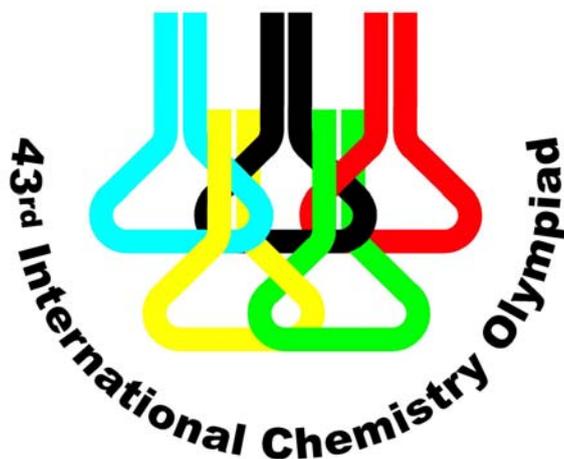


英文名：

學生代碼：

---

2011 Ankara, TURKEY



43<sup>rd</sup> International  
Chemistry Olympiad

實 作 競 賽 題

12 July 2011

英文名：

學生代碼：

---

Ankara, Turkey

英文名：

學生代碼：

---

## 應考須知

- 本測驗卷共 13 頁，其中試題部分有 9 頁；另有答案卷 8 頁。(均不含封面)  
(實作 1：2+2 頁；實作 2：3+3 頁；實作 3：4+3 頁)
- 在開始實驗之前，你有 15 分鐘時間來閱讀此實驗手冊。
- 實驗時間共有 5 小時；其中實作 2 和實作 3 需要使用同一具攪拌器；實作 3 會有 30 分鐘及 60 分鐘的等待時間。
- 一定要到宣佈開始“**START**”的時候，才可以開始進行實驗操作。當宣布停止“**STOP**”時，你必須立刻停止操作，若延後停止實驗超過 5 分鐘，就會喪失競賽資格。停止實驗後，留在你的實驗桌旁，助理會到你桌邊並檢查下列必須繳交之項目：
  - 試題本
  - 答案卷
  - 已放入標有你的代碼之夾鏈袋(實作 3)之 TLC1 和 TLC2
- 根據 IChO 規定：在整個實驗中都必須穿戴安全眼鏡和實驗衣。一律要使用安全吸球。使用化學藥品時可以戴手套。
- 你若有任何不安全的行為，你只會被警告一次，第二次再犯時，就會被要求離開實驗室，並在實作項目得 0 分。
- 有任何安全上的疑問時、或你需要離開實驗室時，請向你的助教詢問。
- 你只可以在你的限定範圍內工作。
- 限用大會提供的筆作答；答案卷不能使用鉛筆作答。
- 限用大會提供的計算機。
- 所有的結果必須寫在答案卷上相對應題號之答案欄內。寫在其他的任何位置都不予計分！若有需要可以利用答案紙的背面計算。
- 實作 1 的廢液必須倒入標示有“**Aqueous Waste**”的廢液桶內。
- 實作 3 的廢液必須倒入標示有“**Organic Waste**”的廢液桶內。
- 假如你發生意外而需要額外的補充藥品或更換器材時，除了一項不會被扣分外，其餘每一項都會被扣實作總分之 1 分。洗滌瓶中的用水不在此限制內！
- 若有需要，可要求提供英文版試題作為參考。

英文名：

學生代碼：

## 器材

個人實驗桌	公用器材
寶特瓶內裝 500 mL 水	桶裝蒸餾水供取用
護目鏡	乳膠手套 (可要求個人適用的規格)
鉛筆、尺、簽字筆	實驗 1 的水溶液廢液桶
磁攪拌器	實驗 3 的有機廢液桶
	破損的玻璃器材和毛細管的棄置桶

實作 1
在桌面上
吸量管 3 支：1, 10, 25 mL
塑膠漏斗 2 個
50 mL 滴定管 2 支，以鐵夾固定於滴定管架上
位在實驗桌下方置物櫃(抽屜)內的塑膠盒(標示 Task 1)
250 mL 錐形瓶 2 個
安全吸球 1 個

實作 2	
在桌面上	
裝	標有刻度的玻璃管 (標示的刻度以 mL 為單位)
具	具開關閥之舒倫克瓶 50 mL，含血清塞和攪拌子
置	橡皮管連接舒倫克瓶和玻璃試管及開口球
位在實驗桌下方置物櫃(抽屜)內的塑膠盒(標示 Task 2)	
漏斗 1 個	
計時器 1 個，若操作上有問題可請助教協助。	
2.0 mL 的注射針筒 1 支	

