

實驗考試規則

1. 你**不可以**攜帶任何個人物品進入試場，除了水壺、個人所需要的醫藥用品或被認可的個人醫療設備。
2. 你必須坐在指定的位置，並且必須始終確保攝影機/監考人員能夠清楚地看到你。
3. 檢查大會提供的文具（筆、計算機、計算紙）。
4. 在“START”的訊號出現之前**不可以**開始作答。
5. 在考試期間，你**不可以**離開考場，除非有緊急狀況並在監考人員的陪同之下。
6. 如果你需要去上廁所，請舉起你的手。
7. **不可以**干擾其他競賽者，若需要協助請舉手並且等待指導委員來協助。
8. 您**只能**和自己同組的組員提問及討論實驗題。你必須待在你的桌子旁，直到實驗測驗的時間結束，即使你已經完成了實驗或不想繼續。
9. 在考試時間結束時，您會聽到“STOP”的信號。在這個信號之後就**不要**再寫任何東西在答案卷上。
10. 將試題卷、答案卷及文具（筆、計算機和計算紙）整齊的放在你的桌面上。所有的頁面（包含題目卷和草稿紙）都要繳回。
11. 在全部的答案卷收齊之前不可離開試場，監考人員會給你一個訊號後才可以離開。

實驗考試說明

1. 在“START”的訊號之後，你會有 3 個小時的時間來作答。
2. 請確認你的試卷及答案卷上的學生編號是否跟大會提供給你的學生編號一樣。
3. 答案卷包含封面共有 18 頁。在“START”的訊號之後，如果你發現有任何缺頁，舉起你的手。
4. 仔細閱讀實驗步驟和問題，並在答案卷上相對應的方框內寫出你的答案。
5. 當答案卷中提供了單位時，你作答時必須必須在答案上寫出正確的單位。
6. 如果有足夠的空間，一定要寫出你的計算過程，如果你沒有寫出計算過程，該題目就沒有分數。
7. 在實驗過程中，你**必須**穿著實驗衣和安全眼鏡。
8. 你會有 2 套答案卷。只有寫在“最終答案卷”上的會被計分。
9. 你可以使用“草稿答案卷”記下你的初步閱讀和操作，但它們**不會**被計分。
10. 各題的配分標示在題目上。
11. 總共有 5 題，在“START”的訊號之後，檢查你是否有完整的試題 (13 頁，page 6- page 18)，如果你發現有任何缺頁，舉起你的手。
12. 第 4 頁提供了作答的有用資訊 (原子量、常數和公式)。
13. 一定要寫出你的計算過程，如果你沒有寫出計算過程，該題目就沒有分數。
14. 在你最後的答案要寫下合適的有效數字。

Experiment



G0-3

TWN-All (Chinese Taipei)

List of Constants

- Avogadro' s constant $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Electronic charge $e = 1.602 \times 10^{-19} C$
- Molar gas constant $R = 8.314 \frac{J}{\text{mol } K}$
- Molar gas constant $R = 0.082 \frac{L \text{ atm}}{\text{mol } K}$
- Molar gas constant $R = 1.982 \frac{cal}{\text{mol } K}$
- Planck' s constant $h = 6.626 \times 10^{-34} Js$
- Speed of light (in vacuum) $c = 2.998 \times 10^8 \frac{m}{s}$
- 1 atomic mass unit $1u = 931.5 \frac{MeV}{c^2}$
- Specific heat of water $= 4.2 \frac{kJ}{kg \cdot K}$
- 1 Dalton $= 1.661 \times 10^{-27} kg$
- $1 eV = 1.602 \times 10^{-19} J$
- $1 \text{ bar} = 10^5 Pa = 10^5 N m^{-2} = 1 \text{ atm}$
- Acceleration due to gravity $g = 9.8 \frac{m}{s^2}$
- 1 Litre $= 10^3 cm^3 = 10^{-3} m^3$
- Density of water $= 1000 \frac{kg}{m^3}$
- Mechanical equivalent of heat $= 4.186 \frac{J}{Cal}$
- 1 atmosphere $= 10^5 Pascal$
- Refractive index of water $= 1.33$
- 1 mL $= 1 cm^3$

TWN-All (Chinese Taipei)

- 避免接觸藥劑，可戴手套保護皮膚。
- 如果意外接觸或灑出藥品，盡快用大量水沖洗。
- 如果玻璃器具破裂，請勿自己處理，請監考人員幫忙。
- 如果有其他安全相關問題，可請監考人員協助。

利用全反射 (TIR) 測定高濃度氯化鈉和甘油溶液的折射率 (14 分)

在開始實驗前，請閱讀一般說明。

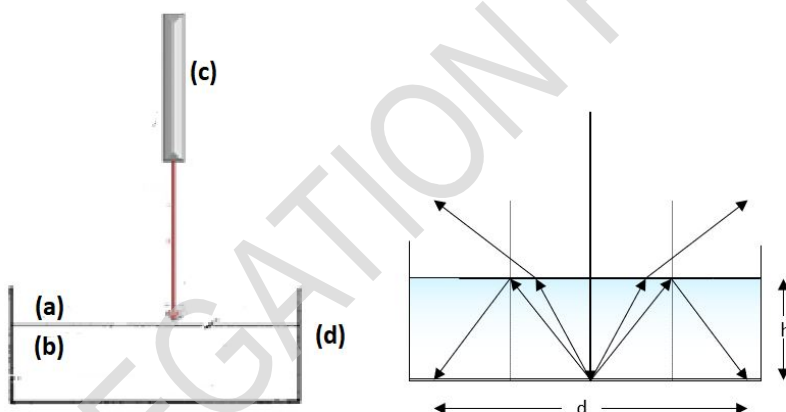
溶液的折射率和濃度的關係

介紹：

基本原理：當光入射表面，會發生反射和折射。若表面不平（粗糙），光線向各方向散射；若表面是透明介質，則大部分光穿透（折射）而小部分光反射。若表面不透明且經過拋光（如金屬表面），則所有光線反射。

本實驗中，綠色雷射光垂直入射到容器內的水中。全部容器壁均垂直底部。雷射光首先入射光滑的水面，而從容器粗糙的底面散射，同時在底面上產生亮綠色斑點。散射光會從各個方向返回水中。光再次遇到頂部光滑的水表面並發生反射、折射和另一種稱為全反射的現象（見圖 1）。

以大於臨界角的角度到達水面的散射光線，會發生全反射，造成一個由亮環包圍的黑暗區域。



(a) 空氣 (b) 液體 (c) 雷射指示器 (d) 裝有液體的容器

圖 1：(左) 觀察現象的器材設置。(右) 光路圖。

根據折射率和臨界角的定義，可得：

$$\mu = \frac{1}{\sin(\theta_C)} = \frac{\sqrt{\left(\frac{d}{4}\right)^2 + (h)^2}}{\frac{d}{4}} = \frac{\sqrt{(d)^2 + 16 \times (h)^2}}{d} \quad \text{--- (1)}$$

