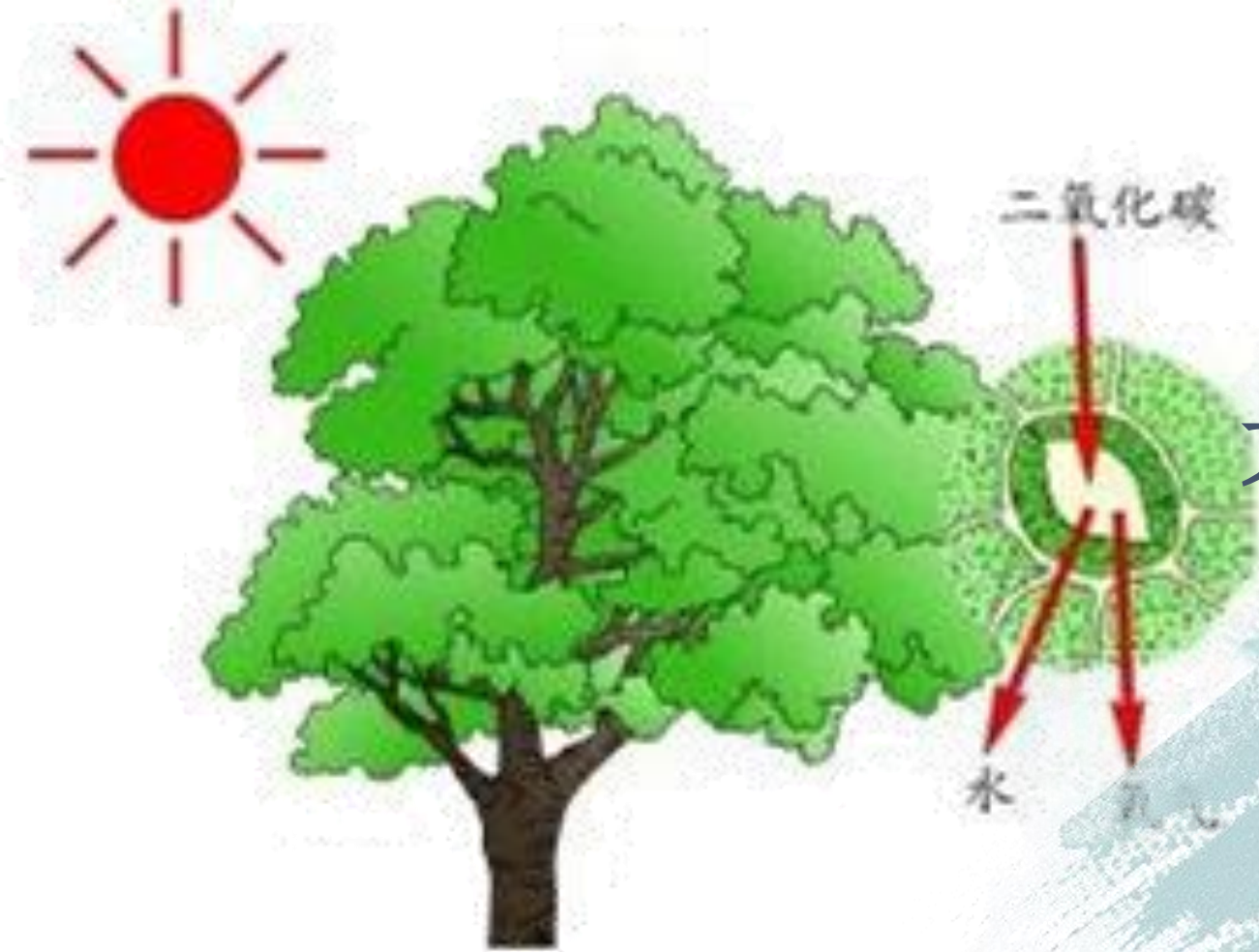


第五章 细胞的能量供应和利用



第5.4.2节 光合作用的原理和应用



本节目标



01 → 光合作用的原理

02 → 光合作用原理的应用

万物生长靠太阳
雨露滋润禾苗壮



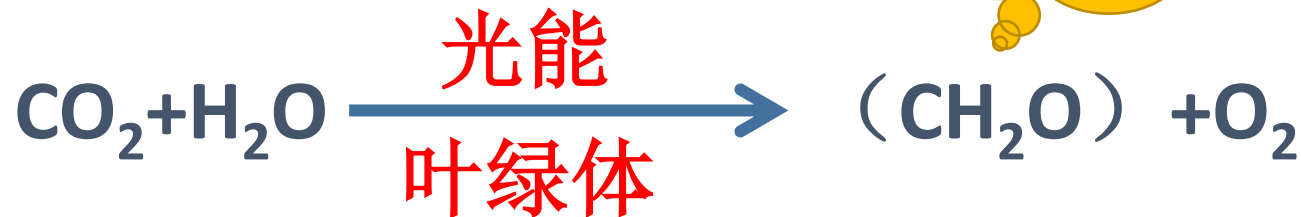


一、光合作用

概念

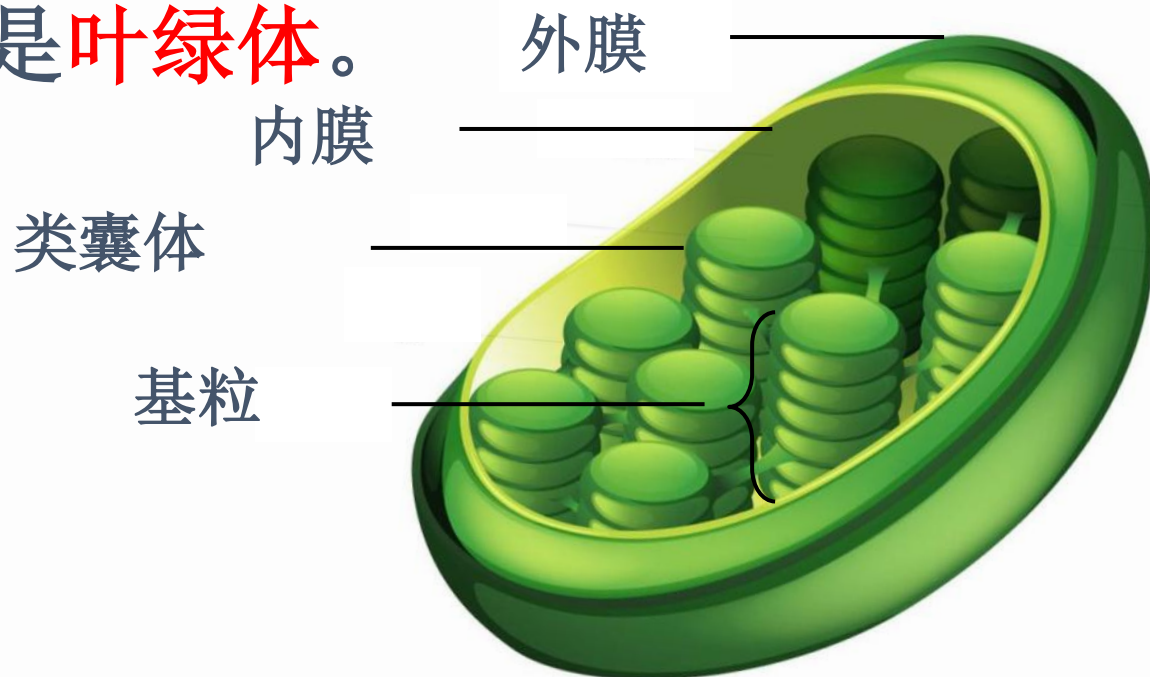
光合作用是指绿色植物通过叶绿体，利用光能，将二氧化碳和水转化成储存着能量的有机物，并且释放出氧气的过程。

