



48th International Chemistry Olympiad

實作 第一部份

26 July 2016
Tbilisi, Georgia

說明

- 只有在開始(START)的指示後才能開始你的工作。實作包含兩部份。第一部分只有實作一，你有 100 分鐘來完成。100 分鐘後，你必須要離開實驗室，休息 30 分鐘後，再回到實驗室。
- 第一部分(實作一)含封面有 5 頁試題和 4 頁答案紙
- 必須遵照準備題中規定的安全規則。若違規，第一次會被警告，再犯就會失去競賽資格。
- 在實驗室時都必須穿實驗衣、戴安全眼鏡。向實驗室助理要適合你的手套。
- 只能用大會提供的筆、簽字筆和計算機。簽字筆不要寫在紙上，只能用在玻璃或塑膠器材上。
- 確定你的學生編號在每一頁的答案卷上。
- 所有的結果必須寫在答案卷的適當位置上，寫在其他地方將不計分。如果你需要計算紙，可以使用試題卷的背面。
- 實作測驗沒有水槽，你有足夠的器材，只有少數器材需要再次使用。需要小心用適當溶劑清洗後倒入廢液容器。若需要可用刷子。蒸餾水和紙巾都可無限供應。
- 小心用適當溶劑清洗後倒入液態廢器物要倒廢液容器，固態垃圾要丟到實驗室垃圾筒，不可丟入廢液容器內。
- 化學藥品和實驗器材基本上是不能要求補充或更換。若要補充或更換，每一樣將由你的實作 40 分中扣 1 分(第一樣不扣分)。
- 若有安全上的疑問或需上廁所或喝水等，請舉手。
- 完成此部分的考試後，必須將答案紙放入提供的信封中，並將它放在桌上。信封不要封口。你不會再有機會回頭檢查此部分之答案。
- 當得到停止(STOP)的指示時，必須馬上停止你的工作。若不停止會被取消你的實作考試。先不要離開實驗室，等到助教說可以離開才離開，試題卷可帶走。
- 正式英文試卷僅供澄清中文翻譯使用。

● 器材

項目	數量
在公共桌上供所有實作使用	
各種大小之乳膠手套	-
在桌上之個人器材，所有實驗共用	
試管架 (60 孔)	1
紙巾(可再多要)	5
簽字筆	1
20 cm 玻棒	1
小塑膠漏斗 3.5 cm	1
軟塑膠杯	3
硬塑膠杯(有顏色)	1
塑膠試管之塞子 (綠色，在軟塑膠杯中)	22
實作一、在桌上之個人器材	
離心管架(21 孔)	1
廢液桶：紅色蓋子、1 L 標示為“Liquid Waste, Test 1”	1
濾紙 (夾鏈袋中)	5
塑膠滴管(硬塑膠杯中)	20
10 cm ³ 塑膠試管(在 60 孔試管架中)	35

藥品

名稱	狀態	濃度	數量	在何處	英文標示
在桌上之個人藥品，所有實驗共用					
蒸餾水	液態	-	1 L	洗瓶	H ₂ O dist.
實作一、在桌上之個人藥品					
己烷	液態	-	25 cm ³	有蓋玻璃瓶， 50 cm ³	Hexane
氫氧化鈉	水溶液	1 M	80 cm ³	有蓋的棕色塑膠 瓶，125 cm ³	NaOH
硝酸*	水溶液	2 M	150 cm ³	含點滴頭之玻璃 瓶，250 cm ³	HNO ₃
實作一、在 21 孔之離心管架內之個人藥品					
5 未知溶液	水溶液	-	45 cm ³	藍蓋離心管， 50 cm ³	Unknown No ____
硝酸銀	水溶液	0.1 M	25 cm ³	藍蓋離心管， 50 cm ³	AgNO ₃
硫酸鋁	水溶液	0.3 M	25 cm ³	藍蓋離心管， 50 cm ³	Al ₂ (SO ₄) ₃
硝酸鉍	水溶液	0.25 M	25 cm ³	藍蓋離心 管，50 cm ³	Ba(NO ₃) ₂
硝酸鐵(III)	酸性水溶液	0.2 M	25 cm ³	藍蓋離心管 50 cm ³	Fe(NO ₃) ₃
碘化鉀	水溶液	0.1 M	25 cm ³	藍蓋離心管 50 cm ³	KI
碘酸鉀	水溶液	0.1 M	25 cm ³	藍蓋離心管 50 cm ³	KIO ₃
氯化鎂	水溶液	0.2 M	25 cm ³	藍蓋離心管 50 cm ³	MgCl ₂
碳酸鈉	水溶液	0.2 M	25 cm ³	藍蓋離心管 50 cm ³	Na ₂ CO ₃
亞硫酸鈉	水溶液	0.2 M	25 cm ³	藍蓋離心管 50 cm ³	Na ₂ SO ₃
氨水*	水溶液	1 M	25 cm ³	藍蓋離心管 50 cm ³	NH ₃ (aq)

