

专题二：细胞呼吸与光合作用

细胞呼吸与光合作用的过程（第 1 课时）

编制人：苏楠楠

【必备知识讲解】

1. 有氧呼吸

	<p>第一阶段</p> <p>场所：<u>细胞质基质</u></p> <p>物质变化：$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2C_3H_4O_3 + 4[H]$</p> <p>产能情况：<u>少量能量</u></p>	<p>第一阶段是在细胞质基质中进行的，1 分子的葡萄糖 ($C_6H_{12}O_6$) 分解成 2 分子的丙酮酸 ($C_3H_4O_3$) 和 4 分子的还原性氢 ($[H]$)，同时释放少量的能量。</p> <p>第二阶段是在线粒体基质中进行的，2 分子的丙酮酸 ($C_3H_4O_3$) 和 6 分子的水 (H_2O) 分解成 6 分子的二氧化碳 (CO_2) 和 20 分子的还原性氢 ($[H]$)，同时释放少量的能量。</p> <p>第二阶段是在线粒体内膜上进行的，24 分子的还原性氢 ($[H]$) 和 6 分子的氧气 (O_2) 结合生成 12 分子的水 (H_2O)，同时释放大量的能量。</p>
<p>第二阶段</p> <p>场所：<u>线粒体基质</u></p> <p>物质变化：$2C_3H_4O_3 + 6H_2O \xrightarrow{\text{酶}} 6CO_2 + 20[H]$</p> <p>产能情况：<u>少量能量</u></p>		
<p>第三阶段</p> <p>场所：<u>线粒体内膜</u></p> <p>物质变化：$24[H] + 6O_2 \xrightarrow{\text{酶}} 12H_2O$</p> <p>产能情况：<u>大量能量</u></p>		
$C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 \xrightarrow{\text{酶}} 6CO_2 + 12H_2O + \text{能量}$		

2. 无氧呼吸

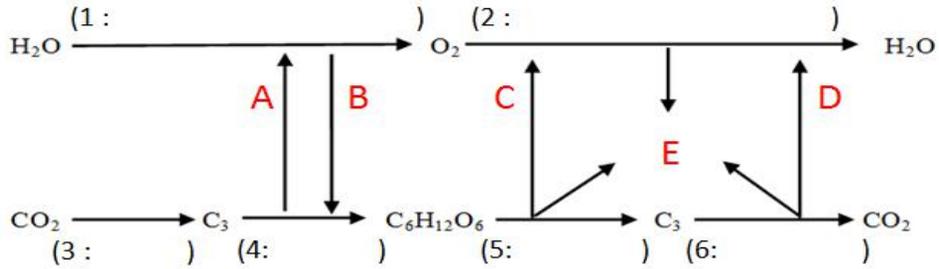
$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2C_2H_5OH + 2CO_2 + \text{能量}$	<p>无氧呼吸是在细胞质基质中进行的。</p> <p>第一阶段：与有氧呼吸第一阶段完全相同。</p> <p>第二阶段：丙酮酸在不同酶的催化作用下，分解成酒精和 CO_2 或者转化为乳酸。</p>
$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2C_3H_6O_3 + \text{能量}$	<p>无氧呼吸都只在第一阶段释放少量能量，生成少量 ATP，大部分能量存留在不彻底的氧化产物（酒精或乳酸）中。</p>

[注意] 1mol 葡萄糖彻底氧化分解释放的能量是 2870 千焦，其中 1161KJ 能量转移到 ATP 中，其余以热能散失；1mol 葡萄糖分解成乳酸或酒精时只释放 196.65KJ 能量，其中 61.08KJ 的能量转移到 ATP 中，其余以热能散失。

3. 光合作用过程

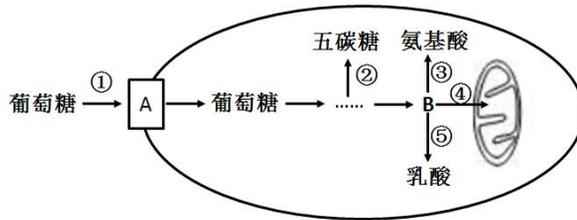
	$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{叶绿体}]{\text{光能}} (CH_2O) + O_2$
	光反应阶段
反应场所	暗反应阶段
反应场所	叶绿体类囊体薄膜
物质变化	叶绿体基质
物质变化	<p>水的分解：$H_2O \rightarrow [H] + O_2$</p> <p>ATP 的合成：$ADP + Pi \rightarrow ATP$</p>
物质变化	<p>CO_2 的固定：$CO_2 + C_5 \rightarrow 2C_3$</p> <p>$C_3$ 的还原：$C_3 \rightarrow (CH_2O) + C_5$</p>
能量变化	ATP 中活跃的的化学能 \rightarrow 有机物中稳定的化学能
能量变化	光能 \rightarrow ATP 中活跃的的化学能
联系	光反应为暗反应提供 $[H]$ 、ATP，暗反应为光反应提供 $ADP + Pi$

