

111年學科能力測驗 模擬試題（一）

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 10 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。

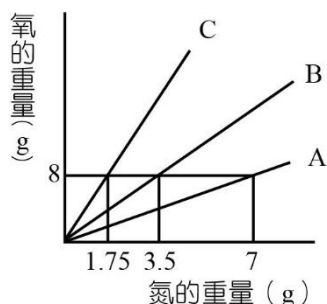
版權所有，請勿翻印

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. 化合物 A、B、C 三者均由氮、氧兩元素所組成之分子化合物，其組成如附圖；已知 B 的化學式為 NO，試依資料推論下列敘述何者正確？(N = 14)



- (A) 化合物 A 中氧原子與氮原子之原子數比為 2 : 1 (B) C 的化學式應為 N_2O (C) 化合物 A 與化合物 B 中將氮的重量固定，則氧原子在 A 與 B 之重量比為 1 : 3 (D) 相同質量的 A 與 B 應含有相同的原子數 (E) 常溫、常壓下 30 克 B 與 46 克 C 體積相同

答案：(E)

解析：由圖可知，化合物 A $\Rightarrow W_N : W_O = 7 : 8$ ；化合物 B $\Rightarrow W_N : W_O = 3.5 : 8$ ；化合物 C $\Rightarrow W_N : W_O = 1.75 : 8$ ，三種化合物的氮重量比為 $7 : 3.5 : 1.75 = 4 : 2 : 1$ 。已知 B 的化學式為 NO，則 A 為 N_2O ，C 為 NO_2 。(A) 氧原子與氮原子之原子數比為 1 : 2；(B) C 為 NO_2 ；(C) 應為 1 : 2；(D) A 與 B 實驗式不同，故相同質量含有不同原子數；(E) 同溫、同壓下，30 克 B (NO) 為 1 mol 氣體，46 克 C (NO_2) 亦為 1 mol 氣體，故體積相同。

2. 試比較下列六種物質質量的大小順序為何？(C = 12、O = 16、S = 32)
- (甲) 2 個葡萄糖 ($C_6H_{12}O_6$) 分子；(乙) 4 個硫酸 (H_2SO_4) 分子；(丙) 10^{-21} 克的水；(丁) 10^{-23} 莫耳的乙烷 (C_2H_6)；(戊) 1 mol 氫原子；(己) 1 mol 氫分子
- (A) (丙) > (乙) > (甲) > (丁) > (己) > (戊)
(B) (丙) > (乙) > (丁) > (甲) > (己) > (戊)
(C) (己) > (戊) > (甲) > (丁) > (丙) > (乙)
(D) (己) > (戊) > (丙) > (乙) > (甲) > (丁)
(E) (己) > (戊) > (乙) > (丙) > (甲) > (丁)

答案：(D)

解析：(甲) $2 \times 180 = 360 \text{ u}$ ；(乙) $4 \times 98 = 392 \text{ u}$ ；(丙) $10^{-21} \times 6.02 \times 10^{23} = 602 \text{ u}$ ；(丁) $10^{-23} \times 6.02 \times 10^{23} \times 30 = 180.6 \text{ u}$ ；(戊) 1 g；(己) 2 g。故選(D)。

3. 化學元素週期表的前三週期如附圖。已知原子序 1~18 的元素，其第一殼層可填入 2 個電子，第二主殼層可填入 8 個電子，第三殼層可填入 8 個電子。甲、乙、丙為下列週期表中的三個元素。甲原子的最外殼層電子數是第一殼層電子數的 3 倍，乙原子以元素存在時，有最高的氧化力，丙元素是前三週期中半徑最大的原子。根據上文，並參考所附之週期表，請問下列敘述何者正確？

1 H						2 He		
3 Li	4 Be		5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg		13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar

- (A)元素甲屬於鹼土金屬族
(B)元素乙的總電子數為 7
(C)元素甲與乙組成的化合物為 CCl_4
(D)元素乙與丙組成的化合物為離子化合物
(E)元素甲與丙組成的化合物屬於分子化合物

答案：(D)

