

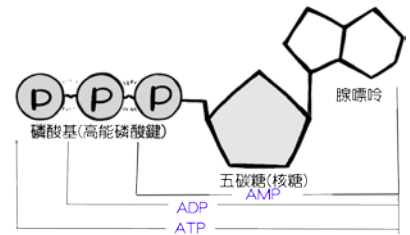
1-4 細胞與能量



(一) ATP (三磷酸腺苷)

A、能量貨幣—ATP

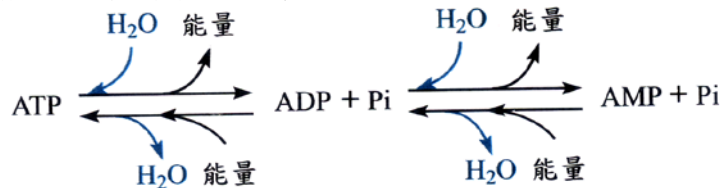
- (1)三磷酸腺苷(ATP)是一種含有高能量的核苷酸，由五碳糖(核糖)、腺嘌呤和三個磷酸基所構成。
- (2)核糖上只接一個磷酸基時，稱為單磷酸腺苷(AMP)。
- (3)核糖上接二個磷酸基，稱為雙磷酸腺苷(ADP)。
- (4)核糖連接腺嘌呤，合稱為腺苷，腺苷連接三個磷酸基，稱為三磷酸腺苷(ATP)。
- (5)ATP 三個磷酸基間的兩個磷酸鍵結為高能鍵，是蘊藏能量的鍵結。



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。

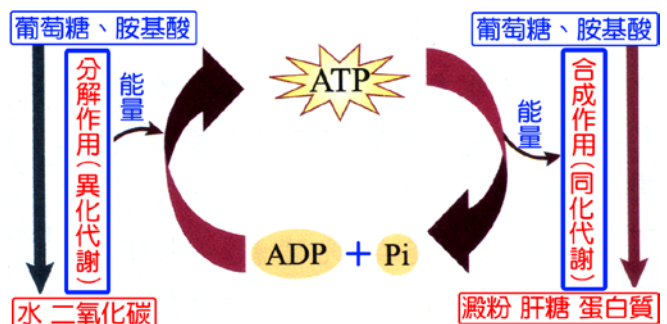
B、ATP-ADP 循環

- (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：

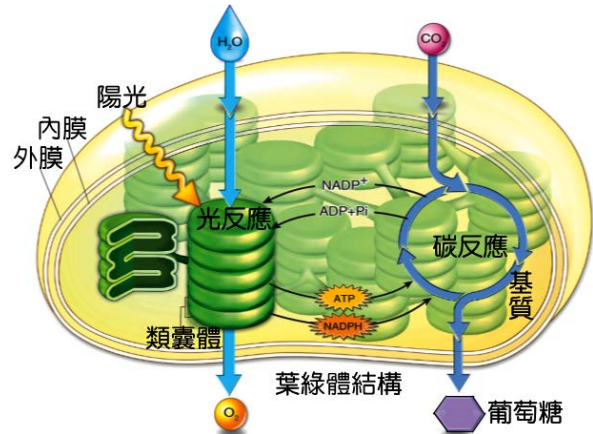
甲、雙層膜胞器，內膜及外膜光滑，為藻類和綠色植物進行光合作用的場所。

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。



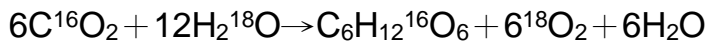
(2)功能：

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 。

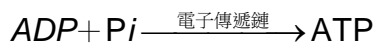
(b)光合作用的光反應為分解 H_2O ，產生 O_2 。

暗反應則為將 CO_2 合成葡萄糖。

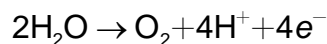
B、光反應：

(1)場所：葉綠體的類囊膜上。

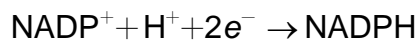
(2)葉綠素吸收光能，釋放電子，透過電子傳遞鏈，將能量傳給 ATP。



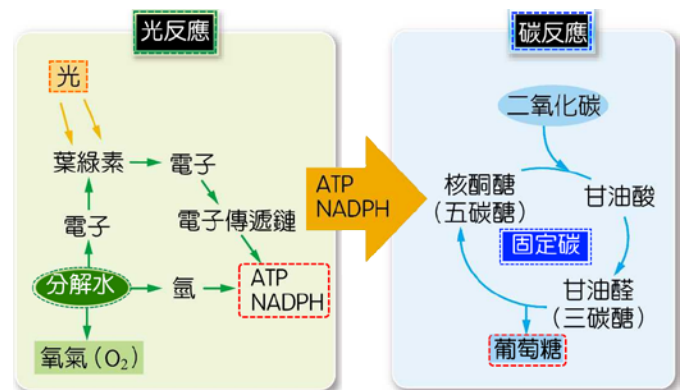
(3)水分解，產生 O_2 。



(4) NADP^+ 獲得 H^+ ，生成 NADPH 。



(5)光反應最重要的產物為 ATP 及 NADPH 。



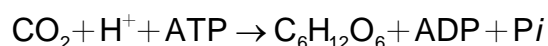
C、碳反應：

(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：

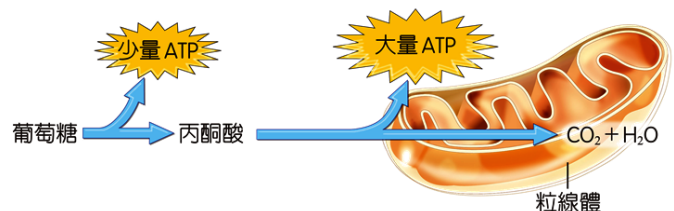
甲、糖解作用：

(a)在細胞質液中進行：葡萄糖 + ADP + Pi → 丙酮酸 + 2ATP

乙、丙酮酸氧化：

(a)丙酮酸進入粒腺體中，進行分解反應。

(b)丙酮酸 → CO₂ + H₂O + 36ATP



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

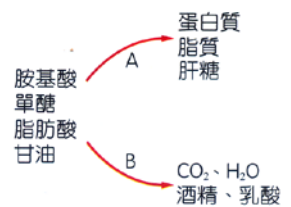
範例 5

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。

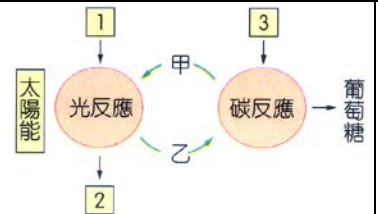


【答案】：BE

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

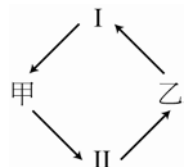
下列有關真核細胞的呼吸作用之敘述，哪些正確？
 (A)過程中會有丙酮酸形成 (B)丙酮酸經乳酸發酵會形成二氧化碳 (C)發酵釀酒須在氧氣充足的情況下進行
 (D)動物細胞的有氧呼吸在粒線體進行 (E)酵母菌的發酵作用在高基氏體進行。

