

高雄市高級中學 113 學年度

生物科競賽試題

1. 題目共五題，請先確實清點各試題所需之器材是否有缺少，如有缺少請立即向監考老師或助教反應。
2. 所有實驗材料每人一份，用完不再補發。
3. 請務必於試題各頁右上角「組別」處填入個人參賽組別，否則不予計分。

中華民國 113 年 11 月 15 日

【試題一】種子呼吸作用之影響探討

組別： _____

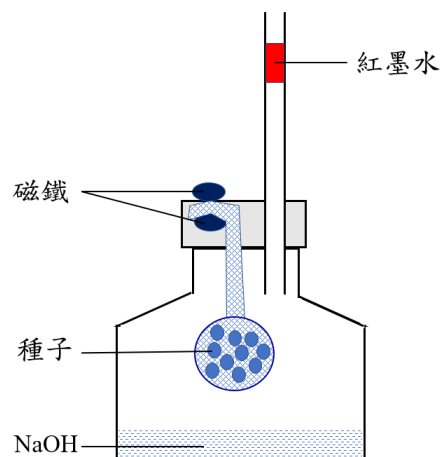
20 分

【背景說明】

呼吸作用為生物體將食物（如葡萄糖）轉化為能量（ATP）的關鍵過程，此過程支持細胞的各種生命活動。呼吸作用主要分為有氧呼吸和無氧呼吸。有氧呼吸指在有氧環境下進行的呼吸過程；反之，無氧呼吸是在缺乏氧氣的情況下進行的。呼吸作用對生命及生態系統至關重要，其不僅為細胞提供所需的能量，亦幫助排除代謝產物，如二氧化碳，避免對細胞造成損害。無論植物或動物，呼吸作用都是維持生命活動的基礎，並在生態系統中保持平衡。本題目旨在利用呼吸作用簡易測定法探討高鹽對綠豆種子呼吸作用之影響。

【實驗材料】

- 以下 4 組處理之綠豆種子各若干
 - 乾燥種子
 - 室溫水浸泡 24 小時
 - 200mM 氯化鈉浸泡 24 小時
 - 冷凍 24 小時後再用 200mM 氯化鈉浸泡 24 小時
- 10% NaOH 1 瓶（注意安全，請戴手套操）
- 石臘膜 2 條（可一邊拉長石臘膜，一邊纏繞固定，壓緊可自黏）
- 紅墨水 1 管
- 0.2mL 塑膠滴管 1 支
- 3 mL 塑膠滴管 1 支
- 磁鐵 4 個
- 反應試管 2 支
- 500mL 玻璃燒杯 1 個
- 小網袋 2 個
- 凡士林 1 管
- 棉花棒 1 支
- 手套 **【置於講桌】**
- 油性簽字筆 1 支 **【學生自備】**
- 直尺 1 把 **【學生自備】**



簡易呼吸設定裝置(參考)

請就本試題所提供的材料與器材設計一個實驗，分析高鹽對綠豆種子呼吸作用之影響，並完成題目要求。

1. 請寫出實驗步驟。(4分)

2. 請依照實驗步驟完成操作，紀錄結果，並將結果做成圖或表。(8分)

3. 請就結果進行討論。(4分)

4. 本實驗裝置中 NaOH 的作用為何？(2分)

5. 粒線體是與植物呼吸作用密切相關的胞器，數個關鍵性步驟都在其中進行，請畫出粒線體基本構造並說明。(2分)

【試題二】

組別：

【背景說明】

20 分

Eadie-Hofstee 的線性方程是酶動力學中用於估算酶反應參數（如 V_{max} 和 K_m ）的常用工具。該方程是由米氏方程進行重排得到的一種線性表示，可提供一種替代的圖形分析方法，用於更直接地分析酶動力學數據。該方程的用途功能包含：

- 一、估算酶動力學參數 V_{max} 和 K_m 。
- 二、酶抑制劑分析：透過比較在不同抑制劑濃度下的酶動力學圖形，研究者可以判斷抑制劑的類型（競爭性、非競爭性或混合型）。
- 三、視覺化數據更直觀：Eadie-Hofstee 圖提供了一種直線表示法，使得數據可以更清楚地觀察到線性趨勢，這與原始的米氏方程非線性曲線相比，更容易通過視覺化直接判斷酶動力學參數的關係。
- 四、在不同基質濃度下的數據平衡：相較於其他線性化方法（如 Lineweaver-Burk 方程），Eadie-Hofstee 方程在處理不同基質濃度時能提供較平衡的數據展示。特別是在低基質濃度下，其他方法可能會放大誤差，而 Eadie-Hofstee 圖則可以減少這種影響，使數據的分布更加均勻。
- 五、替代其他線性化方法以減少數據扭曲：與 Lineweaver-Burk 圖相比，Eadie-Hofstee 圖對實驗數據的扭曲效應較小，尤其是當測量速率數據有誤差時，Eadie-Hofstee 方程較少受到雙重誤差（自變數和因變數皆含速率 v ）的影響。因此，它被認為是較為穩定的線性化方法之一。
- 六、提高參數估計的準確性：Eadie-Hofstee 方程在中高基質濃度區域的數據更為可靠，因此它可以在數據質量較高的區間中獲得更準確的參數估計，適合某些特定實驗條件下的動力學分析。

