

姓名.....

編號.....



實驗測驗

December 8th, 2022

姓名.....

編號.....

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。
3. 檢查大會提供的文具（筆、計算機和計算紙）。
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指導委員/工作人員/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. **不可以**討論試題。你必須留在你的位置上，直到考試結束，即使你已經完成作答。
9. 考試時間終了的時候，你將會聽到 “**STOP**” 的訊號，在這個訊號之後就**不能**在試卷書寫任何東西。將試卷及文具(筆、計算機和計算紙)整齊的放在你的桌面上。在全部的試卷收齊之前不可離開試場。

姓名.....

編號.....

姓名.....

編號.....

考試說明

1. 在 “**START**” 的訊號之後，你會有 4 個小時的時間來作答。
2. **只能**使用大會提供的筆、鉛筆和其他設備。
3. 請確認你的姓名、編號和國家名稱寫在試卷上。
4. 包含封面總共有 **59 頁**試卷，共有 5 大題。如果有任何漏頁，請舉手。
5. 仔細閱讀每道題目，在試卷上指定位置寫下正確答案。
6. 只有試卷答案會被評分。在你把答案寫上去之前，可以使用所提供的計算紙，避免試卷上有錯誤。
7. 每題的配分標示在每個題目上。
8. 第 4 頁提供了作答的有用資訊。
9. **要寫出所有計算過程，如果沒寫計算過程，這個題目就不會給分。**
10. 你應該以適當的小數位數寫下最後的答案。

姓名.....

編號.....

一般資訊

constant	
Acceleration due to gravity	$g = 9.81 \text{ m/s}^2$
Universal gas constant	$R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$
	$R = 0.08206 \text{ L} \cdot \text{atm/mol} \cdot \text{K}$
Refractive index of air	$n = 1$
Avogadro's constant	$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Speed of light	$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$
Planck's constant	$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Specific heat capacity of water	$c_w = 4.18 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$

姓名.....

編號.....

Periodic Table of the Elements																	
1																	18
1 H Hydrogen 1.01																	2 He Helium 4.00
3 Li Lithium 6.94	4 Be Beryllium 9.01																
11 Na Sodium 22.99	12 Mg Magnesium 24.31																
19 K Potassium 39.10	20 Ca Calcium 40.08	21 Sc Scandium 44.96	22 Ti Titanium 47.87	23 V Vanadium 50.94	24 Cr Chromium 51.99	25 Mn Manganese 54.94	26 Fe Iron 55.85	27 Co Cobalt 58.93	28 Ni Nickel 58.69	29 Cu Copper 63.55	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.72	32 Ge Germanium 72.63	33 As Arsenic 74.92	34 Se Selenium 78.97	35 Br Bromine 79.90	36 Kr Krypton 84.80
37 Rb Rubidium 84.47	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.91	40 Zr Zirconium 91.22	41 Nb Niobium 92.91	42 Mo Molybdenum 95.95	43 Tc Technetium 98.91	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.91	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.87	48 Cd Cadmium 112.41	49 In Indium 114.82	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.76	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.90	54 Xe Xenon 131.25
55 Cs Cesium 132.91	56 Ba Barium 137.33	57-71 Lanthanides	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.95	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.21	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.09	79 Au Gold 196.97	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.38	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98	84 Po Polonium [209]	85 At Astatine 209.98	86 Rn Radon 222.02
87 Fr Francium 223.02	88 Ra Radium 226.03	89-103 Actinides	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [268]	110 Ds Darmstadtium [269]	111 Rg Roentgenium [272]	112 Cn Copernicium [277]	113 Uut Ununtrium unknown	114 Fl Flerovium [289]	115 Uup Ununpentium unknown	116 Lv Livermorium [293]	117 Uus Ununseptium unknown	118 Uuo Ununoctium unknown
57 La Lanthanum 138.91	58 Ce Cerium 140.12	59 Pr Praseodymium 140.91	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium 144.91	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.96	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.93	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.93	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.93	70 Yb Ytterbium 173.05	71 Lu Lutetium 174.97			
89 Ac Actinium 227.03	90 Th Thorium 232.04	91 Pa Protactinium 231.04	92 U Uranium 238.03	93 Np Neptunium 237.05	94 Pu Plutonium 244.06	95 Am Americium 243.06	96 Cm Curium 247.07	97 Bk Berkelium 247.07	98 Cf Californium 251.08	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.10	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.10	103 Lr Lawrencium [262]			

©2014 Todd Helmenstein
sciencenotes.org

姓名.....

編號.....

在“開始信號”之前不要翻到下一頁

姓名.....

編號.....

實驗一：嗅覺感覺神經元的電子模型

嗅覺是通過鼻子中的器官感知氣味或氣味的能力。在不同動物門的多種動物中，此過程涉及一種特殊而複雜的組織，位於鼻腔頂部稱為嗅覺上皮的組織，（圖 1.1）。

嗅覺感知過程中的主要細胞是嗅覺感覺神經元（OSN，圖 1.2 中標示為綠色），它具有特殊的雙極形態，鼻腔內有一個突起，伸出許多與粘液接觸的纖毛。

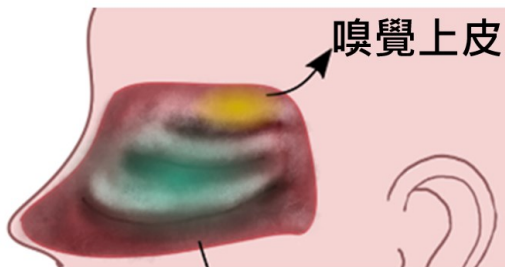


圖 1.1 鼻腔

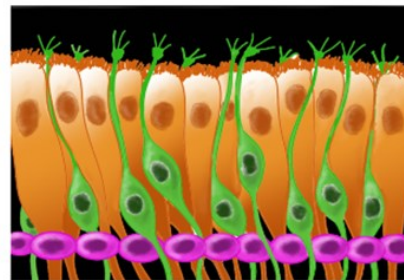
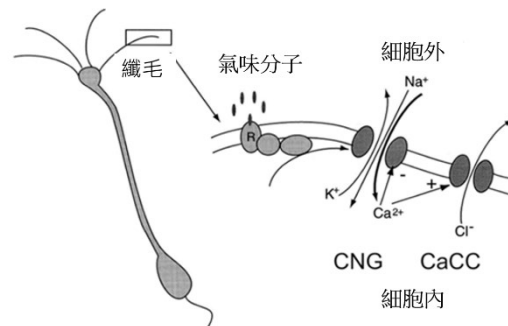


圖 1.2 嗅覺上皮

每個細胞的細胞膜上都有電位差（電壓）。在神經電學實驗中，細胞外部的電位被定義為零。當鼻子裡沒有氣味刺激，纖毛外部沒有信號時，跨細胞膜的電壓恆定且為負。

纖毛處的細胞膜（圖 1.3）是氣味分子與其蛋白質受體 (R) 結合的地方，在纖毛的細胞質中產生許多生化反應並改變局部的膜電壓。發生這種變化是因為膜中離子通道（允許離子穿過膜的蛋白質）打開。通道有兩種不同的類型：

- 可讓陽離子通過的環核苷酸門控通道 (CNG)
- 鈣依賴性氯離子通道 (CaCC)，可讓氯離子通過



姓名.....

編號.....

兩個通道的跨膜電壓變得比靜止時更為不負。這種電壓變化沿著樹突 (III) 向細胞體傳播，見圖 1.4。

在這個實驗中，你將有機會製作一個嗅覺神經元模型，檢查突起處纖毛 (II) 和細胞體 (IV) 層次的電壓行為。在圖 1.4 中，給出了靜止時 OSN 簡化模型的等效電路圖。

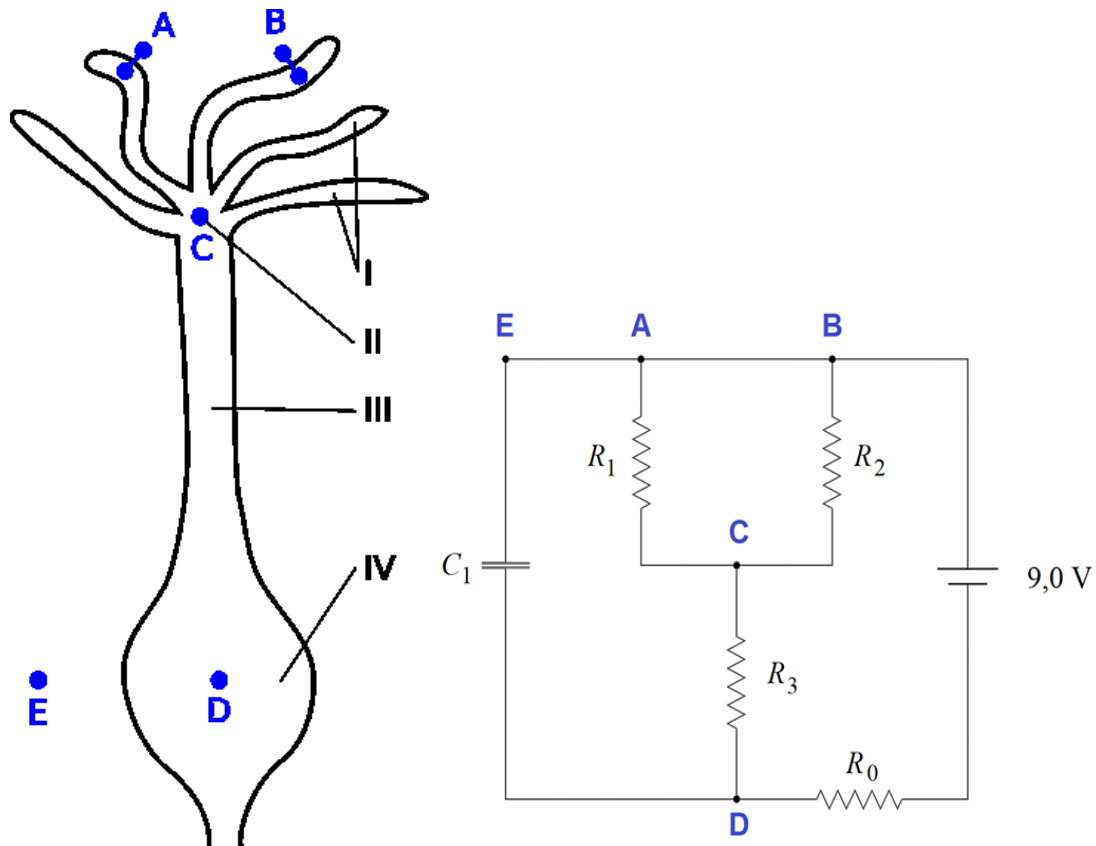


圖 1.4. 左側圖：I - 鼻纖毛(cilia)，II - 突起處纖毛(knob-cilia)，III - 樹突(dendrite)和 IV - 細胞體(soma)。右側圖，相應的點 A 到點 E 的靜止 (resting) 膜電位中已在神經元的等效電路中標記。