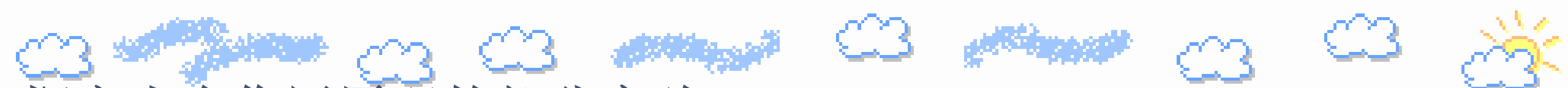
反应式





自然界中到处都有**二氧化碳**、**水**和**阳光**，然而能够**利用它们合成有机物**的却只有能进行**光合作用的细胞**。完成这一神奇过程的就是**叶绿体**。





探究光合作用原理的部分实验

十九世纪前

在光合作用中， CO_2 分子的C和O被分开， O_2 被释放，C与 H_2O 结合成甲醛，然后甲醛分子缩合成糖



甲醛对植物有毒害作用，而且甲醛不能通过光合作用转化成糖



希尔, R.

1937年, 希尔发现, 在**离体叶绿体的悬浮液**中加入**铁盐或其他氧化剂** (悬浮液中有 H_2O , 没有 CO_2), 在光照下可以释放出氧气。



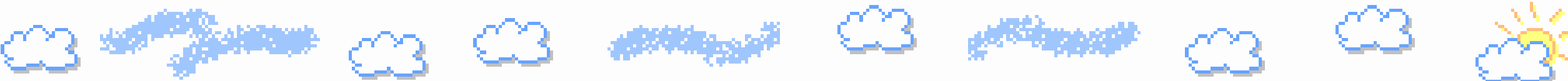
铁盐
(或其他氧化剂)

O_2

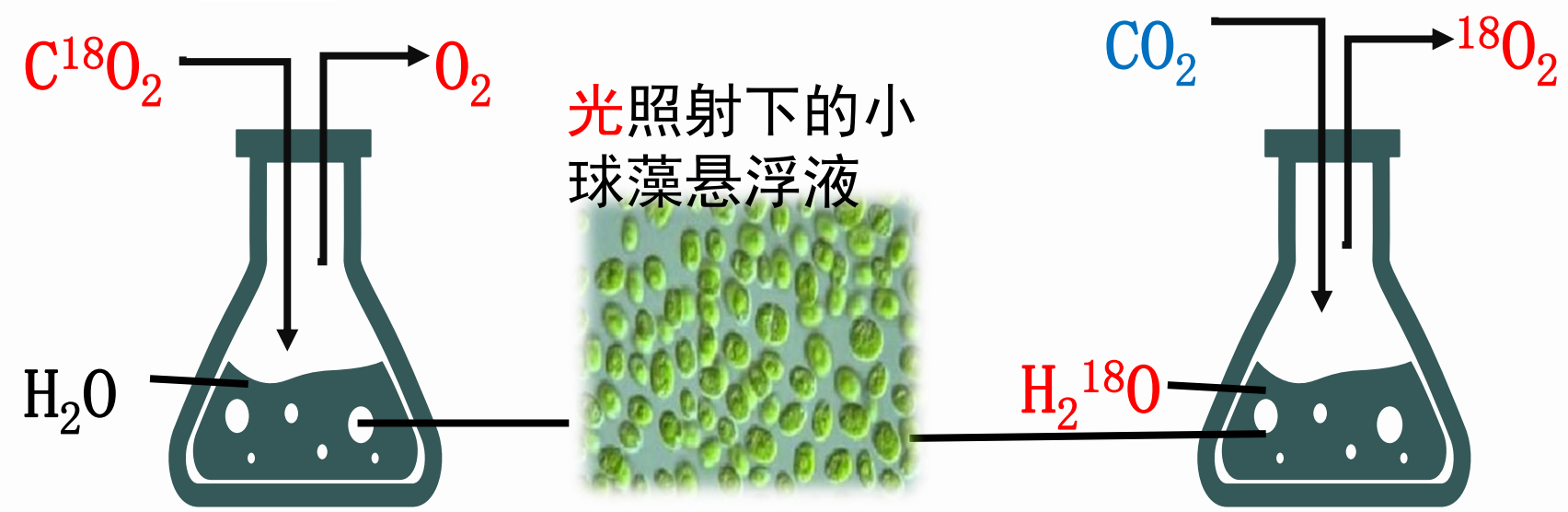
希尔反应: 离体的叶绿体在适当的条件下发生**水的光解**、**产生氧气**的化学反应。



离体的叶绿体悬浮液

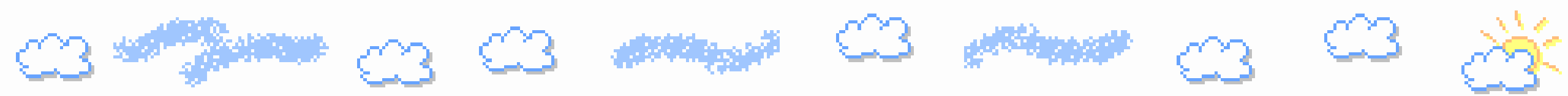


1941年，美国科学家**鲁宾和卡门**用**同位素示踪**的方法研究了光合作用中 **O_2 的来源**，他们用 ^{16}O 的同位素 ^{18}O 分别标记 H_2O 和 CO_2 ，使它们分别变成 $H_2^{18}O$ 和 $C^{18}O_2$ ，然后进行了两组实验：



结论 光合作用释放的**氧气中的氧元素全部来源于水**，而并不来源于

CO_2



1954年，美国**阿尔农**等用**离体的叶绿体**做实验：在给叶绿体**照光**时发现，当向反应体系中供给**ADP、Pi**等物质时，体系中就会有**ATP**出现。

A组：光照+叶绿体提取液+ADP+Pi;**结果叶绿体中可以生产ATP**

B组：光照+叶绿体提取液+ADP+Pi;**结果叶绿体中不生产ATP**

1957年，他发现这一过程总是与**水的光解**相伴随。

结论

在叶绿体中，有光存在的情况下，ADP与Pi结合生成ATP，**即在光下叶绿体内同时进行两个反应**



探究光合作用原理的部分实验总结

年代	科学家	结论
十九世纪末	/	甲醛→糖 甲醛对植物有毒
1928年	/	甲醛不能通过光合作用转化成糖
1937年	希尔	水的光解产生氧气
1941年	鲁宾和卡门	利用同位素示踪法确定，光合作用氧气来自于水
1954年	阿尔农	光照下叶绿体合成ATP
1957年	阿尔农	这一过程总是与水的光解相伴

