

——新課程標準世界中學教本——

初級中學學生用

朱 氏
初中化學

編著者 朱 昊 飛

——世界書局印行——

敘 言

這本初中化學教科書,是和我編的初中物理學教科書相輔爲用的,本書的編輯大意也和物理學相似,在物理學敘言中,已詳細說過了,現在把重要的幾點,特別提出來和大家討論,也許在初中教授上有些利益的地方:本書中陳述事實,有好些地方,很像老太婆說『張長李短』,有過於反復的麻煩,但我的意見是這樣:教科書是預備給學生讀的,最好學生像看小說似的,能自動看下去,一點也不要教師的幫助,坊間已出版的一切教科書,過於板滯,和學生的心理太不相稱,好像私塾裏談四書五經,除了教師指導以外,兒童毫不感到興趣,也很難明瞭個中底細,所以我的主張,在初中教科書裏,可以省略的教材,還是多省略些爲是;掛一漏萬也不要緊,索性漏的完全讓牠漏出去,掛的卻要好好的把牠掛起來,然而就本書的總材料而言,仍舊和部頒的課程標準相符合;因此本書的教授

時數（每週的），也可按部定的標準。

本書內各個實驗，多是實際上已經試驗過的，教師，學生倘照着書中的記載去做，我想決不會失敗的。內中也有好些實驗的方法，不是東抄西偷得來的，確是編者按照領悟心理學，分別深淺，有步驟，有順序而編入的。這一點也請大家注意：實驗不是爲實驗而實驗的，爲得求了解事實或事理的必要而實驗的。因此碰到一種繁複實驗的時候，就應該把牠分成好幾層來實驗，使學生易於悟解。不是如此，倒要多添些煩惱給學生了。

朱昊飛書於浙江大學農化研究室

目 次

第一章 空氣

1. 物理學上對於空氣的認識	1
2. 空氣對於呼吸和燃燒的關係	4
3. 物質燃燒後的現象	7
4. 空氣的成分	11
5. 設法自空氣中取出氧氣	15
6. 氧氣的性質	18
7. 用氯酸鉀和二氧化錳製氧氣時的討論	23

第二章 水

8. 水在自然界中的變化	27
9. 天然水的性質和功用	30
10. 蒸餾水的性質和成分	35
11. 氫的性質	39

第三章 食鹽

12.食鹽的銷量和產出	45
13.食鹽的性質	47
14.鈉的性質	51
15.鈉的重要化合物	53
16.四川自流井中的氯化鉀	56

第四章 鹽酸

17.鹽酸	61
18.氯化氫的製法和性質	62
19.鹽酸的用途	66
20.由鹽酸中放出氯氣	67
21.氯氣的用途	71
22.氯族元素	73
23.物理學上的分子說能解釋化學變化嗎?	74
24.原子量和分子量的測定法	79
25.原子量和分子量的簡單表示法	82
26.原子和原子是怎樣聯合的	85
27.化合物的成分是一定不變的	87

第五章 硫黃和硫酸

28.硫黃的產出及其用途	91
29.硫黃的性質	93
30.硫黃的氧化物之用途	96
31.亞硫酸怎樣變為硫酸	98
32.硫酸的性質和用途	102

第六章 硝酸及氮化物

33.火藥的成分	107
34.硝酸的製法和性質	110
35.從空氣製造硝酸	112
36.硝酸和國防	116
37.氮氫化合物	122
38.動植物體成分中的氮及其功用	125

第七章 碳及碳化物

39.碳酸氣的生成	135
40.碳酸氣的製造與滅火機	137
41.炭在火爐內燃燒的情形	143
42.碳質異形體	144
43.木炭及煤炭	146

44.煤炭的副產物	150
45.石油的成分	153
46.沼氣的性質	155
47.碳酸氣和植物的關係	158
48.澱粉類化合物的概要	161
49.澱粉和糖類可爲造酒的原料	169
50.碳酸氣和礦物的關係	172

第八章 磷及砷

51.黃磷和赤磷	179
52.磷的用途	181
53.磷的化合物	184
54.天然產的磷酸鹽	187
55.砷	191

第九章 矽,玻璃及陶瓷

56.細矽的成分	193
57.和細矽同成分的礦物	195
58.細矽(或石英)爲製玻璃的原料	197
59.磚瓦和陶瓷器的製造法	202

60.水泥	207
-------------	-----

第十章 鐵

61.鐵與國家的富強力的關係	209
62.我國所產鐵礦的種類及冶煉法	210
63.鐵有幾種呢	214
64.鐵的性質和化合物	218

第十一章 金屬及合金

65.除鐵以外的實用金屬	223
66.銅的提煉法	227
67.銅的重要性質和化合物	230
68.鉛礦的產出和提煉	233
69.鉛的特性和重要的化合物	235
70.汞及其重要的化合物	241
71.錫和鋅的重要用途	245
72.鎳的用途	248
73.製鋁和明礬爲我國極有希望的化學工業	248
74.銀及其重要的化合物	254
75.照相術	257