這裡有一個 RC 電路，是（使用電阻和電容）描述神經元的被動特性的典型模型。並聯電阻代表鼻纖毛(cilia) (R_1) 和 CaCCs (R_2) 中的通道，樹突(dendrite)中的內部電阻 (R_3) 和電容 (C_1)，與材料對像或元件(device)將電荷存儲為細胞膜的能力。在這情況下，該材料

姓名.....

編號.....

被認為是樹突（III）的細胞膜。5.6 MΩ 電阻（ R_0 ）和 9 V 電池是輔助元件去模擬近似生理值。

器材

- 21 個電阻和 1 個電容裝在一個袋子中
- 9 V 電池 1 個
- 三用電表和連接用電線數條
- 細胞模型板

任務 1

指引

要在神經元模型中添加電子元件，您只需將其插入適當的孔中（標記為在靜止膜電位的神經元電路方案中，圖 1.4）

1. 將 9 V 電池插入正確的電線，標有電池電線(battery cable)
2. 依據符合處於靜止膜電位的神經元模型的電路，檢查並選擇對應到正確電子元件的所有電阻器，其中 $R_0 = 5.6 \text{ M}\Omega$, $R_1 = 5.1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 5.1 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 4.7 \text{ k}\Omega$ 。
3. 插入未知值的電容器(C_1)，這個電容器在實驗中都會留在該處。
4. 將電路設置為處於靜息(RESTING)電位的神經元電路。
5. 測量細胞體(soma)和隔間突起處纖毛(knob-cilia)中的電壓(寫下並保留好這些測量值以為後用)

Questions

1. 測量靜止狀態時該神經元體細胞中的電壓。

U_{soma} _____ mV (0.2 分 s)

姓名.....

編號.....

-
2. 測量細胞體(soma)中的神經元靜止膜電位與突起處纖毛(knob-cilia)中的電位記錄之間的差異。

U_{knob} _____ mV (0.2 分 s)

3. 如果我們需要將我們的模型簡化為一個簡單的一個電阻和一個電容，你會使用多大的電阻值？請畫出電路。

(0.3 分 s)

4. 計算該模型靜息(resting)期間恆定電流通量的理論大小。

_____ pA (0.2 分 s)

5. 如果有一個神經元體的直徑比我們的模型中的直徑大兩倍，你會在此模型中更改哪些零件？

姓名.....

編號.....

(0.2 分)

任務 2

您將更改電路的某些零件來模擬不同氣味(odor)濃度的影響。在表 1 中，每條線代表神經元在不同濃度的氣味 1(ODOR 1) 刺激下的狀態。

表 1. 不同濃度的氣味 1 對應名義上的(nominal)電阻值。.

LINE	ODORANT CONCENTRA TION (M)	R1 (kΩ)	R2 (kΩ)	R3 (kΩ)
1	1.0×10^{-7}	5.1	5.1	4.7
2	1.0×10^{-6}	4.3	4.7	4.7
3	1.0×10^{-5}	3.9	3.9	4.7
4	1.0×10^{-4}	1.00	2.00	4.7
5	1.0×10^{-3}	0.38	0.54	3.8
6	1.0×10^{-2}	0.38	0.38	3.6

姓名.....

編號.....

7	1.0×10^{-1}	0.30	0.38	2.0
8	1.0	0.24	0.36	2.0
9	10	0.20	0.36	2.0

記錄下表中電阻的測量值和名義上的(nominal)電阻值。

名義上的電阻值 (Ω)	電阻的測量值 (Ω)
5.6M	
47k	
38k	
5.1k	
4.7k	
4.3k	
3.9k	
3.8k	
3.6k	
2.0k	
1.0k	
0.54k	
0.38k	

姓名.....

編號.....

0.36k	
0.30k	
0.24k	

(0.2 分)

問題

1. 對於表 1 中的每一行，重複測量體細胞(soma)和 突起處纖毛(knob-cilia)中的相應電壓值，如任務 1 所示。在使用新電阻器之前，請測量它們的電阻值。填寫下表中兩個細胞區間(cellular compartments)的相應電壓。

(1.8 分)

行	U_{soma} (V)	U_{knoba} (V)
1		
2		
3		
4		

姓名.....

編號.....

5		
6		
7		
8		
9		

2. 繪製 U_{memb} 對氣味劑濃度的關係圖（氣味 1、氣味 2 和氣味 3），氣味 2 和氣味 3 的數據請由表 2 來，所有的關係圖中濃度軸請使用對數刻度。（1 分）

氣味劑濃度 (M)	氣味 2 (V)	氣味 3 (V)
1.0×10^{-7}	-0.0835	-0.08793
1.0×10^{-6}	-0.0829	-0.08764
1.0×10^{-5}	-0.0820	-0.0774

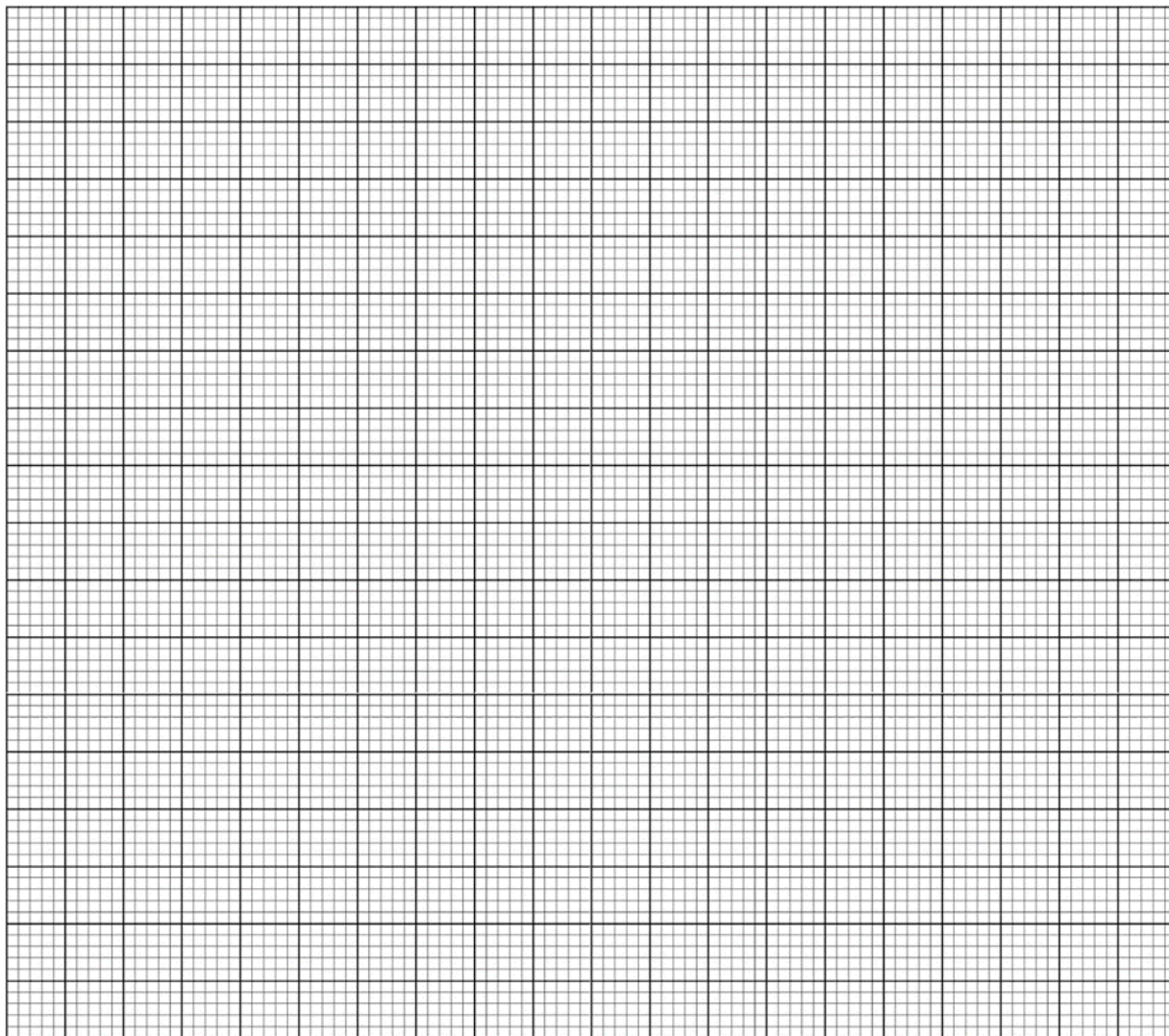
姓名.....

