

3. 果蝇中, 正常翅(A)对短翅(a)为显性, 相关等位基因位于常染色体上; 红眼(B)对白眼(b)为显性, 相关等位基因位于 X 染色体上。现有一只纯合红眼短翅雌果蝇和一只纯合白眼正常翅雄果蝇杂交, F₁ 雌雄交配, 则 F₂ 中()

- A. 表现型有 4 种，基因型有 12 种
- B. 雄果蝇的红眼基因来自 F_1 的父方
- C. 雌果蝇中纯合子与杂合子的比例相等
- D. 雌果蝇中正常翅个体与短翅个体的比例为 3 : 1

解析：选 D 亲本的基因型为 aaX^BX^B 和 AAX^bY ，它们杂交所得 F_1 的基因型为 AaX^BX^b 和 AaX^BY ，则 F_2 的表现型有 6 种，基因型有 12 种； F_2 雄果蝇的红眼基因来自 F_1 的母方； F_2 雌果蝇中纯合子占 $1/4(1/8AAX^BX^B \text{ 和 } 1/8aaX^BX^B)$ ，则杂合子占 $3/4$ ； F_2 雌果蝇中正常翅个体占 $3/4(1/4AA \text{ 和 } 2/4Aa)$ ，短翅个体占 $1/4(1/4aa)$ 。

4. 遗传学家将白眼雌果蝇(X^bX^b)和红眼雄果蝇(X^BY)杂交，所产生的两千多只子代中有一只白眼雌果蝇和一只红眼雄果蝇。进一步研究表明，出现这种现象的原因是母本产生配子时两条 X 染色体未分离，已知含 3 条 X 染色体和无 X 染色体的果蝇胚胎致死(已知性染色体组成为 XO 的果蝇为雄性，性染色体组成为 XXY 的果蝇为雌性)。下列分析错误的是 ()

- A. 子代红眼雄果蝇的精原细胞中不存在 Y 染色体
- B. 子代白眼雌果蝇的体细胞中最多含 4 条 X 染色体
- C. 母本 2 条 X 染色体未分离可能发生在初级卵母细胞中
- D. 与异常卵细胞同时产生的 3 个极体的染色体数目都不正常

解析：选 D 从减数分裂的过程分析，出现上述现象的原因可能是卵原细胞在减数第一次分裂或减数第二次分裂异常并产生了异常的卵细胞(基因组成为 X^bX^b 或 O)，故子代中红眼雄果蝇的基因型是 X^BO ；子代白眼雌果蝇的基因型是 X^bX^bY ，所以其体细胞处于有丝分裂后期时，最多含 4 条 X 染色体；母本 2 条 X 染色体未分离可能发生在初级卵母细胞中，也可能发生在次级卵母细胞中；如果母本 2 条 X 染色体未分离发生在次级卵母细胞中，则与异常卵细胞同时产生的 3 个极体中只有 1 个极体的染色体数目不正常。

5. 图 1 表示某动物体细胞内的部分染色体及其上的基因(基因对性状的控制表现为完全显性)，图 2 为该生物皮肤细胞内黑色素的合成过程。下列选项正确的是 ()

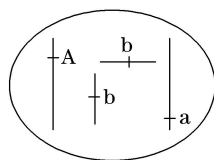


图 1



图 2

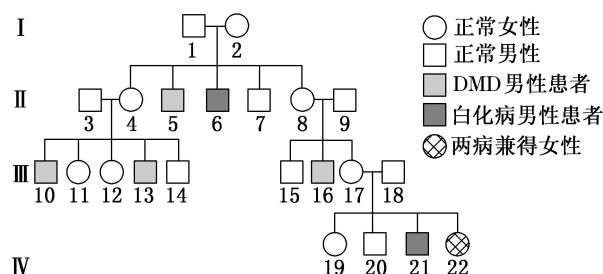
- A. 由图中染色体和基因的关系可知，该动物个体有可能产生黑色素
- B. 图中所示的基因只存在于皮肤细胞内，且只在皮肤细胞中表达

