

## 第 07 讲 基因的分离定律和自由组合定律

### 目录

#### 一、考情分析

#### 二、知识建构

#### 三、考点突破

##### 考点 01 基因的分离定律

###### 核心提炼·考向探究

- 核心考向提炼
- 重要考向探究

###### 真题研析·规律探寻

###### 题型归纳·以题定考

题型 01 基因的分离定律的实质

题型 02 基因的分离定律的遗传特例

##### 考点 02 基因的自由组合定律

###### 核心提炼·考向探究

- 核心考向提炼
- 重要考向探究

###### 真题研析·规律探寻

###### 题型归纳·以题定考

题型 01 自由组合定律的实质及验证

题型 02 基因的自由组合定律的遗传特例

#### 四、实验探究

实验设计常用的方法

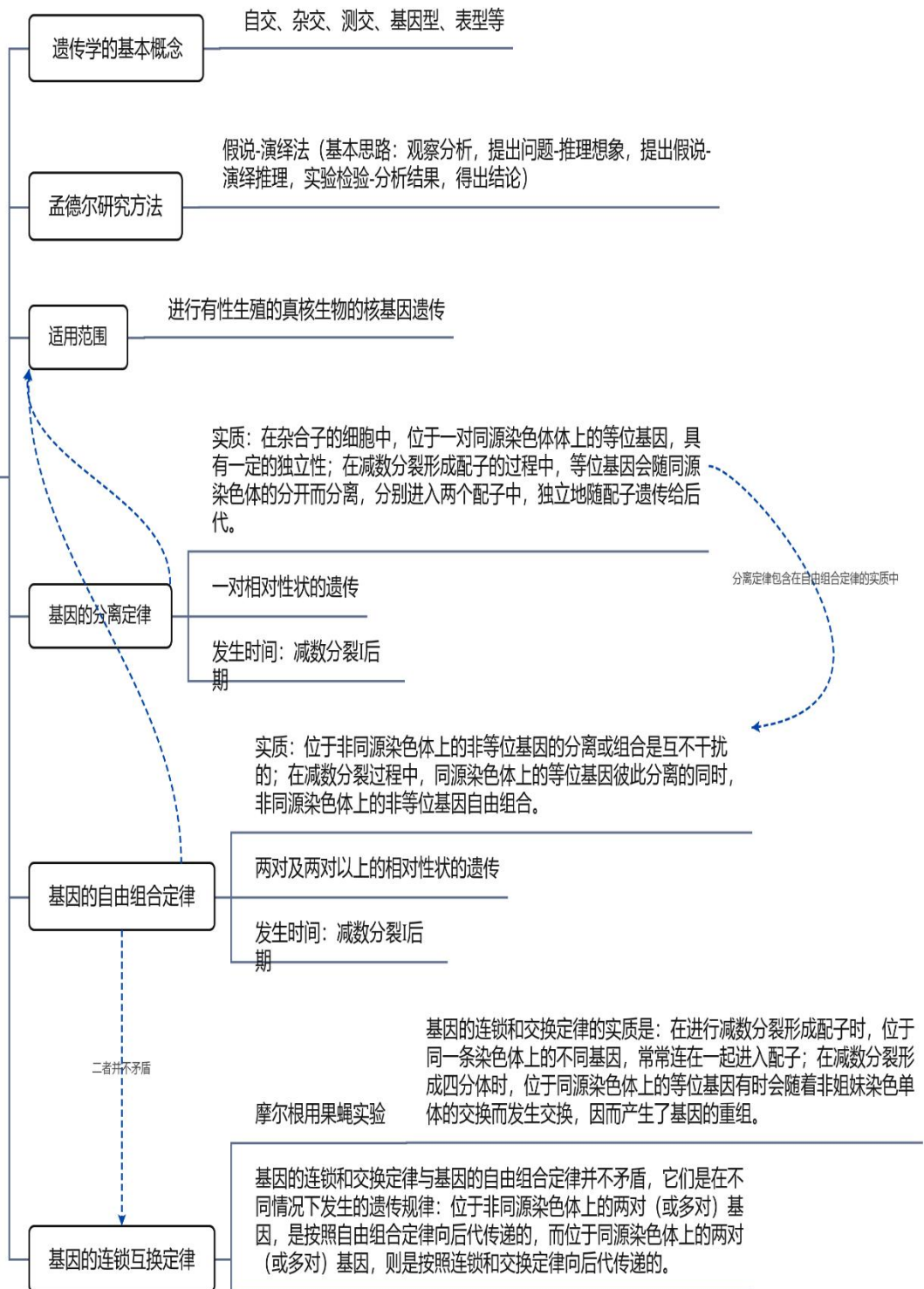
按住 **Ctrl** 键同时点击目录文字即可跳转到对应页

### 考情分析

考点要求	考题统计	考情分析
基因的分离定律	2023 海南卷 (2 分) 2023 全国卷 (6 分) 2022 重庆卷 (2 分) 2022 河北卷 (2 分)	<b>【命题规律】</b> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ 遗传规律方面常以遗传现象为情境,考查遗传规律的实质及相关拓展性应用;能力方面多侧重于考查遗传现象的演绎与推理和相关实验的设计与验证。</li><li>➤ 综合各地高考,有选择题和非选择题。高考试题结合实例考查一对、两对或多对相对性状的杂交实验;考查运用基因的分离定律和自由组合定律预测杂交后代的性状、遗传病的患病概率,解释生产、生活中的遗传相关问题。</li></ul>
基因的自由组合定律	2023 湖南卷 (2 分) 2023 全国卷 (6 分) 2022 山东卷 (2 分) 2021 湖北卷 (2 分)	<b>【命题预测】</b> 会以选择题和非选择题,考查基因的定位,遗传病的患病概率,解释生产、生活中的遗传相关问题等。

