

专题 07 伴性遗传和人类遗传病

一、单选题

1. (2022·全国乙卷·高考真题) 依据鸡的某些遗传性状可以在早期区分雌雄, 提高养鸡场的经济效益。已知鸡的羽毛性状芦花和非芦花受 1 对等位基因控制。芦花鸡和非芦花鸡进行杂交, 正交子代中芦花鸡和非芦花鸡数目相同, 反交子代均为芦花鸡。下列分析及推断错误的是 ()

- A. 正交亲本中雌鸡为芦花鸡, 雄鸡为非芦花鸡
- B. 正交子代和反交子代中的芦花雄鸡均为杂合体
- C. 反交子代芦花鸡相互交配, 所产雌鸡均为芦花鸡
- D. 仅根据羽毛性状芦花和非芦花即可区分正交子代性别

【答案】C

【解析】

【分析】

根据题意可知, 正交子代中芦花鸡和非芦花鸡数目相同, 反交子代均为芦花鸡, 说明控制鸡羽毛性状芦花和非芦花的基因位于 Z 染色体上, 且芦花为显性。设基因 A/a 控制芦花非芦花。

【详解】

A、设基因 A/a 控制芦花和非芦花性状, 根据题意可知, 正交为 Z^aZ^a (非芦花雄鸡) $\times$ Z^AW (芦花雌鸡), 子代为 Z^AZ^a 、 Z^aW , 且芦花鸡和非芦花鸡数目相同, 反交为 $Z^AZ^A \times Z^aW$, 子代为 Z^AZ^a 、 Z^AW , 且全为芦花鸡,

A 正确;

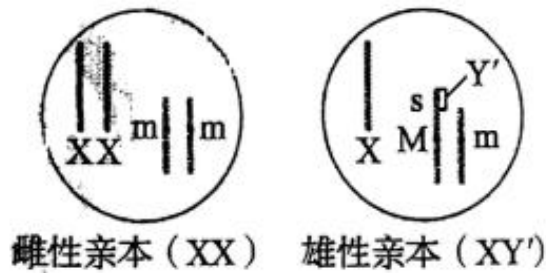
B、正交子代中芦花雄鸡为 Z^AZ^a (杂合子), 反交子代中芦花雄鸡为 Z^AZ^a (杂合子), B 正确;

C、反交子代芦花鸡相互交配, 即 $Z^AZ^a \times Z^AW$, 所产雌鸡 Z^AW 、 Z^aW (非芦花), C 错误;

D、正交子代为 Z^AZ^a (芦花雄鸡)、 Z^aW (非芦花雌鸡), D 正确。

故选 C。

2. (2022·山东·高考真题) 家蝇 Y 染色体由于某种影响断成两段, 含 s 基因的小片段移接到常染色体获得 XY' 个体, 不含 s 基因的大片段丢失。含 s 基因的家蝇发育为雄性, 只含一条 X 染色体的雌蝇胚胎致死, 其他均可存活且繁殖力相同。M、m 是控制家蝇体色的基因, 灰色基因 M 对黑色基因 m 为完全显性。如图所示的两亲本杂交获得 F_1 , 从 F_1 开始逐代随机交配获得 F_n 。不考虑交换和其他突变, 关于 F_1 至 F_n , 下列说法错误的是 ()



- A. 所有个体均可由体色判断性别 B. 各代均无基因型为 MM 的个体
- C. 雄性个体中 XY' 所占比例逐代降低 D. 雌性个体所占比例逐代降低

【答案】D

【解析】

【分析】

含 s 基因的家蝇发育为雄性，据图可知，s 基因位于 M 基因所在的常染色体上，常染色体与性染色体之间的遗传遵循自由组合定律。

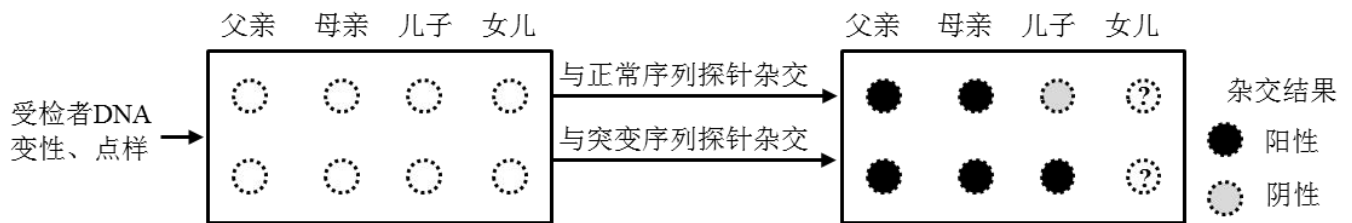
【详解】

A、含有 M 的个体同时含有 s 基因，即雄性个体均表现为灰色，雌性个体不会含有 M，只含有 m，故表现为黑色，因此所有个体均可由体色判断性别，A 正确；

B、含有 M^s 基因的个体表现为雄性，基因型为 M^sM^s 的个体需要亲本均含有 M^s 基因，而两个雄性个体不能杂交，B 正确；

C、亲本雌性个体产生的配子为 mX，雄性亲本产生的配子为 XM^s、M^s0、Xm、m0，子一代中只含一条 X 染色体的雌蝇胚胎致死，雄性个体为 1/3XXY' (XXM^sm)、1/3XY' (XM^sm)，雌蝇个体为 1/3XXmm，把性染色体和常染色体分开考虑，只考虑性染色体，子一代雄性个体产生的配子种类及比例为 3/4X、1/40，雌性个体产生的配子含有 X，子二代中 3/4XX、1/4X0；只考虑常染色体，子二代中 1/2M^sm、1/2mm，1/8mmX0 致死，XXmm 表现为雌性，所占比例为 3/7，雄性个体 3/7XXY' (XXM^sm)、1/7XY' (XM^sm)，即雄性个体中 XY' 所占比例由 1/2 降到 1/4，逐代降低，雌性个体所占比例由 1/3 变为 3/7，逐代升高，C 正确，D 错误。故选 D。

3. (2022·广东·高考真题) 遗传病监测和预防对提高我国人口素质有重要意义。一对表现型正常的夫妇，生育了一个表现型正常的女儿和一个患镰刀型细胞贫血症的儿子(致病基因位于 11 号染色体上，由单对碱基突变引起)。为了解后代的发病风险，该家庭成员自愿进行了相应的基因检测(如图)。下列叙述错误的是 ()



- A. 女儿和父母基因检测结果相同的概率是 $\frac{2}{3}$
- B. 若父母生育第三胎，此孩携带该致病基因的概率是 $\frac{3}{4}$
- C. 女儿将该致病基因传递给下一代的概率是 $\frac{1}{2}$
- D. 该家庭的基因检测信息应受到保护，避免基因歧视

【答案】C

【解析】

【分析】

分析题意可知：一对表现正常的夫妇，生育了一个患镰刀型细胞贫血症的儿子，且致病基因位于常染色体 11 号上，故该病受常染色体隐性致病基因控制。

【详解】

A、该病受常染色体隐性致病基因控制，假设相关基因用 A、a 表示。分析题图可知，父母的基因型为杂合子 Aa，女儿的基因型可能为显性纯合子 AA 或杂合子 Aa，为杂合子的概率是 $\frac{2}{3}$ ，A 正确；

B、若父母生育第三胎，此孩子携带致病基因的基因型为杂合子 Aa 或隐性纯合子 aa，概率为 $\frac{1}{4} + \frac{2}{4} = \frac{3}{4}$ ，B 正确；

C、女儿的基因型为 $\frac{1}{3}AA$ 、 $\frac{2}{3}Aa$ ，将该基因传递给下一代的概率是 $\frac{1}{3}$ ，C 错误；

D、该家庭的基因检测信息属于隐私，应受到保护，D 正确。

故选 C。

4. (2022 年 1 月·浙江·高考真题) 果蝇 ($2n=8$) 杂交实验中， F_2 某一雄果蝇体细胞中有 4 条染色体来自 F_1 雄果蝇，这 4 条染色体全部来自亲本 (P) 雄果蝇的概率是 ()

- A. $\frac{1}{16}$ B. $\frac{1}{8}$ C. $\frac{1}{4}$ D. $\frac{1}{2}$

【答案】B

【解析】

【分析】

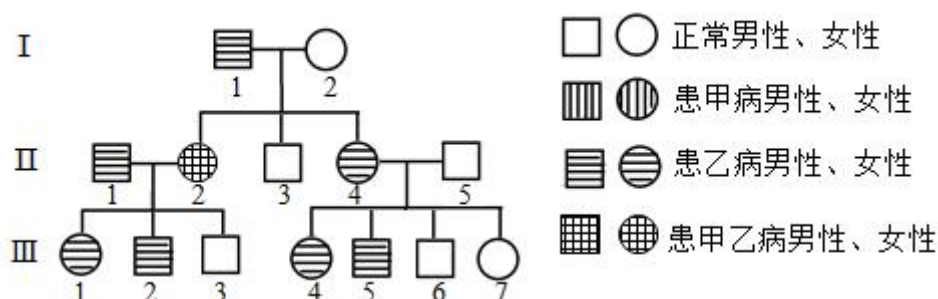
果蝇为 XY 型性别决定，雄果蝇的 Y 染色体来自父本，X 染色体来自母本，每对常染色体均为一条来自父方一条来自母方。

【详解】

已知 F_2 某一雄果蝇体细胞中有 4 条染色体来自 F_1 雄果蝇，而 F_1 雄果蝇的这 4 条染色体中的 Y 染色体来自亲本的雄性，另外三条常染色体均来自亲本雄果蝇的概率为 $1/2 \times 1/2 \times 1/2 = 1/8$ ，即 B 正确，ACD 错误。

故选 B。

5. (2022 年 6 月·浙江·高考真题) 图为甲乙两种单基因遗传病的遗传家系图，甲病由等位基因 A/a 控制，乙病由等位基因 B/b 控制，其中一种病为伴性遗传， II_5 不携带致病基因。甲病在人群中的发病率为 $1/625$ 。不考虑基因突变和染色体畸变。下列叙述正确的是 ()



- A. 人群中乙病患者男性多于女性
- B. I_1 的体细胞中基因 A 最多时为 4 个
- C. III_6 带有来自 I_2 的甲病致病基因的概率为 $1/6$
- D. 若 III_1 与正常男性婚配，理论上生育一个只患甲病女孩的概率为 $1/208$

【答案】C

【解析】

【分析】

系谱图分析，甲病分析， I_1 和 I_2 不患甲病，但生出了患甲病的女儿，则甲病为常染色体隐性遗传，其中一种病为伴性遗传病，根据 II_4 患乙病，但所生的儿子有正常，则乙病为伴 X 染色体显性遗传。

【详解】

A、由分析可知，乙病为伴 X 染色体显性遗传病，人群中乙病患者女性多于男性，A 错误；

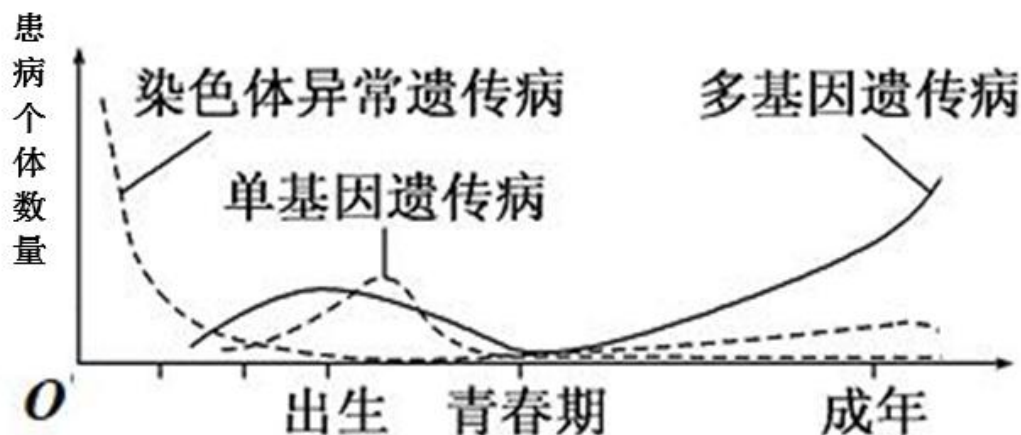
B、 I_1 患乙病，不患甲病，其基因型为 AaX^BY ，有丝分裂后期，其体细胞中基因 A 最多为 2 个，B 错误；

C、对于甲病而言， II_4 的基因型是 $1/3AA$ 或 $2/3Aa$ ，其产生 a 配子的概率为 $1/3$ ， II_4 的 a 基因来自 I_2 的概率是 $1/2$ ，则 III_6 带有来自 I_2 的甲病致病基因的概率为 $1/6$ ，C 正确；

D、 III_1 的基因型是 $1/2AaX^BX^B$ 或 $1/2AaX^BX^b$ ，正常男性的基因型是 A_X^bY ，只考虑乙病，正常女孩的概率为 $1/4 \times 1/2 = 1/8$ ；只考虑甲病，正常男性对于甲病而言基因型是 Aa ，甲病在人群中的发病率为 $1/625$ ，即 $aa = 1/625$ ，则 $a = 1/25$ ，正常人群中 Aa 的概率为 $1/13$ ，则只患甲病女孩的概率为 $1/13 \times 1/4 \times 1/8 = 1/416$ ，D 错误。

故选 C。

6. (2022 年 1 月·浙江·高考真题) 各类遗传病在人体不同发育阶段的发病风险如图。下列叙述正确的是()



- A. 染色体病在胎儿期高发可导致婴儿存活率不下降
- B. 青春期发病风险低更容易使致病基因在人群中保留
- C. 图示表明，早期胎儿不含多基因遗传病的致病基因
- D. 图示表明，显性遗传病在幼年期高发，隐性遗传病在成年期高发

