

## 第7章 生物的变异和进化

### 第1节 生物的变异

#### 刷基础

#### 1. D 考查点 ▶ 低温诱导植物细胞染色体数目的变化实验

【解析】低温诱导植物细胞染色体数目的变化实验的原理是低温抑制有丝分裂前期纺锤体的形成,从而使染色体数目加倍,A 错误;低温诱导植物细胞染色体数目变化实验中,洋葱根尖用卡诺氏液浸泡 0.5~1 h,以固定细胞的形态,然后用体积分数为 95% 的酒精冲洗 2 次,B 错误;“低温诱导植物细胞染色体数目的变化”实验和“观察根尖分生区组织细胞的有丝分裂”实验中制作装片的过程相同,即解离→漂洗→染色→制片,C 错误;低温诱导多倍体细胞形成过程中,低温抑制了纺锤体的形成,使细胞分裂被阻断,故无完整的细胞周期,D 正确。

#### 刷有所得

低温诱导植物细胞染色体数目变化实验的原理、步骤、试剂

①该实验的原理为低温能抑制纺锤体的形成,阻断细胞分裂,而引起细胞内染色体数目加倍;②该实验的步骤为选材培养→低温诱导→固定→解离→漂洗→染色→制片;③该实验采用的试剂有卡诺氏液(固定)、龙胆紫溶液(染色)、质量分数为 15% 的盐酸和体积分数为 95% 的酒精的混合液(解离)、体积分数为 95% 的酒精(冲洗卡诺氏液)。

#### 2. B 考查点 ▶ 细胞癌变

【解析】根据题意可知,缺少 M 蛋白的癌细胞的染色体在一些关键位置处于展开状态,因此肿瘤的发生可能与染色体解螺旋有关,A 正确;由题意可知,癌细胞的一系列基因被激活,使其“永生”,因此癌细胞无限增殖与基因的表达调控有关,B 错误;由题意可知,癌细胞中缺少 M 蛋白,推测在癌细胞中,M 蛋白的基因可能处于关闭状态,C 正确;由题意可知,缺少 M 蛋白的癌细胞的染色体在一些关键位置处于展开状态,激活了一系列基因,使癌细胞“永生”,所以研制促进癌细胞中的 M 蛋白合成的药物可能有助于攻克癌症,D 正确。

#### 关键点拨

分析题意“发现其染色体在一些关键位置处于展开状态,激活了一系列基因”可知,该位置染色体未发生高度螺旋或者发生了解螺旋,导致此处的基因可以顺利表达。

#### 3. D 突破点 ▶ 图表分析—生物的变异

【解析】DNA 聚合酶能催化 DNA 的复制过程,其结合位点在 DNA 上,A 正确;跳跃基因可随机插入基因组,可能导致基因重组或染色体变异等,B 正确;跳跃基因可随机插入基因组,据此推测,同一跳跃基因可能在多条染色体间跳跃,也可能跳回原位,C 正确;跳跃基因引起的变异包括基因突变、基因重组和染色体变异,它们均属于可遗传变异,但如果发生在体细胞中,则无法遗传给后代,D 错误。

#### 4. C 突破点 ▶ 图表分析—基因突变和基因重组

##### 思路分析

根据题图可以看出,  $SGR^Y$  蛋白和  $SGR^y$  蛋白的氨基酸序列有 3 处差异, ①处氨基酸由 T 变成 S, ②处氨基酸由 N 变成 K, 推测是基因相应的碱基对发生了替换, ③处多了一个氨基酸, 推测是基因相应位置发生了碱基对的增添。

【解析】基因型为  $Yy$  的豌豆植株自交得到  $\frac{1}{4}$  的绿色子叶种子, 是性状分离的结果, A 错误。由思路分析可知, Y 基因突变为 y 基因的根本原因是发生了碱基对的替换和增添, B 错误。  $SGR^Y$  蛋白的第 12 和 38 位氨基酸所在的区域的功能是引导蛋白进入叶绿体, 根据题意,  $SGR^Y$  和  $SGR^y$  都能进入叶绿体, 说明①②处的变异没有改变其功能; 由题意可知  $SGR^y$  对叶绿素的降解功能减弱, 推测是③处的突变导致的, C 正确。基因 Y 与基因 y 通过控制叶绿素降解的代谢过程, 从而间接控制子叶颜色, D 错误。

#### 5. B 考查点 ▶ 染色体结构的变异

##### 思路分析

根据左侧题图中 m 和 n 上的染色体片段的排列顺序, 可以分析出染色体结构变异的类型。若左侧题图中 m 为正常染色体, 则 n 染色体发生了倒位。染色体桥形成过程中发生了染色体片段缺失以及非姐妹染色单体的拼接。

【解析】m 和 n 长臂上的染色体片段种类相同, 但倒位可能导致基因被剪切后重新拼接从而使其蕴含的遗传信息不同, A 错误; 染色体桥的形成通常与染色体的不稳定有关, 例如由于端粒功能障碍导致的染色体末端融合, 当端粒酶正常工作时, 可以修复端粒序列, 能够防止染色体末端的融合, 从而避免染色体桥的生成, 因此推测染色体桥形成前, 细胞中的端粒酶没有正常发挥作用, B 正确; 减数第一次分裂时, 染色体桥随机断裂分为两条染色体, 形成的子细胞中染色体数目正常, C 错误; 染色体桥断裂后, 随后细胞正常进行分裂, 可能会获得含有正常染色体 m 或 n 的成熟生殖细胞, D 错误。

##### 易错警示

##### 染色体结构变异中的缺失和基因突变中的缺失

染色体结构变异中的缺失会导致染色体上基因数目的减少; 基因突变中的缺失是指基因中碱基对的缺失, 会引起碱基数目的减少, 一般不改变基因数目。

##### 刷

##### 提分

#### 1. D 突破点 ▶ 图表分析—基因突变

##### 题图解读

突变的基因 C 是由正常的基因 C 发生碱基对的替换 (G—C 碱基对替换为 A—T 碱基对) 所致。由基因序列、氨基酸序列及氨基酸对应密码子可知, 正常的基因 C 转录形成的 mRNA 序列为 …… AUGGUCUCACUGCAACCG ……, 突变的基因 C 转录形成的 mRNA 序列为 …… AUGGUCUCACUGUAACCG ……, 因此, 题图所示基因序列应为编码链 (模板链的互补链), 突变的基因 C 编码的 mRNA 中终止密码子提前出现。

**【解析】**突变的基因 C 是由正常的基因 C 发生碱基对的替换,由 G—C 碱基对(含有三个氢键)替换为 A—T 碱基对(含有两个氢键)所致,所以该突变会改变基因中的氢键数目,A 错误。基因突变的随机性是指基因突变可以发生在生物个体发育的任何时期,可以发生在细胞内不同 DNA 分子上以及同一个 DNA 分子的不同部位;基因突变的不定向性是指一个基因可以发生不同的突变,产生一个以上的等位基因,故同一个基因可突变出不同的基因,体现了基因突变具有不定向性,B 错误。根据题图中第一位氨基酸是 Met,且其对应的密码子为 AUG 可知,模板链对应的碱基序列应为 TAC,故推测题图中基因序列为非模板链的序列,C 错误。由题图解读可知,突变的基因 C 编码的 mRNA 中终止密码子(UAA)提前出现,则其所编码的肽链变短,控制合成的蛋白质相对分子质量减小,D 正确。

