

無機有機

定性分析表解

顧學裘編

商務印書館發行

無 機 有 機

定 性 分 析 表 解

顧 學 裘 編

梅 斌 夫 校

商 務 印 書 館 發 行

中華民國二十五年八月初版
中華民國二十六年三月再版

(58984.1)

無機定性分析表解一冊

每冊實價國幣肆角

外埠酌加運費匯費

版權所
翻印必究

編纂者 顧學裘
校訂者 梅斌夫

發行人 王雲五
上海河南路

印刷所 商務印書館
上海河南路

發行所 商務印書館
上海及各埠

(本書校對者李家翹)

目 錄

無機化合物

第一表	離子之分類	1
第二表	陽離子分類表	2
	固體分析預備試驗法	
第三表	焰色反應	2
第四表	硼砂球及磷鹽球之反應	3
第五表	固體於玻璃管中乾熱時之反應	3, 6
第六表	炭窩中檢體加熱時之反應	7, 8
第七表	檢體與稀硫酸共熱時之反應	8
第八表	檢體與濃硫酸共熱時之反應	9
第九表	陽離子之特殊反應	10, 22
第十表	金屬分族法	23
第十一表	第一族金屬之分析	24
第十二表	第二族金屬之分析	25, 26
	附 Marsh 氏試驗法	27
	砷鏡, 砷斑與銻鏡, 銻斑之區別試驗法	28, 30
第十三表	第三族金屬之分析 (甲: 不含磷酸者)	31, 32

第十四表	第三族金屬之分析(乙:含磷酸者)	33
第十五表	第四族金屬之分析	34
第十六表	第五族金屬之分析	35
第十七表	有機酸,草酸,矽酸及磷酸之檢出	36
第十八表	金屬及合金之分析	37
第十九表	陰離子之分類	38
第二十表	陰離子之特殊反應	38, 52
第二十一表	碳酸組酸根之檢出	53
第二十二表	氯化組酸根之檢出	54, 55
第二十三表	磷酸組酸根之檢出	56
第二十四表	硫酸組及氯酸組酸根之檢出	57

有機化合物

第二十五表	有機酸類之特殊反應	58, 62
第二十六表	醇類及醛類之特殊反應	62, 64
第二十七表	羧酸類之特殊反應	64, 67
第二十八表	醣類及甜精之特殊反應	67, 70
第二十九表	蛋白質之特殊反應	70, 71
第三十表	生物鹼類之特殊反應	71, 77

附 錄

試藥調製法.....	77, 80
硫酸比重表.....	81
鹽酸比重表.....	82
硝酸比重表.....	83
氨溶液比重表.....	84
醋酸比重表.....	85
氫氧化鉀比重表.....	86
氫氧化鈉比重表.....	86
酒精比重表.....	87
溶解度表.....	88, 89
萬國原子量表.....	90

無機定性分析表解

無機化合物

第一表 離子之分類

離子價	陽離子之符號
I.	H^+ , K^+ , NH_4^+ , Ag^+ , Hg^+ .
II.	Mg^{++} , Ca^{++} , Sr^{++} , Ba^{++} , Co^{++} , Ni^{++} , Zn^{++} , Mn^{++} , Fe^{++} , Sn^{++} , Cd^{++} , Cu^{++} , Pb^{++} , Hg^{++} .
III.	Fe^{+++} , Al^{+++} , Cr^{+++} , As^{+++} , Bi^{+++} , Sb^{+++} , Au^{+++} .
IV.	Sn^{++++} , (Pt^{++++}) .
離子價	陰離子之符號
I.	OH^- , Cl^- , Br^- , I^- , F^- , SCN^- , CN^- , ClO^- , NO_2^- , NO_3^- , ClO_3^- , MnO_4^- .
II.	S^{--} , SO_3^{--} , SO_4^{--} , $S_2O_3^{--}$, CO_3^{--} , SiO_3^{--} , MnO_4^{--} , CrO_4^{--} , $Cr_2O_7^{--}$.
III.	PO_4^{---} , BO_3^{---} , AsO_4^{---} , AsO_3^{---} , $Fe(CN)_6^{---}$.
IV.	$Fe(CN)_6^{----}$.

