

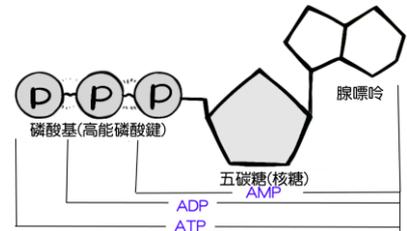
1-4 細胞與能量



(一) ATP (三磷酸腺苷)

A、能量貨幣—ATP

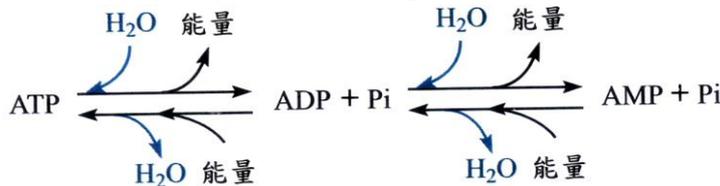
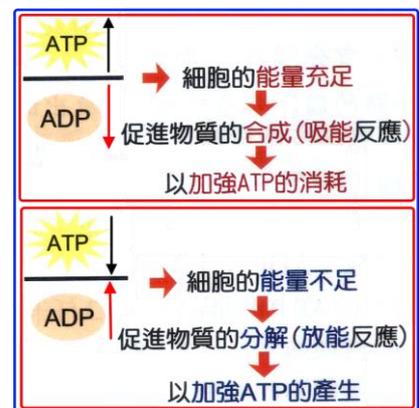
- (1)三磷酸腺苷(ATP)是一種含有高能量的核苷酸，由五碳糖(核糖)、腺嘌呤和三個磷酸基所構成。
- (2)核糖上只接一個磷酸基時，稱為單磷酸腺苷(AMP)。
- (3)核糖上接二個磷酸基，稱為雙磷酸腺苷(ADP)。
- (4)核糖連接腺嘌呤，合稱為腺苷，腺苷連接三個磷酸基，稱為三磷酸腺苷(ATP)。
- (5)ATP 三個磷酸基間的兩個磷酸鍵結為高能鍵，是蘊藏能量的鍵結。



ATP 有 2 個高能磷酸鍵，ADP 有 1 個高能磷酸鍵，AMP 則有 0 個高能磷酸鍵。

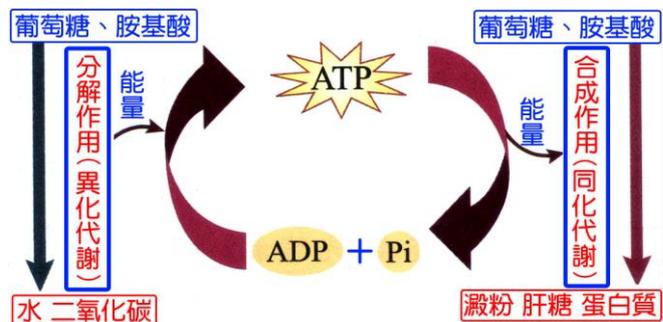
B、ATP-ADP 循環

- (1)ATP 分子水解時，會產生 ADP 和 1 個磷酸基(Pi)，並釋出能量供細胞活動。
ATP 水解： $ATP + H_2O \rightarrow ADP + Pi + \text{能量}$
- (2)ADP 吸收呼吸作用釋出的能量，與 1 個磷酸基合成 ATP。
ATP 合成： $ADP + Pi + \text{能量} \rightarrow ATP + H_2O$
- (3)當細胞內的 ATP 多而 ADP 少時(ATP/ADP 愈大時)，表示細胞內的能量充裕，此時生物體內常伴隨著運動或進行合成反應(耗能反應)。
- (4)當細胞內 ATP 少而 ADP 多時(ATP/ADP 愈小時)，表示細胞內的能量缺乏，此時生物體需加速進行呼吸作用等產能反應。



