

# 111年學科能力測驗 模擬試題（二）

教師用

## 自然考科－化學科

### －作答注意事項－

考試時間：60 分鐘

題型題數：

- 第壹部分

單選題 共 10 題

多選題 共 3 題

- 第貳部分 共 9 題

作答方式：

- 請將答案填入題本所附答案卷之答案欄中。

注意事項：

- 本試題為模擬學科能力測驗之形式設計，正式測驗時，作答方式仍以大考中心規定為準。

版權所有，請勿翻印

## 第壹部分 (占 55 分)

### 一、單選題 (占 40 分)

說明：第1題至第10題，每題均計分，每題有n個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項，請畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對者，得4分；答錯、未作答或畫記多於一個選項者，該題以零分計算。

1. 在同溫、同壓下， $\text{CH}_4$  與  $\text{C}_3\text{H}_8$  兩氣體含有相同的氫原子數，則下列關於  $\text{CH}_4 : \text{C}_3\text{H}_8$  兩者之敘述，何者正確？(C = 12, H = 1)
- (A) 體積比 = 5 : 8 (B) 重量比 = 8 : 11 (C) 分子數比 = 3 : 2  
(D) C 原子數比 = 2 : 1 (E) 此混合氣體的平均分子量為 30

**答案**：(B)

**解析**：假設  $\text{CH}_4$  分子莫耳數為 a， $\text{C}_3\text{H}_8$  分子莫耳數為 b，由題意知  $4a = 8b \Rightarrow a : b = 2 : 1$ 。(A)(C) 分子莫耳數比 = 體積比 =  $a : b = 2 : 1$ ；(B) 重量比 =  $16a : 44b = 32 : 44 = 8 : 11$ ；(D) C 原子數比 =  $a : 3b = 2 : 3$ ；(E) 平均分子量為  $\frac{2}{3} \times 16 + \frac{1}{3} \times 44 = 25.3$ 。

2. 花青素 ( $\text{C}_{15}\text{H}_{11}\text{O}_6$ ) 是一種水果中常見的水溶性植物色素，顏色會隨著身處環境的酸鹼值而有所變化，從酸性環境的紅色到紫色、再到鹼性環境下的藍色，下列有關此化合物之相關敘述，何者正確？(C = 12, H = 1, O = 16)
- (A) 莫耳質量為 574 g (B) 1 個分子約重  $2.4 \times 10^{-22}$  g (C) 1 個分子重 180 u  
(D) 287 g 的分子中含有  $1.92 \times 10^{25}$  個原子 (E) 574 g 的分子中含有 22 mol 的  $\text{H}_2$  分子

**答案**：(D)

**解析**：(A)  $\text{C}_{15}\text{H}_{11}\text{O}_6 = 287$  g；(B)(C) 1 個分子重 =  $287 \text{ u} = 287 / (6.02 \times 10^{23}) = 47.7 \times 10^{-22}$  g；(D) 287 g 的分子 = 1 莫耳分子 = 32 莫耳原子 =  $32 \times 6.02 \times 10^{23} = 1.92 \times 10^{25}$  個原子；(E) 287 g 的分子 = 1 莫耳分子，含有 22 mol 的氫原子。

3. 共價固體及網狀共價固體通常由非金屬元素結合而成；離子固體通常由金屬元素和非金屬元素結合而成；金屬固體則由金屬結合而成。若有一離子固體含有 X、Y 兩元素，其原子序相加等於 18，且兩元素相差一個週期、兩離子的價電子層相差兩層。已知 X 的原子序大於 Y，且 X 是由共價鍵結合成的元素。試由此推測下列敘述何者正確？
- (A) Y 是金屬元素 (B) X 容易成為陽離子 (C) X 離子由內層到外層的電子數為 2、8、8  
(D) X 與 Y 化合後的原子數量比為 1 : 2 (E) Y 可以屬於第三週期

**答案**：(C)

**解析**：依題意可知 X 為非金屬、第三週期，易形成陰離子，故可推測 Y 為金屬、第二週期，易形成陽離子。 $\text{X}^{m-} : (2, 8, 8)$ ， $\text{Y}^{n+} : (2, 0, 0) \Rightarrow \text{X} = {}_{15}\text{P}$ 、 $\text{Y} = {}_3\text{Li}$ ，可形成  $\text{Li}_3\text{P}$ 。

