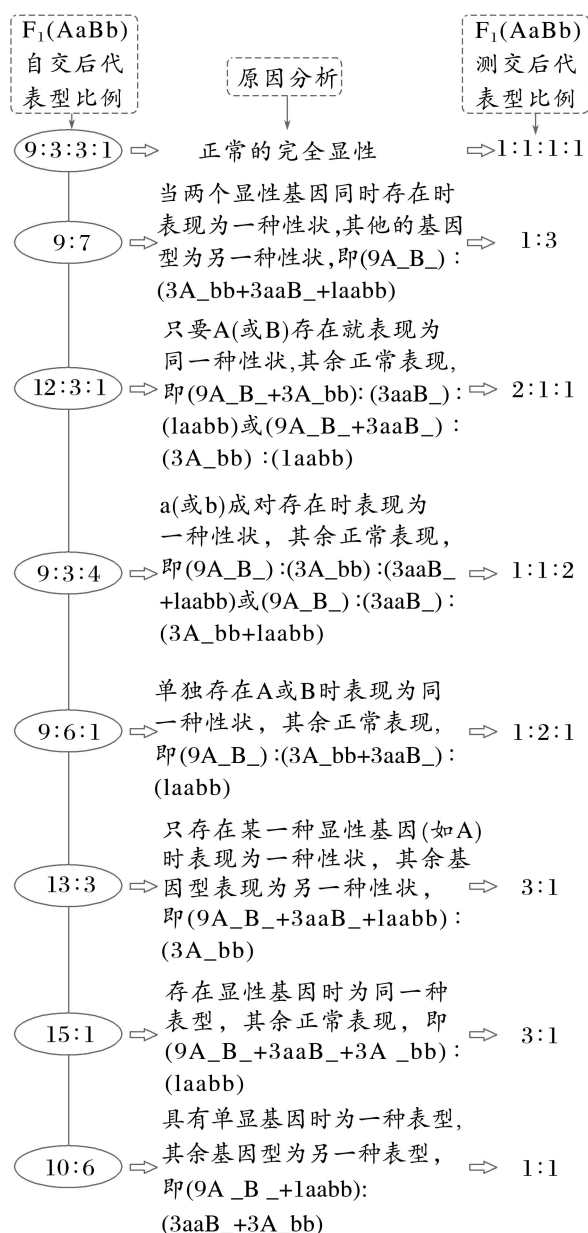


专题突破 4 自由组合定律中的特殊分离比

课标要求	阐明有性生殖中基因的自由组合使得子代的基因型和表型有多种可能，并可由此预测子代的遗传性状。
考情分析	自由组合比例的变式类型及应用：2025·河南·T15 2025·安徽·T19 2025·四川·T20 2024·江苏·T24 2024·江西·T19 2024·湖北·T18 2023·全国乙·T6 2023·新课标·T5 2022·山东·T17 2022·北京·T18 2021·湖北·T19

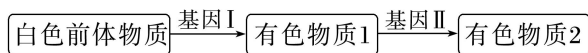
题型一 和为 16 的自由组合定律特殊比例

基本模型



1. 基因互作

典例 1 小鼠的皮毛颜色由常染色体上的两对基因控制,其中 A/a 控制灰色物质合成, B/b 控制黑色物质合成。两对基因控制有色物质合成的关系如图:



选三只不同颜色的纯合小鼠(甲—灰鼠,乙—白鼠,丙—黑鼠)进行杂交,结果如表所示:

项目	亲本组合	F ₁	F ₂
实验一	甲×乙	全为灰鼠	9 灰鼠 : 3 黑鼠 : 4 白鼠
实验二	乙×丙	全为黑鼠	3 黑鼠 : 1 白鼠

下列叙述不正确的是()

- A. 图中有色物质 1 代表灰色物质
- B. 实验一的 F₂ 中白鼠共有 3 种基因型

C. 实验一的 F_1 与乙杂交，后代中黑鼠的概率为 $1/4$

D. 实验二的 F_1 黑鼠的基因型为 $aaBb$

答案 A

解析 由题意分析可知，A 和 B 基因同时存在时表现为灰色，只有 B 基因时表现为黑色，因此图中有色物质 1 代表黑色物质，有色物质 2 代表灰色物质，A 错误；实验一的 F_2 中白鼠的基因型为 $AAbb$ 、 $Aabb$ 、 $aabb$ ，共有 3 种，B 正确；实验一的 F_1 的基因型为 $AaBb$ ，乙的基因型为 $aabb$ ，后代中黑鼠($aaBb$)的概率为 $1/2 \times 1/2 = 1/4$ ，C 正确；实验二中乙($aabb$) $\times$ 丙($aaBB$)，则 F_1 黑鼠的基因型为 $aaBb$ ，D 正确。

典例 2 (2023·新课标，5)某研究小组从野生型高秆(显性)玉米中获得了 2 个矮秆突变体，为了研究这 2 个突变体的基因型，该小组让这 2 个矮秆突变体(亲本)杂交得 F_1 ， F_1 自交得 F_2 ，发现 F_2 中表型及其比例是高秆：矮秆：极矮秆=9：6：1。若用 A、B 表示显性基因，则下列相关推测错误的是()

A. 亲本的基因型为 $aaBB$ 和 $AAbb$ ， F_1 的基因型为 $AaBb$

B. F_2 矮秆的基因型有 $aaBB$ 、 $AAbb$ 、 $aaBb$ 、 $Aabb$ ，共 4 种

C. 基因型是 $AABB$ 的个体为高秆，基因型是 $aabb$ 的个体为极矮秆

D. F_2 矮秆中纯合子所占比例为 $1/2$ ， F_2 高秆中纯合子所占比例为 $1/16$

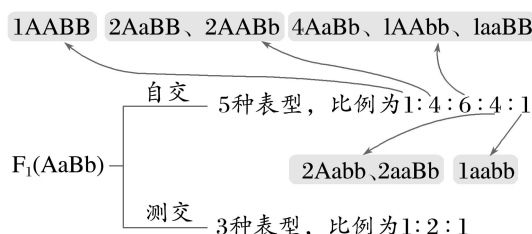
答案 D

解析 F_2 中表型及其比例是高秆：矮秆：极矮秆=9：6：1，符合 9：3：3：1 的变式，因此控制两个矮秆突变体的基因遵循自由组合定律，高秆基因型为 $A_B_$ ，矮秆基因型为 A_bb 、 $aaB_$ ，极矮秆基因型为 $aabb$ ，可推知亲本的基因型为 $aaBB$ 和 $AAbb$ ， F_1 的基因型为 $AaBb$ ，A 正确； F_2 矮秆基因型为 A_bb 、 $aaB_$ ，共 6 份，纯合子基因型为 $aaBB$ 、 $AAbb$ ，共 2 份，因此矮秆中纯合子所占比例为 $1/3$ ， F_2 高秆基因型为 $A_B_$ ，共 9 份，纯合子为 $AABB$ ，共 1 份，因此高秆中纯合子所占比例为 $1/9$ ，D 错误。

