

136356

無稅屍性分析

上海科學圖書公司發行

不使用硫化氫法

無機定性分析

李瑞震編著



上海科學圖書公司發行

不使用硫化氫法

無機定性分析

李瑞震編著

江苏工业学院图书馆
藏书章

1937

8000

Inorganic Qualitative Analysis

Without the Use of Hydrogen Sulfide

By

Li Shui-Chen

✧✧✧✧✧✧✧✧
有所權版

民國二十六年六月初版

法用硫
無機定上分析

每册定價
紙 布
角 二角

(外埠)

者

震

街一三九號

印刷所

九七一號

震

行人

行所

上海中華路蓬萊路四〇五號
科學圖書公司

電話 南市：二一七〇二

代售處

國內各大書局

序

李君瑞震從事化學有年。近以餘晷，編著無機定性分析一書，而囑余以數語弁其端。

余維無機定性分析之學，取法各殊，研究改進，尤無已時。坊間舊出諸本，雖各有所長，但新途別徑，尚待介紹，李君此作，蓋正肩其任。

抑李君職務餘暇，不荒於嬉遊，能博覽羣籍，並發其心得，以事寫作，其勤敏好學，良足爲一般模式。余欲著李君之績，以爲諸同仁勸，故樂觀其成而序之。

孫 烈 序於陸軍衛生材料廠

廿六年五月

自 序

無機定性分析，向沿用氣體硫化氫，爲分析陽離子之一種試劑。但其缺點頗多，早引起學者之研究，競以他種試劑代替之。關於此項研究可分爲二類；即使用硫化物替代氣體硫化氫之法及全不用硫化物之法是也。

使用硫化物法之研究，Vortman 氏於 1886 年介紹在酸性媒質中使用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ；Schiff 及 Tarugi 兩氏於 1896 年介紹使用 $\text{CH}_3\text{COS}(\text{NH}_4)$ ；Hager 及 Klein 兩氏於 1887 年使用 H_3CS_3 及 HCS_2NH_2 之酸鹽；Vogther 氏等於 1898 年使用硫化銨；Hartmann 氏於 1923 年使用 Na_2S ；Purgotli 氏於 1912 年使用 P_2S_5 ；Wanilow 氏於 1928 年使用硫乙醯胺 (Thioacetamid)；及其他之方法等等。

不使用硫化物之方法，係於利用硫化物之外，另用一種原理，以作組族之分離。關於此項方法，最先有 Zettnow 及 Macri 兩氏於 1837 發表利用金屬鋅以分離離子，嗣後 Ebler 氏於 1902 年建議使用銨，胼 (hydrazine)，及氫氧基氨 (hydroxylamin) 以分離各組離子；Pamfil 氏於 1912 年使用 KOH ，與 H_2O_2 爲分組試劑；Almkwist 氏於 1918 年建議使

用 KOH , K_2CO_3 , 及 H_2O_2 三種試劑; Macchia 氏於 1927 年使用 NH_4OH , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, H_2O_2 , 及 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 四種試劑; 其後則有 Sachijew 氏於 1934 年之建議使用濃硝酸, 磷酸, 銨, H_2O_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 及 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 爲試劑; 此法經 Grigorien 及 Tschubatowa 兩氏於 1935 年加以改良後, 至 1936 年復經 Petraschenj 氏之改正。

本書之陽離子部份, 即據上述 Petraschenj 氏之大綱, 並參以已見, 編著而成, 其陰離子部份則博採諸家之法, 組成系統, 參與分析之陰離子, 選其最普通者廿餘種, 雖略簡, 已足使初習分析者獲得基礎訓練。

本書使用之法, 有如下之特點:

1. 省去硫化氫發生器之裝置。
2. 不使用硫化氫, 實驗室可得清潔之空氣, 則實驗室之金屬儀器, 免致侵蝕, 而學者亦可避免吸入此項有毒氣體。
3. 磷酸物存在試液時, 硫化氫法須另用一種手續將之除去, 然後分析其他離子, 但磷酸物對於本書之法, 不唯無礙, 且利用之以作試劑。
4. 手續便捷, 學者可有多餘時間, 以作未知物之分析。
5. 應用原理與硫化氫法有不同之點, 凡已習或現習硫化

氣法者，可用本書作參考。

中文無機定性分析化學，坊間不乏善本，至與本書具相類性質者尙付缺如，故有編著本書之需要，但因定性分析一科，千端萬緒，顧此失彼，其中難免錯誤，尙希海內高明，不吝指教，則幸甚矣。

本書參考之書頗多，茲舉其較切要者如次：

1. Petraschenj: Über einen systematischen Gang der Analyse ohne Anwendung von Schwefelwasserstoff. Zeitschrift für Analytische Chemie, 106 Band, s. 330-342. (1936)。
2. Lewin: Über der Bicarbonat-Methode der qualitativen Chemischen Analyse der Kationen; Zeitschrift für Analytische Chemie, 105 Band (1936), s. 328-331。
3. Brockman: Qualitative Analysis, Ginn (1930)。
4. Flosdarf and Henry: Systematic Qualitative Analysis of Anions, J. of Chemical Education, 13, 274-7 (1936)。
5. Reedy: Elementary Qualitative Analysis, McGraw, (1932)。
6. Noyes: Qualitative Chemical Analysis, Macmillan, 9th Ed. (1922)。
7. Engelder: Elementary Qualitative Analysis, John Wiley, 2nd Ed. (1933)。

-
8. Treadwell-Hall: Analytical Chemistry, Vol. I, John Wiley, (1932)。
 9. Greene: A System for the Qualitative Analysis of the Alkaline Earth and Alkali Groups, Ind. and Eng. Chem., Analytical Edition. 8, 5, 346-8 (1936)。
 10. 裘家奎:無機定性分析,上海圖書公司,(1933)。

編者識

民國二十六年六月

目 次

	頁
第一章 緒論	1
化學分析之術語與操作	2
實驗室預備工作	5
第二章 實驗大綱	9
1. 陽離子之分析	9
2. 陰離子之分析	14
3. 系統分析	16
第三章 固體試樣之初步檢驗	17
第四章 陽離子之分析	22
1. 試樣之處理	23
2. 陽離子之分組	26
3. 陽離子第一組之沉澱與分析	29
4. 陽離子第二組之沉澱與分析	31
5. 陽離子第三組之沉澱與分析	34
6. 陽離子第四組之沉澱與分析	38
7. 陽離子第五組之分析	44
8. 陽離子第六組之分析	48
9. 鐵, 錫, 及汞氧化狀態之測定	51
第五章 陰離子之分析	53
1. 概論	53
2. 陰離子試驗溶液之調製	56
3. 陰離子第一組之分析	57

	頁
4. 陰離子第二組之沉澱與分析	60
5. 陰離子第三組之沉澱與分析	64
6. 陰離子第四組之沉澱與分析	67
7. 陰離子第五組之處理與分析	70
8. 特別試驗	72
附 錄	74
1. 陽離子反應表	74
2. 陰離子反應表	93
3. 溶解度表	98
4. 電動力表	104
5. 原子量表	105
6. 試劑之調製	106
7. 試驗溶液	111
8. 儀器表	113
索 引	115

無機定性分析

第一章

緒論

定性分析之目的，在測定物質中所含之元素，但亦同時約略估計此項元素之量，例如分析食鹽，先測定有鈉，鎂，鈣，及氯等之存在，然後從估計斷其含有多量之鈉與氯，微量之鎂與鈣。

此項元素之多寡，可由分析所得沉澱之體積推測之。因此，學習分析，當先從分析含已知元素及分量之試驗溶液入手，然後分析未知溶液。學者因已得第一次之經驗，故不難推測存在於未知溶液中元素及其含量也。

一般之分析手續，係利用溶液與溶液間之反應，即由離子之作用以判定其為何種元素。金屬在溶液中成陽離子，荷正電，例如 Na^+ 與 Fe^{+++} 。非金屬除酸中之氫，銨中之氮外，餘均在溶液中成陰離子，荷負電，例如 Cl^- 與 S^{--} 。磷與砷二元素，在溶液中極少顯示為陽離子，故在陰離子下論之。

離子之鑑別，通常係先將其彼此分離，然後作其證實檢驗。若存在之離子，其反應不彼此牽制，則分離之手續可從省略。在系統分析中，先將試驗溶液分為兩大部份以作分析，即分析其中之陽離子與陰離子也，然後將各組之元素沉澱，復將各組離子彼此分離，以作其個別試驗，如此項試驗，或因牽制物質之存在而欠精確，可再行證實試驗。此項試驗，係藉物質之各種性質以作鑑定之基礎，如沉澱之顏色，溶液之顏色，溶度，揮發性及嗅味等是也。

分析化學之分離手續，係利用溶液中離子所成化合物之溶度。例如分離溶液中之 Cu^{++} 與 Ba^{++} ，先加入 SO_4^- 離子，則 Ba^{++} 成 BaSO_4 沉澱與 Cu^{++} 分離。溶解有物理的與化學的二種，前者無化學變化，蒸發其溶液乾涸後仍為原物質，如食鹽溶於水，硫溶於二硫化碳。後者則經化學反應而溶解，如 CaCO_3 溶於 HCl ，則生下列之反應： $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。蒸發乾後，其渣滓並非原來之 CaCO_3 ，乃另一種新物質 CaCl_2 也。

化學分析之術語與操作

試劑——試劑 (Reagent) 係一種物質，用之以與某種

物體生變化。此項變化稱爲反應。例如濃 HNO_3 爲陽離子第一組之試劑，經其處理後所得沉澱，係由反應而成。注意勿使試劑與他種物質攙雜，若不幸有此項錯誤發生時，須將全瓶試劑傾去，否則因不純物質之存在，影響全部工作。試劑之用量過多或過少，皆足影響于分析，故宜以適量爲度。

試驗溶液——試驗溶液 (Test Solution)，即所欲分析之溶液，簡稱試液。試驗溶液，雖或與試劑爲相同物質，但其濃度不同，故試劑不能當試驗溶液使用，而試驗溶液亦不能當試劑使用也。

沉澱——試劑在溶液中起作用，發生固體物質時稱爲沉澱。若沉澱之量極微，則在溶液中呈渾濁狀態。加試劑時，先須徐徐加入並不斷攪拌，直至沉澱完畢爲止。將近完畢時，須一滴一滴加入，以免過量。爲確證全部沉澱計，可待沉澱下降後，加試劑數滴於其澄清之溶液中，或濾過之濾液中，若無沉澱發生，可斷定沉澱完畢，若有沉澱發生，須再加試劑使其全部沉澱爲止。但除特別指明外，通常加稍過量之試劑，無礙於分析。

膠態沉澱——某種沉澱粒子極細，常懸浮於溶液中而通過普通之濾紙。爲避免此項麻煩，恆加入電解質使膠態粒

子凝結為較大之體積，如硝酸銨 NH_4NO_3 是。在某種情形下，浸漬或煮沸若干時，使沉澱自行凝聚，亦可免除此項困難。

渣滓——固體物質，為溶劑或抽取劑處理後，所遺留之部份固體稱為渣滓。渣滓與沉澱不同，後者係由離子間之反應而成。

過濾——混合物中之液體與固體，藉一種媒介物將之分離時稱為過濾。此項媒介物通常為濾紙，石棉，及玻璃絨等。如溶液對於濾紙有腐蝕性，則用石棉，玻璃絨，或其他之物質代之。液體過濾而流下者稱為濾液，留於濾器上者稱為沉澱或渣滓。

傾瀉——混合物中沉澱下降後，將其上層之澄清溶液傾出，此項操作稱為傾瀉，通常係將傾出液體通過濾紙，以免損失。此項操作宜施於沉澱作用迅速之混合物，用於洗滌沉澱效率最大。

洗滌——此係將水或其他液體，傾於沉澱上，以將其中之溶解物質除去。所用洗液，須取最少量，每次待加入之液體濾盡後，然後再加第二部份之洗液。總液不得超過指定量，蓋若用量過多，則濾器上之沉澱，有被溶之虞，因世間無絕對不溶之物質也，且所得濾液之量過大，以後又須蒸發濃

縮，殊覺費時。通常恆取洗滌濾液數毫升於試管內，加適當之試劑，待至呈負反應為止。若所得濾液為渾濁膠體，則可用下列方法之一處理之：(一)再過濾；(二)用雙層濾紙；(三)使用較細孔之濾紙；(四)浸漬；(五)加硝酸銨 NH_4NO_3 或其他電解質於洗滌之水使膠體凝聚。

浸漬(Digestion)——此係將固體在溶液中靜置若干時，俾其緩慢之反應，得在充分時間內完畢。

煨燒——將固體強熱，稱為煨燒。化學上之煨燒，與一般意義不同，其所謂煨燒者，係緩緩加熱于貯器之下，至燒灼為止。

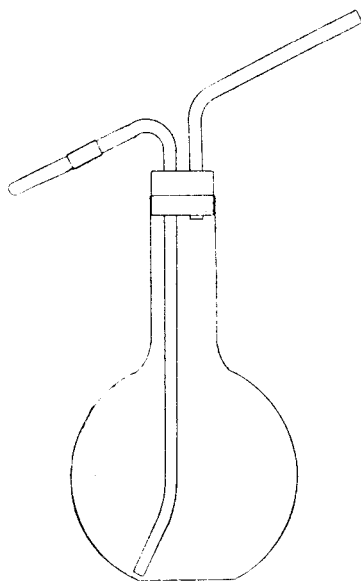
液體之蒸發——欲將液體之容積減小，或將液體蒸發乾涸時，宜在蒸發皿或柄皿內行之，因其面積甚大，而效率最高也。蒸發時須小心防止物質噴出。水溶液之蒸發，其溫度恆維持于 $95^\circ - 100^\circ$ 之間，故常在重溫鍋上舉行。如蒸發之液體容積過大，則不必一次加入皿內，可逐步加入蒸發之。

實驗室預備工作

(1) 領儀器——實驗室之桌位經教師指定後，向貯藏

室領取儀器一套，並與儀器單相校對，視其是否符合，如儀器不足或有破壞，可向貯藏室管理員補換，然後簽名於儀器單上，交貯藏室管理員保存。

(2) 洗瓶，及滴管等之製作——(a) 洗瓶。取—500 毫升或一升之平底燒瓶，配以二孔橡皮塞，於火焰上，將長度適當之玻璃管，製成如圖所示之狀。如法另製—250 毫升洗瓶，作熱水或特種溶劑洗滌之用。



第 1 圖 洗 瓶

(b) 滴管 取長約 16 厘米玻璃管，將其一端加熱拉成毛細管狀，然後將其兩端燒之平滑。此滴管之咀，其大小適使每 25—30 滴成一毫升，測定其容量後，用銼刻一標記以誌之。

(c) 玻棒——此外製長短適度之玻璃棒數根，二端加熱使之光圓。

(3) 洗滌劑之調製——清潔對於分析最為重要，不潔儀器，往往用水不能洗淨，須求助於洗滌劑，洗滌劑調製之法如下：溶粗 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 或 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 50 克於 150 毫升之溫水中，冷卻後徐徐加入普通濃硫酸， H_2SO_4 ，230 毫升，且加且攪，最好在大蒸發皿中之。待冷卻後，盛入 500 毫升玻塞大口瓶中，以備使用。洗滌劑用過後如色仍紅而濃，可繼續應用，至色變綠或黑為止。

用時傾此劑於欲洗滌之儀器內，搖動片時，使紅色沉澱遍佈儀器四壁，乃傾餘液于原瓶中，如是靜置片時，然後用清水洗去，最後復用少量蒸餾水將清水洗去，倒置於清潔之白布上，使其瀝乾。

(4) 實驗報告簿之寫法 —— 預備一大小適當之硬面簿，以簡潔文字，將實驗之手續，操作，觀察及反應式等完全

錄下，如物質係一沉澱，則在其分子式下劃一橫綫，如係氣體，則在其右方，劃一向上箭頭，如係離子，更須記其電荷之符號，例如實驗一，其記錄式如下：

實驗 1.

手續	操 作	觀 察	反 應	式	備考
	加 HCl	白色凝乳狀沉澱	$\text{Ag}^+\text{NO}_3^- + \text{H}^+\text{Cl}^- = \underline{\text{AgCl}} + \text{H}^+\text{NO}_3^-$		
	加 H_2SO_4	白色細沉澱	$\text{Ba}^{++}(\text{NO}_3^-)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4^{--} = \underline{\text{BaSO}_4} + 2\text{H}^+\text{NO}_3^-$		
.....		

第二章

實驗大綱

1. 陽離子之分析

實驗 1—陽離子之分組——取 AgNO_3 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, 及 KNO_3 試液各 5 毫升, 混合後取其 20 毫升, 加 HCl 2 毫升, 搖動五分鐘後濾過, 用水洗滌沉澱, 所得濾液, 加 $2\text{N H}_2\text{SO}_4$ 2 毫升及酒精 3 毫升, 濾過, 以 50% 酒精 2 毫升洗滌, 濾液加固體 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 使呈中和反應, 並加入濃 NH_4OH 3 毫升, $2\text{N } (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 2 毫升, 加熱至 $60^\circ\text{--}70^\circ\text{C}$, 濾過, 以 2% NH_4OH 洗滌二次。

將餘剩之混合試液 5 毫升, 加稍過量之 Na_2CO_3 , 濾過, 用水洗滌, 將濾液加 HCl 酸化, 然後加 $\text{Na}_3\text{Co}(\text{NO}_2)_6$ 1 毫升。

註 1. 一本書中之一切試液, 其每毫升均含離子 10 毫克, 故本實驗所用之試液含有銀, 鈣, 鐵, 銅及鉀各 50 毫克。又除特別指明外, 用作試劑之鹽類溶液均為 1 N, 酸類與鹼類均為 6 N。

2. 在實驗上論及水時, 係指蒸餾水而言, 凡有洗滌操作而未指出何種洗滌劑時, 概指蒸餾水而言。

3. 本實驗中諸試液混合後，計含有五組之離子各一，獨缺第一組之離子，因第一組試液為氯化物，能使第二組之離子沉澱，故避免加入。

實驗 2 — 第一組之分析——取 SbCl_5 及 SnCl_4 試液各 10 毫升，混合後，按手續 10-13 分析之。

實驗 3 — 第二組之分析——取 AgNO_3 試液 5 毫升， $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 試液 20 毫升，混合後，加 HNO_3 10 毫升，按手續 20-22 分析之。

實驗 4 — 第三組之分析——取 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ， $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ ， $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ， $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 試液各 10 毫升，混合後，加 HNO_3 10 毫升，然後依手續 30-36 分析之。

實驗 5 — 未知液 A 之分析——向教師領取含有第一，第二，及第三組中離子之試液 10 毫升，按手續 10-36 分析之。

書寫此項實驗報告，應注意下述各點：

1. 實驗報告中須記明分析之手續，觀察與結論三項，其化學方程式則毋須寫出。

2. 從未知液中所得沉澱之大小，參以由過去實驗得來之經驗，可估計檢出離子之毫克數。欲使估計較為準確，可取一知量之試液，使生同樣沉澱，而比較之。

3. 實驗報告書就之後，別填一分析報告單（如下式）共同交與教員核閱，在檢出離子之「估計之量」項下載明在 10 毫升試液中之量，凡少

於5毫克者以『小』代之，5-50毫克者以『中』代之，多於50毫克者以『大』代之。

4. 在教員認為分析結果滿意，並批明離子之質量將原單發還後，學生即黏附此單於實驗報告上。

5. 表上未經標明價數之元素，由學生依據分析所得結果，自行填入。

定性分析報告單

姓名..... 未知物號數.....

桌號..... 分數.....

收到日期..... 報告日期.....

組別	陽離子	估計之量	質量	組別	陰離子	估計之量	質量
1	Sb			1	ClO ⁻		
	Sn				S ⁻		
2	Ag ⁺				S ₂ O ₃ ⁼		
	Pb ⁺⁺				CO ₃ ⁼		
3	Ba ⁺⁺			SO ₄ ⁼			
	Sr ⁺⁺			F ⁻			
	Ca ⁺⁺			C ₂ O ₄ ⁼			
	Pb ⁺⁺			CrO ₄ ⁼			
4	Cr ⁺⁺⁺			2	SO ₃ ⁼		
	Al ⁺⁺⁺				AsO ₄ ⁼		
	Mg ⁺⁺				AsO ₃ ⁼		
	Mn ⁺⁺				PO ₄ ⁼		
	Bi ⁺⁺⁺			3	CN ⁻		
	Fe				BO ₃ ⁼		
5	Hg			[Fe(CN) ₆] ⁼			
	Cu ⁺⁺			[Fe(CN) ₆] ⁼			
	Zn ⁺⁺			SCN ⁻			
	Cd ⁺⁺			4	Cl ⁻		
	Co ⁺⁺				I ⁻		
Ni ⁺⁺			Br ⁻				
6	NH ₄ ⁺			5	MnO ₄ ⁻		
	Na ⁺				NO ₂ ⁻		
	K ⁺				ClO ₃ ⁻		
				特	CH ₃ COO ⁻		
					NO ₃ ⁻		

教員.....

