜:微甜 = 41:8。

(5) 若要培育出抗虫、高产、高甜的新品种,可将品系甲与品系乙或品系丙杂交,筛选出目标植株,再进行连续自交及逐代筛选,直到不再发生性状分离。

7. (1) 两对基因位于一对同源染色体上 $\frac{1}{2}$ (2) $\frac{1}{3}$ $\frac{4}{9}$

(3) $aabbhhDD$ 和 $AABBHHdd$ 或 $aabbhhdd$ 和 $AABBHHDD$



(4) 18 $\frac{1}{9}$ $\frac{5}{36}$

突破点 ▶ 信息提取—自由组合定律的应用

【解析】(1) 实验一中,二棱有芒麦和六棱无芒麦的 F_1 只有二棱无芒麦,说明二棱和无芒是显性性状,亲代基因型为 $AAbb$ 和 $aaBB$, F_1 基因型为 $AaBb$, F_2 中二棱有芒麦:二棱无芒麦:六棱无芒麦 = 1:2:1,并非 9:3:3:1 的变式,说明 A 、 a 和 B 、 b 两

对基因位于一对同源染色体上, A 和 b 位于一条染色体上, a 和 B 位于另一条同源的染色体上, 所以 F_2 中纯合子 (AAbb、aaBB) 的比例是 $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$ 。

(2) 实验二中, 二棱钩芒麦和六棱直芒麦的 F_1 只有二棱钩芒麦, 说明钩芒是显性性状, 亲代基因型为 AADD 和 aadd, F_1 基因型为 AaDd, F_2 性状比为 9 : 3 : 3 : 1, 两对基因遵循自由组合定律, F_2 二棱直芒麦 (A_dd) 中纯合子 (AAdd) 占比为 $\frac{1}{16} \div \frac{3}{16} = \frac{1}{3}$ 。 F_2 中二棱直芒麦 ($\frac{2}{3}$ Aadd、 $\frac{1}{3}$ AAdd) 和六棱钩芒麦 ($\frac{2}{3}$ aaDd、 $\frac{1}{3}$ aaDD) 相互杂交, 子代中二棱钩芒麦 (A_D_) 的比例是 $(1 - \frac{2}{3} \times \frac{1}{2}) \times (1 - \frac{2}{3} \times \frac{1}{2}) = \frac{4}{9}$ 。

(3) 实验三中六棱短芒麦和二棱无芒麦的 F_1 只有二棱无芒麦, 在 F_2 中出现无芒、钩芒、直芒和短芒。实验三 F_2 有芒麦中长芒 (钩芒+直芒) : 短芒 = 3 : 1, 说明长芒为显性性状, 所以 F_1 的基因型为 AaBbHhDd, F_2 比例和为 $64 = 4^3$, 说明相应相对性状由 4 对等位基因控制, 只有 A、a 和 B、b 两对基因位于一对同源染色体上, 则实验三亲本基因型是 aabbhhDD 和 AABBHHdd 或 aabbhhdd 和 AABBHHDD。 F_1 的基因位置见答案。

(4) 实验三 F_1 的基因型为 AaBbHhDd, F_2 二棱无芒麦的基因型为 A_B_ _ _ _ , 有 $2 \times 3 \times 3 = 18$ (种)。 F_2 六棱钩芒麦 (aabbH_D_) 中纯合子 (aabbHHDD) 的比例是 $\frac{1}{16} \div \frac{9}{16} = \frac{1}{9}$ 。 F_2 中六棱钩芒麦 (aabbH_D_) 自花传粉, 其中只有 $\frac{2}{9}$ aabbHHdD 和 $\frac{4}{9}$ aabbHhDd 自花传粉后代出现直芒麦, 因此后代中直芒麦 (aabbH_dd) 占比为 $\frac{2}{9} \times \frac{1}{4} \times 1 + \frac{4}{9} \times \frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{5}{36}$ 。

专题 1 遗传的特殊性状分离比

刷 难关

1. ABD 考查点 ▶ 自由组合定律的变式应用

【解析】控制花位置的基因与控制花颜色的基因若位于一对同源染色体上, 则 F_2 的表型及比例为红花顶生 : 红花腋生 : 白花腋生 = 1 : 2 : 1, 与题干信息不符, 所以两对等位基因位于两对同源染色体上, 遵循基因自由组合定律, A 错误; 当两对基因分别位于两对同源染色体上, 且基因型为 ab 的雄配子或雌配子致死时, F_2 植株的表型才会出现 4 : 1 : 1 (即 8 : 2 : 2) 的比例, B 错误; F_2 中红花顶生植株的基因型及比例为 aaBB : aaBb = 1 : 1, 由于基因型为 ab 的雄配子或雌配子致死, 其自交后代中不会出现白花个体, 即后代全为红花, C 正确; 由于基因型为 ab 的雄配子或雌配子致死, 群体中没有 aabb 的个体, 故无法对 F_1 植株进行测交, D 错误。

2. D 突破点 ▶ 实验探究—遗传的特殊性状分离比

思路分析

根据实验一纯合的折耳与立耳个体杂交, F_1 都为折耳, F_1 自由交配, F_2 表型及比例为折耳 : 立耳 = 15 : 1, 符合 9 : 3 : 1 : 1 的变式, 说明折耳与立耳是由两对独立遗传的等位基因 (假设用 A/a, B/b 表示) 控制的, A、a 和 B、b 两对基因遵循自由组合定律, 则折耳的基因型为 A_B_、A_bb、aaB_, 立耳基因型为 aabb。

【解析】由思路分析可知，折耳与立耳是由两对独立遗传的等位基因控制的，故立耳性状由两对位于非同源染色体上的隐性基因控制，A 错误。实验一中 F_2 表型及比例为折耳：立耳 = 15：1，其中基因型为 $aabb$ 的个体为立耳，其余基因型个体均为折耳，故实验一 F_2 中折耳个体基因型有 8 种，其中纯合子的比例为 $\frac{1}{5}$ ，B 错误。若让实验一 F_1 ($AaBb$) 与立耳个体 ($aabb$) 杂交，子代基因型及比例为 $AaBb$ ： $Aabb$ ： $aaBb$ ： $aabb$ = 1：1：1：1，表型及比例为折耳：立耳 = 3：1；实验二亲本为纯合折耳 ($AAbb$ 或 $aaBB$) 和立耳 ($aabb$)， F_1 为折耳 ($Aabb$ 或 $aaBb$)， F_1 自由交配，所得 F_2 基因型及比例为 $AAbb$ ： $Aabb$ ： $aabb$ = 1：2：1 (或 $aaBB$ ： $aaBb$ ： $aabb$ = 1：2：1)，故实验一 F_1 与立耳个体杂交，子代基因型与实验二 F_2 不同，表型与其相同，C 错误。实验二 F_2 中的折耳个体的基因型及概率为 $\frac{1}{3}AAbb$ 、 $\frac{2}{3}Aabb$ (或 $\frac{1}{3}aaBB$ 、 $\frac{2}{3}aaBb$)，其自由交配，子代的表型及比例为折耳：立耳 = 8：1，故子代中的立耳个体所占比例为 $\frac{1}{9}$ ，D 正确。

3. BCD 突破点 ▶ 信息提取—基因致死

【解析】由题意可知，基因型为 Ab 的配子有 $\frac{1}{3}$ 死亡，则有 $\frac{2}{3}$ 的基因型为 Ab 的配子存活，则基因型为 $AaBb$ 的个体自交，雌、雄配子基因型及比例均为 AB ： Ab ： aB ： ab = 1： $\frac{2}{3}$ ：1：1 = 3：2：3：3，故后代基因型及比例为 $A_B_$ ： A_bb ： $aaB_$ ： $aabb$ = 69：16：27：9，A 正确；若基因型为 $AaBb$ 的个体与基因型为 $aabb$ 的个体进行正反交，基因型为 $AaBb$ 的个体产生的配子及比例为 AB ： Ab ： aB ： ab = 3：2：3：3，基因型为 $aabb$ 的个体产生的配子基因型为 ab ，二者进行正反交后代基因型及比例均为 $AaBb$ ： $Aabb$ ： $aaBb$ ： $aabb$ = 3：2：3：3，B 错误；若基因型为 $Aabb$ 的个体与基因型为 $aaBb$ 的个体进行杂交，基因型为 $Aabb$ 的个体产生的配子基因型及比例为 Ab ： ab = 2：3，基因型为 $aaBb$ 的个体产生的配子基因型及比例为 aB ： ab = 1：1，后代基因型及比例为 $AaBb$ ： $Aabb$ ： $aaBb$ ： $aabb$ = 2：2：3：3，C 错误；一个基因型为 $AaBb$ 的精原细胞减数分裂只能产生两种配子，D 错误。

刷有所得

具有 n 对同源染色体的个体产生配子的情况 (不考虑互换)

项目	可能产生配子的种类	实际能产生配子的种类
1 个精原细胞	2^n 种	2 种
1 个次级精母细胞	1 种	1 种
1 个雄性个体	2^n 种	2^n 种
1 个卵原细胞	2^n 种	1 种
1 个次级卵母细胞	1 种	1 种
1 个雌性个体	2^n 种	2^n 种

4. B 考查点 ▶ 雄性不育

【解析】 F_1 个体自交单株收获得到的 F_2 中的一半 (n 部分) 表型及比例为正常可育：雄性不育 = 13：3，符合 9：3：3：1 的变

式,说明该性状受两对位于非同源染色体上的等位基因控制,遵循基因的自由组合定律,且 n 部分 F_1 的基因型是 $AaBb$,由于 B 基因会抑制不育基因的表达,使表型变为可育,说明雄性不育株一定不含 B 基因,进而确定控制雄性不育的基因为 A , A 正确; B 基因会抑制不育基因 A 的表达,即正常可育的基因型为 $A_B_$ 、 $aaB_$ 、 $aabb$,雄性不育的基因型是 A_bb , F_2 出现两种情况,说明 F_1 的基因型有两种且各占 $\frac{1}{2}$,进而可确定甲的基因型是 $Aabb$,乙的基因型是 $aaBB$, B 错误; F_2 的基因型共 9 种,其中 $AAbb$ 、 $Aabb$ 表现为雄性不育,因此可育株的基因型共有 $9-2=7$ (种),仅考虑 n 部分,该部分可育株中个体的基因型及概率为 $\frac{1}{13}AABB$ 、 $\frac{2}{13}AABb$ 、 $\frac{2}{13}AaBB$ 、 $\frac{4}{13}AaBb$ 、 $\frac{1}{13}aaBB$ 、 $\frac{2}{13}aaBb$ 、 $\frac{1}{13}aabb$,其中基因型为 $AABb$ 和 $AaBb$ 的个体自交后代会发生性状分离,其他基因型的个体均能稳定遗传,故该部分可育株中能稳定遗传的个体所占的比例为 $1-\frac{2}{13}-\frac{4}{13}=\frac{7}{13}$, C 正确; F_2 中可育的基因型有 7 种,若使后代雄性不育株的比例最高,应尽量满足后代含有 A 基因,同时不含 B 基因的情况,故应选择基因型为 $AABb$ 和 $aabb$ 的个体杂交,产生的后代基因型及概率为 $\frac{1}{2}AaBb$ 、 $\frac{1}{2}Aabb$,后代雄性不育株占 $\frac{1}{2}$, D 正确。

5. (1) 位于非同源染色体上(分别位于两对同源染色体上) $\frac{3}{7}$

(2) $A \frac{6}{7}$ (3) 父本 红花:白花=1:3 红花:白花=1:7

突破点 ▶ 信息提取—遗传的特殊性状分离比

【解析】(1) 若红花、白花由两对等位基因控制, F_2 的性状分离比为 9:7,符合 9:3:3:1 的变式,说明控制该性状的两对等位基因位于两对同源染色体上,符合基因的自由组合定律,且只有两个显性基因同时存在且表达时才能开红花,其他情况花色为白色,故白花共有 5 种基因型,若用 A/a 和 B/b 表示控制花色的两对等位基因,则 F_2 中白花的基因型及比例为 $AAbb$: $Aabb$: $aaBB$: $aaBb$: $aabb$,故白花植株中纯合子占比为 $\frac{3}{7}$ 。

(2) 若红花、白花由一对等位基因 (A/a) 控制,亲本为纯种红花和白花植株,杂交后 F_1 全部开红花,可推测红花为显性性状,正常情况下, F_1 自交得到的 F_2 中红花和白花的比例应为 3:1,由于“自私基因”的存在,使 F_2 中出现红花:白花=9:7,即含 A 基因的雄配子部分死亡,设 F_1 (Aa) 父本产生含 A 基因的雄配子概率为 x ,即含 a 基因的雄配子概率为 $1-x$,母本产生含 A 、 a 基因的雌配子概率均为 $\frac{1}{2}$,则 F_2 中开白花植株的概率为 $\frac{1}{2} \times (1-x) = \frac{7}{16}$,得出 $x = \frac{1}{8}$,则 F_1 产生雄配子的基因型及比例为 $A:a=1:7$, F_1 产生的含 A 基因的雄配子中有 $\frac{6}{7}$ 的比例死亡。

(3) 两种解释的区别在于雄配子的比例不同,因此应选择 F_1 作为父本进行杂交实验。选择 F_1 作为父本,亲本中的白花作为母本进行杂交,若是两对等位基因相互作用, F_1 的基因型为 $AaBb$,

子代表型及比例为红花：白花=1：3；若由于杂合子中的“自私基因”导致的， F_1 基因型为 Aa ，雄配子中含 A 基因的部分致死，子代表型及比例为红花：白花=1：7。

6. (1) 2/二/两 隐性 7/七 (2) 红花紫红茎 红花绿茎：红花紫红茎：白花绿茎：白花紫红茎=1：1：3：3 (3) 染色体结构变异和染色体数目变异 父本 若子代表型及比例为绿茎：紫红茎=3：1，则说明异常染色体上的基因是 g ；若子代表型及比例为绿茎：紫红茎=2：3，则说明异常染色体上的基因是 G

考查点 ▶ 9：3：3：1 和 1：1：1：1 的变式及应用

思路分析

F_1 自交，后代的性状分离比为 9：3：3：1，则符合基因的自由组合定律，相应性状由位于两对同源染色体上的两对等位基因控制。若存在配子致死，则可先将该配子排除后，重新用配子法计算后代表型、基因型及比例。

【解析】(1) 由题表可知，野生型白三叶为母本、突变体为父本进行人工杂交获得 F_1 ， F_1 全为白花，说明白花为显性，红花为隐性， F_1 随机交配获得 F_2 ， F_2 中关于花色的表型及比例为红花：白花≈1：14，说明红花花色受 2 对隐性基因控制，且白花中存在显性纯合致死。 F_2 中白花存在显性纯合致死，故白花基因型有 7 种。

