

2024年1月“九省联考”考后提升卷（江西卷）

高三生物

（考试时间：75分钟 试卷满分：100分）

注意事项：

- 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
- 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。
- 考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

一、单项选择题：本题共12题，每小题2分，共24分。在每题列出的四个选项中，只有一项符合题意。

- 下列有关细胞呼吸及其原理应用的叙述，错误的是（ ）
 - 乳酸发酵会产生使溴麝香草酚蓝水溶液变黄的物质
 - 酵母菌无氧呼吸会产生使酸性重铬酸钾溶液变为灰绿色的物质
 - 黏土掺沙有利于农作物根细胞有氧呼吸，促进根系生长
 - 地窖中甘薯的呼吸作用会增加密闭环境内 CO_2 浓度，有利于贮藏

【答案】A

【分析】探究酵母菌细胞呼吸方式实验的原理是：

- 酵母菌是兼性厌氧型生物；
- 酵母菌呼吸产生的 CO_2 可用溴麝香草酚蓝水溶液或澄清石灰水鉴定，因为 CO_2 可使溴麝香草酚蓝水溶液由蓝变绿再变黄，或使澄清石灰水变浑浊；
- 酵母菌无氧呼吸产生的酒精可用重铬酸钾鉴定，由橙色变成灰绿色。

【详解】A、二氧化碳会使溴麝香草酚蓝水溶液变黄，乳酸发酵不会产生二氧化碳，即乳酸发酵不会产生使溴麝香草酚蓝水溶液变黄的物质，A 错误；

B、酵母菌无氧呼吸会产生酒精，使酸性重铬酸钾溶液变为灰绿色，B 正确；

C、黏土掺沙会增加氧气含量，有利于农作物根细胞有氧呼吸，有利于根系吸收无机盐，从而促进根系生长，C 正确；

D、地窖中甘薯的呼吸作用会增加密闭环境内 CO_2 浓度，可以抑制细胞呼吸，减少有机物的消耗，有利于贮藏，D 正确。

故选 A。

- 研究表明，动粒蛋白 CENP-C 能被激酶 Aurora B 磷酸化以激活纺锤体检验点，在细胞有丝分裂期动粒—微管连接纠错过程中发挥着重要作用。动粒—微管的正确连接是细胞有丝分裂正常进行的保证。下列相关叙述错误的是（ ）

A. 通常在动物细胞分裂间期发生核 DNA、染色体和中心粒的复制且数目均加倍

- B. 染色体数：姐妹染色单体数=1：0时，动物细胞膜可能正在缢裂成两个子细胞
- C. 若动粒蛋白不能被激酶 Aurora B 磷酸化，可能导致产生染色体数目加倍的细胞
- D. 若要判断动粒蛋白是否被磷酸化，可在光学显微镜下对分裂后期的细胞进行观察

【答案】A

【分析】有丝分裂过程：（1）间期：进行 DNA 的复制和有关蛋白质的合成；（2）前期：核膜、核仁逐渐解体消失，出现纺锤体和染色体；（3）中期：染色体形态固定、数目清晰；（4）后期：着丝粒分裂，姐妹染色单体分开成为染色体，并均匀地移向两极；（5）末期：核膜、核仁重建、纺锤体和染色体消失。

【详解】A、动物细胞在间期发生核 DNA、染色体和中心粒的复制，其中核 DNA 和中心粒数目加倍，但染色体数目不加倍，A 错误；

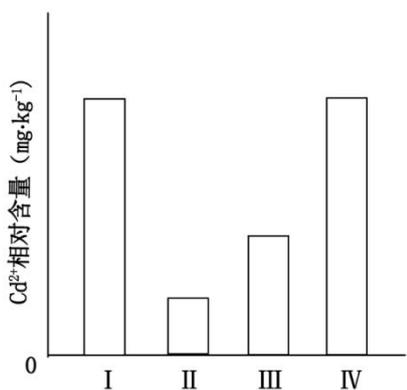
B、染色体数：核 DNA 数：姐妹染色单体数=1：1：0时，说明着丝粒已断裂，姐妹染色单体分开移向细胞两极，细胞处于分裂的后期或末期，动物细胞膜可能正在缢裂成两个子细胞，B 正确；

C、由题意可知，动粒蛋白 CEP-C 能被激酶 Aurora B 磷酸化以激活纺锤体检验点，纠正动粒—微管的错误连接，若不能被磷酸化，则姐妹染色体分开后，不能移向细胞的两极，从而导致染色体数目加倍的子细胞产生，C 正确；

D、着丝粒的分裂发生于细胞分裂的后期，若要判断动粒蛋白是否被磷酸化，可在光学显微镜下对分裂后期的细胞进行观察，D 正确。

故选 A。

3. 为探究某植物对镉 (Cd^{2+}) 的跨膜运输方式，在一定 Cd^{2+} 浓度的培养液中水培，设置 4 组实验：对照组 (I)、加入 Ca^{2+} 通道抑制剂 (II)、加入 ATP 水解酶抑制剂 (III)、加入 K^{+} 通道抑制剂 (IV)，培养一段时间后，测定叶组织中的 Cd^{2+} 含量，结果如图所示。下列叙述错误的是 ()



- A. 由图中 I、III 可知，细胞吸收 Cd^{2+} 存在主动运输
- B. 由图中 I、IV 可知， K^{+} 通道蛋白不参与吸收 Cd^{2+}
- C. 细胞吸收 Cd^{2+} 过程中， Cd^{2+} 要与 Ca^{2+} 通道蛋白结合
- D. 增加 I 组培养液的 Ca^{2+} 含量，可能降低 Cd^{2+} 吸收量

【答案】C

【分析】物质跨膜运输的方式有被动运输（自由扩散和协助扩散）和主动运输。自由扩散是从高浓度→低浓

度，不需要载体和能量，如水、CO₂、甘油等；协助扩散是从高浓度→低浓度，需要载体，不需要能量，如葡萄糖进入红细胞；主动运输是从低浓度→高浓度，需要载体和能量，如小肠绒毛上皮细胞吸收氨基酸、葡萄糖等。

【详解】A、由图中 I、III 可知，加入 ATP 水解酶抑制剂，叶组织中 Cd²⁺ 相对含量下降，说明细胞吸收 Cd²⁺ 存在主动运输，A 正确；

B、由图中 I、IV 可知，加入 K⁺ 通道抑制剂，叶组织中 Cd²⁺ 相对含量基本未发生改变，说明 K⁺ 通道蛋白不参与吸收 Cd²⁺，B 正确；

C、由图中 I、I 可知，加入 Ca²⁺ 通道抑制剂，叶组织中 Cd²⁺ 相对含量下降，说明 Ca²⁺ 通道蛋白参与吸收 Cd²⁺，通过通道蛋白进行跨膜转运，无需与通道蛋白结合，Ca²⁺ 与 Cd²⁺ 竞争 Ca²⁺ 通道蛋白，增加 I 组培养液的 Ca²⁺ 含量，可能降低 Cd²⁺ 吸收量，C 错误，D 正确。

故选 C。

4. 2023 年 8 月 24 日 13 时，日本福岛第一核电站启动核污染水排海，本次共计排放 7788 吨核污染水。第二批次排放已于 10 月底结束，排放量约为 7800 吨。核废水排海对海洋生物的影响是多方面的，包括遗传突变、辐射效应、污染物积累和生态破坏等。这些影响不仅对海洋生物本身造成了严重威胁，也对整个海洋生态系统的稳定性和持续性产生了深远的影响。下列有关生物变异的叙述，错误的是（ ）

- A. 核废水产生的辐射会使人 and 动物的正常基因突变成原癌基因
- B. 核废水引起人类基因发生突变，引起的人类疾病属于人类遗传病
- C. 基因重组不会有新的基因产生，但也属生物的变异
- D. 单倍体个体中也会有同源染色体