C. 若图中的 1 个 b 基因发生显性突变, 则该生物体可以合成物质乙

D. 图 2 所示基因对性状的控制途径和豌豆中基因对圆粒性状的控制途径不同

解析: 选 A 根据图 2 信息可知产生黑色素个体的基因型是 $A_bbC_$, 而从图 1 中可以看出该个体的部分基因组成为 $Aabb$, 有可能产生黑色素; 一般由同一个受精卵分裂、分化产生的个体中所有体细胞的基因组成是相同的, 但基因的表达是有选择性的; 若图中的 1 个 b 基因突变为 B, 则基因型变为 $AaBb$, 因为基因对性状的控制均表现为完全显性, 故该生物体不能合成物质乙; 豌豆的圆粒性状也是基因通过控制酶的合成来控制代谢过程的表现结果。

6. (2017·连云港市模拟) 白化病是一种常染色体隐性遗传病, 杜氏肌营养不良(DMD)是一种肌肉萎缩的遗传病。下图为研究人员调查的一个 DMD 家族系谱图, 已知 II_3 、 II_9 均不带有致病基因。相关叙述错误的是()



A. 与 DMD 相关的基因是 X 染色体上的隐性基因

B. II_8 是纯合子的概率为 0

C. IV_{19} 为杂合子的概率是 $5/8$

D. IV_{22} 患 DMD 可能由缺失一条 X 染色体所致

解析: 选 C 分析系谱图可知, II_3 和 II_4 均正常但其儿子中出现 DMD 患者, 说明 DMD 属于隐性遗传病; 由于 II_3 不带有致病基因, 后代有患病的儿子, 且图中 DMD 患者男性明显多于女性, 所以其致病基因位于 X 染色体上。 II_8 有患 DMD 病的儿子, 所以其基因型一定是杂合子。已知白化病是隐性遗传病, III_{17} 表现正常但其女儿 IV_{22} 为两病均患的女性, 则 III_{17} 的基因型是 $AaX^B X^b$, III_{18} 的基因型是 $AaX^B Y$, 因为 IV_{19} 表现正常, 所以 IV_{19} 与白化病有关的基因型为 $AA:Aa=1:2$, 与 DMD 有关的基因型为 $X^B X^B:X^B X^b=1:1$, 因此 IV_{19} 为杂合子的概率是 $1-(1/3 \times 1/2)=5/6$ 。 IV_{22} 为女性 DMD 患者, 但其父亲正常, 可能是由于缺失一条 X 染色体所致。

二、非选择题

7. 油菜新品系经过多代种植后出现不同颜色的种子, 已知种子颜色由一对基因 A/a 控制, 并受另一对基因 R/r 影响。用产黑色种子植株(甲)、产黄色种子植株(乙和丙)进行以下实验:

组别	亲代	F ₁ 表现型	F ₁ 自交所得 F ₂ 的表现型及比例
实验一	甲×乙	全为产黑色种子植株	产黑色种子植株：产黄色种子植株=3：1
实验二	乙×丙	全为产黄色种子植株	产黑色种子植株：产黄色种子植株=3：13

(1)分析实验一可知：控制种子颜色性状的基因的遗传遵循_____，黑色对黄色为_____性。

(2)分析实验二可知：基因 A/a 和基因 R/r 的遗传遵循_____，当_____基因存在时会抑制 A 基因的表达。F₂中产黄色种子植株有_____种基因型，其中纯合子的比例为_____。