實驗 6 — 第四組之分析——取 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ 及 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 試液各 5 毫升, 加 HNO_3 10 毫升, 混合後, 然後依手續 40-48 分析之。

實驗 7 — 未知液 B 之分析——向教師領取含有第四組離子之未知液 10 毫升, 按手續 40-48 分析之。

實驗 8 — 第五組之分析——取 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, HgCl_2 , $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, 及 $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$, 試液各 5 毫升混合後, 加 HNO_3 10 毫升, 然後加 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 使呈中和反應, 不斷攪拌, 並加入濃 NH_4OH 20 毫升, 2N $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 5 毫升, 然後按手續 50-58 分析之。

實驗 9 — 未知液 C 之分析——向教師領取含有第五組離子之未知液 10 毫升, 按手續 50-58 分析之。

實驗 10 — 第六組之分析——取 NH_4NO_3 , NaNO_3 , 及 KNO_3 試液各 5 毫升, 混合後, 按手續 60-63 分析之。

實驗 11 — 未知液 D 之分析——向教師領取含有第六組離子之未知液 10 毫升, 按手續 60-63 分析之。

實驗 12 — 未知液 E 及 F 之分析——向教師領取含有陽離子之未知液 E 及 F 各 20 毫升, 取其 10 毫升依手續 10-58 分析之, 取其 5 毫升依手續 60-63 分析之。如分析有錫, 汞,

及鐵之離子存在，取剩餘之 5 毫升，依手續 70 測定其原子價。

2. 陰離子之分析

實驗 13—陰離子之分組 —— 取 Na_2S , Na_2SO_4 , $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, NaCl 及 KNO_2 試液各 5 毫升，混合後，加 HOAc 3 毫升，加熱至 65°C ，放出氣體以醋酸鉛紙試之，所有氣體逐出後，加 NH_4OH 使之中和，加 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 與 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (3:1) 混合液 4 毫升，煮沸濾過，洗滌沉澱，所得濾液加 3N Na_2CO_3 1 毫升， $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 2 毫升，煮沸濾過，洗滌沉澱，所得濾液，加 HNO_3 使之中和，然後加過量 2 毫升，加 AgNO_3 1 毫升，濾過。

實驗 14—第一組之分析 —— 取 NaClO , Na_2S , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 及 Na_2CO_3 試液各 10 毫升，混合後，按手續 110-111 分析之。

實驗 15—未知液 G 之分析 —— 向教師領取含第一組陰離子未知液 10 毫升，按手續 110-111 分析之。

實驗 16—第二組之分析 —— 取 Na_2SO_4 , NaF , $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, Na_2HPO_4 , Na_3AsO_4 , Na_3AsO_3 試液各 5 毫升，混合後，按手續 120-128 分析之。

註——本組受牽制之離子未加入。

實驗17—未知液H之分析——向教師領取含有第二組離子之未知液10毫升，加水20毫升稀釋後，按手續120-128分析之。

實驗18—第三組之分析——取 NaCN , Na_3BO_3 , $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ 試液各5毫升，加水10毫升稀釋，混合後，按手續130-135分析之。

註—— NaCN 劇毒，試驗時宜謹慎。

實驗19—未知液I之分析——向教師領取含有第三組離子之未知液10毫升，加水20毫升稀釋後，依手續130-135分析之。

實驗20—第四組之分析——取 NaCl , NaI , NaBr , KSCN 試液各5毫升，加水稀釋至30毫升，按手續140-143分析之。

實驗21—第五組之分析——取 KMnO_4 試液5毫升，按手續151分析之。取 NaNO_2 試液5毫升，按手續152分析之。另取 KClO_3 試液5毫升，按手續153分析之。

實驗22—未知液J之分析——向教師領取含有第四組及第五組離子之未知液10毫升，加水稀釋至30毫升，按手

續 140-153 分析之。

實驗23—未知液 K 及 L 之分析——向教師領取含有陰離子之未知液 K 及 L 各 20 毫升，各取 10 毫升按手續 110-153 分析之，所餘之 10 毫升，按手續 161 及 163 鑑定硝酸根及醋酸根。

3. 系統分析

實驗24—試樣之初步檢驗——按手續 1-5 分別處理下列之試樣： NaOAc ， $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ， NH_4Cl ，及 FeS_2 ，同時寫出有關之反應方程式（除 NaOAc 外）。

實驗25—固體鹽類混合物之分析——向教員領取固體鹽類混合物（未知物 M）3 克，從手續 1 起分析之。

實驗26—合金之分析——向教員領取合金（未知液 N）1 克，從手續 1 起分析之。

實驗27—礦石礦物與工業品之分析——向教員領取礦石，礦物或工業品（未知物 O）2 克，從手續 1 起分析之。

實驗28—含有有機物質試樣之分析——向教員領取含有有機物質之試樣（未知物 P）2 克，從手續 1 起分析之。

實驗29—溶液之分析——向教員領取一商品溶液（未知物 Q）從手續 1 起分析之。

第三章

固體試樣之初步檢驗

分析固體試樣，須先做初步檢驗，因試樣之性質與其成分，恆可從其初步檢驗得一概念。

手續 1—固體試樣之燃燒管加熱試驗——燃燒管係將直徑約 0.5 厘米及長約 10 厘米之玻璃管，加熱一端使之閉封而成。置一小部分試樣於管內，注意勿使黏著管壁。將管支持於垂直地位，徐徐加熱，以注視其所發生之下列現象：

1. 炸聲：多種鹽類，經強熱後發生爆炸聲。
2. 碳化作用：有機化合物。
3. 放出水份：或為試樣之夾雜潮濕，或為物質所含之結晶水，或自有機物及酸性鹽類分解而得。
4. 發生氣體：
 - a. 無色無嗅：

O_2 ：氯酸化物，硝酸化物，一部份氧化物，及過氧化物。

CO ：(燃燒生藍色火焰)：草酸化物。

CO_2 : 碳酸化物, 草酸化物, 及有機化合物。

b. 無色有嗅:

NH_3 : 有不快之嗅為銨鹽, 及氮之有機化合物。

SO_2 : 有刺激嗅為硫, 硫化物, 亞硫酸鹽類及一部份之硫酸鹽類。

$(\text{CN})_2$: 有杏仁嗅為氰酸化物。

H_2S : 有敗卵嗅為潮濕硫化物, 及一部份乾燥硫化物。

酮: 醋酸化物。

c. 有色氣體:

NO_2 : 紅棕色, 重金屬之硝酸化物。

$\text{Cl}_2, \text{Br}_2, \text{I}_2$, 綠色, 棕紅色, 或紅紫色為氯化物, 溴化物, 氧化劑存在於碘化物中。

5. 昇華現象:

a. 白色: 銨鹽, $\text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{HgBr}, \text{HgI}, \text{HgNH}_2\text{Cl}, \text{As}_2\text{O}_3, \text{As}_2\text{O}_5, \text{Sb}_2\text{O}_3$ 等。

b. 有顏色:

(1) 黃色: $\text{As}_2\text{S}_3, \text{HgO}, \text{S}, \text{HgI}$ 。

(2) 灰色: 汞所有之氧化合物, HgCN, As 。

(3) 紫色: 碘。

6. 物體改變其顏色：

(1) 變黑：大部份之重金屬鹽類(黑色氧化物)。

(2) 變深紅色： Fe_2O_3 。

(3) 變黃色(熱)，然後變白(冷)： ZnO 。

將 3 放出之水份，以石蕊試紙驗之，若呈鹼性反應，係從銨之化合物而來，若呈酸性，則從較強之酸性鹽分解而來。

如生成昇華物，可將試樣少許，與其三倍量之無水碳酸鈉置在燃燒管內加熱，如有鉍鹽存在，可自其嗅知之。汞與砷之化合物，則成灰色之金屬。

手續 2——稀硫酸(2N) 試驗——取試樣約 1 克，放入試管內，然後加稀硫酸，注意其冷時熱時是否發生氣體。

HCN ：氰化物(有嗅)。此係一極危險之試驗，因 HCN 為一極毒物質，試驗時如嗅有杏仁氣味，須小心避之。

註：氰酸汞在此試驗不生 HCN 。

H_2S ：有嗅(醋酸鉛試紙變黑)：硫化物。

SO_2 ：亞硫酸物(燃燒硫之氣味)；如同時有硫分解，即為硫代硫酸化物。

CO_2 ：(變石灰水或氫氧化銨溶液為渾濁)：碳酸化物或氰

酸化物。

手續 3 — 濃硫酸試驗 —— 將固體試樣約 1 克，加濃硫酸 3-4 毫升，注意下列之現象：

第 1 表
濃硫酸試驗

觀 察	指 示
發出之烟使潤濕之藍石蕊試紙變紅。	鹵素之酸鹽。
Br, I, HBr, SO ₂ 間或有 H ₂ S。	碘化物，及溴化物。
ClO ₃ , 黃色，爆炸，有臭味。	氯酸物。
CrO ₂ Cl ₂ , 紅棕色。	鉻酸化物與氯化物混合。
HF, 將玻璃侵蝕。	氟化物。

由濃硫酸作用放出之氣體與由稀硫酸作用所放出者，具相同之指示。

手續 4 — 硼砂球試驗 —— 嵌硼砂一粒於小鉑絲環上，持向火燄使略熔化，當硼砂球尚熱時蘸取試驗物，先於氧化焰上，再於還元火燄上燃燒之，以觀察所發生之現象：

第 2 表
硼砂球試驗

氧化 鹵	還 元 鹵	指 示
藍	藍	Co
淺 藍	紅 色 但 不 透 明	Cu
無 色	灰	Ag, Pb, Bi, Sb, Cd, Zn, Ni
綠	綠	Cr
棕	灰 色 但 不 透 明	Ni
黃	綠	Fe
紫	無 色	Mn

手續 5—火燄試驗——用濃鹽酸潤濕試樣，蘸少許于清潔鉑絲上，在火燄最熱之部份燒之，注意其顏色：

第 3 表
火燄試驗

火 鹵 顏 色	金 屬
黃	Na
深 紅	Li 或 Sr
紅 黃	Ca
綠 或 綠 黃	Ba, Cu, H ₃ BO ₃
淺 藍	As, Pb, Sb, Cu
以 鈷 玻 璃 視 察 生 紫 色	K
翠 綠	P

第四章

陽離子之分析

1. 試樣之處理

試樣經初步檢驗後，即溶解於適當溶媒內，以便鑑別其陽離子。

手續 6—合金與金屬之溶解——取重量約 0.5 克之試樣置于燒杯內，加 6N HNO_3 10 毫升，覆以表面皿，徐徐煮沸，若硝酸因蒸發或起反應而損失，須時時補足之，所得混合物，若不全部溶解，不必濾過，按照手續 10 處理之。

註——1. 試樣須用機械方法研碎，以便溶解，其不能在磁鉢或瑪瑙鉢內磨碎之金屬。則須以鋼鉢用鎚打擊，或用細鋼錘鏗磨，小刀刮碎，或以車床切成碎屑。

2. 除鎂，錫，炭，矽，及磷外，多種金屬，皆能被 HNO_3 侵蝕而溶解。

手續 7—礦物與不溶解鹽類之處理——試樣先研成細粉，然後以下列試劑順序處理之：

(1) 水—取試樣之細粉約 1 克，置在燒杯內，加水 10 毫升，燒熱，如試樣完全溶解，將所得溶液，按照手續 10 及其以下各節分析陽離子。

(2) 硝酸—如試樣不溶于水，不必過濾，加濃 HNO_3 5 毫升，煮沸待至棕色烟完全驅出，如作用遲慢，可再加 HNO_3 。如與硝酸之反應不完畢，待渣滓下降後，將其溶液傾出，濾過，再將渣滓以 HNO_3 處理，濾過，保留所有之濾液，按照下節處理之。若物質完全溶解，則按手續 20 及其以下各節分析之。

(3) 王水— HNO_3 處理後所得渣滓，如其他之物質比砂較多，則加稀 HCl 10 毫升，及稀 HNO_3 5 毫升，煮沸待作用完畢後，稀釋，濾過，保留所有之渣滓，依下節手續處理，合併所有之濾液（連同上節以硝酸處理後之濾液），如有沉澱發生，示有第二組陽離子存在（因第二次以王水處理後之溶液含 HCl ）。濾過，洗滌沉澱，按手續 21 處理，所得濾液，先按手續 10 處理，以視第一組之金屬有無存在，由此所得之濾液，則按手續 30 處理之。

檢驗不溶解于王水之渣滓，如試樣係一礦物，其渣滓或為砂，因不溶色質之存在而帶有多種顏色。如渣滓為黏性，浮于熱 HNO_3 或王水上，或為硫。如渣滓雖經酸之處理，似不生變化，則示試樣不溶于酸，可依下法處理之。

(4) 硫酸氫鉀—將不溶于酸之渣滓與其 10-12 倍量之硫

酸氫鉀, KHSO_4 混合, 共置於研鉢內研碎。移混合物于坩堝鍋中, 用目卡 (Meker) 燈或鼓風燈徐徐加熱, 待泡沫停止發生後, 乃強熱之, 至變為澄清熔液為止。冷卻後, 將坩堝鍋放入燒杯內, 加水浸沒, 水內含稀硝酸 4 毫升, 靜置之。待固體與坩堝鍋分離, 將坩堝鍋取出, 徐徐加熱, 騰沸五分鐘後, 濾過, 洗滌沉澱, 留待下節處理, 所得濾液, 按手續 10 及其下各節處理之。

(5) 碳酸鈉一經硫酸氫鉀處理後之渣滓, 與無水碳酸鈉 5-10 克 (最佳 Na_2CO_3) 及 KNO_3 1 克, 共置坩堝鍋內, 用目卡燈或鼓風燈加熱, 待泡沫停止發生, 或至示無反應為止。如作用似不完畢, 須再加碳酸鈉繼續加熱。作用完畢後, 冷卻, 置坩堝鍋于燒杯內, 加水浸沒, 煮沸相當時間, 如一部份物體黏于坩堝鍋壁, 則須將後者取出, 以玻璃棒搗碎淺渣, 濾過, 棄去濾液, 加稀 HNO_3 4 毫升, 及水 20 毫升於渣滓內, 昇溫, 待所有固體盡行溶解, 濾過, 洗滌沉澱, 所得濾液, 按手續 30-36 分析。現除 Pb^{++} , Ba^{++} , Sr^{++} , 及 Ca^{++} 外, 或尚有不為碳酸鈉所除去之陽離子存在。

所得渣滓含 SnO_2 或兼有未分解之矽酸鹽, 及硫酸化合物等。若有 SnO_2 , 則與其六倍之 Na_2CO_3 及 S 之等量混合

劑，共置坩鍋中，覆蓋加熱，使過量之硫盡行燃燒，冷卻後，以熱水處理，濾過，加 HCl 中和，如有黃色沉澱，示有錫，可使溶於熱濃 HCl 中，按照手續 13 處理，而後證實。

第 3 表

不溶于酸的固體之溶解

渣滓：S, AgCl, PbSO ₄ , BaSO ₄ , SrSO ₄ , CaSO ₄ , 熔化 PbCrO ₄ , 天然 SnO ₂ , 火成 Al ₂ O ₃ , 及 Cr ₂ O ₃ , Fe(CrO ₂) ₂ , CaF ₂ , SiO ₂ 及多種矽酸物。加 KHSO ₄ 在研鉢內研碎，溶解于坩鍋內，冷卻，及用熱 HNO ₃ 將之溶解。	
溶液： 除 Pb ⁺⁺ , Ba ⁺⁺ , Sr ⁺⁺ 外，含所有其他離子，按照手續 10 (手續 30-36 之處理除去) 及以下處理。	渣滓：PbSO ₄ , BaSO ₄ , SrSO ₄ , CaSO ₄ , SnO ₂ , SiO ₂ (及某種不溶于酸之渣滓，不為硫酸銣鉀熔化而分解)，將渣滓與 Na ₂ CO ₃ (或 NaKCO ₃) 及 KCN ₃ 混合，熔化於坩鍋內。將渣滓分離，以熱水將之抽出，濾過，將沉澱洗滌。
	濾液：Na ₂ SO ₄ , 渣滓：PbCO ₃ , BaCO ₃ , SrCO ₃ , Na ₂ SiO ₃ , CaCO ₃ , SnO ₂ (及一部份不變化之硫 Na ₂ CO ₃ 棄去。酸鹽與矽酸鹽)，以熱稀 HNO ₃ 抽取，將渣滓洗滌。
	溶液：Pb ⁺⁺ , Ba ⁺⁺ , Sr ⁺⁺ , Ca ⁺⁺ . 照手續 30-36 處理。
	渣滓：SnO ₂ 及不分解之硫酸鹽，矽酸鹽及天然 SnO ₂ 等。以 Na ₂ CO ₃ + S 處理之。

手續 8——有機物之除去——如初步檢驗，證實有機物之存在，可取原試樣 1-5 克，置于一小燒杯或燒瓶內，加濃

HNO_3 及濃 H_2SO_4 各 5 毫升，蒸發，至放出 SO_3 白烟爲止。如溶液有色，再加濃 HNO_3 5 毫升，蒸發至乾。若仍有必要，可復行蒸發，而後冷卻，稀釋，濾過，洗滌沉澱。將濾液先按手續 20-22，次按 40-70 處理。所得渣滓，取其一部份，以手續 7(5) 處理之，所得濾液，以手續 30-33 分析其不溶硫酸鹽。另取其一小部份，以手續 7(4) 處理之，以檢驗其中之 Al_2O_3 及 Fe_2O_3 。

手續 9—液體試樣之處理——試樣如係一水溶液或揮發性之溶液，先以石蕊試紙覘之，若呈酸性，加銨液中和，取其 10 毫升，於已秤過重量之蒸發皿蒸乾，然後再秤皿之重量。取此渣滓之一部份，按手續 1 及其下各節分析之。

如有機物不存在，取相當於 1 克之溶液，按手續 10 及其下各節處理之。

如有機物存在，蒸乾相當於 1 克之溶液，以手續 8 處理之。

2. 陽離子之分組

系統分析溶液中所含之陽離子，種類不一。欲達個別分離與鑑定之目的，非先施以分組沉澱不可。本書分析之法，

係將原溶液分爲兩份。其一份以分組試劑逐步處理，分離子爲五組；另一份則供直接鑑定第六組離子之用。其各組如下：

第一組 加濃硝酸於原溶液中，蒸乾後，其硝酸物不溶於稀硝酸者屬之。——銻及錫。

第二組 加鹽酸於第一組之濾液中，其氯化物不溶於水及稀酸者屬之——銀及鉛。

第三組 加硫酸於第二組之濃液中，其硫酸物不溶於水及稀酸者屬之——鋇，鋇，鈣及鉛。

第四組 加磷酸氫銨於第三組之濾液中，其磷酸物不溶於氫氧化銨溶液者屬之——鐵，鉍，鋁，鉻，錳及鎂。

第五組 含於第四組濃液中者屬之——銅，汞，鋅，鎳，鉍及鎘。

第六組 取原溶液直接鑑定者屬之——銨，鉀及鈉。

第 4 表
陽離子分析總表

含普通陽離子之溶液，加 2-3 倍濃 HNO_3 ，蒸發乾涸，所得渣滓，以稀硝酸處理。(手續10)	取原試樣以分析第六組： $\text{NH}_4, \text{Na}, \text{K}$ 。(手續60-63)	取原試樣以測定錫，汞，及鉄之原子價。(手續70)
渣滓： Sb_2O_5 H_2SnO_3 第一組 (手續11-13)	濾液：加稍過量 HCl ，濾過。(手續20)	
第二組 (手續21-22)	沉澱： AgCl PbCl_2	濾液：加 H_2SO_4 與酒精，加熱，濾過。 (手續30)
第三組 (手續31-36)	沉澱： BaSO_4 SrSO_4 CaSO_4 PbSO_4	濾液：加固體 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 使之中和，及加過量之 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 與濃銨液，熱至 $60^\circ\text{-}70^\circ$ ，濾過。(手續40)
	第四組 (手續40-48)	沉澱： FePO_4 BiPO_4 AlPO_4 CrPO_4 MnNH_4PC_4 MgNH_4PO_4 濾液： $\text{Cu}, \text{Hg}, \text{Ni}, \text{Zn}, \text{Co}$ 及 Cd 之錯銨鹽。 第五組 (手續50-58)

註：有多量之鉛存在時，一部份在第二組沉澱。

3. 陽離子第一組之沉澱與分析

第 5 表

第一組分析表

渣滓： Sb_2O_5 , H_2SnO_3 . 溶於 6N HCl, 加金屬鈦, 反應完畢後, 濾過。
(手續 11)

濾液： SnCl_2 . 加 HgCl_2 . 白色沉澱
變灰色： Hg_2Cl_2 及 Hg .

