

第九屆清華盃  
全國高級中學化學科能力競賽

解 答

2012.11.10

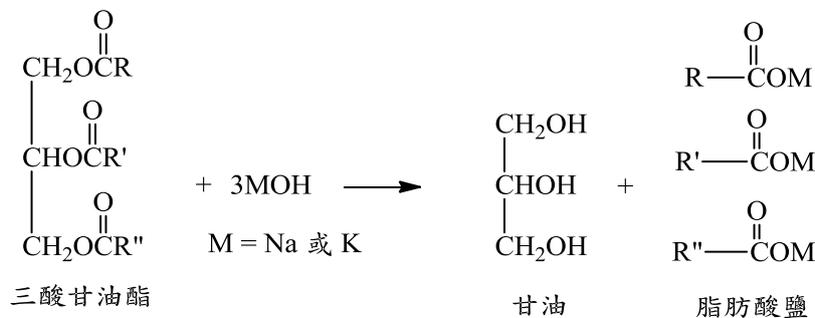
# 實作一

## 三酸甘油酯的分析

**三酸甘油酯**在人體新陳代謝過程中扮演重要的角色。其在脂肪酶和膽汁的作用下，被分解為甘油和脂肪酸後進入血液。它的作用包括向細胞運輸脂肪酸，不同的組織可以釋放脂肪酸或者吸收脂肪酸作為能源。

**三酸甘油酯**為合法的複方食品添加物，可當作起雲劑，用以增加飲品的不透明度與粘稠性質，使飲料看起來會有如新榨果汁般的濃郁鮮醇。

**三酸甘油酯**可由酵素在室溫下水解，亦可利用酸或鹼催化水解。一般而言，在鹼中水解較迅速，因酯鍵在鹼中較不穩定，鹼中水解稱為皂化。其反應方程式如下，式中 R、R'、R'' 分別表示相同或相異的長鏈烷基。反應中，**三酸甘油酯**與強鹼作用生成甘油與脂肪酸鹽，而所需的強鹼量稱為皂化價。



本實作是對“三酸甘油酯”的樣品進行分析。請利用提示進行實驗，求得此三酸甘油酯的平均分子量及皂化價，並在答案卷上詳細寫下所設計的量測方法及計算過程，未解說者將不予計分。

**【提示 1】** 本實作以強鹼進行皂化反應，反應步驟如下：

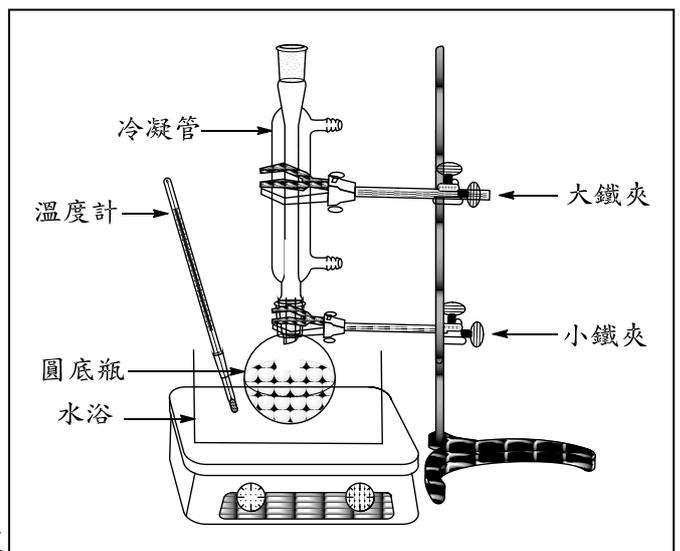
- ① 先秤取三酸甘油酯於圓底瓶中，分別加入 1 M 鹼性溶液（**體積請自行斟酌**）、乙醇 25~30mL 溶液及指示劑（**請自行選擇**）。

**注意：**反應之混合溶液的總體積，請勿超過圓底瓶容量的 2/3！

- ② 加入攪拌子於瓶中，裝上冷凝管，冷凝管須以冷水進行冷卻，實驗裝置如右圖。將圓底瓶放入水浴槽中，加熱迴流 20 分鐘使其反應完全。

**【提示 2】** 若進行滴定法，先進行標定可使結果更準確。

**【提示 3】** 本實作所求之皂化價是指要皂化一克的三酸甘油酯所需氫氧化鈉之克數。



# 實作一

## 三酸甘油酯的分析

### 解答

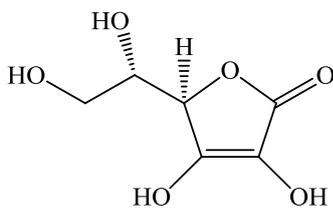
1. 先選擇適當的酸鹼指示劑→酚紅指示劑
2. 以小燒杯稱取 4.0 克 NaOH 或 5.6 克 KOH，加水溶解後倒入 100mL 定量瓶中，再將水加至刻線以配置成 1M 鹼性水溶液。
3. 將配置好的鹼性水溶液以 KHP(酞酸氫鉀)與酚紅指示劑進行標定，用以確認鹼性水溶液濃度。
4. 取 8mL 濃鹽酸與少許水混和後倒入 100mL 定量瓶，再加水至刻線以配置 1M 鹽酸水溶液，並以上面標定過的鹼性水溶液標定鹽酸水溶液濃度。
5. 稱取 1 克的三酸甘油酯於 100mL 圓底瓶內，並加入磁石、30mL 酒精與 10mL(或更多)配置好的鹼性水溶液。
6. 將圓底瓶、冷凝管與冷凝水架設好後置於水浴鍋內，將水浴鍋加熱至攝氏 80 ~ 90 °C，從反應開始迴流計時 20 分鐘，20 分鐘後將反應裝置冷卻回室溫。
7. 將反應瓶內的溶液倒至 100mL 定量瓶，再加水至刻線，每次取 20mL 溶液置於錐形瓶中，並加入酚紅當指示劑，再以標定過的鹽酸水溶液進行滴定，重複滴定三次。
8. 將所得結果反推反應剩下鹼的量，即可推得反應用掉鹼的量，而每一當量的三酸甘油酯會與三當量鹼反應，如此即可推得 1g 三酸甘油酯的莫耳數，換算後即可得到三酸甘油酯的分子量。

