

2023-2024 学年度 12 月学情调研试卷

高三生物

考生注意：

1. 本试卷考试时间为 75 分钟，试卷满分 100 分，考试形式闭卷；
2. 本试卷中所有试题必须作答在答题卡上规定的位置，否则不给分；
3. 答题前，务必将自己的姓名、准考证号用 0.5 毫米黑色墨水签字笔填写在试卷及答题卡上

一、单项选择题，共 14 题，每题 2 分，共 28 分。每题只有一个选项最符合题意

1. 下列有关组成细胞的元素和化合物的叙述，正确的是（ ）
 - A. 蔗糖无法进入植物细胞，却是植物体内光合产物的主要运输形式
 - B. 人体中氨基酸共有 21 种，都可作为组成蛋白质的单体还可作为神经递质等
 - C. 辅酶I和辅酶II的化学本质是蛋白质，两者的主要元素是 C、H、O、N
 - D. 植物脂肪大多含有不饱和脂肪酸，室温下呈液态

【答案】D

【解析】

【详解】磷脂的组成元素为 C、H、O、N、P；蛋白质的基本单位是氨基酸，大约有 21 种。

【点睛】A、蔗糖分子可以进入植物细胞，蔗糖是光合作用的主要产物，也是植物光合作用远距离运输的主要形式，A 错误；

B、人体中氨基酸共有 21 种，可作为组成蛋白质的单体，但不是所有氨基酸都可作为神经递质，B 错误；

C、辅酶I和辅酶II是有机小分子，化学本质不是蛋白质，C 错误；

D、植物脂肪大多含有不饱和脂肪酸，熔点低，室温下呈液态，D 正确。

故选 D。

2. 肌细胞中 Ca^{2+} 储存在肌细胞特殊内质网——肌浆网中。肌细胞膜特定电位变化引起肌浆网上钙离子通道打开，大量钙离子进入细胞质，引起肌肉收缩后，肌浆网膜上的 Ca^{2+} -ATP 酶将细胞质中的 Ca^{2+} 运回肌浆网。下列相关叙述错误的是（ ）
 - A. Ca^{2+} -ATP 酶在运输钙离子的过程中会发生空间结构的变化
 - B. Ca^{2+} -ATP 酶以主动运输方式将细胞质中的 Ca^{2+} 运回肌浆网
 - C. 肌浆网有调节肌浆中 Ca^{2+} 浓度的作用
 - D. 钙离子进出肌浆网的过程都涉及 ATP 和 ADP 的相互转化

【答案】D

【解析】

【分析】1、被动运输：物质以扩散的方式进出细胞，不需要消耗细胞内化学反应所释放的能量，这种物质跨膜运输方式称为被动运输，包括自由扩散和协助扩散。

2、主动运输：物质逆浓度梯度进行跨膜运输，需要载体蛋白的协助，同时还需要消耗细胞内化学反应释放的能量，这种方式叫做主动运输。

3、胞吞、胞吐：消耗细胞呼吸提供的能量，依赖细胞膜的流动性。

【详解】A、钙离子运输的过需要 Ca^{2+} -ATP 酶作为载体蛋白，载体蛋白在运输过程中会发生空间结构的变化，A 正确；

B、细胞质中的 Ca^{2+} 运回肌浆网既需要 Ca^{2+} -ATP 酶作为载体蛋白，又需要 Ca^{2+} -ATP 酶催化 ATP 水解释放能量的驱动，故其跨膜运输方式是主动运输，B 正确；

C、肌细胞膜特定电位变化导致大量钙离子进入细胞质，引起肌肉收缩后，细胞质中的 Ca^{2+} 又会被运回肌浆网，说明肌浆网有调节肌浆中 Ca^{2+} 浓度的作用，C 正确；

D、钙离子进肌浆网的过程属于主动运输，需要消耗 ATP，涉及 ATP 和 ADP 的相互转化；钙离子运出肌浆网的过程属于协助扩散，不需要消耗 ATP，不涉及 ATP 和 ADP 的相互转化，D 错误。

故选 D。

3. 肝糖原在 G-6-磷酸酶等酶的作用下分解成葡萄糖，然后通过细胞膜上的透性酶逐步释放到血液中。下列叙述正确的是（ ）

A. 因为肌肉细胞中没有 G-6-磷酸酶，所以肌糖原不能分解

B. 糖原是动物细胞中的储能物质，主要存在于人和动物的肝脏、肌肉及内环境中

C. 高尔基体与透性酶的合成、加工、包装和膜泡运输密切相关

D. 透性酶是肝脏细胞膜上的一种载体蛋白

【答案】D

【解析】

【分析】与血糖调节相关的激素主要是胰岛素和胰高血糖素，其中胰岛素是机体内唯一能够降低血糖的激素，胰岛素能促进全身组织细胞加速摄取、利用和储存葡萄糖，从而降低血糖浓度；胰高血糖素能促进糖原分解，并促进一些非糖物质转化为葡萄糖，从而使血糖浓度升高。

【详解】A、肌糖原的分解产物是乳酸或彻底氧化为水和二氧化碳，因为肌肉细胞中没有 G-6-磷酸酶，所以肌糖原不能直接分解为葡萄糖，A 错误；

B、糖原是动物细胞的储能物质，可以参与血糖平衡的调节，主要存在于人和动物的肝脏细胞和肌细胞中，内环境中不存在肝糖原，B 正确；

C、透性酶是一种载体蛋白，载体蛋白在核糖体上合成，因此高尔基体与透性酶的加工、包装和膜泡运输

密切相关，与其合成无关，C 错误；

D、透性酶参与葡萄糖的运输，是肝脏细胞膜上的一种载体蛋白，D 正确。

故选 D。

4. 在氧气充足条件下，肿瘤细胞的能量供应仍主要依赖效率较低的糖酵解途径，并产生大量乳酸。甘油醛-3-磷酸脱氢酶（GAPDH）是该途径中的一个关键酶。下列说法错误的是（ ）

- A. 细胞发生癌变的根本原因是基因突变。
- B. 有氧无氧条件下该过程均能产生 ATP
- C. 癌细胞中产生 CO₂的主要场所是细胞质基质
- D. 可用 GAPDH 活性抑制剂治疗癌症，但副作用较大

【答案】C

【解析】

【分析】细胞呼吸分为有氧呼吸和无氧呼吸两种类型，其中有氧呼吸指细胞在 O₂ 的参与下，通过多种酶的催化作用，把葡萄糖等有机物彻底氧化分解，产生二氧化碳和水，释放能量，生成大量 ATP 的过程，场所在细胞质基质和线粒体；无氧呼吸只在细胞质基质中进行。

【详解】A、细胞发生癌变的根本原因是细胞中原癌基因和抑癌基因发生了突变，A 正确；

B、糖酵解途径是指细胞在胞浆中分解葡萄糖生成丙酮酸的过程，此过程中伴有少量 ATP 的生成，该过程既可在有氧，也可在无氧条件下发生，B 正确；

C、癌细胞能通过有氧呼吸第二阶段产生 CO₂，场所为线粒体基质，C 错误；

D、可通过抑制 GAPDH 的活性可以抑制糖酵解过程，进而抑制肿瘤细胞增殖，D 正确。

故选 C。

5. 菜粉蝶的性别决定方式为 ZW 型。其眼睛的颜色赤色与青色由基因 B 和 b 控制，而翅缘的黑色和灰色由基因 D 和 d 控制。现用一只纯合黑翅缘赤眼雌菜粉蝶与一只纯合灰翅缘青眼雄菜粉蝶杂交，F₁ 雌菜粉蝶表现为黑翅缘青眼，F₁ 雄菜粉蝶表现为黑翅缘赤眼。让 F₁ 雌雄菜粉蝶自由交配，F₂ 的表现型及比例为：黑翅缘赤眼（♀）：黑翅缘青眼（♀）：黑翅缘赤眼（♂）：黑翅缘青眼（♂）：灰翅缘赤眼（♂）：灰翅缘青眼（♂）=4：4：3：3：1：1。下列有关叙述正确的是（ ）

- A. 控制菜粉蝶眼色的基因与翅缘颜色的基因均表现为伴性遗传
- B. F₁ 雌雄菜粉蝶产生配子时因发生交叉互换而导致 F₂ 表现出多种表现型
- C. F₂ 的黑翅缘赤眼菜粉蝶共有 5 种基因型，其中纯合子有 2 种
- D. 若 F₂ 中黑翅缘赤眼（♀）与黑翅缘青眼（♂）杂交，后代雌性中性状分离比为 5：1

【答案】C

【解析】

【分析】菜粉蝶的性别决定方式为ZW型，ZZ为雄性，ZW为雌性，现用一只纯合黑翅缘赤眼雌菜粉蝶与一只纯合灰翅缘青眼雄菜粉蝶杂交，F₁雌菜粉蝶表现为黑翅缘青眼，F₁雄菜粉蝶表现为黑翅缘赤眼，可知亲代基因型为DDZ^BW×ddZ^bZ^b，F₁为DdZ^bW、DdZ^BZ^b，F₁自由交配，F₂的表现型及比例为：黑翅缘赤眼（♀）：黑翅缘青眼（♀）：黑翅缘赤眼（♂）：黑翅缘青眼（♂）：灰翅缘赤眼（♂）：灰翅缘青眼（♂）=4：4：3：3：1：1。根据实验可知，菜粉蝶F₁、F₂的性状比例可知，在亲本P和F₁中，雌性和雄性眼色正好相反，且统计F₂中青眼和赤色的比例为1：1，所以判断控制眼色的基因位于Z染色体上，且显性基因A控制的眼色为赤眼；分析P、F₁、F₂的翅缘颜色，发现灰色只出现在雄性中，但不遵循伴性遗传规律，所以翅色的遗传体现了从性遗传现象的特征，且DD、Dd、dd的雌性个体均为黑翅缘，DD、Dd的雄性个体均为黑翅缘，bb的雄个体为灰翅缘。