【答案】B

【解析】

【分析】

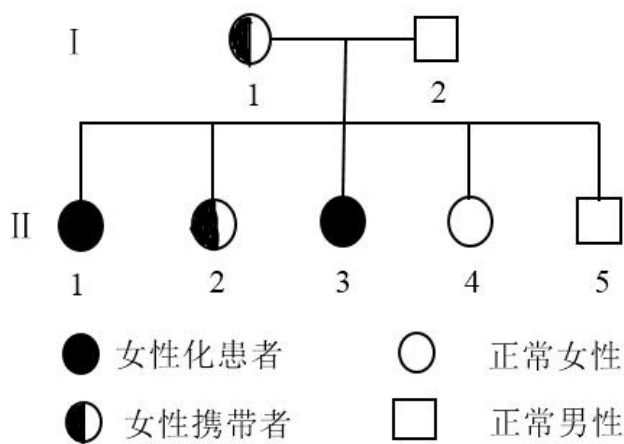
分析题图曲线：染色体异常遗传病在胎儿期发病率较高，在出生后发病率显著降低；多基因遗传病从胎儿期到出生后发病率逐渐升高，出生到青春期逐渐降低，在由青春期到成年发病率显著增加；单基因遗传病在出生后发病率迅速达到高峰，随着年龄的增长逐渐降低，青春期后略有回升。

【详解】

- A、染色体病在胎儿期高发可导致胎儿的出生率降低，出生的婴儿中患染色体病的概率大大降低，A 错误；
- B、青春期发病风险低，使其更容易遗传给后代，因此更容易使致病基因在人群中保留，B 正确；
- C、图示表明，早期胎儿多基因遗传病的发病率较低，从胎儿期到出生后发病率逐渐升高，因此部分早期胎儿应含多基因遗传病的致病基因，C 错误；
- D、图示只是研究了染色体病、单基因遗传病和多基因遗传病，没有研究显性遗传病和隐性遗传病，D 错误。

故选 B。

7. (2021 湖南高考真题) 有些人的性染色体组成为 XY，其外貌与正常女性一样，但无生育能力，原因是其 X 染色体上有一个隐性致病基因 a，而 Y 染色体上没有相应的等位基因。某女性化患者的家系图谱如图所示。下列叙述错误的是()



- A. II-1 的基因型为 X^aY
- B. II-2 与正常男性婚后所生后代的患病概率为 $1/4$
- C. I-1 的致病基因来自其父亲或母亲
- D. 人群中基因 a 的频率将会越来越低

【答案】C

【解析】

【分析】

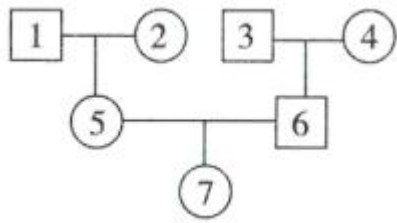
由某女性化患者的家系图谱可知，I-1 是女性携带者，基因型为 X^AX^a ，I-2 的基因型是 X^AY ，生出的子代中，II-1 的基因型是 X^aY ，II-2 的基因型是 X^AX^a ，II-3 的基因型是 X^aY ，II-4 的基因型 X^AX^A ，是II-5 的基因型是 X^AY 。

【详解】

- A、据分析可知，II-1 的基因型是 X^aY ，A 正确；
 - B、II-2 的基因型是 X^AX^a ，与正常男性 X^AY 婚配后，后代基因型及比例为： X^AX^A ： X^AX^a ： X^AY ： X^aY =1：1：1：1，则所生后代的患病概率是 $1/4$ ，B 正确；
 - C、I-1 是女性携带者，基因型为 X^AX^a ，若致病基因来自父亲，则父亲基因型为 X^aY ，由题干可知 X^aY 为不育的女性化患者，因此，其致病基因只可能来自母亲，C 错误；
 - D、 X^aY （女性化患者）无生育能力，会使人群中 a 的基因频率越来越低，A 的基因频率逐渐增加，D 正确。
- 故选 C。

8.（2021 年湖北高考真题）人类的 ABO 血型是由常染色体上的基因 I^A 、 I^B 和 i 三者之间互为等位基因决定的。 I^A 基因产物使得红细胞表面带有 A 抗原， I^B 基因产物使得红细胞表面带有 B 抗原。 I^AI^B 基因型个体红

细胞表面有 A 抗原和 B 抗原，ii 基型个体红细胞表面无 A 抗原和 B 抗原。现有一个家系的系谱图（如图），对家系中各成员的血型进行检测，结果如表，其中“+”表示阳性反应，“-”表示阴性反应。



个体	1	2	3	4	5	6	7
A 抗原抗体	+	+	-	+	+	-	-
B 抗原抗体	+	-	+	+	-	+	-

下列叙述正确的是（ ）

- A. 个体 5 基因型为 $I^A i$ ，个体 6 基因型为 $I^B i$
- B. 个体 1 基因型为 $I^A I^B$ ，个体 2 基因型为 $I^A I^A$ 或 $I^A i$
- C. 个体 3 基因型为 $I^B I^B$ 或 $I^B i$ ，个体 4 基因型为 $I^A I^B$
- D. 若个体 5 与个体 6 生第二个孩子，该孩子的基因型一定是 ii

【答案】A

【解析】

【分析】

由题表可知，呈阳性反应的个体红细胞表面有相应抗原，如个体 1 的 A 抗原抗体呈阳性，B 抗原抗体也呈阳性，说明其红细胞表面既有 A 抗原，又有 B 抗原，则个体 1 的基因型为 $I^A I^B$ 。

【详解】

A、个体 5 只含 A 抗原，个体 6 只含 B 抗原，而个体 7 既不含 A 抗原也不含 B 抗原，故个体 5 的基因型只能是 $I^A i$ ，个体 6 的基因型只能是 $I^B i$ ，A 正确；

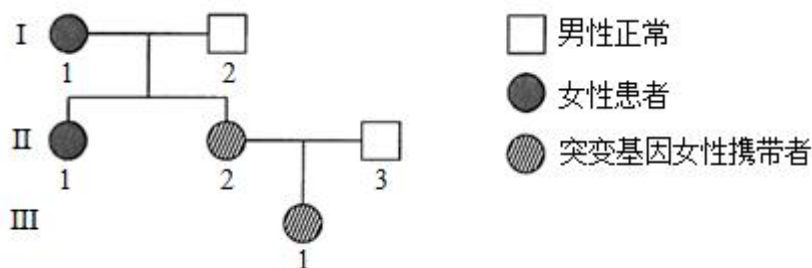
B、个体 1 既含 A 抗原又含 B 抗原，说明其基因型为 $I^A I^B$ 。个体 2 只含 A 抗原，但个体 5 的基因型为 $I^A i$ ，所以个体 2 的基因型只能是 $I^A i$ ，B 错误；

C、由表格分析可知，个体 3 只含 B 抗原，个体 4 既含 A 抗原又含 B 抗原，个体 6 的基因型只能是 $I^B i$ ，故个体 3 的基因型只能是 $I^B i$ ，个体 4 的基因型是 $I^A I^B$ ，C 错误；

D、个体 5 的基因型为 $I^A i$ ，个体 6 的基因型为 $I^B i$ ，故二者生的孩子基因型可能是 $I^A i$ 、 $I^B i$ 、 $I^A I^B$ 、ii，D 错误。

故选 A。

9. (2021 年海南高考真题) 某遗传病由线粒体基因突变引起, 当个体携带含突变基因的线粒体数量达到一定比例后会表现出典型症状。I-1 患者家族系谱如图所示。



下列有关叙述正确的是 ()

- A. 若 II-1 与正常男性结婚, 无法推断所生子女的患病概率
- B. 若 II-2 与 II-3 再生一个女儿, 该女儿是突变基因携带者的概率是 $1/2$
- C. 若 III-1 与男性患者结婚, 所生女儿不能把突变基因传递给下一代
- D. 该遗传病的遗传规律符合孟德尔遗传定律

【答案】A

【解析】

【分析】

1、细胞质遗传的特点: ①母系遗传, 不论正交还是反交, 子代性状总是受母本 (卵细胞) 细胞质基因控制; ②杂交后代不出现一定的分离比。

2、减数分裂形成卵细胞时, 细胞质中的遗传物质随机不均等分配。在受精作用进行时, 通常是精子的头部进入卵细胞, 尾部留在外面, 受精卵中的细胞质几乎全部来自卵细胞。

【详解】

A、该遗传病由线粒体基因突变引起, 并且当个体携带含突变基因的线粒体数量达到一定比例后才会表现出典型症状, 则 II-1 与正常男性结婚, 无法推断所生子女的患病概率, A 正确;

B、II-2 形成卵细胞时, 细胞质中的遗传物质随机不均等分配, 则 II-2 与 II-3 再生一个女儿, 该女儿是突变基因携带者的概率无法计算, B 错误;

C、III-1 是突变基因携带者, 与男性患者结婚, 可把突变基因传递给女儿, 故所生女儿能把突变基因传递给下一代, C 错误;

D、该遗传病是由线粒体基因突变引起的, 属于细胞质遗传, 而孟德尔遗传定律适用于真核生物有性生殖的细胞核遗传, 故该遗传病的遗传规律不符合孟德尔遗传定律, D 错误。

故选 A。

10. (2021 年福建高考真题) 一位患有单基因显性遗传病的妇女(其父亲与丈夫表现型正常)想生育一个健康的孩子。医生建议对极体进行基因分析, 筛选出不含该致病基因的卵细胞, 采用试管婴儿技术辅助生育后代, 技术流程示意图如下。



下列叙述正确的是 ()

- A. 可判断该致病基因位于 X 染色体上
- B. 可选择极体 1 或极体 2 用于基因分析
- C. 自然生育患该病子女的概率是 25%
- D. 在获能溶液中精子入卵的时期是③

【答案】B

【解析】

【分析】

1、一位患有单基因显性遗传病的妇女, 进行基因分析可筛选出不含该致病基因的卵细胞, 说明该患病妇女为杂合子。

2、一个卵原细胞减数分裂产生三个第二极体和一个卵细胞, 极体最终退化消失。

3、通常说的“卵子”指次级卵母细胞, 精卵结合指的是成熟的精子与次级卵母细胞识别, 在入卵的同时, 次级卵母细胞完成减数第二次分裂产生卵细胞, 最后完成精核与卵核的融合。

【详解】

A、由题意可知, 患病妇女为杂合子, 该显性致病基因可以常染色体上, 也可以位于 X 染色体上, A 错误;

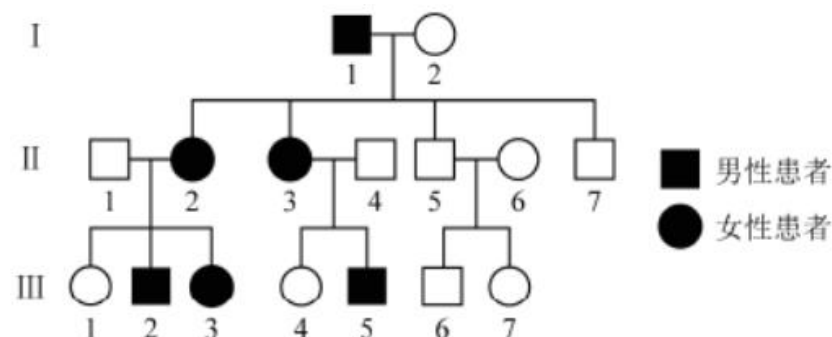
B、卵原细胞减数第一次分裂中同源染色体分离, 其上基因也随之分离, 最终产生一个次级卵母细胞和一个第一极体, 二者基因互补, 次级卵母细胞减数第二次分裂着丝粒分裂, 姐妹染色单体分离, 其上基因也随之分离, 最终产生一个卵细胞和一个第二极体, 二者基因相同, 且卵细胞可用于受精, 而极体最后退化消失, 因此可选择极体 1 或极体 2 用于基因分析, B 正确;

C、若显性致病基因用 A 表示, 位于常染色体, 则患病妇女基因型为 Aa, 丈夫正常, 基因型为 aa, 自然生育患该病子女 (Aa) 的概率是 1/2, 若显性致病基因位于 X 染色体上, 则患病妇女基因型为 $X^A X^a$, 丈夫的基因型为 $X^a Y$, 自然生育患该病子女 ($X^A X^a$, $X^A Y$) 的概率是 $1/4 + 1/4 = 1/2$, C 错误;

D、在获能溶液中精子入卵（次级卵母细胞）的时期是②，D 错误。

故选 B。

11.（2021 年北京高考真题）下图为某遗传病的家系图，已知致病基因位于 X 染色体。



对该家系分析正确的是（ ）

- A. 此病为隐性遗传病
- B. III-1 和 III-4 可能携带该致病基因
- C. II-3 再生儿子必为患者
- D. II-7 不会向后代传递该致病基因

【答案】D

【解析】

【分析】

据图分析，II-1 正常，II-2 患病，且有患病的女儿 III-3，且已知该病的致病基因位于 X 染色体上，故该病应为显性遗传病（若为隐性遗传病，则 II-1 正常，后代女儿不可能患病），设相关基因为 A、a，据此分析作答。

【详解】

A、结合分析可知，该病为伴 X 显性遗传病，A 错误；

B、该病为伴 X 显性遗传病，III-1 和 III-4 正常，故 III-1 和 III-4 基因型为 X^aX^a ，不携带该病的致病基因，B 错误；

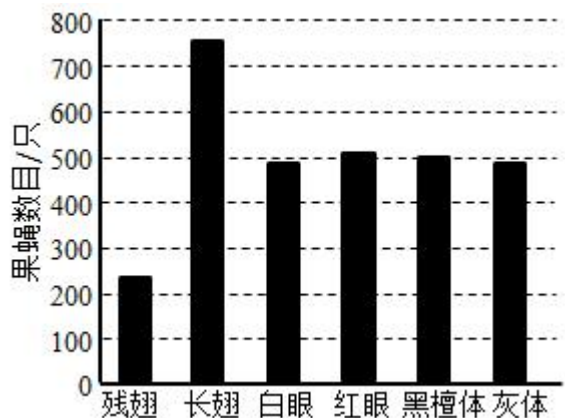
C、II-3 患病，但有正常女儿 III-4 (X^aX^a)，故 II-3 基因型为 X^AX^a ，II-3 与 II-4 (X^aY) 再生儿子为患者 X^AY 的概率为 1/2，C 错误；