# 知识建构

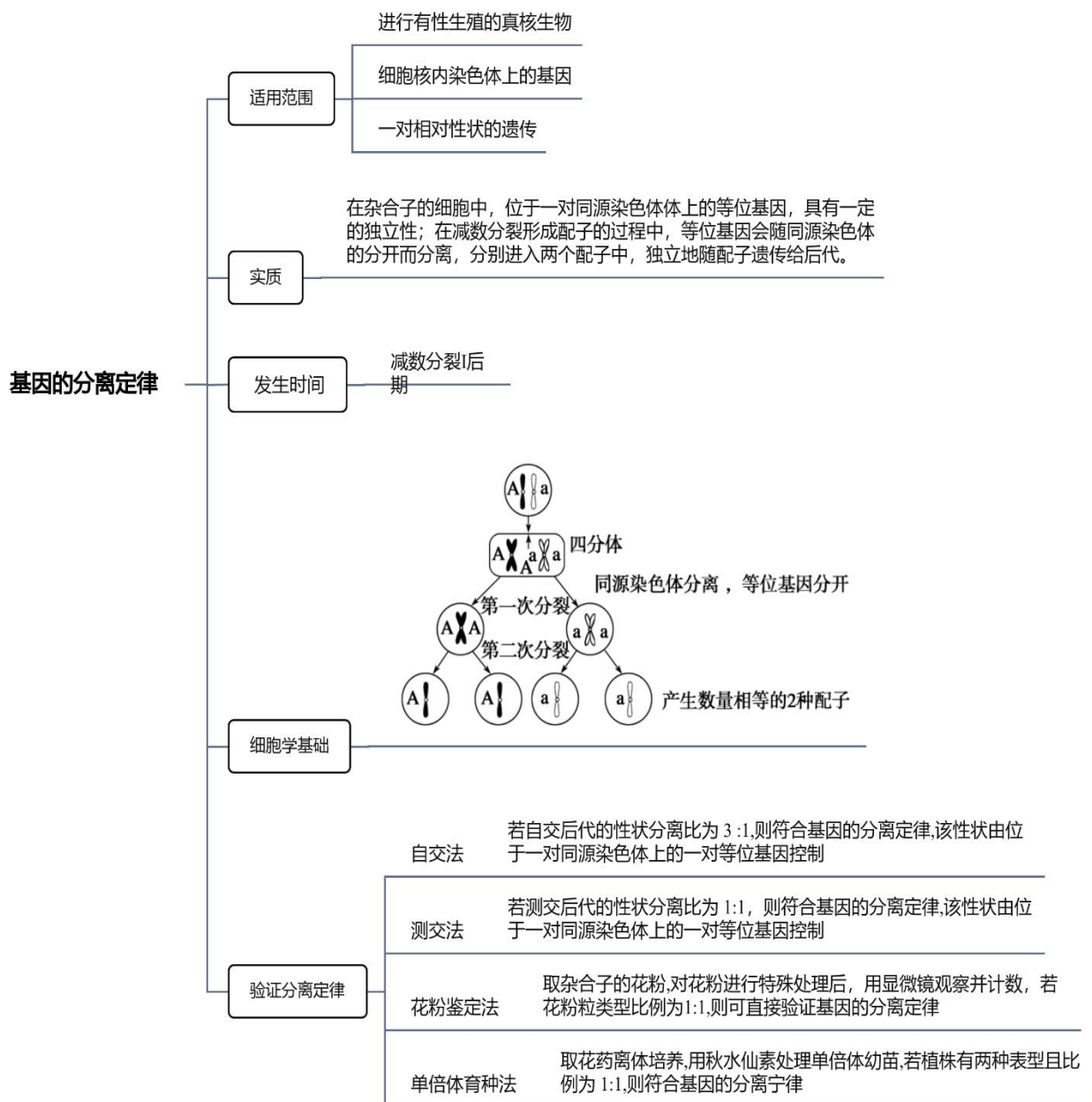
## 遗传的基本规律



考点 01 基因的分离定律

核心提炼·考向探究

➤ 核心考向提炼



➤ 重要考向探究

## 1. “假说—演绎法”辨析

假说—演绎法的5个环节间的对应关系及常见实例

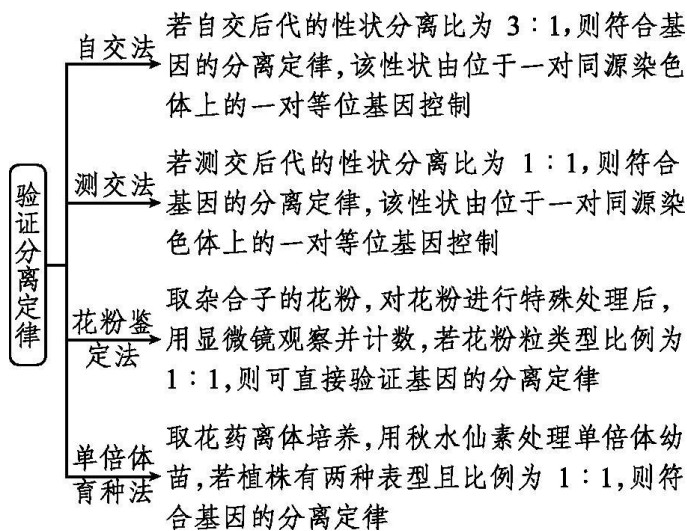
(1) 假说—演绎法主要包括提出问题(在观察和分析的基础上)→提出假说(通过推理和想象,对问题、现象进行分析)→演绎推理(根据假说推出预测结果)→实验验证→得出结论5个基本环节。

(2) 教材中运用“假说—演绎法”研究的常见实例:孟德尔研究基因的分离定律和自由组合定律;摩尔根利用果蝇证明基因在染色体上;证明DNA的复制方式是半保留复制。

## 2. 分离定律的实质与验证

(1) 分离定律的实质:在杂合子的细胞中,位于一对同源染色体上的等位基因,具有一定的独立性,生物体在进行减数分裂形成配子时,等位基因会随着同源染色体的分开而分离,分别进入两个配子中,独立地随配子遗传给后代。

(2) “四法”验证分离定律(也可用于纯合子和杂合子的鉴定)



## 真题研析·规律探寻

1. (2023·海南·高考真题) 某作物的雄性育性与细胞质基因(P、H)和细胞核基因(D、d)相关。现有该作物的4个纯合品种: ①(P) dd(雄性不育)、②(H) dd(雄性可育)、③(H) DD(雄性可育)、④(P) DD(雄性可育), 科研人员利用上述品种进行杂交实验, 成功获得生产上可利用的杂交种。下列有关叙述错误的是( )

- A. ①和②杂交, 产生的后代雄性不育
- B. ②③④自交后代均为雄性可育, 且基因型不变
- C. ①和③杂交获得生产上可利用的杂交种, 其自交后代出现性状分离, 故需年年制种
- D. ①和③杂交后代作父本, ②和③杂交后代作母本, 二者杂交后代雄性可育和不育的比例为 3:1

【答案】D

【详解】A、① (P) dd (雄性不育) 作为母本和② (H) dd (雄性可育) 作为父本杂交，产生的后代的基因型均为 (P) dd，表现为雄性不育，A 正确；B、②③④自交后代均为雄性可育，且基因型不变，即表现为稳定遗传，B 正确；C、① (P) dd (雄性不育) 作为母本和③ (H) DD (雄性可育) 作为父本杂交，产生的后代的基因型为 (P) Dd，为杂交种，自交后代会表现出性状分离，因而需要年年制种，C 正确；D、①和③杂交后代的基因型为 (P) Dd，②和③杂交后代的基因型为 (H) Dd，若前者作父本，后者作母本，则二者杂交的后代为 (H) \_ \_，均为雄性可育，不会出现雄性不育，D 错误。故选 D。