解析：依題幹敘述可知，甲為氧(2, 6)、乙為氟、丙為鈉。

(A)甲為非金屬元素；(B)氟的總電子數為 9；(C)甲與乙無法形成化合物；(D)乙與丙可形成氟化鈉，為離子化合物；(E)甲與丙形成氧化鈉，為離子化合物。

4. 已知元素 A、B、C 和 D，其原子序各為 9、12、16 及 19，則下列敘述何者正確？
- (A) A 原子和 D 原子產生的化合物可在固態狀態下導電
(B) B 原子和 C 原子結合後的化合物具有高沸點
(C) B 原子間鍵結成為網狀固體，亦即共價固體
(D) C 和 D 原子間鍵結成為分子固體，難溶於水
(E) 4 個元素中 A 元素原子半徑最大

答案：(B)

解析：依題幹敘述可知，A 為氟、B 為鎂、C 為硫、D 為鉀。

(A)A 和 D 形成氟化鉀，為離子化合物，固態無法導電；(B)B 和 C 形成硫化鎂，為離子化合物，具有高熔、沸點；(C)鎂原子無法形成共價固體，硫原子可以；(D)C 和 D 形成硫化鉀，為離子化合物，可溶於水；(E)原子半徑最大者為 D。

5. 附表為甲、乙、丙、丁四種物質的化學鍵類型、沸點、熔點以及在 1 大氣壓、25 °C 時的狀態，請依附表判斷下列敘述何者正確？

物質	化學鍵	沸點	熔點	狀態 (25 °C)
甲	共價鍵	-253 °C	-259 °C	氣體
乙	金屬鍵	3000 °C	1535 °C	固體
丙	離子鍵	1413 °C	800 °C	固體
丁	共價鍵	100 °C	0 °C	液體

- (A) 常溫具導電性物質有乙、丁
(B) 將乙物質加熱可增加其導電程度
(C) 常溫下甲物質易溶於水成電解質
(D) 由於物質甲的沸點及熔點皆低於物質丙，因此破壞共價鍵較離子鍵容易
(E) 將溫度提高到 1000 °C 時，丙物質可以導電

答案：(E)

解析：由表可知，甲可能為氫氣、乙為金屬、丙為離子固體、丁為水（分子化合物）。

(A) 當溫下，丁不具有導電性；(B) 金屬物質加熱會降低其導電程度；(C) 離子化合物溶於水才會形成電解質；(D) 甲熔化及汽化並未破壞共價鍵，丙熔化及汽化需破壞離子鍵；(E) 熔融態的離子固體可以導電。

6. 已知某未知體積之氧氣與 20 公升的丙烷，在適當的條件下進行反應會生成二氧化碳及水，丙烷完全耗盡後於室溫下，測得剩餘氣體總體積為 70 公升。若反應前、後，溫度與壓力維持不變，則氧氣反應前的體積為多少公升？

(A) 50 (B) 90 (C) 110 (D) 130 (E) 150

答案：(C)

解析：反應式平衡後為： $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(l)$ 。由反應式係數可知，20 公升丙烷完全反應需消耗氧氣 100 公升、生成 60 公升二氧化碳，表示有 10 公升的氧氣未反應，反應前氧氣的體積為 $100 + 10 = 110$ 公升。

7. 常溫、常壓下，在裝有觸媒的反應器中，灌入氣體 X 與 Y 的混合氣體 1.4 莫耳。在反應進行中的某一時刻，測得混合氣體與反應前體積相同，且 X、Y、Z 三種氣體在同溫、同壓下體積比為 5 : 3 : 6。已知該反應的化學反應式為 $aX + bY \rightarrow cZ$ ，請問下列哪一組分別是反應式中的係數 a、b、c？

(A) 2、1、3 (B) 3、2、1 (C) 5、3、6 (D) 1、2、4 (E) 3、1、2

答案：(A)

解析：依題意假設反應前氣體 X 有 x 莫耳，則 Y 有 $1.4 - x$ 莫耳，反應後剩餘氣體莫耳數分別

為 0.5、0.3、0.6，可得 a、b、c 三者之間關係為 $\frac{x-0.5}{a} = \frac{1.1-x}{b} = \frac{0.6}{c} \Rightarrow x = \frac{0.6a}{c} + 0.5$ 代