## 2. A 考查点 ▶ 染色体变异

**【解析】**如果发生的变异类型是个别染色体数量变异,基因型为 DDd 的植株产生 D、Dd、DD、d 四种配子的比例为 2 : 2 : 1 : 1,则甲与矮秆植株杂交,后代高秆与矮秆的比例为 5 : 1;乙自交,后代高秆与矮秆的比例为 35 : 1。如果发生的变异类型是染色体片段重复,基因型为 DDd 的植株产生 DD、d 两种配子的比例为 1 : 1,则甲与矮秆植株杂交,后代高秆与矮秆的比例为 1 : 1;乙自交,后代高秆与矮秆的比例为 3 : 1。如果发生的变异类型是染色体片段易位,基因型为 DDd 的植株产生 D、Dd、DD、d 四种配子的比例为 1 : 1 : 1 : 1,则甲与矮秆植株杂交,后代高秆与矮秆的比例为 3 : 1;乙自交,后代高秆与矮秆的比例为 15 : 1。由题意知,植株甲与矮秆植株杂交,后代高秆与矮秆的比例为 3 : 1,则植株甲发生的变异类型为染色体片段易位;植株乙自交后代高秆与矮秆的比例为 3 : 1,则植株乙发生的变异类型为染色体片段重复,A 正确。

## 3. C 突破点 ▶ 图表分析—基因突变、基因重组

**【解析】**基因突变是指 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,基因 D、E 是由基因突变产生的,因此,其中可能会发生碱基对的替换、增添或缺失,A 正确;基因突变具有突变频率很低及不定向等特点,故利用  $\gamma$  射线照射蚕蛹从而获得题述变异的概率较低,B 正确;基因 D、E 的出现体现了基因突变的随机性,C 错误;由题意可知,基因 D 或基因 E 纯合个体致死,若  $Z^{De}Z^{DE}$  与  $Z^{de}W$  的后代中出现雌蚕,可能是父本中的两条 Z 染色体上的 D 与 d 之间或者 E 与 e 之间发生了互换,产生了基因型为  $Z^{DE}$  和  $Z^{de}$  的雄配子,属于基因重组,D 正确。

## 4. ABD 突破点 ▶ 图表分析—染色体变异与育种

**【解析】**野生型罗汉果为二倍体,含有 28 条染色体,由题图可知,突变体 M 为四倍体,含有 4 个染色体组,含有 56 条染色体,秋水仙素能抑制纺锤体形成,使染色体数目加倍,因此可用秋水仙素处理野生型幼苗获得突变体 M,A 正确;将突变体 M(四倍体)与野生型(二倍体)杂交,得到的罗汉果 F 为三倍体( $3n=42$ ),减数分裂时同源染色体联会紊乱,可产生无子果实,B 正确;罗汉果 F 为三倍体( $3n=42$ ),培育原理是染色体变异,每个染色体组含  $42 \div 3 = 14$ (条)染色体,C 错误;突变体 M(四倍体)与野生型(二倍体)杂交,得到的罗汉果 F 不育,故野生型罗汉果和突变体 M 存在生殖隔离,属于两个物种,D 正确。

5. (1) 不属于 两种小麦之间存在生殖隔离 (2) 21 AABDDR  
5B、7B、5BS · 7BS、5BL · 7BL (3) 染色体数目变异和染色体结构变异 (4) D 组染色体缺失数目 回交 (5) 1 : 3 分离定律  
**突破点** ▶ 信息提取—染色体变异

**题图解读**

由题图 2 可知, 5B 和 7B 易位后可产生 5BS · 7BS 和 5BL · 7BL。结合题意可知, 植株 Z9-1 的变异类型有染色体数目变异(亲本均为 42 条染色体, 正常情况下  $F_1$  应只有 42 条染色体, 但 Z9-1 有 44 条染色体)和染色体结构变异(易位)。

**【解析】**(1) 黑麦和四倍体硬粒小麦杂交所得的杂交种不可育, 即两种小麦之间存在生殖隔离, 不属于同一物种。

(2) 六倍体小黑麦共有 42 条染色体, 含 3 种不同的染色组, 每个染色体组含 7 条染色体, 所以其根尖细胞中有 21 种形态的染色体。题图 3 中亲本分别产生含染色体组 ABR 和 ABD 的配子,  $F_1$  染色体组成为 AABDDR, 六倍体小麦川麦细胞中 B 组染色体中 5 号、7 号染色体发生易位, 形成题图 2 所示的易位纯合子, 即六倍体小麦川麦细胞中 B 组染色体中 5 号、7 号染色体有 5B、7B、5BS · 7BS、5BL · 7BL。

(3) 结合题图解读可知, 植株 Z9-1 的变异类型有染色体数目变异和染色体结构变异。

(4)  $BC_1F_1$  中 5 个不育植株中 D 组染色体缺失数目较多, 在 3~7 条之间, 大多数 D 组染色体呈单体存在, 而可育的 Z9-1 植株细胞中 D 组染色体仅缺失 1 条染色体, 故可推测  $BC_1F_1$  植株的育性与 D 组染色体缺失数目多少相关, 由于其缺失过多导致育性降低。可采用与亲本 AABDD 多次回交的方式, 尽可能多的获得 D 组染色体, 使该组染色体迅速恢复, 保证后代育性的恢复。

(5) Z9-1 植株细胞中 D 组染色体仅缺失 1 条 6D 染色体, 相当于杂合子, 对 Z9-1 自交获得的 104 个  $BC_1F_2$  后代研究发现, 不含 6D(记作 OO) 和含 6D(记作 6DO 或 6D6D) 所占植株数的比例为 1 : 3, 遵循基因的分离定律。

6. (1) 同一杂合子个体中, 有的细胞中的  $X^B$  染色体失活, 表现为黄色, 有的细胞中的  $X^b$  染色体失活, 表现为黑色(同一杂合子个体的不同细胞中,  $X^B$ 、 $X^b$  的失活是随机的) (2) 黑色雌猫 : 玳瑁色雌猫 : 黑色雄猫 : 黄色雄猫 = 1 : 1 : 1 : 1  $\frac{1}{4}$   $\frac{9}{16}$  (3) 4

(4) 将含失活中心的 DNA 片段插入多出的一条 21 号染色体 DNA 中, 并促进(激活)多出的一条 21 号染色体上失活中心的  $Xist$  基因的转录, 转录出的 RNA 对多出的 21 号染色体进行包裹并吸引失活因子聚集, 从而使得多出的那条染色体失活, 剩余的两条 21 号染色体正常发挥作用

**突破点** ▶ 信息提取—染色体数目的变异

**【解析】**(1) 分析题意, 雌性哺乳动物在胚胎发育的某时期, 细胞中的两条 X 染色体会随机失活一条, 失活的 X 染色体不能进行基因表达, 而猫属于 XY 型性别决定生物, 其雌性体内有两条 X 染色体。同一杂合子个体中, 有的细胞中的  $X^B$  染色体失活, 表现为黄色; 有的细胞中的  $X^b$  染色体失活, 表现为黑色, 故出现黑黄相间的毛色, 即玳瑁色。

