

点金训练

教师用书

《点金训练》编写组 编

▶ 生物学

必修2
遗传与进化

配人教版



四川教育出版社

CONTENTS

目录

第1章 遗传因子的发现

○单元概览	1
○探究构建	
第1节 孟德尔的豌豆杂交实验(一)	3
第1课时 一对相对性状的杂交实验和对分离现象的解释	3
第2课时 对分离现象解释的验证和分离定律	8
第2节 孟德尔的豌豆杂交实验(二)	13
第1课时 两对相对性状的杂交实验与对自由组合现象的解释和验证	13
第2课时 孟德尔实验方法的启示、遗传规律的再发现和应用	19
专项提升课 自由组合定律特殊应用	23
○迁移应用	26
○重构拓展	27

第2章 基因和染色体的关系

○单元概览	36
○探究构建	
第1节 减数分裂和受精作用	38
第1课时 减数分裂(含实验)	38
第2课时 受精作用	46
第2节 基因在染色体上	51
第3节 伴性遗传	57
专项提升课 基因在染色体上的位置实验设计	64
○迁移应用	68
○重构拓展	70

第3章 基因的本质

○单元概览	78
○探究构建	
第1节 DNA 是主要的遗传物质	80
第2节 DNA 的结构	87
第3节 DNA 的复制	93
第4节 基因通常是有遗传效应的 DNA 片段	99
○迁移应用	103
○重构拓展	105



第 4 章 基因的表达

○单元概览	115
○探究构建 第 1 节 基因指导蛋白质的合成	117
第 2 节 基因表达与性状的关系	125
○迁移应用	131
○重构拓展	133

第 5 章 基因突变及其他变异

○单元概览	143
○探究构建 第 1 节 基因突变和基因重组	145
第 2 节 染色体变异	152
专项提升课 变异与细胞分裂的综合应用	160
第 3 节 人类遗传病	163
○迁移应用	169
○重构拓展	171

第 6 章 生物的进化

○单元概览	180
○探究构建 第 1 节 生物有共同祖先的证据	182
第 2 节 自然选择与适应的形成	186
第 3 节 种群基因组成的变化与物种的形成	191
第 4 节 协同进化与生物多样性的形成	199
○迁移应用	205
○重构拓展	206
综合质量评估	215

单元概览

核心概念

概念 3 遗传信息控制生物性状,并代代相传

3.2 有性生殖中基因的分离和重组导致双亲后代的基因组合有多种可能

3.2.3 阐明有性生殖中基因的分离和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

学习目标

- 1.理解分离定律和自由组合定律,能够解释生活中常见的遗传现象并预测子代的遗传性状。
- 2.基于孟德尔遗传实验现象,构建遗传信息传递规律的数学模型,阐释基因遗传定律的本质。
- 3.针对分离定律的实质,阐明基因在性状代代相传过程中的作用。
- 4.关注遗传学发展,能够运用基因的遗传定律理论对现实生活中的遗传学问题进行分析并提出建议。

单元任务

无论参天大树还是丛生小草,无论飞禽走兽还是游鱼爬虫,在广袤的自然界里,形形色色的生物都有一个共同的特性:繁殖与自身相似的同类后代。这就是遗传。

早在公元前 3 世纪的《吕氏春秋》中已经记载:“夫种麦而得麦,种稷而得稷,人不怪也。”可见人们很早就观察到遗传现象,并且从远古时期起,人们就开始驯化野生动植物,挑选对人类有益的个体培育后代,形成优良品种。这期间,也有许多学者尝试解释遗传的本质,但均未得其果。

直到 19 世纪中叶,奥地利的孟德尔(G.J.Mendel)通过多年的豌豆杂交实验,用数学方法分析生物学现象,揭示了遗传学的两大定律,开创了经典遗传学时代。

思考与探究

<p>思考 1</p> <p>孟德尔是如何通过豌豆杂交实验揭示遗传学的两大定律的?</p>	<p>任务 1</p> <p>一对相对性状和两对相对性状豌豆杂交实验。</p>
<p>思考 2</p> <p>孟德尔的研究和思考方式能给我们带来什么启示?</p>	<p>任务 2</p> <p>假说—演绎法等科学的思维方法。</p>
<p>思考 3</p> <p>两大定律如何帮助我们认识生活中和自然界中的现象?</p>	<p>任务 3</p> <p>分离定律和自由组合定律。</p>

素养评价

核心素养	
生命观念	<ol style="list-style-type: none"> 1.基于生物体内的遗传因子(基因)分析和阐明孟德尔的豌豆杂交实验,体会生物遗传的物质性; 2.阐明有性生殖中基因的分离和重组导致双亲后代的基因组合有多种可能,理解生物的变异及生物的多样性,为形成生物进化观打下基础。
科学思维	<ol style="list-style-type: none"> 1.基于孟德尔的豌豆杂交实验,培养归纳与演绎的科学思维; 2.体会假说—演绎法,运用假说—演绎法进行科学探究。
科学探究	<ol style="list-style-type: none"> 1.通过了解孟德尔的生平和追溯孟德尔发现遗传规律的过程,体会假说—演绎法的研究思路; 2.学会正确选用实验材料、运用数学统计方法、提出新概念以及应用符号体系表达概念; 3.培养敢于质疑的科学精神、缜密的科学思维、大胆想象和创新能力,以及对科学的热爱和锲而不舍的探索精神。
社会责任	<ol style="list-style-type: none"> 1.依据遗传规律设计动植物育种过程,预测杂交后代的遗传性状,特别是预测某些遗传病的患病概率; 2.基于遗传规律对遗传现象作出合理解释和判断,解决生产、生活中的问题,养成关爱生命的意识和健康的生活方式。

探·究·构·建

第1节 孟德尔的豌豆杂交实验(一)

学习任务目标

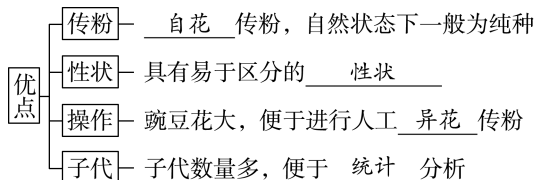
1. 基于遗传因子分析, 阐明豌豆杂交实验, 理解分离定律。
2. 基于孟德尔的豌豆杂交实验, 体会假说—演绎法, 认识分离定律的发现过程, 培养归纳与演绎、抽象与概括的科学思维。
3. 通过“性状分离比的模拟实验”, 培养设计实验、解决遗传学问题的能力。
4. 基于遗传规律理性解释和判断遗传现象, 解决生产、生活实际问题, 培养社会责任感。

第1课时 一对相对性状的杂交实验和对分离现象的解释

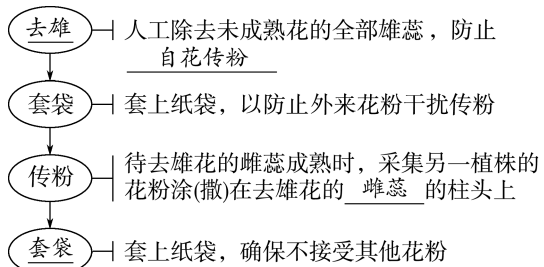
问题式预习

一、豌豆用作遗传实验材料的优点和人工异花传粉的操作方法

1. 豌豆作为实验材料的优点



2. 人工异花传粉实验的操作



◇思考

[教材 P2“相关信息”]玉米雄花的花粉落在同一植株的雌花的柱头上, 所完成的传粉过程属于哪种交配方式?

提示: 自交。

3. 相关概念

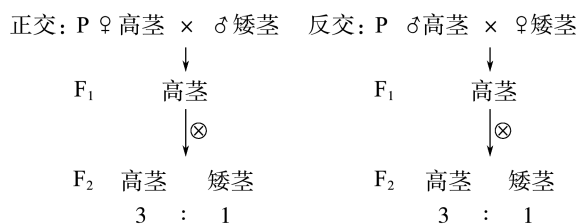
两性花	同一朵花中既有雄蕊又有雌蕊, 如豌豆花
自花传粉	两性花的花粉, 落到同一朵花的雌蕊柱头上的过程

续表

异花传粉	两朵花之间的传粉过程
父本和母本	不同植株的花进行异花传粉时, 供应花粉的植株叫作父本, 接受花粉的植株叫作母本
相对性状	一种生物的同一种性状的不同表现类型

二、一对相对性状的杂交实验

高茎豌豆和矮茎豌豆的杂交实验过程如下图, 完成下列内容填写:



1. 写出图中符号代表的含义

符号	P	F ₁	F ₂	×	⊗	♀	♂
含义	亲本	子一代	子二代	杂交	自交	母本	父本

2. 特点

- (1) F₁ 全部表现为显性性状。
- (2) F₂ 出现性状分离现象, 分离比为显性性状 : 隐性性状 ≈ 3 : 1。

3. 相关概念

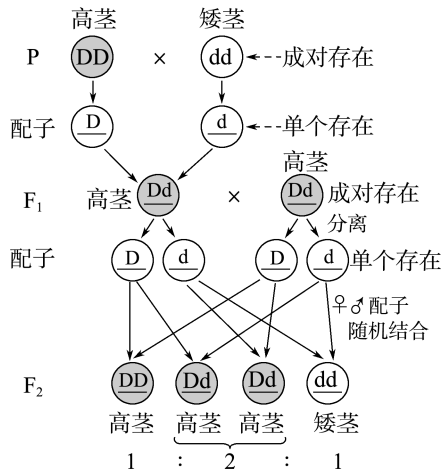
正交和反交	正交和反交是相对而言的,若高茎作父本,矮茎作母本,称为正交;则反交为高茎作母本,矮茎作父本
杂交	遗传因子组成不同的个体间的相互交配
显性性状	具有相对性状的两个纯合亲本杂交,子一代 <u>显</u> 现出来的性状
隐性性状	具有相对性状的两个纯合亲本杂交,子一代未 <u>显</u> 现出来的性状
性状分离	杂种后代中同时出现 <u>显性性状</u> 和 <u>隐性性状</u> 的现象

三、对分离现象的解释

1. 孟德尔对分离现象的假说要点

- (1) 生物性状是由遗传因子决定的。
- (2) 体细胞中遗传因子是成对存在的。
- (3) 形成配子时,成对的遗传因子彼此分离,分别进入不同的配子中。配子中只含有每对遗传因子中的一个。
- (4) 受精时,雌雄配子的结合是随机的。

2. 对分离现象解释的遗传图解



3. 相关概念

显性遗传因子	每个因子决定一种特定的性状,其中决定 <u>显性性状</u> 的为显性遗传因子,用大写字母表示,如 D
隐性遗传因子	决定 <u>隐性性状</u> 的为隐性遗传因子,用小写字母表示,如 d
纯合子	遗传因子组成 <u>相同</u> 的个体,如显性纯合子 DD、隐性纯合子 dd
杂合子	遗传因子组成 <u>不同</u> 的个体,如 F ₁ 的遗传因子组成为 Dd

任务型课堂

任务一 一对相对性状的杂交实验

探究活动

根据孟德尔一对相对性状的杂交实验,回答下列问题:

(1) 若 F₂ 共获得 20 株豌豆,矮茎个体一定是 5 株吗? 请说明原因。

提示: 不一定,因为产生的后代个体数太少,不一定完全符合 3:1 的分离比,孟德尔实验中的比例是在实验材料足够多的情况下得出的。

(2) 高茎豌豆和矮茎豌豆杂交,后代出现了高茎和矮茎,该现象属于性状分离吗? 为什么?

提示: 不属于,性状分离是指杂种后代中同时出现显性性状和隐性性状的现象。

(3) 豌豆的一对相对性状杂交实验的结果能否否定融合遗传的观点吗? 为什么?

提示: 能,豌豆杂交实验 F₂ 中表现出了一定的性状分离比,而融合遗传的观点认为两个亲本的遗传物质融合在一起, F₂ 不会表现出一定的性状分离比。

【探究总结】

相对性状中显、隐性性状的判断 (设 A、B 为一对相对性状)

(1) 定义法 (杂交法)

- ① 若 A × B → 全 A, 则 A 为显性性状, B 为隐性性状;
- ② 若 A × B → 全 B, 则 B 为显性性状, A 为隐性性状;
- ③ 若 A × B → 既有 A, 又有 B, 则无法判断性状的显隐性, 只能采用自交法。

(2) 自交法

- ① 若自交后代出现性状分离, 则新出现的性状为隐性性状;
- ② 若自交后代没有出现性状分离, 则应采用杂交法。

评价活动

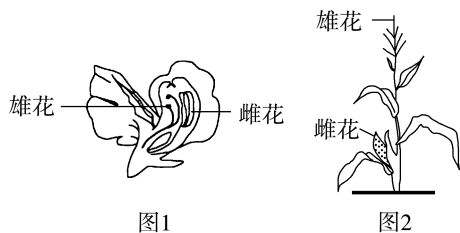
1. 孟德尔利用豌豆作为实验材料进行杂交实验, 成功地发现了生物的遗传规律。下列哪项不是豌豆作为实验材料的优点 ()

- A. 豌豆是严格的闭花受粉植物
- B. 豌豆在自然状态下一般是纯种
- C. 豌豆具有许多明显的相对性状

D. 杂种豌豆自交后代容易发生性状分离

D 解析: 豌豆是严格的自花传粉、闭花受粉植物, 在自然状态下一般是纯种, 豌豆具有许多明显的相对性状, 便于观察, 这些都是豌豆作为遗传学实验材料的优点; 杂种豌豆自交后代容易发生性状分离, 这不是豌豆作为遗传学实验材料的优点, D 符合题意。

2. 豌豆和玉米是遗传学实验常用的植物材料, 图1和图2分别表示豌豆和玉米的雌、雄花分布情况, 下列说法正确的是 ()



- A. 豌豆植株进行杂交实验时, 不用对作为母本的植株去雄、套袋处理
 B. 豌豆植株进行杂交实验时, 需要对作为母本的植株去雄, 但不套袋
 C. 玉米植株进行杂交实验时, 不用对作为母本的植株去雄、套袋处理
 D. 玉米植株进行杂交实验时, 不用对作为母本的植株去雄, 只套袋即可

D 解析: 豌豆是雌雄同花, 在进行杂交实验时要防止自花传粉, 所以母本必须先去雄再对雌花套袋, A、B 错误; 玉米是雌雄异花, 在进行杂交实验时, 不用对作为母本的植株去雄, 对雌花直接套袋即可防止同株雄花授粉, C 错误, D 正确。

3. 大豆的紫花和白花为一对相对性状。下列4组杂交实验中, 能判断性状的显隐性关系的是 ()

- ① 紫花 × 紫花 → 紫花
 ② 紫花 × 紫花 → 301 紫花 : 101 白花
 ③ 紫花 × 白花 → 紫花
 ④ 紫花 × 白花 → 98 紫花 : 107 白花

- A. ①② B. ②③
 C. ①④ D. ③④

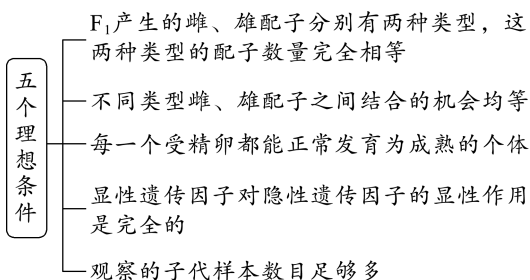
B 解析: 观察四组杂交实验, 杂交实验②中后代出现性状分离现象, 且紫花 : 白花 $\approx 3 : 1$, 符合孟德尔的分离定律, 所以可判断紫花为显性性状, 白花

为隐性性状。通过杂交实验①④无法判断哪个为显性性状, 哪个为隐性性状。杂交实验③符合显、隐性性状的概念, 具有一对相对性状的纯合亲本杂交, 后代只表现一个亲本的性状(紫花), 此性状(紫花)为显性性状, 而未表现出来的性状(白花)为隐性性状, 故②③组实验可判断性状的显隐性关系, B 符合题意。

任务二 > 对分离现象的解释

【探究总结】

F_1 自交后代出现 3 : 1 的理论分离比所必须满足的五个理想条件



评价活动

1. 孟德尔在探索遗传规律时, 运用了“假说—演绎法”, 下列相关叙述错误的是 ()

- A. “一对相对性状的遗传实验和结果”属于假说的内容
 B. “测交实验”是对推理过程及结果的检验
 C. “生物性状是由遗传因子决定的”“体细胞中遗传因子成对存在”“配子中遗传因子成单存在”“受精时雌、雄配子随机结合”属于假说内容
 D. “ F_1 (Dd) 能产生比例相等的两种配子 (D : d = 1 : 1)”属于推理内容

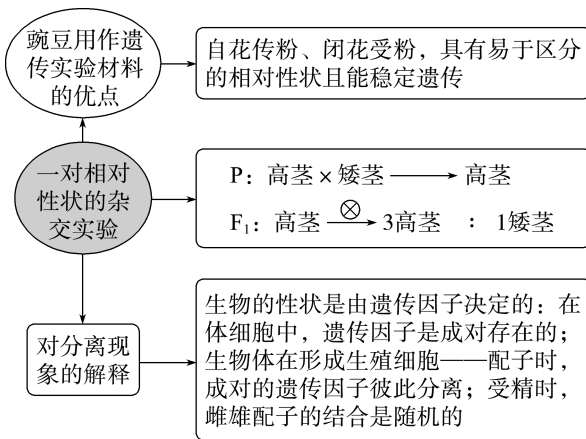
A 解析: 孟德尔使用豌豆进行一对相对性状的杂交实验, 在观察和数学统计分析的基础上, 发现了 F_2 中高茎豌豆与矮茎豌豆的分离比接近 3 : 1, 进而提出“该分离比出现的原因是什么”这一问题; 通过推理和想象, 提出“生物性状是由遗传因子决定的”“体细胞中遗传因子成对存在”“配子中遗传因子成单存在”“受精时雌、雄配子随机结合”等假说; 根据这些假说, 推出 F_1 (高茎) 的遗传因子组成及其产生配子的类型, 进一步推出 F_2 中各种豌豆的遗传因子组成及其比例, 最后通过巧妙地设计“测交实验”检验演绎推理的结论。选项 A 是事实而不是假说, A 符合题意。

2.下列有关纯合子的叙述中,错误的是 ()

- A.只能产生一种遗传因子组成的配子
- B.由具有相同遗传因子的雌、雄配子结合发育而来
- C.连续自交性状能稳定遗传
- D.亲本一定是纯合子

D 解析:纯合子是指遗传因子组成相同的个体,是由具有相同遗传因子的雌、雄配子结合发育而来的,其只能产生一种遗传因子组成的配子,A、B正确;纯合子连续自交不发生性状分离,性状能稳定遗传,C正确;杂合子自交后代既有纯合子,又有杂合子,故纯合子的亲本也可能是杂合子,D错误。

提质归纳



课后素养评价 (一)

一对相对性状的杂交实验和对分离现象的解释

建议用时: 35分钟

A组 学习·理解

知识点 1 用豌豆做杂交实验的优点及步骤

1.下列关于孟德尔遗传实验材料——豌豆的叙述中,错误的是 ()

- A.豌豆结实率高、种子数量多,便于进行统计学分析
- B.豌豆花比较大,利于杂交实验中人工去雄
- C.豌豆具有世代间稳定遗传且易于区分的相对性状
- D.豌豆是两性花植物,在自然状态下可异花传粉

D 解析:豌豆结实率高、种子数量多,便于进行统计学分析,使统计结果具有说服力,A正确;豌豆花比较大,易于做人工杂交实验,是孟德尔选用豌豆作为实验材料并获得成功的原因,B正确;豌豆具有稳定的、容易区分的相对性状,这便于对后代的统计分析,是孟德尔选用豌豆作实验材料并获得成功的原因,C正确;豌豆是两性花植物,在自然状态下进行自花传粉,D错误。

知识点 2 一对相对性状的杂交实验

2.下列各组性状,属于相对性状的是 ()

- A.山羊的直毛与绵羊的卷毛
- B.雌果蝇的红眼和雄果蝇的红眼
- C.人的身高和体重
- D.男孩的卷舌和女孩的不能卷舌

D 解析:山羊的直毛与绵羊的卷毛是两种生物的

性状,不能称为相对性状,A错误;雌果蝇的红眼和雄果蝇的红眼是相同性状,不能称为相对性状,B错误;人的身高和体重不是同一性状,不能称为相对性状,C错误;男孩的卷舌和女孩的不能卷舌是同种生物同一性状的不同表现类型,属于相对性状,D正确。

3.下列关于纯合子和杂合子的叙述中(只涉及一对相对性状),正确的是 ()

- A.纯合子自交后代都是纯合子,杂合子自交后代都是杂合子
- B.纯合子和杂合子杂交,后代既有纯合子也有杂合子
- C.杂合子的双亲中,至少有一方是杂合子
- D.鉴定一个显性个体是否为纯合子只能利用测交法

B 解析:杂合子自交的后代有纯合子也有杂合子,A错误;纯合子与杂合子杂交产生的后代中,既有纯合子也有杂合子,如 $Aa \times aa$,子代既有杂合子 Aa ,也有纯合子 aa ,B正确;杂合子的双亲可能都是纯合子,如 $AA \times aa \rightarrow Aa$,C错误;鉴定某显性性状的个体是否为纯合子可采用测交法,也可采用自交法,且对于雌雄同株的植物采用自交法更简便,D错误。

4.一对相对性状的纯种亲本杂交,F₂中 ()

- A.所有的统计结果性状分离比都等于3:1
- B.统计的样本足够大时,性状分离比才符合3:1

- C.只有正交时,性状才按 3 : 1 的比例出现
D.统计的样本越小,性状分离比越接近 3 : 1

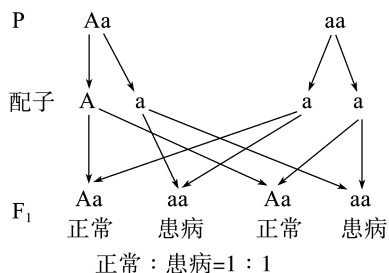
B 解析:一对相对性状的纯种亲本杂交,无论正交还是反交, F_2 中性状分离比都接近 3 : 1;只有满足大样本即实验群体足够大时,才能够出现孟德尔统计的比例关系,越小越偏离,越大越接近。

B组 应用·实践

- 5.孟德尔一对相对性状的杂交实验中, F_2 出现 3 : 1 的性状分离比,无须满足的条件是 (B)
- A. F_1 雌雄配子结合的机会相等
B. F_1 形成的雌、雄配子的数目相等且生活力相同
C. F_2 个体数目足够多,且不同遗传因子组成的个体存活概率相等
D.控制显性性状的遗传因子对控制隐性性状的遗传因子为完全显性
- 6.下列不属于孟德尔对一对相对性状杂交实验提出的假设的是 ()
- A.受精时,雌雄配子随机结合
B.形成配子时,成对的遗传因子分离
C. F_2 中既有紫花又有白花,性状分离比接近 3 : 1
D.性状是由遗传因子决定的,在体细胞中遗传因子成对存在

C 解析:受精时,雌雄配子随机结合,属于假说内容,A 不符合题意;形成配子时,成对的遗传因子分离,属于假说内容,B 不符合题意; F_2 中既有紫花又有白花,性状分离比接近 3 : 1,属于实验现象,不属于假说内容,C 符合题意;性状是由遗传因子决定的,在体细胞中遗传因子成对存在,属于假说内容,D 不符合题意。

- 7.一名某病遗传因子携带者(男)与一名该病患者(女)结婚,某同学将这对夫妇产生后代的情况绘制成遗传图解(如下图),下列对该遗传图解的评价不合理的是 ()

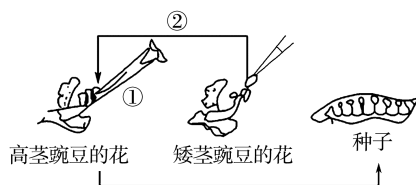


- A.漏写亲本的性状表现类型
B.漏写杂交符号“ \times ”

- C.卵细胞的类型应该只写一个 a
D.错写 F_1 的性状表现类型的比例

D 解析:绘制遗传图解时,亲本的性状表现类型应注明,A 不符合题意;亲本之间的杂交符号(\times)不能缺少,B 不符合题意;在遗传图解中,当某生物体产生的生殖细胞类型相同时,只需写出一个,C 不符合题意; F_1 的性状表现类型的比例是正确的,D 符合题意。

- 8.豌豆的高茎(D)与矮茎(d)为一对相对性状,观察下列实验过程图解,回答相关问题:



- (1)该实验的亲本中,父本是 _____,母本是 _____。在此实验中,用作亲本的两株豌豆必须是 _____ 种。
- (2)操作①叫 _____,此项处理必须在豌豆 _____ 之前进行。
- (3)操作②叫 _____,此项处理后必须对母本的雌蕊进行 _____ 处理,其目的是 _____。
- (4)在当年母本植株上所结出的种子为 _____ 代,其遗传因子组成为 _____,若将其种下去,长成的植株表现为 _____ 茎。
- (5)若要观察豌豆植株的性状分离现象,则至少需要到第 _____ 年对 _____ 代进行观察。出现的高茎与矮茎之比约为 _____,所对应的遗传因子组成有 _____,比例接近 _____。

解析:(1)在豌豆杂交实验中,父本是提供花粉的植株,即矮茎植株,母本是接受花粉的植株,即高茎植株。在此实验中用作亲本的两株豌豆必须是纯种。(2)根据题图可知,操作①是去雄,此项处理必须在豌豆自然传粉之前进行。(3)操作②是人工授粉,处理后必须对母本的雌蕊进行套袋处理,防止其他豌豆花粉的干扰。(4)在当年母本植株上所结出的种子为子一代,其遗传因子组成为 Dd,若将其种下去,长成的植株表现为高茎。(5)由于第一年获得子一代的种子,第二年获得子二代的种子,若要观察豌豆植株的性状分离现象,则至少需要到第三年

观察子二代的性状。若亲本皆为纯合子,则 F_1 为杂合子(遗传因子组成为 Dd), F_1 自交, F_2 会出现性状分离,分离比为高茎($D_$):矮茎(dd)=3:1; F_2 的遗传因子组成及比例为 DD (高茎): Dd (高茎): dd (矮茎)=1:2:1。

答案:(1)矮茎豌豆 高茎豌豆 纯 (2)去雄 自然传粉 (3)人工授粉 套袋 防止其他豌豆花粉的干扰 (4)子一 Dd 高 (5)三 子二 3:1 DD 、 Dd 、 dd 1:2:1

第2课时 对分离现象解释的验证和分离定律

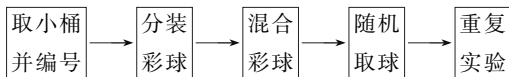
问题式预习

一、性状分离比的模拟实验

1. 模拟内容

用具或操作	模拟对象或过程
甲、乙两个小桶	雌、雄生殖器官
甲、乙小桶内的彩球	雌、雄配子
不同彩球的随机组合	雌、雄配子的随机结合

2. 操作步骤



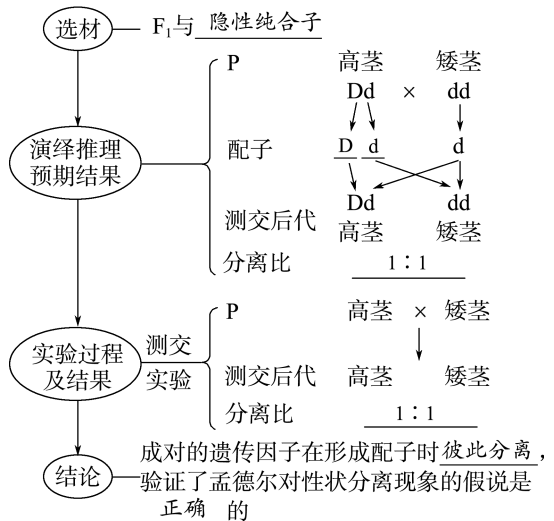
3. 分析结果, 得出结论

彩球组合类型数量比为 $DD:Dd:dd \approx 1:2:1$, 彩球组合所代表的显性、隐性性状的个体数量比为显性:隐性 $\approx 3:1$ 。

二、对分离现象解释的验证及分离定律

1. 对分离现象解释的验证

根据孟德尔的测交实验完成下图:



2. 分离定律

- (1)描述对象:进行有性生殖的生物。
- (2)发生时间:在形成配子时。
- (3)实质:控制同一性状的成对的遗传因子发生分离,分离后的遗传因子分别进入不同的配子中,随配子遗传给后代。

任务型课堂

任务一 对分离现象解释的验证

探究活动

根据孟德尔对高茎豌豆与矮茎豌豆杂交实验结果的解释及验证,完成以下问题:

(1)测交时为什么用隐性纯合子与 F_1 杂交?

提示:隐性纯合子只能产生含有隐性遗传因子的配子,后代性状表现可以直接反映 F_1 的遗传因子组成。

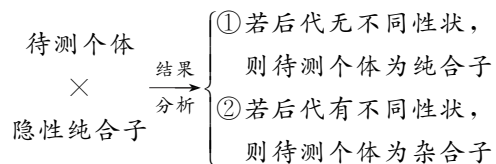
(2)能否用测交法测定其他个体的遗传因子组成?为什么?

提示:能。测交实验最初是为了测定 F_1 的遗传因子组成而进行的,后来经过推广,通过测交后代表现的性状及性状分离比可以测定任何个体的遗传因子组成。

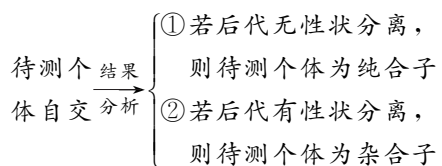
【探究总结】

纯合子、杂合子的判断

(1)测交法(已知显隐性性状)



(2)自交法(已知或未知显隐性性状)



当待测个体为动物时,常采用测交法;当待测个体为植物时,测交法、自交法均可采用,但自交法较简便。

(3)花粉鉴定法

非糯性与糯性水稻的花粉遇碘呈现不同颜色。如果花粉有两种,且比例为1:1,则被鉴定的亲本为杂合子;如果花粉只有一种,则被鉴定的亲本为纯合子。

88 评价活动

1.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

C 解析:紫茎为显性性状,让紫茎番茄自交,若其为纯合子,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;可通过与绿茎纯合子杂交来判断,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;与紫茎纯合子杂交后代都是紫茎,故不能通过与紫茎纯合子杂交进行判断,C符合题意;能通过与紫茎杂合子杂交来判断,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。

2.豌豆的红花和白花是一对相对性状。用一株开红花的植株和一株开白花的植株作亲本进行杂交, F_1 的性状及其比例为红花:白花=1:1,据此可作出的判断是 ()

- A.红花一定为显性性状,白花一定为隐性性状
B.红花亲本一定是杂合子,白花亲本一定是纯合子
C.子代红花植株与红花亲本遗传因子组成不同
D.杂合亲本在形成配子时,一定有遗传因子的分离

D 解析:若豌豆的花色受一对遗传因子A/a控制,红花植株的遗传因子组成为Aa(aa),白花植株的遗传因子组成为aa(Aa)时,两植株杂交,后代的表型及比例为红花:白花=1:1,所以根据本实验无法判断这对性状的显隐性关系,也无法判断亲本的遗传因子组成,A、B错误。由题目信息可知,若红花为显性,则亲代红花遗传因子组成均为Aa,若红花为隐性,则亲代红花遗传因子组成均为aa,C错误。杂合亲本在形成配子时,一定有遗传因子的分离,分别进入不同的配子中,随配子遗传给后代,D正确。

任务二 分离定律及其应用

【探究总结】

推断亲代或子代遗传因子组成的相关方法规律

(1)由亲代推断子代的遗传因子组成和性状表现

亲代	子代遗传因子组成	子代性状
AA×AA	AA	全为显性
AA×Aa	AA:Aa=1:1	全为显性
AA×aa	Aa	全为显性
Aa×Aa	AA:Aa:aa=1:2:1	显性:隐性=3:1
Aa×aa	Aa:aa=1:1	显性:隐性=1:1
aa×aa	aa	全为隐性

(2)根据分离定律中的比值推断亲代遗传因子组成

- ①若后代性状分离比为显性:隐性=3:1,则双亲一定都是杂合子(Aa),即 $Aa \times Aa \rightarrow 3A_ : 1aa$ 。
②若后代性状分离比为显性:隐性=1:1,则双亲一定是测交类型,即 $Aa \times aa \rightarrow 1Aa : 1aa$ 。
③若后代只有显性性状,则双亲至少有一方为显性纯合子,即 $AA \times AA$ 或 $AA \times Aa$ 或 $AA \times aa$ 。
④若后代只有隐性性状,则双亲均为隐性纯合子,即 $aa \times aa \rightarrow aa$ 。

88 评价活动

1.在一个经长期随机交配形成的自然鼠群中,黄色(A)对灰色(a_1)、黑色(a_2)为完全显性,灰色(a_1)对黑色(a_2)为完全显性,且存在A纯合胚胎致死现象。下列相关杂交及其结果的叙述错误的是 ()

- A.一对杂合黄色鼠杂交,后代的分离比接近2:1
B.该群体中黄色鼠有2种遗传因子组成
C.黄色鼠与黑色鼠杂交,后代中黑色鼠的比例一定为1/2
D. Aa_2 鼠与 a_1a_2 鼠杂交,后代中黑色鼠的比例为1/4

C 解析:一对杂合黄色鼠杂交,根据分离定律,后代应出现三种遗传因子组成,且比例为1:2:1,由于存在A纯合胚胎致死现象,因此后代的分离比接近2:1,A正确;该群体中黄色鼠有 Aa_1 、 Aa_2 2种遗传因子组成,B正确;黄色鼠 Aa_1 与黑色鼠 a_2a_2 杂交,后代没有黑色鼠,C错误; Aa_2 鼠与 a_1a_2 鼠杂交,后代中黑色鼠的比例为1/4,D正确。

2.豌豆花的位置分为叶腋和茎顶两种,分别受遗传因子T和t控制。种植遗传因子组成为TT和Tt的豌豆,两者数量之比是2:1。两种类型的豌豆繁殖率相同,则在自然状态下,其子代中遗传因子组成为TT、Tt、tt的数量之比为 ()

- A.7:6:3
B.9:2:1
C.7:2:1
D.25:10:1

B 解析:豌豆是自花传粉植物。种植的豌豆群体中,遗传因子组成为TT和Tt的个体分别占2/3、1/3。在自然状态下,所得子代中遗传因子组成为

TT、Tt、tt 的个体数量之比为 $(2/3 + 1/3 \times 1/4) : (1/3 \times 2/4) : (1/3 \times 1/4) = 9 : 2 : 1$, B 正确。

3. 在香水玫瑰的花色遗传中, 红花、白花为一对相对性状, 受一对遗传因子(用 R、r 表示)的控制。从下面的杂交实验中可以得出的正确结论是 ()

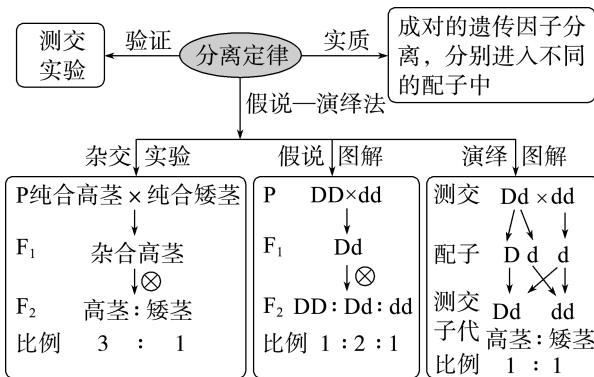
杂交组合	后代性状
一 红花 A × 白花 B	全为红花
二 红花 C × 红花 D	红花与白花之比约为 3 : 1

- A. 红花为显性性状
 B. 红花 A 的遗传因子组成一定为 Rr
 C. 红花 C 与红花 D 的遗传因子组成不同
 D. 白花 B 的遗传因子组成为 Rr

A 解析: 红花 A 与白花 B 杂交后代全为红花, 说明红花为显性性状, A 正确; 红花 A 的遗传因子组

成为 RR, 白花 B 的遗传因子组成为 rr, B、D 错误; 红花 C 与红花 D 杂交, 后代红花与白花之比约为 3 : 1, 说明亲本均为杂合子, 遗传因子组成都是 Rr, C 错误。

提质归纳



课后素养评价 (二)

对分离现象解释的验证和分离定律

建议用时: 35分钟

A组 学习·理解

知识点 1 性状分离比的模拟实验

1. 关于“性状分离比的模拟实验”, 下列叙述错误的是 ()

- A. 两个小桶分别代表雌雄生殖器官
 B. 两个小桶中的小球分别代表雌雄配子
 C. 每做一次模拟实验后, 不需要将小球放回原来的小桶内, 接着做下一次模拟实验
 D. 用不同彩球的随机组合, 模拟生物在生殖过程中, 雌雄配子的随机结合

C 解析: 实验中两个小桶分别代表产生雌雄配子的雌雄生殖器官, A 正确; 实验中两个小桶内的两种不同颜色的彩球分别代表两种雌雄配子, B 正确; 实验中要随机抓取小球, 且每次抓取的彩球都要放回原桶中并搅匀, 再进行下一次抓取, 抓取的次数应足够多, C 错误; 桶中不同的彩球模拟产生的不同配子, 用不同彩球的随机组合, 模拟生物在生殖过程中, 雌雄配子的随机结合, D 正确。

2. 某学习小组将若干黄色小球(标记 D)和绿色小球(标记 d)放入甲、乙两个小桶, 进行了“性状分离比的模拟实验”。下列相关叙述错误的是 ()

- A. 甲小桶中的小球总数量可以和乙小桶不同
 B. 每次抓取小球前需摇匀小桶, 并在每次抓取后将小球放回桶中

- C. 从甲中随机抓取一小球并记录, 可模拟配子的产生过程

- D. 若甲、乙中黄色小球 : 绿色小球均为 2 : 1, 多次抓取并记录甲、乙组合, 其中 Dd 的组合约占 2/9

D 解析: 甲、乙两个小桶分别代表雌、雄生殖器官, 甲、乙两小桶内的小球分别代表雌、雄配子, 由于雄配子数量多于雌配子, 因此甲小桶中的小球总数量可以和乙小桶不同, A 正确; 在每次抓取小球前需摇匀小桶, 以保证每种小球被抓到的概率相同, B 正确; 甲桶内小球表示某一亲本的两两数量相等的配子, 从中随机抓取一球并记录可模拟配子的产生过程, C 正确; 若甲、乙中黄色小球 : 绿色小球均为 2 : 1, 则黄色小球被抓到的概率为 2/3, 绿色小球被抓到的概率为 1/3, 多次抓取, Dd 组合的概率为 $2 \times 2/3 \times 1/3 = 4/9$, D 错误。

知识点 2 对分离现象解释的验证

3. 假说—演绎法是现代科学研究中常用的一种科学方法。下列属于孟德尔在发现分离定律时的“演绎”过程的是 ()

- A. 生物性状是由遗传因子决定的
 B. 由“F₂ 出现了 3 : 1 的性状分离比”推测生物体产生配子时, 成对的遗传因子彼此分离
 C. 若 F₁ 产生配子时成对的遗传因子彼此分离, 则测交后代会出现两种性状且比例为 1 : 1
 D. 若 F₁ 产生配子时成对的遗传因子彼此分离, 则 F₂ 中会出现三种遗传因子组成且比例为 1 : 2 : 1

C 解析:假说—演绎法是在观察和分析基础上提出问题以后,通过推理和想象提出解释问题的假说,根据假说进行演绎推理,推出预测的结果,再通过实验来检验。如果实验结果与预测相符,就可以认为假说是正确的;反之,则可以认为假说是错误的。孟德尔在发现分离定律时的演绎过程:若假说成立,则测交后代中高茎与矮茎植株的数量比应为1:1。

知识点3 分离定律的应用

4.鼠的毛色有黑色和棕色(由遗传因子B、b控制),两只黑鼠交配,生了3只棕鼠和1只黑鼠,下列叙述正确的是 ()

- A.棕色为显性性状
- B.子代黑鼠遗传因子组成为BB的概率是1/4
- C.若检测子代黑鼠的遗传因子组成,最好选用棕鼠与其交配
- D.若亲代黑鼠再生4只小鼠,则应为3只黑鼠和1只棕鼠

C 解析:亲本只有黑色一种性状,后代出现两种性状,则新出现的性状为隐性性状,即棕色为隐性性状,A错误;亲本遗传因子组成均为Bb,因此子代黑鼠(BB或Bb)遗传因子组成为BB的概率是1/3,B错误;若检测子代黑鼠的遗传因子组成,最好选用棕鼠与其交配,C正确;若亲代黑鼠再生4只小鼠,可能为3只黑鼠和1只棕鼠,也可能是其他情况,D错误。

5.人类多指是由显性遗传因子(A)控制的一种常见畸形,下列叙述不正确的是 ()

- A.只要亲代之一的遗传因子组成为AA,其子女均患多指
- B.只要亲代之一含有遗传因子A,其子女就有可能出现多指
- C.双亲遗传因子组成均为Aa,其子女均患多指
- D.双亲遗传因子组成均为aa,其子女患多指的概率是0

C 解析:人类多指是显性遗传病,双亲一方的遗传因子组成为AA,那么子女的遗传因子组成中至少含有一个A,因此后代均患多指,A正确;只要双亲一方含有遗传因子A,其后代就有可能出现多指,B正确;双亲遗传因子组成均为Aa,子女有可能不患多指,如遗传因子组成为aa的个体,C错误;双亲遗传因子组成均为aa,那么子女的遗传因子组成都是aa,后代手指都正常,D正确。

B组 应用·实践

6.金鱼草的花色由一对遗传因子控制,AA为红色,Aa为粉红色,aa为白色,红花金鱼草与白花金鱼草杂交得 F_1 , F_1 自交产生 F_2 ,下列有关 F_2 个体的叙述错误的是 ()

- A.红花个体所占比例为1/4
- B.白花个体所占比例为1/4
- C.纯合子所占比例为1/4
- D.杂合子所占比例为1/2

C 解析: $AA \times aa \rightarrow F_1(Aa, \text{粉红色})$, F_1 自交产生 F_2 , F_2 中AA(红色):Aa(粉红色):aa(白色)=1:2:1,故 F_2 中红花个体所占比例为1/4,白花个体所占比例为1/4,纯合子(AA+aa)所占比例为1/2,杂合子(Aa)所占比例为1/2,A、B、D正确,C错误。

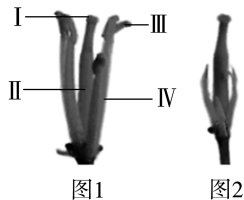
7.酒窝在古代也被称为笑靥,由人类常染色体上的显性遗传因子所决定。甲、乙分别代表有、无酒窝的男性,丙、丁分别代表有、无酒窝的女性。下列叙述错误的是 ()

- A.若甲与丙结婚,生出的孩子可能无酒窝
- B.若乙与丙结婚,生出的孩子可能都有酒窝
- C.若乙与丁结婚,生出的所有孩子都无酒窝
- D.若甲与丁结婚,生出一个无酒窝的女孩,则甲是纯合子

D 解析:假设有、无酒窝的遗传因子分别为A、a。结合题意可知,甲为有酒窝男性,遗传因子组成为AA或Aa,丙为有酒窝女性,遗传因子组成为AA或Aa,若两者均为Aa,则生出的孩子遗传因子组成可能为aa,表现为无酒窝,A正确。乙为无酒窝男性,遗传因子组成为aa,丙为有酒窝女性,遗传因子组成为AA或Aa,两者结婚,若女性遗传因子组成为AA,则生出的孩子均为有酒窝,B正确。丁为无酒窝女性,遗传因子组成为aa,乙(aa)与丁(aa)结婚,生出的孩子遗传因子组成均为aa,表现为无酒窝,C正确。甲的遗传因子组成为AA或Aa,丁的遗传因子组成为aa,两者结婚生出一个无酒窝的女孩(aa),则甲的遗传因子组成只能为Aa,是杂合子,D错误。

8.油菜是我国重要的油料作物。某地广泛种植油菜,成片的油菜花是当地一道亮丽的风景。杂交可提高油菜的产量和品质,甘蓝型油菜杂交时利用雄性不育植株可免去人工去雄,操作简便。雄性不育植

株的判断可使用观察雄蕊特征、花粉育性镜检、杂交实验等方法。为鉴定雄性不育植株并探究其遗传因子组成,研究小组进行了下列实验:



(1)雄性不育原因之一是雄性器官发育不全,因此不能产生花粉。图1和图2中,可确定图_____为雄性不育植株的花蕊。

(2)雄性不育还有一种原因是雄蕊外观正常,但产生异常花粉,导致不能受精。下表是“典型不育花粉”与“正常可育花粉”比较的结果。若提供实验所需的仪器、材料等,通过花粉育性镜检鉴定雄性不育植株,实验大致步骤如下:

花粉	典型不育花粉	正常可育花粉
形态	不规则	圆形
淀粉粒	无	较多

①取样:取该植株的结构_____ (填图1中序号)若干。

②制片:将该结构置于载玻片上,去壁,用镊子轻轻捣碎,将其中的花粉用_____染色,盖片,制成装片若干。

③镜检观察:将制好的装片分别置于放大100倍的_____ (填仪器名称)下观察花粉的_____。

(3)雄性不育植株的雌蕊发育正常,可以通过_____ (填“自花”或“异花”)传粉,产生子代。为确定雄性不育植株的显隐性、遗传因子组成等,选取A、B、C三株植株,进行了6组杂交实验,实验方案与结果如下表所示。可以判断_____ (填“A”“B”或“C”)植株为雄性不育植株。雄性可育和雄性不育是一对相对性状,由R、r基因控制,A植株、C植株的遗传因子组成分别为_____。

第1组		第2组		第3组	
P	♀A×A♂	P	♀A×C♂	P	♀C×A♂
F ₁	全可育	F ₁	不结籽	F ₁	全可育
第4组		第5组		第6组	
P	♀B×B♂	P	♀B×C♂	P	♀C×B♂
F ₁	可育:雄性 不育=3:1	F ₁	不结籽	F ₁	可育:雄性 不育=1:1
注:P表示亲代,F ₁ 表示子一代,♀表示母本,♂表示父本					

解析:(1)雄性不育原因之一是雄性器官发育不全,因此不能产生花粉。比较题图1与题图2,可以看出题图2中雄蕊已经退化、萎缩,看不到花药,因此不能产生花粉,故可确定题图2为雄性不育植株的花蕊。(2)①花粉位于花药中,需要从题图1的Ⅲ(花药)中取花粉若干进行鉴定。②正常育性花粉中含淀粉粒比较多,而不育花粉不含淀粉粒,淀粉遇碘变蓝色,因此可以用碘液染色来鉴定是否有淀粉粒存在。③将制好的装片放在显微镜下观察,主要观察花粉粒的形态是圆形还是不规则形,根据颜色是否变蓝来判断是否含有淀粉粒,最后根据观察结果分析花粉是否可育。(3)雄性不育植株的雌蕊发育正常,由于雄蕊发育不正常,因此不能完成自花传粉,只能通过异花传粉来产生子代。分析题表中的6组杂交实验,C组的雄性(♂)分别与A组和B组杂交,即第2组、第5组杂交实验,F₁均不结籽,说明C植株为雄性不育植株。根据第4组杂交实验,B植株自交,后代产生了亲代没有的性状——雄性不育可知,雄性不育为隐性性状,遗传因子组成为rr,B植株的遗传因子组成为Rr。根据第3组杂交实验,A植株与C植株(rr)杂交,后代全为可育,说明A植株的遗传因子组成为RR。

答案:(1)2 (2)①Ⅲ ②碘液 ③显微镜 花粉粒形态、颜色等 (3)异花 C RR、rr

第2节 孟德尔的豌豆杂交实验(二)

学习任务目标

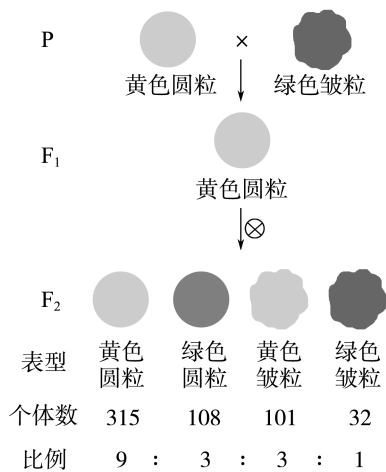
1. 基于遗传因子控制生物的性状,对两对相对性状的豌豆杂交实验进行解释,形成生命的物质观。
2. 利用假说—演绎的科学方法体会孟德尔发现自由组合定律的过程。
3. 运用遗传定律知识指导农牧业生产,检测和预防遗传病。

第1课时 两对相对性状的杂交实验与对自由组合现象的解释和验证

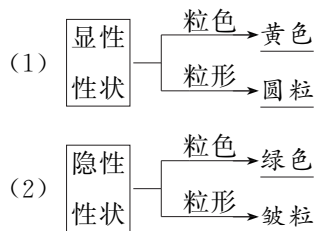
问题式预习

一、两对相对性状的杂交实验——发现问题

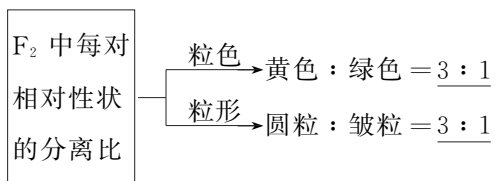
孟德尔用纯合黄色圆粒豌豆与绿色皱粒豌豆杂交,其过程如图:



1. 性状的显隐性



2. 相对性状的分离比

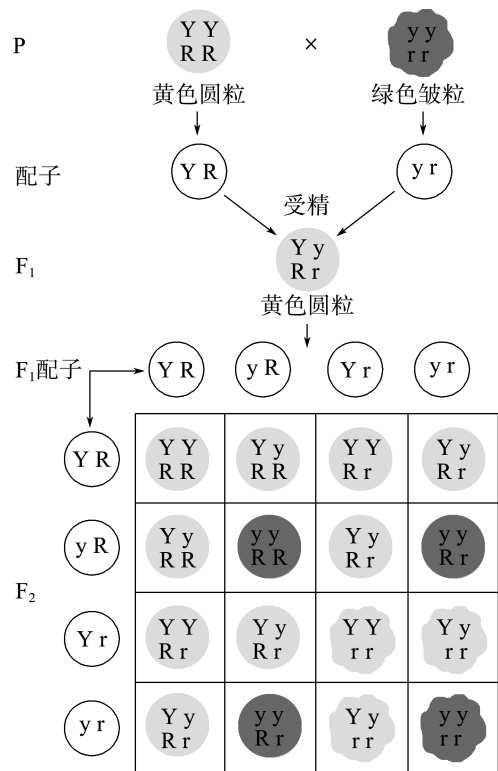


3. 归纳

F₂ 中出现了不同性状之间的自由组合,重组类型为黄色皱粒、绿色圆粒。

二、对自由组合现象的解释——提出假说

孟德尔对自由组合现象的解释如下图:



1. 性状的控制

(1) 假说: 两对相对性状由两对遗传因子控制。

① 圆粒和皱粒分别由遗传因子 R、r 控制。

② 黄色和绿色分别由遗传因子 Y、y 控制。

③ 两对遗传因子彼此分离,互不干扰。

(2) 亲本的遗传因子组成分别为 YYRR、yyrr, F₁ 的遗传因子组成为 YyRr。

2. 配子的产生

(1) 假说: F₁ 在产生配子时,每对遗传因子彼此分离,不同对的遗传因子可以自由组合。

(2)F₁ 产生的配子

①雄配子种类及比例： $\underline{YR : Yr : yR : yr = 1 : 1 : 1 : 1}$ 。

②雌配子种类及比例： $\underline{YR : Yr : yR : yr = 1 : 1 : 1 : 1}$ 。

3.受精过程

(1)假说：受精时，雌雄配子的结合是随机的。

(2)F₁ 配子的结合方式有 16 种。

4.F₂ 的表型及遗传因子组成分析

(1)表型分析

表型 $\left\{ \begin{array}{l} \text{双显性状}(Y_R_)\text{占 } 9/16 \\ \text{单显性状}(Y_rr+yyR_)\text{占 } 6/16 \\ \text{双隐性状}(yyrr)\text{占 } 1/16 \\ \text{亲本类型}(Y_R_+yyrr)\text{占 } 10/16 \\ \text{重组类型}(Y_rr+yyR_)\text{占 } 6/16 \end{array} \right.$

(2)遗传因子组成分析

①纯合子 (YYRR、YYrr、yyRR、yyrr) 共占 4/16。

②双杂合子 (YyRr) 占 4/16。

③单杂合子 (YyRR、YYRr、Yyrr、yyRr) 共占 8/16。

◇思考

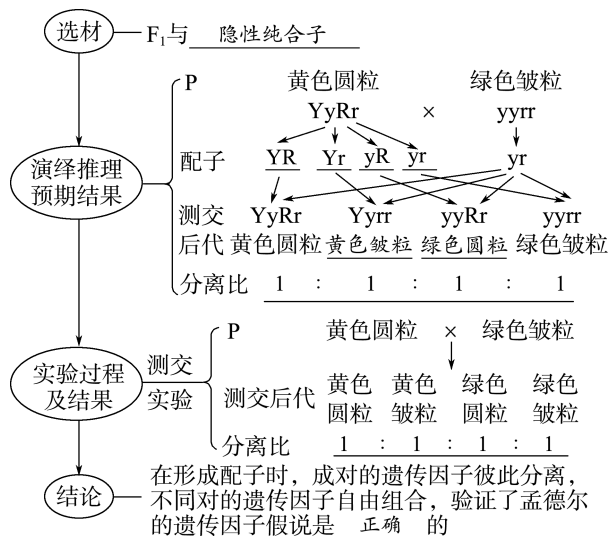
[教材 P10 旁栏思考]从数学的角度分析,9 : 3 : 3 : 1 与 3 : 1 能否建立联系? 这对于理解两对相对性状的遗传结果有什么启示?

提示:对于两对相对性状的遗传结果,如果对每一对性状单独进行分析,其性状的个体数量比都是 3 : 1,

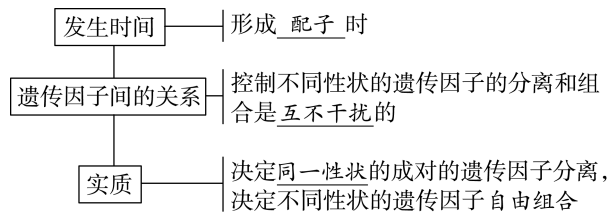
即每对性状的遗传都遵循了分离定律。两对相对性状的遗传结果可以表示为它们各自遗传结果的乘积,即 9 : 3 : 3 : 1 来自 (3 : 1)²。

三、对自由组合现象解释的验证——演绎推理(实验验证)

根据孟德尔的测交实验,完成下图:



四、自由组合定律——得出结论



任务型课堂

任务一 两对相对性状的杂交实验

🔍 探究活动

根据孟德尔两对相对性状的杂交实验,回答以下问题:

(1)F₂ 中,新的性状组合(即重组类型)有哪些? 所占比例共计多少?

提示:重组类型有 2 种,即黄色皱粒和绿色圆粒,所占比例均为 3/16,所以重组类型所占比例共计 3/8。

(2)将亲本(P)改为纯种黄色皱粒和纯种绿色圆粒。则:

①此时 F₁ 的性状为黄色圆粒。

②F₂ 性状分离比为 9 : 3 : 3 : 1。

③F₂ 中重组类型及其所占比例与之前实验的结果相同吗? 为什么?

提示:不相同。亲本改变后,F₂ 中重组类型为黄色圆粒和绿色皱粒,所占比例分别为 9/16 和 1/16,此时重组类型共占 5/8。而在之前的实验中,重组类

型为黄色皱粒和绿色圆粒,两者均占 F₂ 的 3/16,因此重组类型共占 3/8。

【探究总结】

两对相对性状的遗传实验应注意的问题

(1)具有两对相对性状的纯种亲本杂交:

①F₁ 表现双显性性状;

②F₂ 有 4 种不同的性状类型,数量比接近 9 : 3 : 3 : 1;

③每一对相对性状的遗传都遵循分离定律。

(2)①重组类型不是指 F₂ 中遗传因子组成与亲本不同的个体,而是指 F₂ 中性状表现与亲本不同的个体。

②若亲本为纯合的黄色圆粒和绿色皱粒,则 F₂ 中的绿色圆粒(3/16)和黄色皱粒(3/16)为重组类型;若亲本为纯合的绿色圆粒和黄色皱粒,则 F₂ 中黄色圆粒(9/16)和绿色皱粒(1/16)为重组类型。

🔗 评价活动

1.果蝇的灰身(B)对黑身(b)为显性,长翅(V)对残翅(v)为显性,两对遗传因子独立遗传。有关灰身长

翅果蝇(BbVv)雌雄个体交配产生的后代,下列叙述正确的是 ()

- A.有4种遗传因子组成
B.性状比例约为9:3:3:1
C.其中黑身残翅个体占1/8
D.其中灰身长翅个体的遗传因子组成有2种

B 解析:灰身长翅果蝇(BbVv)雌雄个体交配产生的后代中,应该有 $3 \times 3 = 9$ 种遗传因子组成,A错误;性状比例约为 $(3:1) \times (3:1) = 9:3:3:1$,B正确;黑身残翅(bbvv)个体占 $1/4 \times 1/4 = 1/16$,C错误;灰身长翅(B_V_)个体的遗传因子组成有 $2 \times 2 = 4$ 种,D错误。

2.下列有关孟德尔两对相对性状的杂交实验的叙述中,正确的是 ()

- A.在豌豆开花时对亲本进行去雄和授粉
B.F₁的性状表现与亲本中的黄色圆粒作为母本还是父本无关
C.F₁产生的雌雄配子的结合方式有9种
D.F₁自交得到的F₂的遗传因子组成有4种,比例为9:3:3:1

B 解析:应在豌豆开花前对母本未成熟花进行去雄处理,父本不进行去雄处理,A错误;F₁的性状表现与亲本中的黄色圆粒作为母本还是父本无关,B正确;F₁产生的雌雄配子的结合是随机的,雌雄配子各4种,结合方式有16种,C错误;F₁自交得到的F₂的遗传因子组成有9种,性状表现有4种,D错误。

任务二 对自由组合现象的解释和验证

探究活动

(1)根据孟德尔的两对相对性状的豌豆杂交实验遗传图解,完成以下表格:

F ₂ 性状表现及比例		双显性状	一显一隐性状		双隐性状
		黄色圆粒 Y_R_	黄色皱粒 Y_rr	绿色圆粒 yyR_	绿色皱粒 yyrr
		9	3	3	1
F ₂ 遗传因子组成及比例	纯合子	1YYRR	1YYrr	1yyRR	1yyrr
	单杂合子	2YyRR	2Yyrr	2yyRr	—
		2YYRr			
双杂合子	4YyRr	—	—	—	

(2)测交实验中子代出现4种比例相等的性状类型的原因是什么?

提示:F₁是双杂合子,能产生4种数量相等的配

子,隐性纯合子只产生1种配子。

(3)在两对相对性状的杂交实验中,若两亲本杂交,后代性状出现了1:1:1:1的比例,能否确定两亲本的遗传因子组成就是YyRr和yyrr?试举例说明。

提示:不能。Yyrr和yyRr杂交,后代也会出现1:1:1:1的比例。

【探究总结】

(1)孟德尔对自由组合现象的解释的核心是生物体形成配子时,成对的遗传因子彼此分离,不同对的遗传因子自由组合,彼此独立,互不干扰。

(2)F₂中9:3:3:1的性状分离比成立的条件:

- ①亲本必须是纯种;
- ②两对相对性状由两对等位基因控制;
- ③配子全部发育良好,且存活率相同;
- ④所有后代都应处于一致的环境中,而且存活率相同;
- ⑤材料丰富,后代数量足够多。

88 评价活动

1.在孟德尔进行的两对相对性状的杂交实验中,纯种亲本杂交获得F₁,F₁自交得F₂,F₂中黄色圆粒、黄色皱粒、绿色圆粒、绿色皱粒的数量比为9:3:3:1,与F₂出现这种比例无直接关系的是 ()

- A.亲本必须是纯种的黄色圆粒豌豆与绿色皱粒豌豆
B.F₁产生的雌、雄配子各有4种,且比例为1:1:1:1
C.F₁自交时,4种类型的雌、雄配子的结合是随机的
D.F₁的雌、雄配子结合后都能发育成新个体

A 解析:亲本可以是纯种的黄色圆粒豌豆与绿色皱粒豌豆,也可以是纯种的黄色皱粒豌豆与绿色圆粒豌豆,A符合题意;F₁产生的雌、雄配子各有4种,比例为1:1:1:1,是F₂中出现9:3:3:1的基础,B不符合题意;F₁自交时,4种类型的雌、雄配子的结合是随机的,是F₂中出现9:3:3:1的保证,C不符合题意;F₁的16种配子结合方式都能发育成新个体与F₂出现9:3:3:1的比例有着直接的关系,D不符合题意。

2.孟德尔通过测交实验对自由组合现象解释加以验证,下列说法错误的是 ()

- A.测交实验为杂种子一代(YyRr)与隐性纯合子(yyrr)的杂交
B.杂种子一代产生的配子组成为Yy、Rr、YR、yr,隐性纯合子产生的配子组成为yr
C.对于动物而言,测交法是验证自由组合定律的最佳方法

D.测交后代表现类型及比例为黄色圆粒:黄色皱粒:绿色圆粒:绿色皱粒=1:1:1:1

B 解析:在形成配子时,决定同一性状的成对的遗传因子彼此分离,决定不同性状的遗传因子自由组合,故杂种子一代产生的配子类型及比例为 YR:Yr:yR:yr=1:1:1:1,B 错误。

3.孟德尔在研究两对相对性状的杂交实验时,针对 F₂ 中出现两种新类型提出的假设是 ()

A.生物的性状是由基因控制的,控制不同性状的基因不相同

B.F₁ 全部为显性性状,F₂ 中有 4 种表现类型,且比例为 9:3:3:1

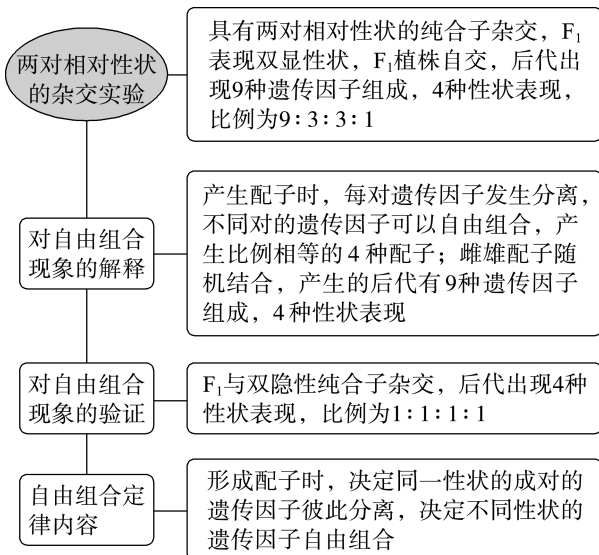
C.F₁ 与隐性纯合子杂交,将产生 4 种表现类型不同的后代,且比例为 1:1:1:1

D.F₁ 形成配子时,每对遗传因子彼此分离,不同对的遗传因子自由组合

D 解析:孟德尔所在的年代还没有“基因”一词,A 错误;F₁ 全部为显性性状,F₂ 中有 4 种表现类型,且比例为 9:3:3:1,这是实验现象,不是提出的假设,B 错误;F₁ 与隐性纯合子杂交,将产生 4 种表

现类型不同的后代,且比例为 1:1:1:1,这是演绎推理,不是提出的假设,C 错误;针对 F₂ 中出现两种新类型提出的假设为 F₁ 形成配子时,每对遗传因子彼此分离,不同对的遗传因子自由组合,D 正确。

提质归纳



课后素养评价 (三)

两对相对性状的杂交实验与对自由组合现象的解释和验证

建议用时: 35分钟

A组 学习·理解

知识点 1 两对相对性状的杂交实验

1.黄色圆粒豌豆(YyRr)与某种豌豆杂交,所得的种子中黄色圆粒有 281 粒,黄色皱粒有 270 粒,绿色圆粒有 95 粒,绿色皱粒有 90 粒,则该豌豆的基因型是 ()

- A.YyRR B.YYrr
C.YyRr D.Yyrr

D 解析:分析题意可知,后代 4 种表型比例约为 3:3:1:1,分解为黄色:绿色≈3:1,圆粒:皱粒≈1:1,其中一个亲本的基因型为 YyRr,则另一个亲本的基因型为 Yyrr,D 正确。

2.用黄色糯性玉米(YYRR)和白色非糯性玉米(yyrr)作为亲本杂交得 F₁,F₁ 测交得 F₂,若两对遗传因子独立遗传,则 F₂ 中黄色糯性个体所占的比例为 ()

- A.1/16 B.1/2 C.9/16 D.1/4

D 解析:用黄色糯性玉米(YYRR)和白色非糯性玉米(yyrr)作为亲本杂交得 F₁,F₁ 的遗传因子组成为 YyRr,测交得 F₂,F₂ 的遗传因子组成和性状表现的比为 YyRr(黄色糯性):Yyrr(黄色非糯性):yyRr(白色糯性):yyrr(白色非糯性)=1:1:1:1,则 F₂ 中黄色糯性的个体所占的比例为 1/4,D 正确。

3.下列关于孟德尔两对相对性状杂交实验的叙述中,错误的是 ()

- A.F₂ 中圆粒和皱粒之比接近 3:1,符合分离定律
B.两对相对性状分别由两对基因控制
C.F₁ 产生 4 种比例相等的雌配子和雄配子
D.F₂ 有 4 种性状表现和 6 种基因型

D 解析:F₂ 中,单独看圆粒和皱粒这一对相对性状,圆粒:皱粒≈3:1,符合分离定律,A 正确;孟德尔两对相对性状杂交实验中的两对相对性状分

别由两对基因控制,B正确; F_1 产生雌、雄配子各4种,它们之间的数量比接近1:1:1:1,C正确; F_1 雌、雄配子随机结合,产生的 F_2 有9种基因型、4种性状表现,D错误。

知识点2 对自由组合现象的解释和验证

4.在豚鼠中,黑色(C)对白色(c)、毛皮粗糙(R)对毛皮光滑(r)为显性。下列验证自由组合定律的最佳杂交组合是 ()

A.黑色光滑×白色光滑→黑色光滑:白色光滑=9:8

B.黑色光滑×白色粗糙→全黑色粗糙

C.黑色粗糙×黑色光滑→黑色粗糙:白色粗糙=25:8

D.黑色粗糙×白色光滑→黑色粗糙:黑色光滑:白色粗糙:白色光滑=10:9:8:11

D 解析:D项符合测交的概念和结果,黑色粗糙(相当于 F_1 的双显)×白色光滑(双隐性纯合子)→黑色粗糙:黑色光滑:白色粗糙:白色光滑=10:9:8:11,即出现4种表型,且比例接近1:1:1:1。

5.关于孟德尔豌豆两对相对性状的杂交实验,下列哪些说法是正确的? ()

①黄色Y对绿色y是显性,圆粒R对皱粒r是显性
②亲代形成配子时,产生yr和YR两种配子, F_1 表型为黄色圆粒,基因型为YyRr,为杂合子

③ F_1 产生配子时,Y和y分离,R与r分离,决定不同性状的遗传因子可以自由组合

④ F_1 雌雄各4种配子受精机会均等,因此有16种结合方式

A.①②

B.①③④

C.①③

D.①②③④

D 解析:①孟德尔豌豆两对相对性状的杂交实验中,黄色Y对绿色y是显性,圆粒R对皱粒r是显性,①正确;②纯种黄色圆粒和纯种绿色皱粒豌豆的遗传因子组成分别是YYRR和yyrr,亲代形成配子时,产生yr和YR两种配子, F_1 表型为黄色圆粒,基因型为YyRr,为杂合子,②正确;③ F_1 产生配子时,每对遗传因子彼此分离,Y和y分离,R和r分离,决定不同性状的遗传因子可以自由组合,这样 F_1 产生的雌配子和雄配子各有4种(YR、Yr、yR、yr),它们之间的数量比为1:1:1:1,③正确;④ F_1 雌雄各4种配子受精机会均等,因此有16种

结合方式, F_2 有四种表型,黄色圆粒、黄色皱粒、绿色圆粒、绿色皱粒,它们之间的数量比是9:3:3:1,④正确。

B组 应用·实践

6.孟德尔以黄色圆粒豌豆和绿色皱粒豌豆作亲本进行杂交,获得的 F_1 基因型为YyRr,全部为黄色圆粒豌豆, F_1 自交获得 F_2 。下列叙述正确的是 ()

A.黄色圆粒豌豆亲本产生的配子的基因型为YY和RR

B. F_2 的性状分离比依赖于雌雄配子数量相等且随机结合

C. F_2 中与亲本表型相同的个体占3/8或5/8

D.对 F_1 的测交结果可反映 F_1 产生的配子类型及比例

D 解析:由题干信息可知亲本绿色皱粒豌豆基因型为yyrr,黄色圆粒豌豆基因型为YYRR,则黄色圆粒豌豆亲本产生的配子的基因型为YR,A错误; F_2 的性状分离比依赖于雌配子YR:Yr:yR:yr=1:1:1:1,雄配子YR:Yr:yR:yr=1:1:1:1,且雌雄配子随机结合,雄配子的数量远远多于雌配子,B错误;亲本为黄色圆粒豌豆和绿色皱粒豌豆, F_1 自交获得的 F_2 中黄色圆粒Y_R_:黄色皱粒Y_rr:绿色圆粒yyR_:绿色皱粒yyrr=9:3:3:1,其中与亲本表型相同的个体(Y_R_、yyrr)占9/16+1/16=5/8,C错误;测交法是将 F_1 (YyRr)与隐性纯合子(yyrr)进行杂交,该隐性纯合子yyrr只产生yr配子,这种配子不会遮盖 F_1 产生的配子的遗传因子,反而能使 F_1 的配子中含有的隐性遗传因子在测交后代中表现出来,所以, F_1 测交后代的表型及其比例,可反映 F_1 所产生的配子类型及其比例,D正确。

7.已知豌豆种子的黄色(Y)对绿色(y)、高秆(D)对矮秆(d)是显性,这两对性状独立遗传,用双亲为黄色高秆和绿色矮秆的豌豆植物杂交,得 F_1 ,选取 F_1 中数量相等的两种植物进行测交,产生的后代数量相同,测交后代的性状表现及比例为黄色高秆:绿色高秆:黄色矮秆:绿色矮秆=1:3:1:3。下列说法不正确的是 ()

A.双亲的遗传因子组成可能是YyDd和yydd

B.上述 F_1 用于测交的个体遗传因子组成是YyDd和yyDd

C.上述 F_1 用于测交的个体自交,后代性状表现比为黄色高秆:绿色高秆:黄色矮秆:绿色矮秆=9:15:3:5

D.若 F_1 的所有个体自交,产生的后代中杂合子有4种

D 解析:根据测交后代的性状表现及比例为黄色高秆:绿色高秆:黄色矮秆:绿色矮秆=1:3:1:3,再结合测交特点可知,该比例可分为黄色高秆:绿色高秆:黄色矮秆:绿色矮秆=1:1:1:1和绿色高秆:绿色矮秆=2:2,据此可推测进行测交的 F_1 的遗传因子组成为 $YyDd$ 和 $yyDd$,且二者的比例为1:1,再结合双亲性状为黄色高秆和绿色矮秆,推测双亲的遗传因子组成可能是 $YyDd$ 和 $yydd$,A 正确; F_1 用于测交的个体的性状表现为黄色高秆和绿色高秆,基因型是 $YyDd$ 和 $yyDd$,B 正确;上述 F_1 ($YyDd$ 和 $yyDd$) 自交,且二者的比例为1:1,其中前者自交产生的后代性状表现及比例为黄色高秆:绿色高秆:黄色矮秆:绿色矮秆=9:3:3:1,后者自交产生的后代性状表现及比例为绿色高秆:绿色矮秆=12:4,因此 F_1 用于测交的个体自交产生的所有后代性状表现及比例为黄色高秆:绿色高秆:黄色矮秆:绿色矮秆=9:15:3:5,C 正确;若 F_1 的所有个体(遗传因子组成为 $YyDd$ 、 $yyDd$ 、 $Yydd$ 和 $yydd$)自交,产生的后代的遗传因子组成可根据 $YyDd$ 自交分析,该个体自交子代共9种基因型,4种性状表现,其中杂合子有5种分别为 $YyDd$ 、 $yyDd$ 、 $YyDD$ 、 $YYDd$ 、 $Yydd$,D 错误。

8.牵牛花的花色由遗传因子 R 和 r 控制,叶的形态由遗传因子 H 和 h 控制。下表是3组不同亲本的杂

交组合及结果,请分析回答下列问题:

杂交组合		①	②	③
亲本的表型		白色阔叶× 红色窄叶	红色窄叶× 红色窄叶	白色阔叶× 红色窄叶
后代的表型及数目	红色阔叶	403	0	413
	红色窄叶	0	430	0
	白色阔叶	397	0	0
	白色窄叶	0	140	0

(1)根据杂交组合_____可判断阔叶对窄叶为显性;由杂交组合_____可判断红色对白色为显性。

(2)3个杂交组合中亲本的遗传因子组成分别是①_____、②_____、③_____。

(3)杂交组合③产生的红色阔叶植株自交,产生的后代的性状及比例是_____。

(4)杂交组合①产生的红色阔叶与白色阔叶再杂交,得到隐性纯合子的概率是_____。

答案:(1)①或③ ②或③

(2) $rrHH \times Rrhh$ $Rrhh \times Rrhh$ $rrHH \times RRhh$

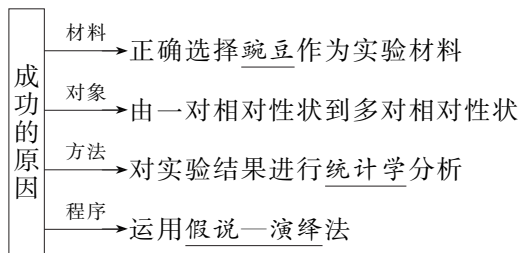
(3)红色阔叶:红色窄叶:白色阔叶:白色窄叶=9:3:3:1

(4)1/8

第2课时 孟德尔实验方法的启示、遗传规律的再发现和应用

问题式预习

一、孟德尔获得成功的原因



二、孟德尔遗传规律的再发现

- 1900年,三位科学家分别重新发现了孟德尔的论文,并且认识到孟德尔提出的理论的重要意义。
- 1909年,丹麦生物学家约翰逊提出了基因、表型(也叫表现型)和基因型的概念。

3. 连一连

- | | |
|-------|---------------|
| ①表型 | a.与表型有关的基因组成 |
| ②基因型 | b.控制相对性状的基因 |
| ③等位基因 | c.生物个体表现出来的性状 |

答案:①—c ②—a ③—b

三、孟德尔遗传规律的应用

- 正确解释生物界普遍存在的遗传现象。
- 预测杂交后代的类型和各种类型出现的概率。
- 指导动植物育种实践,如杂交育种:有目的地将具有不同优良性状的两个亲本杂交,使两个亲本的优良性状组合在一起,再筛选出所需要的优良品种。
- 指导医学实践,对某些遗传病在后代中的患病概率作出科学的推断,从而为遗传咨询提供理论依据。

任务型课堂

任务一 自由组合定律的应用

【探究总结】

1. 杂交育种

(1) 过程

① 培育杂合子品种

选取符合要求的纯种双亲杂交($\text{♀} \times \text{♂}$) $\rightarrow F_1$ (即为所需品种)。

② 培育隐性纯合子品种

选取符合要求的纯种双亲杂交($\text{♀} \times \text{♂}$) $\rightarrow F_1 \rightarrow F_2 \rightarrow$ 选出表型符合要求的个体并推广。

③ 培育显性纯合子品种

a.植物:选择具有不同优良性状的亲本杂交,获得 $F_1 \rightarrow F_1$ 自交 \rightarrow 获得 $F_2 \rightarrow$ 鉴别、选择需要的类型,自交至不发生性状分离为止。

b.动物:选择具有不同优良性状的亲本杂交,获得 $F_1 \rightarrow F_1$ 雌雄个体交配 \rightarrow 获得 $F_2 \rightarrow$ 鉴别、选择需要的类型与隐性类型测交,选择后代不发生性状分离的 F_2 个体。

(2)优点:操作简便,可以把多个品种的优良性状集中在一起。

(3)缺点:获得新品种的周期长。

2. 设计实验验证遗传因子的自由组合定律的几种方法

(1)测交法:让双杂合子与隐性纯合子杂交,后代的性状分离比为 $1:1:1:1$,则符合自由组合定律。

(2)双杂合子自交法:让双杂合子自交,后代的性状

分离比为 $9:3:3:1$,则符合自由组合定律。

(3)花粉鉴定法:取双杂合子的花粉,对花粉进行特殊处理后,用显微镜观察并计数,若有4种花粉,比例为 $1:1:1:1$,则符合自由组合定律。

88 评价活动

- 番茄果实的红色对黄色为显性,两室对一室为显性。两对性状遗传时可自由组合。育种者用纯合的具有这两对相对性状的亲本杂交, F_2 中重组类型的个体数占 F_2 总数的 ()
A.7/8 或 5/8 B.9/16 或 5/16
C.3/8 或 5/8 D.3/8

C 解析:重组类型是指性状表现不同于双亲的类型,设控制两对性状的遗传因子分别为A、a和B、b,若亲本的杂交组合是AABB \times aabb,则 F_2 的重组类型是单显性,占3/8;若亲本的杂交组合是AAbb \times aaBB,则 F_2 的重组类型是双显性和双隐性,占5/8。故C正确。

- 假如水稻高秆(D)对矮秆(d)为显性,抗稻瘟病(R)对易感稻瘟病(r)为显性,两对性状独立遗传。现用一个纯合易感稻瘟病的矮秆品种(抗倒伏)与一个纯合抗稻瘟病的高秆品种(易倒伏)杂交, F_2 中出现既抗倒伏又抗病类型的比例为 ()
A.3/4 B.1/8 C.3/16 D.3/8

C 解析:纯合易感稻瘟病的矮秆品种(抗倒伏)与纯合抗稻瘟病的高秆品种(易倒伏)杂交, F_1 为双杂合子, F_2 中有4种性状表现,高秆抗病:高秆不抗病:

矮秆抗病:矮秆不抗病=9:3:3:1,既抗倒伏又抗病类型所占的比例为3/16。

3.已知并指(A)对正常指(a)是显性,正常红细胞(B)对镰状红细胞(b)是显性,且两对相对性状独立遗传。若一个正常红细胞、并指的男性和一个性状正常的女性结婚,生了一个镰状红细胞、正常指的孩子,则该父母的遗传因子组成及生育镰状红细胞、正常指孩子时的配子组合分别是 ()

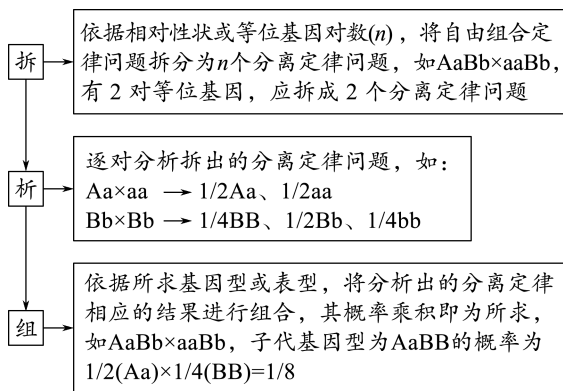
- A.父 AABB,母 aaBb;雄配子 AB,雌配子 ab
- B.父 AaBb,母 aaBB;雄配子 ab,雌配子 aB
- C.父 AaBb,母 aaBB;雄配子 aB,雌配子 aB
- D.父 AaBb,母 aaBb;雄配子 ab,雌配子 ab

D 解析:根据题干信息分析,已知并指(A)对正常指(a)是显性,正常红细胞(B)对镰状红细胞(b)是显性,父亲正常红细胞、并指,其遗传因子组成为 A_B_,母亲性状正常,其遗传因子组成为 aaB_,他们生了一个镰状红细胞、正常指的孩子,该孩子的遗传因子组成为 aabb,则可以确定父亲的遗传因子组成为 AaBb,母亲的遗传因子组成为 aaBb。孩子的遗传因子组成为 aabb,则雌、雄配子都应该是 ab,A、B、C 错误,D 正确。

任务二 用分离定律解决自由组合的问题

【探究总结】

(1)运用分离定律解决自由组合定律问题的步骤



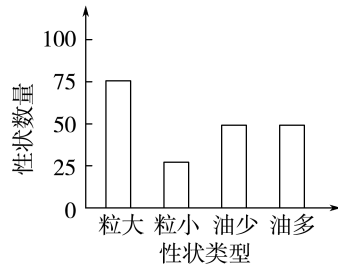
(2)巧用子代性状分离比推测亲本的基因型

- ① 9:3:3:1 ⇒ (3:1)(3:1) ⇒ (Aa×Aa)(Bb×Bb) ⇒ AaBb×AaBb。
- ② 1:1:1:1 ⇒ (1:1)(1:1) ⇒ (Aa×aa)(Bb×bb) ⇒ AaBb×aabb 或 Aabb×aaBb。
- ③ 3:3:1:1 ⇒ (3:1)(1:1) ⇒ (Aa×Aa)(Bb×bb) 或 (Aa×aa)(Bb×Bb) ⇒ AaBb×Aabb 或 AaBb×aaBb。
- ④ 3:1 ⇒ (3:1)×1 ⇒ (Aa×Aa)(BB×B_) 或 (Aa×Aa)(BB×bb) 或 (AA×A_)(Bb×Bb) 或 (AA×aa)(Bb×Bb) ⇒ AaBB×AaB_、AaBB×Aabb 或 AABb×A_Bb、

AABb×aaBb。

88 评价活动

1.向日葵种子粒大(B)对粒小(b)是显性,含油少(S)对含油多(s)是显性,某人用粒大油少和粒大油多的向日葵进行杂交,结果如图所示。这些杂交后代的基因型的种类数是 ()



- A.9种
- B.8种
- C.6种
- D.4种

C 解析:用分离定律分析每对相对性状的遗传可知,杂交后代中粒大:粒小=3:1,亲本的组合类型是Bb×Bb,杂交后代有3种基因型;杂交后代中油少:油多=1:1,亲本的组合类型是Ss×ss,杂交后代有2种基因型。由此可知,亲本BbSs和Bbss杂交,后代的基因型有3×2=6种。

2.已知A与a、B与b、C与c 3对等位基因自由组合,基因型分别为AaBbCc、AabbCc的两个体进行杂交。下列关于杂交后代的推测,正确的是 ()

- A.表型有8种,AaBbCc个体的比例为1/16
- B.表型有4种,Aabbcc个体的比例为1/32
- C.基因型有18种,aaBbCc个体的比例为1/16
- D.基因型有8种,aaBbcc个体的比例为1/16

C 解析:3对基因的遗传遵循自由组合定律,其中每对基因的遗传仍遵循分离定律,故Aa×Aa→1AA:2Aa:1aa;Bb×bb→1Bb:1bb;Cc×Cc→1CC:2Cc:1cc。杂交后代表型有2×2×2=8种,AaBbCc个体的比例为1/2Aa×1/2Bb×1/2Cc=1/8,A错误;杂交后代表型有8种,Aabbcc个体的比例为1/2Aa×1/2bb×1/4cc=1/16,B错误;杂交后代基因型有3×2×3=18种,aaBbCc个体的比例为1/4aa×1/2Bb×1/2Cc=1/16,C正确;杂交后代基因型有18种,aaBbcc个体的比例为1/4aa×1/2Bb×1/4cc=1/32,D错误。

3.豌豆中高茎对矮茎为显性,受遗传因子T、t控制,腋生花对顶生花为显性,受遗传因子A、a控制,高茎腋生花的豌豆与高茎顶生花的豌豆杂交,F₁的性状表现及比例为高茎腋生花:高茎顶生花:矮茎腋生花:矮茎顶生花=3:3:1:1。下列说法不正确的是 ()

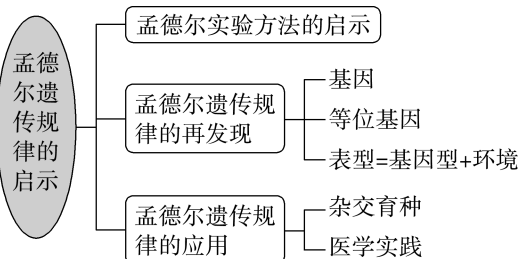
- A.亲代遗传因子组成为TtAa、Ttaa

- B.高茎与腋生花互为相对性状
 C. F_1 中两对遗传因子均为纯合子的概率为 $1/4$
 D. F_1 中高茎腋生花的遗传因子组成可能为TTAa或TtAa

B 解析:亲代杂交,子代中高茎:矮茎=3:1,则双亲遗传因子组成为Tt×Tt,腋生花:顶生花=1:1,则双亲遗传因子组成为Aa×aa,故双亲的遗传因子组成为TtAa、Ttaa,A正确;茎的高矮是一对相对性状,花的位置顶生和腋生是一对相对性状,B错误; F_1 中两对遗传因子均为纯合子的概率= $1/2 \times 1/2 = 1/4$,C正确; F_1 中高茎腋生花的遗传因子组成可能为TTAa或TtAa,D正确。

传因子组成可能为TTAa或TtAa,D正确。

提质归纳



课后素养评价(四)

孟德尔实验方法的启示、遗传规律的再发现和应用

建议用时: 35分钟

A组 学习·理解

知识点1 孟德尔实验方法的启示、遗传规律的再发现

1.在孟德尔之前,有许多学者研究过生物遗传的现象,虽然这些学者做了很多的杂交实验,但并没有成功总结出生物遗传的规律。孟德尔的发现要归功于他对实验材料的选择和科学的研究方法。下列不属于孟德尔研究遗传规律成功原因的是

(B)

- A.选择了严格自花传粉且相对性状明显的豌豆作为实验材料
 B.大胆假设了遗传因子是相互融合、不能独立遗传的
 C.运用了数理统计分析法,使复杂的现象变得简洁精确
 D.巧妙地设计了测交实验验证自己的假说
- 2.自由组合定律中的“自由组合”是指 ()
 A.带有不同遗传因子的雌、雄配子间的组合
 B.决定同一性状的成对的遗传因子的组合
 C.两亲本间的组合
 D.决定不同性状的遗传因子的组合

D 解析:自由组合定律的实质是生物在产生配子时,决定不同性状的遗传因子自由组合。

知识点2 自由组合定律的应用

3.两个亲本杂交,其子代的遗传因子组成及比例为 $yyRR : yyrr : YyRR : Yyrr : yyRr : YyRr = 1 : 1 : 1 : 1 : 2 : 2$,据此判断两个亲本的遗传因子组成是 ()

- A. $yyRR$ 和 $yyRr$ B. $yyrr$ 和 $YyRr$
 C. $yyRr$ 和 $YyRr$ D. $YyRr$ 和 $YyRr$

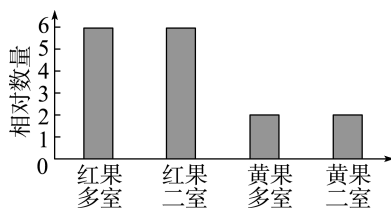
C 解析:对于Y、y来说,两个亲本交配后子代的遗传因子组成及比例为 $yy : Yy = 1 : 1$,因此两个亲本的遗传因子组成为yy和Yy;对于R、r来说,两个亲本交配后子代的遗传因子组成及比例为 $RR : Rr : rr = 1 : 2 : 1$,因此两个亲本的遗传因子组成为Rr和Rr。综上,两个亲本的遗传因子组成是 $yyRr$ 和 $YyRr$,C正确。

4.蚕的黄色茧(Y)对白色茧(y)是显性,抑制黄色出现(I)对黄色出现(i)是显性。现用杂合白色茧($IiYy$)的蚕相互交配,后代中白色茧与黄色茧的数量比是 ()

- A.3:1 B.1:1
 C.13:3 D.15:1

C 解析:杂合白色茧($IiYy$)的蚕相互交配,后代的遗传因子组成和性状表现的比例为 $I_Y_(\text{白色茧}) : I_yy(\text{白色茧}) : iiY_(\text{黄色茧}) : iiyy(\text{白色茧}) = 9 : 3 : 3 : 1$ 。因此,后代中白色茧与黄色茧的数量比为13:3,C正确。

5.番茄的红果(R)对黄果(r)为显性,子房多室(M)对子房二室(m)为显性,现将红果多室番茄和红果二室番茄进行杂交,其后代表型及比例如下图所示,据此分析两个亲本的基因型为 ()



- A.RrMm、Rrmm B.RrMm、RRmm
C.RRMm、Rrmm D.RRMM、RRmm

A 解析:番茄的红果(R)对黄果(r)为显性,子房多室(M)对子房二室(m)为显性,红果多室番茄的基因型为 R_M_,红果二室番茄的基因型为 R_mm,将红果多室番茄(R_M_)和红果二室番茄(R_mm)进行杂交,后代中出现黄果,说明亲代果色相关基因型都为 Rr;后代中多室:二室=1:1,说明亲代相关基因型是 Mm 和 mm。综合以上分析,两亲本的基因型为 RrMm 和 Rrmm,A 正确。

B组 应用·实践

6.刺鼠的毛色黑色由两个基因 B 和 C 决定,B(b)和 C(c)的遗传符合基因自由组合定律。B(黑色)对 b(褐色)为显性;凡是具有 CC 和 Cc 基因型的鼠均为正常体色,只要基因型是 cc 则为白化鼠。某黑色刺鼠与基因型为 bbcc 的白化鼠交配,其 F₁ 中,1/2 个体是白化鼠,1/4 是黑色正常刺鼠,1/4 是褐色正常刺鼠。黑色亲本的基因型是 ()

- A.bbCc B.BbCc
C.BbCC D.BBCc

B 解析:刺鼠的毛色是由不同对的染色体上的两对等位基因控制的性状,B_C_表现为黑色,bbC_表现为褐色,黑色亲本中至少含一个 B 和一个 C。基因型为 B_C_的黑色刺鼠与白化鼠 bbcc 交配,F₁ 中 1/2 个体是白化鼠,1/4 是黑色正常刺鼠,1/4 是褐色正常刺鼠,所以黑色亲本的基因型是 BbCc,B 正确。

7.仓鼠的毛色有灰色和黑色两种,由 3 对独立遗传的等位基因(P 和 p、Q 和 q、R 和 r)控制,3 对等位基因中至少各含有 1 个显性基因时,毛色才表现为灰色,否则表现为黑色。下列叙述错误的是 ()

- A.基因型为 PPqqRR(♀)和 PpQQRr(♂)的仓鼠交配,子代全部为灰鼠
B.该种仓鼠纯合灰色、纯合黑色个体的基因型分别有 1 种、7 种
C.基因型为 PpQqRr 的个体相互交配,子代中黑色个体占 27/64
D.基因型为 PpQqRr 的灰色个体测交,子代黑色个体中纯合子占 1/7

C 解析:基因型为 PPqqRR(♀)和 PpQQRr(♂)的仓鼠交配,子代基因型有 4 种(P_QqR_),全为灰色,A 正确;3 对等位基因中至少各含有 1 个显性基因时,毛色才表现为灰色,纯合灰色个体基因型为 PPQQRr,纯合黑色个体基因型有 ppqqrr、PPqqrr、

ppQQrr、ppqqRR、PPQQrr、ppQQRr、PPqqRR 7 种,B 正确;基因型为 PpQqRr 的个体相互交配,子代中灰色个体占 (3/4)×(3/4)×(3/4)=27/64,黑色个体占 1-27/64=37/64,C 错误;基因型为 PpQqRr 的灰色个体测交,后代中灰色个体占 1/8,黑色个体占 7/8,其中只有 1/7ppqqrr 是黑色纯合子,D 正确。

8.桃树中,树木乔化与矮化为一对相对性状(由等位基因 D、d 控制),蟠桃果形与圆桃果形为一对相对性状(由等位基因 H、h 控制),蟠桃对圆桃为显性。下表是两组桃树杂交组合的实验统计数据:

亲本组合		后代的表型及其株数			
组别	表型	乔化蟠桃	乔化圆桃	矮化蟠桃	矮化圆桃
甲	乔化蟠桃×矮化圆桃	41	0	0	42
乙	乔化蟠桃×乔化圆桃	30	13	0	14

(1)根据组别 _____ 的结果,可判断桃树树木的显性性状是 _____。

(2)甲组的两个亲本的基因型分别为 _____。

(3)根据甲组的杂交结果可以判断,上述两对相对性状的遗传不遵循自由组合定律。理由是如果这两对性状的遗传遵循自由组合定律,则甲组的杂交后代应出现 _____ 种表型,比例应为 _____。

(4)桃树的蟠桃果形具有较高的观赏性。已知现有蟠桃树种均为杂合子,欲探究蟠桃是否存在显性纯合致死现象(即 HH 个体无法存活),研究小组设计了以下遗传实验,请补充有关内容。

实验方案: _____,分析比较子代的表型及比例。

预期实验结果及结论:

①如果子代 _____,则蟠桃存在显性纯合致死现象。

②如果子代 _____,则蟠桃不存在显性纯合致死现象。

解析:(1)乙组杂交亲本均为乔化,杂交后代出现了矮化个体,可判断乔化为显性性状。(2)把甲组两对性状分别统计:①乔化×矮化→乔化:矮化≈1:1,推知亲本的基因型为 Dd×dd;②蟠桃×圆桃→蟠桃:圆桃≈1:1,推知亲本基因型为 Hh×hh,由

①②可知甲组的亲本基因型为 $DdHh \times ddhh$ 。(3) 如果两对相对性状的遗传符合自由组合定律,则甲组测交后代应有 4 种表型,比例为 $1:1:1:1$,所以这两对相对性状的遗传不遵循自由组合定律。(4)将蟠桃自交,遗传图解如下:

P	$Hh \times Hh$		
	↓		
F ₁	HH	Hh	hh
比例	1	2	1

若存在显性纯合致死(HH 死亡)现象,则蟠桃:圆桃 = $2:1$;若不存在显性纯合致死(HH 存活)现象,则蟠桃:圆桃 = $3:1$ 。

答案:(1)乙 乔化

(2) $DdHh, ddhh$

(3)4 $1:1:1:1$

(4)蟠桃(Hh)自交(或蟠桃与蟠桃杂交) ①表型为蟠桃和圆桃,比例为 $2:1$ ②表型为蟠桃和圆桃,比例为 $3:1$

专项提升课 自由组合定律特殊应用

核心目的

1. 掌握自由组合定律的特殊题型:自由组合定律应用中有很多特殊情况,如基因互作、累加效应、胚胎致死、配子致死等,造成子代不同的分离比。做题时掌握了题型,就会有的放矢。
2. 助力理解新情境:新题型由新的背景材料支撑,若对新材料、新背景理解不透彻,题目就容易做错。

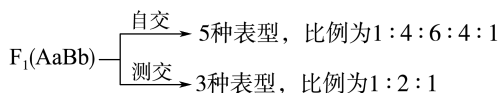
一、“和”为 16 的特殊分离比成因

1. 基因互作

序号	类型	F ₁ (AaBb) 自交后代比例	F ₁ 测交 后代比例
I	存在一种显性基因时表现为同一性状,其余正常表现	$9:6:1$	$1:2:1$
II	两种显性基因同时存在时,表现为一种性状,否则表现为另一种性状	$9:7$	$1:3$
III	当某一对隐性基因成对存在时表现为双隐性性状,其余正常表现	$9:3:4$	$1:1:2$
IV	只要存在显性基因就表现为一种性状,其余正常表现	$15:1$	$3:1$
V	某一种显性基因与双显性基因表现相同	$12:3:1$	$2:1:1$

2. 显性基因累加效应

(1)表现



(2)原因:A 与 B 的作用效果相同,且显性基因越多,其效果越强。

对点训练

1. 某研究小组从野生型高秆(显性)玉米中获得了两个矮秆突变体,为了研究这两个突变体的基因型,该小组让这两个矮秆突变体(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. 对 F_1 测交,子代表型的比例为 $1:2:1$
 - C. A、a 和 B、b 两对基因的遗传遵循基因的自由组合定律
 - D. F_2 矮秆中杂合子所占比例为 $2/3$, F_2 高秆中纯合子所占比例为 $1/16$

解析:由题干信息可知,两个矮秆突变体(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 = $9:6:1$,符合 $9:3:3:$

1 的变式,因此高秆和矮秆由两对等位基因控制,且遵循自由组合定律。因为高秆(显性)玉米中获得了两个矮秆突变体, F_2 的表型比例符合基因自由组合定律的变式,所以高秆基因型为 $A_B_$,矮秆基因型为 A_bb 和 $aaB_$,极矮秆基因型为 $aabb$ 。又因为两亲本都是矮秆,杂交得 F_1 , F_1 自交得 F_2 ,所以亲本的基因型为 $aaBB$ 和 $AAbb$, F_1 的基因型为 $AaBb$,A 正确。对 F_1 ($AaBb$) 测交,即 $AaBb \times aabb$,子代基因型及比例为 $AaBb : Aabb : aaBb : aabb = 1 : 1 : 1 : 1$ 。其中 $AaBb$ 表现为高秆, $Aabb$ 和 $aaBb$ 表现为矮秆, $aabb$ 表现为极矮秆,所以表型的比例为 $1 : 2 : 1$,B 正确。已知 F_2 中表型及其比例是高秆 : 矮秆 : 极矮秆 = $9 : 6 : 1$, $9 : 6 : 1$ 是 $9 : 3 : 3 : 1$ 的变式,说明 A、a 和 B、b 两对基因的遗传遵循基因的自由组合定律,C 正确。 F_2 矮秆(A_bb 和 $aaB_$) 中,纯合子为 $AAbb$ 和 $aaBB$,各占 $1/16$,共占 $2/16$,杂合子占 $(6/16 - 2/16) \div 6/16 = 2/3$, F_2 高秆($A_B_$) 中纯合子($AABB$) 所占比例为 $1/16 \div 9/16 = 1/9$,D 错误。

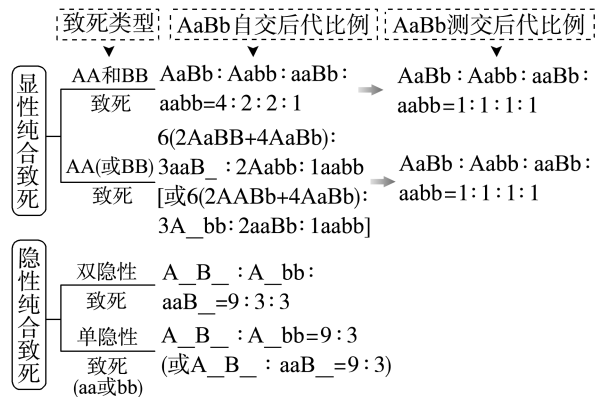
2. 人类皮肤中黑色素的多少由两对独立遗传的基因(A 和 a、B 和 b) 所控制,显性基因 A 和 B 可以使黑色素的量增加,两者增加的量相等,并且可以累加。基因型同为 $AaBb$ 的男女婚配,下列关于其子女皮肤颜色深浅的描述中,正确的是 ()

- A. 只能生出四种肤色深浅不同的孩子
- B. 生出与父母肤色深浅一样的孩子的概率为 $1/8$
- C. 理论上生出肤色最浅孩子的概率为 $1/16$
- D. 理论上,不同肤色的子女个数比例约为 $9 : 3 : 3 : 1$

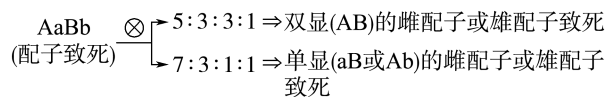
C 解析: 基因型同为 $AaBb$ 的男女婚配,能生出五种肤色深浅不同的孩子(分别是含四个显性基因的 $AABB$,含三个显性基因的 $AABb$ 和 $AaBB$,含两个显性基因的 $AaBb$ 、 $AAbb$ 和 $aaBB$,含一个显性基因的 $Aabb$ 、 $aaBb$,含全隐性基因的 $aabb$),A 错误;生出与父母肤色深浅一样的孩子(2 个显性基因,包括 $AAbb$ 、 $aaBB$ 、 $AaBb$) 的概率为 $1/16 + 1/16 + 1/4 = 3/8$,B 错误;理论上生出肤色最浅孩子($aabb$) 的概率为 $1/16$,C 正确;理论上,不同肤色的子女个数比例约为 $1(AABB) : 4(AABb、AaBB) : 6(AAbb、aaBB、AaBb) : 4(Aabb、aaBb) : 1(aabb)$,D 错误。

二、“和”小于 16 的特殊分离比成因

1. 胚胎致死或个体致死



2. 配子致死或配子不育



对点训练

3. 就某种鼠而言,黄色皮毛(A)对灰色皮毛(a)为显性性状,短尾(B)对长尾(b)为显性性状。基因 A 或 b 纯合会导致个体在胚胎期死亡。已知两对基因独立遗传。现有一对表型为黄色短尾的雌、雄鼠交配,发现子代部分个体在胚胎期死亡。请问理论上子代成活个体的表型及比例是 ()

- A. 均为黄色短尾
- B. 黄色短尾 : 灰色短尾 = $2 : 1$
- C. 黄色短尾 : 黄色长尾 : 灰色短尾 : 灰色长尾 = $6 : 2 : 3 : 1$
- D. 黄色短尾 : 黄色长尾 : 灰色短尾 : 灰色长尾 = $6 : 2 : 2 : 1$

B 解析: 黄色皮毛基因 A 对灰色皮毛基因 a 为显性,短尾基因 B 对长尾基因 b 为显性,这两对基因独立遗传,说明这两对基因的遗传遵循基因的自由组合定律。因为基因 A 或 b 纯合时使胚胎死亡,所以黄色短尾鼠的基因型有两种,即 $AaBb$ 、 $AaBB$ 。则两只黄色短尾鼠交配有三种情况:①两只黄色短尾鼠的基因型均为 $AaBb$,则它们交配后代基因型及比例为 $9/16 A_B_ (1/16 AABB、2/16 AABb、2/16 AaBB、4/16 AaBb)$ 、 $3/16 A_bb$ 、 $3/16 aaB_$ 、 $1/16 aabb$,因为基因 A 或 b 纯合时使胚胎死亡,所以子代存活个体的基因型及比例为 $2/16 AaBB$ (黄色短尾)、 $4/16 AaBb$ (黄色短尾)、 $3/16 aaB_$ (灰色短尾),则子代表型及比例为黄色短尾 : 灰色短尾 = $2 : 1$ 。②两只黄色短尾鼠的基因型均为 $AaBB$,则

它们交配后代为 $1/4AABB$ 、 $1/2AaBB$ 、 $1/4aaBB$ ，因为基因 A 或 b 纯合时使胚胎死亡，所以子代存活个体的基因型及比例为 $1/2AaBB$ （黄色短尾）、 $1/4aaBB$ （灰色短尾），则子代表型及比例为黄色短尾：灰色短尾 = 2 : 1。③两只黄色短尾鼠的基因型分别为 $AaBb$ 、 $AaBB$ ，则它们交配后代为 $1/4AAB_$ 、 $1/2AaB_$ 、 $1/4aaB_$ ，因为基因 A 或 b 纯合时使胚胎死亡，所以子代存活个体的基因型及比例为 $1/2AaB_$ （黄色短尾）、 $1/4aaB_$ （灰色短尾），则子代表型及比例为黄色短尾：灰色短尾 = 2 : 1。

4. 某种鸽的羽毛绿色与黄色、条纹与无纹分别由独立遗传的两对等位基因控制，其中一对显性基因纯合会出现致死现象。绿色条纹与黄色无纹鸽交配， F_1 中绿色无纹和黄色无纹的比例为 1 : 1。 F_1 中绿色无纹鸽相互交配后， F_2 中绿色无纹：黄色无纹：绿色条纹：黄色条纹 = 6 : 3 : 2 : 1。据此判断，下列说法不正确的是 ()

A. 绿色对黄色是显性，无纹对条纹是显性，绿色基因纯合致死

B. F_1 中绿色无纹个体相互交配，后代中有 3 种基因型的个体致死

C. F_2 中黄色无纹个体随机交配，后代中黄色条纹个体的比例为 $1/8$

D. F_2 中某绿色无纹个体和黄色条纹个体杂交，后代表型比例可能不是 1 : 1 : 1 : 1

C 解析：由题干信息可知， F_1 绿色无纹鸽相互交配， F_2 出现 4 种表型，则绿色对黄色是显性，无纹对条纹是显性，且根据 F_2 中绿色：黄色 = 2 : 1，可说明绿色基因纯合致死，A 正确。用 A、a 代表绿色基因与黄色基因，用 B、b 代表无纹基因与条纹基因，因绿色基因显性纯合致死，则 F_2 中致死基因型有 $AABB$ 、 $AABb$ 、 $AAbb$ 共 3 种，B 正确。让 F_2 中黄色无纹个体 ($1aaBB$ 、 $2aaBb$) 彼此交配，则后代出现黄色条纹个体 ($aabb$) 的概率为 $2/3 \times 2/3 \times 1/4 = 1/9$ ，C 错误。由于绿色对黄色是显性且纯合致死，因此 F_2 中绿色无纹个体存在两种基因型，即 $AaBb$ 和 $AaBB$ ，其中基因型为 $AaBb$ 的绿色无纹个体和黄色条纹个体 $aabb$ 杂交，后代表型和比例为绿色无纹：黄色无纹：绿色条纹：黄色条纹 = 1 : 1 : 1 : 1；基因型为 $AaBB$ 的绿色无纹个体和黄色条纹个体 $aabb$ 杂交，后代表型和比例为绿色无纹：黄色无纹 = 1 : 1，D 正确。

迁 · 移 · 应 · 用

学习目标

1. 结合材料信息,理解分离定律特殊分离比。
2. 结合材料信息,理解 9 : 3 : 3 : 1 的性状分离比及其变形。

活动 深度理解分离定律分离比

任务探究

致死基因是指那些使生物体或细胞不能存活的基因。根据在生物个体发育阶段的不同时期所发生的遗传致死效应,致死现象可以分为配子致死、合子致死、胚胎致死和幼体致死等。

曼克斯猫(又称曼岛无尾猫),最显著的特征是没有尾巴,有尾和无尾性状由一对等位基因控制。让曼克斯猫自由交配,后代表型及比例是无尾 : 有尾 = 2 : 1。

拟南芥作为模式生物被广泛用于植物生物学研究。2022年7月,某科研团队发现 *FREE1* 基因的缺失(aa)会让拟南芥幼苗在发育初期(子叶刚展开时)就死亡。

探究思考

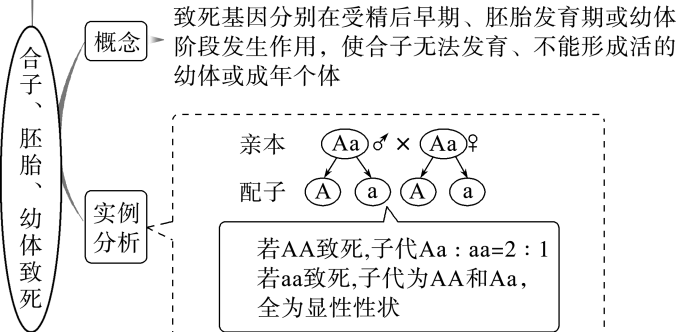
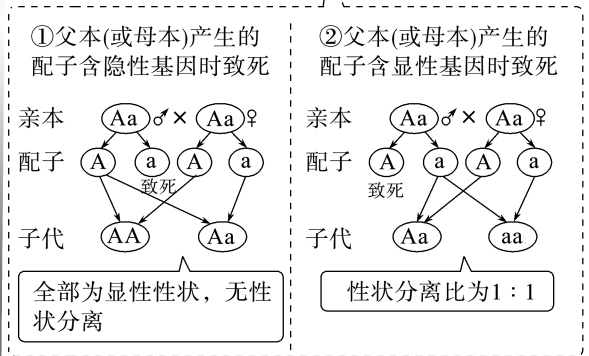
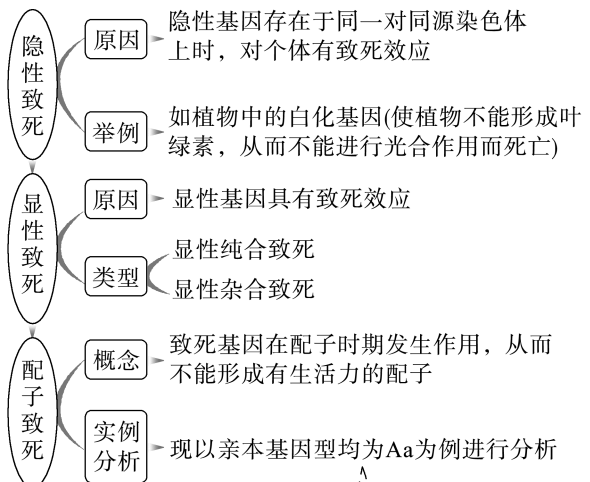
(1) 曼克斯猫后代表型及比例是无尾 : 有尾 = 2 : 1 的原因是什么?

提示: 显性纯合致死。

(2) 若有一包全为杂合子的拟南芥种子全部种植并自交,后代出现纯合子的比例是多少?