*硝酸和氨水還會在其它實驗用到

實作一

你有 5 管未知溶液，含以下 10 個化合物。每個未知溶液有兩個化合物(每種化合物都用到，並且每個化合物只用一次)

AgNO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, KI , KIO_3 , Na_2CO_3 , Na_2SO_3 , MgCl_2 , NH_3

你另有 HNO_3 、 NaOH 溶液、己烷和上面 10 種化合物的個別水溶液。

用空試管和任何所提供的液體(包括未知物)來鑑定未知樣品。亦可用漏斗和濾紙分離沈澱物。

鑑定未知溶液 **1-5** 中的化合物。在答卷上寫出每個化合物是在那個未知溶液中(寫編號即可)。寫出你觀察到的各個化合物和其他物質的反應，至少寫出兩個反應，用答案卷中所給的字母代號，來指出你觀察到的反應現象(從列表中選出一個或多個反應)，並寫出該反應的平衡離子反應式。至少要有一個反應可以清楚判斷出未知物。

注意：停止(STOP)指示後，將所有樣品都蓋好，放回離心管架中。



48th International
Chemistry Olympiad

實作 第一部份

答案卷

26 July 2016
Tbilisi, Georgia

實作一

13% of the total

7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	Sum: 70

只有做完所有的實驗並確定結果後，才填寫此表。使用下面的英文代碼，表達實驗現象：

- | | |
|----------------------------|----------------|
| A -生成白色沉澱 | F -有機層呈棕色 |
| B -生成有顏色的沉澱(如紅色、棕色、黃色和黑色等) | G -有機層呈紫色 |
| C -沉澱可再溶解 | H -生成有顏色的氣體 |
| D -溶液中顏色發生變化 | I -生成無色無味的氣體 |
| E -形成有顏色的溶液 | J -生成無色但有味道的氣體 |
| | K -沉澱的顏色改變 |

化合物	出現在未知樣品#__中 (只寫編碼)	和哪種物質發生反應 (化學式)	觀察到的反應現象之英文代碼	平衡離子反應式
NH ₃				
Fe(NO ₃) ₃				
Al ₂ (SO ₄) ₃				
AgNO ₃				
KIO ₃				

化合物	出現在未知 樣品#__中 (只寫編碼)	和哪種物質 發生反應 (化學式)	觀察到的反 應現象之英 文代碼	平衡離子反應式
Na ₂ CO ₃				
MgCl ₂				
Na ₂ SO ₃				
Ba(NO ₃) ₂				
KI				