示有錫。
(手續 12)

渣滓： Sb (金屬)。溶於酒石酸及硝酸，蒸發使乾；加水使生白色沉澱，加固體酒石酸鉀，煮沸，加 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ；
紅色沉澱： Sb_2S_5 。

示有錫。
(手續 13)

手續 10—第一組之沉澱——取試樣 10 毫升, 置於蒸發皿內, 蒸發使乾, 再加濃 HNO_3 10 毫升蒸發乾涸, 冷卻後, 將所得渣滓, 以 10 毫升 6N HNO_3 處理, 用玻璃棒充分攪拌後, 若有渣滓發生, 示有第一組之存在, 應按手續 11-13 處理之。如無渣滓發生, 則將溶液以手續 20 處理之。

將所得渣滓濾過, 並用水 10 毫升洗滌之, 所得濾液與洗滌液, 依手續 20 處理, 渣滓則依手續 11 處理。

註——1. 銻鹽與錫鹽, 受濃 HNO_3 之作用, 生不溶解之 Sb_2O_5 與 $\text{SnO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。但此項物質, 能溶於 HCl, 故須用濃硝酸處理多次, 確切驅出其中之氯離子, 否則一部份之錫與銻將行溶解。

2. 硝酸之處理，不獨將第一組之離子沉澱，同時亦將亞汞與亞鐵等氧化。故雖知無第一組之存在，亦須以 HNO_3 處理，因本書之手續，係將亞汞氧化為高汞，於第五組處理之，如不先以濃 HNO_3 處理，則將在第二組中沉澱。

手續11—錫與鎂之分離——將由手續10得來之渣滓，溶解於10毫升3N HCl中，加金屬鐵粉0.5克，待作用完畢後，即刻濾過，如生黑色沉澱，示有錫存在，用3N HCl 2-3毫升洗滌之，所得濾液，即刻以手續12處理，沉澱則以手續13處理之。

註——1. 以一金屬沉澱溶液中之另一種金屬，須視其還元電位 (Reduction Potential) 而定，在電動力次序表上，高錫還元為亞錫之地位最低，鎂離子還元為其金屬之地位次之，鐵則較二者為高，因此加入金屬鐵時，高錫先還元為亞錫，然後鎂離子還元為金屬鎂。

2. 雖知試樣中無錫，亦須用鐵粉處理，使高錫還原為亞錫。

手續12—錫之鑑定——從手續11所得之濾液，加0.2N HgCl_2 液10毫升。白色沉澱變成灰色或黑色，示有汞。

註——1. 試液用手續11處理後，如在空氣中久置，則亞錫氧化為高錫，雖有錫存在，亦不呈本手續之反應。

2. 加入 HgCl_2 後， SnCl_2 先將之還原為白色沉澱 Hg_2Cl_2 ，然後變為金屬汞之灰色細沉澱。

3. 鐵之離子雖存在溶液中，但不與 HgCl_2 生此項反應。

手續13—錫之證實——將手續11所得之黑色沉澱，移

於一小蒸發皿內，加 20% 酒石酸 1-5 毫升，及 6N HNO_3 3-5 毫升，加熱使之完全溶解，然後蒸發乾涸，加水 10 毫升，不將沉澱濾過，加酒石酸鉀 0.5-1 克及 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 1 克，煮沸 2-3 分鐘，不斷攪拌，如生紅色沉澱，示有銻存在。

註——銻溶解於硝酸與酒石酸溶液，再加酒石酸鉀煮沸，則生酒石酸鉀， $2[(\text{SbO})\text{K}(\text{C}_4\text{K}_4\text{O}_6)]\text{H}_2\text{O}$ ，後者與 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 煮沸時生紅色 Sb_2S_3 沉澱。

4. 陽離子第二組之沉澱與分析

第 3 表

第二組分析表

沉澱： AgCl , PbCl_2 。用熱水處理。(手續 21)	
濾液： PbCl_2 。加 K_2CrO_4 ，黃色 沉澱： PbCrO_4 。 示有鉛。 (手續 21)	渣滓： AgCl 。用 NH_4OH 處理， 溶液為 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}$ 。加過量 之 HNO_3 ，白色沉澱： AgCl 。 示有銀。 (手續 22)

手續 20——第二組之沉澱——將稀 HNO_3 處理後所得之冷濾液，置在燒杯內，徐徐加入 3N HCl 2 毫升，如生白色沉澱，示有第二組存在，靜置三至四分鐘後，濾過，所得沉澱，先以 1N HCl 10—15 毫升洗滌。次以手續 11 處理，濾液與

HCl 之洗滌液 (第三, 四, 五組), 以手續 30 處理。若無沉澱發生, 則將溶液以手續 30 處理。

註——1. 加 HCl 後, 如無沉澱發生, 證明未有銀存在, 但未能證明無鉛存在, 因氯化鉛之溶度頗大, 有多量之鉛存在時, 方能沉澱, 故在第三組再將之檢驗。

2. 爲確實使第二組全部沉澱起見, 可加 HCl 數滴於濾液中, 若有沉澱發生, 須再加 HCl, 以使第二組全部沉澱。

3. 第二組沉澱, 係以 1N HCl 洗滌, 因此項氯化物, 在水中之溶解度較大也。

4. 在此酸性濃度時, 鉍不生 BiOCl 沉澱, 而溶於溶液中。

手續 21—鉛之分離與鑑定——傾沸水 10 毫升於手續 20 之沉澱上, 收集所得濾液於試管內, 並分爲二份。取一份加 HNO_3 1 毫升, 及 3N K_2CrO_4 1 毫升, 生黃色之沉澱爲 PbCrO_4 , 另一份加 H_2SO_4 1 毫升, 白色之沉澱爲 PbSO_4 。如無沉澱發生, 示第二組中無鉛存在。

註——如試液中有大量之錘存在, 又未能將第二組之沉澱充分洗滌, 則加入 K_2CrO_4 時, 錘亦生黃色沉澱, 若加入稀硝酸, 則可防止 BaCrO_4 之生成。但如加 HNO_3 太多, 或加 K_2CrO_4 太少, 均能增加 PbCrO_4 之溶度, 因而大減試鉛之靈敏度。

手續 22—銀之鑑定——如手續 21 示有鉛存在, 繼續每次以沸水 10 毫升傾於沉澱上處理之, 待至所得濾液, 不與 K_2CrO_4 或 H_2SO_4 生沉澱爲止, 以除去全部之 PbCl_2 。然

後傾 5—10 毫升 NH_4OH 於沉澱上, 所得濾液, 加 HNO_3 使之酸化 (以石蕊紙試驗), 如生白色之 AgCl 沉澱, 示有銀存在。

註——1. 如有亞汞離子存在試液中, 手續 10 又未能將之全部氧化為高汞時, 則亞汞在此組沉澱, 與 NH_4OH 生黑色渣滓。

2. AgCl 溶於 NH_4OH 而成 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}$, 加硝酸酸化, 則復成 AgCl 而沉澱。

3. 如 PbCl_2 未能分離淨盡, 則 NH_4OH 與之變為 $\text{Pb}(\text{OH})\text{Cl}$, 通過濾紙使濾液變濁。但加入 HNO_3 , 此鹼性鹽即溶解。

5. 陽離子第三組之沉澱與分析

第 7 表

第三組分析表

用酒精及 H_2SO_4 處理後之渣滓： $PbSO_4$, $CaSO_4$, $BaSO_4$, $SrSO_4$. 用 3N NaOH 處理，濾過。(手續 31)	
濾液： $Pb(O\text{Na})_2$ 用 HCl 中和後， 加 K_2CrO_4 ，黃色沉澱： $PbCrO_4$ 示有鉛。 (手續 31)	渣滓： $CaSO_4$, $BaSO_4$, $SrSO_4$. 將渣滓與 6N Na_2CO_3 共同煮沸，濾過 (手續 32)，將渣滓溶於 HNO_3 ，蒸發乾涸，冷後，用濃 HNO_3 處理。(手續 33)
濾液： Ca^{++} 加 NH_4OH 及 $K_4Fe(CN)_6$ ，黃色沉澱： $CaK_2Fe(CN)_6$ 示有鈣。 (手續 34)	渣滓： $Ba(NO_3)_2$, $Sr(NO_3)_2$ 溶於醋酸，加 NH_4OAc 及 K_2CrO_4 。(手續 35)
	沉澱： $BaCrO_4$ (黃) 溶於 HCl，蒸發，加 $HOAc$, NH_4OAc , 及 K_2CrO_4 , 白色沉澱： BaC_2O_4 。 示有鋇。 (手續 36)
	濾液： Sr^{++} 。加 NH_4OH 及酒精，黃色沉澱： $SrCrO_4$ 。 示有銣。 (手續 37)

手續 30—第三組之沉澱——從手續 20 所得之濾液，如容積過大，蒸發至 30 毫升，加 2N H_2SO_4 3 毫升及酒精 10 毫升，充分攪拌後，濾過，將沉澱以 50% 之酒精洗滌二次，所得濾液與洗液，按手續 40 處理，所得沉澱，按手續 31 處理。

註1.——沉澱第二組時,若用 HCl 過多,則第三組不完全沉澱。

2. 加入酒精與 H_2SO_4 後,如生黃色鹼性硫酸汞,可加稀 HCl 數滴將之溶解。

手續31—鉛之分離與鑑定——從手續30所得沉澱,移於一小蒸發皿內,加 3N NaOH 10 毫升,用玻璃棒不斷攪拌,約十分鐘後,濾過,用 1N NaOH 5 毫升將沉澱洗滌。所得渣滓,以手續32處理,所得濾液,加醋酸使呈酸性反應,加 3N K_2CrO_4 3 毫升,如生黃色沉澱,示有鉛存在。

註——以醋酸中和氫氧化鈉所生之醋酸钠,使 $PbCrO_4$ 在溶液中之溶度減小。

手續32—不溶解硫酸物之處理——移手續31之渣滓於一燒杯或大蒸發皿內,加 25—50 毫升 6N Na_2CO_3 共同煮沸;濾過及將濾液棄去。再移渣滓於燒杯內,另用 25—50 毫升 6N Na_2CO_3 煮沸,濾過,以 50% 酒精洗滌渣滓二次,將濾液與洗液棄去。所得渣滓,以手續33將之處理。

註——若以碳酸鈉液處理硫酸物一次,不能將全部之硫酸物變為碳酸物,故本手續連以碳酸鈉液處理二次。

手續33—鈣之分離——移手續32所得渣滓於燒杯內,加硝酸 10 毫升將之溶解,蒸發乾涸。冷卻渣後,將渣滓以濃硝酸(比重1.4) 5—10 毫升處理,經十分鐘不斷之攪拌後,

足以將鈣溶解。其不溶之渣滓，示有鋇或鋇存在。

在石棉濾器上，將渣滓濾過，用濃硝酸 5 毫升將之充分洗滌，所得渣滓，按手續 35 處理，所得濾液與洗液，按手續 34 處理。

註1。——乾燥硝酸物用濃硝酸處理，雖一毫克之鋇或鋇，存在於 500 毫克之鈣內，亦易將之檢出。又從 500 毫克之鋇或鋇中，雖只提出一毫克之鈣，亦足以供發生正確之試驗。

2. 硝酸比重由 1.4 稀釋至 1.36 (相當 100 毫升濃硝酸加入 25 毫升之水)，亦不減本試驗之靈敏度。

手續34—鈣之鑑定——從手續 33 所得濾液，加濃 NH_4OH 使之呈鹼性反應，加草酸鉀液 2—3 毫升，如有白色沉澱，示有鈣。濾過，傾 HOAc 於其上。若不溶解，則為 CaC_2O_4 。

手續35—鋇之分離與鑑定——傾水 10 毫升於手續 33 所得渣滓上，以使全部渣滓溶解，加氫氧化鉍使之中和，然後加 HOAc 2 毫升，及 3N NH_4OAc 10 毫升，在燒瓶內加熱至沸騰，加 3N K_2CrO_4 3 毫升，加時每次加入 5 滴，每次加後將之搖動，加熱至將沸騰歷五分鐘。黃色沉澱示有鋇，若有大量之沉澱生成，須再加 K_2CrO_4 2 毫升。熱時濾過，所得濾液，以手續 36 處理。

註1。——加入醋酸，係將 SrCrO_4 之溶度增加。

2. 加 K_2CrO_4 試劑時，須徐徐加入，若加入太速，則錳亦被 K_2CrO_4 沉澱。

3. 膠態 $BaCrO_4$ 過濾困難，加熱至 $100^{\circ}C$. 左右，則避免此項困難。

手續36—錳之鑑定——從手續 35 加 K_2CrO_4 試劑後所得之濾液，徐徐加鉍，待至溶液從橙色變為黃色，然後再加 5 毫升，加熱至 $60^{\circ}-70^{\circ}C$. 加 95% 酒精 15 毫升。若有大量之沉澱生成，再加 3N K_2CrO_4 3 毫升，及酒精 15 毫升，攪置五分鐘。淡黃色沉澱，示有錳。

6. 陽離子第四組之沉澱與分析

第 8 表

第四組分析表

沉澱為 Cr, Al, Mg, Mn, Bi, 及 Fe 之磷酸物。溶於稀 HCl, 加 NaOH 及 Na ₂ O ₂ , 使熱, 濾過。(手續41)	
濾液: Na ₂ CrO ₄ , NaAlO ₂ 加 HCl 酸化, 及加過量 HN ₄ OH, 濾過。(手續42)	沉澱: Mg, Bi, 及 Fe 之磷酸物與氫氧化物; MnO(OH) ₂ 。用 2N 醋酸及 0.5 N Na ₂ HPO ₄ (1:1) 混合液處理, 濾過。(手續45)
濾液: CrO ₄ ⁼ 加 HCl 酸化後, 加 H ₂ O ₂ 與乙醚, 在乙醚層生藍色: H ₃ CrO ₈ . 示有鉻。(手續43)	沉澱: Al(OH) ₃ . 溶于 HCl, 加 NH ₄ OH 使成鹼性, 加茜素酒精液煮沸, 大紅色沉澱。示有鋁。(手續44)
	濾液: Mg ⁺⁺ . 加對一硝基苯一偶氮一間苯二醌(p-nitro benzene-azoresorcinol) 液, 加 NaOH 中和, 藍色沉澱。示有鎂。(手續45)
	濾液: Fe ⁺⁺⁺ 加亞鐵氰酸鉀, 藍色沉澱: Fe ₄ (Fe(CN) ₆) ₃ 。示有鐵。(手續46)
	渣滓: Bi 及 Fe 之磷酸物; MnO(OH) ₂ . 用 0.5 N HNO ₃ 及 0.5 N Na ₂ HPO ₄ (2:1) 混合液處理, 濾過。(手續46)
	濾液: Mn ⁺⁺ 加 NaOH 中和, 及加聯氨基苯(Benzidine), 生深藍色, 示有錳。(手續47)
	渣滓: MnO(OH) ₂ 及 BiPO ₄ . 溶於 HCl, 加 Na ₂ HPO ₄ 及 NH ₄ OH, 所得沉澱, 用 0.2N 醋酸處理, 濾過。(手續47)
	渣滓: BiPO ₄ 加亞錫酸鈉, 黑色渣滓: Bi(金屬). 示有鉍。(手續48)

手續40—第四組之沉澱——從手續30所得之濾液，蒸發以將酒精驅出，蒸發至30毫升，冷卻後，加固體 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ，使呈中和反應，不斷攪拌，並加入濃 NH_4OH 20毫升，加 $2N (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 5毫升，如有大量沉澱發生，每次加1毫升，待至完全沉澱為止。加熱至 $60^\circ-70^\circ$ 。濾過，以2%鉍液（稀 NH_4OH 一分水四分）洗滌二次，所得沉澱，按手續41處理，所得濾液，按手續50處理。

註1.——用固體碳酸鉍，係減少溶液之容量。如加入過量，生不溶解金屬鹼性碳酸物，須加硝酸數滴以溶解之。

2. 所加之 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ，須確實使第四組全部沉澱。

3. 加大量之鉍鹽與鉍液，極屬需要，因可使 Hg^{++} ， Co^{++} ， Ni^{++} ， Zn^{++} ， Cu^{++} ，及 Cd^{++} 成鉍之錯鹽而留在溶液中，不致在本組沉澱。

4. 加 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 使溶液中和後，然後加入鉍液，若先加鉍液後加 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ，則 NH_4OH 與鉍離子生錯鉍鉍鹽，此物不十分溶解於過量 NH_4OH 中，則鉍將在第四組發現。

5. 將溶液沸騰，則鉍逃出，致使第五組之離子沉澱於本組中。

手續41—鉍及鋁之分離——移手續40所得沉澱於燒杯中，加 $1N \text{HCl}$ 10毫升使之溶解，加 NaOH 使之中和，加熱，徐徐加 Na_2O_2 1克，煮沸及不斷攪拌，以將過量之 Na_2O_2 分解，加入等量之水，用厚濾紙濾過，以沸水洗滌。所得濾液以手續42處理，所得渣滓以手續45將之處理。

註1.—— Na_2O_2 與水接觸生 NaOH 及 O_2 。在高溫度時，如一次加入多量之 Na_2O_2 ，常發生爆炸，爲防止此項困難發生，加入之 Na_2O_2 ，須每次加入少許，及行不斷之攪拌。 Na_2O_2 不能與紙或手指接觸；須用玻璃表皿及乾燥匙處理之。

2. 加入 Na_2O_2 後， $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 變爲棕色含水 MnO_2 。若有大量之鎳存在，須加 Na_2O_2 ，待至溶液之綠色消滅。

3. 過濾前須將溶液加水稀釋，以防止鹼性濃溶液將濾紙破壞。所用濾紙須厚，因其對於鹼液之抵抗力較強也。

手續42—鉻之分離與鑑定——從手續41所得濾液，加 HCl 使呈酸性反應（石蕊紙），先加 5 毫升，然後每次加 2 毫升，每次須將之冷卻後，然後再加。加鉍液待至發生氮之氣味，然後再加 5 毫升，及加熱至將沸騰。如有沉澱，示有鋁存在，濾過，用水洗滌，及用手續43將之處理。如濾液呈黃色，示有 CrO_4^- 存在，加 H_2SO_4 酸化，及蒸發至 10 毫升左右，冷卻後，加醚約 2 毫升及 H_2O_2 2 毫升，即刻振動，醚層變藍色，示有 Cr_2O_7^- 存在。

註1.——以 HCl 將溶液酸化，須將溶液保持冷度，及避免加入過量，致使鉻酸鹽還元爲亞鉻酸鹽。不用 HNO_3 酸化之故，即因其常含有 HNO_2 ，能將鉻酸鹽還元。

2. 如鉻酸鹽被 HCl 還元，則加入 NH_4OH 時，綠色 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ，將與 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 共同沉澱。

3. 避免加入極過量之 NH_4OH ，因 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 解解於 NH_4OH

而成 NH_4AlO_2 也。

4. 黃色溶液，不能確示有鉻酸物存在，或由於下列之原因：(a)有機物，(b)硫化物。

5. 溶於醚之藍色溶質，通常稱為過鉻酸，假定其化式為 H_3CrO_8 。如先有 H_2O_2 (由 Na_2O_2 而來) 或其他之還原劑，則將 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 還元為 Cr^{+++} ，而率制此試驗。

手續43—鋁之鑑定——傾稀 HCl 溫液數毫升於手續42所得沉澱上，使之從濾紙通過，而收集於試管內。加茜素酒精液數滴，及小心加 NH_4OH 使之中和。加熱使沸，沉澱將紅色染料吸着，示有鋁存在。

註1.——如沉澱太少，或係矽酸， H_2SiO_3 摻雜於各種鹼性試劑而來。

2. 少量之 Al^{+++} ，或由於玻璃器與磁器而來，學者須能將微量與大量之鋁鑑別。

3. 避免加入過量茜素，因在紅色溶液中，不易將紅色沉澱觀察。如加入過量，須將混合物濾過，則在濾紙上之沉澱，極便觀察。

手續44—鎂之分離與鑑定——從手續41所得之沉澱，以等容積之2N醋酸及0.5N磷酸鈉之混合試劑10—20毫升處理，不絕攪拌，約十分鐘後，可將鎂全部溶解，遺留之渣滓，用醋酸與0.5N磷酸鈉混合劑將之充分洗滌，所得濾液，加 NH_4OH 至有氨之氣味，數分鐘後；產生無色晶形沉澱， MgNH_4PO_4 ，示有鎂。將沉澱溶於 HOAc ，用 NaOH 中和，

加對一硝基苯—偶氮—間苯二酚 (P-nitrobenzeneazoresorcinol) 試劑一滴, 及加 NaOH 使呈鹼性, 不斷搖動數分鐘後, 藍色沉澱證實有鎂。

註——對一硝基苯—偶氮—間苯二酚亦稱 o, p-dihydroxybenzene-azo-p'-benzene, 與鈷及鎳生同樣顏色。銨鹽, 醋酸化物及酒石酸化物減少其試驗靈敏度。此化合物之製備法載 J. Am. Chem. Soc. 51, 1456 (1929)。

手續45—鐵之分離與鑑定——從手續45所得之渣滓, 以 0.5N HNO₃ 及其半容量之 0.5N Na₂HPO₄ 混合試劑 10—20 毫升處理, 不斷攪拌, 約十分鐘後, 濾過, 將渣滓用此混合劑 5 毫升洗滌, 所得渣滓以手續47處理, 所得濾液, 加亞鐵氰酸鉀 3 毫升, 生藍色沉澱, 示有鐵存在。

註——微量之鐵, 或由自來水, 某種試劑, 與鐵儀器之灰塵而來。故作此試驗, 須小心預防此種雜質之發生。

手續46—錳之分離與鑑定——移手續45所得渣滓於燒杯內, 加 6N HCl 10 毫升, 加熱溶解, 加 1N Na₂HPO₄ 及加 NH₄OH 使呈鹼性, 濾過, 用 5% NH₄OH 洗滌, 所得沉澱, 用 0.2N 醋酸處理, 攪拌十分鐘後, 濾過, 以 0.2N 醋酸 5 毫升處理, 所得渣滓, 以手續47處理, 所得濾液, 加稍過量之 NaOH, 然後加 0.05% 聯氨基苯 (Benzidine) 液二三滴, 搖

動五分鐘，使之靜置，如生藍色沉澱，示有錳。

註——試錳時，如試液之酸性或鹼性過強，聯氨基苯不與錳生藍色沉澱。

手續47—鉍之鑑定——傾臨時調製之錫酸鈉液， Na_2SnO_2 ，於手續46所得之沉澱上，黑色沉澱為金屬鉍。

註——錫酸鈉液之調製，係將氯化亞錫液2毫升稀釋至10毫升，然後加3N NaOH 5毫升，加入時先生白色沉澱 $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ，續加NaOH，則溶解而生 Na_2SnO_2 。此試劑不得過濃，尤在熱時，否則 Na_2SnO_2 分解而成 Na_2SnO_3 及黑色 Sn_0 。

7. 陽離子第五組之分析

第 9 表

第五組分析表

濾液為存在於 NH_4OH 之 Hg^{++} , Cu^{++} , Zn^{++} , Cd^{++} , Co^{++} , Ni^{++} 。用 HCl 酸化後，加 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{C}_3$ 煮沸，濾過。(手續 50)	濾液： Zn^{++} , Cd^{++} , Co^{++} , Ni^{++} 。加 NH_4OH 然後加醋酸酸化，並分為三部份。(手續 54)	第三部份： 試 Ni^{++} 及 Cd^{++} 。 加二乙硫二脒 (Dimethylglyoxime) 及 NH_4OH ，加溫，濾過。(手續 37)
渣滓： HgS 。 溶於王水，加 SnCl_2 ，白色沉澱變灰色或黑色： Hg_2Cl_2 及 Hg 。 示有汞。(手續 52)	第一部份，試 Zn^{++} 。 加 NH_4OH 中和然後加 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 及 $(\text{NH}_4)_2\text{Hg}(\text{SCN})_4$ ，藍色沉澱： $\text{ZnHg}(\text{SCN})_4 \cdot \text{CoHg}(\text{SCN})_4$ 。 示有銻。(手續 55)	第二部份： 試 Co^{++} 。加 NH_4SCN 及戊醇，生藍色一層。 示有鈷。(手續 56)
濾液： Cu^{++} 。 加 NH_4OH ，然後加醋酸酸化及加 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ ，紅色沉澱： $\text{Cu}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$ 。 示有銅。(手續 53)	沉澱：紅色。 $[(\text{CH}_3)_2\text{C}_2(\text{NOH})\text{NO}_2]\text{Ni}$ 示有鎳。 (手續 57)	濾液： 試 Cd^{++} ，加過量 NH_4Cl , NH_4OH 及 H_2O_2 ，加溫，及傾入等容量之 NH_4ClO_4 ，白色沉澱： $\text{Cd}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 4\text{NH}_3$ 。 示有鎘。 (手續 58)

手續50—汞與銅之分離——蒸發手續40所得濾液至30毫升，加 HCl 酸化，及固體 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 1 克煮沸數分鐘；濾過及將沉澱用水洗滌。沉澱為 HgS , CuS , 及 S , 用手續51處理。濾液為 Cd^{++} , Zn^{++} , Co^{++} , Ni^{++} , 用手續33處理。