入關係式後得 $c - a = b$ ，故選(A)。

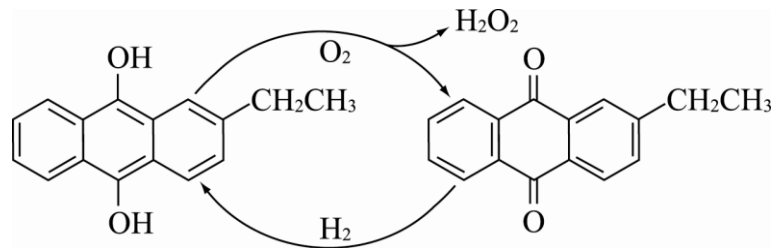
8. 用滴管取 0.1 M 稀硝酸 (HNO_3) 溶液加入 1.92 克的金屬銅中，當滴入 0.1 M 稀硝酸溶液 40 mL 時，會產生硝酸銅 ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$) 及無色有毒氣體。下列有關該實驗的敘述，何者正確？ ($\text{Cu} = 64$)
- (A) 產生的氣體是二氧化氮
 - (B) 金屬銅是限量試劑
 - (C) 加完 40 mL 的硝酸溶液後，再加入金屬銅，產生的氣體會隨之增加
 - (D) 此反應方程式平衡後係數若以最簡單整數表示則係數加總為 20
 - (E) 將產生的氣體加入石蕊指示劑呈現紅色

答案：(D)

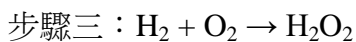
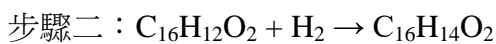
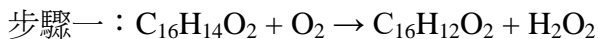
解析：反應式平衡後為： $3\text{Cu}(\text{s}) + 8\text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{s}) + 2\text{NO}(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 。

(A) 產生的氣體為 NO；(B) 反應前 Cu 有 $\frac{1.92}{64} = 0.03 \text{ mol}$ ， HNO_3 有 $0.1 \times 0.04 = 0.004 \text{ mol}$ ，故硝酸為限量試劑；(C) 硝酸已耗盡，故無法進行此反應；(E) NO 不溶於水。

9. 工業上製備過氧化氫的方法如下：



其反應共分成三個步驟：



整個製程的經濟效益決定於 $\text{C}_{16}\text{H}_{12}\text{O}_2$ 的回收效率，試問第一步驟的原子使用效率為何？

- (A) 6.3% (B) 12.6% (C) 30.5% (D) 87.4% (E) 94.1%

答案：(B)

解析：原子使用效率 = 目標產物 / 所有產物 $\Rightarrow 34 / (236 + 34) = 12.6\%$

10. 小民於實驗室中配製甲~己六杯不同溶液，其中甲、乙、丙杯為滴有溴瑞香草酚藍 (BTB) 指示劑的 0.1 M 鹽酸溶液；丁、戊、己杯為滴有酚酞 (PP) 指示劑的 0.2 M 氫氧化鉀溶液，各杯溶液的濃度、體積與呈色如表 1，指示劑的變色範圍則如表 2 所示。

表 1

	酸或鹼	濃度	體積 (滴)	指示劑
甲杯	HCl	0.1 M	2	BTB
乙杯	HCl	0.2 M	3	BTB
丙杯	HCl	0.3 M	4	BTB
丁杯	KOH	0.2 M	1	PP
戊杯	KOH	0.3 M	3	PP
己杯	KOH	0.4 M	5	PP

表 2

指示劑	酸型顏色	變色範圍 (pH)	鹼型顏色	備註
BTB	黃	6.2~7.6	藍	中性為綠色
PP	無	8.2~10.0	粉紅	中性為無色

若小民依續由甲杯→乙杯→丙杯→丁杯→戊杯→己杯，將各杯溶液混合攪拌均勻，慢慢地進行中和反應，則最後溶液中顏色將由黃色變為什麼顏色？

(A)黃 (B)綠 (C)無 (D)紫 (E)粉紅

答案：(D)

解析： $n_{\text{H}^+} = 0.1 \times 2 + 0.2 \times 3 + 0.3 \times 4 = 2$ ， $n_{\text{OH}^-} = 0.2 \times 1 + 0.3 \times 3 + 0.4 \times 5 = 3.1 \Rightarrow n_{\text{OH}^-} > n_{\text{H}^+}$ ，故溶液