基本模型

2. 显性基因累加效应

(1)表型



(2)原因：A 与 B 的作用效果相同，且显性基因越多，作用效果越强。

典例 3 人体肤色的深浅受 A、a 和 B、b 两对等位基因控制，这两对等位基因分别位于两对同源染色体上。A、B 可以使黑色素增加，两者增加的量相等，并且可以累加，基因 a 和 b

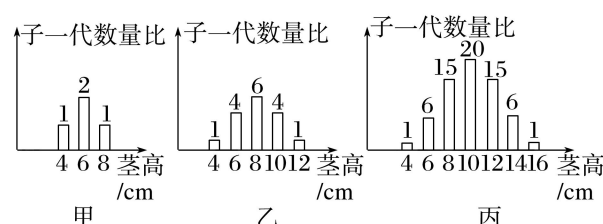
与色素的形成无关。一个基因型为 AaBb 的人与一个基因型为 AaBB 的人结婚，下列关于其子女肤色深浅的叙述，错误的是()

- A. 子女可产生 4 种表型
- B. 与亲代 AaBb 肤色深浅相同的有 1/4
- C. 肤色最浅的孩子的基因型是 aaBb
- D. 与亲代 AaBB 表型相同的有 3/8

答案 B

解析 基因型为 AaBb 和 AaBB 的人结婚，后代基因型为 AABB、AABb、AaBB、AaBb、aaBB、aaBb，可产生 4 种不同的表型，A 正确；与亲代 AaBb 肤色深浅相同的基因型为 aaBB、AaBb，占 $1/4 \times 1/2 + 1/2 \times 1/2 = 3/8$ ，B 错误；后代中基因型为 aaBb 的孩子肤色最浅，C 正确；与亲代 AaBB 表型相同的基因型为 AABb、AaBB，占 $1/4 \times 1/2 + 1/2 \times 1/2 = 3/8$ ，D 正确。

典例 4 (2024·深圳模拟)假设某种自花传粉植物的茎高受三对等位基因 A/a、B/b、C/c 控制，各对基因独立遗传，每个显性基因 A、B、C 对植物茎高的作用效果相等且有累加效应。不同基因型个体甲、乙、丙自交产生的子一代的茎高与子一代数量比如图所示。下列有关分析错误的是()



- A. 甲的基因型有 3 种可能，乙的基因型也有 3 种可能
- B. 丙的子一代中，纯合子的基因型有 8 种、表型有 4 种
- C. 若将乙与丙杂交，子代将有 18 种基因型、8 种表型的个体
- D. 若将乙的子一代中茎高为 8 cm 的每个植株所结的种子收获，并单独种植在一起得到一个株系。所有株系中，茎高全部表现为 8 cm 的株系所占的比例为 1/3

答案 C

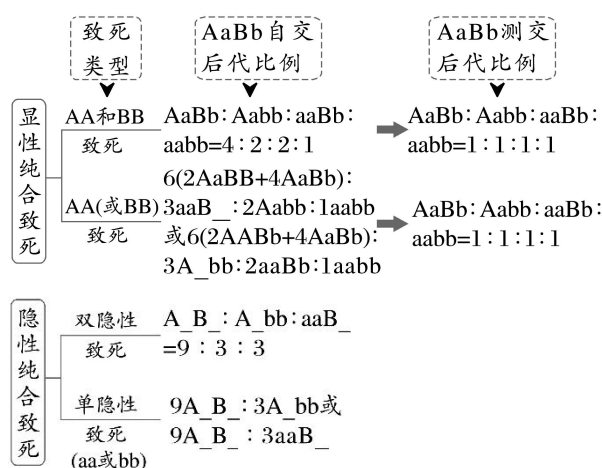
解析 甲自交后代只有 3 种不同的表型，对比图乙、丙的茎高分析，甲的后代出现两个显性基因、一个显性基因、无显性基因，且甲的后代一共 4 种组合方式，则甲的基因型可能是 Aabbcc、aaBbcc、aabbCc；乙自交后代有 5 种不同的表型，对比图丙的茎高分析，乙的后代出现四个显性基因、三个显性基因、两个显性基因、一个显性基因、无显性基因，且乙的后代一共 16 种组合方式，则乙的基因型可能是 AaBbcc、AabbCc、aaBbCc，A 正确；丙自交后代有 7 种表型，且丙的后代一共 64 种组合方式，说明丙的基因型为 AaBbCc，其子一代中纯合子的基因型有 $2 \times 2 \times 2 = 8$ (种)，表型有 4 种，分别是 4 cm(aabbcc)，8 cm(AAbbcc、aaBBcc、aabbCC)，12 cm(AABBcc、aaBBCC、AAbbCC)，16 cm(AABBCC)，B 正确；乙的基因型可能是 AaBbcc、AabbCc、aaBbCc，丙的基因型为 AaBbCc，若将乙与丙杂交，子

代将有 $2 \times 3 \times 3 = 18$ (种) 基因型、6 种表型的个体, C 错误; 乙的基因型可能是 $AaBbcc$ 、 $AabbCc$ 、 $aaBbCc$, 假设乙的基因型为 $AaBbcc$, 乙的子一代中茎高为 8 cm 的个体基因型为 $1/6AAbbcc$ 、 $1/6aaBBcc$ 、 $4/6AaBbcc$, 纯合子自交不会发生性状分离, 因此所有株系中, 茎高全部表现为 8 cm 的株系所占的比例为 $1/3$; 同理, 假设乙的基因型为 $AabbCc$ 或 $aaBbCc$, 茎高全部表现为 8 cm 的株系所占的比例都为 $1/3$, D 正确。