【审读能力提升】

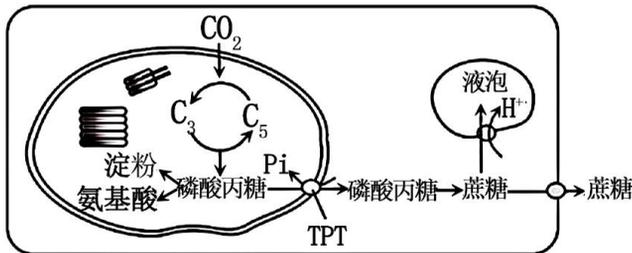


【典型例题训练】

1. 下图是葡萄糖进入人体细胞及在细胞内的部分代谢过程，图中字母代表物质，序号代表生理过程。下列叙述正确的是



- A. 胰高血糖素对图中各生理过程具有促进作用
 - B. 物质 A 是协助葡萄糖进入细胞的载体蛋白
 - C. 剧烈运动时，过程④、⑤都会产生 ATP 和 CO₂
 - D. 线粒体膜上也有物质 A 协助葡萄糖进入线粒体被氧化分解
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二氧化碳
 - B. 马铃薯块茎储藏库中升高氧浓度会增加酸味的产生
 - C. 块茎细胞无氧呼吸产生丙酮酸的过程不能生成 ATP
 - D. 块茎细胞无氧呼吸产生的乳酸是由丙酮酸转化而来的
3. 人体在剧烈运动时，部分骨骼肌细胞处于暂时相对缺氧状态，下列相关叙述正确的是
- A. 剧烈运动时葡萄糖将进到线粒体基质中被氧化分解成为乳酸
 - B. 肌肉细胞中 CO₂ 产生速率/O₂ 利用速率的比值将减小
 - C. 绝大多数细胞在此时将因缺氧而进行无氧呼吸
 - D. 提倡慢跑等有氧运动可避免因无氧呼吸产生乳酸造成的肌肉酸胀
4. 下列物质转化过程会发生在人体内的是
- A. H₂O 中的 O 转移到 O₂ 中
 - B. CO₂ 中的 C 转移到 C₆H₁₂O₆ 中
 - C. O₂ 中的 O 转移到 H₂O 和 CO₂ 中
 - D. C₆H₁₂O₆ 中的 H 转移到 C₂H₅OH 中
5. 下图为光合作用暗反应的产物磷酸丙糖的代谢途径，磷酸丙糖转移蛋白 (TPT) 能将磷酸丙糖从叶绿体运到细胞质基质，同时将磷酸 (Pi) 等量运入叶绿体，TPT 的活性是限制光合速率大小的重要因素。相关叙述正确的是



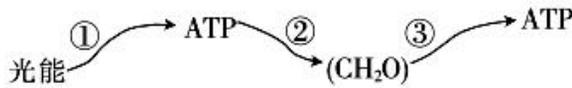
- A. Pi 输入叶绿体减少时，磷酸丙糖从叶绿体输出增多
 - B. 暗反应中磷酸丙糖的合成需要消耗光反应产生的 ATP 和 [H]
 - C. 叶肉细胞的光合产物主要以淀粉形式运出细胞
 - D. 可通过增加 TPT 的活性来提高作物的淀粉产量
6. 研究人员从菠菜中分离类囊体，将其与 16 种酶等物质一起用单层脂质分子包裹成油包水液滴，从而构

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 CO₂ 固定与还原，并不断产生有机物乙醇酸。下列分析正确的是

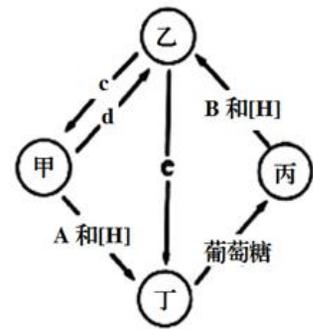
- A. 与叶绿体相比，该反应体系不含光合作用色素
 - B. 产生乙醇酸的场所相当于叶绿体基质
 - C. 该反应体系不断消耗的物质仅是 CO₂
 - D. 类囊体产生的 ATP 和 O₂ 参与 CO₂ 固定与还原
7. Rubisco 是催化 C₅ 和 CO₂ 反应的酶，O₂ 能和 CO₂ 竞争该酶的活性部位，当 O₂ 浓度高时，Rubisco 和 O₂ 结合影响暗反应的进行，导致光合作用速率降低。下列说法错误的是