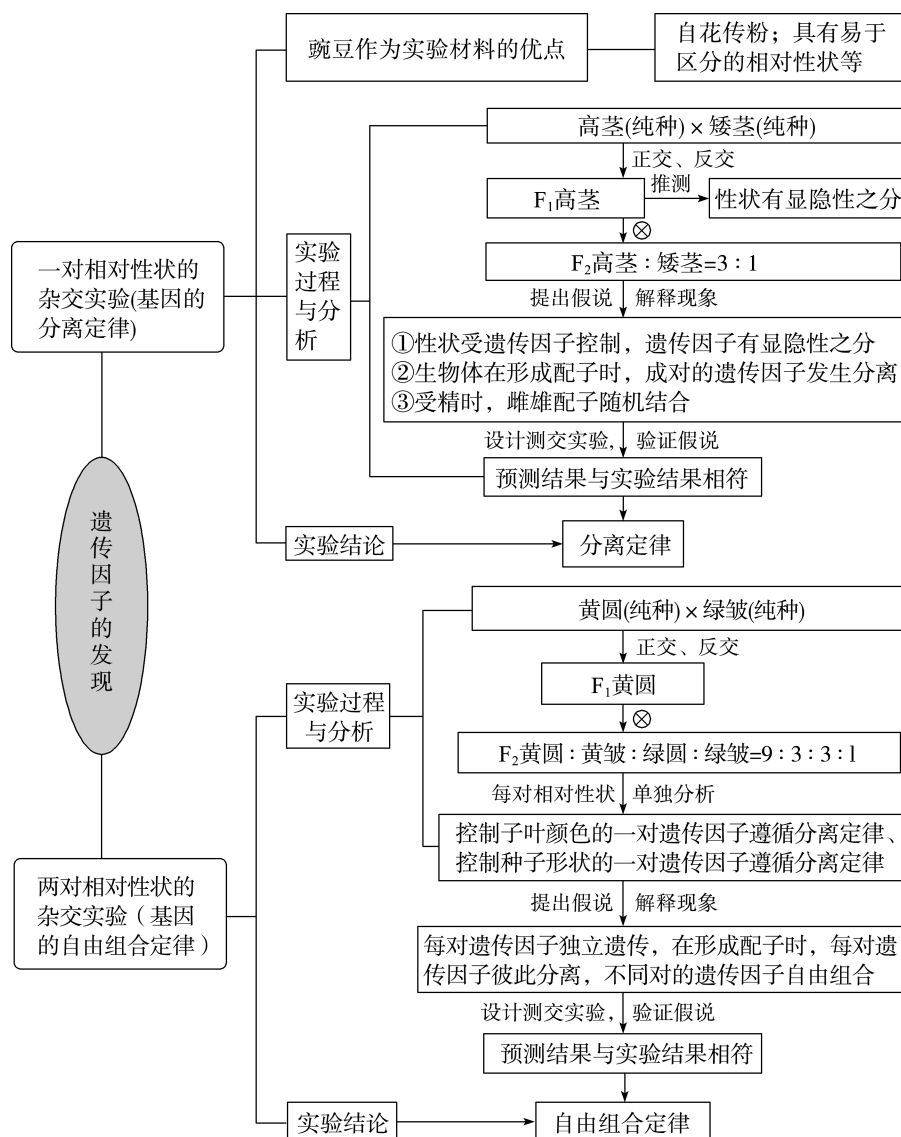
提示: 1/3。

学习总结



重 · 构 · 拓 · 展

● 多维体系构建 ●



● 学科视野拓展 ●

孟德尔成功的原因

孟德尔在实验工作中贯彻了从简单到复杂的原则。他所用的两个亲本(父本和母本)都只相差一个性状,事实上不管这两个亲本有多少种性状差别,他只注重研究一对性状的遗传规律。与那些早期研究者相比,孟德尔获得成功主要有以下五个原因。

(1)精心选择实验材料

孟德尔从豆科植物中选择了自花传粉而且是闭花传粉的豌豆作为杂交实验的材料。从市场买来的豌豆种子可以说都是纯种。杂交实验从纯种出发,是他实验成功的保证,只有这样才能得到真正的杂种。豌豆花的结构特点,使得人工方法去雄和进行异花传

粉很方便。此外,他对豌豆材料进行了品种和性状的选择,挑选的有差异的性状既明显又稳定。

(2)精心设计实验方法

实验设计是科学方法学的重要组成部分。孟德尔的成功还归因于采取单因子分析法,即分别观察和分析在一个时期内一对性状的差异,最大限度地排除各种复杂因素的干扰。他首先发现了分离定律,在这个基础上,再把个别性状综合起来,又发现了自由组合定律。

(3)精确的统计分析

对杂交实验的子代中出现的性状进行分类、计数和数学的归纳。由于孟德尔有数学家和统计学家的思维,他从一个简单的二项式展开式的各项系数中,找到了豌豆杂交实验显示出来的规律,并深刻地认识到 1 : 1、3 : 1 的比例中所隐藏着的意义和规律。

(4)首创了测交方法

孟德尔巧妙地设计了测交方法,证明了他的遗传因子分离假设的正确性。实践证明这种将杂交子一

代个体与其隐性纯合亲本进行测交的方法,完美而巧妙地成为遗传学分析的经典方法。

(5)创造性地使用科学符号体系

孟德尔在解释豌豆杂交实验时,巧妙地抽象出科学概念,创造科学符号体系予以表达。与自然语言系统相比,科学符号具有专业性、简洁性和明确性等特征。同理,孟德尔提出了相对性状(显性性状、隐性性状)、性状分离、显性遗传因子、隐性遗传因子等概念,并用科学符号表示。如控制显性性状的显性遗传因子用大写的英文字母(如 D)表示,隐性遗传因子用小写的英文字母(如 d)表示。使用科学符号能更简洁、准确、清晰地表达生物学概念,方便人们的交流和沟通,如运用科学符号通过遗传图解表示生物遗传因子的传递过程和形式。

◇思考

如何才能发现新的规律?结合本单元的学习写一篇关于科学探究和科学思维的科普小文章,宣传创新的思维和方法。

单元质量评估(一)

(范围:第1章 建议完成时间:75分钟 分值:100分)

一、选择题:本题共15小题,每小题3分,共45分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1.在性状分离比的模拟实验中,分别从两个小桶内随机抓取一个彩球组合在一起,模拟的是 ()

- A. F_1 产生的配子
- B. 雌、雄亲本产生的配子
- C. 雌、雄亲本配子的随机结合
- D. F_1 配子的随机结合

C 解析:彩球模拟雌、雄配子,随机抓取彩球并组合模拟生物在生殖过程中雌、雄配子的随机结合,C正确。

2.利用“假说—演绎法”,孟德尔发现了两大遗传定律。下列关于孟德尔分离定律研究过程的分析,正确的是 ()

- A. 孟德尔假说的核心内容是“生物体能产生数量相等的雌雄配子”
- B. 孟德尔作出的“演绎”是 F_1 与隐性纯合子杂交,预测后代产生 1 : 1 的性状分离比
- C. 为验证作出的假说是否正确,孟德尔设计并完成了正反交实验

D. 运用“假说—演绎法”验证的实验结果总与预期相符

B 解析:孟德尔假说的核心内容是“成对的遗传因子在形成配子时彼此分离”,且雌雄配子的数量一般不相等,A错误;孟德尔作出的“演绎”是 F_1 与隐性纯合子杂交,预测后代产生 1 : 1 的性状分离比,B正确;为验证作出的假设是否正确,孟德尔设计并完成了测交实验,C错误;运用“假说—演绎法”验证的实验结果不一定与预期相符,D错误。

3.白化病是由隐性基因(a)控制的。如果一对正常夫妇生下了一个患白化病的女儿和一个正常的儿子,这个儿子如果与患有白化病的女性结婚,婚后生育出正常孩子的概率为 ()

- A. 1/2
- B. 1/4
- C. 2/3
- D. 1/3

C 解析:分析题意可知,这对夫妇的基因型为 Aa,则正常儿子的基因型是 1/3AA、2/3Aa,与白化病患者 aa 结婚,生出患者 aa 的概率是 $(2/3) \times (1/2) = 1/3$,因此生出正常孩子的概率为 $1 - 1/3 = 2/3$,C正确。

4. 某同学用短尾灰毛雌鼠与长尾黑毛雄鼠作亲本进行杂交, F_1 全是短尾灰毛鼠, 雌雄均有; F_1 自由交配得到的 F_2 出现了 $9:3:3:1$ 的性状分离比。下列说法不属于满足该性状分离比的必备条件的是 ()

- A. F_2 的各个体的存活概率相同
 B. 短尾对长尾为完全显性, 灰毛对黑毛为完全显性
 C. 控制上述两对相对性状的基因自由组合
 D. F_1 产生两种数量、比例均相等的配子, 且雌、雄配子的结合是随机的

D 解析: F_2 出现 $9:3:3:1$ 的性状分离比需要满足的条件: (1) 完全显性; (2) 每一对相对性状的遗传符合分离定律, 而两对相对性状的遗传符合自由组合定律; (3) F_1 分别产生 4 种比例相等的雌、雄配子, 且雌、雄配子的结合是随机的; (4) 每个个体存活概率相同。A、B、C 不符合题意, D 符合题意。

5. 玉米的早熟和晚熟性状分别由等位基因 D 和 d 控制, 纯合早熟亲本与晚熟亲本杂交得到 F_1 , F_1 自交产生 F_2 的过程中, 若 F_1 产生的雌配子均存活, 产生的雄配子中含 D 基因的有 50% 致死, 含 d 基因的均存活, 则 F_2 出现的性状及比例为 ()

- A. 早熟: 晚熟 = 1: 1 B. 早熟: 晚熟 = 2: 1
 C. 早熟: 晚熟 = 3: 1 D. 早熟: 晚熟 = 4: 1

B 解析: 纯合早熟亲本 (DD) 与晚熟亲本 (dd) 杂交得到 F_1 (Dd), F_1 产生的雌配子均存活, 种类和比例为 $1/2D$ 、 $1/2d$; F_1 产生的雄配子中含 D 基因的有 50% 致死、含 d 基因的均存活, 则雄配子种类和比例为 $1/3D$ 、 $2/3d$ 。 F_2 的晚熟 (dd) = $(1/2) \times (2/3) = 1/3$, 早熟 ($D_$) = $1 - 1/3 = 2/3$, 则早熟: 晚熟 = 2: 1, B 正确。

6. 香味与无香味、高秆与矮秆是水稻的两对相对性状。现有甲、乙、丙三种无香味水稻和香味水稻丁, 其中甲、丙、丁为高秆, 乙为矮秆, 其杂交结果如下表, 下列叙述正确的是 ()

亲本组合	F_1 表型及数量
甲 × 乙	无香味高秆 763, 香味高秆 252
丙 × 丙	无香味高秆 451, 无香味矮秆 160, 香味高秆 155, 香味矮秆 54
乙 × 丁	无香味高秆 221, 无香味矮秆 213, 香味高秆 217, 香味矮秆 229

A. 香味对无香味为显性性状, 高秆对矮秆为显性性状

B. 丙为杂合子, 能产生四种比例相等的配子

C. 丙自交子代的无香味高秆个体中与甲基因型相同的概率为 $4/9$

D. 由乙和丁杂交的结果可说明两对基因符合自由组合定律

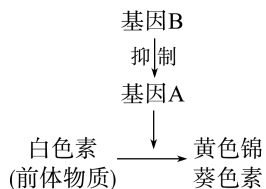
B 解析: 分析题意可知, 甲是无香味高秆, 乙是无香味矮秆, 丙是无香味高秆, 丁是香味高秆, 其中甲与乙杂交, 子代均为高秆, 说明高秆对矮秆是显性性状, 丙自交, 子代出现香味个体, 说明香味是隐性性状, A 错误; 设香味与无香味、高秆与矮秆分别由 A/a、B/b 控制, 丙是无香味高秆, 基因型是 $A_B_$, 自交后子代出现 $9:3:3:1$ 的分离比, 说明其基因型是杂合子 AaBb, 能产生四种比例相等的配子, B 正确; 丙的基因型是 AaBb, 自交后子代无香味高秆的基因型是 $A_B_$, 甲基因型是 AaBB, 丙自交子代的无香味高秆个体中与甲基因型相同的概率为 $2/9$, C 错误; 乙和丁杂交 F_1 表型比例为 $1:1:1:1$, 无论两对等位基因是否独立遗传 (两对基因符合自由组合定律), 均可能出现上述结果, D 错误。

7. 荠菜果实形状——三角形和卵圆形由两对等位基因 A、a 和 B、b 决定, 两对等位基因独立遗传。基因型为 AaBb 的个体自交, F_1 中三角形: 卵圆形 = 301: 20。在 F_1 的三角形果实荠菜中, 部分个体无论自交多少代, 其后代均为三角形果实, 这样的个体在 F_1 的三角形果实荠菜中所占的比例为 ()

- A. $1/15$ B. $7/15$ C. $3/16$ D. $7/16$

B 解析: 由 F_1 中三角形: 卵圆形 = 301: 20 $\approx 15: 1$ 可知, 只要有基因 A 或基因 B, 荠菜果实就表现为三角形, 无基因 A 和基因 B 则表现为卵圆形。基因型为 AaBb、aaBb、Aabb 的个体自交均会出现基因型为 aabb 的个体, 其在 F_1 三角形果实荠菜中所占比例为 $8/15$ 。因此无论自交多少代, 后代均为三角形果实的个体在 F_1 的三角形果实荠菜中占 $7/15$, B 正确。

8. 报春花的花色白色 (只含白色素) 和黄色 (含黄色锦葵色素) 由两对等位基因 (A 和 a, B 和 b) 共同控制, 两对等位基因独立遗传 (如图所示)。现选择 aaBB 和 AAbb 两个品种进行杂交, 得到 F_1 , F_1 自交得 F_2 。下列说法不正确的是 ()



A. F_1 的表型全是白色

B. F_2 中黄色 : 白色的比例是 3 : 13

C. F_2 的白色个体中纯合子占 3/16

D. F_2 中黄色个体自交有 2/3 会出现性状分离

C 解析: 根据图示信息, 显性基因 A 控制以白色素为前体物质合成黄色锦葵色素的代谢过程, B 存在时可抑制其表达, 所以其基因型和性状的关系是 $A_B_$ 、 $aaB_$ 、 $aabb$ 表现为白色, A_bb 表现为黄色, F_1 的基因型为 $AaBb$, 表型为白色, A 正确; F_2 中黄色 (A_bb) : 白色 ($A_B_$ 、 $aaB_$ 、 $aabb$) 的比例是 3 : 13, B 正确; F_2 的白色个体应为 $A_B_$ (9)、 $aaB_$ (3)、 $aabb$ (1), 其中纯合子有 $AABB$ (1)、 $aaBB$ (1)、 $aabb$ (1), 所以 F_2 的白色个体中纯合子占 3/13, C 错误; F_2 中黄色个体的基因型为 1/3 $AAbb$ 、2/3 $Aabb$, $Aabb$ 自交后代出现性状分离, 所以黄色个体自交有 2/3 会出现性状分离, D 正确。

9. 三交法是指三个品种间的杂交, 即两个亲本杂交得到的 F_1 杂种与另一亲本杂交, 可表示为 $(A \times B) \times C$ 。已知 A 品种玉米具有抗大斑病性状 (TT), B 品种玉米具有耐密性状 (dd), C 品种玉米具有早熟性状 (ee), 三种性状是独立遗传的, 且 A、B、C 均为纯合子。为培育具有上述三种优良性状的纯合玉米新品种, 从理论上分析, 下列育种思路正确的是 ()

A. $(A \times B) \times C$, F_2 均具有耐密、早熟性状

B. $(A \times C) \times B$, F_2 约有 1/8 的植株属于目标品种

C. $(A \times C) \times B$ 与 $(B \times C) \times A$ 得到的子代均须连续自交才能获得目标品种

D. 抗大斑病耐密新品种的选育, 只需要在高密度下种植并选育即可

C 解析: 品种 A 与 B 杂交, F_1 为 $TtDdEE$, F_1 与 C 品种 $ttDDee$ 杂交, F_2 不具有耐密 (dd)、早熟 (ee) 的性状, A 错误; 品种 A 与 C 杂交, F_1 为 $TtDDEe$, F_1 与 B 品种 $ttddee$ 杂交, F_2 中为抗病耐密早熟的纯合子 (TTddee) 的概率为 0, B 错误; $(A \times C) \times B$ 与 $(B \times C) \times A$ 得到的子代中有同时具有 T、d、e 三种优良性状基因的个体, 但为杂合子, 因此需要连续自交才能获得目标品种, C 正确; 选育抗病耐密的

新品种时, 在高密度下种植并选育, 只能得到表型为耐密的个体, 无法选育抗病的个体, D 错误。

10. 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

C 解析: 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, 因此 F_1 有 $A^Y A$ 、 $A^Y a$ 、Aa 共 3 种基因型, A 正确; 若 $A^Y a$ 个体与 Aa 个体杂交, 产生的 F_1 的基因型及表型为 $A^Y A$ (黄色)、 $A^Y a$ (黄色)、Aa (鼠色)、aa (黑色), 即有 3 种表型, B 正确; 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 的基因型及表型为 $A^Y a$ (黄色)、Aa (鼠色) 或 $A^Y a$ (黄色)、aa (黑色), 则不会同时出现鼠色个体与黑色个体, C 错误; 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 的基因型及表型为 $A^Y A$ (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。

11. 数量性状的遗传由多基因决定, 也受环境影响。如烟草花冠长度 (一种数量性状) 由 4 对等位基因 (A_1 、 a_1 、 A_2 、 a_2 、 A_3 、 a_3 、 A_4 、 a_4) 共同决定, 每对基因都为显性纯合时的花冠最长 (94 cm), 都为隐性纯合时的花冠最短 (46 cm), 这两种类型称为极端类型。用花冠长度分别为 58 cm 和 70 cm 的烟草杂交, F_1 的花冠长度介于双亲之间, F_2 出现了比 58 cm 更短、比 70 cm 更长的超亲遗传类型。下列说法错误的是 ()

A. F_2 出现超亲现象的两个亲本一般不是极端类型

B. $a_1 a_1 a_2 a_2 A_3 A_3 A_4 A_4 \times A_1 A_1 A_2 A_2 a_3 a_3 a_4 a_4$ 产生的 F_2 可出现超亲现象

C. $a_1 a_1 A_2 A_2 a_3 a_3 A_4 A_4 \times A_1 A_1 a_2 a_2 A_3 A_3 a_4 a_4$ 产生的 F_2 中极端类型占 1/4⁴

D. 出现花冠长度比 $A_1A_1A_2A_2A_3A_3A_4A_4$ 更长的个体可能是环境造成的

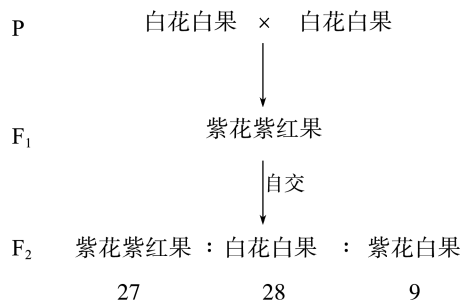
C 解析: 极端类型的两亲本杂交产生的子代一般介于双亲之间, 不会出现超亲现象, A 正确; $a_1a_1a_2a_2A_3A_3A_4A_4 \times A_1A_1A_2A_2a_3a_3a_4a_4$ 产生的 F_1 基因型为 $A_1a_1A_2a_2A_3A_3A_4a_4$, F_2 可出现含 5 个及以上显性基因的超亲现象, 如 $A_1A_1A_2A_2A_3A_3A_4A_4$, B 正确; $a_1a_1A_2A_2a_3a_3A_4A_4 \times A_1A_1a_2a_2A_3A_3a_4a_4$ 产生的 F_1 基因型为 $A_1a_1A_2A_2a_3a_3A_4a_4$, F_2 中 $a_1a_1a_2a_2a_3a_3a_4a_4$ 占 $1/4^4$, $A_1A_1A_2A_2A_3A_3A_4A_4$ 也占 $1/4^4$, C 错误; 原则上 $A_1A_1A_2A_2A_3A_3A_4A_4$ 为花冠长度最长的个体, 但表型受基因和环境的共同影响, 出现花冠长度比 $A_1A_1A_2A_2A_3A_3A_4A_4$ 更长的个体可能是环境造成的, D 正确。

12. 某植物花瓣的大小受一对等位基因 A、a 控制, 基因型为 AA、Aa、aa 的植株分别表现为大花瓣、小花瓣、无花瓣。花瓣颜色受另一对等位基因 R、r 控制, 基因型为 RR 和 Rr 的花瓣表现为红色, 基因型为 rr 的花瓣表现为黄色, 两对基因独立遗传。若基因型为 AaRr 的亲本自交, 则下列有关判断不正确的是 ()

- A. 子代共有 9 种基因型
B. 子代共有 6 种表型
C. 子代有花瓣植株中, 基因型为 AaRr 的植株所占的比例为 $1/3$
D. 子代的所有植株中, 纯合子占 $1/4$

B 解析: AaRr 自交, 根据先分开后组合的方法计算, 子代共有 $3 \times 3 = 9$ 种基因型, A 正确; Aa 自交子代表型有 3 种, Rr 自交子代表型有 2 种, 但由于 aa 表现为无花瓣, 即 $aaR_$ 与 $aarr$ 的表型相同, 因此子代表型共 5 种, B 错误; 子代有花瓣植株所占的比例为 $3/4$, AaRr 所占的比例为 $1/2 \times 1/2 = 1/4$, 因此子代有花瓣植株中, AaRr 所占的比例为 $1/3$, C 正确; AaRr 自交, 子代的所有植株中, 纯合子占 $1/2 \times 1/2 = 1/4$, D 正确。

13. 茄子花色、果色的紫色和白色为两对相对性状, 其中一对基因只对某对相对性状有影响, 对另外一对相对性状没有影响, 科研人员选择两种突变体茄子品系作为亲本进行杂交, 结果如图所示。结合图示信息分析, 下列有关叙述正确的是 ()



A. 两对相对性状均受三对独立遗传的等位基因控制

B. F_2 白果茄子中, 基因型共有 27 种

C. 若对 F_1 测交, 则后代表型比例是 $3 : 3 : 2$

D. F_2 的白花白果中, 纯合子占 $3/14$

D 解析: F_2 中, 紫花 : 白花 = $(27 + 9) : 28 = 9 : 7$, 紫红果 : 白果 = $27 : 37$, 花色由两对基因控制, 果色由三对基因控制, F_2 比例之和为 64, 说明三对基因中有两对与花色有关, 三对均与果色有关, A 错误; F_2 紫花紫红果为 $(3/4)^3$, 基因型种类为 $2^3 = 8$ 种, 所以白果茄子基因型种类等于 $27 - 8 = 19$ 种, B 错误; F_1 测交, F_1 产生的配子中三个基因均为显性, 测交性状为紫花紫果, F_1 产生的配子中某两个显性基因和一个隐性基因组合, 测交性状为紫花白果, 其余的均为白花白果, 所以比例为紫花紫果 : 紫花白果 : 白花白果 = $1 : 1 : 6$, C 错误; F_1 自交所得 F_2 中, 纯合子共 8 种, 紫花紫红果和白花白果中各 1 种纯合子, 故白花白果的基因型有 $27 - 8 - 4 = 15$ 种, 纯合子有 6 种, F_2 的白花白果中, 纯合子占 $6/28 = 3/14$, D 正确。

14. 某随机交配的植物有白色、浅红色、粉色、红色和深红色五种花色, 科研工作者进行了如下实验:

组别	亲本	F_1 表型及比例
1	浅红色 × 浅红色	浅红色 : 白色 = 3 : 1
2	红色 × 深红色	深红色 : 红色 : 白色 = 2 : 1 : 1
3	浅红色 × 红色	红色 : 粉色 = 1 : 1

据表分析, 下列说法不成立的是 ()

- A. 五种花色的显隐性关系为深红色 > 红色 > 粉色 > 浅红色 > 白色
B. 三组实验的六个亲本中一定没有纯合子
C. 让 F_1 中浅红色个体随机交配, 后代浅红色个体中纯合子和杂合子所占比例相等
D. 若该植物花色受两对等位基因的控制, 则实验结果与上表不符

B 解析:依题意和分析表中信息可知,该植物的花呈现出白色、浅红色、粉色、红色和深红色五种,受一组彼此间具有完全显隐关系的复等位基因控制(b_1 ——白色、 b_2 ——浅红色、 b_3 ——粉色、 b_4 ——红色、 b_5 ——深红色)。杂交组合1:两个浅红色的亲本杂交, F_1 表型及比例为浅红色:白色=3:1,说明显隐性关系为浅红色>白色,亲本的基因型为 b_1b_2 , F_1 的基因型为 b_2b_2 和 b_1b_2 (浅红色)、 b_1b_1 (白色);杂交组合2:红色与深红色亲本杂交, F_1 表型及比例为深红色:红色:白色=2:1:1,说明显隐性关系为深红色>红色>白色,亲本的基因型为 b_1b_4 (红色)、 b_1b_5 (深红色), F_1 的基因型为 b_1b_5 和 b_4b_5 (深红色)、 b_1b_4 (红色)、 b_1b_1 (白色);杂交组合3:浅红色与红色亲本杂交, F_1 表型及比例为红色:粉色=1:1,说明显隐性关系为红色>粉色>浅红色,亲本的基因型为 b_3b_4 (红色)、 b_2b_2 (浅红色), F_1 的基因型为 b_2b_4 (红色)、 b_2b_3 (粉色)。综上分析,五种花色的显隐性关系为深红色>红色>粉色>浅红色>白色,A正确。三组实验的六个亲本中,杂交组合3的浅红色亲本为纯合子,B错误。 F_1 中浅红色个体的基因型为 $1/3b_2b_2$ 、 $2/3b_1b_2$,产生的配子为 $2/3b_2$ 、 $1/3b_1$,让 F_1 中浅红色个体随机交配,后代的基因型及其比例为 b_2b_2 (浅红色): b_1b_2 (浅红色): b_1b_1 (白色)=4:4:1,因此后代浅红色个体中纯合子和杂合子所占比例相等,C正确。若该植物花色受两对等位基因的控制,则实验结果与题表不符,D正确。

- 15.有一种小鼠的野生型毛色呈现深浅相间的环纹,这是由于它们的每一根毛上都带有一段黄色的区域,其余部分为黑色。若这种小鼠的毛上没有黄色条纹,则每一根毛的所有区域都是纯黑色的,这种毛色性状称为非环纹。将纯种环纹小鼠与纯种非环纹小鼠杂交, F_1 皆表现为环纹。 F_1 与纯种非环纹小鼠杂交, F_2 中环纹与非环纹小鼠的数量比为3:1。据此推断,下列说法错误的是 ()
- A.小鼠毛色的环纹和非环纹性状是由两对等位基因控制的
- B.控制小鼠环纹和非环纹基因的遗传遵循自由组合定律
- C. F_2 的环纹小鼠基因型有3种,环纹小鼠中纯合子占 $1/3$

D. F_1 环纹小鼠相互交配,子代表型及比例为环纹:非环纹=15:1

C 解析:分析题意,将纯种环纹小鼠与纯种非环纹小鼠杂交, F_1 皆表现为环纹, F_1 与纯种非环纹小鼠杂交, F_2 中环纹与非环纹小鼠的数量比为3:1,是1:1:1:1的变式,是两对等位基因测交的结果,说明小鼠环纹和非环纹性状是由两对等位基因控制的,其遗传遵循基因的自由组合定律,A、B正确;设相关基因是A/a、B/b,则 F_1 基因型是AaBb, F_1 与纯种非环纹小鼠(基因型为aabb)杂交, F_2 的基因型为AaBb、Aabb、aaBb、aabb,环纹小鼠基因型有AaBb、Aabb、aaBb 3种,其中纯合子所占比例是0,C错误; F_1 环纹小鼠(AaBb)相互交配,子代基因型及比例为A_B_:A_bb:aaB_:aabb=9:3:3:1,表现为环纹:非环纹=15:1,D正确。

二、非选择题:本题共5小题,共55分。

16.(9分)某校高二年级研究性学习小组调查了人的眼睑性状遗传情况,他们以年级为单位,对班级的统计进行汇总和整理,结果如表所示(单位:人)。

组别		第一组	第二组	第三组
		双亲全为双眼皮	双亲中只有一个为双眼皮	双亲全为单眼皮
子代	双眼皮人数	120	120	无
	单眼皮人数	74	112	子代均为单眼皮

请分析表格并回答下列问题:

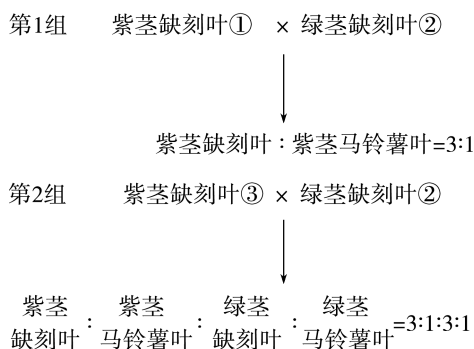
- (1)根据表中第_____组,可判断眼睑性状中属于隐性性状的是_____。
- (2)设控制显性性状的遗传因子为A,控制隐性性状的遗传因子为a,请写出在实际调查中,上述各组双亲中可能的婚配组合的遗传因子组成。
- 第一组:_____;
- 第二组:_____;
- 第三组:_____。

解析:(1)题表中第一组的双亲全为双眼皮,但其后代中有单眼皮个体,这说明后代出现了性状分离,因此,可判断眼睑性状中属于隐性性状的是单眼皮。(2)双眼皮个体的遗传因子组成有AA和Aa两种,单眼皮个体的遗传因子组成为aa。由于

第一组的双亲全为双眼皮,因此可能的婚配组合的遗传因子组成有 $AA \times AA$ 、 $AA \times Aa$ 、 $Aa \times Aa$; 第二组的双亲中只有一个是双眼皮,因此可能的婚配组合的遗传因子组成有 $AA \times aa$ 、 $Aa \times aa$; 第三组的双亲中全为单眼皮,因此婚配组合的遗传因子组成只能是 $aa \times aa$ 。

答案:(1)一 单眼皮 (2) $AA \times AA$ 、 $AA \times Aa$ 、 $Aa \times Aa$ $AA \times aa$ 、 $Aa \times aa$ $aa \times aa$

- 17.(12分)番茄的紫茎和绿茎是一对相对性状,缺刻叶和马铃薯叶是一对相对性状,两对基因独立遗传。利用三种不同基因型的番茄进行杂交,实验结果如图所示。



请回答下列问题:

- (1)紫茎和绿茎这对相对性状中,显性性状为 _____; 缺刻叶和马铃薯叶这对相对性状中,显性性状为 _____。
- (2)如果用 A、a 表示控制紫茎、绿茎的基因,用 B、b 表示控制缺刻叶、马铃薯叶的基因,那么紫茎缺刻叶①、绿茎缺刻叶②、紫茎缺刻叶③的基因型依次为 _____、_____、_____。
- (3)紫茎缺刻叶①与紫茎缺刻叶③杂交后代的表型及比例为 _____。

解析:(1)由第1组中紫茎与绿茎番茄杂交后代均为紫茎可知,紫茎为显性性状;由第1组中缺刻叶与缺刻叶番茄杂交后代中出现马铃薯叶可知,缺刻叶为显性性状。(2)分析第1组可知,紫茎×绿茎→紫茎,可知紫茎①为 AA,绿茎②为 aa,缺刻叶×缺刻叶→缺刻叶:马铃薯叶=3:1,可知缺刻叶①与缺刻叶②均为 Bb,故①为 AABb,②为 aaBb;分析第2组可知紫茎×绿茎→紫茎:绿茎=1:1,可知紫茎③为 Aa,缺刻叶×缺刻叶→缺刻叶:马铃薯叶=3:1,可知缺刻叶③为 Bb,故③为

AaBb。(3)紫茎缺刻叶①为 AABb,紫茎缺刻叶③为 AaBb,二者杂交后代中,茎色均为紫茎,且有缺刻叶:马铃薯叶=3:1,故后代表型及比例为紫茎缺刻叶:紫茎马铃薯叶=3:1。

答案:(1)紫茎 缺刻叶 (2)AABb aaBb AaBb (3)紫茎缺刻叶:紫茎马铃薯叶=3:1

- 18.(12分)已知两对等位基因 A 和 a、B 和 b 独立遗传,现用两个纯合亲本(AABB、aabb)进行杂交,产生的 F_1 再自交产生 F_2 ,请分析回答下列问题:

(1)若单独观察分析一对相对性状的遗传特点, F_1 的基因型为 Aa,其连续自交两代后,子代中 AA、Aa、aa 的比例为 _____。

(2)同时观察分析两对基因的遗传特点,符合基因的 _____ 定律。若两对等位基因分别控制两对相对性状,则 F_2 的双显性个体中纯合子占 _____;若选取 F_2 中的两个杂合子杂交,其子代只有一种表型,则这两个杂合子的基因型是 _____。

(3)若两对等位基因控制一对相对性状,且只要存在一个显性基因,个体便表现显性性状,则 F_2 中显性性状与隐性性状的比例为 _____;若只有 A、B 同时存在时,个体才表现显性性状,则 F_1 与双隐性个体杂交,子代中隐性个体所占比例为 _____。

(4)若两对等位基因共同控制着植株的高度,且以累加效应决定植株的高度,每个显性基因的遗传效应相同。纯合子 AABB 高 50 cm,纯合子 aabb 高 30 cm,它们之间杂交得到 F_1 后,再自交得到 F_2 ,如果忽略环境因素的影响,则 F_2 中表现为 40 cm 高度的个体的基因型有 _____。

解析:(1) F_1 基因型为 Aa,连续自交两代后,杂合子比例为 $(1/2)^2 = 1/4$,纯合子 AA 和 aa 的比例相等,均为 $(1-1/4) \div 2 = 3/8$,故 AA、Aa、aa 的比例为 3:2:3。(2)两对等位基因 A 和 a、B 和 b 独立遗传,同时分析两对基因的遗传特点,符合基因的自由组合定律。若两对等位基因分别控制两对相对性状, F_2 的双显性个体(A_B_)所占比例为 9/16,包括 1AABB、2AaBB、2AABb、4AaBb,其中纯合子 AABB 占 1/9。选取 F_2 中的两个杂合子杂交,其子代只有一种表型,则这两个杂合子应均含有一对显性纯合基因,基因型是 AaBB 和

AABb。(3)若两对等位基因控制一对相对性状,且只要存在一个显性基因,个体便表现为显性,则 F_2 中显性性状与隐性性状的比例为 $(9+3+3):1=15:1$;若只有A、B同时存在时,个体才表现出显性,则 F_1 (AaBb)与双隐性个体(aabb)杂交,子代出现AaBb、aaBb、Aabb、aabb 4种基因型,且各基因型所占比例相等,只有AaBb表现为显性,其余均表现为隐性,故隐性个体所占比例为 $3/4$ 。(4)纯合子AABB高50 cm,aabb高30 cm,则每个显性基因的遗传效应为 $(50-30)/4=5$ cm,它们之间杂交得到 F_1 后,再自交得到 F_2 ,如果忽略环境因素的影响,则 F_2 中表现为40 cm高度的个体应含有2个显性基因,对应的基因型有AaBb、AAAbb、aaBB 3种。

答案:(1)3:2:3 (2)自由组合 $1/9$ AaBB和AABb (3)15:1 $3/4$ (4)AaBb、AAAbb、aaBB

19.(11分)某研究小组按照孟德尔杂交实验的程序,做了如下两组实验。

第一组:用纯种的灰身果蝇(B)与黑身果蝇(b)杂交,得到 F_1 ,让 F_1 自由交配后,将 F_2 中的所有黑身果蝇去除,使 F_2 中的所有灰身果蝇再自由交配,产生 F_3 。

第二组:用纯种的高茎豌豆(D)与矮茎豌豆(d)杂交,得到 F_1 ,让 F_1 自交后,将 F_2 中的所有矮茎豌豆去除,使 F_2 中的所有高茎豌豆再自交,产生 F_3 。回答下列问题:

(1)第一组实验中 F_2 中黑身果蝇所占的比例是_____ ;第二组实验中, F_2 的显性性状中,杂合子高茎豌豆所占的比例是_____。

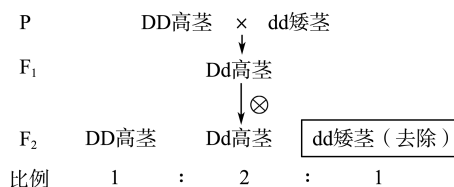
(2)第一组实验中 F_3 的性状表现及比例为_____ ;第二组实验中 F_3 的性状表现及比例为_____。

(3)写出第二组实验P到 F_2 的遗传图解。

解析:(1)果蝇灰身(B)对黑身(b)为显性,纯种灰身果蝇(BB)与黑身果蝇(bb)杂交,产生的 F_1 的基因型为Bb, F_1 再自由交配产生 F_2 , F_2 的基因型及比例为BB:Bb:bb=1:2:1,因此,第一组实验的 F_2 中黑身果蝇(bb)所占的比例是 $1/4$ 。同理,第二组实验中, F_2 的基因型及比例为DD:Dd:dd=1:2:1,因此 F_2 的显性性状中,杂合子的高茎豌豆所占的比例是 $2/3$ 。(2)根据以上分析可知,第一组实验中的 F_2 的基因型及比例为BB:

Bb:bb=1:2:1,去除 F_2 中所有黑身果蝇,则剩余果蝇中BB占 $1/3$ 、Bb占 $2/3$,它们之间进行自由交配后,只有 $2/3$ Bb与 $2/3$ Bb杂交后代会出现黑身果蝇,故后代中黑身果蝇占 $(2/3) \times (2/3) \times (1/4)=1/9$,所以第一组实验的 F_3 中灰身果蝇:黑身果蝇=8:1。第二组实验中的 F_2 基因型及比例为DD:Dd:dd=1:2:1,将 F_2 中的所有矮茎豌豆去除,则剩余高茎豌豆中DD占 $1/3$ 、Dd占 $2/3$ 。让 F_2 中的所有高茎豌豆再自交, F_3 中高茎豌豆所占的比例为 $1/3 + (2/3) \times (3/4) = 5/6$,矮茎豌豆所占的比例为 $(2/3) \times (1/4) = 1/6$ 。因此,第二组实验中 F_3 的性状表现及比例为高茎豌豆:矮茎豌豆=5:1。(3)第二组实验亲本基因型为DD、dd, F_1 基因型为Dd, F_2 基因型为DD、Dd、dd。遗传图解见答案。

答案:(1) $1/4$ $2/3$ (2)灰身果蝇:黑身果蝇=8:1 高茎豌豆:矮茎豌豆=5:1 (3)如下图所示



20.(11分)杂交水稻的培育常用到雄性不育系。已知温敏雄性不育性状由隐性基因控制,且高温时表现雄性不育,低温时表现雄性可育。回答下列问题:

(1)将纯合高秆温敏雄性不育水稻与纯合矮秆水稻杂交,杂交产生的 F_1 自交产生 F_2 , F_2 中矮秆温敏雄性不育个体所占的比例为 $1/16$ 。由此推知, F_1 低温培养时的表型为_____ ; F_1 自交后,对 F_2 进行了_____ (填“低温”或“高温”)培养。温敏雄性不育性状和高矮秆性状的遗传_____ (填“遵循”或“不遵循”)自由组合定律。

(2)上述 F_2 高温培养时进行随机交配,收获 F_2 中雄性不育个体所结种子进行播种,并在高温下培养,其表型及比例为_____。

(3)为培育不受温度影响的雄性不育株,科学家利用CRISPR/Cas9基因编辑系统,将纯合野生水稻(2n)甲中的冷敏型基因g改造为耐冷型基因G,筛选得到纯合耐冷突变体乙。科研人员进行如表

所示实验。

亲本	F ₁ 表型	F ₂ 表型及数量/株
甲×乙	耐冷型	耐冷型 280, 冷敏型 200

根据实验 F₂ 中耐冷型植株与冷敏型植株的数量比,有人提出假设:F₁ 产生的雌配子育性正常,但带有 G 基因的花粉成活率很低(假设其花粉成活率保持不变)。请设计杂交实验方案,检验上述假设。

实验方案:_____。

解析:(1)由题意可知,F₁ 自交产生 F₂,F₂ 中矮秆温敏雄性不育个体所占的比例为 1/16,说明温敏雄性不育性状和高矮秆性状的遗传遵循基因的自由组合定律,且高秆对矮秆为显性。又知温敏雄性不育为隐性性状,故将纯合高秆温敏雄性不育水稻与纯合矮秆水稻杂交,F₁ 低温培养时的表型为高秆雄性可育。由于 F₂ 中有温敏雄性不育个体,所以 F₁ 自交后,对 F₂ 进行了高温培养。(2)由于温敏雄性不育性状与高矮秆性状的遗传遵循自由组合定律,所以 F₂ 高温培养时进行随机交配,子代高秆:矮秆=3:1,不受温敏雄性不育性状影响。假设 F₂ 温敏雄性不育个体的基因型为 bb,则其产生的配子只有 b,且只作母本,而能产花粉的个体基因型及比例为 BB:Bb=1:2,可产生的雄

配子种类及比例是 B:b=2:1。精卵随机结合,F₂ 中温敏雄性不育个体所结种子的基因型及比例是 Bb:bb=2:1,在高温下培养,表型及比例为(3高秆:1矮秆)(2雄性可育:1温敏雄性不育)=高秆雄性可育:高秆温敏雄性不育:矮秆雄性可育:矮秆温敏雄性不育=6:3:2:1。(3)F₂ 中耐冷型植株与冷敏型植株的数量比是 7:5(正常情况下的数量比是 3:1),则可能是 F₁ 产生的雌配子育性正常,但带有 G 基因的花粉成活率很低(假设其花粉成活率保持不变)。要检验上述推测,可让实验中 F₁ 植株(Gg)与植株甲(gg)进行正反交,通过观察后代表型及比例进行验证。假设正交为 ♀Gg×♂gg,雌配子育性正常,预测后代耐冷型植株与冷敏型植株数量比为 1:1;相应反交为 ♀gg×♂Gg,由于带有 G 基因的花粉成活率很低,因此父本产生的雄配子 G:g≠1:1,预测后代耐冷型植株与冷敏型植株的数量比≠1:1。

答案:(1)高秆雄性可育 高温 遵循

(2)高秆雄性可育:高秆温敏雄性不育:矮秆雄性可育:矮秆温敏雄性不育=6:3:2:1(或雄性可育:温敏雄性不育=2:1)

(3)将实验中 F₁ 植株与植株甲进行正反交,观察后代的表型及比例

单元概览

核心概念

概念 3 遗传信息控制生物性状,并代代相传

3.2 有性生殖中基因的分离和重组导致双亲后代的基因组合有多种可能

3.2.1 阐明减数分裂产生染色体数量减半的精细胞或卵细胞

3.2.2 说明进行有性生殖的生物体,其遗传信息通过配子传递给子代

3.2.4 概述性染色体上的基因传递和性别相关联

学习目标

- 1.以基因在染色体上为核心,从细胞学基础、发现历程、应用等方面构建单元思维导图,描述单元内、单元间相关知识的联系,及与人类生产生活的关系。
- 2.通过构建减数分裂模型,解释生物的遗传稳定性与多样性;分析运用假说—演绎法发现基因在染色体上的历程,解释孟德尔遗传规律的实质;结合红绿色盲、抗维生素 D 佝偻病实例,通过遗传图解归纳伴性遗传的规律;设计芦花鸡性别的鉴定实验方案,归纳常染色体与性染色体遗传的异同点。
- 3.通过遗传系谱图分析人类遗传病的遗传方式,预测后代患病概率;设计实验探究基因在染色体上的位置,总结归纳通过动植物实验进行基因定位的规律方法,结合资料阐释基因连锁定律。

单元任务

染色体是遗传物质的主要载体,携带着遗传信息,在亲代与子代之间通过减数分裂和受精作用有规律地传递,维持了物种遗传物质的稳定。

1875年,德国动物学家赫德维希观察了海胆的受精过程,发现精细胞进入卵细胞才导致两种细胞核融合。然而令人疑惑不解的是,两个细胞核融合后本应染色体数量加倍,而实际上后代细胞中的染色体数量与亲代细胞中的染色体数量相同。

思考与探究

<p>思考 1</p> <p>在有性生殖过程中,染色体发生了怎样的变化?</p>	<p>任务 1</p> <p>减数分裂的模式图,减数分裂过程中染色体与 DNA 的数量变化。</p>
<p>思考 2</p> <p>染色体上携带的遗传信息是如何从亲代传递给子代的?</p>	<p>任务 2</p> <p>基因随着染色体从亲代传递给子代。</p>
<p>思考 3</p> <p>染色体与基因具有怎样的关系?</p>	<p>任务 3</p> <p>摩尔根的果蝇杂交实验,基因位于染色体上。</p>
<p>思考 4</p> <p>伴性遗传有什么特点?</p>	<p>任务 4</p> <p>伴性遗传,性染色体上的基因和常染色体上的基因遗传的异同点。</p>

素养评价

核心素养	
生命观念	<ol style="list-style-type: none"> 1.认识到基因是有物质实体的,理解遗传的物质性; 2.通过减数分裂产生染色体组合多样性的配子,以及卵细胞和精子的随机结合,使同一双亲的后代呈现多样性,认识生命物质的独特性、复杂性。
科学思维	<ol style="list-style-type: none"> 1.运用假说—演绎法,理解基因位于染色体上; 2.用模型模拟减数分裂过程中染色体数目和行为的变化,培养建构模型的科学思维; 3.运用演绎推理,对位于性染色体上的显性和隐性基因的遗传特点进行分析,根据双亲的表型对后代的患病概率作出科学的预测。
科学探究	<ol style="list-style-type: none"> 1.通过观察蝗虫精母细胞减数分裂装片,培养设计实验方案和步骤的能力; 2.通过建立减数分裂中染色体变化的模型,培养动手和动脑能力; 3.查阅资料,了解伴性遗传理论在生产实践中的其他应用。
社会责任	<ol style="list-style-type: none"> 1.通过了解人类辅助生殖技术,认识到科学技术既有好的一面,又可能给社会带来冲击,如人类辅助生殖技术就涉及伦理道德和法律问题; 2.通过学习伴性遗传的特点,分辨并关注伴性遗传理论的应用,思考所学知识该如何应用于生活之中。

探 · 究 · 构 · 建

第 1 节 减数分裂和受精作用

学习任务目标

1. 基于减数分裂产生染色体数量减半的精子或卵细胞的过程, 形成生命的物质观、结构与功能观。
2. 利用模型与建模的方法分析减数分裂过程中染色体数目变化规律。
3. 通过“观察蝗虫精母细胞减数分裂装片”的实验, 培养动手、动脑能力。

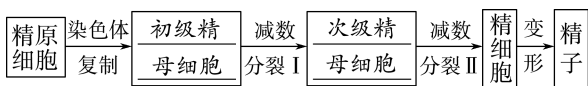
第 1 课时 减数分裂(含实验)

问题式预习

一、精子的形成过程

1. 场所及细胞名称的变化

- (1) 场所: 睾丸。
- (2) 细胞名称的变化



2. 减数分裂各时期的变化

时期	图像	主要特点
① 减数分裂 I 中期	a.	I. 同源染色体排列在细胞中央的赤道板两侧
② 减数分裂 I 后期	b.	II. 同源染色体分开, 非同源染色体自由组合, 并移向两极
③ 减数分裂 I 前期	c.	III. 同源染色体联会, 形成四分体
④ 减数分裂 II 后期	d.	IV. 着丝粒分裂, 姐妹染色单体分开并移向两极
⑤ 减数分裂 II 前期	e.	V. 染色体散乱分布于细胞中
⑥ 减数分裂 II 中期	f.	VI. 着丝粒排列在赤道板上

◇思考

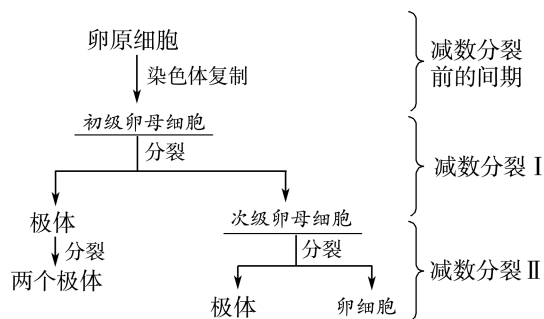
[教材 P19 旁栏思考] 如果配子的形成与体细胞的增殖一样, 也是通过有丝分裂形成的, 结果会怎样?

提示: 如果配子也是通过有丝分裂形成的, 那么配子中的染色体数目将与体细胞中的一致。

二、卵细胞的形成过程

1. 形成场所: 卵巢。

2. 过程



3. 染色体的变化: 与精子形成过程相同。

4. 分裂结果: 一个卵原细胞经过减数分裂只形成 1 个 卵细胞, 3 个极体都退化消失。

5. 精子和卵细胞形成过程的比较

(1) 相同点

- ① 染色体都在减数分裂前的 间期 复制 一次。
- ② 减数分裂 I 时, 都有同源染色体的 联会、互换 (可能发生), 同源染色体 分开等行为。
- ③ 减数分裂 II 时 着丝粒 分裂, 姐妹染色单体分开。
- ④ 形成的精子和卵细胞中染色体数目都 减半。

(2) 不同点

项目	精子的形成	卵细胞的形成
场所	睾丸	卵巢
原始细胞	1个精原细胞	1个卵原细胞
减数分裂 I	1个初级精母细胞	1个初级卵母细胞
	2个次级精母细胞 (大小相同)	1个次级卵母细胞(大的) 1个极体(小的)
减数分裂 II	4个精细胞	1个卵细胞(大的) 3个极体
是否变形	是	否
分裂结果	形成4个精子	形成1个卵细胞 (3个极体消失)

◇思考

[教材 P23“与社会的联系”]气温过低会影响水稻花粉母细胞的减数分裂,进而影响水稻的花粉数量和质量,导致稻谷减产。对此,农业生产上可以采取灌深水的措施来预防。采取该措施的原理是什么?

提示:水的比热容较大,温度相对不容易改变,当气温过低时,灌深水后稻田温度不会降低太多。

三、与减数分裂相关的概念

1. 减数分裂的概念

范围	进行有性生殖的生物
时期	原始生殖细胞→成熟的生殖细胞
特点	染色体只复制一次,而细胞分裂两次
结果	染色体数目减半
场所	有性生殖器官

2. 与减数分裂相关的概念分析

○ 任务型课堂 ○

任务一 减数分裂中的基本概念

探究活动

同源染色体联会形成四分体,这是减数分裂的重要特征。请据下图回答下列问题:

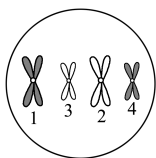


图 1

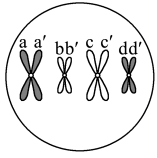


图 2

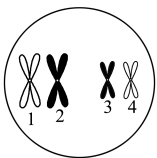


图 3

(1)图 1 中哪些染色体是同源染色体? 哪些是非同源染色体?

提示:1 和 2、3 和 4 分别属于同源染色体;1 和 3、1 和 4、2 和 3、2 和 4 分别属于非同源染色体。

(2)图 2 中哪些染色单体是姐妹染色单体? 哪些

(1)同源染色体

形态和大小:一般相同
来源:一条来自父方,一条来自母方
行为:减数分裂中进行配对

(2)联会:在减数分裂 I 前期,同源染色体两两配对的现象。

(3)四分体:同源染色体的特殊存在形式,在减数分裂过程中,联会后的一对同源染色体才可称为四分体。

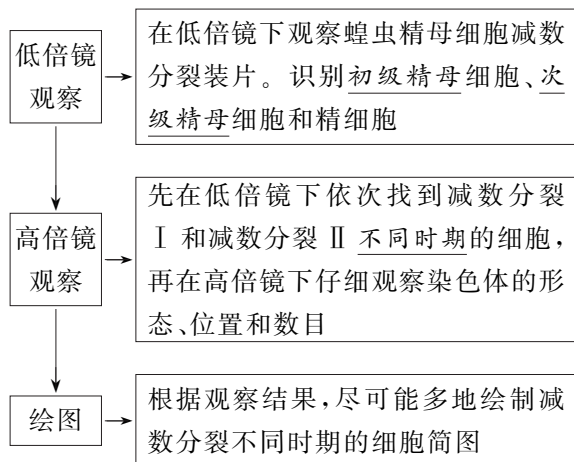
1 个四分体=1 对同源染色体=2 条染色体=4 条染色单体(含 4 个 DNA 分子)。

四、观察蝗虫精母细胞减数分裂装片

1. 实验原理

根据细胞中的染色体形态、位置和数目的变化,识别减数分裂的各个时期。

2. 实验步骤



是非姐妹染色单体?

提示:a 和 a'、b 和 b'、c 和 c'、d 和 d' 是姐妹染色单体;a 和 b、c 和 d、a 和 c、b 和 d 等是非姐妹染色单体。

(3)图 3 中哪些染色体构成四分体?

提示:1 和 2 构成一个四分体;3 和 4 构成一个四分体。

【探究总结】

减数分裂中相关概念的区分

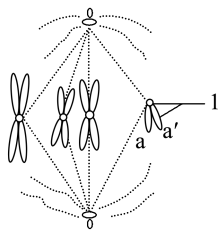
概念	解释
同源染色体	①来源:一条来自父方,另一条来自母方; ②形态、大小:一般相同(X、Y 染色体不相同); ③关系:在减数分裂过程中进行配对的两条染色体

续表

概念	解释
非同源染色体	①来源:可以相同,也可以不同; ②形态、大小:一般不相同; ③关系:在减数分裂过程中不进行配对的染色体
姐妹染色单体	同一着丝粒连着的两条染色单体
非姐妹染色单体	连接在不同着丝粒上的染色单体
联会	在减数分裂 I 前期,同源染色体两两配对的现象
四分体	①联会后的每对同源染色体含有4条染色单体,叫作四分体; ②1个四分体=1对同源染色体=2条染色体=4条染色单体(含4个DNA分子)

88 评价活动

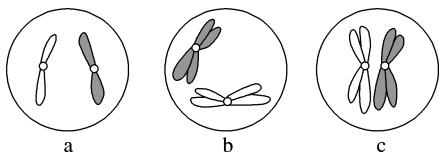
1. 下图为某高等生物细胞局部结构模式图。下列叙述错误的是 ()



- A. 该细胞内含有 8 个 DNA 分子
- B. 该生物体细胞中,染色体最多有 8 条
- C. 要鉴定图中 1 的某成分,鉴定试剂可能是双缩脲试剂
- D. 该细胞中没有同源染色体

B 解析: 该细胞处于减数分裂 II 中期,每条染色体上含有 2 个 DNA 分子,共含有 8 个 DNA 分子,A 正确;该细胞(含有 4 条染色体)所含染色体数目是体细胞的一半,因此该生物体细胞含有 8 条染色体,在有丝分裂后期染色体数目达到最大值,即 16 条,B 错误;图中 1 为染色体,主要由蛋白质和 DNA 组成,其中蛋白质能与双缩脲试剂发生紫色反应,C 正确;该细胞中没有两条形态、大小相同的染色体,所以没有同源染色体,D 正确。

2. 下图为处于不同分裂时期的细胞示意图,下列相关叙述不正确的是 ()



- A. a、b、c 细胞中都有 2 条染色体,且都有染色单体
- B. a、b、c 细胞中都有 1 对同源染色体
- C. c 细胞中有 1 个四分体

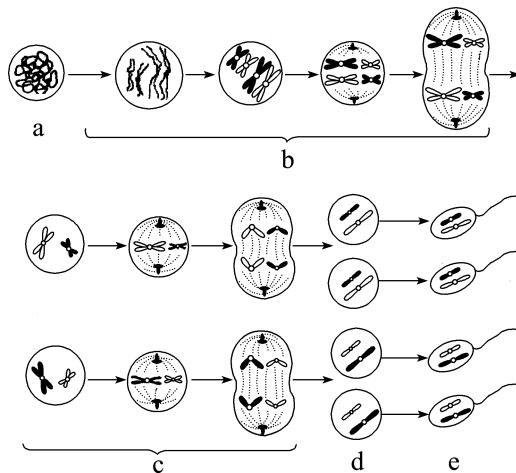
D. a 细胞中有 2 个核 DNA 分子,b、c 细胞中均有 4 个核 DNA 分子

A 解析: a、b、c 细胞中都有 2 条染色体,其中 a 细胞不含染色单体,b、c 细胞都含有染色单体,A 错误;a、b、c 细胞中都有 1 对同源染色体,B 正确;四分体是由同源染色体两两配对形成的,因此 c 细胞中有 1 个四分体,C 正确;a 细胞中有 2 个核 DNA 分子,b、c 细胞中均有 4 个核 DNA 分子,D 正确。

任务二 减数分裂图像的判断

探究活动

观察精子形成过程示意图,回答下列问题:



(1) 写出图中各种细胞的名称:a. 精原细胞, b. 初级精母细胞, c. 次级精母细胞, d. 精细胞, e. 精子。

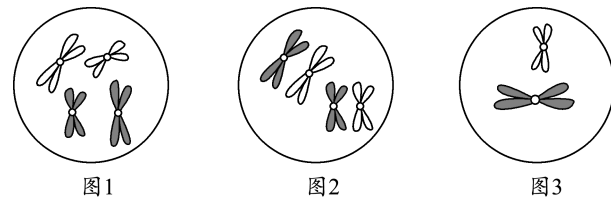
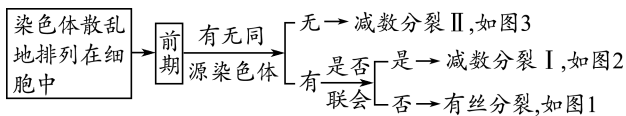
(2) 染色体数目减半发生在图中 b 过程中,染色单体消失发生在图中 c 过程中。

(3) 不考虑互换,细胞 e 有 2 种,如果考虑互换,细胞 e 有 4 种。

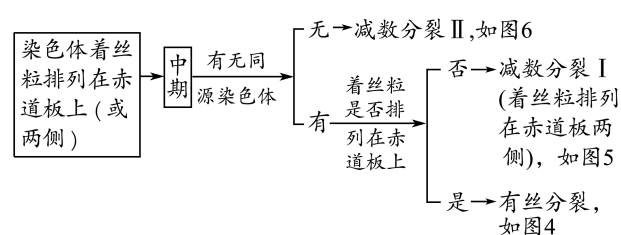
【探究总结】

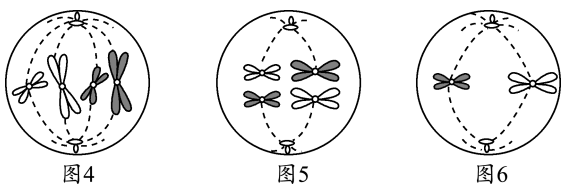
1. 结合不同分裂时期特点判断细胞分裂的方式及时期

(1) 前期图像的判断

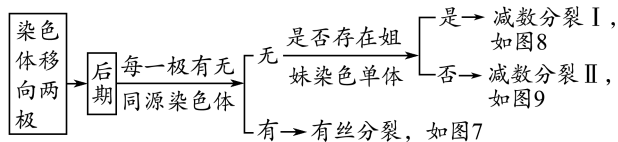


(2) 中期图像的判断

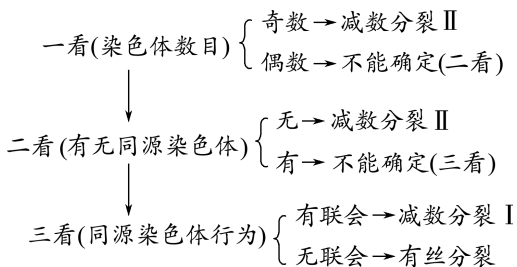




(3)后期图像的判断

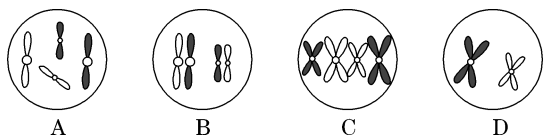


2.“三看法”判断有丝分裂和减数分裂图像



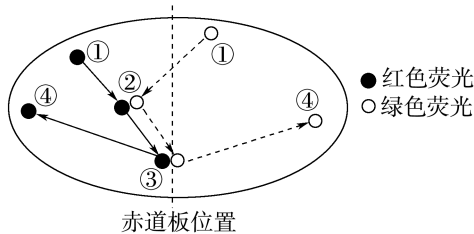
88 评价活动

1.初级精母细胞经过减数分裂 I 后形成的细胞是 ()



D 解析:初级精母细胞经过减数分裂 I 后形成的细胞是次级精母细胞,没有同源染色体,D 正确。

2.取某雄性动物(2N=8)的一个正在分裂的细胞,用红色荧光和绿色荧光分别标记其中两条染色体的着丝粒,在荧光显微镜下,观察到两个荧光点随时间依次出现在细胞中①~④四个不同的位置(箭头表示移动路径),如图所示。下列说法正确的是 ()

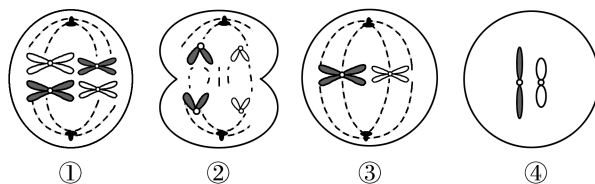


A.①→②阶段发生同源染色体的联会,②阶段细胞中有 8 个四分体

- B.②→③阶段,同源染色体移到细胞中央,着丝粒排列在赤道板上
- C.③→④阶段,配对的两条同源染色体彼此分离,分别移向细胞的两极
- D.该细胞分裂后得到的两个子细胞中都有两种颜色的荧光点

C 解析:分析题图可知,①→②阶段发生了同源染色体的联会,因而推测这两条染色体是一对同源染色体,又因为 $2N=8$,细胞中有 8 条染色体,所以②阶段细胞中有 4 个四分体,A 错误;②→③阶段,两个荧光点出现在细胞中③位置,此时联会的两条染色体排列在赤道板两侧,B 错误;荧光点从③向④移动的过程是同源染色体的分离,分别移向细胞的两极,C 正确;这两条染色体是一对同源染色体,分别被红色荧光和绿色荧光标记,该细胞分裂后得到的两个子细胞中分别含有这两条染色体中的一条,因此都只有一种颜色的荧光点,D 错误。

3.下列有关某生物体细胞分裂示意图的叙述中,正确的是 ()



- A.图①细胞处于减数分裂 I 中期,细胞内有 2 对姐妹染色单体
- B.图②细胞处于减数分裂 II 后期,细胞内有 2 对姐妹染色单体
- C.图③细胞处于减数分裂 II 中期,该生物体细胞中染色体数目恒定为 8 条
- D.4 幅图按分裂过程可排序为①③②④,可出现在该动物体精子的形成过程中

D 解析:图①细胞处于减数分裂 I 中期,细胞内有 2 对同源染色体、4 对姐妹染色单体,A 错误;图②细胞处于减数分裂 II 后期,由于着丝粒已分裂,细胞内没有姐妹染色单体,B 错误;图③细胞处于减数分裂 II 中期,该生物体细胞中,只有处于有丝分裂后期时,染色体数目加倍,暂时为 8 条,C 错误;根据 4 幅图所处的细胞分裂时期,可排序为①③②④,由于进行的是减数分裂,可出现在精子的形成过程中,D 正确。

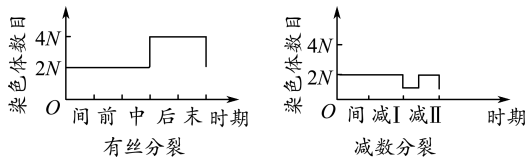
任务三 有丝分裂和减数分裂的曲线比较

探究活动

坐标曲线是细胞分裂简图的表示方法,回答下列问题:

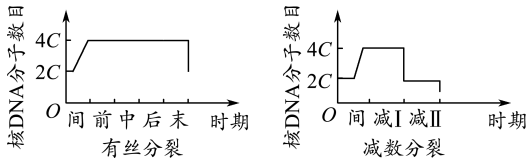
(1)请绘出有丝分裂和减数分裂过程中,染色体数目变化的曲线。

提示:如下图所示



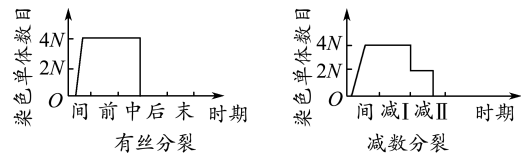
(2)请绘出有丝分裂和减数分裂过程中,核DNA分子数目变化的曲线。

提示:如下图所示



(3)请绘出有丝分裂和减数分裂过程中,染色单体数目变化的曲线。

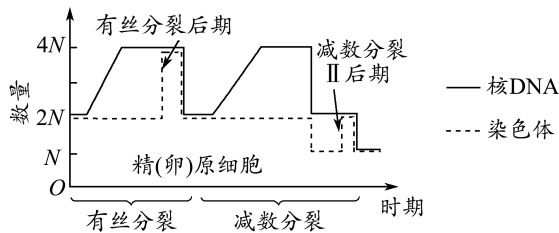
提示:如下图所示



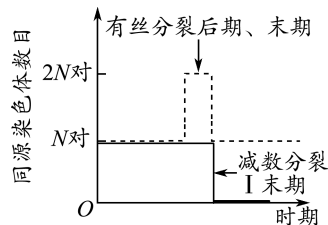
【探究总结】

1. 有丝分裂与减数分裂坐标曲线的辨析

(1)染色体、核DNA变化曲线



(2)同源染色体变化曲线



减数分裂:减数分裂 I 末期同源染色体分开,分别进入两个子细胞——子细胞中不再有同源染色体,导致减数分裂 II 全程同源染色体数为 0。

有丝分裂:有丝分裂后期因着丝粒分裂,同源染色体加倍,于末期平分至 2 个子细胞。

2. 染色体、核DNA数量变化曲线图判断方法

(1)判断曲线种类



(2)判断细胞分裂方式

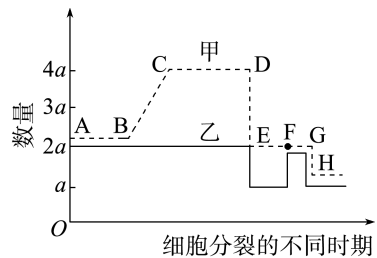
一看“染色体峰值”
 最大为 $4N$ —— 有丝分裂
 最大为 $2N$ —— 减数分裂

二看“竖直下降”次数
 两次——减数分裂
 一次——有丝分裂

三看“最终结果”
 减半——减数分裂
 相等——有丝分裂

评价活动

1. 下图所示为精原细胞分裂过程中,染色体数目和核DNA含量的变化情况,下列说法错误的是 ()



A. 乙表示减数分裂过程中染色体数目变化

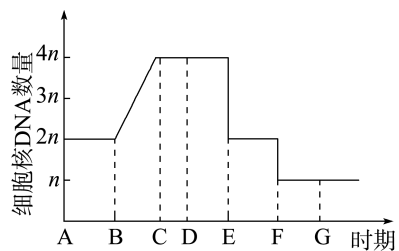
B. 甲表示减数分裂过程中核DNA含量的变化

C. 处于 CD 段的细胞名称是初级精母细胞

D. 图中含有同源染色体的区间是 CF

D 解析:由于 BC 段数目加倍是个渐变的过程,说明是 DNA 分子复制,因此题图中甲曲线表示的是减数分裂过程中核 DNA 含量的变化,则题图中表示染色体数目变化的曲线是乙, A、B 正确; CD 段处于减数分裂 I 过程中,所以处于 CD 段的细胞名称是初级精母细胞, C 正确; 由于同源染色体分离发生在减数分裂 I 后期,所以题图中含有同源染色体的区间是 AD, 减数分裂 II 不含有同源染色体,因此 EH 区间的细胞中不存在同源染色体, D 错误。

2. 下图表示哺乳动物精子的形成过程中一个细胞核中 DNA 分子数量的变化。下列对该图的解释完全正确的是 ()



A. 同源染色体的联会发生在 DE 初期

B. E 点染色体数目为 n , F 点染色体数目又出现短时间的加倍

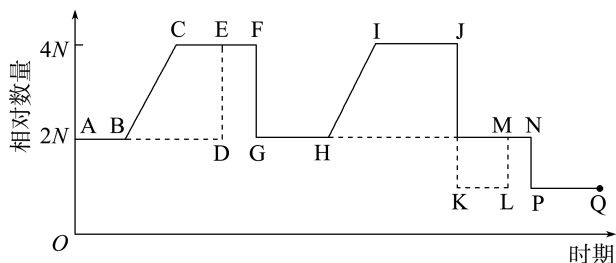
C. E 点同源染色体分离, F 点染色体的着丝粒分裂

D. AC 段是间期, CF 段是分裂期, FG 段是精细胞变形的阶段

D 解析:细胞分裂前的间期,染色体完成复制,进入分裂期后,同源染色体出现联会现象,该过程发生在 CD 初期, A 错误。E 点完成减数分裂 I, 同源染色体发生了分离,染色体数目变为 n ; F 点完成减

数分裂Ⅱ,每个子细胞中染色体数目仍为 n ,B错误。E点表示同源染色体分离后进入了两个子细胞中;F点表示着丝粒分裂后形成的两条染色体分别进入两个子细胞中,着丝粒分裂在F点之前,C错误。AC段完成DNA的复制,表示间期;CF段DNA连续两次减半,表示分裂期;FG段表示完成分裂后精细胞变形为精子的阶段,D正确。

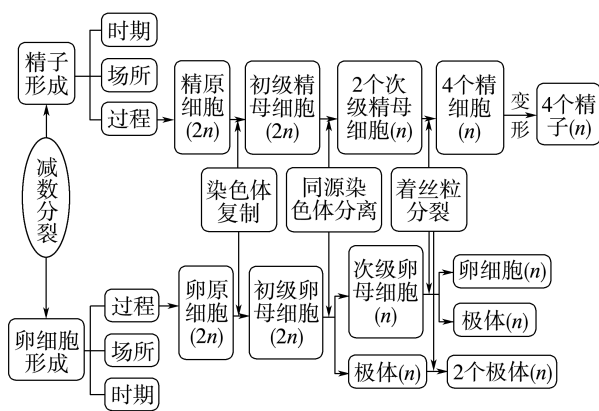
- 3.下图为某二倍体生物进行细胞分裂过程中相关物质的数量变化曲线图(设一个正常体细胞中的染色体数目为 $2N$)。下列叙述正确的是 ()



- A.虚线代表该生物细胞中染色体数目变化,实线代表该生物细胞中DNA数量变化
B.虚线上D点和L点相关物质数量加倍的原因相同
C.该生物细胞的AG段分裂方式比HQ段分裂方式细胞周期短
D.该生物的细胞在PQ段形态会发生改变

B 解析:分析题图中曲线可知,实线表示核DNA含量变化规律,虚线表示染色体数目变化规律,AG段表示有丝分裂过程,HQ段表示减数分裂过程。细胞内DNA包括细胞核DNA和细胞质DNA,题图中实线表示细胞核内染色体上的DNA数量的变化,A错误;D点和L点染色体数目均由于着丝粒分裂而加倍,B正确;AG段为有丝分裂,HQ段为减数分裂,进行减数分裂的细胞无细胞周期,C错误;由题图无法判断该生物是否为雄性生物,故无法判断细胞在PQ段形态是否会发生改变,D错误。

提质归纳



课后素养评价(五)

减数分裂(含实验)

建议用时: 40分钟

A组 学习·理解

知识点1 减数分裂概念及过程分析

- 1.下列细胞一定含有同源染色体的是 ()

- A.极体 B.次级精母细胞
C.精子 D.初级精母细胞

D 解析:极体是由初级卵母细胞经减数分裂Ⅰ或由次级卵母细胞(或极体)经减数分裂Ⅱ产生的,都不具有同源染色体,A错误;次级精母细胞是由初级精母细胞经减数分裂Ⅰ产生的,而减数分裂Ⅰ过程中,同源染色体分离,所以次级精母细胞中不具有同源染色体,B错误;生殖细胞中不存在同源染色体,C错误;初级精母细胞是处于减数分裂Ⅰ过程中的细胞,具有同源染色体,D正确。

- 2.卵细胞形成过程中出现联会现象时,核DNA分子数与染色体数之比是 ()

- A.1:1 B.1:2
C.2:1 D.4:1

C 解析:在卵原细胞经过减数分裂形成卵细胞的

过程中,联会发生在减数分裂Ⅰ前期,该时期每一条染色体上含有2条姐妹染色单体、2个DNA分子,因此该时期核DNA分子数与染色体数之比是2:1,C正确。

- 3.若1个含有12条染色体的精原细胞经过一次有丝分裂后,接下来进行一次减数分裂可得到 ()

- A.8个细胞都含有12条染色体
B.8个细胞都含有6条染色体
C.4个细胞含有6条染色体,4个细胞含有12条染色体
D.6个细胞都含有12条染色体

B 解析:有丝分裂产生的子细胞中染色体数目不变,1个含12条染色体的精原细胞经过一次有丝分裂后,形成2个含12条染色体的精原细胞。1个含12条染色体的精原细胞经过一次减数分裂形成4个含6条染色体的精细胞。因此,2个含12条染色体的精原细胞经过一次减数分裂形成8个含6条染色体的精细胞,B正确。

知识点 2 观察减数分裂实验

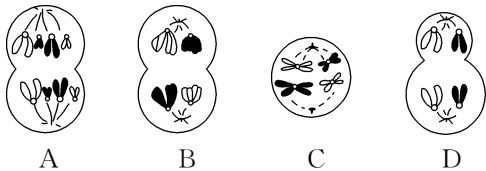
4. 下列关于观察细胞减数分裂实验的叙述中, 错误的是 ()

- A. 可用蝗虫精母细胞、蚕豆花粉母细胞的固定装片观察细胞的减数分裂
- B. 用桃花的雄蕊制成的装片比用桃花的雌蕊制成的装片更容易观察到减数分裂现象
- C. 能观察到减数分裂现象的装片中, 也可能观察到同源染色体的联会现象
- D. 用洋葱根尖制成的装片能观察到同源染色体的联会现象

D 解析: 只有性原细胞能发生减数分裂, 因此可用蝗虫精母细胞、蚕豆花粉母细胞的固定装片观察细胞的减数分裂, A 正确; 雄蕊的花药中花粉(精子)数量远多于雌蕊中的卵细胞数量, 故用雄蕊制成的装片更容易观察到减数分裂现象, B 正确; 减数分裂过程中有同源染色体的联会现象, C 正确; 洋葱根尖细胞不能进行减数分裂, 故观察不到同源染色体的联会现象, D 错误。

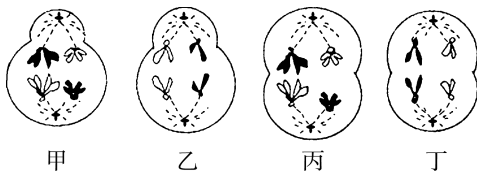
知识点 3 减数分裂图像分析

5. 下列为某种动物细胞不同分裂时期的示意图, 其中属于次级卵母细胞图像的是 ()



D 解析: A 图细胞中含有同源染色体, 而且着丝粒分裂, 处于有丝分裂的后期, 不符合题意; B 图细胞中含有同源染色体, 而且同源染色体分离, 处于减数分裂 I 的后期, 不符合题意; C 图细胞中含有同源染色体, 而且同源染色体位于赤道板两侧, 处于减数分裂 I 的中期, 不符合题意; D 图细胞中没有同源染色体, 着丝粒分裂, 处于减数分裂 II 后期, 且细胞质不均等分裂, 只能是次级卵母细胞, 符合题意。

6. 下图表示某种动物不同个体的某些细胞分裂过程, 下列相关说法不正确的是 ()

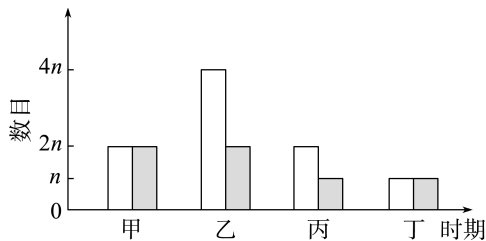


- A. 甲、丙两细胞都发生了同源染色体分离
- B. 图中的细胞均处于细胞分裂后期
- C. 可能属于卵原细胞分裂过程的是甲、乙、丁
- D. 乙、丁的染色体数都是体细胞的一半

D 解析: 甲、丙细胞都发生了同源染色体分离、非同源染色体自由组合, A 正确。甲、丙细胞同源染色体分离, 均处于减数分裂 I 后期; 乙、丁细胞着丝粒分裂, 均处于减数分裂 II 后期, B 正确。甲、乙两细胞的细胞质都不均等分裂, 分别是初级卵母细胞和次级卵母细胞; 丙细胞的细胞质均等分裂, 是初级精母细胞; 丁细胞的细胞质均等分裂, 可能是次级精母细胞, 也可能是极体, 所以甲、乙、丁可能属于卵原细胞分裂过程的细胞, C 正确。由于乙、丁细胞中着丝粒分裂, 染色体暂时加倍, 因此细胞中的染色体数与体细胞的相等, D 错误。

B组 应用·实践

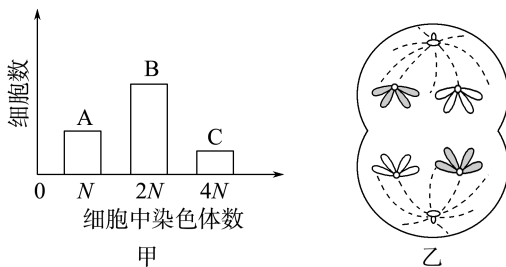
7. 下图表示人类的精子形成过程中, 细胞内染色体数和核 DNA 分子数在甲、乙、丙、丁四个连续时期的统计数据。下列相关说法不正确的是 ()



- A. 甲时期的细胞为精原细胞
- B. 乙时期会发生同源染色体的分离
- C. 丙时期染色体的着丝粒正在发生分裂
- D. 有染色单体的时期是乙和丙

C 解析: 由题图可知, 图中阴影表示细胞内染色体数, 空白表示核 DNA 分子数。甲时期的细胞为精原细胞, 乙时期为减数分裂 I 时期, 丙时期为减数分裂 II 的前期、中期, 丁时期的细胞为精细胞(精子), A 正确; 在减数分裂 I 的后期发生同源染色体的分离, B 正确; 减数分裂过程中, 只有减数分裂 II 的后期才发生着丝粒分裂, C 错误; 有染色单体的时期是乙和丙, D 正确。

8. 从某动物组织中提取一些细胞, 通过测定细胞中的染色体数目(无变异发生), 将这些细胞分为 A、B、C 3 组, 每组的细胞数统计结果如图甲所示。图乙表示取自该组织的一个细胞。对图中所示结果分析正确的是 ()



- A.该动物为雌性,图甲 A 组细胞可能是分裂完成的卵细胞
- B.图甲 B 组细胞有一些可能正在进行有丝分裂
- C.图甲 C 组中部分细胞可能正在发生同源染色体的分离
- D.图乙所示细胞处于图甲的 C 组

B 解析:由图乙细胞的细胞质均等分裂,可知其为初级精母细胞,故该动物为雄性,图甲中 A 组细胞染色体数目减半,可以表示精细胞或减数分裂 II 时期的相关细胞,并排除减数分裂 II 后期细胞, A 错误; B 组细胞可表示有丝分裂间、前、中期的细胞,也可以表示减数分裂 I 和减数分裂 II 后期的细胞, B 正确; C 组表示有丝分裂后期的细胞,不会发生同源染色体的分离, C 错误; 图乙细胞中正发生同源染色体的分离,染色体数目不变,处于图甲的 B 组, D 错误。

9.图 1 中的 A 表示某雄性动物的体细胞, B、C 分别表示处于不同分裂状态的细胞。图 2 为配子形成过程中细胞内核 DNA 相对含量的变化曲线图。请据图回答下列问题:

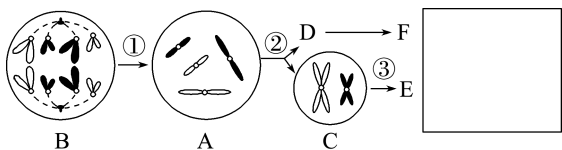


图 1

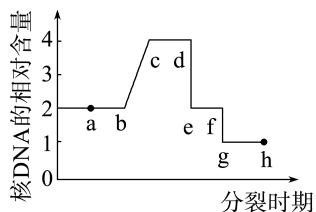


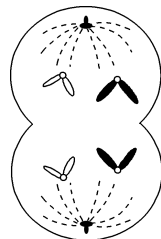
图 2

- (1)图 1 中数字分别表示不同的生理过程,那么①②代表的生理过程分别是_____、_____。
- (2)图 1 中 C 细胞的名称是_____,其内部有_____条染色体,对应图 2 中_____阶段。
- (3)在图 1 方框中绘出 D→F 细胞分裂后期染色体行为的简图。(请注意染色体的形态和数目)

解析:(1)图 1 中数字分别表示不同的生理过程,①产生的子细胞中染色体数目不变,为有丝分裂;②产生的子细胞中染色体数目减半,为减数分裂 I。(2)由于图 1 中 A 是雄性动物的体细胞,所以 C 细胞的名称是次级精母细胞,该细胞中含 2 条染色体。分析图 2: ac 段表示减数分裂前的间期; ce 段表示减数分裂 I; eg 段表示减数分裂 II,图 1 中 C

细胞对应图 2 中 ef 阶段。(3)D 细胞在分裂后期,着丝粒分裂,姐妹染色单体分开成为染色体,其染色体行为如答案图中所示。

答案:(1)有丝分裂 减数分裂 I (2)次级精母细胞 2 ef (3)如图所示



10.图 1 表示某动物体内细胞分裂的不同时期染色体数与核 DNA 分子数比例的变化关系,图 2 是此动物的某细胞处于细胞分裂不同时期的图像。请据图回答问题:

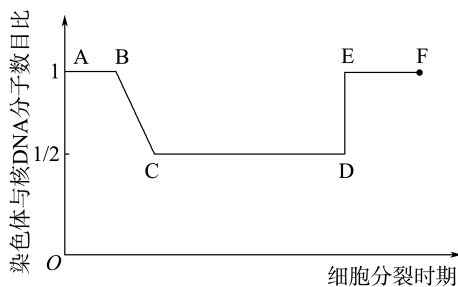


图 1

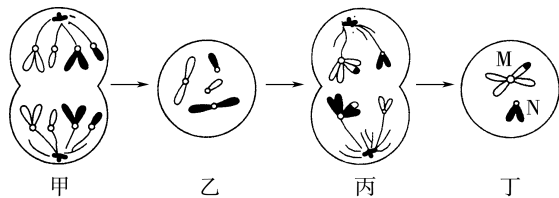


图 2

- (1)此动物一定是_____ (填“雌性”或“雄性”),依据是图 2 中的_____,此图和另一性别的同一时期的区别是_____。
- 甲至乙过程是_____分裂。
- (2)图 2 中_____细胞处于图 1 中的 CD 段,DE 段形成的原因是_____,发生在_____期。
- (3)图 2 中丙细胞含有_____条染色单体,该细胞处于_____期。
- (4)图 2 中丁细胞的子细胞称为_____。由图可知,形成 M 染色体的原因是同源染色体的_____间发生了_____。

解析:(1)图 2 中丙细胞处于减数分裂 I 后期,细胞质均等分配,由此可判断该动物的性别为雄性,因为雌性个体的初级卵母细胞在减数分裂 I 后期

细胞质进行不均等分配。甲细胞处于有丝分裂后期,因此甲至乙过程是有丝分裂。(2)图1中CD段,染色体数:核DNA分子数=1:2,即细胞中存在染色单体,图2中丙细胞和丁细胞中均含染色单体,故二者与图1中的CD段对应。DE段形成的原因是着丝粒分裂,发生在有丝分裂后期或减数分裂II后期。(3)图2中丙细胞处于减数分裂I后期,该细胞含有4条染色体、8条染色单体。(4)图2中丁细胞处于减数分裂II前期,为次级精

母细胞,其分裂形成的子细胞为精细胞。姐妹染色单体是由一条染色体复制而来的,应完全相同,M染色体上出现一段黑色的片段,其原因是同源染色体的非姐妹染色单体间发生了交换。

答案:(1)雄性 丙细胞 雌性个体内初级卵母细胞减数分裂I后期发生细胞质不均等分配 有丝分裂(2)丙、丁 着丝粒分裂 有丝分裂后期或减数分裂II后 (3)8 减数分裂I后 (4)精细胞 非姐妹染色单体 交换

第2课时 受精作用

问题式预习

一、配子中染色体组合的多样性

1.原因

原因	交换重组	自由组合
时期	减数分裂I前期	减数分裂I后期
染色体行为	四分体中非姐妹染色单体之间,可能交换相应片段	同源染色体分离,非同源染色体自由组合

2.意义:导致不同配子的遗传物质有差异,使同一双亲的后代呈现多样性。

3.模拟减数分裂中非同源染色体的自由组合,用图中染色体上的字母填空。

细胞	组合一		组合二					
初级性母细胞								
次级性母细胞	AB	ab	Ab	aB				
生殖细胞	AB	AB	ab	ab	Ab	Ab	aB	aB

思考

[教材 P28“拓展应用”]骡是马和驴杂交产生的后代。马和驴的体细胞中分别有 32 对和 31 对染色体,则骡的体细胞中含有多少条染色体? 骡的体细胞增殖是通过正常的有丝分裂进行的,而它们的睾丸或卵巢中的原始生殖细胞却不能发生正常的减数分裂,因此骡

不能繁殖后代。你能从减数分裂中染色体行为的角度解释其原因吗?

提示:骡的体细胞中含有 63 条染色体,其中 32 条来自马,31 条来自驴。由于这 63 条染色体没有同源染色体,导致骡的生殖细胞不能进行正常的减数分裂,无法形成配子,因此骡不能繁殖后代。

二、受精作用

1.概念:卵细胞和精子相互识别、融合成为受精卵的过程。

2.过程

精子的头部进入卵细胞,尾部留在外面



卵细胞的细胞膜发生复杂的生理反应,阻止其他精子进入



精子的细胞核与卵细胞的细胞核融合,使彼此的染色体会合在一起

3.结果

(1)受精卵中的染色体数目恢复到体细胞中的染色体数目,保证了物种染色体数目的稳定。

(2)受精卵中的染色体一半来自精子(父方),另一半来自卵细胞(母方)。

4.意义

(1)减数分裂和受精作用保证了每种生物前后代染色体数目的恒定,维持了生物遗传的稳定性。

(2)通过有性生殖,新一代继承了父母双方的遗传物质。

(3)后代呈现多样性,有利于生物适应多变的自然环境,有利于生物在自然选择中进化,体现了有性生殖的优越性。

减数分裂和受精作用对于生物的遗传和变异,都是十分重要的。

任务型课堂

任务一 配子中染色体组合的多样性

探究活动

精子和卵细胞形成的过程中,染色体行为的变化相同,但细胞质分裂方式不同,且形成了染色体组成不同的配子,据此分析下列问题:

(1)父亲体内所有的精原细胞,其染色体组成有无差别? 母亲体内所有的卵原细胞,其染色体组成有无差别?

提示:无差别。无差别。

(2)同样的精(卵)原细胞会产生不同的配子吗?

提示:会。

(3)含 n 对同源染色体的精(卵)原细胞形成的配子种类(不考虑同源染色体非姐妹染色单体间的互换)。

项目	可能产生的配子/种	实际产生的配子/种
1个精原细胞	2^n	$\underline{2}$
1个雄性个体	2^n	$\underline{2^n}$
1个卵原细胞	2^n	$\underline{1}$
1个雌性个体	2^n	$\underline{2^n}$

(4)人的体细胞中有 23 对染色体,人在形成配子时,可能形成多少种配子?

提示: 2^{23} 种。

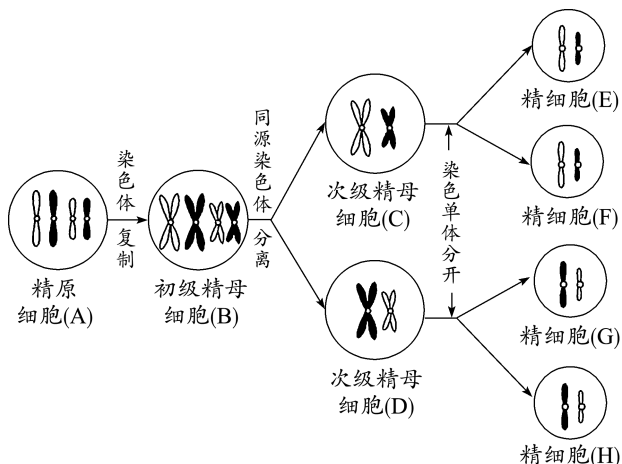
(5)含有 n 对同源染色体的生物体可产生的配子类型有时候要比上述结论多,可能的原因是什么?

提示:同源染色体的非姐妹染色单体间发生了互换。

【探究总结】

1. 减数分裂与配子多样性

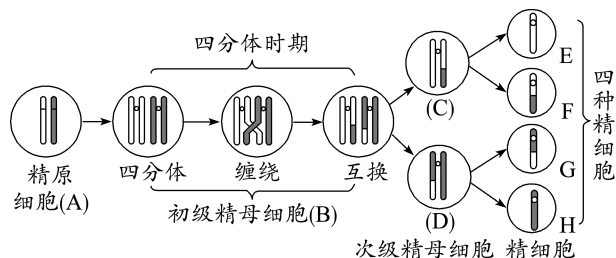
(1)以二倍体生物一个精原细胞的减数分裂(不考虑互换)为例,如图所示。



由图可知:①E和F、G和H的染色体组成完全相

同,分别来自同一次级精母细胞C、D;②E(F)与G(H)中的染色体“互补”,来自同一个初级精母细胞。

(2)二倍体生物一个精原细胞的减数分裂(考虑互换),如图所示。



由图可知:①E和F、G和H的染色体组成大同小异,分别来自同一次级精母细胞C、D;②E(F)与H(G)中的染色体“互补”,来自同一初级精母细胞。

2. 一般情况下减数分裂产生配子的种类

(1)只考虑非同源染色体自由组合,不考虑互换的情况。(Y与y、R与r分别表示两对同源染色体)

比较项目	YyRr个体能产生配子的种类	含 n 对同源染色体个体产生的配子种类
一个精原细胞	2种(YR、yr或Yr、yR)	2种
一个雄性个体	4种(YR、yr、Yr、yR)	2^n 种
一个卵原细胞	1种(YR或yr或Yr或yR)	1种
一个雌性个体	4种(YR、yr、Yr、yR)	2^n 种

(2)若考虑互换,会增加配子的种类,如一个含 n 对同源染色体的生物产生的配子种类会大于 2^n 种。

评价活动

1. 果蝇的体细胞中含有四对同源染色体(A与a、B与b、C与c、D与d),在不发生互换的情况下,它的一个初级精母细胞在进行减数分裂后能形成几种类型的精子? ()

A. 2种 B. 4种 C. 8种 D. 16种

A 解析:一个初级精母细胞无论含有多少对同源染色体,在不发生互换的情况下,经减数分裂都只形成2种类型的精子。

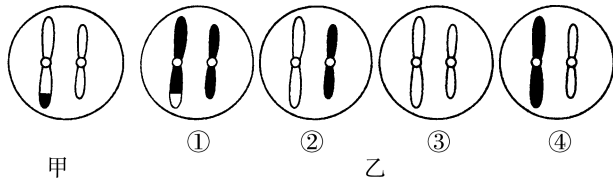
2. 每一种生物在繁衍过程中,既保持遗传的稳定性,又表现出遗传的多样性。试从配子形成和受精作用两个方面,对遗传的稳定性和多样性的原因进行分析,下列相关分析不恰当的是 ()

A. 减数分裂和受精作用保证了每种生物前后代染色体数的恒定,维持了生物遗传的稳定性

- B.减数分裂过程中,同源染色体组合的多样性导致配子的多样性
 C.受精过程中卵细胞和精子结合的随机性,会导致同一双亲后代呈现多样性
 D.有性生殖过程产生的后代多样性有利于生物适应多变的自然环境,有利于生物进化

B 解析:减数分裂使配子的染色体数目减半,受精作用使染色体数目恢复到体细胞的数目,减数分裂和受精作用保证了每种生物前后代染色体数的恒定,维持了生物遗传的稳定性,A正确;减数分裂过程中,非同源染色体组合的多样性导致配子的多样性,B错误;同一个体产生的配子多种多样,受精过程中卵细胞和精子结合的随机性,会导致同一双亲后代呈现多样性,C正确;有性生殖过程产生的后代多样性有利于生物适应多变的自然环境,有利于生物在自然选择中进化,D正确。

- 3.下图甲表示某生物的一个精细胞,根据染色体的类型和数目,判断图乙中与其来自同一个精原细胞的有 ()



- A.①② B.①④ C.①③ D.②④
- C 解析:**减数分裂 I 时,同源染色体分离;减数分裂 II 时,次级精母细胞内由同一个着丝粒相连的两条姐妹染色单体分开,成为两条子染色体分别进入两个精细胞中,所以由同一个精原细胞最终分裂形成的精细胞中,染色体组成基本相同或恰好“互补”。根据图乙中各细胞内染色体的特点分析,图乙中①与图甲精细胞的染色体组成“互补”,图乙中③与图甲精细胞的染色体组成基本相同,由此可判断出①③与图甲精细胞来自同一个精原细胞,C正确。

任务二 > 受精作用

【探究总结】

减数分裂与受精作用过程中 DNA 与染色体变化的 5 个关键时期

- (1)分裂前的间期 $\xrightarrow{\text{DNA 复制}}$ DNA 数目加倍,染色体数目不变
 (2)减数分裂 I 结束 $\xrightarrow{\text{细胞一分为二}}$ DNA 和染色体数目减半
 (3)减数分裂 II 后期 $\xrightarrow{\text{姐妹染色单体分开}}$ 染色体数目加倍,DNA 数目不变
 (4)减数分裂 II 结束 $\xrightarrow{\text{细胞一分为二}}$ 染色体和 DNA 数目减半

(5)受精作用 $\xrightarrow{\text{精子、卵细胞融合}}$ 染色体和 DNA 数目加倍

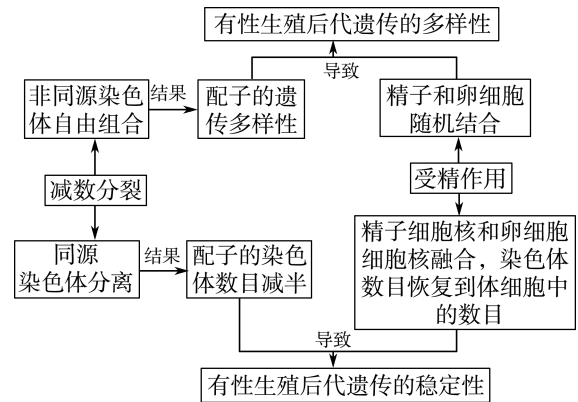
评价活动

- 1.下列关于高等动物通过减数分裂形成的雌、雄配子以及受精作用的叙述中,正确的是 ()
 A.每个卵细胞继承了初级卵母细胞 1/4 的细胞质
 B.同源染色体进入卵细胞的机会并不相等,因为一次减数分裂只形成一个卵细胞
 C.进入卵细胞并与之融合的精子几乎不携带细胞质
 D.雌、雄配子彼此结合是随机的,因为它们的数量相等
- C 解析:**卵细胞形成过程中细胞质进行不均等分裂,所以每个卵细胞继承的初级卵母细胞的细胞质应大于 1/4,A 错误;同源染色体分离进入卵细胞的机会相等,B 错误;受精时,精子的头部进入卵细胞,尾部留在卵细胞外面,而精子的头部主要由细胞核构成,因此进入卵细胞并与之融合的精子几乎不携带细胞质,C 正确;雌、雄配子彼此结合是随机的,但它们的数量不相等,D 错误。
- 2.下图是某动物受精作用的示意图,下列叙述正确的是 ()



- A.甲、乙两细胞先识别后融合
 B.甲、乙两细胞经有丝分裂形成
 C.甲、乙两细胞均含两条染色单体
 D.丙细胞中的 DNA 一半来自甲
- A 解析:**受精过程中,甲、乙细胞即精子、卵细胞先识别后融合,A 正确;甲、乙细胞为生殖细胞,经减数分裂形成,B 错误;甲、乙细胞均不含染色单体,C 错误;丙细胞为受精卵,细胞核中的遗传物质一半来自甲,但细胞质中的遗传物质几乎全部来自乙,D 错误。

提质归纳



课后素养评价(六)

受精作用

建议用时: 40分钟

A组 学习·理解

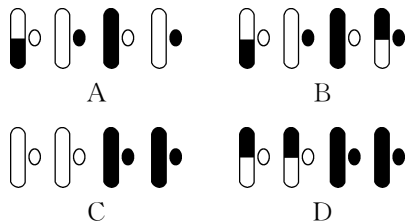
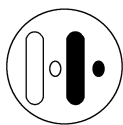
知识点1 配子中染色体组合的多样性

1. 在减数分裂产生的配子内, 染色体组成具有多样性, 多样性的形成主要取决于 ()

- A. 同源染色体的复制
B. 同源染色体的联会和分离
C. 同源染色体的非姐妹染色单体之间互换和非同源染色体之间自由组合
D. 染色体着丝粒的分裂

C 解析: 在减数分裂过程中, 减数分裂 I 的四分体时期可能发生同源染色体的非姐妹染色单体之间互换, 在减数分裂 I 的后期会发生非同源染色体之间自由组合, 导致最终形成的配子内的染色体组成具有多样性, C 正确。

2. 下图表示某动物的精原细胞, 该细胞在减数分裂过程中发生了同源染色体的非姐妹染色单体间的互换。由该细胞形成的精子的染色体类型可能是 ()



B 解析: 细胞在减数分裂过程中同源染色体分离、非同源染色体自由组合; 如果该细胞在减数分裂过程中发生了同源染色体非姐妹染色单体间的互换, 则一个精原细胞通过减数分裂后, 会产生 4 个染色体各不相同的精子, C 中的 4 个精子染色体没有发生同源染色体非姐妹染色单体间的互换; A、D 中互换的染色体找不到互换部分的来源, B 符合题意。

3. 一个基因型为 $YyRr$ 的精原细胞和一个同样基因型的卵原细胞, 按自由组合定律遗传, 各自经减数分裂产生的精细胞、卵细胞的数目和种类数分别是 ()

- A. 2 个、1 个和 2 种、1 种
B. 4 个、4 个和 2 种、2 种
C. 4 个、1 个和 2 种、1 种
D. 2 个、2 个和 2 种、2 种

C 解析: 1 个精原细胞经减数分裂产生两两相同的 4 个精细胞, 而 1 个卵原细胞只产生 1 个卵细胞 (另有 3 个极体), 其种类数应分别为 2 种与 1 种, 前者的基因型可表示为 YR 与 yr 或 Yr 与 yR , 后者的基因型可表示为 YR 或 Yr 或 yR 或 yr , 故选 C。

知识点2 受精作用

4. 生物体有性生殖过程中, 精子和卵细胞通常要融合在一起, 才能发育成新个体。下列关于受精卵细胞物质组成的叙述正确的是 ()

- A. 遗传物质平均来自精子和卵细胞
B. 细胞质平均来自精子和卵细胞
C. 细胞器平均来自精子和卵细胞
D. 染色体平均来自精子和卵细胞

D 解析: 在受精作用过程中, 父方提供一半的染色体, 而母方提供另一半的染色体, 细胞质和细胞器几乎都由母方提供, 细胞质中也含有遗传物质, 因此来自卵细胞的遗传物质更多, A、B、C 错误, D 正确。

5. 马的体细胞中有 32 对染色体, 下列相关叙述正确的是 ()

- A. 子代马的各体细胞中仅有 16 条染色体来自亲代公马
B. 马的前后代体细胞染色体数目相同是有丝分裂的结果
C. 马的卵细胞和精子随机结合, 增加了后代的多样性
D. 母马产生卵细胞的过程中, 染色体组合方式有 32 种

C 解析: 子代马的体细胞中有 32 条染色体来自亲代公马, A 错误; 马的前后代体细胞染色体数目相同是减数分裂和受精作用的结果, B 错误; 马的卵细胞和精子随机结合, 增加了后代的多样性, 对于生物适应环境具有重要意义, C 正确; 根据题意可知, 马的体细胞中有 32 对染色体, 在减数分裂过程

中产生的卵细胞内染色体的组合方式有 2^{32} 种, D 错误。

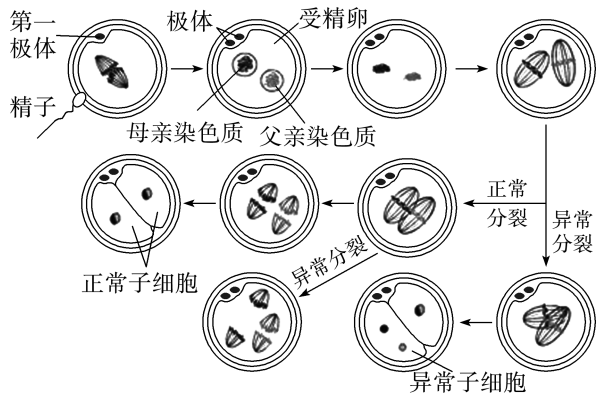
6. 精子的头部几乎只保留了细胞核, 部分细胞质变成了精子的颈部和尾部, 其中全部线粒体被保留下来, 并主要集中在尾的基部。受精时, 精子和卵细胞相互识别后, 精子的头部进入卵细胞, 而尾部留在卵细胞外。据此分析, 下列有关推断错误的是 ()

- A. 线粒体被全部保留可为精子提供充足的能量
- B. 受精时, 精子和卵细胞的相互识别与糖被有关
- C. 精子、卵细胞为受精卵提供了相同数量的 DNA
- D. 卵细胞为受精卵的早期发育提供营养物质

C 解析: 精子要靠尾部摆动游到卵细胞所在位置, 才能与卵细胞结合, 这一过程需要消耗大量的能量, 这些能量主要由线粒体提供, 因此全部线粒体被保留下来, 并主要集中在尾的基部, A 正确; 细胞膜上的糖被具有识别作用, 精子和卵细胞的相互识别与细胞膜上的糖被有关, B 正确; 精子和卵细胞为受精卵提供了相同数量的核 DNA, 而受精卵细胞质中的 DNA 主要来自卵细胞, 故卵细胞为受精卵提供的 DNA 数量大于精子, C 错误; 卵细胞体积较大, 有利于储存较多的营养物质, 为受精卵的早期发育提供营养物质, D 正确。

B组 应用·实践

7. 研究证实, 在受精卵形成后的第一次分裂过程中, 来自父母双方的染色体并非携手共进, 其行为方式如图所示。据图分析下列说法正确的是 ()

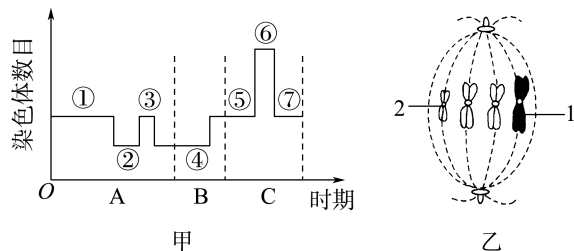


- A. 受精作用发生在卵细胞减数分裂 II 过程中
- B. 两种异常分裂现象与两个纺锤体牵引不同步有关, 而与它们的方向无关
- C. 异常子细胞与正常子细胞中的遗传物质不同
- D. 分裂过程中产生了四个纺锤体

A 解析: 卵原细胞经过减数分裂 I 形成一个次级

卵母细胞(大)和一个极体(小), 从题图中可以看出, 精子与次级卵母细胞融合后透明带和卵细胞膜之间出现了两个极体, 由此推知受精作用发生在卵细胞减数分裂 II 过程中, A 正确。由题图可以看出, 两种异常分裂现象出现的原因是两个纺锤体牵引不同步、两个纺锤体方向不一致, B 错误。题图中异常子细胞有两个细胞核, 正常子细胞有一个细胞核, 从分子水平来看, 异常子细胞的两个细胞核中含有父方和母方各一半的染色体, 只是未融合, 所以正常子细胞与异常子细胞中的遗传物质相同, C 错误。整个分裂过程中只有两个纺锤体出现, D 错误。

8. 下图甲是某高等生物在生殖发育过程中细胞内染色体数目变化曲线, 图乙是该生物一个细胞的局部结构示意图。请分析回答问题:



(1) 该生物个体发育的起点是通过图甲中的 [] _____ 形成的, 在个体发育过程中进行 [] _____ 过程。

(2) 姐妹染色单体分开发生在 [] _____ 期和 [] _____ 期。

(3) 图乙细胞所处的分裂时期属于图甲中的 [] (填数字序号) 阶段; 该生物细胞中染色体最多有 _____ 条。

(4) 图乙细胞的分裂方式与其他体细胞的分裂方式相比, 其本质区别是 _____。通过这种细胞分裂方式进行生殖, 有利于生物在自然选择中进化, 体现其优越性。

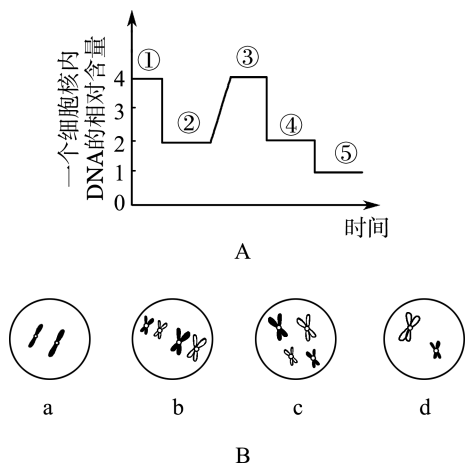
解析: (1) 该生物个体发育的起点是受精卵, 是通过图甲中的 B 受精作用形成的, 在个体发育过程中进行 C 有丝分裂过程。(2) 姐妹染色单体的分开发生在 ③ 减数分裂 II 后期和 ⑥ 有丝分裂后期。(3) 图乙细胞处于减数分裂 II 中期, 对应图甲中的 ② 阶段; 图乙细胞含有 4 条染色体, 则体细胞中含有 8 条染色体, 故该生物细胞中染色体最多有 16 条。(4) 体细胞的分裂方式是有丝分裂, 图乙细胞的分裂方式

是减数分裂,与其他体细胞的分裂方式相比,其本质区别是形成的子细胞中染色体数目减半。

答案:(1)B 受精作用 C 有丝分裂 (2)③ 减数分裂Ⅱ后 ⑥ 有丝分裂后 (3)② 16

(4)子细胞中染色体数目减半

9. 下图 A 表示某动物精巢内所看到的细胞分裂及其精子形成过程中核 DNA 含量的变化曲线图,图 B 表示在上述细胞分裂过程中各个时期的染色体变化示意图。请分析回答问题:



- (1) 图 B 所示 a、b、c、d 4 个图像,分别是图 A 所示①~⑤中的哪个时期?

a. _____, b. _____, c. _____, d. _____。(填图 A 中代号)

(2) 图 B 所示 a、b、c、d 的核 DNA 含量与体细胞核 DNA 含量相同的是_____。

(3) 体细胞的染色体数目相当于图 B 中_____的染色体数目。

解析:(1)由图 A 可知,②~⑤为减数分裂过程中核 DNA 含量的变化曲线,则②应为原始的生殖细胞,③为初级精母细胞,④为次级精母细胞,⑤为精细胞。②前的曲线应为形成精原细胞的过程中 DNA 含量的变化曲线,此分裂过程为有丝分裂,故①为有丝分裂时期。由图 B 可知,a 无同源染色体,无染色单体,应为精细胞;b 有四分体,应为初级精母细胞;c 有同源染色体,无联会现象,应处于有丝分裂前期;d 无同源染色体,有染色单体,应为次级精母细胞。(2)从核 DNA 的含量上分析,此生物的体细胞核中应含 4 个 DNA 分子,含量与之相同的只有 d。(3)从染色体的数目上分析,该生物体细胞中含 4 条染色体,图 B 中含有 4 条染色体的是 b、c。

答案:(1)⑤ ③ ① ④ (2)d (3)b、c

第 2 节 基因在染色体上

学习任务目标

1. 通过萨顿假说和摩尔根的果蝇实验,认识到基因是有物质实体的,形成生命的物质观。
2. 尝试运用假说—演绎法分析摩尔根的实验。
3. 通过分析摩尔根提出假说和设计实验进行验证的思路及过程,提升科学探究能力。

问题式预习

一、萨顿的假说

1. 内容:基因(遗传因子)是由染色体携带着从亲代传递给下一代的。也就是说,基因就在染色体上。

2. 依据:基因和染色体的行为存在着明显的平行关系。

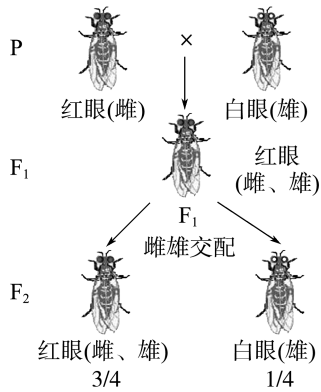
项目	基因	染色体
生殖过程中	在杂交过程中保持 <u>完整性</u> 和 <u>独立性</u>	在配子形成和受精过程中,有相对稳定的 <u>形态结构</u>

续表

项目		基因	染色体
存在	体细胞	成对	成对
	配子	单个	单条
体细胞中		一个来自 <u>父方</u> ,一个来自 <u>母方</u>	一条来自父方,一条来自 <u>母方</u>
形成配子时		<u>非等位基因</u> 自由组合	<u>非同源染色体</u> 自由组合

二、基因位于染色体上的实验证据

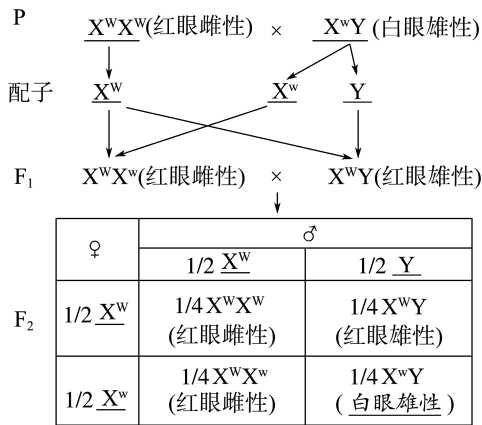
下图是摩尔根关于果蝇杂交实验的图解,完成下列有关问题:



1.运用的方法:假说—演绎法。

2.提出假说:控制白眼的基因(用 w 表示)在 X 染色体上,而 Y 染色体上不含它的等位基因。

3.对实验现象的解释



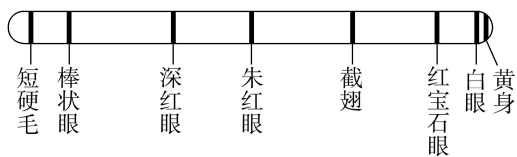
4.测交验证

(1)亲本中的白眼雄性与 F₁ 中的红眼雌性交配 → 子代中红眼雌性:白眼雌性:红眼雄性:白眼雄性 = 1:1:1:1。

(2)白眼雌性和红眼雄性交配,子代表型及比例为红眼雌性:白眼雄性 = 1:1。

5.结论:控制白眼的基因位于 X 染色体上,而 Y 染色体上不含它的等位基因。

6.摩尔根的新发现



观察图示,得出以下结论:

(1)一条染色体上有许多个基因。

(2)基因在染色体上呈线性排列。

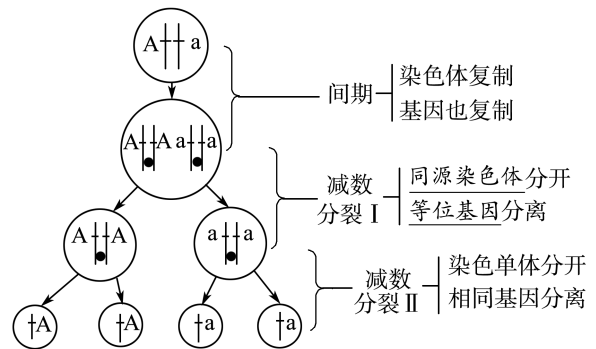
◇思考

[教材 P31 正文]一条染色体上有许多个基因,细胞中的基因都位于染色体上吗?为什么?

提示:不是。真核生物的核基因都位于染色体上,而质基因位于线粒体等细胞器内;原核生物的基因有的位于拟核区 DNA 分子上,有的位于细胞质中。

三、孟德尔遗传规律的现代解释

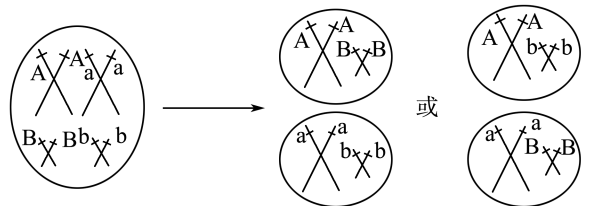
1.基因的分离定律的实质



(1)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。

(2)在减数分裂形成配子的过程中,等位基因会随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.基因的自由组合定律的实质



(1)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。

(2)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。

任务型课堂

任务一 基因在染色体上

探究活动

基因遗传规律的研究,不是直接观察基因的传递,而是通过研究生物的遗传性状得知基因的遗传规

律。据此回答下列问题:

(1)用果蝇作为实验材料有何优点?

提示:①相对性状多、易区分;②培养周期短;③成本低;④易饲养;⑤染色体数目少,便于观察等。

(2) X、Y 染色体同源区段上的等位基因与常染色体上的等位基因的传递规律相同,与性别无关,对吗?

提示:不对。X、Y 染色体同源区段上的等位基因与常染色体上的等位基因的传递规律相同,但其遗传也与性别有关。

【探究总结】

判断基因位于 X 染色体上的依据

(1) 正反交杂交法:在未知显隐性性状的条件下,可设置正反交杂交实验。

① 若正反交结果相同,则基因不在 X 染色体上。

② 若正反交结果不同,则基因位于 X 染色体上。

(2) 特定杂交组合法:在已知显隐性性状的条件下,可设置雌性隐性性状个体与雄性显性性状个体杂交。

① 若雌性子代均为显性性状,雄性子代均为隐性性状,则基因位于 X 染色体上。

② 若雄性子代中出现显性性状,或雌性子代中出现隐性性状,则基因不在 X 染色体上。

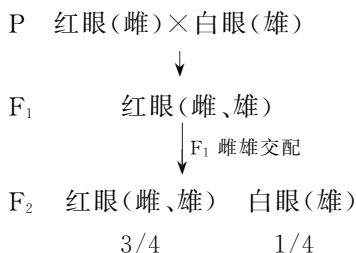
评价活动

1. 科学家们经过漫长的实验探究,总结出了基因和染色体的关系,得出了基因在染色体上的结论。下列有关叙述错误的是 ()

- A. 萨顿在观察的基础上推断基因在染色体上
B. 摩尔根等人利用假说—演绎法证明基因在染色体上
C. 萨顿证明了基因在染色体上呈线性排列
D. 染色体和基因数量不相等,一条染色体上有很多个基因

解析:萨顿在观察的基础上,推断出基因在染色体上,A 正确;摩尔根通过果蝇的杂交实验,证明基因位于染色体上时采用的是假说—演绎法,B 正确;摩尔根和他的学生以果蝇为实验材料,证明了基因在染色体上呈线性排列,C 错误;一条染色体上含有多个基因,D 正确。

2. 摩尔根研究果蝇的眼色遗传实验过程如图所示。下列相关叙述错误的是 ()



- A. 果蝇的眼色遗传遵循基因的分离定律
B. 摩尔根的果蝇杂交实验和孟德尔的豌豆杂交实验一样,都采用了假说—演绎法
C. 摩尔根所作的假设是控制白眼的基因只位于 X 染色体上,亲本中白眼雄果蝇的基因型是 X^wY

D. F₂ 中红眼雌果蝇的基因型只有 X^wX^w

D 解析:F₂ 中,红眼和白眼的比例为 3:1,说明果蝇的眼色遗传遵循基因的分离定律,A 正确;摩尔根的果蝇杂交实验和孟德尔的豌豆杂交实验一样,都采用了假说—演绎法,B 正确;摩尔根所作的假设是控制白眼的基因位于 X 染色体上,Y 染色体上不含有它的等位基因,亲本中白眼雄果蝇的基因型是 X^wY,C 正确;F₂ 中红眼雌果蝇的基因型有 X^wX^w 和 X^wX^w,D 错误。

任务二 孟德尔遗传规律的现代解释

探究活动

右图为某生物细胞内染色体和基因分布图,请回答下列问题:

(1) 图中遵循分离定律的基因有哪些?

提示:A 与 a、B 与 b、C 与 c 均遵循分离定律。

(2) 图中的非等位基因有哪些? 遵循自由组合定律的有哪些?

提示:非等位基因有 A(或 a)和 C(或 c)、A(或 a)和 B(或 b)、B(或 b)和 C(或 c);遵循自由组合定律的有 A(或 a)和 C(或 c)、A(或 a)和 B(或 b)。

(3) 不考虑互换,该生物能产生几种配子?

提示:四种,即 ABC、abc、aBC、Abc。

【探究总结】

等位基因与非等位基因

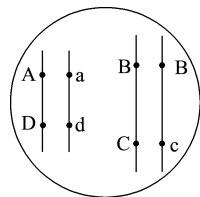
(1) 等位基因:图中 A 和 a、B 和 b、C 和 c 均为等位基因,位于一对同源染色体上,遵循基因的分离定律。

(2) 同源染色体上的非等位基因:A 和 B 位于一条染色体上,A 和 b 位于同源染色体上,不遵循基因的自由组合定律。

(3) 非同源染色体上的非等位基因:A 和 C、B 和 C 位于非同源染色体上,遵循基因的自由组合定律。

评价活动

1. 下图为某生物细胞内染色体和基因分布图,下列选项中不遵循基因自由组合定律的是 ()



- A. $\frac{A}{a}$ 与 $\frac{D}{d}$ B. $\frac{B}{B}$ 与 $\frac{A}{a}$
C. $\frac{A}{a}$ 与 $\frac{C}{c}$ D. $\frac{C}{c}$ 与 $\frac{D}{d}$

A 解析:基因自由组合定律的实质是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

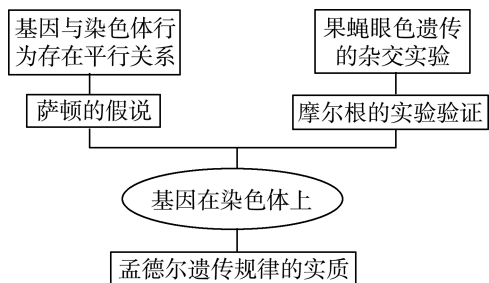
非等位基因自由组合。在选项 A 中的 $\frac{A}{a}$ 与 $\frac{D}{d}$ 是位于一对同源染色体上的基因,是不能自由组合的,A 符合题意。

2. 下列关于孟德尔遗传规律的现代解释中,错误的是 ()

- A. 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
- B. 同源染色体上的等位基因具有一定的独立性
- C. 同源染色体上的等位基因分离,非等位基因自由组合
- D. 基因分离定律与自由组合定律的细胞学基础相同,且都发生在减数分裂过程中

C 解析:基因自由组合定律的实质是在减数分裂过程中,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,C 错误。

提质归纳



课后素养评价 (七)

基因在染色体上

建议用时: 40分钟

A组 学习·理解

知识点 1 基因位于染色体上的假说

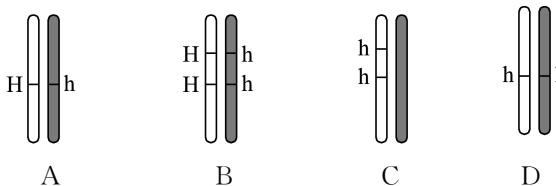
1. 下列关于基因和染色体的叙述,错误的是 ()

- A. 一条染色体上有多个基因
- B. 同源染色体上的非等位基因的遗传不符合孟德尔遗传定律
- C. 同源染色体上一定含等位基因
- D. 果蝇白眼基因位于 X 染色体上

C 解析:一条染色体上有许多个基因,基因在染色体上呈线性排列,A 正确;同源染色体上的非等位基因是连锁的,其遗传不符合孟德尔遗传定律,B 正确;等位基因位于同源染色体的同一位置上,但是位于同源染色体的同一位置的基因不一定是等位基因,有可能是相同基因,C 错误;果蝇白眼基因位于 X 染色体上,而 Y 染色体上不含有它的等位基因,D 正确。

知识点 2 基因位于染色体上的实验证据

2. 决定豌豆圆粒形的是显性基因(用 H 表示),决定豌豆皱粒形的是隐性基因(用 h 表示)。皱粒形的豌豆的基因组成示意图是 ()



D 解析:豌豆的粒形(圆粒与皱粒)是一对相对性状,由一对等位基因控制,等位基因是指位于一对同源染色体的相同位置上控制着相对性状的一对基因;决定皱粒形的是隐性基因,因此皱粒形豌豆

的基因组成是 hh,这对基因位于一对同源染色体的相同位置上,D 符合题意。

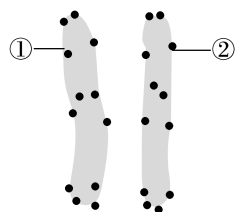
3. 红眼(R)雌果蝇和白眼(r)雄果蝇交配,F₁ 全是红眼,F₁ 雌雄果蝇杂交所得的 F₂ 中红眼雌果蝇 121 只、红眼雄果蝇 60 只、白眼雌果蝇 0 只、白眼雄果蝇 59 只,则 F₂ 卵细胞中具有 R 和 r 或精子中具有 R 和 r 的比例是 ()

- A. 卵细胞:R : r = 1 : 1
- B. 卵细胞:R : r = 3 : 1
- C. 精子:R : r = 3 : 1
- D. 精子:R : r = 1 : 0

B 解析:红眼(R)雌果蝇和白眼(r)雄果蝇交配,F₁ 全是红眼,说明红眼是显性性状,白眼是隐性性状。F₁ 雌雄果蝇杂交所得的 F₂ 中红眼雌果蝇 121 只、红眼雄果蝇 60 只、白眼雌果蝇 0 只、白眼雄果蝇 59 只,说明控制眼色的 R、r 基因位于 X 染色体上,所以亲本的基因型组合是 X^RX^R × X^rY, F₁ 基因型为 X^RX^r、X^RY。F₁ 自交所得的 F₂ 基因型为 X^RX^R、X^RX^r、X^RY、X^rY,所以 F₂ 卵细胞中具有 R 和 r 的比例是 3 : 1, F₂ 精子中具有 R 和 r 的比例是 1 : 1, B 正确。

4. 下图为利用荧光标记各个基因得到的基因在染色体上位置图,由图分析,下列说法错误的是 ()

- A. 该图是证明基因在染色体上的最直接的证据
- B. 从荧光点的分布来看,图中结构在减数分裂中可形成四分体



C.图中①和②所指位置4个荧光点的基因为等位基因

D.该图可以说明基因在染色体上呈线性排列

C 解析:据题图可知,一个基因对应于染色体的一个片段,是证明基因在染色体上的最直接的证据,A正确;题图中两条染色体在对应位置上存在相应的基因,为一对同源染色体,在减数分裂中可形成四分体,B正确;①和②荧光点所在的基因为等位基因或相同的基因,C错误;据题图可知,一个基因对应于染色体的一个片段,说明基因在染色体上呈线性排列,D正确。

B组 应用·实践

5.在果蝇野生型与白眼雄性突变体的杂交实验中,摩尔根最早能够推断白眼基因位于X染色体上的实验结果是 ()

A.白眼突变体与野生型杂交, F_1 全部表现野生型,雌雄比例为1:1

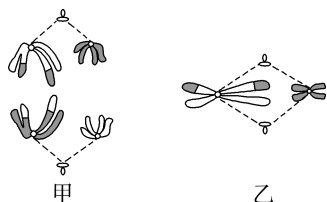
B. F_1 中雌雄果蝇杂交,后代出现性状分离,且白眼全部为雄性

C. F_1 雌果蝇与白眼雄果蝇杂交,后代出现白眼果蝇,且雌雄比例为1:1

D.白眼雌果蝇与野生型雄果蝇杂交,后代白眼果蝇全部为雄性,野生型全部为雌性

B 解析:白眼突变体与野生型杂交, F_1 全部表现野生型,且雌雄比例为1:1,只能说明野生型相对于突变型为显性性状,A错误; F_1 杂交后代中出现性状分离,且白眼果蝇全部为雄性,说明这对性状的遗传与性别有关,且雌雄果蝇都具有该性状,说明控制该性状的基因位于X染色体上,B正确; F_1 雌果蝇与白眼雄果蝇杂交,后代出现白眼果蝇,且雌雄比例为1:1,该结果不能推断白眼基因位于X染色体上,C错误;D项实验是一个测交实验,是用来验证白眼基因位于X染色体上的推断的正确性的,但不是最早推断白眼基因位于X染色体上的实验结果,D错误。

6.图甲、图乙是马蛔虫($2n=4$)某细胞分裂不同时期的染色体图像,下列说法正确的是 ()



A.图乙所代表细胞是初级卵母细胞

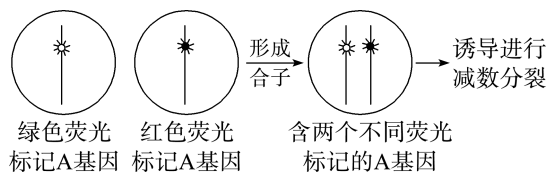
B.图甲所代表的染色体行为是基因自由组合定律的细胞学基础

C.图乙所代表的染色体行为是基因分离定律的细胞学基础

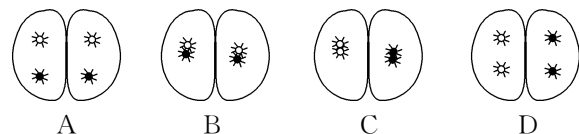
D.马蛔虫经减数分裂产生的生殖细胞中有1对同源染色体

B 解析:图乙细胞处于减数分裂Ⅱ的中期,不能代表初级卵母细胞,A错误;图甲细胞中等位基因随着同源染色体的分开而分离,非同源染色体上的非等位基因自由组合,故图甲所代表的染色体行为是基因自由组合定律的细胞学基础,B正确;等位基因随着同源染色体的分开而分离是基因分离定律的细胞学基础,图乙处于减数分裂Ⅱ时期,无同源染色体,C错误;马蛔虫是二倍体生物,经减数分裂产生的生殖细胞中没有同源染色体,D错误。

7.现代生物学技术能用荧光物质来标记染色体上的某一基因,使之显现出特定颜色,使用荧光显微镜观察时,可看到细胞中荧光点的分布。研究人员使用某种单细胞生物进行了如下图所示实验(图中只画出每个细胞中有关染色体和荧光有无的情况):

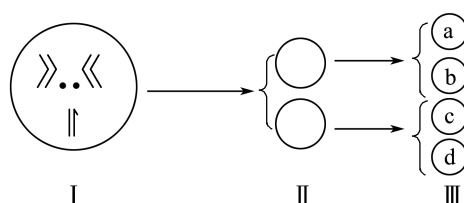


第一次分裂后马上观察子细胞中荧光分布情况,最大可能(概率)看到的图像是 ()



C 解析:根据题意可知,形成的合子中绿色荧光标记的A基因与红色荧光标记的A基因所在的染色体为同源染色体,在减数分裂时同源染色体分离,故减数分裂Ⅰ后马上观察子细胞中荧光分布情况,最大可能(概率)看到的是一个细胞中含有绿色荧光,另一个细胞中含有红色荧光,由于此时姐妹染色单体还未分离,故每条染色体上含有2个DNA分子,故每个细胞有2个荧光,且应非常靠近,C项符合题意。

8.已知果蝇红眼(A)对白眼(a)为显性,其基因位于X染色体上。下图表示果蝇的减数分裂过程。请回答下列问题:



(1)图Ⅱ的细胞叫_____。

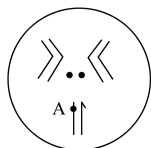
(2)若图示的果蝇与白眼果蝇杂交,后代中出现了红眼,请在图 I 中标出眼色基因。该果蝇的基因型为_____。

(3)若图示的果蝇为红眼,图中 III 的 a 与一只红眼雌果蝇的卵细胞结合产生了一只白眼果蝇,则该白眼果蝇的性别是_____。若 b 与该红眼果蝇再次产生的卵细胞结合,则发育成的果蝇表型为_____。

(4)请用遗传图解表示出(3)的过程。

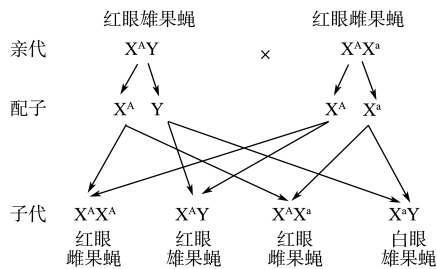
解析:(1)从题图中 I 的染色体组成可以看出,该果蝇有两条异型的性染色体,其性别应为雄性,则图 II 细胞应为次级精母细胞。(2)已知此果蝇为雄性,且控制性状的基因 A 或 a 位于 X 染色体上,与它杂交的另一只果蝇为雌性且眼色为隐性,基因型为 X^aX^a ,它们后代出现了红眼果蝇,因此该果蝇基因型为 X^AY 。(3)题图中的果蝇基因型为 X^AY ,另一只红眼果蝇为雌性,因为它们产生的后代中出现了隐性性状,所以推知雌性亲本的基因型为 X^AX^a ,由此可知子代隐性个体(基因型 X^aY)为雄性。b 与 a 类型完全一致,含 Y 染色体,该红眼雌果蝇再次产生的卵细胞为 X^A 或 X^a ,所以后代为 X^AY 或 X^aY ,表现为红眼雄果蝇或白眼雄果蝇。(4)遗传图解见答案。

答案:(1)次级精母细胞 (2)如图所示



X^AY (3)雄性 红眼雄果蝇或白眼雄果蝇

(4)如图所示



9.摩尔根利用果蝇进行遗传实验研究,证明了基因在染色体上。请回答下列相关问题:

(1)摩尔根在一群红眼果蝇中,发现了一只白眼雄果蝇,并让它与正常的红眼雌果蝇交配,结果 F_1 全是红眼果蝇,这表明_____是显性性状。

(2)摩尔根让 F_1 中的红眼雌、雄果蝇相互交配,结果 F_2 中红眼果蝇与白眼果蝇的数量比为 3 : 1,这说明果蝇眼色的遗传符合_____定律。

(3) F_2 红眼果蝇中有雌、雄个体,而白眼果蝇全是雄性,可推测控制眼色的基因位于性染色体上。现有纯种的红眼雌、雄果蝇和白眼雌、雄果蝇,请从中选择亲本,只做一次杂交实验,以确定果蝇的眼色基因与 X、Y 染色体的关系。

杂交实验:选择_____交配。

结果预期:

①若子代中_____,说明在 X、Y 染色体上都存在控制果蝇眼色的基因。

②若子代中_____,说明控制果蝇眼色的基因只位于 X 染色体上。

解析:(1)白眼雄果蝇与正常的红眼雌果蝇交配,结果 F_1 全是红眼果蝇,这表明红眼是显性性状。

(2) F_1 中的红眼雌、雄果蝇相互交配,结果 F_2 中红眼果蝇与白眼果蝇的数量比为 3 : 1,该比例符合孟德尔一对相对性状杂交实验的性状分离比,这说明果蝇眼色的遗传符合基因的分离定律。(3)杂交实验中选择红眼雄果蝇与白眼雌果蝇交配。如果 X、Y 染色体上都存在控制果蝇眼色的基因(设控制眼色的基因为 B、b),即亲本基因型为 X^bX^b 、 X^BY^B ,子代基因型为 X^BX^b 、 X^bY^B ,子代(雌、雄果蝇)全为红眼;如果控制果蝇眼色的基因只位于 X 染色体上,则亲本基因型为 X^bX^b 、 X^BY ,子代基因型为 X^BX^b 、 X^bY ,子代中雌果蝇全为红眼,雄果蝇全为白眼。

答案:(1)红眼 (2)基因的分离

(3)红眼雄果蝇与白眼雌果蝇 ①(雌、雄果蝇)全为红眼 ②雌果蝇全为红眼,雄果蝇全为白眼

第3节 伴性遗传

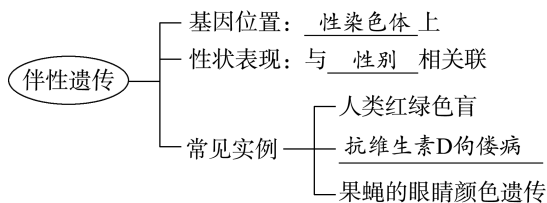
学习任务目标

1. 从生命物质的独特性、复杂性角度理解伴性遗传, 形成生命的物质观、结构与功能观。
2. 运用演绎推理等科学思维, 对伴性遗传的特点进行分析。
3. 尝试运用伴性遗传的特点解决医学和生产、生活实践中的问题, 提升关爱生命的社会责任感。

问题式预习

一、伴性遗传与人类红绿色盲

1. 伴性遗传



2. 人类红绿色盲

(1) 致病基因及其位置

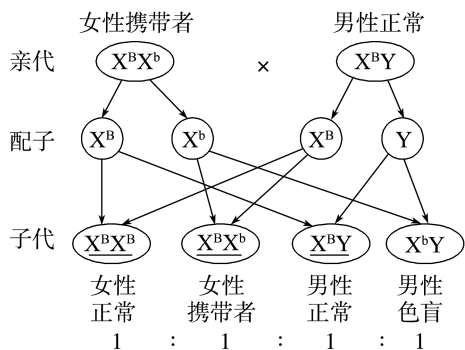
- ① 显隐性: 红绿色盲基因是隐性基因。
- ② 位置: 红绿色盲基因位于 X 染色体上, Y 染色体上没有其等位基因。

(2) 人类正常色觉和红绿色盲(相关基因用 B、b 表示)的基因型和表型

性别	女性			男性	
基因型	$X^B X^B$	$X^B X^b$	$X^b X^b$	$X^B Y$	$X^b Y$
表型	正常	正常 (携带者)	色盲	正常	色盲

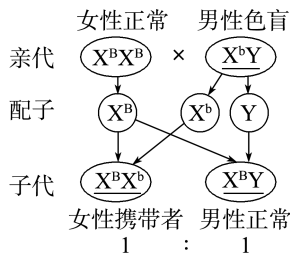
(3) 人类红绿色盲遗传的主要婚配组合

① 婚配组合一



规律: 儿子的色盲基因只能来自母亲。

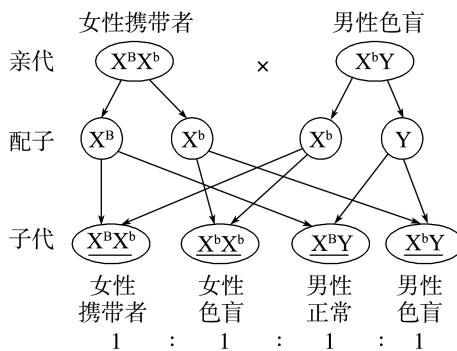
② 婚配组合二



规律: 父亲的色盲基因只能传给女儿, 不能传给儿子。

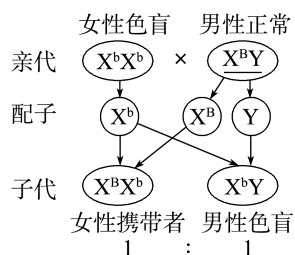
综合婚配组合一、二得出规律: 男性的色盲基因只能来自母亲, 也只能传给女儿, 即交叉遗传。

③ 婚配组合三



规律: 女儿患色盲, 父亲一定患色盲。

④ 婚配组合四



规律: 母亲患色盲, 儿子一定患色盲。

综合婚配组合三、四得出规律: 女性患色盲, 父亲和儿子一定患色盲。

(4) 遗传特点

- ① 患者中男性远多于女性。
- ② 女性患者的父亲和儿子一定是患者。
- ③ 男性患者的基因只能从母亲遗传而来, 且只能遗传给女儿。

◇思考

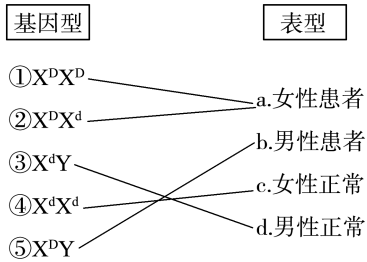
[教材 P35 图 2-12] 为什么人类许多位于 X 染色体上的基因在 Y 染色体上无相应等位基因?

