

2024 年 1 月“九省联考”考后提升卷

高三生物

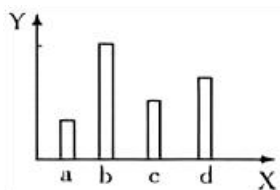
(适用地区：黑龙江、吉林 考试时间：75 分钟 试卷满分：100 分)

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、选择题：本题共 15 小题，每小题 2 分，共 30 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项符合题目要求。

1. 对下面柱形图的相关含义叙述中，不正确的是（ ）



- A. 若 Y 表示细胞中有机物的含量，a、b、c、d 表示四种不同的物质，则 b 最有可能是蛋白质
- B. 若 Y 表示生物体内 Hg 含量，a、b、c、d 表示四种不同生物，则 a 最有可能是生产者
- C. 若 Y 表示一段时间后不同离子在培养液中所占原来的比例，则该培养液中培养的植物，其根细胞膜上 a 离子的载体少于 c 离子的载体
- D. 若 Y 表示细胞液的浓度，a、b、c、d 表示不同细胞，则在 0.3 g/mL 蔗糖溶液中，发生质壁分离的可能性大小为 $b < d < c < a$

【答案】C

【分析】组成活细胞的化合物中，水最多，蛋白质含量次之；而组成活细胞的有机化合物中，蛋白质最多。一些重金属元素或者不易分解的有机农药随食物链传递过程中，营养级越高，该物质在生物体内积累越多。纵坐标表示一段时间后不同离子在培养液中所占原来的比例，则某种离子所占比例越多，表示培养植物吸收越少，进而推断其根细胞膜上该离子的载体越少。在外界溶液浓度一定时，细胞液浓度越大，植物细胞发生质壁分离的程度越小。

【详解】若 Y 表示细胞中有机物的含量，b 有机物最多，b 最可能是蛋白质，A 正确；

若 Y 表示生物体内 Hg 含量，由于 Hg 在随食物链的传递，营养级越高，生物体内积累的 Hg 越多，所以 a 最少为第一营养级即最有可能是生产者，b 最多为最高营养级，c、d 次之为中间营养级，B 正确；

若 Y 表示一段时间后不同离子在培养液中所占原来的比例，则某种离子所占比例越多，表示培养植物吸收越少，进而推断其根细胞膜上该离子的载体越少，所以结合图示可知，植物根细胞膜上 a 离子的载体多于 c 离子的载体，C 错误；

在外界溶液浓度一定时，细胞液浓度越大，植物细胞发生质壁分离的程度越小。若 Y 表示细胞液的浓度，a、b、c、d 表示不同细胞，由于 b 细胞的细胞液浓度最大，a 细胞液浓度最小，则在 0.3 g/mL 蔗糖溶液中，发生质壁分离的可能性大小为 $b < d < c < a$ ，D 正确。

2. 2020 年，三位科学家共享诺贝尔生理学或医学奖，因为他们发现了丙型肝炎病毒。丙肝病毒与乙肝病毒都通过血液传播并且会导致严重的肝炎，乙肝病毒的遗传物质中含有碱基 T，而丙肝病毒则含有碱基 U。下列叙述正确的是（ ）

- A. 两种病毒没有以核膜为界限的细胞核，只有拟核
- B. 丙肝病毒必须寄生在人体肝细胞内才能繁殖
- C. 丙肝病毒的核酸是 DNA，而乙肝病毒的核酸是 RNA，更易发生突变
- D. 与肝炎患者接触时佩戴口罩可以有效避免感染

【答案】B

【分析】病毒没有任何细胞结构，主要由内部的遗传物质和外部的蛋白质外壳组成，不能独立生存，只有寄生在活细胞里才能进行生命活动，一旦离开活细胞就会变成结晶体。病毒自身不能繁殖后代，只能利用宿主活细胞内现成代谢系统合成自身的核酸和蛋白质成分；以核酸和蛋白质等元件的装配实现其大量繁殖，因此病毒在寄主细胞内以复制方式增殖。

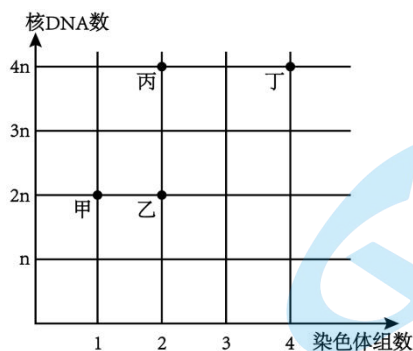
【详解】A、病毒无细胞结构，没有细胞核，也没有拟核，A 错误；

B、病毒无细胞结构，必须寄生在活细胞内才能增殖，丙肝病毒必须寄生在人体肝细胞内才能繁殖，B 正确；

C、乙肝病毒的遗传物质中含有碱基 T，说明乙肝病毒的核酸是 DNA，丙肝病毒则含有碱基 U，说明丙肝病毒的核酸是 RNA，更易发生突变，C 错误；

D、丙肝病毒与乙肝病毒都通过血液传播，佩戴口罩不能有效避免感染，D 错误。

3. 一个基因型为 AaXBY 的精原细胞，用荧光分子标记基因 A、a 和 B，分裂过程中不同时期的 4 个细胞中染色体组数和核 DNA 数如图所示。不考虑基因突变、交叉互换和染色体畸变，下列叙述正确的是（ ）



- A. 甲细胞中一定无同源染色体，细胞内至少有 4 个荧光标记
- B. 乙细胞中一定有同源染色体，染色体数：核 DNA 分子数=1:1
- C. 丙细胞中一定有姐妹染色单体，可能存在四分体
- D. 丁细胞一定处于有丝分裂，细胞内有 4 条 Y 染色体

【答案】C

【分析】1、减数分裂各时期特点：间期：DNA 复制和有关蛋白质的合成；减数第一次分裂前期（四分体时期）：同源染色体联会，形成四分体；减数第一次分裂中期：四分体排在赤道板上；减数第一次分裂后期：同源染色体分离，非同源染色体自由组合；减数第一次分裂末期：形成两个次级性母细胞。减数第二次分裂与有丝分裂基本相同，区别是无同源染色体。

2、据图分析可知甲细胞中含有 1 个染色体组，核 DNA 数为 $2n$ ，说明甲细胞是减数第二次分裂的前期和中期的细胞；乙细胞中含有 2 个染色体组，核 DNA 数为 $2n$ ，说明乙细胞为精原细胞，或者是减数第一次分裂前的间期的 G1 期细胞，或者是减数第二次分裂的后期和末期的细胞；丙细胞中含有 2 个染色体组，核 DNA 数为 $4n$ ，说明丙细胞为减数第一次分裂前的间期的 G2 期细胞或者是减数第一次分裂的细胞；丁细胞中含有 4 个染色体组，核 DNA 数为 $4n$ ，说明丙细胞是有丝分裂后期的细胞。

【详解】A、据图分析可知甲细胞中含有 1 个染色体组，核 DNA 数为 $2n$ ，说明甲细胞是减数第二次分裂的前期和中期的细胞，则甲细胞中无同源染色体，其基因型为 AAX^BX^B 和 $aaYY$ 或 aaX^BX^B 和 $AAYY$ ，细胞内含有 2 个或 4 个荧光标记，A 错误；

B、据图分析可知乙细胞中含有 2 个染色体组，核 DNA 数为 $2n$ ，说明乙细胞为精原细胞，或者是减数第一次分裂前的间期的 G1 期细胞，或者是减数第二次分裂的后期和末期的细胞，染色体数：核 DNA 分子数=1:1，精原细胞、G1 期细胞有同源染色体，但减数第二次分裂的后期和末期的细胞无同源染色体，B 错误；

C、据图分析可知丙细胞中含有 2 个染色体组，核 DNA 数为 $4n$ ，说明丙细胞为减数第一次分裂前的间期的 G2 期细胞或者是减数第一次分裂的细胞，这两类细胞中都有姐妹染色单体，且减数第一次分裂的前期会形成四分体，C 正确；

D、据图分析可知，丁细胞中含有 4 个染色体组，核 DNA 数为 $4n$ ，说明丙细胞是有丝分裂后期的细胞，其

基因型为 $AAaaX^BX^BY$ ，细胞内有 2 条 Y 染色体，D 错误。

4. 栽培番茄含有来自野生番茄的 Mi1 抗虫基因，它使番茄产生对根结线虫（侵染番茄的根部）、长管蚜和烟粉虱三种害虫的抗性。相关叙述正确的是（ ）

- A. 长管蚜和番茄之间是捕食关系，两者协同进化
- B. Mi1 抗虫基因的产生是野生番茄长期适应环境的结果
- C. 在含 Mi1 基因的番茄植株上生长的烟粉虱种群基因频率会发生变化
- D. 长期种植含 Mi1 基因的番茄，土壤中根结线虫的数量会越来越少

【答案】C

【分析】生物的变异的产生是不定向、随机的，与生物所在的环境无关，环境只起到选择作用，共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。

