

**107學年度高雄市國民中學自然學科競賽**  
**化學科實驗試題（答案直接填入試題答案卷中）**

**組別：【       】**

- 注意：
1. 進入實驗競賽場地，請著實驗衣。
  2. 實驗過程請確實戴護目鏡、手套及口罩。
  3. 檢查您桌上的藥品及器材是否齊全，若不齊全，請舉手請評審老師補齊；若已齊全，則請坐好，靜待評審老師宣佈實驗開始。

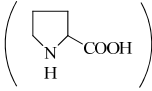



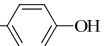
**題目：食品中蛋白質的變性和檢驗**

**壹、實驗說明：**

食品中多含有豐富的蛋白質，而蛋白質則是由二十種胺基酸(表 1)所組成，如大豆製品、蛋類等。因此，蛋白質也常被科學家廣泛進行研究；特別是針對蛋白質的變性(denaturation)、凝固(solidification)等研究，均有明確的定義：(1)變性：蛋白質受物理（例：加熱）、化學（例：鹽類、有機溶劑、酸）或酵素（例：凝乳酶）作用時，蛋白質結構發生部份變化，也發生許多性質上的改變；(2)凝固：蛋白質溶液加入大量有機溶劑(例：乙醇、丙酮)，則蛋白質分子之水合狀態被破壞，因而集結沉澱或加酸（例：硫酸）也會發生沉澱，但若酸性過強，所形成之沉澱又會溶解。另外，也可以利用簡易的化學方法檢驗蛋白質的成分，如(a) 雙縮脲素測定法(Biuret Test)，雙縮脲素試劑乃鹼性硫酸銅溶液，銅離子在鹼性溶液中，會與蛋白質上的胜肽鍵(peptide bonds)結合，生成藍色或紫色的複合物

( $\text{NH}_2\text{CONHCONH}_2$ )，如圖 2；(b) 薑黃蛋白測定法(Xanthoproteic test)，主要是針對具苯環之蛋白質或胺基酸，如：酪胺酸(tyrosine) 及色胺酸(tryptophan) 經濃硝酸硝化後產生黃色物質（硝基苯衍生物），反應如圖 3，但 phenylalanine 則不易被硝化，必須有濃硫酸之催化才会有反應，本實驗經加入氨水則轉為橙色（銨鹽）。

表 1、二十種常見胺基酸

名稱	側鏈 (R)	英文名稱	縮寫	代號
甘氨酸	$-\text{H}$	Glycine	Gly	G
丙氨酸	$-\text{CH}_3$	Alanine	Ala	A
纈氨酸	$-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	Valine	Val	V
白氨酸	$-\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	Leucine	Leu	L
異白氨酸	$-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$	Isoleucine	Ile	I
絲氨酸	$-\text{CH}_2\text{OH}$	Serine	Ser	S
蘇氨酸	$-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{OH}$	Threonine	Thr	T
脯氨酸		Proline	Pro	P
天冬氨酸	$-\text{CH}_2\text{COOH}$	Aspartate	Asp	D
天冬酰胺	$-\text{CH}_2\text{CONH}_2$	Asparagine	Asn	N
谷氨酸	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	Glutamate	Glu	E
谷氨酰胺	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CONH}_2$	Glutamine	Gln	Q
賴氨酸	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	Lysine	Lys	K
精氨酸	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHC}(\text{NH}_2)\text{NH}_2$	Arginine	Arg	R
胱氨酸	$-\text{CH}_2\text{-SH}$	Cysteine	Cys	C
蛋氨酸	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-S-CH}_3$	Methionine	Met	M
組氨酸	$-\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-}$ 	Histidine	His	H
色氨酸	$-\text{CH}_2\text{-}$ 	Tryptophan	Trp	W
苯基丙氨酸	$-\text{CH}_2\text{-}$ 	Phenylalanine	Phe	F
酪氨酸	$-\text{CH}_2\text{-}$ 	Tyrosine	Tyr	Y

