

## Experiment



# GO-1

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

實驗考試時間為 210 分鐘，滿分 40 分。

### 考試前

- 不要打開裝有任務的信封或裝有秘密設備的大盒子。
- 不建議在閱讀說明之前觸摸桌子上的設備，因為你可能會弄亂其設置。
- 考試的開始和結束會有聲音的信號。每小時、考試結束前 15 分鐘和考試結束前 5 分鐘，以及考試結束時都會響起聲音信號。

### 光譜儀教學

- 在實驗任務中，光譜儀是最複雜且可能不太熟悉的設備之一。
- 任務期間，你需要取得光譜數據，並根據任務說明將光譜資料儲存到桌面上的「結果 (Results)」資料夾中。
- 閱讀這些一般說明後，你需要進行光譜測量練習，將光譜檔案儲存到相應的資料夾，並使用程式驗證你是否已正確地儲存檔案名稱到正確的資料夾中。
- 光譜儀的使用訓練時間為 30 分鐘，此時間不計入實驗測驗的時間。因此，請花時間學習如何測量光譜。

### 考試期間

- 你將收到一個信封，裡面裝有任務（標有 Q 的紙張）、專用答案紙（標有 A 的紙張）和工作紙（標有 W 的紙張）。請按照指示，只在紙張的一面作答。如果你寫了一些你認為不需要被批改的內容，請用「X」劃掉。
- 請盡量在答案中使用簡潔的文字。請使用方程式、邏輯運算子、圖表和圖形來解釋你的解題想法。
- 本輪考試中，你無需評估誤差。但是，在填寫數值答案時，請注意有效數字的位數要求。
- 請注意，大多數任務的解答與先前的解答無關。這些任務無需按順序完成。
- 為了方便你們進行團隊合作，答案紙的第一頁包含實驗工作的概要計劃，其中也標明了各項任務項目之間的聯繫以及完成所需的時間。請先完整閱讀任務，然後根據需要將任務項目分配給你的隊友。
- 在裝有秘密設備的大箱子裡，有一個黃色袋子。袋子裡裝著一些橘色蓋子的試管。完成任務時，你需要將配製好的溶液樣本倒入這些試管中。試管上都貼有標籤，所以千萬不要弄錯！
- 你的隔間裡有各種指示牌；遇到任何問題都可以舉起它們：

-WC，當你需要使用洗手間時；

-WATER，當你需要一瓶飲用水時；

-EXTRA SHEETS，當你需要額外的答案紙時（新列印的答案紙標有 Z），你一次最多可以申請 5 張，但申請次數沒有限制；

-SPECTROMETER HELP，當你認為你的光譜儀故障時；

-LAPTOP HELP，當你的筆記型電腦需要協助時；

-MICROSCOPE HELP，當你的顯微鏡需要協助時；

-HELP，其他所有需要幫助的情況。

### 考試結束時

- 考試結束的訊號是三聲提示音。
- 聽到三聲提示音後，請立即停止作答。將筆放在一邊，待工作人員走過來時交給他。同時，請停止操作電腦。如果在提示音後被發現仍在作答或使用電腦，你的小組將被取消考試資格。



- 請將答案紙 (A) 依照正確順序放好，然後放入作答紙 ( solution sheets) (W)，如有多餘的紙 (Z) 也一起放入。將這疊紙放入「閱卷信封」中。
- 收集剩餘的紙張，包括題目和說明，並將它們放入你收到題目的原信封中。
- 將兩個信封放入一個大的牛皮紙信封中。
- 檢查是否已將所有的試管蓋好橙色蓋子（答案試管）放入黃色袋子中。
- 請在你的隔間內等候，直到牛皮紙信封和黃色袋子被收走。
- 請在你的隔間內等候，直到工作人員檢查你提交的檔案（使用“驗證已儲存檔案 Validate saved files”按鈕）並下載。
- 請在你的隔間內等候，直到你的輔導員前來接你。他/她將護送你離開比賽區域。你不得將任何物品帶出隔間或比賽區域。

## 關於使用光譜儀的教學任務

請仔細閱讀光譜儀的使用說明。這些說明印在一般說明之後，並標記為 G1。你的桌面上還有一個名為“G1.Spectrometer.mp4”的視訊文件，其中演示了操作步驟。

- .01** 你的三腳架上有兩個塑膠比色槽。一個裝有水，另一個裝有染料溶液。你需要測量 Nonept 染料的吸收光譜。在整個實驗過程中，請確保用兩根手指捏住比色槽的不透明面，不要碰觸透明面。否則，透明面上的雜質可能會影響測量結果。
- 將光譜儀電源插入電源插座。
- 確保光譜測量程式已在你的電腦上運作。
- 在光譜儀中安裝一個遮光屏，阻擋燈光直射。
- 在程式中按下“背景 (Background)”按鈕。
- 從光譜儀中移走遮光屏。
- 將裝有水的比色槽放入光譜儀中。
- 在程式中按下“基線 (Baseline)”按鈕。
- 將裝有水的比色槽替換為裝有染料（綠色液體）的比色槽。
- 在光譜名稱欄中填寫「01」。
- 按下“單光譜 (Single spectrum)”按鈕。測得的光譜曲線將顯示在光譜區域。
- 將“對照光譜 (Control spectrum)”滑塊移動到相反的位置。科學委員會測得的染料吸收光譜應顯示在光譜區域。
- 如果光譜完全不同，請舉起「光譜儀幫助 (Spectrometer Help)」牌子，工作人員將前來協助您進行光譜測量。
- 如果光譜相似或幾乎完全相同，請點選光譜儲存按鈕（介面說明中的 2h）。將光譜儲存命名為 01.txt 的檔案，放在桌面 > 結果 > 01 資料夾中 (即檔案路徑應為桌面/結果/01/01.txt)。
- 點選「驗證已儲存的檔案 (Validate saved files)」按鈕。您應該會看到一份報告，其中第一項已查驗（請參閱下圖）。
- 舉起「光譜儀幫助 (Spectrometer Help)」牌子，並向工作人員展示光譜和已成功查驗的報告。

# Experiment



# GO-3

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

### File Validation Report Refresh Data

Q No	Req. File	Status	Hash	Comments	General
01	01.txt	OK	c7cc35bde2ade94d5d17...		

## 元素週期表

1 H 1.00794																	18 He 4.002602
3 Li 6.941	4 Be 9.012182											5 B 10.811	6 C 12.0107	7 N 14.00674	8 O 15.9994	9 F 18.9984032	10 Ne 20.1797
11 Na 22.989770	12 Mg 24.3050	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.981538	14 Si 28.0855	15 P 30.973761	16 S 32.066	17 Cl 35.4527	18 Ar 39.948
19 K 39.0983	20 Ca 40.078	21 Sc 44.955910	22 Ti 47.867	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961	25 Mn 54.938049	26 Fe 55.845	27 Co 58.933200	28 Ni 58.6934	29 Cu 63.545	30 Zn 65.39	31 Ga 69.723	32 Ge 72.61	33 As 74.92160	34 Se 78.96	35 Br 79.504	36 Kr 83.80
37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.90585	40 Zr 91.224	41 Nb 92.90638	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.90550	46 Pd 106.42	47 Ag 107.8682	48 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.760	52 Te 127.60	53 I 126.90447	54 Xe 131.29
55 Cs 132.90545	56 Ba 137.327	71 Lu 174.967	72 Hf 178.49	73 Ta 180.9479	74 W 183.84	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.217	78 Pt 195.078	79 Au 196.96655	80 Hg 200.59	81 Tl 204.3833	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98038	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	103 Lr (262)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (269)	111 Rg (272)	112 Cn (277)	113 Uut (277)	114 Uuq (277)	115 Uup (277)	116 Uuh (277)	118 Uuo (277)	
		57 La 138.9055	58 Ce 140.116	59 Pr 140.50765	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.964	64 Gd 157.25	65 Tb 158.92534	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93032	68 Er 167.26	69 Tm 168.93421	70 Yb 173.04		
		89 Ac 232.0381	90 Th 232.0381	91 Pa 231.035888	92 U 238.0289	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)		

## 反應活性順序

Li 鋰	Cs 銻	K 鉀	Mg 鎂	Al 鋁	Zn 鋅	Fe 鐵	Co 鈷	Pb 鉛	H <sub>2</sub> 氫	Cu 銅	Pt 鉑	Au 金
-3.04	-3.01	-2.92	-2.36	-1.66	-0.76	-0.44	-0.28	-0.13	0.00	+0.34	+1.28	+1.50

## 表格數值和基本常數

## Experiment



# G0-4

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

量 (Quantity)	數值 (Value)
水的密度 (Water density)	$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
基本電荷 (Elementary charge)	$e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Avogadro's constant 亞佛加厥常數	$N_A = 6.02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Universal gas constant 氣體常數	$R = 8.31 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$

DELEGATION PRINT

## Experiment



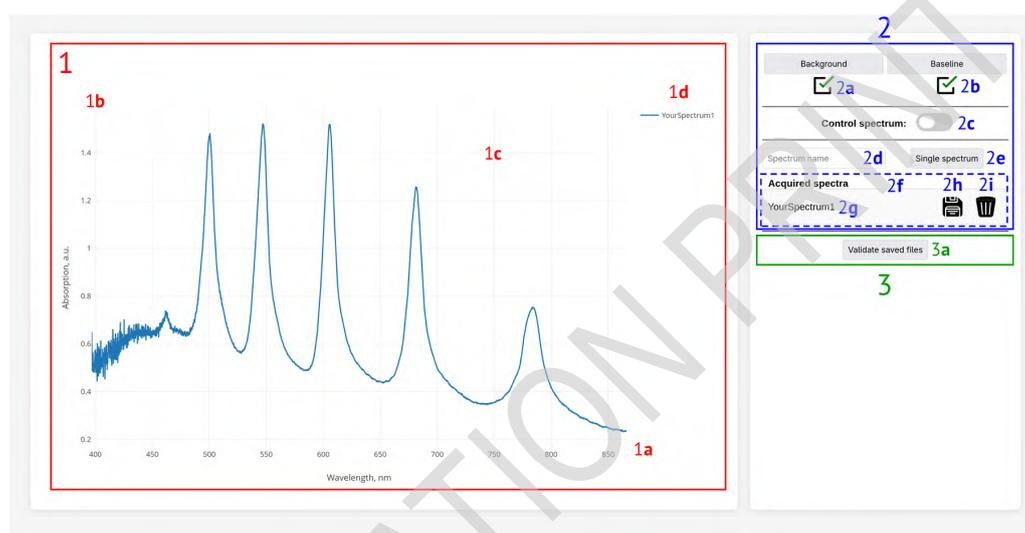
# G1-1

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

### 光譜儀使用說明 (適用於 0、B、C、F 部分)

觀看 “G1.Spectrometer.mp4” 的影片說明

### 軟體介面說明



1 是光譜顯示的區域

(a) 波長 (Wavelength) 軸

(b) 吸收 (Absorption) 軸

(c) 頻譜曲線建構範圍 (若將游標移至頻譜線上，圖中會顯示吸收值)

(d) 顯示頻譜名稱列表 (點擊頻譜名稱可以顯示或隱藏)

2 是光譜儀控制區

(a) “Background” 背景按鈕與狀態 (測量頻譜時該按鈕用於測量背景)

(b) “Baseline” 按鈕與狀態 (該按鈕用於測量基線)

(c) “Control spectrum” 滑桿 (僅在第 0 部分需要，在教學時顯示樣品的控制光譜)

(d) 是輸入頻譜名稱的文字欄位 (是用來命名測量的光譜; 可以在那裡寫入項目編號、溶液組成及其他資訊)

(e) “Single spectrum” 按鈕 (用以測量頻譜)

(f) “Acquired spectra” 區域 (是顯示您已測量的光譜列表)

(g) 顯示出光譜的名稱

(h) 儲存頻譜按鈕 (用它來儲存實驗要求的頻譜)

