

专题 06 基因的分离定律和自由组合定律

一、单选题

1. (2022·全国甲卷·高考真题) 某种自花传粉植物的等位基因 A/a 和 B/b 位于非同源染色体上。A/a 控制花粉育性，含 A 的花粉可育；含 a 的花粉 50%可育、50%不育。B/b 控制花色，红花对白花为显性。若基因型为 AaBb 的亲本进行自交，则下列叙述错误的是 ()

- A. 子一代中红花植株数是白花植株数的 3 倍
- B. 子一代中基因型为 aabb 的个体所占比例是 1/12
- C. 亲本产生的可育雄配子数是不育雄配子数的 3 倍
- D. 亲本产生的含 B 的可育雄配子数与含 b 的可育雄配子数相等

【答案】B

【解析】

【分析】

分析题意可知：A、a 和 B、b 基因位于非同源染色体上，独立遗传，遵循自由组合定律。

【详解】

A、分析题意可知，两对等位基因独立遗传，故含 a 的花粉育性不影响 B 和 b 基因的遗传，所以 Bb 自交，子一代中红花植株 B₂：白花植株 bb=3：1，A 正确；

B、基因型为 AaBb 的亲本产生的雌配子种类和比例为 AB:Ab:aB:ab=1:1:1:1，由于含 a 的花粉 50%可育，故雄配子种类及比例为 AB:Ab:aB:ab=2:2:1:1，所以子一代中基因型为 aabb 的个体所占比例为 1/4×1/6=1/24，B 错误；

C、由于含 a 的花粉 50%可育，50%不可育，故亲本产生的可育雄配子是 A+1/2a，不育雄配子为 1/2a，由于 Aa 个体产生的 A：a=1:1，故亲本产生的可育雄配子数是不育雄配子的三倍，C 正确；

D、两对等位基因独立遗传，所以 Bb 自交，亲本产生的含 B 的雄配子数和含 b 的雄配子数相等，D 正确。故选 B。

2. (2022·山东·高考真题) 野生型拟南芥的叶片是光滑形边缘，研究影响其叶片形状的基因时，发现了 6 个不同的隐性突变，每个隐性突变只涉及 1 个基因。这些突变都能使拟南芥的叶片表现为锯齿状边缘。利用上述突变培育成 6 个不同纯合突变体①~⑥，每个突变体只有 1 种隐性突变。不考虑其他突变，根据表中的杂交实验结果，下列推断错误的是 ()

杂交组合	子代叶片边缘
------	--------

①×②	光滑形
① ×③	锯齿状
①×④	锯齿状
①×⑤	光滑形
②×⑥	锯齿状

- A. ②和③杂交，子代叶片边缘为光滑形 B. ③和④杂交，子代叶片边缘为锯齿状
C. ②和⑤杂交，子代叶片边缘为光滑形 D. ④和⑤杂交，子代叶片边缘为光滑形

【答案】C

【解析】

【分析】

6个不同的突变体均为隐性纯合，可能是同一基因突变形成的，也可能是不同基因突变形成的。

【详解】

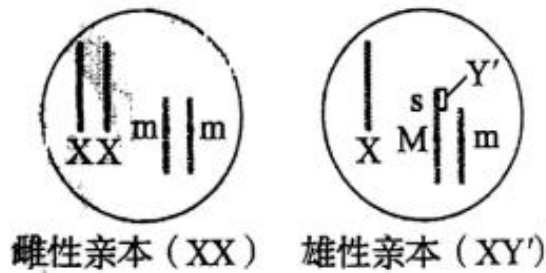
AB、①×③、①×④的子代全为锯齿状，说明①与③④应是同一基因突变而来，因此②和③杂交，子代叶片边缘为光滑形，③和④杂交，子代叶片边缘为锯齿状，AB 正确；

C、①×②、①×⑤的子代叶片边缘为全为光滑形，说明①与②、①与⑤是分别由不同基因发生隐性突变导致，但②与⑤可能是同一基因突变形成的，也可能是不同基因突变形成的；若为前者，则②和⑤杂交，子代叶片边缘为锯齿状，若为后者，子代叶片边缘为光滑形，C 错误；

D、①与②是由不同基因发生隐性突变导致，①与④应是同一基因突变而来，②×⑥的子代叶片边缘为全为锯齿状，说明②⑥是同一基因突变形成的，则④与⑥是不同基因突变形成的，④和⑥杂交，子代叶片边缘为光滑形，D 正确。

故选 C。

3.（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 F₁，从 F₁ 开始逐代随机交配获得 F_n。不考虑交换和其他突变，关于 F₁ 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。

4. (2022 年 6 月·浙江·高考真题) 番茄的紫茎对绿茎为完全显性。欲判断一株紫茎番茄是否为纯合子，下列方法不可行的是 ()

- A. 让该紫茎番茄自交
B. 与绿茎番茄杂交
C. 与纯合紫茎番茄杂交

D. 与杂合紫茎番茄杂交

【答案】C

【解析】

【分析】

常用的鉴别方法：（1）鉴别一只动物是否为纯合子，可用测交法；（2）鉴别一棵植物是否为纯合子，可用测交法和自交法，其中自交法最简便；（3）鉴别一对相对性状的显性和隐性，可用杂交法和自交法（只能用于植物）；（4）提高优良品种的纯度，常用自交法；（5）检验杂种 F₁ 的基因型采用测交法。设相关基因型为 A、a，据此分析作答。

【详解】

A、紫茎为显性，令其自交，若为纯合子，则子代全为紫茎，若为杂合子，子代发生性状分离，会出现绿茎，A 不符合题意；

B、可通过与绿茎纯合子（aa）杂交来鉴定，如果后代都是紫茎，则是纯合子；如果后代有紫茎也有绿茎，则是杂合子，B 不符合题意；

C、与紫茎纯合子（AA）杂交后代都是紫茎，故不能通过与紫茎纯合子杂交进行鉴定，C 符合题意；

D、能通过与紫茎杂合子杂交（Aa）来鉴定，如果后代都是紫茎，则是纯合子；如果后代有紫茎也有绿茎，则是杂合子，D 不符合题意。

故选 C。

5.（2022 年 1 月·浙江·高考真题）孟德尔杂交试验成功的重要因素之一是选择了严格自花受粉的豌豆作为材料。自然条件下豌豆大多数是纯合子，主要原因是（ ）

A. 杂合子豌豆的繁殖能力低

B. 豌豆的基因突变具有可逆性

C. 豌豆的性状大多数是隐性性状

D. 豌豆连续自交，杂合子比例逐渐减小

【答案】D

【解析】

【分析】

连续自交可以提高纯合子的纯合度。

【详解】

孟德尔杂交试验选择了严格自花授粉的豌豆作为材料，而连续自交可以提高纯合子的纯合度，因此，自然条件下豌豆经过连续数代严格自花授粉后，大多数都是纯合子，D 正确。

故选 D。

【点睛】

本题考查基因分离定律的实质，要求考生识记基因分离定律的实质及应用，掌握杂合子连续自交后代的情况，再结合所学的知识准确答题。

6.（2021 年湖北高考真题）甲、乙、丙分别代表三个不同的纯合白色籽粒玉米品种，甲分别与乙、丙杂交产生 F_1 ， F_1 自交产生 F_2 ，结果如表。

组别	杂交组合	F_1	F_2
1	甲×乙	红色籽粒	901 红色籽粒，699 白色籽粒
2	甲×丙	红色籽粒	630 红色籽粒，490 白色籽粒

根据结果，下列叙述错误的是（ ）

- A. 若乙与丙杂交， F_1 全部为红色籽粒，则 F_2 玉米籽粒性状比为 9 红色：7 白色
- B. 若乙与丙杂交， F_1 全部为红色籽粒，则玉米籽粒颜色可由三对基因控制
- C. 组 1 中的 F_1 与甲杂交所产生玉米籽粒性状比为 3 红色：1 白色
- D. 组 2 中的 F_1 与丙杂交所产生玉米籽粒性状比为 1 红色：1 白色

【答案】C

【解析】

【分析】

据表可知：甲×乙产生 F_1 全是红色籽粒， F_1 自交产生 F_2 中红色：白色=9：7，说明玉米籽粒颜色受两对等位基因控制，且两对等位基因遵循自由组合定律；甲×丙产生 F_1 全是红色籽粒， F_1 自交产生 F_2 中红色：白色=9：7，说明玉米籽粒颜色受两对等位基因控制，且两对等位基因遵循自由组合定律。综合分析可知，红色为显性，红色与白色可能至少由三对等位基因控制，假定用 A/a、B/b、C/c，甲乙丙的基因型可分别为 AAbbCC、aaBBCC、AABBcc。（只写出一种可能情况）

【详解】

- A、若乙与丙杂交， F_1 全部为红色籽粒（AaBBCc），两对等位基因遵循自由组合定律，则 F_2 玉米籽粒性状比为 9 红色：7 白色，A 正确；
- B、据分析可知若乙与丙杂交， F_1 全部为红色籽粒，则玉米籽粒颜色可由三对基因控制，B 正确；
- C、据分析可知，组 1 中的 F_1 （AaBbCC）与甲（AAbbCC）杂交，所产生玉米籽粒性状比为 1 红色：1 白色，C 错误；
- D、组 2 中的 F_1 （AABbCc）与丙（AABBcc）杂交，所产生玉米籽粒性状比为 1 红色：1 白色，D 正确。

故选 C。

7. (2021 年湖北高考真题) 浅浅的小酒窝，笑起来像花儿一样美。酒窝是由人类常染色体的单基因所决定，属于显性遗传。甲、乙分别代表有、无酒窝的男性，丙、丁分别代表有、无酒窝的女性。下列叙述正确的是 ()

- A. 若甲与丙结婚，生出的孩子一定都有酒窝
- B. 若乙与丁结婚，生出的所有孩子都无酒窝
- C. 若乙与丙结婚，生出的孩子有酒窝的概率为 50%
- D. 若甲与丁结婚，生出一个无酒窝的男孩，则甲的基因型可能是纯合的

【答案】B

【解析】

【分析】

结合题意分析可知，酒窝属于常染色体显性遗传，设相关基因为 A、a，则有酒窝为 AA 和 Aa，无酒窝为 aa，据此分析作答。

【详解】

A、结合题意可知，甲为有酒窝男性，基因型为 AA 或 Aa，丙为有酒窝女性，基因型为 AA 或 Aa，若两者均为 Aa，则生出的孩子基因型可能为 aa，表现为无酒窝，A 错误；

B、乙为无酒窝男性，基因型为 aa，丁为无酒窝女性，基因型为 aa，两者结婚，生出的孩子基因型均为 aa，表现为无酒窝，B 正确；

C、乙为无酒窝男性，基因型为 aa，丙为有酒窝女性，基因型为 AA 或 Aa。两者婚配，若女性基因型为 AA，则生出的孩子均为有酒窝；若女性基因型为 Aa，则生出的孩子有酒窝的概率为 1/2，C 错误；

D、甲为有酒窝男性，基因型为 AA 或 Aa，丁为无酒窝女性，基因型为 aa，生出一个无酒窝的男孩 aa，则甲的基因型只能为 Aa，是杂合子，D 错误。

故选 B。

8. (2021 年海南高考真题) 孟德尔的豌豆杂交实验和摩尔根的果蝇杂交实验是遗传学的两个经典实验。下列有关这两个实验的叙述，错误的是 ()

- A. 均将基因和染色体行为进行类比推理，得出相关的遗传学定律
- B. 均采用统计学方法分析实验结果
- C. 对实验材料和相对性状的选择是实验成功的重要保证
- D. 均采用测交实验来验证假说

【答案】A

【解析】

【分析】

1、孟德尔发现遗传定律用了假说演绎法，其基本步骤：提出问题→作出假说→演绎推理→实验验证（测交实验）→得出结论。

2、萨顿运用类比推理的方法提出基因在染色体的假说，摩尔根运用假说演绎法证明基因在染色体上。

【详解】

A、两个实验都是采用的假说演绎法得出相关的遗传学定律，A 错误；

B、孟德尔豌豆杂交实验和摩尔根果蝇杂交实验都采用了统计学方法分析实验数据，B 正确；

C、孟德尔豌豆杂交实验成功的原因之一是选择了豌豆作为实验材料，并且从豌豆的众多性状中选择了 7 对性状；摩尔根的果蝇杂交实验成功的原因之一是选择了果蝇作为实验材料，同时也从果蝇的众多性状当中选择了易于区分的白红眼性状进行研究，C 正确；

D、这两个实验都采用测交实验来验证假说，D 正确。

故选 A。

9.（2021.6 月浙江高考真题）某同学用红色豆子（代表基因 B）和白色豆子（代表基因 b）建立人群中某显性遗传病的遗传模型，向甲乙两个容器均放入 10 颗红色豆子和 40 颗白色豆子，随机从每个容器内取出一颗豆子放在一起并记录，再将豆子放回各自的容器中并摇匀，重复 100 次。下列叙述正确的是（ ）

A. 该实验模拟基因自由组合的过程

B. 重复 100 次实验后，Bb 组合约为 16%

C. 甲容器模拟的可能是该病占 36%的男性群体

D. 乙容器中的豆子数模拟亲代的等位基因数

【答案】C

【解析】

【分析】

分析题意可知，本实验用甲、乙两个容器代表雌、雄生殖器官，甲、乙两个容器内的豆子分别代表雌、雄配子，用豆子的随机组合，模拟生物在生殖过程中，等位基因的分离和雌雄配子的随机结合。其中红色豆子代表某显性病的致病基因 B，白色豆子代表正常基因 b，甲、乙两个容器均放入 10 颗红色豆子和 40 颗白色豆子，即表示雌雄配子均为 B=20%、b=80%。

【详解】

A、由分析可知，该实验模拟的是生物在生殖过程中，等位基因的分离和雌雄配子的随机结合，A 错误；

B、重复 100 次实验后，Bb 的组合约为 $20\% \times 80\% \times 2 = 32\%$ ，B 错误；

C、若甲容器模拟的是该病(B_{-})占36%的男性群体,则该群体中正常人(bb)占64%,即 $b=80\%$, $B=20\%$,与题意相符,C正确;

D、由分析可知,乙容器中的豆子数模拟的是雌性或雄性亲本产生的配子种类及比例,D错误。

故选C。

10. (2021.6月浙江高考真题)某玉米植株产生的配子种类及比例为 $YR:Yr:yR:yr=1:1:1:1$ 。若该个体自交,其 F_1 中基因型为 $YyRR$ 个体所占的比例为()

A. $1/16$

B. $1/8$

C. $1/4$

D. $1/2$

【答案】B

【解析】

【分析】

基因的自由组合定律的实质是: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。

【详解】

分析题干信息可知:该玉米植株产生的配子种类及比例为 $YR:Yr:yR:yr=1:1:1:1$,其中 $Y:y=1:1$, $R:r=1:1$,故推知该植株基因型为 $YyRr$,若该个体自交,其 F_1 中基因型为 $YyRR$ 个体所占的比例为 $1/2 \times 1/4 = 1/8$,B正确,ACD错误。

故选B。

(2021年全国乙卷)11. 某种二倍体植物的 n 个不同性状由 n 对独立遗传的基因控制(杂合子表现显性性状)。已知植株A的 n 对基因均杂合。理论上,下列说法错误的是()

A. 植株A的测交子代会出现 2^n 种不同表现型的个体

B. n 越大,植株A测交子代中不同表现型个体数目彼此之间的差异越大

C. 植株A测交子代中 n 对基因均杂合的个体数和纯合子的个体数相等

D. $n \geq 2$ 时,植株A的测交子代中杂合子的个体数多于纯合子的个体数

【答案】B

【解析】

【分析】

1、基因的自由组合定律的实质是: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。

2、分析题意可知: n 对等位基因独立遗传,即 n 对等位基因遵循自由组合定律。

【详解】

A、每对等位基因测交后会出现 2 种表现型，故 n 对等位基因杂合的植株 A 的测交子代会出现 2^n 种不同表现型的个体，A 正确；

B、不管 n 有多大，植株 A 测交子代比为 $(1:1)^n=1:1:1:1\cdots$ (共 2^n 个 1)，即不同表现型个体数目均相等，B 错误；

C、植株 A 测交子代中 n 对基因均杂合的个体数为 $1/2^n$ ，纯合子的个体数也是 $1/2^n$ ，两者相等，C 正确；

D、 $n\geq 2$ 时，植株 A 的测交子代中纯合子的个体数是 $1/2^n$ ，杂合子的个体数为 $1-(1/2^n)$ ，故杂合子的个体数多于纯合子的个体数，D 正确。

故选 B。

(2021 年 1 月浙江卷) 12. 某种小鼠的毛色受 A^Y (黄色)、A (鼠色)、a (黑色) 3 个基因控制，三者互为等位基因， A^Y 对 A、a 为完全显性，A 对 a 为完全显性，并且基因型 $A^Y A^Y$ 胚胎致死 (不计入个体数)。下列叙述错误的是 ()

A. 若 $A^Y a$ 个体与 $A^Y A$ 个体杂交，则 F_1 有 3 种基因型

B. 若 $A^Y a$ 个体与 Aa 个体杂交，则 F_1 有 3 种表现型

C. 若 1 只黄色雄鼠与若干只黑色雌鼠杂交，则 F_1 可同时出现鼠色个体与黑色个体

D. 若 1 只黄色雄鼠与若干只纯合鼠色雌鼠杂交，则 F_1 可同时出现黄色个体与鼠色个体

【答案】C

【解析】

【分析】

由题干信息可知， A^Y 对 A、a 为完全显性，A 对 a 为完全显性， $A^Y A^Y$ 胚胎致死，因此小鼠的基因型及对应毛色表型有 $A^Y A$ (黄色)、 $A^Y a$ (黄色)、AA (鼠色)、Aa (鼠色)、aa (黑色)，据此分析。

【详解】

A、若 $A^Y a$ 个体与 $A^Y A$ 个体杂交，由于基因型 $A^Y A^Y$ 胚胎致死，则 F_1 有 $A^Y A$ 、 $A^Y a$ 、Aa 共 3 种基因型，A 正确；

B、若 $A^Y a$ 个体与 Aa 个体杂交，产生的 F_1 的基因型及表现型有 $A^Y A$ (黄色)、 $A^Y a$ (黄色)、Aa (鼠色)、aa (黑色)，即有 3 种表现型，B 正确；

C、若 1 只黄色雄鼠 ($A^Y A$ 或 $A^Y a$) 与若干只黑色雌鼠 (aa) 杂交，产生的 F_1 的基因型为 $A^Y a$ (黄色)、Aa (鼠色)，或 $A^Y a$ (黄色)、aa (黑色)，不会同时出现鼠色个体与黑色个体，C 错误；

D、若 1 只黄色雄鼠 ($A^Y A$ 或 $A^Y a$) 与若干只纯合鼠色雌鼠 (AA) 杂交，产生的 F_1 的基因型为 $A^Y A$ (黄色)、AA (鼠色)，或 $A^Y A$ (黄色)、Aa (鼠色)，则 F_1 可同时出现黄色个体与鼠色个体，D 正确。

故选 C。

(2021 年 1 月浙江卷) 13. 小家鼠的某 1 个基因发生突变, 正常尾变成弯曲尾。现有一系列杂交试验, 结果如下表。第①组 F_1 雄性个体与第③组亲本雌性个体随机交配获得 F_2 。 F_2 雌性弯曲尾个体中杂合子所占比例为 ()

杂交	P		F_1	
组合	雌	雄	雌	雄
①	弯曲尾	正常尾	1/2 弯曲尾, 1/2 正常尾	1/2 弯曲尾, 1/2 正常尾
②	弯曲尾	弯曲尾	全部弯曲尾	1/2 弯曲尾, 1/2 正常尾
③	弯曲尾	正常尾	4/5 弯曲尾, 1/5 正常尾	4/5 弯曲尾, 1/5 正常尾

注: F_1 中雌雄个体数相同 A. 4/7 B. 5/9 C. 5/18 D. 10/19

【答案】B

【解析】

【分析】

分析表格, 由第②组中弯曲尾与弯曲尾杂交, F_1 的雌雄个体表现不同, 说明该性状的遗传与性别相关联, 相关基因位于性染色体上, 又由 F_1 中雌性全为弯曲尾, 雄性中弯曲尾: 正常尾=1:1, 可推测控制尾形的基因位于 X 染色体上, 且弯曲尾对正常尾为显性, 该小家鼠发生的突变类型为显性突变。设相关基因为 A、a, 则正常尾个体的基因型为 X^aY 、 X^aX^a , 弯曲尾个体的基因型为 X^AX^A 、 X^AX^a 、 X^AY , 据此分析。