其中 μ 是液體的折射率 (RI)， d 是黑暗區域的直徑， h 是液體的高度/深度。此公式可適用於任何透明液體介質。

由式-(1)

$$(d)^2 \times (\mu)^2 = (d)^2 + 16 \times \frac{(V)^2}{(A)^2}$$

其中 A 是容器水平橫截面的等效面積， V 是體積。 $h = \frac{V}{A}$

直徑 (d) 為折射率和容器面積 (A) 的函數：

$$d = \frac{4}{A \times \sqrt{\mu^2 - 1}} \times V = S \times V \quad \text{--- (2)}$$

直徑與體積成正比，其比例常數 S 由下式給出：

$$S = \frac{4}{A \times \sqrt{\mu^2 - 1}} \quad \text{--- (3)}$$

使用折射率已知的液體，可以求得 A 。容器水平橫截面的等效面積

$$A = \frac{4}{S \times \sqrt{\mu^2 - 1}} \quad \text{--- (4)}$$

本實驗是使用水的折射率 (1.33) 去測定食鹽和甘油溶液在高濃度時的折射率。

溶液的百分率濃度：

體積百分濃度 (V/V) 定義為 100 毫升溶液中以毫升為單位的溶質體積。因此，任何溶質的 50% 溶液是 100 毫升溶液中有 50 毫升溶質。

Experiment



Q1-3

TWN-All (Chinese Taipei)

目標：

1. 30% NaCl 溶液和甘油折射率的測定。
2. 測定折射率 RI 和甘油水溶液濃度的關係。

器材：本實驗提供以下器材：

序號	項目	規格	數量
01	綠色雷射指示器	波長-532 nm	1 支 + 1 備用
02	滴定管支架	如最終組裝所示	1 支
03	燒杯	500 毫升	3 個
04	注射針筒	50 毫升	1 支
05	數位式溫度計	測量室溫	1 台
06	玻璃攪拌器 (玻棒)	用於製備溶液	1 支
07	容器	如圖所示	1 個
08	氯化鈉 (NaCl) 溶液	濃度 30%，來自 AR 等級鹽	500 毫升
09	甘油	AR 等級	500 毫升
10	蒸餾水	溶液 + 清洗	5000 毫升
11	紙巾		
12	安全護目鏡	偏光片	1 副
13	兩腳規	螺絲可調	1 支
14	鋼尺 (標尺-可選配)	最小刻度 0.5 mm	1 支
15	放大鏡	高品質	1 支

警告：



避免眼睛直視光線和其反射光。

避免長時間盯着光點，建議在不進行測量時關閉雷射。

Experiment

實驗

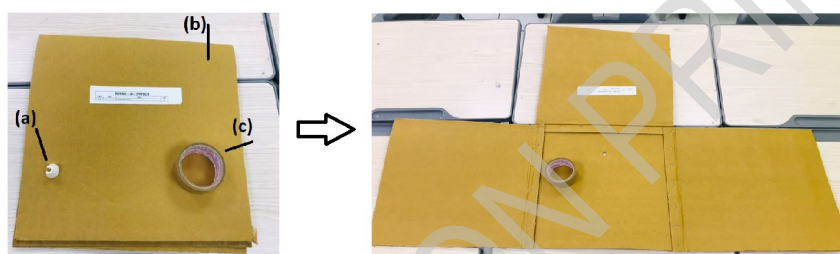
第 0 部分 室溫測量 (0.2 分)

A.0 使用提供的溫度計測量室溫，並將讀值記錄在答案卷上。
(記錄完成後，請監考老師簽名)

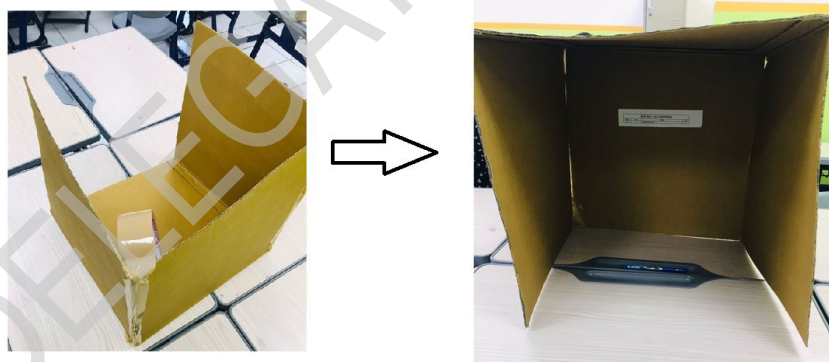
(0.2pt)

設置器材的步驟：

步驟 1：製作紙板箱。



(a) 紙板支架 (b) 紙板箱 (c) 膠帶



Experiment

務必戴安全護目鏡。如果原來就戴眼鏡，安全護目鏡請再戴在上面。不要直視雷射光。

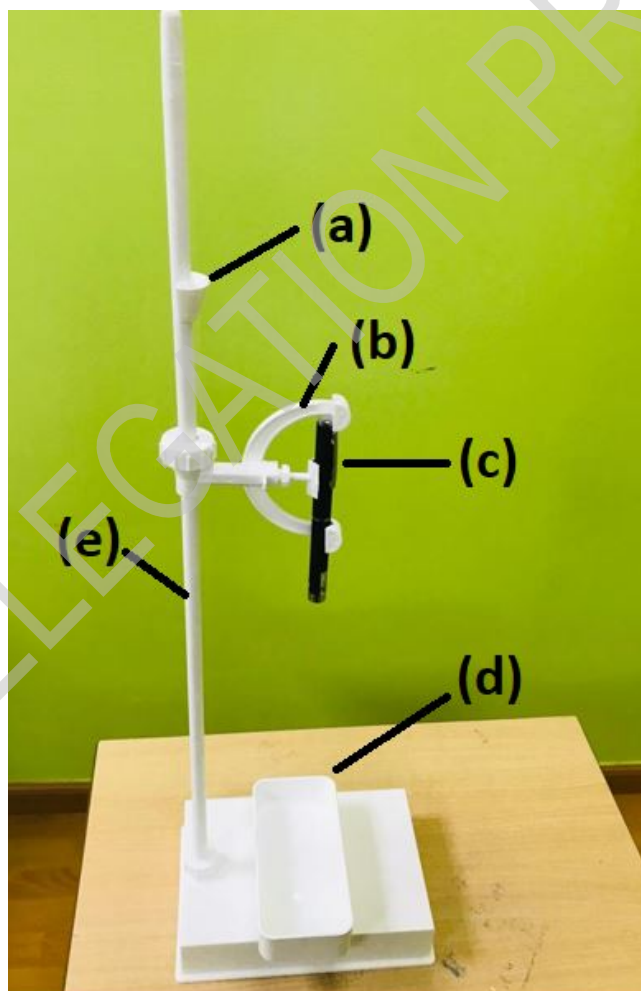
不進行測量時請關閉雷射。

不使用甘油時，應蓋好蓋子。

$$1\text{ml} = 1\text{cm}^3$$

第一部分 用蒸餾水求得容器橫截面的等效面積 (A) (3.6 分)