(i) 刪除頻譜按鈕

3 是提交檔案驗證區

## Experiment



# G1-2

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

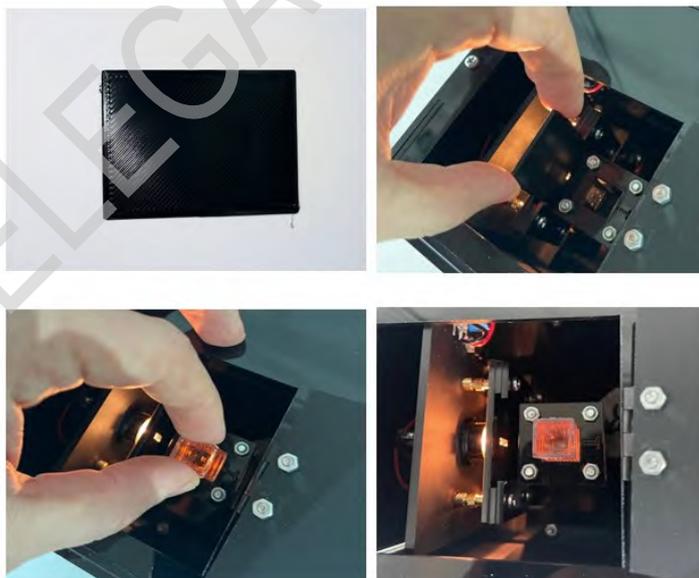
(a) “Validate saved files” 按鈕可驗證你已正確儲存並命名每個需要儲存的題目光譜。會跳出一個新視窗顯示驗證結果。

### 如何測量光譜？

觀看“G1.Spectrometer\_pipette.mp4”的教學影片

1. 準備兩個比色槽：一個裝水\*，一個裝樣品。
2. 將光譜儀電源插入電源插座。
3. 確保光譜測量程序在電腦上運作。
4. 安裝遮光屏，以阻擋燈光直射。
5. 按下“Background”按鈕。如果一切正常，背景測量結果將有綠色打勾號顯示。
6. 從光譜儀中取出遮光屏。
7. 將裝水的比色槽放入光譜儀中。
8. 按下“Baseline”按鈕。如果一切正常，基線測量狀態將有綠色打勾號顯示。
9. 將裝水的比色槽更換為裝樣品的比色槽。
10. 在光譜名稱欄中輸入光譜名稱。
11. 按下“Single spectrum”按鈕。測得的光譜曲線將顯示在光譜區域。

\* –嚴格來說，第一個測量的比色槽是裝有溶劑（通常是水），第二次測量的比色皿槽裝是有溶劑和待測物。如果已知的溶劑不是水，而是乙醇，則應將乙醇倒入第一個比色槽中。



### 使用薄比色槽進行測量

觀看“G1.Spectrometer\_thin\_cuvette.mp4”的教學影片

1. 要測量濃溶液的吸光度而不稀釋，可以使用較薄的比色槽。只有在指定的情況下才可這樣做。

## Experiment



# G1-3

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

2. 在單獨的試管中配製約 500  $\mu\text{L}$  待測溶液。
3. 配製約 500  $\mu\text{L}$  蒸餾水。
4. 將薄比色槽放入轉接器中。
5. 小心地將上述步驟配製的蒸餾水用微量吸量管注入比色槽。
6. 將比色槽放入光譜儀的轉接器中，然後按下“Baseline”按鈕。
7. 從光譜儀中取出比色槽，並使用帶針頭的注射器抽取比色皿中所有的水。
8. 小心地將待測溶液注入比色槽。
9. 將比色槽放入光譜儀插槽中，然後按下“Single spectrum”按鈕。
10. 從光譜儀中取出比色槽，並使用帶針頭的注射器抽取比色槽中的所有樣品。
11. 傾倒並沖洗比色槽，以去除任何殘留的樣品。沖洗後，用帶針頭的注射器去除殘留的水漬。



## 電解、光合作用和光譜測定法 (40 分)

這項任務將探索各種化學和生物過程，其中一項主要的物理研究方法是光譜學。

光譜學的技術多種多樣，其應用範圍從確定物質結構到研究星系運動。通常，光譜指的是物理量（能量、輻射強度、吸收等）隨光波長的變化關係。

真實的光束始終是複合體。它由若干不同顏色的基本光束——即不同波長的光波——組成。真實的光束可以使用稜鏡或衍射光柵分離成這些基本光束。

例如，我們可以利用稜鏡從陽光中獲得彩虹。如果我們用感測器測量彩虹中不同顏色的強度，並將這種強度與波長作圖，我們就會得到類似圖 1（左上）的結果。

由此得到的圖表稱為可見光範圍內的太陽輻射光譜。

白熾燈、螢光燈和 LED 燈都可以用作輻射源。利用稜鏡或衍射光柵，我們可以獲得類似彩虹的圖像，並測量其中不同顏色的強度（參見圖 1 中的其他圖表）。這些圖表顯示了光源在給定波長範圍內的輻射強度。

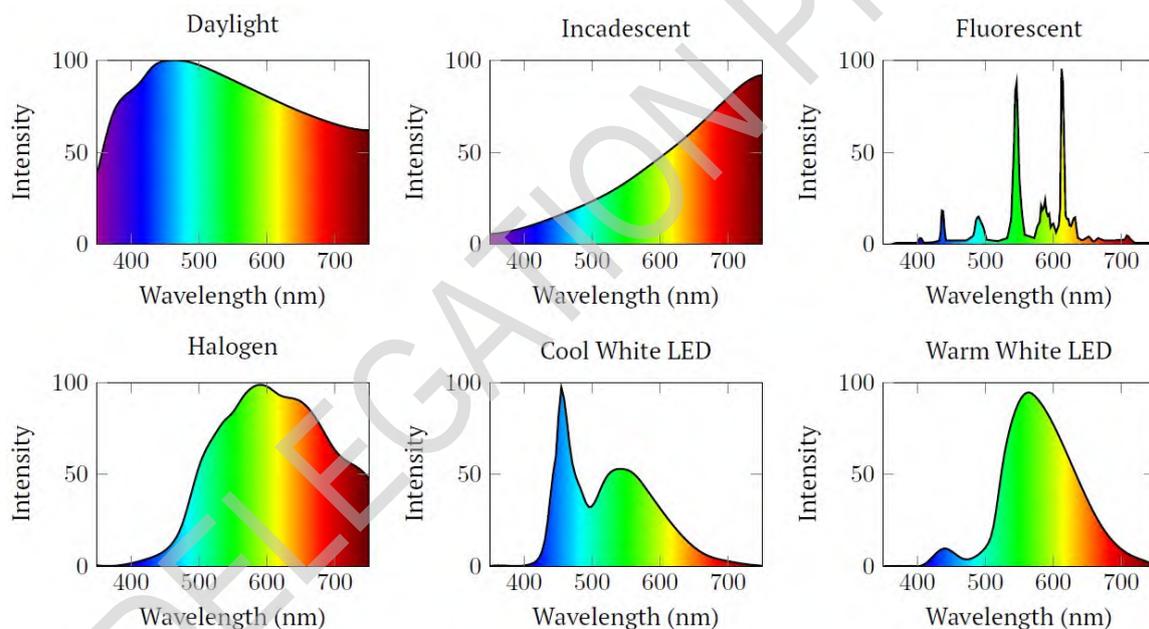


圖. 1

光與我們周圍的物體相互作用，這種相互作用的性質決定了物體的可見顏色。在本實驗中，我們將研究不同溶液對光的吸收。例如，孔雀石綠溶液會吸收藍光（波長 450 nm）和紅光（波長 600 nm），但不吸收綠光（波長 500 nm）。因此，白光穿過此溶液後會變成綠色（圖 2）。

# Experiment



# Q1-2

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

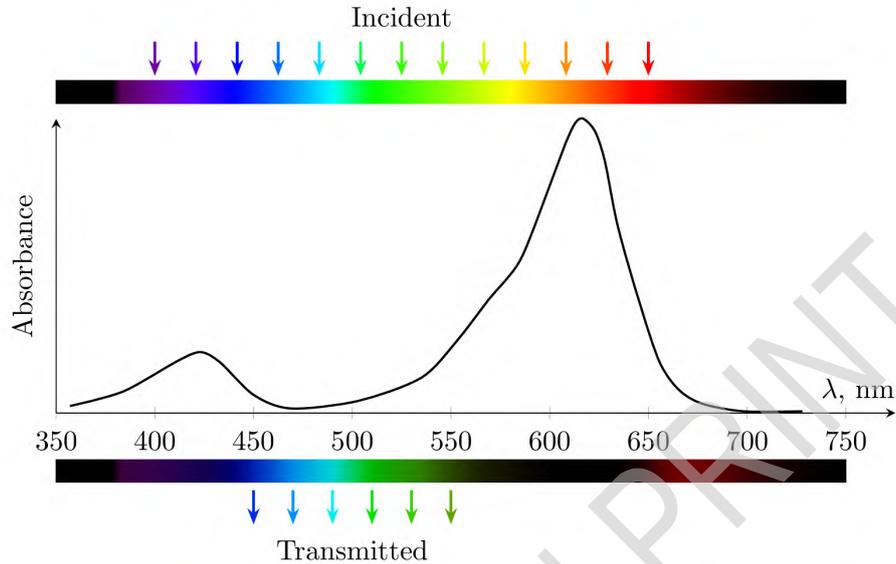


圖 2

從定量角度來看，這種吸收過程可以用入射光 (Incident) 強度  $I_0$  與透射光 (Transmitted) 強度  $I$  的比值來描述：

$$A = \log_{10} \frac{I_0}{I}.$$

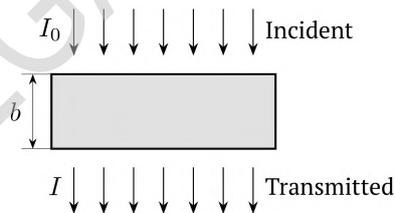


圖 3

現在假設我們將一束固定顏色的光束（雷射）照射到孔雀石綠溶液中。綠色雷射幾乎不會被吸收 ( $I_{gr} \approx I_{0,gr}$ )，而藍色雷射則會被強烈吸收 ( $I_{bl} \ll I_{0,bl}$ )。因此，為了描述吸收過程，我們需要指定所用波長  $\lambda$ ：

$$A(\lambda) = \log_{10} \frac{I_0(\lambda)}{I(\lambda)}.$$

這種依據  $A(\lambda)$  稱為吸收光譜。圖 2 顯示了孔雀石綠的吸收光譜。吸收光譜  $A(\lambda)$  由比爾-朗伯定律描述，並取決於物體的組成物質、該物質的濃度  $n$  以及樣本的厚度  $b$ ：

$$A(\lambda) = cb \cdot \varepsilon(\lambda),$$

其中， $\varepsilon(\lambda)$  是每種物質獨有的係數。如果樣品由物質  $A$  和  $B$  組成，則它們的吸收值相加：

$$A(\lambda) = b(c_A \varepsilon_A + c_B \varepsilon_B).$$

## Experiment



# Q1-3

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

如果將任何能吸收綠光的物質加入孔雀石綠溶液中，溶液就會變得非常暗，因為它會吸收幾乎所有穿過溶液的可見光。

為了分析此任務中發生的化學過程，您需要測量硫酸銅溶液和 pH 指示劑在不同酸度溶液中的吸收光譜。您還需要取得兩種藻類的光合色素的吸收光譜，並利用這些光譜來解釋微生物在不同顏色光照下的光合作用效率。

### 第一部分：硫酸銅溶液的電解（25 分）

#### A 部分：電解過程中氧氣的產生（5 分）

在本任務的這一部分，您將對水溶液進行電解，並使用各種方法計算電解過程中通過  $\text{CuSO}_4$  溶液的電荷量。在電解過程中，您將觀察到：陽極釋放出氣態分子氧，

陰極沉積金屬銅，

溶液的 pH 值降低。

透過分析這些觀察結果，您將計算出導致特定現象的電荷量，並將其與通過溶液的總電荷量進行比較。總電荷量透過直接法測量  $Q = I \cdot t$ ，其中  $I$  是流過溶液的電流， $t$  是電解時間。

**A.1** 平衡陽極溶液中發生的反應方程式。 0.4pt



和陰極：



假設陽極和陰極沒有發生其他反應。寫出並平衡  $\text{CuSO}_4$  水溶液電解的總方程式。



**A.2** 配製濃度為  $c_0 = 0.400 \text{ Mmol/L}$  的硫酸銅溶液 ( $V_0 = 150\text{mL}$ )。配製所需溶液需要多少  $m_{bs}$  克硫酸銅粉末 ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )？假設所得硫酸銅溶液的體積與加入的水的體積相同。我們將所得溶液稱為「溶液 A2」。將 mL 溶液 A2 倒入試管 Answer tube A2 中。 1.0pt

