

2024—2025 学年度下学期期末考试高一年级生物科试卷

命题学校：东北育才学校 命题人：于丽晶 校对入：徐廷辉

一、单项选择题（15 题，每题 2 分，共 30 分。每小题只有一个选项符合要求。）

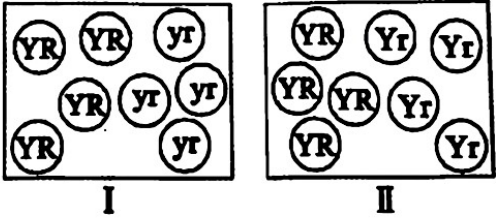
1. 在生物学研究领域，科学方法对于揭示生命现象的本质起着至关重要的作用。以下有关科学方法及相关实验的叙述，正确的是（ ）

选项	实验与结论	科学方法或技术
A.	艾弗里肺炎链球菌体外转化实验	加法原理
B.	梅塞尔森和斯塔尔探究 DNA 的复制方式	放射性同位素标记法
C.	沃森、克里克构建 DNA 双螺旋结构	概念模型
D.	摩尔根证明“基因位于染色体上”	假说—演绎法

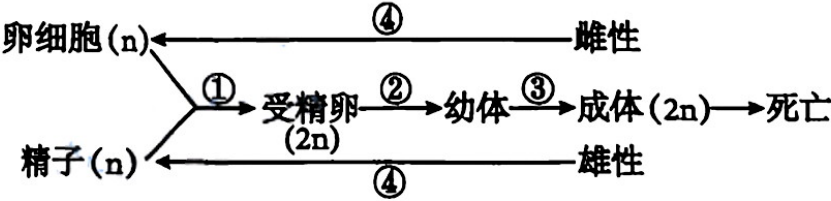
2. 2024 年，某地爆发一种新型甲虫虫害，其啃食农作物叶片，严重影响农业生产。该甲虫体色由一对等位基因控制，有黑色和棕色两种。为有效防治，科研人员对其遗传规律展开研究。下列判断正确的是（ ）

- A. 让黑色甲虫与棕色甲虫杂交，子代全为黑色，可证明黑色是显性性状
- B. 两只棕色甲虫大量繁殖，子代出现黑色甲虫，说明棕色为隐性性状
- C. 要验证基因分离定律，只能让黑色杂合甲虫与棕色甲虫测交
- D. 甲虫减数分裂时，控制体色的基因只在减数分裂 I 后期分离

3. 某同学做杂交模拟实验时，分别从 I、II 小桶内随机抓取一个小球并记录字母组合，其中小桶代表生殖器官，小球代表雌、雄配子，字母代表基因。下列说法正确的是（ ）

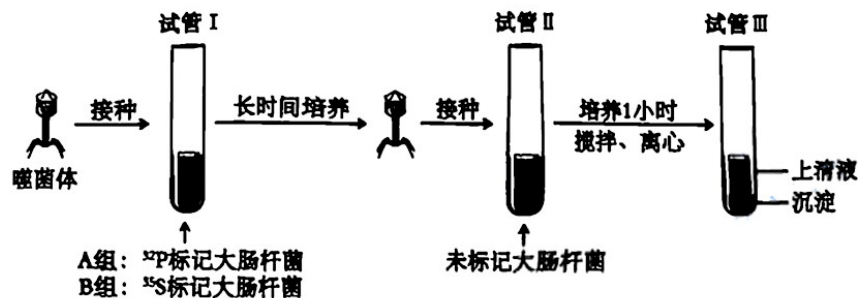


- A. 为保证结果的准确性，两桶内小球的数目必须相同
 - B. 基因 Y/y 和 R/r 位于非同源染色体上
 - C. 该实验模拟的是非等位基因的自由组合
 - D. 得到字母组合为 YyRr 的概率是 1/4
4. 下图为进行有性生殖的生物的生活史示意图，下列有关说法错误的是（ ）



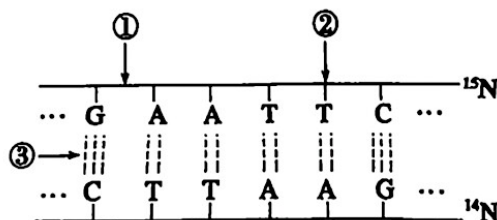
- A. 过程④中分离定律和自由组合定律同时发生
- B. 过程②存在细胞的有丝分裂、细胞分化等过程
- C. 受精卵细胞核中的遗传物质一半来自精子，一半来自卵细胞
- D. 过程①和②保证了生物前后代染色体数目的恒定