【详解】A、根据实验可知，菜粉蝶F₁、F₂的性状比例可知，在亲本P和F₁中，雌性和雄性眼色正好相反，且统计F₂中青眼和赤色的比例为1：1，所以判断控制眼色的基因位于Z染色体上，且显性基因A控制的眼色为赤眼；分析P、F₁、F₂的翅缘颜色，发现灰色只出现在雄性中，但不遵循伴性遗传规律，所以翅色的遗传体现了从性遗传现象的特征，A错误；

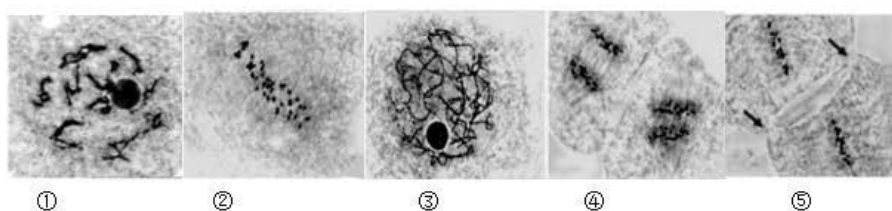
B、F₁雌雄菜粉蝶产生配子时自由组合导致F₂表现出多种表现型，B错误；

C、DD、Dd、dd的雌性个体均为黑翅缘，DD、Dd的雄性个体均为黑翅缘，bb的雄个体为灰翅缘；F₂的黑翅缘赤眼菜粉蝶共有DDZ^BW、DdZ^BW、ddZ^BW、DdZ^BZ^b、DD^BZ^b5种基因型，其中纯合子有2种，C正确；

D、若F₂中黑翅缘赤眼（♀）与黑翅缘青眼（♂）杂交，后代雌性中均为黑翅缘青眼，D错误。

故选C。

6. 同源四倍体水稻是二倍体水稻（2n=24）经过染色体加倍获得的新品种，下图是显微镜下的该种水稻花药减数分裂细胞中染色体的形态、位置和数目。下列相关叙述正确的是（ ）



- A. 该水稻经减数分裂形成的花粉细胞中不含有同源染色体
B. 正常情况下，图④中每条染色体上有1个DNA分子
C. 图①可以发生基因的自由组合，且重组性状可以遗传给下一代
D. 四倍体水稻与二倍体水稻相比有生物产量较高、蛋白质含量较高等优点

【答案】B

【解析】

【分析】减数分裂是有性生殖的生物产生生殖细胞时，从原始生殖细胞发展到成熟生殖细胞的过程，这个过程中 DNA 复制一次，细胞分裂两次，产生的生殖细胞中染色体数目是本物种体细胞中染色体数目的一半。

【详解】A、同源四倍体水稻是二倍体水稻（ $2n=24$ ）经过染色体加倍获得的新品种，该水稻经减数分裂形成的花粉细胞中仍含同源染色体，A 错误；

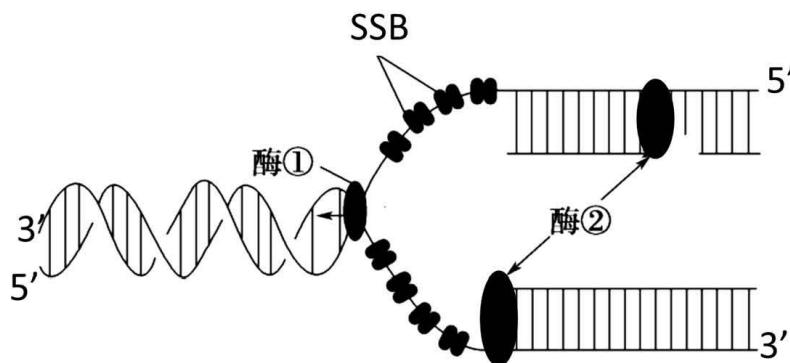
B、依据题干“同源四倍体水稻是二倍体水稻（ $2n=24$ ）经过染色体加倍获得的新品种”，故该水稻中染色体为 $4n=48$ 条，结合分析，正常情况下，图④为减数第二次分裂后期，此时期每个细胞的染色体数目应等于精原细胞中染色体数目，即 48 条，每条染色体上有 1 个 DNA 分子，B 正确；

C、图①为减数第一次分裂前期（存在染色体联会行为），而基因的自由组合发生在减数第一次分裂后期，C 错误；

D、四倍体水稻（多倍体）通常发育延迟、结实率低，故与二倍体水稻相比生物产量较低，D 错误。

故选 B。

7. DNA 分子复制时，解旋后的 DNA 单链极不稳定，可重新形成双链 DNA，但在细胞内存在大量的 DNA 单链结合蛋白（SSB），能很快与 DNA 单链结合，从而阻止 DNA 的重新螺旋。当新 DNA 链合成到某一位置时，SSB 会自动脱落。下图表示细胞核中 DNA 分子复制的部分过程，下列说法错误的是（ ）



- A. 酶①的作用是完成 DNA 分子中遗传信息的暴露，利于子链合成
- B. 酶②在解旋酶、SSB 后起作用，需模板和引物，催化方向是 $5' \rightarrow 3'$ 端
- C. SSB 与 DNA 间易形成磷酸二酯键也易断裂，便于 SSB 的结合和脱落
- D. 复制形成的两个子代 DNA 分子随着丝粒的分裂而分开

【答案】C

【解析】

【分析】DNA 分子复制的过程：①解旋：解旋酶将 DNA 双螺旋的两条链解开；②合成子链：DNA 聚合

酶以解开的每一条母链为模板，以细胞中游离的四种脱氧核苷酸为原料，按照碱基互补配对原则，各自合成与母链互补的一条子链。③形成子代 DNA：每条子链与其对应的母链盘绕成双螺旋结构。从而形成 2 个与亲代 DNA 完全相同的子代 DNA 分子。

【详解】A、分析题图可知，酶①为解旋酶，能将 DNA 双螺旋的两条链解开，暴露遗传信息，利于子链合成，A 正确；

B、分析题图可知，酶②为 DNA 聚合酶，在解旋酶、SSB 后起作用，能以解开的每一条母链为模板，以细胞中游离的四种脱氧核苷酸为原料合成与母链互补的 DNA 子链，且催化方向为 5'→3'端，B 正确；

C、SSB 是一种蛋白质，与 DNA 之间不能形成磷酸二酯键，C 错误；

D、通过 DNA 复制形成的两个子代 DNA 分子随着丝粒的分裂而分开，从而分配到子细胞中，D 正确。

故选 C。

8. 2021 年 9 月我国神舟十三号载人飞船圆满完成航天任务，随航天员返回地球的，还有 22 株用于航天育种实验的人体肠道益生菌。2022 年 12 月，携带有水稻种子的神舟十四号安全返航。下列有关叙述错误的是（ ）

- A. 返回地球的益生菌体内的染色体数目或结构可能发生改变
- B. 同一批次进入太空的不同水稻种子可产生不同的突变性状
- C. 益生菌的遗传物质是 DNA，受到太空辐射易发生基因突变
- D. 航天育种能创造出地面其他育种方法难以获得的罕见新基因资源

【答案】A

【解析】

【分析】可遗传的变异包括基因突变、基因重组和染色体变异：（1）基因突变是指基因中碱基对的增添、缺失或替换；（2）基因重组是指在生物体进行有性生殖的过程中，控制不同性状的非等位基因重新组合；（3）染色体变异包括染色体结构变异（重复、缺失、易位、倒位）和染色体数目变异。

【详解】A、细菌为原核生物，无以核膜为界限的细胞核，不含有染色体，不会发生染色体变异，A 错误；

B、基因突变具有不定向性，同一批次进入太空的不同水稻种子可产生不同的突变性状，B 正确；

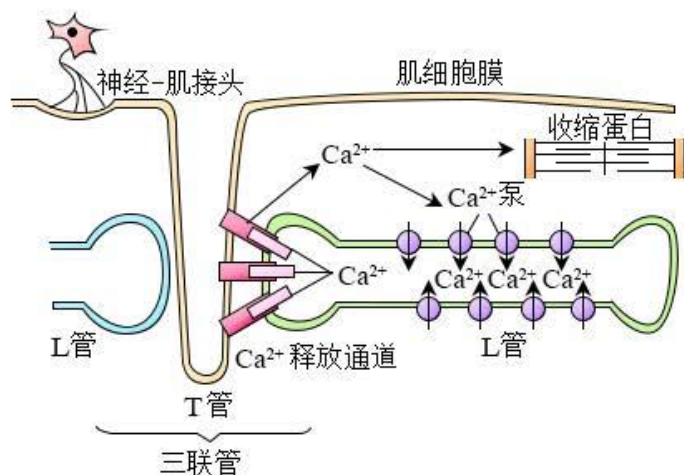
C、益生菌具有细胞结构，遗传物质是 DNA，受到太空辐射易发生基因突变，C 正确；