(2) 由题表可知，红花紫红茎较白花绿茎为隐性，为判断控制花色的基因与控制茎色的基因之间的关系，用子一代与表型为红花紫红茎的个体进行测交，若控制花色与茎色的基因独立遗传，则子代表型及比例为(红花：白花)(绿茎：紫红茎)=(1：3)(1：1)，即红花绿茎：红花紫红茎：白花绿茎：白花紫红茎=1：1：3：3。

(3) 由题图可知，异常染色体大小与正常染色体大小不同，说明其发生了染色体结构变异，该植株较正常植株多了一条染色体，即其发生了染色体数目变异。由于只含异常染色体的花粉无活性，所以可让该绿茎植株作父本与紫红茎植株杂交，统计子代的表型及比例，以探究异常染色体上的基因是 G 还是 g ，该植株产生花粉的比例为 $G：Gg：gg：g=1：2：1：2$ ，若子代表型及比例为绿茎($Gg、Ggg$)：紫红茎(ggg)=3：1，则说明异常染色体上的基因是 g ；若子代表型及比例为绿茎(Ggg)：紫红茎($ggg、gg$)=2：3，则说明异常染色体上的基因是 G 。

第 3 节 基因在染色体上与伴性遗传

刷基础

1. B 考查点 ▶ 萨顿的假说

【解析】萨顿通过分析基因与染色体的平行关系推测“基因在染色体上”(易错：萨顿推测“基因在染色体上”，摩尔根用假说—演绎法证明了基因在染色体上)，A 错误；白眼雌果蝇与红眼雄果蝇杂交， F_1 中雌果蝇为红眼杂合子，雄果蝇为白眼， F_1 自由交配， F_2 中红眼：白眼=1：1，B 正确；白眼雄果蝇和红眼雌果蝇杂交，假设相关基因用 A/a 表示，则红眼雌果蝇的基因型有两种情况，即 $X^A X^A$ 或 $X^A X^a$ ，白眼雄果蝇基因型 $X^a Y$ ，若纯合红眼雌果蝇与白眼雄果蝇杂交，后代雌雄表型都是，所以不能通过眼睛颜色判断子代果蝇的性别，C 错误；融合遗传的观点是如果两亲本性状不同，杂交后子代的性状介于两亲本之间，果蝇的杂交实验中， F_1 的表型与亲本之一相同，否定了融合遗传的观点，D

错误。

2. C 突破点 ▶ 信息提取—伴性遗传

【解析】该果蝇种群中，白眼果蝇的基因型有 6 种，分别是 aaX^bX^b 、 aaX^bY 、 AAX^bY 、 AaX^bX^b 、 AAX^bX^b 、 AaX^bY ，可见，白眼(♀)与白眼(♂)果蝇的后代可能全是白眼，A 正确；红眼(♀)的基因型为 $A_X^BX^-$ ，白眼(♂)的基因型为 $__X^bY$ ，若二者的基因型为 AAX^BX^B 和 aaX^bY ，则可出现子代果蝇全是红眼的情况，B 正确；白眼(♀)的基因型可能为 aaX^bX^b 、 AAX^bX^b 、 AaX^bX^b ，红眼(♂)果蝇的基因型为 A_X^BY ，二者杂交产生的后代一定会出现白眼雄性个体，C 错误；粉红眼(♀)基因型为 aaX^BX^b ，粉红眼(♂)基因型为 aaX^BY ，杂交产生的后代可能有白眼雄性个体出现，D 正确。

关键点拨

题意分析：果蝇的眼色由两对独立遗传的等位基因(A、a 和 B、b)控制，其中 B、b 基因位于 X 染色体上，则另一对基因位于常染色体上，两对基因的遗传遵循基因的自由组合定律，又由于“A 基因和 B 基因同时存在时果蝇表现为红眼，B 基因存在而 A 基因不存在时表现为粉红眼，其余情况表现为白眼”，则基因型为 $A_X^B_$ 的个体表现为红眼，基因型为 $aaX^B_$ 的个体表现为粉红眼。

3. B 突破点 ▶ 信息提取—基因位于染色体上的杂交实验

【解析】纯合的镰刀形翅雌果蝇与圆形翅雄果蝇杂交， F_1 雌雄个体均为镰刀形翅，说明镰刀形翅对圆形翅为显性， F_1 的镰刀形翅雄果蝇与纯合的椭圆形翅雌果蝇杂交，后代都是椭圆形翅，说明椭圆形翅对镰刀形翅为显性，因此 R、O、S 基因的显隐性关系为 O 基因对 S 基因、R 基因为显性，S 基因对 R 基因为显性，A 正确。无论上述实验的杂交组合的基因型是 SS 和 RR 或 SR 和 OO 还是 X^SX^S 和 X^RY 、 X^SY 和 X^OX^O ，杂交后代的结果都一样，因此无法判断 R、O、S 基因位于常染色体上还是 X 染色体上，B 错误。若 R、O、S 基因位于常染色体上，则 F_1 的镰刀形翅雌果蝇基因型为 SR， F_2 的椭圆形翅雄果蝇基因型及概率为 $\frac{1}{2}OS$ 、 $\frac{1}{2}OR$ ，两者自由交配，母本产生的雌配子的基因型及概率为 $\frac{1}{2}S$ 、 $\frac{1}{2}R$ ，父本产生的雄配子的基因型及概率为 $\frac{1}{2}O$ 、 $\frac{1}{4}S$ 、 $\frac{1}{4}R$ ，后代的基因型及比例为 $OS : OR : SS : SR : RR = 2 : 2 : 1 : 2 : 1$ ，表型及比例为椭圆形翅：镰刀形翅：圆形翅 = 4 : 3 : 1；若 R、O、S 基因位于 X 染色体上，则 F_1 的镰刀形翅雌果蝇基因型为 X^SX^R ， F_2 的椭圆形翅雄果蝇基因型为 X^OY ，两者自由交配，后代的基因型及比例为 $X^OX^S : X^OX^R : X^SY : X^RY = 1 : 1 : 1 : 1$ ，表型及比例为椭圆形翅：镰刀形翅：圆形翅 = 2 : 1 : 1，综上所述，C 正确。当控制翅形的基因位于 X 染色体上时，椭圆形翅雌果蝇的基因型为 X^OX^O 、 X^OX^S 或 X^OX^R ，可将该椭圆形翅雌果蝇与多只圆形翅雄果蝇(X^RY)杂交，若后代全为椭圆形翅，则该果蝇基因型为 X^OX^O ；若后代为椭圆形翅和镰刀形翅，则其基因型为 X^OX^S ，若后代为椭圆形翅和圆形翅，则其基因型为 X^OX^R ；当控制翅形的基因位于常染色体上时，椭圆形翅雌果蝇的基因型为 OO、OS 或 OR，可将该椭圆形翅雌果蝇与多只圆形翅雄果蝇(RR)杂交，若后代全为椭圆形翅，则该果蝇基因型为 OO；若后代为椭圆形翅和镰刀形翅，则其基因型为 OS；若后代为椭圆形翅

和圆形翅,则其基因型为 OR,D 正确。

4. D 考点 ▶ 基因位于染色体上、伴性遗传

【解析】由题意可知,假设所有个体都存在 D 基因,当存在 E 基因时表现为棕色,存在 e 基因时表现为黄色, F_1 全为棕色, F_2 关于体色及其比例在雌雄个体中不一样,可得 E、e 基因位于 X 染色体上,A 正确。由于三代均没有白色个体出现,可知三代中均不含 d 基因,父本、母本的 D 基因纯合,由于 F_1 全为棕色,所以 F_1 肯定含有 E 基因,又因为亲代父本为黄色,所以父本肯定含有 e 基因,亲代母本为棕色,所以含有 E 基因,故 F_1 关于 E、e 的基因型应该为 $X^E Y$ 和 $X^E X^e$ (二者 D 基因均纯合),B 正确。 F_2 有 4 种基因型($X^E X^E$ 、 $X^E X^e$ 、 $X^E Y$ 、 $X^e Y$),棕色个体基因型有 3 种,即使 D 基因纯合也无法判断其是在常染色体上还是 X 染色体上,但雌性均为棕色,说明 D、d 基因不在 Y 染色体上,C 正确。因为父本是黄色,说明父本肯定有 D 基因和 e 基因,若父本基因型为 $DDX^e Y$,母本基因型为 $DDX^E X^E$,则 F_1 基因型为 $DDX^E X^e$ 、 $DDX^E Y$, F_2 基因型及比例为 $DDX^E X^E : DDX^E X^e : DDX^E Y : DDX^e Y = 1 : 1 : 1 : 1$,雌性全为棕色,雄性棕色:黄色=1:1,符合题意;若父本基因型是 $X^{De} Y$,因为 F_1 全是棕色,则 F_1 雄性基因型为 $X^{DE} Y$,雌性中一条 X 染色体来自父方的 X^{De} ,另一个来自母方,由于 F_1 的雌性为棕色,说明有 X^{DE} ,这个基因来自母方,所以母方基因型为 $X^{DE} X^{DE}$ 也符合题意,故不能判断这两对基因是否符合自由组合定律,D 错误。

5. C 考点 ▶ 伴性遗传的遗传规律及应用

思路分析

纯合的红眼雌蚕和白眼雄蚕杂交, F_1 只有紫眼和红眼两种表型,且紫眼全为雌性,红眼全为雄性,推测亲本白眼雄性不含有 A,且 Z 染色体上含有隐性基因。

【解析】已知色素的产生需有基因 A,将纯合的红眼雌蚕和白眼雄蚕杂交, F_1 只有紫眼和红眼两种表型,且紫眼全为雌性,红眼全为雄性,推测父本的基因型是 $aaZ^p Z^p$,母本的基因型是 $AAZ^P W$,即基因 A、P 同时存在时可产生红色色素,A 错误。父本的基因型是 $aaZ^p Z^p$,母本的基因型是 $AAZ^P W$, F_1 的基因型是 $AaZ^P Z^p$ (红眼雄蚕)、 $AaZ^P W$ (紫眼雌蚕), $AaZ^P Z^p$ (红眼雄蚕)产生的配子有 AZ^P 、 AZ^p 、 aZ^P 、 aZ^p , $AaZ^P W$ (紫眼雌蚕)产生的配子有 AZ^P 、 aZ^P 、 AW 、 aW ,雌雄配子随机结合,产生的 F_2 的表型及比例为红眼 ($AAZ^P Z^p$ 、 $AaZ^P Z^p$ 、 $AAZ^P W$ 、 $AaZ^P W$):紫眼 ($AAZ^p Z^p$ 、 $AaZ^p Z^p$ 、 $AAZ^p W$ 、 $AaZ^p W$):白眼 ($aaZ^P Z^p$ 、 $aaZ^p Z^p$ 、 $aaZ^P W$ 、 $aaZ^p W$)=3:3:2,红眼家蚕的基因型有 4 种,纯合子 $AAZ^P W$ 所占比例是 $\frac{1}{6}$,B 错误。若 F_2 中的紫眼雌蚕 ($\frac{1}{3}AAZ^p W$ 、 $\frac{2}{3}AaZ^p W$) 与白眼雄蚕 ($\frac{1}{2}aaZ^P Z^p$ 、 $\frac{1}{2}aaZ^p Z^p$) 杂交,两对基因分别考虑,只考虑基因 A、a,子代基因型及概率为 $\frac{2}{3}Aa$ 、 $\frac{1}{3}aa$,只考虑基因 P、p,子代雌蚕基因型及概率为 $\frac{1}{4}Z^P W$ 、 $\frac{3}{4}Z^p W$,子代雌蚕中紫眼个体占 $\frac{2}{3} \times \frac{3}{4} = \frac{1}{2}$,C 正确。将两对基因分开看,由于 A、a 基因位于常染色体上, F_1 相关基因型均为 Aa , F_1 雌雄家蚕随机交配得 F_2 , F_2 雌雄随机交配,该过程中 A、a 基因频率不变,故

F_2 雌雄随机交配得到的子代中,相关基因型及比例为 $AA:Aa:aa=1:2:1$;单独看 $P、p$ 基因,由 B 项可知 F_2 相关基因型及比例为 $Z^P Z^P:Z^P Z^p:Z^P W:Z^p W=1:1:1:1$,产生的雄配子类型及比例为 $Z^P:Z^p=1:3$,雌配子类型及比例为 $Z^P:Z^p:W=1:1:2$,故 F_2 雌雄自由交配,子代相关基因型及比例为 $Z^P Z^P:Z^P Z^p:Z^p Z^p:Z^P W:Z^p W=1:4:3:2:6$,综合来看,若 F_2 的雌雄个体随机交配,子代中紫眼:红眼:白眼 $= (3 \times 3 + 3 \times 6):(3 \times 4 + 3 \times 1 + 3 \times 2):(1 \times 16) = 27:21:16$,D 错误。

易错警示

不能准确理解性别决定与伴性遗传

不同的生物体性别决定的方式也不同。常见的性别决定方式有:

- (1) 环境决定型:如某些爬行类动物由温度决定性别。
- (2) 基因决定型:如葫芦科的喷瓜存在雌雄同株、雌株和雄株三种性别类型,其性别由基因决定。
- (3) 染色体数目决定型:如蜜蜂的雄蜂是由未受精的卵细胞发育而成的,因而具有单倍体的染色体数目 ($n=16$);蜂王和工蜂是由受精卵发育成的雌蜂,具有二倍体的染色体数目 ($2n=32$)。
- (4) 性染色体决定型:XY 型性别决定是最常见的性别决定类型,如哺乳动物以及菠菜等雌雄异株的植物都属于 XY 型性别决定。XY 型生物雌性个体的体细胞内含有 2 条同型的性染色体 (XX),雄性个体的体细胞内含有 2 条异型的性染色体 (XY)。鸟类、鳞翅目昆虫等属于 ZW 型性别决定,ZW 型生物的性染色体组成和 XY 型相反,雄性个体的体细胞内具有 2 条同型的性染色体 (ZZ),雌性个体的体细胞内具有 2 条异型的性染色体 (ZW)。若为性染色体决定性别,则决定性别的基因位于性染色体上,但是性染色体上的基因不都与性别决定有关,性染色体上的基因的遗传与性别相关联。

刷提分

1. C 考查点 ▶ 基因在染色体上位置的判定方法

【解析】第一组为正反交实验,正反交结果不同,两组 F_1 的雄性表型不同,可以判断出基因位于 X 染色体上,但无法判断显隐性关系。第四组亲代均为灰色,子代出现黄色个体,发生了性状分离,可以判断出灰色为显性性状,但无法判断基因的位置。第二组、第三组的基因位置和显隐性关系均无法判断。综上所述,C 正确,A、B、D 错误。