【答案】A

【分析】生物圈是生物与环境构成的一个统一的整体，它包括了地球上所有的生物及其生存的全部环境，是最大的生态系统，生物圈是人类和其它生物生存的共同家园，我们要好好保护它。

【详解】A、核废水产生的辐射会使人 and 动物的原癌基因和抑癌基因突变，A 错误；

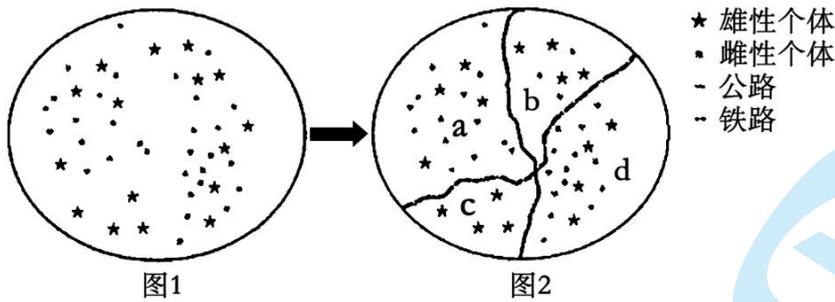
B、人类遗传病通常是指由于基因改变而引起的人类疾病，核废水引起人类基因发生突变，引起的人类疾病属于人类遗传病，B 正确；

C、基因重组不会有新的基因产生，但会产生新的基因型，也属生物的变异，C 正确；

D、如果亲本是多倍体，它的配子发育的单倍体个体中也会有同源染色体，D 正确。

故选 A。

5. 生境丧失和破碎是生物多样性降低的主要原因。下图显示一个爬行动物种群（图 1）被设计中的高速公路和铁路隔离成相互孤立的 a、b、c、d4 个小种群（图 2）的变化情况，道路不改变原生境和种群中的个体数量。下列叙述错误的是（ ）



- 图1 图2
- A. 生境破碎是该物种生存面临的主要威胁
B. 隔离可导致每个小种群内基因频率发生改变
C. 道路设计应考虑为野生动物预留迁移的通道
D. 与原种群相比，每个孤立小种群的数量特征不变

【答案】D

【分析】群的数量特征包括种群密度、出生率和死亡率、迁入率和死亡率、年龄结构和性别比列。

【详解】A、生境破坏是指由于人类活动或自然灾害等原因，导致一个生物的栖息地被分割成多个小块，使得生物种群被隔离，不利于生物的生存和繁殖，是该物种生存面临的主要威胁，A 正确；

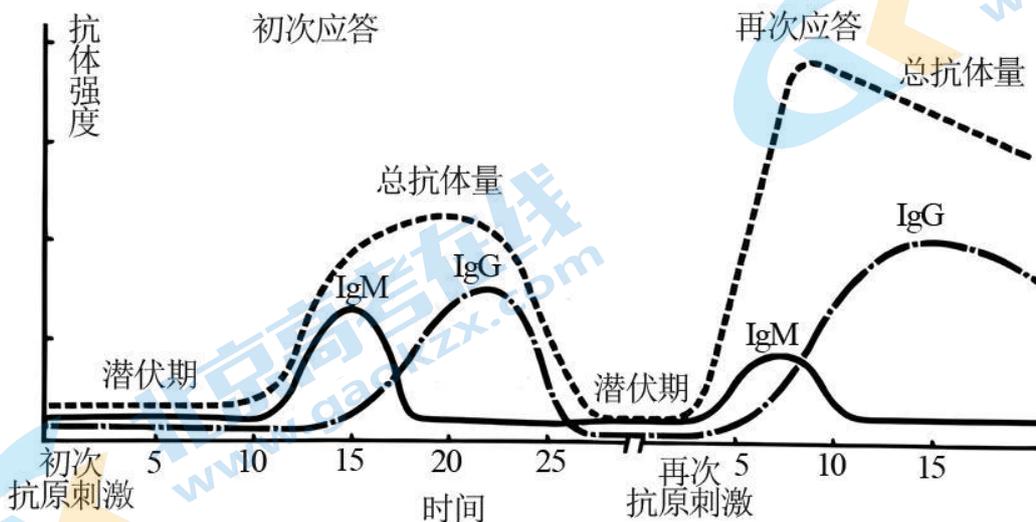
B、隔离会导致每个小种群内个体的不同基因型的比例出现差异，进而引起每个小种群内基因频率发生改变，B 正确；

C、道路设计应考虑为野生动物预留迁移的通道，以减少对野生动物的影响，C 正确；

D、与原种群相比，每个孤立小种群的数量特征会发生改变，种群的数量特征包括种群密度、出生率和死亡率、迁入率和死亡率、年龄结构和性别比列，隔离导致小种群之间不能进行自由交配，可能会影响出生率和迁入率率，从而改变种群的数量，D 错误。

故选 D。

6. 下图是初次抗原刺激和再次抗原刺激与机体产生抗体 IgM、IgG 和总抗体量的关系，抗体滴度用于评价抗体的数量。下列相关分析错误的是（ ）



- A. 初次应答与再次应答产生的主要抗体类型基本相同

- B. 再次免疫的潜伏期短是因 B 细胞只需抗原直接刺激即可被激活
 C. 再次免疫中抑制病原体增殖及对人体细胞黏附的抗体主要是 IgG
 D. 再次应答主要由记忆 B 细胞快速增殖、分化为浆细胞来分泌大量抗体

【答案】B

【分析】体液免疫的过程：抗原进入→抗原呈递细胞摄取抗原，呈递给辅助性 T 细胞→辅助性 T 细胞与 B 细胞结合，辅助性 T 细胞分裂、分化，分泌细胞因子→B 细胞分化为浆细胞和记忆细胞→浆细胞分泌抗体与抗原结合。

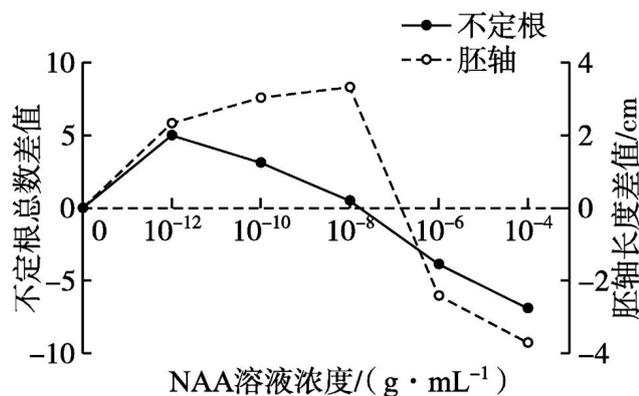
【详解】A、由图可知，初次应答与再次应答产生的主要抗体类型均为 IgG 和 IgM，A 正确；

B、不管是初次免疫还是再次免疫，B 细胞激活均需要两个信号的刺激，即抗原直接接触、辅助性 T 细胞表面特定分子发生变化并与 B 细胞结合，B 错误；

C、由图可知，再次免疫中 IgG 的含量高于 IgM，故再次免疫中抑制病原体增殖及对人体细胞黏附的抗体主要是 IgG，C 正确；

D、再次应答抗原可直接刺激记忆 B 细胞，记忆 B 细胞快速增殖、分化为浆细胞来分泌大量抗体，D 正确。故选 B。

7. 兴趣小组为探究植物生长调节剂（NAA）对绿豆芽生长的影响，用不同浓度的 NAA 溶液和清水分别处理相同的绿豆芽。一段时间后，测量胚轴长度、统计不定根数量。以（NAA 处理组数据）-（清水处理组数据）=差值绘制曲线如图。下列分析错误的是（ ）



- A. 该实验的清水处理是对照组，不同浓度的 NAA 处理为实验组
 B. 由实验结果可得结论：NAA 对绿豆芽的生长作用表现出低浓度促进，高浓度抑制
 C. 当 NAA 浓度为 10⁻¹⁰g/ml 时，对不定根生长数量仍然具有促进作用
 D. 当 NAA 浓度大于 10⁻⁸g/ml 时，对胚轴生长的效应是抑制作用