5. 噬菌体侵染大肠杆菌的实验流程如下图所示。该实验条件下，噬菌体每 20 分钟复制一代。下列叙述正确的是（ ）



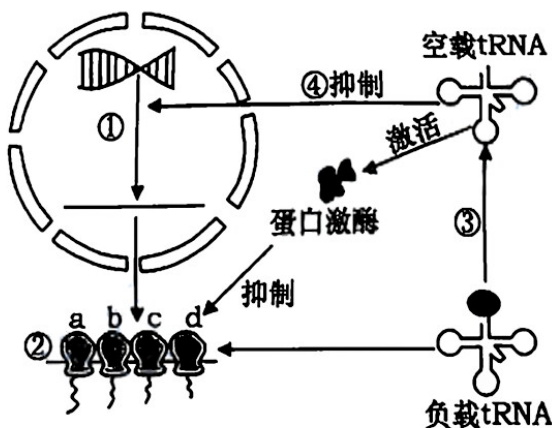
- A. 该实验证明了 DNA 的复制方式为半保留复制
- B. 大肠杆菌为噬菌体增殖提供了模板、原料、酶和能量
- C. A 组试管 III 中含 ^{32}P 的子代噬菌体比例较低
- D. B 组试管 III 上清液中的放射性强度与接种后的培养时间成正比

6. 下图为果蝇一染色体 DNA 分子片段的示意图。下列有关说法错误的是（ ）



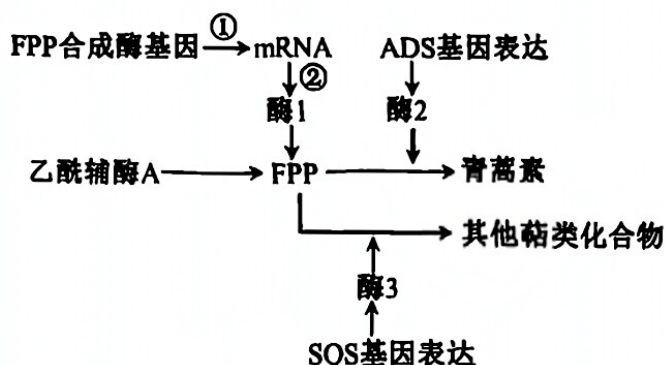
- A. 解旋酶作用于③处，DNA 聚合酶催化形成①处的化学键
- B. 该 DNA 分子含有 2 个游离磷酸基团，其余磷酸基团均与 2 个脱氧核糖相连
- C. 若该 DNA 一条链上 G+C 占该链碱基总数的 56%，则无法确定整个 DNA 分子中 T 的含量
- D. 把此 DNA 放在含 ^{14}N 的培养液中复制三代，子代中含 ^{15}N 的 DNA 占 1/8

7. 当细胞中缺乏氨基酸时，携带氨基酸的负载 tRNA 会转化为没有携带氨基酸的空载 tRNA，进而调控相关基因表达，相应过程如图所示。下列叙述错误的是（ ）



- A. ①过程中 RNA 聚合酶催化 mRNA 链的合成方向为 $5' \rightarrow 3'$
- B. 真核细胞基因的表达过程也存在边转录边翻译的情况
- C. 图示②过程多个核糖体同时合成多条多肽链可以提高翻译的效率
- D. 当缺乏氨基酸时，空载 tRNA 通过③、④两条途径来调控相应基因表达

8. 青蒿素是治疗疟疾的重要药物，其化学本质是一种萜类化合物。下图为黄花蒿产生青蒿素的代谢过程。青蒿素主要从黄花蒿的叶片中提取，但提取量很低，难以满足临床需求。下列有关说法错误的是（ ）



- A. ①②过程中，遗传信息能够准确传递依赖于碱基的互补配对
 B. 青蒿素主要从叶片中提取，是因为不同部位的细胞中的基因选择性表达
 C. 抑制 FPP 合成酶基因和 SQS 基因的表达可提高青蒿素的产量
 D. 该过程体现基因通过控制酶的合成来控制代谢过程，进而控制生物的性状
9. 某雌雄同株植物的花色受独立遗传的两对等位基因 (A/a 和 B/b) 控制。当基因 A 存在时开蓝花，但若还同时存在基因 B 则开紫花，且当基因 a 和 B 存在于同一配子中时会导致该配子不育。亲本紫花植株与蓝花植株杂交，F₁ 中出现蓝花、紫花及白花植株。下列叙述错误的是（ ）