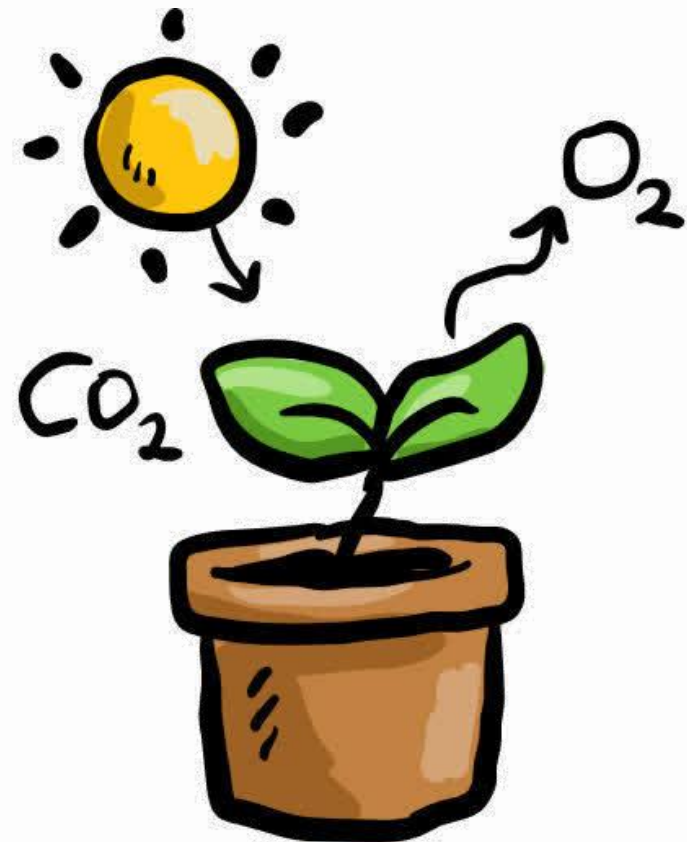
二、光合作用过程

划分依据:反应过程是否需要光能

- 光反应（光合作用第一阶段）
- 暗反应（光合作用第二阶段）
又称碳反应

光反应在白天可以进行吗？夜间呢？ **有光才能反应**

暗反应在白天可以进行吗？夜间呢？ **有光、无光都能反应**



光反应阶段

概念

光合作用第一阶段的化学反应，**必须有光**才能进行，这个阶段叫做光反应阶段。

条件

光、色素、酶

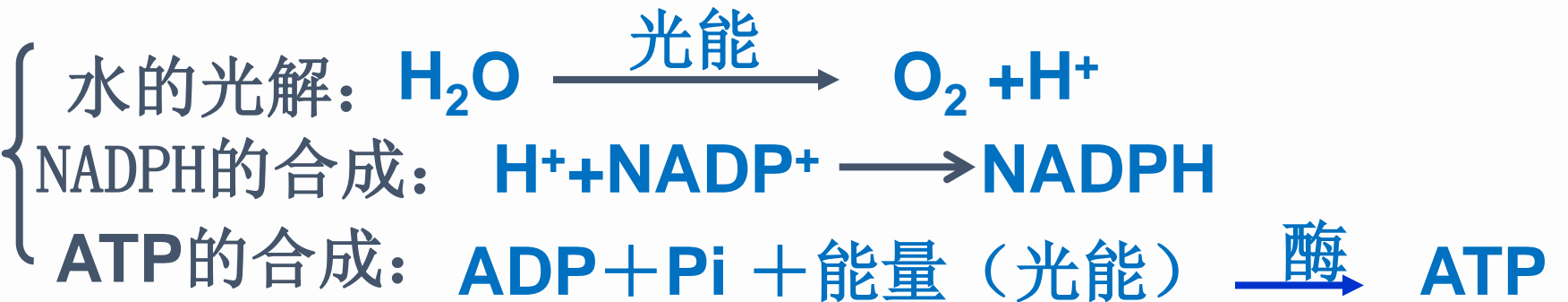
部位

叶绿体中类囊体的薄膜上
(有光反应阶段所需的色素和酶)