C、ATP 的重要性：

- (1)ATP 為細胞中最重要能量攜帶者，可直接供應細胞能量，被稱為細胞內的「能量貨幣」。
- (2)生物的體溫是藉著呼吸作用放出熱能來維持，不是來自於 ATP。
- (3)細胞中的大分子，如多醣類、脂質、蛋白質、核酸等都是由小分子吸收化學能(主要來源為 ATP)，藉合成作用產生；但大分子的分解作用，所釋放的能量，無法存於 ATP 分子，而是以熱能釋出。
- (4)葡萄糖、胺基酸、脂肪酸的氧化反應，所釋放的能量不直接提供細胞利用，而是將釋放的能量儲存在 ATP 分子中，細胞需要時，再將其水解直接供應。
- (5)ATP 水解產生 ADP(二磷酸腺苷)與磷酸根(Pi)，並釋放能量，產生的能量可經由酵素催化，驅動物質的合成、運動或是細胞的主動運輸。





(二) 光合作用

A、葉綠體：

(1) 構造：

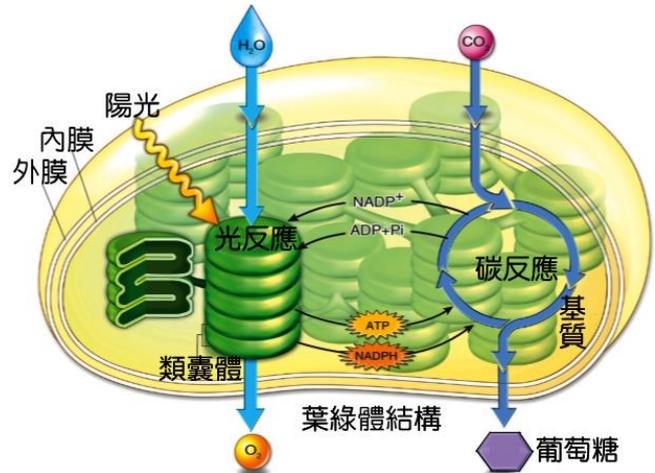
甲、雙層膜胞器，內膜及外膜光滑，為藻類和綠色植物進行光合作用的場所。

乙、葉綠餅：

(a) 由多個類囊體堆疊，含有葉綠素及葉黃素、胡蘿蔔素等多種光合色素，為進行光反應的場所。

(b) 葉綠素是主要的光合色素，葉黃素及胡蘿蔔素為輔助葉綠素吸收光能。

丙、基質：內膜包含的空間充滿膠狀液體，含所需的酵素，為暗反應進行的場所。



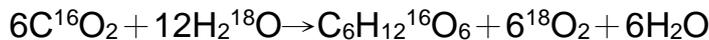
(2) 功能：

甲、利用光能將 CO_2 和 H_2O 合成醣類，並產生氧的過程稱為光合作用。

乙、總反應式： $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

丙、討論：

(a) 以 ^{18}O 同位素追蹤，可得



可知 O_2 的產生，是由水分解而得，而葡萄糖中的 O 則來自於 CO_2 。

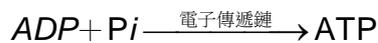
(b) 光合作用的光反應為分解 H_2O ，產生 O_2 。

暗反應則為將 CO_2 合成葡萄糖。

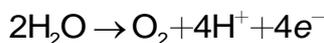
B、光反應：

(1) 場所：葉綠體的類囊膜上。

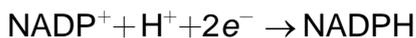
(2) 葉綠素吸收光能，釋放電子，透過電子傳遞鏈，將能量傳給 ATP。



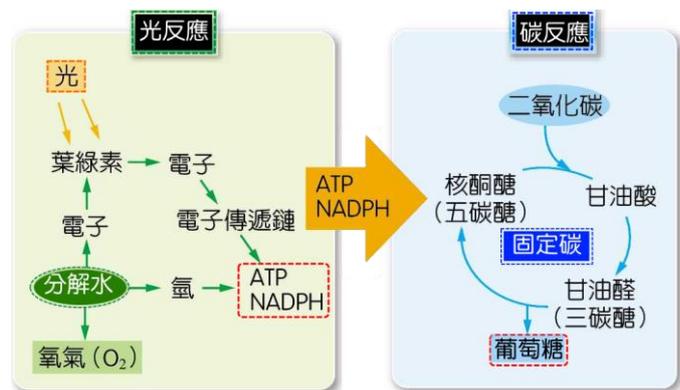
(3) 水分解，產生 O_2 。



(4) NADP^+ 獲得 H^+ ，生成 NADPH 。



(5) 光反應最重要的產物為 ATP 及 NADPH 。



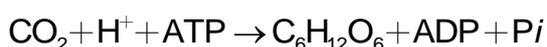
C、碳反應：

(1) 場所：葉綠體的基質。

(2) NADPH 在葉綠體的基質分解，產生 NADP^+ 及 H^+ 。



(3) CO_2 透過酵素的作用合成葡萄糖。



D、比較：

項目	光反應	碳反應
反應條件	必須在光照下才能進行	有光照或無光照情況都可能發生
反應位置	葉綠體的類囊體的膜上	葉綠體的基質
能量轉換	光能→化學能	化學能→化學能