編號.....

1.0×10^{-4}	-0.0823	-0.07178
1.0×10^{-3}	-0.0802	-0.06362
1.0×10^{-2}	-0.0671	-0.05867
1.0×10^{-1}	-0.0545	-0.0558
1.0	-0.0411	-0.0536
10	-0.0413	-0.0533

姓名.....

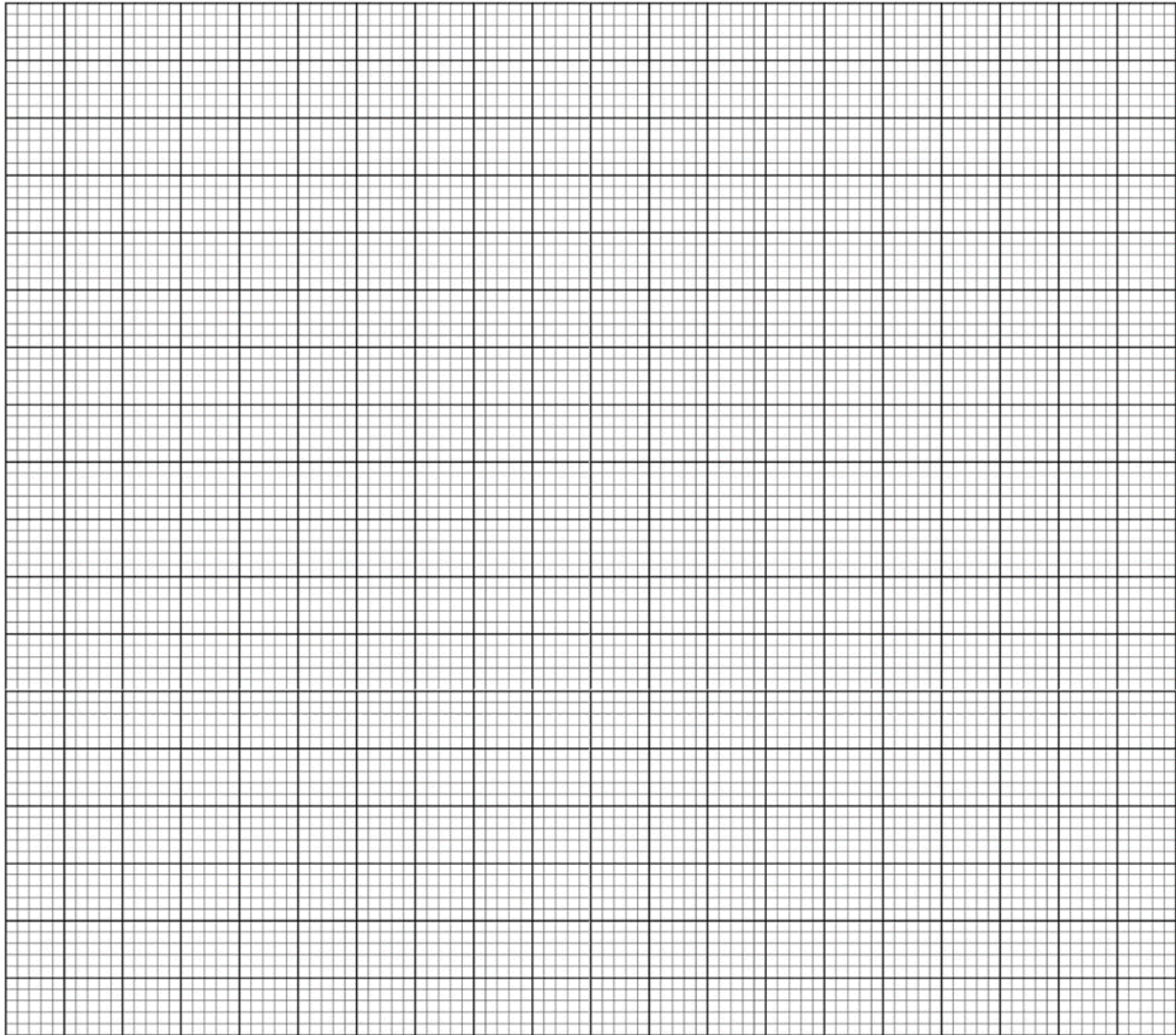
編號.....



姓名.....

編號.....

-
3. 請繪製氣味 1 的 U_{knob} 和 U_{memb} 對濃度的關係圖在一張圖中，濃度軸請使用對數刻度。
(1 分)



親和力(affinity, α)定義為對相同刺激濃度的響應，響應越高則親和力越高。

姓名.....

編號.....

4. 依照親和力值高到低，在下表中依序寫下 3 種氣味劑編號(α_{ODOR1} , α_{ODOR2} and α_{ODOR3})。 (0.5 分)

	>		>	
--	---	--	---	--

5. 使用 10 μM 濃度的刺激，哪種氣味劑對模型神經元產生較大的響應？ (0.2 分 s)

6. 電容器中電荷的絕對值由下式給出

$$Q = C \cdot |U|$$

表 3 顯示了當我們的模型細胞被不同濃度的氣味劑 1 刺激時的電荷值。

姓名.....

編號.....

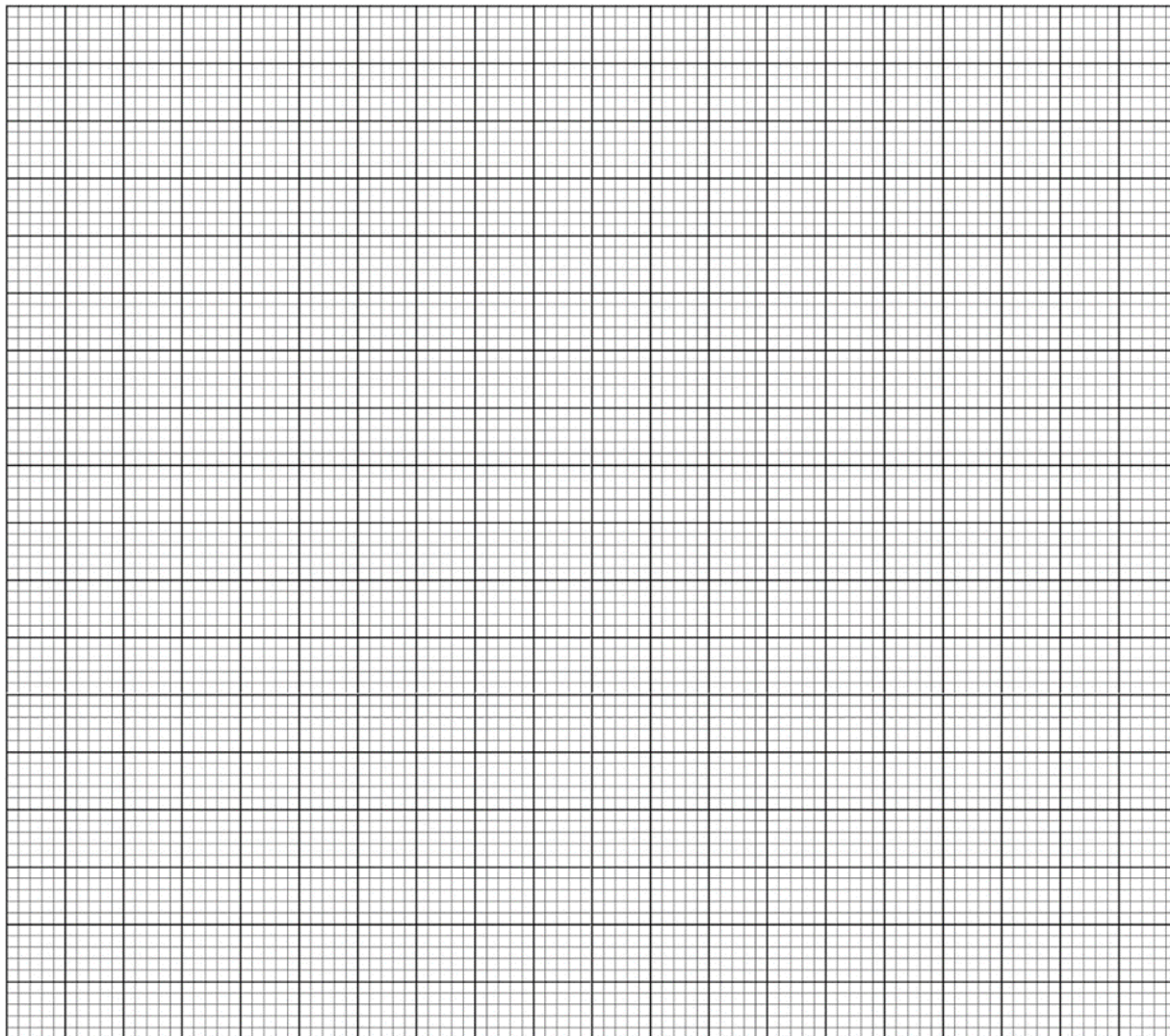
表 3. 受激細胞的電荷。

氣味劑濃度 (M)	電荷 (C)
0.0000001	8.35
0.000001	8.29
0.00001	8.23
0.0001	8.02
0.001	6.74
0.01	5.47
0.1	4.15
1	4.16
10	4.13

姓名.....

編號.....

繪製電荷值對 U_{soma} 電壓(由任務 2 中的問題 1 中已經得到的)的關係圖，並對數據點進行線性回歸。由此推導出我們細胞的電容值。(1 分)



姓名.....

編號.....

電容值 _____ F

實驗二 - 測量金屬線的電阻率

在此任務中，我們將以兩種不同的方法測量給定材料的電阻率。

第 1 部分 - 直接測量

在此方法中，我們將使用對電阻測量模式的三用電表來測量不同長度金屬線的電阻。

1. 取幾個不同長度的金屬線，測量其電阻，並將您的結果記錄在下表中(請在表中填入單位)。(0.5 分)

表 2.1

$L[\dots]$	$R[\dots]$

姓名.....

