

2006 年國際國中生科學奧林匹亞競賽

—實驗試題—

國立臺灣師範大學 科學教育中心

壹、實驗介紹

一、本實驗探討生物的呼吸作用，特別是發酵作用，呼吸作用通常發生在真核生物的粒線體中，其特徵為消耗有機化合物以獲得細胞所需之能量。在呼吸作用過程中，會消耗氧氣及有機化合物，並釋放含碳的分子至環境中。單細胞生物酵母菌（*Saccharomyces cerevisi*）中，另有一種產生能量的過程稱為發酵作用。在缺乏氧氣時，酵母菌可改採發酵作用消耗有機化合物以獲取能量，但獲得的能量較少。

二、本實驗中，將使用一組塑膠試管，如圖 1、2、3 所示，它們將用於：

- 測量酵母菌的呼吸作用過程。
- 測量不同有機物質對作用的影響。
- 估算反應的速率。
- 辨識反應所產生氣體對試劑 pH 值的影響。

三、本實驗包含以下材料：

- 五支分別標號為 A 至 D 有刻度的附蓋塑膠試管，內裝有實驗所需溶液。
- 四個汽球。
- 一包乾燥的酵母菌。

4. 一段的繩子（15 cm 長）與尺。

5. 一個試管架。

四、本實驗分為兩組：

- 試管 A 蓋子接上塑膠管子的試管，試管 C 內含有顏色的酚酞試劑。
- 試管 A 及試管 B，試管 A 裝糖水、試管 B 裝澱粉溶液、氣球及測量用的繩子及尺。

貳、實驗目的

一、一般目的

用實驗方法觀察酵母菌的呼吸作用。

二、特定目的

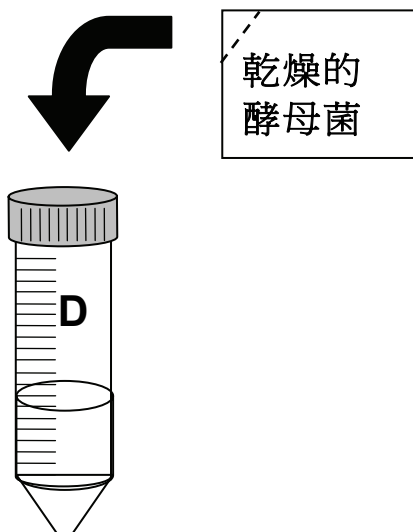
- 測量不同基質對酵母菌呼吸作用反應速率的影響
- 估算反應的速率。
- 藉由試管 C 溶液顏色的變化，顯示試管 A 中反應所產生氣體的影響