Eadie-Hofstee 方程的形式為：

$$v = -K_m \frac{v}{[S]} + V_{max}$$

其中：

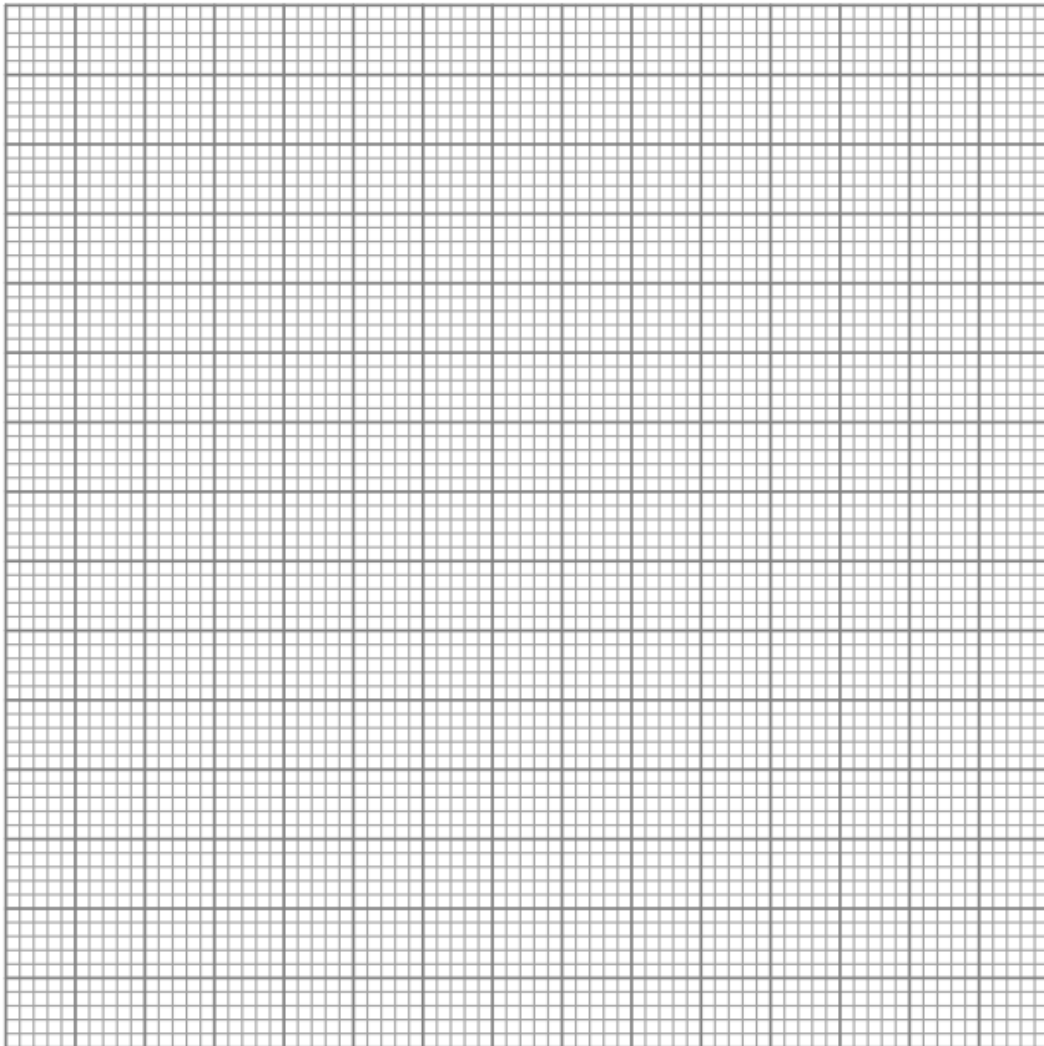
- v 是反應速率
- $[S]$ 是基質濃度
- V_{max} 是最大反應速率
- K_m 是米氏常數