4. 今有一原子 Q 其帶負 2 價陰離子由內到外的電子數為 2、8，而 R 元素的價電子數為 1、另 X 元素其常溫下為黃綠色氣體，則由 Q、R、X 結合而成的化合物型態，何者正確？  
(A)  $R_2Q$  型共價化合物 (B)  $RQ_2$  型離子化合物 (C)  $QX_6$  型共價化合物  
(D)  $XR_2$  型共價化合物 (E)  $X_2Q$  型離子化合物

**答案**：(A)

**解析**：依題意知 Q 為氧、X 為氯，R 可能為氫、鋰、鈉等第 1 族元素。(A) $R_2Q$  可能為共價化合物 ( $H_2O$ ) 或離子化合物 ( $Li_2O$ )；(B)(C)(D) 不存在；(E) $X_2Q$  為  $Cl_2O$ ，屬共價化合物。

5. 有 V、W、X、Y、Z 五種物質，其性質如附表，下列關於此五種物質的推論，何者較合理？

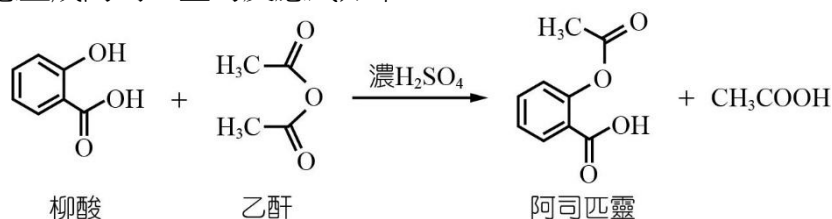
物質	熔點 (°C)	室溫導電性	水溶性
V	-114	差	可溶
W	-100	差	不溶
X	216	良好	不溶
Y	802	差	可溶
Z	3850	良好	不溶

- (A) 物質 V 熔點低，因此為氣態元素  
(B) 物質 W 可能為分子化合物，因共價鍵極強，故不溶於水  
(C) 物質 X 可能為金屬，因熔點低，故可能為鹼金屬元素  
(D) 物質 Y 可能為離子化合物，熔融態可以導電  
(E) 物質 Z 可能為網狀共價固體，加熱會增加其導電度

**答案**：(D)

**解析**：V、W 為分子化合物，V 可溶於水表示其為電解質，W 則為非電解質；X 為金屬；Y 為離子化合物；Z 為石墨。

6. 柳酸與乙酐反應生成阿司匹靈的反應式如下：



小民今取柳酸 1.38 克柳酸（分子量 138）與 4.00 毫升乙酐（分子量 102，比重 1.08），在濃硫酸的催化下反應，若已知此酯化反應完成比率為 50%，則在此反應中可得到阿斯匹靈幾克？

- (A) 0.6 (B) 0.9 (C) 1.2 (D) 1.8 (E) 2.4

**答案**：(B)

**解析**：反應前有柳酸 0.01 mol、乙酐 0.04 mol，柳酸為限量試劑，由完成比率為 50%，故反應僅消耗 0.005 mol 的柳酸，生成阿司匹靈 0.005 mol = 0.005 × 180 = 0.9 g。

7. 已知： $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$ ， $\Delta H = -114 \text{ kJ}$ 。下列有關此熱化學反應式的敘述，何者正確？

- (A) 生成 1 莫耳的  $\text{NO}_2(\text{g})$  會放熱 114 kJ
- (B) 此反應的能量變化可使周圍的溫度下降
- (C)  $2\text{NO}_2(\text{g})$  所含的能量比  $(2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}))$  所含的能量高出 114 kJ
- (D) 若此一反應的產物是  $2\text{NO}_2(\text{l})$ ，則反應的能量變化大於 114 kJ
- (E) 由此反應得知燃燒 1 莫耳的  $\text{NO}$  需吸熱 57 kJ

**答案**：(D)

**解析**：(A)57 kJ；(B)上升；(C)低；(E)放熱。

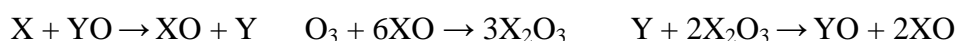
8. 下列關於甲醛 ( $\text{HCHO}$ )、醋酸 ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 及葡萄糖 ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) 之敘述，何者錯誤？

