

國立彰化高級中學 115 學年度 資優班甄選複選 [化學科] 試題卷

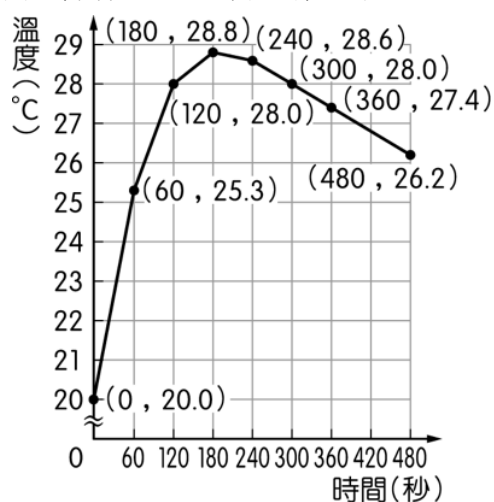
◎共 40 題選擇題。無標示應選幾項者為單選題，每題答對得 2.5 分，未作答、答錯、或劃記多於 1 個選項者，該題以 0 分計算。有標示應選幾項者為多選題，每題全對得 2.5 分，錯 1 個選項得 1.5 分，錯 2 個選項得 0.5 分，錯 3 個選項以上得 0 分。

◎1.~3.為題組。室溫 20°C 時，用燒杯稱取氫氧化鈉固體 2.0 克，然後在燒杯沒有加以絕熱的情況下，加入 20°C 的水 50 克，使氫氧化鈉溶解，並測定溫度（假設在實驗的過程中，熱量的散失速率一定）。每隔 60 秒所測定的溶液溫度，其變化如附表所示：

（式量： $\text{NaOH}=40$ ）

時間（秒）	0	60	120	180	240	300	360	480
溫度（ $^{\circ}\text{C}$ ）	20.0	25.3	28.0	28.8	28.6	28.0	27.4	26.2

以時間為橫座標，溫度為縱座標作圖，可得圖形如附圖，則回答下列問題：



1.實驗的過程中，熱量的散失速率為若干 $^{\circ}\text{C} / \text{秒}$ ？

(A) 0.01 (B) 0.02 (C) 0.06 (D) 0.10 (E) 0.60。

2.如果此實驗在絕熱條件下進行，則氫氧化鈉在溶解過程中，溫度最多升高多少 $^{\circ}\text{C}$ ？

（由於降溫的速率一定，故以降溫的速率倒推回 0 秒時所得的初溫，與此實驗中在絕熱條件下所得的最高溫相同） (A) 8.0 (B) 8.6 (C) 8.8 (D) 6.2 (E) 11.0。

3.若已知此溶液的比熱為 4.2 （焦耳 / 克 $^{\circ}\text{C}$ ），而攪拌所導致的熱量變化可以忽視。則氫氧化鈉的莫耳溶解熱應為若干千焦？（原子量： $\text{Na}=23$ ）

(A) 48 (B) 36 (C) 24 (D) 12 (E) 6。

◎4.~6.為題組。1808 年，道耳頓提出原子說，主張物質是由原子所組成，其後，亞佛加厥提出分子的概念。然而原子與分子到底有多大？究竟 1 克氫氣有多少個原子？用現在的說法，1 莫耳的原子或分子是多少？這個問題，早已由美國著名的政治家也是科學家——富蘭克林在西元 1773 年寫給朋友的一封信中提及：他曾將一茶匙的油倒在湖面上，發現油會迅速擴張，直到蓋住約半畝的湖面就不再擴張了。假設油分子的形狀是正立方體，此實驗中一茶匙油的體積約為 5.0 立方公分，半畝湖面的面積約為 2.0×10^7 平方公分，油的密度約為 0.95 克 / 立方公分。回答下列問題：

4.假設覆蓋在湖面的油層只有 1 個分子厚，則 1 個油分子的大小約為多少埃？（1 埃 = 10^{-8} 公分） (A) 10^{-2} (B) 10^{-1} (C) 10^0 (D) 10^1 (E) 10^2

5.湖面上約有多少個油分子？ (A) 10^{20} (B) 10^{21} (C) 10^{22} (D) 10^{23} (E) 10^{24} 。

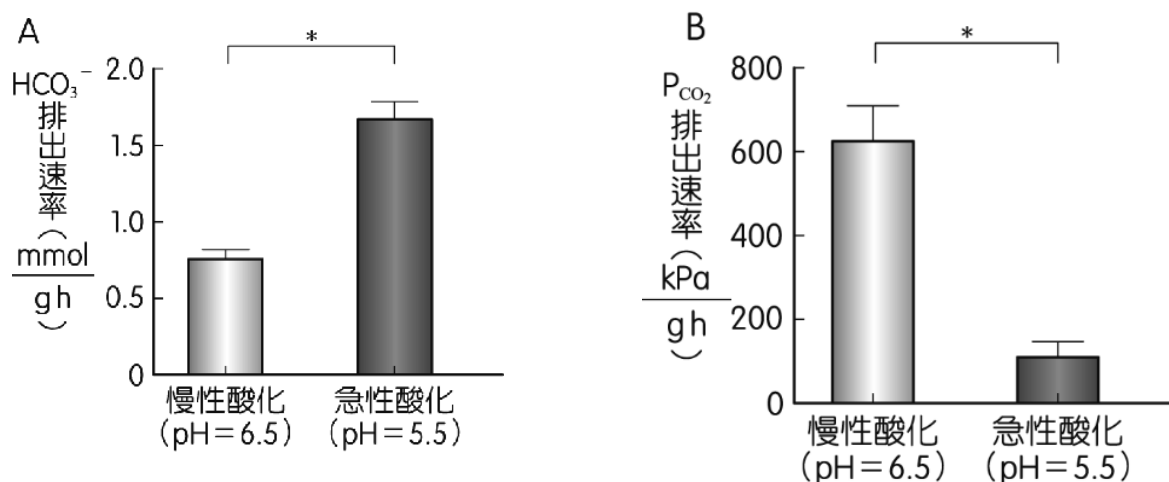
6.假設油分子的質量為每莫耳 200 克，根據富蘭克林的觀察作估算，下列何者最接近 1 莫耳油中所含分子的數目？ (A) 10^{20} (B) 10^{21} (C) 10^{22} (D) 10^{23} (E) 10^{24} 。

◎7.~8.為題組。目前關於海洋酸化的研究皆明確指出：海水 pH 值下降會影響海洋生物的多樣性與生理恆定，因此海洋酸化被認為是一個重要的全球性環境議題。然而在某些極端環境中，有些物種為了生存，發展出特殊的形態與生理機制。