提示: 人类的 X 染色体和 Y 染色体在形状、大小和携带的基因种类上都有差别。X 染色体比 Y 染色体大, 携带的基因多, 所以许多位于 X 染色体上的基因在 Y 染色体上无相应等位基因。

二、抗维生素 D 佝偻病

1. 基因及其位置: 位于 X 染色体上的显性基因。

2. 基因型和表型



3. 遗传特点

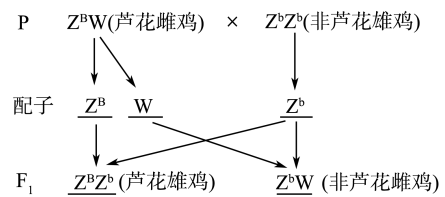
- 患者中女性 多于 男性, 但部分女性患者病症较轻。
- 男性患者与正常女性婚配的后代中, 女性 都是患者, 男性 都正常。

三、伴性遗传理论在实践中的应用

1. 性染色体决定性的类型

类型	XY 型		ZW 型	
	雌	雄	雌	雄
体细胞染色体组成	$2A+XX$	$2A+XY$	$2A+ZW$	$2A+ZZ$
性细胞染色体组成	$A+X$	$A+X$ 、 $A+Y$	$A+Z$ 、 $A+W$	$A+Z$
实例	人等大部分动物		鳞翅目昆虫、鸟类	

2. 根据雏鸡的羽毛特征来区分雌性和雄性



任务型课堂

任务一 伴性遗传的方式和特点

探究活动

伴性遗传包括伴 X 染色体隐性遗传、伴 X 染色体显性遗传和伴 Y 染色体遗传。根据性染色体遗传规律, 可推测各种伴性遗传病的特点。回答下列问题:

(1) 伴 Y 染色体遗传有什么特点?

提示: 没有显隐性之分, 患者全为男性, 女性全部正常。

(2) 伴 X 染色体隐性遗传有何特点?

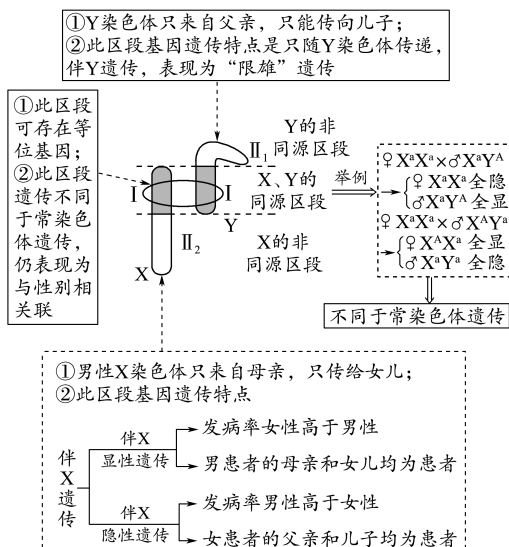
提示: 男性患者远多于女性患者; 具有隔代遗传、男传女、女传男的遗传现象。

(3) 伴 X 染色体显性遗传有何特点?

提示: 女性患者多于男性患者; 具有连续遗传现象。

【探究总结】

X、Y 染色体不同区段的遗传特点分析



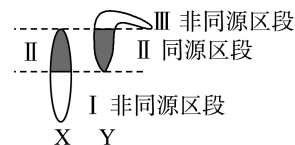
评价活动

1. 红绿色盲是伴 X 染色体隐性遗传病, 下列叙述正确的是 ()

- 男性患者的基因型有两种
- 男性患者的致病基因只能来源于母亲
- 儿子为患者, 则母亲也一定是患者
- 父亲为患者, 则女儿也一定是患者

B 解析: 红绿色盲是伴 X 染色体隐性遗传病, 男性有两种基因型, 一种基因型表现正常, 另一种患病, A 错误; 男性患者的致病基因位于 X 染色体上, 其致病基因只能来自母亲, B 正确; 儿子为患者, 母亲可能为患者, 也可能只是携带致病基因, 不患病, C 错误; 父亲为患者, 致病基因传递给女儿, 而女儿的另一基因可能是来自母亲的正常的显性基因, 则女儿不一定是患者, D 错误。

2. 人的 X 染色体和 Y 染色体大小、形态不完全相同, 但存在着同源区段 (II) 和非同源区段 (I、III), 如下图所示。下列有关叙述错误的是 ()



- 若某病是由位于非同源区段 III 上的致病基因控制的, 则患者均为男性
- 若 X、Y 染色体上存在一对等位基因, 则该对等位基因位于同源区段 II 上
- 若某病是由位于非同源区段 I 上的显性基因控制的, 则男性患者的儿子一定患病

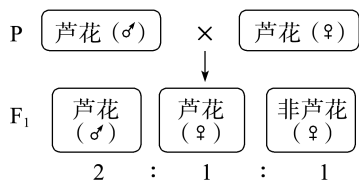
D.若某病是由位于非同源区段 I 上的隐性基因控制的,则患病女性的儿子一定是患者

C 解析:由题图可以看出,区段 III 位于 Y 染色体上,X 染色体上无对应的同源区段,因此若某病是由位于区段 III 上的致病基因控制的,则患者均为男性,A 正确;区段 II 是 X、Y 染色体的同源区段,因此在该部位会存在等位基因,B 正确;区段 I 位于 X 染色体上,Y 染色体上无对应的同源区段,若某病由该区段的显性基因控制,则男性患者的致病基因总是遗传给女儿,其女儿一定患病,而儿子是否患病由母亲的基因型决定,C 错误;若某病是由位于区段 I 上的隐性基因控制的,儿子的 X 染色体一定来自母亲,因此患病女性的儿子一定是患者,D 正确。

任务二 应用伴性遗传规律解决遗传问题

评价活动

1.下图显示的是某种鸟类(性别决定方式为 ZW 型)羽毛的毛色(显性基因为 B,隐性基因为 b)遗传图解,下列相关表述错误的是 ()

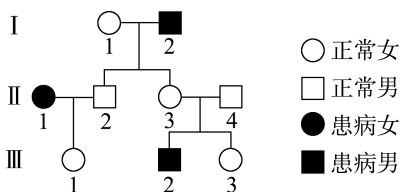


- A.该种鸟类的毛色遗传属于性染色体连锁遗传
 B.芦花性状为显性性状,基因 B 对 b 为完全显性
 C.非芦花雄鸟和芦花雌鸟的子代中雌鸟均为非芦花
 D.芦花雄鸟与非芦花雌鸟的子代中雌鸟均为非芦花

D 解析:据题图分析,该种控制鸟类的毛色遗传的基因位于 Z 染色体上,属于性染色体连锁遗传,芦花对非芦花为显性,后代雄性基因型为 $Z^B Z^B$ 、 $Z^B Z^b$,都表现为芦花,说明基因 B 对 b 为完全显性,A、B 正确。非芦花雄鸟($Z^b Z^b$)和芦花雌鸟($Z^B W$)杂交,子代雌鸟基因型为 $Z^b W$,均为非芦花,C 正

确。若芦花雄鸟基因型为 $Z^B Z^B$,和非芦花雌鸟($Z^b W$)杂交,子代雌鸟基因型为 $Z^B W$,全部为芦花。若芦花雄鸟基因型为 $Z^B Z^b$,和非芦花雌鸟($Z^b W$)杂交,子代雌鸟基因型为 $Z^B W$ 、 $Z^b W$,既有非芦花又有芦花,D 错误。

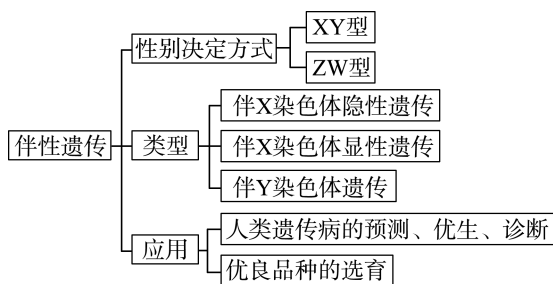
2.假性肥大性肌营养不良是伴 X 隐性遗传病,某家族的该病遗传系谱如下图。下列有关叙述正确的是 ()



- A. II-1 的母亲不一定是患者
 B. II-3 为携带者的概率是 1/2
 C. III-2 的致病基因来自 I-1
 D. III-3 和正常男性婚配生下的子女一定不患病

A 解析:假性肥大性肌营养不良是伴 X 染色体隐性遗传病,女性患者的两条 X 染色体一条来自父亲,一条来自母亲,II-1 的母亲一定携带致病基因,但不一定是患者,A 正确;由于 II-3 的父亲为患者,致病基因一定会传递给 II-3,所以 II-3 一定为携带者,B 错误;III-2 的致病基因来自 II-3,II-3 的致病基因来自其父亲 I-2,C 错误;II-3 一定为携带者,设致病基因为 a,则 III-3 的基因型为 $1/2 X^A X^A$ 、 $1/2 X^A X^a$,和正常男性($X^A Y$)婚配生下的子女患病概率为 $1/2 \times (1/4) = 1/8$,即可能患病,D 错误。

提质归纳



课后素养评价(八)

伴性遗传

建议用时: 45分钟

A组 学习·理解

知识点1 伴性遗传的类型及特点

1. 下列关于伴性遗传的叙述, 正确的是 ()

- A. 外耳道多毛症患者产生的精子中均含有该病致病基因
- B. 性染色体上的基因都伴随性染色体遗传
- C. 含 X 染色体的配子是雌配子, 含 Y 染色体的配子是雄配子
- D. 男性的性染色体来自祖母

B 解析: 外耳道多毛症患者产生的含 X 染色体的精子中不含有该病致病基因, A 错误; 基因在染色体上, 伴随染色体遗传, 性染色体上的基因都伴随性染色体遗传, 其遗传和性别有关, B 正确; 在 XY 型性别决定的生物中, 含 X 染色体的配子既有雌配子又有雄配子, 含 Y 染色体的配子是雄配子, C 错误; 男性的性染色体为 XY, 其中 X 染色体来自母亲, 则可能来自外祖父或外祖母, 而 Y 染色体来自父亲, 则应该来自祖父, D 错误。

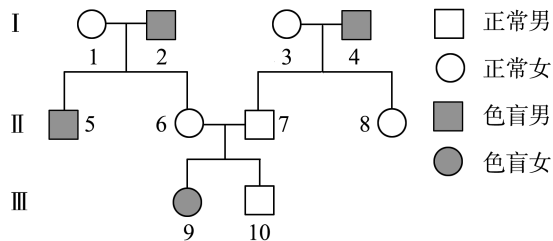
2. 一对表型正常的夫妇, 生了一个既患白化病(a)又患红绿色盲(b)的男孩。此男孩外祖父和外祖母的基因型不可能是 ()

- A. AaX^BY, AaX^BX^b
- B. AaX^BY, aaX^BX^b
- C. AAX^bY, AAX^BX^b
- D. AaX^BY, aaX^BX^b

C 解析: 一对表型正常的夫妇, 生了一个既患白化病(a)又患红绿色盲(b)的男孩, 则这对夫妇的基因型为 $AaX^BY \times AaX^BX^b$ 。如果此男孩外祖父和外祖母的基因型为 $AaX^BY \times AaX^BX^b$ 、 $AaX^BY \times aaX^BX^b$ 或 $AaX^BY \times aaX^BX^b$, 可以生出基因型为 AaX^BX^b 的女儿, A、B、D 正确; 如果此男孩外祖父和外祖母的基因型为 $AAX^bY \times AAX^BX^b$, 不可能生出基因型为 AaX^BX^b 的女儿, 其后代不可能有基因型为 aaX^bY 的个体出现, C 错误。

知识点2 遗传系谱图中遗传方式的判断和概率计算

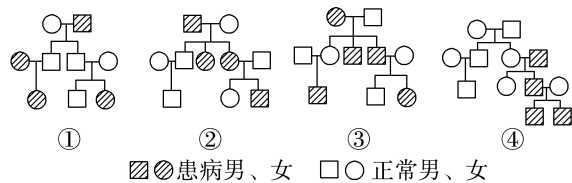
3. 下图所示的红绿色盲患者家系中, 女性患者 III₉ 的性染色体只有一条 X 染色体, 其他成员性染色体组成正常。III₉ 的红绿色盲基因来自 ()



- A. I₁
- B. I₂
- C. I₃
- D. I₄

B 解析: 根据题意和题图分析可知, 由于女性患者 III₉ 的性染色体只有一条 X 染色体, 且其父亲 II₇ 正常, 所以其致病基因来自其母亲 II₆, 由于 II₆ 表现正常, 肯定为携带者, 而其父亲 I₂ 患病, 所以其致病基因一定来自 I₂, B 正确。

4. 下列家系图中最可能属于常染色体隐性遗传、伴 Y 染色体遗传、伴 X 染色体显性遗传、伴 X 染色体隐性遗传的依次是 ()



- A. ③①②④
- B. ②④①③
- C. ①④②③
- D. ①④③②

C 解析: 图①中双亲正常, 生了一个患病女儿, 则该病的遗传方式为常染色体隐性遗传; 图②中, 代代患病, 并且父亲患病时, 女儿都患病, 最可能是伴 X 染色体显性遗传; 图③中, 父母正常, 儿子患病, 并且当母亲患病时, 儿子都患病, 女儿患病时, 父亲也患病, 最可能为伴 X 染色体隐性遗传; 图④中, 患者全为男性, 最可能为伴 Y 染色体遗传。故 C 正确。

B组 应用·实践

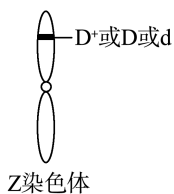
5. 女娄菜是雌雄异株 XY 型性别决定的被子植物。女娄菜的宽叶(X^B)对窄叶(X^b)是显性。研究发现, 含 X^b 的花粉粒死亡。若要证明含 X^b 的花粉粒不能存活, 而且子代的表型都是宽叶型, 则应选择哪组亲本进行杂交 ()

- A. $X^BX^B \times X^bY$
- B. $X^bX^b \times X^BY$
- C. $X^BX^b \times X^bY$
- D. $X^BX^b \times X^BY$

A 解析: 由题意可知, A、B、C、D 4 组亲本中, 能产生 X^b 花粉粒的只有 A、C 组。由于含 X^b 的花粉粒死亡, $X^BX^B \times X^bY$, 其后代只有 X^BY , 表型都是宽叶

型;而 $X^B X^b \times X^b Y$ 的后代有 $X^B Y$ 、 $X^b Y$,表型有宽叶型、窄叶型两种,故A符合题意。

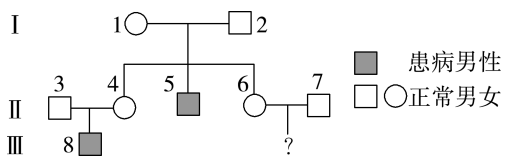
- 6.某种鸟($2N=80$)的羽毛颜色由3种位于Z染色体上的基因控制(如右图所示), D^+ 控制灰红色,D控制蓝色,d控制巧克力色, D^+ 对D和d为显性,D对d为显性。下列推论合理的是 ()



- A.巧克力色鸟的基因型只有1种
B.灰红色雄鸟的基因型只有2种
C.蓝色个体间交配, F_1 中雌性个体都呈蓝色
D.灰红色雌鸟与蓝色雄鸟交配, F_1 中出现灰红色个体的概率是 $1/2$

D 解析:由题意可知,巧克力色鸟的基因型有2种,即 $Z^d Z^d$ 和 $Z^d W$,A错误;灰红色雄鸟的基因型有3种,即 $Z^{D^+} Z^{D^+}$ 、 $Z^{D^+} Z^D$ 、 $Z^{D^+} Z^d$,B错误;蓝色雌鸟的基因型为 $Z^D W$,蓝色雄鸟的基因型为 $Z^D Z^D$ 或 $Z^D Z^d$,二者交配, F_1 中雌性个体的基因型为 $Z^D W$ 或 $Z^d W$,表型为蓝色或巧克力色,C错误;灰红色雌鸟的基因型为 $Z^{D^+} W$,蓝色雄鸟的基因型为 $Z^D Z^D$ 或 $Z^D Z^d$,二者交配, F_1 的基因型及其比例为 $Z^{D^+} Z^D : Z^D W = 1 : 1$ 或 $Z^{D^+} Z^D : Z^D W : Z^{D^+} Z^d : Z^d W = 1 : 1 : 1 : 1$,其中 $Z^{D^+} Z^D$ 与 $Z^{D^+} Z^d$ 均为灰红色,所以 F_1 出现灰红色个体的概率是 $1/2$,D正确。

- 7.下图是某遗传病系谱图,通过基因诊断知道3号不携带该遗传病的致病基因。下列相关分析错误的是 ()

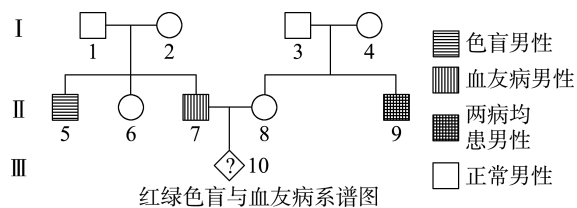


- A.该病是伴X染色体隐性遗传病
B.1号和4号肯定携带该病的致病基因
C.6号和7号生育患该遗传病孩子的概率为 $1/8$
D.3号和4号再生一个男孩是正常的概率为 $1/4$

D 解析:假设相关基因用B、b表示。图中1号和2号均正常,5号患病,可知该病为隐性遗传病。若为常染色体隐性遗传病,则8号的基因型为bb,3号为Bb,与题述“3号不携带该遗传病的致病基因”不符,故只能是伴X染色体隐性遗传病,A正确。5号和8号的基因型均为 $X^b Y$,1号和4号的基因型为 $X^B X^b$,二者都携带该病的致病基因,B正确。2号和7号的基因型均为 $X^B Y$,6号的基因型为

$1/2 X^B X^B$ 、 $1/2 X^B X^b$,6号和7号生育患该遗传病孩子($X^b Y$)的概率为 $1/2 \times 1/4 = 1/8$,C正确。3号基因型为 $X^B Y$,他和4号再生一个男孩是正常的概率为 $1/2$,D错误。

- 8.人类红绿色盲和血友病都是伴X染色体隐性单基因遗传病,下图为某家族的遗传系谱图,其中 II_9 既患血友病又患红绿色盲。若不考虑突变和互换,下列叙述错误的是 ()



- A. II_5 和 II_7 的致病基因都来自 I_2
B. I_4 同时携带红绿色盲基因和血友病基因
C.如果 III_{10} 为女孩,则同时患红绿色盲和血友病的概率为0
D.控制这两种遗传病的基因在遗传时遵循基因的自由组合定律

D 解析:人类红绿色盲和血友病都是伴X染色体隐性遗传病, II_5 和 II_7 从 I_1 获得Y染色体,致病基因都来自 I_2 ,A正确; II_9 两病皆患,致病基因来自 I_4 ,因此 I_4 同时携带红绿色盲基因和血友病基因,B正确;因为 II_7 不含色盲基因,所以其女儿不会患红绿色盲,C正确;这两种遗传病的基因都在X染色体上,遗传时不遵循基因的自由组合定律,D错误。

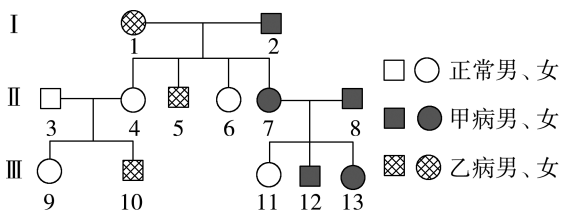
- 9.菠菜是雌雄异株植物,性别决定方式为XY型。已知菠菜的抗霜与不抗霜、抗病与不抗病为两对相对性状。用抗霜抗病植株作为父本,不抗霜抗病植株作为母本进行杂交,子代表型及比例如下表所示。下列对杂交结果的分析正确的是 ()

表型	不抗霜 抗病	不抗霜 不抗病	抗霜 抗病	抗霜 不抗病
雄株	3/4	1/4	0	0
雌株	0	0	3/4	1/4

- A.抗霜基因和抗病基因都位于X染色体上
B.抗霜性状和抗病性状都属于显性性状
C.抗霜基因位于常染色体上,抗病基因位于X染色体上
D.上述杂交结果无法判断抗霜性状和抗病性状的显隐性

B 解析:由题表信息可知,子代中抗病和不抗病在雌、雄个体中的比例都为3:1,无性别差异,可判断出抗病基因位于常染色体上;再根据“无中生有”(亲本都为抗病个体,后代出现不抗病个体),可推出不抗病性状为隐性性状。子代中,雄株全表现为不抗霜性状,雌株全表现为抗霜性状,子代性状与性别相关,可判断出抗霜基因位于X染色体上;父本为子代雌性个体提供抗霜基因,母本为子代雌性个体提供不抗霜基因,而子代雌性个体全表现为抗霜性状,可推出不抗霜性状为隐性性状,B正确。

10.下图是某家系甲病(显性基因为A,隐性基因为a)和乙病(显性基因为B,隐性基因为b)两种遗传病的系谱图。现已查明Ⅱ₃不携带致病基因。请据图回答下列问题:



- (1)甲病的致病基因位于_____染色体上,乙病是_____性遗传病。
 (2)写出下列个体的基因型:Ⅲ₉为_____,Ⅲ₁₂为_____。
 (3)若Ⅲ₉和Ⅲ₁₂婚配,子女中只患甲或乙一种遗传病的概率为_____;同时患两种遗传病的概率为_____。
 (4)若Ⅲ₉和一个正常男性婚配,如果你是医生,根据他们家族的病史,你会建议他们生一个_____ (填“男”或“女”)孩。

解析:(1)甲病:Ⅱ₇和Ⅱ₈为患者,其女儿Ⅲ₁₁正常(有中生无),该病为显性遗传病,且父病女正,不可能是伴X染色体遗传病,所以甲病为常染色体显性遗传病。乙病:Ⅱ₃和Ⅱ₄正常,其儿子Ⅲ₁₀为患者(无中生有),该病为隐性遗传病,因为Ⅱ₃不携带该病的致病基因,所以乙病为伴X染色体隐性遗传病。(2)Ⅲ₉正常,就甲病而言,Ⅲ₉的基因型一定是aa;就乙病而言,Ⅲ₉的基因型是X^BX^B或X^BX^b;组合后Ⅲ₉的基因型应该是aaX^BX^B或aaX^BX^b。同理可推出Ⅲ₁₂的基因型是AAX^BY或AaX^BY。(3)对于甲病而言,Ⅲ₉和Ⅲ₁₂婚配(aa×1/3AA或aa×2/3Aa),子女正常的概率为2/3×1/2=1/3,子女患病的概率为1-1/3=2/3。对于乙

病而言,Ⅲ₉和Ⅲ₁₂婚配(1/2X^BX^B×X^BY或1/2X^BX^b×X^BY),子女患病的概率为1/2×1/4=1/8,子女正常的概率为1-1/8=7/8。子女中只患甲病的概率为2/3×7/8=7/12,只患乙病的概率为1/3×1/8=1/24,故只患甲或乙一种遗传病的概率为7/12+1/24=5/8,同时患两种遗传病的概率为2/3×1/8=1/12。(4)若Ⅲ₉和一个正常男性婚配,就甲病而言,子女全部正常(aa),就乙病而言,女儿全部正常,所以应建议他们生一个女孩。

答案:(1)常 隐 (2)aaX^BX^B或aaX^BX^b AAX^BY或AaX^BY (3)5/8 1/12 (4)女

11.小鼠毛色有黄色(B基因控制)和灰色(b基因控制)两种类型,尾形有弯曲(T基因控制)和正常(t基因控制)两种类型。在毛色遗传中,某种基因纯合的胚胎不能发育。现用多对表型相同(性别相同的鼠基因型也相同)的小鼠杂交得到F₁的表型及比例如下表所示。请回答下列问题:

表型	黄毛 弯曲尾	黄毛 正常尾	灰毛 弯曲尾	灰毛 正常尾
雄鼠	2/12	2/12	1/12	1/12
雌鼠	4/12	0	2/12	0

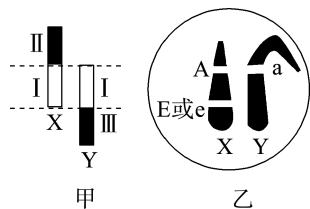
- (1)根据杂交结果可判断等位基因B、b位于_____染色体上,基因T、t位于_____染色体上。
 (2)在毛色遗传中,基因型为_____的胚胎不能发育,亲代基因型为_____。
 (3)同时考虑两对性状的遗传,则F₁中黄毛弯曲尾小鼠的基因型为_____。

解析:(1)分析题表中信息可知,在F₁中,无论雌雄,黄毛:灰毛均为2:1,与性别无关,说明控制毛色的等位基因B、b位于常染色体上,且黄毛为显性性状,基因B纯合的胚胎不能发育,双亲的基因型均为Bb;在F₁的雄鼠中,弯曲尾:正常尾=1:1,雌鼠均为弯曲尾,与性别相关,说明控制尾形的等位基因T、t位于X染色体上,且弯曲尾为显性性状,双亲的基因型分别为X^TX^T、X^TY。(2)结合以上分析可知,在毛色遗传中,基因型为BB的胚胎不能发育,亲代基因型为Bb、Bb。(3)同时考虑两对性状遗传,双亲的基因型分别为BbX^TX^T、BbX^TY,F₁的基因型及其比例为BB(胚胎不能发育):Bb(黄毛):bb(灰毛)=1:2:1、X^TX^T(弯曲尾雌鼠):X^TX^t(弯曲尾雌鼠):X^TY(弯曲

尾雄鼠) : X^tY (正常尾雄鼠) = 1 : 1 : 1 : 1。综合分析, F_1 中黄毛弯曲尾小鼠的基因型为 $BbX^T X^T$ 、 $BbX^T X^t$ 、 $BbX^T Y$ 。

答案:(1)常 X (2)BB Bb、Bb (3) $BbX^T X^T$ 、 $BbX^T X^t$ 、 $BbX^T Y$

12. 在 XY 型性别决定的生物中, X、Y 是同源染色体, 但是形态差别较大, 存在同源区域和非同源区域。图甲中 I 表示 X 和 Y 染色体的同源区域, 在该区域上基因成对存在, II 和 III 是非同源区域, 在 II 和 III 上分别含有 X 和 Y 所特有的基因。在果蝇的 X 和 Y 染色体上含有图乙所示的基因, 其中 A 和 a 分别控制果蝇的刚毛和截毛性状, E 和 e 分别控制果蝇的红眼和白眼性状。请据图分析回答下列问题:



- (1) 果蝇的 E 和 e 基因位于图甲中的 _____ (填序号) 区域, A 和 a 基因位于图甲中的 _____ (填序号) 区域。
- (2) 图甲中的 X 和 Y 之间有互换现象的是 _____ (填序号) 区域, 发生在 _____ 期。
- (3) 红眼雌果蝇和红眼雄果蝇的基因型分别为 _____ 和 _____。
- (4) 已知某一刚毛雄果蝇的体细胞中有 A 和 a 两

种基因, 请写出该果蝇可能的基因型, 并设计实验探究基因 A 和 a 在性染色体上的位置状况。

①可能的基因型: _____。

②设计实验: _____。

③预测结果: 如果后代中雌性个体全为刚毛, 雄性个体全为截毛, 说明 _____; 如果后代中雌性个体全为截毛, 雄性个体全为刚毛, 说明 _____。

解析:(1) 由题图可知, A 和 a 基因位于 X、Y 染色体上, 应位于图甲中的 I 区域, 而 E 和 e 基因只存在于 X 染色体上, 应位于图甲中的 II 区域。(2) 减数分裂 I 前期(四分体时期), X、Y 染色体上同源区域中的非姐妹染色单体可能发生互换, 即图甲中的 I 区域。(3) 由于控制眼色的基因 E、e 位于 X 和 Y 染色体的非同源区域, 所以, 红眼雄果蝇的基因型为 $X^E Y$, 红眼雌果蝇的基因型为 $X^E X^E$ 或 $X^E X^e$ 。(4) 由于基因 A 和 a 位于图甲中的 I 区域, 且刚毛对截毛为显性, 所以, 刚毛雄果蝇的基因型为 $X^A Y^a$ 或 $X^a Y^A$ 。要探究基因 A 和 a 在 X、Y 染色体上的位置, 应让该果蝇与截毛雌果蝇 ($X^a X^a$) 杂交, 再根据后代的表型确定基因位置。

答案:(1) II I (2) I 减数分裂 I 前(四分体) (3) $X^E X^E$ 或 $X^E X^e$ $X^E Y$ (4) ① $X^A Y^a$ 或 $X^a Y^A$ ② 让该果蝇与截毛雌果蝇杂交, 分析后代的表型情况 ③ A 和 a 分别位于 X 和 Y 染色体上 A 和 a 分别位于 Y 和 X 染色体上

专项提升课 基因在染色体上的位置实验设计

核心目的

- 1.避免混淆概念:基因在染色体上有多种分布,如在常染色体、X染色体、Y染色体及性染色体的同源区段等,弄清这些概念的区别才能准确判断基因在染色体上的位置。
- 2.助力理解新情境:实验设计是考试的重点,而遗传学实验设计又是难点,因此了解基因在染色体上的位置,可为实验设计打下基础。

一、探究基因位于常染色体上还是 X 染色体上

1.正交和反交法(未知相对性状的显隐性,且亲本均为纯合子)

正交、反交实验 \Rightarrow $\begin{cases} \text{①若正交、反交子代雌雄表型} \\ \text{相同} \Rightarrow \text{位于常染色体上} \\ \text{②若正交、反交子代雌雄表型} \\ \text{不同} \Rightarrow \text{位于 X 染色体上} \end{cases}$

2.“隐雌 \times 显雄”(相对性状的显隐性已知)

隐性雌性 \times 纯合显性雄性 \Rightarrow $\begin{cases} \text{①若子代中雌性全为显性,雄性} \\ \text{全为隐性} \Rightarrow \text{位于 X 染色体上} \\ \text{②若子代中雌、雄均为显性} \Rightarrow \\ \text{位于常染色体上} \end{cases}$

3.调查法

调查性状 $\begin{cases} \text{与性别无关} \rightarrow \text{基因在常染色体上} \\ \text{与性别有关} \rightarrow \begin{cases} \text{只有雄性} \rightarrow \text{基因在 Y 染色体上} \\ \text{患者雌性多于雄性} \rightarrow \text{多为伴 X 染色体显性} \\ \text{患者雄性多于雌性} \rightarrow \text{多为伴 X 染色体隐性} \end{cases} \end{cases}$

对点训练

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

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

C 解析:假设基因 A/a 控制芦花和非芦花性状,根据题意可知,正交两亲本基因型为 Z^aZ^a (非芦花雄鸡) \times Z^AW (芦花雌鸡),子代基因型为 Z^AZ^a 、 Z^aW ,子代中芦花鸡和非芦花鸡数目相同,反交两亲本基因型为 Z^AZ^A \times Z^aW ,子代基因型为 Z^AZ^a 、 Z^AW ,全为芦花鸡,A 正确;正交子代中芦花雄鸡基

因型为 Z^AZ^a (杂合子),反交子代中芦花雄鸡基因型为 Z^AZ^a (杂合子),B 正确;反交子代芦花鸡相互交配,即 $Z^AZ^a \times Z^AZ^a$,所产雌鸡基因型为 Z^AW (芦花)、 Z^aW (非芦花),C 错误;正交子代基因型为 Z^AZ^a (芦花雄鸡)、 Z^aW (非芦花雌鸡),因此根据羽毛性状芦花和非芦花即可区分性别,D 正确。

2.某植物是雌雄异株($2n=20$,XY 型性别决定)的二倍体高等植物,科研人员对该植物做了如下研究:

(1)叶型有宽叶和窄叶之分,若由两对基因决定,科研人员用两株窄叶植株进行杂交, F_1 全是宽叶, F_1 杂交,所得 F_2 中宽叶植株与窄叶植株的比例为 9:7。在叶型这对性状中,显性性状为_____。两株亲本的基因型_____ (填“相同”或“不同”)。初步研究发现,决定该植物叶型的两对基因在染色体上的分布情况有三种:

- ①两对基因都位于常染色体上;
- ②一对基因位于常染色体上,另一对基因位于 X 染色体上;
- ③两对基因都位于 X 染色体上。

根据以上杂交实验的数据,可排除第_____ (填数字)种情况;若要得到明确的结论,还需对 F_2 的性状做进一步数据分析,请简要写出数据分析方案及相应结论:_____。

(2)该植物的叶型有宽叶和窄叶两种,若由 X 染色体非同源区段上的一对等位基因控制,则宽叶雄株和窄叶雌株杂交,后代雌、雄植株中均有宽叶和窄叶两种表型。由此结果_____ (填“能”或“不能”)判断该对性状的显隐性关系,理由是_____。

解析:(1)由题干信息可知, F_1 宽叶植株杂交,所得 F_2 中宽叶植株与窄叶植株的比例为 9:7,发生了性状分离,说明在叶型这对性状中,显性性状为宽叶。用两株窄叶植株进行杂交, F_1 全是宽叶,说明两株亲本的基因型不同。 F_2 中宽叶植株与窄叶植株的比例为 9:7,是 9:3:3:1 的变式,说明控制叶型的

两对基因位于两对同源染色体上,因此,可排除两对基因都位于X染色体上的可能。要进一步确认两对基因的位置,可采取以下方法。方法一:分别统计 F_2 中雌、雄植株叶型的比例,若是第①种情况即两对基因都位于常染色体上,则雌、雄植株中宽叶和窄叶之比都是9:7;若是第②种情况即一对基因(假设用A、a表示)位于常染色体上,另一对基因(假设用B、b表示)位于X染色体上,则 F_1 基因型为 AaX^BX^b 、 AaX^BY ,则 F_2 雌性植株中,宽叶植株($A_X^BX^-$)所占比例为 $3/4 \times 1 = 3/4$,即雌性植株中宽叶和窄叶之比是3:1,而雄性植株中,宽叶植株(A_X^BY)所占比例为 $3/4 \times 1/2 = 3/8$,即雄性植株中宽叶和窄叶之比是3:5。方法二:分别统计 F_2 中宽叶植株和窄叶植株的性别比例,若是第①种情况即两对基因都位于常染色体上,则宽叶和窄叶植株中雌、雄个体之比都为1:1;若是第②种情况即一对基因(假设用A、a表示)位于常染色体上,另一对基因(假设用B、b表示)位于X染色体上,据以上分析可知,宽叶植株中,雌、雄个体之比为 $(3/4) : (3/8) = 2 : 1$,而窄叶植株中,雌、雄个体之比为 $(1/4) : (5/8) = 2 : 5$ 。(2)伴X染色体遗传中,雄性个体的X染色体仅遗传自母方,杂交后代雄性个体出现性状分离,说明亲代中的窄叶雌株为杂合子,则窄叶为显性性状,因此可以判断显隐性关系。

二、探究基因位于X、Y染色体的同源区段还是仅位于X染色体上

判断控制某一性状基因的位置的常用方法:“隐雌×纯合显雄”(已知性状的显隐性和控制性状的基因在性染色体上)

隐性雌性 × 纯合显性雄性

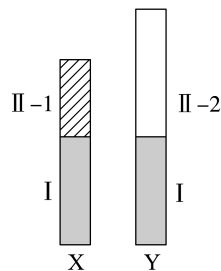
- ①若子代所有雄性均为隐性性状⇒ 仅位于X染色体上
- ②若子代所有雄性均为显性性状⇒ 位于X、Y染色体同源区段上

提醒:若Y染色体上含有隐性基因,则其遗传结果与伴X染色体遗传相似,所以设计实验时应选择Y染色体上带有显性基因的个体进行杂交,如 $X^A X^A \times X^A Y^A$ 、 $X^a X^a \times X^a Y^A$ 、 $X^A X^a \times X^a Y^A$ 等。

对点训练

3.果蝇的X、Y染色体(如图所示)有同源区段(I片段)和非同源区段(II-1、II-2片段)。有关杂交实验结果如下表所示。下列对结果的分析错误的是

()



杂交组合一	P:刚毛(♀)×截毛(♂)→ F_1 全刚毛
杂交组合二	P:截毛(♀)×刚毛(♂)→ F_1 刚毛(♀):截毛(♂)=1:1
杂交组合三	P:截毛(♀)×刚毛(♂)→ F_1 截毛(♀):刚毛(♂)=1:1

- A. I片段和II-1上的基因在遗传上均与性别相关联
 B.在II-1与II-2中,基因结构不同与碱基对的数目及排列顺序有关
 C.通过杂交组合一,直接判断刚毛为显性性状
 D.通过杂交组合二,可以判断控制该性状的基因位于II-1片段

D 解析:若基因位于同源区段(I片段)上,P:截毛($X^b X^b$)×刚毛($X^B Y^b$)→ F_1 刚毛($X^B X^b$):截毛($X^b Y^b$)=1:1,性状在子代中有差别;若基因位于非同源区段II-1片段上,属于伴X染色体遗传,性状在子代中也有性别差异,A正确。基因多样性是因为组成基因的核苷酸数量和排列顺序不同,故在II-1片段与II-2片段中,基因结构不同与碱基对的数目及排列顺序有关,B正确。根据题表中杂交组

合一, P: 刚毛(♀) × 截毛(♂) → F₁ 全刚毛, 可判断刚毛为显性性状, 截毛为隐性性状, C 正确。设控制刚毛的基因为 B, 控制截毛的基因为 b, 若基因位于非同源区段(II-1 片段)上, P: 截毛(X^bX^b) × 刚毛(X^BY) → F₁ 刚毛(X^BX^b): 截毛(X^bY) = 1:1; 若基因位于同源区段(I 片段)上, P: 截毛(X^bX^b) × 刚毛(X^BY^b) → F₁ 刚毛(X^BX^b): 截毛(X^bY^b) = 1:1; 综上所述根据杂交组合二, P: 截毛(♀) × 刚毛(♂) → F₁ 刚毛(♀): 截毛(♂) = 1:1, 不能判断控制该性状的基因位于 II-1 片段, D 错误。

4. 下面是探究基因位于 X、Y 染色体的同源区段, 还是只位于 X 染色体上的实验设计思路, 请判断下列说法正确的是 ()

方法 1: 纯合显性雌性个体 × 纯合隐性雄性个体 → F₁。

方法 2: 纯合隐性雌性个体 × 纯合显性雄性个体 → F₁。

结论: ①若子代雌雄个体全表现显性性状, 则基因位于 X、Y 染色体的同源区段。

②若子代雌性个体表现显性性状, 雄性个体表现隐性性状, 则基因只位于 X 染色体上。

③若子代雄性个体表现显性性状, 则基因只位于 X 染色体上。

④若子代雌性个体表现显性性状, 则基因位于 X、Y 染色体的同源区段。

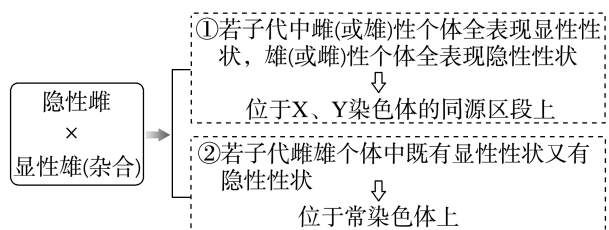
- A. “方法 1 + 结论①②”能够完成上述探究任务
- B. “方法 1 + 结论③④”能够完成上述探究任务
- C. “方法 2 + 结论①②”能够完成上述探究任务
- D. “方法 2 + 结论③④”能够完成上述探究任务

C 解析: 方法 1: 纯合显性雌性个体与纯合隐性雄性个体杂交, 不能区分基因位置, 因为不管基因是位于 X、Y 染色体同源区段, 还是仅位于 X 染色体, 子代雌雄均表现为显性性状, A、B 错误。方法 2: 纯合显性雄性个体与纯合隐性雌性个体杂交, ①若子代雌雄全为显性性状, 则基因位于 X、Y 染色体的同源区段, ①正确; ②若子代雌性个体表现为显性性状, 雄性个体表现为隐性性状, 则基因只位于 X 染色体上, Y 染色体上没有相关基因, ②正确; 该组合能够完成上述探究任务, C 正确。方法 2: 纯合显性雄性个体与纯合隐性雌性个体杂交, ③若子代雄性个体表现为显性性状, 则基因位于 X、Y 染色体的同源区段, ③错误; ④若子代雌性个体表现为显性性状, 则基因位于 X、Y 染色体的同源区段或

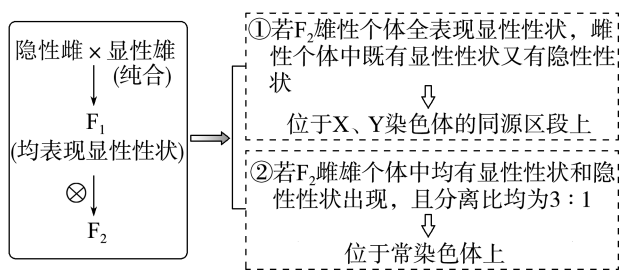
仅位于 X 染色体, ④错误; 该组合不能完成上述探究任务, D 错误。

三、探究基因位于常染色体上还是 X、Y 染色体同源区段

1. 在已知性状的显隐性条件下, 若限定用一次杂交实验来证明, 则可采用“隐性雌 × 显性雄(杂合)”[即 aa(♀) × Aa(♂) 或 X^aX^a × X^AY^a 或 X^aX^a × X^AY^A] 杂交组合, 观察分析 F₁ 的表型。分析如下:



2. 在已知性状显隐性的条件下, 未限定杂交实验次数时, 则可采用以下方法, 通过观察 F₂ 的性状表现来判断:



对点训练

5. 某兴趣小组偶然发现一突变植株, 突变性状是由一条染色体上的某个基因突变产生的(假设突变性状和野生性状由一对等位基因 A、a 控制), 为了解突变基因的显隐性和在染色体中的位置, 该小组设计了杂交实验方案: 利用该突变雄株与多株野生纯合雌株杂交, 观察记录子代雌雄植株中野生性状和突变性状的数量。下列说法错误的是 ()

- A. 如果突变基因位于 Y 染色体上, 则子代雄株全为突变性状, 雌株全为野生性状
- B. 如果突变基因位于 X 染色体上且为显性, 则子代雄株全为野生性状, 雌株全为突变性状
- C. 如果突变基因位于 X、Y 染色体同源区段上且为显性, 则子代雄株、雌株全为野生性状
- D. 如果突变基因位于常染色体上且为显性, 则子代雌雄株各有一半野生性状

C 解析: 若突变基因位于 Y 染色体上, 则为伴 Y 染色体遗传, 则子代雄株全为突变性状 XY^A, 雌株全为野生性状 XX, A 正确。若突变基因位于 X 染色体上且为显性, 则该突变雄株 X^AY 与多株野生

纯合雌株 X^aX^a 杂交,子代雌株(X^AX^a)均为突变性状,雄株(X^aY)均为野生性状,B 正确。若突变基因位于 X、Y 染色体同源区段且为显性,则该突变雄株的基因型为 X^aY^A 或 X^AY^a ,① 该突变雄株(X^aY^A)与多株野生纯合雌株(X^aX^a)杂交,后代雌株(X^aX^a)全为野生性状,雄株(X^aY^A)均为突变性状;② 该突变雄株(X^AY^a)与多株野生纯合雌株(X^aX^a)杂交,子代雌株(X^AX^a)全为突变性状,雄株(X^aY^a)全为野生性状,C 错误。若突变基因位于常染色体上且为显性,则该突变雄株(Aa)与多株野生纯合雌株(aa)杂交,后代雌雄株既有野生型又有突变型且比例为 1:1,D 正确。

6. 果蝇正常翅和毛翅由 A/a 和 B/b 两对基因控制,刚毛和截毛分别由基因 D 和 d 控制。为探究上述三对基因的遗传规律及其在染色体上的位置,利用纯合毛翅截毛雌果蝇与纯合正常翅刚毛雄果蝇进行杂交实验, F_1 全为毛翅刚毛果蝇, F_1 果蝇间随机交配, F_2 表型如下表所示。

性别	表型及比例
雄性(♂)	正常翅刚毛:毛翅刚毛=7:9
雌性(♀)	正常翅刚毛:正常翅截毛:毛翅刚毛:毛翅截毛=7:7:9:9

- (1)控制果蝇翅型的遗传遵循_____定律,判断的依据是_____。
- (2)仅考虑翅型, F_2 中正常翅个体的基因型有_____种, F_2 中正常翅个体随机交配,后代毛翅个体出现的概率是_____。
- (3)控制截毛和刚毛的基因_____

(填“位于常染色体上”“仅位于 Y 染色体上”“仅位于 X 染色体上”或“位于 X、Y 染色体同源区段上”),判断的理由是_____。

解析:(1)由 F_2 表型及比例可知,雌雄个体中正常翅:毛翅=7:9,是 9:3:3:1 的变式,则 A/a 和 B/b 两对基因位于常染色体上,并遵循基因的自由组合定律。(2)仅考虑翅型, F_2 中正常翅个体的基因型有 5 种:AAbb、Aabb、aaBB、aaBb、aabb。 F_2 中正常翅个体随机交配,即 $1/7AAbb$ 、 $2/7Aabb$ 、 $1/7aaBB$ 、 $2/7aaBb$ 、 $1/7aabb$ 的个体随机交配,产生的配子为 $2/7Ab$ 、 $3/7ab$ 、 $2/7aB$,后代毛翅个体(A_B_)出现的概率是 $2/7 \times (2/7) + 2/7 \times (2/7) = 8/49$ 。(3)刚毛和截毛在 F_2 雌性和雄性中出现概率不同,说明控制截毛和刚毛的基因位于性染色体上;雌性中也有刚毛和截毛,说明控制刚毛和截毛的基因不仅位于 Y 染色体上; F_1 全为刚毛果蝇,说明刚毛为显性性状,若仅位于 X 染色体上,则 F_1 雌性应全为刚毛,雄性应全为截毛,与题中不符,说明控制截毛和刚毛的基因位于 X、Y 染色体的同源区段上。

答案:(1)自由组合 F_2 正常翅与毛翅的比例为 7:9,是 9:3:3:1 的变式 (2)5 8/49 (3)位于 X、Y 染色体同源区段上 刚毛和截毛在 F_2 雌性和雄性中出现概率不同,说明控制截毛和刚毛的基因位于性染色体上;雌性中也有刚毛和截毛,说明控制刚毛和截毛的基因不仅位于 Y 染色体上; F_1 全为刚毛果蝇,说明刚毛为显性性状,若仅位于 X 染色体上,则 F_1 雌性应全为刚毛,雄性应全为截毛,与题中不符,所以该对基因位于 X、Y 染色体的同源区段上

迁·移·应·用

学习目标

1. 结合材料信息,推断减数分裂过程中染色体异常分离的原因。
2. 结合遗传系谱图,判断基因在性染色体上还是在常染色体上。

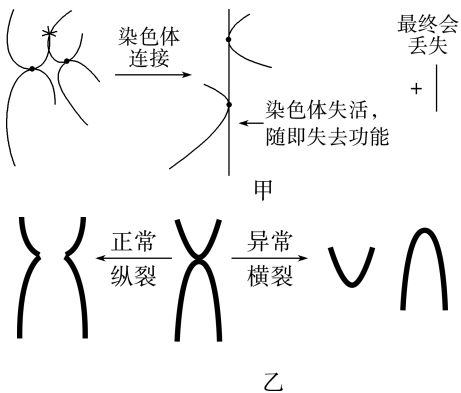
活动一 深度理解减数分裂和有丝分裂中染色体的行为

任务探究

研究发现,在玉米($2n=20$)精原细胞减数分裂过程中,导致花粉败育的原因有如下两种:

①同源染色体配对时,有2条非同源染色体发生了融合,导致染色体丢失或失活(失活的染色体失去了着丝粒分裂等功能),如图甲所示;

②连接两条姐妹染色单体的着丝粒在本该正常纵裂时,发生异常横裂而形成“等臂染色体”,如图乙所示。



探究思考

(1)图甲过程发生在什么时期?此时发生图示行为的细胞中有几个正常的四分体?

提示:图甲所示变化发生在同源染色体配对时,同源染色体联会发生在减数分裂I的前期,故图甲过程发生的具体时期为减数分裂I前期。发生图甲所示行为时,有2条非同源染色体发生了融合,导致染色体丢失或失活。玉米精原细胞的染色体数为 $2n=20$,四分体由两条同源染色体两两配对而成,能正常

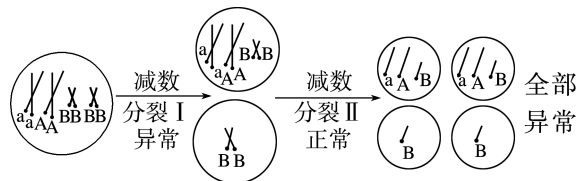
联会的染色体有16条,故此时发生图示行为的细胞中有8个正常的四分体。

(2)图乙过程发生在什么时期?此时的细胞中含有几条染色体?

提示:图乙过程中染色体着丝粒分裂异常,着丝粒分裂发生在减数分裂II后期。玉米细胞的染色体数为 $2n=20$,精原细胞经减数分裂I染色体数减半,又经减数分裂II后期着丝粒分裂,染色体数加倍,则减数分裂II后期染色体为20条。

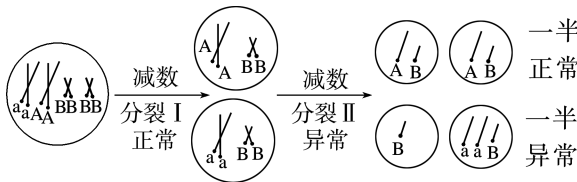
学习总结

(1)如果减数分裂I异常,则所形成的配子全部不正常。如图所示:



从基因型的角度分析:若减数分裂I异常,则染色体数目增多的细胞内会存在等位或相同基因。

(2)如果减数分裂II一个次级精母细胞分裂异常,则所形成的配子有的正常,有的不正常。如图所示:

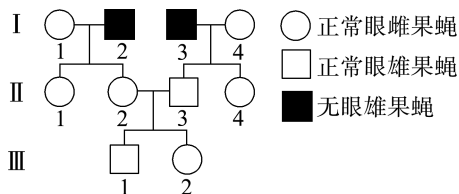


从基因型的角度分析:若减数分裂II异常,则染色体数目增多的细胞内会存在相同基因。

活动二 深度理解伴性遗传的特点

任务探究

果蝇的正常眼与无眼是一对相对性状,受一对等位基因控制,要确定该性状的遗传方式,需从基因与染色体的位置关系及显隐性的角度进行分析。以正常眼雌果蝇与无眼雄果蝇为亲本进行杂交,根据杂交结果绘制部分后代果蝇的系谱图,如图所示。不考虑致死、突变和 X、Y 染色体同源区段的情况。



探究思考

(1)据图分析,果蝇无眼性状的遗传不可能是哪种方式?

提示:排除致死、突变和 X、Y 染色体同源区段遗传后, I-1 正常眼雌果蝇与 I-2 无眼雄果蝇杂交, II 中雌果蝇出现正常眼,说明该性状的遗传不可能为伴 X 染色体显性遗传,如果是伴 X 染色体显性遗传,雌果蝇均为无眼; I-4 正常眼雌果蝇与 I-3 无眼雄果蝇杂交, II-3 雄果蝇出现正常眼,说明该性状的遗传不可能为伴 Y 染色体遗传,如果是伴 Y 染色体遗传, II-3 雄果蝇应为无眼。

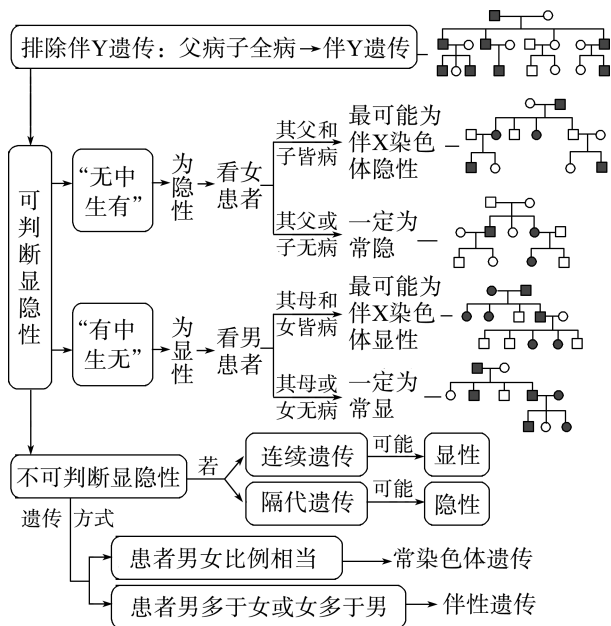
(2)以系谱图中呈现的果蝇为实验材料设计杂交实验,确定无眼性状的遗传方式(要求:①只杂交一次;②仅根据子代表型预测结果;③不根据子代性状的比例预测结果)。

提示: II-2(或 II-1 或 II-4)与 II-3 果蝇杂交,观察子代表型并得出结论:若子代全为正常眼果蝇,则无眼性状为常染色体显性遗传;若子代出现无眼果蝇且雌雄都有,则无眼性状为常染色体隐性遗传;若子

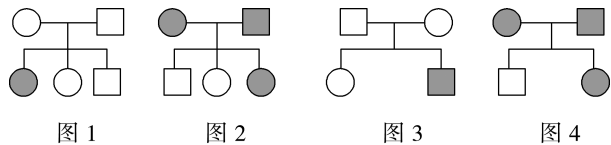
代无眼果蝇全为雄性,则无眼性状为伴 X 染色体隐性遗传。

学习总结

1.“程序法”分析遗传系谱图



2. 遗传方式判断的两个技巧

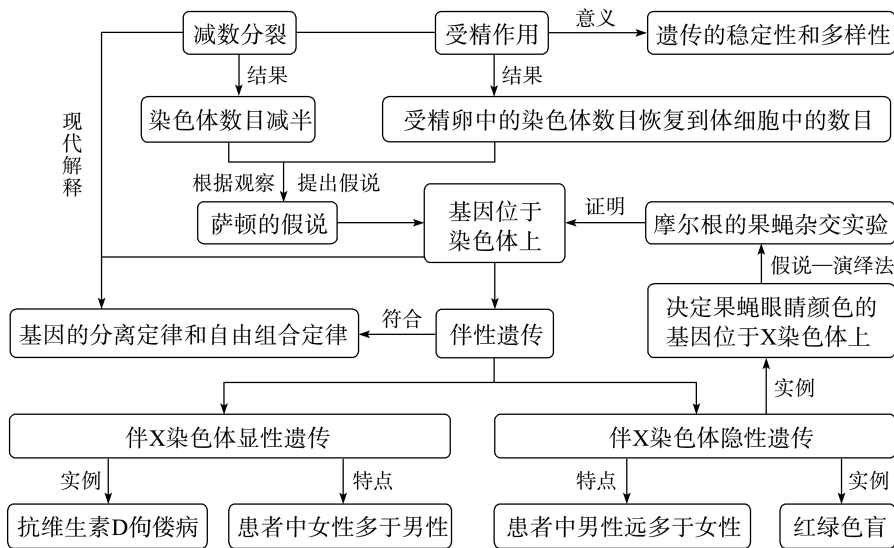


(1)“双亲正常,女儿有病”,可确定为常染色体隐性遗传病(如图1);“双亲有病,女儿正常”,可确定为常染色体显性遗传病(如图2)。

(2)图3中若“患者的父亲不携带致病基因”,可排除常染色体隐性遗传病,确定为伴 X 染色体隐性遗传病;图4中若“患者的父亲为纯合子”,可排除常染色体显性遗传病,确定为伴 X 染色体显性遗传病。

重 · 构 · 拓 · 展

● 多维体系构建 ●



● 学科视野拓展 ●

1. 生物的性别决定方式

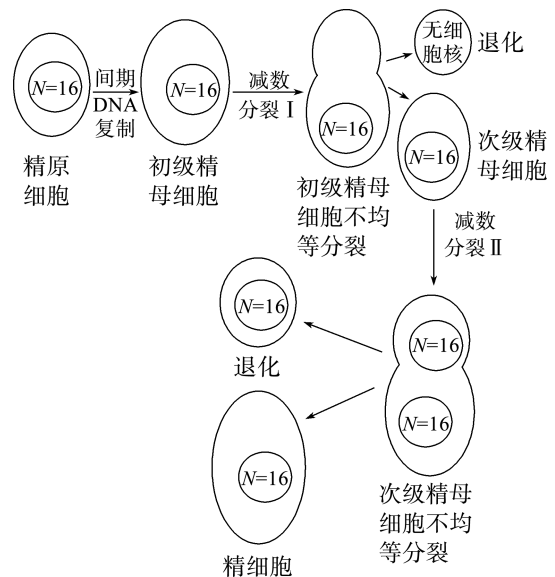
在自然界当中,除了我们所熟知的 XY 型性别决定和 ZW 型性别决定,还有环境决定型、年龄决定型等类型,有的动物性别甚至可以切换。

(1)染色体数目决定型:有一些动物的性别与性染色体本身无关,而是由染色体组数决定的,这一机制也被称为胚胎倍型决定,蜜蜂、蚂蚁等高度群居昆虫都属于该类型。

(2)环境决定型:对于一些爬行动物来说,它们的性别并不是由受精时的遗传物质决定的,而是由环境因素决定的。比如大部分龟类和鳄鱼的性别,都是在受精后确定的,它们的性别取决于孵化过程中关键时刻的温度。温度的变化会影响这类生物的性激素含量。

2. 假减数分裂

由受精卵发育而来的雌蜂(蜂王)、工蜂是二倍体(2N=32)。雄蜂体细胞的染色体数为 N=16,是由未受精的卵细胞发育而来的,属于单倍体。单倍体的雄蜂是怎么产生精子的呢?



如上图所示,雄蜂在产生精子的过程中,它的精母细胞进行的是一种特殊的减数分裂。在减数分裂 I 中,染色体数目并没有变化,只是细胞质分成大小不等的两部分:大的那部分含有完整的细胞核,小的那部分只是一小团细胞质。减数分裂 II 则是一次不对

称的有丝分裂。在含有细胞核的那团细胞质中,成对的染色单体相互分开,而细胞质则进行不均等的分离——含细胞质多的一部分(内含16条染色体)进一步发育成精子,含细胞质少的一部分(也含16条染色体)则逐渐退化。

3. 双胞胎的形成

(1)同卵双胞胎:一个精子与一个卵细胞结合完成受精作用后,受精卵一分为二变为2个一样的细胞,然后分别发育成为2个个体。因为2个个体源自同一个受精卵,所以叫同卵双胞胎。这种双胞胎不仅相貌相似,而且血型、骨架基础、对许多疾病的易感性等生理特征都相同或几乎一致。

(2)异卵双胞胎:女性的生殖系统逐渐发育成熟

后,每月排卵1次,有时因某种原因同时排出两个卵细胞并同时受精,就产生了两个不同的受精卵。这两个受精卵各有自己的一套胎盘,相互间没有什么联系,叫作异卵双胞胎。这种双胞胎的相貌相似程度类似普通的兄弟姐妹。龙凤胎是异卵双胞胎,而不是同卵双胞胎。

◇思考

若基因型为AaBb的个体测交后代出现4种表型,A₁B₁:A₁bb:aaB₁:aabb为42%:8%:8%:42%,出现这一结果的可能原因是什么?

单元质量评估(二)

(范围:第2章 建议完成时间:75分钟 分值:100分)

一、选择题:本题共15小题,每小题3分,共45分。每小题只有一个选项符合题目要求。

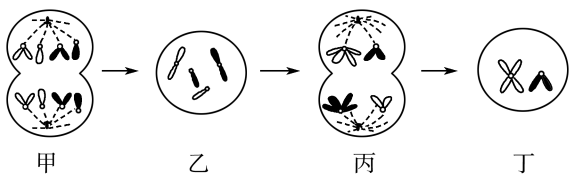
1.正常人的体细胞染色体数是46条,下列细胞中,肯定和可能存在两条X染色体的分别是 ()

- ①精原细胞 ②卵原细胞 ③初级精母细胞
④初级卵母细胞 ⑤次级精母细胞 ⑥次级卵母细胞

- A.①③;⑤ B.②④;⑥
C.①③;⑤⑥ D.②④;⑤⑥

D 解析:①和③中只含1条X染色体,②和④中肯定含有2条X染色体,⑤和⑥中可能含有2条X染色体,D项符合题意。

2.下图为某二倍体高等动物细胞分裂的图像。据图分析,下列叙述错误的是 ()



A.染色体数与核DNA分子数之比为1:2的是丙、丁细胞

B.若甲、乙、丙细胞中存在性染色体,则丁细胞中不存在性染色体

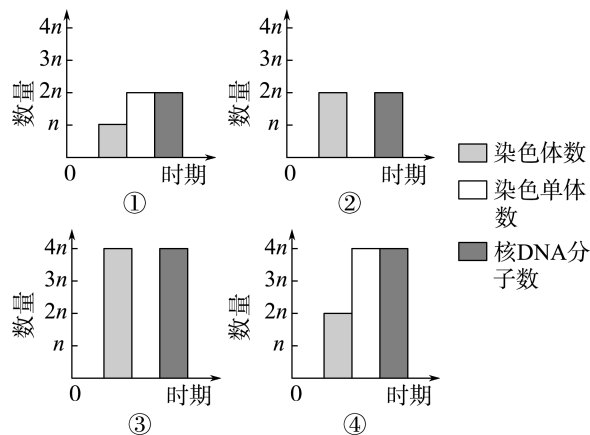
C.丙→丁的实质是同源染色体的分离

D.丁细胞为次级精母细胞,核DNA分子数:染色单体数:染色体数=2:2:1

B 解析:甲、乙细胞中每条染色体都不含染色单体,其染色体数和核DNA分子数之比都为1:1,丙、丁细胞中每条染色体含两条染色单体,染色体

数和核DNA分子数之比为1:2,A正确;若丙细胞含一对性染色体,丙细胞减数分裂后产生的丁细胞含一条性染色体,B错误;丙细胞处于减数分裂I后期,会发生同源染色体的分离,C正确;根据丙细胞的细胞质均等分裂可判断该动物为雄性,丁细胞不含同源染色体,处于减数分裂II前期,为次级精母细胞,其核DNA分子数:染色单体数:染色体数=2:2:1,D正确。

3.某二倍体雌性动物不同分裂时期的细胞中染色体数、染色单体数、核DNA分子数如图所示。下列分析错误的是 ()



A.①细胞不存在同源染色体

B.②细胞可能为次级卵母细胞或极体

C.③细胞处于有丝分裂后期

D.④细胞一定处于减数分裂I

D 解析:①细胞处于减数分裂II前期和中期,不存在同源染色体,A正确;②细胞处于减数分裂II后期,可能为次级卵母细胞或极体,B正确;③细胞处

于有丝分裂后期,C正确;④细胞可能处于有丝分裂前期和中期或者减数分裂 I 前、中、后期,D错误。

- 4.某只基因型为 AaBb(两对基因独立遗传)的豚鼠,其卵巢中一个卵原细胞经减数分裂后产生四个子细胞,已知卵细胞的基因型为 aB,那么另外 3 个极体的基因型是 ()

A.AB、Ab、ab
B.aB、Ab、Ab
C.Ab、aB、aB
D.Ab、Ab、Ab

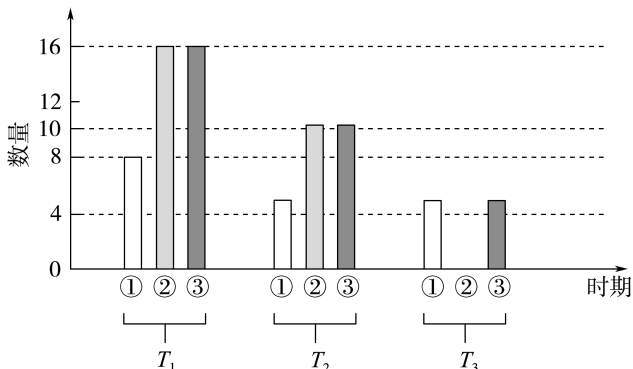
B 解析:基因型为 AaBb 的卵原细胞经减数分裂后产生四个子细胞,卵细胞的基因型为 aB,则次级卵母细胞的基因型为 aaBB,经减数分裂 I 形成的极体的基因型为 AAbb,因此另外三个极体的基因型为 aB、Ab、Ab,B 正确。

- 5.钟摆型眼球震颤是一种单基因遗传病,调查发现,男性患者与正常女性结婚,他们的儿子都正常,女儿均患此病,下列叙述正确的是 ()

A.该病属于伴 X 染色体隐性遗传病
B.患者的体细胞都有成对的钟摆型眼球震颤基因
C.男性患者产生的精子中有钟摆型眼球震颤基因的占 1/4
D.若患病女儿与正常男性婚配,则子女都有可能是正常的

D 解析:根据题意男性患者与正常女性结婚,他们的儿子都正常,女儿均患病,说明钟摆型眼球震颤是伴 X 染色体显性遗传病,A 错误;假设相关基因为 A、a,患者的基因型有 $X^A Y$ 、 $X^A X^A$ 和 $X^A X^a$ 3 种,所以患者的体细胞中不一定有成对的钟摆型眼球震颤基因,B 错误;男性患者($X^A Y$)产生的精子中有钟摆型眼球震颤基因的占 1/2,C 错误;根据题意分析可知,该患病女儿与正常男性婚配,其所生子女的基因型是 $X^A X^a$ 、 $X^a X^a$ 、 $X^A Y$ 、 $X^a Y$,儿子和女儿都有可能是正常的,D 正确。

- 6.果蝇($2N=8$)的某一个精原细胞进行减数分裂时发生了一次异常,现分别检测了其分裂进行至 T_1 、 T_2 、 T_3 时期的三个细胞中染色体、核 DNA、染色单体的数量,结果如图,下列叙述正确的是 ()



A.①③分别表示核 DNA、染色体的数量

B.该异常发生在减数分裂 II 期

C. T_3 时期的细胞中 Y 染色体的数量可能为 0、1、2

D.最终形成的 4 个精细胞染色体数均异常

D 解析:分析题图,根据 T_3 时期②的数量为 0,可判断出②表示染色单体,结合 T_1 时期①:②:③=1:2:2,可知①表示染色体,②表示染色单体,③表示核 DNA,A 错误; T_2 时期染色体数量为 5,染色单体和核 DNA 的数量均为 10,说明有一对同源染色体未分开,此时处于减数分裂 II 前期、中期,该异常发生在减数分裂 I 期,B 错误; T_3 时期没有②染色单体,染色体和 DNA 含量均为 5,应该是减数分裂结束后形成的精细胞,Y 染色体的数量可能为 0、1,C 错误;果蝇($2N=8$)正常体细胞中含有 8 条染色体,但由于 T_2 时期①②③的数量分别是 5、10、10,说明减数分裂 I 后期出现了异常,一对同源染色体移动到了一个次级精母细胞中去,产生了染色体数为 3 和 5 的两个次级精母细胞,它们进行正常的减数分裂 II,最终形成的 4 个精子中染色体数分别是 3、3、5、5,没有一个精子的染色体数是正常的,D 正确。

- 7.遗传学家萨顿用蝗虫作实验材料,通过研究精子和卵细胞的形成过程提出了“基因在染色体上”的假说。已知雌蝗虫($2n=24$)的性染色体组成为 XX,雄蝗虫($2n=23$)的性染色体组成为 XO。下列说法错误的是 ()

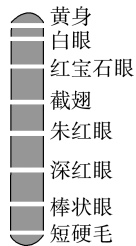
A.蝗虫卵巢一个细胞中最多可观察到 4 条 X 染色体
B.蝗虫初级精母细胞在减数分裂 I 前期可观察到 11 个四分体
C.同一蝗虫个体有丝分裂中期细胞与减数分裂 II 后期细胞相比,染色体数目和核 DNA 分子数目均相同
D.萨顿提出假说的依据是基因与染色体的行为存在明显的平行关系

C 解析:雌果蝇体细胞中有 2 条 X 染色体,卵巢中细胞既能进行有丝分裂也能进行减数分裂,有丝分裂后期着丝粒分裂,染色体数目加倍,X 染色体由 2 条加倍到 4 条,故蝗虫卵巢一个细胞中最多可观察到 4 条 X 染色体,A 正确;雄蝗虫在减数分裂时,常染色体可以正常联会并分离,能观察到四分体,其染色体组成为 $22+XO$,故可以观察到 11 个四分体,B 正确;减数分裂 II 后期无同源染色体,由于着丝粒分裂,染色体数目暂时加倍,因此染色体数目与有丝分裂中期相同,但核 DNA 分子数目与有丝分裂中期不同,C 错误;萨顿提出假说的依据是基因与染色体的行为存在明显的平行关系,如基因在杂交过程中保持完整性和独立性,染色体在配子形成和受精过程中,也有相对稳定的形态结构,D

正确。

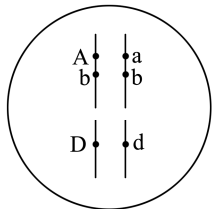
8. 下图为果蝇某条染色体上部分基因的分布图, 下列有关说法错误的是 ()

- A. 一条染色体上有多个基因
B. 基因在染色体上呈线性排列
C. 图中的白眼基因和朱红眼基因可称为一对等位基因
D. 果蝇细胞内的基因并非全都分布在染色体上



C 解析: 题图显示一条染色体上有多个基因, 基因在染色体上呈线性排列, A、B 正确; 题图中白眼基因和朱红眼基因位于一条染色体上, 不是等位基因, C 错误; 果蝇细胞内的基因主要分布在染色体上, 还有少量分布在线粒体 DNA 上, D 正确。

9. 某种昆虫长翅(A)对残翅(a)、直翅(B)对弯翅(b)、有刺刚毛(D)对无刺刚毛(d)为显性, 控制这 3 对性状的基因位于常染色体上。下图表示某一个体的基因组成, 下列判断正确的是 ()



- A. 控制长翅和残翅、直翅和弯翅的基因遗传时遵循基因自由组合定律
B. 该个体的细胞有丝分裂后期, 移向细胞同一极的基因为 AbD 或 abd
C. 复制后的两个 A 基因发生分离可能在减数分裂 I 后期
D. 该个体的一个初级精母细胞所产生的精细胞基因型有 4 种

C 解析: 由于控制长翅与残翅、直翅与弯翅两对相对性状的基因位于一对同源染色体上, 因此控制长翅与残翅、直翅与弯翅两对相对性状的基因的遗传不遵循自由组合定律, A 错误; 有丝分裂后期染色体的着丝粒分裂, 染色单体分开, 而正常情况下姐妹染色单体上的基因相同, 所以移向每一极的基因都相同, 都是 AabbDd, B 错误; 基因复制后形成的两个 A 基因会在减数分裂 II 后期分离, 也可能会因为同源染色体的非姐妹染色单体间的互换, 在减数分裂 I 后期分离, C 正确; 如果无同源染色体的非姐妹染色单体间的互换, 一个初级精母细胞产生 4 个精细胞, 两两相同, 基因型有 2 种, D 错误。

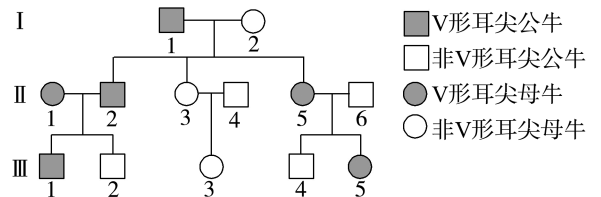
10. 基因 A、a 分别控制果蝇的长翅、短翅, 基因 B、b 分别控制果蝇的红眼、白眼。现有一对雌雄果蝇杂交多次, 所得子代的表型如表, 则亲本的基因型是 ()

表型	红眼长翅	红眼残翅	白眼长翅	白眼残翅
雌蝇	540	180	0	0
雄蝇	270	90	270	90

- A. $AaX^B X^b$ 、 $AaX^B Y$ B. $AaBb$ 、 $AaBb$
C. $BbX^A X^a$ 、 $BbX^A Y$ D. $AABb$ 、 $AaBB$

A 解析: 据题表分析可推知, 控制翅形的基因位于常染色体, 长翅: 残翅 = 3: 1, 说明亲本的基因型均为 Aa; 控制眼色的基因位于 X 染色体上, 雌性全为红眼, 雄性中红眼: 白眼 = 1: 1, 说明亲本的基因型为 $X^B X^b$ 、 $X^B Y$ 。综上所述, 亲本的基因型为 $AaX^B X^b$ 、 $AaX^B Y$, A 符合题意。

11. 荷斯坦牛的耳尖 V 形与非 V 形是一对相对性状, 由一对等位基因控制。下图是荷斯坦牛耳尖性状的遗传系谱图, 下列叙述正确的是 ()



- A. V 形耳尖由 X 染色体上的显性基因控制
B. 由 III₂ 的表型可推定 III₁ 为杂合子
C. III₃ 中控制非 V 形耳尖的基因可来自 I₁
D. III₂ 与 III₅ 交配生出 V 形耳尖子代的可能性为 1/3

C 解析: 根据 II₁ 和 II₂ 都是 V 形耳尖, 而其后代 III₂ 出现性状分离, 可以判断 V 形耳尖为显性性状; 根据 I₁ 是 V 形耳尖, 而 II₃ 为非 V 形耳尖, 可判断 V 形耳尖由常染色体上的显性基因控制, A 错误。由 III₂ 的表型可推定, II₁ 和 II₂ 为杂合子, 但无法判断 III₁ 是否为杂合子, B 错误。III₃ 中控制非 V 形耳尖的基因来自 II₃ 和 II₄, 而 II₃ 中控制非 V 形耳尖的基因则来自 I₁ 和 I₂, C 正确。设相关基因为 A、a, III₂ 的基因型为 aa, III₅ 的基因型为 Aa, 所以 III₂ 和 III₅ 交配生出 V 形耳尖子代的可能性为 1/2, D 错误。

12. 女娄菜是一种雌雄异株的高等植物, 属 XY 型性别决定。其正常植株呈绿色, 部分植株呈金黄色, 且金黄色仅存在于雄株中。若让绿色雌株和金黄色雄株亲本杂交, 后代中雄株全为绿色或者绿色: 金黄色 = 1: 1。若让绿色雌株和绿色雄株亲本杂交, 后代表型及比例为 ()
- A. 后代全部为绿色雌株
B. 后代全部为绿色雄株
C. 绿色雌株: 金黄色雌株: 绿色雄株: 金黄色雄株 = 1: 1: 1: 1
D. 绿色雌株: 绿色雄株: 金黄色雄株 = 2: 1: 1 或绿色雌株: 绿色雄株 = 1: 1

D 解析:据题中的两种杂交方式得知,绿色和金黄色是一对相对性状,且绿色为显性性状;又根据后代的性状与性别的关系,可知控制该性状的基因位于X染色体上。绿色雌株的基因型有两种(纯合、杂合),若是纯合子与绿色雄株杂交,后代为绿色雌株:绿色雄株=1:1;若是杂合子与绿色雄株杂交,后代为绿色雌株:绿色雄株:金黄色雄株=2:1:1。故D正确。

13.某种蝴蝶(ZW型)的口器长短有两种表型:长口器和短口器。据实验判断,下列说法错误的是 ()

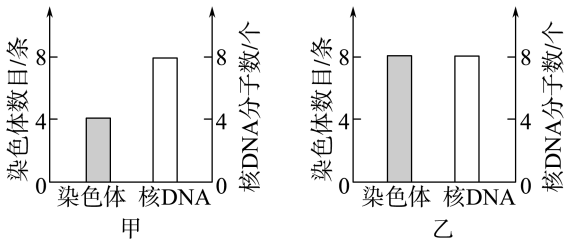
实验一
P 短口器(♀) × 长口器(♂)
↓
F₁ 长口器♀ : 长口器♂ = 1 : 1

实验二
P 长口器(♀) × 短口器(♂)
↓
F₁ 短口器♀ : 长口器♂ = 1 : 1

- A.控制蝴蝶的口器长短的基因只存在于X染色体上
B.蝴蝶的长口器对短口器为显性
C.若实验一的F₁自由交配,则F₂中短口器只出现在雌性个体中
D.若实验二的F₁自由交配,则F₂的雌、雄个体都有长口器和短口器

A 解析:据实验二可知,长口器雌性与短口器雄性杂交,后代雌性全是短口器,雄性全是长口器,说明口器长短的遗传与性别相关联,则该基因位于Z染色体上,A错误。据实验一可知,短口器与长口器杂交,后代全是长口器,说明蝴蝶的长口器对短口器为显性,B正确。假设用A/a表示控制该性状的基因,实验一的亲本的基因型为Z^AZ^A、Z^aW,F₁(Z^AZ^a、Z^AW)自由交配,F₂中短口器(Z^aW)只出现在雌性个体中;实验二亲本的基因型为Z^aZ^a、Z^AW,F₁(Z^AZ^a、Z^aW)自由交配,F₂的雌、雄个体都有长口器和短口器,C、D正确。

14.某基因型为AaX^DY的二倍体雄性动物(2n=8),1个初级精母细胞的染色体发生片段交换,引起1个A和1个a发生互换。该初级精母细胞进行减数分裂过程中,某两个时期的染色体数目与核DNA分子数如图所示。

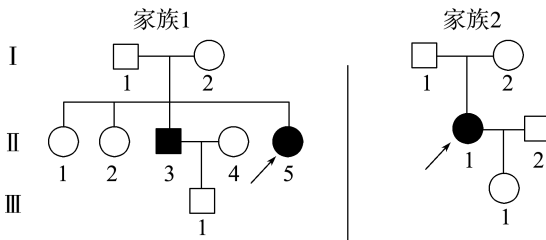


- 下列叙述正确的是 ()
- A.甲时期细胞中可能出现同源染色体两两配对的现象
B.乙时期细胞中含有1条X染色体和1条Y染色体

C.甲、乙两时期细胞中的染色单体数均为8条
D.该初级精母细胞完成减数分裂产生的4个精细胞的基因型均不相同

D 解析:分析题图可知,图甲中染色体数目与核DNA分子数之比为1:2,但染色体数为4条;题干信息雄性动物体细胞染色体数为2n=8,则图甲表示减数分裂II前期和中期的次级精母细胞,故甲时期细胞中不可能出现同源染色体两两配对的现象,A错误。图乙中染色体数目与核DNA分子数之比为1:1,且染色体数目为8条,可表示间期或减数分裂II后期的次级精母细胞,但题干信息表明该细胞是处于减数分裂过程中,故图乙表示减数分裂II后期的次级精母细胞,则乙时期细胞中含有2条X染色体或2条Y染色体,B错误。图甲表示减数分裂II前期和中期的次级精母细胞,染色体数为4条,染色单体数为8条,图乙可表示减数分裂II后期的次级精母细胞,这个时期无染色单体,故图甲时期染色单体数为8条,图乙时期染色单体数为0,C错误。正常情况下(不发生片段交换),1个初级精母细胞产生4个精细胞、2种精细胞;发生片段交换时,1个初级精母细胞可产生4个精细胞、4种精细胞。题干信息表明初级精母细胞的染色体发生片段交换,引起1个A和1个a发生互换,故1个初级精母细胞产生了AX^D、aX^D、AY、aY 4种基因型的精细胞,D正确。

15.脑钙化是一种与细胞衰老相关的遗传病。下图中,家族1中该病仅由基因A/a控制,家族2中的I₂只携带另一个致病基因t,两种致病基因位于一对同源染色体上,家族1中的I₁与家族2中的I₁的基因型相同。已知具有两个非等位致病基因的个体也患病,不考虑基因突变和互换,下列叙述正确的是 ()



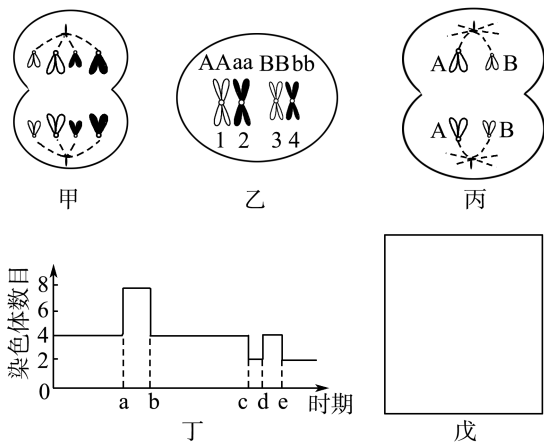
注:箭头所指表示先发病就诊患者。

- A.细胞衰老后细胞膜通透性改变,物质的运输功能增强
B.家族1中,II₃、II₅的基因型相同,II₁、II₂的基因型相同
C.家族2中的II₁可产生4种携带致病基因的卵细胞
D.如果家族1中的III₁与家族2中的III₁结婚,后代可能患病
- D 解析:细胞衰老后细胞膜通透性改变,物质的

运输功能减弱,A 错误;家族 1 中,II₅ 为女性患者,但是她的父亲 I₁ 表现正常,可判断家族 1 中的致病基因为 a,且位于常染色体上,II₃、II₅ 的基因型为 aaTT,II₁、II₂ 的基因型为 A₋TT,二者的基因型不一定相同,B 错误;根据题意可知,家族 1 中的 I₁、家族 2 中的 I₁ 的基因型均为 AaTT,家族 2 中的 I₂ 的基因型为 AATt,具有两个非等位致病基因的个体也患病,则家族 2 中患者 II₁ 的基因型应为 AaTt,且基因 a、T 在一条染色体上,基因 A、t 在另一条染色体上,故可产生 2 种携带致病基因的卵细胞,C 错误;家族 1 中,III₁ 的基因型为 AaTT,II₃ 的基因型是 aaTT,基因 a、T 位于同一条染色体上,而家族 2 中的 III₁ 的基因型可能为 AaTT(基因 a、T 位于同一条染色体上)或 AATt(基因 A、t 位于同一条染色体上),如果家族 1 中的 III₁ 与家族 2 中的 III₁ 结婚,可能生出基因型为 aaTT 或 AaTt 的患病子代,D 正确。

二、非选择题:本题共 5 小题,共 55 分。

16. (10 分) 以下是基因型为 AaBb 的雌性高等动物细胞分裂图像及细胞分裂过程中染色体数目变化曲线。请回答相关问题:

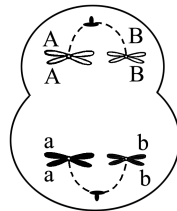


- (1) 甲细胞分裂产生的子细胞的基因型是 _____。
- (2) 若图乙细胞分裂完成后形成了基因型为 AaB 的子细胞,其原因最可能是 _____。
- (3) 图丙所示细胞的名称为 _____,其染色体变化对应图丁的 _____ 段。
- (4) 请在图戊方框中画出形成丙细胞过程中等位基因分离时期的细胞分裂图像并注明染色体上基因的位置。

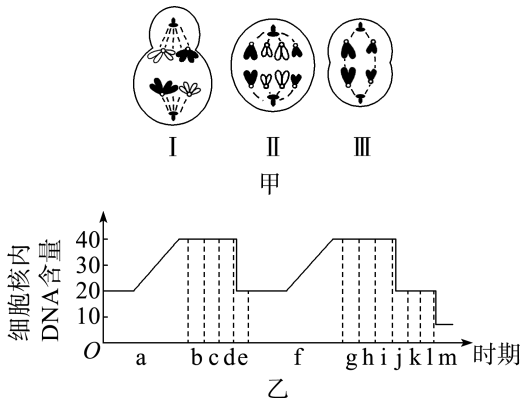
解析: (1) 该个体的基因型为 AaBb, 甲细胞的分裂方式为有丝分裂, 所以该细胞产生的子细胞的基因型也是 AaBb。 (2) 图乙为减数分裂 I 的图像, 减数分裂 I 时期同源染色体分离, 产生的子细胞

中理论上不存在等位基因, 因此该细胞在减数分裂 I 过程中, 同源染色体 1、2 没有分离, 从而产生基因型为 AaB 的子细胞。 (3) 图丙为雌性动物减数分裂 II 后期细胞, 而且细胞质是均等分裂的, 可推知该细胞是极体。减数分裂 II 后期, 着丝粒分裂, 姐妹染色单体分开, 染色体数目暂时加倍, 恢复到体细胞中染色体数目, 所以对应图丁中的 de 段。 (4) 作图要点: 该个体的基因型为 AaBb, 丙细胞含有基因 A 和 B, 所以该细胞的减数分裂 I 后期, 同源染色体分离, A 与 B 所在的非同源染色体移向同一极, a 与 b 所在的染色体移向另一极; 该动物是雌性动物, 所以细胞质是不均等分裂的; 减数分裂 I 过程中, 每条染色体有两条姐妹染色单体, 作图见答案。

答案: (1) AaBb (2) 减数分裂 I 后期同源染色体 1、2 没有分开 (3) 极体 de (4) 如图所示



17. (10 分) 图甲表示某哺乳动物的一个器官中一些处于分裂状态的细胞, 图乙表示相关过程中细胞核内 DNA 含量变化曲线。请据图回答下列问题:



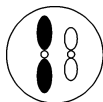
- (1) 图甲中 I、II 细胞分别对应图乙中的 _____ 区段。
- (2) 图甲中有同源染色体的细胞是 _____, 有 8 条染色单体的细胞是 _____。图乙中 _____ 对应的区段, 细胞中染色体数一定为 2 条。
- (3) 图甲中 III 细胞经过分裂形成的子细胞名称是 _____。
- (4) 若一个细胞经过了图乙曲线所示过程, 最多可产生 _____ 个子细胞, 曲线 _____ 对应的区段可能会发生基因重新组合。
- (5) 某种抗癌药物能专一性地与 DNA 聚合酶(在

DNA 复制过程中发挥重要作用)发生不可逆结合。实验动物服用该种抗癌药物后其癌细胞将在图乙中的_____段受阻。

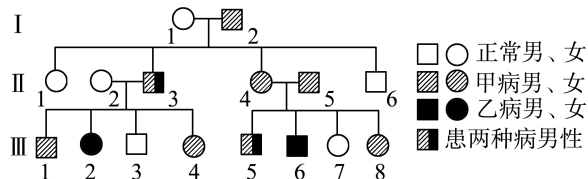
(6)请画出图甲中 I 细胞分裂最终形成的成熟的生殖细胞示意图。

解析:(1)图甲中 I 细胞处于减数分裂 I 后期,对应于图乙中的 i 区段;II 细胞处于有丝分裂后期,对应于图乙中的 d 区段。(2)图甲中的 I 和 II 含有同源染色体, I 中含有 8 条染色单体。根据图甲中 I 细胞的细胞质不均等分裂可知,该生物为雌性动物,体细胞中有 4 条染色体,在减数分裂 II 前期、中期及结束时,细胞中只有 2 条染色体,对应图乙中 j、k、m。(3)图甲中 III 细胞处于减数分裂 II 后期,且细胞质均等分裂,为极体,其分裂形成的子细胞也为极体。(4)如果一个细胞经过了图乙曲线所示过程,即经过一次有丝分裂和一次减数分裂,最多可产生 8 个子细胞。基因的重新组合可能发生在减数分裂 I 前期和后期,对应图乙中的 g、i 区段。(5)在 DNA 复制过程中需要 DNA 聚合酶参与,如果某种抗癌药物能专一性地与 DNA 聚合酶发生不可逆结合,则会阻止 DNA 的复制过程,而 DNA 的复制发生在有丝分裂间期和减数分裂前的间期,即图中 a 和 f 区段。(6)根据图甲中 I 细胞的染色体组成可知,卵细胞中的染色体组成为一大一小两条,大的黑色,小的白色,据此画出的示意图详见答案。

答案:(1) i、d (2) I 和 II I j、k、m (3) 极体 (4) 8 g、i (5) a 和 f (6) 如图所示



18. (12 分) 人类遗传病调查中发现,某家系中有甲病(基因为 A、a)和乙病(基因为 B、b)两种单基因遗传病,系谱图如下所示, II₅ 无乙病致病基因。据此回答相关问题:



(1)甲病的遗传方式为_____,乙病的遗传方式为_____。

(2) II₂ 的基因型为_____ ; III₅ 的基因型为_____。

(3) III₃ 与 III₈ 近亲结婚,生育的孩子只患一种病的概率是_____。若 III₃ 与 III₈ 生了一个无甲病但

患乙病的性染色体组成为 XXY 的孩子,则出现该现象的原因是_____。

解析:(1)分析题图可知, II₄ 和 II₅ 患甲病而女儿 III₇ 不患病,判断甲病的遗传方式为常染色体显性遗传, III₆ 患乙病而 II₄ 和 II₅ 不患病,且 II₅ 无乙病致病基因,判断乙病的遗传方式为伴 X 染色体隐性遗传。(2) III₂ 患乙病,基因型为 X^bX^b,则其表现正常的母亲 II₂ 的基因型为 aaX^BX^b; II₄ 和 II₅ 只患甲病,生有正常女儿 III₇ 和只患乙病的儿子 III₆,故 II₄ 和 II₅ 的基因型分别为 AaX^BX^b、AaX^BY, III₅ 两病兼患,故其基因型为 AAX^bY 或 AaX^bY。(3)根据以上分析可知, III₃ 的基因型为 aaX^BY, III₈ 的基因型为 1/3AA、2/3Aa、1/2X^BX^B、1/2X^BX^b, III₃ 与 III₈ 近亲结婚,后代患甲病的概率为 1-(2/3)×(1/2)=2/3,患乙病的概率为 (1/2)×(1/4)=1/8。因此,只患一种病的概率是 (2/3)×(7/8)+(1/3)×(1/8)=5/8。若 III₃ 与 III₈ 生了一个无甲病但患乙病的性染色体组成为 XXY 的孩子,则出现该现象的原因是 III₈ 在减数分裂 II 时,姐妹染色单体未分开,形成基因型为 X^bX^b 的卵细胞。

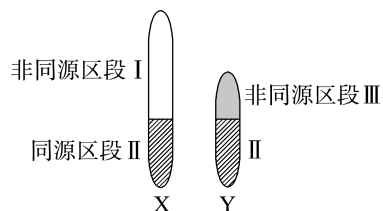
答案:(1)常染色体显性遗传 伴 X 染色体隐性遗传 (2)aaX^BX^b AAX^bY 或 AaX^bY (3)5/8 III₈ 在减数分裂 II 时,姐妹染色单体未分开,形成基因型为 X^bX^b 的卵细胞

19. (12 分) 已知果蝇的刚毛和截毛受一对等位基因控制,现有纯合的刚毛、截毛雌雄果蝇若干,选取刚毛雌果蝇和截毛雄果蝇杂交, F₁ 雌雄均为刚毛果蝇, F₁ 雌雄果蝇相互交配, F₂ 的统计结果如表所示:

性状表现	刚毛♀	截毛♀	刚毛♂	截毛♂
统计结果	56	0	25	26

请根据上述结果,回答下列问题:

(1)控制截毛的基因可能位于图中的_____ (填区段)。



(2)若需明确该等位基因的位置,应选择_____雌果蝇和_____雄果蝇杂交,才能确定该等位基因是位于 I 区段还是 II 区段。

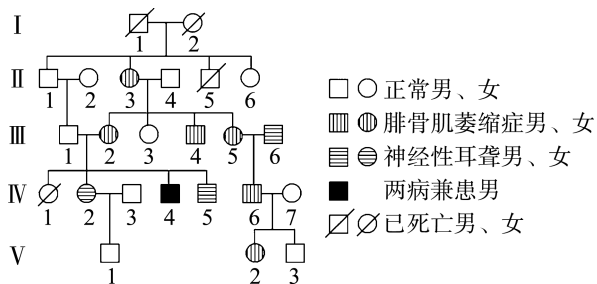
若 _____, 则该等位基因位于 I 区段。
若 _____, 则该等位基因位于 II 区段。

(3) 现已确定截毛基因位于 II 区段, 相关基因用 A 或 a 表示, 则上述实验中刚毛雄果蝇的基因型为 _____。

解析: (1) F_2 中雌果蝇全为刚毛, 雄果蝇中一半为刚毛, 一半为截毛, 性状与性别相关, 说明截毛为隐性性状, 且相关基因位于性染色体上, 控制截毛的基因可能位于图中的 I 或 II 区段。(2) 明确该等位基因的位置, 优先考虑隐性雌性个体和纯合显性雄性个体杂交, 观察子代表型及比例, 故可选择截毛雌果蝇和纯合刚毛雄果蝇杂交, 观察后代雌雄个体的表型, 确定该等位基因的具体位置。若该等位基因位于 I 区段, 则子代雌果蝇都是刚毛, 雄果蝇都是截毛; 若该等位基因位于 II 区段, 则子代雌雄果蝇都是刚毛。(3) 已确定截毛基因位于 II 区段, 即在同源区段上, 则上述实验中, 亲本刚毛雄果蝇为 $X^A Y^A$, 子代刚毛雄果蝇为 $X^A Y^a$ 、 $X^a Y^A$ 。

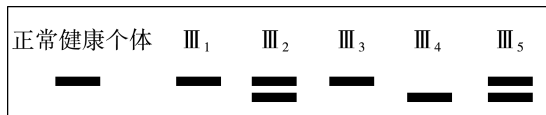
答案: (1) I 或 II (2) 截毛 纯合刚毛 子代雌果蝇都是刚毛, 雄果蝇都是截毛 子代雌雄果蝇都是刚毛 (3) $X^A Y^a$ 、 $X^a Y^A$ 、 $X^a Y^A$

20. (11分) 神经性耳聋、腓骨肌萎缩症是两种单基因遗传病, 分别由 B、b 和 D、d 基因控制。下面为某家族与两种病相关的遗传系谱图, 其中已死亡个体无法知道其性状, 经检测 IV_7 不携带致病基因。据图分析回答下列问题:



(1) 神经性耳聋的遗传方式为 _____。
(2) V_1 与 V_2 分别带有神经性耳聋基因的概率是 _____。

_____、_____。
(3) 腓骨肌萎缩症属于 _____ (填“显”或“隐”) 性性状。为了确定腓骨肌萎缩症基因在染色体上的分布, 科研人员对 $III_1 \sim III_5$ 号个体含相关基因的 DNA 片段扩增后用某种限制酶处理, 并进行电泳分析, 得到如下结果。根据电泳结果, 可以做出的判断是腓骨肌萎缩症基因位于 _____ (填位置)。



(4) 根据以上分析, III_1 的基因型为 _____。若 V_1 与 V_2 婚配, 他们的后代中男孩不患病的概率是 _____。

解析: (1) 由 III_1 、 III_2 不患神经性耳聋, IV_2 患神经性耳聋且为女性, 可知神经性耳聋的遗传方式为常染色体隐性遗传。(2) 由 IV_2 患神经性耳聋可知, V_1 一定是神经性耳聋基因的携带者; 再由 III_6 患神经性耳聋, 可知 IV_6 为神经性耳聋基因的携带者, 题干中已指出 IV_7 不携带致病基因, 故 V_2 携带神经性耳聋基因的概率是 $1/2$ 。(3) 由于 IV_7 不携带致病基因, 而 IV_6 和 V_2 都患腓骨肌萎缩症, 可以排除腓骨肌萎缩症属于隐性性状, 因此该病属于显性性状。为判断腓骨肌萎缩症位于常染色体还是性染色体, 用限制酶切割含相关基因的 DNA 片段后电泳, 如果致病基因在常染色体上, III_4 的电泳结果应该和 III_2 、 III_5 相同, 这与题图不符, 所以致病基因一定位于 X 染色体上。(4) III_1 为正常男性, 而后代患神经性耳聋, 所以其基因型为 $BbX^d Y$ 。 IV_2 患神经性耳聋, 基因型为 bb , V_1 表现正常, 基因型为 $BbX^d Y$, IV_6 携带神经性耳聋基因, IV_7 不携带致病基因, 故 V_2 的基因型为 $1/2 BBX^D X^d$ 、 $1/2 BbX^D X^d$, V_1 与 V_2 婚配, 他们的后代中男孩不患病的概率是 $(1 - 1/2 \times 1/4) \times 1/2 = 7/16$ 。

答案: (1) 常染色体隐性遗传 (2) $1/2$ (3) 显 X 染色体上 (4) $BbX^d Y$ $7/16$

单元概览

核心概念

概念 3 遗传信息控制生物性状,并代代相传

3.1 亲代传递给子代的遗传信息主要编码在 DNA 分子上

3.1.1 概述多数生物的基因是 DNA 分子的功能片段,有些病毒的基因在 RNA 分子上

3.1.2 概述 DNA 分子是由四种脱氧核苷酸构成,通常由两条碱基互补配对的反向平行长链形成双螺旋结构,碱基的排列顺序编码了遗传信息

3.1.3 概述 DNA 分子通过半保留方式进行复制

学习目标

- 1.按照时间轴梳理 DNA 是主要遗传物质、DNA 的结构与复制方式等探索历程,构建本单元的思维导图。
- 2.自主选材构建 DNA 结构模型和 DNA 复制模型,阐明 DNA 作为遗传物质所具有的特征,从分子水平解释利用 DNA 指纹技术、DNA 分子杂交技术判断人类亲缘关系所涉及的生物学原理。
- 3.从变量控制、基本步骤等方面总结实验设计思路,设计实验探究未知病毒的遗传物质,比较 PCR 技术和体内 DNA 复制的异同。

单元任务

20 世纪初,人们开始对遗传物质的化学本质展开争论,多位科学家经过复杂的探索历程,证明了 DNA 是遗传物质,后来又阐释了 DNA 双螺旋结构的分子模型及 DNA 通过复制传递遗传信息的过程。历经百年,对遗传物质的探索仍然在继续。2022 年诺贝尔奖委员会宣布将生理学或医学奖颁发给瑞典生物学家、进化遗传学家斯万特·帕博,以表彰他发现了与已灭绝古人类和人类进化相关的基因组。

思考与探究

思考 1 为什么说 DNA 是主要的遗传物质?	任务 1 遗传物质探索实验的设计思路和研究过程。
思考 2 基因和 DNA 分子间有什么关系?	任务 2 DNA 分子的结构,基因通常是具有遗传效应的 DNA 片段。
思考 3 基因是如何将遗传信息从亲代传递给子代的?	任务 3 DNA 分子的复制过程。

素养评价

核心素养	
生命观念	<ol style="list-style-type: none"> 1.探索遗传物质的化学本质,揭示 DNA 的结构和复制方式,并最终揭示基因的本质; 2.深入理解基因的本质,认识到 DNA 碱基序列的统一性和多样性,理解 DNA 中储存着丰富多样的遗传信息; 3.通过对 DNA 半保留复制方式的学习,理解 DNA 的准确复制是遗传信息稳定传递的基础,也是生命延续的基础,从而进一步理解生命的本质。
科学思维	<ol style="list-style-type: none"> 1.通过探究 DNA 的复制方式的科学史,理解假说—演绎法等科学方法; 2.运用假说—演绎法探究 DNA 的复制方式; 3.通过“制作 DNA 双螺旋结构模型”的活动,培养建构模型的科学思维。
科学探究	<ol style="list-style-type: none"> 1.通过“制作 DNA 双螺旋结构模型”的活动,提高探究能力、动手能力与合作能力等; 2.通过“证明 DNA 是遗传物质的实验”学会变量的控制方法。
社会责任	<ol style="list-style-type: none"> 1.基于科学家对基因本质的探索历程,认同人类对遗传物质的认识是不断深化、不断完善的过程,认同科学家的探索求真、交流合作等科学精神在科学研究中的重要性; 2.以 DNA 检测在严查偷猎野生动物中的应用,培养爱护野生动物的情感。

探 · 究 · 构 · 建

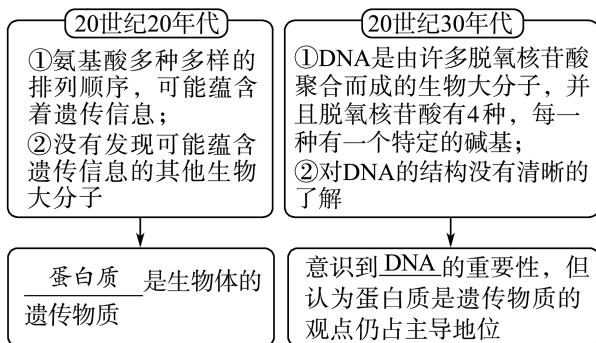
第 1 节 DNA 是主要的遗传物质

学习任务目标

1. 理解 DNA 是主要的遗传物质, 形成生命的物质观。
2. 运用归纳与概括的方法, 通过分析遗传物质探索过程的相关实验, 归纳概括出 DNA 是主要的遗传物质。
3. 认同人类对遗传物质的认识是不断深化、完善的; 认同实验技术在证明 DNA 是遗传物质方面的作用。

问题式预习

一、对遗传物质的早期推测



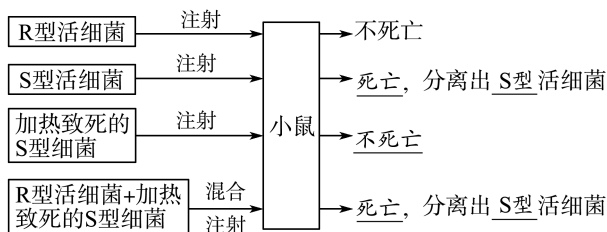
二、肺炎链球菌的转化实验

1. 两种肺炎链球菌的比较

类型	菌落	荚膜	致病性
S型	光滑	有	有
R型	粗糙	无	无

2. 格里菲思的体内转化实验

(1) 实验过程

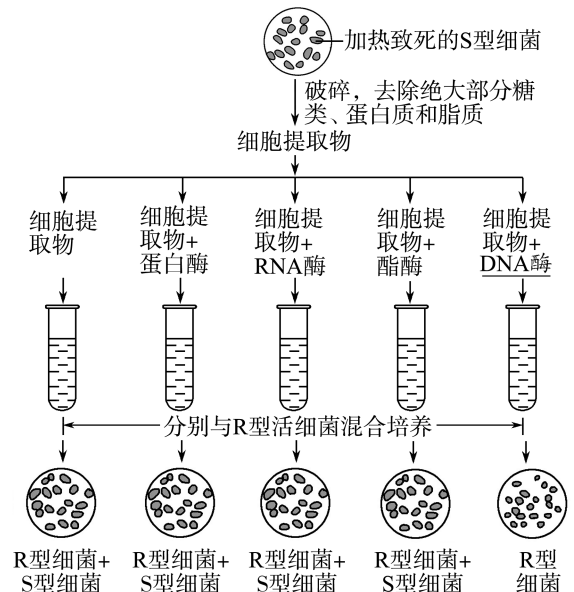


(2) 实验推论

已经加热致死的 S 型细菌, 含有某种促使 R 型活细菌转化为 S 型活细菌的活性物质——转化因子。

3. 艾弗里的体外转化实验

(1) 实验过程



(2) 实验表明, 细胞提取物中含有转化因子, 而转化因子很可能是 DNA。

(3) 实验结论: DNA 才是使 R 型细菌产生稳定遗传变化的物质。

4. 科学方法——自变量控制原理

(1) 加法原理

①方法: 与常态比较, 人为增加某种影响因素的称为“加法原理”。

②如在“比较过氧化氢在不同条件下的分解”实验中, 与对照组相比, 实验组分别做加温、滴加 FeCl₃ 溶液、滴加肝脏研磨液的处理。

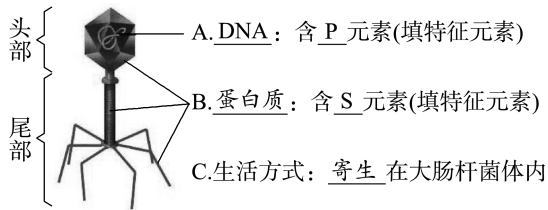
(2)减法原理

- ①方法:与常态比较,人为去除某种影响因素的称为“减法原理”。
- ②如在艾弗里的肺炎链球菌转化实验中,每个实验组特异性地去除了—种物质,从而鉴定出 DNA 是遗传物质。

三、噬菌体侵染细菌的实验

1.实验材料:T2 噬菌体和大肠杆菌。

(1)T2 噬菌体的结构及生活方式



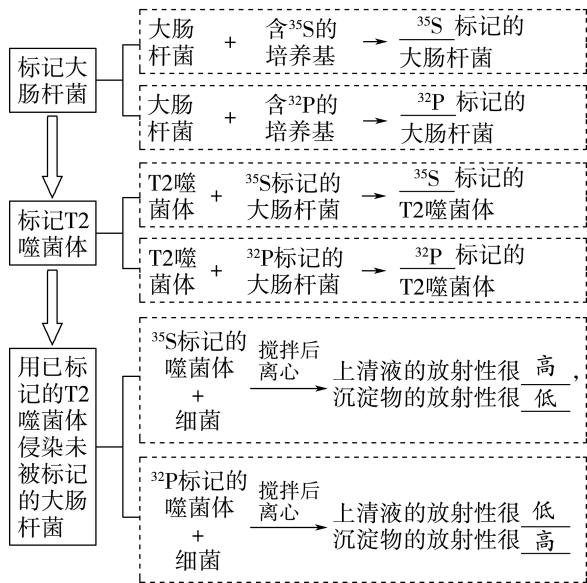
(2)T2 噬菌体的增殖

T2 噬菌体侵染大肠杆菌后,会在自身遗传物质的作用下,利用大肠杆菌体内的物质来合成自身的组成成分,进行大量增殖。

2.科学家:赫尔希和蔡斯。

3.实验方法:放射性同位素标记法。

4.实验过程



5.实验结果分析

分组	结果	结果分析
对比实验(相互对照)	含 ³⁵ S 噬菌体+细菌	宿主细胞内无 ³⁵ S, ³⁵ S 主要分布在上清液中 ³⁵ S-蛋白质外壳未进入宿主细胞,留在外面
	含 ³² P 噬菌体+细菌	上清液中几乎无 ³² P, ³² P 主要分布在宿主细胞内 ³² P-DNA 进入了宿主细胞内

6.实验结论:噬菌体的 DNA 是其亲代与子代之间联系的“桥梁”,即 DNA 是遗传物质。

◇思考

[教材 P46“思考·讨论”]艾弗里与赫尔希等人选用细菌或病毒作为实验材料,以细菌或病毒作为实验材料具有哪些优点?从控制自变量的角度,艾弗里实验的基本思路是什么?在实际操作过程中最大的困难是什么?

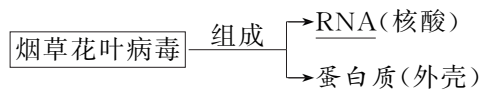
提示:以细菌和病毒作为实验材料,具有以下优点:

- (1)个体很小,结构简单,细菌是单细胞生物,病毒无细胞结构,只有核酸和蛋白质外壳,易于观察因遗传物质改变导致的结构和功能的变化;
- (2)繁殖快,细菌 20~30 min 就可繁殖一代,病毒短时间内可大量繁殖。从控制自变量的角度,艾弗里实验的基本思路是在每个实验组中特异性地去掉一种物质,然后观察在没有这种物质的情况下,实验结果会有什么变化。在实际操作过程中最大的困难是彻底去除细胞中含有的某种物质(如糖类、脂质、蛋白质等)。

四、DNA 是主要的遗传物质

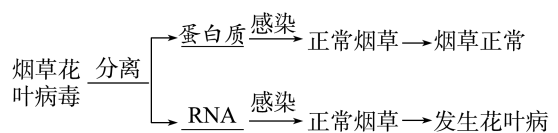
1.RNA 是遗传物质的实验证据

(1)烟草花叶病毒的组成



(2)侵染实验

①过程



②结论:在只有 RNA 而没有 DNA 的病毒中,RNA 是遗传物质。

2.DNA 是主要的遗传物质

(1)生物体内核酸种类及遗传物质

生物类型	所含核酸	遗传物质	举例	
细胞生物	真核生物	DNA 和 RNA	DNA	酵母菌、玉米、人
	原核生物	DNA 和 RNA	DNA	大肠杆菌、蓝细菌
非细胞生物	大多数病毒	仅有 DNA	DNA	T2 噬菌体
	极少数病毒	仅有 RNA	RNA	SARS 病毒、艾滋病病毒

(2)因为绝大多数生物的遗传物质是 DNA,所以 DNA 是主要的遗传物质。

○ 任务型课堂 ○

任务一 肺炎链球菌的转化实验

探究活动

在肺炎链球菌的转化实验中,格里菲思进行的是体内转化,艾弗里进行的是体外转化,二者的实验方法和结论不同。据此回答下列问题:

(1)格里菲思的肺炎链球菌体内转化实验得到了什么结论?

提示:S型细菌体内有转化因子。

(2)艾弗里的肺炎链球菌转化实验证明了什么?

提示:S型细菌的DNA是使R型细菌产生稳定遗传变化的物质。

【探究总结】

肺炎链球菌体内转化实验和体外转化实验的比较

项目	体内转化实验	体外转化实验
培养细菌场所	小鼠体内	体外培养基
实验对照	R型细菌与S型细菌的致病性对照	S型细菌各组成成分的作用进行对照
巧妙构思	用加热致死的S型细菌注射到小鼠体内作为对照实验来说明确实发生了转化	将某种物质用酶解法去除,直接地、单独地观察该物质在实验中所起的作用
实验结论	S型细菌体内有转化因子	DNA是使R型细菌产生稳定遗传变化的物质
联系	①所用材料相同; ②体内转化实验是体外转化实验的基础,体外转化实验是体内转化实验的延伸; ③两实验都遵循对照原则、单一变量原则	

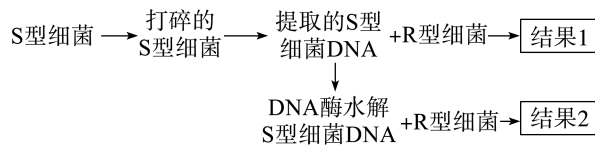
提醒:(1)在体内转化实验中,使小鼠死亡的是S型细菌,而不是S型细菌的DNA。

(2)在两个转化实验中,只有少数的R型细菌转化为S型细菌,并非全部的R型细菌都发生转化。

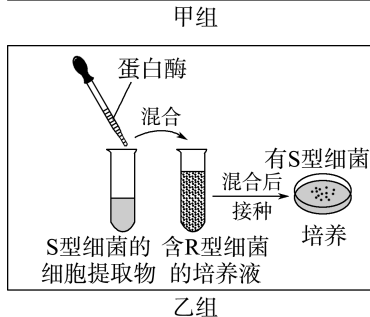
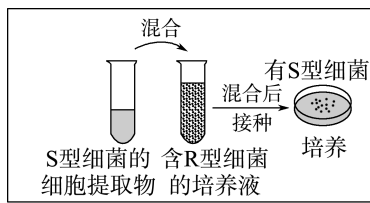
(3)艾弗里的实验证明了DNA是遗传物质,格里菲思的实验没有证明DNA是遗传物质。

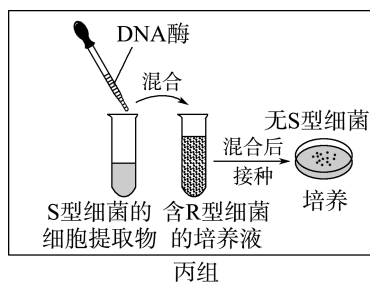
评价活动

1.下图表示某生物兴趣小组做的肺炎链球菌的转化实验,下列相关叙述错误的是 ()



- A. DNA酶的作用是水解S型细菌的DNA
 - B. 结果1中S型肺炎链球菌占绝大多数
 - C. 该实验证明DNA是遗传物质
 - D. 结果2中全部为R型肺炎链球菌
- B 解析: DNA酶的作用是水解S型细菌中的DNA,使其失去转化活性,A正确;结果1中只有少数R型细菌转化为S型细菌,S型肺炎链球菌占少数,B错误;该实验证明DNA是遗传物质,C正确;S型细菌DNA被水解而失去作用,导致S型细菌无法转化为R型细菌,因此结果2中全部为R型肺炎链球菌,D正确。
2. 在肺炎链球菌感染小鼠的实验中,下列有关实验结果的叙述,错误的是 ()
- A. 注射R型细菌后,小鼠不死亡
 - B. 注射S型细菌后,小鼠死亡,从小鼠体内能分离出活的S型细菌
 - C. 注射R型细菌及热处理的S型细菌后,小鼠死亡,从小鼠体内只能分离出活的S型细菌
 - D. 注射S型细菌及热处理的R型细菌后,小鼠死亡,从小鼠体内能分离出活的S型细菌
- C 解析: 注射R型细菌及热处理的S型细菌,S型细菌的DNA使一部分无毒的R型细菌转化为有毒的S型细菌,使小鼠死亡,从小鼠体内既能分离出S型细菌又能分离出R型细菌,C错误。
3. 为研究使R型肺炎链球菌转化为S型的转化因子是DNA还是蛋白质,研究小组进行了下图所示的转化实验。下列有关该实验的叙述,正确的是 ()





丙组

- A. 该实验对自变量的控制采用了“加法原理”
 B. 甲、乙两组培养基中均只有 S 型菌落出现
 C. DNA 酶处理结果显示提取物仍有转化活性
 D. 该实验结果表明 DNA 很可能是转化因子

D 解析: 本实验通过加蛋白酶和 DNA 酶除去相应的物质,排除 DNA、蛋白质的作用,对自变量的控制采用了“减法原理”,A 错误;甲组是将 S 型细菌的细胞提取物与 R 型细菌混合,乙组是将 S 型细菌的细胞提取物去除蛋白质后再与 R 型细菌混合,两组均含有 S 型细菌的 DNA 和活的 R 型细菌,均能发生转化,但转化率低,故甲、乙组培养基中都既有 S 型细菌菌落,又有未转化的 R 型细菌菌落,B 错误;丙组实验中加入 DNA 酶后,培养基中没有 S 型细菌菌落,说明 DNA 的结构被破坏了,提取物没有了转化活性,C 错误;若是 DNA 结构完整,则会出现 S 型细菌菌落,进一步对照说明 S 型细菌的 DNA 使 R 型细菌发生了转化,即 DNA 很可能是转化因子,D 正确。

任务二 > 噬菌体侵染细菌的实验

探究活动

艾弗里的肺炎链球菌转化实验,由于提取物的成分复杂,实验结论存疑,噬菌体侵染细菌实验有力地证明了 DNA 是遗传物质。据此回答下列问题:

(1) 噬菌体侵染细菌实验用了什么实验技术?

提示: 放射性同位素标记技术。

(2) 为什么用 ^{35}S 标记 T2 噬菌体的蛋白质外壳,用 ^{32}P 标记 T2 噬菌体的 DNA? 若换用 ^{14}C 、 ^3H 、 ^{18}O 、 ^{15}N 做标记,能达到实验目的吗?

提示: T2 噬菌体仅蛋白质分子中含有 S,而 P 几乎都存在于 DNA 分子中。C、H、O、N 是 DNA 和蛋白质共有的元素,用 ^{14}C 、 ^3H 、 ^{18}O 、 ^{15}N 做标记无法实现分别观察 DNA 与蛋白质作用的目的。

(3) 怎样使噬菌体具有相应的放射性?