**A.3** 依照說明 G2，在電流為  $I = 1\text{A}$  的條件下，對 120mL 的溶液 A2 進行電解，持續  $t_0 = 1\text{h}$ 。記錄釋放氧氣的體積  $V_{\text{O}_2}$  隨時間  $t$  的變化。至少進行 10 次測量。繪製所得曲線並進行近似擬合。 2.5pt

**A.4** 電解結束後，攪拌電解槽中剩餘的溶液。依照 G2 說明，過濾約 20-25 mL 攪拌後的電解溶液。我們將過濾後的溶液稱為「溶液 solution A4」。將 5 mL 溶液 A4 倒入試管 Answer tube A4 中。 0.6pt

**A.5** 計算電解過程中流過的電荷量  $Q$  根據已知電流值。 0.2pt

## Experiment



# Q1-4

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

- A.6** A3 釋放的氧氣量可用來確定電解過程中的電荷流量。寫出氧氣總釋放量  $V_{O_2}$  與電荷流量  $Q_{O_2}$  之間的關係式。計算電荷的數值  $Q_{O_2}$ 。假設實驗在  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$  的壓力和  $T_0 = 298 \text{ K}$  的溫度下進行。 0.3pt

### B 部分：銅濃度的測定 (7 分)

在本部分，你需要根據溶液 **A4** 對特定光線的吸收情況來決定其中銅離子的濃度。待測溶液的藍色完全取決於  $\text{Cu}^{2+}$  的濃度。分別在光學比色槽中配製五份  $\text{CuSO}_4$  溶液，每份溶液的體積為 4 mL。

比色槽號碼	莫耳濃度 $[\text{Cu}^{2+}]$ , M
1	0.0400
2	0.0350
3	0.0300
4	0.0250
5	0.0200

- B.1** 在答案紙上，填寫下表，說明需要混合多少體積的溶液 **A2** ( $V_{A2}$ ) 和水 ( $V_{H_2O}$ ) 才能得到所需體積的溶液 (4mL)。請注意，初始溶液 **A2** 的吸收性很強，因此在此步驟中，您需要將其稀釋至少 10 倍。 1.0pt

- B.2** 利用上一題的計算結果，在光學比色槽中配製五種溶液。依照 **G1** 說明，測量每種溶液的吸收光譜。將測得的光譜檔案儲存在桌面「Results/B2」資料夾中，檔案名稱命名為「B2. 比色槽編號.txt」(例如，「B2.3.txt」)。 1.5pt

- B.3** 指出  $\text{CuSO}_4$  溶液吸收最強的光的波長  $\lambda_0$ 。 0.4pt

- B.4** 對於每個比色槽，記錄吸收光譜，並確定所選波長  $\lambda_0$  處的吸收  $A$ 。繪製吸收率  $A$  與銅離子  $[\text{Cu}^{2+}]$  摩爾濃度的關係圖，擬合直線  $A = s \cdot [\text{Cu}^{2+}]$  並確測定其斜率  $s$ 。 2.0pt

在光學比色槽中，配製 4 mL A4 的 10 倍稀釋溶液。

- B.5** 測量 **A4** 稀釋 10 倍後溶液的吸收光譜。將測得的光譜檔案儲存在桌面「Results/B4」資料夾中，檔案名稱命名為「B4.txt」。 0.3pt

- B.6** 求溶液 **A4** 中銅離子  $[\text{Cu}^{2+}]_{A4}$  的濃度。 0.8pt

## Experiment



# Q1-5

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

**B.7** 溶液中銅離子濃度的降低也可用來確定電解過程中通過的電荷量。寫出一個公式，將初始銅離子濃度  $c_0$ 、最終銅離子濃度  $[\text{Cu}^{2+}]_{\text{A4}}$  和電荷量  $Q_{\text{Cu}}$  連結起來。計算電荷量  $Q_{\text{Cu}}$  的數值。假設電解過程中溶液的體積不變。 1.0pt

### C 部分：pH 值的測定 (12 分)

在這個問題中，你需要使用指示劑測定溶液 **A2** 和 **A4** 的 pH。這些指示劑會根據溶液的 pH 改變顏色。

你熟悉並知道如何使用甲基橙 methyl orang 或溴百里酚藍 romothymol blue 等變色指示劑。這些指示劑在酸式轉化為鹼式時會改變顏色。通常，透過顏色變化可以判斷溶液的 pH 是否已達到所需的程度。然而，使用分光光度計可以定量測定 pH（在酸鹼變色點附近可以進行定量測定）。

我們以甲酚紅 cresol red 指示劑為例，來探討如何測定 pH。我們準備了幾個 pH 值不同的比色槽（pH 值從 0.5 到 1.3）。在每個比色 pH 中加入等量的指示劑。結果觀察到顏色從紅色變為橙黃色（圖 4）。

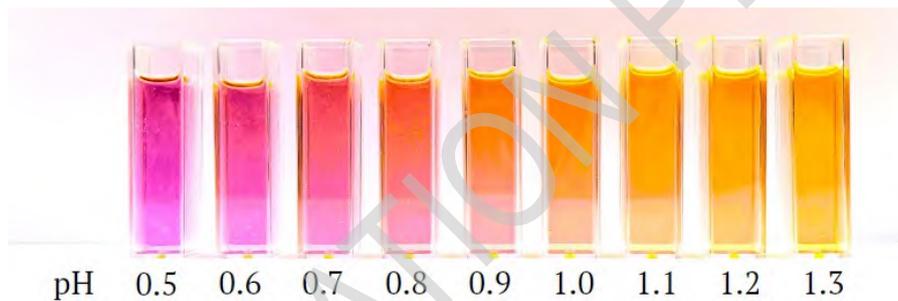


圖 4

然後，測量了每個比色槽的吸收光譜，並將它們繪製在同一張圖上（圖 5）。

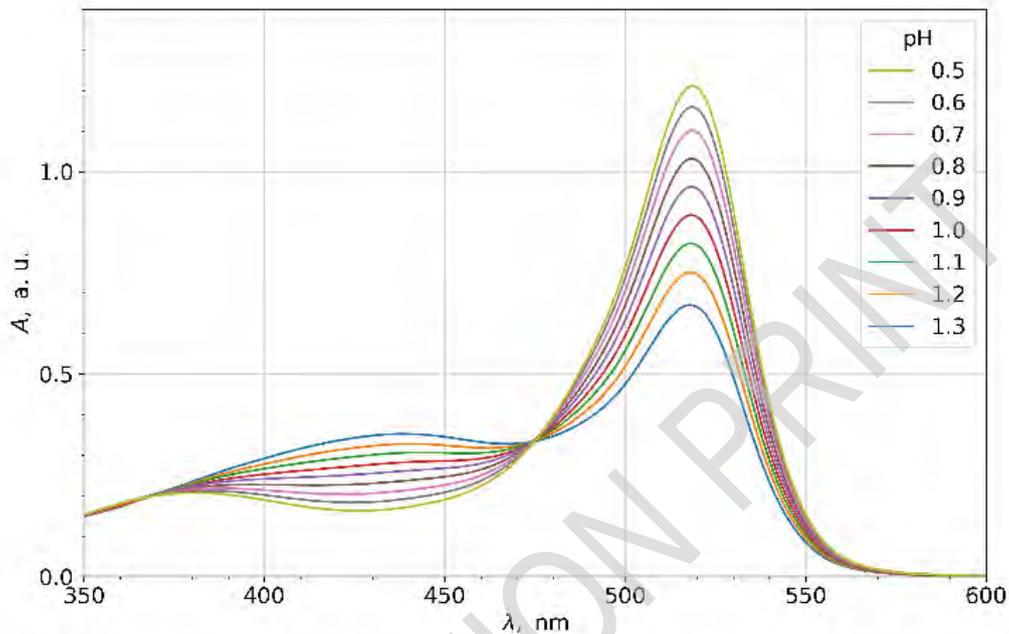


圖 5

圖中可以觀察到以下特徵：在  $\lambda_{peak}^{CR} \approx 520$  處的吸收值隨 pH 值顯著變化（此峰值隨 pH 值升高而降低）；在 430 nm 處的吸收值隨 pH 值變化較小（此峰值隨 pH 值升高而升高）；在  $\lambda_{iso}^{CR} = 475$  處的吸收值隨 pH 值變化保持不變（所有光譜線相交於此點，稱為等吸收點）。

基於等吸收點的吸收值，可以計算出指示劑的濃度，因為該點的吸收值與 pH 值無關。顯然，如果指示劑的濃度加倍，則所有吸收值也會加倍，但  $A_{peak}/A_{iso}$  比值將保持不變，並對應於某個特定的 pH 值。

- C.1** 練習最後附有一張放大圖（圖 11）。請確定圖中每個 pH 值的吸收值  $A_{peak}$ 。確定等吸收點的吸光度值  $A_{iso}$ 。計算每個 pH 值的  $A_{peak}/A_{iso}$  比值。為方便起見，答案紙上提供了一個表格。繪製  $A_{peak}/A_{iso}(pH)$  的圖並畫出近似曲線。 1.5pt

所得圖表是通用的，可用作校正圖，因為座標軸上的數值與指示劑的初始濃度無關。它可用於測定溶液 A4 的 pH。

在兩個 2 mL 試管中分別配製 500  $\mu$ L 未稀釋的 A4 溶液。在其中一個試管中加入 25  $\mu$ L 甲酚紅 cresol red 溶液。將溶液與指示劑充分混合。

- C.2** 此步驟使用帶有轉接頭的薄型玻璃比色槽。依照 G1 中關於薄型比色槽的說明，量測未稀釋的 A4 溶液（不含指示劑）的吸收光譜。將測得的光譜儲存到桌面 "Results/C2" 資料夾中，並命名為 "C2.txt"。 0.3pt

## Experiment



# Q1-7

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

**C.3** 此步驟使用帶有轉接頭的薄型玻璃比色槽。依照 **G1** 中關於薄型比色槽的說明，量測未稀釋的 **A4** 溶液（含指示劑）的吸收光譜。將測得的光譜儲存到桌面"**Results/C3**"資料夾中，並命名為"**C3.txt**"。 0.3pt

**C.4** 題目引言部分描述了當溶液中存在多種物質時如何組合吸收光譜。根據 C2-C3 點的測量結果，計算**僅由**指示劑吸收引起波長為  $\lambda_{peak}^{CR}$  處的吸收值  $A'_{peak}$ 。**僅由**指示劑吸收引起波長為  $\lambda_{iso}^{CR} = 475$  處的吸收值  $A'_{iso}$  是多少？ 0.3pt

**C.5** 據 C4 點的數據，計算  $A'_{peak}/A'_{iso}$  比值。利用 C1 的圖，測定 A4 溶液的  $pH_{fin}$  值。 0.5pt

在上一個步驟中，你量了電解後溶液 pH，即氫離子的最終濃度。接下來，您需要測定電解前溶液的初始 pH。溶液 A2 的 pH 範圍為 3.00 至 5.00。在此範圍內，溴酚藍 bromophenol blue 指示劑能夠變色。您的任務是測得與出題者對甲酚紅 cresol red (圖 5) 所做相同的光譜圖。

您可以配製不同 pH 的溶液，加入等量的指示劑，然後測量它們的光譜。然而，要精確控制指示劑的用量非常困難，並且會導致光譜出現較大誤差。因此，您可以選擇以下方法：

取一個比色槽，倒入  $V_0 = 4\text{mL}$ ,  $pH=5.0$  的溶液；在比色槽中加入  $30\ \mu\text{L}$  溴酚藍溶液並充分混合；

測量指示劑的吸收光譜；

在比色槽中加入一定體積  $\Delta V$  的 HCl 酸溶液並混合（提供你 10 mM 和 100 mM 的酸溶液），這將降低 pH 值；

測量調整後溶液的吸收光譜；

繼續加入濃酸並重複步驟 4 和 5，直到  $pH=3.0$  或更低。

加入的酸的總體積很小，因此溶液總體積的變化可以忽略不計。

為了繪製類似圖 5 和 C1 圖，我們需要知道每次加入濃酸後溶液的 pH。答案紙上的表格顯示了 HCl 初始濃度、每次加入的濃酸體積  $\Delta V$  以及所用酸的濃度  $C_{HCl}$ 。你要計算每次加入濃酸後溶液的 pH（精確到小數點後兩位）。