(2) 黑色雄猫( $X^B Y$ ) 与玳瑁色雌猫( $X^B X^b$ ) 杂交得到  $F_1$ ,  $F_1$  基因

型及比例为  $X^B X^B$  (黑色) :  $X^B X^b$  (玳瑁色) :  $X^B Y$  (黑色) :  $X^b Y$  (黄色) = 1 : 1 : 1 : 1,  $F_1$  表型及比例为黑色雌猫 : 玳瑁色雌猫 : 黑色雄猫 : 黄色雄猫 = 1 : 1 : 1 : 1。  $F_1$  雌雄个体随机交配得到  $F_2$ , 由  $F_1$  基因型及比例为  $X^B Y$  :  $X^b Y$  :  $X^B X^b$  :  $X^B X^B$  = 1 : 1 : 1 : 1, 可推测  $F_1$  产生雄配子的种类及比例为  $X^B$  :  $X^b$  :  $Y$  = 1 : 1 : 2, 产生雌配子的种类及比例为  $X^B$  :  $X^b$  = 3 : 1, 所以  $F_2$  中玳瑁猫 ( $X^B X^b$ ) 所占的比例为  $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{1}{4}$ , 黑色猫 ( $X^B X^B$ 、 $X^B Y$ ) 所占的比例为  $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} + \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} = \frac{9}{16}$ 。

(3) “三体自救”是指受精卵中的某一同源染色体存在三条, 则有一定概率会随机清除其中的一条。基因型是  $X^B X^b Y$  的受精卵可能清除随机一条, 此种情况下发育成的个体可能有  $X^B X^b$ 、 $X^B Y$ 、 $X^b Y$  三种基因型; 也可能无法清除, 形成基因型仍为  $X^B X^b Y$  的个体, 故发育成的个体可能有 4 种基因型。

(4) 研究人员希望能将该机制应用于 21 三体综合征的治疗研究中, 推测其设想为将含失活中心 (或 *Xist* 基因) 的 DNA 片段插入多出的一条 21 号染色体 DNA 中, 并激活 *Xist* 基因的转录, 转录出的 RNA 对多出的 21 号染色体进行包裹并吸引失活因子聚集, 从而使得多出的那条染色体失活, 剩余的两条 21 号染色体正常发挥作用。

## 专题 1 细胞分裂过程中的遗传变异分析

### 刷 难关

#### 1. C 突破点 ▶ 图表分析—细胞分裂与生物的变异

【解析】该嵌合体是部分细胞有丝分裂后期 Y 染色体移向同一极, 子细胞的染色体数目异常造成的, 此过程中发生了染色体数目变异, A 正确; 若后续细胞均正常分裂, 则该机体为 XY/XO/XYY 三重嵌合体, B 正确; 若减数分裂时发生 Y 染色体分离异常, 且由此形成的异常 YY、O 配子参与受精, 会使得受精卵分裂形成的细胞都异常, 不会形成嵌合体, C 错误; 胚胎发育过程中该变异发生得越早, 随着分裂次数的增加, 变异细胞数量越多, D 正确。

#### 2. A 考查点 ▶ 减数分裂异常情况分析

【解析】题图甲中, 同源染色体的非姐妹染色单体交换片段, A 错误; 若交换部分不等长, 则分离后, 其中一条染色体长, 另一条染色体短, 短的缺失了部分染色体片段, 该片段在长染色体中重复出现, B 正确; 只考虑 N、n 基因, 该精原细胞发生题图乙变化后, 经减数分裂产生的精细胞的基因型可能为 N、n、NN、nn、O (O 表示没有相应的基因), 有 5 种可能, C 正确; 该精原细胞发生题图甲变化后, 会分别产生基因型为 MmNN 和 Mmmn 的次级精母细胞, 其中基因型为 MmNN 的次级精母细胞再发生题图乙变化后, 可能会产生一个基因型为 MmN 的精细胞, D 正确。

#### 3. B 考查点 ▶ 染色体结构变异

【解析】由题意可知, 在减数分裂过程中, 某个体会出现因染色体变异而导致的染色体异常配对与分离的现象, 分离的方式有邻近分离和相间分离两种, 若得到的单个配子中同时存在缺失和重复, 这样的配子往往是不育的, 题图中染色体的某一片段移接到另一条非同源染色体上, 变异类型属于染色体结构变异中的易位, A 正确; 若按邻近分离方式完成减数分裂, 会导致配子中同时有缺失和重复, 即配子通常是不育的, B 错误; 若按相间分离

方式完成减数分裂,每对同源染色体正确分离,产生的配子不会同时存在缺失和重复,C 正确;若无其他变异,按相间分离方式得到的配子中,有一半结构正常,一半存在染色体结构变异,D 正确。

### 刷有所得 染色体结构变异的基本类型

- (1) 缺失:染色体中某一片段的缺失引起变异,例如,果蝇缺刻翅的形成。
- (2) 重复:染色体增加了某一片段引起变异,例如:果蝇棒眼的形成。
- (3) 倒位:染色体某一片段位置颠倒,造成染色体上基因的排列顺序发生改变,例如,果蝇卷翅的形成。
- (4) 易位:染色体的某一片段移接到另一条非同源染色体上引起变异。

## 专题 2 生物育种

### 刷 难关

#### 1. D 考查点 ▶ 染色体数目变异

【解析】有丝分裂中期,染色体数目清晰,结构稳定,因此通常选择处于有丝分裂中期的细胞进行核型分析,A 错误;减数第一次分裂后期,同源染色体分离,细胞中不存在四分体,B 错误;品种乙含有早期蒿属祖先的两个染色体组和变异蒿属祖先的两个染色体组,为异源四倍体,C 错误;根据题意可知,香艾含有两条超长的 10 号染色体,且上面的基因可以和 8、9 号染色体上的基因一一对应,说明香艾 10 号染色体上含有 8、9 号染色体的结构,因此推测 10 号染色体可能是变异蒿属祖先的 8、9 号两条染色体连接而成的产物,D 正确。

#### 2. B 突破点 ▶ 图表分析—杂交育种和多倍体育种

##### 题图解读

分析题图 1,途径 1 是通过杂交育种的方法获得品种 A;途径 2 是利用染色体变异的原理获得品种 B;途径 3 是将体细胞培养后再用秋水仙素处理,获得四倍体植株,属于多倍体育种;途径 4 是利用基因突变的原理进行了诱变育种。

【解析】据题图解读可知,途径 1 是通过杂交育种的方法获得品种 A,途径 1 选育的基因型为  $hhrr$  个体是双隐性个体,可以直接从  $HhRr$  自交的后代筛选出,A 错误;途径 2 中用秋水仙素处理花粉离体培养获得的幼苗,由于秋水仙素能抑制纺锤体的形成,使得染色体数目加倍,从而获得纯合的二倍体植株,这种方法可以快速获取纯合的品种 B,B 正确;途径 3 是将体细胞培养后再用秋水仙素处理获得四倍体植株,属于多倍体育种,其原理为染色体数目变异,多倍体植株一般茎秆粗壮、果实较大、营养物质含量增加,C 错误;据题图 2 可知,途径 4 中  $r$  基因突变为  $R$  基因时,②处之后氨基酸的序列都发生了改变,无法确定导致②处突变的原因是发生了碱基的增添,D 错误。

### 刷有所得

人工诱导多倍体的方法很多,如低温处理、用秋水仙素诱发等。其中,用秋水仙素来处理萌发的种子或幼苗,是目前最常用且最有效的方法。当秋水仙素作用于正在分裂的细胞时,能够抑制纺锤体的形成,导致染色体不能移向细胞的两极,从而引起细胞内染色体数目加倍。染色体数目加倍的细胞继续进行有丝分裂,就可能发育成多倍体植株。