【答案】D

【分析】据图分析：NAA 浓度较低时，NAA 处理组减去清水组的差值为正值，NAA 促进不定根和胚轴生长；当 NAA 浓度较高时，NAA 处理组减去清水组的差值为负值，NAA 抑制不定根和胚轴生长。

【详解】A、本实验探究植物生长调节剂萘乙酸（NAA）对绿豆芽生长的影响，自变量为 NAA 浓度，需要设置清水处理组作为该实验的对照组，不同浓度的 NAA 处理为实验组，A 正确；

B、据图可知，NAA 处理组减去清水组的差值有正值也有负值，差值为正值说明低浓度的 NAA 具有促进作用，差值为负值说明高浓度的 NAA 有抑制作用，B 正确；

C、据图可知，NAA 浓度为 10-10g/mL，NAA 处理组减去清水组的差值为大于零，说明此浓度 NAA 促进了不定根的生根数量，C 正确；

D、当 NAA 浓度大于 10-8g/ml 时，胚轴生长的效应虽然在下降，但是胚轴长度差值依然大于零，说明此浓度下的 NAA 依然对胚轴生长的效应是促进作用，D 错误。

故选 D。

8. 板栗是深根性树种，一般高度为 3~4m；茶树是根系较浅的小灌木，高度为 1m 左右。某林场在板栗林里栽培茶树，通过精心管理取得了板栗、茶树两旺，提高了经济效益。下列叙述错误的是（ ）

- A. 板栗与茶树的高度、根系深度不同，体现了林场群落的分层现象
- B. 若要调查某方形板栗林里板栗树的种群密度，可以采用样方法
- C. 可用取样器取样法进行采集、调查板栗园土壤中小动物的丰富度
- D. 林场中板栗和茶树等植物和其他动物共同构成一个群落

【答案】D

【分析】群落垂直结构：在垂直方向上，大多数群落具有明显的分层现象；植物主要受阳光的影响，动物主要受食物和栖息空间的影响。

【详解】A、板栗是一种深根性树种，一般高度为 3~4m，茶树是根系较浅的小灌木，高度为 1m 左右，两树种合理搭配，植物的地上部分和地下部分都具有明显的分层现象，这体现了该地群落结构的垂直结构，有利于植物充分利用阳光(地上部分)和水分、矿质元素(地下部分)等资源，A 正确；

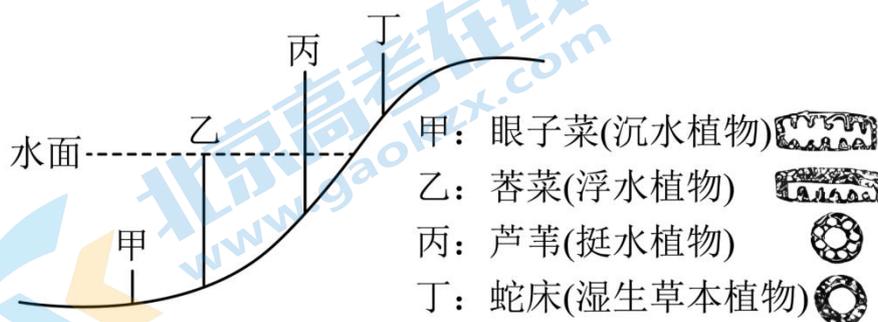
B、调查植物的种群密度可以采取样方法，B 正确；

C、由于土壤小动物个体小，数目种类较多，可以采用取样器取样法进行采集、调查板栗园土壤中小动物的丰富度，C 正确；

D、该板栗林中所有的植物、动物、微生物等全部生物构成了一个群落，D 错误。

故选 D。

9. 贵州省乌江、赤水河、锦江、清水江这四个水系是长江流域的重要生态屏障。为恢复赤水河某段“水体—河岸带”的生物群落，研究人员选择赤水河流域常见的植物进行栽种。植物种类、分布及叶片或茎的横切面如图。下列有关叙述正确的是（ ）



- A. 丙与丁的分布体现了群落的垂直结构
- B. 四种植物的气腔均不利于根系的呼吸
- C. 不同位置上植物种类的选择, 遵循了协调与平衡原理
- D. 生态恢复工程使该生态系统的营养结构更复杂, 抵抗力稳定性和恢复力稳定性都增强

【答案】C

【分析】1、协调与平衡原理: 生态系统的生物数量不能超过环境承载力(环境容纳量)的限度。

2、生态系统的稳定性包括抵抗力稳定性和恢复力稳定性两个方面。营养结构越复杂, 其自我调节能力越强, 抵抗力稳定性越强, 而恢复力稳定性越差, 负反馈调节是生态系统自我调节能力的基础。

【详解】A、丙与丁的分布是由地形的起伏导致的, 体现了群落的水平结构, A 错误;

B、四种植物生活在水体——河岸带, 都有发达的气腔, 利于根系的呼吸, 体现出生物对环境的适应, B 错误;

C、不同位置上植物种类的选择, 充分利用了环境资源, 遵循了协调与平衡原理, C 正确;

D、生态恢复工程使该生态系统的营养结构更复杂, 自我调节能力更强, 抵抗力稳定性增强, 恢复力稳定性减弱, D 错误。

故选 C。

10. 《齐民要术》记载了古人在生产中运用发酵技术加工食品积累的许多宝贵经验。其中关于桃醋的做法有如下记载:“桃烂自零者, 收取, 内之于瓮中, 以物盖口。七日之后, 既烂, 漉去皮核, 密封闭之。三七日酢成, 香美可食。”下列相关叙述错误的是()

- A. 与未成熟的桃子相比, 成熟的桃子单糖含量更高, 利于酵母菌发酵
- B. “以物盖口”和“密封闭之”都是为了防止杂菌污染、创设无氧环境
- C. “漉去皮核”可增加微生物与营养物质的接触面积, 提高发酵效率
- D. “七日之后”发酵液中的 pH 会降低, 其表面可能形成一层菌膜

【答案】B

【分析】果醋制作中起到主要作用的微生物是醋酸菌, 醋酸菌是一种好氧细菌, 只有当氧气充足时, 才能进行旺盛的生理活动, 其代谢类型属于异养需氧型。当氧气、糖源都充足时, 醋酸菌将葡萄汁中的葡萄糖分解为醋酸; 当缺少糖源时, 醋酸菌将乙醇变为乙醛, 再将乙醛变为醋酸。醋酸菌的最适生长温度为 30-35℃。

【详解】A、桃子在成熟过程中, 多糖转化成单糖, 单糖含量不断增高, 利于酵母菌发酵, A 正确;

B、“密封闭之”的主要目的只是为了防止杂菌污染, 醋酸发酵是需氧过程, B 错误;

C、过滤皮核后, 发酵微生物与营养物质的接触机会增加, 发酵效率提高, C 正确;

D、“七日之后”主要进行醋酸发酵, 该过程产生的醋酸可以使发酵液中的 pH 降低, 发酵液表面会出现一层醋酸菌膜, D 正确。

故选 B。

11. 为解决杂交瘤细胞在传代培养过程中出现来自 B 淋巴细胞的染色体丢失问题, 研究者将抗原刺激后的 B 淋巴细胞用 EBV (一种病毒颗粒) 感染, 获得“染色体核型稳定”的 EBV 转化细胞。EBV 转化细胞能够在

HAT 培养基中存活，但对乌本苷（Oua）敏感。骨髓瘤细胞在 HAT 培养基中不能存活，但对 Oua 不敏感。

下图表示操作过程，下列有关分析错误的是（ ）



- A. B 淋巴细胞来源于抗原刺激后动物的淋巴结和脾脏等
- B. HAT 培养基可去除未与 EBV 转化细胞融合的骨髓瘤细胞和自身融合的骨髓瘤细胞
- C. 杂交瘤细胞染色体丢失可能会导致抗体的产生能力下降
- D. 杂交瘤细胞具有持续产生抗 EBV 抗体的能力