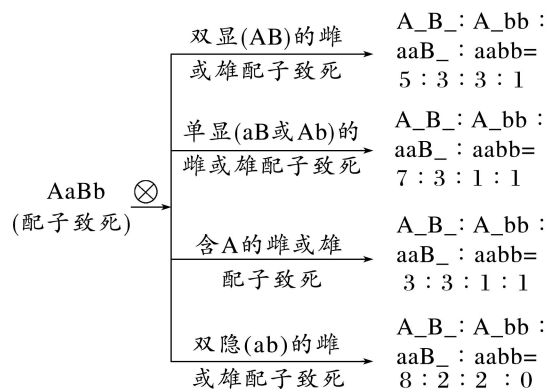
题型二 和小于 16 的自由组合定律特殊比例

基本模型

1. 胚胎致死或个体致死



2. 配子致死或配子不育



典例 5 (2025·河南, 15) 现有二倍体植株甲和乙, 自交后代中某性状的正常株: 突变株均为 3:1。甲自交后代中的突变株与乙自交后代中的突变株杂交, F_1 全为正常株, F_2 中该性状的正常株: 突变株=9:6(等位基因可依次使用 A/a、B/b……)。下列叙述错误的是()

- A. 甲的基因型是 $AaBB$ 或 $AABb$
- B. F_2 出现异常分离比是因为出现了隐性纯合致死
- C. F_2 植株中性状能稳定遗传的占 $7/15$
- D. F_2 中交配能产生 $AABB$ 基因型的亲本组合有 6 种

答案 D

解析 F_2 中正常株: 突变株=9:6, 可推出正常株的基因型为 $A_B_$, 突变株的基因型为

A_bb 和 $aaB_$, $aabb$ 致死, 所以 F_1 的基因型为 $AaBb$, 两个突变株亲本的基因型为 $AAbb$ 和 $aaBB$, 甲和乙分别自交后正常株:突变株为 3:1, 说明甲基因型为 $AaBB$ 或 $AABb$, A、B 正确; 当基因 A 和 B 同时存在时才能为正常株, 所以正常株 $AABB$ 和突变株 A_bb 、 $aaB_$ 都可以稳定遗传, F_2 中性状能稳定遗传的个体占 $AABB(1/15)+A_bb(3/15)+aaB_ (3/15)=7/15$, C 正确; 当两个亲本都能产生基因型为 AB 的配子, 子代才可能出现 $AABB$ 的基因型, F_2 中能产生基因型为 AB 配子的基因型有 $AABB$ 、 $AABb$ 、 $AaBB$ 、 $AaBb$ 4 种, 即 F_2 中交配能出现 $AABB$ 基因型的亲本组合有 $4 \times 4 = 16$ (种)[杂交情况下考虑正反交, 若不考虑正反交, 亲本组合有 $4+3+2+1=10$ (种)], D 错误。

典例 6 某牵牛花表型为高茎红花, 其自交 F_1 表型及比例为高茎红花:高茎白花:矮茎红花:矮茎白花=7:3:1:1。高茎和矮茎分别由基因 A、a 控制, 红花和白花分别由基因 B、b 控制, 两对基因位于两对染色体上。下列叙述错误的是()

- A. 两对基因的遗传遵循基因自由组合定律
- B. 亲本产生基因型为 aB 的雌雄配子均不育
- C. F_1 高茎红花中基因型为 $AaBb$ 的植株占 $3/7$
- D. F_1 中高茎红花与矮茎白花测交后代可能无矮茎红花

答案 B

解析 F_1 的表型及比例为高茎红花:高茎白花:矮茎红花:矮茎白花=7:3:1:1, 是 9:3:3:1 的变式, 说明两对等位基因的遗传遵循自由组合定律, A 正确; 亲本高茎红花的基因型是 $AaBb$, 理论上, 高茎红花(9 份)的基因型及比例为 $AABB:AaBB:AABb:AaBb=1:2:2:4$, 矮茎红花(3 份)的基因型及比例为 $aaBB:aaBb=1:2$, 对比题干都少了 2 份, 说明 aB 的雌配子或雄配子不育, B 错误; F_1 高茎红花的基因型有 $1AABB$ 、 $2AABb$ 、 $1AaBB$ 、 $3AaBb$, 其中基因型为 $AaBb$ 的植株占 $3/7$, C 正确; F_1 中高茎红花植株($AaBb$)的 aB 花粉不育, 则该高茎红花与矮茎白花($aabb$)测交后代不会出现矮茎红花($aaB_$), D 正确。

课时精练

选择题 1~4 题, 每小题 6 分, 5~10 题, 每小题 7 分, 共 66 分。

一、选择题

1. (2024·湖北, 18)不同品种烟草在受到烟草花叶病毒(TMV)侵染后症状不同。研究者发现品种甲受 TMV 侵染后表现为无症状(非敏感型), 而品种乙则表现为感病(敏感型)。甲与乙杂交, F_1 均为敏感型; F_1 与甲回交所得的子代中, 敏感型与非敏感型植株之比为 3:1。对决定该性状的 N 基因测序发现, 甲的 N 基因相较于乙的缺失了 2 个碱基对。下列叙述正确的是()

- A. 该相对性状由一对等位基因控制

- B. F_1 自交所得的 F_2 中敏感型和非敏感型的植株之比为 13:3
- C. 发生在 N 基因上的 2 个碱基对的缺失不影响该基因表达产物的功能
- D. 用 DNA 酶处理该病毒的遗传物质, 然后导入正常乙植株中, 该植株表现为感病

