

敬贈
請交換

研究報告

第十號

平陽礬石之初步試驗

民國二十三年六月

黃海化學工業研究社印行

平陽礬石之初步試驗

黃海化學工業研究社

研究報告第十號

國立北平圖書館現代工業資料展覽會

月二年四廿國民
 際社究研業工學化海黃
 館與國不立國

目 錄

	頁數
一 緒言	1
二 由礬石製明礬及提取氧化鋁方法概述	1—3
三 試驗方法結果及其推論	3—17
A. 樣品之分析	3
B. 礬石煨燒試驗	4—5
C. 礬石煨燒溫度與其成分于水中溶解率關係	5—9
D. 礬石燒溫度與其成分于硫酸中溶解率之關係	9—12
1. 溫度試驗	9—10
2. 硫酸量之試驗	10—11
3. 硫酸濃度試驗	11—12
4. 試樣粉碎試驗	12
E. 參加石灰溫度與其成分于水中溶解率之關係	12—13
1. 氧化鉀提出率	12
2. 殘渣中 $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ 提出率	13
F. 礬石煨燒溫度與其成分于 NH_4OH 溶液中溶解率之關係	14—16
1. SO_3, Al_2O_3, Fe_2O_3 溶解率	14—15
2. 用水及 NH_4OH 先後處理 SO_3 之溶解率	15—16
3. NH_4OH 處理後殘渣用水分法 Flotation 試驗	16—17
四 結果提要	17—18
五 參考書目	18—19

平陽礬石之初步試驗

張承隆 謝光燾

一. 緒言

礬石乃一種鹽基性硫酸鋁及硫酸鉀，其化學式為 K_2O ， $3Al_2O_3$ ， $4SO_3$ ， $6H_2O$ ，或書作 K_2SO_4 ， $Al_2(SO_4)_3$ ， $4Al(OH)_3$ ，為製明礬鉀鹽及鋁之原料。我國礬石以浙江平陽最為著名，其儲藏量，據中央研究院地質研究所估計，如製成明礬，價值在一千餘兆元以上，誠為我國一大富源。在未發現鋁石 Bauxite 以前，吾人認為平陽礬石與博山鋁石頁岩，同為我國製鋁工業之主要原料。

礬石本身，難溶于水，多經煨燒手續，使石中成分，因熱分解，或起其他化學變化，成為溶解物質，然後應用相當方法分離。因此煨燒手續，為由礬石製明礬及提取氧化鋁，硫酸鉀之根本問題。本篇範圍，在研究其于不同溫度下之變化，並其成分煨後對於各種溶劑溶解率之異同。作一初步試驗，為進一步研究之基礎。

二. 由礬石製明礬及提取氧化鋁方法概述

我國製明礬法，操作簡單，與歐洲老法所謂 La Tolfa Process 者相仿。法以礬石碎為小塊，燒于窩中，待燒至三氧化硫逸出時，停火。將燒成石塊取出，置于空氣流通處，時時潑水使其氧化。經過數星期或數月，石中硫化物變為硫酸性之鋁質化合，以增加硫酸鋁之產量。後將礬石放入鍋內，加水溶解，蒸濃其溶液，結晶即得明礬。經重複結晶，含鐵量可減少至0.005%。



平陽製明礬土法，燒石于窰，窰頂置有大鍋，即為蒸發礬液之用，燒過礬石，即行浸水而搗碎之。浸水三數日，即將液體蒸發結晶，殘渣堆積一處，時潑水其上，任其氧化。數月後再浸水蒸發而得明礬，品質較首次為劣。