生活在龜山島熱泉系統中的烏龜怪方蟹就是一個獨特的案例。龜山島位於琉球火山島弧上，板塊活動頻繁，具有十分特殊的海洋生態系——淺海熱泉系統。當乘船至龜首處，可以觀察到此處海水呈粉藍色，不時有挾帶氣泡的熱海水自海底湧出，還帶著濃濃的臭雞蛋味，經過分析檢測後，發現這些氣泡中含有高濃度的二氧化碳與硫化氫，導致海水呈現極低的 pH 值。此外，由於硫化氫會阻礙生物細胞內粒線體的電子傳遞鏈，影響細胞的呼吸代謝，因此大部分生物都無法在熱泉區域生存。而烏龜怪方蟹即為少數生活在龜山島熱泉核心區的動物，牠們通常群聚在深度 5 ~ 30 公尺的龜首海域。

科學家進一步探勘後發現，熱泉噴口處的核心溫度可高達 116°C ，而 pH 值最低則可達約 1.5，遠低於一般海水（pH=8.1）。這令科學家十分好奇，烏龜怪方蟹何以能在又酸、又熱、又毒的環境中生存？遂將烏龜怪方蟹帶回實驗室，利用二氧化碳處理海水，並分別模擬當烏龜怪方蟹接觸海水慢性酸化（pH=6.5）與急性酸化（pH=5.5）的情況下，如何進行酸鹼恆定的調控。

實驗結果顯示，烏龜怪方蟹會藉由鰓部表皮細胞上的穿膜通道，將碳酸氫根（ HCO_3^- ）與二氧化碳排出體外，藉此維持細胞酸鹼恆定（圖(一)）。但近期研究指出烏龜怪方蟹的消化道酵素在 60°C 以上就會逐漸失去活性，意味著怪方蟹只能忍受較高的水溫，並不如大家所想像可在噴泉口的滾水中生存，其實牠們大多躲藏在噴泉周邊的岩縫中，一方面避開高溫泉水，另一方面避免暴露在強酸環境中。



圖(一)烏龜怪方蟹在不同海水酸化情形下，碳酸氫根(A)與二氧化碳(B)的排出速率。

7. 龜山島龜首海域因為海水呈現夢幻的粉藍色，而獲得「牛奶海」的美稱，更成為國內旅遊的熱門景點。然而在其美麗的面紗下，蘊藏對皮膚有害的風險，專家提醒，牛奶海其實是個「酸奶菌缸」，若是浸泡過久或上岸沒馬上清洗，可能會使人體肌膚受到酸蝕。請根據文章與題幹，判斷造成「牛奶海」呈現粉藍色的原因為何？

- (A) 此處海水呈現極低的 pH 值，經天然的酸鹼指示劑反應呈現粉藍色
- (B) 海底湧出的二氧化碳與海底沉積的氫氧化鈣反應，生成白色碳酸鈣沉澱
- (C) 海底湧出的硫化氫氣體分解生成硫黃，經海水稀釋與陽光折射呈乳黃色
- (D) 海底湧出的二氧化碳與硫化氫氣泡漂浮至海面，使得光線被折射與反射
- (E) 生存在熱泉區域的耐酸、耐高溫細菌，其大量的代謝廢物呈現乳白色。

8. 請根據文章內容，判斷下列有關烏龜怪方蟹與其生活環境的敘述，哪些正確？（應選 2 項）

- (A) 取樣熱泉噴口處的海水，於實驗室加入紫色高麗菜汁會使溶液呈現紅色
- (B) 熱泉系統排出高濃度的二氧化碳與硫化氫，是造成全球海洋酸化的主因
- (C) 烏龜怪方蟹是唯一生活在龜山島熱泉區域的生物，通常群聚於龜首海域
- (D) 烏龜怪方蟹具有特殊的酸鹼調控機制，使牠們能在酸性的熱泉區域生存
- (E) 烏龜怪方蟹對高溫的耐受度可達 116 °C，使其得以在高溫的噴泉口生存。

◎9.~11. 為題組。硫酸俗稱工業之母，全世界的產量截至 2009 年為止約有十八億噸，在化學工業上占有重要的地位。硫酸的應用很廣泛，例如：可利用其高沸點的特性來製作磷酸，合成磷酸銨作為肥料使用；硫酸也可作為催化劑，催化耐綸纖維的生成；化工廠會應用硫酸來合成清潔用品與製藥。

在 1831 年，Peregrine Phillips 發明了接觸法，使用催化劑將二氧化硫反應成三氧化硫，因此降低製造三氧化硫與硫酸的成本，這種方法在現今已被廣泛運用。

接觸法製作硫酸的過程中，起初硫會被燃燒為二氧化硫： $\text{S(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{SO}_2\text{(g)}$

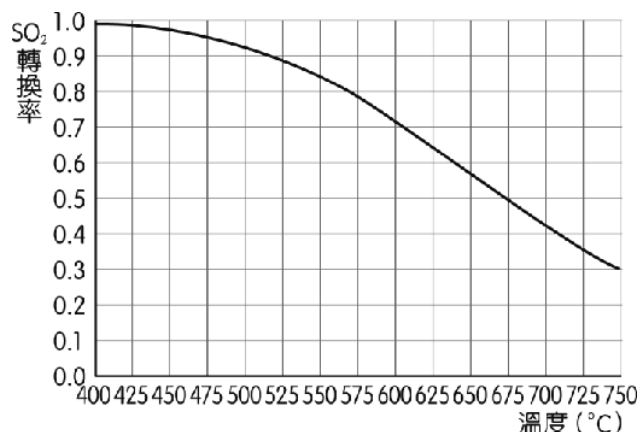
在五氧化二鈮的催化下，二氧化硫會被氧氣氧化為三氧化硫： $2\text{SO}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_3\text{(g)}$

三氧化硫接著會通入高濃度的硫酸溶液，而成為發煙硫酸（ $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ），發煙硫酸再被水稀釋成濃硫酸： $\text{H}_2\text{SO}_4\text{(l)} + \text{SO}_3\text{(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7\text{(l)}$ ， $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7\text{(l)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4\text{(l)}$ 。

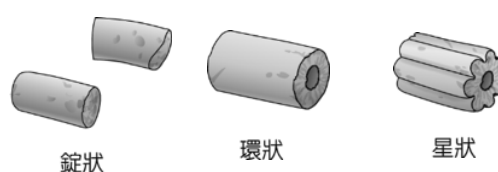
其中，二氧化硫與氧氣產生三氧化硫的反應為可逆反應，反應的平衡常數為 $K=4 \times 10^{24}$ (25 °C)。工廠在進行此反應時，會將二氧化硫與氧氣通入反應槽中，以二氧化硫的轉換率來觀察反應進行程度。

$$\text{SO}_2 \text{ 轉換率} = \frac{\text{SO}_2(\text{in}) - \text{SO}_2(\text{out})}{\text{SO}_2(\text{in})} \times 100 \%$$

$\text{SO}_2(\text{in})$ 為 SO_2 通入反應槽的莫耳數，
 $\text{SO}_2(\text{out})$ 為 SO_2 輸出反應槽的莫耳數。
 二氧化硫轉換率與溫度的關係圖如圖。



