

2004 第 36 屆國際化學奧林匹亞競賽試題

參考題解與評分標準

方泰山 邱愛菁
國立臺灣師範大學 化學系

實作部分：

實作題 1：兩階段有機合成 2,2-雙〈對-苯氧基醋酸〉丙烷〈雙酚 A 二〈羧基甲基〉醚〉

- 1.1 以 2.54 克聚碳酸酯 (polycarbonate) 進行反應，計算出雙酚 A (bisphenol A) 的理論產率，以克表示。〈2 分〉

$$M_1 (\text{polycarbonate}) = M_1 (\text{C}_{16}\text{H}_{14}\text{O}_3)_n \text{H}_2 \approx M_1 (\text{C}_{16}\text{H}_{14}\text{O}_3) = 254.30 \text{ g/mol}$$

$$m_1 = 2.54 \text{ g}$$

$$M_2 (\text{C}_{15}\text{H}_{16}\text{O}_2) = 228.31 \text{ g/mol}$$

$$m_2 = m_1 \cdot M_1^{-1} \cdot M_2$$

雙酚 A 的理論產率：2.28 克

答案正確：2 分；計算錯誤，多或少於小數點下兩位〈如：2.3 克、2.281 克〉：1 分；錯誤或無作答：0 分。

- 1.2 以 2.00 克雙酚 A 為基準進行反應，計算出雙酚 A 二〈羧基甲基〉醚 (bisphenol A bis(carboxymethyl)ether) 的理論產率，以克表示。〈2 分〉

$$M_2 (\text{C}_{15}\text{H}_{16}\text{O}_2) = 228.31 \text{ g/mol}$$

$$m_2 = 2.00 \text{ g}$$

$$M_3 (\text{C}_{19}\text{H}_{20}\text{O}_8) = 344.39 \text{ g/mol}$$

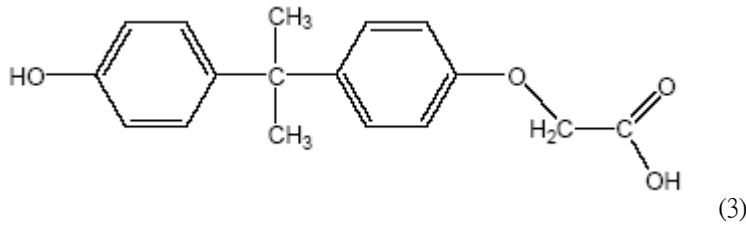
$$m_3 = m_2 \cdot M_2^{-1} \cdot M_3$$

雙酚 A 二〈羧基甲基〉醚的理論產率：3.02 克

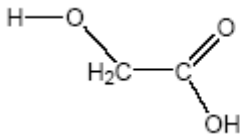
答案正確：2 分；計算錯誤，多或少於小數點下兩位〈如：3.0 克、3.017 克〉：1 分；錯誤或無作答：0 分。

- 1.3 第二階段可能有無用的副產物。寫出最有可能的兩個無用副產物的結構式。〈6 分〉

1. 雙酚 A 只與氯化醋酸鈉(sodium chloroacetate)反應一次〈單次取代反應(monosubstitution)〉：



2. 鹼性水解的氯化醋酸鈉

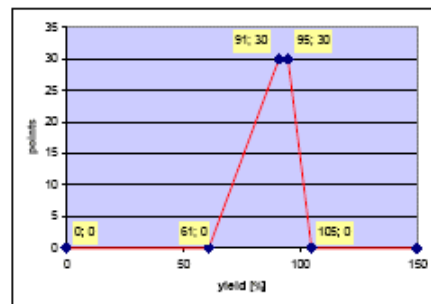


任一答案—正確結構式：3 分；一個疏忽錯誤：扣 1 分，兩個疏忽錯誤：扣 2 分；錯誤或無作答：0 分。

1.4 第一階段，大會代測產物產率(%)：〈30 分〉

$$\begin{aligned} f(x) &= 0 & x < 61 \\ f(x) &= x - 61 & 61 \leq x \leq 91 \\ f(x) &= 30 & 91 < x \leq 95 \\ f(x) &= -3x + 315 & 95 < x \leq 105 \\ f(x) &= 0 & x > 105 \end{aligned}$$

主要數值



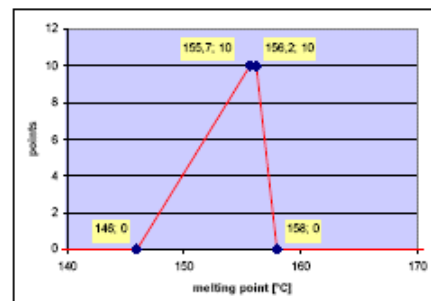
$$m_2 \cdot M_1 \cdot m_1^{-1} \cdot M_2^{-1} \cdot 100 = x$$