更換項目

Item 項目	Quantity 數量	Lab assistant's signature 助教 簽名	Student's signature 學生 簽名



48th International Chemistry Olympiad

實作 第二部份

26 July 2016
Tbilisi, Georgia

一般說明

- 在開始實驗之前，你有 15 分鐘的閱讀時間。聽到 START 命令時，才開始閱讀。
- 遵照準備題中規定的安全規則。若違規，第一次會被警告，再犯就會失去競賽資格。
- 在實驗室實都必須穿實驗衣、戴安全眼鏡。向實驗室助理要適合你的手套。
- 只能用大會提供的筆、簽字筆和計算機。簽字筆不要寫在紙上，只能用在玻璃或塑膠器材上。
- 確定你的學生編號在每一頁答案卷上。
- 所有的結果必須寫在答案卷的適當位置上，寫在其他地方將不計分。如果你需要計算紙，可以使用試題卷的背面。
- 實作測驗沒有水槽，你有足夠的器材，只有少數器材需要再次使用。小心用適當溶劑清洗後倒入廢液容器。若需要可用刷子。蒸餾水和紙巾都可無限供應。
- 小心用適當溶劑清洗後倒入液態廢器物要到到廢液容器，固態垃圾要丟到實驗室垃圾筒，不可丟入廢液容器內。
- 化學藥品和實驗器材基本上是不能要求補充或更換。若要補充或更換，每一樣將由你的實作 40 分中扣 1 分(第一樣不扣分)。
- 若有安全上的疑問或需上廁所或喝水等，請舉手。
- 完成此部分的考試後，必須將答案紙放入提供的信封中，並將它放在桌上。信封不要封口。你不會再有機會回頭檢查此部分之答案。
- 當得到停止(STOP)的指示時，必須馬上停止你的工作。若不停止會被取消你的實作考試。先不要離開實驗室，等到助教說可以離開才離開，試題卷可帶走。
- 正式英文試卷僅供澄清中文翻譯使用。

實作第二部份之特殊說明

- 第二部份(含實作二和實作三)共有 200 分鐘。
- 先從實作二做起。當完成實作二後，告訴助教，助教會將實作三的藥品和器材給你，同時會將實作二的藥品拿走。
- 第二部分試題(實作二、三)含封面有 10 頁和答案卷 7 頁
- 當你需要點燃酒精燈時，找實驗室助教。只有玻璃試管可以加熱。用完後，蓋上燈蓋以熄滅酒精燈。

器材

項目	數量
在桌上之個人器材，所有實驗共用	
試管架 (60 孔)	1
紙巾	5
簽字筆	1
20 cm 玻棒	1
小塑膠漏斗 直徑 3.5 cm	1
軟塑膠杯	3
硬塑膠杯	1
塑膠試管塞	22
實作二、在桌上的個人器材	
廢液桶：紅色蓋子、2 L 標示為 “Liquid Waste, Tests 2&3”	
容器盒標示“Task 2”	1
實驗架與雙滴定管夾	1
滴定管, 25.00 cm ³	2
分度吸量管, 10.0 cm ³	1
分度吸量管, 1.00 cm ³	1
移液管, 10.00 cm ³	1
錐形瓶, 100 cm ³	2
量筒, 10.0 cm ³	2
刷子	1
大塑膠漏斗 直徑 5.5 cm	1
實作二、在標示為“Task 2”的容器盒內	
塑膠試管, 10 cm ³	8
安全吸球	1
指示劑用塑膠滴管	2
實作三、向助教領取的個人器材	
容器盒標示“Task 3”	1
實作三、在標示為“Task 3”的容器盒內	
塑膠試管, 10 cm ³	20
酒精燈	1
木頭試管夾	1
玻璃試管	10
塑膠滴管	10
硬塑膠杯(有顏色)	1