Step	$V_0$ , mL	$C_{HCl}$ , mM	$\Delta V$ , $\mu\text{L}$
0	4.0	-	-
1	4.0	10	+4.0
2	4.0	10	+8.0
3	4.0	10	+16.0
4	4.0	10	+30.0
5	4.0	100	+6.0
6	4.0	100	+12.0
7	4.0	100	+25.0

**C.6** 請在答案紙的表格中填寫剩餘部分。 1.4pt

## Experiment



# Q1-8

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

C.7	依照上述實驗步驟，每一步都加入 $\Delta V$ 量的濃度 $C_{\text{HCl}}$ 酸。根據說明 G1，測量並儲存每一步的吸收光譜。將測得的光譜檔案保存在桌面名為"Results/C7" 的資料夾中，檔案名稱以"C7. 步驟編號.txt" 開頭（例如，"C7.2.txt"）。最終應該會得到 8 個光譜檔。收集完所有光譜後，將剩餘溶液倒入試管 <b>Answer tube C7</b> 中。	3.0pt
C.8	在程式的工作區顯示 C7 的所有光譜。判定吸收率隨變化最顯著的波長 $\lambda_{peak}^{BB}$ 。判定等吸收點的波長 $\lambda_{iso}^{BB}$ 。	0.8pt
C.9	繪製吸收度在波長 $\lambda_{peak}^{BB}$ 和 $\lambda_{iso}^{BB}$ 的比值（即溴酚藍的 $A_{peak}/A_{iso}$ (pH)）隨 pH 變化的曲線圖。	1.5pt
接下來，重複步驟 C2 和 C3，但是不同的指示劑。將 500 $\mu\text{L}$ 未稀釋的溶液 A2 分別倒入兩個 2 mL 試管中。在其中一個試管中加入 20 $\mu\text{L}$ 溴酚藍溶液。將溶液與染料充分混合。		
C.10	此步驟使用帶有轉接頭的薄型玻璃比色槽。依照 G1 中關於薄型比色槽的說明，量測未稀釋的 A2 溶液（不含指示劑）的吸收光譜。將測得的光譜儲存到桌面"Results/C10" 資料夾中，並命名為"C10.txt"。	0.3pt
C.11	此步驟使用帶有轉接頭的薄型玻璃比色槽。依照 G1 中關於薄型比色槽的說明，量測未稀釋的 A2 溶液（含指示劑）的吸收光譜。將測得的光譜儲存到桌面"Results/C11" 資料夾中，並命名為"C11.txt"。	0.3pt
C.12	根據 C10-C11 題的測量結果，計算僅由指示劑吸收引起的波長為 $\lambda_{peak}^{BB}$ 處的吸收強度 $A'_{peak}$ 。僅由指示劑吸收引起的波長為 $\lambda_{iso}^{BB}$ 處的吸收強度 $A'_{iso}$ 是多少？	0.3pt
C.13	根據 C12 的數據，計算 $A'_{peak}/A'_{iso}$ 比值。利用 C9 的圖，確定溶液 A2 的 $\text{pH}_{ini}$ 值。	0.5pt
C.14	透過增加溶液中氫離子的濃度（即降低 pH），也可以測定電解過程中通過的電荷量。寫出一個公式，將溶液的初始 $\text{pH}_{ini}$ 、最終 $\text{pH}_{fin}$ 和通過的電荷量 $Q_{\text{pH}}$ 連結起來。計算通過的電荷量 $Q_{\text{pH}}$ 的數值。	1.0pt

### 第四部分：結果總結（1分）

D.1	根據你所知的，填寫答案紙上的表格，每個陳述只能選擇一個選項：正確/錯誤 (true/false)。	0.7pt
D.2	在答案紙上勾選標記漏電量的最可信值。	0.3pt

### 第二部分：光合生物的研究（15分）

光合作用是地球生物圈中的關鍵過程，它使生物體能夠利用太陽能來維持生命。目前已知超過 99% 的地球有機物都是經由光合作用形成的，這些有機物可為食物鏈的各層級生物體提供養分。然而，根據對光能利用方式

## Experiment



# Q1-9

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

的差異，生物體進行光合作用的過程可有多種不同形式。如果光合作用以二氧化碳為碳源，即將二氧化碳固定並隨後形成有機物，這類生物被稱為光合自營生物。光合作用也可以不進行二氧化碳的固定，而是利用各種既有的有機物取代二氧化碳；這類生物被稱為光合異營生物。

水可被用作為光合膜上電子傳遞鏈的電子供體。在這種情況下，光合作用的產物之一是氧氣，這種類型的光合作用被稱為產氧光合作用。有機化合物或還原性的無機化合物也可以被用作為光合膜上電子傳遞鏈的電子供體。在這種情況下，光合作用的產物不是氣體，這種類型的光合作用被稱為不產氧光合作用。

光合生物的種類繁多：它們的細胞結構、光合色素類型以及許多其他特徵各不相同。光合生物經常會形成複雜的群落，並佔據不同的生態棲位。本試題將要你探究兩種微生物，*A* 和 *B*，的光合作用特徵，並得出關於其生理和生態的結論。

### E 部分. 測定兩種微生物進行光合作用的光譜效率 (6.4 分)

在本實驗中，你將測定兩種微生物，*A* 和 *B*，在不同波長光照射下的氧氣釋放情況和釋放效率。光源由三個 LED 陣列組成：藍色、綠色和紅色。每個陣列由三顆串聯的 LED 組成 (圖 6)。

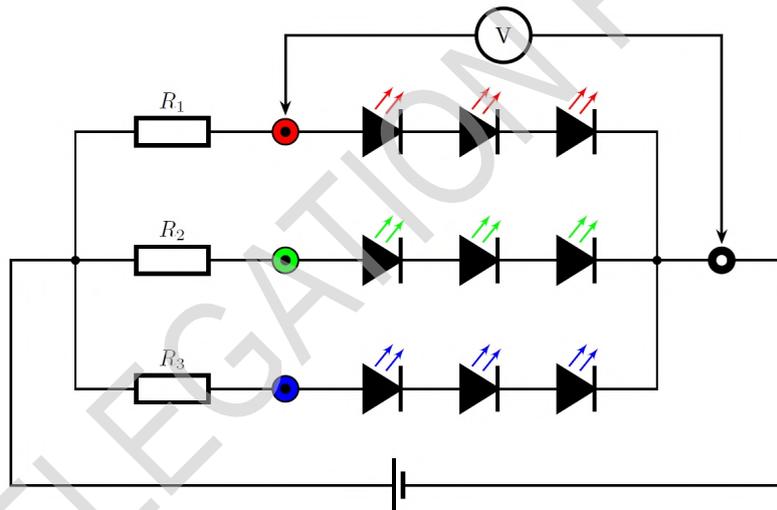


圖 6. LED 陣列的電路示意圖

- E.1** 對於每一組 LED，測量串聯的 3 顆 LED 兩端的電壓，並計算電源接通時單顆 LED 兩端的電壓。將表格填寫在答案紙上。 0.6pt

下圖顯示了 LED 的伏特-安培特性

## Experiment



# Q1-10

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

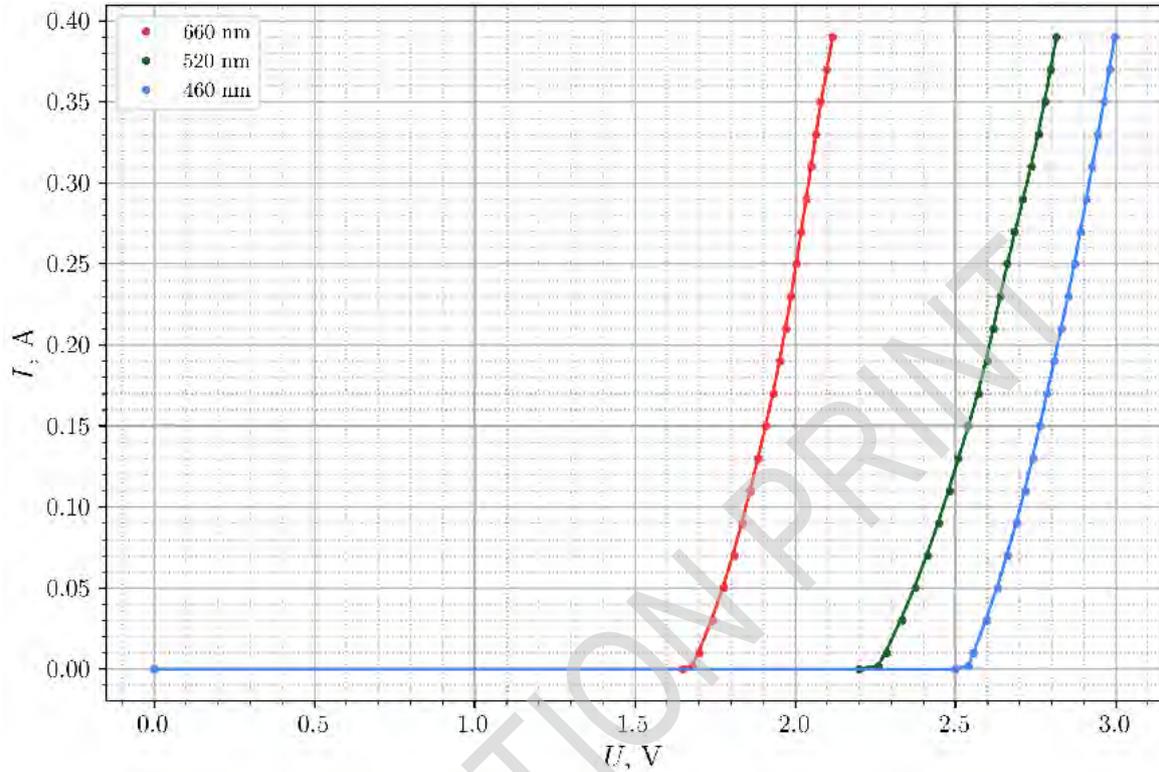


圖 7. LED 的伏特-安培特性

**E.2** 求出每種顏色 LED 燈的電流  $I$ 。填寫在答案紙上的表格。

0.3pt

下圖顯示了 LED 發出的光功率  $P$  與流過它們的電流  $I$  之間的關係

## Experiment



# Q1-11

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

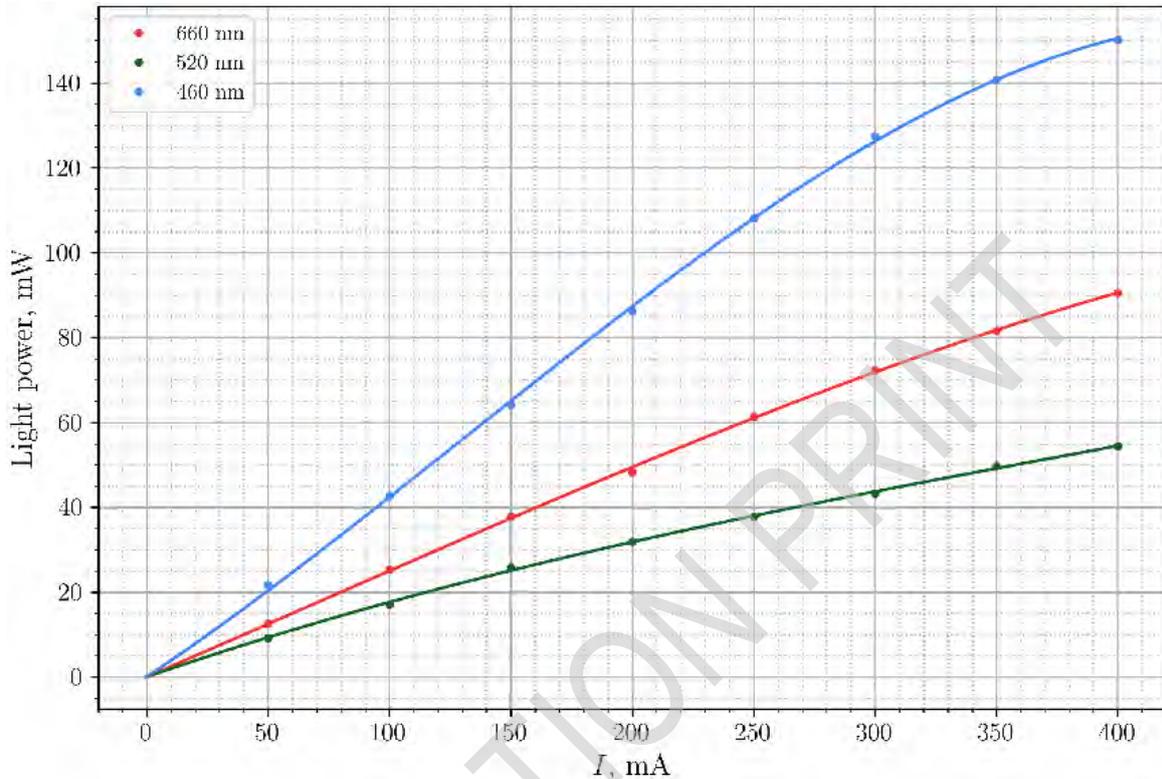


圖 8. LED 發出的光功率與電流之間的關係

**E.3** 求出每個 LED 發出的光功率  $P$ 。將填寫在答案紙上的表。

0.3pt

管子的內部橫截面積為  $S_0 = 1.77\text{mm}^2$ 。利用裝置研究光合作用的光譜敏感性，可以測量微生物暴露於不同顏色的光時釋放的氧氣量。

**E.4** 本實驗使用微生物  $A$ 。依照 **G3** 的說明準備測量裝置。打開光源並開始計時。如果在實驗開始 30 分鐘後仍未觀察到氧氣釋放，則在答案紙的表格中將  $V_{O_2}$  的值記錄為零。如果在實驗開始 30 分鐘後有觀察到氧氣釋放，則繼續光照實驗 1.5 小時。隨後將不同色光照射下釋放的氧氣量  $V_{O_2}$  記錄在答案紙的表格中。

