

专题 03 光合作用和细胞呼吸

一、单选题

1. (2022·全国甲卷·高考真题) 线粒体是细胞进行有氧呼吸的主要场所。研究发现, 经常运动的人肌细胞中线粒体数量通常比缺乏锻炼的人多。下列与线粒体有关的叙述, 错误的是 ()

- A. 有氧呼吸时细胞质基质和线粒体中都能产生 ATP
- B. 线粒体内膜上的酶可以参与[H]和氧反应形成水的过程
- C. 线粒体中的丙酮酸分解成 CO_2 和[H]的过程需要 O_2 的直接参与
- D. 线粒体中的 DNA 能够通过转录和翻译控制某些蛋白质的合成

【答案】C

【解析】

【分析】

有氧呼吸的第一、二、三阶段的场所依次是细胞质基质、线粒体基质和线粒体内膜。有氧呼吸第一阶段是葡萄糖分解成丙酮酸和[H], 合成少量 ATP; 第二阶段是丙酮酸和水反应生成二氧化碳和[H], 合成少量 ATP; 第三阶段是氧气和[H]反应生成水, 合成大量 ATP。

【详解】

A、有氧呼吸的第一阶段场所是细胞质基质, 第二、三阶段在线粒体, 三个阶段均可产生 ATP, 故有氧呼吸时细胞质基质和线粒体都可产生 ATP, A 正确;

B、线粒体内膜是有氧呼吸第三阶段的场所, 该阶段氧气和[H]反应生成水, 该过程需要酶的催化, B 正确;

C、丙酮酸分解为 CO_2 和[H]是有氧呼吸第二阶段, 场所是线粒体基质, 该过程需要水的参与, 不需要氧气的参与, C 错误;

D、线粒体是半自主性细胞器, 其中含有少量 DNA, 可以通过转录和翻译控制蛋白质的合成, D 正确。

故选 C。

2. (2022·全国乙卷·高考真题) 某同学将一株生长正常的小麦置于密闭容器中, 在适宜且恒定的温度和光照条件下培养, 发现容器内 CO_2 含量初期逐渐降低, 之后保持相对稳定。关于这一实验现象, 下列解释合理的是 ()

- A. 初期光合速率逐渐升高, 之后光合速率等于呼吸速率
- B. 初期光合速率和呼吸速率均降低, 之后呼吸速率保持稳定
- C. 初期呼吸速率大于光合速率, 之后呼吸速率等于光合速率
- D. 初期光合速率大于呼吸速率, 之后光合速率等于呼吸速率

【答案】D

【解析】

【分析】

光合作用会吸收密闭容器中的 CO_2 ，而呼吸作用会释放 CO_2 ，在温度和光照均适宜且恒定的情况下，两者速率主要受容器中 CO_2 和 O_2 的变化影响。

【详解】

A、初期容器内 CO_2 含量较大，光合作用强于呼吸作用，植物吸收 CO_2 释放 O_2 ，使密闭容器内的 CO_2 含量下降， O_2 含量上升，A 错误；

B、根据分析由于密闭容器中，在适宜且恒定的温度和光照条件下，容器内的 CO_2 含量下降，所以说明植物光合速率大于呼吸速率，但由于 CO_2 含量逐渐降低，从而使植物光合速率逐渐降低，直到光合作用与呼吸作用相等，容器中气体趋于稳定，B 错误；

CD、初期光合速率大于呼吸速率，之后光合速率等于呼吸速率，C 错误，D 正确。

故选 D。

3. (2022·山东·高考真题) 植物细胞内 10%~25% 的葡萄糖经过一系列反应，产生 NADPH、 CO_2 和多种中间产物，该过程称为磷酸戊糖途径。该途径的中间产物可进一步生成氨基酸和核苷酸等。下列说法错误的是 ()

- A. 磷酸戊糖途径产生的 NADPH 与有氧呼吸产生的还原型辅酶不同
- B. 与有氧呼吸相比，葡萄糖经磷酸戊糖途径产生的能量少
- C. 正常生理条件下，利用 ^{14}C 标记的葡萄糖可追踪磷酸戊糖途径中各产物的生成
- D. 受伤组织修复过程中所需要的原料可由该途径的中间产物转化生成

【答案】C

【解析】

【分析】

有氧呼吸是葡萄糖等有机物彻底氧化分解并释放能量的过程。由题干信息可知，磷酸戊糖途径可以将葡萄糖转化成其他中间产物，这些中间产物可以作为原料进一步生成其他化合物。

【详解】

A、根据题意，磷酸戊糖途径产生的 NADPH 是为其他物质的合成提供原料，而有氧呼吸产生的还原型辅酶是 NADH，能与 O_2 反应产生水，A 正确；

B、有氧呼吸是葡萄糖彻底氧化分解释放能量的过程，而磷酸戊糖途径产生了多种中间产物，中间产物还进一步生成了其他有机物，所以葡萄糖经磷酸戊糖途径产生的能量比有氧呼吸少，B 正确；

C、正常生理条件下，只有 10%~25%的葡萄糖参加了磷酸戊糖途径，其余的葡萄糖会参与其他代谢反应，例如有氧呼吸，所以用 ^{14}C 标记葡萄糖，除了追踪到磷酸戊糖途径的含碳产物，还会追踪到参与其他代谢反应的产物，C 错误；

D、受伤组织修复即是植物组织的再生过程，细胞需要增殖，所以需要核苷酸和氨基酸等原料，而磷酸戊糖途径的中间产物可生成氨基酸和核苷酸等，D 正确。

故选 C。

4. (2022·广东·高考真题) 种子质量是农业生产的前提和保障。生产实践中常用 TTC 法检测种子活力，TTC (无色) 进入活细胞后可被 $[\text{H}]$ 还原成 TTF (红色)。大豆充分吸胀后，取种胚浸于 0.5%TTC 溶液中， 30°C 保温一段时间后部分种胚出现红色。下列叙述正确的是 ()

- A. 该反应需要在光下进行
- B. TTF 可在细胞质基质中生成
- C. TTF 生成量与保温时间无关
- D. 不能用红色深浅判断种子活力高低

【答案】B

【解析】

【分析】

种子不能进行光合作用， $[\text{H}]$ 应是通过有氧呼吸第一、二阶段产生。有氧呼吸强度受温度、氧气浓度影响。

【详解】

A、大豆种子充分吸水胀大，此时未形成叶绿体，不能进行光合作用，该反应不需要在光下进行，A 错误；

B、细胞质基质中可通过细胞呼吸第一阶段产生 $[\text{H}]$ ，TTF 可在细胞质基质中生成，B 正确；

C、保温时间较长时，较多的 TTC 进入活细胞，生成较多的红色 TTF，C 错误；

D、相同时间内，种胚出现的红色越深，说明种胚代谢越旺盛，据此可判断种子活力的高低，D 错误。

故选 B。

5. (2022·浙江·高考真题) 下列关于细胞呼吸的叙述，错误的是 ()

- A. 人体剧烈运动会使骨骼肌细胞产生较多的乳酸
- B. 制作酸奶过程中乳酸菌可产生大量的丙酮酸和 CO_2
- C. 梨果肉细胞厌氧呼吸释放的能量一部分用于合成 ATP
- D. 酵母菌的乙醇发酵过程中通入 O_2 会影响乙醇的生成量

【答案】B

【解析】

【分析】

1、 需氧呼吸过程分为三个阶段，第一阶段是葡萄糖分解形成丙酮酸和[H]，发生在细胞质基质中；需氧呼吸的第二阶段是丙酮酸和水反应产生二氧化碳和[H]，发生在线粒体基质中；需氧呼吸的第三阶段是[H]与氧气反应形成水，发生在线粒体内膜上。

2、 厌氧呼吸的第一阶段与需氧呼吸的第一阶段相同，都是葡萄糖分解形成丙酮酸和[H]，发生在细胞质基质中；第二阶段是丙酮酸和[H]反应产生二氧化碳和酒精或者是乳酸，发生在细胞质基质中。

【详解】

A、 剧烈运动时人体可以进行厌氧呼吸，厌氧呼吸的产物是乳酸，故人体剧烈运动时会导致骨骼肌细胞产生较多的乳酸，A 正确；

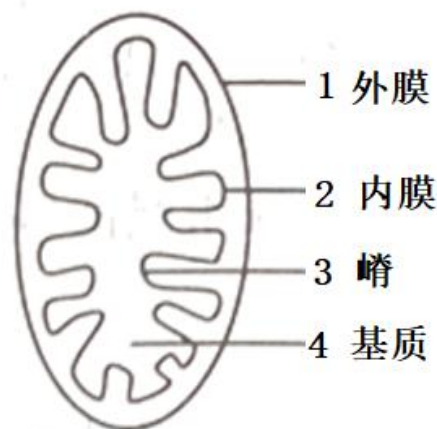
B、 制作酸奶利用的是乳酸菌厌氧发酵的原理，乳酸菌厌氧呼吸的产物是乳酸，无二氧化碳产生，B 错误；

C、 梨果肉细胞厌氧呼吸第一阶段能产生少量能量，该部分能量大部分以热能的形式散失了，少部分可用于合成 ATP，C 正确；

D、 酵母菌乙醇发酵是利用酵母菌在无氧条件产生乙醇的原理，故发酵过程中通入氧气会导致其厌氧呼吸受抑制而影响乙醇的生成量，D 正确。

故选 B。

6.（2022 年 6 月·浙江·高考真题）线粒体结构模式如图所示，下列叙述错误的是（ ）



A. 结构 1 和 2 中的蛋白质种类不同

B. 结构 3 增大了线粒体内膜的表面积

C. 厌氧呼吸生成乳酸的过程发生在结构 4 中

D. 电子传递链阻断剂会影响结构 2 中水的形成

【答案】C

【解析】

【分析】

线粒体是具有双层膜结构的细胞器，外膜光滑，内膜向内折叠形成嵴，增大了内膜面积。线粒体是有氧呼吸的主要场所，在线粒体基质中进行有氧呼吸第二阶段，在线粒体内膜上进行有氧呼吸第三阶段。

【详解】

A、结构 1 外膜和 2 内膜的功能不同，所含的蛋白质种类和数量不同，A 正确；

B、内膜向内折叠形成 3（嵴），增大了内膜面积，B 正确；

C、厌氧呼吸生成乳酸的过程发生在细胞质基质中，C 错误；

D、2 内膜是有氧呼吸第三阶段的场所，电子传递链阻断剂会影响结构 2 中水的形成，D 正确。

故选 C。

7.（2021 辽宁高考真题）植物工厂是通过光调控和通风控温等措施进行精细管理的高效农业生产系统，常采用无土栽培技术。下列有关叙述错误的是（ ）

A. 可根据植物生长特点调控光的波长和光照强度

B. 应保持培养液与植物根部细胞的细胞液浓度相同

C. 合理控制昼夜温差有利于提高作物产量

D. 适时通风可提高生产系统内的 CO_2 浓度

【答案】B

【解析】

【分析】

影响绿色植物进行光合作用的主要外界因素有：① CO_2 浓度；②温度；③光照强度。

【详解】

A、不同植物对光的波长和光照强度的需求不同，可根据植物生长特点调控光的波长和光照强度，A 正确；

B、为保证植物的根能够正常吸收水分，该系统应控制培养液的浓度小于植物根部细胞的细胞液浓度，B 错误；

C、适当提高白天的温度可以促进光合作用的进行，让植物合成更多的有机物，而夜晚适当降温则可以抑制其呼吸作用，使其少分解有机物，合理控制昼夜温差有利于提高作物产量，C 正确；

D、适时通风可提高生产系统内的 CO_2 浓度，进而提高光合作用的速率，D 正确。

故选 B。

8.（2021 湖南高考真题）下列有关细胞呼吸原理应用的叙述，错误的是（ ）

A. 南方稻区早稻浸种后催芽过程中，常用 40°C 左右温水淋种并时常翻种，可以为种子的呼吸作用提供水分、适宜的温度和氧气

B. 农作物种子入库贮藏时，在无氧和低温条件下呼吸速率降低，贮藏寿命显著延长

C. 油料作物种子播种时宜浅播，原因是萌发时呼吸作用需要大量氧气

D. 柑橘在塑料袋中密封保存，可以减少水分散失、降低呼吸速率，起到保鲜作用

【答案】B

【解析】

【分析】

细胞呼吸分有氧呼吸和无氧呼吸两种类型。这两种类型的共同点是：在酶的催化作用下，分解有机物，释放能量。但是，前者需要氧和线粒体的参与，有机物彻底氧化释放的能量比后者多。温度、水分、氧气和二氧化碳浓度是影响呼吸作用的主要因素，储藏蔬菜、水果时采取零上低温、一定湿度、低氧等措施延长储藏时间，而种子采取零上低温、干燥、低氧等措施延长储存时间。

【详解】

A、南方稻区早稻浸种后催芽过程中，“常用 40℃左右温水淋种”可以为种子的呼吸作用提供水分和适宜的温度，“时常翻种”可以为种子的呼吸作用提供氧气，A 正确；

B、种子无氧呼吸会产生酒精，因此，农作物种子入库储藏时，应在低氧和零上低温条件下保存，贮藏寿命会显著延长，B 错误；

C、油料作物种子种含有大量脂肪，脂肪中 C、H 含量高，O 含量低，油料作物种子萌发时呼吸作用需要消耗大量氧气，因此，油料作物种子播种时宜浅播，C 正确；

D、柑橘在塑料袋中“密封保存”使水分散失减少，氧气浓度降低，从而降低了呼吸速率，低氧、一定湿度是新鲜水果保存的适宜条件，D 正确。

故选 B。

9.（2021 湖南高考真题）绿色植物的光合作用是在叶绿体内进行的一系列能量和物质转化过程。下列叙述错误的是（ ）

A. 弱光条件下植物没有 O_2 的释放，说明未进行光合作用

B. 在暗反应阶段， CO_2 不能直接被还原

C. 在禾谷类作物开花期剪掉部分花穗，叶片的光合速率会暂时下降

D. 合理密植和增施有机肥能提高农作物的光合作用强度

【答案】A

【解析】

【分析】

光合作用是指绿色植物通过叶绿体，利用光能，把二氧化碳和水转化成储存着能量的有机物，并且释放出

氧气的过程。光合作用根据是否需要光能，可以概括地分为光反应和暗反应两个阶段。光合作用第一个阶段中的化学反应，必须有光才能进行，这个阶段叫做光反应阶段。光合作用第二个阶段的化学反应，有没有光都可以进行，这个阶段叫做暗反应阶段。

【详解】

A、弱光条件下植物没有氧气的释放，有可能是光合作用强度小于或等于呼吸作用强度，光合作用产生的氧气被呼吸作用消耗完，此时植物虽然进行了光合作用，但是没有氧气的释放，A 错误；

B、二氧化碳性质不活泼，在暗反应阶段，一个二氧化碳分子被一个 C_5 分子固定以后，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 释放的能量并且被[H]还原，因此二氧化碳不能直接被还原，B 正确；

C、在禾谷类作物开花期减掉部分花穗，光合作用产物输出受阻，叶片的光合速率会暂时下降，C 正确；

D、合理密植可以充分利用光照，增施有机肥可以为植物提供矿质元素和二氧化碳，这些措施均能提高农作物的光合作用强度，D 正确；

故选 A。

10.（2021 年湖北高考真题）采摘后的梨常温下易软化。果肉中的酚氧化酶与底物接触发生氧化反应，逐渐褐变。密封条件下 4°C 冷藏能延长梨的贮藏期。下列叙述错误的是（ ）

A. 常温下鲜梨含水量大，环境温度较高，呼吸代谢旺盛，不耐贮藏

B. 密封条件下，梨呼吸作用导致 O_2 减少， CO_2 增多，利于保鲜

C. 冷藏时，梨细胞的自由水增多，导致各种代谢活动减缓

D. 低温抑制了梨的酚氧化酶活性，果肉褐变减缓

【答案】C

【解析】

【分析】

1、自由水与结合水的比值越高，新陈代谢越旺盛，抗逆性越差。

2、水果、蔬菜的储藏应选择零上低温、低氧等环境条件。

【详解】

A、常温下鲜梨含水量大，环境温度较高，呼吸代谢旺盛，细胞消耗的有机物增多，不耐贮藏，A 正确；

B、密封条件下，梨呼吸作用导致 O_2 减少， CO_2 增多，抑制呼吸，有氧呼吸减弱，消耗的有机物减少，故利于保鲜，B 正确；

C、细胞中自由水的含量越多，则细胞代谢越旺盛，C 错误；

D、酶活性的发挥需要适宜的温度等条件，结合题意“果肉中的酚氧化酶与底物接触发生氧化反应，逐渐褐

变，密封条件下 4℃冷藏能延长梨的贮藏期”可知，低温抑制了梨的酚氧化酶活性，果肉褐变减缓，D 正确。
故选 C。

11. (2021 年福建高考真题) 下列关于“探究酵母菌细胞呼吸的方式”(实验 I) 和“培养液中酵母菌种群数量的变化”(实验 II) 的叙述，正确的是 ()

- A. 实验 I、II 都要将实验结果转化为数学模型进行分析
- B. 实验 I、II 通气前都必须用 NaOH 去除空气中的 CO₂
- C. 实验 I 中，有氧组和无氧组都能使澄清石灰水变浑浊
- D. 实验 II 中，可用滤纸在盖玻片另一侧吸引培养液进入计数室

【答案】C

【解析】

【分析】

1、“探究酵母菌细胞呼吸的方式”(实验 I)：(1) NaOH 溶液的作用是除去酵母菌呼吸释放的二氧化碳，所以装置中液滴移动的距离代表酵母菌有氧呼吸消耗的氧气；(2) 清水不吸收气体，也不释放气体，所以装置中液滴移动的距离代表呼吸作用释放的二氧化碳的量与消耗氧气的量的差值。

2、“培养液中酵母菌种群数量的变化”(实验 II) 中，酵母菌数量的计算公式为：每个小方格中酵母菌数量 $\times 400 \div (0.1\text{mm}^3 \times 10^{-3}) \times$ 稀释的倍数；并且实验过程中需注意相关注意点，如：取样时要先振荡摇匀、酵母菌浓度过高时要加水稀释、计数时只数上边线和左边线的菌体数等。

【详解】

A、实验 I 不需要将实验结果转化为数学模型进行分析，可以根据液滴的移动情况判断酵母菌的细胞呼吸方式，A 错误；

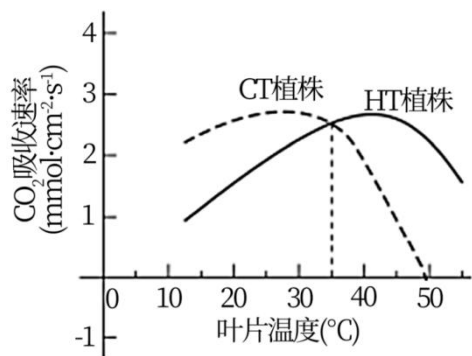
B、实验 II 中二氧化碳不是影响种群数量变化的因素，不会干扰实验结果，所以不需要通气前用 NaOH 去除空气中的 CO₂，B 错误；

C、实验 I 中，酵母菌有氧呼吸和无氧呼吸产物中都有二氧化碳，所以都能使澄清石灰水变浑浊，C 正确；

D、实验 II 中，用血细胞计数对酵母菌计数时，应先放置盖玻片，在盖玻片的边缘滴加培养液，待培养液从边缘处自行渗入计数室，再吸去多余培养液，最后进行计数，D 错误。

故选 C。

12. (2021 年北京高考真题) 将某种植物置于高温环境 (HT) 下生长一定时间后，测定 HT 植株和生长在正常温度 (CT) 下的植株在不同温度下的光合速率，结果如图。由图不能得出的结论是 ()



- A. 两组植株的 CO_2 吸收速率最大值接近
- B. 35°C 时两组植株的真正（总）光合速率相等
- C. 50°C 时 HT 植株能积累有机物而 CT 植株不能
- D. HT 植株表现出对高温环境的适应性

【答案】B

【解析】

【分析】

1、净光合速率是植物绿色组织在光照条件下测得的值——单位时间内一定量叶面积 CO_2 的吸收量或 O_2 的释放量。净光合速率可用单位时间内 O_2 的释放量、有机物的积累量、 CO_2 的吸收量来表示。

2、真正（总）光合速率=净光合速率+呼吸速率。

【详解】

A、由图可知，CT 植株和 HT 植株的 CO_2 吸收速率最大值基本一致，都接近于 $3\text{mmol}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，A 正确；

B、 CO_2 吸收速率代表净光合速率，而总光合速率=净光合速率+呼吸速率。由图可知 35°C 时两组植株的净光合速率相等，但呼吸速率未知，故 35°C 时两组植株的真正（总）光合速率无法比较，B 错误；

C、由图可知， 50°C 时 HT 植株的净光合速率大于零，说明能积累有机物，而 CT 植株的净光合速率不大于零，说明不能积累有机物，C 正确；

D、由图可知，在较高的温度下 HT 植株的净光合速率仍大于零，能积累有机物进行生长发育，体现了 HT 植株对高温环境较适应，D 正确。

故选 B。

13.（2021.6 月浙江高考真题）需氧呼吸必须有氧的参加，此过程中氧的作用是（ ）

- A. 在细胞溶胶中，参与糖酵解过程
- B. 与丙酮酸反应，生成 CO_2
- C. 进入柠檬酸循环，形成少量 ATP

D. 电子传递链中，接受氢和电子生成 H_2O

【答案】D

【解析】

【分析】

1、需氧呼吸的三个阶段

第一阶段糖酵解：发生在细胞溶胶中，反应方程式： $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3(\text{丙酮酸}) + 4[\text{H}] + \text{能量(少)}$

第二阶段柠檬酸循环：发生在线粒体基质中，反应方程式： $2\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{酶}} 6\text{CO}_2 + 20[\text{H}] + \text{能量(少)}$

第三阶段电子传递链：发生在线粒体内膜，反应方程式： $24[\text{H}] + 6\text{O}_2 \xrightarrow{\text{酶}} 12\text{H}_2\text{O} + \text{能量(多)}$

【详解】

A、在细胞溶胶中，需要呼吸第一阶段是糖酵解过程，不需要氧参与，A 错误；

B、需氧呼吸第二阶段，需要水与丙酮酸反应，生成 CO_2 ，不需要氧参与，B 错误；

C、进入柠檬酸循环，形成少量 ATP，是需要呼吸第二阶段，不需要氧参与，C 错误；

D、电子传递的最后一站是氧气接受氢和电子生成 H_2O ，D 正确。

故选 D。

（2021 年全国甲卷）14. 某同学将酵母菌接种在马铃薯培养液中进行实验，不可能得到的结果是（ ）

A. 该菌在有氧条件下能够繁殖

B. 该菌在无氧呼吸的过程中无丙酮酸产生

C. 该菌在无氧条件下能够产生乙醇

D. 该菌在有氧和无氧条件下都能产生 CO_2

【答案】B

【解析】

【分析】

酵母菌是兼性厌氧生物，有氧呼吸的产物是二氧化碳和水，无氧呼吸产物是酒精和二氧化碳。

【详解】

A、酵母菌有细胞核，是真菌生物，其代谢类型是异氧兼性厌氧型，与无氧条件相比，在有氧条件下，产生的能量多，酵母菌的增殖速度快，A 不符合题意；

BC、酵母菌无氧呼吸在细胞质基质中进行，无氧呼吸第一阶段产生丙酮酸、还原性的氢，并释放少量的能量，第二阶段丙酮酸被还原性氢还原成乙醇，并生成二氧化碳，B 符合题意，C 不符合题意；

D、酵母菌有氧呼吸和无氧呼吸都在第二阶段生成 CO_2 ，D 不符合题意。

故选 B。

(2021 年广东卷)15. 在高等植物光合作用的卡尔文循环中, 唯一催化 CO_2 固定形成 C_3 的酶被称为 Rubisco。

下列叙述正确的是 ()

- A. Rubisco 存在于细胞质基质中
- B. 激活 Rubisco 需要黑暗条件
- C. Rubisco 催化 CO_2 固定需要 ATP
- D. Rubisco 催化 C_5 和 CO_2 结合