### 3. (1) 基因突变 $\frac{1}{6}$ (2) ① $F_1$ 自交所得 $F_2$ 的表型比例不符合自由组合定律, 亲本绿茎雄性不育的基因型是 $aamsms$ , 所以 $ms$ 基因与 $a$ 基因位于同一条染色体上 ②选择绿茎的番茄幼苗大概率可获得雄性不育株 (3) A

由组合定律, 亲本绿茎雄性不育的基因型是  $aamsms$ , 所以  $ms$  基因与  $a$  基因位于同一条染色体上 ②选择绿茎的番茄幼苗大概率可获得雄性不育株 (3) A

**突破点** ▶ 信息提取—表观遗传与番茄育种

**【解析】**(1)  $ms$  基因是野生型植株 2 号染色体上  $MS$  基因(可育基因)中插入了一段 DNA 序列形成的, 存在碱基序列的改变, 属于基因突变。已知  $MS$  对  $ms$  为完全显性, 基因型为  $MSms$  的植株随机传粉,  $F_1$  为  $\frac{1}{4}MSMS$ 、 $\frac{1}{2}MSms$ 、 $\frac{1}{4}msms$ ,  $F_1$  随机传粉, 即自由交配, 利用配子法计算, 由于基因型为  $msms$  的植株表现为雄性不育, 雌雄配子分开计算,  $F_1$  产生的雌配子的基因型及概率为  $\frac{1}{2}MS$ 、 $\frac{1}{2}ms$ , 雄配子的基因型及概率为  $\frac{2}{3}MS$ 、 $\frac{1}{3}ms$ , 所以  $F_2$  中雄性不育植株( $msms$ )所占比例为  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$ 。

(2) ①亲本紫茎雄性的基因型是  $AAMSMS$ , 绿茎雄性不育的基因型是  $aamsms$ , 杂交产生的  $F_1$  的基因型是  $AaMSms$ ,  $F_1$  自交后产生的  $F_2$  的表型及比例为紫茎雄性可育: 紫茎雄性不育: 绿茎雄性可育: 绿茎雄性不育 = 89:1:1:89, 不符合自由组合定律, 推测是存在基因连锁, 亲本绿茎雄性不育的基因型是  $aamsms$ , 所以  $ms$  基因与  $a$  基因位于同一条染色体上。②该发现给育种工作者筛选雄性不育株提供了新思路, 选择绿茎的番茄幼苗大概率可获得雄性不育株。

(3) 表观遗传中生物体基因的碱基序列保持不变, 但基因表达和表型发生变化, 欲研究 DNA 甲基化在番茄雄性不育中的作用, 可以考虑比较雄性不育株和野生型植株的 DNA 甲基化水平差异、甲基化基因的表达情况以及研究甲基化抑制剂对雄性不育株和野生植株育性的影响, B、C、D 合理, A 不合理。

### 4. (1) 杂种优势 连续自交并筛选 (2) 精确地引导 CRISPR/Cas9 到特定的基因位置 (3) 同源染色体没有分离, 形成的配子中染色体数目没有减半 产生的含有 $2n$ 条染色体的配子受精结合形成了四倍体 (4) 花药离体培养 秋水仙素 明显缩短育种年限 遗传稳定性

**突破点** ▶ 图表分析—突变育种

**【解析】**(1) 杂种第一代在产量、抗逆性等方面优于亲本的现象称为杂种优势; 若要通过杂交育种获得显性纯系品种, 则需要对  $F_1$  自交后代进行连续自交并筛选, 直至目标性状不再发生性状分离为止。

(2) 由题图 1 可知, CRISPR/Cas9 基因编辑系统中, 利用导向 RNA 与 DNA 的一条链通过碱基互补配对, 使得复合体能够精确地导向到基因组的特定位置。

(3) 正常减数分裂在减数第一次分裂后期发生同源染色体分离, 减数第二次分裂后期发生着丝粒分裂, 题图 2 中的分裂过程中没有发生同源染色体分离; MiMe 品系通过题图 2 所示分裂方式获得配子, 过程中未发生同源染色体分离, 配子中染色体数目未减半, 染色体数仍为  $2n$ , MiMe 品系自交后代中染色体数目变为  $4n$ , 为多倍体, 常表现为茎秆粗壮, 叶片、果实和种子都比较大, 糖类和蛋白质等营养物质的含量都有所增加, 但育

性降低。

(4) 在传统单倍体育种过程中,将植株产生的配子经花药离体培养获得单倍体植株,再经秋水仙素抑制纺锤体的形成,诱导单倍体植株成为纯系二倍体植株;杂交育种需要连续自交多代并筛选,育种年限比较长,单倍体育种与之相比,具有明显缩短育种年限的优点;根据题干信息,构建无融合生殖水稻,产生克隆后代的目的解决杂交水稻自留种问题,即需要通过该种方式保证具有的优良性状能代代稳定遗传,因此需要证实这 3 株植株表现为具有遗传稳定性,才能说明成功构建无融合生殖水稻。

5. (1) 26 或 52 花粉成熟 (2) 纺锤体的形成被抑制 (3) 减数染色体(数目)变异 (4) 生殖隔离 AB  $2n$  (5) 无同源染色体,不能进行正常的减数分裂 (6) ①②

**突破点** ▶ 信息提取—多倍体育种

**【解析】**(1) 亚洲棉 ( $2n=26$ ) 的根尖分生区细胞具有分裂能力,处于有丝分裂间期、前期、中期的细胞中含有 26 条染色体,处于有丝分裂后期和末期的细胞中含有 52 条染色体;两性花植物进行人工杂交时,需要在花粉成熟前去掉母本花的雄蕊并套袋,以防雌蕊受粉。

(2) 低温或秋水仙素都能抑制纺锤体的形成,从而使染色体数目加倍,在自然条件下,异源二倍体 (AG) 形成异源四倍体 (AAGG) 可能是因为外界条件剧烈变化,使纺锤体的形成被抑制,染色体不能移向细胞两极,导致染色体数目加倍。

(3) 一般情况下,三交种异源四倍体 (AAGD) 是不可育的,但是若在减数分裂过程中发生了染色体(数目)变异,形成了含 31 条染色体的可育花粉,与野生棉二倍体杂交后能够出现染色体数目为 44 的后代。

(4) 生殖隔离是不同物种之间在自然状态下不能交配,或交配后无法产生可育后代的现象,不同物种之间存在生殖隔离,是远缘杂交难以形成可育品系的原因。题图中 A 物种产生的配子染色体组成为 ( $n$  A), B 物种产生的配子染色体组成为 ( $n$  B), 二者杂交得到的  $F_1$  染色体数目为  $2n$ , 染色体组成为 AB。

(5) 由于  $F_1$  无同源染色体,不能进行正常的减数分裂,无法产生可育配子,故  $F_1$  通常不可育。

(6) 使  $F_1$  染色体加倍,  $F_1$  染色体组成变为 ( $4n$  AABB), 能进行减数分裂,可突破  $F_1$  不可育的生殖难关,①正确;使  $F_1$  产生染色体未减半的雌雄配子,并使其结合产生  $F_2$ , 染色体组成为 ( $4n$  AABB), 可突破  $F_1$  不可育的生殖难关,②正确;  $F_1$  通常不可育,不能与 A 物种杂交产生染色体组成为 ( $2n$  AA) 的子代,③错误;使染色体加倍的  $F_1$  之间互相交配得到的不是同源四倍体品系,④错误。故选①②。