編號.....

--	--

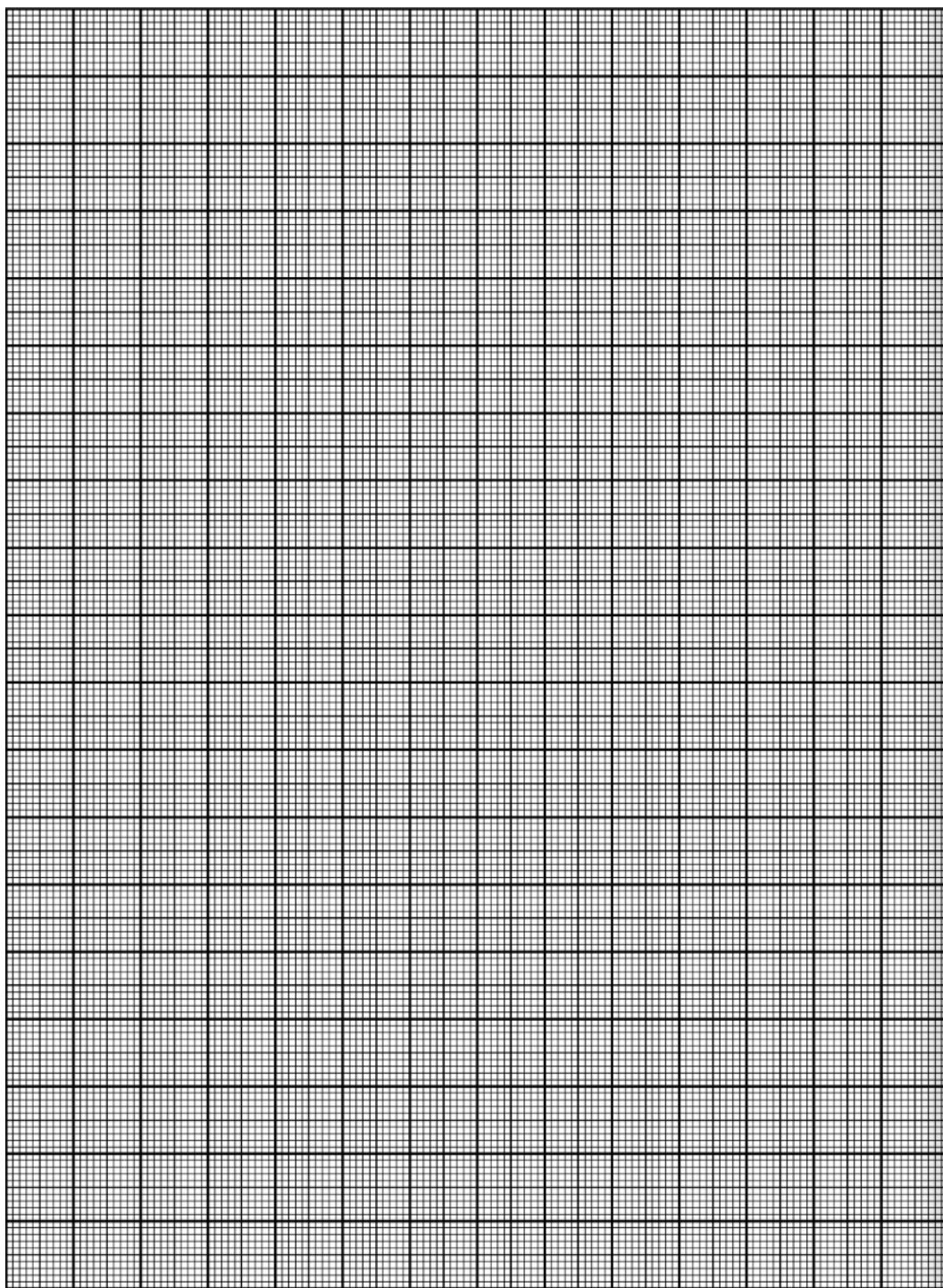
姓名.....

編號.....

-
2. 繪製金屬線電阻對其長度的關係圖。(1 分)

姓名.....

編號.....



3. 斜率 α 和 y -軸相交點 β 表示什麼？在下表中的正確位置寫下 “ α ” 和 “ β ”。

姓名.....

編號.....

(0.6 分)

金屬線的電阻率 resistivity of the wire	
三用電表的電阻 resistance of the multimeter	
連接器的電阻 resistance of the connectors	
三用電表電池的電壓 voltage of the multimeter's battery	
金屬線每單位長度的電阻 wire's resistance per unit length	
金屬線的長度 length of the wire	
金屬線的直徑 the diameter of the wire	

4. 從圖中做數據分析求得此金屬線每單位長度的電阻 λ 。Extract from the graph the resistance per unit length λ of the wire.

$\lambda = \dots\dots\dots \Omega/\text{cm}$ (0.3 分)

姓名.....

編號.....

第 2 部分 - 使用惠司同電橋的測量 Part 2 – measurement using a Wheatstone bridge

惠司同電橋是根據圖 2.1 連接電阻的電路來測量電阻。在此配置中，可以通過測量節點 B 和 C 之間的電壓來獲得電路中四個電阻之間的關係。A Wheatstone bridge is a circuit to measure resistances, by connecting them according to figure 2.1. In this configuration it is possible to get a relation between the four resistances in the circuit by measuring the voltage between nodes B and C.

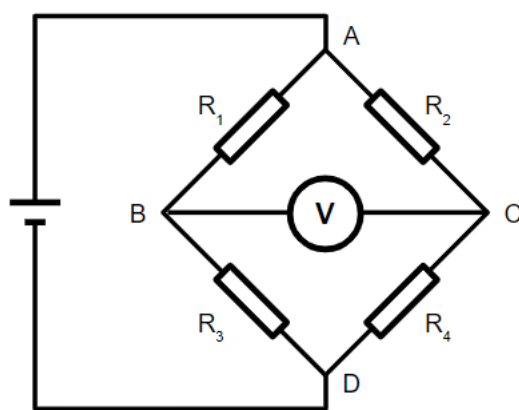


圖. 2.1 – 惠司同電橋 Wheatstone bridge

1. 理論證明當電阻符合下列關係時 Show theoretically that whenever the resistances justify the relation:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

，所測得的 B 和 C 之間的電壓等於零。作答時請確認僅使用圖和方程式。 then the measured voltage between B and C equals zero. Be sure to use only diagrams and equations.

姓名.....

編號.....

(0.5 分)

2. 在此實驗中，我們將使用標記為 $5.0\text{ k}\Omega$ 的電阻器兩個，標記為 $5.8\text{ M}\Omega$ 電阻器一個。使用三用電表來測量這些電阻器的電阻值並記錄結果。

$R_{5.0\text{k}\Omega,1} = \dots\dots\dots$

$R_{5.0\text{k}\Omega,2} = \dots\dots\dots$

$R_{5.8\text{M}\Omega} = \dots\dots\dots$

(0.1 分)

3. 使用三用電表直接測量電池電壓，並記下您的結果。 Measure the voltage of the battery directly using the multimeter and write down your result.

$U_{\text{battery}} = \dots\dots\dots$ (0.1 分)

在此實驗中，我們將使用麵包板來構建電路。如圖 2.2 中的藍線所示，麵包板的孔洞 5 個一組互相連接導通。例如圖中的電阻 R_1 和 R_2 並行連接，而 R_3 和 R_4 串聯連接。請勿使用板的外緣孔洞。 In this experiment we will use a bread-board to construct our circuit. The different holes of the bread-board are electrically connected to each other in groups of five, as shown by the blue lines in figure 2.2. Thus, for instance, the resistors R_1 and R_2 in the figure are connected in parallel, while R_3 and R_4 are connected in series. Do not use the outer columns of the board.

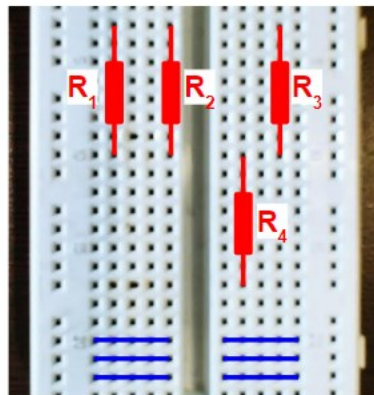
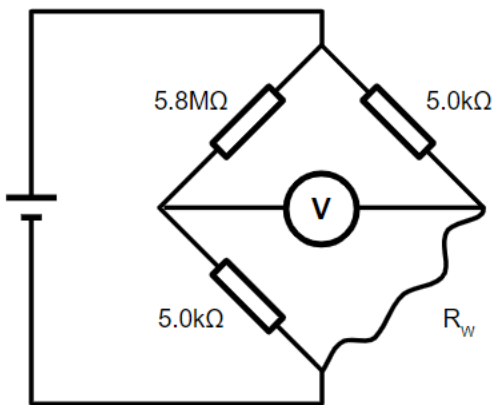


圖. 2.2 – 麵包板的一個示例 An example of a bread board

姓名.....

編號.....

4. 根據下圖連接電路。使用長度 $L = 80$ 公分的金屬線作為 R_W 。使用提供的麵包板以正確的方式連接不同的部件，並使用鱷魚夾頭電線連接到電池。**注意** - 除了圖中描繪的電路外，**不要**以其他任何方式連接電池！不正確地連接電池可能會導致其短路並**破壞**您的設備！避免屬於電路不同部分的電線之間的**任何**接觸！Connect the circuit according to the diagram below. Use a $L=80\text{cm}$ length of wire as R_W . Use the provided bread-board to connect the different components in the correct manner, and use the crocodile wires to connect to the battery. **CAUTION** – do **NOT** connect the battery in any other way than the one depicted in the diagram! Incorrectly connecting the battery could cause it to short and **RUIN** your equipment! Avoid **ANY** contact between wires that belong to different parts of the circuit!