製作三氧化硫反應，除了以溫度來控制反應程度外，催化劑也是影響反應的重要角色。以催化劑的形態來說，大致上可分為錠狀、環狀及星狀，主要是由五氧化二釩混有少量的鉀或鈾金屬組成，由於有這些金屬的摻雜，使得反應速率加快。



由於二氧化硫與氧氣反應產生三氧化硫伴隨著能量的變化，使得反應中系統的溫度與一開始不同，反應的平衡因此發生新的變化，為了維持一定的轉換率，在製造三氧化硫的過程中，硫酸工廠需具備控溫裝置。雖然接觸法改良了硫酸的製作過程，提升硫酸產量與降低製作成本，但是對於降低汙染仍是製造者們需要思考的議題。

9. 只考慮催化劑對反應 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ 的影響，下列敘述哪些正確？(應選 2 項)

- (A) 使用錠狀的催化劑催化效果較其他兩者好，因為錠狀的密度較大，能參與反應的催化劑較多
- (B) 使用環狀的催化劑催化效果較錠狀好，是因為中空形狀可以有較多的表面積與反應物反應
- (C) 使用星狀的催化劑催化效果最好，產率也是三種形狀催化劑中最高的
- (D) 使用不同形狀的催化劑，其達化學平衡的時間相同
- (E) 使用不同形狀的催化劑，其三氧化硫的產量皆相同。

10. 二氧化硫與氧氣反應生成三氧化硫的實驗結果，下列哪些正確？(應選 3 項)

- (A) 溫度介於 400 ~ 500 °C，二氧化硫轉換率可達九成以上
- (B) 溫度愈高，正反應速率加快，平衡常數愈大
- (C) 溫度愈高，二氧化硫的轉換率愈高
- (D) 此反應為放熱反應
- (E) 在 400 ~ 500 °C 的二氧化硫轉換率較 600 ~ 700 °C 佳，可推論溫度的改變對 400 ~ 500 °C 的二氧化硫轉換率影響較小。

11.下列哪些方法可以增加三氧化硫的產率？(應選 3 項)

- (A)增加二氧化硫的壓力 (B)增加氧氣的壓力 (C)升高溫度
(D)增加五氧化二鈮的數量 (E)壓縮反應的容器體積。

◎12.~14.為題組。樹葉的色素含有葉綠素和葉黃素，可利用以下的操作分離。

步驟(一)：取乾燥的樹葉放入研鉢中研磨。

步驟(二)：倒入 5 mL 丙酮於研鉢，研磨樹葉呈泥狀。

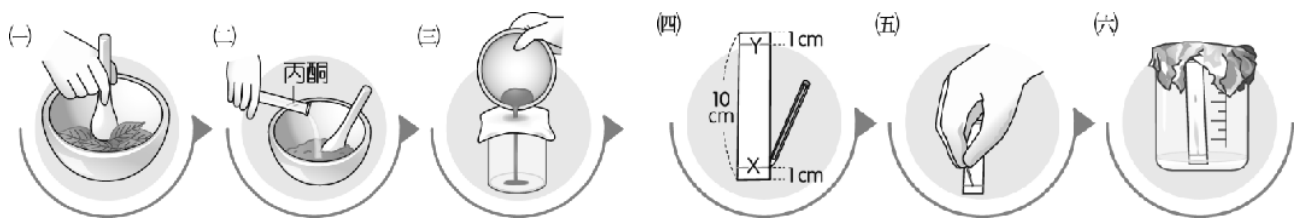
步驟(三)：於燒杯上覆蓋紗布，將泥狀液倒至燒杯中。

步驟(四)：用鉛筆在 10 cm TLC 片的上下各畫一條線。

步驟(五)：用毛細管沾取燒杯中的濾液，點在 TLC 片。

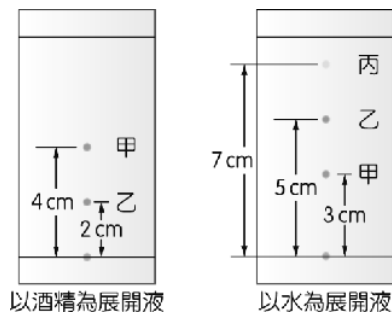
步驟(六)：以酒精為展開液，觀察色素在 TLC 片上分離的情形。

步驟(七)：重複步驟(四)~(六)，但改以水為展開液。



層析結果如附圖。在薄層層析中，每個成分都有特定的 R_f 值（滯留值），

其定義為： $R_f = \frac{\text{成分由起始線的移動距離}}{\text{同時展開液由起始線至停止線的移動距離}}$



12.上述操作中，與「萃取」最相關的是哪一個步驟？

- (A)步驟(一) (B)步驟(二) (C)步驟(三) (D)步驟(五) (E)步驟(六)

13.下列有關步驟(四)~(六)的敘述，哪些正確？ (應選 2 項)

- (A) TLC 片是材質較厚的濾紙
(B)在步驟(五)中，點在鉛筆線上的濾液愈濃，分離效果愈好
(C) TLC 片置入燒杯時，展開液液面不可以淹過鉛筆線
(D)當酒精到達 Y 處之細線時，即可停止展開
(E)移動至 TLC 片愈上方的色素，與展開液的溶解度較差。

14.下列有關展開液與 R_f 值的敘述，哪些正確？（應選 2 項）

- (A)以酒精為展開液時，甲的 R_f 值 = 0.4
- (B)以水為展開液時，甲、乙的移動速率比為 3：5
- (C)改變展開液的種類，各成分的 R_f 值也會改變
- (D)使用同種展開液時，若改變起始線與停止線的距離，各成分的 R_f 值也會改變
- (E)展開液的種類為應變變因，各成分的 R_f 值為操縱變因。

◎15.~17.為題組。清粥小菜是常見的宵夜選擇之一，小明回想煮粥的過程，常會看到兩種現象：其一是粥在高溫下有綿密的泡沫湧上，若來不及關火則會溢出，造成瓦斯爐髒亂；其二則是當粥冷卻時，可以看到有一層薄膜。小明出於好奇而查了資料，資料提及澱粉鏈間會有氫鍵連結，故容易起泡，但當加入酸或鹼之後，則可抑制起泡的情況。而當其中的分枝澱粉與直鏈澱粉因冷卻而重新排列，會呈現韌性佳、不易破的特性。小明對於不同種類的澱粉特性非常好奇，於是設計了以下實驗。

