

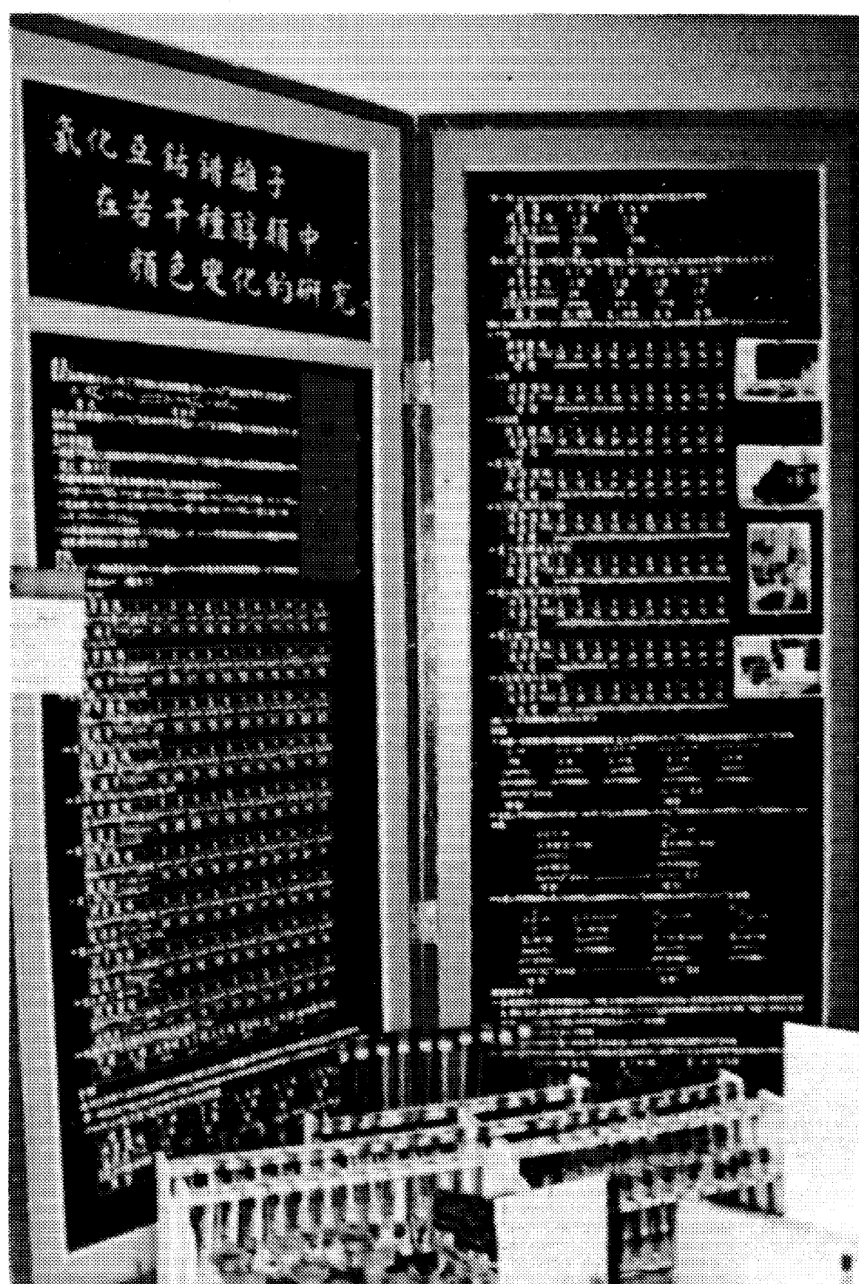
# 氯化亞鈷錯離子 在若干醇類中顏色的變化

高中組第二名

省立花蓮高級中學

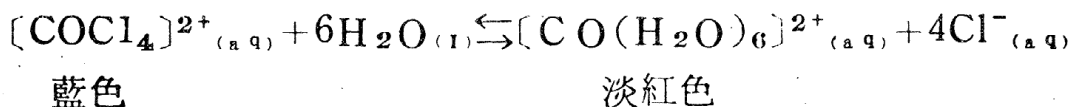
製作學生：曾智元 梁福榮

指導老師：許棟財



## 一、前言

藍色鈷錯離子 $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ 與淡紅色鈷錯離子 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 的顏色變化反應如下：