(3)实验二的 F₂中产黑色种子植株的基因型是_____，自交后代表现型及比例是_____。

解析：(1)根据实验一，F₂的性状分离比为 3：1，符合一对等位基因的遗传规律，即基因分离定律。甲(黑色)×乙(黄色)，F₁全为黑色，说明黑色对黄色为显性。(2)实验二中 F₂的性状分离比为 3：13(9：3：3：1 的变形)，说明两对基因的遗传遵循基因自由组合定律。实验二中 F₁黄色种子植株的基因型为 AaRr，结合实验一可知乙和丙的基因型分别为 aarr、AARR，基因型 A_rr 表现为黑色，但 A_R_表现为黄色，这说明当基因 R 存在时，会抑制 A 基因的表达。F₂中产黄色种子植株的基因型为 A_R_(有 4 种)、aarr(1 种)、aaR_(2 种)，共 7 种基因型，其中纯合子有 AARR、aarr、aaRR，共占 3/13。(3)F₂中产黑色种子植株的基因型为 AArr(1/3)、Aarr(2/3)，其中 AArr(1/3)自交，后代全为产黑色种子植株，Aarr(2/3)自交，后代中产黑色种子植株(A_rr)占 $\frac{3}{4} \times \frac{2}{3} = \frac{3}{6}$ 、产黄色种子植株(aarr)占 $\frac{1}{4} \times \frac{2}{3} = \frac{1}{6}$ ，故 F₃中产黑色种子植株：产黄色种子植株=(2/6+3/6)：1/6=5：1。

答案：(1)基因分离定律 显 (2)基因自由组合定律 R

7 3/13 (3)AArr 或 Aarr 产黑色种子植株：产黄色种子植株=5：1

8. 某植物的性别由 M/m、F/f 两对等位基因决定。其中，M 决定雄性可育，m 决定雄性不育；F 决定雌性不育，f 决定雌性可育。在该植物种群中，雄株(雄性可育植株)和雌株(雌性可育植株)几乎各占一半，只有极少数植株表现为雌雄同株(雄性、雌性都可育)。回答下列问题：

(1)该植物种群中，雌株的基因型为_____；雄株为杂合子的概率是_____。

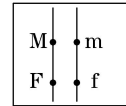
(2)该植物种群中，雄株和雌株杂交产生的后代，一般只出现雌株和雄株，且比例为 1：1。据此分析，雄株的基因型是_____。请在方框中将这两对基因在染色体上的位置关系表示出来(用竖线代表染色体，用圆点代表基因)。



(3)该植物种群中，为什么会出现极少数雌雄同株的植株？_____。

解析：(1)(2)根据题干信息，f 决定雌性可育，且要表现为雌株，就需要雄性不育，即含 m 基因，则雌株的基因型为 mmff。雄性可育植株的基因型为 M_F_，两性植株的基因型为 M_ff。根据题干信息“该植物种群中雄株和雌株几乎各占一半，而极少数植株为雌雄同株”，由此推测这两对基因不遵循自由组合定律，而是位于同一对同源染色体上，因为雌株基因型为 mmff，则推测 m、f 连锁、M、F 连锁，雄株的基因型只有为 MmFf 时其与雌株杂交才能保证子代雌雄株各占一半，极少数雌雄同株的产生可能是雄株在减数分裂过程中发生过交叉互换、基因突变或染色体缺失。故雄株为杂合子的概率为 100%。(3)若雄株 MmFf 在减数分裂过程中发生交叉互换，则可以产生少量 Mf 和 mF 的精子，与卵细胞 mf 结合，产生 Mmff 的雌雄同株后代。若雄株 MmFf 在减数分裂过程发生基因突变，则可以产生 Mf 的精子，与卵细胞 mf 结合，也可产生 Mmff 的雌雄同株后代。若雄株 MmFf 在减数分裂过程中含有 F 的染色体片段发生缺失，则产生不含 F 只含有 M 的精子，与卵细胞 mf 结合，产生基因型为 Mmf 的雌雄同株后代。

答案：(1)mmff 100% (2)MmFf 如图 (3)①雄株发生基因突变产生了 Mf 的精子，子代会产生基因型为 Mmff 的雌雄同株植物；②雄株在减数分裂过程中发生了同源染色体非姐妹染色单体间的交叉互换，产生了 Mf 的精子，子代会产生基因型为 Mmff 的雌雄同株植物；③雄株发生含 F 的染色体片段缺失，产生了含 M 不含 F 的精子，子代会产生基因型为 Mmf 的雌雄同株植物(答出一点即可)