【答案】D

【分析】题图分析：图示为单克隆抗体制备过程，除了抗原刺激之外，还用 EBV（一种病毒颗粒）感染动物 B 淋巴细胞，该细胞株能够在 HAT 培养基中存活，但对乌本苷（Oua）敏感。

【详解】A、抗原刺激可引起机体产生相应的 B 淋巴细胞，且 B 淋巴细胞可分布于淋巴结和脾脏等处，故 B 淋巴细胞来源于抗原刺激后动物的淋巴结和脾脏等，A 正确；

B、据题意“EBV 转化细胞能够在 HAT 培养基中存活，但对 Oua 敏感；骨髓瘤细胞在 HAT 培养基中不能存活，但对 Oua 不敏感”可知，HAT 培养基可去除未与 EBV 转化细胞融合的骨髓瘤细胞和自身融合的骨髓瘤细胞，B 正确；

C、抗体是由浆细胞分泌的，杂交瘤细胞若丢失来自 B 淋巴细胞的染色体，可能会导致抗体产生能力下降，C 正确；

D、由于杂交瘤细胞在传代培养中出现来自 B 淋巴细胞染色体丢失的问题，所以有的杂交瘤细胞不一定具有持续产生抗 EBV 抗体的能力，D 错误。

故选 D。

12. 在表达 HIV 壳体蛋白转基因细胞的悬浮培养中，将源于水稻的一个富含甘氨酸序列的信号肽（GRP）连接在 MA4-CA 融合基因的 3'端，并将该融合基因转入枸杞细胞，建立利用转基因枸杞根系分泌表达 HIV 壳体蛋白（capsid, CA）的反应系统。临床实验证实，HIV 壳体蛋白病毒样颗粒疫苗能够刺激机体产生特异的体液和细胞免疫。下列说法错误的是（ ）

- A. 利用农杆菌将 MA4-CA 融合基因导入枸杞细胞的原理是其 Ti 质粒可转移至受体细胞染色体 DNA 上
- B. 目的基因的 PCR 鉴定时需要用放射性同位素等标记的 MA4-CA 融合基因作探针
- C. 枸杞根系分泌表达 CA 的缺点是根系的生长较为缓慢，而植物细胞可大规模悬浮培养
- D. 经农杆菌感染的叶片需要在特定培养基上诱导出愈伤组织

【答案】A

【解析】基因工程技术的基本步骤：

（1）目的基因的获取：方法有从基因文库中获取、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；将目的基因导入植物细胞的方法有农杆菌转化法、基因枪法和花粉管通道法；将目的基因导入动物细胞最有效的方法是显微注射法；将目的基因导入微生物细胞的方法是感受态细胞法；

(4) 目的基因的检测与鉴定：分子水平上的检测：①检测转基因生物染色体的 DNA 是否插入目的基因--DNA 分子杂交技术；②检测目的基因是否转录出了 mRNA--分子杂交技术；③检测目的基因是否翻译成蛋白质--抗原-抗体杂交技术；个体水平上的鉴定：抗虫鉴定、抗病鉴定、活性鉴定等。

【详解】A、如果要用农杆菌转化法导入受体细胞，应把 MA4-CA 融合基因插入农杆菌 Ti 质粒的 T-DNA 片段中，因为该片段具有可转移至受体细胞并整合到受体细胞的染色体 DNA 上的特点，A 错误；

B、目的基因的 PCR 鉴定时需要用放射性同位素等标记的 MA4-CA 融合基因作探针，利用 DNA 分子杂交技术，B 正确；

C、枸杞根系分泌表达 CA 的缺点是根系的生长较为缓慢，而植物细胞可大规模悬浮培养，C 正确；

D、经农杆菌感染的叶片需要在特定培养基上脱分化，诱导出愈伤组织，D 正确。

故选 A。

二、多项选择题：本题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。在每小题给出的四个选项中，有两个或两个以上选项符合题目要求，全部选对得 4 分，选对但不全的得 1 分，有选错的得 0 分。

13. 研究发现，砷 (As) 可以富集在植物体内，转化为毒性很强的金属有机物，影响水稻的株高、根长和干重；加 P (与 As 原子结构相似) 处理后水稻茎叶和根中 P 含量增加、As 含量相对减少，水稻生长加快，干重增加。对此现象合理的解释是 ()

- A. As 在水稻细胞内富集，由细胞膜的结构特点决定
- B. As 进入水稻细胞，导致有关酶失去活性，影响细胞代谢
- C. P 影响 As 的吸收，与细胞膜上的载体种类和数量有关
- D. P 是构成磷脂、C₅ 和 ATP 的重要元素，能促进水稻生长发育

【答案】BCD

【分析】1、细胞膜的结构特点为具有一定的流动性，功能特点为选择透过性。

2、根据题意可知，P 与 As 原子结构相似，并且加 P 处理后水稻茎叶和根中 P 含量增加、As 含量相对减少，可能是 P 与 As 竞争细胞膜上的载体蛋白。

【详解】A、As 在水稻细胞内富集，由细胞膜的功能特点选择透过性决定，A 错误；

B、据题意可知，砷 (As) 可以富集在植物体内，转化为毒性很强的金属有机物，可能导致有关酶失去活性，影响细胞代谢，B 正确；

C、根据题意可知，P 与 As 原子结构相似，并且加 P 处理后水稻茎叶和根中 P 含量增加、As 含量相对减少，可能是 P 与 As 竞争载体蛋白，即与载体蛋白的种类和数量有关，C 正确；

D、磷脂、C₅ 和 ATP 的组成元素中都含有 P，P 能促进水稻生长发育，D 正确。

故选 BCD。

14. 人体每天都通过饮食获得水和各种无机盐，同时又通过多种途径排出一定的水和无机盐，其中抗利尿激素在人体水平衡的调节过程中起重要作用。尿崩症分为两种类型：因抗利尿激素缺乏而引起的中枢性尿崩症和因肾脏对抗利尿激素敏感性缺陷而引起的肾性尿崩症。下列叙述错误的是（ ）

- A. 垂体合成的抗利尿激素能增加肾小管细胞上水通道蛋白的数量
- B. 给肾性尿崩症患者适量注射抗利尿激素能达到理想的治疗效果
- C. 肾小管腔中液体的渗透压升高，有利于肾小管对水分的重吸收
- D. 水和无机盐的平衡是机体通过调节尿量和尿的成分来实现的

【答案】ABC

【分析】当人体失水过多或吃的食物过咸，细胞外液渗透压升高，刺激下丘脑渗透压感受器，由下丘脑产生、垂体释放的抗利尿激素增加，促进肾小管、集合管重新吸收水分，减少尿量的排出，同时大脑皮层渴觉中枢兴奋产生渴觉，主动饮水，以降低细胞外液渗透压。

【详解】A、ADH 由下丘脑合成，A 错误；

B、肾性尿崩症是由于肾脏对抗利尿激素敏感性缺陷而引起，所以不能通过适量注射抗利尿激素来治疗，B 错误；

C、肾小管内流动的是原尿，当肾小管腔内液体的渗透压升高时，就增大了自身对水的吸引力，把更多的水留在了管腔，所以排除的尿量就增加了，不利于肾小管对水分的重吸收，C 错误；

D、水和无机盐的平衡是机体通过调节尿量和尿的成分来实现的，D 正确。

故选 ABC。

15. 褐翅鸦鹃在我国属于Ⅱ级重点保护野生动物，嗜吃蝗虫等农林害虫，是林业益鸟，该鸟在春季繁殖，且存在短距离迁徙的习性。最初褐翅鸦鹃数量较多，20 世纪 80 年代以来，由于人为捕杀导致野外数量锐减。