姓名.....

編號.....

5. 在下表中記錄電壓讀數，重複測量不同 L 對應的電壓值，並將您的測量值記錄在表格中(請在表中填入單位)。Record the voltage reading in the table below. Repeat the measurement for the different values of L and record your measurements in the table and the units:

表 2.2

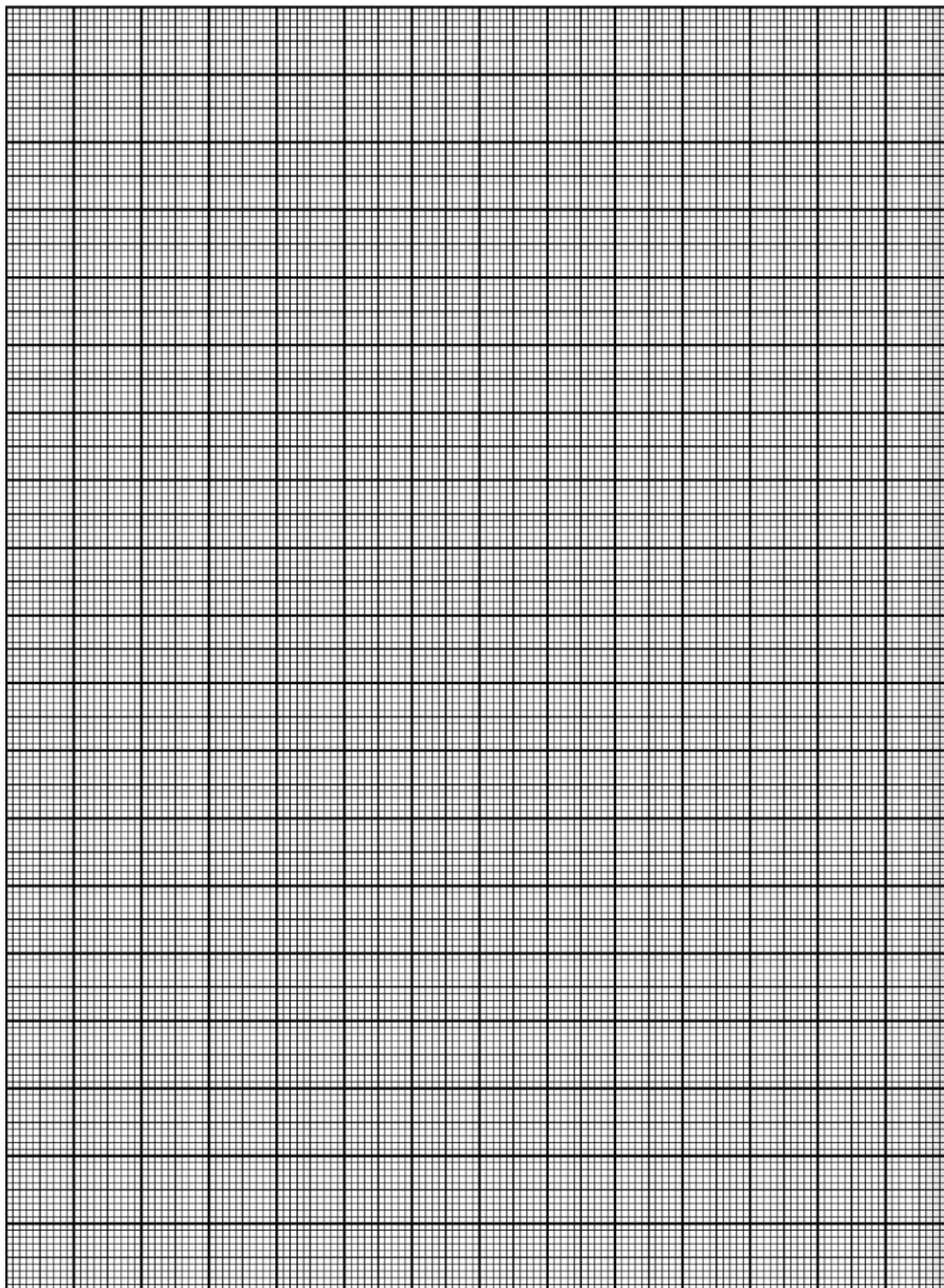
$L[\text{cm}]$	$U_{\text{measured}}[\dots]$
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	

(0.6 分)

6. 繪製測得電壓(U_{measured})對導線長度的關係圖。Plot a graph of the measured voltage (U_{measured}) as a function of the length of the wire.(1 分)

姓名.....

編號.....



姓名.....

編號.....

7. 您可以使用該圖的哪個特性來求得此金屬線每單位長度的電阻？在正確答案下空格標記“X”：Which property of the graph can you use to extract the resistance per unit length of the wire? 分 an “X” below the correct answer(0.2 分)

斜率 slope of the graph	X 軸的截距 intercept of the x axis	Y 軸的截距 intercept of the y axis

8. 從圖中做數據分析求得此金屬線每單位長度的電阻 λ 。Use your graph to determine the resistance per unit length, λ of the wire.(0.5 分)

姓名.....

編號.....

$\lambda = \dots\dots\dots \Omega/\text{cm}$

第 3 部分 - 獲得金屬線的電阻率 Part 3 – acquiring the resistivity of the wire

1. 設計一種方法，以儘可能準確地測量金屬線的直徑 D 。通過繪製草圖顯示您的方法，並用適當有效位數的數字寫下您的結果。如果您無法完成此任務，則可以在以下問題中使用 $D = 0.3 \text{ mm}$ 。Design a way to measure the diameter D of the wire as accurately as you can. Show your method by sketch and write down your result with the appropriate number of significant digits. If you are unable to complete this task, you may use $D = 0.3 \text{ mm}$ in the following questions.

$D = \dots\dots\dots$ (0.6 分)

2. 寫下將此金屬線每單位長度的電阻 λ 、直徑 D 和電阻率 ρ 的關係方程式。Write down an equation to relate the resistance per unit length λ , the diameter D and the resistivity ρ of the wire.

姓名.....

編號.....

最終關係式 final equation:(0.3 分)

姓名.....

編號.....

-
3. 使用您先前獲得的實驗結果計算金屬線的電阻率 ρ 。 Calculate the resistivity of the wire using the previous results you've obtained.

$\rho =$ (0.4 分)

姓名.....

編號.....

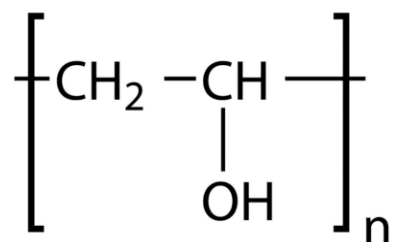
實驗三：化學實驗 (13 分)

Part 1: 測定聚合物的平均相對莫耳質量

粘度是液體的一種特性，可以定義為流動阻力，血液或腦脊液等流體的粘度對其流速和這些流體在人體內的壓力有重大影響，因此具有重大的生理影響。

本實驗的目的是利用研究聚乙烯醇 (PVA) 水溶液中聚合物分子的濃度如何影響其粘度，從而使用聚合物溶液模擬體液的流體動力學特性。

聚合物是由許多以規律鍵結的相同次單位(單體)組成的非常大的分子。 PVA 分子的結構可以表示為::



此圖中的結構代表聚合物的一個重複單元; n 代表單個聚合物分子中重複單元的數目， 聚乙烯醇在水中不解離。

該模型假設解以牛頓方式運行，這意味著它們服從帕穗定律(Poiseuille's law):

$$\text{volume flow rate} = \frac{\Delta P \pi R^4}{8 \eta L}$$

其中 η 是粘度(單位 mPa.s), R 是毛細管的半徑, ΔP 是毛細管兩端壓力差， L 是毛細管的長度。

當比較兩種液體流過同一個窄毛細管時，兩種液體的粘度比（液體 1 與液體 2 的相對粘度）可以簡化為:

姓名.....

編號.....

$$\eta = \frac{\text{time of flow of liquid 1}}{\text{time of flow of liquid 2}}$$

在本實驗中，你將使用粘度計測量水和各種濃度的 PVA 溶液的流動時間，你將計算 PVA 溶液相對於水的粘度，從而確定相對粘度與聚合物濃度之間的關係，最後，你將使用此結果來估算聚合物的平均相對分子質量。

步驟 1. 製備 PVA 稀釋溶液

器材表 (有些器材可能與其他實驗共用):

杯子

粘度計支架（底部有一個小缺口的大杯子）

量筒

塑膠滴管

托盤

粘度計 (附有毛細管的小塑膠瓶)

尺

奇異筆

蒸餾水

PVA 原液 (2 g PVA/100 mL 水)

氯化鈉原液(10 g / 100 mL 水)

碼錶

廢棄物容器

木勺子

1. 根據下表 1 標記六個杯子.

2. 在貼有標籤的杯子中，使用量筒和塑膠滴管從 2.0g/100mL 原液中製備五種稀釋的 PVA 溶液. 每個溶液的總體積應為 100 mL，並應按下表 1 中所示的濃度配製. 記錄下表 1 中使用的體積。

姓名.....

編號.....

表 1：PVA 溶液的組成

樣品	PVA 原液的體積(mL)	添加的蒸餾水體積(mL)	混合物濃度(g/100mL 水)
水	0	100	0
1			0.20
2			0.40
3			0.60
4			0.80
5			1.0

(1.0 分)

步驟 2. 測量每種溶液的粘度.

1. 在此實驗期間，如果您的粘度計洩漏，請通知監考人員。

姓名.....

編號.....