9. 在种群中，同源染色体的相同位点上，可以存在两种以上的等位基因，遗传学上把这种等位基因称为复等位基因。果蝇翅膀形状由位于 X 染色体上的 3 个复等位基因控制，野生型果蝇的翅膀为圆形，由基因 X^R 控制，突变型果蝇的翅膀有椭圆形和镰刀形两种，分别由基因 X^O、X^S 控制。如表所示为 3 组杂交实验及结果，请回答下列问题：

杂交组合	亲本		子代	
	雌性	雄性	雌性	雄性
杂交一	镰刀形	圆形	镰刀形	镰刀形
杂交二	圆形	椭圆形	椭圆形	圆形
杂交三	镰刀形	椭圆形	椭圆形	镰刀形

(1)根据杂交结果，3 个复等位基因之间的显隐性关系是_____

_____。

(2)若杂交一的子代雌雄果蝇相互交配，则后代中镰刀形翅膀果蝇所占的比例是_____，雄果蝇的翅膀形状为_____。

(3)若杂交二子代的雌果蝇和杂交三子代的雄果蝇交配，则后代中椭圆形翅膀雌果蝇、镰刀形翅膀雌果蝇、椭圆形翅膀雄果蝇、圆形翅膀雄果蝇的数量比应为_____。

(4)若要判断某椭圆形翅膀雌果蝇的基因型，能否让其与镰刀形翅膀雄果蝇交配，通过观察子代表现型来确定？_____，理由是_____。

解析：(1)由杂交一亲本镰刀形翅膀雌果蝇与圆形翅膀雄果蝇杂交，后代翅膀的表现型均为镰刀形，说明镰刀形(X^S)对圆形(X^R)为显性，并可推知亲本镰刀形翅膀雌果蝇的基因型为 $X^S X^S$ ，圆形翅膀雄果蝇的基因型为 $X^R Y$ ，子代镰刀形翅膀雌果蝇的基因型为 $X^S X^R$ ，镰刀形翅膀雄果蝇的基因型为 $X^S Y$ 。由杂交二亲本椭圆形翅膀雄果蝇与圆形翅膀雌果蝇杂交，后代雌性果蝇翅膀的表现型为椭圆形，可推知椭圆形(X^O)对圆形(X^R)为显性。由杂交三亲本椭圆形翅膀雄果蝇与镰刀形翅膀雌果蝇杂交，后代雌性翅膀的表现型为椭圆形，可推知椭圆形(X^O)对镰刀形(X^S)为显性。综合上述分析可知， X^O 对 X^S 、 X^R 为显性， X^S 对 X^R 为显性。(2)杂交一子代中 $X^S X^R \times X^S Y$ ，后代中 $X^S X^S$ 、 $X^S X^R$ 、 $X^S Y$ 对应的表现型均为镰刀形， $X^R Y$ 对应的表现型为圆形，故镰刀形翅膀果蝇占 $3/4$ 。(3)杂交二子代的雌果蝇($X^O X^R$)和杂交三子代的雄果蝇($X^S Y$)交配，后代中椭圆形翅膀雌果蝇($X^O X^S$)、镰刀形翅膀雌果蝇($X^S X^R$)、椭圆形翅膀雄果蝇($X^O Y$)、圆形翅膀雄果蝇($X^R Y$)的数量比应为 $1:1:1:1$ 。(4)判断某椭圆形翅膀雌果蝇的基因型，能让其与镰刀形翅膀雄果蝇交配，通过观察子代表现型来确定，原因是椭圆形翅膀雌果蝇的基因型有 $X^O X^O$ 、 $X^O X^S$ 、 $X^O X^R$ 3 种，与 $X^S Y$ 交配，后代雄果蝇的表现型均不同。