76.金的特性 260

77.硫酸銅溶液的特性 265

第十二章 化學元素的概要和分類

78.化學研究的對象是什麼 269

79.物質最簡單的形式是什麼 271

80.元素的分類 272

第一章 空氣

1. 物理學上對於空氣的認識 我們在物理學教科書中,已經認識了空氣的許多性質,空氣雖然無色無味無臭,但牠也和別的固體液體一樣,在空間也佔有一定的容積,必須空氣讓出這空間,別的植物體纔能佔據牠的容積;不然,我們就把牠的容積壓小了,牠也要發生彈性的反動力,還是要把別的植物體推出去的。

實驗 1. 如第 1 圖,取一玻瓶 A,用插有長漏斗和彎曲玻管的橡皮塞(或軟木塞),緊塞瓶口,再取橡皮管一

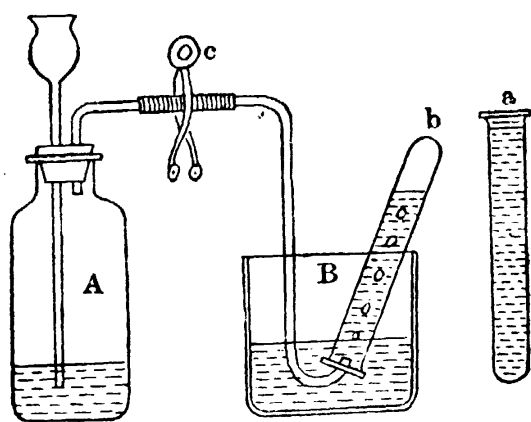


圖 1

段連接一長曲管,令插入盛水的玻杯 B 內.先把橡皮管的中部,用金屬鉗 c 夾緊,次注水於長漏斗中,水決不能進入 A 瓶內.若將 c 鉗放開,即見水由長漏斗中流入 A 內,同時 B 杯曲管中,也有氣泡逃出.再次取同大的 a, b 試驗管兩枚,各滿盛水,將 b 管倒立在 B 杯內的曲管口上,把 c 鉗放開,將 a 管的水,由長漏斗慢慢的注入 A 瓶中,即見 B 杯內有氣泡升入 b 管,將水排出.若仔細試驗,當知 a, b 內的水量,必時時相等,終至兩管皆空.

實驗 2. 如第 2 圖,取一玻瓶,中盛水過半,用插有尖口管的橡皮塞,緊塞瓶口,先用嘴將呼氣用力吹入瓶內,當尖口離開嘴唇時,即見瓶內的水,不絕的由尖口噴出,如噴泉然.

由上述實驗,可知器內已容有空氣,同時即不能再容水.若空氣讓出空間,水即可自由進入;但水進入的量,當和空氣排開的量相

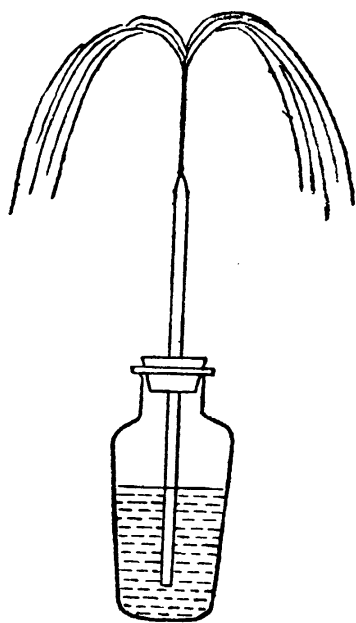


圖 2

等.若空氣受了壓縮,就要顯出牠的彈性,而成相當的工作.

物理學上還告訴我們:空氣不但佔有空間,而且佔有質量的.由精密實驗,得知空氣一公升 (1公升 = 1000 立方公分), 在 0°C 和 760 公釐氣壓時,恰等於 1.293 公分,祇有水的質量七百七十三分之一 (在平常室溫 15°C . 空氣中含有水蒸汽時,空氣 1000 立方公分約重 1.2 公分). 但自地面直上至三百公里的高處,纔沒有稀薄的空氣,因此空氣層就顯出 760 公釐水銀柱平均高度的壓力,叫做一氣壓.