**正確解答：三酸甘油酯分子量為 470 g/mol，皂化價=0.255 (for NaOH)**

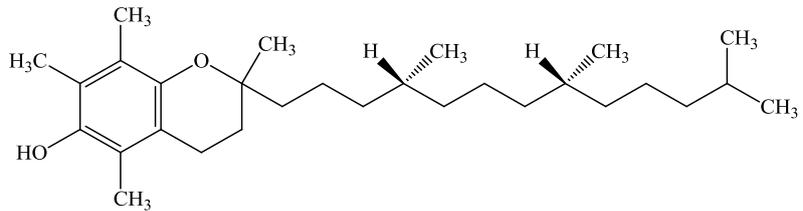
## 實作二

### 維生素 C、E 與亞鐵離子的定量

維生素 C、E (結構如下) 與亞鐵離子為人體必需的营养素，其中維生素 C、E 是抗氧化物，它們能保護細胞不受到自由基的攻擊，目前已經有相當的研究認為它們和癌症與其他疾病的發展有關聯。維生素 C 缺乏會造成壞血病，故又稱 L-抗壞血酸。維生素 E 又名生育酚或產妊酚，人類缺乏維生素 E 症狀是溶血性貧血及神經系統機能受損。亞鐵離子在人體內會氧化成三價鐵離子，才能由運鐵蛋白質進行運輸。



維生素 C



維生素 E

本實作將進行維生素 C、E 與亞鐵離子混合物的定量分析。請依提示設計並進行實作，求得混合物中各營養素的含量，標示單位為毫克/克 (mg/g)。

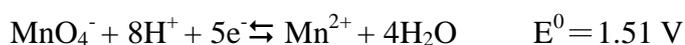
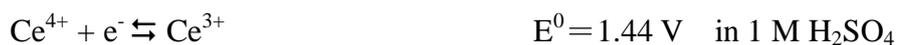
樣品注意事項：因樣品含維他命 E，其在室溫下容易氧化，**請將樣品保持在冰浴下！**若冰塊不足時請找監考人員拿取。

評分方式：自行設計實驗且完成實作，記錄量測方法及計算過程，並選出最佳方法作為本實作的答案，未解說者將不予計分。

**【提示 1】** 維生素 C 與亞鐵離子均屬於水溶性營養素；維生素 E 屬於脂溶性維生素。

**【提示 2】** 若進行滴定法，先進行標定可使結果更準確。

**【提示 3】** 標準還原電位如下：



**【提示 4】**  $\text{Fe}(\text{OH})_3 \quad K_{\text{sp}} = 1.6 \times 10^{-39} \quad (25^\circ\text{C})$

**【提示 5】** 若欲使用滴定法量測維生素 E，可將維生素 E 標準品溶於乙醇—硫酸混合液 (V:V=200:3)，再加入 2 滴二苯胺指示劑後，用硫酸銨鈾溶液滴定至溶液呈藍紫色。

## 實作二

### 維生素 C、E 與亞鐵離子的定量

#### 解 答

1. 取混合物樣品加入 10mL 水以及 10mL 有機溶劑(乙醚或乙酸乙酯)進行萃取，分別收集有機層與水層，並重複萃取 2 次。
2. 將有機層溶液以旋轉濃縮儀濃縮移除大部分有機溶劑後，以乙醇－硫酸混合液 (V:V=200:3)溶解配置成 100mL 之溶液 A。
3. 取出此 A 溶液 15mL 並加入 2 滴二苯胺指示劑，用硫酸銨銻溶液滴定至溶液呈藍紫色即可，並計算維生素 E 之含量。
4. 將萃取完之水層溶液加入氫氧化鈉，使溶液呈現鹼性，可得到沉澱物  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ，待沉澱完全後以重力過濾方式收集沉澱物以及濾液 B，將沉澱物以烘箱乾燥後，即可計算混合物中亞鐵離子含量。
5. 收集濾液 B 並加入水配置成 100mL 溶液後，取出 15mL 溶液並加入 1mL 澱粉指示劑，用碘溶液滴定至溶液呈現藍黑色即可，並計算維生素 C 之含量。

正確解答：如下表。

樣品編號	維生素 C(mg)	FeCl <sub>2</sub> (mg)	維生素 E(mg)
1-A	428	282	290
1-B	393	256	351
1-C	425	256	351
2-A	409	262	329
2-B	408	272	320
2-C	416	271	314
3-A	411	270	320
3-B	442	287	271
3-C	430	287	283
4-A	408	266	326
4-B	404	265	331
4-C	411	269	320
5-A	418	278	304
5-B	425	271	304
5-C	429	280	291
6-A	410	270	320
6-B	421	275	303
6-C	415	266	320
7-A	414	270	316
7-B	422	276	302
7-C	397	262	341
8-A	434	284	282
8-B	421	276	309
8-C	405	269	327
9-A	381	253	366
9-B	423	273	305
9-C	418	278	304
10-A	397	268	335
10-B	441	284	275
10-C	410	267	322
11-A	406	275	320
11-B	402	265	333
11-C	417	273	310
12-A	441	283	275
12-B	420	263	317
12-C	428	282	290