- (A) 三者之實驗式相同
- (B) 三者等重時所含之原子數總數相等
- (C) 若醋酸及葡萄糖等重時燃燒所消耗之氧氣體積比例為 1 : 3
- (D) 三者所含之元素重量百分率相同
- (E) 等莫耳之甲醛、醋酸及葡萄糖，三者之重量比，甲醛：醋酸：葡萄糖 = 1 : 2 : 6

**答案**：(C)

**解析**：(A)(B)(C)(D)  $\text{HCHO} \Rightarrow \text{CH}_2\text{O}$ ， $\text{CH}_3\text{COOH} \Rightarrow (\text{CH}_2\text{O})_2$ ， $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \Rightarrow (\text{CH}_2\text{O})_6$ ，三者實驗式皆為  $\text{CH}_2\text{O}$ ，故等重時，原子數相同、燃燒時耗氧體積相同，各元素的重量百分率相同；(E) 等莫耳數時，重量比為 1 : 2 : 6。

9. 下列三個反應式中的 X 與 Y 分別為兩個金屬元素的代號，而 O 為氧的元素符號。



已知三個反應均能向右進行，試依據以上三個反應式，推測下列物質中哪一個是最強的還原劑？

- (A) X (B) XO (C) YO (D) Y (E)  $\text{X}_2\text{O}_3$

**答案**：(A)

**解析**：由  $\text{X} + \text{YO} \rightarrow \text{XO} + \text{Y}$  知 X 的還原力大於 Y；由  $\text{O}_3 + 6\text{XO} \rightarrow 3\text{X}_2\text{O}_3$  知 XO 的還原力大於  $\text{X}_2\text{O}_3$ ；由  $\text{Y} + 2\text{X}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{YO} + 2\text{XO}$  知 Y 的還原力大於 XO，故還原力大小依序為：X > Y > XO >  $\text{X}_2\text{O}_3$ 。故選(A)。

10. 甲為 0.001 M 氫氧化鈉水溶液，於 25 °C 下，將其以純水稀釋一百倍後得水溶液乙，再將乙以純水稀釋一百倍，後得水溶液丙，再將丙以純水稀釋一百倍後得水溶液丁。廣用試紙在不同酸鹼值的顏色變化如附表，試判斷下列敘述何者正確？

pH	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
顏色	紅	橙紅	橙黃	黃	黃綠	綠	淺藍	深藍	靛	紫

- (A) 甲溶液會使廣用試紙呈橙紅色
- (B) 乙溶液會使廣用試紙呈黃色
- (C) 甲與丙溶液混合後，會使廣用試紙呈淺綠色
- (D) 丁溶液會使廣用試紙呈深藍色
- (E) 甲溶液會使紅色石蕊試紙呈藍色

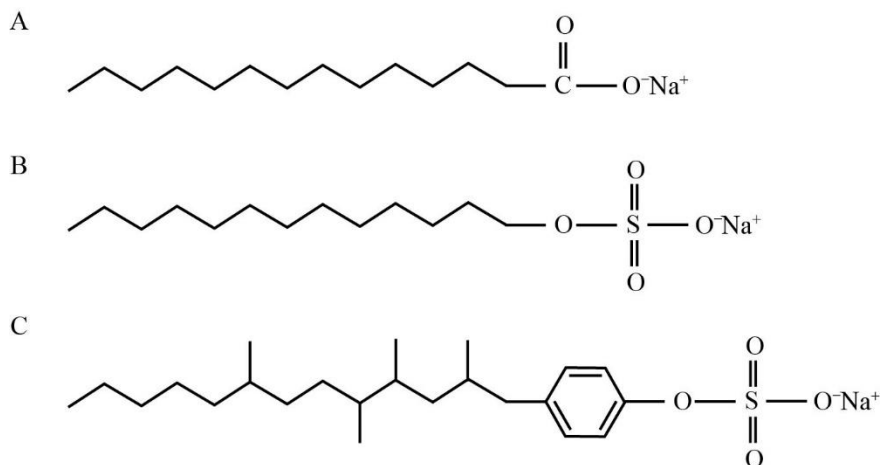
**答案**：(E)