答案：(1) X^O 对 X^S 、 X^R 为显性， X^S 对 X^R 为显性

(2) $3/4$ 镰刀形和圆形 (3) $1:1:1:1$

(4)能 椭圆形翅膀雌果蝇的基因型有 $X^O X^O$ 、 $X^O X^S$ 、 $X^O X^R$ 3 种，与 $X^S Y$ 交配，后代雄果蝇的表现型均不同

10. 为了研究果蝇眼色(由基因 E、e 控制)和翅形(由基因 B、b 控制)的遗传规律，科研工作者以紫眼卷翅、赤眼卷翅、赤眼长翅(野生型)三个不同品系的果蝇为材料进行杂交实验，结果如图 1 所示。请分析回答：

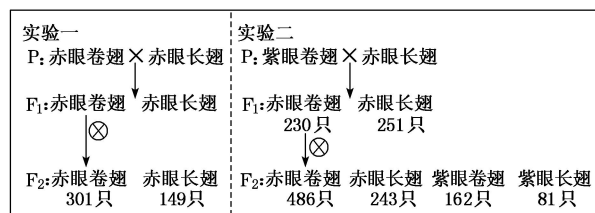


图 1

(1)由实验一可推测出翅形中显性性状是_____。F₁卷翅自交后代中，卷翅与长翅比例接近2:1的原因，最可能是基因型为_____的个体致死。

(2)实验二中 F₁ 赤眼卷翅的基因型是_____。F₁ 赤眼卷翅自交所得 F₂ 表现型比例是_____，赤眼卷翅个体中杂合子占_____。

(3)另一些研究者在解释以上果蝇翅形的遗传现象时提出，紫眼卷翅品系和赤眼卷翅品系果蝇在卷翅基因(B)所在染色体上存在隐性致死基因(d)，该基因纯合致死。

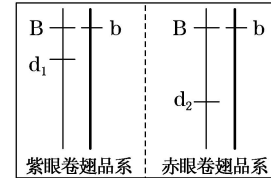


图 2

①研究者指出，紫眼卷翅品系和赤眼卷翅品系隐性致死基因不同(分别用 d₁ 和 d₂ 表示)，它们在染色体上的位置如图 2 所示。其中 d₁d₁ 和 d₂d₂ 致死，d₁d₂ 不致死，d₁ 和 d₂ _____(填“属于”或“不属于”)等位基因，理由是_____。

②若以上假设成立，则紫眼卷翅品系和赤眼卷翅品系杂交，后代卷翅与长翅的比例为_____。

解析：(1)由实验一中 F₁ 卷翅自交后代出现长翅个体，说明卷翅对长翅为显性。F₁ 卷翅为杂合子基因型为 Bb，F₁ 自交后代应为卷翅(1BB+2Bb)：长翅(bb)=3:1，而实验结果中两者比例接近 2:1，说明 BB 纯合的个体致死。(2)实验二中亲本(P)紫眼×赤眼，F₁ 全为赤眼，说明赤眼对紫眼为显性。亲本紫眼卷翅 eeBb×赤眼长翅 EEbb，F₁ 为 EeBb(赤眼卷翅)、Eebb(赤眼长翅)；F₁ 赤眼卷翅(EeBb)自交所得 F₂ 表现型及比例为赤眼卷翅(1EEBB、2EEBb、2EeBB、4EeBb，其中 1EEBB、2EeBB 由于 BB 显性纯合致死)：赤眼长翅(1EEbb、2Eebb)：紫眼卷翅(1eeBB、2eeBb，其中 1eeBB 由于 BB 显性纯合致死)：紫眼长翅(1eebb)=6:3:2:1。F₂ 中赤眼卷翅个体(2EEBb、4EeBb)全为杂合子。(3)①位于一对同源染色体的相同位置上控制相对性状的基因称为等位基因，图中显示 d₁ 和 d₂ 并没有位于同源染色体的相同位置，所以它们不属于等位基因。②若假设成立，仅考虑翅形，(紫眼)卷翅品系(Bbd₁)和(赤眼)卷翅品系(Bbd₂)杂交，(紫眼)卷翅品系(Bbd₁)产生的配子是 Bd₁：b=1:1，(赤眼)卷翅品系(Bbd₂)产生的配子是 Bd₂：b=1:1，雌雄配子随机结合，则后代卷翅(BBd₁d₂、Bbd₁、Bbd₂)与长翅(bb)的比例为 3:1。