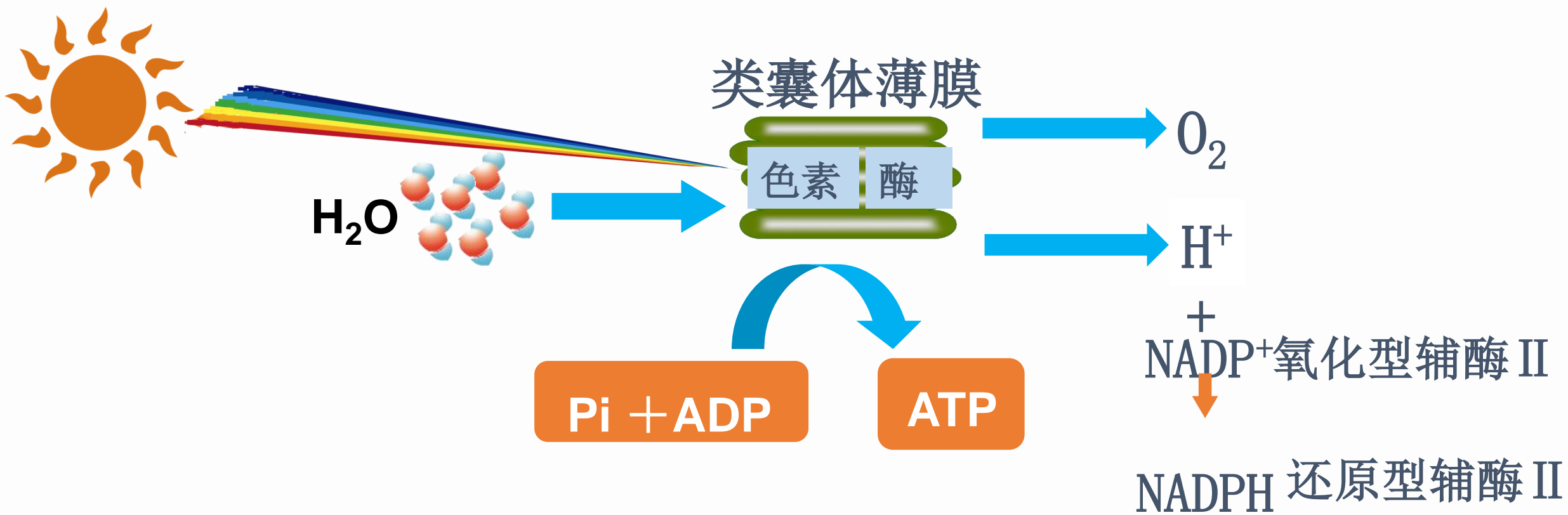
实质

将光能转变为活跃的**化学能**，释放出 **O_2**

物质变化



光反应阶段





暗反应阶段

条件

→ 多种酶。暗反应在**有光、无光时**均能进行

部位

→ **叶绿体基质中**

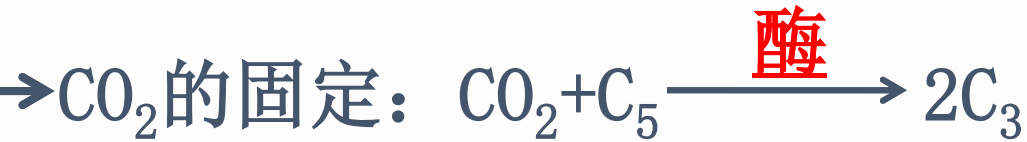
过程

→ 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**。



暗反应阶段

过程

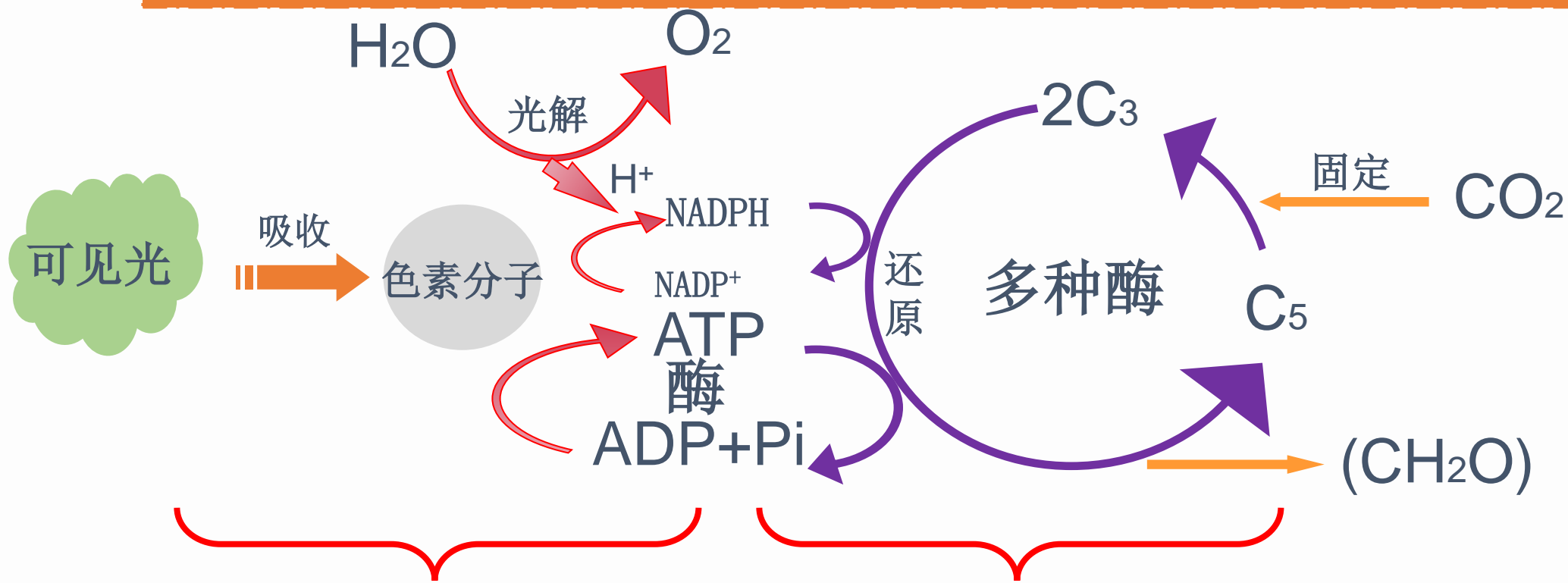


实质

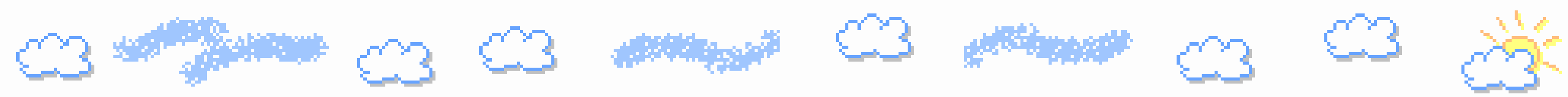
暗反应的实质是**同化CO₂**，将**活跃**的化学能转化成**稳定**的化学能，**储存在有机物中**。

光合作用总过程.