參、器材及材料

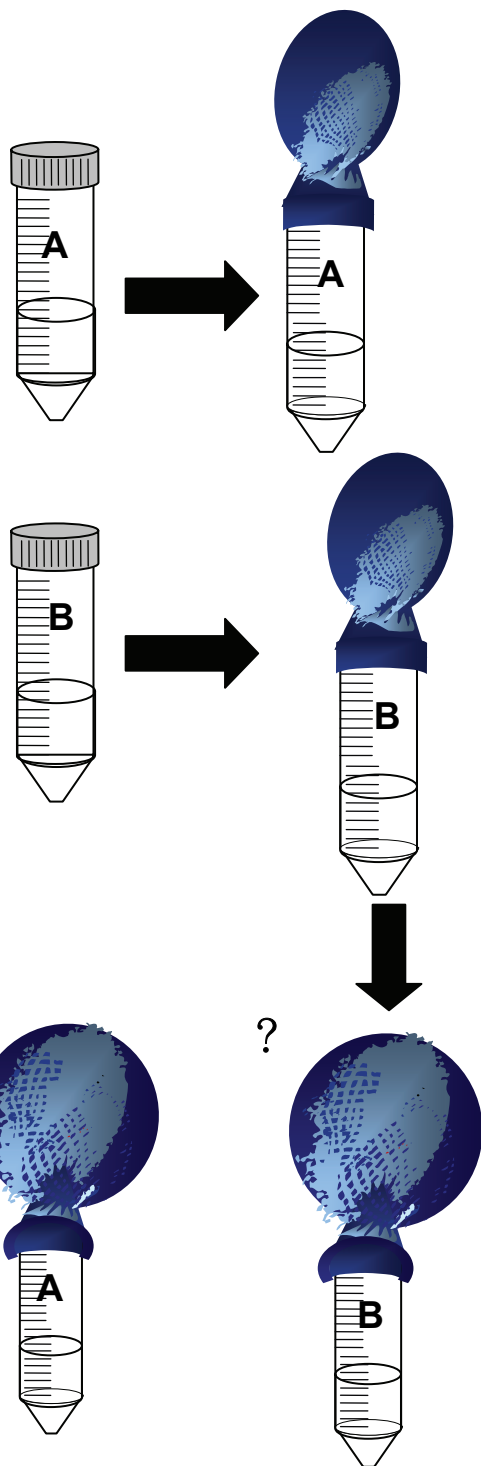
一、材料：

- | | |
|---------|------------------|
| 1. 試管 A | 2 支（20 mL 葡萄糖溶液） |
| 2. 試管 B | 1 支（20 mL 澱粉溶液） |
| 3. 試管 C | 1 支（30 mL 酚酞試劑） |
| 4. 試管 D | 1 支（30 mL 水） |

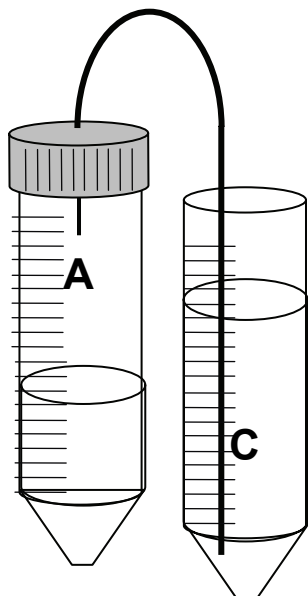
1



2



3



肆、實驗

一、一般指示

- 本實驗中，你要測量反應所產生的氣體，及氣體對酚酞試劑的影響。測定酵母菌利用兩種碳源（葡萄糖或澱粉溶液）所產生的氣體，測量氣體產生的體積。
- 實驗前先詳細閱讀實驗指示。
- 各項實驗均配有特定的題目。
- 於答案卷上回答所有題目。

二、實驗準備步驟（圖 1）

在做實驗之前，先完成下列準備工作。

1. 檢查實驗材料是否完備。
2. 打開裝有酵母菌的小包，相當於 10 mL 的酵母菌加入試管 D 中，你可利用試管壁的刻度進行計量，使最後體積為 40 mL。
3. 激烈搖晃試管 D，使酵母菌溶解，觀察並記下最終體積。
4. 不要讓試管 D 靜置過久，儘速並同時進行實驗 1 及實驗 2，不要把蓋子關太緊。

三、實驗 1（圖 2）碳的來源對酵母菌呼吸作用的影響

- I-1** 將試管 D 中之酵母菌溶液 10 mL 加入一支試管 A 中，另將 10 mL 酵母菌溶液加入試管 B 中，用氣球套在試管 A 和試管 B 之管口上（如圖 2 所示）。

塑膠管的管口插入試管 A 中至多 1 cm。當氣球套上管口前，盡量將氣球內的空氣擠出。如果在此步驟中氣球被撕破了，你有備用的氣球可用。確認氣球緊緊地套住。

- I-2** 將試管和氣球放置 1 小時，每隔 10 分鐘輕輕搖動試管。
- I-3** 經 1 小時後測量充有氣體的氣球之直徑。
- I-4** 假設氣球是圓球形，計算氣球的體積，圓球體積的計算公式為 $(4/3)\pi r^3$ 。記住此時不考慮塑膠氣球的抗張力。提示：你可將氣球打結使它變成圓球形，但不可使其中的氣體逸出或在氣球上施力過大。

