

# 大联考长沙市一中 2024 届高三三月考试卷（五）

## 生物学

注意事项：

1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
2. 回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
3. 考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

一、单项选择题（每小题只有一个选项符合题意。本题共 12 小题，每小题 2 分，共 24 分。）

1. 北京鸭是一种专一育肥的肉用鸭种，下列有关叙述错误的是（ ）
- A. 鸭蛋中含有大量蛋白质，其中氮元素的含量高于碳元素
  - B. 北京鸭鸭蛋的孵化过程中 mRNA 和蛋白质的种类会发生变化
  - C. 北京鸭体内含量最多的化合物是水
  - D. 给北京鸭提供富含糖类的饲料能有效提高脂肪含量

【答案】A

【解析】

【分析】1、细胞在鲜重中情况下：元素含量  $O > C > H > N$ ；细胞在干重的情况下：元素含量  $C > O > N > H$ ；

2、生物的个体发育是通过细胞的分化过程来实现的，细胞在形态、结构和功能上发生持久的、差异性变化的过程称为细胞分化，细胞分化的实质是遗传物质有选择性地发挥作用。

3、活细胞中含有的化合物主要有水、无机盐、糖类、脂质、蛋白质和核酸，其中含量最多的化合物是水，其次是蛋白质。

【详解】A、蛋白质是生物大分子，以碳链为骨架，氮元素的含量低于碳元素，A 错误；

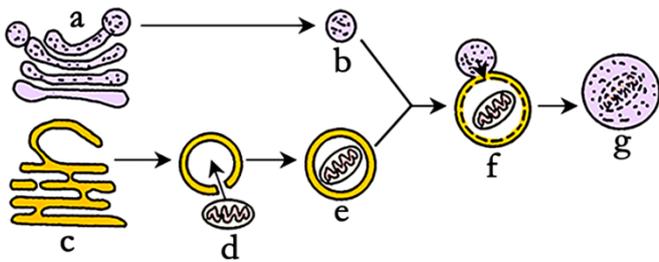
B、鸭蛋的孵化过程会发生基因的选择性表达，mRNA 和蛋白质的种类会发生变化，B 正确；

C、细胞中含量最多的化合物是水，C 正确；

D、在生物体内，糖类可大量转化为脂肪，所以给北京鸭提供富含糖类的饲料能有效提高脂肪含量，D 正确。

故选 A。

2. 下图是关于溶酶体发生过程和“消化”功能的示意图。下列说法错误的是（ ）



- A. b 是刚形成的溶酶体，来源于高尔基体 a
- B. c 是内质网，是蛋白质合成和加工，以及脂质的合成“车间”
- C. 溶酶体的消化过程体现了生物膜的选择透过性
- D. 图中所示的具膜结构，属于细胞的生物膜系统

【答案】C

【解析】

【分析】题图分析：图中 a 是高尔基体，b 是刚形成的溶酶体，c 是内质网，d 是线粒体，e 是包裹线粒体的小泡，f 表示溶酶体与小泡融合，g 表示正在水解衰老的细胞器的溶酶体。

【详解】A、由图中各细胞器的形态可以看出，a 是高尔基体，b 是刚形成的溶酶体，由高尔基体产生的囊泡形成，A 正确；

B、图中 c 产生小泡包裹住线粒体，判断 c 为内质网，是蛋白质合成和加工，以及脂质的合成“车间”，B 正确；

C、溶酶体与包裹了细胞器的囊泡发生融合，体现了生物膜的流动性，C 错误；

D、图中的细胞器膜与具膜小泡以及未出现的核膜构成细胞的生物膜系统，D 正确。

故选 C。

3. 氧化磷酸化是指有机物在氧化分解过程中释放能量并产生水，驱动 ATP 合成的过程。下列叙述正确的是（ ）

- A. 仅有真核细胞能进行氧化磷酸化
- B. 该过程是细胞内 ATP 的主要来源
- C. 人体成熟红细胞中 ATP 主要通过氧化磷酸化合成
- D. 氧化磷酸化将有机物氧化分解产生的大部分能量用来合成 ATP

【答案】B

【解析】

【分析】ATP 是细胞中的直接能源物质，能够产生 ATP 的过程有呼吸作用和光合作用（主要是植物细胞）。

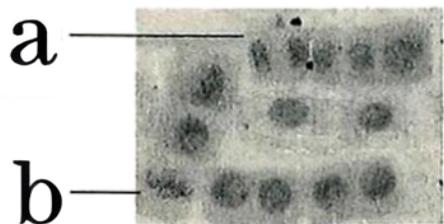
【详解】A、真核细胞与原核生物都能进行呼吸作用，都能氧化分解有机物并合成 ATP，A 错误；

- B、线粒体是细胞的动力车间，细胞中 95%以上的 ATP 都来自线粒体中进行的氧化磷酸化过程，B 正确；
- C、人体成熟红细胞无线粒体，仅能进行无氧呼吸，无氧呼吸的产物是乳酸，该过程不产生水，不符合氧化磷酸化的定义，C 错误；
- D、有机物氧化分解过程中释放出的能量大部分以热能散失，少部分储存在 ATP 中，D 错误。

故选 B。

4. 洋葱 ( $2N=16$ ) 是一种重要的经济作物，下图为洋葱根尖细胞的显微镜下照片，下列分析正确的是

( )



- A. 图示为根尖分生区细胞，细胞排列紧密分裂旺盛，绝大部分时间都处于分裂期
- B. a 为分裂后期细胞，着丝粒分裂，同源染色体分离
- C. b 为分裂中期细胞，是观察统计染色体数目的最佳时期
- D. 正常情况下洋葱细胞中最多有 32 条染色体，最少 16 条

【答案】C

【解析】

【分析】题图表示洋葱根尖细胞有丝分裂图像，a 表示有丝分裂后期，b 表示有丝分裂中期；有丝分裂过程中，由于分裂间期长于分裂期，故图示绝大部分细胞处于有丝分裂间期。

- 【详解】A、图示为根尖分生区细胞，排列紧密分裂旺盛，在细胞周期中，间期占比最大，A 错误；
- B、a 为有丝分裂后期细胞，同源染色体分离发生在减数分裂 I 后期，B 错误；
- C、b 为有丝分裂中期细胞，是观察统计染色体数目的最佳时期，C 正确；
- D、图中仅有洋葱根尖细胞，只有有丝分裂过程，在有丝分裂后期，染色体最多为 32 条，考虑减数分裂，在减数分裂 II 时，染色体数目减半，此时洋葱生殖细胞中最少有 8 条染色体，D 错误。

故选 C。

5. 关于 DNA 分子的复制方式曾有三种假说：全保留复制、半保留复制和分散复制，科学家以大肠杆菌为材料进行如图 1 实验，并分别在第 6、13、20 分钟时提取大肠杆菌 DNA，经密度梯度离心后，测定紫外光吸收光谱，结果如图 2 中 b、c、d 所示，则下列说法错误的是 ( )

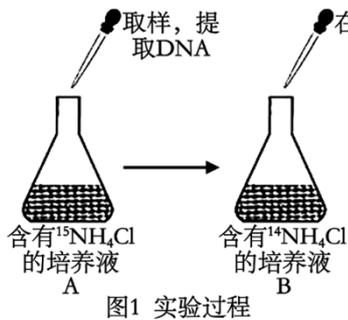


图1 实验过程

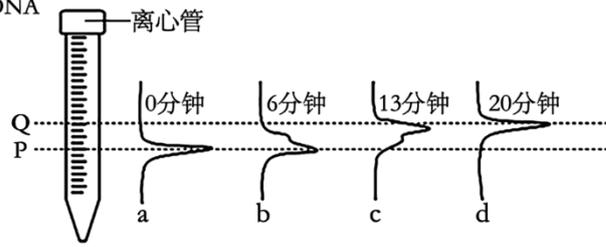


图2 实验结果

(注：大肠杆菌约 20 分钟繁殖一代；紫外光吸收光谱的峰值位置即为离心管中 DNA 的主要分布位置，峰值越大，表明该位置的 DNA 数量越多)

