

1999 年第 31 屆 IChO 競賽(II) :

試題參考題解與評分標準

—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

試題與評析詳見本刊第 228 期第 49 頁

問題 1

23 分

A 部分 (PART A)

1-1. 由計算決定化合物 Q 之分子式，並寫下其燃燒之平衡方程式，同時表示出各物質之正確狀態。

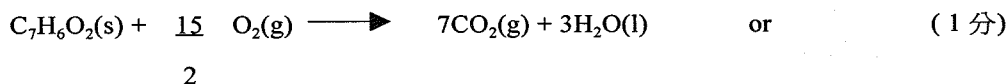
計算

$$\text{Mole C : H : O} = \frac{(1.5144)(12.0/44.0)}{12.0} : \frac{(0.2656)(2.0/18.0)}{1.0} : \frac{(0.1575)}{16.0}$$

$$= 0.0344 : 0.0295 : 0.00984 = 7 : 6 : 2$$

實驗式式量 $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2 \xrightarrow{=122}$

$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ 的式量與分子量相等，故實驗式及即為分子式 (2 分)



Q 的分子式正確得 2 分，方程式及狀態都正確得 1 分，共 3 分。

1-2. 計算卡計之熱容量(heat capacity of the calorimeter) (不包含水)。

Mole $Q = \frac{0.6000}{122.0} = 4.919 \times 10^{-3}$	(0.5 分)
$q_v = n\Delta U^0 = \frac{0.6000 \times (-3079)}{122.0} = -15.14 \text{ kJ}$	(2 分)
總熱容量 = $-q_v = \frac{15.14}{\Delta T} = \frac{6.730 \text{ kJ}}{2.250} = 6.730 \text{ kJ K}^{-1}$	(1.5 分)
水的熱容量 = $710.0 \times 4.184 = 2971 \text{ J K}^{-1}$	(1 分)
卡計之熱容量 = $6730 - 2971 = 3759 \text{ J K}^{-1}$	(1 分)

共 6 分

卡計之熱容量為 3759 J K^{-1}

1-3. 計算化合物 Q 之標準生成焓(the standard enthalpy of formation) ΔH_f^0 。

$\Delta n_g = \frac{7-15}{2} = -0.5 \text{ mol}$	(0.5 分)
$\Delta H^0 = \Delta U^0 + RT \Delta n_g$	(0.5 分)
$= -3079 + (8.314 \times 10^{-3})(298)(-0.5)$	(1 分)
$= -3079 - 1$	
$= -3080$	(0.5 分)
$\Delta H^0 = (7\Delta H_f^0 \text{ CO}_2(\text{g}) + 3\Delta H_f^0 \text{ H}_2\text{O}(\text{l})) - (\Delta H_f^0 \text{ Q})$	(1 分)
$\Delta H_f^0 \text{ of Q} = 7(-393.51) + 3(-285.83) - (-3080)$	(1 分)
$= -532 \text{ kJ mol}^{-1}$	(0.5 分)

共 5 分

Q 之 ΔH_f^0 為 -532 kJ mol^{-1}

B 部分 (PART B)

1-4. 由計算結果推導化合物 Q 於苯中主要為單體(monomer)，還是二聚體(dimer)？

(假定 Q 於水中是單體)

$C_B (\text{mol L}^{-1})$	0.0118	0.0478	0.0981	0.156	
$C_W (\text{mol L}^{-1})$	0.00281	0.00566	0.00812	0.0102	
either C_B/C_W	4.20	8.44	12.1	15.3	
or C_B/C_W^2	1.49×10^3	1.49×10^3	1.49×10^3	1.50×10^3	(2 分)
(or $\sqrt{C_B/C_W}$)	38.6	38.6	38.6	38.7)	
由上述可知 C_B/C_W 值變動很大，但 C_B/C_W^2 or $\sqrt{C_B/C_W}$ 值幾為恆定，顯示在苯中 Q 結為雙分子。					
Q 於苯中是	<input type="checkbox"/>	單體(monomer)	<input checked="" type="checkbox"/>	二聚體(dimer.)	(1 分)