【答案】：AD

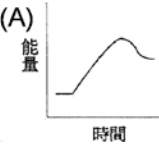


一、單選題：

- ___ 1. 下列有關酒精發酵以及乳酸發酵的敘述，何者錯誤？
(A) 都是以葡萄糖為原料 (B) 皆在細胞質內進行 (C) 皆會產生二氧化碳
(D) 一個葡萄糖分子都皆可產生 2 個 ATP。
- ___ 2. 進行碳反應時不需要光，但碳反應為何通常在白天進行？
(A) 植物的氣孔通常在夜晚打開 (B) 夜晚的 CO₂ 濃度較白天低
(C) 晚上的溫度較低，不適合反應進行 (D) 碳反應需要光反應的產物。
- ___ 3. 下列有關植物光合作用的光反應與碳反應的比較，何者正確？
(A) 前者在葉綠餅進行，後者在葉綠囊進行 (B) 前者需要酵素參與，後者不需要酵素參與
(C) 前者需要能量才能進行，後者不需要能量即可進行 (D) 前者水分解釋出氧，後者將 CO₂ 轉為葡萄糖。
- ___ 4. 光合作用可分光反應與碳反應，請問光、碳反應間的關係為何？
(A) 白天行光反應，晚上行碳反應 (B) 白天行碳反應，晚上行光反應
(C) 沒有光反應就沒有碳反應 (D) 沒有碳反應就沒有光反應。
- ___ 5. 下列關於有氧呼吸的敘述，何者錯誤？
(A) 有氧呼吸全程在粒線體進行 (B) 葡萄糖氧化分解為丙酮酸 (C) 丙酮酸在粒線體內進一步分解為二氧化碳、水，並產生能量 (D) 需要氧氣參與，比起發酵作用可產生較多 ATP。
- ___ 6. 下列關於發酵作用的敘述，何者錯誤？
(A) 發酵作用在細胞質進行 (B) 乳酸發酵最後會產生乳酸和 ATP (C) 酒精發酵最後只會產生酒精和 ATP (D) 不需氧氣參與，產生的能量較少。
- ___ 7. 下列有關光合作用的敘述，何者錯誤？
(A) 植物細胞進行光合作用時，固定二氧化碳生成糖分子的反應在葉綠體的基質中進行
(B) 植物細胞進行光合作用時，將水分解產生氧分子的反應在葉綠囊膜上進行 (C) 植物若久置於暗室中，碳反應則無法進行 (D) 能行光合作用的生物細胞都含葉綠體。
- ___ 8. 光合作用構造的基本單位是
(A) 葉綠素 (B) 葉綠餅 (C) 葉綠體 (D) 葉子。
- ___ 9. 下列有關呼吸作用的敘述，何者正確？
(A) 缺乏粒線體的細胞，無法進行呼吸作用 (B) 呼吸作用產生的能量通常以醣類、脂質、蛋白質形式存在 (C) 無論是有氧呼吸或發酵作用的過程中皆有丙酮酸 (D) 有氧呼吸獲得的能量，大部分是來自葡萄糖→丙酮酸。
- ___ 10. 只有葉黃素和胡蘿蔔素而沒有葉綠素的植物器官是不能行光合作用，這敘述是
(A) 對的，因它們不能吸收光能 (B) 對的，因它們的作用是輔助葉綠素 (C) 不對的，因它們也能吸收光能 (D) 不對的，因它們不在葉綠體上。
- ___ 11. 如右圖簡單圖解中，假如「甲」代表 H₂O 和 CO₂，則
(A) 「II」是呼吸作用，「乙」是醣類和氧，「I」是光合作用 (B) 「II」是光合作用，「乙」是醣類和氧，「I」是呼吸作用 (C) 「II」是光合作用，「乙」是 CO₂ 和 H₂O，「I」是呼吸作用 (D) 「II」是光合作用，「乙」是醣類和水，「I」是呼吸作用。

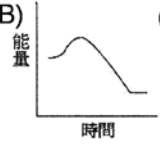


- ___ 12. 當細胞內 ATP/ADP 的比值大於 1 時，細胞會做出什麼反應？
 (A) 促進肝糖合成 (B) 乳酸發酵 (C) 燃燒體脂肪 (D) 合成 ATP。
- ___ 13. 下列化學反應何者屬於合成反應？
 (A) $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{P}_i + \text{能量}$ (B) 葡萄糖 + 葡萄糖 \rightarrow 麥芽糖 + 水
 (C) 澱粉 + 水 \rightarrow 葡萄糖 + 葡萄糖 + ... (D) 水結成冰。
- ___ 14. 一細胞內的化學反應簡示為： $\text{ATP} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ADP} + \text{P}_i$ 。下列選項圖示何者可表示其反應過程由開始至結束的能量變化情形？
- (A)



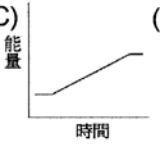
時間

(B)



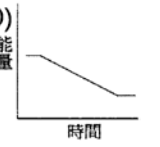
時間

(C)



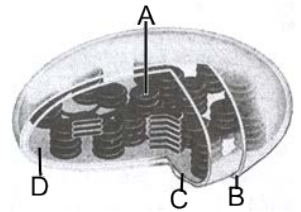
時間

(D)