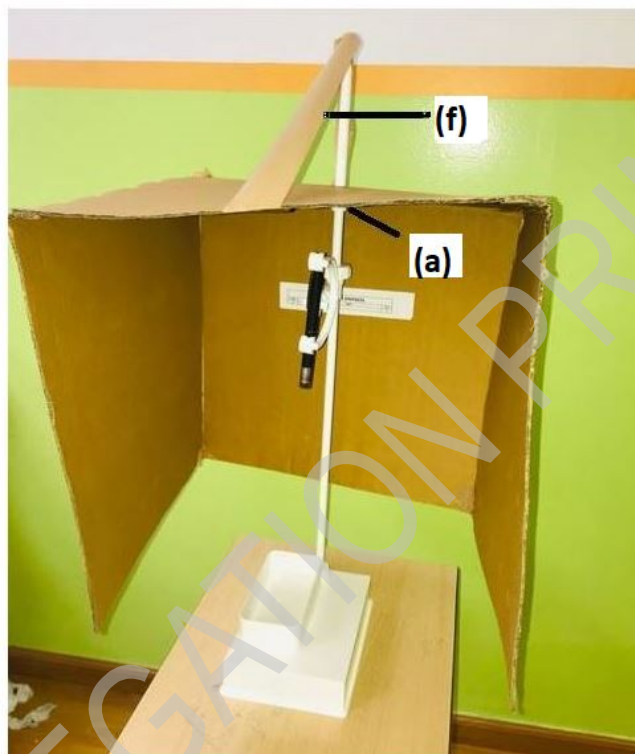
步驟 2：在滴定管支架上安裝綠色雷射指示器。
雷射指示器應該是垂直的。



(a) 紙板支架 (b) 魚形夾 (c) 雷射 (d) 不透明矩形容器 (TIR 容器) (e) 支架桿

Experiment

步驟 3：安裝紙板箱在滴定管支架上。



(a) 紙板支架 (f) 用於支撐的膠帶。

Experiment



Q1-7

TWN-All (Chinese Taipei)

觀察的程序：

設置器材：

雷射夾於滴定管支架上，使開關被支架中的握把壓住。(需要關閉時，只需將雷射繞垂直軸旋轉，釋放開關上的壓力。要打開時，再轉回原先的位置)。

確保放置容器的支架底座水平。

不進行測量時，請關閉雷射。

將容器放光束的下方，使雷射光束落在容器的底部。

(i) 在容器中加入 50 毫升的蒸餾水。打開雷射，立即可見一明亮的環內有一個黑暗的圓形區域。

- A.1** (ii) 使用提供的兩腳規和鋼尺，測量黑暗圓形區域的直徑。為了更好觀察黑暗圓形區域的直徑，請使用放大鏡。將你的讀值記在答案卷的表 1 中。
(iii) 重複步驟 (i) 和 (ii)，以 50 毫升為單位加水，共取六組數據。 (1.2pt)

- A.2** (iv) 在答案卷上作圖，在給定的圖紙上畫圖 (Graph 1 - plot 1)，以黑暗圓形區域的直徑 (d) 為縱軸，以體積 (V) 為橫水平軸。
注意：(0,0) 將是要繪製在圖形上的附加數據點
(要繪製的數據點總數為 7)
繪製使用符號時
(.) 點 = 水
用於標記圖形上的點 (1.8pt)

- A.3** (v) 計算圖線的斜率 ($S = d/V$) (0.2pt)

- A.4** (vi) 由斜率和公式 (4) 計算容器橫截面的等效面積 (A)。 (0.4pt)

第二部分：30% 氯化鈉溶液折射率的測定（2.9 分）

大會提供 500 毫升的 30% 氯化鈉溶液。

(i) 用紙巾擦拭、清潔容器，並且使其乾燥。

B.1 (ii) 使用固定濃度的氯化鈉溶液，按照第 1 部分的步驟 (i) 至 (iii) 進行。在答案卷的表 2 中填下你的數據。 (1.2pt)

B.2 (iii) 在答案卷上作圖，(請用已經畫上圖 1 的作圖紙畫上本圖，同樣使用直徑為縱軸，體積為橫軸)，數據點請用不同的符號以作區別，畫出圖線後標示為圖 (Graph 1 - plot 2)。
注意：(0,0) 是要繪製在圖形上的附加數據點
(要繪製的數據點總數為 7)
繪製使用符號時
(+) 加 = NaCl 溶液
用於標記圖形上的點 (1.6pt)

B.3 (iv) 計算圖線的斜率。 (0.2pt)

B.4 (v) 由斜率和在第 1 部分中的 A 值計算 30%NaCl 溶液的折射率。 (0.4pt)

Experiment



Q1-9

TWN-All (Chinese Taipei)

第 3A 部分 甘油折射率的測定 (3.4 分)

大會提供 500 毫升的甘油

(i) 請用紙巾擦拭、清潔容器，並且使其乾燥。

C-1.1 (ii) 使用所提供的純甘油，依照第 1 部分的步驟 (i) 至 (iii) 進行實驗，在答案卷的表 3a 中填下你的數據。 (1.2pt)

C-1.2 (iii) 在答案卷上作圖，(請用已經畫上圖 1 和圖 2 的作圖紙畫上本圖，同樣使用直徑為縱軸，體積為橫軸)，數據點請用不同的符號以作區別，畫出圖線後標示為 (Graph 1 - plot 3)。
注意：(0,0) 是要繪製在圖形上的附加數據點
(要繪製的數據點總數為 7)
繪製使用符號時
(*) 星 = 甘油
用於標記圖形上的點 (1.6pt)

(iv) 在此部分實驗不要混雜實驗用液體，在接下來的 3B 部分會要用到它。

C-1.3 (v) 由實驗數據圖線計算斜率。 (0.2pt)

C-1.4 (vi) 由此部分實驗得到的斜率，以及第 1 部分所得到的面積 A，計算甘油的折射率。 (0.4pt)

第 3B 部分 折射率與甘油溶液濃度之間的關係 (3.4 分)

甘油與水在任何比例皆可互溶，不過要得到均勻的混合物，你需要充分攪拌它。在這一個部分，你將測量不同濃度的甘油水溶液的折射率。

(i) 使用注射針筒從容器中吸取 150 毫升的甘油，容器中剩餘的甘油量即為 150 毫升。

- C-2.1** (ii) 測量半徑 d 值。在答案卷上的表格 3b 中填入體積和直徑。 (1.6pt)
(iii) 在容器中加入 50 毫升的水，緩慢並且充分的攪拌混合，形成均勻的溶液。
(iv) 計算溶液的新濃度。
(v) 測量半徑 d 值。在答案卷上的表格 3b 中填入體積、直徑和濃度。
(vi) 重複步驟 (iii) 到步驟 (v)，再進行二次的稀釋溶液實驗。

計算此溶液的比例常數 S 與折射率。將這兩個數值填入到答案卷上的表 3b。

- C-2.2** (vi) 在答案卷上畫出以折射率為縱軸，濃度為橫軸的圖 2(graph -2)。 (1.4pt)
注意：(0.1.33) 將是要繪製在圖表上的附加數據點。
(要繪製的數據點總數為 5)

在本階段你已經測量了 30% 的氯化鈉水溶液以及甘油的折射率，也已經決定了甘油溶液的濃度和折射率間關係。

請選出正確的選項，回答下列問題。

- C-2.3** 折射率如何隨著甘油溶液的濃度變化而改變？ (0.2pt)
a. 隨著濃度增加而增加
b. 隨著濃度增加而減少
c. 不隨濃度變化而改變

- C-2.4** 你預期氯化鈉水溶液的折射率如何隨其濃度變化而改變？ (0.2pt)
a. 預期隨著濃度增加而增加
b. 預期隨著濃度增加而減少
c. 預期不隨濃度變化而改變