共 3 分

1-5. 計算含 0.244 g 之 Q 化合物於 5.85 g 之苯中形成溶液時，其凝固點(T_f)在一大氣壓下為何？

計算

若 Q 在苯中完全為二聚體，則顯然其分子量應該是 244。

$$\text{莫耳分率 } Q_2 = \frac{0.244/244}{(0.244/244) + (5.85/78.0)} = 1.32 \times 10^{-2} \quad (0.01316) \quad (3 \text{ 分})$$

$$\Delta T_f = \frac{(8.314)(278.55)^2}{9.89 \times 10^3} \cdot 1.32 \times 10^{-2} = 0.861 \quad (2 \text{ 分})$$

$$T_f = 5.40 - 0.861 = 4.54 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1 \text{ 分})$$

溶液之 T_f 為

4.54

$^\circ\text{C}$

溫度錯誤扣 1 分，熔化熱錯誤亦扣 1 分，總共 6 分。

問題 2

20 分

A 部分 (PART A)

2-1. 加入 1.00 mL 之 HCl 後，混合水溶液中那一種離子最先反應？那一種離子成為產物？

最先反應的離子是

A^{2-}

0.5 分

成為產物的離子是

HA^-

0.5 分

2.2 (2-1)中的產物之產量是多少 mmol？

產物之產量(mmol) =

$1.00 \times 0.300 = 0.300$

0.5 分

2-3. 寫出 (2-1) 中之產物與溶劑反應的主要平衡方程式。



1 分

2-4. Na_2A 與 NaHA 原有存在之量為多少 mmol ?

計算

在 pH 8.34 , 此等於 $(\text{p}K_{a1} + \text{p}K_{a2})/2$ 之下, 所有 A^{2-} 皆以 HA^- 狀態存在

$$\begin{aligned} \text{因此 } \text{A}^{2-} \text{ 在溶液中之初毫莫耳數} &= 0.300 \times 10.00 \\ &= 3.00 \text{ mmol} \end{aligned}$$

在 pH 10.33 的緩衝狀態下, $[\text{A}^{2-}]$ 與 $[\text{HA}^-]$ 之比值為 1。

$$\text{因此 } [\text{HA}^-]_{\text{initial}} + [\text{HA}^-]_{\text{formed}} = [\text{A}^{2-}]_{\text{initial}} - [\text{HA}^-]_{\text{formed}}$$

$$\text{HA}^- \text{ 之初毫莫耳數} = 3.00 - 0.300 - 0.300 \text{ mmol} = 2.40 \text{ mmol}$$

Na_2A 之 mmol 數 =

3.00

2.0 分

NaHA 之 mmol 數 =

2.40

2.5 分

2-5. 計算反應至第二當量點(second equivalence point) 需 HCl 的總體積為多少?

計算

$$\begin{aligned} \text{需要的 HCl 之總體積} &= [(2 \times 3.00) + 2.40]/0.300 \\ &= 28.00 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\text{需 HCl 的總體積} = 28.00 \text{ mL}$$

1.5 分

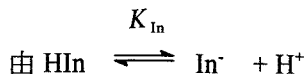
B 部分 PART B

2-6. 計算溶液 III 於 400 nm 之吸收度。

計算

溶液 III 是含 10^{-5} M 指示劑及 1.0M CH_3COOH 的溶液, 為得到此溶液的吸收度, 必須先計算溶液之 $[\text{H}^+]$ 濃度, 再計算指示劑基本形式的濃度。

$$\begin{aligned} \text{溶液 III 中的 } [\text{H}^+] &= \sqrt{K_a \cdot C} \\ &= \sqrt{1.75 \times 10^{-5} \times 1.0} \\ &= 4.18 \times 10^{-3} \quad (1.0 \text{ 分}) \end{aligned}$$



$$K_{\text{In}} = \frac{[\text{H}^+][\text{In}^-]}{[\text{HIn}]} \quad (0.5 \text{ 分})$$

$$\frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]} = \frac{K_{\text{In}}}{[\text{H}^+]}$$

$$= \frac{10^{-3.38}}{10^{-2.38}}$$

$$= 0.100$$

$$\frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]} = 0.100 \quad (1.0 \text{ 分})$$

然而 $[\text{HIn}] + [\text{In}^-] = 10^{-5}$

$$10[\text{In}^-] + [\text{In}^-] = 10^{-5}$$

$$[\text{In}^-] = 0.091 \times 10^{-5} \quad (1.5 \text{ 分})$$

\therefore 溶液 III 的吸收度 $= \frac{0.091 \times 10^{-5}}{1.00 \times 10^{-5}} \times 0.300$

$$= 0.027 \quad (1.0 \text{ 分})$$

單位不正確扣 0.5 分

溶液 III 於 400 nm 之吸收度 =

0.027

5 分

- 2-7. 將溶液 II 與溶液 III 以 1 : 1 之體積比混合後，除了 H_2O , H^+ 及 OH^- 外，寫出於混合溶液中全部可能存在之化學物種。

