

1999 年第 31 屆 IChO 競賽(II) :

試題參考題解與評分標準 (續)

—邁向 2005 年第 37 屆國際化學奧林匹亞—

方泰山★ 汪炳鈞★★ 劉如熹★★★ 何寶珠# 陳彥潔##

★國立臺灣師範大學化學系 ★★國立清華大學化學系

★★★國立臺灣大學化學系 #國立基隆女子中學

##教育部中教司

實驗 I 答案紙

A. 碘液之標定

在瓶子內之標準 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 濃度 : 0.01970..... M

滴定次數	體積		
	1	2	3
取碘液的體積(mL)	5.00	5.00	5.00
初始滴定管讀數(mL)	0.00	0.00	0.00
最後滴定管讀數(mL)	10.00	10.05	9.95
標準硫代硫酸鈉(mL)	10.15	10.10	10.05

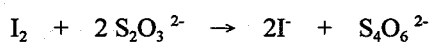
用來作計算的滴定的數值=

10.10 mL

碘液濃度之計算

莫耳數比 $\text{I}_2 : \text{S}_2\text{O}_3^{2-} =$

1 : 2



$$[\text{I}_2] \cdot V_{\text{I}_2} = \frac{[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}] \cdot V_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}}}{2}$$

$$[I_2] = \frac{0.01970 \times 10.10}{2 \times 5.00} = 0.0199 \text{ M}$$

莫耳數比正確得 1 分，計算正確最高得 2 分，少於 2 或多於 3 個有效數字扣 1 分。

I_2 之濃度為

0.0199

M

以學生之資料重算，正確者最高得 7 分。0 至 0.5% 的偏差計分在 7 分以內，大於 3.05% 的偏差為 0 分。

B. 丙酮與碘在水溶液中之酸催化反應的速率定律式之探討

B-1. 計算混合溶液之初始濃度(M)

瓶號	各瓶之濃度			
	I	II	III	IV
$[I_2], \text{M}$	0.00498	0.00998	0.00498	0.00498
[丙酮], M	1.69	1.69	3.39	1.69
[HCl], M	0.0250	0.0250	0.0250	0.0500

每個 I_2 及 HCl 的濃度正確可得 0.25 分，每個丙酮濃度正確可得 0.5 分

B-2. 計算 7 分鐘時剩下於瓶 I 至 IV 之碘液濃度

	各瓶之體積			
	I	II	III	IV
初始滴定管讀數(mL)	0.00	0.00	0.00	0.00
最後滴定管讀數(mL)	8.35	18.55	6.75	6.85
標準 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)	8.35	18.55	6.75	6.85

7 分鐘時剩餘 $[I_2]$ (M)	0.00412	0.00914	0.00332	0.00338
---------------------	---------	---------	---------	---------

每個剩餘 $[I_2]$ 計算正確得 0.5 分。

B-3. 計算 7 分鐘時於瓶 I-IV 之 I_2 消失起始反應速率 (用 M s^{-1} 之單位)

$$\text{碘液之消失起始反應速率}(\text{M s}^{-1}) = - \frac{d[I_2]}{dt}$$

瓶號	I	II	III	IV
反應速率 之計算	$\frac{0.00498-0.00412}{7 \times 60}$	$\frac{0.00997-0.00914}{7 \times 60}$	$\frac{0.00498-0.00333}{7 \times 60}$	$\frac{0.00498-0.00338}{7 \times 60}$
初始反應速率	2.05×10^6	1.98×10^6	3.95×10^6	3.811×10^6

計算正確得 4 分。

B-4. 計算反應級數 x 、 y 、 z

$$\text{rate} = - \frac{d[I_2]}{dt} = k[\text{CH}_3\text{COCH}_3]^x [\text{I}_2]^y [\text{H}^+]^z$$

x 之計算	y 之計算	z 之計算
$\frac{\text{Rate(III)}}{\text{Rate(I)}} = \frac{3.95 \times 10^{-6}}{2.05 \times 10^{-6}}$	$\frac{\text{Rate(II)}}{\text{Rate(I)}} = \frac{1.98 \times 10^{-6}}{2.05 \times 10^{-6}}$	$\frac{\text{Rate(IV)}}{\text{Rate(I)}} = \frac{3.81 \times 10^{-6}}{2.05 \times 10^{-6}}$
$2^x = 1.93$	$2^y = 0.965$	$2^z = 1.86$
$x = 0.95$	$x = -0.051$	$x = 0.90$
$x = 1$ (整數)	$y = 0$ (整數)	$z = 1$ (整數)