椰棗糖漿樣品中葡萄糖含量的測定 (8 分)

在開始作答前，請閱讀一般說明。

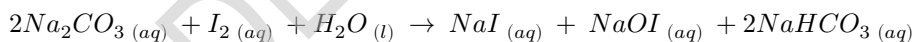
棗樹 (Phoenix dactylifera) 在中東和沙漠地區大量存在。該樹的拉丁文名稱被認為來自希臘語 Phoenix daktulos，意思是紫色或紅色的手指。在阿聯酋，已故的謝赫-扎耶德-本-蘇爾坦-阿勒納哈揚是該國農業復興的創始人。他鼓勵阿聯酋人民在傳統的綠洲邊界之外種植椰棗，這對整個國家的椰棗蓬勃發展有很大的作用。這個偉大的成就把沙漠變成了居民的豐富天堂；今天的阿聯酋把這種古老的超級水果帶到了一個新的全球市場，這使阿聯酋成為世界上椰棗種植的領導者。椰棗可以製成各種食品。



椰棗富含糖分，由兩種異構碳水化合物組成--葡萄糖 (分子式 $C_6H_{12}O_6$) 和果糖 (分子式 $C_6H_{12}O_6$)。葡萄糖是所有生物體中最重要能量來源。

葡萄糖含有一個醛基 ($-CHO$)，因此是一種醛糖。果糖含有一個酮基 ($-C=O$)，因此是一種酮糖。葡萄糖在鹼性介質中可被碘定量氧化為葡萄糖酸 ($C_6H_{12}O_7$)，如此就可以在果糖存在的情況下測出葡萄糖的含量。

在有 Na_2CO_3 的情況下，用碘溶液處理棗糖漿。

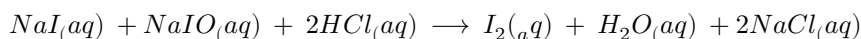


葡萄糖 + 次碘酸鈉 $\rightarrow$ 葡萄糖酸鈉 + 碘化鈉

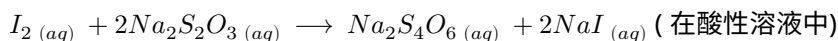


葡萄糖：次碘酸鈉 = 1 : 1

加酸後，碘酸鹽 (I) (次碘酸鹽) 又轉化為碘。



氧化完成後，用澱粉作為指示劑，用 $Na_2S_2O_3$ 溶液逆滴定剩餘的碘。



Experiment



Q2-2

TWN-All (Chinese Taipei)

提供你的物品如下：

化學藥品	標記為	供應數量
椰棗糖漿	椰棗糖漿樣品	在塑膠容器中
密封瓶中的碘液	碘	100 mL
燒杯內 0.10M $Na_2S_2O_3$	0.10 M $Na_2S_2O_3$	150 mL
燒杯內 15% Na_2CO_3	15% Na_2CO_3	50 mL
燒杯內 2M HCl	2M	100 mL
澱粉	澱粉指示劑	15 mL 離心管
蒸餾水	蒸餾水	一瓶 1000 mL
器材	標記為	數量
支架上 25mL 滴定管	B_1	1
10 mL 移液管	P_1, P_2	2
移液器		2
250 mL 含塞玻璃瓶		3
150 mL 錐形瓶	C_1 至 C_3	3
漏斗		1
100 mL 容量瓶	V_1	1
10 mL 量筒		1
以蒸餾水清洗的瓶子		1
滴管		1
150 mL 燒杯		1

- 10 mL 量筒用於 15% 碳酸鈉、2M 鹽酸和澱粉指示劑。確保每次使用前都有清洗。
- 如有必要，可自由使用實驗室中現有的符合實驗要求的燒杯、錐形瓶和漏斗。

步驟

i) 碘溶液的標定

1. 以 3-5 mL 的 0.1 M $Na_2S_2O_3$ 潤洗滴定管 B_1 。
2. 用漏斗將 0.1M $Na_2S_2O_3$ 倒入滴定管 B_1 。

在提供給你的答題紙上的觀察表 1 中記下滴定管的初始讀數。

3. 用移液管 P_1 精準取 10 mL 碘溶液放入 150 mL 錐形瓶 C_1 中。
4. 用量筒將約 20mL 的蒸餾水加入所取的碘液中。
5. 用滴定管 B_1 內的 0.1M $Na_2S_2O_3$ 對碘溶液進行滴定，直到出現淡黃色或淺褐色。
6. 用 10 mL 量筒取 2 mL 澱粉指示劑加入，溶液變成藍色，繼續滴定，終點是顏色從藍色變為無色。

Experiment



Q2-3

TWN-All (Chinese Taipei)

7. 使用錐形瓶 C_2 和 C_3 重複滴定兩次。

2.1 在觀察表 1 中記錄你的滴定讀數並記下滴定管讀數。

(3.0pt)

2.2 計算碘溶液的莫耳濃度。

(0.5pt)

ii) 棗糖漿中葡萄糖的估算

1. 用漏斗將 $0.1M Na_2S_2O_3$ 填入滴定管 B_1 。

2. 在提供給你的答題紙上的觀察表 2 中記下滴定管的初始讀數。

3. 用溫熱的蒸餾水溶解塑膠容器中的棗糖漿。將溶液定量轉移到 100 mL 容量瓶 V_1 中，用滴管以蒸餾水稀釋至刻度。(你可以用漏斗來轉移葡萄糖溶液。)

4. 插入塞子，搖動溶液使其均勻分布。將均勻化的溶液移到一個有標示的 150 mL 燒杯中。

5. 使用移液管 P_2 ，取 10 mL 均勻溶液置於 250 mL 的玻璃塞瓶中。

6. 用 10 mL 的量筒，加入大約 10 mL 的 15% Na_2CO_3 溶液，並使用移液管 P_1 準確地加入 10 mL 碘溶液。

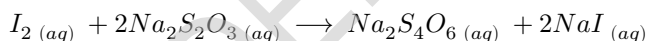
7. 塞住瓶子，在黑暗中放置約 30 分鐘。用另外兩個 250 mL 的玻璃塞瓶重複步驟 5 和 6，並將它們在黑暗中各放置約 30 分鐘。

8. 30 分鐘後，用量筒加入 10 mL 的 2M HCl ，蓋上瓶塞，搖勻（碘會釋放出來）。

9. 從滴定管 B_1 中滴入 $Na_2S_2O_3$ ，直到出現淺黃色/淺棕色，然後用 10 mL 量筒加入 2 mL 澱粉指示劑（得到深藍色），繼續滴定。

10. 終點是顏色從深藍色變為無色。

11. 重複滴定法兩次。



2.3 在觀察表 2 中記錄你的滴定讀數，並記下滴定管的讀數。

(3.0pt)

葡萄糖的莫耳質量 = 180 g/mol

詢問給你的棗糖漿的質量 $m(g)$ = g。

觀察結果。

1. 計算加入在 10 mL 棗糖漿中的碘溶液的莫耳數 =

2. 計算在葡萄糖氧化反應中仍未使用的碘的莫耳數 =moles

Experiment



Q2-4

TWN-All (Chinese Taipei)