 $\text{CH}_3\text{COOH}, \text{CH}_3\text{COO}^-, \text{Na}^+, \text{HIn}, \text{In}^-$

1.5 分

- 2-8. (2-7) 中的混合溶液於 400 nm 的吸收度(absorbance)為何？

計算

當溶液 II 和 III 以 1:1 的體積比混合時，可計算 0.05M CH_3COO^- / 0.45M CH_3COOH 的緩衝液之 $[\text{H}^+]$ 。

$$\begin{aligned}
 \text{混合液之[H}^+ \text{]} &= K_a \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \\
 &= 1.75 \times 10^{-5} \times \frac{0.45}{0.05} \\
 &= 15.75 \times 10^{-5} \quad (1.0 \text{ 分}) \\
 \text{因此 } \frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]} &= \frac{K_{\text{In}}}{[\text{H}^+]} = \frac{10^{-3.38}}{15.75 \times 10^{-5}} \\
 \frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]} &= 2.65 \quad (1.0 \text{ 分}) \\
 \text{然而 } [\text{HIn}] + [\text{In}^-] &= 10^{-5} \\
 \frac{[\text{In}^-]}{2.65} + [\text{In}^-] &= 10^{-5} \\
 [\text{In}^-] &= 0.726 \times 10^{-5} \quad (1.5 \text{ 分}) \\
 \therefore \text{溶液的吸光度} &= \frac{0.726 \times 10^{-5}}{1.0 \times 10^{-5}} \times 0.300 \\
 &= 0.218 \quad (0.5 \text{ 分})
 \end{aligned}$$

單位不正確扣 0.5 分。

混合溶液於 400 nm 的吸光度(absorbance) =

0.218

4 分

2-9. (2-7)中的混合溶液於 400 nm 的穿透度(transmittance)為何？

計算

$$\begin{aligned}
 \text{溶液之透光度} &= \text{antilog}(-\text{吸光度}) \\
 &= 0.605
 \end{aligned}$$

混合溶液的穿透度 =

0.605 or 60.5%

1 分

問題 3

20 分

3-1. 此系列中有多少貝他衰變(β^- decays)? 將其計算過程寫出。

計算

$$A = 232 - 208 = 24;$$

產生 $24/4 = 6$ 個 α 粒子 (1 分)故核電荷減少 $2 \times 6 = 12$ 單位，但實際上核電荷只減少 $90 - 82 = 8$ 單位，所以應該有 $12 - 8 = 4\beta^-$ 個產生。 (1 分)

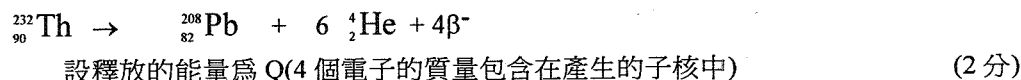
2 分

貝他衰變(β^- decays)數目 =

4

3-2. 完成此衰變鏈有多少能量被釋放出來 (以 MeV 為單位)?

計算



$$Q = [m({}^{232}\text{Th}) - m({}^{208}\text{Pb}) - 6m({}^4\text{He})]c^2$$

$$= [232.03805 \text{ u} - 207.97664 \text{ u} - 6 \times 4.00260 \text{ u}] \times 931.5 \text{ MeV u}^{-1}$$

$$= (0.04581 \text{ u})(931.5 \text{ MeV u}^{-1}) = 42.67 \text{ MeV} \quad (2 \text{ 分})$$

4 分

能量被釋放 = 42.67 MeV

3-3. 以瓦(watts)為單位計算 1.00 kg 的 ${}^{232}\text{Th}$ (半生期 $t_{1/2} = 1.40 \times 10^{10}$ 年) 之能量生成速率。
($1\text{W} = \text{J s}^{-1}$)