主要產物	ATP、NADPH(主要) O ₂ (副產物)	葡萄糖(C ₆ H ₁₂ O ₆) ADP + Pi、NADP ⁺
反應式	$H_2O + ADP + Pi + NADP^+ \rightarrow O_2 + ATP + NADPH$	$CO_2 + ATP + NADPH \rightarrow C_6H_{12}O_6 + ADP + Pi + NADP^+$

E、影響反應速率的因素

- (1)光照強度：光愈強，光合作用速率愈快；但若光照太強，則葉綠素會被破壞。
- (2)溫度：溫度愈高，光合作用的速率愈快；但若溫度過高，則酵素會被破壞。
- (3)二氧化碳濃度：二氧化碳為光合作用的反應物，濃度愈大，光合作用的速率愈快。
- (4)土壤中的水分含量：水分為光合作用的反應物，量愈大，光合作用的速率愈快。水量的多寡也會影響氣孔的開閉，影響光合作用的效率。
- (5)土壤中的氮、鉀、鎂離子等無機鹽會影響植物的生長及酵素的活性，因此也會影響光合作用的進行。



(三)呼吸作用

A、意義：

- (1)細胞內將葡萄糖、胺基酸、脂肪酸等營養素分解，產生能量的過程，稱為呼吸作用。
- (2)進行呼吸作用的目的是將 ADP 轉變成 ATP。
- (3)包含有氧呼吸及無氧呼吸兩大類。

B、有氧呼吸：

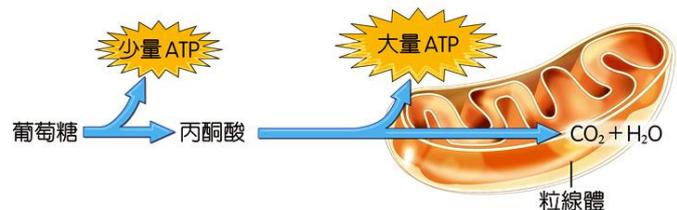
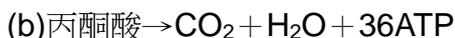
- (1)條件：需要 O₂ 參與的反應。
- (2)步驟：

甲、糖解作用：



乙、丙酮酸氧化：

(a)丙酮酸進入粒腺體中，進行分解反應。



C、無氧呼吸：

- (1)條件：細胞缺少氧氣時進行的呼吸方式。
- (2)種類：可區分為酒精發酵及乳酸發酵兩大類。
 酵母菌及植物的根部在缺氧時，會進行酒精發酵。
 乳酸菌及哺乳動物的在缺氧時，骨骼肌會進行乳酸發酵。

(3)場所：無氧呼吸都在細胞質液中進行。

(4)酒精發酵：

甲、酵母菌在缺氧時進行酒精發酵，因此可藉此來釀酒或製作麵包。

乙、植物根部長期浸泡在水中，導致無法獲得氧氣供應時，行酒精發酵以快速獲得 ATP。

丙、糖解作用：葡萄糖 + ADP + Pi → 丙酮酸 + 2ATP

丁、丙酮酸分解：丙酮酸 → 酒精 + 二氧化碳，此過程無 ATP 產生。

(5)乳酸發酵：

甲、脊椎動物的骨骼肌在短時間內須用力做工，但是由於 O₂ 無法充分供應，可藉著乳酸發酵，快速地提供 ATP 應變。

乙、糖解作用：葡萄糖 + ADP + Pi → 丙酮酸 + 2ATP

丙、丙酮酸分解：丙酮酸 → 乳酸，此過程無 ATP 產生。

(6)結論：無氧呼吸僅在最初的糖解作用生成少量的 ATP。

D、影響反應速率的因素

(1)外在因素

甲、溫度：

(a)溫度高低會影響酵素活性。

(b)在一定範圍內，溫度愈高，呼吸作用速率愈快；
但溫度過高時，酵素會受到破壞。

乙、氧氣濃度：氧氣為有氧呼吸的反應物，氧濃度愈高，有氧呼吸速率愈快。

(2)內在因素

甲、生長速率：生長速率快速的細胞，其呼吸作用的速率也較快。

如：生長快速的小麥，其呼吸作用速率較生長慢的仙人掌高。

乙、代謝速率：代謝速率愈快的細胞，其呼吸作用的速率也較快。

如：分生組織及幼苗內的細胞，其呼吸作用速率較快。

範例 1 (103 學測)