3. 計算氧化 10 mL 棗糖漿所耗費的碘的莫耳數 =moles

4. 計算氧化所提供棗糖漿總共需消耗的碘莫耳數

碘的莫耳數 =moles

2.4 計算

(1.5pt)

測定在所提供的棗糖漿樣品中葡萄糖的 a) 莫耳數 b) 質量 c) 百分比。

以廣用指示劑進行 pH 滴定 (6 分)

作答前，請閱讀一般說明。

酸鹼指示劑是一種能根據所加入的溶液的 pH 值而改變顏色的物質。這類物質以溶液或粉末形式用於測定溶液的 pH 值，或在酸鹼滴定過程中檢測 pH 值的變化。

廣用指示劑能夠在很寬的 pH 值範圍內改變顏色，因此用於測定溶液的酸性或鹼性。可用於指示溶液 pH 值的廣用指示劑。它是指示劑的混合物，在不同的 pH 值下顯示不同的顏色，可以以溶液形式或試紙使用。與指示劑溶液或試紙一起提供的顏色圖表可以判定 pH 值。

pH 範圍	描述	顏色
< 3	強酸性	紅色
3 - 6	弱酸性	橙色，黃色
7	中性	綠色
8 - 11	弱鹼性	藍色的
> 11	強鹼性	紫色

為了便於翻譯，使用以下顏色指數，將顏色表達為字母，以便於評分者識別。

R	紅色
O	橙色
Y	黃色
G	綠色
B	藍色
V	紫色

如果您只有廣用試紙，請使用以下步驟。每從滴定管中連續添加一次，充分攪拌溶液，然後用玻璃棒或滴管接觸溶液，取很少的溶液放在試紙上並記錄顏色。
重複以上步驟，直到滴定結束。

警告: 此步驟是為了使用 pH 試紙的誤差最小化。然而，與使用指示劑溶液相比，會有重大的誤差。

在本實驗中，在弱酸與強鹼的滴定過程中，將使用廣用指示劑來測定酸鹼滴定的當量點。

提供給你的物品：

Experiment

	儀器	標記為	供應數量
1	10 mL 移液器	P_3, P_4, P_5 和 P_6 。	4
2	25 mL 滴定管	B_2	1
3	100 mL 容量瓶	V_2, V_3, V_4	3
4	250 mL 燒杯		1
5	150 mL 錐形瓶	C_4, C_5	2
6	漏斗		1
7	指示劑瓶		2
8	滴管 *		1

* 使用 Q-2 的滴管

化學藥品	標記為	供應數量
0.1M 丁二酸	0.1M 丁二酸	100 mL 在燒杯中
(約)0.1M $NaOH$	(約)0.1M $NaOH$	100 mL 在燒杯中
弱酸性溶液	弱酸	在 100 mL 容量瓶中， V_4
通用指示劑溶液	帶有顏色的通用性	在指示劑瓶中
酚酞指示劑	酚酞	指示劑瓶中
蒸餾水	蒸餾水	一瓶 1000 mL

- 如有必要，請自由使用實驗室中現有的符合實驗要求的燒杯、錐形瓶和漏斗。

步驟

1. 製備 100 mL 的 0.01 M 丁二酸溶液。

用移液管 P_3 取 10 mL 提供的 0.1 M 丁二酸溶液於容量瓶 V_2 ，用蒸餾水稀釋至標線。

2. 對稀釋後的 $NaOH$ 溶液進行標準化處理。

- 用移液管 P_4 取 10 mL 提供的 (約) 0.1 M $NaOH$ 溶液於容量瓶 V_3 ，並用蒸餾水稀釋至標線。
- 用 3-5 mL 稀釋後的 $NaOH$ 沖洗滴定管。
- 用漏斗將稀釋的 $NaOH$ 注入滴定管。

在提供給你的答題紙上的觀察表 1 中記下初始讀數。

- 用移液管 P_5 取 10 mL 0.01M 丁二酸溶液放入錐形瓶 C_4 中，並加入 2 滴酚酞指示劑。
- 用稀釋的 $NaOH$ 溶液進行滴定，直到持續出現淡淡的粉紅色。
- 重複滴定，直到你得到三個合理的讀數。

3.1 在觀察表 1 中記錄你的滴定讀數。記下讀數。

(1.5pt)

Experiment



Q3-3

TWN-All (Chinese Taipei)

3.2 用於滴定溶液的 $NaOH$ 莫耳值 =M。

(0.5pt)

3. 以強鹼滴定弱酸

1. 用漏斗將稀釋的 $NaOH$ 填入滴定管 B_2

2. 用蒸餾水將容量瓶 V_4 中的弱酸溶液稀釋到 100mL。

3. 用移液管 P_6 取 10mL 稀釋後的弱酸溶液置於錐形瓶 C_5 中，加入 4 滴廣用指示劑。

在此滴定中，稀釋 $NaOH$ 的被分批加入到弱酸溶液中。在加入每一批稀釋的 $NaOH$ 後，記錄溶液的顏色和圖表中的 pH。

只有在看到完全匹配的顏色時，才記下 pH 值。如果顏色介於圖表中的顏色之間，請寫下 pH 值範圍。

4. 以滴定管分次加入溶液，每次 0.5mL，直到溶液的顏色變為紫色。此後再進行四次讀數，每次加入 0.5mL。

3.3 在提供給你的答題紙上，將你的觀察結果記錄在觀察表 2 中。

(2.5pt)

3.4 繪製稀釋後 $NaOH$ 的 pH 值與體積的關係圖，並判定當量點的 5mL 範圍。

(0.5pt)

3.5 找到每次連續變化的體積 (0.5mL) 的 ΔpH ，然後繪製 $\Delta pH/\Delta V$ 與稀釋 $NaOH$ 體積的關係圖，僅在上述 3.4 中所定的範圍內。

(0.5pt)

3.6 根據上述數據確定當量點。

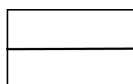
(0.5pt)

一般說明

1. 當要求你在答案格中打叉 (X) 作答時，請依照下列範例的方式，在答案格中打叉 (X)。



1. 當要求你在答案格中劃破折號 (-) 作答時，請依照下列範例的方式，在答案格中劃破折號 (-)。



Q.4. 醫院中身分弄混新生嬰兒的調查

這是一個為要確認被醫院弄混身分的三個新生嬰兒而進行的實驗調查。其調查方式主要是藉血型 (blood groups) 分析來進行。一直到 1980 年代，血型分析都是常用的鑒識技術，近期則漸被其他更可靠的技術所取代。但在輸血操作之前，ABO 血型的分析仍是重要的。

一個人的血型取決於其紅血球細胞上是否存有 A 及 B 抗原：若一個人的紅血球上僅有 A 抗原，則該人屬 A 血型；若一個人的紅血球上僅有 B 抗原，則該人屬 B 血型；若一個人的紅血球上同時存有 A 抗原及 B 抗原，則該人屬 AB 血型；若一個人的紅血球上既沒有 A 抗原，也沒有 B 抗原，則該人屬 O 血型。一個人能生成何種血型抗原，主要由控制生成這些抗原的對偶基因 (allele) 來決定：控制生成 A 抗原的對偶基因為 I^A ；控制生成 B 抗原的對偶基因為 I^B ；若一個人既不會生成 A 抗原，也不會生成 B 抗原，則其體內攜帶的相關基因為 i 對偶基因。這些對偶基因在表現特徵上， I^A 與 I^B 兩者為共顯性 (co-dominant)， i 對 I^A 或對 I^B 則均為隱性。