- A. 实验过程中需要提取亲代 DNA 分子，用于对照
- B. 本实验不可以通过测定放射性强度来最终确定 DNA 的复制方式
- C. 若将实验产物加热至 100°C 后再离心，无论是哪种复制方式，每个峰值均等大
- D. 将实验延长至 40 分钟，若为半保留复制，则峰值个数为 2，一个峰值出现在 Q 点位置，另一个出现在 Q 点上方位置

【答案】C

【解析】

【分析】DNA 分子的复制时间：有丝分裂和减数分裂前的间期；条件：模板（DNA 的双链）、能量（ATP 水解提供）、酶（解旋酶和 DNA 聚合酶等）、原料（游离的脱氧核苷酸）。

【详解】A、实验过程中需要提取亲代 DNA 分子，用于与子代 DNA 对照，A 正确；

B、 $^{15}\text{N}$  不具有放射性，故本实验不能通过测定放射性强度来确定 DNA 的复制方式，B 正确；

C、若将实验产物加热至 100°C 后再离心，则得到 DNA 单链，全保留和半保留每个峰值均等大，但与分散复制峰值不同，C 错误；

D、若为半保留复制，则 40 分钟后（DNA 复制两代）会出现  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ -DNA 和  $^{14}\text{N}/^{14}\text{N}$ -DNA 两种数量相等的 DNA 分子，出现峰值个数为 2，一个峰值出现在 Q 点位置，另一个出现在 Q 点上方位置，D 正确。

故选 C。

6. 根据物种间的相互关系，协同进化可分为互利或对抗的协同进化。下列有关说法错误的是（ ）

- A. 植物与授粉昆虫间存在互利的协同进化，植物得以传粉，授粉昆虫获得食物
- B. 人类与新冠病毒之间存在对抗的协同进化
- C. 两种协同进化都能使基因频率定向改变，即产生新物种
- D. 除生物间的协同进化外，生物还与无机环境发生协调进化

【答案】C

【解析】公众号：高中试卷君

【分析】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的过程，通过生物漫长的共同进化，形成生物多样性。

【详解】A、根据协同进化的概念可知两个相互作用的物种在进化过程中发展的相互适应的协同进化，授粉过程中植物得以传粉，授粉昆虫获得食物，植物与授粉昆虫间存在互利的协同进化，A 正确；

B、人类和新冠病毒属于两个物种，而病毒对于人来说属于有害的，故人类与新冠病毒之间存在对抗的协同进化，B 正确；

C、两种协同进化都能改变基因频率，基因频率的改变说明生物进化了，但不一定会产生新物种，产生新物种需要有生殖隔离，C 错误；

D、协同进化可以是物种与物种之间相互作用，还可以是物种与环境之间相互作用，故协同进化可发生在生物与生物间，无机环境与生物间也能进行协同进化，D 正确。

故选 C。

7. 习惯性叹气、过度紧张焦虑，可导致身体排出过多的  $\text{CO}_2$ ，从而引发“呼吸性碱中毒”，出现肢体麻木、头晕、胸闷甚至抽搐等症状，患者可通过面罩吸氧治疗。下列说法正确的是（ ）

A. 患者细胞呼吸产生  $\text{CO}_2$  的场所是细胞质基质和线粒体

B. 面罩吸氧可提高血液中的  $\text{CO}_2$  浓度， $\text{CO}_2$  刺激呼吸中枢，属于体液调节

C. 通过  $\text{HCO}_3^-$  等无机盐的调节作用，患者的血浆 pH 仍可维持在 7.35~7.45

D. 依靠神经系统的分级调节，患者也可以通过深呼吸放松缓解

【答案】B

【解析】

【分析】体液调节通过血液运输信号分子起调节作用，而神经调节需要反射弧的参与。正常人的血浆 pH 保持在 7.35-7.45 之间，这是由于血浆中含有缓冲物质。

【详解】A、人体细胞呼吸中有氧呼吸第二阶段会产生  $\text{CO}_2$ ，人体无氧呼吸不产生  $\text{CO}_2$ ，故产生  $\text{CO}_2$  的场所只能是线粒体，A 错误；

B、 $\text{CO}_2$  不属于激素，但属于体液中化学物质，刺激呼吸中枢的调节属于体液调节，B 正确；

C、患者呼吸性碱中毒，中和碱的物质应该为体液中的  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ，但是患者体液的 pH 也应该高于正常范围（7.35~7.45），C 错误；

D、患者不可以通过深呼吸放松缓解，深呼吸会排出更多的  $\text{CO}_2$ ，加重碱中毒，D 错误。

故选 B。

8. 研究发现，受结核分枝杆菌感染的树突状细胞在趋化因子的作用下迁移到淋巴结，将抗原呈递给淋巴结内的某种 T 细胞，该种 T 细胞增殖分化为辅助性 T 细胞和另一种 T 细胞。下列说法正确的是（ ）

A. 上述 T 细胞一部分会分化为辅助性 T 细胞，另一部分分化为细胞毒性 T 细胞

- B. 辅助性 T 细胞会将抗原呈递给 B 淋巴细胞，并分泌细胞因子促进其分裂、分化
- C. 结核分枝杆菌仅会引起体液免疫
- D. 淋巴结是免疫细胞集中分布的场所，也是免疫细胞增殖分化的场所

【答案】D

【解析】

【分析】B 细胞激活后可以产生抗体，由于抗体存在于体液中，所以这种主要靠抗体“作战”的方式称为体液免疫。当病原体进入细胞内部，就要靠 T 细胞直接接触靶细胞来“作战”，这种方式称为细胞免疫。

【详解】A、题中过程属于体液免疫过程中，抗原呈递细胞将抗原呈递给辅助性 T 细胞，增殖分化产生抗原特异性辅助性 T 细胞和记忆 T 细胞的过程，不会产生细胞毒性 T 细胞，A 错误；