◎實驗一：起泡實驗

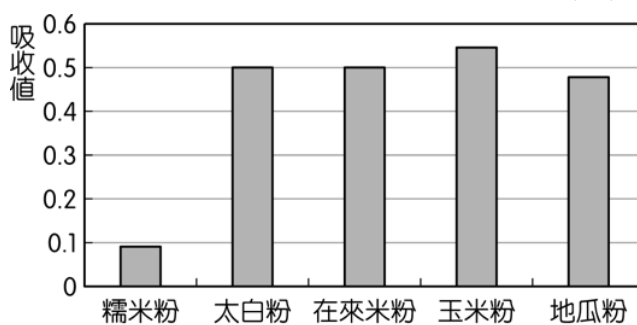
1. 於試管中，配製各種不同濃度的澱粉樣品，並保持相同液面高度。
2. 開始加熱，並從 30 °C 起，每升高 10 °C 記錄一次起泡高度（溶液底部到泡泡頂端的高度）。
3. 在加熱到 90 °C 前需不停攪拌，高於 90 °C 後停止攪拌。
4. 將實驗數據整理如表(一)，只截錄 90 °C 的數據。

表(一)各種澱粉在 90 °C 時的起泡高度（單位：cm）

濃度 \ 種類	糯米粉	太白粉	在來米粉	玉米粉	地瓜粉
1 ~ 2%	9	4	5.5	5.2	5
3 ~ 4%	10	4	7	6	5.5
5%	7	5	6	5.5	5.2

◎實驗二：不同澱粉樣品中，直鏈澱粉的含量

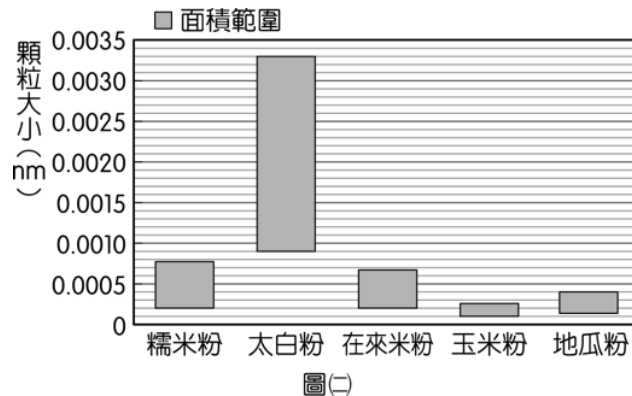
1. 取不同種類的澱粉樣品各 0.02 g，分別置入 100 mL 定量瓶中。
2. 各自加入 0.5 M 氫氧化鈉 10 mL，於 80 °C 水中加熱 20 分鐘。
3. 冷卻後，加入 0.1 M 醋酸至溶液呈中性後，加水至 100 mL。
4. 取 3 mL 溶液置於試管中，加入 0.01 M 碘液 5 mL 靜置 20 分鐘。
5. 利用分光光度計觀察波長 620 nm 的吸收值。
6. 以純水作為空白測試（純水的吸收值為 0），實驗結果如圖(一)。



圖(一)

◎實驗三：澱粉的粒徑大小

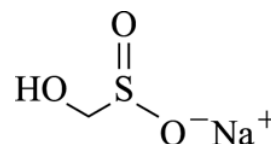
1. 將不同種類的澱粉樣品加入甘油 10 mL 與水 10 mL 混合（加入甘油是為了讓澱粉能夠均勻分散）。
2. 將觀察到的澱粉顆粒透過顯微鏡以照相機拍下來。
3. 觀察發現即使是同種澱粉，顆粒大小也不一致。
4. 用影像處理軟體 ImageJ 測量澱粉顆粒的直徑，並取平均值，代表該澱粉的面積範圍，如圖(二)。



15. 根據實驗一的起泡實驗，判斷下列推論，何者正確？
- (A) 對所有澱粉而言，均是濃度愈大、起泡愈顯著
 - (B) 對太白粉而言，濃度愈大、起泡愈顯著
 - (C) 糯米粉在濃度 1 ~ 5% 時，比其他澱粉的發泡現象明顯
 - (D) 從表(一)可知澱粉液的起泡高度與濃度沒有關係，只與其種類有關
 - (E) 表格只取 90 °C 時的記錄高度，故可以推測從 30 °C 起，高度都有明顯變化。
16. 根據以上實驗紀錄的數據，推論下列敘述何者錯誤？
- (A) 在濃度 3 ~ 4% 時，各類澱粉之起泡高度明顯，但在 5% 時，起泡高度下降，可能是過於濃稠所致
 - (B) 由實驗一、二可推論，直鏈澱粉含量愈高，起泡愈高
 - (C) 若想要檢測糯米粉是否有添加別種澱粉，可利用碘液作測試
 - (D) 分光光度計的檢測中，可以得知吸收值與直鏈澱粉的含量呈正相關
 - (E) 太白粉不易起泡且顆粒大，其他澱粉皆起泡且顆粒小，故推論顆粒愈大，起泡愈低。
17. 澱粉主要是由葡萄糖所組成，並有氫鍵的存在，使其穩定，而在加入酸、鹼時，則會導致氫鍵被破壞，下列關於澱粉的敘述，哪些正確？（應選 2 項）
- (A) 澱粉是由葡萄糖所形成的雙醣
 - (B) 澱粉加酸、鹼會破壞氫鍵的現象，與蛋煮熟是相同的原理
 - (C) 澱粉中的鍵結主要是以離子鍵所形成
 - (D) 澱粉與纖維素均為多醣，在人體內皆可分解產生葡萄糖
 - (E) 澱粉透過澱粉酶可分解成麥芽糖、葡萄糖及糊精等小分子化合物。

◎18.~22.為題組。吊白塊是甲醛次硫酸氫鈉的俗名，分子式為

CH₃NaO₃S，結構式如圖所示，因能把染料分子偶氮雙鍵打斷，結構被破壞而使得顏色消失（拔染），故稱吊白塊或雕白粉。其在鹼中安定，遇酸分解會生成二氧化硫或硫化氫，會破壞食品中的蛋白質結構，讓蛋白質分子互相連接變成凝膠狀，使食品產生 Q 彈、有嚼勁的口感。



市售的吊白塊含二水合物，其中常含有亞硫酸氫鈉合甲醛(**NaHSO₃ · CH₂O · 2H₂O**)，可作洗滌劑、除垢劑、解毒劑、拔染劑等，因其會分解產生甲醛與二氧化硫等，禁用於食品中。

為了易於檢驗出吊白塊，某研究團隊欲自製吊白塊檢驗試紙，製作出含有碘與澱粉液的試紙，此試紙稱為試紙甲，由於在低濃度時檢測的變色不明顯，故改以在澱粉試紙蒸鍍上碘蒸氣，控制蒸鍍時間以了解碘與澱粉結合的量，當進行檢測可做出漸層變化，此試紙稱為試紙乙，運用試紙乙與吊白塊反應找出使其變色的最低濃度，其關係如表(一)所示。