## 第 2 节 生物进化

### 刷基础

#### 1. C 考查点 ▶ 生物进化的证据

**【解析】**化石是研究生物进化最直接、最重要的证据, A 正确;由题干信息可知,恐龙灭绝前,体形小的个体更适应环境,恐龙灭绝后,体形大的个体更适应环境,因此,恐龙灭绝前后哺乳动物体形大小的变化说明,生物对环境的适应是相对的, B 正确;在恐



龙灭绝后, 体形较大的个体比体形小的个体更具有生存优势, 因此体形大的个体在自然选择中被保留, 体形小的个体在自然选择中被淘汰, 雷兽类个体体形变大是自然选择的作用, 而不是其通过变大体形适应环境, 且在物种演化初期, 雷兽类中既有体形较大的个体, 也有体形较小的个体, C 错误, D 正确。

### 刷有所得

化石是指经过自然界的作用, 保存在地层中的古生物遗体、遗物和它们的生活遗迹。利用化石可以推测出地球上曾经生活过的生物的种类及其形态、结构、行为等特征。例如, 从动物的牙齿化石推测它们的饮食情况; 从动物的骨骼化石推测其体型大小和运动方式; 从植物化石推测它们的形态、结构和分类地位等等。因此, 化石是研究生物进化最直接、最重要的证据。

## 2. C 考查点 ▶ 种群基因组成的变化

【解析】甲地区昆虫种群中 A 基因的频率为  $2\% + 32\% \div 2 = 18\%$ , A 错误; 突变不是由于环境和自然选择导致的, B 错误; 在理想情况下, 乙地区的昆虫种群 A 基因的频率为  $4\% + 18\% \div 2 = 13\%$ , 该种群自由交配情况下, 子代突变型纯合子 (AA) 的比例为  $13\% \times 13\% = 0.0169$ , C 正确; 种群中产生的变异是不定向的, 而自然选择使种群的基因频率发生定向的改变, 并决定生物进化的方向, 即进化是定向的, D 错误。

### 刷有所得

#### 现代生物进化理论的基本观点

①适应是自然选择的结果; ②种群是生物进化的基本单位; ③突变和基因重组提供进化的原材料, 自然选择导致种群基因频率的定向改变, 进而通过隔离形成新的物种; ④生物进化的过程实际上是生物与生物、生物与无机环境协同进化的过程; ⑤生物多样性是协同进化的结果。

## 3. D 考查点 ▶ 抗生素对细菌的选择作用

【解析】放线菌是原核生物, 原核生物没有线粒体, 其遗传物质主要存在于拟核中, A 错误; 抗生素是放线菌生长到一定阶段才产生的, 对自身无明显生理功能, 属于次生代谢物, B 错误; 细菌没有染色体, 耐药基因转移至序列 a 形成 b 的过程属于基因重组, C 错误; 抗生素对病原细菌起到选择作用, 耐药的病原细菌更多能存活下来, 导致病原细菌群体中耐药基因频率增大, D 正确。

## 4. D 考查点 ▶ 协同进化与生物多样性

【解析】由题意可知, 发生迁移的小群体的遗传多样性往往较原种群小, 据此推测番石榴果实蝇由云南南部向云南中部迁移, A 错误; 如果没有迁移发生, 但种群中的个体产生了可遗传变异等也将导致种群基因频率改变, 即种群进化, 因此迁移并不是种群进化的必要条件, B 错误; 变异是不定向的, 与环境无关, C 错误; 番石榴果实蝇的幼虫和卵可寄生于热带瓜果中, 因此在人工选育热带瓜果 (番石榴果实蝇寄主) 的同时, 也对番石榴果实蝇幼虫及卵进行了选择, 进而影响其进化方向, D 正确。

### 易错警示

变异是不定向的, 其发生在自然选择之前, 自然选择淘汰一部分变异类型, 使某些变异类型保留下来, 从而决定生物进化的方向, 即“变异在前, 选择在后”。

刷 提分

1. B 突破点 ▶ 信息提取—生物有共同祖先的证据

【解析】生物的进化由简单到复杂、由低等到高等、由水生到陆生,故一般在越早形成的地层里,化石生物越简单、越低等,A 正确;三眼恐龙虾的形态结构稳定,但也有变化,从恐龙时代至今可能发生了进化,B 错误;从单细胞生物到复杂脊椎动物的多种生物体内均有视紫红质基因,可说明生物由共同祖先进化而来,C 正确;不同生物体内的视紫红质基因序列差异可揭示生物之间的亲缘关系远近,D 正确。

2. ACD 考查点 ▶ 生物适应

【解析】环境的定向选择作用决定着生物进化的方向,适应是环境对生物进行定向选择的结果,A 正确;生物的变异是不定向的,其变异的结果可能对生物的生存是有利的,也可能是不利的,并不是所有变异均会赋予种群生存和繁殖的优势,B 错误;在一定的环境选择的作用下,可遗传的有利变异会赋予某些个体生存和繁殖的优势,经过代代繁殖,该有利变异会通过逐代积累而成为显著的适应性特征,进而出现新的生物类型,C 正确;适应是指生物的形态结构和生理功能与其赖以生存的一定环境条件相适应的现象,D 正确。

3. BD 考查点 ▶ 生物进化与生物多样性的形成

【解析】自然选择决定生物进化的方向,A 错误;不同马先蒿种群的植株表型不同,说明基因可能不同,即基因库不同,B 正确;生物多样性是协同进化的结果,该地区马先蒿的多样性是不同物种间、生物与无机环境之间协同进化的结果,C 错误;根据题目信息可知,凸额马先蒿和三色马先蒿异域分布,属于地理隔离,大王马先蒿和密穗马先蒿同域分布,经异种传粉后花粉可萌发,但花粉管很少能成功进入子房,属于生殖隔离,说明该地区马先蒿之间存在不同的隔离方式,D 正确。

4. C 考查点 ▶ 隔离与物种形成

【解析】物种 A、B、C、D 为不同的物种,不同物种之间存在生殖隔离,阻断了它们之间基因的自由交流,A 正确;物种 B 迁移到乙岛后进化为物种 D,物种 A 进化为物种 C,说明物种 B 迁移到乙岛后,自然选择对物种 A 和物种 B 的选择作用不同,B 正确;变异在环境变化以前就已经产生,环境只是对变异进行选择,并不是环境导致了生物的变异,C 错误;生物进化的实质是种群基因频率的改变,故物种 B 进化到物种 D 的过程中,基因频率和基因型频率都在不断发生变化,D 正确。

5. C 突破点 ▶ 图表分析—种群基因频率的变化与物种的形成

【解析】自然选择直接作用于个体的表型,A 错误;据题图可知,第 6~16 年间鼠种群基因频率发生了定向改变,所以鼠种群发生了进化,但不一定形成新物种,形成新物种的标志是出现生殖隔离,根据已知条件无法判断鼠群是否产生生殖隔离,B 错误;据题图可知,在 6~16 年间 A 基因的基因频率逐渐上升,A 基因控制鼠的毛色为灰色,所以该种群中灰色鼠适应环境的能力比黑色鼠的强,C 正确;由题图可知,第 16~22 年间鼠群中 A 基因频率为 0.9,该基因位于 X 染色体上,对于雄性个体来说, $X^A Y$  基因型频率和 A 基因频率相等,又由于一般情况下种群中的雌雄个体的比例相等,所以鼠群中灰色雄鼠的比例为 45%,D 错误。

