

書叢小學工

析分業工

著繩開黃

行發館書印務商

工業小學叢書

工 業 分 析

黃開繩 著

商務印書館發行

工業分析

目錄

第一章	緒論	一
第二章	常備試藥規定液及指示藥類	二
第一節	常備試藥類	二
第二節	規定液	八
第三節	指示藥	一四
第三章	試料採集法	一七
第一節	固體試料	一七
第二節	液體試料	二〇

第三節	氣體試料之採集	二二二
第四章	水	二二四
第一節	飲料水	二二四
第二節	工業用水	三三六
第五章	煤	四〇〇
第六章	烟鹵氣體與煤氣	四七七
第一節	烟鹵氣體	四七七
第二節	煤氣	四五一
第七章	工業用無機酸類及其原料	五三七
第一節	硫酸及其原料	五三七
第二節	硝酸及其原料	五六六
第三節	食鹽及鹽酸	七七一

第八章	工業用鹼類	七七
第一節	碳酸鈉及氫氯化鈉	七七
第二節	碳酸鉀及氫氯化鉀	八二
第九章	漂白劑及脫色劑	八四
第一節	漂白粉	八四
第二節	活性碳	八五
第十章	水泥	八八
第十一章	肥料	九二
第一節	肥料試驗之普通方法	九二
第二節	氫質肥料	九三
第三節	磷酸質肥料	九八
第四節	鉀質肥料	一〇三

第十二章	油脂及蠟	一〇四
第一節	原料含脂油量之測定	一〇四
第二節	脂油類之分析法	一〇五
第十三章	油脂成品	一一一
第一節	肥皂	一一二
第二節	硬化油	一二七
第十四章	糖	一三〇
第十五章	澱粉及含澱粉之原料	一三七
第一節	澱粉	一三七
第二節	含澱粉之原料	一三九
第十六章	酒精	一四三
第十七章	黃酒	一四九

第十八章	橡皮	一五二
第一節	原料橡皮	一五二
第二節	含硫橡皮	一五四
附錄		一六二

工業分析

第一章 緒論

用簡捷精確之化學方法，以檢定工業品之成分及其分量者，謂之工業分析 (technical analysis)。此種分析專以判別原料，半成品 (intermediate product)，及成品 (product) 之優劣及適用與否為目的，故不特藉此可定工廠作業之方針，而商品買賣上價格之爭議，亦可解決也。

第二章 常備試藥規定液及指示藥類

實驗室之常備藥類，須用極純者。現今最有信用之製品，出於德國之麥克 (Merk) 及卡爾班 (Kahlbaum) 等公司。

第一節 常備試藥類

【蒸餾水】 蒸餾水為最常用之物。如水質及蒸餾器具不佳，則每含多少之雜質，故作精密試驗用者，須以石英玻璃器，再行蒸餾為宜。

【酸類及鹼類】 今將工業分析用之酸類及鹼類，列表如下：

工業分析用之酸類及鹼類表

試藥	分子式	製	法	比	重	濃度之大略
濃硫酸	H ₂ SO ₄	市售純強酸		一·八四		三六倍規定濃度
稀硫酸	H ₂ SO ₄	用六倍濃液容量之水稀釋		一·一〇		五倍規定濃度
濃硝酸	HNO ₃	市售純強酸		一·四二		一六倍規定濃度
稀硝酸	HNO ₃	用二倍濃液容量之水稀釋		一·一三		五倍規定濃度
濃鹽酸	HCl	市售純強酸		一·一六		一〇倍規定濃度
稀鹽酸	HCl	用一倍濃液容量之水稀釋		一·〇八		五倍規定濃度
醋酸	CH ₃ COOH	冰醋酸以二倍半之水稀釋		一·〇四		五倍規定濃度
氫氧化鉀	KOH	無水物二八〇公分溶解於水一公升之中		一·二六		五倍規定濃度
氫氧化鈉	NaOH	無水物二〇〇公分溶解於水一公升之中		一·二三		五倍規定濃度
糖	NH ₄ OH	市售糖精(比重〇·九〇)用水二·七倍稀釋		〇·九六		五倍規定濃度

【調製約五倍規定濃度之溶液法】 今將調製法列表如下：

約五倍規定濃度溶液調製法表

試劑分類	分子式	溶解於水一公升中之重量公升數	備
氯化銨	NH_4Cl	二六八	投碳酸銨於鹵精三五〇立方公分中溶解後加水使成一公升
碳酸銨	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	二〇〇	投結晶於水加熱溶解放冷後入於稀硝酸一公升中靜置一兩日取上澄液而使用之
鉍酸銨	$(\text{NH}_4)_2\text{BiO}_5$	一五〇	通硫化氫於鹵精六〇〇立方公分中使其飽和後更加鹵精四〇〇立方公分則得 Bi_2S_3 之無色液於此液中溶解以少量之硫得黃色液
多硫化銨	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_x$		鹵化鎂六八公分與氯化銨一六五公分溶於三〇〇立方公分之水並加鹵精二〇〇立方公分後加水使成一公升
苦土混液	$\text{MgCl}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{OH}$		

【調製約二倍規定濃度及二分之一規定濃度之溶液法】 今將調製法列為兩表於下：

約二倍規定濃度溶液調製法表

試劑分類	分子式	溶解於水一公升中之重量公升數	備	考
硝化鉀	KON	六五		
氫化鉍	$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	一一三		

磷酸鈉	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	一一〇	
氯化鈣	$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	一一〇	若爲無水物則取六五公分
硫酸第一	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	一三九	
醋酸鉛	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	一九〇	
硫酸銅	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	一二五	
鉍酸鉀	K_2CrO_4	九七	
錫化第一	$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	一一二	溶結晶氯化第一錫於稀硝酸二〇〇立方公分中加水使成一公升後加以小片之錫而貯藏之

約二分之一規定濃度溶液調製法表

試藥	分子式	溶解於水一公升中之重量公分數	備考
硝酸銀	AgNO_3	八五	
黃血鹽	$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	五三	
硝酸鉍	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	六五	
一硫硫酸鈉	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	六二	

硫磺酸鉀	KCONs	四九	
硫酸鋅	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	七二	
碘化鉀	KI	八三	
高錳酸鉀	KMnO ₄	四〇	
重鉻酸鉀	K ₂ Cr ₂ O ₇	七四	

【飽和溶液調製法】 今將調製法列表於下：

飽和溶液調製法表

試藥	分子式	濃度	度備	考
硫化氫水	H ₂ S	四分之一規定濃度	盛於暗色瓶中密封之置於冷處	
石灰水	Ca(OH) ₂	三十二分之一規定濃度		
溴水	Br ₂	規定濃度		
碘水	I ₂	四分之一規定濃度	取五〇公分之碘化鉀(KI)溶於一公升之水投入適量之結晶碘而振盪之靜置數小時後取上面澄液以供使用	

重 土 水	$\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	五分之二規定濃度	
二 氧 化 二 氫	H_2O_2	三分之二規定濃度	可用市販之品
氫 氣 水	H_2	五分之一規定濃度	
煤 鹼 混 合 劑	$\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$		無水碳酸鉀六九公分與無水碳酸鈉五三公 分相混和

【有機質溶劑】 下表所列有機質之溶劑，除四氫化碳外，引火性皆甚強，故實驗與貯藏均須十分注意。

有機質溶劑表

溶	劑	分	子	式	比	重	備	考
無 水 酒 精				$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	〇・七九六			
酒 精				$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	〇・八一二		含九六份(容量)之酒精	
水				$(\text{CH}_3)_2\text{CO}$	〇・七九八			
醚				$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$	〇・七二〇			

三 氫 甲 烷	CHCl_3	一·四九〇	
四 氫 化 碳	CCl_4	一·六〇四	
二 硫 化 碳	CS_2	一·二七二	
烴 (Benzene)	C_6H_6	〇·八八四	將市販一〇〇%之烴，置於重溫鍋 (water bath) 上再行蒸餾。收集其攝氏一〇〇度以下之餾出物而使用之。
石油精 (Benzine)	C_7H_{14}	〇·七〇〇	石油精之種類甚多。作溶劑用者，以石油醚 (petroleum ether) 爲宜。或用市販汽油 (gasoline)，置於重溫鍋上再行蒸餾，收集其攝氏一〇〇度以下之餾出物而使用之。

第二節 規定液

溶液一公升中，含有溶質一公分當量 (gram equivalent) 時，稱爲一規定液 (normal solution)，通常以 N 表示之。如含有五分之一公分當量，十分之一公分當量時，各稱爲五分之一規定液，十分之一規定液，用 $\frac{1}{5}N$ 、 $\frac{1}{10}N$ 表示之。

規定液依其滴定時所起之化學作用，而大別爲三即中和滴定液，氧化（還原）滴定液，及沉

澱滴定液是也。

調製規定液時，須先作基本規定液，以此爲標準，依滴定法，順序製出之。

【中和滴定液類】

(一) 規定濃度碳酸鈉液 規定重量五三・〇五公分。

取市販之純碳酸鈉約八〇公分，入於鉑皿或瓷皿，在砂皿上徐徐加熱（須注意不使融解），至逐去水分及二氯化碳後（約經二十至三十分鐘），置於除溼器（dewicator）中冷之。次精密秤量五三・〇五公分，入於燒瓶，溶解以水六〇〇立方公分。後移入一公升之量瓶（measuring flask），加水，使在攝氏十五度時，體積確爲一公升。

(二) 規定濃度鹽酸液 規定重量三六・四六公分。

取濃鹽酸一三〇立方公分，約稀釋至一公升時，則得比規定液稍強之酸液。將此液入於滴管（burette），另以移液管（pipette）取前述之規定濃度碳酸鈉液入於燒杯，用甲基橙一滴爲指示藥，由滴管滴下鹽酸，至最後一滴使黃色變爲赤色乃止。

如此反復行兩三次，取其平均數，而確定所需之鹽酸量。今假定此鹽酸量為二三·五立方公分，則依下述之計算，可以此鹽酸液九四〇立方公分，在攝氏十五度時，稀釋至成一公升後，即得規定濃度鹽酸液。

$$23.5 : 25 = x : 1000$$

$$x = 940$$

(三) 規定濃度硫酸液 規定重量四九·〇四公分。

取稀硫酸二〇〇立方公分，加水，使成一公升。冷至攝氏十五度後，入於滴管。用規定濃度碳酸鈉液，依製規定濃度鹽酸液時之方法，以調製之。

(四) 規定濃度氫氯化鈉液 規定重量四〇·〇六公分。

用粗天平秤取四七公分棒狀氫氯化鈉，以少量之水洗滌表面（因恐附有碳酸鈉之故）後，加水約一公升，而溶解之。冷至攝氏十五度時，取其二五立方公分，用甲基橙為指示藥，以規定濃度硫酸液滴定之。設所需規定濃度硫酸液量為二七·五立方公分，則取此氫氯化鈉溶液九〇九·

九立方公分，在攝氏十五度時，加水稀釋至一公升，即成規定濃度氫氯化鈉溶液矣。

$$25 : 27.5 = x : 1000$$

$$\therefore x = 909.09$$

【氯化滴定液與還原滴定液】 高錳酸鉀，重鉻酸鉀等之規定液，屬於前者；一硫酸鈉之規定液屬於後者。

(一) 十分之一規定高錳酸鉀液 十分之一規定重量三·一六公分。

取純高錳酸鉀約三·三公分，溶於一公升之水，貯於暗色瓶內，放置一星期，使水中能受氯化之物質，完全氯化後，乃行精密滴定，而決定其濃度。此滴定之法有數種，較為便利之法，係用十分之一規定濃度草酸液（純草酸六·三〇三分溶於水後，移入量瓶，加水，使在攝氏十五度時，體積正確為一公升。）即取十分之一規定濃度草酸液二五立方公分，入於燒杯，約加稀硫酸一二立方公分，並熱至攝氏三十至五十度後，由滴管滴下前述之高錳酸鉀液，至其最後一滴所作之赤色，能持久而止。設此時所需之高錳酸鉀液為二四·八五立方公分，則可由計算而得其濃度為 $0.1x$

$$\frac{25}{24.85} = 0.1006N \text{ 即 } 0.1006 \times \text{K 倍規定濃度。}$$

高錳酸鉀液通常不作精密之規定度，僅以係數用之（例如十分之一規定濃度高錳酸鉀液一立方公分，依氮化作用，可遊離 0.8 公釐之氮，則此 0.1006 六倍規定濃度液一立方公分，可用遊離 $10 \times 0.1006 \times 0.8 = 0.8048$ 公釐之氮）即可。因濃度決定後之液，若再稀釋以水，恐與水中有機質等起作用而生變化也。

(二) 十分之一規定濃度重鉻酸鉀液 十分之一規定重量 4.908 公分。

將純重鉻鉀之結晶，入於瓷皿，徐徐加熱，使其融解，而充分逐去水分。次置於除溼器中冷之。取乾燥物研為細末，取 4.908 公分，溶解於水，並加水，使在攝氏十五度時，體積確為一公升。此液一立方公分與氮 0.8 公釐，或鐵 5.58 公釐相當。

(三) 十分之一規定濃度一硫酸鈉液 十分之一規定重量 24.83 公分。

取結晶一硫酸鈉約 27 公分，溶於一公升之水。另置碘化鉀約一公分於燒杯中，以少量之水溶解。次加十分之一規定濃度重鉻酸鉀液 25 立方公分，與稀鹽酸 5 立方公分，置於重溫鍋上。

熱之，則碘充分遊離。次加澱粉糊液爲指示藥，由滴管滴入一硫硫酸鈉液，至藍色消失爲止。設此時一硫硫酸鈉液之消費量爲二三·五立方公分，則依下列計算，可知用此液九四〇立方公分，在攝氏十五度稀釋成一公升後，即得十分之一規定濃度液。此一立方公分與十分之一規定濃度重鉻酸鉀液一立方公分相當，換言之，可與〇·八公釐之氮相當。

$$25 : 235 = 1000 : x$$

$$x = 940$$

【沉澱測定液】

(一) 十分之一硝酸銀液 十分之一規定重量一六·九九七公分。

精密秤取結晶硝酸銀八·四九八公分。以水溶解後，在攝氏十五度，稀釋至成五〇〇立方公分。此液一立方公分含有一〇·七九三公釐之銀，可使三·五四六公釐之氮沉澱。

(二) 十分之一規定濃度氫化鈉液 十分之一規定重量五·八五公分。

取精鹽約六公分，溶於一公升之水，用鉻酸鉀爲指示藥，滴入前述之十分之一規定濃度硝酸

銀液，至所生赤色，不復消失爲止。如此可由所消費之十分之一規定濃度硝酸銀之量，算出須用多少之水稀釋後，始成十分之一規定濃度氫化鈉液。

第二節 指示藥

指示藥 (Indicator) 之種類頗多，茲舉最普通者之調製法，及其適用範圍如次：

【甲基橙】 甲基橙 (methyl orange) 遇酸成紅，遇鹼成黃。

以甲基橙色素 0.02 公分，溶於 100 立方公分之熱水，待冷，濾過，取濾液用之。

甲基橙雖適用於無機酸之滴定，但不適用於有機酸。與碳酸、磷酸等殆不生感應，故合於碳酸鹽等之中和滴定。

【石蕊試藥】 石蕊試藥 (litmus) 遇酸成紅，遇鹼成青。

取市販品入於瓷皿，注以酒精（八五%），在重溫鍋上加熱後，傾棄此酒精溶液。如此反復行之三次，則可除去不純之色素。次加以水，並加熱攪拌，使其充分溶解。取上面澄液，蒸發濃縮至約三

分之一容積時，注入過量之醋酸，更繼續蒸發，使成濃液後，加酒精（九〇%）則生青色之沉澱。經過，并用酒精洗滌，即得精製之石蕊。以此精製物，溶於少量之溫水，取溶液三滴或四滴，加入五〇立方公分之水，至得顯明之色時，則可供使用。

石蕊試藥能受碳酸之感應，故行滴定碳酸鹽時，須常加熱而逐去所生之碳酸氣方可。

【**煱醇試藥**】 煱醇試藥 (phenolphthalein) 遇酸無色，遇鹼成紅。

取此色素一分，溶於酒精（九六%）一〇〇立方公分，每次使用一滴或二滴即可。

煱醇試液雖適用於有機酸，無機酸，及強鹼類等之滴定，但不適用於鹵精及碳酸鹽之滴定。

【**玫瑰色試藥**】 玫瑰色試藥 (rosolic acid) 遇酸成黃，遇鹼成紅。

取此色素一分，溶於一〇〇立方公分之酒精，加水稀釋至二倍後，以作指示藥。

玫瑰色試藥雖適用於有機酸類之滴定，但有銻鹽存在時，則否。

【**鉻酸鉀液**】 鉻酸鉀液遇硝酸銀成赤。

取約九公分之鉻酸鉀，溶於一〇〇立方公分之水即可。惟此溶液須為正確之中性，方可作指

示藥之用。

【澱粉糊液】 澱粉糊液遇碘成藍色。

取澱粉一公分，加少量冷水而攪拌之。次注入熱水二〇〇立方公分中，再攪拌後，靜置數小時，取其上面澄液供用。此液在保存時常生腐敗，故每次用後，須置重溫鍋上加熱殺菌而密封之。

第三章 試料採集法

試料之採集 (sampling) 一名取樣。此事最須注意，蓋分析無論如何精密，倘所供之試料非全物質之平均部分，則試驗之結果可謂無價值也。

第一節 固體試料

固體試料之採集，大體可分三段：即（一）基本試料 (gross sample) 之採集（即採集稍大量合理的平均試料）（二）縮分 (reduction)（即使基本試料變為細碎，且區分至適當之分量，而送往實驗室）（三）完成試料 (prepared sample) 之調製（即在實驗室更行縮分至可供分析之程度）是也。

【基本試料之採集】在平坦堆積物，可於上面約各離一公尺之處，各劃縱橫線，由交叉點，以

鐵錘 (shovel) 等向底面垂直開穴至中層，各取一單位量，（約為最大塊者重量之五〇〇倍），合併而作基本試料。

在圓錐狀之堆積物，可沿底部至頂上之直線，由底開始，每隔約〇·五公尺，各採一單位量，而合併之。

貯於箱袋之物品，以每二十至四十個，取一個，合併其全部內容物，而作基本試料。

【縮分】 上述之基本試料，若為量極多，而先由其底部，以每一鐵錘交互分之，使成二個圓錐。如此反復縮分，至成約五〇至二〇〇公斤之圓錐為止。

次將此縮分之試料，入小軋碎機，軋碎至直徑約二公分以下時，再用圓錐縮分法反復分至一〇至五〇公斤。更以此入軋碎機，碎至可通過四公釐孔之篩後，再分為二小圓錐（第一圖A及B）。將此一個小圓錐，壓成扁平，如第一圖C之圓形，分為四等分，如第一圖D後，集其相對四分之一（aa或bb），作一較小之圓錐。若此圓錐之量仍過多時，則再壓成扁圓形，依前法反復分之。此種縮分稱為四分法 (quartering)。

反復行四分法，且將物品軋碎至可通過○。

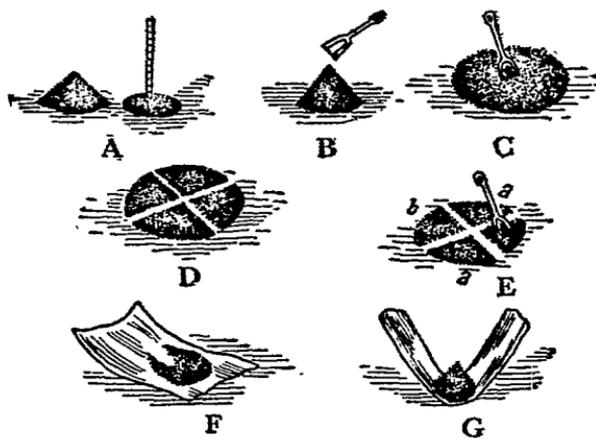
八五公釐孔之篩。取其二至五公斤，在清淨之布（第一圖 F G）上，充分混和後，作為完成試料。

【完成試料】多種物品只用四分法，行適當縮分後，即成完成試料。惟煤與貴重礦石，更須以瑪瑙乳鉢粹至微細之末方可。

【細粒及粉末試料之採集】穀類，蔗糖，及水泥等之平均直徑，皆在二公釐以下，即最大塊者，亦不逾一〇公釐，故可用取樣筒（第二圖 A 及 B，）向上中下三層，採取基本試料。

【金屬及合金類試料之採集】每次約取五塊金屬，切斷之。切斷之部位在各塊上不同。集其鏽

第三章 試料採集法



第一圖 縮分之程序

屑，以作基本試料。

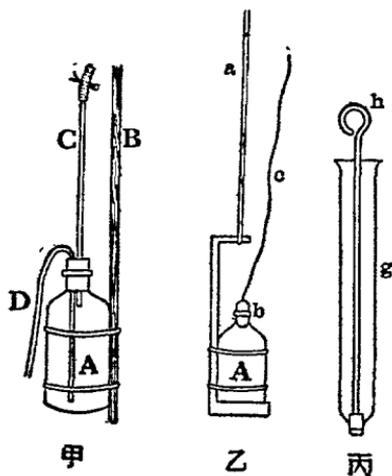
第二節 液體試料

粘度不大之液體，多為均一性，故可任意採取其一部分，以為試料。惟粘液或

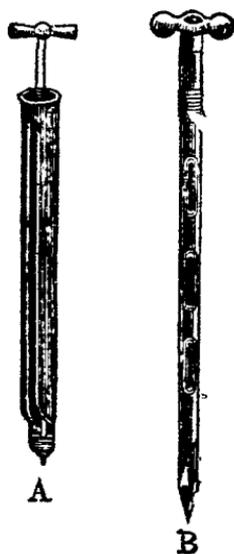
液中含有不溶物者，則非採集平均試料不可。

【靜止液體之採集】 液體若為均一性，可任意採取。若為不均一性，須攪拌全液或振動容器後汲出之。

藏於大容器之液體，可用第三圖甲圖之採集瓶取之。即緊縛A瓶於B棒，插入液中，開排氣管C，則試料由D流入A中。此器可採取任意之



第三圖 靜止液體之採集



第二圖 取樣筒

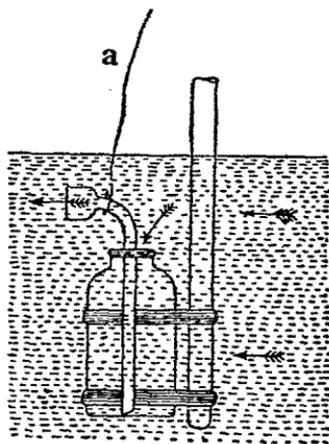
液層及任意之量，故甚便利。

井水之採集，可用第三圖乙之裝置。卽縛玻璃瓶A於重錘，由a索懸之，可以下沉至任意之深度。b爲瓶塞，拔之則液體流入瓶中。

貯於小容器內之液體，可用第三圖丙之玻璃筒，插入液體中，開h栓而採集之。

【流動液體之採集】 縛採集瓶於棒，投入流動液體中（如河水），將繫於a索之流出管，移向水流之方向，則水如箭頭所示流入瓶中（第四圖）。經相當時間，認爲得均一成分時，引出作爲試料。

流通於鐵管內之液體，須集其一定時間內流出之部分，再用上述採集靜止液體之方法採集之。



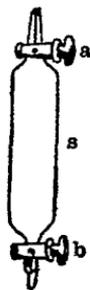
第四圖 流動液體之採集

第三節 氣體試料之採集

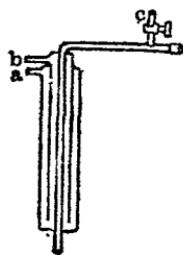
氣體試料之理想採集法，係以氣體先入於大集氣槽，經相當時間，成爲均一成分後，採其一部分以供分析。然實際上流通於導管或烟道之氣體，常行直接採取之法。惟此時採集平均試料之事，似較氣體分析爲尤難也。

【氣體試料之採集容器】 採集器可用如第五圖之氣體採集管 (sampling tube)。管之兩端爲毛細管，容積約三〇〇立方公分。採集試料時，以 a 端連於氣體之導管，b 端連於適宜之吸氣器 (aspirator)，則氣體可充滿 S 中。經十五至二十分鐘後，由 a 流入之氣體當與 b 流出者成分同一。此時即閉 b 與 a，以石蠟密封之。

【高熱氣體之採集】 高熱氣體之採集，係用第六圖所



第五圖
氣體採集管



第六圖
氣體採集導管

示附有水流散熱裝置之氣體採集導管，頗爲便利。此管爲金屬製，全長約三英尺，外徑約二英寸。冷水由 a 入 b 出，氣體則由 C 取之。採集時須將 C 部插入易得平均試料之部分（如插入烟道約達其半徑二分之一之處）。插口之周圍，塗以粘土或水玻璃，以防空氣侵入。此導管之他端，連於氣體採集容器，（但氣體中若含多量之雜質時，則導管與採集器之間，須連以石綿填充之瀘管，）由吸氣法吸出氣體而採集之。