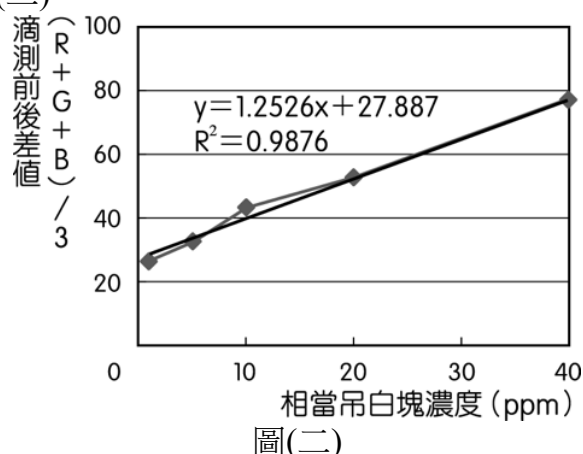
表(一) 試紙蒸鍍碘蒸氣與試紙變色最低濃度的關係

蒸鍍時間 (秒)	5	10	15	30	60	90
變色最低濃度 (ppm)	1	10	20	40	60	70

選擇控制蒸鍍時間 t 秒的試紙乙以不同的吊白塊濃度測試，試紙顏色前、後數值所得的差值如表(二)所示，可作出低濃度的檢量線如圖(二)。

相當吊白塊濃度	Red 差值	Green 差值	Blue 差值	RGB 差值	標準差
40 ppm	98.324	82.475	50.344	77.048	3.289
20 ppm	70.123	55.101	34.989	53.404	4.446
10 ppm	52.856	50.254	28.842	43.984	1.932
5 ppm	39.037	34.242	26.065	33.115	5.567
1 ppm	30.453	30.693	20.105	27.084	6.045
註：差值為同一濃度三張試紙差值的平均					

表(二)



18.吊白塊的製備可由鋅與水配成漿料後與二氧化硫反應生成低亞硫酸鋅 (**ZnS₂O₄**)，再與鋅粉和甲醛反應得鹼式甲醛次硫酸氫鋅 (**Zn(OH)(CH₃O₃S)**)，最後用氫氧化鈉置換即得；亦可由低亞硫酸鈉 (**Na₂S₂O₄**) 與甲醛反應而得。吊白塊的製備過程中涉及下列哪些反應？（應選 2 項）

- (A) **Zn + 2SO₂ → ZnS₂O₄**
 (B) **ZnS₂O₄ + 2NaOH → Na₂S₂O₄ + Zn(OH)₂**
 (C) **ZnS₂O₄ + Zn + 2HCHO → 2Zn(OH)(CH₃O₃S)**
 (D) **Zn(OH)(CH₃O₃S) + NaOH → CH₃NaO₃S + Zn(OH)₂**
 (E) **HCHO + NaHSO₃ → CH₃NaO₃S**。

19.下列有關吊白塊的性質與用途，下列敘述哪些正確？（應選 2 項）

- (A)吊白塊俗稱甲醛次硫酸氫鈉，故其示性式可寫為 $\text{NaHSO}_3 \cdot \text{CH}_2\text{O}$
(B)因含有甲醛，故結構中具有 $\text{C}=\text{O}$ 雙鍵
(C)易溶於水，可當漂白劑與還原劑使用
(D)加熱至一定溫度後會分解產生甲醛與次硫酸氫鈉： $\text{CH}_3\text{NaO}_3\text{S} \rightarrow \text{HCHO} + \text{NaHSO}_2$
(E)因具有漂白與防腐功能，可當食品添加物，使其易保存。

20.研究團隊欲自製簡易吊白塊檢測試紙，下列哪一因素不需考量？

- (A)溶劑種類的選擇 (B)試紙材料的選擇 (C)碘濃度的高低
(D)試紙面積的大小 (E)溶液 pH 值的大小。

21.下列有關自製簡易檢測試紙的敘述，何者正確？

- (A)原檢測試紙應為無色透明
(B)此檢測試紙只能檢測吊白塊，不能檢測其他物質
(C)可先將試紙以鹼性溶液處理後再測試，可使其更準確
(D)可精確量測其值
(E)各批產製的試紙，其品質無法完全一致，故一次製作較多的試紙備用，可降低人為誤差。

22.在檢測低濃度的改良式試紙研究中，下列敘述何者錯誤？

- (A)蒸鍍時間與測試變色最低濃度呈正相關
(B)低濃度應該指 40 ppm 以下
(C)試紙乙中碘的濃度與試紙甲差不多，只是使用蒸鍍法可使碘分子分布均勻
(D)t 應為 30 秒
(E)吊白塊濃度與測試前、後差值大致呈一條斜直線，但非呈正比。

◎23.~24.為題組。貼有甲、乙、丙、丁標籤的四個相同真空密閉容器，其中，甲、丁之間有一個關閉的氣閥相連，小豫同學分別於四個容器內置入金屬 M 粉末與氧氣，在適當條件下反應生成相同的固體氧化物 M_2O_x 。待反應完全後，分別測量每個容器內生成 M_2O_x 固體的質量。

加入金屬 M、氧氣與生成 M_2O_x 質量的實驗記錄，如附表：

容器	加入金屬 M 質量(g)	通入氧氣質量(g)	生成 M_2O_x 質量(g)
甲	31.2	4.8	15.2
乙	31.2	9.6	30.4
丙	31.2	14.4	45.6
丁	31.2	19.2	45.6

23.已知 M 的原子量介於 50 與 60 amu 之間，且 x 為整數，則下列敘述，哪些正確？

(應選 2 項)

(A) $x=1$

(B) M 的原子量為 27 amu

(C) M_2O_x 的莫耳質量為 152 g/mol

(D)此反應的平衡化學反應式，最簡單整數係數和為 5

(E)反應完全後，丁容器內有殘餘未反應的氧氣 4.8 g。

24.待以上四個容器反應完全後，王同學打開連接甲、丁容器的氣閥（氣閥的體積與質量可忽略不計），使氣體可自由流動以進行第二次反應，二次反應完全後，容器的溫度與氣閥開啟前相同，則下列二次反應完全後容器的敘述，何者正確？

(A)甲容器內的壓力較氣閥打開前的壓力大

(B)甲容器內的固體質量較氣閥打開前增加 4.8 g

(C)甲與丁容器內的固體質量總和與氣閥打開前相等

(D)丁容器內的物質質量總和與氣閥打開前相等

(E)丁容器內的固體質量總和等於甲容器中的固體質量總和。

◎25.~27.為題組。1897 年，湯姆森發現了一個驚天動地的大奧秘：一直以來被認為不可分割的原子是可以分割的！他從觀察陰極射線（現在知道那其實是高速移動的電子），發現了電子的存在。在發現了帶負電的電子後，大家馬上就可以想像到，作為電中性的原子，除了電子之外，必定還有一部分帶著正電荷。由於當時還沒有其他很強的證據，於是憑著推論與想像力，第一個原子模型——湯姆森葡萄乾布丁模型，就這麼誕生了。