時間
- ___ 15. 下列植物體內所進行的化學反應，何者為吸能反應？
 (A) 葡萄糖 \rightarrow 丙酮酸 (B) 丙酮酸 $\rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 (C) 葡萄糖 \rightarrow 乙醇 + CO_2 (D) 胺基酸 \rightarrow 蛋白質。
- ___ 16. 光合作用會釋出氧氣，請問氧氣的產生是來自於光合作用中的哪一反應？
 (A) 水的分解 (B) ATP 的合成 (C) CO_2 的固定 (D) NADPH 的分解。
- ___ 17. 當細胞內 ATP/ADP 的比值偏低時，生物體會做出什麼反應？
 (A) 促進蛋白質合成 (B) 促進細胞內有機物質的氧化、分解
 (C) 促進發酵作用 (D) 促進生物體運動。
- ___ 18. 細胞內能量運用的描述何者正確？
 (A) 呼吸作用將大分子有機物分解，以獲得細胞可直接利用的能量形式—ATP (B) 細胞內能量夠多時會以 ATP 形式存在細胞質中 (C) 細菌沒有粒線體，無法進行有氧呼吸，所以細菌不需氧氣 (D) 動物細胞最先利用來產生 ATP 的有機物為蛋白質。
- ___ 19. 下列關於葉綠體和粒線體的比較，何者正確？
 (A) 均能吸收光能轉變成化學能 (B) 均為外膜平滑、內膜皺褶的胞器
 (C) 葉綠體只存於植物細胞中 (D) 粒線體見於真核細胞中。
- ___ 20. 光合作用的步驟包括：
 甲. 形成葡萄糖 乙. 水分子分解 丙. 產生 O_2 丁. 形成 NADPH 戊. CO_2 固定 己. 葉綠素吸收光能，哪些發生於光反應？
 (A) 甲丙丁己 (B) 乙丙丁己 (C) 丙丁戊己 (D) 乙丙己。
- ___ 21. 下列對於「光合作用的碳反應」的敘述，何者正確？
 (A) 需 H_2O 的參與 (B) 將 ATP 轉換成 ADP 與 P_i (C) 最主要的目的是合成醣類
 (D) 所需要的能量直接是來自光能。
- ___ 22. 下列何項環境因子對光合作用中光反應較無影響？
 (A) 葉綠素含量 (B) 氣溫高低 (C) 土壤中水分含量 (D) 空氣中二氧化碳濃度。
- ___ 23. 下列對呼吸作用的敘述，何者正確？
 (A) 生物需要能量時，會同時進行有氧呼吸及發酵作用以加速能量的取得 (B) 有氧呼吸的主要場所在粒線體內 (C) 呼吸作用能將葡萄糖內的能量完全轉移至 ATP (D) 發酵作用的最終產物都是丙酮酸。

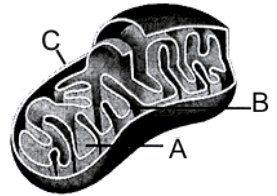
24. 下列有關葉綠體的敘述，共有幾項是正確的？
 ①具雙層膜 ②構造包含葉綠餅和基質 ③能合成 ATP ④當葉內的葉綠素消失，只有胡蘿蔔素及葉黃素存在時，仍能進行光合作用
 (A)1 (B)2 (C)3 (D)4。
25. 下列有關真核細胞行呼吸作用的敘述，何者正確？
 (A)植物呼吸作用的過程，都在粒線體中進行 (B)呼吸作用產生的能量，通常以醣類、脂質、蛋白質形式存在 (C)無論是有氧呼吸或無氧呼吸的過程，皆會產生丙酮酸 (D)呼吸作用和呼吸運動意義上是相同的。
26. 乳酸脫氫酶是一種進行乳酸發酵的重要酵素，其可將丙酮酸轉換為乳酸。阿泰想要大量萃取出這種酵素進行研究，請問阿泰應該要選擇哪一材料來萃取？
 (A)酵母菌 (B)唾腺細胞 (C)肌肉細胞 (D)肝臟細胞 (E)根部細胞。
27. (105 學測) 下列有關生物體與光的關係，何者正確？
 (A)發光生物所發出的冷光，其波長都位於波譜的藍綠帶 (B)螢火蟲於夜間發出一閃一閃熱輻射 (C)生物具有發光能力是適應的結果 (D)甲藻因為會發光而改稱為雙鞭毛蟲 (E)多數植物會從光中提取能量主動發光。
28. (102 學測) 細胞利用呼吸作用以獲得能量，下列有關呼吸作用的敘述，何者正確？
 (A)有氧呼吸的過程中， O_2 會進入粒線體參與作用 (B)有氧呼吸的過程中，葡萄糖會進入粒線體，然後被分解為丙酮酸 (C)當細胞內 ADP/ATP 的比值太低時，細胞會加速進行呼吸作用 (D)當骨骼肌細胞缺氧時，丙酮酸會進入粒線體，然後被分解產生 ATP (E)當酵母菌在缺氧環境下，葡萄糖會進入粒線體，然後被分解產生 ATP。
29. 右圖為葉綠體示意圖，請選出正確的選項
 (A)此為雙層膜胞器，普遍出現於植物表皮細胞內 (B)光反應在 A、B、C 的膜上進行 (C)碳反應在 D 中進行 (D)水分解發生在 C (E)合成 ATP 與 NADPH 發生在 D。



30. 下列對植物於不同時間所進行反應的敘述，何者正確？
 (A)白天行光合作用，晚上行呼吸作用 (B)在白天氣孔打開可吸收二氧化碳，晚上氣孔打開吸收氧氣 (C)白天行光反應，晚上行碳反應 (D)白天及晚上都可進行光合作用及呼吸作用 (E)白天可行光反應，也可行碳反應。
31. 下列有關新陳代謝的敘述，何者錯誤？
 (A)光合作用屬於合成反應 (B)呼吸作用屬於分解反應 (C)酒精發酵屬於合成反應 (D)生物體的細胞不斷吸收外來物質以組合新的物質、合成體質，此種過程稱為合成反應 (E)新陳代謝通常伴隨 ATP 的形成與分解的能量反應。
32. 下列有關呼吸作用的敘述，何者正確？
 (A)酵母菌可行酒精發酵和乳酸發酵 (B)人體骨骼肌可行有氧呼吸和酒精發酵 (C)乳酸菌利用乳酸作為無氧呼吸的原料 (D)乳酸菌可行無氧呼吸產生乳酸和二氧化碳 (E)無氧呼吸的進行不需粒線體參與。
33. 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期後才進行呼吸作用 (C)動物細胞可進行有氧及無氧呼吸作用 (D)所有生物細胞的呼吸作用都是在粒線體內進行 (E)細胞只有在進行有氧呼吸作用時，才會進行糖解作用。