氯化亞鈷錯離子 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 失去水分子變為 $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ 在若干構造不同的醇類中其變化情形如何呢？為此實驗的目的。

## 二、藥品的調製：

(1)欲得甲醇及乙醇的無水物，於其中加入無水 $\text{K}_2\text{CO}_3$ 放置三日以上而蒸餾，所得物以無水硫酸銅粉末檢驗而確定之。

(2)各種醇類的莫耳液態體積由分子量／密度而算出如下：

(A)甲 醇 = 40.0 ml/mole (B)乙 醇 = 57.7 ml/mole

(C)正丙醇 = 74.4 ml/mole (D)正丁醇 = 91.0 ml/mole

(E)正戊醇 = 107.5 ml/mole (F)異丙醇 = 76.2 ml/mole

(G)異丁醇 = 91.8 ml/mole

(H)第二級丁醇 = 92.6 ml/mole

(I)第三級丁醇 = 93.8 ml/mole

氯化亞鈷結晶 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = 237.8$ 毫克/mole

(3)以化學分析天平確量出 237.8 毫克  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  然後分別溶於二莫耳體積的各種醇類中配製含同濃度  $[\text{CoCl}_4]^{2-}$  的各種醇類溶液。

## 三、實 驗：

在室溫 $20^\circ\text{C}$ 下使用濾光片 (filter) 43號 ( $420\text{m}\mu$ ) 以光電比色計測定含有  $[\text{CoCl}_4]^{2-}$  的醇類及其水稀釋溶液的透過率 T (%) 其測定數據如下：

### (1)甲醇 $\text{CH}_3\text{OH}$

試管號碼	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
溶 液 10ml + 水量(ml)	純醇	10 + 0	10 + 1	10 + 2	10 + 3	10 + 4	10 + 5	10 + 6	10 + 7	10 + 8	10 + 9	10 + 10
透過率 T (%)	100	60	62	64	66	68	69	71	72	73	74	75

(2) 乙醇  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

試管號碼	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
溶液 10ml + 水量 (ml)	純醇 +0	10 +1	10 +2	10 +3	10 +4	10 +5	10 +6	10 +7	10 +8	10 +9	10 +10	10 +10
透過率 T%	100	64	66	69	72	73	75	75	76	76	77	78

(3) 正丙醇  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

試管號碼	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
溶液 10 ml + 水量 (ml)	純醇 +0	10 +1	10 +2	10 +3	10 +4	10 +5	10 +6	10 +7	10 +8	10 +9	10 +10	10 +10
透過率 T%	100	67	73	75	78	80	80	81	81	81	82	82

(4) 正丁醇  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

試管號碼	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
溶液 10 ml + 水量 (ml)	純醇 +0	10 +1	10 +2	10 +3	10 +4	10 +5	10 +6	10 +7	10 +8	10 +9	10 +10	10 +10
透過率 T%	100	75	86	90	92	92	92	92	92	92	92	92

(5) 正戊醇  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

試管號碼	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
溶液 10 ml + 水量 (ml)	純醇 +0	10 +1	10 +2	10 +3	10 +4	10 +5	10 +6	10 +7	10 +8	10 +9	10 +10	10 +10
透過率 T%	100	75	86	88	95	95	95	95	95	95	95	95

(6) 異丙醇  $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_2 \end{matrix} > \text{CHOH}$

試管號碼	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
溶液 10 ml + 水量 (ml)	純醇	10 + 0	10 + 1	10 + 2	10 + 3	10 + 4	10 + 5	10 + 6	10 + 7	10 + 8	10 + 9	10 + 10
透過率 T(%)	100	73	75	78	78	80	80	80	80	80	80	80

(7) 異丁醇  $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_2 \end{matrix} > \text{CHCH}_2\text{OH}$

試管號碼	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
溶液 10 ml + 水量 (ml)	純醇	10 + 0	10 + 1	10 + 2	10 + 3	10 + 4	10 + 5	10 + 6	10 + 7	10 + 8	10 + 9	10 + 10
透過率 T(%)	100	65	88	88	93	95	96	97	98	98	98	98

(8) 第二級丁醇  $\begin{matrix} \text{CH}_3 & \text{CH}_2 & \text{CH}_2 & \cdot & \text{CH}_3 \\ & & & & | \\ & & & & \text{OH} \end{matrix}$