2. (2023·全国·统考高考真题) 水稻的某病害是由某种真菌 (有多个不同菌株) 感染引起的。水稻中与该病害抗性有关的基因有 3 个 (A1、A2、a)；基因 A1 控制全抗性状 (抗所有菌株)，基因 A2 控制抗性性状 (抗部分菌株)，基因 a 控制易感性状 (不抗任何菌株)，且 A1 对 A2 为显性，A1 对 a 为显性、A2 对 a 为显性。现将不同表型的水稻植株进行杂交，子代可能会出现不同的表型及其分离比。下列叙述错误的是 ( )

- A. 全抗植株与抗性植株杂交，子代可能出现全抗：抗性=3：1
- B. 抗性植株与易感植株杂交，子代可能出现抗性：易感=1：1
- C. 全抗植株与易感植株杂交，子代可能出现全抗：抗性=1：1
- D. 全抗植株与抗性植株杂交，子代可能出现全抗：抗性：易感=2：1：1

【答案】A

【详解】AD、全抗植株与抗性植株，有六种交配情况：A1A1 与 A2A2 或者 A2a 交配，后代全是全抗植株；A1A2 与 A2A2 或者 A2a 交配，后代全抗：抗性=1：1；A1a 与 A2A2 交配，后代全抗：抗性=1：1；A1a 与 A2a 交配，后代全抗：抗性：易感=2：1：1。A 错误，D 正确；B、抗性植株 A2A2 或者 A2a 与易感植株 aa 交配，后代全为抗性，或者为抗性：易感=1：1，B 正确 C、全抗与易感植株交，若如果是 A1A1 与 aa，后代全为全抗，若是 A1A2 与 a，后代为全抗：抗性=1：1，若是 A1a 与 aa，后代为全抗：易感=1：1，C 正确。故选 A。

3. (2022·重庆·统考高考真题) 半乳糖血症是 F 基因突变导致的常染色体隐性遗传病。研究发现 F 基因有两个突变位点 I 和 II，任一位点突变或两个位点都突变均可导致 F 突变成致病基因。如表是人群中 F 基因突变位点的 5 种类型。下列叙述正确的是 ( )

类型突变位点	①	②	③	④	⑤
I	+/+	+/-	+/+	+/-	-/-

II	+/+	+/-	+/-	+/+	+/+
----	-----	-----	-----	-----	-----

注：“+”表示未突变，“-”表示突变，“/”左侧位点位于父方染色体，右侧位点位于母方染色体

- A. 若①和③类型的男女婚配，则后代患病的概率是  $1/2$
- B. 若②和④类型的男女婚配，则后代患病的概率是  $1/4$
- C. 若②和⑤类型的男女婚配，则后代患病的概率是  $1/4$
- D. 若①和⑤类型的男女婚配，则后代患病的概率是  $1/2$

**【答案】** B

**【详解】** A、若①和③类型的男女婚配，①基因型是 FF，③的基因型是 Ff，则后代患病的概率是 0，A 错误；B、若②和④类型的男女婚配，②的基因型是 Ff，④的基因型是 Ff，则后代患病（基因型为 ff）的概率是  $1/4$ ，B 正确；C、若②和⑤类型的男女婚配，②的基因型是 Ff，⑤的基因型为 ff，则后代患病（基因型为 ff）的概率是  $1/2$ ，C 错误；D、若①和⑤类型的男女婚配，①基因型是 FF，⑤的基因型为 ff，则后代患病的概率是 0，D 错误。故选：B。

4.（2022·河北·统考高考真题）关于遗传物质 DNA 的经典实验，叙述错误的是（ ）

- A. 摩尔根依据果蝇杂交实验结果首次推理出基因位于染色体上
- B. 孟德尔描述的“遗传因子”与格里菲思提出的“转化因子”化学本质相同
- C. 肺炎双球菌体外转化实验和噬菌体浸染细菌实验均采用了能区分 DNA 和蛋白质的技术
- D. 双螺旋模型的碱基互补配对原则解释了 DNA 分子具有稳定的直径

**【答案】** A

**【详解】** A、摩尔根通过假说—演绎法利用果蝇杂交遗传实验证明了基因位于染色体上，A 错误；B、孟德尔描述的“遗传因子”实质是基因，基因是有遗传效应的 DNA 片段，格里菲思提出的“转化因子”是 DNA，两者化学本质相同，B 正确；C、肺炎双球菌体外转化实验利用酶解法去掉 DNA 或者 DNA 蛋白质，噬菌体浸染细菌实验利用同位素标记法区分 DNA 和蛋白质，两者均采用了能区分 DNA 和蛋白质的技术，C 正确；D、DNA 两条链上的碱基由氢键连接形成碱基对，且遵循 A 与 T 配对、G 与 C 配对的碱基互补配对原则，使 DNA 分子具有稳定的直径，D 正确。故选 A。

5.（2022·海南·统考高考真题）匍匐鸡是一种矮型鸡，匍匐性状基因（A）对野生性状基因（a）为显性，这对基因位于常染色体上，且 A 基因纯合时会导致胚胎死亡。某鸡群中野生型个体占 20%，匍匐型个体占 80%，随机交配得到  $F_1$ ， $F_1$  雌、雄个体随机交配得到  $F_2$ 。下列有

关叙述正确的是（ ）

- A.  $F_1$ 中匍匐型个体的比例为  $12/25$
- B. 与  $F_1$ 相比,  $F_2$ 中 A 基因频率较高
- C.  $F_2$ 中野生型个体的比例为  $25/49$
- D.  $F_2$ 中 A 基因频率为  $2/9$

【答案】D

【详解】A、根据题意, A 基因纯合时会导致胚胎死亡, 因此匍匐型个体 Aa 占  $80\%$ , 野生型个体 aa 占  $20\%$ , 则 A 基因频率= $80\% \times 1/2=40\%$ , a= $60\%$ , 子一代中 AA= $40\% \times 40\%=16\%$ , Aa= $2 \times 40\% \times 60\%=48\%$ , aa= $60\% \times 60\%=36\%$ , 由于 A 基因纯合时会导致胚胎死亡, 所以子一代中 Aa 占  $(48\%) \div (48\%+36\%)=4/7$ , A 错误; B、由于 A 基因纯合时会导致胚胎死亡, 因此每一代都会使 A 的基因频率减小, 故与  $F_1$ 相比,  $F_2$ 中 A 基因频率较低, B 错误; C、子一代 Aa 占  $4/7$ , aa 占  $3/7$ , 产生的配子为 A= $4/7 \times 1/2=2/7$ , a= $5/7$ , 子二代中 aa= $5/7 \times 5/7=25/49$ , 由于 AA= $2/7 \times 2/7=4/49$  致死, 因此子二代 aa 占  $25/49 \div (1-4/49)=5/9$ , C 错误; D、子二代 aa 占  $5/9$ , Aa 占  $4/9$ , 因此 A 的基因频率为  $4/9 \times 1/2=2/9$ , D 正确。故选 D。