呈鹼性，又 BTB 於鹼性時呈藍色，而 PP 呈粉紅色，故最後混合溶液會呈紫色。

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. 東東用紅色原子筆芯的油墨進行界面活性劑效應的實驗，先配製了甲、乙、丙三個試樣，然後觀察溶液的顏色與油墨的分布情況，結果如附表所示。

試樣	組成	溶液的顏色	油墨分布情況
甲	油墨 + 5 mL 蒸餾水	淡紅色	不均勻
乙	油墨 + 5 mL 蒸餾水 + 少量硬酯酸鈉	深紅色	分布均勻
丙	油墨 + 2 mL 乙醚	深紅色	紅色油墨全溶

根據實驗觀察的結果與推論，試問下列相關敘述，哪些正確？（應選 2 項）

- (A) 乙試樣中的硬酯酸鈉是界面活性劑，故試樣乙會呈現均勻混合
- (B) 若將少量氯化鈣水溶液加入乙試樣，因鈣離子會破壞界面活性劑的效果，故溶液會形成不易混合均勻的上下兩層
- (C) 若將甲試樣加入丙試樣中會發現分層的現象，且紅色油墨會位於下層
- (D) 將甲試樣再加入少量酒精，則溶液會分成上下兩層，紅色的油墨會在下層
- (E) 將試樣乙的界面活性劑改成十二烷基苯磺酸鈉，再加入少量氯化鈣水溶液，溶液亦會形成不易混合均勻的上下兩層

答案：(A)(B)

解析：(A)硬酯酸鈉即為肥皂，為界面活性劑；(B)含有鈣、鎂離子的硬水會降低界面活性劑的去汙效果；(C)乙醚與水不互溶，但可與油墨互溶，且密度比水小，故紅色油墨會位於上層；(D)酒精可溶於水，亦能溶於油墨，故不會分層；(E)十二烷基苯磺酸鈉為合成清潔劑，在含有鈣、鎂離子的硬水中，仍能發揮作用。

12. 編號為甲、乙、丙、丁、戊、己等六種樣品瓶中，可能含有下列物質：

(A)葡萄糖 (B)果糖 (C)蔗糖 (D)麥芽糖 (E)澱粉 (F)纖維素

為了要檢驗這些醣類，小民做了五個實驗，並將其結果記錄如下：

(1)由化合物甲所配製的溶液可與碘反應呈深藍色。

(2)化合物乙所配製的溶液與少量的濃硫酸混合加熱可生成丙及丁。

(3) 1 分子的化合物戊水解可得 2 分子的丁。

(4)化合物己不溶於溫水及冷水，與稀硫酸混合加熱可生成丁。

試依據實驗結果，判斷化合物丁、己分別為上述何種物質？（應選 2 項）

答案：(A)(F)

解析：由(1)可知甲為(E)澱粉；由(2)可知乙為(C)、丙丁為(B)果糖及(A)葡萄糖；由(3)可知戊為(D)麥芽糖、丁為(A)葡萄糖，再由(2)確認丙為(B)果糖；由(4)可知己為(F)纖維素。

13. 脂質又稱脂類，是一類天然分子的總稱，其中包括脂肪、蠟、固醇、脂溶性維生素（如維生素 A、D、E 和 K）、單酸甘油酯、甘油二酯、磷脂等。它的主要生理功能包括儲存能量、構成細胞膜以及膜的訊息傳遞等。請問關於脂肪的敘述，哪些正確？（應選 3 項）

(A)大部分動物性脂肪含不飽和脂肪酸

(B)油脂水解後的產物為脂肪酸鈉和甘油

(C)不飽和脂肪酸長期暴露在空氣中會被氧化，稱為酸敗

(D)膽固醇也是脂質的一種，在人體內扮演著重要角色，是一種與生命現象息息相關的重要化合物

(E)脂質又稱碳水化合物，與澱粉、纖維素同為常見的天然聚合物

答案：(B)(C)(D)

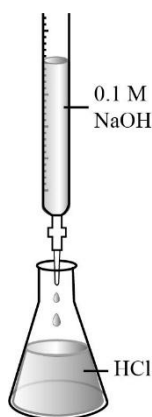
解析：(A)動物性脂肪多為飽和脂肪酸；(B)油脂（三酸甘油酯）+ 強鹼 → 脂肪酸鈉 + 甘油；(E)醣類又稱碳水化合物。