試管號碼	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
溶液 10 ml + 水量 (ml)	純醇	10 + 0	10 + 1	10 + 2	10 + 3	10 + 4	10 + 5	10 + 6	10 + 7	10 + 8	10 + 9	10 + 10
透過率 T(%)	100	73	88	95	96	96	96	96	96	96	96	96

(9) 第三級丁醇  $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{matrix}$

試管號碼	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
溶液 10 ml + 水量 (ml)	純醇	10 + 0	10 + 1	10 + 2	10 + 3	10 + 4	10 + 5	10 + 6	10 + 7	10 + 8	10 + 9	10 + 10
透過率 T(%)	100	69	76	78	82	82	84	84	84	84	84	84

(10) 各種純醇在光電比色計測定其透過率 T (%)

甲 醇	乙 醇	正丙醇	正丁醇	正戊醇	異丙醇	異丁醇	第二級丁醇	第三級丁醇
99	98	100	100	100	100	98	97	100

#### 四 實 驗

純醇在光電比色計的透過率大約相等，因此參照上列數據取若干組測定其溶液受熱時呈藍色的難易情形。

[第一項] 比較甲醇、乙醇、正丙醇、正丁醇、正戊醇的含氯化亞鈷溶液受熱呈藍色的情況。

此實驗在室溫 21°C 使用整流器以 6 vdt 1.8 A 電流通入電熱線加熱所得的數據。

醇 類	甲 醇	乙 醇	正丙醇	正丁醇	正戊醇
試 管 號 碼	12 號	7 號	4 號	2 號	2 號
透過率 T (%)	75	75	75	75	75
呈藍色所需時間	∞	∞	2 分 25 秒	已藍色(較淡)	已藍色(較濃)
難 易	最 難 ←—————→ 最 易				

[第二項] 比較正丙醇及異丙醇的含氯化亞鈷溶液受熱時呈藍色的情形。

醇 類	正 丙 醇	異 丙 醇
試 管 號 碼	4 號	3 號
透過率 T (%)	75	75
呈藍色所需的時間	2 分 25 秒	50 秒
難 易	難	易

〔第三項〕比較正丁醇、異丁醇、第二級丁醇、第三級丁醇的含氯化亞鈷溶液受熱所呈藍色的情況。

醇類	正丁醇	異丁醇	第二級丁醇	第三級丁醇
試管號碼	3號	3號	3號	7號
透過率 T (%)	86	88	88	84
呈藍色所需的時間	1分40秒	1分10秒	50秒	∞
難易	第二個難	第三個難	最易	最難

註：各種醇類的含氯化亞鈷溶液淡紅色受熱呈藍色所需之時間測定結果如下（定溫 21°C b volt 1.8A）

(1) 甲醇

試管號碼	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
透過率 T (%)	62	64	66	68	69	71	72	73	74	75
時間	2'35"	4'50"	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

(2) 乙醇

試管號碼	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
透過率 T (%)	66	69	72	73	75	75	76	76	77	78
時間	1'50"	2'40"	3'10"	4'50"	∞	∞	∞	∞	∞	∞

(3) 正丙醇

試管號碼	3	4	5	6	7	8	9	11	11	12
透過率 T (%)	73	75	78	80	80	81	81	81	82	82
時間	1'15"	2'25"	3'5"	3'30"	4'	∞	∞	∞	∞	∞

(4) 異丙醇

試管號碼	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
透過率T(%)	75	78	78	80	80	80	80	80	80	80
時間	50"	1'50"	2'30"	3'10"	3'50"	∞	∞	∞	∞	∞

(5) 正丁醇 (與水互不溶)

試管號碼	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
透過率T(%)	86	90	92	92	92	92	92	92	92	92
時間	1'40"	1'50"	1'50"	1'50"	1'50"	1'50"	1'50"	1'50"	1'50"	1'50"

(6) 異丁醇 (與水互不溶)

試管號碼	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
透過率T(%)	88	88	93	95	96	97	98	98	98	98
時間	1'10"	1'20"	1'30"	1'40"	1'40"	1'50"	1'50"	1'50"	1'50"	1'50"

(7) 第二級丁醇 (與水互不溶)

試管號碼	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
透過率T(%)	88	95	96	96	96	96	96	96	96	96
時間	50"	1'10"	1'10"	1'20"	1'20"	1'20"	1'20"	1'20"	1'20"	1'20"