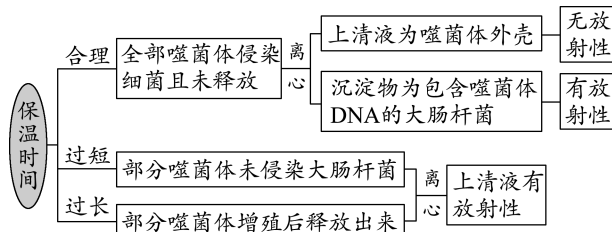
提示: 噬菌体不能用培养基直接培养,因为病毒只有寄生在活细胞中才能进行生命活动,故应先培养

细菌,使细菌具有相应的放射性元素后,再用细菌培养噬菌体。

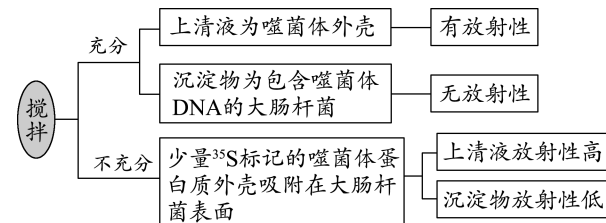
【探究总结】

1. 噬菌体侵染细菌实验的误差分析

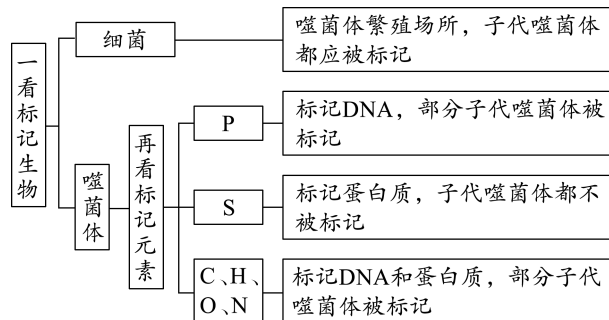
(1) 保温时间对 ^{32}P 标记的噬菌体侵染大肠杆菌实验结果的影响



(2) 搅拌对 ^{35}S 标记的噬菌体侵染大肠杆菌实验结果的影响



2. “二看法”判断子代噬菌体的标记情况



88 评价活动

1. 某团队从下表①~④实验组中选择两组,模拟 T2 噬菌体侵染大肠杆菌实验,验证 DNA 是遗传物质。结果显示:第一组实验检测到放射性物质主要分布在沉淀物中,第二组实验检测到放射性物质主要分布在上清液中。该团队选择的第一、第二组实验分别是 ()

实验组	材料及标记	
	T2 噬菌体	大肠杆菌
①	未标记	^{15}N 标记
②	^{32}P 标记	^{35}S 标记
③	^3H 标记	未标记
④	^{35}S 标记	未标记

- A. ①和④ B. ②和③ C. ②和④ D. ④和③

C 解析: T2 噬菌体侵染大肠杆菌时仅将 DNA 注入大肠杆菌,蛋白质外壳仍留在细胞外,离心后,蛋白质外壳在上清液中,沉淀物为含有 T2 噬菌体 DNA 的大肠杆菌,所以,题表中②组的放射性物质主要分布在沉淀物中、③组的上清液和沉淀物中均有放射性物质、④组的放射性物质主要分布在上清液中;¹⁵N 为稳定同位素,①组中检测不到放射性。故第一、二组实验分别是②和④,C 正确。

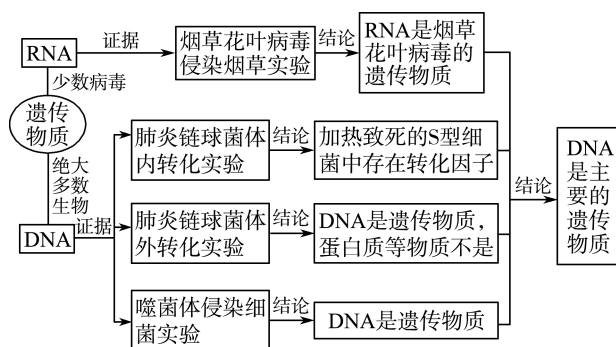
2. 某实验小组做了模拟 T2 噬菌体侵染细菌的实验(不同元素释放的放射性强度无法区分)。下列说法中正确的是 ()

- 被³⁵S标记的噬菌体
- 大肠杆菌 → 含³²P的培养基 → 含³²P的大肠杆菌 → 保温、搅拌、离心 → 检测上清液和沉淀物的放射性
- 部分子代噬菌体的蛋白质外壳和核酸可能都有放射性
 - 该实验保温时间过短对上清液放射性强度的大小几乎无影响
 - 搅拌不充分或保温时间过长都会导致上清液的放射性强度增大
 - 该实验可以证明噬菌体侵染细菌时蛋白质外壳未进入细胞

B 解析: ³⁵S 标记的噬菌体的蛋白质外壳不进入大肠杆菌,子代噬菌体以大肠杆菌中的 ³²P 标记的脱氧核苷酸为原料合成有放射性的 DNA,以大肠杆

菌中的无标记的氨基酸为原料合成无放射性的蛋白质,因此子代噬菌体的核酸有放射性,蛋白质外壳没有放射性,A 错误。正常情况下,上清液放射性强度来自 ³⁵S 标记的噬菌体的蛋白质外壳,若保温时间过短,未侵染大肠杆菌的噬菌体会进入上清液,几乎不会影响上清液放射性强度,B 正确。搅拌不充分,³⁵S 标记的噬菌体的蛋白质外壳吸附在大肠杆菌上,会导致上清液的放射性强度减小,保温时间过长,大肠杆菌裂解后释放出 ³²P 标记的子代噬菌体,会导致上清液的放射性强度增大,C 错误。该实验同时用了放射性同位素 ³²P 和 ³⁵S 做标记,设计思路错误,由于不同元素释放的放射性强度无法区分,不能判断子代噬菌体的放射性标记是否是 ³⁵S,因此不能证明蛋白质外壳未进入大肠杆菌,D 错误。

提质归纳



课后素养评价 (九)

DNA是主要的遗传物质

建议用时: 40分钟

A组 学习·理解

知识点 1 肺炎链球菌转化实验

1. 艾弗里的肺炎链球菌转化实验不能证实的是 ()

- DNA 是遗传物质
- 蛋白质不是遗传物质
- 荚膜多糖不是遗传物质
- 染色体是遗传物质的主要载体

D 解析: 艾弗里将加热致死的 S 型菌破碎后,去除大部分糖类、蛋白质和脂质,制成细胞提取物与 R 型菌混合,结果出现 S 型细菌。分别用蛋白酶、RNA 酶或酯酶处理后,细胞仍具有转化活性,用 DNA 酶处理后,细胞失去转化活性,从而证明

DNA 是遗传物质,蛋白质和荚膜多糖不是遗传物质,A、B、C 不符合题意;肺炎链球菌为原核生物,不具有染色体,D 符合题意。

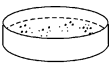
2. 下列关于肺炎链球菌体外转化实验的叙述中,错误的是 ()

- 该实验中没有用到同位素标记技术
- R 型细菌转化为 S 型细菌后,其性状是可以遗传的
- S 型细菌的 DNA 使部分 R 型细菌转化为 S 型细菌
- 该实验的思路是将 DNA 和蛋白质分开,单独观察 DNA 的作用


D 解析: 肺炎链球菌体外转化实验的设计思路是

将某种物质用酶解法去除,直接地、单独地观察该物质的作用,D错误。

- 3.艾弗里等人为了弄清转化因子的本质,进行了一系列的实验,下图是他们所做的一组实验,则三个实验的培养皿中只存在一种菌落的为 ()

实验一 R型细菌 + 加热致死的S型细菌的DNA + RNA酶 → 

实验二 R型细菌 + 加热致死的S型细菌的DNA + DNA酶 → 

实验三 R型细菌 + 加热致死的S型细菌的DNA + 蛋白酶 → 

- A.实验一
B.实验二
C.实验三
D.实验一和实验三

B 解析:实验二中加入的DNA酶能分解S型细菌的DNA,R型细菌不能被转化,所以培养皿中只有R型细菌一种菌落;而实验一和实验三中均可产生R型细菌和S型细菌两种菌落。故B正确。

知识点2 噬菌体侵染细菌实验

- 4.噬菌体在增殖过程中利用的原料是 ()

- A.噬菌体的核苷酸和氨基酸
B.噬菌体的核苷酸和细菌的氨基酸
C.噬菌体的氨基酸和细菌的核苷酸
D.细菌的核苷酸和氨基酸

D 解析:噬菌体侵染细菌时,噬菌体DNA进入细菌的细胞中,在噬菌体自身DNA的指导下,利用细菌细胞中的物质来合成自身的组成成分。所以,噬菌体在增殖过程中利用的原料是细菌的核苷酸和氨基酸,A、B、C均错误,D正确。

- 5.在证明DNA是遗传物质的过程中,T2噬菌体侵染大肠杆菌的实验发挥了重要作用。下列与该噬菌体相关的叙述,正确的是 ()

- A.T2噬菌体也可以在肺炎链球菌中复制和增殖
B.T2噬菌体病毒颗粒内可以合成蛋白质
C.培养基中的 ^{32}P 经宿主摄取后可出现在T2噬菌体的核酸中
D.人体免疫缺陷病毒(HIV)与T2噬菌体的核酸类型相同

C 解析:T2噬菌体只能侵染大肠杆菌,不能侵染

肺炎链球菌,A错误;病毒没有细胞结构,不能独立生活,T2噬菌体病毒颗粒内不可以合成蛋白质,B错误;T2噬菌体侵染大肠杆菌时,其DNA进入大肠杆菌细胞内,以大肠杆菌的脱氧核苷酸为原料,合成子代噬菌体的DNA,而核苷酸中含有P,则培养基中的 ^{32}P 经宿主摄取后可出现在T2噬菌体的核酸中,C正确;人体免疫缺陷病毒(HIV)为RNA病毒,T2噬菌体为DNA病毒,二者所含核酸类型不同,D错误。

知识点3 核酸是遗传物质

- 6.下列有关遗传物质的叙述中,正确的是 ()

- A.DNA是所有生物的遗传物质
B.酵母菌的遗传物质主要是DNA
C.艾滋病病毒的遗传物质是DNA或RNA
D.绝大多数生物的遗传物质是DNA

D 解析:绝大多数生物的遗传物质是DNA,少部分病毒的遗传物质是RNA,A错误,D正确;一种生物体内的核酸可能有两种,但遗传物质只有一种,B、C错误。

B组 应用·实践

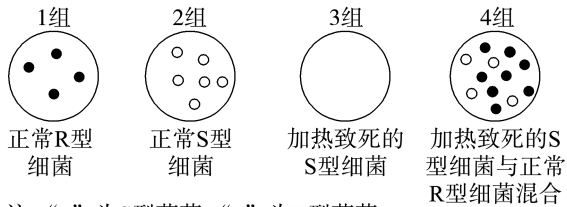
- 7.科研人员用不含同位素标记的T2噬菌体侵染含 ^{32}P 标记的大肠杆菌,保温一段时间后经搅拌、离心得到了上清液和沉淀物。下列叙述正确的是 ()

- A.子代T2噬菌体大都含有 ^{32}P 标记
B.搅拌的目的是使噬菌体的蛋白质与DNA分离
C.若离心前保温时间过长,则导致上清液中放射性升高
D.T2噬菌体侵染大肠杆菌后,细菌细胞内核苷酸种类数增加

C 解析:噬菌体侵染细菌后合成子代噬菌体的原料来自细菌,因此用不含同位素标记的T2噬菌体侵染含 ^{32}P 标记的大肠杆菌,通过DNA复制可获得被 ^{32}P 标记的T2噬菌体,子代T2噬菌体全部含有 ^{32}P 标记,A错误;搅拌的目的是使吸附在细菌上的噬菌体与细菌分离,B错误;如果离心前保温时间过长,细菌裂解,子代噬菌体(带有放射性)释放,离心后分布在上清液中,会使上清液中放射性升高,C正确;T2噬菌体侵染大肠杆菌后,会利用细菌细胞内的核苷酸以及氨基酸为原料进行复制与

合成,形成子代病毒,但不会使细菌细胞内核苷酸种类数增加,侵染前后都是8种核苷酸(4种核糖核苷酸和4种脱氧核苷酸),D错误。

8.下图表示科研工作者所做的肺炎链球菌转化实验的步骤,下列叙述正确的是 ()



注:“○”为S型菌落,“●”为R型菌落。

- A.该实验证明起转化作用的物质是 DNA
- B.1、2、3组为该实验的对照组
- C.第4组中加热致死的S型细菌转化成了R型细菌
- D.该实验证明灭活的S型细菌可以复活

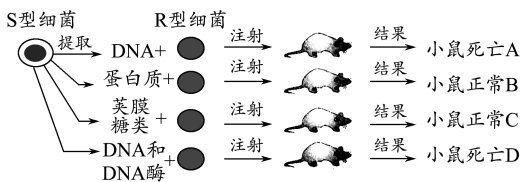
B 解析:加热致死的S型细菌的各种成分都存在,故不能确定是哪种成分或结构使R型细菌发生转化,A错误;由题图分析可知,该实验中4组为实验组,1、2、3组为对照组,B正确;加热致死的S型细菌能将R型细菌转化为S型细菌,C错误;比较3、4两组,可看出S型细菌并非复活,而是S型细菌中存在某种转化因子,能将R型细菌转化为S型细菌,D错误。

9.请根据下面的材料回答问题:

材料一:噬菌体侵染细菌的实验中,用同位素³¹P、³²P和³²S、³⁵S分别做如下标记:

标记物	噬菌体	大肠杆菌
脱氧核苷酸	³² P	³¹ P
氨基酸	³² S	³⁵ S

材料二:



- (1)写出用³²P标记噬菌体的大致操作过程:
① _____ ;
② _____ 。
- (2)若将材料一中的噬菌体和大肠杆菌分别换成烟

草花叶病毒和烟草的叶细胞,则能说明 _____。

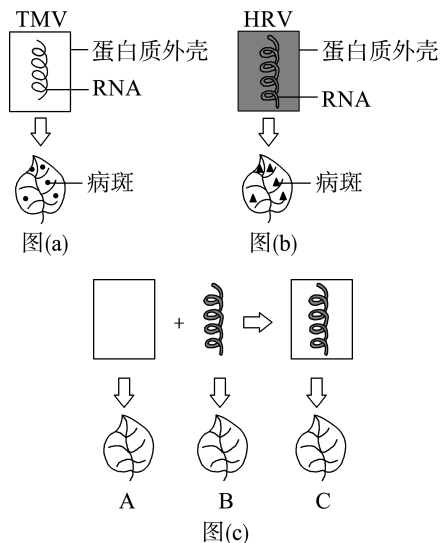
(3)分析材料二,A~D的结果中,哪项不正确? _____。请说明理由: _____

(4)材料一、材料二共同说明的问题是 _____。

解析:(1)因为噬菌体是病毒,必须寄生在活细胞中,不能独立培养,所以先用含放射性³²P的培养液培养细菌,再用细菌培养噬菌体。(2)烟草花叶病毒的核酸是RNA,它可以侵染烟草的叶细胞,说明RNA是烟草花叶病毒的遗传物质。(3)因为DNA酶能够分解DNA分子,S型细菌的其他成分不能使R型细菌转化成S型细菌,所以小鼠D不会死亡。(4)材料一、材料二共同说明DNA是遗传物质。

答案:(1)①在含有放射性³²P的培养液中培养大肠杆菌 ②再用上述大肠杆菌培养噬菌体 (2)RNA是烟草花叶病毒的遗传物质 (3)D S型细菌的DNA分子被DNA酶分解,R型细菌不会被转化成S型细菌,小鼠不会死亡 (4)DNA是遗传物质

10.烟草花叶病毒(TMV)和车前草病毒(HRV)都是以RNA为遗传物质的病毒,由于所含RNA不同,因而侵染后导致的植物症状不同(如下图所示)。



将病毒的RNA和蛋白质分离,使其单独感染植物;或使不同病毒的RNA与蛋白质之间重新组合形成“杂种”病毒,然后使其感染植物。回答下列问题:

(1)图(a)、图(b)表现症状不同,其根本原因是_____。

(2)在图(c)中画出叶片 A、叶片 B、叶片 C 表现出的感染症状。

(3)从以上感染实验可知,起感染作用的是_____。

(4)画出叶片 C 中繁殖产生的子代病毒的图示。

(5)以上实验证明_____。

(6)该实验的设计思路是_____。

答案:(1)TMV 和 HRV 具有不同的 RNA

(2)如下图所示



(3)病毒的 RNA (4)如下图所示



(5)TMV 和 HRV 的遗传物质是 RNA

(6)将病毒的 RNA 与蛋白质分离,单独研究其遗传功能

第2节 DNA 的结构

学习任务目标

- 1.搜集 DNA 结构模型构建过程的资料并进行交流和讨论,运用结构与功能观,理解 DNA 的结构与其蕴藏遗传信息的功能是相适应的。
- 2.通过构建模型,理解 DNA 的化学组成、平面结构以及立体结构。
- 3.通过制作 DNA 双螺旋结构模型,体会模型构建在科学研究中的应用。

问题式预习

一、DNA 双螺旋结构模型的构建

1.构建者

美国生物学家沃森和英国物理学家克里克。

2.构建过程

DNA 的结构单位: 4种脱氧核苷酸, 威尔金斯和富兰克林分别含有 A、T、C、G 4种碱基 提供的DNA衍射图谱

沃森和克里克推算出DNA分子呈螺旋结构

双螺旋
三螺旋 } 尝试建立模型

失败

查哥夫提出DNA分子中 A=T, C=G
重新建构模型: 脱氧核糖—磷酸骨架在外, 碱基在内, 且让A与 T 配对, G与 C 配对

形成DNA双螺旋结构模型

3.模型的特点及意义

(1)特点

A—T 碱基对与 G—C 碱基对具有相同的形状和直径,这样组成的 DNA 分子具有恒定的直径。

(2)意义

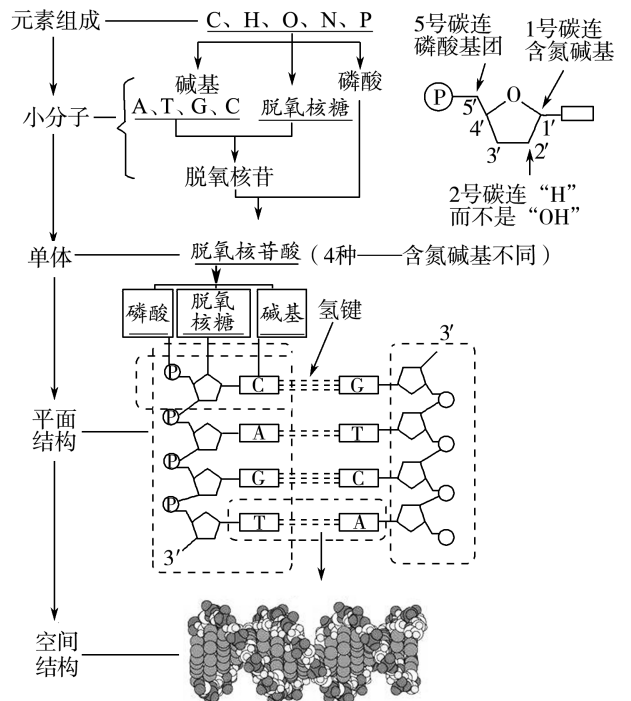
①能解释 A、T、G、C 的数量关系。

②能解释 DNA 的复制。

③模型与 X 射线衍射照片完全相符。

二、DNA 的结构

1.结构图示



2. 图示解读

整体结构	由两条链按 <u>反向平行</u> 方式盘旋成双螺旋结构
结构特点	外侧 由脱氧核糖和磷酸交替连接构成基本骨架
	内侧 碱基之间通过氢键连接;遵循 <u>碱基互补配对</u> 原则,即 T(胸腺嘧啶)一定与 A(腺嘌呤)配对, C(胞嘧啶)一定与 G(鸟嘌呤)配对

◇思考

[教材 P50 正文]DNA 中的脱氧核糖和磷酸交替连接,排列在外侧,构成基本骨架。请回答下列问题:

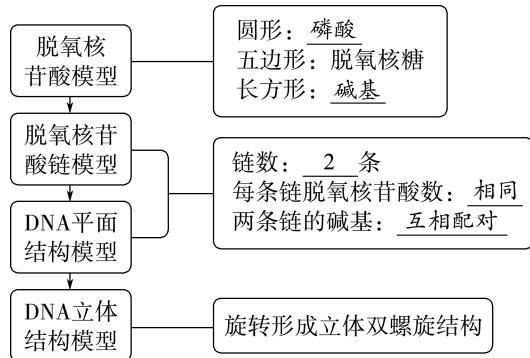
(1)DNA 是否都是由两条链构成的? 举例说明。

提示:不是。举例说明:大部分 DNA 以双螺旋结构存在,但一经加热或碱处理就会变为单链状态。在某些种类的 DNA 病毒中存在单链环状或单链线状的 DNA,如猪圆环病毒、犬细小病毒等。

(2)RNA 的基本骨架、细胞膜的基本支架、细胞骨架分别是什么?

提示:RNA 的基本骨架是由核糖和磷酸交替连接构成的核糖核苷酸链;细胞膜的基本支架是磷脂双分子层;细胞骨架是由蛋白质纤维组成的网架结构。

三、制作 DNA 双螺旋结构模型



◇思考

[教材 P51“探究·实践”]DNA 只含有 4 种脱氧核苷酸,它为什么能够储存足够量的遗传信息? DNA 是如何维系它的遗传稳定性的?

提示:DNA 虽然只含有 4 种脱氧核苷酸,但是碱基的排列顺序却是千变万化的,使 DNA 储存了大量的遗传信息。DNA 的遗传稳定性一是靠 DNA 碱基对之间的氢键维系两条链的偶联;二是在 DNA 双螺旋结构中,由于碱基对平面之间相互靠近,形成了方向与碱基对平面垂直的相互作用力。

○ 任务型课堂 ○

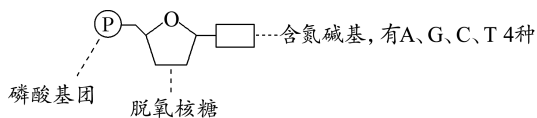
任务一 DNA 的双螺旋结构

探究活动

1953 年沃森和克里克提出 DNA 双螺旋结构模型,标志着生物学进入分子水平的研究。

(1)写出 DNA 的化学元素组成、基本单位的结构和种类。

提示:DNA 的基本组成元素是 C、H、O、N、P。DNA 的基本单位是脱氧核苷酸,每一分子脱氧核苷酸由一分子磷酸、一分子含氮碱基和一分子脱氧核糖构成(如下图所示)。由于碱基的不同,脱氧核苷酸有 4 种,即腺嘌呤脱氧核苷酸、鸟嘌呤脱氧核苷酸、胞嘧啶脱氧核苷酸和胸腺嘧啶脱氧核苷酸。



(2)模型中 A—T 与 G—C 碱基对具有相同的形状和直径,这样组成的 DNA 具有什么样的特点?

提示:具有结构稳定的特点。

(3)两条长度相同的双链 DNA,其结构上的差异体现在哪里?

提示:主要体现在双链内侧碱基对的排列顺序中。

【探究总结】

1. DNA 结构的三个关系

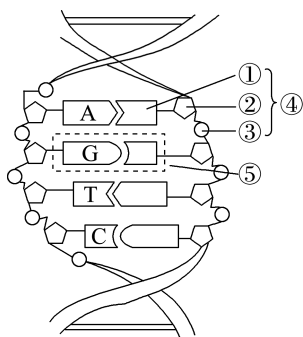
- 数量关系**
 - DNA 的 1 条单链具有 2 个末端,一端有一个游离的磷酸基团,称作 5' 端;另一端有一个羟基(-OH),称作 3' 端
 - A—T 碱基对之间有 2 个氢键, G—C 碱基对之间有 3 个氢键
 - 脱氧核糖数=磷酸数=含氮碱基数
- 位置关系**
 - 单链中相邻碱基通过脱氧核糖—磷酸—脱氧核糖连接
 - 互补链中配对碱基通过氢键相连
- 化学键**
 - 氢键: 连接互补链中配对的碱基
 - 磷酸二酯键: 连接单链中相邻两个脱氧核苷酸的脱氧核糖和磷酸

2. “三看法”判断 DNA 分子结构的正误

- 一看** 链外侧成键位置是否正确,正确的成键位置为一分子脱氧核糖 5 号碳原子上的磷酸基团与相邻脱氧核糖的 3 号碳原子之间
- 二看** 两条链是否反向平行
- 三看** 链内侧碱基配对是否遵循碱基互补配对原则,即有无“同配”“错配”现象

评价活动

1. 下图表示 DNA 分子结构的一部分片段,下列叙述正确的是 ()



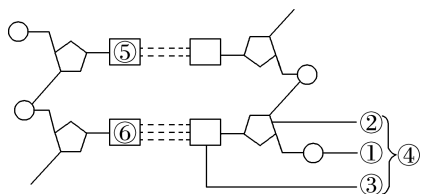
- A. DNA 分子中⑤的含量越低, DNA 分子越稳定
 B. 正常情况下, 该 DNA 分子中的嘌呤数与嘧啶数相等

C. ①处为 T, ④为胸腺嘧啶核糖核苷酸

D. DNA 中②和③交替连接决定了 DNA 的特异性

解析: A 与 T 之间有 2 个氢键, C 与 G 之间有 3 个氢键, 因此 DNA 分子中⑤的含量越高, DNA 分子越稳定, A 错误; 正常情况下, 该 DNA 分子中的嘌呤与嘧啶通过氢键互补配对, 所以数目相等, B 正确; 根据碱基互补配对原则, ①处为 T, ④为胸腺嘧啶脱氧核苷酸, C 错误; DNA 分子的特异性主要由碱基对的排列顺序决定, D 错误。

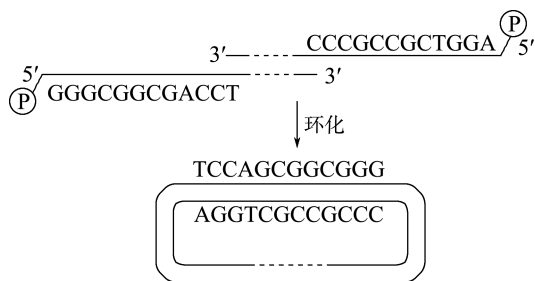
2. 下图为含有四种碱基的 DNA 分子结构示意图, 关于该图的叙述正确的是 ()



- A. ③有可能是碱基 A
 B. ②和③相间排列, 构成 DNA 分子的基本骨架
 C. ①②③中特有的元素分别是 P、C 和 N
 D. 与⑤有关的碱基对一定是 A—T

解析: 该 DNA 分子含有四种碱基, 且 A 与 T 之间形成两个氢键, G 与 C 之间形成三个氢键, 因此与⑤有关的碱基对一定是 A—T, 与③有关的碱基对一定是 G—C, 但无法确定③⑤具体是哪一种碱基, A 错误, D 正确。DNA 分子的基本骨架是由磷酸和脱氧核糖交替连接构成的, 应为题图中的①②, B 错误。①中特有的元素是 P, ③中特有的元素是 N, 而 C 并不是②所特有的, ③中也含有 C, C 错误。

3. λ 噬菌体的线性双链 DNA 两端各有一段单链序列。这种噬菌体在侵染大肠杆菌后其 DNA 会自连环化(如图), 该线性 DNA 分子两端能够相连的主要原因是 ()



- A. 单链序列脱氧核苷酸数量相等
 B. 分子骨架同为脱氧核糖与磷酸
 C. 单链序列的碱基能够互补配对
 D. 自连环化后两条单链方向相同

解析: 单链序列脱氧核苷酸数量相等、分子骨架同为脱氧核糖与磷酸交替连接, 不能决定该线性 DNA 分子两端能够相连, A、B 错误; 由题图可知, 单链序列的碱基能够互补配对, 决定该线性 DNA 分子两端能够相连, C 正确; DNA 的两条链是反向的, 因此自连环化后两条单链方向相反, D 错误。

任务二 DNA 中碱基的计算

探究活动

双链 DNA 分子中的碱基遵循碱基互补配对原则, 据此可进行碱基数目和比例计算。

(1) 在一个双链 DNA 分子中, 脱氧核糖、磷酸和含氮碱基的数量比例关系如何?

提示: 脱氧核糖 : 磷酸 : 含氮碱基 = 1 : 1 : 1。

(2) 已知 A—T 之间有 2 个氢键, G—C 之间有 3 个氢键, 请问具有什么特点的 DNA 相对更加稳定?

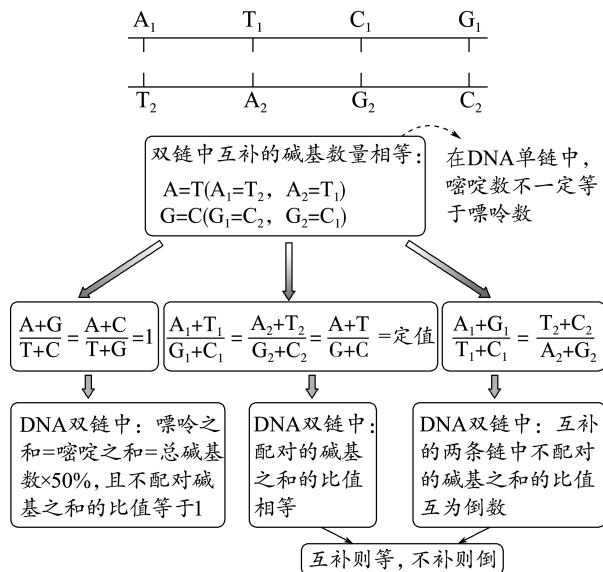
提示: G—C 碱基对越多, DNA 越稳定。

(3) 在整个双链 DNA 中, 嘌呤总数是否等于嘧啶总数? 在 DNA 的一条单链中呢?

提示: 在整个双链 DNA 中, 嘌呤总数等于嘧啶总数, 因为 A=T, G=C, 所以 A+G=T+C。但是在 DNA 的一条单链中, 上述关系一般不成立。

【探究总结】

DNA 分子中碱基数量的计算规律



(1)若已知 $A_1/\text{单链} = b\%$, 因为双链碱基数是单链的 2 倍, 所以 $A_1/\text{双链} = (b/2)\%$, 即 DNA 单链中某一碱基所占比例是其在双链中所占比例的 2 倍。

(2)若已知 $A/\text{双链} = c\%$, $A_1/\text{单链}$ 的比例无法确定, 但可求出 $A_1/\text{单链}$ 的最大值为 $2c\%$, 最小值为 0 (当一条单链中有 A, 另一条单链中无 A 时, 可取最值)。

88 评价活动

1. 某双链 DNA 分子中共有含氮碱基 700 对, 其中一条单链上 $(A+T) : (C+G) = 2/5$, 该 DNA 分子中胞嘧啶脱氧核苷酸的数目是 ()

- A. 500 个 B. 200 个
C. 300 个 D. 400 个

A 解析: DNA 分子的一条单链中 $(A+T)$ 与 $(G+C)$ 的比值等于其互补链和整个 DNA 分子中该种比例的比值。某双链 DNA 分子一条单链上 $(A+T)/(C+G) = 2/5$, 则该双链 DNA 分子中的该比值也为 $2/5$, 因此胞嘧啶脱氧核苷酸占 $5/(2+5) \div 2 = 5/14$, 该 DNA 分子中胞嘧啶脱氧核苷酸的数目为 $1400 \times 5/14 = 500$ 个。

2. 某双链 (α 链和 β 链) DNA 分子中鸟嘌呤与胞嘧啶的数量之和占全部碱基总数的 56%, α 链中腺嘌呤占 28%。下列关于该 DNA 分子的叙述, 错误的是 ()

- A. β 链中腺嘌呤与胸腺嘧啶的数量之和占该链碱基总数的 44%
B. α 链中 $(G+C)/(A+T) = 11/14$, β 链中 $(G+C)/(A+T) = 14/11$
C. α 链中胸腺嘧啶所占的比例是 16%, 占双链 DNA 分子的 8%
D. $(A+T)/(G+C)$ 的比值可体现不同生物 DNA 分子的特异性

B 解析: DNA 分子中鸟嘌呤与胞嘧啶的数量之和占全部碱基总数的 56%, 则腺嘌呤与胸腺嘧啶的数量之和占全部碱基总数的 44%, 互补碱基之和在单双链中比值相等, 因此 β 链中腺嘌呤与胸腺嘧啶的数量之和也占该链碱基总数的 44%, A 正确; 根据碱基互补配对原则, α 链中的 G 与 β 链中的 C 配

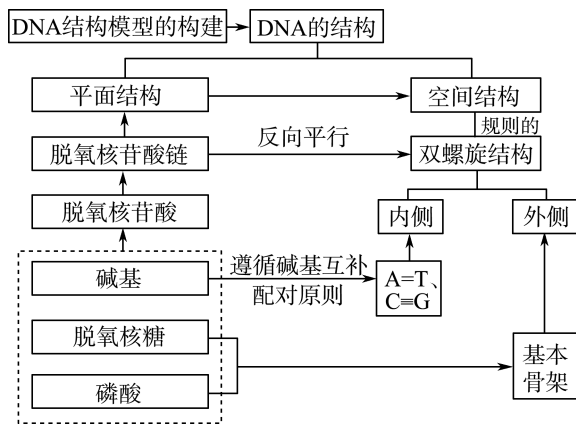
对, α 链中的 C 与 β 链中的 G 配对, 同理 A 与 T 也是一样, 因此若 α 链中 $(G+C)/(A+T) = 11/14$, 则 β 链中 $(G+C)/(A+T) = 11/14$, B 错误; α 链中胸腺嘧啶所占的比例是 $1 - 56\% - 28\% = 16\%$, 则占双链中的比例是 $16\% \div 2 = 8\%$, C 正确; 不同生物的 DNA 分子中互补配对的碱基之和的比值不同, 即 $(A+T)/(C+G)$ 的值不同, 体现了不同生物 DNA 分子的特异性, D 正确。

3. 某双链 DNA 分子含有 400 个碱基, 其中一条链上 $A : T : G : C = 1 : 2 : 3 : 4$ 。下列表述正确的是 ()

- A. 该 DNA 分子的另一条链上 $A : T : G : C = 1 : 2 : 3 : 4$
B. 该 DNA 分子共有腺嘌呤 60 个
C. 该 DNA 分子共有鸟嘌呤 160 个
D. 其中一条链中 $(A+T)/(G+C) = 3/7$, 另一条链中 $(A+T)/(G+C) = 7/3$

B 解析: 根据碱基互补配对原则, 该 DNA 分子另一条链上 $A : T : G : C = 2 : 1 : 4 : 3$, A 错误; $A+T$ 占该链碱基总数的比例为 30%, $G+C$ 占 70%, 即 DNA 分子中 $A+T$ 占 30%, $G+C$ 占 70%, 共有 $A=T=400 \times (30\% \div 2) = 60$ 个, $G=C=400 \times (70\% \div 2) = 140$ 个, B 正确, C 错误; 该 DNA 分子一条链中 $(A+T)/(G+C) = 3/7$, 则另一条链中 $(A+T)/(G+C) = 3/7$, D 错误。

89 提质归纳



课后素养评价(十)

DNA的结构

建议用时: 40分钟

A组 学习·理解

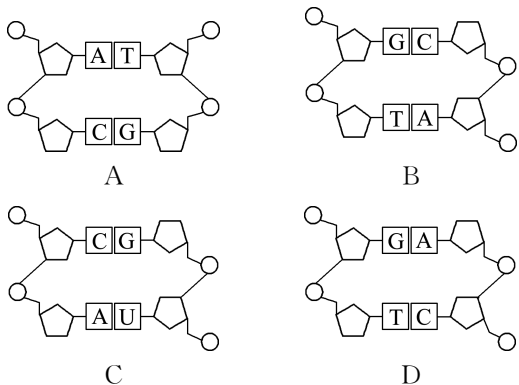
知识点1 DNA的结构及特点

1.20世纪90年代,科学家发现DNA也有酶催化活性,他们根据共有序列设计并合成了由47个核苷酸组成的单链DNA-E47,它可以催化两个DNA片段之间的连接。下列有关叙述正确的是 ()

- A.在DNA-E47中,嘌呤碱基数一定等于嘧啶碱基数
 B.在DNA-E47中,碱基数=脱氧核苷酸数=脱氧核糖数
 C.DNA-E47相邻的碱基由核糖—磷酸—核糖连接
 D.在DNA-E47中,每个脱氧核糖上均连有一个磷酸和一个含氮碱基

B 解析:单链DNA中嘌呤碱基数不一定等于嘧啶碱基数,A错误;在DNA-E47中,碱基数=脱氧核苷酸数=脱氧核糖数,B正确;DNA-E47相邻的碱基由脱氧核糖—磷酸—脱氧核糖连接,C错误;DNA-E47为单链结构,除3'端的脱氧核糖仅连有一个磷酸和一个含氮碱基外,每个脱氧核糖上均连有两个磷酸和一个含氮碱基,D错误。

2.下面是4位同学拼制的DNA分子部分平面结构模型,正确的是 ()



B 解析:A项图中两条链没有反向平行,错误;B项DNA分子的外侧是磷酸和脱氧核糖交替连接构成DNA分子的基本骨架,碱基A、T配对,C、G配对,正确;DNA中没有碱基U,C项图中A、U配对,错误;D项图中碱基不配对,应该碱基A、T配对,C、G配对,一个脱氧核苷酸中磷酸基团应与脱氧核糖的5'C连接,错误。

知识点2 DNA结构的相关计算

3.DNA分子的一条单链中 $(A+G)/(T+C)=0.4$,则整个DNA分子中该比值为 ()

A.0.4 B.2.5 C.1 D.0.6

C 解析:因为整个DNA分子中双链上的碱基遵循碱基互补配对原则,即 $A=T$ 、 $G=C$,所以整个DNA分子中 $A+G=C+T$,即 $(A+G)/(T+C)=1$,C正确。

4.假设一个DNA分子片段中碱基A共有312个,占全部碱基总数的26%,则此DNA分子片段中碱基G所占的百分比和数目分别是 ()

A.26%;312 B.24%;312
C.26%;288 D.24%;288

D 解析:双链DNA分子中,非互补配对碱基之和占碱基总数的一半。某DNA分子片段,含有312个碱基A,占全部碱基总数的26%,则此DNA片段中碱基G所占百分比为 $50\%-26\%=24\%$,碱基G数目为 $312/26\% \times 24\%=288$ 个,D正确。

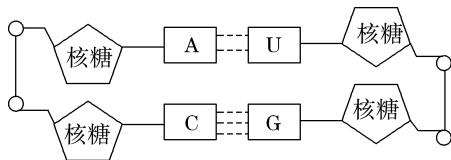
B组 应用·实践

5.由一对氢键连接的脱氧核苷酸,已查明它的结构中有一个腺嘌呤,则它的其他组成应是 ()

- A.三个磷酸、三个脱氧核糖和一个胸腺嘧啶
 B.两个磷酸、两个脱氧核糖和一个胞嘧啶
 C.两个磷酸、两个脱氧核糖和一个胸腺嘧啶
 D.两个磷酸、两个脱氧核糖和一个尿嘧啶

C 解析:每一个脱氧核糖核苷酸都是由一个磷酸、一个含氮碱基(有4种)、一个脱氧核糖组成的。由一对氢键连接的脱氧核苷酸包含两个脱氧核苷酸分子,由两个磷酸、两个含氮碱基、两个脱氧核糖组成,又由于一个含氮碱基为腺嘌呤,则另一个含氮碱基为胸腺嘧啶,C正确。

6.四位同学关于DNA结构示意图(部分)的说法,正确的是(其中○表示磷酸基团) ()



- A.甲说:该图没有什么物质和结构上的错误
 B.乙说:该图有一处错误,就是U应改为T
 C.丙说:该图有三处错误,其中核糖应改为脱氧核糖
 D.丁说:核糖的尖都应朝上

C 解析:分析题图可知,该图有三处错误:①DNA中不含U,U应改为T;②DNA中的五碳糖为脱氧核糖,核糖应改为脱氧核糖;③DNA分子的基本骨

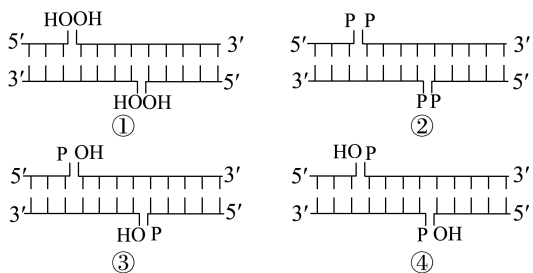
架是磷酸和脱氧核糖交替连接。故 A、B、D 错误, C 正确。

7. 甲生物核酸的碱基比例: 嘌呤占 46%、嘧啶占 54%; 乙生物遗传物质的碱基比例: 嘌呤占 46%、嘧啶占 54%。则甲、乙生物可能是 ()

- A. 蓝细菌、草履虫
- B. T2 噬菌体、酵母菌
- C. 大肠杆菌、T2 噬菌体
- D. 肺炎链球菌、H7N9 禽流感病毒

D 解析: 甲生物: 核酸中嘌呤碱基数和嘧啶碱基数不相等, 该生物核酸可能只含 RNA, 也可能既含有 DNA 又含有 RNA, 因此该生物可能是肺炎链球菌或蓝细菌或大肠杆菌, 但不可能是 T2 噬菌体 (DNA 病毒, 核酸只含 DNA); 乙生物遗传物质中嘌呤碱基数和嘧啶碱基数不相等, 说明该生物的遗传物质不是 (双链) DNA, 即乙生物不可能是草履虫、酵母菌和 T2 噬菌体, 可能是 RNA 病毒, 如 H7N9 禽流感病毒。故选 D。

8. DNA 的一级结构是指核苷酸按照一定的排列顺序, 连接形成多核苷酸。核苷酸之间的连接方式是一个核苷酸的 3'-OH 与下一个核苷酸的 5' 位磷酸形成 3', 5'-磷酸二酯键, 图中物质代表 DNA 分子的是 ()



- A. ①
- B. ②
- C. ③
- D. ④

D 解析: 据题干信息可知, DNA 分子两条链反向平行, 且 5' 端是磷酸, 3' 端是 -OH, 核苷酸之间的连接方式是一个核苷酸的 3'-OH 与下一个核苷酸的 5' 位磷酸形成化学键, 一条 DNA 链中与 5' 端 (磷酸端) 对应的另一端为 3' 端 (-OH 端), 同理与 3' 端 (-OH 端) 对应的另一端为 5' 端 (磷酸端), 分析图示可知, ④ 是正常的双链 DNA 分子, D 正确。

9. 分析以下材料, 回答有关问题:

材料一: 在沃森和克里克提出 DNA 的双螺旋结构模型之前, 人们已经证实了 DNA 分子是由许多脱氧核苷酸构成的长链, 自然界中的 DNA 并不以单链形式存在, 而是由两条链结合形成的。

材料二: 在 1949 年到 1951 年期间, 科学家查哥夫在研究不同生物的 DNA 时发现, DNA 分子中 A 的总数等于 T 的总数, G 的总数等于 C 的总数, 但

(A+T) 与 (G+C) 的比值是不固定的。

材料三: 富兰克林等人对 DNA 的 X 射线衍射图谱的分析表明, DNA 分子是由许多亚单位组成的, 每一层的间距为 0.34 nm, 而且整个 DNA 分子长链的直径是恒定的。

以上科学研究成果为 1953 年沃森和克里克提出 DNA 双螺旋结构模型奠定了基础。

(1) 材料一表明 DNA 分子是由两条 _____ 组成的, 其基本单位是 _____。

(2) DNA 分子中嘧啶核苷酸的总数始终等于嘌呤核苷酸的总数, 说明 _____。

(3) A 的总数等于 T 的总数, G 的总数等于 C 的总数, 说明 _____。

(4) A 与 T 的总数和 G 与 C 的总数的比值不固定, 说明 _____。

(5) 富兰克林等人提出的 DNA 分子中的亚单位事实上是 _____; 亚单位的间距都为 0.34 nm, 而且 DNA 分子的直径是恒定的, 这些特征表明 _____。

(6) 基于以上分析, 沃森和克里克提出了各对应碱基之间的关系是 _____, 并成功地构建了 DNA 分子的双螺旋结构模型。

解析: (1) 材料一表明了 DNA 分子是以 4 种脱氧核苷酸为单位连接而成的双链结构。(2) DNA 分子中嘧啶核苷酸的总数始终等于嘌呤核苷酸的总数, 说明 DNA 分子中嘌呤与嘧啶之间一一对应。(3) A 的总数等于 T 的总数, G 的总数等于 C 的总数, 说明二者之间可能是一种对应关系。(4) A 与 T 的总数和 G 与 C 的总数的比值不固定, 则说明 A 与 T 之间的对应和 C 与 G 之间的对应是互不影响的。(5) 富兰克林等人提出的 DNA 分子中的亚单位事实上是碱基对; 碱基对的间距和 DNA 分子的直径是恒定的, 表明 DNA 分子的空间结构非常规则。(6) 基于以上分析, 沃森和克里克提出了各对应碱基之间的关系是 A 与 T 配对, C 与 G 配对, 结果发现与各种事实相符合, 从而获得了成功。

答案: (1) 脱氧核苷酸长链 脱氧核苷酸 (2) DNA 分子中嘌呤与嘧啶之间一一对应 (3) A 与 T 一一对应, C 与 G 一一对应 (4) A 与 T 之间的对应和 C 与 G 之间的对应互不影响 (5) 碱基对 DNA 分子的空间结构非常规则 (6) A 与 T 配对, C 与 G 配对

第3节 DNA的复制

学习任务目标

- 1.运用结构与功能观和物质与能量观,阐明DNA分子通过复制传递遗传信息,理解生命的物质性。
- 2.通过分析DNA复制过程,归纳DNA复制过程中相关的数量关系,提高逻辑分析和计算能力。

问题式预习

一、对DNA复制的推测

1.提出者沃森和克里克。

2.假说内容

(1)解旋

DNA复制时,DNA的双螺旋解开,互补碱基之间的氢键断裂。

- (2)复制
- 模板:DNA分子解开的两条单链
 - 原料:游离的4种脱氧核苷酸
 - 原则:碱基互补配对原则

(3)特点

新合成的每个DNA分子中,都保留了原来DNA分子中的一条链,这种复制方式称为半保留复制。

二、DNA半保留复制的实验证据

1.实验材料

大肠杆菌。

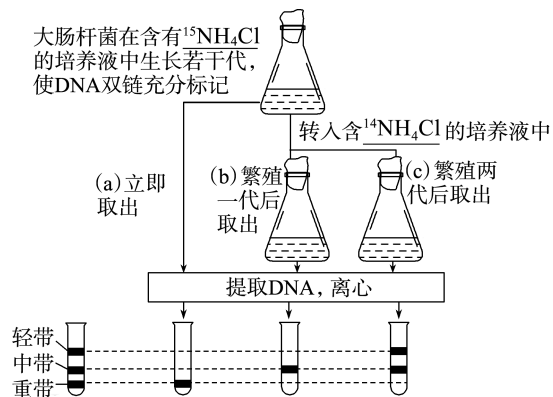
2.实验方法

运用同位素标记技术。

3.实验原理

两条链被标记情况	密度大小	离心位置
都是 ^{15}N	最大	靠近试管的底部
一条 ^{15}N , 一条 ^{14}N	居中	位置居中
都是 ^{14}N	最小	靠近试管的上部

4.实验过程



5.实验结果

(1)提取亲代DNA→离心→位置靠近试管底部。

(2)繁殖一代后,提取DNA→离心→位置居中。

(3)繁殖两代后,提取DNA→离心→1/2位置居中,
1/2位置更靠上。

6.实验结论:DNA的复制方式为半保留复制。

三、DNA复制的过程

1.DNA复制的概念、时间、场所

(1)概念

以亲代DNA为模板合成子代DNA的过程。

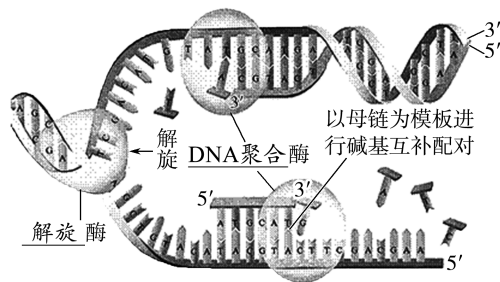
(2)时间

细胞分裂前的间期。

(3)场所

主要是细胞核,线粒体和叶绿体中也存在。

2.DNA复制的过程



(1)解旋:

- ①需要细胞提供能量;
- ②需要解旋酶的作用;
- ③结果是DNA双螺旋的两条链解开。

(2)合成子链:

- ①以解开的每一条母链为模板;
- ②以游离的4种脱氧核苷酸为原料;
- ③需要DNA聚合酶等;
- ④遵循碱基互补配对原则;
- ⑤方向:子链从5'端到3'端合成。

(3)重新螺旋:每条新链与其对应的模板链盘绕成双螺旋结构。

3.DNA复制的方式:半保留复制。

4.DNA复制的特点:边解旋边复制。

5.准确复制的原因

(1)DNA分子独特的双螺旋结构为复制提供了精确的模板。

(2)通过碱基互补配对,保证了复制能准确地进行。

6.意义:将遗传信息从亲代细胞传递给子代细胞,保持了遗传信息的连续性。

◇思考

[教材 P55 正文]一个 DNA 分子上的所有基因的模板链都相同吗?

提示:不同基因的模板链不一定相同。

○ 任务型课堂 ○

任务一 DNA 复制的过程

探究活动

果蝇的基因组大小为 1.8×10^8 bp(bp 表示碱基对),真核细胞中 DNA 复制的速率一般为 $50 \sim 100$ bp/s。下图为果蝇 DNA 的电镜照片,图中箭头指向的泡状结构为 DNA 复制泡,是 DNA 上正在进行复制的部分。



(1)一个 DNA 分子上有多个复制泡对 DNA 复制有什么意义?

提示:能够提高 DNA 复制效率。

(2)DNA 复制的特点有哪些?

提示:半保留复制,边解旋边复制。

(3)DNA 能准确复制的原因有哪些?

提示:①DNA 具有独特的双螺旋结构,能为复制提供精确的模板;②DNA 复制遵循碱基互补配对原则,能够使复制准确无误地进行。

(4)DNA 的复制为什么需要适宜的温度和 pH?

提示:因为 DNA 的复制过程需要酶,而酶的活性受温度和 pH 的影响。

【探究总结】

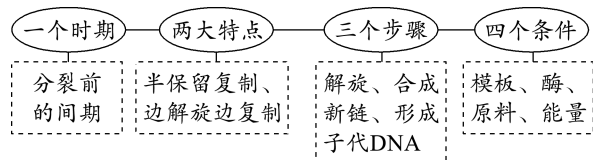
有关 DNA 复制的几点提醒

(1)亲代 DNA 分子的两条链都作模板,以脱氧核苷酸为原料,在 DNA 聚合酶的催化下合成新的子链。

(2)解旋与复制同时进行,并非双螺旋全部解开后复制。

(3)一般情况下, DNA 可准确复制,但也可能发生差错。

(4)DNA 复制的“一、二、三、四”

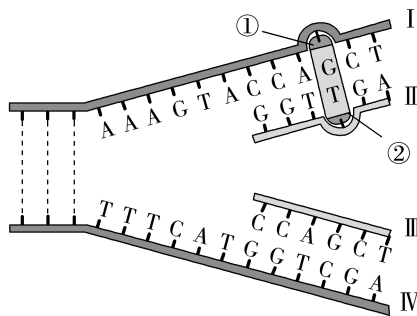


88 评价活动

1. DNA 复制时会发生碱基错配,细胞内的错配修复系统可以识别出正确的模板链,切除掉不正确的部分。

下图为 DNA 复制示意图,错配修复系统“识别”和

“切除”的分别是 ()



- A. I、②
- B. II、①
- C. III、②
- D. IV、①

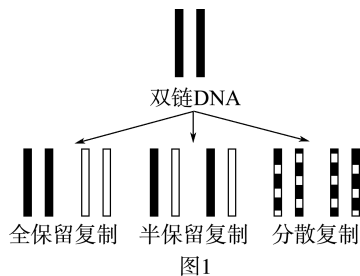
A 解析:根据题意可知细胞内的错配修复系统可以识别出正确的模板链,切掉不正确的部分,结合图示可知 I 与 IV 链是模板链,所以细胞内的错配修复系统“识别”的模板链为 I 与 IV 链。根据碱基互补配对原则可知 II 链上 ② 部位出现了错配,所以细胞内的错配修复系统可“切除”不正确的 ② 部分,进行修复, A 正确。

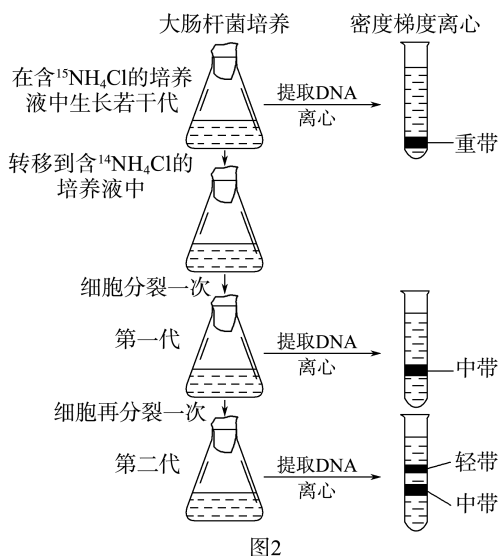
2. 下列有关 DNA 复制的叙述,正确的是 ()

- A. DNA 复制时以 DNA 分子的一条链作为模板
- B. 洋葱根尖分生区细胞在减数分裂前的间期进行 DNA 复制
- C. DNA 复制时先解旋后复制
- D. 蓝细菌细胞的拟核可发生 DNA 复制

D 解析:DNA 分子复制时两条脱氧核苷酸链都作为模板, A 错误;洋葱根尖分生区细胞只进行有丝分裂,在分裂前的间期进行 DNA 复制, B 错误;DNA 分子复制是边解旋边复制的过程, C 错误;蓝细菌细胞的拟核区存在环状 DNA 分子,能进行 DNA 的复制, D 正确。

3. 科学家曾提出 DNA 复制方式的 3 种假说:全保留复制、半保留复制和分散复制(图 1)。对此假说,科学家以大肠杆菌为实验材料,进行了如下实验(图 2):





下列有关叙述正确的是 ()

- A. 第一代细菌 DNA 离心后, 试管中出现 1 条中带, 说明 DNA 复制方式一定是半保留复制
- B. 第二代细菌 DNA 离心后, 试管中出现 1 条中带和 1 条轻带, 说明 DNA 复制方式一定是全保留复制
- C. 结合第一代和第二代细菌 DNA 的离心结果, 说明 DNA 复制方式一定是分散复制
- D. 若 DNA 复制方式是半保留复制, 继续培养至第三代, 细菌 DNA 离心后试管中会出现 1 条中带和 1 条轻带

D 解析: 第一代细菌 DNA 离心后, 试管中出现 1 条中带, 则可以排除全保留复制, 但不能确定是半保留复制还是分散复制, 继续做第二代细菌 DNA 密度鉴定, 若第二代细菌 DNA 可以分出 1 条中带和 1 条轻带, 则可以排除分散复制, 同时确定是半保留复制, A、B、C 错误; 若 DNA 复制方式是半保留复制, 继续培养至第三代, 形成的子代 DNA 有 2 条链均为 ^{14}N 和 1 条链含有 ^{14}N 、1 条链含有 ^{15}N 两种类型, 因此细菌 DNA 离心后试管中只会出现 1 条中带和 1 条轻带, D 正确。

任务二 DNA 复制相关计算

探究活动

(1) 将用 ^{15}N 标记的 DNA 分子放入含 ^{14}N 的培养基中进行复制, 当测得含有 ^{15}N 的 DNA 分子数为 12.5% 时, 该 DNA 分子复制了几次?

提示: 4 次。含 ^{15}N 的 DNA 分子在含 ^{14}N 的培养基中复制 n 次, 形成 2^n 个 DNA 分子, 其中含 ^{15}N 的 DNA 分子占 $2/2^n$, 已知 $2/2^n = 12.5\%$, 则 $n = 4$ 。

(2) DNA 复制 n 次与第 n 次复制各形成多少个 DNA 分子?

提示: DNA 复制 n 次形成 2^n 个 DNA 分子, 第 n 次复制形成 2^{n-1} 个 DNA 分子。

【探究总结】

1. 将含有 ^{15}N 的 DNA 分子放在含有 ^{14}N 的培养基上培养, 复制 n 次, 则

$$(1) \begin{cases} \text{含 } ^{15}\text{N} \text{ 的 DNA 分子: } 2 \text{ 个} \\ \text{只含 } ^{15}\text{N} \text{ 的 DNA 分子: } 0 \text{ 个} \\ \text{共 } 2^n \text{ 个} \\ \text{含 } ^{14}\text{N} \text{ 的 DNA 分子: } 2^n \text{ 个} \\ \text{只含 } ^{14}\text{N} \text{ 的 DNA 分子: } (2^n - 2) \text{ 个} \end{cases}$$

(2) 脱氧核苷酸链共 2^{n+1} 条; 含 ^{15}N 的脱氧核苷酸链 2 条; 含 ^{14}N 的脱氧核苷酸链 $(2^{n+1} - 2)$ 条。

2. DNA 复制中消耗的脱氧核苷酸数

若亲代 DNA 分子含有某种脱氧核苷酸 m 个, 则

- (1) 经过 n 次复制需要消耗该种脱氧核苷酸 $m \cdot (2^n - 1)$ 个;
- (2) 第 n 次复制需要消耗该种脱氧核苷酸 $m \cdot (2^n - 1) - m \cdot (2^{n-1} - 1) = m \cdot 2^{n-1}$ 个。

提醒: ①“DNA 复制了 n 次”和“第 n 次复制”的区别, 前者包括所有的复制, 但后者只包括最后一次复制;

②在 DNA 复制过程中, 无论复制了几次, 含有亲代脱氧核苷酸单链的 DNA 分子都只有 2 个;

③看清碱基的数目单位是“对”还是“个”, 是“DNA 分子数”还是“链数”, 是“含”还是“只含”等关键词。

评价活动

1. 含有 100 个碱基对的一个 DNA 分子片段, 其中一条链的 A+T 占 40%, 它的互补链中 G 与 T 分别占 22% 和 18%, 如果连续复制 2 次, 则需游离的胞嘧啶脱氧核糖核苷酸数量为 ()

- A. 240 个 B. 180 个
C. 114 个 D. 90 个

B 解析: 该 DNA 片段含有 100 个碱基对, 即每条链含有 100 个碱基, 其中一条链(设为 1 链)的 A+T 占 40%, 即 $A_1 + T_1 = 40$ 个, 则 $C_1 + G_1 = 60$ 个; 互补链(设为 2 链)中 G 与 T 分别占 22% 和 18%, 即 $G_2 = 22, T_2 = 18$, 可知 $C_1 = 22$, 则 $G_1 = C_2 = 60 - 22 = 38$, 故该 DNA 片段中 $C = 22 + 38 = 60$ 个。已知 DNA 连续复制了 2 次, 则 DNA 的个数为 $2^2 = 4$, 4 个 DNA 中共有胞嘧啶脱氧核苷酸的数量为 $4 \times 60 = 240$ 个, 原 DNA 片段中有 60 个胞嘧啶脱氧核苷酸, 则需要游离的胞嘧啶脱氧核苷酸数量为 $240 - 60 = 180$ 个, B 正确。

2. 一个被 ^{15}N 标记的 DNA 分子, 以含 ^{14}N 的 4 种脱氧核苷酸为原料, 连续复制 3 次, 则含 ^{15}N 的脱氧核苷酸链占全部脱氧核苷酸链的比例是 ()

- A.1/2 B.1/4
C.1/6 D.1/8

D 解析:DNA的复制方式为半保留复制,连续复制3次形成8个DNA分子,共16条脱氧核苷酸链,含¹⁵N的脱氧核苷酸链只有2条,则其占全部脱氧核苷酸链的比例是 $2/16=1/8$,D正确。

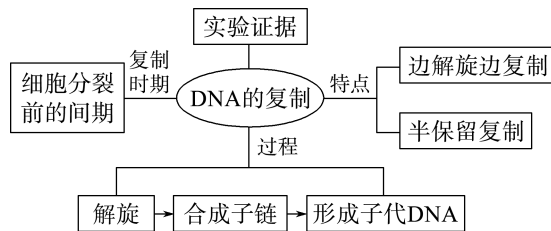
3.用一个³²P标记的噬菌体侵染在³¹P环境中培养的大肠杆菌,已知噬菌体DNA上有 m 个碱基对,其中胞嘧啶有 n 个。下列叙述错误的是 ()

- A.大肠杆菌为噬菌体增殖提供原料和酶等
B.噬菌体DNA中含有 $(2m+n)$ 个氢键
C.该噬菌体繁殖4次,子代中只有14个含有³¹P
D.噬菌体DNA第4次复制共需要 $8(m-n)$ 个腺嘌呤脱氧核苷酸

C 解析:噬菌体侵染细菌时,只有DNA进入细菌并作为模板控制子代噬菌体的合成,需要大肠杆菌

提供原料、酶和ATP等,A正确;DNA上有 m 个碱基对,其中胞嘧啶有 n 个,胸腺嘧啶有 $(m-n)$ 个,因此氢键个数为 $2(m-n)+3n=2m+n$ 个,B正确;繁殖4次后,产生的16个子代噬菌体DNA中都有³¹P,C错误;噬菌体DNA第4次复制共需要腺嘌呤脱氧核苷酸 $2^{4-1}(m-n)=8(m-n)$ 个,D正确。

提质归纳



课后素养评价 (十一)

DNA的复制

建议用时: 40分钟

A组 学习·理解

知识点1 DNA复制过程

1.DNA一般能准确复制,其原因有 ()

- ①DNA独特的双螺旋结构为复制提供精确的模板
②DNA复制发生于细胞分裂前的间期
③碱基互补配对是严格的
④碱基之间由氢键相连

- A.②④ B.②③ C.①④ D.①③

D 解析:DNA独特的双螺旋结构为复制提供了精确的模板,通过碱基互补配对原则,保证了DNA复制能够准确地进行;DNA复制发生在有丝分裂和减数分裂I前的间期,碱基之间由氢键相连,这两者都不是DNA能准确复制的原因,D正确。

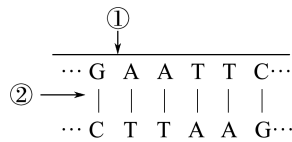
2.下列关于DNA分子复制的叙述,错误的是 ()

- A.以脱氧核苷酸为原料
B.需要解旋酶和能量
C.边解旋边复制,复制出的子代DNA一般与亲代完全一样
D.在DNA聚合酶的作用下,模板链和子链之间形成氢键

D 解析:DNA分子复制以4种游离的脱氧核苷酸为原料,A正确。DNA复制过程需要解旋酶、DNA聚合酶的催化并且消耗ATP,B正确。从结果看,DNA的复制方式为半保留复制,从过程看,DNA

的复制方式为边解旋边复制,由于以DNA双链为模板,遵循碱基互补配对原则,所以一般情况下复制出的子代DNA与亲代完全一样,C正确。DNA聚合酶的作用是将游离的脱氧核苷酸连接到正在合成的子链上,而DNA分子内的氢键是复制时自动形成的,并不需要酶,D错误。

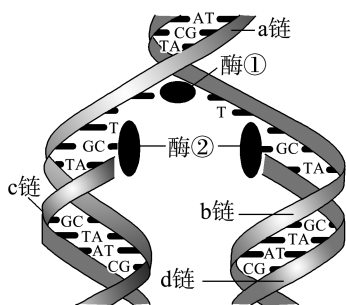
3.DNA分子是规则的双螺旋结构,下图是DNA分子的一个片段,下列有关叙述错误的是 ()



- A.DNA聚合酶作用于①部位
B.解旋酶作用于②部位
C.把此DNA放在含¹⁵N的培养液中复制3代,子代中含¹⁵N的DNA占100%
D.该DNA的特异性表现在构成该DNA分子的脱氧核苷酸的种类上

D 解析:DNA聚合酶连接脱氧核苷酸,作用于①部位,A正确;解旋酶破坏氢键,作用于②部位,B正确;由于DNA是半保留复制,所以此DNA复制3代后,产生的8个子代DNA都含¹⁵N,故子代中含¹⁵N的DNA占100%,C正确;遗传信息蕴藏在4种碱基的排列顺序中,故DNA的特异性表现在4种碱基的排列顺序之中,D错误。

4. 下图为某真核细胞中 DNA 复制过程模式图, 下列分析错误的是 ()



- A. 酶①和酶②均作用于氢键
B. 该过程的模板链是 a、b 链
C. 该过程可发生在细胞有丝分裂间期
D. DNA 复制的特点是半保留复制

A 解析: 由题图可知, 酶①(解旋酶)使氢键断裂, 而酶②(DNA 聚合酶)用于连接脱氧核苷酸, A 错误; 由题图可知, 该过程的模板链是 a、b 链, B 正确; 在真核生物中, DNA 复制过程发生在有丝分裂间期和减数分裂 I 前的间期, C 正确; DNA 复制的方式为半保留复制, D 正确。

知识点 2 DNA 复制的相关计算

5. 已知 5-溴尿嘧啶(BU)可与碱基 A 或 G 配对。大肠杆菌 DNA 上某个碱基位点已由 A—T 转变为 A—BU, 要使该位点由 A—BU 转变为 G—C, 则该位点所在的 DNA 至少需要复制的次数是 ()
- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

B 解析: 由题意可知, BU 既可以与 A 配对, 又可以与 G 配对, 由于大肠杆菌 DNA 上某个碱基位点已由 A—T 转变为 A—BU, 由半保留复制可知, 复制一次会得到 G—BU, 复制第二次时会得到 G—C, 所以至少需要经过 2 次复制后, 该位点才能实现由 A—BU 转变为 G—C, B 正确。

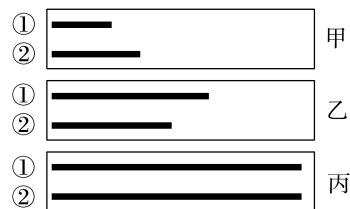
B 组 应用·实践

6. 用¹⁵N 标记含有 100 个碱基对的 DNA 分子, 其中有胞嘧啶 60 个, 该 DNA 分子在含¹⁴N 的培养基中连续复制 4 次。下列结果中不可能出现的是 ()
- A. 复制结果共产生 16 个 DNA 分子
B. 含有¹⁵N 的 DNA 分子占 1/8
C. 含有¹⁴N 的 DNA 分子占 7/8
D. 复制过程中需要腺嘌呤脱氧核苷酸 600 个

C 解析: 复制 4 次后产生 $2^4 = 16$ 个 DNA 分子, A 不符合题意; DNA 复制的方式为半保留复制, 不管复制几次, 最终子代都有 2 个 DNA 各保留亲代 DNA 的 1 条母链, 故最终有 2 个子代 DNA 含¹⁵N,

复制 4 次后共产生 16 个 DNA, 含有¹⁵N 的 DNA 分子占 1/8, B 不符合题意; 由于 DNA 分子的复制是半保留复制, 最终只有 2 个子代 DNA 各含 1 条¹⁵N 链、1 条¹⁴N 链, 其余 DNA 都只含¹⁴N, 故全部子代 DNA 都含¹⁴N, C 符合题意; 含有 100 个碱基对的 DNA 分子, 其中有胞嘧啶 60 个, 解得 A=40 个, 故复制过程中需要腺嘌呤脱氧核苷酸 $= (2^4 - 1) \times 40 = 600$ 个, D 不符合题意。

7. 将一个双链 DNA 分子的一端固定于载玻片上, 置于含有荧光标记的脱氧核苷酸的体系中进行复制。甲、乙和丙分别为复制过程中 3 个时间点的图像, ①和②表示新合成的单链, ①的 5' 端指向解旋方向, 丙为复制结束时的图像。该 DNA 复制过程中可观察到单链延伸暂停现象, 但延伸进行时 2 条链延伸速率相等。已知复制过程中严格遵守碱基互补配对原则, 下列说法错误的是 ()



- A. 据图分析, ①和②延伸时均存在暂停现象
B. 甲时①中 A、T 之和与②中 A、T 之和可能相等
C. 丙时①中 A、T 之和与②中 A、T 之和一定相等
D. ②延伸方向为 5' 端至 3' 端, 其模板链 3' 端指向解旋方向

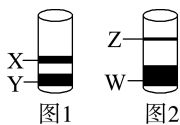
D 解析: 据题图分析, 甲时新合成的单链①比②短, 乙时①比②长, 因此可以说明①和②延伸时均存在暂停现象, A 正确; ①和②两条链中碱基是互补的, 甲时新合成的单链①比②短, 但②中多出的部分可能不含有 A、T, 因此①中 A、T 之和与②中 A、T 之和可能相等, B 正确; 丙为复制结束时的图像, 新合成的单链①与②等长且碱基互补, 所以丙时①中 A、T 之和与②中 A、T 之和一定相等, C 正确; ①和②两条单链由一个双链 DNA 分子复制而来, 一条母链合成子链②时, ②的延伸方向为 5' 端至 3' 端, 其模板链 5' 端指向解旋方向, D 错误。

8. 在 DNA 复制时, 5-溴尿嘧啶脱氧核苷(BrdU)可作为原料, 与腺嘌呤配对, 掺入新合成的子链。用 Giemsa 染料对复制后的染色体进行染色, DNA 分子的双链都含有 BrdU 的染色单体呈浅蓝色, 只有一条链含有 BrdU 的染色单体呈深蓝色。现将植物根尖放在含有 BrdU 的培养液中培养, 取根尖用 Giemsa 染料染色后, 观察分生区细胞分裂中期染

- 染色体的着色情况。下列推测错误的是 ()
- A. 第一个细胞周期的每条染色体的两条染色单体都呈深蓝色
 - B. 第二个细胞周期的每条染色体的两条染色单体着色都不同
 - C. 第三个细胞周期的细胞中染色单体着色不同的染色体均为 1/4
 - D. 根尖分生区细胞经过若干个细胞周期后, 还能观察到深蓝色的染色单体

C 解析: DNA 复制为半保留复制, 第一个细胞周期的每条染色体的染色单体都只有一条链含有 BrdU, 故呈深蓝色, A 正确; 第二个细胞周期的每条染色体复制之后, 每条染色体上的两条染色单体均为一条单体双链都含有 BrdU 呈浅蓝色, 一条单体只有一条链含有 BrdU 呈深蓝色, 故着色都不同, B 正确; 第二个细胞周期结束后, 不同细胞中, 有的双链都含有 BrdU 的染色体, 有的只有一条链含有 BrdU 的染色体, 故第三个细胞周期的细胞中染色单体着色不同的染色体比例不能确定, C 错误; 根尖分生区细胞可以持续进行有丝分裂, 所以不管经过多少个细胞周期, 依旧可以观察到只有一条链含有 BrdU 的染色单体, 呈深蓝色, D 正确。

9. 某基因 (^{14}N) 含有 3 000 个碱基, 腺嘌呤占 35%。用 ^{15}N 标记过的四种游离脱氧核苷酸为原料, 将该基因复制 3 次。此时, 若将全部复制产物直接进行离心, 得到如图 1 结果; 若将全部复制产物加入解旋酶处理后再离心, 得到如图 2 结果。下列有关分析正确的是 ()

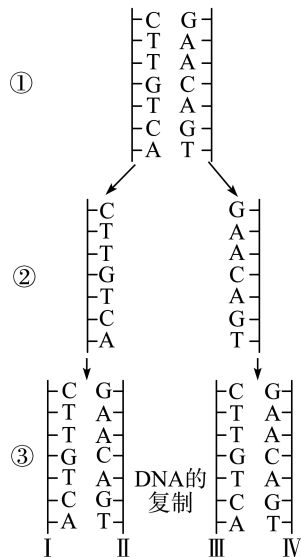


- A. X 层全部是仅含 ^{14}N 的基因
- B. W 层含 ^{15}N 标记胞嘧啶 3 150 个
- C. X 层含有的氢键数是 Y 层的 1/4
- D. Z 层与 W 层的核苷酸数之比为 1 : 8

B 解析: 由于 DNA 的复制方式为半保留复制, 所以 X 层是含 ^{14}N 和 ^{15}N 的基因, A 错误。DNA 复制了 3 次, 产生了 8 个子代 DNA, 含 16 条脱氧核苷酸链, W 层为 ^{15}N 标记的 DNA 单链, 共有 14 条链。在含有 3 000 个碱基的 DNA 分子中, 腺嘌呤占 35%, 因此胞嘧啶占 15%, 共 450 个, 所以 W 层含 ^{15}N 标记胞嘧啶 $450 \times 14 \div 2 = 3 150$ 个, B 正确。在 DNA 分子中, 碱基对之间通过氢键相连, DNA 复制了 3 次, 产生的 8 个 DNA 分子中, 2 个 DNA

分子含 ^{14}N 和 ^{15}N , 6 个 DNA 分子只含 ^{15}N , 所以 X 层含有的氢键数是 Y 层的 1/3, C 错误。由于 DNA 复制了 3 次, 产生了 8 个子代 DNA, 含 16 条脱氧核苷酸链, 其中含 ^{15}N 标记的链有 14 条, 所以 Z 层与 W 层的核苷酸数之比为 $2 : 14 = 1 : 7$, D 错误。

10. 下图为 DNA 分子的复制过程图解。请据图回答下列问题:



- (1) DNA 的复制发生在 _____ 期。
 - (2) ②过程称为 _____。
 - (3) ③中的子链是 _____。
 - (4) ③过程必须遵循 _____ 原则。
 - (5) 子代 DNA 分子中只有一条链来自亲代 DNA 分子, 由此说明 DNA 的复制具有 _____ 的特点。
 - (6) 将一个细胞的 DNA 用 ^{15}N 标记后, 放入含 ^{14}N 的 4 种脱氧核苷酸培养液中连续分裂 4 次, 含 ^{14}N 的 DNA 分子的细胞占总细胞数的 _____, 含 ^{15}N 的 DNA 分子的细胞占总细胞数的 _____。
 - (7) 已知原来 DNA 中有 100 个碱基对, 其中含 40 个 A, 复制 4 次, 则在复制过程中将需要 _____ 个游离的胞嘧啶脱氧核苷酸。
- 解析:** (1) DNA 的复制发生在细胞有丝分裂间期和减数分裂 I 前的间期。(2) ②过程 DNA 打开双链, 称为解旋。(3) ③中的 II、III 是以 I、IV 为模板, 根据碱基互补配对原则合成的子链。(4) ③为 DNA 的复制, 其过程必须遵循碱基互补配对原则。(5) 子代 DNA 分子中只有一条链来自亲代 DNA 分子, 由此说明 DNA 的复制具有半保留复制的特点。(6) 将一个细胞的 DNA 用 ^{15}N 标记后, 放入含 ^{14}N 的 4 种脱氧核苷酸培养液中, 连续

分裂4次,根据半保留复制特点,子代DNA均含有 ^{14}N ,含 ^{14}N 的DNA分子的细胞占总细胞数的100%,含 ^{15}N 的DNA分子的细胞占总细胞数的 $2 \div 2^4 = 1/8$ 。(7)原来DNA中有100个碱基对,其中含40个A,则含有60个C,复制4次,得到 $2^4 = 16$ 个DNA,在复制过程中需要 $60 \times (16 - 1)$

=900个游离的胞嘧啶脱氧核苷酸。

答案:(1)细胞有丝分裂间期和减数分裂I前的间
(2)解旋 (3)II、III (4)碱基互补配对
(5)半保留复制 (6)100% 1/8(或12.5%)
(7)900

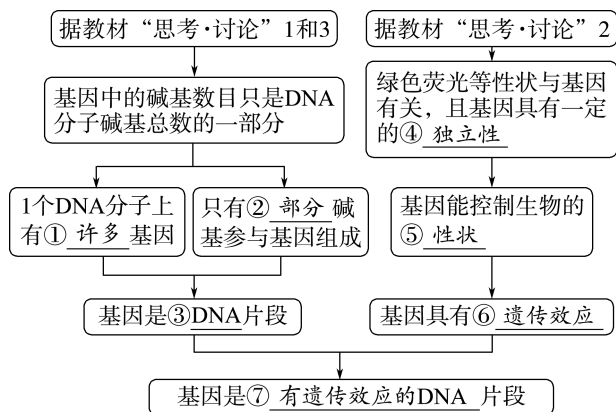
第4节 基因通常是有遗传效应的DNA片段

学习任务目标

- 1.基于生物学事实和证据,归纳概括基因与DNA、染色体的关系。
- 2.运用数学思维,探讨脱氧核苷酸与遗传信息多样性的关系。
- 3.通过对基因、DNA与染色体关系的分析,尝试构建模型。

问题式预习

一、说明基因与DNA关系的实例



◇思考

[教材P57“思考·讨论”]生物体内的DNA分子数目与基因数目相同吗?生物体内所有基因的碱基总数与DNA分子的碱基总数相同吗?如果不同,说明了什么?

提示:不相同,生物体内的DNA分子数目小于基因

数目。不相同,生物体内所有基因的碱基总数小于DNA分子的碱基总数。这说明基因是特定的DNA片段,基因不是连续分布在DNA上的,而是由碱基序列将其分隔开的。

二、DNA片段中的遗传信息

1.遗传信息:DNA分子中4种碱基的排列顺序。

2.特点

- (1)多样性:碱基排列顺序的千变万化。
- (2)特异性:每一个DNA分子有特定的碱基排列顺序。
- (3)稳定性:DNA分子的结构较稳定。

3.生物体多样性和特异性的物质基础:DNA的多样性和特异性。

4.基因通常是有遗传效应的DNA片段。

对于某些病毒而言,其遗传物质是RNA,则基因就是具有遗传效应的RNA片段。

任务型课堂

任务 基因通常是有遗传效应的DNA片段

探究活动

生物的性状是由基因控制的,DNA是绝大多数生物的遗传物质,染色体的主要成分是DNA和蛋白质。据此探究下列问题:

(1)基因、DNA和染色体三者之间有怎样的关系?

提示:染色体是DNA的主要载体,一条染色体上含有1个或2个DNA分子,基因通常是有遗传效

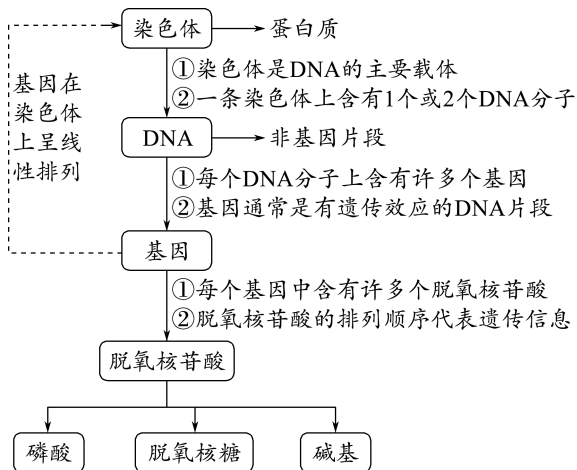
应的DNA片段,每个DNA上含有许多个基因。

(2)能说基因的载体是染色体吗?请简要分析。

提示:不能。对于真核细胞来说,基因(核基因)在染色体上呈线性排列,染色体是基因的主要载体,但细胞质基因存在于线粒体、叶绿体中的DNA分子上;对于原核细胞,基因则存在于拟核和质粒中的DNA分子上,没有染色体这一载体。

【探究总结】

脱氧核苷酸、基因、DNA 和染色体的关系图



提醒:(1)一个 DNA 分子上有许多个基因,但这些基因只占 DNA 的一小部分,其余为大量的“空白”区域。

(2)能控制生物性状的 DNA 片段就是有遗传效应的 DNA 片段,即基因。不能控制生物性状的 DNA 片段没有遗传效应,不能称为基因。

88 评价活动

1.下图是果蝇某条染色体上的一段 DNA 分子的示意图。下列说法正确的是 ()



- A.白眼基因含有多个核糖核苷酸
 - B.白眼基因是有遗传效应的 DNA 片段
 - C.白眼基因位于细胞质内
 - D.白眼基因的基本组成单位是 4 种碱基
- B 解析:**每个 DNA 分子上含有很多个基因,每个

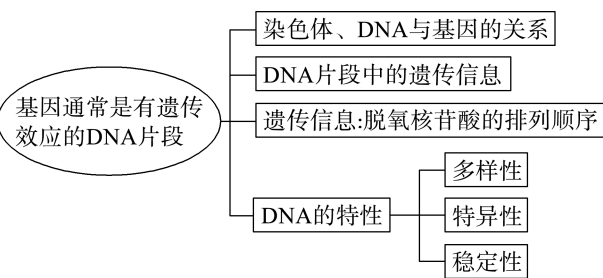
基因中含有许多个脱氧核苷酸,A 错误;基因通常是有遗传效应的 DNA 片段,其基本组成单位与 DNA 相同,即为脱氧核苷酸,脱氧核苷酸共有 4 种,B 正确,D 错误;染色体是 DNA 的主要载体,白眼基因位于染色体上,是细胞核基因,C 错误。

2.核酸是遗传信息的携带者,下列有关说法正确的是 ()

- A.真核细胞内的每个 DNA 分子中都有两个游离的磷酸基团
- B.DNA 分子复制时,引物与模板链的 5' 端配对结合
- C.对 HIV 而言,基因就是有遗传效应的 RNA 片段
- D.人类基因组计划需要测定 22 条常染色体和 1 条性染色体上的全部基因的碱基序列

C 解析:真核细胞的线粒体和叶绿体中也有环状的 DNA 分子,环状的 DNA 分子不含游离的磷酸基团,A 错误;DNA 分子复制时,引物与模板链的 3' 端配对结合,B 错误;HIV 的遗传物质是 RNA,对 HIV 而言,基因就是有遗传效应的 RNA 片段,C 正确;人类基因组计划是测定 22 条常染色体和 2 条性染色体(X+Y)上 DNA 的碱基序列,D 错误。

提质归纳



课后素养评价 (十二)

基因通常是有遗传效应的DNA片段

建议用时: 40分钟

A组 学习·理解

知识点 1 基因、DNA、染色体的关系

1.下列物质从复杂到简单的结构层次关系正确的是 ()

- A.染色体→DNA→基因→脱氧核苷酸
 - B.染色体→DNA→脱氧核苷酸→基因
 - C.基因→染色体→脱氧核苷酸→DNA
 - D.染色体→脱氧核苷酸→DNA→基因
- A 解析:**染色体主要由 DNA 和蛋白质组成;一条

染色体上含有多个基因,基因在染色体上呈线性排列;基因通常是有遗传效应的 DNA 片段,每个基因中含有成百上千个脱氧核苷酸;DNA 的基本组成单位是脱氧核苷酸。所以,题述物质从复杂到简单的结构层次关系是染色体→DNA→基因→脱氧核苷酸,A 正确。

2.下列关于基因、DNA 和染色体关系的说法,错误的是 ()

- A.染色体是基因的主要载体
- B.一条染色体上只有一个 DNA 分子

- C.一个 DNA 分子上有许多个基因
D.基因上脱氧核苷酸的排列顺序蕴藏着遗传信息

B 解析:染色体是基因的主要载体,A 正确;DNA 复制前一条染色体含一个 DNA 分子,DNA 复制后一条染色体含两个 DNA 分子,B 错误;基因通常是有遗传效应的 DNA 片段,一个 DNA 分子上有许多个基因,C 正确;基因上脱氧核苷酸的排列顺序蕴藏着遗传信息,D 正确。

- 3.最新研究表明,人类 24 条染色体上含有 3 万~4 万个蛋白质编码基因。这一事实说明 ()
A.基因是 DNA 上有遗传效应的片段
B.基因是染色体
C.1 条染色体上有许多个基因
D.基因只存在于染色体上

C 解析:24 条染色体上含有 3 万~4 万个基因,说明 1 条染色体上含有许多个基因,C 正确。

- 4.DNA 的多样性和特异性分别取决于 ()
A.碱基对不同的排列顺序和碱基特定的排列顺序
B.细胞分裂的多样性和 DNA 复制的稳定性
C.碱基对不同的排列顺序和碱基互补配对原则
D.DNA 分子的双螺旋结构和解旋酶的特异性

A 解析:碱基对的不同排列顺序决定了 DNA 的多样性,而碱基特定的排列顺序又构成了每个 DNA 的特异性,A 正确。

知识点 2 基因的本质

- 5.细菌的基因组指的是拟核中 1 个环状 DNA 上所含的全部基因。基因组大小可用碱基对数(bp)表示,不同生物的基因组大小和基因数量如下表所示。下列说法错误的是 ()

物种名称	基因组大小/bp	基因数量/个
流感嗜血杆菌 Rd KW20 菌株	1 830 138	1 765
大肠杆菌 K12 菌株	4 641 652	4 498
酿酒酵母	12 157 105	6 692
水稻	374 424 240	35 679
黑腹果蝇	143 725 995	13 918
小鼠	2 730 871 774	21 971

- A.不同生物的基因组大小和基因数量存在很大差别
B.总体来说,原核生物的基因数量少于真核生物

- C.低等单细胞真核生物的基因数量通常少于多细胞真核生物

- D.通过比较,能看出结构越复杂的生物,每个 DNA 上基因的数目越多

D 解析:由题表可知,不同生物的基因组大小和基因数量存在很大差别,如小鼠的基因组大小是 2 730 871 774 bp,基因数目是 21 971 个,而大肠杆菌 K12 菌株的基因组大小和基因数量分别是 4 641 652 bp、4 498 个,A 正确;题表中的流感嗜血杆菌 Rd KW20 菌株和大肠杆菌 K12 菌株属于原核生物,而酿酒酵母、水稻、黑腹果蝇和小鼠属于真核生物,总体来说,原核生物的基因数量少于真核生物,B 正确;酿酒酵母属于低等单细胞真核生物,水稻、黑腹果蝇和小鼠属于多细胞真核生物,低等单细胞真核生物的基因数量通常少于多细胞真核生物,C 正确;据题表信息无法得出生物的复杂程度与 DNA 及基因的数目关系,D 错误。

B 组 应用·实践

- 6.科学研究发现,小鼠体内 *HMGIC* 基因与肥胖直接相关。具有 *HMGIC* 基因缺陷的实验小鼠与作为对照的正常小鼠吃同样多的高脂肪食物,一段时间后,对照组小鼠变得十分肥胖,而具有 *HMGIC* 基因缺陷的实验小鼠体重仍然保持正常,这说明 ()

- A.基因在 DNA 上
B.基因在染色体上
C.基因具有遗传效应
D.DNA 具有遗传效应

C 解析:题干中没有涉及基因和 DNA、染色体的关系,A、B 不符合题意;由题干信息分析可知,肥胖这一性状是由 *HMGIC* 基因决定的,说明基因控制生物体的性状,具有遗传效应,C 符合题意;该实验中没有涉及性状表现与 DNA 的关系,因此不能说明 DNA 具有遗传效应,D 不符合题意。

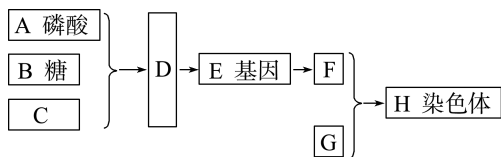
- 7.科学家发现,有些单个基因竟然会“跳舞”,即从染色体的一个位置跳到另一个位置,甚至从一条染色体跳到另一条染色体上,这种能跳动的基因被称为转座子。下列相关说法,错误的是 ()

- A.转座子彻底水解产物有 6 种
B.转座子一定属于 DNA 分子
C.转座子中不一定含有遗传信息
D.转座子也能控制生物的性状

C 解析:分析题意,转座子的本质是基因,是染色

体上的 DNA 片段,彻底水解产物包括磷酸、脱氧核糖和 4 种含氮碱基,共 6 种,A 正确;据题意可知,转座子是单个的基因,可以在染色体上进行位置转移,说明属于 DNA 分子,B 正确;分析题意可知,转座子是基因,而基因通常是有遗传效应的 DNA 片段,可控制生物的性状,所以转座子中一定含有遗传信息,C 错误,D 正确。

8.请分析下图,回答相关问题:



(1)图中 B 是 _____,C 是 _____,D 是 _____,F 是 _____,G 是 _____。

(2)F 的基本组成单位是图中的 _____,共有 _____ 种。F 与 H 的关系是 _____。

(3)图中 E 和 F 的关系是 _____。决定 F 结构多样性的是图中 _____ 的排列顺序。

(4)通常情况下,1 个 H 中含有 _____ 个 F,1 个 F 中含有 _____ 个 E,1 个 E 中含有 _____ 个 D。

解析:DNA 的基本组成单位是脱氧核苷酸,它由 1 分子磷酸、1 分子脱氧核糖和 1 分子含氮碱基组成,共有 4 种;由于碱基(脱氧核苷酸)排列顺序的千变万化,构成了 DNA 分子的多样性;基因通常是有遗传效应的 DNA 片段;染色体是遗传物质 DNA 的主要载体;决定 DNA 多样性的是碱基(脱氧核苷酸)的排列顺序;1 条染色体上通常含有 1 个 DNA 分子,1 个 DNA 分子上含有许多个基因,1 个基因由成百上千个脱氧核苷酸构成。

答案:(1)脱氧核糖 含氮碱基 脱氧核苷酸 DNA 蛋白质 (2)D 4 H 是 F 的主要载体

(3)E 通常是有遗传效应的 F 片段 C(D) (4)1 许多 成百上千

9.人类有一套“生命天书”,这套书有“24 本”。组成这套书的“文字”有 4 种基本“笔画”,每 2 个笔画形成一个“偏旁部首”,每 3 个“偏旁部首”形成一个“文字”。每本“生命天书”中含有几千个关于人类生命的结构、功能、生老病死的“信息”,每条信息由几千个“文字”组成。人类基因组计划就是首先要破译这套“天书”中所含有的 10 亿个“文字”中的 30 多亿个“偏旁部首”的排列顺序;然后再破译书中每条信息的具体含义,即具体功能。

(1)人类“生命天书”有“24 本”,每本“天书”是指一条 _____,这套书为什么是“24 本”? _____。

(2)“生命天书”中的“信息”是指 _____。

(3)“生命天书”中的 4 种“基本笔画”是指 _____。

(4)“生命天书”中的每个“偏旁部首”是指 _____,它们是 _____。

解析:题中所说的破译“天书”实际上是指对人类基因组进行碱基对的测序工作。每本“天书”指一条染色体,因为人类体细胞中有 22 对常染色体,每对染色体中的 2 个 DNA 分子结构基本相同,又由于 X 和 Y 这两条性染色体中的 DNA 分子结构有较大差异,需要各自单独测序,所以一套“生命天书”实际上是指人类体细胞中一套常染色体(22 条)和 X、Y 这两条性染色体,即共 24 条染色体。“生命天书”中的“信息”是指基因。“生命天书”中的 4 种“基本笔画”是指含不同碱基的 4 种脱氧核苷酸,“生命天书”中的“偏旁部首”是 DNA 中的碱基对,它们是 A—T、T—A、C—G、G—C。

答案:(1)染色体 人类 22 条常染色体和一对性染色体(X、Y)中的 DNA 分子之间的结构各不相同

(2)基因 (3)分别含 A、T、C、G 碱基的 4 种脱氧核苷酸 (4)碱基对 A—T、T—A、C—G、G—C

迁·移·应·用

学习目标

1. 结合材料信息,判断细胞分裂中放射性元素分布的情况。
2. 结合病毒侵染细胞的方式,深度理解 T2 噬菌体侵染大肠杆菌的过程。

活动一 深度理解DNA复制与细胞分裂的关系

任务探究

绝大多数情况下,多细胞生物利用干细胞的分化补充需要替换的体细胞,而不是通过体细胞自身分裂进行细胞更新。干细胞进行不对称分裂,形成1个新的干细胞(复制自己)和1个可进一步增殖和分化的细胞(用以补充需要替换的体细胞)。根据实验观测,一些干细胞在进行不对称分裂时,选择性地保留更老的DNA链(永生化链),而将较新的DNA链(即可能带有DNA复制过程造成序列改变的链,简称新合成链)交给要进行分化的子细胞。通过这种方式,干细胞自身的DNA链就不会因为细胞分裂而改变,这些DNA链也就一直保留在干细胞内,成为“永生”的DNA链。干细胞保留的,不仅是DNA链的“原始文件”,还包括DNA所携带的表观遗传修饰,以达到保持干细胞自身特性的目的。而进入要进行分化的子细胞中的DNA链由于具有新的表观遗传修饰,因此可使子细胞分化为各种体细胞。干细胞是生殖细胞在多细胞生物身体中的延伸,干细胞选择性地保留“永生”的DNA链及其表观遗传修饰的机制,与生殖细胞在生命的信息流中保持其“永生”的机制一脉相承。

探究思考

(1) 永生化链与新合成链具有什么关系?

提示: 碱基互补配对。

(2) 怎样区分永生化链与新合成链?

提示: 可以利用含有放射性元素标记的四种脱氧核苷酸作为原料,含有放射性元素的链为新合成链,不含放射性元素的链为永生化链。

(3) 干细胞增殖与有丝分裂和减数分裂之间有什么关系?

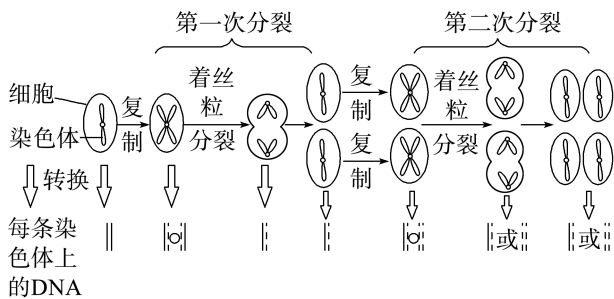
提示: 干细胞增殖的方式为有丝分裂。

学习总结

细胞分裂过程中的同位素标记问题

(1) 进行有丝分裂的细胞在细胞增殖过程中核DNA和染色体的标记情况分析

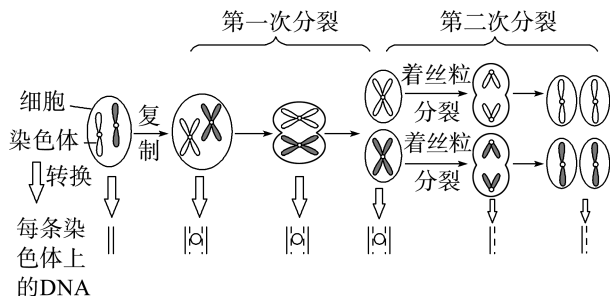
DNA复制一次细胞分裂一次,下图为连续的两次分裂的过程图(以一条染色体为例)。



注: “|”为亲代DNA链; “|”为利用原料合成的子链。

由图可以看出,第一次有丝分裂形成的两个子细胞中所有核DNA分子均由一条亲代DNA链和一条子链组成;第二次有丝分裂后最终形成的子细胞中含亲代DNA链的染色体条数是0~2n(以体细胞染色体数为2n为例)。

(2) 进行减数分裂的细胞在分裂过程中核DNA和染色体的标记情况分析



注: “|”为亲代DNA链; “|”为利用原料合成的子链。

在进行减数分裂之前,DNA复制一次,减数分裂过程中细胞连续分裂两次。上图是一次减数分裂的结果(以一对同源染色体为例)。

由图可以看出,减数分裂过程中细胞虽然连续分裂两次,但 DNA 只复制一次,所以四个子细胞中所有核

DNA 分子均由一条亲代 DNA 链和一条利用原料合成的子链组成。

活动二 病毒的侵染方式

任务探究

侵染又称病毒内化,它是一个病毒吸附后几乎立即发生、依赖于能量的感染步骤。不同的病毒—宿主系统的病毒侵入机制不同。

有伸缩尾的 T-偶数噬菌体采取注射方式将噬菌体核酸注入细胞。

动物病毒能以下列不同的机制进入细胞:

①完整病毒穿过细胞膜的移位方式;

②利用细胞的内吞功能进入细胞,这种侵入方式又称病毒入胞,以内吞方式进入的病毒颗粒累积在细胞质小泡内,还须以一定方式释放到细胞质中;

③毒粒包膜与细胞质膜的融合,病毒的内部组分释放到细胞质中。

植物有角质化或蜡质化的表皮和坚硬的细胞壁,所以植物病毒只能通过因人为或自然的机械损伤所形成的微伤口进入细胞;或者靠携带有病毒的媒介,主要是靠有吮吸式口器的昆虫在取食时将病毒带入细胞。

探究思考

(1)能利用研究 T2 噬菌体侵染细菌的研究方法证明动物病毒的遗传物质吗?

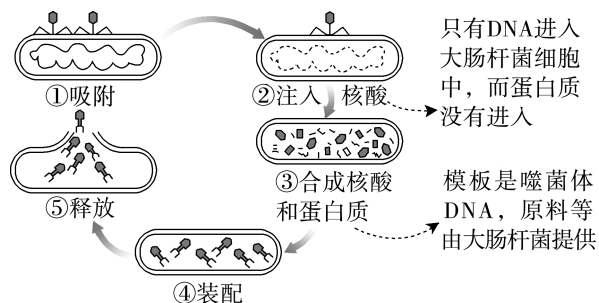
提示:不能,因为动物病毒会全部进入宿主细胞中。

(2)若使用³⁵S 标记蛋白质的动物病毒侵染宿主细胞,然后离心观察,实验的结果是怎样的?

提示:放射性元素主要分布在沉淀物中。

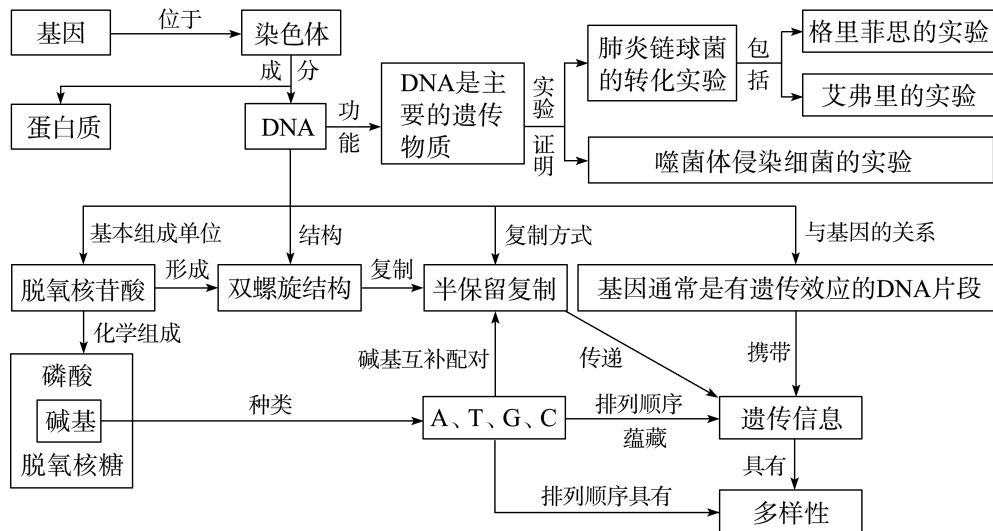
学习总结

T2 噬菌体侵染大肠杆菌的过程



重 · 构 · 拓 · 展

● 多维体系构建 ●



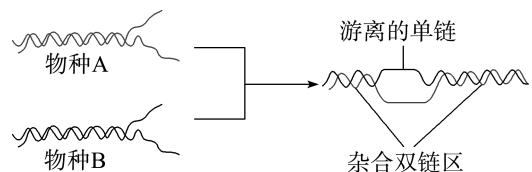
● 学科视野拓展 ●

1. DNA 的半不连续复制

DNA 的两条链是反向平行的，一条是 $5' \rightarrow 3'$ 方向，另一条是 $3' \rightarrow 5'$ 方向。在复制起点处，两条链解开形成复制泡，DNA 向两侧复制形成两个复制叉。随着 DNA 的不断解旋，两条链变成单链，可以作为模板合成新的互补链。但是，生物细胞内所有的 DNA 聚合酶都只能沿 $5' \rightarrow 3'$ 的方向延伸。因此，以 $3' \rightarrow 5'$ 的链为模板链时，DNA 聚合酶可以沿 $5' \rightarrow 3'$ 的方向合成互补的新链，这条链称为前导链。当以另一条链为模板时则不能连续合成新链，这条链称为滞后链。这时，DNA 聚合酶从复制叉的位置开始向远离复制叉的方向合成 $1 \sim 2 \text{ kb}$ 的新链片段，待复制叉向前移动相应的距离后，又重复这一过程，合成另一个类似大小的新链片段，这些片段被称为冈崎片段。最后，由另一种 DNA 聚合酶和 DNA 连接酶负责把这些冈崎片段之间的 RNA 引物除去，并把缺口补平，使冈崎片段连成完整的 DNA 链。这种前导链的连续复制和滞后链的不连续复制在生物细胞中是普遍存在的，称为 DNA 的半不连续复制。

2. DNA 分子杂交技术和 DNA 指纹技术

DNA 分子杂交的基础是具有互补碱基序列的 DNA 分子，可以通过碱基对之间形成氢键等，形成稳定的双链区。其基本原理就是应用核酸分子的变性和复性的性质，使来源不同的 DNA 片段按碱基互补关系形成杂交双链分子。DNA 分子杂交技术可以用来比较不同种生物 DNA 分子的差异。当两种生物的 DNA 单链具有互补的碱基序列时，互补的碱基序列就会结合在一起，形成杂合双链区；在没有互补碱基序列的部位，仍然是两条游离的单链（如图所示）。形成杂合双链区的部位越多，说明这两种生物的亲缘关系越近。



DNA 分子杂交示意图

人的遗传信息主要分布于染色体上的 DNA 中。两个随机个体具有相同 DNA 序列的可能性微乎其

微,因此,DNA 可以像指纹一样用来识别身份,这种方法就是 DNA 指纹技术。因为每个人的 DNA 指纹图是独一无二的,所以我们可以根据指纹图的吻合程度来帮助确认身份。

◇思考

亲子鉴定和刑事侦查中通常都借助 DNA 分子

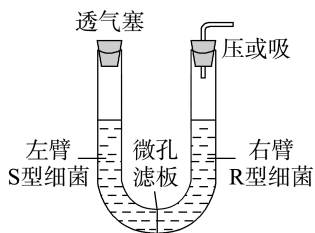
杂交和指纹技术,请你写一篇科普文介绍一下该技术的原理和流程。

单元质量评估(三)

(范围:第3章 建议完成时间:75分钟 分值:100分)

一、选择题:本题共15小题,每小题3分,共45分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1.为研究肺炎链球菌中的 R 型细菌转化为 S 型细菌时是否需要二者直接接触,研究人员利用下图所示装置进行实验。将两类菌株分别加入 U 形管左、右两臂内,U 形管中间隔有微孔滤板。在 U 形管右臂端口对培养液缓慢吸压,让两菌株共享培养液。已知吸压过程会导致两臂内少量菌体破裂。一段时间后取 U 形管两臂中的菌液分别培养,观察菌落形态。下列说法错误的是 ()

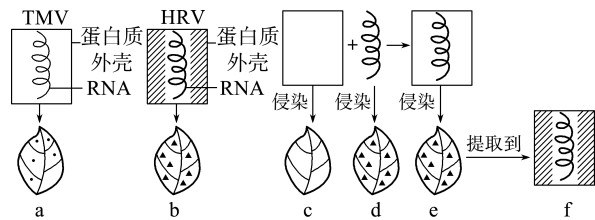


- A.装置中的微孔滤板应允许 DNA 分子通过而不允许肺炎链球菌通过
- B.若左臂菌液培养后产生一种菌落、右臂菌液培养后产生两种菌落,则证明 R 型细菌转化为 S 型细菌时不需要二者直接接触
- C.R 型细菌没有多糖类的荚膜导致其形成的菌落比 S 型细菌形成的菌落粗糙
- D.培养后的所有 S 型细菌中遗传信息完全相同

D 解析:为了研究肺炎链球菌转化是否需要 S 型细菌和 R 型细菌的直接接触,微孔滤板应不允许肺炎链球菌通过,而允许 DNA 分子通过,A 正确;一段时间后取 U 形管两臂菌液分别培养,左臂菌液只出现 S 型细菌菌落,右臂菌液同时出现 S 型、R 型两种类型菌落,则证明 R 型细菌转化为 S 型细菌时不需要二者直接接触,B 正确;R 型细菌没有多糖类的荚膜,在培养基上形成的菌落比 S 型细菌形成的

菌落粗糙,C 正确;S 型细菌的 DNA 片段整合到 R 型细菌的 DNA 上使其发生转化,从而使 R 型细菌转化为 S 型细菌,转化后的 S 型细菌与未转化的 S 型细菌的 DNA 不完全相同,故培养后的所有 S 型细菌中遗传信息不完全相同,D 错误。

2.已知烟草花叶病毒(TMV)和车前草病毒(HRV)都能侵染烟草叶片,且两者都由蛋白质和 RNA 组成,下图是探索 HRV 的遗传物质是蛋白质还是 RNA 的操作流程图。请据图分析下列说法错误的是 ()



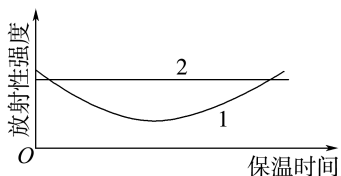
- A.本实验运用了对照原则,无空白对照组
- B.实验过程中重组病毒的后代是 HRV
- C.该实验只能说明 HRV 的遗传物质是 RNA
- D.c 过程能说明蛋白质外壳没有侵染能力

A 解析:a 组和 b 组分别由 TMV 和 HRV 直接侵染烟草叶片,属于空白对照组,A 错误;将 TMV 的蛋白质外壳和 HRV 的 RNA 进行重组,获得重组病毒,其后代是 HRV,B 正确;该实验只设计用 HRV 的 RNA 和 TMV 的蛋白质外壳重组获得的病毒侵染烟草叶片的实验,因此,该实验只能证明 HRV 的遗传物质是 RNA,C 正确;c 过程蛋白质外壳侵染烟草叶片,没有出现病斑,说明蛋白质外壳没有侵染能力,D 正确。

3.猴痘病毒可通过飞沫和接触等途径传播,人体感染后常见症状有发热、头痛、皮疹、肌肉痛等。猴痘病毒由 DNA 和蛋白质构成。研究者分别利用³⁵S 或

^{32}P 标记猴痘病毒,之后侵染宿主细胞,经不同时间保温后进行搅拌、离心,检查上清液和沉淀物中的放射性,结果如图所示。下列相关叙述正确的是

()



- A.在 ^{32}P 标记的猴痘病毒侵染细胞实验中,用 ^{32}P 标记猴痘病毒侵染 ^{32}P 标记的宿主细胞
- B.将猴痘病毒分别放在含有放射性元素 ^{35}S 和 ^{32}P 的培养液中培养,获得被标记的病毒
- C.曲线2表示在 ^{35}S 标记的猴痘病毒侵染细胞的实验中,上清液放射性含量的变化
- D.曲线1表示在 ^{32}P 标记的猴痘病毒侵染细胞的实验中,沉淀物放射性含量的变化

C 解析:在 ^{32}P 标记的猴痘病毒侵染细胞的实验中,用 ^{32}P 标记的猴痘病毒(被标记的是猴痘病毒DNA)侵染未被标记的宿主细胞,随着时间的推移,猴痘病毒DNA侵入宿主细胞,上清液放射性降低,此后随着病毒增殖,数量增多,宿主细胞裂解,子代病毒释放,导致上清液放射性升高,可用题图中的曲线1表示,A、D错误;病毒只能寄生在活细胞内,所以不能用含有放射性 ^{35}S 和 ^{32}P 的细菌培养液直接培养猴痘病毒,B错误; ^{35}S 标记的猴痘病毒侵染细胞的实验中, ^{35}S 标记的是病毒的蛋白质外壳,经搅拌、离心,一直存在于上清液中,所以上清液放射性不变,可用题图中的曲线2表示,C正确。

- 4.DNA杂交技术可用于两物种亲缘关系的判断、尸体辨认和刑事侦查取证等。下表所示为某次严重自然灾害后,研究人员分别从三位遇难者的尸体和生前的生活用品中,提取的三条相同染色体上同一区段DNA单链的碱基序列。下列分析错误的是

()

项目	A组	B组	C组
尸体	ACTGACGGTT	GGCTTATCGA	GCAATCGTGC
生活用品	TGACTGCCAA	CCGAATAGCT	CGGTAAGATG

- A.A组尸体DNA中的胸腺嘧啶数与A组生活用品DNA中的腺嘌呤数相等

- B.若同一组内的两条DNA单链可以通过磷酸二酯键结合形成双链DNA分子,则可以认定两份样本有可能来自同一个人

C.B组尸体DNA中嘧啶所占比例与B组生活用品DNA中嘌呤所占比例相同

- D.不同个体相同组织细胞的核DNA分子中 $(\text{A}+\text{T})/(\text{G}+\text{C})$ 的值不同,表明DNA分子结构具有特异性

B 解析:A组尸体的DNA碱基序列能够与生前生活用品的DNA碱基序列互补配对,说明来自同一个人,同一个人的DNA相同,双链DNA遵循碱基互补配对原则,因此胸腺嘧啶数与腺嘌呤数相等,A正确;两条DNA单链的结合依靠的是氢键,不是磷酸二酯键,B错误;B组尸体的DNA碱基序列能够与生前生活用品的DNA碱基序列互补配对,说明来自同一个人,此外无论是否是同一个人的DNA,双链DNA遵循碱基互补配对原则,嘌呤数=嘧啶数,都各占50%,C正确;DNA特异性主要表现为每个DNA分子碱基序列的不同,因此不同个体相同组织细胞的核DNA分子中 $(\text{A}+\text{T})/(\text{G}+\text{C})$ 的值不同,表明DNA分子结构具有特异性,D正确。

- 5.微卫星DNA(STR)是真核细胞基因组中含有高度重复序列的DNA,富含A—T碱基对,不同个体的STR具有明显的差异。下列有关STR的说法错误的是

()

- A.STR序列可作为DNA指纹检测样品
- B.不同个体的STR序列不同说明了DNA具有多样性
- C.STR序列彻底水解产物是磷酸、核糖和4种碱基
- D.相对于其他DNA序列,STR序列结构的稳定性可能较差

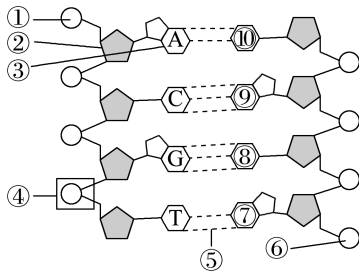
C 解析:STR序列具有特异性,不同个体具有明显差异,可作为DNA指纹检测,A正确;由于碱基对的排列顺序不同,导致不同生物的STR不同,体现了DNA具有多样性,B正确;STR是DNA分子,彻底水解后可以得到6种小分子物质,即磷酸、脱氧核糖和4种碱基,C错误;A与T之间形成两个氢键,G与C之间形成三个氢键,STR的A—T碱基对所占的比例较多,相对于其他同长度DNA,氢键的数目相对较少,所以STR的稳定性可能较差,D正确。

6.细胞内的DNA进行复制时,在引发体的作用下会合成多个小片段的RNA引物,这些引物能结合到其中一条DNA链上形成杂合区,DNA链连接引物后继续延伸,形成一些不连续的双链片段,称为冈崎片段。下列相关分析错误的是 ()

- A.细胞核是DNA复制的主要场所
- B.冈崎片段的碱基序列储存着遗传信息
- C.杂合区中的碱基最多有5种
- D.杂合区中包含8种核糖核苷酸

D 解析: DNA复制主要在细胞核,此外,线粒体和叶绿体也含有少量的DNA,也能进行DNA复制,A正确;DNA中脱氧核苷酸的排列顺序代表了遗传信息,冈崎片段属于DNA片段,因此冈崎片段的碱基序列储存着遗传信息,B正确;DNA中含有A、T、C、G四种碱基,RNA中含有A、U、C、G四种碱基,因此杂合区(DNA—RNA)中最多含有A、T、U、C、G五种碱基,C正确;杂合区中含有DNA和RNA,所以含有4种核糖核苷酸,4种脱氧核苷酸,共8种核苷酸,D错误。

7.下图为DNA分子部分片段的示意图,下列有关叙述正确的是 ()

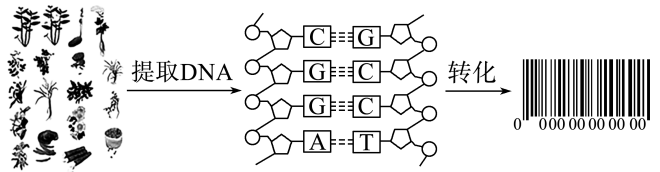


- A.①为3'端,⑥为5'端
- B.解旋酶作用于④,DNA聚合酶作用于⑤
- C.该DNA分子复制时,⑩与尿嘧啶配对
- D.若该分子中G—C碱基对比例高,则热稳定性较高

D 解析: DNA的每条链都具有两个末端,一端有一个游离的磷酸基团,这一端称作5'端,另一端有一个羟基(—OH),称作3'端,故①⑥均为5'端,A错误;解旋酶作用于⑤,DNA聚合酶作用于④,B错误;DNA分子复制时,⑩(胸腺嘧啶)与腺嘌呤配对,C错误;C与G之间有3个氢键,A与T之间有2个氢键,因此G—C碱基对比例高的DNA分子结构更稳定,D正确。

8.DNA条形码技术是一种利用一个或者多个特定的

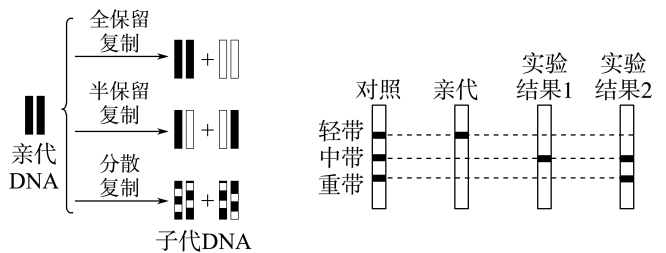
一小段DNA进行物种鉴定的技术。下图中的药材DNA条形码就是中药材的基因身份证。下列有关叙述正确的是 ()



- A.从中药材细胞中提取的DNA分子都有2个游离的磷酸基团
- B.中药材遗传信息的“条形码”是DNA分子中脱氧核苷酸的排列顺序
- C.不同种类中药材细胞的DNA分子不同,不同DNA分子的彻底水解产物不同
- D.DNA分子和ATP分子中都含有腺嘌呤、脱氧核糖和磷酸基团

B 解析: 从中药材细胞的细胞核中提取的DNA分子是线性的,有2个游离的磷酸基团,但从中药材细胞的细胞质(线粒体、叶绿体)中提取的DNA分子是环状的,没有游离的磷酸基团,A错误;中药材的遗传物质是DNA,遗传信息就储存在脱氧核苷酸的排列顺序中,B正确;不同种类的中药材细胞中的DNA分子不同,但不同的DNA分子彻底水解的产物是相同的,都是磷酸基团、脱氧核糖和4种含氮碱基,C错误;DNA分子含有腺嘌呤、脱氧核糖和磷酸基团,ATP分子中含有腺嘌呤、核糖和磷酸基团,D错误。

9.DNA分子双螺旋结构模型提出之后,人们推测DNA可能通过图1中3种方式进行复制。某生物兴趣小组准备通过实验来探究DNA的复制方式,基本思路是用¹⁴N标记大肠杆菌的DNA双链,然后在含¹⁵N的培养基中繁殖两代,提取每代大肠杆菌的DNA并进行离心处理,可能出现的实验结果如图2。下列有关叙述错误的是 ()



- A.若亲代大肠杆菌繁殖一次,出现实验结果1则可以排除全保留复制

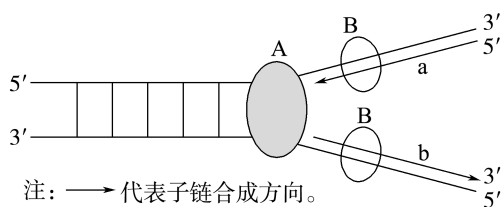
B.按照半保留复制方式,若亲代大肠杆菌繁殖 n 代 ($n \geq 2$),则实验结果中轻带、中带、重带中 DNA 分子数量之比应为 $0:2:(2^n-2)$

C.解旋酶解开 DNA 双螺旋的实质是破坏脱氧核糖酸之间的磷酸二酯键

D.若继续培养大肠杆菌,DNA 分子经离心后不会同时得到轻、中、重 3 条带

C 解析:亲代大肠杆菌繁殖一次,如果进行全保留复制,离心之后应该出现轻带和重带,所以若出现实验结果 1,则可以排除全保留复制,A 正确;按照半保留复制方式,若亲代大肠杆菌(2 条链都是 ^{14}N)在含 ^{15}N 的培养基上繁殖 n 代 ($n \geq 2$),共产生 2^n 个 DNA 分子,其中有 2 个 DNA 分子一条链含 ^{14}N ,一条链含 ^{15}N ,剩下的都是 2 条链含 ^{15}N ,则实验结果中轻带、中带、重带中 DNA 分子数量之比应为 $0:2:(2^n-2)$,B 正确;解旋酶解开 DNA 双螺旋的实质是破坏两条链之间的氢键,C 错误;由于 DNA 分子进行半保留复制,因此继续培养大肠杆菌,DNA 分子经离心后不会出现轻带,故不会同时得到轻、中、重 3 条带,D 正确。

10.复制叉是真核生物 DNA 复制过程中的基本结构,复制叉由“Y”字形 DNA 以及结合在该处的与 DNA 复制有关的蛋白组成,如图所示。研究表明,羟基脲(HU)会造成复制叉停滞,最后抑制整个 DNA 的复制过程。下列有关叙述正确的是



A.与 DNA 复制有关的蛋白包括解旋酶(B)和 DNA 聚合酶(A)等

B.a、b 为新合成的子链,会相互结合形成子代 DNA

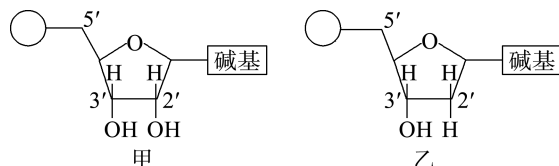
C.HU 造成复制叉停滞的机理可能是抑制 DNA 聚合酶活性

D.合成 a、b 子链的原料相同,即四种核糖核苷酸

C 解析:DNA 复制相关蛋白包括解旋酶和 DNA 聚合酶,由题图可知,A 起解旋作用,所以 A 是解旋酶,B 结合在 DNA 单链上,催化新的 DNA 链合

成,所以 B 是 DNA 聚合酶,A 错误;每一条新合成的子链都会与相应母链结合形成子代 DNA,B 错误;有复制叉出现,说明解旋酶发挥了作用,因此,HU 造成复制叉停滞的机理可能是抑制 DNA 聚合酶活性,C 正确;DNA 复制的原料是四种脱氧核糖核苷酸,D 错误。

11.下图甲所示为核糖核苷酸(NMP)的结构,乙所示为脱氧核苷酸(dNMP)的结构。若图乙中 $3'$ -OH 也脱氧变成 $3'$ -H,就变成双脱氧核苷酸(ddNMP)。下列有关叙述错误的是 ()



A.细胞内构成 NMP 和 dNMP 的碱基不完全相同

B.基因复制时,游离的 dNMP 添加到新生 DNA 链的 $3'$ -OH 端

C.若 ddNMP 掺入正在合成的 DNA 链中,不影响 DNA 的正常复制

D.若 DNA 一条链的序列是 $5'$ -TAGAC- $3'$,则互补链的序列是 $5'$ -GTCAA- $3'$

C 解析:细胞内构成 NMP 的碱基是 A、U、C、G,构成 dNMP 的碱基是 A、T、C、G,二者不完全相同,A 正确;基因复制时,游离的 dNMP 添加到新生 DNA 链的 $3'$ -OH 端,B 正确;DNA 复制时,游离的 dNMP 添加到子链的 $3'$ -OH 端,而 ddNMP 的 $3'$ 端是 -H 而不是 -OH,无法再继续连接脱氧核糖核苷酸,因而 ddNMP 掺入 DNA 链中后会影 DNA 的正常复制,C 错误;DNA 的两条链是反向平行的,若 DNA 一条链的序列是 $5'$ -TTGAC- $3'$,则互补链的序列是 $5'$ -GTCAA- $3'$,D 正确。

12.为探究转化因子的本质,艾弗里和同事进行了如下 5 组实验:第 1 组在含 R 型活细菌的培养基中添加 S 型细菌提取物,第 2~5 组在含 R 型活细菌的培养基中分别添加经蛋白酶、RNA 酶、酯酶和 DNA 酶处理的 S 型细菌提取物。结果发现第 1~4 组都能观察到 R 型和 S 型细菌,第 5 组仅出现 R 型细菌。下列有关该实验的分析,错误的是 ()

A.实验操作时,防止外来物质的污染是需要注意的事项之一

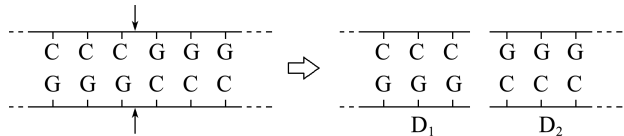
B.该实验第 2~5 组为实验组,控制自变量采用了“减法原理”

C.第1组未对加入的S型细菌提取物做任何处理,属于对照组

D.实验结果表明蛋白酶、RNA酶、酯酶均能促使转化发生

D 解析:本实验需要保证没有自变量外其他物质的干扰,所以防止外来物质的污染是本实验需要注意的事项之一,A正确;第2~5组分别加入了蛋白酶、RNA酶、酯酶和DNA酶,能除去相应的物质,属于控制变量方法中的“减法原理”,B正确;各组均加入了S型细菌提取物,第1组除加入S型细菌提取物外未做任何处理,属于对照组,C正确;蛋白酶、RNA酶、酯酶没有除去DNA,从而让转化发生,并非是蛋白酶、RNA酶、酯酶促使转化发生,D错误。

- 13.从某生物组织中提取DNA进行分析,鸟嘌呤与胞嘧啶之和占全部碱基数的46%,又知DNA的一条链(H链)所含的碱基中28%是腺嘌呤。DNA分子在酶的作用下被切成D₁和D₂两个DNA片段(酶切位点如图所示),下列叙述正确的是 ()



- A.该DNA分子中A+C占碱基总数的50%
 B.与H链相对应的另一条链中腺嘌呤占DNA全部碱基数的26%
 C.H链中的 $(A+C)/(T+G)=0.25$,在互补链中 $(A+C)/(T+G)=0.25$
 D.若D₁中的 $G/T=m$,则D₂中的 $A/C=1/m$

A 解析:该DNA中鸟嘌呤G与胞嘧啶C之和占全部碱基数的46%,则 $G=C=23%$, $A=T=27%$,该DNA分子中A+C占碱基总数的50%,A正确;鸟嘌呤与胞嘧啶之和占全部碱基数的46%,则一条链中鸟嘌呤G与胞嘧啶C之和也占46%,又因为(H链)所含的碱基中28%是腺嘌呤,则H链中胸腺嘧啶T占 $1-46%-28%=26%$,与H链相对应的另一条链中腺嘌呤也占26%,但占DNA全部碱基数的 $26\%/2=13%$,B错误;DNA分子一条链中(A+C)与(T+G)的比值与互补链中的该比值互为倒数,H链中的 $(A+C)/(T+G)=0.25$,在互补链中 $(A+C)/(T+G)=4$,C错误;DNA分子在酶的作用下被切成D₁和D₂

两个DNA片段,D₁与D₂是不同的DNA片段,无直接关系,故无法判断D₁和D₂中A/C的关系,D错误。

- 14.图1表示加热杀死的S型细菌与R型活细菌混合注射到小鼠体内后,两种细菌的含量变化。图2表示用DNA测序仪测出的R型细菌的一个DNA分子片段上被标记的一条脱氧核苷酸链的碱基排列顺序(3'-TGCGTATTGG-5'),图3表示S型细菌的一个DNA分子片段上被标记的一条脱氧核苷酸链的碱基排列顺序。下列有关说法错误的是 ()