2. D 突破点 ▶ 信息提取—果蝇杂交实验及概率计算

【解析】根据 F_1 的表型,只能确定长翅是显性性状,无法确定控制翅型的基因是否位于 X 染色体上,A 错误;白眼雌果蝇与红眼雄果蝇杂交,产生的 F_1 中白眼均为雄性,红眼均为雌性,说明眼色的性状表现与性别相关联,则控制眼色的基因位于 X 染色体上,同时说明红眼对白眼为显性,设用 A/a 表示控制眼色的基因,长翅和残翅在各代均与性别无关,故控制翅型的基因位于常染色体上,且长翅是显性性状,设用 B/b 表示控制翅型的基因,则 F_1 的基因型分别为 $BbX^A X^a$ 、 $BbX^a Y$,因此 F_2 中白眼长翅果蝇共有 $BBX^a X^a$ 、 $BBX^a Y$ 、 $BbX^a X^a$ 、 $BbX^a Y$ 4 种基因型, F_2 中红眼残翅果蝇基因型及比例为 $bbX^A Y^a:bbX^A Y=1:1$,B、C 错误; F_2 红眼长翅果蝇中关于翅形和眼色两对相对性状的基因型及比例分别为 $BB: Bb=1:2$, $X^A X^a: X^A Y=1:1$,自由交配出现白眼雄果

蝇的概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$, 出现残翅果蝇的概率是 $\frac{2}{3} \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{9}$, 因此出现白眼残翅雄果蝇的概率为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{9} = \frac{1}{36}$, D 正确。

3. D 考查点 ▶ 伴性遗传的遗传规律及应用

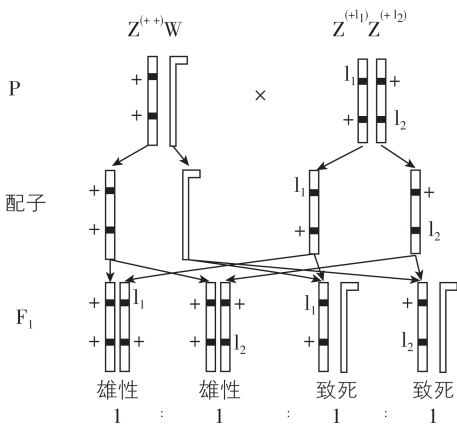
【解析】实验一中亲代均为红眼, 则 B/b 基因均为隐性纯合, 子代出现性状分离, 且与性别无关, 则 A/a 位于常染色体上, 且 F_1 能出现 1 : 3 的性状分离比, 亲本关于 A/a 的基因型为 Aa, 即决定白色前体 2 的形成的基因为基因 A, A 正确; 实验一的亲本基因型为 AaX^bX^b 和 AaX^bY , 实验二中, 子代雄性全为红眼 (A_X^bY), 雌性全为白眼, 而亲本均为白眼且父本为纯合子, 则亲本的基因型为 aaX^bX^b 和 AAX^bY , B 正确; 实验一的亲本基因型为 AaX^bX^b 和 AaX^bY , 子代中纯合红眼雌性个体占 $\frac{1}{4} (AA) \times \frac{1}{2} (X^bX^b) = \frac{1}{8}$, C 正确; 实验一子代雄性基因型为 $__X^bY$, 实验二子代雌性基因型为 AaX^BX^b , 二者自由交配的情况下对两对基因进行分别分析, 先分析 A/a, 雄配子 A : a = 1 : 1, 雌配子 A : a = 1 : 1, 则子代中 $A_ : aa = 3 : 1$, 再分析 B/b, 在自由交配的情况下产生的子代的基因型及比例为 $X^bX^b : X^bY : X^BX^b : X^BY = 1 : 1 : 1 : 1$, 则雌雄性个体的表型及比例为白眼雌 ($A_X^BX^b$ 、 aaX^BX^b 、 aaX^bX^b) : 白眼雄 (A_X^BY 、 aaX^BY 、 aaX^bY) : 红眼雌 ($A_X^bX^b$) : 红眼雄 (A_X^bY) = 5 : 5 : 3 : 3, 即 F_1 雌雄昆虫均表现为白眼 : 红眼 = 5 : 3, D 错误。

4. D 突破点 ▶ 信息提取—基因连锁与交换定律

【解析】 F_2 雌性中野生型眼 : 朱红眼 = 1 : 1, 雄性中野生型眼 : 朱红眼 = 1 : 4, 因此控制朱红眼的基因位于 X 染色体上; F_2 雌性中无玉色眼, 雄性中野生型眼 : 玉色眼 = 1 : 4, 因此控制玉色眼的基因也位于 X 染色体上, A 错误。一只纯合朱红眼雌果蝇与一只纯合玉色眼雄果蝇杂交, F_1 中雌果蝇均表现为野生型眼, 雄果蝇均表现为朱红眼, 设 A、b 纯合表现为朱红眼, a、B 纯合表现为玉色眼, 则亲本基因型分别为 $X^{Ab}X^{Ab}$ 和 $X^{aB}Y$, F_1 基因型及比例为 $X^{Ab}X^{aB} : X^{Ab}Y = 1 : 1$, 结合 F_2 雄性中出现四种表型可知, F_1 的雌果蝇在减数分裂过程中发生了染色体互换, 产生的雌配子类型及比例为 $X^{Ab} : X^{aB} : X^{AB} : X^{ab} = 4 : 4 : 1 : 1$, 因此 F_2 中野生型眼雌果蝇基因型为 $X^{AB}X^{Ab}$ 、 $X^{aB}X^{Ab}$, 基因型不同, 朱红眼雌果蝇有 2 种基因型, 即 $X^{Ab}X^{Ab}$ 、 $X^{Ab}X^{ab}$, B 错误; 若让 F_1 中的野生型眼雌果蝇 ($X^{Ab}X^{aB}$) 和 F_2 中的白眼雄果蝇 ($X^{ab}Y$) 杂交, 由于 F_1 野生型眼雌果蝇产生配子的过程中可能发生染色体互换, 因此子代雌性不一定会出现 4 种表型且比例为 1 : 1 : 1 : 1, C 错误; 若亲代雌雄果蝇进行反交, 即朱红眼雄果蝇 ($X^{Ab}Y$) 与一只纯合玉色眼雌果蝇 ($X^{aB}X^{aB}$) 杂交, F_1 基因型为 $X^{Ab}X^{aB}$ 、 $X^{aB}Y$, 因为 F_1 雌果蝇可能发生染色体互换, F_1 雌果蝇产生的配子类型及比例可能为 $X^{Ab} : X^{aB} : X^{AB} : X^{ab} = 4 : 4 : 1 : 1$, 故 F_2 中雄果蝇的表型及比例可能为朱红眼 ($X^{Ab}Y$) : 玉色眼 ($X^{aB}Y$) : 野生型眼 ($X^{AB}Y$) : 白眼 ($X^{ab}Y$) = 4 : 4 : 1 : 1, D 正确。

5. ACD 突破点 ▶ 图表分析—伴性遗传及生物的变异

思路分析



【解析】等位基因是位于同源染色体相同位置上,控制一对相对性状的基因,由此可知,基因 l_1 与 l_2 属于非等位基因,来源于不同等位基因的突变,A 正确;由于 $Z^{(+l_1)}W$ 个体中隐性致死基因没有显性等位基因的抑制,能够正常表达,因而,理论上自然界中不存在这种个体,B 错误;根据思路分析可知,正常雌蚕与平衡致死系雄蚕杂交形成的受精卵中,理论上仅有一半可以发育,且幼蚕均为雄性,C 正确;两对等位基因间一般不发生互换,若正常雌蚕与平衡致死系雄蚕杂交后代出现少数雌性家蚕($Z^{(++)}W$),说明亲代产生了少数基因型为 $Z^{(++)}$ 的精子,即父本减数分裂形成精子时两对等位基因间发生了互换,D 正确。

6. (1) 显 Z 不遵循 实验一中油蚕只有雌性,实验二中赤蚁也只有雌性 (2) $Z^{Ad}Z^{aD}$ $Z^{Ad}W$ $\frac{1}{3}$ (3) $Z^{aaDD}W$ $\frac{3}{8}$ 1 (4) 黑

蚁油蚕♀ 黑蚁油蚕♂

考查点 ▶ 伴性遗传的应用

题表解读

由实验一中 F_1 表型及比例为正常蚕:油蚕=3:1,可知正常蚕对油蚕为显性,由实验二中 F_1 表型及比例为黑蚁:赤蚁=3:1,可知家蚕体色的黑蚁相对于赤蚁为显性。

【解析】(1) 由题表解读可知正常蚕对油蚕为显性,家蚕体色的黑蚁相对于赤蚁为显性。而实验一的 F_1 中油蚕只有雌性,说明控制正常蚕与油蚕的 A、a 基因位于 Z 染色体上。这两对相对性状不遵循自由组合定律。因为实验二的 F_1 中赤蚁也只有雌性,说明控制两对相对性状的等位基因均位于 Z 染色体上。

(2) 由于控制两对相对性状的等位基因均位于 Z 染色体上,且黑蚁和正常蚕为显性,则实验一亲本的基因型分别是 $Z^{Ad}Z^{aD}$ 和 $Z^{Ad}W$,其 F_1 中表型、基因型及比例为黑蚁油蚕♀ $Z^{aD}W$:赤蚁正常蚕♀ $Z^{Ad}W$:黑蚁正常蚕♂ $Z^{Ad}Z^{aD}$:赤蚁正常蚕♂ $Z^{Ad}Z^{Ad}$ = 1:1:1:1,在所有含 D、d 基因的配子里面,D 的基因频率为 $\frac{2}{6}$,即 $\frac{1}{3}$ 。

(3) 实验二中,P 黑蚁油蚕的基因型为 $Z^{aD}W$,其初级卵母细胞的基因型为 $Z^{aaDD}W$, F_1 中表型、基因型及比例为黑蚁油蚕♀ $Z^{aD}W$:赤蚁正常蚕♀ $Z^{Ad}W$:黑蚁正常蚕♂ $Z^{Ad}Z^{aD}$:黑蚁油蚕♂ $Z^{aD}Z^{aD}$ = 1:1:1:1, F_1 中雄配子的基因型及比例为 $Z^{aD}:Z^{Ad}$ = 3:1,雌配子的基因型及比例为 $Z^{aD}:Z^{Ad}:W$ = 1:1:2,所以自由交配

之后, F_2 雄蚕中黑蚁油蚕的概率为 $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$ 。雌蚕全部为纯合子, 概率为 1。

(4) 控制赤蚁的基因存在时, 会降低家蚕的全茧量和茧层量, 为获得更多的全茧量和茧层量, 所以选择黑蚁为亲本, 应选择表格中的黑蚁油蚕 ♀ 和黑蚁油蚕 ♂ 杂交培育后代。

7. (1) 联会 自由组合 双隐性为蓝眼, 否则为白眼 (2) $\frac{1}{2}$ 白眼

眼: 蓝眼 = 3 : 1 (3) ①显性 不存在 ②雌性单尾鳍: 雄性双尾鳍 = 1 : 1 ③ XY^e 或 X^wY^e X^eX^w

突破点 ▶ 信息提取—伴性遗传的遗传规律及应用

【解析】(1) 锦鲤与团头鲂存在高度同源的染色体, 故在形成配子过程中可发生联会, F_2 中白眼与蓝眼的比值为 15 : 1, 是 9 : 3 : 3 : 1 的变式, 说明控制锦鲤和团头鲂眼色的基因可自由组合, 且双隐性表现为蓝眼, 其他均为白眼。

(2) 远缘杂交的后代中只有一个亲本的基因组表达, 且后代性状与该亲本相同, 故若在群体中, 核仁显性使后代与父本性状相同的概率为 50%, 则 F_1 中锦鲤与题图中雌核发育锦鲤眼色相同的概率也为 $\frac{1}{2}$, 锦鲤自交得 F_2 , 若用 A/a、B/b 表示相关基因, 则锦鲤的基因型为 AaBb, 可以产生的配子的基因型为 AB、Ab、aB、ab, 其中 AB、Ab、aB 表现为白色, ab 表现为蓝色, 故 F_2 的眼色表型及比例为白眼: 蓝眼 = 3 : 1。

(3) ①科学家用纯合雌性单尾鳍锦鲤 (X^wX^w) 和纯合雄性双尾鳍团头鲂 (X^eY) 进行了杂交实验, F_1 中雌性双尾鳍锦鲤 (X^eX^w): 雄性单尾鳍锦鲤 (X^wY) = 1 : 1, 说明双尾鳍为显性性状, 且不存在核仁显性现象。②亲本团头鲂中的 X^e 基因断裂后移接到了 Y 染色体上, 且异常的性染色体的活性不受影响, 即纯合雌性单尾鳍锦鲤 (X^wX^w) 与纯合雄性双尾鳍团头鲂 (XY^e) 进行杂交, F_1 的基因型为 X^wX^e 、 X^wY^e , 即该异常组 F_1 的表型及比例为雌性单尾鳍: 雄性双尾鳍 = 1 : 1。③为获得稳定遗传的双尾鳍雄性金鱼 (X^eY^e), 可将上述异常组 F_1 雌雄个体 (X^wX^e 、 X^wY^e) 随机交配, 从得到的 F_2 中选择基因型为 XY^e 或 X^wY^e 的个体作为父本, 再从正常组的 F_1 中选择基因型为 X^eX^w 的个体作为母本进行杂交。

第 4 节 人类遗传病

刷基础

1. C 考查点 ▶ 遗传病的检测和预防

【解析】通过对孕妇进行 B 超检查, 可有效筛查唇腭裂, 即唇腭裂可通过 B 超检测出来, A 不符合题意; 通过对孕妇血液进行生化分析, 可为 21 三体综合征筛查提供依据, 21 三体综合征属于染色体异常遗传病, B 不符合题意; 通过对羊水中胎儿脱落细胞染色体进行核型分析, 不能筛查青少年型糖尿病, 因为该病是多基因遗传病, 不能通过染色体核型分析进行判断, C 符合题意; 通过对孕妇血浆中游离的胎儿 DNA 进行基因检测筛查苯丙酮尿症, 苯丙酮尿症属于单基因遗传病, D 不符合题意。

刷有所得

产前诊断是指在胎儿出生前, 医生用专门的检测手段, 如羊水检查、B 超检查、孕妇血细胞检查以及基因检测等, 确定胎儿是否患有某种遗传病或先天性疾病; 基因检测是指通过检测人体细胞中的 DNA 序列, 以了解人体的基因状况。人的血液、唾液、精液、毛发或人体组织等, 都可以用来进行基因检测。

2.D 考点 ▶ 人类遗传病

【解析】四分体只在生殖细胞中形成,体细胞中不存在四分体,A 错误;Patau 综合征是父亲或母亲减数第一次分裂时 13 号同源染色体未分离或减数第二次分裂时 13 号染色体的姐妹染色单体未移向两个子细胞而使配子中 13 号染色体多一条所致,B 错误;Turner 综合征一般情况为 X 染色体缺失一条,可能属于 X 染色体缺失导致的综合征,不属于伴性遗传病,C 错误;表中所示的三种遗传病病因均属于染色体变异,可通过细胞培养、染色体分析进行产前诊断,D 正确。