【答案】D

【解析】

【分析】

暗反应阶段: 场所是叶绿体基质

a. CO_2 的固定: $\text{CO}_2 + \text{C}_5 \xrightarrow{\text{酶}} 2\text{C}_3$

b. 三碳化合物的还原: $\text{C}_3 \xrightarrow[\text{[H], ATP}]{\text{酶}} (\text{CH}_2\text{O}) + \text{C}_5 + \text{H}_2\text{O}$

【详解】

A、Rubisco 参与植物光合作用过程中的暗反应, 暗反应场所在叶绿体基质, 故 Rubisco 存在于叶绿体基质中, A 错误;

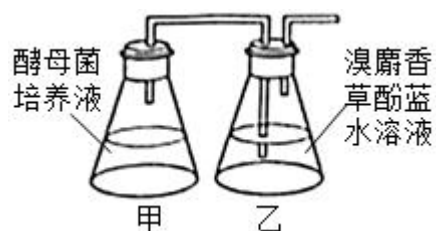
B、暗反应在有光和无光条件下都可以进行, 故参与暗反应的酶 Rubisco 的激活对光无要求, B 错误;

C、Rubisco 催化 CO_2 固定不需要 ATP, C 错误;

D、Rubisco 催化二氧化碳的固定, 即 C_5 和 CO_2 结合生成 C_3 的过程, D 正确。

故选 D。

(2021 年广东卷) 16. 秸秆的纤维素经酶水解后可作为生产生物燃料乙醇的原料。生物兴趣小组利用自制的纤维素水解液 (含 5% 葡萄糖) 培养酵母菌并探究其细胞呼吸 (如图)。下列叙述正确的是 ()



- A. 培养开始时向甲瓶中加入重铬酸钾以便检测乙醇生成
- B. 乙瓶的溶液由蓝色变成红色, 表明酵母菌已产生了 CO_2

C. 用甲基绿溶液染色后可观察到酵母菌中线粒体的分布

D. 实验中增加甲瓶的酵母菌数量不能提高乙醇最大产量

【答案】D

【解析】

【分析】

图示为探究酵母菌进行无氧呼吸的装置示意图。酵母菌无氧呼吸的产物是乙醇和 CO_2 。检测乙醇的方法是：橙色的重铬酸钾溶液，在酸性条件下与乙醇发生化学反应，变成灰绿色。检测 CO_2 的方法是： CO_2 可以使澄清的石灰水变混浊，也可以使溴麝香草酚蓝水溶液由蓝变绿再变黄。

【详解】

A、检测乙醇的生成，应取甲瓶中的滤液 2mL 注入到试管中，再向试管中加入 0.5mL 溶有 0.1g 重铬酸钾的浓硫酸溶液，使它们混合均匀，观察试管中溶液颜色的变化，A 错误；

B、 CO_2 可以使溴麝香草酚蓝水溶液由蓝变绿再变黄，因此乙瓶的溶液不会变成红色，B 错误；

C、健那绿染液是专一性染线粒体的活细胞染料，可使活细胞中的线粒体呈现蓝绿色，而细胞质接近无色，因此用健那绿染液染色后可观察到酵母菌中线粒体的分布，C 错误；

D、乙醇最大产量与甲瓶中葡萄糖的量有关，因甲瓶中葡萄糖的量是一定，因此实验中增加甲瓶的酵母菌数量不能提高乙醇最大产量，D 正确。

故选 D。

（2021 年 1 月浙江卷）17. 苹果果实成熟到一定程度，呼吸作用突然增强，然后又突然减弱，这种现象称为呼吸跃变，呼吸跃变标志着果实进入衰老阶段。下列叙述正确的是（ ）

A. 呼吸作用增强，果实内乳酸含量上升

B. 呼吸作用减弱，糖酵解产生的 CO_2 减少

C. 用乙烯合成抑制剂处理，可延缓呼吸跃变现象的出现

D. 果实贮藏在低温条件下，可使呼吸跃变提前发生

【答案】C

【解析】

【分析】

乙烯能促进果实成熟和衰老；糖酵解属于细胞呼吸第一阶段，该过程 1 个葡萄糖分子被分解成 2 个含 3 个碳原子的化合物分子，并释放出少量能量，形成少量 ATP。

【详解】

A、苹果果实细胞无氧呼吸不产生乳酸，产生的是酒精和二氧化碳，A 错误；

B、糖酵解属于细胞呼吸第一阶段，在糖酵解的过程中，1 个葡萄糖分子被分解成 2 个含 3 个碳原子的化合物分子，分解过程中释放出少量能量，形成少量 ATP，故糖酵解过程中没有 CO_2 产生，B 错误；

C、乙烯能促进果实成熟和衰老，因此用乙烯合成抑制剂处理，可延缓细胞衰老，从而延缓呼吸跃变现象的出现，C 正确；

D、果实贮藏在低温条件下，酶的活性比较低，细胞更不容易衰老，能延缓呼吸跃变现象的出现，D 错误。
故选 C。

18. (2020 年天津高考生物试卷·5) 研究人员从菠菜中分离类囊体，将其与 16 种酶等物质一起用单层脂质分子包裹成油包水液滴，从而构建半人工光合作用反应体系。该反应体系在光照条件下可实现连续的 CO_2 固定与还原，并不断产生有机物乙醇酸。下列分析正确的是 ()

A. 产生乙醇酸的场所相当于叶绿体基质

B. 该反应体系不断消耗的物质仅是 CO_2

C. 类囊体产生的 ATP 和 O_2 参与 CO_2 固定与还原

D. 与叶绿体相比，该反应体系不含光合作用色素

【答案】A

【解析】

【分析】

光合作用的光反应阶段（场所是叶绿体的类囊体膜上）：水的光解产生[H]与氧气，以及 ATP 的形成；光合作用的暗反应阶段（场所是叶绿体的基质中）： CO_2 被 C_5 固定形成 C_3 ， C_3 在光反应提供的 ATP 和[H]的作用下还原生成糖类有机物。

【详解】

A、乙醇酸是在光合作用暗反应产生的，暗反应场所在叶绿体基质中，所以产生乙醇酸的场所相当于叶绿体基质，A 正确；

B、该反应体系中能进行光合作用整个过程，不断消耗的物质有 CO_2 和 H_2O ，B 错误；

C、类囊体产生的 ATP 参与 C_3 的还原，产生的 O_2 用于呼吸作用或释放到周围环境中，C 错误；

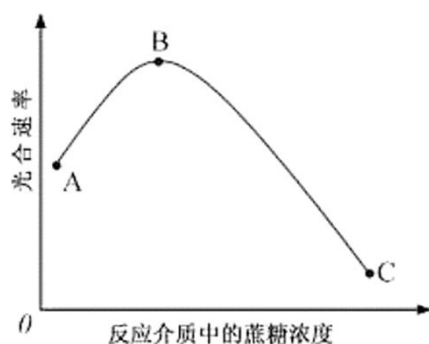
D、该体系含有类囊体，而类囊体的薄膜上含有光合作用色素，D 错误。

故选 A。

【点睛】

本题需要考生将人工装置和光合作用的过程及场所联系，综合分析解答。

19. (2020 年浙江省高考生物试卷 (7 月选考) • 25) 将某植物叶片分离得到的叶绿体, 分别置于含不同蔗糖浓度的反应介质溶液中, 测量其光合速率, 结果如图所示。图中光合速率用单位时间内单位叶绿素含量消耗的二氧化碳量表示。下列叙述正确的是 ()



- A. 测得的该植物叶片的光合速率小于该叶片分离得到的叶绿体的光合速率
- B. 若分离的叶绿体中存在一定比例的破碎叶绿体, 测得的光合速率与无破碎叶绿体的相比, 光合速率偏大
- C. 若该植物较长时间处于遮阴环境, 叶片内蔗糖浓度与光合速率的关系与图中 B-C 段对应的关系相似
- D. 若该植物处于开花期, 人为摘除花朵, 叶片内蔗糖浓度与光合速率的关系与图中 A-B 段对应的关系相似

【答案】A

【解析】

【分析】

叶绿体是光合作用的场所, 需要保证完整的结构, 才能正常进行光合作用; 外界浓度过高, 导致叶绿体失水, 降低光合速率; 光合产物积累过多, 也会导致光合速率下降。

【详解】

A、测得植物叶片的光合速率是叶片的总光合速率减去叶片的呼吸速率, 而分离得到的叶绿体的光合速率, 就是总光合速率, A 正确;

B、破碎叶绿体, 其叶绿素释放出来, 被破坏, 导致消耗二氧化碳减少, 测得的光合速率与无破碎叶绿体的相比, 光合速率偏小, B 错误;

C、若该植物较长时间处于遮阴环境, 光照不足, 光反应减弱, 影响碳反应速率, 蔗糖合成一直较少, C 错误;

D、若该植物处于开花期, 人为摘除花朵, 叶片光合作用产生的蔗糖不能运到花瓣, 在叶片积累, 光合速率下降, 叶片内蔗糖浓度与光合速率的关系与图中 B-C 段对应的关系相似, D 错误。故选 A。

20. (2020 年全国统一高考生物试卷 (新课标 I) • 2) 种子贮藏中需要控制呼吸作用以减少有机物的消耗。

若作物种子呼吸作用所利用的物质是淀粉分解产生的葡萄糖，下列关于种子呼吸作用的叙述，错误的是（ ）

- A. 若产生的 CO_2 与乙醇的分子数相等，则细胞只进行无氧呼吸
- B. 若细胞只进行有氧呼吸，则吸收 O_2 的分子数与释放 CO_2 的相等
- C. 若细胞只进行无氧呼吸且产物是乳酸，则无 O_2 吸收也无 CO_2 释放
- D. 若细胞同时进行有氧和无氧呼吸，则吸收 O_2 的分子数比释放 CO_2 的多

【答案】D

【解析】

【分析】

呼吸底物是葡萄糖时，若只进行有氧呼吸，则消耗的氧气=生成的二氧化碳量；若只进行无氧呼吸，当呼吸产物是酒精时，生成的酒精量=生成的二氧化碳量。

【详解】

- A、若二氧化碳的生成量=酒精的生成量，则说明不消耗氧气，故只有无氧呼吸，A 正确；
- B、若只进行有氧呼吸，则消耗的氧气量=生成的二氧化碳量，B 正确；
- C、若只进行无氧呼吸，说明不消耗氧气，产乳酸的无氧呼吸不会产生二氧化碳，C 正确；
- D、若同时进行有氧呼吸和无氧呼吸，若无氧呼吸产酒精，则消耗的氧气量小于二氧化碳的生成量，若无氧呼吸产乳酸，则消耗的氧气量=二氧化碳的生成量，D 错误。

故选 D。

【点睛】

21. (2020 年山东省高考生物试卷(新高考)·2) 癌细胞即使在氧气供应充足的条件下也主要依赖无氧呼吸产生 ATP，这种现象称为“瓦堡效应”。下列说法错误的是（ ）

- A. “瓦堡效应”导致癌细胞需要大量吸收葡萄糖
- B. 癌细胞中丙酮酸转化为乳酸的过程会生成少量 ATP
- C. 癌细胞呼吸作用过程中丙酮酸主要在细胞质基质中被利用
- D. 消耗等量的葡萄糖，癌细胞呼吸作用产生的 NADH 比正常细胞少

【答案】B

【解析】

【分析】

1、无氧呼吸两个阶段的反应：

第一阶段：反应场所：细胞质基质；反应式 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3(\text{丙酮酸}) + 4[\text{H}] + \text{少量能量}$

第一阶段：反应场所：细胞质基质；反应式 $2\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3(\text{丙酮酸}) + 4[\text{H}] \xrightarrow{\text{酶}} 2\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3(\text{乳酸})$

2、有氧呼吸三个阶段的反应：

第一阶段：反应场所：细胞质基质；反应式 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3(\text{丙酮酸}) + 4[\text{H}] + \text{少量能量}$

第二阶段：反应场所：线粒体基质；反应式 $2\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3(\text{丙酮酸}) + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{酶}} 20[\text{H}] + 6\text{CO}_2 + \text{少量能量}$

第三阶段：反应场所：线粒体内膜；反应式 $24[\text{H}] + 6\text{O}_2 \xrightarrow{\text{酶}} 12\text{H}_2\text{O} + \text{大量能量}(34\text{ATP})$

【详解】

A、由于葡萄糖无氧呼吸时只能释放少量的能量，故“瓦堡效应”导致癌细胞需要吸收大量的葡萄糖来为生命活动供能，A 正确；

B、无氧呼吸只在第一阶段产生少量 ATP，癌细胞中进行无氧呼吸时，第二阶段由丙酮酸转化为乳酸的过程不会生成 ATP，B 错误；

C、由题干信息和分析可知，癌细胞主要进行无氧呼吸，故丙酮酸主要在细胞质基质中被利用，C 正确；

D、由分析可知，无氧呼吸只有第一阶段产生少量的 NADH，而有氧呼吸的第一阶段和第二阶段都能产生 NADH，故消耗等量的葡萄糖，癌细胞呼吸作用产生的 NADH 比正常细胞少，D 正确。

故选 B。

【点睛】

本题结合癌细胞的“瓦堡效应”，考查有氧呼吸和无氧呼吸的相关内容，掌握有氧呼吸和无氧呼吸各阶段物质和能量的变化是解题的关键。

22. (2020 年山东省高考生物试卷(新高考) • 12) 我国的酿酒技术历史悠久，古人在实际生产中积累了很多经验。《齐民要术》记载：将蒸熟的米和酒曲混合前需“浸曲发，如鱼眼汤，净淘米八斗，炊作饭，舒令极冷”。意思是将酒曲浸到活化，冒出鱼眼大小的气泡，把八斗米淘净，蒸熟，摊开冷透。下列说法错误的是 ()

- A. “浸曲发”过程中酒曲中的微生物代谢加快
- B. “鱼眼汤”现象是微生物呼吸作用产生的 CO_2 释放形成的
- C. “净淘米”是为消除杂菌对酿酒过程的影响而采取的主要措施
- D. “舒令极冷”的目的是防止蒸熟的米温度过高导致酒曲中的微生物死亡

【答案】C

【解析】

【分析】

参与酒精的制作的微生物是酵母菌，酵母菌是兼性厌氧型微生物，在有氧条件下进行有氧呼吸将葡萄糖分解为二氧化碳和水，在无氧条件下生成酒精和二氧化碳。

【详解】

A、“浸曲发”是将酵母菌活化，可以使微生物代谢加快，A 正确；

B、“鱼眼汤”是指酵母菌在呼吸过程中产生 CO_2 ，使溶液中出现气泡，B 正确；

C、在做酒过程中，为消除杂菌的影响主要靠“炊作饭”，即蒸熟，C 错误；

D、“舒令极冷”是将米饭摊开冷透，防止温度过高导致微生物（酵母菌死亡），D 正确。

故选 C。

【点睛】

本题需要考生结合酵母菌的代谢类型进行分析，理解题干中的相关术语是解答本题的关键。

23.（2020 年浙江省高考生物试卷（7 月选考）• 6）下列关于细胞的需氧呼吸与厌氧呼吸的叙述，正确的是（ ）

A. 细胞的厌氧呼吸产生的 ATP 比需氧呼吸的多

B. 细胞的厌氧呼吸在细胞溶胶和线粒体嵴上进行

C. 细胞的需氧呼吸与厌氧呼吸过程中都会产生丙酮酸

D. 若适当提高苹果果实贮藏环境中的 O_2 浓度会增加酒精的生成量

【答案】C

【解析】

【分析】

细胞呼吸是细胞内进行的将糖类有机物分解成无机物或小分子有机物，并释放能量的过程，分为需氧呼吸和厌氧呼吸。需氧呼吸必须有氧参加，氧气把糖分子氧化成二氧化碳和水，包括糖酵解、柠檬酸循环和电子传递链三个阶段；厌氧呼吸在无氧条件下发生，包括乳酸发酵和酒精发酵两种。

【详解】

A、需氧呼吸是有机物彻底氧化分解的过程，贮存在有机物中的能量全部释放出来，产生大量 ATP，而厌氧呼吸的产物乳酸或乙醇中还储存着能量，产生的 ATP 少得多，A 错误；

B、细胞的厌氧呼吸在细胞溶胶中进行，B 错误；

C、细胞的需氧呼吸和厌氧呼吸的第一阶段都是糖酵解过程，将 1 个葡萄糖分子转变为 2 个丙酮酸分子，C 正确；

D、若适当提高苹果果实贮藏环境中的 O_2 浓度，会抑制细胞的厌氧呼吸，酒精的生成量减少，D 错误。

故选 C。

24. (2019 浙江 4 月选考·15) 将豌豆根部组织浸在溶液中达到离子平衡后, 测得有关数据如下表:

离子	外部溶液的离子浓度 (mmol/L)	根细胞内部离子浓度 (mmol/L)
Mg^{2+}	0.25	3
NO_3^-	2	28
$H_2PO_4^-$	1	21

下列叙述正确的是

- A. 溶液通氧状况与根细胞吸收 Mg^{2+} 的量无关
- B. 若不断提高温度, 根细胞吸收 $H_2PO_4^-$ 的量会不断增加
- C. 若溶液缺氧, 根细胞厌氧呼吸产生乳酸会抑制 NO_3^- 的吸收
- D. 细胞呼吸电子传递链阶段产生的大量 ATP 可为吸收离子供能

【答案】D

【解析】分析表格数据可知, 豌豆根部组织细胞内的 Mg^{2+} 、 $H_2PO_4^-$ 和 NO_3^- 的浓度均高于外部溶液, 故三种离子进入细胞的方式均为主动转运, 主动转运消耗 ATP, 并且需要借助载体蛋白。溶液通氧状况会影响根细胞的需氧呼吸, 影响 ATP 的合成, 进而影响吸收的 Mg^{2+} 的量, A 选项错误; 不断提高温度, 根细胞中需氧呼吸的酶的活性可能会受到抑制, 影响需氧呼吸合成 ATP, 进而影响根细胞吸收 $H_2PO_4^-$ 的量可能减少, B 选项错误; 若溶液缺氧, 豌豆根细胞厌氧呼吸为酒精发酵, 会产生乙醇和二氧化碳, C 选项错误; 细胞呼吸的电子传递链过程是 [H] 和氧气结合生成水, 并产生大量 ATP 的过程, 可为吸收离子功能, D 选项正确。

25. (2019 浙江 4 月选考·27) 生物利用的能源物质主要是糖类和油脂, 油脂的氧原子含量较糖类中的少而氢的含量多。可用一定时间内生物产生 CO_2 的摩尔数与消耗 O_2 的摩尔数的比值来大致推测细胞呼吸底物的种类。下列叙述错误的是

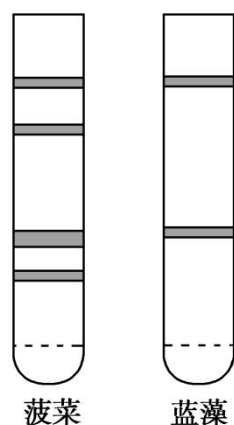
- A. 将果蔬储藏于充满氮气的密闭容器中, 上述比值低于 1
- B. 严重的糖尿病患者与其正常时相比, 上述比值会降低
- C. 富含油脂的种子在萌发初期, 上述比值低于 1
- D. 某动物以草为食, 推测上述比值接近 1

【答案】A

【解析】果蔬中利用的能源物质为糖类, 储藏于充满氮气的密闭容器中, 产生 CO_2 的摩尔数与消耗 O_2 的摩尔数的比值应当等于 1, A 选项错误; 严重的糖尿病患者利用的葡萄糖会减少, 产生 CO_2 的摩尔数与消耗

O_2 的摩尔数的比值相比正常时会降低，B 选项正确；富含油脂的种子在萌发初期主要利用油脂为能源物质，故产生 CO_2 的摩尔数与消耗 O_2 的摩尔数的比值低于 1，C 选项正确；某动物以草为食，则主要的能源物质为糖类，则产生 CO_2 的摩尔数与消耗 O_2 的摩尔数的比值接近 1，D 选项正确。故错误的选项选择 A。

26. （2019江苏卷·17）如图为某次光合作用色素纸层析的实验结果，样品分别为新鲜菠菜叶和一种蓝藻经液氮冷冻研磨后的乙醇提取液。下列叙述正确的是



- A. 研磨时加入 $CaCO_3$ 过量会破坏叶绿素
- B. 层析液可采用生理盐水或磷酸盐缓冲液
- C. 在敞开的烧杯中进行层析时，需通风操作
- D. 实验验证了该种蓝藻没有叶绿素 b

【答案】D

【解析】绿色植物的叶绿体中含有四种色素，纸层析后，形成的色素带从上到下依次是：胡萝卜素（橙黄色）、叶黄素（黄色）、叶绿素 a（蓝绿色）、叶绿素 b 黄绿色。由图可知，菠菜含有四种色素，蓝藻（原核生物）只含有叶绿素 a 和胡萝卜素。研磨时加入碳酸钙是为了保护叶绿素，A 错误；层析液可以由石油醚、丙酮和苯混合而成，也可以用 92 号汽油代替，B 错误；层析时，为了防止层析液挥发，需要用培养皿盖住小烧杯，C 错误；由图可知，蓝藻只有两条色素带，不含有叶绿素 b，D 正确，故选 D。

27. （2019 全国卷I·3）将一株质量为 20 g 的黄瓜幼苗栽种在光照等适宜的环境中，一段时间后植株达到 40 g，其增加的质量来自于

- A. 水、矿质元素和空气
- B. 光、矿质元素和水
- C. 水、矿质元素和土壤
- D. 光、矿质元素和空气

【答案】A

【解析】黄瓜幼苗可以吸收水，增加鲜重；也可以从土壤中吸收矿质元素，合成相关的化合物。也可以利用大气中二氧化碳进行光合作用制造有机物增加细胞干重。植物光合作用将光能转化成了有机物中的化学能，并没有增加黄瓜幼苗的质量，故黄瓜幼苗在光照下增加的质量来自于水、矿质元素、空气。综上所述，BCD 不符合题意，A 符合题意。故选 A。

28. (2019 全国卷 II·2) 马铃薯块茎储藏不当会出现酸味，这种现象与马铃薯块茎细胞的无氧呼吸有关。下列叙述正确的是

- A. 马铃薯块茎细胞无氧呼吸的产物是乳酸和葡萄糖
- B. 马铃薯块茎细胞无氧呼吸产生的乳酸是由丙酮酸转化而来
- C. 马铃薯块茎细胞无氧呼吸产生丙酮酸的过程不能生成 ATP
- D. 马铃薯块茎储藏库中氧气浓度的升高会增加酸味的产生

【答案】B

【解析】马铃薯块茎无氧呼吸的产物是乳酸，无葡萄糖，A 错误；马铃薯块茎细胞无氧呼吸的第一阶段，葡萄糖被分解成丙酮酸，丙酮酸在第二阶段转化成乳酸，B 正确；马铃薯块茎细胞无氧呼吸产生丙酮酸属于无氧呼吸的第一阶段，会生成少量 ATP，C 错误；马铃薯块茎储存时，氧气浓度增加会抑制其无氧呼吸，酸味会减少，D 错误。

29. (2019 全国卷 III·4) 若将 n 粒玉米种子置于黑暗中使其萌发，得到 n 株黄化苗。那么，与萌发前的这 n 粒干种子相比，这些黄化苗的有机物总量和呼吸强度表现为

- A. 有机物总量减少，呼吸强度增强
- B. 有机物总量增加，呼吸强度增强
- C. 有机物总量减少，呼吸强度减弱
- D. 有机物总量增加，呼吸强度减弱

【答案】A

【解析】根据题意分析，种子萌发时，吸水膨胀，种皮变软，呼吸作用逐渐增强，将储藏在子叶或胚乳中的营养物质逐步分解，转化为可以被细胞吸收利用的物质，所以种子萌发过程中，呼吸作用强度增加，而有机物因呼吸作用消耗而总量不断减少。综上所述，BCD 不符合题意，A 符合题意。故选 A。

30. (2018 北京卷，3) 光反应在叶绿体类囊体上进行。在适宜条件下，向类囊体悬液中加入氧化还原指示剂 DCIP，照光后 DCIP 由蓝色逐渐变为无色。该反应过程中 ()

