

绝密★启用并使用完毕前

## 济南市2026届高三第一次模拟考试生物试题

一、选择题：本题共15小题，每小题2分，共30分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1.在细胞的生命活动中，下列细胞器或结构上不会发生氨基酸脱水缩合反应的是

- A.细胞质基质      B.叶绿体      C.线粒体      D.粗面内质网

2.哺乳动物的红细胞膜上分布着较多的钠钾泵。钠钾泵与3个 $\text{Na}^+$ 结合后催化ATP水解，其被磷酸化后构象发生改变，将 $\text{Na}^+$ 运出细胞，同时2个 $\text{K}^+$ 与钠钾泵结合，使其去磷酸化，并恢复构象，随之将 $\text{K}^+$ 泵入细胞。乌本苷可显著抑制钠钾泵活性。下列叙述错误的是

- A. $\text{Na}^+$ 激活了钠钾泵的酶活性  
B.钠钾泵的磷酸化伴随着能量的转移  
C.乌本苷会使血液中的红细胞发生皱缩现象  
D.随着构象的恢复，钠钾泵中 $\text{K}^+$ 的结合位点转向膜内侧

3. 下列关于酵母菌以葡萄糖为底物进行细胞呼吸的叙述，正确的是

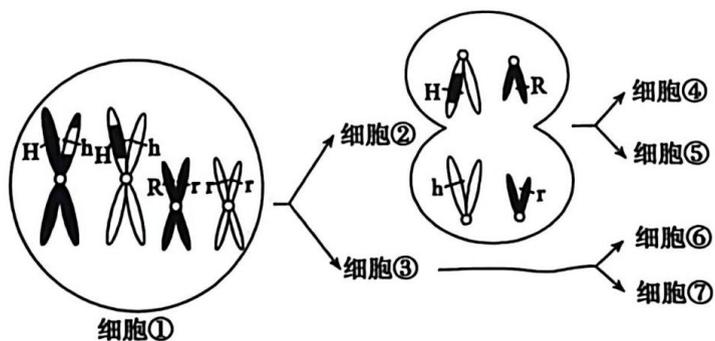
A. 能产生 $\text{CO}_2$ 的场所是细胞质基质和线粒体内膜

B. 无氧呼吸过程中无NADPH的生成

C. 可用溴麝香草酚蓝溶液检测是否产生酒精

D. 有氧呼吸和无氧呼吸释放出的能量大部分储存在ATP中

4.某精原细胞X( $2n=4$ )的核DNA双链中的P均为 $^{31}\text{P}$ ,将其放在含 $^{32}\text{P}$ 的培养液中培养,产生了2个子细胞,然后转入含 $^{31}\text{P}$ 的培养液中继续培养,其中1个子细胞发育为细胞①,细胞①进行一次分裂产生了细胞②和细胞③。细胞①和细胞②的染色体组成如图所示, H、h及R、r是其中的两对等位基因,不考虑图示以外的其他突变。下列叙述正确的是



- A.该精原细胞X的基因型为HhRr
- B.细胞②含有 $^{32}\text{P}$ 的染色体不可能位于细胞同一极
- C.细胞②和细胞③中带有 $^{32}\text{P}$ 的染色体数目相同
- D.细胞④—⑦中含 $^{32}\text{P}$ 的核DNA分子数可能为2、0、2、0

5.长链非编码RNA(lncRNA)是真核细胞内长度大于200个核苷酸的非编码RNA,可通过改变染色质DNA的甲基化状态、招募蛋白复合物结合基因启动子区域、促进或抑制mRNA降解等多种机制,控制相关基因的表达。下列说法错误的是