3.C 突破点 ▶ 图表分析—遗传系谱图分析

【解析】题图中父母正常但其儿子患病,说明该病是隐性遗传病,结合凝胶电泳得到的患者家系基因带谱可知,3 号为显性纯合子,4 号为隐性纯合子,1 号和 5 号均为杂合子,而若该病是伴 X 染色体隐性遗传病,则 1 号一定是纯合子,与题图不符,故该病只能是常染色体隐性遗传病,A 正确;调查该病的发病率时应在人群中随机调查,B 正确;由基因带谱可知,2 号为杂合子,故 2 号与 5 号均为杂合子,基因型相同的概率为 1,C 错误;1 号和 2 号均正常且均为杂合子,因此 1 号和 2 号再生一个正常男孩的概率是 $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$,D 正确。

易错警示 不能正确区分调查“遗传病发病率”与“遗传方式”

调查内容	调查对象及范围	注意事项	结果计算及分析
遗传病发病率	广大人群 随机抽样	考虑年龄、性别等因素;群体足够大	$\frac{\text{某种遗传病的患者数}}{\text{某种遗传病的被调查人数}} \times 100\%$
遗传方式	患者家系	正常情况与患病情况	分析基因显隐性及在染色体上的位置

4.C 考点 ▶ 表观遗传与遗传系谱图分析

【解析】调查遗传病的发病率应该在人群中随机抽样调查,调查某种遗传病的遗传方式应该在患者家系中调查,A 正确;母源 *MAGEL2* 致病基因传递给子代时其印记区域由于被甲基化而沉默,Ⅰ₂ 和 Ⅲ₁ 均患病,故 *MAGEL2* 基因在 Ⅰ₂ → Ⅱ₃ → Ⅲ₁ 的传递过程中只是发生了甲基化,但其碱基序列没有改变,B 正确;由于母源 *MAGEL2* 致病基因传递给子代时其印记区域被甲基化而沉默,若致病基因位于 X 染色体上,则 Ⅱ₁ 与携带致病基因的女子婚配,Ⅱ₁ 提供 Y 染色体,母本若提供携带致病基因的 X 染色体会被甲基化而沉默,故二者所生男孩患病概率为 0,C 错误;由于 Ⅱ₄ 不携带致病基因,Ⅲ₁ 表现患病,所以 Ⅲ₁ 应该携带一个致病基因,若父源 *MAGEL2* 致病基因传递给子代时表达的概率为 $\frac{1}{2}$,则 Ⅲ₁ 与携带致病基因的男子婚配,后代患病的概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$,D 正确。

易错警示

由于 DNA 甲基化对致病基因的影响,在分析过程中注意判断致病基因是否表达。

刷提分

1. C 考查点 ▶ 染色体异常遗传病与减数分裂

【解析】正常情况下与卵细胞同时产生的第二极体与卵细胞的基因型相同,但若在 homologous chromosome pairing 时发生非姐妹染色单体的交换,则第二极体与卵细胞的基因型可能不同,所以通过对第二极体进行遗传筛查,不能杜绝该家庭血友病患儿发生,A 错误;若第一极体的染色体数目为 23,说明次级卵母细胞的染色数目为 23,但次级卵母细胞在减数第二次分裂时仍有可能发生异常,所以卵细胞染色体数目不一定是 23,B 错误;若减数分裂正常,且第一极体 X 染色体有 2 个 a 基因,则次级卵母细胞的 X 染色体有 2 个 A 基因,产生的卵细胞含 A 基因,血友病为伴 X 染色体隐性遗传病,则所生男孩一般正常,C 正确;若减数分裂正常,且第二极体 X 染色体有 1 个 A 基因,卵细胞与第二极体所含基因相同,也含 A 基因,则所生男孩一般正常,D 错误。

2. B 突破点 ▶ 信息提取—人类遗传病

思路分析

分析题图:图中 I_1 、 I_2 患病,其女儿正常,说明双亲各含有一种显性基因,所以 I_1 的基因型为 $X^{aB}X^{aB}$ 或 $X^{aB}X^{aB}$, I_2 的基因型为 $X^{Ab}Y$, II_3 的基因来自 I_1 和 I_2 ,且表现正常,所以同时含有 A、B 基因,基因型一定为 $X^{Ab}X^{aB}$, II_4 和 III_2 的基因型均为 $X^{AB}Y$, II_4 和 II_3 婚配,其女儿 III_3 的基因型为 $X^{AB}X^{aB}$ 或 $X^{AB}X^{Ab}$ 。

【解析】表型正常需要同时具有 A 和 B 基因,因 A、B 基因均位于 X 染色体上,男性只有 1 条 X 染色体,故系谱图中正常男性的一条 X 染色体上同时含有 A、B 基因,而女性有 2 条 X 染色体,正常女性的 A 和 B 基因可以位于同一条 X 染色体上,也可以位于两条 X 染色体上,A 错误; I_1 的基因型为 $X^{aB}X^{aB}$ 或 $X^{aB}X^{aB}$,所以 II_2 的基因型可能为 $X^{aB}Y$ 或 $X^{aB}Y$, I_2 的基因型为 $X^{Ab}Y$,两者的基因型不相同, IV_1 的致病基因来自 III_3 , III_3 的致病基因来自 II_3 , II_3 的致病基因来自 I_1 和 I_2 ,B 正确; II_3 的基因来自 I_1 和 I_2 ,且表现正常,同时含有 A、B 基因,基因型为 $X^{Ab}X^{aB}$, II_4 的基因型为 $X^{AB}Y$, II_3 与 II_4 所生 III_3 的基因型为 $X^{AB}X^{aB}$ 或 $X^{AB}X^{Ab}$,因此 III_3 与 II_3 的基因型不同,C 错误; III_2 的基因型为 $X^{AB}Y$, III_3 的基因型及概率为 $\frac{1}{2}X^{AB}X^{Ab}$ 、 $\frac{1}{2}X^{AB}X^{aB}$,二者再生一个男孩,患病的概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$,D 错误。

3. B 突破点 ▶ 图表分析—遗传系谱图及相关计算

【解析】由于 I-1 和 I-2 正常,II-2 患病,因此该遗传病为隐性遗传病,根据电泳图 I-1 为杂合子,因此该隐性遗传病为常染色体隐性遗传病,A 错误。I-1 和 I-2 基因型为 Dd,因此 II-2 基因型及概率为 $\frac{1}{3}DD$ 、 $\frac{2}{3}Dd$,II-3 基因型为 Dd,二者的孩子 III-1 正常,则其基

$$\text{因型为 Dd 的概率} = \frac{Dd}{DD+Dd} = \frac{\frac{2}{3} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{2}}{\frac{2}{3} \times \frac{1}{4} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} + \frac{2}{3} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{2}} =$$

$\frac{3}{5}$; II-2 血型为 AB 型 ($I^A I^B$), II-3 血型为 O 型 (ii), III-1 表现 A 血型的概率为 $\frac{1}{2}$, 即 III-1 基因型为 Dd 且表现 A 型血的概率为 $\frac{3}{5} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{10}$, B 正确。II-5 血型为 O 型 (ii), 因此 I-6 基因型为 ii, 血型有 3 种可能性; 由于 III-3 患病, 基因型为 dd, 所以 II-5 基因型为 Dd, 根据电泳结果, I-5 基因型为 DD, 所以 I-6 基因型为 Dd, 是该遗传病基因携带者, 故 I-6 个体有 3 种可能的血型且是该遗传病致病基因携带者, C 错误。III-1 正常, 基因型及概率为 $\frac{2}{5} DD$ 、 $\frac{3}{5} Dd$, 产生配子的基因型及概率为 $\frac{7}{10} D$ 、 $\frac{3}{10} d$, III-2 基因型及概率为 $\frac{1}{3} DD$ 、 $\frac{2}{3} Dd$, 产生配子的基因型及概率为 $\frac{2}{3} D$ 、 $\frac{1}{3} d$, 二者生育一个正常孩子, 其携带 d 基因的概率为 $\frac{Dd}{DD+Dd} = \frac{\frac{7}{10} \times \frac{1}{3} + \frac{3}{10} \times \frac{2}{3}}{\frac{7}{10} \times \frac{2}{3} + \frac{7}{10} \times \frac{1}{3} + \frac{3}{10} \times \frac{2}{3}} = \frac{13}{27}$, D 错误。

4. C 突破点 ▶ 图表分析—荧光检测与人类遗传病

【解析】据题图 1 可知, II-3 和 II-4 正常, 但生有患病的儿子 III-7, 说明该病是隐性遗传病, 又因该遗传病表现为隔代遗传, 且患者均为男性, 故该遗传病的遗传方式最可能为伴 X 染色体隐性遗传, A 正确; 由题干“用红色、绿色荧光探针分别标记 *GJBI* 基因有、无突变的核酸序列, 当 PCR 循环次数增多时, 相应的荧光信号逐渐增强”可知, 图 2 中随着循环次数增加, 绿色荧光和红色荧光信号同步增强时, 说明其含有 *GJBI* 的正常基因和突变基因, 即 V-1 为杂合子, 由图 2 可知, II-1 为显性纯合子, 故该遗传病的遗传方式为伴 X 染色体隐性遗传, 根据遗传系谱图可推测 IV-2、II-2、II-3 均为杂合子, 所以荧光信号检测结果均与 V-1 一致, B 正确; 该病遗传方式为伴 X 染色体隐性遗传, 设相关基因是 B/b, 故 V-1 的基因型是 $X^B X^b$, 正常男性的基因型为 $X^B Y$, 二者生育一个男孩患病的概率为 $\frac{1}{2}$, C 错误; 为了有效预防该病的产生和发展, 可采用遗传咨询、产前诊断等手段, D 正确。

5. AB 突破点 ▶ 图表分析—遗传系谱图、电泳图谱的分析和计算

题图解读

由题干信息可知, 肾上腺脑白质营养不良 (ALD) 是伴 X 染色体隐性遗传病。由题中图 2 和图 3 可知, II-4 基因型为 $X^A X^A$ 。I-1、II-2、II-3 都含有与 II-4 相同的条带, 故都含有 A 基因, 其他条带是 a 基因被切割产生的, 故 I-1、II-2、II-3 基因型均为 $X^A X^a$ 。

【解析】ALD 是伴 X 染色体隐性遗传病 (致病基因用 a 表示), 正常女性细胞核内两条 X 染色体中的一条会随机失活, 浓缩形成染色较深的巴氏小体, 所以杂合子患者和正常女性都可能有巴氏小体, A 错误; a 基因新增了一个酶切位点后应该得到三个 DNA 片段, 对照 II-4 可以判断另外的两个条带长度分别为 217 bp 和 93 bp, 长度之和为 310 bp, 与 A 基因酶切的片段之一长度相同, 故新增的酶切位点位于 310 bp DNA 片段中, 也说明 a 基

因多一个酶切位点是因为发生了碱基的替换,DNA 中碱基总数没变,B 错误;Ⅱ-1 基因型为 X^aY ,和一个与Ⅱ-4 基因型(X^AX^A)相同的女性婚配,后代女儿基因型为 X^AX^a ,儿子基因型为 X^AY ,可知所生男孩均不含致病基因,都正常,所生女孩均为杂合子,由于女性杂合子中有 5%的个体会患病,因此后代患 ALD 的概率为 $\frac{1}{2} \times 5\% = 2.5\%$,C 正确;a 基因新增了一个酶切位点后应该得到三个 DNA 片段,分别是 217 bp、93 bp 和 118 bp,D 正确。

6. (1) 常染色体隐性遗传 不患乙病的Ⅲ₉和Ⅲ₁₀生了一个患乙病的女儿Ⅳ₁₆ (2) 伴 X 染色体显性遗传 X^BY 、 X^BX^b $\frac{1}{16}$

(3) G 替换为 A $\begin{array}{c} 412 \text{---} G \\ 420 \text{---} G \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{---} A \\ \text{---} A \end{array}$ 两 (4) 能 母亲是隐性纯合

子,用显性基因探针检测若发现存在显性基因,则来自胎儿

突破点 ▶ 图表分析—遗传系谱图、电泳图谱的分析和计算

【解析】(1) 由图 1 可知,Ⅲ₉和Ⅲ₁₀不患乙病,其女儿Ⅳ₁₆患乙病,根据“无中生有为隐性,隐性遗传看女患,父子无病在常染”可知,乙病为常染色体隐性遗传病。

(2) 由图 2 可知,正常健康男女电泳结果是第 1、4 条带谱,第 2、3 条带谱是致病基因带谱,若控制甲病的基因是显性基因,当相关基因位于常染色体上时,则Ⅲ₁₂的基因型是 BB,其父亲Ⅱ₆基因型是 bb,不符合题意;当相关基因位于 X 染色体上时,符合题意。若控制甲病的基因是隐性基因,Ⅲ₁₀的基因型是 bb 或 X^bX^b ,与图 2 电泳条带分布不符,故甲病是位于 X 染色体上的显性遗传病。即Ⅲ₁₂的基因型为 X^BY ,Ⅲ₁₃的基因型为 X^BX^b 。Ⅲ₉(正常,且女儿患乙病,说明其基因型为 AaX^bY)和Ⅲ₁₀(患甲病,但女儿不患甲病,说明其基因型为 AaX^BX^b)生育一个患两病男孩(aaX^bY)的概率是 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{16}$ 。

(3) 根据该患者父母及其姐姐基因测序结果可知,姐姐得到的均为父母未发生基因突变的染色体,即第 412 位碱基 G 是正常的,说明母亲编码链上发生的单碱基替换突变是 G 替换为 A。父母中各有一个基因发生突变,均正常,说明涉及的两个基因均发生突变时,个体患病,则患者乙病基因测序结果应为 [412G/A]; [420A/G]相应位点图示见答案。

(4) 由题意可知,用显性基因探针检测隐性纯合子母亲血液中是否存在显性基因,该显性基因只能来自胎儿,可用来确定胎儿是否携带该基因,因为Ⅳ₂₁是隐性纯合子,所以该方法可行。

专题 2 探究基因在染色体上的位置

刷 难关

1. (1) 不能 甜瓜果皮在发育早期均为绿色 (2) 杂合子 实验二中 F_1 自交发生性状分离 (3) 自由组合 绿皮 白皮 2 (4) 在全基因组上共有两个峰值超过 0.5,分别位于 4 号和 10 号染色体,已知白皮基因位于 10 号染色体,推测绿皮基因位于 4 号染色体