在湯姆森葡萄乾布丁模型中，原子之於電子，就像布丁之於葡萄乾。電子均勻分布在帶正電荷的原子裡，就像葡萄乾均勻分布在布丁裡。這個模型很簡單，但也很快就被證明是錯誤的。證明其錯誤的，就是由湯姆森的學生——拉塞福，在 1911 年的拉塞福 α 粒子散射實驗。拉塞福散射實驗是利用 α 粒子（現在知道它其實是高速移動的氦原子核）射束來轟擊非常薄、幾乎只有幾個原子厚度的金箔紙（對，是金箔，在奈米技術出現前，就只有金能打成幾個原子厚度的薄片）。由於 α 粒子的速率很快，它們會通過那幾個原子厚度的金箔紙。但根據湯姆森葡萄乾布丁模型，由於整個原子的電荷是平均分布的，而 α 粒子帶正電荷，在穿過原子時， α 粒子會被原子的電荷影響，其移動方向會產生輕微的角度偏差。可是，實際實驗做出來的結果卻令人非常驚異。實驗結果顯示，大約每 8000 個 α 粒子，就有 1 個粒子的移動方向會有很大角度的偏差（甚至超過 90° ）；而其他粒子都直直地通過金箔紙，偏差幾乎在 2° 到 3° 以內，甚至幾乎沒有偏差。拉塞福對這奇異的結果感到非常驚異。正如同他後來常說的：「這就好像你朝一張衛生紙射出一枚 15 吋的砲彈，砲彈卻彈回來打中你一樣」。為了解釋這個詭異的實驗結果，拉塞福斷定，大多數的質量和正電荷，都集中於一個很小的區域（這個區域後來被稱作「原子核」），而電子則包圍在區域的外面。當一個 α 粒子移動到非常接近原子核，它會被很強烈的靜電力排斥，以大角度反彈。原子核的小尺寸解釋了為什麼只有極少數的 α 粒子被這樣排斥，而這就是著名的核原子模型。

25.拉塞福以 α 粒子對金箔的散射實驗發現原子核的存在。假設現有相同厚度的金箔 ($^{197}_{79}\text{Au}$) 和銅箔 ($^{64}_{29}\text{Cu}$)，做同樣的散射實驗時，其射向銅箔被彈回的 α 粒子數目會比射向金箔被彈回的 α 粒子數目多或少？原因為何？

- (A)多，因為銅的導電能力比金大 (B)多，因為銅的莫耳數比金大
(C)少，因為銅的原子序比金小 (D)少，因為銅的質量數比金小
(E)少，因為銅的價值比金小。

26.若以 α 粒子轟擊 5×10^3 層原子厚的某金屬箔，發現 2×10^4 個質點中，只有一個發生偏折，若此金屬原子半徑為 $2 \text{ \AA}$ ，則該原子之原子核的半徑應為何？(α 質點撞擊單層金屬箔之偏折機率 = $\frac{\text{原子核截面積}}{\text{原子截面積}}$)

- (A) $2 \times 10^{-5} \text{ \AA}$ (B) $5 \times 10^{-5} \text{ \AA}$ (C) $10^{-5} \text{ \AA}$ (D) $2 \times 10^{-4} \text{ \AA}$ (E) $5 \times 10^{-4} \text{ \AA}$ 。

27.承上，若已知此金屬為 ^{201}X ，則此金屬原子核的密度約為多少克 / 立方公分？($V = \frac{4}{3} \pi r^3$ ，V：球的體積，r：球的半徑)

- (A) 10^{13} (B) 10^{14} (C) 10^{15} (D) 10^{16} (E) 10^{17} 。

◎28.~30.為題組。驚奇隊長和鋼鐵人被蒙面人抓進密室中困住，兩人發現唯一的出口設置了指紋鎖，為了逃離密室，鋼鐵人拿出手機查詢指紋鎖的原理，並根據資料得到一個結果：「指紋鎖利用光學反射辨識指紋中紋路的凸起和凹陷處是否符合設定的指紋資料庫，來達到解鎖的功能」。接著他又查詢了各種指紋顯現的方法，並得到附表中的幾種方法：

指紋顯現法	內 容
粉末法	指紋中的水分會吸附粉末，來達到顯現指紋的功能
寧海德林法	寧海德林試劑和指紋中的胺基酸反應產生藍紫色產物，來顯現指紋
三秒膠法	指紋中的水分和三秒膠反應產生白色固狀物，來顯現指紋
ANS 法	ANS 試劑和指紋中的蛋白質反應產生黃色螢光的化合物，來顯現指紋

28.鋼鐵人想先從了解指紋的性質著手，以下為他查詢到關於指紋的資料：「指紋每條紋路的凸紋上都布滿了汗腺，這些汗腺分泌液成分除了水分之外，還有脂肪、蛋白質、尿素及其他有機混合物，特性是黏性特別強，揮發性慢，可以在物體上保留很長的時間。人體在精神亢奮時，汗腺排泄的分泌液會特別多，如犯罪者在作案時，幾乎是觸摸過必留下痕跡。」，請問下列何者是他可以根據資料得出的結果？

- (A)指紋上的汗腺分泌液中的成分水分的揮發性強，因此在物體上長時間保留
(B)指紋上的汗腺分泌液中的成分特性為：脂肪黏性特別強，有機混合物揮發性慢
(C)犯罪者在作案時的汗腺分泌液成分比例會因精神亢奮而改變
(D)指紋上汗腺分泌液成分中以水分比例最高
(E)指紋紋路上的汗腺分泌液容易長時間保留在物體上，形成指紋痕跡。

29.驚奇隊長想到剛剛抓他們的蒙面人，曾解開指紋鎖進入密室，且蒙面人一路上都抓住他的衣服，他想到可以採集蒙面人殘留在衣服上的指紋，並剛好找到一包粉末，請問下列何者可能是他在利用粉末法使殘留在衣服上指紋顯現時需要討論的影響因素？

- (A)手指附著的油脂多寡 (B)衣服成分的吸水性質 (C)指紋中蛋白質的含量多寡
(D)指紋殘留的胺基酸比例高於水分 (E)指紋中脂肪的含量多寡。

30.此時一旁的鋼鐵人已經運用 LED 探測燈找尋到殘留在密室各角落的指紋，並想利用觀察各角落的環境情況，配合適當的指紋顯現法，附表是他得到的資料，請問根據指紋殘留處環境的特性，下列各指紋採集時應搭配的顯現法，何者最為合理？

指紋編號	指紋所在位置
指紋 1	防潮箱內部
指紋 2	白板上
指紋 3	膠帶光滑面上
指紋 4	殘留在湯中的肉塊上

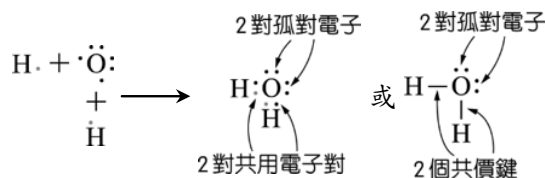
- (A)指紋 1：粉末法 (B)指紋 2：三秒膠法 (C)指紋 3：寧海德林法
(D)指紋 4：ANS 法 (E)指紋 4：粉末法。