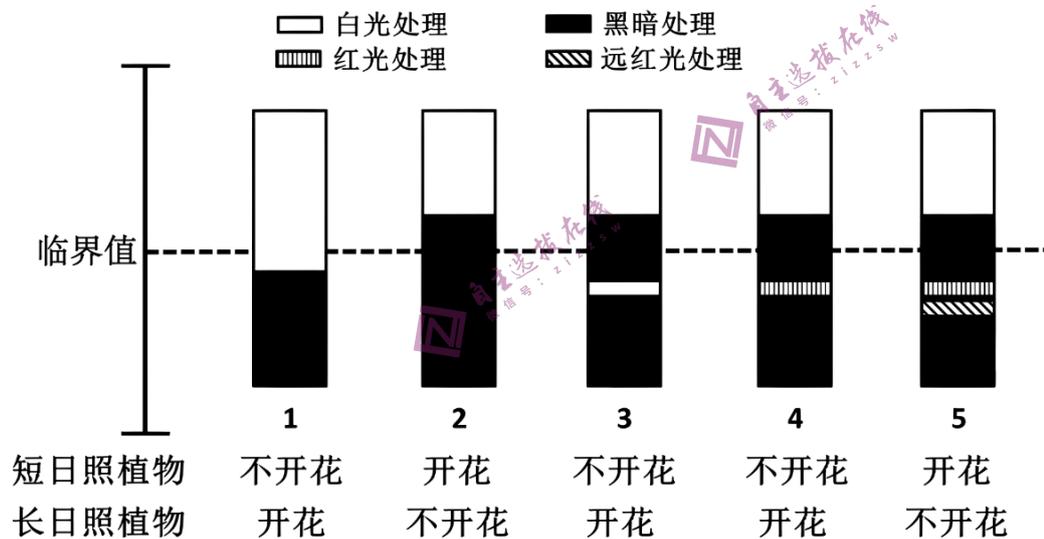
B、辅助性 T 细胞无法呈递抗原，B 错误；

C、结核分枝杆菌是胞内寄生菌，会引起体液免疫和细胞免疫，C 错误；

D、淋巴结是免疫细胞集中分布的地方，根据题干信息也可发生免疫细胞的增殖分化，D 正确。

故选 D。

9. 植物的光敏色素有两种类型，红光型 (Pr) 和远红光型 (Pfr)，Pr 吸收红光后会转化为 Pfr。下图表示光照持续时间以及暗期用不同光照 (第 3、4 组分别用白光和红光，第 5 组先用红光再用远红光) 打断对植物开花的影响。下列相关叙述正确的是 ( )



- A. 光敏色素是一种脂溶性色素，镶嵌在生物膜中
- B. 黑暗时给予红光或白光可以使长日照植物吸收更多光能，从而开花
- C. 红光对植物开花的调控更显著
- D. 若仅用远红光处理打断长时间连续黑暗，短日照植物可能开花

【答案】D

【解析】

【分析】不同植物开花所需的日照长度是不同的，有的植物开花必须大于一定的日照时数（长日照植物），这个一定的日照时数称为临界日长；短日照植物的日照时数短于临界日长时，如果缩短日照长度则可提早开花，长日照植物在超过临界日长时则光照越长开花越早。

【详解】A、光敏色素是蛋白质（色素—蛋白质复合物），A 错误；

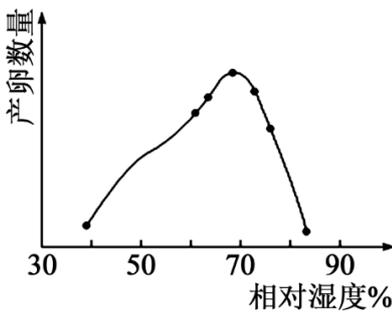
B、黑暗时给予的红光或白光是作为信号调控植物开花过程，B 错误；

C、由图中第 4 条和第 5 条信息可知，红光打断黑暗周期短日照植物不开花，再加入远红光，短日照植物开花，C 错误；

D、根据远红光的作用，仅用远红光处理打断长时间连续黑暗，短日照植物应该能正常开花，D 正确。

故选 D。

10. 某地蝗虫种群的产卵量与环境的相对湿度的关系如图所示，下列叙述错误的是（ ）



A. 产卵量可在一定程度反映该蝗虫种群的出生率

B. 调查蝗虫卵的数量应使用样方法

C. 可通过信息素吸引以蝗虫卵为食物的其他动物来进行化学防治

D. 极端的湿润和干燥都不利于该蝗虫种群的生存

【答案】C

【解析】

【分析】分析图可知，在相对湿度为 70% 时产卵数量最大，高于或低于 70% 产卵数量都会下降。

【详解】A、产卵数量可在一定程度反映沙漠蝗虫种群特征中的出生率：无其他因素影响下，产卵率高，出生率相对较高，A 正确；

B、蝗虫卵几乎无活动能力，故调查蝗虫卵的数量应使用样方法，B 正确；

C、通过信息素吸引以蝗虫卵为食物的其他动物属于生物防治，C 错误；

D、图示横坐标是相对湿度，纵坐标是产卵数量，据图可知，极端的湿润和干燥都不利于该蝗虫种群的生存，D 正确。

故选 C。

11. 某地科研人员调查某森林群落演替时，发现其自然演替顺序为：裸岩→地衣→苔藓→草本→灌木→森

林。关于该演替过程，下列叙述正确的是（ ）

- A. 种间竞争会阻止某物种生态位的持续扩张
- B. 人类活动对群落的演替影响较小，一般只能加速群落的演替
- C. 演替至相对稳定的森林阶段时，群落中基本观察不到灌木、草本等植物
- D. 地衣阶段时，该群落组成十分简单，无垂直结构

【答案】A

【解析】

【分析】1、初生演替：是指一个从来没有被植物覆盖的地面，或者是原来存在过植被，但是被彻底消灭了的地方发生的演替。

2、次生演替：原来有的植被虽然已经不存在，但是原来有的土壤基本保留，甚至还保留有植物的种子和其他繁殖体的地方发生的演替。人类可以砍伐树木，填湖造地、捕杀动物，也可以封山育林、治理沙漠、管理草原，甚至可以建立人工群落。人类活动往往会使群落演替按照不同于自然演替的速度和方向进行。

3、裸岩上的演替经过：裸岩→地衣→苔藓→草本→灌木→森林六个阶段。

【详解】A、种间竞争对生态位保持稳定起到重要作用，种间竞争会阻止某物种生态位的持续扩张，A 正确；

B、人类活动对群落演替的影响巨大，可以改变群落演替的速度和方向，B 错误；

C、群落演替至相对稳定的森林阶段后，群落中同样具有灌木、草本等植物，C 错误；

D、地衣阶段的生物群落虽简单，但仍有群落的空间结构如垂直结构，D 错误。

故选 A。

12. 生态足迹这一概念在 20 世纪九十年代由哥伦比亚大学的两位教授首次提出，这一概念意在让人们量化地感受对自然的依赖。下列叙述错误的是（ ）

- A. 调整食物来源，适度降低人类所处营养级能降低生态足迹
- B. 控制人口和资源的关系，能有效维护全球生态环境
- C. 生物多样性丧失是严峻的生态问题，生物多样性的间接价值最为显著
- D. 保护濒危动物，建立繁育中心、基因库、精子库等是对生物多样性最有效的保护

【答案】D

【解析】

【分析】1、生物的多样性：生物圈内所有的植物、动物和微生物，它们所拥有的全部基因以及各种各样的生态系统，共同构成了生物多样性。生物多样性包括基因多样性、物种多样性和生态系统多样性。

2、生物多样性的保护的保护措施：就地保护（自然保护区）；易地保护；利用生物技术对生物进行濒危物种的基因进行保护；利用生物技术对生物进行濒危物种进行保护。

3、生物多样性的价值：直接价值、间接价值、潜在价值。

【详解】A、调整食物来源，适度降低人类所处营养级，例如从食用牛肉调整为食用蔬菜，能降低生态足迹，A 正确；

B、人类的生存需要利用自然资源，控制人口和资源的关系，能有效维护全球生态环境，B 正确；

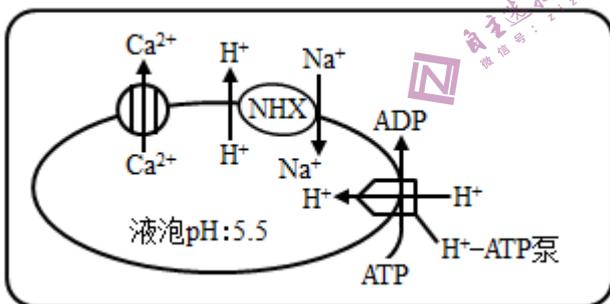
C、生物多样性丧失是严峻的生态问题，生物多样性的间接价值远远大于它的直接价值，因此生物多样性的间接价值最为显著，C 正确；