答案：(1)卷翅 BB (2)EeBb 6:3:2:1 100%

(3)①不属于 d₁、d₂ 不是位于一对同源染色体的同一位置上 ②3:1

11. 半乳糖血症是一种严重的遗传病，图 1 表示半乳糖在体内的代谢途径，图 2 为某家族的遗传系谱图。请据图回答下列问题：

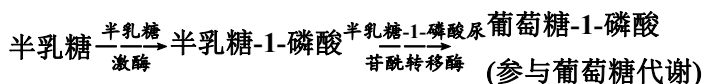


图 1

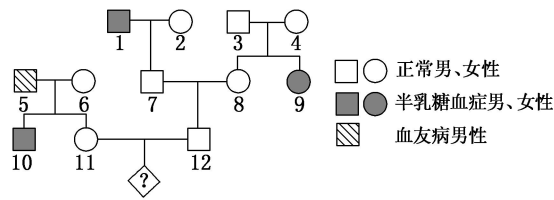


图 2

(1)导致半乳糖血症发生的根本原因是编码半乳糖-1-磷酸尿苷酰转移酶的基因发生突变，使该酶合成受阻，导致_____积累，毒害细胞。

(2)半乳糖血症患者喝牛奶会导致病症加重，原因是_____。

(3)根据图 2 可判断，半乳糖血症的遗传方式是_____，11 号的基因型是_____ (设控制半乳糖血症和血友病的基因分别用 A、a 和 B、b 表示，血友病的遗传方式是伴 X 染色体隐性遗传)，11 号和 12 号这对新婚夫妇生育的孩子患半乳糖血症的概率是_____。

解析：(1)根据题意和图 1 代谢途径可知，半乳糖在半乳糖激酶和半乳糖-1-磷酸尿苷酰转移酶的共同作用下，转变为葡萄糖-1-磷酸，参与葡萄糖代谢。导致半乳糖血症发生的根本原因是编码半乳糖-1-磷酸尿苷酰转移酶的基因发生突变，使该酶合成受阻，导致半乳糖-1-磷酸积累，毒害细胞。(2)由于牛奶中含乳糖，乳糖水解后可生成半乳糖，进而导致半乳糖-1-磷酸积累，所以半乳糖血症患者喝牛奶会导致病症加重。(3)由图 2 可知，9 号是患半乳糖血症女性，而其父母都正常，由此可判断半乳糖血症的遗传方式是常染色体隐性遗传。由于血友病的遗传方式是伴 X 染色体隐性遗传，且 10 号患半乳糖血症(其基因型为 aaX^BY)，所以 5 号个体的基因型为 AaX^bY ，11 号正常女性的基因型是 AAX^BX^b 或 AaX^BX^b 。只考虑半乳糖血症基因，由 1 号(aa)患半乳糖血症可推知 7 号的基因型为 Aa ，8 号的基因型为 $1/3AA$ 、 $2/3Aa$ ；由 7 号和 8 号的后代($1/3AA$ 、 $2/3Aa$) $\times$ $Aa \rightarrow 1/3AA$ 、 $1/2Aa$ 、 $1/6aa$ 可知，12 号的基因型为 Aa 的概率是 $(1/2) \div (1/3 + 1/2) = 3/5$ ；11 号的基因型为 $1/3AA$ 、 $2/3Aa$ ，11 号和 12 号这对新婚夫妇生育的孩子患半乳糖血症的概率是 $(2/3) \times (3/5) \times (1/4) = 1/10$ 。

答案：(1)半乳糖-1-磷酸 (2)牛奶中含乳糖，乳糖水解后可生成半乳糖 (3)常染色体隐性遗传 AAX^BX^b 或 AaX^BX^b $1/10$