- A. 植物体内 Rubisco 分布在叶绿体基质中
 - B. Rubisco 能降低 C₅ 和 CO₂ 反应的活化能
 - C. Rubisco 基因在植物细胞中的表达具有选择性
 - D. 抑制 Rubisco 和 O₂ 的结合不利于植物的生长
8. 用一定浓度的 NaHSO₃ 溶液喷洒到小麦的叶片上，短期内检测到叶绿体中 C₃ 的含量下降，C₅ 的含量上升。NaHSO₃ 溶液的作用可能是

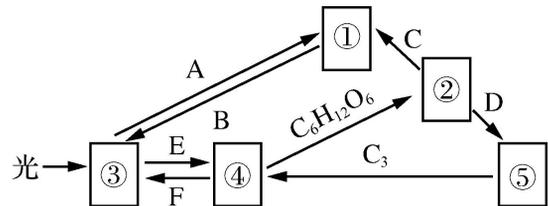
- A. 促进叶绿体中 CO₂ 的固定
 - B. 促进叶绿体中 ATP 的合成
 - C. 抑制叶绿体中 [H] 的形成
 - D. 抑制叶绿体中有机物的输出
9. (多选) 叶肉细胞位于上、下表皮之间，细胞内含有大量的叶绿体，是植物进行光合作用的主要部位。下图表示某叶肉细胞内的部分能量转换过程，下列有关叙述错误的是



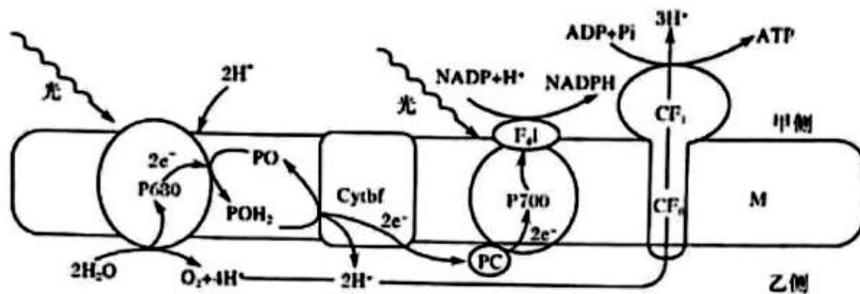
- A. 不同叶片在过程①中吸收利用光的比例都是相同的
 - B. 过程②在叶绿体基质中完成，需要 NADPH 供氢以及酶的催化
 - C. 过程③释放的能量主要来自线粒体内膜，大部分贮存于 ATP 中
 - D. 能量可通过 ATP 分子在吸能反应和放能反应之间流通
10. (多选) 如图表示某植物叶肉细胞中光合作用和有氧呼吸的主要过程，其中甲~丁表示生理过程发生的场所，a~e 表示物质，相关叙述正确的是



- A. 甲和丙中产生的 [H] 参与相同的代谢过程
 - B. 乙、丁分别表示线粒体和叶绿体基质
 - C. 物质 d、e 均以自由扩散的方式穿越生物膜
 - D. 给植物提供 ¹⁸O 标记的 c，¹⁸O 会出现在 e 中
11. (多选) 右图表示植物叶肉细胞中光合作用和细胞呼吸的相关过程，字母代表有关物质，数字代表代谢过程，相关叙述正确的是



- A. 过程①③⑤在生物膜上进行
 - B. 过程①②③都需要 ADP 和 Pi
 - C. 物质 C、D、E 中都含 H 元素
 - D. 物质 A 中的元素只来自于水
12. (多选) 下图所示生理过程中，P680 和 P700 表示两种特殊状态的叶绿素 a，M 表示某种生物膜，其中乙侧的 H⁺ 浓度远高于甲侧，在该浓度差中储存着一种势能，该势能是此处形成 ATP 的前提。据图分析，下列说法错误的是



- A. 乙侧的 H⁺ 完全来自甲侧
- B. 生物膜 M 是叶绿体类囊体薄膜，属于叶绿体内膜
- C. CF₀ 和 CF₁ 与催化 ATP 的合成、转运 H⁺ 有关，很可能是蛋白质

D. 该场所产生的 NADPH 和 ATP 将参与暗反应中的 CO_2 的固定

13. 根据光合作用碳素同化（暗反应）中 CO_2 固定的最初产物的不同，把碳素同化分为 C_3 途径和 C_4 途径（如下图 2），其中 C_4 途径 PEPC（酶）的活性比 C_3 途径的 RuBPC（酶）强 60 倍。只进行 C_3 途径的植物称 C_3 植物，同时进行两途径的植物称 C_4 植物。 C_4 植物之所以能同时进行两途径，是因为其叶肉细胞和维管束鞘细胞中都具有叶绿体，但两种细胞中叶绿体的结构存在差异（如下图 1）。