6. (2022·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

【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。

7. (2022·浙江·统考高考真题) 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

【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。

### 命题规律

本考点在高考中围绕对基因的分离定律的研究过程，体会遗传实验方法并从细胞水平上阐述遗传规律的实质，查遗传定律的验证原理和方法，要求能设计实验并进行分析，从“遗传规律中特殊的性状分离比”入手结合自由组合定律大范围综合考查减数分裂、遗传规律、伴性遗传、变异、进化等，本焦点考查学生生命观念、科学思维、科学探究的学科素养。在高考中常选择题或非选择题的形式出现，难度较大，常以压轴题的形式出现。高考中多以选择题或非选择题的形式出现，是高考中的高频考点，难度适中。高考考查方向集中如下：

1. 基因分离定律的实质
2. 基因分离定律的特殊分离比
3. 细胞呼吸在生产生活中具体的应用

### 题型归纳·以题定考

#### 题型 01 基因的分离定律的实质

1. 已知三体豌豆( $2n+1$ )减数分裂形成的  $n+1$  型雄配子不能成活，而雌配子则育性正常。现有一株 2 号染色体三体高茎豌豆自交，收集该植株的种子种植，统计后代的表型及比例。下列叙述正确的是( )

- A. 若子代高茎：矮茎=1：0，则亲本基因型是 AA，决定株高的基因不在 2 号染色体上
- B. 若子代高茎：矮茎=3：1，则亲本基因型是 Aa，决定株高的基因位于 2 号染色体上
- C. 若子代高茎：矮茎=2：1，且高茎豌豆中三体的比例为 7/12，则亲本基因型是 Aaa
- D. 若子代高茎：矮茎=18：1，且染色体数目正常的比例为 1/2，则亲本基因型是 AAa

【答案】C

【详解】该高茎豌豆自交，若子代高茎：矮茎=1：0，没有出现性状分离，则亲本应为显性纯合子，基因型可能是 AA 或 AAA，决定株高的基因可能在 2 号染色体上，也可能不在 2 号染色体上，A 错误；该高茎豌豆自交，若子代高茎：矮茎=3：1，符合一对等位基因的自交性状分离比，则亲本基



因型是Aa, 决定株高的基因不在2号染色体上, B错误; 当亲本的基因型为Aaa时, 产生的雌配子为2/6Aa、2/6a、1/6A、1/6aa, 可育的雄配子为1/3A、2/3a, 则子代的基因型为2/18AAa、5/18Aaa、1/18AA、4/18Aa、2/18aaa、4/18aa, 表型及比例为高茎:矮茎=2:1, 高茎豌豆中三体的比例为7/12, C正确; 当亲本的基因型为AAa时, 产生的雌配子为2/6Aa、2/6A、1/6AA、1/6a, 可育的雄配子为2/3A、1/3a, 则子代的基因型为2/18AAA、5/18AAa、2/18Aaa、4/18AA、4/18Aa、1/18aa, 表型及比例为高茎:矮茎=17:1, 染色体数目正常的比例为1/2, D错误。

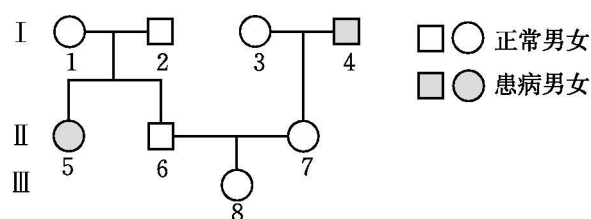
2. 某种昆虫的翅型有长翅、正常翅、小翅3种, 依次由常染色体上的C<sup>+</sup>、C、c基因控制。正常翅个体杂交, 子代全为正常翅或出现小翅个体; 基因型相同的长翅个体杂交, 子代总出现长翅与正常翅个体或出现长翅与小翅个体, 比例接近2:1。如果用一只长翅个体与一只小翅个体杂交, 理论上子代的性状数量比为( )。

- A. 1:1    B. 2:1    C. 3:1    D. 1:2:1

【答案】A

【详解】昆虫的翅型由常染色体上的复等位基因控制, 其遗传遵循基因的分离定律。正常翅的雌、雄个体杂交, 子代全为正常翅个体或出现小翅个体, 说明基因C对c为显性; 基因型相同的长翅个体杂交, 子代总出现长翅与正常翅个体或出现长翅与小翅个体, 说明基因C<sup>+</sup>对C、c为显性, 又比例接近2:1, 可说明基因型C<sup>+</sup>C<sup>+</sup>纯合致死。则长翅个体的基因型为C<sup>+</sup>C、C<sup>+</sup>c, 小翅个体的基因型为cc, 因此一只长翅个体与一只小翅个体杂交, 后代的基因型为C<sup>+</sup>c、Cc或C<sup>+</sup>c、cc, 即后代的性状分离比为长翅:正常翅=1:1或长翅:小翅=1:1, 故选A。

3. 下图是某种单基因遗传病的系谱图, 图中III<sub>8</sub>为杂合子的概率是( )。



- A. 11/18    B. 4/9    C. 5/6    D. 3/5

【答案】D

【详解】根据系谱图, II<sub>5</sub>为患病女孩, 其父母都正常, 所以该单基因遗传病为常染色体隐性遗传病。设用A、a表示相关基因, 则II<sub>6</sub>基因型为1/3AA、2/3Aa, II<sub>7</sub>基因型为Aa, 由于III<sub>8</sub>为正常个体, 其基因型为AA的概率是(1/3) × (1/2) + (2/3) × (1/4) = 1/3, 为Aa的概率是(1/3) × (1/2) + (2/3) × (1/2) = 1/2, 因此, III<sub>8</sub>是杂合子的概率为Aa/(AA+Aa) = (1/2) ÷ (1/2 + 1/3) = 3/5。

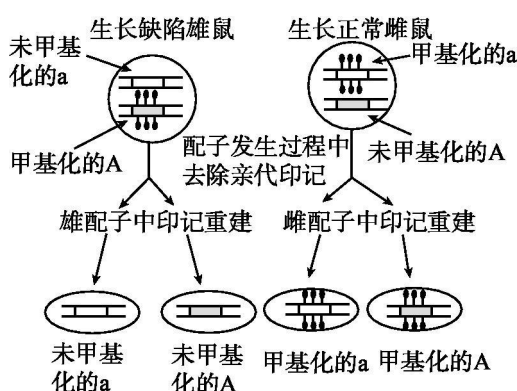
4. (不定项) 果蝇灰身(B)对黑身(b)为显性, 现将纯种灰身果蝇与黑身果蝇杂交, 产生的  $F_1$  再相互交配产生  $F_2$ , 下列分析正确的是( )。