【详解】A、长管蚜和番茄之间的寄生关系，A 错误；

B、Mi1 抗虫基因的产生是基因突变的结果，B 错误；

C、由于选择的作用，所以能在含 Mi1 基因的番茄植株上生长的长管蚜和烟粉虱种群基因频率会发生变化，C 正确；

D、由于生物变异是随机的、不定向，所以，土壤中根结线虫可能会出现适应 Mi1 抗虫基因的个体，土壤中根结线虫的数量会先减少后增多，D 错误。

5. 某个处于稳定状态的生态系统中，除分解者外，仅有甲、乙、丙、丁、戊五个种群。已知该生态系统相邻营养级之间的能量传递效率在 10%~20%之间，且每个种群只处于一个营养级。调查得知，一年内输入各种群的能量数值如表所示。下列相关叙述正确的是（ ）

种群	甲	乙	丙	丁	戊
能量值 $【J/(cm^2 \cdot a)】$	3.56	12.80	10.30	0.48	226.50

- A. 该生态系统中流向分解者的总能量为 $199.36J/(cm^2 \cdot a)$
- B. 若丁种群个体增加 1 kg 重量，则大约需消耗戊种群 471.96 kg
- C. 种群乙和丙利用的资源的空间完全相同，存在相互排斥
- D. 种群戊和甲不存在直接联系，二者之间不存在反馈调节

【答案】B

【分析】分析表格：能量流动的特点是单向流动、逐级递减，相邻两个营养级之间能量的传递效率为 10%~20%，表中戊的能量最多，是第一营养级，乙、丙能量相差不大，不在 10%~20%之间，因此乙、丙同属第二营养级，其次是甲、丁。

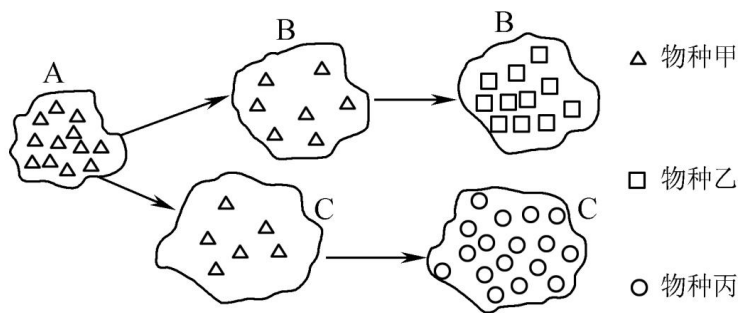
【详解】A、由表中数据分析，可知种群戊处于第一营养级，种群乙和丙处于第二营养级，种群甲处于第三营养级，种群丁处于第四营养级。该生态系统中生产者、各个营养级的消费者都有能量流向分解者，但其比例无法推算，因此该生态系统中流向分解者的总能量无法计算，A 错误；

B、生态系统中各营养级之间的能量传递效率依次为：第一营养级到第二营养级为 $[(12.80+10.30)/226.5] \times 100\% \approx 10.20\%$ ，第二营养级到第三营养级为 $[3.56/(12.80+10.30)] \times 100\% \approx 15.41\%$ ，第三营养级到第四营养级为 $(0.48/3.56) \times 100\% \approx 13.48\%$ 。丁种群增加 1kg，需要消耗戊种群 $1/(13.48\% \times 15.41\% \times 10.20\%) \approx 471.96\text{kg}$ ，B 正确；

C、种群乙和丙处于同一营养级，利用的资源和空间有相同的部分，存在相互排斥，但不可能完全相同，C 错误；

D、反馈调节在生态系统中普遍存在，种群戊和甲虽不存在直接食物关系，但也有反馈调节，D 错误。

6. 已知物种乙和丙均由甲演化而来，形成过程如图所示（乙和丙种群处于遗传平衡状态）。图中 A、B、C 分别表示不同的 3 个地区。E/e 位于常染色体上，G/g 位于 X 染色体上。下列有关说法正确的是（ ）



A. 物种乙和丙存在生殖隔离，不能交配

B. 迁入与迁出一定使种群基因频率发生定向改变

C. 若种群丙中 $X^G X^g$ 约占 32%，则雄性中 $X^g Y$ 可能占 80%

D. 若种群乙中 E 和 e 的基因频率相等，则显性个体与隐性个体的数量相同

【答案】C

【分析】遗传平衡定律也称哈迪-温伯格定律，其主要内容是指：在理想状态下，各等位基因的频率和等位基因的基因型频率在遗传中是稳定不变的，即保持着基因平衡。该理想状态要满足 5 个条件：①种群足够大；②种群中个体间可以随机交配；③没有突变发生；④没有新基因加入；⑤没有自然选择。此时各基因频率和各基因型频率存在如下等式关系并且保持不变：设 $A=p$ ， $a=q$ ，则 $A+a=p+q=1$ ，

$AA+Aa+aa=p^2+2pq+q^2=1$ ，其中 p^2 代表 AA 的基因型频率， $2pq$ 代表 Aa 的基因型频率， q^2 代表 aa 的基因型频率。

【详解】A、物种乙和丙存在地理隔离，不能交配，A 错误；

B、迁入与迁出也不能使种群基因频率定向改变，自然选择能使种群基因频率发生定向改变，B 错误；

C、根据遗传平衡定律设 $X^G=p$ ， $X^g=q$ ， $X^G+X^g=p+q=1$ ， $2pq$ 代表 X^GX^g 的基因型频率，若种群丙中 X^GX^g 约占 32%，求得 $X^g=80\%$ 或 20% ，则雄性中 g 的基因频率为 80% 或 20% ，雄性中 g 的基因频率与 X^gY 的基因型频率相等，故雄性中 X^gY 可能占 80% ，C 正确；

D、若种群乙中 E 和 e 的基因频率相等，则 A 基因频率= 50% ，则 EE 的基因型频率= $0.5 \times 0.5 = 25\%$ ， $Ee = 0.5 \times 0.5 \times 2 = 50\%$ ， $ee = 25\%$ ，显性个体数量是隐性的 3 倍，D 错误。

7. 孟子曰：“不违农时，谷不可胜食也；数罟（密网）不入洿池，鱼鳖不可胜食也；斧斤以时入山林，材木不可胜用也。”下列相关叙述错误的是（ ）

- ①冬小麦秋季播种，经冬季低温诱导才能在春季开花的春化作用是对生存环境的一种适应
- ②光照、温度等物理信息会影响植物生命活动的正常进行和种群的繁衍
- ③用“密网”捕捞会直接影响种群的出生率从而影响种群密度
- ④人类活动使群落向着不同于自然演替的方向和速度演替
- ⑤中等强度的森林砍伐（约 $K/2$ 左右）有利于获得最大经济效益和生态效益
- ⑥生态系统的自我调节能力是负反馈调节产生的基础

A. ①③④⑥

B. ③④⑥

C. ③④

D. ③⑥

【答案】B

【分析】生物多样性的价值：（1）直接价值：对人类有食用、药用和工业原料等使用意义以及有旅游观赏、科学研究和文学艺术创作等非实用意义的。（2）间接价值：对生态系统起重要调节作用的价值（生态功能）。

（3）潜在价值：目前人类不清楚的价值。

【详解】①冬小麦秋季播种，经冬季低温诱导才能在春季开花的春化作用是对生存环境的一种适应，①正确；

②生态系统中的光、声、温度、湿度、磁力等，通过物理过程传递的信息属于物理信息，光照、温度等物理信息对于植物生命活动的正常进行和种群的繁衍，②正确；

③捕鱼时渔网的疏密程度可以影响种群的年龄结构进而影响种群密度：渔网网目过小，许多幼鱼也会被捕捞上来，影响鱼种群的年龄结构，进而影响鱼种群的出生率，造成来年鱼产量降低，③错误；

④随时间的推移，一个群落被另一个群落代替的过程，叫做演替，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，不是一定不同于自然演替的方向和速度演替，④错误；

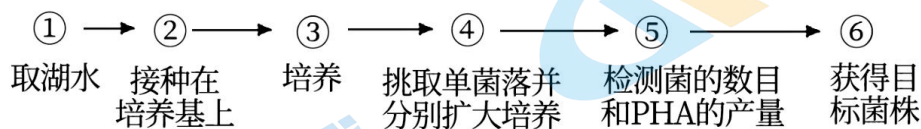
⑤中等强度的森林砍伐（约 $K/2$ 左右）时，种群的增长速率最大，有利于获得最大经济效益和生态效益，

⑤正确；

⑥负反馈调节在生态系统中是普遍存在的，它是生态系统具备自我调节能力的基础，⑥错误。

综上③④⑥错误，ACD 错误，B 正确。

8. 聚羟基脂肪酸酯（PHA）是由嗜盐细菌合成的一种胞内聚酯，它具有类似于合成塑料的理化特性，废弃后易被生物降解，可用于制造无污染的“绿色塑料”。科学家从某咸水湖中寻找生产 PHA 的菌种，流程图如下。下列叙述正确的是（ ）



- A. 步骤②可用稀释涂布平板法接种到含合成塑料的选择培养基上
- B. 步骤③所用的培养基中营养物质浓度越高，对嗜盐菌的生长越有利
- C. 扩大培养所用的培养基应加入琼脂，放置摇床上培养，以便于挑取菌落获得纯化菌株
- D. 挑取菌落时，应取多个菌落并分别测定嗜盐菌的 PHA 含量