手續51—汞之分離——移手續50所得渣滓於蒸發皿內，加 3N HNO_3 10 毫升，煮沸，濾過，用水將渣滓洗滌。黑色渣滓示有汞，按手續52將之證實。濾液為 Cu^{++} , 用手續53將之處理。

註——黑色渣滓或為不純硫，常誤作硫化汞，故須將渣滓以手續52處理以證實之。

手續52—汞之證實——從手續51所得渣滓，溶於5—10毫升王水，煮沸以將過量之氧化劑驅出，濾過，加 SnCl_2 2 毫升，白色沉澱變灰色或黑色為 Hg_2Cl_2 或 Hg 。

註1.——王水係以濃 HCl 3 毫升及濃 HNO_3 1 毫升調製而成。

2. 稀王水之氧化作用不及濃王水強，且強者不牽制 SnCl_2 之作用。

3. 待所有之汞氧化為高汞狀態後，煮沸以將王水所餘之氧化力除去。否則雖有高汞離子存在，加 SnCl_2 亦不能使氯化亞汞沉澱。

手續53—銅之證實——從手續51所得之濾液，如係藍色，示有銅存在。加氫氧化銨，待至有氨之氣味，若有銅存在，則溶液變深藍色。加醋酸酸化，及加 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 3毫

升，紅色沉澱，示有銅存在。

註——以 $K_4[Fe(CN)_6]$ 試銅，比加 NH_4OH 所生之藍色較為精確。故雖加 NH_4OH 後並不變藍，亦須用此手續將之證實。

手續54—鋅，鎳，鈷，及鎳溶液之處理——從手續50所得之濾液，加 NH_4OH 至過量少許，如有硫之沉澱發生，煮沸以使其凝結，濾過，加醋酸酸化，蒸發或稀釋至30毫升。

手續55—鋅之鑑定——用滴管取手續54之溶液10滴，加 NH_4OH 使之中和，稀釋至10毫升，並加醋酸一滴使呈酸性反應。加0.2% $Co(NO_3)_2$ 試劑二滴，混合後，加硫代氰酸銻汞， $(NH_4)_2Hg(SCN)_2$ 0.5毫升，搖動數分鐘後，生藍色沉澱為 $Zn Hg(CNS)_4 \cdot CoHg(CNS)_4$ 。如以0.2% $CuSO_4$ 試劑代 $Co(NO_3)_2$ ，則生紫色沉澱 $Zn Hg(SCN)_4 \cdot CuHg(SCN)_4$ ，示有鋅。如無變化，再取手續54之濾液6毫升，依上法處理，如顯藍色或紫色，示有鋅。如經兩次處理，均不顯顏色，示無鋅。

註1.——本法之反應，其有效限度，只在每10毫升中含鋅0.0002至0.006克之間，超過限度，則無此反應，故本手續處理兩次，取其十滴，足以檢出原來試液中之鋅多至500毫克，取其6毫升，足以檢出原來試液中所含之鋅少至1毫克。

2. 本試驗並不因其他陽離子之存在，而受牽制。

手續56—鈷之鑑定——取手續54之溶液5毫升，加固體 NH_4SCN 2克，溶解後，加戊醇3—5毫升，不斷搖動，如戊醇層現藍或綠色，示有鈷。

註1.——未作 NH_4SCN 試驗前，其稀溶液之粉紅色（含水鈷離子 $\text{Co}^{++} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ），或其濃溶液之藍色（無水 Co^{++} 離子），足以指示 Co^{++} 之存在。

2. 綠或藍色物質之化式，尙未明瞭，現可假定為無水 $\text{Co}(\text{SCN})_2$ 。

3. 含 Co^{++} 之稀溶液，不易生成藍綠色層，或因 $\text{Co}^{++} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 生成紅色 $\text{Co}(\text{SCN})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ，不溶解於戊醇。

手續57—鎳之鑑定——取手續54所剩之溶液，加二乙醯二肼（Dimethyl-gloxime）試劑，以使鎳全部沉澱，然後加略過量之 NH_4OH ，以使沉澱凝結，紅色沉澱，示有鎳，濾過，及用水洗滌。

註1.——須加過量之二乙醯二肼，以使鎳全部沉澱，否則牽制鎳之試驗。

2. 二乙醯二肼， $(\text{CH}_3)_2\text{C}_2(\text{NOH})_2$ ，可當為弱甲酸鹽 $\text{HC}_4\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_2$ ，生不溶解之鎳鹽 $\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_2)_2$ 。

3. 如有鈷存在，濾液為棕色。

手續58—鎘之鑑定——從手續57所得濾液，加 NH_4Cl 2克，然後加 NH_4OH 使呈鹼性反應，並加3% H_2O_2 5毫升，使溫。傾此溶液於等量之20% NH_4ClO_4 （溶於 NH_4OH ）。白色沉澱為 $\text{Cl}(\text{ClO}_4) \cdot 4\text{NH}_3$ ，以手續59證實之。

註—— NH_4Cl 與 H_2O 生錯鉍鹽，不與 NH_4ClO_4 起反應。鉍離子與此試劑在 NH_4OH 中不起作用。

手續 59—鎘之證實——將手續 58 濾過所得之沉澱用 10% NH_4OH 洗滌。溶於 2 毫升稀 HCl ，及加過量之 NH_4OH 。然後加 2N KI 溶液 3 毫升。白色沉澱為 $\text{Cd}(\text{NH}_4)_2\text{I}_2$ 。

註 1.——鉍及鎳能牽制此試驗，若手續 57, 58 處理完善，則在此不被其牽制。鉍對此試驗無牽制作用。

2. 如溶液過稀，沉澱緩慢，因其略溶解於水也，但在濃 NH_4OH 中則不甚溶解。

8. 陽離子第六組之分析

第 10 表

第六組分析表

<p>試鉍： 取原試液 5 毫升，加過量之 NaOH 液，蒸餾，並將 NH_4^+ 吸收於水中，加 K_2HgI_4，橙色沉澱： $\text{HgO} \cdot \text{Hg} \begin{smallmatrix} \text{I} \\ \text{NH}_2 \end{smallmatrix}$ 示有鉍。 (手續 60)</p>	<p>取原試液 5 毫升，蒸發使乾，加濃 HNO_3，再蒸發使乾，煨燒渣滓，以將鉍全部驅出，冷後，加水 10 毫升，煮沸，及加 $\text{Ba}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$，冷後濾過。(手續 61)</p>	
	<p>試鉍： 取手續 61 之濾液 2 毫升，加稍過量之 K_2CCl_3 濾過，加 HCl 中和後加 $\text{HZn}_2(\text{UO}_2)(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_9$，黃色沉澱： $\text{NaZn}_2(\text{UO}_2)(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_9$ 示有鉍。 (手續 62)</p>	<p>試鉀： 取手續 61 所剩之濾液，加稍過量之 Na_2CCl_3 濾過，加 HCl 中和，加 $\text{Na}_3\text{Co}(\text{NO}_2)_6$，黃色沉澱： $\text{K}_2\text{NaCo}(\text{NO}_2)_6$ 示有鉀。 (手續 63)</p>

手續60—銨之鑑定——置原來固體試樣0.2克或溶液5毫升於50毫升圓底燒瓶內，加稍過量之NaOH液，徐徐煮沸，立刻以潮濕紅石蕊試紙試驗所發生之氣體，如石蕊紙變藍，示銨之存在。

如石蕊紙變藍與有氨之氣味，加水10毫升於燒瓶內，將配有玻璃導管之塞對上，然後引導管於試管之底部，並將試管置在盛冷水之器內，然後徐徐蒸發，待至約蒸發一半。取此蒸餾液加以 K_2HgI_2 ，以使銨全部沉澱。

註——少至0.2毫克之銨，亦可藉石蕊試紙與氨氣味將之檢出。注意勿使石蕊紙與氫氧化鈉接觸。 K_2HgI_2 試劑通常稱為納氏(Nessler)試劑。

手續61—銨，磷酸根，及草酸根等之除去——取試液10毫升，或固體試樣0.4克於蒸發皿內，蒸發乾後，加濃 HNO_3 5毫升再蒸發，煨燒以將白烟驅出。冷後加水約10毫升及熱至沸騰，不過濾，加 $Ba(C_2H_3O_2)_2$ 液2毫升，充分攪拌後，冷卻及濾過，將濾液留作試鉀與鈉之用。

註1.— NH_4^+ 離子須除去，因其能與試鉀之 $Na_3Co(NO_2)_6$ 試劑生沉澱。

2. $Ba(C_2H_3O_2)_2$ 能將 PO_4^{3-} 及 $C_2O_4^{2-}$ 離子除去，以免其與試鈉之 $HZn_2(UO_2)_2(C_2H_3O_2)_9$ 試劑發生沉澱。

3. 加入 Ba^{++} 離子無礙，因其醋酸鉍錒物與亞硝酸鉍物能溶解於水，且以後加 K_2CO_3 或 Na_2CO_3 將其除去。

手續 62——鈉之鑑定——取手續 60 之濾液 5 毫升，加稍過量之 K_2CO_3 ，濾過，用水洗滌，將濾液加 HCl 酸化，及分為二份，取一份加 $K_2H_2Sb_2O_7$ 試劑 2 毫升，半小時後察之或靜置過夜。若有塊狀沉澱，振盪混合物，數秒鐘後傾泌液體與懸浮於液體內之沉澱。若管壁上有無色沉澱，示有鈉。

於第二份內，加入醋酸鉍錒試劑 2 毫升，振搖後，如無沉澱發生，靜置數分鐘。黃色沉澱 $NaZn_2(UO_2)(C_2H_3O_2)_9$ ，示有鈉。

註 1.—— $K_2H_2Sb_2O_7$ 在酸性溶液分解極速，在中和溶液則較慢，而生成 H_2SbO_7 之沉澱，故常將此試劑溶於 KOH 中。此試劑常須預用 1—2 毫克之鈉試驗之，察其是否尚有效力。

2. NaH_2SbO_4 為一沉重之沉澱，常附着於玻璃壁，故須將管傾側或將溶液傾出以視之。塊狀沉澱不能作為有鈉之證。

3. 溶液中如不含其他之陽離子，雖 1 毫克之鈉，亦易將之檢出，如有大量之鉀存在，則其靈敏度減少。

4. 離子能與 KH_2SbO_4 發生沉澱者甚多，故加 K_2CO_3 以將第六組外之多種離子沉澱。

5. 鈉甚多時，亦能與醋酸鉍錒形成沉澱。

6. $\text{HZn}_2(\text{UO}_2)_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_9$ 易溶於強酸中，故沉澱之溶液，其酸度須低。

手續63—鉀之鑑定——取手續62之濾液5毫升，加 Na_2CO_3 使之中和，濾過，用水洗滌，加 HCl 酸化，加 $\text{Na}_3\text{Co}(\text{NO}_2)_6$ 1 毫升，靜置十分鐘後，黃色沉澱，示有鉀。

註——在5毫升溶液中，雖含0.3毫克之鉀，可於五至十分鐘內沉澱。若有0.5—1.0毫克之鉍存在，則亦與鉀生類似之沉澱。

9. 鐵，錫，及汞氧化狀態之測定

第 11 表

氧化狀態測定表

試樣與 H_2SO_4 煮沸，將所得溶液分為數份，依下法處理。(手續70)

加 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$	加 KSCN	加 HgCl_2	加 HCl	
藍色沉澱： $\text{Fe}_8[\text{Fe}(\text{CN})_6]_{12}$ 示亞鐵。	紅色： $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 示高鐵。	白色或灰色 沉澱： Hg_2Cl_2 或 Hg_0 示亞錫。	沉澱： Hg_2Cl_2 或 AgCl ，加 NH_4OH 黑色 沉澱： Hg 及 $\text{Hg}_{\text{NH}_2}^{\text{Cl}}$ 示亞汞。	濾液： HgCl_2 加 SnCl_2 ，白 色或灰色沉 澱： Hg 或 Hg_2Cl_2 示高汞。

手續70—鐵，錫，及汞氧化狀態之測定——如探出鐵，錫，或汞之存在，加 H_2SO_4 20 毫升於一小燒瓶內，煮沸；然

後加入 0.2 克試樣，如因體物質不溶解，將溶液煮至烈沸 2—3 分鐘，並將瓶口以表皿蓋上，混合物冷卻後，立刻作下列之試驗。如物質不完全溶解，須行濾過。

如已探出有鐵存在，將所得之溶液 3 毫升，加 $K_3Fe(CN)_6$ 3 毫升，若生藍色沉澱，示有亞鐵存在。另取 2 毫升，加 KSCN 試劑 3 毫升，形成紅色溶液，示有高鐵存在。

如探出有錫存在，取上項試液 3 毫升，加 $HgCl_2$ 試液 1 毫升，若生白色或灰色沉澱，示有亞錫存在。

如探出有汞存在，取上項試液 4 毫升，加 HCl 2 毫升，若生白色汞存，示有銀或亞汞存在。濾過，傾 NH_4OH 於漏斗上之沉澱，若沉澱變黑，示有亞汞存在，加 HCl 後所得之濾液，或含有高汞。將 $SnCl_2$ 試劑滴滴加入，待加至 2 毫升，若生白色或灰色沉澱（加過量之 $SnCl_2$ ），示有高汞存在。

註——試樣加入 H_2SO_4 前，先將 H_2SO_4 煮沸，以將其中之空氣驅出，否則將氫化亞鐵與亞錫。

第五章

陰離子之分析

1. 概論

所有之酸類，共有一相同之陽離子——氫 H^+ ，但其陰離子則彼此有別，故陰離子有時稱為酸根。此項陰離子或為一單獨原子所成，例如 Cl^- ， Br^- ， S^{2-} 等，或為一團之原子所成，例如 SO_4^{2-} ， NO_3^- ，及 $Fe(CN)_6^{3-}$ 等。陽離子與陰離子之分析，其異點係在分析陽離子時，大體先將各離子分離，然後作其特殊試驗，但分析陰離子時，其特殊試驗，常於數種陰離子存在時行之。

分析陰離子之初步，係依手續 100—101 以調製分析溶液。所得溶液，加入分組試劑，以將各組如下分離：

第一組——揮發性組——其陰離子經醋酸處理，則分解而得各種氣體，此項陰離子為：

次氯酸根， ClO^-	硫代硫酸根， $S_2O_3^{2-}$
硫根， S^{2-}	碳酸根， CO_3^{2-}

第二組—— $Ba(NO_3)_2$ — $Ca(NO_3)_2$ 組——所含陰離子，

在中和溶液中能與加入之 Ba^{++} 或 Ca^{++} 結成不能溶解之 Ba 鹽或 Ca 鹽, (此分組試劑, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 之含量比 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 較多,) 其離子如下:

硫酸根, SO_4^-	草酸根, C_2O_4^-
亞硫酸根, SO_3^-	磷酸根, PO_4^-
鉻酸根, CrO_4^-	砷酸根, AsO_4^-
氟根, F^-	亞砷酸根, AsO_3^-

第三組—— $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 組——所含之離子, 能與 Zn^{++} 結成不溶於鹼性溶液之 Zn 鹽, 此項離子如下:

氰根, CN^-	鐵氰根, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^-$
硼酸根, BO_3^-	亞鐵氰根, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{2-}$

第四組—— AgNO_3 組——所含之離子, 能與 Ag^+ 結成不溶於稀 HNO_3 之 Ag 鹽, 此項離子如下:

氯根, Cl^-	溴根, Br^-
碘根, I^-	硫代氰酸根, SCN^-

第五組——此組離子, 不因 HOAc 之處理而揮發, 及不被 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, 及 AgNO_3 等所沉澱。屬於此組之離子為:

高錳酸根, MnO_4^-	氯酸根, ClO_3^-
------------------------	-----------------------

亞硝酸根, NO_2^-

此外在分析第一組時,因已加入醋酸作試劑,又分析第二,三,四組時,加入硝酸鹽作分組劑,故須取原來試樣少許,以鑑定此二根。若試液在手續 101 用 HCl 處理,亦須取其原來試樣,以將氯根鑑定,此項鑑定手續,在特別試驗項下述之。

第 12 表

陰離子分析總表

含各種酸根之溶液,加 HOAc , 熱至 65°C . (手續110)				
$\text{Cl}_2, \text{H}_2\text{S}, \text{SO}_2, \text{及} \text{CO}_2$ 等氣體。 第一組 (手續 110-111)	溶液: 加 NH_4OH 中和, 及加 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 與 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 濾過。(手續120)			
	沉澱: $\text{SO}_4^{2-}, \text{SO}_3^{2-}, \text{CrO}_4^{2-}, \text{F}^-,$ $\text{AsO}_4^{3-}, \text{PO}_4^{3-},$ AsO_3^{3-} 之銀鹽 與鈣鹽。	濾液: 加 Na_2CO_3 及 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, 濾過。 (手續130)		
	第二組 (手續 121-128)	沉澱: $\text{CN}^-, \text{BO}_3^{3-},$ $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-},$ $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ 之 鉍鹽。 第三組 (手續 131-135)	濾液: 加 HNO_3 與 AgNO_3 (手續140)	
			沉澱: $\text{Cl}^-, \text{I}^-, \text{Br}^-,$ SCN^- 之銀 鹽。 第四組 (手續 141-143)	濾液: $\text{MnO}_4^-,$ $\text{NO}_2^-,$ ClO_3^- 。 第五組 (手續 151-153)

2. 陰離子試驗溶液之調製

手續100—液體試樣之處理——如試樣爲一溶液，取其10 毫升，置在已秤過重量之蒸發皿內，在湯鍋上蒸發使乾後，秤其重量（閱手續9），然後取相當1 克之溶液，依手續110 及其下各節處理之。

手續101—固體試樣之處理——(a) 溶於水。取試樣1 克，溶於20 毫升蒸餾水，所得溶液，從手續110起逐步處理。

(b) 溶於 HCl—如固體試樣不溶於水，取不溶於水之混合物，傾入手續110所預備之圓錐燒瓶內，然後依手續110—111 處理，但以 HCl 代替 H₂OAc，若仍不溶解，加鋅片0.2 克，然後從手續110 起，將之逐步處理。

(c) 碳酸鈉液—如固體試樣不溶於(a) 與(b)之處理，取其1 克，置於有柄蒸發皿內，加3N Na₂CO₃ 20 毫升，以表皿蓋上，徐徐煮沸5—10分鐘。加水補充失去之水份，免使混合物蒸發乾涸，濾過及洗滌，棄去渣滓，合併所有濾液，從手續110 起逐步將之分析，但將通入 Ba(OH)₂ 液之操作省略。

註1.—試樣經 Na₂CO₃ 或 HCl 處理後，須另取原來試樣，以試驗此項離子。

2. 以 Na₂CO₃ 處理之目的有二：(1) 溶於水之鹽類，除鈉，鉀，鉍，

及數種兩性物質外，所有陽離子被其沉澱；(2)多數不溶於水之化合物，與 Na_2CO_3 生質量效果 (Mass Effect)，其陰離子與鈉化合，而溶於溶液中，其陽離子則與碳酸根化合而沉澱，例如 PbSO_4 成溶解之 Na_2SO_4 與固體 PbCO_3 ， CaSO_4 成溶解之 Na_2SO_4 與固體 CaCO_3 。

3. 陰離子第一組之分析

第 13 表

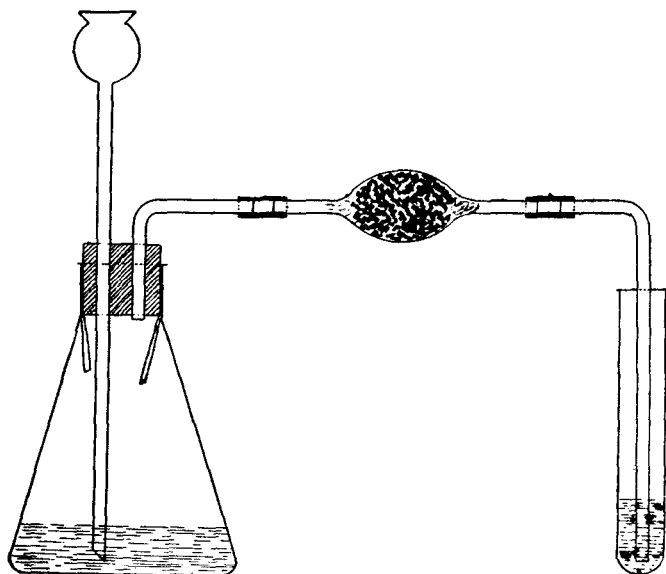
第一組分析表

加 6N HOAc 於試驗溶液內，使呈酸性反應，加熱至 65°C 。注意所生現象：

(手續 11!)