第四章 水

水爲動植物生活上不可缺之物質，而工業上殆無不用水者，故其分析法極爲重要也。

第一節 飲料水

【試料之採集】 容器須用無色之玻璃壺。採集量概略試驗以二至三公升爲適當；精密試驗則需五至七公升也。

壺須充分洗滌，並以洗所當採集之水二三次。次充滿所應試驗之水，栓以玻璃塞，塞部包以清潔之布片，放於暗冷之處。在四十八小時內，須行試驗。詳細之採集法，可依第三章第二節。

【外觀之檢查】 (一) 清濁度及色 以高二〇至八〇公分，直徑約四公分之無色玻璃圓筒二個，一貯蒸餾水，一容試料，由上方俯視而比較其色相。植物性雜質爲黃色或黃褐色，雖經長時

間之靜置，亦不消失。礦物性雜質，靜置則多沉降，而減少溷濁及色。其色相，粘土爲黃或綠，石灰爲白，硫化物（鉛鐵等）爲黑，氯化鐵爲赤褐。

(二) 臭及味 入約一五〇立方公分之試料，於約三〇〇立方公分之有塞瓶，在重溫鍋上加熱至攝氏四十至五十度，強烈振盪後，開塞嗅之。有機質多者，常發臭氣。若疑有硫化氫存在時，可用醋酸鉛試紙檢之（呈黑褐色）。

以適量之試料，加熱至攝氏十五至二十度後，嘗之。缺乏碳酸鹽者，少清快之味；鐵分豐富者，呈收斂味，鹽化物多量者現鹹味。

(三) 溫度 在採集地以精密溫度計測之。水面距離較遠者，則用最高最低溫度計爲便。

【定性試驗】(一) 中性度 加石蕊試藥兩三滴於約五〇立方公分之試料中，而檢定之。通常之水，多含碳酸，故呈酸性。經十分鐘煮沸後，而能減少酸性度者，則知有遊離碳酸之存在。然普通之水同時又溶解有重碳酸鹽類，故加甲基橙（碳酸不感）時，則呈鹼性反應。

(二) 氫化物 取試料三〇至七〇立方公分，加硝酸成酸性後，再加少量之硝酸銀，而生白

濁者，則知有氰化物。

(三) 硫酸鹽 加稀鹽酸一立方公分於約五〇立方公分之試料中。加熱後，添氰化鉍溶液一立方公分。若生白濁，則知有硫酸鹽。

(四) 硝酸鹽及亞硝酸鹽 以五〇〇立方公分之試料入於磁皿，置於重溫鍋上，蒸發濃縮至約一五〇立方公分爲度。此際若有沉降物，則須濾過，以濾液供下述之試驗用。

(甲) 硝酸鹽之檢出，以木甓子鹼 (brucine) 法爲最銳敏。卽於約二立方公分之試料中，約加六立方公分之濃硫酸，振盪後而放冷之。次加一立方公分之木甓子鹼溶液 (〇·一公分之木甓子鹼，溶於五〇立方公分之濃硫酸而成)。若有硝酸鹽，則呈赤色。

(乙) 亞硝酸之檢出，可用格里斯 (Griess) 氏試藥。卽以試料二〇〇立方公分，入於瓶中，加此二至三立方公分，置於重溫鍋上，加熱至攝氏七十至八十度。若有亞硝酸則呈赤色。

格里斯氏試藥乃以噹噹磺酸 (Sulphanilic acid, $C_6H_4NH_2SO_3H$) 〇·五公分，溶於醋酸 (比重一〇·四) 一五〇立方公分中，另取 噹基駢噹 (*o*-naphthylamine, $C_{10}H_7NH_2$)

○·一公分入於二〇立方公分之水中。經煮沸濾過後，加醋酸一五〇立方公分。將此所得兩液混合之。

(五) 磷酸鹽 取試料三〇〇立方公分，加硝酸成酸性後，使蒸發濃縮至一〇立方公分。次加五至六倍容量之鉬酸鉍溶液於其中，經長時間放置微溫湯後，若有磷酸鹽，則生黃色沉澱。

取試料一公升，加稀鹽酸五至一〇立方公分，使成酸性。此時若生白濁，則知有鉛。取此液入磁皿中，蒸發濃縮至二〇〇立方公分後，可供鉍鹽以下諸試驗之用。

(六) 鉍鹽 將酒石酸鉀鈉〇·五公分，溶於少量之蒸餾水後，加入濃縮試料五〇立方公分，次加涅斯勒 (Nessler) 氏試液五立方公分，則呈黃色或褐色。

涅斯勒 氏試液之製法，係取約五〇公分之碘化銻，與少量之水，在乳鉢中充分混和後，洗入燒瓶中。更加二五公分之碘化鉀。次以氫氯化鈉一〇〇公分，溶於少量之蒸餾水，冷時添入前記燒瓶中。再加蒸餾水，足成五〇〇立方公分。靜置後，取上面澄液，以供使用。

(七) 銅 入約三〇立方公分之濃縮試料於細長之玻璃圓筒中，加多量之礬精。若有銅，則

呈青色。

(八) 鉛 以試驗管三個，各取濃縮試料一〇立方公分。通硫化氫於第一試驗管，若有鉛，則生黑色沉澱。加鉻酸鉀溶液於第二試驗管，若有鉛，則生黃色沉澱。加少量碘化鉀溶液於第三試驗管，加熱溶解沉澱後冷之，若有鉛，則生金粉狀之結晶。由以上三實驗，可決定鉛之存在與否。

(九) 鋅 加鹵精於濃縮試料三〇立方公分中，經煮沸濾過後，滴少量之黃血鹽於濾液時，若有鋅，則生白色沉澱。

(十) 錳 取試料五〇〇立方公分，蒸發濃縮至二〇立方公分，加過量之鹵精，煮沸濾過。將殘渣附着於碳酸鈉球，用吹管吹以氯化焰。若有錳，則生綠色塊。

【定量試驗】 定量試驗之結果，以一公升中所含之公釐數表之。

(一) 全固體物 以試料二五〇立方公分，入於瓷皿，置於重溫鍋上濃縮至五〇立方公分。移鉛皿，蒸發至乾涸。次移入攝氏一百五度之空氣乾燥器，經三小時，置除溼器內。冷後，秤量之。

(二) 硬度 硬度 (hardness) 為水中含有之鈣鹽及鎂鹽之量，依某一定之標準，以數字

所表示者。一〇〇立方公分水中含有氯化鈣一公釐（氯化鎂可換算等價量之氯化鈣而合計之，即 $1.4\text{MgO} \equiv 1\text{CaO}$ 之換算式）者，稱為德國硬度一度，與法國硬度一·七五度，及英國硬度一·二五度相當。

煮沸暫時硬水，則其所含之鈣鎂重碳酸鹽類，失去碳酸，而變為不溶性碳酸鹽。如此因熱可移轉為不溶性之石灰及苦土所呈之硬度，謂之暫時硬度。永久硬水中之硫酸鹽及氫化物所呈之硬度，謂之永久硬度。合二者之硬度，則稱為全硬度。

硬度測定法有直接間接二種。最簡便者為間接法中之鹽酸滴定法，今述之如次：

（甲）暫時硬度之測定 取試料一〇〇立方公分，入於瓷皿，以甲基橙為指示藥，用十分之一規定濃度鹽酸滴定，至呈赤色為止。此鹽酸一立方公分與二·八公釐之氯化鈣相當。故以所需之鹽酸立方公分數乘二·八，則得暫時硬度。

（乙）全硬度之測定 於行暫時硬度滴定後之液中，用移液管精密加入約二〇立方公分之十分之一規定濃度氫氯化鈉液與十分之一規定濃度碳酸鈉液，各以等量相混和之溶液。煮沸

經幾分鐘時，（此時石灰及苦土悉變爲碳酸鹽而沉澱，）乃冷之。次加水，使成二〇〇立方公分，以乾燥濾紙濾之。取此濾液一〇〇立方公分，以甲基橙爲指示藥，用十分之一規定濃度鹽酸行過剩鹼性之滴定。由添加之鹼量（二〇立方公分），減去所用鹽酸立方公分數之二倍，則得被消耗之鹼量立方公分數，故以二・八乘之，則爲全硬度。

全硬度與暫時硬度之差，爲永久硬度。

（三）有機物 水中常含有有機物，其定量之法頗不簡單。今所常行者爲還原力之測定及蛋白性鹵精之試驗。而在測定蛋白性鹵精之前，須除去銹鹽，故又須行銹鹽之定量。

（甲）還原力 入二〇〇立方公分之試料於燒瓶中，加一〇%之氫氟化鈉五立方公分，與百分之一規定濃度高錳酸鉀液一〇立方公分，煮沸十分鐘。冷至約攝氏五十度時，加一比三硫酸五立方公分，再煮沸十分鐘後，而放冷之。次加百分之一規定濃度草酸液一〇立方公分，使變爲無色。最後以百分之一規定濃度高錳酸鉀液，行再着色之滴定。前後所用百分之一高錳酸鉀液之差（卽由一〇立方公分減去最後所需之量）爲等於被有機物所還原之量。通常以水一公升，還原

時所需高錳酸鉀之量，表示還原力。

(乙) 鉍鹽 入試料五〇〇立方公分於燒瓶，加氫氯化鈉約一公分，在砂皿上加熱蒸餾。約蒸出一〇〇立方公分後，以石蕊試紙常行試驗，至不呈鹽基性反應時，即停止蒸餾，而行比色之測定。

取完全相同之二玻璃圓筒A及B，於A入餾出液一〇〇立方公分，於B入同量之蒸餾水。各加五立方公分之涅斯勒氏溶液。另由滴管滴下標準液於B筒，至與A筒達同一之色度。(A、B兩筒各須充分振盪，且同時於A筒須加與滴下標準液同量之蒸餾水。)由此可決定碲精之量。

標準液之製法，係以O·三一五公分之氫化鉍溶解於一公升之水。此液一立方公分含有O·一公釐之碲精。

(丙) 蛋白性碲精 加約四〇立方公分之鹽基性高錳酸鉀液，於上述試驗之蒸餾瓶內所殘留之試料中，再行蒸餾。常常檢查餾出液，至赤色石蕊試紙不變為青色時，則停止蒸餾。以此餾出液行與前相同之比色測定。但此際雖用涅斯勒氏液而不呈黃色時，則須以脲醇試藥為指示液，用

五〇〇分之一規定濃度硫酸（其一立方公分與〇・〇三四公釐之硃精相當）滴定之。鹽基性高錳酸鉀液之製法，係以二〇〇公分之氫氟化鉀與八公分之高錳酸鉀，溶解於一公升之水，煮沸一至二分鐘時，即可用。

（四）氫化物 入一〇〇立方公分之試料於磁皿，用二至三滴之鉻酸鉀爲指示藥，以十分之一規定濃度硝酸銀液，滴定至不消失赤色爲度。此時硝酸銀液一立方公分與三・五五公釐之氫相當。（氫化物常以氫之量算出，惟亦有以氫化鈉算出者，則用一・六四八乘氫量即可。）

（五）硝酸鹽 取試料一〇〇立方公分，約加〇・二公分之碳酸鈉，蒸發乾涸後，加燻醇二磺酸（phenol disulphonic acid, $\text{OH}\cdot\text{C}_6\text{H}_3(\text{SO}_3\text{H})_2$ ）一立方公分，用玻璃棒攪拌之，使混和密切。以二〇至三〇立方公分之蒸餾水，洗入比色用玻璃圓筒中，徐徐加入硃精，至呈最高黃色調時，使全溶爲一〇〇立方公分，與標準液行比色試驗。

標準液之製法，係用硝酸鉀〇・一八七公分，溶解於一公升之蒸餾水中。此液一立方公分含有〇・一公釐之 N_2O_5 。取此液一〇立方公分，與上述試料行同樣之處理後，供比色之試驗。

脗醇二磺酸之製法，係用二五公分之石灰酸，溶解於一五〇立方公分之濃硫酸中，更加七五立方公分之發烟硫酸，充分攪拌後，在攝氏一百度，加熱二小時。

試料中若有多量之氫化物，則蒸發前須加少量之硝酸銀，使生氫化銀之沉澱，而濾去之。

(六) 鐵 取五〇〇至一〇〇〇立方公分之試料，加鹽酸使成酸性，蒸發而濃縮之。將此濃液移入鉛皿，行蒸發乾涸。以濃鹽酸潤溼殘渣後，再蒸發乾涸。次加少量稀鹽酸於此乾涸物中，且以溫水溶解內容物，而濾過。如斯所得濾液中，加濃硝酸二至三立方公分，煮沸經數分鐘時後，注入略過量之碲精，加熱經一至三分鐘時，即濾過。濾紙上之沉澱，先洗以溫水，次溶於稀鹽酸，中和以碳酸銜溶液（加至生少許之溷濁為止。）煮沸。此時之沉澱須於濾過洗滌後，溶於稀硝酸，以蒸餾水稀釋至一〇〇立方公分，而入於比色用之玻璃圓筒，並加硫疇酸鉀（potassium thiocyanate）液四立方公分，使呈赤色。另於盛有蒸餾水一〇〇立方公分與硫疇酸鉀液四立方公分之圓筒中，由滴管加入標準鐵溶液，至與前者呈同色度為止。由此得測定所含之鐵量。

標準液之製法，係取硫酸鐵銜之結晶〇・七公分，溶解於蒸餾水五〇〇立方公分，徐徐注入

十分之一規定濃度高錳酸鉀液，至呈黃色爲止，並稀釋以水，使全量爲一公升。此時一立方公分含○·一公釐之鐵。

【細菌試驗】欲檢驗水中細菌之種類及其數，不可不用培養法。惟通常除特別研究外，僅檢查其數耳。所試驗之水，須用業經熱氣殺菌之瓶採集之。

取試驗管五個，各盛標準膠培養基，在溫水中加熱，至約攝氏四十度，使膠溶解。另以業經殺菌之移液管，取試料○·一立方公分，○·二立方公分，○·五立方公分，○·七五立方公分，一立方公分等，各入於試驗管（試料之不純度若大時，須用二至十倍量之殺菌蒸餾水稀釋，後以供試驗），略經振盪後，迅速注入配多利氏皿中，待其固結，倒置於攝氏二十度上下之恆溫器（thermostat）內。（若無恆溫器，則置於清淨之常溫室中亦可。）經過二至三日，即漸現羣體（colony），以墨汁作標記於皿之裏面，至其數不復增加爲止。但上記五皿中，取其便於計算者（五○至一○○羣體），數其羣體。由此可算出試料一立方公分中所生之羣體數，即以此爲一立方公分中所含之細菌數。

標準膠培養基之製法，係取晒膠二〇公分（夏時二二公分），切斷爲一・五公分見方之細片，與蒸餾水二〇〇立方公分，共入燒瓶中，在重溫鍋上熱之，且時時振盪，使膠溶解。次注入十分之一規定濃度氫氯化鈉液，至赤色石蕊試紙適能變青色爲度，乃使溫度降至攝氏五十至五十五度，加入蛋白一個（與同體積之蒸餾水行強烈攪拌者），劇烈振盪之，置重溫鍋上，熱至蛋白凝固時，用加熱漏斗濾過。取此澄清濾液各約一〇立方公分，貯於有棉塞且豫經殺菌之試驗管，而入蒸餾殺菌罐中，蒸煮三十分鐘，冷後即可使用。

【飲料水判定之標準】 水中含適量之礦物質，無色透明，而有清快之味者，爲最良之飲料水。其含有有機物，及有害細菌者，則不可用。茲將飲料水一公升中諸成分之適當量，及極限量，列表示之如下：

飲料水一公升中諸成分之適當量及極限量表

成	分	適	當	量	極	限	量
全固體物			五〇〇公釐以下				

全硬度	一〇至二〇度	三〇度
鈣	一至一〇公釐	三〇公釐
硝酸	一〇公釐	二〇公釐
亞硝酸	〇公釐	一公釐
還原力	〇公釐	一〇公釐
酒精	〇公釐	一公釐
蛋白性酒精	〇公釐	〇・一公釐
鐵	〇公釐	〇・三公釐
細菌(病原菌以外)數(一立方公分)	一〇〇個以下	三〇〇個

第二節 工業用水

工業上用水甚多，對於水質須嚴密制限者，如汽鍋，釀造，製糖，澱粉製造，製紙，製革，漂白，及染色等用水是也。此等工業用水，除釀造需相當之硬水外，大都為硬度輕低之軟水也。

【汽鍋用水】 汽鍋用水，以少含腐蝕鋼殼之遊離酸，與氫化鎂（受高壓分解，而生鹽酸）及造成汽鍋甲之鈣鎂之碳酸鹽與硫酸鹽者爲宜。硬度之極限量爲德國硬度一二度。全固體物，在一公升中，須在二〇〇公釐以下。氫化物之總量，在一公升中，以一〇〇公釐（以氫化鈉計算）爲限度。硫酸鹽因能造成緻密堅硬之汽鍋甲，故以含量愈微者爲愈佳。

（一）遊離碳酸之測定 取容一〇〇立方公分之量瓶，（刻度在頸部下半以下者），充以一〇〇立方公分之試料，約加十滴之純醇試液爲指示藥，用十分之一規定濃度碳酸鈉液滴定（每次滴定後，密塞量瓶而振盪之），至不消失赤色爲度。此時十分之一規定濃度碳酸鈉液一立方公分，與二·二公釐之遊離碳酸相當。

（二）碳酸以外遊離酸之測定 取試料二五〇立方公分，煮沸十分鐘，逐去碳酸後，加純醇試液爲指示藥，以十分之一規定濃度碳酸鈉液滴定之。此時碳酸鈉液一立方公分與四公釐之三氯化硫（ SO_2 ）相當。（酸量通常以三氯化硫算出。）

（三）硫酸鹽之測定 於二五〇立方公分至一公升之試料中，加鹽酸使成酸性。蒸發濃縮，

約至五分之一體積後，加氫化銦溶液一〇至三〇立方公分，而煮沸。若有濁瀘，須瀘過，以沸水洗滌數次，集其瀘液，再煮沸之。於此沸液中，徐徐注入氫化鉍溶液，則生硫酸鉍之沉澱。經瀘過，乾燥，灼熱等後，置除溼器中，待冷，秤量之。此物一公分與〇·三四公分之三氯化硫或〇·五八三公分之硫酸鈣相當。

(四) 碳酸鹽之測定 其法與前述之暫時硬度測定法相同。此時鹽酸一立方公分與二氯化碳二·二公釐相當。

【釀造用水】 釀造用水之標準與飲料水同。有害細菌，有機物，與硝酸，亞硝酸，酒精等之含氫物質，最當禁忌。惟適量之石灰及苦土（全硬度五至二〇度）與微量之磷酸鹽，可使酵母繁殖，故釀造廠常喜用硬水。但醬油製造則須用軟水。

【其他工業用水】 澱粉製造用水，忌鐵及細菌。

。製糖用水，須擇含鎂鈣等之硫酸鹽，碳酸鹽，及氫化物較少者，即以軟水為宜。

製紙用水，最忌鐵（一公升中含量不可逾〇·一公釐）而碳酸，硫酸，鹽酸等之含量，愈少愈

佳。

肥皂，染色，製革等之用水，均以軟水爲宜，最忌含鐵。

第五章 煤

煤爲固體燃料中用途最廣者，其分析法可爲固體燃料之模範。

【試料之採集】 煤中存有各種礦物質，故須採集平均之試料。試料採集量之原則，爲煤一〇噸內，約取五〇公升，一〇〇噸以上，則約取其千分之一，用四分法縮分至約五公斤後，入於罐中，送往實驗室。

將此試料碎至直徑約二公分後，約取二公斤，在空氣流通處展開乾燥之。其重量之減少量，卽爲空中乾燥之水分。

空中乾燥試料，更以四分法縮分至約一〇〇公分，入瑪瑙乳鉢中粉碎至微末後，卽爲完成之試料。

【分析法】 分析上述完成之試料，其結果皆以百分率表之。

(1) 水分 精密秤取試料約一公分，入於錶面玻璃皿，置空氣乾燥器 (air-bath) 中，在攝氏一百五度乾燥一小時，放除溼器內，待冷，秤量之。其減少量為完全乾燥之水分。將此改算為百分率後，與前述空中乾燥水分相加，即為全水分之量。

例如空中乾燥之水分為三〇%，完成乾燥之水分為一〇%，則全水分為 $30 + (100 - 30) \times \frac{10}{100} = 37\%$ 。

(二) 揮發物及焦煤量 試料一公分，入於容約三〇立方公分之鉑坩堝，加緊密之蓋，以本生燈 (Bunsen burner) 加熱，經七分鐘時，煤氣之壓力，須為水柱五〇公釐，(必要時用壓力調節器) 火焰長一八至二〇公分，坩堝底距燈口七公分，近傍圍以石綿紙，藉防火之動搖。

灼熱經七分鐘時後，置除溼器中冷之，其所失重量與水分之差，為揮發物之量。坩堝中之殘量則為焦煤。

(三) 灰分及固定碳質 取既經檢定水分後之試料，入於瓷坩堝，精密秤之。用本生燈加熱，其初頗和緩，至逐去揮發物後，漸加強熱，且少傾坩堝，使空氣易於流通，並常以鉑線攪拌內容物，促

其灰化。待全部無黑色物時，置除溼器中，待冷，稱其灰分。

固定碳質爲水分，揮發物，灰分以外之成分總量，可以下式計算之：

$$\text{固定碳質}(\%) = 100 - (\text{水分}(\%) + \text{揮發物}(\%) + \text{灰分}(\%))$$

(四) 硫 煤中皆含多少之硫化鐵，硫酸鈣，及樹脂質類之含硫有機物等。硫酸鈣以外之硫，稱爲可燃性硫。故硫之定量，須區別爲全硫及可燃性硫。

(甲) 全硫之定量 取試料一公分，充分混合以氫化鎂一公分，與無水碳酸鈉 0.5 公分，入於鉛皿，用酒精燈徐徐加熱，(不可用煤氣燈，因煤氣含有硫化物也。)至碳質完全灰化後，以 5 立方公分之熱水洗滌內容物，使入燒杯中，加溴水 15 立方公分，煮沸 5 分鐘，而放冷之。次於濾過後，再以少量之水煮沸不溶物，而濾過之。集其全部之濾液，注入濃鹽酸 1.5 立方公分，煮沸，逐去溴質。加稍過量之氫化鉍溶液，繼續煮沸數分鐘，使生硫酸鉍之沉澱。經濾過，洗滌，乾燥，灼熱後，入除溼器中，待冷，稱量之。以 0.1373 乘此所得硫酸鉍之量，則得全硫量。

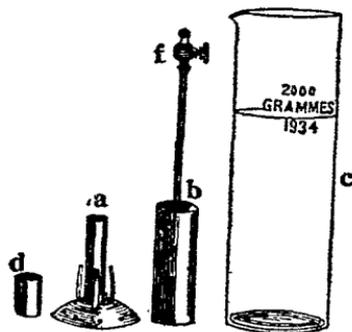
(乙) 可燃性硫之定量 煤中全硫量與其灰分中硫量之差，爲可燃性硫之量。故稱定灰分

後，約加二〇立方公分之稀鹽酸，煮沸數分鐘時，濾過。於所得濾液中，加氫化鉍溶液，與前項行同樣處理，而可秤定硫酸鉍之量。

【發熱量之測定】發熱量之測定，可用熱量計 (calorimeter)。熱量計有種種，其最簡單者為湯姆孫 (Thomson) 氏之裝置。

第七圖中所示為湯姆孫式熱量計。c 為可盛水二公升之玻璃圓筒，有二〇〇〇立方公分與一九三四立方公分之兩刻度。a 為銅製圓筒，可安置於臺上，用以填充試料。b 亦為銅製圓筒，可蓋於 a 上，上端有活門 f，閉之，雖入水中，而水不能竄入圓筒內。

試驗時可取粉末試料二公分，與乾燥之媒燃劑（氫酸鈉三分與硝石一分充分混和者），二〇至二五公分，密切混和後，盛於 a 之圓筒，稍壓令實，並置一導火線（以燈心之木棉絲，浸於硝石之濃溶液而乾燥者），約露四公分於筒外。然



第七圖 湯姆孫式熱量計

後將 a 安置臺上，以 b 蓋之，全體沒入 c 水中，徐徐攪拌，而精測水之溫度。次由水中取出，開 b，燃導火線，再速蓋 b，使全體沉入水中。此際燃燒氣體由 a 臺之孔逃出。燃燒完畢時，開活門 f，則水昇入管內，且將筒上下移動，攪拌全液，而讀其最高溫度。由此可知水之上昇溫度，更於此上昇溫度，加一〇%之補正量（即熱量計吸收之溫度），則為全上昇溫度。此數以千乘之，則得發熱量。

今舉例以明之。

燃燒前水之溫度

攝氏 一三·二〇度

燃燒後水之溫度

攝氏 二〇·五一度

水之上昇溫度

攝氏 七·三一度

熱量計吸收之溫度

攝氏 〇·七三度

全上昇溫度

攝氏 八·〇四度

發熱量為 $8.04 \times 1000 = 8040$ 大卡路里/公斤。

入水至一九三四公分之刻度，行上述之方法，上昇溫度以華氏度數計之，並加此溫度一〇%

之補正量，其所得結果爲一磅之煤，能使水化汽之磅數，即爲煤之蒸發力 (evaporating power)。其原理蓋在蒸發攝氏 100 度之水一磅所需之熱爲 $1934 + 2 = 967$ [英熱單位也]。