近來物理學越加進步,可用大壓力 (二百倍的氣壓) 和低溫度使空氣化為液體,叫做液體空氣 Liquid air. 液體空氣的性質很和別的液體相似,在保溫瓶

Dewar flask 中, (如第 3 圖, 構造原理和日常應用的熱水壺相同), 可以長時間保存. 牠的沸點為 -190°C . 若

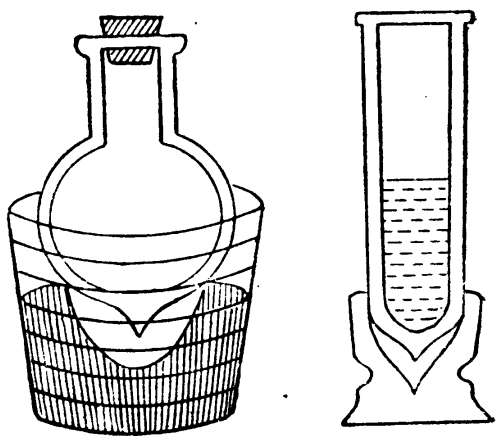


圖 3

把水銀放在液體空氣中, 即凝成固體, 聲音鏗鏘, 若擊金屬.

2. 空氣對於呼吸和燃燒的關係 我們試用手將口鼻閉住, 不過一二分鐘, 即覺得窒悶難受, 是由於空氣的供給斷絕, 呼吸不良的緣故. 在生理衛生學上, 已經把這個問題說得很清楚了: “血液由循環作用, 將身體內各部組織中的老廢物, 運輸到大靜脈內, 再由心臟壓入肺部, 將老廢物的一部分 (碳酸氣和水蒸汽), 由呼氣中排出; 繼將空氣吸入肺臟, 肺臟

即攝取空氣中的氧氣 Oxygen, 使靜脈血變為新鮮的動脈血,再歸入心臟,由大動脈以環流周身,供給氧氣於各部組織,即由氧氣的化學作用 Chemical action, 使身體得保持 37°C . 的溫度”。

空氣對於燃燒關係尤覺顯明,家庭中日用的爐灶,多是利用空氣的交流,以助燃燒,如第4圖所示.倘若空氣不甚流通,即見火光熄滅.現在再用實驗以證明燃燒和空氣有很密切的關係.

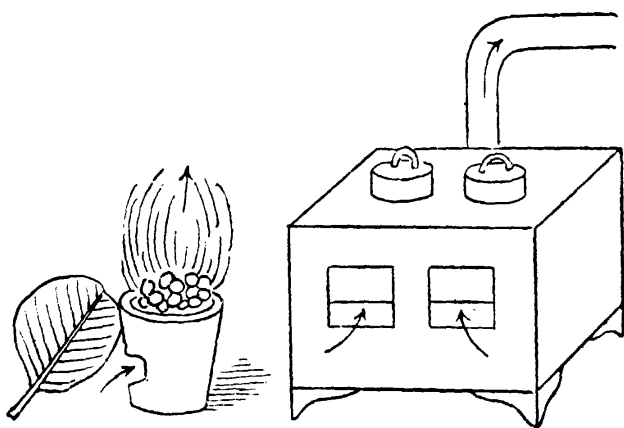


圖 4

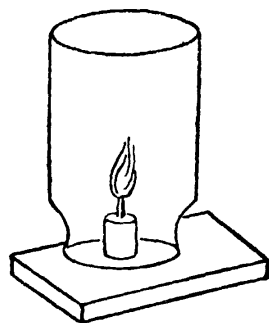


圖 5

實驗 3. 取毛玻片一枚,立一點着的小蠟燭於片上,如第5圖,

將廣口瓶倒蓋於火焰上,初時蠟燭尚能在瓶內燃燒,瞬即熄滅,仔細觀察瓶壁,即見牠的內部附有許多小水點,次將瓶立起,注入石灰水,用手將瓶振盪幾次,即見石灰水變成白色渾濁(參考小學自然教科書,石灰水成白色渾濁,即是有碳酸氣的證明)。

實驗 4. 取廣口瓶一個,將嘴內的呼氣吹入瓶中,即見瓶的內壁附着小水滴(如在冬天,可取厚玻璃或厚鏡一面,將呼氣呵在鏡面,即能凝成小水滴)。次注石灰水於瓶內,振盪數次,即見石灰水變成白色渾濁。

由上述實驗,可知蠟燭或薪炭燃燒所生成的東西,和我們呼吸時所排出的是完全相同。肺中所需要的是氧氣,燃燒所需要的也是氧氣,所以生理學家說我們的身體也是一個火爐,不過是一種很溫和的燃燒,祇有熱而沒有火的,叫做氧化 Oxidation。火爐蠟燭的發光和熱,也是氧化,不過牠的作用很急烈,所以特別叫做燃

燒 Combustion.