34. 右圖為粒線體的示意圖，請選出正確的選項

- (A) 粒線體具有多層膜 (B) 丙酮酸在 A 中合成 (C) B 為粒線體內膜，主成分為蛋白質 (D) C 為粒線體外膜，葡萄糖分解作用在 C 的膜上進行 (E) 在粒線體內進行的呼吸作用必須有 O_2 參與。



35. 關於糖解作用的敘述，何者正確？

- (A) 此過程會消耗氧 (B) 在缺氧條件下才能進行 (C) 在粒線體中進行 (D) 會在細胞質中進行反應 (E) 將丙酮酸分解為葡萄糖。

36. 有關植物光合作用的敘述，下列何者正確？

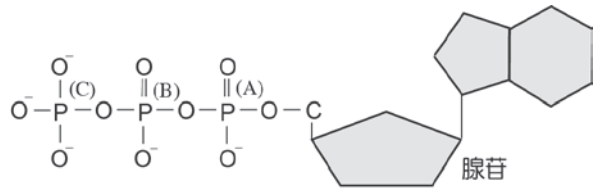
- (A) 與光合作用有關的色素包括葉綠素、葉黃素和胡蘿蔔素 (B) 光合作用在粒線體中進行 (C) 碳反應在類囊體膜上進行 (D) 類囊體膜外的基質可進行光反應 (E) 有光時先進行光反應，無光時進則先行暗反應。

37. 下列何項化學反應會使 $ATP \rightarrow ADP + Pi$ ？

- (A) 有氧呼吸 (B) 核酸 \rightarrow 核苷酸 (C) 擴散作用 (D) 胺基酸 \rightarrow 蛋白質 (E) 三酸甘油酯 \rightarrow 脂肪酸。

38. 右圖為某化合物的構造圖，根據此圖下列敘述何者正確？

- (A) 此化合物為 ADP (B) 此化合物是一種核苷酸，其五碳糖為核糖，含氮鹼基為腺嘌呤 (C) 此化合物通常藉由水解 B 的鍵結釋出能量 (D) A、B、C 為高能磷酸鍵 (E) 若此化合物愈多，會刺激異化作用的進行。



39. ATP 又稱為細胞內的能量貨幣，請問 ATP 是屬於哪一類的分子？

- (A) 核酸 (B) 胺基酸 (C) 磷脂質 (D) 核苷酸 (E) 脂肪酸。

40. 下列有關有氧呼吸作用中原料與產物的配對，何者正確？

- (A) 原料—二氧化碳 (B) 原料—ATP (C) 產物—葡萄糖 (D) 產物—水 (E) 產物—氧氣。

41. 下列何者缺乏時，會立即影響細胞代謝活動的進行？

- (A) 肝糖 (B) 葡萄糖 (C) ATP (D) 蛋白質 (E) 磷酸鹽。

42. 在骨骼肌細胞中，下列哪種反應完成時，細胞內的 ATP 會增加？

- (A) 葡萄糖 \rightarrow 肝糖 (B) 胺基酸 \rightarrow 蛋白質 (C) 丙酮酸 \rightarrow 酒精 + 二氧化碳 (D) 葡萄糖 \rightarrow 二氧化碳 (E) 丙酮酸 \rightarrow 乳酸。

43. 細胞進行有氧呼吸或發酵作用時，下列哪一項過程相同？

- (A) 都在細胞質中產生丙酮酸 (B) 都在粒線體外進行 (C) 都有二氧化碳的產生 (D) 產生等量的能量 (E) 只要是活細胞，都會進行有氧呼吸和發酵作用。

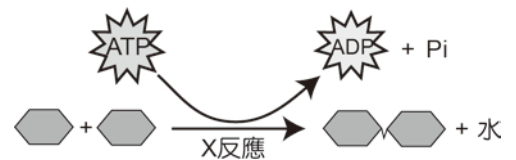
44. 有關有氧呼吸與無氧呼吸的敘述，下列何者正確？

- (A) 都要在粒線體內進行 (B) 都可以產生 ATP (C) 都要消耗 O_2 (D) 都會產生 CO_2 (E) 動物無法進行無氧呼吸。

45. 有關細胞能量變化的敘述，下列何者錯誤？

- (A) 葡萄糖氧化產生的能量使 ADP 轉成 ATP (B) 能量貯存在 ATP 分子的磷酸鍵中 (C) ADP 的含量比例高時，表示能量充足 (D) ATP 的含量比例高時，細胞會限制氧化作用 (E) ATP 的水解能伴隨著同化代謝的反應。

46. 當細胞內 ATP/ADP 的比值偏低時，細胞會作出什麼反應？
 (A) 促進肝醣合成 (B) 抑制氧化作用 (C) 加速有氧呼吸 (D) 水解 ATP
 (E) 加速葡萄糖轉變為脂質。
47. 細胞進行生理活動所需的能量，直接來自下列何種物質？
 (A) 葡萄糖 (B) 三酸甘油酯 (C) 胺基酸 (D) 三磷酸腺苷 (E) 雙磷酸腺苷。
48. 下列有關植物光合作用的敘述，何者正確？
 (A) 葉綠囊外的基質可以進行光反應 (B) 花青素也是與光合作用有關的色素 (C) 光反應在葉綠餅的葉綠囊膜上進行 (D) 光合作用在粒線體中進行 (E) 升高溫度可體促進光反應的進行。
49. 如右圖，X 反應為和 ATP 的分解作用相互耦合，請問 X 反應具有下列哪些特性？
 (A) 為一種水解作用 (B) 會伴隨著 ATP 的磷酸鍵斷裂 (C) 為異化反應 (D) 不須酵素即可進行 (E) 提供 ATP 反應所需的能量。
50. 有關 ATP 的敘述，下列何者正確？
 (A) 是一種核酸分子，被稱為能量貨幣 (B) 一個 ATP 分子含有三個高能磷酸鍵 (C) 一個 ATP 分子水解出兩個磷酸根後成為 AMP (D) 其結構中的五碳糖與構成 DNA 的五碳糖相同 (E) 透過水解作用，能將 ADP 合成 ATP。
51. 有關 ATP 的敘述，哪些正確？
 (A) 是一種核酸 (B) 一個 ATP 分子水解出兩個磷酸根後成為 ADP (C) 一個 ATP 分子含有兩個磷酸根 (D) 其構成的五碳糖與構成 RNA 的五碳糖相同 (E) 細胞內含 ATP 較多、ADP 較少時，會促進物質的分解。
52. 下列有關光反應與碳反應的比較，何者正確？