用老法製出明礬後，仍有多量氧化鋁留于殘渣中，甚不經濟。故新法多于煨燒後，用硫酸溶解之。如欲全數製成明礬，可加入相當量之鉀鹽于溶液中。結晶即得明礬。

由礬石提製氧化鋁，各國專利發明甚多。大別為先製明礬，再製氧化鋁，及直接處理礬石以得氧化鋁兩種：

A. 由明礬或硫酸鋁提製氧化鋁重要者有下三法：

1. 銹水沈澱法：

利用銹水沈澱氫氧化鋁，所得沈澱為膠狀體，體積甚大，濾過及洗滌頗為困難。然于濾液中，含有硫酸銹及硫酸鉀，為一有用混合肥料。

2. 食鹽分解法：

將明礬或硫酸鋁與食鹽或氯化鉀于水蒸氣中加熱至 500° — 700° C，使分解成不溶性之氧化鋁。

3. 加亞硫酸鹽類法：

加亞硫酸鈣于明礬或硫酸鋁溶液中，即得亞硫酸鋁，將其溶液煮沸則沈澱得鹽基性亞硫酸鋁，放出二氧化硫，鹽基性亞硫酸鋁燒至熾熱，即得氧化鋁。

B. 由礬石製造氧化鋁及硫酸鉀方法亦有二種，蓋皆利用煨燒手續先使分解而處理之。

1. 高溫法：

乃將礬石燒至 800° 以上，是時礬石分解放出三氧化硫，硫酸鉀可用水浸出。所有鋁質均留于殘渣中。殘渣再加石灰及鹼處理，得鋁酸鈉，再通 CO_2 即得沈澱 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。此法在歐戰時，美國鉀肥來源缺乏，曾一度試行，歐戰停止，亦隨而滅跡。

2. 低温法：

將礬石煨燒于 500°—700°C 間，當硫酸基尙未分解逸出三氧化硫時，冷後即加適當之藥劑。如石灰或銨水等，使硫酸鉀與鋁質分離。前者生成不溶于水之硫酸鈣，殘留于含有氧化鋁渣中，必再處理，二者始得分離。後者生成硫酸鉀與硫酸銨，濾出後其殘渣中氧化鋁再用相當方法處理。

綜觀前述各法，多論便概，且各國情形不同，其中要點須實地研究，始能應用云。

三. 試驗方法結果及其推論

A. 樣品之分析：

礬石成分，隨產地而異，其主要雜質為砂礫與粘土。本社試樣由國立中央研究院地質研究所代為採取，分“生子”“大花”“細花”“虎斑”四種。每種約五百餘斤，即分別製成平均試樣，以供試驗。

四種分析結果如第一表所示，就中以“細花”最佳，次為“生子”，再次為“大花”，“虎斑”最劣。表中並附有純粹礬石之成分。以資比較。

第 一 表

樣品 成分	純粹礬石	“大花”	“細花”	“生子”	“虎斑”
氧化矽 SiO ₂	——	32.25	10.80	29.87	36.56
氧化鋁 Al ₂ O ₃	37.0	24.18	33.73	25.65	23.71
氧化鐵 Fe ₂ O ₃	——	7.61	4.70	4.05	4.14
氧化鈣 CaO	——	0.40	0.55	0.62	0.34
三氧化硫 SO ₃	38.6	23.50	32.90	24.23	21.23
水份(110°)	——	0.18	0.35	0.28	0.31
水份(460°)	13.0	6.46	9.84	9.17	8.01
氧化鉀 K ₂ O	11.4	5.10	6.82	5.82	4.82
氧化鈉 Na ₂ O	——	0.32	0.30	0.22	0.88