3. 物質燃燒後的現象 蠟燭薪炭紙片等物質,經燃燒後,祇餘少許灰燼,大部分物質均化為烏有.故照平常經驗,均以為物質燃燒,重量必大減少.實則燃燒後,因加入空氣中的氧氣,重量應比原先增加.祇因燃燒後所生成的物質,多為氣體,分散於空氣中,故覺重量驟減.倘若設法將燃燒後所成的氣體(水蒸汽和碳酸氣等),聚在一起,總重量必大見增加.

實驗 5. 如第 6 圖的裝置,取煤油燈罩一個,於牠的上部放入一鐵絲套,(可用鐵絲網疊成)中裝氫氧化鈉和生石灰的混合物(兩樣藥品,均能吸收水蒸汽和碳酸氣),懸掛於天平的一端,

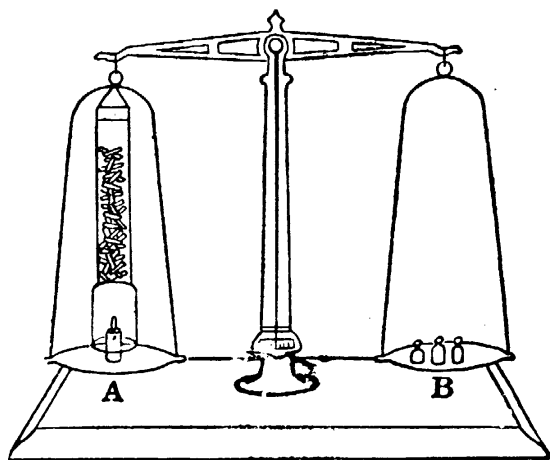


圖 6

下面並放一小蠟燭（以小爲佳，因燭火太大，易將氫氧化鈉融化爲液體），用砝碼放置天平別端的盤中，令天平左右相平。次將小蠟燭點着，約經過五六分鐘，即見放蠟燭的一端，漸漸因重下墮。

若物質燃燒後所生成的新物質不爲氣體，而爲固體的，那末增加重量的現象，更爲顯著。

實驗 6. 如第 7 圖，取小臺秤一架（即第 6 圖的天平，亦可應用），左盤中放一面積三平方寸的銅片，（銅片表面應先磨擦乾淨，不留銅銹），右盤中放置砝碼，令左右相平爲止。次用鐵鉗子將銅片在酒精燈上或小火爐內灼熱，令與空氣中的氧氣相遇，銅片表面即成黑色。冷後再放在臺秤上，即見牠的

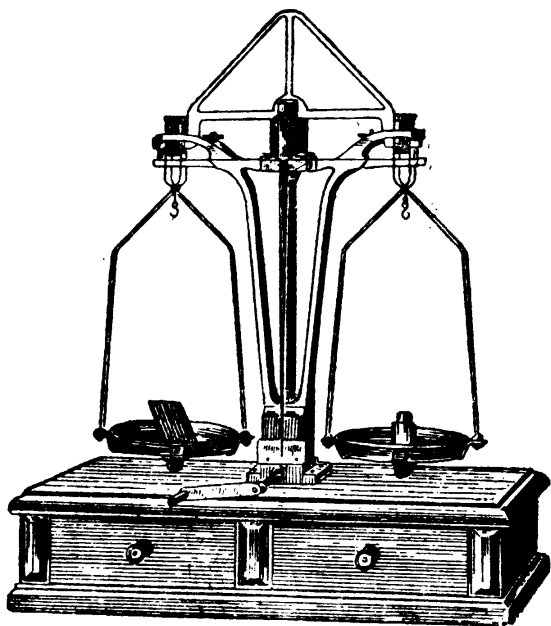
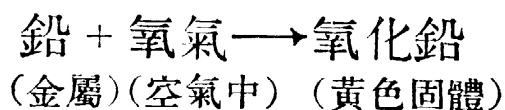
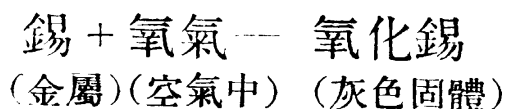
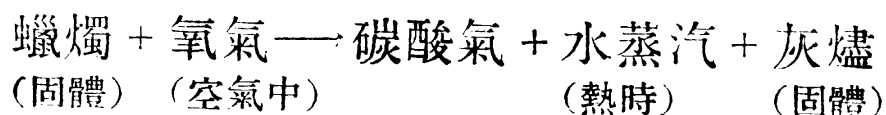