四、實驗 2（圖 3）產生的氣體對酚酞溶液 pH 的影響

- II-1** 將剩餘的酵母菌溶液 10 mL，加入蓋子上附有塑膠管的試管 A 中並蓋緊，如圖 3 所示。（注意：插入試管中的塑膠管至多 1 cm）
- II-2** 將塑膠管的另一頭插入試管 C 中，並時時輕搖試管 A。
- II-3** 從實驗開始計時的第 5 分鐘、15 分鐘、25 分鐘、35 分鐘、45 分鐘後緊接著的 1 分鐘內，每一個氣泡產生的時間記錄在答案卷上題目 18 的表格中（例如 10 秒後釋放出第 1 個氣泡，18 秒後釋放出第 2 個氣泡，...）。這反應開始可能很慢，請繼續做下去。

II-4 30 分鐘後記錄溶液 C 的顏色

II-5 在隨後的 30 分鐘內，注意溶液的顏色，記錄它的顏色完全消失時的時間。

伍、題目 – 必需於答案卷上作答！

某些題目已提供四個可能的答案，仔細閱讀題目後，選出正確的答案。每題只有一個正確答案，在正確答案上打叉號。將你的計算過程與結果寫在答案卷上。

1. 寫出酵母菌在無氧的狀態下，使用葡萄糖的化學反應式。(1 分)
2. 假設本實驗中酵母菌共釋出 88 g 的二氧化碳，則酵母菌消耗了多少 g 的葡萄糖？(2 分)
3. 在最初的 5 分鐘，試管 A 中進行了何種生物反應？(1 分)
 - A. 發酵作用（無氧呼吸）
 - B. 有氧呼吸
 - C. 光合作用
 - D. 化學合成
4. 請思考在題目 3 的反應中，會產生何種液體或氣體。(1 分)
 - A. O_2
 - B. CO_2
 - C. CH_4
 - D. C_2H_5OH
5. 當試管 A 中的氧氣耗盡，而管內仍有葡萄糖時，何種生物反應將會產生？(1 分)
 - A. 發酵作用（無氧呼吸）
 - B. 有氧呼吸
 - C. 光合作用
 - D. 化學合成
6. 思考在題目 5 的反應中，會產生何種代謝產物。(1 分)
 - A. O_2
 - B. CO
 - C. CH_4
 - D. C_2H_5OH
7. 將實驗 2 試管 A 中反應所產生的氣體，通入酚酞溶液中，會使酚酞溶液的顏色產生何種變化？(1 分)
 - A. 維持粉紅色
 - B. 轉成黃色
 - C. 轉成綠色
 - D. 變成無色
8. 題目 7 中你所觀察到現象的原因為何？(1.5 分)
 - A. 試管 A 過程中的產物使得溶液呈鹼性，鹼性的 pH 值使酚酞改變顏色
 - B. 試管 A 過程中的產物使得溶液呈酸性，酸性的 pH 值使酚酞改變顏色
 - C. 試管 A 過程中的產物使得酚酞蒸發掉，因此顏色改變
 - D. 試管 A 過程中的產物使酚酞沉澱出來，因此溶液的顏色改變
9. 比較試管 A 和試管 B 上氣球的大小，並選出正確的答案。(1.0 分)
 - A. 兩個氣球幾乎都是空的
 - B. 試管 A 上的氣球比試管 B 上的氣球大
 - C. 試管 B 上的氣球比試管 A 上的氣球大
 - D. 試管 A 上的氣球和試管 B 上的氣球都充滿氣體且一樣大
10. 題目 9 中你所觀察到現象的原因為何？試管 A 中裝的是葡萄糖而試管 B 中裝的是澱粉。(1.5 分)