1.0pt

**E.5** 對微生物  $B$ ，重複上一題所述的實驗步驟。並將答案填寫在答案紙的表格中。

1.0pt

為了比較不同微生物的光合效率  $E$ ，需要得到每個細胞在單位入射輻射功率下的平均效率：

$$E = \frac{V_{O_2}}{N \cdot P},$$

其中  $V_{O_2}$  為光照下釋放的氧氣量， $N$  為照光的細胞數量， $P$  為輻射功率。

## Experiment



# Q1-12

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

- E.6** 根據說明 G4 的內容，取得微生物 A 和 B 在細胞計數器中的細胞影像。並將擷取的影像分別以「E6.A.txt」和「E6.B.txt」的名稱儲存到桌面上的「Results/E6」資料夾中。 1.0pt
- 根據說明 G4 的內容，使用細胞計數器來分別計算微生物 A 和 B 在四個小方格中的細胞數量， $n_A$  和  $n_B$ 。
- 細胞計數器的大方格邊長為 0.2 毫米，深度為 0.1 毫米，大方格由 16 個小方格組成。請分別計算 20 毫升針筒內微生物 A 和 B 的細胞總數  $N_A$  和  $N_B$ 。並寫出  $n_A$  和  $N_A$  之間關係的計算公式。

- E.7** 利用 E4、E5 和 E6 所獲得的數據，計算兩種微生物在各種色光下的光合效率 E。並將結果填寫在答案紙上的表格中。 1.2pt

- E.8** 利用問題 E3 和 E7 所獲得的數據，填寫答案紙上的表格。 1.0pt

### F 部分：微生物色素組成的測定 (5.2 分)

色素的組成，在很大程度上決定了行光合作用生物，其吸收不同光譜範圍太陽輻射的能力。不同系統分類群的生物，其色素組成可能有差異。主要的光合作用色素是葉綠素和類胡蘿蔔素。它們的具有不同的化學結構和物理性質。下表列出了色素的重要物理性質，例如最大吸收波長和滯留因子。

色素	吸收最大值 (nm)	$\alpha\alpha$
葉綠素 a	430, 660	0.48
葉綠素 b	450, 660	0.38
細菌葉綠素	605, 780	0.42
細菌胎盤素	550, 750	0.45

層析圖上葉綠素色素的吸收光譜和滯留因子 ( $\alpha\alpha$ ) 的特徵

色素	吸收最大值 (nm)	$R_f$
$\beta$ -胡蘿蔔素	430, 460, 490	0.98
葉黃素	420, 450, 480	0.35
類胡蘿蔔素 1	480, 500, 520	0.83
類胡蘿蔔素 2	480, 500, 520	0.62
類胡蘿蔔素 3	480, 500, 520	0.54

類胡蘿蔔素色素在層析圖上的吸收光譜特徵和滯留因子 ( $\alpha\alpha$ )

滯留因子使用下列公式計算：

$$R_f = Z_x / Z_f,$$

其中， $\alpha\alpha$  是從起始線到顏料點中心的距離； $Z_f$  是從起始線到溶劑前緣的距離。

## Experiment



# Q1-13

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

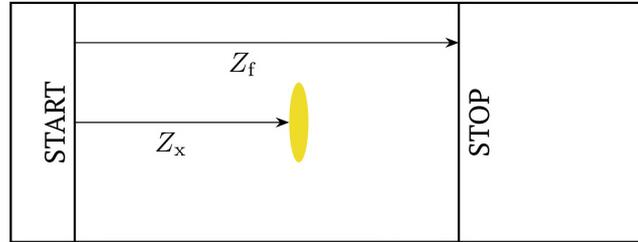


圖 9

微生物培養盒內裝有這些微生物的濃縮萃取物，分別裝在小型試管中。這些試管將用於色譜分析和吸收光譜測量。每支試管中萃取物的體積約為 150  $\mu\text{L}$ 。因此，打開試管前，請先搖下液體。

- F.1** 根據 G5 的說明，對微生物 A 和 B 的萃取物進行薄層層析分析。 2.0pt  
層析法完成後，立即乾燥薄層板，並進行分析。用鉛筆在薄層板上仔細標記葉綠素對應的斑點（用“X”標記），類胡蘿蔔素對應的斑點（用“O”標記）。  
舉起「HELP」標誌，好讓助手前來拍照。  
將標示好的薄層板放入**答題管 F1**中。

取三個塑膠比色槽。分別向每個比色槽中注入 3 mL 乙醇。用其中一個比色槽建立基準線，然後在另外兩個比色槽中分別加入 50  $\mu\text{L}$  微生物 A 和 B 的萃取液。充分混合稀釋後的萃取液。

- F.2** 根據說明 G1，取得微生物 A 和 B 萃取液的吸收光譜。 1.0pt  
將測得的光譜檔案儲存在電腦桌面“**Results/F2**”資料夾中，分別命名為“**F2.A.txt**”和“**F2.B.txt**”，對應微生物 A 和 B。  
將 3 mL 測得的微生物萃取液分別倒入**答案管 F2.A**和**答案管 F2.B**中。

- F.3** 根據你所獲得的層析圖以及吸收光譜，在答案紙上標記下列陳述是否正確。 1.4pt

- F.4** 根據薄層層析法和吸收光譜分析的結果，可以得到哪些結論？請在答案紙上標記下列陳述是否正確。 0.8pt

### H 部分：微生物生態學的研究（3.4 分）

在小型水體中，微生物群落根據其生理特徵分佈。在水體混合不良的小型水體中，當深層水體形成厭氧環境時，就會出現氧氣濃度偏移區。在缺氧條件下，光合生物可以利用水以外的化合物作為電子供體。在這種情況下，氧氣不會釋放，這種光合作用被稱為不產氧光合作用，這與藍綠菌和綠藻的產氧光合作用不同。

在水體中，光合微生物的分佈取決於它們對氧氣的需求（需氧或厭氧）以及對不同色光的吸收能力差別。

例如，已知在非產氧的光合細菌中，綠色細菌是厭氧的，其中多種該類細菌能夠很好地適應弱光環境，而紫色細菌則對氧氣有耐受力。

- H.1** 選擇關於微生物的正確描述。 0.8pt

## Experiment



# Q1-14

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

- H.2** 圖示為水循環不良的小池塘示意圖。請指出池中以下微生物的生存區域 (A-D)。0.8pt
1. 藍綠菌和綠藻
  2. 有機物的厭氧分解者
  3. 綠色細菌
  4. 紫細菌
- 請在答案紙的表格中填上各種生物的編號。

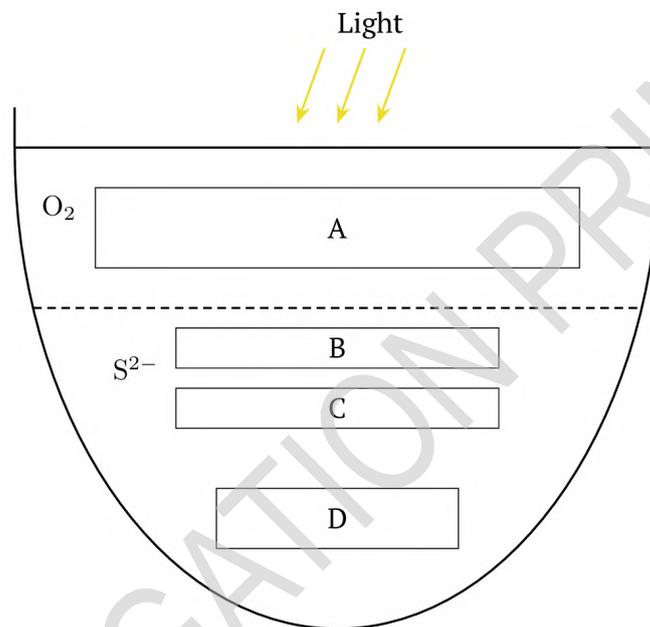


圖 10

- H.3** 根據你在實驗過程中所得關於微生物 **A** 和 **B** 的訊息，判斷這兩種微生物最有可能生活在池塘的哪個區域 (任務 H2 中的 A-D)。0.8pt