- A. 需要 ATP 提供能量
- B. DCIP 被氧化

C. 不需要光合色素参与

D. 会产生氧气

【答案】D

【解析】光反应发生在叶绿体类囊薄膜上，有光时，产生氧气、NADPH 和 ATP，A 错误；DCIP 照光后由蓝色逐渐变为无色，是因为 DCIP 被 [H] 还原成无色，B 错误；光合作用光反应阶段需要光合色素吸收光能，C 错误；光合作用光反应阶段会产生氧气，D 正确。

31. (2018 海南卷，4) 高等植物细胞中，下列过程只发生在生物膜上的是 ()

A. 光合作用中的光反应

B. 光合作用中 CO_2 的固定

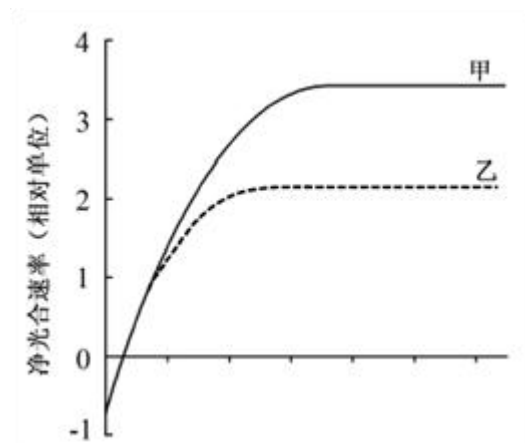
C. 葡萄糖分解产生丙酮酸

D. 以 DNA 为模板合成 RNA

【答案】A

【解析】高等植物细胞中，光合作用中的光反应只能发生在类囊体薄膜上，A 正确；光合作用中 CO_2 的固定发生在叶绿体基质中，B 错误；葡萄糖分解产生丙酮酸发生在细胞质基质中，C 错误；以 DNA 为模板合成 RNA，发生在细胞核和叶绿体基质中，D 错误。

32. (2018 江苏卷，18) 如图为某一植物在不同实验条件下测得的净光合速率，下列假设条件中能使图中结果成立的是 ()



A. 横坐标是 CO_2 浓度，甲表示较高温度，乙表示较低温度

B. 横坐标是温度，甲表示较高 CO_2 浓度，乙表示较低 CO_2 浓度

C. 横坐标是光波长，甲表示较高温度，乙表示较低温度

D. 横坐标是光照强度，甲表示较高 CO_2 浓度，乙表示较低 CO_2 浓度

【答案】D

【解析】若横坐标是 CO_2 浓度，较高温度下，呼吸速率高，较低温度下，呼吸速率低，所以甲乙与纵坐标的交点不一样，A 错误；若横坐标是温度，则随着温度的升高光合速率与呼吸速率都会表现为先升高后降低的趋势，B 错误；若横坐标是光波长，则净光合曲线的变化趋势为先升高后降低，与图中甲乙曲线变化不符，C 错误；若横坐标是光照强度，较高浓度的二氧化碳有利于光合作用的进行，因此甲表示较高 CO_2 浓度，乙表示较低 CO_2 浓度，D 正确。

33. (2018 全国III卷, 5) 下列关于生物体中细胞呼吸的叙述, 错误的是 ()

- A. 植物在黑暗中可进行有氧呼吸也可进行无氧呼吸
- B. 食物链上传递的能量有一部分通过细胞呼吸散失
- C. 有氧呼吸和无氧呼吸的产物分别是葡萄糖和乳酸
- D. 植物光合作用和呼吸作用过程中都可以合成 ATP

【答案】C

【解析】本题主要考查植物细胞的光合作用、细胞呼吸及生态系统能量流动的有关知识。植物在黑暗中有氧时可进行有氧呼吸，无氧时可进行无氧呼吸，A 正确；食物链上的营养级同化的能量有三个去向：呼吸散失、传递给下一个营养级（除了最高营养级）和被分解者分解利用，B 正确；有氧呼吸和无氧呼吸的产物分别是 CO_2 和 H_2O 、 CO_2 和酒精，某些组织或器官是乳酸，C 错误；植物光合作用的光反应阶段和呼吸作用过程中都可以合成 ATP，D 正确，所以选 C。

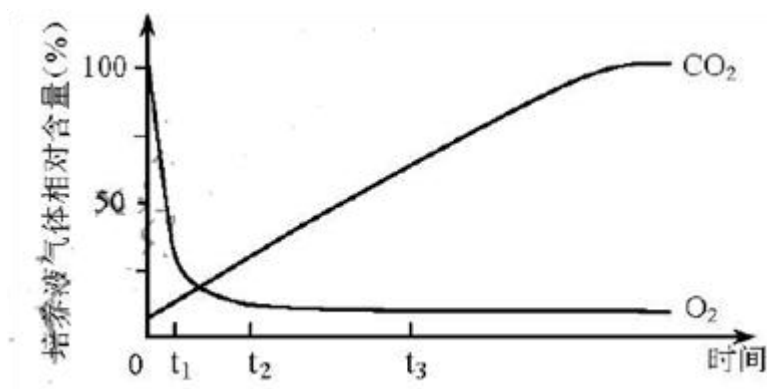
34. (2018 全国II卷, 4) 有些作物的种子入库前需要经过风干处理, 与风干前相比, 下列说法错误的是 ()

- A. 风干种子中有机物的消耗减慢
- B. 风干种子上微生物不易生长繁殖
- C. 风干种子中细胞呼吸作用的强度高
- D. 风干种子中结合水与自由水的比值大

【答案】C

【解析】风干的种子中自由水含量极少，细胞呼吸作用强度非常弱，因此有机物消耗减慢，A 正确，C 错误；风干的种子含水量少，不利于微生物的生长繁殖，B 正确；风干的种子中自由水含量极少，导致结合水与自由水的比值增大，D 正确。

35. (2018 天津卷, 5) 为探究酵母菌的呼吸方式, 在连通 CO_2 和 O_2 传感器的 100mL 锥形瓶中, 加入 40mL 活化酵母菌和 60mL 葡萄糖培养液, 密封后在最适温度下培养。培养液中 O_2 和 CO_2 相对含量变化见下图。有关分析错误的是 ()



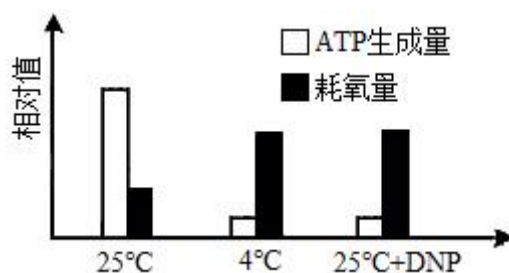
- A. $t_1 \rightarrow t_2$, 酵母菌的有氧呼吸速率不断下降
- B. t_3 时, 培养液中葡萄糖的消耗速率比 t_1 时快
- C. 若降低 10°C 培养, O_2 相对含量达到稳定所需时间会缩短
- D. 实验后的培养液滤液加入适量酸性重铬酸钾溶液后变成灰绿色

【答案】C

【解析】在 $t_1 \sim t_2$ 时刻, 单位时间内氧气的减少速率越来越慢, 说明酵母菌的有氧呼吸速率不断下降, A 正确; t_3 时刻, 培养液中氧气的含量不再发生变化, 说明酵母菌基本不再进行有氧呼吸, 此时主要进行无氧呼吸, t_1 和 t_3 产生 CO_2 的速率相同, 所以单位时间内产生相同量的 CO_2 , 所以单位时间内无氧呼吸消耗的葡萄糖是有氧呼吸的 3 倍, 因此 t_3 时, 溶液中消耗葡萄糖的速率比 t_1 时快, B 正确; 图示所给温度是最适温度, 此时酶的活性最高, 反应速率最快, 因此若降低温度, 氧气相对含量达到稳定时所需要的时间会变长, C 错误; 据图可知, 酵母菌进行了无氧呼吸, 无氧呼吸过程会产生酒精, 酒精与酸性重铬酸钾溶液反应后变成灰绿色, D 正确。

二、多选题

1. (2022·山东·高考真题) 在有氧呼吸第三阶段, 线粒体基质中的还原型辅酶脱去氢并释放电子, 电子经线粒体内膜最终传递给 O_2 , 电子传递过程中释放的能量驱动 H^+ 从线粒体基质移至内外膜间隙中, 随后 H^+ 经 ATP 合酶返回线粒体基质并促使 ATP 合成, 然后与接受了电子的 O_2 结合生成水。为研究短时低温对该阶段的影响, 将长势相同的黄瓜幼苗在不同条件下处理, 分组情况及结果如图所示。已知 DNP 可使 H^+ 进入线粒体基质时不经过 ATP 合酶。下列相关说法正确的是 ()



-
- A. 4℃时线粒体内膜上的电子传递受阻
- B. 与 25℃时相比, 4℃时有氧呼吸产热多
- C. 与 25℃时相比, 4℃时有氧呼吸消耗葡萄糖的量多
- D. DNP 导致线粒体内外膜间隙中 H^+ 浓度降低, 生成的 ATP 减少

【答案】BCD

【解析】

【分析】

NDP 可使 H^+ 进入线粒体基质时不经过 ATP 合酶, 即 NDP 可抑制 ATP 的合成。

【详解】

A、与 25℃相比, 4℃耗氧量增加, 根据题意, 电子经线粒体内膜最终传递给氧气, 说明电子传递未受阻, A 错误;

BC、与 25℃相比, 短时间低温 4℃处理, ATP 合成量较少, 耗氧量较多, 说明 4℃时有氧呼吸释放的能量较多的用于产热, 消耗的葡萄糖量多, BC 正确;

D、DNP 使 H^+ 不经 ATP 合酶返回基质中, 会使线粒体内外膜间隙中 H^+ 浓度降低, 导致 ATP 合成减少, D 正确。

故选 BCD。

2. (2022·湖南·高考真题) 在夏季晴朗无云的白天, 10 时左右某植物光合作用强度达到峰值, 12 时左右光合作用强度明显减弱。光合作用强度减弱的原因可能是 ()

- A. 叶片蒸腾作用强, 失水过多使气孔部分关闭, 进入体内的 CO_2 量减少
- B. 光合酶活性降低, 呼吸酶不受影响, 呼吸释放的 CO_2 量大于光合固定的 CO_2 量
- C. 叶绿体内膜上的部分光合色素被光破坏, 吸收和传递光能的效率降低
- D. 光反应产物积累, 产生反馈抑制, 叶片转化光能的能力下降

【答案】AD

【解析】

【分析】

影响光合作用的因素: 1、光照强度: 光照会影响光反应, 从而影响光合作用, 因此, 当光照强度低于光饱和点时, 光合速率随光照强度的增加而增加, 但达到光饱和点后, 光合作用不再随光照强度增加而增加; 2、 CO_2 浓度: CO_2 是光合作用暗反应的原料, 当 CO_2 浓度增加至 1% 时, 光合速率会随 CO_2 浓度的增高而增高; 3、温度: 温度对光合作用的影响主要是影响酶的活性, 或午休现象; 4、矿质元素: 在一定范围内, 增大必须矿质元素的供应, 以提高光合作用速率; 5、水分: 水是光合作用的原料, 缺水既可直接影响光合作用,

植物缺水时又会导致气孔关闭，影响 CO_2 的吸收，使光合作用减弱。

【详解】

A、夏季中午叶片蒸腾作用强，失水过多使气孔部分关闭，进入体内的 CO_2 量减少，暗反应减慢，光合作用强度明显减弱，A 正确；

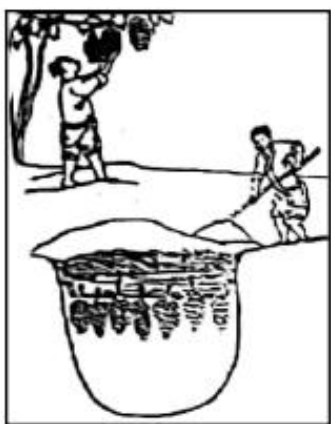
B、夏季中午气温过高，导致光合酶活性降低，呼吸酶不受影响（呼吸酶最适温度高于光合酶），光合作用强度减弱，但此时光合作用强度仍然大于呼吸作用强度，即呼吸释放的 CO_2 量小于光合固定的 CO_2 量，B 错误；

C、光合色素分布在叶绿体的类囊体薄膜而非叶绿体内膜上，C 错误；

D、夏季中午叶片蒸腾作用强，失水过多使气孔部分关闭，进入体内的 CO_2 量减少，暗反应减慢，导致光反应产物积累，产生反馈抑制，使叶片转化光能的能力下降，光合作用强度明显减弱，D 正确。

故选 AD。

（2021 年河北卷）3.《齐民要术》中记载了利用荫坑贮存葡萄的方法（如图）。目前我国果蔬主产区普遍使用大型封闭式气调冷藏库（充入氮气替换部分空气），延长了果蔬保鲜时间、增加了农民收益。下列叙述正确的是（ ）



极熟时，全房折取。于屋下作荫坑，坑内近地，凿壁为孔，插枝于孔中，还筑孔使坚。屋子置土覆之，经冬不异也。

- A. 荫坑和气调冷藏库环境减缓了果蔬中营养成分和风味物质的分解
- B. 荫坑和气调冷藏库贮存的果蔬，有氧呼吸中不需要氧气参与的第一、二阶段正常进行，第三阶段受到抑制
- C. 气调冷藏库中的低温可以降低细胞质基质和线粒体中酶的活性
- D. 气调冷藏库配备的气体过滤装置及时清除乙烯，可延长果蔬保鲜时间

【答案】ACD

【解析】

【分析】

细胞呼吸分有氧呼吸和无氧呼吸两种类型。这两种类型的共同点是：在酶的催化作用下，分解有机物，释放能量。但是，前者需要氧和线粒体的参与，有机物彻底氧化释放的能量比后者多。温度、水分、氧气和二氧化碳浓度是影响呼吸作用的主要因素，储藏蔬菜、水果时采取零上低温、一定湿度、低氧等措施延长储藏时间，而种子采取零上低温、干燥、低氧等措施延长储存时间。

【详解】

A、荫坑和气调冷藏库环境中的低温均可通过降低温度抑制与呼吸作用相关的酶的活性，大型封闭式气调冷藏库（充入氮气替换部分空气）降低氧气浓度，有氧呼吸和无氧呼吸均减弱，从而减缓了果蔬中营养成分和风味物质的分解，A 正确；

B、荫坑和气调冷藏库贮存中的低温可以降低呼吸作用相关酶的活性，大型封闭式气调冷藏库（充入氮气替换部分空气）降低氧气浓度，其中酶的活性降低对有氧呼吸的三个阶段均有影响，B 错误；

C、温度会影响酶的活性，气调冷藏库中的低温可以降低细胞质基质和线粒体中酶的活性，C 正确；

D、乙烯促进果实成熟，催熟是乙烯最主要和最显著的效应。所以气调冷藏库配备的气体过滤装置及时清除乙烯，可延长果蔬的保鲜时间，D 正确。

故选 ACD。

三、非选择题

1.（2022·全国甲卷·高考真题）根据光合作用中 CO_2 的固定方式不同，可将植物分为 C_3 植物和 C_4 植物等类型。 C_4 植物的 CO_2 补偿点比 C_3 植物的低。 CO_2 补偿点通常是指环境 CO_2 浓度降低导致光合速率与呼吸速率相等时的环境 CO_2 浓度。回答下列问题。

(1)不同植物(如 C_3 植物和 C_4 植物)光合作用光反应阶段的产物是相同的，光反应阶段的产物是_____（答出 3 点即可）。

(2)正常条件下，植物叶片的光合产物不会全部运输到其他部位，原因是_____（答出 1 点即可）。

(3)干旱会导致气孔开度减小，研究发现在同等程度干旱条件下， C_4 植物比 C_3 植物生长得好。从两种植物 CO_2 补偿点的角度分析，可能的原因是_____。

【答案】(1) O_2 、 $[\text{H}]$ 和 ATP

(2)自身呼吸消耗或建造植物体结构

(3) C_4 植物的 CO_2 补偿点低于 C_3 植物， C_4 植物能够利用较低浓度的 CO_2

【解析】

【分析】

光合作用包括光反应和暗反应两个阶段：(1) 光合作用的光反应阶段（场所是叶绿体的类囊体膜上）：水的光解产生[H]与氧气，以及 ATP 的形成；(2) 光合作用的暗反应阶段（场所是叶绿体的基质中）：CO₂ 被 C₅ 固定形成 C₃，C₃ 在光反应提供的 ATP 和[H]的作用下还原生成糖类有机物是指绿色植物通过叶绿体，利用光能把二氧化碳和水转变成储存着能量的有机物，并释放出氧气的过程。

(1)

光合作用光反应阶段的场所是叶绿体的类囊体膜上，光反应发生的物质变化包括水的光解以及 ATP 的形成，因此光合作用光反应阶段生成的产物有 O₂、[H]和 ATP。

(2)

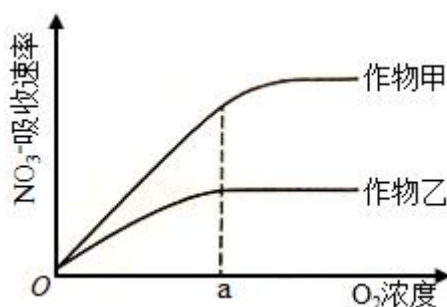
叶片光合作用产物一部分用来建造植物体结构和自身呼吸消耗，其余部分被输送到植物体的储藏器官储存起来。故正常条件下，植物叶片的光合产物不会全部运输到其他部位。

(3)

C₄ 植物的 CO₂ 固定途径有 C₄ 和 C₃ 途径，其主要的 CO₂ 固定酶是 PEPC，Rubisco；而 C₃ 植物只有 C₃ 途径，其主要的 CO₂ 固定酶是 Rubisco。干旱会导致气孔开度减小，叶片气孔关闭，CO₂ 吸收减少；由于 C₄ 植物的 CO₂ 补偿点低于 C₃ 植物，则 C₄ 植物能够利用较低浓度的 CO₂，因此光合作用受影响较小的植物是 C₄ 植物，C₄ 植物比 C₃ 植物生长得好。

2. (2022·全国乙卷·高考真题) 农业生产中，农作物生长所需的氮素可以 NO₃⁻ 的形式由根系从土壤中吸收。

一定时间内作物甲和作物乙的根细胞吸收 NO₃⁻ 的速率与 O₂ 浓度的关系如图所示。回答下列问题。



(1) 由图可判断 NO₃⁻ 进入根细胞的运输方式是主动运输，判断的依据是_____。

(2) O₂ 浓度大于 a 时作物乙吸收 NO₃⁻ 速率不再增加，推测其原因是_____。

(3) 作物甲和作物乙各自在 NO₃⁻ 最大吸收速率时，作物甲根细胞的呼吸速率大于作物乙，判断依据是_____。

(4) 据图可知，在农业生产中，为促进农作物对 NO₃⁻ 的吸收利用，可以采取的措施是_____。

【答案】(1)主动运输需要呼吸作用提供能量， O_2 浓度小于 a 点，根细胞对 NO_3^- 的吸收速率与 O_2 浓度呈正相关

(2)主动运输需要载体蛋白，此时载体蛋白数量达到饱和

(3)甲的 NO_3^- 最大吸收速率大于乙，甲需要能量多，消耗 O_2 多

(4)定期松土

【解析】

【分析】

根据物质运输的方向以及运输过程中是否需要能量，将物质跨膜运输分为被动运输和主动运输，其中主动运输为逆浓度方向运输，需要载体蛋白和能量的供应。曲线图分析，当氧气浓度小于 a 时，影响根细胞吸收 NO_3^- 的因素是能量，当氧气浓度大于 a 时，影响根细胞吸收 NO_3^- 的因素是载体蛋白的数量。

(1)

主动运输是低浓度向高浓度运输，需要能量的供应、需要载体蛋白协助，由图可知，当氧气浓度小于 a 点时，随着 O_2 浓度的增加，根细胞对 NO_3^- 的吸收速率也增加，说明根细胞吸收 NO_3^- 需要能量的供应，为主动运输。

(2)

主动运输需要能量和载体蛋白，呼吸作用可以为主动运输提供能量， O_2 浓度大于 a 时作物乙吸收 NO_3^- 的速率不再增加，能量不再是限制因素，此时影响根细胞吸收 NO_3^- 速率的因素是载体蛋白的数量，此时载体蛋白数量达到饱和。

(3)

曲线图分析，当甲和乙根细胞均达到最大的 NO_3^- 的吸收速率时，甲的 NO_3^- 最大吸收速率大于乙，说明甲需要能量多，消耗 O_2 多，甲根部细胞的呼吸速率大于作物乙。

(4)

在农业生产中，为了促进根细胞对矿质元素的吸收，需要定期松土，增加土壤中的含氧量，促进根细胞的有氧呼吸，为主动运输吸收矿质元素提供能量。

3. (2022·湖南·高考真题) 将纯净水洗净的河沙倒入洁净的玻璃缸中制成沙床，作为种子萌发和植株生长的基质。某水稻品种在光照强度为 $8\sim 10\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ 时，固定的 CO_2 量等于呼吸作用释放的 CO_2 量;日照时长短于 12 小时才能开花。将新采收并解除休眠的该水稻种子表面消毒，浸种 1 天后，播种于沙床上。将沙床置于人工气候室中，保湿透气，昼/夜温为 $35^\circ\text{C}/25^\circ\text{C}$ ，光照强度为 $2\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ ，每天光照时长为 14 小时。回答下列问题:

(1)在此条件下,该水稻种子____(填“能”或“不能”)萌发并成苗(以株高 ≥ 2 厘米,至少1片绿叶视为成苗),理由是_____。

(2)若将该水稻适龄秧苗栽植于上述沙床上,光照强度为 $10\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$,其他条件与上述实验相同,该水稻____(填“能”或“不能”)繁育出新的种子,理由是_____ (答出两点即可)。

(3)若该水稻种子用于稻田直播(即将种子直接撒播于农田),为防鸟害、鼠害减少杂草生长,须灌水覆盖,该种子应具有_____特性。

【答案】(1) 能 种子萌发形成幼苗的过程中,消耗的能量主要来自种子胚乳中储存的有机物,且光照有利于叶片叶绿素的形成

(2) 不能 光照强度为 $10\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$,等于光补偿点,每天光照时长为14小时,此时光照时没有有机物的积累,黑暗中细胞呼吸仍需消耗有机物,故全天没有有机物积累;且每天光照时长大于12小时,植株不能开花

(3)耐受酒精毒害

【解析】

【分析】

种子萌发初期,消耗的能量主要来自种子胚乳中储存的有机物,有机物含量逐渐减少;当幼苗出土、形成绿叶后,开始通过光合作用合成有机物,但光合作用大于呼吸作用时,植株有机物开始增加。

(1)

种子萌发形成幼苗的过程中,消耗的能量主要来自种子胚乳中储存的有机物,因此在光照强度为 $2\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$,每天光照时长为14小时,虽然光照强度低于光补偿点,但光照有利于叶片叶绿素的形成,种子仍能萌发并成苗。

(2)

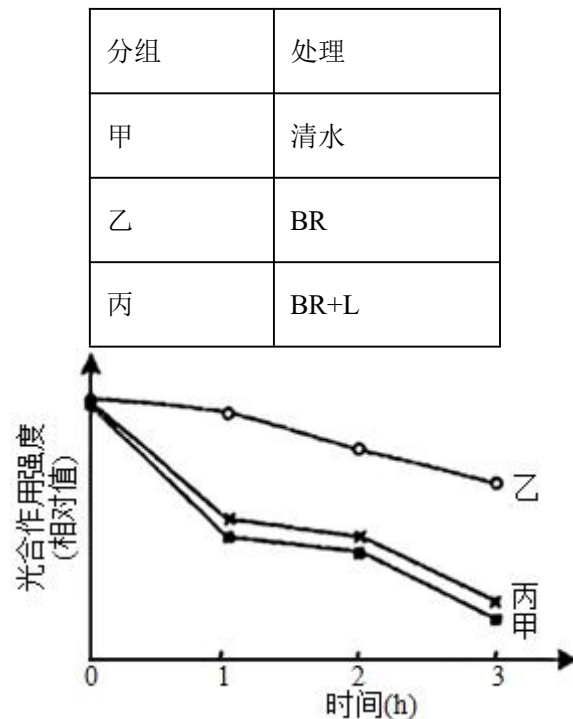
将该水稻适龄秧苗栽植于上述沙床上,光照强度为 $10\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$,等于光补偿点,每天光照时长为14小时,此时光照时没有有机物的积累,黑暗中细胞呼吸仍需消耗有机物,且每天光照时长大于12小时,植株不能开花,因此该水稻不能繁育出新的种子。