-
2. 在整個實驗過程中，請保留所配製的每個 PVA 稀釋液。不要丟棄或混合這些溶液，因為每次測量時都會重複使用它們。
 3. 在托盤上進行這個實驗。
 4. 用約 1cm 的水沖洗粘度計（從粘度計底部量起）。
 5. 在粘度計瓶上做兩個標記。標記應在瓶底上方 5cm（下標記）和 7 cm（上標記）處。
 6. 將粘度計放在倒置的帶有小缺口的大杯上，升高粘度計。確保毛細管位於缺口中，將手指放在毛細管上以停止流動並將水倒入粘度計，液位應高於上標記。



姓名.....

編號.....

-
7. 將水杯移到毛細管下方以收集排放液，移開手指，讓溶液自由流過毛細管，直到液面達到上標線，然後啟動碼錶，液位到達下標時停止計時。
 8. 對水重複這些測量以獲得三個可再現的結果，在下面的表 2 中記錄水的測量值。
 9. 用少量您要測試的下一種溶液沖洗粘度計，並使其通過管子排出，如果沖洗液沒有通過管子排出，請將拇指放在瓶頸上並輕輕擠壓瓶子。
 10. 對剩餘的溶液重複步驟 6 到 9。
 11. 在下面的表 2 中記錄所有這些測量值。

表 2：流動時間測量

樣品	流動時間 (s)			平均流動時間 (s)
	測量 #1	測量 #2	測量 #3	

姓名.....

編號.....

--	--	--	--	--

(3.0 分)

結果分析

估計 **PVA** 溶液的相對粘度

- 計算各溶液的相對粘度：

$\eta = \frac{t_s}{t_w}$ 其中 t_s 是每個的溶液地平均流動時間， t_w 是平均流動時間 s 是水的平均流動時間。

表 3：相對粘度

PVA 濃度(g/100 mL)	平均流動時間(s)	相對粘度 η

姓名.....

編號.....

(1.0 分)

2. 計算每種溶液的對比黏度：

$$\eta_r = \frac{\eta - 1}{c}$$

其中 c 是 PVA 的濃度在 g/100 mL 水中。請注意，1 dL 是 100 mL。

姓名.....

編號.....

表 4. 對比黏度.

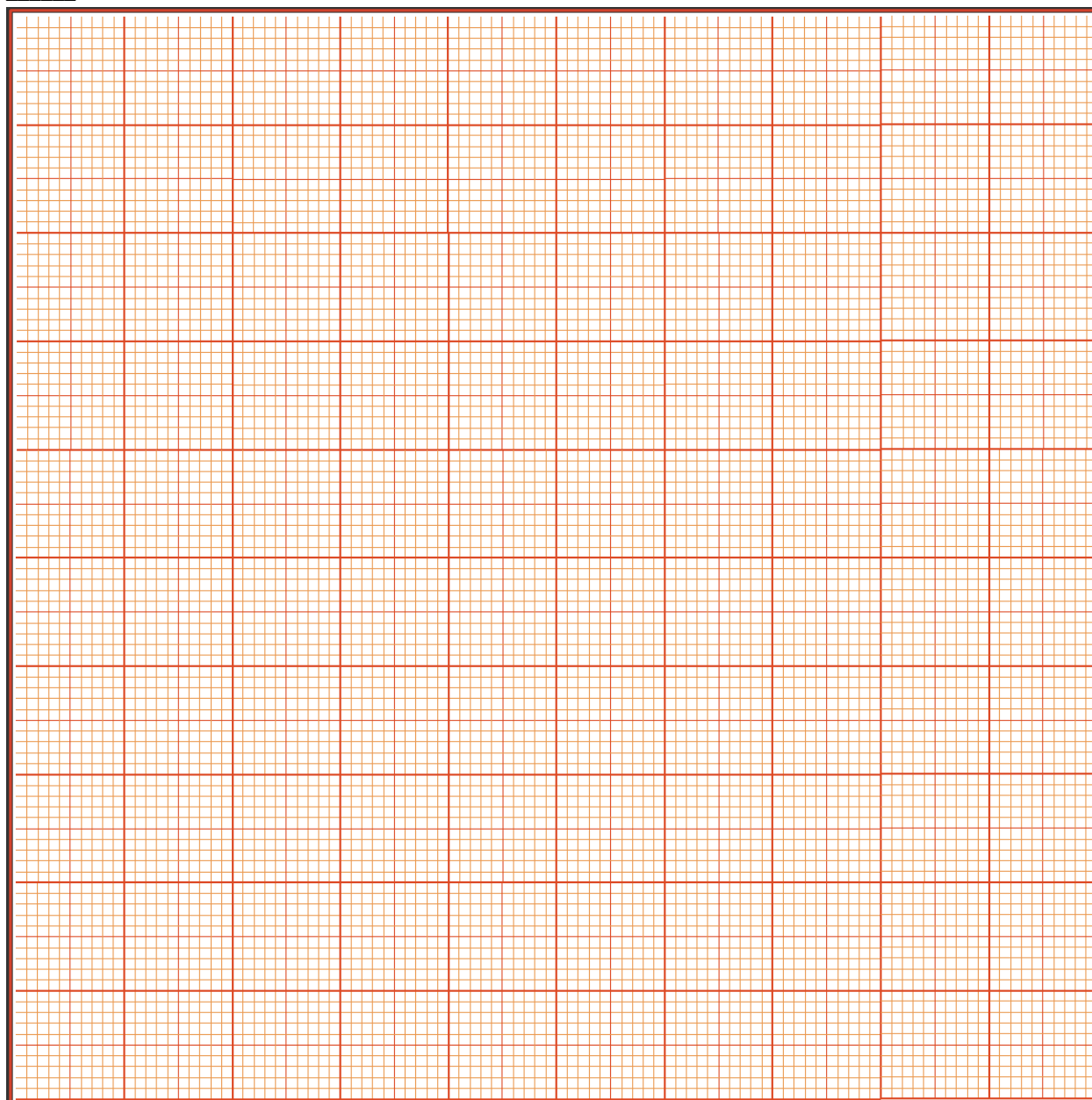
PVA 濃度 (g/100 mL 水)	對比黏度 (dL/g)

(1.0 分)

3. 使用下一頁的方格紙繪製還原粘度與 PVA 濃度的關係圖，並建立一條最佳擬合線。
(2.5 分 s)

姓名.....

編號.....



姓名.....

編號.....

4. 聚合物的特性粘度是溶質對溶液總粘度的貢獻的量度。通過將圖表外推到 $c = 0$ 來確定 PVA 的特性粘度（以 dL/g 為單位）。

PVA 的特性粘度 $\eta_i =$ _____ dL/g (1.0 分 s)

5. 聚合物的特性粘度可用於確定聚合物平均相對分子質量 (M_r)，利用分-Sakurada-Houwink 公式：

$$\eta_i = K M_r^a$$

此系統的常數：

$$K = 5.43 \times 10^{-4} \text{ dL/g}$$

$$a = 0.64$$

估計 PVA 分子的平均分子量至 1 位有效數字：_____ (1.5 分 s)

姓名.....

編號.....

PART 2: 研究小分子對聚合物溶液粘度的影響

進行進一步的實驗，測試葡萄糖、尿素或氯化鈉等小分子或離子的存在是否會影響聚合物溶液的相對粘度。

您將拿到濃度為 10 g/100mL 的氯化鈉溶液，用它來配製含有 1.0 g PVA/100mL 和 5.0 g NaCl/100mL 的 100mL 溶液。

按照上面的步驟 2 測量該溶液的平均流動時間。

將該值與原始 1.0g/100mL 聚合物溶液的值進行比較，在下面說明這兩個值的比較。

1. 在這裡記錄您的數據：

表 6. PVA/NaCl 溶液的流動時間測量

樣品	流動時間 (s)			平均流動時間 (s)
	量測 #1	量測#2	量測#3	
PVA / NaCl				

(1.0 分)

姓名.....

編號.....

2. 根據您的結果，以下哪種解釋最符合您的結果 (標記 X)?

由於氯化鈉與 PVA 分子上的羥基 (-OH) 基團之間發生反應，導致 PVA 分子分解成更小的碎片，因此向 PVA 溶液中添加氯化鈉會顯著 <u>增加</u> 溶液的粘度	
PVA 溶液中添加氯化鈉可增加分子的動能進而顯著 <u>降低</u> 溶液的粘度	
PVA 溶液中添加氯化鈉可通過降低分子的動能顯著 <u>增加</u> 溶液的粘度	
PVA 溶液中加入氯化鈉 <u>不會顯著影響</u> PVA 溶液的粘度，因為該聚合物不是離子型的	
由於氯化鈉溶解放熱，PVA 溶液中添加氯化鈉顯著 <u>增加</u> 了溶液的粘度	

(1.0 分)

姓名.....

編號.....

實驗四：使用花青素研究 pH 值

簡介：

花青素和類黃酮是許多園林花卉花瓣中高濃度的化合物。它們目前在食品工業中用作合成著色劑的替代品，因為它們作為抗氧化劑對健康有益，而且顏色會隨 pH 值變化。

假設您是一位年輕的科學家，有興趣了解哥倫比亞流行飲料 Spamonethaca® 的 pH 值。為此，您將使用花園中常見花卉的提取物，建構一個顏色矩陣。請按照下方的說明進行分析。

材料：

- 3 種花 (木槿、九重葛、馬蹄蓮)
- 油性筆 (細線筆)
- 7 個玻璃試管
- 1 個試管架
- 1 個玻璃攪拌器
- 3 個巴斯德塑料吸管 (重複使用說明：用少量蒸餾水沖洗 3 次。)
- 2 條 pH 試紙 (不會提供超過 2 條！)
- pH 顏色圖表
- 生物比色分析圖表 (單獨的論文)
- 塑料薄膜 (保鮮膜)
- 氫氧化鈉 0.5M
- 硝酸 0.2M
- pH 5 溶液
- pH 7 溶液
- 乙醇 80%
- 蒸餾水
- Spamonethaca® 溶液
- 洗瓶 (水)
- 大垃圾容器

姓名.....