◎31.~33.為題組。在韓國，距離首爾約 200 公里的龜尾市，有一家化學工廠於 2012 年 9 月 27 日發生氟化氫劇毒氣體外洩事件，事隔六星期之後，儘管政府保證安全無虞，當時撤離的居民中絕大多數仍有疑慮，尚未回到家中。

氟化氫水溶液稱為氫氟酸，氫氟酸用於玻璃蝕刻、製藥及半導體等工業用途。氟化氫為具有高度腐蝕性的急性毒藥，曝露其中對皮膚、肺部、心臟、骨骼及神經系統會造成嚴重危害，有致命的可能。

根據媒體報導，毒氣外洩時位於工廠下風處的村民，有嘔吐、胸悶、皮膚紅腫、眼睛痠痛等症狀，超過三千人送醫急救。這次意外也造成農作物的汙染與家畜的生病，另外附近約八十家工廠的生產亦受到影響。

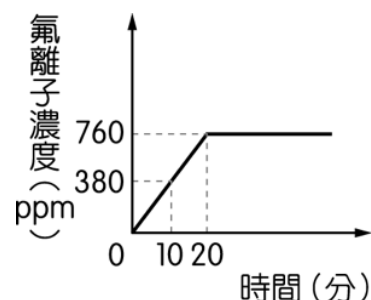
利用酸鹼中和原理，外洩的氟化氫以鹼性物質加以處理，連續處理一個月後，氟化氫的濃度應該可以降到安全的程度。土壤的氟汙染經由植物吸收可能累積高濃度的氟元素，因此附近土地是否適合農作物的生產，需要更進一步的檢驗與評估。非金屬原子間以共用價電子對形成共價鍵結合，使各原子周圍的價電子趨向鄰近鈍氣（8A 族）的電子組態，每共用 1 對價電子形成 1 個鍵，雙鍵與參鍵則分別為共用 2 對與 3 對價電子，未共用的電子對稱為孤對電子。例如：水分子 H_2O 的路易斯結構如下所示，其共用電子對可用「—」表示。



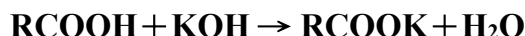
31.氟化氫分子有幾對孤對電子？ (A) 0 (B) 1 (C) 2 (D) 3 (E) 4。

32.在 2015 年的基隆港東岸碼頭，發生儲放氫氟酸的貨櫃因槽體焊接不良而洩漏的事故，專業應變小組利用化學物質處理流入水體與飄散空氣中的氟化氫，以避免汙染海洋環境和危害人體健康。應變小組用來處理外洩氟化氫的化學物質可能為下列哪一選項？
(A) HCl (B) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (C) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (D) KF (E) CH_3COOH 。

33.氟化氫易溶於水，若將受到氟化氫氣體汙染的廢氣導入 500 毫升的水中，其氟離子濃度與時間的關係如附圖所示。已知氟化氫溶於水中，有 10% 解離為氫離子與氟離子，則該廢氣中含有幾克氟化氫？（原子量： $\text{H}=1$ ， $\text{F}=19$ ；水的密度為 1 克 / 毫升）
(A) 0.02 (B) 0.08 (C) 0.2 (D) 4 (E) 200。



◎34.~37.為題組。每個家庭、小吃攤販、餐廳幾乎都會有油炸廢油產生。若油經油炸使用過久，更容易使油脂產生分解而生成游離脂肪酸（ RCOOH ），這是油產生酸敗，亦是變質的現象之一，通常採用酸價來表示油脂酸敗的程度。酸價的定義是指平均中和 1 克油脂含有的游離脂肪酸所需要的 KOH 毫克數，反應式如下：



新鮮油脂所含的游離脂肪酸濃度極低，因此酸價低，以 CNS（國家標準）來說，品質良好的食用油脂酸價需在 0.2 毫克 KOH / 克油脂以下，當酸價增加時，即表示油脂已有酸敗變質的現象，酸價愈高愈不宜食用。一般而言，油脂的酸價大於 2 毫克 KOH / 克油脂便不可再食用，應立即更換新油。

大多數人認為最容易且方便的處理廢油方法，就是倒入廚房水槽、下水道或馬桶沖掉，讓油順著管線流走，眼不見為淨，但是卻沒有去思考，油脂不溶於水，排入水管後形成的脂化物硬塊會阻塞管線，甚至堆積在水溝或下水道。臺灣地區目前汙水下水道系統的接管率仍偏低，換句話說，有絕大部分倒在水槽裡的油汙都沒有妥當處理，因此廢油會直接進入水溝或河川中，造成惡臭並使得水質變壞，魚、蝦等水中生物都無法生活，破壞生態平衡。

在了解到油脂對河川的汙染性後，如何防止汙染源繼續危害環境便成為一大課題。除了廢油回收管道之外，政府預期發展廢油轉製為生質燃料油原料；而民眾除了環保自覺之外，部分環保團體發揮民間社團的力量，呼籲民眾集中回收不再繼續食用的油品或已過濾乾淨的油炸用油，並透過製成肥皂，讓廢油可以重生再利用。環保團體的環保志工們不僅展開廢油募集行動，教導民眾 DIY 製作環保肥皂，也鼓勵使用肥皂來清除油汙髒垢，同時減少使用合成清潔劑，避免造成河川另一種汙染。推廣再生皂不僅是給廢油一個再生機會，更重要的是傳達廢物再利用的概念，作為另一種形式的環境保護教育。肥皂的原料是油脂，例如：牛油、椰子油、棕櫚油等，加入氫氧化鈉溶液，便可以將油脂皂化成肥皂。再生皂的製作方法如下：

步驟(一)：將 700 克的廢食用油先以網篩濾除殘渣，再和 300 克的椰子油一起倒入不鏽鋼鍋中。

步驟(二)：將 370 克的冷水倒入量杯中，並取鹽 1 大匙、糖 1 大匙加入水中用攪拌棒（可使用打蛋器）拌勻。再將 160 克的氫氧化鈉慢慢倒入量杯中溶解、拌勻，並降溫至 40 ~ 50 °C。

步驟(三)：邊攪拌邊將步驟(二)量杯中的溶液緩緩倒入不鏽鋼鍋中與廢食用油混合，過程中需攪拌至少 20 分鐘後休息再繼續攪拌，若持續攪拌則可以縮短皂化反應時間。每隔一段時間必須攪拌一次，尤其要把鍋邊較濃稠部分混入溶液中，重複此步驟到整鍋溶液呈現濃稠狀（似美乃滋），此時也可以加入欲添加之香精、精油或色料。