D、该病为伴 X 显性遗传病，II-7 正常，基因型为 X^aY ，不携带致病基因，故 II-7 不会向后代传递该致病基因，D 正确。

故选 D。

（2021 年全国甲卷）12. 果蝇的翅型、眼色和体色 3 个性状由 3 对独立遗传的基因控制，且控制眼色的基

因位于 X 染色体上。让一群基因型相同的果蝇（果蝇 M）与另一群基因型相同的果蝇（果蝇 N）作为亲本进行杂交，分别统计子代果蝇不同性状的个体数量，结果如图所示。已知果蝇 N 表现为显性性状灰体红眼。下列推断错误的是（ ）



- A. 果蝇 M 为红眼杂合体雌蝇
- B. 果蝇 M 体色表现为黑檀体
- C. 果蝇 N 为灰体红眼杂合体
- D. 亲本果蝇均为长翅杂合体

【答案】A

【解析】

【分析】

分析柱形图：果蝇 M 与果蝇 N 作为亲本进行杂交，子代中长翅：残翅=3：1，说明长翅为显性性状，残翅为隐性性状，亲本关于翅型的基因型均为 Aa（假设控制翅型的基因为 A/a）；子代灰身：黑檀体=1：1，同时灰体为显性性状，亲本关于体色的基因型为 Bb×bb（假设控制体色的基因为 B/b）；子代红眼：白眼=1：1，红眼为显性性状，且控制眼色的基因位于 X 染色体上，假设控制眼色的基因为 W/w），故亲本关于眼色的基因型为 $X^W X^w \times X^w Y$ 或 $X^w X^w \times X^W Y$ 。3 个性状由 3 对独立遗传的基因控制，遵循基因的自由组合定律，因为 N 表现为显性性状灰体红眼，故 N 基因型为 $AaBbX^W X^w$ 或 $AaBbX^W Y$ ，则 M 的基因型对应为 $Aa bb X^w Y$ 或 $AabbX^w X^w$ 。

【详解】

AB、根据分析可知，M 的基因型为 $Aa bb X^w Y$ 或 $AabbX^w X^w$ ，表现为长翅黑檀体白眼雄蝇或长翅黑檀体白眼雌蝇，A 错误，B 正确；

C、N 基因型为 $AaBbX^W X^w$ 或 $AaBbX^W Y$ ，灰体红眼表现为长翅灰体红眼雌蝇，三对基因均为杂合，C 正确；

D、亲本果蝇长翅的基因型均为 Aa，为杂合子，D 正确。

故选 A。

（2021 年山东卷）13. 果蝇星眼、圆眼由常染色体上的一对等位基因控制，星眼果蝇与圆眼果蝇杂交，子一代中星眼果蝇：圆眼果蝇=1：1，星眼果蝇与星眼果蝇杂交，子一代中星眼果蝇：圆眼果蝇=2：1。缺刻翅、正常翅由 X 染色体上的一对等位基因控制，且 Y 染色体上不含有其等位基因，缺刻翅雌果蝇与正常翅雄果蝇杂交所得子一代中，缺刻翅雌果蝇：正常翅雌果蝇=1：1，雄果蝇均为正常翅。若星眼缺刻翅雌果蝇与星眼正常翅雄果蝇杂交得 F₁，下列关于 F₁ 的说法错误的是（ ）

- A. 星眼缺刻翅果蝇与圆眼正常翅果蝇数量相等
- B. 雌果蝇中纯合子所占比例为 1/6
- C. 雌果蝇数量是雄果蝇的二倍
- D. 缺刻翅基因的基因频率为 1/6

【答案】D

【解析】

【分析】

分析题意可知：果蝇星眼、圆眼由常染色体上的一对等位基因控制，星眼果蝇与圆眼果蝇杂交，子一代中星眼果蝇：圆眼果蝇=1：1，属于测交；星眼果蝇与星眼果蝇杂交，子一代中星眼果蝇：圆眼果蝇=2：1，则星眼为显性性状，且星眼基因纯合致死，假设相关基因用 A、a 表示。缺刻翅、正常翅由 X 染色体上的一对等位基因控制，且 Y 染色体上不含有其等位基因，缺刻翅雌果蝇与正常翅雄果蝇杂交所得子一代中，缺刻翅雌果蝇：正常翅雌果蝇=1：1，雄果蝇均为正常翅，可知缺刻翅为显性性状，正常翅为隐性性状，且缺刻翅雄果蝇致死，假设相关基因用 B、b 表示，则雌蝇中没有基因型为 X^BX^B 的个体。

【详解】

- A、亲本星眼缺刻翅雌果蝇基因型为 AaX^BX^b，星眼正常翅雄果蝇基因型为 AaX^bY，则 F₁ 中星眼缺刻翅果蝇（只有雌蝇，基因型为 AaX^BX^b，比例为 2/3×1/3=2/9）与圆眼正常翅果蝇（1/9aaX^bX^b、1/9aaX^bY）数/量相等，A 正确；
- B、雌果蝇中纯合子基因型为 aaX^bX^b，在雌果蝇中所占比例为 1/3×1/2= 1/6，B 正确；
- C、由于缺刻翅雄果蝇致死，故雌果蝇数量是雄果蝇的 2 倍，C 正确；
- D、F₁ 中 X^BX^b：X^bX^b：X^bY=1：1：1，则缺刻翅基因 X^B 的基因频率为 1/（2×2+1）= 1/5，D 错误。

故选 D。

（2021 年 1 月浙江卷）14. 遗传病是生殖细胞或受精卵遗传物质改变引发的疾病。下列叙述正确的是（ ）

-
- A. 血友病是一种常染色体隐性遗传病
- B. X 连锁遗传病的遗传特点是“传女不传男”
- C. 重度免疫缺陷症不能用基因治疗方法医治
- D. 孩子的先天畸形发生率与母亲的生育年龄有关

【答案】D

【解析】

【分析】

人类遗传病分为单基因遗传病、多基因遗传病和染色体异常遗传病三大类：（1）单基因遗传病包括常染色体显性遗传病（如并指）、常染色体隐性遗传病（如白化病）、伴 X 染色体隐性遗传病（如血友病、色盲）、伴 X 染色体显性遗传病（如抗维生素 D 佝偻病）；（2）多基因遗传病是由多对等位基因异常引起的，如青少年型糖尿病；（3）染色体异常遗传病包括染色体结构异常遗传病（如猫叫综合征）和染色体数目异常遗传病（如 21 三体综合征）。

【详解】

- A、血友病是一种伴 X 染色体隐性遗传病，A 错误；
- B、由于男性和女性的细胞内都有 X 染色体，故对于 X 连锁遗传病，男性、女性都有可能得病，如红绿色盲患者中既有女性又有男性，B 错误；
- C、可以采用基因治疗重度免疫缺陷症，比如严重联合免疫缺陷病可以通过向患者的 T 淋巴细胞转移腺苷脱氨酶基因的方法进行治疗，C 错误；
- D、孩子的先天畸形发生率与母亲的生育年龄有关，如 21-三体综合征，女性适龄生育时胎儿先天畸形率低，超龄后年龄越大，胎儿先天畸形率越大，D 正确。
- 故选 D。

15.（2019 浙江 4 月选考·8）下列关于单基因遗传病的叙述，正确的是

- A. 在青春期的患病率很低
- B. 由多个基因的异常所致
- C. 可通过遗传咨询进行治疗
- D. 禁止近亲结婚是预防该病的唯一措施

【答案】A

【解析】单基因遗传病在新出生婴儿和儿童中很容易表现，在青春期的患病率很低，A 选项正确；单基因遗传病是由染色体上单个基因的异常所引起的，B 选项错误；遗传咨询可以为遗传病患者或遗传性异常性

状表现者及家属做出诊断，估计疾病或异常性状再度发生的可能性，无法对疾病进行治疗，C 选项错误；禁止近亲结婚、产前诊断、遗传咨询等方式都能较好地预防该病，D 选项错误。

16. (2019 浙江 4 月选考·17) 一对表现型正常的夫妇生了一个患半乳糖血症的女儿和一个正常的儿子。若这个儿子与一个半乳糖血症携带者的女性结婚，他们所生子女中，理论上患半乳糖血症女儿的可能性是

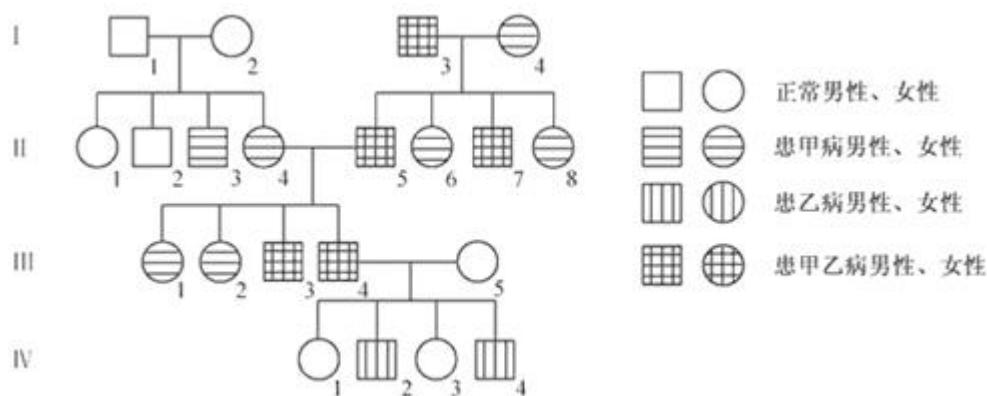
- A. 1/12
- B. 1/8
- C. 1/6
- D. 1/3

【答案】A

【解析】根据题意分析，表现型正常的夫妇生下了患病后代，则半乳糖血症为隐性遗传，又因为后代中患病的是女儿，则半乳糖血症不可能为伴性遗传，故该病为常染色体隐性遗传病。根据题意分析，半乳糖血症为常染色体隐性遗传病，设该病的致病基因为 a，其正常的等位基因为 A，则可得儿子的基因型为 $\frac{1}{3}AA$ 和 $\frac{2}{3}Aa$ ，该儿子与半乳糖血症的携带者女性结婚，理论上患半乳糖血症的女儿的可能性为 $\frac{2}{3} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{12}$ 。

A 选项为正确答案。

17. (2019 浙江 4 月选考·28) 下图为甲、乙两种遗传病（其中一种为伴性遗传）的某遗传家系图，家系中无基因突变发生，且 I₄ 无乙病基因。人群中这两种病的发病率均为 1/625。



- A. 若 IV₂ 的性染色体组成为 XXY，推测 III₄ 发生染色体畸变的可能性大于 III₅
- B. 若 III₄ 与 III₅ 再生 1 个孩子，患甲病概率是 1/26，只患乙病概率是 25/52
- C. II₁ 与 IV₃ 基因型相同的概率是 2/3，与 III₅ 基因型相同的概率是 24/39
- D. 若 II₁ 与人群中某正常男性结婚，所生子女患病的概率是 1/39

【答案】B

【解析】根据题图分析，甲病为常染色体隐性遗传病，乙病为伴 Y 染色体遗传病。若 IV₂ 的性染色体组成为

XXY，则可能是①Ⅲ₄生殖细胞在减数第一次分裂后期同源染色体分离时发生异常；②Ⅲ₅的生殖细胞在减数第二次分裂后期着丝粒断裂后形成的染色体未分到两个细胞中。两者染色体畸变的可能性相近，A选项错误；设甲病的基因为A、a，乙病的基因为B、b，可得Ⅲ₄的基因型为aaXY^b，因为人群中这两种病的发病率均为1/625，所以Ⅲ₅基因型为Aa的概率为

$$\frac{2 \times \frac{1}{25} \times \frac{24}{25}}{2 \times \frac{1}{25} \times \frac{24}{25} + \frac{24}{25} \times \frac{24}{25}} = \frac{1}{13}, \text{故Ⅲ}_4 \text{与Ⅲ}_5 \text{再生1个孩子，患甲}$$

病的概率为 $\frac{1}{13} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{26}$ ，只患乙病的概率是 $\left(1 - \frac{1}{26}\right) \times \frac{1}{2} = \frac{25}{52}$ ，B选项正确；因为甲病为常染色体隐性遗传病，

故Ⅰ₁和Ⅰ₂的基因型均为Aa，则Ⅱ₁的基因型为AA的概率为 $\frac{1}{3}$ ，为Aa的概率为 $\frac{2}{3}$ ，结合B选项的分析可知，

Ⅳ₃的基因型为AA的概率为0，基因型Aa的概率为1，Ⅱ₁与Ⅳ₃基因型相同的概率是2/3，与Ⅲ₅基因型相同的概率为 $\frac{2}{3} \times \frac{1}{13} = \frac{2}{39}$ ，C选项错误；Ⅱ₁的基因型为AA的概率为 $\frac{1}{3}$ ，为Aa的概率为 $\frac{2}{3}$ ，与正常男性结合，子

女只有可能患甲病，该正常男性基因型为Aa的概率为

$$\frac{2 \times \frac{1}{25} \times \frac{24}{25}}{2 \times \frac{1}{25} \times \frac{24}{25} + \frac{24}{25} \times \frac{24}{25}} = \frac{1}{13}, \text{故子女患病的可能为}$$

$$\frac{1}{13} \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{78}, \text{D选项错误。}$$

18. (2019全国卷I·5) 某种二倍体高等植物的性别决定类型为XY型。该植物有宽叶和窄叶两种叶形，宽叶对窄叶为显性。控制这对相对性状的基因(B/b)位于X染色体上，含有基因b的花粉不育。下列叙述错误的是

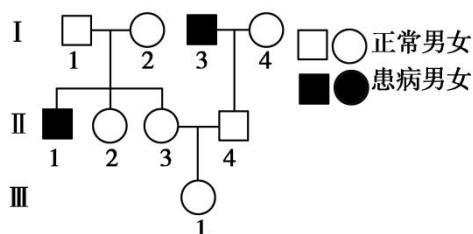
- A. 窄叶性状只能出现在雄株中，不可能出现在雌株中
- B. 宽叶雌株与宽叶雄株杂交，子代中可能出现窄叶雄株
- C. 宽叶雌株与窄叶雄株杂交，子代中既有雌株又有雄株
- D. 若亲本杂交后子代雄株均为宽叶，则亲本雌株是纯合子