碘化物澱粉紙： 變藍： I_2 。 示有次氯酸根。 (ClO^-)	醋酸鉛紙： 變黑： PbS 。 示有硫根。 (S^-)	鉻酸鈉紙： 變綠： (同時有硫沉澱)。 示有硫代硫酸根。 ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$)	氫氧化鋇液： 白色沉澱： BaCO_3 。 示有碳酸根。 (CO_3^{2-})
---	---	--	--

手續 110—試驗第一組之準備工作——取一 100 毫升圓錐燒瓶，配一兩孔橡皮塞，其中一孔，插入漏斗管。另一孔插入 L 形導管，然後與 SO_2 吸收管連接，此管係以外徑 7 毫米之普通玻璃管，吹為直徑 15 毫米之球而成。置固體 KMnO_4 於球內，其兩端以玻璃絨將之封上，及加水一滴使濕。將導管引入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 液內，一如下圖所示：



第 2 圖 分析第一組之儀器裝置

手續 111—第一組之分析——取固體試樣 1 克（或以 Na_2CO_3 液處理後之試液 20 毫升）連同石蕊紙一片，共置於瓶內，然後取長條濾紙二片；一片以飽和鉻酸鉀液將之潮濕(1)，另一片以醋酸鉛將之潮濕(2)，連同碘澱粉試紙(3)，藉瓶塞將之懸吊瓶上，各試紙係隔相當之距離，從漏斗管加 6N HOAc 使之酸化後，再加入過量 3 毫升，振盪，及加熱於 65°C . 內歷二分鐘。

如固體試樣不溶解，以手續 101 將之處理，將所得溶液，再以本手續處理。

如有氣體發生：(1) 碘澱粉紙變藍，示有次氯酸根存在。(2) 醋酸鉛紙變黑並帶銀光，示有硫化物存在。(3) 鉻酸鈉紙變綠，同時有硫沉澱發生，示有硫代硫酸根存在。(4) 氫氧化鋇液生白色沉澱，示有碳酸根存在。

靜置冷卻後，如溶液生乳狀 S 沉澱，醋酸鉛紙同時變黑，鉻酸鉀紙變純綠色而不帶光輝之棕色，示有硫代硫酸根存在，以手續 162 作其證實試驗。

註 1. —— 如試液酸度極強，可省略本組之手續，直接從手續 20 起，將之逐步處理。

2. 本手續之反應如下：次氯酸物遇醋酸生氯氣，將碘澱粉中之碘排替而顯藍色，硫化物與醋酸生硫化氫，然後與醋酸鉛生光亮之黑色硫化鉛，碳酸物與醋酸生碳酸氣，然後與 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 生白色 BaCO_3 沉澱。硫代硫酸物與酸生 SO_2 ，遇鉻酸鉀生綠色之鉻鹽。

3. 靜置冷卻後，溶液生乳狀 S 沉澱，同時鉻酸鉀紙變成明晰之綠色，示有硫代硫酸物。

4. 靜置冷卻後，生乳狀 S 沉澱與醋酸鉛紙變黑，示有多硫化物存在。

5. 大量之亞硫酸物存在時，亦在酸液中分解 SO_2 ，使鉻酸鉀紙變綠，但溶液中無硫沉澱，且鉻酸鉀紙帶光亮之棕色。

6. 碘澱粉紙須臨時製備，法係將澱粉半克，加冷水少許調均，然後充入熱水 100 毫升，並加 KI 半克，攪拌均勻後，將濾紙浸入此液即成。

4. 陰離子第二組之沉澱與分析

第 14 表
第二組分析表

沉澱： BaSO_4 , CaF_2 , CaC_2O_4 , BaCrO_4 , BaSO_3 , $\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$, $\text{Ca}_3(\text{AsO}_3)_2$, Ca_3PO_4 。傾 2N 熱 HOAc 於濾器中。(手續 121)				
黃色渣滓： BaCrO_4 。 白色渣滓： BaSO_4 , CaF_2 , CaC_2O_4 。傾 3N HCl 於濾器中。		濾液： H_2SO_3 , H_3AsO_4 , H_3AsO_3 , H_3PO_4 。		
渣滓： BaSO_4 。 加 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 與使溫。 沉澱變黃色。 示有硫酸根。 (手續 122)	濾液：加 NH_4OH 使 之中和。	取一部份加 Br_2 水 煮沸， 白色沉 澱： BaSO_4 。 示有亞 硫酸根。 (手續 125)	如檢得 SO_3^{2-} ，將所剩濾液煮沸 以逐去 SO_2 ，然後照下法處理。	
	黃色沉澱： BaCrO_4 。 白色沉澱： CaF_2 , CaCrO_4 。分爲二份。	取濾液 一小部 分，加 KMnO_4 消色。示 有亞砷 酸根。 (手續 126)	取濾液 一小部 分，加 CCl_4 及 KI , CCl_4 層顯紫 色。 示有砷 酸根。 (手續 127)	取其餘濾液加 NH_4OH 及硝酸 鎂鉍，濾過，棄去 濾液，溶解沉澱 於 HCl ，蒸乾及 煨燒以將砷酸驅 出，溶渣滓於 HNO_3 中，加 $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$, 黃色沉澱： $(\text{NH}_4)_3\text{H}_4$ $[\text{P}(\text{Mo}_2\text{O}_7)_6]$ 示有磷酸根。 (手續 128)
	取一份加 SiO_2 與 H_2SO_4 共熱生 SiF_2 氣，與 水反應生 H_2SiO_3 。 示有氟根。 (手續 123)	取一份溶 於 HNO_3 加 KMnO_4 蒸餾，所 生 CO_2 氣體，收 集於 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 。 沉澱： BaCO_3 。 示有草酸 根。 (手續 124)		

手續 120 — 第二組之沉澱——從手續 111 所得溶液，加 NH_4OH 使之恰中和，如有沉澱發生，濾過，及將之棄去，煮沸，加熱 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 與 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 混合液 (3:1) 以使第二組完全沉澱，保持沸騰歷二分鐘，沉澱下降後，濾過及將之洗滌，濾液以手續 130 處理，沉澱以手續 121 處理。

註1.——如試驗溶液含第一至第五組陽離子，未經 Na_2CO_3 處理，則於加 NH_4OH 中和時沉澱。

2. 加熱沸騰時不得過烈，其時間亦不得過長，否則一部分易氧化之化合物被氧化。

3. 本組離子，能與他種離子互相反應者有 (1) 砷酸根與亞硫酸根；(2) 砷酸根與碘根；(3) 鉻酸根與亞硫酸根；(4) 鉻酸根與硫根；(5) 亞硫酸根與氯酸根；(6) 鉻酸根與亞砷酸根。

手續 121 — 硫酸根，氟根，草酸根，及鉻酸根之分離；鉻酸根之鑑定——重覆傾入 2N 醋酸 10—15 毫升於手續 120 之濾器上，洗過，如渣滓係黃色，示有鉻酸根存在。將渣滓以手續 122 處理之，濾液以手續 125 處理之。

手續 122 — 硫酸根之鑑定——將手續 121 之濾器用 3N HCl 5—10 毫升處理，洗過，所得濾液以手續 123 處理。所得渣滓，移於試管內，加 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 1 毫升，加溫，若渣滓變黃色，示有硫酸根。

手續123—氟根之鑑定——將手續122之濾液加 NaOH 中和，濾過，洗過，棄去濾液，所得沉澱，分為二份，留一份以手續124處理，將草酸根鑑定。另一份渣滓則將之烘乾，用二三倍體積乾砂混合，放入乾試管內，加足量 95% H_2SO_4 ，使成稀漿，然後蓋上有孔塞，插入內濕外乾之玻璃管於塞孔，加熱二三分鐘，如玻璃管變濁，示有氟根。

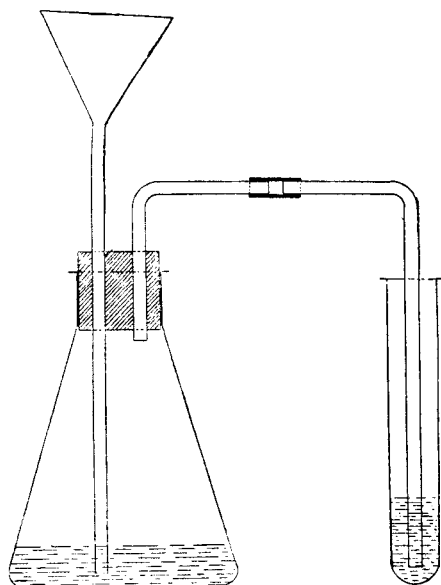
註1.— CaF_2 與 H_2SO_4 反應生 H_2F_2 ， H_2F_2 與 SiO_2 反應生氣體 SiF_4 ，此氣體與水接觸時生溶於水之 H_2SiF_6 ，及生不溶於水之 H_2SiO_3 ，故水變渾濁。

2. 須注意所用之試管與材料要十分乾燥，且須用濃 H_2SO_4 ，否則 SiF_4 於接觸玻璃管前已被分解。

手續124—草酸根之鑑定——將手續123所留之沉澱，以熱 HNO_3 5 毫升重覆傾注於濾器上將之溶解，將 HNO_3 溶液傾入如下圖（63頁）裝置之瓶內，從其安全管中傾入 0.2N $KMnO_4$ 5 毫升，煮沸瓶內之混合物2—3分鐘，將其氣體收集於 $Ba(OH)_2$ 中，如生白色沉澱，示有草酸根。

手續125—亞硫酸根之鑑定——取手續121所得濾液 2 毫升，加稍過量之溴水，煮沸以將溴逐出，如生白色沉澱示有亞硫酸根。

如檢出有亞硫酸根存在，將所餘濾液煮沸，以逐出 SO_2 。



第 3 圖 草酸根之鑑定

手續 126——亞砷酸根之鑑定——取手續 121 或 125 之溶液 2 毫升加水 5 毫升稀釋，加 0.01 N KMnO_4 數滴，如有亞砷酸根，紫色即消失。

手續 127——砷酸根之鑑定——取手續 121 或 125 之溶液 2 毫升，加 KI 1 毫升， HCl 5 毫升，及 CCl_4 1 毫升， CCl_4 層顯紫色，示有砷酸根。

手續 128——磷酸根之鑑定——將所剩溶液，置在蒸發皿

內，蒸發乾涸，然後煨燒以將砷酸根及鹵根逐出，加 HNO_3 5 毫升以將渣滓溶解，如濾液不清，濾過，加 $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ 5 毫升，熱至 $60^\circ-70^\circ$ ，約 5—10 分鐘後，如有黃色沉澱，示有磷酸根。

註1.——砷酸根亦與 $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ 生黃色沉澱，故煨燒以將之除去。鹵根則減少試磷酸根之靈敏度，故亦須將之逐出。

2.——混合物熱至 $60^\circ-70^\circ$ 時，可促進沉澱之形成。若加熱溫度過高，則試劑分解而成白色之 MoO_3 沉澱。

5. 陰陽子第三組之沉澱與分析

第 15 表

第三組分析表

沉澱： $\text{Zn}(\text{CN})_2$, $\text{Zn}_3(\text{BO}_3)_2$, $\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$, $\text{Zn}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]_0$
用醋酸處理。(手續131)

濾液： $\text{Zn}(\text{CN})_2$, $\text{Zn}_3(\text{BO}_3)_2$ 用 NH_4OH 與 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 處理，加 HCl 酸化。煮沸。
渣滓： $\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$, $\text{Zn}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]_0$ 用 NH_4OH 處理。

沉澱： ZnS_0 棄去。	濾液： NH_4SCN , $(\text{NH}_4)_3\text{BO}_3$ 。 照下法處理。	濾液：加 HCl 與 FeSO_4 ，顯藍色或藍沉澱： $\text{Fe}_3(\text{Fe}(\text{CN})_6)_3$ 。 顯鐵氰根。 (手續134)	渣滓： $\text{Zn}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]_0$ 。 加 HCl 及 FeCl_3 。 藍色渣滓： $\text{Fe}_4(\text{Fe}(\text{CN})_6)_3$ 。 顯亞鐵氰根。 (手續135)
	加 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ，顯紅色。 $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^-$ 示有氰根。 (手續132)	蒸發至乾，加 H_2SO_4 與 CH_3OH ，燃燒：火燄綠色。 示有硼酸根。 (手續133)	

手續130—第四組之沉澱——將手續 120 所得濾液加 3N Na_2CO_3 2.5 毫升，加過量 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 將此組完全沉澱，煮沸，濾過，用水洗滌，以將硝酸根除去。

手續131—氰根與硼酸根之分離——在濾器上傾入 3N HOAc 10—15 毫升，將沉澱處理後，用水洗滌，所得渣滓，以手續 134 處理，所得濾液，加 NH_4OH 使呈鹼性反應，加 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_x$ 5 毫升，攪拌，加 HNO_3 使之酸化，煮沸，濾過。棄去沉澱（硫化鋅），所得濾液以手續 132 及 133 處理，以將氰根及硼酸根鑑定。

註—— $(\text{NH}_4)_2\text{S}_x$ 與 $\text{Zn}(\text{CN})_2$ 反應生 ZnS 及 NH_4CN ， NH_4CN 於煮沸時被游離之硫變成 NH_4SCN 。

手續132—氰根之鑑定——取手續 131 所得濾液 5 毫升，加 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 1 毫升，如顯血紅色，示有氰根。

手續133—硼酸根之鑑定——將試氰根所得溶液置在蒸發皿內，加 NaOH 使呈鹼性反應，蒸發乾涸，加 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 3 毫升，及濃 H_2SO_4 3 毫升，將蒸發皿加溫，然後將其蒸氣燃著，如有硼酸根存在，火燄為綠色。

註1. — 硼酸溶液在蒸發前，須為鹼性，因其在酸液中成揮發性 H_3BO_3 。

2. 硼酸與酒精生成氣體 $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{BO}_3$ ，燃燒時有綠色。 Cu^{++} 及

Ba^{++} 燃燒時亦生綠色燄，如分析陽離子時，有此項離子存在，須事先加 Na_2CO_3 將之沉澱。氯根亦牽制此試驗，與酒精生成 C_2H_5Cl ，燃燒時亦生帶綠色之火燄。

手續134—鐵氰根之鑑定——傾 NH_4OH 5—10 毫升於手續131所得渣滓上，所得濾液，加 HCl 酸化，加入硫酸亞鐵，藍色沉澱，顯有鐵氰根。

手續135—亞鐵氰根之鑑定——將手續134所得渣滓用水洗滌後，加 $6N HCl$ 數滴於濾器上，然後加 $FeCl_3$ 數滴，如渣滓變藍色，示有亞鐵氰根。

6. 陰離子第四組之沉澱與分析

第 16 表

第四組分析表

沉澱：AgSCN, AgCl, AgI, AgBr。用熱水洗滌，及分爲二部份。
(手續 140)

<p>取沉澱一小部份，加 NaCl 煮沸，濾過，加 HCl, FeCl₃, CCl₄，於濾液中，如水層顯紅色，加 HgCl₂ 則顏色消失。 示有硫氰酸根。 (手續 141)</p>	<p>將其餘之沉澱，加濃硝酸煮沸，以將硫代氰酸分解，將渣滓濾過，洗滌，以氯化劑處理。(手續 142)</p>		
<p>濾液： 加 HNO₃ 酸化。 白色沉澱 AgCl。 示有氯根。 (手續 143)</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="526 710 705 1070"> <p>渣滓：AgI, AgBr。用氯化劑及 NH₄OH 處理，濾過。(手續 144)</p> <p>黃色渣滓：AgI。 加 H₂SO₄ 及 Zn, 煮沸，濾過，加 HNO₃, H₂O₂ 及 CCl₄。CCl₄ 層顯紫色。 示有碘根。 (手續 144)</p> </td> <td data-bbox="705 788 887 1111"> <p>濾液：加 HNO₃ 酸化，以使 AgBr 沉澱，濾過，加 H₂SO₄ 與 Zn 煮沸，加氯水及 CCl₄，CCl₄ 層生黃色或棕色。 示有溴根。 (手續 145)</p> </td> </tr> </table>	<p>渣滓：AgI, AgBr。用氯化劑及 NH₄OH 處理，濾過。(手續 144)</p> <p>黃色渣滓：AgI。 加 H₂SO₄ 及 Zn, 煮沸，濾過，加 HNO₃, H₂O₂ 及 CCl₄。CCl₄ 層顯紫色。 示有碘根。 (手續 144)</p>	<p>濾液：加 HNO₃ 酸化，以使 AgBr 沉澱，濾過，加 H₂SO₄ 與 Zn 煮沸，加氯水及 CCl₄，CCl₄ 層生黃色或棕色。 示有溴根。 (手續 145)</p>
<p>渣滓：AgI, AgBr。用氯化劑及 NH₄OH 處理，濾過。(手續 144)</p> <p>黃色渣滓：AgI。 加 H₂SO₄ 及 Zn, 煮沸，濾過，加 HNO₃, H₂O₂ 及 CCl₄。CCl₄ 層顯紫色。 示有碘根。 (手續 144)</p>	<p>濾液：加 HNO₃ 酸化，以使 AgBr 沉澱，濾過，加 H₂SO₄ 與 Zn 煮沸，加氯水及 CCl₄，CCl₄ 層生黃色或棕色。 示有溴根。 (手續 145)</p>		

手續 140—第四組之沉澱——將手續 130 所得濾液，加 HNO₃ 中和，然後加過量 2 毫升，加 AgNO₃ 5—8 毫升，振動五分鐘後，濾過，以熱水洗滌沉澱，所得濾液以手續 150 將之處理，所得沉澱分爲二份，將其中之小部份以手續 141 處理之，其中較大之部份以手續 143 處理之。

手續141—硫代氰酸根之鑑定——取手續140之沉澱少許置在小燒杯內，加2N NaCl 5—10毫升，煮沸二分鐘，濾過，棄去渣滓，所得濾液，加 CCl_4 5毫升，HCl 1毫升，及 FeCl_3 1毫升，如 CCl_4 層顯紫色或淡紅色同時水層顯棕色而非紅色，用分離漏斗或水濕濾紙將 CCl_4 層分離，繼續加 CCl_4 提取，及再加 FeCl_3 ，如水層紅色不消失，加 HgCl_2 1—2毫升則顏色消失，示有硫代氰酸根存在。

如鑑定有硫代氰酸根存在，將手續140得來沉澱之其餘部份以手續142處理之。

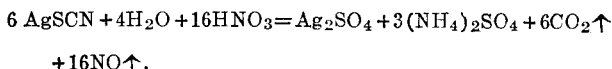
如無硫代氰酸根存在，將手續140得來沉澱之其餘部份以手續143處理之。

註——碘根氧化後生棕色之游離碘，故須加 CCl_4 處理。紅色 $\text{Fe}(\text{CNS})_6^{3-}$ 不溶於 CCl_4 。

手續142—硫代氰酸根之除去——將沉澱置在蒸發皿內，加濃 HNO_3 10毫升，徐徐煮沸三十分鐘，以玻璃表皿蓋於蒸發皿上，蒸發所失去之酸，加入硝酸將之補足，傾去上層溶液(棄去)。所得渣滓，加水 10 毫升稀釋，濾過，用水洗滌數次，將渣滓以手續143處理。

註1.——分析氮根前，須將硫代氰酸根除去，否則於試氮根時有一部份沉澱。

2. HNO_3 分解 AgSCN , 其反應式如下:

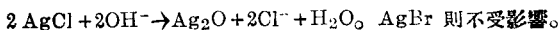


手續 143 — 氯根之分離與鑑定——移所得渣滓於蒸發皿內, 加氯化劑 15 毫升, 攪拌數分鐘後, 濾過, 用熱水將沉澱洗滌, 所得濾液, 加 HNO_3 酸化, 白色沉澱, 示有氯根。

如只有微量之沉澱, 或因有少量溴根存在之故, 可將試管振盪及加溫, 使沉澱凝結, 濾過, 將沉澱於濾紙上用熱 0.1% NaOH 提取三次, 每次用 5 毫升, 加 6N HNO_3 酸化, 並加數滴 AgNO_3 , 如呈渾濁, 證實有氯根存在。

註1. — 氯化劑為—0.25M NH_4OH , 0.25M KNO_3 , 及 0.01M AgNO_3 之溶液, 氯化銀能溶於其中。

2. — AgCl 與熱 NaOH 之反應式如下:



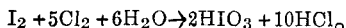
手續 144 — 碘根之分離與鑑定——移手續 143 氯化劑處理後之沉澱於蒸發皿內, 加氯化劑 10 毫升, 水 5 毫升, 及濃 NH_4OH 5 毫升, 如有不溶黃色渣滓, 濾過, 以 NH_4OH (1:1) 洗滌, 濾液留作手續 145 鑑定溴根之用, 移渣滓於蒸發皿中, 加鋅粉少許, 及稀 H_2SO_4 5—10 毫升, 用表皿蓋上, 歷數分鐘後, 濾過, 傾濾液於試管內, 加濃 HNO_3 1 毫

升, H_2O_2 3 毫升, 及 CCl_4 1 毫升, 盪動後, 若 CCl_4 層顯紫色, 示有碘根。

註: 鋅粉與 AgI 之反應如下: $2\text{AgI} + \text{Zn} = \text{Zn}^{++} + 2\text{I}^- + 2\text{Ag}$ 。

手續145—溴根之鑑定——加 HNO_3 於手續 144 之濾液中酸化以使 AgBr 沉澱, 濾過, 移沉澱於蒸發皿內, 加金屬鋅少許, H_2SO_4 5 毫升, 歷數分鐘後, 移濾液於試管內, 加 CCl_4 1 毫升, 及過量氯水, 振盪後, 如 CCl_4 層顯棕色, 示有溴根。

註——過量 Cl_2 能將 I_2 氧化為碘酸, HIO_3 , 則不在 CCl_4 顯紫色, 其反應如下:



7. 陰離子第五組之處理與分析

第 17 表

第五組分析表

含 MnO_4^- , NO_2^- , NO_3^- , ClO_3^- 之鈉鹽溶液, 加 NH_4OH 使之中和, 加 Na_2SO_4 液, 濾過, 蒸發至 20 毫升, 及依下述手續處理。(手續 150)

沉澱: BaSO_4 , CaSO_4 等, 將之 棄去。	試 MnO_4^- . 如溶液紫色, 及 加草酸銨可將其 色漂白, 示有高 錳酸根。 (手續 151)	試 NO_2^- . 加硫脲與硝酸鐵, 生 N_2 與紅色 $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$, 示有亞硝酸根。 (手續 152)	試 ClO_3^- . 加 AgNO_3 及 NaNO_2 , 白色沉 澱: AgCl , 示有氯酸根。 (手續 153)
---	---	--	--

手續150—第五組溶液之處理——從第四組所得濾液，加 NH_4OH 使之中和，加 Na_2SO_4 液使之沉澱完畢，濾過，將沉澱棄去，所得濾液，蒸發至 20 毫升後，依下述之手續處理。

註——本組離子，高錳酸根及亞硝酸根，不能同時存在，因其發生下列之反應： $2\text{MnO}_4^- + 5\text{HNO}_2 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{++} + 5\text{HNO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。氯根亦不能與亞硝酸根同時存在於試液中，因亞硝酸根與氯酸根生氯根與硝酸根，氯根則在第四組已沉澱。

手續151—高錳酸根之鑑定——如手續 150 之溶液顯紫色，取其 5 毫升，加 HCl 使之酸化，加草酸鉍液，如紫色被漂白，示有高錳酸根。

手續152—亞硝酸根之鑑定——取手續 150 之濾液 5 毫升，加 HOAc 1 毫升，及加 10% $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ 1 毫升，靜置五分鐘後，如有氣泡發生，示有亞硝酸根，加 HCl 1 毫升，及 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 1 毫升，溶液顯血紅色，為亞硝酸根之確證。

註——亞硝酸與硫脲之反應如下： $\text{CS}(\text{NH}_2)_2 + \text{HONO} = \text{N}_2 + \text{HSCN} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

手續153—氯酸根之鑑定——將手續 150 所剩溶液，加 HNO_3 使之酸化，加 AgNO_3 數滴，3N NaNO_2 溶液 5—20 滴，如有白色沉澱，示有氯酸根。