A.lncRNA发挥作用的场所包括细胞核和细胞质

B.lncRNA均通过与DNA序列互补配对来控制基因的表达

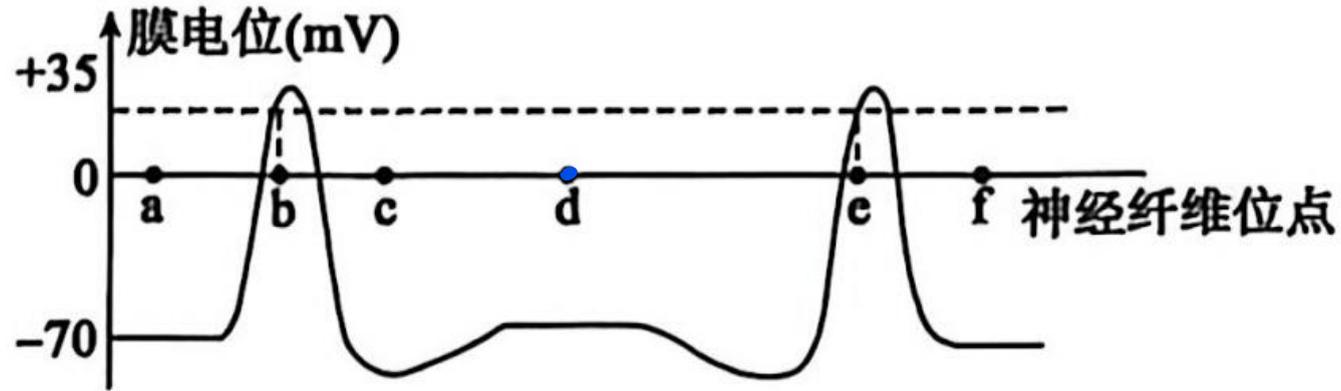
C.染色质DNA的甲基化状态改变不影响其碱基序列

D.lncRNA可能使基因过量表达相应蛋白质来改变生物体性状

6.某种植物的宽叶与窄叶性状由一对等位基因B、b控制，B、b不位于Y染色体上。研究人员利用宽叶与窄叶两个品系进行正反交实验， $F_1$  均为宽叶。研究人员在 $F_1$  中发现一株“特殊”的雄株甲，让甲株与 $F_1$  中正常雌株杂交， $F_2$  中雌雄均为宽叶：窄叶=11:1。对此，研究人员提出了两种假说：①出现上述比例是因为甲株是基因型为BBb的三体植株，减数分裂时，含有B、b基因的3条染色体任意2条正常配对并分离，另1条随机移向一极；②甲株的“特殊”是由环境变化引起的，出现上述比例是因为含b的雄配子只有20%有活性。据此判断下列推论错误的是

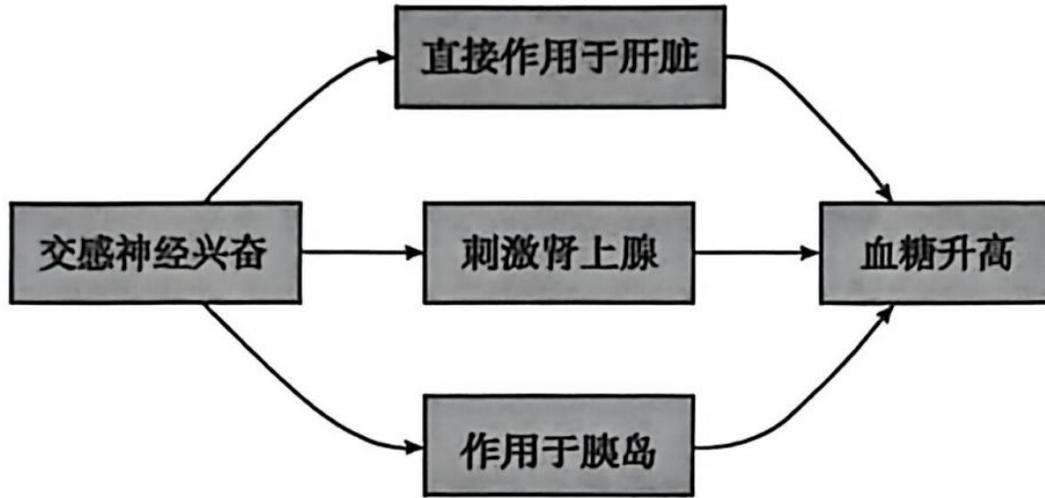
- A.由“窄叶植株与宽叶植株正反交实验 $F_1$  均为宽叶”推测，B、b基因位于常染色体上
- B.若假说①成立，则 $F_2$  宽叶植株中三体植株所占的比例是6/11
- C.若假说①成立，可通过与窄叶植株测交判断 $F_2$  中宽叶植株的基因型
- D.若假说②成立，则相同环境下， $F_2$  宽叶雄株与窄叶雌株杂交子代中宽叶个体占40/43

7.在离体神经纤维上,取a、b、c、d、e、f六个位点,ad与df距离相等。每个位点连接一个电表用于测量膜电位。刺激神经纤维上某一位点后的某一时刻,根据测得各位点膜电位数绘制下图。下列叙述错误的是



- A.所有电表的两个电极分别连接在神经纤维膜的内侧与外侧
- B.图中d点时神经纤维膜上有钾离子通道开放,膜处于静息状态
- C.b点和e点主要发生钠离子内流
- D.图中时刻c点比d点的兴奋性低

8.当人体暴露于寒冷环境时，为维持核心体温与能量稳态，自主神经系统会参与相关调节过程，下图为部分调节过程。下列叙述正确的是



- A.图中使血糖升高的三个调节途径中都有神经——体液调节过程
- B.肾上腺所产生的升高血糖浓度的激素均来自髓质
- C.交感神经兴奋后作用于胰岛可为组织细胞能量代谢提供较多的反应物
- D.为减少散热和保存热量，副交感神经的活动显著增强

9.脱落酸(ABA)和赤霉素(GA)通过相互作用共同调控种子的休眠与萌发，作用机理为GA能促进GA-20氧化酶的合成，进而促进GA的合成；GA通过促进 $\alpha$ -淀粉酶的合成促进种子萌发。ABA对GA-20氧化酶的合成有抑制作用，还可通过抑制淀粉酶等酶的合成和积累抑制种子的萌发。上述调控过程在农业生产上对于控制播种时机、实现整齐出苗以及仓储粮食的休眠保持具有参考价值。下列叙述正确的是