【答案】D

【分析】培养基：人们按照微生物对营养物质的不同需求，配制出供其生长繁殖的营养基质，是进行微生物培养的物质基础。微生物培养基需要为微生物繁殖提供碳源、氮源、水、无机盐等营养物质，此外还要满足微生物对特殊营养物质、pH 和 O_2 的需求。培养基按照其物理状态可以分为固体培养基、半固体培养基和液体培养基。液体培养基常应用于工业或生活生产。

【详解】A、PHA 是由嗜盐细菌合成的一种胞内聚酯，要筛选嗜盐细菌，步骤②可用稀释涂布平板法接种到含盐量较高的选择培养基上，A 错误；

B、步骤③培养基浓度过高，会导致菌体失水死亡，不利于嗜盐细菌的生长，B 错误；

C、扩大培养应选用液体培养基，液体培养基中无需加入琼脂，C 错误；

D、要挑选高产聚羟基脂肪酸酯（PHA）的嗜盐菌，挑取菌落时，应挑取多个菌落并分别测定嗜盐细菌的 PHA 含量，进行比较，D 正确。

9. “筛选”是生物技术与工程中常用的技术手段。下列叙述错误的是（ ）

- A. 单倍体育种时，需对 F_1 的花药进行筛选后才可继续进行组织培养
- B. 培育转基因抗虫棉时，需从分子水平及个体水平进行筛选
- C. 胚胎移植前，需对通过体外受精或其他方式得到的胚胎进行质量筛选
- D. 制备单克隆抗体时，需从分子水平筛选能产生所需抗体的杂交瘤细胞

【答案】A

【分析】1、单克隆抗体制备的两次筛选：①利用选择培养基筛选得到杂交瘤细胞(去掉未杂交的细胞以及自身融合的细胞)；②进行抗体检测，筛选出能够产生特异性抗体的杂交瘤细胞。

2、胚胎移植前，需对通过体外受精或其他方式得到的胚胎进行质量筛选，此时胚胎应发育到桑葚胚或囊胚阶段。

【详解】A、单倍体育种时， F_1 的花药不需要筛选直接进行组织培养，之后用秋水仙素处理单倍体幼苗使染色体加倍后，再进行筛选，A 错误；

B、培育转基因抗虫棉时，在将目的基因导入受体细胞后，需要从分子水平上鉴定目的基因（Bt 基因）是否成功导入、稳定存在和表达，还需要通过采摘抗虫棉的叶片饲喂棉铃虫来从个体水平上确定 Bt 基因是否赋予了棉花抗虫特性和评估其抗性程度，从而筛选出有较好抗虫特性的转基因抗虫棉。所以，培育转基因抗虫棉时，需从分子水平及个体水平进行筛选，B 正确；

C、胚胎移植前，需对通过体外受精或其他方式得到的胚胎进行质量筛选，挑取质量好，活性强的胚胎进行培养或保存，可以提高胚胎移植成功的概率，C 正确；

D、制备单克隆抗体时，在筛选出杂交瘤细胞后，需要进行克隆化培养和抗体检测，经多次筛选就可获得足够数量的能分泌所需抗体的细胞。上述筛选过程中涉及的抗体检测属于分子水平的筛选，所以，制备单克隆抗体时，需从分子水平筛选能产生所需抗体的杂交瘤细胞，D 正确。

10. 为降低免疫排斥问题，科研人员取供体动物胚胎干细胞，利用基因编辑技术获得重构胚胎干细胞，再经过培养、检测和筛选后，移入受体动物的子宫内进行培养，培养出能提供异体移植器官的供体动物。下列相关说法正确的是（ ）

A. 进行动物细胞培养时，需置于含有 95%空气和 5% O_2 气体的培养箱中培养

B. 重构胚胎干细胞体外培养时，高要在培养液中加入血清等物质

C. 培养得到该供体动物过程中将胚胎移入受体子宫后不需要再进行任何检查

D. 经过基因编辑技术改造后的供体器官移植到人体后，一定不会发生免疫排斥反应

【答案】B

【分析】动物培养条件：

（1）无菌无毒环境：无菌——对培养液和所有培养用具进行无菌处理；在细胞培养液中添加一定量的抗生素；无毒——定期更换培养液，防止细胞代谢产物积累对自身造成危害。

（2）营养成分：所需营养物质与体内基本相同，例如需要有糖、氨基酸、促生长因子、无机盐、微量元素等，还需加入血清、血浆等天然成分。培养基类型：合成培养基（将细胞所需的营养物质按其种类和所需数量严格配制而成的培养基）

（3）温度和 pH 值：哺乳动物多以 $36.5 \pm 0.5^\circ C$ 为宜，多数细胞生存的适宜 pH 为 7.2~7.4。

（4）气体环境：通常采用培养皿或松盖培养瓶，将其置于含 95%空气加 5% CO_2 的混合气体的培养箱中进行培养。 O_2 ：是细胞代谢所必需的 CO_2 主要作用是维持培养液的 pH。

【详解】A、进行动物细胞培养时，需置于含有 95%空气和 5%CO₂ 混合气体的培养箱中培养，A 错误；
B、在动物胚胎干细胞体外培养时，还需在培养液中加入血清、血浆等天然成分，B 正确；
C、胚胎移植到受体的子宫后，还需对受体进行妊娠检查，C 错误；
D、经过基因编辑技术改造后的供体器官移植到人体后，还有可能发生免疫排斥反应，因为引起免疫反应的物质很多，只改变部分基因不能排除免疫反应发生的可能，D 错误。

11. “牵一发而动全身”，生态系统中的每一个结构的变化都有可能引起整个系统的改变。如表为 1960—2002 年太湖生态系统相关特征的变化情况，其中“连接指数”是反映系统内部联系复杂程度的指标，“平均路径长度”指每个循环流经食物链的平均长度。以下说法错误的是（ ）

食物网连接指数	下降 13. 49%
食物网平均路径长度	下降 28. 12%
物质循环指数	下降 55. 71%

- A. 食物网连接指数越大说明生态系统的抵抗力稳定性越强
- B. 生态系统的成分—结构—功能是一个统一的整体
- C. 以上数据说明太湖生态系统的稳定性受到了干扰
- D. 对抗破坏或干扰使生态系统恢复平衡的调节机制是正反馈调节

【答案】D

【分析】1、抵抗力稳定性：指生态系统抵抗外界干扰并使自身的结构与功能保持原状的能力；恢复力稳定性：指生态系统在受到外界干扰因素的破坏后恢复到原状的能力影响；

2、生态系统中的组成成分越多，营养结构就越复杂，生态系统的自动调节能力就越强，其抵抗力稳定性就越强，相反的其恢复力稳定性就越弱。

【详解】A、依据题干信息，“连接指数”是反映系统内部联系复杂程度的指标，因此食物网连接指数越大说明生态系统的抵抗力稳定性越强，A 正确；

B、正是由于生态系统各组成成分之间的紧密联系，才使生态系统成为一个统一整体，具有一定的结构和功能，B 正确；

C、由题表中连接指数、平均路径长度、物质循环指数都呈下降趋势可知，太湖生态系统的稳定性受到了干扰，C 正确；

D、反馈调节分为正反馈和负反馈，对抗破坏或干扰使生态系统恢复平衡的调节机制是负反馈调节，D 错误。

12. 越来越多的研究结果显示，神经、内分泌和免疫系统在细胞结构、活性物质和功能活动模式方面存在着许多共同点。下列相关叙述错误的是（ ）

- A. 某些物质既可作为神经递质，又可作为激素，还可参与免疫反应
- B. 神经递质、激素和细胞因子都需与特异性受体接触引起相应反应
- C. 某些类型的细胞是免疫系统、神经系统和内分泌系统所共有的
- D. 神经细胞、免疫细胞和内分泌细胞分泌的物质都仅作用于临近细胞

【答案】D

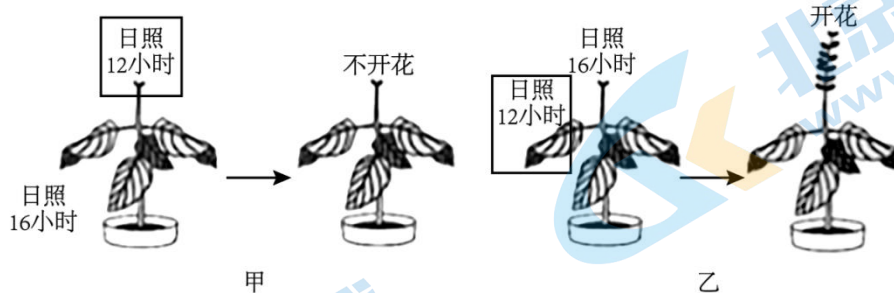
【分析】1、激素是信息分子，具有调节机体生命活动的功能，激素作用于特定的靶细胞，与靶细胞膜上的受体结合后，引起靶细胞代谢活动的变化；激素一经发挥作用后，就被分解、灭活，因此激素源源不断地产生。2、神经递质由突触前膜释放，作用于突触后膜上的受体，引起突触后膜的通透性改变，膜电位变化，使突触后膜所在的神经元兴奋或抑制，突触后膜神经元是兴奋还是抑制，取决于神经递质的种类。树突膜或胞体膜可以作为突触后膜。