突破点 ▶ 图表分析—探究基因在染色体上的位置

【解析】(1) 据题意可知,在发育早期甜瓜果皮均为绿色,随着果实的发育,有些始终为绿色,有些则逐渐变为黄色或白色,则仅

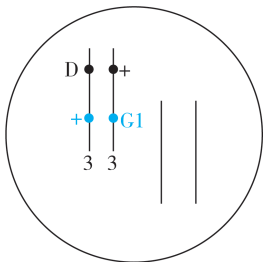
根据实验一绿皮和黄皮杂交,子代早期是绿皮的性状,不能确定黄皮是隐性性状。

(2)分析题意可知,实验二的 F_1 自交后,子代出现了绿皮、白皮和黄皮,即发生了性状分离,说明 F_1 属于杂合子。

(3)根据实验二中 F_2 三种果皮颜色比例是绿皮:白皮:黄皮 $\approx 12:3:1$,是 $9:3:3:1$ 的变式,推断甜瓜皮色遗传遵循自由组合定律,设相关基因是 A/a 、 B/b ,可推知 F_1 是 $AaBb$, $aabb$ 表现为黄皮,结合实验三, F_1 ($AaBb$) 与黄皮 ($aabb$) 杂交,子代中绿皮:白皮:黄皮 $\approx 2:1:1$,说明是测交实验,可进一步验证绿皮基因会抑制白皮基因的表达,实验二中白皮是单显性个体(可能是 A_bb 或 $aaB_$),基因型有 2 种。

(4)由题图可知,在全基因组上共有两个峰值超过 0.5,分别位于 4 号和 10 号染色体,而题干已明确白皮基因位于 10 号染色体,推测绿皮基因位于 4 号染色体。

2. (1) II、III、IV、X、Y $AaX^B Y$ 2 (2) 染色体结构变异 异染色质区域高度浓缩, RNA 聚合酶不能结合到 DNA 上,不能完成转录过程 (3) $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$ (4) 展翅黏胶眼:展翅正常眼:正常翅黏胶眼:正常翅正常眼 = 4:2:2:1



考查点 ▶ 伴性遗传、平衡致死系

思路分析

(3) 根据题干信息分析可知,基因型为 $X^{ClB} X^{ClB}$ 、 $X^{ClB} Y$ 不能存活, $X^+ X^{ClB}$ 可以存活。若正常眼基因突变成了新隐性基因 ($X^?$), 让该雄果蝇 ($X^? Y$) 与 $X^+ X^{ClB}$ 雌果蝇杂交获得 F_1 , F_1 基因型为 $X^+ X^?$ (正常眼雌果蝇)、 $X^{ClB} X^?$ (棒状眼雌果蝇)、 $X^+ Y$ (正常眼雄果蝇)、 $X^{ClB} Y$ (死亡); 然后选择 F_1 基因型为 $X^+ X^?$ 或 $X^{ClB} X^?$ 的雌果蝇与该雄果蝇 ($X^? Y$) 杂交。

【解析】(1) 果蝇有 4 对同源染色体,其中 3 对是常染色体,分别是 II、III、IV,1 对是性染色体,分别是 X 和 Y,果蝇基因组计划测定的是图 1 中 II、III、IV、X、Y 染色体上 DNA 的碱基序列。此果蝇的基因型是 $AaX^B Y$,不考虑突变和染色体交换,该细胞产生的配子的基因型有 2 种。

(2) 花斑眼果蝇的出现是基因 A 在同一条染色体上位置改变引起的,属于染色体结构变异。基因 A 由常染色质区域变换到异染色质区域,会导致基因的表达受到影响,生物的性状发生改变,异染色质区域由于染色质高度浓缩,导致 RNA 聚合酶不能结合到 DNA 上,不能完成转录过程。

(3) 为证实其 X 染色体上正常眼基因突变成了新隐性基因,假设该突变雄果蝇的基因型为 $X^? Y$,与 $X^+ X^{ClB}$ 雌果蝇杂交得到 F_1 ,则 F_1 正常眼雌果蝇基因型为 $X^+ X^?$,与该雄果蝇 ($X^? Y$) 杂交,后代基因型及其比例为 $X^+ X^? : X^? X^? : X^+ Y : X^? Y = 1:1:1:1$,

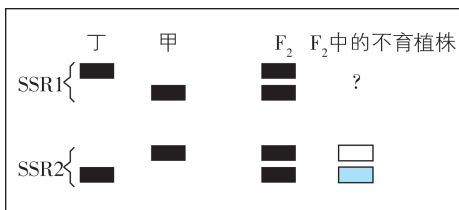
因此后代新性状占 F_2 的 $\frac{1}{2}$ 。 F_1 棒状眼雌果蝇基因型为 $X^{ClB}X^?$ ，与该雄果蝇($X^?Y$)杂交,后代基因型及其比例为 $X^{ClB}X^? : X^?X^? : X^{ClB}Y(\text{死亡}) : X^?Y = 1 : 1 : 1 : 1$, 因此后代棒状眼占 F_2 的 $\frac{1}{3}$ 。

(4) 题干已知 D (展翅)、 $+$ (正常翅)位于3号染色体, $G1$ (黏胶眼)、 $+$ (正常眼)位于另一对常染色体上,选择展翅黏胶眼果蝇($D+G1+$)自由交配,由于 DD 和 $G1G1$ 均致死,若 F_1 的表型及比例为展翅黏胶眼:展翅正常眼:正常翅黏胶眼:正常翅正常眼 $=4:2:2:1$,则说明这两对等位基因位于两对同源染色体上。但实验结果与上述数据完全不符,说明这两对基因位于一对同源染色体上,且 D 、 $+$ (正常眼)位于一条染色体上,而 $+$ (正常翅)、 $G1$ 位于另一条同源染色体上,这样就可以在不需要人工选择的情况下以永久杂种的形式保留两种致死基因。

3. (1) 位于一对同源染色体上(基因连锁) (2) 基因自由组合

$\frac{1}{9}$ (3) 不可能 玉米是雌雄同株异花植物,没有性染色体

(4) 3



突破点 ▶ 实验探究—探究基因在染色体上的位置

【解析】(1) 甲(抗灰斑病)与乙(抗小斑病)杂交, F_1 表现为抗灰斑病同时抗小斑病, F_2 性状分离比为抗灰斑病:抗小斑病:两病皆抗 $=1:1:2$ 。该比例符合分离定律的性状分离比,说明控制灰斑病抗性基因与小斑病抗性基因位于一对同源染色体上(基因连锁)。

(2) 甲(抗灰斑病)与丙(抗圆斑病)杂交, F_1 表现为抗灰斑病同时抗圆斑病, F_2 中抗病:不抗病 $=15:1$ 。 F_2 的性状分离比为 $9:3:3:1$ 的变式,说明灰斑病抗性与圆斑病抗性性状的遗传遵循基因自由组合定律。设控制灰斑病抗性的基因为 A ,控制圆斑病抗性的基因为 B ,甲为 $AAbb$,丙为 $aaBB$, F_1 为 $AaBb$, F_1 自交, F_2 两病皆抗($A_B_$)的个体中纯合子($AABB$)占比为 $\frac{1}{9}$ 。

(3) 因为玉米是雌雄同株异花植物,没有性染色体,所以控制玉米雄性不育的基因不可能位于 X 染色体上。

(4) 已知 SSR 是 DNA 中普遍存在的简单重复序列,不同品系、不同染色体 DNA 的 SSR 互不相同。若控制雄性不育的基因位于7号染色体而不是5号染色体上, F_2 中植株 $SSR1$ 电泳结果有3种可能:上下各一个条带、一条上面的条带或一条下面的条带。因为 $SSR1$ 位于5号染色体上,与控制雄性不育的基因独立遗传,在 F_2 中会出现3种与 $SSR1$ 相关的条带情况。理论电泳条带情况:因为雄性不育植株是从 F_2 群体中选出的,控制雄性不育基因位于7号染色体,与 $SSR2$ 位于同一条染色体,所以 $SSR2$ 与雄性不育基因连锁,会出现一种特定的条带情况(与题图中丁提供的 $SSR2$ 相关 DNA 片段对应一种条带)。示意图见答案。

全章综合提升

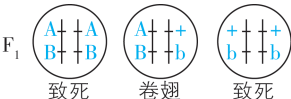
刷素养

1. ABC 突破点 ▶ 图表分析—系谱图分析及概率计算

【解析】分析甲病：I-3 和 I-4 (I-1 和 I-2) 正常，儿子 II-4 (II-2) 患病，可知该病是隐性遗传病，再结合电泳条带分析可知，I-3 和 I-4 都是致病基因携带者，可知该病是常染色体隐性遗传病；分析乙病：I-3 和 I-4 患病，女儿 II-3 正常，说明该病是常染色体显性遗传病，A 正确。由于 II-4 两病皆患 (aaB₋)，且 II-3 正常 (A₋bb)，结合遗传系谱图可知，I-3 和 I-4 患乙病但不患甲病，因此他们的基因型均为 AaBb，B 正确；仅考虑甲病，II-2 基因型为 aa，II-3 基因型及概率为 $\frac{1}{3}$ AA、 $\frac{2}{3}$ Aa (配子基因型及概率为 $\frac{2}{3}$ A、 $\frac{1}{3}$ a)，若 III-1 是个女孩，其患甲病 (aa) 的概率 $\frac{1}{3} \times 1 = \frac{1}{3}$ ，C 正确。利用羊水、绒毛细胞或胎儿血细胞培养，进行染色体核型分析，可用于诊断胎儿染色体数目和结构异常疾病，不能用于判断胎儿是否甲病 (常染色体隐性遗传病，单基因遗传病)，D 错误。

2. (1) 易获得、易培养；繁殖周期短，子代数目多；具有多对易区分的

相对性状 (2) 显 显性 (3) 卷翅 (4) $\frac{16}{27}$

(5)  (6) ①正常翅 ②是

突破点 ▶ 图表分析—探究基因在染色体上的位置

【解析】(1) 果蝇作为遗传学实验材料的原因是果蝇具有易获得、易培养；繁殖周期短，子代数目多；具有多对易区分的相对性状等优点。

(2) 亲本红眼和紫眼杂交，F₁ 全部是红眼，所以红眼是显性性状。F₁ 卷翅自由交配，后代出现正常翅，所以卷翅是显性性状，所以卷翅突变为显性突变。

(3) F₂ 中红眼：紫眼 = 3：1，卷翅：正常翅 = 2：1，所以决定卷翅性状的基因纯合致死。

(4) 假设红眼基因为 D，卷翅基因为 A，F₂ 红眼卷翅个体基因型为 AaD₋，两对基因分开看，基因型为 Aa 的个体随机交配，后代基因型及比例为 AA：Aa：aa = 1：2：1，AA 致死，所以后代为卷翅的概率为 $\frac{2}{3}$ ；F₂ 基因型是 DD 的概率为 $\frac{1}{3}$ ，是 Dd 的概率为 $\frac{2}{3}$ ，F₂ 产生配子类型及概率为 $\frac{2}{3}$ D， $\frac{1}{3}$ d，所以 F₂ 随机交配产生的后代是红眼 (D₋) 的概率为 $1 - \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} = \frac{8}{9}$ ，所以后代红眼卷翅果蝇所占的比例为 $\frac{2}{3} \times \frac{8}{9} = \frac{16}{27}$ 。

(5) 结合上述分析及题干可知，AA 致死，bb 致死，结合子代表型，可以确定亲本卷翅中，A 基因与 B 基因连锁，+ 与 b 基因连锁，F₁ 基因位置见答案。

(6) ①如果 b 和 b' 是相同基因, 则后代不会出现正常翅个体, 现在后代有正常翅, 所以 b 和 b' 不是相同基因。②如果 A 和 A' 不是相同的基因, 则后代比例应该是 $3:1$, 而现在是 $2:1$, 所以 A 和 A' 是相同的基因。

刷真题

1. (1) 替换

(2) 父本 $\frac{1}{2}$

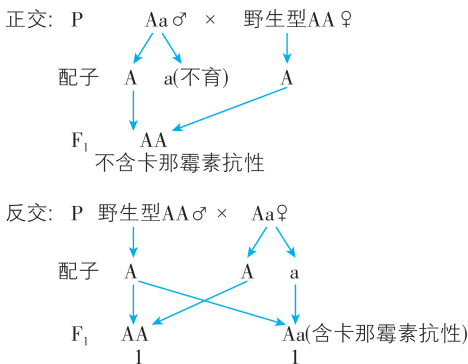
(3) $3 \frac{1}{3} \frac{2}{3}$ 仅含 a 基因的花粉不育

(4) ① $AaEe$ ② 基因 A 与 e 连锁、 a 与 E 连锁, 在形成配子的过程中没有发生染色体交换 $\frac{1}{6} \frac{1}{110}$, $F_1(AaEe)$ 植株的 A 与 e 连锁、 a 与 E 连锁, 产生雌雄配子的过程中发生部分染色体互换, 且雌雄配子互换率均为 10%

命题点 遗传的基本规律、染色体交换、配子致死

【解析】 (1) 基因突变是指 DNA 分子中发生碱基的增添、缺失或替换, 而引起的基因碱基序列的改变。

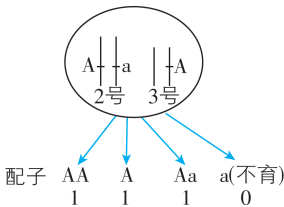
(2) 将带有卡那霉素抗性基因的 T-DNA 插入拟南芥 2 号染色体的 A 基因内, 使其突变为丧失功能的 a 基因, 且花粉中 A 基因功能缺失会造成不育, 即 a 花粉不育, 因此, Aa 植株与野生型 (AA) 杂交, 正反交的遗传图解如下:



由上图可知, 以 Aa 植株为父本与野生型杂交, F_1 中卡那霉素抗性植株占比为 0 , 其反交的 F_1 中卡那霉素抗性植株的占比为 $\frac{1}{2}$ 。

(3) 将另一个 A 基因插入 Aa 植株的 3 号染色体, 仅考虑基因 A 和 a , 该植株产生的花粉基因型如下:

由图可知, 该植株会产生 3 种基因型的可育花粉, 类型及比例为 $AA:A:Aa=1:1:1$, 其中具有 a 基因的花粉 (Aa) 占 $\frac{1}{3}$ 。该植株产生的雌配子基因型及比例为 $AA:A:Aa:a=1:1:1:1$ 。



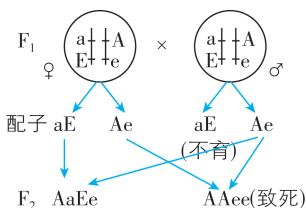
分析题图 1, 引物 P1 和 P2 可扩增出 A 基因, P1 和 P3 可扩增出 a 基因, 结合题图 2 分析, 该植株自交得到的 F_1 植株分为 I 型和 II 型, 其中 I 型植株含 A 和 a 基因, II 型植株只含 A 基因。其自交子代分析如下表:

$\begin{matrix} \delta & \text{♀} \end{matrix}$	$\frac{1}{4}AA$	$\frac{1}{4}A$	$\frac{1}{4}Aa$	$\frac{1}{4}a$
$\frac{1}{3}AA$			$\frac{1}{12}AAAa$	$\frac{1}{12}AAa$
$\frac{1}{3}Aa$	$\frac{1}{12}AAAa$	$\frac{1}{12}AAa$	$\frac{1}{12}AAaa$	$\frac{1}{12}Aaa$
$\frac{1}{3}A$			$\frac{1}{12}AAa$	$\frac{1}{12}Aa$