答案 D

解析 甲与乙杂交, F_1 均为敏感型, 说明敏感型为显性性状, F_1 与甲回交相当于测交, 所得的子代中, 敏感型与非敏感型植株之比为 3:1, 说明控制该性状的基因至少有两对独立遗传的等位基因(假设为 A/a 、 B/b), A 错误; 根据 F_1 与甲回交所得的子代中, 敏感型与非敏感型植株之比为 3:1, 可知 F_1 基因型为 $AaBb$, 甲的基因型为 $aabb$, 且只要含有显性基因即表现敏感型, 因此 $F_1(AaBb)$ 自交所得 F_2 中非敏感型($aabb$)占 $1/4 \times 1/4 = 1/16$, 其余均为敏感型, 即 F_2 中敏感型和非敏感型的植株之比为 15:1, B 错误; 发生在 N 基因上的 2 个碱基对的缺失会使表现敏感型的个体变为非敏感型的个体, 说明这 2 个碱基对的缺失会影响该基因表达产物的功能, C 错误; 烟草花叶病毒的遗传物质为 RNA, 由于酶具有专一性, 用 DNA 酶处理该病毒的遗传物质, 其 RNA 仍保持完整性, 因此将处理后的病毒导入正常乙植株中, 该植株表现为感病, D 正确。

2. (2025·清远模拟)某种蝴蝶的翅膀有红色、粉色、白色三种类型, 由两对等位基因(A 和 a 、 B 和 b)共同控制, 基因 A 控制红色素合成(AA 和 Aa 的效应相同), 基因 B 为修饰基因, BB 使红色素完全消失, Bb 使红色素颜色淡化(表现为粉色)。现用两组纯合亲本进行杂交, 实验结果如图, 下列叙述错误的是()

第一组: P 白翅蝶 $\times$ 红翅蝶 $\rightarrow F_1$ 粉翅蝶 $\xrightarrow{\text{相互交配}} F_2$ 红翅蝶: 粉翅蝶: 白翅蝶 = 1:2:1

第二组: P 白翅蝶 $\times$ 红翅蝶 $\rightarrow F_1$ 粉翅蝶 $\xrightarrow{\text{相互交配}} F_2$ 红翅蝶: 粉翅蝶: 白翅蝶 = 3:6:7

- A. 在第一组中, F_2 中纯合子所占的比例为 $1/2$
- B. 在第一组中, 亲本白翅蝶的基因型是 $AABB$
- C. 在第二组中, F_2 白翅蝶中纯合子的比例为 $3/7$
- D. 在第二组中, 若 F_1 粉翅蝶进行测交, 则子代中粉翅蝶的比例为 $1/2$

答案 D

解析 红翅蝶对应的基因型为 A_bb , 粉翅蝶对应的基因型为 A_Bb , 白翅蝶对应的基因型为 A_BB 、 $aaB_$ 、 $aabb$; 第二组实验中的 F_2 出现了 3:6:7 的比例, 为 9:3:3:1 的变式, 故 A/a 和 B/b 这两对等位基因的遗传遵循自由组合定律, 结合第一组实验的杂交情况可推知亲本基因型为 $AABB$ (白翅蝶) $\times$ $AAbb$ (红翅蝶), F_1 的基因型为 $AABb$, F_2 的基因型及比例为 $1/4AABB$ 、 $2/4AABb$ 、 $1/4AAbb$, 故在第一组中, F_2 中纯合子所占的比例为 $1/2$, A、B 正确; 结合 A 项的分析, 可推知第二组中 F_1 的基因型为 $AaBb$, 亲本的基因型为 $aaBB \times AAbb$, F_2 中对应的基因型及比例为 $1/16AABB$ 、 $4/16AaBb$ 、 $2/16AaBB$ 、 $2/16AABb$ 、 $1/16AAbb$ 、 $2/16Aabb$ 、 $1/16aaBB$ 、 $2/16aaBb$ 、 $1/16aabb$, 故在第二组中, F_2 白翅蝶($1/16AABB$ 、 $2/16AaBB$ 、 $1/16aaBB$ 、 $2/16aaBb$ 、 $1/16aabb$)中纯合子的比例为 $3/7$, C 正确; 结合 C 项的分析, 第二组

中 F₁ 的基因型为 AaBb, 若进行测交(与 aabb 杂交), 子代基因型及比例为 1/4AaBb、1/4Aabb、1/4aaBb、1/4aabb, 则子代中粉翅蝶的比例为 1/4, D 错误。

3. (2025·广东部分学校联考)某兴趣小组进行了如下实验: 取甲(雌蕊正常, 雄蕊异常, 表现为雄性不育)、乙(雌蕊、雄蕊均可育)两株水稻进行相关实验, 实验过程和结果如表所示。已知水稻雄性育性由等位基因 A/a 控制, A 对 a 为完全显性, 另外 B 基因会抑制不育基因的表达, 使之表现为可育。下列分析错误的是()

P	F ₁	F ₁ 自交得 F ₂
甲与乙杂交	全部可育	可育株: 雄性不育株=13: 3

- A. A 基因为不育基因, F₁ 产生 4 种比例相等的配子
- B. F₂ 出现可育株: 雄性不育株=13: 3 是基因重组的结果
- C. 甲的基因型为 AAbb, F₂ 可育株中能稳定遗传的个体占 3/13
- D. F₁ 与基因型为 aabb 个体杂交后代可育株: 雄性不育株=3: 1

答案 C

解析 F₁ 个体自交得到的 F₂ 中可育株: 雄性不育株=13: 3(是“9: 3: 3: 1”的变式), 与非同源染色体上的非等位基因自由组合有关, 属于基因重组, F₁ 的基因型为 AaBb, 其产生 4 种比例相等的配子, 再结合 B 基因会抑制不育基因的表达, 且甲为雄性不育, 分析可知 A 为不育基因, 可育株的基因型为 A_B_、aaB_、aabb, 雄性不育株的基因型是 A_bb, A、B 正确; 由 F₁ 的基因型推知甲(雄性不育)的基因型为 AAbb, 乙的基因型为 aaBB, F₂ 可育株个体的基因型及占比为 1/13AABB、2/13AABb、2/13AaBB、4/13AaBb、1/13aaBB、2/13aaBb、1/13aabb, 其中只有 2/13AABb 和 4/13AaBb 这两种基因型自交的后代会出现雄性不育株, 故 F₂ 可育株中能稳定遗传的个体所占的比例为 1-2/13-4/13=7/13, C 错误; F₁ 与基因型为 aabb 个体杂交, 后代可育株(AaBb、aaBb、aabb): 雄性不育株(Aabb)=3: 1, D 正确。