藥品

Name	State	Conc.	Q-ty	Placed in	Labeled
實作二、在桌上的個人藥品					
Nitric acid	Aqueous solution	2 M	-*	Glass bottle with dropper cap, 250 cm ³	HNO ₃
實作二、在標示為“Task 2”的容器盒內					
Water sample solution	Aqueous solution	To be determined	100 cm ³	Glass bottle with screw cap, 100 cm ³	Water sample
Sodium fluoride	Aqueous solution	9 mg/dm ³ in fluoride	50 cm ³	Glass bottle with screw cap, 50 cm ³	F ⁻ , 9 mg/dm ³
Zirconyl Alizarin indicator	Acidic aqueous solutions	0.055% ZrOCl ₂ , 0.028% Alizarin Red S	10 cm ³	Glass bottle with screw cap, 25 cm ³	Zirconyl Alizarin
Sodium chloride	Aqueous solution	0.0500 M	50 cm ³	Glass bottle with screw cap, 50 cm ³	NaCl, 0.0500 M
Ammonium iron(III) sulfate dodecahydrate	Aqueous acidic solution	20 g/dm ³	10 cm ³	Dropper, 15 cm ³	Fe ³⁺ ind.
Silver nitrate	Aqueous solution	To be determined	200 cm ³	Amber glass bottle, 250 cm ³	AgNO ₃
Ammonium thiocyanate	Aqueous solution	See exact concentration on the label	100 cm ³	Glass bottle with screw cap, 100 cm ³	NH ₄ SCN , X.XXX X M
Potassium chromate	Aqueous solution	10%	5 cm ³	Dropper, 15 cm ³	K ₂ CrO ₄
實作三、在桌上的個人藥品					
Ethanol	Liquid	95 %	150 cm ³	Glass bottle with dropper cup, 250 cm ³	C ₂ H ₅ OH
實作三、在標示為“Task 3”的容器盒內					
Organic unknowns 1 to 8	Liquid	-	0.5 cm ³	Syringes, 2 cm ³	1 to 8
Potassium permanganate	Aqueous solution	0.13 %	5 cm ³	Amber glass bottle, 50 cm ³	KMnO ₄
Ammonium cerium(IV) nitrate reagent	2.0 M HNO ₃ aqueous solution	28.6 %	5 cm ³	HDPE bottle, 30 cm ³	Ce(IV)
Acetonitrile	Liquid	-	45 cm ³	Glass bottle, 50 cm ³	CH ₃ CN

Name	State	Conc.	Q-ty	Placed in	Labeled
2,4-Dinitrophenylhydrazine reagent	Sulfuric acid solution in aqueous ethanol	3 %	20 cm ³	HDPE bottle, 30 cm ³	DNPH
Iron(III) chloride	0.5 M HCl aqueous solution	2.5 %	1 cm ³	HDPE bottle, 30 cm ³	FeCl ₃
Hydroxylamine hydrochloride	Ethanolic solution	0.5 M	10 cm ³	HDPE bottle, 30 cm ³	NH ₂ OH×HCl
Sodium hydroxide	Aqueous solution	6 M	5 cm ³	HDPE bottle, 30 cm ³	NaOH
Hydrochloric acid	Aqueous solution	1 M	25 cm ³	HDPE bottle, 30 cm ³	HCl

*In the quantity left after doing Task 1.

Periodic table with relative atomic masses

1 H 1.008																	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											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 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	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 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	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 95.95	43 Tc -	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -

57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -

實作二

測定礦泉水中氟與氯的含量

喬治亞以其出色的礦泉水聞名，有些具有治病的功效。製造商必須小心的控制水中的離子成分，其中尤以氟離子與氯離子最為重要。

以比色法測定氟離子濃度

氟離子的測定是利用加入紅色的 zirconium(IV)-Alizarin Red S 指示劑後，因為氟離子可與其形成穩定的無色錯合物，所以溶液顏色會變淡。加入試劑後約需 20 分鐘平衡時間，濃度的判定是用肉眼比較樣品與一系列已知濃度的校正溶液之顏色。

將 9 毫升(cm^3)的礦泉水樣品，裝入標記有“X”的塑膠試管。

計算各需要多少體積的 9.0 毫克/公升(mg/dm^3) 標準氟離子溶液來配製以下濃度的校正溶液，校正用氟離子溶液的濃度分別為 0.0; 1.0; 2.0; 3.5; 5.0; 6.5; 8.0 mg/dm^3 (配製體積為 9.0 cm^3)

用 1.0 cm^3 與 10.0 cm^3 的分度吸量管，將前面計算所得的標準氟離子溶液體積，分別加入不同試管中，並在所有試管中(包含待測礦泉水樣品)加入 1.0 cm^3 的 Zirconyl Alizarin 指示劑，再將每一支試管的體積，都以蒸餾水補到 10.0 cm^3 標線位置(如圖中箭頭所示)。