編號.....

-
- 紙巾
 - 手套
 - 10 mL 量筒

使用 HNO_3 和 NaOH 時要小心！！

不要自己接觸到

請在處理這些試劑時戴上手套

實驗流程和問題：

1. 從花瓣中進行萃取

- a) 標記 3 個玻璃試管。
- b) 對 3 種植物，各取出相似數量的花瓣，並將它們個別放入試管中。確保使用足夠的花瓣，來填充大約 2 厘米的試管。
- c) 使用玻璃攪拌器攪碎花瓣。每次使用後徹底清潔攪拌器。
- d) 在每一試管中，各加入 2 mL 乙醇，並與壓碎的花瓣充分混合。
- e) 使用一些塑料薄膜覆蓋每個管子的頂部。
- f) 靜置 30 分鐘以完成花青素的萃取。

2. 製作 pH 值溶液

- a) 製作 pH 值 5 和 pH 值 7 的溶液。
- b) 在 2 個玻璃試管，分別標記 pH5 和 pH7。
- c) 使用塑料製巴斯德移液器，將 5 mL 的每種 pH 溶液，添加到各自的玻璃管中。每次都要使用乾淨的移液器。
- d) 在 2 個玻璃試管，分別標記為“pHA”和“pH B”。

姓名.....

編號.....

e) 根據下表使用塑料移液管和量筒配製兩種 pH 值溶液：

標記: pH A		標記: pH B	
步驟 1	步驟 2	步驟 1	步驟 2
2.5 mL 水	2.5 mL HNO ₃ 0.2 M	4 mL 水	2.5 mL NaOH 0.5 M

f) 使用提供的 pH 試紙測定“pH A”和“pH B”的 pH 值。為此，請使用塑料吸管在試紙的每個正方形上吸取一些溶液。

g) [1.00 分] 使用提供的圖表閱讀您的值並將其記錄在下方。

pH A	pH B

3. 比色分析

a) 使用單獨提供的“生物比色分析”紙，並用塑料薄膜覆蓋。確保覆蓋整張紙並去除所有氣泡。完全撫平薄膜以形成光滑的表面。

b) 用巴斯德塑料移液管滴加 1 滴溶液“pH A”到光滑薄膜表面的“pH A”欄中。

c) 在各自的列中重複 pH 5、pH 7 和“pH B”溶液。確保為每種 pH 溶液使用乾淨的塑料移液器。

d) 在光滑的薄膜表面上的芙蓉行上的每個 pH 溶液中加入 1 滴芙蓉的花青素提取物。

e) 對九重葛重複上述步驟。和馬蹄蓮。每次都使用乾淨的塑料吸管。

f) 靜置 1 分鐘，讓實用助手拍照。

g) [1.20 分]

姓名.....

編號.....

	實驗助理簽名
拍攝照片	

h) [0.50 分] 顏色變化的最佳解釋是什麼？用 x 標記正確的選項。

	用 x 標記
不可逆還原	
質子化/去質子化	
羥基化	
亞硝基化	

4. 確定 Spamonethaca® 的 pH 值

a) [1.00 分] 選擇花青素在酸性和鹼性範圍內均有明顯顏色變化的品種。在下方寫上物種名稱 選擇的物種

	在下方寫上物種名稱
選出的物種	

b) 使用巴斯德塑料吸管在“生物比色分析”膠片上的每個 Spamonethaca® 標記區域（S1 和 S2）各滴 1 滴。

姓名.....

編號.....

c) 將 1 滴選定的花青素提取物添加到區域 S1。

d) 將 1 滴水加到 S2 區域。

e) 靜置 1 分鐘，讓實用助手拍照。

f) [0.50 分]

	實驗助理簽名
拍攝照片	

g) [1.00 分] 確定 S1 和 S2 的角色。用 X 標記適用於每個條件的正確術語。如果該術語不適用於該條件，請用 O 標記。

術語	S1	S2
對比		
測試		
安慰劑		
陰性對照		
陽性對照		

h) [0.50 分] 根據你的結果，估計 Spamonehaca® 的可能 pH 值。僅在正確答案上打 X。

姓名.....

編號.....

估計的 pH 值	正確答案上打 x
強酸性	
微酸性	
中性的	
強鹼性	

5. 生物學意義

a) [0.50 分] 這些分子/分子複合物中的哪一個負責調節活體植物細胞中的花青素顏色。用 X 標記正確答案。

分子/分子複合物	正確答案上打 x
葉綠體的 ATP 合成酶	
線粒體的 ATP 合成酶	
液泡的 ATP 合成酶	
細胞膜的質子泵	
液泡膜的質子泵	

b) [0.80 分] 過量食用 (每天 2 升) Spamonthaca® 可能會對健康產生哪些影響？用 x 標記正確答案。

健康產生的影響	正確答案上打 x
消化性潰瘍更惡化	
牙釉質侵蝕	
干擾蛋白質消化	
對流感的易感性增加	

姓名.....

編號.....

實驗五、咖啡物種的觀察——認識阿拉比卡咖啡

阿拉比卡咖啡是原產於衣索比亞西南部的特有種，是已知用於生產飲料的第一個咖啡品種。目前，該植物佔世界產量的 60%。在哥倫比亞，部分經濟依賴於它，它以其高品質的味道而聞名，其特點是柔和細膩的香氣，這使哥倫比亞咖啡獲得了國際的認可。

在此任務中，你須提供該植物的正確描述，然後你要應用傳統的二分法檢索表來鑑定出它的科名。

仔細查看咖啡植物提供的部分，然後用正確的術語來描述它的特徵。

姓名.....

編號.....



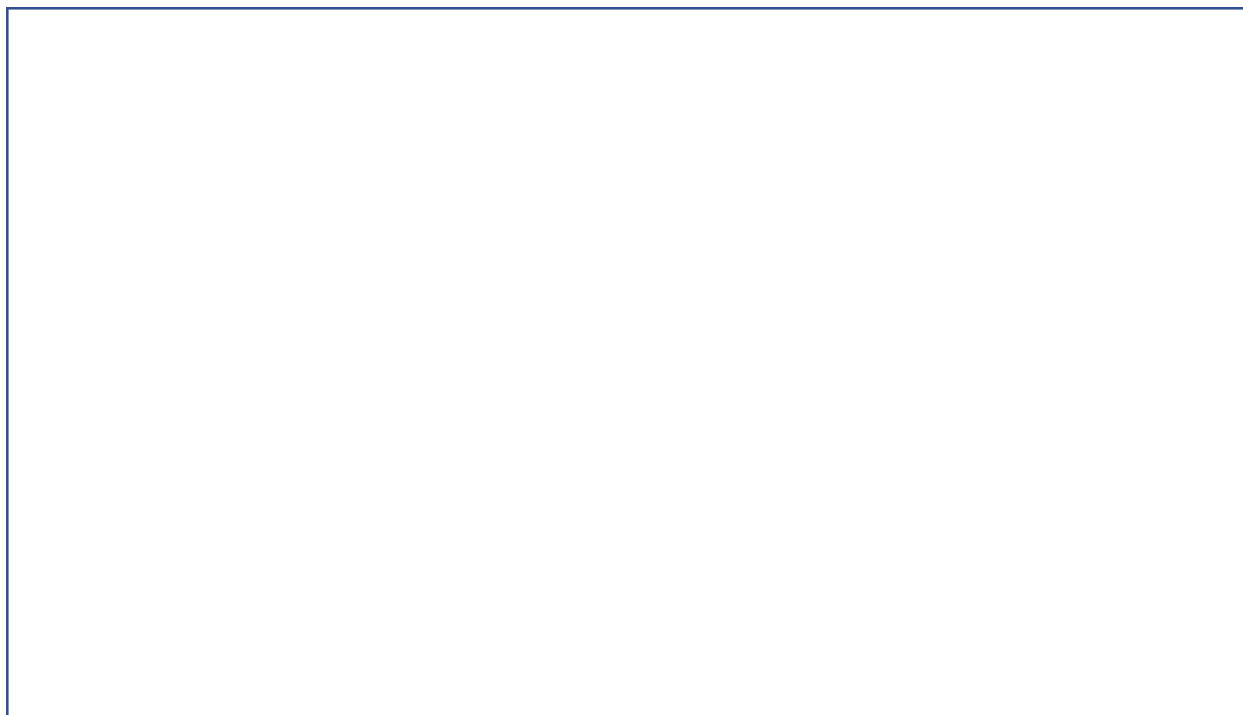
Coffea arabica L.

你可以參考這張阿拉比卡咖啡植物的圖片來解決任何問題。

姓名.....

編號.....

1. [1.00 分] 在下方空格內繪製所提供植物的一個簡單圖像。圖像應至少由兩片葉子組成，你必須畫出葉脈結構、葉子的詳細邊緣以及葉子的組成。



葉的觀察

2. [0.25 分] 用 X 標記觀察到的植物葉形。

☐	橢圓形
☐	線形
☐	長斜方形
☐	心形

姓名.....

編號.....

	以上都不是
--	-------

3. [0.25 分] 用 X 標記觀察到的植物的葉子類型。

	單葉
	複葉
	以上都不是

4. [0.25 分] 用 X 標記觀察到的植物葉子排列方式（phyllotaxy）。

	互生
	對生
	輪生
	以上都不是

姓名.....

編號.....