【详解】A、某些物质既可以作为神经递质，又可以作为激素，还可参与免疫反应，如肾上腺素，A 正确；B、神经递质、激素和细胞因子都属于信号分子，作用方式都是与特异性受体直接接触引起相应反应，B 正确；

C、下丘脑的部分神经细胞可以产生神经递质作用于免疫系统，也可以分泌抗利尿激素，也可以参与神经调节，胸腺即使 T 细胞成熟的场所，又可以分泌激素，C 正确；

D、激素通过体液运输作用于靶细胞和靶器官，并不是相邻的细胞，D 错误。

13. 自然条件下，苍耳只有在一天日照时间短于 15.5 小时才开花。下图表示“光调节苍耳开花”的实验方法和结果。下列叙述正确的是（ ）



- A. 实验中光的主要作用是为苍耳的光合作用提供能量
- B. 感受日照时间刺激的部位是茎尖而非叶片
- C. 苍耳开花需要的条件可能是黑暗时间长于 8.5 小时
- D. 将苍耳引种到不同地区不会改变其开花日期

【答案】C

【分析】苍耳只有在一天日照时间短于 15.5 小时才开花，说明苍耳是短日照植物。

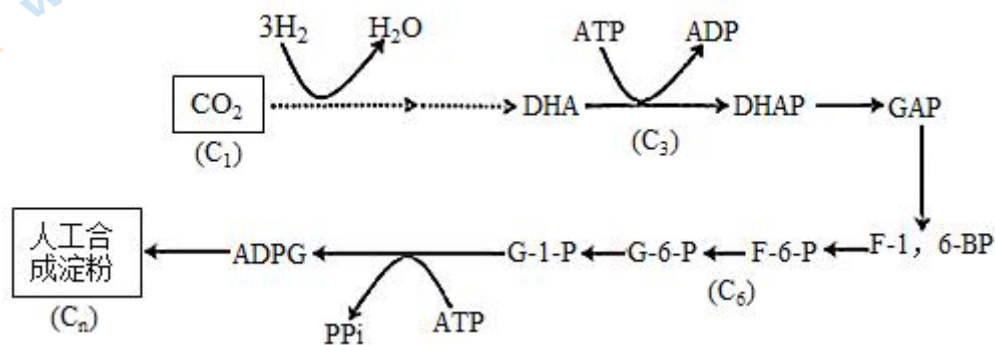
【详解】A、实验中光的主要作用是为苍耳的开花提供信号，A 错误；

B、实验中叶片接受光照时间是 16 小时则不开花，叶片感受日照时间为 12 小时植株开花，则感受光照时间长短的刺激部位是叶片，B 错误；

C、苍耳只有在一天日照时间短于 15.5 小时才开花，叶片接受日照 12 小时，也能开花，则说明苍耳开花需要的条件可能是黑暗时间长于 8.5 小时，C 正确；

D、由于不同纬度的地区，满足短日照条件的日期不同，则将苍耳引种到不同地区会改变其开花日期，D 错误。

14. 2021 年，我国科学家设计了一种如下图所示的人造淀粉合成代谢路线（ASAP），在密度高能氢的作用下，成功将 CO_2 和 H_2 转化为淀粉。ASAP 由 11 个核心反应组成，依赖许多不同生物来源的工程重组酶。科学家表示，按照目前的技术参数，在不考虑能量输入的情况下，1 立方米生物反应器的年淀粉产量，理论上相当于种植 1/3 公顷玉米的淀粉年产量。下列说法错误的是（ ）



A. 该反应器的能量输入需要人工提供高能氢和 ATP

B. 人工合成淀粉同样需要 CO_2 的固定和 C_5 的再生，最终将 C_6 合成淀粉

C. ASAP 代谢路线有助于减少农药、化肥等对环境造成的负面影响

D. 大量工程重组酶的制备是该项技术走向工业化可能面临的难题

【答案】B

【分析】该反应器模拟光合作用，将 CO_2 和 H_2 转化为淀粉需要人工供酶和能量，同样需要 CO_2 的固定， C_3 的还原。

【详解】A、该反应器需要高能氢以及 ATP 还原 C_3 ，故该反应器的能量输入需要人工提供高能氢和 ATP，A 正确；

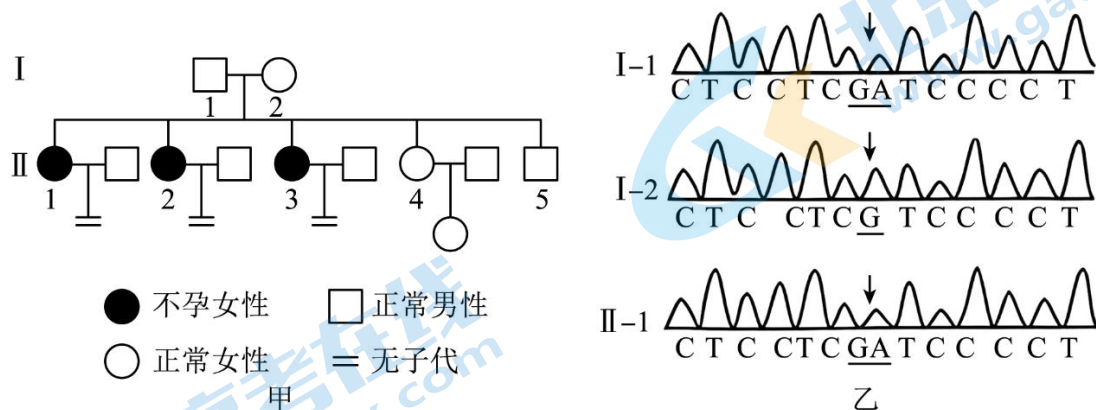
B、人工合成淀粉同样需要 CO_2 的固定，但不需要 C_5 的再生，B 错误；

C、由题意知，ASAP 代谢路线有助于减少农药、化肥等对环境造成的负面影响，C 正确；

D、该反应器需要酶，大量工程重组酶的制备是该项技术走向工业化最可能面临的难题，D 正确。

15. 研究发现单基因突变导致卵母细胞死亡是女性无法生育的原因之一。图甲为某不孕女性家族系谱图，

图乙为家族成员一对基因的模板链部分测序结果（注：箭头处 GA 表示一个基因的模板链该位点为 G，另一个基因的模板链该位点为 A；G 表示此位点两条模板链都为 G）。下列说法正确的是（ ）



- A. 由图乙可知，II-1 的致病基因来自 I-2
- B. II-4 基因型和 I-1 的基因型相同
- C. II-4 和丈夫再生一个孩子表现为不孕性状的概率为 0
- D. II-5 和正常女性婚配，子代患病的概率是 1/8

【答案】D

【分析】遗传系谱图的分析方法：（一）首先确定是细胞核遗传还是细胞质遗传。（1）若系谱图中，女患者的子女全部患病，正常女性的子女全正常，即子女的表现型与母亲相同，则最可能为细胞质遗传。（2）若系谱图中，出现母亲患病，孩子有正常的情况，或者，孩子患病母亲正常，则不是母系遗传。（二）其次确定是否为伴 Y 遗传。（1）若系谱图中女性全正常，患者全为男性，而且患者的父亲、儿子全为患者，则最可能为伴 Y 遗传。（2）若系谱图中，患者有男有女，则不是伴 Y 遗传。（三）再次确定是常染色体遗传还是伴 X 遗传。（1）首先确定是显性遗传还是隐性遗传。①无中生有为隐性遗传病。②有中生无为显性遗传病。（2）已确定是隐性遗传，若女患者的父亲和儿子都患病，则最大可能为伴 X 隐性遗传。否则一定为常染色体隐性遗传。（3）已确定是显性遗传，若男患者的母亲和女儿都患病，则最大可能为伴 X 显性遗传。否则一定为常染色体显性遗传。

【详解】A、由图乙可知，II-1 的测序结果和 I-1 的结果相同、和 I-2 的结果不同，则 II-1 的致病基因来自 I-1，I-1 是男性，不表现出卵母细胞死亡的病症，A 错误；

B、I-1 和 II-1 的该位点一个基因模板链是 G，另一个为 A（发生了基因突变），是杂合子，II-1 是杂合子表现出显性性状（患病），说明发生卵母细胞死亡导致的不育为显性性状，II-4 是正常女性，基因型应为隐性，B 错误；

C、II-4 为隐性纯合子，丈夫虽然表现正常，但由于男性不患病，可能携带患病基因，故 II-4 和丈夫再生一个孩子表现为不孕性状的概率未必是 0，C 错误；

D、假设该基因是由 A/a 控制，则I-1 基因型是 Aa，I-2 是 aa，则II-5 是 $\frac{1}{2}Aa$ 、 $\frac{1}{2}aa$ ，和正常女性（aa）婚配，子代患病的概率是 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ ，D 正确。

二、选择题：本题共 5 小题，每小题 3 分，共 15 分。在每小题给出的四个选项中，有一项或多项符合题目要求。全部选对得 3 分，选对但不全得 1 分，有选错得 0 分。