【答案】C

【解析】XY型性别决定的生物中，基因型XX代表雌性个体，基因型XY代表雄性个体，含有基因b的花粉不育即表示雄配子X^b不育，而雌配子X^b可育。由于父本无法提供正常的X^b配子，故雌性后代中无基因型为X^bX^b的个体，故窄叶性状只能出现在雄性植株中，A正确；宽叶雌株的基因型为X^BX⁻，宽叶雄株的基因型为X^BY，若宽叶雌株与宽叶雄株杂交，当雌株基因型为X^BX^b时，子代中可能会出现窄叶雄株X^bY，B正确；宽叶雌株与窄叶雄株，宽叶雌株的基因型为X^BX⁻，窄叶雄株的基因型为X^bY，由于雄株提供的配子中X^b不可育，只有Y配子可育，故后代中只有雄株，不会出现雌株，C错误；若杂交后代中雄株均为宽叶，

且母本的 X^b 是可育的，说明母本只提供了 X^B 配子，故该母本为宽叶纯合子，D 正确。故选 C。

19. (2019江苏卷·25) 下图为某红绿色盲家族系谱图，相关基因用 X^B 、 X^b 表示。人的MN血型基因位于常染色体上，基因型有3种： $L^M L^M$ (M型)、 $L^N L^N$ (N型)、 $L^M L^N$ (MN型)。已知I-1、I-3为M型，I-2、I-4为N型。下列叙述正确的是



- A. II-3的基因型可能为 $L^M L^N X^B X^B$
- B. II-4的血型可能为M型或MN型
- C. II-2是红绿色盲基因携带者的概率为1/2
- D. III-1携带的 X^b 可能来自于I-3

【答案】AC

【解析】红绿色盲为伴 X 染色体隐性遗传，Y 染色体不含有其等位基因；男性的色盲基因来自于母亲，只能遗传给女儿，而女性的色盲基因既可以来自于母亲，也可以来自于父亲，既能遗传给女儿，也能遗传给儿子。在 MN 血型系统中，M 型、N 型和 MN 型的基因型依次为 $L^M L^M$ 、 $L^N L^N$ 和 $L^M L^N$ 。仅研究红绿色盲，依题意和图示分析可知：II-1 的基因型为 $X^b Y$ ，由此推知：I-1 和 I-2 的基因型分别是 $X^B Y$ 和 $X^B X^b$ ，II-2 和 II-3 的基因型及其比例为 $X^B X^B : X^B X^b = 1 : 1$ 。仅研究 MN 血型，I-1 和 I-2 的基因型分别是 $L^M L^M$ 和 $L^N L^N$ ，因此 II-1、II-2 和 II-3 的基因型均为 $L^M L^N$ 。综上分析，II-3 的基因型为 $L^M L^N X^B X^B$ 或 $L^M L^N X^B X^b$ ，II-2 是红绿色盲携带者的概率是 1/2，A、C 正确；I-3 和 I-4 的基因型分别是 $L^M L^M$ 和 $L^N L^N$ ，因此 II-4 的基因型为 $L^M L^N$ ，表现型为 MN 型，B 错误；I-1 和 II-4 的基因型均为 $X^B Y$ ，因此 III-1 携带的 X^b 来自于 II-3，II-3 携带的 X^b 来自于 I-2，即 III-1 携带的 X^b 可能来自于 I-2，D 错误。

20. (2018 浙江卷，15) 下列关于人类遗传病的叙述，正确的是 ()

- A. 缺乏古洛糖酸内酯氧化酶基因的人，均衡饮食条件下不会患坏血病
- B. 先天愚型患者第五号染色体上缺失一段染色体片段，患儿哭声似猫叫
- C. 苯丙酮尿症患者体内缺乏苯丙氨酸羟化酶，导致不能生成苯丙氨酸而患病
- D. 先天性心脏病是多基因遗传病，个体是否患病与基因有关，与环境因素无关

【答案】A

【解析】坏血病是缺乏维生素 C 引起，而古洛糖酸内酯氧化酶是合成维生素 C 所必需的酶，所以缺乏古洛

糖酸内酯氧化酶基因的人，均衡饮食条件下，可以获取足够的外源性维生素 C，不会患坏血病，A 正确；猫叫综合征是人类第五号染色体上缺失一段染色体片段引起，患儿哭声似猫叫，B 错误；苯丙酮尿症患者体内缺乏苯丙氨酸羟化酶，导致苯丙氨酸不能沿正常途径转变成酪氨酸，而只能转变成苯丙酮酸，使苯丙酮酸在体内积累过多而患病，C 错误；先天性心脏病是多基因遗传病，个体是否患病与基因有关，易受环境因素影响，D 错误。

21. (2018 天津卷, 4) 果蝇的生物钟基因位于 X 染色体上，有节律 (X^B) 对无节律 (X^b) 为显性；体色基因位于常染色体上，灰身 (A) 对黑身 (a) 为显性。在基因型为 AaX^BY 的雄蝇减数分裂过程中，若出现一个 AAX^BX^b 类型的变异细胞，有关分析正确的是 ()

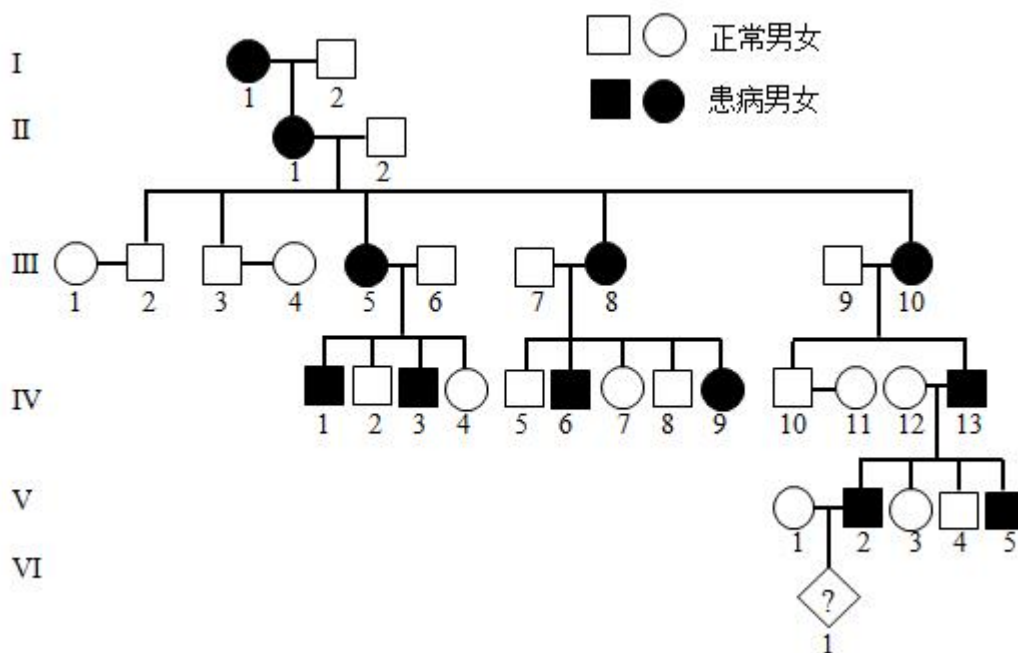
- A. 该细胞是初级精母细胞
- B. 该细胞的核 DNA 数是体细胞的一半
- C. 形成该细胞过程中，A 和 a 随姐妹染色单体分开发生了分离
- D. 形成该细胞过程中，有节律基因发生了突变

【答案】D

【解析】本题以果蝇为例，考查了减数分裂的过程与变异。亲本雄果蝇的基因型为 AaX^BY ，进行减数分裂时，由于染色体复制导致染色体上的基因也复制，即初级精母细胞的基因型是 $AAaaX^BX^bYY$ ，而基因型为 AAX^BX^b 的细胞基因数目是初级精母细胞的一半，说明其经过了减数第一次分裂，即该细胞不是初级精母细胞，而属于次级精母细胞，A 错误；该细胞为次级精母细胞，经过了间期的 DNA 复制（核 DNA 加倍）和减一后同源染色体的分离（核 DNA 减半），该细胞内 DNA 的含量与体细胞相同，B 错误；形成该细胞的过程中，A 与 a 随同源染色体的分开而分离，C 错误；该细胞的亲本 AaX^BY 没有无节律的基因，而该细胞却出现了无节律的基因，说明在形成该细胞的过程中，节律的基因发生了突变，D 正确。

二、多选题

1. (2021 年江苏高考真题) 短指 (趾) 症为显性遗传病，致病基因在群体中频率约为 $1/100 \sim 1/1000$ 。如图为该遗传病某家族系谱图，下列叙述正确的是 ()



- A. 该病为常染色体遗传病
- B. 系谱中的患病个体都是杂合子
- C. VI₁ 是患病男性的概率为 1/4
- D. 群体中患者的纯合子比例少于杂合子

【答案】ACD

【解析】

【分析】

1、分析系谱图可知：IV₁₂ 正常女性和IV₁₃ 患病男性婚配，后代中男性有患病和正常两种情况，且短指（趾）症为显性遗传病，可知该致病基因位于常染色体上。

2、常染色体显性遗传病的发病特点：（1）与性别无关，即男女患病的机会均等；（2）患者的双亲中必有一个为患者，但绝大多数为杂合子；（3）双亲无病时，子女一般不会患病(除非发生新的基因突变)；（4）连续传递，即通常连续几代都可能患者。

【详解】

A、假设患病基因用 A/a 表示，IV₁₂ 和IV₁₃ 婚配，若患病基因在 X 染色体上，则亲代基因型为 X^aX^a、X^AY，子代中不会有患病男性，故该病的致病基因在常染色体上，为常染色体遗传病，A 正确；

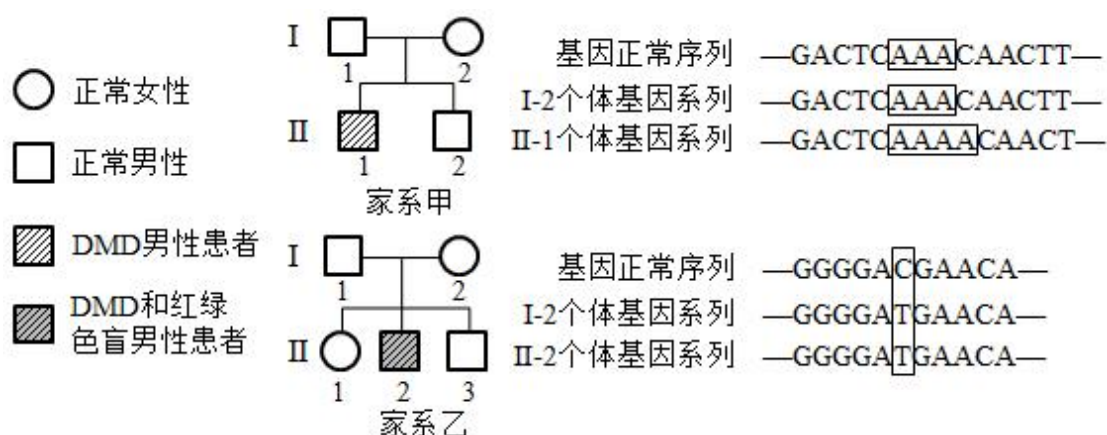
B、该病为常染色体显性遗传病，系谱图中患病个体中I₁ 个体为患者，其基因型为 A₋，因I₂ 个体为正常人，基因型为 aa，其后代II₁ 为杂合子，故不确定I₁ 个体是不是杂合体，也可能是纯合体其他患病后代有正常个体，故其他患病个体都是杂合子，B 错误；

C、IV₁₂ 正常女性和IV₁₃ 患病男性婚配，其后代V₂ 个体为患者，其基因型为 Aa，和正常人V₁ 婚配，V₁ 基因型为 aa，则后代 VI₁ 是患者的概率为 1/2，是患病男性的概率为 1/2×1/2=1/4，C 正确；

D、在群体中该显性致病基因的频率很低，约为 1/100~1/1000，根据遗传平衡定律，显性纯合子短指症患者 AA 的频率更低，大约为 1/10000~1/1 000 000，而杂合子短指症患者 Aa 的频率可约为 1/50~1/500，故绝大多数短指症患者的基因型为 Aa，即群体中患者的纯合子比例少于杂合子，D 正确。

故选 ACD。

（2021 年河北卷）2. 杜氏肌营养不良（DMD）是由单基因突变引起的伴 X 隐性遗传病，男性中发病率约为 1/4000。甲、乙家系中两患者的外祖父均表现正常，家系乙II-2 还患有红绿色盲。两家系部分成员 DMD 基因测序结果（显示部分序列，其他未显示序列均正常）如图。下列叙述错误的是（ ）



- A. 家系甲II-1 和家系乙II-2 分别遗传其母亲的 DMD 致病基因
- B. 若家系乙I-1 和I-2 再生育一个儿子，儿子患两种病的概率比患一种病的概率低
- C. 不考虑其他突变，家系甲II-2 和家系乙II-1 婚后生出患 DMD 儿子的概率为 1/8
- D. 人群中女性 DMD 患者频率远低于男性，女性中携带者的频率约为 1/4000

【答案】ABD

【解析】

【分析】

据题意可知，杜氏肌营养不良（DMD）是由单基因突变引起的伴 X 隐性遗传病，红绿色盲也是伴 X 隐性遗传病，这两种病均位于 X 染色体上，属于连锁遗传。根据家系甲部分成员 DMD 基因测序结果可知，I-2 个体基因序列正常，II-1 个体基因序列异常，假设 DMD 的致病基因用 b 表示，则I-2 的基因型为 X^BX^B，II-1 的基因型为 X^bY，则II-1 患病的原因可能是其母亲产生配子时发生了基因突变。根据家系乙部分成员 DMD 基因测序结果可知，用 a 表示红绿色盲致病基因，则I-2 的基因型为 X^{AB}X^{ab}，II-2 的基因型为 X^{ab}Y。