(3)

该水稻种子用于稻田直播(即将种子直接撒播于农田),为防鸟害、鼠害减少杂草生长,须灌水覆盖,此时种子获得氧气较少,可通过无氧呼吸分解有机物供能,无氧呼吸产生的酒精对种子有一定的毒害作用,推测该种子应具有耐受酒精毒害的特性。

4. (2022·山东·高考真题)强光条件下,植物吸收的光能若超过光合作用的利用量,过剩的光能可导致植物光合作用强度下降,出现光抑制现象。为探索油菜素内酯(BR)对光抑制的影响机制,将长势相同的苹果

幼苗进行分组和处理，如表所示，其中试剂 L 可抑制光反应关键蛋白的合成。各组幼苗均在温度适宜、水分充足的条件下用强光照射，实验结果如图所示。



- (1)光可以被苹果幼苗叶片中的色素吸收，分离苹果幼苗叶肉细胞中的色素时，随层析，液在滤纸上扩散速度最快的色素主要吸收的光的颜色是_____。
- (2)强光照射后短时间内，苹果幼苗光合作用暗反应达到一定速率后不再增加，但氧气的产生速率继续增加。苹果幼苗光合作用暗反应速率不再增加，可能的原因有_____、_____（答出 2 种原因即可）；氧气的产生速率继续增加的原因是_____。
- (3)据图分析，与甲组相比，乙组加入 BR 后光抑制_____（填“增强”或“减弱”）；乙组与丙组相比，说明 BR 可能通过_____发挥作用。

【答案】(1)蓝紫光

(2) 五碳化合物供应不足

CO₂ 供应不足 强光照射后短时间内，光反应速率增强，水光解产生的氧气速率增强

(3) 减弱 促进光反应关键蛋白的合成

【解析】

【分析】

该实验探索油菜素内酯（BR）对光抑制的影响机制，自变量是对幼苗不同的处理，因变量为光合作用强度，由曲线可知，BR 可能通过促进光反应关键蛋白的合成来减弱光抑制现象。

(1)

苹果幼苗叶肉细胞中的色素有叶绿素 a、叶绿素 b、叶黄素、胡萝卜素，其中胡萝卜素在层析液中溶解度最大，故色素分离时，随层析液在滤纸上扩散速度最快的色素是胡萝卜素，主要吸收蓝紫光。

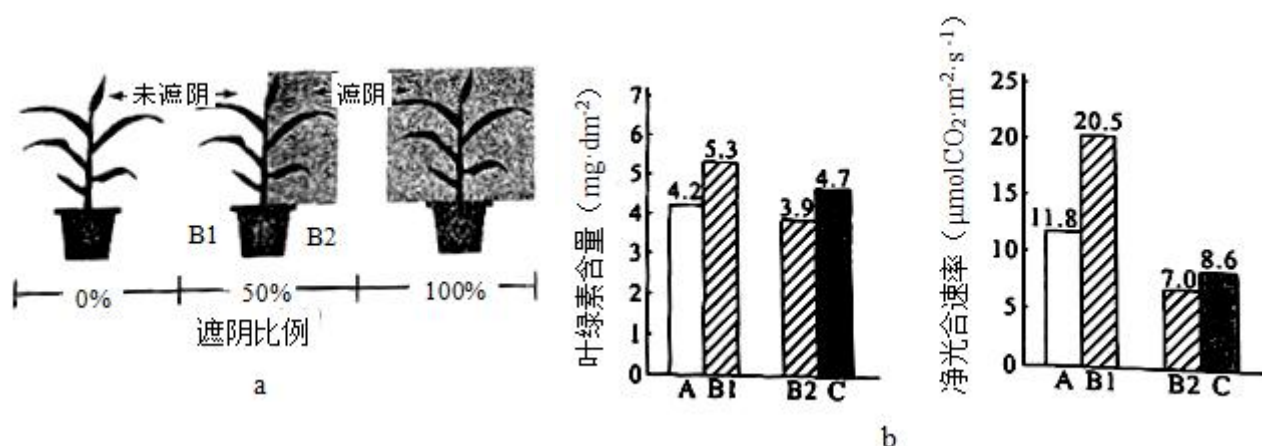
(2)

影响光合作用的外界因素有光照强度、 CO_2 的含量，温度等；其内部因素有酶的活性、色素的数量、五碳化合物的含量等。强光照射后短时间内，苹果幼苗光合作用暗反应达到一定速率后不再增加，可能的原因有五碳化合物供应不足、 CO_2 供应不足；氧气的产生速率继续增加的原因是强光照射后短时间内，光反应速率增强，水光解产生的氧气速率增强。

(3)

据图分析，与甲组相比，乙组加入 BR 后光合作用强度较高，说明加入 BR 后光抑制减弱；乙组用 BR 处理，丙组用 BR 和试剂 L 处理，与乙组相比，丙组光合作用强度较低，由于试剂 L 可抑制光反应关键蛋白的合成，说明 BR 可能通过促进光反应关键蛋白的合成发挥作用的。

5. (2022·广东·高考真题) 研究者将玉米幼苗置于三种条件下培养 10 天后 (图 a)，测定相关指标 (图 b)，探究遮阴比例对植物的影响。



回答下列问题：

(1)结果显示，与 A 组相比，C 组叶片叶绿素含量_____，原因可能是_____。

(2)比较图 b 中 B1 与 A 组指标的差异，并结合 B2 相关数据，推测 B 组的玉米植株可能会积累更多的_____，因而生长更快。

(3)某兴趣小组基于上述 B 组条件下玉米生长更快的研究结果，作出该条件可能会提高作物产量的推测，由此设计了初步实验方案进行探究：

实验材料：选择前期_____一致、生长状态相似的某玉米品种幼苗 90 株。

实验方法：按图 a 所示的条件，分 A、B、C 三组培养玉米幼苗，每组 30 株；其中以_____为对照，并保证除_____外其他环境条件一致。收获后分别测量各组玉米的籽粒重量。

结果统计：比较各组玉米的平均单株产量。

分析讨论：如果提高玉米产量的结论成立，下一步探究实验的思路是_____。

【答案】(1) 高 遮阴条件下植物合成较多的叶绿素

(2)糖类等有机物

(3) 光照条件 A 组 遮光程度 探究能提高作物产量的具体的最适遮光比例是多少

【解析】

【分析】

分析题图 a 可知，A 组未遮阴，B 组植株一半遮阴（50%遮阴），C 株全遮阴（100%遮阴）。

(1)

分析题图 b 结果可知，培养 10 天后，A 组叶绿素含量为 4.2，C 组叶绿素含量为 4.7，原因可能是遮阴条件下植物合成较多的叶绿素，以尽可能地吸收光能。

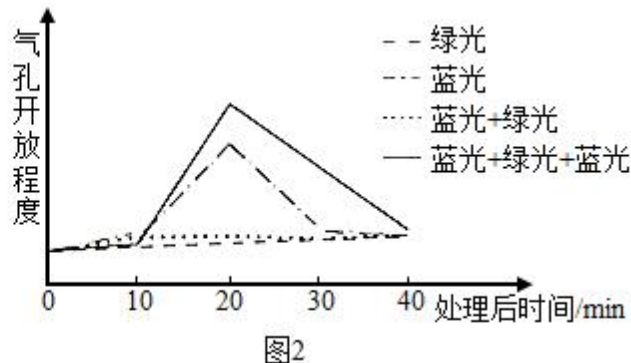
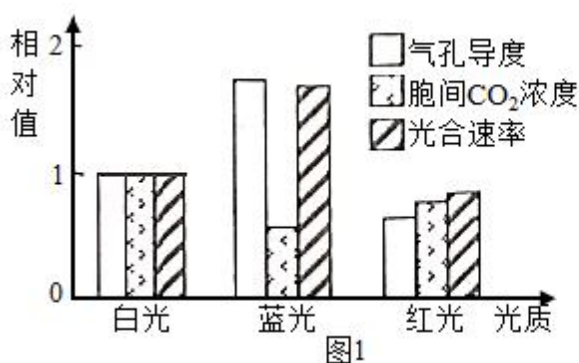
(2)

比较图 b 中 B1 叶绿素含量为 5.3，B2 组的叶绿素含量为 3.9，A 组叶绿素含量为 4.2；B1 净光合速率为 20.5，B2 组的净光合速率为 7.0，A 组净光合速率为 11.8，可推测 B 组的玉米植株总叶绿素含量为 $5.3+3.9=9.2$ ，净光合速率为 $(20.5+7.0)/2=13.75$ ，两项数据 B 组均高于 A 组，推测 B 组可能会积累更多的糖类有机物，因而生长更快。

(3)

分析题意可知，该实验目的是探究 B 组条件下是否提高作物产量。该实验自变量为玉米遮光程度，因变量为作物产量，可用籽粒重量表示。实验设计应遵循对照原则、单一变量原则、等量原则等，无关变量应保持相同且适宜，故实验设计如下：实验材料：选择前期光照条件一致、生长状态相似的某玉米品种幼苗 90 株。实验方法：按图 a 所示条件，分为 A、B、C 三组培养玉米幼苗，每组 30 株；其中以 A 组为对照，并保证除遮光条件外其他环境条件一致，收获后分别测量各组玉米的籽粒重量。结果统计：比较各组玉米的平均单株产量。分析讨论：如果 B 组遮光条件下能提高作物产量，则下一步需要探究能提高作物产量的具体的最适遮光比例是多少。

6.（2022 年 1 月·浙江·高考真题）不同光质及其组合会影响植物代谢过程。以某高等绿色植物为实验材料，研究不同光质对植物光合作用的影响，实验结果如图 1，其中气孔导度大表示气孔开放程度大。该高等植物叶片在持续红光照射条件下，用不同单色光处理（30s/次），实验结果如图 2，图中“蓝光+绿光”表示先蓝光后绿光处理，“蓝光+绿光+蓝光”表示先蓝光再绿光后蓝光处理。



回答下列问题:

- (1) 高等绿色植物叶绿体中含有多种光合色素,常用_____方法分离。光合色素吸收的光能转化为 ATP 和 NADPH 中的化学能、可用于碳反应中_____的还原。
- (2) 据分析,相对于红光,蓝光照射下胞间 CO₂ 浓度低,其原因是_____。气孔主要由保卫细胞构成、保卫细胞吸收水分气孔开放、反之关闭,由图 2 可知,绿光对蓝光刺激引起的气孔开放具有阻止作用,但这种作用可被_____光逆转。由图 1 图 2 可知蓝光可刺激气孔开放,其机理是蓝光可使保卫细胞光合产物增多,也可以促进 K⁺、Cl⁻的吸收等,最终导致保卫细胞_____,细胞吸水,气孔开放。
- (3) 生产上选用_____LED 灯或滤光性薄膜获得不同光质环境,用于某些药用植物的栽培。红光和蓝光以合理比例的_____或_____、合理的光照次序照射,利于次生代谢产物的合成。

【答案】(1) 层析 3-磷酸甘油酸

(2) 光合速率大,消耗的二氧化碳多 蓝 溶质浓度升高

(3) 不同颜色 光强度 光照时间

【解析】

【分析】

分析图 1: 蓝光光照比红光光照下光合速率大、气孔导度大、胞间 CO₂ 浓度低。

分析图 2: 表示该高等植物叶片在持续红光照射条件下,用不同单色光处理对气孔导度的影响:蓝光刺激可引起的气孔开放程度增大,绿光刺激不影响气孔开放程度,先蓝光后绿光处理也基本不影响气孔开放程度,先蓝光再绿光后蓝光处理气孔开放程度增大的最多。由此可知绿光对蓝光刺激引起的气孔开放具有阻止作用,但这种作用又可被蓝光逆转。

(1)

各色素随层析液在滤纸上扩散速度不同,从而分离色素。溶解度大,扩散速度快;溶解度小,扩散速度慢,所以常用纸层析法分离光合色素。光合色素吸收的光能通过光反应过程转化为 ATP 和 NADPH 中的化学能,用于碳反应中 3-磷酸甘油酸的还原,将能量转移到有机物中。

(2)

据图 1 分析，相对于红光，蓝光照射下胞间 CO₂ 浓度低，其原因是蓝光照射下尽管气孔导度大，但光合速率大，消耗的二氧化碳多。分析图 2 可知，绿光对蓝光刺激引起的气孔开放具有阻止作用，但这种作用又可被蓝光逆转，并且先蓝光再绿光后蓝光处理的效果比只用蓝光刺激更明显。由图 1 图 2 可知蓝光可刺激气孔开放，其机理是蓝光可使保卫细胞光合产物增多，也可以促进 K⁺、Cl⁻的吸收等，最终导致保卫细胞溶质浓度升高，细胞吸水膨胀，内侧膨胀的多，气孔侧内陷，气孔开放。

(3)

生产上选用不同颜色的 LED 灯或滤光性薄膜可获得不同光质环境，用于某些药用植物的栽培。红光和蓝光以合理比例的光强度或光照时间、合理的光照次序照射，利于提高光合速率，利于次生代谢产物的合成。

【点睛】

本题考查了不同光质对光作用过程中，气孔导度（气孔的开放程度）、胞间 CO₂ 浓度、光合速率的影响，解题关键是知道所学的光作用过程的相关知识，并结合题中的图示信息做出准确判断。

7.（2022 年 6 月·浙江·高考真题）通过研究遮阴对花生光合作用的影响，为花生的合理间种提供依据。研究人员从开花至果实成熟，每天定时对花生植株进行遮阴处理。实验结果如表所示。

处 理	指标						
	光饱和点 (klx)	光补偿 点 (lx)	低于 5klx 光合曲线 的斜率 (mgCO ₂ ·dm ⁻² ·hr ⁻¹ · klx ⁻¹)	叶绿素含量 (mg·dm ⁻²)	单株光合 产量 (g 干重)	单株叶光 合产量 (g 干重)	单株果实 光合产量 (g 干重)
不 遮 阴	40	550	1.22	2.09	18.92	3.25	8.25
遮 阴 2 小 时	35	515	1.23	2.66	18.84	3.05	8.21
遮 阴 4	30	500	1.46	3.03	16.64	3.05	6.13

小 时							
--------	--	--	--	--	--	--	--

注：光补偿点指当光合速率等于呼吸速率时的光强度。光合曲线指光强度与光合速率关系的曲线。

回答下列问题：

- (1)从实验结果可知，花生可适应弱光环境，原因是在遮阴条件下，植株通过增加_____，提高吸收光的能力；结合光饱和点的变化趋势，说明植株在较低光强度下也能达到最大的_____；结合光补偿点的变化趋势，说明植株通过降低_____，使其在较低的光强度下就开始了有机物的积累。根据表中_____的指标可以判断，实验范围内，遮阴时间越长，植株利用弱光的效率越高。
- (2)植物的光合产物主要以_____形式提供给各器官。根据相关指标的分析，表明较长遮阴处理下，植株优先将光合产物分配至_____中。
- (3)与不遮阴相比，两种遮阴处理的光合产量均_____。根据实验结果推测，在花生与其他高秆作物进行间种时，高秆作物一天内对花生的遮阴时间为_____（A.<2 小时 B.2 小时 C.4 小时 D.>4 小时），才能获得较高的花生产量。

- 【答案】(1) 叶绿素含量 光合速率 呼吸速率 低于 5klx 光合曲线的斜率
- (2) 蔗糖 叶
- (3) 下降 A

【解析】

【分析】

实验条件下，植物处于弱光条件，据表分析，植物的叶绿素含量上升、低于 5klx 光合曲线的斜率增大、光补偿点和饱和点都下降，植物的光合产量都下降。

(1)

从表中数据可以看出，遮阴一段时间后，花生植株的叶绿素含量在升高，提高了对光的吸收能力。光饱和点在下降，说明植株为适应低光照强度条件，可在弱光条件下达到饱和点。光补偿点也在降低，说明植物的光合作用下降的同时呼吸速率也在下降，以保证植物在较低的光强下就能达到净光合大于 0 的积累效果。低于 5klx 光合曲线的斜率体现弱光条件下与光合速率的提高幅度变化，在实验范围内随遮阴时间增长，光合速率提高幅度加快，故说明植物对弱光的利用效率变高。

(2)

植物的光合产物主要是以有机物（蔗糖）形式储存并提供给各个器官。结合表中数据看出，较长（4 小时）遮阴处理下，整株植物的光合产量下降，但叶片的光合产量没有明显下降，从比例上看反而有所上升，说

明植株优先将光合产物分配给了叶。

(3)

与对照组相比，遮阴处理的两组光合产量有不同程度的下降。若将花生与其他高秆作物间种，则应尽量减少其他作物对花生的遮阴时间，才能获得较高花生产量。

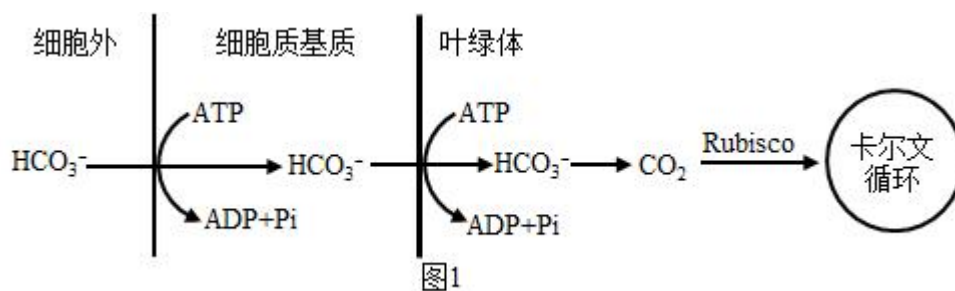
【点睛】

本题以遮阴条件下对花生植株的光合速率、光饱和点、补偿点及叶绿素含量等的影响实验为情境，考查了光合作用、呼吸作用、植物体内的物质变化和运输，旨在考查学生的阅读审题能力、实验谈及能力，以及科学思维科学探究的核心素养。

8. (2021 辽宁高考真题) 早期地球大气中的 O_2 浓度很低，到了大约 3.5 亿年前，大气中 O_2 浓度显著增加， CO_2 浓度明显下降。现在大气中的 CO_2 浓度约 $390\mu mol \cdot mol^{-1}$ ，是限制植物光合作用速率的重要因素。核酮糖二磷酸羧化酶/加氧酶 (Rubisco) 是一种催化 CO_2 固定的酶，在低浓度 CO_2 条件下，催化效率低。有些植物在进化过程中形成了 CO_2 浓缩机制，极大地提高了 Rubisco 所在局部空间位置的 CO_2 浓度，促进了 CO_2 的固定。回答下列问题：

(1) 真核细胞叶绿体中，在 Rubisco 的催化下， CO_2 被固定形成_____，进而被还原生成糖类，此过程发生在_____中。

(2) 海水中的无机碳主要以 CO_2 和 HCO_3^- 两种形式存在，水体中 CO_2 浓度低、扩散速度慢，有些藻类具有图 1 所示的无机碳浓缩过程，图中 HCO_3^- 浓度最高的场所是_____（填“细胞外”或“细胞质基质”或“叶绿体”），可为图示过程提供 ATP 的生理过程有_____。



(3) 某些植物还有另一种 CO_2 浓缩机制，部分过程见图 2。在叶肉细胞中，磷酸烯醇式丙酮酸羧化酶 (PEPC) 可将 HCO_3^- 转化为有机物，该有机物经过一系列的变化，最终进入相邻的维管束鞘细胞释放 CO_2 ，提高了 Rubisco 附近的 CO_2 浓度。

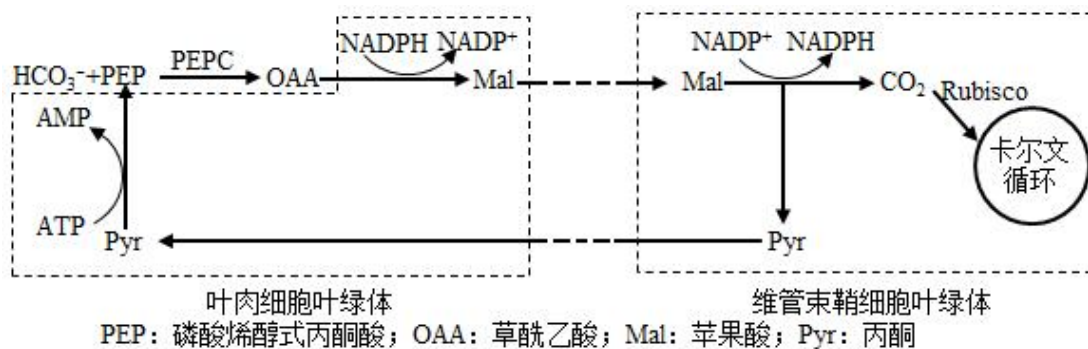


图2

- ①由这种 CO_2 浓缩机制可以推测,PEPC 与无机碳的亲合力_____ (填“高于”或“低于”或“等于”)Rubisco。
- ②图 2 所示的物质中,可由光合作用光反应提供的是_____。图中由 Pyr 转变为 PEP 的过程属于_____ (填“吸能反应”或“放能反应”)。
- ③若要通过实验验证某植物在上述 CO_2 浓缩机制中碳的转变过程及相应场所,可以使用_____技术。
- (4)通过转基因技术或蛋白质工程技术,可能进一步提高植物光合作用的效率,以下研究思路合理的有_____。

- A. 改造植物的 HCO_3^- 转运蛋白基因,增强 HCO_3^- 的运输能力
- B. 改造植物的 PEPC 基因,抑制 OAA 的合成
- C. 改造植物的 Rubisco 基因,增强 CO_2 固定能力
- D. 将 CO_2 浓缩机制相关基因转入不具备此机制的植物

【答案】(1) 三碳化合物 叶绿体基质

(2) 叶绿体 呼吸作用和光合作用

(3) 高于 NADPH 和 ATP 吸能 同位素示踪

(4)AC

【解析】

【分析】

光合作用过程包括光反应和暗反应:(1)光反应:场所在叶绿体类囊体薄膜,完成水的光解产生[H]和氧气,以及 ATP 的合成;

(2)暗反应:场所在叶绿体基质中,包括二氧化碳的固定和 C_3 的还原两个阶段。光反应为暗反应 C_3 的还原阶段提供[H]和 ATP。

(1)

光合作用的暗反应中, CO_2 被固定形成三碳化合物,进而被还原生成糖类,此过程发生在叶绿体基质中。

(2)

图示可知， HCO_3^- 运输需要消耗 ATP，说明 HCO_3^- 离子是通过主动运输的，主动运输一般是逆浓度运输，由此推断图中 HCO_3^- 浓度最高的场所是叶绿体。该过程中细胞质中需要的 ATP 由呼吸作用提供，叶绿体中的 ATP 由光合作用提供。

(3)

①PEPC 参与催化 $\text{HCO}_3^- + \text{PEP}$ 过程，说明 PEPC 与无机碳的亲和力高于 Rubisco。

②图 2 所示的物质中，可由光合作用光反应提供的是 ATP 和 NADPH，图中由 Pyr 转变为 PEP 的过程需要消耗 ATP，说明图中由 Pyr 转变为 PEP 的过程属于吸能反应。

③若要通过实验验证某植物在上述 CO_2 浓缩机制中碳的转变过程及相应场所，可以使用同位素示踪技术。

(4)