燃燒困難之試料，須用直徑較大之圓筒 d 以代 a。

圓筒中水之溫度，比室中溫度稍低，雖屬無妨，倘相差太甚，則以熱湯或冰塊調整之，使兩者之差，不越攝氏二至三度爲度。

燃燒完全與否，通常以氣體排出之時間推定之。(六〇秒鐘時以外) 若爲完全燃燒，則 a 中不殘留黑色物。

若試驗多含氫質之燃料 (如石油等)，則須以乾燥粘土 0.3 至 0.5 公分，加入煤燃料中。

【煤質判定之標準】煤質判定之標準，因使用之目的而異。惟總括言之，以發熱量愈大與灰分硫分愈少者爲良。茲舉一例以作分析時之參考。

一公斤煤之分析表

工業分析

四六

燃料	水	(%)	灰	(%)	硫	(%)	發熱量(大卡路里)
煙煤	二至六		二至八		〇·五至一·六		六六〇〇至七六〇〇
煙煤	一至九		二至一二		〇·四至一·三		六八〇〇至八二〇〇
無煙煤	一至三		三至八				七五〇〇至八一〇〇

第六章 烟鹵氣體與煤氣

第一節 烟鹵氣體

燃料在爐內燃燒之適當與否，與工廠之經濟頗有關係，故常常行分析其燃燒後所放出之氣體，以判定之。

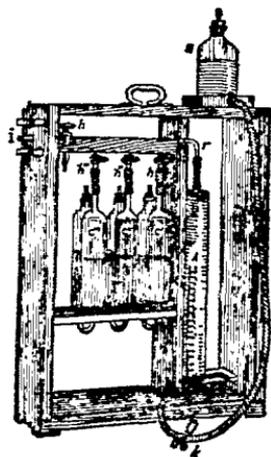
【分析法】 烟鹵氣體 (chimney gas) 之成分，頗為簡單，故通常均用第八圖所示之奧薩特 (Orsat) 氏儀器，以測定之。

A 為容積一〇〇立方公分之滴管。因防溫度之變化，故外部圓筒有水充滿。A 之上端與 i h 間連結之玻璃管 r 為毛細孔管。 i 之前部通常裝一 U 形之管，其兩端塞有棉花，中部盛水，藉作採取試料入 A 滴管時，可豫除塵埃，及飽和以水分之用。h h' h'' h''' 均為有三個通路之活門。C' C'' C''' 各

管均貯吸收氣體用之藥液各一一〇立方公分（約各貯至前後兩管之體積之半。）盛於C'中者，為濃厚之氫氰化鉀液，係以二五〇公分之氫氰化鉀，溶解於五〇〇立方公分之水中而成。盛於C''中者，為焦性沒食子酸之鹼液，係以焦性沒食子酸一二五公分，溶解於五〇〇立方公分之

水後，取此溶液一體積，混和以六〇%之氫氰化鉀液二體積而成。盛於C'''中者，為氫化第一銅（ Cu_2O ）之鹽酸性溶液，係以氫化第一銅三〇公分，置入容五〇〇立方公分之燒瓶，加水五〇立方公分與濃鹽酸一五〇立方公分後，再投入少量之銅片而密封之，約經二十四小時，得無色澄液用之。此等C' C'' C'''之前後兩管，各藉下部之U形管以相連絡。其前部之各管，因欲擴大試藥與氣體之接觸面，故各裝有玻璃細管，而C'''管則更入有銅線，以防氫化第一銅之氫化。

注入吸收藥於各管後，須將後部之管之上端，各裝以體積約二〇〇立方公分之薄橡皮袋，藉



第八圖 奧濶特氏儀器

可遮斷外界空氣之接觸。

在實驗開始時，須先以水充滿 A 之外部，及 B 瓶中。然後置 B 瓶於箱上，開 K 夾，則水上昇於 A 中。同時開 h 門，使 A 中之空氣被逐出外。次閉 h，而迴轉 h'，使 A 與 C' 連絡，且將 B 瓶下降，至 C' 中之液，能達上部標線之處時，則 C' 中之空氣全部侵入 A 中。此時閉 h' 而開 h，再將 B 瓶提上，則 A 中之空氣可由 h 排出。C'' C''' 兩管中之空氣，亦依上述之法行之，使被逐出外。如此則 C' C'' C''' 中之液，俱充滿於前部之管，而 A 管若再充滿以水時，則由 h 至 A 之全儀器內，除毛細管 r 外，均無空氣矣。

以 1 部所連結 U 字管之他端，與試料容器相連，最初迴轉 h，用橡皮唧機，吸出試料之一部分，使 U 字管中之空氣與試料相交換後，再適當迴轉 h，將 B 降下，則試料可流入 A 中。次閉 h，上下 B 瓶，使 A 與 B 之液面，保持水平，即決定 A 中試料之體積。

體積既定後，則開 h'，將 B 瓶提高，送 A 內之氣體於 C' 中，又將 B 瓶放下，則氣體復歸於 A 內。如此反復行之，至不能被吸收而減少體積時，再使 C' 中之液充滿原標線後，即閉 h' 而行測定，流入 A 中殘留氣體之體積（A 與 B 之液面，保持至水平時，而讀其體積。）此時之減少量，為二氯化碳，以

體積百分率算出之，（即試料一〇〇立方公分中所含二氯化碳之立方公分數。）次再順序行前述之法，則可算出之氮氣（被C''中之液所吸收）及一氯化碳（被C''中之液所吸收）之體積。其最後殘存之氣體，則為氫氣。

【燃燒狀態之判定】燃料若為理想的完全燃燒時，則製出之氣體中，含有二氯化碳、氫氣、水蒸氣，及少量之氮氣等。然實際上欲行完全燃燒，須供給以多量過剩之空氣，故由煙囪放出之氫氣與氮氣之量極多。

過剩空氣送入爐內時，爐床之溫度降下。同時此空氣受高熱放出煙囪外，而使爐內熱量之損失增加，故過剩之空氣，在理想上，以愈少為愈佳。

（一）過剩空氣量 理論上完全燃燒所需之空氣量，與實際上完全燃燒時所消費之空氣量之比，即所謂過剩率（over coefficient）者，可僅下式計算之。

$$\text{過剩率} = \frac{21}{21 - (79 \frac{O}{N})}$$

式中 O 及 N 爲煙鹵氣體中氧氣與氮氣之百分率。通常過剩率在 1.5 至 2.5 爲適宜。三以上則不可。

(二) 損失熱量 燃料之發熱量與實際所利用熱量之差，謂之損失熱量。在燒煤時，可用蘭格 (Lunge) 氏之實驗公式計算之。

$$\text{損失熱量}(\%) = \frac{185.4}{\text{發熱量卡路里數}} (t - t') (s + \frac{31}{100} \%) - 0.31$$

式中 t 爲空氣之溫度， t' 爲煙鹵氣體之溫度， s 爲二氯化碳之比熱 (攝氏一百五十度以下爲 0.41，一百五十至三百五十度爲 0.43 至 0.46)， CO_2 爲煙鹵氣體中之碳酸氣。

由上表觀之，若煙鹵氣體之溫度愈低，及其成分中之碳酸氣愈增加者，則損失熱量可愈減少。

第二節 煤氣

將煤遮斷空氣，而加強熱 (即乾餾)，則起極複雜之分解，而發出種種之物質。其中以在常溫時，含有氣態之碳化氫與氫氣爲主之氣體，稱爲煤氣 (coal gas)。可供點燈用，可爲燃料，用途甚廣。

【分析法】煤氣之成分較爲複雜，故常用痕拍爾 (Hempel) 氏儀器，以行分析。但爲簡便起見，採用上述之奧薩特氏儀器，亦無不可。

用奧薩特氏儀器以檢定煤氣之成分時，須依下述之順序，不可顛倒。分析後所得各氣體之成分，普通均以容量百分率表示之。

(一) 二氯化碳 可依本章第一節所述之法分析之。

(二) 氮氣 可依本章第一節所述之法分析之。

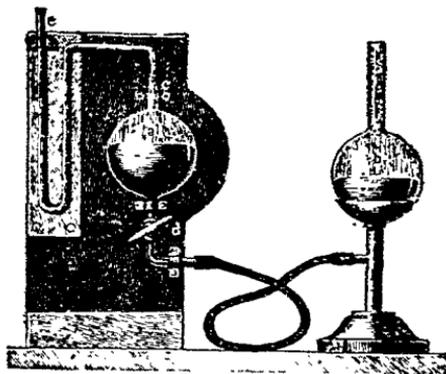
(三) 不飽和碳化氫類 除去二氯化碳及氮氣後所殘留之全部氣體，可再送入 C' 中，而緊閉 h'。次將 C' 管取去，另以同樣之管內貯有發煙硫酸者，置於 C' 管原處，且使此管與 A 連絡，依第一節所述之法，引出前管之空氣，則發煙硫酸乃可昇至上部之標線處。更將 A 中之空氣逐出，而緊閉 h 後，即開 h'，使暫存於 C' 中之殘留氣體，先流入 A 中，次再返復送入貯有發煙硫酸之管，並依前述之法而測定其減少之體積。此時被吸收之氣體，爲乙炔 (ethyne) 丙炔 (propylene) 等。

(四) 一氯化碳 可依本章第一節之法分析之。

(五) 甲烷、氫氣、及氫氣 除去前述各成分後所殘留之煤氣中，僅含有甲烷 (methane)、氫氣、及氫氣，故可用燃燒法，測定此三者之體積。

先使殘餘之煤氣，約留一〇立方公分於A中，(其餘可暫貯於C等之管內) 次將B瓶放下 (K須開) 開h，使約吸引九〇立方公分之空氣於A中後，迅速閉之，並精密測定全部之體積。此混合氣可依下述之法，移入如第九圖所示之爆發管 (explosion pipette) a中。

爆發管中貯有銻，開d，且將b瓶 (中有銻) 提高，逐去a中之空氣後，使e與奧薩特氏儀器之1之相連，則混合氣體可移入a中 (放下銻瓶b，與適當提高奧薩特儀器之瓶B，則氣體可全入a中) 次縛緊e，並放下b，則A中生真空，此時密閉d，且在c通以小電火花 (用小電池及小感應圈)，使氣體爆發。約經數分鐘時後，徐徐開d與e，再將殘留氣體



第九圖 爆發管

送入奧薩特氏儀器之A內（提高錄瓶b，與放下水瓶B）依常法，測定其體積。如此所得爆發後之氣體中，因含有二氯化碳，故再使通入氫氟化鉀之管後，而再測定其減少之體積。

經上述之各種測定後，可依下舉之例，算出甲烷、氫氣及氫氣之量。

設有煤氣試料一〇〇立方公分，除去二氯化碳、氫氣、不飽和碳化氫及一氯化碳後，尚餘八五·二立方公分。今取此一〇·三立方公分，並加空氣，至全部成九七·六立方公分時，移入爆發管中爆發之。爆發後之體積，與經氫氟化鉀液吸收後之體積，則各為八〇·一立方公分與七四·九立方公分。

因爆發前之體積，為九七·六立方公分。

而爆發後之體積，為八〇·一立方公分。

故體積之減少量，為一七·五立方公分。

經氫氟化鉀液吸收後之殘留體積，為七四·九立方公分。

故碳酸氣之體積（即甲烷之體積）為 $80.1 - 74.9 = 5.2$ 立方公分。

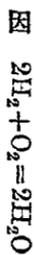
甲烷完全燃燒時，生同體積之碳酸氣，故燃燒之前後體積毫無增減。



1體積 2體積 1體積 水(液態)

因氫氣燃燒，所生之體積減少量為 $17.5 - (5.2 \times 2) = 7.1$ 立方公分。

氫氣與甲烷共存時，除上述之反應外，尚有氫氣與氧氣化合生水之變化，故由全體積減少之量（一七·五立方公分）減去以二乘甲烷之體積（即為甲烷燃燒時所需氧氣之體積）後，即得因氫氣之燃燒所生之體積減少量。



2體積 1體積 水(液態)

故氫氣為 $7.1 \times \frac{2}{3} = 4.7$ 立方公分。

氧氣為 $10.3 - (5.2 + 4.7) = 0.4$ 立方公分。

故甲烷為 $5.2 \times \frac{85.2}{10.3} = 42.5\%$

$$\text{氫氣爲 } 47 \times \frac{85.2}{10.3} = 393\%$$

$$\text{氫氣爲 } 0.4 \times \frac{55.2}{10.3} = 3.4\%$$

【發熱量之計算】以煤氣中可燃性氣體之成分（容量百分率）各乘下表所示之發熱係數，而合計之，則得煤氣每一立方公尺之全發熱量大卡路里數。

煤氣一立方公尺之發熱量表

成	分	發熱係數（百分之一立方公尺之發熱量大卡路里數）
氫氣 (H_2)		二五·七〇
一氧化碳 (CO)		三〇·三四
甲烷 (CH_4)		八五·六二
不飽和碳化氫 (C_2H_4) 等		一四〇·四〇

第七章 工業用無機酸類及其原料

工業上最主要之無機酸類爲硫酸，硝酸，及鹽酸。茲述此三者及其原料之分析法如下。

第一節 硫酸及其原料

硫酸爲燒硫或硫化鑛石所生之二氯化硫，依鉛室法或接觸法氯化後所製成者。其重要之原料，除上述二者之外，尚有鉛室法所用智利硝石與硝酸，接觸法所用觸媒質等。

【製造硫酸之原料】（一）硫之分析

（甲）灰分 取試料一〇公分入瓷皿，以火燄注意使其燃燒，所得之殘渣爲灰分。

（乙）水分 取試料粗碎塊一〇公分入乾燥器中，通以乾燥之二氯化碳，在攝氏七十度乾燥之，至重量不變爲止。其重量之減少量爲水分，以百分率算出之。

(丙) 硫總量 以試料與王水、或與氫酸鉀及鹽酸，入瓷皿，上蓋漏斗而加熱，則硫氯化而成硫酸。依下述硫化鐵石中硫之定量法，加氯化鉍，使硫酸鉍沉澱後而秤量之。由此可算出硫之量。

(丁) 砷 可與硫化鐵鑛行同一之分析法。

(戊) 硒 以試料 0.5 公分，置入鍍化鉀溶液 (0.5 公分之鍍化鉀，溶於五立方公分之水) 中，煮沸。濾過後，加鹽酸使濾液成酸性。放置一小時。若生赤色，則為有硒存在之證。

以溴水氯化粉末狀之試料，煮沸其水溶液，用亞硫酸鈉液行脫色後，加碘化鉀及鹽酸，使硒沉澱。遊離碘則以亞硫酸鈉液除去。次用谷赤 (Goach) 式坩堝濾過，在攝氏一百度乾燥後，秤量之。

(二) 硫化鐵鑛之分析 硫化鐵鑛為硫酸製造之最主要原料，其主要成分為硫化鐵，但概含有硫化銅。

(甲) 水分 取試料粗末，在攝氏一百五度熱氣乾燥器中乾燥，至重量不變後，其重量之減少量為水分，以百分率算出之。乾燥時間，約為四小時。

(乙) 硫 取試料 0.5 公分，與 10 立方公分之混酸 (比重 1.4 之硝酸三體積與硫

鹽酸一體積相混合，) 同入瓷皿，加熱溶解。此時若分出遊離硫，則加結晶氫酸鉀一粒，使其氯化溶解。次在重溫鍋上蒸發乾涸。再加鹽酸五立方公分，熱之，逐去硝酸。更加強鹽酸一立方公分，以熱水一〇〇立方公分稀釋之。濾過，用熱水洗滌。濾紙上之不溶性殘渣，爲由矽酸、矽酸鹽、硫酸鉬、硫酸鉛、硫酸鈣等而成。經乾燥灼熱後，稱其總量。此等硫酸鹽中之硫，不能利用爲硫酸之製造。

加略過剩之碲精液（比重〇・九一）於濾液與洗液之合併液中，在攝氏六〇至七〇度，加熱十至十五分鐘時，濾去氫氯化鐵之沉澱後，充分洗滌之。

蒸發以上所得之濾液及洗液，至三〇〇立方公分以下，加鹽酸使成酸性後，煮沸之。於此沸液中，急加氫化鉍之熱溶液（約取二〇立方公分之一〇% 氫化鉍溶液，以熱水一〇〇立方公分稀釋之，即可用），使生硫酸鉍之白色沉澱。次依傾瀉法，以熱水洗滌沉澱三次或四次，終移於濾紙上，洗滌至濾液不呈酸性時爲止。乾燥，灼熱。入除溼器中，待冷，稱量之。如此所得硫酸鉍之重量，乘以〇・一三七三，則得硫之量，以百分率算出之。

(丙) 砷 以粉末狀之試料五公分，入於深燒杯，徐加入硝酸（比重一・四）五〇立方公

分，以小火燄加熱（約十五分鐘時），至不發生褐色煙爲止。次以水洗內容物入瓷皿，而行蒸發。蒸發時漸漸加入二〇%硫酸一〇〇立方公分。最後置於沙皿上，熱至使生硫酸之白煙。冷時加少量之一比一鹽酸，攪拌後，移入蒸餾燒瓶中（須以少量鹽酸，洗皿中殘留物入燒瓶。）更加食鹽二至三分，氫化第一鐵濃液一二〇立方公分，及比重一·一九鹽酸一五〇立方公分，裝以散熱管而行蒸餾。餾出液須入於外部以水散熱之受器。蒸餾完畢後，以溫度爲攝氏四十至五十度之稀薄氫氟化鉀液，少量洗散熱管，並將此洗液加入餾出液中。次用水二倍，稀釋餾出液，通硫化二氫，使生三硫化砷之沈澱，以重量爲已知之濾紙濾之。濾紙上之沈澱，依次洗以酒精，二硫化碳，酒精後，在攝氏一百度中乾燥，至重量不變爲度。由此可算出砷之百分率。（砷之含量極微時，則取試料一〇公分，行上述之試驗。）

（丁）鉛 依硫化鐵鏽中硫之定量法，以試料溶解於鹽酸及硝酸之混和液。此時所生不溶性殘渣中，存有硫酸鉛。以醋酸銦之濃液，浸出此殘渣，並加少量之純硫酸於此溶液，乃蒸發之。移入瓷坩堝，略灼熱之。如此所得硫酸鉛之重量，以〇·六八二九乘之，則爲鉛之重量。

(戊) 矽 以試料二〇至三〇公分，溶於比量一·一九鹽酸及氫酸鉀。濾去不溶性夾雜物後，加鉍於濾液，使氫化第二鐵完全還原，更加鹽酸使成酸性。以氫化第一錫使矽沈澱。因欲分離矽之化合物，故用石綿濾過，所得沈澱，以錳化鉀溶液處理後，用鹽酸使矽沈澱。次將矽置於難熔之玻璃管中，兩端塞以石綿，送入氯氣，使燃燒成亞矽酸。反覆加熱與送入氯氣，使氫化完成。次溶解亞矽酸於水，加二至三滴之鹽酸，通碳酸氣逐去空氣後，加二至三公分之純碘化鉀，密塞燒瓶，靜置暗處一小時。此時分離之碘，依常法以十分之一規定濃度一硫磺酸鉀溶液滴定之。指示藥用澱粉糊液。一立方公分之十分之一規定濃度一硫磺酸鉀溶液與〇·〇〇一九八公分之矽相當。

(三) 硫及硫化鐵品位之標準 硫以含雜質（砷、硒等）愈少者為良。普通含硫之量為四二至九九%。

硫化鐵礦之含硫總量，普通為四〇至五〇%。砷、鉛等之含量，愈少愈佳。砷、硒之量在〇·二%以下者，可供鉛室法硫酸之製造，倘比此更多時（實際上有使用一%含量之工場），則硫酸恐成混濁，且有閉塞煙道及塔之虞。含砷之量在〇·二%以上者，則難用於接觸法硫酸之製造也。

【硫酸】(一) 硫酸之分析 硫酸之用途極廣，依其使用之目的，溶行適當之試驗即可。以下所述者，乃普通試驗法也。

(甲) 比重 普通在攝氏十五度，用波美 (Baumé) 氏比重計測定之。

(乙) 純硫酸量 取試料二至三公分，以適量之水稀釋之，用甲基橙為指示藥，以規定濃度氫氟化鈉溶液滴定之。

試料若僅為水與硫酸之混合液，則可測其比重，依附銀第一表求出純硫酸之量。

(丙) 砷 砷之檢出，可用加特則特 (Gutzzeit) 氏法。先以濾紙吸收硝酸銀溶液，後乾燥之，則硝酸銀之微細結晶附於紙面。如此所製之紙，若與砷化氫相觸時，初生 $AsAg_3 \cdot 3AgNO_3$ ，故成黃色。次因分離金屬之銀，又變黑色。行此實驗，尚有簡法，即用不含砷之銻一片，入於小試藥瓶，次加試料，施以綿塞，塞上覆以硝酸銀紙，而觀其變色之有無。惟此反應，若有磷化氫，硫化氫，與銻化氫等存在時，則結果不正確，但市售之硫酸，普通均可適用此法也。

砷之定量可依科爾士 (Kochsch) 氏法行之。即取硫酸二五立方公分，以水二〇〇立方公分

稀釋之，加五立方公分之碘化鉀液（五〇公分之碘化鉀，溶解於水，成一公升，）煮沸，至呈黃色或褐色爲止。次加五立方公分之亞硫酸鈉液（二五立方公分之結晶亞硫酸鈉，溶解於水，成一公升，）更煮沸經五分鐘時。冷後，入於大燒杯，加水足成七〇〇立方公分。用甲基橙爲指示藥，以鹼液完全使其中和，再加重碳酸鈉，以十分之一規定濃度碘液滴定之。此時一立方公分之十分之一規定濃度碘液與〇・〇〇三七八八公分之砷相當。（取由昇華法精製之碘一・二六八五公分，與碘化鉀二〇公分共溶解後，使成一公升，即得十分之一規定濃度碘液。）

（丁）鉛 將試料以同量之水稀釋之。次加二倍體積之強酒精，若生溷濁，則含有鉛鹽。濾過此鹽，洗以酒精，注意加熱後，作硫酸鉛秤之。以〇・六八三二乘此所得之量，則爲鉛量。

（戊）鐵 加純硝酸一瀾於試料，煮沸而稀釋之。冷後，加硫磺酸鉀（potassium thiocyanate）溶液，若呈赤色，則知有鐵存在。定量試驗，係取試料五〇立方公分，以水充分稀釋之。加入純鉍。待其溶解後，略加熱。次用十分之一規定濃度高錳酸鉀液滴定，至生赤色爲止。此時一立方公分之十分之一規定濃度高錳酸鉀液，與〇・〇〇五五八四公分之鐵相當。

(己) 鹽酸 取試料二公分，以水三〇立方公分稀釋之。加硝酸銀一滴。若生沈澱或溷濁，則知有鹽酸存在。定量試驗，係以試料一〇立方公分，入於小燒瓶，加熱蒸餾，導發生之蒸氣於水中，以鹼中和後，用鉻酸鉀為指示藥，以十分之一規定濃度硝酸銀溶液滴定之。硝酸銀一立方公分與〇・〇〇三六四七公分之氫化鉍相當。

(庚) 硝酸 盛水五立方公分於試驗管，加入試料五立方公分。冷後，徐徐由管壁傾入五立方公分之飽和硫酸第二鐵溶液。若兩液之接觸面生褐色層時，則知有硝酸存在。

試料中硝酸之定量，須用下列兩種之試藥：

- (I) 木甃子鹼液 係以木甃子鹼〇・二公分，溶解於一〇〇立方公分之純強硫酸而成。
- (II) 標準硝酸溶液 係以純硝石〇・〇七二二公分，溶解於一〇〇立方公分之水。取此一〇立方公分，加純強硫酸，足成一〇〇立方公分。此溶液一立方公分，含有硝酸之氫〇・〇〇〇〇一分。

試料之比重，若在一・七以下，則須加純強硫酸，使比重升至一・七以上。定量時，而先以木甃

子鹼液一立方公分加於標準硝酸液一立方公分中，再加純強硫酸，足成五〇立方公分，而入於燒瓶。加熱至攝氏七十至八十度。冷後，入於一劃度圓筒。次將試料與前行同樣之處理後，入於別一同樣劃度圓筒，而互相比較其色。由此可求出試料中硝酸性之氫質，並可算出硝酸之量。

(辛) 硒 試料若帶赤色溷濁，則知有硒存在。在無色透明試料中，加亞硫酸，而生赤色溷濁時，亦為硒有存在之證。

硒之定量，係以強硝酸加於試料中，在重溫鍋上加熱蒸發。如此處理，反復行之數次，則硒被氯化成二氯化硒。次吹入精製之空氣，而驅出低級之氯化氫後，以水稀釋之，並略加熱。在此溫液中加過剩之十分之一規定濃度高錳酸鉀液，使二氯化硒變成三氯化硒 (SnCl_3)，經暫時放置後，以十分之一規定濃度草酸液，逆行滴定過剩之十分之一規定濃度高錳酸鉀液。由此可知被消費之十分之一規定濃度高錳酸鉀液之量，而得算出硒之含量。