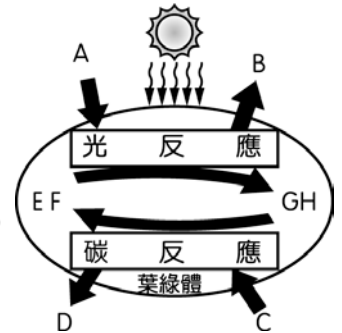
選項	光反應	碳反應
(A) 能量轉換	化學能 → 光能	化學能 → 化學能
(B) 進行時間	光照下才能進行	黑暗中才能進行
(C) 進行場所	葉綠體基質	葉綠體囊狀膜
(D) 反應物	O ₂	CO ₂
(E) 生成物	O ₂ 、ATP、NADPH	醣類

53. 下列何種作用的終產物為丙酮酸？
 (A) 糖解作用 (B) 酒精發酵 (D) 乳酸發酵 (D) 碳反應 (E) 光反應。
54. 下列有關光合作用與呼吸作用的敘述，何者正確？
 (A) 當植物的光合作用速率高於呼吸作用的速率時，有利於植物的生長發育 (B) 後者可將太陽能轉換為化學能 (C) 前者產生的化學能可轉換為光能、熱能、機械能 (D) 光合作用與呼吸作用對於大氣中碳的循環並無影響 (E) 降低二氧化碳濃度，有利於植物進行光合作用。
55. 甲細胞內含的粒線體較乙細胞多，這一現象最合理的解釋為下列何者？
 (A) 甲細胞的染色體較多 (B) 甲細胞合成的蛋白質較乙細胞多 (C) 甲細胞所需耗用的能量較乙細胞多 (D) 甲細胞較乙細胞大 (E) 甲細胞必為動物，乙細胞可能為植物。

56. 光合作用過程中，下列何者在類囊體產生，而在葉綠體的基質中被消耗掉？
 (A) CO_2 和 H_2O (B) 葡萄糖和 O_2 (C) ATP 和 NADPH (D) O_2 和 CO_2 (E) ADP 及 NADP^+

57. 進行有氧呼吸與發酵作用，下列敘述何者正確？
 (A) 都可產生乙醇或乳酸 (B) 都可釋放能量 (C) 都發生在粒線體
 (D) 都要消耗 O_2 (E) 全程都在細胞質中進行。

58. 右圖為光合作用的示意圖，下列有關光合作用過程之相關敘述，何者正確？
 (A) A 及 C 為能量來源 (B) B 及 D 為中間產物 (C) 碳反應在
 夜晚時才能進行 (D) B 及 D 可參與呼吸作用以產生能量 (E)
 與呼吸作用皆屬於光能轉變為化學能的反應。



59. 下列有關光合作用碳反應的敘述，何者錯誤？
 (A) 先有光反應才有碳反應 (B) 在黑暗環境才能進行 (C) 發生於葉綠體的基質
 (D) 需消耗 ATP 及 NADPH (E) 提高溫度能促進反應速率。

60. 有關有氧呼吸和發酵作用的比較，下列何者正確？
 (A) 有氧呼吸產生的能量較多 (B) 發酵作用必定無法產生二氧化碳 (C) 兩者所需的原料不同
 (D) 都需在粒線體內才能進行 (E) 人類體內只進行有氧呼吸。

61. 下列有關光合作用中，光反應與碳反應的比較，何者正確？

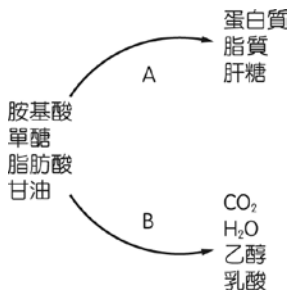
	光反應	碳反應
(A)	需要光才能進行反應	只能在黑暗中才能進行
(B)	在基質內進行	在類囊體膜上進行
(C)	分解水分子	固定二氧化碳
(D)	有 ATP 產生	有 ATP 產生
(E)	產生葡萄糖	產生 O_2 、NADPH、ATP

62. 光合作用過程中，真正製糖的過程發生於
 (A) 碳反應過程 (B) 電子傳遞過程 (C) 光反應過程
 (D) 釋放氧過程 (E) 產生 ATP 的過程。

63. 下列有關真核細胞行呼吸作用的敘述，何者正確？
 (A) 植物呼吸作用的過程，都在粒線體中進行 (B) 呼吸作用產生的能量，通常以醱類、
 脂質、蛋白質型式存在 (C) 呼吸作用和呼吸運動在意義上是相同的 (D) 動物與植物進行
 無氧呼吸時的產物相同 (E) 無論是有氧呼吸或發酵作用的過程，皆會產生丙酮酸。

64. 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後才進行呼吸作用 (C)
 動物細胞可進行有氧及無氧呼吸作用 (D) 所有生物細胞的呼吸作用都是在粒線體內
 進行 (E) 動物與植物進行無氧呼吸的部位相同。

65. 下列有關植物行光合作用的敘述，何者錯誤？
 (A) 光與二氧化碳是光合作用的必要因素 (B) 乾旱、缺水均不會影響到植物對二氧化碳
 的取得 (C) 艷陽高照的正午，可能導致光合作用的效率降低 (D) 維持生命能量的總來源
 是太陽能 (E) 溫度會影響到葉綠體內酵素的作用。