一個人的體內存有何種血型抗原，可利用特定抗體來進行鑑定。例如，將對應 A 抗原的抗體 (抗 A 抗體) 加入來自 A 血型個體的血液樣品中時，血液樣品中的紅血球會黏聚一團而發生所謂的凝集現象。在本實驗中，你不會使用真正的血液與抗體樣品，而是藉由特定化學溶液的沉澱反應來模擬血球與抗體的凝集反應。此一藉由化學溶液的沉澱反應來演示血球與抗體凝集反應的實驗，是由澳洲伊迪斯科文大學 (Edith Cowan University) 的 Magdalena Wajrak 所發展出來的。

本實驗題所提供的器材如下：

玻璃器皿與其他雜項物品

- 模擬的血液樣品 (共 13 個)。分別裝填於已標記的 1.5 ml 塑膠管中 (放置於管架上)，各管的標示說明如下：
 - 4 管分別標記為 W, X, Y 和 Z，將使用於活動 1 的試題。
 - 9 管分別標記為 C, D, E, 1F, 1M, 2F, 2M, 3F 和 3M，將使用於活動 2 的試題。
- 15 mL 塑膠管共 3 支，其外側管壁分別標記著 Ant-A, Anti-B 和 NA，以分別代表 "抗 A 抗體"、"抗 B 抗體" 和 "不含抗體" 的樣品。這 3 支 15 mL 的塑膠管被放置於 250 ml 的塑膠燒杯中。
- 三孔的凹槽載玻片，共 4 片。
- 塑膠滴管，共 7 支。
- 裝有蒸餾水的 250 ml 燒杯，1 個
- 油性簽字筆，1 支
- 方形標籤紙，1 張 (有多個方形標籤)
- A4 大小的黑色紙，1 張

Experiment

9. 垃圾桶 (廢水桶、waste bin)，1 個

10. 裝有蒸餾水的塑膠洗瓶，1 個

注意：

若你需要額外的蒸餾水，請舉手告知監考人員。

監考人員也會提供面紙及垃圾桶

活動 1: 鑑定 W, X, Y 和 Z 等 4 個血液樣品的血型

1. 請如圖 1.1 的呈現方式，將 4 片三孔凹槽載玻片排列放置於 A4 黑色紙上。

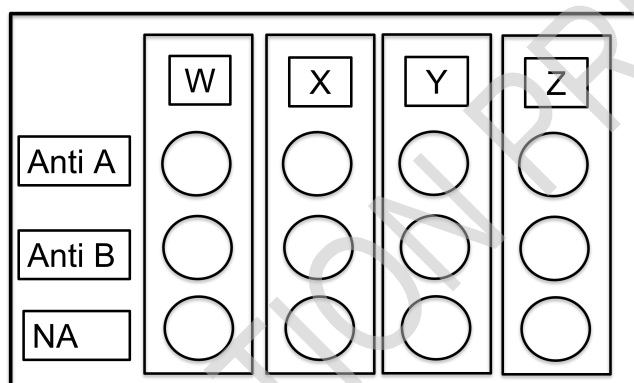


圖 1.1

2. 用油性簽字筆將方形標籤分別進行標記 (W, X, Y, Z, Anti A, Anti B, NA)，再將標記好的方形標籤如圖 1.1 呈現的方式，黏貼於載玻片 (標籤：W, X, Y, Z) 及黑色紙 (標籤：Anti A, Anti B, NA) 上。NA 是指不含有抗體的樣品。

3.1 取 3 支塑膠滴管，用油性簽字筆分別標記 Anti-A (只用於吸取標記有 Anti-A 的 15 ml 塑膠管內樣品)、Anti-B (只用於吸取標記有 Anti-B 的 15 ml 塑膠管內樣品) 和 NA (只用於吸取標記有 NA 的 15 ml 塑膠管內樣品)。

3.2 其餘的塑膠滴管將用於吸取模擬的血液樣品。

3.3 在首次使用塑膠滴管吸取樣品前，或使用同一支塑膠滴管吸取不同種樣品之前，請務必先進行清洗 (吸、放蒸餾水 15-20 次)，以確保塑膠滴管是乾淨的。

3.4 請確保你使用的塑膠滴管是乾淨的，否則將會對你使用的血液及抗體樣品造成交叉汙染。在添加樣品時，也不可讓塑膠滴管碰觸到凹槽載玻片的任何地方。

4. 用 1 支乾淨的塑膠滴管吸取血液樣品 W，並分別加入 1 滴該樣品於第一欄 (縱行) 的 3 個凹槽中。

5 依照上述 4. 的方式，取血液樣品 X，各加入 1 滴於第二欄的 3 個凹槽中；取血液樣品 Y，各加入 1 滴於第三欄的 3 個凹槽中；取血液樣品 Z，各加入 1 滴於第四欄的 3 個凹槽中。

6 用乾淨的塑膠滴管吸取標記有 Anti A (抗 A 抗體) 的樣品，分別加入 1 滴於第一橫列的 4 個凹槽中。

7 用乾淨的塑膠滴管吸取標記有 Anti B (抗 B 抗體) 的樣品，分別加入 1 滴於第二橫列的 4 個凹槽中。

8 用乾淨的塑膠滴管吸取標記有 NA (不含抗體) 的樣品，分別加入 1 滴於第三橫列的 4 個凹槽中。

Experiment

- A.1.1** 加完上述各樣品後，請觀察各個凹槽內是否產生"白色沉澱物 (模擬血球的凝集反應)"。若有，請在表 1.1 的對應空格內打叉 (X)；若無，請在表 1.1 的對應空格內劃破折號 (-)。

表 1.1				
	W	X	Y	Z
Anti-A				
Anti-B				
NA				

- A.1.2** 請通知監考人員將你的實驗操作結果 (載玻片凹槽內的反應結果) 進行拍照及上傳。 (0.25pt)

根據你的結果觀察，請判斷血液樣品 W, X, Y 和 Z 的血型分別為何，並於表 1.2 的適當空格內打叉 (X) 標記。

- A.1.3**

(0.25pt)

表 1.2				
血液樣品	血型種類			
	A	B	AB	O
W				
X				
Y				
Z				

圖 1.1 的三組橫列凹槽內，分別是添加 Anti A，Anti B 及 NA 等三種不同樣品，試問添加其中何種樣品的反應為本實驗的"對照組"？若為對照組的樣品，請在 A.1.4 的表中適當空格內打叉 (X)；沒有打叉 (X) 的空格，請劃破折號 (-) 的標記。

Experiment

A.1.4

(0.25pt)

Anti-A	Anti-B	NA

活動 2: 鑑定雙親與嬰兒的血型，並試圖重建嬰兒與其父母親的身分。

在本調查中，3 個嬰兒身上註記雙親性名的標籤被醫院弄混了。為了要重新確認這 3 個嬰兒的真正父母親，於是對這 3 個嬰兒及其可能的父母親進行採血，並試圖根據血型分析的資料，來判別這 3 個嬰兒的親生父母親。