- A. 亲本紫花植株的基因型为 AaBb，其可产生 3 种可育配子
 B. F₁ 植株共有 5 种基因型，其中白花植株的基因型为 aabb
 C. 若让 F₁ 紫花植株测交，则所得后代中蓝花与紫花比例相等
 D. 若让 F₁ 紫花植株随机授粉，则所得后代中白花植株占 1/25
10. 现有若干纯合黄翅果蝇突变体，黄翅基因位于常染色体还是 X 染色体的非同源区段未知。某科研小组让野生灰翅雌蝇和黄翅雄蝇杂交，F₁ 都是灰翅，让 F₁ 雌雄灰翅个体相互交配得到 F₂，F₂ 的表型及比例为灰翅：黄翅=3：1。小组讨论时，有以下观点，你认为正确的是（ ）

- ①由于 F₂ 的表型及比例为灰翅：黄翅=3：1，可以断定位于常染色体上。
 ②不能确定，因为只有 F₂ 表型及比例，而性别未知
 ③让 F₁ 灰翅雌蝇与黄翅雄蝇测交，如果后代出现雄性黄翅，则可以推断这对基因位于 X 染色体上
 ④选择黄翅雌蝇与灰翅雄蝇杂交，经过一次杂交，即可根据后代表型及比例推知基因在常染色体上还是 X 染色体上

- A. ① B. ②④ C. ②③ D. ②③④

11. 一对雌雄果蝇交配，产生的后代中雌性表型为：无翅 0 只、长翅 203 只、正常翅 400 只、小翅 198 只；雄性表型为：无翅 397 只、长翅 99 只、正常翅 200 只、小翅 101 只（控制翅膀大小的基因用 A、a 表示，控制翅膀有无的基因用 B、b 表示，翅膀的大小包括长翅、正常翅和小翅）。下列分析错误的是（ ）

- A. 该研究中涉及两对相对性状，遵循孟德尔的分离和自由组合定律
 B. 控制果蝇翅膀大小的基因在 X 染色体上，小翅为显性性状
 C. 亲本雌雄果蝇的基因型分别为 AaX^BX^b、AaX^BY
 D. 让子代正常翅的雌雄果蝇交配，后代中长翅果蝇占 7/32

12. 下列关于生物变异的说法正确的是 ()

- A. 大肠杆菌在减数分裂第一次后期会发生非同源染色体非等位基因的自由组合
- B. 基因突变是生物变异的根本来源, 突变后的基因碱基序列一定改变
- C. 基因型为 AABb 的豌豆自交, 后代出现 3:1 的性状分离比, 是基因重组的结果
- D. 同卵双胞胎性状的差异主要与基因重组有关

13. 水稻 ($2n=24$) 中以下三种基因均与减数分裂有关, 如果基因异常均会导致所产生的配子出现异常。①S 基因: 一种转酯酶基因, 该酶能催化染色体 DNA 双链断裂, 导致染色体断裂。②O 基因: 参与调控减数分裂 II 时细胞质的分裂。③R 基因: 编码的黏连蛋白参与着丝粒的分裂。下列说法错误的是 ()

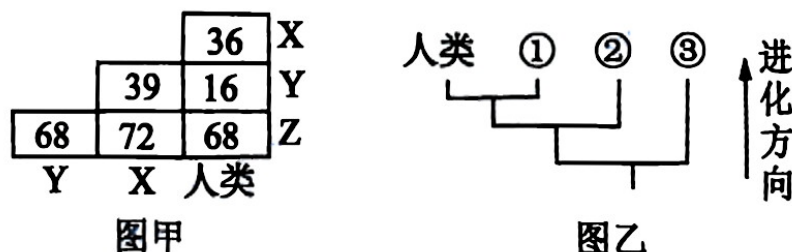
- A. S 基因过表达, 会影响减数分裂 I 前期同源染色体的非姐妹染色单体互换
- B. S 基因突变使染色体断裂异常, 可导致排列在染色体上的基因数目发生改变
- C. O 基因表达下降, 导致无法完成减数分裂 II, 会使配子中含有同源染色体
- D. R 基因表达下降, 可导致姐妹染色单体在减数分裂 II 后期之前就发生分离

14. 白菜 ($AA=20$, A 表示一个染色体组, 下同) 与甘蓝 ($CC=18$) 杂交可得到异源四倍体油菜, 四倍体油菜与萝卜 ($RR=18$, 含有抗线虫病基因) 再杂交, 可获得抗线虫病的油菜, 具体过程如图所示。下列叙述错误的是 ()



- A. 过程 1 与过程 2 属于杂交育种, 杂交后不可直接获得可育植株
- B. 过程 3 得到的 BC1 植株中无同源染色体, 不会产生正常配子
- C. 过程 4 得到的 BC2 植株群体中染色体数目为 38~47 条
- D. BC2 植株中抗线虫病个体的出现可能是保留了含抗病基因的萝卜染色体

15. 如图甲为人类、动物 X、动物 Y 和动物 Z 四种生物体内血红蛋白 (球蛋白) 基因碱基序列的差异数目, 图乙是根据图甲信息绘制的四个物种的进化关系。下列叙述正确的是 ()