(二) 硫酸之品位標準 硫酸之用途甚廣，依其使用之目的，而各選定其品位。製造澱粉、糖及其他食料品所用之硫酸必須純淨，不可混有砷及鉛之痕跡。此外如製造染料等時，亦當以用純

淨者爲宜。惟製造肥料等時，雖用波美氏五〇至五三度之鉛室硫酸，亦無不可。精製硫酸，須無色無臭，且不含砷、鉛、鐵、鹽酸、硝酸等，其中硫酸之含量，以在九五%以上者爲佳。粗製硫酸，色帶微黃，含有硫酸鉛、砷之化合物、硒之化合物，及硝酸等，其中硫酸之含量，以在九〇%以上者爲佳。

第二節 硝酸及其原料

製造硝酸之舊法，爲將智利硝石與硫酸加熱後所生之硝酸蒸氣，導入陶瓶、石英器等。冷縮而成之。近時有由電弧法及碲精氯化法而製成硝酸者，其原料則爲空中之氮氣。

本節僅述硝酸及智利硝石之分析，其他如硫酸之分析，則已詳於前矣。

【智利硝石】智利硝石產於南美之智利，惟近時有由中和碲精氯化法所生成之硝酸而製成者，稱爲人造智利硝石，其純淨度爲九九%。

(一) 智利硝石之分析

(甲) 水分 取試料一〇公分，入於攝氏一百三十至一百四十度之空氣乾燥器中，乾燥至

重量不變爲止，其減少量爲水分，以百分率算之。

(乙) 不溶物 取試料五〇公分，溶解於水，以豫經乾燥且秤過重量之濾紙濾過，洗滌，將殘渣與濾紙同在攝氏一百度中乾燥後，秤量之。由此所得之重量，減去濾紙之重量，則得不溶物之重量，以百分率計算之。

(丙) 氫化物及硫酸鹽 取試料五公分，置濾紙上，加熱水，使其溶解，並屢次洗滌殘渣。將殘渣與濾紙同乾燥，焚化，而秤量之。由此可知砂類之量。

將濾紙與洗液，冷至常溫度，加水，使足成五〇〇立方公分。行氫化物及硫酸鹽之檢定法如下：
(子) 氫化物 行氫化物之定量時，可取以上溶液五〇立方公分。用鉻酸鉀溶液二至三滴爲指示藥，以十分之一規定濃度硝酸銀溶液滴定，至不消失赤色爲度。此時十分之一規定濃度硝酸銀一立方公分，與〇・〇〇五八四六公分之食鹽相當。

(丑) 硫酸鹽 行硫酸鹽之定量時，可取以上溶液五〇立方公分，煮沸後，加鹽酸使成酸性。一次加入適當量之氫化鉍溶液，使生硫酸鉍之沈澱。依常法行乾燥，灼熱，秤量後，以硫酸鈉算出之。

此時一分之硫酸銀與〇・六〇八六分之硫酸鈉相當。

(丁) 硝酸鈉 智利硝石中之硝酸鈉定量，可用烏爾簾 (Urbach) 氏法，茲述之如次：

將智利硝石三三分，溶解於攝氏十五度之水，使成一公升。另取長頸圓底燒瓶（容約五〇立方公分），盛純鐵五公分。加上記溶液一〇立方公分，水一〇立方公分，及硫酸（強硫酸一體積與水二體積相混和）一〇立方公分。置燒瓶於鐵絲網上，以小火焰加熱，使發生氫。因防沸騰時之損失，故以一部分充水之梨狀玻璃器為降冷器，而裝於燒瓶之頸部。更欲防燒瓶與降冷器之密封，故以鉛線插入其間。加熱約十分鐘後，則硝酸皆被還原成硃精。次將降冷器及鉛線所附着之液，洗入燒瓶，更加水二〇立方公分與氫氰化鈉液（比重一・三五）二〇立方公分，而行蒸餾。（蒸餾時須附球管於燒瓶，藉免氫氰化鈉液之飛沫入於受器。）此時受器中須豫盛約一五立方公分之二分之一規定濃度硫酸液。經三十分鐘時之蒸餾後，則餾出硃精之全部，悉被二分之一規定濃度硫酸液所吸收。以甲基橙為指示藥，用二分之一規定濃度氫氰化鈉液滴定之。由此可知被硃精所中和之二分之一規定濃度硫酸液之體積，且可算出純智利硝石之量，與原料中所含硝酸鈉之百

分率矣。一立方公分之二分之一規定濃度硫酸液與 0.04251 公分之硝酸鈉相當。

(二) 智利硝石之品位標準 製造硝酸用之智利硝石，至少須含九五%以上之硝酸鈉，而氫化鈉之含量不可逾 0.8% 。含雜質多者，非經精製，不能用也。

【硝酸】 不含水之純硝酸，極易放出氮而生低級硝酸（ N_2O ），故難長久保存。普通市販之最純強硝酸，比重約有一·五，其含純硝酸之重量，則為九四至九五%也。

(一) 硝酸之分析

(甲) 比重 比重之測定，與硫酸同。

(乙) 固體殘渣 以試料五〇立方公分，蒸發，乾涸，輕微灼熱後，待冷而稱量之。殘渣之成分，普通為硫酸鈉及氯化鐵。

(丙) 鹽酸 取試料一〇立方公分，以水九〇立方公分稀釋之。加硝酸銀溶液少許。若生白濁，則知有鹽酸及氫化物存在。定量時，係取試料一〇立方公分，以純碳酸鈉中和之。加鉻酸鉀溶液為指示藥，用十分之一規定濃度硝酸銀溶液滴定之。十分之一規定濃度硝酸銀液一立方公分與

○·○〇三五四六公分之氫，或○·○〇三六四七公分之鹽酸，或○·○〇五八四六公分之氫化鈉相當。結果以鹽酸或氫算出之。

(丁) 硫酸 試料一〇立方公分，以水九〇立方公分稀釋之。加氫化鉍溶液。若生白色沈澱，則知有硫酸存在。定量時，係取一定量之試料，以純碳酸鈉中和之。加熱，徐徐滴入氫化鉍溶液，使生硫酸鉍沈澱。後依常法定量。由此可算出硫酸之量。

(戊) 重金屬鹽及土類金屬鹽 取試料二〇立方公分，以水八〇立方公分稀釋之。加碲精水，使成鹼性。加硫化鉍溶液二至三滴，及草酸鉍溶液。若呈暗色，或生溷濁，則知有重金屬鹽及土類金屬鹽存在。

(己) 鐵 用水稀釋試料。加硫酸鉀溶液。若呈紅色，則知有鐵鹽存在。定量時，係取一定量之試料，蒸發後，以稀硫酸溶解其殘渣。依分析硫酸時鐵之定量法行之。

(庚) 碘及碘氫酸 取試料五立方公分，以水一〇立方公分稀釋之。加純鋅一片，經一分鐘後，再加三氯甲烷 (chloroform)，振盪之。若生紫色，則知有碘或碘氫酸存在。

(辛) 低級硝酸 入試料於滴管，徐徐加入一定量之二分之一規定濃度高錳酸鉀溶液（高錳酸鉀一·五八二公分溶解於一公升之水）中，至消失赤色爲止。但高錳酸鉀溶液須豫先加熱至攝氏四十度。此時一立方公分之二分之一規定濃度高錳酸鉀液與〇·〇二三〇二公分之低級硝酸（ N_2O_5 ）相當。

(壬) 純硝酸量 測定比重，依附錄第一表，而求其含量。

(二) 硝酸之品位標準 純硝酸須透明無色，不可含有固體殘渣、鹽酸、硫酸、重金屬鹽、土類、及碘、氫酸等。粗製硝酸色帶微黃，其比重普通爲一·三八至一·四〇。含純硝酸量約爲六一至六五%。

第三節 食鹽及鹽酸

【食鹽】 食鹽不特供食用，且可爲製造鹽酸、碳酸鈉、氫氟鈉及其他各種鈉鹽之原料，故工業上之用途甚廣。

(一) 食鹽之分析

(甲) 溶解液及反應 取食鹽三分，以水二〇立方公分溶解後，察其能否透明，對於石蕊試紙是否顯中性。

(乙) 水分 取粉末試料五公分，入於有蓋之鉛坩堝，初徐徐加熱，後經一至二分鐘時之輕微灼熱，放除溼器中，待冷，秤量之。其減少量為水分。

(丙) 不溶物 取試料五〇公分，溶解於適量之水。以豫先乾燥且經秤定重量之濾紙濾過。用熱湯洗滌紙上之殘渣。在攝氏一百五度乾燥後，待冷，秤量之。此不溶性物質，為砂、粘土、氯化鐵及碳酸鈣等。

(丁) 鐵 用熱稀鹽酸，溶解以上之殘渣，加碲精，使生氫氯化鐵之沈澱，並以硫酸溶解之。此時入純鋅還原後，以十分之一規定濃度高錳酸鉀液滴定，至生赤色為止。其一立方公分與〇・〇〇七九八五公分之 Fe_2O_3 相當。

(戊) 鈣 入稀鹽酸於試料五公分中，加熱溶解，並濾過。於濾液中，加氫化銦及碲精，除去鐵。

濾過後，加草酸銹於濾液，放置十二小時，再濾過。將沉澱行乾燥與強熱，作為氟化鈣稱量之。

(己) 鎂 取以上所得濾液，在低溫度時，加磷酸鈉，依常法定量，以氟化鎂算出之。

(庚) 氫化鈉 取試料一〇公分，溶解於溫水。冷後，加水，足成一公升。濾過，取濾液二〇立方公分，以二至三滴之鉻酸鉀液為指示藥，用十分之一規定濃度硝酸銀溶液滴定，至不消失赤色為度。此時硝酸銀液一立方公分與 0.003546 公分之氫，或 0.005850 公分之氫化鈉相當。如前項氫化鎂之量多時，則須減去與此相當之氫化鈉之量，又如鈣量多於與檢定之硫酸相當之量時，則此所多之鈣，為與氫化合（氫化鈣）之量，故亦須減去與此氫化鈣相當之氫化鈉之量。

(辛) 硫酸鹽 取試料三公分，溶解於一〇〇立方公分之水。加比重一·一二四至一·一二六鹽酸一立方公分。煮沸後，加氫化鉍溶液而放置之。若生白色沉澱，或白色溷濁，則為硫酸鹽存在之證。倘此量多時，則濾過，灼熱，而秤出硫酸鉍之量。由此可作三氟化硫(SO_2)之百分率算出之。（一分之硫酸鉍與 0.3429 分之三氟化硫相當。）

(二) 食鹽之品位標準 純淨之氫化鈉，透明而溶解於水。其水溶液為中性。在硫酸鹽試驗時，雖放置至十五小時，不可生硫酸鉍沉澱，其他雜質亦不得存在。

食用之食鹽須經精製。其氫化鈉之含量，以在九〇%以上者為宜。製造碳酸鈉，與氫氯化鈉用之食鹽，以含硫酸鹽、鈣鹽、鎂鹽、與鐵鹽等愈少者為愈佳。

【鹽酸】 鹽酸之製造法有二。一為加強硫酸於食鹽，熱之，使生氫化氫，而被吸收於水。二為通氫氣與氫氣於觸媒質，化合成氫化氫後，使被吸收於水，此即所謂合成鹽酸也。

(一) 鹽酸之分析

(甲) 比重 最精密之測定方法，係用比重瓶。在攝氏十五度測定後，以與攝氏四度之水相比較。或用波美氏比重計測之，亦可。

(乙) 純鹽酸 取一定量之鹽酸，以水稀釋之。用甲基橙為指示藥。以規定濃度氫氯化鈉溶液滴定之。另取與以上同量之鹽酸，在重溫鍋上蒸發後，將殘渣（存於此中之酸為硫酸）溶解於水，亦用規定濃度氫氯化鈉溶液滴定。其相當於前後相差之規定濃度氫氯化鈉溶液之酸量，以氫

化氫算出之。

酸中若不含雜質時，則可測定比重，依附錄第二表求出純鹽酸之量。

(丙) 蒸發殘渣 取試料五〇立方公分，以水稀釋之。在重溫鍋上蒸發後，秤其殘渣。此殘渣普通爲硫酸，及其他鐵、鉛、鋁等之鹽類。

(丁) 鐵 鐵鹽若有多量存在時，用上述之殘渣，以水稀釋之。加少量之硫酸，以完全還原之。次加少量之硫酸錳液，以二十分之一規定濃度高錳酸鉀液（一·五八〇三公分之高錳酸鉀，以水溶解成一公升）滴定。此液一立方公分與〇·〇〇二七九二公分之鐵相當。

(戊) 砷 鹽酸中之砷，來自作原料之硫酸，故隨原料含砷之多少，而有增減。多成三氫化砷而溶解於鹽酸中。其檢出之法，可以氫化第一錫之濃溶液一至二滴，加於試料一〇立方公分中，若生褐色溷濁，則爲有砷存在之證。

砷之定量，係取試料一〇〇立方公分，依分析硫酸時砷之定量法行之。

(己) 遊離氫 加碘化鉀溶液一滴，與稀硫酸二至二滴，於新鮮澱粉液五立方公分中。次加

豫先以水稀釋之試料一立方公分。若生青色，則爲有遊離氫存在之證。

(庚) 硫酸及硫酸鹽 先以不含硫酸鹽之碳酸鈉，中和鹽酸之大部分。次加氫化鉍，使成硫酸鉍之沉澱。濾過，灼熱，放冷後，秤之。此時一分之硫酸鉍與 $O \cdot 3429$ 公分之三氯化硫相當。

(辛) 亞硫酸 加十分之一規定濃度碘液一滴，及澱粉液一至二滴於五 O 立方公分之水。於所得之藍色液中，注入試料五立方公分與水五 O 立方公分之混合液，而振盪之。若藍色消失，則知有亞硫酸存在。定量時，係先以水充分稀釋試料後，以十分之一規定濃度碘溶液直接滴定之。

(壬) 硒 如有多量之硒存在時，則鹽酸帶赤色溷濁。

(二) 鹽酸之品位標準 純鹽酸爲透明無色之液體。其含砷之量須在痕跡以下。且應不含蒸發殘渣，遊離氫，硫酸，硫酸鹽，亞硫酸，及硒等。

第八章 工業用鹼類

工業用鹼類之主要者爲碳酸鈉，氫氟化鈉，碳酸鉀，氫氟化鉀等。

第一節 碳酸鈉及氫氟化鈉

碳酸鈉雖有天產品，惟市中所販賣者，大都係用索爾未 (Solway) 氏法所製成。氫氟化鈉今皆由電解食鹽水溶液製成。

兩者用途皆甚廣。碳酸鈉用於製造玻璃、肥皂、及各種鈉鹽等。氫氟化鈉用於製造肥皂、製紙、製革、精製油脂等。

【碳酸鈉】 (一) 碳酸鈉之分析法

(甲) 水分 分析之結果，皆作無水試料而計算之，故須豫先灼熱試料，而去水分。

(乙) 細度 以試料一〇〇〇至一五〇〇公分，入於直徑約三五公分之二公釐孔篩中篩之。篩中殘留物須在五%以下。

(丙) 水溶液之透明度 取試料二五公分，溶解於五〇〇立方公分之溫水後，驗其透明之程度。

(丁) 不溶物 取試料五〇公分，溶解於多量之溫水。置蒸氣乾燥器中三十分鐘時後，以豫先乾燥稱量之濾紙濾過。用熱水洗滌殘渣二至三次。乾燥後稱量之。由此可知不溶物之量，以百分率算出之。

(戊) 不溶物之成分 主要不溶物為氯化鐵，礬土，碳酸鈣，碳酸鎂，煤，及砂砂等。以鹽酸溶解後，所餘之不溶性殘渣，僅為煤與砂砂等。定量溶液中之鐵分，可加砷精使生氫氯化鐵之沉澱。次分出此沉澱，溶解以稀硫酸，加鋅還原後，用十分之一規定濃度高錳酸鉀溶液滴定。此時一立方公分之高錳酸鉀液與〇・〇〇五六公分之鐵相當。

(己) 鹼總量，碳酸鈉，氫氯化鈉 取試料一〇〇公分溶於溫水，加水足成一公升。取此透明

溶液一〇立方公分（含試料一分），用甲基橙爲指示藥，以規定濃度鹽酸滴定。所需之鹽酸與試料中之碳酸鈉、氫氟化鈉、硫化鈉（少有存在）、矽酸鈉（微量）等相當。此鹼總量通常作氯化鈉（ NaCl ）之百分率算出之。規定濃度鹽酸一立方公分與〇・〇三一公分氯化鈉（或〇・〇五三分之碳酸鈉）相當。

欲求鹼總量中氫氟化鈉之量，則約加一〇立方公分之一〇%氯化鋇溶液，於以上所製之溶液二〇立方公分中，並加熱水。振盪後，放冷之。次添水，足成一〇〇立方公分。濾過，取濾液五〇立方公分，用石蕊試液爲指示藥，以規定濃度鹽酸滴定。如此所得之量爲氫氟化鈉，以氯化鈉算出之。由鹼總量減去此量，則爲碳酸鈉之以氯化鈉所表示者。

（庚）硫化鈉 取（己）中所製溶液五〇立方公分（含試料五公分），煮沸，以礮精性硝酸銀溶液（純銀一三・八二公分溶於純硝酸後，加礮精水二五〇立方公分，次加水足成一公升。如此溶液一立方公分與〇・〇〇五公分之硫化鈉相當），滴定至不生黑色之硫化銀（ Ag_2S ）爲止。由所用標準硝酸銀液之立方公分數，可算出硫化鈉之量。此時以上之標準液一立方公分，亦

與試料中〇・一％之硫化鈉相當。

(辛) 氫化鈉 取(己)中所製溶液二〇至五〇立方公分(含試料二至五公分)以稀硝酸中和後，(用銳敏之石蕊試紙檢定之，至呈弱鹼性或中性爲止)用鉻酸鉀液爲指示藥，以十分之一規定濃度硝酸銀液滴定。此時一立方公分之十分之一規定濃度硝酸銀液與〇・〇〇五八五公分之氫化鈉相當。

(壬) 硫酸鈉 取(己)中所製溶液五〇至一〇〇立方公分(含試料五至一〇公分)加鹽酸使成弱酸性。煮沸之。於熱液中加入氫化鉍之熱液，使生硫酸鉍之沉澱。濾過，乾燥，灼熱，待冷，秤量之。由此可算出硫酸鈉之量。一公分之硫酸鉍與〇・六〇九公分之硫酸鈉相當。

(癸) 亞硫酸鈉 取(己)中所製溶液五〇立方公分(含試料五公分)加醋酸使成酸性。以澱粉液爲指示藥，以十分之一規定濃度碘液滴定，至呈青色爲止。此碘液一立方公分與〇・〇〇六三公分之亞硫酸鈉相當。

(二) 碳酸鈉之品位標準 純碳酸鈉爲白色透明之結晶(結晶碳酸鈉)或白色粉末(無

水碳酸鈉，無色透明，溶解於水；不可含氫化物，硫酸鹽，硝酸鹽，硫化物，鈣鹽，及鎂鹽等；鹼總量，在無水碳酸鈉，須有氯化鈉五八%以上。市中販賣之蘇打灰 (soda ash) 即無水碳酸鈉，其優良者有均一之細度，透明，溶解於水，不溶於水之物質不逾〇・四%，鹽酸不溶物不逾〇・一%，氯化鐵不逾〇・〇二%，氫化鈉不逾〇・五%，硫酸鈉不逾〇・一%。

【氫氟化鈉】 (一) 氫氟化鈉之分析法

(甲) 試料採取法 氫氟化鈉極易吸收碳酸氣，故在分析前，須剷除試料之表面；氫氟化鈉又易吸收水分，是以須特別注意，迅速採取之。若成塊者，須於破碎後，由內部取出試料，從速秤之。

(乙) 鹼總量及氫氟化鈉 鹼總量之測定，係取溶液五〇立方公分(含試料二・五公分)，用甲基橙為指示藥，以規定濃度鹽酸液滴定。其結果以氯化鈉算出，而求其百分率。規定濃度鹽酸液一立方公分與〇・〇三公分之氯化鈉相當。

氫氟化鈉之定量，可依碳酸鈉中氫氟化鈉定量之方法行之。其結果以氯化鈉之百分率算出。由鹼總量減去氫氟化鈉之量，則為碳酸鈉之以氯化鈉表示者。

(丙) 水分 取試料五公分，入於圓錐燒瓶（高約一四公分，體積約二五〇立方公分）在砂皿上（砂之溫度爲攝氏一五〇度），加熱三至四小時後，秤之。瓶口須蔽以漏斗，以防二氯化碳氣之侵入。

(丁) 氫化物，硫酸鹽及其他雜質 可用分析碳酸鈉時所用之法測定之。

(二) 氫氯化鈉之品位標準 氫氯化鈉以含純氫氯化鈉九〇至九八%，碳酸鈉不逾一%者爲佳。其他雜質之含量亦宜極微。

第二節 碳酸鉀及氫氯化鉀

碳酸鉀與氫氯化鉀之用途亦廣。碳酸鉀用於製造鉀玻璃，鉀石鹼及鉀鹽類等。氫氯化鉀用於染色及製造鉀石鹼、草酸等。

【分析法】 兩者之分析法，與碳酸鈉及氫氯化鈉大略相同，故不贅述。

【品位標準】 碳酸鉀之品位，以含有純碳酸鉀九八至九九%，且殆不混有氫化物，硫酸鹽，硫

化物者爲良。氫氯化鉀以含有純氫氯化鉀八〇%以上，碳酸鉀不逾五%，而雜質極微者，爲精製品。

第九章 漂白劑及脫色劑

【漂白劑】 使色素起化學變化而脫色者，曰漂白劑。漂白劑之種類頗多，其王者為漂白粉。

【脫色劑】 依吸著作用 (adsorption) 使物質行脫色者，曰脫色劑。脫色劑之種類亦多，活性炭 (active carbon) 其一也。

第一節 漂白粉

漂白粉為通氫氣於消石灰而製成者，其王要成分為 $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 。

【分析法】 漂白粉之分析，以求其有效氫 (available chlorine) 之百分率為目的。其法為取試料一公分，混和以水一〇〇立方公分。於此乳狀液中，加碘化鉀二至三分，更加醋酸或鹽酸一〇滴。以玻璃棒緩慢攪拌一次。次用十分之一規定濃度一硫硫酸鈉液急速滴入，至呈淡黃色時，

加少量之○・五%澱粉液，使生青色，此後注意繼續滴定，至無色爲止。以○・三五五乘所用之十分之一規定濃度一硫硫酸鈉溶液之立方公分數，則得有效氯之百分率。

【品位標準】漂白粉中有效氯之量，愈大愈佳。在市販之品，普通爲三二至三八%。其含有七○%以上者，則爲高度漂白粉。

第二節 活性碳

活性碳之製法有種種：有先使椰子果殼，木材，煤，或其他植物質，碳化後，以特殊之藥劑（如鹼類等）處理之，使其活化者。有取植物質，在低溫度中行碳化，次通以氣體（如水蒸氣等），使其活化者。有取植物碳或煤，以無機酸，氫氣等處理之，使其活化者。

活性碳不特可行水溶液，脂油，及礦油等之脫色，且可吸種種氣體，故歐戰時用以防禦毒氣。惟脫色性強者，未必即爲吸收毒氣性強者也。

【分析法】（一）水分 取試料五至一〇公分，入於有塞秤量瓶，在攝氏一〇五度至一一

○度乾燥，經四至五小時，置除溼器中，冷後，秤之。次再依前法乾燥之（每次三十分鐘），反復數次，至重量不變爲止。此時重量之減少量爲水分。

（二）礫及灰分 取試料一〇公分，在鈎皿中灼熱灰化後，秤其殘渣，以作灰分，用百分率算出之。由一〇〇減去灰分與水分之百分率，則爲礫之百分率。

（三）細度 用各種粗細孔之篩篩之，記其粗細之百分率，與標準品比較之。

（四）脫色力 試驗脫色力時，可用稀釋糖蜜，原料糖溶液，焦糖（caramel）溶液，碘液等爲標準著色液。在此等著色液之一定量中，加以一定量之試料，約等於著色液之五%，使之充分混合。經一定之時間後（二分之一至一小時），濾過。次將濾液與原液，各在斯坦麥（Stammer）式比色計（colorimeter）測定其色度。兩者之差爲被脫色之量，普通以對於原色之百分率表示之。

【品位標準】 脫色用之活性礫，以脫色力愈大者爲良。所含水分普通爲五至二〇%，灰分爲二至一〇%。在同種之活性礫，細度大者（即礫粒小者）之脫色力雖較小者爲強，惟使廢礫再生

活性碳時，其損量較多。

市販活性碳之最有名者，爲諾立特 (Norit) 與答爾科 (Darco) 兩種，質並佳良。

第十章 水泥

水泥 (portland cement) 之製法，通常係以適量之石灰石與粘土相混和，投入迴轉窯灼熱，至成熔塊 (clinker) 後，而碾碎磨細之。如此所製成品中，常加重量三%以下之石膏，以調節硬化時之速度。