**解析**：甲為  $10^{-3}$  M NaOH，pH = 11；乙為  $10^{-5}$  M NaOH，pH = 9；丙約為  $10^{-7}$  M NaOH，pH  $\approx$  7；丁約為  $10^{-7}$  M NaOH，pH  $\approx$  7。故選(E)。

## 二、多選題 (占 15 分)

說明：第11題至第13題，每題均計分。每題有n個選項，其中至少有一個是正確的選項，請將正確選項畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得5分；答錯k個選項者，得該題  $\frac{n-2k}{n}$  的分數；但得分低於零分或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

11. 東東取 A、B、C 三試管，依序分別裝入清潔劑 A、清潔劑 B、清潔劑 C 水溶液，其結構式分別如附圖所示。東東接著進行溶液性質的測試，下列相關測試結果、性質觀察與製備方式，哪些正確？（應選 2 項）



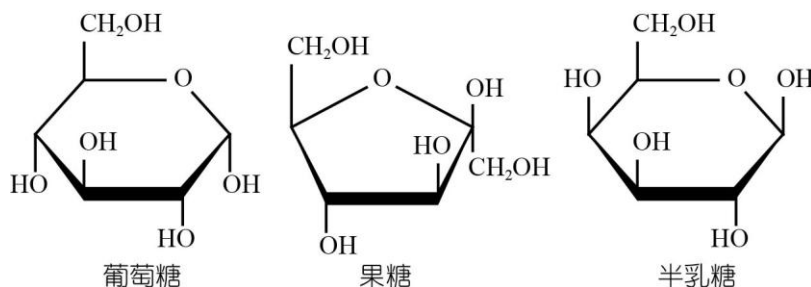
		A 試管	B 試管	C 試管
(A)	溶質製備方式	由油脂和氫氧化鈉經皂化反應而得	由油脂和氫氧化鈉經皂化反應而得	由石化工業原料製得
(B)	加入黃色油溶性顏料粉末	不溶	溶解，溶液成黃色	溶解，溶液成黃色
(C)	以石蕊試紙測試	石蕊試紙皆不變色	紅色石蕊試紙呈藍色；藍色石蕊試紙不變色	紅色石蕊試紙呈不變色；藍色石蕊試紙呈紅色
(D)	加入 1 mL 飽和氯化鈣溶液，再加入黃色油溶性顏料粉末	不溶	溶解，溶液成黃色	溶解，溶液成黃色
(E)	水溶液中與微生物反應情形	易分解	易分解	不易分解

**答案**：(D)(E)

**解析**：A 為硬脂酸鈉（肥皂）、B 為軟性合成清潔劑、C 為硬性合成清潔劑，故選(D)(E)。

12. 附圖三者均為含有六個碳的單醣環狀結構，但彼此原子間結合方式不同，然而三種單醣皆具有還原力，可以使多倫試劑、斐林試劑及本試液還原成金屬或金屬氧化物。其中，以葡萄糖為主的單醣，可以進一步與本身或其他兩個單醣聚合成不同種類的雙醣，而澱粉與纖維素的最基本組成分子均為葡萄糖，但兩者原子間結合方式不同，屬於高分子聚合物的多醣。

請根據此一短文判斷下列敘述哪些正確？（應選 2 項）

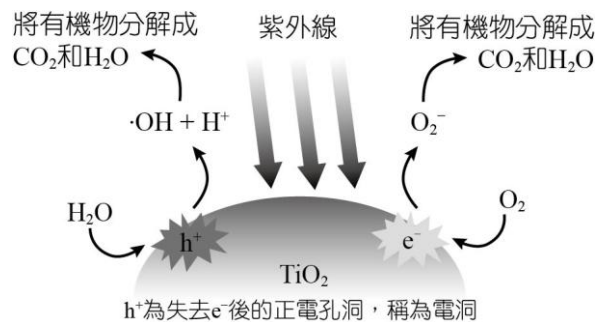


- (A) 葡萄糖、果糖及半乳糖三者結構不同，但分子式一樣，故為同分異構物  
 (B) 經單醣聚合之雙醣分子與單醣具相同的實驗式  
 (C) 葡萄糖與多倫試劑的反應即為一種氧化還原反應  
 (D) 多種天然食用醣中以蔗糖具有最高甜度  
 (E) 若將 1.62 克澱粉及 3.42 克蔗糖水解，可得 1.8 克的葡萄糖及 3.6 克的果糖