66. 下列有關呼吸作用的敘述，何者正確？
 (A)植物不會進行呼吸作用 (B)動物不會進行無氧呼吸 (C)有氧呼吸與無氧呼吸皆在粒線體的內膜上進行 (D)無氧呼吸全程在細胞質進行，有氧呼吸全程在粒線體進行 (E)一分子葡萄糖經有氧呼吸所產生的 ATP 約為無氧呼吸的 18 倍。
67. 光合作用的步驟可分為：
 (甲)NADPH 的產生、(乙)CO₂ 的利用、(丙)產生 O₂、(丁)葉綠素吸收光能、(戊)產生醣類；下列何者排列正確？
 (A)丁丙甲乙戊 (B)丁乙丙甲戊 (C)丁乙丙戊甲 (D)丁丙乙甲戊 (E)丁甲乙丙戊。
68. 下列關於 ATP 的敘述，何者正確？
 (A)為一種核酸 (B)動、植物細胞內所含的 ATP 結構不同 (C)為細胞內的能量貨幣 (D)當生物體內 ATP 含量高時，能促進細胞的異化代謝 (E)酵母菌進行酒精發酵時，在細胞質內將丙酮酸分解為酒精及二氧化碳時能產生少量的 ATP。
69. 下列有關糖解作用的敘述，何者正確？
 (A)需要氧氣參與 (B)會產生二氧化碳 (C)細胞進行發酵作用時不會進行糖解作用 (D)是一種放能反應 (E)無氧呼吸才有糖解作用。
70. 小林正進行酵素的活性試驗，他發現試管中的受質已讓酵素作用形成產物的速率達到飽和不再增加，在此情況下，下列何種措施最有效加速產物的形成？
 (A)加入更多的受質 (B)加入更多的酵素 (C)加入更多 ATP (D)將含酵素的溶液加熱至 90°C (E)降低酵素反應的溫度。
71. 右圖為細胞內所表現的 A、B 兩種反應，下列關於此兩反應的敘述，何者正確？
 (A)A 反應可產生 ATP (B)B 反應需要消耗 ATP (C)當 A 的速率大於 B 時，細胞會成長 (D)A 反應主要發生在粒線體 (E)B 反應多在白天進行。
- 
72. 下列有關生物進行發酵作用的敘述，何者正確？
 (A)該反應不需氧，也不產生二氧化碳 (B)該反應不需粒線體，也不需酵素的催化 (C)只存在於較低等的生物，動物及植物皆無法進行發酵作用 (D)只有高等植物才能進行發酵作用 (E)只釋放少量能量，其餘大部分能量仍存於產物中。
73. 植物光合作用中的光反應，其主要功能為何？
 (A)固定二氧化碳 (B)產生 ATP 和 NADPH (C)由二氧化碳和水產生葡萄糖 (D)利用 ATP 產生葡萄糖 (E)將無機物轉變成有機物。
74. 光合作用的步驟可分為：
 (甲)NADPH 的產生、(乙)CO₂ 的利用、(丙)產生 O₂、(丁)葉綠素吸收光能、(戊)產生醣類；下列何者排列正確？
 (A)丁丙甲乙戊 (B)丁乙丙甲戊 (C)丁乙丙戊甲 (D)丁丙乙甲戊 (E)丁甲乙丙戊。
75. 當植株遇淹水時，根部細胞中的何種化合物含量可能會因而增加？
 (A)乳酸 (B)葡萄糖 (C)ATP (D)酒精 (E)NADPH。

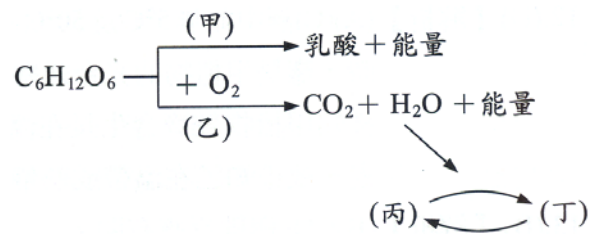


二、多重選擇題：

- ____ 1.關於 ATP 與細胞代謝的關係，下列敘述何者正確？(應選三項)
 (A)ATP 為能量貨幣，可大量儲存於細胞內備用 (B)ATP 水解放出的能量較合成所需的能量少 (C)ATP→ADP + AMP 的反應式中，打斷高能磷酸鍵 (D)ATP 含量高時促進細胞的合成作用 (E)可供螢火蟲發光、肌肉收縮。
- ____ 2.下列對於植物光合作用的描述，何者正確？(應選三項)
 (A)「光反應」一定要在有光照的條件下才能進行 (B)「碳反應」只能在黑暗中進行 (C)光合作用的過程中，NADPH 的產生是發生在葉綠體的囊狀膜(葉綠囊) (D)光合作用的過程中，CO₂的固定作用是發生在葉綠體的基質中 (E)碳反應無法調控光反應的進行。
- ____ 3.下列有關光合作用的敘述，何者正確？(應選三項)
 (A)整體而言為光能轉為化學能的反應 (B)只有綠色的植物才能進行光合作用 (C)碳反應的反應速率與溫度有關 (D)光反應包括一連串釋能的電子傳遞過程 (E)植物久置暗室中，碳反應仍然持續不斷。
- ____ 4.植物細胞中哪些構造可以產生 ATP？(應選三項)
 (A)細胞膜 (B)細胞質 (C)粒線體 (D)葉綠體 (E)核糖體。
- ____ 5.下列哪些化學反應完成後，細胞內的 ATP/ADP 的比值會升高？(應選兩項)
 (A)肝糖合成 (B)糖解作用 (C)蛋白質轉變為胺基酸 (D)無氧呼吸 (E)碳反應。
- ____ 6.下列哪些反應會產生二氧化碳？(應選兩項)
 (A)碳反應 (B)糖解作用 (C)酒精發酵 (D)乳酸發酵 (E)有氧呼吸。
- ____ 7.下列有關光合作用的敘述，何者正確？(應選三項)
 (A)過程中產生的 O₂ 來自 CO₂的分解 (B)光反應於葉綠體的基質中進行，碳反應於葉綠體的膜上進行 (C)光反應的結果會將光能儲存在 ATP 和 NADPH 中 (D)碳反應會固定 CO₂，以合成醣類 (E)光合作用需要酵素與輔酶(NADP⁺)的參與。
- ____ 8.下列有關細胞進行呼吸作用的敘述，何者正確？(應選兩項)
 (A)植物細胞於白天進行光合作用，夜晚時才會進行呼吸作用 (B)動物細胞只能進行有氧呼吸，酵母菌只能進行發酵作用 (C)有氧呼吸與發酵作用都必須在粒線體內進行 (D)有氧呼吸與發酵作用都會分解葡萄糖 (E)有氧呼吸與發酵作用都會產生 ATP。
- ____ 9.下列有關細胞生理的敘述，何者正確？(應選兩項)
 (A)內質網有「細胞的發電廠」之稱 (B)細胞所需的能量，主要是來自脂肪的氧化 (C)細胞活動所需能量是直接來自 ATP 的水解 (D)ATP 分解所釋出的能，可供細胞膜主動運輸之用 (E)無氧呼吸僅見於低等生物細胞。
- ____ 10.植物進行下列哪些作用時多需消耗 ATP？(應選兩項)
 (A)根吸收水分 (B)根吸收無機鹽離子 (C)糖解作用 (D)光反應 (E)碳反應。
- ____ 11.下列哪些反應有 ATP 形成？(應選三項)
 (A)C₆H₁₂O₆→丙酮酸 (B)丙酮酸→C₂H₅OH + CO₂ (C)丙酮酸→CO₂ + H₂O
 (D)C₆H₁₂O₆→乳酸 (E)6CO₂ + 12H₂O→C₆H₁₂O₆ + 6O₂ + 6H₂O。