【详解】

依据以上分析, 由第①组中弯曲尾与正常尾杂交, F_1 中雌雄个体均为弯曲尾: 正常尾=1:1, 可推测第①组亲本基因型为 $X^AX^a \times X^aY$, 则产生的 F_1 中雄性个体基因型及比例为 X^AY : X^aY =1:1; 第③组中弯曲尾与正常尾 (X^aY) 杂交, F_1 中雌雄个体均为弯曲尾: 正常尾=4:1, 由于亲本雄性正常尾 (X^aY) 产生的配子类型及比例为 X^a : Y =1:1, 根据 F_1 比例可推得亲本雌性弯曲尾产生的配子类型及比例为 X^A : X^a =4:1。

若第①组 F_1 雄性个体与第③组亲本雌性个体随机交配产生 F_2 , 已知第①组 F_1 雄性个体中 X^AY : X^aY =1:1, 产生的配子类型及比例为 X^A : X^a : Y =1:1:2, 而第③组亲本雌性个体产生的配子类型及比例为

X^A : X^a =4:1, 则 F_2 中雌性弯曲尾 (X^AX^A 、 X^AX^a) 个体所占比例为 $1/4 \times 4/5 + 1/4 \times 1/5 + 1/4 \times 4/5 = 9/20$, F_2 中雌性弯曲尾杂合子 (X^AX^a) 所占比例为 $1/4 \times 1/5 + 1/4 \times 4/5 = 5/20$, 综上, F_2 雌性弯曲尾个体中杂合子所占比例为 $5/20 \div 9/20 = 5/9$ 。因此 B 正确, ACD 错误。

故选 B。

14. (2020 年浙江省高考生物试卷 (7 月选考) • 18) 若某哺乳动物毛发颜色由基因 D^e (褐色)、 D^f (灰色)、 d (白色) 控制, 其中 D^e 和 D^f 分别对 d 完全显性。毛发形状由基因 H (卷毛)、 h (直毛) 控制。控制两种性状的等位基因均位于常染色体上且独立遗传。基因型为 $D^e d H h$ 和 $D^f d H h$ 的雌雄个体交配。下列说法正确的是 ()

- A. 若 D^e 对 D^f 共显性、 H 对 h 完全显性, 则 F_1 有 6 种表现型
- B. 若 D^e 对 D^f 共显性、 H 对 h 不完全显性, 则 F_1 有 12 种表现型
- C. 若 D^e 对 D^f 不完全显性、 H 对 h 完全显性, 则 F_1 有 9 种表现型
- D. 若 D^e 对 D^f 完全显性、 H 对 h 不完全显性, 则 F_1 有 8 种表现型

【答案】B

【解析】

【分析】

1、基因分离定律和自由组合定律的实质: 进行有性生殖的生物在进行减数分裂产生配子的过程中, 位于同源染色体上的等位基因随同源染色体分离而分离, 分别进入不同的配子中, 随配子独立遗传给后代, 同时位于非同源染色体上的非等位基因进行自由组合。2、 相对性状: 一种生物的同一性状的不同表现类型。共显性: 如果双亲的性状同时在 F_1 个体上表现出来, 这种显性表现称为共显性, 或叫并显性。不完全显性: 具有相对性状的纯合亲本杂交后, F_1 显现中间类型的现象。完全显性: 具有相对性状的纯合体亲本杂交后, F_1 只表现一个亲本性状的現象, 即外显率为 100%。

【详解】

A、若 D^e 对 D^f 共显性, H 对 h 完全显性, 基因型为 $D^e d H h$ 和 $D^f d H h$ 雌雄个体交配, 毛发颜色基因型有 $D^e D^f$ 、 $D^e d$ 、 $D^f d$ 和 dd 四种, 表现型 4 种, 毛发形状基因型有 HH 、 Hh 和 hh 三种, 表现型 2 种, 则 F_1 有 $4 \times 2 = 8$ 种表现型, A 错误;

B、若 D^e 对 D^f 共显性, H 对 h 不完全显性, 基因型为 $D^e d H h$ 和 $D^f d H h$ 雌雄个体交配, 毛发颜色基因型有 $D^e D^f$ 、 $D^e d$ 、 $D^f d$ 和 dd 四种, 表现型 4 种, 毛发形状基因型有 HH 、 Hh 和 hh 三种, 表现型 3 种, 则 F_1 有 $4 \times 3 = 12$ 种表现型, B 正确;

C、若 D^e 对 D^f 不完全显性, H 对 h 完全显性, 基因型为 $D^e d H h$ 和 $D^f d H h$ 雌雄个体交配, 毛发颜色基因型有 $D^e D^f$ 、 $D^e d$ 、 $D^f d$ 和 dd 四种, 表现型 4 种, 毛发形状基因型有 HH 、 Hh 和 hh 三种, 表现型 2 种, 则 F_1 有 $4 \times 2 = 8$ 种表现型, C 错误;

D、若 D^e 对 D^f 完全显性, H 对 h 不完全显性, 基因型为 $D^e d H h$ 和 $D^f d H h$ 雌雄个体交配, 毛发颜色基因型有 $D^e D^f$ 、 $D^e d$ 、 $D^f d$ 和 dd 四种, 表现型 3 种, 毛发形状基因型有 HH 、 Hh 和 hh 三种, 表现型 3 种, 则 F_1

有 $3 \times 3 = 9$ 种表现型，D 错误。

故选 B。

故选 B。

15. (2020 年浙江省高考生物试卷 (7 月选考) • 23) 某植物的野生型 (AABBcc) 有成分 R，通过诱变等技术获得 3 个无成分 R 的稳定遗传突变体 (甲、乙和丙)。突变体之间相互杂交， F_1 均无成分 R。然后选其中一组杂交的 F_1 (AaBbCc) 作为亲本，分别与 3 个突变体进行杂交，结果见下表：

杂交编号	杂交组合	子代表现型 (株数)
I	$F_1 \times \text{甲}$	有 (199)，无 (602)
II	$F_1 \times \text{乙}$	有 (101)，无 (699)
III	$F_1 \times \text{丙}$	无 (795)

注：“有”表示有成分 R，“无”表示无成分 R

用杂交 I 子代中有成分 R 植株与杂交 II 子代中有成分 R 植株杂交，理论上其后代中有成分 R 植株所占比例为 ()

A. $21/32$

B. $9/16$

C. $3/8$

D. $3/4$

【答案】A

【解析】

【分析】

分析题意可知：基因型为 AABBcc 的个体表现为有成分 R，又知无成分 R 的纯合子甲、乙、丙之间相互杂交，其中一组杂交的 F_1 基因型为 AaBbCc 且无成分 R，推测同时含有 A、B 基因才表现为有成分 R，C 基因的存在可能抑制 A、B 基因的表达，即基因型为 A_B_cc 的个体表现为有成分 R，其余基因型均表现为无成分 R。根据 F_1 与甲杂交，后代有成分 R：无成分 R $\approx 1:3$ ，有成分 R 所占比例为 $1/4$ ，可以将 $1/4$ 分解为 $1/2 \times 1/2$ ，则可推知甲的基因型可能为 AAbbcc 或 aaBBcc； F_1 与乙杂交，后代有成分 R：无成分 R $\approx 1:7$ ，可以将 $1/4$ 分解为 $1/2 \times 1/2 \times 1/2$ ，则可推知乙的基因型为 aabbcc； F_1 与丙杂交，后代均无成分 R，可推知丙的基因型可能为 AABBCC 或 AAbbcc 或 aaBBCC。

【详解】

杂交 I 子代中有成分 R 植株基因型为 AAbbcc 和 AaBbcc，比例为 $1:1$ ，或 (基因型为 AaBBcc 和 AaBbcc，比例为 $1:1$) 杂交 II 子代中有成分 R 植株基因型为 AaBbcc，故杂交 I 子代中有成分 R 植株与杂交 II 子代中有成分 R 植株相互杂交，后代中有成分 R 所占比例为： $1/2 \times 1 \times 3/4 \times 1 + 1/2 \times 3/4 \times 3/4 \times 1 = 21/32$ ，A 正确。

故选 A。

16. (2020 年全国统一高考生物试卷 (新课标 I) • 5) 已知果蝇的长翅和截翅由一对等位基因控制。多只长翅果蝇进行单对交配(每个瓶中有 1 只雌果蝇和 1 只雄果蝇), 子代果蝇中长翅: 截翅=3:1。据此无法判断的是 ()

- A. 长翅是显性性状还是隐性性状
- B. 亲代雌蝇是杂合子还是纯合子
- C. 该等位基因位于常染色体还是 X 染色体上
- D. 该等位基因在雌蝇体细胞中是否成对存在

【答案】C

【解析】

【分析】

由题意可知, 长翅与长翅果蝇杂交的后代中出现截翅果蝇, 说明截翅是隐性性状, 长翅是显性性状。

【详解】

A、根据截翅为无中生有可知, 截翅为隐性性状, 长翅为显性性状, A 不符合题意;

B、根据杂交的后代发生性状分离可知, 亲本雌蝇一定为杂合子, B 不符合题意;

C、无论控制翅形的基因位于 X 染色体上还是常染色体上, 后代中均会出现长翅: 截翅=3:1 的分离比, C 符合题意;

D、根据后代中长翅: 截翅=3:1 可知, 控制翅形的基因符合基因的分离定律, 故可推测该等位基因在雌蝇体细胞中是成对存在的, D 不符合题意。

故选 C。

17. (2020 年江苏省高考生物试卷) 有一观赏鱼品系体色为桔红带黑斑, 野生型为橄榄绿带黄斑, 该性状由一对等位基因控制。某养殖者在繁殖桔红带黑斑品系时发现, 后代中 2/3 为桔红带黑斑, 1/3 为野生型性状, 下列叙述错误的是 ()

- A. 桔红带黑斑品系的后代中出现性状分离, 说明该品系为杂合子
- B. 突变形成的桔红带黑斑基因具有纯合致死效应
- C. 自然繁育条件下, 桔红带黑斑性状容易被淘汰
- D. 通过多次回交, 可获得性状不再分离的桔红带黑斑品系

【答案】D

【解析】

【分析】

已知该鱼体色受一对等位基因控制，设为 A、a，繁殖桔红带黑斑品系时，后代出现的表现型比例为桔红带黑斑：橄榄绿带黄斑=2：1，说明桔红带黑斑为显性性状，且后代存在显性纯合致死情况。

【详解】

A、由桔红带黑斑品系的后代出现性状分离，说明该品系均为杂合子，A 正确；

B、由分析可知，桔红带黑斑为显性性状，则突变形成的桔红带黑斑基因为显性基因，杂合桔红带黑斑鱼(Aa)相互交配，子代表现型比例为 2：1，可推得基因型为 AA 的个体死亡，即桔红带黑斑基因具有纯合致死效应，B 正确；

C、由于桔红带黑斑基因具有纯合致死效应，自然繁育条件下，该显性基因的频率会逐渐下降，则桔红带黑斑性状容易被淘汰，C 正确；

D、桔红带黑斑基因显性纯合致死，则无论回交多少次，所得桔红带黑斑品系均为杂合子，D 错误。

故选 D。

18. (2019 全国卷 III·6) 假设在特定环境中，某种动物基因型为 BB 和 Bb 的受精卵均可发育成个体，基因型为 bb 的受精卵全部死亡。现有基因型均为 Bb 的该动物 1 000 对(每对含有 1 个父本和 1 个母本)，在这种环境中，若每对亲本只形成一个受精卵，则理论上该群体的子一代中 BB、Bb、bb 个体的数目依次为

- A. 250、500、0
- B. 250、500、250
- C. 500、250、0
- D. 750、250、0

【答案】A

【解析】双亲的基因型均为 Bb，根据基因的分离定律可知： $Bb \times Bb \rightarrow 1/4BB$ 、 $1/2Bb$ 、 $1/4bb$ ，由于每对亲本只能形成 1 个受精卵，1000 对动物理论上产生的受精卵是 1000 个，且产生基因型为 BB、Bb、bb 的个体的概率符合基因的分离定律，即产生基因型为 BB 的个体数目为 $1/4 \times 1000 = 250$ 个，产生基因型为 Bb 的个体数目为 $1/2 \times 1000 = 500$ 个，由于基因型为 bb 的受精卵全部致死，因此获得基因型为 bb 的个体数目为 0。综上所述，BCD 不符合题意，A 符合题意。故选 A。

19. (2019 全国卷 II·5) 某种植物的羽裂叶和全缘叶是一对相对性状。某同学用全缘叶植株(植株甲)进行了下列四个实验。

- ①植株甲进行自花传粉，子代出现性状分离
- ②用植株甲给另一全缘叶植株授粉，子代均为全缘叶
- ③用植株甲给羽裂叶植株授粉，子代中全缘叶与羽裂叶的比例为 1：1
- ④用植株甲给另一全缘叶植株授粉，子代中全缘叶与羽裂叶的比例为 3：1

其中能够判定植株甲为杂合子的实验是

- A. ①或②
- B. ①或④
- C. ②或③
- D. ③或④

【答案】B

【解析】由题干信息可知，羽裂叶和全缘叶是一对相对性状，但未确定显隐性，若要判断全缘叶植株甲为杂合子，即要判断全缘叶为显性性状，羽裂叶为隐性性状。根据子代性状判断显隐性的方法：①不同性状的亲本杂交→子代只出现一种性状→子代所出现的性状为显性性状，双亲均为纯合子；②相同性状的亲本杂交→子代出现不同性状→子代所出现的新的性状为隐性性状，亲本为杂合子。让全缘叶植株甲进行自花传粉，子代出现性状分离，说明植株甲为杂合子，杂合子表现为显性性状，新出现的性状为隐性性状，①正确；用植株甲给另一全缘叶植株授粉，子代均为全缘叶，说明双亲可能都是纯合子，既可能是显性纯合子，也可能是隐性纯合子，或者是双亲均表现为显性性状，其中之一为杂合子，另一个为显性纯合子，因此不能判断植株甲为杂合子，②错误；用植株甲给羽裂叶植株授粉，子代中全缘叶与羽裂叶的比例为1:1，只能说明一个亲本为杂合子，另一个亲本为隐性纯合子，但谁是杂合子、谁是纯合子无法判断，③错误；用植株甲给另一全缘叶植株授粉，子代中全缘叶与羽裂叶的比例为3:1，说明植株甲与另一全缘叶植株均为杂合子，④正确。综上分析，供选答案组合，B正确，A、C、D均错误。

20. (2018 江苏卷, 6) 一对相对性状的遗传实验中, 会导致子二代不符合 3:1 性状分离比的情况是 ()

- A. 显性基因相对于隐性基因为完全显性
- B. 子一代产生的雌配子中 2 种类型配子数目相等, 雄配子中也相等
- C. 子一代产生的雄配子中 2 种类型配子活力有差异, 雌配子无差异
- D. 统计时子二代 3 种基因型个体的存活率相等

【答案】C

【解析】一对相对性状的遗传实验中, 若显性基因相对于隐性基因为完全显性, 则子一代为杂合子, 子二代性状分离比为 3:1, A 正确; 若子一代雌雄性都产生比例相等的两种配子, 则子二代性状分离比为 3:1, B 正确; 若子一代产生的雄配子中 2 种类型配子活力有差异, 雌配子无差异, 则子二代性状分离比不为 3:1, C 错误; 若统计时, 子二代 3 种基因型个体的存活率相等, 则表现型比例为 3:1, D 正确。

21. (2018 全国Ⅲ卷, 1) 下列研究工作中由我国科学家完成的是 ()

- A. 以豌豆为材料发现性状遗传规律的实验
- B. 用小球藻发现光合作用暗反应途径的实验

- C. 证明 DNA 是遗传物质的肺炎双球菌转化实验
D. 首例具有生物活性的结晶牛胰岛素的人工合成

【答案】D

【解析】以豌豆为材料发现性状遗传规律的实验是奥地利科学家孟德尔完成的，A 错误；用小球藻发现光合作用暗反应途径的实验是美国科学家卡尔文完成的，B 错误；证明 DNA 是遗传物质的肺炎双球菌转化实验是美国科学家艾弗里完成的，C 错误；首例具有生物活性的结晶牛胰岛素的人工合成是我国科学家在 1965 年完成的，D 正确。

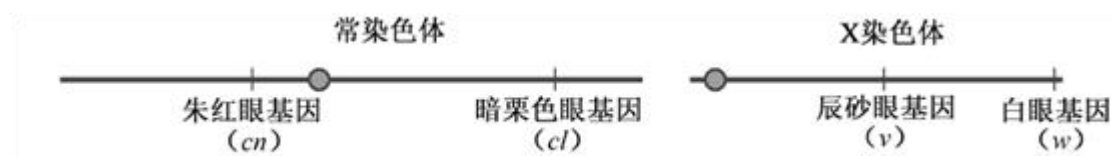
22. (2018 天津卷, 6) 某生物基因型为 A_1A_2 , A_1 和 A_2 的表达产物 N_1 和 N_2 可随机组合形成二聚体蛋白, 即 N_1N_1 、 N_1N_2 、 N_2N_2 三种蛋白。若该生物体内 A_2 基因表达产物的数量是 A_1 的 2 倍, 则由 A_1 和 A_2 表达产物形成的二聚体蛋白中, N_1N_1 型蛋白占的比例为 ()

- A. $1/3$ B. $1/4$ C. $1/8$ D. $1/9$

【答案】D

【解析】基因 A_1 、 A_2 的表达产物 N_1 、 N_2 可随机结合, 组成三种类型的二聚体蛋白 N_1N_1 、 N_1N_2 、 N_2N_2 , 若该生物体内 A_2 基因表达产物的数量是 A_1 的 2 倍, 则 N_1 占 $1/3$, N_2 占 $2/3$, 由于 N_1 和 N_2 可随机组合形成二聚体蛋白, 因此 N_1N_1 占 $1/3 \times 1/3 = 1/9$, D 正确。

23. (2018 江苏卷, 25) 下图为一只果蝇两条染色体上部分基因分布示意图, 下列叙述正确的是 ()



- A. 朱红眼基因 cn 、暗栗色眼基因 cl 为一对等位基因
B. 在有丝分裂中期, X 染色体和常染色体的着丝点都排列在赤道板上
C. 在有丝分裂后期, 基因 cn 、 cl 、 v 、 w 会出现在细胞的同一极
D. 在减数第二次分裂后期, 基因 cn 、 cl 、 v 、 w 可出现在细胞的同一极

【答案】BCD

【解析】据图分析, 朱红眼基因 cn 、暗栗色眼基因 cl 位于同一条常染色体上, 辰砂眼基因 v 和白眼基因 w 都位于 X 染色体上。根据以上分析已知, 朱红眼基因 cn 、暗栗色眼基因 cl 位于同一条常染色体上, 而等位基因应该位于同源染色体上, A 错误; 在有丝分裂中期, 所有染色体的着丝点都排列在赤道板上, B 正确; 在有丝分裂后期, 着丝点分裂、姐妹染色单体分离, 分别移向细胞的两极, 两极都含有与亲本相同的遗传物质, 因此两极都含有基因 cn 、 cl 、 v 、 w , C 正确; 在减数第二次分裂后期, X 染色体与常染色体可以同时出现在细胞的同一极, 因此基因 cn 、 cl 、 v 、 w 可出现在细胞的同一极, D 正确。

二、多选题

1. (2022·山东·高考真题) 某两性花二倍体植物的花色由 3 对等位基因控制, 其中基因 A 控制紫色, a 无控制色素合成的功能。基因 B 控制红色, b 控制蓝色。基因 I 不影响上述 2 对基因的功能, 但 i 纯合的个体为白色花。所有基因型的植株都能正常生长和繁殖, 基因型为 A_B_I_ 和 A_bbI_ 的个体分别表现紫红色花和靛蓝色花。现有该植物的 3 个不同纯种品系甲、乙、丙, 它们的花色分别为靛蓝色、白色和红色。不考虑突变, 根据表中杂交结果, 下列推断正确的是 ()