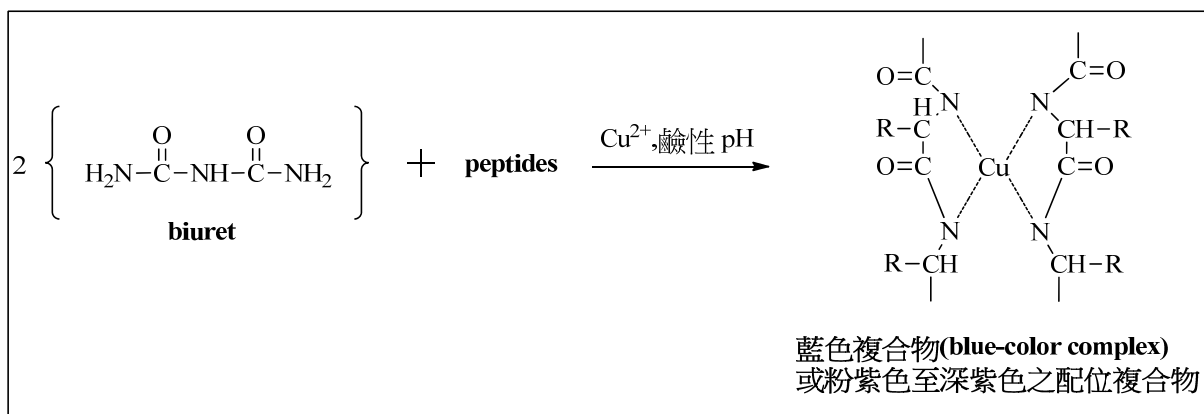


圖 2、雙縮尿素測定法的作用機制

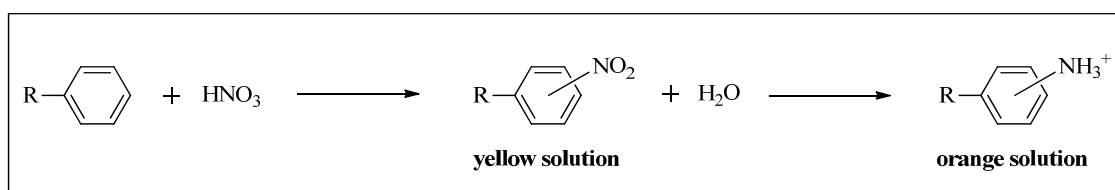


圖 3、薑黃蛋白測定法的作用機制

## 貳、藥品清單：

藥品名稱	容量	數量
蛋清溶液	100 mL	1 瓶
鮮奶	10 mL	1 瓶
保久乳	10 mL	1 瓶
無糖豆漿	10 mL	1 瓶
檸檬汁	10 mL	1 瓶
10% 氫氧化鈉水溶液	20 mL	1 瓶
1 M 鹽酸水溶液	10 mL	1 瓶
1 M 硫酸水溶液	10 mL	1 瓶
1 M 醋酸水溶液	10 mL	1 瓶
乙醇	10 mL	1 瓶
甲醇	10 mL	1 瓶
2% 硫酸銅水溶液	10 mL	1 瓶
硝酸※	10 mL	1 瓶

※打開硝酸溶液時，因會有褐色氣體產生，請務必配戴口罩。

## 參、器材清單：

## 一、各組使用器材

名稱	數量	名稱	數量
50 mL 燒杯	2 個	標籤紙	20 張
250 mL 燒杯	2 個	拋棄式滴管	20 支
100 mL 量筒	1 個	個人安全防護用具 (護目鏡、實驗衣、塑膠手套)	每人 1 套
10 mL 量筒	1 個	保溫瓶(含 500 mL 熱水)	1 個
攪拌棒	2 支		
試管夾	2 支		
試管	20 支		

## 二、共用器材及藥品：秤量紙、蒸餾水、硝酸及廢液桶

### 肆、實驗步驟：

#### 實驗一、蛋白質的變性實驗

- 取出試管架，放置 9 支試管，分別於標籤紙上寫上 **試管 1 (熱水)**、**試管 2 (1 mL 10% 氫氧化鈉水溶液)**、**試管 3 (1 mL 1 M 鹽酸水溶液)**、**試管 4 (1 mL 1 M 硫酸水溶液)**、**試管 5 (1 mL 1 M 醋酸水溶液)**、**試管 6 (2 mL 乙醇)**、**試管 7 (2 mL 甲醇)**、**試管 8 [雙縮脲素測定] (2 mL 10% 氫氧化鈉水溶液 + 5 滴 2% 硫酸銅水溶液)**、**試管 9 [薑黃蛋白測定] (10 滴硝酸)**，完成書寫標籤後依序貼上試管，分別於每一支試管加入 2 mL 蛋白溶液，並記錄其變性前溶液顏色於表 1。[注意：標籤請盡量貼接近試管口，勿擋住試管下端影響實驗觀察]
- 取一 250 mL 燒杯並加入 100 mL 的熱水(由保溫瓶中取出)，將**試管 1 (加熱)**夾上試管夾放入燒杯中如圖 4，並於表 1 紀錄其變性後溶液顏色變化。