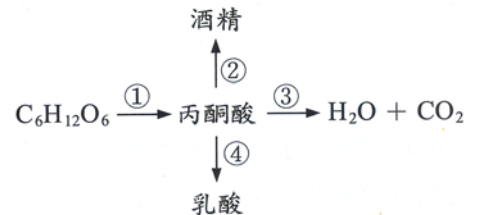
12. 下列為生物體內所進行的化學反應，哪些會釋放能量產生 ATP？(應選三項)
 (A) 葡萄糖→丙酮酸 (B) 葡萄糖→乳酸 (C) 丙酮酸→酒精 + CO₂
 (D) 丙酮酸→乳酸 (E) 丙酮酸→CO₂ + H₂O。
13. 若欲測定植物的光反應效率，下列哪些方法是正確的？(應選三項)
 (A) 測定 CO₂ 消耗量 (B) 測定氧的釋放量 (C) 測定葡萄糖的生成量
 (D) 測定水的分解速率 (E) 測定氫離子的生成量。
14. 下列關於有氧呼吸和無氧呼吸的比較，何者正確？(應選三項)
 (A) 植物細胞白天進行無氧呼吸，晚上進行有氧呼吸 (B) 有氧呼吸主要在細胞的葉綠體中進行，而無氧呼吸主要在粒線體中進行 (C) 骨骼肌細胞在缺氧的環境之下，也會進行無氧呼吸 (D) 植物組織可在缺氧時進行無氧呼吸，且會產生酒精 (E) 一分子葡萄糖經由無氧呼吸所釋放出來的能量，較有氧呼吸少。
15. 有氧呼吸與發酵作用的共同點為：(應選兩項)
 (A) 均發生在粒線體中 (B) 均有酵素參與 (C) 均有 ATP 產生 (D) 均有電子傳遞發生 (E) 均會產生 CO₂。

16. 細胞內能量的轉移如右圖，下列敘述哪些正確？(應選兩項)



- (A) 反應甲在細胞質中進行 (B) 反應乙需要粒線體的酵素 (C) 丙是 ATP，丁是 ADP (D) 丙是 NADP⁺，丁是 NADPH (E) 反應甲產生的能量大於乙。

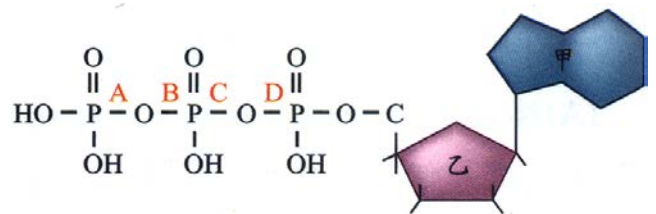
17. 右圖示為真核細胞行呼吸作用的代謝路徑，試根據右圖回答下列各題？(應選三項)



- (A) 反應均發生在細胞質中 (B) 反應發在粒線體中 (C) 會產生 ATP 的步驟只有 (D) 酵母菌在無氧下會進行步驟 (E) 動物肌肉細胞在無氧下會進行步驟。

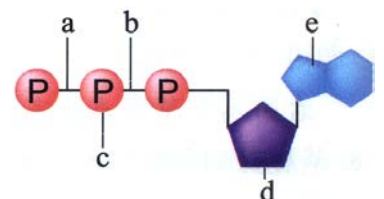
18. 右圖為 ATP 分子的模式圖，據圖判斷，下列敘述何者正確？(應選兩項)

- (A) 此分子為一種核酸 (B) 甲為核糖，乙為腺嘌呤 (C) 磷酸鍵位於 B、D (D) 粒線體、葉綠體及細胞質都可產生此分子 (E) 細胞中此分子含量多而 ADP 少時，有利於細胞進行生化合成。



19. 右圖為 ATP (腺嘌呤三磷酸核糖核苷酸) 的構造模式圖，下列有關 ATP 的敘述，何者正確？(應選兩項)

- (A) d 為去氧核糖 (B) e 為腺嘌呤 (C) ATP → ADP + Pi 的反應式中，高能磷酸鍵 b 被打斷 (D) 一個 ATP 分子僅有一個高能的磷酸鍵 (E) 可直接供應細胞活動的能量。



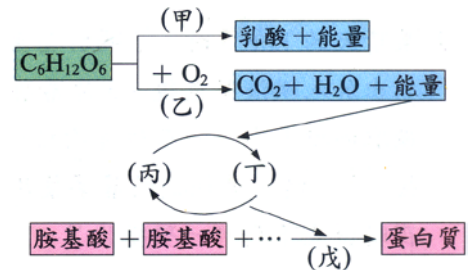
20. 一個 ATP 的結構包括哪些成分？(應選三項)

- (A) 胺基酸 (B) 五碳糖 (C) 脂肪酸 (D) 磷酸 (E) 含氮鹼基。

21. 當我們分析某細胞 ADP、ATP 的比例，如果發現 ATP 的含量比例高時，則下列敘述何者正確？(應選三項)
 (A) 細胞能量充足 (B) 物質的氧化反應會加速進行 (C) 促進吸能反應
 (D) 促進物質合成 (E) 葡萄糖會加速分解為 CO_2 和水。

22. 有關能量流轉的敘述，下列哪些正確？(應選兩項)
 (A) 生命世界的能量來自太陽輻射能 (B) 能量的流轉可循環利用 (C) 所謂生產者即是可將光能和化學能互相轉換的生物 (D) 物質的轉換過程中常伴隨能量的轉換 (E) 分解者則僅能將化學能轉換為光能。