- A. 四种生物体内血红蛋白基因的碱基序列可作为生物进化最直接的证据
- B. 基因中碱基序列差异越大, 相应蛋白质中氨基酸序列差异必然也越大
- C. 图甲中人类与动物 Z 的亲缘关系最远, 图乙中①代表动物 Y, ②代表动物 X
- D. 图乙表明生物进化的基本单位是物种, 不同生物可能有共同的祖先

二、不定项选择题(5题,每题3分,共15分。每小题有一个或多个选项符合要求,全选对得3分,少选得1分,选错不得分。)

16. 下列关于基因自由组合定律的描述,正确的是()

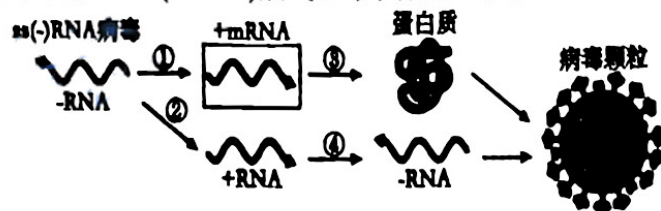
A. 若基因型为 $aaBb$ 和 $Aabb$ 的个体杂交,后代表现型比例为 $1:1:1:1$,说明两对基因能自由组合

B. 若基因型为 $AaBb$ 的个体产生基因型为 AB 、 Ab 、 aB 、 ab 的四种配子,说明两对基因能自由组合

C. 若基因型为 $AaBb$ 的个体自交,后代表现型比例不为 $9:3:3:1$,则两对基因一定不能自由组合

D. 若基因型为 $AaBb$ 和 $aaBb$ 的个体杂交,后代表现型比例为 $3:1:3:1$,说明两对基因能自由组合

17. 甲流病毒是一种负链 RNA(-RNA)病毒,其增殖过程如图所示。相关叙述错误的有()



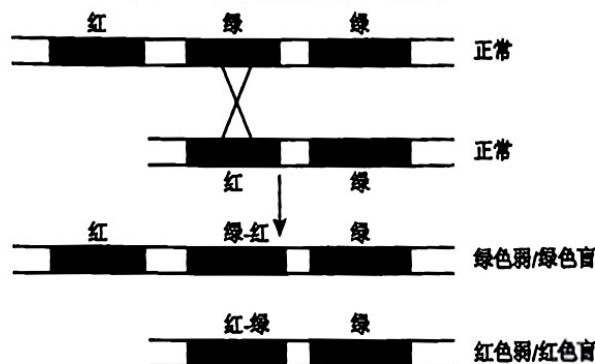
A. 图中①②③④过程均遵循相同的碱基互补配对方式

B. 病毒完成 $-RNA \rightarrow RNA$ 的过程消耗嘌呤数与嘧啶数一定相等

C. $-RNA$ 可直接与宿主细胞的核糖体结合翻译子代病毒蛋白质

D. 艾滋病毒(HIV)和甲流病毒具有相同的遗传信息传递途径

18. 人的 X 染色体上有一个红色觉基因和一个或多个绿色觉基因,只有完整的红色觉基因和相邻的那个绿色觉基因能正常表达。当红绿色觉基因之间发生片段交换形成嵌合基因时会影响色觉,机理如下图所示。下列有关叙述错误的是()



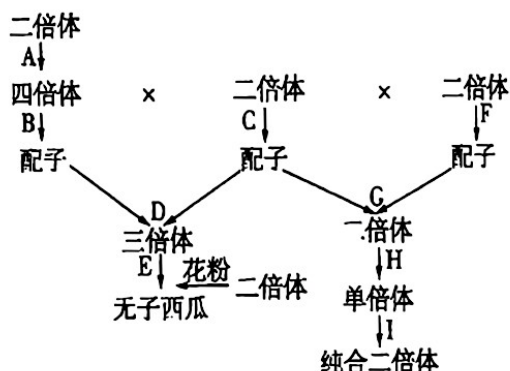
A. X 染色体上的基因所控制的性状都和性别决定密切相关

B. 图示嵌合基因的形成可能发生在男性减数分裂I四分体时

C. 与红色觉基因较远的绿色觉基因不能表达可能与 DNA 甲基化有关

D. 红色觉基因、绿色觉基因和色盲基因是复等位基因

19. 西瓜可消暑解渴,深受人们喜爱。如图是新品种西瓜的两种培育过程,A~I 为相关过程。下列叙述错误的是()