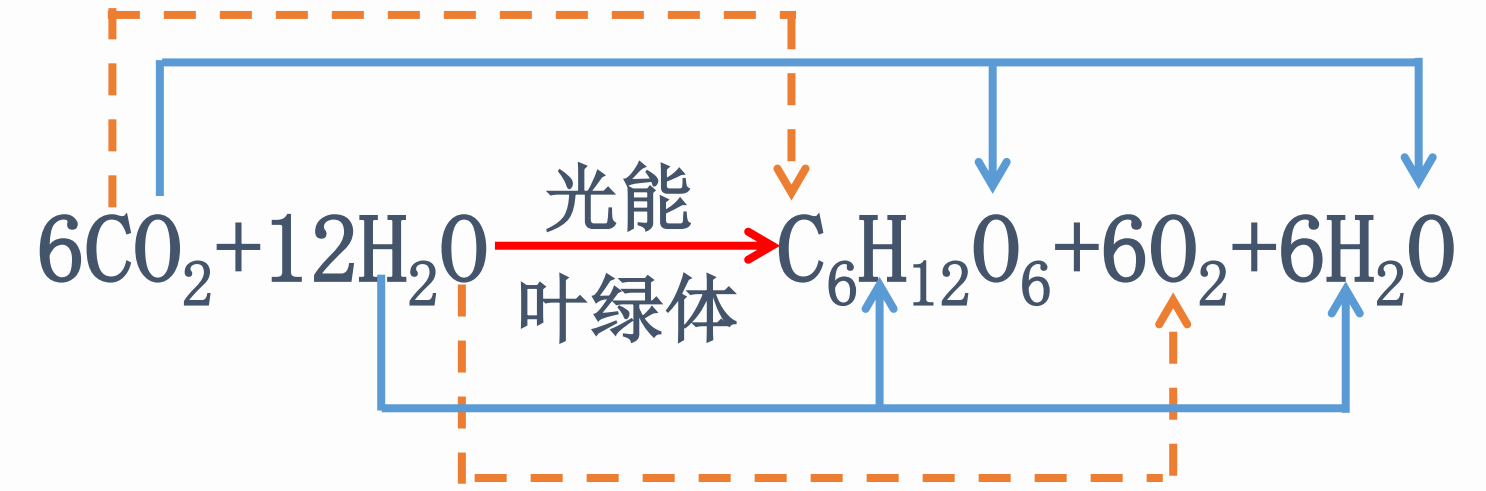
光反应和暗反应是一个整体，二者紧密联系，缺一不可

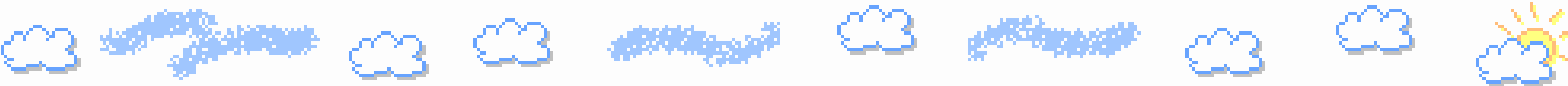


联系：
光反应阶段为暗反应阶段提供_____，暗反应阶段产生的_____为光反应阶段合成ATP提供原料。



光合作用过程中各元素的去向：





光反应和暗反应的比较

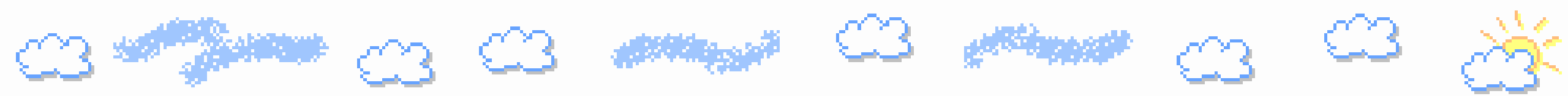
		光反应	暗反应
区别	所需条件	必须有光	有光或无光均可
	进行场所	类囊体薄膜	叶绿体基质
	物质变化	水光解为 O_2 和 H^+ ; ATP和NADPH的合成	CO_2 的固定; C_3 的还原; ATP和NADPH的分解
	能量转化	光能转化为ATP和NADPH中的化学能	ATP和NADPH中的化学能转化为有机物中稳定的化学能
联系	物质变化上的联系	光反应为暗反应提供ATP和NADPH; 暗反应为光反应提供了ADP、Pi、NADP ⁺	
	能量转化上的联系	光能→ATP和NADPH中的化学能→有机物中稳定的化学能	



讨论

叶绿体处不同条件下， C_3 、 C_5 、NADPH、ATP以及 (CH_2O) 合成量的动态变化

条件	C_3	C_5	NADPH和ATP	(CH_2O)
停止光照 CO_2 供应不变	增加	减少	减少或 没有生成	减少或 没有生成
光照不变 停止 CO_2 供应	减少	增加	增加	减少或 没有生成



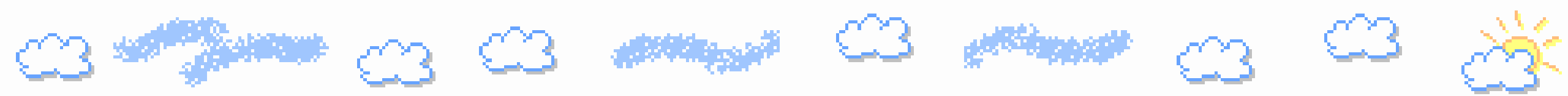
光合作用原理的应用

光合作用的强度：

指植物在单位时间内通过光合作用**制造糖类的数量**，
又称**光合速率**。

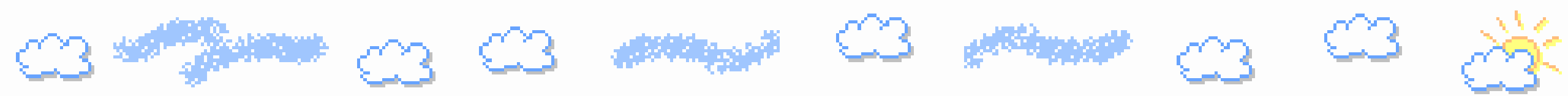
影响光合作用强度的因素：

- 1) 光照
- 2) 温度
- 3) 二氧化碳浓度
- 4) 水分
- 5) 矿质元素



探究光照强度对光合作用的影响实验视频

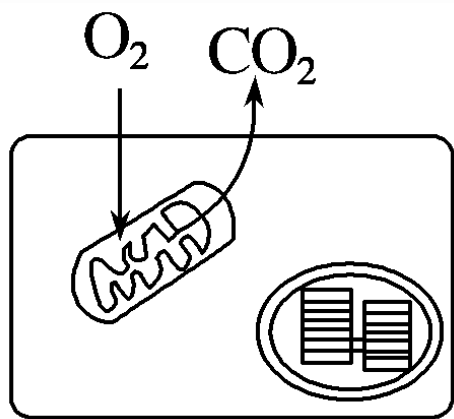
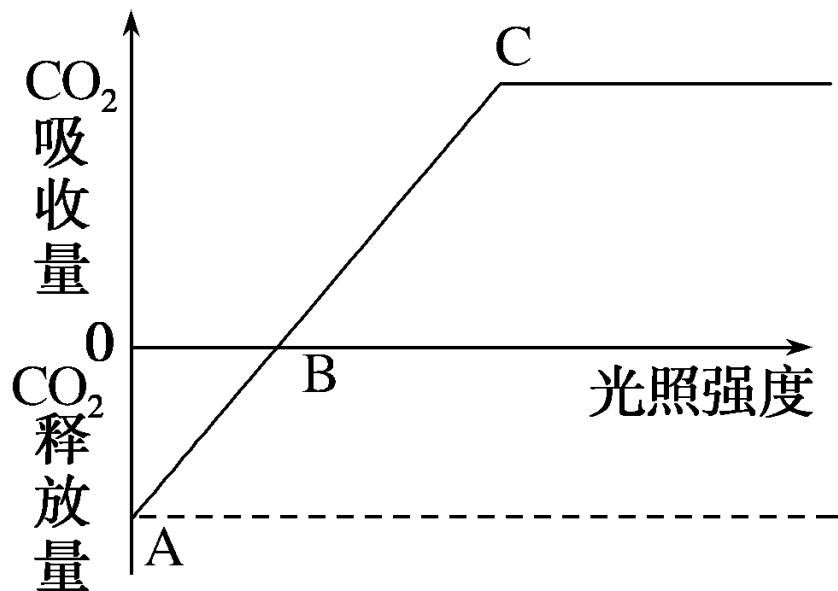