圖 7

重量增加。

由上述實驗，足見物質燃燒，重量反見增加。這增加的重量即為空氣中供給燃燒的氧氣。燃燒現象即空氣中氧氣和物質作用時，所起的化學變化Chemical change。物質經過化學變化時，即失去原來的狀態和性質，如上述兩實驗中，可用下式以表示牠的變化：



由上述的事實，我們可以知道物質經過燃燒以後，都有增加重量的現象。然在一般的化學變化中，物質的質量究竟怎樣，也得用實驗來解決一下：

實驗 7. 取燒瓶一個，內盛硝酸銀 AgNO_3 溶液 30 立方公分，另以一小玻璃管，內盛濃鹽酸 HCl 二立方公分，小心放入瓶內，瓶口用木塞緊閉，如第 8 圖，把這瓶放在臺秤上，用砝

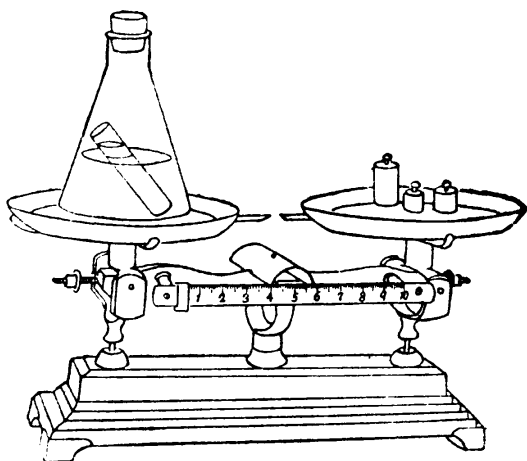
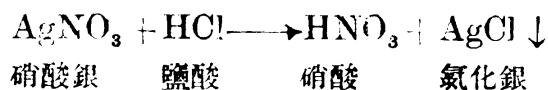


圖 8

碼平衡重量，令左右恰成水平，然後搖動玻璃瓶，使起化學變化：

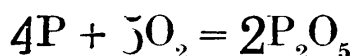
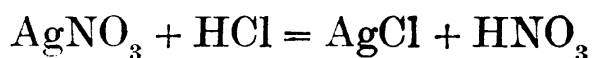


瓶內生成白色沉澱，即氯化銀，但重量無所增減。

化學家由多種實驗的結果，得知：在各種化學變化（或反應）時，所用的物質總量和所生的物質總量必相等。

這種結論叫做物質不滅的定律 The law of conservation of matter, 係化學中重要的定律，和物理學上的能力不滅的定律 The law of conservation of energy 相對待。因此，

凡化學變化（或反應）均得以等號表明牠的關係，如同：



4. 空氣的成分 由上述幾段的情形看來，我們可以決定空氣中除含氧氣外，尚有一種不能助燃燒的氮氣 Nitrogen. 氮氣約佔空氣體積的五分四，氧氣祇佔五分一，這是可用下列實驗證明：

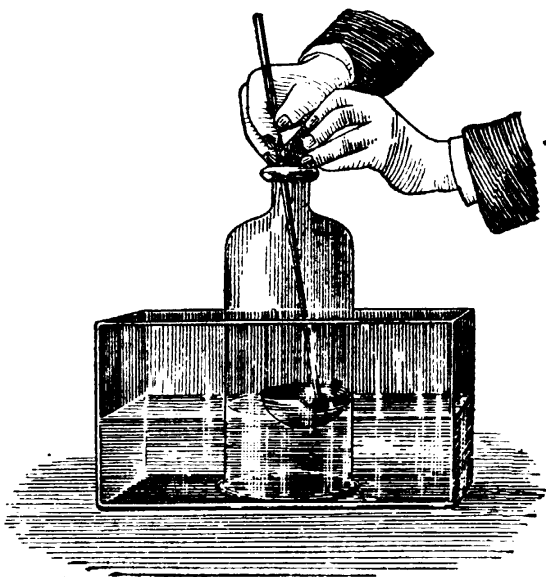
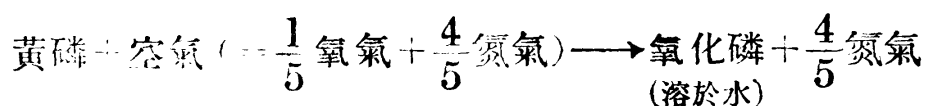