D、航天育种的原理是基因突变，基因突变是不定向的，可能会出现一些意想不到的变异，从而创造出地面其他育种方法难以获得的罕见的新基因资源，D 正确。

故选 A。

9. 将肌细胞产生动作电位的兴奋过程和肌细胞收缩的机械过程联系起来的中介过程，称为兴奋—收缩耦联，过程如图所示三个主要步骤：电兴奋通过 T 管（横管）系统传向肌细胞的深处；三联管结构处将信息传

递至 Ca^{2+} 释放通道, L 管对 Ca^{2+} 的释放。钙泵是一种 Ca^{2+} 依赖式 ATP 酶, 可以分解 ATP 获得能量使 Ca^{2+} 逆浓度梯度转运, 从而实现 L 管对 Ca^{2+} 的回收。下列说法正确的是 ()



- A. 图中的三联管结构是一种特殊的突触结构
- B. 若肌细胞的横管被破坏, 则肌细胞接头处不会产生动作电位
- C. Ca^{2+} 大量释放进入细胞质基质与收缩蛋白结合引起肌肉收缩
- D. 静息状态时, L 管外侧的 Ca^{2+} 浓度高于内侧

【答案】C

【解析】

【分析】兴奋在神经纤维上的传导是以电信号的形式进行的, 兴奋传导的方向与膜内局部电流方向相同, 与膜外局部电流方向相反。兴奋经过突触处存在电信号—化学信号—电信号的转换。

【详解】A、图中的神经—肌接头是一种特殊的突触结构, 实现电信号到化学信号再到电信号的转化, A 错误;

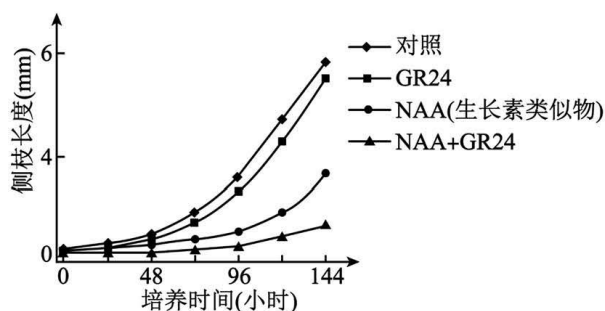
B、若肌细胞的横管被破坏, 肌细胞接头处会产生动作电位, 但可能导致电信号不能传导至 L 管处, Ca^{2+} 释放通道无法正常释放 Ca^{2+} , B 错误;

C、有图可知, Ca^{2+} 大量释放进入细胞质基质, 与收缩蛋白结合可引起肌肉收缩, C 正确;

D、静息状态时, 肌肉为舒张状态, 此时细胞质基质 (L 管外侧) 处的 Ca^{2+} 浓度应低于 L 管中的, D 错误。

故选 C。

10. 独脚金内酯 (GR24) 近年被证明为一种在植物中普遍存在的新型植物激素。为了进一步研究 GR24 的作用机理, 科研人员用野生型植物对照进行实验, 据图分析正确的是 ()



- A. GR24 在植物体内一定部位产生，在棉花体内大量存在
- B. GR24 对侧枝生长没有直接的明显抑制作用
- C. GR24 可能通过抑制 NAA 的作用抑制侧枝生长
- D. GR24 的作用具有低浓度促进高浓度抑制的特点

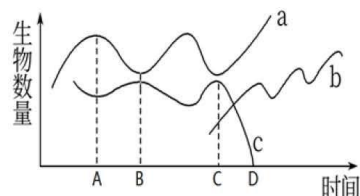
【答案】B

【解析】

【分析】植物激素：由植物体内产生，能从产生部位运送到作用部位，对植物的生长发育有显著影响的微量有机物，叫作植物激素。植物激素作为信息分子，几乎参与调节植物生长、发育过程中的所有生命活动。

- 【详解】A、GR24 在植物体内一定部位产生的微量有机物，在棉花体内含量很少，A 错误；
- B、分析题图可知，GR24 处理组和对照组相比，侧枝长度差别不大，说明其自身对侧枝生长没有直接的明显抑制作用，B 正确；
- C、分析题图可知，GR24 单独使用抑制侧枝生长作用不明显，NAA 可抑制侧枝生长，NAA+GR24 组抑制作用更显著，推测 GR24 可能通过促进 NAA 的作用抑制侧枝生长，C 错误；
- D、图中 GR24 处理组实验曲线的含义是在一定浓度的 GR24 处理下，侧枝长度随时间变化曲线，因此本实验只选取了一个 GR24 溶液浓度进行的实验，其他浓度对侧枝长度的影响本实验未涉及，未能体现 GR24 的作用具有低浓度促进高浓度抑制的特点，D 错误。

11. 研究人员在烧杯中加入一些稻草浸出液，烧杯中的枯草杆菌以其中的有机物为食几天后放入大草履虫，再过一段时间后，放入双小核草履虫，二者均以枯草杆菌为食。三种生物在浸出液中的数量增减情况如图所示。下列叙述正确的是 ()



- A. 调查草履虫的种群密度可以采用标志重捕法
- B. 两种草履虫之间存在原始合作
- C. 如果先放入双小核草履虫再放入大草履虫，三种生物的数量变化与图示相同
- D. 图中各生物之间都存在信息传递

【答案】D

【解析】

【分析】1、种间竞争关系中竞争能力强的生物在竞争中占优势。捕食关系中由于天敌的数量增加导致被捕食者数量减少，被捕食者数量减少又会导致捕食者数量增加减弱或甚至减少。

2、分析题图可知，图中 a 表示的是枯草杆菌的数量变化，b 表示的是双小核草履虫的数量变化，c 表示的是大草履虫的数量变化。

【详解】A、草履虫为单细胞生物，个体微小，可用抽样检测法调查其种群密度，A 错误；

B、两种草履虫均以枯草杆菌为食，二者是种间竞争关系，B 错误；

C、由于双小核草履虫的竞争力大于大草履虫，若先放入双小核草履虫再放入大草履虫，大草履虫不会出现显著增长趋势，因此三种生物的数量变化与图示不同，C 错误；

D、信息传递可发生在同种生物之间，也可发生在不同种生物之间，故图中各生物之间都存在信息传递，D 正确。

故选 D。

12. 许多农业谚语涉及生物学原理在农业生产实践中的应用。相关解释错误的是 ()

- A. “春天粪堆密，秋后粮铺地”：粪肥中的能量流向植物，促进粮食增产
- B. “犁地深一寸，等于上层粪”：犁地松土有利于根部细胞对矿质元素的吸收
- C. “稀三萝，密三箩，不稀不密收九箩”：合理密植可提高单位面积农作物净光合速率
- D. “农家两大宝，猪粪、红花草(豆科植物)”：红花草根上的根瘤菌起到固氮肥田的效果

【答案】A

【解析】

【分析】土壤松土，促进根细胞呼吸作用，有利于主动运输，为矿质元素吸收供应能量。

【详解】A、有机物经过分解者的分解作用之后转变为无机物能被植物吸收利用，但能量不循环，即植物不能直接利用有机物中的能量，A 错误；

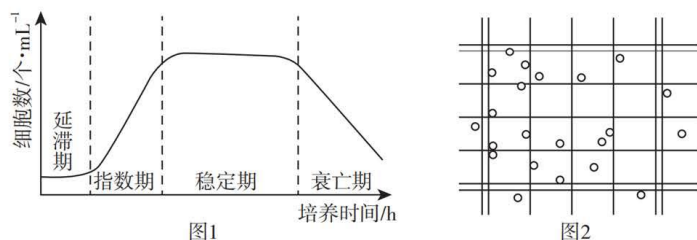
B、犁地松土有利于增加根部细胞有氧呼吸，为根部吸收矿质元素提供能量来源，进而促进根部对矿质元素的吸收，B 正确；

C、稀三箩，密三箩，不稀不密收九箩，说明合理密植可提高单位面积农作物的净光合速率，原因是合理密植可以充分利用光能等资源，C 正确；

D、由于豆科植物与根瘤菌互利共生，豆科植物为根瘤菌提供有机物，而根瘤菌具有固氮的作用，从而达到肥田的效果，D 正确。

故选 A。

13. 酵母菌是常用的生物学实验材料。将少量酵母菌接种到一定体积的培养液中，在适宜条件下培养，每隔一段时间测定培养液中酵母菌数目，得到的酵母菌数目变化曲线如图 1 所示，图 2 为观察到的血细胞计数板的一个中方格。下列分析错误的是（ ）



- A. 在指数期种群年龄结构为增长型，每个酵母菌的合成代谢均大于分解代谢
- B. 实验开始时接种酵母菌数量的多少，会影响到达 K 值所需的时间
- C. 在滴加培养液后应等酵母菌沉降到计数室底部再计数
- D. 利用图 2 的计数方法获得图 1 曲线，需要对酵母菌进行染色排除死亡个体

【答案】A

【解析】

【分析】将生长曲线粗分为 4 个时期：延滞期、指数期、稳定期、衰亡期。

(1) 延滞期：刚刚接种到培养液中的细菌，由于新旧环境差异，在细菌的细胞内就要重新合成相应的诱导酶，以适应新环境；

(2) 指数期：一方面，调整期为细胞分裂做了充分准备，另一方面，营养物质丰富，空间充裕，pH、温度、O₂ 均适宜，即细胞处于无任何环境阻力的理想条件下；微生物个体间无种内竞争，种群年龄组成为增长型，绝大多数细菌细胞内合成代谢远远大于分解代谢，因此出生率远远大于死亡率，导致种群密度上升，出现“J 型生长曲线”；