**答案**：(A)(C)

**解析**：(B)分子式及實驗式皆不同；(D)應為果糖；(E)應為 3.6 克的葡萄糖及 1.8 克的果糖。

13. 奈米材料為近年來相當熱門的話題，一旦塊材的其中一個維度降到 100 奈米以下，將會大幅改變其物理及化學性質，並有完全不同的應用性。其中，「奈米二氧化鈦 ( $\text{TiO}_2$ ) 光觸媒」為大家廣泛討論的熱門奈米材料之一。光觸媒材料在紫外光的照射下，能將光能轉變成化學能，使有機物分解成二氧化碳及水，此一過程稱為光觸媒反應（如附圖），是相當具有發展潛力的綠色環保材料。下列關於二氧化鈦光觸媒的敘述，哪些正確？（應選 3 項）



- (A)修正液的成分為二氧化鈦，故修正液也具有殺菌、除臭的光觸媒特性
- (B)二氧化鈦之所以成為大家廣泛討論的奈米材料，是因為其具有穩定的化學性質，也可以用來作為吸附與儲氫材料
- (C)奈米材料具有與一般塊材截然不同的性質，主要是因為表層原子數比例增加而有奈米尺寸效應
- (D)  $\text{TiO}_2$  能將空氣中的氧氣或水分子，轉變成具有高氧化力的超氧離子 ( $\text{O}_2^-$ ) 及氫氧自由基 ( $\cdot\text{OH}$ )
- (E)奈米級二氧化鈦具超親水性質，使得表面污垢更容易去除

**答案**：(C)(D)(E)

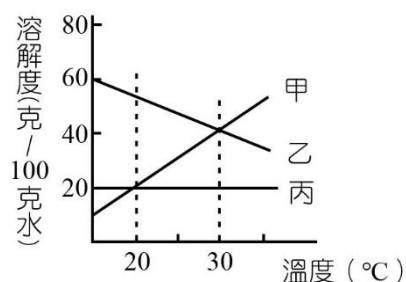
**解析**：(A)需奈米等級的二氧化鈦才具有光觸媒的特性；(B)二氧化鈦主要用來作為光觸媒的材料，有去汙、除臭和淨水的功效，而奈米碳管則是吸附及儲氫的最佳材料之一。

### 第貳部分：混合題或非選擇題 ( 占 45 分 )

說明：本部分共有 3 題組，每一子題配分標於題末。限在標示題號作答區內作答。選擇題與「非選擇題作圖部分」使用 2B 鉛筆作答，更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。非選擇題請由左而右橫式書寫，作答時必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。

#### 14~16 題為題組

已知有甲、乙、丙三種晶體試樣，假定在特定溫度的範圍內，其溶解度（克/100 克水）曲線可簡化如附圖。今在室溫 20 °C，配製甲、乙、丙三種試樣的飽和溶液，分別過濾得到澄清溶液後，東東做了下列實驗。試回答以下問題：



14. 若將各溶液的溫度，從 20 °C 升溫至 35 °C，哪一種晶體會析出？（3 分）

答案：乙

15. 若將各溶液升溫至 30 °C 後過濾，所得各澄清溶液之濃度大小關係為何？（3 分）

答案：乙 > 甲 = 丙

16. 若已知某混合水溶液中有甲、乙晶體各 4 克，東東想要有效分離甲、乙兩種晶體，依上表的資訊及學過的知識，可以利用兩者溶解度的差異進行實驗。若東東預計將混合溶液加熱到 30 °C 後，再降溫分析兩種晶體在溶液中的變化情形，請問最少約需加溶劑多少克？（3 分）

答案：10 克

解析：30 °C 時，甲與乙的溶解度皆為 40 g/100 g 水，故至少需加溶劑 10 g。



小民想要瞭解不同溫度對水溶液酸鹼性的影響，請參考不同溫度的  $K_w$  值、常見指示劑變色範圍（如附表 1、2）及小民進行的實驗，協助他預測實驗結果。

表 1

溫度	$K_w$	溫度	$K_w$
0 °C	$1.00 \times 10^{-15}$	40 °C	$3.00 \times 10^{-14}$
10 °C	$3.00 \times 10^{-15}$	50 °C	$6.00 \times 10^{-14}$
25 °C	$1.00 \times 10^{-14}$	60 °C	$1.00 \times 10^{-13}$