D、就地保护是对生物多样性最有效的保护，D 错误。

故选 D。

## 二、不定项选择题（本题共 4 小题，共 16 分，每小题给出的 4 个选项中，可能有 1 个或多个选项符合题意。每小题全部选对得 4 分，选不全得 2 分，选错得 0 分）

13. 2023 年 3 月，中国科学团队宣布发现了耐盐碱的关键基因，这对于世界粮食问题都有着重要意义。下图表示碱蓬等耐盐碱植物根毛细胞中液泡参与抵抗盐胁迫的有关结构示意图（注：NHX 和  $H^+$ -ATP 泵是液泡膜上的转运蛋白）。已知液泡对植物细胞内的环境起调节作用。研究表明，在盐胁迫下大量  $Na^+$  进入植物根部细胞，使细胞内酶失活，影响蛋白质的正常合成。下列说法正确的是（ ）



A. 液泡中的  $H^+$  浓度高于细胞质基质中的  $H^+$  浓度

B.  $H^+$ -ATP 泵在转运过程中会发生变形，该变形不消耗能量

C. 降低细胞质基质中  $Na^+$  浓度，可以避免  $Na^+$  使细胞内酶失活而影响蛋白质的正常合成

D. 降低细胞液  $Na^+$  浓度有利于植物适应高盐碱环境

【答案】AC

【解析】

【分析】物质跨膜运输的方式：

(1) 自由扩散：物质从高浓度到低浓度，不需要载体，不耗能，例如气体、小分子脂质；

(2) 协助扩散：物质高浓度到低浓度，需要膜转运蛋白的协助，不耗能，如葡萄糖进入红细胞；

(3) 主动运输：物质从低浓度到高浓度，需要载体蛋白的协助，耗能，如离子、氨基酸、葡萄糖等。

【详解】A、由图可知：细胞质基质中的  $H^+$  进入液泡借助  $H^+$ -ATP 泵，需要消耗 ATP，为逆浓度运输，即

液泡中  $H^+$  浓度高于细胞质基质中  $H^+$  浓度，A 正确；

B、主动转运过程中  $H^+$ -ATP 泵作为载体蛋白，会发生形变，协助物质运输，该变形需要消耗能量，B 错误；

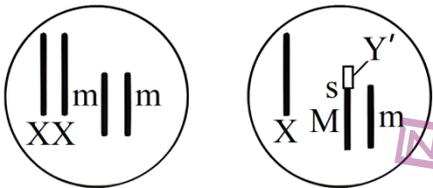
C、图示中  $H^+$  的分布差异使  $Na^+$  在  $NHX$  的作用下进入液泡，以减少细胞质基质中  $Na^+$  浓度，避免  $Na^+$  使细胞内酶失活而影响蛋白质的正常合成，C 正确；

D、提高细胞液中  $Na^+$  浓度，能提高细胞液的渗透压，增加细胞对水的吸收，从而适应高盐碱环境，D 错误。

故选 AC。

14. 家蝇 Y 染色体由于某种影响断成两段，含 s 基因的小片段移接到常染色体获得  $XY'$  个体，不含 s 基因的大片段丢失。含 s 基因的家蝇发育为雄性，只含一条 X 染色体的雌蝇胚胎致死，其他均可存活且繁殖力相同。M、m 是控制家蝇体色的基因，灰色基因 M 对黑色基因 m 为完全显性。如图所示的两亲本杂交获得  $F_1$ ，从  $F_1$  开始逐代随机交配获得  $F_n$ 。不考虑交换和其他突变，关于  $F_1$  至  $F_n$ ，下列说法错误的是

( )



雌性亲本(XX) 雄性亲本( $XY'$ )

A. 雄性亲本发生的变异包括染色体结构和数目变异

B. 雄性亲本可以产生四种类型的配子，比例为 1: 1: 1: 1

C. 该杂交组合子代所有雄性个体均为灰色，雌性个体均为黑色，故可以判断 M 基因位于 Y 染色体上

D.  $F_1$  至  $F_n$  各代中雌性个体均为  $XXmm$ ，雄性个体有两种基因型

【答案】C

【解析】

【分析】生物体的体细胞或生殖细胞内染色体数目或结构的变化，称为染色体变异。染色体变异包括染色体数目变异和染色体结构变异，染色体结构变异包括倒位、易位、缺失、重复，染色体数目变异包括细胞内个别染色体数目的增加或减少和以一套非同源染色体的形式成倍增加或减少。

【详解】A、由图可知， $XY'$  个体中 Y 染色体上 s 基因移接到常染色体上，不含 s 基因的大片段丢失，染色体数目比正常细胞少一条，因此  $XY'$  个体中除了存在染色体结构变异中的易位，还发生了染色体数目变异，A 正确；

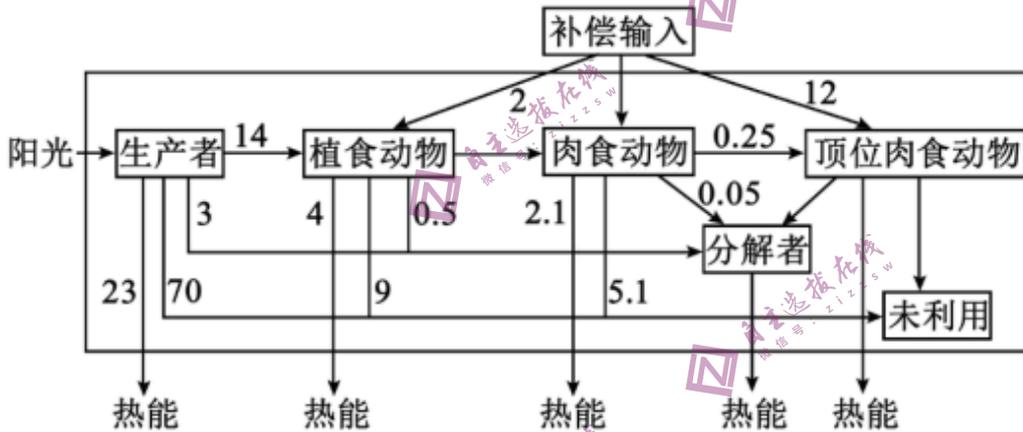
B、依据基因自由组合定律， $XY'$  个体能产生四种等比例的雄配子，（由于 M 和 s 基因在一条染色体上，设用  $M^s$  代表）基因型分别为  $XM^s$ 、m、 $Xm$ 、 $M^s$ ，B 正确；

C、伴性遗传是指位于性染色体上的基因控制的性状，在遗传上总是和性别相关，虽子代所有个体均可由体色判断性别，但 M、m 基因位于常染色体上，是 Y 染色体上的 s 基因易位过来，故 M 基因不位于 Y 染色体上，C 错误；

D、图中雌性亲本 XXmm 产生一种雌配子即 Xm，雄性亲本 XY<sup>s</sup> 可产生四种配子 XM<sup>s</sup>、m、Xm、M<sup>s</sup>，两亲本杂交获得 F<sub>1</sub>，基因型为 XXM<sup>s</sup>m（雄性）、Xmm（胚胎致死）、XXmm（雌性）、XM<sup>s</sup>m（雄性），故雄性有 XXM<sup>s</sup>m 和 XM<sup>s</sup>m 两种基因型，雌性有 XXmm 一种基因型；F<sub>1</sub> 中雄性个体产生的雄配子为 XM<sup>s</sup>、m、Xm、M<sup>s</sup>，雌性个体只产生一种雌配子即 Xm，则 F<sub>2</sub> 中雄性有 XXM<sup>s</sup>m 和 XM<sup>s</sup>m 两种基因型，雌性有 XXmm 一种基因型，由此类推，F<sub>1</sub> 至 F<sub>n</sub> 各代中雌性个体均为 XXmm，雄性个体有 XXM<sup>s</sup>m 和 XM<sup>s</sup>m 两种基因型，D 正确。