杂交组合	F ₁ 表型	F ₂ 表型及比例
甲×乙	紫红色	紫红色: 靛蓝色: 白色=9: 3: 4
乙×丙	紫红色	紫红色: 红色: 白色=9: 3: 4

- A. 让只含隐性基因的植株与 F₂ 测交, 可确定 F₂ 中各植株控制花色性状的基因型
- B. 让表中所有 F₂ 的紫红色植株都自交一代, 白花植株在全体子代中的比例为 1/6
- C. 若某植株自交子代中白花植株占比为 1/4, 则该植株可能的基因型最多有 9 种
- D. 若甲与丙杂交所得 F₁ 自交, 则 F₂ 表型比例为 9 紫红色: 3 靛蓝色: 3 红色: 1 蓝色

【答案】BCD

【解析】

【分析】

题意分析, 基因型为 A_B_I_ 和 A_bbI_ 的个体分别表现紫红色花和靛蓝色花, 基因型为 aaB_I_ 表现为红色, ____ii 表现为白色。杂交组合一中 F₂ 的性状分离比为紫红色: 靛蓝色: 白色=9: 3: 4, 为 9: 3: 3: 1 的变式, 说明相关的两对等位基因的遗传符合基因自由组合定律, 同理根据乙、丙杂交结果, 也说明相关的等位基因的遗传符合基因自由组合定律。根据 F₂ 中性状表现确定亲本甲、乙和丙的基因型依次为 AAbbII、AABBii, aaBBII。

【详解】

- A、当植株是白花时候, 其基因型为 ____ii, 与只含隐性基因的植株与 F₂ 测交仍然是白花, 无法鉴别它的具体基因型, A 错误;
- B、甲×乙杂交组合中 F₂ 的紫红色植株基因型为 AABbIi: AABBIi: AABbII: AABBII=4: 2: 2: 1。乙×丙杂交组合中 F₂ 的紫红色植株基因型为 AaBBIi: AABBIi: AaBBII: AABBII=4: 2: 2: 1。其中 II: Ii=1: 2 所以白花植株在全体子代中的比例为 $\frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{6}$, B 正确;
- C、若某植株自交子代中白花植株占比为 1/4, 则亲本为 (____Ii), 则该植株可能的基因型最多有 9 种 (3×3),

C 正确；

D、甲与丙杂交所得 F₁ 的基因型为 AaBbII，其自交的子一代的表现型比为紫红色 (A_B_II)：靛蓝色花 (A_bbII)：红色 (aaB_II)：蓝色 (aabbII) = 9:3:3:1，D 正确。

故选 BCD。

2. (2021 辽宁高考真题) 雌性小鼠在胚胎发育至 4-6 天时，细胞中两条 X 染色体会有一条随机失活，经细胞分裂形成子细胞，子细胞中此条染色体仍是失活的。雄性小鼠不存在 X 染色体失活现象。现有两只转荧光蛋白基因的小鼠，甲为发红色荧光的雄鼠 (基因型为 X^RY)，乙为发绿色荧光的雌鼠 (基因型为 X^GX)。

甲乙杂交产生 F₁，F₁ 雌雄个体随机交配，产生 F₂。若不发生突变，下列有关叙述正确的是 ()

- A. F₁ 中发红色荧光的个体均为雌性
- B. F₁ 中同时发出红绿荧光的个体所占的比例为 1/4
- C. F₁ 中只发红色荧光的个体，发光细胞在身体中分布情况相同
- D. F₂ 中只发一种荧光的个体出现的概率是 11/16

【答案】ABD

【解析】

【分析】

雌性小鼠发育过程中一条 X 染色体随机失活，雄性小鼠不存在这种现象，甲乙杂交产生的 F₁ 的基因型是 X^RX、XY、X^RX^G、X^GY，F₁ 随机交配，雌配子产生的种类及比例是 X^R：X^G：X=2：1：1，雄配子产生的种类及比例为 X：X^G：Y=1：1：2。

【详解】

A、由分析可知，F₁ 中雄性个体的基因型是 X^GY 和 XY，不存在红色荧光，即 F₁ 中发红色荧光的个体均为雌性，A 正确；

B、F₁ 的基因型及比例为 X^RX：XY：X^RX^G：X^GY=1：1：1：1，根据题意，“细胞中两条 X 染色体会有一条随机失活”，所以 X^RX^G 个体有的细胞发红色荧光，有的细胞发绿色荧光，因此同时发出红绿荧光的个体 (X^RX^G) 所占的比例为 1/4，B 正确；

C、F₁ 中只发红光的个体的基因型是 X^RX，由于存在一条 X 染色体随机失活，则发光细胞在身体中分布情况不相同，C 错误；

D、F₂ 中只发一种荧光的个体包括 X^RX、X^RY、X^GX、X^GY、X^GX^G，所占的比例为 $\frac{2}{4} \times \frac{1}{4} + \frac{2}{4} \times \frac{2}{4} + \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \times \frac{2}{4} + \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{11}{16}$ ，D 正确。

三、非选择题

1. (2022 甲卷·全国·高考真题) 玉米是我国重要的粮食作物。玉米通常是雌雄同株异花植物 (顶端长雄花

序，叶腋长雌花序），但也有的是雌雄异株植物。玉米的性别受两对独立遗传的等位基因控制，雌花花序由显性基因 **B** 控制，雄花花序由显性基因 **T** 控制，基因型 **bbtt** 个体为雌株。现有甲（雌雄同株）、乙（雌株）、丙（雌株）、丁（雄株）4 种纯合体玉米植株。回答下列问题。

(1)若以甲为母本、丁为父本进行杂交育种，需进行人工传粉，具体做法是_____。

(2)乙和丁杂交， F_1 全部表现为雌雄同株； F_1 自交， F_2 中雌株所占比例为_____， F_2 中雄株的基因型是_____；在 F_2 的雌株中，与丙基因型相同的植株所占比例是_____。

(3)已知玉米籽粒的糯和非糯是由 1 对等位基因控制的相对性状。为了确定这对相对性状的显隐性，某研究人员将糯玉米纯合体与非糯玉米纯合体（两种玉米均为雌雄同株）间行种植进行实验，果穗成熟后依据果穗上籽粒的性状，可判断糯与非糯的显隐性。若糯是显性，则实验结果是_____；若非糯是显性，则实验结果是_____。

【答案】(1)对母本甲的雌花花序进行套袋，待雌蕊成熟时，采集丁的成熟花粉，撒在甲的雌蕊柱头上，再套上纸袋。

(2) $1/4$ **bbTT**、**bbTt** $1/4$

(3) 糯性植株上全为糯性籽粒，非糯植株上既有糯性籽粒又有非糯籽粒 非糯性植株上只有非糯籽粒，糯性植株上既有糯性籽粒又有非糯籽粒

【解析】

【分析】

雌花花序由显性基因 **B** 控制，雄花花序由显性基因 **T** 控制，基因型 **bbtt** 个体为雌株、甲（雌雄同株）、乙（雌株）、丙（雌株）、丁（雄株），可推断出甲的基因型为 **BBTT**，乙、丙基因型可能为 **BBtt** 或 **bbtt**，丁的基因型为 **bbTT**。

(1)

杂交育种的原理是基因重组，若甲为母本，丁为父本杂交，因为甲为雌雄同株异花植物，所以在花粉未成熟时需对甲植株雌花花序套袋隔离，等丁的花粉成熟后再通过人工授粉把丁的花粉传到甲的雌蕊柱头后，再套袋隔离。

(2)

根据分析及题干信息“乙和丁杂交， F_1 全部表现为雌雄同株”，可知乙基因型为 **BBtt**，丁的基因型为 **bbTT**， F_1 基因型为 **BbTt**， F_1 自交 F_2 基因型及比例为 $9B_T_$ （雌雄同株）： $3B_tt$ （雌株）： $3bbT_$ （雄株）： $1bbtt$ （雌株），故 F_2 中雌株所占比例为 $1/4$ ，雄株的基因型为 **bbTT**、**bbTt**，雌株中与丙基因型相同的比例为 $1/4$ 。

(3)

假设糯和非糯这对相对性状受 **A/a** 基因控制，因为两种玉米均为雌雄同株植物，间行种植时，既有自交又

有杂交。若糯性为显性，基因型为 AA，非糯基因型为 aa，则糯性植株无论自交还是杂交，糯性植株上全为糯性籽粒，非糯植株杂交子代为糯性籽粒，自交子代为非糯籽粒，所以非糯植株上既有糯性籽粒又有非糯籽粒。同理，非糯为显性时，非糯性植株上只有非糯籽粒，糯性植株上既有糯性籽粒又有非糯籽粒。

2. (2022·全国乙卷·高考真题) 某种植物的花色有白、红和紫三种，花的颜色由花瓣中色素决定，色素的合成途径是：白色 $\xrightarrow{\text{酶1}}$ 红色 $\xrightarrow{\text{酶2}}$ 紫色。其中酶 1 的合成由基因 A 控制，酶 2 的合成由基因 B 控制，基因 A 和基因 B 位于非同源染色体上、回答下列问题。

(1) 现有紫花植株 (基因型为 AaBb) 与红花杂合体植株杂交，子代植株表现型及其比例为_____；子代中红花植株的基因型是_____；子代白花植株中纯合体占的比例为_____。

(2) 已知白花纯合体的基因型有 2 种。现有 1 株白花纯合体植株甲，若要通过杂交实验 (要求选用 1 种纯合体亲本与植株甲只进行 1 次杂交) 来确定其基因型，请写出选用的亲本基因型、预期实验结果和结论。

【答案】(1) 白色：红色：紫色=2：3：3 AAbb、Aabb 1/2

(2) 选用的亲本基因型为：AAbb；预期的实验结果及结论：若子代花色全为红花，则待测白花纯合体基因型为 aabb；若子代花色全为紫花，则待测白花纯合体基因型为 aaBB

【解析】

【分析】

根据题意，Aa 和 Bb 两对基因遵循自由组合定律，A_B_ 表现为紫花，A_bb 表现为红花，aa__ 表现为白花。

(1)

紫花植株 (AaBb) 与红花杂合体 (Aabb) 杂交，子代可产生 6 种基因型及比例为 AABb (紫花)：AaBb (紫花)：aaBb (白花)：AAbb (红花)：Aabb (红花)：aabb (白花)=1:2:1:1:2:1。故子代植株表现型及比例为白色：红色：紫色=2：3：3；子代中红花植株的基因型有 2 种：AAbb、Aabb；子代白花植株中纯合体(aabb) 占的比例为 1/2。

(2)

白花纯合体的基因型有 aaBB 和 aabb 两种。要检测白花纯合体植株甲的基因型，可选用 AAbb 植株与之杂交，若基因型为 aaBB 则实验结果为：aaBB×AAbb→AaBb (全为紫花)；若基因型为 aabb 则实验结果为：aabb×AAbb→Aabb (全为红花)。这样就可以根据子代的表现型将白花纯合体的基因型推出。

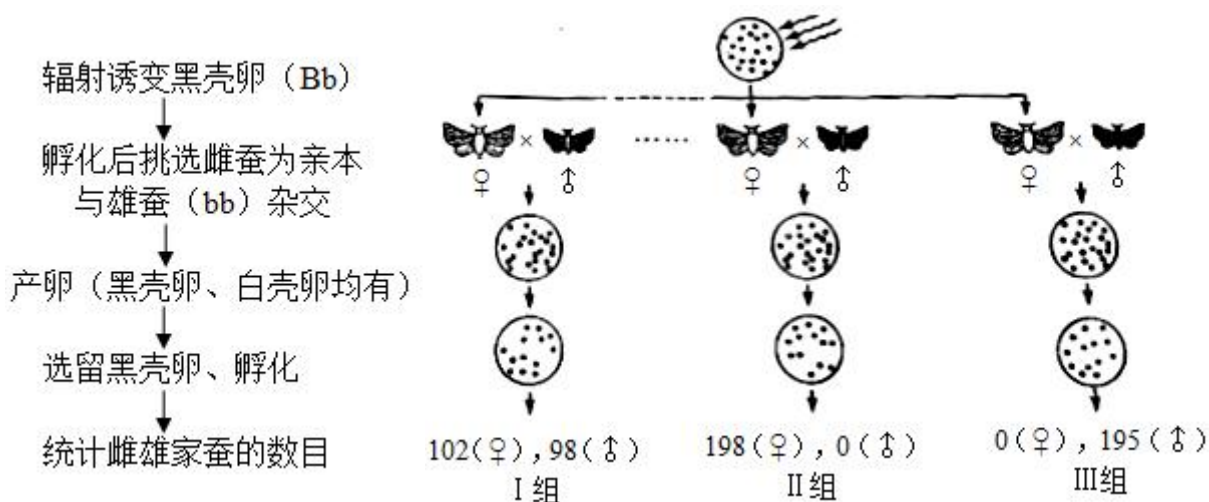
3. (2022·广东·高考真题) 《诗经》以“蚕月条桑”描绘了古人种桑养蚕的劳动画面，《天工开物》中“今寒家有将早雄配晚雌者，幻出嘉种”，表明我国劳动人民早已拥有利用杂交手段培育蚕种的智慧，现代生物技术应用于蚕桑的遗传育种，更为这历史悠久的产业增添了新的活力。回答下列问题：

(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， F_1 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) $\frac{3}{64}$ 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 F_1 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 F_1 中虎斑、白茧、抗软化病的家蚕比例是 $3/4 \times 1/4 \times 1/4 = 3/64$ 。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 $1/4 \times 1/4 \times 1/4 = 1/64$ ，即 $3200 \times 1/64 = 50$ 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。

4. (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

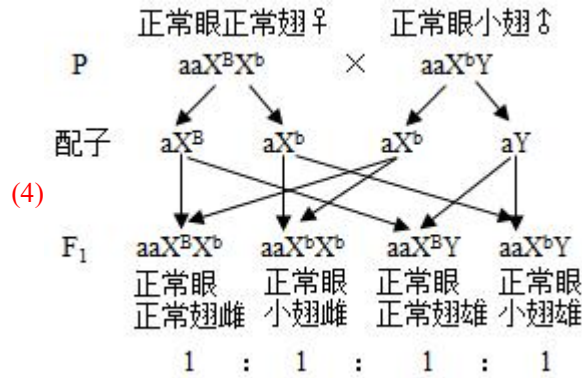
回答下列问题:

- (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)，F₁ 基因型为 AaX^BX^b 、 AaX^bY ，F₁ 的雌雄个体随机交配获得 F₂，则 F₂ 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 ，F₁ 基因型应为 AaX^BX^b 、 AaX^BY ，若发现组合甲 F₁ 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。

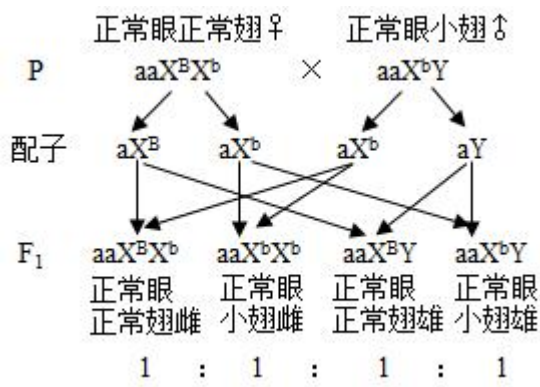
(3)

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 $aaX^bX^b \times aaX^BY$ ，F₁ 基因型为 aaX^BX^b 、 aaX^bY ，F₁ 的雌雄果蝇为亲本杂交的遗传图解

为：



【点睛】

本题考查学生理解基因分离定律和自由组合定律的实质和使用条件，学会根据子代表现型比例推测亲本基因型及性状偏离比出现的原因，并能结合题意分析作答。

5. (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 A₁/A₂/A₃ 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 A₁ (黑体)、A₂ (灰体) 和 A₃ (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？_____。

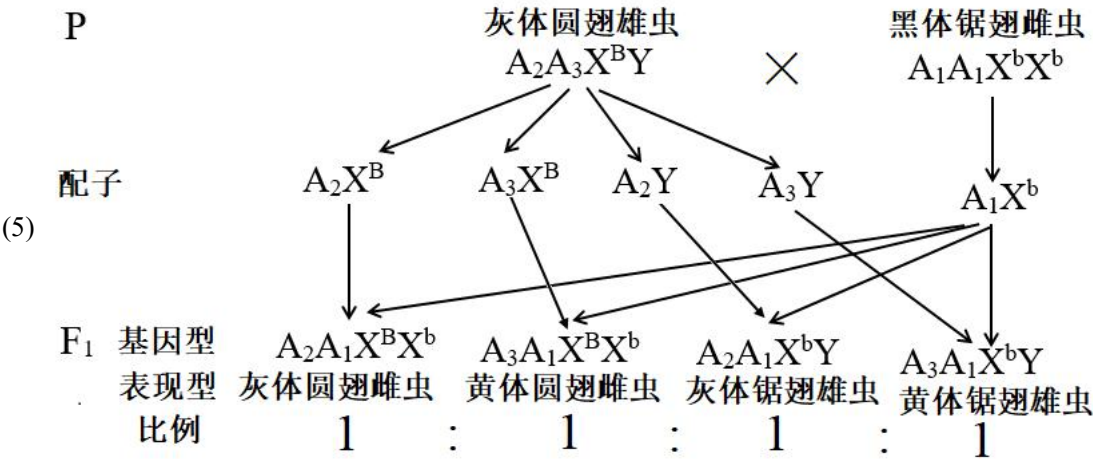
(5)用遗传图解表示黑体锯翅雌虫与杂交Ⅲ的 F₁ 中灰体圆翅雄虫的杂交过程。

【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 F_1 可知，黄体 (A_3) 对黑体 (A_1) 为显性；由杂交组合Ⅱ可知，灰体 (A_2) 对黑体 (A_1) 为显性，由杂交组合Ⅲ可知，灰体 (A_2) 对黄体 (A_3) 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)

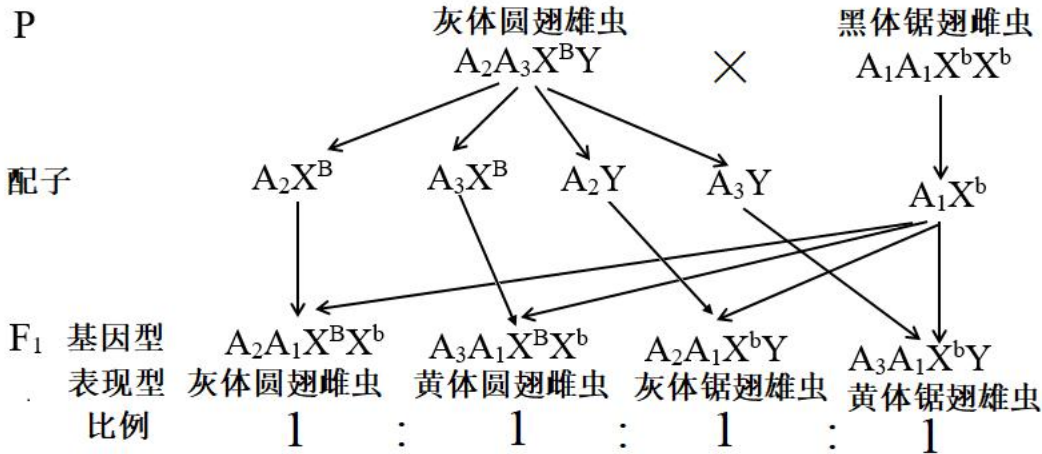
分析杂交组合 V，母本为锯翅，父本为圆翅， F_1 的雌虫全为圆翅，雄虫全为锯翅，性状与性别相关联，可知控制锯翅的基因是隐性基因，并且在 X 染色体上，所以锯翅性状的遗传方式是伴 X 染色体隐性遗传。

(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 A_2A_2) 和黄体 (基因型 A_3A_3)， F_1 的灰体基因型为 A_2A_3 ，雌雄个体相互交配，子代基因型是 A_2A_2 (灰体) : A_2A_3 (灰体) : A_3A_3 (黄体) = 1 : 2 : 1，所以杂交组合Ⅲ中 F_2 的灰体圆翅雄虫基因型为 $1/3 A_2A_2X^BY$ 和 $2/3 A_2A_3X^BY$ ；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) $\times 1/4$ (圆翅雄虫或锯翅雄虫)，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：