第二表 陽離子分類表						
第一族	第二族		第三族		第四族	第五族
	甲組	乙組	甲組	乙組		
Ag ⁺	Pb ⁺⁺	As ⁺⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	Mn ⁺⁺	Ba ⁺⁺	Na ⁺
Hg ⁺	Hg ⁺⁺	Sb ⁺⁺⁺	Cr ⁺⁺⁺	Zn ⁺⁺	Sr ⁺⁺	K ⁺
Pb ⁺⁺	Bi ⁺⁺⁺	Sn ⁺⁺	Fe ⁺⁺	Ni ⁺⁺	Ca ⁺⁺	NH ₄ ⁺
	Cu ⁺⁺	Sn ⁺⁺⁺		Co ⁺⁺	Mg ⁺⁺	
	Cd ⁺⁺	(Au ⁺⁺⁺)				
		(Pt ⁺⁺⁺)				

固體分析預備試驗法

固體分析預備試驗法,或稱乾式分析法,操作頗簡便迅速,但往往不能達正確之結果,故此法祇可為預試之用,或行濕式分析時,偶發生困難或有疑問之處,可利用此法以證明之,如此二法能同時施行,當可得滿意之結果。

第三表 一. 焰色反應				
用鹽酸潤濕試料附於清潔之鉑線上熱之				
焰	色	通過藍色玻璃後之焰色		推 定 物
黃淡紅深黃綠藍	紫黃紅綠白	紫綠紫綠	紅灰紅青	Na. K. Ca. Sr. Li. Ba. Cu, H ₂ BO ₃ . Cu, As, Sb, Bi, Pb, Cd, Zn.

第四表 二. 硼砂球及磷鹽球之反應

用清潔之鉑線作環狀，加少量之磷鹽 $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4$ 或硼砂使熔融成無色透明之小球，然後附以檢體少許，以本生燈之氧化焰或還元焰熱之。

氧 化 焰	還 元 焰	推 定 物
(少量, 冷) 無 色 (少量, 熱) 黃 色 (多量, 冷) 黃 色 (多量, 熱) 褐 色	(少量) 無 色 (多量) 綠 色 — —	} Fe
紫 紅 色 (冷) 褐色 (混少量之 CO 時呈紫紅色) 青 色 綠 色	無 色 灰 色 (不 透 明) 青 色 綠 色	Mn Ni Co Cr
(冷) 青 色 (熱) 綠 色	(少量, 冷) 無 色 (多量, 冷) 赤色 (不透明)	} Cu
帶 青 色	(冷) 紅 色 (熱) 無 色	} Sn
(冷) 無 色 透 明 (少量, 冷) 無 色 透 明 (多量, 冷) 白色不透明球		Sb, Al, K, Na } Zn, Cd, Pb, Ca, Mg.
(冷, 熱) 無色半透明 (加 Fe_2O_3 共熱, 鐵呈黑珠狀析出)		SiO_2
檢體不溶, 呈金屬狀球 中浮遊		Au, Pt

第五表 三. 固體於玻璃管中乾熱時之反應

- (1) 熔融 $K, Na, AgX, PbCrO_4$.
- (2) 膨脹 明礬, 硼酸鹽類, $Hg(CNS)_2$.
- (3) 水蒸氣 氫氧化物, 吸水性之化合物, 含結晶水之鹽類 (鹼性之水蒸氣為銨鹽, 酸性之水蒸氣為酸性鹽).
- (4) 碳化 有機物.
- (5) 灼熱時色澤之變化

原 色	熱 時	冷 時	變 化	推 定 物
白 色	黃 色	白 色	不 熔 融	ZnO
白 色	黃 褐 色	灰黃色	不 熔 融	SnO_2
赤 黃 色	褐 黃 色	黃赤色	赤 熱 熔 融	PbO
白色或淡黃色	赤 褐 色	淡黃色	熔 融	Bi_2O_3
白色或黃白色	暗 褐 色	暗褐色	不 熔 融	MnO
褐 色	棕 色	棕 色	發 生 水 氣	CdO 或 $Cd(OH)_2$ $Cu(OH)_2$ 或 $CuCO_3$
鮮 綠 色	黑 色	黑 色	發 生 水 氣	$Ni(OH)_2$ 或 $NiCO_3$
暗 褐 色	黑 色	褐赤色	不 熔 融	Fe_2O_3
黃 色	暗 橙 色	黃 色	強 熱 熔 融	K_2CrO_4
鮮 赤 色	暗赤或紫黑色	鮮赤色	強熱金屬汞游離	HgO