註——氯酸鹽被 HNO_2 還元而成氯根，此反應雖在冷卻時亦極快。 NaNO_2 可產生 AgNO_2 沉澱。但在振盪混合物時即可溶解。加 NaNO_2 前，先加 AgNO_3 係證實鹵根已除淨。

8. 特別試驗

手續161—硝酸根之鑑定——取原來試液 5 毫升，加醋酸鉍與飽和醋酸銀，以使各組沉澱，煮沸，濾過，棄去沉澱。濾液用醋酸使之酸化後，加入 3N NaNO_2 液 5—10 滴，及 NH_4Cl 0.5 克。蒸發至乾，用水 3 毫升溶解，再用 NH_4Cl 處理一次，所得濾液，置入試管，將試管略側，沿管壁徐徐加入二苯胺 2 毫升，二液體相接處，若現深藍色圈，示硝酸根存在。

註—— MnO_4^- 與 ClO_3^- 均能與二苯胺試劑反應成藍色圈，如在此處用 HNO_2 將其還元。 NH_4Cl 與 HNO_2 反應成 NH_4NO_2 ，加熱則 NH_4NO_2 分解為 N_2 及 H_2O 。

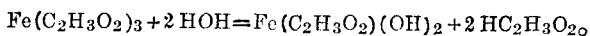
手續162—硫代硫酸根之證實——分析第一組時，如疑有硫代硫酸根存在，須行證實試驗，因硫根與某種氧化劑同時存在時，亦有硫在第一組沉澱。硫根與亞硫酸根亦互相反應而在第一組生硫之沉澱。若分析第一組已探出有硫根存在，第二組探出有亞硫酸根存在時，取原來鹼性試驗溶液數

毫升，加 $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，待至無黃色沉澱生成爲止，濾過，加氯化鉍溶液於濾液中，以將全部沉澱，濾過，加水 20 毫升稀釋，及鹼性高錳酸鉀液 (0.05% KMnO_4 及 0.1% NaOH) 1 毫升。如溶液于四秒鐘內先顯藍綠色繼變爲綠黃色，示有硫代硫酸根存在。

註——所加 $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 係將硫根沉澱，氯化鉍係將過量之氫氧基與亞硫酸沉澱。觀察溶液之色時，係向試管上下直看。

手續 163—醋酸根之鑑定——取原來試液 2 毫升，加 HCl 或 NaOH 使之中和，然後加略過量 HCl 一二滴，使之呈酸性反應，加硝酸鉛，待至沉澱淨盡，濾過，蒸發乾涸，並煨燒以驅出過量之 HCl ，加氯化鐵液 1 毫升，若顯紅棕色，示有醋酸根。加水 25 毫升，煮沸歷二分鐘，則現淺棕色沉澱。

註——醋酸根與氯化鐵生不電離之 $\text{Fe}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_3$ ，其溶液爲紅色，稀釋與煮沸，則依下方程式而分解：



手續 164—氯根之鑑定——取不溶於水之原來固體試樣少許，以手續 101 (c) 處理之。所得濾液，加醋酸使之酸化，加 PbO_2 及煮沸，將碘及溴全部逐出 (試驗)，其溶液須爲無色，濾過，用 AgNO_3 試驗氯根。

附 錄

1. 第 18 表 陽 離 子 反 應 表 第 一 組

	Sn ⁺⁺	Sn ⁺⁺⁺	Sb ⁺⁺⁺	Sb ⁺⁺⁺⁺
KOH	生 Sn(OH) ₂ , 白色, 溶於過量 KOH → Na ₂ SnO ₂ ; 溶於 HCl; 蒸發溶液, 則 SnO 沉澱。	生 Sn(OH) ₄ , 白色, 溶於過量; 乾燥後變為 H ₂ SnO ₂ 。	生 Sb(OH) ₃ , 白色, 溶於過量; → NaSbO ₂ ; 溶於濃 HCl 熱液, 酒石酸, 及酒石酸化物。	生 Sb(OH) ₅ , 白色, 溶於過量 → KSbO ₃ 。
NaOH	與 KOH 同。	與 KOH 同。	與 KOH 同。	與 KOH 同。
NH ₄ OH	生 Sn(OH) ₂ , 白色, 一部份溶於過量; 溶於 HCl, 過量酒石酸阻止其沉澱。	生 Sn(OH) ₄ , 白色, 不溶於過量。	生 Sb(OH) ₃ , 不溶於過量。	生 NH ₄ SbO ₃ , 白色, 一部份溶於過量。
Na ₂ CO ₃	生 Sn(OH) ₂ , 白色, 一部份溶於過量; 溶於 HCl; 過量酒石酸阻止其沉澱。	生 Sn(OH) ₄ , 白色, 溶於過量; K ₂ CO ₃ , 不溶於過量 Na ₂ CO ₃ 。	生 Sb(OH) ₃ , 白色, 溶於過量熱液。	生 Sb(OH) ₅ , 白色。
NaHCO ₃	生 Sn(OH) ₂ , 白色。	生 Sn(OH) ₄ , 白色。	生 Sb(OH) ₃ , 白色。	.....
(NH ₄) ₂ CO ₃	生 Sn(OH) ₂ , 白色。	生 Sn(OH) ₄ , 白色, 稍溶於過量。	生 Sb(OH) ₃ , 白色。	生 Sb(OH) ₅ , 白色。
HCl	無沉澱。	在稀溶液水解而成 Sn(OH) ₂ 。	生 SbOCl, 白色, 於多量之 H ₂ C 與無游離之酸時發生, 溶於酒石酸。	生 SbO ₂ Cl, 白色, 於無游離之酸存在時稀釋而生, 有酒石酸存在不生沉澱。
Na ₂ HPO ₄	生 5SnO·4P ₂ O ₅ ·4H ₂ O, 白色, 溶於酸類及鹼類。	生 2SnO ₂ ·P ₂ O ₅ ·10H ₂ O, 白色, 不溶於 HNO ₃。	.....	.....

第一組 (續)

	Sn ⁺⁺	Sn ⁺⁺⁺	Sb ⁺⁺⁺	Sb ⁺⁺⁺⁺
H ₂ S	生 SnS, 棕色, 不溶 < 3% HCl; 難溶於 (NH ₄) ₂ S, NH ₄ OH, 及 (NH ₄) ₂ CO ₃ ; 溶於濃 HCl, 熱 (NH ₄) ₂ Sx, KOH。有過量草酸存在時不生沉澱。	生 SnS ₂ , 黃色, 不溶於 < 3% HCl, 溶於濃 HCl, (NH ₄) ₂ S, (NH ₄) ₂ Sx, 及 KOH。有草酸存在時不生沉澱。	生 Sb ₂ S ₃ , 紅色, 在稀酸溶液中沉澱; 溶於濃 HCl, (NH ₄) ₂ S, (NH ₄) ₂ Sx, 及鹼類。	生 Sb ₂ S ₅ , 紅色, 不溶於稀酸溶液, 溶於濃酸類, (NH ₄) ₂ S, (NH ₄) ₂ Sx, 及鹼類。
KCN	.....	.....	Sb(OH) ₃ , 白色。	Sb(OH) ₅ , 白色。
K ₂ CrO ₄	生 SnCrO ₄ , 黃色, 溶於稀酸。	.....	.....	.....
KI	無沉澱。	生 SnI ₄ , 紅色, 被 H ₂ O 水解; 不溶於 H ₂ SO ₄ 。	生 SbI ₃ , 被 H ₂ O 水解。	I ₂ 在 HCl 溶液中分解。Sbv → Sb ^{III} 。
SnCl ₂	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
H ₂ SO ₄	在濃 H ₂ SO ₄ 無沉澱; 在其稀液生 Sn(OH) ₂ 。	生 Sn(OH) ₄ , 白色, 於稀 H ₂ SO ₄ 液水解而沉澱; 與 Na ₂ SO ₄ 煮沸亦生 Sn(OH) ₂ 沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
Na ₂ SO ₃	無沉澱。	還元 Sn ⁺⁺⁺⁺ → Sn ⁺⁺ , 除因水解生 Sn(OH) ₂ 外, 不生沉澱。	生 Sb(OH) ₃ , 白色。	Sbv → Sb ^{III} 。
Na ₂ SiF ₆	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄	生 Sn(OH) ₂ , 白色, 溶於過量; 草酸沉澱之為 SnC ₂ O ₄ , 白色, 溶於鉍鹽。	生 Sn(OH) ₄ , 白色, 稍溶於過量。	生 Sb(OH) ₃ , 白色。	稀釋後相同。
CuSO ₄	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。

第一組 (續)

	Sn ⁺⁺	Sn ⁺⁺⁺⁺	Sb ⁺⁺⁺	Sb ⁺⁺⁺⁺⁺
K ₃ Fe(CN) ₆	無其他之還元劑存在時，與FeCl ₃ 沉澱爲Fe ₄ [Fe(CN) ₆] ₃ O	.....	.....	.....
K ₄ Fe(CN) ₆	生Sn ₂ Fe(CN) ₆ ，白色，凝乳狀；不溶於鹼類，稍溶於NH ₄ OH。	生[Fe(CN) ₆] ₂ ·18H ₂ O；在酸性溶液無沉澱。	生Sb ₄ [Fe(CN) ₆] ₃ ·25H ₂ O。	.....
AgNO ₃	無沉澱。	無沉澱。	.....	生AgSbO ₃ ，白色，溶於NH ₄ OH。
硝酸鎂銨	與NH ₄ OH同。	與NH ₄ OH同。	與NH ₄ OH同。	與NH ₄ OH同。
(NH ₄) ₂ MoO ₄	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
HgCl ₂	生Hg ₂ Cl ₂ + Hg ⁰ ，白色或灰色，Sn ^{II} → Sn ^{IV} ，Hg ^{II} → Hg ₁ + Hg ⁰ ，此係特殊試驗。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
(NH ₄) ₂ S	生SnS，棕色，閱H ₂ S。	生SnS ₂ ，黃色，溶於過量；爲酸沉澱。閱H ₂ S。	生Sb ₂ S ₃ ，紅色，閱H ₂ S。	生Sb ₂ S ₅ ，紅色，溶於過量；溶於KOH，及(NH ₄) ₂ Sx。
Na ₂ S ₂ O ₃	.....	.....	生Sb ₂ S ₃ ，紅色，在酸性溶液沉澱。閱H ₂ S。	生Sb ₂ S ₅ ，紅色；在酸性溶液沉澱。閱H ₂ S。
硼砂球試驗	無特殊試驗。	無特殊試驗。	無特殊試驗。	無特殊試驗。

陽離子反應表

第二組

	Ag ⁺	Pb ⁺⁺
KOH	生 Ag ₂ O, 棕色, 溶於 HNO ₃ 及 NH ₄ OH。	生 Pb(OH) ₂ , 溶於過量。
NaOH	與 KOH 同。	與 KOH 同。
NH ₄ OH	生 AgOH → Ag ₂ O, 溶於過量 → [Ag(NH ₃) ₂] ⁺	生 Pb(OH) ₂ , 不溶於過量, 在醋酸化物液不立刻沉澱。
Na ₂ CO ₃	生 Ag ₂ CO ₃ , 白色, → 黃色 → Ag ₂ O, 在煮沸時生成; 溶於 HNO ₃ , NH ₄ OH。	生 2 PbCO ₃ . Pb(OH) ₂ , 白色, 煮沸時稍溶於過量 Na ₂ CO ₃ ; 不溶於 KCN; 溶於 HNO ₃ 。
NaHCO ₃	.....	於煮沸時生 PbCO ₃ 。
(NH ₄) ₂ CO ₃	生 Ag ₂ CO ₃ , 白色, 溶於過量; 溶於 HNO ₃ , 及 NH ₄ OH。	與 Na ₂ CO ₃ 同。
HCl	生 AgCl, 白色, 溶於 NH ₄ OH → Ag(NH ₃) ₂ Cl; 溶於 KCN → KAg(CN) ₂ ; 溶於 Na ₂ S ₂ O ₃ 。	生 PbCl ₂ , 白色, 不溶於稀 HCl, 稍溶於熱水。NH ₄ OH 變之為 Pb(OH)Cl, 不溶解。
H ₂ S	生 Ag ₂ S, 黑色, 溶於熱 HNO ₃ , 不溶於冷酸稀液, 鹼類氫氧化物, 及鹼類硫化物。	生 PbS, 黑色, 在稀酸溶液生成, 不溶於稀酸, 及鹼類硫化物; 溶於熱 HNO ₃ 。
Na ₂ HPO ₄	生 Ag ₃ PO ₄ , 黃色, 溶於 HNO ₃ , NH ₄ OH。	生 Pb ₃ (PO ₄) ₂ , 白色, 不溶於 HC ₂ H ₃ O ₂ ; 溶於 HNO ₃ , NaOH, KOH。
KCN	生 AgCN, 白色, 溶於過量 → KAg(CN) ₂ 。	生 Pb(CN) ₂ , 白色, 不溶於過量; 溶於稀 HNO ₃ , NaOH。
K ₂ CrO ₄	生 Ag ₂ CrO ₄ , 紅棕色, 溶於 NH ₄ OH 及 HNO ₃ 。	生 PbCrO ₄ , 黃色, 不溶於 NH ₄ OH 及 HC ₂ H ₃ O ₂ ; 難溶於 HNO ₃ ; 溶於 NaOH。
K ₂ Cr ₂ O ₇	生 Ag ₂ Cr ₂ O ₇ , 稍溶於水; 溶於 NH ₄ OH, HNO ₃ 。	與稀 K ₂ CrO ₄ 同。

第二組 (續)

	Ag ⁺	Pb ⁺⁺
KI	生 AgI, 黃色, 不溶於氫氧化銨溶於 KCN, Na ₂ S ₂ O ₃ 。	生 PbI ₂ , 黃色, 溶於過量, 稀時沉澱。
SnCl ₂	生 AgCl, 閱 HCl。	生 PbCl ₂ , 閱 HCl。
H ₂ SO ₄	生 Ag ₂ SO ₄ , 白色, 稍溶於 H ₂ O, HNO ₃ 。	生 PbSO ₄ , 白色, 不溶於稀 H ₂ SO ₄ 及 50% 酒精; 稍溶於 HNO ₃ ; 溶於 NaOH 及濃 NH ₄ C ₂ H ₃ O ₂ 。
Na ₂ SO ₃	生 Ag ₂ SO ₃ , 白色, 稍溶於 H ₂ O; 溶於 HNO ₃ 及 NH ₄ OH。	生 PbSO ₃ , 白色, 被酸分解。
H ₂ SiF ₆	無沉澱。	無沉澱。
CuSO ₄	無沉澱。	無沉澱。
K ₃ Fe(CN) ₆	生 Ag ₃ Fe(CN) ₆ , 溶於 NH ₄ OH 及熱 NH ₄ CO ₃ , 不溶於其他銨鹽。	生 Pb ₃ [Fe(CN) ₆] ₂ , 稍溶於水 (煮沸)。
K ₄ Fe(CN) ₆	生 Ag ₄ Fe(CN) ₆ , 白色, 不溶於 NH ₄ OH 及 HNO ₃ ; 溶於 KCN。	生 Pb ₂ Fe(CN) ₆ , 白色, 不溶於酸類, NH ₄ OH。
AgNO ₃	無沉澱。	無沉澱。
硝酸鎂銨	生 AgCl, 白色。	生 PbCl ₂ , 白色。
(NH ₄) ₂ MoO ₄	無沉澱。	無沉澱。
HgCl ₂	生 AgCl, 白色。	生 PbCl, 白色。
(NH ₄) ₂ S	生 Ag ₂ S, 黑色。	生 PbS, 黑色。
BaCO ₃	生 Ag ₂ CO ₃ , 白色, 溶於 HNO ₃ , NH ₄ OH。	生 PbCO ₃ , 白色, 溶於 HNO ₃ , NaOH。
Na ₂ S ₂ O ₃	生 Ag ₂ S ₂ O ₃ , 白色, 溶於過量, 煮沸 → Ag ₂ S, 黑色。	生 PbS ₂ O ₃ , 白色, 溶於過量, 煮沸 → PbS, 黑色。
NaC ₂ H ₃ O ₂	生 AgC ₂ H ₃ O ₂ , 白色, 只在其濃溶液生成。	.....
硼砂球	無特殊試驗。	無特殊試驗。

陽離子反應表

第三組

	Ca ⁺⁺	Sr ⁺⁺	Ba ⁺⁺
KOH	生Ca(OH) ₂ , 白色, 膠體, 煮沸則結晶, 稍溶於水, 溶於酸類。	生Sr(OH) ₂ , 白色, 膠體, 煮沸則結晶, 在水比Ca(OH) ₂ 較易溶解; 溶於酸類。	生Ba(OH) ₂ , 白色, 膠體; 煮沸則結晶; 在水比Sr(OH) ₂ 較易溶解; 溶於酸類。
NaOH	與KOH同。	與KOH同。	與KOH同。
NH ₄ OH	無CO ₂ 存在不生沉澱。	無CO ₂ 存在不生沉澱。	無CO ₂ 存在不生沉澱。
Na ₂ CO ₃	生CaCO ₃ 白色, 溶於酸類。	生SrCO ₃ , 白色, 溶於酸類; 在水比CaCO ₃ 較易溶解。	生BaCO ₃ , 白色, 溶於酸類; 在水比SrCO ₃ 較易溶解。
NaHCO ₃	無沉澱, 但煮沸→CaCO ₃ 。	無沉澱, 但煮沸→SrCO ₃ 。	無沉澱, 但煮沸→BaCO ₃ 。
(NH ₄) ₂ CO ₃	生CaCO ₃ , 白色, 溶於酸類。	生SrCO ₃ , 白色, 溶於酸類。	生BaCO ₃ , 白色, 溶於酸類。
HCl	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
H ₂ S	生CaS, 白色, 溶於酸類, 溶於H ₂ O→Ca(HS) ₂ 。	生SrS, 白色, 溶於酸; 溶於H ₂ O→Sr(HS) ₂ 。	生BaS, 白色, 溶於酸類; 溶於H ₂ O→Ba(HS) ₂ 。
Na ₂ HPO ₄	生CaHPO ₄ , 白色, 溶於酸類; 在NH ₄ OH→Ca ₃ (PO ₄) ₂ , 白色, 溶於酸類。	生SrHPO ₄ , 白色, 溶於酸類; 在NH ₄ OH→Sr ₃ (PO ₄) ₂ , 白色, 溶於酸類。	生BaHPO ₄ , 白色, 溶於酸類; 在NH ₄ OH→Ba ₃ (PO ₄) ₂ , 溶於酸類。
KCN	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
K ₂ CrO ₄	生CaCrO ₄ , 黃色, 在濃溶液生成; 有HC ₂ H ₃ O ₄ 存在時, 無沉澱發生。	生SrCrO ₄ , 黃色, 在濃溶液生成; 有HC ₂ H ₃ O ₄ 存在時, 無沉澱發生。	生BaCrO ₄ , 黃色, 稍溶於醋酸; 溶於酸類; 過量之NaC ₂ H ₃ O ₂ 存在時, 無沉澱發生。
K ₂ Cr ₂ O ₇	與K ₂ CrO ₄ 同。	與K ₂ CrO ₄ 同。	與K ₂ CrO ₄ 同。

第三組 (續)

	Ca ⁺⁺	Sr ⁺⁺	Ba ⁺⁺
KI	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
SnCl ₂	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
H ₂ SO ₄	生CaSO ₄ , 白色, 稍溶於水, 不溶於酒精。	生SrSO ₄ , 白色, 比鈣鹽較難溶於水。	生BaSO ₄ , 白色, 難溶於水及酒精。
Na ₂ SO ₃	無沉澱。	生SrCO ₃ , 白色, 稍溶於醋酸; 溶於HCl。	生BaSO ₃ , 白色, 稍溶於醋酸; 溶於HCl。
H ₂ SiF ₆	雖加酒精亦無沉澱。	生SrSiF ₆ , 只在熱而濃之溶液生成; 在冷而稀之溶液無沉澱。	生BaSiF ₆ , 晶體, 難溶於酒精, 稍溶於HCl, HNO ₃ , 及鹼液。
(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄	生CaC ₂ O ₄ , 白色, 溶於HCl, 難溶於HC ₂ H ₃ O ₂ 。	生SrC ₂ O ₄ , 白色, 溶於HCl; 在醋酸中比鈣鹽較易溶解。	生BaC ₂ O ₄ , 白色, 溶於HCl; 在醋酸中比鈣鹽較易溶解。
K ₃ Fe(CN) ₆	無沉澱。		無沉澱。
K ₄ Fe(CN) ₆	生CaK ₂ Fe(CN) ₆ ·3H ₂ O, 白色, 膠體; 不溶於過量。	無沉澱。	生BaK ₂ Fe(CN) ₆ ·3H ₂ O, 白色, 晶體; 比鈣鹽較易溶解; 在稀溶液無沉澱。
AgNO ₃	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
硝酸鎂銨	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
(NH ₄) ₂ MoO ₄	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
HgCl ₂	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
(NH ₄) ₂ S	與H ₂ S同。	與H ₂ S同。	與H ₂ S同。
NaC ₂ H ₃ O ₂	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
硼砂球	無特殊試驗。	無特殊試驗。	無特殊試驗。
火燄試驗	黃紅色。	鮮紅色。	黃綠色。