計算

$$1.00 \text{ kg 含有: } (1000\text{g} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ atom mol}^{-1}) / 232 \text{ gmol}^{-1}$$

$$= 2.60 \times 10^{24} \text{ 原子} \quad (1 \text{ 分})$$

 ${}^{232}\text{Th}$ 的衰變常數

$$\lambda = 0.693 / [(1.40 \times 10^{10} \text{ y})(3.1540 \times 10^7 \text{ s y}^{-1})]$$

$$= 1.57 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{活性 } A = N\lambda = (2.60 \times 10^{24})(1.57 \times 10^{-18})$$

$$= 4.08 \times 10^6 \text{ dps (disintegrations s}^{-1}\text{)}$$

因每次衰變釋放能量 42.67 MeV 故產生能量的速率(功率)	(1 分)
$4.08 \times 10^6 \text{ dis s}^{-1} \times 42.67 \text{ MeV dis}^{-1} \times 1.602 \times 10^{-13} \text{ J Mev}^{-1}$ $= 2.79 \times 10^{-5} \text{ J s}^{-1} = 2.79 \times 10^{-5} \text{ W}$	(2 分)

5 分

能量生成速率 = 2.79 x 10⁻⁵ W

3-4. ²²⁸Th 為釷系列之一員，當 1.00g 之 ²²⁸Th (半生期 t_{1/2} = 1.91 年)存於容器中 20.0 年，於 0 °C 及 1 atm 下將產生多少 cm³ 之氦(helium)？

<u>計算</u>	
$^{228}\text{Th} \rightarrow ^{208}\text{Pb} + 5\ ^4\text{He}$	(1 分)
各種中間產物的半生期比 ²²⁸ Th. 短得多	
$A = \lambda N = (0.693/1.91\text{y})[(1.00\text{g} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1})/228\text{mol}^{-1}]$ $= 9.58 \times 10^{20} \text{ y}^{-1}$	(1 分)
收集的 He 的數目	
$N_{\text{He}} = (9.58 \times 10^{20} \text{ y}^{-1})(20.0 \text{ y})(5 \text{ particles})$ $= 9.58 \times 10^{22} \text{ 個氦粒子}$	(1 分)
$V_{\text{He}} = (9.58 \times 10^{22} \times 2214\text{L mol}^{-1} \times 10^3 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1})/6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ $= 3.56 \times 10^3 \text{ cm}^3$	(2 分)

5 分

0 °C 及 1 atm 下將產生氦 = 3.56 x 10³ cm³

3-5. 於分離後得釷系列之一員，被發現含 1.50 x 10¹⁰ 原子之核種，以每分鐘 3440 個原子之速率衰變(disintegrations per minute)，以年為單位計算其半生期。

<u>計算</u>	
A = λN;	
$t_{1/2} = 0.693/\lambda = 0.693N/A$ $= (0.693 \times 1.5 \times 10^{10} \text{ atom})/3440 \text{ atom min}^{-1}$ $= 3.02 \times 10^6 \text{ min}$ $= 5.75 \text{ years}$	(1.5 分)
	(1.5 分)
	(1 分)

4 分

半生期 = 5.75 年

問題 4

28 分

4-1.

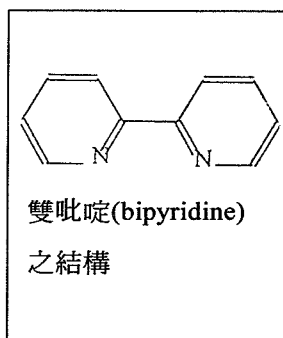
L 之分子式是



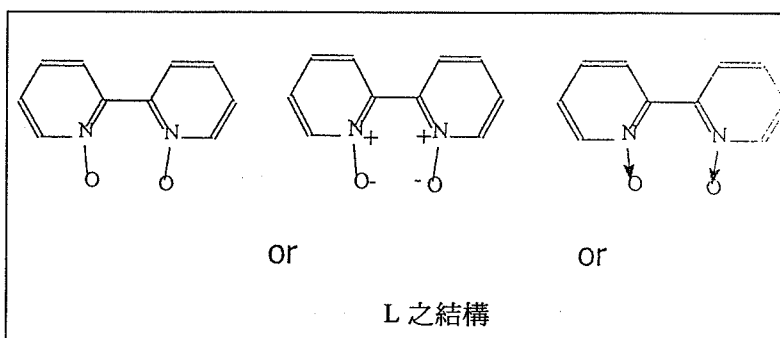
2 分

因為 L 是由雙吡啶合成的。在反應過程中雙吡啶只是氧化成雙吡啶氧化物，雙吡啶的分子量是 156(對 $C_{10}H_8N_2$ 而言)，而 L 的分子量是 188，這相差的 32 是由於增加二個氧原子所致，所以 L 的分子式為 $C_{10}H_8N_2O_2$ 。