圖 9

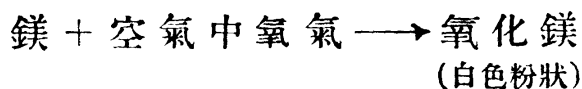
實驗 8. 如第 9 圖，取小蒸發皿一個，中放黃磷一小塊，令浮於水面，即以玻璃鐘蓋住。先取去鐘上的玻塞，記好鐘內水面的位置。用紅熱的鐵絲，由鐘口插入，觸

着黃磷,使起燃燒,隨即拔出鐵絲,急閉玻塞,即見鐘內初時白煙密布,慢慢的溶解於水中,水即升入鐘內,俟鐘壁冷後,加水於外邊盤內,使鐘內外的水面相平,這時觀察水面上升的程度,恰當鐘內空氣原有體積的五分一,次拔開玻塞,將點着的木條插入鐘內,即見火光立刻熄滅,這所剩的五分四,就是氮氣,因為牠並不能助物質燃燒,在空氣中不過顯淡氧氣的氧化作用就是了,鐘內的化學變化,可以下式表明:



現在我們也可以設法試驗空氣中的氮氣.氮氣固然不如氧氣活動,但牠也能和許多物質起化學作用,化合而成新物質呢.

實驗 2. 取鎂條三四寸,用鐵鉗夾住,在酒精燈上點着,即見鎂條發出刺目的強光,同時即變為白色粉狀的氧化鎂.



實驗 10. 取鎂粉一公分（或半公分），放入一坩堝中（這坩堝最好取已破裂而無用的，因為鎂燃燒時，發熱甚多，坩堝很易燒破）並插入一鎂條，側立在三足架上，如第 10 圖。先將鎂條點着，繼引起鎂粉燃燒。俟坩堝內變化完結，

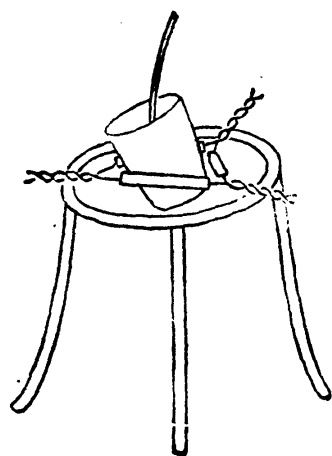
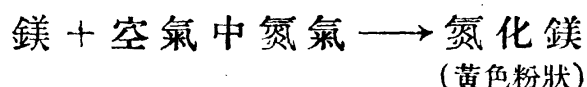


圖 10

放冷後，將燃燒物取出，放置小磁皿內，即見白色粉狀物中，混有黃色粉狀物。在這實驗內因為鎂粉燃燒，不易得到多量的氧氣，所以有一部分就和氮氣起變化了。牠的變化如下：



據上述實驗，我們很清楚的知道：空氣成分中確有氧和氮兩種氣體。

英國化學家雷母賽 Ramsay (1852—1916 見第 11 圖) 於 1894 年時，就用上邊所述的方法，將一定量的空氣，通過灼熱管內的銅粉上，將氧氣除去，再通過灼熱管內

的鎂粉上,將氮氣除去,那知道還有些氣體遺留,約佔空氣重量百分之一,既不是氧氣,又不像氮氣,也不能和別的物質起化學作用,因此雷母賽就叫牠懶惰氣體,

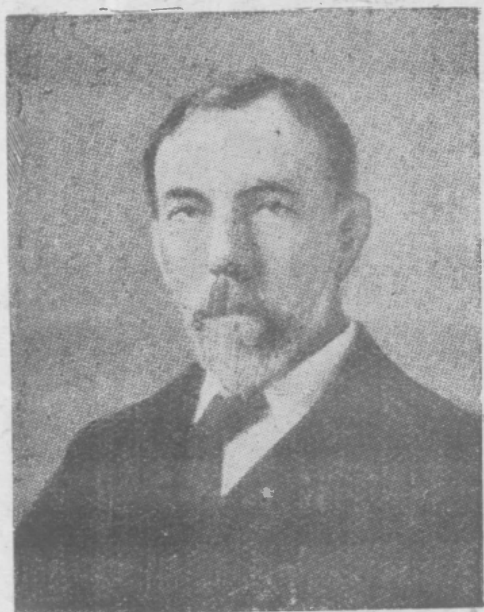


圖 11

其拉丁文名稱就是 Argon,我們譯作氬。後來雷母賽再繼續研究,更於這殘留氣體中,發現氦 Helium, 氖 Neon, 氙 Krypton, 氡 Xenon 等四種氣體。這些氣體分量均甚少,性質都不活潑,大家都就總稱為稀有氣體 Rare gases.