- H.4** 藍綠菌墊是由許多光合和非光合微生物逐層堆疊而成的結構。請判斷下列敘述是正確或錯誤的。1.0pt

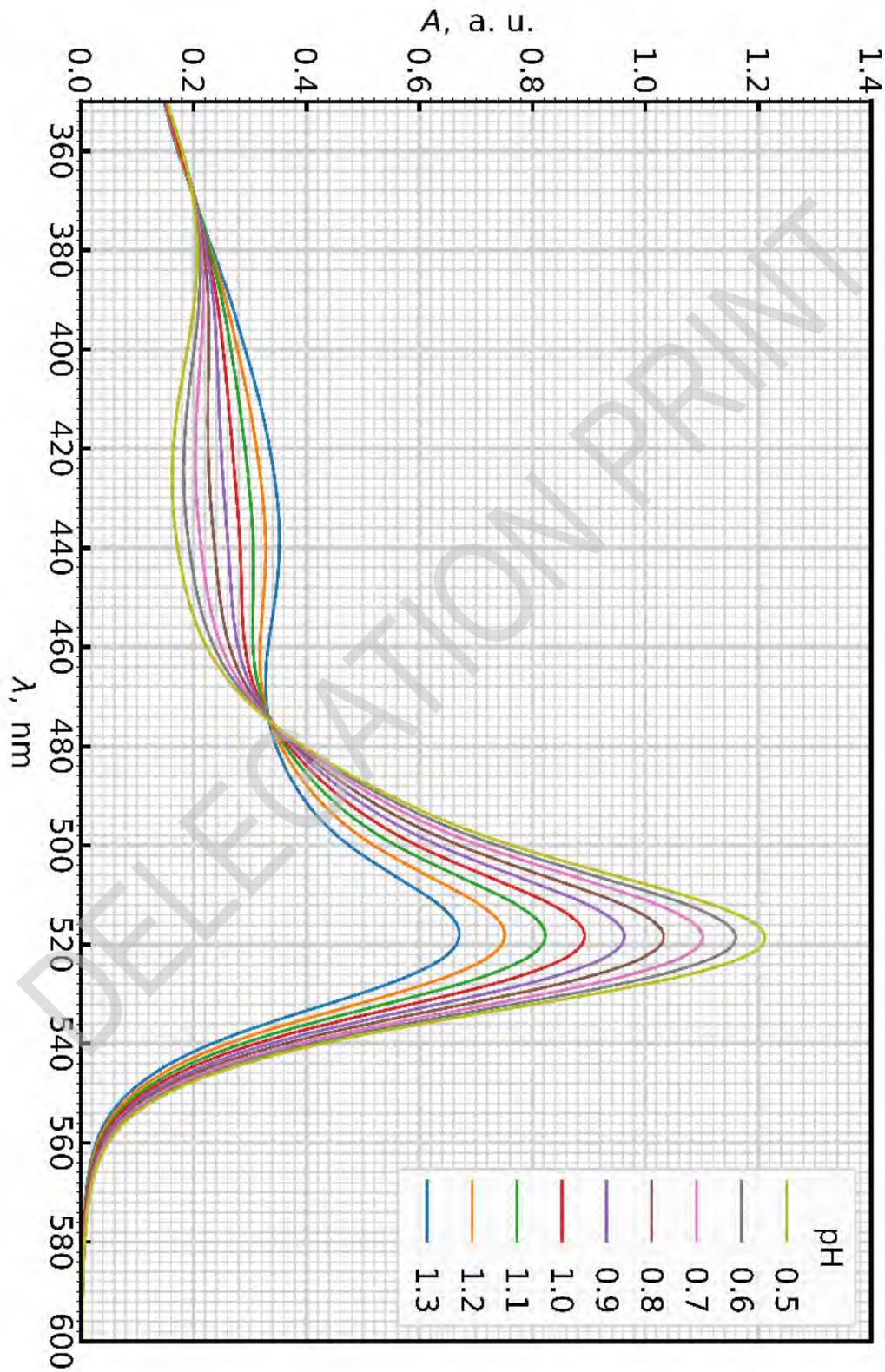


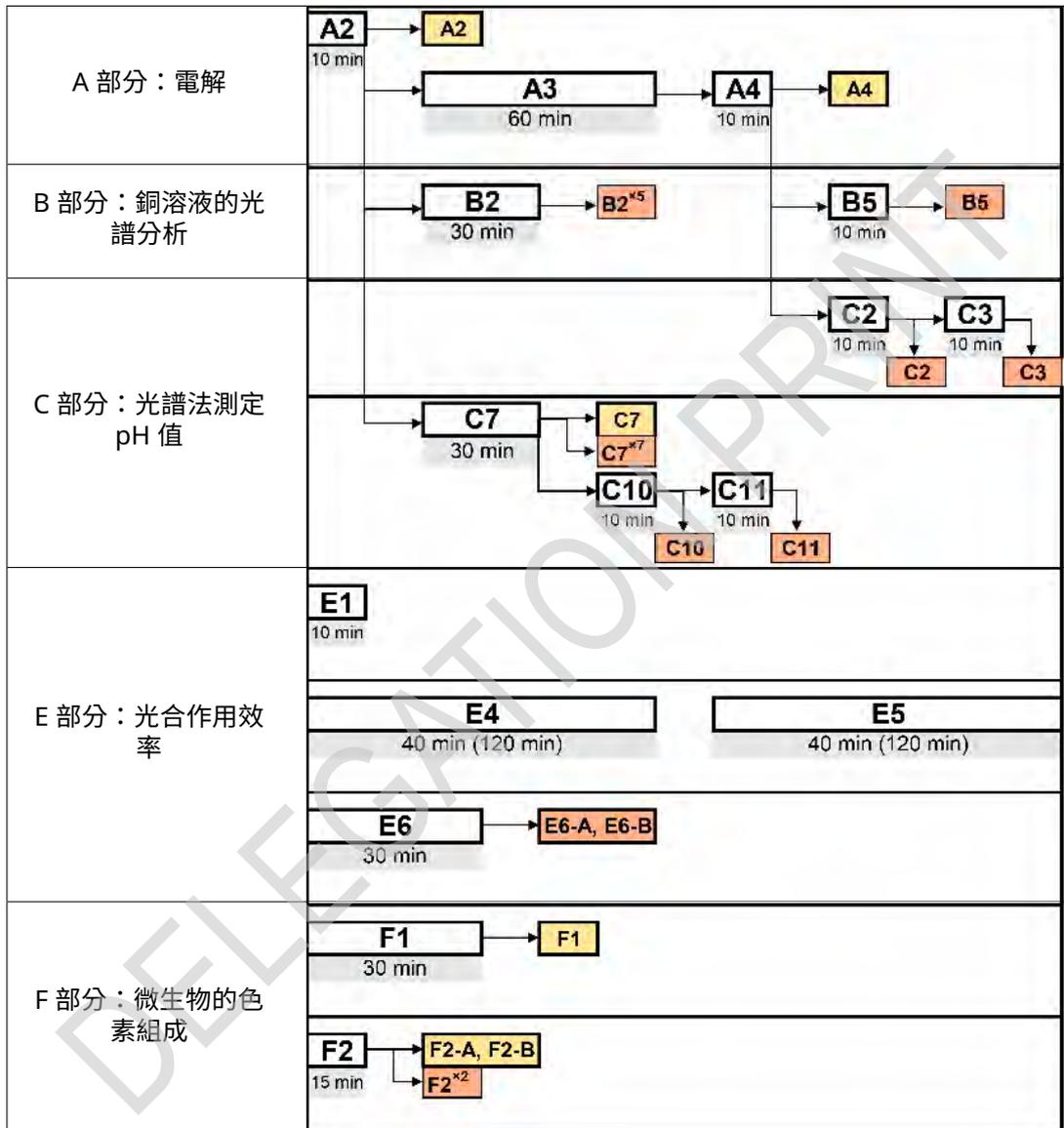
圖 11. C1 的放大圖

# Experiment



# A1-1

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)



此顏色表示結果應倒入答題用試管中 (Answer Tube)。

此顏色表示檔案應儲存並上傳至實驗系統。

## Experiment



# A1-13

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

### D 部分：結果總結 (1 分)

#### D.1 (0.7pt)

No.	Statement 陳述	True 正確	False 錯誤
1	部分產生的氧氣會從溶液的開放表面逸出。		
2	電解過程中，氧分子會在陰極形成。		
3	陽極產生的氧氣可以與石墨電極反應。		
4	實驗過程中，電極上可能會產生氧氣以外的其他氣體。		
5	大部分硫酸銅在溶液中不會解離。		
6	用銅陰極代替石墨陰極將無法透過溶液 pH 值的變化正確測定電荷量。		
7	用銅陽極代替石墨陽極將導致無法透過銅離子濃度正確測定電量。		

#### D.2 (0.3pt)

$Q_{O_2}$	$Q_{Cu}$	$Q_{pH}$

## Experiment



# A1-16

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

### E.7 (1.2pt)

微生物 (Microorganism)	紅 (Red)	綠 (Green)	藍 (Blue)
<i>A</i>			
<i>B</i>			

### E.8 (1.0pt)

	正確	錯誤	無法從實驗中 得出結論。
生物體 <i>A</i> 在綠光照射下無法進行光合作用。			
生物體 <i>B</i> 能夠遷移到更適宜光合作用的環境。			
生物體 <i>A</i> 和 <i>B</i> 進行同一種類型的光合作用。			
生物體 <i>B</i> 在紅光照射下光合作用的效率較高。			
生物體 <i>B</i> 進行非產氧光合作用			

## Experiment



# A1-17

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

### F 部分：微生物色素組成的測定 (5.2 分)

F.1 (2.0pt)

答案試管 F1 (Answer tube F1) 和照片

F.2 (1.0pt)

儲存檔案

答案試管 F2.A 和 F2.B (Answer tubes F2.A and F2.B)

F.3 (1.4pt)

	正確	錯誤
葉綠素在其吸收光譜的紅色和藍色區域各有一個吸收峰。		
在生物體 B 的層析圖中可以找到類胡蘿蔔素的存在。		
類胡蘿蔔素比葉綠素更具極性。		
在本實驗中，類胡蘿蔔素只能透過其遷移性來明確識別，因為它們的吸收光譜相似。		
生物 A 萃取物的層析圖上，葉綠素具有最高的遷移率。		
細菌葉綠素比葉綠素更可吸收光譜中較長波的部分。		
類胡蘿蔔素參與光合電子傳遞鏈中的電子傳遞。		

F.4 (0.8pt)

	正確	錯誤
生物 B 可以利用光譜中波長較長的部分進行光合作用。		
生物 A 和 B 的色素組成相同。		
在混合群落中，生物 B 存在於比生物 A 更底層的位置。		
這兩種生物的類胡蘿蔔素組成完全相同。		

## Experiment



# A1-17

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

### F 部分：微生物色素組成的測定 (5.2 分)

F.1 (2.0pt)

答案試管 F1 (Answer tube F1) 和照片

F.2 (1.0pt)

儲存檔案

答案試管 F2.A 和 F2.B (Answer tubes F2.A and F2.B)

F.3 (1.4pt)

	正確	錯誤
葉綠素在其吸收光譜的紅色和藍色區域各有一個吸收峰。		
在生物體 B 的層析圖中可以找到類胡蘿蔔素的存在。		
類胡蘿蔔素比葉綠素更具極性。		
在本實驗中，類胡蘿蔔素只能透過其遷移性來明確識別，因為它們的吸收光譜相似。		
生物 A 萃取物的層析圖上，葉綠素具有最高的遷移率。		
細菌葉綠素比葉綠素更可吸收光譜中較長波的部分。		
類胡蘿蔔素參與光合電子傳遞鏈中的電子傳遞。		

F.4 (0.8pt)

	正確	錯誤
生物 B 可以利用光譜中波長較長的部分進行光合作用。		
生物 A 和 B 的色素組成相同。		
在混合群落中，生物 B 存在於比生物 A 更底層的位置。		
這兩種生物的類胡蘿蔔素組成完全相同。		

# Experiment



# A1-18

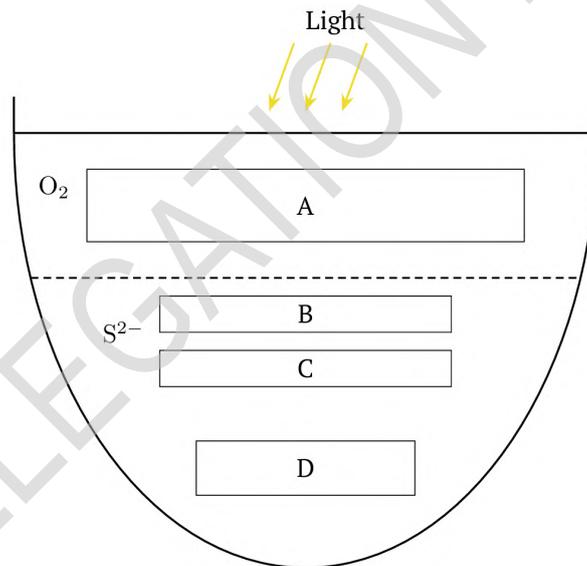
Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

## H 部分：微生物生態學的研究 (3.4 分)

### H.1 (0.8pt)

	正確	錯誤
綠藻是好氧微生物。		
紫色和綠色細菌進行產氧光合作用		
光合細菌可以利用還原態的硫化合物作為非產氧光合作用的電子供體。		
藍綠菌主要生活在厭氧的環境中。		

### H.2 (0.8pt)



池塘區	微生物
A	
B	
C	
D	

## Experiment



# A1-19

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

### H.3 (0.8pt)

微生物	池塘區
微生物 A	
微生物 B	

### H.4 (1.0pt)

	正確	錯誤
微生物可以在微生物墊內移動。		
在藍綠菌墊的上層，強光會增加光合細胞的光合構造受到光傷害的風險。		
非光合微生物只能存在於藍綠菌墊的深層處。		
具有不同色素組合的光合微生物可以根據陽光波長範圍的變化而改變在微生物墊中的位置。		
在日出和日落時分，能夠吸收光譜中較短波光的細菌將進行最活躍的光合作用。		