步驟(四)：把溶液倒入預先準備的模具容器中，靜置三天後再脫模，便可得肥皂，其必須放置一個月後，才能使用（放愈久，會愈硬、愈好用）。

註 1：全程須戴手套，因氫氧化鈉具腐蝕性，且與水混合時會產生熱氣（煙霧之類），務必注意安全！

註 2：加入少許糖可讓肥皂易起泡；加入少許鹽可加強肥皂硬化；加入少許醋可除臭。

34. 下列相關敘述，哪些正確？（應選 2 項）

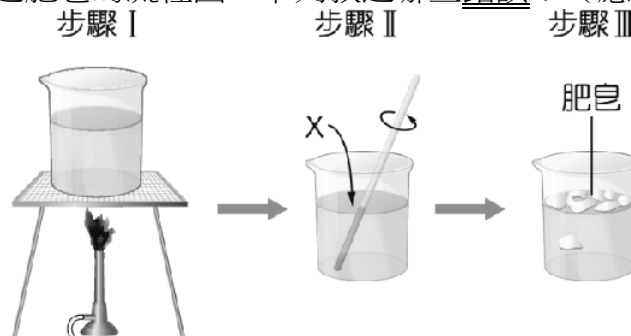
- (A) 新鮮油脂本身屬於脂肪酸類
- (B) 只要不油炸，開封後的食用油仍能長久保存
- (C) 油炸過後的油只要經過一定的過濾與加入某些藥劑，保持顏色清澈便安全無虞
- (D) 測定酸價時，可利用滴定法，將已知濃度的氫氧化鈉溶液置入滴定管，而油脂與酸鹼指示劑置入錐形瓶中待測
- (E) 汽油並非三酸甘油酯，故加入氫氧化鈉溶液無法製造肥皂。

35. 某家速食店進行油炸用油脂的取樣，利用滴定方法得知：中和 40.0 克的油脂需耗去 0.1 M 氫氧化鉀溶液 24.0 毫升，則該油脂的酸價等於多少毫克 KOH / 克油脂？（原子量：K=39） (A) 0.06 (B) 3.36 (C) 6.72 (D) 33.6 (E) 67.2。

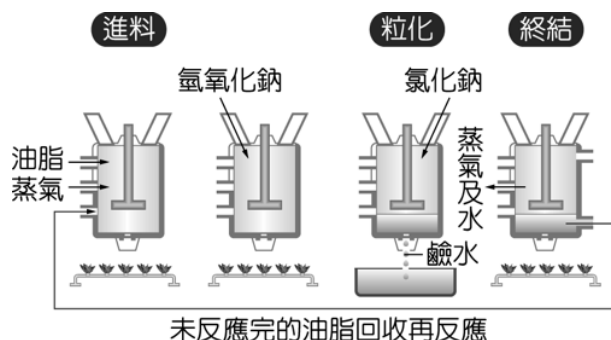
36. 天然油脂是由脂肪酸和丙三醇酯化而成的三酸甘油酯，其中的脂肪酸為直鏈的羧酸，通式可寫成 C_nH_mCOOH ，下列關於脂肪酸的敘述，哪些正確？（應選 2 項）

- (A) 酸價愈高，油脂的品質愈好
- (B) 將氫氣加入脂肪中，此過程稱為皂化
- (C) 植物油因含有較高比例的不飽和脂肪酸油脂，熔點較高，常溫下多為液態
- (D) 動物油常溫下多為固體，較穩定，由飽和脂肪酸構成
- (E) 自然界的不飽和脂肪氫化為飽和脂肪時，容易產生反式脂肪，會增加血液中的低密度膽固醇，提高罹患冠狀動脈心臟病的發生率。

37.附圖為實驗室中製造肥皂的流程圖，下列敘述哪些錯誤？（應選 2 項）

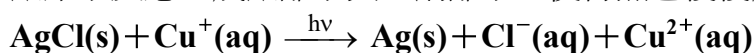


- (A)步驟 I 中，油脂與濃 NaOH 溶液混合加熱，此油脂可以加入棕櫚油或橄欖油，甚至是潤滑油
- (B)步驟 II 中，X 可以為食鹽，其目的是促使肥皂產量更多
- (C)承(B)，油脂加強鹼皂化完成後，加入食鹽，使肥皂和甘油分離的過程叫作鹽析，其原理和沙士加入少許食鹽會大量冒泡原理相似
- (D)步驟 III 中，所製得的肥皂加到石灰水中，會生成脂肪酸鈣而失去清潔能力
- (E)某化工廠的製品流程示意圖如下，則此工廠的產品可能為肥皂。



◎38.~40.為題組。隨著夏天到來，刺眼的陽光導致眼睛一陣刺痛，如何保護眼睛便成了一件重要的事。慎選眼鏡鏡片可保護眼睛免於光害，光色鏡片（或變色鏡片）即是一種可保護眼睛的鏡片。

光色鏡片的變色主要是發生在特定波長下，其內部的反應機制為可逆反應，故可重複使用。一般有色眼鏡主要是利用矽石（石英、石英岩、石英砂岩的總稱）作為溶劑來溶不同的金屬離子，如鉻三價離子（ Cr^{3+} ）為墨綠色。而光色鏡片中主要加入鹵化銀（最常用為氯化銀），可使其結晶顆粒小到奈米等級而呈現透明，又可吸收紫外光。氯化銀照光後，銀離子（ Ag^+ ）與氯離子會形成銀原子（ Ag ，奈米等級、黑色）與氯原子，晶體中加入亞銅離子（ Cu^+ ）主要是和氯原子反應產生銅離子（ Cu^{2+} ）與氯離子以避免氯原子和銀原子重新反應恢復成氯化銀，反應式如下所示。當不再照紫外光時，銅離子會和銀原子反應生成銀離子與亞銅離子，使得黑色慢慢變淡。



38.當光色鏡片照光時鏡片會呈現黑色，主要與以下哪一個反應有關？

- (A)因亞銅離子反應形成銅離子
- (B)因銅離子反應形成亞銅離子
- (C)因氯化銀反應形成銀離子與氯離子
- (D)因氯化銀反應形成銀原子與氯原子
- (E)以上皆非。

39.由文中敘述，光色鏡片中主要加了氯化銀，將其控制在奈米等級使其能吸收紫外光，請問照光的過程中氯化銀扮演何種角色？

- (A)氧化劑 (B)還原劑 (C)催化劑 (D)還原劑與氧化劑 (E)以上皆非。

40.下列有關有色鏡片與光色鏡片的敘述，哪些正確？（應選 3 項）

- (A)光色鏡片主要是利用矽石製成
- (B)矽石中溶有不同的金屬離子為一種固態溶液
- (C)光色鏡片照光會呈現黑色是銀離子的顏色
- (D)加入亞銅離子主要是避免氯原子和銀原子重新反應恢復成氯化銀
- (E)有色鏡片含鉻三價離子呈現墨綠色。