(3) 稳定期：随着种群密度增大，营养物的耗尽、有害代谢产物的积累、pH 变化，进而使种群进入稳定期，在稳定期，环境阻力明显加大，年龄组成为稳定型，合成代谢=分解代谢，出生率~死亡率，微生物数目达到最高；

(4) 衰亡期：营养物质过度消耗，有害代谢产物大量积累、pH 剧烈变化，外界环境对继续生长越来越不利，阻力进一步加大，种内竞争剧烈，出生率远远小于死亡率、呈负生长，种群密度显著下降，此阶段生长曲线下降。

【详解】A、在指数期，营养物质丰富，空间充裕，pH、温度、O₂均适宜，即酵母菌处于无任何环境阻力的理想条件下，种群年龄组成为增长型。此时，绝大多数酵母菌合成代谢远远大于分解代谢，但也有些细胞衰老而死亡，其合成代谢小于分解代谢，A 错误；

B、K 值大小与接种数量的多少无关，但接种数量的多少会影响到达 K 值所需的时间，B 正确；

C、用血细胞计数板对酵母菌进行计数时，在滴加培养液后应等酵母菌沉降到计数室底部再计数，否则结果会偏小，C 正确；

D、用血细胞计数板对酵母菌进行计数时，由于观察到的细胞中含有死细胞，故需要对酵母菌进行台盼蓝染色排除死亡个体，这样会使实验结构更加精确，D 正确。

故选 A。

14. 下列有关科学发展史的说法正确的是 ()

- A. 希尔使用同位素标记法探究二氧化碳中的碳是如何转化为有机物中的碳
- B. 人鼠细胞的融合实验和基因在染色体上的定位实验均可采用荧光标记的方法
- C. 辛格和尼科尔森通过对细胞膜成分的分析，提出细胞膜的流动镶嵌模型
- D. 沃森、克里克通过密度梯度离心法提出 DNA 半保留复制。

【答案】B

【解析】

【分析】1、同位素标记法：用物理性质特殊的同位素来标记化学反应中原子的去向，就是同位素标记法；

2、密度梯度离心法：不同颗粒之间存在沉降系数差时，在一定离心力作用下，颗粒各自以一定速度沉降，在密度梯度不同区域上形成区带的方法。

【详解】A、卡尔文运用同位素标记法发现卡尔文循环，探明了二氧化碳中的碳是如何转化为有机物中的碳，A 错误；

B、人鼠细胞的融合实验采用荧光标记的方法，表明细胞膜具有流动性；荧光标记法可显示基因在染色体的位置，故基因在染色体上的定位实验也可采用荧光标记的方法，B 正确；

C、辛格和尼科尔森通过对细胞膜功能的分析，提出细胞膜的流动镶嵌模型，C 错误；

D、梅赛尔森和斯塔尔利用同位素标记和密度梯度离心法验证 DNA 的半保留复制，D 错误。

故选 B。

二、多项选择题：共 4 题，每题 3 分，共 12 分。每题有不止一个选项符合题意。每题全选对者得 3 分，选对但不全的得 1 分，错选或不答的得 0 分。

15. 在衰老过程中，线粒体产生的大量氧自由基不仅会对细胞造成直接损伤，还能启动一系列的信号转导途径，促进细胞衰老；线粒体呼吸酶复合物的活性随年龄增长而下降，导致 ATP 生成减少，细胞能量代谢

功能下降，从而导致衰老。雌激素具有良好的抗衰老作用，科学家发现在许多组织细胞的线粒体内均存在雌激素受体。下列叙述错误的是（ ）

- A. 自由基是氧化反应产生的异常活泼的带电分子或基团
- B. 若线粒体中呼吸酶复合物活性完全丧失，则细胞因不再产生 ATP 而衰老死亡
- C. 在线粒体产生的氧自由基促进细胞衰老过程中会发生信息交流
- D. 雌激素可能通过与线粒体外膜上的受体结合来保护线粒体，发挥其抗细胞衰老的作用

【答案】BD

【解析】

【分析】1、细胞衰老的特征：（1）细胞内水分减少，结果使细胞萎缩，体积变小，细胞新陈代谢速率减慢。（2）细胞内多种酶的活性降低。（3）细胞内的色素会随着细胞衰老而逐渐累积，它们会妨碍细胞内物质的交流和传递，影响细胞正常的生理功能。（4）细胞内呼吸速度减慢，细胞核的体积增大，核膜内折，染色质收缩，染色加深。（5）细胞膜通透性功能改变，物质运输功能降低。

2、细胞衰老的自由基学说（1）衰老是由自由基对细胞成分的有害进攻造成的。（2）这里所说的自由基，主要就是氧自由基，因此衰老的自由基理论，其实质就是衰老的氧自由基理论。（3）维持体内适当水平的抗氧化剂和自由基清除剂水平可以延长寿命和推迟衰老。

【详解】A、在动物生命活动中，细胞不断进行各种氧化反应，很容易产生异常活泼的带电分子或基团称为自由基，故自由基是氧化反应产生的异常活泼的带电分子或基团，A 正确；

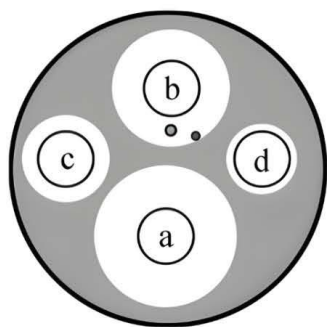
B、细胞质基质中也含有 ATP 合成酶，所以线粒体中呼吸酶复合物活性完全丧失，细胞也能产生 ATP，故若线粒体中呼吸酶复合物活性完全丧失，则细胞还能产生 ATP，而不会因无法产生 ATP 出现衰老死亡，B 错误；

C、线粒体产生的氧自由基攻击蛋白质，使蛋白质活性下降，可间接导致细胞膜通透性改变、物质运输功能降低，故在线粒体产生的氧自由基促进细胞衰老过程中会发生信息交流，C 正确；

D、由题意推测，许多组织细胞的线粒体内均存在雌激素受体，雌激素可能通过与线粒体内的受体结合来保护线粒体，从而发挥其抗细胞衰老的作用，D 错误。

故选 BD。

16. A、B、C、D 四种抗生素均可治疗金黄色葡萄球菌（Sau）引起的肺炎，为选出最佳疗效的抗生素，研究者分别将含等剂量抗生素的四张大小相同的滤纸片 a、b、c、d 置于 Sau 均匀分布的平板培养基上，在适宜条件下培养 48h，结果如图。下列叙述正确的是（ ）



- A. 滤纸片 b 周围抑菌圈中出现的菌落，离抑菌圈越远抗药性越强
- B. 配置培养基时应将培养基的 pH 值调至微酸性
- C. 四种抗生素中，抗生素 A 治疗 *Sau* 感染引起的肺炎效果最好
- D. 在本实验条件下，*Sau* 产生耐药性的突变对其自身而言是有利变异

【答案】CD

【解析】

【分析】培养基：（1）概念：人们按照微生物对营养物质的不同需求，配制出的供其生长繁殖的营养基质；（2）营养构成：各种培养基一般都含有水、碳源、氮源、无机盐，此外还要满足微生物生长对 pH、特殊营养物质以及氧气的要求。例如，培养乳酸杆菌时需要在培养基中添加维生素，培养霉菌时需将培养基的 pH 调至酸性，培养细菌时需将 pH 调至中性或弱碱性，培养厌氧微生物时则需要提供无氧的条件。

【详解】A、滤纸片 b 周围离抑菌圈越远的区域，药性越弱，说明该区域出现的菌落抗药性越弱，A 错误；

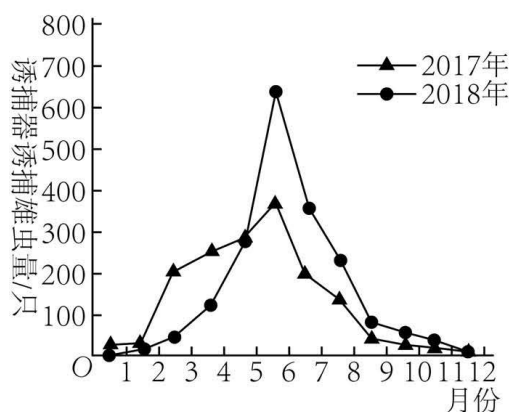
B、金黄色葡萄球菌属于细菌，培养细菌时应把 PH 调至中性或弱碱性，B 错误；

C、实验中可通过抑菌圈的大小来判断抗生素的抑菌效果，含等剂量抗生素接种到培养基上，其中抗生素 A 的抑菌圈最大，治疗 *Sau* 感染引起的肺炎效果最好，C 正确；

D、在本实验中，能够耐药的 *Sau* 才能生存下来，不能耐药的 *Sau* 不能生长繁殖，因此在抗生素的选择下，*Sau* 产生耐药性的变异对 *Sau* 而言是有利变异，D 正确。

故选 CD。

17. 桔小实蝇是热带和亚热带瓜果的主要害虫，某种群的雌雄比例为 1:1，研究人员分别在 2017 年和 2018 年采用诱捕器诱捕桔小实蝇雌雄虫的方法来调查该种群的个体数量，结果如图所示。下列相关叙述正确的是（ ）