探究二氧化碳对光合作用速率的影响实验视频



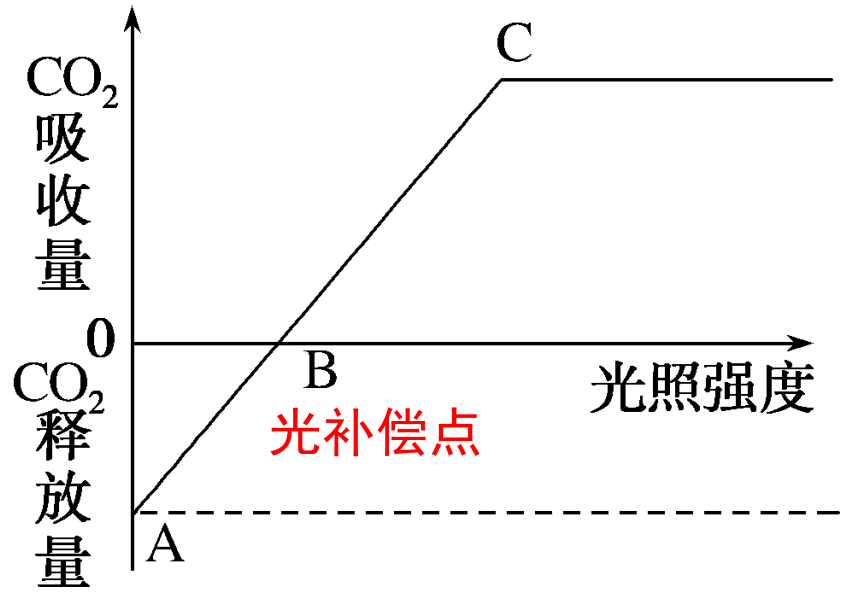
光照强度对光合作用强度的影响



(1) A点时，光照强度为0，对应的CO₂来源于哪些生理过程？其释放量的含义是什么？

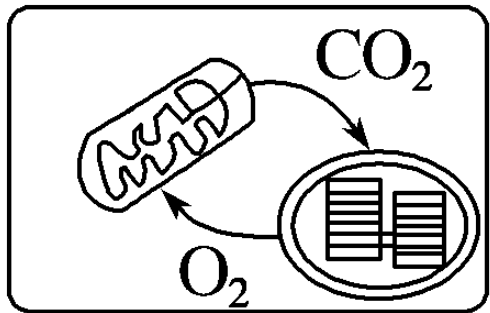
答：A点时，光照强度为0，此时只进行细胞呼吸，其单位时间内释放的CO₂量，可表示此时的细胞呼吸速率。