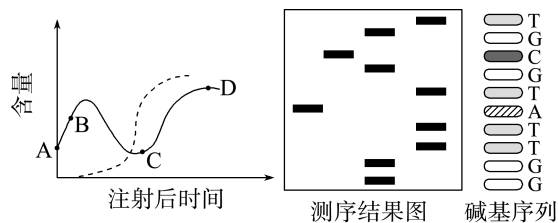


图1

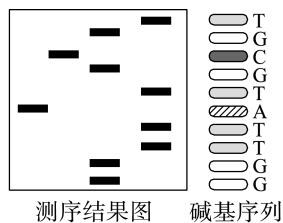


图2

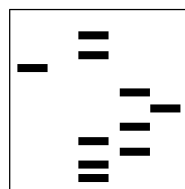


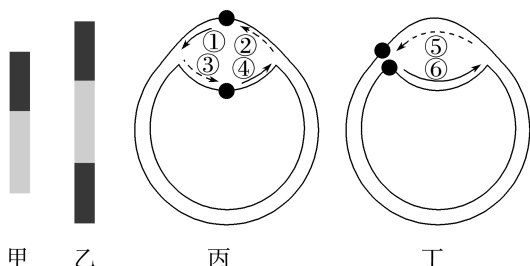
图3

- A.图1中BC段下降的主要原因是R型细菌转化为了S型细菌
 B.图1中CD段细菌含量增加的原因是S型细菌增加,破坏了小鼠的免疫系统
 C.R型细菌的此DNA双链片段含有5个鸟嘌呤
 D.S型细菌的此DNA分子片段碱基排列顺序为3'-CCAGTGC GCC-5'

A 解析:加热杀死的S型细菌与R型活细菌混合注射到小鼠体内后,R型细菌会转化形成S型细菌,即题图1中实线代表R型细菌,虚线代表S型细菌,BC段R型细菌数量下降的主要原因是小鼠的免疫系统杀死了部分R型细菌,CD段细菌含量增加的原因是S型细菌增加,破坏了小鼠的免疫系统,A错误,B正确;根据题图2测序结果可知,图中碱基序列应从上向下读,且由左至右的顺序依次是ACGT,故图示一个DNA分子片段上被标记的一条脱氧核苷酸链中有4个G、1个C,故R型细菌中对应的双链DNA有5个鸟嘌呤,C正确;根据题图2可知题图3中从左至右的碱基顺

序依次是 ACGT,且读取是从上(3')到下(5'),故图3对应的测序结果是 3'-CCAGTGC GCC-5',D 正确。

- 15.放射自显影技术可用于区分 DNA 复制的方向。复制开始时,首先用低放射性的³H 脱氧胸苷作原料进行培养,一定时间后转移到含有高放射性的原料中进行培养,在放射自显影图像上观察比较放射性标记的强度,结果如图甲和图乙。图丙和图丁分别为不同 DNA 复制过程模式图。下列说法正确的是 ()



甲 乙 丙 丁
注: ■ 低放射区、■ 高放射区、● 复制原点、
→ 子链延伸方向、①~⑥为子链。

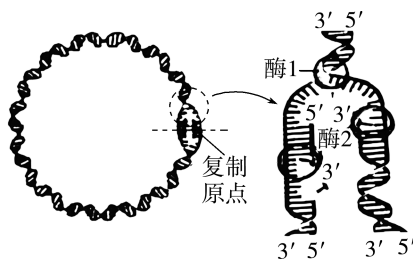
- A.图甲、图乙分别对应图丙、图丁代表的 DNA 复制方式
B.若解旋酶移动速率恒定,图丙表示的复制方式比图丁的效率高
C.⑤⑥复制完成后,两条完整子链中(A+G)/(T+C)的值相等
D.②③⑤是不连续复制,其模板链的5'端都指向解旋方向

B 解析:由题图可知,题图丙表示双向复制,复制起始点区域利用低放射性原料,其放射性低,两侧的新合成区域利用高放射性原料,其放射性高,题图丁表示单向复制,复制起始点区域利用的是低放射性原料,因此放射性低,右侧的新合成区域利用的是高放射性原料,因此放射性高,故题图甲、题图乙分别对应题图丁、题图丙代表的 DNA 复制方式,A 错误;由题图可知,题图丙表示双向复制,题图丁表示单向复制,若解旋酶移动速率恒定,题图丙表示的复制方式比题图丁表示的复制方式效率高,B 正确;⑤⑥复制完成后两条链互补,两条完整子链中(A+G)/(T+C)的值不一定相等,C 错误;由题图可知,②③⑤是不连续复制,由于 DNA 聚合酶只能从 5'向 3'延伸子链,因此每条子链延伸的方向都是从 5'向 3',其模板链的 3'端都

指向解旋方向,D 错误。

二、非选择题:本题共 5 小题,共 55 分。

- 16.(11 分)大肠杆菌 DNA 呈环状,下图表示其复制过程。请据图分析并回答下列问题:



- (1)环状 DNA 分子中游离的磷酸基团有 _____ 个,其上基因的特异性由 _____ 决定。
(2)复制原点是 DNA 分子中复制起始的一段序列,该序列中 A—T 含量很高,有利于 DNA 复制起始时的解旋,原因是 _____。
酶 1 作用时需要由 _____ 直接供能,酶 2 催化子链延伸的方向是 _____ (填“5'→3'”或“3'→5'”)。
(3)由图推测,大肠杆菌 DNA 的复制最可能是 _____。

- ①单起点连续复制 ②单起点半不连续复制
③多起点连续复制 ④多起点半不连续复制

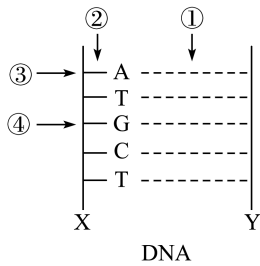
解析:(1)由 DNA 的结构可知,链状 DNA 分子有 2 个游离的磷酸基团,但环状 DNA 分子中每个磷酸基团连接 2 个脱氧核糖,有 0 个游离的磷酸基团,其上基因的特异性由脱氧核苷酸(碱基对)的排列顺序决定。(2)DNA 分子中 A—T 之间有 2 个氢键,C—G 之间有 3 个氢键,A 与 T 之间的氢键数量少,容易断开,复制原点是 DNA 分子中复制起始的一段序列,所以该序列中 A—T 含量很高,有利于 DNA 复制起始时的解旋。酶 1 将 DNA 双链解开,所以酶 1 是解旋酶,解旋酶作用时需要由 ATP 直接供能;酶 2 是 DNA 聚合酶,DNA 聚合酶催化子链延伸,DNA 聚合酶催化子链延伸的方向是 5'→3'。(3)分析题图可知,大肠杆菌的 DNA 复制时只有一个起点,在 DNA 复制时,由于 DNA 聚合酶催化子链延伸的方向是 5'→3',是不连续复制,因此大肠杆菌 DNA 的复制最可能是单起点半不连续复制,②正确,①③④错误。

答案:(1)0 脱氧核苷酸(碱基对)排列顺序

(2)A 与 T 之间氢键少,容易断开 ATP 5'→3'

(3)②

17.(9分)根据下图回答问题:



(1)图中 Y 链由上至下的碱基顺序是 _____。

(2)DNA 分子复制时是在 _____ 位置解旋的。

A.① B.② C.③ D.④

(3)建立 DNA 立体模型的科学家沃森和克里克认为 DNA 的空间结构是 _____ 结构。

(4)若该 DNA 中,鸟嘌呤与胞嘧啶之和占全部碱基的 54%,其中 X 链的碱基中,22%是腺嘌呤,28%是胞嘧啶,则 Y 链中腺嘌呤占 Y 链碱基的比例和 Y 链中胞嘧啶占整个 DNA 中碱基的比例分别为多少? _____。

解析:(1)X 链与 Y 链是 DNA 的两条链,遵循碱基互补配对原则,根据 X 链的碱基排列顺序可以推测 Y 链的碱基排列顺序由上至下是 TACGA。(2)DNA 双链解旋是解旋酶使碱基之间氢键断裂的结果,即①处位置断裂解旋。(3)DNA 的空间结构为规则的双螺旋结构。(4)由题意可知,双链 DNA 中 $G+C=54\%$,由于互补碱基之和在单、双链中所占的比例相同,可知 X 链中碱基 $G+C$ 占该链碱基的 54%。又知 X 链中, $A=22\%$, $C=28\%$,则 X 链中 $G=54\%-28\%=26\%$, $T=1-54\%-22\%=24\%$ 。因 Y 链与 X 链互补,则 Y 链中 A 占该链的 24%,C 占该链的 26%,占整个 DNA 中碱基数的 13%。

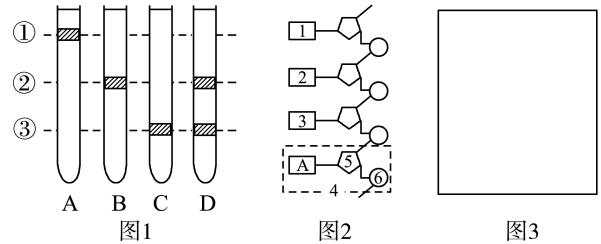
答案:(1)TACGA (2)A

(3)规则的双螺旋

(4)24%、13%

18.(11分)含有³²P 或³¹P 的磷酸,两者化学性质几乎相同,都可参与 DNA 的组成,但³²P 比³¹P 质量大。现将某哺乳动物的细胞放在含有³¹P 磷酸的培养基中连续培养数代后得到 G₀ 代细胞,然后将 G₀ 代细胞移至含有³²P 磷酸的培养基中培养,经过第 1、2 次细胞分裂后,分别得到 G₁、G₂ 代细胞,再从

G₀、G₁、G₂ 代细胞中提取出 DNA,经密度梯度离心后的结果如图 1 所示,图 2 表示 DNA 的部分结构。



由于 DNA 分子质量不同,因此离心后在离心管内的分布不同。若①②③分别表示轻、中、重 3 种 DNA 分子在离心管中的位置,请回答下列问题:

(1)³²P 存在于图 2 中标号 _____ 所示的结构中,标号 4 的名称是 _____。

(2)若图 2 中 1、2、3 分别表示 C、A、G,在图 3 中画出该 DNA 上相应的另一条链。

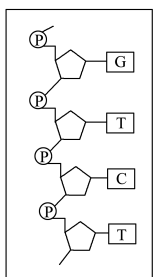
(3)图 1 中 G₀、G₁、G₂ 3 代 DNA 离心后所在的试管分别是 _____、_____、_____。

(4)上述实验结果证明 DNA 的复制方式是 _____。DNA 的自我复制能使生物的 _____ 保持连续性。

解析:(1)³²P 存在于题图 2 中标号 6 所示的磷酸基团中,标号 4 是腺嘌呤脱氧核苷酸。(2)根据碱基互补配对原则,C 与 G 配对、A 与 T 配对,由此画出相应的另一条链,如答案图所示。(3)G₀ 代细胞是哺乳动物细胞放在含有³¹P 磷酸的培养基中连续培养数代得到的,其 DNA 的两条链都含³¹P,应位于试管的①的位置,与试管 A 一致;G₁ 代细胞是 G₀ 代细胞在含³²P 磷酸的培养基中培养分裂一次得到的,其 DNA 都是一条链含有³¹P,另一条链含有³²P,分布在试管的②的位置,与试管 B 一致;G₂ 代细胞是 G₀ 代细胞在含³²P 磷酸的培养基中培养分裂两次得到的,其 DNA 中一半是一条链含有³¹P,另一条链含有³²P;另一半是两条链均含有³²P,离心后分别位于试管的②③的位置,与试管 D 一致。(4)题中实验证明 DNA 的复制方式是半保留复制。DNA 的自我复制能使生物的遗传信息保持连续性。

答案:(1)6 腺嘌呤脱氧核苷酸

(2)如图所示



(3)A B D (4)半保留复制 遗传信息

19.(12分)20世纪中叶开始,科学家不断通过实验探究遗传物质的本质,使生物学研究进入分子生物学领域。请回答下列问题:

(1)赫尔希和蔡斯的噬菌体侵染细菌实验。

①实验中,没有用 ^{14}C 和 ^{18}O 来分别标记蛋白质和DNA,原因是_____。

②用 ^{35}S 标记的组和用 ^{32}P 标记的组中,放射性分别主要分布于试管中的_____,这表明噬菌体侵染细菌时,_____进入细菌细胞中,而_____仍留在外面。

(2)某研究小组在南极冰层中发现一种全新的病毒,为探究该病毒的遗传物质是DNA还是RNA,做了如下实验。

I.实验步骤:

①取健康且生长状况基本一致的小白鼠若干,随机均分成四组,编号为A、B、C、D。

②将表格补充完整,并将配制的溶液分别注入小白鼠体内。

组别	注射溶液
A	该病毒核酸提取物和RNA酶
B	_____
C	该病毒核酸提取物
D	生理盐水

③相同条件下培养一段时间后,观察比较各组小白鼠的发病情况。

II.结果预测及结论:

①若_____,则DNA是该病毒的遗传物质;

②若_____,则RNA是该病毒的遗传物质。

解析:(1)①由于DNA和蛋白质的元素组成均含有C、H、O、N,标记后两者无法区分,故实验中没有用 ^{14}C 和 ^{18}O 来分别标记蛋白质和DNA。② ^{35}S 标记的是噬菌体的蛋白质外壳, ^{32}P 标记的是噬菌体的DNA,用 ^{35}S 标记的一组,放射性主要分布于

上清液中;而用 ^{32}P 标记的一组,放射性主要分布于试管的沉淀物中。这表明噬菌体侵染细菌时,DNA进入细菌的细胞中,蛋白质外壳仍留在外面。因此,DNA才是噬菌体的遗传物质。(2)I.②根据酶的专一性,即一种酶只能催化一种或一类化学反应,可知,DNA酶可以催化DNA水解,最终产物中没有DNA;RNA酶可以催化RNA的水解,最终产物中没有RNA。因此表中B组注射的是该病毒核酸提取物和DNA酶。II.①若DNA是该病毒的遗传物质,则B组DNA被水解,而A、C组DNA完好,因此A、C组发病,B、D组未发病。②若RNA是该病毒的遗传物质,则A组RNA被水解,而B、C组RNA完好,因此B、C组发病,A、D组未发病。

答案:(1)①DNA和蛋白质的元素组成都含有C和O,标记后无法区分 ②上清液、沉淀物 DNA 蛋白质 (2)I.②该病毒核酸提取物和DNA酶 II.①A、C组发病,B、D组未发病 ②B、C组发病,A、D组未发病

20.(12分)已知S型细菌分为I-S、II-S、III-S类型,R型细菌分为I-R、II-R、III-R类型。研究发现许多细菌有自然转化能力。在格里菲思所做的肺炎链球菌转化实验中,无毒性的II-R型活细菌与被加热杀死的III-S型细菌混合后注射到小鼠体内,从小鼠体内分离出了有毒性的S型活细菌。对于S型活细菌是怎样出现的,主要存在3种假说。假说一:S型细菌复活;假说二:R型细菌突变为S型细菌;假说三:加热杀死的S型细菌中的某种物质进入了R型细菌体内导致其转化。请回答下列问题:

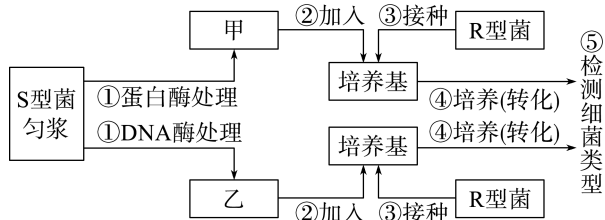
(1)研究表明,加热灭活的S型细菌会遗留下完整的DNA片段,包括控制荚膜形成的基因。若假说一正确,则构成S型细菌的蛋白质也应该具有较高的活性,该推测的依据是_____。

_____。

(2)自然状态下会有S型细菌突变为同型的R型细菌,如I-S可突变为I-R,但不会突变为III-R。若假说二成立,则从小鼠体内分离出的S型活细菌应为_____型。事实上,格里菲思从小鼠体

内分离出了有毒性的_____型活细菌,且其后代也是同型的 S 型细菌,证实了假说二是不合理的。

(3)为研究促使 R 型细菌转化为 S 型细菌的活性物质是 DNA 还是蛋白质,某同学进行了肺炎链球菌体外转化实验,部分实验流程如图所示。



步骤①中加入酶处理 S 型细菌匀浆的目的是_____。

在实验变量的控制上采用了“_____”原理”。步骤⑤中,若观察到 DNA 酶处理组的培养基上有_____ (填“R 型细菌”“S 型细菌”或“R 型细菌和 S 型细菌”)的菌落,蛋白酶处理组的培养基上有_____ (填“R 型细菌”“S 型细菌”或“R 型细菌和 S 型细菌”)的菌落,则说明 DNA 是促使 R 型细菌转化为 S 型细菌的活性物质。

解析:(1)蛋白质是生命活动的主要承担者,一旦

失活,S 型细菌将无法进行正常的生命活动,也就难以复活。因此若假说一正确,则构成 S 型细菌的蛋白质也应该具有较高的活性。(2)由题干信息“自然状态下会有 S 型细菌突变为同型的 R 型细菌”分析可知,若假设二是正确的,则 II-R 型活细菌应突变为 II-S 型活细菌,而事实上从小鼠体内分离出来的是 III-S 型活细菌,说明假设二不合理。(3)步骤①加入蛋白酶、DNA 酶的目的是去除匀浆中的蛋白质或 DNA,从而鉴定出 DNA 是转化物质,蛋白质不是转化物质,该步骤在实验变量的控制上采用了“减法原理”。步骤⑤中,若 DNA 是促使 R 型细菌转化为 S 型细菌的物质,则 DNA 酶处理组的培养基上应只出现 R 型细菌的菌落,蛋白酶处理组的培养基上应同时有 R 型细菌和 S 型细菌的菌落。

答案:(1)蛋白质是生命活动的主要承担者,一旦失活,S 型细菌将无法进行正常的生命活动,也就难以复活 (2)II-S III-S (3)去除匀浆中的蛋白质或 DNA 减法 R 型细菌 R 型细菌和 S 型细菌

单元概览

核心概念

概念 3 遗传信息控制生物性状,并代代相传

3.1 亲代传递给子代的遗传信息主要编码在 DNA 分子上

3.1.4 概述 DNA 分子上的遗传信息通过 RNA 指导蛋白质的合成,细胞分化的本质是基因选择性表达的结果,生物的性状主要通过蛋白质表现

3.1.5 概述某些基因中碱基序列不变但表型改变的表观遗传现象

学习目标

1. 围绕基因与性状的关系建构单元思维导图,阐明遗传信息是如何控制生物性状的。

2. 构建转录和翻译的过程模型,比较不同生物遗传信息传递的差异,说出对生命是物质、信息、能量统一体的理解,结合实例分析阐明基因与性状关系的复杂性。

3. 结合实例比较,说出表观遗传和表型模拟的区别并设计实验验证,结合资料分析,说明吸烟对生物性状影响的原理,树立健康生活意识。

单元任务

“橘生淮南则为橘,生于淮北则为枳,叶徒相似,其实味不同。所以然者何?水土异也。”像这种随环境不同,生物性状发生改变的例子非常普遍。北极附近生活着一种雷鸟,它们四季换羽,羽色多变,春夏季为灰褐色,秋季为黄栗色,冬季则为雪白色,在不同季节始终与环境保持一致。可见遗传信息对生物性状的控制存在着复杂的调控机制。

思考与探究

<p>思考 1</p> <p>基因、蛋白质、性状三者间究竟有怎样的关系?</p>	<p>任务 1</p> <p>基因控制蛋白质合成的过程。</p>
<p>思考 2</p> <p>为什么相同的生物在不同的环境中会出现性状差异?</p>	<p>任务 2</p> <p>生物的性状与基因表达的关系。</p>
<p>思考 3</p> <p>为什么生物在不同的发育阶段会先后出现不同的性状?</p>	<p>任务 3</p> <p>基因表达与细胞分化的关系。</p>

素养评价

核心素养	
生命观念	<ol style="list-style-type: none"> 1.通过学习遗传信息的转录和翻译,理解 DNA、RNA、蛋白质等物质传递的是遗传信息,形成生命的信息观; 2.通过了解生物体从亲代继承的是染色体和 DNA,理解 DNA 上储存的是遗传信息,形成生命是物质、能量和信息统一体的生命观念; 3.基于地球上几乎所有的生物都共用一套遗传密码的事实,认同当今生物可能有着共同的起源,建立生物进化观。
科学思维	<ol style="list-style-type: none"> 1.通过基因的选择性表达、表观遗传等内容,认同生物学中因果关系的复杂性,同时提升多角度、多因素分析复杂事件的方法和能力; 2.通过对几个碱基决定 21 种氨基酸的机制的推测,理解演绎推理的思维; 3.通过分析植物柳穿鱼和动物小鼠的表观遗传实例,培养应用归纳法解决生活中的问题的能力。
科学探究	<ol style="list-style-type: none"> 1.通过观察比较转录出的 RNA 与 DNA 碱基序列的异同,培养分析实验现象、设计实验等能力; 2.通过合理引导开展活动,提高观察、分析、提问、讨论和交流的能力与团队合作意识。
社会责任	<ol style="list-style-type: none"> 1.通过了解不良的生活方式可能会通过表观遗传机制影响基因的表达,认识吸烟的危害,从而选择健康的生活方式; 2.通过关注苯丙酮尿症的发病机制和我国的应对措施,认同社会主义制度的优越性; 3.通过理解基因工程的合理应用能够造福社会,提高关注生物科学技术在生产生活中的应用的意识。

探·究·构·建

第1节 基因指导蛋白质的合成

学习任务目标

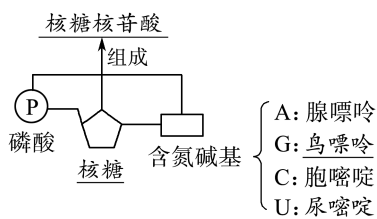
1. 基于 DNA 转录、翻译的过程, 形成生命的物质观、结构与功能观; 基于遗传信息流, 建立生命的信息观; 基于密码子的通用性, 进一步认识生物界的统一性。
2. 运用模型与建模的科学方法, 掌握 DNA 上的遗传信息通过 RNA 指导蛋白质合成的过程。
3. 通过了解中心法则的提出和修正过程, 认同科学是不断发展的, 培养科学探究素养。

问题式预习

一、遗传信息的转录

1. RNA 的组成与结构

- (1) 基本单位: 核糖核苷酸。
- (2) 组成成分



- (3) 空间结构: 一般是单链, 且比 DNA 短。

2. 细胞中 RNA 的种类及作用

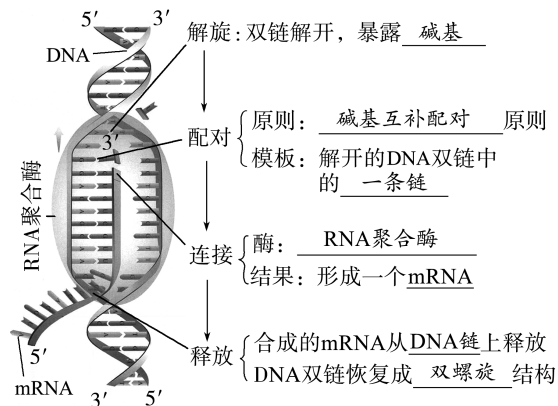
项目	mRNA	tRNA	rRNA
示意图			
分布	常与核糖体结合	细胞质中	与蛋白质结合形成核糖体
功能	翻译时作模板	翻译时作搬运氨基酸的工具	参与核糖体的组成
联系	①组成相同: 都含有 4 种核糖核苷酸; ②来源相同: 都由转录产生; ③功能协同: 都与翻译有关		

3. 遗传信息的转录

(1) 概念: 在细胞核中, 通过 RNA 聚合酶以 DNA 的一条链为模板合成 RNA 的过程。

- ①场所: 细胞核 (主要)。
- ②模板: DNA 的一条链。
- ③产物: RNA。
- ④原料: 核糖核苷酸。

(2) 过程



◇思考

[教材 P66“思考·讨论”]

(1) 转录与 DNA 复制有什么共同之处? 这对保证遗传信息的准确转录有什么意义?

提示: 转录与复制都需要模板, 都遵循碱基互补配对原则, 等等。其中, 碱基互补配对原则能够保证遗传信息传递的准确性。

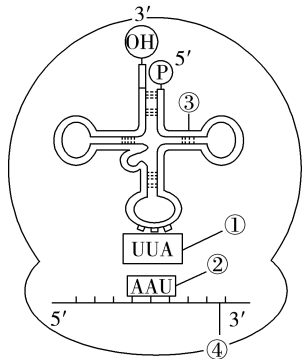
(2) 与 DNA 复制相比, 转录所需要的原料和酶各有什么不同?

提示: DNA 复制所需要的原料是 4 种游离的脱氧核

苷酸,所需要的酶是解旋酶和 DNA 聚合酶;转录所需要的原料是 4 种游离的核糖核苷酸,所需要的酶是 RNA 聚合酶。

二、遗传信息的翻译

1. 密码子和反密码子



(1)属于密码子的是②(填标号),位于④mRNA(填名称)上,其实质是决定一个氨基酸的3个相邻的碱基。

(2)属于反密码子的是①(填标号),位于③tRNA(填名称)上,其实质是与密码子发生碱基互补配对的3个相邻的碱基。

(3)密码子的种类为64种,其中有2种起始密码子,3种终止密码子。在正常情况下,UGA是终止密码子,但在特殊情况下,UGA可以编码硒代半胱氨酸。

2. 翻译

(1)概念:游离在细胞质中的各种氨基酸,以mRNA为模板合成具有一定氨基酸顺序的蛋白质的过程。

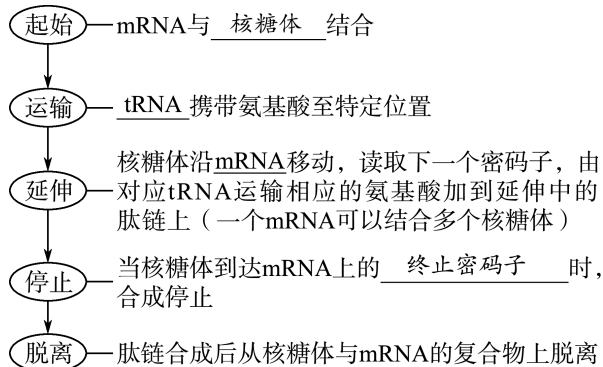
(2)场所或装配机器:核糖体。

(3)条件

{	模板: mRNA
	原料: 氨基酸
	能量: ATP
	酶: 多种酶

搬运工具: tRNA

(4)过程



(5)产物:多肽 $\xrightarrow{\text{盘曲折叠}}$ 蛋白质。

(6)翻译能高效进行的原因:一个 mRNA 分子上可以相继结合多个核糖体,同时进行多条肽链的合成。

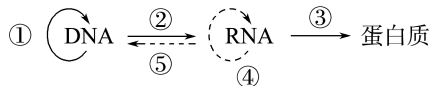
◇思考

[教材 P67“思考·讨论”]组成蛋白质的 21 种氨基酸对应 62 种密码子。由此推知一种氨基酸可能对应多个密码子,这对生物体的生存发展的意义是什么?

提示:①增强容错性:当密码子中有一个碱基改变时,由于密码子的简并,可能并不会改变其对应的氨基酸,因而有利于维持蛋白质或性状的稳定。②保证翻译速度:当某种氨基酸使用频率高时,几种不同的密码子都编码一种氨基酸可以保证翻译的速度。

三、中心法则

中心法则图解(虚线表示少数生物的遗传信息的流向)如下图,完成有关内容填写:



(1)写出图中标号代表的含义

①DNA 复制;②转录;③翻译;④RNA 复制;⑤逆转录。

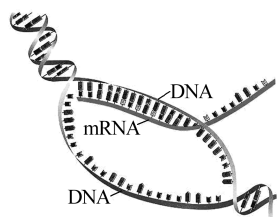
(2)从图中可以看出,遗传信息的载体是 DNA、RNA,遗传信息表达的产物是蛋白质,而整个过程都需要 ATP 提供能量。可见,生命是物质、能量和信息的统一体。

○ 任务型课堂 ○

任务一 > 遗传信息的转录

🔍 探究活动

下图为 DNA 分子的转录过程示意图。请回答下列问题:



(1)DNA 和 RNA 在组成成分上有何异同?

提示:相同点:元素组成都为 C、H、O、N、P,都含有碱基 A、C、G,都含有五碳糖和磷酸。不同点:DNA 的基本组成单位是脱氧核苷酸,特有脱氧核糖和碱基 T;RNA 的基本组成单位是核糖核苷酸,特有核糖和碱基 U。

(2)转录成的 RNA 的碱基序列与作为模板的 DNA 单链的碱基序列有何关系?与 DNA 的另一条链的碱基序列相比有哪些异同?

提示:①转录成的 RNA 的碱基序列与作为模板的 DNA 单链的碱基序列互补配对。②与 DNA 的另一条链的碱基序列相比,碱基序列基本相同,只是 DNA 链上 T 的位置, RNA 链上是 U。

【探究总结】

(1)转录不是转录整个 DNA,而是转录其中的基因,不同种类的细胞转录不同的基因,从而产生不同的 mRNA,将来合成不同的蛋白质,这就是基因的选择性表达。

(2)转录的模板只是 DNA 分子的一条链,该链的互补链被称为编码链。

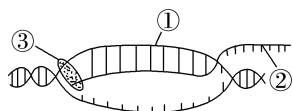
(3)转录的产物主要有 3 种:mRNA、rRNA、tRNA。这 3 种 RNA 都参与蛋白质合成,各有不同的功能。

(4)细胞核中转录形成的 RNA 通过核孔进入细胞质的过程需要能量。

(5)质基因(线粒体和叶绿体中的基因)控制蛋白质合成的过程中也进行转录和翻译。

评价活动

1.下图为真核生物细胞核内转录过程的示意图,下列说法正确的是 ()



- A.①链的碱基 A 与②链的碱基 T 互补配对
 B.②是以 4 种核糖核苷酸为原料合成的
 C.如果③表示酶分子,则它的名称是 DNA 聚合酶
 D.转录完成后,②需通过两层生物膜才能与核糖体结合

B 解析:据题图分析可知,①链是 DNA 链,②链是 RNA 链,①链中的碱基 A 应与②链中的碱基 U 互补配对,A 错误;合成 RNA 的原料是 4 种核糖核苷酸,B 正确;③表示 RNA 聚合酶,C 错误;转录完成后,②通过核孔进入细胞质,穿过 0 层生物膜,D 错误。

2.拟南芥 HPR1 蛋白定位于细胞核孔结构,功能是协助 mRNA 转移。与野生型相比,推测该蛋白功能缺失的突变型细胞中,有更多 mRNA 分布于 ()

- A.细胞核 B.细胞质
 C.高尔基体 D.细胞膜

A 解析:野生型的拟南芥 HPR1 蛋白定位于细胞核孔结构,功能是协助 mRNA 转移。mRNA 是转录的产物,翻译的模板,故可推测其转移方向是从细胞核内通过核孔到细胞核外,因此该蛋白功能缺失的突变型细胞,不能协助 mRNA 转移,mRNA 会聚集在细胞核中,A 正确。

3.2023 年 4 月,《自然》杂志发表了一项研究成果:通过对人类和其他 4 种模式动物转录过程的分析,找到了动物王国普适的衰老线索,即基因的平均转录延伸速度会随着年龄的增长而增加,但转录过程的准确性下降。该研究还发现通过限制热量摄入等方式可以逆转上述过程。下列有关叙述正确的是 ()

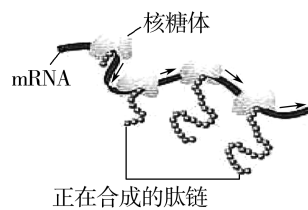
- A.转录延伸时,游离的脱氧核糖核苷酸添加到子链的 3' 端
 B.转录延伸时, RNA 聚合酶移动到终止密码子时转录停止
 C.转录出的 mRNA 与模板 DNA 之间的碱基序列均能互补配对
 D.在一定程度上低热量饮食可延缓实验动物的衰老

D 解析:转录延伸时,游离的核糖核苷酸添加到子链的 3' 端,A 错误;DNA 双链解开,在 RNA 聚合酶的作用下开始转录,移动到终止子时停止转录,而终止密码子在 mRNA 上,B 错误;由题意“基因的平均转录延伸速度会随着年龄的增长而增加,但转录过程的准确性下降”可知,转录出的 mRNA 与模板 DNA 之间可能会出现碱基配对出错的现象,C 错误;由题意可知,通过限制热量摄入等方式可以逆转衰老过程,说明在一定程度上低热量饮食可延缓实验动物的衰老,D 正确。

任务二 遗传信息的翻译

探究活动

下图为以 mRNA 分子为模板合成蛋白质的过程示意图。请回答下列问题:



(1)若某一多肽链片段为“—苯丙氨酸—色氨酸—谷氨酸—”,请写出指导该多肽合成的 mRNA 中相应碱基的组成;若某一 mRNA 片段为“—AUGGAAGCA—”,请写出其编码的氨基酸序列。

提示:①—UUUUGGGAA—或—UUCUGGGAA—或—UUUUGGGAG—或—UUCUGGGAG—。②—甲硫氨酸—谷氨酸—丙氨酸—。

(2)若指导蛋白质合成的基因中某一碱基发生改变,其控制合成的氨基酸是否一定发生改变?为什么?

提示:不一定。因为一种氨基酸可对应一种或多种密码子。

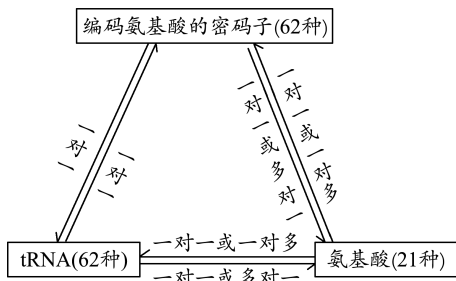
(3)一个 mRNA 分子可结合多个核糖体,每个核糖体只合成多肽链中的一段,还是独立合成一条完整的多肽链? 这些多肽链的氨基酸序列是否相同?

提示:每个核糖体都独立合成一条完整的多肽链。这些多肽链的氨基酸序列相同。

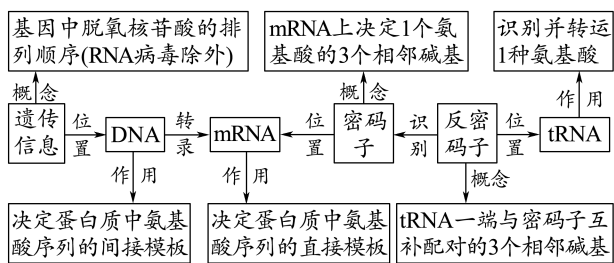
【探究总结】

氨基酸与密码子、反密码子的关系

(1)密码子、tRNA 和氨基酸之间的对应关系

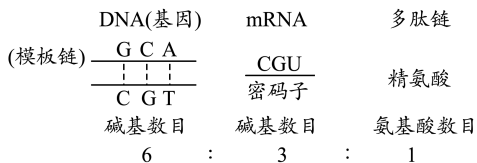


(2)遗传信息、密码子(遗传密码)、反密码子的关系



(3)基因中碱基、mRNA 中碱基与多肽链中氨基酸的数量关系

基因中碱基数 : mRNA 中碱基数 : 多肽链中氨基酸数 = 6 : 3 : 1, 图解如下:



评价活动

1.一段原核生物的 mRNA 通过翻译可合成一条含有 11 个肽键的多肽,则此 mRNA 分子至少含有的碱基数及合成这段多肽最多需要的 tRNA 个数依次为 ()

- A.33,11 B.36,12
C.12,36 D.11,36

B 解析:由题干信息可知,此多肽有 11 个肽键,则此多肽应由 12 个氨基酸脱水缩合而成,对应 mRNA 上的碱基数目至少应为 $12 \times 3 = 36$ 个,12 个氨基酸最多需要 12 个 tRNA 来转运。

2.基因指导蛋白质的合成包括转录和翻译两个阶段,下列有关叙述正确的是 ()

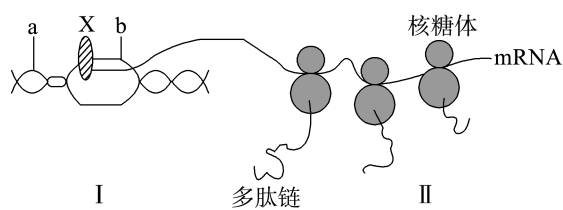
- A.转录以 DNA 的两条链为模板合成 RNA

B.转录必须在 DNA 聚合酶的作用下进行
C.翻译时,一个 mRNA 分子上只能结合一个核糖体

D.翻译时,一种氨基酸可能被多种 tRNA 转运

D 解析:转录是以 DNA 的一条特定的链为模板合成 RNA 的过程,A 错误;转录必须在 RNA 聚合酶的作用下进行,B 错误;翻译时,一个 mRNA 分子上可以结合多个核糖体,指导多条相同肽链的合成,C 错误;翻译时,一种氨基酸可能被多种 tRNA 转运,而一种 tRNA 只能转运一种氨基酸,D 正确。

3.下图表示某细胞内发生的一系列生理变化,X 表示某种酶。据图分析,下列有关叙述错误的是 ()



A.X 为 RNA 聚合酶,该酶主要在细胞核中发挥作用

B.该图中最多含 5 种碱基、8 种核苷酸

C.过程 I 仅在细胞核内进行,过程 II 仅在细胞质内进行,图示中 X 和核糖体的移动方向相同

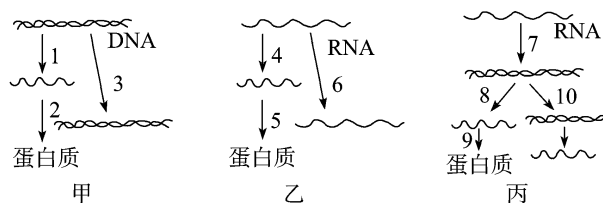
D.b 部位发生的碱基配对方式可有 T—A、A—U、C—G、G—C

C 解析:题图中过程 I 表示转录,其中 a 为 DNA 分子,b 为 DNA 模板链,X 为 RNA 聚合酶。转录主要在细胞核内进行,因此 RNA 聚合酶主要存在于细胞核,A 正确。题图中含有 DNA 分子和 RNA 分子,因此最多含 5 种碱基(A、C、G、T、U)和 8 种核苷酸,B 正确。过程 I 为转录,真核生物主要在细胞核内进行,在线粒体和叶绿体中也可以进行,过程 II 为翻译,在细胞质中的核糖体上进行,图示中 X 和核糖体的移动方向相同,C 错误。b 部位表示以 DNA 的一条链为模板形成 mRNA 的过程,发生的碱基配对方式可有 T—A、A—U、C—G、G—C,D 正确。

任务三 > 中心法则

探究活动

下图为中心法则的相关过程示意图。请据图分析回答下列问题:



(1)分析图中数字代表的过程。


提示:图中1、8为转录过程;2、5、9为翻译过程;3、10为DNA复制过程;4、6为RNA复制过程;7为逆转录过程。

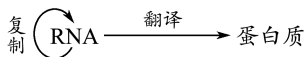
(2)若甲、乙、丙为病毒,则其分别为何种病毒?

提示:若甲、乙、丙为病毒,则甲为DNA病毒;乙为RNA病毒;丙为逆转录病毒。

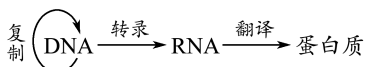
(3)分别写出下列生物的中心法则图解。

生物种类	举例	遗传信息的传递过程
DNA病毒	T2噬菌体	_____
某些RNA病毒	烟草花叶病毒	_____
逆转录病毒	艾滋病病毒	_____
细胞生物	动物、植物、细菌、真菌等	_____

提示: 







【探究总结】

并非所有细胞均能进行DNA复制、转录与翻译

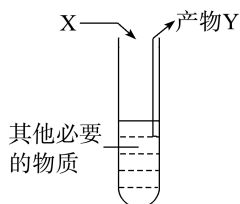
(1)绿色植物只有分生组织细胞才能进行DNA复制(当然也进行转录与翻译)。

(2)高度分化的细胞只进行转录、翻译,不进行DNA复制。

(3)哺乳动物成熟的红细胞中,DNA复制、转录、翻译均不能进行。

88 评价活动

1.下图表示有关遗传信息传递和表达的模拟实验。下列相关叙述合理的是 ()



A.若X是mRNA,Y是多肽,则管内必须加入氨基酸

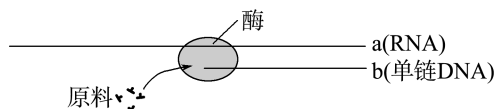
B.若X是DNA,Y含有U,则管内必须加入逆转录酶

C.若X是tRNA,Y是多肽,则管内必须加入脱氧核苷酸

D.若X是HIV的RNA,Y是DNA,则管内必须加入DNA酶

A 解析:若X是mRNA,Y是多肽,则管内发生的是翻译过程,因此管内必须加入氨基酸,A合理;若X是DNA,Y含有U,则Y为RNA,管内发生的是转录过程,因此不需要加入逆转录酶,而需要加入RNA聚合酶等,B不合理;若X是tRNA,Y是多肽,则管内发生的是翻译过程,因此不需要加入脱氧核苷酸,C不合理;若X是HIV的RNA,Y是DNA,则管内发生的是逆转录过程,因此需要加入逆转录酶,D不合理。

2.“中心法则”反映了遗传信息的传递方向,其中某过程的示意图如下。下列叙述正确的是 ()



A.催化该过程的酶为RNA聚合酶

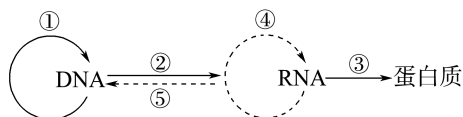
B.a链上任意3个碱基组成一个密码子

C.b链的脱氧核苷酸之间通过磷酸二酯键相连

D.该过程中遗传信息从DNA向RNA传递

C 解析:题图所示过程以RNA链为模板,合成单链DNA,为逆转录过程,催化该过程的酶为逆转录酶,A错误;mRNA链上能决定一个氨基酸的3个相邻碱基,组成一个密码子,B错误;b链为单链DNA,相邻的两个脱氧核苷酸之间通过磷酸二酯键连接,C正确;该过程为逆转录,遗传信息从RNA向DNA传递,D错误。

3.带状疱疹是水痘一带状疱疹病毒(VZV)感染所致,VZV是一种具有传染性的双链DNA病毒。阿昔洛韦是治疗带状疱疹的一种常用药物,其作用机理主要是抑制病毒DNA聚合酶的活性。如图所示为遗传信息传递的中心法则,下列相关叙述正确的是 ()



A.与VZV相关的信息传递存在图中的①②③⑤过程

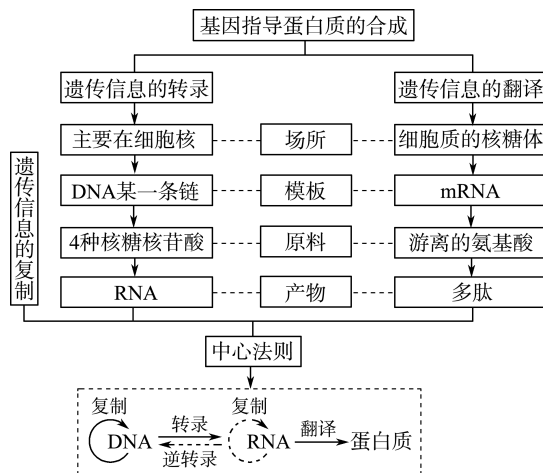
B.阿昔洛韦主要通过影响图中的③过程来抑制VZV的增殖

C.⑤过程存在U—A,C—G,A—T碱基配对方式

D.在①过程中,DNA 聚合酶能将两条链之间的氢键断开

C 解析:VZV 是一种具有传染性的双链 DNA 病毒,不会发生⑤逆转录过程,A 错误;由题干信息可知,阿昔洛韦的作用机理主要是抑制病毒 DNA 聚合酶的活性,故其主要通过影响①DNA 复制过程来抑制 VZV 的增殖,B 错误;⑤逆转录是以 RNA 为模板合成 DNA 的过程,RNA 中存在 U、C、A、G 碱基,与其配对的 DNA 中的碱基分别为 A、G、T、C,即 U—A、C—G、A—T、G—C 4 种碱基配对方式,C 正确;在①DNA 复制过程中,解旋酶能将两条链之间的氢键断开,D 错误。

提质归纳



课后素养评价 (十三)

基因指导蛋白质的合成

建议用时: 40分钟

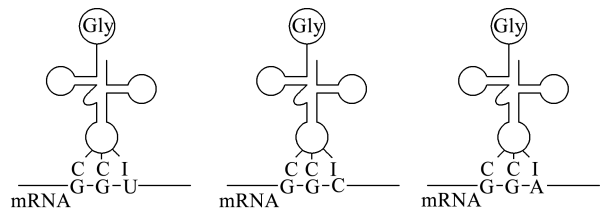
A组 学习·理解

知识点 1 基因的表达过程

1. 下列关于转录的叙述, 正确的是 ()
- A. 基因的两条链都作为转录的模板
 - B. 遇到终止密码子时转录过程就停止
 - C. 转录过程只可能发生在细胞核中
 - D. 转录过程所需原料是核糖核苷酸

D 解析: 转录过程中, 一个基因只有一条链可作为模板, A 错误; 终止密码子在 mRNA 上, 遇到终止密码子时翻译过程就停止, B 错误; 基因的转录主要发生在细胞核中, 也发生在线粒体和叶绿体中, C 错误; 转录合成 RNA, 所需原料是核糖核苷酸, D 正确。

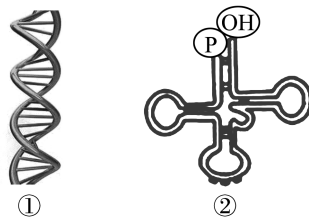
2. 细胞内有些 tRNA 分子的反密码子中含有稀有碱基次黄嘌呤(I)。含有 I 的反密码子在与 mRNA 中的密码子互补配对时, 存在如图所示的配对方式 (Gly 表示甘氨酸)。下列说法错误的是 ()



- A. 一种反密码子可以识别不同的密码子
- B. 密码子与反密码子的碱基之间通过氢键结合
- C. tRNA 分子由两条链组成, mRNA 分子由单链组成
- D. mRNA 中的碱基改变不一定造成所编码氨基酸的改变

C 解析: 由题图分析可知, I 与 U、C、A 均能配对, 因此含 I 的反密码子可以识别多种不同的密码子, A 正确; 密码子与反密码子的配对遵循碱基互补配对原则, 碱基对之间通过氢键结合, B 正确; 由题图可知, tRNA 分子由单链 RNA 经过折叠后形成三叶草的叶形, C 错误; 由于密码子的简并, mRNA 中碱基的改变不一定造成所编码氨基酸的改变, 从图示三种密码子均编码甘氨酸也可以看出, D 正确。

3. 下列关于图中①②两种核酸分子的叙述, 正确的是 ()



- A. ①②中的嘌呤碱基数都等于嘧啶碱基数
- B. 遗传基因在①上, 密码子位于②上
- C. ②是由①转录而来的
- D. 肺炎链球菌和噬菌体均含①②

C 解析: ①是双链 DNA, 嘌呤碱基数与嘧啶碱基数相等, ②是单链 RNA, 嘌呤碱基数与嘧啶碱基数一般不相等, A 错误; ②是 tRNA, 密码子位于 mRNA 上, B 错误; tRNA、mRNA 和 rRNA 都是由 DNA 转录而来的, C 正确; 噬菌体是 DNA 病毒, 没有 RNA, 因此没有②, D 错误。

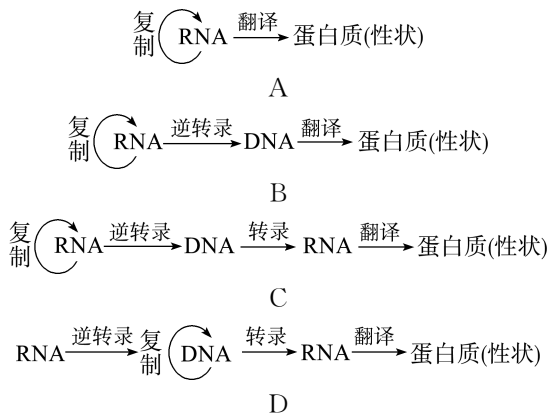
知识点 2 中心法则

4. 下列关于 DNA 复制、转录和翻译的叙述, 正确的是 ()

- A. DNA 复制、转录和翻译过程中, 碱基互补配对的方式均相同
- B. DNA 聚合酶和 RNA 聚合酶都具有催化作用, 结合位点都在 DNA 上
- C. DNA 复制和转录只能发生在特定细胞中, 翻译在所有细胞中均能发生
- D. 密码子的简并有利于提高转录速度

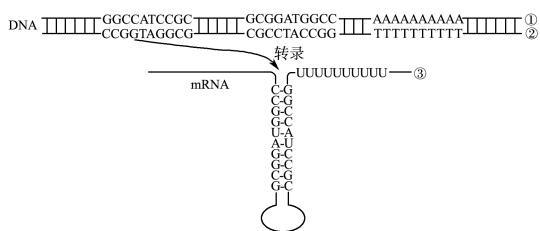
B 解析: DNA 复制、转录和翻译过程中, 碱基互补配对的方式不完全相同, 如在 DNA 复制过程中不存在 A 与 U 配对, A 错误; DNA 聚合酶在 DNA 复制过程中发挥催化作用, RNA 聚合酶在基因转录过程中起催化作用, 二者的结合位点都在 DNA 上, B 正确; DNA 复制一般发生在有分裂能力的细胞中, 转录和翻译在大部分细胞中均能发生, C 错误; 密码子的简并(多个密码子对应同一种氨基酸)有利于维持生物性状的相对稳定和提高翻译速度, D 错误。

5. 下列能正确表示 HIV 感染人体后“遗传信息流”的是 ()



D 解析: HIV 是以 RNA 为遗传物质的病毒, 在宿主细胞内能以 RNA 为模板进行逆转录得到 DNA, 该 DNA 可以和人体细胞核内的 DNA 整合在一起, 在人体细胞内一起复制, 并经转录和翻译形成病毒的蛋白质, 该病毒的 RNA 不能复制。A、B、C 错误, D 正确。

6. 发夹结构是指单链 RNA 分子的局部区域, 由于存在二重对称区, 通过自身回折使得互补的碱基对相遇结合而成的一种二级结构, 发夹结构能阻止 RNA 聚合酶继续移动。下图表示某 mRNA 的发夹结构及相应基因上对应的碱基序列。下列叙述正确的是 ()



- A. 图中的 T 和 A 分别代表一种核苷酸
- B. 图中②链为转录的模板链
- C. 发夹结构的形成利于直接控制翻译而不是转录
- D. 发夹结构富含 G/C, 利于提高 mRNA 稳定性

D 解析: 题图中既有 DNA, 又有 RNA, 其中 T 代表一种脱氧核苷酸, A 代表腺嘌呤脱氧核苷酸或腺嘌呤核糖核苷酸, A 错误; 根据碱基互补配对, ①链的碱基与③链的碱基互补配对, 故①链为转录的模板链, B 错误; 发夹结构能阻止 RNA 聚合酶移动, 因此该结构的形成利于直接控制转录的终止, C 错误; 发夹结构富含 G/C, G/C 之间有三个氢键, 因而有利于提高 mRNA 稳定性, D 正确。

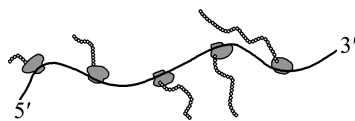
B组 应用·实践

7. 假尿苷是 RNA 上最丰富的修饰核苷。科学家发现, 用假尿苷完全替代尿苷, 能提高 mRNA 的稳定性并增强其翻译能力。除此之外, 当终止密码子中的尿苷被替代后, 它能编码氨基酸。下列叙述错误的是 ()

- A. 尿苷是由尿嘧啶与核糖构成的
- B. 假尿苷替代 mRNA 中尿苷导致 mRNA 易降解
- C. 假尿苷替代尿苷后, mRNA 所编码的氨基酸序列可能会改变
- D. 假尿苷修饰后的 mRNA 作为翻译的模板时可结合多个核糖体

B 解析: 腺苷是由腺嘌呤与核糖构成, 则尿苷应由尿嘧啶和核糖构成, A 正确; 由题意可知, 假尿苷替代尿苷可增强 mRNA 的稳定性, mRNA 不易被降解, B 错误; 假尿苷替代尿苷后可导致终止密码子编码氨基酸, 进而导致 mRNA 编码的氨基酸序列改变, C 正确; mRNA 可相继结合多个核糖体, 提高蛋白质的合成速率, D 正确。

8. 核糖体是蛋白质合成的场所。某细菌进行蛋白质合成时, 多个核糖体串联在一条 mRNA 上形成念珠状结构——多聚核糖体(如图所示)。多聚核糖体上合成同种肽链的每个核糖体都从 mRNA 同一位置开始翻译, 移动至相同的位置结束翻译。多聚核糖体所包含的核糖体数量由 mRNA 的长度决定。下列叙述正确的是 ()

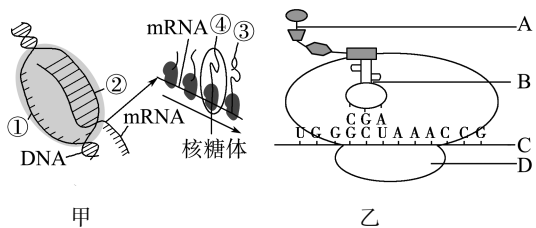


- A. 图示翻译过程中, 各核糖体从 mRNA 的 3' 端向 5' 端移动

- B.该过程中,mRNA上的密码子与tRNA上的反密码子互补配对
- C.图中5个核糖体同时结合到mRNA上开始翻译,同时结束翻译
- D.若将细菌的某基因截短,相应的多聚核糖体上所串联的核糖体数目不会发生变化

B 解析:分析题图可知,各核糖体从mRNA的5'端向3'端移动,A错误;翻译过程中,mRNA上的密码子与tRNA上的反密码子互补配对,B正确;根据各肽链的长度不同,可知5个核糖体不是同时结合到mRNA上,而是依次结合到起始密码子上,也不是同时结束翻译,C错误;由题意可知,多聚核糖体所包含的核糖体数量由mRNA长度决定,因此基因截短会影响核糖体数目,D错误。

9.图甲表示大肠杆菌细胞中遗传信息传递的部分过程,图乙为图甲中④的放大示意图。请据图回答下列问题:



- (1)在图甲中,转录时DNA的双链解开,该变化还可发生在_____过程中。mRNA是以图中的②为模板,在有关酶的催化作用下,以4种游离的_____为原料,依次连接形成的。能特异性识别mRNA上的密码子的分子是_____,它所携带的小分子有机物用于合成图中[]_____。
- (2)图乙中,如果C中尿嘧啶和腺嘌呤之和占42%,

则可得出与C合成有关的DNA分子中胞嘧啶占_____。

(3)图乙中,一个正被运载的氨基酸是_____,其前连接的一个氨基酸是_____,其后将要连接上去的一个氨基酸是_____。相关密码子见下表。

氨基酸	丙氨酸	谷氨酸	赖氨酸	色氨酸
密码子	GCA、GCG、GCC、GCU	GAA、GAG	AAA、AAG	UGG

解析:(1)题图甲中,转录时DNA双链解旋,解旋过程还可发生在DNA复制时。转录最终形成的是mRNA,所以以4种游离的核糖核苷酸为原料;mRNA与tRNA碱基互补配对,所以能特异性识别mRNA上的密码子的分子是tRNA,它所携带的小分子有机物是氨基酸,用于合成图中③多肽(肽链)。(2)mRNA中U+A=42%,则DNA中互补碱基A+T=42%,则C=(1-42%)÷2=29%。(3)密码子是mRNA上编码一个氨基酸的3个相邻的碱基,题图乙中一个正被运载的氨基酸的密码子为GCU,其编码的氨基酸为丙氨酸。题图乙是题图甲中④的放大图,根据图甲可知,翻译的方向是从左向右,所以其前连接的一个氨基酸的密码子是UGG,为色氨酸,其后将要连接上去的一个氨基酸的密码子是AAA,为赖氨酸。

- 答案:**(1)DNA复制 核糖核苷酸 tRNA(转运RNA) ③ 多肽(肽链)
- (2)29%
- (3)丙氨酸 色氨酸 赖氨酸

第2节 基因表达与性状的关系

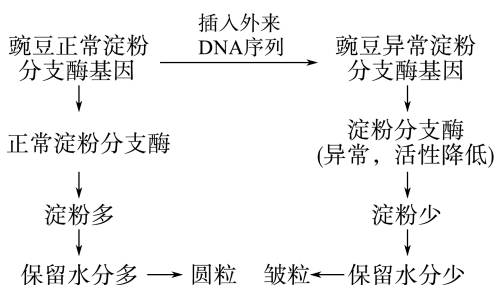
学习任务目标

1. 基于生命活动离不开信息的传递、表达和调控,形成生命的信息观。
2. 运用归纳法,归纳 DNA 甲基化的表观遗传现象;了解基因、环境与性状间的复杂关系,认识生命的复杂性。
3. 结合实例,运用相关知识分析基因表达异常引起的疾病;通过实例,宣传健康的生活方式。

问题式预习

一、基因表达产物与性状的关系

1. 豌豆的圆粒和皱粒的形成机制



该实例说明:基因通过控制酶的合成来控制代谢过程,进而控制生物体的性状。

2. 囊性纤维化发病机制

编码 CFTR 蛋白的基因缺失 3 个碱基对

CFTR 蛋白在第 508 位缺少苯丙氨酸

CFTR 蛋白空间结构改变

CFTR 转运氯离子的功能异常

患者支气管中黏液增多,管腔受阻,细菌在肺部大量生长繁殖,使肺功能严重受损

由此可得出,基因还能通过控制蛋白质的结构直接控制生物体的性状。

二、基因的选择性表达与细胞分化

1. 基因的类型

(1) 在所有细胞中都表达的基因

① 种类:核糖体蛋白基因、ATP 合成酶基因等。

② 意义:指导合成的蛋白质是维持细胞基本生命活动所必需的。

(2) 只在某类细胞中特异性表达的基因

种类:卵清蛋白基因、胰岛素基因等。

2. 细胞分化的本质:基因的选择性表达。

3. 细胞分化的结果:由于基因的选择性表达,来自同一个体的体细胞中 mRNA 和蛋白质不完全相同,从而导致细胞具有不同的形态结构和功能。

◇思考

[教材 P72“思考·讨论”]

(1) 鸡的输卵管细胞、红细胞(有细胞核)、胰岛细胞 3 种细胞中合成的蛋白质种类有什么差别?

提示:3 种基因转录的 mRNA 分别出现在 3 种细胞中,表明每种细胞只合成 3 种蛋白质中的一种。因此,这 3 种细胞中合成的蛋白质种类不完全相同,虽然有些蛋白质在所有的细胞中都合成,但也有一些具有特定功能的蛋白质只在特定的细胞中合成。

(2) 3 种细胞中的 DNA 都含有卵清蛋白基因、珠蛋白基因和胰岛素基因,但只检测到其中一种基因的 mRNA,这一事实说明了什么?

提示:这一事实说明,细胞中并不是所有的基因都表达,基因的表达存在选择性。

三、表观遗传

1. 概念:生物体基因的碱基序列保持不变,但基因表达和表型发生可遗传变化的现象。

2. 机制:基因中部分碱基发生甲基化修饰,抑制了基因的表达。

3. 基因与性状的关系:并不是简单的一一对应的关系。

(1) 一个性状可以受多个基因的影响,如人的身高。

(2) 一个基因可以影响多个性状。

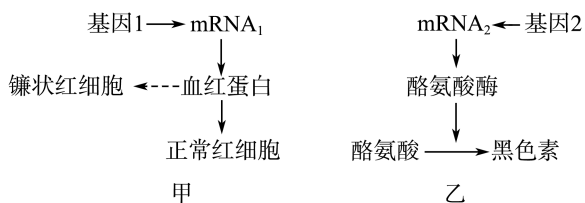
(3) 环境对性状有重要影响。

任务型课堂

任务一 基因表达产物与性状的关系

探究活动

下图甲、乙表示基因控制生物体性状的两种途径。请据图分析回答以下问题：



(1) 镰状细胞贫血的致病原因如图甲所示, 该过程体现了基因对性状的控制方式是什么?

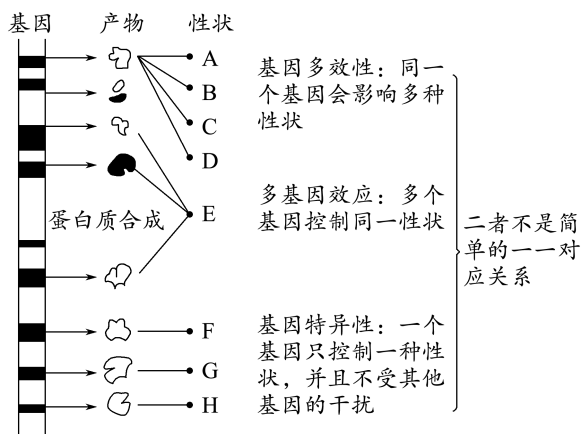
提示: 基因 $\xrightarrow{\text{控制}}$ 蛋白质结构 $\xrightarrow{\text{控制}}$ 生物体性状。

(2) 白化病的致病原因如图乙所示, 该过程体现了基因对性状的控制方式是什么?

提示: 基因 $\xrightarrow{\text{控制}}$ 酶的合成 $\xrightarrow{\text{控制}}$ 细胞代谢 $\xrightarrow{\text{控制}}$ 生物体性状。

【探究总结】

基因与性状的关系



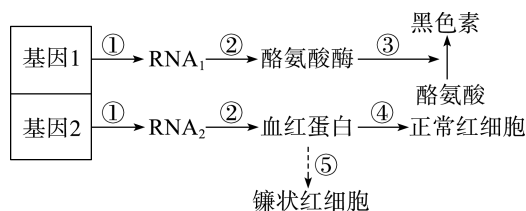
(1) 基因通过控制蛋白质的结构直接控制生物体的性状。一般而言, 一个基因控制一种性状。

(2) 基因通过控制酶合成来控制代谢过程, 进而控制生物体的性状。

(3) 生物体的性状是基因和环境共同作用的结果。基因型相同, 性状可能不同; 基因型不同, 性状可能相同。

88 评价活动

1. 下图表示人体内基因对性状的控制过程, 分析可知 ()



A. 基因 1 和基因 2 一般不会出现人体内的同一个细胞中

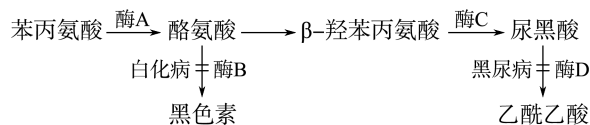
B. 图中①过程需要 RNA 聚合酶的催化, ②过程不需要 tRNA 的协助

C. ④⑤过程的结果存在差异的根本原因是血红蛋白结构的不同

D. 过程①②③表明基因通过控制酶的合成来控制代谢过程, 进而控制生物体的性状

D 解析: 人体细胞由同一个受精卵增殖、分化而来, 基因 1 和基因 2 可出现在同一细胞中, A 错误; 题图中①过程为转录, 需要 RNA 聚合酶的催化, ②过程为翻译, 需要 tRNA 的协助, B 错误; ④⑤过程的结果存在差异的根本原因是基因结构的不同, C 错误; ①②③过程表明基因通过控制酶的合成来控制代谢过程, 进而控制生物体的性状, D 正确。

2. 白化病和尿黑酸症都是因酶缺陷引起的分子遗传病, 白化病患者不能由酪氨酸合成黑色素, 尿黑酸症患者不能将尿黑酸转变为乙酰乙酸, 排出的尿液因含有尿黑酸, 遇空气后氧化变黑。下图表示人体内与之相关的一系列生化过程, 据图分析下列相关叙述不正确的是 ()



A. 并非人体所有的细胞都含有酶 B

B. 控制酶 D 合成的基因发生改变会导致尿黑酸症

C. 白化病和尿黑酸症的发生说明基因可通过控制蛋白质结构直接控制生物体的性状

D. 图中代谢过程可说明一个基因可影响多个性状, 一个性状也可受多个基因控制

C 解析: 不同细胞中基因的表达情况不同, 因此人体中并非所有细胞都含有酶 B, A 正确; 由题图可知, 控制酶 D 合成的基因发生改变, 尿黑酸不能转化为乙酰乙酸, 从而导致尿黑酸症, B 正确; 白化病和尿黑酸症的发生说明基因可通过控制酶的合成

来控制代谢过程,进而控制生物体的性状,C 错误;分析题图中代谢过程可知,酶 A 缺乏可影响多个性状,即一个基因可影响多个性状,同时尿黑酸的合成受多个基因控制,即一个性状也可受多个基因控制,D 正确。

3. 鲫鱼肉质细嫩、味道鲜美,但因其中的肌间小刺太多而影响食用和加工。我国科研团队同时敲除控制鲫鱼肌间小刺生长的 2 个主效基因后,成功培育出无刺新品种鲫鱼。下列叙述正确的是 ()

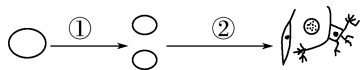
- A. 新品种鲫鱼与普通鲫鱼 DNA 中 $(A+G)/(T+C)$ 的值不同
 B. 鲫鱼细胞中 DNA 上 3 个相邻的碱基称为 1 个密码子
 C. 鲫鱼有无鱼刺的性状由基因决定,与蛋白质无关
 D. 无刺鲫鱼的成功培育说明一种性状可能受到多个基因控制

D 解析:新品种鲫鱼与普通鲫鱼的 DNA 均遵循 A 与 T 配对,G 与 C 配对原则,DNA 中 $(A+G)/(T+C)$ 的值相同,均为 1,A 错误;mRNA 上 3 个相邻的碱基决定 1 个氨基酸,每 3 个这样的碱基称为 1 个密码子,B 错误;基因通过控制蛋白质的合成来体现生物体的性状,因此鲫鱼有无鱼刺的性状由基因决定,与蛋白质也有关系,C 错误;题干中敲除控制鲫鱼肌间小刺生长的 2 个主效基因后,成功培育出无刺新品种鲫鱼,由此可说明一种性状可能受到多个基因控制,D 正确。

任务二 基因的选择性表达与细胞分化及表观遗传

探究活动

下图为细胞生命历程中的两个主要过程。请据图分析回答下列问题:



(1) 图中①②分别代表什么过程?

提示:①表示有丝分裂(或细胞分裂),②表示细胞分化。

(2) ①产生的子细胞经过②后,各种细胞中含有的基因相同吗?理由是什么?

提示:相同。有丝分裂过程的重要特征是染色体的复制、均分;细胞分化过程中遗传物质不变,只是进行了基因的选择性表达。

(3) ①产生的子细胞经过②后,细胞形态、结构、功能不同,其直接原因是什么?举例说明子细胞中相同的蛋白质。

提示:细胞分化的直接原因是产生的蛋白质不同。所有子细胞中相同的蛋白质有呼吸酶、核糖体蛋白等。

(4) ②过程实现了基因的选择性表达,试说出一种基因表达的调控机制。

提示:基因中碱基甲基化使基因不能转录,或转录后不能翻译。

【探究总结】

表观遗传的特征及机制

(1) 表观遗传的特征

- ① 表观遗传不发生 DNA 碱基序列的变化。
- ② 表观遗传可以通过有丝分裂和减数分裂在细胞或个体间遗传。
- ③ 环境的变化可以导致基因表观修饰的变化,进而引起表型改变。

(2) 表观遗传的机制

- ① DNA 甲基化。
- ② 构成染色体的组蛋白发生甲基化、乙酰化等修饰。
- ③ RNA 干扰。

评价活动

1. 下列有关细胞分化的叙述,正确的是 ()

- A. 同一生物个体不同的细胞中 DNA、mRNA、蛋白质的种类和数量互不相同
 B. 红细胞的形成与基因表达有关而与细胞分化无关
 C. 胡萝卜叶肉细胞脱分化形成愈伤组织后不具有全能性
 D. 细胞分化是基因在特定的时间和空间条件下选择性表达的结果

D 解析:同一生物个体的不同种类细胞中,基因进行选择表达,所以不同细胞中的 mRNA 和蛋白质不完全相同,但 DNA 相同,A 错误;红细胞的形成是细胞分化的结果,细胞分化是基因的选择性表达的结果,B 错误;胡萝卜叶肉细胞脱分化形成愈伤组织后仍具有全能性,C 错误;细胞分化是基因在特定的时间和空间条件下选择性表达的结果,D 正确。

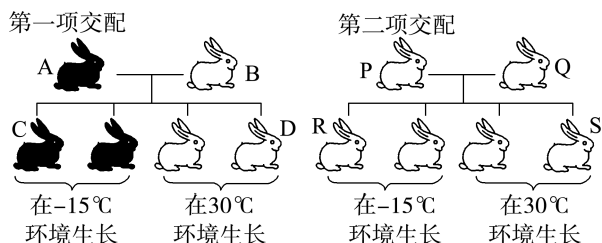
2. 许多基因的启动子内富含 CG 重复序列,若其中的部分胞嘧啶(C)被甲基化成为 5-甲基胞嘧啶,就会抑制基因的转录。下列相关叙述正确的是 ()

- A. 在一条单链上相邻的 C 和 G 之间通过氢键连接
 B. 胞嘧啶甲基化导致已经表达的蛋白质结构改变
 C. 胞嘧啶甲基化会阻碍 RNA 聚合酶与启动子结合
 D. 基因的表达水平与基因的甲基化程度无关

C 解析:在一条脱氧核苷酸单链上相邻的 C 和 G

之间不是通过氢键连接,而是通过“脱氧核糖—磷酸—脱氧核糖”连接,A 错误;胞嘧啶甲基化会抑制基因表达过程中的转录,对已经表达的蛋白质结构没有影响,B 错误;根据题意启动子中的部分胞嘧啶甲基化会抑制基因的转录可推知,抑制的实质就是阻碍 RNA 聚合酶与启动子结合,C 正确;由于甲基化会抑制转录过程,因此基因的表达水平与基因的甲基化程度有关,D 错误。

- 3.兔的毛色黑色(W)与白色(w)是一对相对性状,与性别无关。下图所示两项交配中,亲代兔 A、B、P、Q 均为纯合子,子代兔在不同环境下生长,其毛色如下图所示,下列分析错误的是 ()



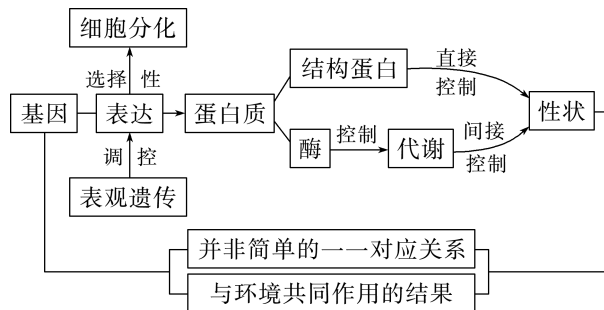
- A.兔 C 和兔 D 的基因型相同
 B.兔 C 与兔 R 交配得到子代,若子代在 30 °C 环境下生长,其毛色最可能是全为黑色
 C.兔 C 与兔 R 交配得到子代,若子代在 -15 °C 环

境下生长,最可能的表型及其比例为黑色 : 白色 = 1 : 1

- D.由题图可知,表型是基因和环境因素共同作用的结果

B 解析:兔 A、B 均为纯合子,所以后代兔 C 和兔 D 的基因型均为 Ww,但两者的表型不同,A 正确;兔 C(Ww)与兔 R(ww)交配所得子代的基因型为 Ww 和 ww,若子代在 30 °C 环境下生长,则 Ww 和 ww 均表现为白色,B 错误;兔 C(Ww)与兔 R(ww)交配所得子代的基因型为 Ww 和 ww,若子代在 -15 °C 环境下生长,则 Ww 表现为黑色,ww 表现为白色,比例是 1 : 1,C 正确;由题图可知,表型是基因和环境因素共同作用的结果,D 正确。

提质归纳



课后素养评价 (十四)

基因表达与性状的关系

建议用时: 35分钟

A组 学习·理解

知识点 1 基因与性状的关系

- 1.生活中,手机的人脸识别解锁、购物时的刷脸支付等都运用了人脸识别技术,给我们的生活带来了极大的便利。下列说法正确的是 ()

- A.面部细胞中相关基因的表达过程涉及中心法则的全过程
 B.某人脸部不同细胞含有蛋白质的种类不同,原因是 DNA 不同
 C.面部细胞中相关基因都是通过控制酶的合成来控制性状的
 D.DNA 的多样性和特异性是人脸多样性和特异性的物质基础

D 解析:面部细胞中相关基因的表达过程涉及转录和翻译,不涉及中心法则的全过程,A 错误;某人脸部不同细胞 DNA 是相同的,但含有蛋白质的种类不同,原因是基因的选择性表达,B 错误;面部细胞中相关基因有些是通过控制酶的合成来控制代

谢过程,进而控制性状的,有些是通过控制蛋白质的结构直接控制性状的,C 错误;DNA 的多样性和特异性是人脸多样性和特异性的物质基础,每个人(同卵双胞胎除外)的 DNA 都不一样,D 正确。

- 2.人类镰状细胞贫血是由编码血红蛋白的基因异常引起的,这说明了 ()

- A.基因通过控制酶的合成来控制代谢过程,进而控制生物体的性状
 B.基因通过控制蛋白质的结构直接控制生物体的性状
 C.基因与环境相互作用共同调控生物体的性状
 D.基因和性状间不是简单的线性关系

B 解析:人类镰状细胞贫血患者编码血红蛋白的基因异常,导致不能控制合成正常的血红蛋白,从而使红细胞形态结构异常,体现了基因通过控制蛋白质的结构直接控制生物体的性状,B 正确。

知识点 2 细胞分化与表观遗传

- 3.下表是人体内红细胞(未成熟)、胰岛 B 细胞、浆细胞内所含有的部分核基因及这些基因表达的情

况(“+”表示该基因表达,“-”表示该基因未表达)。下列有关说法正确的是 ()

项目	红细胞 (未成熟)	胰岛 B 细胞	浆细胞
血红蛋白基因	+	-	-
胰岛素基因	-	①	-
抗体基因	-	-	②
有氧呼吸有关酶基因	+	+	③

- A. ①②③均表示“+”
 B. 此表说明细胞分化导致基因的选择性表达
 C. 3种细胞中 mRNA 和蛋白质种类完全不同
 D. 3种细胞的形态、结构和生理功能不同的根本原因是核基因种类不完全相同

A 解析: 血红蛋白基因只在未成熟的红细胞中表达;胰岛素基因只在胰岛 B 细胞中表达;抗体基因只在浆细胞中表达;有氧呼吸有关酶基因在 3 种细胞中均表达,则①②③均表示“+”,A 正确。基因的选择性表达导致细胞分化,B 错误。3 种细胞中 mRNA 和蛋白质种类不完全相同,C 错误。3 种细胞中都含有表中所列的 4 种基因,是因为人体细胞都来源于同一个受精卵,含有相同的遗传信息;3 种细胞的形态、结构和生理功能不同的根本原因是基因的选择性表达,D 错误。

4. 在甲基转移酶的催化下,DNA 的胞嘧啶被选择性地添加甲基导致 DNA 甲基化,进而使染色质高度螺旋化,失去转录活性。下列相关叙述错误的是 ()

- A. DNA 甲基化会导致基因碱基序列的改变
 B. DNA 甲基化会导致 mRNA 合成受阻
 C. DNA 甲基化可能会影响生物的性状
 D. DNA 甲基化可能会影响细胞分化

A 解析: DNA 甲基化是指 DNA 的胞嘧啶被选择性地添加甲基,这不会导致基因碱基序列的改变,A 错误。

B组 应用·实践

5. 管家基因是所有细胞中均要稳定表达的一类基因。奢侈基因是指不同类型的细胞特异性表达的基因。基因的选择性表达与 DNA 的甲基化有关,甲基化能关闭某些基因的活性。下列叙述错误的是 ()

- A. 管家基因的表达产物是维持细胞基本生命活动必需的

- B. ATP 合成酶基因、核糖体蛋白基因都属于管家基因,几乎在所有细胞中持续表达
 C. 有些奢侈基因的表达产物赋予各种类型细胞特有的形态结构
 D. DNA 的甲基化改变了碱基种类和数量使细胞呈现多样性

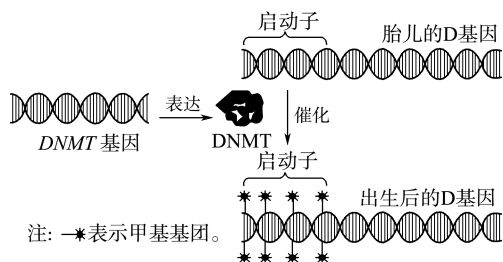
D 解析: 管家基因是所有细胞中均要稳定表达的一类基因,因此管家基因的表达产物是维持细胞基本生命活动必需的,A 正确;ATP 合成酶和核糖体蛋白是几乎所有的细胞都需要的蛋白质,因此 ATP 合成酶基因、核糖体蛋白基因都属于管家基因,这些基因几乎在所有细胞中持续表达,B 正确;奢侈基因是指不同类型的细胞特异性表达的基因,有些奢侈基因的表达产物可赋予不同类型的细胞特有的形态结构,C 正确;甲基化只是关闭某些基因的活性,不会改变碱基的种类和数量,D 错误。

6. 真核生物细胞内存在着种类繁多、长度为 21~23 个核苷酸的小分子 RNA(简称 miRNA),它们能与相关基因转录形成的 mRNA 互补,形成局部双链。这些 miRNA 抑制基因表达的机制是 ()

- A. 阻断 rRNA 装配成核糖体
 B. 妨碍双链 DNA 分子的解旋
 C. 干扰核糖体与 mRNA 结合
 D. 影响 RNA 分子的远距离转运

C 解析: 根据题意分析可知,miRNA 与 rRNA 装配成核糖体无关,A 错误;miRNA 并没有与双链 DNA 分子结合,故不会妨碍双链 DNA 分子的解旋,B 错误;miRNA 能与相关基因转录出来的 mRNA 互补,导致 mRNA 无法与核糖体结合,C 正确;miRNA 只是阻止了 mRNA 发挥作用,不会影响 RNA 分子的远距离转运,D 错误。

7. 血红蛋白由 2 条 α 肽链和 2 条 β 或 γ 肽链组成, β 、 γ 肽链基因分别用 B、D 表示。正常人出生后 D 基因关闭表达,而 B 基因开始表达,DNA 甲基转移酶(DNMT)在此过程发挥关键作用,如下图所示。人类镰状细胞贫血由 B 基因突变引起。下列叙述错误的是 ()

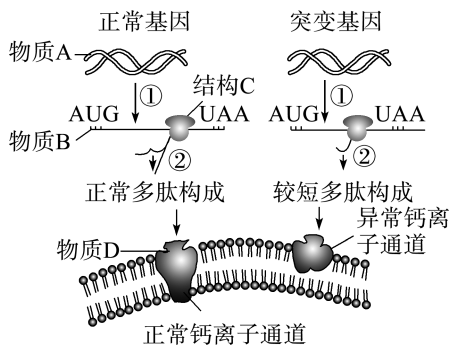


- A. DNMT 基因在转录水平上调节 γ 肽链基因的表达

- B. *DNMT* 基因突变的镰状细胞贫血患者症状会明显较轻
- C. 镰状细胞贫血患者的血红蛋白在胎儿期和出生后均异常
- D. 正常人体内 *DNMT* 基因在特定时间、特定细胞中才能表达

C 解析:由题图可知,启动子被甲基化修饰,所以 *DNMT* 基因在转录水平上调节 γ 肽链基因的表达,A 正确;镰状细胞贫血由 B 基因突变引起,导致 β 肽链的生成受到抑制,若患者 *DNMT* 基因突变,则 D 基因正常表达,其症状会明显减轻,B 正确;镰状细胞贫血患者的血红蛋白在胎儿期表达正常,出生后异常表达,C 错误;正常人体内 *DNMT* 基因在特定时间、特定细胞中才能表达,这是基因的选择性表达,D 正确。

8. 周期性共济失调是一种由常染色体上的基因(用 A 或 a 表示)控制的遗传病,致病基因导致细胞膜上正常钙离子通道蛋白结构异常,从而使正常钙离子通道的数量不足,造成细胞功能异常。该致病基因纯合会导致胚胎致死。患者发病的分子机理如图所示。请回答下列问题:



(1)图中①表示的生理过程是_____。如果细胞

的_____ (填结构)被破坏,会直接影响图中结构 C 的形成。

(2)图中所揭示的基因控制性状的方式是_____。

(3)一个患周期性共济失调但色觉正常的女性与正常男性结婚,生了一个既患该病又患红绿色盲的孩子(色盲基因用 b 代表)。这对夫妇中,妻子的基因型是_____,这对夫妇再生一个只患一种病的孩子的概率是_____。

解析:(1)题图中①过程表示以基因的一条链为模板合成物质 B(mRNA)的转录过程。结构 C 为核糖体,而核仁与核糖体的形成有关,因此如果细胞的核仁被破坏,会直接影响结构 C 的形成。(2)题图中的基因所编码的通道蛋白属于结构蛋白,因此题图中所揭示的基因控制性状的方式是基因通过控制蛋白质的结构直接控制生物体的性状。(3)周期性共济失调是一种由常染色体上的基因控制的遗传病,该致病基因纯合会导致胚胎致死,据此可推知该病的遗传方式为常染色体显性遗传。红绿色盲属于伴 X 染色体隐性遗传病。一个患周期性共济失调但色觉正常的女性与正常男性结婚,生了一个既患该病又患红绿色盲的孩子,说明在该对夫妇中,妻子的基因型为 $AaX^B X^b$,丈夫的基因型为 $aaX^B Y$,两者所生孩子患周期性共济失调的概率为 $1/2$,患色盲的概率为 $1/4$,因此这对夫妇再生一个只患一种病的孩子的概率是 $1/2 \times 3/4 + 1/2 \times 1/4 = 1/2$ 。

答案:(1)转录 核仁 (2)基因通过控制蛋白质的结构直接控制生物体的性状 (3) $AaX^B X^b$ $1/2$

迁·移·应·用

学习目标

1. 结合材料信息, 区分真、原核细胞基因表达的区别。
2. 结合遗传系谱图, 判断基因在性染色体上还是在常染色体上。

活动一 深度理解基因表达的过程

任务探究

作为蛋白质生物合成的第一步, 进行转录时, 一个基因会被读取并被复制为 mRNA, 即特定的 DNA 片段作为遗传信息模板, 以依赖 DNA 的 RNA 聚合酶作为催化剂, 通过碱基互补配对的原则合成前体 mRNA。RNA 聚合酶通过与一系列组分构成动态复合体, 完成转录起始、延伸、终止等过程。生成的 mRNA 携有的密码子, 进入核糖体后可以实现蛋白质的合成。转录仅以 DNA 的一条链作为模板, 被选为模板的单链称为模板链, 亦称无义链; 另一条单链称为非模板链, 即编码链, 因编码链与转录生成的 RNA 序列基本一致, 所以又称有义链。

在转录过程中, DNA 模板的转录方向是从 3' 端向 5' 端; RNA 链的合成方向是从 5' 端向 3' 端。RNA 的合成一般分两步, 第一步合成原始转录产物(过程包括转录的启动、延伸和终止); 第二步转录产物的后加工, 使无生物活性的原始转录产物转变成有生物功能的成熟 RNA。但原核生物 mRNA 的原始转录产物一般不需要后加工就能直接作为翻译蛋白质的模板。

原核生物与真核生物的基因表达不同: 原核细胞的转录和翻译可同时进行; 真核细胞的转录在细胞核中进行, mRNA 经加工成熟后通过核孔进入细胞质, 在细胞质核糖体进行翻译。此外, 病毒基因的表达所需原料来自宿主细胞的游离核糖核苷酸和氨基酸, 模板来自病毒基因转录来的 mRNA。

探究思考

(1) 一个基因表达出的产物不同, 可能的原因是什么?

提示: 原始转录产物加工为成熟 RNA 过程中出现错误。

(2) 将真核生物的基因转入原核生物中, 结果该

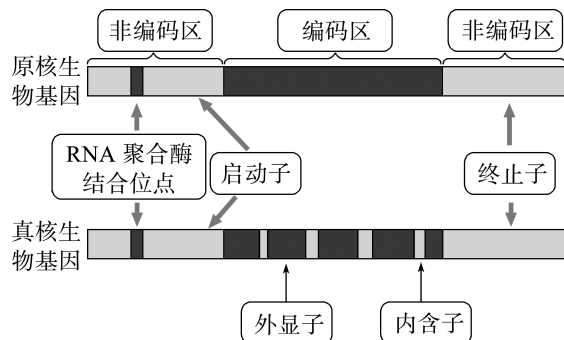
基因表达出的蛋白质分子氨基酸的数量比真核生物要多, 请解释出现这一现象的原因。

提示: 真核生物的基因中含有内含子, 转录成原始转录产物后, 原核细胞不能对其进行后加工, 内含子转录出的碱基序列翻译成蛋白质, 导致真核生物的基因转入原核生物中表达出的蛋白质氨基酸分子数量变多。

学习总结

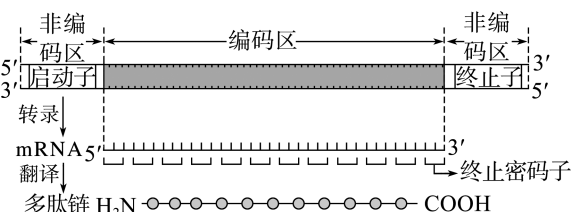
真核、原核细胞基因的结构与遗传信息的表达

(1) 基因的结构

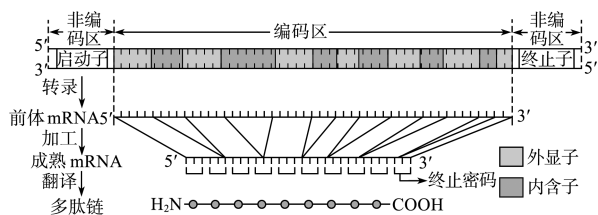


(2) 基因表达遗传信息

① 原核生物基因



② 真核生物基因



活动二 理解生物性状与基因的关系

▶任务探究

遗传分析中的性状在形式上千变万化,但本质上都与蛋白质有关。蛋白质的种类非常多,其中一部分具有特定的功能,如酶、转运蛋白、结构蛋白、激素、抗体、受体等。这些蛋白质在细胞内外执行不同的功能,引起一系列错综复杂的代谢变化,最后表现为各式各样的形态特征和生理变化。表达这些蛋白质的基因如果出现问题,会改变生物体的性状。基因组中除了蕴藏着大量性状决定基因外,更包含了大量调控基因表达的基因,这些基因的变异会影响基因表达的过程和结果,进而影响性状。

各种性状需要在一定的环境条件下才能表现。环境条件不同,可能导致生物体的性状改变。例如,玉米有些隐性基因使叶内不能形成叶绿体,造成幼苗白化,其显性等位基因是叶绿体形成的必要条件。但是,如果使含有显性基因的种子在不见光的条件下发芽,长成的幼苗也是白化的。由此可见,基因型相同的个体在不同条件下可发育成不同的表型。

环境因素可以通过改变遗传物质(如基因突变、染色体变异等),使性状发生改变,也可以通过表观遗传导致产生差异。动物实验表明,环境因素包括多种有毒金属(如铬、镉、汞、镍等)、有机毒物(如三氯乙烯、二氯乙酸、三氯醋酸、苯、酒精等)、无机砷、环境激素、低剂量放射线、吸烟等,都能导致表观遗传方面的改变,这种改变会影响基因的表达和功能,并且呈现发病的隔代效应,最终影响性状表现。其中最主要的

表观遗传机制的改变是DNA甲基化和组蛋白修饰。

▶探究思考

(1)外界环境如何影响基因对性状的控制?

提示:外界环境可以通过影响基因的转录和翻译过程来改变基因的表达,进而影响生物性状;也可以通过表观遗传机制(如DNA甲基化、组蛋白修饰)来影响生物性状。

(2)表观遗传中基因中的碱基序列如何变化?

提示:表观遗传中基因的碱基序列不变。

▶学习总结

表观遗传

(1)表观遗传的原因:DNA甲基化,构成染色体的组蛋白发生甲基化、乙酰化等修饰。

(2)表观遗传的特点

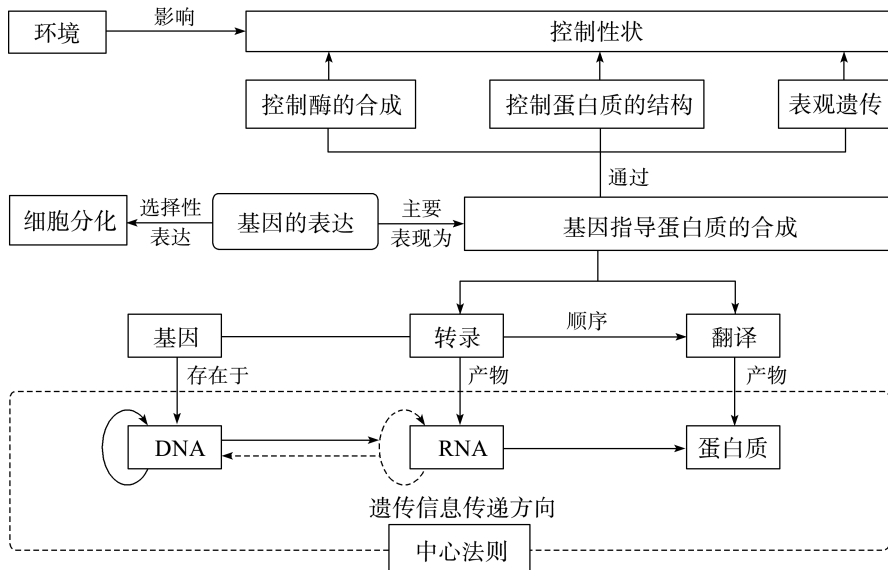
- ①可遗传:基因表达和表型可以遗传给后代。
- ②不变性:基因的碱基序列保持不变。
- ③可逆性:DNA的甲基化修饰可以发生可逆性变化,即被修饰的DNA可以发生去甲基化。

(3)理解表观遗传注意三个问题

- ①表观遗传不遵循孟德尔遗传规律。
- ②表观遗传可以通过有丝分裂和减数分裂传递被修饰的基因。
- ③表观遗传一般通过影响基因的转录过程,进而影响蛋白质的合成。

重·构·拓·展

● 多维体系构建 ●



● 学科视野拓展 ●

1. 表观遗传机制

表观遗传机制非常复杂,目前已发现有 DNA 甲基化、组蛋白修饰、染色质重塑以及非编码 RNA 的调控这几种类型,其关系如图 1 所示。

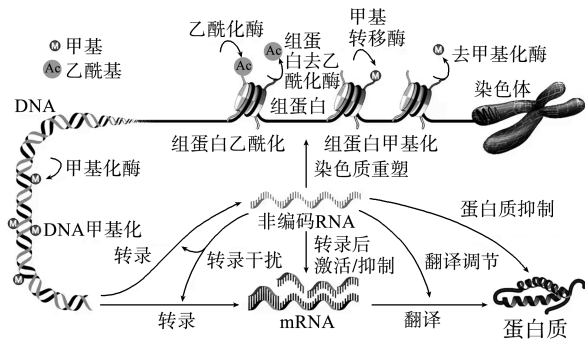


图1 基因表达的表观遗传调控

(1) DNA 甲基化

DNA 甲基化是表观遗传信息的主要形式,指在甲基转移酶的作用下,基因组 DNA 上的碱基被选择性添加甲基的过程,最常见于 CpG 岛序列上胞嘧啶 5 号碳的甲基化,如图 2 所示。在结构基因启动子上, CpG(胞嘧啶—磷酸—鸟嘌呤)二联核苷常以成簇串联形式排列形成 CpG 岛,正常 CpG 岛是非甲基化的,基因可以正常表达,而 DNA 甲基化一般影响到

转录因子与 DNA 的结合,导致基因沉默。部分基因甲基化与非甲基化的转变与疾病相关,如抑癌基因 CpG 岛非正常的高甲基化是肿瘤患者体内的普遍现象。

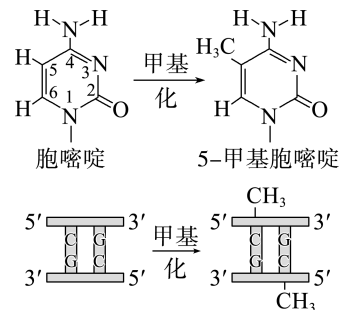


图2 DNA甲基化示意图

(2) 组蛋白修饰

组蛋白是真核生物染色质中的碱性蛋白质,与 DNA 共同组成核小体结构。组蛋白修饰主要是指组蛋白 N 端伸出核小体外的氨基酸残基的甲基化、乙酰化、磷酸化等。组蛋白修饰方式的多样化决定其比 DNA 甲基化更加复杂;组蛋白甲基化既能增强,也能抑制基因表达;乙酰基和磷酸基本身带有的负电荷能够中和组蛋白的正电荷,减少组蛋白与带负电的

DNA 结合程度,因而组蛋白乙酰化和磷酸化能够激活基因表达。组蛋白的不同修饰方式通过协同或拮抗共同发挥作用,调控着细胞分裂、DNA 损伤修复、转录等生理过程。

(3)染色质重塑

染色质重塑复合物参与的一系列以染色质上核小体滑动、重建的生物学过程,可以独立出现或者与转录过程偶联。组蛋白尾部的修饰也可以改变染色质重塑,为其他蛋白质提供与 DNA 作用的结合位点,从而影响邻近基因的活性。

(4)非编码 RNA 的作用

非编码 RNA 是一类不能被翻译成蛋白质但有调控功能的 RNA 分子。非编码 RNA 的作用机制多样,主要包括:①以双链形式的前体与蛋白质组装,形成 RNA 诱导沉默复合物并解旋为单链,与靶 mRNA 互补结合后降解靶 mRNA,降低或抑制基因活性;②与不完全互补的靶 mRNA 结合,抑制其翻译;③引起染色质重塑,导致核小体结构或形态改变,致使基因沉默。

2.吸烟对人类健康的影响

(1)引起氧化应激

吸烟会使体内有害的自由基与抗氧化剂之间失衡,引起氧化应激,导致对细胞膜和 DNA 的长期损伤。而且吸烟不仅会增加自由基产生,还会消耗体内关键的抗氧化成分,让身体更容易受到自由基的伤害,比如,烟草中的镉会降低体内硒和锌的含量,吸烟者体内维生素 A、C、E 和几种 B 族维生素的含量也会降低。

(2)缩短端粒长度

研究发现吸烟会缩短端粒长度。端粒是人体细

胞中染色体的末端片段,是代表衰老速度和细胞自我修复与再生能力的一个指标。像鞋带两头的金属或塑料保护,端粒在染色体末端起着“保护帽”的作用,使细胞能够健康地分裂。细胞每分裂一次,端粒就会变短一点,最终短到细胞不能再成功分裂,细胞就会死亡,这是随着年龄增长衰老过程的一部分。

研究发现与不吸烟的人相比,吸烟者和曾经吸烟的人的端粒更短,吸烟者的端粒长度也比已经戒烟的人短。这也就意味着吸烟会加速衰老,而戒烟可能会逆转这种影响。

(3)影响 DNA 表达

吸烟造成的细胞损伤还包括引起 DNA“突变”,比如 DNA 指示蛋白折叠方式的改变,导致细胞功能障碍或细胞死亡。

(4)吸烟增加的健康风险

吸烟的影响包括但不限于:一氧化碳摄入量增加而使身体缺氧,血压升高,影响心脑血管健康;烟草中的致癌物质增加患肺癌、胰腺癌、食道癌、膀胱癌等癌症的风险;扰乱气流,削弱肺部免疫力,增加患慢性阻塞性肺疾病和肺气肿等呼吸系统疾病风险;增加皱纹、影响皮肤弹性和气色;影响牙龈口腔健康……吸烟引起的缺氧、氧化应激、细胞损伤等因素相互作用,会大大增加很多疾病的发作风险,比如可能会增加 2~4 倍患冠心病和中风风险、25 倍患癌概率。

◇思考

结合表观遗传学的知识及吸烟的危害,请你写一篇科普文宣传吸烟对人体的危害。

单元质量评估(四)

(范围:第 4 章 建议完成时间:75 分钟 分值:100 分)

一、选择题:本题共 15 小题,每小题 3 分,共 45 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. TATA 框(TATA box)是真核细胞中基因的重要组成部分,位于基因的转录起始点上游,其碱基序列为 5'-TATAATAAT-3'。基因表达时 RNA 聚合酶需与 TATA 框牢固结合之后才能起始转录。下列说法错误的是 ()

- A. TATA 框是一段 DNA 序列,彻底水解可得到 6 种产物
B. RNA 聚合酶与 TATA 框结合后,以 DNA 的一

条链为模板转录

- C. TATA 框一旦发生突变将导致转录效率降低甚至转录被阻止
D. 可通过干扰 RNA 聚合酶与 TATA 框的结合“关闭”某种异常基因

A 解析:分析题意可知,TATA 框被彻底水解后得到脱氧核糖、磷酸、A、T 共 4 种产物,A 错误;结合题意可知,RNA 聚合酶与 TATA 框结合后催化 DNA 双螺旋中的氢键解开,形成单链 DNA 开始转录,B 正确;TATA 框一旦发生突变,RNA 聚合酶没有了结合位点,将导致转录效率降低甚至转录被

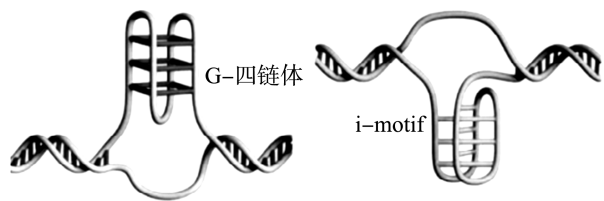
阻止,C正确;由题可知,基因表达时RNA聚合酶需与TATA框牢固结合之后才能起始转录,故可通过干扰RNA聚合酶与TATA框的结合“关闭”某种异常基因,D正确。

2. 某些消化道肿瘤细胞中含有一些具有翻译功能的环状RNA(circRNA),它们的核苷酸数目不是3的整倍数,也不含终止密码子,核糖体可在circRNA上“不中断”地进行循环翻译,需要时通过一定的机制及时终止。相关叙述错误的是 ()

- A. circRNA 上的每个密码子都能结合相应的 tRNA
B. circRNA 中的每个碱基都参与构成密码子
C. 同一 circRNA 可以翻译出很多种蛋白质
D. circRNA 可以作为某些肿瘤检测的标记物

B 解析: circRNA 不含终止密码子,所以每个密码子都能结合相应的 tRNA,A 正确;每3个相邻的碱基构成一个密码子,circRNA 的核苷酸数目不是3的整倍数,因此并非每个碱基都参与构成密码子,B 错误;核糖体可在 circRNA 上“不中断”地进行循环翻译,需要时通过一定的机制及时终止,终止位置可以不同,所以同一 circRNA 可以翻译出很多种蛋白质,C 正确;某些肿瘤细胞含有 circRNA,据此可以作为某些肿瘤检测的标记物,D 正确。

3. DNA 单链上的 G 和 G 配对,可形成 G-四链体;C 与 C 配对,则形成 i-motif;二者的结构如下图。研究发现,某蛋白质与 *bcl-2* 基因的启动子(基因中启动转录的部位)结合会抑制该基因的表达,若 *bcl-2* 基因的启动子中形成了 G-四链体或 i-motif,则该蛋白质不能与启动子结合。下列有关叙述错误的是 ()

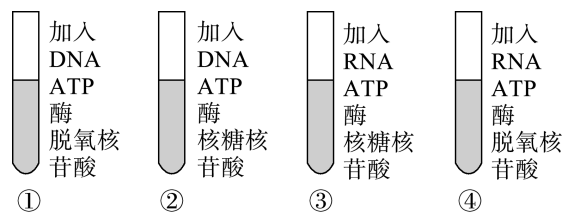


- A. G-四链体和 i-motif 的形成都没有改变核苷酸之间的连接方式
B. 在形成 G-四链体的 DNA 分子中,嘌呤碱基数与嘧啶碱基数相等
C. DNA 的一条链形成 G-四链体时,另一条链可能同时形成 i-motif
D. 若 *bcl-2* 基因的启动子中形成 G-四链体,*bcl-2* 基因的转录会受到抑制

D 解析: G-四链体和 i-motif 的形成都没有改变核苷酸之间的连接方式,均为磷酸二酯键连接,A 正

确;由题图可知,在形成 G-四链体的 DNA 分子中,G 和 G 配对是在其中一条链,对应的另一条链上是相应的 C,此时 C 没有其他碱基与之配对,可能同时形成 i-motif,故嘌呤碱基数与嘧啶碱基数相等,B、C 正确;根据题意,“若 *bcl-2* 基因的启动子中形成了 G-四链体或 i-motif,则该蛋白质不能与启动子结合”,则转录可以正常进行,D 错误。

4. 我国科学家人工合成了酵母丙氨酸转移核糖核酸,标志着我国具有人工合成核酸的能力。下图表示人工合成核酸时各试管中加入的物质,下列叙述不正确的是 ()



- A. ①④与②③的产物分别相同
B. ①②③④生理过程不同
C. ①②③④的进行都需要模板、原料、能量和酶
D. 每个生物都必须要进行①②③④所有生理过程

D 解析: ①中加入 DNA 为模板,原料为脱氧核苷酸,所以该生理过程为 DNA 的复制,产物为 DNA;②中加入 DNA 为模板,原料为核糖核苷酸,所以该生理过程为转录,产物为 RNA;③中加入 RNA 为模板,原料为核糖核苷酸,所以该生理过程为 RNA 的复制,产物为 RNA;④中加入 RNA 为模板,原料为脱氧核苷酸,所以该生理过程为逆转录,产物为 DNA,只发生在有逆转录酶的生物中。综上分析可知,A、B、C 正确,D 错误。

5. 科研人员用¹⁴C 标记的半胱氨酸(Cys)与 RNA 结合生成¹⁴C-半胱氨酸-tRNA,经 Ni(镍)催化后生成¹⁴C-丙氨酸-tRNA,再把¹⁴C-丙氨酸-tRNA 加进含有血红蛋白 mRNA 的蛋白质合成系统中,结果发现¹⁴C-丙氨酸-tRNA 插入了通常由 C-半胱氨酸-tRNA 占据的位置。下列说法正确的是 ()

- A. 生物体内 C-半胱氨酸-tRNA 的生成需要 Ni 催化
B. RNA 用自身携带的反密码子来识别半胱氨酸
C. 血红蛋白中的半胱氨酸被丙氨酸替代后,肽键数量会发生变化
D. 该实验证明与模板 mRNA 特异性识别的是 tRNA 而不是氨基酸

D 解析: 生物体内 C-丙氨酸-tRNA 的生成需要 Ni 的催化,A 错误;tRNA 识别氨基酸与反密码子无关,B 错误;¹⁴C-半胱氨酸-tRNA 可以被 Ni 催化

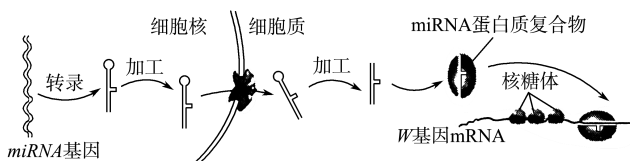
成¹⁴C-丙氨酸-tRNA,新合成的肽链中,原来半胱氨酸的位置会被替换为¹⁴C标记的丙氨酸,肽链长度不变,所以肽键数量不变,C错误;由题意可知,tRNA不变,新合成的肽链中,原来半胱氨酸的位置会被替换为¹⁴C标记的丙氨酸,可说明与模板mRNA特异性识别的是tRNA而不是氨基酸,D正确。

6.科学家发现紫色牵牛花花瓣会褪色成几乎白色与RNA介导的表观遗传有关。褪色过程中的分子调控机制是花青素合成基因的mRNA被M6A-甲基化修饰后会引起mRNA降解。已知花青素在不同的pH下会呈现红色、紫色或蓝色。下列说法正确的是 ()

- A.紫色牵牛花褪色与液泡中pH的变化有关
- B.RNA甲基化等表观遗传遵循孟德尔遗传定律
- C.RNA甲基化未改变基因的碱基序列,因此表观遗传不能遗传给后代
- D.若去甲基化酶去除mRNA的M6A-甲基化修饰,紫色花瓣不会褪色

D 解析:由题意可知,科学家发现紫色牵牛花花瓣会褪色成几乎白色与RNA介导的表观遗传有关,因此若去甲基化酶去除mRNA的M6A-甲基化修饰,则紫色花瓣不会褪色,A错误,D正确;孟德尔遗传定律研究的是染色体上基因的遗传所遵循的规律,RNA甲基化等表观遗传不遵循孟德尔遗传定律,B错误;表观遗传是指生物体基因的碱基序列不变,而基因表达与表型发生可遗传变化的现象,RNA甲基化虽未改变基因的碱基序列,但其形成的表观遗传能遗传给后代,C错误。

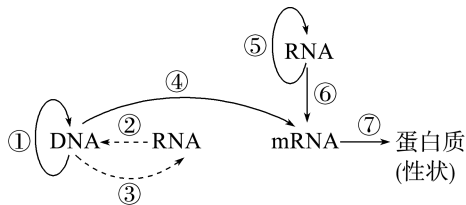
7.miRNA是一类非编码RNA,某miRNA能抑制W基因控制的蛋白质(W蛋白)的合成。某真核细胞内该miRNA的形成及其发挥作用的过程如下图所示。下列叙述正确的是 ()



- A.miRNA基因转录时,RNA聚合酶与该基因的起始密码子相结合
- B.W基因转录形成的mRNA在细胞核内加工后,进入细胞质中用于翻译
- C.由于基因的选择性表达,部分细胞内会出现miRNA控制合成的蛋白质
- D.miRNA抑制W蛋白的合成是通过miRNA直接与W基因mRNA结合实现的

B 解析:起始密码子在mRNA上,A错误;真核细胞内W基因转录形成的mRNA在细胞核内加工后,进入细胞质用于翻译,B正确;miRNA是一类非编码RNA,细胞内不会出现miRNA控制合成的蛋白质,C错误;由题图可知,miRNA抑制W蛋白的合成是通过单链结构的miRNA与蛋白质结合形成的miRNA-蛋白质复合物直接与W基因转录的mRNA结合实现的,D错误。

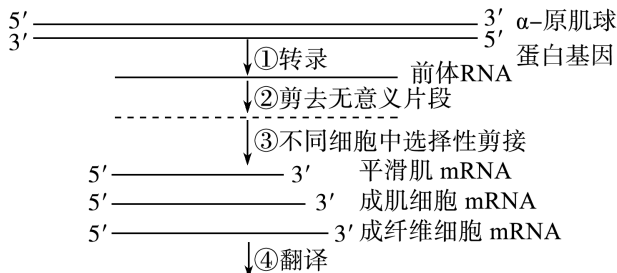
8.据图分析“中心法则”,下列相关叙述正确的是 ()



- A.合成mRNA的过程都会出现胸腺嘧啶与腺嘌呤配对现象
- B.真核细胞的①只发生在细胞核,⑦只发生在细胞质
- C.HIV扩增遗传物质的过程包括②①③
- D.⑦过程不遵循碱基互补配对原则

C 解析:DNA转录形成mRNA的过程中会出现腺嘌呤(A)与胸腺嘧啶(T)配对现象,由于RNA中不存在碱基胸腺嘧啶,故由RNA形成mRNA的过程⑥中不会出现胸腺嘧啶(T)与腺嘌呤(A)配对现象,A错误;真核细胞的DNA复制①主要发生在细胞核,在线粒体、叶绿体中也可以发生,B错误;HIV是逆转录病毒,在宿主细胞内扩增时发生RNA→DNA、DNA→DNA、DNA→RNA的变化,即题图中的②①③,C正确;⑦过程是翻译过程,mRNA的密码子与tRNA的反密码子互补配对,故遵循碱基互补配对原则,D错误。

9.下图为α-原肌球蛋白基因在不同组织细胞中的表达过程示意图。据图分析下列说法正确的是 ()



- A.RNA聚合酶与DNA某一部位结合后对整个DNA进行转录
- B.氢键的断裂和形成都可在①④过程发生,且都需要酶的催化

C. microRNA 可在翻译水平上对蛋白编码基因的表达进行调节

D. microRNA 和靶基因 mRNA 通过氢键结合形成局部双链

A 解析: 反密码子位于 tRNA 上, 而不是 microRNA 上, A 错误; 因为 microRNA 与结直肠癌等肠道疾病关系密切, 而癌症与原癌基因和抑癌基因的表达调控有关, 所以 microRNA 可能会抑制肠道细胞内抑癌基因的表达, B 正确; microRNA 通过与靶基因的 mRNA 结合阻止蛋白编码基因的表达, 是在翻译水平上进行调节, C 正确; microRNA 和靶基因 mRNA 通过碱基互补配对结合形成局部双链, D 正确。

14. 色氨酸作为一种必需氨基酸, 广泛应用于食品、饲料和医药等领域。利用大肠杆菌发酵产生色氨酸的基因表达及调控情况如图 1 所示, 大肠杆菌细胞内色氨酸达到一定浓度时会发生图 2 所示的过程。下列分析正确的是 ()

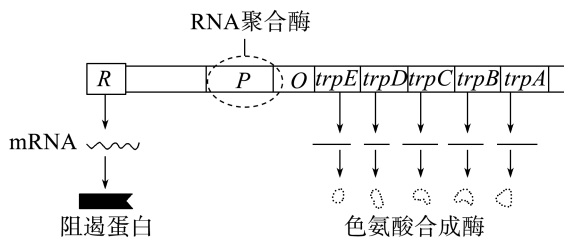


图1

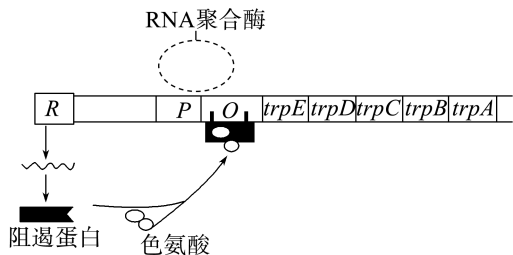


图2

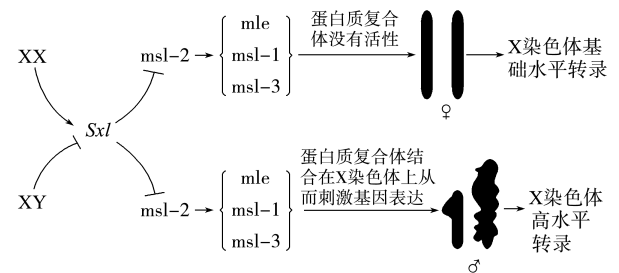
注: R 为调节基因; P 为启动基因; O 为操纵基因; 结构基因 (*trpE*、*trpD*、*trpC*、*trpB*、*trpA*) 为编码一系列色氨酸合成酶的有关基因。

- A. 阻遏蛋白和色氨酸合成酶的生成都需要经过转录和翻译过程
- B. 操纵基因 O 通过抑制 RNA 聚合酶的生成来影响色氨酸的产量
- C. 由图可知, 大肠杆菌细胞内存在多个基因控制一种蛋白合成的过程
- D. 可通过改造 R 基因使阻遏蛋白生成后的活性增强来提高色氨酸的产量

A 解析: 由题图可知, 阻遏蛋白和色氨酸合成酶都是蛋白质, 两者的合成需要经过转录过程产生

mRNA, 再经过翻译生成, A 正确; 阻遏蛋白和色氨酸与操纵基因 O 结合, 可抑制 RNA 聚合酶与启动基因 P 结合, 从而抑制色氨酸合成酶的生成, 影响色氨酸的产量, B 错误; 题图中色氨酸合成酶为一系列的酶, 因此并未体现多个基因控制一种蛋白质合成的过程, C 错误; 若通过改造 R 基因, 使其不能合成阻遏蛋白或合成的阻遏蛋白的活性降低, 可提高色氨酸的产量, D 错误。

15. 遗传学家马勒发现了雌雄果蝇个体的某些基因剂量(数量)不同, 但基因表达产物的量基本相同的现象, 并将其命名为剂量补偿效应。进一步研究发现, 这一现象与基因 *Sxl* 的表达有关, 原理如图所示。下列说法正确的是 ()



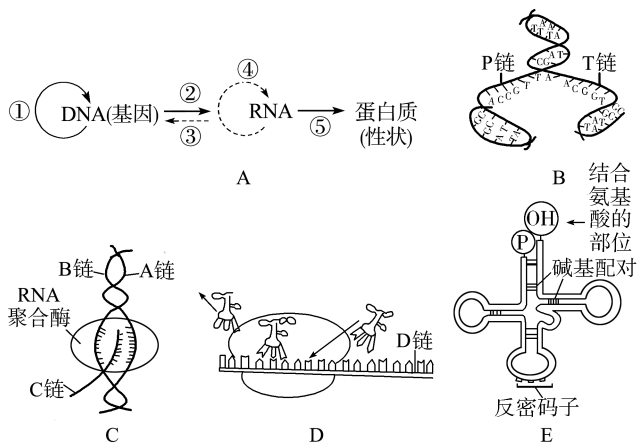
注: msl-1、msl-2、msl-3、mle 均为蛋白质; → 表示促进, ← 表示抑制。

- A. 图示果蝇的剂量补偿效应是通过调节基因表达水平来实现的
- B. 与雄果蝇相比, 雌果蝇 X 染色体上某些基因的表达水平较高
- C. 雄果蝇体细胞中基因 *Sxl* 的表达量较多, 导致 msl-2 合成较少
- D. 若敲除编码 mle、msl-1、msl-3 的基因, 则 X 染色体上的基因不表达

A 解析: 据题可知, 雌雄果蝇 X 染色体的数量不同, X 染色体上的基因剂量不同。这种基因剂量的差异如果不加以调节, 可能会导致雌雄果蝇在基因表达上出现巨大差异, 从而影响发育和生存, 故图示果蝇的剂量补偿效应是通过调节基因表达水平来实现的, A 正确; 雌果蝇含有两条 X 染色体, 由于剂量补偿, 与雄果蝇相比, 雌果蝇 1 条染色体上的基因的表达量较低, B 错误; 分析题图可知, 雄果蝇基因 *Sxl* 的表达量较少, 引起 msl-2 合成较多, C 错误; 据题图可知, 雌性个体中 *Sxl* 基因表达后抑制 msl-2 的表达, 进而使 mle、msl-1 和 msl-3 蛋白质复合物没有活性, X 染色体进行基础水平转录, 若敲除编码 mle、msl-1、msl-3 的基因, 则 mle、msl-1 和 msl-3 蛋白质复合物不能合成, X 染色体仍进行基础水平转录, D 错误。

二、非选择题:本题共5小题,共55分。

16.(12分)据图回答下列问题:



(1)图A所示全过程叫_____,图B所示生理过程与图A中相对应的序号是_____,图C所示生理过程与图A中相对应的序号是_____,图D所示生理过程与图A中相对应的序号是_____。

(2)图B、C、D、E中,图_____中含有DNA分子,图中用_____表示脱氧核苷酸长链。图_____中含有mRNA,图中用_____表示核糖核苷酸长链。

(3)图C、D共同完成的生理过程叫_____。

(4)能完成图A中③④过程的生物是_____。

(5)图D所示过程不可能发生在_____中。

- A. 神经元细胞
- B. 肝细胞
- C. 心肌细胞
- D. 人成熟的红细胞

(6)图E是_____的结构。

解析:(1)图A所示全过程叫中心法则;图B为DNA复制过程,对应于图A中的①;图C表示转录过程,对应于图A中的②;图D表示翻译过程,对应于图A中的⑤。(2)图B(DNA复制)、图C(转录)含有DNA分子,图中用P链、T链、A链、B链表示脱氧核苷酸长链。图C(转录形成mRNA)、图D(翻译的模板是mRNA)含有mRNA,图中用C链、D链表示核糖核苷酸长链。(3)图C(转录)、图D(翻译)共同完成的生理过程是基因指导蛋白质的合成(或基因的表达)。(4)图A中③④过程只发生在被某些RNA病毒感染的生物中。(5)图D所示过程为翻译过程,人成熟的红细胞中不含细胞核和细胞器,不能完成翻译过程。(6)图E具有三叶草结构,为tRNA。

答案:(1)中心法则 ① ② ⑤ (2)B、C P链、T链、A链、B链 C、D C链、D链 (3)基因指导蛋白质的合成(或基因的表达) (4)被RNA病毒感染的宿主 (5)D (6)转运RNA(或tRNA)

17.(10分)如图为人体某致病基因控制异常蛋白质合成的过程示意图。请回答下列问题:

(1)图中的致病基因与正常基因的区别在于_____

_____不同。

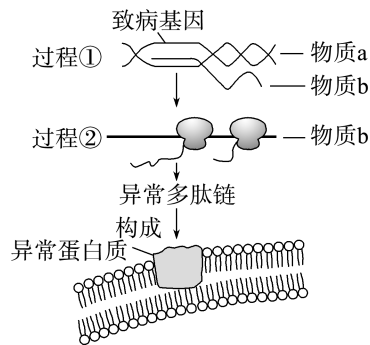
(2)图中过程①是_____ ,此过程既需要_____

_____作为原料,还需要能与基因启动子结合的_____酶进行催化。

(3)物质a的基本骨架由_____构成。

(4)图中所揭示的基因控制性状的方式是_____。

(5)在细胞中由少量物质b就可以短时间内合成大量的蛋白质,其主要原因是_____。



解析:(1)致病基因和正常基因属于等位基因,本质区别在于碱基的排列顺序不同。(2)DNA分子一般是由2条反向平行的脱氧核苷酸链组成的规则的双螺旋结构。据题图可以判断,物质a是DNA,物质b是RNA,过程①是从DNA→RNA,为转录过程,转录过程既需要核糖核苷酸作为原料,还需要能与基因启动子结合的RNA聚合酶进行催化。(3)a是DNA,其基本骨架由磷酸和脱氧核糖交替连接构成,排列在外侧。(4)据题图可以看出,该病是由致病基因控制合成了异常蛋白质导致的,揭示了基因可通过控制蛋白质的结构直接控制生物体的性状。(5)在细胞中由少量b就可以短时间内合成大量的蛋白质,其主要原因是—一个mRNA分子上可结合多个核糖体同时合成蛋白质。

答案:(1)脱氧核苷酸(碱基或碱基对)排列顺序 (2)转录 核糖核苷酸 RNA聚合 (3)磷酸和脱氧核糖交替连接 (4)基因通过控制蛋白质的结构直接控制生物的性状 (5)同一条mRNA上相继结合了多个核糖体同时合成蛋白质

18.(10分)图1为人体内苯丙氨酸与酪氨酸的代谢途径,图中数字代表3种酶。请回答下列问题:

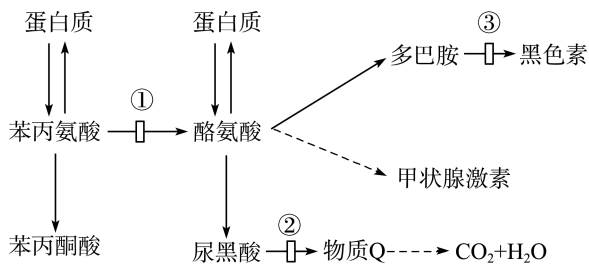


图1

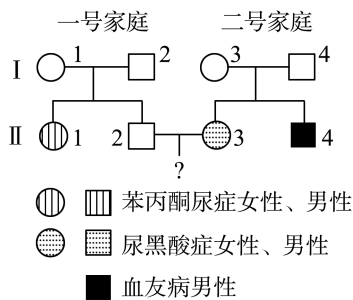


图2

(1)若酶①由 n 个氨基酸组成,则酶①基因的碱基数目不能少于_____。

(2)若医生怀疑某患儿缺乏酶①,可通过直接化验_____来确诊。从图1可以看出,基因通过_____

(3)图2所示 II_1 因缺乏图1中的酶①而患有苯丙酮尿症, II_3 因缺乏图1中的酶②而患有尿黑酸症, II_4 患血友病(伴 X 染色体隐性遗传病),上述3种性状的等位基因分别用 P 和 p、A 和 a、H 和 h 表示。一号家庭和二号家庭均不携带对方家庭出现的遗传病基因。 I_3 涉及上述3种性状的基因型是_____。 II_3 已经怀有身孕,她生育一个健康但同时携带3种致病基因的女孩的概率是_____。

解析:(1)在基因表达过程中,如果不考虑基因的非编码区、内含子(基因内的间隔序列,在转录后通过加工被切除)以及 mRNA 上的终止密码子,再根据数量关系:DNA(基因)碱基数:mRNA 碱基数:多肽链中氨基酸数=6:3:1,可推知,若酶①由 n 个氨基酸组成,则酶①基因的碱基数目不能少于 $6n$ 。(2)若缺乏酶①则患有苯丙酮尿症,可通过直接化验患儿的尿液中是否含有过多的苯丙酮酸来诊断。从题图1中可以看出,基因通过控制酶的合成来控制代谢过程,进而控制生物体的性状。(3)分析题图2可知,苯丙酮尿症和尿黑酸症均为常染色体隐性遗传病。由“ II_3 患有尿黑酸症、 II_4 患血友病”可知, I_3 相关的基因组成为