實作 3
在桌面上
2 mL 的吸量管
250 mL 的量筒 1 支
上方附有磨口玻璃塞的色層分離管柱 1 支 (以鐵夾固定於鐵架上)
位在實驗桌下方置物櫃(抽屜)內的塑膠盒(標示 Task 3)
分別標示為 TLC1 的夾鏈袋 (內含 1 片 TLC) 和 TLC2 的夾鏈袋 (內含 1 片 TLC)
TLC 展開槽 1 個 (附有蓋子)
毛細管 6 支
錐形瓶：100 mL 3 個，250 mL 1 個

英文名：

學生代碼：

---

50 mL 量筒 1 個
附有塑膠塞的 10 mL 容量瓶 1 個
紫外-可見光溶液槽 2 個，光徑均為 1.0 cm
附有調節閥的加壓球 1 個及鐵夾 1 個
2.0 mL 注射針筒 2 個
玻璃滴管 6 支及橡皮頭 1 個
鑷子 1 支

英文名：

學生代碼：

藥品

實 作 一	<b>粗體字為樣品上標籤之標示</b>	
	<b>Unknown solution</b> 100 mL	未知溶液 100 毫升
	<b>Dextrin</b> in Eppendorf tubes (3) in a zipper bag	糊精在夾鍊袋中，3 個微量離心管內
	<b>Dichlorofluorescein indicator</b>	吸附指示劑
	<b>AgNO<sub>3</sub></b> solution, 0.1 M*, 100 mL	<b>AgNO<sub>3</sub></b> 溶液 0.1 M*, 100 mL
	<b>EDTA</b> , 0.01 M*, 100 mL	<b>EDTA</b> 溶液 0.01 M*, 100 mL
	<b>pH 10 buffer (NH<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub>Cl)</b> , 5 mL	pH10 緩衝溶液
	<b>EBT indicator</b>	EBT 指示劑

實 作 二	<b>Solution-A</b> H <sub>3</sub> NBH <sub>3</sub> , 29.5 mg in 10 mL H <sub>2</sub> O	溶液 A: 在 10 mL H <sub>2</sub> O 中含氨硼烷(H <sub>3</sub> NBH <sub>3</sub> ) 29.5 mg
	<b>Solution-B</b> poly(4-styrenesulfonic acid-co-maleic acid) 137.7 mg in 9 mL H <sub>2</sub> O	溶液 B: 在 9 mL H <sub>2</sub> O 中含聚合物 137.7 mg 聚合物為 poly(4-styrenesulfonic acid-co-maleic acid)
	<b>Solution-C</b> Potassium tetrachloropalladate(II), K <sub>2</sub> [PdCl <sub>4</sub> ], 6.7 mg in 1 mL H <sub>2</sub> O	溶液 C: 在 1 mL H <sub>2</sub> O 中含 K <sub>2</sub> [PdCl <sub>4</sub> ] 6.7 mg

實 作 三	<b>Rxn RB</b> 0.50 mmol 2,3-dibromo-1-ferrocenylpropan-1-one and a stir bar	圓底瓶，反應用，已含 0.50 mmol 的 2,3-dibromo-1-ferrocenylpropan-1-one 和攪拌子
	<b>V1</b> 1.0 mmol triethylamine in 1.0 mL CHCl <sub>3</sub>	在 1.0 mL CHCl <sub>3</sub> 中含 1.0 mmol 的 N(Et) <sub>3</sub> 。
	<b>V2</b> 1.0 mmol ( <i>R</i> )-1-phenylethanamine in 0.5 mL CHCl <sub>3</sub>	在 0.5 mL CHCl <sub>3</sub> 中含 1.0 mmol 的 ( <i>R</i> )-1-phenylethanamine。
	<b>SM</b> 2,3-dibromo-1-ferrocenylpropan-1-one, reference starting material for TLC	<b>SM</b> : 2,3-dibromo-1-ferrocenylpropan-1-one 跑 TLC 實驗之起始物之標準物
	<b>ELUENT</b> 3:2 heptane:ethyl acetate mixture, 500 mL	沖提液:庚烷:EA= 3:2，500 mL

\*Exact value is given on the label 此處為大約濃度，確切濃度會標於樣品瓶上！

英文名：

學生代碼：

Ideal gas equation:  $PV = nRT$

理想氣體方程式

Gas constant:  $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

氣體常數  $0.08205 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Zero of Celsius scale:  $273.15 \text{ K}$