## 刷有所得

自然选择直接作用于表型,间接作用于基因型,根本上是作用于基因;种群进化的标志是基因频率发生变化,形成新物种的标志是出现生殖隔离;控制某种性状的基因频率越来越大,说明此性状更适应环境;一般来说,种群中雌雄个体的比例相等。

## 全章综合提升

## 刷素养

## 1. CD 突破点 ▶ 图表分析—费城染色体

【解析】由题图 1 可知,患者体细胞中发生了染色体结构变异中的易位,A 错误;慢性髓细胞性白血病虽然一般不遗传给后代,但它是由于遗传物质改变引起的变异,属于可遗传变异,B 错误;从题图 2 可以看出,格列卫主要通过 ATP 竞争 BCR-ABL 蛋白,抑制底物磷酸化,从而达到治疗目的,C 正确;因为几乎所有 CML 患者都存在“费城染色体”,所以通过染色体核型分析,可根据体细胞中是否存在“费城染色体”作为诊断 CML 的指标,D 正确。

## 2. B 突破点 ▶ 图表分析—巴氏小体的形成过程

【解析】哺乳动物细胞只会让细胞中的一条 X 染色体保持活性,雄性哺乳动物细胞中只有一条 X 染色体,故通常不会发生 X 染色体失活的现象,A 正确;X 染色体失活形成巴氏小体,失活后的染色体可稳定遗传给子细胞,没有发生染色体数目变化,不属于染色体数目变异,B 错误;*Xist* 基因转录的 RNA 可招募某些蛋白质聚集在失活染色体的周围,与 X 染色体密切结合后使该染色体凝缩成巴氏小体而失活,干扰 *Xist* 基因转录可能使 X 染色体不失活,可用于验证 X 染色体的失活机制,C 正确;血友病是伴 X 染色体隐性遗传病,基因型杂合的女性患血友病,可能与含有显性基因的 X 染色体失活有关,D 正确。

## 3. D 突破点 ▶ 图表分析—遗传漂变

【解析】小的群体中不同基因型个体生育的子代数有所变动而引起基因频率随机波动的现象称为遗传漂变,一般来说,种群越小遗传漂变就越显著,遗传漂变可能导致基因频率的随机波动,故在进化上有重要作用,A 错误。基因重组是指在生物体进行有性生殖的过程中,控制不同性状的基因的重新组合,不会影响种群的基因频率,B 错误。结合题干可知,小的群体中不同基因型个体生育的子代数有所变动是引起遗传漂变的主要原因,且遗传漂变对种群基因频率的影响具有随机性,C 错误。由题图可知,第 125 代时,*N* 为 250 的群体中,A 基因频率为 75%,a 基因频率为 25%,Aa 基因型频率为  $2 \times 75\% \times 25\% = 37.5\%$ ;第 125 代时,*N* 为 2 500 的群体中,A 基因频率为 50%,a 基因频率为 50%,Aa 基因型频率为  $2 \times 50\% \times 50\% = 50\%$ ,故若群体随机交配,第 125 代时,*N* 为 250 的群体中 Aa 基因型频率比 *N* 为 2 500 的群体中的小,D 正确。

## 刷真题

## 1. A 命题点 ▶ 染色体变异

【解析】相同数字标注的结构起源相同,但是基因的表达受到多种因素的调控,如甲基化、乙酰化等,所以不同种昆虫相同数字标注结构上基因表达不一定相同,A 错误;甲和乙是不同种昆

虫,所以甲和乙具有生殖隔离现象,B 正确;丙的 1 号染色体结构与乙不同,故与乙相比,丙发生了染色体结构变异,C 正确;由题图可知,乙和丙仅存在 1 号染色体不同,说明染色体变异可以为生物进化提供原材料,是新物种产生的方式之一,D 正确。

## 2. A 命题点 ▶ 减数分裂与染色体变异

【解析】 $Xg1$  和  $Xg2$  为 X 染色体上的等位基因,由于父亲的基因型为  $X^{Xg1}Y$ ,母亲的基因型为  $X^{Xg2}X^{Xg2}$ ,患儿的基因型为  $X^{Xg1}X^{Xg2}Y$ ,所以该患儿含  $Xg2$  的 X 染色体来源于母亲,含  $Xg1$  的 X 染色体和 Y 染色体均来源于父亲,即父亲的精母细胞产生了基因型为  $X^{Xg1}Y$  的异常配子,C、D 不符合题意。若精母细胞在减数分裂 I 后期 X 染色体和 Y 染色体不分离,则可产生基因型为  $X^{Xg1}Y$  的异常配子,A 符合题意。若精母细胞在减数分裂 II 后期姐妹染色单体不分离,则可产生基因型为  $X^{Xg1}X^{Xg1}$  或 YY 的异常配子,B 不符合题意。

## 3. A 命题点 ▶ 遗传规律及染色体异常情况分析

【解析】该三体植株的染色体组成为  $2n+1$ ,产生的配子类型及比例为雌配子:“ $n$ ”型:“ $n+1$ ”型=1:1(卵子不受影响);雄配子:“ $n$ ”型:“ $n+1$ ”型=1:1,但“ $n+1$ ”型花粉受精率仅 50%,故有效雄配子的类型及比例为“ $n$ ”型:“ $n+1$ ”型=2:1。自交时,雌雄配子随机结合,由于四体( $2n+2$ )细胞无法存活,因此存活子代类型有两种:二倍体( $2n$ )占比为  $\frac{2}{5}$ ,三体( $2n+1$ )占比为  $\frac{3}{5}$ ,故存活子代中三体所占的比例为  $\frac{3}{5}$ ,A 正确。

## 4. A 命题点 ▶ 基因突变

【解析】中性突变既无害也无益,由题干信息可知,基因 H 突变为基因 h 会导致血红蛋白异常,故引起镰状细胞贫血的基因突变不是中性突变,A 错误;携带者(Hh)的红细胞含有正常和异常血红蛋白,并对疟疾有较强的抵抗力,由此推测,疟疾流行区,基因 h 不会在进化历程中消失,B 正确;患者(hh)只有异常血红蛋白,推测基因 h 通过控制血红蛋白的结构影响红细胞的形态,C 正确;基因 h 可影响多个性状,体现了基因与性状之间不是一一对应的关系,不能体现基因突变的不定向性,D 正确。

## 5. B 命题点 ▶ 基因突变、基因表达

【解析】已知该突变体合成的蛋白质氨基端与 Z 蛋白氨基端部分氨基酸序列相同,羧基端与 Y 蛋白羧基端部分氨基酸序列相同,又因为翻译时合成蛋白质的方向是由氨基端到羧基端,所以,突变位点位于 Z 与 Y 基因之间,且 Z 基因位于 Y 基因的上游,A、D 错误;同时说明缺失碱基数目为 3 的整倍数,若不是 3 的整倍数,会导致移码,突变位点后对应氨基酸序列不同于突变前,B 正确,C 错误。