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

東東在 25 °C 下，準備了 0.1 M 的 NaOH 與未知濃度的 HCl 50 mL 進行酸鹼中和，裝置如附圖。當消耗 25 mL 的 NaOH 時，恰好使錐形瓶內的鹽酸達到中性，試回答以下問題：



14. 未知濃度的 HCl 為多少 M？(3 分)

答案：0.05 M

解析： $0.1 \times 25 \times 1 = C \times 50 \times 1 \Rightarrow C = 0.05 \text{ M}$

15. 東東想要進一步分析消耗不同 NaOH 體積時，溶液的酸鹼值變化狀況，請協助他完成下表：
($\log 2 = 0.3$ 、 $\log 3 = 0.48$) (每格 3 分，共 12 分)

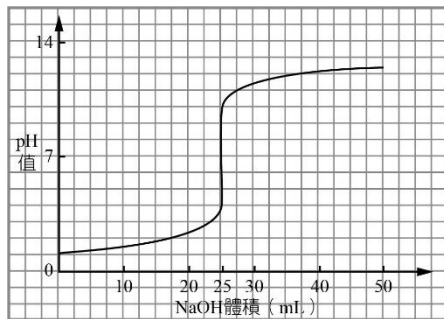
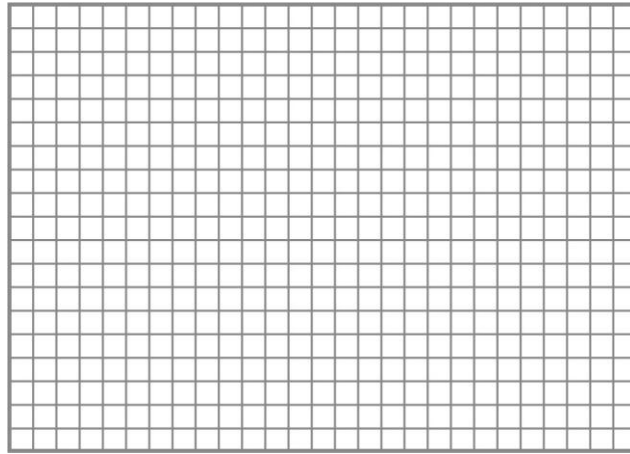
NaOH 體積 (mL)	0	10	25	40	50
混合後 $[\text{H}^+]$ 濃度 (M)	0.05	B	10^{-7}	6×10^{-13}	D
混合後溶液 pH	A	1.6	7	C	12.4

答案：A：1.3；B： 2.5×10^{-2} ；C：12.22；D： 4×10^{-13}

解析：A： $\text{pH} = -\log 0.05 = 2 - \log 5 = 1.3$ ；B： $\text{pH} = 1.6 = 2 - 0.4 \Rightarrow [\text{H}^+] = 2.5 \times 10^{-2} \text{ M}$ ；

C： $\text{pH} = -\log(6 \times 10^{-13}) = 13 - \log 6 = 13 - 0.78 = 12.22$ ；D： $\text{pH} = 12.4 \Rightarrow \text{pOH} = 1.6 = 2 - 0.4 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 2.5 \times 10^{-2} \text{ M}$ ， $[\text{H}^+] = 4 \times 10^{-13} \text{ M}$

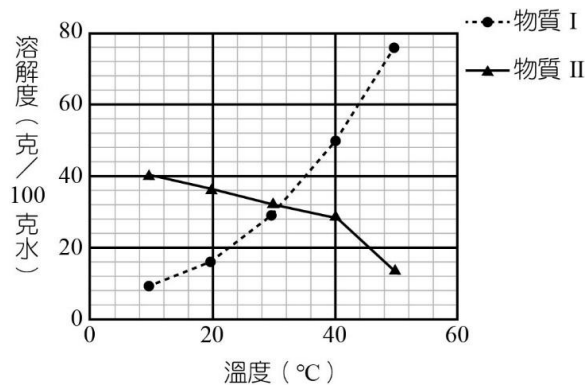
16. 請依據上表數據，以 pH 值 vs 加入的 NaOH 體積作圖，畫出此實驗的酸鹼值變化曲線。(5 分)