4. (2024·广州模拟)萝卜是雌雄同花植物, 其贮藏根(萝卜)的颜色(红色、紫色和白色)和形状(长形、椭圆形和圆形)由两对独立的等位基因控制。一株表型为紫色椭圆形萝卜的植株自交, F₁ 的表型及其比例如表所示。下列叙述错误的是()

F ₁	红色	红色椭	红色	紫色	紫色椭	紫色	白色	白色椭	白色
表型	长形	圆形	圆形	长形	圆形	圆形	长形	圆形	圆形
比例	1	2	1	2	4	2	1	2	1

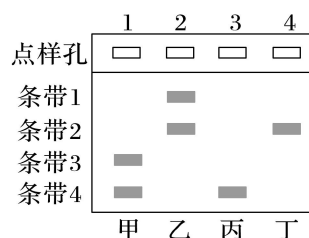
- A. 控制萝卜颜色和形状的两对基因的遗传遵循基因的自由组合定律
- B. 表型为紫色椭圆形萝卜的植株为杂合子, F₁ 中纯合子植株有 4 种表型
- C. F₁ 中白色圆形和红色长形的植株杂交得到 F₂ 后自交, F₃ 表型及比例与 F₁ 类似

D. 若 F_1 随机传粉, F_2 植株中表型为紫色椭圆形萝卜的植株所占比例是 $3/4$

答案 D

解析 假设萝卜的颜色受等位基因 W/w 控制, 形状受等位基因 R/r 控制, 若 F_1 随机传粉, 就颜色而言, F_1 中有 $1/4WW$ 、 $1/2Ww$ 、 $1/4ww$, 产生配子为 $1/2W$ 、 $1/2w$, 雌雄配子随机结合, 子代中紫色(Ww)占 $1/2$; 就形状而言, F_1 中有 $1/4RR$ 、 $1/2Rr$ 、 $1/4rr$, 产生配子为 $1/2R$ 、 $1/2r$, 雌雄配子随机结合, 子代中椭圆形(Rr)占 $1/2$, 因此, F_2 植株中表型为紫色椭圆形萝卜的植株所占比例是 $1/2 \times 1/2 = 1/4$, D 错误。

5.(2024·梅州三模)某双子叶植物种子胚的颜色受两对等位基因 A/a 、 B/b 控制, 表型有橙色、黄色、红色。取甲(橙色)与乙(黄色)植株杂交, F_1 均为红色, F_1 自交, F_2 中红色:橙色:黄色的比例为 $9:4:3$ 。用 A 、 a 、 B 、 b 四种基因的特异性引物对甲、乙细胞的核 DNA 进行 PCR 扩增, 并用 A 基因特异性引物对 F_2 中红色丙、用 B 基因特异性引物对 F_2 中红色丁的核 DNA 进行 PCR 扩增作为标准参照, PCR 产物电泳结果如图所示。下列叙述正确的是()



- A. 甲的基因型为 $AABB$, 乙的基因型为 $aabb$
- B. 条带 1~4 对应的基因分别是 a 、 B 、 b 、 A
- C. 丙和丁的基因型可能是 $AABB$ 、 $AABb$ 、 $AAbb$
- D. F_2 的橙色个体随机传粉, 子代会出现性状分离

答案 B

解析 F_2 中红色:橙色:黄色的比例为 $9:4:3$, 属于 $9:3:3:1$ 的变式, 可以推断 F_1 的基因型为 $AaBb$, 根据题图可推断, 丙的条带 4 对应基因 A , 丁的条带 2 对应基因 B , 则甲基因型为 $AAbb$, 乙基因型为 $aaBB$, 条带 1、2、3、4 对应的基因分别是 a 、 B 、 b 、 A , A 错误, B 正确; 丙、丁为 F_2 中的红色个体, 而 $AAbb$ 个体表型为橙色, C 错误; 橙色个体的基因型为 $1AAbb:2Aabb:1aabb$, 该群体随机传粉, 后代基因型为 $__bb$, 表型全部是橙色, 不会出现性状分离, D 错误。

6. 某植物的花色受 A 、 a 和 B 、 b 两对等位基因控制。当不存在显性基因时, 花色为白色, 当存在显性基因时, 随着显性基因数量的增加, 花色红色逐渐加深。现用两株纯合亲本植株杂交得 F_1 , F_1 自交得 F_2 , F_2 中有白花植株和 4 种红花植株, 按红色由深至浅再到白的顺序统计出 5 种植株数量比例为 $1:4:6:4:1$ 。下列说法正确的是()

- A. 亲本的表型可为白色和最红色或者两种深浅不同的红色
- B. F_2 中与亲本表型相同的类型占 $1/8$ 或 $3/8$

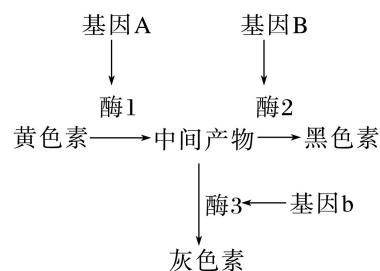
C. 该植物的花色遗传只遵循自由组合定律

D. 用 F_1 作为材料进行测交实验, 测交后代每种表型各占 $1/4$

答案 B

解析 由分析可知, F_1 的基因型是 $AaBb$, 因此两株纯合亲本基因型组合是 $AABB \times aabb$ 或 $AAbb \times aaBB$, 如果是前者, 属于最红色和白色, 后者都属于中等红色, A 错误; 如果亲本基因型是 $AABB$ 、 $aabb$, F_2 中与亲本表型相同的类型占 $1/8$, 如果亲本基因型是 $AAbb$ 、 $aaBB$, F_2 中与亲本表型相同的是含有 2 个显性基因的个体, 分别是 $AaBb$ 、 $AAbb$ 、 $aaBB$, 占 $3/8$, B 正确; 该植物花色的遗传同时遵循分离定律和自由组合定律, C 错误; F_1 测交后代的基因型及其比例是 $AaBb : Aabb : aaBb : aabb = 1 : 1 : 1 : 1$, 表型比例是 $1 : 2 : 1$, D 错误。