某研究人員測定了不同基質濃度下的酶促反應速率，並記錄了以下實驗數據。請利用 Eadie-Hofstee 作圖法計算米氏常數 K_m 和最大反應速率 V_{max} 。

基質濃度 [S] (mM)	反應速率 v ($\mu\text{mol}/\text{min}$)
0.25	15
0.5	25
1.0	40
2.0	50
4.0	55

【材料】

- 鉛筆 1 支 【學生自備】
- 橡皮擦 【學生自備】
- 計算機 1 個 【學生自備】



【問題】

一、根據表中提供的實驗數據，使用 Eadie-Hofstee 作圖法，計算：米氏常數 K_m 和最大反應速率 V_{max} 。（12 分）

二、使用 Eadie-Hofstee 的線性方程，那些因素會造成誤差？（8 分）

【試題三】文蛤濾食系統觀察

組別：_____

20 分

一. 背景介紹

文蛤 (*Meretrix lusoria*) 為雙殼綱簾蛤目的軟體動物，屬濾食性生物，主要攝食的環境中的單細胞微藻、有機碎屑和溶解性有機質，是台灣餐桌上常見的佳餚。作為常見濾食性動物，你曾經仔細觀察過文蛤是怎樣攝食、消化食物的嗎？

二. 實驗材料：

1. 文蛤 2 枚
2. 塑膠培養皿 1 個
3. 小型塑膠滴管 1 支。
4. 染色用亞甲基藍溶液 1 管
5. 60°C 水浴槽 1 台
6. 100mL 燒杯 2 個。
7. 解剖顯微鏡 1 台 【學生自備】
8. 鑷子、解剖刀、解剖針各 1 支 【學生自備】
9. 繪圖紀錄用鉛筆 【學生自備】

三、實驗步驟：

1. 請觀察文蛤外觀，並設計實驗步驟，紀錄文蛤解剖構造。
2. 依據觀察結果回答下列問題。

四. 請回答下列問題

1. 列出所設計的實驗步驟。(5 分)

2. 繪圖紀錄解剖結果，並標示手繪解剖圖中，文蛤的出水口、入水口、口、消化道、腮等器官。(10分)

3. 請說明文蛤若開始濾食食物，食物在上述器官中的流動順序為何？(5分)

【試題四】

組別： _____

20 分

【背景說明】

當外界環境改變時，植物在某種範圍內能自行調適突來逆境 (stress)，當土壤 pH 值約 7.5 ~8.5、飽和抽出液電導度 (electrical conductivity; EC) ≥ 4 dS/m 時，土壤稱之為鹽土 (saline soil)，有關飽和抽出液電導度 4 dS/m 亦可表示為 4 mS/cm 或 4 mmhos/cm，其單位轉換過程如下詳示：

- (1) $1 \text{ S/m} = 10 \text{ dS/m}$
- (2) $1 \text{ S/m} = 0.01 \text{ S/cm} = 10 \text{ mS/cm}$
- (3) $1 \text{ mho/m} = 0.01 \text{ mho/cm} = 10 \text{ mmhos/cm}$
- (4) $4 \text{ dS/m} = 0.4 \text{ S/m} = 400 \text{ mS/m} = 400 \text{ mS}/100 \text{ cm} = 4 \text{ mS/cm} = 4 \text{ mmhos/cm}$
- (5) $1 \text{ dS/m} = 1 \text{ mS/cm} = 1 \text{ mmhos/cm}$

一般而言土壤中鹽分抑制植物生育途徑有二：

- (1) 鹽分含量過多將導致土壤溶液滲透壓提高，而減少植物吸收效應。
- (2) 植物體內積聚過多鹽類離子，因而導致毒害，如植物體內吸收過多鈉離子，累積於葉片，而產生葉片枯萎現象，土壤鹽害等級如表一所示。

植物藉由根系吸取土壤中水分及營養物供其生理所需，如土壤溶液中鹽分濃度增加時，植物對水分吸收可能暫時會受阻，但生存本能的反應，為避免吸水受阻而導致脫水、繼之枯死，植物會自動降低細胞滲透勢能以維持與土壤溶液勢能平衡，此種自我調適的過程稱之為滲透調整 (osmotic adjustment)。雖然植物能對鹽分溶液作滲透勢能調整(調整程度因植物而異)，但當植物耗費諸多能量於調整細胞滲透勢能時，用於生長所需能量亦相對減少，故將抑制植物之生育。土壤水分管理的合理化可兼顧水資源的有效利用及土壤溶液中鹽分含量之控制。因此當土壤飽和溶液之電導度達 4 mS/cm 以上時，除少數耐鹽作物外大多數作物可能受到鹽害，生長及產量均會受到影響而降低，不同作物之耐鹽等級亦顯示於表一。