攝氏零度

Beer-Lambert equation  $A = \epsilon b c$

比耳 - 朗伯方程式

$1 \text{ atm} = 760 \text{ torr} = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$

Periodic Table of Elements with Relative Atomic Masses

1 H 1.008	2 He 4.003																																												
3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18																												
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95																												
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80																												
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.96	43 Tc [98]	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29																												
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)																												
87 Fr (223)	88 Ra 226.0	89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Ha (262)																																									
<table border="1"> <tr> <td>58 Ce 140.12</td> <td>59 Pr 140.91</td> <td>60 Nd 144.24</td> <td>61 Pm (145)</td> <td>62 Sm 150.36</td> <td>63 Eu 151.96</td> <td>64 Gd 157.25</td> <td>65 Tb 158.93</td> <td>66 Dy 162.50</td> <td>67 Ho 164.93</td> <td>68 Er 167.26</td> <td>69 Tm 168.93</td> <td>70 Yb 173.05</td> <td>71 Lu 174.97</td> </tr> <tr> <td>90 Th 232.04</td> <td>91 Pa 231.04</td> <td>92 U 238.03</td> <td>93 Np 237.05</td> <td>94 Pu (244)</td> <td>95 Am (243)</td> <td>96 Cm (247)</td> <td>97 Bk (247)</td> <td>98 Cf (251)</td> <td>99 Es (254)</td> <td>100 Fm (257)</td> <td>101 Md (256)</td> <td>102 No (254)</td> <td>103 Lr (257)</td> </tr> </table>																		58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np 237.05	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (254)	100 Fm (257)	101 Md (256)	102 No (254)	103 Lr (257)
58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97																																
90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np 237.05	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (254)	100 Fm (257)	101 Md (256)	102 No (254)	103 Lr (257)																																

## 實 作 試 題 1

## 混 合 氯 化 物 的 分 析

僅含有氯化鎂( $\text{MgCl}_2$ )和氯化鈉( $\text{NaCl}$ )之溶液的組成，可由間接滴定法決定之；藉由沉澱滴定以決定所含氯之總量；再經由錯合物形成的滴定以決定鎂離子的含量。Fajans 法是決定溶液中氯離子含量之一種常用的沉澱滴定技術。在這種銀離子滴定過程中，硝酸銀( $\text{AgNO}_3$ )作為滴定劑以沉澱溶液中的氯離子。其滴定終點係利用吸附指示劑(通常使用 dichlorofluorescein，它是一種有機弱酸)來判定。在達到終點之前，氯化銀沉澱之粒子因吸附溶液中過量的氯離子而帶負電；此時指示劑陰離子會被氯化銀粒子表面之負電所排斥而留在溶液中，使溶液呈黃綠色。一旦超過當量點之後，氯化銀粒子表面就會因吸附銀離子而帶正電，此正電層可以吸附 dichlorofluorescein 陰離子而呈現粉紅色。使用糊精(dextrin)可以穩定氯化銀粒子，以避免其聚集。

另一方面，溶液中鎂離子的含量可以用乙二胺四乙酸(EDTA)進行錯合物滴定而決定之。EDTA 是一種六牙配位基，可以和鹼金屬離子以外的所有金屬離子，不論其所帶電荷為多少，形成 1 : 1 的錯合物。EBT 是 EDTA 滴定常用的指示劑，當  $\text{pH} > 7.00$  時，EBT 在沒有金屬離子之溶液中呈藍色；而當 EBT 和金屬離子配位錯合時則呈現紅色。

在此實驗中，氯化鎂( $\text{MgCl}_2$ )和氯化鈉( $\text{NaCl}$ )混合溶液中的氯含量將由 Fajans 法決定；鎂離子濃度則由 EDTA 滴定來決定。

本實驗所給之未知樣品溶液是由氯化鎂和氯化鈉溶於水，配製成 100 mL 溶液而得。其目標是要決定  $\text{MgCl}_2$  和  $\text{NaCl}$  的濃度，以 g/100 mL 為其單位。

**A. 用 Fajans 法決定氯的總含量**

1. 用 10 mL 吸量管(pipette)自標示有“未知溶液(unknown solution)”之樣品瓶吸取 10.0 mL 溶液至 250 mL 錐形瓶中。用蒸餾水稀釋至約 100 mL。
2. 自夾鏈袋中，取出一個標示有“dextrin”的微量離心管(ependorf tube)，將其溶液全部加到錐形瓶中。
3. 加入 5 滴 dichlorofluorescein 指示劑溶液。
4. 記錄標準溶液中硝酸銀( $\text{AgNO}_3$ )的真正濃度。