6. (2021 辽宁高考真题) 水稻为二倍体雌雄同株植物，花为两性花。现有四个水稻浅绿叶突变体 W、X、Y、Z，这些突变体的浅绿叶性状均为单基因隐性突变（显性基因突变为隐性基因）导致。回答下列问题：

(1) 进行水稻杂交实验时，应首先除去_____未成熟花的全部_____，并套上纸袋。若将 W 与野生型纯合绿叶水稻杂交，F₁ 自交，F₂ 的表现型及比例为_____。

(2) 为判断这四个突变体所含的浅绿叶基因之间的位置关系，育种人员进行了杂交实验，杂交组合及 F₁ 叶色见下表。

实验分组	母本	父本	F ₁ 叶色
第 1 组	W	X	浅绿
第 2 组	W	Y	绿
第 3 组	W	Z	绿
第 4 组	X	Y	绿
第 5 组	X	Z	绿
第 6 组	Y	Z	绿

实验结果表明，W 的浅绿叶基因与突变体_____的浅绿叶基因属于非等位基因。为进一步判断 X、Y、Z 的浅绿叶基因是否在同一对染色体上，育种人员将第 4、5、6 三组实验的 F₁ 自交，观察并统计 F₂ 的表现型及比例。不考虑基因突变、染色体变异和互换，预测如下两种情况将出现的结果：

- ① 若突变体 X、Y、Z 的浅绿叶基因均在同一对染色体上，结果为_____。
- ② 若突变体 X、Y 的浅绿叶基因在同一对染色体上，Z 的浅绿叶基因在另外一对染色体上，结果为_____。

(3)叶绿素 a 加氧酶的功能是催化叶绿素 a 转化为叶绿素 b。研究发现, 突变体 W 的叶绿素 a 加氧酶基因 OsCAO1 某位点发生碱基对的替换, 造成 mRNA 上对应位点碱基发生改变, 导致翻译出的肽链变短。据此推测, 与正常基因转录出的 mRNA 相比, 突变基因转录出的 mRNA 中可能发生的变化是_____。

【答案】(1) 母本

雄蕊

绿叶: 浅绿叶=3: 1

(2) Y、Z 三组均为绿叶: 浅绿叶=1: 1 第 4 组绿叶: 浅绿叶=1: 1; 第 5 组和第 6 组绿叶: 浅绿叶=9: 7

(3)终止密码提前出现

【解析】

【分析】

基因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。

(1)

水稻为雌雄同株两性花, 利用水稻进行杂交时, 应先除去母本未成熟花的全部雄蕊 (防止自花受粉), 并套袋, 防止外来花粉干扰。若将浅绿叶 W (隐性纯合) 与野生型纯合绿叶水稻杂交, F_1 为杂合子, 自交后代 F_2 的表现型及比例为绿叶: 浅绿叶=3: 1。

(2)

分析表格: W、X、Y、Z 均为单基因隐性突变形成的浅绿叶突变体, 第 1 组 W、X 杂交, F_1 仍为浅绿叶, 说明 W 和 X 为相同隐性基因控制; 第 2 组 W、Y 杂交, 第 3 组 W、Z 杂交, F_1 均表现绿叶, 说明 W 的浅绿叶基因与 Y、Z 不是同一基因, 即属于非等位基因。设 W (X) 的浅绿叶基因为 a, Y 的浅绿叶基因为 b, Z 的浅绿叶基因为 c, 当任何一对隐性基因纯合时就表现为浅绿叶。

①若突变体 X、Y、Z 的浅绿叶基因均在同一对染色体上, 则第 4 组为 X (aaBBCC) $\times$ Y (AAbbCC), F_1 基因型为 AaBbCC, F_1 产生的配子为 aBC、AbC, 自交后代 F_2 为 1aaBBCC (浅绿叶)、1AAbbCC (浅绿叶)、2AaBbCC (绿叶), 即绿叶: 浅绿叶=1: 1; 同理第 5 组和第 6 组的结果也是绿叶: 浅绿叶=1: 1。

②若突变体 X、Y 的浅绿叶基因在同一对染色体上, Z 的浅绿叶基因在另外一对染色体上, 则第 4 组为 X (aaBBCC) $\times$ Y (AAbbCC), 结果与上一小问 X、Y、Z 的浅绿叶基因均在同一对染色体上时相同, 即绿叶: 浅绿叶=1: 1; 第 5 组为 X (aaBBCC) $\times$ Z (AABBcc), F_1 基因型为 AaBBcc, F_1 产生配子时, A、a 和 C、c 可以进行自由组合, 产生 4 种配子, 自交后代 F_2 符合 9: 3: 3: 1, 由于何一对隐性基因纯合时就表现为浅绿叶, 则 F_2 的表现型为绿叶: 浅绿叶=9: 7; 第 6 组为 Y (AAbbCC) $\times$ Z (AABBcc), F_1 基因型为 AABbCc,

F₁产生配子时，B、b和C、c可以进行自由组合，F₂结果与第5组相同，即绿叶：浅绿叶=9：7。

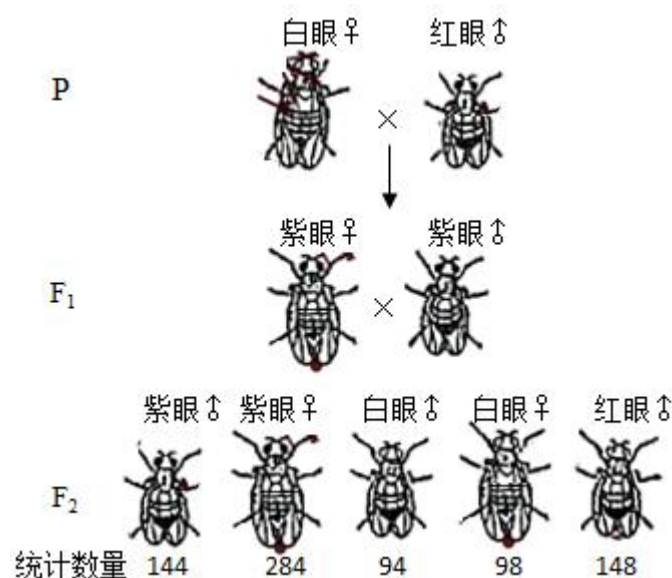
(3)

分析题意可知，OsCAO1 基因某位点发生碱基对的替换，造成 mRNA 上对应位点碱基发生改变，有可能使终止密码提前出现，导致翻译出的肽链变短。

【点睛】

本题结合可遗传变异，考查基因的分离定律和基因的自由组合定律的相关知识，解题本题关键是根据杂交实验的表格获取到基因类型和所在位置，再结合所学知识解决问题。

7. (2021 年江苏高考真题) 以下两对基因与果蝇眼色有关。眼色色素产生必需有显性基因 A，aa 时眼色白色；B 存在时眼色为紫色，bb 时眼色为红色。2 个纯系果蝇杂交结果如下图，请据图回答下问题。



(1)果蝇是遗传学研究的经典实验材料，摩尔根等利用一个特殊眼色基因突变体开展研究，把基因传递模式与染色体在减数分裂中的分配行为联系起来，证明了_____。

(2)A 基因位于_____染色体上，B 基因位于_____染色体上。若要进一步验证这个推论，可在 2 个纯系中选用表现型为_____的果蝇个体进行杂交。

(3)上图 F₁ 中紫眼雌果蝇的基因型为_____，F₂ 中紫眼雌果蝇的基因型有_____种。

(4)若亲代雌果蝇在减数分裂时偶尔发生 X 染色体不分离而产生异常卵，这种不分离可能发生的时期有_____，该异常卵与正常精子受精后，可能产生的合子主要类型有_____。

(5)若 F₂ 中果蝇单对杂交实验中出现了一对果蝇的杂交后代雌雄比例为 2:1，由此推测该对果蝇的_____性个体可能携带隐性致死基因；若继续对其后代进行杂交，后代雌雄比为_____时，可进一步验证这个假设。

【答案】(1)基因位于染色体上

(2) 常 X

红眼雌性和白眼雄性

(3) AaX^BX^b 4

(4) 减数第一次分裂后期或减数第二次分裂后期

$AaX^BX^BX^b$ 、 AaX^bO 、 AaX^BX^BY 、 $AaYO$ 。

(5) 雌

4:3

【解析】

【分析】

分析题意：由 F_2 红眼性状只在雄果蝇出现可知，红眼性状与性别有关，说明 B/b 基因位于 X 染色体上。 F_2 雌雄果蝇均出现白眼和紫眼，说明 A/a 基因位于常染色体上，两对基因自由组合。据题意：眼色色素产生必需有显性基因 A ， aa 时眼色白色； B 存在时眼色为紫色， bb 时眼色为红色。则 P 纯系白眼雌 $\times$ 红眼雄(AAX^bY)， F_1 全为紫眼 ($A-X^BX^-$ 、 $A-X^BY$)，说明 P 纯系白眼雌为 aaX^BX^B 。由此可知， F_1 为 AaX^BX^b (紫眼雌)、 AaX^BY (紫眼雄)。

(1)

摩尔根等利用一个特殊眼色基因突变体开展研究，把基因传递模式与染色体在减数分裂中的分配行为联系起来，利用假说演绎法，证明了基因位于染色体上。

(2)

据分析可知， A 基因位于常染色体上， B 基因位于 X 染色体上。若要进一步验证这个推论，可在 2 个纯系中选用红眼雌果蝇 (AAX^bX^b) 和白眼雄果蝇 (aaX^BY) 杂交，子代为 AaX^BX^b (紫眼雌性)、 AaX^bY (红眼雄性)，即可证明。

(3)

据分析可知， F_1 中紫眼雌果蝇的基因型为 AaX^BX^b ， F_1 中紫眼雄果蝇的基因型为 AaX^BY ，杂交后， F_2 中紫眼雌果蝇的基因型 $A-X^BX^-$ ，有 $2\times 2=4$ 种。

(4)

P 纯系白眼雌为 aaX^BX^B ，若亲代雌果蝇在减数分裂时偶尔发生 X 染色体不分离而产生异常卵，这种不分离可能发生减数第一次分裂后期 (同源染色体未分离) 或减数第二次分裂后期 (姐妹染色单体未分离)，产生的异常卵细胞基因型为 aX^BX^B 或 a 。 P 红眼雄 (AAX^bY) 产生的精子为 AX^b 和 AY ，该异常卵与正常精子受精后，可能产生的合子主要类型有 $AaX^BX^BX^b$ 、 AaX^bO 、 AaX^BX^BY 、 $AaYO$ 。

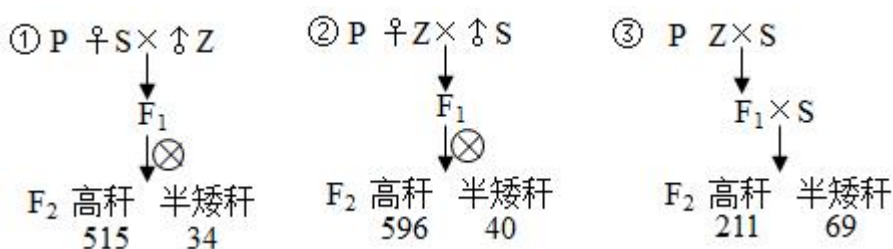
(5)

若 F_2 中果蝇单对杂交实验中出现了一对果蝇的杂交后代雌雄比例为 2:1, 说明雄性个体有一半致死, 雌性正常, 致死效应与性别有关联, 则可推测是 b 基因纯合致死, 该对果蝇的雌性个体可能携带隐性致死基因, 则该 F_2 亲本为 X^BX^b 和 X^BY 杂交, F_3 为: 雌性 $1/2X^BX^B$ 、 $1/2X^BX^b$, 雄性为 X^BY 、 X^bY (致死)。若假设成立, 继续对其后代进行杂交, 后代为 $3X^BX^B$ 、 $1X^BX^b$ 、 $3X^BY$ 、 $1X^bY$ (致死), 雌雄比为 4: 3。

【点睛】

本题考查基因自由组合定律的实质及应用、伴性遗传等知识, 要求考生掌握基因自由组合定律的实质, 能根据子代的表现型推断亲代的基因型; 掌握伴性遗传的特点, 对于减数分裂过程中染色体的异常分离、基因隐性纯合致死是本题的难点和易错点。

8. (2021 湖南高考真题) 菜是我国重要的油料作物, 油菜株高适当的降低对抗倒伏及机械化收割均有重要意义。某研究小组利用纯种高秆甘蓝型油菜 Z, 通过诱变培育出一个纯种半矮秆突变体 S。为了阐明半矮秆突变体 S 是由几对基因控制、显隐性等遗传机制, 研究人员进行了相关试验, 如图所示。



回答下列问题:

(1) 根据 F_2 表现型及数据分析, 油菜半矮秆突变体 S 的遗传机制是_____, 杂交组合①的 F_1 产生各种类型的配子比例相等, 自交时雌雄配子有_____种结合方式, 且每种结合方式机率相等。 F_1 产生各种类型配子比例相等的细胞遗传学基础是_____。

(2) 将杂交组合①的 F_2 所有高秆植株自交, 分别统计单株自交后代的表现型及比例, 分为三种类型, 全为高秆的记为 F_3 -I, 高秆与半矮秆比例和杂交组合①、②的 F_2 基本一致的记为 F_3 -II, 高秆与半矮秆比例和杂交组合③的 F_2 基本一致的记为 F_3 -III。产生 F_3 -I、 F_3 -II、 F_3 -III 的高秆植株数量比为_____。产生 F_3 -III 的高秆植株基因型为_____ (用 A、a; B、b; C、c.....表示基因)。用产生 F_3 -III 的高秆植株进行相互杂交试验, 能否验证自由组合定律? _____。

【答案】 由两对位于非同源染色体上的隐性基因控制 16 F_1 减数分裂产生配子时, 位于同源染色体上的等位基因分离, 位于非同源染色体上的非等位基因自由组合 7:4:4 Aabb、aaBb 不能

【解析】

【分析】

实验①②中，F₂ 高秆：半矮秆≈15：1，据此推测油菜株高性状由两对独立遗传的基因控制，遵循基因的自由组合定律。

【详解】

（1）根据分析可推测，半矮秆突变体 S 是双隐性纯合子，只要含有显性基因即表现为高秆，杂交组合①的 F₁ 为双杂合子，减数分裂产生配子时，位于同源染色体上的等位基因分离，位于非同源染色体上的非等位基因自由组合，所以产生 4 种比例相等的配子，自交时雌雄配子有 16 种结合方式，且每种结合方式机率相等，导致 F₂ 出现高秆：半矮秆≈15：1。

（2）杂交组合①的 F₂ 所有高秆植株基因型包括 1AABB、2AABb、2AaBB、4AaBb、1AAbb、2Aabb、1aaBB、2aaBb，所有高秆植株自交，分别统计单株自交后代的表现型及比例，含有一对纯合显性基因的高秆植株 1AABB、2AABb、2AaBB、1AAbb、1aaBB，占高秆植株的比例为 7/15，其后代全为高秆，记为 F₃-I；AaBb 占高秆植株的比例为 4/15，自交后代高秆与半矮秆比例≈15：1，和杂交组合①、②的 F₂ 基本一致，记为 F₃-II；2Aabb、2aaBb 占高秆植株的比例为 4/15，自交后代高秆与半矮秆比例和杂交组合③的 F₂ 基本一致，记为 F₃-III，产生 F₃-I、F₃-II、F₃-III 的高秆植株数量比为 7：4：4。用产生 F₃-III 的高秆植株进行相互杂交试验，不论两对基因位于一对同源染色体上，还是两对同源染色体上，亲本均产生两种数量相等的雌雄配子，子代均出现高秆：半矮秆=3：1，因此不能验证基因的自由组合定律。

【点睛】

解答本题的关键是熟记两对相对性状的杂交实验结果，再根据实验①②中的性状分离比推测各表现型对应的基因型，即可顺利解答该题。

9.（2021 年海南高考真题）科研人员用一种甜瓜（2n）的纯合亲本进行杂交得到 F₁，F₁ 经自交得到 F₂，结果如下表。

性状	控制基因及其所在染色体	母本	父本	F ₁	F ₂
果皮底色	A/a，4 号染色体	黄绿色	黄色	黄绿色	黄绿色：黄色≈3:1
果肉颜色	B/b，9 号染色体	白色	橘红色	橘红色	橘红色：白色≈3:1
果皮覆纹	E/e，4 号染色体 F/f，2 号染色体	无覆纹	无覆纹	有覆纹	有覆纹：无覆纹≈9:7

已知 A、E 基因同在同一条染色体上，a、e 基因同在另一条染色体上，当 E 和 F 同时存在时果皮才表现出有

覆纹性状。不考虑交叉互换、染色体变异、基因突变等情况，回答下列问题。

(1)果肉颜色的显性性状是_____。

(2) F_1 的基因型为_____， F_1 产生的配子类型有_____种。

(3) F_2 的表现型有_____种， F_2 中黄绿色有覆纹果皮、黄绿色无覆纹果皮、黄色无覆纹果皮的植株数量比是_____， F_2 中黄色无覆纹果皮橘红色果肉的植株中杂合子所占比例是_____。

【答案】(1)橘红色

(2) $AaBbEeFf$ 8

(3) 6 9:3:4

5/6

【解析】

【分析】

分析表格数据可知，控制果肉颜色的 B 、 b 基因位于 9 号染色体，控制果皮底色的 A 、 a 基因和控制果皮覆纹中的 E 、 e 基因均位于 4 号染色体，且 A 和 E 连锁， a 和 e 连锁；控制果皮覆纹 E 、 e 和 F 、 f 的基因分别位于 4 和 2 号染色体上，两对基因独立遗传，且有覆纹基因型为 $E-F-$ ，无覆纹基因型为 $E-ff$ 、 $eeF-$ 、 $eeff$ ，据此分析作答。

(1)

结合表格分析可知，亲本分别是白色和橘红色杂交， F_1 均为橘红色， F_1 杂交，子代出现橘红色：白色=3:1 的性状分离比，说明橘红色是显性性状。

(2)

由于 F_2 中黄绿色：黄色 $\approx$ 3:1，可推知 F_1 应为 Aa ，橘红色：白色 $\approx$ 3:1， F_1 应为 Bb ，有覆纹：无覆纹 $\approx$ 9:7，则 F_1 应为 $EeFf$ ，故 F_1 基因型应为 $AaBbEeFf$ ；由于 A 和 E 连锁， a 和 e 连锁，而 F 、 f 和 B 、 b 独立遗传，故 F_1 产生的配子类型有 $2(AE、ae) \times 2(F、f) \times 2(B、b) = 8$ 种。

(3)

结合表格可知， F_2 中关于果肉颜色的表现型有 2 种，由于 A 、 E 基因同一条染色体上， a 、 e 基因同在另一条染色体上，单独观察果皮底色及果皮覆纹的表现型，有无覆纹黄绿色、无覆纹黄色、有覆纹黄绿色三种表现型，故 F_2 的表现型有 $2 \times 3 = 6$ 种；由于 A 和 E 连锁， a 和 e 连锁。 F_2 中基因型为 $A-E-$ 的为 $3/4$ ， $aaee$ 的为 $1/4$ ， F_2 中黄绿色有覆纹果皮 ($A-E-F-$)、黄绿色无覆纹果皮 ($A-E-ff$)、黄色无覆纹果皮 ($aaeeF-$ 、 $aaeeff$) 的植株数量比是 $(3/4 \times 3/4) : (3/4 \times 1/4) : (1/4 \times 3/4 + 1/4 \times 1/4) = 9:3:4$ ； F_2 中黄色无覆纹果皮中的纯合子占 $1/2$ ，橘红色果肉植株中纯合子为 $1/3$ ，纯合子所占比例为 $1/6$ ，故杂合子所占比例是 $1 - 1/6 = 5/6$ 。

【点睛】

解答本题的关键是明确三对性状与对应基因的关系，并能根据图表信息确定相关基因型，进而分析作答。

10. (2021 年福建高考真题) 某一年生植物甲和乙是具有不同优良性状的品种，单个品种种植时均正常生长。欲获得兼具甲乙优良性状的品种，科研人员进行杂交实验，发现部分 F_1 植株在幼苗期死亡。已知该植物致死性状由非同源染色体上的两对等位基因(A/a 和 B/b)控制，品种甲基因型为 aaBB，品种乙基因型为__ _bb。回答下列问题：