- A. 若将  $F_2$  中所有黑身果蝇除去, 让灰身果蝇自由交配, 则  $F_3$  中灰身与黑身的比例是 8 : 1
- B. 若将  $F_2$  中所有黑身果蝇除去, 让基因型相同的灰身果蝇进行交配, 则  $F_3$  中灰身与黑身的比例是 5 : 1
- C. 若  $F_2$  中黑身果蝇不除去, 让果蝇进行自由交配, 则  $F_3$  中灰身与黑身的比例是 3 : 1
- D. 若  $F_2$  中黑身果蝇不除去, 让基因型相同的果蝇进行交配, 则  $F_3$  中灰身与黑身的比例是 8 : 5

**【答案】** ABC

**【详解】**  $F_2$  基因型为 1BB、2Bb、1bb, 将  $F_2$  中所有黑身果蝇(bb)除去, 让灰身果蝇(1BB、2Bb)自由交配,  $F_3$  黑身的比例为  $(2/3) \times (2/3) \times (1/4) = 1/9$ , 即灰身与黑身的比例是 8 : 1, A 正确; 将  $F_2$  中所有黑身果蝇(bb)除去, 让基因型相同的灰身果蝇(1BB、2Bb)进行交配,  $F_3$  黑身的比例为  $(2/3) \times (1/4) = 1/6$ , 所以灰身 : 黑身 = 5 : 1, B 正确; 若  $F_2$  中黑身果蝇不除去, 则  $F_2$  基因型为 1BB、2Bb、1bb, B 配子的概率 = b 配子的概率 = 1/2, 所以让果蝇进行自由交配, 后代黑身的比例为  $(1/2) \times (1/2) = 1/4$ , 则灰身 : 黑身 = 3 : 1, C 正确; 若  $F_2$  中黑身果蝇不除去, 让基因型相同的果蝇进行交配, 则  $F_3$  中灰身 : 黑身 =  $[1/4 + (1/2) \times (3/4)] : [1/4 + (1/2) \times (1/4)] = 5 : 3$ , D 错误。

5. 遗传印记是因亲本来源不同而导致等位基因表达差异的一种遗传现象, DNA 甲基化是遗传印记重要的方式之一。印记是在配子发生和个体发育过程中获得的, 在下一代配子形成时印记重建。下图为遗传印记对转基因鼠的 *Igf2* 基因(存在功能型 A 和无功能型 a 两种基因)表达和传递影响的示意图, 被甲基化的基因不能表达。下列说法正确的是( )



- A. 雌配子中印记重建后, A 基因碱基序列改变
- B. 由图中配子形成过程中印记发生的机制, 可以断定亲代雌鼠的 A 基因来自它的父方
- C. 亲代雌、雄鼠的基因型均为 Aa, 但表型不同
- D. 亲代雌鼠与雄鼠杂交, 子代小鼠的表型及比例为生长正常 : 生长缺陷 = 3 : 1

【答案】BC

【详解】遗传印记是对基因进行甲基化,影响其表达,碱基序列并没有改变,故雌配子中印记重建后,A基因碱基序列保持不变,A错误;由图中配子形成过程中印记发生的机制可知,雄配子中印记重建时发生去甲基化,雌配子中印记重建时发生甲基化,亲代雌鼠的A基因未甲基化,可以断定亲代雌鼠的A基因来自它的父方,B正确;亲代雌、雄鼠的基因型均为Aa,但表型不同,原因是体细胞内发生甲基化的等位基因不同,且被甲基化的基因不能表达,C正确;亲代雌鼠基因型为Aa,产生的配子为甲基化A':甲基化a'=1:1,雄鼠基因型为Aa,产生的配子为未甲基化A:未甲基化a=1:1,由于被甲基化的基因不能表达,所以子代小鼠基因型及比例为AA'(生长正常):Aa'(生长正常):A'a(生长缺陷):aa'(生长缺陷)=1:1:1:1,即子代小鼠的表型及比例为生长正常:生长缺陷=1:1,D错误。

6. 某二倍体两性花植物的自交不亲和是由15个共显性的等位基因 $S_x(S_1、S_2\cdots S_{15})$ 控制的。该植物能产生正常的雌、雄配子,但当花粉与母本的 $S_x$ 基因相同时,这种花粉的所有精子都不能完成受精作用。下列叙述错误的是( )

- A. 该植物有15种基因型分别为 $S_1S_1、S_2S_2\cdots S_{15}S_{15}$ 的纯合个体
- B.  $S_x$ 复等位基因说明突变具有普遍性和不定向性的特点
- C.  $S_1S_2$ (父本)和 $S_2S_4$ (母本)杂交, $F_1$ 的基因型有两种
- D. 可以通过杂交育种的方法获得各种基因型的植株

【答案】ABD

【详解】该植物的花粉和母本有相同的 $S_x$ 基因时,不能完成受精作用,故该植物群体中不存在纯合个体,A、D错误;该植物有15个共显性的复等位基因 $S_x(S_1、S_2\cdots S_{15})$ ,说明突变具有不定向性,不能说明突变的普遍性,B错误; $S_1S_2$ (父本)和 $S_2S_4$ (母本)杂交,父本产生的 $S_2$ 花粉不能完成受精作用,故 $F_1$ 有 $S_1S_2$ 和 $S_1S_4$ 2种基因型,C正确。

### 题型 02 基因的分离定律的遗传特例

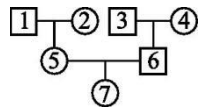
1. 某种实验小鼠的毛色受一对等位基因 $A^{vy}$ 和a的控制, $A^{vy}$ 为显性基因,表现为黄色体毛,a为隐性基因,表现为黑色体毛。将纯种黄色体毛的小鼠与纯种黑色体毛的小鼠杂交,子一代小鼠的基因型都是 $A^{vy}a$ ,却表现出不同的毛色:介于黄色和黑色之间的一系列过渡类型。下列判断和推测正确的是( )

- A. 让子一代黄色小鼠与黑色小鼠测交,测交后代的毛色有黄色和黑色两种,且比例为1:1
- B. 杂合子( $A^{vy}a$ )的体细胞中,基因a均不能表达
- C. 基因 $A^{vy}$ 和a的遗传不遵循分离定律