2.1.1. 在答案卷上記錄配製每一個校正溶液，所需的標準氟離子溶液體積。

使各試管內溶液混合均勻，並在試管架上靜置 20 分鐘。

2.1.2. 由試管正上方與側面觀察，比較樣品與校正溶液的顏色，選出哪一個校正溶液的顏色最接近樣品的顏色。

注意: 所有試管留在試管架上，將在考試結束後，由工作人員拍照存證，請勿倒掉。

利用墨爾法(the Mohr method)標定硝酸銀溶液

以移液管取 10.0 cm^3 的 $0.0500 \text{ mol}/\text{dm}^3$ NaCl 標準溶液放入錐形瓶，加入 20 cm^3 的蒸餾水與 10 滴的 10% K_2CrO_4 水溶液。

於滴定管中裝入硝酸銀溶液，以硝酸銀滴定錐形瓶內溶液，錐形瓶內溶液會形成沉澱，需一直搖晃保持混合均勻，接近終點前，需緩慢加入滴定液並持續搖晃錐形瓶，當觀察到黃色懸浮物中出現些微的顏色變化，並且顏色不會消失，即達滴定終點，並紀錄滴定體積，必要時可重複滴定。

2.2.1. 在答案紙上記錄所用的滴定體積。

2.2.2. 寫下 NaCl 與 AgNO_3 滴定之平衡反應式與指示劑變色反應的平衡反應式

- 2.2.3. 依據你的實驗結果計算 AgNO_3 的濃度。
- 2.2.4. 墨爾法滴定(Mohr titration) 需在中性條件下進行，請分別寫下在強酸或強鹼(at lower and at higher pH)下會發生的干擾反應。

以波哈法(Volhard method)測定氯離子

用蒸餾水清洗移液管，用少量氨水清洗先前實驗所留下的錐形瓶，以移除銀離子的鹽類沉澱物，然後再用蒸餾水清洗。(如果氨水用完了可以再要，不扣分)

以移液管取 10.0 毫升(cm^3)礦泉水樣品 置於錐形瓶內，以量筒取 5 cm^3 的 2 M 的硝酸加入錐形瓶內，以滴定管加入 20.00 cm^3 的硝酸銀 AgNO_3 溶液，並均勻搖晃所形成之懸浮物，用塑膠滴管加入約 2 cm^3 的 (Fe^{3+} ind.) 指示劑。

在第二支滴定管內裝入標準 NH_4SCN 溶液(濃度標示於瓶身標籤)，以此滴定含有懸浮物的溶液，並持續搖晃錐形瓶，恰達滴定終點時會形成淺棕色，即使用力搖晃，顏色也不會消失，記錄滴定管刻度，必要時重複滴定實驗。

注意: AgCl 沉澱物中的 Cl^- 會與溶液中 SCN^- 交換，如果你滴的太慢或暫停滴定，棕色會隨時間消失，造成你加入太多的滴定液，因此，在接近終點時，你需以固定而緩慢的速度加入滴定液，並持續搖晃錐形瓶使懸浮物呈白色，出現淺棕色即達終點。