本篇以下試驗，均採“大花”為試樣（磨細使通過80孔篩）因其儲藏量最多，較可代表平均礦質也。

B. 礬石煨燒試驗：

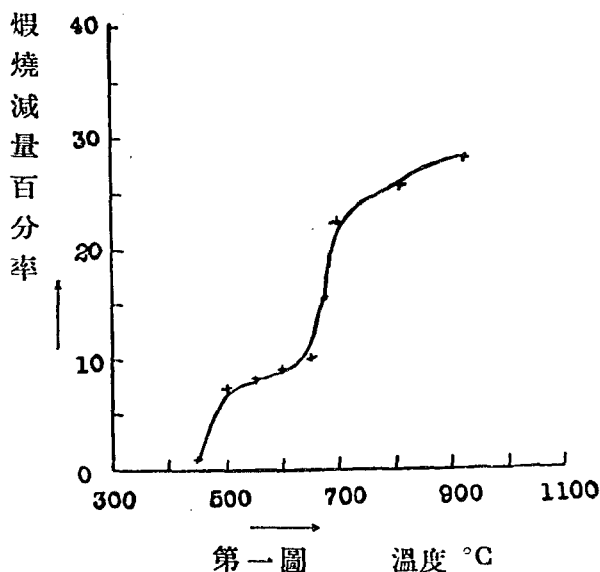
稱取試樣 1 克，盛入已稱好的坩堝中，不先預熱直接放入電爐中灼熱于所定溫度 2 或 3 小時。取出稱量。

本篇試驗溫度，用 Platinum Iridium Thermo-couple 插入電爐中，由 Brown Electrical Pyrometer 測定之，所記溫度，係爐中平均溫度，並非試樣溫度，似稍有出入。而對於溫度之互相比較，以其所差有限，毫無妨礙。

由 450°—900° 間結果見第二表。

第 二 表

溫度°C	小時	煨燒減量%
450	2	2.52
500	2	7.29
550	2	7.50
600	2	8.53
650	2	9.92
680	2	12.90
700	2	17.82
720	2	18.10
760	2	22.70
800	3	23.60
850	3	24.70
900	3	24.89
950	3	25.00



第一圖 溫度 °C

由此可見礬石於 500°C 時，已放出所有水份。（參閱第一表“大花”成分）500°—600°C 間，重量無大損失。及至 600°C 以上，放出多量 SO_3 ；達 850°C 時與鋁化之 SO_3 飛散幾盡。本試驗在求其在同一時間內各溫度下互相比較，其煨燒減量放在此一定時間內，或有作用未得完全，似欠精確。但此與包電氏 H. Bowley 所見亦相符合，按包電所得結果，礬石于 300° 以下無變化，自 350°C 起放出結合水份，于 400°C 放出水份達 4.5 分子（按共有 6 分子水計算）于 500°C 放出其餘之 1.5 分子之水，約 530°C 起始放出 SO_3 ，于 800°C 完全分解成硫酸鉀氧化鋁，于 960°C 成鋁酸鉀。

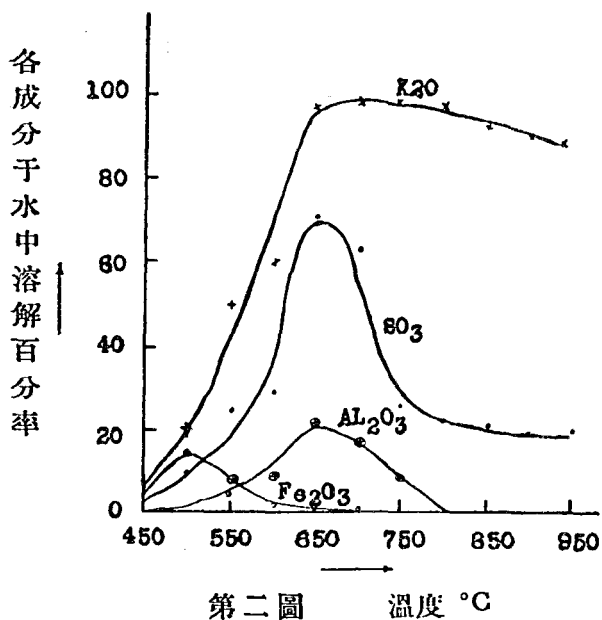
C. 礬石煨燒溫度與其成分于水中溶解率之關係

稱取試樣 10 克，置入爐中，燒于所定溫度 2 小時，取出冷後，加一定量之沸水浸漬之。濾過，分析濾液。濾液稀釋後，明礬因起加水分解作用而成鹽基性的硫酸鋁。致濾液變濁，易起分析上差誤。此應注意。結果如第三表所示。