陽離子反應表
第四組

	Cr ⁺⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	Mg ⁺⁺	Fe ⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺	Mn ⁺⁺	Bi ⁺⁺⁺	
KOH	生 Cr(OH) ₃ ，綠色，溶於過熱液；但不溶於熱液；溶於鹼類，有機酸阻止其沉澱。	生 Al(OH) ₃ ，白色，膠體，溶於過量 → NaAlO ₂ 。	生 Mg(OH) ₂ ，白色，于較濃及 NH ₄ OH 存在時生成。	生 Fe(OH) ₂ ，白色，在空氣中 → Fe(OH) ₃ ；溶於鹼類；不溶於鹼類。	生 Fe(OH) ₃ ，紅棕色，溶于過量；有機酸類，有機化鹵物阻止其沉澱。	生 Mn(OH) ₂ ，白色，在空氣中 → Mn ₂ O ₃ ；棕色，有機化鹵物阻止其沉澱；其沉澱性有礙；部份溶于 NH ₄ OH；溶于酸。	生 Bi(OH) ₃ ，白色，不溶於稀過量，溶於稀鹼。	
NaOH	閱 KOH。	閱 KOH。	閱 KOH。	閱 KOH。	閱 KOH。	閱 KOH。	閱 KOH。	
NH ₄ OH	生 Cr(OH) ₃ ，綠色，不溶於過熱液；在冷時稍溶；溶于鹼及冷 KOH；有機酸阻止其沉澱。	生 Al(OH) ₃ ，白色，膠體，稍溶于過量；溶于熱液；KOH 存在時不溶解；有 NH ₄ Cl 存在時，不溶解；有 NH ₄ Cl 存在時，不溶解；有 NH ₄ Cl 存在時，不溶解；有 NH ₄ Cl 存在時，不溶解。	無沉澱。	生 Fe(OH) ₂ ，白色，在空氣中 → Fe(OH) ₃ ；無空氣存在時，過量鹼鹽阻止其沉澱。	生 Fe(OH) ₃ ，閱 KOH。	生 Mn(OH) ₂ ，白色，在空氣中 → Mn ₂ O ₃ ；部份溶于酸，有機酸阻止其沉澱。	生 Bi(OH) ₃ ，白色，不溶於稀過量，溶於稀鹼。	
NaHCO ₃		生 Al(OH) ₃ ，只於煮沸時生成。	生 MgCO ₃ ，白色，在沸液生成。	生 FeCO ₃ ，白色，在空氣中煮沸 → Fe(OH) ₃ 。	生 Fe(OH) ₃ ，煮沸時生成。		生 Bi(OH)CO ₃ ，白色，水解而成。	

第四組 (續)

	Cr ⁺⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	Mg ⁺⁺	Fe ⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺	Mn ⁺⁺	Bi ⁺⁺⁺
Na ₂ CO ₃	生 Cr(OH) ₃ , 綠色, 有機酸阻止其沉澱。	生 Al(OH) ₃ , 白色, 膠體, 於酸, KOH, 酒石酸, 檸檬酸, 及糖等存在時無沉澱。稍溶於過量。	生 MgCO ₃ , 白色, 水解後稍溶, 及糖等存在時無沉澱。	生 FeCO ₃ , 白色, 在空氣中 → Fe(OH) ₃ , 溶于酸。	生 Fe ₂ (CO ₃) ₃ , 棕色, 煮沸 → Fe(OH) ₃ 。	生 MnCO ₃ , 白色, 在空氣中 → MnO ₂ ; 有機酸阻止其沉澱。	生 Bi(OH)CO ₃ , 白色, 不溶于過量; 不溶于 KCN。
(NH ₄) ₂ CO ₃	無沉澱。	生 Al(OH) ₃ CO ₃ , 白色。	生 Mg ₄ (CO ₃) ₂ (OH) ₂ , 白色, 於煮沸逐出鎂後生成。煮沸時稍溶於水; 不溶于酒精。	生 FeCO ₃ , 白色。	生 Fe(OH)CO ₃ , 紅棕色, 稍溶於過量。	生 MnCO ₃ , 白色。	生 Bi(OH) ₃ , 白色, 不溶于過量; 不溶于 KCN。
HCl	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	生 BiOCl, 白色, 由多量之 H ₂ O 水解而成。
H ₂ S	無沉澱。	無沉澱。	生 MgS, 白色, 溶于酸; 被 H ₂ O 水解而成 Mg(HS) ₂ 。	生 FeS, 黑色, 在酸液生成, 被 Na ₂ C ₂ O ₄ 助之沉澱。	生 Fe ₂ S ₃ , 黑色, 溶于酸而成亞鐵鹽。	生 MnS, 肉色, 不溶于 NH ₄ OH, (NH ₄) ₂ S。	生 Bi ₂ S ₃ , 棕色, 不溶于稀性溶液; 溶于 (NH ₄) ₂ S; 溶于稀 HNO ₃ 。

Na_2HPO_4	生 CrPO_4 ，綠，及色，溶于酸，及大過量之50% H_2O ；煮沸則沉澱；稀溶于 $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ 液。	生 AlPO_4 ，白色，溶于酸，及 NaOH ；不溶于鹼，及 $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ 。	生 $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ ，白色，在空氣中變藍；溶于酸，不溶于 NH_4OH 。	生 FePO_4 ，淺黃色，於中和溶液，或略帶酸性之醋酸液生成；不溶于醋酸；溶于 HCl ；為 KOH 分解。	生 FePO_4 ，淺白色，溶于酸；及 NH_4OH 存在時， Mn 聯生 MnNH_4PO_4 。	生 BiPO_4 ，白色，不溶于 HNO_3 ；稍溶于 HCl 。
KCN	生 $\text{Cr}(\text{CN})_3$ ，綠色，溶于過量 \rightarrow $\text{K}_3\text{Cr}(\text{CN})_6$ 。	無沉澱。	生 $\text{Fe}(\text{CN})_2$ ，白色，溶于過量 \rightarrow $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ 。	生 $\text{Fe}(\text{CN})_3$ ，溶于過量而成 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 。	生 $\text{Mn}(\text{CN})_2$ ，棕色，溶于過量 \rightarrow 變褐色，及 $\text{KMn}(\text{CN})_3$ 沉澱。	生 $\text{Bi}(\text{OH})_3$ ，白色，由水解而成。
K_2CrO_4	無沉澱。	生 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CrO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 被水分解。	.....	.....	生 MnCrO_4 ，黃色，溶于 H_2SO_4 及 HNO_3 。	$(\text{BiO})_2\text{CrO}_4$ ，黃色，溶于 HNO_3 ；不溶于鹼。
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	無沉澱。	.....	.....	.....	.....	$(\text{BiO}_2)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ，黃色，溶于 HNO_3 ；不溶于鹼。
KI	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	在 HCl 溶液放出 I_2 。	無沉澱。	生 BiI_3 黑色，溶于過量，但稀釋後再沉澱。
Na_2SO_3	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	$\text{Fe}^{III} \rightarrow \text{Fe}^{II}$ 。	無沉澱。	無沉澱。

第四組 (續)

	Cr ⁺⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	Mg ⁺⁺	Fe ⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺	Mn ⁺⁺	Bi ⁺⁺⁺
SnCl ₂	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	Fe ⁺⁺⁺ → Fe ⁺⁺	無沉澱。	生 Bi ² O ₃ 黑色，在 KOH 液被 Na ₂ SnO ₂ 或 SnCl ₂ + KOH 而成。
H ₂ SO ₄	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	生 (BiO) ₂ SO ₄ 白色，於稀釋後生成，溶於酸。
H ₂ SiF ₆	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	生 MnC ₂ O ₄ ，淡紅色，稍溶於 H ₂ O。	(BiO) ₂ C ₂ O ₄ 白色，不溶於過量，溶於酸。
CuSO ₄	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
K ₃ Fe(CN) ₆	.....	.....	無沉澱。	生 Fe ₃ (Fe(CN) ₆) ₂ ，不溶於 HCl；為 KOH 分解。	無沉澱，但成無沉澱，呈棕色。	生 Mn ₃ [Fe(CN) ₆] ₂ 棕色，稍溶於 HCl，不溶於 NH ₄ OH；溶於沸騰之濃 HCl。	生 Bi[Fe(CN) ₆]，被沸騰 H ₂ O 分解。

$K_4Fe(CN)_6$	.....	生 $Al_4[Fe(CN)_6]_3$, 白色, 不在鹼液生成。	生 $Mg K_2 Fe(CN)_6$, 白色, 只在鹼液生成。	生 $K_2 Fe[Fe(CN)_6]$, 白色, 在無空氣時生成; 在空氣中 $\rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3$	生 $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$, 溶於稀 HCl ; 於 KOH 分解; 溶 NH_4OH , 及酒石酸化物, 存在時沉澱。	生 $Mn_2 Fe(CN)_6$, 紅至白色, 稍溶於 HCl ; 於	生 $Bi_4[Fe(CN)_6]_3$, 白色, 不溶於 HCl ; 秘驗分解。
$AgNO_3$	生 Ag_2CrO_4 , 紅色; 在 K_2CrO_4 液生成; 溶於 NH_4OH 。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
硝酸鈹	與 NH_4OH 同。	生 $Al(OH)_3$, 白色, 膠體。	無沉澱。	生 $Fe(OH)_2$, 與 NH_4OH 同。	生 $Fe(OH)_3$, 與 NH_4OH 同。	生 $Mn(OH)_2$, 與 NH_4OH 同。	生 $Bi(OH)_3$ 與 NH_4OH 同。
$(NH_4)_2MoO_4$	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
$HgCl_2$	生 $HgCrO_4$, 溶於 HCl , HNO_3 。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
$(NH_4)_2S$	生 $Cr(OH)_3$, 綠色沉澱, 水分解而成。	生 $Al(OH)_3$, 白色, 膠體。	無沉澱。	生 FeS , 黑色, 在鹼液生成; 在酸性溶液中 $\rightarrow FeSO_4$ 或 $Fe_2(SO_4)_3$	生 FeS , 黑色, 在鹼液生成; 在酸性溶液中 $\rightarrow Fe_2S_3$, 溶於 HCl 。	生 FeS , 在鹼液生成; 在酸性溶液中 $\rightarrow Fe_2S_3$, 溶於 HCl 。	生 Bi_2S_3 , 棕色, 不溶於 H_2S 。

第四組 (續)

	Cr ⁺⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	Mg ⁺⁺	Fe ⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺	Mn ⁺⁺	Bi ⁺⁺⁺
BaCO ₃	生 Cr(OH) ₃ , 綠色, 作用不 完畢。	生 Al(OH) ₃ , 在冷或熱時有 固體 BaCO ₃ 沉澱其中。	.....	生 FeCO ₃ , 白色, 只在熱溶 液生成, 冷卻 時無沉澱。	生 Fe(OH)CO ₃ , 紅棕色, 在冷 液生成。	生 MnCO ₃ , 白色, 只在熱溶 液生成; 冷時 無沉澱。	生 BiOCO ₃ , 白 色。
Na ₂ S ₂ O ₃	生 Cr(OH) ₃ , 綠色, 於沸騰 時生成。	生 Al(OH) ₃ , 白色, 在沸騰 溶液生成。	無沉澱。	無沉澱。	生暫時不安定 紫色。 Fe ^{III} → Fe ^{II}。	.....	生 Bi ₂ S ₃ , 黑 色, 在沸騰之 酸液生成。因 H ₂ S。
NaC ₂ H ₃ O ₂	生 Cr(OH) ₂ , 綠色, 於沸騰 時生成。	生 Al(OH) ₂ , 白色, 在沸騰溶 液生成。	無沉澱。	無沉澱。	生 Fe(OH) ₂ , 白色, 於 沸騰時生成; 不揮發有機酸 將之萃取。	無沉澱。	生 Bi(OH) ₃ , 白色, 在其弱 酸性過量溶液 生成。
硼砂 試驗	熱時黃綠色, 冷時翠綠色。	無特殊試驗。	無特殊試驗。	在氧化火酸中 生黃色; 在還 元火酸中生綠 色。	在氧化火酸中 生黃色; 在還 元火酸中生綠 色。	在熱時生紫紅 色, 冷時生紅 中無色; 在 K ₂ CO ₃ 中生 特殊之綠色。	無特殊試驗。

陽離子反應表
第五組

	Hg ⁺	Hg ⁺⁺	Cu ⁺⁺	Zn ⁺⁺	Co ⁺⁺	Ni ⁺⁺	Cd ⁺⁺
KOH	生Hg ₂ O, 溶解。	生Hg ₂ O, 黃色, 溶於過量K ₂ Hg ₂ O; 稍溶於酸。	生Cu(OH) ₂ , 藍色, 溶於大量CuO; 有機酸存在時無沉澱。及KON。	生Zn(OH) ₂ , 白色, 溶於過量ZnO; 有機酸存在時無沉澱。	生Co(OH) ₂ , 淡紅色或藍色; 過量Co(OH) ₂ 溶於NH ₄ ⁺ 氣中。	生Ni(OH) ₂ , 綠色, 不溶於過量NaOH; 不溶於NH ₄ ⁺ 氣中。	生Cd(OH) ₂ , 白色, 不溶於過量NaOH; 不溶於NH ₄ ⁺ 氣中。
NaOH	與KOH同。	.....	.....	與KOH同。	H ₂ O ₂ , Cl ₂ , Br ₂ 及NaOCl將KOH溶液中之Co(OH) ₂ 沉澱為Co(OH) ₃ 。但不在NH ₄ OH中沉澱。	.....	.....

第五組 (續)

	Hg ⁺	Hg ⁺⁺	Cu ⁺⁺	Zn ⁺⁺	Co ⁺⁺	Ni ⁺⁺	Cd ⁺⁺
KI	生 Hg ₂ I ₂ , 綠色, 稍溶於過量 NH ₄ OH; 溶於鹼 NH ₄ Cl。	生 HgI ₂ , 紅色, 稍溶於過量 K ₂ HgI ₄ 。	生 Cu ₂ I ₂ , 黃色, 放出 I ₂ , 其溶液有碘之顏色。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
SnCl ₂	生 Hg ₂ Cl ₂ , 灰色, 溶於酸。	生 HgCl ₂ , 白色, 於極濃 CuSO ₄ 液生成。	生 Cu ₂ Cl ₂ , 白色, 於極濃 CuSO ₄ 液生成。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
H ₂ SO ₄	生 Hg ₂ SO ₄ , 白色, 稍溶於水; 溶於 HNO ₃ 。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄				生 ZnC ₂ O ₄ , 白色, 溶於酸及 NH ₄ OH。	生 CoC ₂ O ₄ , 紅色, 溶於 HCl, NH ₄ OH。	生 NiC ₂ O ₄ , 綠色, 溶於 HCl, NH ₄ OH。	生 CdC ₂ O ₄ , 綠色, 溶於 HCl。
CuSO ₄	無沉澱。	.....	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
K ₃ Fe(CN) ₆	生 Hg ₃ Fe(CN) ₆。	.....	生 Cu ₃ [Fe(CN) ₆] ₃ , 溶於 NH ₄ OH, (NH ₄) ₂ CO ₃ ; 不溶於 HCl。	生 Zn ₃ [Fe(CN) ₆] ₂ , 棕色, 溶於 HCl; 存在 + 氯化銨 + NH ₄ OH 後 + NH ₄ OH 溶解而成棕色。	生 Co[Fe(CN) ₆] ₂ , 棕色, 不溶於 HCl; 存在 + 氯化銨 + NH ₄ OH 後 + NH ₄ OH 溶解而成棕色。	生 Ni ₃ [Fe(CN) ₆] ₂ , 黃色, 不溶於 HCl; 在氧化銨 + NH ₄ OH 溶解而成棕色。	.....
K ₄ Fe(CN) ₆	生 Hg ₄ Fe(CN) ₆ , 白色。	生 Hg ₂ Fe(CN) ₆ , 紅色, 白, 紅, 黃, 綠, 黑色。	生 Cu ₂ Fe(CN) ₆ , 紅色, 不溶於稀酸, 溶於 NH ₄ OH, KCN (極靈敏試驗)。	生 Zn ₂ Fe(CN) ₆ , 白色, 藍色 → K ₂ Zn ₃ [Fe(CN) ₆] ₂ , 不溶於 HCl, NH ₄ OH。	生 Co ₂ Fe(CN) ₆ , 綠色, 不溶於 HCl; 溶於 KCN, NH ₄ OH。	生 Ni ₂ Fe(CN) ₆ , 綠色, 不溶於 KCN, NH ₄ OH。	生 Cd ₂ Fe(CN) ₆ , 白色, 黃色, 溶於 HCl, NH ₄ OH, KCN; 不溶於 KI。

AgNO ₃	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
硝酸銻銨 (NH ₄) ₂ MoO ₄	生 Hg ₂ Cl ₂ , 白色。 無沉澱。	與 NH ₄ OH 同。 無沉澱。	與 NH ₄ OH 同。 無沉澱。	與 NH ₄ OH 同。 無沉澱。	與 NH ₄ OH 同。 無沉澱。	與 NH ₄ OH 同。 無沉澱。	與 NH ₄ OH 同。 無沉澱。
Na ₂ SO ₃	無沉澱。	Hg ⁺⁺ → Hg ⁺ 。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
H ₂ SiF ₆	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
HgCl ₂	生 Hg ₂ Cl ₂ , 白色。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
(NH ₄) ₂ S	生 Hg ₂ S, 黑色。 色。	生 HgS, 黑色, 閉 H ₂ S。	生 CuS, 閉 H ₂ S。	生 ZnS, 在中生 和或鹼性溶液中 中生成; 溶於 HCl, 不溶於 HC ₂ H ₃ O ₂ 。	生 ZnS, 黑色, 閉 H ₂ S。	生 NiS, 黑色, 生 不溶於過量; 通 常為膠態。	生 CdS, 黃色, 通 常為膠態。
BaCO ₃	生 Hg ₂ CO ₃ , 黃色, 溶於 HN ₃ O ₃ 。	生 HgO, Hg CO ₃ , 在冷溶 液為棕黃色。 閉 H ₂ S。	生 CuCO ₃ , 藍 色。	生 Zn(OH) ₂ , 藍 色。	生 Ni(OH) ₂ , 白 色, 只在熱 沸騰時生成; 時 時在冷液沉澱。 不在冷液沉澱。	生 Ni(OH) ₂ , 白 色, 只在熱 沸騰時生成; 時 時在冷液沉澱。 不在冷液沉澱。	生 CdCO ₃ , 白 色, 在冷溶液 全部起反應。
Na ₂ S ₂ O ₃	生 HgS + Hg, 黑色。	生 HgS, 白, 閉 H ₂ S。	生 CuS, 黑色, 在 沸騰溶液中生 成。閉 H ₂ S。	生 ZnS, 白色, 在 HC ₂ H ₃ O ₂ 中 液生成。閉 H ₂ S。	生 ZnS, 白色, 在 HC ₂ H ₃ O ₂ 中 液生成。閉 H ₂ S。	生 Ni(OH) ₂ , 白 色, 在冷溶液 全部起反應。	生 CdS, 黃色, 在 HC ₂ H ₃ O ₂ 中 或中和溶液中 生成; 在酸性 液無沉澱。
Na ₂ C ₂ H ₃ O ₂	無特殊試驗。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
硼砂球試驗	無特殊試驗。	無特殊試驗。	無特殊試驗。	無特殊試驗。	無特殊試驗。	無特殊試驗。	無特殊試驗。

熱時紫色, 冷時紅棕色; 在還元酸為灰色

陽離子反應表

第六組

	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺
NaOH	無反應。	無反應。	煮沸時放出NH ₃ 氣體；變紅色石蕊紙為藍色。
Na ₃ Co(NO ₂) ₆	生K ₃ Co(NO ₂) ₆ , 黃色；在中和溶液試驗。	無反應。	生(NH ₄) ₃ Co(NO ₂) ₆ , 黃色；在中和溶液試驗。
HClO ₄	生KClO ₄ , 白色, 難溶於酒精。	無反應。	無反應。
H ₂ SiF ₆	生K ₂ SiF ₆ , 白色, 稍溶於水。	生Na ₂ SiF ₆ , 白色, 在水稍溶解。	無沉澱。
K ₂ H ₂ Sb ₂ O ₇	無沉澱。	Na ₂ H ₂ Sb ₂ O ₇ , 白色, 在弱鹼溶液中生成。	無沉澱。
H ₂ C ₄ H ₄ O ₆	生KHC ₄ H ₄ O ₆ , 白色；稍溶於水。	無沉澱。	NH ₄ HC ₄ H ₄ O ₆ 白色；稍溶於水。
H ₂ PtCl ₆	生K ₂ PtCl ₆ , 黃色, 不溶於酒精；稍溶於水。	無沉澱。	(NH ₄) ₂ PtCl ₆ , 黃色, 不溶於酒精；稍溶於水。
火燄試驗	以鈷玻璃試驗：紫色。	黃色。	無反應。

第 19 表

陰 離 子 反 應 表

第 一 組

	ClO^-	S^-	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	CO_3^{2-}
BaCl_2	無沉澱。	無沉澱。	濃溶液生白色 BaS_2O_3 。	生 BaCO_3 , 白色, 溶於酸類。
CaCl_2	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	生 CaCO_3 , 白色。
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	無沉澱。	在中和溶液生白色 ZnS , 溶於酸。	無沉澱。	生白色沉澱溶於酸。
AgNO_3	生 AgClO , 白色。	生 Ag_2S , 黑色, 溶於熱 HNO_3 。	生 $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 白色, 溶於 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; 分解而成 H_2SO_4 及黑色 Ag_2S 。	生 Ag_2CO_3 , 白色, 溶於 HNO_3 。
$\text{Pb}(\text{OAc})_2$	生 $\text{Pb}(\text{ClO})_2$, 白色, 煮沸變橙色, 紅色, 及棕色。	生 PbS , 黑色, 溶於熱 HNO_3 。	生 PbS_2O_3 , 白色, 煮沸 \rightarrow 灰色, $\text{PbS} + \text{PbSO}_4$ 。	生 PbCO_3 , 白色, 溶於 HNO_3 。
特殊反應	$\text{MnSO}_4 \rightarrow$ 棕色 黑色 MnO_2 沉澱。	硫化物與碳酸鈉生棕色; 溶解硫化物與 $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5(\text{NO})]$ 生紫色溶液。	與 $\text{HCl} \rightarrow \text{SO}_2$ 及 S ; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶解 AgCl 。	與 HCl 反應, 發生泡沫及 CO_2 , 使 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 及 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 變濁。