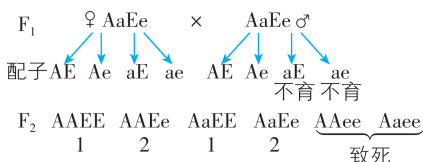
由上表可知, F_1 中 I 型植株占比为 $\frac{1}{12} \times 8 = \frac{2}{3}$; F_1 中没有检测到仅扩增出 600 bp 条带的植株, 即只含 a 基因的植株, 原因是亲本植株产生的只含 a 基因的花粉不育。

(4) ①实验获得一个 E 基因被 T-DNA 插入突变为 e 基因的植株 (Ee), 且 e 基因纯合的种子不能正常发育而退化, 即 ee 纯合致死。可利用 a 花粉不育和 ee 纯合致死两个特性确定基因 E/e 和 A/a 在染色体上的位置关系, 即应筛选出基因型为 AaEe 的 F_1 植株。

②筛选出的基因型为 AaEe 的 F_1 植株自交得到 F_2 , 各种情况分析如下:



F_2 中 AaEe 植株产生的花粉存在不育, 且其自交所结种子存在致死, 因此, F_2 植株中花粉和自交所结种子均发育正常的植株 (AAEE) 占比为 0。



F_2 中 AAEE 的花粉和自交所结种子均发育正常, 因此, 当基因 E/e 和 A/a 位于非同源染色体上时, 得到 F_2 植株中花粉和自交所结种子均发育正常的植株 (AAEE) 占比为 $\frac{1}{6}$ 。

综上分析, 若 F_2 植株中花粉和自交所结种子均发育正常的植株占比为 0, 则基因 E/e 和 A/a 位于一对同源染色体上, 其中 A 与 e 连锁、a 与 E 连锁, 在形成配子的过程中没有发生染色体交换; 若基因 E/e 和 A/a 位于非同源染色体, 则该类植株 (花粉和自交所结种子均发育正常, 基因型为 AAEE) 占比为 $\frac{1}{6}$ 。除了上述两种占比对应的情况, 原因与占比相符即可。

如当 F_1 (AaEe) 植株的 A 与 e 连锁、a 与 E 连锁, 但在形成配子的过程中发生部分染色体互换。假设雌雄配子交换率均为 10%, 则 F_1 雌配子为 aE : Ae : AE : ae = 45 : 45 : 5 : 5 = 9 : 9 : 1 : 1, 雄配子为 aE (致死) : Ae : AE : ae (致死) = 9 : 9 : 1 : 1, 即 Ae : AE = 9 : 1。结合上述分析可知, F_2 中 AAee ($\frac{81}{200}$) 和 Aaee ($\frac{9}{200}$) 致死, 则 F_2 植株

中花粉和自交所结种子均发育正常的植株 (AAEE) 占比为 $\frac{1}{110}$ 。

2. (1) 提高突变率 随机性和不定向性

(2) 弱簇生稻：非簇生稻 = 1 : 1

(3) 在稻穗发育阶段, BRD3 蛋白使花梗中油菜素甾醇含量降低, 导致簇生表型形成。杂合子具有部分正常的 BRD3 蛋白, 使其花梗中的油菜素甾醇含量介于簇生稻和非簇生稻之间, 导致弱簇生表型出现

(4) 用该簇生稻与其他水稻品系进行杂交育种, 将簇生表型引入其他品系

命题点 ▶ 变异在育种上的作用与遗传基本规律

【解析】(1) 诱变育种是指利用物理因素或化学因素处理生物, 使生物发生基因突变, 可以提高突变率, 创造人们需要的生物新品种。NaN₃ 是一种化学诱变剂, 用 NaN₃ 处理簇生稻种子可以提高种子的突变率, 选育所需要的新品种。基因突变具有随机性和不定向性, 其中随机性表现为基因突变可以发生在生物个体发育的任何时期, 可以发生在细胞内的不同 DNA 分子上, 以及同一个 DNA 分子的不同部位, 既可以是 A 基因突变, 也可以是 B 基因突变; 不定向性表现为一个基因可以发生不同的突变, 产生一个以上的等位基因, 即 A 可以突变成 a₁, 也可以突变成 a₂。由于基因突变的随机性, 导致产生的绝大部分突变都与调控簇生表型的基因无关; 与调控簇生表型的基因有关的突变中, 由于基因突变的不定向性, 产生了 2 个非簇生稻突变体株系。

(2) 将筛选出的非簇生稻和簇生稻杂交, 获得 F₁ 均为弱簇生稻, F₁ 自交获得 F₂, F₂ 出现簇生稻 : 弱簇生稻 : 非簇生稻 = 1 : 2 : 1, 说明弱簇生稻为杂合子, 非簇生稻为纯合子, 两者杂交后代的表型及比例为弱簇生稻 : 非簇生稻 = 1 : 1。

(3) 非簇生稻突变株中, BRD3 蛋白失活, 且其花梗中的油菜素甾醇含量显著高于簇生稻, 说明 BRD3 蛋白会降低油菜素甾醇含量, 又由于花梗中的油菜素甾醇含量调控稻粒着生性状的形成, 可推出, 在稻穗发育阶段, BRD3 蛋白使花梗中油菜素甾醇含量降低, 导致簇生表型形成。F₂ 性状分离比是 1 : 2 : 1, 而不是 3 : 1, 是因为杂合子具有部分正常的 BRD3 蛋白, 导致花梗中油菜素甾醇含量的下降程度不如簇生稻, 花梗中的油菜素甾醇含量介于簇生稻和非簇生稻之间, 表现为弱簇生。

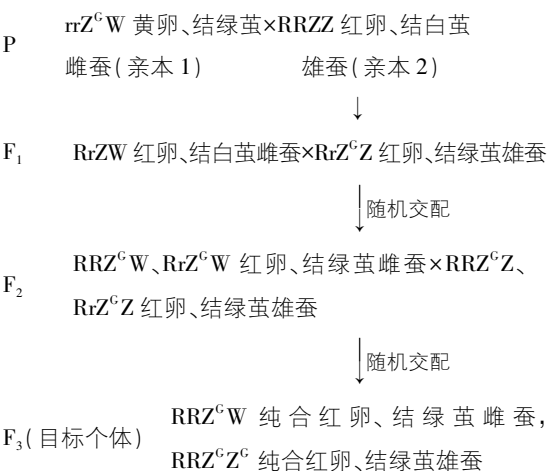
(4) 杂交育种可以使两个亲本的优良性状组合在一起。将该簇生稻与其他品系水稻进行杂交育种, 可以使其他品系水稻在保留自身优良性状的同时获得簇生表型, 使穗粒数增多, 粒重不变, 提高产量。

3. BCD **命题点** ▶ 自由组合定律、伴性遗传

思路分析

据题干分析, 得到目标品系的杂交实验的遗传

图解如下:



【解析】由思路分析可知， F_1 雌蚕基因型为 $RrZW$ ，均表现为红卵、结白茧表型，A 错误。 F_1 雄蚕基因型为 RrZ^GZ ，间期染色体复制后基因型为 $RRrrZ^GZ^GZZ$ ，减数分裂 I 后期同源染色体分离，非同源染色体自由组合， RR 和 rr 分离， Z^GZ^G 和 ZZ 分离， RR 和 rr 与 Z^GZ^G 和 ZZ 之间自由组合，次级精母细胞中的基因组成可能是 $RRGG$ 、 rr 或者 RR 、 $rrGG$ ，B 正确。 F_1 随机交配 ($RrZW \times RrZ^GZ$) 得到的 F_2 中，红卵、结绿茧的个体基因型为 RRZ^GW 、 RrZ^GW 和 RRZ^GZ 、 RrZ^GZ ，其中 RR 和 Rr 共占 $\frac{3}{4}$ ， Z^GW 和 Z^GZ 各占 $\frac{1}{4}$ ，故 F_2 中红卵、结绿茧的个体比例是 $\frac{3}{4} \times \frac{1}{4} + \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{8}$ ，C 正确。 F_2 中红卵、结绿茧的个体 RRZ^GW 、 RrZ^GW 和 RRZ^GZ 、 RrZ^GZ 随机交配，子代目的个体为纯合红卵、结绿茧雌蚕和纯合红卵、结绿茧雄蚕，基因型分别为 RRZ^GW 和 RRZ^GZ^G ， F_2 中 $RR : Rr = 1 : 2$ ，产生 R 配子所占的比例是 $\frac{1}{3} + \frac{2}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{2}{3}$ ，故子代 RR 所占比例是 $\frac{2}{3} \times \frac{2}{3} = \frac{4}{9}$ ， F_2 中 Z^GW 和 Z^GZ 交配，子代 Z^GW 和 Z^GZ^G 个体各占 $\frac{1}{4}$ ，共占 $\frac{1}{2}$ ，故子代目的个体的比例是 $\frac{4}{9} \times \frac{1}{2} = \frac{2}{9}$ ，D 正确。

4. B 命题点 ▶ 母体效应、遗传规律的应用

【解析】体节缺失个体基因型为 $MmNn$ 时，由于不含隐性纯合基因，说明体节缺失是母体效应引起的，可能是由于 M 、 m 基因具有母体效应，则该个体母本相关基因型为 mm ；也可能是 N 、 n 基因具有母体效应，则该个体母本相关基因型为 nn ，故无法判断哪对等位基因为母体效应基因，A 不符合题意。体节缺失个体基因型为 $MmNN$ 时，由于不含隐性纯合基因，说明体节缺失是母体效应引起的，由于该个体含有两个 N 基因，说明其母本一定含有 N 基因，故一定是 M 、 m 基因具有母体效应，B 符合题意。体节缺失个体基因型为 $mmNN$ 时，可能是 mm 隐性纯合使其表现为体节缺失，即 N 、 n 基因具有母体效应；也可能是 M 、 m 基因具有母体效应，母本相关基因型为 mm 导致其体节缺失，故无法判断哪对等位基因为母体效应基因，C 不符合题意。体节缺失个体基因型为 $Mmnn$ 时，可能为 nn 隐性纯合使其表现为体节缺失，则 M 、 m 基因具有母体效应；也可能为 N 、 n 基因具有母体效应，母本相关基因型为 nn 导致其体节缺失，故无法判断哪对等位基因为母体效应基因，D 不符合题意。

5. D 命题点 ▶ 基因自由组合定律的应用

【解析】统计杂交子代表型可知，灰色：黑色 = 3：1，雌性：雄性 = 1：2。若体色受常染色体上一对等位基因（用 A/a 表示）控制，则灰色亲本相关基因型均为 Aa ，子代灰色：黑色 = 3：1；若位于 Z 染色体上的基因有隐性纯合致死效应，设相关基因为 B/b ，则亲本相关基因型为 Z^BZ^b 、 Z^BW 时，子代可出现雌性：雄性 = 1：2，②正确。设体色受两对等位基因 A/a 和 B/b 共同控制，亲本基因型为 AaZ^BZ^b 、 AaZ^BW ，当 A 、 B 基因同时存在时为灰色，其他情况为黑色，若位于 Z 染色体上的基因隐性纯合致死，子代灰色雄性：灰色雌性：黑色雄性：黑色雌性 = 6：3：2：1，④正确。综上可知，D 符合题意。

6. C 命题点 ▶ 自由组合定律的应用、连锁现象

【解析】基因型为 $AaCcFf$ 的番茄植株自交,根据产生的子代表型可推测,控制紫茎(A)与绿茎(a)、雄性可育(F)与雄性不育(f)的两对基因连锁,位于一对同源染色体上,且控制绿茎(a)和雄性不育(f)的基因位于同一条染色体,控制紫茎(A)和雄性可育(F)的基因位于同一条染色体,所以育种实践中绿茎可作为雄性不育材料筛选的标记, A 错误;由于 A 与 a 、 C 与 c 两对等位基因独立遗传,遵循基因自由组合定律,且 A 与 a 、 F 与 f 两对等位基因连锁,所以 C 与 c 、 F 与 f 也遵循自由组合定律,子代雄性可育株中,缺刻叶:马铃薯叶 $\approx 3:1$, B 错误;由于亲本 A 基因和 F 基因位于同一条染色体, a 基因和 f 基因位于同一条染色体,所以子代中紫茎雄性可育株($A_F_$)与绿茎雄性不育株($aaff$)的比例约为 $3:1$, C 正确;出现等量绿茎可育株与紫茎不育株是减数分裂 I 前期同源染色体上非姐妹染色单体片段互换的结果, D 错误。

7. (1) AB 、 Ab 、 aB 、 ab 6

(2) $AABB$ 、 $aaBB$ 黑眼:黄眼 = $8:1$

(3) $AaBB \times aaBB$ 、 $AaBb \times aaBB$ 、 $AaBB \times aaBb$ 、 $Aabb \times aaBB$

(4) (i) $12:15:5$ 8

(ii) $aabbX^HX^h$ 和 $aabbX^hX^h$

(iii) 3 200

命题点 ▶ 自由组合定律与伴性遗传

信息提取

针对第(1)~(3)问,在不考虑 H 与 h 基因时,只要有 A 基因存在就表现为黑眼,在没有 A 基因的情况下,有 B 基因表现为黄眼, bb 表现为白眼。即黑眼基因型为 $A_ _ _$,黄眼基因型为 $aaB_$,白眼基因型为 $aabb$ 。

针对第(4)问,由题干可知, H 基因抑制 A 基因的功能,因此有 H 基因的情况下,无论有没有 A 基因的存在,个体只要有 B 基因就表现为黄眼, bb 表现为白眼。即黑眼基因型为 $A_ _ _X^h _$,黄眼基因型为 $aaB_ _ _$ 、 $A_ B_X^H _$,白眼基因型为 $aabb_ _ _$ 、 $A_ bbX^H _$ 。

【解析】(1) 组别①的 F_1 均为黑眼,而且 F_2 表型数量比为 $12:3:1$,是 $9:3:3:1$ 的变式,由此可知 F_1 基因型为 $AaBb$,其可产生四种配子,分别为 AB 、 Ab 、 aB 和 ab , F_2 中黑眼个体的基因型有 $AaBb$ 、 $AABb$ 、 $AaBB$ 、 $AABB$ 、 $Aabb$ 、 $Aabb$,共 6 种。

(2) 组别②的 F_1 均为黑眼,而 F_2 表现为黑眼:黄眼 = $3:1$,符合一对杂合基因自交的分离比,结合信息提取中的表型与基因型的关系,可以判断出 F_1 的黑眼基因型应为 $AaBB$,故黑眼亲本基因型为 $AABB$,黄眼亲本基因型为 $aaBB$, F_2 中黑眼的基因型及比例为 $AABB:AaBB=1:2$ 。 F_2 中的黑眼个体随机杂交,采用配子法求解, F_2 中黑眼个体所产生的雌雄配子种类及比例均为 $AB:aB=2:1$,后代中表现为黄眼的概率为 $\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{9}$,黑眼的概率为 $1 - \frac{1}{9} = \frac{8}{9}$,故后代中黑眼:黄眼 = $8:1$ 。