16. 为提高苹果果实中的糖含量，研究者利用同位素标记法进行实验，处理及结果如下表。其中 M 蛋白主要在根表皮细胞表达且定位在细胞膜上。下列说法正确的是（ ）

	苹果根系置于含有 ^{13}C 标记的葡萄糖培养液中		苹果根系置于葡萄糖培养液中，用 ^{13}C 标记的 CO_2 处理苹果叶片	
	根系 ^{13}C 含量 (mg)	地上 ^{13}C 含量 (mg)	根系 ^{13}C 含量占比 (%)	地上 ^{13}C 含量占比 (%)
野生型	4.7	含量极低	44.24	55.76
M 基因过表达	6.2		30.89	69.11
M 基因低表达	3.6		46.79	53.21

- A. M 蛋白能促进根系从周围环境中吸收葡萄糖
- B. 叶片合成的有机物主要是以葡萄糖的形式运输到苹果根系
- C. 根系能吸收葡萄糖，减少了叶片光合产物向根系的运输，使更多糖分配到果实
- D. 苹果应在零上低温、低氧、干燥的环境中贮存以减少有机物损耗

【答案】AC

【分析】由表格数据可知，将苹果根系置于含有 ^{13}C 标记的葡萄糖培养液中，M 基因过表达组根系 ^{13}C 含量显著高于野生型和 M 基因低表达组，再用用 ^{13}C 标记的 CO_2 处理苹果叶片，M 基因过表达组根系 ^{13}C 含量占比要显著低于野生型和 M 基因低表达组，即根系中葡萄糖的来源有两种，一是从周围环境中吸收，二是叶片合成的有机物运输到根系。

【详解】A、将苹果根系置于含有 ^{13}C 标记的葡萄糖培养液中，M 基因过表达组根系 ^{13}C 含量显著高于野生型和 M 基因低表达组，说明 M 蛋白能促进根系从周围环境中吸收葡萄糖，A 正确；

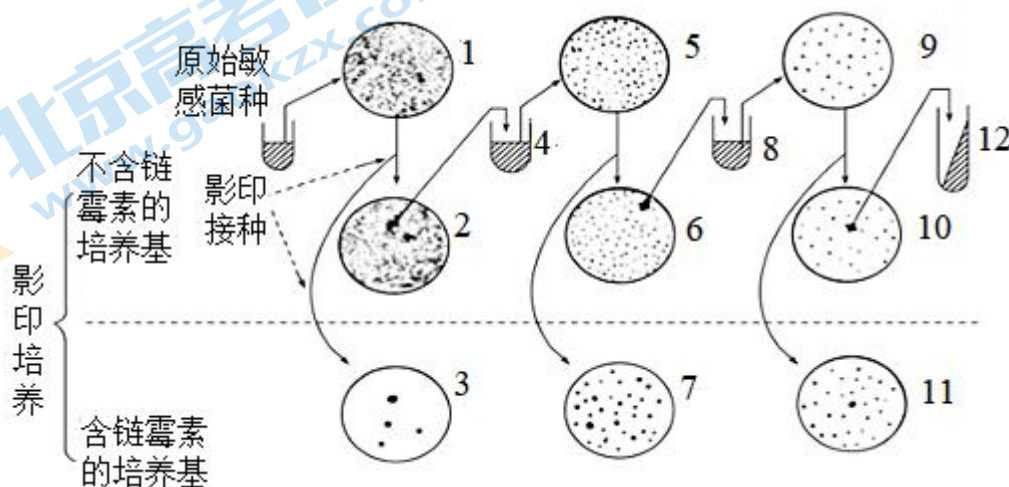
B、叶片合成的有机物主要是以蔗糖的形式通过韧皮部筛管运输到苹果根系，B 错误；

C、将苹果根系置于含有 ^{13}C 标记的葡萄糖培养液中，M 基因过表达组根系 ^{13}C 含量显著高于野生型和 M 基

因低表达组，再用用 ^{13}C 标记的 CO_2 处理苹果叶片，M 基因过表达组根系 ^{13}C 含量占比要显著低于野生型和 M 基因低表达组，说明根系能吸收葡萄糖，减少了叶片光合产物向根系的运输，使更多糖分配到果实，C 正确；

D、根据细胞呼吸原理，零上低温、低氧及一定湿度的环境最有利于苹果果实的保鲜及贮存，D 错误。

17. 某学者利用“影印培养法”研究大肠杆菌抗链霉素性状产生的原因，先将原始菌种接种到 1 号培养基上，培养出菌落后，将灭菌绒布在 1 号上印模，绒布沾上菌落并进行转印，使绒布上的菌落按照原位接种到 2 号和 3 号培养基上。待 3 号上长出菌落后，在 2 号上找到对应的菌落，然后接种到不含链霉素的 4 号培养液中，培养后再接种到 5 号培养基上，并重复以上操作。实验过程如图所示。下列相关叙述正确的是（ ）



- A. 大肠杆菌抗链霉素的突变是发生在与链霉素接触之后
- B. 在操作规范的情况下，5 中观察到的菌落数可能大于初始接种到该培养基上的活菌数
- C. 4 号和 8 号培养液中，大肠杆菌抗链霉素菌株的比例逐渐增大
- D. 该实验缺乏对照实验，无法确定抗链霉素性状属于可遗传变异

【答案】C

【分析】影印培养法实质上是使在一系列培养皿的相同位置上能出现相同菌落的一种接种培养方法。通过影印培养法，可以从在非选择性条件下生长的细菌群体中，分离出各种类型的突变种。

【详解】A、大肠杆菌抗链霉素的性状是由基因突变引起的，该突变发生在与链霉素接触之前，链霉素是对其起选择作用，A 错误；

B、采用稀释涂布平板法将菌种接种在 5 号培养基上，由于两个或多个细菌可能会形成一个菌落，在操作规范的情况下，5 中观察到的菌落数可能小于初始接种到该培养基上的活菌数，B 错误；

C、3 号与 2 号、7 号与 6 号培养基中的菌落数的比值，是抗性菌落占全部菌落的比例，观察实验结果可知，4 号与 8 号培养液中，抗链霉素菌株的比例在逐渐增大，C 正确；

D、本实验有对照实验，无链霉素的培养基为对照，可以确定抗链霉素性状属于可遗传的变异，D 错误。

18. 为研究神经对心脏肌肉收缩的控制作用，科学家利用离体蛙心做了一个实验（注：蛙心置于人工液体环境中），反复刺激支配一个蛙心的迷走神经，使其心率下降，然后从这个蛙心中收集液体，灌入另一个蛙心，发现该蛙心的心率也下降了。再刺激支配第一个蛙心的交感神经，使其心率加快，当其液体转移给第二个蛙心后，该蛙心的心率也加快了。由上述实验能得出的合理推断是（ ）

- A. 神经元会释放有关化学物质来传递信息
- B. 迷走神经和交感神经的神经元可能释放不同的化学物质
- C. 受刺激后迷走神经和交感神经的膜外 Na^+ 浓度下降，并低于细胞内 Na^+ 浓度
- D. 完成上述活动的结构基础是反射弧

【答案】AB

【分析】根据题干分析可知，反复刺激迷走神经或交感神经导致其释放神经递质，由于兴奋在神经元之间的传递是通过突触进行的，神经递质存在于突触前膜的突触小泡中，由突触前膜释放，然后作用于突触后膜，故完成上述活动的结构基础是突触。

【详解】A、根据题意可知，刺激迷走神经和交感神经收集滤液后引起第二个蛙的心率发生变化，说明神经元会释放神经递质来传递信息。A 正确；

B、刺激迷走神经和交感神经收集滤液后引起第二个蛙的心率发生变化，但效应不相同，说明神经元释放的可能是不同的化学物质，B 正确；

C、兴奋后，迷走神经和交感神经的膜外 Na^+ 浓度依然高于膜内，C 错误；

D、上述实验刺激的并不是感受器，所以其结构基础不是反射弧，D 错误。

19. 2023 年 9 月 5 日以来，中国媒体报道，新疆内陆地区可以大规模生产海鲜。新疆有大量盐碱地，盐碱地加水变成海水，可以养殖海鲜。以下说法正确的是（ ）

- A. 专家通过测量盐碱地养殖池的咸度和碱度，参照海水矿物质比例，添加微量元素和益生菌，模拟出海水生态环境，符合生态工程中协调、自生等原理
- B. 在博湖县乌兰再格森乡的水产养殖基地，养殖的南美白对虾的环境容纳量与撒的虾苗数量有关
- C. 新疆积极推动以鱼净水、以鱼控草、以鱼抑藻等生物防治方法来修复水域生态环境，维护水域生物多样性
- D. 新疆积极推广稻渔综合种养、鱼菜共生等绿色养殖技术模式，遵循循环原理，有效降低了养殖尾水氮磷排放量

【答案】ACD

【分析】在环境条件不受破坏的情况下，一定空间中所能维持的种群的最大数量称为环境容纳量，又叫 K 值。

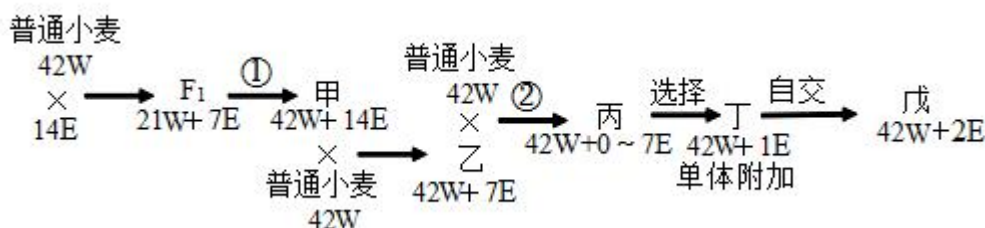
【详解】A、生态工程中协调原理是指生物与环境、生物与生物的协调与适应，自生原理是指把很多单个生产系统通过优化组合，有机地整合在一起，成为一个新的高效生态系统，故专家通过测量盐碱地养殖池的咸度和碱度，参照海水矿物质比例，添加微量元素和益生菌，模拟出海水生态环境，符合生态工程中协调、自生等原理，A 正确；