【分析法】(一) 灼熱減量 水泥之陳舊者，常吸收水分與碳酸氣，而減其強度。故灼熱減量以愈少者為愈佳。

取試料 〇·五公分，入於鉑坩堝，加蓋灼熱至攝氏一〇〇〇度，經十五分鐘後，放冷，而秤量之。次再反復灼熱，每次經五分鐘，至重量不變為止。

(二) 二氯化矽及不溶物 取細末試料 〇·五公分，入於瓷皿，加水一五立方公分，攪拌之。加鹽酸 (比重一·二) 二五立方公分。置重溫鍋上煮之，使體積約減至一〇立方公分後，蓋以鍍

而玻璃，蒸發使乾。並在攝氏一百八十度中乾燥，經一小時而放冷之。如此所得殘渣中，復加濃鹽酸二五立方公分，置重溫鍋上加熱，且以少量熱水洗錶面玻璃上之附着物，入於瓷皿。次將皿中之二氯化矽濾過，洗滌，而盛於鉑坩堝。經蒸發及灼熱後，移入除溼氣中，待冷，秤量之。

惟此所得二氯化矽中，尚含不溶物。故須加二五立方公分之碳酸鈉飽和溶液，煮沸，經半小時。次濾過。以沸水洗滌殘渣，至不呈碳酸鈉爲止。經乾燥，灼熱後，秤量之。如此所得不溶物之量，由前次所稱得之全量減去之，則爲純二氯化矽之量。

(三) 三氯化二鐵及礬土 取分離二氯化矽後之濾液，加以稍多量之礬精水，則鐵與鋁成氫氯化物而沉澱。次煮沸，逐去過多之礬精，至僅存礬精之臭氣，而靜置之。濾過澄液後，更加熱水，傾瀉法洗滌兩三次，所餘沉澱物，以稀鹽酸溶解之。再如前法加礬精水，使再沉澱。濾過，洗滌，乾燥，入鉑坩堝中灼熱後，秤此三氯化二鐵及礬土 (Al_2O_3) 之含量。

(四) 石灰 取三氯化二鐵及礬土分離後之濾液（若爲酸性，則加礬精，使成鹼性），加以稍過量之飽和草酸銨溶液（約二〇立方公分）煮沸。至草酸鈣成粒狀沉澱後，放置二小時，濾過。

且以熱水洗滌之。(集此時之濾液，以作苦土之定量。)乾燥，入鉈皿中灼熱，置除溼器中，待冷，秤量此石灰之量。

(五) 苦土 將上述濾液，在重溫鍋上加熱濃縮，約至一五〇立方公分，而放冷之。次加磷酸銦之飽和溶液二〇立方公分，用玻璃棒攪拌，靜置十二小時，濾過。以含礬精之水洗滌之。乾燥，入鉈坩堝中充分灼熱。置除溼器中，待冷，秤出 $Mg_2P_2O_7$ 之量。由此可換算苦土 (MgO) 之量。

(六) 三氯化硫 取試料一公分與濃鹽酸一五立方公分相和。煮沸，蒸發使乾。更加濃鹽酸一〇立方公分，及水五〇立方公分。濾過，洗滌，煮沸濾液。徐徐注入飽和氫化鉈溶液約一〇立方公分，於此沸液中，使生硫酸鉈之沉澱。濾過，乾燥，灼熱，置除溼器中，待冷，秤量之。此物一公分與三氯化硫〇·三四公分相當。

【化學成分之範圍】 水泥之優劣，多藉物理學試驗而知。故化學成分之檢定，不能即判別其品質之良否。惟有害成分之三氯化硫與苦土之量，及灼熱之減量，則不可超越下表所示之標準也。茲將水泥中各成分之範圍列表示之如次：

水泥之成分範圍表

成	分	率
	百	分
灼熱減量		〇至四
二氯化矽及不溶物		一八至二六
礬土及礬化鐵		六至一四
石灰		五七至六六
苦土		〇至五
三氯化硫		痕跡至二

第十一章 肥料

肥料中最重要之成分爲氮，鉀，及磷酸。故依此三者含量之有無多寡，而別爲三大類：卽氮質肥料，磷酸質肥料，與鉀質肥料是也。

第一節 肥料試驗之普通方法

【試料之採集】 人造肥料，與魚粕肥料等，每十袋取一袋。骨粉，油粕，及過磷酸鈣等，每五十袋取一袋。混和後，反復用四分法縮分至約二至四公升，作爲基本試料。次磨碎此基本試料，至可通過一公釐孔之篩時，取三〇〇至五〇〇公分，作爲準備試料。

肥料之塊粒若粗大，則在磨碎時，有散失水分之虞。故以碎至約徑四公釐者，取作檢定水分之用。

【分析法】（一）水分 通常檢定水分之方法，均以試料一〇公分，入攝氏一百五至一百十度之熱氣乾燥器中，乾燥至重量不變時，而決定之。但亦有特別方法，如下所述。

（二）過磷酸鈣 取試料一〇公分，入攝氏一百度之蒸氣乾燥器中，乾燥三小時，其重量之減少量爲水分。但此水分中，亦含有結晶水。

（三）鉀鹽 取試料一〇公分，入鉛坩堝，灼熱一〇分鐘，其重量之減少量爲水分。但若含有氫化鎂，則須豫用石灰覆於試料上，藉以收集揮發之鹽酸或氫氣。

（四）不溶性殘渣 凡肥料如智利硝石，硫酸銹，及硫酸鉀等之可溶於水者，須行此試驗。卽以試料一〇公分，與水一〇〇至二〇〇立方公分相和，煮沸後，濾過。用熱湯洗滌。在攝氏一百五至一百十度中乾燥。乃入除溼器中，待冷，秤量之。

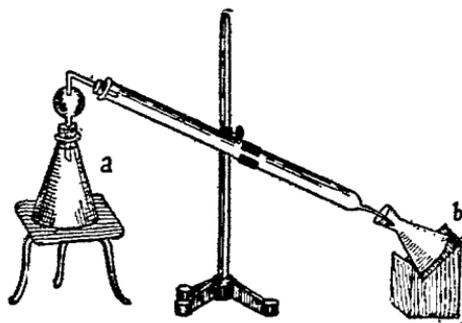
第二節 氫質肥料

氫質肥料之用途最廣，其重要者，有硫酸銹，智利硝石，魚粕類，及油粕類等。其他如尿糞，廐肥等

亦屬之。

【各種氮質肥料中氮之檢定法】肥料中之氮質，可分為三種：即鹵精性氮質，硝酸性氮質，及有機性氮質是也。此等之氮均可用刻爾大 (Kjeldahl) 氏法檢定之，但依試料之種類，其方法則略有不同。

(一) 全氮質 有機性肥料，或配合肥料等之有複雜成分者，可隨氮之含量，採取乾燥物 0.5 至 5 公分，入於硬質玻璃製之長頸燒瓶，加石炭酸 (carbolic acid) 與硫酸之混和液 (100 立方公分之濃硫酸中，加石炭酸二公分)，(30 立方公分) 煮沸。至成透明溶液時，則氮悉變為鹵精。次將此液，全部移入大號蒸餾燒瓶，且加水 200 立方公分，加氫氯化鈉液使變成鹵性。裝入梨狀球管，並連降冷管，徐行蒸餾。餾出之鹵精，吸收於規定濃度硫酸 20 立方公分中。蒸餾至餾出液不呈鹵性



第十圖 鹵精蒸餾裝置

時，則行停止。殘留之硫酸，可用剛果紅 (Congo red) 一分溶於五〇%之酒精一公升中，爲指示藥。以規定濃度氫氯化鈉液滴定。由此可知被鹵精所中和之硫酸之量，而氫亦可算出矣。規定濃度硫酸一立方公分與一四公釐之氫相當。在煮沸時，可投入石蠟之小片，以防發生多量之氣泡。

(二) 鹵精性氫 硫酸銹爲含鹵精性氫之物質，故檢定氫質時，以試料一〇公分，溶於五〇〇立方公分之水。取此液二五立方公分（含試料〇·五公分），與前行同一分析法，即可。

(三) 硝酸性氫 如智利硝石等之硝酸鹽，可先使還原爲鹵精後，行如前之檢定法。還原可依臘伯 (Raid)氏法行之。

取試料一〇公分，溶解於五〇〇立方公分之水。取此二五立方公分（含試料〇·五公分），盛入大號之蒸餾瓶。順次加水一二〇立方公分，鋅粉與鐵粉各五公分，及二五%氫氯化鈉溶液八〇立方公分。裝梨狀球管並連降冷器，靜置一小時。至還原完畢時，徐徐加熱，行如前之蒸餾法而測定氫質。

【硫酸銹】(一) 分析法 硫酸銹之品質，雖可依鹵精性氫之含量而定，惟不可混有有害

成分之遊離酸，硫脣化物，及脣化物等。

(甲) 遊離酸 取試料一·二五公分，溶解於二五〇立方公分之水，以乾燥濾紙濾過。取濾液一〇〇立方公分(含試料五公分)，加少量之甲基橙試液。若呈赤色，則知有遊離酸存在。定量時，係用二分之一規定濃度氫氯化鈉液滴定，作為硫酸而檢出之。此時二分之一規定濃度氫氯化鈉液一立方公分，與〇·〇二四五二公分之硫酸相當。

(乙) 硫脣酸鹽與脣化物 加氫化鐵與鹽酸於試料之溶液中，若呈赤色，則知有硫脣酸鹽存在。定量法，係取試料五公分，浸以純酒精，經一小時後，濾過。此濾液中之氫，可依前述之法檢定之。如此所得之氫量，乘以四·一四三，則為 SO_2 之量。

加氫氯化鈉與硫酸鐵於試料溶液後，再注入鹽酸，使成酸性。此時若呈青色，則知有脣化物存在。

(二) 硫酸銶之品位標準 肥料用之硫酸銶，通常以呈淡褐色或青灰色，含氫量自二〇至二〇·五%，水分自〇·五至三%，不溶性殘渣在一%以下，及不含有害成分者為良品。惟常有屨

入石膏與重硫酸鈉以增重量者，須注意辨別之。

【智利硝石】（一）分析法 智利硝石所當檢定者，除硝酸性氫質之外，尚有氰化物與土砂及有害成分之過氫酸鹽，氫酸鹽等。

（甲）土砂及氰化物 以試料一〇公分，溶於熱水。濾過，洗滌，灼熱後，待冷，稱量之。以作土砂之量。次加水於濾液，足成五〇〇立方公分。取此五〇〇立方公分（含試料一公分）依第四章中氫化物之定量法行之，即可。

（乙）過氫酸鹽 試料一〇〇公分，溶解於五〇〇立方公分之水。取此溶液之一部分，加以過剩之溼潤氯化銀，振盪之。濾過，於濾液蒸發，乾涸，灼熱後，溶解以熱水。加硝酸使成酸性，更加硝酸銀溶液。若生白濁，則知有過氫酸鹽存在。

定量時，係取試料五公分入於瓷皿，混和以硝石灰八公分，灼熱十五分鐘，使變成氫化物。以稀硝酸溶解之。取溶液依前述方法，定氫化物之量。次減去前項所得氫化物之氫量，則得過氫酸鹽及氫酸鹽之氫量。

(二) 智利硝石之品位標準 肥料用之智利硝石，通常呈白色，褐色，淡紅色。以含硝酸性氮量在一五%以下，而不含有有害成分之過氫酸鹽者為良品。

【有機性氮質肥料】 此類肥料，我國使用甚多，如油粕類（黃豆粕，棉子粕，花生粕等），尿糞，廐肥，魚粕等皆屬之。此等物質，除含氮外，尚含有少量之磷酸及鉀等，故不能即依氮量而判定其品位。茲將此類之平均成分列表表示之如下：

有機性氮質肥料平均成分表

肥料	氮 (%)	磷 (%)	鉀 (%)
黃豆粕	一·五	〇·七〇	二·〇〇
花生粕	六·五	一·三七	一·五〇
棉子粕	五·五	二·五〇	一·五八
人尿糞	〇·六	〇·一三	〇·二七

第二節 磷酸質肥料

磷酸肥料之主要者，爲過磷酸鈣、骨粉、海鳥糞，及托馬斯 (Thomas) 磷酸肥料等。此類物質皆含水溶性磷酸鹽，或可溶於枸橼酸之磷酸鹽。

【磷酸之定量】 磷酸因形態之不同，而各異其作爲肥料之效力。是以須區別爲全磷酸、水溶性磷酸，及可溶於枸橼酸之磷酸三者，而行定量。後二者有直接肥料之效力，故其和稱爲有效磷酸。磷酸之定量，可用枸橼酸鹽法。係取試料溶液二五至五〇立方公分（含試料〇・五至一公分），加枸橼酸鈹液五〇立方公分，與苦土液二五立方公分，混和後，振盪約三十分鐘時，更靜置一小時。次用谷赤式坩堝行吸引急濾，且以五%之硃精水洗滌五次或六次。乾燥後，置石綿板上，加熱。至逐去硃精時，入於坩堝，灼熱三至五分鐘。待冷，秤之，則得 $Mg_3P_2O_7$ 之量。以〇・六三七九乘此量，則得五氯化磷 (P_2O_5) 之量。

枸橼酸鈹溶液之製法，係用枸橼酸一一〇公分，溶解於約四〇立方公分之水。冷後，徐徐加入二五%之硃精水（比重〇・九一）四〇〇立方公分，更加水，足成一公升。

【各種磷酸之區別與檢定】 (一) 全磷酸 若試料爲磷礦石、骨粉等，則以細末之試料五

公分，與濃硝酸二〇立方公分，及濃硫酸五〇立方公分相混和後，煮沸三十分鐘時，待冷，以水稀釋之，足成五〇〇立方公分。用乾燥濾紙濾過。取濾液一〇至五〇立方公分（含試料〇・一至〇・五公分），依前述之法，定磷酸之量。

若試料為混合肥料及魚粕類等之富於有機質者，則溶解後，須行蒸發，逐去大部分之硝酸。待冷，以水稀釋之，足成五〇〇立方公分。依前述之法定量。

(二) 水溶性磷酸 若行水溶性磷酸之定量時，可取試料二〇公分，入於一公升之燒瓶，加水約八〇〇立方公分，強烈振盪，經三十分鐘時，次加水，足成一公升。再振盪之，濾過，取濾液依前述之法，定磷酸之量。

(三) 可溶於枸橼酸之磷酸 磷酸二鈣 $[\text{Ca}_2\text{H}_2(\text{PO}_4)_2]$ 及托馬斯磷酸肥料中所含磷酸四鈣 $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{CaO}]$ ，雖皆不溶於水，然前者溶於枸橼酸銨，後者溶於枸橼酸，且均有作為肥料之效力。故與水溶性磷酸合計而為有效磷酸之量。

(四) 過磷酸鈣中之有效磷酸 取細末之試料二・五公分，加水二〇至二五立法公分，而

攪拌之。傾瀉於濾紙上。如此反復加水攪拌，傾瀉三次後，將全部殘留物移於紙上，且以水充分洗滌之。集此濾液，加鹽酸使成酸性。加水，足成二五〇立方公分。取其二五立方公分，依前述之法定水溶性磷酸之量。

將濾紙上之殘渣，與濾紙同裝入容二五〇立方公分之燒瓶中，加彼得曼 (Petermann) 氏試藥一〇〇立方公分，振盪之，至濾紙變成粉碎爲止。靜止十五分鐘時。次置於攝氏四十度之重溫鍋上，經一小時。待冷，以水稀釋之，足成二五〇立方公分。取此溶液之一部分，以定磷酸之量，且與前述水溶性磷酸相合，作爲有效磷酸之量。

彼得曼氏試藥，係以枸橼酸一七三公分，溶解於水一公升中，加鹵精將至中和時，即行降冷。以玫瑰色試液爲指示藥，正確中和之。次以水稀釋之，使在攝氏十五度時，成爲比重一・〇八二至一・〇八三之液。

(五) 遊離磷酸 過磷酸鈣等往往含有〇・一至四%之遊離酸。此爲有害植物之成分，故以含量少者爲良。檢定時，以乾燥試料五公分，裝入容二五〇立方公分之燒瓶，充滿無水酒精或醚

等，振盪經三十分鐘時，乃濾過。取濾液五〇立方公分（含試料一公分），在重溫鍋上蒸發乾涸後，用溫水浸出，濾過。於濾液中，加甲基橙試液爲指示藥，用二分之一規定濃度氫氯化鈉液滴定。此時二分之一規定濃度氫氯化鈉液一立方公分與一・二六八公釐之遊離磷酸（ H_3PO_4 ）相當。

【磷酸質肥料之品位標準】 磷酸質肥料以含多量之有效磷酸，而不含遊離酸者爲佳。茲將各種肥料之平均成分列表表示之如下。

過磷酸鈣肥料平均成分表

肥料種類	水分 (%)	全磷酸 (%)	有效磷酸 (%)	水溶性磷酸 (%)
過磷酸鈣第一種	一一至一四	二〇・五	二〇・〇	一九・五
過磷酸鈣第二種	一二至一六	一七・五	一七・〇	一六・〇

各種磷酸質肥料平均成分表

肥料種類	磷 (%)	氮 (%)
骨灰	二〇至三五	

標	托馬斯磷酸肥料	骨
(米)		粉
	三·八	二·七
	一·七	四·一
	二·一	

第四節 鉀質肥料

我國農家所常用之草灰，木灰，及動物尿糞，其中有含多量之可溶性鉀質。故我國農家似無購用如硫酸鉀等鉀質肥料之必要。今於此類之分析法從略。

第十二章 脂油及蠟

脂 (Fat) 油 (fatty oil) 及蠟 (wax) 廣存於動植物界。其化學成分，在脂油以脂酸之甘油鹽爲主；在蠟則以脂酸與一價或二價醇所成之鹽爲主。

第一節 原料含脂油量之測定

將含脂油原料磨碎後，以醚、石油醚、二硫化碳、三氫甲烷、四氫化碳等溶劑之各一種，提取所含之脂油。潤溼之原料，可置於乾燥箱中，乾燥後處理之。若因乾燥而脂油起氯化作用或揮發者，則用攝氏七十度以下餾出之石油醚施行提取。

提取脂油，以用索克斯勒特 (Soxhlet) 氏提取器爲便利，茲述之如下：

取試料二〇至五〇公分，入於濾紙製之圓筒中，將此插入提取器之圓筒部 A。次以 A 裝在 B

瓶之上，加溶劑於A中。溶劑之量，以較能由反流管E流入下部B瓶者略多即可。A之上部連結反流降冷器C，置下部B於重溫鍋上，加熱。此際溶劑由B蒸發昇入D管，經反流降冷器C凝縮後，滴入試料中，提取脂肪，至充滿E管之頂時，復流入B內。如此循環，行提取之作用。至提取完成時，將B內之提取物加熱，而除去溶劑，在空氣乾燥器中，於攝氏一百十度以下乾燥後，稱之。



第十一圖
索克斯勒特氏
提取器

第二節 脂油類之分析法

【普通分析法】(一)水分 以試料五公分，與小玻璃棒，同入玻璃皿中稱之。次在攝氏一百度至一百十度中加熱(須常以玻璃棒攪拌之)，至重量不變為止。此時重量之減少量即為水分。此法只適於脂肪及不乾性油。在半乾性及乾性油類，因欲防止氯化，故以試料入小燒瓶中，通二氯化碳氣或氫氣，而乾燥之。其含有揮發性脂肪酸者，則以行下述之二甲烴(xylene)法為宜。

以五〇公分之試料，與五〇立方公分之二甲烴（須先以水飽和者），入瓶中而行蒸餾，至水分不再餾出爲止。餾出液集於刻度圓筒中，靜置三至四小時，則水沈降，由刻度可測定其體積。

(二) 灰分 入試料五至二〇公分於鉛皿，徐徐熱至全部碳化後，置除溼器中，待冷，秤量之。

(三) 雜質 取試料一〇至二〇公分，溶於石油醚（沸點攝氏七〇以下），以重量既知之濾紙濾過，且以石油醚洗之。在攝氏一百五度中乾燥，秤之。由此所得之重量，減去濾紙之重量，即得不溶於石油醚之雜質之重量。

不溶於溶劑之殘渣，從上述之檢定灰分法，在鉛坩堝中灰化後，可秤得灰分之重量。不溶性雜質重量與此灰分重量之差，爲不溶於此溶劑之有機雜質之重量。

(四) 純油脂分 由一〇〇減去水分，灰分，及不溶於溶劑之有機性雜質等之百分率，則得純油脂分。

【**脂油之定性分析**】 (一) 溴化物試驗 溴化物試驗 (Bromide Test)，不特可分別乾性油，半乾性油，及液狀蠟等，且可明植物性油與海產動物性油之差異。其法係以試料一至二公分，

入圓錐燒瓶，溶解以四〇立方公分之醚，加二至三立方公分之水醋酸，密塞瓶口。冷至攝氏五度時，徐徐滴入溴，至呈褐色爲止。在攝氏五度，放置三小時後，濾過。其沉澱以冷醚洗滌四次，每次用醚一〇立方公分。次以沉澱在蒸氣乾燥器中乾燥，而稱量之。所得溴化物，若測定其融點，則可判定試料中不飽和酸之種類。例如溴化物約在攝氏一百四十度融解時，則知有次亞麻仁油酸 (linolenic acid, $C_{18}H_{30}O_2$) 存在；若在攝氏二百度內外尚不融解，且色變黑而分解者，則知有鱈酸 (chloropanoic acid) 存在，即試料中有魚油類也。

(二) 硬性油脂試驗 不乾性油類與亞硝酸作用，則成固體，而半乾性及乾性油類則否。此因油脂 (olein) 受亞硝酸之作用，生固體硬性油脂，而亞麻仁油酸 (linoleic acid)，次亞麻仁油酸，類次亞麻仁油酸 (isolinolenic acid) 之甘油鹽，則不硬化也。其試驗法如下：

取鈹一八公分，入於容五〇立方公分之有塞瓶。加一五·六立方公分之硝酸（比重一·四二），則得綠色液。以此液八公分與試料九六公分同入廣口瓶中，振盪後，置攝氏二十五度以上重溫鍋中，約二小時，每十分鐘振盪一次。

在本試驗中，橄欖油，花生油，豚脂等，成最堅之固體；棉子油，菜油等，生牛酪狀之物質；而亞麻仁油，胡桃油等，則生液體物質也。

(三) 呈色反應 以呈色反應鑑別油類，此方法之可信者，有下列各種，惟實驗時須極注意。

(甲) 波道印氏反應 波道印 (Dandouin) 氏反應用以鑑定脂肪中有無亞麻仁油。其法爲加試料一〇立方公分，(若爲脂肪，融解後取五立方公分) 與鹽酸一〇立方公分 (比重一·一九) 於一氮伍煨醛 (Furfural) 之酒精液 (一體積之無色一氮伍煨醛，溶於一〇〇體積之無水酒精) 〇·一立方公分中，強烈振盪，經三十秒鐘時而放置之。此時試料中若含一%以下之亞麻仁油，其下部之鹽酸液，亦能呈明瞭之猩紅色。倘試料中含有以鹽酸能顯色之色質，則須豫加濃鹽酸，振盪而除去之。

(乙) 哈爾分氏反應 哈爾分 (Halphen) 氏反應用以鑑定棉子油存在與否。係以試料，與戊醇 (Amyl alcohol) 及硫化碳溶液 (溶有一%之硫華) 各五立方公分，入於試驗管，在重溫鍋上加熱，經十五至三十分鐘時。若有棉子油，則呈赤色。但豫熱棉子油至攝氏一百八十至二百

五十度時，則不呈此反應。

(丙) 利柏曼與斯托赤兩氏反應 利柏曼與斯托赤 (Liebermann-Storch) 兩氏反應用以檢出樹脂油。係取試料一至二立方公分，入於無水醋酸，加熱溶解之。冷後，加比重一·五三硫酸（濃硫酸三四·七立方公分，與水三五·七立方公分，相混合者）一滴。若有樹脂油，則呈美麗之紫紅色，旋即消失。惟動物脂蠟醇 (cholesterol) 亦呈同一反應，故須注意也。

【定量試驗】 定量試驗，於判定脂肪油之性狀及品位等，極為重要。

(一) 鹼化值 鹼化值 (Saponification value) 者，為一公分之脂肪或蠟完全鹼化時，所需氫氧化鉀之公釐數也。

入精製試料一·五至二公分，於容一五〇至二〇〇立方公分之燒瓶，加二五立方公分之酒精性氫氧化鉀液（溶解約四〇公分之純氫氧化鉀於少量之水，加比重〇·一八〇以下之純酒精，足成一〇〇〇立方公分，放置一日後，除去沉澱物）後，裝以回流降冷器。在重溫鍋上加熱三十分鐘時。（蜜蠟等至少須在沙皿上加熱一小時。）此時須常搖動燒瓶，促進鹼化。加熱，至內部酒精