- A. 酵母菌利用葡萄糖和澱粉作為碳源，但是葡萄糖較有效
- B. 酵母菌不能用澱粉作為碳源
- C. 澱粉只被用於發酵而不是用於呼吸
- D. 澱粉對酵母菌是有毒的
11. 假如在實驗 1（步驟 1-2）中沒有常常搖動試管，將會發生什麼？（1.5 分）
- A. 酵母菌在其代謝過程中沒有受到干擾，因此測量時反應進行太快而無法測量
- B. 這過程會較慢，因為溶液中反應基質和代謝物不會混合
- C. 這過程會較慢，因為溶液沒有曝露在空氣中，無法從溶液上方補充氧
- D. B 和 C 都正確
12. 設定一個假想的實驗，考慮做下列的改變：
- 試管 A— 在你實驗的操作中保持在室溫
- 試管 A2— 在整個培養的過程中放在手中保溫
- 試管 A3— 在整個培養的過程中放在冰上
- 試管 A4— 在實驗開始前煮沸 5 分鐘並在實驗的操作中保持在室溫
- 比較各氣球的大小，你預期的結果為何？（1.5 分）
- A. $A3 < A < A2 < A4$
- B. $A2 < A < A3 < A4$
- C. $A4 < A3 < A < A2$
- D. $A3 < A4 < A < A2$
13. 當烘焙麵包時，通常用酵母菌混合麵粉、糖和鹽製成麵糰，為何麵包會脹大？（1.5 分）
- A. 因為麵糰中的酵母菌利用葡萄糖產生 CO_2 ，被包在麵糰中形成氣泡，使麵包脹大
- B. 因為麵糰中的酵母菌利用麵粉（澱粉）產生 CO_2 ，被包在麵糰中形成氣泡，使麵包脹大
- C. 因為麵糰中的酵母菌同時利用麵粉（澱粉）和葡萄糖產生 CO_2 ，被包在麵糰中形成氣泡，使麵包脹大
- D. 因為因為麵粉（澱粉）和葡萄糖與所加的鹽反應產生 CO_2 ，被包在麵糰中形成氣泡，使麵包脹大
14. 10 mL 的酵母菌相當於 5.0 g 重，將其加入試管 D 的 30 mL 水中，則試管 D 中的酵母菌濃度是多少（g/mL）？依照觀察到的最終體積進行計算。（3 分）
15. 然後，如果你從題目 14 中的試管 D 取這種酵母菌溶液 10.0 mL，加入試管 A。則試管 A 中的酵母菌濃度是多少 g/mL？（2 分）
16. 將氣球視為一個完美的球體。計算在實驗 1 結束時試管 A 之氣球所裝的氣體體積。半徑 r 之球體體積為 $V = (4/3) \pi r^3$ 。（2 分）
17. 用氣球體積的最後數值，計算在實驗 1 試管 A 中氣體生成的速率（2 分）

18. 從實驗 2 中所收集到的數據，在答案卷中題目 18，繪出其中三個最顯著的一分鐘時間區間圖，即畫出三個氣泡釋出時間（縱軸）對氣泡數（橫軸）的關係圖。（10.5 分）
19. 在題目 18 中所畫的每一圖中，決定每一幅圖的斜率。用這些結果計算對應時間的氣體生成速率（不須估計誤差）。其塑膠管內部的直徑為 3 mm。（3 分）
20. 在實驗 1 與 2 中所計算之氣體生成速率差異的理由為何？（1 分）
- A. 在實驗過程中，氣球內的壓力改變
- B. 在實驗過程中，溫度改變
- C. 在實驗 2 中有酚酞存在
- D. 所計算出的氣體生成速率沒有差異
21. 在實驗結束時，哪一數值最接近正確的氣體生成速率？（1 分）
- A. 在實驗 1 所計算的數值
- B. 在實驗 2 所計算的數值
- C. 兩個實驗所計算的數值都正確
- D. 兩個實驗所計算出的都不是適當的估計值