英文名：

學生代碼：

---

5. 將標準硝酸銀溶液倒入其中一根滴定管。
6. 滴定未知溶液，直到整個溶液呈現粉紅色為止。
7. 記錄耗用的硝酸銀溶液體積，以 mL 為其單位。
8. 重覆進行滴定时，使用同一個錐形瓶。先將錐形瓶中的溶液倒入“水溶液廢液桶”，然後用蒸餾水潤洗 2 次。

#### B. 用 EDTA 直接滴定決定 $Mg^{2+}$ 濃度

1. 將標準 EDTA 溶液倒入另一根滴定管。
2. 記錄標準溶液中 EDTA 的真正濃度。
3. 用 25 mL 吸量管吸取 25.0 mL 未知溶液至 250 mL 錐形瓶中。用蒸餾水稀釋至約 100 mL。
4. 用 1 mL 吸量管吸取 1.0 mL 的 pH 10 緩衝液(buffer)至錐形瓶中。
5. 加入 3~4 滴 EBT 指示劑溶液。
6. 用標準 EDTA 溶液滴定未知溶液，直到顏色由紅色轉為藍色為止。
7. 記錄耗用的 EDTA 溶液體積，以 mL 為其單位。
8. 重覆進行滴定时，使用同一個錐形瓶。先將錐形瓶中的溶液倒入“水溶液廢液桶”，然後用蒸餾水潤洗 2 次。

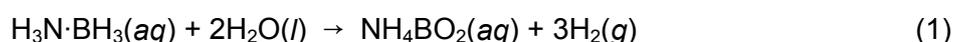
#### 數據處理

1. 決定 100 mL 未知溶液中之氯離子 ( $Cl^-$ ) 的毫莫耳數 (mmol)。
2. 決定 100 mL 未知溶液中之鎂離子 ( $Mg^{2+}$ ) 的毫莫耳數 (mmol)。
3. 分別計算未知溶液中  $MgCl_2$  和 NaCl 的濃度，以 g/100 mL 為其單位。

## 實 作 試 題 2

## 由 氨 硼 烷 產 生 氫 氣

氫氣被公認為一種清潔、環保的新能源，在步入永續能源的未來中，可扮演重要的功能。有效和安全的儲存氫氣是達到其商業化的關鍵問題。在所有化學氫化物中，固態的氨硼烷( $\text{H}_3\text{N}\cdot\text{BH}_3$ )被視為是最有潛力的儲氫材料，它的氫含量高，並且在燃料電池運作的條件下，為非常穩定的特性已吸引了大量的關注。氨硼烷水解後可釋放出氫氣，如反應式 1：



氨硼烷的水溶液是非常穩定的，只有在加入適當的催化劑後，其水解才會發生。最近的研究顯示，由水溶性聚合物穩定的鈀奈米團簇對氨硼烷的水解有極佳的催化劑活性。鈀奈米團簇可在含有聚合物 poly(4-styrenesulfonic acid-co-maleic acid, **Solution B**, 溶液 B) 存在的氨硼烷溶液中，被氨硼烷還原  $\text{K}_2[\text{PdCl}_4]$  而得。