下表为 2005 年对广东海丰鸟类自然保护区褐翅鸦鹃种群密度的调查结果：

调查时间	春季	夏季	秋季	冬季
种群密度（只/km ² ）	1.67	17.78	7.22	1.11

下列相关叙述错误的是（ ）

- A. 该褐翅鸦鹃种群数量随季节变化而变化，这属于次生演替
- B. 人为捕杀对褐翅鸦鹃种群密度的影响属于密度制约因素
- C. 夏季褐翅鸦鹃种群密度的增加仅由出生率大于死亡率决定
- D. 对褐翅鸦鹃最有效的保护措施是冬季提供食物避免其迁徙

【答案】ACD

【分析】一般来说，食物和天敌等生物因素对种群数量的作用强度与该种群的密度是相关的。例如，同样是缺少食物，种群密度越高，该种群受食物短缺的影响就越大，因此，这些因素称为密度制约因素，而气温和干旱等气候因素以及地震、火灾等自然灾害，对种群的作用强度与该种群的密度无关，因此被称为非密

度制约因素。例如，在遭遇寒流时，有些昆虫种群不论其种群密度高低，所有个体都会死亡。

【详解】A、从表中数据可看出，褐翅鸦鹃种群密度在一年四季中存在明显不同，有显著的季节性变化，没有优势物种的更替，不属于群落演替，A 错误；

B、人为捕杀会导致褐翅鸦鹃的数量大量减少，属于影响褐翅鸦鹃种群数量的密度制约因素，B 正确；

C、褐翅鸦鹃春季繁殖，繁殖后新生个体加入直接导致夏季种群密度快速增大，同时也可能会存在褐翅鸦鹃的迁入和迁出，C 错误；

D、冬季温度降低、食物减少，增加食物可保护褐翅鸦鹃，但是对褐翅鸦鹃最效的保护措施应是减少人为捕杀、保护生存环境，D 错误；

故选 ACD。

16. 鹌鹑的羽色由三对等位基因共同控制（见下表），其中 A/a、B/b 均位于 Z 染色体上，H/h 位于常染色体上。科研人员取纯系黑羽雄性鹌鹑和纯系白羽雌性鹌鹑进行杂交实验，F₁ 表型均为不完全黑羽，F₁ 随机交配得到 F₂。下列叙述错误的是（ ）

基因组 成	A、B 同时存在，且 H 基因纯 合	A、B、H、h 同时存 在	A、B 同时存在，且 h 基因纯 合	b 基因纯 合
表型	栗羽	不完全黑羽	黑羽	白羽

A. A/a 与 B/b 两对基因的遗传遵循自由组合定律

B. 亲代黑羽、白羽基因型依次为 hhZ^{AB}W、HHZ^{Ab}Z^{Ab}

C. F₂ 不完全黑羽的雌雄比例为 1:1

D. F₂ 中栗羽：不完全黑羽：黑羽：白羽的比例为 3:6:3:4

【答案】ABC

【分析】等位基因遵循分离定律，非同源染色体上的非等位基因遵循基因的自由组合定律。

【详解】A、结合题干所给信息，A/a 与 B/b 两对基因为同源染色体上的非等位基因，不遵循自由组合定律，A 错误；

B、科研人员取纯系黑羽雄性鹌鹑和纯系白羽雌性鹌鹑进行杂交实验，F₁ 表型均为不完全黑羽，结合表格可知，亲代黑羽、白羽基因型依次为 hhZABZAB、HHZAbW 或 hhZABZAB、HHZabW，B 错误；

C、若亲本基因型为 hhZABZAB、HHZAbW，F₁ 为 HhZABZA^b、HhZABW，F₁ 随机交配得到 F₂，F₂ 不完全黑羽（A、B、H、h 同时存在）的雌雄比例为 1:2，若亲本基因型为 hhZABZAB、HHZabW，F₁ 为 HhZABZab、HhZABW，F₂ 不完全黑羽（A、B、H、h 同时存在）的雌雄比例也为 1:2，C 错误；

D、结合 C 选项的分析，F₁ 为 HhZABZA^b、HhZABW，F₁ 随机交配得到 F₂，分开处理：Hh×Hh→3/4H、1/4hh，ZABZA^b×ZABW→ZABZAB、ZABZA^b、ZAbW、ZABW，分别对应相乘，F₂ 中栗羽：不完全黑羽：黑羽：白羽的比例为 3:6:3:4；若 F₁ 为 HhZABZab、HhZABW，F₁ 随机交配得到 F₂，分开处理：Hh×Hh→3/4H、1/4hh，ZABZab×ZABW→ZABZAB、ZABZab、ZabW、ZABW，分别对应相乘，F₂ 中栗羽：不完全黑羽：黑羽：白羽的比例为 3:6:3:4，D 正确。

故选 ABC。

三、非选择题：共 5 题，共 60 分。

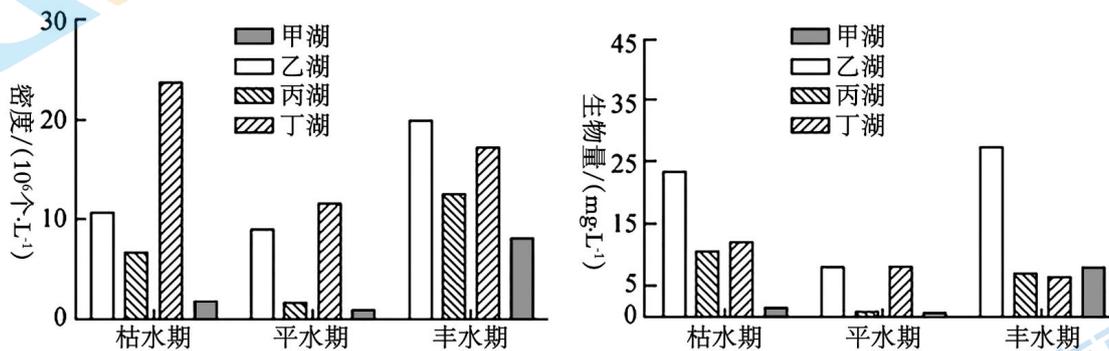
17. 某淡水湖经保护和治理之后“水清、岸绿”，生态环境得到明显的改善和提升。通过放养鲢鱼、鳙鱼、鳊鱼、中华绒螯蟹等进行“以鱼控草、以鱼抑藻、以鱼净水”，实现了生态效益、经济效益的双丰收。回答下列问题：

(1)该淡水湖近岸区和湖心区生物的分布存在差异，构成了群落的_____结构；水生群落中的植物对动物的作用有_____。

(2)在春季和夏季该淡水湖群落的外貌和空间结构都会发生改变，这属于群落的_____。

(3)调查该淡水湖藻类的种群密度一般采用_____法，用取样器在水下一定水深处采样并计数。治理前该淡水湖藻类由于富营养化而大量增殖，当地部门采用“以鱼控草、以鱼抑藻”是指利用_____来控制藻类和水草的数量。也可以通过栽种芦苇、菖蒲、荷等挺水植物控制藻类的繁殖，挺水植物可以_____，从而对藻类产生抑制作用。

(4)研究人员调查了该淡水湖（甲湖）及其周边的几个湖泊，得到了不同时期湖泊中藻类的密度和生物量，结果如图所示。各湖泊枯水期藻类的生物量都高于平水期，由图分析原因之是_____。



(5)“以鱼控草、以鱼抑藻、以鱼净水”实现了生态效益、经济效益的双丰收，说明该淡水湖在修复过程中主要遵循了生态学的_____原理。

【答案】(10 分，除标明外，每空 1 分)

(1) 水平 为水生动物提供栖息空间和食物

(2)季节性

(3) 抽样检测 鲢鱼、鳙鱼、鳊鱼、中华绒螯蟹等的捕食作用 与藻类竞争阳光和水体中的无机盐等

(4)枯水期各湖中藻类的密度均大于平水期 (2 分)

(5)整体 (2 分)