7. (2025·深圳检测)某繁殖力超强鼠的自然种群中, 体色有黄色、黑色、灰色三种, 体色色素的转化关系如图所示。已知控制色素合成的两对基因位于两对常染色体上, 基因 B 能完全抑制基因 b 的表达, 不含基因 A 的个体会由于黄色素在体内过多积累而导致 50% 的个体死亡。下列叙述不正确的是()



A. 黄色鼠个体可能有三种基因型

B. 若让一只黄色雌鼠与一只灰色雄鼠交配, F_1 全为黑色鼠, 则双亲的基因型为 $aaBB$ 和 $AAbb$

C. 两只黑色鼠交配, 子代只有黄色和黑色, 且比例接近 $1 : 6$, 则双亲中一定有一只基因型是 $AaBb$

D. 基因型为 $AaBb$ 的雌、雄鼠自由交配, 子代个体表型及比例为黄 : 黑 : 灰 = $2 : 9 : 3$

答案 C

解析 黄色鼠个体的基因型可能为 $aaBB$ 、 $aaBb$ 、 $aabb$, A 正确; 黄色雌鼠($aa_ _$)与灰色雄鼠(A_bb)交配, F_1 全为黑色鼠($A_B_$), 亲本基因型只能是 $aaBB$ 和 $AAbb$, B 正确; 两只黑色鼠($A_B_$)交配, 子代只有黄色($aa_ _$)和黑色($A_B_$), 可知双亲一定都是 Aa , 后代 aa 有 50% 死亡, 故 $aa : A_ = 1 : 6$, 由于后代黄色和黑色的比例接近 $1 : 6$, 说明双亲至少一方含有 BB , 故亲本的基因型为 $AaBB$ 、 $AaBB$ 或 $AaBb$ 、 $AaBB$, C 错误; 基因型为 $AaBb$ 的雌、雄鼠自由交配, 子代符合 $A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 9 : 3 : 3 : 1$, 即黄 : 黑 : 灰 = $4 : 9 : 3$, 由于黄色个体有 50% 的死亡率, 因此子代个体表型及比例为黄 : 黑 : 灰 = $2 : 9 : 3$, D 正确。

8. 某植物的花色受独立遗传的两对等位基因(A/a 和 B/b)控制。当基因 A 存在时开蓝花, 但若还同时存在基因 B 则开紫花, 且当基因 a 和 B 存在于同一配子中时会导致该配子不育。亲本紫花植株与蓝花植株杂交, F_1 中出现蓝花、紫花及白花植株。下列叙述错误的是()

- A. 亲本紫花植株的基因型为 AaBb, 其可产生 3 种可育配子
 B. F₁ 植株共有 5 种基因型, 其中白花植株的基因型为 aabb
 C. 若让 F₁ 中紫花植株随机受粉, 则所得后代中白花植株占 1/25
 D. 若让 F₁ 中紫花植株测交, 则所得后代中蓝花:紫花=1:1

答案 C

解析 根据题意可知, A_bb 为蓝花, A_B_ 为紫花, 则 aa__ 为白花, 亲本紫花植株与蓝花植株杂交, F₁ 中出现蓝花(A_bb)、紫花(A_B_)及白花(aa__)植株, 则亲本紫花植株基因型为 AaBb, 蓝花植株基因型为 Aabb, AaBb 产生的配子为 AB、Ab、ab、aB, 由于当基因 a 和 B 存在于同一配子中时会导致该配子不育, 故只有 3 种可育配子, A 正确; AaBb 产生的可育配子为 AB、Ab、ab, Aabb 产生的配子为 Ab、ab, 形成子代的基因型为 AABb、AAbb、Aabb、AaBb、aabb, 共 5 种基因型, 其中白花植株的基因型为 aabb, B 正确; F₁ 中紫花植株基因型及比例为 AABb:AaBb=1:1, 产生的配子为 AB:Ab:ab:aB=(1/2×1/2+1/2×1/4):(1/2×1/2+1/2×1/4):(1/2×1/4):(1/2×1/4)=3:3:1:1, 由于当基因 a 和 B 存在于同一配子中时会导致该配子不育, 故可育的配子为 AB:Ab:ab=3:3:1, 所得后代中白花植株占 1/7×1/7=1/49, C 错误; F₁ 中紫花植株基因型及比例为 AABb:AaBb=1:1, 产生的可育配子为 AB:Ab:ab=3:3:1, 若让 F₁ 中紫花测交, 后代 AaBb:Aabb:aabb=3:3:1, 表现为蓝花:紫花:白花=3:3:1, 即蓝花:紫花=1:1, D 正确。

9. (2024·梅州三模)某动物的毛色有白色(B)和灰色(b), 尾巴有长尾(D)和短尾(d), 两对基因分别位于两对常染色体上。将灰色长尾母本与白色短尾父本杂交, F₁ 中白色长尾:灰色长尾:白色短尾:灰色短尾=1:1:1:1, 将 F₁ 中的白色长尾雌雄个体杂交, F₂ 中白色长尾:灰色长尾:白色短尾:灰色短尾=4:2:2:1。已知在胚胎期某些基因型的个体会死亡, 下列叙述错误的是()

- A. F₂ 中致死基因型有 5 种, 致死个体含有 BB 或 DD
 B. 灰色长尾母本与白色短尾父本的基因型分别为 bbDd 和 Bbdd
 C. 若 F₂ 中白色长尾与灰色长尾个体杂交, 则子代表型比为 2:2:1:1
 D. 若 F₂ 群体自由交配, 则 F₃ 中白色长尾:灰色长尾:灰色短尾=2:1:1

答案 D

解析 根据灰色长尾母本与白色短尾父本杂交, 得到的 F₁ 中, 白色长尾:灰色长尾:白色短尾:灰色短尾=1:1:1:1, 可推出灰色长尾母本与白色短尾父本基因型分别为 bbDd 和 Bbdd, 根据 F₁ 白色长尾雌雄个体杂交, 得到 F₂ 中白色长尾:灰色长尾:白色短尾:灰色短尾=4:2:2:1, 可得出 F₂ 中致死个体含有 BB 或 DD, 致死基因型有 5 种, 即 BBDD、BBDd、BBdd、BbDD 和 bbDD, A、B 正确; F₂ 中白色长尾与灰色长尾个体杂交即 BbDd×bbDd, 可得子代表型比为 2:2:1:1, C 正确; 若 F₂ 群体(4/9BbDd、2/9bbDd、2/9Bbdd、1/9bbdd)自由交配, 则配子及比例为 1/9BD: 2/9bD: 2/9Bd: 4/9bd, 所以 F₃ 中