(6) 氣體

氣體	氣體之性質	推定物
O ₂	無色, 有助燃性, 用火柴燃後, 置管口, 能使火焰增強	重金屬之氧化物, 過氧化物, 硝酸鹽, 亞硝酸鹽, 氯酸鹽, 溴酸鹽, 碘酸鹽
SO ₂	無色, 特臭, 酸性反應, 有漂白作用	硫化物, 硫酸鹽, 亞硫酸鹽, 硫代硫酸鹽
CO ₂	無色, 使石灰水白濁	草酸鹽, 碳酸鹽, 有機物(炭化)
NO ₂	赤褐色, 刺激性臭, 酸性反應	硝酸鹽, 亞硝酸鹽
(CN) ₂	燃燒呈紫色火焰	氰化物
CO	燃燒呈青色火焰	草酸鹽, 蟻酸鹽
Cl ₂	深黃色, 引入碘化鉀試液與澱粉之混和液中則呈藍色	氯化物, 氯酸鹽
Br ₂	紅棕色, 刺激性臭	溴化物, 溴酸鹽
I ₂	紫色, 遇澱粉試紙即呈藍色	碘化物, 碘酸鹽
H ₂ S	特臭, 醋酸鉛紙變黑色	硫化物, 硫代硫酸鹽
NH ₃	特臭, 鹼性反應	銨鹽, 氰化物, 含氮化合物
N ₂ O	無色, 燃性	NH ₄ NO ₃
丙酮 (CH ₃) ₂ O	特臭	醋酸鹽

(7) 昇華物	
昇華物之狀態	推定物
熱時赤褐色，冷時變為黃色	單體之硫黃或硫化物
先發生紫色蒸氣，繼於管壁呈黑色帶光輝之薄片	單體之碘，碘化物或碘酸鹽
白色不透明之昇華物，輕鬆易碎	鉍鹽
昇華物作光輝之鏡，置顯微鏡下視之，可見顆粒狀之金屬	汞
黑色昇華物，磨擦之變為赤色	硫化汞
黑色或灰褐色而帶光輝之鏡，具蒜臭	砷
黑色絨毛狀略帶光輝之鏡	銻
熱時黃色，冷時黃色或黃赤色，具蒜臭	硫化砷
熱時黃色，冷時白色	HgCl
白色	HgCl ₂
白色帶光輝	As ₂ O ₃
白色帶光輝之針狀物	銻之氧化物
白色無揮發性，熔融後成黃色液	氯化鉛
熱時黃色，無晶形	硫化銻
紅黃色，徐徐昇華	氯化高鐵
白色，具有特殊之臭	安息香酸，琥珀酸
白色，其發生之氣體有催咳性	草酸鹽

第六表 炭窩中檢體加熱時之反應

1. 檢體單純加熱時之反應

熔融後為木炭所吸收

微細爆發性

殘留白色不溶性物質，強熱之發光

鹼金屬鹽類

亞硝酸鹽，硝酸鹽，氯酸鹽等

Mg, Ca, Sr, Al, Ba, Zn, Si.

殘留物以 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 濕潤後繼續加熱，而觀察其呈色反應：

色 澤	推 定 物
青 色	Al_2O_3
淡 青 色	SiO_2
綠 色	ZnO
紫 紅 色	$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2, \text{Mg}_3(\text{AsO}_4)_2$
赤 色	MgO
灰 青 色	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2, \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$
赤 褐 色	BaO
灰 色	CaO, SrO

2. 檢體加 Na_2CO_3 及少量之 KCN 共熱時之反應

金屬粒

金屬粒及黃色礦衣

金屬粒及白色礦衣

灰黑色金屬塊

熱時為黃色礦衣，冷時為白色礦衣以 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$

濕潤後，再加熱，呈綠色

Cu, Ag, Au.

Pb. (展), Bi. (脆)

Sn. (展), Sb. (脆)

Fe, Ni, Co, Pt.

Zn.

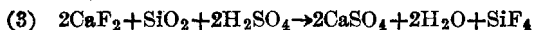
赤褐色礦衣	Cd.
白色礦衣(白烟及蒜臭)	As.
強熱之,發光輝者,其殘留物以 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 遍潤後,繼續加熱:	Al, Mg.
青 色	Al.
紫 紅 色	Mg.

第七表 檢體與稀硫酸共熱時之反應

氣 體	氣 體 之 性 質	推 定 物
CO_2	無色,令石灰水白濁	碳酸鹽
SO_2	無色,特臭,酸性反應, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 紙變綠色	亞硫酸鹽,硫代硫酸鹽
HCN	無色,特臭	氰化物
H_2S	無色,特臭,醋酸鉛紙變黑色	硫化物
O_2	無色,有助燃性	鹼金屬及鹼土金屬之過氧化物
$\text{NO} + \text{NO}_2$	赤褐色,刺激性臭,酸性反應	亞硝酸鹽
Cl_2	深黃色,遇澱粉與碘化鉀之混合液,即呈藍色	次氯酸鹽或與氧化劑共存之氯化物
Br_2	紅棕色	與氧化劑共存之溴化物
I_2	紫色,遇澱粉試紙即呈藍色	與氧化劑共存之碘化物