故选 C。

15. 如下图为地震毁损的某自然保护区在人为干预下恢复过程的能量流动图 [单位为 10<sup>3</sup>kJ/(m<sup>2</sup>·a)]。下列说法不正确的是 ( )



- A. 流经该生态系统的总能量是该生态系统中的生产者固定的太阳能
- B. 计算可知，肉食动物需补偿输入的能量值为  $5 \times 10^3 \text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
- C. 流经该生态系统的总能量是  $1.29 \times 10^5 \text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
- D. 在人为干预下，能量在第一营养级到第二营养级之间传递效率为 14.5%

【答案】AD

【解析】

【分析】分析图形：流经该生态系统的总能量是生产者固定的太阳能总量和补偿输入的有机物总量。生态系统中能量流动的特点是：单向流动，逐级递减。

【详解】A、从图中看出，流经该生态系统的总能量是该生态系统中的生产者固定的太阳能和补偿输入的有机物总量，A 错误；

B、由植食动物流入肉食动物的能量为  $14 + 2 - 4 - 9 - 0.5 = 2.5 \times 10^3 \text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ，肉食动物需补偿输入的能量

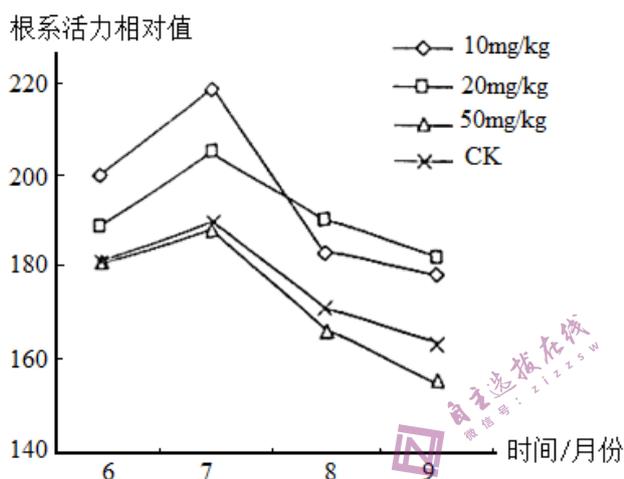
$0.25+0.05+2.1+5.1-2.5=5.0\times 10^3\text{kJ}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ，B 正确；

C、流经生态系统的总能量等于生产者固定的太阳能总量和补偿输入的能量。即  $(23+70+3+14)\times 10^3\text{kJ}/(\text{m}^2\cdot\text{a})+(2+5+12)\times 10^3=1.29\times 10^5\text{kJ}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ，C 正确；

D、能量在第一营养级到第二营养级之间传递效率为  $14\div(23+70+3+14)\times 100\%=12.7\%$ ，D 错误。

故选 AD。

16. 苹果连作时常常根系生长不良、树体矮小、抗逆性降低，最终导致苹果树成活率低，苹果的产量和品质下降。植物生长调节剂——丰产素能提高细胞活力，促进植物生长发育。下图为不同浓度丰产素与土壤混合后培养苹果病株数月的效果（CK 为空白对照组），下列叙述错误的是（ ）



A. 8月 10mg/kg 的丰产素效果明显下降，说明其效果不稳定

B. 适量施加生长素和赤霉素能有效解决树体矮小的问题

C. 提高苹果根系活力，施用丰产素的最适浓度在 10~20mg/kg 之间

D. 使用丰产素时要特别注意施用浓度，过量使用会加重作物病情

【答案】AC

【解析】

【分析】人工合成的对植物的生长发育有调节作用的化学物质称为植物生长调节剂，植物生长调节剂具有容易合成、原料广泛，效果稳定等优点。施用生长调节剂时，要综合考虑施用的目的、药物效果、药物毒性、药物残留、价格和施用是否方便等因素，在施用时间、处理部位、施用方式等。

【详解】A、植物生长调节剂具有原料广泛、容易合成、效果稳定的优点。由图可知，虽然 8 月之后 10mg/kg 的丰产素效果明显下降，但相较于空白对照组，持续数月仍有效果，说明其效果十分稳定，A 错误；

B、生长素和赤霉素具有促进细胞伸长的作用，都能促进植株长高，B 正确；

C、由图分析，四个组中施用早期，10mg/kg 的丰产素效果最佳，施用丰产素的最适浓度在 0~20mg/kg 之间，C 错误；

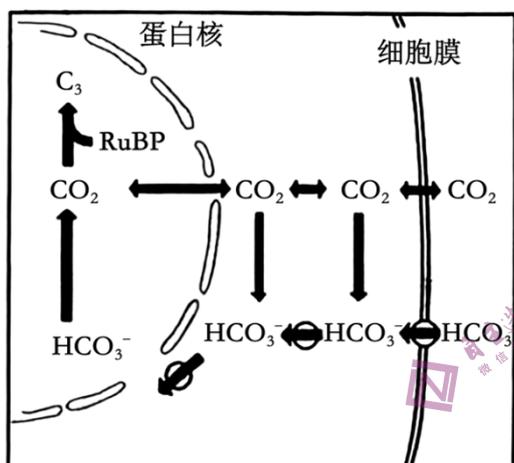
D、由图可知，50mg/kg 的丰产素对根系活力有抑制效果，所以使用丰产素时要特别注意施用浓度，过量使用会加重作物病情，D 正确。

故选 AC。

## 第II卷非选择题（共 60 分）

### 三、非选择题

17. 二氧化碳浓缩机制（CCMs）是部分光合生物为了适应低  $\text{CO}_2$  环境而产生的一种机制。下图为水生植物——莱茵衣藻的 CCMs 模型图，“蛋白核”是由淀粉包围着蛋白质所形成的结构。卡尔文循环的 Rubisco 酶既可催化 RuBP 与  $\text{CO}_2$  反应，也可催化 RuBP 与  $\text{O}_2$  反应，进行光呼吸（绿色植物在光下消耗  $\text{O}_2$  和有机物并产生  $\text{CO}_2$  的过程）。



注： $\text{HCO}_3^-$ 在胞内分解为  $\text{CO}_2$  需要经过碳酸酐酶的催化

- (1) 莱茵衣藻的 CCMs 能有效提高\_\_\_\_的速率和降低\_\_\_\_的速率，从而提高光合作用产物的积累。
- (2) 推测“蛋白核”应位于\_\_\_\_（填细胞中的具体部位），其蛋白质至少包含\_\_\_\_酶。
- (3) 将 CCMs 转入经济作物中被视为增加产量的一种潜在途径，某研究将水生植物莱茵衣藻的 CCMs 导入烟草叶绿体基因中并成功表达，在强光、室温、 $\text{CO}_2$  为空气浓度的条件下，测出的光合速率并未明显增加，其原因可能是\_\_\_\_（答出三点即可）。

【答案】(1) ①. 暗反应（或  $\text{CO}_2$  的固定） ②. 光呼吸

(2) ①. 叶绿体基质 ②. 碳酸酐酶和 Rubisco

(3) Rubisco 酶和碳酸酐酶的(蛋白核)数量限制；烟草的培养环境中缺乏  $\text{HCO}_3^-$ ；CCMs 无法有效增加 Rubisco 酶附近的  $\text{CO}_2$  浓度；水中溶解氧含量低，相较于莱茵衣藻，烟草光呼吸强度更高