此外,空氣中還含有水蒸汽,這就是自然中雲霧雨雪霜露等現象生成的原因,不必用實驗證明的。空氣中還含有一

定量的碳酸氣，這是植物製造澱粉質所必需的東西，空氣中平均計算碳酸氣的容量約佔萬分之三。

實驗 11. 如第 12 圖，於玻璃瓶中盛石灰水少許，以插有 A, B 二曲管的軟木塞，緊塞瓶口。試用嘴唇自 B 管將瓶內空氣吸出，外邊空氣即由 A 管流入瓶內，從石灰水中發泡升上，約經過三四分鐘，即見石灰水漸變成白色渾濁。

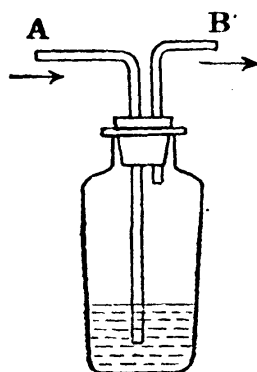


圖 12

化學家分析空氣成分（因水分變化無常，故除去不算在內），得如下表：

成分		容量百分率	重量百分率
氮	氣	78.05%	75.48%
氧	氣	20.99%	23.18%
氫 氖 氬 等		0.93%	1.29%
碳 酸	氣	0.03%	0.04%

5. 設法自空氣中取出氧氣 “設法把空氣中的氧氣取出，使我們很清楚的知道空氣裏確是含有氧氣，氧氣確是空

氣中能助燃燒的主要成分。”這個問題在化學史上,曾演成一個很重要的故事。由這個問題證明解決以後,化學界就拋棄了錯誤的舊觀念,創造近代化學Modern chemistry的新生命。在一百六十年前瑞典藥劑師賽鸞 Scheele (1742—1786) 和英國牧師普里斯萊 Priestley (1733—1804) 先後發現氧氣。但他們均信仰燃素說 Theory of Phlogiston, 相信能燃燒的物質內多含有燃素 Phlogiston, 當物質燃燒時即放出燃素,結果都變為不可燃的物質。氧氣呢?他們都叫牠無燃素的空氣 Dephlogisticated air, 因為牠缺少燃素,所以越發能幫助燃燒

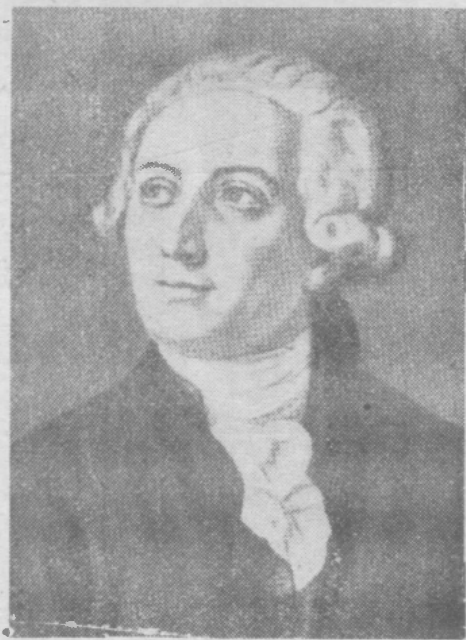


圖 13

物質而燃燒了!可是法國化學家賴服西 LaVoisier (1743-1794 見圖 13) 用了五六年的苦工,作了好幾百次的實驗,卻敢推翻舊學說,創造新理論.他相信氧氣和燃燒是不可離開的,燃燒以後,氧氣的重量就加入物質裏頭了.他有名的實驗,如第 14 圖.將水銀盛於曲頸甌中,甌頸由水銀盤中伸入玻璃鐘內.將甌底加熱,至十二天,察知鐘內水銀面不升高,鐘和甌內空氣

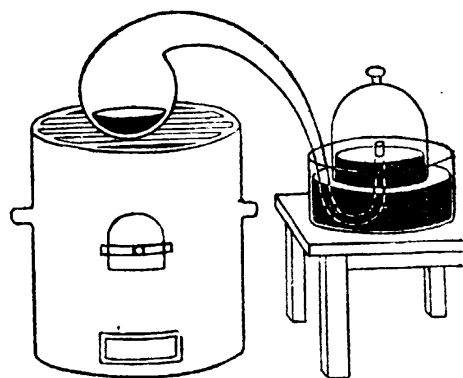
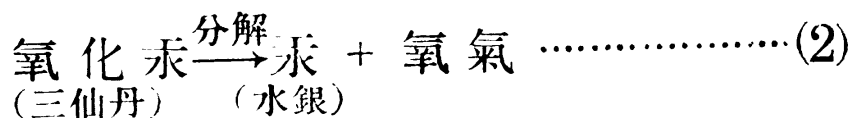
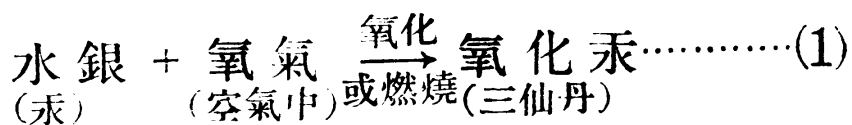