A、改造植物的 HCO_3^- 转运蛋白基因，增强 HCO_3^- 的运输能力，可以提高植物光合作用的效率，A 符合题意；

B、改造植物的 PEPC 基因，抑制 OAA 的合成，不利于最终二氧化碳的生成，不能提高植物光合作用的效率，B 不符合题意；

C、改造植物的 Rubisco 基因，增强 CO_2 固定能力，可以提高植物光合作用的效率，C 符合题意；

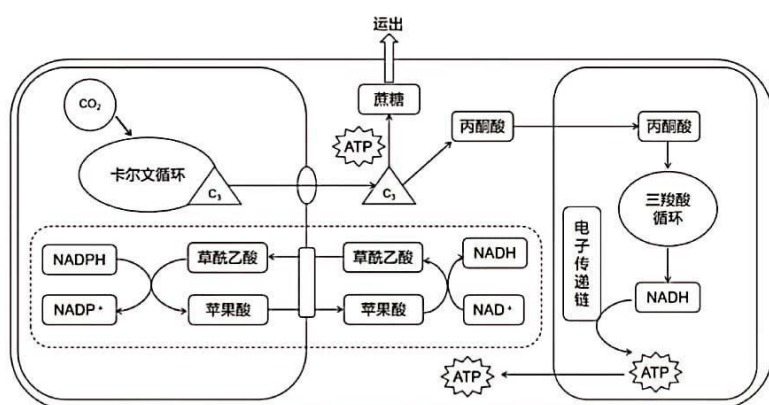
D、将 CO_2 浓缩机制相关基因转入不具备此机制的植物，不一定提高植物光合作用的效率，D 不符合题意。

故选 AC。

【点睛】

本题的知识点是光合作用的过程，旨在考查学生理解所学知识的要点，把握知识的内在联系或知识网络，并学会根据题干和题图获取信息，利用相关信息结合所学知识进行推理、解答问题。

9. (2021 年江苏高考真题) 线粒体对维持旺盛的光合作用至关重要。下图示叶肉细胞中部分代谢途径，虚线框内示“草酰乙酸/苹果酸穿梭”，请据图回答下列问题。



(1) 叶绿体在____上将光能转变成化学能，参与这一过程的两类色素是_____。

(2)光合作用时， CO_2 与 C_5 结合产生三碳酸，继而还原成三碳糖（ C_3 ），为维持光合作用持续进行，部分新合成的 C_3 必须用于再生_____；运到细胞质基质中的 C_3 可合成蔗糖，运出细胞。每运出一分子蔗糖相当于固定了_____个 CO_2 分子。

(3)在光照过强时，细胞必须耗散掉叶绿体吸收的过多光能，避免细胞损伤。草酸乙酸/苹果酸穿梭可有效地将光照产生的_____中的还原能输出叶绿体，并经线粒体转化为_____中的化学能。

(4)为研究线粒体对光合作用的影响，用寡霉素（电子传递链抑制剂）处理大麦，实验方法是:取培养 10~14d 大麦苗，将其茎浸入添加了不同浓度寡霉素的水中，通过蒸腾作用使药物进入叶片。光照培养后，测定，计算光合放氧速率（单位为 $\mu\text{molO}_2\cdot\text{mg}^{-1}\text{chl}\cdot\text{h}^{-1}$ ，chl 为叶绿素）。请完成下表。

实验步骤的目的	简要操作过程
配制不同浓度的寡霉素丙酮溶液	寡霉素难溶于水，需先溶于丙酮，配制高浓度母液，并用丙酮稀释成不同药物浓度，用于加入水中
设置寡霉素为单一变量的对照组	①_____
②_____	对照组和各实验组均测定多个大麦叶片
光合放氧测定	用氧电极测定叶片放氧
③_____	称重叶片，加乙醇研磨，定容，离心，取上清液测定

【答案】(1) 类囊体薄膜 叶绿素、类胡萝卜素

(2) C_5 12

(3) $[\text{H}]$

ATP

(4) 在水中加入相同体积不含寡霉素的丙酮 减少叶片差异造成的误差

叶绿素定量测定（或测定叶绿素含量）

【解析】

【分析】

图示表示植物叶肉细胞光合作用的碳反应、蔗糖的合成以及呼吸作用过程的代谢途径，设计实验研究线粒

体对光合作用的影响。

(1)

光合作用光反应场所为类囊体薄膜，将光能转变成化学能，参与该反应的光和色素是叶绿素、类胡萝卜素。

(2)

据题意在暗反应进行中为维持光合作用持续进行，部分新合成的 C_3 可以转化为 C_5 继续被利用；一分子蔗糖含 12 个 C 原子， C_5 含有 5 个碳原子，据图固定 1 个 CO_2 合成 1 个 C_3 ，应为还要再生出 C_5 ，故需要 12 个 CO_2 合成一分子蔗糖。

(3)

NADPH 起还原剂的作用，含有还原能，呼吸作用过程中能量释放用于合成 ATP 中的化学能和热能。

(4)

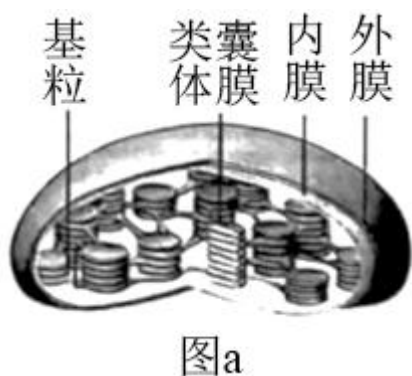
设计实验遵循单一变量原则，对照原则，等量原则，对照组为在水中加入相同体积不含寡霉素丙酮溶液。

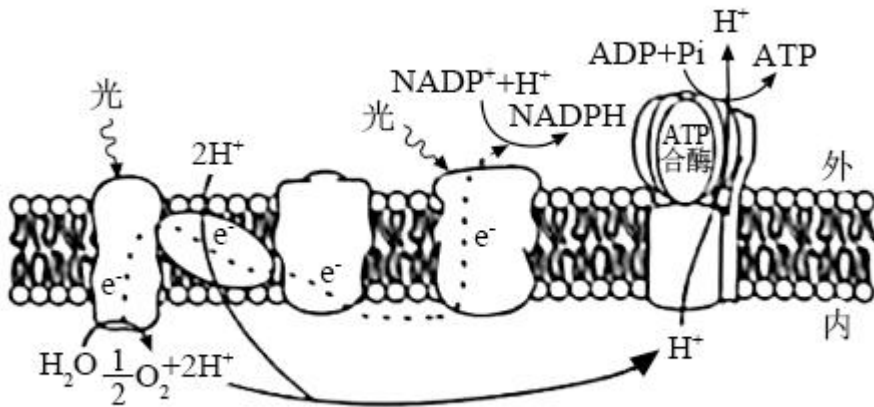
对照组和各实验组均测定多个大麦叶片的原因是减少叶片差异造成的误差。称重叶片，加乙醇研磨，定容，离心，取上清液测定其中叶绿素的含量。

【点睛】

本题主要考查光合作用与呼吸作用的过程，线粒体与叶绿体功能的理解和应用，意在增强学生设计实验的能力，题目难度中等。

10. (2021 湖南高考真题) 图 a 为叶绿体的结构示意图，图 b 为叶绿体中某种生物膜的部分结构及光反应过程的简化示意图。回答下列问题：





图b 注：e⁻表示电子

- (1) 图 b 表示图 a 中的_____结构，膜上发生的光反应过程将水分解成 O₂、H⁺和 e⁻，光能转化成电能，最终转化为_____和 ATP 中活跃的化学能。若 CO₂ 浓度降低，暗反应速率减慢，叶绿体中电子受体 NADP⁺ 减少，则图 b 中电子传递速率会_____（填“加快”或“减慢”）。
- (2) 为研究叶绿体的完整性与光反应的关系，研究人员用物理、化学方法制备了 4 种结构完整性不同的叶绿体，在离体条件下进行实验，用 Fecy 或 DCIP 替代 NADP⁺为电子受体，以相对放氧量表示光反应速率，实验结果如表所示。

叶绿体类型 相对值 实验项目	叶绿体 A： 双层膜结构完整	叶绿体 B：双层膜局部受损，类囊体略有损伤	叶绿体 C：双层膜瓦解，类囊体松散但未断裂	叶绿体 D：所有膜结构解体破裂成颗粒或片段
实验一：以 Fecy 为电子受体时的放氧量	100	167.0	425.1	281.3
实验二：以 DCIP 为电子受体时的放氧量	100	106.7	471.1	109.6

注：Fecy 具有亲水性，DCIP 具有亲脂性。

据此分析：

- ①叶绿体 A 和叶绿体 B 的实验结果表明，叶绿体双层膜对以_____（填“Fecy”或“DCIP”）为电子受体的光反应有明显阻碍作用，得出该结论的推理过程是_____。
- ②该实验中，光反应速率最高的是叶绿体 C，表明在无双层膜阻碍、类囊体又松散的条件下，更有利于

_____，从而提高光反应速率。

③以 DCIP 为电子受体进行实验，发现叶绿体 A、B、C 和 D 的 ATP 产生效率的相对值分别为 1、0.66、0.58 和 0.41。结合图 b 对实验结果进行解释_____。

【答案】 类囊体膜 NADPH 减慢 Fecy 实验一中叶绿体 B 双层膜局部受损时，以 Fecy 为电子受体的放氧量明显大于双层膜完整时，实验二中叶绿体 B 双层膜局部受损时，以 DCIP 为电子受体的放氧量与双层膜完整时无明显差异；结合所给信息：“Fecy 具有亲水性，而 DCIP 具有亲脂性”，可推知叶绿体双层膜对以 Fecy 为电子受体的光反应有明显阻碍作用 类囊体上的色素吸收光能、转化光能 ATP 的合成依赖于水光解的电子传递和氢离子顺浓度梯度通过囊体薄膜上的 ATP 合酶，叶绿体 A、B、C、D 类囊体薄膜的受损程度依次增大，因此 ATP 的产生效率逐渐降低

【解析】

【分析】

图 a 表示叶绿体的结构，图 b 中有水的光解和 ATP 的生成，表示光合作用的光反应过程。

【详解】

（1）光反应发生在叶绿体的类囊体薄膜上，即图 b 表示图 a 的类囊体膜，光反应过程中，色素吸收的光能最终转化为 ATP 和 NADPH 中活跃的化学能，若二氧化碳浓度降低，暗反应速率减慢，叶绿体中电子受体 NADP^+ 减少，则图 b 中的电子去路受阻，电子传递速率会减慢。

（2）①比较叶绿体 A 和叶绿体 B 的实验结果，实验一中叶绿体 B 双层膜局部受损时，以 Fecy 为电子受体的放氧量明显大于双层膜完整时，实验二中叶绿体 B 双层膜局部受损时，以 DCIP 为电子受体的放氧量与双层膜完整时无明显差异；结合所给信息：“Fecy 具有亲水性，而 DCIP 具有亲脂性”，可推知叶绿体双层膜对以 Fecy 为电子受体的光反应有明显阻碍作用

②在无双层膜阻碍、类囊体松散条件下，更有利于类囊体上的色素吸收、转化光能，从而提高光反应速率，所以该实验中，光反应速率最高的是叶绿体 C。

③根据图 b 可知，ATP 的合成依赖于水光解的电子传递和氢离子顺浓度梯度通过囊体薄膜上的 ATP 合酶，叶绿体 A、B、C、D 类囊体薄膜的受损程度依次增大，因此 ATP 的产生效率逐渐降低。

【点睛】

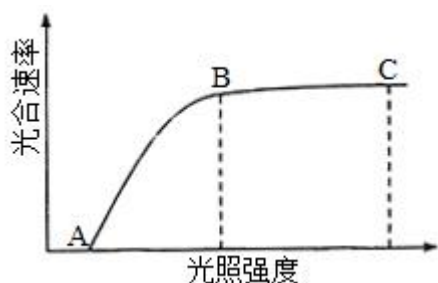
解答本题可结合生物学结构与功能相适应的基本观点。叶绿体中类囊体薄膜有最大的膜面积，有利于色素分布和吸收光能，类囊体松散时避免了相互的遮挡，更有利于色素吸收光能。

11.（2021 年海南高考真题）植物工厂是全人工光照等环境条件智能化控制的高效生产体系。生菜是植物工厂常年培植的速生蔬菜。回答下列问题。

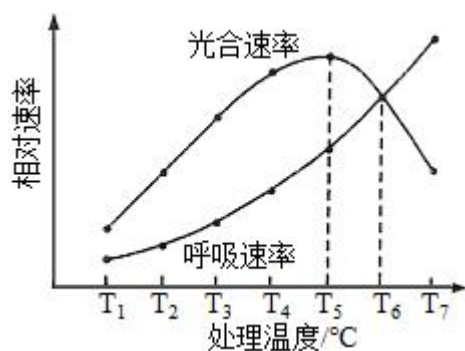
(1)植物工厂用营养液培植生菜过程中，需定时向营养液通入空气，目的是_____。除通气外，还需

更换营养液，其主要原因是_____。

(2)植物工厂选用红蓝光组合 LED 灯培植生菜，选用红蓝光的依据是_____。生菜成熟叶片在不同光照强度下光合速率的变化曲线如图，培植区的光照强度应设置在_____点所对应的光照强度；为提高生菜产量，可在培植区适当提高 CO_2 浓度，该条件下 B 点的移动方向是_____。



(3)将培植区的光照/黑暗时间设置为 14h/10h，研究温度对生菜成熟叶片光合速率和呼吸速率的影响，结果如图，光合作用最适温度比呼吸作用最适温度_____；若将培植区的温度从 T_5 调至 T_6 ，培植 24h 后，与调温前相比，生菜植株的有机物积累量_____。



【答案】(1) 增加培养液中的溶氧量，促进根部细胞进行呼吸作用 根细胞通过呼吸作用产生二氧化碳溶于水形成碳酸，导致营养液 pH 下降；植物根系吸收了营养液中的营养元素，导致营养液成分发生改变

(2) 植物光合作用主要吸收红光和蓝紫光 B 右上方

(3) 低

下降

【解析】

【分析】

影响光合作用的主要因素有：光照强度、二氧化碳浓度、温度等；第（2）题图表示光照强度对光合速率的影响，第（3）题图表示温度对光合速率和呼吸速率的影响。

(1)

营养液中的生菜长期在液体的环境中，根得不到充足的氧，影响呼吸作用，从而影响生长，培养过程中要经常给营养液通入空气，其目的是促进生菜根部细胞呼吸；营养液中的无机盐在培植生菜的过程中会被大量吸收，导致营养液成分改变；并且根细胞通过呼吸作用产生二氧化碳溶于水形成碳酸，导致营养液 pH 下降，因此需要更换培养液。

(2)

叶绿素主要吸收红光和蓝紫光，所以选用红蓝光组合 LED 灯培植生菜可以提高植物的光合作用，从而提高生菜的产量；B 点为光饱和点对应的最大光合速率，因此培植区的光照强度应设置在 B 点所对应的光照强度，根据题干“为提高生菜产量，可在培植区适当提高 CO_2 浓度”可知：该条件下光合速率增大，则 B 点向右上方移动。

(3)

根据曲线可知：在此曲线中光合速率的最适温度为 T_5 ，而在该实验温度范围内呼吸速率的最适温度还未出现，所以光合作用最适温度比呼吸作用最适温度低，若将培植区的温度从 T_5 调至 T_6 ，导致光合速率减小而呼吸速率增大，生菜植物的有机物积累量将下降。

【点睛】

本题结合曲线图，主要考查光照强度与温度对光合速率的影响，注意认真分析题图，弄清影响呼吸作用与光合作用的因素是解题关键。

12. (2021 年福建高考真题) 大气中浓度持续升高的 CO_2 会导致海水酸化，影响海洋藻类生长进而影响海洋生态。龙须菜是我国重要的一种海洋大型经济藻类，生长速度快，一年可多次种植和收获。科研人员设置不同大气 CO_2 浓度（大气 CO_2 浓度 LC 和高 CO_2 浓度 HC）和磷浓度（低磷浓度 LP 和高磷浓度 HP）的实验组合进行相关实验，结果如下图所示。

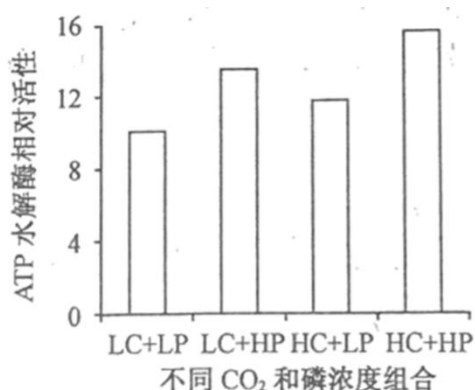


图 1

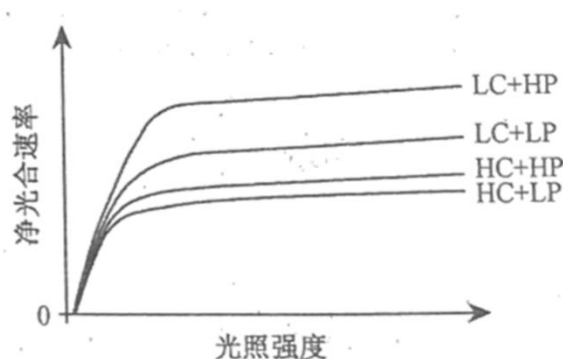


图 2

回答下列问题：

(1) 本实验的目的是探究在一定光照强度下，_____。

(2)ATP 水解酶的主要功能是_____。ATP 水解酶活性可通过测定_____表示。

(3)由图 1、2 可知，在较强的光照强度下，HC+HP 处理比 LC+HP 处理的龙须菜净光合速率低，推测原因是在酸化环境中，龙须菜维持细胞酸碱度的稳态需要吸收更多的矿质元素，因而细胞_____增强，导致有机物消耗增加。

(4)由图 2 可知，大气 CO₂ 条件下，高磷浓度能_____龙须菜的净光合速率。磷等矿质元素的大量排放导致了某海域海水富营养化，有人提出可以在该海域种植龙须菜。结合以上研究结果，从经济效益和环境保护的角度分析种植龙须菜的理由是_____。

【答案】(1)不同 CO₂ 浓度和磷浓度对龙须菜 ATP 水解酶活性和净光合速率的影响

(2) 催化 ATP 水解 单位时间磷酸的生成量或单位时间 ADP 的生成量或单位时间 ATP 的消耗量

(3)呼吸作用

(4) 提高 龙须菜在高磷条件下能快速生长，收获经济效益的同时，能降低海水中的磷等矿质元素的浓度，保护海洋生态

【解析】

【分析】

根据题意，本实验研究 CO₂ 浓度和磷浓度对龙须菜生长的影响，故自变量是 CO₂ 浓度和磷浓度，因变量为海洋藻类龙须菜的生长状况。据图 1 可知，相同 CO₂ 浓度条件下，高磷浓度比低磷浓度的 ATP 水解酶活性高，且在相同磷浓度下，高浓度二氧化碳 ATP 水解酶活性高。

(1)

结合分析可知，本实验目的是探究在一定光照强度下，不同 CO₂ 浓度和磷浓度对龙须菜 ATP 水解酶活性和净光合速率的影响。

(2)

酶具有专一性，ATP 水解酶的主要功能是催化 ATP 水解；酶活性可通过产物的生成量或底物的消耗量进行测定，由于 ATP 的水解产物是 ADP 和 Pi，故 ATP 水解酶活性可通过测定单位时间磷酸的生成量或单位时间 ADP 的生成量或单位时间 ATP 的消耗量。

(3)

净光合速率=总光合速率-呼吸速率，由图 1、2 可知，在较强的光照强度下，HC+HP 处理比 LC+HP 处理的龙须菜净光合速率低，推测原因是在酸化环境中，龙须菜维持细胞酸碱度的稳态需要吸收更多的矿质元素，矿质元素的吸收需要能量，因而细胞呼吸增强，导致有机物消耗增加。

(4)

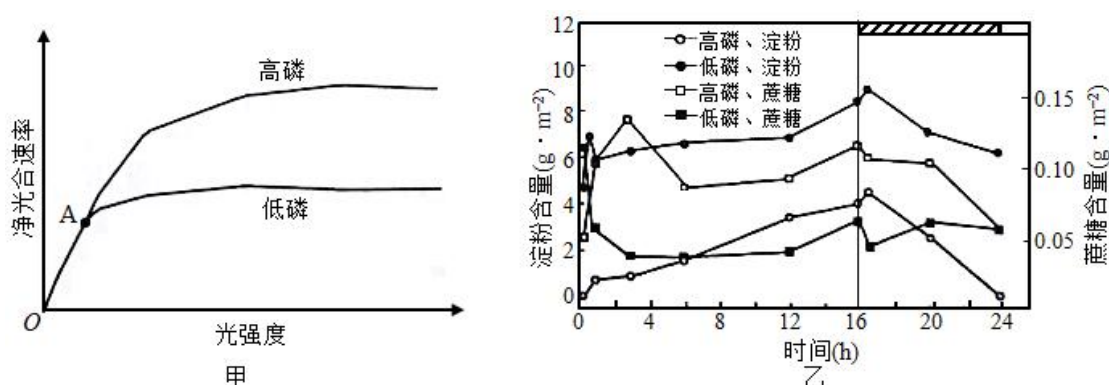
由图 2 可知，大气 CO₂ 条件（LC 组）下，HP 组（高磷浓度）的净光合速率>LP 组（低磷浓度），故推测

高磷浓度能提高龙须菜的净光合速率；结合以上研究结果，从经济效益和环境保护的角度分析种植龙须菜的理由是龙须菜在高磷条件下能快速生长，收获经济效益的同时，能降低海水中的磷等矿质元素的浓度，保护海洋生态。

【点睛】

掌握实验设计的原则，明确本实验的目的、自变量、因变量和无关变量等，进而分析龙须菜光合作用的因素是解答本题的关键。

13. (2021.6月浙江高考真题) 不同光强度下，无机磷浓度对大豆叶片净光合速率的影响如图甲；16h光照，8h黑暗条件下，无机磷浓度对大豆叶片淀粉和蔗糖积累的影响如图乙。回答下列问题：



(1) 叶片细胞中，无机磷主要贮存于_____，还存在于细胞溶胶、线粒体和叶绿体等结构，光合作用过程中，磷酸基团是光反应产物_____的组分，也是卡尔文循环产生并可运至叶绿体外的化合物_____的组分。

(2) 图甲的 O~A 段表明无机磷不是光合作用中_____过程的主要限制因素。由图乙可知，光照下，与高磷相比，低磷条件的蔗糖和淀粉含量分别是_____；不论高磷、低磷，24 h 内淀粉含量的变化是_____。

(3) 实验可用光电比色法测定淀粉含量，其依据是_____。为确定叶片光合产物的去向，可采用_____法。

【答案】 液泡 ATP 和 NADPH 三碳糖磷酸 光反应 较低、较高 光照下淀粉含量增加，黑暗下淀粉含量减少 淀粉遇碘显蓝色，其颜色深浅与淀粉含量在一定范围内成正比 $^{14}CO_2$ 的同位素示踪

【解析】

【分析】

1、分析图甲可知：在 A 点之前，随光照强度增大，大豆叶片净光合速率均增大，且高磷和低磷对其没有影响；A 点之后，低磷条件下，随光照强度增加，净光合速率不再明显增大，最后稳定，高磷条件下，随光

照强度增加，净光合速率先明显增大，最后稳定。

2、分析图乙可知：该实验是在 16h 光照，8h 黑暗条件下，研究无机磷浓度对大豆叶片淀粉和蔗糖积累的影响，实验分为 4 组，分别为高磷、淀粉组；低磷、淀粉组；高磷、蔗糖组；低磷、蔗糖组。

【详解】

(1) 成熟植物细胞具有中央大液泡，是植物细胞贮存无机盐类、糖类、氨基酸、色素等的“大仓库”，所以无机磷主要贮存于大液泡中。光合作用过程中，光反应产物有 O_2 、ATP 和 $[H]$ (NADPH)，而磷酸基团是 ATP 和 NADPH 的组分，也是 RuBP (核酮糖二磷酸) 和三碳糖 (三碳糖磷酸) 的组分，其中三碳糖磷酸是经卡尔文循环产生并可运至叶绿体外转变成蔗糖。

(2) 图甲中 O~A 段，随光照强度增大，净光合速率均增大，表明这时限制因素为光照强度，即光反应限制了光合作用；且高磷和低磷条件下大豆叶片净光合速率的曲线完全重合，说明无机磷不是光合作用中光反应过程的主要限制因素。由图乙可知，光照下，与高磷相比，低磷条件的蔗糖含量低，而淀粉含量高；不论高磷、低磷，24h 内淀粉含量的变化趋势均为光照下淀粉含量增加，黑暗下淀粉含量减少。