5. [0.25 分] 用 X 標記觀察到的植物葉的表面。

☐	有皺褶的 – 皺皺的，類似薄荷類的典型葉子
☐	平滑的– 沒有任何毛狀物
☐	具短柔毛– 表面毛狀
☐	糠枇狀– 覆蓋著小鱗狀顆粒
☐	黏質的（粘性）– 覆蓋有粘性或樹脂狀分泌物

6. [0.25 分] 用 X 標記觀察到的植物葉的主脈分佈。

☐	羽狀
☐	網狀
☐	掌狀
☐	平行



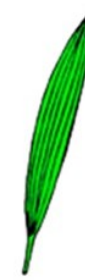
pinnate
羽狀



reticulate
網狀



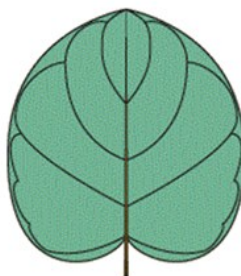
palmate
掌狀



parallel
平行

7. [0.25 分] 用 X 標記觀察到的植物葉的側脈形式。

☐	弓形脈
☐	分支脈
☐	真曲脈



Brochidodromous -

弓型脈



Cladodromous -

分支脈



Eucamptodromous -

真曲脈

姓名.....

編號.....

花的觀察

8. [0.5 分] 用 X 標記適用於被觀察植物的所有術語。

☐	完全花
☐	不完全花
☐	單子葉植物
☐	雙子葉植物
☐	以上都不是

9. [0.25 分] 用 X 標記觀察到的花對稱性。

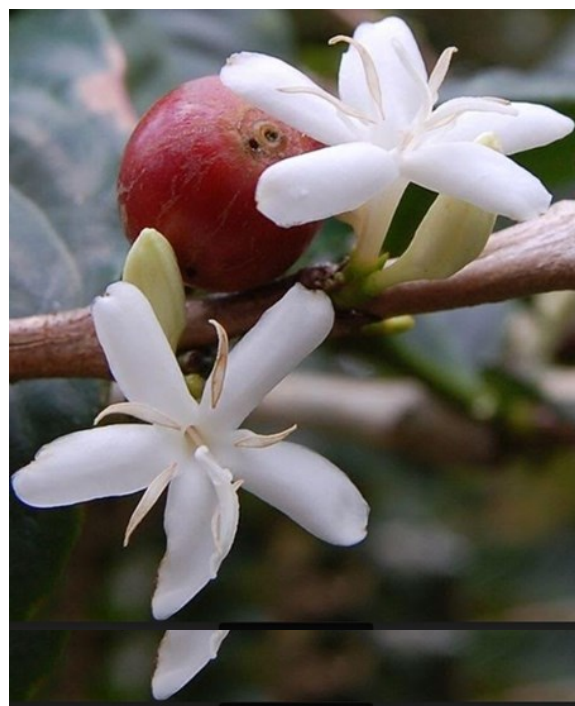
☐	輻射對稱花(輻射狀排列)
☐	兩側對稱(無輻射狀排列)
☐	以上都不是

姓名.....

編號.....

10. [0.50 分] 寫下觀察到的花，各部份構造的數量：也可參考提供的圖片。

萼片	
花瓣	
花絲	
花柱	
柱頭	
心皮	



姓名.....

編號.....

11. [0.25 分] 應用下面的圖片，用 X 標記花的子房類型。

	上位花 – 將子房封閉在花托中的花朵，雄蕊和花朵其他各部都位於上方
	下位花 – 雄蕊和其他花朵各部都位於心皮（或雌花器）下方的花朵
	子房周位 – 雄蕊和花朵其他各部與心皮處於同一水平的花朵



姓名.....

編號.....

姓名.....

編號.....

果實的觀察

12. [0.25 分] 觀察下一個問題中標記為圖 B 的咖啡果實圖片，然後在圖 A 上圈出它所屬的正確果實類型。如果都不屬於，則請留空。



Berry
漿果



Drupe
核果



Aggregation of Drupes
聚合果



Pome
仁果



Hesperidium
柑果



Pseudocarp
假果

圖 A

姓名.....

編號.....

13.[0.75 分] 在圖 B 的空白框中寫下下列正確的字母代號，以識別果實的各個部分。

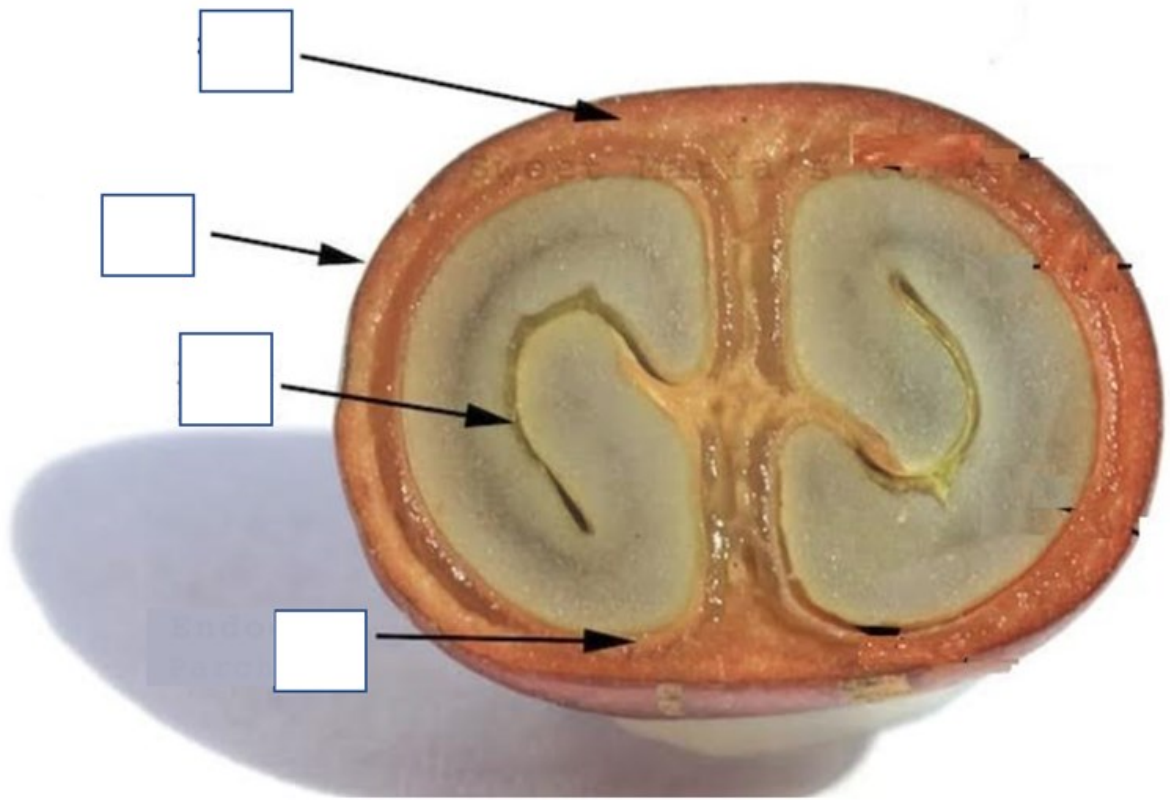


圖 B

A – endocarp 內果皮

B – endosperm fold 胚乳褶

C – mesocarp 中果皮

D – exocarp 外果皮

姓名.....

編號.....

科名的鑑定

14. 參考你在前面的問題中的各種特徵，應用下一頁的二分法檢索表鑑定出所提供植物的科名。在最下面的框中依序寫下你的選擇，例如：1a。

- 1a. 植物高 5-30 毫米，寄生於松樹、落葉松和松樹上。花藥無柄 **槲寄生科**
- 1b. 成熟時更高或更長的植物，非寄生；花藥有絲 **2**
- 2a. 葉為複葉 **3**
- 2b. 葉為單葉 **10**
- 3a 雌蕊有 3 個花柱 **省沽油科**
- 3b 雌蕊有 1 個花柱 **4**
- 4a. 花被兩側對稱 **5**
- 4b 花被輻射對稱 **6**
- 5a. 植株為具有掌狀複葉的樹 **無患子科**
- 5b. 植株為具有羽狀複葉的藤本植物 **紫薇科**
- 6a. 植株為藤本植物（雖然僅在基部附近為木質）；花的雄蕊數量多；果實為瘦果，末端為細長羽狀 **毛茛科**
- 6b. 植株為直立灌木或喬木；花有 2-12 個雄蕊；果實不如上述 **7**
- 7a. 小葉有芳香腺點 **芸香科**
- 7b. 小葉無腺點 **8**
- 8a. 果實類翅果狀的裂果；子房 2 室，扁平狀；雄花器由 4-12 個雄蕊組成，通常為 8 個 **無患子科**
- 8b. 果實翅果或核果；雄花器由 2 或 5 個雄蕊組成 **9**
- 9a. 無花被；雄花器由 2 個雄蕊組成；果實為翅果；花通常為單性；成熟時為喬木 **油橄欖科**
- 9b. 花被存在，合瓣花；雄花器由 5 個雄蕊組成；果實核果；兩性花；成熟時為灌木 **五福花科**
- 10a. 莖的頂端部分多肉；葉細而鱗片狀，長 1-3 公厘；莖呈關節狀 **莧科**
- 10b. 莖的頂端部分為草本至木質；葉子有葉狀葉身，大多較長；莖不呈現關節狀 **11**
- 11a. 花序為頭狀花序 **菊科**
- 11b. 花序為聚繖花序或總狀花序 **12**
- 12a. 花被兩側對稱 **紫薇科**

姓名.....

編號.....

12b. 花被輻射對稱 **13**

13a. 聚傘花序；每朵花各有 8 或 10 個 雄蕊；花瓣粉紫色，長 10-15 公厘 千屈菜科

13b. 花序密集，成簇為短聚傘花序；花各有 4-5 個雄蕊；花瓣白色，長 5-8 毫米 茜草科

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

(1.3 分)