- A. 2017年1~6月份桔小实蝇种群数量基本呈“S”形增长
- B. 2018年6月桔小实蝇种群数量达到最大值，约为640只
- C. 推测可知，食物可能影响对桔小实蝇种群数量变化
- D. 可利用桔小实蝇的天敌进行生物防治

【答案】CD

【解析】

【分析】种群数量的变化曲线：1、“J”形增长曲线条件：食物和空间条件充裕、气候适宜、没有敌害。（理想条件下，实验室），无限增长曲线，呈指数增长的曲线，与密度无关。

2、“S”形增长曲线条件：资源和空间都是有限的，与密度有关。

【详解】A、2017年，5-6月份桔小实蝇种群数增长高于3、4月份，不符合“S”形曲线增长速率先增大后减小的特点，A错误；

B、640头只是2018年6月每诱捕器捕获的雄蝇数量，不代表种群总量，B错误；

C、由图可知，热带和亚热带瓜果成熟期应为7~8月，此时桔小实数量增加，8月下旬果实基本采收完毕，小实数量急速下降，说明桔小实蝇种群数量变化主要受食物的影响，C正确；

D、对农业害虫进行防治时，可考虑引入其天敌进行生物防治，D正确。

故选CD。

18. 实验材料和处理方法的选择对实验结果有着重要作用，下列相关叙述错误的有（ ）

- A. 验证酶的专一性的实验中，向麦芽糖和淀粉溶液中加入淀粉酶，利用斐林试剂进行鉴定
- B. 观察细胞质壁分离实验中，选用红色花瓣作材料，便于利用红色原生质层判断其位置
- C. 绿叶中色素的提取和分离实验中，选取成熟叶片比幼嫩叶片层析后色素带更清晰
- D. 探究酵母菌呼吸方式实验中，用酸碱指示剂溴麝香草酚蓝溶液检测 CO₂

【答案】AB

【解析】

【分析】斐林试剂用于检测还原糖，水浴加热后出现砖红色沉淀。

花瓣的颜色是液泡中细胞液内色素的颜色。

【详解】A、斐林试剂可以鉴定还原糖，但麦芽糖水解前后都是还原糖，无法确定是否发生水解，A 错误；

B、观察细胞质壁分离实验中，选用红色花瓣作材料，红色是细胞液中色素的颜色而不是原生质层，B 错误；

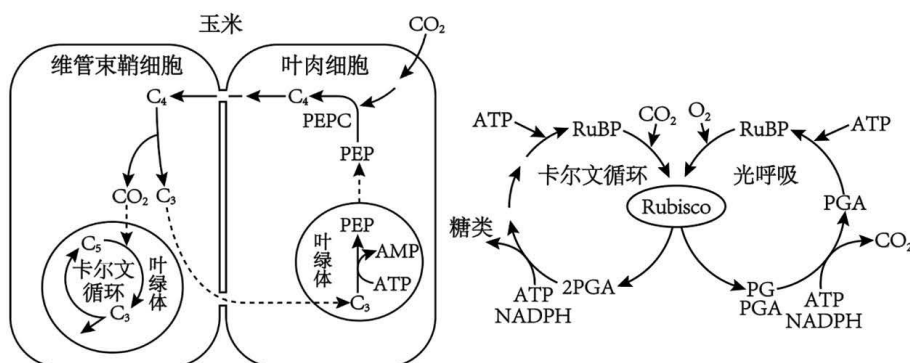
C、成熟叶片比幼嫩叶片所含的光合色素更多，所以绿叶中色素的提取和分离实验中，选取成熟叶片比幼嫩叶片层析后色素带更清晰，C 正确；

D、探究酵母菌呼吸方式实验中，用酸碱指示剂溴麝香草酚蓝溶液检测 CO_2 ，颜色由蓝变绿再变黄，D 正确。

故选 AB。

三、非选择题：共 5 题，共 60 分。除特别说明外，每空 1 分。

19. 夏季晴朗白天同一地区种植的水稻出现“光合午休”现象，而玉米没有此现象。卡尔文循环的 Rubisco 酶对 CO_2 的 K_m 为 $450\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ (K_m 越小，酶对底物的亲和力越大)，该酶既可催化 RuBP 与 CO_2 反应，进行卡尔文循环，又可催化 RuBP 与 O_2 反应，进行光呼吸（绿色植物在光照下消耗 O_2 并释放 CO_2 的反应）。回答下列问题：



(1) 玉米暗反应的场所为_____，该产物的产生需要光反应提供_____。玉米叶肉细胞与维管束鞘细胞之间的胞间连丝比较发达，有利于_____。

(2) 在夏季晴朗的白天，玉米在中午不会出现光合午休，由此推测 PEPCase 对 CO_2 的 K_m _____（填“高于”或“低于”） $450\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，光合作用过程中 CO_2 先后被_____固定。

(3) ①光呼吸中 RuBP 与 O_2 结合发生在_____（场所）。从能量代谢角度看，光呼吸和有氧呼吸最大区别是_____。

②光呼吸会降低农作物产量，但是在长期进化过程中却被植物保留下来，其存在的意义可能是_____。

_____。(答出 2 点即可)

(4) 蓝细菌也具有与玉米相似的 CO_2 浓缩机制, 研究者将蓝细菌的 CO_2 浓缩机制导入水稻, 水稻叶绿体中 CO_2 浓度大幅提升, 其他生理代谢不受影响, 但在光饱和条件下水稻的光合作用强度无明显变化。其原因可能是_____

【答案】19. ①. 维管束鞘细胞叶绿体基质 ②. $[\text{H}](\text{NADPH})$ 和 ATP ③. 进行细胞间的物质运输和信息交流

20. ①. 低于 ②. PEP 和 C_5 (或 RuBP)

21. ①. 叶绿体基质 ②. 光呼吸消耗 ATP (能量), 有氧呼吸产生 ATP (能量) ③. 防止光反应积累过多的 ATP 和 NADPH 影响细胞正常代谢; 在 CO_2 浓度低时补充光合作用所需的 CO_2 (补充暗反应所需的 C_3 化合物)

22. 酶的活性达到最大, 对 CO_2 的利用率不再提高; 受到 ATP 以及 NADPH 等物质含量的限制; 原核生物和真核生物光合作用机制有所不同

【解析】

【分析】绿叶通过气孔从外界吸收的 CO_2 , 在特定酶的作用下, 与 C_5 (一种五碳化合物) 结合, 这个过程称作 CO_2 的固定。一分子的 CO_2 被固定后, 很快形成两个 C_3 分子。在有关酶的催化作用下, C_3 接受 ATP 和 NADPH 释放的能量, 并且被 NADPH 还原。随后, 一些接受能量并被还原的 C_3 , 在酶的作用下经过一系列的反应转化为糖类; 另一些接受能量并被还原的 C_3 , 经过一系列变化, 又形成 C_5 。这些 C_5 又可以参与 CO_2 的固定。这样, 暗反应阶段就形成从 C_5 到 C_3 再到 C_5 的循环, 可以源源不断地进行下去, 因此暗反应过程也称作卡尔文循环。

【小问 1 详解】

玉米暗反应的场所为维管束鞘细胞叶绿体基质, 该产物的产生需要光反应提供 $[\text{H}]$ 和 ATP 。玉米叶肉细胞与维管束鞘细胞之间的胞间连丝比较发达, 有利于进行细胞间的物质运输和信息交流。

【小问 2 详解】

玉米的光合作用在中午不会出现午休现象, 由此推测 PEPC 对 CO_2 的亲合力较大, K_m 低于 $450\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。由图中玉米细胞内的图示可知, 光合作用过程中 CO_2 先后被 PEP 、 C_5 (或 RuBP) 固定。

【小问 3 详解】

①光呼吸中 RuBP 与 O_2 结合发生在叶绿体基质。从能量代谢角度看, 光呼吸和有氧呼吸最大区别是光呼吸消耗 ATP (能量), 有氧呼吸产生 ATP (能量)。

②光呼吸会降低农作物产量, 但是在长期进化过程中却被植物保留下来, 其存在的意义可能是防止光反应积累过多的 ATP 和 NADPH 影响细胞正常代谢; 在 CO_2 浓度低时补充光合作用所需的 CO_2 (补充暗反应所需的 C_3 化合物)。

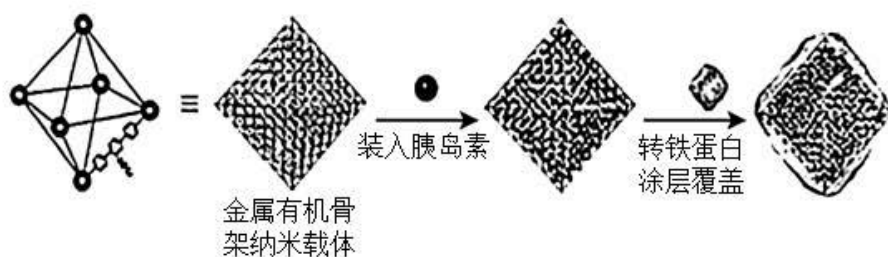
【小问 4 详解】

在光饱和条件下水稻的光合作用强度无明显变化，是因为酶的活性达到最大，对 CO_2 的利用率不再提高；受到 ATP 以及 NADPH 等物质含量的限制；原核生物和真核生物光合作用机制有所不同。