【解析】

【分析】题图分析：细胞从外面吸收进来的  $\text{CO}_2$  及  $\text{HCO}_3^-$  都要在蛋白核中经 RuBP 的作用转变成  $\text{C}_3$ ，蛋白核中发生了部分的暗反应。

【小问 1 详解】

莱茵衣藻的 CCMs 能增加 Rubisco 酶附近的  $\text{CO}_2$  浓度，从而有效提高暗反应速率和降低光呼吸的速率，从而提高光合作用速率。

【小问 2 详解】

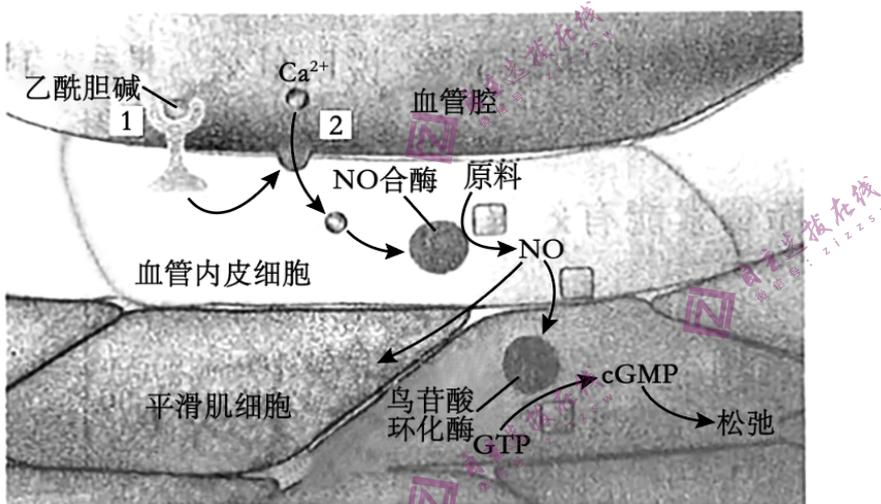
由图可知，蛋白核中需要进行暗反应部分过程，推测应位于叶绿体基质中，其中至少含有碳酸酐酶和 Rubisco 酶。

【小问 3 详解】

Rubisco 酶和碳酸酐酶的（蛋白核）数量限制，烟草的培养环境中缺乏  $\text{HCO}_3^-$ ，CCMs 无法有效增加 Rubisco 酶附近的  $\text{CO}_2$  浓度，都有可能在强光、室温、 $\text{CO}_2$  为空气浓度的条件下，导致转入的 CCMs 的烟草光合速率不明显增加。

【点睛】本题考查光合作用的相关知识，意在考查学生的识记能力和判断能力，运用所学知识综合分析问题的能力是解答本题的关键。

18. 血管内皮细胞在神经末梢释放的乙酰胆碱（ACh）作用下，会产生一氧化氮（NO），作用于相邻的血管平滑肌细胞，使平滑肌舒张，作用原理如下图。



(1) 神经末梢释放的乙酰胆碱是一种\_\_\_\_，它作用于血管内皮细胞后，打开\_\_\_\_通道，最终使平滑肌舒张。这种调节方式属于\_\_\_\_调节。

(2) 当血压过高，可能会导致心肌供氧不足进而诱发心绞痛。硝酸甘油在血管内皮细胞内可转化为 NO，能用于治疗心绞痛，口服 1~2 分钟后即可起作用。结合上图，试阐述口服硝酸甘油后能迅速缓解心绞痛的机制：\_\_\_\_。

(3) 将腺苷注入血管，能起到松弛血管平滑肌，降低血压的效果。为探究腺苷与硝酸甘油能否联合使用，科学家以高血压模型鼠进行如下实验：

组别	甲	乙	丙	丁
----	---	---	---	---

处理	2mL 生理盐水	2mL 腺苷溶液	2mL 硝酸甘油溶液	?
----	----------	----------	------------	---

①?处的实验处理为\_\_\_\_\_。

②测量各组血压，若\_\_\_\_\_，则说明二者可联合使用，且效果更佳。

【答案】(1) ①. 神经递质 ②.  $Ca^{2+}$  ③. 神经—体液

(2) 硝酸甘油口服后能自由扩散至血管内皮细胞内，转化为 NO；NO 自由扩散至相邻的平滑肌细胞，使平滑肌舒张；平滑肌舒张使血压下降，减轻了心脏负荷和心脏需氧量

(3) ①. 1mL 腺苷溶液+1mL 硝酸甘油溶液 ②. 丁组血压低于乙组和丙组

【解析】

【分析】通过神经影响激素等化学物质的分泌，再由激素等化学物质对机体功能实施调节的方式，称为神经—体液调节。

【小问 1 详解】

神经末梢释放的乙酰胆碱属于神经递质；由图可知乙酰胆碱和血管内皮细胞上乙酰胆碱受体结合后，使  $Ca^{2+}$  通道开放， $Ca^{2+}$  内流进入血管内皮细胞后作用于 NO 合酶，促进了血管内皮细胞产生 NO，NO 扩散至平滑肌细胞，最终使平滑肌舒张。该调节过程中神经元释放乙酰胆碱作用于血管内皮细胞属于神经调节，血管内皮细胞释放 NO 调节平滑肌细胞的过程属于体液调节，所以整个调节过程属于神经—体液调节。

【小问 2 详解】

口服硝酸甘油后，硝酸甘油可通过自由扩散至血管内皮细胞并转化为 NO，NO 产生后自由扩散至相邻的平滑肌细胞，使平滑肌舒张，使血压下降，减轻了心脏负荷和心脏需氧量。

【小问 3 详解】

①本实验的研究目的是探究腺苷与硝酸甘油能否联合使用，在设计实验时，应遵循等量原则，使用试剂总量应相等，所以丁组?处的实验处理应为 1mL 腺苷溶液+1mL 硝酸甘油溶液。

②若腺苷与硝酸甘油可以联合使用且效果更佳，则其降低血压的效果应强于单独使用腺苷（乙组）和单独使用硝酸甘油（丙组），测量各组血压，丁组血压应低于乙组和丙组。

19. 地中海贫血是世界上最常见的一种单基因遗传病，包括  $\alpha$ -地中海贫血和  $\beta$ -地中海贫血，其中重症地中海贫血终生需要输血且死亡率较高，目前暂无有效的根治方法。下图为  $\beta$ -地中海贫血患者致病基因上最常见的六个突变位点：



(1) 六个突变位点可发生\_\_\_\_\_，产生对应的致病基因。致病基因经过\_\_\_\_\_产生异常蛋白。其致病效果具有累加效应，一个突变位点突变表现为轻型地中海贫血，含多个突变位点表现为重型地中海贫血。

(2) 下方图表显示了 2 个家庭部分成员的基因型, 请根据图表分析, 1 号患者家庭中胎儿患上重型地中海贫血的概率为\_\_\_\_。仅考虑单一位点突变产生的致病基因, 理论上人群中重型地中海贫血的基因型有\_\_\_\_种。请画出 2 号家庭的遗传图解\_\_\_\_ (要求写出配子)。