第八表 檢體與濃硫酸共熱時之反應

氣 體	氣 體 之 性 質	推 定 物
HCl	無色,有刺激性,酸性反應	氯化物
HF	刺激臭,發烟性	氟化物
Br ₂	紅棕色,刺激性臭	溴化物
I ₂	紫色,遇澱粉試紙變藍色	碘化物
CO ₂	無色,令石灰水白濁	碳酸鹽
CO	燃燒呈青色火焰	草酸鹽,蟻酸鹽,氰化物
CO ₂ +CO		草酸鹽
O ₂	無色,助燃性	重鉻酸鹽,鉻酸鹽
SO ₂	無色,特臭,酸性反應,令 K ₂ Cr ₂ O ₇ 紙變綠色	亞硫酸鹽,硫代硫酸鹽 硫氰酸鹽
ClO ₂ ⁽¹⁾	黃綠色,爆發性	氯酸鹽
CrO ₂ Cl ₂ ⁽²⁾	赤褐色	重鉻酸鹽與氯化物之混合物
NO ₂	赤褐色,刺激性臭,酸性反應	亞硝酸鹽,硝酸鹽
SiF ₄ 或H ₂ SiF ₆ ⁽³⁾		氟化物與矽酸鹽之混合物
H ₂ S	無色,特臭,醋酸鉛紙變黑色	硫化物
HCN	無色,特臭	氰化物



第九表 陽離子之特殊反應

1. 銀鹽 Ag^+

1. KOH, NaOH 褐色 Ag_2O 沈澱, 於過量之試液中不溶
2. NH_4OH 中性溶液中析出 Ag_2O 之沈澱, 於過量之試液中溶解
3. H_2S 酸性溶液中起 Ag_2S 沈澱, 於熱稀 HNO_3 中溶解
4. HCl 白色 AgCl 沈澱, 於 $\text{NH}_4\text{OH}, \text{KCN}, \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 中均殆溶解, 而於 HNO_3 中不溶
5. K_2CrO_4 中性溶液中起紅色 Ag_2CrO_4 沈澱, 此沈澱於無機酸中溶解, 而於 CH_3COOH 中不溶
6. Cu 中性溶液中析出 Ag , 附着於銅之表面

2. 鉛鹽 Pb^{++}

1. KOH, NaOH 白色 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 沈澱, 於過量之試液中溶解
2. NH_4OH 白色 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 沈澱, 於過量之試液中不溶解
3. H_2S 黑色 PbS 沈澱, 溶解於熱稀 HNO_3 中
4. HCl 白色 PbCl_2 沈澱, 沸水中溶解, 而於冷卻時, 仍成結晶而析出
5. KI 黃色 PbI_2 沈澱, 沸水中溶解成無色之液體, 冷卻後復析出黃色之結晶
6. H_2SO_4 白色 PbSO_4 沈澱, 此沈澱於稀 $\text{HCl}, \text{HNO}_3, \text{NaOH}, \text{KOH}$ 中微溶, 但在醋酸鉍及酒石酸鉍之試液或熱 KOH 中, 能完全溶解
7. K_2CrO_4 黃色 PbCrO_4 沈澱, 於 NaOH 或熱 HNO_3 中易溶, 稀 HNO_3 中微溶, CH_3COOH 中則不溶

3. 汞鹽

(a) Hg^+

1. KOH, NaOH 黑色 Hg_2O 沈澱
2. NH_4OH 黑色 NH_2HgNO_3 沈澱, 同時析出 Hg .
3. H_2S 黑色 HgS, Hg 沈澱
4. HCl 白色 Hg_2Cl_2 沈澱, 不溶於水, 遇 NH_4OH 即變黑色
5. KI 黃色 Hg_2I_2 沈澱, 溶解於過量之試液中, 遊離灰色 Hg .
6. Cu 析出 Hg , 附着於銅片之表面
7. SnCl_2 灰色 Hg 沈澱

(b) Hg^{++}

1. KOH, NaOH 黃色 HgO 沈澱, 於過量之試液中不溶
2. NH_4OH 白色 NH_2HgCl 沈澱
3. H_2S 黑色 HgS 沈澱, 不溶於 HNO_3 , 而溶於王水, $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 中亦不溶
4. KI 猩紅色 HgI_2 沈澱, 於過量之試液中溶解成無色之溶液
5. SnCl_2 白色 Hg_2Cl_2 沈澱, 繼析出灰黑色之 Hg .
6. Cu 析出 Hg , 附着於銅片之表面

4. 銅鹽

(a) Cu^+

1. KOH 黃色 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2$ 沈澱, 煮沸之, 呈赤色 Cu_2O 沈澱
2. H_2S 棕黑色 Cu_2S 沈澱, 此沈澱於稀 HCl, NaOH 中不溶, $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 中亦殆不溶
3. KI 白色 Cu_2I_2 沈澱