

第 10 讲 光合作用与细胞呼吸的综合应用

[考纲要求] 光合作用与细胞呼吸的综合应用。

考点一 光合作用与细胞呼吸过程中物质和能量的联系

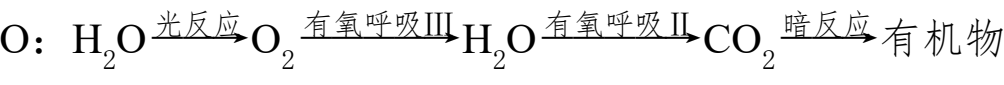
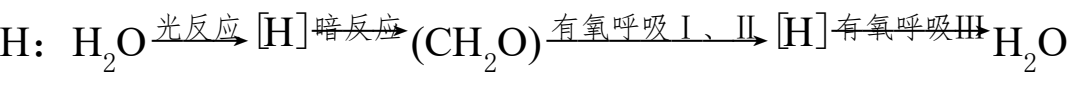
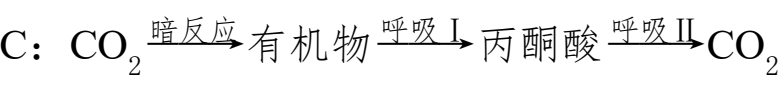
1. 物质名称：b: O₂, c: ATP, d: ADP, e: NADPH([H]), f: C₅, g: CO₂, h: C₃。
2. 生理过程及场所

序号	①	②	③	④	⑤
生理过程	<u>光反应</u>	暗反应	有氧呼吸 第一阶段	有氧呼吸 第二阶段	有氧呼吸 第三阶段

场所	叶绿体类 囊体薄膜	<u>叶绿体</u> <u>基质</u>	<u>细胞质</u> <u>基质</u>	线粒体 基质	<u>线粒体</u> <u>内膜</u>
----	--------------	-------------------------	-------------------------	-----------	-------------------------

1. 光合作用与细胞呼吸中物质及能量转化

(1)光合作用和有氧呼吸中各种元素的去向



(2)光合作用与有氧呼吸中[H]和ATP的来源、去路

比较项目		来源	去路
[H]	光合作用	产生于光反应中水的光解	用于暗反应中 C ₃ 的还原
	有氧呼吸	产生于第一、二阶段	消耗于第三阶段,与 O ₂ 结合生成 H ₂ O
ATP	光合作用	产生于光反应阶段, 其中的能量来自光能	用于暗反应过程中 C ₃ 的还原, 其中的能量转变成有机物中稳定的化学能
	有氧呼吸	三个阶段均能产生, 但第三阶段相对较多	用于各项生命活动(光合作用的暗反应除外)

(3)光合作用与有氧呼吸中的能量转化

2. 不同光照条件下叶肉细胞的气体代谢特点

曲线	光合作用强度与细胞呼吸强度的关系	气体代谢特点	图示
A 点	只进行细胞呼吸	吸收 O ₂ ，释放 CO ₂	

AB 段	细胞呼吸强度大于光 合作用强度	吸收 O ₂ ，释放 CO ₂	
B 点	细胞呼吸强度等于光 合作用强度	不与外界发生气体交换	
B 点后	光合作用强度大于细 胞呼吸强度	吸收 CO ₂ ，释放 O ₂	

命题点一 光合作用与细胞呼吸基本过程的判断

1. (2018 天津红桥区高三二模)下图为植物细胞代谢的部分过程简图,①~⑦为相关生理过程。
下列叙述错误的是()

- A. 若植物缺镁，则首先会受到显著影响的是③
- B. ②的进行与⑤⑥密切相关
- C. 蓝藻细胞中④发生在叶绿体基质中
- D. 叶肉细胞③中 O_2 的产生量小于⑥中 O_2 的吸收量，则该细胞内有机物的总量将减少