A.GA是基因表达的直接产物，其合成受到ABA的抑制

B.ABA通过抑制淀粉酶的活性，直接阻断了种子萌发所需的能量供应

C.ABA阻断了GA合成的反馈循环，阻止GA的积累

D.农业生产中通过选育ABA合成缺陷的作物品种，以有效降低穗发芽现象的发生

10.为调查一面积为 $2\text{hm}^2$ 的封闭样地中某种田鼠的种群数量，研究人员在该地均匀放置诱捕装置开展诱捕，间隔相同时间巡视。第一次巡视后，将捕获的田鼠均做好标记并释放，之后每一次巡视，都将捕获的田鼠中未带标记的做标记并全部释放，当捕获的田鼠中未被标

记数为0时，标记累积数即为该地田鼠的种群数量，相关统计数据如下表。下列说法正确的是

| 巡视时间 | 捕获中的标记数 | 捕获中的未标记数 | 捕获总数 |
|------|---------|----------|------|
| 第一次  | 0       | 28       | 28   |
| 第二次  | 8       | 46       | 54   |
| 第三次  | 16      | 8        | 24   |
| 第四次  | 40      | 16       | 56   |
| 第五次  | 21      | 4        | 25   |
| 第六次  | 31      | 3        | 34   |
| 第七次  | 21      | 0        | 21   |
| 第八次  | 18      | 0        | 18   |

- A.该田鼠种群密度约为130只/hm<sup>2</sup>
- B.若标记物易脱落，则估算结果通常会比实际结果小
- C.若每次捕获的个体数很少，则估算结果一定比实际结果大
- D.若幼龄田鼠难以捕获，则会过早地达到“未被标记的田鼠数为0”的条件

11.某草原以羊草为主要优势种，在禁牧后连续三年施肥对该草原的影响如下表所示。下列说法正确的是

| 时间                | 第一年 |     | 第二年 |      | 第三年 |     |
|-------------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|
|                   | 对照组 | 施肥组 | 对照组 | 施肥组  | 对照组 | 施肥组 |
| 羊草密度<br>(数量/平方米)  | 50  | 280 | 65  | 590  | 101 | 910 |
| 羊草个体生物量<br>(克/株)  | 0.3 | 0.6 | 0.5 | 0.75 | 0.4 | 0.4 |
| 物种丰富度<br>(数量/平方米) | 25  | 20  | 30  | 20   | 30  | 15  |

- A.羊草数量受“施肥”这一非密度制约因素的影响
- B.该结果表明，人类活动使群落迅速达到了与自然演替相同的顶级群落状态
- C.若采用样方法调查该地物种丰富度，应在物种密集或生境多样的区域设置样方
- D.施肥第三年羊草个体生物量和物种丰富度下降主要与种间竞争有关

12. 下列关于生态学应用的分析错误的是

A. 与传统农业相比，稻—萍—鱼的立体农业增大了流入生态系统的总能量

B. 养鸡场通过缩短光照时长来增加鸡的产蛋率，属于物理信息传递的应用

C. 利用多种野生近缘水稻完成了水稻品种的改良，体现了生物多样性的直接价值

D. 矿山修复中人工制造表土、重建土壤微生物群落，符合生态工程的自生原理

13. 使用限制酶MboI(识别4核苷酸序列GATC)切割基因组DNA,将外源DNA片段与载体连接后导入大肠杆菌，成功构建了基因组文库，可以从基因组文库中筛选获取目的基因。下列相关叙述正确的是

A. 使用限制酶MboI可以对基因组DNA有较高的切割频率

B. 非互补的黏性末端经E.coli DNA连接酶处理后均可以转变为平末端

C. 为获得有生物活性的目的蛋白，基因组文库的构建需要使用相应的动植物细胞作为受体

D. 使用PCR技术筛选目的基因的前提是目的基因的全部序列是已知的

14.某同学使用逆转录—聚合酶链式反应(RT-PCR)技术获取cDNA,结果未获得cDNA产物,分析可能的原因并提出解决方法。下列叙述错误的是

A.逆转录酶失活, 更换新的逆转录酶

B.酶的用量不足, 增加TaqDNA聚合酶的用量

C.RNA模板降解, 使用新的RNA模板

D.引物失效, 换用新的引物

15.下列有关“DNA片段的扩增及电泳鉴定”的说法正确的是

A.在微量离心管中加入各组分后通常需要通过离心来混匀

B.PCR实验中的移液器、枪头、缓冲液等在使用前必须高压灭菌

C.凝胶电泳中, 带电分子的迁移速率受净电荷、电荷性质及分子大小共同影响

D.琼脂糖凝胶电泳分离DNA和纸层析法分离色素的原理相同, 使用的介质不同

二、选择题：本题共5小题，每小题3分，共15分。每小题有一个或多个选项符合题目要求，全部选对得3分，选对但不全的得1分，有选错的得0分。

16.单细胞凝胶电泳实验是通过检测DNA链断裂损伤评估遗传毒性的技术手段。细胞凋亡时，核DNA会被降解成大小不一的片段。将凋亡细胞和正常细胞放于琼脂糖凝胶中，裂解细胞膜后电泳，前者细胞核呈彗星状，后者细胞核保持圆球形。下列叙述正确的是