### 刷有所得

基因突变有增添、替换、缺失三种类型,一般来说在不考虑终止密码子的情况下,替换造成的影响最小,缺失或者增添 3 的整倍数的碱基造成的影响次之,缺失或者增添非 3 的整倍数的碱基造成的影响最大,因为当增添或缺失的碱基数目不是 3 的整倍数时,从突变位点往后的序列可能全部错位,氨基酸序列将可能全部被打乱。

## 6. (1) $HbG^+G^-$ 近亲繁殖会导致隐性致病基因纯合可能性增加 含部分 G 酶基因序列的染色体片段移接到了 8 号染色体上

## (2) $HhG^+G^-$ 或 $HhG^-G^-$ ④

## (3) 乙 乙的H基因敲除后表达受TM试剂调控

**命题点** ▶ 生物的变异、基因工程及其应用

### 题图解读

H基因条件敲除小鼠的H基因表达受TM试剂调控，TM试剂能激活G酶，进而切割h基因两端的LX序列，导致h基因丢失，不能正常表达H蛋白

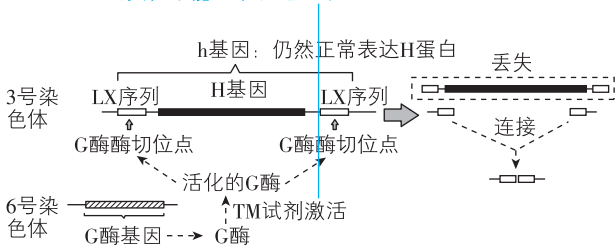


图1

②③都含有H基因，可正常表达H蛋白

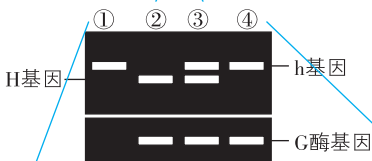


图2

①只含有h基因，仍正常表达H蛋白

④含有h基因和G酶基因且不含H基因，TM试剂激活G酶导致h基因无法表达H蛋白

**【解析】**(1) 分析图1可知，H基因位于3号染色体，G酶基因插入6号染色体，则亲本雌性基因型为  $HhG^-G^-$ ，雄性基因型为  $HHG^+G^-$ ，则产生的  $F_1$  基因型包括  $HhG^+G^-$ 、 $HhG^-G^-$ 、 $HHG^+G^-$  和  $HHG^-G^-$ ，要获得H基因条件敲除小鼠  $hhG^+G^-$  和  $hhG^-G^-$ ，则用于繁殖的  $F_1$  基因型是  $HhG^+G^-$ 。近亲繁殖会导致隐性致病基因纯合可能性增加，降低小鼠后代生存和生育能力。若6号和8号染色体上含有部分G酶基因序列，说明发生了染色体易位，即含有部分G酶基因的染色体片段从6号染色体移接到了8号染色体上。

(2) 分析图2可知，③含有基因H、h和G酶基因，所以其基因型为  $HhG^+G^+$  或  $HhG^+G^-$ 。分析图1可知，G酶被TM试剂激活，能使H基因条件敲除小鼠的相关基因丢失，不能正常表达H蛋白；结合图2可知，只有④含有h基因和G酶基因而不含H基因，喂食TM试剂会激活G酶，导致h基因无法表达，其H蛋白水平为0。

(3) 患者在一定年龄会表现出智力障碍，该病与H蛋白表达下降有关，要研究缺失H蛋白导致该病发生的机制，乙为H基因条件敲除鼠，采用TM试剂调控H基因是否敲除，可避免由于个体差异引起的实验误差，便于形成前后对照，故选择H基因条件敲除鼠乙。

## 7. ABC **命题点** ▶ 单倍体育种、植物组织培养技术

**【解析】**花粉细胞和花药壁细胞都含有该生物生长、发育、繁殖的全部遗传信息，故两者均具有全能性，A正确；当培养基中生长素与细胞分裂素的比值大时，有利于愈伤组织再分化形成根，当培养基中生长素与细胞分裂素的比值小时，有利于愈伤组织再分化形成芽，所以培养基中两种激素的比例影响愈伤组织再分化，B正确；单倍体幼苗细胞含有的染色体数目是普通韭菜染色

体数目的一半,即含 8 条染色体,因此镜检根尖分生区细胞的染色体,可鉴定出单倍体幼苗,C 正确;秋水仙素处理单倍体幼苗,所得的植株为二倍体,该植株的细胞中可能有染色体数目加倍(有丝分裂后期)的细胞,即含 32 条染色体,D 错误。

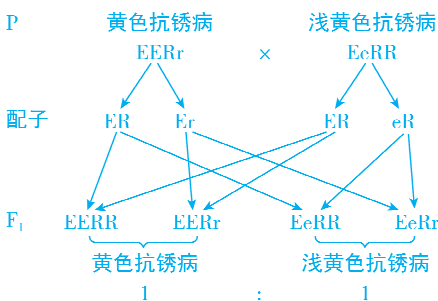
### 8. C 命题点 ▶ 染色体变异

**【解析】**燕麦(AACCDD)含有六个染色体组,是起源于同一祖先的异源六倍体,A 错误;AA 和 CCDD 连续多代杂交后得到 ACD,再经过染色体数目加倍后形成了 AACCDD 的燕麦,B 错误;燕麦多倍化过程中,染色体数量的变异都在进化中保留了下来,说明染色体数量的变异是可遗传的,C 正确;由题图可知,燕麦中 A 和 D 基因组由 A/D 基因组祖先进化而来,因此 A 和 D 基因组同源性大,D 和 C 同源性小,D 错误。

### 9. (1) 人工去雄 套袋

(2) ① 4  $EERR \times \frac{3}{8}$  基因重组

②



(3) 选择 远缘杂交、植物体细胞杂交、基因工程(答两点即可)

### 命题点 ▶ 孟德尔遗传规律和育种

**【解析】**(1) 授粉前,将处于盛花期的栽培种谷穗浸泡在 45~46 °C 温水中 10 min,目的是人工去雄(去除自身花粉),防止自花授粉。为了防止其他花粉的干扰,需要对授粉后的谷穗进行套袋处理。

(2) 根据题干可知,亲本为黄色感锈病的栽培种和白色抗锈病的农家种,正反交得到的 F<sub>1</sub> 全为浅黄色抗锈病,因此推知黄色对白色为不完全显性,抗锈病对感锈病为完全显性,亲本的基因型为 EErr 和 eeRR,F<sub>1</sub> 的基因型为 EeRr。

①分析 F<sub>2</sub> 的表型,单独研究每种性状,黄色 : 浅黄色 : 白色 ≈ 1 : 2 : 1,抗锈病 : 感锈病 ≈ 3 : 1;两种性状一起研究,其表型比约为 3 : 6 : 3 : 1 : 2 : 1,是 9 : 3 : 3 : 1 的变式,因此两种性状的遗传遵循自由组合定律,即两对基因位于两对同源染色体上。F<sub>1</sub> 可产生 ER、Er、eR、er 共 4 种基因型的配子。从 F<sub>2</sub> 中选出黄色抗锈病的甲和乙(基因型为 EER\_),浅黄色抗锈病的丙(基因型为 EeR\_)。甲自交子一代全为黄色抗锈病,无性状分离,说明甲是纯合子,基因型为 EERR;乙自交子一代为黄色抗锈病和黄色感锈病,自交后代出现性状分离,说明乙是杂合子,基因型为 EERr;丙自交子一代为黄色抗锈病、浅黄色抗锈病和白色抗锈病,推知丙的基因型是 EeRR。由于乙的基因型为 EERr,自交得子一代的基因型及比例是 EERR : EERr : EErr = 1 : 2 : 1,再连续自交得到的子