D. 不同杂合子( $A^{vy}a$ )个体的  $A^{vy}$  基因表达的程度可能不同

**【答案】D**

**【详解】**子一代个体的基因型相同, 却表现出不同的毛色, 推测不同杂合子( $A^{vy}a$ )个体的  $A^{vy}$  基因表达的程度可能不同, 所以让子一代黄色小鼠与黑色小鼠测交, 测交后代的毛色不止有黄色和黑色两种, A 错误, D 正确; 杂合子( $A^{vy}a$ )的体细胞中, 基因 a 也能表达, B 错误; 基因  $A^{vy}$  和 a 是控制一对相对性状的等位基因, 其遗传遵循分离定律, C 错误。



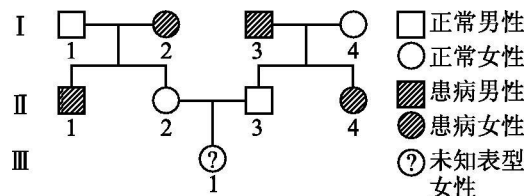
2. 在牵牛花的遗传实验中, 用纯合红色牵牛花和纯合白色牵牛花杂交,  $F_1$  全是粉红色牵牛花。让  $F_1$  自交后,  $F_2$  中出现红色、粉红色和白色三种类型的牵牛花, 比例为 1 : 2 : 1, 如果取  $F_2$  中的粉红色牵牛花和红色牵牛花进行自交, 则后代表型及比例应该为( )

- A. 红色 : 粉红色 : 白色 = 1 : 2 : 1
- B. 红色 : 粉红色 : 白色 = 3 : 2 : 1
- C. 红色 : 粉红色 : 白色 = 1 : 4 : 1
- D. 红色 : 粉红色 : 白色 = 4 : 4 : 1

**【答案】B**

**【详解】**设相关基因用 A、a 表示, 分析题意可知,  $F_2$  中粉红色牵牛花(Aa)与红色牵牛花(AA 或 aa)的比例为 2 : 1, 因此自交时, 粉红色牵牛花( $\frac{2}{3}Aa$ )自交, 子代基因型及比例为  $\frac{1}{6}AA$ 、 $\frac{2}{6}Aa$ 、 $\frac{1}{6}aa$ , 红色牵牛花 [ $\frac{1}{3}AA$  (或 aa)] 自交, 子代基因型及比例为  $\frac{1}{3}AA$  (或 aa), 合并起来为  $\frac{3}{6}AA$  (或 aa)、 $\frac{2}{6}Aa$ 、 $\frac{1}{6}aa$  (或 AA), 对应表型及比例为红色 : 粉红色 : 白色 = 3 : 2 : 1。

3. (不定项) 人类斑秃属于常染色体显性遗传病, 由一对等位基因 A、a 控制, 男生只要携带一个斑秃基因(A)就表现斑秃, 而女性只有显性纯合子(AA)才表现斑秃。某家庭有关斑秃的遗传系谱图如下。下列有关叙述正确的是( )



- A. I-4 的基因型是 aa
- B. II-1 和 II-2 的基因型不相同
- C. III-1 斑秃的概率是 1

D. II-2 和 II-3 生一个非斑秃孩子的概率是 3/4

【答案】D

【详解】分析题图可知, II-3 的基因型为 aa, II-4 的基因型为 AA, 由于 I-3 为斑秃男性, 则 I-3 一定含有 A 基因, 又由于 II-3 的基因型为 aa, 则 I-3 一定含有 a 基因, 则 I-3 的基因型为 Aa, 进一步可推知 I-4 的基因型也是 Aa, A 错误; I-1 的基因型为 aa, I-2 的基因型为 AA, 则 II-1 和 II-2 的基因型均为 Aa, B 错误; II-2 的基因型为 Aa, II-3 的基因型为 aa, 则 III-1 的基因型为 1/2Aa、1/2aa, 由于 III-1 是女孩, 故其表型一定正常, III-1 斑秃的概率是 0, C 错误; II-2(Aa) 和 II-3(aa) 生一个斑秃孩子(基因型为 Aa 的男孩)的概率为  $(1/2) \times (1/2) = 1/4$ , 故 II-2(Aa) 和 II-3(aa) 生一个非斑秃孩子的概率为  $1 - 1/4 = 3/4$ , D 正确。

4. 一豌豆杂合子(Aa)植株自交, 下列叙述错误的是( )

- A. 若自交后代的基因型比例是 2 : 3 : 1, 可能是含有隐性基因的花粉 50%死亡造成的
- B. 若自交后代的基因型比例是 2 : 2 : 1, 可能是隐性个体 50%死亡造成的
- C. 若自交后代的基因型比例是 4 : 4 : 1, 可能是含有隐性基因的配子 50%死亡造成的
- D. 若自交后代的基因型比例是 1 : 2 : 1, 可能是花粉 50%死亡造成的

【答案】B

【详解】理论上, Aa 自交后代基因型比例应为 AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1, 若自交后代基因型比例为 AA : Aa : aa = 2 : 3 : 1, 则可能是含有隐性基因的花粉 50%死亡造成的, A 正确; 若自交后代基因型比例为 AA : Aa : aa = 2 : 2 : 1, 则可能是显性杂合子和隐性个体都有 50%死亡造成的, B 错误; 若含有隐性基因的配子 50%死亡, 则自交后代的基因型比例是 4 : 4 : 1, C 正确; 花粉 50%死亡, 并不影响花粉的基因型比例, 所以后代的性状分离比仍然是 1 : 2 : 1, D 正确。

5. 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。 $I^A I^B$  基因型个体红细胞表面有 A 抗原和 B 抗原, ii 基因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, 结果如下表, 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

**【详解】** A 型血个体的红细胞表面带有 A 抗原, 可以与 A 抗原抗体产生阳性反应, B 型血个体的红细胞表面带有 B 抗原, 可以与 B 抗原抗体产生阳性反应, AB 型血个体的红细胞表面带有 A 抗原、B 抗原, 可以与 A 抗原抗体和 B 抗原抗体产生阳性反应, O 型血个体的红细胞表面无 A 抗原、B 抗原, 不能与 A 抗原抗体和 B 抗原抗体产生阳性反应。由此可判断: 个体 7 为 O 型血, 基因型为  $ii$ ; 个体 1、个体 4 为 AB 型血, 基因型均为  $I^A I^B$ ; 个体 2、个体 5 为 A 型血, 个体 5 的基因型为  $I^A i$ , 则个体 2 的基因型为  $I^A i$ ; 个体 3、个体 6 为 B 型血, 个体 6 的基因型为  $I^B i$ , 则个体 3 的基因型为  $I^B i$ , A 正确, B、C 错误。若个体 5 ( $I^A i$ ) 与个体 6 ( $I^B i$ ) 生第二个孩子, 该孩子的基因型可能是  $I^A I^B$ 、 $I^A i$ 、 $I^B i$  或  $ii$ , D 错误。

### 归 纳 总 结

由亲代推断子代的基因型、表型(正推法)