- A.利用台盼蓝也能有效区分凋亡细胞和正常细胞
- B.细胞中DNA被降解成片段后不再存在蛋白质的合成过程
- C.彗星状的形成与小分子DNA片段在电场中移动速度快有关
- D.细胞正常代谢活动受损或中断引起的细胞死亡属于细胞凋亡

17.某种昆虫的有翅和无翅、长翅和小翅两对相对性状与常染色体上的两对等位基因D、d和E、e有关，有翅对无翅为显性，且雄虫均为有翅个体。让一只长翅雌虫与一只小翅雄虫交配，所得F<sub>1</sub>雌性个体中长翅：小翅=1:1、有翅：无翅=1:1,雄性个体中长翅：小翅=1:1。子代数量足够多，无致死和变异发生。若只考虑上述两对等位基因，下列分析正确的是

A.该昆虫的长翅为显性，两对等位基因位于两对同源染色体上

B.F<sub>1</sub>有翅个体中两对等位基因均杂合的个体所占的比例为1/3

C.若全部F<sub>1</sub>个体自由交配，则产生无翅雌虫的概率为9/32

D.若F<sub>1</sub>全部长翅个体杂交，则后代中雌虫的基因型有9种

18.正常人血钾的含量在3.5 ~ 5.5mmol/L之间，80%的钾通过尿液排出。当血钾含量低于3.5mmol/L或高于5.5mmol/L时，分别会出现低钾血症和高钾血症。胰岛素具有降血钾的作用。下列叙述正确的是

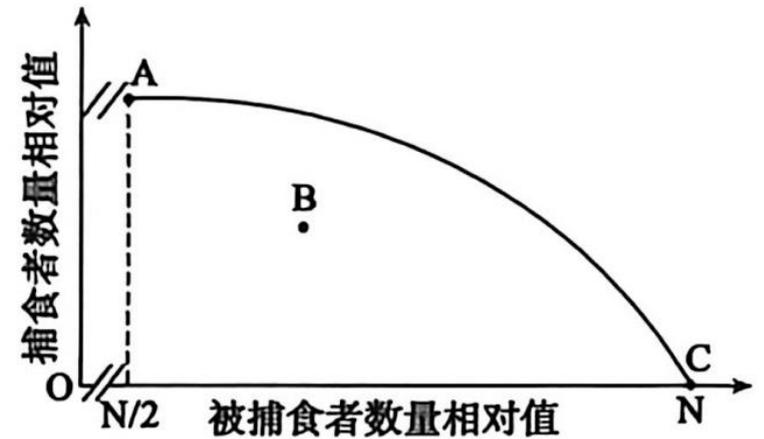
A.钾离子有利于维持心肌收缩，保持心肌正常兴奋等活动

B.高钾血症患者与健康人相比，醛固酮分泌量增加

C.静脉注射葡萄糖溶液后，血钾含量会升高

D.尿毒症患者肾功能不足，通常会出现高钾血症

19.为研究捕食者对某被捕食种群数量的影响，科研人员调查绘制了被捕食种群的零增长等斜线，线上的每个点均代表被捕食者的数量维持在既不增加也不减少状态时所对应的捕食者的数量。已知捕食者与被捕食者所处环境稳定，不考虑迁人迁出。下列说法错误的是



A.A点至C点表明捕食者个体的捕食量随被捕食者数量增加而下降

B.在A点所处状态下，该被捕食种群的增长速率最大，单位时间新增个体数最多

C.在B点所处状态下，该被捕食种群的出生率大于死亡率，种群数量增加

D.C点时，需要投放捕食者来维持被捕食者的数量稳定

20.研究证实, Bld-1 蛋白只能特异性地识别并结合到表达STn抗原的膀胱癌细胞表面。LAMP2B是外泌体(细胞的分泌囊泡)表面的膜蛋白, 通过基因工程技术, 构建融合表达LAMP2B/Bld-1的靶向膀胱癌工程化外泌体, 可实现为膀胱癌细胞高效递送药物。用离心法提取细胞培养液中的工程化外泌体, 采用电泳技术检测其表面Bld-1蛋白的表达水平。下列说法正确的是