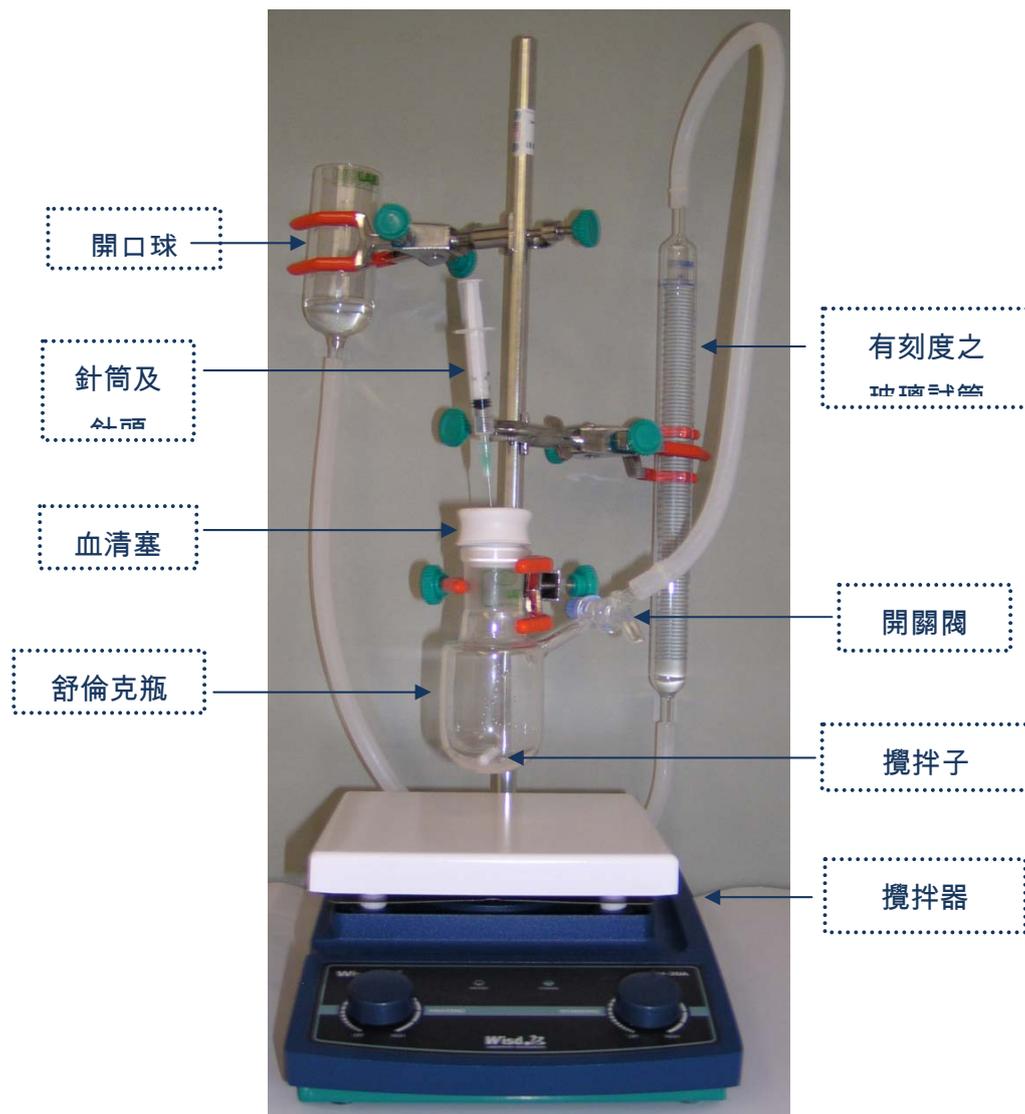
在這個實驗中，氨硼烷的催化水解將在含有  $\text{K}_2[\text{PdCl}_4]$ 、聚合物 poly(4-styrenesulfonic acid-co-maleic acid) 的溶液中進行。 $\text{K}_2[\text{PdCl}_4]$  將作為催化劑的前驅物，當它被氨硼烷還原後，會產生鈀奈米團簇。此鈀奈米團簇會被聚合物穩定、並可催化氨硼烷的水解。

### I. 檢查實驗設備裝置

1. 檢查實驗裝置，如下圖所示。攪拌子已在舒倫克瓶中。塑膠管已連接舒倫克瓶和玻璃試管及開口球。
2. 拿掉血清塞，並打開舒倫克瓶連接玻璃試管之開關閥。
3. 調整開口球的高度，讓水位到玻璃試管之刻度為零。
4. 關閉舒倫克瓶之開關閥。

英文名：

學生代碼：



實驗裝置圖

## II. 水解氨硼烷

### A. 沒有催化劑時的反應

1. 將所有的氨硼烷溶液(溶液-A, **Solution-A**), 從樣品瓶中, 經漏斗倒入舒倫克瓶中。
2. 再將所有的聚合物溶液(溶液-B, **Solution-B**), 從樣品瓶經漏斗倒入舒倫克瓶中。
3. 將舒倫克瓶用血清塞塞住, 並將攪拌器轉到 600 轉 (攪拌器上的紅色箭頭標示處), 並打開舒倫克瓶連接玻璃試管之開關閥。在答案卷上記錄此時的體積, 到時間為零之格子處。並開始計時。
4. 每隔一分鐘紀錄一次產生氣體的總量, 並記錄在答案卷的表上。共記錄 10 分鐘。然後停止計時器。

英文名：

學生代碼：

---

**B. 有催化劑時的反應**

1. 繼續攪拌，將所有的  $K_2[PdCl_4]$  溶液(溶液-C, **Solution-C**)，用 2.0 mL 的針筒及針頭從樣品瓶中取出，直接穿過血清塞的中間注入舒倫克瓶中。注射針筒及針頭不用拔出，在整個實驗中都留在瓶上如裝置圖。開始計時。
2. 每隔一分鐘紀錄一次產生氣體的總量，並記錄在答案卷的表上。共記錄 10 分鐘。停止計時器。