(1)品种甲和乙杂交，获得优良性状 F_1 的育种原理是_____。

(2)为研究部分 F_1 植株致死的原因，科研人员随机选择 10 株乙，在自交留种的同时，单株作为父本分别与甲杂交，统计每个杂交组合所产生的 F_1 表现型，只出现两种情况，如下表所示。

甲（母本）	乙（父本）	F_1
aaBB	乙-1	幼苗期全部死亡
	乙-2	幼苗死亡:成活=1:1

①该植物的花是两性花，上述杂交实验，在授粉前需要对甲采取的操作是_____、_____。

②根据实验结果推测，部分 F_1 植株死亡的原因有两种可能性:其一，基因型为 A_B_ 的植株致死；其二，基因型为_____的植株致死。

③进一步研究确认，基因型为 A_B_ 的植株致死，则乙-1 的基因型为_____。

(3)要获得全部成活且兼具甲乙优良性状的 F_1 杂种，可选择亲本组合为:品种甲（aaBB）和基因型为_____的品种乙，该品种乙选育过程如下：

第一步:种植品种甲作为亲本

第二步:将乙-2 自交收获的种子种植后作为亲本，然后_____统计每个杂交组合所产生的 F_1 表现型。

选育结果:若某个杂交组合产生的 F_2 全部成活，则_____的种子符合选育要求。

【答案】(1)基因重组

(2) 去雄 套袋 aaBb AAbb

(3) aabb 用这些植株自交留种的同时，单株作为父本分别与母本甲杂交 对应父本乙自交收获

【解析】

【分析】

分析题意可知，品种甲基因型为 aaBB，品种乙基因型为__ _bb，乙的基因型可能有 AAbb、Aabb、aabb，甲与乙杂交，子代基因型可能为 AaBb、aaBb，据此分析作答。

(1)

品种甲和乙杂交，可以集合两个亲本的优良性状，属于杂交育种，原理是基因重组。

(2)

①该植物的花是两性花，为避免自花授粉和其它花粉干扰，在上述杂交实验，在授粉前需要对甲采取的操作是去雄和套袋处理。

②据题意可知，品种甲基因型为 $aaBB$ ，品种乙基因型为 $__bb$ ，又因为单个品种种植时均正常生长，品种乙基因型可能为 $AAbb$ 、 $Aabb$ 、 $aabb$ ，则与 $aaBB$ 杂交后 F_1 基因型为 $AaBb$ 或 $aaBb$ ，进一步可推测部分 F_1 植株致死的基因型为 $AaBb$ 或 $aaBb$ 。

③若进一步研究确认致死基因型为 $A_B_$ ，则乙-1 基因型应为 $AAbb$ ，子代 $AaBb$ 全部死亡。

(3)

由于 $A-B-$ 的个体全部死亡，故不能选择 $AAbb$ 类型与甲杂交，要获得全部成活且兼具甲乙优良性状的 F_1 杂种，可选择亲本组合为：品种甲（ $aaBB$ ）和基因型为 $aabb$ 的纯合品种乙杂交，具体过程如下：

第一步：种植品种甲（ $aaBB$ ）作为亲本；

第二步：将乙-2（ $Aabb$ ）自交收获的种子种植后作为亲本，然后用这些植株自交留种（保留 $aabb$ 种子）的同时，单株作为父本分别与母本甲杂交，统计每个杂交组合所产生的 F_1 表现型。

第三步：若某个杂交组合产生的 F_2 全部成活，则证明该父本基因型为 $aabb$ ，对应父本乙自交收获的种子符合要求，可保留制种。

【点睛】

解答本题的关键是根据题意明确乙可能的基因型，并根据题目“幼苗死亡：成活=1:1”推测乙-2 个体的基因型，进而作答。

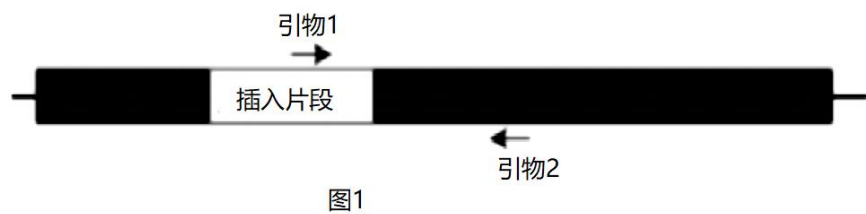
11.（2021 年北京高考真题）玉米是我国重要的农作物，研究种子发育的机理对培育高产优质的玉米新品种具有重要作用。

(1)玉米果穗上的每一个籽粒都是受精后发育而来。我国科学家发现了甲品系玉米，其自交后的果穗上出现严重干瘪且无发芽能力的籽粒，这种异常籽粒约占 $1/4$ 。籽粒正常和干瘪这一对相对性状的遗传遵循孟德尔的_____定律。上述果穗上的正常籽粒均发育为植株，自交后，有些植株果穗上有约 $1/4$ 干瘪籽粒，这些植株所占比例约为_____。

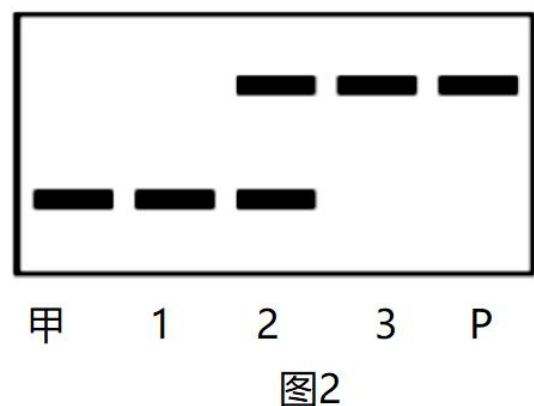
(2)为阐明籽粒干瘪性状的遗传基础，研究者克隆出候选基因 A/a 。将 A 基因导入到甲品系中，获得了转入单个 A 基因的转基因玉米。假定转入的 A 基因已插入 a 基因所在染色体的非同源染色体上，请从下表中选择一种实验方案及对应的预期结果以证实“ A 基因突变是导致籽粒干瘪的原因”_____。

实验方案	预期结果
I. 转基因玉米×野生型玉米	①正常籽粒：干瘪籽粒≈1：1
II. 转基因玉米×甲品系	②正常籽粒：干瘪籽粒≈3：1
III. 转基因玉米自交	③正常籽粒：干瘪籽粒≈7：1
IV. 野生型玉米×甲品系	④正常籽粒：干瘪籽粒≈15：1

(3)现已确认 A 基因突变是导致籽粒干瘪的原因,序列分析发现 a 基因是 A 基因中插入了一段 DNA(见图 1),使 A 基因功能丧失。甲品系果穗上的正常籽粒发芽后,取其植株叶片,用图 1 中的引物 1、2 进行 PCR 扩增,若出现目标扩增条带则可知相应植株的基因型为_____。



(4)为确定 A 基因在玉米染色体上的位置,借助位置已知的 M/m 基因进行分析。用基因型为 mm 且籽粒正常的纯合子 P 与基因型为 MM 的甲品系杂交得 F₁, F₁ 自交得 F₂。用 M、m 基因的特异性引物,对 F₁ 植株果穗上干瘪籽粒 (F₂) 胚组织的 DNA 进行 PCR 扩增,扩增结果有 1、2、3 三种类型,如图 2 所示。



统计干瘪籽粒(F₂)的数量,发现类型1最多、类型2较少、类型3极少。请解释类型3数量极少的原因_____。

【答案】(1) 分离 2/3
(2)III ④/II ③

(3)Aa

(4)基因 Aa 与 Mm 在一对同源染色体上（且距离近），其中 a 和 M 在同一条染色体上；在减数分裂过程中四分体/同源染色体的非姐妹染色单体发生了交换，导致产生同时含有 a 和 m 的重组型配子数量很少；类型 3 干瘪籽粒是由雌雄配子均为 am 的重组型配子受精而成。因此，类型 3 干瘪籽粒数量极少。

【解析】

【分析】

1、基因分离定律的实质：进行有性生殖的生物在进行减数分裂产生配子时，等位基因随同源染色体分离而分离，分别进入不同的配子中，随配子独立遗传给后代；位于性染色体上的基因控制的性状的遗传总是和性别相关联，叫伴性遗传，伴性遗传也遵循分离定律。

2、基因突变：（1）DNA 分子中发生碱基的替换、增添或缺失，而引起的基因碱基序列的改变，叫作基因突变。（2）基因突变的特点：普遍性、随机性、不定向性、多害少利性等。

(1)

分析题干信息：“甲品系玉米，其自交后的果穗上出现严重干瘪且无发芽能力的籽粒，这种异常籽粒约占 1/4”，即甲品系籽粒正常，其自交后代出现性状分离，且籽粒正常：干瘪=3：1，可知籽粒正常和干瘪这一对相对性状的遗传遵循孟德尔的分离定律。假设籽粒正常和干瘪这一对相对性状由基因 A/a 控制，则甲品系基因型为 Aa。上述果穗上的正常籽粒基因型为 1/3AA 或 2/3Aa，均发育为植株，自交后，有些植株果穗上有约 1/4 干瘪籽粒，这些植株基因型为 Aa，所占比例约为 2/3。

(2)

分析题意可知，假定 A 基因突变是导致籽粒干瘪的原因，由于转入的单个 A 基因已插入 a 基因所在染色体的非同源染色体上，则甲品系玉米基因型为 Aa，野生型玉米的基因型为 00AA（0 表示没有相关基因），转基因甲品系玉米的基因型为 A0Aa，且导入的 A 基因与细胞内原有的 A/a 基因之间遗传遵循自由组合定律，要证实该假设正确，应可选择方案 III 转基因玉米自交，依据自由组合定律可知，子代为④正常籽粒（9A-A-、3A-aa、300A-）：干瘪籽粒（100aa）≈15：1；或选择方案 II 转基因玉米 A0Aa×甲品系 00Aa 杂交，子代为③正常籽粒（3A0A-、1A0aa、300A-）：干瘪籽粒（00aa）≈7：1。

(3)

已知 A 基因突变是导致籽粒干瘪的原因，序列分析发现 a 基因是 A 基因中插入了一段 DNA，使 A 基因功能丧失，甲品系果穗上的正常籽粒发芽后，取其植株叶片，用图 1 中的引物 1、2 进行 PCR 扩增，若出现目标扩增条带则可知相应植株中含有 a 基因，即其基因型为 Aa。

(4)

用基因型为 mm 且籽粒正常的纯合子 P（基因型为 AAmm）与基因型为 MM 的甲品系（基因型为 AaMM）

杂交得 F_1 ，基因型为 $1/2AAMm$ 、 $1/2AaMm$ ， F_1 自交得 F_2 。用 M 、 m 基因的特异性引物，对 F_1 植株果穗上干瘪籽粒 F_2 胚组织的 DNA 进行 PCR 扩增，扩增结果有 1、2、3 三种类型，基因型分别为 $aaMM$ 、 $aaMm$ 、 $aamm$ 。若两对等位基因位于两对同源染色体上，则类型 3 的数量应该与类型 1 的数量同样多，而实际上类型 3 数量极少，原因可能是：由于基因 Aa 与 Mm 在一对同源染色体上（且距离近），其中 a 和 M 在同一条染色体上；在减数分裂过程中四分体/同源染色体的非姐妹染色单体发生了交换，导致产生同时含有 a 和 m 的重组型配子数量很少；类型 3 干瘪籽粒是由雌雄配子均为 am 的重组型配子受精而成。因此，类型 3 干瘪籽粒数量极少。

【点睛】

本题结合基因工程考查基因分离定律和基因自由组合定律的应用，以及基因位置的判断的相关知识，思维含量较大，要求学生能够理解遗传定律的实质，依据题干信息准确分析，得出结论。

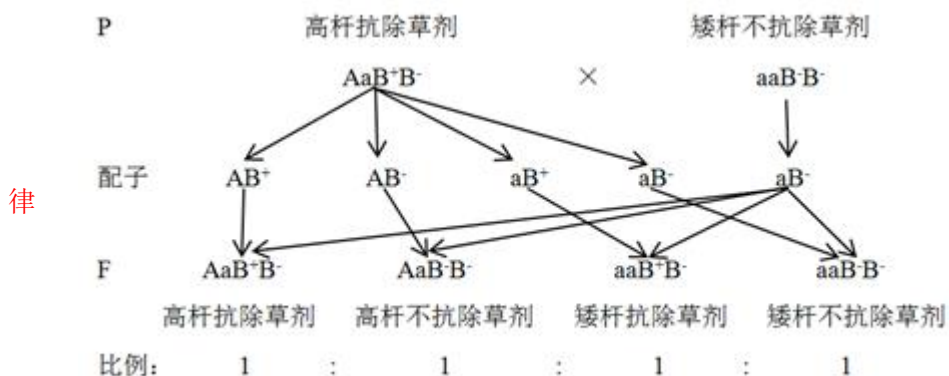
12.（2021.6 月浙江高考真题）利用转基因技术，将抗除草剂基因转入纯合不抗除草剂水稻（ $2n$ ）（甲），获得转基因植株若干。从转基因后代中选育出纯合矮秆抗除草剂水稻（乙）和纯合高秆抗除草剂水稻（丙）。用甲、乙、丙进行杂交， F_2 结果如下表。转基因过程中，可发生基因突变，外源基因可插入到不同的染色体上。高秆（矮秆）基因和抗除草剂基因独立遗传，高秆和矮秆由等位基因 A （ a ）控制。有抗除草剂基因用 B^+ 表示、无抗除草剂基因用 B^- 表示：

杂交组合	F_2 的表现型及数量（株）			
	矮秆抗除草剂	矮秆不抗除草剂	高秆抗除草剂	高秆不抗除草剂
甲×乙	513	167	0	0
甲×丙	109	37	313	104
乙×丙	178	12	537	36

回答下列问题：

- 矮秆对高秆为_____性状，甲×乙得到的 F_1 产生_____种配子。
- 为了分析抗除草剂基因在水稻乙、丙叶片中的表达情况，分别提取乙、丙叶片中的 RNA 并分离出_____, 逆转录后进行 PCR 扩增。为了除去提取 RNA 中出现的 DNA 污染，可采用的方法是_____。
- 乙×丙的 F_2 中，形成抗除草剂与不抗除草剂表现型比例的原因是_____。
- 甲与丙杂交得到 F_1 ， F_1 再与甲杂交，利用获得的材料进行后续育种。写出 F_1 与甲杂交的遗传图解_____。

【答案】 隐性 2 mRNA 用 DNA 酶处理提取的 RNA 乙和丙的抗除草剂基因位于非同源染色体上，乙和丙上抗除草剂基因的遗传遵循自由组合定律



【解析】

【分析】

- 1、甲×乙杂交组合的 F_2 性状比为 3 : 1，是由一对基因控制的分离定律；
- 2、甲×丙杂交组合的 F_2 性状比为 9 : 3 : 3 : 1，是由两对基因控制的自由组合定律；
- 3、乙×丙杂交组合的 F_2 性状比为 45 : 15 : 3 : 1，是 $(3 : 1)^3$ 的变式，由三对独立遗传基因控制的自由组合定律。

【详解】

(1) 根据杂交组合“乙×丙”，只分析高矮这一对相对性状，乙（纯合矮秆）与丙（纯合高秆）杂交， F_2 中矮秆 : 高秆 = $(178+12) : (537+36) = 1 : 3$ ，可知矮秆是隐性性状，乙丙的基因型分别为 aa 和 AA 。

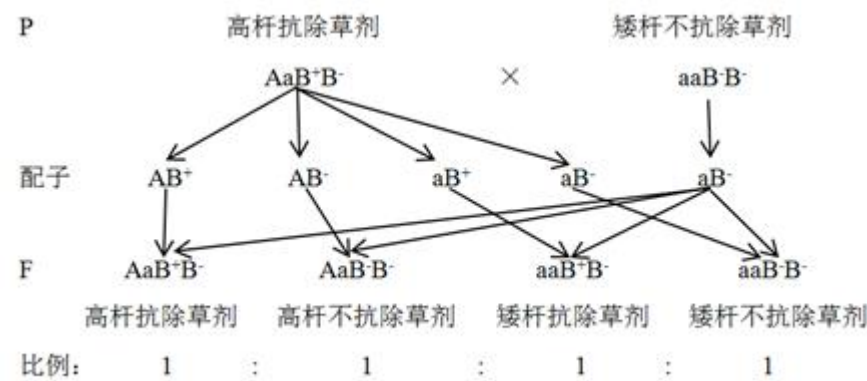
根据杂交组合“甲×乙”，只分析是否抗除草剂这一对相对性状，甲（纯合不抗除草剂）与乙（纯合抗除草剂）杂交， F_2 中抗除草剂 : 不抗除草剂 = $(513+0) : (167+0) = 3 : 1$ ，可知抗除草剂是显性性状，又知矮秆是隐性性状，所以甲乙的基因型分别为 aaB^-B^- 和 aaB^+B^+ 。故甲×乙得到的 F_1 基因型为 aaB^+B^- ，所以其能产生 aB^+ 和 aB^- 两种配子。

(2) 目的基因的提取可采用逆转录法，即以控制目的蛋白的 mRNA 为模板，通过逆转录的方法合成目的基因，所以应从乙、丙叶片中提取并分离出抗除草剂基因的 mRNA。若要除去 RNA 中的 DNA 污染，可利用酶的专一性，使用 DNA（水解）酶处理即可（酶解法）。

(3) 乙×丙的 F_2 中，抗除草剂 : 不抗除草剂 = $(178+537) : (12+36) \approx 15 : 1$ ，是 9 : 3 : 3 : 1 的变式 $(9+3+3) : 1$ ，同时又根据题干“外源基因可插入到不同的染色体上”，说明乙和丙的抗除草剂基因位于非同源染色体上，乙和丙上抗除草剂基因的遗传遵循自由组合定律。

(4) 根据杂交组合“甲×丙”， F_2 中矮秆抗除草剂 : 矮秆不抗除草剂 : 高秆抗除草剂 : 高秆不抗除草剂 = $109 : 37 : 313 : 104 = 3 : 1 : 9 : 3$ ，说明控制两对性状的基因位于非同源染色体上，遵循自由组合定律。所

以甲（ aaB^-B^- ）与丙（ AaB^+B^- ）杂交得到的 F_1 基因型为 AaB^+B^- ， F_1 （ AaB^+B^- ）与甲（ aaB^-B^- ）的杂交遗传图解为：



【点睛】

掌握自由组合定律的实质：位于非同源染色体上的非等位基因随非同源染色体的自由组合而自由组合。乙和丙的抗除草剂基因是因为导入不同对的同源染色体上，所以遵循自由组合定律。

（2021 年全国甲卷）13. 植物的性状有的由 1 对基因控制，有的由多对基因控制。一种二倍体甜瓜的叶形有缺刻叶和全缘叶，果皮有齿皮和网皮。为了研究叶形和果皮这两个性状的遗传特点，某小组用基因型不同的甲乙丙丁 4 种甜瓜种子进行实验，其中甲和丙种植后均表现为缺刻叶网皮。杂交实验及结果见下表（实验②中 F_1 自交得 F_2 ）。

实验	亲本	F_1	F_2
①	甲×乙	1/4 缺刻叶齿皮，1/4 缺刻叶网皮 1/4 全缘叶齿皮，1/4 全缘叶网皮	/
②	丙×丁	缺刻叶齿皮	9/16 缺刻叶齿皮，3/16 缺刻叶网皮 3/16 全缘叶齿皮，1/16 全缘叶网皮

回答下列问题：

- 根据实验①可判断这 2 对相对性状的遗传均符合分离定律，判断的依据是_____。根据实验②，可判断这 2 对相对性状中的显性性状是_____。
- 甲乙丙丁中属于杂合体的是_____。
- 实验②的 F_2 中纯合体所占的比例为_____。
- 假如实验②的 F_2 中缺刻叶齿皮：缺刻叶网皮：全缘叶齿皮：全缘叶网皮不是 9：3：3：1，而是

45:15:3:1, 则叶形和果皮这两个性状中由 1 对等位基因控制的是_____, 判断的依据是_____。

【答案】 基因型不同的两个亲本杂交, F_1 分别统计, 缺刻叶:全缘叶=1:1, 齿皮:网皮=1:1, 每对相对性状结果都符合测交的结果, 说明这 2 对相对性状的遗传均符合分离定律 缺刻叶和齿皮 甲和乙 $1/4$ 果皮 F_2 中齿皮:网皮=48:16=3:1, 说明受一对等位基因控制