為了鑑定用途，本活動提供給你 9 個模擬的血液樣品，並分別標記如下：

注意：在下表中，F 代表父親 (不是女性)，M 代表母親 (不是男性)。

血液樣品號碼	標記方式	血液樣品的來源
1	1F	第 1 對雙親中的父親
2	1M	第 1 對雙親中的母親
3	2F	第 2 對雙親中的父親
4	2M	第 2 對雙親中的母親
5	3F	第 3 對雙親中的父親
6	3M	第 3 對雙親中的母親
7	C	嬰兒 C
8	D	嬰兒 D
9	E	嬰兒 E

2.1 請採用類似"活動 1"所進行的實驗方式，分別鑑定上述 9 個血液樣品的血型。

注意：

在重複使用凹槽載玻片前，請先用蒸餾水將其清洗乾淨，並用面紙擦乾。在你吸取血液樣品前，請確認你重複使用的塑膠滴管是乾淨的，清潔方式先前已有說明。

在表 1.3 中，請對會產生沉澱反應的對應表格打叉 (X) 標記；不會產生沉澱反應的對應表格請劃破折號 (-) 標記。

Experiment

A.2.1.1 請通知監考人員將你的本題實驗操作結果進行拍照及上傳。

(4.5pt)

表 1.3									
	1F	1M	2F	2M	3F	3M	C	D	E
Anti-A									
Anti-B									
NA									

請根據你的實驗結果，判別上述 9 個血液樣品的血型，並在表 1.4 的適當表格中進行打叉 (X) 標記。

A.2.1.2

(0.50pt)

表 1.4				
嬰兒的血型				
嬰兒	A 血型	B 血型	AB 血型	O 血型
C				
D				
E				
雙親的血型				
1F				
1M				
2F				
2M				
3F				
3M				

根據你的血型分析結果，請將三個嬰兒與其可能的親生父母進行配對。配對成功者，請在表 1.5 的適當空格中打叉 (X) 標記。注意！該配對或許會有超過一種的可能性。沒有打叉 (X) 的空格，請劃破折號 (-) 標記。

A.2.2

(1.0pt)

表 1.5			
	第 1 對雙親	第 2 對雙親	第 3 對雙親
嬰兒 C			
嬰兒 D			
嬰兒 E			

根據你對表 1.5 結果的綜合分析，哪一個 (或哪幾個) 嬰兒的雙親可以被完全確定？

請在下列 A.2.3 的表中，將可被確定的第幾對雙親代號 (1，2，或 3) 填寫於與嬰兒對應的空格中。其他空格則請劃破折號 (-) 標記。

A.2.3

(0.25pt)

嬰兒	C	雙親對	
嬰兒	D	雙親對	
嬰兒	E	雙親對	

根據你對問題 A.2.3 的回答，請預測已確定配對成功的嬰兒與其雙親的基因型。

並將其可能的基因型填寫於 A.2.4 的表格中。尚未確定配對成功的嬰兒與其雙親的空格欄中，則請劃破折號 (-) 標記。

A.2.4

(0.25pt)

		嬰兒的 基因型			雙親的基因型	
					父親	母親
嬰兒	C		雙親對			
嬰兒	D		雙親對			
嬰兒	E		雙親對			

Q.5. 人類染色體分析

物種的核型呈現了一個物種細胞的染色體，通常會根據其大小及配對進行系統性的排列。分析人類的核型時，會利用血液細胞分裂中期的染色體。

血液細胞首先在培養皿中被誘導分裂，然後利用秋水仙素讓細胞分裂停留在中期。接著，使用低張溶液讓細胞脹破，染色體會分布在載玻片中，對染色體進行染色，並利用顯微鏡觀察，拍攝一張中期的照片 (如圖 5-1)，進行核型分析。

核型可用以分析染色體異常與缺陷，在操作過程中，把照片上的染色體各別切下，依照其大小及著絲點的位置來配對，人類的染色體可按照著絲點 (紡錘絲接合) 的位置分成三大類: (i) **端點著絲點染色體**，著絲點十分靠近一端，其中一端的臂極短 (有時甚至看不見)，(ii) **亞中央著絲點染色體**，兩端的臂不等長，(iii) **中央著絲點染色體**，兩端的臂幾乎或完全等長。取出圖 5.1 中期的染色體，排列出的核型如圖 5.2。有關製備過程 (如圖 5.3)，這些染色體屬於何種組別的描述如表 5.1。