第 三 表

溫度 °c	氧化鐵提出量		氧化鋁提出量		氧化錳提出量		三氧化硫提出量				
	每克礦石(%)	%*	每克礦石(%)	%*	每克礦石(%)	%*	每克礦石(%)	%*			
450	0.0041	5.32	0.0021	0.86	0.020	0.0040	7.85	0.042	0.0076	3.21	0.094
500	0.1040	13.65	0.0027	1.21	0.026	0.0099	19.46	0.106	0.0195	8.30	0.242
550	0.0043	5.61	0.0154	6.38	0.151	0.0254	49.86	0.270	0.0557	23.70	0.690
600	0.0015	1.97	0.0204	8.41	0.199	0.0306	60.00	0.326	0.0659	28.00	0.817
650	0.0015	1.97	0.0525	21.75	0.515	0.0489	95.70	0.520	0.1671	71.31	2.07
700	0.0014	1.79	0.0414	17.10	0.406	0.0490	96.20	0.522	0.1486	63.20	1.84
750	---	---	0.1950	8.08	0.191	0.0487	95.60	0.516	0.0586	24.96	0.725
800	---	---	---	---	---	0.0483	94.30	0.514	0.0530	22.18	0.645
850	---	---	---	---	---	0.0467	91.60	0.496	0.0450	19.20	0.559
900	---	---	---	---	---	0.0455	89.30	0.484	0.0439	18.70	0.557
950	---	---	---	---	---	0.0456	89.30	0.484	0.0445	18.87	0.558

* 由第一表“大花”分析成分計算，以下各表，均仿此。

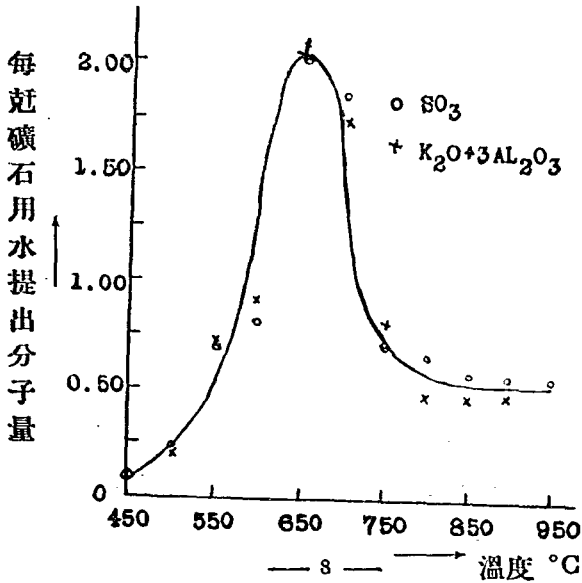


由第二圖可見礬石于 450°C 時，不但放出水分，且已開始分解。故鉀，鈣，SO₃ 之溶解率，均隨溫度漸漸增高，均以 650°C 左右達最高點。（自每尅礬石可提出 Al₂O₃ 52 克，K₂O 49 克，SO₃ 167 克。）自 670°C 以上，K₂O 之溶解率無大變化，SO₃ 因一部飛散，Al₂O₃ 因成難溶解之 Al₂O₃ 而下降。

又由第三表均以每尅礬石提出分子量為單位，SO₃ 提出量與 K₂O 提出量及三倍 Al₂O₃ 提出量之和，列為一表，（第四表）并繪一曲線，（第三圖）觀其溶解率互相的關係，頗為符合。

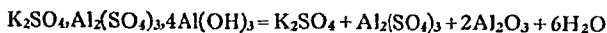
第 四 表

溫 度 °C	每尅礦石提出分子量	
	SO ₃	K ₂ O+3Al ₂ O ₃
450	0.094	0.103
500	0.242	0.176
550	0.690	0.729
600	0.817	0.923
650	2.07	2.07
700	1.84	1.74
750	0.725	1.11
800	0.645	0.494
850	0.557	0.484
900	0.558	0.484