(8) 第三級丁醇

試管號碼	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
透過率T(%)	76	78	82	82	84	84	84	84	84	84
時間	45"	1'30"	1'50"	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

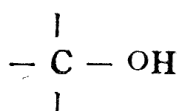
(9) 正戊醇 (與水互不溶)

試管號碼	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
透過率T(%)	86	88	95	95	95	95	95	95	95	95
時間	25"	40"	1' 20"	1' 20"	1' 30"	1' 30"	1' 30"	1' 30"	1' 30"	1' 30"

註：∞ 溶液開始沸騰，故無法測定。

討論

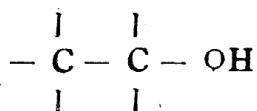
(I) 由第一項實驗中得知醇類的直碳鏈愈短，氯化亞鈷由  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  受熱趕走水分子而變成  $[\text{CoCl}_4]^{2-}$  愈困難。



甲 醇

(b.p. 64.7°C)

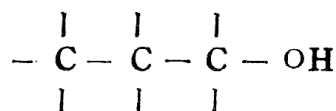
(水中溶解度很大)



乙 醇

(b.p. 78.4°C)

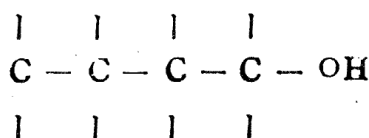
(水中溶解度大)



正 丙 醇

(b.p. 97.8°C)

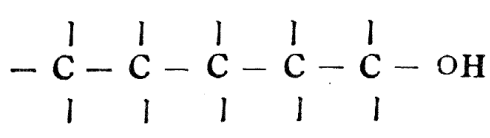
(水中溶解度大)



正 丁 醇

(b.p. 117°C)

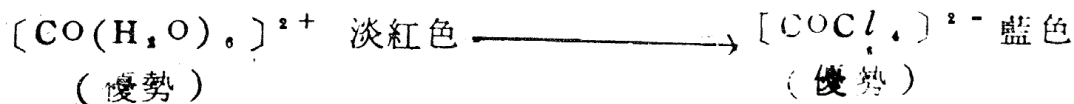
(水中溶解度小)



正 戊 醇

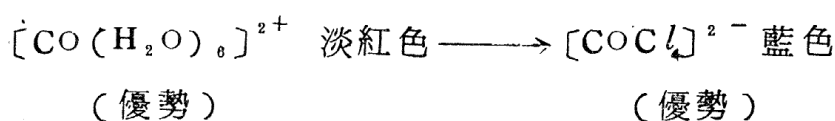
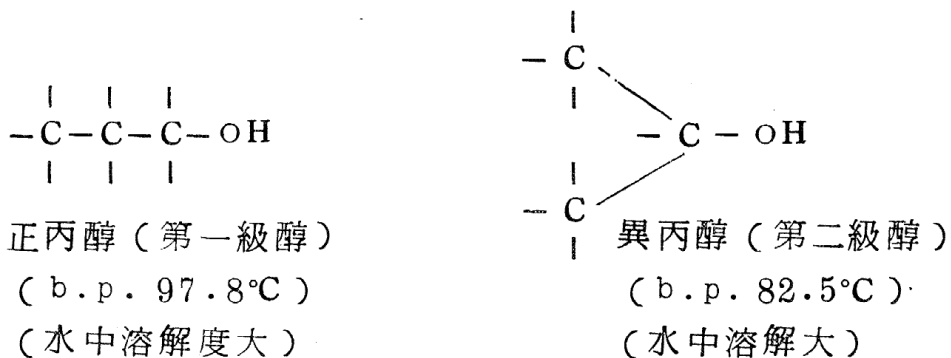
(b.p. 138°C)

(水中溶解度小)