$AaX^H X^h$,再结合题意“一号和二号家庭均不携带对方家庭出现的遗传病基因”可进一步推知, I_3 个体的基因型是 $PPAaX^H X^h$ 。综上分析, II_2 的基因型是 $1/3PPAaX^H Y$ 、 $2/3PpAaX^H Y$, II_3 的基因型是 $1/2PPaaX^H X^H$ 、 $1/2PPaaX^H X^h$ 。 II_3 已经怀有身孕,她生育一个健康但同时携带3种致病基因的女孩的概率是 $(2/3) \times (1/2) \times 1 \times (1/2) \times (1/4) = 1/24$ 。

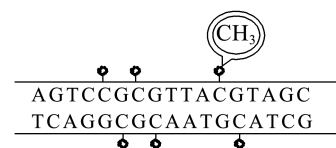
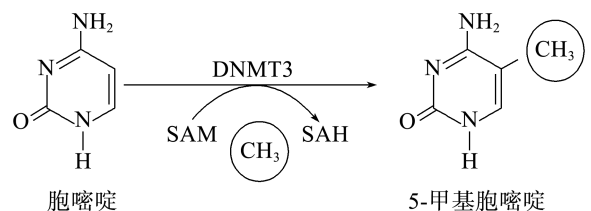
答案:(1) $6n$ (2)患儿的尿液中是否含有过多的苯丙酮酸 控制酶的合成来控制代谢过程 (3) $PPAaX^H X^h$ $1/24$

19.(11分)蜂王与工蜂在形态、结构、生理和行为等方面截然不同,若幼虫时期持续食用蜂王浆则发育为蜂王,食用蜂王浆一段时间后改为以花蜜为食将发育为工蜂。为研究发育机理,某科研小组利用蜜蜂幼虫分组开展相关实验,检测 $DNMT3$ 基因表达水平和 DNA 甲基化程度,结果如下表。 $DNMT3$ 蛋白是 $DNMT3$ 基因表达的一种 DNA 甲基化转移酶,能使 DNA 某些区域添加甲基基团,如下图。敲除 $DNMT3$ 基因后,蜜蜂幼虫将发育成蜂王,这与取食蜂王浆有相同的效果。

不同蜂王浆饲喂量对蜜蜂幼虫 DNA 甲基化程度及发育结果的影响

组别	处理方式	$DNMT3$ 基因表达水平	DNA 甲基化程度	幼虫发育结果
1	饲喂 3 天蜂王浆	+++	+++	22%发育为蜂王
2	饲喂 4 天蜂王浆	++	++	45%发育为蜂王
3	饲喂 5 天蜂王浆	+	+	100%发育为蜂王

注:“+”越多则代表表达量越多,甲基化程度越高。



部分被甲基化的DNA片段

(1) DNMT3 基因表达时, RNA 聚合酶会与 _____ 部位结合, 解开 DNA 双链, 以其中的一条链为模板合成 mRNA, 该过程称为 _____。成熟的 mRNA 通过 _____ (填结构名称) 进入细胞质, 在核糖体上合成 DNMT3 蛋白, 该蛋白发挥作用的场所是 _____。

(2) 据表分析, 增加蜂王浆的饲喂量(饲喂时间)可以 _____ (填“促进”或“抑制”) DNA 的甲基化, 推测其机理可能是 _____。

(3) 结合上图分析, 下列叙述正确的是 _____。

A. 胞嘧啶和 5-甲基胞嘧啶都可与 DNA 分子中的鸟嘌呤配对

B. DNA 甲基化引起的变异属于基因突变

C. DNA 甲基化可能干扰了基因的转录导致不能合成某些蛋白质

D. DNA 片段甲基化后遗传信息发生改变, 导致生物性状发生改变

(4) 将 DNMT3 siRNA (序列与 DNMT3 mRNA 互补) 显微注射进幼虫细胞内, 结果大多数幼虫能发育成为蜂王, 分析原因是 _____。

解析: (1) 启动子是 RNA 聚合酶识别和结合的位点, 驱动基因的转录, 因此 DNMT3 基因表达时, RNA 聚合酶会与启动子结合, 解开 DNA 双链, 以其中的一条链为模板合成 mRNA, 该过程称为转录。在细胞核中合成的成熟的 mRNA 通过核孔进入细胞质, 在核糖体上合成 DNMT3 蛋白, DNMT3 蛋白是 DNMT3 基因表达的一种 DNA 甲基化转移酶, 能使 DNA 某些区域添加甲基基团, 该蛋白发挥作用的场所是细胞核。(2) 据表分析可知: 增加蜂王浆的饲喂量(饲喂时间), DNMT3 基因表达水平降低, 产生的 DNMT3 蛋白减少, DNA 甲基化程度降低, 故增加蜂王浆的饲喂量(饲喂时间)可以抑制 DNA 的甲基化。(3) 据题图分析可知: 胞嘧啶和 5-甲基胞嘧啶都可与 DNA 分子中的鸟嘌呤配对, A 正确; DNA 甲基化没有改变基因的碱基序列, 因此 DNA 甲基化引起的变异不属于基因突变, B 错误; DNA 甲基化可能干扰了基因的转录导致不能合成某些蛋白质, C 正确; DNA 片段甲基化后遗传信息未发生改变, 但基因表达发生变化导致生物性状发生改变, D 错误。故选 AC。(4) DNMT3 siRNA 与 DNMT3 mRNA 通过碱基互补配对结合, 因此使 DNMT3 mRNA 不能作为翻译的模板进行翻译(不能合成 DNMT3 蛋白, 导致 DNA 甲基化程度低), 结果大

多数幼虫能发育成为蜂王。

答案: (1) 启动子 转录 核孔 细胞核 (2) 抑制 增加蜂王浆的饲喂量(饲喂时间)可以抑制 DNMT3 基因的表达, 使 DNA 甲基化转移酶的产生减少, 进而抑制 DNA 的甲基化 (3) AC (4) DNMT3 siRNA 与 DNMT3 mRNA 通过碱基互补配对结合, 从而干扰了翻译的过程

20. (12 分) 某些基因在启动子上存在富含双核苷酸“CpG”的区域, 称为“CpG”岛。其中的胞嘧啶在发生甲基化后变成 5-甲基胞嘧啶, 但仍能与鸟嘌呤互补配对。细胞中存在两种 DNA 甲基化酶(如图 1 所示), 从头甲基化酶只作用于非甲基化的 DNA, 使其半甲基化; 维持甲基化酶只作用于 DNA 的半甲基化位点, 使其全甲基化。请回答下列问题:

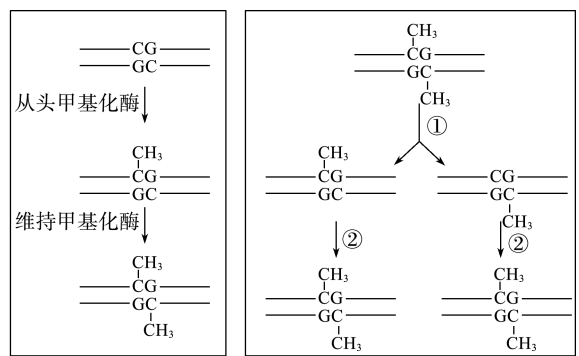


图1

图2

生长缺陷的雄性小鼠

生长正常的雌性小鼠

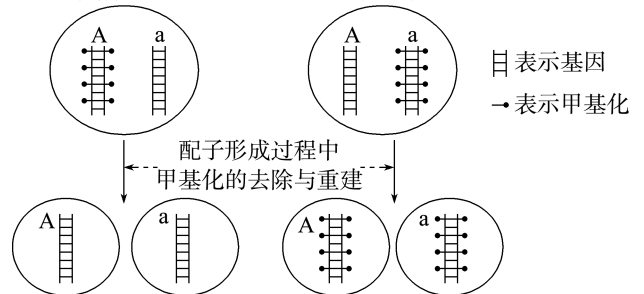


图3

(1) 由于图 2 中过程①的复制方式是 _____, 因此, 过程②必须经过 _____

(填“从头甲基化酶”或“维持甲基化酶”) 的催化才能获得与亲代分子相同的甲基化状态。

(2) 研究发现, 启动子中“CpG”岛的甲基化会影响相关蛋白质与启动子的结合, 从而抑制 _____ 过程。这种通过基因修饰从而调节基因表达的现象被称为 _____, 其特点包括 _____ (写出 2 点即可)。

(3) 小鼠的 A 基因编码胰岛素生长因子-2 (IGF-2), a 基因无此功能(A、a 位于常染色体上)。IGF-2

是小鼠正常发育必需的一种蛋白质,缺乏时小鼠个体矮小。在小鼠胚胎中,来自父本的 A 及其等位基因能够表达,来自母本的则不能表达。检测发现,这对基因的启动子在精子中是非甲基化的,在卵细胞中则是甲基化的。如图 3 所示,雌、雄鼠的基因型均为 Aa,但雄鼠却表现为生长缺陷,原因是_____。

_____。图 3 中雌性小鼠的 A 基因来自它的_____ (填“父方”或“母方”),理由是_____。

_____。

(4)为确定一生长缺陷雄鼠的基因型,让该生长缺陷雄鼠与任一雌鼠杂交,若后代_____,则其基因型为 aa;若后代_____,则其基因型为_____。

解析:(1)题图 2 中过程①为 DNA 复制过程,其模板链都含甲基,而复制后形成的 DNA 一条链含有甲基,一条链不含甲基,说明过程①的复制方式是半保留复制;通过过程①获得的 DNA 都是半甲基化的,因此过程②必须经过维持甲基化酶的催化才能获得与亲代分子相同的甲基化状态。(2)启动子是 RNA 聚合酶识别和结合位点,是基因开始转录的位点,启动子中“CpG”岛的甲基化会影响 RNA 聚合酶与启动子的结合,从而抑制基因转录过程,进而影响基因的表达。这种通过基因修饰从而调节基因表达的现象被称为表观遗传,表观遗传的特点是:可遗传、基因的碱基序列保持不变、普遍存在于生物体中。(3)IGF-2 是小鼠正常发育必需的一种蛋白质,缺乏时小鼠个体矮小。题图 3 中雄鼠的基因型为 Aa,其 a 基因无合成胰岛素生长因子-2(IGF-2)的功能,而 A 基因因甲基

化,无法正常表达出胰岛素生长因子-2(IGF-2),所以该雄鼠体内无胰岛素生长因子-2(IGF-2),表现为生长缺陷。由于 A、a 基因的启动子在精子中是非甲基化的,在卵细胞中则是甲基化的,题图 3 中的雌性小鼠(Aa)的 A 基因是非甲基化的,a 基因是甲基化的,所以其 A 基因来自父方,a 基因来自母方。(4)由于 A、a 基因的启动子在精子中是非甲基化的,在卵细胞中则是甲基化的,小鼠中 A/a 基因一个来自父方、一个来自母方,所以生长缺陷雄鼠的基因型为 Aa(A 来自母方,启动子甲基化)或 aa。若该生长缺陷雄鼠的基因型为 aa,产生精子为 a,a 无表达胰岛素生长因子-2(IGF-2)的功能,让其与任一雌鼠杂交,由于雌鼠产生的卵细胞中 A、a 基因的启动子均甲基化而无法表达胰岛素生长因子-2(IGF-2),所以其后代均为生长缺陷型小鼠;若该生长缺陷雄鼠的基因型为 Aa,产生的两种精子 A:a=1:1 且均非甲基化,让其与任一雌鼠杂交,雌鼠产生的卵细胞中 A、a 基因的启动子均甲基化而不表达,子代的表型及比例为生长缺陷型:生长正常=1:1。

答案:(1)半保留复制 维持甲基化酶 (2)基因的表达(或转录) 表观遗传 可遗传、基因的碱基序列保持不变、普遍存在于生物体中 (3)雄鼠中 a 基因无合成胰岛素生长因子-2(IGF-2)的功能,A 基因甲基化,无法正常表达出胰岛素生长因子-2(IGF-2),该雄鼠体内缺乏胰岛素生长因子-2(IGF-2),表现为生长缺陷 父方 A、a 基因的启动子在精子中是非甲基化的,在卵细胞中则是甲基化的,该雌性小鼠中 A 基因是非甲基化的,所以来自父方 (4)均为生长缺陷型 生长缺陷型:生长正常=1:1(或出现生长正常鼠) Aa

单元概览

核心概念

概念 3 遗传信息控制生物性状,并代代相传

3.3 由基因突变、染色体变异和基因重组引起的变异是可以遗传的

3.3.1 概述碱基的替换、插入或缺失会引发基因中碱基序列的改变

3.3.2 阐明基因中碱基序列的改变有可能导致它所编码的蛋白质及相应的细胞功能发生变化,甚至带来致命的后果

3.3.3 描述细胞在某些化学物质、射线以及病毒的作用下,基因突变概率可能提高,而某些基因突变能导致细胞分裂失控,甚至发生癌变

3.3.4 阐明进行有性生殖的生物在减数分裂过程中,染色体所发生的自由组合和交叉互换,会导致控制不同性状的基因重组,从而使子代出现变异

3.3.5 举例说明染色体结构和数量的变异都可能导致生物性状的改变甚至死亡

3.3.6 举例说明人类遗传病是可以检测和预防的

学习目标

1. 围绕遗传物质在传递过程中发生变异的类型、特点和意义,建构单元思维导图,从遗传病和育种两个角度出发,说出变异与生产生活的联系。
2. 通过构建模型分析,阐明三种可遗传变异的实质及影响;利用列表法比较,说出三种可遗传变异的异同;应用变异的原理,设计培育高产小麦的方案。
3. 通过遗传调查,概述人类遗传病发病率和遗传方式调查的区别;结合资料分析,说出常见癌症的发病机制并提出预防措施。

单元任务

变异是生物界普遍存在的一种现象。1901年,孟德尔定律的重新发现者之一、荷兰植物学家德弗里斯在一片月见草中发现某些植株发生了明显变化,且这些变化可以延续到下一代,他将这类偶然出现的、明显的、可遗传的变化称为“突变”。随着突变概念的提出,人们得以将生物体中遗传物质变异引起的可遗传的变异与环境变化引起的不可遗传的变异严格区分开来。1927年,美国遗传学家缪勒发现,被大剂量X射线照射的果蝇变异概率比未受照射的果蝇高100多倍。除基因突变外,X射线照射还能造成大片段的染色体变异。他的工作让人们认识到X射线等辐射的危害,使科学家找到了高效诱导突变从而研究基因功能的方法,并为诱变育种奠定了理论基础。1946年,缪勒荣获诺贝尔生理学或医学奖。

○思考与探究

思考 1 基因突变、染色体变异和基因重组的机制是什么？	任务 1 基因突变、基因重组和染色体变异的实质。
思考 2 生物变异在生产生活中都有哪些应用？	任务 2 生物变异的应用。
思考 3 人类的遗传病都有哪些类型？	任务 3 人类遗传病的危害及预防措施。

◊素养评价

核心素养	
生命观念	1.通过生物变异的特点分析,理解结构与功能观; 2.深刻理解变异的本质和意义,认识到遗传伴随着变异,形成生物进化观。
科学思维	1.基于基因突变、染色体变异和基因重组为生物的进化提供了丰富的原材料,学会辩证地认识生命活动过程中的变化,并将辩证思维迁移用于认识自然和社会; 2.通过变异与环境的关系的分析,了解生物学中的因果关系与相关性之间的区别和联系。
科学探究	1.通过列举镰状细胞贫血和结肠癌发生的两个实例,进行由宏观认识到微观分析的思维探究; 2.通过开展“低温诱导植物细胞染色体数目的变化”的活动,学习制作装片、进行观察和分析比较的技能; 3.开展“调查人群中的遗传病”的活动,了解某些特定遗传病的发病率,学习遗传病的调查方法。
社会责任	1.了解遗传病的类型和遗传机制,预防遗传病的发生和遗传,关爱遗传病患者,关注个人和他人健康; 2.通过对基因检测的辩证分析,认识到基因检测技术是一把双刃剑,既可以为人类造福,又可能带来某些负面影响,进而认同科学技术的发展和应用要符合社会伦理道德。

探 · 究 · 构 · 建

第1节 基因突变和基因重组

学习任务目标

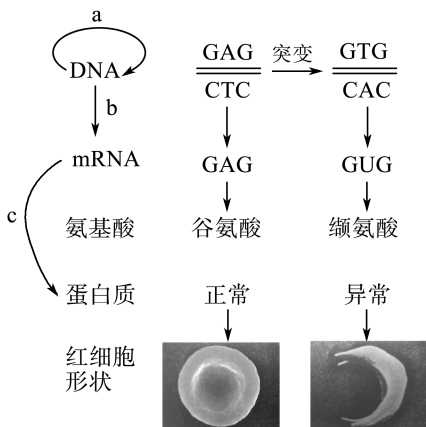
- 1.分析基因突变和基因重组的意义,认识到遗传伴随着变异,感受生命的进化与适应观。
- 2.通过基因突变的特点,辩证地认识生命过程的意义。
- 3.通过基因突变的实例,培养从宏观到微观的分析能力。

问题式预习

一、基因突变

1.基因突变的实例和概念

(1)镰状细胞贫血的病因图解

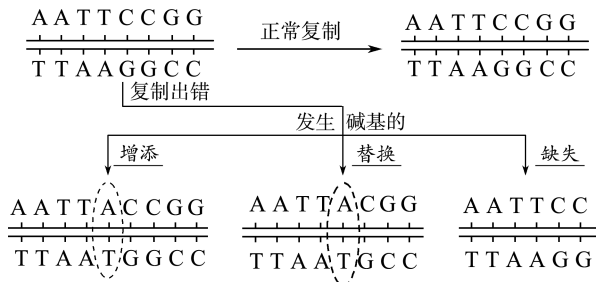


①图示中 a、b、c 过程分别代表 DNA 复制、转录和翻译。突变主要发生在 a(填字母)过程中。

②患者贫血的直接原因是谷氨酸替换为缬氨酸,根本原因是发生了基因突变,碱基对由 $\frac{A}{T}$ 替换成 $\frac{T}{A}$ 。

(2)基因突变的概念: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。

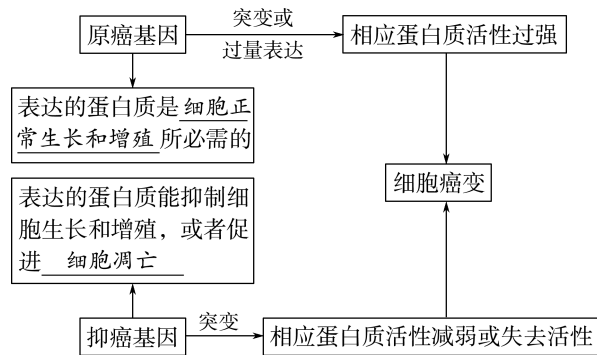
(3)类型



(4)结果:基因碱基序列改变。

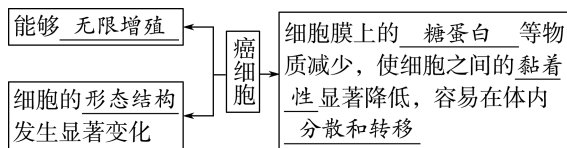
(5)细胞的癌变

①细胞癌变的机理



②细胞癌变的根本原因:原癌基因和抑癌基因突变。

③癌细胞的特征



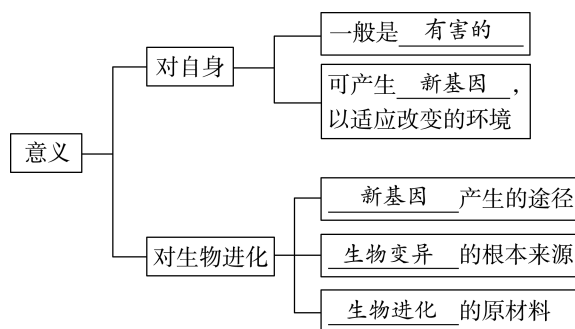
2.基因突变的原因

- (1)外因
- 物理因素:如紫外线、X 射线
 - 化学因素:如亚硝酸盐、碱基类似物
 - 生物因素:某些病毒
- (2)内因:DNA 复制偶尔发生错误。

3.基因突变的特点[连一连]

- ①普遍性 — a.一个基因可以发生不同的突变,产生一个以上的等位基因
- ②随机性 — b.发生在个体发育的任何时期(时间随机)
- ③不定向性 — c.发生在细胞内不同的DNA分子上(位置随机)
- ④低频性 — d.发生在同一个DNA分子的不同部位(位置随机)
- ⑤多害少利性 — e. $10^5 \sim 10^8$ 个生殖细胞中才会有1个发生基因突变
- f.生物界普遍存在
- g.突变性状大多有害

4. 基因突变的意义



◇思考

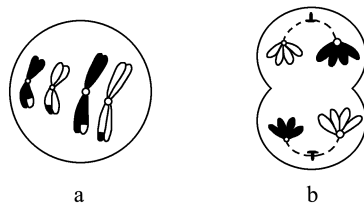
[教材 P83 正文]“在自然状态下,基因突变的频率是很低的。”既然在自然状态下,基因突变的频率很低,那么在强烈的日光下,人们还要涂抹防晒霜的原因是什么?

提示:紫外线易诱发基因突变并提高突变频率,使人患癌症的风险增大。

二、基因重组

1. 概念: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,称为基因重组。

2. 类型



类型	发生的时期	发生的范围	实例
自由组合型	减数分裂 I 后期	非同源染色体上的非等位基因	b
互换型	减数分裂 I 前期(四分体时期)	同源染色体上的等位基因随非姐妹染色单体的互换而交换	a

3. 结果:产生与亲代不同的基因型。

4. 意义:形成生物多样性的重要原因之一。

○ 任务型课堂 ○

任务一 > 基因突变

🔍 探究活动

根据所学知识回答下列问题:

(1) 基因突变的发生一定需要诱导因素吗?

提示:不一定。

(2) 加入某种化学物质就能引起基因突变,该物质是怎样引起基因突变的?

提示:使 DNA 分子中发生碱基的增添、缺失或替换。

(3) 基因突变在什么时期发生?

提示:基因突变在任何时期都可能发生,但在 DNA 复制时最容易发生。

【探究总结】

基因突变的一个“一定”和三个“不一定”

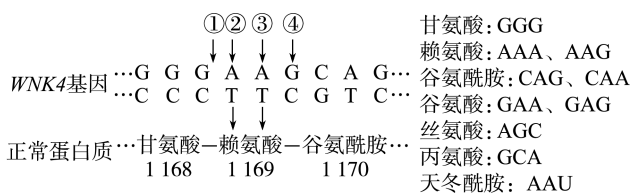
项目	内容	解读
一个“一定”	基因突变一定会引起基因碱基序列的改变	基因突变使基因中的碱基排列顺序发生改变,但基因的数目和位置不变

续表

项目	内容	解读
三个“不一定”	DNA 中碱基的替换、增添和缺失不一定是基因突变	基因通常是有遗传效应的 DNA 片段,不具有遗传效应的 DNA 片段也可发生碱基对的改变,但不属于基因突变
	基因突变不一定会引起生物性状的变化	如隐性突变等
	基因突变不一定都能遗传给后代	①基因突变如果发生在体细胞中,一般不遗传给后代,但有些植物可以通过无性生殖遗传给后代; ②如果发生在配子中,可以遗传给后代

📊 评价活动

1. 下图为人 WNK4 基因部分碱基序列及其编码蛋白质的部分氨基酸序列示意图。已知 WNK4 基因发生了一种突变,导致 1 169 位的赖氨酸变为谷氨酸。该基因发生的突变是 ()



- A. ①处插入碱基对 G—C
 B. ②处碱基对 A—T 替换为 G—C
 C. ③处缺失碱基对 A—T
 D. ④处碱基对 G—C 替换为 A—T

B 解析: 根据图中 1 168 位的甘氨酸的密码子 GGG 可知, WNK4 基因是以图中下方的一条脱氧核苷酸链为模板转录形成 mRNA 的, 那么 1 169 位的赖氨酸的密码子是 AAG, 取代赖氨酸的谷氨酸的密码子最可能是 GAG, 由此可推知, 该基因发生的突变是 ②处碱基对 A—T 替换为 G—C, B 正确。

2. 关于癌症, 下列叙述错误的是 ()

- A. 成纤维细胞癌变后变成球形, 其结构和功能会发生相应改变
 B. 癌症发生的频率不是很高, 大多数癌症的发生是多个基因突变的累积效应
 C. 正常细胞生长和分裂失控变成癌细胞, 原因是抑癌基因突变成原癌基因
 D. 乐观向上的心态、良好的生活习惯, 可降低癌症发生的可能性

C 解析: 细胞癌变后, 其结构和功能会发生相应改变, 如成纤维细胞癌变后变成球形, A 正确; 癌变发生的原因是基因突变, 基因突变在自然条件下具有低频性, 故癌症发生的频率不是很高, 且癌症的发生并不是单一基因突变的结果, 而是多个相关基因突变的累积效应, B 正确; 人和动物细胞中的 DNA 上本来就存在与癌变相关的基因, 其中原癌基因表达的蛋白质是细胞正常的生长和增殖所必需的, 抑癌基因表达的蛋白质能抑制细胞的生长和增殖, 或者促进细胞凋亡, 细胞癌变的原因是原癌基因和抑癌基因发生突变, C 错误; 开朗乐观的心理状态与良好的生活习惯会影响神经系统和内分泌系统的调节功能, 能降低癌症发生的可能性, D 正确。

3. 某二倍体植物基因 A_1 中插入了一个碱基对后形成基因 A_2 , 下列分析正确的是 ()

- A. 利用光学显微镜可观察到 A_1 的长度较 A_2 短
 B. 正常情况下, A_1 和 A_2 可存在于同一个配子中
 C. 该变异可能导致翻译过程提前终止
 D. 该个体的子代中遗传信息不会发生改变

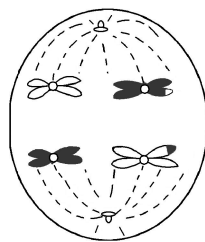
C 解析: 根据题意可知, 该变异属于基因突变, 在光学显微镜下观察不到, A 错误; 突变后产生的基因 A_2 是基因 A_1 的等位基因, 在减数分裂过程中,

等位基因随同源染色体的分开而分离, 因此正常情况下一个配子中只有等位基因中的一个, B 错误; 基因突变可能会使终止密码子提前出现, 导致翻译提前终止, C 正确; 基因突变若发生在形成生殖细胞的过程中, 则突变基因可能传递给子代, 子代中遗传信息可能发生改变, D 错误。

任务二 > 基因重组

探究活动

下图表示减数分裂过程中发生的基因重组。请回答下列问题:



(1) 图中发生了哪种基因重组?

提示: ①互换重组: 图中四分体中位于同源染色体上的等位基因随非姐妹染色单体之间的互换而发生交换; ②自由组合: 图中同源染色体分离, 位于非同源染色体上的非等位基因自由组合。

(2) 基因重组能产生新的基因吗? 能产生新的性状吗?

提示: 基因重组不能产生新的基因, 但可以产生新的基因型。故基因重组不能产生新的性状, 但能产生新的性状组合。

(3) 各种生物都可以发生基因重组吗? 举例说明。

提示: 各种生物不都能发生基因重组。进行有性生殖的生物可以发生基因重组; 病毒、原核生物等不进行有性生殖的生物, 一般不能发生基因重组。

【探究总结】

基因突变和基因重组的比较

项目	基因突变	基因重组
变异本质	基因碱基序列发生改变	原有基因的重新组合
发生时期	一般发生于细胞分裂前的间期 (DNA 复制时)	减数分裂 I 前期 (四分体时期) 和减数分裂 I 后期
适用范围	所有生物 (包括病毒)	进行有性生殖的真核生物和基因工程中的原核生物
结果	产生新基因 (等位基因)	产生新基因型, 不产生新基因

续表

项目	基因突变	基因重组
意义	是生物变异的根本来源,为生物进化提供原材料	生物变异的重要来源,有利于生物进化
应用	人工诱变育种	杂交育种
联系	基因突变产生新基因,为基因重组提供自由组合的新基因,基因突变是基因重组的基础	

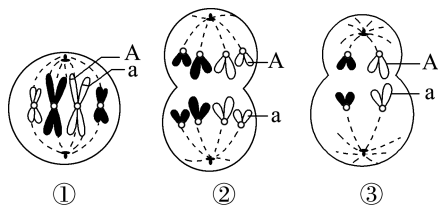
88 评价活动

1. 下列配子的产生过程中,没有发生基因重组的是 ()

- A. 基因组成为 $\frac{A}{a} \frac{b}{b}$ 的个体产生了 Ab 和 aB 的配子
 B. 基因组成为 $\frac{A}{a} \frac{B}{b}$ 的个体产生了 Ab 和 aB 的配子
 C. 基因组成为 $\frac{A}{a} \frac{B}{b}$ 的个体产生了 ab 和 AB 的配子
 D. 基因组成为 $\frac{A}{a} \frac{B}{b} \frac{C}{c}$ 的个体产生了 ABC 和 abc 的配子

解析: 基因重组有两种类型,一是四分体时期同源染色体上的等位基因有时会随着非姐妹染色单体之间的互换而发生交换,二是减数分裂 I 后期非同源染色体上非等位基因的自由组合。A 项发生的原因是基因突变, B 项发生的原因是互换, C、D 项发生的原因是非同源染色体上非等位基因的自由组合。

2. 下图是基因型为 Aa 的个体不同分裂时期的图像,根据图像判定每个细胞发生的变异类型,正确的是 ()

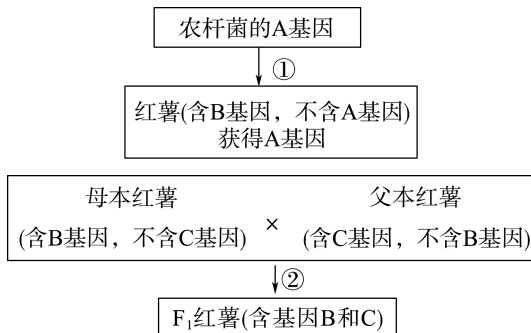


- A. ①基因突变 ②基因突变 ③基因突变
 B. ①基因突变或基因重组 ②基因突变 ③基因重组
 C. ①基因突变 ②基因突变 ③基因突变或基因重组
 D. ①基因突变或基因重组 ②基因突变或基因重组 ③基因重组

解析: 题图中①②细胞分别处于有丝分裂的中期和后期, A 与 a 所在的 DNA 分子都是经过复制而得到的, 所以题图中①②的变异只能属于基因突

变; ③细胞处于减数分裂 II 后期, A 与 a 的不同可能来自基因突变, 也可能来自基因重组(四分体时期同源染色体上非姐妹染色单体间的互换), 综上所述, 变异类型①是基因突变, ②是基因突变, ③是基因突变或基因重组, C 正确。

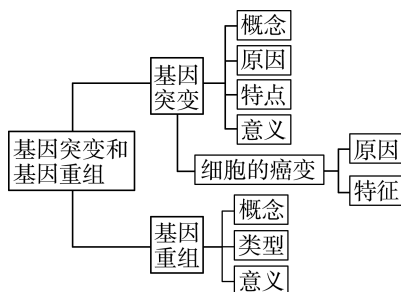
3. 水平转基因是自然转基因的一种类型, 指基因在不同物种的生物个体之间的交流过程与结果(如图中过程①所示), 或者在单个细胞内部的叶绿体、线粒体与细胞核等结构之间的交流过程与结果。下列有关说法错误的是 ()



- A. 水平转基因可以发生在农杆菌和红薯细胞间, 属于基因重组
 B. 过程①中获得 A 基因的红薯可通过过程②将 A 基因传递到子代
 C. 细胞内不同结构之间能进行基因交流与 DNA 的结构相同有关
 D. 过程①、过程②均使作物发生定向变异, 均有利于作物适应新环境

解析: 据过程①可知, 农杆菌的 A 基因可转移至原先不含 A 基因的红薯内, 说明水平转基因可以发生在农杆菌和红薯细胞间, 是基因重组的一种, A 正确; 过程①属于水平转基因, 是可遗传变异, 该过程中获得 A 基因的红薯可通过过程②(杂交育种)将 A 基因传递到子代, B 正确; 不同生物之间 DNA 的结构相同, 是细胞内不同结构之间能进行基因交流的结构基础, C 正确; 过程①、过程②的原理都是基因重组, 基因重组有利于作物适应新环境, 但基因重组是不定向的, D 错误。

提质归纳



课后素养评价(十五)

基因突变和基因重组

建议用时: 40分钟

A组 学习·理解

知识点1 基因突变的原理与特点

1. 某种群中发现一突变性状, 连续培养到第三代才选出能稳定遗传的纯合突变类型, 该突变为 ()

- A. 显性突变($d \rightarrow D$)
B. 隐性突变($D \rightarrow d$)
C. 显性突变或隐性突变
D. 人工诱变

A 解析: 若为隐性突变, 性状只要出现, 即可稳定遗传, 而显性突变中表现突变性状的个体不一定是纯合子, 若为杂合子, 需要连续培养几代才能选出稳定遗传的纯合子, A 符合题意。

2. 下列不属于癌细胞主要特征的是 ()

- A. 细胞癌变时, 新陈代谢速率减慢
B. 在适宜条件下, 癌细胞可以无限增殖
C. 癌细胞表面糖蛋白等物质减少, 黏着性降低
D. 与正常细胞相比, 癌细胞的形态结构发生显著变化

A 解析: 细胞癌变时, 新陈代谢速率加快, A 符合题意; 在适宜条件下, 癌细胞可以无限增殖, B 不符合题意; 癌细胞表面糖蛋白等物质减少, 黏着性降低, 容易扩散和转移, C 不符合题意; 细胞癌变后形态结构发生显著变化, 大多变为球形, D 不符合题意。

3. 原核生物某基因原有 213 对碱基, 现经过突变, 成为 210 对碱基(未涉及终止密码子改变), 它指导合成的蛋白质分子与原蛋白质相比, 差异可能为 ()

- ①少一个氨基酸, 其余氨基酸顺序不变
②少一个氨基酸, 氨基酸顺序改变
③氨基酸数目不变, 但顺序改变
A. ①③ B. ②③ C. ① D. ①②

D 解析: 突变后少了三对碱基, 氨基酸数比原来少一个; 若少的三对碱基正好控制着原蛋白质的一个氨基酸, 则少一个氨基酸, 其余氨基酸顺序不变; 若减少的三对碱基正好对应着两个密码子中的碱基, 则在减少一个氨基酸的基础上, 缺失部位后氨基酸顺序也会改变; 若减少的不是三对连续的碱基, 则对氨基酸的种类和顺序影响将更大。①②符合题意, D 正确。

4. 诱变育种有很多突出优点, 也存在一些缺点。下列分析正确的是 ()

- ①结实率低, 发育迟缓 ②提高突变率, 使后代变异性状较快稳定, 因而加快育种进程
③大幅度改良某些性状 ④茎秆粗壮, 果实种子大, 营养物质含量高
⑤有利个体不多, 需要处理大量的材料

- A. ①④ B. ②③⑤
C. ①④⑤ D. ①②④

B 解析: 诱变育种利用的原理是基因突变, 利用物理或化学方法提高突变率, 产生新基因进而产生新的性状, 能够大幅度改良某些性状, 加速育种进程; 由于基因突变的多害少利性, 有利变异的个体不多, 且需要处理大量的材料。②③⑤正确, 故选 B。

知识点2 基因重组

5. 基因重组使产生的配子种类多样化, 进而产生基因组合多样化的子代。下列相关叙述错误的是 ()

- A. 基因重组可导致同胞兄妹间的遗传差异
B. 四分体时期非姐妹染色单体上的等位基因互换可导致基因重组
C. 基因重组只能产生新基因型和重组性状, 不能产生新基因和新性状
D. 基因型为 Aa 的个体自交, 因基因重组而导致子代发生性状分离

D 解析: 基因重组会导致双亲产生多样的配子, 随后雌雄配子随机结合, 导致产生多样的后代, 即基因重组可导致同胞兄妹间的遗传差异, A 正确; 在减数分裂过程中的四分体时期, 位于同源染色体上的等位基因有时会随着非姐妹染色单体之间的互换而发生交换, 导致染色单体上的基因重组, B 正确; 基因重组是控制不同性状的基因的重新组合, 只能产生新基因型和重组性状, 不能产生新基因和新性状, C 正确; 基因型为 Aa 的个体自交, 等位基因分离和雌雄配子的随机结合导致子代发生性状分离, D 错误。

6. 基因重组是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。下列有关基因重组的叙述, 正确的是 ()

- A. 基因重组导致基因内部碱基序列发生改变
B. 基因型为 Aa 的个体自交, 基因重组导致子代出现 3:1 的性状分离比

C. 基因重组是产生新基因的途径,也是生物变异的根本来源

D. “一母生九子,九子各不同”和基因重组有关

D 解析:基因重组是生物体进行有性生殖过程中,控制不同性状的基因的重新组合,不改变基因内部的碱基序列,A 错误;基因型为 Aa 的个体自交,在形成配子时,因等位基因的分离而形成了两种比例相等的配子,经过雌雄配子的随机结合使子代产生了 3:1 的性状分离比,即子代 3:1 的性状分离比的出现不是基因重组导致的,B 错误;基因突变是产生新基因的途径,是生物变异的根本来源,基因重组不能产生新基因,但可以产生新的基因型,基因重组是生物变异的来源之一,C 错误;减数分裂过程中由于基因重组可产生多种类型的配子,受精时,雌雄配子随机结合即可产生多种基因型的子代,“一母生九子,九子各不同”与基因重组有关,D 正确。

7. 下列有关生物体内基因重组和基因突变的叙述,正确的是 ()

- A. 由碱基改变引起的 DNA 分子结构的改变就是基因突变
- B. 减数分裂过程中,控制一对相对性状的基因不能发生基因重组
- C. 淀粉分支酶基因中插入了一段外来 DNA 序列不属于基因突变
- D. 小麦植株在有性生殖时,一对等位基因一定不会发生基因重组

D 解析:由碱基改变引起的 DNA 分子中基因结构的改变是基因突变,基因突变强调的是基因结构的改变,A 错误;若一对相对性状由两对等位基因控制,则可能发生基因重组,B 错误;淀粉分支酶基因中插入了一段外来 DNA 序列,为基因结构的改变,属于基因突变,C 错误;有性生殖中,一对等位基因只能发生分离,不会发生基因重组,D 正确。

B 组 应用·实践

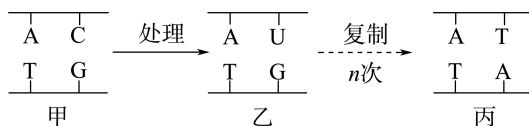
8. 每年的 2 月 4 日是“世界癌症日”,2024 年世界抗癌日活动的主题是“整合卫生资源,医疗人人共享”。下列叙述正确的是 ()

- A. 长期接触癌症患者的人细胞癌变的概率会明显提高
- B. 环境中的致癌因子会使正常基因突变成原癌基因和抑癌基因
- C. 癌症的发生并不是单一基因突变的结果,而是有累积效应

D. 癌细胞的细胞膜上的糖蛋白增加,导致癌细胞易发生转移

C 解析:细胞癌变的内因是原癌基因和抑癌基因的突变,与是否长期接触癌症患者无关,A 错误;正常细胞中存在原癌基因和抑癌基因,环境中的致癌因子会使原癌基因和抑癌基因突变,使正常细胞变为癌细胞,B 错误;癌症的发生并不是单一基因突变的结果,而是有累积效应,C 正确;癌细胞表面发生改变,细胞膜上的糖蛋白减少,导致细胞之间的黏着性降低,易于分散、转移,D 错误。

9. 研究发现,用 EMS(甲基磺酸乙酯)处理,可将胞嘧啶变成尿嘧啶。如图所示,DNA 片段甲经处理后成为片段乙,片段乙可继续复制,片段丙则是片段乙复制 n 次后的其中一种结果。下列相关叙述正确的是 ()



- A. 图中复制过程需要解旋酶,游离的核糖核苷酸和 ATP
- B. 图中处理改变了 DNA 中碱基的数目和排序
- C. 片段乙复制 n 次后的产物除了片段丙,还有片段甲
- D. 与甲相比,片段丙中嘌呤在碱基中的比例增加

C 解析:DNA 分子复制过程中需要解旋酶打开氢键,使 DNA 双链解开,该过程需要的原料是脱氧核苷酸,同时还需要 ATP 提供能量,A 错误;题图中处理属于基因突变(碱基替换),据图可知,该过程中只改变了碱基的排序,不改变碱基的数目,B 错误;片段乙有 TG 的片段和 AU 的片段,根据碱基互补配对原则可知,片段乙复制 n 次后的产物除了片段丙,还有片段甲,C 正确;由于 DNA 分子复制时嘌呤与嘧啶配对,故与甲相比,片段丙中嘌呤在碱基中的比例不变,D 错误。

10. 有一种名为 *RhoGD12* 的基因,有助于避免癌细胞的扩散,带有该基因的癌细胞失去转移能力,则对该基因的作用最可能的解释是 ()

- A. 在癌细胞中表达产生一种糖蛋白,由此阻止癌细胞侵入其他组织
- B. 在癌细胞中表达产生一种蛋白质,使癌细胞迅速衰老

第2节 染色体变异

学习任务目标

- 1.概述染色体变异的类型和影响,建立可遗传变异为生物进化提供原材料的观念。
- 2.分析染色体数目变异的类型,比较染色体组、二倍体、多倍体和单倍体的区别。
- 3.通过“低温诱导植物细胞染色体数目的变化”实验,培养科学探究能力。
- 4.运用基因突变、基因重组和染色体变异的原理解释一些变异现象。

问题式预习

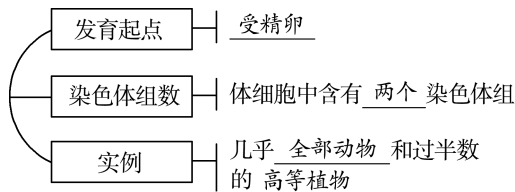
一、染色体数目的变异

1.类型

类型	实例
细胞内个别染色体的增加或减少	唐氏综合征、性腺发育不全综合征
以一套完整的非同源染色体为基数成倍地增加或成套地减少	三倍体无子西瓜、八倍体小黑麦

2.染色体组:在大多数生物的体细胞中,染色体都是两两成对的,即含有两套非同源染色体,其中的每一套称为一个染色体组。

3.二倍体



4.多倍体

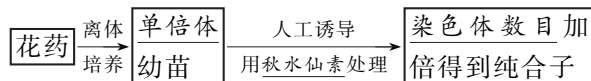
概念	发育起点	受精卵
	染色体组数	三个或三个以上
	实例	三倍体香蕉、四倍体马铃薯
特点	茎秆粗壮,叶片、果实和种子都比较大,糖类和蛋白质等营养物质的含量都有所增加	
人工诱导多倍体	方法	用低温处理或用秋水仙素诱发等
	处理对象	萌发的种子或幼苗
	原理	能够抑制 <u>纺锤体</u> 的形成,导致染色体不能移向细胞的两极,从而使染色体数目加倍

5.单倍体

(1)概念:体细胞中的染色体数目与本物种配子染色体数目相同的个体。

- (2)特点 { 植株长得弱小
高度不育
- (3)应用——单倍体育种

①方法



②优点:明显缩短育种年限。

◇思考

1.[教材 P87 正文]原核生物是否有染色体变异?

提示:原核生物无染色体,不可能发生染色体变异。

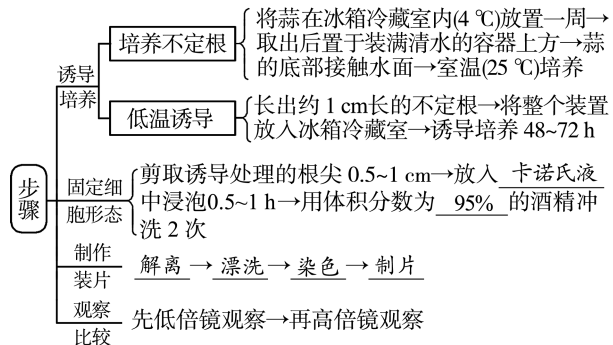
2.[教材 P89 正文]单倍体一定不育吗?为什么?

提示:不一定。若单倍体体细胞中含有奇数个染色体组一般不可育,有偶数个染色体组一般可育。

二、低温诱导植物细胞染色体数目的变化

1.原理:低温抑制纺锤体的形成,以致影响细胞有丝分裂中染色体被拉向两极,导致细胞不能分裂成两个子细胞,于是染色体数目改变。

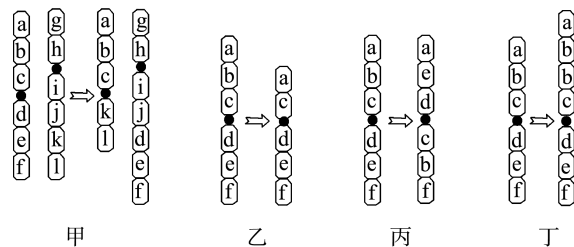
2.步骤



3.观察结果:视野中既有正常的二倍体细胞,也有染色体数目发生改变的细胞。

三、染色体结构的变异

1.染色体结构变异的4种类型



(1)甲表示易位,特点:染色体的某一片段移接到另一条非同源染色体上。

(2)乙表示缺失,特点:染色体中某一片段缺失。

(3)丙表示倒位,特点:染色体中某一片段位置颠倒。

(4)丁表示重复,特点:染色体中增加某一片段。

(5)果蝇的棒状眼、人类的猫叫综合征、果蝇的缺刻

翅分别属于上述染色体结构变异的类型丁、乙、乙。(填“甲”“乙”“丙”或“丁”)

2. 染色体结构变异的结果

(1)染色体上的基因数目或排列顺序发生改变,从而导致性状的变异。

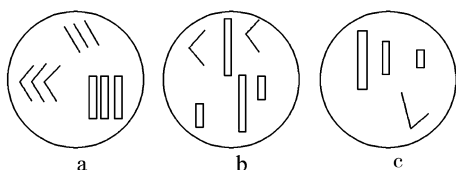
(2)大多数染色体结构变异对生物体是不利的,有的甚至会导致生物体死亡。

任务型课堂

任务一 染色体数目的变异

探究活动

下图为3个不同细胞的染色体组成示意图。请据图分析回答下列问题:



(1)上图细胞中各有几个染色体组?

提示:题图所示的细胞中所含的染色体组数:a为3组,b为2组,c为1组。

(2)玉米的体细胞中共有20条染色体,10种形态,则玉米体细胞中含有几个染色体组?

提示:玉米体细胞中含有2个染色体组。

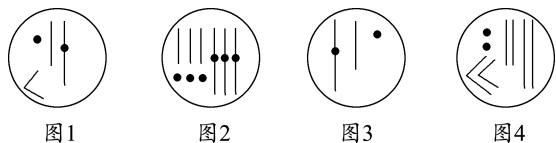
(3)单倍体只含有一个染色体组吗?

提示:由未受精的配子直接发育成的个体,不管含几个染色体组都叫单倍体。若生物是二倍体,则其单倍体只含有一个染色体组;若生物是四倍体或多倍体,则其单倍体含有两个或两个以上染色体组。

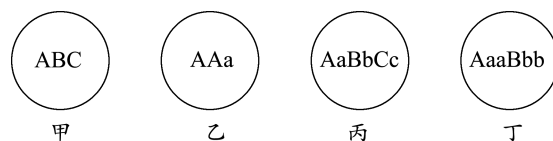
【探究总结】

染色体组数目的判断方法

(1)根据染色体形态判断:染色体组数=细胞中任意一种染色体条数。例如:图1中染色体的形态、大小各不相同,所以有1个染色体组;图2中彼此相同的(比如点状的)有3条,故有3个染色体组;同理,图3中有1个染色体组,图4中有2个染色体组。



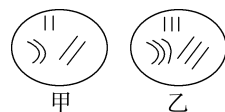
(2)根据基因型判断:染色体组数=基因型中等位基因个数。例如:图甲所示基因型为ABC,所以有1个染色体组;图乙所示基因型为AAa,A(a)基因有3个,即含有3个染色体组;同理,图丙中有2个染色体组,图丁中有3个染色体组。



(3)根据染色体数和染色体形态数计算:染色体组的数目=染色体数/染色体形态数。

评价活动

1. 下图是甲、乙两种生物的体细胞内染色体组成示意图,下列叙述正确的是 ()



- A. 甲一定是二倍体,乙一定是三倍体
B. 甲、乙两种生物体细胞中都有三个染色体组
C. 甲、乙两种生物都不能产生配子
D. 甲的基因型可以表示为 AaBb,乙的基因型可以表示为 AAaBbb

D 解析:甲可能是二倍体,也可能是四倍体的单倍体,乙可能是三倍体,也可能是六倍体的单倍体,A错误;甲生物体细胞中含有2个染色体组,B错误;甲生物细胞可以进行正常的减数分裂,可以产生配子,C错误;甲的基因型可以表示为 AaBb,乙的基因型可以表示为 AAaBbb,D正确。

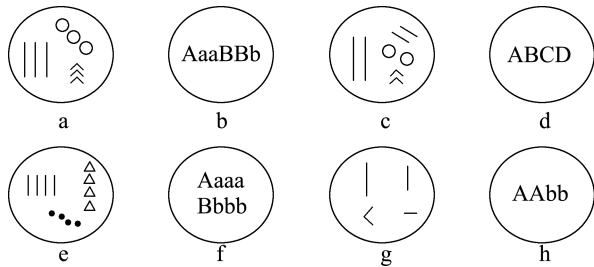
2. 雌性蝗虫体细胞中有两条性染色体,为XX型,雄性蝗虫体细胞中仅有一条性染色体,为XO型。关于基因型为 AaX^RO 的蝗虫精原细胞进行减数分裂的过程,下列叙述错误的是 ()

- A. 处于减数分裂 I 后期的细胞仅有一条性染色体
B. 减数分裂 I 产生的细胞含有的性染色体数为1条或0条
C. 处于减数分裂 II 后期的细胞有2种基因型
D. 该蝗虫可产生4种精子,其基因型为 AO、aO、AX^R、aX^R

C 解析:减数分裂 I 后期同源染色体分离,雄蝗虫只有1条X染色体,经减数分裂 I 得到的2个次级精母细胞只有1个含有X染色体,即减数分裂 I 产生的细胞含有的性染色体数为1条或0条,A、B正

确;该蝗虫基因型为 $AaX^R O$, 由于减数分裂 I 后期同源染色体分离, 若不考虑变异, 1 个精原细胞在减数分裂 II 后期有 2 个次级精母细胞, 2 种基因型, 但该个体有多个精原细胞, 处于减数分裂 II 后期的细胞有 4 种基因型, C 错误; 该蝗虫的基因型为 $AaX^R O$, 在减数分裂过程中同源染色体分离, 非同源染色体自由组合, 产生的精子类型有 AO 、 aO 、 AX^R 、 aX^R 4 种, D 正确。

3. 下图中 a~h 表示不同生物细胞图, 据图回答下列问题:



(1) 上图中含有 2 个染色体组的是 c、h, 含有 4 个染色体组的是 e、f。

(2) 上述细胞所属的个体一定是单倍体的是 d、g。a 图细胞所属个体是几倍体? 单倍体或三倍体。

(3) b、e 两细胞中每个染色体组分别含有 2、3 条染色体。

任务二 > 单倍体育种和多倍体育种

探究活动

1964—1972 年, 科学家育成了我国第一批多倍体甜菜新品种“双丰 303”和“双丰 304”。它们的品质良好、适应性广、抗逆性强, 单位面积产量及产糖量比当时推广的二倍体品种增加 15% 左右。根据多倍体甜菜的育种目标, 在一般情况下, 要选择含糖量高、抗逆性强、有害氮少的优良二倍体为诱变材料。回答下列问题:

(1) 常用的人工诱导多倍体的方法是什么?

提示: 常用的人工诱导多倍体的方法有低温处理、秋水仙素诱发等。

(2) 科学家为了更快地获得纯合的目标品种, 常用什么育种方法?

提示: 一般采用单倍体育种的方法。

【探究总结】

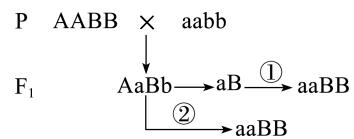
单倍体育种与多倍体育种的比较

项目	单倍体育种	多倍体育种
原理	染色体数目变异	染色体数目变异
范围	真核生物	真核生物

项目	单倍体育种	多倍体育种
方法	① 杂交, 使优良性状集中到同一个体; ② 花药离体培养, 培养出单倍体幼苗; ③ 将单倍体幼苗经一定浓度的秋水仙素处理获得纯合子; ④ 从中选择优良植株	用一定浓度的秋水仙素处理萌发的种子或幼苗
优点	① 明显缩短育种年限; ② 子代均为纯合子, 可加速育种进程	① 操作简单, 能较快获得所需品种; ② 茎秆粗壮, 叶片、果实、种子比较大, 能提高营养物质的含量
缺点	技术复杂且需与杂交育种配合	只适用于植物, 发育延迟, 结实率低
应用	用纯种高秆抗病小麦与矮秆不抗病小麦培育矮秆抗病小麦	三倍体无子西瓜、八倍体小黑麦

评价活动

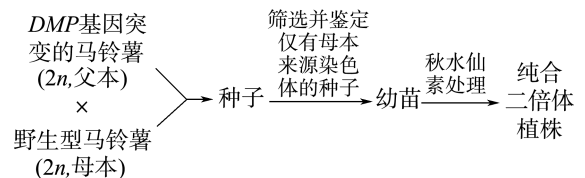
1. 某农科所通过如图所示的育种过程培育出了高品质的糯小麦 ($aaBB$)。下列相关叙述正确的是 ()



- A. ①过程中运用的遗传学原理是基因重组
- B. ②过程需要通过逐代自交来提高纯合率
- C. ①过程需要用秋水仙素处理萌发的种子
- D. ②过程提高了突变率从而缩短了育种年限

B 解析: 据题图分析可知, ①过程是诱导染色体数目加倍, 利用的原理是染色体数目变异, A 错误; ②过程是杂交育种, 要想获得纯种, 需要逐代自交纯化, B 正确; 由二倍体获得的单倍体不可育, 没有种子, 应用秋水仙素处理单倍体幼苗, C 错误; 杂交育种依据的原理是基因重组, 不能提高突变率和缩短育种年限, D 错误。

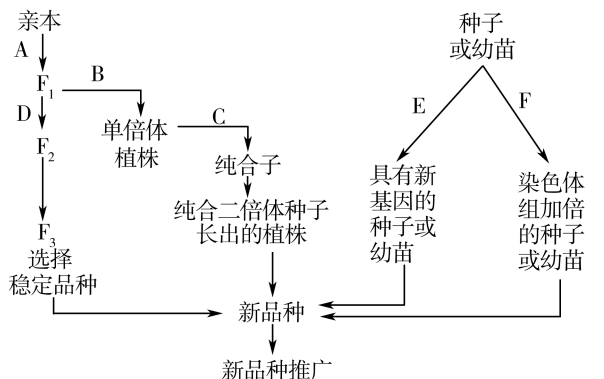
2. 野生型马铃薯大多自交不亲和。研究者培育 DMP 基因突变的马铃薯, 开展如下图的杂交实验。



- 下列叙述错误的是 ()
- A. 分析种子中双亲的特异性 DNA 序列可确定其染色体来源
- B. *DMP* 基因突变可使父本来源染色体全部或部分消失
- C. 杂交实验过程中获得的单倍体幼苗由种子发育而来
- D. 经秋水仙素处理即可获得具有母本优良性状的植株

D 解析: 染色体的主要成分是 DNA 和蛋白质, 且 DNA 具有多样性和特异性, 分析种子中双亲的特异性 DNA 序列可确定其染色体来源, A 正确; 结合题图“筛选并鉴定仅有母本来源染色体的种子”可知, *DMP* 基因突变可使父本来源染色体全部或部分消失, B 正确; 结合题图可知, 杂交实验过程中获得的单倍体幼苗由种子(仅有母本来源染色体的种子)发育而来, C 正确; 经秋水仙素处理, 染色体成功加倍后, 通过筛选可获得具有母本优良性状的植株, D 错误。

3. 下图为 4 种不同的育种方法。据图回答下列问题:



- (1) 图中 A 至 D 方向所示的途径表示 _____ 育种方式, 这种方法属于常规育种, 一般从 F_2 开始选种, 这是因为 _____。A→B→C 的途径表示 _____ 育种方式, 这两种育种方式中后者的优越性主要表现在 _____。
- (2) B 常用的方法为 _____。
- (3) C、F 过程最常用的药剂是 _____, 其作用的原理是 _____。

解析: (1) A→D 所示途径为杂交育种, 因为杂交育种从 F_2 才发生性状分离, 出现所需要的表型, 所以从 F_2 开始选种。A→B→C 的途径表示单倍体育种, 该育种方式得到的新品种是纯合子, 自交后代不发生性状分离, 所以能明显缩短育种年限。(2) B 常用的方法为花药离体培养, 可获得单倍体植株。(3) 在 C 和 F 过程中, 都是用低温处理或用秋水仙

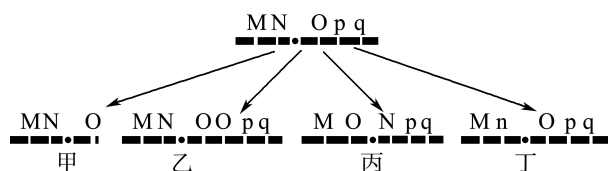
素处理幼苗, 抑制细胞有丝分裂过程中纺锤体的形成, 导致染色体不能移向细胞两极, 从而使细胞内的染色体数目加倍。

答案: (1) 杂交 从 F_2 开始出现性状分离 单倍体 明显缩短育种年限 (2) 花药离体培养 (3) 秋水仙素 抑制纺锤体的形成, 导致染色体不能移向细胞两极, 从而使细胞内的染色体数目加倍

任务三 > 染色体结构的变异

探究活动

下图为某染色体上发生的 4 种变异类型(字母代表基因)。请回答下列问题:



(1) 染色体变异与基因突变相比, 哪一种变异引起的性状变化更大一些? 为什么?

提示: 染色体变异引起的变化更大一些。因为每条染色体上含有许多基因, 染色体变异会使排列在染色体上的基因数目或排列顺序发生改变, 所以染色体变异引起的性状变化更大一些。

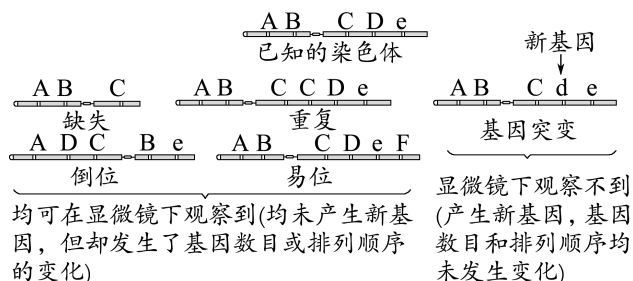
(2) ①判断变异类型: 甲 缺失, 乙 重复, 丙 倒位, 丁 基因突变。

②可在光学显微镜下观察到的是 甲、乙、丙 (填图中编号)。

③基因数目和排列顺序均未发生变化的是 丁 (填图中编号)。

【探究总结】

1. 染色体结构变异与基因突变的判断



2. 基因重组(四分体时期)与染色体结构变异(易位)的区别

比较项目	交换重组	易位
图解		

续表

比较项目	交换重组	易位
发生对象	发生于同源染色体的非姐妹染色单体之间	发生于非同源染色体之间
观察	光学显微镜下观察不到	光学显微镜下能观察到

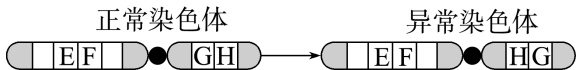
88 评价活动

1.某地发现罕见人类染色体异常核型,为世界首例。该患者46条染色体中有4条变异无法成对,经研究发现,其X染色体上有一个片段“搬”到了1号染色体上,而3号染色体的一个片段,插入13号染色体上。该变化属于染色体结构变异类型中的 ()

- A.缺失 B.片段重复
C.易位 D.倒位

C 解析:发生在非同源染色体之间的染色体片段的移接,属于染色体结构变异中的易位,C正确。

2.在自然条件或人为因素的影响下,染色体会发生结构变异。图中异常染色体发生的变异类型是 ()

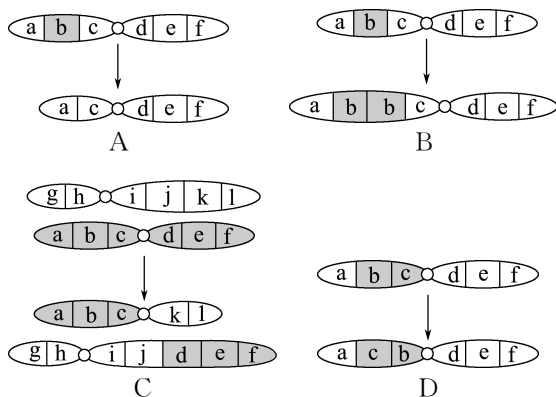


- A.染色体片段缺失
B.染色体片段增加
C.染色体片段移接
D.染色体片段位置颠倒

D 解析:题图中正常染色体含有G、H的片段顺序颠倒之后呈现为异常染色体,造成染色体内的基因重新排列,属于染色体结构变异中的倒位,D正确。

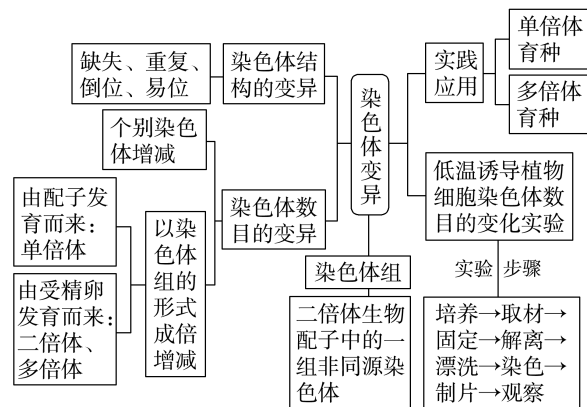
3.大鼠控制黑眼/红眼的基因和控制黑毛/白化的基因位于同一条染色体上。某个体测交后代表型及比例为黑眼黑毛:黑眼白化:红眼黑毛:红眼白

化=1:1:1:1。该个体最可能发生了下列哪种染色体结构变异? ()



C 解析:由题意可知,大鼠控制黑眼/红眼的基因和控制黑毛/白化的基因位于同一条染色体上,正常情况下,测交结果只能出现2种表型,但某个体测交后代表型及比例为黑眼黑毛:黑眼白化:红眼黑毛:红眼白化=1:1:1:1,与非同源染色体上的非等位基因的遗传规律相同,推测该个体可产生4种数目相等的配子,且控制两对性状的基因的遗传遵循自由组合定律,即两对等位基因被易位到两条非同源染色体上,C正确。

提质归纳



课后素养评价 (十六)

染色体变异

建议用时:45分钟

A组 学习·理解

知识点1 染色体数目变异

1.白菜型油菜($2n=20$)的种子可以榨取食用油(菜籽油)。为了培育高产新品种,科学家诱导该油菜未受精的卵细胞发育形成完整植株Bc。下列叙述错误的是 ()

- A.Bc成熟叶肉细胞中含有2个染色体组
B.将Bc作为育种材料,能缩短育种年限

C.用秋水仙素处理Bc幼苗可以培育出纯合植株
D.自然状态下Bc因配子发育异常而高度不育

A 解析:白菜型油菜($2n=20$)属于二倍体生物,体细胞中含有2个染色体组,而Bc是通过卵细胞发育而来的单倍体,其成熟叶肉细胞中含有1个染色体组,A错误;Bc是通过卵细胞发育而来的单倍体,用秋水仙素处理Bc幼苗可以培育出纯合植株,此种方法为单倍体育种,能缩短育种年限,B、C正

确;自然状态下,Bc只含有1个染色体组,细胞中无同源染色体,减数分裂不能形成正常配子,因而高度不育,D正确。

2.将二倍体芝麻的种子萌发成的幼苗用秋水仙素处理后得到四倍体芝麻,对此四倍体芝麻的叙述正确的是 ()

- A.对花粉进行离体培养,可得到二倍体芝麻
- B.产生的配子没有同源染色体,所以无遗传效应
- C.与原来的二倍体芝麻杂交,产生的是不育的三倍体芝麻
- D.秋水仙素诱导染色体加倍时,最可能作用于细胞分裂的后期

C 解析:二倍体芝麻幼苗用秋水仙素处理,得到的是同源四倍体,体细胞内有四个染色体组,由四倍体的配子发育而来的芝麻是单倍体,含两个染色体组,所以该单倍体芝麻是可育的,A、B错误;四倍体的配子中有两个染色体组,二倍体的配子中有一个染色体组,所以四倍体与二倍体杂交产生的是三倍体芝麻,由于三倍体芝麻在减数分裂过程中同源染色体联会紊乱,不能形成正常的配子,所以不育,C正确;秋水仙素诱导染色体数目加倍时,起作用的时期是细胞分裂的前期,抑制纺锤体的形成,D错误。

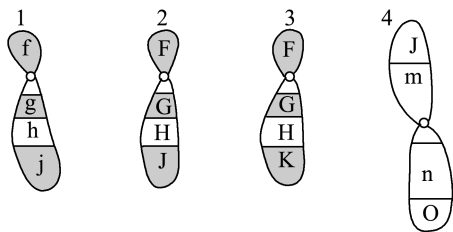
3.韭菜的体细胞中含有32条染色体,它的一个染色体组含有8条染色体,则韭菜是 ()

- A.四倍体
- B.六倍体
- C.八倍体
- D.二倍体

A 解析:由受精卵发育来的个体,细胞中含有几个染色体组,就叫几倍体。韭菜的体细胞中含有32条染色体,它的一个染色体组含有8条染色体。因此,韭菜有4个染色体组,为四倍体,A正确。

知识点 2 染色体结构变异

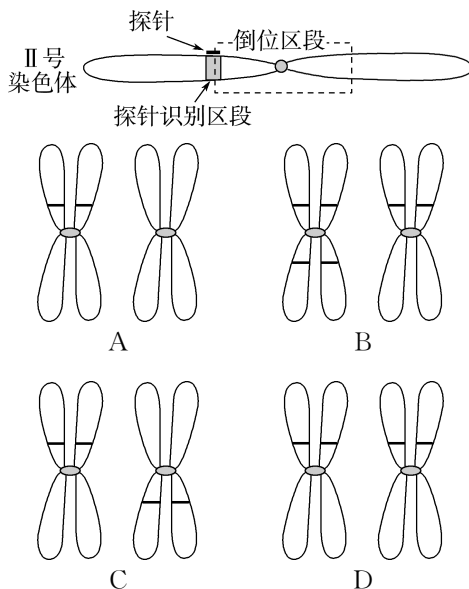
4.下图为来自某二倍体生物的染色体示意图,字母表示基因,1染色体上基因排列顺序正常。下列有关判断错误的是 ()



- A.3和4发生了染色体结构变异
- B.该图体现了基因在染色体上是呈线性排列的
- C.1和2为同源染色体,3和4为非同源染色体
- D.1和2在细胞分裂过程中必定分离

D 解析:1染色体上基因排列顺序正常,因此3和4发生了染色体结构变异中的易位,A正确;从题图中基因的排列方式可以看出,基因在染色体上是呈线性排列的,B正确;分析题图可知,1和2染色体上相同位置的基因互为等位基因,所以1和2为同源染色体,3和4为非同源染色体,C正确;1和2是同源染色体,同源染色体在减数分裂过程中发生分离,但是在有丝分裂过程中不发生分离,D错误。

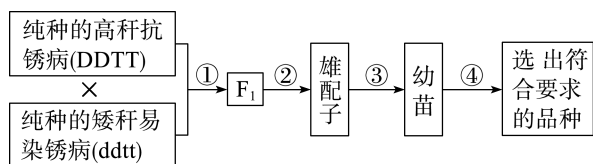
5.DNA探针是能与目的DNA配对的带有标记的一段核苷酸序列,可检测识别区间的任意片段,并形成杂交信号。某探针可以检测果蝇II号染色体上特定DNA区间。某果蝇的II号染色体中的一条染色体部分区段发生倒位,如下图所示。用上述探针检测细胞有丝分裂中期的染色体(染色体上“—”表示杂交信号),结果正确的是 ()



B 解析:DNA探针是带有标记的一段核苷酸序列,能与目的DNA配对并形成杂交信号。根据题图信息可知,倒位发生在探针识别序列中的一段,因此发生倒位的染色体的两端都可被探针识别,故B正确。

B组 应用·实践

6.用纯种的高秆(D)抗锈病(T)小麦与矮秆(d)易染锈病(t)小麦培育矮秆抗锈病小麦新品种的方法如图所示。下列有关此育种方法的叙述,正确的是 ()



A.过程①的作用原理为染色体变异

- B.过程③必须经过受精作用
C.过程④必须使用秋水仙素处理萌发的种子或幼苗

D.此育种方法选出的符合生产要求的品种占 1/4

D 解析:过程①表示杂交,其原理为基因重组,A 错误;过程③常用的方法为花药离体培养,B 错误;因为单倍体高度不育,所以不产生种子,过程④为使用秋水仙素或低温处理幼苗,C 错误;选出符合要求的基因型为 ddTT 的个体,所占比例为 1/4,D 正确。

7.下列有关两种生物变异的种类的叙述,不正确的是

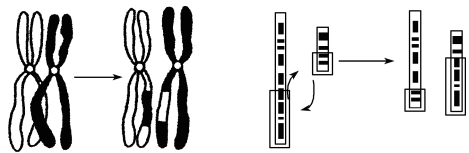


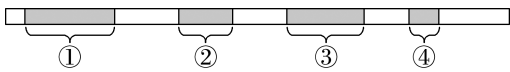
图1

图2

- A.图 1 过程发生在减数分裂 I 时期
B.图 1 中的变异未产生新的基因,但可以产生新的基因型
C.图 2 过程表示染色体数目的变异
D.图 2 中的变异未产生新的基因,但可以改变基因的排列顺序

C 解析:题图 1 表示同源染色体中非姐妹染色单体之间的互换,该过程发生在减数分裂 I 时期,该变异属于基因重组,未产生新的基因,但可以产生新的基因型,A、B 正确;题图 2 表示染色体结构变异中的易位,虽然未产生新的基因,但由于染色体的结构发生了改变,基因的排列顺序也随之改变,C 错误,D 正确。

8.下图为豌豆某条染色体部分基因的排布示意图,①②③④分别代表四个基因序列,最短的序列包括 2 000 个碱基对。下列相关叙述正确的是 ()

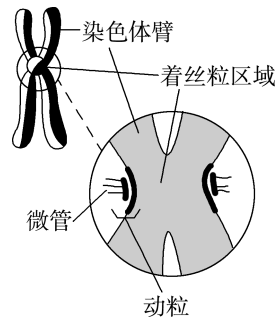


- A.如果①基因序列整体缺失,则最有可能发生了基因突变
B.如果在射线诱导下②与③发生了位置互换,则属于基因重组
C.②基因序列中的某个碱基发生替换,但未引起性状的变化,也属于基因突变
D.如果③基因序列中缺失了 20 个碱基对,则属于染色体结构变异

C 解析:如果①基因序列整体缺失,则最有可能发生了染色体结构变异,A 错误;同一条染色体上的

基因排列顺序改变,属于染色体结构变异(倒位),B 错误;发生在基因内部的碱基排列顺序的改变都是基因突变,但由于密码子的简并等原因,基因突变不一定会导致性状的变化,C 正确;基因内部碱基缺失属于基因突变,D 错误。

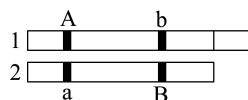
9.动粒是由多种蛋白质在细胞分裂时染色体着丝粒部位形成的一种圆盘状结构。动粒的内侧与着丝粒相互交织,外侧主要用于纺锤体的微管附着,染色体分开后动粒随染色体进入子细胞中。下列说法正确的是 ()



- A.每条染色体上动粒的数目是 2 个
B.细胞分裂后期,随染色体数目增加,动粒数目不增加
C.若用药物阻止纺锤体与动粒相连,染色单体将不能分开,细胞中的染色体不能加倍
D.在减数分裂 I 前期,染色体的每个动粒都与纺锤体的微管相连

B 解析:由题图可知,一般情况下,有染色单体存在时每条染色体上有 2 个动粒,而没有染色单体时含有 1 个动粒,A 错误;着丝粒分裂前,每条染色体上有 2 个动粒,细胞分裂后期,染色单体分开,每条染色体上有 1 个动粒,染色体数目加倍,但动粒数目不增加,B 正确;用药物阻止纺锤体与动粒相连,与抑制纺锤体形成的效果相同,染色单体可以分开,但不移向细胞两极,细胞中染色体加倍,C 错误;减数分裂 I 前期,四分体中的每条染色体只被来自一极的纺锤丝附着,即一条染色体的 2 个动粒只有 1 个与纺锤丝相连接,D 错误。

10.A、a 和 B、b 是控制两对相对性状的两对等位基因,位于 1 号和 2 号这一对同源染色体上,1 号染色体上有部分来自其他染色体的片段,如图所示。下列有关叙述错误的是 ()

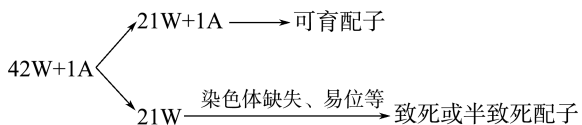


A.A 和 a、B 和 b 基因的遗传均符合基因的分离定律

- B.可以通过显微镜来观察这种染色体移接现象
- C.其他染色体片段移接到1号染色体上的现象称为基因重组
- D.同源染色体上非姐妹染色单体发生互换后可能产生4种配子

C 解析:A和a、B和b分别属于一对等位基因,其遗传均符合基因的分离定律,A正确;其他染色体上的某一片段移接到1号染色体上的现象称为染色体结构变异中的易位,染色体结构变异可以在显微镜下观察到,B正确,C错误;同源染色体上非姐妹染色单体发生互换后可能产生4种配子,D正确。

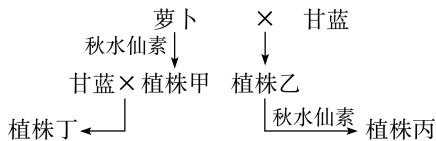
- 11.为培育新品种,科学家向普通六倍体小麦($6n=42$)中导入一类具有优先传递效应的外源染色体,即“杀配子染色体”。在不含“杀配子染色体”的配子中,一般会发生染色体的断裂和重接,从而产生缺失、易位等染色体结构变异,以实现“杀配子染色体”的优先遗传,其作用机理如下图所示。图中“W”和“A”分别表示小麦染色体和“杀配子染色体”。下列相关叙述错误的是 ()



- A.由图中可育配子直接发育成的个体为单倍体
- B.导入“杀配子染色体”后小麦发生的变异属于可遗传变异
- C.与普通小麦配子相比,易位改变了配子内基因的结构导致配子异常
- D.图中可育配子与普通小麦配子结合后,发育成的个体有43条染色体

C 解析:由可育配子直接发育成的个体为单倍体,A正确;导入“杀配子染色体”后小麦发生的变异是由遗传物质改变引起的,属于可遗传变异,B正确;易位是染色体片段位置的改变,易位改变了配子内染色体的结构,但一般不会改变配子内基因的结构,C错误;题图中可育配子含有22条染色体,普通小麦配子含有21条染色体,题图中可育配子与普通小麦配子结合后,发育成的个体含有43条染色体,D正确。

- 12.萝卜和甘蓝都是人们喜欢的蔬菜,并且萝卜和甘蓝都属于十字花科二倍体生物,体细胞染色体数都是18。萝卜的染色体组成和染色体数可以表示为 $2n=AA=18$,甘蓝的染色体组成和染色体数可以表示为 $2n=BB=18$ 。下图是利用萝卜和甘蓝培育作物品种的过程示意图,请回答下列问题:



- (1)图中秋水仙素的作用是_____,作用的时期是_____;与用秋水仙素处理可以达到同样效果的一种措施是_____。以上育种方法的原理是_____。
- (2)甲、乙、丙、丁4种植株中,可育的有_____,其染色体组的组成和染色体数分别为_____。植株丁根尖分生区的一个细胞中最多含染色体_____条。

(3)基因型为AaBb的萝卜和基因型为DdEe的甘蓝杂交,后代基因型有_____种。请设计一个利用基因型为AaBb的萝卜和基因型为DdEe的甘蓝,获得基因型为aaaabbbbdee的萝卜—甘蓝新品种的培育步骤(写出一种即可)。

解析:(1)秋水仙素的作用是抑制纺锤体形成,作用的时期是有丝分裂前期。与用秋水仙素处理可以达到同样效果的是低温处理,低温处理同样可以诱导多倍体产生。(2)获取植株甲的原理是染色体组加倍,得到同源四倍体,可育;植株乙是通过杂交获得的异源二倍体,不可育;获取植株丙的原理是染色体组加倍,得到异源四倍体,可育;植株丁是通过杂交获得的异源三倍体,不可育。甲的染色体组的组成和染色体数为 $4n=AAAA=36$,乙的染色体组的组成和染色体数为 $2n=AB=18$,丙的染色体组的组成和染色体数为 $4n=AABB=36$,丁的染色体组的组成和染色体数为 $3n=AAB=27$ 。植株丁根尖分生区的一个细胞中最多含染色体 $27 \times 2=54$ 条。(3)基因型为AaBb的萝卜和基因型为DdEe的甘蓝各产生4种互不相同的配子,随机组合可产生 $4 \times 4=16$ 种基因型的后代。获取基因型为aaaabbbbdee的萝卜—甘蓝新品种的方法有多种,见答案。

答案:(1)抑制纺锤体形成 有丝分裂前期 低温处理 染色体(数目)变异 (2)甲、丙 甲: $4n=AAAA=36$,丙: $4n=AABB=36$ 54 (3)16 用AaBb的萝卜自交,获得基因型为aabb的个体,诱导加倍获得基因型为aaaabbbb的个体,再诱导加倍获得基因型为aaaaaaabbbbbbbb的个体;用基因型为DdEe的个体自交获得基因型为ddee的个体,对其诱导加倍获得基因型为ddddeeee的个体;让基因型为aaaaaaabbbbbbbb的萝卜与基因型为ddddeeee的甘蓝杂交,获得的后代即基因型为aaaabbbbdee的萝卜—甘蓝新品种。(合理即可)

专项提升课 变异与细胞分裂的综合应用

核心目的

1. 打通概念间的关联: 分离定律和自由组合定律的实质体现在减数分裂的过程中, 同时细胞分裂过程中伴随着各种变异类型包括基因突变、基因重组、染色体变异, 打通这些概念间关联的基础就是细胞的分裂过程和特点。
2. 助力理解新情境: 核心素养的考查要求以新的情景作为背景材料, 细胞的分裂和变异及遗传定律的联系会体现出来, 因此理解遗传定律的实质和变异与细胞分裂的关系就成为其基础。

一、遗传定律与减数分裂

关于细胞分裂与遗传定律发挥作用的时间

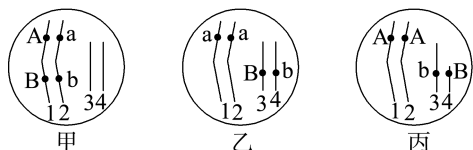
1. 基因的分离定律发生在减数分裂 I 的后期, 同源染色体的分离导致其上的等位基因发生分离。
2. 基因的自由组合定律发生在减数分裂 I 的后期, 在同源染色体分离的同时, 非同源染色体发生自由组合, 非同源染色体上的非等位基因也发生自由组合。

对点训练

1. 下列有关基因的分离定律、自由组合定律和减数分裂的叙述, 错误的是 ()
 - A. 三者均发生在进行有性生殖的生物形成配子的过程中
 - B. 基因的分离定律和自由组合定律都发生在减数分裂 I 后期
 - C. 若多对基因的遗传遵循自由组合定律, 则其中每对基因的遗传都遵循分离定律
 - D. 若多对基因中每对基因的遗传都遵循分离定律, 则这些基因的遗传也遵循自由组合定律

D 解析: 减数分裂是进行有性生殖的生物形成配子的过程; 分离定律是指等位基因随同源染色体的分开而分离, 自由组合定律是指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, 都发生在减数分裂 I 后期, A、B 正确。分离定律是自由组合定律的基础, 所以若多对基因的遗传遵循自由组合定律, 则其中每对基因的遗传都遵循分离定律, C 正确。若多对基因中的某些基因位于一对同源染色体上, 则这些基因的遗传遵循分离定律但不遵循自由组合定律, D 错误。

2. 下图表示不同生物体细胞中部分染色体和基因组成, 其中 1、2 表示常染色体, 3、4 表示性染色体, A、a 和 B、b 是控制不同性状的基因。下列说法正确的是 ()



- A. 图甲所示生物减数分裂能产生 4 种比例为 1 : 1 : 1 : 1 的配子, 遵循自由组合定律
- B. 图乙所示生物减数分裂能产生 2 种比例为 1 : 1 的配子, 不遵循自由组合定律
- C. 图乙所示生物减数分裂时基因重组能产生 4 种类型的配子, 遵循自由组合定律
- D. 图丙 B、b 基因遵循分离定律, 乙 × 丙, 子代出现 2 种表型, 比例为 3 : 1

B 解析: 题图甲所示生物的两对基因位于一对同源染色体上, 所以减数分裂只能产生 2 种比例为 1 : 1 的配子, 遵循基因的分离定律, A 错误。题图乙所示生物的两对基因位于两对同源染色体上, 但有一对基因是隐性纯合, 所以减数分裂只能产生 2 种比例为 1 : 1 的配子, 遵循基因的分离定律, 不遵循自由组合定律, B 正确, C 错误。题图丙中 B、b 基因位于一对同源染色体上, 遵循基因的分离定律; 图乙基因型为 $X^B X^b$, 图丙基因型为 $X^b Y^B$, 二者杂交, 子代出现 3 种表型, 比例为 1 : 1 : 2, D 错误。

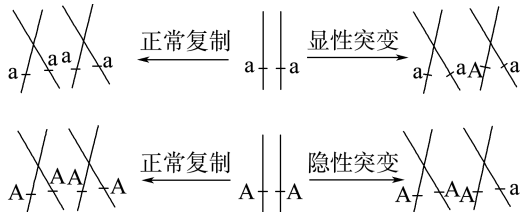
二、变异与细胞增殖

1. 细胞分裂方式与变异类型的关系

细胞分裂方式	特点	变异类型
无丝分裂	没有染色体变化, 有 DNA 复制	基因突变
有丝分裂	有 DNA 复制和染色体变化, 无同源染色体分离和非同源染色体的自由组合	可能发生基因突变和染色体变异, 不发生基因重组
减数分裂	有 DNA 复制、同源染色体间的互换及非同源染色体自由组合等现象	基因突变、基因重组和染色体变异

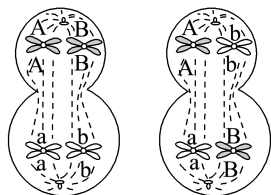
2. 减数分裂与基因突变

在减数分裂前的间期, DNA 分子复制过程中, 若复制出现差错, 则会引起基因突变, 此时可导致姐妹染色单体上含有等位基因, 这种突变能通过配子传给下一代, 如图所示。

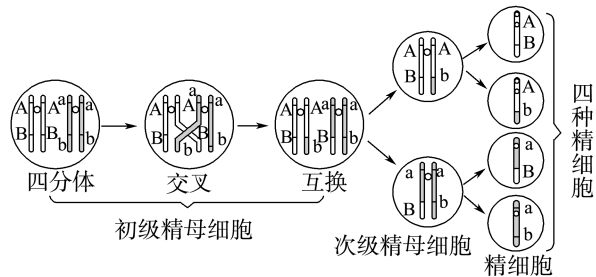


3. 减数分裂与基因重组

(1) 非同源染色体上非等位基因自由组合导致基因重组(自由组合定律)。在减数分裂 I 后期, 可因同源染色体分离, 非同源染色体自由组合而出现基因重组, 如图中 A 与 B 或 A 与 b 组合。

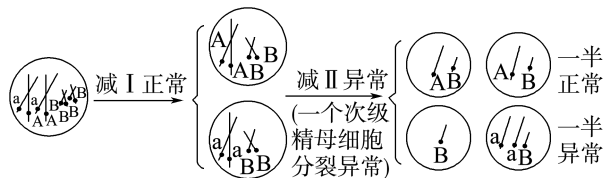
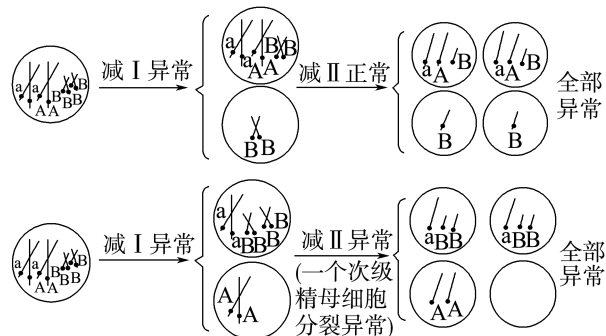


(2) 同源染色体的非姐妹染色单体互换导致基因重组。在减数分裂 I 四分体时期, 可因同源染色体的非姐妹染色单体间互换而导致基因重组, 如 A 原本与 B 组合, a 与 b 组合, 经重组可导致 A 与 b 组合, a 与 B 组合。



4. 减数分裂与染色体变异

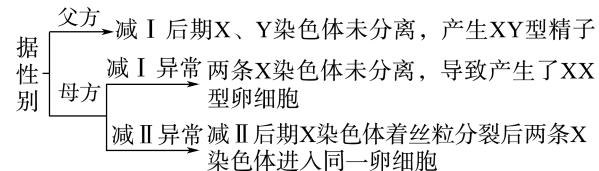
如果减数分裂 I 异常, 则所形成的配子全部不正常; 如果减数分裂 II 中的一个次级精母细胞分裂异常, 则所形成的配子有的正常, 有的不正常。如图所示:



5. 性染色体异常个体产生的原因

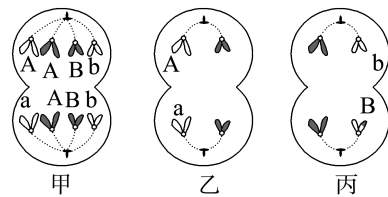
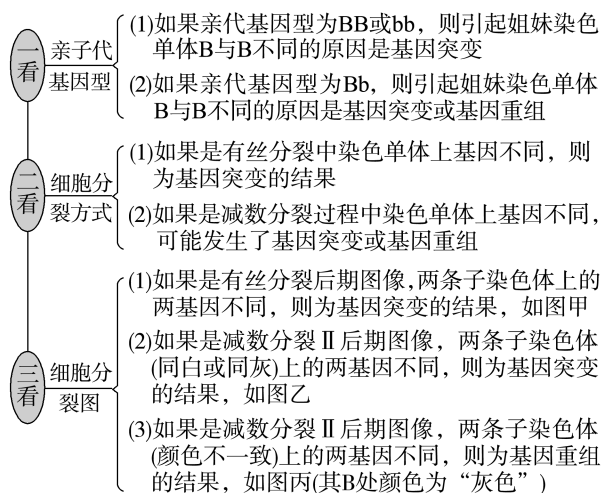
(1) “XXY”个体成因

情况①	卵细胞 X+精子 XY
情况②	卵细胞 XX+精子 Y



(2) “XYY”个体成因: 父方减 II 异常, 即减 II 后期 Y 染色体着丝粒分裂后, 两条 Y 染色体共同进入同一精细胞。

6. 姐妹染色单体上出现等位基因的原因



7. 三体和三倍体的辨析

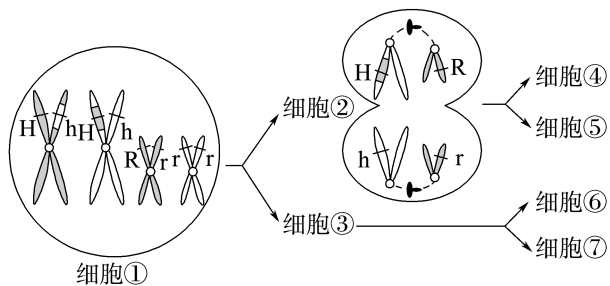
项目	三体	三倍体
定义	二倍体生物体细胞核中的一对同源染色体多出一条, 称为三体	由受精卵发育而来, 含有 3 个染色体组的个体
图示及举例	21三体综合征	三倍体无子西瓜

续表

项目	三体	三倍体
变异类型	染色体数目变异	
形成原因	减数分裂时同源染色体不联会或不分离产生的不正常的配子 $n+1$ 和正常的配子 n 受精形成	自然三倍体大多是由未经减数分裂的配子与正常配子结合而成;人工获得的三倍体一般是由二倍体与四倍体杂交而来的
育性	在减数分裂 I 后期,配对的 2 条同源染色体分别移向两极,而另外的一条染色体随机分配,产生 2 种不同的配子即 $n:(n+1)=1:1$,与正常配子结合后发育的后代中有正常个体,也有三体个体	三倍体由于染色体组为奇数,联会紊乱,很难正常分裂产生有生殖功能的配子

对点训练

3. 现建立“动物精原细胞 ($2n=4$) 有丝分裂和减数分裂过程”模型。1 个精原细胞 (假定 DNA 中的 P 元素都为 ^{32}P , 其他分子不含 ^{32}P) 在不含 ^{32}P 的培养液中正常培养, 分裂为 2 个子细胞, 其中 1 个子细胞发育为细胞①。细胞①和②的染色体组成如图所示, H(h)、R(r) 是其中的两对基因, 细胞②和③处于相同的分裂时期。下列叙述正确的是 ()



- A. 细胞①一定发生了基因突变, 但不一定发生了等位基因的互换
- B. 细胞②中最多有三条染色体含有 ^{32}P
- C. 细胞②和细胞③中含有 ^{32}P 的染色体数相等
- D. 细胞⑥⑦的基因型相同

B 解析: 题图中细胞①处于减数分裂 I 前期, 分析细胞①中基因组成可知, H 和 h 发生了交叉互换, 即发生了基因重组, 姐妹染色单体上的 R 和 r 说明发生了基因突变, A 错误。根据 DNA 分子半保留

复制可知, 1 个精原细胞 (DNA 中的 P 元素都为 ^{32}P), 在不含 ^{32}P 的培养液中正常培养, 经过一次有丝分裂产生的子细胞①中每条染色体中的 DNA 分子一条链含 ^{32}P , 另一条链不含 ^{32}P 。细胞①经过减数分裂前的间期复制, 每条染色体只有一条姐妹染色单体的 DNA 分子的一条链含 ^{32}P (共 4 条染色单体含有 ^{32}P), 细胞①形成细胞②会发生同源染色体分离, 正常情况下, 细胞②有两条染色体含有 ^{32}P (分布在非同源染色体上), 但根据题图可知, H 所在的染色体发生过交换, 很有可能 H 和 h 所在染色体都含有 ^{32}P , 因此细胞②中最多有 3 条染色体含有 ^{32}P , B 正确。根据 B 项分析可知, 正常情况下, 细胞②和③中各有两条染色体含有 ^{32}P (分布在非同源染色体上), 但由于细胞①中发生了 H 和 h 的互换, 而发生互换的染色单体上不确定是否含有 ^{32}P , 故细胞②和细胞③中含有 ^{32}P 的染色体数可能相等也可能不相等, C 错误。因为细胞①发生了交换和基因突变, 姐妹染色单体上存在等位基因, 所以姐妹染色单体分开后形成的两个细胞⑥⑦基因型不相同, D 错误。

4. 研究人员在研究卵原细胞的减数分裂时, 发现了如图 1 所示的“逆反”减数分裂现象, 并通过对大量样本的统计研究发现其染色体的分配情况如图 2 所示。下列叙述错误的是 ()

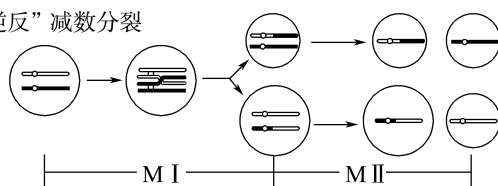


图1

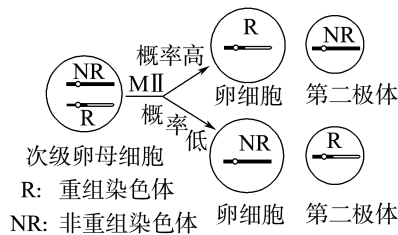


图2

- A. “逆反”减数分裂是获得重组染色体概率高的卵细胞的途径之一
 - B. “逆反”减数分裂形成的卵细胞中核 DNA 与染色体数是体细胞中的一半
 - C. “逆反”减数分裂过程中姐妹染色单体分开发生在 M I
 - D. “逆反”减数分裂过程中的基因重组只发生在 M II
- D 解析:** 由题图 2 染色体分配情况可知, 通过 M II

可获得概率较高的重组染色体的卵细胞,故“逆反”减数分裂是获得重组染色体概率高的卵细胞的途径之一,A正确;“逆反”减数分裂形成的卵细胞中,与体细胞中染色体相比,卵细胞中染色体数目减半,又因无染色单体,核DNA数与染色体数一致,故核DNA也是体细胞中的一半,B正确;据题图分

析可知,“逆反”减数分裂中姐妹染色单体分开发生在MⅠ,C正确;“逆反”减数分裂过程中基因重组包括联会时期同源染色体非姐妹染色单体间的交叉互换和减数分裂Ⅰ后期非同源染色体上非等位基因的自由组合,这两种基因重组都发生在MⅠ,D错误。

第3节 人类遗传病

学习任务目标

- 1.通过参与调查人群中的遗传病,培养获取、分析数据的能力。
- 2.了解遗传病类型和遗传机制,提高预防遗传病发生的意识,关爱遗传病患者。

问题式预习

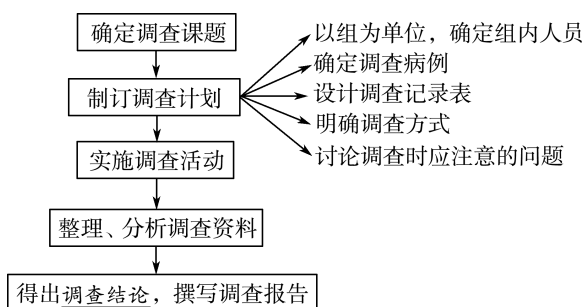
一、人类常见遗传病的类型

- 1.人类遗传病:由遗传物质改变而引起的人类疾病。
- 2.人类常见遗传病的类型

类型	概念	举例
单基因遗传病	受 <u>一对等位基因</u> 控制的遗传病	多指、并指、软骨发育不全、白化病等
多基因遗传病	受 <u>两对或两对以上等位基因</u> 控制的遗传病	冠心病、 <u>原发性高血压</u> 、青少年型糖尿病等
染色体异常遗传病	由 <u>染色体变异</u> 引起的遗传病	<u>唐氏综合征</u> (21三体综合征)、 <u>猫叫综合征</u>

二、调查人群中的遗传病

- 1.调查时,最好选取群体中发病率较高的单基因遗传病,如红绿色盲、白化病等。
- 2.实验步骤



3.遗传病发病率的计算公式

$$\text{某种遗传病的发病率} = \frac{\text{某种遗传病的患者数}}{\text{某种遗传病的被调查人数}} \times 100\%$$

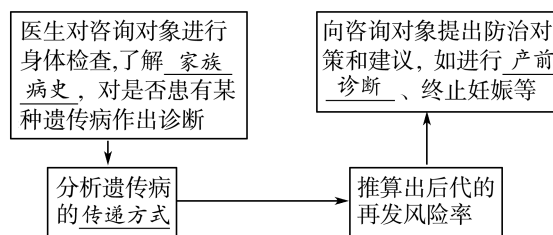
◇思考

[教材 P93“探究·实践”]有关资料表明,我国人群中高度近视的发病率为2%;男性中红绿色盲发病率为

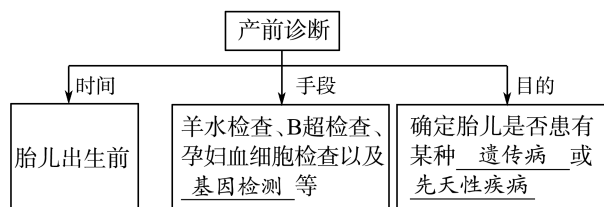
4.71%,女性中红绿色盲发病率为0.67%。你计算的发病率是否接近上述数据? 如果不符,请分析原因。
提示:对于某种遗传病,如果调查统计得出的发病率和我国人群中的发病率不一致,原因有多种,可能是本次调查的样本量不够大而产生误差,也可能是遗传病的分布具有明显的地区差异,等等。

三、遗传病的检测和预防

1.遗传咨询的内容和步骤



2.产前诊断



3.基因检测:指通过检测人体细胞中的DNA序列,以了解人体的基因状况。

4.基因检测的意义

- (1)可以精确地诊断病因。
- (2)可以预测个体患病的风险。
- (3)能够预测后代患病的概率。

5.基因治疗:指用正常基因取代或修补患者细胞中有缺陷的基因,从而达到治疗疾病的目的。

◇思考

[教材 P95“思考·讨论”]人们利用基因检测已经开发出不少治疗疾病的药物,设想一下,当人类对一些

重要疾病的遗传基因进行深入了解后,是否可以开发出更多有针对性的药物?请谈一谈基因检测的其他益处。
提示:可以开发出更多有针对性的药物。基因检测还可以帮助人们在确定病因和治疗方案之后,对疗效作

出预测,以便及时修正治疗方案;知道所患传染病的致病病毒或细菌的类型,及早确定治疗方案;结合临床数据,获得药物使用禁忌的信息;获得人类疾病相关基因的大数据;等等。

○ 任务型课堂 ○

任务一 人类常见遗传病类型

探究活动

人类的腓骨肌萎缩症是一类高发病率的周围神经系统单基因遗传病,发病率为1/2 500。遗传方式主要为常染色体显性遗传,也可见常染色体隐性遗传及 X 连锁显性或隐性遗传。回答下列问题:

(1)腓骨肌萎缩症是单基因遗传病。单基因遗传病是由单个基因控制的遗传病,这种说法正确吗?

提示:不正确,单基因遗传病是由一对等位基因控制的遗传病。

(2)由单基因遗传病和多基因遗传病说明基因和性状之间存在哪些数量关系?

提示:一种性状可以由一对或多对基因控制。

(3)人类遗传病一定是由致病基因引起的吗?

提示:不一定。人类遗传病中,单基因遗传病和多基因遗传病都是由致病基因引起的,但染色体异常遗传病不是由致病基因引起的。

【探究总结】

不同类型人类遗传病的特点

分类	常见病例	遗传特点	
单基因遗传病	常染色体	显性 并指、多指、软骨发育不全	①男女患病概率相等; ②连续遗传
		隐性 苯丙酮尿症、白化病、先天性聋哑	①男女患病概率相等; ②隐性纯合发病,隔代遗传
	伴 X 染色体	显性 抗维生素 D 佝偻病、遗传性慢性肾炎	①患者女性多于男性; ②连续遗传; ③男病,母女病
		隐性 进行性肌营养不良、红绿色盲、血友病	①患者男性多于女性; ②有交叉遗传现象; ③女病,父子病
伴 Y 染色体	外耳道多毛症	具有“男性代代传”的特点	

续表

分类	常见病例	遗传特点
多基因遗传病	冠心病、哮喘病、原发性高血压、青少年型糖尿病等	①常表现出家族聚集现象; ②易受环境影响; ③在群体中发病率较高
染色体异常遗传病	唐氏综合征、猫叫综合征、性腺发育不良等	往往造成较严重的后果,甚至胚胎期就会自然流产

评价活动

1.21 三体综合征一般称为唐氏综合征,又叫先天性愚型,是常见的严重出生缺陷病之一。下列相关叙述错误的是 ()

A.用光学显微镜可观察到患者细胞中含有 3 条 21 号染色体

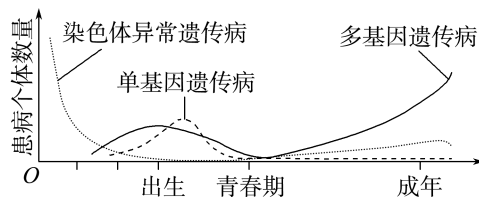
B.一对均患有唐氏综合征的夫妇可能生育正常的子女

C.唐氏综合征的形成可能是母方减数分裂 I 或减数分裂 II 后期异常所致

D.若唐氏综合征患者的基因型为 AAA,则其产生的配子类型只有一种

D 解析:唐氏综合征是第 21 号染色体数目增加引起的染色体数目异常遗传病,用光学显微镜可观察到患者细胞中含有 3 条 21 号染色体,A 正确;一对均患有唐氏综合征的夫妇,能产生正常的含有一条 21 号染色体的精子或卵细胞,因而他们所生子女可能为正常,B 正确;若双亲之一在减数分裂 I 后期或在减数分裂 II 后期,2 条 21 号染色体移向细胞的同一极,则可能产生含有 2 条 21 号染色体的卵细胞或精子,它们与正常精子或卵细胞受精时,会使后代患唐氏综合征,C 正确;若患者的基因型为 AAA,减数分裂时 3 个 A 基因相互间的组合是随机的,所以产生的配子种类及比例为 A:AA=1:1,D 错误。

2.各类遗传病在人体不同发育阶段的发病风险如下图。下列叙述正确的是 ()



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

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

3. 下列叙述不属于人类常染色体显性遗传病遗传特征的是 ()

- A. 男性与女性的患病概率相同
- B. 患者的双亲中至少有一人为患者
- C. 患者家系中会出现连续几代都有患者的情况
- D. 若双亲均为患者, 则子代的发病率最大为 $3/4$

D 解析: 常染色体遗传病的发病率与性别无关, 男性与女性的患病概率相同, A 正确; 常染色体显性遗传病患者至少从双亲中获得一个显性基因, 即患者的双亲中至少有一人为患者, B 正确; 常染色体显性遗传病的特征之一是连续遗传, C 正确; 若双亲均为患者, 且他们都是显性纯合子, 则子代全部是患者, 即子代的发病率最大为 1, D 错误。

任务二 人类遗传病的调查、检测和预防

探究活动

1. 有一对夫妇, 其中一人为 X 染色体上的隐性基因决定的遗传病患者, 另一人表现正常, 妻子怀孕后, 想知道胎儿是否携带致病基因。

(1) 若丈夫为患者, 胎儿是男性时, 需要对胎儿进行基因检测吗? 为什么?

提示: 需要。因为表现正常的女性有可能是该致

病基因的携带者, 她与男患者结婚时, 男性胎儿可能是患者。

(2) 当妻子为患者时, 表现正常的胎儿的性别应该是男性还是女性? 为什么?

提示: 女性。女患者与正常男性结婚时, 所有的女性胎儿都含有来自父亲 X 染色体上的正常显性基因。

2. 基因检测能检查出所有的遗传病吗? 为什么?

提示: 不能。基因检测只能用于检查基因异常的遗传病, 而不能用于检查染色体异常的遗传病。

3. 基因检测存在哪些争议?

提示: 人们担心由于缺陷基因的检出, 在就业、保险等方面受到不公平的待遇。

【探究总结】

“遗传病发病率”与“遗传方式”的调查比较

项目	遗传病发病率	遗传方式
调查对象及范围	自然人群中随机抽样	患者家系
注意事项	考虑年龄、性别等因素, 群体足够大	正常情况与患病情况
结果计算及分析	$\frac{\text{患病人数}}{\text{被调查人数}} \times 100\%$	分析基因显隐性及所在染色体的类型

评价活动

1. 为提高儿童健康水平, 我国十分重视遗传病的防治工作。下列叙述正确的是 ()

- A. 基因检测可以用来确定胎儿是否患有猫叫综合征、色盲等
- B. 用酪氨酸酶能对白化病进行基因检测
- C. 遗传咨询是预防遗传病发生的最主要方法
- D. 禁止近亲结婚是预防遗传病发生的最简单有效的方法

D 解析: 基因检测是在 DNA 分子水平上分析检测某一基因, 从而对特定的疾病进行检测, 因此基因检测主要是检测由基因突变引起的疾病, 如色盲等, 而猫叫综合征是人类 5 号染色体结构改变引起的, 不能用基因检测确定, A 错误; 酪氨酸酶是蛋白质, 不能用酪氨酸酶对白化病进行基因检测, B 错误; 遗传咨询和产前诊断在一定程度上能够有效地预防遗传病的产生和发展, 但不是预防遗传病发生的主要方法, C 错误; 近亲结婚可增加隐性遗传病的发病风险, 禁止近亲结婚是预防遗传病发生的最简单有效的方法, D 正确。

2. 预防和减少出生缺陷,是提高出生人口素质、推进健康中国建设的重要举措。下列有关预防和减少出生缺陷的表述,不正确的是 ()

- A. 禁止近亲结婚可降低遗传病患儿的出生概率
- B. 产前诊断可初步确定胎儿是否存在染色体异常
- C. 基因检测可以精确地诊断所有类型的遗传病
- D. 目前基因治疗只能治疗极少数单基因遗传病

C 解析:近亲结婚会造成后代患隐性遗传病的可能性大大增加,因此禁止近亲结婚可降低遗传病患儿的出生概率,A 正确;产前诊断可初步确定胎儿是否存在染色体异常,B 正确;基因检测技术不能精确诊断所有类型的遗传病,C 错误;基因治疗只能治疗极少数单基因遗传病,例如白化病、红绿色盲等,不能治疗多基因遗传病和染色体异常遗传病,D 正确。

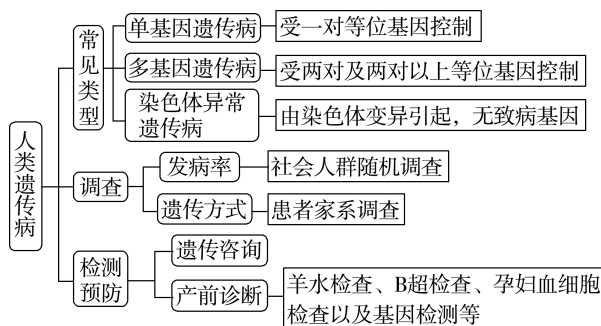
3. 下列关于调查人群中的遗传病的叙述,错误的是 ()

- A. 调查遗传病的发病率要在患者家系中调查
- B. 调查某遗传病的遗传方式,需要在患病家系中进行调查

C. 最好选择发病率较高的单基因遗传病进行调查
D. 某种遗传病的发病率 = 某种遗传病的患病人数 / 被调查人数 × 100%

A 解析:调查人类遗传病的发病率时,要在足够大的人群中随机调查,A 错误;调查某遗传病的遗传方式,需要在患病家系中进行调查,从而推断其遗传方式,B 正确;调查人类遗传病的发病率时,最好选择发病率较高的单基因遗传病,C 正确;某种遗传病的发病率 = 某种遗传病的患病人数 / 被调查人数 × 100%,D 正确。

提质归纳



课后素养评价 (十七)

人类遗传病

建议用时: 40分钟

A组 学习·理解

知识点 1 人类遗传病的类型

1. 下列有关人类遗传病的叙述,正确的是 ()

- A. 唐氏综合征是受一对等位基因控制的遗传病
- B. 男性血友病患者的女儿结婚应尽量选择生育男孩
- C. 原发性高血压属于人类遗传病中的多基因遗传病
- D. 调查遗传病的发病率需对多个患者家系进行调查

C 解析:唐氏综合征是染色体变异引起的染色体数目异常遗传病,A 错误;血友病是伴 X 染色体隐性遗传病,男性血友病患者的女儿是携带者,其与正常男性结婚,后代女孩全部正常,男孩患病概率为 1/2,应尽量选择生育女孩,B 错误;原发性高血压属于人类遗传病中的多基因遗传病,C 正确;调查遗传病的发病率时,需要在人群中随机调查,D 错误。

2. 下列遗传病由染色体异常引起的是 ()

- A. 镰状细胞贫血
- B. 白化病
- C. 唐氏综合征
- D. 原发性高血压

C 解析:镰状细胞贫血、白化病属于单基因遗传病,原发性高血压属于多基因遗传病,它们都是由

基因突变引起的,A、B、D 不符合题意;唐氏综合征是由染色体数目异常引起的,C 符合题意。

3. 下列关于人类遗传病的叙述,正确的是 ()

- A. 先天性心脏病都是遗传病
- B. 单基因遗传病是由一个致病基因引起的遗传病
- C. 分析某遗传病的遗传方式,应在自然人群中随机取样调查
- D. 多基因遗传病是指受两对或两对以上等位基因控制的人类遗传病

D 解析:先天性心脏病不一定是由遗传物质改变引起的,因此不一定是遗传病,A 错误;控制生物性状的基因在生物体内往往成对存在,因此单基因遗传病应是由一对等位基因控制的遗传病,多基因遗传病则是由两对或两对以上等位基因控制的疾病,B 错误,D 正确;分析某遗传病的遗传方式,应在患者家系中调查,C 错误。

4. 人苯丙酮尿症由常染色体上的隐性基因 m 控制,在人群中的发病率极低。理论上,下列推测正确的是 ()

- A. 人群中 M 和 m 的基因频率均为 1/2
- B. 人群中男性和女性患苯丙酮尿症的概率相等
- C. 苯丙酮尿症患者母亲的基因型为 Mm 和 mm 的概率相等
- D. 苯丙酮尿症患者与正常人婚配所生儿子患苯丙酮尿症的概率为 1/2

B 解析:各种基因型的比例未知,人群中M和m的基因频率无法计算,A错误;该病为常染色体隐性遗传病,人群中男性和女性患苯丙酮尿症的概率相等,B正确;苯丙酮尿症患者(基因型为mm)母亲基因型可能为Mm或mm,概率无法计算,C错误;苯丙酮尿症患者(mm)与正常人婚配(MM或Mm)所生儿子患苯丙酮尿症(mm)的概率为0或1/2,D错误。

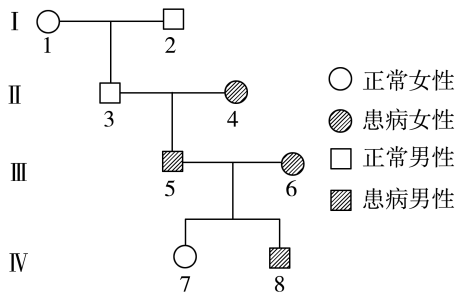
知识点 2 遗传病的检测和预防

5.下列关于人类遗传病及其检测和预防的叙述,正确的是 ()

- A.患苯丙酮尿症的妇女与正常男性婚配适宜选择生女孩
- B.羊水检查是产前诊断的唯一手段
- C.产前诊断能有效地检测胎儿是否患有某种遗传病
- D.单基因遗传病是受两个基因控制的遗传病

C 解析:苯丙酮尿症为常染色体隐性遗传病,后代的发病率与性别无关,A错误;羊水检测是产前诊断的重要手段,但不是唯一手段,B错误;产前诊断能有效地检测胎儿是否患有某种遗传病或先天性疾病,C正确;单基因遗传病是受一对等位基因控制的遗传病,D错误。

6.基因检测可确定相关个体的基因型,基因测序是一种新型基因检测技术,可确定基因中的碱基序列。下图为某基因遗传病的家系图(不考虑其他变异),下列叙述错误的是 ()



- A.由图分析,该遗传病在人群中的发病率为男性等于女性
- B.为降低Ⅲ₅、Ⅲ₆再生出患病孩子的概率,可对Ⅲ₅、Ⅲ₆进行基因检测
- C.图中只有Ⅱ₄、Ⅳ₈的基因型有两种可能
- D.若Ⅳ₈与一正常女性婚配,生出患病男孩的概率为1/3

B 解析:根据Ⅲ₅、Ⅲ₆患病,Ⅳ₇正常,可判断该病为常染色体显性遗传病,其在人群中的发病率为男性等于女性,A正确;要降低Ⅲ₅、Ⅲ₆再生出患病孩子的概率,应对胎儿进行基因检测,因为Ⅲ₅、Ⅲ₆的基因型肯定为杂合子,没有必要再进行基因检测,B错误;Ⅱ₄为患者,其基因型可能为纯合子或杂合

子,又因Ⅲ₅、Ⅲ₆均为杂合子,Ⅳ₈个体的基因型有两种可能,C正确;Ⅳ₈个体为纯合子的概率为1/3,杂合子的概率为2/3,故生出患病男孩的概率为 $(1-2/3 \times 1/2) \times 1/2 = 1/3$,D正确。

B组 应用·实践

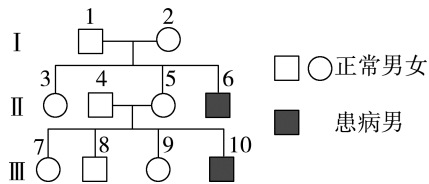
7.人类Y染色体上存在AZF区域,其上有很多基因与精子的产生有关,该区域可分为AZFa、AZFb、AZFc、AZFd几个小区域。为研究AZF区域与男性不育的关系,对553例确诊为无精子症或少精子症患者测定Y染色体,AZF缺失情况如下表。下列有关说法错误的是 ()

临床表现	AZFa	AZFc	AZF (b+c)	AZF(a+b+c+d)
无精子症人数	2	14	10	5
重度少弱精子症人数		27	3	
异常率/%	0.36	7.4	2.4	0.9

- A.因AZF缺失导致的男性不育属于染色体异常遗传病
- B.除AZF异常引起的男性不育外,其他患者可能是其他基因异常或环境因素导致
- C.表中缺失AZFc区域的男性不育患者最多,说明决定精子形成的基因就在AZFc上
- D.可在显微镜下观察Y染色体形态来分析男性不育患者是否由染色体部分缺失导致

C 解析:AZF是Y染色体上的一部分,AZF区域缺失属于染色体结构变异,A正确;对553例男性不育患者调查中,只有一少部分是由AZF缺失导致的,其他患者可能是其他基因异常也可能是环境因素导致,B正确;AZFc缺失导致的男性不育在AZF缺失中占比最高,但也存在AZFa缺失导致无精症的情况,说明影响精子形成的基因应该有多个,C错误;AZF缺失属于染色体结构变异,可在显微镜下观察,因此可在显微镜下观察Y染色体形态来分析男性不育患者是否由染色体部分缺失导致,D正确。

8.黏多糖贮积症是一种常见遗传病,患者缺少黏多糖水解酶,骨骼畸形、智力低下。下图为该病某患者的家族遗传系谱图(Ⅱ₄不含致病基因),下列判断错误的是 ()



- A. 该病的遗传方式最可能为伴 X 染色体隐性遗传, I_2 一定为杂合子
 B. 若 III_7 与一正常男性婚配, 生育出患病男孩的概率是 $1/8$
 C. 第 III 代中只有 III_8 生育前需进行遗传咨询和产前诊断
 D. 人群中无女性患者, 可能与男患者少年期死亡有很大关系

C 解析: 由题干和遗传系谱图分析可知, 该病最可能是伴 X 染色体隐性遗传病, I_2 是正常女性, 其儿子 II_6 是患者, 因此 I_2 是致病基因的携带者, A 正确; III_7 是正常女性, 有一个患病的弟弟, 因此该正常女性是致病基因携带者的概率是 $1/2$, 与一个正常男性婚配, 生育出患病男孩的概率是 $1/2 \times 1/4 = 1/8$, B 正确; III_8 是正常男性, 没有致病基因, 因此不需要对 III_8 进行遗传咨询和产前诊断, C 错误; 该病是伴 X 染色体隐性遗传病, 女性患者的父亲和母亲的 X 染色体上都含有致病基因, 人群中无女性患者, 可能是因为男患者少年期死亡, 不提供含该致病基因的配子, D 正确。

9. 血友病 A、B、C 是一组遗传性凝血功能障碍的出血性疾病。血友病 A 是一种较为常见的 X 连锁隐性遗传病, 男性发病率约为 $1/6\ 000$, 致病基因位于染色体 Xq28。血友病 B 致病基因定位于 Xq27, 血友病 C 致病基因定位于 15q11 (15 表示染色体, q28、q27、q11 表示基因座位)。下列叙述正确的是 ()

- A. 出现多种类型血友病是因为基因突变具有多方向性
 B. 血友病 B 和 C 的致病基因分别在 X 染色体和常染色体上
 C. 某血友病 A 男患者生出的后代中发病率为 $1/12\ 000$
 D. 因为血友病为单基因遗传病, 不能通过产前诊断等方法进行检测

B 解析: 根据题意可知, q28、q27、q11 表示基因座位, 血友病 A 致病基因位于染色体 Xq28, 血友病 B 致病基因定位于 Xq27, 血友病 C 致病基因定位于 15q11, 说明 3 种致病基因位于不同的基因座位, 不属于等位基因, 而基因突变形成的是其等位基因, 因此不能体现基因突变具有多方向性, A 错误; 15 表示染色体, 说明血友病 C 致病基因位于常染色体上, 而血友病 B 致病基因定位于 Xq27, 说明其致病基因位于 X 染色体上, B 正确; 血友病 A 是一种较

为常见的 X 连锁隐性遗传病, 男性的致病基因来自母亲, 与父亲是否患血友病无关, 因此血友病 A 男患者生出的后代中发病率应取决于与其婚配的女性的基因型, C 错误; 产前诊断可通过基因探针检测胎儿是否含有致病基因, 因此血友病能通过产前诊断等方法进行检测, D 错误。

10. 已知抗维生素 D 佝偻病是由 X 染色体上的显性基因 (A) 控制的, 血友病是由 X 染色体上的隐性基因 (b) 控制的。现有两对刚刚结婚的青年夫妻, 甲夫妇的男方是抗维生素 D 佝偻病患者, 女方正常; 乙夫妇都正常, 但女方的弟弟是血友病患者 (其父母正常)。请根据题意回答下列问题:

(1) 根据这两对夫妇及其家庭成员各自的遗传病情况, 写出相应的基因型。

甲夫妇中, 男方 _____; 女方 _____。

乙夫妇中, 男方 _____; 女方 _____。

(2) 医生建议这两对夫妇在生育之前, 应进行遗传咨询。

① 假如你是医生, 请判断这两对夫妇的后代患相应遗传病的风险率。

甲夫妇的后代患抗维生素 D 佝偻病的风险率为 _____ %。

乙夫妇的后代患血友病的风险率为 _____ %。

② 从预防遗传病的角度, 有些情况下可通过选择生育特定性别的后代来降低遗传病的发病概率。请你就此为这对夫妇提出合理化建议。

建议: 甲夫妇最好生育 _____ 孩, 乙夫妇最好生育 _____ 孩。

(3) 产前诊断是在胎儿出生前, 医生用专门的检测手段, 对遗传病进行检测和预防, 包括孕妇血细胞检查、基因检测、_____、_____等。

解析: (1) 甲夫妇中男方患有抗维生素 D 佝偻病, 含有致病基因, 基因型为 $X^A Y$, 女方正常不含致病基因, 基因型为 $X^a X^a$; 乙夫妇中男女双方都正常, 所以男方基因型为 $X^B Y$, 女方的弟弟含有该病的致病基因, 所以女方也有可能含有致病基因, 基因型为 $X^B X^B$ 或 $X^B X^b$ 。(2) ① 甲夫妇中男方一定会将致病基因传递给女儿, 而一定不会传给儿子, 所以后代患病率为 50%; 乙夫妇中女方携带致病基因的概率为 $1/2$, 携带致病基因的情况下与男方生出患病孩子 ($X^b Y$) 的概率为 $1/4$, 所以后代患病的概率为 $1/8$, 即 12.5%。② 根据以上分析可知, 建议甲夫妇生男孩, 乙夫妇生女孩。(3) 产前诊断的手段有羊水检查和孕妇血细胞检查, 属于细胞水平, 基因检测属于分子水平上的手段, B 超检查属于个体水平上的检查。

答案: (1) $X^A Y$ $X^a X^a$ $X^B Y$ $X^B X^B$ 或 $X^B X^b$

(2) ① 50 12.5 ② 男 女 (3) 羊水检查 B 超检查

迁·移·应·用

学习目标

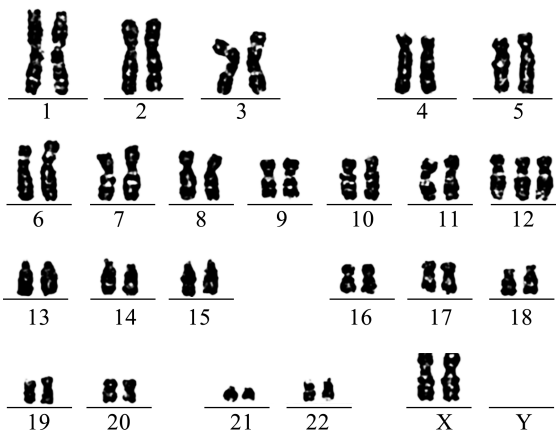
1. 结合图示及材料信息,判断生物变异的类型。
2. 结合遗传实验结果,利用染色体数目变异判断基因的位置。

活动一 区别基因突变、基因重组和染色体变异

任务探究

慢性淋巴细胞白血病(CLL)是一种由B淋巴细胞恶性增殖导致的疾病,通过对患者的B淋巴细胞进行检测可以预估病情发展。下列图表分别是一位患者的B淋巴细胞基因检测和染色体核型分析的结果:

基因检测位置	9号染色体(<i>IGHV</i> 基因)	13号染色体(D13S319序列)	11号染色体(<i>CCND</i> 基因)、14号染色体(<i>IGH</i> 基因)
检测结果	突变比例 < 2%	缺失	融合



探究思考

(1)据图表分析:该患者9号染色体和12号染色体的变异类型分别是什么?