表 2

指示劑	酸型顏色	變色 pH 值範圍	鹼型顏色	變色區
甲基橙	紅	3.1~4.4	黃橙	酸性
石蕊	紅	4.5~8.3	藍	中性
溴瑞香草酚藍	黃	6.2~7.6	藍	中性
酚紅	黃	6.6~8.0	紅	中性
酚酞	無	8.2~9.8	紅	鹼性

17. 若小民測得一杯水溶液的  $[H^+] = 1.5 \times 10^{-7} M$ ，請參考表 1，此杯水溶液在哪些溫度下會呈酸性？（3 分）

**答案**：0、10、25 °C

**解析**：由表 1 可知各溫度於  $pH = 7$  時，氫離子濃度分別為  $\sqrt{10} \times 10^{-8}$ 、 $\sqrt{30} \times 10^{-8}$ 、 $10^{-7}$ 、 $\sqrt{3} \times 10^{-7}$ 、 $\sqrt{6} \times 10^{-7}$ 、 $\sqrt{10} \times 10^{-7}$ 。故  $[H^+] = 1.5 \times 10^{-7} M$  的水溶液於 0、10、25 °C 時會呈酸性。

18. 25 °C 時，若小民配製 A 溶液  $[HCl] = 2 \times 10^{-3} M$  共 20 mL，並加入酚酞指示劑數滴、B 溶液  $[NaOH] = 5 \times 10^{-3} M$  共 10 mL，並加入數滴溴瑞香草酚藍指示劑，今將兩杯溶液混合均勻後，試問平衡後，溶液的 pH 值為多少？水溶液會呈現什麼顏色？（ $\log 3 = 0.48$ ）（6 分）

**答案**：10.52、紫色

**解析**：  $[H^+] = 2 \times 10^{-3} \times 0.02 \text{ (mol)}$ ，  $[OH^-] = 5 \times 10^{-3} \times 0.01 \text{ (mol)}$ ，

$$\text{混合後 } [OH^-] = \frac{5 \times 10^{-3} \times 0.01 - 2 \times 10^{-3} \times 0.02}{0.01 + 0.02} = \frac{1}{3} \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$pOH = -\log\left(\frac{1}{3} \times 10^{-3}\right) = 3 + \log 3 = 3.48 \Rightarrow pH = 10.52$$

19. 承上題，若要達到  $pH = 7$  的混合溶液，請問至少需再加入 A 或 B 溶液多少毫升？（6 分）

**答案**：需再加入 A 溶液 5 毫升

**解析**：欲達  $pH = 7$ ，需加入  $[HCl] 5 \text{ mL}$ ，使  $n_{H^+} = n_{OH^-}$ 。

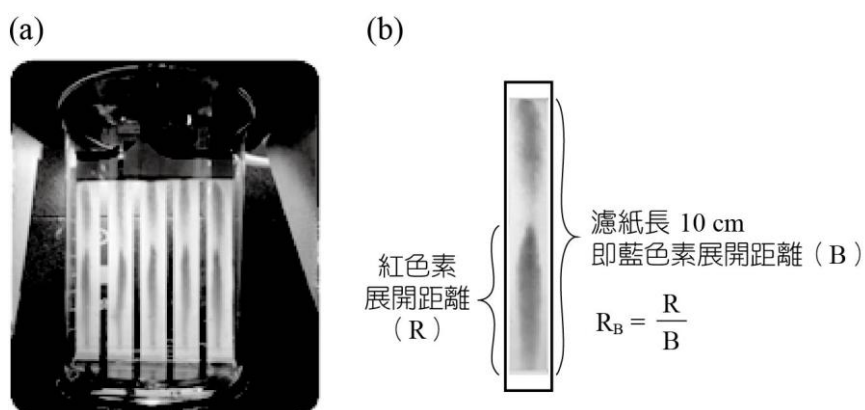
小民和東東為了討論不同濃度的氯化鈉濃度與色素吸附力之間的關係，並瞭解 NaCl 在低濃度、中濃度與高濃度的  $R_B$  值是否具有不同斜率，因此設計了一系列實驗如下：

【實驗步驟】

① 配製 0.005 M、0.01 M、0.015 M、0.02 M、0.025 M、0.03 M、0.04 M、0.06 M、0.08 M、2 M、3 M、4 M、5 M 不同濃度的氯化鈉水溶液。