20. 糖尿病的治疗是现代医学仍未很好解决的难题。研究人员通过多种实验试图找到治疗或减轻糖尿病患者症状的方法。

(1) 胰岛素降低血糖的作用包括：促进血糖进入组织细胞进行_____，进入肝、肌肉并合成糖原，进入脂肪组织细胞转变为甘油三酯；另一方面又能抑制_____的分解和_____变为葡萄糖。人体中与胰岛素有拮抗作用的有_____。

(2) 方法一：研究者用一种金属有机骨架纳米载体（简称 U）装载胰岛素，制备成口服胰岛素，可以有效克服胰岛素口服吸收的多重屏障，调节高血糖动物的血糖水平。



金属有机骨架纳米载体装载胰岛素的示意图

②表中与 U 各结构特点对应的“设计意图说明”正确的有_____（填写字母）。

U 的结构	补充说明	设计意图说明
内部多孔	胰岛素可嵌于孔内	A. 提高胰岛素的装载量
孔的直径为 2.6nm	胃蛋白酶直径约 6nm	B. 避免胃蛋白酶水解胰岛素
表面可附着转铁蛋白	小肠上皮细胞表面多转铁蛋白受体	C. 便于细胞识别并吸收
耐酸且稳定	在血浆中可分解	D. 消除毒性或副作用

(3) 方法二：研究人员人工设计了 HEK- β 细胞（图 2），在其细胞膜上添加了葡萄糖转运蛋白和钙离子通道蛋白，HEK- β 细胞通过实时感知血糖浓度变化产生所需的胰岛素。请结合图 2 信息和已有的知识，描述该细胞有助于精准治疗糖尿病的降糖机制_____。

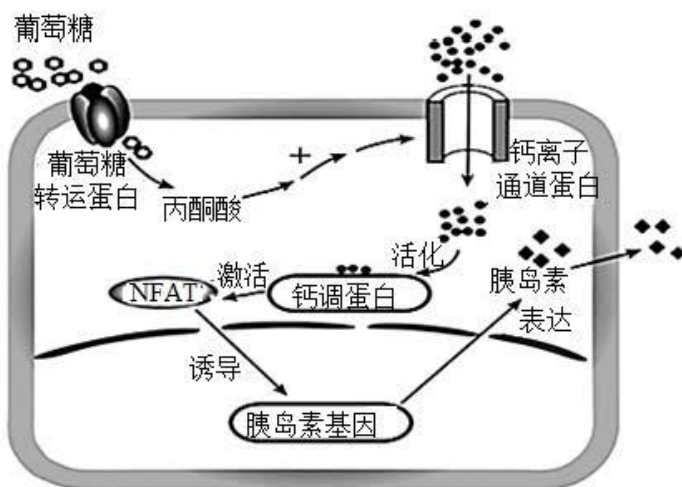


图2

(4) 另有研究表明：口服葡萄糖比静脉注射葡萄糖引起更多的胰岛素分泌；进行回肠切除术的大鼠，细胞表面的葡萄糖转运蛋白的表达量明显下降。据此，有人提出假说，认为小肠后端的内分泌细胞及其分泌的一种肠源性激素（GLP-1）对血糖的控制至关重要。为验证该假说，研究者选择生理状况良好的同种大鼠若干，随机平均分为5组，检测血糖变化，其中部分进行高糖高脂饮食等诱导制成糖尿病模型鼠。部分实验方案如下。

组别	对照组			实验组	
编号	1	2	3	4	5
大鼠种类及处理	正常大鼠	糖尿病模型鼠	?	正常大鼠+切回肠术	?

请将上述实验方案补充完整：3 _____；5 _____。若以上五组小鼠的餐后血糖水平大小顺序为 _____，则支持该假说。

【答案】(1) ①. 氧化分解 ②. 肝糖原 ③. 非糖物质 ④. 胰高血糖素和肾上腺素（糖皮质激素）

(2) ABC (3) 当血液中葡萄糖偏高时，通过葡萄糖转运蛋白进入 HEK-β 细胞的葡萄糖增加，引起钙离子通道打开，钙离子大量内流，活化钙调蛋白，激活 NFAT，进而诱导胰岛素基因的表达，产生所需的胰岛素降糖

(4) ①. 正常大鼠+假手术 ②. 正常大鼠+切回肠术+GLP-1 ③. 2>4>5>3=1

【解析】

【分析】与血糖调节相关的激素主要是胰岛素和胰高血糖素，其中胰岛素是机体内唯一能够降低血糖的激素

素，胰岛素能促进全身组织细胞加速摄取、利用和储存葡萄糖，从而降低血糖浓度；胰高血糖素能促进糖原分解，并促进一些非糖物质转化为葡萄糖，从而使血糖浓度升高。

【小问 1 详解】

胰岛素是机体内唯一能够降低血糖的激素，能促进血糖进入组织细胞进行氧化分解，进入肝、肌肉并合成糖原，进入脂肪组织细胞转变为甘油三酯；又能抑制肝糖原的分解和脂肪等非糖类物质转变为葡萄糖。胰高血糖素和肾上腺素能升高血糖，与胰岛素有拮抗作用。

【小问 2 详解】

胰岛素本质是蛋白质，直接口服会被消化道中的蛋白酶水解，U 装载胰岛素制备成口服胰岛素，可以有效克服胰岛素口服吸收的多重屏障，U 的内部多孔，胰岛素可嵌于孔内，可以提高胰岛素的装载量，A 正确；U 的孔的直径远小于胃蛋白酶直径，避免胃蛋白酶水解胰岛素，B 正确；U 的表面可附着转铁蛋白，便于小肠上皮细胞识别并吸收 C 正确；胰岛素口服被吸收后通过血液运输，在血浆中分解会大大降低其作用，D 错误。故选 ABC。

【小问 3 详解】

分析图 2 可知，当血液中葡萄糖偏高时，通过葡萄糖转运蛋白进入 HEK-β 细胞的葡萄糖增加，引起钙离子通道打开，钙离子大量内流，活化钙调蛋白，激活 NFAT，进而诱导胰岛素基因的表达，产生的胰岛素增多，胰岛素发挥降糖作用，有助于精准治疗糖尿病。

【小问 4 详解】

假设认为，小肠后端的内分泌细胞及其分泌的 GLP-1 对血糖的控制至关重要，造模组的 GLP-1 含量降低，说明 GLP-1 能降低血糖。为了验证这一假说，将生理状况良好的同种大鼠若干，随机平均分为 5 组，1 组做空白对照组，2 组为高糖高脂饮食模型组，3 组为正常小鼠进行假手术组，4 组为正常大鼠进行切回肠术处理，5 组为正常大鼠进行切回肠术处理后再注射 GLP-1 激素，处理相同时间后，测定各组小鼠的血糖浓度，若 GLP-1 能降低血糖，则第 2 组的糖尿病模型小鼠的血糖浓度最高，第 4 组切回肠术处理后，Glut2 的表达量明显下降，则血糖浓度也较高，而第 5 组，切回肠术处理后又注射了 GLP-1 激素，能使小鼠血糖浓度降低，1 组和 3 组均为正常大鼠，则血糖浓度正常，即测定的各组小鼠的血糖浓度为 $2 > 4 > 5 > 3 = 1$ ，则支持该假说。

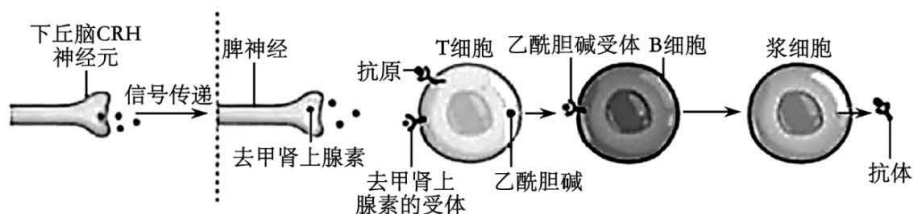
21. 体育运动需要机体各器官系统共同协调完成。长时间的体育运动，机体往往出现心跳加快，呼吸加深，大量出汗，口渴等生理反应，回答下列问题：

(1) 当运动员处于兴奋状态时，_____神经活动占优势，心跳加快，气管扩张。流汗过多会导致渗透压升高，这一信号被位于_____的感受器转化，引起_____形成动作电位，一方面传至大脑皮层产生渴觉；另一方面引起_____激素分泌增多，从而使尿量减少。

(2) 在运动过程中运动员会发生应激反应，其主要特征是机体通过_____的调控轴，促进糖皮

质激素的释放。GC 含量的稳定，一方面是因为在 GC 的分泌过程中，既存在_____以放大激素的调节效应，也存在反馈调节使 GC 含量维持正常生理水平；另一方面的原因是_____。

(3) 糖皮质激素的长时间使用会影响机体代谢，此过程中还存在另一种免疫调节机制“脑—脾神经轴”，具体机制如下：



①图中所示的免疫活动所属的免疫方式为_____。兴奋由下丘脑 CRH 神经元传递到脾神经的过程中，兴奋在相邻神经元间传递需要通过的结构是_____，去甲肾上腺素能作用于 T 细胞的原因是 T 细胞膜上有_____。

②结合图分析，促进 B 细胞分化的两个刺激信号为_____。研究发现，去除脾神经的小鼠在接种新冠疫苗后，浆细胞的数量显著减少，可能的原因是_____。

【答案】(1) ①. 交感 ②. 下丘脑 ③. 钠离子内流 ④. 抗利尿

(2) ①. 下丘脑-垂体-肾上腺皮质 ②. 分级调节 ③. 激素起作用后即失活

(3) ①. 体液免疫 ②. 突触 ③. 去甲肾上腺素受体 ④. 乙酰胆碱和抗原 ⑤. 去甲肾上腺素释放减少，使 T 细胞释放乙酰胆碱减少，减弱了对 B 细胞的刺激