二代中,纯合黄色抗锈病(基因型为 EERR)的比例是  $\frac{1}{4} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{8}$ 。利用黄色感锈病的栽培种和白色抗锈病的农家种杂交,选育黄色抗锈病的品种,该育种方式的原理是基因重组。



②乙( $EERr$ ) $\times$ 丙( $EeRR$ )杂交获得子一代的遗传图解见答案。

(3) 20 世纪 80 年代开始,作物栽培中长期大范围施用除草剂,由于除草剂的选择作用,不抗除草剂的青狗尾草被淘汰,种群中不抗除草剂的基因频率下降,抗除草剂的基因频率上升,导致后代中抗除草剂的青狗尾草比例逐渐增加。由于谷子( $2n=18$ )的祖先是野生青狗尾草( $2n=18$ )。若利用抗除草剂的青狗尾草培育抗除草剂的谷子,方法一:由于二者有亲缘关系,因此可利用远缘杂交即两物种间杂交,通过有性生殖获得后代,筛选出具有抗除草剂性状的子代;方法二:利用植物体细胞杂交,即将两种生物的体细胞去壁,获得原生质体,将原生质体融合,获得杂种细胞,然后利用植物组织培养技术获得杂种植株;方法三:利用现代生物技术中的基因工程技术,从青狗尾草中获得抗除草剂基因,构建重组基因表达载体,将目的基因导入谷子的细胞中,经过培养筛选,最终获得抗除草剂的谷子。

#### 10. A 命题点 ▶ 基因频率的计算

**【解析】**基因频率是指一个种群基因库中某个基因占全部等位基因数的比值,据表分析可知,1 000 棵植株中含有的  $W_1$  基因数为  $211+114=325$ ,而 1 000 棵植株中的全部等位基因数为 2 000,所以  $W_1$  的基因频率为  $325 \div 2\,000 \times 100\% = 16.25\%$ , A 正确。

#### 11. D 命题点 ▶ 生物进化

**【解析】**由题干信息可知,该植物种群基因型频率初始状态时为 0.36AA、0.50Aa 和 0.14aa,最终稳定状态时为 0.17AA、0.49Aa 和 0.34aa,故该植物种群中基因型 aa 个体存活能力强,可食程度低, A 错误;随着动物世代增多,该植物种群基因库中 A 基因频率逐渐减小, B 错误;该动物种群密度最终趋于相对稳定是由于捕食关系和种内竞争, C 错误;生物群落中存在负反馈调节,是该生态系统自我调节能力的基础, D 正确。

#### 12. A 命题点 ▶ 生物进化

**【解析】**由于环境的改变(冰川消融),半荷包紫堇突变的  $bHLH35$  基因对于该植物来说是有利变异(不易被成体绢蝶识别),有更多的机会产生后代,故该基因的频率会逐渐增加, A 正确;半荷包紫堇  $bHLH35$  基因突变不会引起绢蝶的变异, B 错误;  $bHLH35$  基因的突变使半荷包紫堇出现灰叶型,只是出现新性状,不能标志着新物种的形成, C 错误;冰川消融导致裸露的岩石增多,绢蝶更不易识别灰叶型的半荷包紫堇叶片,其受到的选择压力增大, D 错误。

#### 易错警示

半荷包紫堇  $bHLH35$  基因突变不会引起绢蝶的变异,只会筛选出能识别灰叶型半荷包紫堇的绢蝶,从而使其基因频率改变。同理,某种物质(如抗生素)不会引起细菌产生抗性,只是将有抗性的细菌筛选出来,从而使细菌的抗性基因频率增加。

#### 13. BD 命题点 ▶ 染色体组及进化

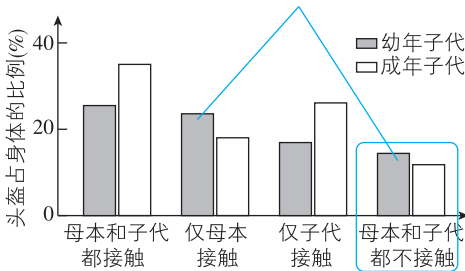
**【解析】**新热带木本竹与温带木本竹均为四倍体生物,二者杂交后代含有四个染色体组,不是六倍体, A 错误;染色体数目变异是可遗传变异(常考点:可遗传变异包括基因突变、基因重组、染色体变异), B 正确;进化的基本单位是种群,种群是指生活在一定区域的同种生物全部个体的集合,四种类群的竹子不属于一个种群, C 错误;化石是研究生物进化最直接、最重要的证

据,D 正确。

#### 14. B 命题点 生物的进化

##### 题图解读

与母本和子代都不接触组相比, 仅母本接触组的幼年子代头盔占身体的比例较大, 说明母本接触利它素可增大幼年子代头盔占身体的比例, A 正确



在没有利它素时, 即母本和子代都不接触利它素, 成年子代头盔占身体的比例比幼年的小, 说明没有利它素时, 僧帽蚤发育过程中头盔占身体的比例会减小, D 正确

**【解析】**利它素刺激僧帽蚤, 使其头盔占身体的比例增大, 降低被天敌捕食的风险, 有利于生存和繁衍, 因此, 利它素刺激引起的表型变化, 是自然选择的结果, 利它素不能使僧帽蚤发生相应基因突变(易错点: 基因突变在前, 自然选择在后), B 错误, C 正确。

#### 15. D 命题点 自然选择、基因频率的计算

**【解析】**1987 年,  $Aat^{120}$  基因在低潮带的基因频率低于其在高潮带的基因频率, 说明含  $Aat^{120}$  基因的个体在高潮带比低潮带具有更强的适应能力, A 错误; 据题干可知, 1993 年, 种群又恢复到 1987 年的相对稳定状态, 这对等位基因的频率在该种群世代间保持相对稳定, 故  $Aat^{100}$  基因频率不会持续上升, B 错误; 据题干可知, 1988 年, 该螺分布区发生了一次有毒藻类爆发增殖, 藻类分泌的藻毒素使低潮带个体大量死亡, 而高潮带个体受影响较小, 因此, 1988—1993 年, 影响低潮带种群基因频率变化的主要因素并非个体迁移, C 错误; 1993 年, 低潮带  $Aat^{120}$  基因频率为 0.4, 则  $Aat^{100}$  基因频率为 0.6, 根据哈迪—温伯格定律, 含  $Aat^{100}$  基因的个体在低潮带种群中所占比例为  $0.6^2 + 2 \times 0.4 \times 0.6 \times 100\% = 84\%$ , D 正确。

##### 刷有所得

在达到遗传平衡的状态下, 种群中控制某一性状的所有等位基因的基因频率之和为 1, 基因型频率之和也为 1, 称为哈迪—温伯格定律。设在遗传平衡群体中, 一对等位基因 A 和 a 的基因频率分别为  $p$  和  $q$ , 则  $p+q=1$ , 基因型 AA、Aa 和 aa 的频率分别为  $p^2$ 、 $2pq$  和  $q^2$ , 则  $p^2+2pq+q^2=1$ 。