BbDd : bbDd : bbdd : Bbdd=1 : 1 : 1 : 1, D 错误。

10. (2025·汕头检测)某自花传粉植物的果实有扁形、圆形和长形 3 种,由独立遗传的两对等位基因 A/a、B/b 共同控制。现让两株结圆形果实的植株进行杂交, F₁ 果实均为扁形, F₁ 自交得 F₂, F₂ 果实的表型及比例为扁形 : 圆形 : 长形=5 : 6 : 1(存在某种配子致死)。下列相关叙述错误的是()

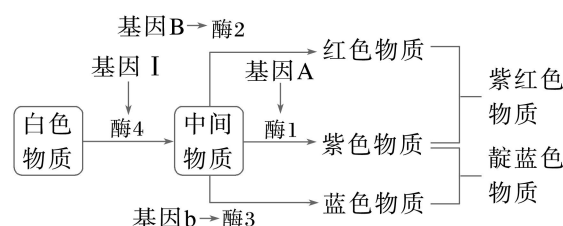
- A. 将 F₂ 中结扁形果实植株自交, 不可根据其后代比例判断其基因型
- B. 让 F₂ 中结圆形果实植株分别自交, 后代出现扁形果实的概率为 0
- C. F₂ 的扁形果实和圆形果实中杂合子分别占 1、2/3
- D. 根据 F₂ 的表型及比例可知基因 A 或 B 纯合致死

答案 D

解析 F₂ 中的表型比例为 5 : 6 : 1, 为 9 : 3 : 3 : 1 的变式, 只有双显中死亡 4 份, 则 F₁ 的基因型为 AaBb, 推测可能是基因型为 AB 的雌配子或雄配子致死, 导致双显性状中少 4 份, 则扁形的基因型为 A_B_, 共有 AaBB、AABb、AaBb 三种基因型, 其中 AaBb 自交后代表型及比例为扁形 : 圆形 : 长形=5 : 6 : 1, AABb、AaBB 自交后代表型及比例均为扁形 : 圆形 3 : 1, 无法区分, 所以不可以通过自交判断 F₂ 扁形果实植株的基因型, A 正确, D 错误; F₂ 中的果实圆形个体基因型为 A_bb 和 aaB_, 分别自交, 后代不可能出现扁形(基因型为 A_B_) 个体, B 正确; 根据 F₂ 的表型及比例可推测扁形果实植株的基因型为 AaBB、AABb、AaBb, 圆形果实植株的基因型为 A_bb 和 aaB_, 长形果实植株的基因型为 aabb, F₂ 的扁形果实和圆形果实植株中杂合子分别占 1、2/3, C 正确。

二、非选择题

11. (16 分)(2024·湛江一模)可自由传粉的某二倍体两性花植物种群, 花瓣颜色由等位基因 A/a、B/b、I/i 共同控制, 花瓣颜色与所含色素颜色一致; 各基因与色素形成之间的关系如图所示, 其中基因 a、基因 i 无具体功能, 基因 I 不影响基因 A/a、B/b 及 i 的功能。回答下列问题:



(1)该植物种群最多有_____种颜色的花瓣。

(2)(14 分)现有甲(靛蓝色花瓣)、乙(红色花瓣)、丙(蓝色花瓣)、丁(白色花瓣)四个纯合品系。

①以甲、乙、丙为实验材料, 选择其中的两个品系设计实验, 可以验证等位基因 A/a、B/b 的遗传遵循自由组合定律。写出所选亲本、实验思路和预期结果。

所选亲本: _____。

实验思路: _____。

预期结果：_____。

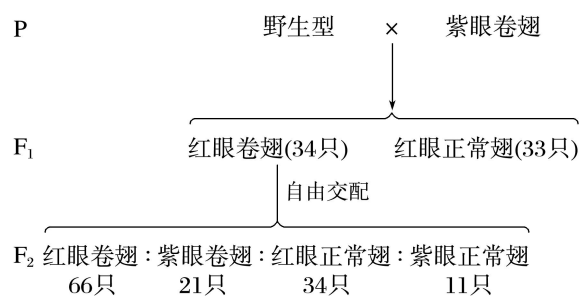
②3 对基因独立遗传，若品系丙与丁杂交， F_1 全部开紫红色花，则丁的基因型为_____；

F_1 自交， F_2 的表型及比例为_____。

答案 (1)5 (2)①甲、乙 选择甲、乙品系进行杂交得 F_1 ， F_1 自交得 F_2 ，观察和统计 F_2 各表型及比例 F_2 表型及比例为紫红色：靛蓝色：红色：蓝色=9：3：3：1 ②iiBBAA 白色：紫红色：靛蓝色：红色：蓝色=16：27：9：9：3