亲代	子代基因型种类及比例	子代表型种类及比例
$AA \times AA$	全为 $AA$	全为显性
$AA \times Aa$	$AA : Aa = 1 : 1$	全为显性
$AA \times aa$	全为 $Aa$	全为显性
$Aa \times Aa$	$AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1$	显性 : 隐性 = 3 : 1
$Aa \times aa$	$Aa : aa = 1 : 1$	显性 : 隐性 = 1 : 1
$aa \times aa$	全为 $aa$	全为隐性

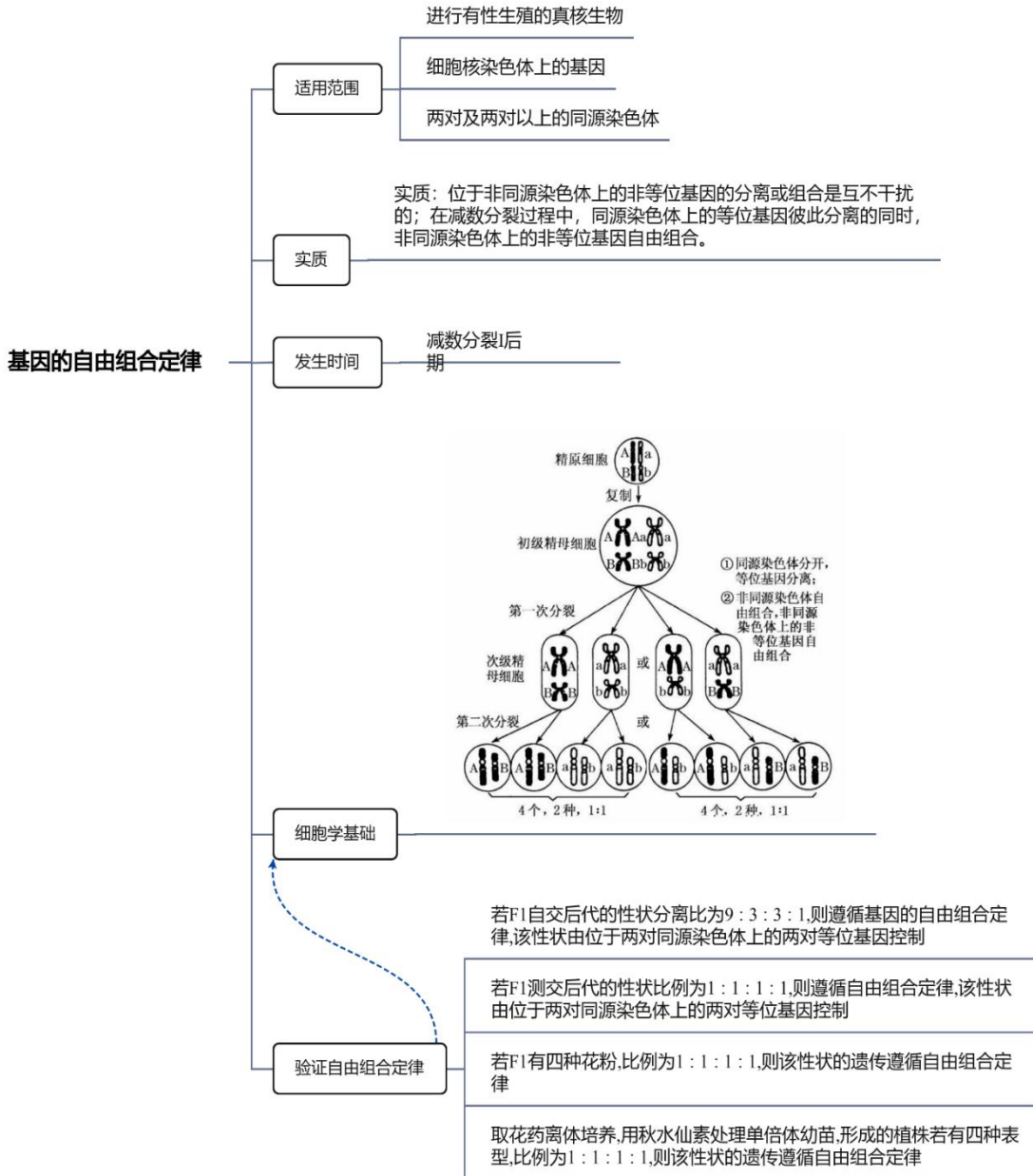
2. 由子代推断亲代的基因型(逆推法)

组合	子代表型种类及比例	亲代基因型
I	显性 : 隐性 = 3 : 1	$Bb \times Bb$
II	显性 : 隐性 = 1 : 1	$Bb \times bb$
III	只有显性性状	$BB \times BB, BB \times Bb, BB \times bb$
IV	只有隐性性状	$bb \times bb$

## 考点 02 基因的自由组合定律

## 核心提炼·考向探究

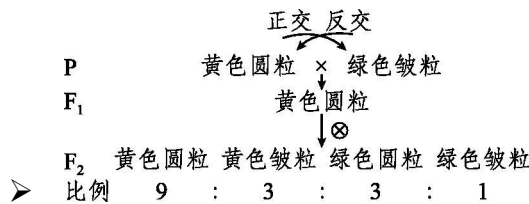
### 核心考向提炼



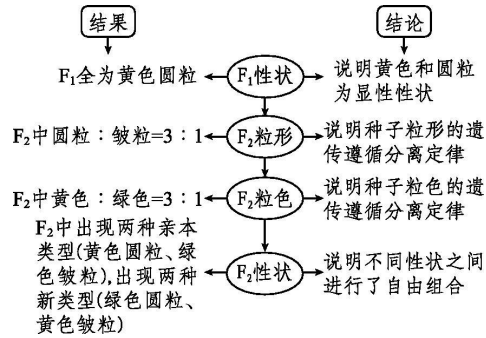
### 重要考向探究

#### 1. 两对相对性状的实验分析

##### (1) 两对相对性状杂交实验的过程

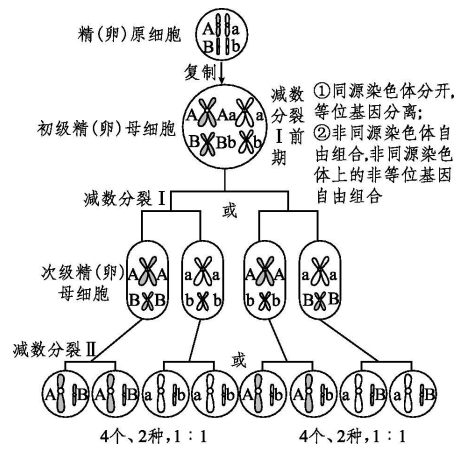


## (2) 对杂交实验结果的分析



## 2. 自由组合定律的实质及验证

### (1) 自由组合定律的细胞学基础



(1)