B、环境容纳量只与环境有关，故养殖的南美白对虾的环境容纳量与撒的虾苗数量无关，B 错误；

C、生物防治就是利用生物来进行防治，以鱼净水、以鱼控草、以鱼抑藻都属于生物防治，从而可修复水域生态环境，维护水域生物多样，C 正确；

D、生态工程中循环原理是指通过系统设计实现不断循环，使前一个环节产生的废物尽可能地被后一个环节利用，减少整个生产环节“废物”的产生，故新疆积极推广稻渔综合种养、鱼菜共生等绿色养殖技术模式，遵循循环原理，有效降低了养殖尾水氮磷排放量，D 正确。

20. 普通小麦 ($6n=42$) 的染色体组成记为 $42W$ ，长穗偃麦草 ($2n=14$) 的染色体组成记为 $14E$ 。长穗偃麦草具有抗病，高产等性状，如图表示通过杂交方法使长穗偃麦草的抗病、高产等基因转移到小麦中获得抗病、高产小麦新品种的过程，下列叙述正确的是 ()



A. 图示育种方法依据的变异原理主要是基因重组

B. ①过程常用秋水仙素处理获得的 F_1 幼苗

C. 乙减数分裂过程会形成 21 个四分体，产生 8 种染色体数目不同的配子

D. 图示方法得到的戊与普通小麦之间存在生殖隔离，故其是一个新物种

【答案】BC

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

【详解】A、图示育种方法依据的变异原理主要是染色体数目变异，A 错误；

B、①过程染色体数目加倍，常用秋水仙素处理获得的 F_1 幼苗，B 正确；

C、从题图可看出，乙中来自长穗偃麦草的染色体组仅有一个，因此长穗偃麦草的染色体不能联会，故其减

数分裂过程会形成21个四分体,产生配子染色体数目是21W+0-7E,因此共8种染色体数目的配子(即21+0E、21+1E、21+2E、21+3E、21+4E、21+5E、21+6E、21+7E), C 正确;

D、图示方法得到的戊与普通小麦杂交后代的染色体组成与丁相同,据题图分析,丁是能够产生后代的,故戊与普通小麦之间不存在生殖隔离,二者是同一个物种, D 错误。

三、非选择题: 本题共 5 小题, 共 55 分。

21. (12 分) 可见光会刺激叶片的气孔开放, 在此过程中, 淀粉水解为麦芽糖, 并进一步转化为苹果酸进入液泡, 据此推测: 光照介导细胞液渗透压升高, 促进水分进入细胞, 促进气孔开度的增加。研究人员分别用拟南芥 BAM1 突变体和 BAM2 突变体进行实验, 结果如图 1 所示。请回答下列问题:

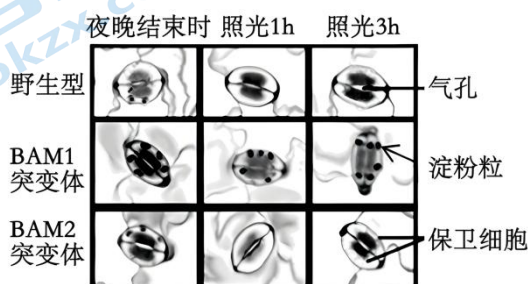


图1

(1) 据图可知, 由_____ (填“BAM1”或“BAM2”) 基因控制合成的淀粉酶是保卫细胞中催化淀粉水解的主要酶, 请说明判断依据: _____。

(2) 为进一步探究光质对气孔的开放程度有影响, 研究人员在相同强度光照下进行实验, 结果如图 2 所示, 气孔导度大表示气孔开放程度大。

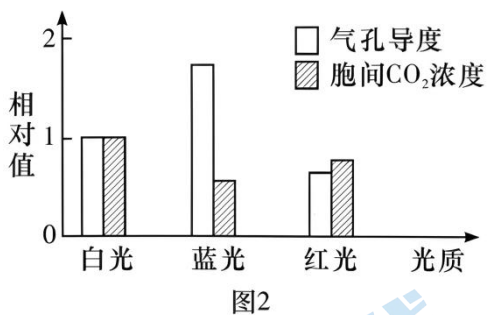


图2

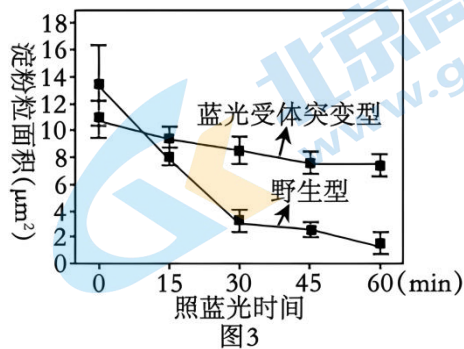


图3

据图 2 分析, 相同强度红光或蓝光照射下, 单位时间内积累的有机物更多的是_____, 判断依据是_____。

(3) 保卫细胞含有叶绿体, 在光下可进行光合作用。研究者用野生型和蓝光受体突变型拟南芥为实验材料, 照射蓝光后, 检测保卫细胞淀粉粒面积, 结果如图 3 所示。

检测发现, 突变体植物光合速率低于野生型的原因是: _____。

(4) 为进一步研究蓝光介导淀粉水解的信号通路, 在正常光照下对植物进行了下列实验并得到相应结果:

①H⁺泵突变体与野生型相比在原有的光照信号下无法有效动员分解保卫细胞中的淀粉

②对野生型个体施用适宜浓度的 H⁺泵化学激活剂 Fc，淀粉粒消失加快，气孔开度更大

③对 BAM1 突变型施用适宜浓度的 H⁺泵化学激活剂 Fc，淀粉粒降解速度与突变型无差异

④对 BAM1 突变型保卫细胞显微注射苹果酸溶液无法激活淀粉酶但可以造成气孔开度增大

其中，支持“蓝光信号通过激活 H⁺泵提高胞内 pH 进而增强淀粉酶 BAM1 的活性”这一观点的组别包括____（编号选填）。

【答案】(1) BAM1 照光后，BAM1 突变体淀粉粒未被水解；而 BAM2 突变体未出现淀粉粒

(2) 蓝光 蓝光下，气孔导度较大，但胞间 CO₂浓度低，说明蓝光下单位时间内光合作用吸收的二氧化碳更多，积累的有机物更多

(3)蓝光受体突变型植株吸收的光能减少，光反应速率减慢；保卫细胞内的淀粉水解受阻，导致气孔开度较小，（吸收少，暗反应速率减慢

(4)①②③

【分析】气孔主要分布在叶片的下表皮，是由一对半月形的保卫细胞围成的空腔，保卫细胞吸水膨胀时气孔开启，保卫细胞失水时气孔关闭。气孔关闭后植物吸收二氧化碳的量减少，会影响植物的光合作用。

【详解】(1) 淀粉酶可以催化淀粉水解，分别用拟南芥淀粉酶基因 BAM1 和 BAM2 的突变体进行实验（野生型作为对照组、BAM1 和 BAM2 的突变体作为实验组），通过显微拍照检测保卫细胞叶绿体中淀粉粒的总面积（总体积）以及气孔开度，与夜晚结束时相比，光照 1h 后，野生型和 BAM2 突变体保卫细胞中的淀粉粒明显减少（未出现淀粉粒），但 BAM1 突变体淀粉粒仍大量存在（未被水解），说明 BAM1 基因控制的淀粉酶是保卫细胞中催化淀粉水解的主要酶。

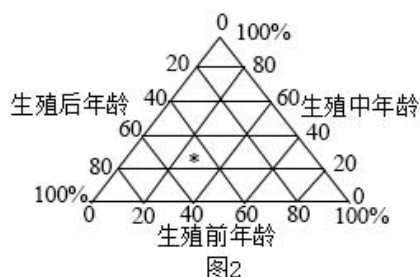
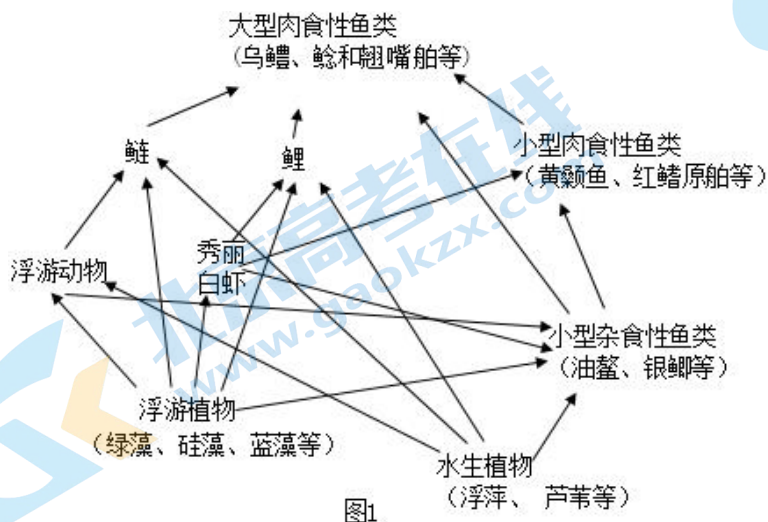
(2) 蓝光下，气孔导度较大，但胞间 CO₂浓度低，说明蓝光下单位时间内光合作用吸收的二氧化碳更多，积累的有机物更多，因此相同强度红光或蓝光照射下，单位时间内积累的有机物更多的是蓝光。