【解析】

【分析】

分析题表, 实验②中 F_1 自交得 F_2 , F_1 全为缺刻叶齿皮, F_2 出现全缘叶和网皮, 可以推测缺刻叶对全缘叶为显性 (相关基因用 A 和 a 表示), 齿皮对网皮为显性 (相关基因用 B 和 b 表示), 且 F_2 出现 9:3:3:1。

【详解】

(1) 实验①中 F_1 表现为 $1/4$ 缺刻叶齿皮, $1/4$ 缺刻叶网皮, $1/4$ 全缘叶齿皮, $1/4$ 全缘叶网皮, 分别统计两对相对性状, 缺刻叶:全缘叶=1:1, 齿皮:网皮=1:1, 每对相对性状结果都符合测交的结果, 说明这 2 对相对性状的遗传均符合分离定律; 根据实验②, F_1 全为缺刻叶齿皮, F_2 出现全缘叶和网皮, 可以推测缺刻叶对全缘叶为显性, 齿皮对网皮为显性;

(2) 根据已知条件, 甲乙丙丁的基因型不同, 其中甲和丙种植后均表现为缺刻叶网皮, 实验①杂交的 F_1 结果类似于测交, 实验②的 F_2 出现 9:3:3:1, 则 F_1 的基因型为 AaBb, 综合推知, 甲的基因型为 Aabb, 乙的基因型为 aaBb, 丙的基因型为 AAbb, 丁的基因型为 aaBB, 甲乙丙丁中属于杂合体的是甲和乙;

(3) 实验②的 F_2 中纯合体基因型为 $1/16$ AABB, $1/16$ AAbb, $1/16$ aaBB, $1/16$ aabb, 所有纯合体占的比例为 $1/4$;

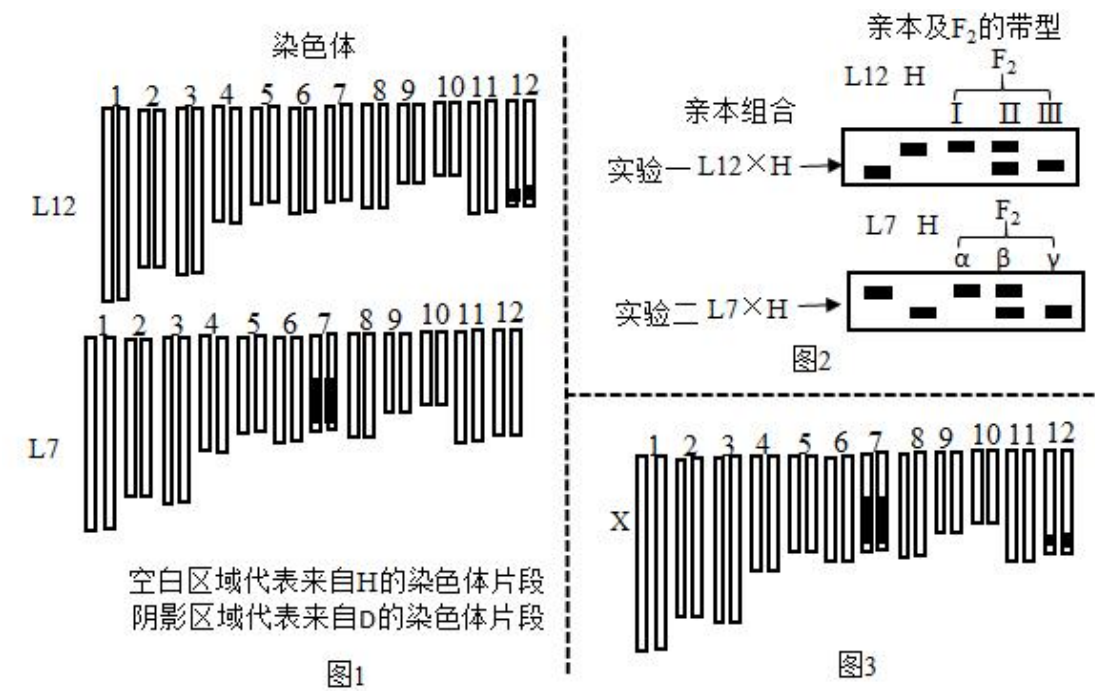
(4) 假如实验②的 F_2 中缺刻叶齿皮:缺刻叶网皮:全缘叶齿皮:全缘叶网皮=45:15:3:1, 分别统计两对相对性状, 缺刻叶:全缘叶=60:4=15:1, 可推知叶形受两对等位基因控制, 齿皮:网皮=48:16=3:1, 可推知果皮受一对等位基因控制。

【点睛】

本题考查基因的分离定律和自由组合定律, 难度一般, 需要根据子代结果分析亲代基因型, 并根据杂交结果判断是否符合分离定律和自由组合定律, 考查遗传实验中分析与计算能力。

(2021 年河北卷) 14. 我国科学家利用栽培稻 (H) 与野生稻 (D) 为亲本, 通过杂交育种方法并辅以分子检测技术, 选育出了 L12 和 L7 两个水稻新品系。L12 的 12 号染色体上带有 D 的染色体片段 (含有耐缺氮基因 T_D), L7 的 7 号染色体上带有 D 的染色体片段 (含有基因 S_D), 两个品系的其他染色体均来自于 H (图 1)。H 的 12 号和 7 号染色体相应片段上分别含有基因 T_H 和 S_H 。现将两个品系分别与 H 杂交, 利用分子检测技术对实验一亲本及部分 F_2 的 T_D/T_H 基因进行检测, 对实验二亲本及部分 F_2 的 S_D/S_H 基因进行检测, 检

测结果以带型表示（图 2）。



回答下列问题：

- （1）为建立水稻基因组数据库，科学家完成了水稻_____条染色体的 DNA 测序。
- （2）实验一 F_2 中基因型 $T_D T_D$ 对应的是带型_____。理论上， F_2 中产生带型 I、II 和 III 的个体数量比为_____。
- （3）实验二 F_2 中产生带型 α 、 β 和 γ 的个体数量分别为 12、120 和 108，表明 F_2 群体的基因型比例偏离_____定律。进一步研究发现， F_1 的雌配子均正常，但部分花粉无活性。已知只有一种基因型的花粉异常，推测无活性的花粉带有_____（填“ S_D ”或“ S_H ”）基因。
- （4）以 L_7 和 L_{12} 为材料，选育同时带有来自 D 的 7 号和 12 号染色体片段的纯合品系 X（图 3）。主要实验步骤包括：①_____；②对最终获得的所有植株进行分子检测，同时具有带型_____的植株即为目的植株。
- （5）利用 X 和 H 杂交得到 F_1 ，若 F_1 产生的无活性花粉所占比例与实验二结果相同，雌配子均有活性，则 F_2 中与 X 基因型相同的个体所占比例为_____。

【答案】 12 III 1：2：1 （基因）分离 S_D 将 L_7 和 L_{12} 杂交，获得 F_1 后自交 α 和 III 1/80

【解析】

【分析】

分析题意和条带可知： L_{12} 的 12 号染色体上含有耐缺氮基因 T_D ，其基因型为 $T_D T_D$ ； L_7 的 7 号染色体上含

有基因 S_D ，基因型为 S_DS_D ；H 的 12 号染色体上的基因为 T_H ，7 号染色体上的基因为 S_H ，基因型为 $S_HS_HT_HT_H$ ； T_D 与 T_H ， S_D 与 S_H 遵循基因分离和自由组合定律。

【详解】

(1) 水稻为雌雄同株的植物，没有性染色体和常染色体之分，分析题图可知，水稻含有 12 对同源染色体，即有 24 条染色体，故对水稻基因组测序，需要完成 12 条染色体的 DNA 测序；

(2) 实验一是将 L12（基因型 T_DT_D ）与 H（基因型 T_HT_H ）杂交， F_1 的基因型为 T_DT_H ， F_2 的基因型分别为 $T_DT_D : T_DT_H : T_HT_H = 1 : 2 : 1$ ，其中 T_DT_D 对应的是带型与亲本 L12 对应的条带相同，即条带Ⅲ，理论上， F_2 中产生带型Ⅰ：Ⅱ：Ⅲ的个体数量比为 1：2：1；

(3) 实验二是将 L7（基因型 S_DS_D ）与 H（基因型 S_HS_H ）杂交， F_1 的基因型为 S_DS_H ，理论上 F_2 的基因型分别为 $S_DS_D : S_DS_H : S_HS_H = 1 : 2 : 1$ ，其中 S_DS_D 对应的是带型与亲本 L7 对应的条带相同，即条带α， S_DS_H 对应条带为β， S_HS_H 对应条带为γ，理论上， F_2 中产生带型Ⅰ：Ⅱ：Ⅲ的个体数量比为 1：2：1。实际上 F_2 中产生带型α、β、γ的个体数量分别为 12、120 和 108，表明 F_2 群体的基因型比例偏离分离定律；进一步研究发现， F_1 的雌配子均正常，但部分花粉无活性；已知只有一种基因型的花粉异常，而带型α，即 S_DS_D 的个体数量很少，可推测无活性的花粉带有 S_D 基因；

(4) 已知 T_D 与 T_H ， S_D 与 S_H 两对基因分别位于 7 号和 12 号染色体上，两对等位基因遵循自由组合定律，以 L7 和 L12 为材料，选育同时带有来自 D 的 7 号和 12 号染色体片段的纯合品系 X，基因型为 $S_DS_DT_DT_D$ ；同时考虑两对等位基因，可知 L7 的基因型为 $S_DS_DT_HT_H$ ，L12 的基因型为 $S_HS_HT_DT_D$ ，①将 L7 和 L12 杂交，获得 F_1 （ $S_DS_HT_DT_H$ ）后自交，②对最终获得的所有植株进行分子检测，同时具有带型α和Ⅲ的植株即为目的植株；

(5) 实验二中 $S_DS_D : S_DS_H : S_HS_H = 12 : 120 : 108 = 1 : 10 : 9$ ，可知花粉中 $S_D : S_H = 1 : 9$ ，利用 X（基因型为 $S_DS_DT_DT_D$ ）和 H（基因型为 $S_HS_HT_HT_H$ ）杂交得到 F_1 ，基因型为 $S_DS_HT_DT_H$ ，若 F_1 产生的 S_D 花粉无活性，所占比例与实验二结果相同，即雄配子类型及比例为： $S_DT_D : S_DT_H : S_HT_D : S_HT_H = 1 : 1 : 9 : 9$ ，雌配子均有活性，类型及比例为 $S_DT_D : S_DT_H : S_HT_D : S_HT_H = 1 : 1 : 1 : 1$ ，则 F_2 中基因型为 $S_DS_DT_DT_D$ 的个体所占比例为 $1/4 \times 1/20 = 1/80$ 。

【点睛】

本题考查基因分离定律和基因自由组合定律的应用的相关知识，意在考查考生把握知识间相互联系，运用所学知识解决生物学实际问题的能力，难度较大。

（2021 年山东卷）15. 番茄是雌雄同花植物，可自花受粉也可异花受粉。 M 、 m 基因位于 2 号染色体上，基因型为 mm 的植株只产生可育雌配子，表现为小花、雄性不育。基因型为 MM 、 Mm 的植株表现为大

花、可育。R、r 基因位于 5 号染色体上，基因型为 RR、Rr、rr 的植株表现型分别为：正常成熟红果、晚熟红果、晚熟黄果。细菌中的 H 基因控制某种酶的合成，导入 H 基因的转基因番茄植株中，H 基因只在雄配子中表达，喷施萘乙酰胺（NAM）后含 H 基因的雄配子死亡。不考虑基因突变和交叉互换。

（1）基因型为 Mm 的植株连续自交两代，F₂ 中雄性不育植株所占的比例为_____。雄性不育植株与野生型植株杂交所得可育晚熟红果杂交种的基因型为_____，以该杂交种为亲本连续种植，若每代均随机受粉，则 F₂ 中可育晚熟红果植株所占比例为_____。

（2）已知 H 基因在每条染色体上最多插入 1 个且不影响其他基因。将 H 基因导入基因型为 Mm 的细胞并获得转基因植株甲和乙，植株甲和乙分别与雄性不育植株杂交，在形成配子时喷施 NAM，F₁ 均表现为雄性不育。若植株甲和乙的体细胞中含 1 个或多个 H 基因，则以上所得 F₁ 的体细胞中含有_____个 H 基因。若植株甲的体细胞中仅含 1 个 H 基因，则 H 基因插入了_____所在的染色体上。若植株乙的体细胞中含 n 个 H 基因，则 H 基因在染色体上的分布必须满足的条件是_____，植株乙与雄性不育植株杂交，若不喷施 NAM，则子一代中不含 H 基因的雄性不育植株所占比例为_____。

（3）若植株甲的细胞中仅含一个 H 基因，在不喷施 NAM 的情况下，利用植株甲及非转基因植株通过一次杂交即可选育出与植株甲基因型相同的植株。请写出选育方案_____。

【答案】 1/6 MmRr 5/12 0 M 基因 必须有 1 个 H 基因位于 M 所在染色体上，且 2 条同源染色体上不能同时存在 H 基因 1/2ⁿ 以雄性不育植株为母本、植株甲为父本进行杂交，子代中大花植株即为所需植株（或：利用雄性不育株与植株甲杂交，子代中大花植株即为所需植株）

【解析】

【分析】

分析题干信息：番茄是雌雄同花植物，可自花受粉也可异花受粉，即可自交亦可杂交。M、m 基因位于 2 号染色体上，基因型为 mm 的植株只产生可育雌配子，表现为小花、雄性不育。基因型为 MM、Mm 的植株表现为大花、可育。R、r 基因位于 5 号染色体上，基因型为 RR、Rr、rr 的植株表现型分别为：正常成熟红果、晚熟红果、晚熟黄果，可知基因 M、m 和 R、r 位于非同源染色体上，遵循自由组合定律。细菌中的 H 基因控制某种酶的合成，导入 H 基因的转基因番茄植株中，H 基因只在雄配子中表达，喷施萘乙酰胺（NAM）后含 H 基因的雄配子死亡。

【详解】

（1）基因型为 Mm 的植株自交，F₁ 中 MM:Mm:mm=1:2:1，其中 MM、Mm 的植株表现为大花、可育，mm 的植株只产生可育雌配子，故只有 1/3 MM 和 2/3 Mm 能够自交，则 F₂ 中雄性不育植株 mm 所占的比例为 2/3×1/4=1/6。雄性不育植株 mm 与野生型植株杂交所得可育（Mm）晚熟红果（Rr）杂交种的基因型为 MmRr，以该杂交种为亲本连续种植，若每代均随机受粉，即自由交配，两对等位基因自由组合，

产生的配子有 MR、Mr、mR、mr，比例为 1:1:1:1，则 F₁ 中有 9 种基因型，分别为：1MMRR、2MMRr、1MMrr、2MmRR、4MmRr、2Mmrr、1mmRR、2mmRr、1mmrr，雌配子种类及比例为：

MR:Mr:mR:mr=1:1:1:1，雄配子种类及比例为：MR:Mr:mR:mr=2:2:1:1，则 F₂ 中可育晚熟红果植株（基因型为 M_Rr）所占比例为 $\frac{1}{4} \times \frac{3}{6} + \frac{1}{4} \times \frac{3}{6} + \frac{1}{4} \times \frac{2}{6} + \frac{1}{4} \times \frac{2}{6} =$

$\frac{10}{24}$ ，即 $\frac{5}{12}$ 。

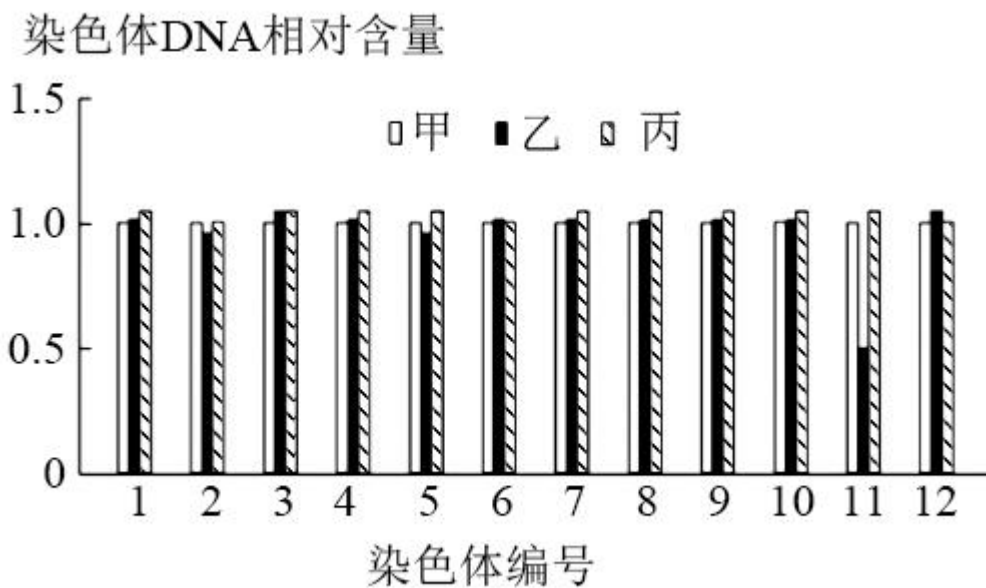
（2）已知细菌中的 H 基因控制某种酶的合成，导入 H 基因的转基因番茄植株中，H 基因只在雄配子中表达，喷施萘乙酰胺（NAM）后含 H 基因的雄配子死亡。H 基因在每条染色体上最多插入 1 个且不影响其他基因。将 H 基因导入基因型为 Mm 的细胞，并获得转基因植株甲和乙，则 H 基因的可能位置有：插入了 M 基因所在的染色体上、插入了 m 基因所在的染色体上、插入了 2 号染色体以外的染色体上，植株甲和乙分别与雄性不育植株 mm 杂交，在形成配子时喷施 NAM，则含 H 基因的雄配子死亡，F₁ 均表现为雄性不育 mm，说明含有 M 基因的雄配子死亡，即有 H 基因插入了 M 基因所在的染色体上。若植株甲和乙的体细胞中含 1 个或多个 H 基因，以上所得 F₁ 均表现为雄性不育，说明 F₁ 的体细胞中含有 0 个 H 基因。若植株甲的体细胞中仅含 1 个 H 基因，则 H 基因插入了 M 基因所在的染色体上，即 H 与 M 基因连锁。若植株乙的体细胞中含 n 个 H 基因，则 H 基因在染色体上的分布必须满足的条件是必须有 1 个 H 基因位于 M 所在染色体上，且 2 条同源染色体上不能同时存在 H 基因，植株乙与雄性不育植株杂交，若不喷施 NAM，则子一代中不含 H 基因的雄性不育植株所占比例为 $\frac{1}{2^n}$ 。

（3）若植株甲的细胞中仅含一个 H 基因，且 H 基因插入了 M 基因所在的染色体上，在不喷施 NAM 的情况下，以雄性不育植株 mm 为母本、植株甲 HMm 为父本进行杂交，雌配子种类为 m，雄配子为 HM、m，则子代中大花植株（基因型为 HMm）即为与植株甲基因型相同的植株（或：利用雄性不育株与植株甲杂交，子代中大花植株即为所需植株）。

【点睛】

本题考查基因自由组合定律的相关知识，意在考查考生运用所学知识解决实际问题的能力，难度较大。

（2021 年 1 月浙江卷）16. 水稻雌雄同株，从高秆不抗病植株（核型 $2n=24$ ）（甲）选育出矮秆不抗病植株（乙）和高秆抗病植株（丙）。甲和乙杂交、甲和丙杂交获得的 F₁ 均为高秆不抗病，乙和丙杂交获得的 F₁ 为高秆不抗病和高秆抗病。高秆和矮秆、不抗病和抗病两对相对性状独立遗传，分别由等位基因 A（a）、B（b）控制，基因 B（b）位于 11 号染色体上，某对染色体缺少 1 条或 2 条的植株能正常存活。甲、乙和丙均未发生染色体结构变异，甲、乙和丙体细胞的染色体 DNA 相对含量如图所示（甲的染色体 DNA 相对含量记为 1.0）。