**數據處理**

**A.  $H_3N \cdot BH_3$  在沒有催化劑下之反應**

1. 在圖 1 上畫出產生氫氣之體積和時間的關係圖。
2. 由圖判定在沒有催化劑下，氫氣產生之總體積，將此體積稱為  $V_{uncatalyzed}$  ( $V_{未催化}$ )

**B.  $H_3N \cdot BH_3$  在有催化劑下之反應**

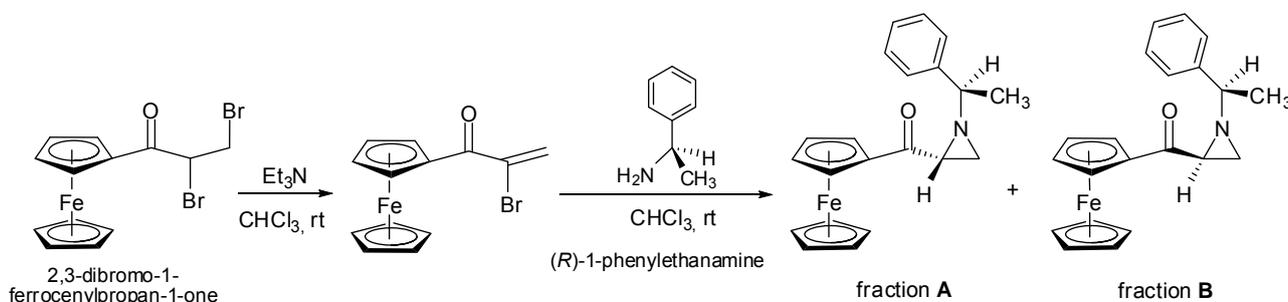
1. 在圖 2 上畫出產生氫氣之體積和時間的關係圖。
2. 計算理論上水解 29.5 mg 之  $H_3N \cdot BH_3$ ，所產生的氫氣之最大莫耳數和體積(mL)。假設  $H_3N \cdot BH_3$  的純度為 97% (重量百分比)，此時溫度為 25 °C。大氣壓力為 690 torr。
3. 計算在你的實驗中氫氣的生成速率
  - (i) 用 mL  $H_2$ /min (毫升/分鐘) 表達。
  - (ii) 用 mmol  $H_2$ /min (毫莫耳/分鐘) 表達，假設此時溫度為 25 °C；大氣壓力為 690 torr。
4. 計算你的實驗中，以每莫耳鈀之氫氣的莫耳生成速率，用  $(mol H_2) \cdot (mol Pd)^{-1} \cdot (min)^{-1}$  表達。  
 $K_2[PdCl_4]$ 的純度為 98% (重量百分比)。

實 作 試 題 3

合成、純化以及分離含有非鏡像異構物的混合物

自然界中有許多化合物如醣類、胺基酸、類固醇、……等，是以單一的鏡像異構物或非鏡像異構物的形式存在，有些化合物由於具有生物活性，而被用來當做藥物。因此，如何合成不對稱的有機化合物是非常重要的研究，眾多合成不對稱有機化合物的方法之一是使用含有金屬 - 催化劑，亦即金屬是和具有不對稱性質的配位基錯合在一起。

本實驗是在製備兩個皆含有不對稱配位基的化合物。



A. 合成

- 使用注射筒將 1 號樣品瓶(標示為 **V1**)內的三乙基胺溶液經由血清塞注射到含有反應物 2,3-dibromo-1-ferrocenylpropan-1-one 的 10 mL 圓底反應瓶(標示為 **Rxn RB**)內。
- 在轉速調整為 600 rpm(已畫有標記)的攪拌器上，於室溫條件下攪拌 30 分鐘。
- 攪拌 30 分鐘以後，用同一支注射筒將 2 號樣品瓶(標示為 **V2**)內的 (R)-1-phenylethanamine 經由血清塞加到上述反應瓶內。
- 在室溫條件下繼續攪拌 60 分鐘。
- 攪拌 60 分鐘後關掉攪拌器，進行薄層分析(TLC)片的分析，步驟如下：
  - 請先仔細檢查 TLC 片，如有破損務必立即要求更換。  
(要求更換不會被扣分或懲罰)
  - 用鉛筆輕輕地在 TLC 片下方畫一條線(如圖 2.1)。