液微沸爲度。鹼化完畢後，略行降冷，並加1%之煳醇試藥一立方公分，用二分之一規定濃度鹽酸滴定過剩之氫氫化鉀。行補正試驗（blank test）時，則可於與上述試驗同時精密採取同量之酒精性氫氫化鉀溶液，行同樣處理後，以二分之一規定濃度鹽酸滴定。由此兩者鹽酸液之差，可以求出鹼化一公分油脂時所需氫氫化鉀之量，其公釐數即鹼化值也。

今舉一例，以說明鹼化值之測定法。取橄欖油一·五公分，以二五立方公分之酒精性氫氫化鉀液鹼化之。次滴定，需二分之一規定濃度鹽酸一三·三立方公分。其補正試驗，需此濃度鹽酸二三·五立方公分。故鹼化時所需之氫氫化鉀公釐數爲：

$$\frac{(235 - 13.3) \times 0.0561}{2} = 286.1$$

故試料一公分鹼化時，所需氫氫化鉀之公釐數爲：

$$\frac{286.1}{1.5} = 190.7$$

此即橄欖油之鹼化值也。

(二) 碘值 碘值 (Iodine value) 爲一〇〇公分之油脂所能吸收氫化碘之量，以碘之公分量表出者。測定碘值，用尉治斯 (Wigg) 氏法。所需試藥如下：

(甲) 一氫化碘溶液 三氫化碘七·九公分，與碘八·七公分，各在重溫鍋上以冰醋酸溶解後，將此二者入於體積一公升之量瓶，再加冰醋酸，足成一公升。此時須注意，不使吸收水分。

(乙) 一硫硫酸鈉液 以結晶一硫硫酸鈉約二四公分，溶解於一公升之水中，依服爾哈德 (Volhard) 氏法而規定之。即(子)取純重鉻酸鉀入鉈皿中，加熱融解後，待冷，細碎之。次秤取此三·八六五七公分，溶於水，足成一公升。(丑)入一〇%之碘化鉀液一〇立方公分於有塞瓶，加以稀鹽酸五立方公分，與上述重鉻酸鉀液二〇立方公分後，則生〇·二公分之遊離碘。此時可用澱粉液爲指示藥，以上述一硫硫酸鈉液滴定。如此則知對於〇·二公分之碘，須用幾何之一硫硫酸鈉溶液矣。

(丙) 四氫化碳 須用質極純者，即以重鉻酸鉀液，或強硫酸和入而振盪之，不着色者是也。

(丁) 澱粉液 取澱粉一公分，或可溶性澱粉一公分，與水一〇〇立方公分，煮沸而成。

(戊) 碘化鉀液 取碘化鉀一〇〇公分，溶解於水，足成一公升。
實驗時試料之取量，隨脂油之種類而異，今列表如下：

尉治斯氏測定碘值法所取試料重量表

脂油種類	試料重量
固體脂	〇·八至一·〇公分
不乾性油	〇·三至〇·四公分
半乾性油	〇·二至〇·三公分
乾性油	〇·一五至〇·六公分

精密秤取試料，入於體積五〇〇至八〇〇立方公分之有塞瓶，加四氫化碘一〇立方公分，使其溶解。更由移液管加入一氫化碘液二五立方公分。次將全體徐徐振盪（若不透明，可再加四氫化碘），蓋以豫經塗有碘化鉀液之玻璃塞（藉防瓶中碘之蒸散），而放置於暗處。經相當之時間（碘值在一〇〇以下者，三十分鐘，半乾性油一小時，乾性油二至六小時）後，加碘化鉀液一〇至

一五立方公分，與水四〇〇立方公分，以一硫硫酸鈉液滴定。滴至呈微黃色時，則用澱粉液爲指示藥，更滴入一硫硫酸鈉液，至呈無色乃止。

補正試驗，可與以上實驗同時且用同一方法行之，惟不加脂油而已。此兩者結果之差，相當於被吸收之一氫化碘。由此可算試料一〇〇公分所需碘之公分數，即脂油之碘值也。

今舉一例，以說明碘值之測定法。取豚脂〇・三三九四公分，與一氫化碘液二五立方公分，作用後，滴定其過剩之碘，需一硫硫酸鈉液三九・六立方公分。在補正試驗，則需一硫硫酸鈉液六〇・九立方公分。但此一硫硫酸鈉液一六・四五立方公分與〇・二公分之碘相當。

$$\frac{(60.9 - 39.6) \times 0.2 \times 100}{16.45 \times 0.3394} = 76.28$$

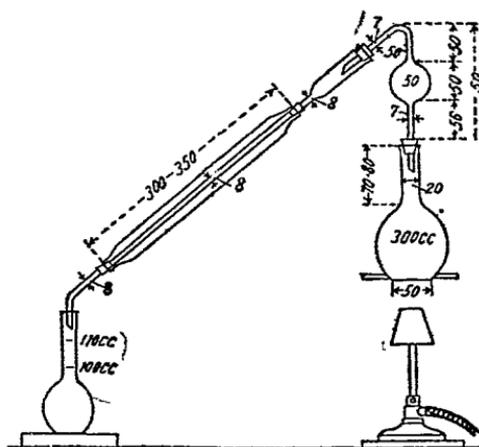
即碘值爲七六・二八也。

碘值之測定爲決定脂油種類之重要方法。即碘值之大者，屬於乾性油類，例如亞麻仁油之碘值爲一七一至二〇一是也；碘值得中者，屬於半乾性油類，例如玉蜀黍油之碘值爲一一〇至一三

○是也；碘值小者則屬於不乾性油類，例如花生油之碘值為八三至一〇三是也。

(三) 賴赫爾特與窩爾尼兩氏值 賴赫爾特與窩爾尼兩氏值 (Reichert-Wollny value) 為二·五公分 (或五公分) 之脂油，依賴赫爾特氏蒸餾法，所得可溶性揮發性脂肪酸，中和時所需十分之一規定濃度氫氧化鉀液之立方公分數也。

精密秤取試料五公分，入於約容三〇〇立方公分之燒瓶。(瓶頸長七至八公分，頸之內徑為二公分。) 加氫氧化鈉液 (九八%之純氫氧化鈉，溶解於同量之水) 二立方公分，與九二%之酒精一〇立方公分。裝以回流玻璃管，在重溫鍋上，加熱經十五分鐘時，時時振盪，使之鹼化。次



第十二圖 賴赫爾特氏蒸餾裝置

拆卸反流玻璃管，使酒精全部揮發。所得石鹼，溶解於熱水一〇〇立方公分。加規定濃度硫酸四〇立方公分，與小輕石三至四粒，入於第十二圖所示附有球管之燒瓶中，（圖中長度為公釐）小心向石棉板加熱，而行蒸餾。在三十分鐘時以內，採取餾液一〇立方公分。濾過後，取濾液一〇〇立方公分，以〇·五立方公分之乙醇試液（一比一〇〇）為指示藥。用十分之一規定濃度氫氧化鉀液滴定。其所需之立方公分數，乘以一·一，則為賴赫爾特與窩爾尼兩氏值。

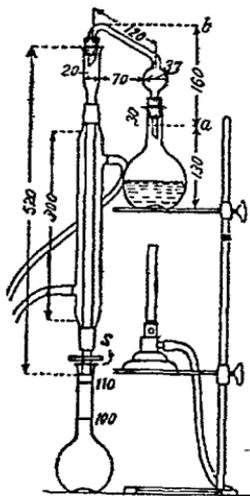
賴赫爾特與窩爾尼兩氏值只表示存於脂油中揮發性脂酸之一部分，而非其全部。多數新鮮之脂油，此值雖皆在一·〇以下，惟椰子油（六·八至七·七）與牛酪脂（二·六至三·三）則為例外。舊油脂及變敗者，此值頗高。

（四）不溶性揮發脂酸之滴定值 不溶性揮發脂酸之滴定值者，依波楞斯啓（Polenske）氏法，由脂油或蠟五公分所得不溶性揮發脂酸之一部分，用十分之一規定濃度氫氧化鉀液中和時，所需之立方公分數也。

取試料五公分，入於三〇〇立方公分之燒瓶，加甘油二〇公分，及氫氧化鈉液（氫氧化鈉溶

於同量之水)二立方公分,在小火焰上熱之,使其鹼化。冷至攝氏一百度以下時,加水九〇立方公分。在重溫鍋上加熱至攝氏五十度,使石鹼溶解。於此熱液中,加五〇立方公分之稀硫酸(一〇〇〇立方公分中含有純強硫酸二五立方公分)及精製輕石粗末二至三粒,入於第十三圖之裝置而行蒸餾。(蒸餾瓶須置於有孔之石綿板上。板之大與賴赫爾特與窩爾尼兩氏值實驗時所用者相同。)蒸餾之速度,以十九至二十分鐘時內餾出一一〇立方公分爲適當。餾出液之溫度,不可在攝氏二十三度以上。餾出液達一一〇立方公分時,即停止蒸餾,取去受器,易以二〇立方公分之刻度圓筒。

將受器(燒瓶)浸於攝氏十五度之水中,靜待五分鐘時後,握其頸輕搖數回,使液面之油滴附着於器壁。經十分鐘時後,觀察不溶性酸之狀態(固體或半固體或油狀)次以軟木塞密塞受



第十三圖 蒸餾裝置

器，倒顛四次或五次，用直徑八公分之濾紙濾過。取濾液一〇〇立方公分，用十分之一規定濃度氫氧化鉀液測定其賴赫爾特與窩爾尼南氏值。因欲完全除去可溶性脂酸，故用一五立方公分之水，洗滌濾紙上不溶性揮發酸，行之三次。至於附着於降冷管，刻度圓筒，及受器（燒瓶）之不溶性揮發酸，則以中性之九〇%酒精一五立方公分，洗滌三次。以此洗液注於上述濾紙上。如此所得之全濾液，以十分之一規定濃度氫氧化鉀液滴定。

五。鹼化值約在一九五之脂油，不溶性揮發脂酸之滴定值，普通不超過〇·五，最高亦僅〇·六。

牛銜脂肪之不溶性揮發脂酸之滴定值為二·三至三·三，椰子油為一五至二〇，棕櫚核油為一〇至一二。三者之值俱特大，故易與他種脂油區別也。

(五) 乙醯基值 乙醯基值 (Acetyl value) 者，鹼化乙醯化脂油或蠟一公分所生之醋酸，用氫氧化鉀液中和時，所需之公釐數也。

存有氫氨基之脂酸之甘油鹽，若與無水醋酸同時加熱時，則依氫氨基之數，而加入一個或一

個以上之乙醚基原之團。故依乙醚值之測定，可決定油脂中氫氫基之多少也。

約取一〇公分之試料，與二倍量之無水醋酸，同入裝有反流降冷器之圓底燒瓶。煮沸二小時後，將內容物移於容一〇〇〇立方公分之燒杯。約加五〇〇立方公分之熱水，加熱三十分鐘時。此時須以碳酸氣之細氣流，由毛細孔之玻璃管送入液中，以防突然沸騰。經靜置後，使下層之液流去。油層須與水一同煮沸三次或四次，至無醋酸痕跡乃止（以石蕊試紙試之）。因欲除去水分，可在熱氣乾燥箱中，以乾燥濾紙濾過。秤出所得乙醚化物五公分，與鹼化值測定時，行同樣之鹼化。次使酒精蒸發，將石鹼溶解於水，加一〇倍稀釋之稀硫酸（其量須多於鹼化時所用之氫氫化鉀）後，行蒸氣蒸餾。約集六〇〇至七〇〇立方公分之餾液，用煇醇試液為指示藥，以十分之一規定濃度氫氫化鉀液滴定。以五·六一乘此所需氫氫化鉀液之立方公分數，除以所用乙醚化脂油之重量，則為脂油之乙醚基值。

（六）酸值 酸值（Acid value）者，中和一公分之脂油或蠟中所含遊離脂酸時所需氫氫化鉀之公量數也。

以試料五至一〇公分，與中性之酒精五〇立方公分，或酒精醚五〇立方公分相混和後，用醇試液為指示藥，用二分之一規定濃度至十分之一規定濃度氫氰化鉀液滴定。

今舉一例，以說明酸值之測定法。秤取牛脂五·一二公分，中和此中之遊離脂酸，需十分之一規定濃度氫氰化鉀液五·八立方公分，即氫氰化鉀 5.8×5.61 公釐。故一公分脂肪所需氫氰化鉀之公釐數為：

$$\frac{5.8 \times 5.61}{5.12} = 6.35$$

此六·三五，即酸值也。

各脂油之酸值，雖依脂油純淨度，新舊分解之多少，及氯化之程度等而異，但在新鮮者，無論何種脂油，其酸值皆極少也。

(七) 不鹼化物 不鹼化物為不溶於水，且與氫氰化鉀化合，不成可溶性石鹼者。

取試料五公分，與二五立方公分之二倍規定濃度酒精性氫氰化鉀溶液，同入裝有回流降冷

器之燒瓶。加熱鹼化後，逐去酒精（參閱鹼化值之測定法。）次溶解石鹼於五〇立方公分之熱水，入於容約二〇〇立方公分之分液漏斗，以二〇至三〇立方公分之水洗滌。待冷後，加三〇至五〇立方公分之醚，振盪，而靜置之。若液層不明確分離時，則當加少量之酒精，或少量之強氫氧化鈉液。次入透明石鹼液於別一分液漏斗，更加醚而振盪之。普通提取三次已足。合併醚液，洗以少量之水，除去多少溶解之石鹼後，入於重量已知之燒瓶中，在重溫鍋上加熱，使醚縮出。其殘渣則在攝氏一〇〇度乾燥。冷後秤之，以作不鹼化物之總量。

天然之脂肪，若不含礦油，樹脂油，焦油，及其他攙雜物者，其不鹼化物普通約為一%。然特殊之油類，如鯨肝油類，則有多量之不鹼化物。至於蠟類，則有含五〇%以上者。

【物理學試驗】 脂肪之物理學試驗亦甚重要，故附論之如下：

(一) 比重 比重之測定，用比重瓶或用衛斯特法爾 (Westphal) 氏天秤。脂肪在攝氏一百度行之。每重攝氏一度，須有加減〇・〇〇〇六四之補正。

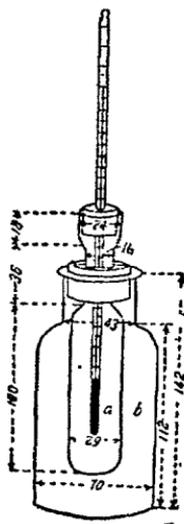
(二) 融解點 以溫度計之錄球，入於熔解之脂肪中，抽起回轉，使成均一之薄層。經二十四

小時後，以此溫度計，穿軟木塞，插入試驗管中（直徑至少二四公釐。）錄球離底須有一公分。將試驗管加熱，至脂肪一滴落下時，即觀測其溫度。

（三）凝固點 測定脂肪凝固點，常

用第十四圖所示之修科夫（Shukoff）氏裝置。即以脂肪三〇至四〇公分，入於 a 中溶解後，將玻璃器行有規則之強烈振盪，至內部呈不透明時，靜置觀測溫度計之靜止溫度，或靜止後少許上昇之溫度。

（四）屈折率 可用阿布（Abbe）氏屈折計測定之。



第十四圖 修科夫氏裝置

第十三章 脂油成品

脂油之成品及半成品甚多，不能一一舉其分析法。茲就肥皂及硬化油二者述之如次。

第一節 肥皂

肥皂爲脂酸之金屬鹽類，常用者爲脂酸之鉀石鹼（軟肥皂）及鈉石鹼（硬肥皂）。其他如鉛石鹼，鋁石鹼，及錳石鹼等，則有特別用途。

【試料採取法】 試料之採取須加注意。硬肥皂係在中部切斷爲二，由切斷全表面，平均削取試料，存於密封之瓶中，以供分析。軟肥皂則均一混和後，取爲試料即可。

【肥皂之分析】（一）水分 試料五公分，與預經灼熱之清砂一五公分相混和，在攝氏六十至七十度中乾燥，經一小時。次在攝氏一百至一百五度，至重量不變爲止。其重量之減少量爲水

分。

(二) 灰分 可依前章檢定脂油灰分之法行之。惟此法不表示肥皂中之實際灰分，故須再由下述之鹼總量，及不溶於酒精夾雜物之量，算出無機物之總量。

(三) 脂肪質總量及鹼總量 肥皂中之脂肪，雖皆與鹼合成化合物，惟有時亦含有多少之遊離脂肪酸、遊離鹼，及中性脂肪等。脂肪質之總量，可依下法測定之。

取試料七至八公分，溶解於水，入於分液漏斗，用一〇%硫酸四〇立方公分分解之。次加醚振盪二次，每次加醚五〇立方公分，則脂肪酸均移入醚中。所得醚液，用水洗滌三次，每次用水一〇立方公分。入於廣口之圓錐蒸餾瓶，並加粗砂或玻璃粉，加熱蒸餾至除去醚之半量為止。次加五〇立方公分之中性酒精（九九%）於蒸餾瓶，以煇醇試液為指示藥，用規定濃度酒精性氫氯化鉀液（不含碳酸鹽者）滴定，至呈赤色時，即將此石鹼液放重溫鍋上加熱蒸發，其殘渣在攝氏一百三至一百五度乾燥，至重量不變為止。此時所得之量，即為脂肪酸鉀之重量（S），而脂肪酸之重量（F），則可依下式求之。

$$F = S - 0.03814 \times K$$

式中K爲中和時所用規定濃度酒精性氫氯化鉀液之立方公分數。

鹼總量之檢定，與脂肪質總量之定量，同時行之，亦可。即用一定量之規定酸液，分解肥皂液後，以規定鹼液滴定已除去脂酸之酸液。如此可算出鹼總量，以氯化鈉（硬肥皂時）或氯化鉀（軟肥皂時）表示之。

（四）樹脂 簡單之定性法，爲分解肥皂液，分出脂酸後，以其少量與無水醋酸加熱而放冷之。次取此二點或三點，滴於瓷板上，加硫酸（比重1.53）一滴，若生一時之紫色，則爲樹脂（Resin）存在之證。

取試料五公分，溶解於熱水100至200立方公分。加40立方公分之二分之一規定濃度硫酸。加熱，則脂酸成爲透明質而集於上層。將此入冰水中冷之。且洗以冰水，而入於容200立方公分之圓錐燒瓶。在攝氏150度中乾燥，經一小時後，溶解於20立方公分之絕對酒精，再加強硫酸一體積與絕對酒精四體積之混合液10立方公分。裝以逆流降冷器，煮沸四分鐘時，而放

冷之。次約加入五倍體積之七至一〇%食鹽液，並用醚提取。更以醚將水溶液提取兩三次，而與前之醚液合併。用食鹽液洗滌此兩者之合併液，至呈中性時，乃以規定濃度酒精性氫氯化鈉液（一立方公分規定濃度酒精性氫氯化鈉液，與〇・三四六公分樹脂相當）滴定樹脂酸，以樹脂之百分率算出之。

（五）遊離氫氯化鹼及鹼性鹽類 以燐醇之酒精溶液，觸於初切之肥皂表面，而呈赤色者，則為遊離鹼存在之證。其定量方法如次。

取試料一〇至二〇公分，（若含多量之水分，須先在無碳酸氣處乾燥之）入於有塞之燒瓶。加預熱之中性絕對酒精而溶解之。此時若生殘渣，須濾過，並洗以絕對酒精。所得濾液及洗滌液，以燐醇試液為指示藥，用十分之一規定濃度鹽酸液滴定。其結果以氫氯化鈉或氫氯化鉀算出之。

上述之殘渣，為碳酸鹽、矽酸鹽、硼酸鹽，及其他雜質。以水洗滌此殘渣後，取其濾液，用甲基橙為指示藥，以十分之一規定濃度鹽酸滴定。如此則可知碳酸鹼之量，以碳酸鈉或碳酸鉀算出之。由鹼總量減去氫氯化鹼及碳酸鹼之用氫化鈉及氫化鉀算出者之量，則得化合鹼之用氫化鈉或氫化

鉀所表示之量也。

(六) 遊離脂酸 取試料二〇公分，溶解於六〇%之酒精，用十分之一規定濃度酒精性氫氯化鉀液滴定。其結果以遊離油酸 (oleic acid) 算出之。一立方公分之十分之一規定濃度鹼液與〇・〇二八二公分之油酸相當。

(七) 遊離中性脂肪 若肥皂中不含遊離脂酸，可即溶解於水。若含遊離脂酸，則以其酒精溶液，先用十分之一規定濃度鹼液中和（由此可知遊離脂酸之量）後，並依第十二章所述油脂中不鹼化物實驗法處理之。其由鹼所得之殘渣，為遊離脂肪及不鹼化物。欲使此兩者分離，更須行鹼化，再以醚行同樣之處理，而測定其不鹼化物。前後所得量之差為中性脂肪。

(八) 不溶性雜質 肥皂中不溶於酒精之雜質，可分三類：

(甲) 鹼金屬之鹼化物，硫酸鹽，碳酸鹽，矽酸鹽，硼酸鹽等（以上鹽類皆可溶於水）

(乙) 顏料，填料等不溶於水之無機物；

(丙) 澱粉，糊精，動物膠等之有機物。

此等雜質總量之測定，可與遊離氫氰化鹼之定量同時行之。即將該定量時，不溶於酒精之物質，濾過，乾燥（攝氏一〇〇度）後，待冷，秤量之。

（九）蔗糖 廉價之透明肥皂，多含蔗糖。其定量方法，係以一定量之肥皂，溶於熱水，加稀鹽酸使分離脂酸後，即濾過。若此外尚含澱粉及糊精時，則可加酒精以除去之。次用鹽酸或硫酸行轉化，以非林氏溶液（Fehling's solution）測定葡萄糖之量，由此即可換算蔗糖之量。（參閱第十四章。）

【肥皂之品位標準】 肥皂常以多含純石鹼，而不含無用之雜質者為佳。普通化粧品用之硬肥皂，含水不得逾六〇%；溶解於酒精時須透明；不可含遊離鹼，遊離脂肪質，樹脂，及無用之雜質等。軟肥皂須透明而濃稠，含脂酸總量不在三五%以下；含遊離鹼（以氫氰化鉀計算之）不逾〇・〇五%。

第二節 硬化油

以鎳爲觸媒，使氫與油中之不飽和脂酸甘油鹽化合，而成固體之飽和脂酸甘油鹽者，曰硬化油。

【硬化油之分析】 硬化油之分析法，與脂肪同，惟鎳之檢出，須行特別試驗。

鎳爲有毒之物質，用硬化油作食品時，須行下述之鎳分析方可。

取試料二〇〇公分，行灰化後，以鹽酸處理之，並加過剩之碓精水，濾過。次蒸發此濾液，於其所生殘渣中，加 Dimethylglyoxime ($\text{CH}_3\text{C}(\text{NOH})\cdot\text{C}(\text{NOH})\text{CH}_3$) 之酒精性 1% 溶液一立方公分。若生紅色之錯鹽，則爲有鎳存在之證。

鎳之定量，可用以上之全殘渣，溶於一〇〇立方公分之水，加上述之試藥一立方公分。放置若干小時後，將其所呈之色，與既知鎳含量之溶液，行同樣處理後所呈之色，互相比較，而決定鎳之含量。

【硬化油之鑑別】 溶試料於木酮，使其結晶。由此可得較天然牛脂融點更高之甘油鹽多量。其他因鎳之檢出，亦可鑑別之。

【硬化油之品位】 硬化油以純白無鏽者爲佳。供食品用與製造肥皂用者，須有與牛脂相近之融點。製造蠟燭用者，當擇融點更高者。

鏽之含量，愈少愈佳。食品用硬化油一公斤中，含鏽當在一公釐以下。
茲舉硬化油之性質二例，以作分析時之參考。

硬化油性質表

硬化油	碘值	鹼化值	酸值	融點	凝固點
硬化椰子油	六九·七	一九五·七	〇·六	三八·五	二五·四
硬化花生油	四七·四	一八八·七	一·〇	五一·二	三六·五

第十四章 糖

糖有粗糖精糖之別。其由甘蔗或甜菜所取之糖汁，經清澄、蒸發、煎糖、結晶、分蜜、乾燥等處理後，所成褐色甘物，曰粗糖。將粗糖溶於水，以骨炭行脫色，入真空罐中蒸發，冷凝成結晶後，分去糖蜜者，曰精糖。

【分析法】 今就粗糖之分析法述之如下。精糖之分析法亦可準此行之。

(一) 色 將粗糖之色與規定荷蘭標本之色相比較後而定之。所謂荷蘭標本，乃每年由荷蘭二製糖公司在荷蘭商業會監督之下而製成者也。

(二) 水分 以細末試料二至五公分，加熱不逾攝氏一百十度，經十小時。置除溼器中，冷後，秤之。次再乾燥（每次一小時），至重量不變時為止。

(三) 灰分 粗糖中所含之灰分爲砂，碳酸鈣，及鹼鹽類等。其定量之法，爲取試料五至一〇

公分，入於容五〇至一〇〇立方公分之鉛皿。加熱至攝氏一百度。除去水分後，注意加熱，使其充分碳化。次移入除溼器中，待冷，秤之。由此可求出灰分總量之百分率。

定可溶性鹽類之量時，則以試料依上述方法灰化後，加水煮沸，濾過。且用熱水洗滌，至濾液與洗滌液共成六〇立方公分為止。次將濾紙及殘留物，移入鉛皿，注意灼熱，灰化，而秤之。由此所得之量，減去濾紙之灰分，則得不溶性灰分之量。由灰分總量減去此量，則得可溶性灰分之量。兩者均須以百分率表示之。