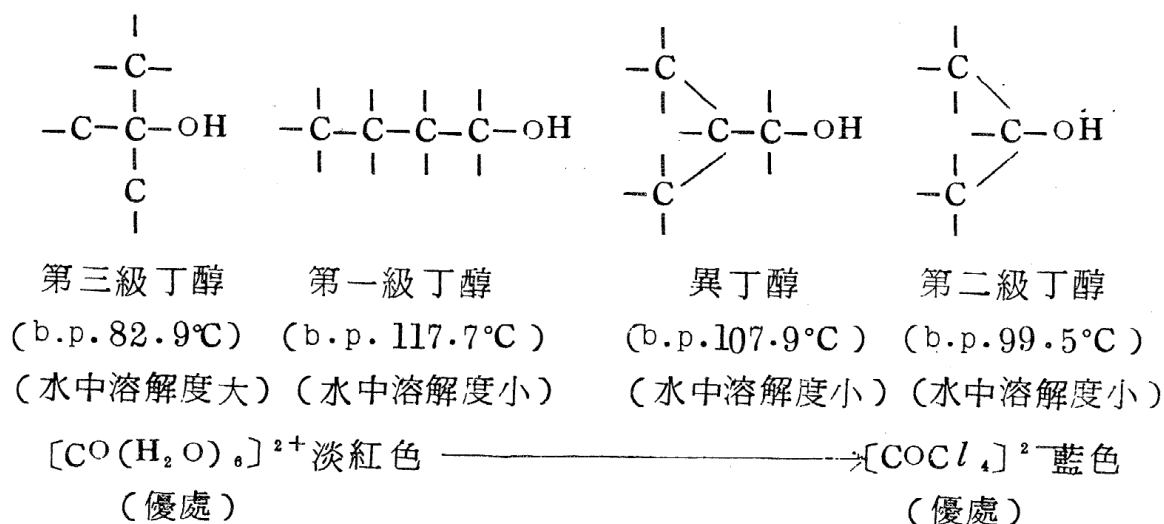


(II) 由第二項實驗得知正丙醇 (第一級醇) 中，氯化亞鈷由  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  受熱趕走水分子而變成  $[\text{CoCl}_4]^{2-}$  較異丙醇 (第二級醇) 困難。





(III) 由第三項實驗得知第三級醇中，氯化亞鈷由  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  受熱趕走水分子而變成  $[\text{CoCl}_4]^{2-}$  最困難。



### 六 解釋規律性

(一) 由醇類對於水中的溶解度而知：甲醇、乙醇等於水中分子混溶在一起較易，其水合力較強，顯示此醇的氫鍵較強，因此氯化亞鈷溶解於含水的醇中成爲  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  而當受熱要趕走水分子就較困難。

“即氯化亞鈷在氫鍵較強的醇類中受熱趕走水分子變成藍色  $[\text{CoCl}_4]^{2-}$  較困難”

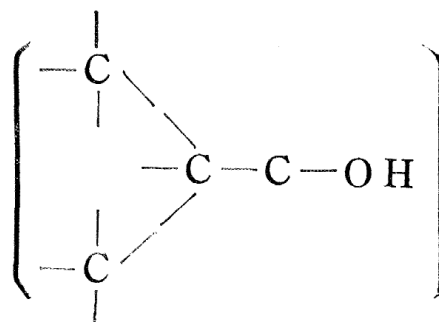
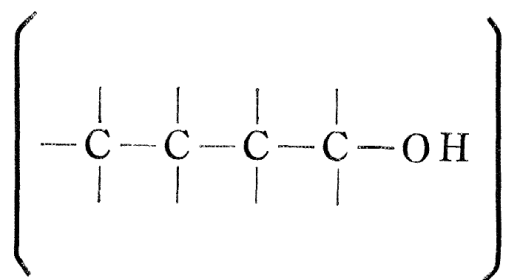
(二) 若是上述規律性存在，吾人可推斷：

(I) 可以水互溶的正丙醇（第一級醇）與異丙醇（第二級醇）中，正丙醇的氫鍵較強於異丙醇。

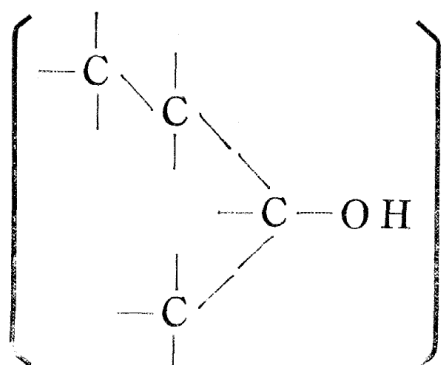
(II) 四種丁醇中，與水可以互溶的第三級丁醇的氫鍵較強。但其他三種與水不可互溶的醇類中氫鍵的強弱順序如下：

第一級丁醇  
（最強）

異丁醇  
（最弱）



第二級丁醇  
（最弱）



（結束）