图1

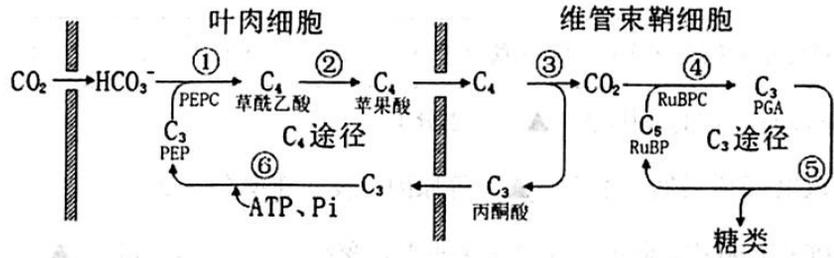


图2

(1) 图 1 所示的两种叶绿体在结构上的主要区别是_____，产生区别的根本原因是_____。

(2) 图 2 所示的碳素同化途径中，属于 CO_2 固定过程的序号是_____，⑤过程消耗活跃的的化学能， C_3 被_____还原。

(3) 对 C_3 植物的有关实验发现，在光下突然中断 CO_2 供应， C_5 浓度急速升高、 C_3 浓度急速降低，由该现象可推测_____；突然中断光照， C_5 浓度急速降低、 C_3 浓度急速升高，由该现象可推测_____。

(4) 与 C_3 植物相比， C_4 植物的 CO_2 补偿点较_____；当外界干旱时， C_4 植物能继续生长而 C_3 植物却不能，其原因是_____。

14. 景天科植物有一个很特殊的 CO_2 同化方式：夜间气孔开放，吸收的 CO_2 生成苹果酸储存在液泡中，白天气孔关闭，液泡中的苹果酸经脱羧作用释放 CO_2 用于光合作用，其部分代谢途径如图 1；将小麦绿色叶片放在温度适宜的密闭容器内，测量在不同的光照条件下容器内氧气量的变化，结果如图 2，据图回答以下问题：

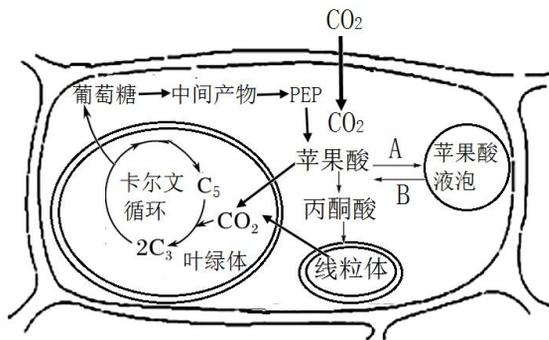


图1

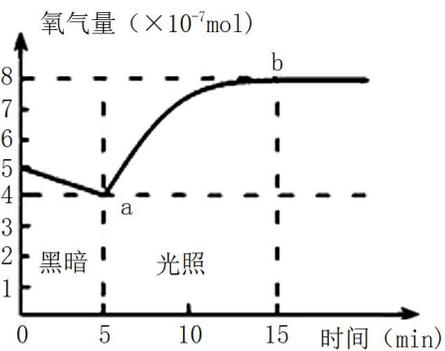


图2

(1) 植物气孔开闭的特点与其生活环境是相适应的，推测景天科植物生活环境最可能是_____，从进化角度看，这种特点的形成是_____的结果。该类植物夜晚吸收的 CO_2 _____（填“能”或“不能”）合成葡萄糖，原因是_____。

(2) 结合图 1 可知，景天科植物参与卡尔文循环的 CO_2 直接来源于_____过程。

(3) 如果白天适当提高 CO_2 浓度，景天科植物的光合作用速率变化是_____（填“增加”或“降低”或“基本不变”）。

(4) 图 2 曲线中 a 点以后的短时间内，叶片细胞内 C_3 的量将_____。在 5~15min 内，该容器内氧气量增加的速率逐渐减小，这是因为_____。

(5) 图 2 中如果叶片的呼吸速率始终不变，则在 5~15min 内，小麦叶片光合作用的平均速率（用氧气产生量表示）为_____。

12. (1) 叶绿体是否有基粒 基因的选择性表达 (2) ①④ [H] (或 NADPH)

(3) CO_2 可与 C_5 结合生成 C_3 C_3 可生成 C_5

(4) 低 干旱环境下, 部分气孔关闭, CO_2 吸收减少, C_4 植物能利用低浓度 CO_2 进行光合作用而 C_3 植物不能

13. (1) 炎热干旱 自然选择 不能 没有光反应为暗反应提供 ATP 和 [H] (2) 苹果酸经脱羧作用

和呼吸作用 (3) 基本不变 (4) 减少 光合作用吸收 CO_2 的量大于呼吸作用释放 CO_2 的量, 使密

闭容器内的 CO_2 浓度逐渐减少, 光合作用速率逐渐下降 (5) $6 \times 10^{-8} \text{ mol/min}$