【详解】

A、据分析可知，家系甲II-1的母亲不携带致病基因，其致病基因可能是其母亲在产生卵子的时候发生基因突变导致的，家系乙II-2遗传其母亲的DMD致病基因，A错误；

B、若家系乙I-1 $X^{AB}Y$ 和I-2 $X^{AB}X^{ab}$ 再生育一个儿子，由于ab基因连锁，交叉互换的概率较低，因此，儿子患两种病的概率高于患一种病的概率，B错误；

C、不考虑其他突变，家系甲II-2的基因型为 X^BY ，家系乙中I-2的基因型为 X^BX^b ，I-2的基因型为 X^BX^b ，则II-1基因型为 X^BX^b 的概率是1/2，家系甲II-2和家系乙II-1婚后生出患DMD儿子的概率为 $1/2 \times 1/4 = 1/8$ ，C正确；

D、由于DMD是由单基因突变引起的伴X隐性遗传病，人群中女性DMD患者(X^bX^b)频率远低于男性(X^bY)，由题干可知，男性中发病率约为1/4000，即 $X^b=1/4000$ ，则 $X^B=3999/4000$ ，女性中携带者的频率约为 $2 \times 1/4000 \times 3999/4000 \approx 1/2000$ ，D错误；

故选ABD。

(2021年山东卷)3. 小鼠Y染色体上的S基因决定雄性性别的发生，在X染色体上无等位基因，带有S基因的染色体片段可转接到X染色体上。已知配子形成不受S基因位置和数量的影响，染色体能正常联会、分离，产生的配子均具有受精能力；含S基因的受精卵均发育为雄性，不含S基因的均发育为雌性，但含有两个Y染色体的受精卵不发育。一个基因型为 XY^S 的受精卵中的S基因丢失，由该受精卵发育成能产生可育雌配子的小鼠。若该小鼠与一只体细胞中含两条性染色体但基因型未知的雄鼠杂交得 F_1 ， F_1 小鼠雌雄间随机杂交得 F_2 ，则 F_2 小鼠中雌雄比例可能为()

A. 4:3

B. 3:4

C. 8:3

D. 7:8

【答案】ABD

【解析】

【分析】

根据题干信息“，带有S基因的染色体片段可转接到X染色体上”，一个基因为 XY^S 的受精卵中的S基因丢失，记为XY；

由该受精卵发育成能产生可育雌配子的小鼠，与一只体细胞中含两条性染色体但基因型未知的雄鼠杂交，则该雄鼠肯定含有S基因，且体细胞中有两条性染色体，所以其基因型只能是 XY^S ， X^SY ， X^SX ，如果是两

条性染色体都含 S 基因，则子代全为雄性，无法交配。

【详解】

根据分析如果雄鼠的基因型是 XY^S ，当其与该雌鼠 XY 杂交，由于 Y^SY 致死，所以 F_1 中

$XX:XY:XY^S=1:1:1$ ，雌性：雄性为 $2:1$ ，当 F_1 杂交，雌性产生配子及比例 $3X:1Y$ ，雄性产生的配子 $1X:1Y^S$ ，随机交配后， $3XX:3XY^S:1XY:1Y^SY$ （致死），所以雌性：雄性= $4:3$ ；

如果雄鼠的基因型是 X^SY ，当其与该雌鼠 XY 杂交， F_1 中 $X^SX:X^SY:XY=1:1:1$ ，雄性：雌性= $2:1$ ，雄性可以产生的配子及比例为 $1X:2X^S:1Y$ ，雌性产生的配子及比例 $1X:1Y$ ，随机结合后，

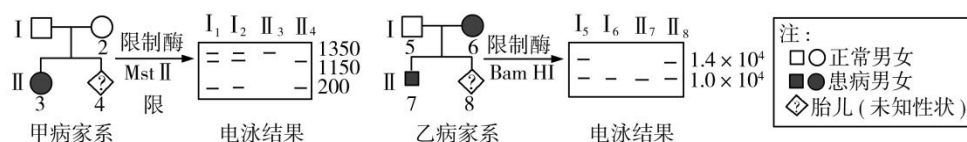
$1XX:1XY:2X^SX:2X^SY:1XY:1YY$ ，雌性：雄性= $3:4$ 。

如果雄鼠的基因型是 X^SX ，当其与该雌鼠 XY 杂交， F_1 中 $X^SX:X^SY:XX:XY=1:1:1:1$ ，雌性：雄性= $1:1$ ，随机交配，雌性产生的配子 $3X:1Y$ ，雄性产生的配子 $2X^S:1X:1Y$ ，随机结合后，

$6X^SX:2X^SY:3XX:1XY:3XY:1YY$ （致死），雄性：雌性= $8:7$ 。

故选 ABD。

4.（2020 年山东省高考生物试卷（新高考））下图表示甲、乙两种单基因遗传病的家系图和各家庭成员基因检测的结果。检测过程中用限制酶处理相关基因得到大小不同的片段后进行电泳，电泳结果中的条带表示检出的特定长度的酶切片段，数字表示碱基对的数目。下列说法正确的是（ ）



- A. 甲病的致病基因位于常染色体上，乙病的致病基因位于 X 染色体上
- B. 甲病可能由正常基因发生碱基对的替换导致，替换后的序列可被 *Mst* II 识别
- C. 乙病可能由正常基因上的两个 *Bam*HI 识别序列之间发生碱基对的缺失导致
- D. II₄ 不携带致病基因、II₈ 带致病基因，两者均不患待测遗传病

【答案】CD

【解析】

【分析】

分析甲病家系图可知甲病为常染色体隐性遗传病，分析乙病家系图，再结合 DNA 电泳图可判断，乙病可能为常染色体隐性遗传病，致病基因也可能位于 XY 同源染色体上。

【详解】

A. 由 II-3 患病，而 I-1 和 I-2 均正常可知甲病致病基因位于常染色体上，乙病基因可能位于 XY 同源区段上，

也可以位于常染色体上，A 错误；

B.根据电泳结果，II-3 只有 1350 一个条带，而 I-1 和 I-2 除 1350 的条带外还有 1150 和 200 两个条带，可推知甲病可能由正常基因发生碱基对的替换导致，替换前的序列能被 MstII 识别，替换后的序列则不能被 MstII 识别，B 错误；

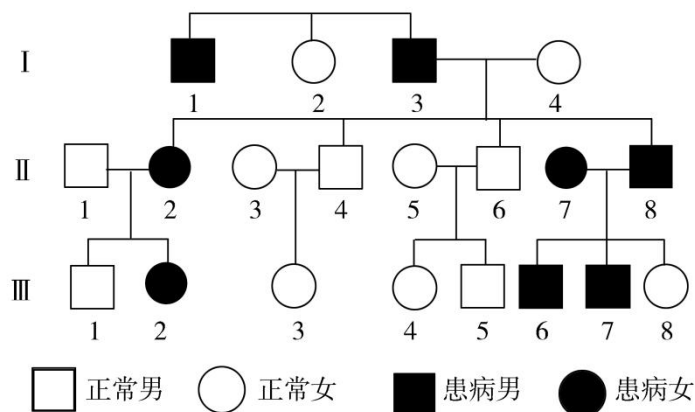
C.I-6 为隐性纯合子，故 1.0×10^4 为隐性基因的条带， 1.4×10^4 为显性基因的条带，所以乙病可能有正常基因上的两个 BamHI 识别序列之间发生碱基对的缺失导致，C 正确；

D.II-4 电泳结果只有 1150 和 200 两个条带，为显性纯合子，不携带致病基因，II-8 电泳结果有两条带，为携带者，二者都不患待测遗传病，D 正确。故选 CD。

【点睛】

解答家系图的问题时，先利用口诀“无中生有为隐性，隐性遗传看女病。一女病。其父子有正非伴性。有中生无为显性，显性遗传看男病，一男病，其母女有正非伴性。”进行判断，有些家系图含有的个体较少，可能无法判断具体的遗传方式，则利用假设法，如本题的乙家系。解答本题还要结合 DNA 的电泳图进一步进行分析判断。

5.（2020 年江苏省高考生物试卷）家族性高胆固醇血症（FH）是一种遗传病，纯合子患者在人群中出现的频率约 $1/100000$ 。图是某 FH 家系的系谱图，下列叙述正确的是（ ）



- A. FH 为常染色体显性遗传病
- B. FH 患者双亲中至少有一人为 FH 患者
- C. 杂合子患者在人群中出现的频率约为 $1/500$
- D. III₆ 的患病基因由父母双方共同提供

【答案】ABC

【解析】

【分析】

分析系谱图可知：II₇和II₈均患病，其后代中出现了正常女儿，说明该病为显性遗传病，II₈患病，但其女儿正常，可知致病基因位于常染色体上。

【详解】

A、由分析可知，该病为常染色体显性遗传病，A 正确；

B、显性遗传病的患者，其双亲中至少有一个为患者，B 正确；

C、已知纯合子患者出现概率为 $1/1000000$ ，可知显性基因频率为 $1/1000$ ，则隐性基因频率为 $999/1000$ ，推知杂合子的概率为 $2 \times 1/1000 \times 999/1000 \approx 1/500$ ，C 正确；

D、III₆可能为显性纯合子或杂合子，故其患病基因可能由父母双方共同提供，也可能由一方提供，D 错误。
故选 ABC。

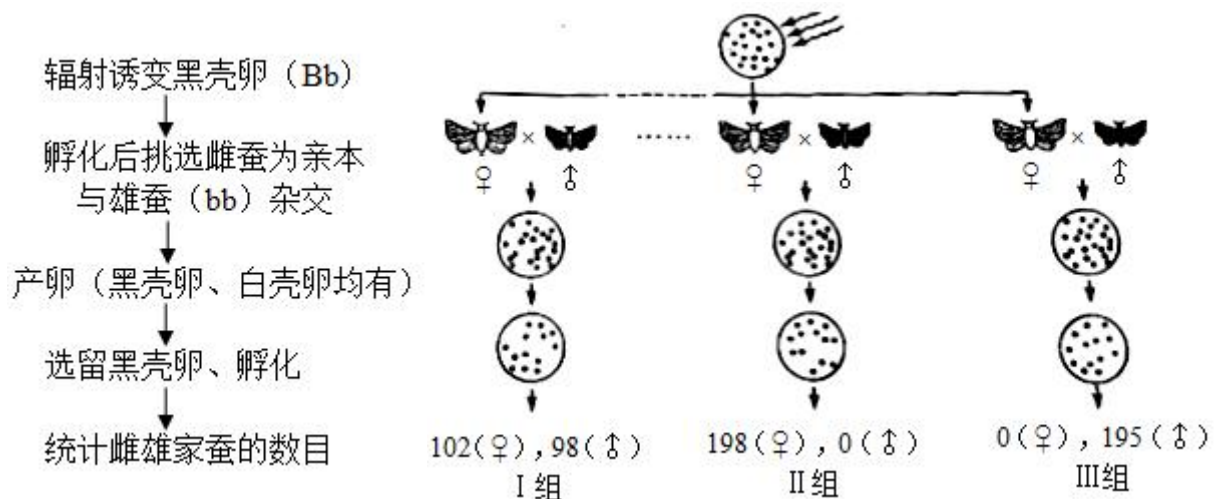
三、非选择题

1. (2022·广东·高考真题)《诗经》以“蚕月条桑”描绘了古人种桑养蚕的劳动画面，《天工开物》中“今寒家有将早雄配晚雌者，幻出嘉种”，表明我国劳动人民早已拥有利用杂交手段培育有蚕种的智慧，现代生物技术应用于蚕桑的遗传育种，更为这历史悠久的产业增添了新的活力。回答下列问题：

(1)自然条件下蚕采食桑叶时，桑叶会合成蛋白醇抑制剂以抵御蚕的采食，蚕则分泌更多的蛋白酶以拮抗抑制剂的作用。桑与蚕相互作用并不断演化的过程称为_____。

(2)家蚕的虎斑对非虎斑、黄茧对白茧、敏感对抗软化病为显性，三对性状均受常染色体上的单基因控制且独立遗传。现有上述三对基因均杂合的亲本杂交，F₁中虎斑、白茧、抗软化病的家蚕比例是_____；若上述杂交亲本有 8 对，每只雌蚕平均产卵 400 枚，理论上可获得_____只虎斑、白茧、抗软化病的纯合家蚕，用于留种。

(3)研究小组了解到：①雄蚕产丝量高于雌蚕；②家蚕的性别决定为 ZW 型；③卵壳的黑色(B)和白色(b)由常染色体上的一对基因控制；④黑壳卵经射线照射后携带 B 基因的染色体片段可转移到其他染色体上且能正常表达。为达到基于卵壳颜色实现持续分离雌雄，满足大规模生产对雄蚕需求的目的，该小组设计了一个诱变育种的方案。下图为方案实施流程及得到的部分结果。



统计多组实验结果后，发现大多数组别家蚕的性别比例与 I 组相近，有两组 (II、III) 的性别比例非常特殊。综合以上信息进行分析：

- ①I组所得雌蚕的 B 基因位于_____染色体上。
- ②将II组所得雌蚕与白壳卵雄蚕 (bb) 杂交，子代中雌蚕的基因型是_____ (如存在基因缺失，亦用 b 表示)。这种杂交模式可持续应用于生产实践中，其优势是可在卵期通过卵壳颜色筛选即可达到分离雌雄的目的。
- ③尽管III组所得黑壳卵全部发育成雄蚕，但其后代仍无法实现持续分离雌雄，不能满足生产需求，请简要说明理由_____。

【答案】(1)协同进化

(2) 3/64 50

(3) 常 bbZW^B III组所得黑壳卵雄蚕为杂合子，与白壳卵雌蚕杂交，后代的黑壳卵和白壳卵中均既有雌性又有雄性，无法通过卵壳颜色区分性别

【解析】

【分析】

家蚕的性别决定方式是 ZW 型，雌蚕的性染色体组成是 ZW，雄蚕的性染色体组成是 ZZ。

(1)

不同物种之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展，这就是协同进化。

(2)