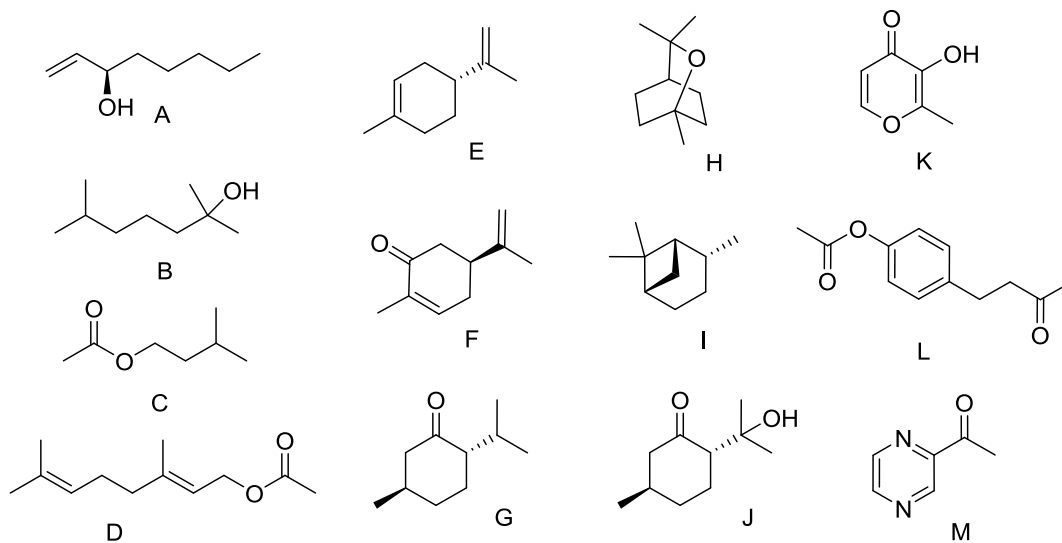
- 2.3.1. 在答案紙上寫下所用體積。
- 2.3.2. 寫出 NH_4SCN 進行反滴定的平衡反應式以及指示劑變色反應的平衡反應式。
- 2.3.3. 請計算水樣品內氯離子濃度(單位:毫克/公升, mg/dm^3)。
- 2.3.4. 如果在水樣品中除了 Cl^- 還有 Br^- 、 I^- 與 F^- ，其中哪些干擾離子，在波哈法中會使測得濃度偏高？
- 2.3.5. 當有其他鹵素離子存在時，欲測定 Cl^- 濃度，分析人員將碘酸鉀 KIO_3 與硫酸加入樣品中並加熱至沸騰，然後利用加入亞磷酸(H_3PO_3)煮沸，把反應後過剩的碘酸根離子還原為碘，此方法可移除哪些干擾離子，寫下這些離子與碘酸根離子的平衡反應方程式。

實作三

鑑定香精與香料

觀光客來到喬治亞可欣賞許多特色，當地的美食是旅遊清單上的首選。像是上等的肉類、新鮮綠色蔬果、熟度恰好的水果、自製果醬等等。那還差了些甚麼來滿足真正的美食達人呢？那當然就是各種獨樹一格的香精與香料了！

你會拿到八個未知的有機化合物(標示為 **1** 至 **8** 號)，這些化合物都是工業上所使用的香精與香料。這八個樣品都是純的單一化合物，其可能的結構式(A-M)如下所示：



你所拿到的未知有機化合物，都可以很容易溶解於乙醚中，但都不溶於稀氫氧化鈉 (NaOH)及稀鹽酸(HCl)水溶液中。除了未知化合物 **6** 號可微溶於水外(3.5 g/ dm³)，其他化合物樣品皆不溶於水。

- 3.1. 進行下列測試反應，來鑑定樣品 **1** 至 **8** 號。用答案卷中所給的羅馬數字代碼，來指出測試的結果(你可能會選出一個或幾個代碼)，這些代碼都個別對應到適當的實驗觀察結果。請務必填滿答案紙內實驗記錄表中，所有的實驗結果及觀察空格，並以+ 及 -分別來表示陽性及陰性的測試結果。
- 3.2. 利用你的實驗測試結果，以及上面給的溶解度性質敘述，來鑑定你的未知樣品分別為何。寫下你所判定化合物的結構代碼(A 至 M)到相對應的空格中。

測試反應步驟

過錳酸鉀測試(KMnO₄ test)或稱作 Baeyer test

置入約 1 cm³ 的 95% 乙醇(ethanol)於一個塑膠試管中，並加入一滴的未知化合物。再加入一滴的 KMnO₄ 溶液，並搖晃此混合物。如果你在搖晃後，立即觀察到過錳酸根離子的顏色消失，此測試將判定為陽性反應。

3.3. 從化合物 **A** 至 **M** 中，任選一個對 Baeyer test 呈陽性反應的化合物，並畫出其反應過程(不需要平衡)。

硝酸銻測試(Cerium(IV) nitrate test)