每一正確答案最高得 1 分。

寫下反應速率定律式：

Rate =

$$k[\text{CH}_3\text{COCH}_3][\text{H}^+]$$

2 分

B-5. 計算瓶 I 至 IV 之反應速率常數 k ，並附上正確之單位

瓶號	I	II	III	IV
計算	$\frac{2.05 \times 10^{-6}}{(1.69)(0.0250)}$	$\frac{1.98 \times 10^{-6}}{(1.69)(0.0250)}$	$\frac{3.95 \times 10^{-6}}{(3.39)(0.0250)}$	$\frac{3.81 \times 10^{-6}}{(1.69)(0.0500)}$
速率常數 $k =$	4.85×10^{-5}	4.68×10^{-5}	4.66×10^{-5}	4.51×10^{-5}
單位	$\text{M}^{-1} \text{s}^{-1}$	$\text{M}^{-1} \text{s}^{-1}$	$\text{M}^{-1} \text{s}^{-1}$	$\text{M}^{-1} \text{s}^{-1}$

每一正確計算最高得 0.5 分，單位正確得 1 分。

B-6. 反應速率常數之平均值 =

$$4.68 \times 10^{-5}$$

以學生之資料重算正確者最高得 22 分，0 至 6% 的偏差得分在 22 分以內，大於 18% 的偏差為 0 分。

實驗 II 答案紙

28.6 分

PART I

Q.1) 將蒸餾液(≥ 5 mL)給監考官檢查並請他(她)簽名。

監考官簽名:.....

(0 或 5 分)

Q.2) 主要精油成份 (S) 之官能基分析: 在適當位置打 (√)(5.5 分)

試劑	陽性反應 (Positive test)	陰性反應 (Negative test)
0.2% KMnO_4	√	
1% FeCl_3	√	
2,4-DNP		√
硝酸銨鈾 (Ceric ammonium nitrate)	√	
多倫試劑 (Tollen's Reagent)		√

每一正確結果給 0.5 分, 共 2.5 分

在 S 之官能基	存在 (Present)	不存在 (Not present)
-C=C-	√	
-OH (醇基, alcoholic)		√
-OH (酚基, phenolic)	√	
-CHO		√
-CO-		√
-COOH		√

每一正確結果給 0.5 分, 共 3 分

Q.3) 未知物 Y 之官能基分析: 在適當位置打 (√)(7 分)

試劑	陽性反應(Positive test)	陰性反應(Negative test)
5% HCl		√
5% NaOH	√	
5% NaHCO_3	√	
0.2% KMnO_4		√
1% FeCl_3		√
2,4-DNP		√
硝酸銨鈾(Ceric ammonium nitrate)		√
多倫試劑 (Tollen's Reagent)		√

每一正確結果給 0.5 分, 共 4 分

答案紙:

在未知物 Y 之官能基	存在 (Present)	不存在 (Not present)
-C=C-		√
-OH (醇基, alcoholic)		√
-OH (酚基, phenolic)		√
-CHO		√
-CO-		√
-COOH	√	

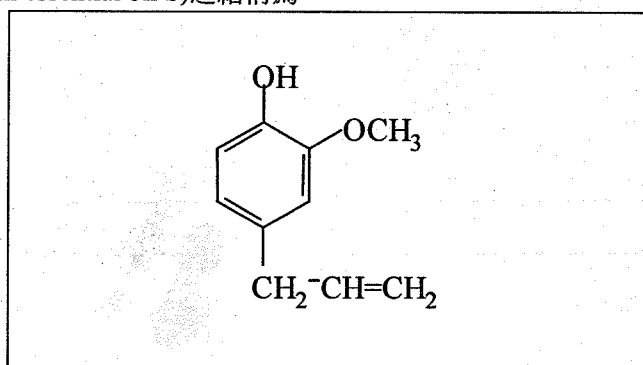
每一正確結果給 0.5 分，共 3 分

學生簽名:.....