由题意可知，三对性状均受常染色体上的单基因控制且独立遗传，即符合自由组合定律，将三对基因均杂合的亲本杂交，可先将三对基因分别按照分离定律计算，再将结果相乘，即 F₁ 各对性状中，虎斑个体占 3/4，白茧个体占 1/4，抗软化病个体占 1/4，相乘后 F₁ 中虎斑、白茧、抗软化病的家蚕比例是 3/4×1/4×1/4=3/64。

若上述杂交亲本有 8 对，每只雌蚕平均产卵 400 枚，总产卵数为 $8 \times 400 = 3200$ 枚，其中虎斑、白茧、抗软化病的纯合家蚕占 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{64}$ ，即 $3200 \times \frac{1}{64} = 50$ 只。

(3)

分析题意和图示方案可知，黑卵壳经射线照射后，携带 B 基因的染色体片段转移到其他染色体上且能正常表达，转移情况可分为三种，即携带 B 基因的染色体片段未转移或转移到常染色体上、转移到 Z 染色体上或转移到 W 染色体上。将诱变孵化后挑选的雌蚕作为亲本与雄蚕 (bb) 杂交，统计子代的黑卵壳孵化后雌雄家蚕的数目，结合图中的三组结果分析，I 组黑卵壳家蚕中雌雄比例接近 1:1，说明该性状与性别无关，即携带 B 基因的染色体片段未转移或转移到了常染色体上；II 组黑卵壳家蚕全为雌性，说明携带 B 基因的染色体片段转移到了 W 染色体上；III 组黑卵壳家蚕全为雄性，说明携带 B 基因的染色体片段转移到了 Z 染色体上。

①由以上分析可知，I 组携带 B 基因的染色体片段未转移或转移到了常染色体上，即所得雌蚕的 B 基因位于常染色体上。

②由题意可知，如存在基因缺失，亦用 b 表示。II 组携带 B 基因的染色体片段转移到了 W 染色体上，亲本雌蚕的基因型为 $bbZW^B$ ，与白卵壳雄蚕 $bbZZ$ 杂交，子代雌蚕的基因型为 $bbZW^B$ (黑卵壳)，雄蚕的基因型为 $bbZZ$ (白卵壳)，可以通过卵壳颜色区分子代性别。将子代黑卵壳雌蚕继续杂交，后代类型保持不变，故这种杂交模式可持续应用于生产实践中。

③由题意分析可知，如存在基因缺失，亦用 b 表示。III 组携带 B 基因的染色体片段转移到了 Z 染色体上，亲本雌蚕的基因型为 bbZ^BW ，与白卵壳雄蚕 $bbZZ$ 杂交，子代雌蚕的基因型为 $bbZW$ (白卵壳)，雄蚕的基因型为 bbZ^BZ (黑卵壳)。再将黑壳卵雄蚕 (bbZ^BZ) 与白壳卵雌蚕 ($bbZW$) 杂交，子代为 bbZ^BZ 、 $bbZZ$ 、 bbZ^BW 、 $bbZW$ ，其后代的黑壳卵和白壳卵中均既有雌性又有雄性，无法通过卵壳颜色区分性别，故不能满足生产需求。

2. (2022 年 6 月·浙江·高考真题) 某种昆虫野生型为黑体圆翅，现有 3 个纯合突变品系，分别为黑体锯翅、灰体圆翅和黄体圆翅。其中体色由复等位基因 $A_1/A_2/A_3$ 控制，翅形由等位基因 B/b 控制。为研究突变及其遗传机理，用纯合突变品系和野生型进行了基因测序与杂交实验。回答下列问题：

(1) 基因测序结果表明，3 个突变品系与野生型相比，均只有 1 个基因位点发生了突变，并且与野生型对应的基因相比，基因长度相等。因此，其基因突变最可能是由基因中碱基对发生_____导致。

(2) 研究体色遗传机制的杂交实验，结果如表 1 所示：

表 1

杂交组合	P	F ₁	F ₂

	♀	♂	♀	♂	♀	♂
I	黑体	黄体	黄体	黄体	3 黄体：1 黑体	3 黄体：1 黑体
II	灰体	黑体	灰体	灰体	3 灰体：1 黑体	3 灰体：1 黑体
III	灰体	黄体	灰体	灰体	3 灰体：1 黄体	3 灰体：1 黄体

注：表中亲代所有个体均为圆翅纯合子。

根据实验结果推测，控制体色的基因 A_1 （黑体）、 A_2 （灰体）和 A_3 （黄体）的显隐性关系为_____（显性对隐性用“>”表示），体色基因的遗传遵循_____定律。

(3)研究体色与翅形遗传关系的杂交实验，结果如表 2 所示：

表 2

杂交组合	P		F ₁		F ₂	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
IV	灰体圆翅	黑体锯翅	灰体圆翅	灰体圆翅	6 灰体圆翅：2 黑体圆翅	3 灰体圆翅：1 黑体圆翅：3 灰体锯翅：1 黑体锯翅
V	黑体锯翅	灰体圆翅	灰体圆翅	灰体锯翅	3 灰体圆翅：1 黑体圆翅：3 灰体锯翅：1 黑体锯翅	3 灰体圆翅：1 黑体圆翅：3 灰体锯翅：1 黑体锯翅

根据实验结果推测，锯翅性状的遗传方式是_____，判断的依据是_____。

(4)若选择杂交III的 F₂ 中所有灰体圆翅雄虫和杂交V的 F₂ 中所有灰体圆翅雌虫随机交配，理论上子代表现有_____种，其中所占比例为 2/9 的表现型有哪几种？_____。

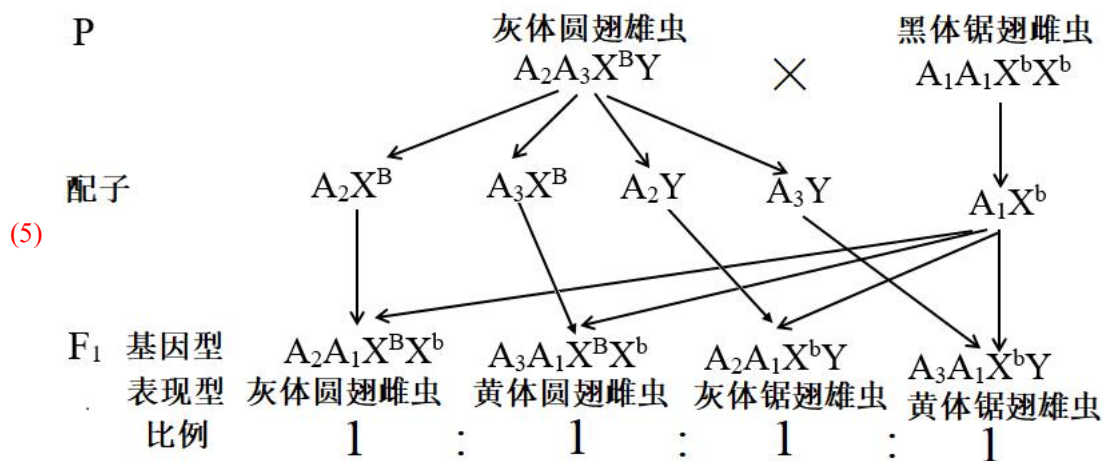
(5)用遗传图解表示黑体锯翅雌虫与杂交III的 F₁ 中灰体圆翅雄虫的杂交过程。

【答案】(1)替换

(2) $A_2 > A_3 > A_1$ 分离

(3) 伴 X 染色体隐性遗传 杂交 V 的母本为锯翅，父本为圆翅，F₁ 的雌虫全为圆翅，雄虫全为锯翅

(4) 6 灰体圆翅雄虫和灰体锯翅雄虫



【解析】

【分析】

根据题干信息可知，控制体色的 $A_1/A_2/A_3$ 是复等位基因，符合基因的分离定律，并且由表 1 的 F₁ 和 F₂ 雌雄个体表现型一致，可知控制体色的基因位于常染色体上。只看翅型，从表 2 的组合 V，F₁ 的雌虫全为圆翅，雄虫全为锯翅，性状与性别相关联，可知控制翅型的基因位于 X 染色体上，所以控制体色和控制翅型的基因符合基因的自由组合定律。

(1)

由题干信息可知，突变的基因“与野生型对应的基因相比长度相等”，基因突变有碱基的增添、缺失和替换三种类型，突变后基因长度相等，可判定是碱基的替换导致。

(2)

由杂交组合 I 的 F₁ 可知，黄体（A₃）对黑体（A₁）为显性；由杂交组合 II 可知，灰体（A₂）对黑体（A₁）为显性，由杂交组合 III 可知，灰体（A₂）对黄体（A₃）为显性，所以三者的显隐性关系为黄体对黑体为显性，灰体对黄体对黑体为显性，即 $A_2 > A_3 > A_1$ ，由题意可知三个体色基因为复等位基因，根据等位基因概念“位于同源染色体上控制相对性状的基因”可知，体色基因遵循基因分离定律。

(3)

分析杂交组合 V，母本为锯翅，父本为圆翅，F₁ 的雌虫全为圆翅，雄虫全为锯翅，性状与性别相关联，可知控制锯翅的基因是隐性基因，并且在 X 染色体上，所以锯翅性状的遗传方式是伴 X 染色体隐性遗传。

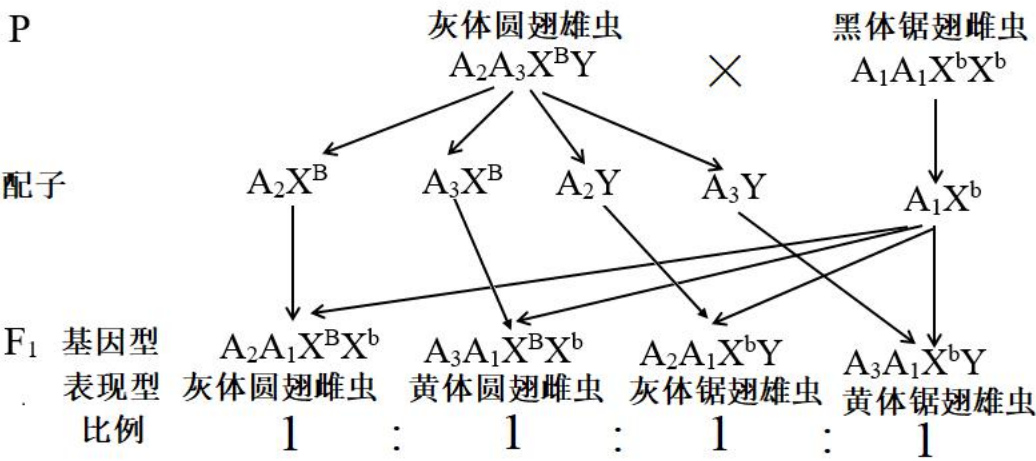
(4)

表 1 中亲代所有个体均为圆翅纯合子，杂交组合 III 的亲本为灰体（基因型 A₂A₂）和黄体（基因型 A₃A₃），F₁ 的灰体基因型为 A₂A₃，雌雄个体相互交配，子代基因型是 A₂A₂（灰体）：A₂A₃（灰体）：A₃A₃（黄体）= 1：2：1，所以杂交组合 III 中 F₂ 的灰体圆翅雄虫基因型为 1/3 A₂A₂X^BY 和 2/3 A₂A₃X^BY；杂交组合 V 中，只

看体色这对相对性状，因为 F_1 只有一种表现型，故亲本为 $A_1A_1 \times A_2A_2$ ， F_1 基因型为 A_1A_2 ，雌雄个体相互交配， F_2 基因型为 A_1A_1 （黑体）： A_1A_2 （灰体）： A_2A_2 （灰体）=1：2：1；只看杂交组合Ⅴ中关于翅型的性状，亲本为 $X^bX^b \times X^BY$ ， F_1 基因型为 X^BX^b ， X^bY ， F_1 雌雄个体相互交配， F_2 的圆翅雌虫的基因型为 X^BX^b ，所以杂交组合Ⅴ的 F_2 的灰体圆翅雌虫基因型为 $1/3 A_2A_2X^BX^b$ ， $2/3 A_1A_2X^BX^b$ 。控制体色和翅型的基因分别位于常染色体和 X 染色体，符合自由组合定律，可先按分离定律分别计算，再相乘，所以杂交组合Ⅲ中 F_2 的灰体圆翅雄虫和杂交组合Ⅴ的 F_2 的灰体圆翅雌虫随机交配，只看体色， A_2A_2 、 A_2A_3 和 A_2A_2 、 A_1A_2 随机交配，雄配子是 $1/3 A_3$ 、 $2/3 A_2$ ，雌配子是 $1/3 A_1$ 、 $2/3 A_2$ ，子代基因型为 $4/9 A_2A_2$ （灰体）、 $2/9 A_2A_3$ （灰体）、 $2/9 A_1A_2$ （灰体）、 $1/9 A_1A_3$ （黄体），可以出现灰体（占 $8/9$ ）和黄体（占 $1/9$ ）2 种体色；只看翅型， X^BY 与 X^BX^b 杂交，子代基因型为 $1/4 X^BX^B$ 、 $1/4 X^BX^b$ 、 $1/4 X^BY$ 、 $1/4 X^bY$ ，雌性只有圆翅 1 种表现型，雄性有圆翅和锯翅 2 种表现型，所以子代的表现型共有 $2 \times 3 = 6$ 种。根据前面所计算的子代表现型， $2/9 = 8/9$ （灰体） $\times 1/4$ （圆翅雌虫或锯翅雄虫），故所占比例为 $2/9$ 的表现型有灰体圆翅雄虫和灰体锯翅雄虫。

(5)

黑体锯翅雌虫的基因型为 $A_1A_1X^bX^b$ ，由（4）解析可知，杂交组合Ⅲ的 F_1 灰体雄虫基因型为 A_2A_3 ，所以灰体圆翅雄虫的基因型为 $A_2A_3X^BY$ ，二者杂交的遗传图解如下：



3.（2022 年 1 月·浙江·高考真题）果蝇的正常眼和星眼受等位基因 A、a 控制，正常翅和小翅受等位基因 B、b 控制其中 1 对基因位于常染色体上。为进一步研究遗传机制，以纯合个体为材料进行了杂交实验，各组合重复多次，结果如下表。