A.可直接通过PCR、人工合成法等来获取目的蛋白Bld-1

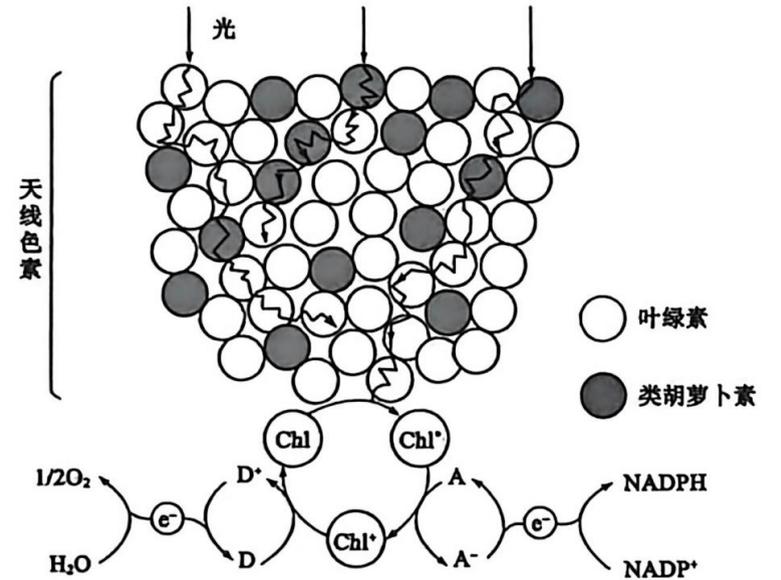
B.外泌体应在细胞培养液的上清液中收集

C.抗体和抗原的特异性结合是检测工程化外泌体表面Bld-1蛋白的常用原理

D.工程化外泌体可将药物送达膀胱癌细胞, 减少药物对正常细胞的副作用

三、非选择题：本题共5小题，共55分。

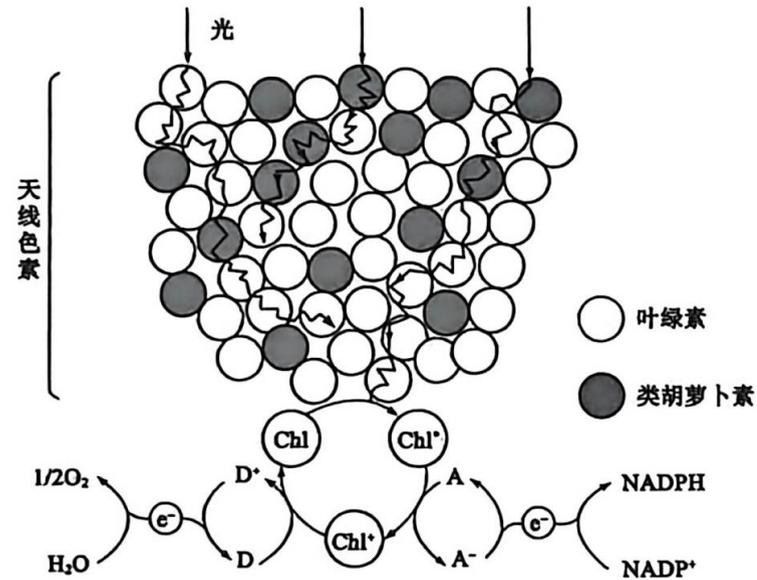
21.(9分)下图为真核细胞中一个光合作用基本单位完成光反应的示意图，类胡萝卜素和绝大多数叶绿素构成天线色素，具有吸收、传递光能的作用；Chl为反应中心色素，是一种少数特殊状态的叶绿素a,具有吸收、转化光能的作用，其获得能量后处于激发态即Chl\*,Chl\*失去电子后变为Chl<sup>+</sup>;D为原初电子供体，A为原初电子受体，D、A为相关蛋白质。



(1)图示过程发生的具体场所是类囊体薄膜 (类囊体膜) 同时合成的重要物质还有ATP (多写 "NADPH"、"氧气" 等其他光反应产物不扣分)。

(2)与图中色素相比，发菜特有的光合色素是藻蓝素。据图分析，电子的最初供体为H<sub>2</sub>O (水) 最终受体为NADP<sup>+</sup> (氧化型辅酶II, 要写英文缩写字母必须大写)。

(3)在农业生产中，合理调控光的波长与光照强度对提高作物产量至关重要。已知光合色素中仅叶绿素就能独立完成对光能的吸收、传递和转化。类胡萝卜素的含量占据了约1/4,当作物处于强光较多的环境中时，类胡萝卜素能有效吸收特定波长的蓝紫光。请从叶绿素和类胡萝卜素对不同波长蓝紫光的吸收角度分析，推测类胡萝卜素的存在意义是类胡萝卜素对不同波长蓝紫光的吸收范围大于叶绿素（或写“类胡萝卜素能吸收特定波长的蓝紫光”，可得1分），提高了蓝紫光的吸收效率（或写“提高了光能的吸收效率”、“能更充分吸收蓝紫光”，可得1分）。（得分0, 1, 2, 共2分）。



此外，在光照过于强烈的条件下，若激发态叶绿素(Chl\*)不能及时将电子传递给电子受体A, 会将电子传递给O<sub>2</sub> ,产生活性氧自由基，造成膜结构损伤，影响作物产量。研究发现若去除色素中的类胡萝卜素，自由基的含量会大大增加，推测类胡萝卜素的作用机理是吸收激发