圖 5.1. 人類中期散開的染色體

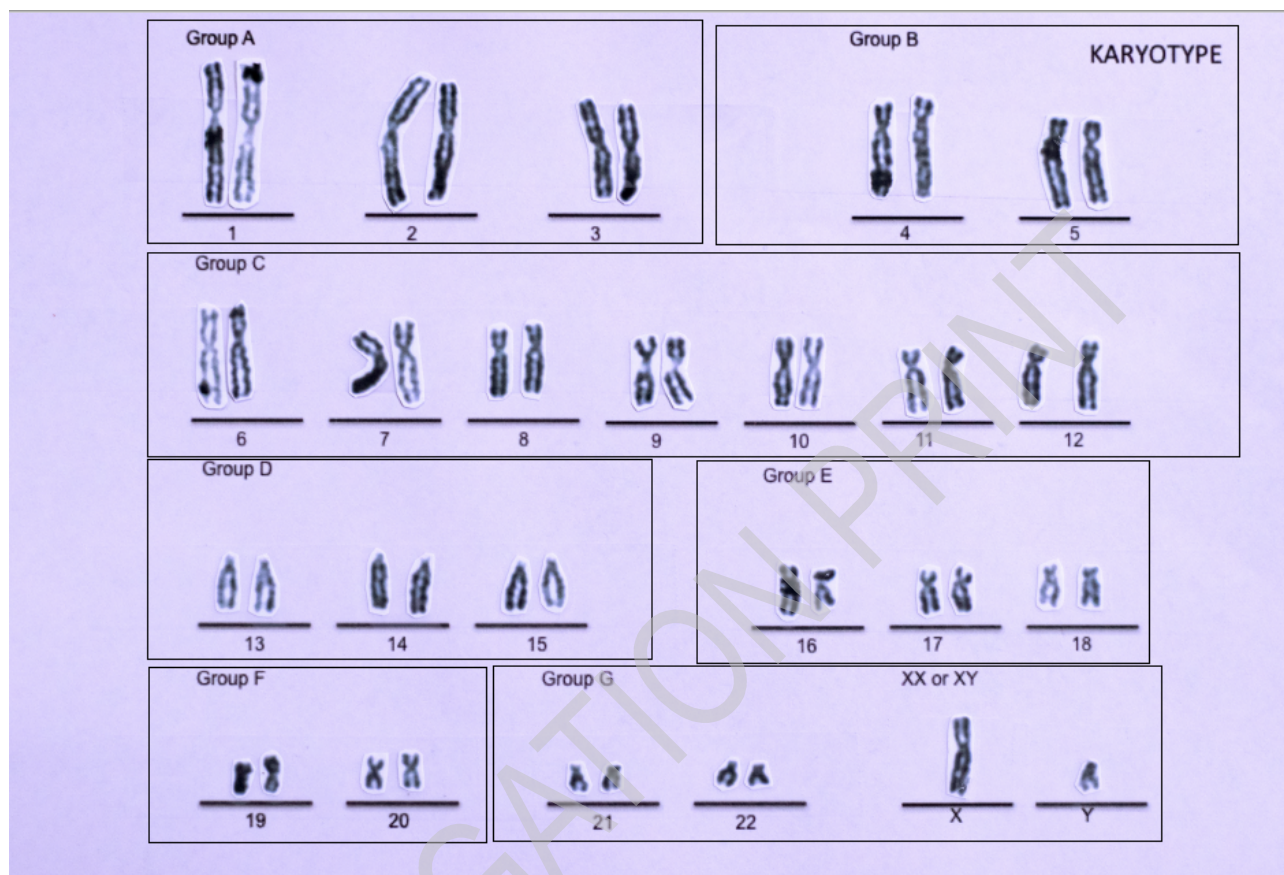


圖 5.2. 根據圖 5.1 中期散開的染色體製備的核型

表 5.1: 人類染色體核型的特徵

組別	染色體對	描述
A	1-3	大型幾乎為中央著絲點染色體
B	4-5	大型的亞中央著絲點染色體
C	6-12 + X	中型的亞中央著絲點染色體
D	13-15	大型的端點著絲點染色體
E	16-18	小型的亞中央著絲點染色體
F	19-20	小型的中央著絲點染色體
G	21-22 + Y	小型的端點著絲點染色體
XY	X	中型的亞中央著絲點染色體
	Y	小型的端點著絲點染色體

在下列操作中，你要從所提供中期散開的染色體排列出核型。此染色體是取自一個具有非正常性染色體的個體。

Experiment



Q5-3

TWN-All (Chinese Taipei)

所提供製備核型的器材

1. 用以製備核型散開的中期圖片
2. 塑膠培養皿
3. 剪刀
4. 鑷子
5. 透明膠帶
6. 標有”核型”的紙張，用以黏貼剪下的染色體

步驟:

使用中期散開的圖片於下列操作中

操作 1: 計算染色體數目

A.5.1 計算染色體數目並記錄在答案卷中

(0.25pt)

Experiment

操作 2: 核型製備

1. 利用細剪刀把每一個染色體剪下來，放置於培養皿中。確認你沒有遺漏其中任何一個。
2. 參考圖 5.3 及表 5.1，根據染色體大小及其著絲點位置將染色體 (剪下的) 排列在標有核型的紙張上。排列完成後，固定其位置，貼上透明膠帶。照相並附在答案卷上。
3. 標有核型的紙張附在答案卷的最後一頁。

在每一組別中，按染色體的大概長度進行排列。在同一組別中，如有特定染色體辨認錯誤，不會被扣分。

圖 5.3 核型製備的示範照片

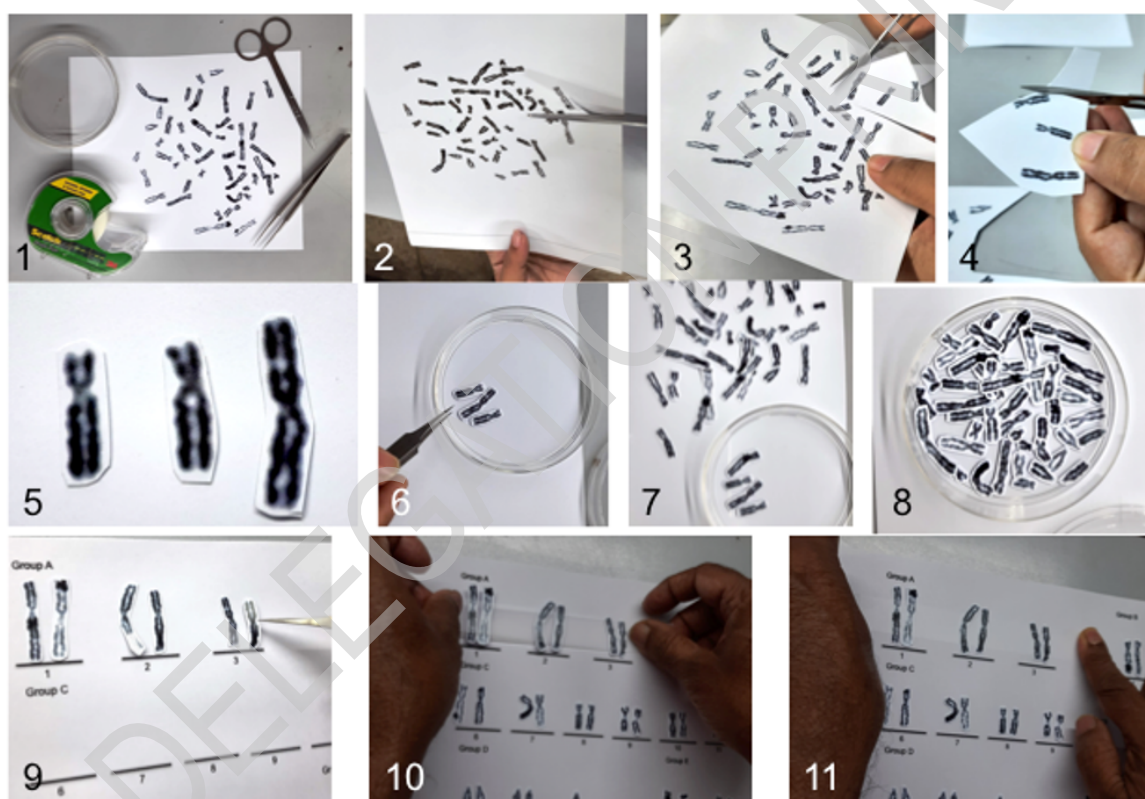


圖 5.3 核型製備的示範照片

1: 製備核型所需的器具，2-5: 剪下各別染色體，6-8: 使用細鑷子撿取這些染色體，進行收集，9: 排列染色體，10-11: 利用一段膠帶固定染色體。

A.5.2 請通知監考老師針對答案卷上的核型進行掃描或照相，並上傳。

(3pt)

Experiment

操作 3: 回答下列問題

下列人類血液細胞可否用於中期染色體的製備?

A.5.3.1 在適當欄位中打 (X)(正確/錯誤)

(0.25pt)

序號	細胞	正確	錯誤
1.	紅血球		
2.	淋巴球 (白血球)		

你被要求從有絲分裂的植物細胞製備染色體，你是否能從下列植物部位成功製備散開的染色體?

A.5.3.2 在適當欄位中打 (X)(正確/錯誤)

(0.25pt)

序號	植物部位	正確	錯誤
1.	葉片		
2.	花藥		
3.	根尖		

圖中呈現一個進行分裂中的齧齒類動物細胞，此齧齒類所有染色體都是端點著絲點染色體。



下列圖片是否代表了對應的細胞分裂時期。

A.5.3.3 在適當欄位中打 (X)(正確/錯誤)

(0.25pt)

分裂時期	正確	錯誤
有絲分裂中期		
有絲分裂後期		
第一減數分裂中期		
第一減數分裂後期		
第二減數分裂中期		
第二減數分裂後期		