4-2. 畫出雙吡啶(bipyridine) 與 L 之結構。



2 分



2 分

4-3. 配位基 L 具有電荷嗎？若有其淨電荷為何？請於正確答案之方格內打勾。

-2 電荷

-1 電荷

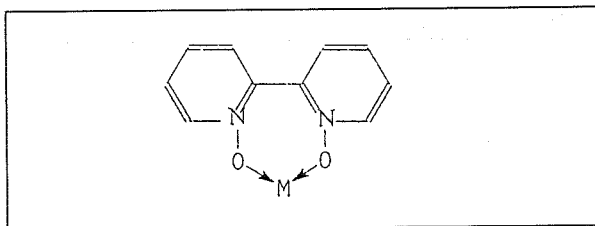
no 電荷
√

+1 電荷

+2 電荷

1 分

4-4. 當一分子的 L 與金屬(M)結合後，畫出所形成錯合物之結構，其中配位的原子必須清楚地表示出來。



2 分

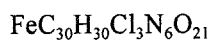
4-5. A 之實驗式(empirical formula)決定。

計算

	Fe	C	H	Cl	N	O
%	5.740	37.030	3.090	10.940	8.640	34.560*
mol	0.103	3.085	3.090	0.309	0.617	2.160
mol ratio	1.000	29.959	30.00	2.996	5.992	20.971
atom ratio	1	30	30	3	6	21

(* 氧的百分比會有差異)

A 之實驗式為



3 分

錯合物 $\text{FeL}_m(\text{ClO}_4)_n \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 中 m 及 n 之值為

$m =$

3

1 分

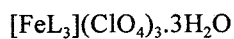
$n =$

3

1 分

因為分子式含有一個 Fe 原子，故實驗式即為分子式，L 的分子式由前面 4a 和 4b 獲得，所以我們可得出 $m=3$ ，由此可得出 $n=3$ 。

A 之完整分子式為



1 分

當 A 溶解於水中時陽離子與陰離子之數目比為

1 : 3

3 個 $(\text{ClO}_4)^-$ 原子團溶於水解離成自由離子，故整個錯合物在水中形成 1 個 $[\text{FeL}_3]^{3+}$ 及 3 個 $(\text{ClO}_4)^-$ 離子。

1 分

4-6. Fe 於錯合物 A 中之氧化數為

+3 or III

0.5 分

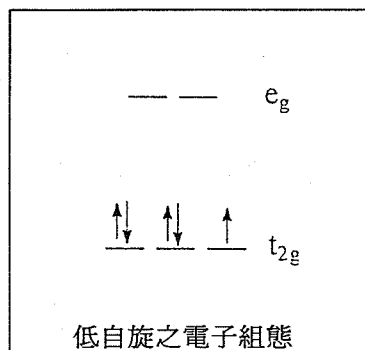
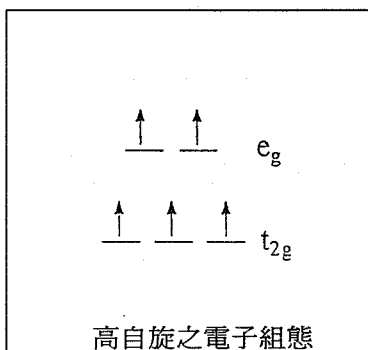
錯合物中之 Fe 離子之 d 電子數目為

=

5

0.5 分

寫下此錯合物中可能存在高自旋 (high spin) 及低自旋 (low spin) 之電子組態 (configurations)。



2 分

那一種組態是正確的(高自旋或低自旋)? 請於正確答案之方格內打勾。

√	High spin
	Low spin

1 分

支持你的答案(高自旋或低自旋)之最佳的證據為下列何種分析方法? 請於正確答案之方格內打勾。

	顏色 (Color)
	元素分析數據 (Elemental analysis data)
√	由磁性分所得之磁距 (Magnetic moment)
	莫耳導電度 (Molar conductance)