② 以附圖(a)裝置進行層析實驗。計算平均展開距離（五取三平均）、 $R_B$  值。

※  $R_B$  值（R：Red；B：Blue）：紅色素展開距離（簡稱展開距離）與藍色素展開距離的比值定義為「 $R_B$  值」。  $R_B$  值可表示沖提液的溶質對紅色素的吸附力（簡稱色素吸附力）大小。如附圖(b)所示。



【實驗結果】

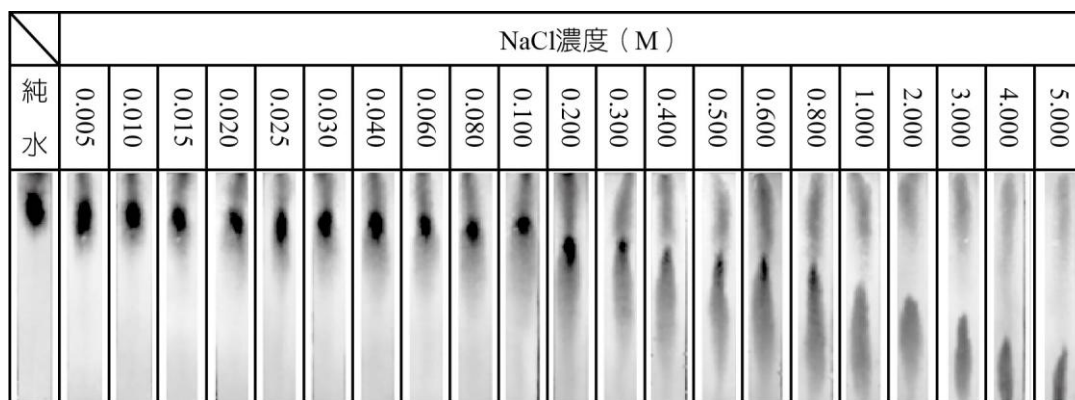
① 低濃度氯化鈉層析結果

濃度 (M)	0.005	0.010	0.015	0.020	0.025	0.030	0.04	0.06	0.08	
展開距離 (cm)	1	8.90	8.80	8.70	8.55	8.45	8.30	8.40	8.10	8.05
	2	8.85	8.85	8.80	8.55	8.55	8.50	8.30	8.20	8.10
	3	8.95	8.75	8.70	8.55	8.50	8.40	8.40	8.20	8.10
	平均	8.90	8.80	8.73	8.55	8.50	8.40	8.37	8.17	8.08
<b><math>R_B</math> 值</b>	<b>0.890</b>	<b>0.880</b>	<b>0.873</b>	<b>0.855</b>	<b>0.850</b>	<b>0.840</b>	<b>0.837</b>	<b>0.817</b>	<b>0.808</b>	

② 高濃度氯化鈉層析結果

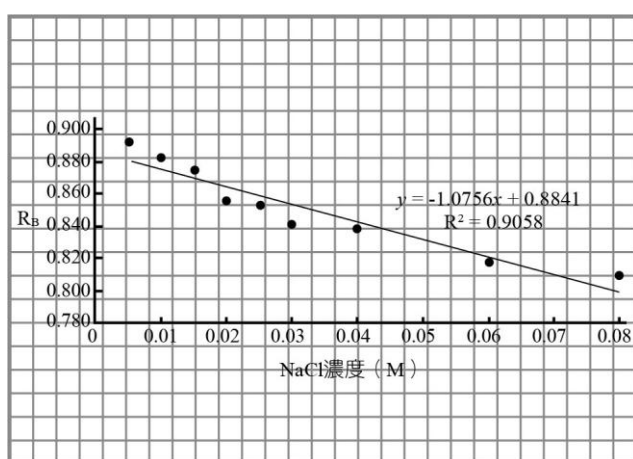
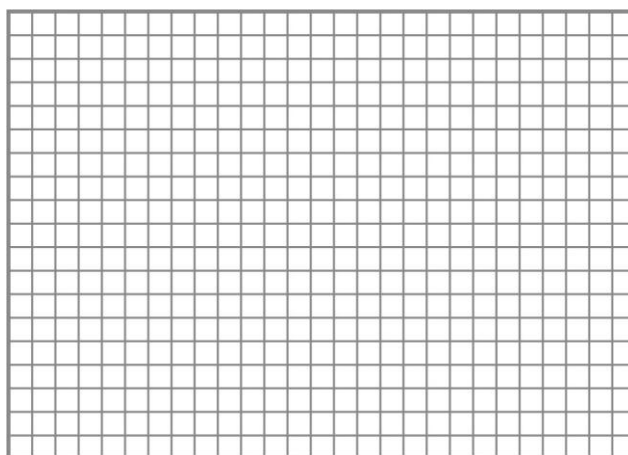
濃度 (M)	2.0	3.0	4.0	5.0	
展開距離 (cm)	1	4.90	4.00	3.15	2.70
	2	4.90	4.00	3.30	2.50
	3	4.85	3.95	3.10	2.40
	平均	4.88	4.02	3.18	2.53
<b><math>R_B</math> 值</b>	<b>0.488</b>	<b>0.402</b>	<b>0.318</b>	<b>0.253</b>	