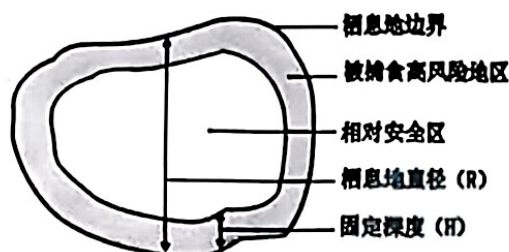
A. A 和 I 过程可用秋水仙素处理,抑制纺锤体的形成

B. D 和 E 过程都需要人工授粉,两次授粉目的相同

C. G 过程中雌雄配子结合发生了基因重组

D. 无子西瓜与二倍体西瓜属于不同的物种

20. 栖息地碎片化是指在自然干扰或人为活动的影响下, 大面积连续分布的栖息地被分隔成小面积不连续的栖息地斑块的过程。一些捕食者总是沿着被捕食者栖息地的边界觅食, 并可深入到某一固定深度(如图所示)。下列分析, 正确的是()



- A. 栖息地的碎片化, 会降低生物多样性 B H/R 增大, 被捕食者生存压力随之减小
C. 相对安全区范围影响捕食者与被捕食者协同进化的速率
D. 减少相邻“碎片”的连通性, R 值减小, 有助于生态恢复

三、非选择题 (5 题, 共 55 分)

21. (11 分) 研究者将 1 个含 $^{14}\text{N}/^{14}\text{N}$ -DNA 的大肠杆菌转移到以 $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$ 为唯一氮源的培养液中, 培养 24h 后, 提取子代大肠杆菌的 DNA, 将 DNA 双链解开再进行密度梯度离心, 试管中出现两种条带, 如图 1 所示。DNA 复制时两条子链的延伸方向相反, 其中一条子链称为前导链, 该链连续延伸; 另一条称为后随链, 该链逐段延伸, 这些片段称为冈崎片段, 如图 2 所示。

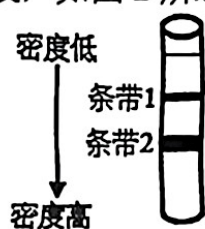


图1

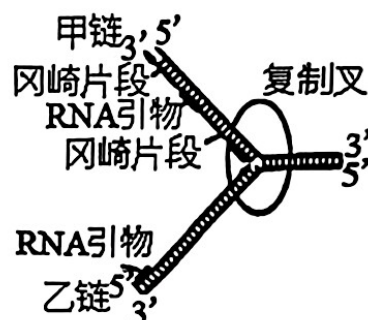
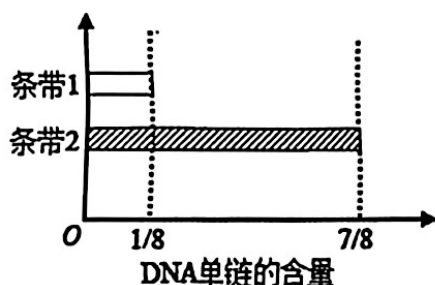
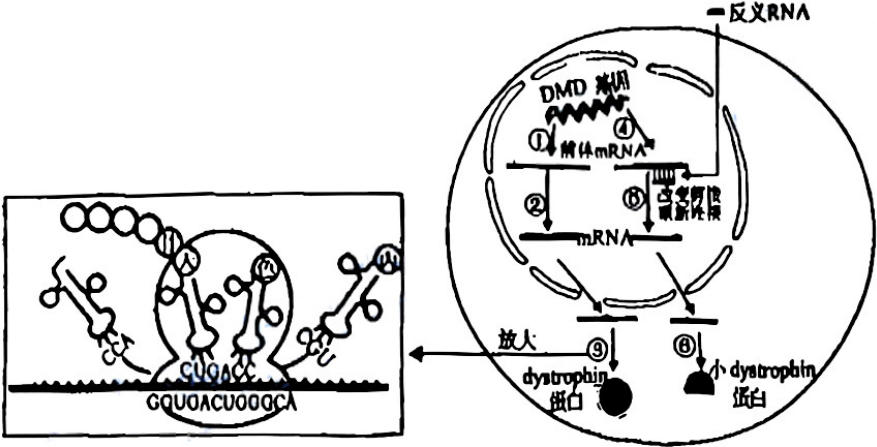