置入兩滴的硝酸銻試劑 (Ce(IV)) 於一個玻璃試管中，並加入兩滴的乙腈(CH₃CN)及兩滴的未知化合物(注意加入的順序很重要!)。搖晃此混合物，在陽性反應中，混合物的顏色很快就從黃色變橙紅色。

注意 1. 請務必使用玻璃試管進行此測試。如果你需要清洗你的玻璃試管，小心選擇適當的溶劑。可使用綠色試管塞來避免過重的氣味。

注意 2. 若要適當的判斷實驗結果，建議可與空白試驗(不放未知物)及標準品試驗(乙醇)進行比較。

注意 3. 四價銻離子 (Ce(IV)) 一開始會先與醇類生成色彩鮮豔的配位錯合物。但其與一級及二級醇生成的錯合物，將進一步反應，而使顏色逐漸消失(通常在 15 秒至 1 小時後)。

2,4-二硝基苯肼測試(2,4-dinitrophenylhydrazine (2,4-DNPH) test)

加入僅僅一滴的未知化合物，及 1 cm³ 的 95% 乙醇(ethanol)於一個塑膠試管中，並加入 1 cm³ 的 DNPH 試劑於前述溶液中。搖晃此混合物並將其靜置 1 至 2 分鐘。若呈現陽性反應的話，你將觀察到介於黃色沉澱至橙紅色沉澱生成。

3.4. 請從化合物 **A** 至 **M** 中，挑一個對 2,4-DNPH test 呈陽性反應的化合物，並畫出其反應過程(不需要平衡)。

脛脲鐵錯合物測試(Ferric hydroxamate test)

請一位實驗室助教點燃你的酒精燈。在一個玻璃試管中，混合 1 cm^3 的 0.5 M 鹽酸脛胺 ($\text{NH}_2\text{OH}\times\text{HCl}$) 之乙醇溶液，及五滴 6 M NaOH 水溶液。加入一滴的未知化合物，用酒精燈加熱混合物至沸騰，同時並溫和地搖晃試管以避免反應物濺出。讓反應物稍微冷卻後，再加入 2 cm^3 的 1 M HCl 水溶液。最後加入一滴 2.5% 的氯化鐵 FeCl_3 溶液。若呈現陽性反應的話，你將觀察到酒紅色出現。結束後務必以燈蓋熄滅酒精燈。完成測試後，你可以使用綠色試管塞來避免過重的氣味。

注意 1. 務必使用玻璃試管進行此測試；加熱時要用木頭試管夾。如果你需要清洗玻璃試管，選擇適當的溶劑。

注意 2. 三價鐵離子與產物脛脲酸(或稱為醯基脛胺， R-CO-NHOH)生成有顏色的 1:1 錯合物。

3.5. 從化合物 **A** 至 **M** 中，挑一個對 ferric hydroxamate test 呈陽性反應的化合物，並畫出全部的反應過程(不需要平衡)。

注意: 在實驗停止(STOP)信號後，把各未知化合物蓋上相對應的針頭套，將其置於塑膠杯中並放在實驗桌上。



48th International
Chemistry Olympiad

實作 第二部份

答案卷

26 July 2016

Tbilisi, Georgia

實作二

14% of the total

2.1.1	2.1.2	2.2.1	2.2.2	2.2.3	2.2.4	2.3.1	2.3.2	2.3.3	2.3.4	2.3.5	Sum
2	15	30	2	2	2	30	2	4	2	4	95

2.1.1. 寫下配製校正溶液，所需標準氟離子溶液體積

F ⁻ 濃度 (mg/dm ³)	0.0	1.0	2.0	3.5	5.0	6.5	8.0
所需之 F ⁻ 溶液體積 (cm ³)							

2.1.2. 圈選與水樣品濃度最接近者。

F ⁻ 濃度(mg/dm ³)	0.0	1.0	2.0	3.5	5.0	6.5	8.0
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