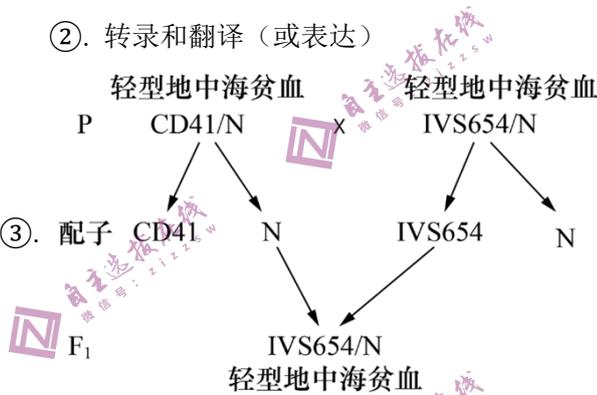
病例编号	父亲基因型	母亲基因型	胎儿基因型
No.1	CD17/N	CD41/N	?
No.2	CD41/N	IVS654/N	IVS654/N

(注: 本题中仅考虑  $\beta$ -地中海贫血致病基因的影响, N 表示正常基因)

(3) 引物与模板链结合需要遵循碱基互补配对原则, 试运用 PCR 技术, 设计实验方案确定某位轻型地中海贫血患者体内突变位点类型, 写出简要的实验思路: \_\_\_\_\_。

【答案】(1) ①. 基因突变 ②. 转录和翻译 (或表达)

(2) ①. 1/4 ②. 21 ③. 配子



(3) 可根据六个突变位点的 DNA 序列设计六种引物, 且方向相同, 再在基因的上游 (下游) 一端设计一个通用引物, 与六种引物方向相反。患者体内仅有一个位点突变, 会产生特定长度的 PCR 产物, 可通过电泳确定 DNA 分子, 即可确定患者体内突变位点类型

【解析】

【分析】基因突变是指 DNA 分子中碱基对的增添、缺失或替换等变化, 而引起基因结构的改变。因为  $\beta$ -地中海贫血患者致病基因上有六个最常见的突变位点, 含一个突变基因为轻型地中海贫血, 含两个突变基因为重型地中海贫血, 所以  $\beta$ -地中海贫血就是基因突变导致的疾病。

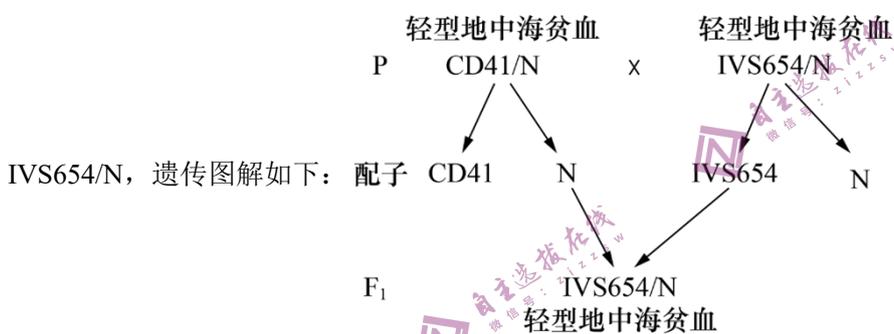
【小问 1 详解】公众号: 高中试卷君

基因突变包括碱基对的增添、缺失和替换。所以, 六个突变位点可能由于发生了碱基对的增添、缺失或替换而产生对应的致病基因。基因控制蛋白质的合成需要经过转录, 翻译过程, 所以致病基因经过转录、翻译两个过程产生异常蛋白。

【小问 2 详解】

含两个突变基因为重型地中海贫血, 在 1 号患者家庭中, 胎儿基因型为 CD17/CD41 时为重型地中海贫血。1 号患者家庭中的父亲 (CD17/N) 提供含 CD17 的配子的概率是 1/2, 1 号患者家庭的母亲

(CD41/N) 提供含 CD41 的配子的概率是 1/2, 所以 1 号患者家庭中胎儿患上重型地中海贫血 (CD17/CD41) 的概率为  $1/2 \times 1/2 = 1/4$ 。仅考虑这六个突变位点, 一个致病基因中多个位点突变的概率极低, 即只考虑这段基因上仅有一个突变位点发生突变。若来自父方的那条染色体上有“一个突变位点发生突变的致病基因”, 来自母方的那条同源染色体上也有“一个突变位点发生突变的致病基因”, 这个子代就会含两个突变基因, 表现为重型地中海贫血。这对同源染色体上所含的突变基因可能一样, 是 CD28/CD28, 或 CD17/CD17, 或 CD26/CD26, 或 CD41/CD41, 或 CD71/CD71, 或 IVS654/IVS654, 共 6 种; 也有可能这对同源染色体上所含的突变基因不一样, 有  $5+4+3+2+1=15$  种 (即 CD28/CD17, CD28/CD26, CD28/CD41, CD28/CD71, CD28/IVS654; CD17/CD26, CD17/CD41, CD17/CD71, CD17/IVS654; CD26/CD41, CD26/CD71, CD26/IVS654; CD41/CD71, CD41/IVS654; CD71/IVS654)。所以重型地中海贫血的基因型有  $6+15=21$  种。2 号家庭的父亲基因型是 CD41/N, 母亲基因型为 IVS654/N, 胎儿基因型为



### 【小问 3 详解】

轻型地中海贫血患者体内仅有一个致病基因, 可能是六个突变位点中的一个。可根据六个突变位点的 DNA 序列设计六种引物, 且方向相同, 再在基因的上游(下游)一端设计一个通用引物, 与六种引物方向相反。患者体内仅有一个位点突变, 会产生特定长度的 PCR 产物, 可通过电泳确定 DNA 分子, 即可确定患者体内突变位点类型。

20. 某海洋牧场由于遭到严重污染, 海草、海藻退化, 鱼类等海洋资源的品种、数量锐减, 海洋环境日趋“荒漠化”。通过开展礁、藻场和海草床建设等措施, 该海域生物多样性日渐丰富, 渔业资源持续高效产出。

(1) 在投放人工礁的区域与未投放人工礁的区域出现环境差异, 从而引起海洋生物呈现镶嵌分布, 这体现出海洋生物群落的\_\_\_\_结构。

(2) 海洋牧场的生态修复过程中, 要有效地选择藻类和海草的种类并进行合理布设, 这体现了生态工程所遵循的\_\_\_\_原理。人工藻场和海草床建设后, 渔业资源增加的原因是\_\_\_\_\_。

(3) 若某种鱼类以藻类为食, 则其处于第二营养级, 其同化的能量除去用于生长、发育和繁殖, 其余能量去向为\_\_\_\_\_。

(4) 海洋牧场 A 与邻近海域 B、C 主要消费者的群落结构指标见表。与邻近海域相比, 该牧场的生态系

统稳定性较高，据表分析其原因是\_\_\_\_\_。

群落结构指标 不同区域	丰富度指数	摄食来源多样性指数
海洋牧场 A	6.70	5.86
临近海域 B	4.61	3.29
临近海域 C	4.86	4.25

【答案】20. 水平 21. ①. 自生 ②. 藻类和海草为鱼类提供了食物和栖息环境

22. 呼吸作用中以热能形式散失

23. 海洋牧场 A 丰富度指数和摄食来源多样性指数都较临近海域高，故海洋牧场 A 的食物网更复杂，生态系统稳定性较高

【解析】

【分析】1、自生是指由生物组分而产生的自组织、自我优化、自我更新和维持。遵循自生原理，需要在生态工程中有效选择生物组分并进行合理布设；人工藻场和海草场建设后浮游生物的数量就会增加，饵料变得丰富，海洋动物的生长环境变好；