『答案』 C

『解析』 镁是合成叶绿素的成分，光反应阶段需要叶绿素吸收光能，若植物缺镁则叶绿素的合成受到影响，首先会受到显著影响的生理过程是③光反应过程，A 项正确；②是植物细胞通过主动运输吸收无机盐离子的过程，需要消耗能量，故与⑤⑥过程密切相关，B 项正确；蓝藻细胞是原核细胞，没有叶绿体，C 项错误；图中③光反应过程 O_2 的产生量小于⑥有氧呼吸过程 O_2 的吸收量，则净光合作用量小于 0，该植物体内有机物的量将减少，D 项正确。

2. (2017 全国 II，29)下图是表示某植物叶肉细胞光合作用和呼吸作用的示意图。

据图回答下列问题：

(1)图中①、②、③、④代表的物质依次是_____、_____、_____、_____, [H]代表的物质主要是_____。

(2)B 代表一种反应过程, C 代表细胞质基质, D 代表线粒体, 则 ATP 合成发生在 A 过程, 还发生在_____ (填“B 和 C” “C 和 D” 或“B 和 D”)。

(3)C 中的丙酮酸可以转化成酒精, 出现这种情况的原因是_____。

『答案』 (1) O_2 $NADP^+$ ADP 和 Pi C_5 NADH

(2)C 和 D (3)在缺氧条件下进行无氧呼吸

『解析』 (1)光合作用光反应阶段, 水光解形成 NADPH 和氧气, 因此图中①是 O_2 ; ②可形成 NADPH, 应为 $NADP^+$; ③可形成 ATP, 应为 ADP 和 Pi; 三碳化合物还原可形成有机物和五碳化合物, 因此④表示 C_5 。细胞呼吸过程中产生的[H]代表的物质主要是 NADH。

(2)图中 A 表示光反应阶段, B 表示暗反应阶段, C 代表细胞质基质(可发生有氧呼吸的第一阶段), D 代表线粒体(可发生有氧呼吸的第二阶段和第三阶段), 其中光反应阶段、有氧呼吸的三个阶段都能合成 ATP, 而暗反应阶段不但不能合成 ATP 还会消耗 ATP。因此, ATP 合成除发生在 A 过程, 还发生在 C 和 D。

(3)植物叶肉细胞中, 有氧条件下, 丙酮酸进入线粒体最终分解形成二氧化碳和水; 在缺氧条件下进行无氧呼吸, 转化成酒精和二氧化碳。

命题点二 以叶绿体和线粒体为载体分析光合作用与细胞呼吸的关系

3. 下面是叶肉细胞在不同光照强度下叶绿体与线粒体的代谢简图, 下列相关叙述错误的是 ()

- A. 细胞①处于黑暗环境中, 该细胞单位时间释放的 CO_2 量即为呼吸速率
- B. 细胞②没有与外界发生 O_2 和 CO_2 的交换, 可断定此时光合速率等于呼吸速率
- C. 细胞③处在较强光照条件下, 细胞光合作用所利用的 CO_2 量为 N_1 与 N_2 的和
- D. 分析细胞④可得出, 此时的光照强度较弱且 N_1 小于 M_2

『答案』 D

『解析』 结合图示可知，细胞①中仅线粒体中有气体的消耗和生成，故应处在黑暗环境中，此时细胞单位时间内释放的 CO_2 量可表示呼吸速率，A 项正确；细胞②没有与外界进行气体交换，此时光合速率与呼吸速率相等，B 项正确；细胞③需要从外界环境吸收 CO_2 ，并向细胞外释放 O_2 ，此时细胞所处环境的光照强度大于光补偿点，细胞所利用的 CO_2 包括细胞呼吸产生的 N_2 和从环境中吸收的 N_1 ，C 项正确；细胞④中，线粒体利用的 O_2 除来自叶绿体外，还要从细胞外吸收，说明此时细胞呼吸强度大于光合作用强度，细胞进行有氧呼吸和光合作用的过程中， O_2 的净消耗量(吸收量) M_2 与 CO_2 的净生成量 N_1 相等，D 项错误。