1.5 第一階段，大會代測產物熔點(°C)：〈10 分〉

$$\begin{aligned} f(x) &= 0 & x < 146.0 \\ f(x) &= +1.03093x + 150.51546 & 146.0 \leq x < 155.7 \\ f(x) &= 10 & 155.7 \leq x \leq 156.2 \end{aligned}$$

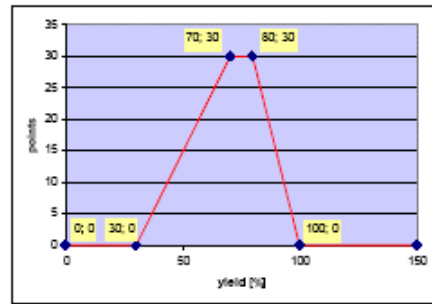
主要數值

$$\begin{aligned} f(x) &= -5.55556x + 877.77778 & 156.2 < x \leq 158.0 \\ f(x) &= 0 & x > 158.0 \end{aligned}$$



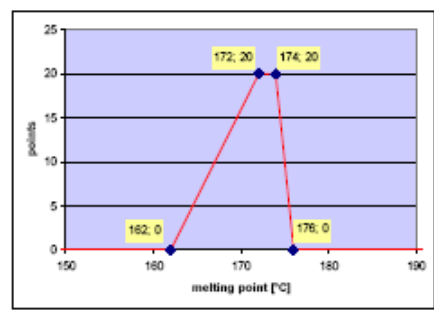
1.6 第二階段，大會代測產物產率(%)：〈30 分〉

$$\begin{aligned}
 f(x) &= 0 & x < 30 \\
 f(x) &= 0.75x - 22.5 & 30 \leq x \leq 70 \\
 f(x) &= 30 & 70 < x \leq 80 & \text{主要數值} \\
 f(x) &= -1.5x + 150 & 80 < x \leq 100 \\
 f(x) &= 0 & x > 100 \\
 m_3 \cdot M_2 \cdot m_2^{-1} \cdot M_3^{-1} \cdot 100 &= x
 \end{aligned}$$



1.7 第二階段，大會代測產物熔點(°C)：〈20 分〉

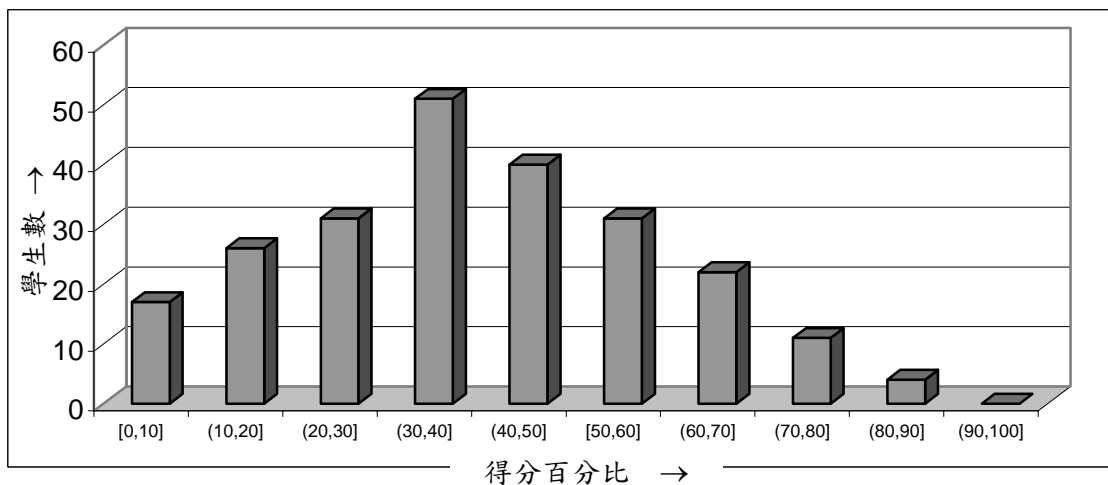
$$\begin{aligned}
 f(x) &= 0 & x < 162 \\
 f(x) &= 2x - 324 & 162 \leq x \leq 172 \\
 f(x) &= 20 & 172 < x \leq 174 & \text{主要數值} \\
 f(x) &= -10x + 1760 & 174 < x \leq 176 \\
 f(x) &= 0 & x > 176
 \end{aligned}$$



若學生沒有將熔點測管裝滿，將扣 10 分。

1.4 至 1.7 的正確定點：數值為小數點下一位。

本大題總藍分:100 (100%)，平均得分：39.2 (39.2%)，成績分佈圖：



實作題 2：超導體之定性與定量分析

2.1 此超導體有那一鹼土金屬？單選！ (30)

- Ca (0) Sr (0) Ba (30)
- Ca and Sr (0) Ca and Ba (5) Sr and Ba (15)
- Ca and Sr and Ba (10)