(3) 组别③的 F_1 表现为黑眼:黄眼 = $1:1$,符合一对杂合基因测交的分离比,亲本 A 和 a 基因的组合应为 $Aa \times aa$,由于 F_1 没有出现白眼即 bb ,可以判断出亲本 B 和 b 基因的组合应为 $BB \times BB$ 、 $BB \times Bb$ 或 $bb \times BB$ (易错点:若亲本 B 和 b 基因的组合为 $bb \times BB$ 时,一定是黑眼亲本基因型含 bb ,黄眼亲本基因型含 BB),由此可以推出组别③亲本基因型组合可能为 $AaBB \times aaBB$ 、 $AaBb \times$

aaBB、AaBB×aaBb 和 Aabb×aaBB。

(4) 由题目所述的性别决定方式来看,基因型为 aaBBX^hX^h 的雌性个体和基因型为 AAbbX^HO 的雄性个体杂交,F₁ 基因型及表型应为 AaBbX^HX^h (黄眼雌性) 和 AaBbX^hO (黑眼雄性),且三对等位基因自由组合。

(i) 结合信息提取可知,黑眼的基因型应为 A _ _ X^h_,黄眼的基因型为 aaB _ _、A _ B _ X^H_,白眼的基因型为 aabb _ _、A _ bbX^H _。F₁ (AaBbX^HX^h 和 AaBbX^hO) 相互交配产生的 F₂ 中表型为黑眼的概率为 $\frac{3}{4} \times 1 \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$,黄眼的概率为 $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} \times 1 + \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{15}{32}$,白眼的概率为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times 1 + \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{5}{32}$,因此 F₂ 三种表型 (黑眼、黄眼、白眼) 的比例为 12 : 15 : 5。F₂ 白眼个体中基因型为 aabb _ _ 的有 4 种,基因型为 A _ bbX^H _ 的有 4 种,故 F₂ 中白眼个体的基因型共有 8 种。

(ii) F₂ 的白眼雌性个体基因型包括 AAbbX^HX^h、AabbX^HX^h、aabbX^HX^h 和 aabbX^hX^h 四种,分别与基因型为 aabbX^hO 的雄性个体测交,AAbbX^HX^h 测交后代表型及比例为黑眼 : 白眼 = 1 : 1; AabbX^HX^h 测交后代表型及比例为黑眼 : 白眼 = 1 : 3; aabbX^HX^h 测交后代全为白眼; aabbX^hX^h 测交后代全为白眼,因此测交不能区分的基因型为 aabbX^HX^h 和 aabbX^hX^h。

(iii) F₂ 群体中纯合黑眼雌性的基因型为 AABBX^hX^h 和 AAbbX^hX^h,两种基因型在 F₂ 中所占的比例均为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{64}$,

因此纯合黑眼雌性在 F₂ 中占比为 $\frac{1}{32}$,要获得 100 个纯合的黑眼雌

性个体,理论上 F₂ 的个体数量至少需有 $100 \div \frac{1}{32} = 3\ 200$ (个)。

8. (1) A A 与 B

(2) A 基因的表达促进 B 基因的表达,B 基因对 A 基因的表达无影响

(3) 甲和丁 (或“乙和丙”) 齿状有分泌腔 : 齿状无分泌腔 : 全缘无分泌腔 = 9 : 3 : 4 A

命题点 ▶ 遗传基本规律、非等位基因的位置关系和功能关系

【解析】由题干和题表信息可知:

(1) 假设敲除 A 基因后相应位置的基因为 a,敲除 B 基因后相应位置的基因为 b。

植株甲 (A、B 均有) 表型为叶缘齿状、有分泌腔,基因型为 AABB;植株乙 (无 A 有 B) 表型为叶全缘、无分泌腔,基因型为 aaBB;植株丙 (有 A 无 B) 表型为叶缘齿状、无分泌腔,基因型为 AAbb;植株丁 (无 A 无 B) 表型为叶全缘、无分泌腔,基因型为 aabb。

由上述分析可知,有 A 基因时叶缘齿状,无 A 基因时叶全缘,所以控制叶缘形状的基因是 A;只有 A、B 基因同时存在时才有分泌腔,所以控制分泌腔形成的基因是 A 与 B。

(2) 由题干可知,植株乙缺乏 A 基因,检测到 B 基因的表达量显著减少,而植株丙缺乏 B 基因,检测到 A 基因的表达量无变化,说明 A 基因的表达促进 B 基因的表达,B 基因对 A 基因的表达无影响。

(3) 为探究 A 基因与 B 基因在染色体上的位置关系,首先要通过杂交获得双杂合子,结合 (1) 的分析,可选择甲 (AABB) × 丁 (aabb) 亲本组合,也可选择乙 (aaBB) × 丙 (AAbb) 亲本组合获得

双杂合子 $F_1(AaBb)$ ，然后令 $F_1(AaBb)$ 自交，统计 F_2 的表型及比例来分析 A 基因与 B 基因在染色体上的位置关系。

①若 A、B 基因位于两对同源染色体上，以甲和丁为亲本的 F_2 的表型及比例分析如下：

P	AABB(甲) × aabb(丁)		
	↓		
F_1	AaBb		
	↓ ⊗		
F_2	齿状有分泌腔 9	齿状无分泌腔 3	全缘无分泌腔 4
	1AABB	1AAbb	1aaBB
	2AaBB	2Aabb	2aaBb
	2AABb		1aabb
	4AaBb		

②若 A、B 基因位于两对同源染色体上，以乙和丙为亲本的 F_2 的表型及比例分析如下：

P	aaBB(乙) × AAbb(丙)		
	↓		
F_1	AaBb		
	↓ ⊗		
F_2	齿状有分泌腔 9	齿状无分泌腔 3	全缘无分泌腔 4
	1AABB	1AAbb	1aaBB
	2AaBB	2Aabb	2aaBb
	2AABb		1aabb
	4AaBb		

综上，若 F_2 的表型及比例为齿状有分泌腔：齿状无分泌腔：全缘无分泌腔 = 9：3：4，则 A、B 基因位于两对同源染色体上。

由题干信息可知，纯合栽培品种(X)的表型为叶全缘、无分泌腔，由此推测 X 基因型为 aabb 或 aaBB，结合题目中的遗传图解可知 F_1 为有分泌腔，又由于甲的基因型为 AABB，说明 F_1 的基因型为 AaB $_$ ；结合 F_2 中有分泌腔和无分泌腔比例为 3：1，说明 F_1 的基因型为 AaBB，故可推知栽培品种(X)的基因型为 aaBB，为 A 基因功能缺陷型。

9. (1) iiBB IIBB (2) 2 $\frac{1}{9}$

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

(4) 白色：有色 = 1：1 白色：有色 = 3：1

(5) 白色♀：有色♀：白色♂：有色♂ = 26：6：13：3 $\frac{32}{63}$

命题点 ▶ 遗传基本规律的应用

思路分析

由题意可知，某二倍体植物的花色受常染色体上两对独立遗传的等位基因控制，说明两对等位基因遵循自由组合定律，其中有色基因 B 对白色基因 b 为显性，基因 I 对基因 B 有抑制作用，使花色表现为白色，基因 i 不影响基因 B 和 b 的作用，所以有色基因型是 iiB $_$ ，白色基因型是 I $_$ B $_$ 、I $_$ bb、iibb。组别①甲(有色 iiB $_$) × 乙(白色)， F_1 都是有有色(iiB $_$)，自交后 F_2 有色：白色 = 3：1，说明 F_1 是单杂合子，基因型为 iiBb，由此可推亲本甲和乙基因型分别为 iiBB、iibb；组别②甲(有色 iiBB) × 丙(白色)， F_1 都是白色(IiB $_$)，自交后 F_2 白色：有色 = 3：1，说明 F_1 是单杂合子，基因型为 IiBB，由此可推亲本丙基因型为 IIBB。

【解析】(1) 根据思路分析可知，甲和乙基因型分别为 iiBB、iibb，丙基因型为 IIBB。

(2) 由上述分析可知，组别①中 F_1 基因型为 iiBb，自交后 F_2 有色

(iiB₋) : 白色(ii**bb**) = 3 : 1, 所以 F₂ 中有色花植株有 2 种基因型, 即 iiBB 和 iiBb。有色花植株的基因型及占比是 $\frac{1}{3}$ iiBB、 $\frac{2}{3}$ iiBb, 若 F₂ 中有色花植株随机传粉, 产生的配子类型及占比是 $\frac{2}{3}$ iB、 $\frac{1}{3}$ ib, 后代中白色花植株(ii**bb**) 比例为 $\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{9}$ 。

(3) 由上述分析可知, 组别②中 F₁ 基因型为 IiBB, 自交后 F₂ 白色(I₋BB) : 有色(iiBB) = 3 : 1, 白色花植株的基因型及占比为 $\frac{1}{3}$ IiBB、 $\frac{2}{3}$ IiBB, F₂ 中白色花植株随机传粉, 产生的配子类型及占比为 $\frac{2}{3}$ IB、 $\frac{1}{3}$ iB, 后代中白色花植株的基因型及占比为 $\frac{4}{9}$ IiBB、 $\frac{4}{9}$ IiBB, 所以后代白色花植株中杂合子比例为 $\frac{1}{2}$ 。

(4) 组别③的 F₁ 基因型为 IiBb, 将 F₁ 与甲(iiBB) 杂交, 则后代基因型及比例为 IiBB : iiBB : IiBb : iiBb = 1 : 1 : 1 : 1, 所以后代表型及比例为白色 : 有色 = 1 : 1。组别③的 F₁ (IiBb) 与乙(ii**bb**) 杂交, 后代基因型及比例为 IiBb : iiBb : Ii**bb** : ii**bb** = 1 : 1 : 1 : 1, 所以后代表型及比例为白色 : 有色 = 3 : 1。

(5) 若这种植物性别决定类型为 XY 型, 在 X 染色体上发生基因突变产生隐性致死基因 k, 导致合子致死。基因型为 IiBbX⁺Y 和 IiBbX⁺X^k 的植株杂交, 两对相对性状分开分析: ①只考虑花色这一相对性状, 亲本 IiBb × IiBb, F₁ 表型及比例为有色(iiB₋) : 无色(I₋B₋、I₋b₋、ii**bb**) = 3 : 13; ②只考虑性别这一相对性状, 亲本 X⁺Y × X⁺X^k, F₁ 表型及比例为雌性(X⁺X⁺、X⁺X^k) : 雄性(X⁺Y、X^kY 致死) = 2 : 1, 两对相对性状遵循自由组合定律, 即(有色 : 白色)(雌性 : 雄性) = (3 : 13)(2 : 1), 所以 F₁ 中雌雄植株的表型及比例为有色 ♀ : 有色 ♂ : 白色 ♀ : 白色 ♂ = 6 : 3 : 26 : 13。F₁ 中有色花植株随机传粉, 其中有色花雌性基因型有 iiB₋X⁺X⁺、iiB₋X⁺X^k, 有色花雄性基因型是 iiB₋X⁺Y, 两对相对性状分开分析: ①只考虑花色这一相对性状, 基因型及占比为 $\frac{1}{3}$ iiBB、 $\frac{2}{3}$ iiBb, 产生的配子类型及占比是 $\frac{2}{3}$ iB、 $\frac{1}{3}$ ib, 随机传粉, 后代表型及比例为有色(iiB₋) : 白色(ii**bb**) = 8 : 1, 所以有色个体占 $\frac{8}{9}$; ②只考虑性别这一相对性状, 雌配子类型及占比是 $\frac{3}{4}$ X⁺、 $\frac{1}{4}$ X^k, 雄配子类型及占比是 $\frac{1}{2}$ X⁺、 $\frac{1}{2}$ Y, 随机传粉, 后代基因型及占比是 $\frac{3}{8}$ X⁺X⁺、 $\frac{1}{8}$ X⁺X^k、 $\frac{3}{8}$ X⁺Y、 $\frac{1}{8}$ X^kY(致死), 即雌株 : 雄株 = 4 : 3, 故后代中有色花雌株比例为 $\frac{8}{9} \times \frac{4}{7} = \frac{32}{63}$ 。

10. D 命题点 ▶ 摩尔根的果蝇实验

【解析】白眼雄蝇与红眼雌蝇杂交, F₁ 全部为红眼, 推测白眼对红眼为隐性, A 正确; F₁ 互交后代中红眼和白眼在雌雄中表现比例不一致, 推测红、白眼基因在 X 染色体上, B 正确; F₁ 雌蝇与白眼雄蝇回交, 后代雌雄个体中红白眼都各半, 结果符合预期, C 正确; 不能通过显微镜观察到基因突变, D 错误。

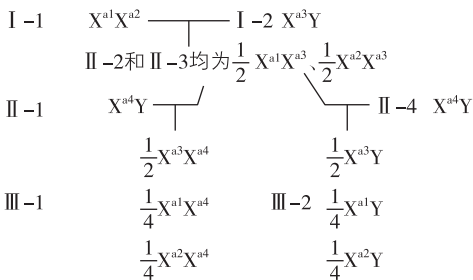
11. B 命题点 ▶ 伴性遗传的应用

【解析】鸡的性别决定方式为 ZW 型，雌性的性染色体组成为 ZW，而雄性的性染色体组成为 ZZ。由题干信息可知，雌性慢羽白鸡的基因型为 $tZ^R W$ ，若麻鸡感染 ALV，则麻鸡的显性基因 T 突变为 t，所以亲本中的雄性快羽麻鸡的基因型可能为 $TTZ^R Z^R$ 或 $TtZ^R Z^R$ ，若父本为 $TTZ^R Z^R$ ，则一次杂交子代的基因型为 $TtZ^R Z^R$ 、 $TtZ^R W$ ，若父本为 $TtZ^R Z^R$ ，则一次杂交子代的基因型为 $TtZ^R Z^R$ 、 $TtZ^R W$ 、 $ttZ^R Z^R$ 、 $ttZ^R W$ ，均不能获得 T 基因纯合麻鸡，快羽麻鸡 ($TtZ^R W$) 在 F_1 中所占的比例可能为 $\frac{1}{2}$ 或 $\frac{1}{4}$ ，A 错误，B 正确；只考虑快慢羽， F_1 的基因型为 $Z^R Z^R$ 和 $Z^R W$ ， F_2 的基因型为 $Z^R Z^R$ 、 $Z^R Z^R$ 、 $Z^R W$ 、 $Z^R W$ ，无法通过快慢羽区分 F_2 雏鸡性别，C 错误；t 基因为双链的 DNA，ALV 为逆转录病毒，其核酸为单链的 RNA，二者的结构不同，D 错误。