第三圖

由此足以證明礬石之加熱分解，按下方程式漸漸分解。



其溶解率以650°C為最高。及至550°C以上，SO₃漸由Al₂(SO₄)₃分解而餘剩 Al₂O₃。引惠韋氏 L. Wöhler 之結果，可知其隨溫度而分解之程度。

溫度°C	580	620	660	680	700	720	740
SO ₃ 壓力mm	20.4	30.2	47.0	54.0	72.2	95.5	154.5

故于500°C左右，礬石脫水漸漸淨盡，各成分溶解率隨溫度而增。而550°C左右Al₂(SO₄)₃又漸漸分解，但其可溶部分，均為Al₂(SO₄)₃。即每一份Al₂O₃溶解，須有三份SO₃溶解。(即每一份Al₂O₃不溶解，有三份SO₃飛散。)每一份K₂O溶解，須有一份SO₃溶解，與圖中所示頗為符合。

至于Fe₂O₃之溶解率，于500°C達最高點，顯然可知Fe₂O₃不屬於K₂SO₄·Al₂(SO₄)₃·4Al(OH)₃，而單獨與多餘之SO₃或SiO₂另成一化合物，而異其趣也。

D. 礬石煨燒溫度與其成分于硫酸中溶解率之關係

1. 溫度試驗：

稱取20克試料，置入電爐中，各于所定溫度下加熱2小時。冷卻後，各添加105c.c. 35Be' H₂SO₄，于燒瓶內在湯鍋Water Bath 加熱，維持在75°C歷一小時取出過濾，分析濾液所得結果如第五表。

第五表

溫度 °C	Fe ₂ O ₃ 提出量		Al ₂ O ₃ 提出量	
	每克礬石(克)	溶解率%*	每克礬石(克)	溶解率%*
450	0.0503	75.0	0.1157	47.8
500	0.0671	88.2	0.2189	90.7
550	0.0558	83.4	0.2329	96.5
600	0.0400	59.6	0.1816	75.3
650	0.0250	32.8	0.1410	58.4
700	0.0160	23.9	0.0880	36.5

由前結果可知 Al₂O₃ 于 硫酸中溶解率以 550°C 為最高，可得 96.5%，與 (C) Al₂O₃ 于水中溶解率在 650°C 為最高，得 21.7% 者，其間相差甚巨。所以舊法製明礬，對於 Al₂O₃ 之損失，誠屬不少。而 Al₂O₃ 在水中與在酸中之最高溶解率溫度相差有 100°C 者。殆由其脫水礬石性質所致歟？

試由第五表可知礬石經熱分解後，在 500°C 脫水淨盡，Al₂O₃ 溶解率最高之溫度，即屬脫水後 550°C，550°C 以上因 Al₂(SO₄)₃ 分解成不溶解性，故產率低降。至 800°C 以上，均成不溶解物。按密爾氏 J. W. Mellor 及 A. D. Heldcroft 試驗，Al₂O₃ 燒于不同溫度後，于鹽酸中之溶解百分率如下：

溫度°C	600	700	800	900	1200
溶解百分率	42.96	20.40	7.84	5.92	0.00

此次試驗，固用硫酸。然 Al₂O₃ 溶解率隨溫度升高而降低，亦屬一致。

2. 硫酸量之試驗：

稱試料20克數份，同燒于 500°C 電爐中歷 2 小時。取出俟冷後
 • 各加異量之 H_2SO_4 ，于燒瓶內在湯鍋上維持70°C加熱 1 小時
 • 過濾後，分析濾液結果如第六表。

第 六 表

No.	35°Be' H_2SO_4 (克)	$Al_2O_3 + Fe_2O_3$ 提出量		H_2SO_4 添加量 與礫石量之比
		每克礫石(克)	溶解率 %*	
1	44.5	0.2738	86.7	0.91
2	66.5	0.2778	87.5	1.37
3	89.0	0.2800	88.1	1.83
4	92.0	0.2820	88.7	1.90
5	115.0	0.2810	88.4	2.37
6	136.0	0.2890	90.9	2.81