2.2.1. 記錄你的滴定體積

滴定次數	1	2				
滴定管起始讀值, cm ³						
滴定管終點讀值, cm ³						
所用體積, cm ³						

你所決定的滴定體積，V₁: cm³

2.2.2. 寫下 NaCl 與 AgNO₃ 滴定之平衡反應式與指示劑變色反應的平衡反應式

滴定反應:

指示劑變色反應:

2.2.3. 依據你的實驗結果計算 AgNO_3 的濃度

計算過程:

 $c(\text{Ag}^+)$:**2.2.4.** 墨爾法滴定(Mohr titration) 需在中性條件下進行，請分別寫下在強酸或強鹼(at lower and at higher pH)下會發生的干擾反應。

強酸 Low pH:

強鹼 High pH:

2.3.1. 在答案紙上寫下所用體積。

滴定次數	1	2				
滴定管起始讀值, cm^3						
滴定管終點讀值, cm^3						
所用體積, cm^3						

你所決定的滴定體積， V_2 : cm^3

2.3.2. 寫出 NH_4SCN 進行反滴定的平衡反應式以及指示劑變色反應的平衡反應式。

滴定反應

指示劑變色反應

2.3.3. 請計算水樣品內氯離子濃度(單位:毫克/公升, mg/dm^3)

計算過程:

$c(\text{Cl}^-)$: mg/dm^3

2.3.4. 如果在水樣品中除了 Cl^- 還有 Br^- 、 I^- 與 F^- ，其中哪一些干擾離子，在波哈法中會使測得濃度偏高？請勾選。

Br^- I^- F^- none

2.3.5. 當有其他鹵素離子存在時，欲測定 Cl^- 濃度，分析人員將碘酸鉀 KIO_3 與硫酸加入樣品中，並加熱至沸騰，然後利用加入亞磷酸(H_3PO_3)煮沸，把反應後過剩的碘酸根離子還原為碘，此方法可移除哪些干擾離子？

Br^- I^- F^- none

請寫下這些離子與碘酸根離子的平衡反應式。

Replacements:

Item	Quantity	Lab assistant's signature	Student's signature

實作三

13% of the total

3.1.	3.2.	3.3.	3.4.	3.5.	Sum
32	16	4	4	4	60

3.1. 用下列所給的羅馬數字代碼，來指出測試的結果及觀察(你可能會選出一個或幾個代碼)，這些代碼都個別對應到適當的實驗觀察結果。請務必填滿答案紙內實驗記錄表中，所有的實驗結果及觀察空格，並以+及-分別來表示陽性及陰性的測試結果。

I – 紫色立即消失

II – 紫色緩慢消失

III – 黃色消失

IV – 生成棕色或黑色沉澱

V – 生成白色沉澱

VI – 生成黃色或橙紅色沉澱

VII – 溶液變成橙色或紅色

VIII – 變成酒紅色

IX – 未知物不溶於乙醇中

X – 沒有可見變化

樣品編號	1	2	3	4	5	6	7	8
Baeyer test 結果 (+/-)								
Baeyer test 觀察 (I-X)								
Ce(IV) nitrate test 結果(+/-)								
Ce(IV) nitrate test 觀察(I-X)								
2,4-DNPH test 結果(+/-)								
2,4-DNPH test 觀察 (I-X)								
Fe(III) hydroxamate test 結果 (+/-)								
Fe(III) hydroxamate test 觀察 (I-X)								

3.2. 當你完成所有的實驗，並確定結果後，才填寫此表。寫下你所判定化合物的結構代碼(A 至 M)到相對應的空格中。

樣品編號	1	2	3	4	5	6	7	8
結構代碼								

3.3. 從化合物 A 至 M 中，挑一個對 Baeyer test 呈陽性反應的化合物，並畫出其反應過程(不需要平衡)。

3.4. 從化合物 A 至 M 中，挑一個對 2,4-DNPH test 呈陽性反應的化合物，並畫出其反應過程(不需要平衡)。

3.5. 從化合物 A 至 M 中，挑一個對 ferric hydroxamate test 呈陽性反應的化合物，並畫出全部的反應過程(不需要平衡)。