③不同濃度氯化鈉層析結果



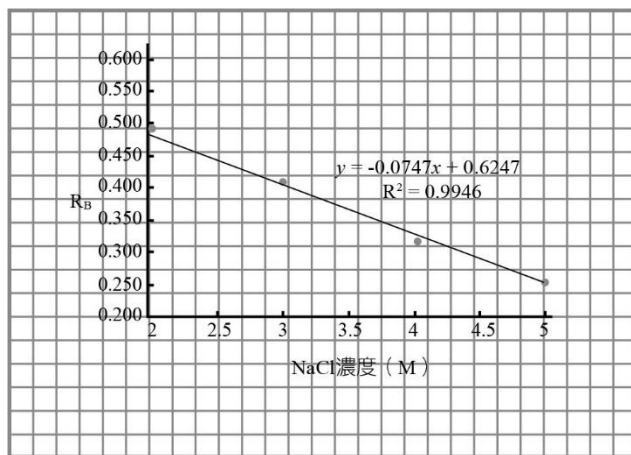
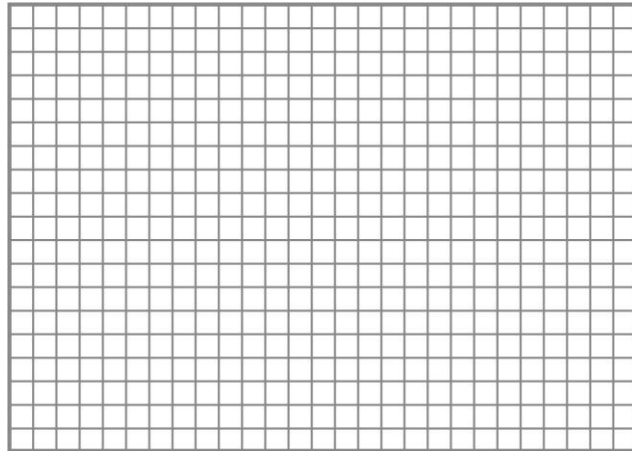
請根據以上實驗結果，協助小民和東東完成數據整理。

20. 根據實驗結果①低濃度氯化鈉層析結果進行數據分析，並請以濃度為橫軸、 $R_B$  值為縱軸，畫出濃度與  $R_B$  值關係圖，並計算出其平均斜率為何？（計算至小數點後兩位）（7 分）



答案： ; 斜率： -1.08

21. 根據實驗結果②高濃度氯化鈉層析結果進行數據分析，並請以濃度為橫軸、 $R_B$  值為縱軸，畫出濃度與  $R_B$  值關係圖，並計算出其平均斜率為何？（計算至小數點後兩位）（7 分）



答案： ; 斜率：-0.07

22. 請試著分析在高、低濃度下，造成  $R_B$  值及斜率差異的主要原因為何？（7 分）

答案：在低濃度時，移動相中各離子間的距離較遠， $\text{Na}^+$  與  $\text{Cl}^-$  之間幾乎不會互相影響。然而濃度漸增，離子間距離漸減， $\text{Na}^+$  與  $\text{Cl}^-$  間的吸引力增加，使離子與紅色素間的靜電作用力降低，故「氯化鈉濃度增加」導致「展開距離減少幅度（即斜率）」趨緩。