【分析】生物群落的结构：

1、垂直结构：指群落在垂直方向上的分层现象。

2、水平结构：指群落中的各个种群在水平状态下的格局或片状分布。

【详解】(1)从湖心区到近岸区，属于水平方向上的分布，体现了群落的水平结构；水生群落中的植物能够为动物提供栖息空间和食物条件。

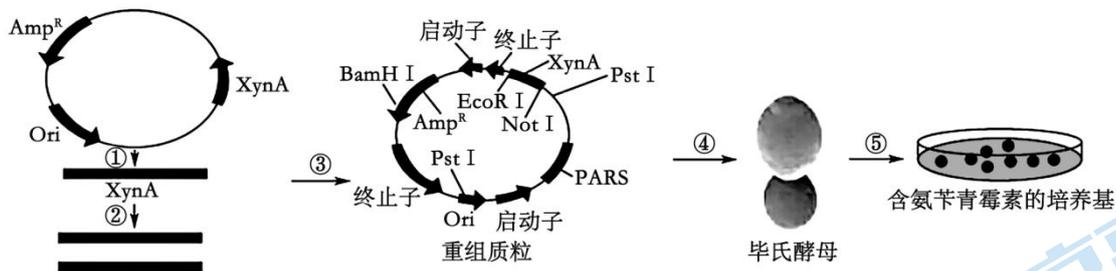
(2) 由于阳光、温度和水分等随季节而变化，群落的外貌和结构也会随之发生有规律的变化，这属于群落的季节性。

(3) 不同生物，种群密度调查方法不同。调查植物和活动能力弱的动物的种群密度时要用样方法；而调查活动能力强的动物的种群密度要用标志重捕法；调查该淡水湖藻类的种群密度一般采用抽样检测法，用取样器在水下一定水深处采样并计数。治理前该淡水湖藻类由于富营养化而大量增殖，当地部门采用“以鱼控草、以鱼抑藻”是指利用鲢鱼、鳙鱼、鳊鱼、中华绒螯蟹等的捕食作用来控制藻类和水草的数量。也可以通过栽种芦苇、菖蒲、荷等挺水植物控制藻类的繁殖，挺水植物可以与藻类竞争阳光和水体中的无机盐等，从而对藻类产生抑制作用。

(4) 由图可知，各时期藻类密度从大到小依次是丰水期、枯水期、平水期，各时期生物量从大到小依次是丰水期、枯水期、平水期，各湖泊枯水期藻类的生物量都高于平水期，有图分析的原因之一是枯水期各湖中藻类的密度均大于平水期。

(5) 整体性原理是指生态系统建设要考虑自然、经济、社会的整体影响，“以鱼控草、以鱼抑藻、以鱼净水”实现了生态效益、经济效益的双丰收，说明该淡水湖在修复过程中主要遵循了生态学的整体原理。

18. 毕氏酵母重组菌是将木聚糖酶基因（XynA）连接到含有自主复制序列（PARS）的游离表达载体上，然后转化至已整合表达木聚糖酶基因的毕氏酵母中，筛选得到毕氏酵母重组菌。质粒中的 Ori 代表复制原点，Amp^r 代表氨苄青霉素基因。回答下列问题：



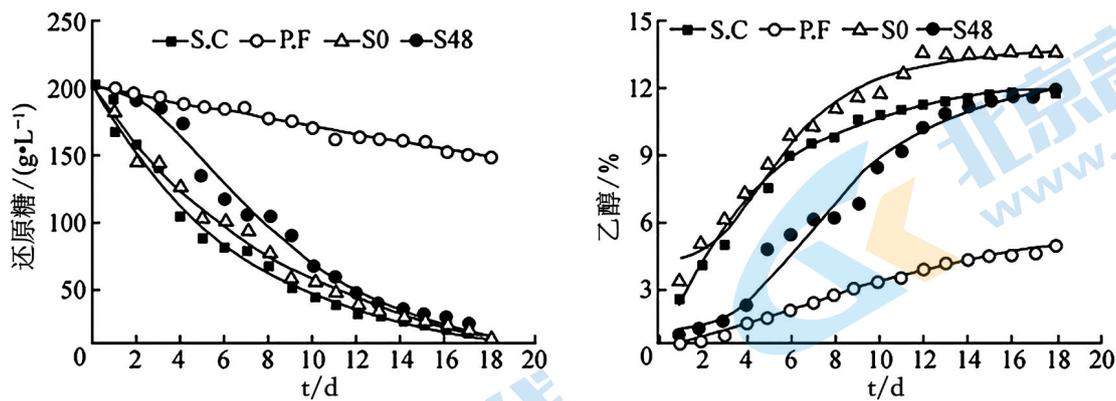
(1) 过程②为 PCR，对 XynA 进行 PCR 扩增时并不需要知道 XynA 全部的核苷酸序列，但是必须知道 XynA_____的核苷酸序列，以便_____。

(2) PCR 产物中出现了部分非目标序列，可能的原因有_____。

(3) 根据重组质粒分析，切割原质粒和 XynA 的限制酶最可能是_____，若 XynA 两端具有 PstI 的识别位点，但并不建议用限制酶 PstI 构建重组质粒，理由是_____（答两点）。

(4) 外源基因的表达方式有两种，分别是整合到基因组中表达和构建游离的重组质粒进行表达。目前在毕氏酵母表达系统中均是构建整合型重组菌株进行外源基因重组表达，但是将木聚糖酶基因连接到含有自主复制序列的游离表达载体上，然后转化至已整合表达木聚糖酶基因的毕氏酵母中，可得到表达游离重组质粒的毕氏酵母重组菌。推测自主复制序列具有_____的功能。

(5) 研究员以还原糖为原料的发酵基质，探究了酿酒酵母（S.C）、毕氏酵母（P.F）、酿酒酵母和毕氏酵母同时接种（SO）、毕氏酵母和酿酒酵母先后接种（间隔 48 h，S48）四种不同发酵体系的发酵情况，实验结果如图所示。从实验结果可知，毕氏酵母单独发酵的特点是_____；能够提高酿酒效率的最佳发酵体系是_____，依据是_____。



不同模拟发酵体系中还原糖和乙醇的变化情况

【答案】(12分, 除标明外, 每空1分)

- 两端 合成(特定的)引物
- 退火温度偏低、引物特异性差、循环次数过多等
- EcoRI、NotI 破坏复制原点 (Ori)、会导致启动子及自主复制序列 (PARS) 丢失等 (2分)
- 启动重组质粒复制
- 还原糖消耗少且慢, 乙醇产生少且慢 (2分) SO (S. C+P. F 同时接种) 该体系可更快速的产生更多的乙醇 (2分)

【分析】PCR技术的条件: 模板DNA、四种脱氧核苷酸、一对引物、热稳定DNA聚合酶 (Taq酶); PCR的操作过程: ①高温变性: DNA解旋过程 (PCR扩增中双链DNA解开不需要解旋酶, 高温条件下氢键可自动解开); 低温复性: 引物结合到互补链DNA上; ③中温延伸: 合成子链。

【详解】(1) PCR扩增时, 需要一对引物, 故对XynA进行PCR扩增时并不需要知道XynA全部的核苷酸序列, 但是必须知道XynA两端的核苷酸序列, 以便合成(特定的)引物。

(2) PCR的一次循环包括变性、复性和延伸, 每个过程应注意适宜的温度和引物适宜的长度等, 且循环次数通常为30次左右, 若退火温度偏低、引物特异性差、循环次数过多等, 可能导致PCR产物中出现部分非目标序列。