(四) 蔗糖 測定粗糖中含純蔗糖 (sucrose) 之量，以用化學體積法為較便。此法係用糖液滴定一定體積之非林氏溶液，故此溶液之濃度須預先檢定。

非林氏溶液為由同體積之硫酸銅溶液，及鹼性酒石酸鹽溶液，混和而成，製法如下。

(甲) 硫酸銅液 取純結晶硫酸銅三四·六三九公分，溶解於蒸餾水後，加水，足成五〇〇立方公分。以精製石綿濾過。

(乙) 鹼性酒石酸鹽液 取酒石酸鉀鈉 ($\text{KN}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 一七三公分，與氫氟化鈉

五〇公分，溶解於水後，加水足成五〇〇立方公分。放置兩日，以石綿濾過。

以上兩液各貯瓶中，使用時，取同體積之兩液混合之。

測定上述之非林氏溶液五〇立方公分，須用幾許之轉化糖（invert sugar），方得完全還原，其法如次：取純蔗糖（用結晶之冰糖即可）九·五〇公分，入於刻有度數之一〇〇立方公分量瓶，以水七五立方公分溶解之。加比重一·一八八之鹽酸五立方公分。置於重溫鍋中，加熱至攝氏六十七至七十度。（重溫鍋之溫度為攝氏七十度，溫度昇至此溫度止，約需時二分半鐘至五分鐘）常時搖動，促其轉化。在此溫度維持五分鐘時後，急冷至攝氏二十度。加蒸餾水，足成一〇〇立方公分，（其中含有一〇公分之轉化糖）取此五〇立方公分入於一公升之量瓶。加碳酸鈉液，使成弱鹼性。加蒸餾水，足成一公升（此溶液一立方公分含有轉化糖〇·〇〇五公分）。以此糖液滴定非林氏溶液時，則取非林氏溶液五〇立方公分，入於瓷皿。加水五〇立方公分。在石綿皿（沙皿亦可用）上煮沸。由滴管加入上述之糖液，至消失青色爲止。（滴定時，須以清潔玻璃棒攪拌之）設此時所需糖液爲四八·六立方公分，則五〇立方公分之非林氏溶液，與 $48.6 \times 0.005 = 0.243$

公分之轉化糖相當。

取試料一三·〇公分，依前法轉化後，使成一〇〇立方公分。取其中五〇立方公分，用碳酸鈉液中和後，加蒸餾水，足成一公升。入此糖液於滴管，依前法滴定五〇立方公分之非林氏溶液。由所需糖液之立方公分數，可算出轉化糖之量，以〇·九五乘之，則得蔗糖之量。

試料中若含有轉化糖時，則轉化之前，須用非林氏溶液檢定。其所得之百分率，乘以〇·九五後，由上得結果中減去之。

(五)轉化糖 定性試驗，則以試料一〇公分，溶解於五〇立方公分之水，加五〇立方公分之非林氏溶液，煮沸二分鐘。此時若不生赤色氯化銅之沉澱，則無轉化糖。

定量試驗，則依試料中轉化糖之量（一%以上或以下）而異其方法。故須先取試料五公分，入於瓷皿，加熱水二〇立方公分，與非林氏溶液一二立方公分，煮沸二分鐘。此時上面之液若仍呈青色，則轉化糖之量在一%以下。若不呈青色，則在一%以上。

(甲)轉化糖之量在一%以下時之分析法 取試料五五公分，入於容二五〇立方公分之

量瓶。以水溶解之。若生濃色而不透明時，則加中性醋酸鉛。添水至刻度，則振盪之。次濾過。取濾液二〇〇立方公分，入有於二〇〇立方公分與二二〇立方兩重刻度之量瓶。加濃碳酸鈉液，至二二〇立方公分爲止。振盪後，靜置之。迨生沉澱，即濾過。若試料不用上述之清澄處理，則僅取試料二〇公分，溶成糖液一〇〇立方公分，即可。以上兩者之溶液，每一立方公分，各含試料〇・二公分。

次取非林氏溶液二〇立方公分，入於瓷皿。以水約五〇立方公分稀釋之。煮沸。同時由滴管滴入上述之糖液，（此時須常攪拌。）至非林氏溶液殆失青色時，取溶液一滴，滴在濾紙上，並用加醋酸使成酸性之黃血鹽溶液，察其能否呈赤色。若反應完結，則不呈赤色。如此由糖液之滴定立方公分數，可算出轉化糖之量。

今舉一例以說明上述方法。非林氏溶液五〇立方公分之力價，與〇・二四三公分之轉化糖相當。今依上述之分析，對於非林氏溶液二〇立方公分，需糖液四九立方公分，故試料中轉化糖之百分率爲：

$$\frac{0.243}{50} \times 20 \times 1000$$

$$\frac{49 \times 0.2}{15 \times 0.2} = 0.992$$

(乙)轉化糖之量在一%以上時之分析法 與(甲)法相同，惟須用菲林氏溶液五〇立方公分。由此可求出試料中轉化糖之概量。次稀釋至約含轉化糖一%後，再行測定，而求出轉化糖之正確百分率。

今舉一例以說明上述方法。設糖液之滴定立方公分數爲一五立方公分。則試料中轉化糖之百分率爲：

$$\frac{0.243 \times 100}{15 \times 0.2} = 8.1$$

$$8.1 : 1 :: 100 : x$$

$$x = 12.8$$

即須將原液稀釋成十二倍後，再行滴定，而求正確轉化糖之百分率也。

(六) 糖類外之有機質 糖類外之有機質，以有機酸、樹脂、蛋白質、及色質等為主。普通以由一〇〇減去蔗糖、轉化糖、水分、及灰分等之差表示之。

(七) 亞硫酸 取試料一〇至一五公分，入於小燒瓶，以蒸餾水二五立方公分溶解之。加鎂線或純鋅〇·三至〇·四公分，及純鹽酸五立方公分。用醋酸鉛紙行檢查，若生黑色，則知有亞硫酸存在。

(八) 純糖率 純糖率 (quotient of purity) 為乾燥試料中純蔗糖之百分率。其以全固體分之百分率 (由一〇〇減去水分百分率之差) 除純蔗糖之百分率後，以一〇〇乘之者，稱為真正純糖率 (true quotient of purity)。

【糖之品位標準】 糖之品位標準，可分粗糖、精糖兩種言之。

(一) 粗糖 粗糖以含多量之純蔗糖及少量之水分、轉化糖、與灰分者為良。色澤以淡為宜，因可節省精製之費用也。

(二) 精糖 精糖之品位，以純白結晶，水溶液透明無色，且有爽快甘味而無異臭者為良。

第十五章 澱粉及含澱粉之原料

澱粉 ($C_6H_{10}O_5$)_n 爲屬於多糖類之碳水化合物，廣存於植物界中，尤以穀類（米，麥，豆）球根（葛，甘藷）地下莖（馬鈴薯，慈姑）等所蓄爲多。此類植物爲人類之食品，不特可取澱粉，且可作酒精，酒類，醬油等之原料也。

第一節 澱粉

【分析法】（一）水分 入試料一〇公分於量瓶中。初在攝氏四十至五十度中，乾燥一小時。漸次加熱，約半小時後，使至攝氏一百二十度。在此溫度，繼續乾燥四小時。置除溼器中，俟冷，秤量之。如此反復乾燥，至重量不變爲止。取重量減少公分數，乘以一〇，卽爲水分之百分率。

（二）灰分 入試料五至一〇公分於鉗皿。灼熱，灰化後，秤其殘渣，是作灰分。灰分之總量普

通在1%以下。若在其上，則必有無機物攙入澱粉中也。

(三) 蛋白質類 可依下節所述刻爾大氏法行之。

(四) 纖維質 此為原料之細胞殘片。定量時，係以澱粉10公分，與2.5%之鹽酸（比重1.134）20公分相混合。其生成之糊，在攝氏四十度中加熱，經二至三分鐘。以水20立方公分稀釋之。待細胞殘片沉降後，依普通方法定量。

(五) 粗脂肪 將試料在攝氏五十度中乾燥。以醚在索克斯勒特（Soxhlet）氏提取器中提取脂肪質，而秤之。（參閱第十二章第一節。）

(六) 純澱粉量 由100減去水分、蛋白質、纖維質、灰分等百分率之差，作為純澱粉之百分率。

(七) 遊離酸 檢查澱粉中遊離酸之有無，可用感應敏銳之石蕊試液。定量試驗係以蒸餾水二五至三〇立方公分，與試料二五公分相混和。強烈攪拌後，用十分之一規定濃度氫氯化鈉液滴定。

(八) 遊離氫 加碘化鉀液而生青色者，則為遊離氫存在之證。

【澱粉之品位標準】 澱粉以色白無異臭者為良。纖維質之含量不可過 0·3%。蛋白質不可過 1·5%。水分須在 1·8% 以下。灰分宜在 0·5% 以下，若在一% 以上，品位必低。其含氫及遊離酸者則為劣貨無疑。

第二節 含澱粉之原料

【分析】 (一) 水分 取粉碎試料 10 公分，入於鉛皿。水分若多，則先在攝氏五十度以下除去大部分之水，次入攝氏一百五至一百十度之熱氣乾燥器中乾燥。待冷而秤之。其重量之減少量為水分。

(二) 蛋白質類 可依刻爾大氏法定量。即以粉碎試料一至二公分，入於分解用之鉀玻璃長頸燒瓶。加強硫酸一五至二〇立方公分，並加硫酸銅液 0·5 公分，或銖一滴，充分混和。置砂皿上，最初以小火焙緩緩加熱，後漸加強熱。燒瓶之口，輕塞以玻璃塞。瓶內之液成淡黃色或無色時，則

去火使降冷。以約三倍之水稀釋之。入於容約五〇〇立方公分之蒸餾燒瓶。加氫氯化鈉之濃液，至充分成鹼性時，再加鋅二至三片。次裝球管及降冷器於燒瓶，即行蒸餾。（用硫酸分解之際，若加有錄，則蒸餾前約加四％之硫化鉀液二五立方公分，使錄生沉澱。）餾出之液，入於豫存有適量之十分之一規定濃度硫酸之受器。蒸餾燒瓶內之液，若餾出三分之二時，則以十分之一規定濃度鹼液，逆行滴定餾出液中過剩之酸。由此可知被生成之礆精所中和之十分之一規定濃度硫酸之量，而氫之量亦可算出。以六·二五乘所得氫量，則為蛋白質之量。其結果以百分率表示之。

（三）澱粉 取細末試料三分，（試料若富於脂肪，須以醚處理，而除去之。）與水一〇〇立方，同入圓底燒瓶。裝反流降冷器。煮沸經三十分鐘時。冷至攝氏六十五度時，加入一〇立方公分之麥芽浸出液（取粉碎之麥芽一〇〇公分，與水一公升混和後，放置兩小時，濾過。）在攝氏六十五度中繼續加熱，經兩小時。再煮沸三十分鐘。俟冷至攝氏六十五度時，再加上上述麥芽浸出液一〇立方公分，仍繼續在攝氏六十五度中加熱三十分鐘。最後煮沸而放冷之。次加水，足成二五〇立方公分後，濾過。取濾液二〇〇立方公分，入圓錐燒瓶，加鹽酸（比重一·一二五）一五立方公分。裝

反流降冷器。煮沸經兩小時，而急冷之。於此溶液中，加氫氯化鈉溶液，使中和後，加水足成三〇〇立方公分。取此溶液五〇立方公分，用非林氏溶液，定葡萄糖之量。以〇・九乘之，得澱粉之量。（但須先由葡萄糖之量，減去麥芽浸出液中之糖分後，方可以〇・九乘之。）

測定麥芽浸出液中之糖分，須以浸出液五〇立方公分，與水一五〇立方公分，及磷酸一五立方公分相和後，依前法處理，以定其所含葡萄糖之量。

（四）粗纖維 取試料三公，分加二〇〇立方公分之稀硫酸（強硫酸五〇公分，以水稀釋至一公升，取此五〇立方公分，加水一五〇立方公分），煮沸，經三十分鐘時，而靜置之。次去上方澄清液，加水於殘渣，而煮沸之。如此反復行之兩次後，更加二〇〇立方公分之氫氯化鉀液（氫氯化鉀五〇公分，加水溶解，足成一公升，取此五〇立方公分，加水一五〇立方公分），以此殘渣煮沸，經三十分鐘時，以已知重量之濾紙濾過。濾紙上殘渣，先用水洗滌數次，終以酒精及醚洗滌。乾燥後，待冷而秤量之。由所得重量，減去灰化後所得灰分之重量，則為粗纖維之量。

（五）粗脂肪 用索克斯勒特氏提取器，以醚提取試料中之脂肪。（參閱第十二章第一節。）

(六) 無機物(灰分) 以粉末試料一〇公分，入鉑皿中，灼熱碳化後，待冷秤量之。

(七) 糖分 以粉末試料一〇公分，與水二〇〇立方公分相和。振盪後，放置數小時，濾過。次將濾液與洗滌液蒸發，使縮成一〇〇立方公分。以非林氏溶液定此中葡萄糖之量。

【含澱粉原料之品位標準】 各種穀類及地下莖類等，在工業上，用途甚廣，故其品位標準，依其目的而略異。記其兩種如下。

(一) 製造酒精用之含澱粉原料 製造酒精之原料，隨地而異。在吾國最適當者，當為甘藷及紅高粱兩種。生甘藷之澱粉，以在二〇%以上者為良。高粱之澱粉，以在五五%以上者為良。

(二) 製造麥芽用之大麥 釀造酒精及麥酒等時所用大麥，以呈莖色，有光澤，不染污者為良。水分普通以一四%為準。蛋白質在一〇%以上者，雖不適於製造麥酒麥芽，而在製造酒精麥芽時，則甚合用也。

第十六章 酒精

酒精之製法，通常用甘藷、高粱、及糖蜜等爲原料。經加壓蒸煮後，先以麥芽使澱粉變成糖類（糖蜜不用上述兩種處理），次加酵母，使其發酵，終行蒸餾，而分取酒精。

【分析法】（一）比重 用比重瓶，在規定溫度測定之，通常所用溫度爲攝氏十五度。或用比重計測之亦可。

（二）純酒精 試料除水外，若不含其他混合物時，則測定比重後，可依附錄第三表，求出酒精含量。若尙含其他溶解之物質，則須取試料一〇〇立方公分，入於燒瓶，加水五〇立方公分而蒸餾之。受器可用有一〇〇立方公分劃度之量瓶。至約得七五立方公分之蒸餾液時，加攝氏十五度之水，足成一〇〇立方公分。經充分混和後，在攝氏十五度時，測定其比重，依附錄第三表，求出酒精含量。亦可用酒精比重計（alcoholometer），測定酒精含量。

蒸餾水中若有起泡現象，可加少量鞣質 (tannin) 以防止之。若含有揮發酸，須於中和後，方可行蒸餾。

(三) 雜醇油 雜醇油 (fusel oil) 爲酒精發酵時所生之物。其主要成分爲戊醇 (amyl alcohol)。

雜醇油之定性試驗，可依下二法行之。即 (甲) 以試料數滴，滴於掌心，而行摩擦。酒精先蒸發，而殘留雜醇油之特臭。(乙) 入香蘭精 [vanillin $C_6H_5(OCH_3)OHCHO$] 之硫酸溶液 (香蘭精一公分，溶於濃硫酸二〇〇立方公分) 二立方公分於試驗管。約用五倍之水稀釋試料。取其一立方公分，亦加入試驗管中。次滴入二十滴之水 (約一立方公分)。每滴一次，振盪一次，而檢其色之有無。若呈赤紫色，則知有雜醇油之存在。

雜醇油之定量試驗，可依法行之。即取試料五〇立方公分，入於容三〇〇立方公分之圓錐燒瓶。加水五〇立方公分，與二分之一規定濃度氫氟化鈉溶液二〇立方公分，裝反流降冷器，煮沸一小時，使其鹼化。次行蒸餾，至餾出九〇立方公分時，再加二五立方公分之水於燒瓶，繼續蒸餾，

至得全餾液一一五立方公分爲止。

以上所得之餾出液，先加食鹽末，使略飽和。再加食鹽飽和液，使比重升至一·一〇。次用四氫化碳（加濃硫酸四〇立方公分，與溶解於水四〇立方公分之重鉻酸鉀五公分，於四氫化碳一公升中。裝反流降冷器。煮沸，經數小時後，而使餾出四氫化碳。次在碳酸鋇上再餾之）四〇立方公分，三〇立方公分，二〇立方公分，一〇立方公分，先後浸出四次。將此四氫化碳之浸出液入於分液漏斗，加一比一錳氟化鉀溶液一〇立方公分，放置冰中，約冷至攝氏零度。同時取高錳酸鉀溶液（一公升中含有高錳酸鉀二〇公分）一〇〇立方公分，入於燒瓶，置冰中降冷之。次加此高錳酸鉀溶液（附着於燒瓶之高錳酸液可供後用），於分液漏斗中，強烈振盪經五分鐘後，置於攝氏二十至二十五度之室中，約三十分鐘，時時振盪之。

次取較前述高錳酸鉀溶液約強二%之二氫化二氫液一〇〇立方公分，入於一公升圓錐之燒瓶。加硫酸（約二五%）一〇〇立方公分，使成酸性。徐徐再加以分液漏斗中之物，且用水洗分液漏斗，及前述附着於燒瓶之高錳酸鉀溶液，同入於燒瓶。最後以標準高錳酸鉀溶液（一立升中

含高錳酸鉀一〇公分）滴定過剩之二氯化二錳。

補正試驗，可用高錳酸鉀，錒氯化鉀，二氯化二錳，及硫酸液等（惟不含試料，）與前行同一處理即可。由最初滴定之立方公分數，與補正滴定之立方公分數之差，可求出戊醇之量。即前述之標準高錳酸鉀液，若雜為一公升中含有一〇公分之高錳酸鉀者，則其一立方公分，可與戊醇〇·六九六公分相當。

簡單之定量，可行比色法。即用含戊醇〇·〇〇五%及〇·〇一%之一五%之乙醇水溶液，加以香蘭精硫酸液，而呈赤紫色者，為標準液，使此與試料之着色者，比較其色相，以定雜醇油之量。

（四）醛之檢定 入試料一〇立方公分於試驗管，加矽精性硝酸銀液一〇立方公分，在熱水中加熱十分鐘。若試管壁生銀鏡，則知有醛（aldehyde）存在。但若加熱過久，則雜醇油或其他雜質，亦呈同一作用。

矽精性硝酸銀液之製法，係加矽精於一〇%之硝酸銀液，至剛溶解所生成之沉澱為止。

（五）遊離酸 普通之酒精，皆含多少之二氯化碳。故先加水五〇立方公分於五〇立方公

分之試料中，裝反流降冷器，略煮沸而逐去之。次加石蕊試液。若呈赤色，則知有遊離酸存在。倘酸量稍多，須用十分之一氫氰化鈉溶液滴定，以醋酸算出之。此時十分之一規定濃度氫氰化鈉溶液一立方公分，與醋酸 0.006 公分相當。

(六) 釀 取酒精 100 立方公分，入於燒瓶。正確中和後，加十分之一規定濃度氫氰化鉀溶液 25 立方公分。裝反流降冷器。煮沸經十至三十分鐘。次以燐醇試液爲指示藥，用十分之一規定濃度硫酸行逆滴定。由所消費十分之一規定濃度氫氰化鈉液之容量，可算出鹽(ester)之重量，以醋酸乙烷(ethyl acetate)計算之。十分之一規定濃度氫氰化鉀液一立方公分與醋酸乙烷 0.0088 公分相當。

(七) 蒸發殘渣 以試料 250 立方公分，在重溫鍋上蒸發乾涸，入除溼器中，待冷，秤量之。若爲飲料製造用之酒精，則須將此蒸發殘渣，行金屬(銅鉛等)鹽類之檢查。

(八) 酒精中雜質之簡易試驗 以高錳酸鉀 0.2 公分，溶解於蒸餾水一公升。取此溶液 2 立方公分，加入試料酒精 50 立方公分中，而測定其紅色消失之時間。同時以純酒精行同樣之

試驗而比較之。劣等之酒精，一分鐘內即行脫色。品質愈優，時間愈長。最優良者，可經一小時始脫色。

【品位標準】 絕對純酒精，含有九九·四至九九·七%（以容量計）之乙醇。與水混合，不生濁。不含蒸發殘渣。加高錳酸鉀液一立方公分於一〇立方公分之絕對純酒精中，在二十分鐘時以內，不生脫色。

精製酒精含乙醇之量，須在九四%（以容量計）以上，不可含有雜醇油及其他雜質等。高錳酸鉀溶液之試驗，在二十分鐘時以內，不可脫色。

普通之酒精，均含有雜醇油，醛，及遊離酸等。蒸發殘渣，多在〇·一%以下。

第十七章 黃酒

以米爲原料，加麴與水，所釀成之芳醇液體，曰黃酒。此爲我國最普通之酒，今略述其分析法於後。

【分析法】（一）比重 可用容五〇立方公分且附有玻璃塞之比重瓶（*pycnometer*），在攝氏十五度測定之。

（二）酒精 將比重測定後之黃酒，及洗滌比重瓶之水，同入於容二〇〇至三〇〇立方公分之蒸餾燒瓶，裝利比喜（*Lieber*）氏降冷器，加熱蒸餾之。受器可用以前之比重瓶。至約得三五立方公分之餾出液時，即停止蒸餾。次將比重瓶冷至攝氏十五度，再用攝氏十五度之水，注入瓶中，俟水面升至刻度爲止，而稱量之。如此可算出比重。依附錄第三表，求黃酒一〇〇立方公分中，含酒精量之百分率。

(三) 煎汁 黃酒中之煎汁 (extract) 爲除酒精及水外之溶解成分。實驗時可取攝氏十五度之黃酒五〇立方公分，入於瓷皿，在沸騰之重溫鍋上蒸發。次將濃厚殘渣，放入蒸氣乾燥器中，約經二・五小時後，移入除溼器中，待冷，稱量之。

(四) 無機物 (灰分) 將上述煎汁，注意加熱，使其灰化，放入除溼器中，待冷，稱量之。

(五) 遊離酸 取試料二五立方公分，以水稀釋之。後用十分之一規定濃度氫氟化鈉溶液滴定。

(六) 糖分 取試料一〇〇立方公分，加礮精中和後，蒸發約成三〇立方公分。再以碳酸鈉液中和。次加水，足成一〇〇立方公分，濾過。取濾液二五立方公分，用非林氏溶液，定糖之量。其結果以黃酒一〇〇立方公分中所含之葡萄糖公分數表示之。

(七) 雜醇油 定性試驗，與檢定酒精中雜醇油之法相同。

定量試驗，可取黃酒一〇〇立方公分，加少量之氫氟化鈉液，並入輕石二至三個，而蒸餾之，至得約八〇立方公分餾出物爲止。取此一部分，依酒精中雜醇油定量試驗行之。

(八)糊精 取試料五〇立方公分，以礆精中和之。在重溫鍋上蒸發，至約餘一五立方公分時，入於燒瓶。加水約六〇立方公分及鹽酸（比重一 一二五）七立方公分，裝反流降冷管，在沸水中加熱三小時，而急冷之。次以碳酸鈉液中和，並加水，足成一〇〇立方公分。取此液二五立方公分，如前述之法，行糖分定量後，可算出與黃酒一〇〇立方公分相當之葡萄糖總量。由此總量，減去前述糖分所得之差，以〇·九乘之，則為黃酒一〇〇立方公分所含糊精之量。

【品位之標準】 黃酒為嗜好品。其品質之優劣，與芳香色澤，至有關係。故不能即據分析結果，作為判定品位之標準。惟一〇〇立方公分中含有雜醇油〇·二立方公分以上者，則為劣物無疑。

第十八章 橡皮

割開熱帶所產種種橡皮樹（橡皮樹之種類甚多，南洋所植者，以帕拉橡皮樹爲王。）之幹，集其所分泌乳汁，使之凝固，卽成原料橡皮。此種橡皮由原產地輸入各處，加適量之硫後，則增加耐久性，難隨氣候變化，稱爲含硫橡皮（valanised cautchone）。橡皮輪，橡皮管，及其他橡皮品等，皆以此製之。

第一節 原料橡皮

普通之原料橡皮，雖含種種雜質，然其品位則多依純橡皮〔 $(C_{10}H_{16})_n$ 〕之含量而定。故其定量最爲重要。

【定性試驗】原料橡皮往往和入土砂成澱粉，以增重量。試驗時，可由試料切取數小片，投入

水中。若沉降，則可推知其約含一五%以上之土砂。另切取一片，於其剖面上塗碘液。若生暗青色，則知必有澱粉存在。但碘液以用碘二公分溶於六〇%之酒精一〇〇立方公分者為宜。