回答下列问题：

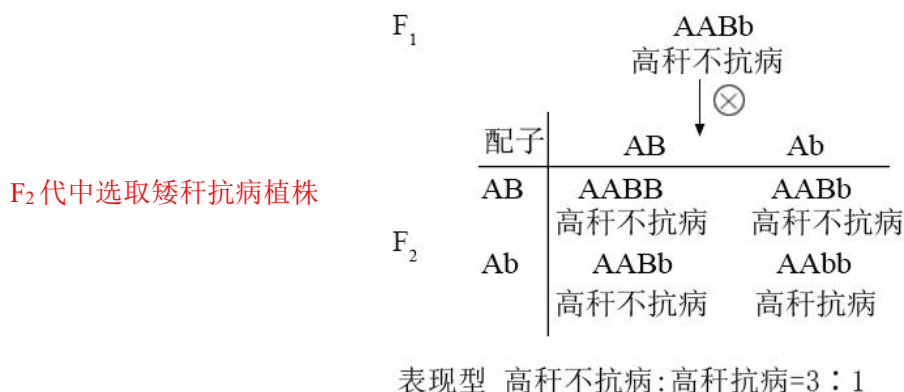
(1) 为分析乙的核型，取乙植株根尖，经固定、酶解处理、染色和压片等过程，显微观察分裂中期细胞的染色体。其中酶解处理所用的酶是_____，乙的核型为_____。

(2) 甲和乙杂交获得 F_1 ， F_1 自交获得 F_2 。 F_1 基因型有_____种， F_2 中核型为 $2n-2=22$ 的植株所占的比例为_____。

(3) 利用乙和丙通过杂交育种可培育纯合的矮秆抗病水稻，育种过程是_____。

(4) 甲和丙杂交获得 F_1 ， F_1 自交获得 F_2 。写出 F_1 自交获得 F_2 的遗传图解。_____

【答案】 果胶酶 $2n-1=23$ 2 1/8 乙和丙杂交获得 F_1 ，取 F_1 中高秆不抗病的植株进行自交，从



【解析】

【分析】

分析题图信息可知：甲（高秆不抗病植株）和乙（矮秆不抗病植株）杂交、甲（高秆不抗病植株）和丙（高

秆抗病植株)杂交获得的 F_1 均为高秆不抗病,说明高秆对矮秆为显性,不抗病对抗病为显性,则甲为显性纯合子 $AABB$,据此分析作答。

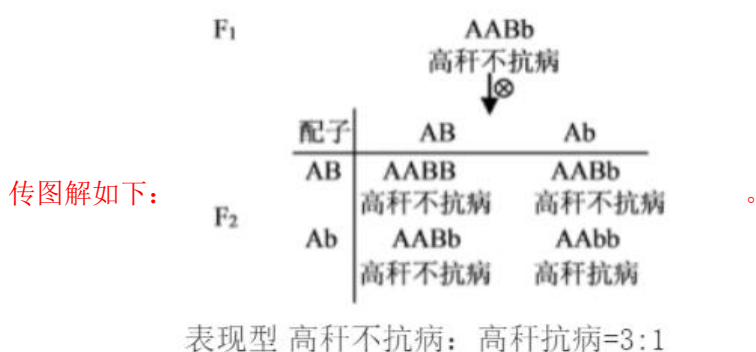
【详解】

(1) 植物细胞有细胞壁,胞间层有果胶,这将导致压出的片子没有效果,应经过酶解处理,除去细胞之间的果胶层,故酶解处理时所用酶为果胶酶;该水稻核型为 $2n=24$,则染色体可分为 12 组,每组含有 2 条,分析题图可知,乙的 11 号染色体减少一半,推测其 11 号染色体少了一条,故乙的核型为 $2n-1=23$ 。

(2) 结合分析可知:甲基因型为 $AABB$,基因 $B(b)$ 位于 11 号染色体上,乙缺失一条 11 号染色体,且表现为矮秆不抗病植株,故其基因型为 $aaBO$,则甲($AABB$)与乙($aaBO$)杂交, F_1 为 $AaBB:AaBO=1:1$,共 2 种; F_1 自交,其中 $AaBB$ 自交,子代核型均为 $2n=24$;其中 $AaBO$ (产生配子为 AB 、 AO 、 aB 、 aO),自交子代 $2n-2=22$ 的植株(即缺失两条染色体的植株)所占比例为 $1/2 \times 1/4 (4/16) = 1/8$ 。

(3) 若想让乙 $aaBO$ (矮秆不抗病植株)与丙 $AAbb$ (高秆抗病植株)通过杂交育种可培育纯合的矮秆抗病水稻($aabb$),可通过以下步骤实现:乙和丙杂交获得 F_1 ($AaBb$),取 F_1 中高秆不抗病的植株进行自交,从 F_2 代中选取矮秆抗病植株($aabb$),即为所选育类型。

(4) 甲植株基因型为 $AABB$,丙植株基因型为 $AAbb$,两者杂交, F_1 基因型为 $AABb$, F_1 自交获得 F_2 的遗



【点睛】

本题考查染色体数目变异、生育种的应用的相关知识点,意在考查考生能识记并理解所学知识的要点,把握知识间的内在联系的能力,分析题意、解决问题的能力。

17. (2020 年全国统一高考生物试卷(新课标 II)·32) 控制某种植物叶形、叶色和能否抗霜霉病 3 个性状的基因分别用 A/a 、 B/b 、 D/d 表示,且位于 3 对同源染色体上。现有表现型不同的 4 种植株:板叶紫叶抗病(甲)、板叶绿叶抗病(乙)、花叶绿叶感病(丙)和花叶紫叶感病(丁)。甲和丙杂交,子代表现型均与甲相同;乙和丁杂交,子代出现个体数相近的 8 种不同表现型。回答下列问题:

- (1) 根据甲和丙的杂交结果,可知这 3 对相对性状的显性性状分别是_____。
- (2) 根据甲和丙、乙和丁的杂交结果,可以推断甲、乙、丙和丁植株的基因型分别为_____、_____、_____、_____。

_____、_____和_____。

(3) 若丙和丁杂交，则子代的表现型为_____。

(4) 选择某一未知基因型的植株 X 与乙进行杂交，统计子代个体性状。若发现叶形的分离比为 3:1、叶色的分离比为 1:1、能否抗病性状的分离比为 1:1，则植株 X 的基因型为_____。

【答案】(1) 板叶、紫叶、抗病

(2) AABBDD AabbDd aabbdd aaBbdd

(3) 花叶绿叶感病、花叶紫叶感病

(4) AaBbdd

【解析】

【分析】

分析题意可知：甲板叶紫叶抗病与丙花叶绿叶感病杂交，子代表现型与甲相同，可知甲为显性纯合子 AABBDD，丙为隐性纯合子 aabbdd；乙板叶绿叶抗病与丁花叶紫叶感病杂交，后代出现 8 种表现型，且比例接近 1:1:1:1:1:1:1:1，可推测三对等位基因应均为测交。

【详解】

(1) 甲板叶紫叶抗病与丙花叶绿叶感病杂交，子代表现型与甲相同，可知显性性状为板叶、紫叶、抗病，甲为显性纯合子 AABBDD。

(2) 已知显性性状为板叶、紫叶、抗病，再根据甲乙丙丁的表现型和杂交结果可推知，甲、乙、丙、丁的基因型分别为 AABBDD、AabbDd、aabbdd、aaBbdd。

(3) 若丙 aabbdd 和丁 aaBbdd 杂交，根据自由组合定律，可知子代基因型和表现型为：aabbdd（花叶绿叶感病）和 aaBbdd（花叶紫叶感病）。

(4) 已知杂合子自交分离比为 3:1，测交比为 1:1，故，X 与乙杂交，叶形分离比为 3:1，则为 Aa×Aa 杂交，叶色分离比为 1:1，则为 Bb×bb 杂交，能否抗病分离比为 1:1，则为 Dd×dd 杂交，由于乙的基因型为 AabbDd，可知 X 的基因型为 AaBbdd。

【点睛】

本题考查分离定律和自由组合定律的应用的相关知识，要求考生掌握基因分离定律和自由组合定律的实质及相关分离比，并能灵活运用解题。

18. (2020 年山东省高考生物试卷(新高考)·23) 玉米是雌雄同株异花植物，利用玉米纯合雌雄同株品系 M 培育出雌株突变品系，该突变品系的产生原因是 2 号染色体上的基因 Ts 突变为 ts，Ts 对 ts 为完全显性。将抗玉米螟的基因 A 转入该雌株品系中获得甲、乙两株具有玉米螟抗性的植株，但由于 A 基因插入的位置不同，甲植株的株高表现正常，乙植株矮小。为研究 A 基因的插入位置及其产生的影响，进行了以下实验：

实验一：品系 M (TsTs) × 甲 (Atsts) → F₁ 中抗螟：非抗螟约为 1 : 1

实验二：品系 M (TsTs) × 乙 (Atsts) → F₁ 中抗螟矮株：非抗螟正常株高约为 1 : 1

(1) 实验一中作为母本的是_____，实验二的 F₁ 中非抗螟植株的性别表现为_____ (填：雌雄同株、雌株或雌雄同株和雌株)。

(2) 选取实验一的 F₁ 抗螟植株自交，F₂ 中抗螟雌雄同株：抗螟雌株：非抗螟雌雄同株约为 2 : 1 : 1。由此可知，甲中转入的 A 基因与 ts 基因_____ (填：是或不是) 位于同一条染色体上，F₂ 中抗螟雌株的基因型是_____。若将 F₂ 中抗螟雌雄同株与抗螟雌株杂交，子代的表现型及比例为_____。

(3) 选取实验二的 F₁ 抗螟矮株自交，F₂ 中抗螟矮株雌雄同株：抗螟矮株雌株：非抗螟正常株高雌雄同株：非抗螟正常株高雌株约为 3 : 1 : 3 : 1，由此可知，乙中转入的 A 基因_____ (填：位于或不位于) 2 号染色体上，理由是_____。F₂ 中抗螟矮株所占比例低于预期值，说明 A 基因除导致植株矮小外，还对 F₁ 的繁殖造成影响，结合实验二的结果推断这一影响最可能是_____。F₂ 抗螟矮株中 ts 基因的频率为_____，为了保存抗螟矮株雌株用于研究，种植 F₂ 抗螟矮株使其随机受粉，并仅在雌株上收获籽粒，籽粒种植后发育形成的植株中抗螟矮株雌株所占的比例为_____。

【答案】(1) 甲 雌雄同株

(2) 是 AAtsts 抗螟雌雄同株：抗螟雌株=1 : 1

(3) 不位于 抗螟性状与性别性状间是自由组合的，因此 A 基因不位于 Ts、ts 基因所在的 2 号染色体上
含 A 基因的雄配子不育 1/2 1/6

【解析】

【分析】

根据题意可知，基因 Ts 存在时表现为雌雄同株，当基因突变为 ts 后表现为雌株，玉米雌雄同株 M 的基因型为 TsTs，则实验中品系 M 作为父本，品系甲和乙的基因型为 tsts，则作为母本。由于基因 A 只有一个插入到玉米植株中，因此该玉米相当于杂合子，可以看做为 AO，没有插入基因 A 的植株基因型看做为 OO，则分析实验如下：

实验一：品系 M (OOTsTs) × 甲 (AOTsts) → F₁ AOTsts 抗螟雌雄同株 1：OOTsts 非抗螟雌雄同株 1；让 F₁ AOTsts 抗螟雌雄同株自交，若基因 A 插入到 ts 所在的一条染色体上，则 F₁ AOTsts 抗螟雌雄同株产生的配子为 Ats、OTs，那么后代为 1AAtsts 抗螟雌株：2AOTsts 抗螟雌雄同株：1OOTsTs 非抗螟雌雄同株，该假设与题意相符合，因此说明实验一中基因 A 与基因 ts 插入到同一条染色体上。

实验二：品系 M (OOTsTs) × 乙 (AOTsts) → F₁ AOTsts 抗螟雌雄同株矮株 1：OOTsts 非抗螟雌雄同株正常

株高 1，选取 F_1 AOTsts 抗螟雌雄同株矮株自交，后代中出现抗螟雌雄同株：抗螟雌株：非抗螟雌雄同株：非抗螟雌株=3：1：3：1，其中雌雄同株：雌株=3:1，抗螟：非抗螟=1:1，说明抗螟性状与性别之间发生了自由组合现象，说明基因 A 与基因 ts 没有插入到同一条染色体上，则基因 A 与基因 ts 位于非同源染色体上，符合基因自由组合定律，其中雌雄同株：雌株=3:1，但是抗螟：非抗螟=1:1 不符合理论结果 3:1，说明有致死情况出现。

【详解】

(1) 根据题意和实验结果可知，实验一中玉米雌雄同株 M 的基因型为 TsTs，为雌雄同株，而甲品系的基因型为 tsts，为雌株，只能做母本，根据以上分析可知，实验二中 F_1 的 OOTsts 非抗螟植株基因型为 OOTsts，因此为雌雄同株。

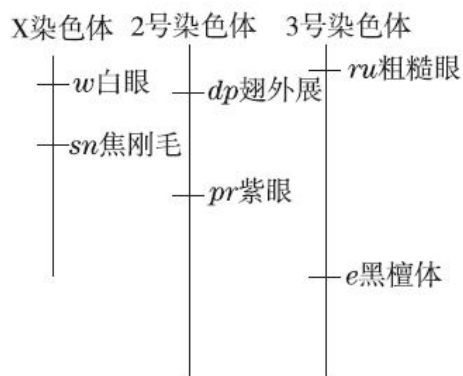
(2) 根据以上分析可知，实验一的 F_1 AOTsts 抗螟雌雄同株自交，后代 F_2 为 1AAAtsts 抗螟雌株：2AOTsts 抗螟雌雄同株：1OOTsTs 非抗螟雌雄同株，符合基因分离定律的结果，说明实验一中基因 A 与基因 ts 插入到同一条染色体上，后代中抗螟雌株的基因型为 AAAtsts，将 F_2 中 AAAtsts 抗螟雌株与 AOTsts 抗螟雌雄同株进行杂交，AAAtsts 抗螟雌株只产生一种配子 AAts，AOTsts 抗螟雌雄同株作为父本产生两种配子，即 Ats、OTs，则后代为 AAAtsts 抗螟雌株：AOTsts 抗螟雌雄同株=1:1。

(3) 根据以上分析可知，实验二中选取 F_1 AOTsts 抗螟雌雄同株矮株自交，后代中出现抗螟雌雄同株：抗螟雌株：非抗螟雌雄同株：非抗螟雌株=3：1：3：1，其中雌雄同株：雌株=1:1，抗螟：非抗螟=1:1，说明抗螟性状与性别之间发生了自由组合现象，故乙中基因 A 不位于基因 ts 的 2 号染色体上，且 F_2 中抗螟矮株所占比例小于理论值，说明 A 基因除导致植株矮小外，还影响了 F_1 的繁殖，根据实验结果可知，在实验二的 F_1 中，后代 AOTsts 抗螟雌雄同株矮株：OOTsts 非抗螟雌雄同株正常株高=1:1，则说明含 A 基因的卵细胞发育正常，而 F_2 中抗螟矮株所占比例小于理论值，故推测最可能是 F_1 产生的含基因 A 的雄配子不育导致后代中雄配子只产生了 OTs 和 Ots 两种，才导致 F_2 中抗螟矮株所占比例小于理论值的现象。根据以上分析可知，实验二的 F_2 中雌雄同株：雌株=3:1，故 F_2 中抗螟矮植株中 ts 的基因频率不变，仍然为 1/2；根据以上分析可知， F_2 中抗螟矮株的基因型雌雄同株为 1/3AOTsTs、2/3AOTsts，雌株基因型为 AOtsts，由于 F_1 含基因 A 的雄配子不育，则 1/3AOTsTs、2/3AOTsts 产生的雄配子为 2/3OTs、1/3Ots，AOtsts 产生的雌配子为 1/2Ats、1/2Ots，故雌株上收获的籽粒发育成的后代中抗螟矮植株雌株 AOtsts 所占比例为 $1/2 \times 1/3 = 1/6$ 。

【点睛】

本题考查基因分离定律和自由组合定律的知识点，要求学生掌握基因分离定律和自由组合定律的实质和常见的分离比，能够根据题意和实验结果分析相关个体的基因型及其比例，充分利用题干中的条件和比例推导出导致后代比例异常的原因，这是该题考查的难点，能够利用配子法计算相关个体的比例，这是突破该题的重点。

19. (2019 全国卷I·32) 某实验室保存有野生型和一些突变型果蝇。果蝇的部分隐性突变基因及其在染色体上的位置如图所示。回答下列问题。



- (1) 同学甲用翅外展粗糙眼果蝇与野生型(正常翅正常眼)纯合子果蝇进行杂交, F_2 中翅外展正常眼个体出现的概率为_____。图中所列基因中, 不能与翅外展基因进行自由组合的是_____。
- (2) 同学乙用焦刚毛白眼雄蝇与野生型(直刚毛红眼)纯合子雌蝇进行杂交(正交), 则子代雄蝇中焦刚毛个体出现的概率为_____; 若进行反交, 子代中白眼个体出现的概率为_____。
- (3) 为了验证遗传规律, 同学丙让白眼黑檀体雄果蝇与野生型(红眼灰体)纯合子雌果蝇进行杂交得到 F_1 , F_1 相互交配得到 F_2 。那么, 在所得实验结果中, 能够验证自由组合定律的 F_1 表现型是_____, F_2 表现型及其分离比是_____; 验证伴性遗传时应分析的相对性状是_____, 能够验证伴性遗传的 F_2 表现型及其分离比是_____。

【答案】(1) 3/16 紫眼基因

(2) 0 1/2

(3) 红眼灰体

红眼灰体：红眼黑檀体：白眼灰体：白眼黑檀体=9：3：3：1

红眼/白眼

红眼雌蝇：红眼雄蝇：白眼雄蝇=2：1：1

【解析】由图可知, 白眼对应的基因和焦刚毛对应的基因均位于 X 染色体上, 二者不能进行自由组合; 翅外展基因和紫眼基因位于 2 号染色体上, 二者不能进行自由组合; 粗糙眼和黑檀体对应的基因均位于 3 号染色体上, 二者不能进行自由组合。分别位于非同源染色体: X 染色体、2 号及 3 号染色体上的基因可以自由组合。(1) 根据题意并结合图示可知, 翅外展基因和粗糙眼基因位于非同源染色体上, 翅外展粗糙眼果蝇的基因型为 $dpdp\text{ru}\text{ru}$, 野生型即正常翅正常眼果蝇的基因型为: $DPDP\text{RU}\text{RU}$, 二者杂交的 F_1 基因型为: $DPdp\text{RU}\text{ru}$, 根据自由组合定律, F_2 中翅外展正常眼果蝇 $dpdp\text{RU}___$ 出现的概率为: $1/4 \times 3/4 = 3/16$ 。只有位于

非同源染色体上的基因遵循自由组合定律，而图中翅外展基因与紫眼基因均位于 2 号染色体上，不能进行自由组合。(2)焦刚毛白眼雄果蝇的基因型为： $X^{snw}Y$ ，野生型即直刚毛红眼纯合雌果蝇的基因型为： $X^{SNW}X^{SNW}$ ，后代的雌雄果蝇均为直刚毛红眼： $X^{SNW}X^{snw}$ 和 $X^{SNW}Y$ ，子代雄果蝇中出现焦刚毛的概率为 0。若进行反交，则亲本为：焦刚毛白眼雌果蝇 $X^{snw}X^{snw}$ 和直刚毛红眼纯合雄果蝇 $X^{SNW}Y$ ，后代中雌果蝇均为直刚毛红眼 ($X^{SNW}X^{snw}$)，雄性均为焦刚毛白眼 ($X^{snw}Y$)。故子代出现白眼即 $X^{snw}Y$ 的概率为 1/2。(3)控制红眼、白眼的基因位于 X 染色体上，控制灰体、黑檀体的基因位于 3 号染色体上，两对等位基因的遗传符合基因的自由组合定律。白眼黑檀体雄果蝇的基因型为： eeX^wY ，野生型即红眼灰体纯合雌果蝇的基因型为： EEX^WX^W ， F_1 中雌雄果蝇基因型分别为 EeX^WX^w ， EeX^WY ，表现型均为红眼灰体。故能够验证基因的自由组合定律的 F_1 中雌雄果蝇均表现为红眼灰体， F_2 中红眼灰体 $E_X^W_$ ：红眼黑檀体 $eeX^W_$ ：白眼灰体 E_X^wY ：白眼黑檀体 $eeX^wY=9:3:3:1$ 。因为控制红眼、白眼的基因位于 X 染色体上，故验证伴性遗传时应该选择红眼和白眼这对相对性状， F_1 中雌雄均表现为红眼，基因型为： X^WX^w ， X^WY ， F_2 中红眼雌蝇：红眼雄蝇：白眼雄蝇=2：1：1，即雌性全部是红眼，雄性中红眼：白眼=1：1。