图2

- (1) 大肠杆菌某段 DNA 分子的一个单链中相邻的碱基通过_____相连接。
根据图 1 所示信息, 可知该种大肠杆菌的细胞周期大约为_____h。
(2) 已知大肠杆菌拟核 DNA 中含 a 个碱基, 其中鸟嘌呤 b 个, 则第 n 次复制时需消耗游离的胸腺嘧啶的数目为_____。
(3) 图 2 中, 甲链的合成过程中, 除需要解旋酶之外, 还需要_____ (至少答出一种) 等酶, 其合成的方向与复制叉延伸的方向_____ (填“相同”或“相反”)。
(4) 用 ^3H 标记的大肠杆菌培养 T2 噬菌体, 最终可在子代噬菌体的_____ (DNA/蛋白质/DNA 和蛋白质) 中测到放射性。
(5) 若亲代 DNA 分子经过诱变, 某位点上一个正常碱基 (设为 X) 变成了 5-溴尿嘧啶 (BU)。诱变后的 DNA 分子连续复制 2 次, 得到 4 个子代 DNA 分子, 相应位点上的碱基对分别为 BU—A、A—T、G—C、C—G, 推测碱基 X 可能是_____。
(6) 若将某植物的 1 个分生区细胞 ($2n=18$) 全部核 DNA 分子用 ^{32}P 标记, 置于不含 ^{32}P 的培养液中培养, 经过六次连续分裂产生的子细胞中, 每个子细胞中含 ^{32}P 的 DNA 分子数有_____个, 含被 ^{32}P 标记 DNA 的子细胞数为_____个。

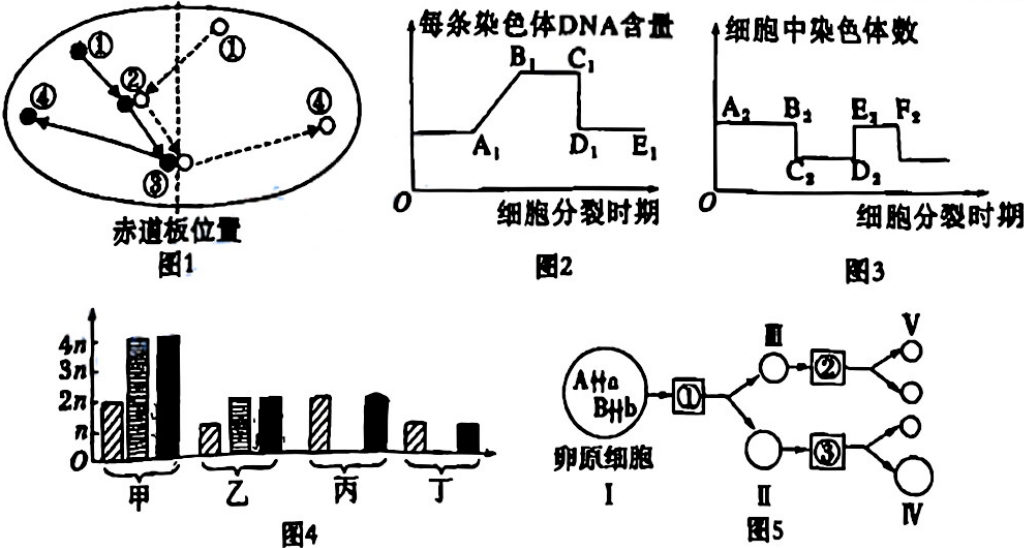
22. (11 分) 杜氏肌营养不良症是一种 X 染色体单基因遗传病, 该病患者因 DMD 基因突变导致肌肉细胞中 dystrophin 蛋白缺失, 引发肢体肌无力。下图中①~③表示正常的 DMD 基因控制合成 dystrophin 蛋白的过程, ④~⑥表示 DMD 基因发生某种类型的突变后, 科研人员通过导入反义 RNA 药物后合成小 dystrophin 蛋白 (比正常 dystrophin 蛋白小, 但保留了正常 dystrophin 蛋白的基本功能) 进行治疗的过程。



- (1) 图中①过程在_____酶的催化作用下完成, 经②过程剪接加工形成的成熟 mRNA 通过_____ (填细胞结构) 转移至细胞质中发挥作用。
- (2) 参与③过程的 RNA 有_____种; 根据方框中的图示可知, 核糖体的移动方向是_____ (填“从左向右”或“从右向左”), 决定丙氨酸的密码子是_____; 除此之外, 细胞中决定丙氨酸的密码子还有 3 种, 上述现象称作_____, 该现象对生物体生存发展的意义是:_____ (答出 2 点)。

(3) DMD 基因突变有多种类型, 有的突变类型会使转录得到的 mRNA 中提前出现终止密码子, 导致肽链合成提前终止。针对此种突变类型引发的疾病患者, 科研人员采用导入反义 RNA 药物的方式进行治疗, 机理如④~⑥所示: 反义 RNA 药物与突变基因_____产生的_____发生碱基互补配对形成双链, 通过剪接将含_____的区段剔除, 剩余区段重新连接, 指导合成有功能的小 dystrophin 蛋白, 从而减轻症状。