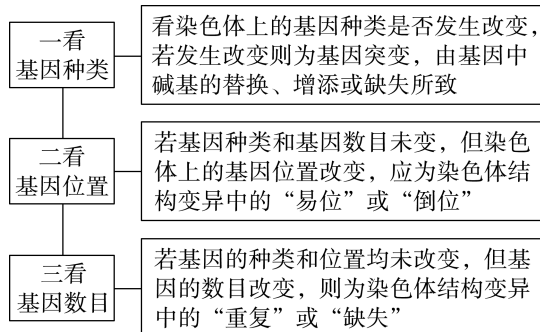
提示:由图表可知,该患者9号染色体的数目没有发生改变,且9号染色体上*IGHV*基因的突变比例<2%,因此变异类型可能是基因突变;12号染色体的变异类型是染色体数目变异。

(2)表中第13号染色体的D13S319序列所在的片段缺失会导致B淋巴细胞无休止地分裂导致癌变,推测这个丢失的片段可能存在什么基因。

提示:表中第13号染色体的D13S319序列所在的片段缺失会导致B淋巴细胞无休止地分裂导致癌变,推测这个丢失的片段可能存在抑癌基因。

学习总结

1. 从基因的种类、数量和位置上辨析



2. 利用四个“关于”区分三种变异

(1)关于“互换”:同源染色体上的非姐妹染色单体之间的互换,属于基因重组;非同源染色体之间的互换,属于染色体结构变异中的易位。

(2)关于“缺失或增加”:DNA分子上若干基因的缺失或重复(增加),属于染色体结构变异;DNA分子上若干碱基的缺失、增添,属于基因突变。

(3)关于变异的水平:基因突变、基因重组属于分子水平的变化,在光学显微镜下观察不到;染色体变异属于细胞水平的变化,在光学显微镜下可以观察到。

(4)关于变异的“质”和“量”:基因突变改变基因的质,不改变基因的量;基因重组不改变基因的质,一般不改变基因的量,转基因技术会改变基因的量;染色体变异不改变基因的质,但会改变基因的量或基因的排列顺序。

活动二 定位基因在染色体上的位置

任务探究

单体是二倍体生物中体细胞核的某对同源染色体只有一条而不是两条的个体,常用 $2n-1$ 来表示。在自然界,单体现象是某些动物性别的特征,例如:蝗虫、蟋蟀等昆虫,雌性为XX型(即 $2n$),雄性为XO型(即 $2n-1$);某些鳞翅目昆虫和鸟类,雄性为ZZ型(即 $2n$),雌性为ZW型或ZO型,若为ZO型也是 $2n-1$ 。

三体是二倍体生物体细胞核中的某对同源染色体多了一条染色体,其染色体组成表示为 $2n+1$ 。可能是由配子形成时同源染色体不联会或不分离产生的不正常配子和正常配子受精形成的。

探究思考

(1)若某三体的基因型为 AAa ,写出其产生的配子类型及比例。

提示: $A : AA : a : Aa = 2 : 1 : 1 : 2$ 。

(2)若某单体A与三体 Aaa 杂交,写出子代的基因型及比例。

提示: $AAa : Aa : a : Aaa : aa : AA : A = 2 : 4 : 2 : 1 : 1 : 1 : 1$ 。

学习总结

利用单体、三体或缺体判断特定基因是否位于特定染色体上

(1)利用三体定位

举例:正常隐性(aa)个体与7三体(7号染色体有三条)显性纯合子杂交得 F_1 , F_1 三体与正常隐性个体杂交得 F_2 。统计 F_2 的表型及比例

F_2 的表型比例为 $5:1$,则基因位于7号染色体上 F_2 的表型比例为 $1:1$,则基因不位于7号染色体上

(2)利用单体定位

举例:正常隐性(aa)个体与7单体(7号染色体单体)显性纯合子杂交得 F_1 ,统计 F_1 的表型及比例

F_1 的表型比例为 $1:1$,则基因位于7号染色体上 F_1 全为显性,则基因不位于7号染色体上

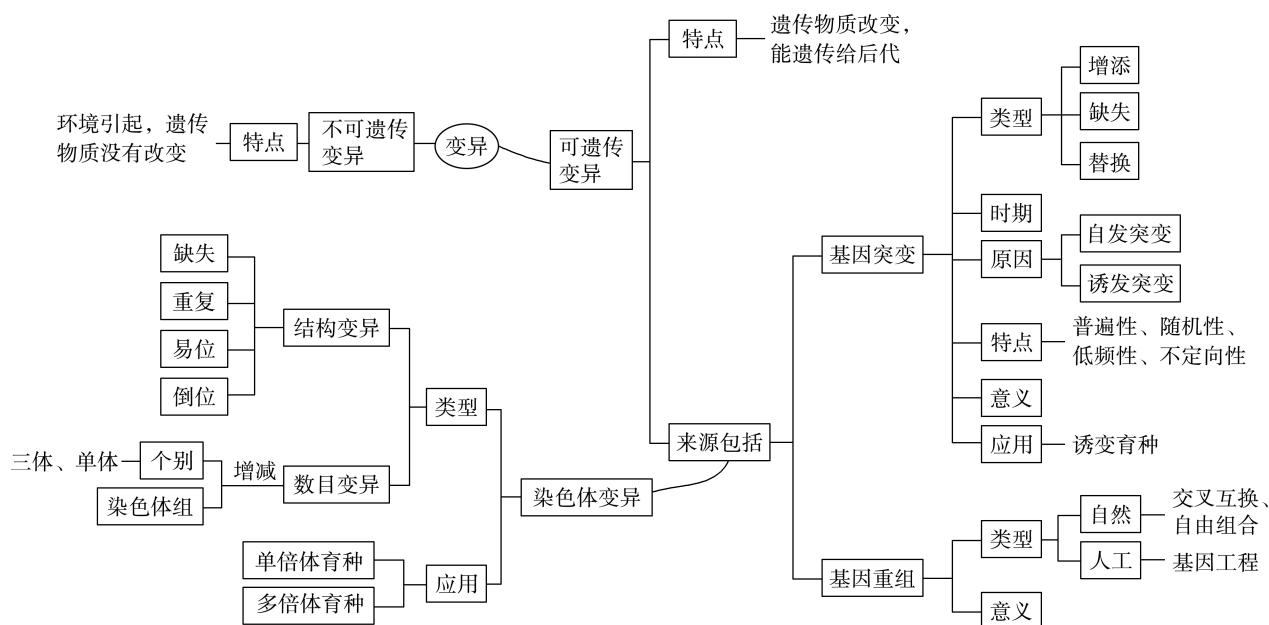
(3)利用染色体片段缺失定位

举例:正常隐性(aa)个体与2号染色体缺失一小段的显性个体杂交得 F_1 , F_1 随机交配得 F_2 ,统计 F_2 的表型及比例(注:缺失纯合子致死)

F_2 的表型比例为 $3:1$,则基因不位于2号染色体上 F_2 的表型比例为 $11:4$,则基因位于2号染色体上,且基因不在缺失片段上 F_2 的表型比例为 $7:8$,则基因位于2号染色体上,且基因在缺失片段上

重·构·拓·展

多维体系构建



学科视野拓展

染色体结构的变异

1. 断裂重接假说主要内容

每一断裂产生两个断裂端,这些断裂可按下列三种方式发展:

(1)保持原状,不愈合,无着丝粒的染色体片段丢失。

(2)同一断裂的两个断裂端重接,恢复为原来的染色体结构。

(3)某一断裂的一个或两个断裂端与另一断裂所产生的断裂端连接,产生新的染色体。

这三种类型中,第二种不发生结构变异,第一种和第三种在染色体断裂和重接过程中可能发生结构变异。

2. 染色体缺失一个区段后,该区段上所有的基因将会丢失。这对生物个体或细胞的正常生长发育及代谢是极为有害的,有害程度取决于所丢失基因的数量及重要程度。

若缺失的区段太长,通常该个体不能成活。缺失

纯合子的生活力远低于缺失杂合子的生活力,一般难以成活。因为在缺失纯合子中缺失区段的基因全部丢失,缺失杂合子中尚有一条正常的染色体。

植物的含缺失染色体的配子体一般是败育的,花粉更是如此,胚囊的活性较花粉略强。因此,缺失染色体一般是通过雌配子传给后代的。

3. 染色体重复了一个区段,该区段上的基因也随之重复。额外基因的存在使某些基因超过正常的数量,破坏了基因组的平衡,对生物体的生长发育有可能产生不良影响。

重复与缺失相比,负面效应相对较小。但重复区段过长时,也会严重影响个体的生活力,甚至引起个体死亡。

4. 倒位的遗传效应

染色体出现倒位后,倒位区段内基因的直线顺序也随之发生颠倒。这样,处于同一条染色体上的倒位区段的各个基因与区段外的基因的距离发生改变。

在倒位纯合子中,倒位区段内的基因与倒位区段

外的基因的交流值发生改变。同一条染色体上基因的连锁关系的改变势必导致生物遗传性状的变化。

5. 易位的遗传效应

(1)降低连锁基因重组率,同倒位杂合子的情况相似,易位杂合子邻近易位接合点的一些基因之间的重组率有所下降。

(2)改变基因连锁关系,非同源染色体发生易位后,连锁群也随之发生改变,使两个正常的连锁群改变为新的连锁群。

◇思考

生物体的染色体是基因的主要载体,染色体上片段的改变也会影响生物的性状,请你写一篇科普文介绍一下染色体结构的变异与生物性状的变化关系。

单元质量评估(五)

(范围:第5章 建议完成时间:75分钟 分值:100分)

一、选择题:本题共15小题,每小题3分,共45分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1.(2023·天津卷)癌细胞来源的某种酶较正常细胞来源的同种酶活性较低,原因不可能是 ()

- A.该酶基因突变
- B.该酶基因启动子甲基化
- C.该酶中一个氨基酸发生变化
- D.该酶在翻译过程中肽链加工方式变化

B 解析:基因控制蛋白质的合成,基因突变后可能导致蛋白质功能发生改变,进而导致酶活性降低,A不符合题意;启动子是RNA聚合酶识别与结合的位点,若该酶基因启动子甲基化,则可能导致该基因的转录过程无法进行,不能合成酶,B符合题意;蛋白质的结构决定其功能,若该酶中一个氨基酸发生变化(氨基酸种类变化)或该酶在翻译过程中肽链加工方式变化,都可能导致该酶的空间结构变化,从而导致其功能改变,活性降低,C、D不符合题意。

2.统计表明,老鼠的寿命一般不足4年,每年会经历近800次基因突变;长颈鹿寿命约为24岁,每年大约会发生99次基因突变;裸鼯鼠寿命约为25岁,每年大约会发生93次基因突变。这些突变大多数是无害的,但也有一些可能会使细胞发生癌变或损害细胞的正常功能。下列说法错误的是 ()

- A.正常情况下基因突变发生的速度越慢,每年发生的突变数量越少,物种的寿命就越长
- B.基因突变可以发生在生物个体发育的任何时期
- C.无害突变是由显性基因突变成隐性基因导致的
- D.一个基因可以发生不同突变产生一个以上的等位基因体现了基因突变的不定向性

C 解析:据题中3种生物的寿命与每年的基因突变变量分析,每年基因突变变量越多,该种生物寿命越短,每年发生的突变数量越少,该种生物的寿命就

越长,A正确;基因突变可以发生在生物个体发育的任何时期,B正确;基因突变是不定向的,所以无害突变是显性突变还是隐性突变并不确定,C错误;一个基因可以发生不同突变产生一个以上的等位基因,说明突变具有很多种方向,体现了基因突变的不定向性,D正确。

3.亮氨酸的密码子有如下几种:UUA、UUG、CUU、CUC、CUA、CUG。当某基因片段中模板链的GAC突变为AAC时,这种突变的结果对该生物的影响是 ()

- A.一定是有害的
- B.一定是有利的
- C.有害的概率大于有利的概率
- D.既无利也无害

D 解析:根据题意分析,模板链中编码亮氨酸的碱基GAC转录形成的密码子是CUG,碱基AAC转录形成的密码子是UUG,也是亮氨酸的密码子,因此模板链中GAC突变为AAC后,基因编码的蛋白质不发生改变,生物的性状也不发生改变。因此这种突变的结果对该生物的影响是既无利也无害,故D正确。

4.(2023·广东卷)中外科学家经多年合作研究,发现circDNMT1(一种RNA分子)通过与抑癌基因*p53*表达的蛋白结合诱发乳腺癌,为解决乳腺癌这一威胁全球女性健康的重大问题提供了新思路。下列叙述错误的是 ()

- A.*p53*基因突变可能引起细胞癌变
- B.*p53*蛋白能够调控细胞的生长和增殖
- C.circDNMT1高表达会使乳腺癌细胞增殖变慢
- D.circDNMT1的基因编辑可用于乳腺癌的基础研究

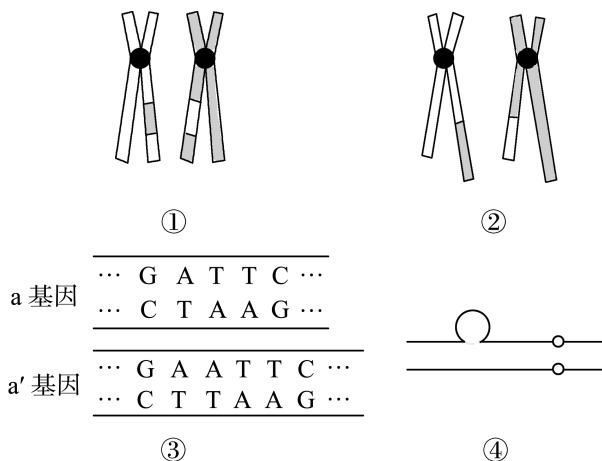
C 解析:*p53*基因是抑癌基因,这类基因突变可能

引起细胞癌变,A正确;p53蛋白是抑癌基因表达的蛋白质,能抑制细胞的生长和增殖,B正确;依据题意,circDNMT1通过与抑癌基因 *p53* 表达的蛋白结合诱发乳腺癌,则 circDNMT1 高表达会使乳腺癌细胞增殖变快,C错误;circDNMT1 的基因编辑能影响 p53 蛋白的表达,可用于乳腺癌的基础研究,D正确。

5. 人类 16 号染色体上有一段 DNA 序列,决定血红蛋白的氨基酸组成,这个 DNA 序列的某一对碱基发生改变而引起某种贫血症;在有丝分裂前的间期,由于 DNA 复制中途停止,使一条染色体上的 DNA 分子缺少若干基因。以上两种变异依次为 ()
- A. 基因突变,基因突变
B. 基因突变,染色体数目变异
C. 基因突变,染色体结构变异
D. 基因重组,基因突变

C 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。DNA 序列的某一对碱基发生改变而引起某种贫血症,属于基因突变。在有丝分裂前的间期,由于 DNA 复制中途停止,致使一条染色体上的 DNA 分子缺少若干基因,属于染色体结构变异,故 C 正确。

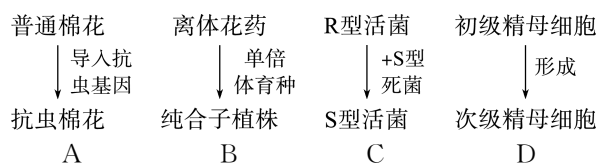
6. 下图中①②③④分别表示不同的变异类型。有关说法正确的是 ()



- A. ①②都表示易位,发生在减数分裂的四分体时期
B. ③属于染色体结构变异中的缺失
C. 图中的变异都能够通过光学显微镜观察到
D. ②④属于染色体结构变异

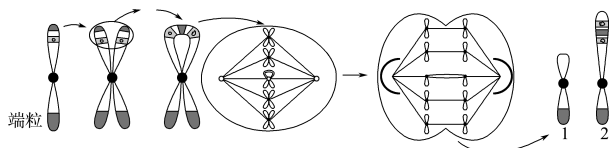
D 解析: 分析题图可知,①是发生在同源染色体的非姐妹染色单体间的互换,属于基因重组;②发生在非同源染色体上,属于染色体结构变异中的易位,A错误;③中发生了碱基的增添,属于基因突变,B错误;基因突变是不能通过光学显微镜观察到的,C错误;④是染色体重复或缺失,属于染色体结构变异,D正确。

7. 下列育种或生理过程中,没有发生基因重组的是 ()



B 解析: 将离体的花药通过植物组织培养技术培育为单倍体幼苗,然后再用秋水仙素处理单倍体幼苗,使染色体数目加倍,整个过程中没有发生基因重组,B符合题意。

8. 染色体结构的改变会使排列在染色体上的基因数目或排列顺序发生改变,导致性状的变异。一种染色体结构变异类型的发生原因如下图所示,有关说法错误的是 ()



- A. 端粒保护功能失调可引起双链的断裂与愈合
B. 图示结果显示染色体的某一片段位置发生了颠倒和重复
C. 同源染色体之间也会发生染色体片段的断裂与愈合现象
D. 若图示染色体变异类型用于育种方面,可用来固定杂种优势

B 解析: 端粒作为线形染色体末端的基因元素,对维持染色体的结构和功能至关重要,端粒保护功能失调可引起染色体双链的断裂与愈合,A正确;由题图可知,这种染色体结构变异类型的发生原因是染色体中一条姐妹染色单体部分片段移到另一条姐妹染色单体上,属于易位,B错误;联会时同源染色体配对,可能使同源染色体之间发生染色体片段的断裂与愈合,C正确;若发生图示染色体结构变异,一般带有易位突变的配子在纯合时会致死,它和正常配子结合所产生的杂交种不可能有纯合子,因此可用来固定杂种优势,D正确。

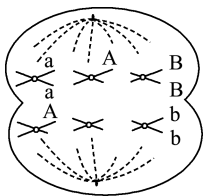
9. 在细胞分裂过程中,染色体在发生分离时偶尔会发生断裂,断裂形成的微小染色体或 DNA 片段在新的细胞中以随机的顺序重新组合,这种染色体破碎和重新排列的现象被称为染色体碎裂。染色体碎裂往往会导致生物体发生畸形、病变。下列说法错误的是 ()

- A. 染色体碎裂容易诱发染色体变异
B. 染色体碎裂不能够为生物的进化提供原材料
C. 染色体碎裂导致的突变对生物体来说大多是有

D.染色体碎裂可通过甲紫溶液染色后在显微镜下观察

B 解析:染色体破碎和重新排列的现象被称为染色体碎裂,进而诱发染色体结构变异,即染色体碎裂容易诱发染色体变异,A正确;染色体碎裂诱导产生的染色体变异属于遗传物质的改变,因而能够为生物的进化提供原材料,B错误;染色体碎裂导致的染色体结构变异,属于突变的一种类型,该变异对生物体的影响较大,且对生物体来说大多是有害的,C正确;染色体碎裂引起的染色体结构改变,可通过甲紫溶液染色后在显微镜下观察,D正确。

10.右图为某动物($2n=6$)雄性个体内的一个细胞分裂图,其中字母表示基因。已知该雄性动物的基因型为AaBb,据图分析,该细胞内未发生的变异类型有

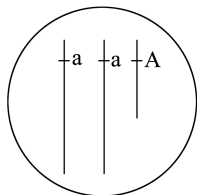


- ①基因突变 ②染色体结构变异 ③基因重组
④染色体数目变异

A.0项 B.1项 C.2项 D.3项

C 解析:分析题图可知,图中细胞发生了同源染色体的分离,因此该细胞处于减数分裂I后期,此时可发生非等位基因的自由组合,即基因重组;最左端的A基因所在的染色体缺失了一部分,缺失的一部分转移到中间上面的那条染色体上,属于染色体结构变异中的易位;结合基因型AaBb可知,此细胞中没有发生基因突变和染色体数目变异这2项变异类型,C正确。

11.已知某一对染色体三体的植物在减数分裂I过程中,3条同源染色体随机移向细胞两极,最终可形成含1条或2条该染色体的配子。现有一个三体且1条染色体缺失(只含缺失染色体的花粉不能参与受精作用)的植株甲,其细胞中该染色体及基因型如右图所示。若甲自交,子代没有染色体结构和数目异常的个体所占比例为



A.1/9 B.2/15 C.1/5 D.7/18

B 解析:根据题意可知,该三体形成的雌配子及其比例为A:aa:a:Aa=1:1:2:2,雄配子及其比例为aa:a:Aa=1:2:2(只含A的花粉无法参与受精作用),因此若甲自交,子代没有染色体结构和数目异常的个体比例为 $(2/6) \times (2/5) = 2/15$,B正确。

12.人类遗传病已成为威胁人类健康的重要因素,下

列有关人类遗传病的叙述,最合理的是 ()

- A.多基因遗传病都是先天性疾病,发病率较高
B.在调查某种遗传病发病率时需要在患病家族中进行随机统计
C.产前诊断可初步确定胎儿是否患猫叫综合征
D.遗传病患者一定携带致病基因,但携带致病基因不一定患遗传病

C 解析:多基因遗传病有的属于先天性疾病,有的后天发病,发病率较高,A错误;在调查某种遗传病发病率时需要在人群中进行随机统计,B错误;猫叫综合征属于染色体异常遗传病,可通过产前诊断(如羊水检查)初步确定胎儿是否患猫叫综合征,C正确;单基因遗传病和多基因遗传病患者会携带致病基因,而染色体异常遗传病患者无致病基因,D错误。

13.秋水仙素作为能使植物染色体数目加倍最理想的化学药剂之一而被广泛使用。为进一步了解秋水仙素对农作物根尖细胞的影响,某研究小组利用秋水仙素与植物蚕豆根尖进行了相关实验。同时该研究小组在实验过程中还能够看到微核、染色体断片等现象。微核是由有丝分裂后期丧失着丝粒的染色体断片产生的。下列有关说法正确的是

表1

秋水仙素 质量分数/%	蚕豆根尖细胞染色体加倍指数		
	24 h	48 h	72 h
0.01	3.49	5.51	6.16
0.05	4.71	6.33	7.45
0.10	5.09	7.11	7.97
0.15	5.44	6.19	6.70
0.20	5.91	6.23	6.23

表2

秋水仙素 质量分数/%	蚕豆有丝分裂指数		
	24 h	48 h	72 h
对照组	12.92	13.10	13.28
0.01	13.87	13.32	12.87
0.05	14.18	13.46	12.68
0.10	12.49	12.33	12.11
0.15	11.40	11.13	10.70

- A.细胞增殖过程中染色体数目加倍伴随着着丝粒的分裂
B.秋水仙素处理对有丝分裂的影响是低浓度促进、高浓度抑制

- C.随着秋水仙素浓度增加、处理时间延长,染色体加倍效果相对更好
 D.秋水仙素只能诱导染色体数目变异,不能诱导染色体结构变异

A 解析:在有丝分裂后期,着丝粒分裂,姐妹染色单体分离成为染色体,导致细胞中的染色体数目加倍,A 正确。根据表 2 数据分析,处理 24 h 或 48 h 时随着秋水仙素浓度增加,有丝分裂指数先增大后减小,并且秋水仙素浓度较大组指数低于对照组,说明秋水仙素发生了抑制作用,但处理 72 h 时,在表中各浓度情况下有丝分裂指数都低于对照组,B 错误。相同秋水仙素浓度处理且秋水仙素浓度低于 0.20% 时,染色体加倍指数随着处理时间延长而增大,说明染色体加倍效果相对更好,处理时间为 48 h 或 72 h 时,染色体加倍指数随着秋水仙素浓度的增加而先增大后减小,说明染色体加倍效果不是随着秋水仙素浓度增加而相对更好,C 错误。秋水仙素能抑制纺锤体形成使染色体数目加倍,根据题中信息可知,秋水仙素处理蚕豆根尖后能观察到微核、染色体断片等现象,说明秋水仙素也能诱导染色体结构变异,D 错误。

- 14.图 1 为某家系关于原发性醛固酮增多症的遗传系谱图,对该家系部分成员细胞中该病致病基因进行碱基测序,部分碱基测序结果如图 2 所示。调查时另外发现只有 II-3 患有色盲。下列分析正确的是 ()

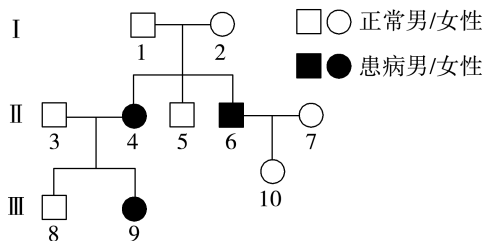


图1

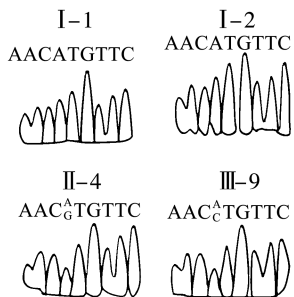


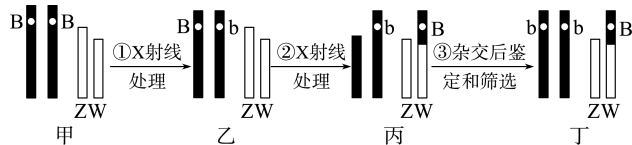
图2

- A. I-1 和 I-2 均为原发性醛固酮增多症致病基因携带者
 B. II-4 和 II-6 患原发性醛固酮增多症是因为基因发生了显性突变
 C. III-9 与正常男性结婚,生出正常孩子的概率是 1/8

- D. II-6 和 II-7 生出患病男孩的概率是 1/2,若生二孩应该进行产前基因诊断

B 解析:I-1、I-2 正常,碱基序列分析二者均为纯合子,II-4 患病,且为杂合子,可推知该病致病基因是显性基因,II-4 和 II-6 患原发性醛固酮增多症是因为基因发生了显性突变,I-1 和 I-2 不携带致病基因,A 错误,B 正确;III-9 患病,结合该个体的碱基序列分析可知,其关于该病的基因型为杂合子,假设该病相关基因用 A、a 表示,III-9 的基因型为 Aa,II-3 为色盲患者,假设相关基因用 B、b 表示,其基因型为 X^bY,II-3 的色盲基因会传给女儿,但女儿不患色盲,即 III-9 的基因型为 X^BX^b,综合分析 III-9 基因型为 AaX^BX^b,正常男性的基因型为 aaX^BY,所以 III-9 与正常男性结婚,生出正常孩子的概率为 1/2 × 3/4 = 3/8,C 错误;仅分析原发性醛固酮增多症,II-6 与 II-7 有正常孩子 III-10,则 II-6 的基因型为 Aa,II-7 的基因型为 aa,后代正常和患病的概率均为 1/2,后代为男孩的概率是 1/2,II-6 和 II-7 生出患病男孩的概率为 1/2 × 1/2 = 1/4,若生二孩应该进行产前基因诊断,D 错误。

- 15.家蚕性别决定方式为 ZW 型,控制蚕卵颜色基因 B (黑色)对 b (白色)为显性,不含 B 或 b 基因的配子致死。雄蚕比雌蚕吐的丝多、丝的质量更好,为实现优质高产的目的,科研人员用 X 射线处理某雌蚕甲,最终获得突变体丁,主要育种流程如图所示。下列叙述错误的是 ()



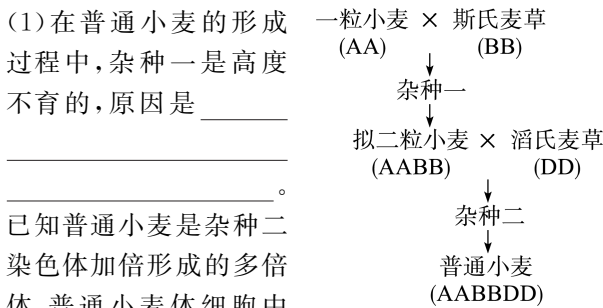
- A.图中过程①②分别发生了基因突变和染色体易位
 B.欲鉴定乙的基因型,可选用正常白色雄蚕与之交配
 C.选择正常白色雄蚕做父本,通过③杂交获得丁的概率为 1/3
 D.利用丁与正常白色雄蚕杂交,后代保留黑色蚕卵即可达到目标

D 解析:过程①的变异类型是基因突变,属于基因突变中的隐性突变,过程②发生的变异属于染色体变异中的易位,会导致染色体上的基因数量发生改变,A 正确;欲鉴定乙的基因型,可选用正常白色雄蚕(bbZZ)与之测交,从子代的表型推测出亲代的基因型,B 正确;选择正常白色雄蚕(bbZZ)做父本,通过与丙(bZW^B)杂交获得子代的基因型及比例为 bbZZ : bbZW^B : bZW^B = 1 : 1 : 1,因此获得丁(bbZW^B)的概率为 1/3,C 正确;让

突变体丁(bbZW^B)与正常白色雄蚕(bbZZ)杂交,子代中 bbZZ : bbZW^B = 1 : 1,所以子代中卵呈白色的为雄性,呈黑色的为雌性,可以通过卵色区分出性别,因此为达到后代只养殖雄蚕的育种目标,去除子代黑色蚕卵,保留白色蚕卵即可,D错误。

二、非选择题:本题共5小题,共55分。

16.(10分)普通小麦是目前世界各地栽培的重要粮食作物。普通小麦的形成包括不同物种杂交和染色体加倍过程,如图所示(其中A、B、D分别代表不同物种的一个染色体组,每个染色体组均含7条染色体)。在此基础上,人们又通过杂交育种培育出许多优良品种。回答下列问题:



(1)在普通小麦的形成过程中,杂种一是高度不育的,原因是_____。

已知普通小麦是杂种二染色体加倍形成的多倍体,普通小麦体细胞中有_____条染色体。一般来说,与二倍体相比,多倍体的优点是_____。

(答出2点即可)。

(2)若要用人工方法使植物细胞染色体加倍,可采用的方法有_____。(答出1点即可)。

(3)现有甲、乙两个普通小麦品种(纯合体),甲的表现型是抗病易倒伏,乙的表现型是易感病抗倒伏。若要以甲、乙为实验材料设计实验获得抗病抗倒伏且稳定遗传的新品种,请简要写出实验思路:_____。

解析:(1)杂种一是一粒小麦和斯氏麦草杂交的产物,细胞内含有来自一粒小麦和斯氏麦草的各一个染色体组,细胞内不含同源染色体,不能进行正常的减数分裂,因此高度不育;普通小麦含有6个染色体组,每个染色体组有7条染色体,所以体细胞有42条染色体;多倍体植株通常茎秆粗壮,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。(2)人工诱导植物细胞染色体加倍可以采用秋水仙素处理。(3)为获得稳定遗传的抗病抗倒伏的小麦,可以利用杂交育种,实验思路如下:将甲和乙两品种杂交获得F₁,将F₁植株进行自交,选取F₂中既抗病又抗倒伏,且自交后代不发生性状分离的植株,即为稳定遗传的既抗病又抗倒伏的新品种。

答案:(1)无同源染色体,不能进行正常的减数分裂 42 营养物质含量高、茎秆粗壮 (2)秋水仙

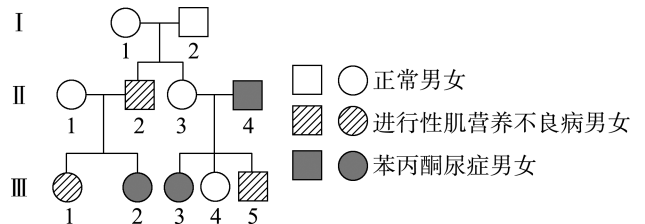
素处理 (3)甲、乙两个品种杂交得到F₁,F₁自交,选取F₂中既抗病又抗倒伏,且自交后代不发生性状分离的植株

17.(11分)人类的苯丙酮尿症是一种单基因遗传病,患病的原因之一是患者体内苯丙氨酸羟化酶基因发生了变化,模板链某片段由GTC突变为GTG,使其编码的氨基酸由谷氨酰胺变成了组氨酸,导致患者体内缺乏苯丙氨酸羟化酶,体内的苯丙氨酸不能正常转变成酪氨酸,而只能转变成苯丙酮酸。苯丙酮酸在体内积累过多会损伤婴儿的中枢神经系统。请分析回答下列问题:

(1)苯丙酮尿症是由苯丙氨酸羟化酶基因中的碱基对发生了_____而引起的一种遗传病。

(2)从上述材料分析可知,编码谷氨酰胺的密码子为_____。

(3)下图为某家族苯丙酮尿症(设基因为B、b)和进行性肌营养不良病(设基因为D、d)的遗传家系图,其中II₄家族中没有出现过进行性肌营养不良病。



①由图可知,苯丙酮尿症是_____染色体_____性遗传病;进行性肌营养不良病是_____染色体_____性遗传病。

②III₄的基因型是_____,II₁和II₃基因型相同的概率为_____。

③若III₁与一正常男性婚配,从预防遗传病的角度,他们最好选择生育_____ (填“男孩”或“女孩”);在父亲基因型为Bb的情况下,该性别的孩子患苯丙酮尿症的概率为_____。

解析:(1)模板链某片段由GTC突变为GTG,使其编码的氨基酸由谷氨酰胺变成了组氨酸,进而导致苯丙酮尿症,可见苯丙酮尿症是由苯丙氨酸羟化酶基因中的碱基对发生了替换而引起的一种遗传病。(2)从题中材料分析可知,GTC转录形成的密码子为CAG,编码谷氨酰胺。(3)①根据遗传系谱图可知,II₁和II₂正常,所生女儿III₂患苯丙酮尿症,则该病为常染色体隐性遗传病;II₃和II₄生出一个患进行性肌营养不良病的儿子,而II₄家族中没有出现过进行性肌营养不良病,说明该病是伴X染色体隐性遗传病。②II₃正常,其基因型为B_X^DX⁻,II₄患苯丙酮尿症,其基因型为bbX^DY,而他们的女儿III₃患苯丙酮尿症,儿子患进行性肌营养不良病,则II₃的基因型为BbX^DX^d,采用逐对

分析法： $Bb \times bb \rightarrow Bb, bb$ ， $X^D X^d \times X^D Y \rightarrow X^D X^D, X^D X^d, X^D Y, X^d Y$ ， III_4 是表型正常的女儿，基因型为 $BbX^D X^d$ 或 $BbX^D X^D$ 。 II_1 表型正常，基因型为 $B_X^D X^-$ ，其女儿一个患苯丙酮尿症，一个患进行性肌营养不良病，故 II_1 的基因型为 $BbX^D X^d$ ，和 II_3 基因型相同的概率为 100%。 $\textcircled{3}$ III_1 的基因型及比例为 $BBX^d X^d : BbX^d X^d = 1 : 2$ ，若其与一正常男性婚配，即 $X^d X^d \times X^D Y \rightarrow X^D X^d, X^d Y$ ，则他们所生的男孩都患进行性肌营养不良病，女孩都不患该病，所以他们最好选择生育女孩。在父亲基因型为 Bb 的情况下，孩子患苯丙酮尿症的概率为 $2/3 \times 1/4 = 1/6$ 。

答案：(1)替换

(2)CAG

(3)①常 隐 X 隐

② $BbX^D X^d$ 或 $BbX^D X^D$ 100% ③女孩 1/6

18. (11分)早期有关研究表明，人类的 ABL 基因所在染色体若发生如图 1 所示的变异会导致白血病。然而最近一项研究又表明， ABL 基因本身突变又会导致甲种遗传病(相关基因用 D, d 表示)，其临床表现为先天性心脏功能障碍或骨骼发育异常等。图 2 表示该遗传病的某家族系谱图。据图回答下列问题：

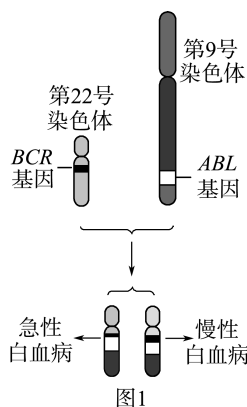


图1

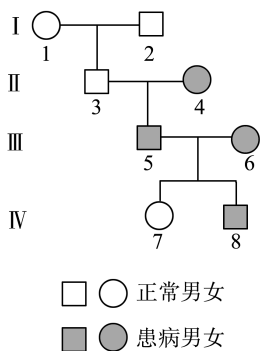


图2

(1)据图 1 判断，导致该类白血病的变异类型是_____，该类型变异_____ (填“能”或“不能”)通过光学显微镜检测，原因是_____。

(2)据图 2 判断，甲种遗传病的遗传方式是_____。

(3)如果 5 号和 6 号再生育一个孩子，为了降低生出患甲种遗传病孩子的概率，可采取的最有效措施是_____ (填字母)。

- A.遗传咨询
- B.染色体分析
- C.B 超检查
- D.基因检测

(4)为了筛查致病基因，对图 2 中所有个体的相关

基因进行测序，则一定会出现两种不同碱基序列的是_____，理由是_____；8号个体只出现一种碱基序列的概率是_____。

(5)据最新报道， ABL 基因某条链的序列由 TAC (编码酪氨酸)突变为 TGC，导致甲种遗传病。推测病变基因在这一位点的氨基酸应该是_____。

[氨基酸和对应的密码子：苏氨酸(ACG)、精氨酸(CGU)、丙氨酸(GCA)、酪氨酸(UAC)、甲硫氨酸(AUG)、组氨酸(CAU)、缬氨酸(GUA)、半胱氨酸(UGC)]

解析：(1)分析题图 1，第 9 号染色体上的 ABL 基因片段拼接到第 22 号染色体上，这属于染色体结构变异中的易位。由于发生改变后的两条染色体结构(长短)与同源的正常染色体有差异，因此能在光学显微镜下观察到。(2)据题图 2 判断，图中 5 号和 6 号患病，有一个不患病的女儿，因此该病为常染色体显性遗传病。(3)因为该病为常染色体上显性致病基因引起的遗传病，若 5 号和 6 号再生育一个孩子，为了降低生出患甲种遗传病孩子的概率，可对胎儿进行基因检测，看是否含有致病基因。(4)因为该病为常染色体显性遗传病，图 2 中 7 号个体基因型为 dd ，则 5 号和 6 号的基因型是 Dd ，由于基因 D 和 d 有不同的碱基序列，因此在筛查致病基因时，5 号和 6 号肯定都会出现两种碱基序列。由于 8 号个体患病，基因型可能为 DD 或 Dd ，其中只出现一种碱基序列的基因组成，即 DD 的可能性为 $1/3$ 。(5)据最新报道， ABL 基因某条链的序列由 TAC (编码酪氨酸)突变为 TGC，导致甲种遗传病。根据题中所附的部分氨基酸的密码子可知，酪氨酸对应的密码子为 UAC，则 TAC 为非模板链，因此突变后形成的 TGC 对应的密码子为 UGC，则病变基因在这一位点的氨基酸应该是半胱氨酸。

答案：(1)染色体变异(易位) 能 光学显微镜下可以观察到染色体的结构及变化 (2)常染色体显性遗传 (3)D (4)5 和 6 基因 D 和基因 d 有不同的碱基序列，5 号和 6 号是杂合子，肯定同时含有基因 D 和基因 d $1/3$ (5)半胱氨酸

19. (11分)玉米是常见的遗传实验材料。图 1 为玉米的传粉示意图，图 2 是不同的传粉方式。请回答下列问题：

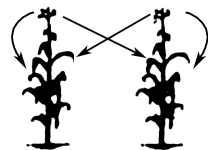


图1

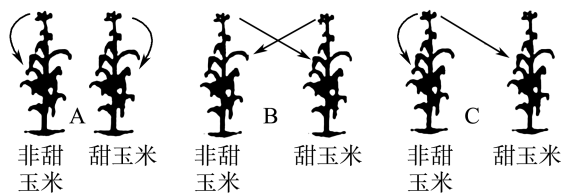


图2
7号染色体

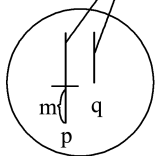


图3

(1)图1玉米的传粉方式是_____ (填“自花传粉”“异花传粉”或“自花传粉和异花传粉”),若在传粉时节正好遇上连续阴雨的天气,为了提高产量,可以采用_____的方法。

(2)图2是针对相对性状非甜和甜的3种不同的杂交方式,能够区分显隐性的是_____。

(3)玉米叶片叶绿素的合成受其7号染色体上一对等位基因(A、a)的控制,同时也受光照的影响。在玉米植株中,体细胞中含2个A基因的植株叶片呈深绿色,含1个A基因的植株叶片呈浅绿色;体细胞中没有A基因的植株叶片呈黄色,会在幼苗期之后死亡。

①现有一浅绿色突变体成熟植株甲,其体细胞(如图3所示)中一条7号染色体的片段m发生缺失,记为q;另一条正常的7号染色体记为p。片段m缺失的花粉会失去受精活力,且胚囊中卵细胞若无A或a基因则不能完成受精作用。有人推测植株甲的A或a基因不会在片段m上,他的推测_____ (填“正确”或“不正确”),原因是_____。

②为了进一步确定上述植株甲的A、a基因在染色体p、q上的分布情况,现将植株甲进行自交得到F₁,待F₁长成成熟植株后,观察并统计F₁的表型及比例。

请预测结果并得出结论:

I.若F₁全为浅绿色植株,则_____。

II.若F₁_____,则植株甲体细胞中A基因位于染色体p上,a基因位于染色体q上。

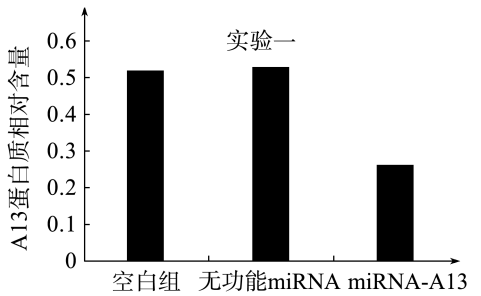
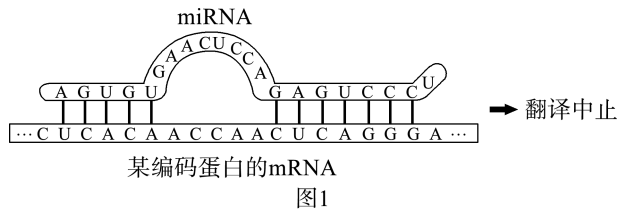
解析:(1)分析题图1可知,玉米雄蕊的花粉既可传给同株的雌蕊,也可传给其他玉米的雌蕊,故其传粉方式是异花传粉;种植玉米的主要目的是收获玉米的种子,若在传粉时节正好遇上连续阴雨的天气,为了提高产量,可以采用人工授粉的方法。(2)题图2中A是同株异花传粉即自交,若两个亲本均为纯合子,则甜玉米和非甜玉米的后代

都没有性状分离现象,故不能确定该对性状的显隐性关系;B是甜玉米与非甜玉米间的正反交,若两个亲本均为纯合子,则正反交的结果相同,也不能确定该对性状的显隐性关系;C中包括非甜玉米的同株异花传粉即自交,还包括非甜玉米(♂)和甜玉米(♀)的杂交,若两种交配方式的后代性状相同,则说明玉米的非甜对甜为显性,若两种交配方式的后代性状不同,则说明玉米的甜对非甜为显性,故3种不同的杂交方式中,C能够区分显隐性性状。(3)①根据题意可知,浅绿色突变体成熟植株甲的体细胞只含有一个A基因,即q^Ap^a或p^Aq^a,如果A或a基因在缺失片段m上,则q染色体上没有A、a基因,即植株甲的基因型只能为p^Aq,又因为片段m缺失的花粉会失去受精活力,且胚囊中卵细胞若无A或a基因都不能完成受精作用,则植株甲(p^Aq)不能产生,因此可推测植株甲的A或a基因不会在片段m上。②根据上述分析可知,植株甲的A或a基因不会在片段m上,因此植株甲的基因型只能是q^Ap^a或p^Aq^a。将植株甲进行自交得到F₁,待F₁长成成熟植株后,观察并统计F₁的表型及比例,若植株甲体细胞中A基因位于q上,a基因位于p上,即q^Ap^a自交,由于雄配子中q^A:p^a=1:1,雌配子中q^A:p^a=1:1,且片段m缺失的花粉失去受精能力(即花粉q^A失去受精能力),则F₁的基因型及比例为q^Ap^a:p^ap^a=1:1,又因为体细胞中没有A基因的植株叶片呈黄色,会在幼苗期之后死亡,即基因型为p^ap^a的植株在幼苗期之后死亡,因此F₁成熟植株全为浅绿色植株;若植株甲体细胞中A基因位于p上,a基因位于q上,即p^Aq^a自交,由于雄配子中p^A:q^a=1:1,雌配子中p^A:q^a=1:1,且片段m缺失的花粉失去受精能力(即花粉q^a失去受精能力),则F₁的基因型及比例为p^Ap^A:p^Aq^a=1:1,即F₁中深绿色植株:浅绿色植株=1:1。

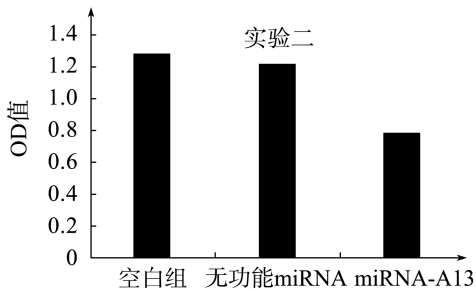
答案:(1)异花传粉 人工授粉 (2)C (3)①正确 若A或a基因在m段,不可能出现浅绿色(Aa)成熟植株 ②I.植株甲体细胞中A基因位于染色体q上,a基因位于染色体p上 II.深绿色植株:浅绿色植株=1:1

20.(12分)美国科学家维克托和加里因为发现了miRNA(细胞中非编码的微小RNA)及其在基因调控中的作用而获得了2024年诺贝尔生理学或医学奖。miRNA在基因调控中的作用机理如下图1所示。甲状腺癌是内分泌系统常见的恶性肿瘤之一,为探究外源性miRNA对甲状腺癌细胞中的A13基因(钙结合蛋白合成基因)表达量的影响,进而阐明A13基因的表达量对甲状腺癌细胞的影响及其机制,研究人员利用外源性miRNA进

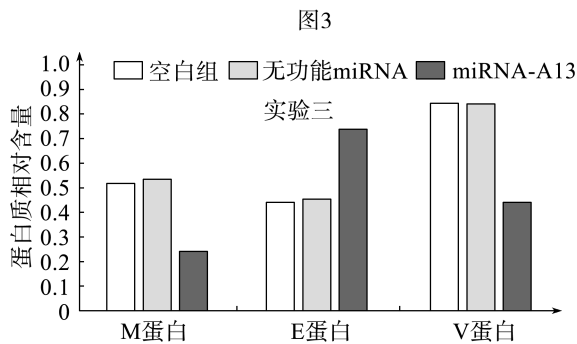
行了一系列实验(如图 2~4)。回答下列问题:



注: miRNA-A13 表示miRNA 干扰A13 基因组。
图2



注: OD值表示吸光度值, 可反映迁移细胞数量, OD值越大, 迁移细胞数量越多。



(1)由图 1 可知,miRNA 和 mRNA 部分序列因为可以_____而结合在一起,进而影响了后者的翻译过程。

(2)研究人员以甲状腺癌细胞为实验材料首先进行了实验一,其目的是_____。实验中设置“无功能 miRNA 组”是为了_____。

(3)根据癌细胞具有_____

_____的特点,研究人员设计了细胞迁移实验(实验二)。结果表明 miRNA-A13 能_____ (填“促进”或“抑制”)甲状腺癌细胞的迁移。

(4)有资料显示 M 蛋白(与细胞外基质降解有关)、E 蛋白(细胞黏附蛋白)和 V 蛋白(细胞中间丝蛋白)可影响细胞的运动能力,研究人员进一步开展了实验三。

分析实验三结果,推测 A13 基因表达对甲状腺癌细胞的影响机制是 A13 基因合成的 A13 蛋白可_____, 进而促进甲状腺癌细胞的迁移。

解析:(1)从题图中可知,miRNA 和 mRNA 部分序列因为碱基互补配对而结合在一起。碱基互补配对原则使得它们之间能够特异性地相互识别并结合,这种结合会影响 mRNA 的正常翻译过程。

(2)对于实验一,其目的是探究外源性 miRNA 对甲状腺癌细胞中 A13 基因表达量的影响;设置“无功能 miRNA 组”是为了作为对照,用来排除 miRNA 本身对 A13 蛋白合成的影响。

(3)可以根据癌细胞具有细胞间的黏着性降低、容易在体内分散和转移的特点,设计细胞迁移实验;从题图 2 中可以看出,在 miRNA-A13 存在的情况下,OD 值相对较小,因为 OD 值越大表示迁移细胞数量越多,所以实验结果表明 miRNA-A13 能抑制甲状腺癌细胞的迁移。

(4)从实验三结果推测,A13 基因表达对甲状腺癌细胞的影响机制是 A13 基因合成的 A13 蛋白可促进 M 蛋白的合成(或提高 M 蛋白的活性),因为 M 蛋白与细胞外基质降解有关,细胞外基质降解有利于细胞的迁移;或者 A13 蛋白可抑制 E 蛋白的合成(或降低 E 蛋白的活性),由于 E 蛋白是细胞黏附蛋白,抑制其合成或降低其活性会减弱细胞黏附,从而有利于细胞迁移;又或者 A13 蛋白可促进 V 蛋白的合成(或提高 V 蛋白的活性),V 蛋白作为细胞中间丝蛋白,其合成增多或活性提高可能会促进甲状腺癌细胞的迁移。

答案:(1)碱基互补配对 (2)验证(探究)外源性 miRNA 对 A13 基因表达(A13 蛋白合成)的影响

排除无功能 miRNA(miRNA 自身)对 A13 蛋白合成的影响 (3)细胞间的黏着性降低,容易在体内分散和转移 抑制 (4)促进 M 蛋白和 V 蛋白合成,抑制 E 蛋白合成

单元概览

核心概念

概念 4 生物的多样性和适应性是进化的结果

4.1 地球上的现存物种丰富多样,它们来自共同祖先

4.1.1 尝试通过化石记录、比较解剖学和胚胎学等事实,说明当今生物具有共同的祖先

4.1.2 尝试通过细胞生物学和分子生物学等知识,说明当今生物在新陈代谢、DNA 的结构与功能等方面具有许多共同特征

4.2 适应是自然选择的结果

4.2.1 举例说明种群内的某些可遗传变异将赋予个体在特定环境中的生存和繁殖优势

4.2.2 阐明具有优势性状的个体在种群中所占比例将会增加

4.2.3 说明自然选择促进生物更好地适应特定的生存环境

4.2.4 概述现代生物进化理论以自然选择学说为核心,为地球上的生命进化史提供了科学的解释

4.2.5 阐述变异、选择和隔离可导致新物种形成

学习目标

- 1.理解地球上现存的丰富多样的物种来自共同祖先和适应是自然选择的结果,解释生物的适应性和变异性。
- 2.探讨种群遗传性状的分布规律及自然选择对种群等位基因频率的影响。
- 3.通过科学探究活动,阐述丰富多彩的现存物种是由共同的祖先经过长期进化形成的。
- 4.关注生物多样性的现实问题对人类社会发展造成的影响,提出保护生物多样性的措施和建议。

单元任务

达尔文在《物种起源》中有段精彩的描述:“凝视纷繁的河岸,覆盖着形形色色茂盛的植物,灌木枝头鸟儿鸣啭,各种昆虫飞来飞去,蠕虫爬过湿润的土地……‘生殖率’如此之高而引起的‘生存斗争’,并从而导致了‘自然选择’,造成了‘性状分异’以及改进较少的类型的‘灭绝’……无数最美丽与最奇异的类型,即是从如此简单的开端演化而来、并依然在演化之中;生命如是之观,何等壮丽恢宏!”生命之美激发了达尔文的研究兴趣。他通过历时五年的科学考察,根据采集的标本、化石以及观察结果,提出了关于物种起源和生物进化的观点。

思考与探究

思考 1 植物、鸟类、昆虫等是否来自共同的祖先?	任务 1 生物有共同祖先的证据。
思考 2 地球上现存的丰富多样的物种是如何进化而来的?	任务 2 自然选择与适应的形成,生物进化导致生物多样性的形成。
思考 3 新的物种又是如何形成的?	任务 3 新物种形成的过程。

素养评价

核心素养	
生命观念	<ol style="list-style-type: none"> 1.生物是不断进化的,当今的各种生物来自共同祖先,形成生物与进化观; 2.进化所形成的适应是相对适应,不是绝对的、完美的适应,形成适应观。
科学思维	<ol style="list-style-type: none"> 1.基于进化的直接和间接证据两个方面,推出生物有共同祖先的结论; 2.通过突变和重组的事实、桦尺蛾黑化的实例、地雀的实例,运用比较、归纳、概括等一系列思维方法得出结论; 3.借助数学工具进行严密的计算,发展模型与建模的科学思维。
科学探究	<ol style="list-style-type: none"> 1.通过“探究自然选择对种群基因频率变化的影响”,创设数字化问题情境,形成严密的计算论证; 2.通过“探究抗生素对细菌的选择作用”实验,寻找证据进行论证; 3.培养不怕困难、坚持不懈的探索精神。
社会责任	<ol style="list-style-type: none"> 1.运用生物进化观,破除迷信、树立辩证唯物主义世界观; 2.正确认识人类在自然界的地位,树立人与自然和谐共生的发展观,并运用到个人决策和参与公共事务的讨论中。

探 · 究 · 构 · 建

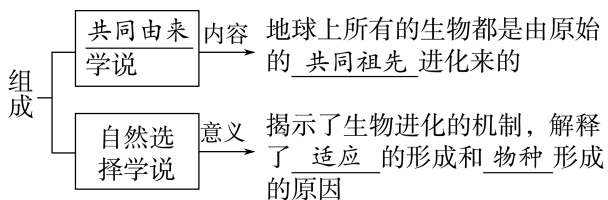
第 1 节 生物有共同祖先的证据

学习任务目标

1. 基于化石等证据和逻辑推测,认同生物是不断进化的。
2. 根据比较解剖学和胚胎学的相关证据,论证生物具有共同的祖先;根据细胞和分子水平的相关证据,推测出相关生物在进化上亲缘关系的远近。

问题式预习

一、达尔文的生物进化论



二、地层中陈列的证据——化石

1. **概念:**通过自然作用保存在地层中的古代生物的遗体、遗物或生活痕迹等。
2. **研究方法:**利用化石确定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。
3. **研究意义:**化石是研究生物进化最直接、最重要的证据。
4. **化石的分布:**生物的化石在地层里的出现是有一定顺序的。在越早形成的地层中出现的生物结构越简单、越低等,在越晚形成的地层中出现的生物结构越复杂、越高等。
5. **研究结论**
 - (1)证实生物是由原始的共同祖先经过漫长的地质年代逐渐进化而来的。
 - (2)揭示生物由简单到复杂、由低等到高等、由水生到陆生的进化顺序。

◇思考

[教材 P103“思考·讨论”]当今生物的细胞在结构与古细菌有哪些共同点?这说明了什么?

提示:都有细胞壁、细胞膜、细胞质、核糖体和 DNA。当今生物的细胞与古细菌的细胞结构模式有相同点,说明二者有共同的祖先。

三、当今生物体上进化的印迹——其他方面的证据

1. 比较解剖学和胚胎学证据

项目	比较解剖学	胚胎学
研究内容	研究比较脊椎动物器官、系统的 <u>形态和结构</u> 的一门学科	研究动植物胚胎的 <u>形成和发育过程</u> 的学科
事实证据	蝙蝠的 <u>翼</u> 、鲸的 <u>鳍</u> 、猫的 <u>前肢</u> 、人的 <u>上肢</u> 功能不同,但都具有相似的结构	①人和鱼的胚胎在发育早期都出现 <u>鳃裂和尾</u> ; ②人和其他脊椎动物在胚胎发育早期都有彼此相似的阶段
意义	为生物是否有 <u>共同祖先</u> 寻找证据	支持了人和其他脊椎动物有 <u>共同祖先</u> 的观点

2. 细胞和分子水平的证据

水平	细胞	分子
事实证据	①生物有许多共同的 <u>特征</u> ,比如都有能进行代谢、生长和增殖的细胞; ②细胞有共同的物质基础和 <u>结构基础</u> 等	不同生物的 DNA 和蛋白质等生物大分子,既有共同点,又存在差异性
意义	支持了生物有 <u>共同祖先</u> 的论点	①共同点提示人们当今生物有着共同的 <u>原始祖先</u> ; ②差异的大小揭示了当今生物种类亲缘关系的 <u>远近</u> ,以及它们在进化史上出现的 <u>顺序</u>

任务型课堂

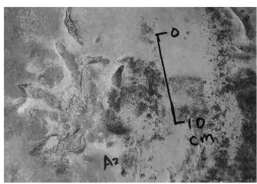
任务 共同由来的证据

探究活动

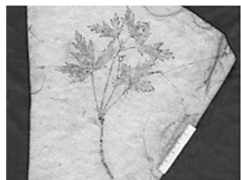
下图为多种生物的化石,据此回答下列问题:



在河南云台山地质公园发现的距今4亿年的三叶虫化石



在陕西神木发现的距今1.5亿年的恐龙足迹化石



在辽宁凌源发现的距今1.25亿年的被子植物化石



在江西赣州发现的距今1亿多年的恐龙蛋化石

(1) 各类生物化石在地层中的分布有何规律?

提示:①埋藏于较浅地层中的化石与现代生物的结构比较相似;②埋藏于较深地层中的化石与现代生物的结构差别较大;③越是古老地层中发掘的生物化石结构越简单、越低等;④越是晚期地层中发掘的生物化石结构越复杂、越高等。

(2) 根据所学知识分析,还有哪些证据可以证明现存的各种生物有共同祖先?

提示:各种生物均以 ATP 为生命活动的直接能源物质;各种生物共用一套遗传密码;组成各种生物蛋白质的氨基酸种类基本相同;组成各种生物核酸的核苷酸相同;核酸中的碱基互补配对方式相同。

【探究总结】

运用比较法研究生物的进化

比较化石	比较不同类型生物的化石在地层中出现的顺序,从而判断生物的进化顺序
比较形态、结构	比较脊椎动物的器官、系统的形态和解剖学特征,判断生物间的进化关系和亲缘关系
比较发育过程	比较动物胚胎的形成和发育过程,为生物进化提供发育方面的证据
比较分子水平上的差异	利用组成生物体的一些重要物质的共同点和差异性,来比较生物之间的亲缘关系

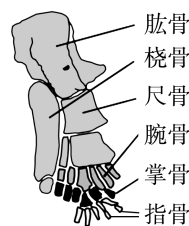
评价活动

1. 生物进化最可靠的证据是 ()

- A. 各类生物化石在地层里按一定的顺序出现
- B. 哺乳动物在胚胎发育初期非常相似
- C. 脊椎动物具有结构相似的器官
- D. 生物都能适应一定的环境

A 解析:研究生物进化最直接、最可靠的证据是化石,因为化石是保存在地层中的古代生物的遗体、遗物或生活痕迹等,各类生物的化石在地层中的出现具有一定顺序,证实了生物的逐渐进化,A 符合题意。

2. 研究人员对一块 3.8 亿年前的“希望蜉”化石进行了高精度 CT 扫描,结果显示,这种鱼既有鳍条,也拥有明显的指骨,如下图所示。这一化石证据可以支持生物进化规律中的 ()



胸鳍骨骼示意图

- A. 由单细胞到多细胞
- B. 由水生到陆生
- C. 进化是不可逆的
- D. 从无脊椎动物到脊椎生物

B 解析:鳍条是水生鱼类鱼鳍的支持物,而题图中“希望蜉”的化石既有鳍条,也拥有明显的指骨,说明生物是由水生向陆生进化的,B 正确。

3. 不同物种体内会存在相同功能的蛋白质,编码该类蛋白质的 DNA 序列以大致恒定的速率发生变异。猩猩、大猩猩、黑猩猩和人体内编码某种蛋白质的同源 DNA 序列比对结果如下表,表中数据表示 DNA 序列比对碱基相同的百分率。

项目	大猩猩	黑猩猩	人
猩猩	96.61%	96.58%	96.70%
大猩猩		98.18%	98.31%
黑猩猩			98.44%

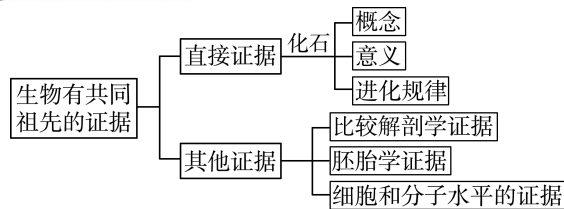
下列叙述错误的是 ()

- A. 表中数据为生物进化提供了分子水平的证据
- B. 猩猩出现的时间早于大猩猩、黑猩猩

C.人类、黑猩猩、大猩猩和猩猩具有共同的祖先
 D.黑猩猩和大猩猩的亲缘关系比黑猩猩与猩猩的亲缘关系远
D 解析:题表中数据研究的是DNA中碱基的排列顺序,属于生物进化方面的分子水平证据,A正确;表中数据显示,猩猩与人类同种蛋白质相关的DNA片段中碱基序列相同的百分率低于大猩猩和黑猩猩,因而推测,猩猩出现的时间早于大猩猩、黑猩猩,B正确;表中结果显示的是猩猩、大猩猩、黑猩猩和人体内编码某种蛋白质的同源DNA序列比对碱基相同的百分率,该结果说明人类、黑猩猩、大猩猩和猩猩具有共同的祖先,C正确;表中数据显

示黑猩猩和大猩猩同种蛋白质相关DNA片段的相似度高,因而说明黑猩猩和大猩猩的亲缘关系比黑猩猩与猩猩的亲缘关系近,D错误。

提质归纳



课后素养评价 (十八)

生物有共同祖先的证据

建议用时: 40分钟

A组 学习·理解

知识点1 生物进化的化石证据

1.山西运城博物馆内收藏的“世纪曙猿”化石,距今约4 500 万年,已能看到高等灵长类动物的许多特征。下列相关叙述错误的是 ()

- A.“世纪曙猿”化石的发现能够说明灵长类动物与人类具有共同的祖先
- B.对“世纪曙猿”化石进行研究,能够分析出其体型大小和运动方式等
- C.从地层年龄与其对应的化石中能够总结出爬行类动物的出现早于鱼类
- D.化石、比较解剖学和胚胎学等证据在生物进化研究中互为补充,相互印证

C 解析:对“世纪曙猿”化石的研究发现灵长类动物的形态、结构等与人类相似,说明两者具有共同的祖先,A正确;化石是指通过自然作用保存在地层中的古代生物的遗体、遗物或生活痕迹等,对“世纪曙猿”化石进行研究,能够分析出其体型大小和运动方式等,B正确;生物最先生活在海洋,故从地层年龄与其对应的化石中能够总结出鱼类的出现早于爬行类,C错误;化石、比较解剖学和胚胎学等证据在生物进化研究中互为补充,相互印证,D正确。

2.生物化石之所以能证明生物的进化,其根本原因是 ()

- A.化石是保存在地层中的生物遗体、遗物或生活痕迹
- B.地壳岩石形成有一定的顺序
- C.化石是生物的祖先

D.各类生物化石在地层中的出现有一定的顺序

D 解析:化石在地层中出现的顺序是人们研究生物进化的一个重要的方面,不同生物化石的出现和地层的形成有着平行的关系,在越古老的地层中,挖掘出的化石所代表的生物,结构越简单,分类地位越低等;在距今越近的地层中,挖掘出的化石所代表的生物,结构越复杂,分类地位越高等。这种现象说明了生物是由简单到复杂、由低等到高等、由水生到陆生逐渐进化而来的,另外,科学家还发现在最古老的地层中是没有化石的,说明地球上最初是没有生命的。故D正确。

知识点2 生物进化的其他证据

3.下列关于生物进化证据的说法,错误的是 ()

- A.生物的遗物或生活痕迹可形成化石
- B.亲缘关系越近的生物,细胞代谢方面的共同特征就越多
- C.DNA中的碱基序列相似程度越大,生物的亲缘关系可能越近
- D.比较解剖学发现不同种类哺乳动物的前肢形态差异很大,说明它们没有共同祖先

D 解析:比较解剖学发现,不同种类的哺乳动物的前肢在形态上差别很大,但有的结构和功能相似,这说明这些哺乳动物是由共同的原始祖先进化来的,D错误。

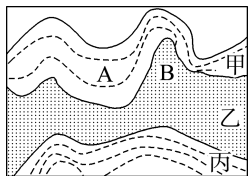
4.人体内残留了哺乳动物通常相对发达的阑尾结构,这可作为生物进化中哪一方面的证据? ()

- A.化石证据
- B.比较解剖学证据
- C.胚胎学证据
- D.生物遗传方面的证据

B 解析:阑尾结构需要在解剖的条件下才能完成观察对比,所以是比较解剖学方面的证据,B正确。

B组 应用·实践

5. 下图表示未被破坏的甲、乙、丙三个沉积岩层,其中甲岩层更接近地表,A、B是分布在甲、乙两个岩层中的生物化石,下列关于此图的解读,观点正确的是 ()



- A. 生物 A 是由生物 B 进化而来的
 B. 生物 A 的个体数量比生物 B 多
 C. 生物 A 和生物 B 起源于相同的年代
 D. 生物 A 的结构一般比生物 B 的结构复杂

D 解析:生物 A 比生物 B 高等,但不能说明生物 A 是由生物 B 进化而来的,A 错误;生物 A 的个体数量和生物 B 的个体数量无法比较,B 错误;生物 A 和生物 B 起源于不同的年代,生物 A 比生物 B 要晚,C 错误;生物 A 比生物 B 出现得晚,所以生物 A 的结构一般比生物 B 的结构复杂,D 正确。

6. 根据化石中某种元素与其放射性同位素的比例可测算化石的形成年代。 ^{238}U 衰变为 ^{206}Pb 的半衰期为 45 亿年, ^{14}C 衰变为 ^{12}C 的半衰期为 5 730 年。科研人员在云南省罗平县发现了一件 2.44 亿年前的远古动物骨骼化石(如图所示),根据化石产地和指节骨较多、尖嘴长吻等与众不同的特征,将该化石动物命名为奇异罗平龙。下列相关分析中,错误的是 ()



- A. 奇异罗平龙化石的发现,为生物的进化提供了最直接的证据
 B. 奇异罗平龙尖嘴长吻且牙齿较多,有利于提高其捕食的效率
 C. 奇异罗平龙的指节骨较多,有利于增加其四肢运动的灵活性
 D. 测定奇异罗平龙化石中 $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$, 比测定 $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$ 能更准确测算其形成年代

D 解析:化石为生物进化提供了最直接的证据,因此奇异罗平龙化石的发现为生物的进化提供了最直接的证据,A 正确;奇异罗平龙的吻端更长,牙齿数量更多,这有利于提高它们抓捕猎物的效率,B 正确;奇异罗平龙的指节骨较多,可能有利于脚蹼的屈伸,增加其四肢运动的灵活性,C 正确;由于 ^{14}C

衰变为 ^{12}C 的半衰期为 5 730 年, ^{238}U 衰变为 ^{206}Pb 的半衰期为 45 亿年,而奇异罗平龙生活在约 2.44 亿年前,因而测定奇异罗平龙化石中的 $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$ 比 $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 能更准确测算其形成年代,D 错误。

7. 下列关于生物进化论细胞和分子水平证据的说法中,错误的是 ()

- A. 古细菌中都含有细胞壁、细胞膜、细胞质、核糖体和 DNA
 B. 细胞都有共同的物质基础和结构基础
 C. 人与黑猩猩的基因组差异仅为 3%
 D. 细胞和分子水平的研究为生物进化提供了直接的证据

D 解析:古细菌中都含有细胞壁、细胞膜、细胞质、核糖体和 DNA,这是细胞水平的证据,A 正确;细胞都有共同的物质基础和结构基础,这揭示了细胞生物都有共同的起源,属于细胞学证据,B 正确;人与黑猩猩的基因组差异仅为 3%,这是分子生物学在进化方面的证据,C 正确;化石的研究为生物进化提供了直接的证据,D 错误。

8. 进化树可用来表示物种之间的进化关系。科学家根据各类生物间亲缘关系的远近,把各类生物安置在有分枝的树状图上,图中每片“叶子”代表一个物种,“叶子”之间距离的大小表示物种之间亲缘关系的远近。下列分析错误的是 ()

- A. 化石可为构建进化树提供最直接、最重要的证据
 B. 不同生物的细胞色素 c 氨基酸序列的差异可作为构建进化树的依据
 C. 两片“叶子”间距离越远,则表示两个物种同一器官结构的相似程度越大
 D. 与顶端“叶子”相比,进化树底部“叶子”的化石出现在更深的地层中

C 解析:化石可为构建进化树提供最直接、最重要的证据,A 正确;不同生物的细胞色素 c 氨基酸序列的差异可作为构建进化树的依据,B 正确;两片“叶子”间距离越远,则表示两个物种同一器官结构的相似程度越小,C 错误;与顶端“叶子”相比,进化树底部“叶子”更早出现,它们的化石出现在更深的地层中,D 正确。

9. 《自然》杂志曾发表文章称,古生物学家在蒙古国发现了全新品种的恐龙化石。这是一种用后腿行走的食肉恐龙,高约 45 cm,却同时拥有鸭嘴、天鹅颈和类似于企鹅翅膀的前腿。研究者称,这可能是一种水陆两栖恐龙。对此说法错误的是 ()

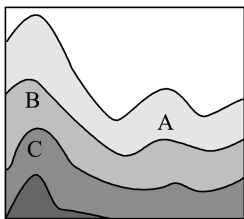
- A. 这一恐龙化石为爬行类进化为鸟类提供了新的证据
 B. 这一恐龙化石和德国发现的始祖鸟化石具有同样的价值

C. 这一恐龙化石不能为生物进化提供直接的证据

D. 这一恐龙化石证明恐龙属于爬行类

C 解析: 这一恐龙化石为爬行类进化为鸟类提供了新的证据, A 正确; 这一恐龙化石和德国发现的始祖鸟化石具有同样的价值, B 正确; 化石直接反映了生物的存在、结构及生活特点, 因此这一恐龙化石能为生物进化提供直接的证据, C 错误; 恐龙具有爬行动物的特征, 属于爬行类, D 正确。

10. 如下图所示, 在地层中发现 A、B、C 三种生物化石。请据图回答下列问题:



(1) 一般来说, 其中最高等、最复杂的生物是 _____。

(2) 一般来说, 其中出现最早的物种是 _____。

(3) 通过对生物化石的研究推断, 3 种生物进化的

顺序是 _____ (用字母和箭头表示)。

(4) 通过对不同年代的地层里埋藏的生物化石的研究, 可以说明生物进化的趋势是 _____、_____、_____。

解析: (1) 在距今越近的地层中, 挖掘出的化石所代表的生物结构越复杂、分类地位越高等, 陆生生物的化石也越多。一般来说最复杂最高等的生物是 A。(2) 在越古老的地层中, 挖掘出的化石所代表的生物结构越简单、分类地位越低等, 水生生物的化石也越多, 因此一般来说, 出现最早的物种是 C。(3) 不同生物化石的出现和地层的形成有着平行的关系, 通过对物种化石研究发现, 3 种生物进化的顺序是 C→B→A。(4) 化石在地层中的出现具有一定的规律, 是生物进化的重要证据。生物进化的总体趋势是由简单到复杂、由低等到高等、由水生到陆生。

答案: (1) A (2) C

(3) C→B→A

(4) 由简单到复杂 由低等到高等 由水生到陆生

第 2 节 自然选择与适应的形成

学习任务目标

1. 通过思考讨论, 能够举例说出适应的普遍性和相对性, 认同适应是自然选择的结果。
2. 通过模型建构, 概述达尔文自然选择学说的主要内容, 能够运用自然选择学说解释适应的形成。
3. 收集生物进化理论发展的相关资料, 评述达尔文自然选择学说的贡献和局限性, 探讨生物进化观点对人们思想观念的影响。

问题式预习

一、适应的普遍性和相对性

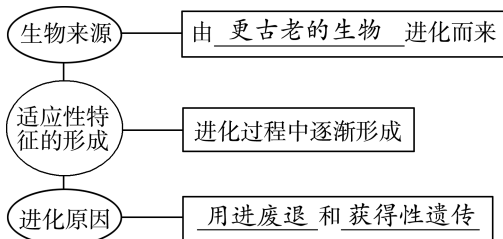
1. 适应

一是指生物的形态结构适合于完成一定的功能, 二是指生物的形态结构及其功能适合于该生物在一定环境中生存和繁殖。

2. 适应具有普遍性和相对性。

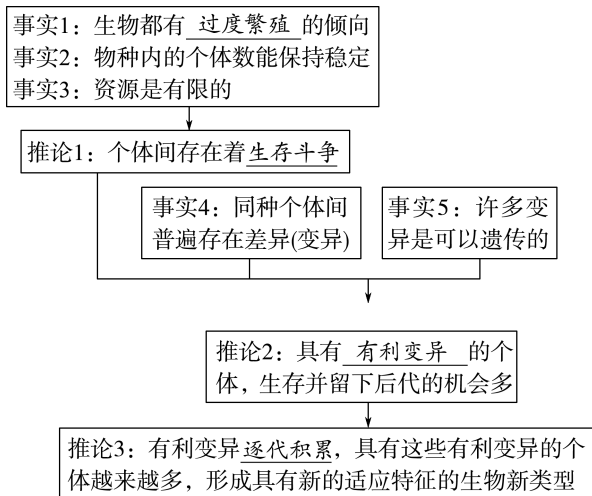
二、适应是自然选择的结果

1. 拉马克的进化学说



2. 达尔文的自然选择学说

(1) 内容



(2)对自然选择学说的评价

①意义:揭示了生物界的统一性是由于所有的生物都有共同祖先,而生物的多样性和适应性是进化的结果。

②局限性:对于遗传和变异的认识还局限于性状水平,不能科学地解释遗传和变异的本质。

3.达尔文以后进化理论的发展

(1)随着生物科学的发展,关于遗传和变异的研究,已经从性状水平深入到基因水平。

(2)关于适应以及物种的形成等问题的研究,已经从以生物个体为单位,发展到以种群为基本单位。

◇思考

[教材 P108 正文]从变异来源的角度分析,达尔文是否部分接受了拉马克的观点?

提示:是。达尔文接受了拉马克关于获得性遗传的观点,承认变异是可以遗传的,并认为有利变异通过逐代积累而成为显著的适应性特征。

○ 任务型课堂 ○

任务 达尔文的自然选择学说

探究活动

下图为长颈鹿的进化示意图。据图分析回答相关问题:



(1)请利用拉马克的观点解释长颈鹿脖子长的原因。

提示:长颈鹿主要以树叶为食,要想获得足够的食物就要长期伸长脖子去取食高处的树叶,由于用进废退从而形成了现在的长颈鹿。

(2)请利用达尔文的自然选择学说解释长颈鹿长颈的形成。

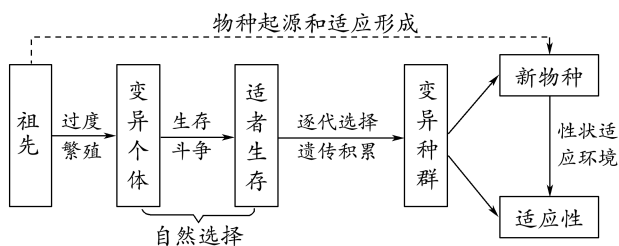
提示:长颈鹿在繁殖后代过程中发生了变异,有的长颈鹿脖子长,有的脖子短。在漫长的干旱季节,只有脖子长的个体才能获得更多食物,在代代相传过程中,有利变异(脖子长)逐渐积累,最后形成了脖子长的长颈鹿。

(3)如何理解自然选择学说四点内容之间的关系?

提示:①过度繁殖为自然选择提供了更多的原材料,加剧了生存斗争;②生物进化是通过生存斗争实现的,生存斗争是生物进化的动力;③生物的变异是不定向的,具有有利变异的个体在生存斗争中易取得胜利从而得以生存,微小的有利变异通过遗传得以累积和加强,产生适应环境的新类型;④适应是自然选择的结果。

【探究总结】

1.自然选择学说主要内容之间的关系图解



2.达尔文自然选择学说与拉马克进化学说的比较

比较项目	达尔文自然选择学说	拉马克进化学说	
区别	变异	变异是不定向的、本来就有的,环境和生物的意愿都不能决定生物变异的方向	变异是定向的,环境和动物的意愿可决定变异的方向
	适应环境	有利变异→适者生存;不利变异→不适者被淘汰	环境和动物的意愿决定的变异都适应环境
	进化方向	自然选择决定	生物自身决定
联系	承认生物非神所造,而是由更古老的生物进化而来,即由简单到复杂、由低等到高等进化,且都是“渐变”的结果		

评价活动

1.用达尔文进化学说的观点来判断,下列叙述正确的是 ()

- A.长期在有毒农药的诱导下,农田害虫产生了抗药性变异
- B.长颈鹿经常努力伸长颈和前肢去吃树上的叶子,因此颈和前肢都变得很长
- C.北极熊生活在冰天雪地的环境里,它们定向产生了适应白色环境的变异

D.野兔保护性的体色和鹰敏锐的视觉,是它们长期互相选择的结果

D 解析:农田害虫中存在着发生或强或弱抗药性变异的个体,在有毒农药长期的自然选择作用下,农田害虫抗药性变异得到积累加强,A 错误;拉马克认为变异是按需要向一定的方向发生的,长颈鹿经常努力伸长颈和前肢去吃树上的叶子,因此颈和前肢都变得很长正是拉马克用进废退、获得性遗传观点的体现,B 错误;变异是不定向的,环境对变异起选择作用,北极熊的体色是与环境一致的白色,是长期自然选择的结果,C 错误;野兔的保护色和鹰敏锐的视觉,是它们长期互相选择的结果,D 正确。

2.适应的形成离不开生物的遗传和变异(内因)与环境(外因)的相互作用。下列与适应及其形成有关的表述,不正确的是 ()

A.适应不仅是指生物对环境的适应,也包括生物的结构与功能相适应

B.具有有利变异的个体,都能成功地生存和繁殖后代;具有不利变异的个体,会过早死亡,不能保留下后代

C.适应相对性的根本原因是遗传的稳定性与环境不断变化之间的矛盾

D.生物只有适应环境才能生存和繁衍,这是适应的普遍性

B 解析:适应的含义包括两方面,一是指生物的形态结构适合于完成一定的功能,二是指生物的形态结构及其功能适合于该生物在一定的环境中生存和繁殖,A、D 正确;在自然选择的作用下,具有有利变异的个体容易生存下来,但也会受到其他因素的

影响,并不都能成功生存和繁殖后代,B 错误;适应具有普遍性和相对性,相对性的根本原因是遗传的稳定性与环境不断变化之间的矛盾,C 正确。

3.达尔文自然选择学说受到当时科学发展水平的限制,对生物进化的解释具有一定的局限性。下列对该学说的评价错误的是 ()

A.不能很好地解释物种大爆发

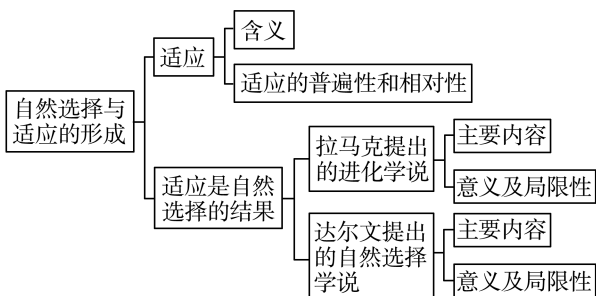
B.对生物进化的解释局限在性状水平

C.能对遗传变异的本质做出很明确的解释

D.不能科学解释自然选择如何对可遗传变异起作用

C 解析:自然选择学说强调生物进化是渐变的结果,不能很好地解释物种大爆发等现象,A 正确;自然选择学说认为生物个体是生物进化的基本单位,对生物进化的解释局限在生物个体水平,B 正确;自然选择学说对遗传和变异的本质不能做出科学的解释,C 错误;自然选择学说能科学解释生物进化的原因,但不能科学解释自然选择如何对可遗传变异起作用,D 正确。

提质归纳



课后素养评价 (十九)

自然选择与适应的形成

建议用时: 40分钟

A组 学习·理解

知识点 1 用拉马克的观点解释生物进化

1.下列不属于拉马克进化观点的是 ()

A.洞穴里的鱼因长期生活在黑暗条件下,眼睛失去原有的作用而退化了

B.南美大食蚁兽的舌头之所以又细又长,是长期舔食蚂蚁的结果

C.长颈鹿的脖子之所以很长,是其长期取食高处树叶的结果

D.猎豹的速度很快,是猎豹与瞪羚等动物长期相互选择的结果

D 解析:拉马克进化学说认为用进废退和获得性遗传是生物不断进化的主要原因。据此可推知,洞穴里的鱼因长期生活在黑暗条件下导致眼睛失去原有的作用而退化,南美大食蚁兽的舌头因长期舔食蚂蚁而导致其又细又长,长颈鹿因长期取食高处树叶而导致其脖子很长,都属于拉马克的进化观点,A、B、C 均不符合题意;猎豹的速度之所以很快,是与瞪羚等动物长期相互选择的结果,这属于现代生物进化理论的基本观点,D 符合题意。

知识点 2 用达尔文的自然选择学说解释生物进化

2.在一块马铃薯甲虫成灾的地里,全面喷洒一种新的

农药后,约98%的甲虫死亡,约2%的甲虫生存下来。有甲虫生存下来的原因是 ()

- A.有基因突变产生抗药性的个体存在
B.以前曾喷过某种农药,对农药有抵抗力
C.约有2%的甲虫未吃到沾有农药的叶子
D.生存下来的甲虫是身强体壮的年轻个体

A 解析:有基因突变产生抗药性的个体存在,在新农药的选择下可以生存下来,A符合题意;现在使用的是新农药,约2%的甲虫生存下来,与以前曾喷过某种农药无关,B不符合题意;本地地全面喷洒了新农药,甲虫都会吃到沾有农药的叶子,C不符合题意;生存下来的甲虫是具有抗新农药变异的个体,D不符合题意。

3.按照达尔文进化论学说,下列叙述正确的是 ()

- A.食蚁兽的长舌是长期舔食树缝中的蚂蚁反复伸长所致
B.自然选择所保留的变异,都是生物与生物进行斗争的结果
C.鹿和狼在长期的生存斗争中相互进行选择,结果发展了自己的特征
D.春小麦连年冬种可以变成冬小麦,这是定向变异的结果

C 解析:拉马克认为,食蚁兽的长舌是长期舔食树缝中的蚂蚁反复伸长所致,A错误;自然选择所保留的变异,是生物与生物、生物与无机环境进行斗争的结果,B错误;变异都是不定向的,D错误。

4.一年生植物的植株通常在秋季死亡,它们的种子却能够过冬,就像许多昆虫的卵能够过冬一样,这都是对寒冷气候的适应。这种现象用达尔文的观点来解释,属于 ()

- A.遗传变异的结果
B.生存斗争的结果
C.自然选择的结果
D.过度繁殖的结果

C 解析:达尔文的自然选择学说认为生物必须适应环境才能生存,否则就会被自然界淘汰。一年生植物用种子越冬,昆虫依靠卵越冬,使物种延续,这分别是一年生植物和昆虫对冬天寒冷环境的适应方式,都是自然选择的结果。

B组 应用·实践

5.生活在南美安第斯山脉的剑喙蜂鸟有超长的鸟喙,该种鸟喙专门从西番莲11.4 cm长的花冠中吸食花蜜,而西番莲则将剑喙蜂鸟作为专用传粉使者。这种适应性的形成原因是 ()

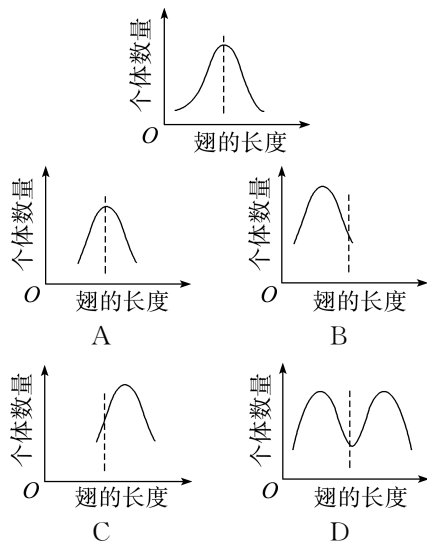
- A.自然选择
B.西番莲大量繁殖

C.定向突变

D.蜂鸟频繁使用鸟喙

A 解析:剑喙蜂鸟超长的鸟喙和西番莲11.4 cm长的花冠是长期自然选择的结果,A正确。

6.某海岛上生活着一种昆虫,经调查,该昆虫翅的长度和个体数量的关系如图所示。后来该海岛上经常刮大风,若干年后再进行调查,你认为最能代表此时情况的曲线图是 ()



D 解析:由题图可知,海岛上原本中等翅长的个体最多,而短翅和长翅个体数量少,但环境条件改变以后(岛上经常刮大风),中等翅长的个体抗风能力比较弱,短翅的个体飞不起来,长翅的个体抗风能力强,短翅和长翅的个体生存下来的机会增大,因此若干年后再进行调查,短翅和长翅个体的数量较多,中等翅长的个体较少。

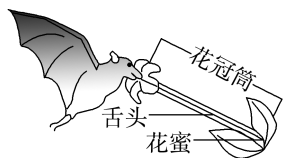
7.下列例子中,能分别体现生物适应的普遍性和相对性的是 ()

- ①叶海马的身体具有叶状扁平突起,在水中展开时与海藻极为相似
②具有保护色的鸟卵会被嗅觉灵敏的动物发现
③生活在雪地的老鼠毛色为白色,不易被其他动物发现,但如果降雪推迟,白色鼠反而易被天敌发现而遭捕食
④莲藕生长在水中,其根状茎、叶柄和花柄内部有发达并相通的气腔
⑤秋冬季节,桦树的树叶变黄,纷纷从树上飘落下来
⑥老鼠听觉灵敏、奔跑如飞,有时能躲过猫的袭击,迅速钻进洞内,但蛇却可以依靠其头部的“热定位器”,准确地找到鼠洞,登门食之
- A.①②③、④⑤⑥ B.②④⑥、①③⑤
C.①④⑤、②③⑥ D.③④⑤、①②⑥

C 解析:①叶海马的身体具有叶状扁平突起,在水中展开时与海藻极为相似,体现生物适应的普遍

性;②具有保护色的鸟卵会被嗅觉灵敏的动物发现,体现生物适应的相对性;③生活在雪地的老鼠毛色为白色,不易被其他动物发现,但如果降雪推迟,白色鼠反而易被天敌发现而遭捕食,体现生物适应的相对性;④莲藕生长在水中,其根状茎、叶柄和花柄内部有发达并相通的气腔,体现生物适应的普遍性;⑤秋冬季节,桦树的树叶变黄,纷纷从树上飘落下来,体现生物适应的普遍性;⑥老鼠听觉灵敏、奔跑如飞,有时能躲过猫的袭击,迅速钻进洞内,但蛇却可以依靠其头部的“热定位器”,准确地找到鼠洞,登门食之,体现生物适应的相对性。C正确。

8. 安第斯山区有数十种蝙蝠以花蜜为食。其中,长舌蝠的舌长为体长的 1.5 倍,只有这种蝙蝠能从长筒花狭长的花冠筒底部取食花蜜,且为该植物的唯一传粉者。由此不可推断出 ()



长舌蝠从长筒花中取食花蜜

- A. 长舌有助于长舌蝠避开与其他蝙蝠的竞争
 B. 长筒花可以在没有长舌蝠的地方繁衍后代
 C. 长筒花狭长的花冠筒是自然选择的结果
 D. 长舌蝠和长筒花相互适应

B 解析:长舌蝠与其他蝙蝠都以花蜜为食,它们之间相互竞争,长舌蝠的长舌能从长筒花狭长的花冠筒底部取食花蜜,从而可以避开与其他蝙蝠的竞争;长舌蝠是该植物的唯一传粉者,在没有长舌蝠的地方,长筒花由于不能传粉,因此无法繁衍后代;长筒花狭长的花冠筒是自然选择的结果,长舌蝠和长筒花相互适应。B符合题意。

9. 用达尔文的自然选择学说分析斑马的进化过程:

(1) 斑马群中存在着不同体色的个体,说明生物具有变异的特性,这种特性是不定向的, _____ 是生物进化的内在因素。

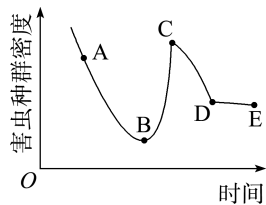
(2) 随着环境的不断改变,体色为黑白相间、跑得快的斑马因与环境适应、不易被天敌发现而得以生存和繁衍。这样,环境对斑马起了选择作用,而这种作用是定向的,它决定着生物进化的 _____。

(3) 上述过程表明,自然选择的动力是 _____,自然选择的结果是 _____。

解析:(1) 生物进化的内在因素是遗传和变异。(2) 自然选择是定向的,它决定了生物进化的方向。(3) 生存斗争是自然选择的动力(或者手段),适者生存是自然选择的结果。

答案:(1) 遗传和变异 (2) 方向 (3) 生存斗争 适者生存

10. 某时期,珠三角地区的大块农田发生稻化螟虫害,起初两年,承包土地的农民在稻田里喷洒 DDT 农药,但几年后又不得不以放养青蛙来代替喷洒农药。下图为该时期稻化螟种群密度变化示意图,分析回答下列问题:



(1) 从 A 点到 B 点,在施用杀虫剂的初期,害虫种群密度虽急剧下降,但仍有少数个体存活,原因是 _____。

(2) 从 B 点到 C 点曲线回升的原因是 _____。

在这个过程中,农药对害虫起 _____ 作用,这种作用是 _____ (填“定向”或“不定向”)的,是通过农药与害虫之间的 _____ 实现的。

(3) 一般认为,C 点到 E 点为生物防治期,根据曲线对比两种治虫方法,可以看出农药防治害虫的缺点是 _____。

(4) 如果 A 点到 D 点为农药防治期,则说明在 C 点时,农民在使用农药时可能采取了某种措施,这种措施最可能是 _____。

解析:(1) 变异是不定向的,从 A 点到 B 点,在施用杀虫剂的初期,由于某些害虫具有抗药性变异,故害虫种群密度虽急剧下降,但仍有少数个体存活。(2) 由于这种抗药性变异是可以遗传的,害虫种群中的抗药性个体繁殖出大量后代,使种群数量增多,因此从 B 点到 C 点曲线回升。在这个过程中,农药对害虫起选择作用,自然选择是定向的,是通过农药与害虫之间的生存斗争实现的。(3) 根据曲线对比两种治虫方法,可以看出农药防治害虫的缺点是会使害虫种群产生抗药性(保留耐药性个体),不能有效地控制害虫数量(抗药性不是由于使用农药产生的)。(4) 如果 A 点到 D 点为农药防治期,则说明在 C 点时,农民在使用农药时最可能采取的措施是改用了其他种类的农药,大量害虫由于不具有该种农药的抗药性而被淘汰。

答案:(1) 变异是不定向的,某些害虫具有抗药性变异 (2) 这种抗药性变异是可以遗传的,使害虫种群的抗药性增强,种群数量增多 选择 定向 生存斗争 (3) 会使害虫种群产生抗药性(保留耐药性个体),最终不能有效地控制害虫数量 (4) 改用了其他种类的农药

第3节 种群基因组成的变化与物种的形成

学习任务目标

- 1.通过学习基因频率与基因型频率、种群等概念的内涵,认同种群是生物繁殖和进化的基本单位,阐述隔离在物种形成中的作用,认同隔离是物种形成的必要条件。
- 2.运用数学方法计算种群的基因频率和基因型频率,建构遗传平衡定律的数学模型。
- 3.通过探究活动和实例分析,阐明自然选择导致种群基因频率的定向改变。

问题式预习

一、种群、种群基因库和基因频率

1. 种群

(1)概念:生活在一定区域的同种生物全部个体的集合。

(2)特点:种群是生物进化的基本单位,种群中的雌雄个体可以通过繁殖将各自的基因遗传给后代。种群也是生物繁殖的单位。

2.种群基因库:一个种群中全部个体所含有的全部基因。

3. 基因频率和基因型频率

(1)基因频率:某个基因占全部等位基因数的比值。

(2)基因型频率= $\frac{\text{该基因型个体数}}{\text{该种群个体总数}} \times 100\%$ 。

二、种群基因频率的变化

1.可遗传变异的来源

突变	基因突变
	染色体变异
基因重组	

2.生物突变的有利和有害不是绝对的,往往取决于生物的生存环境。

3.生物的变异是不定向的,只是产生了生物进化的原材料,不能决定生物进化的方向。

三、自然选择对种群基因频率变化的影响

1.原因:不断淘汰发生不利变异的个体,选择保留发生有利变异的个体。

2. 选择的对象

(1)直接作用对象:个体的表型。

(2)实质:决定表型的基因。

3.过程:变异是不定向的 $\xrightarrow{\text{经自然选择}}$ 不利变异被淘汰,有利变异逐渐积累 \rightarrow 种群的基因频率发生定向改变 $\xrightarrow{\text{导致}}$ 生物朝一定方向缓慢进化。

4. 选择的结果

(1)生物性状上:朝着有利变异的方向不断进化。

(2)基因上:种群基因频率会发生定向改变。

5.进化的实质:种群基因频率的改变。

四、探究抗生素对细菌的选择作用

1.实验原理:一般情况下,一定浓度的抗生素会杀死细菌,但变异的细菌可能产生耐药性。在实验室连续培养细菌时,如果向培养基中添加抗生素,耐药菌有可能存活下来。

2. 实验步骤

步骤 1	分组、编号、做标记	用记号笔在培养皿的 <u>底部</u> 画 2 条相互垂直的直线,将培养皿分为 4 个区域,分别标记为①~④
步骤 2	接种	取少量细菌的培养液,用 <u>无菌</u> 的涂布器(或无菌棉签)均匀地涂抹在 <u>培养基</u> 平板上
步骤 3	自变量控制	用无菌的镊子先夹取 1 张 <u>不含</u> 抗生素的纸片放在①号区域的中央,再分别夹取 1 张 <u>含</u> 抗生素纸片放在②~④号区域的中央,盖上皿盖
步骤 4	培养	将培养皿倒置于 37 ℃ 的恒温箱中培养 12~16 h
步骤 5	因变量观测	观察培养基上纸片附近是否出现 <u>抑菌圈</u> 。如果有,测量和记录每个实验组中 <u>抑菌圈</u> 的直径,并取平均值
步骤 6	重复实验	从 <u>抑菌圈</u> 边缘的菌落上挑取细菌,接种到已灭菌的 <u>液体培养基</u> 中培养,然后重复步骤 2~5。如此重复几代,记录每一代培养物 <u>抑菌圈</u> 的直径

五、隔离在物种形成中的作用

1.物种:能够在自然状态下相互交配并且产生可育后代的一群生物。

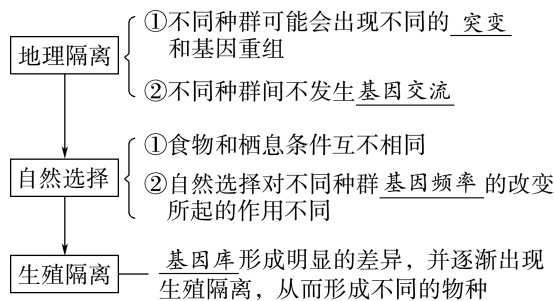
2. 隔离

(1) 隔离的类型

类型	生殖隔离	地理隔离
原因	不同物种之间一般是不能相互交配的,即使交配成功,也不能产生可育的后代	同种生物由于地理障碍而分成不同的种群,使得种群间不能发生基因交流
实质	不同群体间的个体,在自然条件下基因不能自由交流的现象	

(2) 隔离在物种形成中的作用: 隔离是物种形成的必要条件, 生殖隔离的形成标志着新物种的形成。

3. 通过地理隔离形成新物种的过程



◇思考

[教材 P117“思考·讨论”]同一物种的两个种群长期存在地理隔离, 两个种群就一定存在生殖隔离吗? 举例说明。

提示: 不一定。比如东北虎和华南虎, 存在地理隔离, 但不存在生殖隔离。

○ 任务型课堂 ○

任务一 > 种群基因组成的变化

🔍 探究活动

(1) 所有的变异都能导致种群基因频率的改变吗? 为什么?

提示: 不是。只有可遗传的变异才能影响种群基因的组成, 才能改变基因频率。

(2) 突变具有低频性, 其还能为生物进化提供原材料吗? 请说明理由。

提示: 能。虽然突变的频率低, 但一个种群往往由许多个体组成, 而每一个个体的每一个细胞内都有成千上万个基因, 所以在种群中每一代都会产生大量突变。

(3) 生物进化的实质是什么? 如何判断一个种群是否发生了进化?

提示: 生物进化的实质是种群基因频率的改变。判断种群发生进化的依据是种群基因频率是否发生改变。

【探究总结】

基因频率、基因型频率与基因库的比较

比较项目	含义	进化的关系
基因频率	某基因频率 = 该基因的数目 / 该基因与其等位基因的总数 × 100%	基因频率发生改变, 种群发生生物进化
基因型频率	某基因型频率 = 该基因型个体数 / 该种群个体总数 × 100%	基因型频率发生改变, 生物不一定发生进化
基因库	一个种群中全部个体所含有的全部基因	可导致生物进化, 它的变化是形成新物种的前提

🔗 评价活动

1. 现代的生物都是由共同祖先进化而来的, 物种的进化体现在种群基因频率的改变。下列能引起基因频率改变的因素是 ()

- A. 自然选择 B. 基因重组
C. 随机交配 D. 大的种群

A 解析: 在自然界中, 有许多因素能够打破遗传平衡, 使种群基因频率发生变动, 如突变、基因迁移、遗传漂变、非随机交配、自然选择, A 符合题意。

2. 在一次大风暴后, 有人搜集了 100 只受伤的麻雀, 并把它们饲养起来, 结果活下来 64 只。在死去的个体中, 大部分是个体比较大、变异类型特殊的。下列有关叙述正确的是 ()

- A. 突变和基因重组是定向的
B. 自然选择会改变种群的基因频率
C. 特殊的变异类型都是不利的
D. 不产生变异的生物才能生存

B 解析: 突变和基因重组是不定向的, A 错误; 自然选择通过定向改变种群的基因频率决定生物进化的方向, B 正确; 变异是不定向的, 可能是有利的, 也可能是有害的, 利与害取决于环境, C 错误; 变异是普遍存在的, 产生有利变异的个体存活下来, 产生不利变异的个体会在自然选择中被淘汰, D 错误。

3. 下列关于基因频率与生物进化关系的叙述, 正确的是 ()

- A. 种群基因频率的改变不一定引起生物的进化
B. 生物进化的实质是种群基因频率的改变
C. 只有在新物种形成时, 才发生基因频率的改变
D. 生物性状的改变一定引起生物的进化

B 解析:生物进化的实质是种群基因频率的改变,所以基因频率发生改变一定会引起生物的进化,A错误,B正确;只要生物发生了进化,就会发生基因频率的改变,但不一定形成新物种,C错误;生物性状受基因和外界环境的共同作用,性状改变,基因不一定改变,故基因频率不一定改变,生物也不一定进化,D错误。

任务二 基因频率和基因型频率的计算

【探究总结】

种群基因频率和基因型频率的计算

(1)根据各基因型个体数计算基因频率

计算公式:某基因的频率=(该基因纯合子个体数 \times 2+杂合子个体数)/(总个体数 \times 2) \times 100%。

提醒:计算只存在于X染色体上基因的频率时,由于Y染色体上不含与X染色体上相对应的等位基因,因此计算X染色体上的基因总数,男性只有一个对应的基因。如 X^b 的基因频率的计算公式为 X^b 的基因频率= X^b 的基因数/(2 \times 女性个体数+男性个体数) \times 100%。

(2)已知基因型频率求基因频率

计算公式:某基因的频率=该基因的纯合子的基因型频率+杂合子基因型频率 \times 1/2。

①基因A的频率=AA的基因型频率+1/2Aa的基因型频率;

②基因a的频率=aa的基因型频率+1/2Aa的基因型频率=1-基因A的频率。

提醒:计算只存在于X染色体上基因的频率时,可以将百分号去掉,按种群中各基因型个体数计算基因频率的方法计算。

(3)已知基因频率计算基因型频率

①前提条件是符合遗传平衡,即满足以下五个条件:种群足够大;种群个体间的交配是随机的;没有突变发生;没有较多个体的迁入、迁出;没有自然选择。

②计算公式:当等位基因(A、a)只有两个且位于常染色体上时,设p表示A的基因频率,q表示a的基因频率。

基因型AA的频率= p^2 ;

基因型Aa的频率= $2pq$;

基因型aa的频率= q^2 。

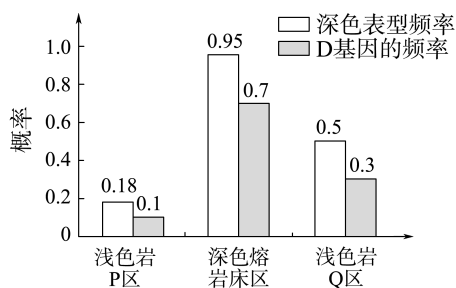
88 评价活动

1.经过调查得知,在某一种群中,具有某种隐性性状(等位基因用A、a表示)的个体占9%,那么该性状的AA、Aa基因型个体出现的频率分别为 ()

- A.0.9、0.82 B.0.36、0.55
C.0.49、0.42 D.0.18、0.73

C 解析:已知隐性性状个体占比即aa的基因型频率为9%,那么a基因的频率为0.3,则A基因的频率为 $1-0.3=0.7$ 。在理想的状态下,运用遗传平衡公式进行计算:AA的基因型频率为 $0.7\times 0.7=0.49$,Aa的基因型频率为 $2\times 0.7\times 0.3=0.42$ 。

2.囊鼠的体毛深色(D)对浅色(d)为显性,若毛色与环境差异大则易被天敌捕食。调查不同区域囊鼠深色表型频率,检测并计算基因频率,结果如图。下列叙述不正确的是 ()



- A.深色囊鼠与浅色囊鼠在不同区域的分布情况受自然选择影响
B.与浅色岩P区相比,深色熔岩床区囊鼠的杂合子频率低
C.浅色岩Q区的深色囊鼠的基因型为DD、Dd
D.与浅色岩Q区相比,浅色岩P区囊鼠的隐性纯合子频率较高

B 解析:分析题图可知,深色囊鼠在深色熔岩床区表型频率高,而在浅色岩P区和浅色岩Q区频率较低,因此,深色囊鼠与浅色囊鼠在不同区域的分布情况受自然选择影响,A正确。计算杂合子基因型频率时,只能用等式 $d=dd+Dd/2$,由题可知浅色岩P区, $D=0.1$, $d=1-0.1=0.9$, $dd=1-0.18=0.82$,故 $Dd=0.16$;深色熔岩床区同理, $D=0.7$, $d=1-0.7=0.3$, $dd=0.05$,故 $Dd=0.5$,B错误。囊鼠的体毛深色(D)对浅色(d)为显性,因此,浅色岩Q区的深色囊鼠的基因型为DD、Dd,C正确。浅色岩Q区囊鼠的隐性纯合子(dd)频率为 $1-0.5=0.5$,而浅色岩P区囊鼠的隐性纯合子(dd)频率为 $1-0.18=0.82$,因此,与浅色岩Q区相比,浅色岩P区囊鼠的隐性纯合子频率较高,D正确。

3.果蝇的长翅(V)和残翅(v)由一对常染色体上的等位基因控制。假定某果蝇种群有20 000只果蝇,其中残翅果蝇个体数量长期维持在4%,若再向该种群中引入20 000只纯合长翅果蝇,在不考虑其他因素影响的前提下,关于纯合长翅果蝇引入后种群情况的叙述,错误的是 ()

- A.v基因频率降低了50%
B.V基因频率增加了50%

C.杂合果蝇比例降低了50%

D.残翅果蝇比例降低了50%

B 解析:因该果蝇种群vv的基因型频率为4%,由遗传平衡定律公式算出v基因频率=0.2,V基因频率=0.8,进而计算出引入纯合长翅果蝇前,基因型为vv的果蝇有 $0.04 \times 20\,000 = 800$ 只,基因型为Vv的果蝇有 $2 \times 0.2 \times 0.8 \times 20\,000 = 6\,400$ 只,基因型为VV的果蝇有 $0.8 \times 0.8 \times 20\,000 = 12\,800$ 只。再引入20 000只纯合长翅果蝇后,v基因频率= $(800 \times 2 + 6\,400) / (40\,000 \times 2) = 0.1, V = 1 - 0.1 = 0.9, A$ 正确,B错误;因为基因型为Vv、vv的果蝇数目不变,而该种群的总数增加一倍,所以Vv、vv的基因型频率降低了50%,C、D正确。

任务三 > 隔离与物种的形成

探究活动

某小岛上生活着两种棕榈科植物。研究认为:200万年前,它们的共同祖先迁移到该岛,一部分生活在pH较高的石灰岩上,开花较早;另一部分生活在pH较低的火山灰上,开花较晚。由于花期不同,不能相互传粉,经过长期演变,最终形成两个不同的物种。请回答下列问题:

(1)如何判断两种生物是否为同一物种?

提示:若两种生物可以自然交配,并且产生可育后代,则属于同一物种。若两种生物不能进行自然交配,或者交配繁殖出不可育后代(如马与驴交配所生的骡不可育),则为不同物种。

(2)物种的形成是否必须经过隔离?是否必须经过地理隔离?

提示:物种的形成必须经过隔离,但可以不经地理隔离。

【探究总结】

物种形成与生物进化的关系

项目	物种形成	生物进化
标志	生殖隔离出现	基因频率改变
变化后生物与原生物的关系	属于不同物种	可能属于同一个物种
二者的关系	生物进化的实质是种群基因频率的改变,这种改变可大可小,不一定会突破物种的界限,即生物进化不一定导致新物种的形成	

88 评价活动

1.隔离在新物种形成过程中发挥重要作用,对此叙述正确的是 ()

A.新物种在形成的过程中一定会经历生殖隔离

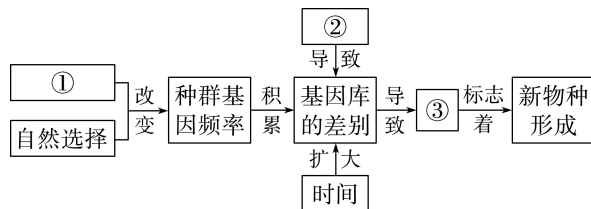
B.同一物种的不同种群在出现地理隔离后一定能形成新物种

C.地理隔离的存在一定会使生物朝着不同方向进化

D.狮子与老虎交配后能产生后代,故属于同一物种

A 解析:生殖隔离是新物种形成的标志,所以新物种在形成的过程中一定会经历生殖隔离,A正确;同一物种的不同种群在出现地理隔离后不一定能形成新物种,如东北虎和华南虎,B错误;自然选择决定生物进化的方向,地理隔离的存在不一定会使生物朝着不同方向进化,C错误;能够在自然状态下相互交配并且产生可育后代的一群生物为一个物种,狮子与老虎交配后能产生后代,但后代不可育,故不属于同一物种,D错误。

2.下图表示渐变式新物种形成的基本环节,对图示的相关分析正确的是 ()



A.图中①表示基因突变和基因重组,为进化提供了原材料

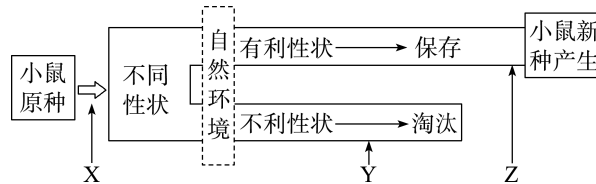
B.图中②表示地理隔离,地理隔离使种群间基因交流受阻

C.图中③表示生殖隔离,指两种生物不能交配且不能产生可育后代

D.种群基因型频率的改变一定会导致新物种形成

B 解析:题图中①表示基因突变、基因重组和染色体变异,为生物进化提供原材料,A错误;地理隔离使种群间不能发生基因交流,当地理隔离导致种群基因库的差别较大时,就可能产生生殖隔离,进而形成新的物种,B正确;生殖隔离是指不同物种之间一般是不能相互交配的,即使交配成功,也不能产生可育的后代,C错误;种群基因频率的改变是生物进化的实质,但不一定会导致新物种形成,D错误。

3.下图表示某种小鼠的进化过程,X、Y、Z表示物种形成的基本环节。下列有关说法正确的是 ()



A.小鼠原种与小鼠新种可组成一个种群

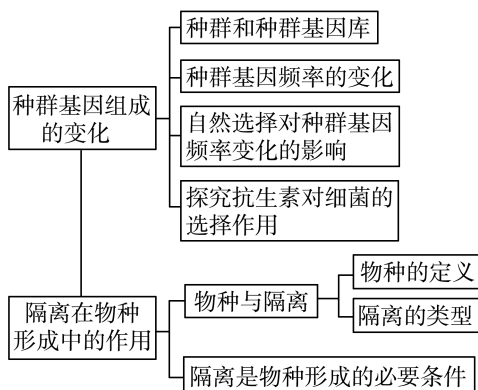
B.Y使该种群基因频率发生定向改变

C.X 表示基因突变和染色体变异,为进化提供原材料

D.Z 表示地理隔离,能阻断种群间基因的交流,导致新物种产生

B 解析:种群是指生活在一定的区域内同种生物全部个体的集合,小鼠原种与小鼠新种是两个物种,不能组成一个种群,A 错误;Y 为自然选择,在生物的进化过程中,自然选择使种群的基因频率发生定向改变,决定生物进化的方向,B 正确;X 除了表示基因突变和染色体变异,还表示基因重组,C 错误;Z 表示生殖隔离,在自然条件下种群间基因不能再自由交流,是新物种产生的标志,D 错误。

提质归纳



课后素养评价 (二十)

种群基因组成的变化与物种的形成

建议用时: 45分钟

A组 学习·理解

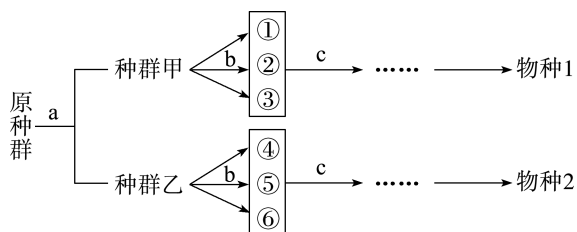
知识点 1 生物进化与物种形成

1. 下列关于种群的叙述,错误的是 ()

- A. 种群是生物进化和繁殖的基本单位
- B. 一个池塘中的全部鱼是一个种群
- C. 一个种群中的全部基因构成该种群的基因库
- D. 种群内的个体会死亡,但基因库可在代代相传的过程中得到保持和发展

B 解析:种群既是生物进化的基本单位,也是生物繁殖的基本单位,A 正确;种群是生活在一定区域的同种生物全部个体的集合,而一个池塘中的全部鱼通常是由多种不同的鱼组成的,不能构成一个种群,B 错误;基因库是指一个种群中全部个体所含有的全部基因,C 正确;种群内的个体会死亡,但基因库可在种群代代相传的过程中得到保持和发展,D 正确。

2. 许多年前,某大峡谷中的松鼠被一条河流分隔成甲、乙两个种群,两个种群所发生的变化如图所示,①~⑥表示不同的变异结果。下列叙述错误的是 ()



- A. a 过程表示地理隔离,经过长期的地理隔离可能出现生殖隔离
- B. b 过程表示基因重组和染色体变异,为生物进化提供原材料

C. c 过程可以定向改变种群的基因频率,导致生物定向进化

D. 在自然状态下,物种 1 和物种 2 相互交配可能产生不育后代

B 解析:根据物种的形成过程可以判断 a、b、c 分别为地理隔离、突变和基因重组、自然选择,为生物进化提供原材料的是突变和基因重组,突变包括基因突变与染色体变异,A 正确,B 错误;自然选择定向改变种群的基因频率,决定生物进化的方向,C 正确;不同物种间存在生殖隔离,D 正确。

3. 下列关于物种和种群的叙述,错误的是 ()

- A. 一个物种可以形成多个种群,一个种群中只能含有一个物种
- B. 若物种乙是由物种甲进化来的,则物种乙和物种甲之间一定发生了生殖隔离
- C. 突变、基因重组和自然选择均能定向改变种群的基因频率
- D. 若种群 1 与种群 2 的基因频率都发生了改变,则这两个种群都在进化

C 解析:突变和基因重组为生物的进化提供原材料,不能决定进化方向;自然选择能决定进化方向(定向改变种群基因频率),C 错误。

知识点 2 基因频率的改变与生物进化

4. 从某种生物种群中随机抽出一定数量的个体,其中基因型为 AA 的个体占 24%,基因型为 Aa 的个体占 72%,基因型为 aa 的个体占 4%。那么基因 A 和 a 的频率分别是 ()

- A. 24%、72%
- B. 36%、63%
- C. 57%、43%
- D. 60%、40%

D 解析:分析题意可知,AA 基因型频率为 24%、

Aa 基因型频率为 72%、aa 基因型频率为 4%，根据基因型频率计算基因频率，则 A 基因频率 = AA 基因型频率 + (1/2) × Aa 基因型频率 = 24% + (1/2) × 72% = 60%，则 a 基因频率 = 1 - 60% = 40%，D 正确。

5. 在 19 世纪中叶以前，英国曼彻斯特地区的桦尺蛾几乎都是浅色型(s)的，随着工业的发展，工厂排出的煤烟逐渐将树皮熏成黑褐色，到了 20 世纪中叶，黑色型(S)的桦尺蛾成了常见类型。下列与此相关的叙述正确的是 ()

- A. 自然选择的方向发生了改变，所以自然选择是不定向的
- B. 桦尺蛾种群进化过程中接受选择的是各种基因型的个体
- C. 该地区桦尺蛾种群进化过程中 Ss 的基因型频率不会改变
- D. 长时间的环境污染导致 s 基因突变成 S 基因的频率增加

B 解析：自然选择是定向的，A 错误；自然选择直接作用于表型，选择的是各种基因型的个体，B 正确；Ss 基因型的个体对应的表型为黑色，适应环境，通过选择，其基因型频率增加，C 错误；通过自然选择，S 基因的频率增加，D 错误。

6. 不同基因型的褐鼠对灭鼠灵药物的抗性以及对维生素 K 的依赖性(即需要从外界环境中获取维生素 K 才能维持正常的生命活动)的表型如表。若对维生素 K 含量不足环境中的褐鼠种群长期连续使用灭鼠灵进行处理，则褐鼠种群 ()

基因型	rr	Rr	RR
对灭鼠灵的抗性	敏感	抗性	抗性
对维生素 K 的依赖性	无	中度	高度

- A. 基因 r 的频率最终下降至 0
- B. 抗性个体的基因型及比例为 RR : Rr = 1 : 1
- C. RR 基因型个体数量增加，rr 基因型个体数量减少
- D. 绝大多数抗性个体的基因型为 Rr

D 解析：由于环境中维生素 K 含量不足，所以对维生素 K 高度依赖的 RR 基因型个体数量减少；长期使用灭鼠灵，会导致 rr 基因型个体数量大量减少；抗性个体中，Rr 基因型个体的数量最多，基因 r 的频率不会下降为 0。A、B、C 错误，D 正确。

B 组 应用 · 实践

7. 稻蝗属的三个近缘物种①日本稻蝗、②中华稻蝗台湾亚种和③小翅稻蝗中，①与②、①与③的分布区

域有重叠，②与③的分布区域不重叠。为探究它们之间的生殖隔离机制，进行了种间交配实验，结果如表所示。下列叙述错误的是 ()

交配 (♀ × ♂)	① × ②	② × ①	① × ③	③ × ①	② × ③	③ × ②
交配率/%	0	8	16	2	46	18
精子传送率/%	0	0	0	0	100	100

注：精子传送率是指受精囊中有精子的雌虫占确认交配雌虫的百分比。

- A. 实验结果表明近缘物种之间也可进行交配
- B. 生殖隔离与物种的分布区域是否重叠无关
- C. 隔离是物种形成的必要条件
- D. ②和③之间可进行基因交流

D 解析：由表格中的交配率的结果可知，近缘物种之间也可进行交配，A 正确。已知①与②、①与③的分布区域有重叠，②与③的分布区域不重叠，但从交配率和精子传送率结果来看，生殖隔离与物种的分布区域是否重叠无关，B 正确。隔离包括地理隔离和生殖隔离，隔离是物种形成的必要条件，C 正确。②和③之间的分布区域不重叠，故存在地理隔离，两者属于两个近缘物种，表中② × ③交配精子传送率 100%，由于存在生殖隔离，即使交配成功，也不能通过产生可育后代进行基因交流，D 错误。

8. 物种甲和物种乙为二倍体植物。甲生活在阳光充足的悬崖顶，乙生活在悬崖底的林荫里。在某些山地坡度和缓的地方，甲和乙分别沿着斜坡向下和向上扩展，在斜坡上相遇并杂交产生丙。若丙不能产生子代，则下列叙述错误的是 ()

- A. 甲和乙仍然存在生殖隔离
- B. 甲种群基因频率的改变说明甲发生了进化
- C. 甲、乙向斜坡的扩展可能与环境变化有关
- D. 甲、乙、丙含有的基因共同构成一个种群的基因库

D 解析：生殖隔离是指不同物种之间一般是不能相互交配的，即使交配成功，也不能产生可育的后代，结合题意，甲和乙杂交产生丙，但丙不能产生子代，符合生殖隔离定义，A 正确；进化的实质是种群基因频率的改变，B 正确；甲、乙向斜坡的扩展可能与环境变化有关，比如阳光照射范围的变化，C 正确；基因库是指一个种群中全部个体所含有的全部基因，由题意可知，甲、乙属于不同物种，不属于同一个种群，故不能构成一个种群的基因库，D 错误。

9. 下表中 D 和 d 表示某地区某种生物的一对等位基因, 表中数据能说明 ()

年份	1900	1910	1920	1930
基因 D 的频率	0.99	0.81	0.64	0.49
基因 d 的频率	0.01	0.19	0.36	0.51
年份	1940	1950	1960	1970
基因 D 的频率	0.36	0.25	0.16	0.10
基因 d 的频率	0.64	0.75	0.84	0.90

- A. 1970 年杂合子的比例为 18%
 B. 1930 年显性个体和隐性个体数目接近
 C. 1970 年后的较短时间内 D 的频率为 0
 D. 显性纯合子更能适应该地区变化的环境

解析: 根据表中提供的数据, 由遗传平衡定律公式计算, 1970 年杂合子的比例为 $2 \times 0.10 \times 0.90 = 0.18 = 18\%$, A 正确; 1930 年隐性个体的比例为 $0.51 \times 0.51 = 0.2601 = 26.01\%$, 显性个体的比例则为 $1 - 26.01\% = 73.99\%$, B 错误; 从表中基因频率的变化趋势可知, 1970 年后 D 的频率不会在较短的时间内变为 0, C 错误; d 的基因频率上升, 表明隐性性状更能适应该地区变化的环境, D 错误。

10. 家蝇对拟除虫菊酯类杀虫剂产生抗性, 原因是神经细胞膜上某通道蛋白中的一个亮氨酸被替换为苯丙氨酸。下表是对某市不同地区家蝇种群的敏感性和抗性基因型频率调查分析的结果。

家蝇种群来源	甲地区	乙地区	丙地区
敏感性纯合子/%	78	64	84
抗性杂合子/%	20	32	15
抗性纯合子/%	2	4	1

- 下列相关叙述正确的是 ()
 A. 上述通道蛋白中氨基酸的改变是基因碱基对缺失的结果
 B. 甲地区家蝇种群中抗性基因频率为 22%
 C. 比较三地区抗性基因频率可知乙地区抗性基因突变率最高
 D. 丙地区敏感性基因频率高是自然选择的结果

解析: 由题意可知, 家蝇产生抗性的直接原因是神经细胞膜上某通道蛋白中的一个亮氨酸替换为苯丙氨酸, 氨基酸数目没有改变, 因此该通道蛋白中氨基酸的改变是由碱基对替换引起的, A 错误; 分析表中数据可知, 甲地区家蝇种群中抗性基因频率为 $(2 + 20 \div 2) \times 100\% = 12\%$, 乙地区家蝇种群中抗性基因频率为 $(4 + 32 \div 2) \times 100\% =$

20%, 丙地区家蝇种群中抗性基因频率为 $(1 + 15 \div 2) \times 100\% = 8.5\%$, 乙地区抗性基因频率最高, 但不代表突变率最高, B、C 错误; 丙地区抗性基因频率最低, 则敏感性基因频率最高, 这是自然选择的结果, D 正确。

11. 人体肝细胞内乙醛脱氢酶 2 (ALDH2) 是酒精代谢的关键酶。ALDH2 某位点的谷氨酸变成赖氨酸后其活性降低。对某地人群调查后发现 ALDH2 基因正常型 (AA)、突变杂合型 (Aa) 和突变纯合型 (aa) 的频率分别为 58.4%、37.4% 和 4.2%。下列叙述错误的是 ()

- A. ALDH2 活性降低是因为基因发生了碱基对的替换
 B. 该人群中 A 基因频率为 77.1%, a 基因频率为 22.9%
 C. 该地区人群中 a 的基因频率会不断降低
 D. 不同个体对酒精的代谢能力与遗传因素密切相关

解析: ALDH2 某位点的谷氨酸变成赖氨酸后其活性降低, 说明 ALDH2 活性降低的原因是氨基酸的改变, 据此可推测这种改变的本质原因是基因中相应的碱基对发生了替换, A 正确; 该人群中基因正常型 (AA)、突变杂合型 (Aa) 和突变纯合型 (aa) 的频率分别为 58.4%、37.4% 和 4.2%, 则 A 基因频率为 $58.4\% + 1/2 \times 37.4\% = 77.1\%$, a 基因频率为 22.9%, B 正确; 根据题目信息不能判断出该地区人群中 a 的基因频率会不断降低, C 错误; 人体肝细胞内乙醛脱氢酶 2 (ALDH2) 是酒精代谢的关键酶, 该酶由相关基因控制合成, 据此可推测, 不同个体对酒精的代谢能力与遗传因素密切相关, D 正确。

12. 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 7/9

解析: 依题意, A 基因纯合致死, 基因型为 Aa 的个体表现为匍匐性状, 基因型为 aa 的个体表现为野生性状。亲本基因型及比例为 $aa = 20\%$, $Aa = 80\%$, 则 A 基因频率 = 40%、a 基因频率 = 60%,

随机交配的 F_1 中 $AA = 16\%$ 、 $Aa = 48\%$ 、 $aa = 36\%$ ，其中 AA 个体死亡，则存活的 F_1 中葡萄型个体 (Aa) 的比例为 $4/7$ ，野生型个体 (aa) 的比例为 $3/7$ ，A 错误；由上述分析可推知， F_1 中 A 基因频率 = $2/7$ 、 a 基因频率 = $5/7$ ， F_1 雌、雄个体随机交配得到的 F_2 中， $AA = 4/49$ (死亡)、 $Aa = 20/49$ 、 $aa = 25/49$ ，则存活的 F_2 中葡萄型个体 (Aa) 的比例为 $4/9$ ，野生型个体 (aa) 的比例为 $5/9$ ，可计算 F_2 中 A 基因频率 = $2/9$ 、 a 基因频率 = $7/9$ ，与 F_1 相比， F_2 中 A 基因频率较低，B、C 错误，D 正确。

13. 某植物可自交或自由交配，在不考虑生物变异和致死的情况下，下列哪种情况可使基因型为 Aa 的该植物连续交配 3 次后所得 F_3 中 Aa 所占比例为 $2/5$?