态叶绿素( $\text{Chl}^*$ )的光能,防止活性氧自由基产生(答出“减少自由基含量”即可得分,得分0, 2, 共2分)。

22.(15分)水稻是一种自花受粉的二倍体植物,通过培育雄性不育植株和杂交可获得具备杂种优势的水稻。水稻产量大小与稻穗大小和稻粒数量有关。

(1)用性状优良的水稻纯合体甲给某雄性不育水稻植株授粉,子一代表现为雄性不育,子一代与甲回交,子二代均表现为雄性不育,连续回交可获得性状优良的雄性不育水稻乙。据此推测

控制水稻雄性不育的基因(A)位于细胞质填“细胞质”或“细胞核”),理由是雄性不育植株与甲杂交,子代均表现为雄性不育且子代与甲回交未出现性状分离(子一代与甲回交后子代均表现为雄性不育,连续回交可获得性状优良的雄性不育水稻乙,这表明雄性不育性状是通过母本传递的,符合细胞质遗传的特征。)(子一代与甲回交后子代均表现为雄性不育,且子代回交均表现雄性不育)(子代性状均与母本相同)(反向答不得分,得分0, 2, 共2分)。

将另一性状优良的水稻纯合体丙与乙杂交， $F_1$ 均表现为雄性可育，长势和产量优势明显，丙的细胞核基因T的表达产物能抑制自身含有的A基因的表达。以甲和丙为亲本进行正反交实验， $F_1$ 均为雄性可育。若丙为父本、甲为母本组为正交组， $F_1$ 自交获得的 $F_2$ 都是雄性可育个体，反交组的 $F_2$ 中的结果是雄性可育:雄性不育=3:1 (得分0, 2, 共2分)。

(2) 研究人员获得了稻穗显著大于野生型的两种不同的纯合单基因突变体1和突变体2；突变体1和突变体2杂交， $F_1$ 均为大稻穗， $F_1$ 自交获得 $F_2$ ，其表型及比例为大稻穗：野生型=13:3，则这两对等位基因位于两对(填“一对”或“两对”)同源染色体上， $F_2$ 中大稻穗植株自交后代不发生性状分离的个体占比为7/13 (得分0, 2, 共2分)。

(3) NOG1是控制水稻单穗籽粒数量的基因之一，若将其表达产物X酶中的第240位脯氨酸或第243位色氨酸替换为苏氨酸，水稻单穗籽粒数会显著增加，已知ACA是苏氨酸的密码子之一。a是诱变NOG1第240位脯氨酸编码序列的引物(ACA为诱变序列)，下面的b、c、d中有一条是诱变第243位色氨酸编码序列的引物，其配对模板与a的配对模板相同。

a:5'-...GCG/ACA/GAG/TTC/TGG/CTG/TTT/CCC/TCT/TTC/TTC...-3'

b:5'-...GCG/CTG/TGG/GAC/ACC/CTG/AAC/TAC/TTC/TCT/GAG...-3'

c:5'-...GAT/AAT/AAG/ATC/CGA/GAG/AAG/GCC/ATG/CGA/AAG...-3'

d:5'-...TTC/ACT/CTG/TTT/CCC/TCT/TTC/TTC/CCC/TAC/CAC...-3'

据此分析，以上d (得分0, 2, 共2分) 引物是诱变第243位色氨酸的引物，苏氨酸的密码子除ACA外，还有ACU (得分0, 2, 共2分)，这一现象称作密码子的简并(性) (简并/简并性也可得分)，对生物体生存发展的意义是保证翻译的速度 (或提高翻译速度，得1分)、增强密码子的容错性(或提高容错性/降低基因突变对性状的有害影响，提高遗传稳定性/提高遗传稳定性/有利于生物适应环境变化，保证蛋白质结构的稳定性/保证蛋白质结构的稳定性，得1分)。(得分0, 1, 2, 共2分)。(答出两点)

23.(9分)慢性乙型肝炎由乙肝病毒(HBV)感染引起的。

(1)根据国家免疫规划,新生儿在出生后24小时以内就要接种HBV疫苗的目的是尽早激活新生儿的免疫系统 (答出尽早、提早,得1分),产生保护性抗体和记忆细胞(抗体和记忆细胞缺一不可,得1分),从而建立有效的免疫屏障。阻断母婴传播 (得分0, 1, 2, 共2分)。目前使用的乙肝疫苗主要是通过基因工程表达HBV表面抗原制成的,与减毒活疫苗相比,这种疫苗的优点是安全性高,不具备感染性。(安全性高),需要多次接种的目的是产生更多的记忆细胞和抗体 (即强化免疫应答)

(2)科研人员将HBV外壳蛋白E肽注入正常小鼠体内,小鼠体内的抗原呈递细胞将E肽作为抗原吞噬、处理、呈递给辅助性T细胞,该细胞在特异性免疫中的作用是呈递抗原信息激活B细胞、T细胞 (答出“激活B细胞”“活化B细胞”得1分),释放细胞因子(得1分)(得分0, 1, 2, 共2分)