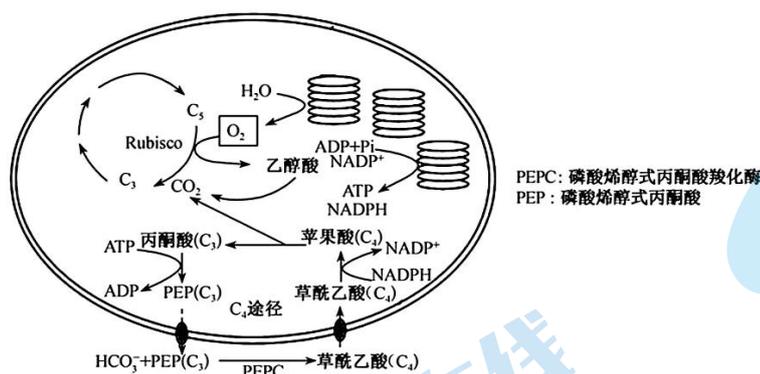
(3) 分析题意, 该操作中的目的基因是XynA, 结合图示重组质粒XynA两端的酶可推测, 切割原质粒和XynA的限制酶最可能是EcoRI、NotI; 分析题图可知, 由于限制酶PstI会破坏复制原点 (Ori)、会导致启动子及自主复制序列 (PARS) 丢失等, 故不建议用限制酶PstI构建重组质粒。

(4) 由题干信息“在毕氏酵母表达系统中均是构建整合型重组菌株进行外源基因重组表达, 但是将木聚糖酶基因连接到含有自主复制序列的游离表达载体上, 然后转化至已整合表达木聚糖酶基因的毕氏酵母中”可知, 重组质粒复制需要自主复制序列的启动, 及自主复制序列具有启动重组质粒复制的功能。

(5) 据图可知, 与其他组别相比, 毕氏酵母 (P. F) 单独发酵的特点是还原糖消耗少且慢, 乙醇产生少且慢; 图示SO (S. C+P. F同时接种) 体系的还原糖消耗速率快, 且产生的乙醇相对最多, 即该体系可更快速的产生更多的乙醇, 故是能够提高酿酒效率的最佳发酵体系。

19. 夏日正午的阳光强烈, 沉水植物海菜花光合作用旺盛, 产生大量的O₂使水体的溶解氧处于饱和状态。此时水体中的CO₂被大量消耗, 会诱导海菜花启动C₄代谢途径, 过程如图所示。在低CO₂和高O₂情况下,

Rubisco 酶催化加氧反应，即吸收 O_2 产生 CO_2 ，该反应过程称为光呼吸。回答下列问题：



(1) 海菜花光反应发生的场所是_____，图中为光合作用提供原料的无机物有水分和_____（答两种）等。海菜花叶肉细胞中丙酮酸产生的场所有_____。

(2) 在高 O_2 低 CO_2 条件下， C_3 发生氧化并产生光呼吸的底物_____；在强光下，光反应转换的能量超过暗反应的需要时，会对细胞造成伤害，此时光呼吸可对细胞起到保护作用，原因是_____。光呼吸是一种_____（填“吸能”或“放能”）反应。

(3) 图中催化 CO_2 固定的两种酶（PEPC、Rubisco）中，与 CO_2 (HCO_3^-) 亲和力较高的是 PEPC，原因是_____。

(4) 科研人员根据对光呼吸机理的研究，利用基因编辑技术设计了以下实验：A 组实验，即在海菜花叶绿体中完成光呼吸全过程的替代途径，该途径乙醇酸也能降解并产生 CO_2 ；B 组实验，即在基因编辑基础上同时利用 RNA 干扰技术，降低叶绿体膜上乙醇酸转运蛋白的表达量；C 组实验为不作基因编辑。检测三种不同类型植株的光合速率发现 B 组光合速率最高，分析其原因可能是_____，进而促进光合作用过程。

【答案】（12 分，除标明外，每空 1 分）

(1) （叶绿体）类囊体薄膜 CO_2 、 HCO_3^- 叶绿体基质和细胞质基质（2 分）

(2) 乙醇酸 光呼吸可消耗过剩的能量 ATP 和 NADPH 吸能（2 分）

(3) 与 Rubisco 相比，PEPC 能固定和利用较低浓度的 CO_2 （2 分）

(4) 乙醇酸转运蛋白减少，使叶绿体内乙醇酸浓度升高，乙醇酸降解产生大量 CO_2 ，用于暗反应；基因编辑后降解乙醇酸产生 CO_2 的速率更快，效率更高等（2 分）

【分析】根据暗反应过程分析可知，二氧化碳与五碳化合物生成三碳化合物的过程不需要消耗光反应产生的 ATP，而三碳化合物的还原需要。

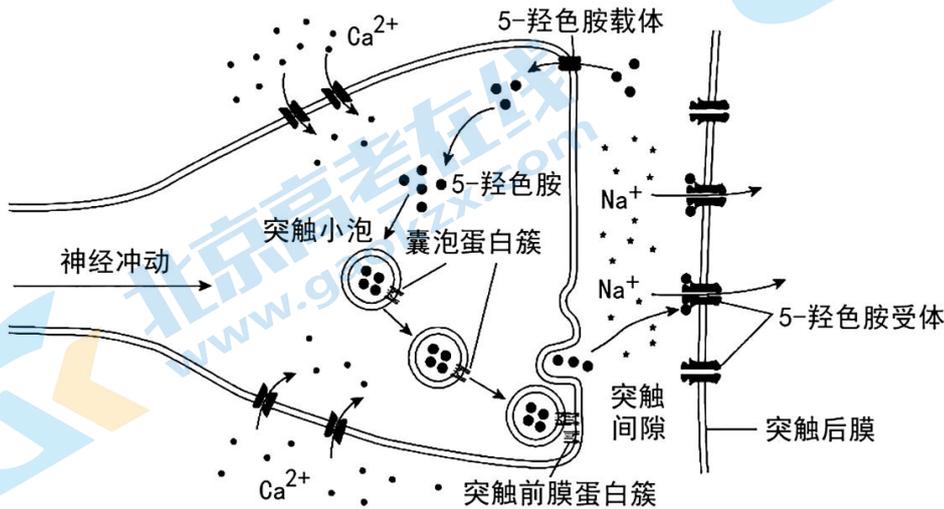
【详解】(1) 光反应发生的场所是（叶绿体）类囊体薄膜，图示中光合作用提供原料的无机物有水分和 CO_2 、 HCO_3^- 。海菜花叶肉细胞中丙酮酸产生的场所有叶绿体基质和细胞质基质。

(2) 在高 O_2 低 CO_2 条件下， C_3 发生氧化并产生光呼吸的底物乙醇酸，光呼吸可消耗过剩的能量 ATP 和 NADPH，因此光呼吸可对细胞起到保护作用，说明光呼吸是一种吸能反应。

(3) 与 Rubisco 相比，PEPC 能固定和利用较低浓度的 CO_2 ，因此与 PEPC 对 CO_2 (HCO_3^-) 亲和力较高。

(4) 由于乙醇酸转运蛋白减少，使叶绿体内乙醇酸浓度升高，乙醇酸降解产生大量 CO_2 ，用于暗反应；基因编辑后降解乙醇酸产生 CO_2 的速率更快，效率更高等原因进而促进光合作用过程，导致 B 组光合速率最高。

20. 人的情绪是由激发情绪的刺激传到大脑的情绪中枢后而产生，人体在长期的精神压力下，相关刺激通过神经系统作用于下丘脑，再通过相关激素的分级调节使肾上腺皮质分泌的糖皮质激素含量升高。5-羟色胺是使人产生愉悦情绪的神经递质，下图表示 5-羟色胺在突触间传递信号的过程，请回答下列问题：



(1) 正常机体内需要源源不断产生激素，以维持激素含量的动态平衡的原因是_____。健康人体内糖皮质激素浓度不会持续过高，其体内的_____调节机制保证了激素分泌的稳态。长期的精神压力引起糖皮质激素分泌增加的调节方式是_____调节。

(2) 据图判断 5-羟色胺是一种_____（填“兴奋”或“抑制”）性神经递质，依据是_____。

(3) 科学研究发现，人体在长期的情绪压力下，糖皮质激素的持续升高会影响到 5-羟色胺在突触间传递信号的过程，而此时神经细胞内 5-羟色胺的量没有改变，囊泡蛋白簇数量显著降低，据此分析持续“情绪压力”引起心境低落的机理是：_____，使激发情绪的刺激不能正常传到大脑的情绪中枢而产生心境低落。