Al_2O_3 與 Fe_2O_3 未分別分析，二者提出量不知若干，惟由此
 結果，可推知過量硫酸效果甚少。

3. 硫酸濃度試驗：

又取 (2) 燒成試料20克，添加同量異濃度之硫酸處理之。
 手續與 (2) 一樣。結果如第七表。

第 七 表

No.	硫 酸 添 加 量		$Al_2O_3 + Fe_2O_3$ 提出量	
	Be'	CC	每克礫石(克)	溶解率 %*
7	25	154	0.2620	82.5
8	30	126	0.2900	91.2
9	35	105	0.2930	92.2

由此可知濃度在 30 Be' 以上與溶解率影響亦小。

4. 試樣粉碎試驗

稱取試樣磨細通過40,60,80孔篩者三種各10克，燒于550°C 2小時。取出冷後，加同量同濃度之硫酸，于燒瓶中在湯鍋上加熱(70°C)歷1小時。將濾液分析，結果如下表。

第 八 表

No.	通 過 篩 孔	30°Be' H ₂ SO ₄ (CC)	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ 提出量	
			每克礦石(克)	溶解率 %*
1	80	53	0.2940	92.5
2	60	53	0.2420	76.2
3	40	53	0.2200	69.3

由是可知礦石粉碎度與溶解率關係最為顯著。

E. 參加石灰于礬石粉末中，燒于不同溫度後其各成分於水中之溶解率。

1. 氧化鉀提出率

取試樣30克添加與礦石中 Al₂O₃+Fe₂O₃ (閱第一表“大花”成分) 化合相當量之石灰。(所用石灰純度有94%) 用乳鉢將試樣與石灰拌勻，放入電爐所定溫度加熱2小時。取出冷後，用一定量的沸水浸洗之。如洗數過多，Ca SO₄ 洗出，易起分析上差誤。但可蒸濃以去之，濾液分析結果如下表：

第九表

No.	溫度 °C	添加石灰 灰量(克)	濾液中提出量			殘渣重 量(克)
			Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ (克)	K ₂ O(克)	溶解率%*	
1	520	4.5	---	0.0650	85.0	31.10
2	570	4.5	---	0.0700	91.4	30.60
3	570	---	0.502	---	---	---
4	620	4.5	---	0.0720	94.4	30.00
5	640	4.5	0.0050	0.0708	92.5	29.80

由上可知520°—640°C間，添加石灰均可使 Al₂O₃+Fe₂O₃完全留于不溶解殘渣中，而K₂O可以大部提出。

2. 由殘渣中氧化鋁氧化鐵用硫酸提出率

將前(1)添加石灰由水洗的殘渣，乾燥之。稱其重量，加入150cc 35° Be' H₂SO₄ 加熱處理之。濾液分析結果如下表：

第十表

No.	溫度 °C	Al ₂ O ₃ 提出量		Fe ₂ O ₃ 提出量	
		每克礦石(克)	溶解率%*	每克礦石(克)	溶解率%*
1	520	0.1668	68.9	0.0512	67.2
2	570	0.1700	70.2	0.0503	66.4
4	620	0.1710	70.7	0.0465	61.1
5	640	0.1689	70.0	0.0448	58.8

由此可知石灰處理，不特將 K₂SO₄ 分離出來，而殘渣中 Al₂O₃+Fe₂O₃易溶于酸。

F. 礬石煨燒溫度與其成分於鉍水中溶解率之關係

1. $\text{SO}_3, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3$ 溶解率

試樣10克于各種不同溫度煨燒2小時，取出冷後，加50cc 6% NH_4OH 于燒瓶中，在湯鍋上維持75°C 以上歷30分鐘。過濾將濾液分析結果如下：

第 十 一 表

No.	溫 度 °C	SO_3 提出量	
		每克礬石(克)	溶解率%*
1	440	0.0065	2.77
2	520	0.1600	68.05
3	580	0.2100	89.50
4	620	0.2070	88.00
5	640	0.1980	84.30
6	720	0.0660	28.10