## Experiment



# G2-1

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

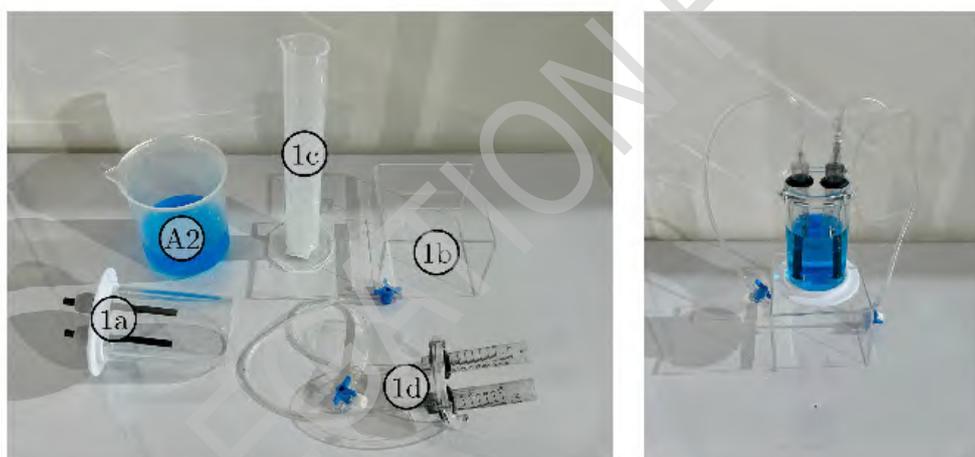
### 電解槽使用說明（用於 A 部分）

觀看“G2.Electrolysis.mp4”教學影片

#### 導電電解槽裝設

##### I、組裝電解槽

1. 將電解槽（1a）置於支架（1b），圖 G2-1。
2. 利用量筒（1c）將 120 毫升 A2 溶液倒入電解槽。
3. 將氣體收集系統（1d）牢固地連接到電解槽。請注意，電極必須安裝在氣體收集系統注射器內。
4. 組裝後的配置應該如圖 G2-2 所示。



G2-1, 2

##### II、準備電解電源供應器

1. 檢查電源的開關是否已關閉。
2. 將電源供應器上的“Current”電流旋鈕和“Voltage”電壓旋鈕（粗調和微調）都調至最小位置（逆時針方向）。
3. 確保連接線已插入電源單元。電源單元組件（圖 G2-3）：a) 電源開關 (2a)；b) 電流調節旋鈕 (2b)。右側為粗調 (coarse) 旋鈕（旋轉一圈可涵蓋整個可用電流範圍）。左側為微調 (fine) 旋鈕（旋轉一圈約為粗調旋鈕設定值的 20%）；c) 電壓調整旋鈕 (2c)。同樣，左側為微調旋鈕，右側為粗調旋鈕；d) 電源單元內建的電壓表和電流表讀數。
4. 將電源上的所有旋鈕逆時針旋轉至極限位置。打開電源。將粗調電流旋鈕順時針旋轉一點（只需旋轉到電流保持在約 0 A，但旋轉電壓調節旋鈕時電壓讀數會改變即可）。
5. 使用電源上的“電壓”旋鈕將電壓設定為“20.0” V。
6. 將鱷魚夾連接到電解槽的電極上（圖 G2-4, 3c）。

# Experiment

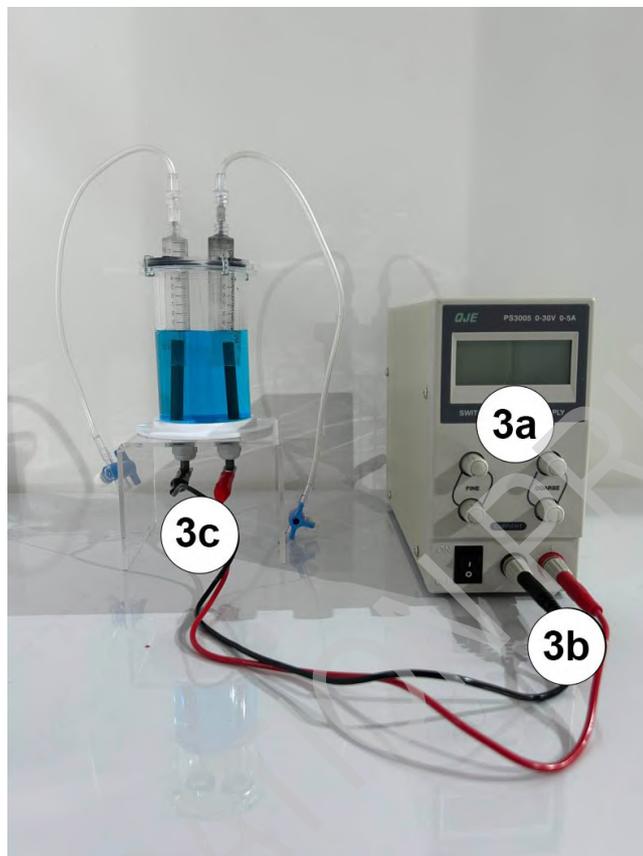


# G2-2

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)



G2-3



G2-4

### III、氧氣收集系統的裝設

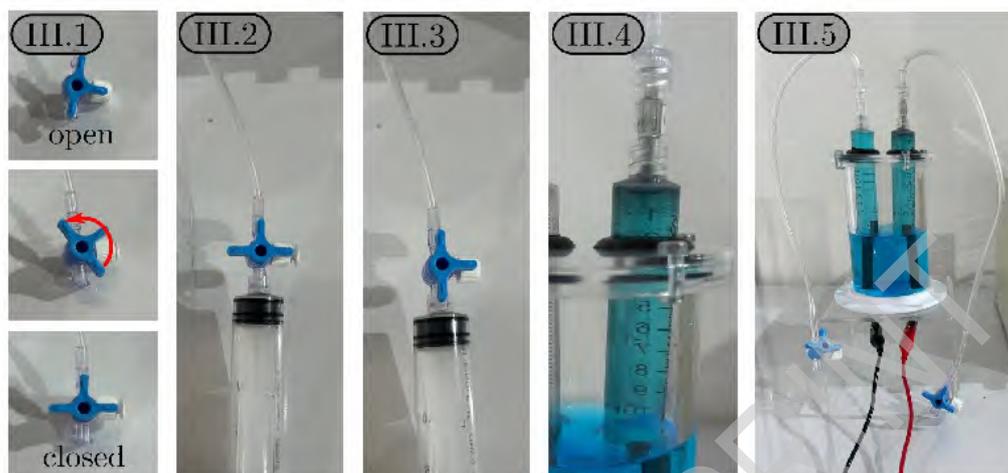
1. 將閥門旋至“closed”的關閉位置（圖 G2-4）。
2. 將針筒活塞推至「0 mL」位置。
3. 再將閥門旋至“open”開啟位置。
4. 在電解槽中抽出針筒內的空氣，使溶液液面升至注射器底部。
5. **注意！** 溶液不得進入導管和針筒上方窄的部分。
6. 然後將閥門旋至“closed”的關閉位置。
7. 鬆開針筒，推動推柱排空針筒。在整個實驗過程中，您可以隨時排空針筒。
8. 在第二個電極上重複上述準備步驟。

## Experiment



# G2-4

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)



G2-5

### IV、檢查電解操作

將電源電流設定為 1.0 A。

**在正式實驗開始時**，確保系統中開始釋放氣體。氣體應從電解槽內部產稱並進入電解槽針筒中。氣體佔據針筒與溶液之間的空間，電解槽針筒內的溶液液位逐漸下降。(圖 G2-6)

### V、開始進行實驗

1. 打開電源並啟動碼錶。
2. 當針筒充滿氣體時，您需要按照上述步驟 III 所述，將氣體從腔室針筒中吸出。

## Experiment



# G2-5

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)



G2-6

### 電解步驟

在整個電解過程中，你需要將收集在針筒中的氣體抽出，從而測量其體積。

為此，請按照以下步驟操作，並在操作過程中填寫 A3 題的答案：

1. 將閥門旋至“開啟”位置。
2. 向後推動活塞，直到容器內的溶液液面到達針筒底部。
3. 將閥門旋至“關閉”位置。
4. 等待容器內的溶液液面下降，然後重複上述步驟。

在整個電解過程中不斷抽出空氣，並記錄抽出的氣體體積！

### 電解結束

依照實驗條件規定的時間結束後，停止電解：

1. 關閉電源。
2. 斷開電解槽上的鱷魚夾。
3. 移除氧氣收集系統，並用湯匙攪拌電解槽內的溶液。

後續研究需要用到電解後的溶液。

## Experiment



# G2-6

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

### 過濾電解後的溶液

1. 將玻璃漏斗 (4a) 放置在支架 (4b) 上 (圖 G2-7)。
2. 將濾紙 (4c) 折成圓錐形，放入漏斗中。
3. 將實驗容器 (4d) 放置在漏斗下方。
4. 將電解室中的溶液倒入漏斗中。溶液將被過濾並流入容器。以此方式過濾 20-25 mL 溶液。容器中將得到溶液 **A4**。



G2-7

## Experiment

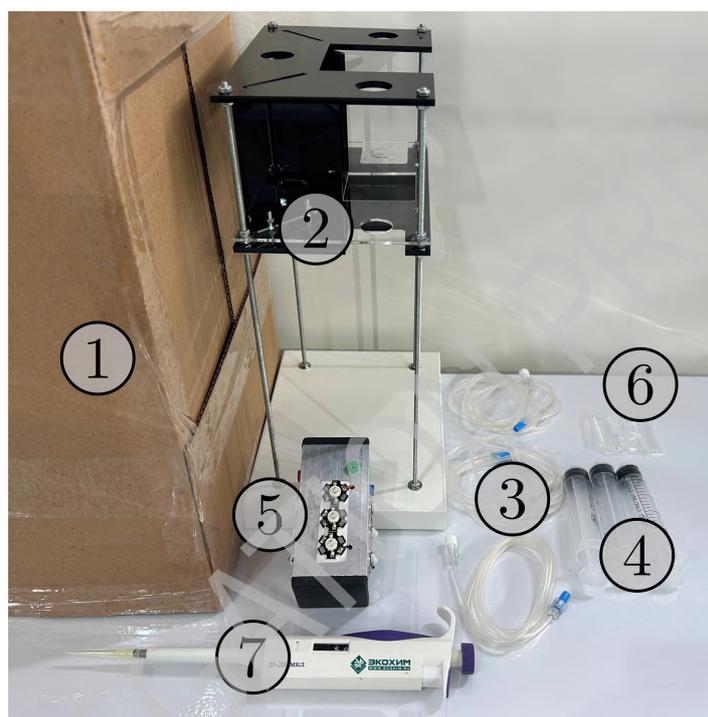


# G3-1

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

### 光合作用實驗裝置的設定說明 (E 部分)

#### 實驗器材



G3-1. 實驗器材

1. 取出微生物培養盒，用力搖晃 20 次以混合均勻。
2. 在三個針筒中，分別注入 20mL 的相同培養液進行測試。
3. 拉動針筒活塞，使每個針筒內約有 1 mL 空氣進入。
4. 將針筒放置在專用的光合作用測試支架 (2) 上。
5. 將培養皿 (6) 放置在針筒「翼片」下方，以固定針筒 (參見圖 G3-2)。
6. 取一根細長管 (3)，找出與針筒針頭可旋入的一端 (請參閱圖 G3-3，左)。
7. 吸取 50  $\mu$ L 蒸餾水，並從上一步驟所選的管口注入管內 (參見圖 G3-3，右)。
8. 用手指按住管子的另一端 (防止液滴移動)，然後將管子的另一端旋入針筒。鬆開手指。液滴可能會略微移動。
9. 用記號筆標記液滴任一邊緣的位置。
10. 以同樣的方式，其他針筒上連接細管 (即重複步驟 5-8)。
11. 取出三色照明器 (5) 並將其電源插頭插入電源插座。
12. 將三色照明器放置在用於研究光合作用的支架 (2) 上，使每個針筒都能被其對應的顏色照亮。
13. 用紙箱 (1) 蓋住裝有照明器的支架，以消除背景光線的影響。