答案：

17~20 題為題組

附圖為物質 I 和物質 II 對水溶解度之關係圖，在 40 °C 時，取 I、II 各 10 克分別溶於 25 克的水中配成溶液甲與溶液乙，試回答下列問題：



17. 溶液甲、乙的飽和狀況各為何？(請填寫飽和、未飽和、過飽和)(4 分)

答案：甲：未飽和、乙：飽和

18. 若當溶液甲、乙溫度降低至 20 °C，請問甲、乙溶液的濃度變化各為何？(請填寫增加、降低、不變)(4 分)

答案：甲：降低、乙：不變

19. 當物質 I 和物質 II 溶於水中會使溶液溫度變化為何？（請填寫升高、降低、不變）（4 分）

答案：甲：降低、乙：升高

20. 小民在 40 °C 時，取 14 克的物質 II 溶於 50 克的水中配成一杯飽和溶液，若將溫度降為 20 °C 時仍想繼續讓溶液呈飽和狀態，則需_____（填寫添加、析出）物質 II _____ 克。（每格 2 分，共 4 分）

答案：添加、4

解析：物質 II 於 40 °C 的溶解度為 28 g/100 g 水，於 20 °C 的溶解度為 36 g/100 g 水。

$$\frac{14+x}{50} = \frac{36}{100} \Rightarrow x = 4 \text{ g}$$

21~23 題為題組

一般製造奈米硫的反應式如下：

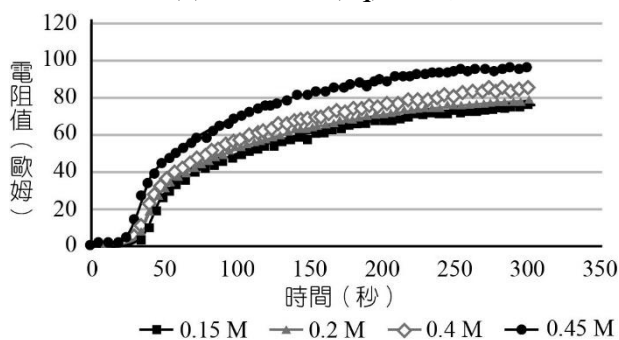


實驗中產生的奈米顆粒會隨時間而逐漸長大，當顆粒達 1~100 奈米左右，會形成膠體粒子而出現廷得耳效應，也就是以光束照射膠體溶液，可觀察到溶液中顯現出一條明亮的光徑，此乃由於膠體粒子顆粒較大，可散射光線所致。小米花首先透過改變不同的反應物濃度探討產生的奈米硫粒子的光敏電阻（註），如實驗一，更進一步在反應物中添加不同添加劑，探討其對產生奈米硫粒的影響，如實驗二。

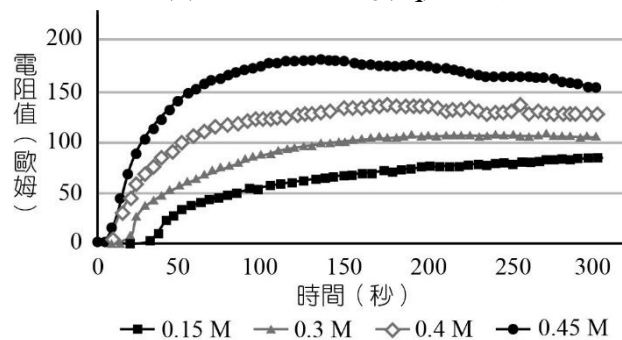
註：光敏電阻：利用光電導效應的一種特殊的電阻，電阻值和入射光的強弱有直接關係。光強度增加，則電阻減小；光強度減小，則電阻增大。