前述濾液加 NH_4OH 後，硫酸鋁沈澱為 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 而留于殘渣中。將殘渣過濾尚未乾燥時，即洗入玻杯加入 40cc 35° Be H_2SO_4 處理之。濾液分析結果如下表：

第 十 二 表

No.	溫 度 °C	殘 渣 重 量 (克)	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ 提出量	
			每克礬石(克)	溶解率%*
1	440	9.10	0.0600	18.9
2	520	—	0.1920	60.5
3	580	3.80	0.3086	97.5
4	620	4.50	0.1965	61.8
5	680	4.80	0.1618	51.0
6	720	5.40	0.0430	13.5

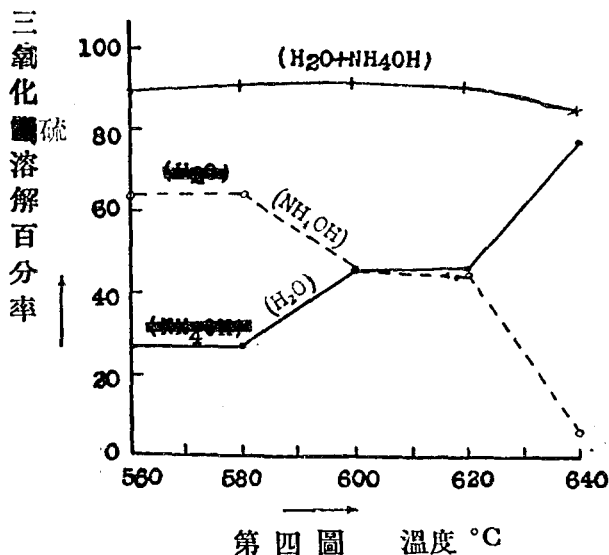
由前結果，可知 SO_3 可由 NH_4OH 洗出約 90%。而鋁及鐵均留于殘渣中。由其殘渣再用硫酸處理， $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ 溶解率與煅燒溫度關係，又以 580° 為最高。此與 (B) (C) (D) 三部結果相同。蓋礬石燒後于 H_2SO_4 及 NH_4OH 比在水中易於溶解，故水分脫除後 580°C 即幾完全溶解。而於水中需較高溫度 650°C 俟礬石分解程度更進一層，方能大部溶解。不幸 650°C 以後， SO_3 飛散，鋁成不溶解 Al_2O_3 ，以致溶解率下降。

2. 用水與 NH_4OH 先後處理 SO_3 之溶解率

取試樣 10 克，於不同溫度下燒之，取出冷後，用一定量沸水浸漬過濾，洗淨，再用 NH_4OH 處理。將兩次濾液分別分析， SO_3 溶解率如下表：

第 十 三 表

No.	溫 度 $^\circ\text{C}$	由水處理提出量		由 NH_4OH 處理提出量		SO_3 總溶解率 % *
		每克礬石(克)	SO_3 % *	每克礬石(克)	SO_3 % *	
1	560	0.0638	27.1	0.1494	63.6	90.7
2	680	0.0640	27.3	0.1530	65.3	92.5
3	600	0.1080	45.9	0.1080	46.0	92.0
4	620	0.1090	46.6	0.1070	45.5	92.0
5	640	0.1810	76.9	0.0135	5.7	83.8



第四圖 溫度 °C

此次所用溫度，正在最高溶解率所需之溫度 580°C 左右。 640°C 以上溶解率即下降，而用水提出之溫度以 640°C 為最高。曲線由 560° — 640°C 均係向上。水未提出者，其餘即被 NH_4OH 提淨。故總溶解率幾為恒數。自 620°C 以上總溶解率有下降趨勢，即飛散之 SO_3 已見顯著。