### (2) 自由组合定律的验证方法(两对等位基因)

验证方法	结论
自交法	若 $F_1$ 自交后代的性状分离比为 $9:3:3:1$ , 则遵循基因的自由组合定律, 该性状由位于两对同源染色体上的两对等位基因控制
测交法	若 $F_1$ 测交后代的性状比例为 $1:1:1:1$ , 则遵循自由组合定律, 该性状由位于两对同源染色体上的两对等位基因控制
花粉鉴定法	若 $F_1$ 有四种花粉, 比例为 $1:1:1:1$ , 则该性状的遗传遵循自由组合定律
单倍体育种法	取花药离体培养, 用秋水仙素处理单倍体幼苗, 形成的植株若有四种表型, 比例为 $1:1:1:1$ , 则该性状的遗传遵循自由组合定律

## 真题研析·规律探尋

1. (2023·山西·统考高考真题) 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**

**【详解】**A、 $F_2$ 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，因此因此控制两个矮秆突变体的基因遵循基因的自由组合定律，即高秆基因型为  $A\_B\_$ ，矮秆基因型为  $A\_bb$ 、 $aaB\_$ ，极矮秆基因型为 aabb，因此可推知亲本的基因型为 aaBB 和 AAbb， $F_1$ 的基因型为 AaBb，A 正确；B、矮秆基因型为  $A\_bb$ 、 $aaB\_$ ，因此  $F_2$ 矮秆的基因型有 aaBB、AAbb、aaBb、Aabb，共 4 种，B 正确；C、由  $F_2$ 中表型及其比例可知基因型是 AABB 的个体为高秆，基因型是 aabb 的个体为极矮秆，C 正确；D、 $F_2$ 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。故选 D。

2. (2023·全国·统考高考真题)某种植物的宽叶/窄叶由等位基因 A/a 控制，A 基因控制宽叶性状；高茎/矮茎由等位基因 B/b 控制，B 基因控制高茎性状。这 2 对等位基因独立遗传。为研究该种植物的基因致死情况，某研究小组进行了两个实验，实验①：宽叶矮茎植株自交，子代中宽叶矮茎：窄叶矮茎=2：1；实验②：窄叶高茎植株自交，子代中窄叶高茎：窄叶矮茎=2：1。下列分析及推理中错误的是（ ）

- A. 从实验①可判断 A 基因纯合致死，从实验②可判断 B 基因纯合致死
- B. 实验①中亲本的基因型为 Aabb，子代中宽叶矮茎的基因型也为 Aabb
- C. 若发现该种植物中的某个植株表现为宽叶高茎，则其基因型为 AaBb
- D. 将宽叶高茎植株进行自交，所获得子代植株中纯合子所占比例为  $1/4$

**【答案】D**

**【详解】**A、实验①：宽叶矮茎植株自交，子代中宽叶矮茎：窄叶矮茎=2：1，亲本为 Aabb，子代中原本为 AA：Aa：aa=1：2：1，因此推测 AA 致死；实验②：窄叶高茎植株自交，子代中窄叶高茎：窄叶矮茎=2：1，亲本为 aaBb，子代原本为 BB：Bb：bb=1：2：1，因此推测 BB 致死，A 正确；B、实验①中亲本为宽叶矮茎，且后代出现性状分离，所以基因型为 Aabb，子代中由于 AA 致死，因此宽叶矮茎的基因型也为 Aabb，B 正确；C、由于 AA 和 BB 均致死，因此若发现该种植物中的某个植株表现为宽叶高茎，则其基因型为 AaBb，C 正确；D、将宽叶高茎植株 AaBb 进行自交，由于 AA 和 BB 致死，子代原本的 9：3：3：1 剩下 4：2：2：1，其中只有窄叶矮茎的植株为纯合子，所占比例为  $1/9$ ，D 错误。故选 D。

3. (2023·湖南·统考高考真题·多选) 为精细定位水稻4号染色体上的抗虫基因, 用纯合抗虫水稻与纯合易感水稻的杂交后代多次自交, 得到一系列抗虫或易感水稻单株。对亲本及后代单株4号染色体上的多个不连续位点进行测序, 部分结果按碱基位点顺序排列如下表。据表推测水稻同源染色体发生了随机互换, 下列叙述正确的是 ( )

	…位点1…位点2…位点3…位点4…位点5…位点6…						
测序结果	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	纯合抗虫水稻亲本
	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	纯合易感水稻亲本
	G/G	G/G	A/A	A/A	A/A	A/A	抗虫水稻1
	A/G	A/G	A/G	A/G	A/G	G/G	抗虫水稻2
	A/G	G/G	G/G	G/G	G/G	A/A	易感水稻1

- A. 抗虫水稻1的位点2-3之间发生过交换
- B. 易感水稻1的位点2-3及5-6之间发生过交换
- C. 抗虫基因可能与位点3、4、5有关
- D. 抗虫基因位于位点2-6之间

**【答案】** ACD

**【详解】** AB、根据表格分析, 纯合抗虫水稻亲本6个位点都是A/A, 纯合易感水稻亲本6个位点都是G/G, 抗虫水稻1的位点1和2都变成了G/G, 则位点2-3之间可能发生过交换, 易感水稻1的位点6变为A/A, 则位点2-3之间未发生交换, 5-6之间可能发生过交换, A正确、B错误; CD、由题表分析可知, 抗虫水稻的相同点为在位点3-5中都至少有一条DNA有A-T碱基对, 即位点2-6之间没有发生变化则表现为抗虫, 所以抗虫基因可能位于2-6之间, 或者说与位点3、4、5有关, C、D正确。故选ACD。

4. (2022·天津·高考真题) 染色体架起了基因和性状之间的桥梁。有关叙述正确的是 ( )

- A. 性状都是由染色体上的基因控制的
- B. 相对性状分离是由同源染色体上的等位基因分离导致的
- C. 不同性状自由组合是由同源染色体上的非等位基因自由组合导致的
- D. 可遗传的性状改变都是由染色体上的基因突变导致的

**【答案】** B

**【详解】** A、细胞质基质中的基因也可以影响性状，性状不都是由染色体上的基因控制的，A 错误；B、等位基因控制相对性状，等位基因位于同源染色体上，同源染色体上等位基因的分离会导致相对性状的分离，B 正确；C、不同性状自由组合是由非同源染色体的非等位基因进行自由组合导致的，C 错误；D、可遗传的性状改变可能是由染色体上的基因突变导致的，也可能是基因重组或者染色体变异引起的，D 错误。故选 B。

5. (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⑥杂交，子代叶片边缘为光滑形

**【答案】** C

**【详解】** AB、①×③、①×④的子代叶片边缘全为锯齿状，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

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/568104045063006041>