(3) 由图 3 可知，在蓝光照射后，蓝光受体突变型植株（不能感受蓝光信号）的保卫细胞中淀粉粒面积没有明显变化，而野生型植株（能感受蓝光信号）保卫细胞中淀粉粒面积明显下降。若植物感受到蓝光后，保卫细胞中的淀粉粒会被淀粉酶水解，进一步转化为苹果酸进入液泡中，导致细胞液渗透压升高促进水分进细胞，促进气孔开度的增加，吸收二氧化碳的量增加，以提高光合速率。检测植物叶肉细胞淀粉含量，发现突变体低于野生型，原因是蓝光受体突变型植株无法感受蓝光信号，保卫细胞内淀粉分解受阻导致气孔开度较小，CO₂吸收少，光合速率下降，导致叶肉细胞内淀粉合成减少。

(4) ①说明缺乏 H⁺泵无法有效动员分解保卫细胞中的淀粉；②说明在 H⁺泵和 BAM1 淀粉酶存在的前提下，施用适宜浓度的 H⁺泵化学激活剂 Fc，可以加速淀粉粒的分解；③对 BAM1 突变型施用适宜浓度的 H⁺泵化学激活剂 Fc，由于 BAM1 突变型体内缺乏催化淀粉水解的主要酶，淀粉粒降解速度与突变型无差异；④对

BAM1 突变型保卫细胞显微注射苹果酸溶液，可以导致细胞液渗透压升高促进水分进细胞，促进气孔开度的增加，与 H^+ 泵的作用无关，故支持“蓝光信号通过激活 H^+ 泵提高胞内 pH 进而增强淀粉酶 BAM1 的活性”这一观点的组别包括①②③。

22. (10 分) 松花湖是 1937 年拦截松花江水，建设丰满水电站形成的人工湖，是吉林省的最大湖泊。如图 1 为松花湖部分生物形成的食物网，据图回答下列问题：



(1) 松花湖及周边区域可称为一个生态系统，生态系统的组成成分除图 1 中所示之外，还有_____，该生态系统的基石是_____。秋季松花湖层林尽染，处处彩色斑斓，给人以美的享受，此外松花湖还能涵养水源、净化水质等，这体现了生物多样性的_____价值。

(2) 生态学家对该湖泊乌鳢种群年龄结构进行了调查，图 2 中的“*”表示调查结果，据调查结果可判断该乌鳢种群的年龄结构类型为_____。

(3) 乌鳢和鲟等大型肉食鱼类在捕食鲢、鲤等时，遵循“收割理论”，即捕食者往往捕食个体数量多的物种，此现象有利于增加物种多样性的原因是_____。

【答案】(1) 分解者和非生物的物质和能量 浮游植物和水生植物等生产者 直接和间接

(2) 衰退型

(3) 捕食者往往捕食个体数量多的物种，这样可避免一种或少数几种生物在生态系统中占绝对优势的局面，为其他生物的生存腾出空间

【分析】1、图 1 中浮游植物和水生植物为生产者，其它生物为消费者。

2、生物多样性的价值：(1) 直接价值：对人类有食用、药用和工业原料等实用意义，以及有旅游观赏、科学研究和文学艺术创作等非实用意义的。(2) 间接价值：对生态系统起重要调节作用的价值（生态功能）。

(3) 潜在价值：目前人类不清楚的价值。

【详解】(1) 生态系统的组成成分有非生物的物质和能量、生产者、消费者、分解者，食物网简图中有生

产者和消费者，缺少非生物的物质和能量、分解者。该生态系统的基石是浮游植物和水生植物等生产者。

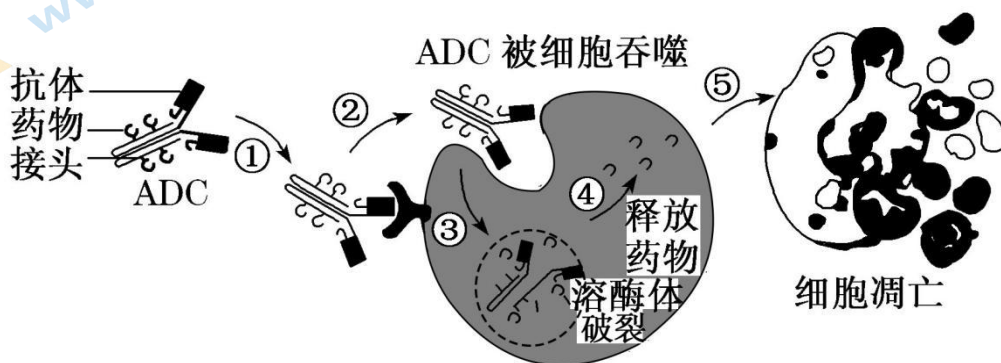
秋季的松花湖山林层林尽染，给人以美的享受，体现的是生物多样性的直接价值；松花湖还能涵养水源、净化水质等，这体现了生物多样性的间接价值。

(2) 看图可知生殖前年龄占百分之 40 左右，生殖中年龄占百分之 30 左右，生殖后年龄占百分之 70 左右，可判断种群中幼体个体较少，而老年个体较多，这样的种群的年龄结构属于衰退型。

(3) 乌鳢和鲶等大型肉食鱼类的存在有利于增加松花湖群落的物种多样性，根据“收割理论”可知，捕食者往往捕食个体数量多的物种，这样可避免一种或少数几种生物在生态系统中占绝对优势的局面，为其他生物的生存腾出空间。

23. (11 分) 回答下列与生物工程技术有关的问题：

(1) 抗体—药物偶联物(ADC)通过细胞素与能特异性识别肿瘤抗原的单克隆抗体结合，实现了对肿瘤细胞的选择性杀伤，ADC 通常由抗体、接头和药物三部分组成，其作用机制如图，请回答下列问题



①ADC 在治疗肿的作用是_____。

②细胞毒素药物对机体正常组织会有毒性，若抗体的选择性较差或正常组织存在与抗体对应的抗原，则会造成细胞毒素药物投递到_____，造成靶向毒性。

③接头不稳会造成_____，在体内暴露，从而造成脱靶毒性。

(2) 引物是一小段能与 DNA 母链的一段基序列补配对的短单链核酸，用于 PCR 的引物长度通常为 20~30 个核酸，在配对时引物是与母链的_____ (填“3'”或“5'”)端配对，在 DNA 聚合用下将 4 种脱核添加到引物的 (填“3'”或“5'”)端。

(3) 高产奶牛的繁殖可以通过克隆，普通奶牛提供卵细胞，高产奶牛提供体细胞核若研究发现供体高产奶牛细胞中线粒体发达，故它的产奶量高，则获得的克隆小牛成年后_____ (填“具有”或“不具有”)这一优良性，分析的依据是_____。

【答案】(1) 被细胞吞噬后再被溶酶体裂解，释放药物使细胞凋亡 正常组织 药物与抗体分离

(2) 3' 3'

(3) 不具有 线粒体中的基因一般通过细胞质传递给后代，而克隆小牛的细胞质主要来自于普通奶

牛，线粒体不发达，产奶量不高

【分析】ADC 通常由抗体、接头和药物三部分组成，其作用机制如图，分析题图可知 ADC 在治疗肿瘤时的作用是被细胞吞噬后再被溶酶体裂解，释放药物使细胞凋亡。

【详解】(1) ①分析题图可知 ADC 在治疗肿瘤时的作用是被细胞吞噬后再被溶酶体裂解，释放药物使细胞凋亡。

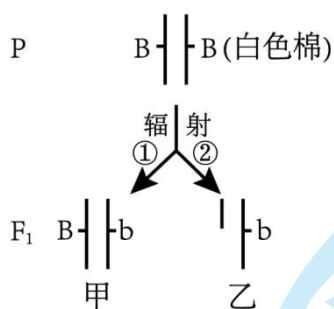
②细胞毒素药物对机体正常组织会有毒性，若抗体的选择性较差或正常组织存在与抗体对应的抗原，可能会造成细胞毒素药特异性识别变差，则会造成细胞毒素药投递到正常组织，造成靶向毒性。

③接头连接药物和抗体，若接头不稳会造成药物与抗体分离在体内暴露，从而造成脱靶毒性。

(2) 引物是一小段单链 DNA 或 RNA，它能与解开的 DNA 母链的 3'端结合，为 DNA 聚合酶提供吸附位点，使 DNA 聚合酶从引物的 3'端开始连接脱氧核酸。