此次 SO_3 總溶解率，較(1)為高者。以其兩次提取，較為徹底故也。

3. NH_4OH 處理後，殘渣用水分法 Flotation 試驗

用 NH_4OH 處理，礬石所有 Al_2O_3 均留于殘渣中。此種殘渣，含 SiO_2 甚高，均在 40 — 50% 間。如採用鹼類製鋁法時，

不得不先試驗分離殘渣，提高鋁的成分。NH₄OH 處理後殘渣分離試驗，殊為重要。

礬石用 NH₄OH 處理後，必有一部分 Al(OH)₃ 生成，故其殘渣因物理性之不同，頗有鮮明層別，上層質輕，體積大，下層質重而堅。

取試樣“大花”“細花”兩種，(均通過80孔篩粉末)各30克，于580° 煨燒3小時，取出冷却，加 120cc 6% NH₄OH 溶液在湯鍋上處理1小時。過濾洗淨，乾燥後稱其重量，再由水振盪分離之。試驗結果如下表：

第 十 四 表

樣 別	渣滓重量(克)	分離所得重量(克)		輕質成分%			
		重 質	輕 質	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	灼熱減量
“大花”	23.95	12.35	21.30	31.2	33.3	12.1	20.5
“細花”	16.90	5.90	10.90	16.3	59.2	8.7	19.5

就此次結果，可知水分法至少能除去 SiO₂ 之一部，因此法簡易而經濟，在工業上殊有價值。

四. 結 果 提 要

A. 依四種礬石分析之結果，以“細花”最佳，次為“生子”，再次為“大花”，“虎斑”最劣。

以下試驗均以“大花”通過80孔篩粉末為試料

B. 礬石燒于 450°C 時，業已放出結合水分，同時漸漸分解；
500°—550°C 時，開始放出 SO₃，并產出相當量之 Al₂O₃；
850°C 時與鋁結合的 SO₃ 飛散幾盡。

C. 礬石煨燒溫度與溶解率

- a. 于水中以 650°C 爲最高，可提出 Al_2O_3 22%， K_2O 約97%。
- b. 于 H_2SO_4 中，以 550°C 爲最高，可提出 Al_2O_3 約97%。
- c. 于 NH_4OH 溶液中，以 $580^{\circ}-620^{\circ}\text{C}$ 爲最高，約有92% SO_3 爲硫酸鉀及硫酸銹，同時生出不溶解 Al_2O_3 。 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ 可提出 97.5%。

D. 礬石燒到 800°C 以上，完全分解成不溶解之 Al_2O_3 及能溶解之 K_2SO_4 。

E. 燒過礬石經 NH_4OH 處理後，可利用水分法 Flotation 以提高 Al_2O_3 至33% (大花) — 59% (細花) 而減少 SiO_2 至31.2% (大花) — 16.3% (細花)。是則水分法之效率，又隨原礦質而有區別。

五. 參 考 書 目

1. 中國礦業紀要(第4次)北平地質調查所
2. 中央研究院地質研究所集刊(第10號)
3. 東京工業試驗所報告第21回，第1號；第23回，第4號；第24回，第13號；
4. B. S. Butler & H. S. Gale, Alunite, U. S. Geol. Sur. Bull. 511, (1912) pp 59—60
5. Thorp. Dictionary of App. Chem. p 78
6. S. C. Ogburn, Thermal Decomposition of Alunite, J. Ind. Eng. Chem. 24, 288 (1932)
7. Edwards, Frary & Jeffries, The Alumium Industry Vol. I.

8. Acid Process for the extraction of Alumina, U. S. Dept. of
Comm. Bureau of Mines, Bull. 267
9. U. S. Pat. 1,256, 605; 1,274, 145;
1,338, 428; 1,210, 570;
1,187, 254; 1,613, 238;
1,628, 174; 1,414, 991;
1,301, 394; 1,207, 432;
10. J. W. Meller, A Comprehensive Treatise on Inorg. & Theo.
Chem. Vol. V.