【定量試驗】（一）洗滌減量 取風乾之試料約五〇〇公分，入溫水中軟化後，放軋軸（roller）間壓之。此時須注以溫水，使充分洗去土砂，木片，澱粉及糖類等雜質。次在空氣中乾燥，而再秤重量。如此所得之物，稱為工業的純生橡皮，可供下述三種試驗。

（二）水分 取工業的純生橡皮，切為細粒。秤取一〇公分，入硫酸除溼器中乾燥之。時時秤此重量，至不變為止。其減少量為水分。

（三）樹脂值 樹脂值（resin value）表示可溶於木酮（acetone）之物質總量，而非表示真樹脂之量。檢定時則取上述乾燥無水物四至六公分，混以濾紙片，攤置在清潔之網上，卷作筒狀，藉防膠片之密合，而投入索克斯勒特氏提取器中，用木酮提取。集此木酮提取液，在攝氏五十至六十度中，蒸發乾涸。待冷，秤其重量。由此可算出溶解物對於原試料之百分率，作為樹脂值。

（四）純橡皮量 以前項用木酮提取樹脂後之試料（即在提取器內者），在攝氏五十至

六十度中乾燥。取此一·五公分，入於有塞之燒瓶中，約加一〇〇立方公分之煳（benzene），時時振盪，使全部成同一之粘液。次更加煳，約稀釋至二倍，用石綿過濾管，或谷赤氏坩堝濾過。管中或坩堝上之不溶物，先洗以煳，次洗以酒精，在攝氏六十度乾燥後，待冷，秤量之。由採取量即一·五公分，減去此不溶物之量，即為純橡皮之量。

【品位之標準】 生橡皮中之水分含量，常極懸殊，自三至四〇%不等。故購買時，必當檢定。洗滌減量，普通為五至一八%。惟非洲產者，常超過五五%。橡皮價則多在二%以下。

生橡皮之品質極優者，雖溶於石油精，煳，石油醚，二硫化碳，迷蒙精，及醚等，而成膠質溶液，然在酒精與木酮，則不生少量之溶解也。

第二節 含硫橡皮

含硫橡皮（即普通之橡皮製品）中有各種混和物，分析法依用途而異。本節所述為普通試驗法。

【定性試驗】 橡皮製品中，成分常不均一。故採集試料時，須由各部分切取少許，碾細混合，作為平均試料。

(一) 木酮提出物 試驗橡皮製品中木酮提出物 (acetone extract) 之法，可仿照試驗原料橡皮時所用之法。惟試料之量，以二至三公分為宜。提取液中含有脂肪、油、蠟、石蠟類、樹脂類，及遊離硫等。將此液蒸發，濃縮，放冷時，即可析出硫。分硫後之殘液，更加熱濃縮，若生固體，則知含有碳化氫，及樹脂等；若生軟膏體，並發臭氣者，即知有脂肪等存在。次以此殘渣，用酒精性鹼液煮沸，則脂肪類鹼化而溶解，所殘留者為鑛油及固體碳化氫等。

(二) 迷蒙精提取物 以木酮處理後之殘渣，用迷蒙精在索克斯勒特氏提取器提取之。如此提取之物，名曰迷蒙精提取物 (chloroform extract)，為煤膏 (coal tar)、瀝青 (pitch)，及地瀝青 (asphalt) 等。若提取液為無色時，則不含此等物質。

(三) 橡皮代用品類 取上述之殘渣，使其乾燥，入於圓錐燒瓶，約加氫氯化鉀一公分，與水三〇至五〇立方公分，煮沸經三至四小時。煮時須防蒸發乾涸。煮後橡皮代用品 (Kautsch) 全部

鹼化濾過，加硫酸，使濾液成酸性，加醚，而振盪之。若醚層呈黃色，則知含有白色橡皮代用品 (white fakes)；若呈褐色，則知含有褐色橡皮代用品。

(四) 礦物質類 上述分離橡皮代用品後之殘渣，主要成分為純橡皮及礦物質，有時亦含纖維類等有機物。礦物質之分離法，詳見下述之定量試驗條。

【定量試驗】 下所舉者為普通試驗法。(一) 為連續試驗。(二) 以下各項則為單獨試驗。在行定性試驗，或簡單之豫備試驗後，可省察情形而酌量省略其一項或數項也。

(一) 連續試驗 連續試驗可依下表行之：

橡皮之連續定量試驗程序表

試料三五五公分以木鹵提取之	
提 取 物	殘渣以氫因 (pyridine) 提取之
遊離硫	抽出物
樹脂質	殘渣以木鹵洗滌後在低溫度中乾燥
	煤香
	乾燥物之一部以酒精性氫
	乾燥物之一部以石油提取

廢油及燻 石蠟屬 熱油類中之可溶性成分 有機色質類 水分	地堇膏 隨伴之硫	溶解物 糠皮代用品 氯化油	殘渣 純糠皮 結合之硫及氫	抽出物 純糠皮 結合之硫及氫 糠皮代用品之氯化油	廢渣 礦物質 纖維
	礦物質之一部 礦物質類	礦物質類 糠皮代用品之氯化油	礦物質類 糠皮代用品之氯化油	礦物質類 糠皮代用品之氯化油	煤粉等

(二) 水分 取細切之試料四至五公分，入於瓷製小皿，置玻璃管內，通氫氣或氫氣，及二氯化碳氣等不感性氣體，而加熱至攝氏八十至九十度。至重量不變時，以其減少量為水分。

(三) 全硫 取試料一公分，入於圓底燒瓶。加苦土一·五至二公分，與濃硝酸三〇至四〇立方公分。徐徐加熱，經二小時。漸加強熱，且常振盪。至硝酸鹽開始分解時，更加濃硝酸一〇立方公分，與硝石二至三分，蒸發乾涸，至逐去硝酸，不再生褐色蒸氣時為止。於所得乾涸物中，加稀鹽酸，加熱，濾過。次將濾液煮沸，且加入稍過量之氯化銨溶液，繼續煮沸數分鐘。濾過，洗滌，灼熱，待冷，秤量之。所得之重量，以〇·一三七八乘之，則為全硫之量。

(四) 礦物質 取用木酮提取後之乾燥試料一公分，入於容一〇〇立方公分之燒瓶，加石油二五立方公分，在砂皿上徐徐加熱，使之熔融。其溫度可高至攝氏一八〇至二〇〇度，惟不可沸騰。通常在二小時內，橡皮片即可完全熔融。冷後，加入五〇至一〇〇立方公分之石油精，靜置二至十小時。濾過，以石油精洗此殘渣。在攝氏一百五度乾燥後，秤量之。假定此量為 a %。

以上所得石油不溶物中，有時混有纖維等之有機物。故先加硫化銦液，使溶解銻之化合物。濾過。用鹽酸處理殘渣，並加熱。以谷赤氏坩堝濾過。經水洗後，乾燥而秤量之。假定此量為 b %。

次將此坩堝中之物質，灼熱灰化後，待冷，秤量之。假定此量為 c %。則 (a + c) % 為混存有機物之量，(a - b - c) % 為礦物質之量。

(五) 遊離硫及樹脂值 將試料用木酮提取溶解物，經五至六小時。法與試驗原料橡皮時相同。聚集其提取液，蒸發至乾涸。在攝氏五十至六十度中，乾燥經一小時。待冷，秤量之。假定此量為 d %。於此乾燥物中，每次注入少量濃硝酸，蒸發至乾涸。反復行之數次，最終逐去硝酸，用稀鹽酸溶解之。次與全硫定量時行同一處理法，而測定硫酸銻之量。由此可算出遊離硫之量。假定此量為 e %。

%。

樹脂值可用 (D-10) 表示之。

(六) 橡皮代用品 取用木酮提取後之乾燥試料三公分，入於圓錐燒瓶，加二分之一規定濃度酒精性氫氟化鉀液五〇立方公分，在重溫鍋上煮沸，經四小時，使鹼化。放冷，濾過，次以純酒精一〇〇立方公分洗滌殘渣，再用熱水洗至濾液不呈鹼性時，在攝氏五十至六十度中乾燥。待冷，秤量之。假定此量為 h %。此試驗所生之減少量，為鹼化性物質之總量，通常即以此表示橡皮代用品之量。

(七) 純橡皮及結合之硫 此等之百分率可由上述諸定量法算出。即由前述酒精性氫氟化鉀溶液處理後之殘渣 (h %) 減去石油不溶物 (a %) 則得純橡皮及結合硫總量 (k %)。又就上述石油不溶物 (a %) 檢定硫後 (其試驗法，與全硫定量相同) 則得礦物質結合之硫 (s %)。故橡皮結合之硫及純橡皮之量，可依下式計算之。

$$\text{結合之硫} \% = \text{全硫} \% - (e + s) \%$$

純橡皮% = $L\%$ - 結合硫%

【橡皮製品實用上之特別試驗】 橡皮製品之種類甚多，依其使用之目的，行適當之成分檢定後，尚須行特別之試驗。茲略述之如次。

(一) 耐久性 橡皮製品，放置空中，質地常生變化，蓋受日光與氯氣之作用故也。耐久性之試驗法，係取適量之試料，浸於木酮二〇公分與二氯化二氫（二〇%溶液）六〇立方公分之混和液中，放在明亮處二日。用木酮及水洗滌後，乾燥，待冷，秤量之。由此所起之重量變化，與標準品相較，而作為耐久性之比較。

(二) 耐酸性 蓄電池等用之橡皮，須行此試驗。即取細切試料約五公分，入於燒瓶，加稀硫酸（比重一·一五）二五立方公分。裝反流降冷器。放置重溫鍋上，在攝氏五十至七十度中，加熱四十八小時。濾過，用水洗滌。在攝氏九十五至一百度中，乾燥，待冷，秤量之。此時重量之減少量，若超過四%，則為劣品。

(三) 耐鹼性 入試料於燒瓶，加氫氟化鈉溶液，試驗程序與耐酸性試驗相同。多數之橡皮

製品，均含有橡皮代用品，故受鹼液侵蝕。使用後之鹼液，可作檢定橡皮代用品之用。

(四) 油類及礦油類之影響 取試料浸於脂油類中，在攝氏二十度，放置七十二小時，或在攝氏四十至七十度，放置四十小時後，而檢定其增加之重量。此種增加量愈少者，品質愈佳。

(五) 耐熱性 良質之橡皮製品，能耐乾熱至攝氏一百二十五度，溼熱至攝氏一百七十度。試驗時，可取試料入熱氣乾燥器中，在攝氏一百三十五度，加熱二小時後，與未經受熱之試料比較其性質。

(六) 氣密性 氣體滲透橡皮之力，依其各種種類而不同。氫氣球用之材料，通常須用勺拍(Schopper)氏之氣密度及破裂壓力試驗器檢定之。

(七) 脆弱性或軟化性 橡皮車輪等迴轉時，反復生加減之壓力。故輪之內部溫度增加，其結果一部分軟化，一部分脆弱，遂至破壞剝落。欲比較此性質，可用馬丁斯(Martins)氏脆弱度試驗器。此為鑄鐵磨，磨內有V字形溝，深一二公釐。在溝中置直徑三〇公釐之橡皮球，作為試料。由上方壓以重五〇公斤之鐵板。使磨迴轉，而比較試料至破壞時鐵磨迴轉之數。

(八)磨滅性 此試驗所用試料爲圓板，直徑四四·六公釐，厚六公釐，可用勺拍氏螺旋壓取器製之。試驗時固定於迴轉軸之尖端，而入於金鋼砂中。砂貯於直徑八〇公釐，高一八〇至一九〇公釐之硬質玻璃筒內。迴轉一萬次後，而比較其減少之重量。

【橡皮製品之品位標準】 橡皮製品，當依其用途，而判定其品質適合與否。酸類工場及蓄電池用者，耐酸性須強，且不可含鋅白。凡須耐鹼性強及屢須洗濯者，不可含橡皮代用品。凡須耐熱者，不可含遊離硫。

覆被電線用之橡皮，其成分在下列範圍內者爲宜。即純橡皮量在三三·三%以上，樹脂質在六%以下，混和物總量（硫亦在內）在六六·七%以下，而混和物中有機質之量，石蠟可在五%以下。三分之一規定濃度酒精性氫氯化鉀液處置後之重量減少量，不可超過〇·五%。氫困提取液不可呈螢光及暗色。

橡皮輪及機械上所用橡皮，須以軟化性及磨滅性愈低者爲愈佳。

附錄

第一表 蘭格氏測定硝酸硫酸比重表

表中比重係於攝氏十五度時在真空中測定酸之重量，與攝氏四度之水比較，所得之值。

比 重	含酸之百分率以重量計	
	硝 酸	硫 酸
一·〇〇〇	〇·一〇	〇·〇九
一·〇一〇	一·九〇	一·五七
一·〇二〇	三·七〇	三·〇三
一·〇三〇	五·五〇	四·四九
一·〇四〇	七·二六	五·九六
一·〇五〇	八·九九	七·三七

比 重	含酸之百分率以重量計	
	硝 酸	硫 酸
一·〇六〇	一〇·六七	八·七七
一·〇七〇	一二·三二	一〇·一九
一·〇八〇	一三·九四	一一·六〇
一·〇九〇	一五·五二	一二·九九
一·一〇〇	一七·一〇	一四·三五
一·一一〇	一八·六六	一五·七一

比	重	含酸之百分率以重量計	
		硝酸	硫酸
一·二二〇	二〇·二二	一七·〇一	
一·一三〇	二一·七六	一八·三一	
一·一四〇	二三·三〇	一九·六一	
一·一五〇	二四·八三	二〇·九一	
一·一六〇	二六·三五	二二·一九	
一·一七〇	二七·八七	二三·四七	
一·一八〇	二九·三七	二四·七六	
一·一九〇	三〇·八七	二六·〇四	
一·二〇〇	三二·三四	二七·三二	
一·二一〇	三三·八〇	二八·五八	
一·二二〇	三五·二六	二九·八四	
一·二三〇	三六·七六	三一·一一	

比	重	含酸之百分率以重量計	
		硝酸	硫酸
一·二四〇	三八·二七	三二·二八	
一·二五〇	三九·八〇	三三·四三	
一·二六〇	四一·三二	三四·五七	
一·二七〇	四二·八五	三五·七一	
一·二八〇	四四·三九	三六·八七	
一·二九〇	四五·九三	三八·〇三	
一·三〇〇	四七·四七	三九·一九	
一·三一〇	四九·〇五	四〇·三五	
一·三二〇	五〇·六九	四一·五〇	
一·三三〇	五二·三四	四二·六六	
一·三四〇	五四·〇四	四三·七四	
一·三五〇	五五·七六	四四·八二	

一·四九〇	八九·八六	五八·七四
一·四八〇	八六·〇一	五七·八三
一·四七〇	八二·八六	五六·九〇
一·四六〇	七九·九四	五五·九七
一·四五〇	七七·二四	五五·〇三
一·四四〇	七四·六六	五四·〇七
一·四三〇	七二·一四	五三·一一
一·四二〇	六九·七七	五二·一五
一·四一〇	六七·四七	五一·一五
一·四〇〇	六五·二七	五〇·一一
一·三九〇	六三·二〇	四九·〇六
一·三八〇	六一·二四	四八·〇〇
一·三七〇	五九·三六	四六·九四
一·三六〇	五七·五四	四五·八八

一·六三〇		七一·二七
一·六二〇		七〇·四二
一·六一〇		六九·五六
一·六〇〇		六八·七〇
一·五九〇		六七·八三
一·五八〇		六六·九五
一·五七〇		六六·〇九
一·五六〇		六五·二〇
一·五五〇		六四·二六
一·五四〇		六三·四三
一·五三〇		六二·五三
一·五二〇	九九·六二	六一·五九
一·五一〇	九八·〇五	六〇·六五
一·五〇〇	九四·〇四	五九·七〇

比 重	含酸之百分率以重量計	
	硝 酸	硫 酸
一·六四〇		七二·一二
一·六五〇		七二·九六
一·六六〇		七三·八一
一·六七〇		七四·六六
一·六八〇		七五·五〇
一·六九〇		七六·三八
一·七〇〇		七七·一七
一·七一〇		七八·〇四
一·七二〇		七八·九二
一·七三〇		七九·八〇
一·七四〇		八〇·六八
一·七五〇		八一·五六

比 重	含酸之百分率以重量計	
	硝 酸	硫 酸
一·七六〇		八二·四四
一·七七〇		八三·五一
一·七八〇		八四·五〇
一·七九〇		八五·七〇
一·八〇〇		八六·九二
一·八一〇		八八·三〇
一·八二〇		九〇·〇五
一·八三〇		九二·一〇
一·八四〇		九五·六〇
一·八四一		九六·三八
一·八四一		九八·二〇
一·八四〇		九八·七二

一·八三九

九九·一二

第二表 蘭格氏測定鹽酸比重表

表中比重係於攝氏十五度時在真空中測定酸之重量，與攝氏四度之水比較，所得之值。

比	重	含酸之百分率以重量計
一·〇〇〇	〇·一六	
一·〇〇五	一·一五	
一·〇一〇	二·一四	
一·〇一五	三·一二	
一·〇二〇	四·一三	
一·〇二五	五·一五	
一·〇三〇	六·一五	
一·〇三五	七·一五	

比	重	含酸之百分率以重量計
一·〇四〇	八·一六	
一·〇四五	九·一六	
一·〇五〇	一〇·一七	
一·〇五五	一一·一八	
一·〇六〇	一二·一九	
一·〇六五	一三·一九	
一·〇七〇	一四·一七	
一·〇七五	一五·一六	

附錄

一六七

工業分析

比	重	含酸之百分率以重量計
一・〇八〇	一六・一五	
一・〇八五	一七・二三	
一・〇九〇	一八・一一	
一・〇九五	一九・〇六	
一・一〇〇	二〇・〇一	
一・一〇五	二〇・九七	
一・一一〇	二一・九二	
一・一一五	二二・八六	
一・一二〇	二三・八二	
一・一二五	二四・七八	
一・一三〇	二五・七五	
一・一三五	二六・七〇	
一・一四〇	二七・六六	

比	重	含酸之百分率以重量計
一・二四五	二八・六一	
一・二五〇	二九・五七	
一・二五五	三〇・五五	
一・二六〇	三一・五二	
一・二六五	三二・四九	
一・二七〇	三三・四六	
一・二七五	三四・四二	
一・二八〇	三五・三九	
一・二八五	三六・三一	
一・二九〇	三七・二三	
一・二九五	三八・一六	
一・三〇〇	三九・一一	

第三表 焚狄士氏測定酒精比重表

比	重	含酒精之百分率以體積計
一・〇〇〇〇	〇・〇〇	
〇・九九九〇	〇・六七	
〇・九九八〇	一・三四	
〇・九九七〇	二・〇二	
〇・九九六〇	二・七二	
〇・九九五〇	三・四二	
〇・九九四〇	四・一四	
〇・九九三〇	四・八八	
〇・九九二〇	五・六三	

比	重	含酒精之百分率以體積計
〇・九九一〇	六・四〇	
〇・九九〇〇	七・一八	
〇・九八九〇	七・九九	
〇・九八八〇	八・八一	
〇・九八七〇	九・六六	
〇・九八六〇	一〇・五二	
〇・九八五〇	一一・四一	
〇・九八四〇	一二・三二	
〇・九八三〇	一三・二五	

附錄

一六九

工業分析

比	重	含酒精之百分率以體積計
○·九八二〇	一四·二〇	
○·九八一〇	一五·一六	
○·九八〇〇	一六·一四	
○·九七九〇	一七·一四	
○·九七八〇	一八·一四	
○·九七七〇	一九·一四	
○·九七六〇	二〇·一五	
○·九七五〇	二一·一六	
○·九七四〇	二二·一六	
○·九七三〇	二三·一四	
○·九七二〇	二四·一二	
○·九七一〇	二五·〇八	
○·九七〇〇	二六·〇三	

比	重	含酒精之百分率以體積計
○·九六九〇	二六·九六	
○·九六八〇	二七·八七	
○·九六七〇	二八·七六	
○·九六六〇	二九·六四	
○·九六五〇	三〇·四九	
○·九六四〇	三一·三二	
○·九六三〇	三二·一四	
○·九六二〇	三二·九三	
○·九六一〇	三三·七一	
○·九六〇〇	三四·四七	
○·九五九〇	三五·二二	
○·九五八〇	三五·九五	
○·九五七〇	三六·六七	

○・九五六〇	三七・三七
○・九五五〇	三八・〇六
○・九五四〇	三八・七四
○・九五三〇	三九・四〇
○・九五二〇	四〇・〇六
○・九五一〇	四〇・七〇
○・九五〇〇	四一・三三
○・九四九〇	四一・九五
○・九四八〇	四二・五七
○・九四七〇	四三・一七
○・九四六〇	四三・七七
○・九四五〇	四四・三五
○・九四四〇	四四・九三
○・九四三〇	四五・五〇

○・九四二〇	四六・〇七
○・九四一〇	四六・一三
○・九四〇〇	四七・一八
○・九三九〇	四七・七二
○・九三八〇	四八・二六
○・九三七〇	四八・八〇
○・九三六〇	四九・三三
○・九三五〇	四九・八五
○・九三四〇	五〇・三七
○・九三三〇	五〇・八八
○・九三二〇	五一・三九
○・九三一〇	五一・八九
○・九三〇〇	五二・三九
○・九二九〇	五二・八九

比	重	含酒精之百分率以體積計
○·九二八〇	五三·三九	
○·九二七〇	五三·八八	
○·九一六〇	五四·三六	
○·九二五〇	五四·八四	
○·九二四〇	五五·三二	
○·九二三〇	五五·八〇	
○·九二二〇	五六·二七	
○·九二一〇	五六·七四	
○·九二〇〇	五七·二一	
○·九一九〇	五七·六七	
○·九一八〇	五八·一三	
○·九一七〇	五八·五九	
○·九一六〇	五九·〇五	

比	重	含酒精之百分率以體積計
○·九一五〇	五九·五〇	
○·九一四〇	五九·九五	
○·九一三〇	六〇·四〇	
○·九一二〇	六〇·八四	
○·九一一〇	六一·二九	
○·九一〇〇	六一·七三	
○·九〇九〇	六二·一七	
○·九〇八〇	六二·六一	
○·九〇七〇	六三·〇四	
○·九〇五〇	六三·九一	
○·九〇三〇	六四·七六	
○·九〇一〇	六五·六一	
○·八九九〇	六六·四五	

○・八七九七〇	六七・二九
○・八九五〇	六八・一二
○・八九三〇	六八・九四
○・八九一〇	六九・七五
○・八八九〇	七〇・五六
○・八八七〇	七一・三六
○・八八五〇	七二・一五
○・八八三〇	七二・九四
○・八八一〇	七三・七二
○・八七九〇	七四・四九
○・八七七〇	七五・二六
○・八七五〇	七六・〇二
○・八七三〇	七六・七八
○・八七一〇	七七・五三

○・八六九〇	七八・二七
○・八六七〇	七九・〇〇
○・八六五〇	七九・七三
○・八六三〇	八〇・四五
○・八六一〇	八一・一七
○・八五九〇	八一・八七
○・八五七〇	八二・五七
○・八五五〇	八三・二七
○・八五三〇	八三・九六
○・八五一〇	八四・六四
○・八四九〇	八五・三一
○・八四七〇	八五・九七
○・八四五〇	八六・六三
○・八四三〇	八七・二八

工業分析

比	重	含酒精之百分率以體積計
○・八四一〇	○・八三九〇	八八・〇二
○・八三七〇	○・八三五〇	八八・五五
○・八三五〇	○・八三三〇	八九・一八
○・八三一〇	○・八二九〇	八九・七九
○・八二七〇	○・八二五〇	九〇・四〇
○・八二七〇	○・八二五〇	九〇・九九
○・八二七〇	○・八二五〇	九一・五九
○・八二七〇	○・八二五〇	九二・一五
○・八二七〇	○・八二五〇	九二・七二
○・八二一〇	○・八一九〇	九三・二八
○・八一七〇	○・八一五〇	九三・八二
○・八一七〇	○・八一五〇	九四・三五
○・八一七〇	○・八一五〇	九四・八七

比	重	含酒精之百分率以體積計
○・八一五〇	○・八一三〇	九五・三八
○・八一五〇	○・八一三〇	九五・八八
○・八一五〇	○・八一三〇	九六・三七
○・八一五〇	○・八一三〇	九六・八五
○・八一五〇	○・八一三〇	九七・三一
○・八一五〇	○・八一三〇	九七・七六
○・八一五〇	○・八一三〇	九八・二〇
○・八一五〇	○・八一三〇	九七・八〇
○・八一五〇	○・八一三〇	九九・〇五
○・八一五〇	○・八一三〇	九九・四六
○・八一五〇	○・八一三〇	九九・八六
○・八一五〇	○・八一三〇	一〇〇・〇〇

中華民國二十二年六月初版
中華民國二十二年九月二版

(一〇三一五)

工業叢書
工業分析一冊

每冊定價大洋肆角

外埠酌加運費匯費

編著者 黃開繩

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

版權所有
必究

(本書校對者楊靜齋)