(3) 光电比色法是借助光电比色计来测量一系列标准溶液的吸光度，绘制标准曲线，然后根据被测试液的吸光度，从标准曲线上求出被测物质的含量的方法。淀粉遇碘显蓝色，其颜色深浅与淀粉含量在一定范围内成正比，可用于糖的定量，故用电光比色法测定淀粉含量；为确定叶片光合产物的去向，可采用 (放射性) 同位素示踪法标记 $^{14}CO_2$ ，通过观察放射性出现的位置进而推测叶片光合产物的去向。

【点睛】

本题考查光反应和暗反应过程中物质变化、影响光合作用速率的因素以及生物科学的研究方法的运用，解答本题需要考生结合题图曲线变化趋势，总结变化规律，准确答题。

(2021 年全国乙卷) 14. 生活在干旱地区的一些植物 (如植物甲) 具有特殊的 CO_2 固定方式。这类植物晚上气孔打开吸收 CO_2 ，吸收的 CO_2 通过生成苹果酸储存在液泡中；白天气孔关闭，液泡中储存的苹果酸脱羧释放的 CO_2 可用于光合作用。回答下列问题：

- (1) 白天叶肉细胞产生 ATP 的场所有_____。光合作用所需的 CO_2 来源于苹果酸脱羧和_____释放的 CO_2 。
- (2) 气孔白天关闭、晚上打开是这类植物适应干旱环境的一种方式，这种方式既能防止_____，又能保证_____正常进行。
- (3) 若以 pH 作为检测指标，请设计实验来验证植物甲在干旱环境中存在这种特殊的 CO_2 固定方式。_____ (简要写出实验思路和预期结果)

【答案】 细胞质基质、线粒体、叶绿体 (类囊体薄膜) 细胞呼吸 蒸腾作用丢失大量水分 光合作用 (暗反应) 实验思路：取若干生理状态相同的植物甲，平均分为 A、B 两组并于夜晚测定其细胞液

pH 值。将 A 组置于干旱条件下培养，B 组置于水分充足的条件下培养，其它条件保持相同且适宜。一段时间后，分别测定 A、B 两组植物夜晚细胞液的 pH 值并记录。

预期结果：A 组 pH 值小于 B 组，且 B 组 pH 值实验前后变化不大，说明植物甲在干旱环境中存在这种特殊的 CO₂ 固定方式。

【解析】

【分析】

据题可知，植物甲生活在干旱地区，为降低蒸腾作用减少水分的散失，气孔白天关闭、晚上打开。白天气孔关闭时：液泡中储存的苹果酸脱羧释放的 CO₂ 可用于光合作用，光合作用生成的氧气和有机物可用于细胞呼吸，白天能产生 ATP 的场所有细胞质基质、线粒体和叶绿体；而晚上虽然气孔打开，但由于无光照，叶肉细胞只能进行呼吸作用，能产生 ATP 的场所有细胞质基质和线粒体。

【详解】

(1) 白天有光照，叶肉细胞能利用液泡中储存的苹果酸脱羧释放的 CO₂ 进行光合作用，也能利用光合作用产生的氧气和有机物进行有氧呼吸，光合作用光反应阶段能将光能转化为化学能储存在 ATP 中，有氧呼吸三阶段都能产生能量合成 ATP，因此叶肉细胞能产生 ATP 的场所有细胞质基质、线粒体（线粒体基质和线粒体内膜）、叶绿体类囊体薄膜。光合作用为有氧呼吸提供有机物和氧气，反之，细胞呼吸（呼吸作用）产生的二氧化碳也能用于光合作用暗反应，故光合作用所需的 CO₂ 可来源于苹果酸脱羧和细胞呼吸（或呼吸作用）释放的 CO₂。

(2) 由于环境干旱，植物吸收的水分较少，为了维持机体的平衡适应这一环境，气孔白天关闭能防止白天因温度较高蒸腾作用较强导致植物体水分散失过多，晚上气孔打开吸收二氧化碳储存固定以保证光合作用等生命活动的正常进行。

(3) 该实验自变量是植物甲所处的生存环境是否干旱，由于夜间气孔打开吸收二氧化碳，生成苹果酸储存在液泡中，导致液泡 pH 降低，故可通过检测液泡的 pH 验证植物甲存在该特殊方式，即因变量检测指标是液泡中的 pH 值。

实验思路：取若干生理状态相同的植物甲，平均分为 A、B 两组并于夜晚测定其细胞液 pH 值。将 A 组置于干旱条件下培养，B 组置于水分充足的条件下培养，其它条件保持相同且适宜。一段时间后，分别测定 A、B 两组植物夜晚细胞液的 pH 值并记录。

预期结果：A 组 pH 值小于 B 组，且 B 组 pH 值实验前后变化不大，说明植物甲在干旱环境中存在这种特殊的 CO₂ 固定方式。

【点睛】

解答本题的关键是明确实验材料选取的原则，以及因变量的检测方法和无关变量的处理原则。

（2021 年河北卷）15. 为探究水和氮对光合作用的影响，研究者将一批长势相同的玉米植株随机均分成三组，在限制水肥的条件下做如下处理：（1）对照组；（2）施氮组，补充尿素（ $12\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ）（3）水+氮组，补充尿素（ $12\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ）同时补水。检测相关生理指标，结果见下表。

生理指标	对照组	施氮组	水+氮组
自由水/结合水	6.2	6.8	7.8
气孔导度（ $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ）	85	65	196
叶绿素含量（ $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ）	9.8	11.8	12.6
RuBP 羧化酶活性（ $\mu\text{mol}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ）	316	640	716
光合速率（ $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ）	6.5	8.5	11.4

注：气孔导度反映气孔开放的程度

回答下列问题：

（1）植物细胞中自由水的生理作用包括_____等（写出两点即可）。补充水分可以促进玉米根系对氮的_____，提高植株氮供应水平。

（2）参与光合作用的很多分子都含有氮。氮与_____离子参与组成的环式结构使叶绿素能够吸收光能，用于驱动_____两种物质的合成以及_____的分解；RuBP 羧化酶将 CO_2 转变为羧基加到_____分子上，反应形成的产物被还原为糖类。

（3）施氮同时补充水分增加了光合速率，这需要足量的 CO_2 供应。据实验结果分析，叶肉细胞 CO_2 供应量增加的原因是_____。

【答案】 细胞内良好的溶剂，能够参与生化反应，能为细胞提供液体环境，还能运送营养物质和代谢废物 主动吸收 镁 ATP 和 NADPH（或[H]） 水 C_5 （或 RuBP） 气孔导度增加， CO_2 吸收量增多，同时 RuBP 羧化酶活性增大，使固定 CO_2 的效率增大

【解析】

【分析】

分析题意可知，该实验目的是探究水和氮对光合作用的影响，实验分成三组：对照组、施氮组、水+氮组；

分析表格数据可知：自由水与结合水的比值：对照组<施氮组<水+氮组；气孔导度：对照组>施氮组<水

+氮组；叶绿素含量：对照组<施氮组<水+氮组；RuBP羧化酶活性：对照组<施氮组<水+氮组；光合速率：对照组<施氮组<水+氮组。

【详解】

1) 细胞内的水以自由水与结合水的形式存在，结合水是细胞结构的重要组成成分，自由水是细胞内良好的溶剂，能够参与生化反应，能为细胞提供液体环境，还能运送营养物质和代谢废物；根据表格分析，水+氮组的气孔导度大大增加，增强了植物的蒸腾作用，有利于植物根系吸收并向上运输氮，所以补充水分可以促进玉米根系的对氮的主动吸收，提高植株氮供应水平。

(2) 参与光合作用的很多分子都含有氮，叶绿素的元素组成有C、H、O、N、Mg，其中氮与镁离子参与组成的环式结构使叶绿素能够吸收光能，用于光反应，光反应的场所是叶绿体的类囊体膜，完成的反应是水光解产生NADPH([H])和氧气，同时将光能转变成化学能储存在ATP和NADPH([H])中，其中ATP和NADPH([H])两种物质含有氮元素；暗反应包括二氧化碳固定和三碳化合物还原两个过程，其中RuBP羧化酶将CO₂转变为羧基加到C₅(RuBP)分子上，反应形成的C₃被还原为糖类。

(3) 分析表格数据可知，施氮同时补充水分使气孔导度增加，CO₂吸收量增多，同时RuBP羧化酶活性增大，使固定CO₂的效率增大，使植物有足量的CO₂供应，从而增加了光合速率。

【点睛】

本题考查水的存在形式和作用、光合作用的过程、影响光合作用的因素等相关知识，意在考查考生把握知识间的相互联系，运用所学知识解决生物学实际问题的能力，难度中等。

(2021年山东卷)16. 光照条件下，叶肉细胞中O₂与CO₂竞争性结合C₅，O₂与C₅结合后经一系列反应释放CO₂的过程称为光呼吸。向水稻叶面喷施不同浓度的光呼吸抑制剂SoBS溶液，相应的光合作用强度和光呼吸强度见下表。光合作用强度用固定的CO₂量表示，SoBS溶液处理对叶片呼吸作用的影响忽略不计。

SoBS浓度(mg/L)	0	100	200	300	400	500	600
光合作用强度 (CO ₂ μmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	18.9	20.9	20.7	18.7	17.6	16.5	15.7
光呼吸强度 (CO ₂ μmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	6.4	6.2	5.8	5.5	5.2	4.8	4.3

(1) 光呼吸中 C_5 与 O_2 结合的反应发生在叶绿体的_____中。正常进行光合作用的水稻, 突然停止光照, 叶片 CO_2 释放量先增加后降低, CO_2 释放量增加的原因是_____。

(2) 与未喷施 SoBS 溶液相比, 喷施 100mg/L SoBS 溶液的水稻叶片吸收和放出 CO_2 量相等时所需的光照强度_____(填: “高”或“低”), 据表分析, 原因是_____。

(3) 光呼吸会消耗光合作用过程中的有机物, 农业生产中可通过适当抑制光呼吸以增加作物产量。为探究 SoBS 溶液利于增产的最适喷施浓度, 据表分析, 应在_____mg/L 之间再设置多个浓度梯度进一步进行实验。

【答案】 基质 光照停止, 产生的 ATP、[H]减少, 暗反应消耗的 C_5 减少, C_5 与 O_2 结合增加, 产生的 CO_2 增多 低 喷施 SoBS 溶液后, 光合作用固定的 CO_2 增加, 光呼吸释放的 CO_2 减少, 即叶片的 CO_2 吸收量增加, 释放量减少, 此时, 在更低的光照强度下, 两者即可相等 100~300

【解析】

【分析】

题意分析, 光呼吸会抑制暗反应, 光呼吸会产生 CO_2 。向水稻叶面喷施不同浓度的光呼吸抑制剂 SoBS 溶液后由表格数据可知, 光合作用的强度随着 SoBS 浓度的增加出现先增加后下降的现象。

【详解】

(1) C_5 位于叶绿体基质中, 则 O_2 与 C_5 结合发生的场所在叶绿体基质中。突然停止光照, 则光反应产生的 ATP、[H]减少, 暗反应消耗的 C_5 减少, C_5 与 O_2 结合增加, 产生的 CO_2 增多。

(2) 叶片吸收和放出 CO_2 量相等时所需的光照强度即为光饱和点, 与对照相比, 喷施 100mg/L SoBS 溶液后, 光合作用固定的 CO_2 增加, 光呼吸释放的 CO_2 减少, 即叶片的 CO_2 吸收量增加, 释放量减少, 此时, 在更低的光照强度下, 两者即可相等。

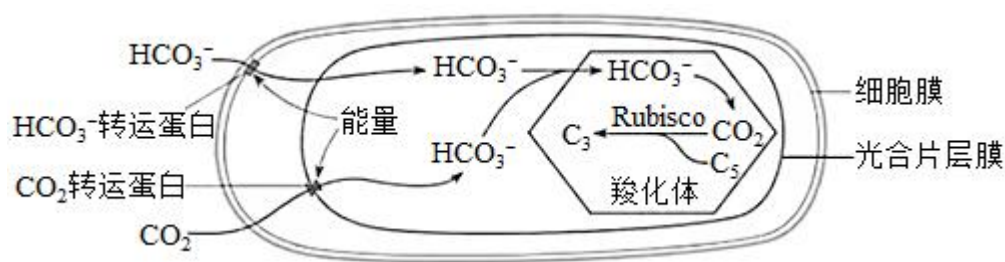
(3) 光呼吸会消耗有机物, 但光呼吸会释放 CO_2 , 补充光合作用的原料, 适当抑制光呼吸可以增加作物产量, 由表可知, 在 SoBS 溶液浓度为 200mg/L SoBS 时光合作用强度与光呼吸强度差值最大, 即光合产量最大, 为了进一步探究最适喷施浓度, 应在 100~300mg/L 之间再设置多个浓度梯度进一步进行实验。

【点睛】

本题着重考查了光合作用的影响因素等方面的知识, 意在考查考生能识记并理解所学知识的要点, 把握知识间的内在联系, 形成一定知识网络的能力, 并且具有一定的分析能力和理解能力。

(2021 年天津卷) 17. Rubisco 是光合作用过程中催化 CO_2 固定的酶。但其也能催化 O_2 与 C_5 结合, 形成 C_3 和 C_2 , 导致光合效率下降。 CO_2 与 O_2 竞争性结合 Rubisco 的同一活性位点, 因此提高 CO_2 浓度可以提高光合效率。

(1) 蓝细菌具有 CO_2 浓缩机制, 如下图所示。



注：羧化体具有蛋白质外壳，可限制气体扩散

据图分析， CO_2 依次以_____和_____方式通过细胞膜和光合片层膜。蓝细菌的 CO_2 浓缩机制可提高羧化体中 Rubisco 周围的 CO_2 浓度，从而通过促进_____和抑制_____提高光合效率。

(2)向烟草内转入蓝细菌 Rubisco 的编码基因和羧化体外壳蛋白的编码基因。若蓝细菌羧化体可在烟草中发挥作用并参与暗反应，应能利用电子显微镜在转基因烟草细胞的_____中观察到羧化体。

(3)研究发现，转基因烟草的光合速率并未提高。若再转入 HCO_3^- 和 CO_2 转运蛋白基因并成功表达和发挥作用，理论上该转基因植株暗反应水平应_____，光反应水平应_____，从而提高光合速率。

【答案】(1) 自由扩散 主动运输 CO_2 固定 O_2 与 C_5 结合

(2)叶绿体

(3) 提高 提高

【解析】

【分析】

由题干信息可知，植物在光下会进行一种区别于光合作用和呼吸作用的生理作用，即光呼吸作用，该作用在光下吸收 O_2 形成 C_3 和 C_2 ，该现象与植物的 Rubisco 酶有关，它催化五碳化合物反应取决于 CO_2 和 O_2 的浓度，当 CO_2 的浓度较高时，会进行光合作用的暗反应阶段，当 O_2 的浓度较高时，会进行光呼吸。

(1)

据图分析， CO_2 进入细胞膜的方式为自由扩散，进入光合片层膜时需要膜上的 CO_2 转运蛋白协助并消耗能量，为主动运输过程。蓝细菌通过 CO_2 浓缩机制使羧化体中 Rubisco 周围的 CO_2 浓度升高，从而通过促进 CO_2 固定进行光合作用，同时抑制 O_2 与 C_5 结合，进而抑制光呼吸，最终提高光合效率。

(2)

若蓝细菌羧化体可在烟草中发挥作用并参与暗反应，暗反应的场所为叶绿体基质，故能利用电子显微镜在转基因烟草细胞的叶绿体中观察到羧化体。

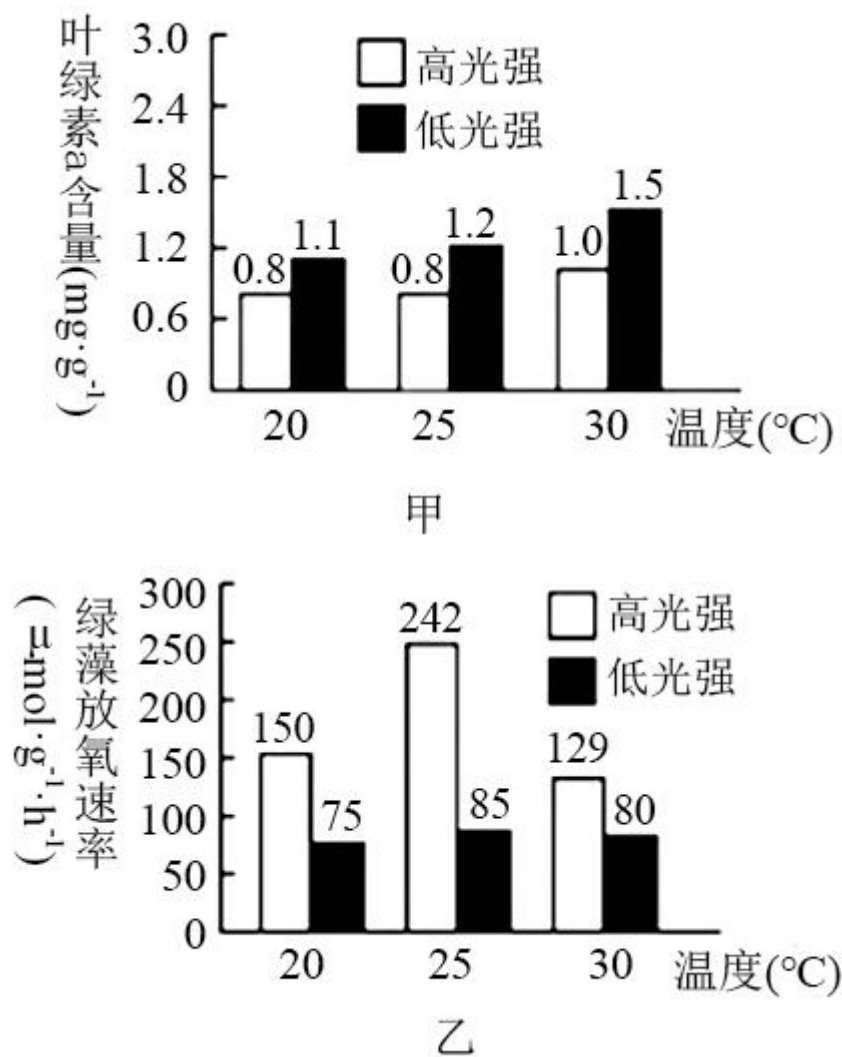
(3)

若转入 HCO_3^- 和 CO_2 转运蛋白基因并成功表达和发挥作用，理论上可以增大羧化体中 CO_2 的浓度，使转基因植株暗反应水平提高，进而消耗更多的[H]和 ATP，使光反应水平也随之提高，从而提高光合速率。

【点睛】

本题考查光合作用和光呼吸的相关知识，意在考查考生的识图能力和理解所学知识要点，把握知识间内在联系，形成知识网络结构的能力；能运用所学知识，准确判断问题的能力，属于考纲理解层次的考查。

（2021 年 1 月浙江卷）18. 现以某种多细胞绿藻为材料，研究环境因素对其叶绿素 a 含量和光合速率的影响。实验结果如下图，图中的绿藻质量为鲜重。



回答下列问题：

（1）实验中可用 95%乙醇溶液提取光合色素，经处理后，用光电比色法测定色素提取液的_____，计算叶绿素 a 的含量。由甲图可知，与高光强组相比，低光强组叶绿素 a 的含量较_____，以适应低光强环境。由乙图分析可知，在_____条件下温度对光合速率的影响更显著。

（2）叶绿素 a 的含量直接影响光反应的速率。从能量角度分析，光反应是一种_____反应。光反应的

产物有_____和 O_2 。

(3) 图乙的绿藻放氧速率比光反应产生 O_2 的速率_____, 理由是_____。

(4) 绿藻在 $20^{\circ}C$ 、高光强条件下细胞呼吸的耗氧速率为 $30\mu mol \cdot g^{-1} \cdot h^{-1}$, 则在该条件下每克绿藻每小时光合作用消耗 CO_2 生成_____ μmol 的 3-磷酸甘油酸。

【答案】 光密度值 高 高光强 吸能 ATP、NADPH 小 绿藻放氧速率等于光反应产生氧气的速率减去细胞呼吸消耗氧气的速率 360

【解析】

【分析】

分析甲图, 相同光强度下, 绿藻中的叶绿素 a 含量随温度升高而增多, 相同温度下, 低光强的的叶绿素 a 含量更高。

分析乙图, 相同光强度下, 温度在 $25^{\circ}C$ 之前, 随着温度升高, 绿藻放氧速率(净光合速率)加快。相同温度下, 高光强的绿藻放氧速率(净光合速率)更大。

【详解】

(1) 叶绿体中的 4 种光合色素含量和吸光能力存在差异, 因此可以利用光电比色法测定色素提取液的光密度值来计算叶绿素 a 的含量; 由甲图可知, 与高光强组相比, 低光强组叶绿素 a 的含量较高, 以增强吸光的能力, 从而以适应低光强环境; 由乙图可知, 低光强条件下, 不同温度下的绿藻放氧速率相差不大, 高光强条件下, 不同温度下的绿藻放氧速率相差很大, 因此在高光强条件下, 温度对光合速率的影响更显著。

(2) 叶绿素 a 可以吸收、传递、转化光能, 故从能量角度分析, 叶绿素 a 的含量直接影响光反应的速率。从能量角度分析, 光反应需要消耗太阳能, 光反应是一种吸能反应; 光反应过程包括水的光解(产生 NADPH 和氧气)和 ATP 的合成, 因此光反应的产物有 ATP、NADPH 和 O_2 。

(3) 图乙的绿藻放氧速率表示净光合速率, 绿藻放氧速率等于光反应产生氧气的速率减去细胞呼吸消耗氧气的速率, 因此图乙的绿藻放氧速率比光反应产生氧气的速率小。

(4) 绿藻在 $20^{\circ}C$ 、高光强条件下细胞呼吸的耗氧速率为 $30\mu mol \cdot g^{-1} \cdot h^{-1}$, 由乙图可知, 绿藻放氧速率为 $150\mu mol \cdot g^{-1} \cdot h^{-1}$, 光合作用产生的氧气速率为 $180\mu mol \cdot g^{-1} \cdot h^{-1}$, 因此每克绿藻每小时光合作用消耗 CO_2 为 $180\mu mol$, 因为 1 分子的二氧化碳与 1 个 RuBP 结合形成 2 分子 3-磷酸甘油酸。故每克绿藻每小时光合作用消耗 CO_2 生成 $180 \times 2 = 360\mu mol$ 的 3-磷酸甘油酸。

【点睛】

解答此题需从图表中提取信息, 分析表中反映自变量与因变量相应数据的变化规律和曲线的变化趋势。在此基础上结合题意对各问题情境进行分析解答。

19. (2020 年全国统一高考生物试卷(新课标 II) • 29) 大豆蛋白在人体内经消化道中酶的作用后, 可形成

小肽（短的肽链）。回答下列问题：

（1）在大豆细胞中，以 mRNA 为模板合成蛋白质时，除 mRNA 外还需要其他种类的核酸分子参与，它们是_____、_____。

（2）大豆细胞中大多数 mRNA 和 RNA 聚合酶从合成部位到执行功能部位需要经过核孔。就细胞核和细胞质这两个部位来说，作为 mRNA 合成部位的是_____，作为 mRNA 执行功能部位的是_____；作为 RNA 聚合酶合成部位的是_____，作为 RNA 聚合酶执行功能部位的是_____。

（3）部分氨基酸的密码子如表所示。若来自大豆的某小肽对应的编码序列为 UACGAACAUUGG，则该小肽的氨基酸序列是_____。若该小肽对应的 DNA 序列有 3 处碱基发生了替换，但小肽的氨基酸序列不变，则此时编码小肽的 RNA 序列为_____。