1 分

不成對電子數與磁矩的簡單關係是如下： $\mu = \sqrt{n(n+2)}$ ，於此 μ 為只考慮自旋時 ('spin-only') 磁矩，而 n 為不成對電子數。如此在高自旋狀態下， $\mu = \sqrt{5(5+2)} = \sqrt{35} = 5.92 \text{ B.M.}$ ；但在低自旋狀態下，則 $\mu = \sqrt{1(1+2)} = \sqrt{3} = 1.73 \text{ B.M.}$ 。

由表 4b 可得 A 之磁矩 $\mu = 6.13 \text{ B.M.}$ 。這是在高自旋的範圍內，故可得結論是 A 為高自旋的錯合物。

4-7. A 之最大吸收波長 λ_{\max} 為

450

nm

(1 分)

由表 4c，吸收的色光與所見的光為互補色。

計算只考慮自旋時 ('spin-only')，此錯合物 B 之磁距為何？

計算

由 $\mu = \sqrt{n(n+2)}$

對 Cr^{3+} ， $n = 3$

故 $\mu = \sqrt{3(3+2)} = \sqrt{15} = 3.87 \text{ B.M.}$ (1 分)

只考慮自旋時 ('spin-only')，此錯合物 B 之磁距 =

3.87

B.M.

4-9.

B 之實驗式為

$\text{CrC}_{20}\text{H}_{18}\text{N}_4\text{Cl}_3\text{O}_9$

1 分

x =

2

1 分

y =

2

1 分

z =

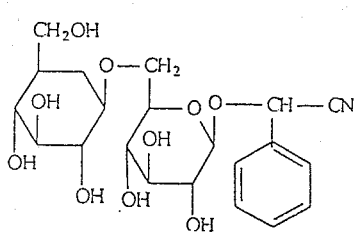

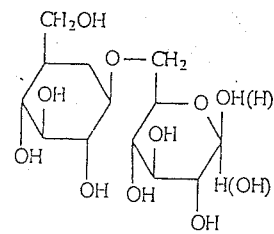
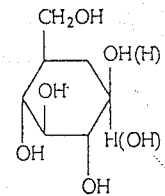
1

1 分

問題 5

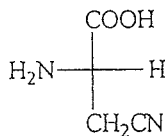
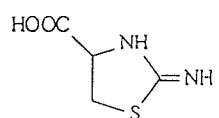
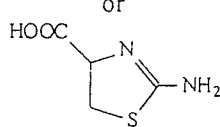
23 分

5-1. 寫出化合物 A-D 的化學結構，並以 Haworth 投射圖 (Haworth projection) 標示其立體化學(B 除外)。

 <p style="text-align: center;">A</p> <p style="text-align: right;">(3 分)</p> <p>附註：cyanohydrin 部分正確得 1 分，2 個 D-glucose 正確得 1 分 1,6-連接正確得 1 分。</p>	<p>HO-CH-CN</p>  <p style="text-align: center;">(1 分)</p> <p style="text-align: center;">B</p>
 <p style="text-align: center;">C</p> <p style="text-align: right;">(2 分)</p> <p>附註：2 個 D-glucose 正確得 1 分，1,6-連接正確得 0.5 分，β-連接正確得 0.5 分，。</p>	 <p style="text-align: center;">D</p> <p style="text-align: right;">(1.5 分)</p> <p>附註：結構正確得 0.5 分，光學幾何正確得 1 分。</p>

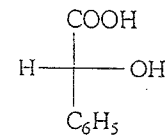
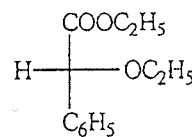
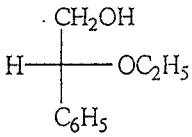
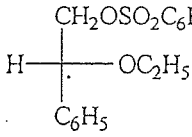
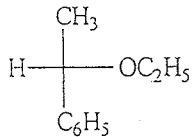
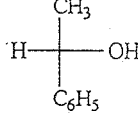
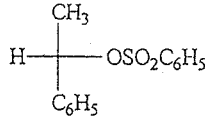
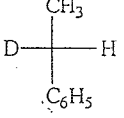
(7.5 分)

5-2. 寫出化合物 F 及 G 的分子式。寫出化合物 H 及 I 的化學結構，同時標示化合物 H 的立體化學。

<p>化合物 F 的分子式 = HCN (0.5 分)</p> <p>化合物 G 的分子式 = H₂S (0.5 分)</p>	<p style="text-align: center;">  </p> <p style="text-align: center;">化合物 H</p>	<p style="text-align: center;">  or  </p> <p style="text-align: center;">化合物 I</p>
--	---	--