2、同化量=呼吸作用消耗量+用于生长发育繁殖的量。

【小问 1 详解】

海洋生物呈现镶嵌分布，这是水平方向上的差异，体现群落的水平结构。

【小问 2 详解】

生态修复过程中，有效的选择生物组分并有效布设，体现了生态工程的自生原理。海洋牧场的植物增加后，可以为鱼类等动物提供食物和栖息场所，故渔业资源会增加。

【小问 3 详解】

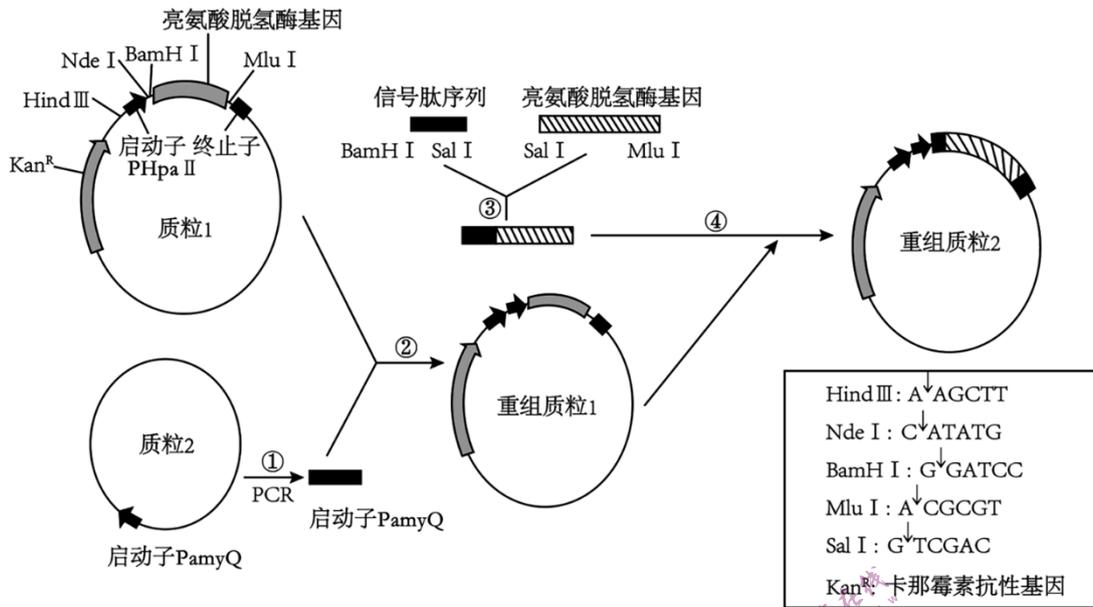
某一营养级同化的能量去向为用于自身生长、发育和繁殖，还有在呼吸作用中以热能形式散失。

【小问 4 详解】

生态系统的稳定性与物种组成呈正相关。海洋牧场 A 丰富度指数和摄食来源多样性指数都较临近海域高，故海洋牧场 A 的食物网更复杂，生态系统稳定性较高。

21. 亮氨酸脱氢酶是一种广泛存在于生物体内并参与多种支链氨基酸合成的酶。有研究表明，在亮氨酸脱氢酶基因原有启动子（PHpaII）之后加上信号肽（引导新合成的蛋白质向分泌通路转移的一段肽链）序列，可能提高亮氨酸脱氢酶产量。科研人员进一步研究双启动子（PHpaII、PamyQ）及双启动子后再分别

添加信号肽序列对亮氨酸脱氢酶产量的影响，主要实验流程如下图。请回答下列问题。



- (1) 启动子是段有特殊序列结构的 DNA 片段，是\_\_\_\_\_结合的部位。
- (2) 在 PCR 的过程中需要添加引物，引物的作用是\_\_\_\_\_。从下列引物 P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub> 与 P<sub>4</sub> 中选取，过程①中添加的对引物是\_\_\_\_\_。

P<sub>1</sub>: 5'-GGGAATCATATGGGCGGCGTTCTGTTTCTG-3'

P<sub>2</sub>: 5'-CCGATTAAGCTTGGGCGGCGTTCTGCATCTG-3'

P<sub>3</sub>: 5'-CGCGGATCCATAAGGCAGTAAAGAGGCTTTTG-3'

P<sub>4</sub>: 5'-GCCGGATCCACAAGGCAGTATTTACTGCCTT-3'

- (3) 过程②中，启动子 P<sub>amyQ</sub> 能与质粒 1 连接的分子基础是\_\_\_\_\_。将重组质粒 1 导入枯草杆菌前先用 Ca<sup>2+</sup>处理受体细胞——枯草杆菌，其主要目的是\_\_\_\_\_。
- (4) 通过过程④构建了含双启动子和信号肽序列的重组质粒 2，但发现添加信号肽序列后亮氨酸脱氢酶产量并未提高，其原因可能有\_\_\_\_\_。

- ①信号肽序列含终止密码子编码序列
- ②信号肽序列影响了启动子转录成相应的 mRNA
- ③信号肽序列表达产物使亮氨酸脱氢酶分泌路径发生改变，不能正确分泌到胞外
- ④信号肽未被切取，改变了亮氨酸脱氢酶的氨基酸序列

**【答案】** (1) RNA 聚合酶

(2) ①. 使 DNA 聚合酶能够从引物的 3'端开始连接脱氧核糖核苷酸 ②. P<sub>1</sub> 和 P<sub>3</sub>

(3) ①. 都是由脱氧核苷酸构成的双链 DNA 片段，经过限制酶切割后能产生相同的黏性末端 ②. 使受体细胞处于一种能够吸收周围环境中 DNA 分子的生理状态（使枯草杆菌处于感受态）

(4) ①③④

**【解析】**

【分析】基因工程技术的基本步骤：(1) 目的基因的获取：方法有利用 PCR 技术扩增和人工合成。(2) 基因表达载体的构建：是基因工程的核心步骤，基因表达载体包括目的基因、启动子、终止子和标记基因等。(3) 将目的基因导入受体细胞：根据受体细胞不同，导入的方法也不一样。(4) 目的基因的检测与鉴定。

【小问 1 详解】

启动子是一段有特殊序列结构的 DNA 片段，位于基因的上游，紧挨转录的起始位点，它是 RNA 聚合酶识别和结合的部位，有了它才能驱动基因转录出 mRNA，最终表达出人类需要的蛋白质，是基因表达不可缺少的重要调控序列；

【小问 2 详解】

引物的作用是使 DNA 聚合酶能够从引物的 3'端开始连接脱氧核苷酸；题中的过程①进行的是启动子的扩增，并非目的基因(亮氨酸脱氢酶基因)的扩增，故应根据该启动子的插入位置判断两侧序列，如图可知应该选用 NdeI 和 BamHI 两种酶的酶切，所以加入的引物序列可以是 CATATG、GGATCC，即 P<sub>1</sub> 和 P<sub>3</sub>。

【小问 3 详解】

启动子 PamyQ 能与质粒 1 连接的分子基础都是由脱氧核苷酸构成的双链 DNA 片段，经过限制酶切割后能产生相同的黏性末端，

将重组质粒 1 导入枯草杆菌前先用 Ca<sup>2+</sup>处理枯草杆菌，其主要目的是使枯草杆菌处于感受态。

【小问 4 详解】

添加信号肽序列后亮氨酸脱氢酶产量并未提高，说明目的基因的表达受阻，可能原因有信号肽序列含终止密码子编码序列，导致翻译提前终止；或者信号肽序列表达产物使亮氨酸脱氢酶分泌路径发生改变，不能正确分泌到胞外，也可能导致亮氨酸脱氢酶产量下降；也可能信号肽未被切取，改变了亮氨酸脱氢酶的氨基酸序列，导致其功能发生改变，最终导致产量下降，故选①③④。