解析 (1)分析题图可知，紫红色的基因型为 $I_B_A_$ ，靛蓝色的基因型为 $I_bbA_$ ，蓝色的基因型为 I_bbaa ，红色的基因型为 I_B_aa ，白色的基因型为 $ii_ _ _$ ，因为紫色物质会和红色物质结合形成紫红色或和蓝色物质形成靛蓝色，故不会出现紫色花瓣，即该植物种群有白色、红色、蓝色、靛蓝色、紫红色共 5 种颜色的花瓣。(2)品系甲、乙、丙、丁的基因型依次为 $IiBbAA$ 、 $IIBBaa$ 、 $IiBbaa$ 、 $ii_ _ _$ 。为验证等位基因 A/a 、 B/b 的遗传遵循自由组合定律，可以选择甲($IiBbAA$)、乙($IIBBaa$)品系进行杂交得 $F_1(IiBbAa)$ ， F_1 自交得 F_2 ，观察和统计 F_2 各表型及比例， F_2 中紫红色花($IIB_A_$)占 $3/4 \times 3/4 = 9/16$ ，靛蓝色花($IiBbA_$)占 $1/4 \times 3/4 = 3/16$ ，红色花(IIB_aa)占 $3/4 \times 1/4 = 3/16$ ，蓝色花($IiBbaa$)占 $1/4 \times 1/4 = 1/16$ ，即若 F_2 表型及比例为紫红色：靛蓝色：红色：蓝色=9：3：3：1，则说明等位基因 A/a 、 B/b 的遗传遵循自由组合定律。丙($IiBbaa$)与丁($ii_ _ _$)杂交， F_1 全部开紫红色花，即 F_1 基因型为 $IiBbAa$ ，因此丁的基因型为 $iiBBAA$ ； $F_1(IiBbAa)$ 自交，计算可得 F_2 中紫红色花($I_B_A_$)占 $3/4 \times 3/4 \times 3/4 = 27/64$ ，靛蓝色花($I_bbA_$)占 $3/4 \times 1/4 \times 3/4 = 9/64$ ，红色花(I_B_aa)占 $1/4 \times 3/4 \times 3/4 = 9/64$ ，蓝色花(I_bbaa)占 $1/4 \times 1/4 \times 3/4 = 3/64$ ，因此白色花($ii_ _ _$)占 $16/64$ ，即 F_2 的表型及比例为白色：紫红色：靛蓝色：红色：蓝色=16：27：9：9：3。

12. (18 分)(2025·广东多校联考)某野生型(红眼正常翅)果蝇群体中发现了紫眼卷翅突变型品系 I 果蝇，为了研究紫眼和卷翅的遗传规律，实验小组利用野生型果蝇和紫眼卷翅果蝇进行了杂交实验，实验过程和结果如图所示(控制红眼和紫眼的基因用 A/a 表示，控制卷翅和正常翅的基因用 B/b 表示，两对基因均位于常染色体上)。回答下列问题：



(1)根据杂交实验结果可知，紫眼卷翅果蝇的卷翅突变为_____ (填“显性”或“隐性”) 突变。

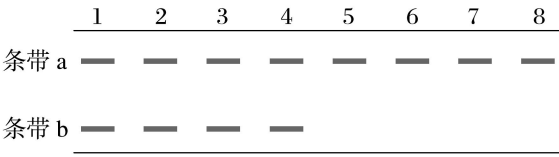
(2)让 F_2 的全部红眼卷翅果蝇随机交配，后代中红眼正常翅果蝇所占的比例为_____。

(3)(14 分)实验小组在该果蝇群体中又发现了一种新的卷翅突变体品系 II，进一步检测发现

品系 I 和品系 II 卷翅果蝇出现的原因是果蝇 Cy 染色体上的同一基因发生了突变，且突变基因都会纯合致死。为了探究两种品系的卷翅突变基因是不是相同的基因，让两个卷翅品系的果蝇进行杂交，杂交后代 F₁ 出现正常翅和卷翅两种表型。

①统计子代表型及比例，若_____，则两品系的卷翅突变基因是相同的基因；若_____，则两品系的卷翅突变基因不是相同的基因。

②为了进一步确定两种品系的卷翅突变基因是不是相同的基因，实验小组选择 F₁ 若干只正常翅和卷翅品系果蝇的相关基因进行电泳，电泳结果如图所示(其中 1~4 号为卷翅，5~8 号为正常翅)。



根据实验结果可知，条带_____来自 Cy 染色体，另外一条条带来自 Cy 的同源染色体。根据电泳的结果可知，两品系的卷翅突变基因_____ (填“是”或“不是”)相同的基因，判断_____理由_____由_____是_____。

答案 (1)显性 (2)8/27 (3)①卷翅：正常翅=2：1 卷翅：正常翅=3：1 ②b 是全部的卷翅果蝇都为杂合子，都只有一条染色体来自 Cy，说明同时带有两个品系的显性基因会致死，因此两个显性基因是相同的致死基因

解析 (1)分析题图可知，F₂ 中红眼卷翅：紫眼卷翅：红眼正常翅：紫眼正常翅≈6：2：3：1，和小于 16，为 9：3：3：1 的变式，其中红眼：紫眼≈3：1，卷翅：正常翅≈2：1，说明红眼卷翅为显性性状，且 BB 纯合致死，因此紫眼卷翅果蝇的卷翅突变为显性突变。(2)由(1)可知，F₁ 红眼卷翅的基因型为 AaBb，F₁ 自由交配得到 F₂，F₂ 中全部红眼卷翅果蝇中的基因型比例为 AABb：AaBb=1：2，将 F₂ 的全部红眼卷翅果蝇随机交配，用拆分法分析，就眼色性状而言，F₂ 中红眼基因型为 1/3AA、2/3Aa，其中 A 的基因频率为 2/3，a 的基因频率为 1/3，则后代红眼(A_)：紫眼(aa)=8：1；就翅形性状而言，由于 BB 致死，F₂ 中卷翅基因型均为 Bb，则后代卷翅(Bb)：正常翅(bb)=2：1，故后代中红眼正常翅(A_bb)果蝇所占的比例为 8/9×1/3=8/27。(3)①设品系 I 的基因型为 B₁b，若两品系的卷翅突变基因是相同的基因，则两卷翅品系基因型均为 B₁b，杂交后代基因型和比例为 B₁B₁：B₁b：bb=1：2：1，由于 B₁B₁ 致死，则子代表型及比例为卷翅：正常翅=2：1；若两种品系的卷翅突变基因是不同基因，则设品系 II 的基因型为 B₂b，两品系杂交得到的子代基因型及比例为 B₁B₂：B₁b：B₂b：bb=1：1：1：1，则子代表型及比例为卷翅：正常翅=3：1。②根据电泳图可知，1~4 号为卷翅，5~8 号为正常翅，两突变品系的突变基因位于 Cy 染色体上，正常基因位于 Cy 的同源染色体上，5~8 号正常翅不存在卷翅突变基因，因此条带 b 表示来

自 Cy 染色体；根据实验结果可知，F₁ 卷翅全部为杂合子，且只有一条染色体来自 Cy，说明其含有一个突变基因和一个正常基因，同时带有两个品系的显性基因会致死，因此两个显性基因是相同的致死基因。