【實驗一】探討不同濃度的反應物對奈米硫粒的影響

(a) 改變 HCl(aq) 的濃度

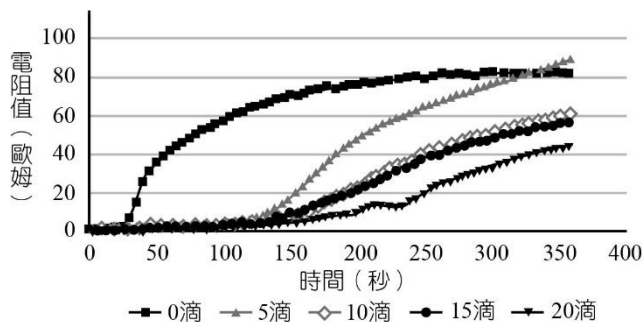


(b) 改變 Na₂S₂O₃(aq) 的濃度

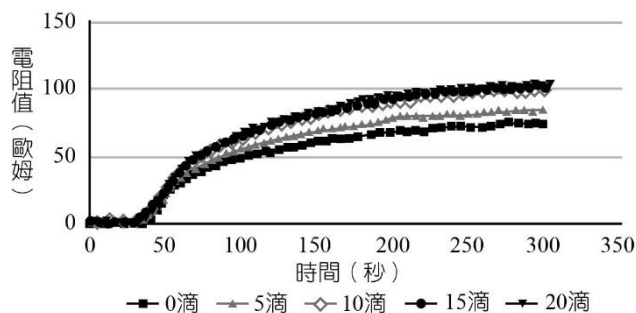


【實驗二】探討各種添加劑對奈米硫粒的影響

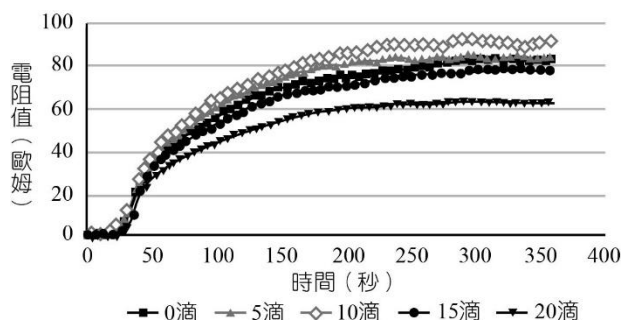
(a)添加清潔劑



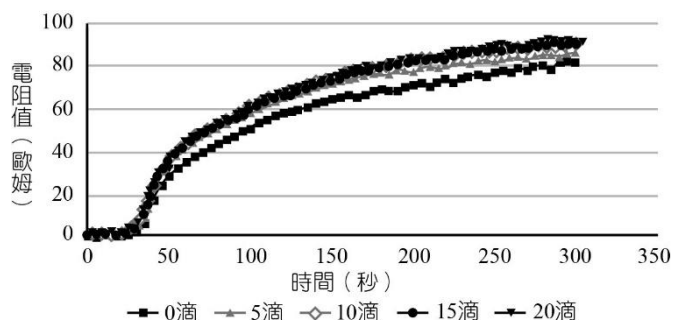
(b)添加酒精



(c)添加丙酮



(d)添加食鹽水



根據以上實驗結果，請判斷分析以下問題：

21. 請由【實驗一】數據請判斷 $[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})]$ 與奈米硫產生的關係為何？並試著找出其原因？（3分）

答案： $[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})]$ 濃度大小與形成奈米硫粒子的速率成正比，推測因 $[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})]$ 濃度愈高，增加其與反應的有效碰撞頻率，加速產生奈米硫粒子。

22. 由【實驗二】數據得知添加清潔劑會造成電阻值的數據圖產生大量的變化，試著分析清潔劑對製備奈米硫的影響為何？（3分）

答案：加入清潔劑（界面活性劑），會增加廷得耳效應持續的時間，這是因為清潔劑分子與奈米硫粒分子形成微胞，分散在溶液中，然若添加其他物質，對廷得耳效應的影響又有所不同。

23. 依據題幹製造奈米硫的反應式，若所添加之反應物全數反應完畢，且產生 3.2 克的奈米硫粒子，試問若要中和副產物中的二氧化硫，需要添加多少克的氫氧化鈉？（ $\text{S} = 32$ 、 $\text{Na} = 23$ 、 $\text{O} = 16$ ）（3分）

答案：8 克

解析：二氧化硫為二元酸（溶於水可解離出 2 個氫離子），氫氧化鈉為一元鹼（溶於水可解離出 1 個氫氧離子），達酸鹼中和表示氫離子的莫耳數 = 氫氧離子的莫耳數 $\Rightarrow (3.2/32) \times 2 = (X/40) \times 1$ ， $X = 8$ 克。