氨基酸	密码子
色氨酸	UGG
谷氨酸	GAA GAG
酪氨酸	UAC UAU
组氨酸	CAU CAC

【答案】（1）rRNA tRNA
（2）细胞核 细胞质 细胞质 细胞核
（3）酪氨酸-谷氨酸-组氨酸-色氨酸 UAUGAGCACUGG

【解析】

【分析】

翻译：

- 1、概念：游离在细胞质中的各种氨基酸，以 mRNA 为模板合成具有一定氨基酸顺序的蛋白质的过程。
- 2、场所：核糖体。
- 3、条件：①模板：mRNA； ②原料：氨基酸； ③酶； ④能量；⑤tRNA
- 4、结果：形成具有一定氨基酸顺序的蛋白质。

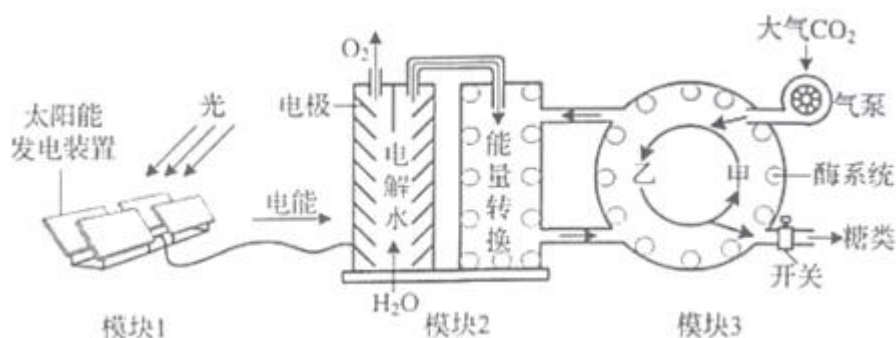
【详解】

- (1) 翻译过程中除了需要 mRNA 外，还需要的核酸分子组成核糖体的 rRNA 和运输氨基酸的 tRNA。
- (2) 就细胞核和细胞质这两个部位来说，mRNA 是在细胞核内以 DNA 的一条链为模板合成的，合成后需进入细胞质翻译出相应的蛋白质。RNA 聚合酶的化学本质是蛋白质，在细胞质中合成后，进入细胞核用于合成 RNA。
- (3) 根据该小肽的编码序列和对应的部分密码子表可知，该小肽的氨基酸序列是：酪氨酸-谷氨酸-组氨酸-色氨酸。由于谷氨酸、酪氨酸、组氨酸对应的密码子各有两种，故可知对应的 DNA 序列有 3 处碱基发生替换后，氨基酸序列不变，则形成的编码序列为 UAUGAGCACUGG。

【点睛】

本题考查蛋白质合成的相关知识，要求考生能够识记蛋白质的合成过程以及密码子的相关知识，结合实例准确答题。

20. (2020 年山东省高考生物试卷(新高考)·21) 人工光合作用系统可利用太阳能合成糖类，相关装置及过程如下图所示，其中甲、乙表示物质，模块 3 中的反应过程与叶绿体基质内糖类的合成过程相同。



- (1) 该系统中执行相当于叶绿体中光反应功能的模块是_____，模块 3 中的甲可与 CO_2 结合，甲为_____。
- (2) 若正常运转过程中气泵突然停转，则短时间内乙的含量将_____ (填：增加或减少)。若气泵停转时间较长，模块 2 中的能量转换效率也会发生改变，原因是_____。
- (3) 在与植物光合作用固定的 CO_2 量相等的情况下，该系统糖类的积累量_____ (填：高于、低于或等于) 植物，原因是_____。
- (4) 干旱条件下，很多植物光合作用速率降低，主要原因是_____。人工光合作用系统由于对环境中水的依赖程度较低，在沙漠等缺水地区有广阔的应用前景。

【答案】(1) 模块 1 和模块 2 五碳化合物 (或： C_5)

(2) 减少 模块 3 为模块 2 提供的 ADP、Pi 和 NADP^+ 不足

(3) 高于 人工光合作用系统没有呼吸作用消耗糖类(或：植物呼吸作用消耗糖类)

(4) 叶片气孔开放程度降低， CO_2 的吸收量减少

【解析】

【分析】

1、光合作用中光反应和暗反应的比较：

比较项目	光反应	暗反应
场所	类囊体薄膜	叶绿体基质
条件	色素、光、酶、水、ADP、Pi	多种酶、CO ₂ 、ATP、[H]
反应产物	[H]、O ₂ 、ATP	有机物、ADP、Pi、NADP ⁺ 、水
物质变化	水的光解： $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{光、色素}} 4[\text{H}]+\text{O}_2$ ATP 的生成： $\text{ADP}+\text{Pi}+\text{光能} \xrightarrow{\text{酶}} \text{ATP}$	CO ₂ 的固定： $\text{CO}_2+\text{C}_5 \xrightarrow{\text{酶}} 2\text{C}_3$ C ₃ 的还原： $2\text{C}_3 \xrightarrow{[\text{H}], \text{ATP、酶}} (\text{CH}_2\text{O})+\text{C}_5$
能量变化	光能→电能→ATP 中活跃的化学能	ATP 中活跃的化学能→糖类等有机物中稳定的化学能
实质	光能转变为化学能，水光解产生 O ₂ 和[H]	同化 CO ₂ 形成 (CH ₂ O)
联系	①光反应为暗反应提供[H]和 ATP； ②暗反应为光反应提供 ADP、Pi 和 NADP ⁺ ； ③ 光反应与暗反应相互偶联，离开了彼此均会受阻，即无光反应，暗反应无法进行。若无暗反应，有机物无法合成，同样光反应也会停止。	

2、分析题图，模块 1 将光能转化为电能，模块 2 将电能转化为活跃的的化学能，模块 3 将活跃的的化学能转化为糖类（稳定的化学能），结合光合作用的过程可知，模块 1 和模块 2 相当于光反应阶段，模块 3 相当于暗反应阶段。在模块 3 中，CO₂ 和甲反应生成乙的过程相当于暗反应中 CO₂ 的固定，因此甲为 C₅，乙为 C₃。

【详解】

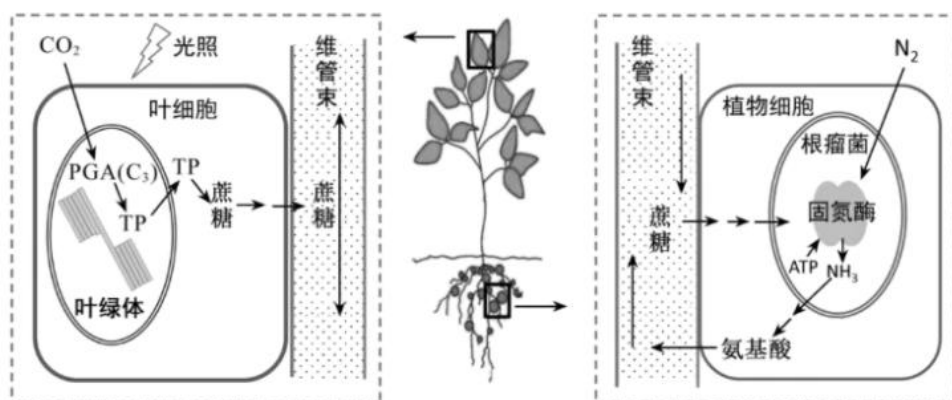
（1）叶绿体中光反应阶段是将光能转化成电能，再转化成 ATP 中活跃的的化学能，题图中模块 1 将光能转化为电能，模块 2 将电能转化为活跃的的化学能，两个模块加起来相当于叶绿体中光反应的功能。在模块 3 中，CO₂ 和甲反应生成乙的过程相当于暗反应中 CO₂ 的固定，因此甲为五碳化合物（或 C₅）。

（2）据分析可知乙为 C₃，气泵突然停转，大气中 CO₂ 无法进入模块 3，相当于暗反应中 CO₂ 浓度降低，短

时间内 CO_2 浓度降低, C_3 的合成减少, 而 C_3 仍在正常还原, 因此 C_3 的量会减少。若气泵停转时间较长, 模块 3 中 CO_2 的量严重不足, 导致暗反应的产物 ADP 、 Pi 和 NADP^+ 不足, 无法正常供给光反应的需要, 因此模块 2 中的能量转换效率也会发生改变。(3) 糖类的积累量=产生量-消耗量, 在植物中光合作用产生糖类, 呼吸作用消耗糖类, 而在人工光合作用系统中没有呼吸作用进行消耗, 因此在与植物光合作用固定的 CO_2 量相等的情况下, 该系统糖类的积累量要高于植物。(4) 在干旱条件下, 植物为了保住水分会将叶片气孔开放程度降低, 导致二氧化碳的吸收量减少, 因此光合作用速率降低。

【点睛】本题主要考查了光合作用过程中光反应和暗反应之间的区别与联系, 以及影响光合作用速率的因素, 需要考生识记相关内容, 联系图中三个模块中能量和物质的变化, 结合题干进行分析。

21. (2020 年江苏省高考生物试卷·27) 大豆与根瘤菌是互利共生关系, 下图所示为大豆叶片及根瘤中部分物质的代谢、运输途径, 请据图回答下列问题:



- (1) 在叶绿体中, 光合色素分布在_____上; 在酶催化下直接参与 CO_2 固定的化学物质是 H_2O 和_____。
- (2) 上图所示的代谢途径中, 催化固定 CO_2 形成 3-磷酸甘油酸 (PGA) 的酶在_____中, PGA 还原成磷酸丙糖 (TP) 运出叶绿体后合成蔗糖, 催化 TP 合成蔗糖的酶存在于_____。
- (3) 根瘤菌固氮产生的 NH_3 可用于氨基酸的合成, 氨基酸合成蛋白质时, 通过脱水缩合形成_____键。
- (4) CO_2 和 N_2 的固定都需要消耗大量 ATP。叶绿体中合成 ATP 的能量来自_____; 根瘤中合成 ATP 的能量主要源于_____的分解。
- (5) 蔗糖是大多数植物长距离运输的主要有机物, 与葡萄糖相比, 以蔗糖作为运输物质的优点是_____。

【答案】(1) 类囊体 (薄) 膜 C_5

(2) 叶绿体基质 细胞质基质

(3) 肽

(4) 光能 糖类

(5) 非还原糖较稳定

【解析】

【分析】

本题主要考查光合作用、蛋白质合成及 ATP 的有关知识。依据有关知识，结合题图可以顺利解决本题的问题。

【详解】(1) 在叶绿体中，光反应在类囊体薄膜上进行，色素吸收光能，光合色素分布在类囊体薄膜上；暗反应在叶绿体基质中进行，在酶催化下从外界吸收的 CO_2 和基质中的五碳化合物结合很快形成二分子三碳化合物；(2) 据图所示可知， CO_2 进入叶绿体基质形成 PGA，推知催化该过程的酶位于叶绿体基质；然后 PGA 被还原，形成 TP，TP 被运出叶绿体，在细胞质基质中 TP 合成为蔗糖，可推知催化该过程的酶存在于细胞质基质中；(3) NH_3 中含有 N 元素，可以组成氨基酸中的氨基，氨基酸的合成蛋白质时，通过脱水缩合形成肽键；(4) 光合作用的光反应中，叶绿体的色素吸收光能，将 ADP 和 P_i 合成为 ATP；根瘤菌与植物共生，从植物根细胞中吸收有机物，主要利用糖类作原料进行细胞呼吸，释放能量，合成 ATP；(5) 葡萄糖是单糖，而蔗糖是二糖，以蔗糖作为运输物质，其溶液中溶质分子个数相对较少，渗透压相对稳定，而且蔗糖为非还原糖，性质较稳定。

22. (2020 年全国统一高考生物试卷 (新课标 I) • 30) 农业生产中的一些栽培措施可以影响作物的生理活动，促进作物的生长发育，达到增加产量等目的。回答下列问题：

(1) 中耕是指作物生长期中，在植株之间去除杂草并进行松土的一项栽培措施，该栽培措施对作物的作用有_____ (答出 2 点即可)。

(2) 农田施肥的同时，往往需要适当浇水，此时浇水的原因是_____ (答出 1 点即可)。

(3) 农业生产常采用间作 (同一生长期中，在同一块农田上间隔种植两种作物) 的方法提高农田的光能利用率。现有 4 种作物，在正常条件下生长能达到的株高和光饱和点 (光合速率达到最大时所需的光照强度) 见下表。从提高光能利用率的角度考虑，最适合进行间作的两种作物是_____，选择这两种作物的理由是_____。

作物	A	B	C	D
株高/cm	170	65	59	165
光饱和点/ $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	1 200	1 180	560	623

【答案】(1) 减少杂草对水分、矿质元素和光的竞争；增加土壤氧气含量，促进根系的呼吸作用

(2) 肥料中的矿质元素只有溶解在水中才能被作物根系吸收

(3) A 和 C 作物 A 光饱和点高且长得高，可以利用上层光照进行光合作用；作物 C 光饱和点低且长得矮，与作物 A 间作后，能利用下层的弱光进行光合作用

【解析】

【分析】

1、中耕松土是指对土壤进行浅层翻倒、疏松表层土壤。中耕的作用有：疏松表土、增加土壤通气性、提高地温，促进好气微生物的活动和养分有效化、去除杂草、促使根系伸展、调节土壤水分状况。

2、矿质元素只有溶解在水中，以离子形式存在，才能被植物的根系选择吸收。

【详解】

(1) 中耕松土过程中去除了杂草，减少了杂草和农作物之间的竞争；疏松土壤可以增加土壤的含氧量，有利于根细胞的有氧呼吸，促进矿质元素的吸收，从而达到增产的目的。

(2) 农田施肥时，肥料中的矿质元素只有溶解在水中，以离子形式存在，才能被作物根系吸收。

(3) 分析表中数据可知，作物 A、D 的株高较高，B、C 的株高较低，作物 A、B 的光饱和点较高，适宜在较强光照下生长，C、D 的光饱和点较低，适宜在弱光下生长，综合上述特点，应选取作物 A 和 C 进行间作，作物 A 可利用上层光照进行光合作用，作物 C 能利用下层的弱光进行光合作用，从而提高光能利用率。

【点睛】

本题结合具体实例考查光合作用和呼吸作用的相关内容，掌握光合作用和呼吸作用的原理、影响因素及在生产中的应用是解题的关键。

23. (2020 年全国统一高考生物试卷 (新课标Ⅲ) • 29) 照表中内容，围绕真核细胞中 ATP 的合成来完成下表。

反应部位	(1) _____	叶绿体的类囊体膜	线粒体
反应物	葡萄糖		丙酮酸等
反应名称	(2) _____	光合作用的光反应	有氧呼吸的部分过程
合成 ATP 的能量来源	化学能	(3) _____	化学能
终产物 (除 ATP 外)	乙醇、CO ₂	(4) _____	(5) _____

【答案】(1) 细胞质基质

(2) 无氧呼吸

(3) 光能

(4) O₂、NADPH

(5) H₂O、CO₂

【解析】

【分析】

1、无氧呼吸：场所：细胞质基质；反应式 $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2C_2H_5OH \text{（酒精）} + 2CO_2 + \text{能量}$

2、有氧呼吸三个阶段的反应：

第一阶段：反应场所：细胞质基质；反应式 $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2C_3H_4O_3 \text{（丙酮酸）} + 4[H] + \text{少量能量}$

第二阶段：反应场所：线粒体基质；反应式： $2C_3H_4O_3 \text{（丙酮酸）} + 6H_2O \xrightarrow{\text{酶}} 20[H] + 6CO_2 + \text{少量能量}$

第三阶段：反应场所：线粒体内膜；反应式： $24[H] + 6O_2 \xrightarrow{\text{酶}} 12H_2O + \text{大量能量(34ATP)}$

3、光反应和暗反应比较：

比较项目	光反应	暗反应
场所	基粒类囊体膜上	叶绿体的基质
条件	色素、光、酶、水、ADP、Pi	多种酶、CO ₂ 、ATP、[H]
反应产物	[H]、O ₂ 、ATP	有机物、ADP、Pi、水
物质变化	水的光解： $2H_2O \xrightarrow{\text{光、色素}} 4[H] + O_2$ ATP 的生成： $ADP + Pi \xrightarrow{\text{酶}} ATP$	CO ₂ 的固定： $CO_2 + C_5 \xrightarrow{\text{酶}} 2C_3$ C ₃ 的还原： $2C_3 \xrightarrow{[H]、ATP、\text{酶}} (CH_2O) + C_5 + H_2O$
能量变化	光能→电能→ATP 中活跃的化学能	ATP 中活跃的化学能→糖类等有机物中稳定的化学能
实质	光能转变为化学能，水光解产生 O ₂ 和[H]	同化 CO ₂ 形成 (CH ₂ O)
联系	①光反应为暗反应提供[H]（以 NADPH 形式存在）和 ATP； ②暗反应产生的 ADP 和 Pi 为光反应合成 ATP 提供原料；	

③没有光反应，暗反应无法进行，没有暗反应，有机物无法合成

【详解】

(1) 由反应产物乙醇、 CO_2 可知，该反应为无氧呼吸，反应场所为细胞质基质。

(2) 由反应产物乙醇、 CO_2 可知，该反应为无氧呼吸。

(3) 由分析可知，光合作用的光反应中光能转化成活跃的的化学能，储存在 ATP 中。

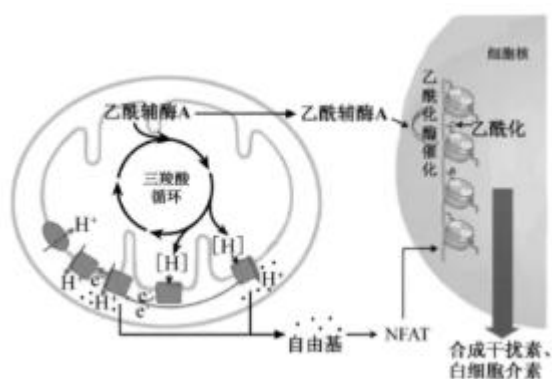
(4) 由分析可知，光合作用的光反应的产物为 O_2 和 NADPH。

(5) 由分析可知，线粒体内进行有氧呼吸的第二阶段产物为 CO_2 ，第三阶段产物为 H_2O 。

【点睛】

本题通过 ATP 的合成过程中能量的来源，考查有氧呼吸、无氧呼吸以及光合作用的场所、反应物、产物和能量转化的知识，考查内容较基础。

24. (2020 年江苏省高考生物试卷 • 30) 研究发现，线粒体内的部分代谢产物可参与调控核内基因的表达，进而调控细胞的功能。下图为 T 细胞中发生上述情况的示意图，请据图回答下列问题：



(1) 丙酮酸进入线粒体后先经氧化脱羧形成乙酰辅酶 A，再彻底分解成_____和[H]。[H]经一系列复杂反应与_____结合，产生水和大量的能量，同时产生自由基。

(2) 线粒体中产生的乙酰辅酶 A 可以进入细胞核，使染色质中与_____结合的蛋白质乙酰化，激活干扰素基因的转录。

(3) 线粒体内产生的自由基穿过线粒体膜到_____中，激活 NFAT 等调控转录的蛋白质分子，激活的 NFAT 可穿过_____进入细胞核，促进白细胞介素基因的转录。转录后形成的_____分子与核糖体结合，经_____过程合成白细胞介素。

(4) T 细胞内乙酰辅酶 A 和自由基调控核内基因的表达，其意义是_____。

【答案】(1) CO_2 O_2

(2) DNA

(3) 细胞质基质 核孔 mRNA 翻译

(4) 提高机体的免疫能力

【解析】

【分析】

有氧呼吸的第一阶段的葡萄糖酵解产生丙酮酸和[H]，同时释放少量能量，发生在细胞质基质中；第二阶段是丙酮酸与水反应产生二氧化碳和[H]，同时释放少量能量，发生在线粒体基质中；第三阶段是[H]与氧气生成水，释放大量能量的过程，发生在线粒体内膜上。据图分析可知，乙酰辅酶 A 进入三羧酸循环后，代谢产生[H]，[H]参与有氧呼吸第三阶段，与 O₂ 结合形成 H₂O，同时产生了大量自由基，自由基激活 NFAT 等分子，进入细胞核的 NFAT 和乙酰辅酶 A 在乙酰化酶催化下发生乙酰化反应，参与调控核内基因的表达，进而调控合成干扰素、白细胞介素等。

【详解】

(1) 根据题意，丙酮酸进入线粒体后先经氧化脱羧形成乙酰辅酶 A，再彻底分解产生 CO₂ 和[H]，[H]参与有氧呼吸第三阶段，与 O₂ 结合，形成 H₂O。

(2) 据图可知，乙酰辅酶 A 进入细胞核中，在乙酰化酶催化下发生乙酰化反应，根据题意，该过程是乙酰辅酶 A 使染色质中与 DNA 结合的蛋白质发生乙酰化反应，进而激活了相关基因的转录。

(3) 据图可知，线粒体内产生的自由基穿过线粒体膜到达细胞质基质中，激活了 NFAT 等蛋白质分子，激活的 NFAT 等蛋白质分子要穿过核孔才能进入细胞核，促进白细胞介素基因的转录。相关基因转录形成 mRNA，mRNA 与核糖体结合后，经翻译产生白细胞介素。

(4) 据图可知，T 细胞内乙酰辅酶 A 和自由基可调控核内基因的表达，合成干扰素、白细胞介素等，其对提高机体的免疫能力具有重要意义。

【点睛】

本题结合图解，综合考察了有氧呼吸过程、基因的表达、物质的运输等内容，要求考生能结合所学内容，正确分析题图，并能新的情景中正确运用所学知识，意在考查考生获取信息并利用信息分析问题的能力。

25. (2019 全国卷 I·29) 将生长在水分正常土壤中的某植物通过减少浇水进行干旱处理，该植物根细胞中溶质浓度增大，叶片中的脱落酸(ABA)含量增高，叶片气孔开度减小，回答下列问题。

(1) 经干旱处理后，该植物根细胞的吸水能力_____。

(2) 与干旱处理前相比，干旱处理后该植物的光合速率会_____，出现这种变化的主要原因是_____。

(3) 有研究表明：干旱条件下气孔开度减小不是由缺水直接引起的，而是由 ABA 引起的。请以该种植物的 ABA 缺失突变体(不能合成 ABA)植株为材料，设计实验来验证这一结论。要求简要写出实验思路和预期的

结果。

【答案】（1）增强

（2）降低 气孔开度减小使供应给光合作用所需的 CO_2 减少

（3）取 ABA 缺失突变体植株在正常条件下测定气孔开度，经干旱处理后，再测定气孔开度，预期结果是干旱处理前后气孔开度不变。

将上述干旱处理的 ABA 缺失突变体植株分成两组，在干旱条件下，一组进行 ABA 处理，另一组作为对照组，一段时间后，分别测定两组的气孔开度，预期结果是 ABA 处理组气孔开度减小，对照组气孔开度不变。

【解析】（1）经干旱处理后，根细胞的溶质浓度增大，渗透压增大，对水分子吸引力增大，植物根细胞的吸水能力增强。（2）据题干条件可知干旱处理后该植物的叶片气孔开度减小，导致叶片细胞吸收 CO_2 减少，暗反应减弱，因此光合速率会下降。（3）根据题意分析可知，实验目的为验证干旱条件下气孔开度减小不是由缺水直接引起的，而是由 ABA 引起的，故实验应分为两部分：①证明干旱条件下植物气孔开度变化不是缺水引起的；②证明干旱条件下植物气孔开度减小是 ABA 引起的。该实验材料为 ABA 缺失突变体植株（不能合成 ABA），自变量应分别为①正常条件和缺水环境、②植物体中 ABA 的有无，因变量均为气孔开度变化，据此设计实验。①取 ABA 缺失突变体植株在正常条件下测定气孔开度，经干旱处理后，再测定气孔开度，预期结果是干旱处理前后气孔开度不变。可说明缺水环境不影响 ABA 缺失突变体植株气孔开度变化，即干旱条件下植物气孔开度变化不是缺水引起的。②将上述干旱处理的 ABA 缺失突变体植株分成两组，在干旱条件下，一组进行 ABA 处理，另一组作为对照组，一段时间后，分别测定两组的气孔开度，预期结果是 ABA 处理组气孔开度减小，对照组气孔开度不变。可说明干旱条件下植物气孔开度减小是 ABA 引起的。