英文名：

學生代碼：

- (iii) 用毛細管沾取標示為 **SM** 的樣品瓶內的溶液，在 TLC 片最左邊的點連點二次，再於中間的點連點二次。使用另一支毛細管沾取反應瓶 (**RM**) 內的溶液，先在同一 TLC 片的最右邊的點連點二次，再於中間的點連點二次。
- (iv) 將 TLC 片在 TLC 展開槽內展開 (如圖 2.2)，並用鉛筆描畫出展開液的最前端位置。
- (v) 待 TLC 片乾燥後，將其放入標示為 **TLC1** 的夾鏈袋內。

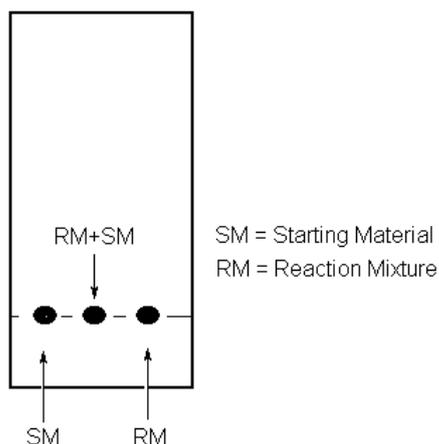


圖 2.1

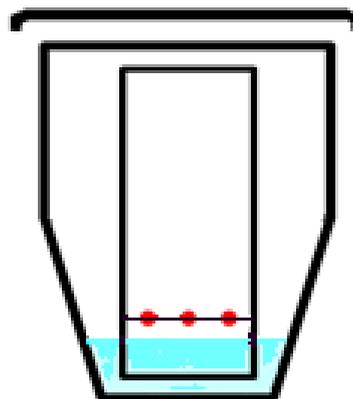


圖 2.2

## B. 管柱分析

1. 打開管柱下方的活栓，讓管柱內的沖提液 (eluent) 流出，直到液面下降到接近矽膠的上緣附近為止。  
。
2. 關閉活栓，用滴管將上述反應瓶內的反應混合液加到管柱內 (如圖 2.3)。