(3)科研人员基于E肽对应的DNA序列,设计了治疗性疫苗S。某兴趣小组为探究不同剂量疫苗S与固定量细胞因子IL-6联合接种的治疗效果,以产生抗E肽抗体的浆细胞数量为观测

指标，设计了如下实验方案：对若干组HBV含量高的患病模型小鼠，分别注射不同(高、中、低)剂量疫苗S及等量IL-6,经一段时间干预后，检测各组小鼠体内产生抗E肽抗体的浆细胞数量并分析实验数据。

a.该兴趣小组的方案存在对照设置不完整的不足，可补充的对照组有a空白对照组、单独IL-6对照组、单独疫苗对照组 (答对其中两项即可得1分)

b.该实验方案除了以“产生抗E肽抗体的浆细胞数量”为观测指标来评价治疗效果外，还应检测小鼠血清中HBV-含量/乙肝表面抗原水平/抗E肽抗体的浓度/小鼠肝脏的炎症水平/E肽水平 (答出其中之一即可得1分，只写抗体未说明哪种抗体不得分)

24.(10分)某海洋牧场存在着以浮游植物为食的脉红螺、仿刺参等底栖动物，以藻类、底栖和软体动物为食的梭子蟹等，以及多种肉食及杂食鱼类。渔业人员通过人工造礁技术制造具有多孔结构的礁石，增加了该区域礁石的数量。经调查，该海洋牧场造礁前后的部分能量流动情况如下表所示(单位： $J/(m^2 \cdot a)$ )。请回答以下问题。

| 时间  | 营养级 | 上一营养级流入 | 有机残骸流入 | 呼吸作用散失 | 实际捕捞  |
|-----|-----|---------|--------|--------|-------|
| 造礁前 | II  | 1190    | 870    | 1286   | 0.036 |
|     | III | 205     | 0      | 137.5  | 0.725 |
|     | IV  | 34      | 0      | 28     | 1.16  |
|     | V   | 5.6     | 0      | 4.6    | 0.315 |
| 造礁后 | II  | 1250    | 890    | 1397   | 6.8   |
|     | III | 240     | 0      | 142    | 3.9   |
|     | IV  | 12.5    | 0      | 7      | 0.387 |
|     | V   | 1.4     | 0      | 0.8    | 0.05  |

(1)脉红螺和仿刺参都是以浮游植物为食的底栖动物，却能在该区域长期共存，从群落的特征角度分析，原因是生态位（或“空间位置，占有的资源的情况，与其他物种的关系”，引号中内容必须答全才给分）存在差异。

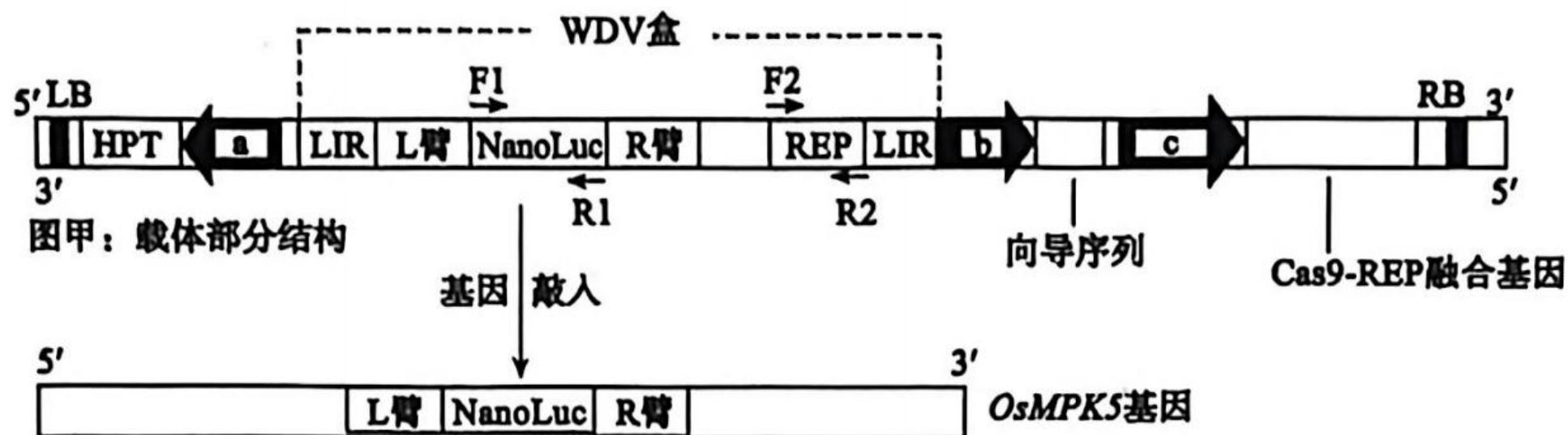
(2)人工造礁主要影响了群落的水平结构和垂直（或“空间结构”）结构，造礁后该海洋牧场的主要捕捞对象发生了改变，脉红螺、仿刺参和梭子蟹产量增加。从人工造礁的角度分析，原因可能是人造礁石为它们提供了更多的栖息空间、食物条件，又能较好地躲避天敌（栖息空间、食物条件、躲避天敌，一项一分，答对两项可得满分，得分0, 1, 2, 共2分）