- ()
- A. 基因型为 Aa 的该植物连续自交 3 次，且每代子代中不去除 aa 个体
- B. 基因型为 Aa 的该植物连续自交 3 次，且每代子代中均去除 aa 个体
- C. 基因型为 Aa 的该植物连续自由交配 3 次，且每代子代中不去除 aa 个体
- D. 基因型为 Aa 的该植物连续自由交配 3 次，且每代子代中均去除 aa 个体

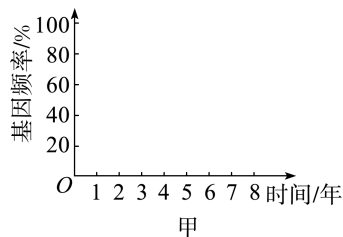
D 解析：基因型为 Aa 的该植物连续自交 3 次，且每代子代中不去除 aa 个体，则 F_3 中 Aa 所占比例为 $(1/2)^3 = 1/8$ ，A 不符合题意。基因型为 Aa 的该植物连续自交 3 次，且每代子代中均去除 aa 个体， F_1 中 Aa 占 $2/3$ ， F_2 中 Aa 占 $2/5$ ，则 F_3 中 Aa 所占比例为 $(2/5 \times 1/2) \div (1 - 2/5 \times 1/4) = 2/9$ ，B 不符合题意。基因型为 Aa 的该植物连续自由交配 3 次，且每代子代中不去除 aa 个体， F_1 中 A 的基因频率 = a 的基因频率 = $1/2$ ，而且每一代的基因频率均不变，则 F_3 中 Aa 的基因型频率 = $2 \times (1/2) \times (1/2) = 1/2$ ，C 不符合题意。基因型为 Aa 的该植物连续自由交配 3 次，且每代子代中均去除 aa 个体，由于存在选择作用，所以每一代的基因频率均会发生改变，需要逐代进行计算。基因型为 Aa 的该植物自由交配一次， F_1 中 $AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1$ ，去除 aa 个体，则 F_1 中有 $1/3AA$ 和 $2/3Aa$ ， F_1 中 A 的基因频率 = $1/3 + (1/2) \times (2/3) = 2/3$ ， a 的基因频率 = $1/3$ 。 F_1 再自由交配， F_2 中 AA 的基因型频率 = $(2/3)^2 = 4/9$ ， Aa 的基因型频率 = $2 \times (2/3) \times (1/3) = 4/9$ ，去除 aa 个体， F_2 中有 $1/2AA$ 和 $1/2Aa$ ， F_2 中 A 的基因频率 = $1/2 + (1/2) \times (1/2) = 3/4$ ， a 的基因频率 = $1/4$ 。 F_2 再自由交配，在 F_3 中 AA 的基因型频率 = $(3/4)^2 = 9/16$ ， Aa 的基因

型频率 = $2 \times (3/4) \times (1/4) = 6/16$ ，去除 aa 个体，则 F_3 中 Aa 所占比例为 $6/16 \div (9/16 + 6/16) = 2/5$ ，故 D 符合题意。

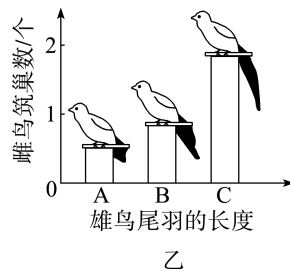
14. 寄生在某种鸟的羽毛中的羽虱大量繁殖会造成羽毛失去光泽和尾羽残缺不全，影响雄鸟的求偶繁殖。回答下列问题：

(1) 若某种群中对羽虱具有抵抗力的个体 AA 和 Aa 分别占 20% 和 40% ，则 a 的基因频率为 _____。

(2) 请预测以后基因频率的变化规律，将该变化在图甲所示的坐标图中以曲线的形式表示出来 (标明基因，绘出大致趋势)。



(3) 研究者认为雄鸟能否吸引雌鸟到它的领地筑巢，与雄鸟尾羽长短有关，为了验证这个观点，选取若干只尾羽长度相似且生长状况一致的雄鸟均分成 A、B、C 三组，做了相关实验，结果如图乙所示。

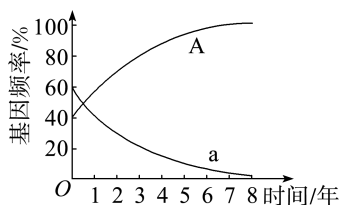


① 本实验的自变量是 _____，本实验应如何操作以实现自变量的控制? _____

② 实验结论: _____。

解析：(1) 该种群中 AA 和 Aa 基因型的个体分别占 20% 和 40% ，则 aa 的基因型频率为 $1 - 20\% - 40\% = 40\%$ ， a 的基因频率为 $40\% + 1/2 \times 40\% = 60\%$ 。(2) 由于 aa 基因型的个体对羽虱没有抵抗力，故 aa 基因型个体将减少， a 的基因频率将降低。绘图时应注意起点和趋势。(3) ① 由图乙可知，雄鸟 A 的尾羽最短，雄鸟 C 的尾羽最长，雄鸟 B 的尾羽长度在 A、C 之间，所以控制自变量的操作是将 A 组鸟的尾羽剪下粘在 C 组鸟的尾羽上，B 组鸟作为对照。② 实验结果是雌鸟筑巢数 $C > B > A$ ，由此得出实验结论，雄鸟的尾羽越长越易吸引雌鸟到它的领地筑巢。

答案:(1)60% (2)如下图所示



(3)①雄鸟尾羽的长度 将 A 组雄鸟的尾羽剪短,把剪下来的尾羽粘在 C 组雄鸟的尾羽上,B 组雄鸟的尾羽不做任何处理 ②尾羽长的雄鸟更能吸引雌鸟到它的领地筑巢

第 4 节 协同进化与生物多样性的形成

学习任务目标

- 1.通过实例分析,阐明协同进化与生物多样性的形成。
- 2.通过归纳和概括,认同自然选择学说在现代生物进化理论中的主流和核心地位。
- 3.通过实例分析,认同保护生物多样性对人类健康生活和社会可持续发展的重要意义。

问题式预习

一、协同进化与生物多样性的形成

1.协同进化

- (1)概念: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。
- (2)原因:生物与生物之间的相互选择和生物与无机环境之间的相互影响。
- (3)协同进化的实例

类型	方式	实例
不同物种之间	种间互助	一种蛾与兰花
	捕食	猎豹和羚羊
	寄生	黏液瘤病毒和兔子
	种间竞争	作物与杂草
生物与无机环境之间	生物影响环境,环境影响生物	地球早期无氧环境→厌氧生物→光合生物出现→空气中有氧气→出现好氧生物

2.生物多样性的形成

- (1)内容:生物多样性主要包括遗传多样性(基因多样性)、物种多样性和生态系统多样性。
- (2)形成原因:生物的协同进化。

◇思考

[教材 P119 正文]根据生态学家斯坦利的“收割理

论”,捕食者的存在有利于增加物种多样性,在这个过程中,捕食者使物种多样性增加的方式是什么?

提示:捕食者往往捕食个体数量多的物种,为其他物种的生存提供机会。

二、现代生物进化理论

1.现代生物进化理论的主要内容

- (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。

2.生物进化理论在发展

- (1)中性突变学说:大量的基因突变是中性的,决定生物进化方向的是中性突变的逐渐积累,而不是自然选择。
- (2)间断平衡学说:根据许多物种是在短时间内迅速形成的现象,有人提出物种形成并不都是渐变的过程,而是物种长期稳定与迅速形成新种交替出现的过程。
- (3)生物进化理论不会停滞不前,而是在不断发展。

任务型课堂

任务一 协同进化与生物多样性的形成

探究活动

在非洲大草原上生活着狮子和角马,狮子的捕食促进了角马种群的优胜劣汰,不断进化,同时控制了

种群数量,使得角马不至于因过度繁殖而造成草原生态系统的破坏。同时,角马的进化也促使狮群的进化,狮子需要不断增强捕食能力才能生存。分析回答下列问题:

(1)狮子和角马的协同进化是通过哪种方式进行的?

提示:通过捕食关系形成的生存斗争。

(2)物种之间的协同进化都是通过上述方式实现的吗?举例说明。

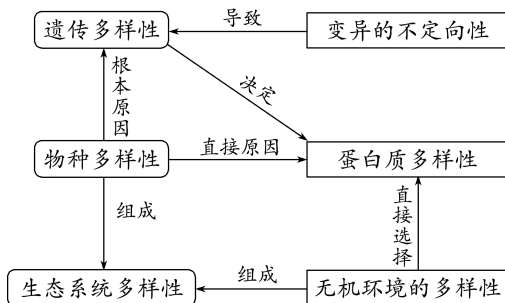
提示:不是。物种之间的协同进化还可以通过种间互助实现,如某种兰花的花距和专门为其传粉的蛾的口器的进化。

(3)生物多样性的三个层次之间有什么关系?

提示:遗传多样性是形成物种多样性和生态系统多样性的基础,反过来,物种多样性和生态系统多样性又影响遗传多样性。

【探究总结】

1.生物多样性各层次间的关系



2.对协同进化的理解

(1)不同物种之间的影响既包括种间互助,也包括种间竞争。任何一个物种都不是单独进化的。

(2)无机环境的选择作用可定向改变种群的基因频率,导致生物朝着一定方向进化;生物的进化反过来又会影响无机环境。

(3)协同进化是千姿百态的物种和多种多样的生态系统形成的原因。

88 评价活动

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,下列不属于协同进化实例的是 ()

- A.猎豹捕食斑马
- B.某种长有细长花距的兰花和生有细长口器专门为其传粉的蛾
- C.草原上狼的灭绝造成鹿的数量剧增
- D.昆虫的保护色越来越逼真,而其天敌的视觉也越来越发达

C 解析:猎豹捕食斑马是二者相互选择的结果,属于协同进化,A不符合题意;某种长有细长花距的兰花和生有细长口器专门为其传粉的蛾是通过长期的协同进化形成的,B不符合题意;草原上狼的灭绝造成鹿的数量剧增不属于协同进化,在这种情况下鹿群由于缺乏捕食者的选择作用,很可能会退

化,C符合题意;昆虫的保护色越来越逼真,以逃避天敌的捕食,而它们的天敌视觉也越来越发达,以增强对昆虫的识别,这是双方在相互选择中协同进化,D不符合题意。

2.关于生物进化方面的证据,下列相关叙述正确的是 ()



图1



图2

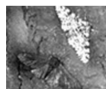


图3



图4

- A.图1中4种地雀喙的差异是由不同环境食物的刺激所致不同变异
- B.图2中昆虫两类翅形的形成是对环境的主动适应
- C.图3是两种体色的桦尺蛾,它们的性状分化证实了物种形成的机制
- D.图4中两种动物之间的关系对两者都是有益的

D 解析:生物变异的产生是体内遗传物质发生改变的结果,并不是环境刺激、生物的主动适应所导致的,故A、B错误;生物性状的分化是变异的结果,并不能证实物种形成的机制,C错误;生物之间的捕食关系,对捕食者和被捕食者都是有益的,二者之间相互选择,协同进化,且捕食者的存在有利于增加物种多样性,D正确。

3.锦葵用雄蕊反卷运动的方式来保障自身繁殖。早上花初开时,雌蕊是合并的,保障访花昆虫带走花粉,促进杂交;傍晚时花柱反卷,让自身的花粉落在自己的柱头上,利于自交传粉。这套独特的繁殖策略保障了锦葵一定能够受精产生种子。下列叙述错误的是 ()

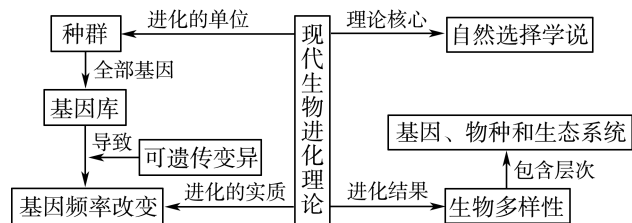
- A.锦葵的繁殖策略是在进化过程中逐渐形成的
- B.锦葵自交不会导致其种群基因型频率发生改变
- C.锦葵促进杂交的方式是其与访花昆虫协同进化的结果
- D.锦葵通过有性生殖实现了基因重组,增加了生物变异的多样性

B 解析:锦葵的繁殖策略是与环境相适应的结果,是在进化过程中逐渐形成的,A正确;锦葵自交不会导致其种群基因型频率发生改变,但会导致基因型频率发生改变,一定条件下会导致纯合子的比例增加,B错误;协同进化是指不同物种之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展,锦葵促进杂交的方式是其与访花昆虫协同进化的结果,C正确;生物通过有性生殖实现了基因重组,增加了生物变异的多样性,加快了生物进化,D正确。

任务二 现代生物进化理论的主要内容

探究活动

下图为现代生物进化理论的主要内容之间的概念图。据图分析回答相关问题：



(1)为什么生物进化的基本单位不是个体而是种群？

提示：种群在繁衍过程中，个体有新老交替，基因却代代相传，因此研究生物进化，仅研究个体是否与环境相适应是不够的，还必须研究种群基因组成的变化。

(2)基因突变频率很低，而且大多数基因突变对生物体是有害的，但为什么它仍可为生物进化提供原材料？

提示：对于生物个体而言，发生自然突变的频率是很低的。但是，一个种群往往是由许多个体组成的，就整个种群来看，在漫长的进化历程中产生的突变还是很多的，其中有不少突变是有益突变，对生物的进化有重要意义。因此，基因突变能够为生物进化提供原材料。

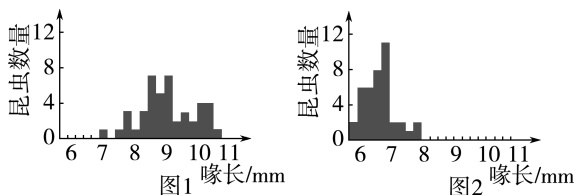
【探究总结】

自然选择学说与现代生物进化理论的区别

比较项目	自然选择学说	现代生物进化理论
进化的单位	个体	种群
进化的手段	生存斗争	自然选择
研究水平	个体	分子(基因)
研究对象	个体性状	种群的基因频率

88 评价活动

1.某昆虫能以甲、乙两种植物的果实为食物，但需要用锋利的喙刺穿果实，当地只有甲种植物时，统计昆虫喙长如图1所示；1930年，有人引进乙种植物，其果实的果皮比较薄，据统计，到1990年以它为食的该昆虫的喙长如图2所示。下列叙述不合理的是



- A.乙种植物与昆虫间发生了协同进化
B.乙种植物与甲种植物存在种间竞争关系

C.引进乙种植物前昆虫体内就存在不同喙长度的基因突变

D.生活在甲种植物与乙种植物上的昆虫间形成了地理隔离

D 解析：乙种植物果实的果皮比较薄，昆虫喙长度变短，便于取食乙种果实，乙种植物与昆虫间发生了协同进化，A不符合题意；乙种植物与甲种植物争夺阳光、空间等，它们之间存在种间竞争关系，B不符合题意；生物的变异在先，环境的选择在后，环境只对已经存在的变异起选择作用，引进乙种植物前昆虫体内就存在不同喙长度的基因突变，C不符合题意；地理隔离是同一种生物由于地理上的障碍而分成不同的种群，使得种群间不能发生基因交流的现象，生活在甲种植物和乙种植物上的昆虫没有地理上的障碍，D符合题意。

2.美凤蝶、红珠凤蝶、蓝凤蝶是凤蝶科三个不同的物种，近年来相继出现在某市。其中，由于气候变暖等环境因素，美凤蝶的种群数量不断下降。下列相关叙述错误的是

A.雄性美凤蝶的飞行能力强而雌性美凤蝶的飞行能力弱，是自然选择的结果

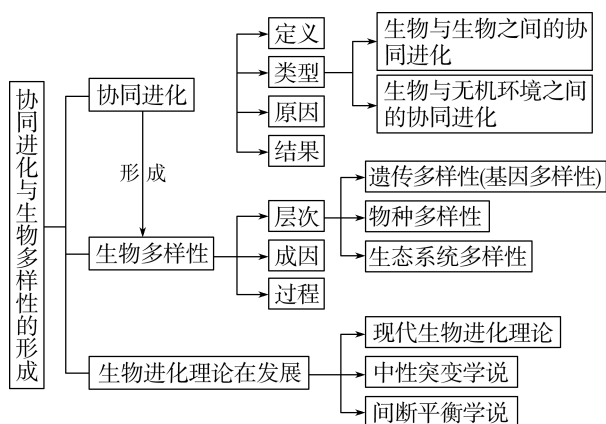
B.各地的美凤蝶之间存在地理隔离，但不存在生殖隔离

C.气候变暖可能会导致美凤蝶基因频率发生改变

D.美凤蝶、红珠凤蝶、蓝凤蝶的出现体现了遗传多样性

D 解析：雄性美凤蝶的飞行能力强而雌性美凤蝶的飞行能力弱，是长期自然选择的结果，A正确；各地的美凤蝶属于不同的种群，它们之间存在地理隔离，但它们仍属于同一物种，不存在生殖隔离，B正确；气候变暖会使美凤蝶的种群数量不断下降，可能会导致美凤蝶基因频率发生改变，C正确；美凤蝶、红珠凤蝶、蓝凤蝶属于不同的物种，它们的出现体现了物种多样性，D错误。

提质归纳



课后素养评价(二十一)

协同进化与生物多样性的形成

建议用时:40分钟

A组 学习·理解

知识点1 协同进化与生物多样性

1.下列有关生物协同进化的说法,正确的是()

- A.隔离在生物协同进化中起决定作用
B.生物的协同进化只发生在生物群落中
C.大型捕食者的存在不利于生物的协同进化
D.草原兔子的抗病力与某种病毒的感染力都会随进化增强

D 解析:隔离是物种形成的必要条件,在生物协同进化中不起决定作用,A错误;协同进化是指不同物种之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展,B错误;大型捕食者所吃掉的大多是被捕食者中年老、病弱或年幼的个体,客观上大型捕食者的存在对被捕食者种群的发展起到促进作用,因此大型捕食者的存在有利于生物的协同进化,C错误;草原兔子的抗病力与某种病毒的感染力都会随进化增强,属于协同进化,D正确。

2.下列关于进化过程中有关生物类型出现顺序的几种描述,可能性最大的是()

- A.自养→异养厌氧→异养需氧
B.异养需氧→异养厌氧→自养
C.自养厌氧→异养需氧→光能合成自养
D.异养厌氧→光能合成自养→异养需氧

D 解析:原始地球环境中无氧气,那时生物代谢类型应为异养厌氧型,地球上出现光能自养型生物后,才有了氧气,从而为异养需氧型生物的出现创造了条件,D正确。

3.下列有关生物多样性的叙述,错误的是()

- A.生物多样性主要包括一定时空中所有基因、物种以及生态系统的多样性
B.生物多样性的形成是物种与物种之间、生物与无机环境之间协同进化的结果
C.昆虫多以植物为食,它们的存在对植物的物种多样性只能是一种威胁
D.生物界的丰富多彩,起控制作用的是基因的多样性

C 解析:生物多样性主要包括遗传多样性(基因多样性)、物种多样性和生态系统多样性三个层次的内容,A正确。生物多样性的形成是物种与物种之间、生物与无机环境之间协同进化的结果,B正确。昆虫多数以植物为食,根据“收割理论”,捕食者的

存在有利于被捕食者种群的发展;同时,昆虫对植物的传粉等也有重要作用,故昆虫的存在也有对植物物种多样性有利的一面,C错误。基因控制性状,生物界具有多样性的根本原因是基因具有多样性,D正确。

知识点2 现代生物进化理论的发展

4.红松种子是贮食动物(如松鼠)重要的食物来源,它们在秋季埋藏红松种子为自己贮藏越冬粮食。红松通过进化使其种子获得了一系列特质:如红松种子被紧密地包被在球果内,难于取出;红松种子的种壳较厚且十分坚硬,不易嗑开等。红松和贮食动物形成了复杂而微妙的协同进化关系。下列有关说法错误的是()

- A.生物多样性是协同进化的结果
B.红松种群不同个体之间存在协同进化
C.红松与其所处的无机环境存在协同进化
D.松鼠和红松之间可以通过种间斗争实现协同进化

B 解析:根据分析可知,生物多样性是协同进化的结果,A正确;协同进化是指不同物种之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展,种群中不同个体之间不存在协同进化,B错误;根据分析可知,生物与无机环境之间存在协同进化,C正确;根据分析可知,松鼠和红松属于不同物种,可以通过种间斗争实现协同进化,D正确。

B组 应用·实践

5.“蛟龙”号在马里亚纳海沟7 062 m处发现了新物种——盲鱼。下列叙述正确的是()

- A.盲鱼和某种浅水鱼种群的基因库存在显著差异,一定不能相互交配
B.盲鱼个体间在生存竞争过程中相互选择,协同进化
C.原始鱼类进化为盲鱼的根本原因是漆黑、低氧、高压的生存环境
D.即使盲鱼和原始鱼类再次生活在相同环境也不能进化为同一物种

D 解析:盲鱼和某种浅水鱼种群的基因库存在显著差异,但有可能仍是同一物种,并非一定不能相互交配,A错误;协同进化发生在不同物种之间或生物与无机环境之间,而不是发生在同种生物个体之间,B错误;原始鱼类进化为盲鱼的根本原因是种群

基因频率的改变,C错误;盲鱼和原始鱼类再次生活在相同环境也不能进化为同一物种,D正确。

- 6.太平洋某岛上生存着上百个蜗牛物种,但同一区域中只有少数几个蜗牛物种共存。生活在同一区域的不同蜗牛物种之间外壳相似性高,生活在不同区域的不同蜗牛物种之间外壳相似性低。下列叙述正确的是 ()

- A.该岛上蜗牛物种数就是该岛的物种多样性
B.该岛上所有蜗牛的全部基因组成了一个基因库
C.同一区域内的不同蜗牛物种具有相似的外壳是自然选择的结果
D.生活在不同区域的不同蜗牛物种之间外壳相似性低,是因为蜗牛发生了定向的变异

C 解析:物种多样性包括该岛上所有物种,而不仅仅是蜗牛,A错误;由题意可知,该岛上的蜗牛有多个物种,而基因库是指一个生物种群的全部等位基因的总和,B错误;生物的适应性性状是自然选择的结果,C正确;生活在不同区域的不同蜗牛物种之间外壳相似性低,这是自然选择的结果,而变异是不定向的,D错误。

- 7.朱鹮有着“东方宝石”的美誉,曾广泛分布于中国、日本、俄罗斯和朝鲜半岛。环境恶化等原因导致其种群数量急剧降低,1981年全球只剩余13只朱鹮,其中中国7只、日本6只。在我国科研人员的努力下,朱鹮的数量已经由7只发展到7000多只。下列说法错误的是 ()

- A.一个物种的形成或绝灭会影响到若干其他物种的进化
B.朱鹮曾经近乎灭绝说明其对环境的适应具有相对性
C.朱鹮天敌的存在不利于朱鹮种群的进化
D.通过测定细胞色素c的氨基酸序列可比较朱鹮与丹顶鹤亲缘关系的远近

C 解析:由于不同物种之间存在直接或间接的关系,故一个物种的形成或绝灭会影响到若干其他物种的进化,A正确;由于环境恶化等因素导致朱鹮曾经近乎灭绝,说明朱鹮对环境的适应具有相对性,B正确;协同进化是指不同物种之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展,由“协同进化”的概念可知,朱鹮天敌的存在会促进朱鹮种群的进化,C错误;在进化上亲缘关系越近,细胞色素c的氨基酸序列越相似,D正确。

- 8.山茶象甲用喙在山茶果皮上钻孔后将卵注入孔洞,只有在打通果皮的孔洞中孵出的幼虫才能取食到种子而成活。图1为某地南、北部地区的象甲,图2

为不同纬度多个地区的象甲平均喙长和山茶平均果皮厚度。下列叙述不正确的是 ()

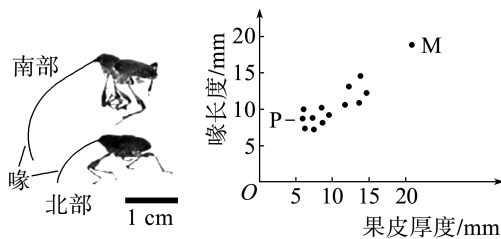


图1

图2

- A.南部地区的山茶果皮厚度大于北部
B.图2中M区象甲繁殖后代成功率最高
C.图2中P区数据采集来自北部地区
D.山茶象甲与山茶相互影响,协同进化

B 解析:从图1可以看出,南部地区山茶象甲的喙长于北部地区山茶象甲的喙,因此推测南部地区的山茶果皮厚度大于北部,A正确;分析图2可知,M区山茶平均果皮厚度大,打通果皮的难度更大,因此象甲繁殖后代成功率低,B错误;图2中P区果皮平均厚度小,山茶象甲喙短,数据采集应来自北部地区,C正确;山茶象甲与山茶在相互影响中协同进化,D正确。

- 9.帝王蝶以植物马利筋为食,但马利筋会分泌某种可与动物体内的钠钾泵结合的物质,量大可致命。研究者通过基因测序发现帝王蝶的钠钾泵基因发生了突变,从而具有抗毒能力。下列有关叙述错误的是 ()

- A.突变和基因重组都能为生物进化提供原材料
B.帝王蝶通过突变产生了新基因,从而获得抗毒性状
C.帝王蝶的该种钠钾泵突变是主动适应环境变化的结果
D.自然选择使帝王蝶种群基因频率改变,从而决定了生物进化的方向

C 解析:根据现代生物进化理论的基本观点可知,突变和基因重组都能为生物进化提供原材料,A正确;帝王蝶通过突变产生原来不存在的新基因,从而获得抗毒性状,B正确;帝王蝶的该种钠钾泵突变属于基因突变,基因突变是不定向的,有些突变是适应环境的,但大部分的突变是不适应环境的,所以不能说帝王蝶的该种钠钾泵突变是主动适应环境变化的结果,C错误;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,D正确。

- 10.小熊猫和大熊猫是两个不同的物种,大熊猫主要以竹子为食,小熊猫喜食箭竹的竹笋和竹叶,还会取食各种野果、树叶、苔藓以及捕食小鸟、昆虫等,

尤其喜食带有甜味的食物。请回答以下问题:

(1)根据现代生物进化理论,科学家认为小熊猫和大熊猫是两个不同的物种的原因是_____。

(2)大熊猫属于哺乳纲食肉目,但其现在主要以竹子为食。大熊猫发达的臼齿有利于其轻松咬断竹子,科学家可以通过_____证据推测大熊猫在进化过程中发达的臼齿出现的时期。小熊猫和大熊猫在食性等方面存在较大差别,体现了生物的多样性,这种多样性的形成主要是生物与生物、生物与无机环境之间_____的结果。

(3)有同学认为捕食小熊猫的动物的存在对于小熊猫种群的发展是完全不利的,该观点是否正确?_____。请说明理由:_____。

解析:(1)能够在自然状态下相互交配并且产生可

育后代的一群生物称为一个物种,科学家认为小熊猫和大熊猫是两个不同的物种的原因是二者之间存在生殖隔离,在自然状态下不能相互交配。

(2)利用相关技术测算化石的形成年代就可以知道化石中的生物所生存的年代,科学家可以通过化石证据推测大熊猫在进化过程中发达的臼齿出现的时期。生物多样性的形成主要是生物与生物、生物与无机环境之间协同进化的结果。(3)捕食者所吃掉的大多是被捕食者中年老、病弱或年幼的个体,客观上起到了促进种群发展的作用。

答案:(1)二者之间存在生殖隔离 (2)化石 协同进化 (3)不正确 捕食者所吃掉的大多是被捕食者中年老、病弱或年幼的个体,客观上起到了促进种群发展的作用

迁·移·应·用

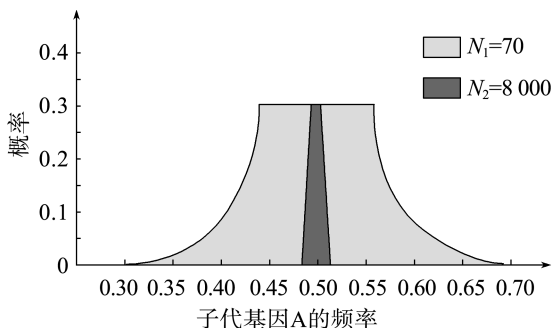
学习目标

结合图示及材料信息,运用遗传平衡定律计算基因频率和基因型频率。

活动 深度理解基因频率和基因型频率的关系

任务探究

在一个小群体内,某一等位基因的基因频率随机减小甚至丢失的现象称为遗传漂变。某昆虫灰翅(基因 A 控制)和黑翅(基因 a 控制)是一对相对性状,科研人员研究了该昆虫种群数量(N)对种群基因频率(亲代中基因 A 的频率为 0.5)随机变化的影响,结果如图所示。在该昆虫的群体中,有近 68% 的群体子代中基因 A 的频率分布于 0.44~0.56 范围,有近 96% 的群体子代中基因 A 的频率分布于 0.35~0.65 范围;而在 $N_2=8\ 000$ 的群体中,有 68% 的群体子代中基因 A 的频率分布于 0.495~0.505 范围,有近 96% 的群体子代中基因 A 的频率分布于 0.47~0.53 范围。



探究思考

(1)根据题干及图中信息,分析 N_1 和 N_2 群体中子代基因 A 的频率分布范围,可得到的结论是什么?

提示:在 $N_1=70$ 的群体中,子代中基因 A 的频率分布更广,而在 $N_2=8\ 000$ 的群体中,子代中基因 A 的频率分布相对比较集中、稳定,说明 $N_1=70$ 的群体更容易发生遗传漂变,更容易发生进化,所以相对于小群体,大群体不容易发生遗传漂变。

(2)有一只杂合灰翅个体和一只黑翅个体交配,在产生的后代中,每世代随机保留雌、雄各一个个体。 F_1 中留下的一雌一雄交配产生的 F_2 足够多的情况下,A 基因频率的理论值是多少?

提示:有一只杂合灰翅个体(Aa)和一只黑翅个体(aa)杂交, F_1 有 Aa,aa 两种基因型,所以随机保留雌、雄各一个个体有以下三种情况:Aa 与 Aa 杂交产生的 F_2 足够多的情况下,Aa:AA:aa=2:1:1,A

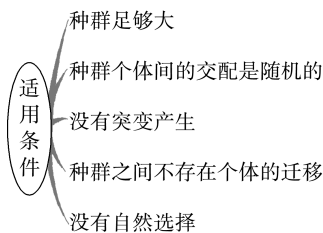
的基因频率为 1/2;Aa 与 aa 杂交产生的 F_2 足够多的情况下,Aa:aa=1:1,A 的基因频率为 1/4;aa 与 aa 杂交产生的 F_2 足够多的情况下,后代全为 aa,A 的基因频率为 0。

(3)研究发现,种群中出现了突变型的白翅,预测白翅基因频率的变化。

提示:种群中出现了突变型的白翅,若该白翅性状适应环境,则该基因频率会增大;若该白翅性状不适应环境,则该基因频率会减小。

学习总结

根据遗传平衡定律计算基因频率和基因型频率



这些条件下,各等位基因的基因频率和基因型频率在一代代遗传中都是稳定不变的,即保持着遗传平衡状态

在一个有性生殖的自然种群中,假设有一对等位基因 A、a,A 基因的频率用 p 表示,a 基因的频率用 q 表示,则遗传平衡公式为

显性纯合子 AA 的基因型频率 杂合子 Aa 的基因型频率 隐性纯合子 aa 的基因型频率

$$(p+q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

应用一

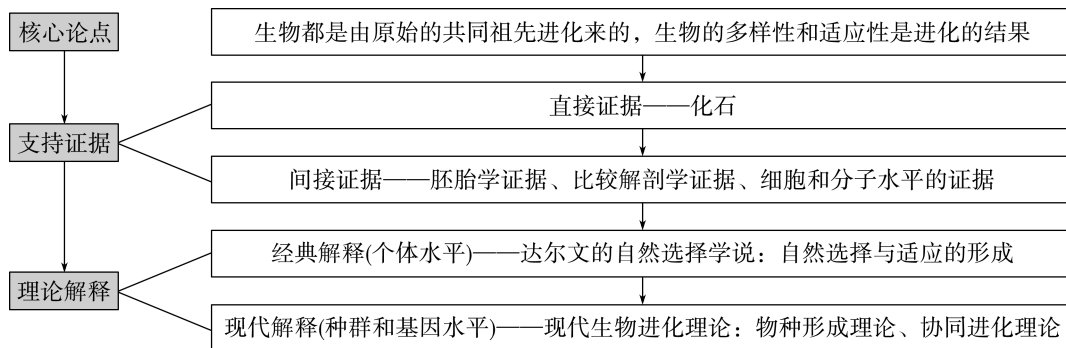
已知基因频率求基因型频率
如:已知 A 的基因频率为 p ,那么 AA 的基因型频率为 p^2

应用二

已知基因型频率求基因频率
如:已知 aa 的基因型频率为 q^2 ,那么 a 的基因频率为 $\sqrt{q^2}$

重 · 构 · 拓 · 展

● 多维体系构建 ●



● 学科视野拓展 ●

1. 通过线粒体 DNA(mtDNA) 和 Y 染色体研究人类的起源

基于线粒体 DNA 的遗传学研究支持了非洲起源说。线粒体只在母系中传承,没有机会重组,所以对线粒体 DNA 的研究可以追踪人类母系的历史。研究显示,欧洲人、亚洲人和美洲人都是在 10 万~5 万年前由非洲的种群传衍下来的。同时,根据 mtDNA 建立的族谱显示,人类族谱最早可以追溯至 15 万年前,换句话说,即使现存亲缘关系最远的人,在 15 万年前也有共同的祖先。

如果能够追踪父系的路径,并且得到与母系路径相似的结论,那将是研究人类进化十分有力的证据。Y 染色体是基因组中男性特有的成分。根据人类性别决定的机制,任何 Y 染色体都不会有另一条 Y 染色体可以与它有遗传物质的交流。通过对 Y 染色体的研究,科学家也发现人类族谱的根源在非洲,而且再度证明了人类族谱很短,只有 15 万年。

2. 遗传漂变

当一个种群中的生物个体的数量较少时,子代群

体中容易因为有的亲代个体没有产生后代,或是有的等位基因没有传给后代,而和亲代有不同的等位基因频率。一个等位基因(在经过一个以上的世代后)可能因此在这个种群中消失,或固定成为唯一的等位基因,这种现象就叫遗传漂变。举个例子:在一个种群中,某种基因的频率为 1%,如果这个种群有 100 万个个体,含这种基因的个体就有成千上万个。如果这个种群只有 50 个个体,那么就只有 1 个个体具有这种基因。在后一种情况下,可能会因这个个体的偶然死亡或没有交配,而使这种基因在种群中消失。

一些异常基因频率在小隔离群体中特别高,可能是因为该群体中少数始祖所具有的基因由于遗传漂变而逐渐达到较高水平,这种现象称为建立者效应。

◇思考

生物进化导致新物种的形成,新物种的形成需要经过漫长的岁月,但是物种的消失仅需要很短的时间。请你写一篇倡议书,让大家都关注濒危生物,保护生物多样性。

单元质量评估(六)

(范围:第6章 建议完成时间:75分钟 分值:100分)

一、**选择题**:本题共15小题,每小题3分,共45分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1.实例1:达尔文在环球考察时发现加拉帕戈斯群岛上生活的地雀,喙的差别很大,但它们是由同一群地雀演化来的。实例2:鲸鱼和鲨鱼分别属于哺乳类和鱼类,但是它们却有着极其相似的外部形态特征。科学家们将实例1、2现象分别称为趋异进化、趋同进化。下列有关叙述错误的是 ()

- A.趋同进化的不同种生物大都生活在条件基本相同的环境中
B.趋异进化的同一类生物所面临的生存压力有明显差别
C.两种进化方式均体现了生物为适应环境而产生相应的变异
D.两种进化方式均体现了环境对不同性状个体具有选择作用

C 解析:从提供的例子来看,进行趋同进化的两种生物分别属于哺乳类和鱼类,但是它们的外部形态非常相似,说明生活在相同环境中的不同生物,在自然选择的作用下,保留了基本相同的特征,A正确;加拉帕戈斯群岛上生活的地雀来自同一个种群,但是由于环境条件不同,其形态特征发生了明显变化,说明它们所承受的环境压力不同,B正确;变异具有不定向性,环境不诱发生物个体产生适应环境的变异,两种进化方式均体现了环境对不同性状个体具有选择作用,C错误,D正确。

2.化石是保存在地层中的古生物遗迹,记录着地球和生物进化的历史。下表统计的是不同年龄的地层中首次出现的生物类群化石。下列叙述错误的是 ()

地层年龄(百万年前)	首次出现的生物类群(化石)
245—144	鸟类、哺乳类
360—286	爬行类
408—360	昆虫、两栖类
505—438	鱼类
700	多细胞生物
2 100	单细胞真核生物

- A.最早形成的地层中的生物类群包含生产者、消费者和分解者
B.出现爬行类化石的地层中也可能出现昆虫和两栖类的化石
C.越晚形成的地层中首次出现的生物越高等,其结构越复杂
D.该资料证实生物是由原始的共同祖先逐渐进化而来的

A 解析:最早形成的地层中的生物类群不包含消费者,A错误;根据表格信息,爬行类出现在昆虫、两栖类之后,B正确;越早形成的地层里,形成化石的生物结构越简单、越低等,越晚形成的地层里,首次出现的生物结构越复杂、越高等,C正确;化石在不同年龄地层中的出现记录了生物的产生与进化历程,化石证据证实了现今生物是由原始的共同祖先逐渐进化而来的,D正确。

3.发生病毒性感冒时,病毒会对机体产生一定的影响。如果服用抗病毒药物来治疗,短时间内会有一定的疗效。下列说法正确的是 ()

- A.为达到最好的治疗效果,最好加大剂量
B.交替使用不同种类的抗生素药物(特别是青霉素)治疗感冒效果最好
C.病毒的抗药性是使用抗病毒药物后产生的,如果停止使用抗病毒药物,病毒的抗药性不会减弱
D.经常使用抗病毒药,会对病毒进行选择,出现抗药性更强的病毒

D 解析:过多的药物可能对身体有一定的毒害作用,应控制合理的剂量,A错误;感冒是由病毒引起的,抗生素的作用是抵抗细菌,不能抗病毒,B错误;药物对病毒的抗药性起到选择的作用,而不能引起抗药性的产生,C错误;经常使用抗病毒药物,会对病毒进行选择,导致病毒的抗药性增强,D正确。

4.原产于马达加斯加某地的彗星兰具有细长的花距,花距底部储存着花蜜,主要由有细长口器的天蛾在采蜜中完成传粉。多年后研究人员在马达加斯加某地发现另一个彗星兰品种,其花距底部花蜜大量减少,二乙酸甘油酯(一种脂质化合物)有所增加,其传粉者为采油蜂类。下列说法错误的是 ()

- A.彗星兰自身的遗传变异与传粉昆虫的相互作用导致了上述适应性状的形成

- B. 彗星兰种群中与花距分泌物形成相关的基因频率的改变可能与传粉昆虫的变化有关
- C. 传粉动物变换引起兰花花距分泌物有关基因发生变异
- D. 传粉动物口器的长短决定着不同兰花个体将某基因传递给后代的概率

C 解析: 彗星兰自身的遗传变异与传粉昆虫的相互作用导致了题述适应性状的形成, 淘汰了不适应环境的个体, A 正确; 传粉动物变换会对该兰花种群中花距分泌物进行选择, 从而影响该兰花种群中花距分泌物有关基因频率的改变, B 正确; 基因突变具有不定向性, C 错误; 由题干信息可知, 传粉动物口器的长短决定着不同兰花个体能否完成传粉产生后代, 这说明传粉动物口器的长短决定着不同兰花个体将其基因传递给后代的概率, D 正确。

5. 浙江浦江县上山村发现了距今 1 万年的稻作遗址, 证明我国先民在 1 万年前就开始了野生稻驯化。经过长期驯化和改良, 现代稻产量不断提高。尤其是袁隆平院士培育成的超级杂交稻品种, 创造水稻高产新纪录, 为我国粮食安全作出杰出贡献。下列叙述正确的是 ()

- A. 自然选择在水稻驯化过程中起主导作用
- B. 现代稻的基因库与野生稻的基因库完全相同
- C. 驯化形成的现代稻保留了野生稻的各种性状
- D. 超级杂交稻品种的培育主要利用基因重组原理

D 解析: 自然选择通常选择出的是适应环境条件的类型, 而人工选择通常选择的是对人类有利的类型, 故人工选择在水稻驯化过程中起主导作用, A 错误; 基因库是指一个种群所有基因的总和, 经过长期驯化和改良, 现代稻产量不断提高, 则可推测现代稻与野生稻的基因库不完全相同, B 错误; 驯化形成的现代稻保留了野生稻的优良性状, 而一些不利性状在选择中被淘汰, C 错误; 超级杂交稻品种的培育借助于杂交育种, 该过程的原理主要是基因重组, D 正确。

6. 超高速奔跑是猎豹的生存本领, 它依靠减轻体重来实现低能耗。为了达到极速, 猎豹的身体有很多特殊的结构, 比如相对劣质的骨骼、修长的体型等。这些结构在加快猎豹速度的同时, 也让它成为猫科动物中的“瓷娃娃”, 一旦受伤, 它就会几乎失去捕食能力。猎豹奔跑速度越来越快的主要原因是瞪羚的速度越来越快。作为食草动物, 瞪羚的速度只有猎豹的 70% 左右, 但是瞪羚学会了一种绕过猎豹的方法。下列叙述正确的是 ()

- A. 跑得更快是新物种形成的必要条件
- B. 猎豹等捕食者的存在不利于增加物种多样性
- C. 瞪羚的速度越来越快导致猎豹产生了超高速奔跑的变异
- D. 猎豹和瞪羚在追逐中速度的相互提升是协同进化的结果

D 解析: 新物种形成的必要条件是隔离, A 错误; 猎豹等捕食者往往捕食个体数量多的物种, 为其他物种的形成腾出空间, 捕食者的存在有利于增加物种多样性, B 错误; 变异是不定向的, 瞪羚的速度越来越快对猎豹进行了选择, 奔跑速度快的猎豹可以通过捕食瞪羚存活, C 错误; 协同进化是指不同物种之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展, 猎豹与瞪羚之间是捕食关系, 在长期的捕食过程中有优势的个体会存活下来, 并将有利的变异遗传给后代, 实现了二者的协同进化, D 正确。

7. 青蒿是菊科蒿属植物, 常分布于温暖、阳光充足的地方。青蒿素从青蒿的叶片中提取, 具有抗疟疾、抑制癌细胞增殖等药用效果。青蒿新品种“科蒿 1 号”由科研人员将青蒿种子辐射处理选育而成, 与野生型相比, 具有茎枝粗壮、长势好、适应性强、抗病抗虫抗倒伏、青蒿素含量更高等特性。下列叙述错误的是 ()

- A. “科蒿 1 号”与野生型之间不存在生殖隔离
- B. “科蒿 1 号”的培育方法称为诱变育种
- C. 在培育“科蒿 1 号”过程中, 自然选择起主导作用
- D. 在青蒿开花季节遇到连续阴雨天气, 会影响青蒿素的产量

C 解析: “科蒿 1 号”是通过基因突变选育的青蒿新品种, 与野生型青蒿仍属于同一物种, 不存在生殖隔离, A 正确; 辐射处理会提高基因的突变率, 诱导生物出现新基因、新性状, 因此“科蒿 1 号”的培育方法称为诱变育种, B 正确; 在培育“科蒿 1 号”过程中, 人工选择起主导作用, C 错误; 在青蒿开花季节遇到连续阴雨天气, 会影响传粉, 进而影响青蒿素的产量, D 正确。

8. 某一野生动物种群的栖息场所被两条交叉的高速公路分割成 4 块, 由此形成 4 个完全独立的种群。下列相关叙述正确的是 ()

- A. 这 4 个种群的突变和基因重组对彼此的基因频率有影响
- B. 个体的迁入和迁出、出生和死亡对种群的基因频率没有影响

C.高速公路的开通会诱导 4 个种群发生不同的变异及进化

D.自然选择通过作用于个体而引起种群基因频率的改变

D 解析:不同的完全独立的种群所形成的基因库必然是互相不能沟通的,4 个独立的、互不干扰的种群各自因突变和基因重组导致基因频率的改变是互不相关的,A 错误。基因频率是一个种群基因库中,某个基因占全部等位基因数的比值,如果某种群的个体数因各种原因而改变,则必然影响种群基因库中某些基因的个数和其全部等位基因的个数,所以个体的迁入和迁出、出生和死亡对种群的基因频率有影响,B 错误。4 个种群发生的变异具有不定向性,但高速公路的开通不是诱导种群发生变异的因素,高速公路的开通导致不同种群的生存环境产生差异,不同的环境对种群起到不同的选择作用,自然选择决定着生物进化的方向,C 错误。自然选择通过作用于个体的表型而引起种群基因频率的改变,D 正确。

9.胰岛素样生长因子(IGF)是动物机体主要的促生长因子。研究发现,贵州矮马成年个体比新疆伊犁马显著矮小,其 IGF 基因与新疆伊犁马的 IGF 基因存在部分碱基序列的差异,并且贵州矮马的 IGF 基因启动子区域出现了高度的 DNA 甲基化(DNA 的核苷酸上被添加了甲基)。下列据此作出的分析,不正确的是 ()

- A.贵州矮马和新疆伊犁马的种群基因库存在差异
- B.贵州矮马的 DNA 甲基化抑制了 IGF 基因的转录
- C.贵州矮马引入新疆后会与伊犁马进化方向一致
- D.贵州矮马的进化与基因突变、DNA 甲基化有关

C 解析:贵州矮马和新疆伊犁马基因序列存在差异,因此种群基因库也存在差异,A 正确;贵州矮马的 IGF 基因启动子区域出现了 DNA 甲基化,会抑制 IGF 基因的转录,B 正确;贵州矮马与伊犁马对环境的适应能力不同,会导致两者的进化方向不同,C 错误;贵州矮马的进化与基因突变、DNA 甲基化有关,D 正确。

10.化石证据有助于研究生物的进化,比较解剖学、胚胎学以及细胞和分子水平的生物学研究,都为生物进化的有关研究提供了有力的支持。下列关于生物进化论证据的叙述,错误的是 ()

A.比较人的上肢、鲸的鳍和蝙蝠的翼,发现它们有共同特点,这属于细胞水平的证据

B.鱼类终生存在的鳃裂在人胚胎发育的早期也出现过,这属于胚胎学证据

C.已经发现的大量化石证据等证实了不同的生物是由共同的祖先逐渐进化而来的

D.在生物进化的诸多证据中,化石证据是研究进化最直接、最重要的证据

A 解析:比较人的上肢、鲸的鳍和蝙蝠的翼,发现它们有共同特点,这属于比较解剖学的证据,A 错误;人胚胎发育的早期出现过鳃裂,属于胚胎学证据,B 正确;已经发现的大量化石证据,证实了生物是由原始的共同祖先经过漫长的地质年代逐渐进化而来的,C 正确;化石是研究生物进化最直接、最重要的证据,D 正确。

11.由欧洲传入北美的耧斗菜已进化出数十个物种。分布于低海拔潮湿地区的甲物种和高海拔干燥地区的乙物种的花结构和开花期均有显著差异。下列叙述错误的是 ()

- A.甲、乙两种耧斗菜的全部基因构成了一个基因库
- B.生长环境的不同有利于耧斗菜进化出不同的物种
- C.甲、乙两种耧斗菜花结构的显著差异是自然选择的结果
- D.若将甲、乙两种耧斗菜种植在一起,也不易发生基因交流

A 解析:一个种群中全部个体所含有的全部基因构成一个基因库,甲、乙两种耧斗菜是两个物种,A 错误;不同生长环境有利于进行不同的自然选择,从而进化出不同的物种,B 正确;自然选择导致物种朝不同的方向进化,甲、乙两种耧斗菜花结构的显著差异是自然选择的结果,C 正确;不同物种之间存在生殖隔离,不能发生基因交流,D 正确。

12.大熊猫是 2022 年北京冬奥会吉祥物“冰墩墩”的设计原型。大熊猫最初是食肉动物,经过进化,现今大熊猫 99% 的食物都来源于竹子。现在一个处于遗传平衡的大熊猫种群中,雌雄数量相等,且雌雄之间可以自由交配,若该种群中 B 的基因频率为 60%,b 的基因频率为 40%,则下列有关说法错误的是 ()

- A.大熊猫种群中全部的 B 和 b 不能构成大熊猫种群的基因库
- B.大熊猫由以肉为食进化为以竹子为食的实质是种群基因频率的定向改变
- C.若该对等位基因位于常染色体上,则显性个体中出现杂合雌性大熊猫的概率约为 28.6%
- D.若该对等位基因只位于 X 染色体上,则 X^bX^b 、 X^bY 的基因型频率分别为 16%、40%

D 解析:基因库是一个种群中所有个体的全部基因的总和,因此,大熊猫种群中全部B和b的总和不能构成大熊猫种群的基因库,A正确;生物进化的实质是种群基因频率的定向改变,因此,大熊猫由以肉为食进化为以竹子为食的实质是种群基因频率的定向改变,B正确;若该对等位基因位于常染色体上,该种群中B的基因频率为60%,b的基因频率为40%,则种群中BB基因型频率=(B基因频率)²=36%,Bb基因型频率=2×B基因频率×b基因频率=48%,bb基因型频率=(b基因频率)²=16%,显性个体中出现杂合雌性大熊猫的概率为1/2×48%÷(36%+48%)≈28.6%,C正确;若该对等位基因只位于X染色体上,则X^bX^b在雌性中的概率为16%,在群体中的概率为8%,X^bY在雄性中的概率为40%,在群体中的概率为20%,D错误。

- 13.很多种群并不是一个大群体,而是由很多个小种群(有效种群)组成的,原绿球藻的有效种群规模小于许多典型的海洋自由生活菌。原绿球藻具有大量共存的孤立种群,不同的小生活环境(小生境)被有不同代谢特点的孤立种群所占据,各种群间不发生基因交流,种群内部基因重组水平较低,基因突变的速率很慢。下列叙述错误的是()
- A.不同生境的原绿球藻种群代谢特点不同是进化的结果
 - B.与海洋自由生活菌相比,原绿球藻更易发生种群的消失
 - C.原绿球藻某个体的死亡可能导致其种群中某个基因的消失
 - D.原绿球藻种群的基因库会长期保持不变

D 解析:不同生境的原绿球藻种群代谢特点不同,体现了生物对无机环境的适应,是进化的结果,A正确;原绿球藻的有效种群规模小,具有大量共存的孤立种群,各种群间不发生基因交流,种群内部基因重组水平较低,基因突变的速率很慢,若发生偶然事件(如生活环境突然发生较大改变),原绿球藻种群中的个体可能会均不适应环境而死亡,故与海洋自由生活菌相比,原绿球藻更易发生种群的消失,B正确;原绿球藻不同小生境中的种群个体数量少,某个体的死亡可能导致其种群中某个基因的消失,C正确;种群内部基因重组水平较低,基因突变的速率很慢,不等同于原绿球藻种群的基因库会长期保持不变,D错误。

- 14.野骆驼是世界上仅存的骆驼科骆驼属野生种,属于极度濒危的珍稀物种。野骆驼和家骆驼的基因库存在2%~3%的差异,但二者之间没有出现生

殖隔离,相较于家骆驼,野骆驼更耐严寒酷暑、饥渴、风沙,能饮用高矿化度苦咸水。下列相关叙述错误的是()

- A.可遗传的有利变异和环境的定向选择是野骆驼的各种适应性特征形成的必要条件
- B.导致野骆驼和家骆驼基因库差异的原因有自然选择和可遗传变异等
- C.与同种或类似的野生种类相比,家养动物的变异可能较多(如狗的变异比狼多),这与人类根据自身需要,采取的杂交育种等措施有关
- D.野骆驼和家骆驼能杂交并产生可育后代,直接将野骆驼和家骆驼的杂交后代放归到野外野骆驼群体中,就可以恢复野骆驼数量

D 解析:可遗传的有利变异为生物进化提供了原材料,环境的定向选择决定了生物进化的方向,所以可遗传的有利变异和环境的定向选择是野骆驼的各种适应性特征形成的必要条件,A正确;自然选择和可遗传变异都会导致基因频率的改变,而造成野骆驼和家骆驼基因库的差异,B正确;人类根据自身需要对家养动物进行杂交育种等措施,增加了选择压力,使得家养动物的变异可能较多,C正确;野骆驼和家骆驼能杂交并产生可育后代,但杂交后代可能不具有野外生活的适应性特征,直接将杂交后代放归到野外野骆驼群体中后,能否恢复野骆驼数量还需要考虑生态环境、生存竞争等多种因素,D错误。

- 15.科学家用两种杀虫剂单独或混合处理野生型和抗性致倦库蚊,杀虫剂造成的死亡率结果如图,下列相关叙述正确的是()

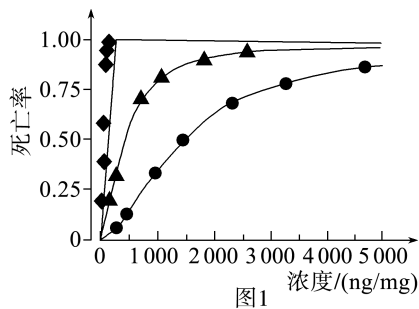


图1

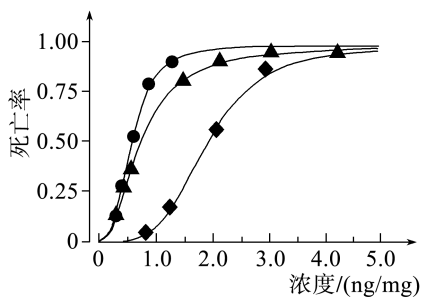


图2

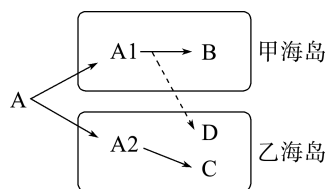
- 氨基甲酸酯类杀虫剂
- ◆ 除虫菊酯类杀虫剂
- ▲ 混合使用

- A.图1表示对野生型致倦库蚊的处理结果
 B.致倦库蚊抗性的产生是两种杀虫剂定向诱导的结果
 C.不同种类的杀虫剂间隔使用可能会延缓致倦库蚊抗药性的发展
 D.抗性致倦库蚊基因检测中发现多种抗性基因,体现了生物的物种多样性

C 解析: 题图1所示实验中杀虫剂用量(浓度)远高于题图2所示实验,故图1表示的是对抗性致倦库蚊的处理结果,A错误;致倦库蚊抗性的产生是基因突变的结果,不是两种杀虫剂定向诱导的结果,B错误;长期使用单一类型的杀虫剂,具有抗药性的个体逐渐保留下来并不断繁殖,会使害虫群体的抗药性逐渐增强,应将不同种类的杀虫剂交替使用来防治害虫,故不同种类的杀虫剂间隔使用可能会延缓致倦库蚊抗药性的发展,C正确;抗性致倦库蚊是一种生物,其基因检测中发现多种抗性基因,体现了生物的遗传多样性,D错误。

二、非选择题: 本题共5小题,共55分。

- 16.(9分)南美洲大陆上的地雀种群A迁徙到甲、乙两个海岛,经过漫长的进化,分别形成了新物种B和C。在此进程中,甲海岛上的部分地雀越过障碍外迁到乙海岛,并进化为生物D,形成过程如下图所示。回答下列有关问题:



(1)种群A的地雀个体间形态和大小方面的差异,体现了生物多样性中的_____多样性。一个种群中全部个体所含有的全部基因,叫作这个种群的_____。

(2)甲、乙两个海岛上的A1与A2原本属于同一物种,因为_____隔离使得它们不能发生基因交流,不同海岛上的这两个地雀种群会出现不同的_____,而一个种群的这种变化对另一个种群的基因频率没有影响。同时,由于两个海岛的食物和栖息条件不同,自然选择对不同种群基因频率的改变所起的作用就有差别,久而久之,两个种群中的个体最终出现_____,标志着形成了不同的物种B和C。

(3)生物C和D有相同的祖先A,为研究C和D现在是否属于同一物种,可采取的方法是_____。

(4)南美洲大陆的原始地雀种群中,基因型为TT

和tt的个体所占的比例分别为15%和55%(各种基因型个体的生存能力相同),若干年后基因型为TT和tt的个体所占的比例变为9%和49%。这段时间内,该地雀种群是否发生了进化? _____(填“是”或“否”),原因是_____。

解析: (1)生物多样性包括遗传多样性(基因多样性)、物种多样性和生态系统多样性。种群A的地雀个体间形态和大小方面的差异,体现了生物多样性中的基因多样性。一个种群中全部个体所含有的全部基因,叫作这个种群的基因库。(2)A1与A2原本属于同一物种,由于分布在甲、乙两个海岛上,地理隔离使得它们不能发生基因交流;在漫长的进化过程中这两个地雀种群会出现不同的突变和基因重组,再加上自然选择的作用,使得不同海岛上的这两个地雀种群出现不同的基因频率,久而久之,两个种群逐渐形成了生殖隔离,标志着形成了不同的物种B和C。(3)如果C和D不能交配,或交配后不能产生可育后代,说明它们不是同一物种,如果二者能够交配并产生可育后代,说明它们是同一物种。(4)生物进化的实质是种群基因频率发生改变。原始地雀种群中TT的频率为15%,tt的频率为55%,Tt的频率为30%,T基因频率为 $15\% + 30\% \div 2 = 30\%$,t基因频率为 $55\% + 30\% \div 2 = 70\%$;若干年后,TT的频率为9%,tt的频率为49%,Tt的频率为42%,则T基因频率为 $9\% + 42\% \div 2 = 30\%$,t基因频率为 $49\% + 42\% \div 2 = 70\%$,T、t的基因频率没有发生改变,故这段时间内,该地雀种群没有发生进化。

答案: (1)遗传 基因库 (2)地理 突变和基因重组 生殖隔离 (3)将C和D放在同一环境中,如果C与D不能相互交配,或交配后不能产生可育后代,说明二者不是同一物种 (4)否 T与t的基因频率没有改变

- 17.(12分)图1为某地区某种老鼠原种群被一条河分割成甲、乙两个种群后的进化过程示意图,图2为在某段时间内,种群甲中的A基因频率的变化情况。请回答下列问题:

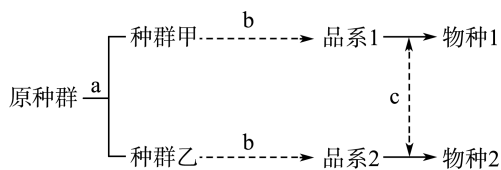


图1

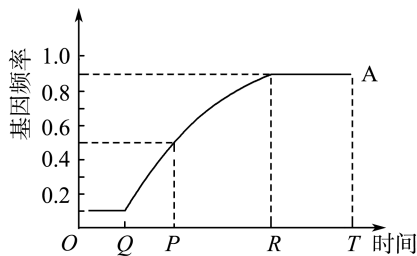


图2

(1)图1中过程a是由于河流产生_____将原种群分为甲、乙两个种群,经过长期的过程b产生品系1和品系2,过程b的实质是_____,物种1和物种2形成的标志c是_____。

(2)图2中在_____时间段内种群甲发生了进化,在T时是否形成新物种?_____ (填“是”“否”或“不一定”)。

(3)若时间单位为年,在某年时,种群甲中AA、Aa和aa的基因型频率分别为10%、30%和60%,若种群甲生存的环境发生改变,使得aa个体每年减少10%,AA和Aa个体每年增加10%,则下一年时种群中的a基因频率约为_____ (百分号前保留一位小数)。

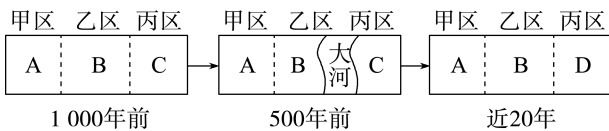
解析:(1)题图1中过程a是由于河流产生了地理隔离将原种群分为甲、乙两个种群,经过长期的过程b产生品系1和品系2,此时还是同一物种,所以过程b的实质是定向改变种群的基因频率。而物种1和物种2形成的标志c是生殖隔离的产生。

(2)分析题图2,在Q到R时间段内种群甲A基因频率发生了改变,所以在此段时间内发生了生物的进化。虽然种群基因频率发生了改变,但不一定形成新物种,物种形成的标志是生殖隔离的产生。(3)该种群中AA、Aa和aa的基因型频率分别为10%、30%和60%,现假设种群甲中共有100个个体,则AA、Aa和aa的个体数依次是10、30、60个,若aa个体每年减少10%,而AA和Aa个体每年均增加10%,则下一年时种群中AA、Aa和aa的个体数依次是11、33、54个,因此下一年时种群中a的基因频率 $= (1/2 \times 33 + 54) \div (54 + 11 + 33) \times 100\% \approx 71.9\%$ 。

答案:(1)地理隔离 定向改变种群的基因频率 生殖隔离 (2)QR 不一定 (3)71.9%

18.(11分)从化石分析来看,距今1000年前,某山林中曾生活着A、B、C三个品种的彩蝶,三个品种的彩蝶外形差异很大,分别集中分布于该山林的甲、乙、丙三个区域,如下图所示。距今500年前,在乙、丙两区之间曾出现过一条宽阔的大河。如今大河早已干涸,该山林甲、乙区域依然保留A、B彩

蝶,丙区域原C品种的彩蝶已经绝迹,出现的是一种新的外形的彩蝶(D彩蝶)。甲、乙两区接合处的A、B彩蝶依然能互相交配产生可育后代,乙、丙两区接合处的B、D彩蝶能杂交,但所产受精卵不能发育成成虫。请回答下列问题:



(1)研究彩蝶进化最直接、最重要的证据是_____。生物进化的基本单位是_____。

(2)从距今1000年前至今,这片山林中彩蝶的物种数量_____ (填“增加”“减少”或“不变”),判断依据是_____。这片山林中的彩蝶_____ (填“发生”或“未发生”)进化。

(3)B、D彩蝶能杂交,但所产受精卵不能发育为成虫,推测B、D彩蝶可能有共同的起源,但如今两种群的基因库却有较大的差异。这片山林中除了彩蝶还有很多种生物,生物多样性主要包括_____、_____、_____三个层次,生物多样性是_____的结果。

(4)某彩蝶种群中某性状的基因型频率BB、Bb、bb分别为20%、50%、30%,因为感染了细菌,一年后基因型BB、Bb的个体数量分别增加了35%、8%,bb的个体数量减少了10%。这一年,该种群中b的基因频率下降了_____。

解析:(1)化石是指保存在岩层中的古生物遗物和生活遗迹等,是生物进化最直接、最重要的证据;种群是生物进化的基本单位。(2)从距今1000年前至今,这片山林原有A、B、C三个品种的彩蝶,属于一个物种的不同品种;现在“甲、乙区域依然保留A、B彩蝶,丙区域原C品种的彩蝶已经绝迹,出现的是一种新的外形的彩蝶(D彩蝶)”,“B、D彩蝶能杂交,但所产受精卵不能发育成成虫”,说明B、D存在生殖隔离,是两个物种,所以物种数量增加。物种的形成过程中必然涉及基因频率的改变,而生物进化的实质是种群基因频率的改变,故这片山林中的彩蝶发生了进化。(3)生物多样性主要包括遗传多样性(基因多样性)、物种多样性和生态系统多样性三个方面;生物多样性是生物与生物、生物与无机环境之间协同进化的结果。(4)BB、Bb、bb的基因型频率分别为20%、50%、30%,该种群b的基因频率为 $30\% + 1/2 \times 50\% = 55\%$,一年后基因型BB的个体数量占 $20\% \times (1 + 35\%) = 27\%$,Bb的个体数量占 $50\% \times (1 + 8\%) = 54\%$,bb的个体数量占 $30\% \times (1 - 10\%) = 27\%$,BB : Bb : bb = 1 : 2 : 1,该种群中b的基因频率

为 $(2+1 \times 2) \div (1 \times 2 + 2 \times 2 + 1 \times 2) = 50\%$ 。这一年,该种群中 b 的基因频率下降了 $55\% - 50\% = 5\%$ 。

答案:(1)化石 种群 (2)增加 原来是一个物种的三个品种,现在是两个物种 发生 (3)遗传多样性(基因多样性) 物种多样性 生态系统多样性 协同进化 (4)5%

19.(13分)阅读材料,回答下列有关生物进化和生物多样性的问题:

材料一:某种蛾易被蝙蝠捕食,千百万年之后,当其中一部分的蛾感受到蝙蝠的超声波时,便会运用复杂的飞行模式逃避危险,其身体也发生了一些其他改变,让变化后的蛾与祖先蛾交配后,产生的受精卵不具有生命力。

材料二:蛙是幼体生活于水中,成体可生活于水中或陆地上的动物。由于剧烈的地质变化,使某种蛙的生活与水体分开,蛙被隔离为两个种群,千百万年之后,这两个种群不能自然交配。

(1)①这两则材料中发生的相似事件是_____。

- A.适应辐射 B.地理隔离
C.用进废退 D.生殖隔离

②在材料一中,蛾复杂的飞行模式的形成是环境对生物种群长期进行_____的结果。

③在材料二中,若发生剧烈的地质变化后,其中一个蛙种群生活的水体逐渐干涸,种群中个体数减少,导致该种群的_____变小。

(2)下表为 V 基因在种群 A 和种群 B 中基因型的个体数,则 V^a 在 A 种群中的频率是_____ (百分号前保留一位小数)。已知 A 种群若干年后成为 B 种群,则 B 相对 A 是否发生了进化? _____ (填“是”或“否”),原因是_____。

基因型	A 种群/个	B 种群/个
$V^a V^b$	200	0
$V^a V^a$	50	120
$V^b V^c$	100	200
$V^c V^c$	150	50
$V^a V^c$	100	80

(3)在某个非常大的果蝇种群中,个体间随机交配,无迁入和迁出,无突变,不考虑自然选择对果蝇眼睛颜色的作用。现在种群中雌雄果蝇的数量比为 1:1,且在雄果蝇中红眼($X^B Y$):白眼($X^b Y$)=3:1,雌果蝇中红眼($X^B X^B$):红眼($X^B X^b$):白眼($X^b X^b$)=9:6:1。如果将该种群中的白眼雌果蝇除去,让剩余的个体进行随机交配,则 F_1 中白眼雌果蝇所占的比例为_____。

解析:(1)①材料一中“变化后的蛾与祖先蛾交配后,产生的受精卵不具有生命力”,说明产生了生殖隔离;材料二中“这两个种群不能自然交配”说明这两个种群之间产生了生殖隔离,故选 D。

②当一部分的蛾感受到蝙蝠的超声波时,便会运用复杂的飞行模式逃避危险,其身体也发生了一些其他改变,这说明蛾复杂飞行模式的形成是自然选择的结果。③基因库是种群中全部个体的所有基因。在材料二中,种群中个体数减少,这会导致该种群的基因库变小。(2) V^a 的频率= $(200+50 \times 2+100) \div [(200+50+100+150+100) \times 2] \times 100\% \approx 33.3\%$;已知 A 种群若干年后成为 B 种群, B 种群中 V^a 的频率= $(120 \times 2+80) \div [(80+50+200+120) \times 2] \times 10\% \approx 35.6\%$,种群基因频率发生了改变,故 B 相对 A 发生了进化。(3)在种群中雌雄个体数量比为 1:1,且在雄性果蝇中红眼($X^B Y$):白眼($X^b Y$)=3:1,则雄果蝇产生精子的基因型及比例为 $X^B : X^b : Y = 3 : 1 : 4$ 。雌果蝇中红眼($X^B X^B$):红眼($X^B X^b$):白眼($X^b X^b$)=9:6:1。如果将该种群中白眼雌果蝇除去,则雌果蝇中 $X^B X^B$ 所占比例为 $3/5$, $X^B X^b$ 所占比例为 $2/5$,则雌果蝇产生卵细胞的基因型及比例为 $X^B : X^b = 4 : 1$ 。让剩余的这些个体随机交配,则 F_1 中白眼雌果蝇($X^b X^b$)所占比例为 $(1/8) \times (1/5) = 1/40$ 。

答案:(1)①D ②自然选择 ③基因库
(2)33.3% 是 种群基因频率发生了改变
(3)1/40

20.(10分)达芙妮小岛上的勇地雀以往主要取食小种子。1977年,一场严重的干旱导致小种子植物大量死亡,具有较大鸟喙(喙的深度较大,如图1)的勇地雀逐渐转为取食大花蒺藜的种子(大花蒺藜植株抗旱,种子较大,有厚厚的外壳和尖锐的刺,只有大的鸟喙才能破开其外壳)。图2为1975—1979年勇地雀种群喙的平均深度的变化曲线。请回答下列问题:



图1

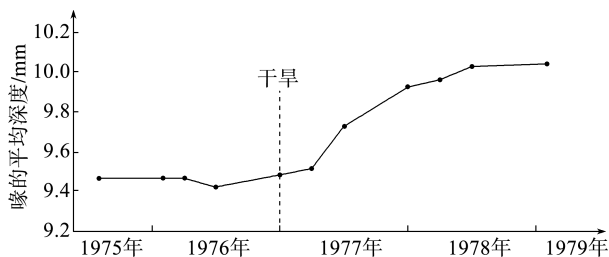


图2

(1)达芙妮小岛上全部勇地雀的全部基因称为该种群的_____。调查发现,勇地雀在1977年干旱前,喙的平均深度没有发生显著变化,干旱后导致喙的平均深度变化的原因是_____。

(2)几年后干旱解除,发现勇地雀和当地植物都发生了变化,这是生物适应环境的表现,适应形成的必要条件是_____和_____。1979年干旱结束后,统计得到勇地雀种群有50个个体,其常染色体上控制喙深度的等位基因有A₁、A₂、A₃。对这些个体的基因进行PCR扩增,凝胶电泳及统计结果如图3所示,计算该种群中A₁的基因频率是_____ (填百分数)。

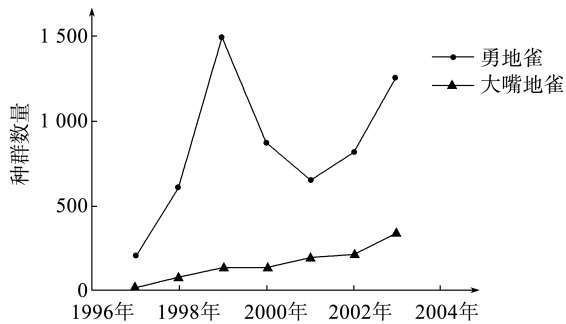
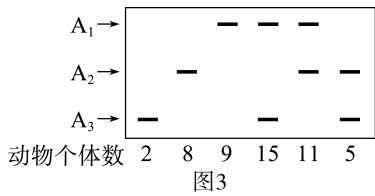


图4 1997—2003年达芙妮小岛上勇地雀和大嘴地雀的种群数量变化

(3)1979年干旱结束后,达芙妮小岛上植被逐渐恢复,大花蒺藜数量增多,小种子植物数量也有所增加。随着食物逐渐充足,另一种大嘴地雀迁入该小岛,该大嘴地雀有更大的喙,且体型是勇地雀的两倍,主要以大花蒺藜的种子为食物。调查得到1997—2003年两种地雀的种群数量变化如图4。1997—1999年,勇地雀种群数量逐渐增加的主要原因是_____。

1999—2001年,勇地雀在与大嘴地雀的竞争中处于劣势,获取食物不足,种群数量下降。

2001—2003年,勇地雀种群的喙平均深度有所下降。据此分析,该段时间勇地雀种群数量逐渐增加的主要原因可能是_____。

解析:(1)达芙妮小岛上全部勇地雀的全部基因称为该种群的基因库。小岛上的勇地雀以往主要取食小种子,1977年干旱前,喙的平均深度没有发生显著变化,干旱后导致喙的深度变化的原因是干旱导致小种子植物大量死亡,喙深度较大的勇地雀个体能够获得其他食物,喙深度较小的勇地雀个体由于缺乏食物而被淘汰,喙深度较小的勇地雀数量减少。(2)适应形成的必要条件是可遗传的有利变异和环境的定向选择。 A_1 的基因频率= $(9 \times 2 + 15 + 11) \div (50 \times 2) \times 100\% = 44\%$ 。(3)1979年干旱结束后,达芙妮小岛上植被逐渐恢复,大花蒺藜数量增多,1997—1999年,勇地雀主要以大花蒺藜为食,大花蒺藜的数量增加,食物来源增加,勇地雀的种群数量增加。2001—2003年,由于大嘴地雀取食能力更强,迫使勇地雀只能吃小种子,因此勇地雀平均的鸟喙尺寸开始逐渐减小,此时与大嘴地雀的种间竞争关系减弱,繁殖更多的后代,种群数量也有所上升。

答案:(1)基因库 干旱导致小种子植物大量死亡,喙深度较大的勇地雀个体能够获得食物,喙深度较小的勇地雀个体由于缺乏食物而被淘汰,喙深度较小的勇地雀个体数量减少(或喙深度较小的勇地雀个体在自然选择下数量减少) (2)可遗传的有利变异 环境的定向选择 44% (3)勇地雀主要以大花蒺藜为食,大花蒺藜的数量增加,食物来源增加,勇地雀的种群数量增加 自然选择的压力使勇地雀采食小种子,与大嘴地雀的种间竞争关系减弱,勇地雀种群数量上升

综合质量评估

(范围:第1~6章 建议完成时间:75分钟 分值:100分)

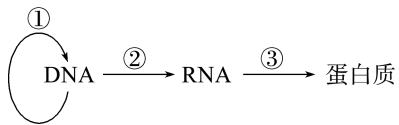
一、选择题:本题共15小题,每小题3分,共45分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1.根据化石和遗传研究,科学家认为孔雀的祖先是一种原始的地面鸟类,其尾羽都较短,尾羽长度的遗传特征由多个基因共同控制。在漫长的演化过程中,孔雀种群中雌性仍保持短尾羽,而由于基因突变,雄性出现了华丽的长尾羽、中尾羽。雄性华丽的长尾羽是吸引雌性的重要特征,而较长的尾羽也极易被天敌发现。下列相关叙述正确的是()

- A.孔雀尾羽相关的全部基因构成了种群的基因库
B.引入天敌会促进雄性孔雀长尾基因向短尾基因突变
C.在雄性孔雀尾羽进化过程中起选择作用的是雌性孔雀
D.雄性华丽的长尾羽对孔雀种群生存及发展既有利又有害

D 解析:孔雀种群中全部个体所含有的全部基因,构成了该种群的基因库,而不是仅由尾羽相关的基因构成,A错误;天敌不影响长尾基因的突变,且基因突变是不定向的,长尾基因即使突变,也不一定成为短尾基因,B错误;由题干信息知,在雄性孔雀尾羽进化过程中,雌性孔雀和天敌都起选择作用,C错误;从繁殖的角度分析,雄性华丽的长尾羽对种群的生存及发展有利,但从逃避天敌的角度分析,对种群的生存及发展有害,D正确。

2.下图表示肿瘤细胞中的遗传信息流动方向。已知核苷酸还原酶能催化核糖核苷酸生成对应的脱氧核糖核苷酸,抗肿瘤药物羟基脲可抑制核苷酸还原酶的活性,由此可推测羟基脲的作用可能是()



- A.同时抑制①和② B.抑制①,对②无影响
C.同时抑制①和③ D.抑制②,对③无影响

B 解析:抗肿瘤药羟基脲可抑制核苷酸还原酶的活性,导致脱氧核糖核苷酸的含量下降,DNA复制所需要的原料缺乏,最终抑制了①DNA的复制。转录需要以核糖核苷酸为原料,羟基脲并不会使核糖核苷酸的含量下降,翻译是以mRNA为模板合成蛋白质的过程,所以羟基脲对②转录过程和③翻译过程并无影响,B正确,A、C、D错误。

3.轮状病毒是一种非常常见的病毒,可以引起人类和动物的肠道感染。轮状病毒是一种双链RNA病毒,已

知其中一段RNA单链的序列是5'-GAUCC-3',那么它的互补链的序列是()

- A.5'-CUAGG-3' B.5'-GAUCC-3'
C.5'-GGAUC-3' D.5'-CCUAG-3'

C 解析:轮状病毒是一种双链RNA病毒,含有两条互补的单链,且反向平行,相关的碱基互补配对原则为A—U、G—C,已知其中一段RNA单链的序列是5'-GAUCC-3',那么互补链的序列应该为3'-CUAGG-5',也可表示为5'-GGAUC-3',C正确。

4.孟德尔遗传定律指出二倍体生物的两个等位基因会各自以50%的概率传递给配子。然而在基因组中存在着一类特别的“自私基因”,能以高于50%的概率传递给后代,实现“超孟德尔遗传”。这些“自私基因”或遗传元件被称为基因驱动元件。下列分析错误的是()

- A.自然选择也会影响“自私基因”的基因频率
B.当某种“自私基因”的基因频率增大到一定程度时就会导致新物种形成
C.利用基因驱动元件插入破坏育性的相关基因,可以抑制害虫数量的增长
D.即使“自私基因”控制的性状不利于生物适应环境,其基因频率也可能不断增大

B 解析:自然选择会使种群的基因频率发生定向改变,也会影响“自私基因”的基因频率,A正确;新物种形成的标志是生殖隔离,某种“自私基因”的基因频率增大到一定程度不代表新物种的形成,B错误;利用基因驱动元件插入破坏育性的相关基因,可以降低害虫的出生率,抑制害虫数量的增长,C正确;“自私基因”能以高于50%的概率传递给后代,即使“自私基因”控制的性状不利于生物适应环境,其基因频率也可能不断增大,D正确。

5.某纯合突变体果蝇的Ⅱ号染色体片段含有a、b、c、d、e、f基因,依次控制多翅脉、桃色眼、弯翅、小刚毛、黑檀体和棒状眼性状,且均为隐性性状。将某一染色体片段缺失的果蝇(表型为野生型)与该突变体杂交,子代为野生型果蝇、桃色眼弯翅小刚毛果蝇(其余性状均为野生型),且两者比例接近1:1。下列分析错误的是()

- A.缺失的是Ⅱ号染色体上的片段
B.该野生型果蝇能产生两种基因型的配子
C.缺失的片段包含b、c、d的等位基因
D.缺失的片段包含a、e、f的等位基因

D 解析:某染色体片段缺失的果蝇(表型为野生

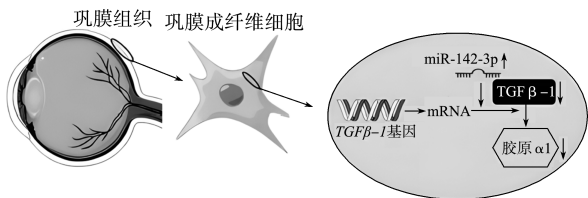
型),如果其缺失片段不在Ⅱ号染色体上,与突变体杂交后,子代不会出现桃色眼弯翅小刚毛果蝇,A正确;某染色体片段缺失的果蝇(表型为野生型)缺失片段在Ⅱ号染色体上,能产生 ABCDEF 和 AEF 两种配子,B正确;“子代为野生型果蝇、桃色眼弯翅小刚毛果蝇(其余性状均为野生型),且两者比例接近 1:1”说明某染色体片段缺失的果蝇(表型为野生型)可产生两种类型配子,且缺失片段在Ⅱ号染色体上包含 B、C、D 三个基因,故缺失的片段包含 b、c、d 的等位基因,C正确,D错误。

6. A 基因是野生型拟南芥(T₀)中赤霉素合成的关键基因。为确定新单基因突变体 T₁ 是否为 A 基因突变,研究人员构建了 A 基因突变体 T₂,又将 A 基因导入 T₁ 构成株系 T₃,并进行实验,结果如下表。下列分析最不合理的是 ()

组别	T ₀	T ₃	T ₀ ×T ₁ 的 F ₁	T ₂ ×T ₁ 的 F ₁	T ₁	T ₂
主根长度/cm	3.30	3.32	3.40	2.73	2.75	2.10

- A. T₁ 中突变后的赤霉素合成相关基因是隐性基因
 B. T₃ 的性状为说明 T₁ 是 A 基因突变提供依据
 C. T₂×T₁ 的结果支持 T₁ 是 A 基因突变
 D. 对比 T₂ 的性状说明 T₁ 不是 A 基因突变
- D 解析: T₀×T₁ 的 F₁ 表现为主根长度与野生型一致,表明 T₁ 中突变后的赤霉素合成相关基因是隐性基因,A 合理;株系 T₃ 是对 T₁ 突变株回补了 A 基因,从而表现出野生型性状,表明 T₁ 突变株大概率是 A 基因突变,B 合理;T₂×T₁ 杂交结果表现为主根长度变短,说明 T₁ 和 T₂ 的变异应该都是 A 基因突变,否则会表现与野生型一致的表型,C 合理;T₂ 和 T₁ 都表现了主根长度变短,只是程度不同,这与表达程度有关,并不能说明 T₁ 不是 A 基因突变,D 不合理。

7. miR-142-3p(一种微小 RNA)可通过干扰 TGFβ-1 基因转录的原始 mRNA 指令来调控基因表达,使胶原 α₁ 的合成量下降,进而导致巩膜强度下降和眼球轴向延长从而产生近视,原理如图所示。下列叙述错误的是 ()



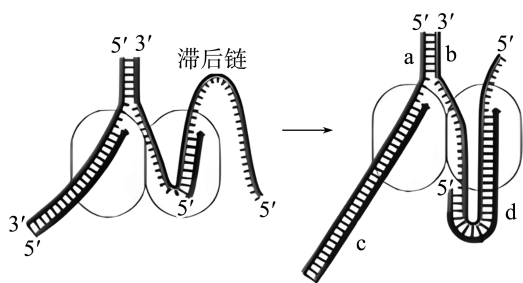
- A. miR-142-3p 干扰原始 mRNA 主要通过碱基互补配对形成双链 RNA 实现
 B. miR-142-3p 是非编码 RNA,其不能编码蛋白质是因为它缺乏启动子结构

C. miR-142-3p 通过阻止翻译过程来抑制 TGFβ-1 基因的表达

D. miR-142-3p 合成量增加,最终导致胶原 α₁ 的合成量下降而产生近视

B 解析:根据图示,miR-142-3p 与原始 mRNA 主要通过碱基互补配对形成双链 RNA,从而影响翻译,实现基因表达的调控,A 正确;miR-142-3p 是非编码 RNA,并不是因为它缺乏启动子结构,而是其碱基序列本来就不是编码蛋白质的,B 错误;根据图示,miR-142-3p 通过与原始 mRNA 结合,使得原始的 mRNA 翻译受到影响,通过阻止翻译过程来抑制 TGFβ-1 基因的表达,C 正确;根据题意,miR-142-3p(一种微小 RNA)通过干扰 TGFβ-1 基因转录的原始 mRNA 指令来调控基因表达,使胶原 α₁ 的合成量下降,进而导致近视,因此 miR-142-3p 合成量增加,最终导致胶原 α₁ 的合成量下降而产生近视,D 正确。

8. 图示 DNA 复制的部分过程,相关叙述正确的是 ()



- A. a 链和 b 链的解旋需解旋酶催化磷酸二酯键断裂
 B. c 链和 d 链的延伸方向均与解旋方向一致并连续进行
 C. c 链和 d 链的延伸需 DNA 聚合酶催化磷酸二酯键形成
 D. 该过程可发生在人体造血干细胞和成熟的红细胞中

C 解析:a 链和 b 链是 DNA 的两条链,其解旋需解旋酶催化氢键断裂,A 错误;c 链延伸方向与解旋方向一致并连续进行,而 d 链是滞后链,其延伸方向与解旋方向相反且不连续进行,B 错误;c 链和 d 链均属于子链,子链的延伸均需 DNA 聚合酶催化磷酸二酯键形成,C 正确;该过程是 DNA 复制,可发生在人体造血干细胞中,但成熟的红细胞没有细胞核及众多细胞器,不能发生 DNA 复制,D 错误。

9. 用³⁵S 或³²P 标记的 T₂ 噬菌体侵染普通大肠杆菌(I 组)和用³⁵S 或³²P 标记的 T₂ 噬菌体侵染带³⁵S 标记的大肠杆菌(II 组),经适当操作处理后,检测子代噬菌体(增殖代数>2)。下列叙述正确的是 ()

- A. II 组子代噬菌体 DNA 中均含有³²P
 B. I 组子代噬菌体蛋白质中均含有³⁵S
 C. II 组离心后放射性主要分布在上清液
 D. 该实验能说明 DNA 是遗传物质

D 解析: II 组如果用³⁵S 标记的 T2 噬菌体侵染带³⁵S 标记的大肠杆菌,子代噬菌体 DNA 中含有³²P 的个数为 0,如果用³²P 标记的 T2 噬菌体侵染带³⁵S 标记的大肠杆菌,由于 DNA 是半保留复制(增殖代数>2),子代噬菌体部分 DNA 中不含有³²P,A 错误;I 组是用³⁵S 或³²P 标记的 T2 噬菌体侵染普通大肠杆菌,DNA 进入大肠杆菌细胞内,蛋白质外壳留在外面,由于普通大肠杆菌不带标记,子代噬菌体合成蛋白质需要用大肠杆菌提供的原料,所以子代噬菌体蛋白质中均不含有³⁵S,B 错误;II 组如果用³⁵S 标记的 T2 噬菌体侵染带³⁵S 标记的大肠杆菌,由于带标记的蛋白质外壳留在外面,离心后上清液和沉淀中放射性含量都较高,如果用³²P 标记的 T2 噬菌体侵染带³⁵S 标记的大肠杆菌,离心后沉淀中放射性含量较高,C 错误;用噬菌体侵染大肠杆菌实验,DNA 进入大肠杆菌细胞内,而蛋白质外壳留在外面,子代噬菌体的性状是由 DNA 决定的,所以该实验能说明 DNA 是遗传物质,D 正确。

10. 鸡胫色有白胫、青胫等,消费者更偏爱青胫性状,该性状具有重要经济意义。控制该性状的基因位于 Z 染色体上且 ID 对 id 为完全显性。当存在 ID 基因时,会降低黑色素的沉积,鸡胫色表现出浅色胫(白胫等),而 id 基因纯合时,真皮层中大量沉积的黑色素使得鸡胫色表现出青胫。为了在雏鸡中分辨出雌雄,可选择的亲本组合为 ()
- A. 青胫色鸡作为父本,青胫色鸡作为母本
 - B. 青胫色鸡作为父本,白胫色鸡作为母本
 - C. 白胫色鸡作为父本,白胫色鸡作为母本
 - D. 白胫色鸡作为父本,青胫色鸡作为母本

B 解析: 分析题意,该对基因位于 Z 染色体上,ID 对 id 为完全显性,且当存在 ID 基因时,会降低黑色素的沉积,鸡胫色表现出浅色胫(白胫等),而 id 基因纯合时,真皮层中大量沉积的黑色素使得鸡胫色表现出青胫,为了在雏鸡中分辨出雌雄,可选择隐性纯合子雄性和显性的雌性杂交,即 $Z^{id}Z^{id} \times Z^{ID}W$,子代是 $Z^{ID}Z^{id}$ 、 $Z^{id}W$,表现为雄性都是白胫,雌性都是青胫。即选择青胫色鸡作为父本,白胫色鸡作为母本,B 符合题意。

11. 西瓜品种甲的瓜皮为深绿色,经诱变育种获得了浅绿色瓜皮品种乙和丙,三者之间杂交的部分结果如表所示。若乙和丙均只涉及一对基因的突变,下列相关叙述正确的是 ()

亲本	F ₁
甲×乙	深绿色
乙×丙	深绿色
甲×丙	深绿色

- A. 可用 X 射线或紫外线处理品种甲的干种子,使

其定向突变为品种乙和丙

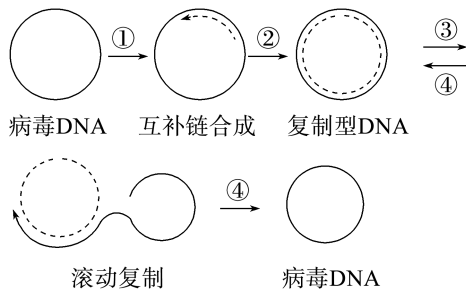
- B. 品种乙和品种丙均发生了隐性突变,且二者含有的浅绿色基因为非等位基因
- C. 甲和乙杂交获得的 F₁ 自交,F₂ 中深绿色是纯合子的概率为 1/4
- D. 乙和丙杂交获得的 F₁ 自交,F₂ 中深绿色:浅绿色=15:1

B 解析: 进行诱变育种时,可用 X 射线或紫外线处理植物萌发的种子,提高其突变率,但不能使其发生定向突变,A 错误;分析实验结果可知,甲和乙杂交以及甲和丙杂交,F₁ 均为深绿色,说明品种乙和品种丙均发生了隐性突变,乙和丙杂交的子代为深绿色,说明乙和丙含有的浅绿色基因为非等位基因,B 正确;设甲为 AaBB,乙为 aaBB,则丙为 AAbb,选用乙(aaBB)×丙(AAbb),则 F₁ 为 AaBb,表现为深绿,甲和乙杂交获得的 F₁(AaBB)自交,F₂ 中深绿色是纯合子 AABB 的概率为 1/3,C 错误;乙为 aaBB,丙为 AAbb,则乙和丙杂交获得的 F₁(AaBb)自交,F₂ 中深绿色:浅绿色=9:7,D 错误。

12. 杂合二倍体紫贻贝的快速育种过程中,用遗传物质失活的精子激发卵子发育,并通过一定途径实现卵子发育成二倍体。常用的途径:①抑制第一极体(由卵原细胞经减数分裂 I 产生)形成;②抑制第二极体(经减数分裂 II 产生)形成;③抑制第一次卵裂。不考虑基因突变和其他情况的染色体变异,下列分析正确的是 ()
- A. ②途径获得的二倍体一定是纯合子
 - B. ③途径获得的二倍体一定是纯合子
 - C. ①途径和②途径获得的二倍体基因组成一定相同
 - D. ②途径和③途径获得的二倍体基因组成一定相同

B 解析: 设该杂合二倍体基因型是 Aa,若在减数分裂 I 前期发生同源染色体的非姐妹染色单体之间的互换,②抑制第二极体形成,可能会形成 Aa 的杂合类型,A 错误;减数分裂完成后,卵细胞中只含等位基因中的一个(A 或 a),卵裂过程进行的是有丝分裂,该基因复制后加倍,不考虑基因突变和其他情况的染色体变异,③抑制第一次卵裂,一定会形成 AA 或 aa 类型的纯合子,B 正确;由于在减数分裂过程中会发生互换和自由组合等现象,①抑制第一极体形成,②抑制第二极体形成,导致最终产生的二倍体基因组成不一定相同,C 错误;②抑制第二极体形成之前可能发生互换等现象,③抑制第一次卵裂进行有丝分裂,一定产生纯合子,②途径和③途径获得的二倍体基因组成不一定相同,D 错误。

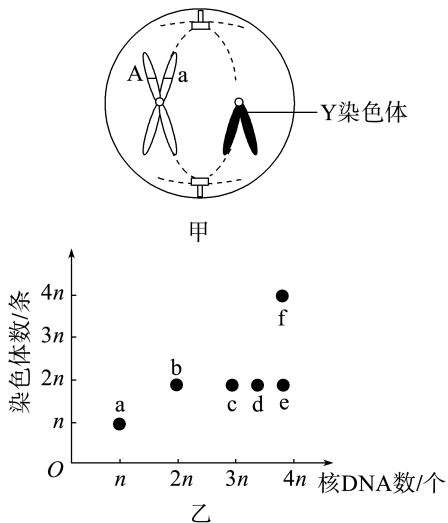
13. 细环病毒(TTV)是世界上第一个被发现的具有单链环状 DNA 的人类病毒。单链环状 DNA 的主要复制方式为滚环式复制, 简易过程如图所示。下列相关叙述错误的是 ()



- A. TTV 和 HIV 的遗传物质彻底水解, 所得产物最多有 4 种物质相同
 B. 图示①和②过程不需要解旋酶, 需要 DNA 聚合酶的参与
 C. 图示③过程既有磷酸二酯键的合成, 也有磷酸二酯键的断裂
 D. 图示③和④过程所需模板与图示①和②过程所需模板是相同的

D 解析: TTV 的遗传物质是 DNA, HIV 的遗传物质是 RNA, 两者的遗传物质彻底水解, 所得产物最多有 4 种物质相同, 即磷酸、胞嘧啶、腺嘌呤和鸟嘌呤, A 正确; 由于该病毒的 DNA 是单链的, 所以该 DNA 复制过程不需要解旋酶参与, B 正确; 图示③过程, 需要先将图示①和②过程合成的单链环状 DNA 切开, 再沿着切口的 3' 端进行延伸, 故该过程既有磷酸二酯键的合成, 也有磷酸二酯键的断裂, C 正确; 据图分析, ③和④过程所需模板与①和②过程所需模板是不相同的, D 错误。

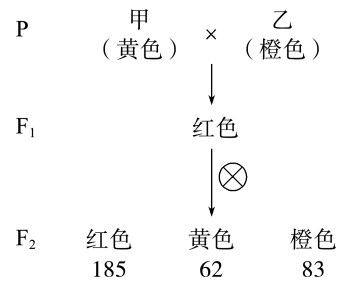
14. 图甲表示某二倍体动物的细胞减数分裂 II 示意图 (仅显示部分染色体); 图乙是染色体数与核 DNA 数的关系图。不考虑染色体变异, 下列分析错误的是 ()



- A. 图甲所示细胞的基因可能发生了基因突变
 B. A、a 基因所在的染色体一定不为 X 染色体
 C. 图甲中染色体数与核 DNA 数的关系在图乙中无对应的点
 D. 图乙 b→e DNA 聚合酶活性较高, e→f 发生同源染色体分离

D 解析: 由于无法知道题图甲所示细胞相应个体的基因型, 因此其可能发生过基因重组或基因突变, A 正确; 细胞中无同源染色体, 且染色体的着丝粒都排列在赤道板上, 处于减数分裂 II 中期, 同源染色体已分开, 细胞中有 Y 染色体, 因此 A、a 基因所在的染色体一定不为 X 染色体, B 正确; 题图甲处于减数分裂 II 中期, 染色体数目为 n , 核 DNA 数为 $2n$, 在题图乙中无对应的点, C 正确; 题图乙中 b→e 时 DNA 正处于复制过程, 因此 DNA 聚合酶活性非常高, e→f 时着丝粒分裂, 姐妹染色单体分离, D 错误。

15. 野生型番茄成熟时果肉为红色, 现有两种单基因纯合突变体, 甲 (基因 A 突变为 a) 果肉黄色, 乙 (基因 B 突变为 b) 果肉橙色。用甲、乙进行杂交实验, 结果如图。下列相关叙述错误的是 ()

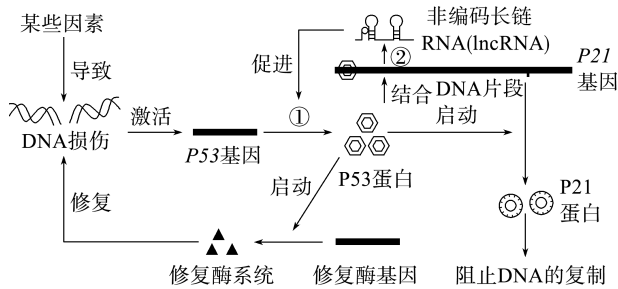


- A. 这两对等位基因遵循自由组合定律
 B. 基因型为 aabb 的番茄果肉为黄色
 C. 亲本甲和乙的基因型分别为 aaBB、AAbb
 D. F₂ 果肉为红色的番茄中纯合子约占 1/9

B 解析: F₂ 中红色 : 黄色 : 橙色 = 185 : 62 : 83 ≈ 9 : 3 : 4, 是“9 : 3 : 3 : 1”的变形, 据此判断两对等位基因遵循自由组合定律, A 正确; 根据甲 (基因 A 突变为 a) 果肉黄色, 乙 (基因 B 突变为 b) 果肉橙色及 F₂ 实验结果可知, 黄色的基因型为 aaB_, 橙色的基因型为 A_bb 和 aabb, 红色的基因型为 A_B_, B 错误; F₁ 的基因型是 AaBb, 所以亲本甲和乙的基因型分别为 aaBB、AAbb, C 正确; F₁ 的基因型是 AaBb, 自交产生的子代中红色的基因型为 A_B_, 其中纯合子 AABB 占 1/9, D 正确。

二、非选择题: 本题共 5 小题, 共 55 分。

16. (10 分) 核基因 P53 属于一种功能强大的抑癌基因。当人体细胞 DNA 受损时, P53 基因被激活, 产生的 P53 蛋白调节机制如图所示。请据图回答以下问题:



- (1)启动②的过程中, _____ 需要识别并与基因 *P21* 的启动部位结合。据图可知lncRNA存在环状结构,则与 *P53* 基因相比,lncRNA 特有的化学组成是 _____。
- (2)与 *P53* 基因相比,在大肠杆菌的某基因表达时可以边转录边翻译,*P53* 不能边转录边翻译的原因是 _____。
- (3)*P53* 蛋白能抑制细胞癌变,其作用机制是 _____ (答出两点)。

解析:(1)基因转录过程中需要 RNA 聚合酶的解旋、聚合作用。与 DNA(基因)相比,lncRNA 特有的化学组成是核糖和尿嘧啶。(2)原核细胞内的基因编码蛋白质的碱基序列是连续的,一经转录就产生了成熟的 mRNA,可以直接指导核糖体翻译形成蛋白质,且没有核膜的阻隔,所以在进行基因表达时可以边转录边翻译。真核生物的核基因表达时,先转录形成 mRNA 前体,然后剪切加工形成成熟 mRNA,通过核孔进入细胞质,在核糖体上翻译形成蛋白质,从时间和空间看,真核生物的核基因只能先转录后翻译。(3)*P53* 蛋白的作用机制是①*P53* 蛋白可以促进修复酶基因的表达,进而产生修复酶系统,修复损伤的 DNA;②*P53* 蛋白还可以促进 *P21* 基因的表达,进而产生 *P21* 蛋白,阻止损伤的 DNA 的复制,降低细胞癌变的风险。

答案:(1)RNA 聚合酶 核糖和尿嘧啶 (2)真核生物的核基因表达时,先转录形成 mRNA 前体,然后剪切加工形成成熟 mRNA,通过核孔进入细胞质,在核糖体上翻译形成蛋白质,从时间和空间看,真核生物的核基因只能先转录后翻译 (3)①*P53* 蛋白促进修复酶基因的表达,产生修复酶系统,从而修复损伤的 DNA;②*P53* 蛋白促进 *P21* 基因的表达,产生 *P21* 蛋白,从而阻止损伤的 DNA 的复制

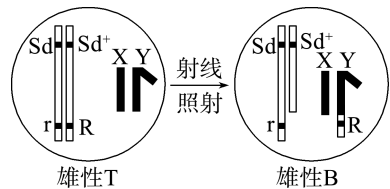
17.(11分)某昆虫的性别决定方式为 XY 型,野生型个体的翅形和眼色分别为直翅和红眼,由位于两对同源染色体上的两对等位基因控制。研究人员通过诱变育种获得了紫红眼突变体和卷翅突变体昆虫。为研究该昆虫翅形和眼色的遗传方式,研究人员利用紫红眼突变体、卷翅突变体和野生型

昆虫进行了杂交实验,结果见下表(相关基因不位于 XY 染色体同源区段)。

杂交组合	P	F ₁	F ₂
甲	紫红眼突变体、紫红眼突变体	直翅紫红眼	直翅紫红眼
乙	紫红眼突变体、野生型	直翅红眼	直翅红眼 : 直翅紫红眼 = 3 : 1
丙	卷翅突变体、卷翅突变体	卷翅红眼 : 直翅红眼 = 2 : 1	卷翅红眼 : 直翅红眼 = 1 : 1
丁	卷翅突变体、野生型	卷翅红眼 : 直翅红眼 = 1 : 1	卷翅红眼 : 直翅红眼 = 2 : 3

注:表中 F₁ 为 1 对亲本的杂交后代,F₂ 为 F₁ 全部个体随机交配的后代;假定每只昆虫的生殖力相同。

- (1)昆虫眼色性状红眼对紫红眼为 _____ (填“显性”或“隐性”)性状。若要研究紫红眼基因位于常染色体还是 X 染色体上,还需要对杂交组合 _____ (填“甲”“乙”“丙”或“丁”)的各代昆虫进行性别鉴定。鉴定后,若该杂交组合的 F₂ 红眼个体雌雄比例为 _____,则可判定紫红眼基因位于性染色体上。
- (2)丁组实验中,F₂ 中卷翅与直翅的比值不是 7 : 9 的原因是 F₂ 的卷翅中发生了 _____ 现象。
- (3)若让杂交组合丙的 F₁ 和杂交组合丁的 F₁ 全部个体混合,让其自由交配,理论上其子代表型及其比例为 _____,其中卷翅基因频率为 _____。
- (4)研究发现该昆虫的野生型均为 Sd⁺ 基因纯合子,但极少数雄性 T 的体内一个 Sd⁺ 基因突变为 Sd 基因(如图所示)。该 Sd 基因编码的蛋白质 M 可作用于 R 基因,使含有 R 基因的细胞在减数分裂的某时期发育异常并死亡(蛋白质 M 对 r 基因不起作用)。若用射线照射雄性 T,可得到染色体片段移接到 Y 染色体上的另一种变异雄性 B(如图所示)。已知雄性 T 和雄性 B 均能与野生型雌性果蝇交配并产生可育后代。



- ①推测蛋白质 M 发挥作用使含 R 基因的细胞死亡只发生在 _____ (填“间期”“减数分裂 I”或“减数分裂 II”)。
- ②为进一步验证上述推测,可将雄性 _____ (填“T”或“B”)与自然界中的野生雌性杂交,若 _____

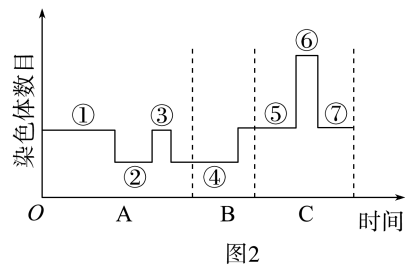
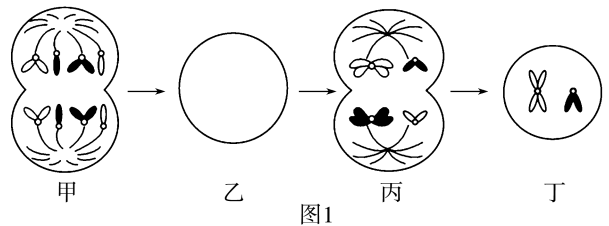
，则支持上述推测。

解析:(1)分析杂交组合乙:紫红眼突变体与野生型交配, F_1 全为红眼, F_2 红眼:紫红眼=3:1,由此可判断红眼为显性,紫红眼为隐性。若要研究紫红眼基因位于常染色体还是X染色体上,还需要对杂交组合乙的各代昆虫进行性别鉴定。假设这对基因位于X染色体上,红眼、紫红眼基因分别用A、a表示,根据 F_1 全为红眼可推知母本只能产生 X^A 配子,即母本基因型为 $X^A X^A$,由题可知父本基因型为 $X^a Y$ 。因此, F_1 中雌性基因型为 $X^A X^a$,雄性基因型为 $X^A Y$,二者杂交得到的 F_2 雌性全为红眼($X^A X^a$ 和 $X^A X^A$),雄性中红眼 $X^A Y$:紫红眼 $X^a Y=1:1$,即 F_2 中红眼雌:红眼雄:紫红眼雄=2:1:1。鉴定后,若该杂交组合的 F_2 红眼个体雌雄比例为2:1,则可判定紫红眼基因位于性染色体上。(2)丁组亲代卷翅突变体和野生型(直翅)杂交, F_1 中卷翅:直翅=1:1,若卷翅、直翅基因分别用B、b表示,则说明亲代分别为Bb和bb,丁组 F_1 中Bb:bb=1:1,丁组中 F_1 随机交配,理论上 F_2 中BB:Bb:bb=1:6:9,但因为卷翅基因具有纯合显性致死效应,导致BB死亡,最终卷翅(Bb):直翅(bb)=6:9=2:3。(3)由于卷翅基因具有纯合显性致死效应,设其基因用B表示,丙、丁两组的 F_1 均为红眼,只看卷翅和直翅这对性状,则杂交组合丙的 F_1 卷翅Bb:直翅bb=2:1,即2Bb:1bb,杂交组合丁的 F_1 卷翅Bb:直翅bb=1:1,即2Bb:2bb(假定个体繁殖率相同),丙、丁两组的 F_1 全部个体混合,则Bb占4/7、bb占3/7,自由交配,则产生的配子B=2/7,b=5/7,则Bb:bb=(2×2/7×5/7):(5/7×5/7)=4:5,即理论上其子代 F_2 中卷翅红眼:直翅红眼=4:5,则Bb为4/9、bb为5/9,A的基因频率=1/2×4/9=2/9,即卷翅基因频率为2/9。(4)①若该蛋白在间期或减数分裂I过程中发挥作用,会使雄性的所有生殖细胞死亡,不会产生可育的配子。题干信息表示雄性T和雄性B均能与野生型雌性果蝇交配产生可育后代,则蛋白质M在减数分裂II过程中发挥作用,这样不含R基因的次级精母细胞可以存活,并完成减数分裂II形成可育配子。②为进一步验证上述推测,可将雄性B与野生型雌性杂交。已知该昆虫的野生型均为 Sd^+ 基因纯合子,故野生雌性昆虫产生一种雌配子(Sd^+)X,而雄性B产生的雄配子有(Sd^+)X、(Sd)rX、(Sd^+) Y^R 、(Sd)r Y^R ,由于Sd基因编码的蛋白质M可作用于R基因,使含有R基因的细胞在减数分裂的某时期发育异常并死亡,故若有三种雄性B的雄配子(Sd^+)X、(Sd)rX、(Sd^+) Y^R 与雌配子(Sd^+)X完成受精作用产生后代,即子代雌性:雄性=2

:1,则支持上述推测。

答案:(1)显性 乙 2:1 (2)卷翅基因纯合致死 (3)卷翅红眼:直翅红眼=4:5 2/9 (4)①减数分裂II ②B 子代雌性:雄性=2:1

18.(11分)某生物学兴趣小组以小鼠($2N=40$)为实验材料,进行相关实验探究,绘制出下列示意图。其中图1表示细胞分裂的部分过程(仅显示部分染色体),图2表示正常分裂过程中不同时期细胞内染色体数的变化曲线。图1和图2来自同一个体。回答下列问题:



(1)图1中细胞丙的名称是_____。在探究小鼠细胞的减数分裂过程时,通常选用雄性小鼠睾丸为实验材料,而不用雌性小鼠卵巢的原因是_____ (答出一点即可)。

(2)图2中姐妹染色单体分离发生在_____ (填数字序号)阶段,①时期细胞中染色体形态有_____种。

(3)图2中A和B两个生理过程的名称分别是_____,它们保证了小鼠前后代体细胞中染色体数目的恒定,对于小鼠的遗传和变异都十分重要。

(4)实验过程中,发现一只雄性小鼠($AaX^B Y$)与一只雌性小鼠($aaX^b X^b$)的后代中,有一只基因型为 $AaX^B X^b Y$ 的变异个体。经分析发现是_____ (填“父本”或“母本”)产生的配子发生异常所致,若不考虑基因突变,该亲本产生配子时发生异常的具体时期是_____。

(5)有一项研究发现,细胞周期蛋白B3(Cyclin B3)缺失的女性所产生的卵细胞异常,但减数分裂过程中姐妹染色单体能正常分开。为进一步揭示Cyclin B3的功能,研究者对正常女性与Cyclin B3缺失女性卵细胞形成过程中的关键时期进行了对比(如图3所示),推测Cyclin B3的功能是促进_____。

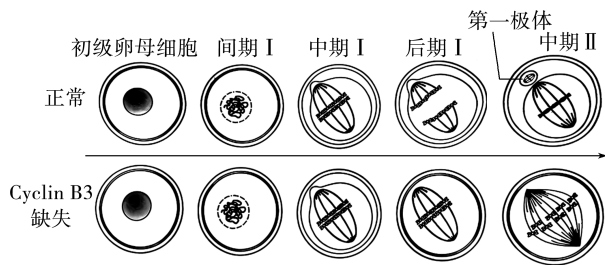


图3

- A. 纺锤体的形成
- B. 同源染色体的分离
- C. DNA 的复制
- D. 着丝粒的分裂

解析:(1)题图 1 中细胞丙同源染色体分离,处于减数分裂 I 后期,此时胞质均等分裂,说明该生物为雄性,该细胞名称是初级精母细胞。在探究小鼠细胞的减数分裂过程时,通常选用雄性小鼠睾丸为实验材料,而不用雌性小鼠卵巢的原因是睾丸内产生的精子数量远远多于卵巢内产生的卵细胞数量。(2)题图 2 中的 A 过程染色体先减半,再加倍,代表减数分裂,③为减数分裂 II 后期,着丝粒分裂,姐妹染色单体分离;C 表示有丝分裂过程,⑥为有丝分裂后期,着丝粒分裂,姐妹染色单体分离;因此姐妹染色单体分离发生在③⑥。①时期为减数分裂 I 过程,且该小鼠为雄性,性染色体组成为 XY,因此细胞中染色体形态有 21 种。(3)题图 2 中 A 过程染色体先减半,再加倍,代表减数分裂,B 过程中染色体数目恢复到正常,代表受精作用。(4)一只雄性小鼠(AaX^BY)与一只雌性小鼠(aaX^bX^b)的后代中,有一只基因型为 AaX^BX^bY 的变异个体。变异个体含有 X^B、X^b、Y 三条性染色体,分析可知 X^B和 Y 来自雄性小鼠,说明父本产生了同时含 X^B和 Y 的精子,减数分裂 I 后期同源染色体 X 和 Y 分离,现在 X 和 Y 出现在同一个精子中,说明该亲本产生配子时发生异常的具体原因是减数分裂 I 后期同源染色体 X 和 Y 未分离。(5)比较正常女性与 Cyclin B3 缺失女性形成卵细胞的细胞分裂过程可知,Cyclin B3 缺失女性减数分裂 I 后期,同源染色体没有移向细胞两极,因此可推测 Cyclin B3 的功能是促进同源染色体的分离,B 正确,A、C、D 错误。

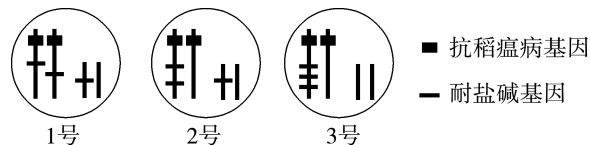
答案:(1)初级精母细胞 睾丸内产生的精子数量远远多于卵巢内产生的卵细胞数量 (2)③⑥ 21 (3)减数分裂、受精作用 (4)父本 减数分裂 I 后期 (5)B

19. (11 分)为研究抗稻瘟病水稻的遗传规律,某团队用纯合抗稻瘟病水稻品种甲、乙、丙分别与易感稻瘟病品种丁杂交得到 F₁,F₁ 自交得到 F₂,结果见表。不考虑染色体互换、染色体变异和基因突变

等情况,回答下列问题:

实验	杂交组合	F ₁ 表型及比例	F ₂ 表型及比例
①	甲×丁	全部抗稻瘟病	抗稻瘟病:易感稻瘟病=3:1
②	乙×丁	全部抗稻瘟病	抗稻瘟病:易感稻瘟病=15:1
③	丙×丁	全部抗稻瘟病	抗稻瘟病:易感稻瘟病=63:1

- (1)在遗传学上,水稻的抗稻瘟病和易感稻瘟病是一对_____。根据表中数据可以判断,易感稻瘟病为_____ (填“显性”或“隐性”)性状。
- (2)实验③中,这一对性状至少受_____对等位基因控制。F₂ 抗稻瘟病植株的基因型有_____种,F₂ 抗稻瘟病植株中的纯合子所占比例为_____。
- (3)培育耐盐碱的抗稻瘟病水稻对于沿海滩涂及内陆盐碱地的利用具有重要价值。该团队将耐盐碱基因随机插入品种甲基因组中,筛选获得 1 号、2 号、3 号植株,耐盐碱基因插入位点如图(注:植株只要含有 1 个耐盐碱基因即可表现出耐盐碱性状,不含则表现出盐碱敏感性状)。



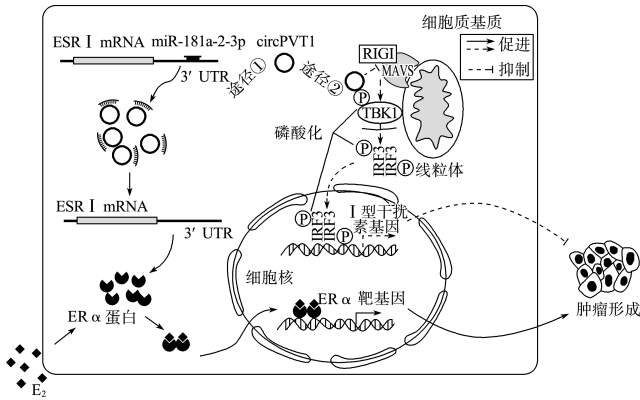
- ①据图分析,2 号植株产生的雌配子类型有_____种,1 个次级卵母细胞携带的耐盐碱基因最多有_____个。
- ②该团队将 3 号植株自交,理论上所得子一代的表型及比例是_____。

解析:(1)水稻的抗稻瘟病和易感稻瘟病是一对相对性状。实验①中,F₁ 自交得到 F₂,F₂ 中发生性状分离,可知抗稻瘟病对易感稻瘟病为显性,即易感稻瘟病为隐性性状。(2)实验②中,F₂ 中性状分离比为 15:1,是 9:3:3:1 的变式,即这一对相对性状至少受两对等位基因控制,且遵循基因的自由组合定律。实验③中,F₂ 表型及比例为抗稻瘟病:易感稻瘟病=63:1,说明受三对等位基因的控制,若用 A/a、B/b、C/c 分别表示三对等位基因,F₁ 的基因型为 AaBbCc,F₁ 自交得到 F₂,F₂ 的基因型有 3×3×3=27 种,其中易感稻瘟病基因型为 aabbcc,则 F₂ 抗稻瘟病植株的基因型有 27-1=26 种,F₂ 中的纯合子共 2×2×2=8 种,其中 1 种是易感稻瘟病,剩余 7 种为抗稻瘟病,即 F₂ 抗稻瘟病植株中的纯合子比例为 7/63=1/9。(3)①据图分析,2 号植株细胞中,耐盐基因插入两对染色

体上,遵循基因的自由组合定律,因此2号植株产生的雄配子类型有 $2 \times 2 = 4$ 种,当含有耐盐基因的染色体都在一个次级卵母细胞中时,所含的耐盐基因最多,一条染色体上有4个耐盐基因,一条染色体上有2个耐盐基因,因此最多有6个。
②3号植株中耐盐基因全部在一条染色体上,遵循基因的分离定律,因此自交后代耐盐碱抗稻瘟病:盐碱敏感抗稻瘟病=3:1。

答案:(1)相对性状 隐性 (2)3 26 1/9
(3)①4 6 ②耐盐碱抗稻瘟病:盐碱敏感抗稻瘟病=3:1

20.(12分)雌激素(E_2)水平紊乱诱导的 $ER\alpha$ 靶基因异常激活是乳腺癌发生的重要驱动因素之一。环状RNA(circRNA)中的circPVT1在细胞中高表达,可通过作用于ESR I mRNA和MAVS蛋白促进乳腺癌的发生,相关过程如下图所示。回答下列问题:



(1)circPVT1起源于PVT1基因的第二个外显子(真核生物编码区中的序列),其前体mRNA在相关酶的作用下剪切并在核糖和磷酸基团间形成_____ (填化学键),从而成为环状。circPVT1主要分布于_____中,其含有_____个游离的磷酸基团。

(2)miR-181a-2-3p(微小RNA)根据_____原则与靶基因mRNA的3'UTR区(非翻译区)发生结合,从而抑制ESR I mRNA的_____过程。circPVT1与miR-181a-2-3p结合后可_____ (填“促进”或“抑制”)ERα蛋白的合成,经过一系列调节从而促进肿瘤形成。

(3)MAVS蛋白存在于线粒体外膜上,circPVT1通过与MAVS相互作用破坏_____复合物的形成,导致TBK1、IRF3_____过程受阻以及IRF3二聚体形成受阻。请结合干扰素的功能,说明IRF3二聚体形成受阻对肿瘤形成的影响是_____。

(4)已有研究证明,靶向circPVT1能有效抑制乳腺癌的生长。请据此提出两条乳腺癌治疗的药物研制方案:_____。

解析:(1)circPVT1起源于PVT1基因的第二个外显子,其前体mRNA在相关酶的作用下剪切并在核糖和磷酸基团间形成磷酸二酯键,从而成为环状。circPVT1属于RNA,主要分布于细胞质(基质)中,由于其呈环状,含有0个游离的磷酸基团。(2)miR-181a-2-3p(微小RNA)根据碱基互补配对原则与靶基因mRNA的3'UTR区发生结合,导致mRNA不能作为模板进行翻译,从而抑制ESR I mRNA的翻译过程。由图可知,circPVT1与miR-181a-2-3p结合后可促进ERα蛋白的合成,雌激素(E_2)与ERα蛋白结合,从而促进ERα靶基因表达,经过一系列调节促进肿瘤形成。(3)由题图可知,RIGI-MAVS复合物可促进TBK1、IRF3磷酸化过程,同时促进IRF3二聚体形成,MAVS蛋白存在于线粒体外膜上,circPVT1抑制RIGI-MAVS复合物的形成,导致TBK1、IRF3磷酸化过程受阻以及IRF3二聚体形成受阻。结合干扰素的功能,IRF3二聚体形成受阻会抑制合成I型干扰素,导致肿瘤细胞逃逸,促进肿瘤的形成。(4)靶向circPVT1能有效抑制乳腺癌的生长。据此可通过研发抑制PVT1基因第二个外显子表达或与circPVT1碱基互补的核酸类药物等来治疗乳腺癌。

答案:(1)磷酸二酯键 细胞质 0 (2)碱基互补配对 翻译 促进 (3)RIGI-MAVS 磷酸化 IRF3二聚体形成受阻则抑制合成I型干扰素,导致肿瘤细胞逃逸,促进肿瘤的形成 (4)抑制PVT1基因第二个外显子的表达;研制与circPVT1碱基互补的核酸类药物等