杂交组合	P		F ₁	
	♀	♂	♀	♂

甲	星眼正常翅	正常眼小翅	星眼正常翅	星眼正常翅
乙	正常眼小翅	星眼正常翅	星眼正常翅	星眼小翅
丙	正常眼小翅	正常眼正常翅	正常眼正常翅	正常眼小翅

回答下列问题：

(1)综合考虑 A、a 和 B、b 两对基因，它们的遗传符合孟德尔遗传定律中的_____。组合甲中母本的基因型为_____。果蝇的发育过程包括受精卵、幼虫、蛹和成虫四个阶段。杂交实验中，为避免影响实验结果的统计，在子代处于蛹期时将亲本_____。

(2)若组合乙 F₁ 的雌雄个体随机交配获得 F₂，则 F₂ 中星眼小翅雌果蝇占_____。果蝇的性染色体数目异常可影响性别，如 XYY 或 XO 为雄性，XXY 为雌性。若发现组合甲 F₁ 中有 1 只非整倍体星眼小翅雄果蝇，原因是母本产生了不含_____的配子。

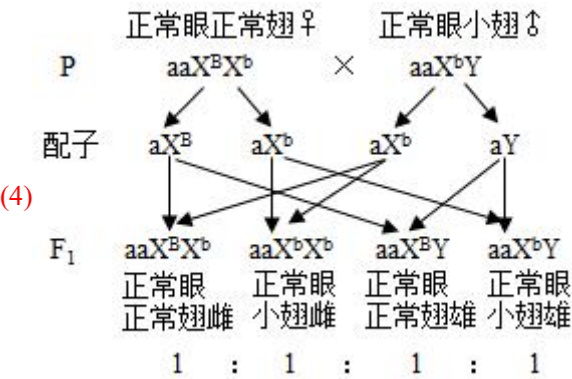
(3)若有一个由星眼正常翅雌、雄果蝇和正常眼小翅雌、雄果蝇组成的群体，群体中个体均为纯合子。该群体中的雌雄果蝇为亲本，随机交配产生 F₁，F₁ 中正常眼小翅雌果蝇占 21/200、星眼小翅雄果蝇占 49/200，则可推知亲本雄果蝇中星眼正常翅占_____。

(4)写出以组合丙 F₁ 的雌雄果蝇为亲本杂交的遗传图解。_____。

【答案】(1) 自由组合定律 AAX^BX^B 移除

(2) 3/16 X 染色体

(3)7/10



【解析】

【分析】

分析题意可知，甲、乙组中星眼与正常眼杂交，子代全为星眼，说明星眼为显性，且性别与形状无关，A、a 基因位于常染色体上；甲组中雌性正常翅与雄性小翅杂交，子代全为正常翅，乙组中雌性小翅与雄性正常翅杂交，子代中雌性为正常翅，雄性为小翅，说明该性状与性别相关联，位于 X 染色体上，且正常翅为显

性。

(1)

结合分析可知，A、a 位于常染色体，而 B、b 位于 X 染色体，两对基因分别位于两对同源染色体，它们的遗传遵循自由组合定律；组合甲中母本为星眼正常翅，均为显性性状，且为纯合子，故基因型为 AAX^BX^B ；杂交实验中，为避免影响实验结果的统计，在子代处于蛹期时将亲本移除。

(2)

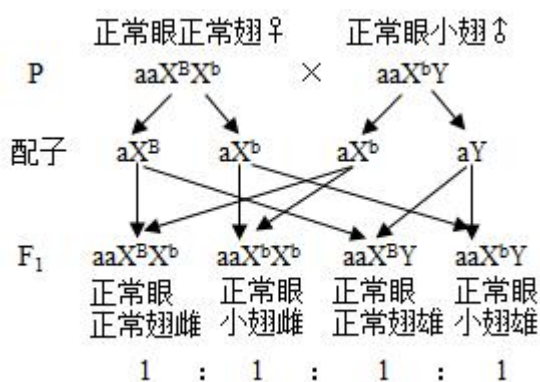
组合乙为♀正常眼小翅 (aaX^bX^b) × ♂星眼正常翅 (AAX^BY)， F_1 基因型为 AaX^BX^b 、 AaX^bY ， F_1 的雌雄个体随机交配获得 F_2 ，则 F_2 中星眼 (A-) 小翅雌果蝇 (X^bX^b) 占 $3/4 \times 1/4 = 3/16$ ；组合甲基因型为 AAX^BX^B 、 aaX^bY ， F_1 基因型应为 AaX^BX^b 、 AaX^BY ，若发现组合甲 F_1 中有 1 只非整倍体星眼小翅雄果蝇，则该个体基因型可能为 AaX^bO 。原因是母本产生了不含 X 染色体的配子。

(3)

设亲本星眼正常翅雄果蝇在亲本雄果蝇中占比为 m，则正常眼小翅雄果蝇在雄果蝇中占比为 (1-m)。同理设亲本雌果蝇中正常眼小翅在雌果蝇中占比为 n，则星眼正常翅雌果蝇占比为 (1-n)。由题意可知，子代正常眼小翅雌果蝇占 $21/200$ ，即为 $aaX^bX^b, 1/2 \times aaX^bX^b \times aaX^bY = 1/2 (1-m)n = 21/200$ ，星眼小翅雄果蝇占 $49/200$ ，即为 $AaX^bY = 1/2 \times AAX^BY \times aaX^bX^b = 1/2 mn = 49/200$ 。可算出 $n = 7/10, 1-m = 3/10$ ，则 $m = 7/10$ ，即亲本星眼正常翅雄果蝇在亲本雄果蝇中占比为 $7/10$ 。

(4)

组合丙的双亲基因型为 $aaX^bX^b \times aaX^BY$ ， F_1 基因型为 aaX^BX^b 、 aaX^bY ， F_1 的雌雄果蝇为亲本杂交的遗传图解为：

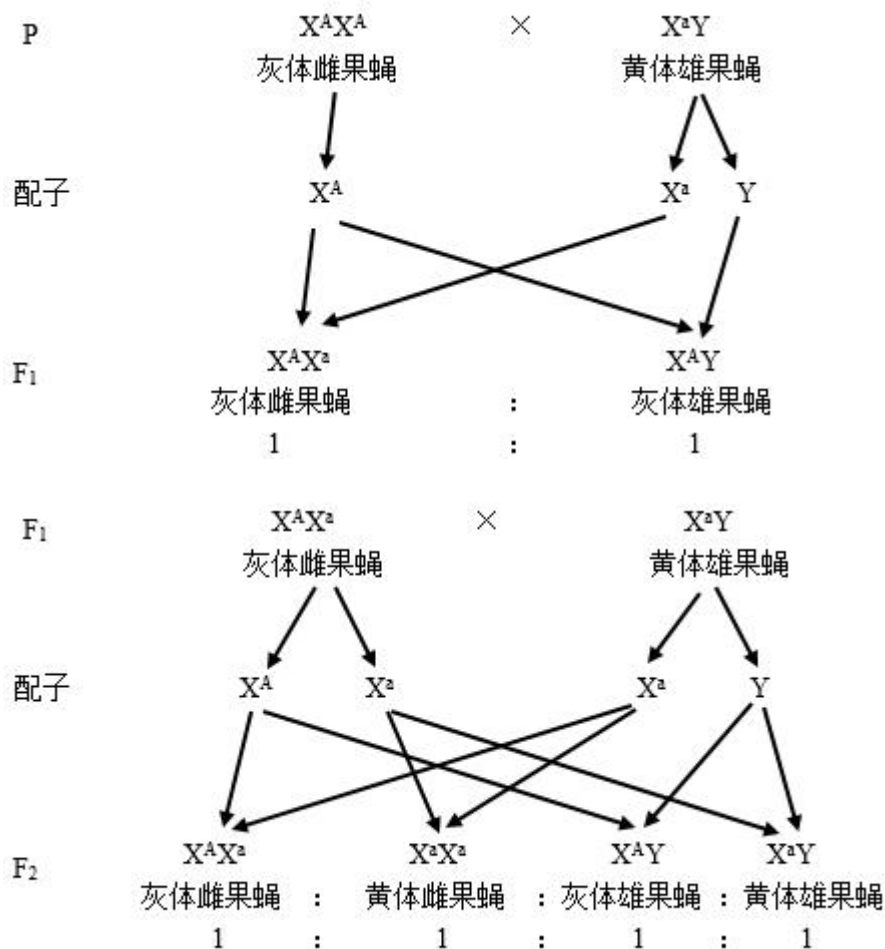


(2021 年全国乙卷) 4. 果蝇的灰体对黄体是显性性状，由 X 染色体上的 1 对等位基因 (用 A/a 表示) 控制；长翅对残翅是显性性状，由常染色体上的 1 对等位基因 (用 B/b 表示) 控制。回答下列问题：

(1) 请用灰体纯合子雌果蝇和黄体雄果蝇为实验材料，设计杂交实验以获得黄体雌果蝇。_____ (要求：用遗传图解表示杂交过程。)

(2) 若用黄体残翅雌果蝇与灰体长翅雄果蝇 ($X^A Y B B$) 作为亲本杂交得到 F_1 , F_1 相互交配得 F_2 , 则 F_2 中灰体长翅:灰体残翅:黄体长翅:黄体残翅=_____, F_2 中灰体长翅雌蝇出现的概率为_____。

【答案】



3: 1: 3: 1 3/16

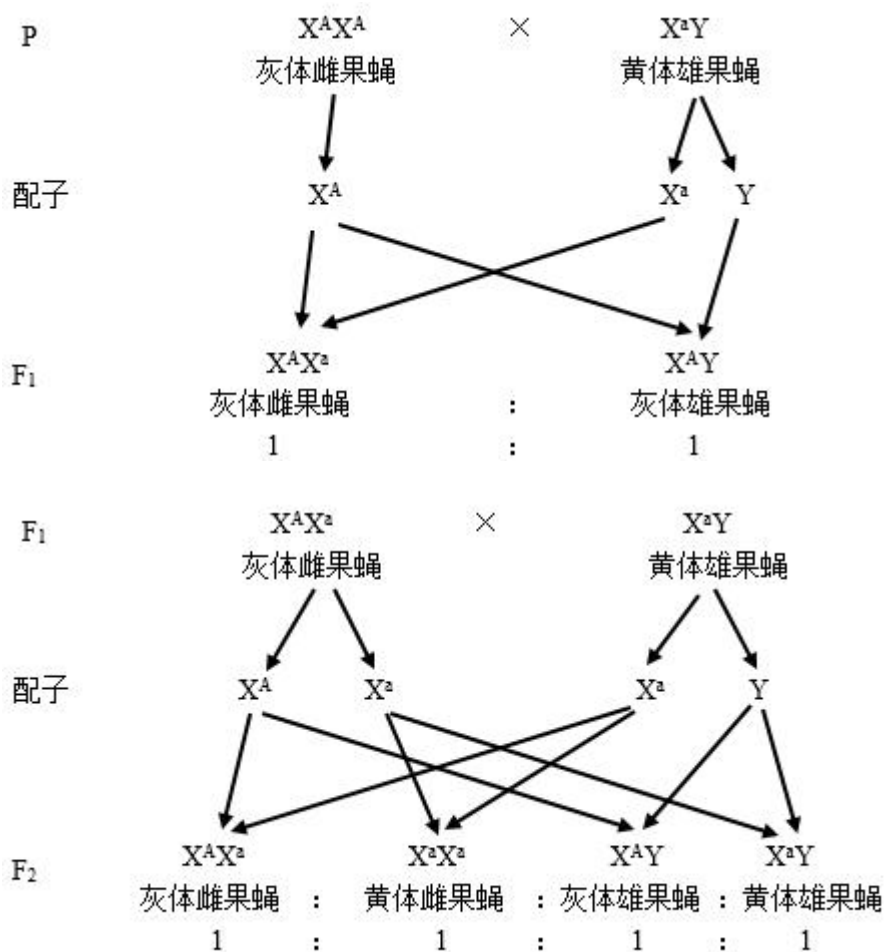
【解析】

【分析】

分析题意可知: 果蝇的灰体对黄体是显性性状, 由 X 染色体上的 1 对等位基因 A/a 控制, 可知雌果蝇基因型为 $X^A X^A$ (灰体)、 $X^A X^a$ (灰体)、 $X^a X^a$ (黄体), 雄果蝇基因型为 $X^A Y$ (灰体)、 $X^a Y$ (黄体); 长翅对残翅是显性性状, 由常染色体上的 1 对等位基因 B/b 控制, 可知相应基因型为 BB (长翅)、Bb (长翅)、bb (残翅)。

【详解】

(1) 亲本灰体纯合子雌果蝇的基因型为 $X^A X^A$, 黄体雄果蝇基因型为 $X^a Y$, 二者杂交, 子一代基因型和表现型为 $X^A X^a$ (灰体雌果蝇)、 $X^A Y$ (灰体雄果蝇), 想要获得黄体雌果蝇 $X^a X^a$, 则需要再让子一代与亲代中的黄体雄果蝇杂交, 相应遗传图解如下:



子二代中黄体雌果蝇即为目标果蝇，选择即可。

(2) 已知长翅对残翅是显性性状，基因位于常染色体上，若用黄体残翅雌果蝇 ($X^a X^a bb$) 与灰体长翅雄果蝇 ($X^A Y BB$) 作为亲本杂交得到 F_1 ， F_1 的基因型为 $X^A X^a Bb$ 、 $X^a Y Bb$ ， F_1 相互交配得 F_2 ，分析每对基因的遗传，可知 F_2 中长翅：残翅 = $(1BB + 2Bb) : (1bb) = 3 : 1$ ，灰体：黄体 = $(1X^A X^a + 1X^A Y) : (1X^a X^a + 1X^a Y) = 1 : 1$ ，故灰体长翅：灰体残翅：黄体长翅：黄体残翅 = $(1/2 \times 3/4) : (1/2 \times 1/4) : (1/2 \times 3/4) : (1/2 \times 1/4) = 3 : 1 : 3 : 1$ ， F_2 中灰体长翅雌蝇 ($X^A X^a B\cdot$) 出现的概率为 $1/4 \times 3/4 = 3/16$ 。