12. D 命题点 ▶ 伴性遗传

思路分析

根据题干信息和系谱图可以推出 III-1 和 III-2 的相关基因型及概率，推导过程如下：



【解析】由思路分析可知，III-1 的基因型及概率为 $\frac{1}{2}X^{a3}X^{a4}$ 、 $\frac{1}{4}X^{a1}X^{a4}$ 、 $\frac{1}{4}X^{a2}X^{a4}$ ，III-2 的基因型及概率为 $\frac{1}{2}X^{a3}Y$ 、 $\frac{1}{4}X^{a1}Y$ 、 $\frac{1}{4}X^{a2}Y$ ，两者所生的女儿中的两条 X 染色体一条来自父方、一条来自母方，III-1 产生的卵细胞种类及概率为 $\frac{1}{8}X^{a1}$ 、 $\frac{1}{8}X^{a2}$ 、 $\frac{1}{4}X^{a3}$ 、 $\frac{1}{2}X^{a4}$ ，III-2 产生的精子（只考虑含 X 染色体的）种类及概率为 $\frac{1}{4}X^{a1}$ 、 $\frac{1}{4}X^{a2}$ 、 $\frac{1}{2}X^{a3}$ ，故 IV-1 为纯合子的概率为 $\frac{1}{8} \times \frac{1}{4}(X^{a1}X^{a1}) + \frac{1}{8} \times \frac{1}{4}(X^{a2}X^{a2}) + \frac{1}{4} \times \frac{1}{2}(X^{a3}X^{a3}) = \frac{3}{16}$ ，D 正确。

13. (1) 2 灰体基因与长刚毛基因位于一条染色体上，黑檀体基因与短刚毛基因位于同源染色体的另一条染色体上

(2)

$\frac{a1}{a1} +$	$\frac{+}{+} a2$	$\frac{+}{+} a3$	$\frac{+}{+} a3$
$\frac{a1}{a1} +$	$\frac{+}{+} a2$	$\frac{+}{+} a3$	$\frac{+}{+} a2$
A1	A2	A3	F_1 : 突变型

(3) TtX^bX^b 、 TtX^bY^B 4 $\frac{1}{12}$ $\frac{2}{5}$

命题点 ▶ 孟德尔遗传定律和伴性遗传

【解析】(1) 已知控制果蝇体色和刚毛长度的基因位于常染色体上，且灰体长刚毛与黑檀体短刚毛杂交， F_1 全为灰体长刚毛，

说明灰体与长刚毛均为显性性状,且 F_1 为双杂合子。结合 F_1 测交结果灰体长刚毛 : 黑檀体短刚毛 = 1 : 1,可知 F_1 雄果蝇产生 2 种配子,这两对等位基因在染色体上的位置关系为灰体基因与长刚毛基因位于一条染色体上,黑檀体基因与短刚毛基因位于同源染色体的另一条染色体上。

(2) 果蝇 A_1 、 A_2 、 A_3 为 3 种不同眼色隐性突变体品系(突变基因位于 II 号染色体上),且 A_1 、 A_2 、 A_3 隐性突变基因分别用 a_1 、 a_2 、 a_3 表示,野生型基因用“+”表示,则 A_1 的基因型为 a_1a_1 , A_2 的基因型为 a_2a_2 , A_3 的基因型为 a_3a_3 ,野生型的基因型为 ++。 A_1 和 A_2 杂交,后代都是野生型,说明 a_1 和 a_2 基因位于 II 号染色体的不同位置,则 A_1 和 A_2 的突变型基因与野生型基因之间的相对位置图分别为; A_2 和 A_3 杂交,后代都是突变型,说明 a_2 和 a_3 基因位于 II 号染色体的相同位置, A_2 和 A_3 的突变型基因与野生型基因之间的相对位置图分别为

$\frac{+ \quad a_2}{+ \quad a_2}$ 、 $\frac{+ \quad a_3}{+ \quad a_3}$,故突变型 F_1 的突变型基因与野生型基因之间的相对位置图分别为 $\frac{+ \quad a_3}{+ \quad a_2}$ 。

(3) 截刚毛雌果蝇与正常刚毛雄果蝇杂交,后代雌雄果蝇比例应为 1 : 1,由于常染色体上的隐性基因 t 纯合时,会使性染色体组成为 XX 的个体成为不育的雄性个体,结合题图可推测不考虑 tt 影响的情况下, F_1 雌性全为截刚毛,雄性全为正常刚毛,即 B/b 基因位于 X 、 Y 染色体的同源区段,且亲本相关基因型为 X^bX^b 、 X^bY^B ;由于截刚毛 ♀ : 截刚毛 ♂ = 3 : 1,说明子代中 $T_- : tt = 3 : 1$,则亲本相关基因型为 Tt 与 Tt ,故亲本基因型为 TtX^bX^b 、 TtX^bY^B 。 F_1 中雄性个体的基因型有 4 种,分别为 ttX^bX^b (不育)、 TTX^bY^B 、 TtX^bY^B 、 ttX^bY^B ,可育雄性个体的比例为 1 : 2 : 1。 F_1 雌性个体的基因型及比例为 $TTX^bX^b : TtX^bX^b = 1 : 2$, F_1 雌性个体的卵细胞类型及比例为 $TX^b : tX^b = 2 : 1$, F_1 雄性个体的精子类型及比例为 $TX^b : TY^B : tX^b : tY^B = 1 : 1 : 1 : 1$,雌雄配子随机结合,则 F_2 中截刚毛雄性个体(ttX^bX^b)所占比例为 $\frac{1}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{12}$; F_2 雌性个体的基因型及比例为 $TTX^bX^b : TtX^bX^b = (\frac{2}{3} \times \frac{1}{4}) : (\frac{2}{3} \times \frac{1}{4} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{4}) = 2 : 3$,其中纯合子的比例为 $\frac{2}{5}$ 。

14. B 命题点 ▶ 表观遗传、人类遗传病

思路分析

(1) 若个体表现为不患病,则其可能不含 H 基因,即基因型为 hh ,也有可能其含有甲基化的 H 基因(来自父亲),基因型为 Hh 。

(2) 若个体表现为患病,则其一定含有去甲基化的 H 基因(来自母亲)。

(3) 个体是否患病只与母本有关,患病概率 = 母本中 H 基因的频率。

题图解读

应以Ⅲ₁倒推,①~⑥为逻辑顺序。

④不患病,但能够产生含H基因的精子,说明含有甲基化的H基因,来自父亲,而来自母亲的基因一定为h,其基因型为Hh

⑥不患病,但能够产生含H基因的卵细胞,说明含有甲基化的H基因,来自父亲,而来自母亲的基因一定为h,其基因型为Hh

⑤患病,说明含有去甲基化的H基因,且该基因来自母亲,其基因型为Hh或HH

③能产生含H基因的卵细胞,但表现为不患病,说明其H基因为甲基化状态,来自父亲,而来自母亲的基因一定为h,其基因型为Hh

②由①可知,其含有h基因,且表现为不患病,故其基因型可能为hh或Hh(H来自父亲,为甲基化状态)

①其基因型为Hh,且表现为患病,故H基因为去甲基化状态,来自母亲,故h基因来自父亲,D正确

□ 正常男性
○ 正常女性
■ 男性患者
● 女性患者

【解析】由题图解读可知,Ⅰ₁和Ⅰ₂的基因型均为Hh,且都表现为不患病,故都含有甲基化的H基因,A正确;由题图解读可知,Ⅱ₁含有来自母亲的H基因,而来自父亲Ⅰ₁(Hh)的基因可能为甲基化的H,也可能为h,故其为杂合子的概率为 $\frac{1}{2}$,B错误;父亲传给子代的H基因一定会甲基化,不会使子代患病,故子代患病与否取决于母亲,由题图解读可知,Ⅱ₂的基因型为Hh,故Ⅱ₂和Ⅱ₃再生育子女的患病概率为 $\frac{1}{2}$,C正确。

15. AB 命题点 ▶ 染色体变异、人类遗传病与电泳图分析

【解析】由题干可知,X染色体上的D基因异常可导致人体患病,男患者的母亲没有患病,若为伴X染色体显性遗传,则“子患母必患”,与题意不符,因此该病为伴X染色体隐性遗传病(关键点:伴X染色体隐性遗传病、伴X染色体显性遗传病各自的特征)。据此可知,该病患者中男性显著多于女性,又已知该病在男性中发病率为 $\frac{1}{3\,500}$,则该致病基因的基因频率为 $\frac{1}{3\,500}$,所以女性中携带者的占比为 $2 \times \frac{1}{3\,500} \times \frac{3\,499}{3\,500}$,不为 $\frac{1}{3\,500}$,A错误。由题干可知,X染色体上的基因D和H内各有一处断裂,断裂点间的染色体片段发生颠倒重接。分析题图,母亲有与患病男孩一样的电泳条带,而母亲不患病,可判断母亲为该病的携带者,所以用R1和R2对母亲的DNA进行PCR检测,结果是有扩增产物,而对患儿的DNA进行PCR检测,结果是无扩增产物,B错误。与正常男性相比,患病男孩X染色体发生了倒位,所以X染色体上的基因排列顺序发生改变,C正确。利用S1和S2进行PCR检测,若PCR检测结果是有扩增产物,说明含正常D基因,个体不患病;若PCR检测结果是无扩增产物,说明D基因异常,个体患病,所以利用S1和S2进行PCR检测,可诊断母亲再次孕育的胎儿是否患该病,D正确。

16. B 命题点 ▶ 遗传系谱图分析和 PCR、凝胶电泳技术

题图解读

根据题干信息,PCR 引物是根据 A_1 和 A_2 基因设计的,个体含有基因 A_1 或 A_2 才能通过 PCR 扩增出基因,通过凝胶电泳显示基因的种类。若个体含有 A 基因,由于没有对 A 基因进行扩增,因此不会在电泳图上看到相应条带。患者的基因型可能为 A_1A_1 、 A_1A 、 A_1A_2 、 A_2A_2 ,正常个体的基因型可能为 AA 、 AA_2 。结合图甲和图乙分析, I_1 为患者,且其基因型为 A_1A_2 ; I_2 表型正常,且电泳结果说明其含有一种致病基因,因此基因型为 AA_2 。由此可知,图乙中上面的条带代表的基因为 A_1 ,下面的条带代表的基因为 A_2 。 II_1 表型正常且无电泳条带,其基因型为 AA ; II_4 表型正常,电泳结果说明其基因型为 AA_2 。

【解析】若电泳的结果只有图乙下面一种条带,基因型可能是 AA_2 (正常)或 A_2A_2 (患病),因此电泳结果相同的个体表型不一定相同;若正常个体的基因型分别为 AA 、 AA_2 ,电泳结果是前者无条带,后者有一个条带,结果不同,A 错误。若 II_3 电泳结果有 2 个条带,则 II_3 基因型为 A_1A_2 。 I_2 和 II_4 都是 1 个条带,且表型正常,因此基因型均为 AA_2 , I_1 与 I_2 婚配后代的基因型及比例为 $A_1A : A_1A_2 : AA_2 : A_2A_2 = 1 : 1 : 1 : 1$, II_2 可能的基因型及概率为 $\frac{1}{3}A_1A_2$ 、 $\frac{1}{3}A_2A_2$ 、 $\frac{1}{3}A_1A$ 。由于 II_1 基因型为 AA ,其后代个体必定含有 A 基因,而 III_1 患病,因此 III_1 基因型为 A_1A ,推知 II_2 的基因型不可能为 A_2A_2 ,其基因型及概率为 $\frac{1}{2}A_1A_2$ 、 $\frac{1}{2}A_1A$ 。 $II_3(A_1A_2)$ 与 $II_4(AA_2)$ 婚配后代的基因型及比例为 $A_1A : A_1A_2 : AA_2 : A_2A_2 = 1 : 1 : 1 : 1$,由于 III_3 为患者,其基因型及概率是 $\frac{1}{3}A_1A$ 、 $\frac{1}{3}A_1A_2$ 、 $\frac{1}{3}A_2A_2$ 。因此 II_2 个体和 III_3 个体的基因型相同的概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{3} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{3}$,B 正确。 II_1 基因型为 AA , III_1 患病,因此 III_1 基因型只能为 A_1A , III_1 与正常女子结婚,生了 1 个患病后代,只能是 A_1 导致的,C 错误。由以上分析可知, II_5 的基因型可能为 A_1A_2 或 A_2A_2 或 A_1A , II_6 正常,其基因型为 AA_2 或 AA ,若 III_5 的电泳结果仅有 1 条条带,由于其患病,所以 III_5 的基因型可能为 A_1A 或 A_2A_2 ,则 II_6 2 种基因型均有可能,D 错误。

17. (1) 常染色体显性遗传 $\frac{1+p}{2}$

(2) 培养细胞,敲除 *ZNF862* 基因,观察细胞表型等变化 转基因小鼠和正常小鼠表型

(3) 不可以,违反法律和伦理,存在安全隐患

命题点 ▶ 遗传系谱图的推断、人类遗传病的诊断和治疗

【解析】(1) 由图可知, II_1 为正常男性,其女儿 III_3 患病,因此该病不是伴 X 染色体隐性遗传病; III_4 为患病男性,其女儿 IV_4 正常,因此该病不是伴 X 染色体显性遗传病;患者有女性,该病不是伴 Y 染色体遗传病,该病极为罕见, I_1 为携带者的概率极低,且该病代代遗传,因此该病最可能的遗传方式是常染色体显性遗传。假设该病由等位基因 A/a 控制,若致病基因 A 的频率为 p ,正常基因 a 的频率为 $1-p$,根据遗传平衡定律可知,人群

中基因型为 AA 的概率为 p^2 , 基因型为 Aa 的概率为 $2p(1-p)$, 基因型为 aa 的概率为 $(1-p)^2$, 再据图可知 IV_2 的基因型为 Aa 。 IV_2 与基因型为 AA 的人生育正常子代的概率为 0 , 与基因型为 Aa 的人生育正常子代的概率为 $2p(1-p) \times \frac{1}{4}$, 与基因型为 aa 的人生育正常子代的概率为 $(1-p)^2 \times \frac{1}{2}$, 故 IV_2 生育一个患病子代的概率为 $1 - 0 - 2p(1-p) \times \frac{1}{4} - (1-p)^2 \times \frac{1}{2} = \frac{1+p}{2}$ 。

(2) 以正常人牙龈成纤维细胞为材料, 探究 $ZNF862$ 基因的功能, 可以运用“减法原理”, 即同时培养正常人牙龈成纤维细胞 (含有 $ZNF862$ 基因) 和敲除 $ZNF862$ 基因的同种细胞, 观察并比较细胞表型等差异。为从个体水平验证 $ZNF862$ 基因突变导致 HGF , 可制备携带该突变的转基因小鼠, 然后比较转基因小鼠和正常小鼠表型的差异。

(3) 通过对人类生殖细胞或胚胎进行基因组编辑来防治遗传病存在伦理问题, 违反我国的法律, 还会存在安全隐患。