陰離子反應表
第二組

	SO_4^{2-} ↓	F^- ↓	$C_2O_4^{2-}$ ↓	CrO_4^{2-} ↓	SO_3^{2-} ↓	AsO_4^{3-}	AsO_3^{3-}	PO_4^{3-}
$BaCl_2$	生 $BaSO_4$, 白色, 不溶於酸類。	生 BaF_2 , 白色, 溶於 HCl 。	無沉澱。	生 $BaCrO_4$, 黃色, 溶於 HCl 及 HNO_3 ; 不溶於醋酸。	生 $BaSO_3$, 白色, 溶於 HCl 。	生 $Ba_3(AsO_4)_2$, 白色, 溶於酸類。	生 $Ba_3(AsO_3)_2$, 白色, 溶於酸類。	生 $Ba_3(PO_4)_2$, 白色, 溶於酸類。
$CaCl_2$	生 $CaSO_4$, 白色, 稍溶於水及酸類。	生 CaF_2 , 白色, 膠態, 溶於 HCl ; 不溶於醋酸。	生白色沉澱, 不溶於醋酸。	無沉澱。	生 $CaSO_3$, 白色, 溶於 HCl 。	生 $Ca_3(AsO_4)_2$, 白色, 溶於醋酸。	生 $Ca_3(AsO_3)_2$, 白色, 溶於醋酸。	生 $Ca_3H(PO_4)_2$, 白色, 溶於酸類。
$Zn(NO_3)_2$	無沉澱。	生白色沉澱。	生 ZnC_2O_4 , 白色沉澱。	生 $ZnCrO_4$, 黃色。	無沉澱。	生 $Zn_3(AsO_4)_2$, 白色, 溶於酸。	生白色沉澱, 溶於酸。	生 $Zn_3(PO_4)_2$, 膠態, 溶於酸類及 NH_4OH 。
$AgNO_3$	生 Ag_2SO_4 , 白色, 只在濃溶液生成。	無沉澱。	生 $Ag_2C_2O_4$, 白色沉澱, 溶於 HNO_3 。	生 $AgCrO_4$, 深紅色, 溶於 HNO_3 。	生 Ag_2SO_3 , 白色, 煮沸分解而成。 生 Ag_2SO_4 及 SO_2 。	生 Ag_3AsO_4 , 紅棕色, 溶於 HNO_3 及 NH_4OH 。	生 $Ag_3(AsO_3)_2$, 黃色, 溶於 HNO_3 及 NH_4OH 。	生 Ag_3FO_4 , 黃色, 溶於 HNO_3 及 NH_4OH 。

<p>Pb(OAc)₂</p>	<p>生 PbSO₄，生 PbF₂；白色，溶於 NaOH，(NH₄)₂C₂O₄ 及 NH₄C₂H₃O₂。</p>	<p>生 PbCrO₄，白色，溶於 HNO₃ 及 NH₄OH。</p>	<p>生 PbSO₃，白色。</p>	<p>生 Pb₃(AsO₃)₂，生 Pb₃(AsO₃)₂，白色，溶於 HNO₃，不溶於 HC₂H₃O₂。</p>	<p>生 Pb₃(AsO₃)₂，生 Pb₃(AsO₃)₂，白色，溶於 HNO₃，不溶於 HC₂H₃O₂。</p>
<p>特殊試驗</p>	<p>與濃 H₂SO₄ 將玻璃質腐蝕。 與 Na₂S₂O₄ 將玻璃質腐蝕。 與 Na₂S₂O₄ 將玻璃質腐蝕。 與 Na₂S₂O₄ 將玻璃質腐蝕。</p>	<p>與濃 H₂SO₄ 加熱 → CO₂ + CO。 與稀 H₂SO₄ 及 MnO₂ → CO₂。</p>	<p>亞硫酸物將 KMnO₄ 之色漂白；與 HCl 加熱生成 SO₂，不將 S 分離。</p>	<p>與 (NH₄)₂MoO₄ 生成黃色沉淀，與白色沉淀，與白色沉淀，與白色沉淀，與白色沉淀。</p>	<p>與鉍酸銨在 HNO₃ 溶液 → 黃色粗酸磷銨沉澱；與硝酸銨銻生白色晶體 MgNH₄PO₄。</p>

陰離子反應表

第三組

	CN ⁻	BO ₃ ⁼	[Fe(CN) ₆] ⁼	[Fe(CN) ₆] ⁼
BaCl ₂	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
CaCl ₂	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
Zn(NO ₃) ₂	生 Zn(CN) ₂ , 白色。	生 Zn ₃ (BO ₃) ₂ 。	生 Zn ₃ [Fe(CN) ₆] ₂ , 棕色, 溶於 HCl 及 NH ₄ OH。	生 Zn ₂ [Fe(CN) ₆], 白色, 以 Br ₂ 水處理溶液變黃色。
AgNO ₃	生 AgCN, 白色, 溶於 NH ₄ OH 及 KCN。	生 Ag ₃ BO ₃ , 白色, 溶於 HNO ₃ , NH ₄ OH。	生 Ag ₃ Fe(CN) ₆ , 橙色, 溶於 NH ₄ OH, KCN; 不溶於 HNO ₃ 。	生 Ag ₄ Fe(CN) ₆ , 白色, 溶於 KCN, 不溶於 HNO ₃ 。
Pb(OAc) ₂	生 Pb(CN) ₂ , 白色, 溶於 HNO ₃ 。	生 PbB ₄ O ₇ , 白色, 溶於過量之銻鹽。	在鹼性溶液無沉澱, 加溫則 PbO ₂ 沉澱。	生 Pb ₂ Fe(CN) ₆ , 白色。
特殊反應	與 FeSO ₄ , 氯化鐵, 及 NaOH 加熱, 然後加 HCl → 普魯士藍。與 (NH ₄) ₂ Sx 加溫生 NH ₄ SCN。	酒精 + 濃 H ₂ SO ₄ → 綠色火絨; 薑黃紙與 HCl 潮濕乾後變紅。	亞欵鹽 → 普魯士藍銅鹽 → 紅色沉澱。	遇高鐵鹽生深藍色沉澱。

陰離子反應表

第四組

	SCN ⁻	Cl ⁻	I ⁻	Br ⁻
BaCl ₂	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
CaCl ₂	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
AgNO ₃	生 AgSCN, 白色, 不易溶於 NH ₄ OH。	生 AgCl, 白色, 不溶於 HNO ₃ ; 溶於 NH ₄ OH 及 KCN。	生 AgI, 黃色, 不易溶於 NH ₄ OH 及 HNO ₃ 。	生 AgBr, 淡黃色, 不易溶於 NH ₄ OH; 不溶於 HNO ₃ 。

第 四 組 (續)

	SCN ⁻	Cl ⁻	I ⁻	Br ⁻
Zn(NO ₃) ₂	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
Pb(OAc) ₂	生Pb(SCN) ₂ , 白色。	生 PbCl ₂ , 白色, 溶於熱水。	生PbI ₂ , 黃色, 稍溶於熱水。	生 PbBr ₂ , 白色, 稍溶於熱水。
特殊反應。	與FeCl ₃ 生紅色溶液, 不因煮沸而分解, 但被HgCl ₂ 將其色漂去。	與 H ₂ SO ₄ 及 MnO ₄ ⁻ → Cl ₂ 。與濃H ₂ SO ₄ 及 K ₂ Cr ₂ O ₇ → CrO ₂ Cl ₂ 。	Cl ₂ 水或亞硝酸 → I ₂ , 而溶於CS ₂ 或CCl ₄ 生紫色溶液, 遇澱粉變藍。	Cl ₂ 水 → Br ₂ , 溶於 CS ₂ 或 CCl ₄ 生黃色溶液。

陰 離 子 反 應 表

第 五 組

	MnO ₄ ⁻	NO ₂ ⁻	ClO ₃ ⁻
BaCl ₂	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
CaCl ₂	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
Zn(NO ₃) ₂	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
AgNO ₃	無沉澱。	生白色 AgNO ₂ , 溶於熱水。	無沉澱。
Pb(OAc) ₂	無沉澱。	無沉澱。	無沉澱。
特殊試驗	遇還元劑褪色。	遇碘化物 + H ₂ SO ₄ 則 I ₂ 游離。將 MnO ₄ ⁻ 之色漂白。	氮鹽物在木炭上急燃, 濃 H ₂ SO ₄ → 黃色ClO ₂ 。

3. 溶解度表

Alk = NaOH, KOH; A = 酸類; W = 水。
 (1) 稍溶于水; (2) 溶于鉍鹽溶液; (3) 爲 H_2O 水解; (4) 溶于醋酸鉍液; (5) 除羧子之酸分解而生沉澱; (6) 不溶于酸類。

	$C_2H_3O_2^-$ 醋 酸 鹽	AsO_4^{3-} 砷 酸 鹽	AsO_3^{3-} 亞 砷 酸 鹽	HO_3^{3-} 硼 酸 鹽	$H_2P_2O_7^{4-}$ 溴 化 鹽	CO_3^{2-} 碳 酸 鹽	ClO_3^- 氯 酸 鹽	Cl^- 氯 化 鹽	CrO_4^{2-} 鉻 酸 鹽	ZnO 鋅 酸 鹽
Al^{+++} 鋁	W	A	(3)	A	W	.....	W	W	A	(3)
NH_4^+ 銨	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Sb^{+++} 銻	.....	.....	.....	.....	HBr	.....	.....	HCl	.....	.....
As^{+++} 砷	.....	.....	.....	.....	HBr	.....	.....	HCl	.....	.....
Ba^{++} 鋇	W	A	A	A(2)	W	A	W	W	A	(1)
Bi^{+++} 鉍	W	A	.....	A	HBr	A	W	HCl	A	(3)
Cd^{++} 鎘	W	A	A	A	W	A	W	W	A	(1)
Ca^{++} 鈣	W	A	A	(1)	W	A	W	W	W	W
Cr^{+++} 鉻	W	A	(3)	A	W	.....	W	W(6)	A	.....
Co^{++} 鈷	W	A	A	A	W	A	W	W	A	A
Cu^{++} 銅(高)	W	A	A	A	W	A	W	W	W	.....

Fe ⁺⁺⁺	鐵(高)	冷W	A	A	A	A	W	.....	W	W	W	.....
Fe ⁺⁺	鐵(亞)	W	A	A	A	W	W	A	W	W	W	.....
Pb ⁺⁺	鉛	W	HNO ₃	HNO ₃	HNO ₃	(1)	HNO ₃	HNO ₃	W	熱W	HNO ₃	(1)
Mg ⁺⁺	鎂	W	A	A	A	W	W	A	W	W	W	W
Mn ⁺⁺	錳	W	A	A	A	W	W	A	W	W	A	.....
Hg ⁺⁺	汞(高)	W	A	A	.....	W	W	A	W	W	A	W
Hg ₂ ⁺⁺	汞(亞)	(1)	A	A	.....	HNO ₃ , Br ₂	HNO ₃	HNO ₃	W	HNO ₃ , Cl ₂	A	.....
Ni ⁺⁺	鎳	W	A	A	A	W	W	A	W	W	A	熱A
K ⁺	鉀	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Ag ⁺	銀	(1)	HNO ₃	HNO ₃	HNO ₃	KCN	HNO ₃	HNO ₃	W	NH ₄ OH KCN	HNO ₃	混 HNO ₃
Na ⁺	鈉	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Sn ⁺⁺⁺⁺	錫(高)	W	A	.....	.....	W	W	.....	.....	W	A	.....
Sn ⁺⁺	錫(亞)	W	A	A	A	W	W	.....	.....	W	.....	.....
Sr ⁺⁺	鐳	W	A	A	(1)	W	W	A	W	W	(1)	W
Zn ⁺⁺	鋅	W	A	A	A	W	W	A	W	W	A	A

溶解度表 (2)

	$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ 鐵氰酸鹽	$\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ 亞鐵氰酸鹽	FeCl_3 氯化鐵	Fe_2SiO_4 矽酸鐵鹽	$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 氫氧化鹽	FeI_3 碘化鹽	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 硝酸鹽	$\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ 草酸鹽	Fe_2O_3 氧化鹽	$\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3$ 過氯酸鹽
Al^{+++} 鋁	.....	A	W	W	A, Alk.	W	W	A	A或(6)	W
NH_4^+ 銨	W	W	W	W(3)	W	W	W	W	.....	W
Sb^{+++} 銻	.....	.....	(1)	.....	A, Alk.	(3)	.....	.....	A, Alk	
As^{+++} 砷	.....	.....	.....	.....	A, Alk.	W	.....	.....	A, Alk	
Ba^{++} 鋇	W	W	HNO_3	A	(1)	W	W	A	(1)	W
Bi^{+++} 鉍	.....	A	A	W	A	A	HNO_3	A	A	.....
Cd^{++} 鎘	.....	.....	(1)	W	$\overset{A}{\text{NH}_4\text{OH}}$	W	W	A	A	W
Ca^{++} 鈣	W	(1)	(6)	(1)	(1)	W	W	澀A	(1)	W
Cr^{+++} 鉻	.....	.....	W	W	A	W	W	(1)	A或(6)	W
Co^{++} 鈷	(6)	(6)	(1)	W	$\overset{A}{\text{NH}_4\text{OH}}$	W	W	A	A	W
Cu^{++} 銅(高)	(6)	(6)	(1)	W	$\overset{A}{\text{NH}_4\text{OH}}$	.....	W	A	A	W

Fe ⁺⁺⁺	鐵(高)	W	(6)	(1)	W	A	W	.....	A	A	A	W
Fe ⁺⁺	鐵(亞)	(6)	(6)	(1)	W	A	W	W	A	A	A	.....
Pb ⁺⁺	鉛	(1)	(6)	(1)	W	HNO ₃ , Alk	(1)	W	HNO ₃	A	A	W
Mg ⁺⁺	鎂	W	W	A	W	A(2)	W	W	W	A	A	W
Mn ⁺⁺	錳	(6)	A	A	W	A	W	W	A	A	A	W
Hg ⁺⁺	汞(高)	.....	A	W	W		A	W	A	A	A	W
Hg ₂ ⁺⁺	汞(亞)	A	.....	W	(1)		HNO ₃	HNO ₃	HNO ₃	HNO ₃	HNO ₃	W
Ni ⁺⁺	鎳	(6)	(6)	(1)	W	A, NH ₄ OH	W	W	A	A	A	W
K ⁺	鉀	W	W	W	(1)	W	W	W	W	.....	.....	(1)
Ag ⁺	銀	(6)	(6)	W	W		KCN	W	HNO ₃	HNO ₃	HNO ₃	W
Na ⁺	鈉	W	W	W	(1)	W	W	W	W	.....	.....	W
Sn ⁺⁺⁺	錫(高)	.....	(6)	.....	W	A, Alk	(3)	.....	W	A, Alk, (6)	A, Alk, (6)	W
Sn ⁺⁺	錫(亞)	.....	(6)	.....	W	A, Alk	W	.....	A	A, Alk	A, Alk	W
Sr ⁺⁺	鐳	W	W	A	W	(1)	W	W	A	(1)	(1)	W
Zn ⁺⁺	鋅	A	(6)	A	W	A, Alk NH ₄ OH	W	W	A	A	A	W

溶解度表 (3)

	PO_4^{3-}	SiO_3^{2-}	SO_4^{2-}	硫酸鹽	硫化鹽	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	亞硫酸鹽	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$	硫氰酸鹽	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$	硫代硫酸鹽	亞硝酸鹽
Al^{3+} 鋁	A	A(5)	W	(3)	W	.....	.....	W	W	W	W	(3)
NH_4^+ 銨	W	(3)	W	W	W	.....	.....	W	W	W	W	W
Sb^{3+} 銻		.....	.....	.....	濃A	.....	.....	A				(3)
As^{3+} 砷		.....	.....	.....	\text{HNO_3 或王水	.....	.....					.....
Ba^{2+} 鋇	A	A(5)	(6)	(3)(2)	A	A	A	A	W	(1)	W	W
Bi^{3+} 鉍	A	A(5)	H_2SO_4	HNO_3	.....	.....	.....	A				(3)
Cd^{2+} 鎘	A	A(5)	W	A	A	A	A	(1)	(1)	W	W	W
Ca^{2+} 鈣	A	A(5)	(1)	(3)	A	A	A	A	W	W	W	W
Cr^{3+} 鉻	A	A(5)	W	(3)	.....	.....	.....	W	W	W	W	(3)
Co^{2+} 鈷	A	A(5)	W	HNO_3	A	A	A	W	W	W	W	W
Cu^{2+} 銅(高)	A	A(5)	W	HNO_3	A	A	A	W	W	W	W	W

Fe ⁺⁺	鐵(高)	A	A(5)	W	A	.....	W	W	W	W
Fe ⁺⁺	鐵(亞)	A	A(5)	W	A	A	(1)	W	W	W
Pb ⁺⁺	鉛	HNO ₃	A(5)	(4)	HNO ₃	HNO ₃	HNO ₃	(1)	HNO ₃ (5)	W
Mg ⁺⁺	鎂	A	A(5)	W	(3)(2)	W	W	W	W	W
Mn ⁺⁺	錳	A	A(5)	W	A	A	(1)	W	W	W
Hg ⁺⁺	汞(高)	A	.....	H ₂ SO ₄	王水	A	A	(1)	W	W
Hg ₂ ⁺⁺	汞(亞)	HNO ₃	.....	(1)	王水	.....	(1)	A	(3)	(3)
Ni ⁺⁺	鎳	A	A(5)	W	HNO ₃	A	A	W	W	W
K ⁺	鉀	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Ag ⁺	銀	HNO ₃	HNO ₃ (5)	W	濃HNO ₃	HNO ₃	HNO ₃	HNO ₃ (5)	HNO ₃ (5)	(1)
Na ⁺	鈉	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Sn ⁺⁺⁺	錫(高)	A	.....	H ₂ SO ₄	A	.....	W	W	W	(3)
Sn ⁺⁺	錫(亞)	A	.....	H ₂ SO ₄	A	A	A	W	W	.....
Sr ⁺⁺	鈾	A	A(5)	(6)	(3)(2)	A	A	W	W	W
Zn ⁺⁺	鋅	A	A(5)	W	A	A	A	W	W	W

4. 電動力表

下表金屬，依電解質溶液張力次序而排列，鉀之張力最大，故在表之上。金最小，故最低。概言之，此種次序相當於金屬之活動性。

鉀 鈉 鎂 鋁 錳 鋅 鎘 鐵 鈷 鎳 錫 鉛
氫 銅 砷 鉍 銻 汞 銀 鉑 金

本表對於定性分析用途如下：

1. 表上之任何金屬，其溶液被其上之任何金屬排替，例如銻之溶液，被金屬銻排替，但金屬鐵却不能將溶液中之鎘排替。

2. 在氫以上之金屬，溶於非氧化酸類，如 HCl 或稀硫酸；氫以下之金屬，則須氧化酸類將之溶解，例如 HNO₃，濃 H₂SO₄，或王水。

原
书
缺
页

原书缺页

原书缺页

原书缺页

原
书
缺
页

原
书
缺
页

原书缺页

原书缺页

8. 儀 器 表

名	稱	量	數
蒸發皿, 60毫米		2	只
蒸發皿, 145毫米		1	只
柄皿, 100毫升		2	只
量筒, 10毫升		1	只
量筒, 100毫升		1	只
錶面, 30毫米		2	塊
錶面, 75毫米		2	塊
錶面, 90毫米		1	塊
錐形瓶, 150毫升		2	只
錐形瓶, 300毫升		3	只
錐形瓶, 500毫升		1	只
平底燒瓶, 500毫升, 作洗瓶用, 連雙孔橡皮塞		1	只
平底燒瓶, 250毫升, 作洗瓶用, 連雙孔橡皮塞		1	只
燒杯, 200毫升		2	只
燒杯, 400毫升		3	只
燒杯, 600毫升		2	只
漏斗, 65毫米		2	只
試管架		1	只
試管, 150毫米		24	只
試管夾		1	只
研鉢連杵, 100毫米		1	只
濾瓶, 500毫升, 連單孔橡皮塞		1	只
本生燈		2	只
鐵架		1	只
鐵圈		1	只
牛骨藥匙		1	把
泥管三角		1	個
磁坩堝		1	只

儀器表 (續)

名	稱	量	數
魚尾燈頭		1	只
橡皮管, 本生燈用		4	市尺
橡皮管, 濾瓶用		2	市尺
試管刷		1	個
鐵絲網		2	方
紅石蕊試紙		1	盒
藍石蕊試紙		1	盒
抹布		2	方
玻管, 外徑7毫米		5	市尺
玻棒, 5毫米		2	市尺
濾紙, 90毫米		100	張
火柴		1	盒
砂肥皂		1	塊
三角錐		1	把

索 引

四 畫		磷酸根之鑑定 63 草酸根之鑑定 62 高錳酸根之鑑定 71 氧化狀態之測定 鐵 51 錫 52 汞 52 澆漬 5
王水, 試劑 45 火燄試驗 21		
六 畫		
合金與金屬之溶解 22 有機物之除去 25		
七 畫		
汞之鑑定 45 沉澱 3		
八 畫		
亞磷酸根之鑑定 63 亞硝酸根之鑑定 71 亞硫酸根之鑑定 62 亞鐵氰酸根之鑑定 66 固體之加熱試驗 17 金屬電動力次序表 104		
九 畫		
洗瓶 6 洗滌 4 洗滌劑 7		
十 畫		
原子量表 105 氟根之鑑定 63		
		液體試樣之處理 26 陰離子 分析組別 53 第一組 57 第二組 60 第三組 64 第四組 67 第五組 70 反應表 93
		十一畫
		十二畫
		陽離子 分組 26 第一組 29 第二組 31 第三組 34 第四組 38 第五組 44 第六組 48 反應表 74 鈣之鑑定 36

鈉之鑑定	50
氟根之鑑定	65
氮根之鑑定	69,73
氯酸根之鑑定	71
硫根之鑑定	58
硫酸根之鑑定	61
硫酸試驗	19
硫代氰酸根之鑑定	68
硫代磷酸根之鑑定	72
硝酸根之鑑定	72
渣滓	4

十三畫

過濾	4
傾瀉	4
溶解度表	98
煨燒	5
溴根之鑑定	70
碘根之鑑定	69
硼酸根之鑑定	65
硼砂球試驗	20
鉛之鑑定	32,35
鉀之鑑定	51
鎳之鑑定	47
鐵氰根之鑑定	66
鐵之鑑定	42
錫之鑑定	43
試劑	2
試劑之調製	106
試驗溶液	3
試驗溶液之調製	111

十四畫

蒸發	5
----	---

銅之鑑定	45
鉍之鑑定	49
銀之鑑定	32
銻之鑑定	40
鎘酸根之鑑定	61
碳酸根之鑑定	59

十五畫

膠態沉澱	3
實驗報告	7
鋁之鑑定	41
銀之鑑定	36
鋅之鑑定	46
銻之鑑定	30
醋酸根之鑑定	73
儀器表	113

十六畫

錳之鑑定	42
錫之鑑定	30

十七畫

錒之鑑定	37
鎂之鑑定	41
磷酸根之鑑定	63

十八畫

鎘之鑑定	47
鎳之鑑定	47

二十畫

礦物之處理	22
-------	----