光照强度对光合作用强度的影响

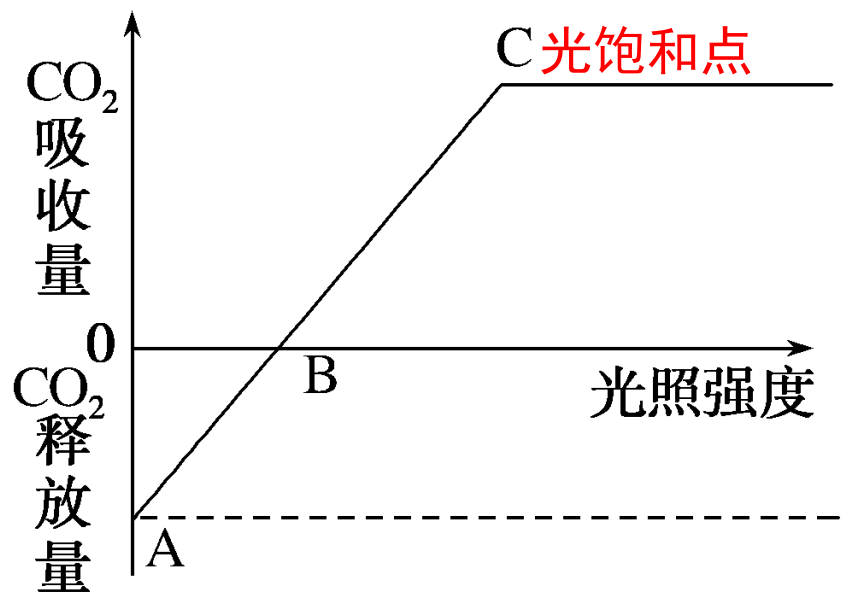


(2) B点时，所对应的CO₂吸收量和释放量为0，试分析此时光合速率与细胞呼吸速率的关系及B点的含义。

答：B点时，细胞呼吸释放的CO₂全部用于光合作用，即光合速率=呼吸速率，此点为光补偿点。



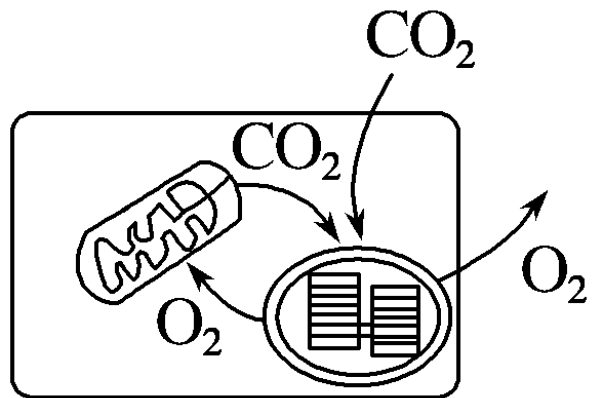
光照强度对光合作用强度的影响

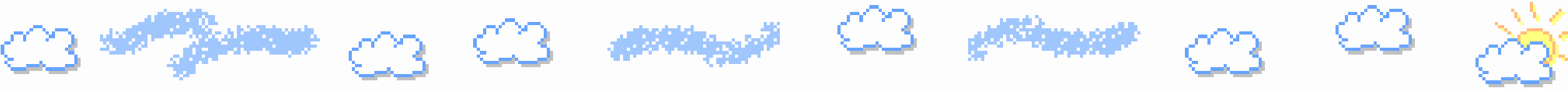


(3) C点时，CO₂吸收量达到最高，请讨论C点的含义并分析CO₂吸收量达到最高前、后的主要限制因素分别是什么？

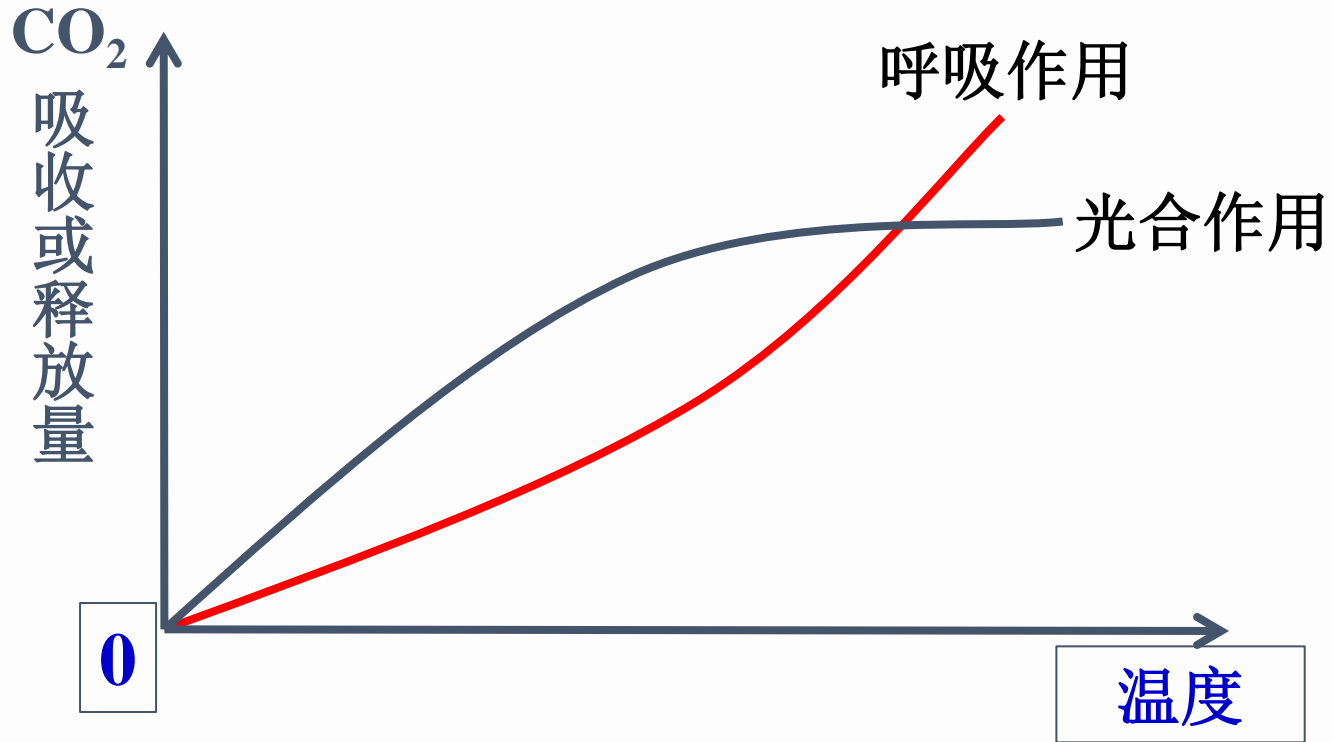
答：当达到C点后，光合作用不再随光照强度的升高而增加，称之为光饱和点。

CO₂吸收量达到最高前的主要限制因素是光照强度，CO₂吸收量达到最高后的主要限制因素为温度和CO₂浓度。





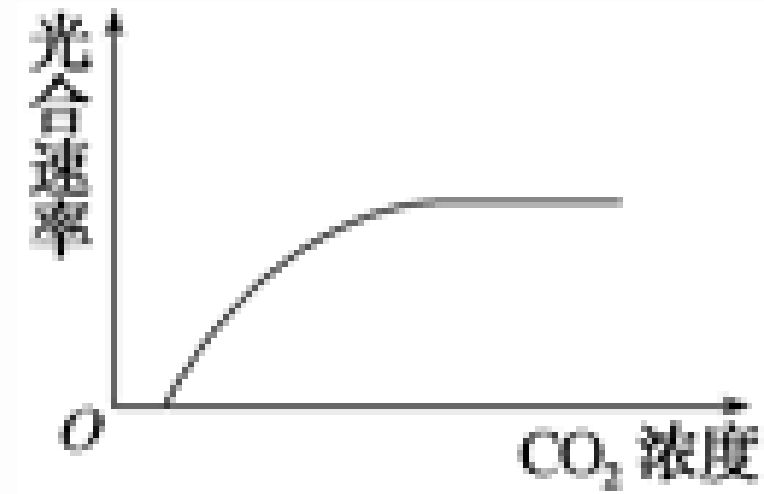
温度对光合作用强度的影响



光合作用整套机构对温度比较敏感，温度过高时植物气孔关闭或酶活性降低，光合速率会减弱。光合作用的最适温度因植物种类而异。

温室栽培中，可适当提高白天温度，适当降低夜间温度，从而提高作物产量（有机物积累量）。

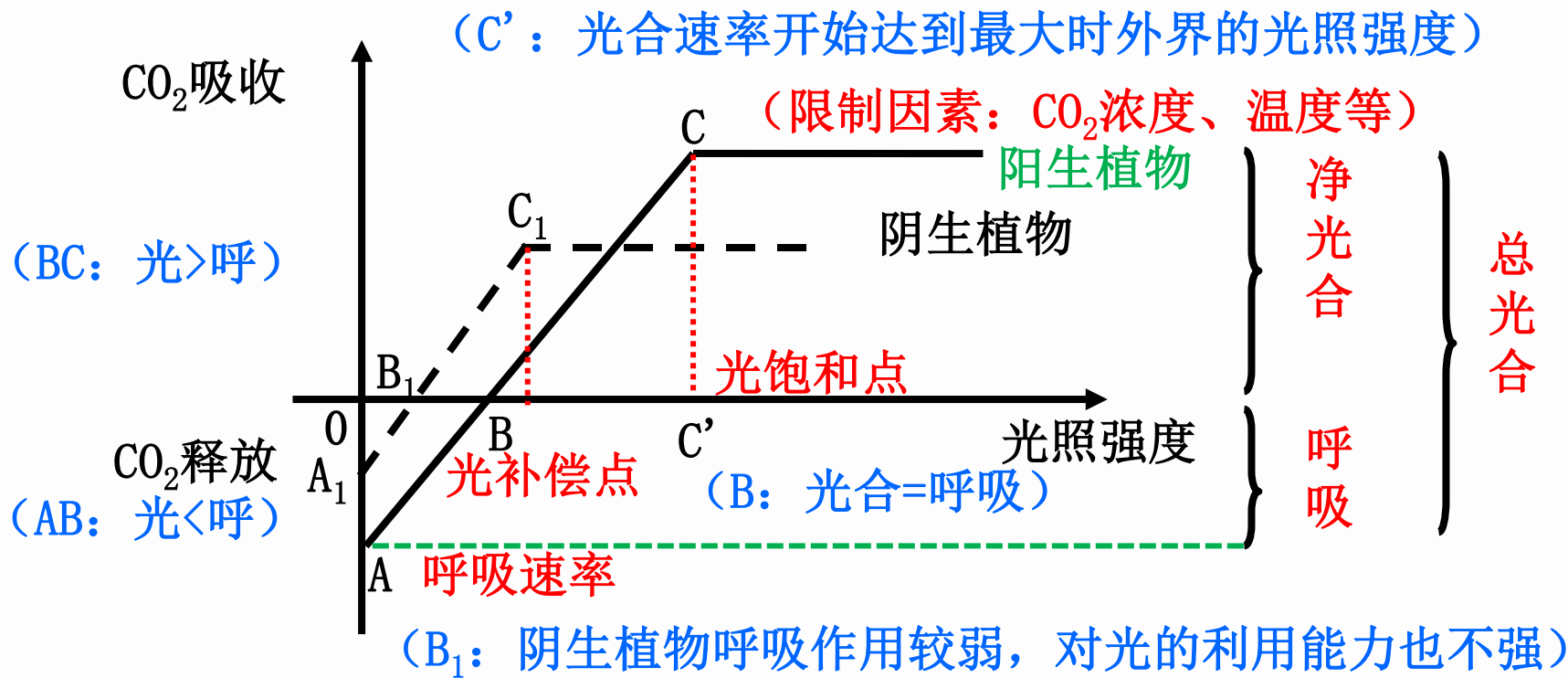
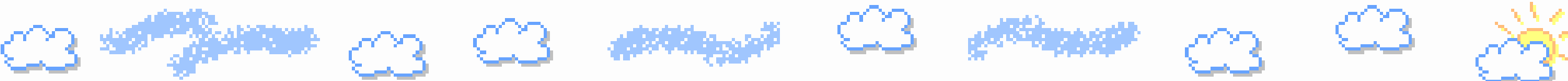
CO₂浓度对光合作用强度的影响