23. (10 分) 图 1 表示用不同颜色的荧光标记某雄性动物 ($2n=8$) 中两条染色体的着丝粒 (分别用“●”和“○”表示), 在荧光显微镜下观察到它们的移动路径如箭头所示; 图 2 表示细胞分裂过程中每条染色体 DNA 含量变化图; 图 3 表示减数分裂过程中细胞核内染色体数变化图; 图 4 为减数分裂过程 (甲~丁) 中的染色体数、染色单体数和核 DNA 分子数的数量关系图。图 5 表示某哺乳动物的基因型为 $AaBb$, 某个卵原细胞进行减数分裂的过程, 不考虑染色体互换, ①②③代表相关过程, I~IV 表示细胞。回答下列问题:



(1) 图 1 中①→②过程发生在_____期, 同源染色体出现_____行为: 细胞中③→④过程每条染色体含 DNA 含量相当于图 2 中_____段。

(2) 若图 2 和图 3 表示同一个细胞分裂过程, 则图 2 中发生 C₁D₁ 段变化的原因与图 3 中_____段的变化原因相同。

(3) 非同源染色体的自由组合发生在图 4 的_____时期 (填甲、乙、丙、丁)。

(4) 图 5 中细胞 II 的名称为_____, 该细胞中可形成_____个四分体。若细胞 III 的基因型是 aaBB, 则细胞 IV 的基因型是_____。

(5) 图 5 中, 基因型为 ABb 的细胞 IV 与基因型为 ab 的精子形成受精卵发育为雄性个体, 且该雄性个体减数分裂时同源染色体中的两条分别移向细胞两极, 另一条随机移动, 则其产生基因型为 abb 的配子的概率是_____。

24. (11 分) 玉米是重要的粮食作物和饲料作物, 具有重要的遗传科研价值。

(1) 玉米源于五千多年前墨西哥的一种野生黍米, 野生黍米和玉米现属于两个物种, 玉米物种的形成一般要经过_____, 人工选择和隔离三个基本环节。玉米体细胞有 10 对同源染色体, 则玉米基因组计划需要测_____条染色体上 DNA 序列。

(2) 玉米植株一般为雌雄同株异花, 但也存在只有雄花序的雄株和只有雌花序的雌株。上述性别由独立遗传的两对等位基因 (E、e 和 T、t) 来控制。其中 E 和 T 同时存在时, 表现为雌雄同株异花, 有 T 但没有 E 时, 表现为雄株, 有 tt 时表现为雌株。玉米雌雄同株同豌豆相比, 在进行杂交育种时, 可省去_____麻烦。现选取两纯合亲本雌雄同株和雌株进行杂交, 得到 F₁, F₁ 自交得到 F₂。若 F₂ 没有雄株个体出现, 则亲本的基因型是_____, 取 F₂ 中的雌雄同株个体相互授粉, 子代的雌株个体占_____。

(3) 玉米植株紫色基因 (B) 对植株绿色基因 (b) 为显性, 这对等位基因位于第 6 号染色体上。当用 X 射线照射纯合紫株玉米花粉后, 将其授与纯合绿株的个体上, 发现在 F₁ 的 734 株中有 1 株为绿色。关于这株绿色植株产生的原因, 有两种推测:

推测一: 少数花粉中紫色基因 (B) 突变为绿色基因 (b), 导致 F₁ 中绿苗产生。

推测二: 6 号染色体载有紫色基因 (B) 的区段缺失导致的。已知第 6 号染色体区段缺失的雌、雄配子可育, 而缺失纯合子 (两条同源染色体均缺失相同片段) 致死。

某同学设计了以下杂交实验, 以探究 X 射线照射花粉后产生的变异类型。

实验步骤:

第一步: 选上述 F₁ 绿色植株与表型为紫色纯种品系杂交, 得到 F₂;

第二步: 让 F₂ 植株自交, 得到 F₃;

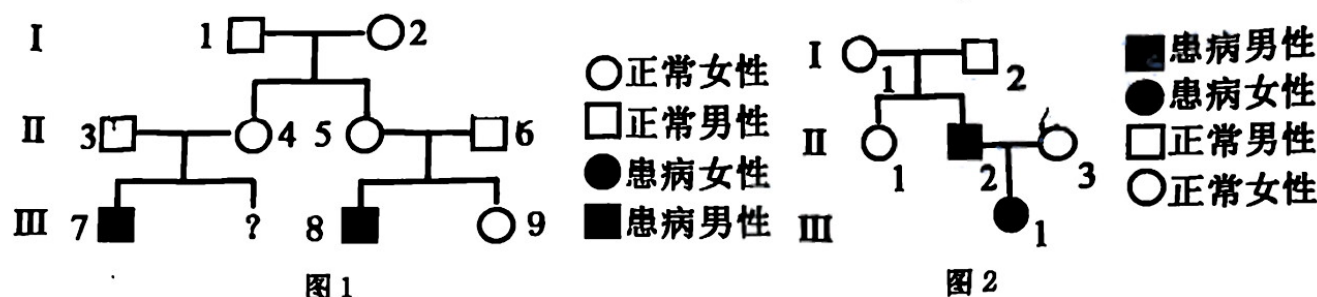
第三步: 观察并记录 F₃ 植株_____。

结果预测及结论:

①若 F₃ 植株的_____, 说明推测一成立;

②若 F₃ 植株的_____, 说明推测二成立。

25. (12分) 鱼鳞病(相关基因为A、a)和遗传性肾炎(相关基因为B、b)都属于单基因遗传病(注:基因位置不考虑X、Y染色体的同源区段)。图1是某鱼鳞病患者家系,图2是某遗传性肾炎患者家系,每个家系中只有一种遗传病患者,请回答下列问题:



- (1) 据图1和图2判断,鱼鳞病、遗传性肾炎可能的遗传方式均为_____。
若仅考虑各家系中的遗传病,图1中“?”为正常女性的概率是_____。
- (2) 现将相关DNA片段进行酶切,分离得到控制这两种遗传病的相关基因片段。下表记录了两个家族中部分家庭成员的检测结果(注:“+”表示存在,“-”表示不存在,“x”表示未检测)。

		图1家族		图2家族			
		II-5	II-6	I-1	I-2	II-2	II-3
基因A、a	基因1	+	-	+	x	x	+
	基因2	+	+	+			+
基因B、b	基因3	+	+	x	+	-	+
	基因4	-	+		+	+	+

根据检测结果,回答下列问题:

- ①表中基因1~4中,代表基因A的是_____,代表基因B的是_____。
- ②若图1中的III-8与图2中的II-1婚配,则其子女只患一种病的概率是_____。
- ③图1中,若III-8的性染色体组成为XXY,那么产生异常生殖细胞的是其_____(选填“父亲”或“母亲”),理由是_____。
- (3) 遗传病严重危害人类的健康,可以采取如遗传咨询、产前诊断等措施将发病率尽可能降低,请将下列遗传咨询过程的基本程序用数字排序_____。
- ①推算后代再发风险率 ②体检、了解家族病史
③提出预防措施 ④系谱分析确定遗传方式

2024—2025 学年度下学期期末考试高一年级生物科

参考答案

一、单项选择题（15 题，每题 2 分，共 30 分。每小题只有一个选项符合要求。）

1-5DADDC 6-10CDCDB 11-15BBCBC

二、不定项选择题（5 题，每题 3 分，共 15 分。每小题有一个或多个选项符合要求，全选对得 3 分，少选得 1 分，选错不得分。）

16.D 17.BCD 18.ABD 19.BCD 20.AC

三、非选择题（5 题，共 55 分）

21.（11 分，除特殊标注外，每空 1 分）

（1）脱氧核糖-磷酸-脱氧核糖 8 （2） $(a/2-b)2^{n-1}$

（3）DNA 聚合酶、DNA 连接酶（写一个即得分） 相反

（4）DNA 和蛋白质 （5）G 或 C

（6）0~18（2 分） 2~36（2 分）

22.（11 分，除特殊标注外，每空 1 分）

（1）RNA 聚合 核孔

（2）3 从左向右 GCA 密码子的简并性

①增强翻译的容错性（当密码子改变后，可能不会改变其对应的氨基酸，不会引起性状改变）；②保证翻译的速度（当某种氨基酸的使用频率较高时，几种不同的密码子都编码同一种氨基酸）。（2 分，答出 1 点给 1 分）

（3）转录 前体 mRNA 终止密码子

23.（10 分，除特殊标注外，每空 1 分）

（1）减数第一次分裂前/减数分裂 I 前 联会 B1C1

（2）D2E2 （3）甲

（4）次级卵母细胞 0 Ab

（5）1/12（2 分）

24.（11 分，除特殊标注外，每空 1 分）

（1）突变和基因重组 10 （2）人工去雄 $EETt \times EEtt$ 1/9（2 分）

（3）颜色（表型）及比例 紫色：绿色=3：1（2 分） 紫色：绿色=6：1（2 分）

（表型及比例全部写对 2 分，只写对表现型不给分，只写对比例给 1 分）

25.（12 分，除特殊标注外，每空 1 分）

（1）伴 X 染色体隐性遗传或常染色体隐性遗传（2 分） 3/8 或 1/2（2 分）

（2）2 3 7/24（2 分）

母亲 此病是伴 X 隐性遗传，III-8 的父亲（II-6）正常，其两条含有致病基因的 X 染色体只能来自母亲（2 分，合理即可）

（3）②④①③