20. (2019全国卷II·32) 某种甘蓝的叶色有绿色和紫色。已知叶色受2对独立遗传的基因A/a和B/b控制，只含隐性基因的个体表现隐性性状，其他基因型的个体均表现显性性状。某小组用绿叶甘蓝和紫叶甘蓝进行了一系列实验。

实验①：让绿叶甘蓝（甲）的植株进行自交，子代都是绿叶

实验②：让甲植株与紫叶甘蓝（乙）植株进行杂交，子代个体中绿叶：紫叶=1：3

回答下列问题。

- (1) 甘蓝叶色中隐性性状是_____，实验①中甲植株的基因型为_____。
- (2) 实验②中乙植株的基因型为_____，子代中有_____种基因型。
- (3) 用另一紫叶甘蓝（丙）植株与甲植株杂交，若杂交子代中紫叶和绿叶的分离比为1：1，则丙植株所有可能的基因型是_____；若杂交子代均为紫叶，则丙植株所有可能的基因型是_____；若杂交子代均为紫叶，且让该子代自交，自交子代中紫叶与绿叶的分离比为15：1，则丙植株的基因型为_____。

【答案】(1) 绿色 aabb

(2) AaBb 4

(3) Aabb、aaBb AABB、AAbb、aaBB、AaBB、AABb AABB

【解析】依题意：只含隐性基因的个体表现为隐性性状，说明隐性性状的基因型为 aabb。实验①的子代都是绿叶，说明甲植株为纯合子。实验②的子代发生了绿叶：紫叶=1：3 性状分离，说明乙植株产生四种比值相等的配子，并结合实验①的结果可推知：绿叶为隐性性状，其基因型为 aabb，紫叶为 $A_B_$ 、 A_bb 和 $aaB_$ 。(1) 依题意可知：只含隐性基因的个体表现为隐性性状。实验①中，绿叶甘蓝甲植株自交，子代都

是绿叶，说明绿叶甘蓝甲植株为纯合子；实验②中，绿叶甘蓝甲植株与紫叶甘蓝乙植株杂交，子代绿叶：紫叶=1:3，说明紫叶甘蓝乙植株为双杂合子，进而推知绿叶为隐性性状，实验①中甲植株的基因型为 aabb。

(2) 结合对(1)的分析可推知：实验②中乙植株的基因型为 AaBb，子代中有四种基因型，即 AaBb、Aabb、aaBb 和 aabb。(3) 另一紫叶甘蓝丙植株与甲植株杂交，子代紫叶：绿叶=1:1，说明紫叶甘蓝丙植株的基因组成中，有一对为隐性纯合、另一对为等位基因，进而推知丙植株所有可能的基因型为 aaBb、Aabb。若杂交子代均为紫叶，则丙植株的基因组成中至少有一对显性纯合的基因，因此丙植株所有可能的基因型为 AABB、AABb、AaBB、AAbb、aaBB。若杂交子代均为紫叶，且让该子代自交，自交子代中紫叶：绿叶=15:1，为 9:3:3:1 的变式，说明该杂交子代的基因型均为 AaBb，进而推知丙植株的基因型为 AABB。

12. (2019全国卷III·32) 玉米是一种二倍体异花传粉作物，可作为研究遗传规律的实验材料。玉米子粒的饱满与凹陷是一对相对性状，受一对等位基因控制。回答下列问题。

(1) 在一对等位基因控制的相对性状中，杂合子通常表现的性状是_____。

(2) 现有在自然条件下获得的一些饱满的玉米子粒和一些凹陷的玉米子粒，若要用这两种玉米子粒为材料验证分离定律。写出两种验证思路及预期结果。

【答案】(1) 显性性状

(2) 答：思路及预期结果

①两种玉米分别自交，若某些玉米自交后，子代出现 3:1 的性状分离比，则可验证分离定律。

②两种玉米分别自交，在子代中选择两种纯合子进行杂交，F₁ 自交，得到 F₂，若 F₂ 中出现 3:1 的性状分离比，则可验证分离定律。

③让子粒饱满的玉米和子粒凹陷的玉米杂交，如果 F₁ 都表现一种性状，则用 F₁ 自交，得到 F₂，若 F₂ 中出现 3:1 的性状分离比，则可验证分离定律。

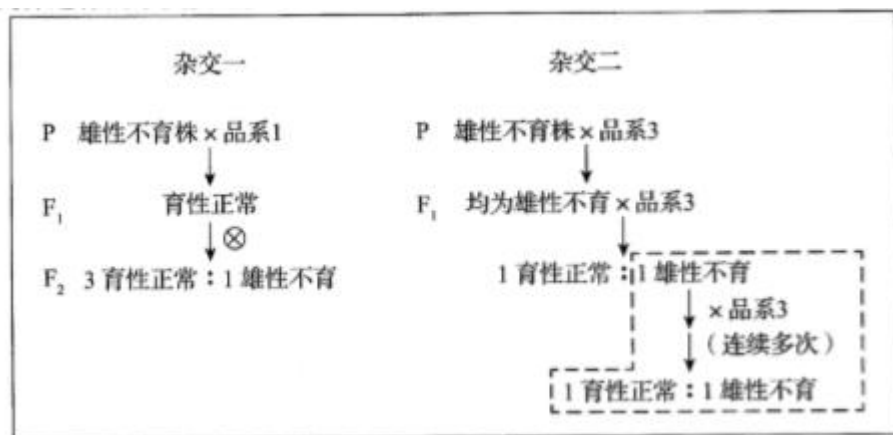
④让子粒饱满的玉米和子粒凹陷的玉米杂交，如果 F₁ 表现两种性状，且表现为 1:1 的性状分离比，则可验证分离定律。

【解析】(1) 在一对等位基因控制的相对性状中，杂合子中存在控制该性状的一对等位基因，其通常表现的性状是显性性状。(2) 玉米是异花传粉作物，茎顶开雄花，叶腋开雌花，因自然条件下，可能自交，也可能杂交，故饱满的和凹陷玉米子粒中可能有杂合的，也可能是纯合的，用这两种玉米子粒为材料验证分离定律，首先要确定饱满和凹陷的显隐性关系，再采用自交法和测交法验证。思路及预期结果：①两种玉米分别自交，若某些玉米自交后，子代出现 3:1 的性状分离比，则可验证分离定律。②两种玉米分别自交，在子代中选择两种纯合子进行杂交，F₁ 自交，得到 F₂，若 F₂ 中出现 3:1 的性状分离比，则可验证分离定律。③让子粒饱满的玉米和子粒凹陷的玉米杂交，如果 F₁ 都表现一种性状，则用 F₁ 自交，得到 F₂，若 F₂ 中出现 3:1 的性状分离比，则可验证分离定律。④让子粒饱满的玉米和子粒凹陷的玉米杂交，如果 F₁ 表现

两种性状，且表现为 1 : 1 的性状分离比，则可验证分离定律。

21. （2019北京卷·30）油菜是我国重要的油料作物，培育高产优质新品种意义重大。油菜的杂种一代会出现杂种优势（产量等性状优于双亲），但这种优势无法在自交后代中保持，杂种优势的利用可显著提高油菜籽的产量。

（1）油菜具有两性花，去雄是杂交的关键步骤，但人工去雄耗时费力，在生产上不具备可操作性。我国学者发现了油菜雄性不育突变株（雄蕊异常，肉眼可辨），利用该突变株进行的杂交实验如下：



① 由杂交一结果推测，育性正常与雄性不育性状受_____对等位基因控制。在杂交二中，雄性不育为_____性性状。

② 杂交一与杂交二的F₁表现型不同的原因是育性性状由位于同源染色体相同位置上的3个基因（A₁、A₂、A₃）决定。品系1、雄性不育株、品系3的基因型分别为A₁A₁、A₂A₂、A₃A₃。根据杂交一、二的结果，判断A₁、A₂、A₃之间的显隐性关系是_____。

（2）利用上述基因间的关系，可大量制备兼具品系1、3优良性状的油菜杂交种子（YF₁），供农业生产使用，主要过程如下：

① 经过图中虚线框内的杂交后，可将品系3的优良性状与_____性状整合在同一植株上，该植株所结种子的基因型及比例为_____。

② 将上述种子种成母本行，将基因型为_____的品系种成父本行，用于制备YF₁。

③ 为制备YF₁，油菜刚开花时应拔除母本行中具有某一育性性状的植株。否则，得到的种子给农户种植后，会导致油菜籽减产，其原因是_____。

（3）上述辨别并拔除特定植株的操作只能在油菜刚开花时（散粉前）完成，供操作的时间短，还有因辨别失误而漏拔的可能。有人设想：“利用某一直观的相对性状在油菜开花前推断植株的育性”，请用控制该性状的等位基因（E、e）及其与A基因在染色体上的位置关系展示这一设想。

【答案】（1）①一 显

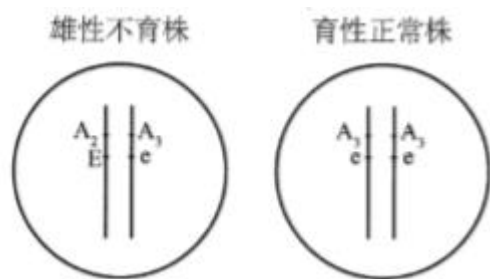
② A_1 对 A_2 为显性； A_2 对 A_3 为显性

(2) ①雄性不育 $A_2A_3 : A_3A_3 = 1 : 1$

② A_1A_1

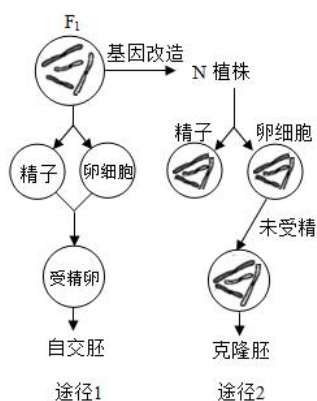
③所得种子中混有 A_3A_3 自交产生的种子、 A_2A_3 与 A_3A_3 杂交所产生的种子，这些种子在生产上无杂种优势且部分雄性不育

(3)



【解析】杂交一 F_2 育性正常和雄性不育出现性状分离比为 3:1，说明控制雄性不育和育性正常是一对相对性状，由一对等位基因控制，育性正常为显性，雄性不育为隐性。杂交二，亲本雄性不育与品系 3 杂交，后代全为雄性不育，说明雄性不育为显性，品系 3 的性状为隐性。 F_1 雄性不育与品系 3 杂交，后代育性正常：雄性不育比例为 1:1，属于测交实验。(1) ①通过分析可知，育性正常与雄性不育性状受一对等位基因控制；杂交二，雄性不育为显性性状。②品系 1、雄性不育株、品系 3 的基因型分别为 A_1A_1 、 A_2A_2 、 A_3A_3 ，通过分析可知，杂交一 A_1 为显性基因， A_2 为隐性，杂交二 A_2 为显性， A_3 为隐性，由此推断 A_1 、 A_2 、 A_3 之间的显隐性关系是： $A_1 > A_2 > A_3$ 。(2) ①通过杂交二，可将品系 3 A_3A_3 的优良性状与雄性不育株 A_2A_2 杂交，得到 A_2A_3 ，再与 A_3A_3 杂交，得到 $A_2A_3 : A_3A_3 = 1 : 1$ 。②将 A_2A_3 种植成母本行，将基因型为 A_1A_1 的品系 1 种成父本行，制备 YF1 即 A_1A_3 。③由于 $A_2A_3 \times A_1A_1$ 杂交后代有 A_1A_3 和 A_1A_2 两种基因型的可育油菜种子， A_1A_3 自交后代皆可育，但是 A_1A_2 自交会出现 $1/4 A_2A_2$ 雄性不育，而导致减产。(3) 将 E 基因移入 A_2 基因所在的染色体，使其紧密连锁，则表现 E 基因性状个体为不育，未表现 E 基因性状个体为可育，这样成功去除 A_1A_2 ，只留下 A_1A_3 。

22. (2019 天津卷·10) 作物 M 的 F_1 基因杂合，具有优良性状。 F_1 自交形成自交胚的过程见途径 1 (以两对同源染色体为例)。改造 F_1 相关基因，获得具有与 F_1 优良性状一致的 N 植株，该植株在形成配子时，有丝分裂替代减数分裂，其卵细胞不能受精，直接发育成克隆胚，过程见途径 2。据图回答：



(1) 与途径 1 相比，途径 2 中 N 植株形成配子时由于有丝分裂替代减数分裂，不会发生由_____和_____导致的基因重组，也不会发生染色体数目_____。

(2) 基因杂合是保持 F₁ 优良性状的必要条件。以 n 对独立遗传的等位基因为例，理论上，自交胚与 F₁ 基因型一致的概率是_____，克隆胚与 N 植株基因型一致的概率是_____。

(3) 通过途径_____获得的后代可保持 F₁ 的优良性状。

【答案】(1) 同源染色体非姐妹染色单体交叉互换

非同源染色体自由组合

减半

(2) $1/2^n$

100%

(3) 2

【解析】由题意可知，可以通过两条途径获得 F₁ 的优良性状，途径 1 为正常情况下 F₁ 自交获得具有优良性状的子代，途径 2 中先对 M 植株进行基因改造，再诱导其进行有丝分裂而非减数分裂产生卵细胞，导致其卵细胞含有与 N 植株体细胞一样的遗传信息，再使得未受精的卵细胞发育成克隆胚，该个体与 N 植株的遗传信息一致。(1) 途径 1 是通过减数分裂形成配子，而途径 2 中通过有丝分裂产生配子，有丝分裂过程中不发生基因重组，且子细胞中染色体数不减半，故与途径 1 相比，途径 2 中 N 植株形成配子时不会发生同源染色体非姐妹染色单体的交叉互换和非同源染色体的自由组合，也不会发生染色体数目减半。(2) 由题意可知，要保持 F₁ 优良性状需要基因杂合，一对杂合基因的个体自交获得杂合子的概率是 $1/2$ ，若该植株有 n 对独立遗传的等位基因，根据自由组合定律，杂合子自交子代中每对基因均杂合的概率为 $1/2^n$ ，故自交胚与 F₁ 基因型（基因杂合）一致的概率为 $1/2^n$ 。而克隆胚的形成相当于无性繁殖过程，子代和 N 植株遗传信息一致，故克隆胚与 N 植株基因型一致的概率是 100%。(3) 途径 1 产生自交胚的过程存在基因重组，F₁ 产生的配子具有多样性，经受精作用后的子代具有多样性，不可保持 F₁ 的优良性状；而途径 2 产生克隆胚的过程不存在基因重组，子代和亲本的遗传信息一致，可以保持 F₁ 的优良性状。

23. (2019江苏卷·32) 杜洛克猪毛色受两对独立遗传的等位基因控制, 毛色有红毛、棕毛和白毛三种, 对应的基因组成如下表。请回答下列问题:

毛色	红毛	棕毛	白毛
基因组成	A_B_	A_bb、aaB_	aabb

- (1) 棕毛猪的基因型有_____种。
- (2) 已知两头纯合的棕毛猪杂交得到的 F_1 均表现为红毛, F_1 雌雄交配产生 F_2 。
- ①该杂交实验的亲本基因型为_____。
- ② F_1 测交, 后代表现型及对应比例为_____。
- ③ F_2 中纯合个体相互交配, 能产生棕毛子代的基因型组合有_____种 (不考虑正反交)。
- ④ F_2 的棕毛个体中纯合体的比例为_____。 F_2 中棕毛个体相互交配, 子代白毛个体的比例为_____。
- (3) 若另一对染色体上有一对基因 I, i , I 基因对 A 和 B 基因的表达都有抑制作用, i 基因不抑制, 如 $I_A_B_$ 表现为白毛。基因型为 $IiAaBb$ 的个体雌雄交配, 子代中红毛个体的比例为_____, 白毛个体的比例为_____。

【答案】 (1) 4

(2) ① $AAbb$ 和 $aaBB$ ② 红毛 : 棕毛 : 白毛 = 1 : 2 : 1 ③ 4 ④ 1/3 1/9

(3) 9/64 49/64

【解析】由题意: 猪毛色受独立遗传的两对等位基因控制, 可知猪毛色的遗传遵循自由组合定律。 $AaBb$ 个体相互交配, 后代 $A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 9 : 3 : 3 : 1$, 本题主要考查自由组合定律的应用, 以及 $9 : 3 : 3 : 1$ 变型的应用。(1) 由表格知: 棕毛猪的基因组成为 A_bb 、 $aaB_$, 因此棕毛猪的基因型有: $AAbb$ 、 $Aabb$ 、 $aaBB$ 、 $aaBb$ 4 种。(2) ①由两头纯合棕毛猪杂交, F_1 均为红毛猪, 红毛猪的基因组成为 $A_B_$, 可推知两头纯合棕毛猪的基因型为 $AAbb$ 和 $aaBB$, F_1 红毛猪的基因型为 $AaBb$ 。② F_1 测交, 即 $AaBb$ 与 $aabb$ 杂交, 后代基因型及比例为 $AaBb : Aabb : aaBb : aabb = 1 : 1 : 1 : 1$, 根据表格可知后代表现型及对应比例为: 红毛 : 棕毛 : 白毛 = 1 : 2 : 1。③ F_1 红毛猪的基因型为 $AaBb$, F_1 雌雄个体随机交配产生 F_2 , F_2 的基因型有: $A_B_$ 、 A_bb 、 $aaB_$ 、 $aabb$, 其中纯合子有: $AABB$ 、 $AAbb$ 、 $aaBB$ 、 $aabb$, 能产生棕色猪 (A_bb 、 $aaB_$) 的基因型组合有: $AAbb \times AAbb$ 、 $aaBB \times aaBB$ 、 $AAbb \times aabb$ 、 $aaBB \times aabb$ 共 4 种。④ F_2 的基因型及比例为 $A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 9 : 3 : 3 : 1$, 棕毛猪 A_bb 、 $aaB_$ 所占比例为 $6/16$, 其中纯合子为 $AAbb$ 、 $aaBB$, 所占比例为 $2/16$, 故 F_2 的棕毛个体中纯合体所占的比例为 $2/6$, 即 $1/3$ 。 F_2 的棕毛个体中各基因型及比例为 $1/6AAbb$ 、 $2/6Aabb$ 、 $1/6aaBB$ 、 $2/6aaBb$ 。棕毛个体相互交配, 能产生白毛个体 ($aabb$) 的杂交组合

及概率为： $\frac{2}{6}Aabb \times \frac{2}{6}Aabb + \frac{2}{6}aaBb \times \frac{2}{6}aaBb + \frac{2}{6}Aabb \times \frac{2}{6}aaBb \times 2 = \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{4} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{4} +$

$\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 2 = \frac{1}{9}$ 。(3) 若另一对染色体上的 I 基因对 A 和 B 基因的表达有抑制作用，只要有 I 基因，不管有没有 A 或 B 基因都表现为白色，基因型为 IiAaBb 个体雌雄交配，后代中红毛个体即基因型为 ii A_ B_ 的个体。把 Ii 和 AaBb 分开来做，Ii × Ii 后代有 $\frac{3}{4}I_$ 和 $\frac{1}{4}ii$ ，AaBb × AaBb 后代基因型及比例为 A_ B_ : A_ bb : aaB_ : aabb = 9 : 3 : 3 : 1。故子代中红毛个体 (ii A_ B_) 的比例为 $\frac{1}{4} \times \frac{9}{16} = \frac{9}{64}$ ，棕毛个体 (ii A_ bb、iiaaB_) 所占比例为 $\frac{1}{4} \times \frac{6}{16} = \frac{6}{64}$ ，白毛个体所占比例为： $1 - \frac{9}{64} - \frac{6}{64} = \frac{49}{64}$ 。