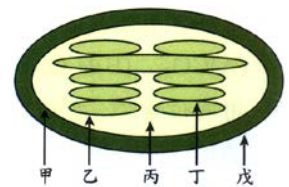
23. 細胞內能量的轉移如右圖，下列敘述何者正確？(應選三項)
 (A) 反應甲在細胞質中進行 (B) 反應乙需要粒線體的酵素 (C) 丙是 ATP，丁是 ADP (D) 反應戊在核糖體中進行 (E) 反應甲產物中會出現 CO_2 。



24. 細胞內何處發生 $\text{ADP} + \text{Pi} \rightarrow \text{ATP}$ 的反應？(應選三項)
 (A) 葉綠體的內膜 (B) 粒線體的內膜 (C) 葉綠體的基質
 (D) 葉綠體的葉綠餅 (E) 細胞質。

25. 下列何者為組成 ATP 的次單元？(應選三項)
 (A) 腺嘌呤 (B) 胞嘧啶 (C) 核糖 (D) 去氧核糖 (E) 磷酸基。

26. 右圖為葉綠體的剖面示意圖。下列有關葉綠體內各部位功能的敘述，哪幾項正確？(應選兩項)
 (A) 甲處進行光合電子傳遞反應 (B) 乙處有葉綠素和類胡蘿蔔素分佈 (C) 丙處合成澱粉 (D) 丁處進行碳反應 (E) 戊處分解水產生氧。



27. 光合作用中有關光反應的敘述，那些是正確？(應選兩項)
 (A) 光反應中的氧化作用可產生 NADPH (B) 光反應中有電子傳遞發生 (C) 光反應轉化光能，生成 ATP 及 NADPH (D) 光反應能固定 CO_2 (E) 光反應主要在葉綠體的基質中進行。

28. 下列關於植物光合作用的敘述，何者正確？(應選三項)
 (A) 光合作用是藉葉綠素將光能轉成化學能，其化學能儲存於 ATP 及 NADPH 中 (B) 光反應會釋放出氧氣 (C) 暗反應利用光反應產生之化學能將二氧化碳轉化成六碳糖 (D) 光反應在葉綠體的基質中進行 (E) 暗反應可在有光的情形下進行。

29. 下列關於光反應與碳反應的比較，哪些正確？(應選三項)
 (A) 光反應進行場所在囊狀膜，碳反應在葉綠體基質 (B) 光反應與碳反應皆能在光照時進行 (C) 光反應將光能轉變為化學能，碳反應將化學能轉變為化學能 (D) 兩個反應皆涉及電子傳遞鏈 (E) 影響光反應的因素為溫度、二氧化碳濃度，影響碳反應的因素為趨光強度。

30. 會直接影響植物光合作用的因素有下列何者？(應選三項)
 (A) 光照 (B) 氧氣 (C) 二氧化碳 (D) 土壤的水分 (E) 土壤微生物。

- ___ 31. 下列有關細胞呼吸作用的敘述，哪些正確？(應選兩項)
 (A)所有過程皆在粒線體中進行 (B)有氧呼吸比發酵作用釋出更多能量 (C)植物細胞在缺氧時可進行發酵作用 (D)動物細胞在一般情況下都會產生二氧化碳 (E)在缺氧情況下不進行糖解作用。
- ___ 32. 下列有關碳反應的敘述哪些正確？(應選兩項)
 (A)碳反應所需要的能量全由ATP提供 (B)是二氧化碳合成醣類並釋出O₂的反應 (C)在葉綠體的類囊體膜內進行 (D)需要酵素參與 (E)碳反應合成的醣類主要以蔗糖的形式運送。
- ___ 33. 酒精發酵過程中產生下列哪些物質？(應選三項)
 (A)丙酮酸 (B)CO₂ (C)H₂O (D)ATP (E)NADPH。
- ___ 34. 下列關於呼吸作用的敘述，何者正確？(應選兩項)
 (A)無氧呼吸會產生大量的水 (B)乳酸發酵與酒精發酵皆會產生CO₂ (C)無氧呼吸是較低能量轉化效率的ATP來源 (D)無論是有氧呼吸或無氧呼吸的過程中皆有糖解作用的發生 (E)呼吸作用產生的能量通常以醣類、脂質或蛋白質等形式存在。
- ___ 35. 下列有關乳酸發酵的敘述，哪些正確？(應選三項)
 (A)乳酸發酵和酒精發酵都僅於細胞質進行，並不進入粒線體發生作用 (B)人體的骨骼肌細胞可藉有氧呼吸或乳酸發酵來獲取能量 (C)人體內的平滑肌或骨骼肌均可藉乳酸發酵獲得能量 (D)發酵作用產生的能量約等於糖解作用所釋出的能量 (E)乳酸菌和酵母菌因缺少粒線體，僅能藉乳酸發酵產生ATP。

1-4 標準答案：

一、基礎題：

1.C 2.D 3.D 4.C 5.A 6.C 7.D 8.C 9.C 10.B
 11.D 12.A 13.B 14.B 15.D 16.A 17.B 18.A 19.D 20.B
 21.C 22.D 23.B 24.C 25.C 26.C 27.C 28.A 29.C 30.E
 31.C 32.E 33.C 34.E 35.D 36.A 37.D 38.B 39.D 40.D
 41.C 42.D 43.A 44.B 45.C 46.C 47.D 48.C 49.B 50.C
 51.D 52.E 53.A 54.A 55.C 56.C 57.B 58.D 59.B 60A
 61.C 62.A 63.E 64.C 65.B 66.E 67.A 68.C 69.D 70.B
 71.C 72.E 73.B 74.A 75.D

三、多重選擇題：

1.BDE 2.ACD 3.ACD 4.BCD 5.BD 6.CE 7.CDE 8.DE 9.CD 10.BE
 11.ACD 12.ABE 13.BDE 14.CDE 15.BC 16.AB 17.CDE 18.DE 19.BE 20.ACD
 21.ACD 22.AD 23.ABD 24.BDE 25.ACE 26.BC 27.BC 28.BCE 29.ABC 30.ACD
 31.BC 32.DE 33.ABD 34.CD 35.ABD



A large, empty rectangular frame with a thick black border, intended for taking notes. The frame occupies most of the page area below the banner and above the footer.