完成以下反應式： (2)



2.2 測定鏷與銅的總含量 (35)

滴定序號	起始體積 (V_{initial}) (mL)	最終體積 (V_{final}) (mL)	體積 (V) (mL)
1			
2			
3			
--			
--			
--			

100 mL超導體溶液，消耗 $0.1000 \text{ mol L}^{-1}$ EDTA溶液的適當量，體積 (V) = 11.60* mL。

複合計量滴定 (Complexometric Titration)

$$P = 35 \cdot \left[1 - \frac{|(C1 - (MV1 \cdot PS/100)) - ((MV1 \cdot PS/100) \cdot 0.005)|}{((MV1 \cdot PS/100) \cdot 0.03) - ((MV1 \cdot PS/100) \cdot 0.005)} \right]$$

P = 點

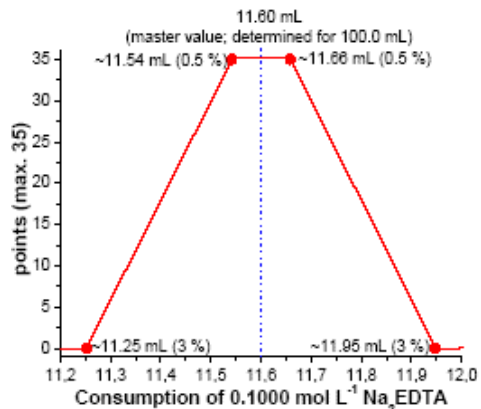
C1 = 實驗消耗量 (mL)

MV1 = 實際主要數值

PS = 所提供之超導體溶液毫升數
(100.0, 99.00, 98.00, 97.00 mL)

if P ≥ 35 視為最大值 35

if P ≤ 0 視為 0

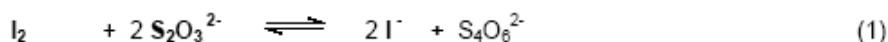
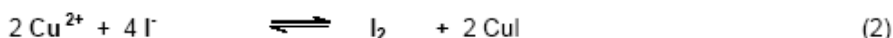


2.3 測定銅的含量 (35)

滴定序號	起始體積 (V_{initial}) (mL)	最終體積 (V_{final}) (mL)	體積 (V) (mL)
1			
2			
3			
--			
--			
--			

100 mL 超導體溶液，消耗 $0.01000 \text{ mol L}^{-1} \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的適當量，體積 (V) = 10.50 mL 。

完成以下反應式： (3)

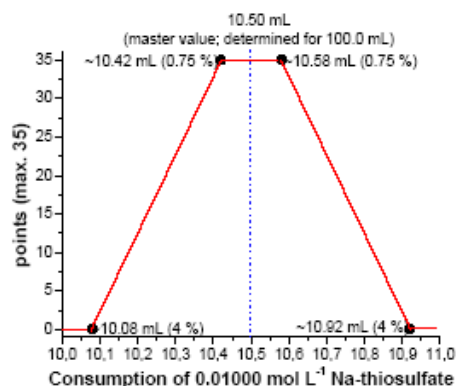


*正確數值將稍後提供，所得數值必須至小數點下兩位，否則得 1 分。

碘計量滴定 (Iodometric Titration)

$$P = 35 \cdot \left[1 - \frac{|(C2 - (MV2 \cdot PS / 100)) - ((MV2 \cdot PS / 100) \cdot 0.0075)|}{((MV2 \cdot PS / 100) \cdot 0.04) - ((MV2 \cdot PS / 100) \cdot 0.0075)} \right]$$

- P = 點
- C2 = 實驗消耗量 (mL)
- MV2 = 實際主要數值
- PS = 所提供之超導體溶液毫升數
(100.0, 99.00, 98.00, 97.00 mL)
- if P ≥ 35 視為最大值 35
- if P ≤ 0 視為 0



2.2 與 2.3 的正確定點：數值為小數點下一位。

2.4 原始溶液之銅質量 (mg)

原始溶液之鏷質量 (mg)

$$[M(\text{Cu}) = 63.55 \text{ g mol}^{-1}; M(\text{La}) = 138.91 \text{ g mol}^{-1}] \quad (3)$$

銅的質量：

$$10.50 \text{ mL} \cdot 0.01 \text{ mol L}^{-1} \cdot 4 \cdot 10 \cdot 63.55 \text{ g mol}^{-1} = 266.9 \text{ mg} \quad (1)$$

鏷的質量：

$$[11.60 - (10.50/10 \cdot 4)] \text{ mL} \cdot 0.1 \text{ mol L}^{-1} \cdot 10 \cdot 138.91 \text{ g mol}^{-1} = 1028 \text{ mg} \quad (2)$$

(下轉第 31 頁)