(3) 若供体高产奶牛的产奶量高是因为细胞中线粒体发达，则获得的克隆小牛成年后不具有这一优良性，因为线粒体中的基因一般通过细胞质传递给后代，而克隆小牛的细胞质主要来自于普通奶牛，线粒体不发达，产奶量不高。

24. (11 分) 彩色棉与白色棉相比，在纺织过程中减少了印染工序，减少了环境污染。基因型为 BB 的植株结白色棉，基因型为 Bb、b 的植株结粉红色棉，基因型为 bb 的植株结深红色棉。育种工作者将一正常纯合白色棉植株经诱变后，可能发生如下甲、乙变异类型，从而获得彩色棉。回答下列问题：



(1) 由图可知，甲的变异类型是_____，B 和 b 的根本区别是_____。

(2) 若用秋水仙素适时处理甲，则可获得基因型为 BBbb 的四倍体，该四倍体自交后代中基因型为 bbbb 的个体所占比例为_____。

(3) 已知基因 B/b 所在染色体都缺失的植株不育(不结果)，欲探究 F₁ 粉红色棉的产生是甲乙哪一种变异类型，则将粉红色棉在相同且适宜的条件下单株种植，并严格自交，观察统计可育子代表型及比例。如果后代表型及比例为_____，则该变异类型为甲；如果后代表型及比例为_____，则该变异类型为乙。

【答案】(1) 基因突变 碱基的排列顺序不同

(2) 1/36

(3) 白色棉：粉红色棉：深红色棉=1：2：1 粉红色棉：深红色棉=2：1

【分析】过程①是基因突变，该变异具有不定向性和低频性等特点；过程②是染色体结构变异，导致染色体片段部分缺失。

【详解】(1) 过程①B 基因发生隐性突变形成 b 基因，甲变异类型为基因突变，B 和 b 的根本区别是碱基的排列顺序不同。

(2) Bb 经秋水仙素处理引起染色体加倍得到的四倍体基因型为 BBbb。基因型为 BBbb 的四倍体产生 BB、Bb、bb 配子的比例为 1：4：1，所以自交后代中基因型为 bbbb 的个体所占比例为： $1/6 \times 1/6 = 1/36$ 。

(3) 若产生原因是甲的变异类型，辐射导致粉红色棉一个显性基因 B 突变为隐性基因 b，则其基因型为 Bb，则其自发后代的基因型及比例为 BB：Bb：bb=1：2：1，因此子代表现型及比例为白色：粉红色：深红色=1：2：1。若产生原因是乙的变异类型，辐射导致粉红色棉一个染色体上含有显性基因 B 的片段丢失，则其基因型为 bO，由于一对同源染色体片段都缺失含有 B/b 基因的片段时会引起植株败育，则其自发后代的基因型及比例为 bb：bO=1：2，因此子代表现型及比例为粉红色：深红色=2：1。

25. (11 分) 荧光素酶(Luc 蛋白)由 550 个氨基酸组成，分为 N 端和 C 端 2 个功能片段，即 NLuc 蛋白(2-416 氨基酸)和 CLuc 蛋白(398—550 氨基酸)，两部分不能自动重组并发挥作用；将目标蛋白 OsBIK1 蛋白和 OsXLG2 蛋白分别与 NLuc 蛋白和 CLuc 蛋白融合，若 2 个目标蛋白相互作用，则 NLuc 蛋白和 CLuc 蛋白能成功组装为荧光素酶并分解荧光素发出荧光。科研人员构建了可表达 OsBIK1-HA-NLuc 融合蛋白的表达载体 1 和可表达 CLuc-OsXLG2 融合蛋白的表达载体 2 并进行了检测，如图 1 所示，图中 HA 为标签蛋白(用于目的蛋白的检测、示踪等)的编码序列。

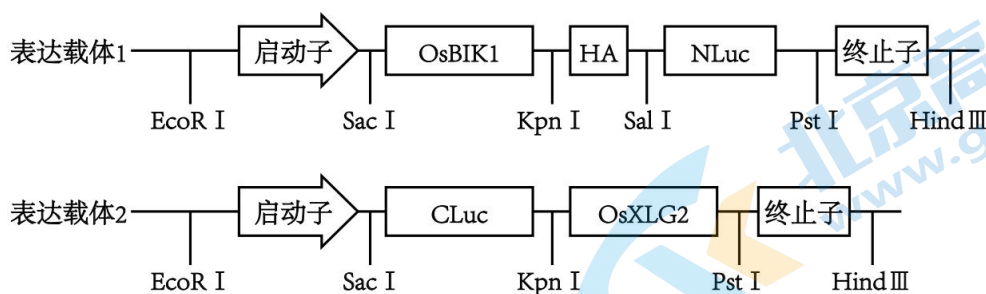


图1 质粒载体部分结构

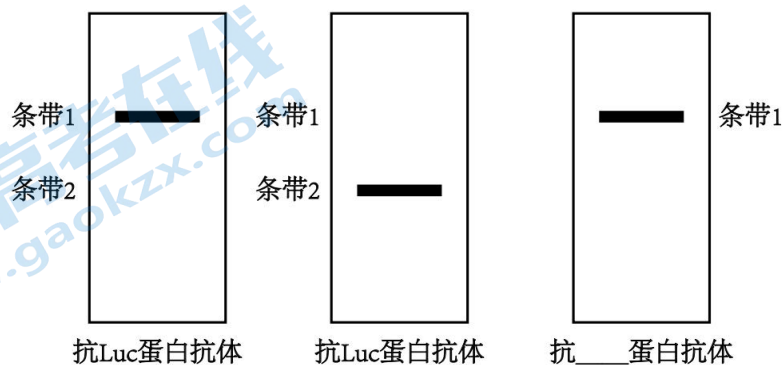


图2

- (1)质粒载体有一至多个_____，供外源 DNA 片段插入其中；已知表达载体 1 和 2 上均含有卡那霉素抗性基因，目的是_____；烟草是双子叶植物，将重组质粒导入烟草叶片常用的方法是农杆菌转化法，侵染烟草叶片细胞后的农杆菌在转化过程中表现出的特点是_____。
- (2)构建重组质粒 1 时，需要把 OsBIK1 基因的对应终止密码子的 3 个碱基去除，原因是_____；图中 HA 编码序列插入到 OsBIK1 基因编码链的_____（填“5'端”或“3'端”），编码链为转录时所用模板链的互补链。
- (3)如果用抗 Luc 蛋白抗体分别检测表达载体 1 和 2 融合蛋白表达情况，结果如图 2 所示，可优先选用抗_____蛋白抗体进一步区分条带 1 为_____融合蛋白。
- (4)将分别含有表达载体 1 和 2 的农杆菌菌液共同注射到含有荧光素的烟草叶片后可检测到荧光，说明_____。

- 【答案】(1) 限制酶切割位点 便于重组 DNA 分子的筛选（重组质粒、重组载体、目的基因都对）
能将 Ti 质粒上的 T-DNA 转移到被侵染的细胞，并且将其整合到该细胞的染色体 DNA 上
- (2) 保证 OsBIK1 基因编码的蛋白和 NLuc 基因片段编码的蛋白形成融合蛋白 3'端
- (3) HA OsBIK1+HA+NLuc
- (4)OsBIK1 蛋白和 OsXLG2 蛋白有相互作用

【分析】基因工程操作的步骤为：目的基因的筛选和获取、基因表达载体的构建、将目的基因导入受体细胞、目的基因的检测与表达。

【详解】(1) 质粒载体有一至多个限制酶切割位点，供外源 DNA 片段插入其中；表达载体 1 和 2 上含有的卡那霉素抗性基因是标记基因，可便于重组 DNA 分子的筛选。农杆菌侵染烟草后，其 Ti 质粒上的 T-DNA 能转移到被侵染的细胞，并且将其整合到该细胞的染色体 DNA 上，使其随着染色体的复制而复制。

(2) 构建表达载体 1 的目的是将 OsBIK1-HA-NLuc 三个基因连在一起共同表达，因此需要使其共同受到相同的启动子和终止子的调控，所以构建重组质粒 1 时，需要把 OsBIK1 基因的对应终止密码子的 3 个碱基去除，以保证 OsBIK1 基因编码的蛋白和 NLuc 基因片段编码的蛋白形成融合蛋白。已知编码链为转录时所用模板链的互补链，编码链和模板链反向螺旋在一起，而转录时 RNA 聚合酶是从 DNA 模板链的 3'端向 5'端移动，因此图中 HA 编码序列插入到 OsBIK1 基因编码链的 3'端，才能使转录时 OsBIK1-HA 两个基因同时转录。

(3) 根据图 2 可知，用抗 Luc 蛋白抗体分别检测表达载体 1 和 2 融合蛋白表达情况，会出现条带 1 和条带 2，图 2 中最后一幅图出现的是条带 1，且已知图中 HA 为标签蛋白的编码序列，可用于目的蛋白的检测、示踪等，因此可优先选用抗 HA 蛋白抗体进一步区分条带 1 为 OsBIK1+HA+NLuc 融合蛋白。

(4) 将分别含有表达载体 1 和 2 的农杆菌菌液共同注射到含有荧光素的烟草叶片后可检测到荧光，说明 OsBIK1 蛋白和 OsXLG2 蛋白有相互作用，使其组装形成了荧光素酶并分解荧光素发出荧光。