26. （2019北京卷·31）光合作用是地球上最重要的化学反应，发生在高等植物、藻类和光合细菌中。

（1）地球上生命活动所需的能量主要来源于光反应吸收的_____，在碳（暗）反应中，RuBP羧化酶（R酶）催化 CO_2 与RuBP（ C_5 ）结合，生成2分子 C_3 ，影响该反应的外部因素，除光照条件外还包括_____（写出两个）；内部因素包括_____（写出两个）。

（2）R酶由8个大亚基蛋白（L）和8个小亚基蛋白（S）组成。高等植物细胞中L由叶绿体基因编码并在叶绿体中合成，S由细胞核基因编码并在_____中由核糖体合成后进入叶绿体，在叶绿体的_____中与L组装成有功能的酶。

（3）研究发现，原核生物蓝藻（蓝细菌）R酶的活性高于高等植物，有人设想通过基因工程技术将蓝藻R酶的S、L基因转入高等植物，以提高后者的光合作用效率。研究人员将蓝藻S、L基因转入某高等植物（甲）的叶绿体DNA中，同时去除甲的L基因。转基因植株能够存活并生长。检测结果表明，转基因植株中的R酶活性高于未转基因的正常植株。

①由上述实验能否得出“转基因植株中有活性的R酶是由蓝藻的S、L组装而成”的推测？请说明理由。

②基于上述实验，下列叙述中能够体现生物统一性的选项包括_____。

- a. 蓝藻与甲都以DNA作为遗传物质
- b. 蓝藻与甲都以R酶催化CO₂的固定
- c. 蓝藻R酶大亚基蛋白可在甲的叶绿体中合成
- d. 在蓝藻与甲的叶肉细胞中R酶组装的位置不同

【答案】（1）光能

温度、CO₂浓度

R酶活性、R酶含量、C₅含量、pH（其中两个）

（2）细胞质 基质

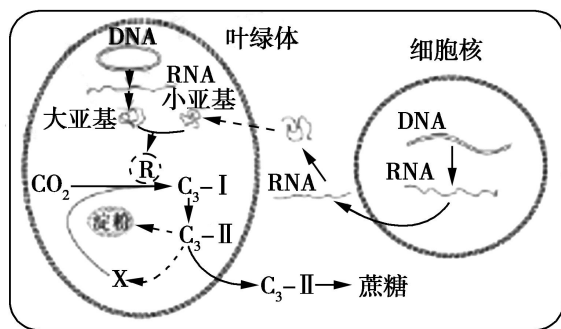
（3）①不能，转入蓝藻S、L基因的同时没有去除甲的S基因，无法排除转基因植株R酶中的S是甲的S基因的表达产物的可能性。

②a、b、c

【解析】（1）地球上生物生命活动所需的能量来自有机物，有机物主要来自植物的光合作用，光合作用合成有机物需要光反应吸收光能，转化为ATP的化学能，然后ATP为暗反应中C₃的还原提供能量，合成糖类。在暗反应中，RuBP羧化酶(R酶)催化CO₂与RuBP(C₅)结合，生成2分子C₃，这是光合作用的暗反应的二氧化碳的固定。暗反应的进行需要相关酶的催化，二氧化碳做原料，需要光反应提供[H]和ATP，光反应需要色素、酶、水、光照等，故影响该反应的外部因素有光照、温度、CO₂浓度、水、无机盐等；内部因素包括色素含量及种类、酶的含量及活性等。（2）高等植物细胞中L由叶绿体基因编码并在叶绿体中合成，S由细胞核基因通过转录成mRNA，mRNA进入细胞质基质，与核糖体结合，合成为S蛋白；因R酶是催化CO₂与C₅结合的，在叶绿体基质中进行，故S蛋白要进入叶绿体，在叶绿体的基质中与L组装成有功能的酶。（3）①据题设条件可知，将蓝藻S、L基因转入某高等植物(甲)的叶绿体DNA中，只去除甲的L基因，没有去除甲的S基因。因此，转基因植株仍包含甲植株的S基因，不能排除转基因植株中R酶是由蓝藻的L蛋白和甲的S蛋白共同组成。故由上述实验不能得出“转基因植株中有活性的R酶是由蓝藻的S、L组装而成”的推测。②根据上述实验，可以看出蓝藻的基因能导入到甲的DNA中，说明蓝藻和甲植株都以DNA为遗传物质；蓝藻中R酶的活性高于高等植物，说明两者都以R酶催化CO₂的固定；由于蓝藻S、L基因均转入甲的叶绿体DNA中，且去除了甲的L基因，结果转基因植株合成了R酶，说明蓝藻R酶大亚基蛋白L在甲的叶绿体中合成，以上体现了生物界的统一性。在蓝藻中R酶组装是在细胞质基质，甲的叶肉细胞组装R酶是在叶绿体基质，则说明了不同生物之间具有差异性。因此，选abc。

27. （2019江苏卷·28）叶绿体中催化CO₂固定的酶R由叶绿体DNA编码的大亚基和细胞核DNA编码的小亚

基共同组装而成，其合成过程及部分相关代谢途径如下图所示。请回答下列问题：



(1) 合成酶R时，细胞核DNA编码小亚基的遗传信息_____到RNA上，RNA进入细胞质基质后指导多肽链合成；在叶绿体中，参与大亚基肽链合成的RNA中，种类最多的是_____。

(2) 进行光合作用时，组装完成的酶R需ATP参与激活，光能转化为ATP中的化学能是在_____上（填场所）完成的。活化的酶R催化CO₂固定产生C₃化合物（C₃-I），C₃-I还原为三碳糖（C₃-II），这一步骤需要_____作为还原剂。在叶绿体中C₃-II除了进一步合成淀粉外，还必须合成化合物X以维持卡尔文循环，X为_____。

(3) 作为光合作用的重要成分，X在叶绿体中的浓度受多种因素调控，下列环境条件和物质代谢过程，与X浓度相关的有_____（填序号）。

- ①外界环境的CO₂浓度
- ②叶绿体接受的光照强度
- ③受磷酸根离子浓度调节的C₃-II输出速度
- ④酶R催化X与O₂结合产生C₂化合物的强度

(4) 光合作用旺盛时，很多植物合成的糖类通常会以淀粉的形式临时储存在叶绿体中，假如以大量可溶性糖的形式存在，则可能导致叶绿体_____。

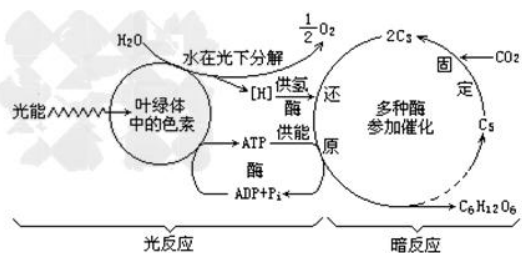
【答案】 (1) 转录 tRNA

(2) 类囊体 **【H】** C₅（五碳化合物）

(3) ①②③④

(4) 吸水涨破

【解析】



光合作用过程的图解
(在暗反应阶段中,一些三碳化合物经过复杂的变化,形成葡萄糖:
另一些三碳化合物经过重新组合,又形成五碳化合物,从而使暗反
应不断地进行下去。)

分析图示:细胞核中的 DNA 通过转录形成 RNA, RNA 通过核孔出细胞核,进入细胞质,在核糖体上进行翻译形成小亚基。叶绿体中的 DNA 通过转录形成 RNA,在叶绿体中的核糖体上进行翻译形成大亚基。大亚基和小亚基组合形成酶 R,催化二氧化碳的固定形成 C_3 。(1)通过分析可知,细胞核 DNA 编码小亚基的遗传信息转录到 RNA 上,再通过核糖体上的翻译形成小亚基。叶绿体编码大亚基的 DNA,经过转录和翻译,形成大亚基,在此过程中需要一种 mRNA,61 种 tRNA,故需要 RNA 种类最多的是 tRNA。(2)光合作用过程中合成 ATP 是在叶绿体的类囊体薄膜上完成。活化的酶 R 催化 CO_2 固定产生 C_3 化合物(C_3-I), C_3-I 还原为三碳糖(C_3-II),需要 $[H]$ 作为还原剂。 C_3 的还原的产物除了 C_3-II 还有一分子的 C_5 。(3)①外界环境的 CO_2 浓度,直接影响二氧化碳的固定,间接影响 C_3 的还原,进而影响 C_5 的浓度,故①符合题意;②叶绿体接受的光照强度,直接影响光反应产生的 $[H]$ 和 ATP,间接影响 C_3 的还原,进而影响 C_5 的浓度,故②符合题意;③磷酸根离子浓度,直接影响 ATP 的合成,间接影响 C_3 的还原以及 C_3-II 输出速度,进而影响 C_5 的浓度,故③符合题意;④酶 R 催化 X 与 O_2 结合产生 C_2 化合物的强弱;直接影响酶 R 催化二氧化碳的固定,间接影响 C_3 的还原,进而影响 C_5 的浓度,故④符合题意;故选①②③④。(4)光合作用合成的糖类,如以大量可溶性糖的形式存在,则可能导致叶绿体吸水涨破。

28. (2019 浙江 4 月选考·30) 回答与光合作用有关的问题:

(1) 在“探究环境因素对光合作用的影响”活动中,正常光照下,用含有 0.1% CO_2 的溶液培养小球藻一段时间。当用绿光照射该溶液,短期内小球藻细胞中 3-磷酸甘油酸的含量会_____。为 3-磷酸甘油酸还原成三碳糖提供能量的物质是_____。若停止 CO_2 供应,短期内小球藻细胞中 RuBP 的含量会_____。研究发现 Rubisco 酶是光合作用过程中的关键酶,它催化 CO_2 被固定的反应,可知该酶存在于叶绿体_____中。

(2) 在“光合色素的提取与分离”活动中,提取新鲜菠菜叶片的色素并进行分离后,滤纸条自上而下两条带中的色素合称为_____。分析叶绿素 a 的吸收光谱可知,其主要吸收可见光中的_____光。环境条件会影响叶绿素的生物合成,如秋天叶片变黄的现象主要与_____抑制叶绿素的合成有关。

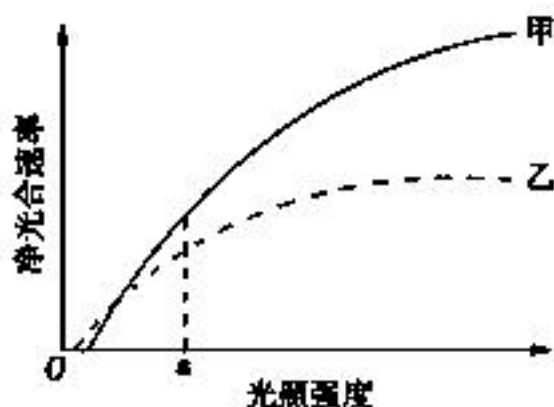
【答案】(1) 增加 ATP 和 NADPH 增加 基质

(2) 类胡萝卜素 蓝紫光和红 低温

【解析】(1) 环境中的 CO_2 含量增加,则会促进碳反应中 CO_2 的固定这一环节,使 3-磷酸甘油酸的含量增

加；3-磷酸甘油酸还原成三碳糖是还原反应且消耗能量，所以提供能量的物质是 ATP 和 NADPH；若停止 CO_2 供应，则会使 CO_2 固定的速率降低，反应消耗的 RuBP 会减少，故使得短期内小球藻细胞中 RuBP 的含量会增加； CO_2 被固定的反应发生在叶绿体基质，故 Rubisco 酶也是存在于叶绿体基质中。（2）光合色素的分离和提取实验中，滤纸条自上而下两条带中的色素分别为胡萝卜素和叶黄素，合称类胡萝卜素；叶绿素 a 主要吸收蓝紫光和红光；秋天叶片变黄主要是由于温度降低导致叶绿素的合成受到抑制。

29.（2018 全国I卷·8）甲、乙两种植物净光合速率随光照强度的变化趋势如图所示。



回答下列问题：

- （1）当光照强度大于 a 时，甲、乙两种植物中，对光能的利用率较高的植物是_____。
- （2）甲、乙两种植物单独种植时，如果种植密度过大，那么净光合速率下降幅度较大的植物是_____，判断的依据是_____。
- （3）甲、乙两种植物中，更适合在林下种植的是_____。
- （4）某植物夏日晴天中午 12:00 时叶片的光合速率明显下降，其原因是进入叶肉细胞的_____（填“ O_2 ”或“ CO_2 ”）不足。

【答案】（1）甲

（2）甲 光照强度降低导致甲植物净光合速率降低的幅度比乙大，种植密度过大，植株接受的光照强度减弱，导致甲植物净光合速率下降幅度比乙大

（3）乙

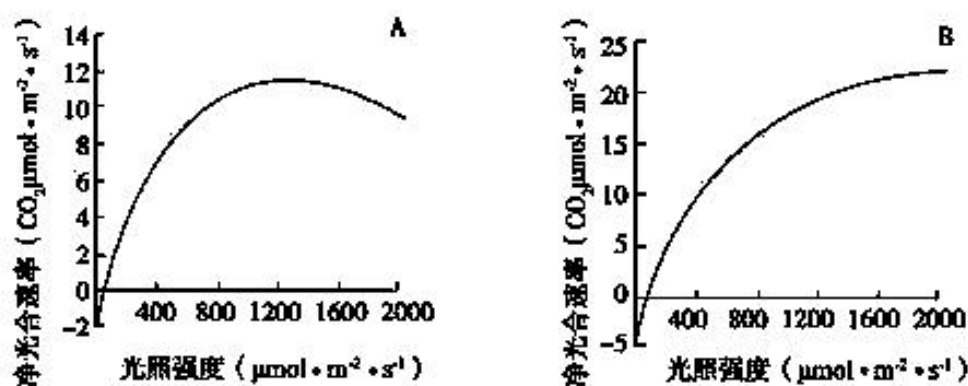
（4） CO_2

【解析】（1）由图分析可知，当光照强度大于 a 时，相同光照强度下，甲植物的净光合速率大于乙，有机物的积累较多，对光能的利用率较高。（2）甲、乙两种植物单独种植时，如果种植密度过大，植株接受的光照强度相对较弱，光照强度降低导致甲植物净光合速率降低的幅度比乙大，因此种植密度过大，导致甲植物净光合速率下降幅度比乙大。（3）从图中可以看出，乙植物的光饱和点以及光补偿点都比甲植物低，

适合在光照强度相对更弱的环境中生长，林下的光照强度更低，因此更适合在林下种植的是植物乙。(4)

夏日晴天中午 12:00 时，植物为了减少蒸腾作用对水分的散失，叶片上的部分气孔会关闭，导致细胞间的二氧化碳的含量下降，从而引起光合速率下降。

30. (2018 全国II卷·30) 为了研究某种树木树冠上下层叶片光合作用的特性，某同学选取来自树冠不同层的 A、B 两种叶片，分别测定其净光合速率，结果如图所示。据图回答问题：



(1) 从图可知，A 叶片是树冠_____（填“上层”或“下层”）的叶片，判断依据是_____。

(2) 光照强度达到一定数值时，A 叶片的净光合速率开始下降，但测得放氧速率不变，则净光合速率降低的主要原因是光合作用的_____反应受到抑制。

(3) 若要比较 A、B 两种新鲜叶片中叶绿素的含量，在提取叶绿素的过程中，常用的有机溶剂是_____。

【答案】(1) 下层 A 叶片的净光合速率达到最大时所需光照强度低于 B 叶片

(2) 暗

(3) 无水乙醇

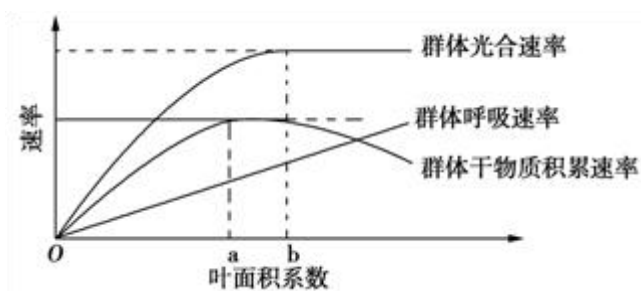
【解析】(1) 由于上层叶片对阳光的遮挡，导致下层叶片接受的光照强度较弱，因此下层叶片净光合速率达到最大值时所需要的光照强度较上层叶片低，据此分析图示可推知：A 叶片是树冠下层的叶片。(2) 光合作用包括光反应和暗反应两个阶段，氧气产生于光反应阶段。光照强度达到一定数值时，A 叶片的净光合速率开始下降，但测得放氧速率不变，说明光反应速率不变，则净光合速率降低的主要原因是光合作用的暗反应受到抑制。(3) 绿叶中的叶绿素等光合色素能够溶解在有机溶剂无水乙醇中，可以用无水乙醇提取叶绿素。

31. (2018 全国III卷·29) 回答下列问题：

(1) 高等植物光合作用中捕获光能的物质分布在叶绿体的_____上，该物质主要捕获可见光中的_____。

(2) 植物的叶面积与产量关系密切，叶面积系数（单位土地面积上的叶面积总和）与植物群体光合速率、

呼吸速率及干物质积累速率之间的关系如图所示，由图可知：当叶面积系数小于 a 时，随叶面积系数增加，群体光合速率和干物质积累速率均_____。当叶面积系数超过 b 时，群体干物质积累速率降低，其原因是_____。



(3) 通常，与阳生植物相比，阴生植物光合作用吸收与呼吸作用放出的 CO_2 量相等时所需要的光照强度_____（填“高”或“低”）。

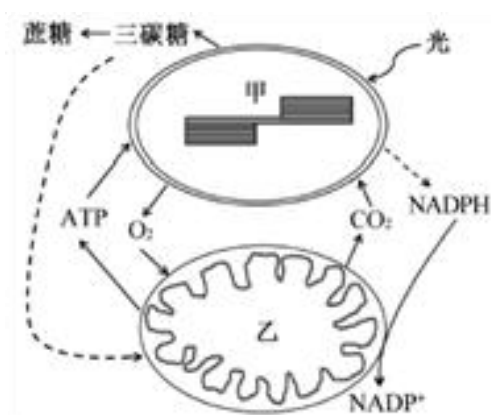
【答案】(1) 类囊体膜 蓝紫光 and 红光

(2) 增加 群体光合速率不变，但群体呼吸速率仍在增加，故群体干物质积累速率降低

(3) 低

【解析】(1) 高等植物光合作用中捕获光能的物质是叶绿素和类胡萝卜素，分布在叶绿体的类囊体薄膜上，叶绿体上的色素主要捕获红光和蓝紫光。(2) 由图可知：当叶面积系数小于 a 时，随叶面积系数增加，群体光合速率和干物质积累速率均上升；当叶面积系数大于 b 时，由于群体光合速率不变，而群体呼吸速率仍在上升，导致群体净光合速率降低，干物质积累速率下降。(3) 由于阴生植物的呼吸作用强度小于阳生植物，即阴生植物通过呼吸作用放出的 CO_2 比阳生植物少，因此阴生物光合作用吸收 CO_2 量与呼吸作用放出的 CO_2 量相等时所需要的光照强度比阳生植物低。

32. (2018 江苏卷·29) 下图为某植物叶肉细胞中有关甲、乙两种细胞器的部分物质及能量代谢途径示意图 (NADPH 指 $[\text{H}]$)，请回答下列问题：



(1) 甲可以将光能转变为化学能，参与这一过程的两类色素为_____，其中大多数高等植物的_____需在光照条件下合成。

(2) 在甲发育形成过程中, 细胞核编码的参与光反应中心的蛋白, 在细胞质中合成后, 转运到甲内, 在_____ (填场所) 组装; 核编码的 Rubisco (催化 CO_2 固定的酶) 小亚基转运到甲内, 在_____ (填场所) 组装。

(3) 甲输出的三碳糖在氧气充足的条件下, 可被氧化为_____后进入乙, 继而在乙的_____ (填场所) 彻底氧化分解成 CO_2 ; 甲中过多的还原能可通过物质转化, 在细胞质中合成 NADPH, NADPH 中的能量最终可在乙的_____ (填场所) 转移到 ATP 中。

(4) 乙产生的 ATP 被甲利用时, 可参与的代谢过程包括_____ (填序号)。

① C_3 的还原 ②内外物质运输 ③ H_2O 裂解释放 O_2 ④酶的合成

【答案】(1) 叶绿素、类胡萝卜素 叶绿素

(2) 类囊体膜上 基质中

(3) 丙酮酸 基质中 内膜上

(4) ①②④

【解析】(1) 根据以上分析已知, 甲表示叶绿体, 是光合作用的场所, 参与光合作用的两类色素是叶绿素和类胡萝卜素, 其中叶绿素需要在光照条件下合成。(2) 光反应的场所是类囊体薄膜, 因此细胞核编码的参与光反应中心的蛋白, 在细胞质中合成后, 转运到叶绿体内, 在囊体薄膜上组装; 二氧化碳的固定发生在叶绿体基质中, 因此核编码的 Rubisco (催化 CO_2 固定的酶) 小亚基转运到叶绿体内, 在叶绿体基质中组装。(3) 在氧气充足的条件下, 叶绿体产生的三碳糖在细胞质基质中分解为丙酮酸, 然后进入线粒体基质中, 彻底氧化分解成 CO_2 ; 据图分析, 图中叶绿体中过多的还原能可通过物质转化, 在细胞质中合成 NADPH, NADPH 中的能量最终可在线粒体内膜上转移到 ATP 中。(4) 叶绿体光反应产生 ATP, 因此图中线粒体为叶绿体提供的 ATP 用于光反应以外的生命活动, 如 C_3 的还原、内外物质运输、酶的合成等, 而 H_2O 裂解释放 O_2 属于光反应, 故选①②④。

33. (2018 浙江卷·30) 在“探究环境因素对光合作用的影响”的活动中, 选用某植物 A、B 两个品种, 在正常光照和弱光照下进行实验, 部分实验内容与结果见下表。

品种	光照处理	叶绿素 a 含量 (mg/cm^2)	叶绿素 b 含量 (mg/cm^2)	类胡萝卜素总含量 (mg/cm^2)	光合作用速率 ($\mu\text{mol C}(\text{O})_2/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)
A	正常光照	1.81	0.42	1.02	4.59
A	弱光照	0.99	0.25	0.46	2.60
B	正常光照	1.39	0.27	0.78	3.97
B	弱光照	3.80	3.04	0.62	2.97

回答下列问题:

(1) 据表推知，经弱光照处理，品种 A 的叶绿素总含量和类胡萝卜素总含量较正常光照_____，导致其卡尔文循环中再生出_____的量改变，从而影响光合作用速率。

(2) 表中的光合色素位于叶绿体的_____膜中。分别提取经两种光照处理的品种 B 的光合色素，再用滤纸进行层析分离。与正常光照相比，弱光照处理的滤纸条上，向上而下的第 4 条色素带变_____，这有利于品种 B 利用可见光中较短波长的_____光。

(3) 实验结果表明，经弱光照处理，该植物可通过改变光合色素的含量及其_____来适应弱光环境。品种_____的耐荫性较高。

【答案】(1) 下降 RuBP

(2) 类囊体 宽 蓝紫

(3) 比例 B

【解析】(1) 分析表中信息可知：经弱光照处理，品种 A 的叶绿素总含量和类胡萝卜素总含量较正常光照下降，使其吸收的光能减少，光反应减弱，生成的[H]和 ATP 减少，致使卡尔文循环（暗反应）中的 C₃ 的还原减弱，再生出 RuBP 的量改变，从而影响光合作用速率。(2) 光合色素位于叶绿体的类囊体膜中。叶绿素 b 主要吸收蓝紫光。用纸层析法分离叶绿体中的色素，在滤纸条上，由上而下的第 4 条色素带是叶绿素 b。表中信息显示：品种 B 的叶绿素 b 的含量，弱光照时高于正常光照。可见，分别提取经两种光照处理的品种 B 的光合色素并用纸层析法进行分离，与正常光照相比，弱光照处理的滤纸条上，自上而下的第 4 条色素带变宽，这有利于品种 B 利用可见光中较短波长的蓝紫光。(3) 表中信息显示：弱光照时品种 A 的叶绿素 a、叶绿素 b 和类胡萝卜素总量均低于正常光照，而品种 B 却与之相反，这一结果表明：经弱光照处理，该植物可通过改变光合色素的含量及其比例来适应弱光环境，品种 B 的耐荫性较高。