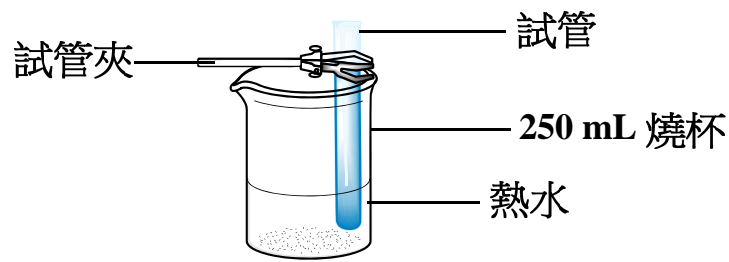


圖 4、試管 1 實驗裝置圖

3. 接著依序於試管 2~8 加入 1 mL 10% 氫氧化鈉水溶液 試管 2、1 mL 1 M 鹽酸水溶液 試管 3、1 mL 1 M 硫酸水溶液 試管 4、1 mL 1 M 醋酸水溶液 試管 5、2 mL 乙醇 試管 6、2 mL 甲醇 試管 7、2 mL 10% 氫氧化鈉水溶液+ 5 滴 2% 硫酸銅水溶液 試管 8，輕輕搖晃均勻，並於表 1 紀錄其變性後溶液顏色變化。
5. 最後，在試管 9 中加入 10 滴硝酸(注意：請務必小心，打開瓶蓋會有氣體產生)，並放入裝有 100 mL 熱水的燒杯中(由保溫瓶中取出)(為避免溫度下降過快，可適當添加熱水)，放置 15 分鐘，觀察其變性後溶液顏色變化並記錄於表 1。接著，帶溶液冷卻後加入 1 mL 10% 氫氧化鈉水溶液後，混合均勻，並觀察其溶液變化且記錄於表 1。

## 實驗二、蛋白質的組成檢測

6. 分別準備試管 10、11、12、13 各兩支，並準備標籤試管 10 鮮奶、試管 11 保久乳、試管 12 無糖豆漿、試管 13 檸檬汁各兩張，皆分別貼於試管上，黏貼注意事項請參考步驟 2。

7. 分別加入 2 mL 鮮奶、保久乳、無糖豆漿及檸檬汁，接著利用雙縮尿素試劑和薑黃蛋白試劑進行成分檢測並記錄結果於表 2。

#### 伍、實驗記錄：

##### 實驗一、蛋白質的變性實驗（表一）(30 分)

試樣	變性實驗前溶液顏色	變性實驗後溶液顏色		狀態(沉澱或澄清)	
試管 1					
試管 2					
試管 3					
試管 4					
試管 5					
試管 6					
試管 7					
試管 8					
試管 9			※		※

※填入冷卻後加入 1 mL 10% 氫氧化鈉水溶液的溶液變化。

實驗二、蛋白質的組成檢測(表二) (30 分)

試樣	變性實驗前溶液顏色	變性實驗後溶液顏色		狀態(沉澱或澄清)	
試管 10					
試管 10			※		※
試管 11					
試管 11			※		※
試管 12					
試管 12			※		※
試管 13					
試管 13			※		※

※填入冷卻後加入 1 mL 10% 氫氧化鈉水溶液的溶液變化。

陸、 問題討論：

1. 從表 1 的實驗條件，可以得知那些條件可以使蛋白質產生變性現象?那些實驗條件無法產生變性?。(20 分)

2. 於實驗二中蛋白質的組成檢測，分別針對鮮奶、保久乳、無糖豆漿及檸檬汁，利用雙縮脲試劑進行實驗，根據表二說明實驗結果，如果產生紫色的顏色變化，表示有何種化合物的生成(請用結構表示)? (20 分)



[計算紙]