(3)关于流入第二、三、四营养级能量的去向，表中缺少流向分解者，未被利用（答出“流向分解者”即可得分）的能量。造礁后，该海域初级消费者和次级消费者间的能量传递效率约为11.2%（得分0, 2, 共2分）（保留小数点后一位）。

(4)研究人员分析，该海域高营养级生物可能逐渐减少甚至消失，从而使食物链缩短，从能量传递效率角度分析，原因是第三、四营养级间能量传递效率小于10%（答出“能量传递效率低”得1分，具体营养级写错不得分），高营养级获得的能量太少导致数量减少甚至消

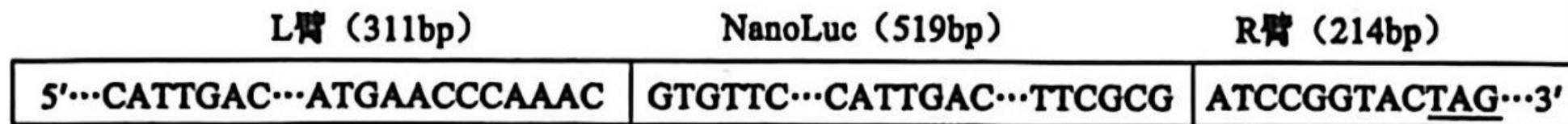
失（答出“高营养级获得能量少”得1分）（得分0, 1, 2, 共2分）。若该食物链缩短是人为干预的结果，则体现了研究生态系统的能量流动，具有合理调整生态系统中的能量流动关系，使能量持续高效地流向对人类最有益的部分（答全得1分）的实践意义。

25.(12分)科研人员将来自矮缩病毒(WDV)的复制子WDV盒、向导DNA序列和Cas9-REP融合基因构建了靶向基因敲入载体，如图甲所示。在被转化的水稻细胞中，REP蛋白特异性识别、结合并切割LIR序列，从而使WDV盒环化并大量扩增。扩增的WDV盒与Cas9-REP融合蛋白和向导RNA共同形成复合物，该复合物与水稻染色体中的OsMPK5基因结合，并在特定定位点对其进行切割。切割后通过Nanoluc基因(荧光素酶基因)和OsMPK5基因两侧的同源臂(L臂和R臂)以同源重组方式在OsMPK5基因中插入NanoLuc基因，结果如图乙所示。



注： a、b、c : 启动子      LB/RB: T-DNA边界序列  
 F1、F2、R1、R2: 引物      HPT: 潮霉素B抗性基因

Bas I: 5'-GGTCTCN-3'  
 3'-CCAGAGNNNNN-5'  
 N代表任一碱基



图丙：图乙中对应区段的编码链碱基序列示意图，图中“—”对应终止密码

(1)已知WDV盒中REP基因内部存在两个BsaI限制酶识别序列，需通过定点突变将其消除。为此，在扩增REP基因的引物F2与R2中分别引入了突变。其中，R2引物的序列为5'-ATAATTG TGTGTCCCTAGTGACCTTGCCCAGGAAGTC-3'。对比其与模板的互补区域可知，该引物中通过A变成T(填“T变成A”或“A变成T”)完成了定点突变；为便于后续载体构建，若在引物上添加限制酶识别序列，该突变位点位于限制酶识别序列的3'端”(填“3'端”或“5'端”)。

(2)本研究中Cas9-REP融合蛋白的作用是Cas9-Rep融合蛋白与向导RNA结合，其中Cas9切割目的基因(或受体基因或OsMPK5基因或基因，得1分)，REP可以结合WDV盒(结合LIR序列)并使其大量复制提供大量供体基因(或“REP特异性识别、结合并切割LIR序列，从而使WDV盒环化并大量扩增”或“REP特异性识别、结合并切割LIR序列”，得1分)。(得分0, 1, 2, 共2分)(写出两条)。

(3)为了检测WDV盒在水稻中能否正常环化，利用野生型和转基因水稻提取的DNA为模板，可选用图中的F2和R1引物进行PCR并电泳检测，若电泳后所呈现的条带结果为转基因型出

现条带（得1分），野生型无条带出现（得1分）（得分0, 1, 2, 共2分），说明WDV盒在水稻中能正常环化。

(4)使用OsMPK5蛋白抗体可以检测到转基因水稻中出现预期分子量大小的OsMPK5-NanoLuc融合蛋白，同时也检测到比预期蛋白分子量小的蛋白质，分析图丙，从同源重组的角度简要推测可能的原因是NanoLu和L臂有CATTGAC同源序列，发生了同源重组。（答出“NanoLu和L臂有同源序列/相同序列”可得分）