下列有關生物進行無氧呼吸之敘述，哪些正確？(應選三項)

(A)會產生 CO₂ (B)會產生 ATP (C)種子淹水過久，會由有氧呼吸轉變為無氧呼吸
(D)葡萄經由酵母菌的無氧呼吸作用可釀成葡萄酒 (E)人體劇烈運動後，肌肉缺氧時會產生酒精堆積。

【答案】：BCD

範例 2 (93 指考)

下列有關細胞進行呼吸作用的敘述，哪幾項正確？

(A)酵母菌只會進行無氧呼吸作用 (B)植物細胞只在進入黑暗才進行呼吸作用 (C)動物細胞可進行有氧及無氧呼吸 (D)所有生物細胞的呼吸作用都是在粒線體內進行 (E)細胞進行有氧或無氧呼吸作用時，都會進行糖解作用。

【答案】：CE

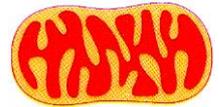
範例 3 (104 學測)

下列哪些是真核細胞的呼吸作用中，有氧呼吸與無氧呼吸的共同特徵？(應選兩項)
 (A)皆會產生 ATP (B)皆有糖解的過程 (C)皆有將丙酮酸還原成乳酸的過程
 (D)皆發生在粒線體中 (E)全都會產生酒精。

【答案】：CE

範例 4

右圖為細胞中某種胞器的示意圖，下列敘述何者正確？
 (A)可產生 ATP (B)是進行光合作用的場所 (C)有能量工廠之稱
 (D)可合成少量所需的蛋白質 (E)為合成脂質的場所。



【答案】：ABE

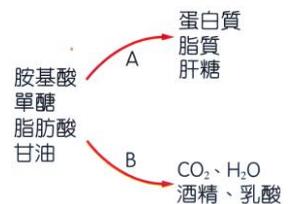
範例 5

下列光合作用的各項反應，何者發生在葉綠體的基質？
 (A)澱粉的生成 (B)葉綠素吸收光能 (C)水分解產生氧氣 (D)二氧化碳的固定
 (E)經電子傳遞鏈產生 ATP 和 NADPH。

【答案】：AD

範例 6

右圖為細胞內所表現的 A、B 兩種反應，關於此兩反應，下列相關敘述何者正確？(應選兩項)
 (A)A 反應可產生 ATP (B)B 反應需要消耗 ATP (C)當 A 大於 B 時細胞會成長
 (D)A 反應主要發生在粒線體 (E)A 為同化作用，B 為異化作用。



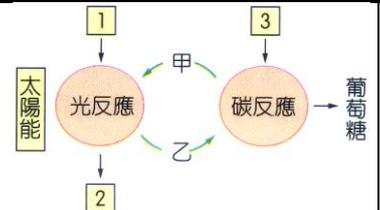
【答案】：BE

範例 7

右圖為光合作用之光反應和碳反應的圖解，試問圖中 1、2、3 及甲、乙分別代表何種物質？

1：_____ 2：_____ 3：_____

甲：_____ 乙：_____



【答案】：1：水 2：氧氣 3：二氧化碳 甲：NADP⁺ + ADP 乙：NADPH + ATP

範例 8

下列有關真核細胞的呼吸作用之敘述，哪些正確？
 (A)過程中會有丙酮酸形成 (B)丙酮酸經乳酸發酵會形成二氧化碳 (C)發酵釀酒須在氧氣充足的情況下進行
 (D)動物細胞的有氧呼吸在粒線體進行 (E)酵母菌的發酵作用在高基氏體進行。

【答案】：AD



A large, empty rectangular frame with a double-line border, intended for taking notes. The frame is centered on the page and occupies most of the page area below the banner.