【点睛】

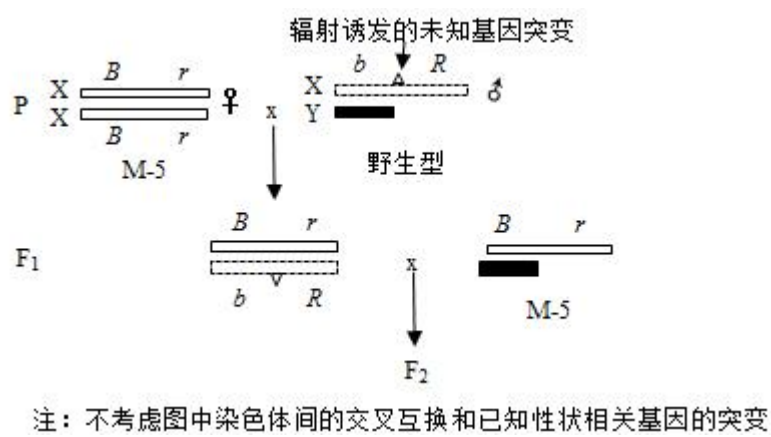
本题考查基因自由组合定律以及伴性遗传规律的应用的相关知识，意在考查考生运用所学知识解决实际问题的能力，答题关键在于利用分离定律思维解决自由组合定律概率计算问题。

(2021 年广东卷) 5. 果蝇众多的突变品系为研究基因与性状的关系提供了重要的材料。摩尔根等人选育出 M-5 品系并创立了基于该品系的突变检测技术，可通过观察 F_1 和 F_2 代的性状及比例，检测出未知基因突变的类型 (如显/隐性、是否致死等)，确定该突变基因与可见性状的关系及其所在的染色体。回答下列问题：

(1) 果蝇的棒眼 (B) 对圆眼 (b) 为显性、红眼 (R) 对杏红眼 (r) 为显性，控制这 2 对相对性状的基因

均位于 X 染色体上，其遗传总是和性别相关联，这种现象称为_____。

(2) 图示基于 M-5 品系的突变检测技术路线，在 F₁ 代中挑出 1 只雌蝇，与 1 只 M-5 雄蝇交配，若得到的 F₂ 代没有野生型雄蝇。雌蝇数目是雄蝇的两倍，F₂ 代中雌蝇的两种表现型分别是棒眼杏红眼和_____，此结果说明诱变产生了伴 X 染色体_____基因突变。该突变的基因保存在表现型为_____果蝇的细胞内。



(3) 上述突变基因可能对应图中的突变_____（从突变①、②、③中选一项），分析其原因可能是_____，使胚胎死亡。

密码子序号	1 ... 4 ... 19 20 ... 540	密码子表（部分）：
正常核苷酸序列	AUG...AAC...ACU UUA...UAG	突变①↓
突变后核苷酸序列	AUG...AAC...ACC UUA...UAG	
正常核苷酸序列	AUG...AAC...ACU UUA...UAG	突变②↓
突变后核苷酸序列	AUG...AAA...ACU UUA...UAG	
正常核苷酸序列	AUG...AAC...ACU UUA...UAG	突变③↓
突变后核苷酸序列	AUG...AAC...ACU UGA...UAG	
AAA：赖氨酸		
UAG、UGA：终止密码子		
...表示省略的、没有变化的碱基		

(4) 图所示的突变检测技术，具有的①优点是除能检测上述基因突变外，还能检测出果蝇_____基因突变；②缺点是不能检测出果蝇_____基因突变。（①、②选答 1 项，且仅答 1 点即可）

【答案】 伴性遗传 棒眼红眼 隐性完全致死 棒眼红眼雌 ③ 突变为终止密码子，蛋白质停止表达 X 染色体上的可见（或 X 染色体上的显性） 常染色体（或常染色体显性或常染色体隐性）

【解析】

【分析】

由题基于 M-5 品系的突变检测技术路线可知 P: $X^{Br}X^{Br}$ (棒眼杏红眼) $\times X^{bR}Y \rightarrow F_1: X^{Br}X^{bR}$ 、 $X^{Br}Y$,
 $X^{Br}X^{bR} \times X^{Br}Y \rightarrow F_2: X^{Br}X^{Br}$ (棒眼杏红眼雌蝇)、 $X^{Br}X^{bR}$ (棒眼红眼雌蝇)、 $X^{Br}Y$ (棒眼杏红眼雄蝇)、 $X^{bR}Y$ (死亡)。

【详解】

(1) 位于性染色体上的基因, 在遗传过程中总是与性别相关联的现象, 叫伴性遗传。

(2) 由分析可知, F_2 雌蝇基因型为: $X^{Br}X^{Br}$ 、 $X^{Br}X^{bR}$, 因此 F_2 代中雌蝇的两种表现型分别是棒眼杏红眼和棒眼红眼, 由于 F_2 代没有野生型雄蝇, 雌蝇数目是雄蝇的两倍, 此结果说明诱变产生了伴 X 染色体隐性完全致死基因突变, 该突变的基因保存在表现型为棒眼红眼雌果蝇的细胞内。

(3) 突变①19 号密码子 $ACU \rightarrow ACC$, 突变前后翻译的氨基酸都是苏氨酸; 突变②4 号密码子 $AAC \rightarrow AAA$, 由天冬酰胺变为赖氨酸; 突变③20 号密码子 $UUA \rightarrow UGA$, 由亮氨酸突变为终止翻译。因此上述突变基因可能对应图中的突变③, 突变后终止翻译, 使胚胎死亡。

(4) 图所示的突变检测技术优点是除能检测上述伴 X 染色体隐性完全致死基因突变外, 还能检测出果蝇 X 染色体上的可见基因突变, 即 X 染色体上的显性基因突变和隐性基因突变; 该技术检测的结果需要通过性别进行区分, 不能检测出果蝇常染色体上的基因突变, 包括常染色体上隐性基因突变和显性基因突变。

【点睛】

答题关键在于理解基于 M-5 品系的突变检测技术路线原理, 掌握伴性遗传和基因突变相关知识, 运用所学知识综合分析问题。

6. (2020 年江苏省高考生物试卷·32) 已知黑腹果蝇的性别决定方式为 XY 型, 偶然出现的 XXY 个体为雌性可育。黑腹果蝇长翅 (A) 对残翅 (a) 为显性, 红眼 (B) 对白眼 (b) 为显性。现有两组杂交实验结果如下:



实验①			实验②		
P	$aaX^B X^B \times AA X^b Y$		P	$aa X^B Y \times AA X^b X^b$	
F₁	长翅红眼♀	长翅红眼♂	F₁	长翅红眼♀	长翅白眼♂
个体数	920	927	个体数	930	926
					长翅白眼♀ 1

请回答下列问题：

- (1) 设计实验①与实验②的主要目的是验证_____。
- (2) 理论上预期实验①的 F₂ 基因型共有_____种，其中雌性个体中表现上图甲性状的概率为_____，雄性个体中表现上图乙性状的概率为_____。
- (3) 实验②F₁ 中出现了 1 只例外的白眼雌蝇，请分析：
- I. 若该蝇是基因突变导致的，则该蝇的基因型为_____。
- II. 若该蝇是亲本减数分裂过程中 X 染色体未分离导致的，则该蝇产生的配子为_____。
- III. 检验该蝇产生的原因可用表现型为_____的果蝇与其杂交。

【答案】眼色性状与性别有关，翅型性状与性别无关 12 0 3/8 $X^b X^b$ $X^b X^b$ 、Y、 X^b 、 $X^b Y$
红眼雄性

【解析】

【分析】

据题图分析可知，实验①和②互为正交和反交，实验①中 F₁ 分别为 $AaX^B Y$ （长翅红眼♂）、 $AaX^B X^b$ （长翅红眼♀），实验②中正常情况下 F₁ 分别为 $AaX^b Y$ （长翅白眼♂）、 $AaX^B X^b$ （长翅红眼♀），据此分析。

【详解】

(1) 据图可知，无论正交还是反交，长翅性状在雌雄中均无差别，而眼色在雄性中结果不同，故通过实验①和②，主要是验证眼色性状的遗传与性别有关，而翅形性状的遗传与性别无关。

(2) 据分析可知，实验①中 F₁ 分别为 $AaX^B Y$ 、 $AaX^B X^b$ ，雌雄相互交配所得 F₂ 的基因型种类为 $3 \times 4 = 12$ 种。F₂ 的雌性个体中不会出现 $X^b X^b$ 个体，故表现甲性状即残翅白眼的概率是 0；雄性个体中表现乙性状即长翅红眼的概率为 $3/4 \times 1/2 = 3/8$ 。

据分析可知，只考虑眼色，实验②中 F₁ 分别为 $X^B X^b$ （长红♀）、 $X^b Y$ （长白♂），因此：

I、若 F₁ 中出现的长翅白眼♀果蝇是基因突变导致的，则其基因型应为 $X^b X^b$ ；

II、若 F₁ 中出现的长翅白眼♀果蝇是亲本减数分裂过程中 X 染色体未分离导致的，则其基因型应为 $X^b X^b Y$ ，该果蝇经减数分裂产生的配子有 $X^b X^b$ 、Y、 X^b 、 $X^b Y$ 。

III、若要鉴别 F₁ 中出现的长翅白眼♀果蝇基因型是 $X^b X^b$ 还是 $X^b X^b Y$ ，则应选择某一雄性果蝇与之杂交；若选择 $X^b Y$ ，则子代无论雌雄都表现为白色，因此，应该用表现型为红色的雄蝇进行杂交。

【点睛】

本题考查了基因自由组合定律在伴性遗传中的应用、减数分裂过程中可遗传变异的类型等内容，意在考查考生分析图表的能力，要求考生具备设计简单生物学实验的能力，并能对实验现象和结果进行解释、分析的能力。

7. (2019 浙江 4 月选考·31) 某种昆虫眼色的野生型和朱红色、野生型和棕色分别由等位基因 A、a 和 B、b 控制，两对基因分别位于两对同源染色体上。为研究其遗传机制，进行了杂交实验，结果见下表：

杂交组合	P		F ₁ (单位：只)			
	♀	♂	♀		♂	
甲	野生型	野生型	402 (野生型)	198 (野生型)	201 (朱红眼)	
乙	野生型	朱红眼	302 (野生型)	99 (棕眼)	300 (野生型)	101 (棕眼)
丙	野生型	野生型	299 (野生型)	101 (棕眼)	150 (野生型)	149 (朱红眼)
				50 (棕眼)	49 (白眼)	

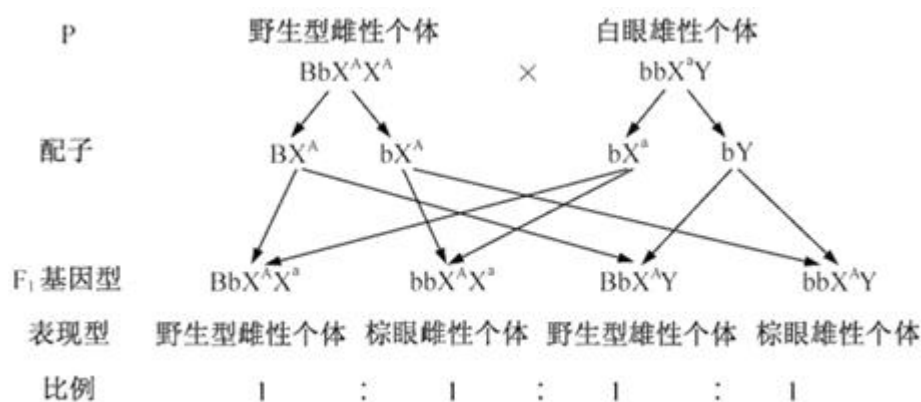
回答下列问题：

- 野生型和朱红眼的遗传方式为_____，判断的依据是_____。
- 杂交组合丙中亲本的基因型分别为_____和_____，F₁ 中出现白眼雄性个体的原因是_____。
- 以杂交组合丙 F₁ 中的白眼雄性个体与杂交组合乙中的雌性亲本进行杂交，用遗传图解表示该过程。

【答案】(1) 伴 X 染色体隐性遗传 杂交组合甲的亲本均为野生型，F₁ 中雌性个体均为野生型，而雄性个体中出现了朱红眼

(2) BbX^AX^a BbX^AY 两对等位基因均为隐性时表现为白色

(3) 如图



【解析】根据杂交组合甲分析可得，等位基因 A、a 位于 X 染色体上；根据杂交组合乙分析可得，等位基因 B、b 位于常染色体上；同时结合杂交组合甲、乙、丙分析可知，白眼雄性个体是由于两对等位基因均呈隐

性表达时出现。(1) 分析杂交组合甲可得，野生型和朱红眼的遗传方式受到性别影响，两个野生型亲本杂交，得到全是野生型的雌性后代和既有野生型又有朱红眼雄性后代，故野生型和朱红眼的遗传方式为伴 X 染色体隐性遗传。(2) 分析可得 A、a 基因位于 X 染色体上，后代中雌性无朱红眼，雄性有朱红眼，所以亲本基因型为 X^AX^a 和 X^AY ，B、b 基因位于常染色体上，后代中出现野生型：棕眼=3：1，故亲本基因型为 Bb 和 Bb，因此杂交组合丙中亲本的基因型为 BbX^AX^a 和 BbX^AY ； F_1 中出现白眼雄性个体的原因可以发现是由于 A、a 基因和 B、b 基因均呈隐性表达时出现。(3) 由于杂交组合丙中亲本的基因型为 BbX^AX^a 和 BbX^AY ，故杂交组合丙 F_1 中的白眼雄性个体的基因型为 bbX^aY ，可产生的配子为 bX^a 和 bY ，比例为 1：1；由于 B、b 基因位于常染色体上，丙组 F_1 中出现棕眼个体且没有朱红眼个体，故杂交组合乙中的雌性亲本的基因型为 BbX^AX^A 可产生的配子为 BX^A 和 bX^A ，比例为 1：1；因此可获得后代基因型有 BbX^AX^a 、 bbX^AX^a 、 BbX^AY 和 bbX^AY ，且比例满足 1：1：1：1，故遗传图解如下：