(4) 我们可以通过学会控制情绪，放松心情，适当锻炼身体来达到减缓学习压力，个别焦虑严重的同学可以口服药物如 SSRI 等来缓解症状，SSRI 可以选择性地抑制突触前膜的 5-羟色胺载体，阻止神经递质的回收，进而提高_____含量，从而改善焦虑症状。

【答案】（10 分，除标明外，每空 1 分）

(1) 激素一经靶细胞接受并起作用后就被灭活 反馈/负反馈 神经—体液

(2) 兴奋 5-羟色胺与受体结合后引起 Na^+ 内流（2 分）

(3) 持续情绪压力导致糖皮质激素持续升高，糖皮质激素通过降低囊泡蛋白簇的数量使 5-羟色胺释放量减少（2 分）

(4) 突触间隙内的 5-羟色胺（2 分）

【分析】 由图可知，当神经冲动到达突触前神经元轴突末梢时，膜上钙离子的通道打开，钙离子内流，而引起突触小泡的囊泡蛋白簇与突触前膜蛋白簇结合，进而突触小泡膜与突触前膜融合，5-羟色胺以胞吐的

方式释放到突触间隙，经扩散与突触后膜上的 5-羟色胺受体结合，突触后膜上的钠离子通道打开，钠离子内流，导致突触后神经元兴奋，信号就通过突触从一个神经元传递到另一个神经元。随后，5-羟色胺与其受体分开，并被回收进细胞，以免持续发挥作用。

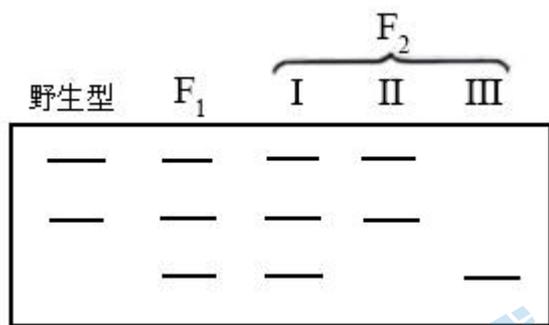
【详解】(1) 激素作为信号分子，一经靶细胞接受并起作用后就被灭活，所以正常机体内需要源源不断产生激素，以维持激素含量的动态平衡。下丘脑对肾上腺进行分级调节，下丘脑分泌促肾上腺皮质激素释放激素促进垂体分泌促肾上腺皮质激素，促肾上腺皮质激素促进肾上腺分泌糖皮质激素，血液中糖皮质激素浓度过高时会抑制垂体和下丘脑的合成分泌活动，使糖皮质激素浓度不会持续过高，这是负反馈调节。人体在长期的精神压力下，相关刺激通过神经系统作用于下丘脑，下丘脑通过分泌激素对肾上腺进行分级调节，从而使糖皮质激素分泌增多，该过程为神经—体液调节。

(2) 由图可知：释放到突触间隙的 5-羟色胺与其受体结合后，引起钠离子内流，使突触后膜产生动作电位，据此可判断 5-羟色胺是一种兴奋性神经递质。

(3) 人体在长期的情绪压力下，糖皮质激素持续升高，此时神经细胞内 5-羟色胺的量没有改变，囊泡蛋白簇数量显著降低，据此可推知：糖皮质激素是通过降低囊泡蛋白簇的数量使 5-羟色胺释放量减少，最终导致个体愉悦感降低，引起心境低落。

(4) 药物 SSRI 可以选择性地抑制突触前膜的 5-羟色胺载体，阻止神经递质的回收，可使突触间隙的 5-羟色胺回收减少，进而提高突触间隙内的 5-羟色胺含量，从而改善焦虑症状。

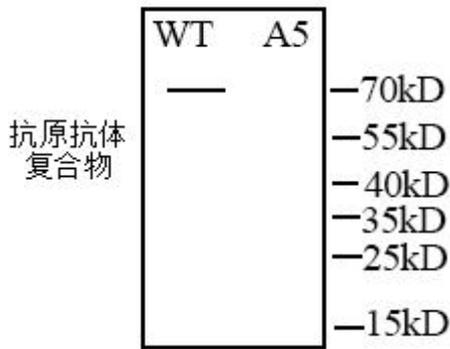
21. 玉米是我国第一大粮食作物，有较高的经济价值。矮化玉米株型紧凑，通风透光、适合密植，可有效减少玉米倒伏，提高玉米产量。现利用甲基磺酸乙酯 (EMS) 诱变野生型玉米 WT 获得玉米矮化突变体，并通过连续自交得到纯合体，即为突变体 A5。现将 A5 与野生型杂交获得 F_1 ， F_1 自交得到 F_2 ，其中部分个体相关基因的电泳结果如图所示。回答下列问题：



(1) 玉米为单性花，杂交育种时的操作流程是_____。与杂交育种相比，理论上能更快获得 A5 的育种方法是_____。

(2) 根据题意判断，突变型为_____性状。理论上， F_2 个体在电泳时能产生 I、II、III 带型的数量比是_____。

(3) 进一步研究发现，在 A5 的 mRNA 上距离起始密码子 474 个核苷酸的位置出现了终止密码子，使_____，进而导致 O₂ 蛋白合成异常。通过抗原—抗体杂交技术对 A5 与 WT 玉米的 O₂ 蛋白进行检测，结果如图所示。A5 无条带的原因可能是_____。



(4)根据突变体对赤霉素的敏感程度，可将玉米矮秆突变分为赤霉素敏感型和赤霉素钝感型。赤霉素敏感型突变是玉米体内赤霉素合成的通路被阻断；赤霉素钝感型突变是赤霉素合成正常，但赤霉素信号转导通路受阻。欲探究 A5 是赤霉素敏感型还是赤霉素钝感型，请设计实验进行探究并预期实验结果。

实验思路：_____；

预期实验结果：_____。

【答案】（16 分，每空 2 分）

(1) 套袋→人工授粉→再套袋 单倍体育种

(2) 显性 2:1:1

(3) 肽链的合成提前终止 错误翻译的 O₂蛋白可能被机体识别并快速降解了

(4) 实验思路：对 A5 幼苗喷施适宜浓度的外源赤霉素，观察其生长状况 预期实验结果：若 A5 株高可恢复正常，则说明 A5 是赤霉素敏感型突变体；若 A5 株高无法恢复正常，则说明 A5 是赤霉素钝感型突变体

【分析】电泳依据 DNA 分子量的大小分离 DNA 分子，DNA 分子越大，移动速率越慢，反之越快。

【详解】(1) 玉米为单性花，杂交育种时的操作流程是套袋→授粉→套袋；与杂交育种相比，单倍体育种能极大的缩短育种年限，因此能更快获得 A5。

(2) 据图分析，A5 与野生型杂交获得 F₁，F₁ 均为突变型，因此 推断突变型为显性性状；假设该形状由一对基因控制 (A/a)，F₁Aa 自交，F₂ 中 AA: Aa: aa=1: 2: 1，因此理论上，F₂个体在电泳时能产生I、II、III带型的数量比是 2: 1: 1。

(3) 在 A5 的 mRNA 上距离起始密码子 474 个核苷酸的位置出现了终止密码子，会导致肽链的合成提前终止，进而导致 O₂蛋白合成异常。错误翻译的 O₂蛋白可能被机体识别并快速降解了，进而导致 A5 无条带。

(4) 实验思路：对 A5 幼苗喷施适宜浓度的外源赤霉素，观察其生长状况

预期实验结果：若 A5 株高可恢复正常，则说明 A5 是赤霉素敏感型突变体；若 A5 株高无法恢复正常，则说明 A5 是赤霉素钝感型突变体