4. (2018 江苏，29 节选)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。

(2)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)丙酮酸 基质中 内膜上 (2)①②④

『解析』 (1)图中乙为线粒体，是进行有氧呼吸的主要场所。氧气充足时，光合作用产生的三碳糖可被氧化为丙酮酸后进入线粒体，丙酮酸在线粒体基质中被彻底氧化分解成 CO_2 ，同时产生 $[\text{H}]$ 和 ATP；有氧呼吸前两个阶段产生的 $[\text{H}]$ 在线粒体内膜上参与有氧呼吸的第三阶段，即和 O_2 反应生成水，同时产生大量 ATP。叶绿体中产生的过多的还原能通过物质转化合成 NADPH，NADPH 可通过参与有氧呼吸第三阶段产生 ATP。(2)由图示可知，乙(线粒体)产生的 ATP 能够进入甲(叶绿体)，所以在线粒体中合成的 ATP 可以用于 C_3 的还原，同时还能用于内外物质的运输、酶的合成等；水的光解不需要 ATP。

考点二 光合作用与细胞呼吸的综合曲线分析

1. 真正光合速率、净光合速率和细胞呼吸速率的曲线辨析

(1)内在关系

- ①细胞呼吸速率：植物非绿色组织(如苹果果肉细胞)或绿色组织在黑暗条件下测得的值——单位时间内一定量组织的 CO_2 释放量或 O_2 吸收量。
- ②净光合速率：植物绿色组织在有光条件下测得的值——单位时间内一定量叶面积所吸收的 CO_2 量或释放的 O_2 量。
- ③真正光合速率 = 净光合速率 + 细胞呼吸速率。

(2)判定方法

- ①根据坐标曲线判定

a. 当光照强度为 0 时，若 CO_2 吸收值为负值，该值的绝对值代表细胞呼吸速率，该曲线代

表净光合速率，如图甲。

b. 当光照强度为 0 时，光合速率也为 0，该曲线代表真正光合速率，如图乙。

②根据关键词判定

检测指标	细胞呼吸速率	净光合速率	真正(总) 光合速率
CO ₂	释放量(黑暗)	吸收量	利用量、固定量、消耗量
O ₂	吸收量(黑暗)	释放量	产生量
有机物	消耗量(黑暗)	积累量	制造量、产生量

2.光合作用与细胞呼吸曲线中的“关键点”移动

(1)细胞呼吸对应点(A 点)的移动：细胞呼吸增强，A 点下移；细胞呼吸减弱，A 点上移。

(2)补偿点(B 点)的移动

①细胞呼吸速率增加，其他条件不变时，CO₂(或光)补偿点应右移，反之左移。

②细胞呼吸速率基本不变，相关条件的改变使光合速率下降时，CO₂(或光)补偿点应右移，反之左移。

(3)饱和点(C 点)和 D 点的移动：相关条件的改变(如增大光照强度或增大 CO₂ 浓度)使光合速率增大时， C 点右移，D 点上移的同时右移；反之，移动方向相反。

3. 植物光合作用和细胞呼吸的日变化曲线分析

(1)自然环境中一昼夜植物 CO₂ 吸收或释放速率的变化曲线

a 点：凌晨，温度降低，细胞呼吸减弱， CO_2 释放减少。

b 点：有微弱光照，植物开始进行光合作用。

bc 段：光合作用强度小于细胞呼吸强度。

c 点：上午 7 时左右，光合作用强度等于细胞呼吸强度。

ce 段：光合作用强度大于细胞呼吸强度。

d 点：温度过高，部分气孔关闭，出现“午休”现象。

e 点：下午 6 时左右，光合作用强度等于细胞呼吸强度。

ef 段：光合作用强度小于细胞呼吸强度。

fg 段：没有光照，光合作用停止，只进行细胞呼吸。

bf 段：制造有机物的时间段。

ce 段：积累有机物的时间段。

一昼夜有机物的积累量 = $S_1 - (S_2 + S_3)$ (S_1 、 S_2 、 S_3 分别表示曲线和横轴围成的面积)。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/425103311241011134>