PART II

Q. 4) 結構鑑定:(6 分)

主要精油(S) (main essential oil S)之結構為：



OH、OCH₃、CH₂CH=CH₂，及 1,2,4-三取代苯各 0.5 分，共 2 分

主要精油(S)之 NMR 標示:

請見 ¹H NMR 光譜中各訊號之編號(See peak number in the given ¹H NMR spectrum)

多重性及化學位移各 2 分(每一質子的指定正確給 0.25 分)，共 4 分。

訊號編號 Peak No.	化學位移 Chemical shift (δ , ppm)	質子數目 No. of proton(s)	多重性* Multiplicity *	¹ H NMR 光譜標示 ¹ H NMR Assignment
1	3.31	2H	d (0.25 分)	畫出精油(S)之結構,並於結構圖中標示出各訊號編號為哪些氫所產生
2	3.84	3H	s (0.25 分)	
3	5.0-5.1	2H	m (0.25 分)	
4	5.6	1H	s (0.25 分)	
5	5.9-6.0	1H	m (0.25 分)	
6	6.7	2H	s (0.25 分) d or m (0.5 分)	
7	6.87	1H	d (0.25 分)	

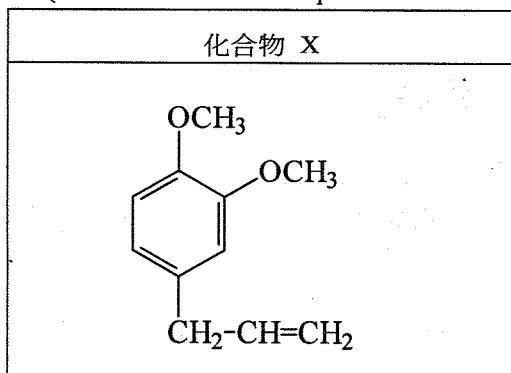
*多重性 (Multiplicity) :

s = 單峰(singlet) d = 雙重峰(doublet) t = 三重峰(triplet)

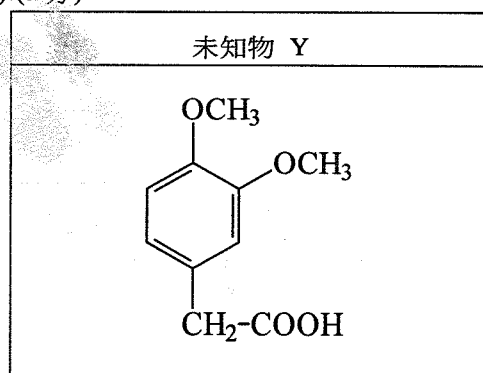
q = 四重峰(quartet) m = 多重峰(multiplet)

Q.5) 分別畫出化合物 X 與未知物 Y 之化學結構於下列方格內

(The structure of compound X and unknown Y):(5 分)



2 個 OCH₃ 正確得 0.5 分，
CH₂CH=CH₂ 正確得 0.5 分，共 1 分。



2 個 OCH₃ 正確得 0.5 分，
CH₂CH=CH₂ 正確得 0.5 分，共 1 分。

未知物 Y 之 NMR 標示 (NMR Assignment of Unknown Y):

請見 ^1H NMR 光譜中各訊號之編號，具解離性之質子並不會出現該光譜中(See peak number in the given ^1H NMR spectrum, labile proton does not appear in the spectrum)

訊號編號 Peak No.	化學位移 Chemical shift (δ , ppm)	質子數目 No. of proton(s)	多重性 Multiplicity	^1H NMR 光譜標示 ^1H NMR Assignment
1	3.59	2H	s (0.25 mark)	畫出未知物 Y 之結構,並於結構圖中標示出各訊號編號為哪些氫所產生
2	3.86	3H	s (0.25 mark)	
3	3.88	3H	s (0.25 mark)	
4	6.81	3H	s (0.25 mark) d (0.5 mark) m (0.75 mark)	

多重性及化學位移各 1.5 分(每一質子的指定正確給 0.25 分)，共 3 分。

讓雞蛋浮起來並估算其質量

設計者：沈青嵩

題目：

利用下列器材測量雞蛋的體積並估算其質量，將你們多次估算後的最佳答案填在答案卷上。

器材：

食鹽半公斤、量筒、大燒杯（有刻度）、清水、小湯匙、小水桶。

成績計算：

1. 雞蛋質量之估計值與實際質量越接近者越優勝。(80%)
2. 雞蛋體積之測量值與實際體積越接近者越優勝。(20%)

(取材自：國立臺灣師範大學科學教育中心舉辦之臺北地區國中學生創意競賽題目)