表一、土壤鹽害及作物耐鹽等級

鹽害等級	土壤中鹽含量(%) (g salt/100g soil)	電導度 (mS/cm; mmhos/cm)	說明	耐鹽之作物
無	0-0.13	<2	鹽害不會發生	
輕微	0.13-0.26	2-4	常敏感作物或 幼苗生育受限	低耐鹽 梨(多年生) 柑橘(一年生或多年生) 胡瓜(一年至二年生) 蘿蔔(一至二年生) 草莓(多年生) 綠豆(一年生) 芹菜(一年生或二年生)
中等	0.26-0.51	4-8	大部分植物 生育受限	中耐鹽 橄欖(多年生) 葡萄(多年生) 甜瓜(一年生)
高度	0.51-1.02	8-16	只適合耐鹽 作物生長	高耐鹽 玉米(一年生) 稻(一年生或多年生) 向日葵(一年生) 蘆筍(多年生) 菠菜(一年生) 洋蔥(二年生) 番茄(一年生或多年生)
極度	>1.02	>16	只有極端耐鹽 作物生長	極耐鹽 大麥(一年生或多年生) 甜菜(一年生、二年生 或多年生) 油菜(一年生) 百慕達草(多年生)

【問題探索】

你是一位農藝專家，必須針對濱海的農地找出適合之作物，經測定該處全年低溫介於 12-25°C，高溫介於 22-33°C，平均氣溫 20-25°C，土壤 pH 值約 7.8，飽和抽出液電導度介於 6-12 mS/cm 之間，根據以上提供的資訊及材料，並考量作物生長周期，規畫你的鹽分毒性試驗，實驗設計須包括以下各種要項：

- (1) 使用乾淨土壤，設計土壤鹽含量濃度梯度試驗，NaCl 分子量為 58.44 g/mole，配置鹽水濃度加入乾淨土壤需幾組試驗組？各組所添加之 NaCl 重量？(10分)
- (2) 選擇實驗組作物，說明選擇該幾種作物之理由。(5分)
- (3) 選擇對照組作物，說明選擇該種作物之理由。(5分)

【問題回答】

【試題五】

組別： _____

20 分

[試題說明]

於基因選殖(gene cloning)的重組 DNA 技術中，質體(plasmid)為普遍使用的 DNA 載體(vector)，而大腸桿菌(*E. coli*)為最常用於大量繁殖質體的宿主細胞。質體是獨立於細胞染色體之外能夠自主複製的 DNA 分子，目前發現的質體多為環狀。質體 DNA 的長度(鹼基配對的數目)通常遠小於染色體 DNA，而一個大腸桿菌細胞內可複製出數十至數百個質體分子。由菌體中分離質體的方法有許多種，其中鹼溶解法(alkaline lysis)最常用於由大腸桿菌中分離質體 DNA。其原理為：將大腸桿菌均勻懸浮於緩衝溶液中，加入含有強鹼及清潔劑(detergent)之溶液將大腸桿菌徹底溶解，並同時將菌體的蛋白質及 DNA 變性(denature)，之後再以酸性溶液中和酸鹼值；在中和的過程中，只有小分子的質體 DNA 可快速地回復原來的構形(renature)，而仍呈現變性狀態的蛋白質及染色體 DNA 會與清潔劑-K⁺ 形成複合物沉澱，可用離心的方式將質體 DNA 與變性的複合物分離。鹼溶解法質體萃取溶液之編號及成分如下所列，請回答下列問題：

- A 溶液 [成分: potassium acetate(醋酸鉀)、 glacial acetic acid(冰醋酸)]
B 溶液 [成分: Tris-HCl pH 8.0、EDTA pH 8.0、glucose]
C 溶液 [成分: NaOH、SDS(detergent)]

1. 請依照實驗步驟填寫加入的萃取溶液編號並說明其作用。

實驗步驟	萃取溶液編號 (9分)	實驗步驟之作用(8分)
1. 加入溶液 0.2 mL 至裝有大腸桿菌的微量離心管中。	()	
2. 加入溶液 0.2 mL, 輕緩翻轉離心管將反應物混合均勻, 置於室溫 2 分鐘。	()	
3. 加入溶液 0.3 mL, 輕緩翻轉離心管將反應物混合均勻。	()	
4. 將反應物以轉速 13,000 rpm 離心 5 分鐘。	----	離心後質體 DNA 會分布於哪個分層?

2. 實驗步驟 2 與步驟 3, 為何須輕緩混合反應?(3分)