英文名：

學生代碼：

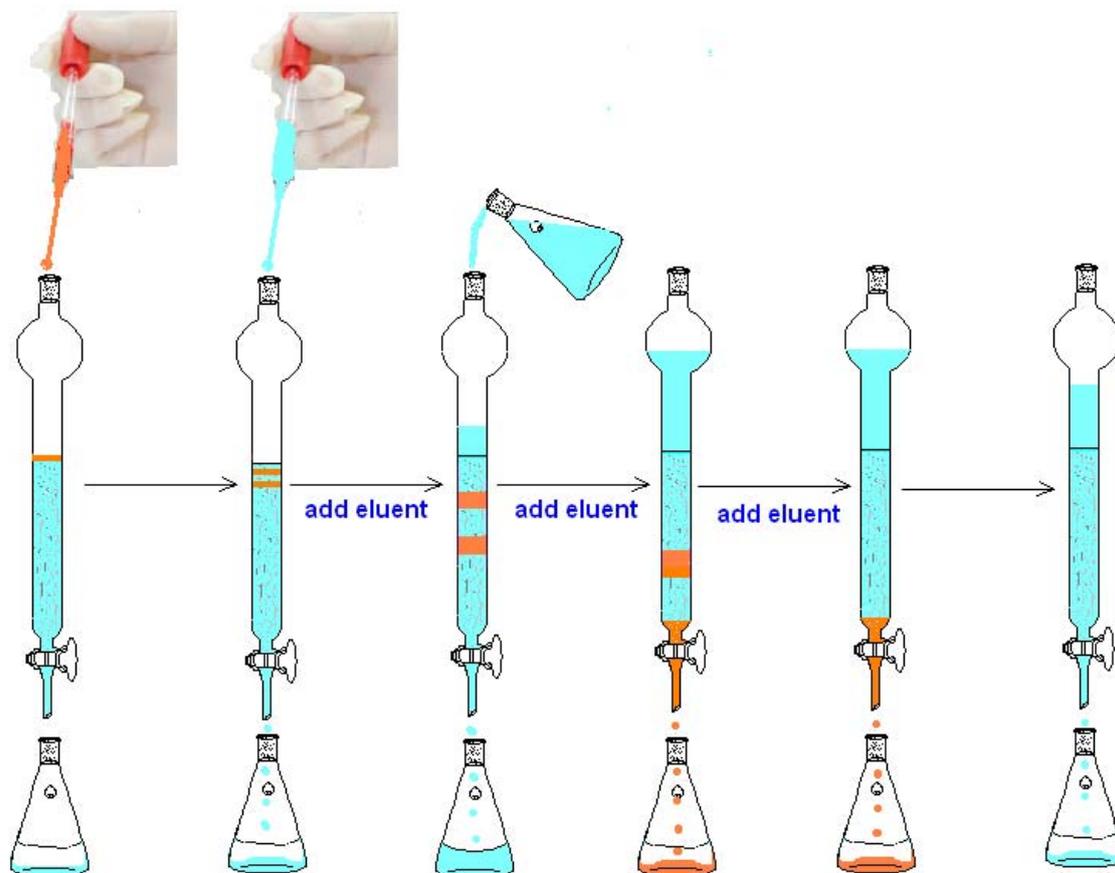


圖 2.3 管柱層析分離

3. 用注射針筒從標有 **ELUENT** 的瓶內取出 0.5 mL 的沖提液洗滌反應瓶，再用滴管將此洗滌液小心地加到管柱的矽膠上方。
4. 打開管柱的活栓，讓混合液慢慢流入管柱內的矽膠。
5. 關閉活栓，用滴管加入 1 mL 的沖提液。打開活栓，當含有反應液的液面降到矽膠上緣時，慢慢加入 2~3 mL 的沖提液，同時保持活栓處於開啟的狀態。
6. 加入更多的沖提液至管柱內。  
小心：添加沖提液時不要破壞矽膠上緣的平整狀態。
7. 為了加快分離速率，你可從管柱上方使用含有調節壓力閥的加壓球稍微加壓。  
小心：不要施加太大的壓力，在加壓過程中，必須持續添加沖提液保持液面位在矽膠上緣之上，  
以避免矽膠乾掉！
8. 你將預期可以獲得兩個主要成分 A 和成分 B，將在得到成分 A 之前所收集到的液體以及得到成分 B 之前介於成分 A 和成分 B 之間的液體倒入標示為“ORGANIC WASTE”的有機廢液回收桶。
9. 用 100 mL 的錐形瓶收集含有第一個主要成分的沖提液，並標示為成分 A。

英文名：

學生代碼：

10. 用 250 mL 的錐形瓶收集含有第二個主要成分的沖提液，並標示為成分 **B**。
11. 收集完成分 **B** 之後關閉活栓，停止分離的操作。

### C. 分析

1. 使用另一片 TLC 片，將起始物 (**SM**) 點兩次在最左邊的點；次將成分 **A** 點在中間點兩次；再將成分 **B** 點在最右邊的點 5 次。將 TLC 片在 TLC 展開槽展開，待乾燥後，將 TLC 片放在夾鏈袋內並標示為 **TLC2**。
2. 用 50 mL 的量筒測量成分 **A** 的體積，將數據記錄在答案紙上。
3. 用 250 mL 的量筒測量成分 **B** 的體積，將數據記錄在答案紙上。
4. 用 2 mL 的吸量管吸取 2 mL 的成分 **A** 注入 10 mL 的容量瓶內後，再加入沖提液至 10 mL 為止。搖晃均勻後，用滴管吸取此混合液裝填於測量紫外-可見光的溶液槽 (UV-visible cell) 裡至少達  $\frac{3}{4}$  的體積。之後再請求監考老師幫你測量此溶液 **A** 在波長 450 nm 時的吸收值，將測量結果記錄在答案紙上。
5. 用滴管直接將溶液 **B** 加到 UV-visible 溶液槽內 (至少達  $\frac{3}{4}$  的體積)，之後請監考老師測量在波長 450 nm 時的吸收值，將測量數據記錄在答案紙上。

### 數據處理

1. 將放在 **TLC1** 內的 TLC 片結果描繪到答案紙上。
2. 將放在 **TLC2** 內的 TLC 片結果描繪到答案紙上。
3. 用 **TLC2** 內的 TLC 片上的點計算出各成分的  $R_f$  值 (包括成分 **A**、成分 **B** 以及起始物 **SM**)。
4. 將：
  - (i) TLC1 片放入標有 **TLC1** 的袋子內。
  - (ii) TLC2 片放入標有 **TLC2** 的袋子內。考試結束時將袋子交出。
5. 在波長為 450 nm 時，成分 **A** 的莫耳吸收度,  $\epsilon$ , 為  $404 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ，而成分 **B** 為  $400 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ 。  
請計算求出：

英文名：

學生代碼：

---

(i) 成分 **A** 的產率。

(ii) 成分 **B** 的產率。