【解析】

【分析】1、在一个系统中，系统本身工作的效果，反过来又作为信息调节该系统的工作，这种调节方式叫做反馈调节。

2、体液免疫的大致过程：大多数病原体经过吞噬细胞等的摄取和处理，暴露出这种病原体所特有的抗原，将抗原传递给 T 细胞，刺激 T 细胞产生淋巴因子。少数抗原直接刺激 B 细胞。B 细胞受到刺激后，在淋巴因子的作用下，开始系列的增殖、分化，大部分分化为浆细胞，产生抗体，小部分形成记忆细胞，抗体可以与病原体结合，从而抑制病原体的繁殖或对人体细胞的黏附。在多数情况下，抗原、抗体结合后会进一步的变化，如形成沉淀或细胞集团，进而被吞噬细胞吞噬消化。记忆细胞可以在抗原消失后很长时间内保持对这种抗原的记忆，当再接触这种抗原时，能迅速增殖分化，快速产生大量的抗体。

【小问 1 详解】

当运动员处于兴奋状态时，交感神经活动占优势，心跳加快，气管扩张；流汗过多会导致渗透压升高，渗透压感受器在下丘脑，动作电位的产生是因为钠离子内流，一方面传至大脑皮层产生渴觉；另一方面引起抗利尿激素分泌增多，从而使尿量减少。

【小问2详解】

在运动过程中运动员会发生应激反应，其主要特征是机体通过下丘脑-垂体-肾上腺皮质的分级调控轴，促进糖皮质激素的释放。下丘脑-垂体-肾上腺皮质的分级调控轴中存在分级调节，故GC的分泌过程可以依靠分级调节放大激素的调节效应。另外一个方面，激素作用于靶细胞上的受体后就失活，不再发挥作用，也可以保持体液中GC含量的稳定。

【小问3详解】

①图中显示，去甲肾上腺素对B细胞的分泌活动作出调控，而B细胞是体液免疫的中心细胞，因此，图2中所示的免疫活动为体液免疫。兴奋在两个神经元之间是以化学信号的形式进行传递，故需要通过的结构是突触。去甲肾上腺素为一种激素，属于信号分子，信号分子能作用于靶细胞是因为靶细胞上存在特异性受体，即去甲肾上腺素受体。

②据图分析，刺激B细胞的信号分子有乙酰胆碱和抗原，因此因此，去除脾神经的小鼠在接种新冠疫苗后，去甲肾上腺素释放减少，使T细胞释放乙酰胆碱减少，减弱了对B细胞的刺激，导致浆细胞的数量显著减少。

22. 植物具有多种接受光信号的分子，如光敏色素A、隐花色素等。

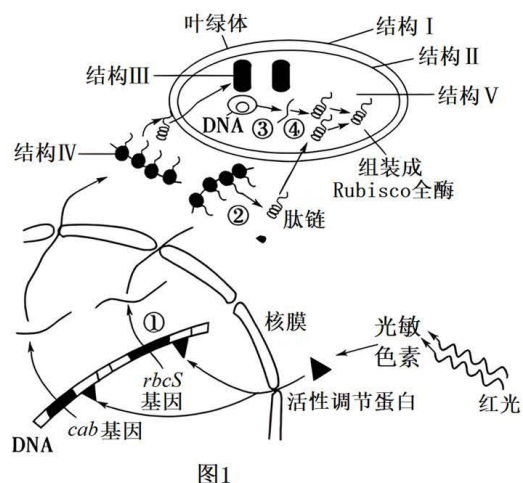


图1

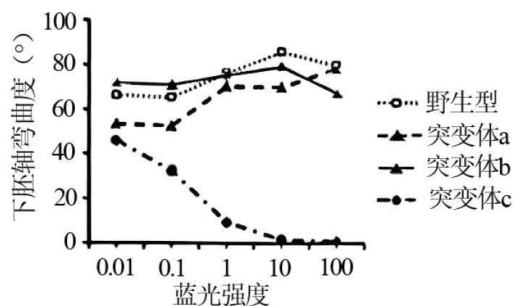


图2

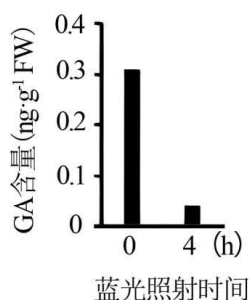


图3

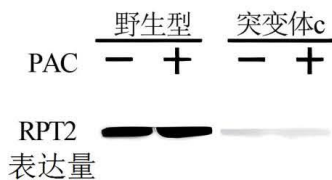


图4

注：图2所用材料为RPT2基因缺失突变体，图3各组实验均在蓝光照射下进行，PAC为赤霉素合成抑制

剂。

(1) 光敏色素主要吸收_____光, 在植物细胞中的_____ (填细胞器) 上合成, 受光照射其空间结构会发生变化。由图 1 可知, 该信息通过调节蛋白影响 Cab 基因和 rbes 基因在细胞核中的_____过程。②、④两过程该的开始和终止分别与 mRNA 中的_____和_____有关。

(2) 研究者以野生型拟南芥、突变体 a (光敏色素 A 缺失)、突变体 b (隐花色素缺失) 和突变体 c (光敏色素 A 和隐花色素均缺失) 为材料进行实验, 结果如图 1 所示, 由此可得出“蓝光是通过_____来调控下胚轴的向光性生长”的结论。

(3) RPT2 (一种信号分子) 基因的表达也会影响植物的向光性生长。为探究拟南芥下胚轴向光性生长过程中 RPT2 和 GA 是否在同一信号通路中发挥作用, 研究者设计了系列实验, 结果如图 2、图 3, 据图判断, RPT2 和 GA_____ (在/不在) 同一信号通路中发挥作用。通过上述实验结果可知, 蓝光可以_____导致拟南芥下胚轴向光性生长

(4) 研究表明, 光敏色素有生理失活型 (Pr) 和生理激活型 (Pfr) 两种存在形式。当 Pr 吸收 660nm 的红光后会转变为 Pfr, 而 Pfr 吸收 730nm 的红外光后会逆转为 Pr。已知黑暗环境中缺少红光, 但是不缺远红光。在连续的黑暗中, Pr/Pfr 比值会_____。由此可以推测, 短日照植物 (日照时间需要小于某一个值时才能开花的植物为短日照植物。长日照植物则正好相反) 需要在 Pr/Pfr 比值_____ (填“高于”或“低于”) 临界值才能开花。

【答案】(1) ①. 红光和远光 ②. 核糖体 ③. 转录 ④. 起始密码 ⑤. 终止密码

(2) 光敏色素 A 或隐花色素

(3) ①. 不在 ②. 蓝光能通过光敏色素 A 和隐花色素促进 RPT2 基因的表达

(4) ①. 逐渐升高 ②. 高于

【解析】

【分析】1、高等植物是由很多细胞组成的高度复杂的有机体, 它的正常生长发育需要各个器官、组织、细胞之间的协调和配合。植物生长发育的调控, 是由基因表达调控、激素调节和环境因素调节共同完成的。对于多细胞植物体来说, 细胞与细胞之间、器官与器官之间的协调, 需要通过激素传递信息。激素作为信息分子, 会影响细胞的基因表达, 从而起到调节作用。同时, 激素的产生和分布是基因表达调控的结果, 也受到环境因素的影响。

2、光敏色素是一类蛋白质, 分布在植物的各个部位, 其中在分生组织的细胞内比较丰富, 在受到光照射时, 光敏色素的结构会发生变化, 这一变化的信息会经过信息传递系统传到细胞核内, 影响特定基因的表达, 从而表现出生物学效应。

【小问 1 详解】

光为一种信号, 影响调控物生长发育的全过程, 光敏色素主要吸收红光和远红光, 光敏色素的化学本质为

蛋白质，故在植物细胞的核糖体上合成。从图 1 中可得，该信息通过调节蛋白影响 Cab 基因和 rbes 基因在细胞核中的转录过程。②和④过程为核糖体上进行的翻译过程，翻译的起始和终止与 mRNA 上的起始密码和终止密码有关。

【小问 2 详解】

突变体 a（光敏色素 A 缺失）、突变体 b（隐花色素缺失）和突变体 c（光敏色素 A 和隐花色素均缺失），从图中可以看出，在蓝光诱导下，野生型、突变体 a、突变体 b 的下胚轴均能向光弯曲生长，突变体 c 的下胚轴几乎不弯曲生长，由此可得出“蓝光是通过光敏色素 A 或隐花色素来调控下胚轴的向光性生长”的结论。

【小问 3 详解】

本实验是探究拟南芥下胚轴向光性生长过程中 RPT2 和 GA 是否在同一信号通路中发挥作用，图 2 所用材料为 RPT2 基因缺失突变体，蓝光照射后 GA 含量降低；图 3 各组实验均在蓝光照射下进行，RPT2（一种信号分子）基因的表达会影响植物的向光性生长，PAC 为赤霉素合成抑制剂，野生型两组 RPT2 基因表达，突变体 c 两组 RPT2 基因未表达，据此推断 RPT2 和 GA 不在同一信号通路中。实验结果野生型拟南芥和突变体 c（光敏色素 A 和隐花色素均缺失）做对比，蓝光还能通过光敏色素 A 和隐花色素促进 RPT2（一种信号分子）基因的表达进而导致拟南芥下胚轴向光性生长。