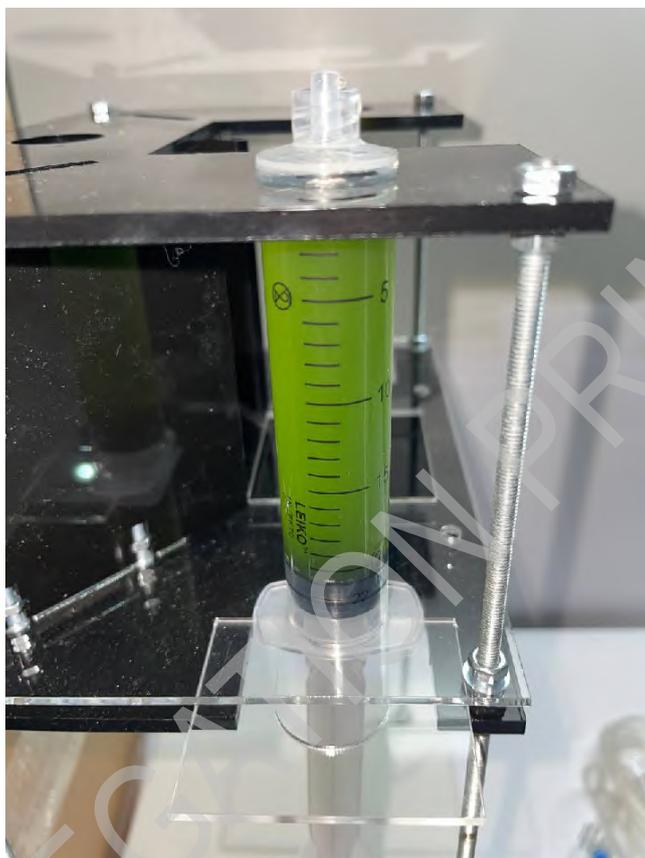
## Experiment



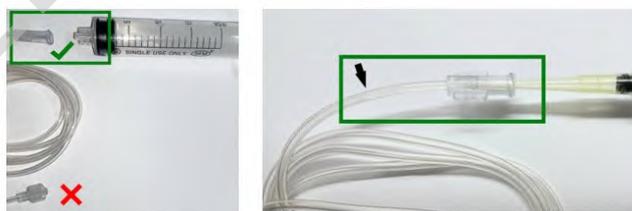
# G3-2

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

14. 啟動計時器，並依照任務中的後續說明進行操作。



G3-2. 將培養物裝入針筒。



G3-3. 選擇細管的一端（左），並在細管中滴入一滴水（右）。

## Experiment



# G4-1

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

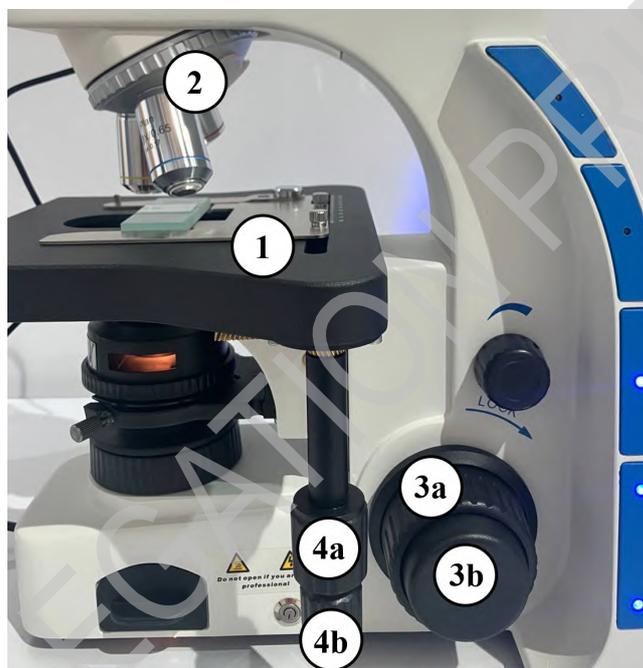
### 顯微鏡和戈里亞耶夫計數室操作說明 (E 部分)

載物台 (1)

旋轉物鏡轉換器 (2)

粗調旋鈕 (3a)，微調旋鈕 (3b)

水平移動載物台的旋鈕 (4a)、(4b)。



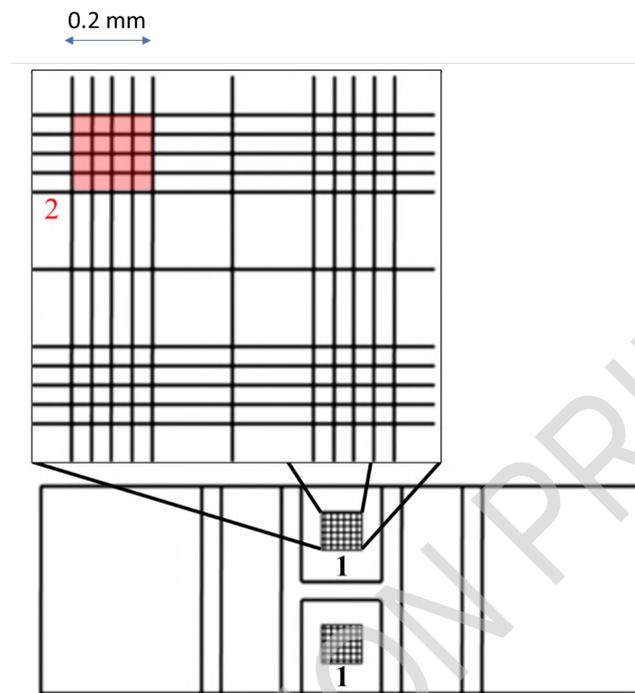
戈里亞耶夫計數室是一張厚玻片，上面有兩個計數室。

## Experiment



# G4-2

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)



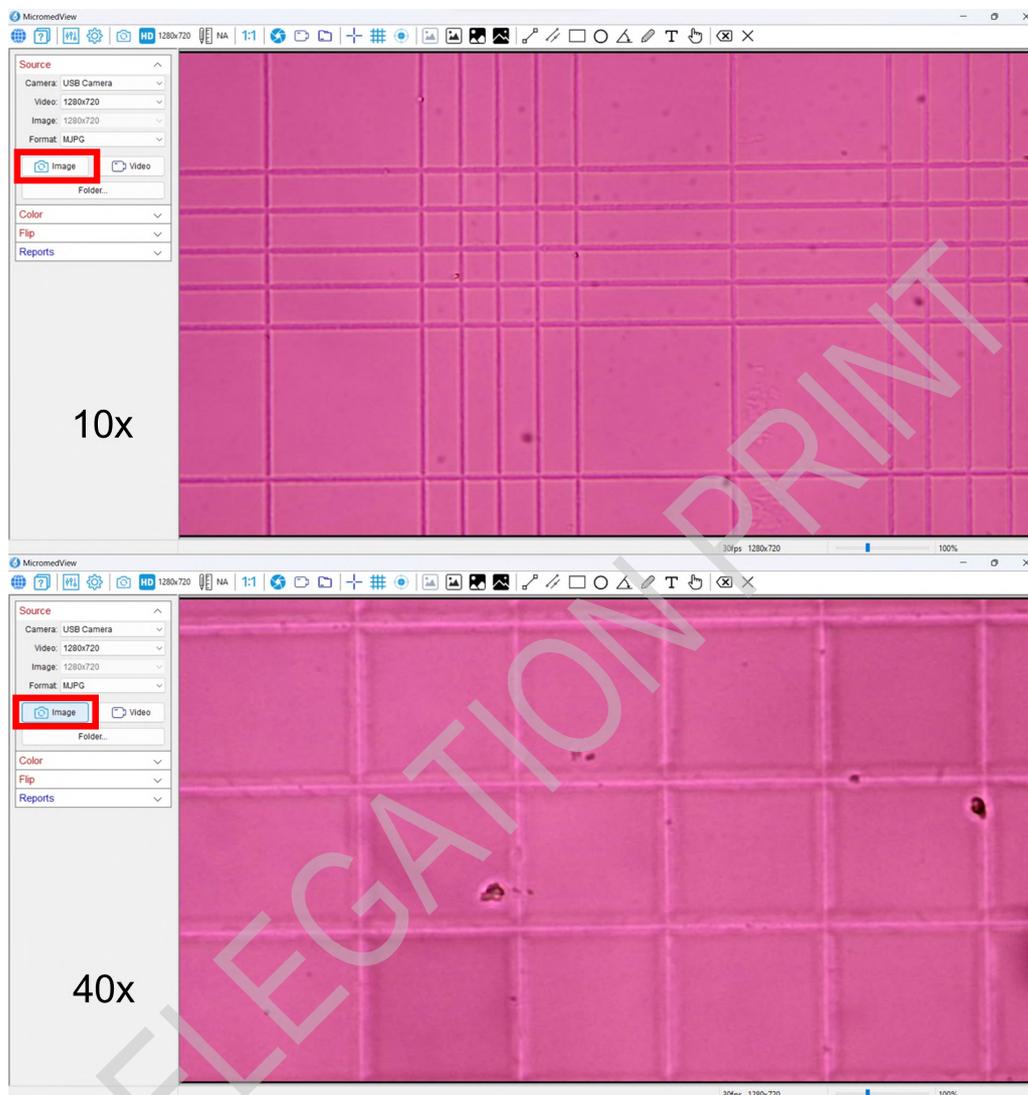
1. 取出微生物培養容器，用力搖晃混合。
2. 使用自動移液管吸取 10  $\mu\text{L}$  微生物 A 的培養物，滴加到其中一個計數室。
3. 蓋上蓋玻片，靜置 10 分鐘，使細胞沉澱。
4. 開啟“MicromedView”程式。
5. 將戈里亞耶夫計數室放在顯微鏡玻片上。選擇 10 倍物鏡 (1)。使用旋鈕 (4a) 和 (4b) 移動玻片，使計數室位於視野中。使用旋鈕 (3a) 和 (3b) 調整焦距，以便能夠看到計數室中的細胞。
6. 使用旋鈕 (4a) 和 (4b) 移動玻片，使計數室中的一個大方格（圖中編號為 2）位於視野中心。
7. 將物鏡更換為 40 倍 (1)。使用微調旋鈕 (3b) 調整焦距。使用旋鈕 (4a) 和 (4b) 調整載玻片的位置，使相機中的一個大方格位於視野中心。
8. 拍攝視野照片。按下儲存照片的按鈕後，會出現一個標籤，顯示檔案在檔案系統中的位置。將一張待研究微生物的照片複製到「Results/E6」資料夾中，如有必要，請重新命名。
9. 完成工作後，桌面資料夾「Results/E6」中應該包含名為「A.jpg」和「B.jpg」的照片，分別對應微生物 A 和 B。

## Experiment



# G4-3

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)



戈列耶夫計數室 10 倍和 40 倍放大圖。“圖像” 按鈕以紅色框標示。按下此按鈕儲存影像。

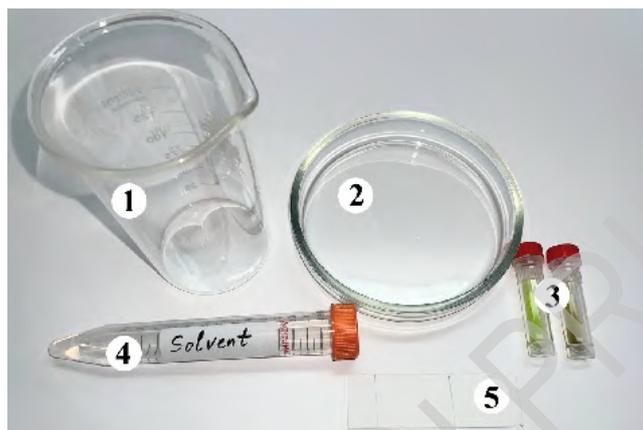
## Experiment



# G5-1

Traditional Chinese(Taiwan) (Chinese Taipei)

### 薄層層析法操作說明 (F 部分)



1. 從包裝袋中取出層析板 (5)。注意：層析板的白色塗層易碎，用力過度容易損壞。層析板上有標記，如圖所示。
2. 在起始線上點兩點，將其大致分成三個相等的部分。您將在這些點上滴加顏料。
3. 使用自動移液器，將兩種顏料萃取物 (3) 分別滴加到標記點上。每次滴加 0.5  $\mu\text{l}$  萃取物，等待斑點乾燥 (約 30 秒)。重複此動作 5 次。滴加後，讓層析板完全乾燥 10 分鐘。
4. 準備一個玻璃燒杯 (1) 和一個玻璃蓋 (2)。
5. 將塑膠試管 (4) 中的溶劑混合物倒入玻璃燒杯中，蓋上玻璃蓋。等待 10 分鐘。
6. 打開玻璃燒杯。將層析板垂直放入燒杯中，使起始線位於底部，並將層析板的金屬面貼緊燒杯壁。
7. 蓋上玻璃蓋，將燒杯放在一旁。切勿吸入燒杯中的蒸汽，也不要讓燒杯敞開。
8. 將層析板留在燒杯中，直到液相前緣到達終止線。這通常需要 5-10 分鐘。
9. 小心地將層析板從燒杯中取出。蓋上蓋子。
10. 如果液相前緣未與終止線重合，請用鉛筆標記液相前緣的位置。
11. 將層析板放在桌面上晾乾。
12. 乾燥後的層析板可用於後續操作。