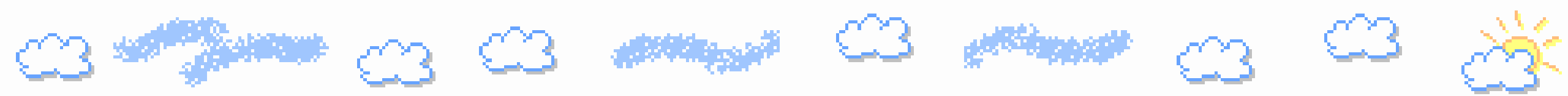


在一定范围内，植物光合速率随CO₂浓度的增大而增加；
但达到一定浓度时，再增加CO₂浓度，光合速率也不再增加。

农田里的农作物应增施有机肥

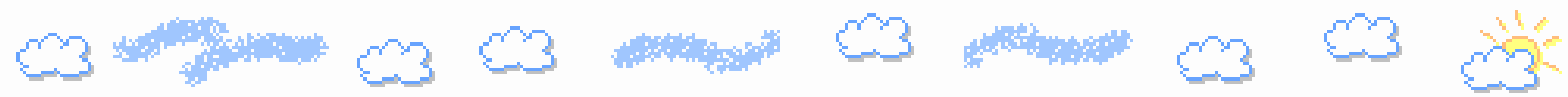
温室中可增施有机肥或使用CO₂发生器等。





增加农作物产量的几点做法：

- 1、**延长光照时间**、**增加光照强度**、**选择适当的光源**；
- 2、**白天适当增加温度**，**夜间适当降低温度**；
- 3、**适当提高CO₂的浓度**（施用农家肥）；
- 4、**合理灌溉**，提供适当水分；
- 5、**合理施肥**，提供必要的矿物质元素；
- 6、**农作物间距合理**（合理密植）。



光合作用的意义

- ①把无机物合成有机物，不仅是自身的营养物质，而且是人和动物的食物来源.
- ②将光能转换成化学能，贮存在有机物中，提供了生命活动的能量来源.
- ③维持了大气成分的基本稳定

生物

异养生物：不能直接利用无机物制成有机物，只能把从外界摄取的现成的有机物转变成自身的组成物质，并储存了能量的一类生物

自养生物：能够直接把从外界环境摄取的无机物转变成成为自身的组成物质，并储存了能量的一类生物

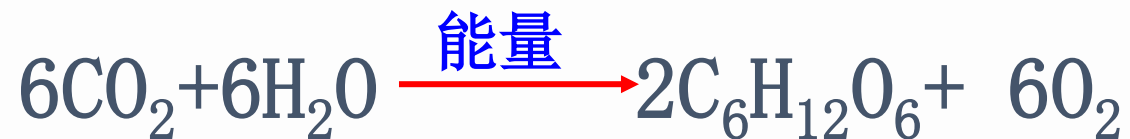


化能合成作用

利用体外环境中的某些无机物氧化时所释放的能量来制造有机物。

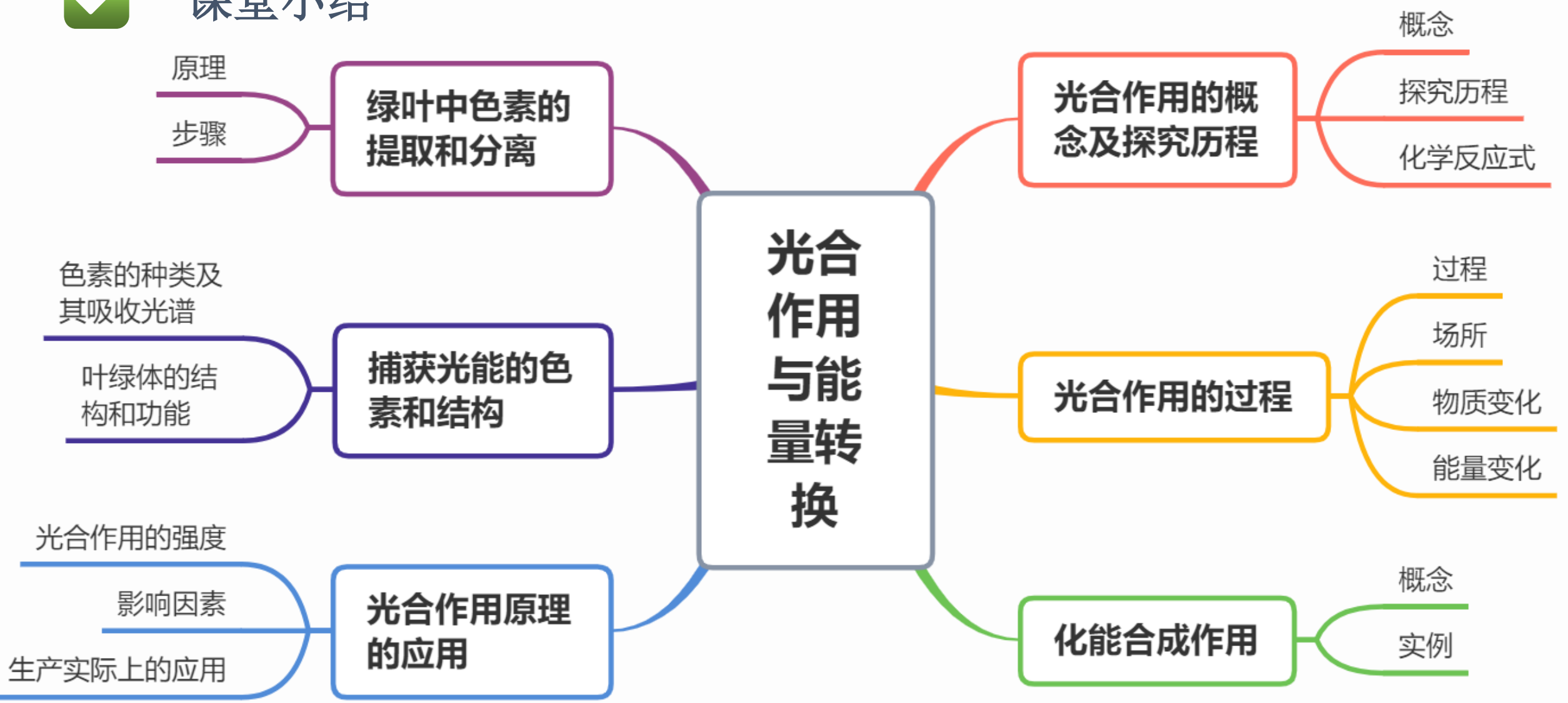
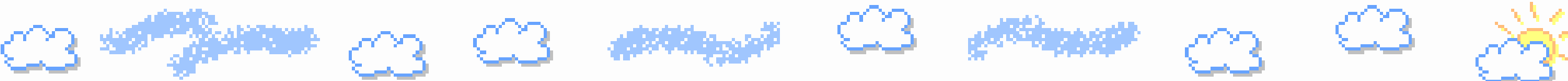
例如：硝化细菌

氨氧化成亚硝酸，进而将亚硝酸氧化成硝酸，这两个反应释放出的化学能，被硝化细菌用来将 CO_2 和 H_2O 合成糖类。





课堂小结





课堂精练

判断题

- (1) 光反应阶段发生在叶绿体内膜和类囊体薄膜上 (×)
- (2) 高等绿色植物白天进行光反应，夜晚进行暗反应 (×)
- (3) 光反应为暗反应提供NADPH和ATP (√)
- (4) 光合作用产生的 O_2 中的O来自 CO_2 和 H_2O (×)
- (5) 绿色植物进行光合作用的能量来源于光能 (√)