【小问 4 详解】

黑环境中缺少红光，但是不缺远红光，远红光会使 Pfr 转变为 Pr，因此在连续的黑暗中，Pr/Pfr 比值会逐渐升高；短日照植物需要在比值 Pr/Pfr 小于某一个值时才能开花，长日照植物则正好相反，因此需要在 Pr/Pfr 比值高于临界值才能开花。

23. 番茄是世界主要蔬菜之一，为严格的自花授粉作物，杂种优势能极大提高番茄的产量、抗病及抗逆表现，因此番茄生产基本上都是应用杂交种。

（1）科学家获得了位于 4 号染色体的 ps-2 基因隐性突变体，表现为雄性不育，在杂交育种时，选育雄性不育植株的优点是_____。

（2）番茄野生型为雄性可育，突变体甲和突变体乙均为雄性不育（均只有一对基因与野生型不同）。下表为 3 个不同番茄杂交组合及其子代的表型及比例。请回答下列问题：

组合序号		后代的表型及比例
一	野生型×突变体甲	全为雄性可育（杂种 1）

二	野生型×突变体 乙	全为雄性不育(杂种 2)
三	杂种1×杂种2	全为雄性不育

根据杂交组合一和二可知, 雄性不育性状是由_____性基因控制。根据杂交组合三, 推测控制两个突变体的相关基因为_____ (填“等位基因”或“非等位基因”)。

(3) 若在雄性不育系大田中发现一株苗期绿茎隐性突变体。实验证明苗期紫茎和绿茎由一对等位基因控制, 利用 SSR 技术可以进行基因在染色体上的定位, SSR 是 DNA 中的简单重复序列, 非同源染色体上的 SSR、不同品种的同源染色体上的 SSR 不同, 因此常用于染色体特异性标记。研究者将紫茎和绿茎杂交, F_1 自交后提取 F_2 中苗期绿茎突变体 50 株单株的叶肉细胞 DNA, 利用 4 号染色体上特异的 SSR (与 ps-2 基因紧密连锁的 SSR 标记) 进行 PCR 扩增, 实验证明苗期绿茎基因位于 4 号染色体上, 请在下图 1 中画出 PCR 扩增、电泳后结果_____。



图1

(4) 若科研人员选择纯种宽叶番茄与窄叶番茄杂交, F_1 全部为宽叶, F_1 自交, F_2 的性状比例为 9: 7。回答下列问题:

①若宽叶、窄叶由两对等位基因控制, 则 F_2 中出现宽叶和窄叶比例为 9: 7 的原因是_____, F_2 的窄叶有_____种基因型, 若 F_2 的宽叶自花传粉, 则子代中窄叶的比例为_____。

②自然界中存在“自私基因”, 即某一基因可以使同株的控制相对性状的另一基因的雄配子部分死亡, 从而改变子代的性状表型的比例。若宽叶、窄叶由一对等位基因 (A、a) 控制, F_2 中出现宽叶和窄叶的比例为 9: 7 是“自私基因”作用的结果, 则此比例出现的原因是: F_1 中携带_____ (填“A”或“a”) 基因的雄配子, 有_____的比例死亡。

(5) 我国科学家在番茄基因组中鉴定到 154 个在雄蕊中特异表达的基因, 选取其中的一个基因 SISTR1 作为靶标基因 (T 表示)。利用 CRISPR/Cas9 基因编辑技术对番茄的 SISTR1 基因进行定向敲除获得雌性不育系 (tt, 绿色)。将正常功能的 SISTR1 基因 (T) 和控制花青素合成的 SIANT1 基因 (A 表示) 连锁在一起, 共同转回到雌性不育系中, 从而获得了紫色的转基因保持系 (图 2): 关于图 2 所示转基因保持系制备过程及在农业生产的优点, 下列说法正确的是_____。

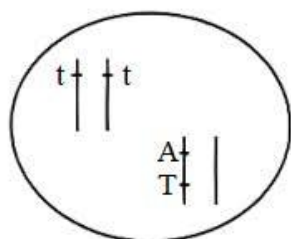
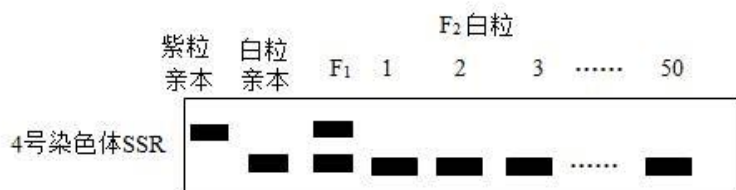


图2 转基因保持系

- A. 转基因保持系通过杂交可产生雄性不育系又可产生转基因品系
B. 可通过幼苗颜色准确鉴定不育株用于杂交种子生产
C. 该技术用于杂交制种的不育系并不含任何转基因成分
D. 该研究策略易推广到其他蔬菜、花卉等园艺作物，具有广阔的应用前景

【答案】23. 无需进行去雄，大大减轻了杂交操作的工作量。

24. ①. 显 ②. 非等位基因
25.



26. ①. 两对基

因互相作用，只有双显性基因型个体为宽叶 ②. 5 ③. 11/36 ④. A ⑤. 6/7 27. ABCD

【解析】

【分析】1、基因的分离定律的实质是：在杂合体的细胞中，位于一对同源染色体上的等位基因，具有一定的独立性，在减数分裂形成配子的过程中，等位基因会随同源染色体的分开而分离，分别进入两个配子中，独立地随配子遗传给后代。

2、基因的自由组合定律的实质是：位于非同源染色体上的非等位基因的分离或组合是互不干扰的；在减数分裂过程中，同源染色体上的等位基因彼此分离的同时非同源染色体上的非等位基因自由组合。

【小问 1 详解】

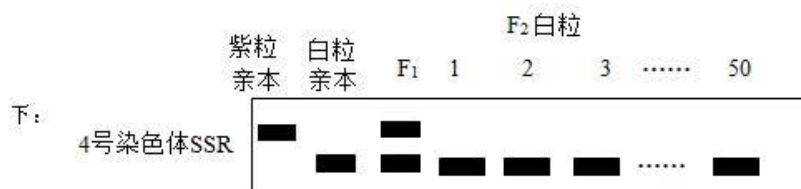
在杂交育种时，选育雄性不育植株的优点是无需去雄，大大减轻了杂交育种的工作量。

【小问 2 详解】

后代表现型全与野生型表现型相同，而由于自花传粉，野生型为纯合子，不可能为隐性，故野生型可育性状只能为显性基因控制，其次控制两个突变体的相关基因若为等位基因，杂交组合三中必有雄性不可育，由于结果没有育性不育株，只能为非等位基因。

【小问 3 详解】

苗期茎色由一对等位基因控制，紫茎相对绿茎是显性，将紫茎 (AA) 和绿茎 (aa) 杂交， F_1 (Aa) 自交后提取 F_2 中苗期绿茎 (aa) 突变体 50 株单株的叶肉细胞 DNA。由图 1 可知，紫茎亲本含有 SSR，而绿茎亲本不含 SSR，如果苗期绿茎基因位于 4 号染色体上，PCR 扩增、电泳后 F_2 绿茎都没有 SSR 条带，结果如下：



【小问 4 详解】

①宽叶、窄叶由两对等位基因控制， F_2 中出现宽叶和窄叶比例为 9:7，为孟德尔两对相对性状实验中 F_2 性状分离比 9:3:3:1 的变形，说明控制这两对相对性状的基因遵循基因的自由组合定律，并且也能说明两对基因互相作用，只有双显性基因型个体为宽叶。 F_2 中宽叶为 A_bb 、 $aaB_$ 、 $aabb$ ，三种类型总共 5 种基因型， F_2 的宽叶自花传粉，也就是 $A_B_$ 的群体进行自交，利用拆分法进行解题， $A_$ 为 $1/3AA$ 和 $2/3Aa$ ，进行自交后，后代 $P(aa)=2/3 \times 1/4=1/6$ ，故 $P(A_)=5/6$ ，同理， $B_$ 为 $1/3BB$ 和 $2/3Bb$ ，进行自交后，后代 $P(B_)=5/6$ ，那么后代宽叶 $A_B_$ 的概率为 $5/6 \times 5/6=25/36$ ，所以窄叶为 $11/36$ 。

②若由于一对等位基因的杂合子中自私基因的存在，则窄叶 aa 的比例为 $7/16$ ，因为配子中 A 和 a 各占 $1/2$ ，则 a 的雌配子占 $7/8$ ，以此可以逆推杂合子中 A 和 a 雌配子的比例，部分死亡的是含 A 的雌配子，死亡的比例是 $6/7$ ，计算方法如下：未发生致死前 $A:a=7:7$ ，比例相等。现在 $A:a=1:1$ 因此 a 导致 A 雌配子 $6/7$ 死亡。

【小问 5 详解】

AB、紫色保持系和雌性不育系杂交可以大量繁殖不育系，并可通过幼苗颜色准确鉴定不育株用于杂交种子生产，AB 正确；

C、尽管紫色保持系是通过转基因手段创制，但用于杂交制种的不育系并不含任何转基因成分，C 正确；

D、该研究策略很容易复制推广到其他蔬菜、花卉等园艺作物，具有广阔的应用前景，D 正确。

故选 ABCD。

关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（[网址：www.zizzs.com](http://www.zizzs.com)）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国 90% 以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信号：**zizzsw**。