(5 分)

5-3. 導出(-)-E 的絕對組態(absolute configuration)。寫出反應流程中每個中間產物(J-O)的化學結構及其組態，按答案紙中的要求以 R 或 S 指出該化合物的絕對組態。

<p style="text-align: center;">  (-) E <input type="checkbox"/> R or <input type="checkbox"/> S (2 marks) </p> <p>附註：結構正確得 1 分，R、S 及光學幾何正確各 0.5 分。</p>	<p style="text-align: center;">  (-) J (1.5 mark) </p> <p>附註：酯基、醚基正確各得 0.5 分，光學幾何正確得 0.5 分。</p>	<p style="text-align: center;">  (-) K (1 mark) </p> <p>附註：結構正確得 0.5 分，光學幾何正確得 0.5 分。</p>	<p style="text-align: center;">  Compound L (1 mark) </p> <p>附註：結構正確得 0.5 分，光學幾何正確得 0.5 分。</p>
<p style="text-align: center;">  (-) M (1 mark) </p> <p>附註：結構正確得 0.5 分，光學幾何正確得 0.5 分。</p>	<p style="text-align: center;">  (-) N <input type="checkbox"/> R or <input type="checkbox"/> S (1.5 mark) </p> <p>附註：結構正確得 0.5 分，R、S 及光學幾何正確各 0.5 分。</p>	<p style="text-align: center;">  Compound O (1 mark) </p> <p>附註：結構正確得 0.5 分，光學幾何正確得 0.5 分。</p>	<p style="text-align: center;">  (-) 1-phenylethane-1-d <input type="checkbox"/> R or <input type="checkbox"/> S (0.5 mark) </p> <p>附註：R、S 正確得 0.5 分。</p>

共 9.5 分

5-4. 將化合物 O 轉化成(-)-1-氘-1-苯基乙烷的反應機構應為下列何者

	S_N1
√	S_N2
	S_Ni
	E1
	E2

1 分

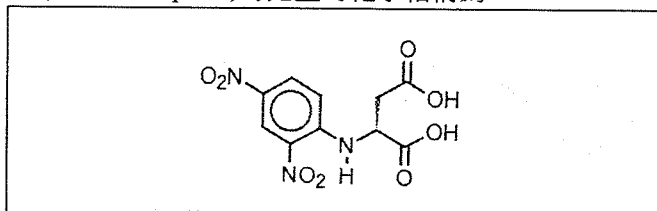
問題 6

16 分

6-1. 個磺酸基(sulfonic acid groups)在氧化一個二硫鍵(disulfide bond) 後形成。

(1 分)

6-2. DNP-Asp 在等電點(isoelectric point)時完整的化學結構為



2 分

附註：結構正確得 2 分，濃縮的結構式扣 1 分，Zwitterionic 形式扣 0.5 分，DNP 原子團誤置則 0 分。

6-3. B8 的序列(sequence) 為

2 分

附註：胺基酸系列正確，但以 "Cys" 代替 "Cya" 扣 0.5 分，"Cya" 放在正確的 N-端，但系列錯誤扣 1 分，相反的系列則 0 分。

6-4. B9 的序列(sequence) 為

1 分

附註：胺基酸系列正確，但以 "Cys" 代替 "Cya" 扣 0.5 分，胺基酸系列錯誤即使 Asp 和

Leu 置於正確位置也是 0 分，因為這項訊息在試題中已經題到。

6-5. A 的完整結構為

Cys-Tyr-Ile-Glu-Asp-Cys-Pro-Leu-Gly-NH₂

5 分

附註：相同的胺基酸系列及雙硫鍵位置給 5 分，每一缺失或誤置雙硫鍵位置扣 1 分，在 C 的一端少掉 NH₂ 扣 0.5 分，用 "Cya" 代替 "Cys" 扣 0.5 分，胺基酸系列錯誤則為 0 分。

6-6. 寫出修正後 A 之結構於下，同時圈出結構中釋放出氨的部位

Cys-Tyr-Ile-Gln-Asn-Cys-Pro-Leu-Gly-NH₂

3 分

附註：每一醯胺基的位置正確得 0.5 分(在 C 的一端 Glu→Gln, Asp→Asn)，每一圈選正確位置亦得 0.5 分。(圈選在 Gly 也可以)

6-7. A 的等電點(isoelectric point) 為

9

2 分