圖 14

全體積減少五分之一.甌內水銀面上浮有紅色粉,這就是水銀和氧氣化合而成的東西,稱為氧化汞,俗稱三仙丹);後將紅色粉加熱,仍放出氣體,體積恰和空氣減少量相等,同時水銀恢復原形,所以賴服

西就給氧氣以拉丁文的名稱 Oxygen, (原義是酸類的要素,我國從前稱為養氣,現在譯作氧)而取銷無燃素的空氣的名稱.據賴服西的實驗和推論,物質在空氣中燃燒的真義,很易了解,大家就叫這種解釋為燃燒的氧氣說 Oxygen theory of combustion, 而燃素說就從此壽終正寢了!

上述的變化,可用下式表示:



6. 氧氣的性質 氧氣的製法,我們在小學裏,已經學過兩種了:一種是用氧化汞加熱分解的,就是上段中第(2)式的變化.你們還記得嗎?但是用氧化汞製取氧氣,卻是一個很遲笨的方法,要得多量的

氧氣,是很費時間的.現在我們祇用牠做一個小試驗就算了.

實驗 12. 取硬試管一枚,用紙條送入紅色氧化汞一公分於管底,要小心裝入,不要將紅色塗附於管壁上.如第 15 圖,用厚紙條包住管的中部, (或用木夾挾住) 拿在火焰上灼熱,過二三分鐘後,即見管壁冷處,附着許多小水銀點;同

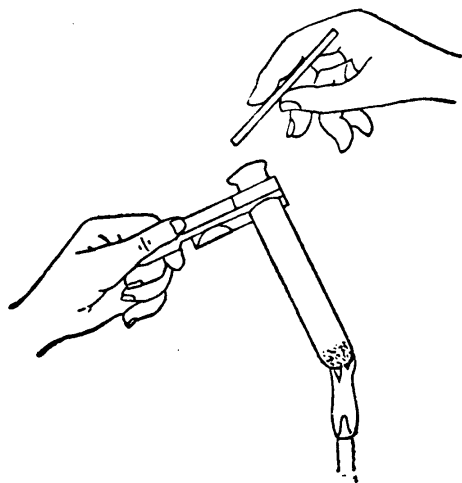


圖 15

時用帶有火星的木條插入管內,即見火光盛發,燃燒很烈.

由上述方法,不過試驗氧的燃燒性.我們如要製取多量的氧,可用第二種方法.你們還記得嗎?用氯酸鉀和二氧化錳混合,加熱後即發生多量的氧.

實驗 13. 取氯酸鉀 (白色結晶體) 和二氧化錳 (黑色粉末) 各五公分,在乳鉢內充分混合,再用紙

片將這混合物,送入大形硬試管中,要保持管口的清潔,並將混合物聚集在管底部下半邊,上半邊應留有空隙,如第16圖,

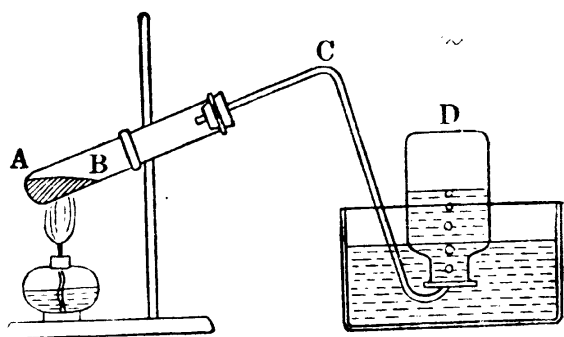


圖 16

將管斜定於鐵架上,管口以帶 C 導管的木塞塞住,導管的一端插入水槽內,槽中預置滿水倒立的捕氣瓶四五個,等裝置完畢,並試好管口不走氣時,即在管下加熱,先自前部 B 處,俟氣體發生不多時,再順次移熱 A 處,水槽內初發生的氣泡,因帶有管中的空氣,應讓牠散去一些,再取倒立的廣口瓶 D,覆於 C 導管口上,繼續捕取四五瓶,用毛玻片蓋住瓶口,以備試驗,當實

驗完畢時,先將導管離開水面,再滅酒精燈。

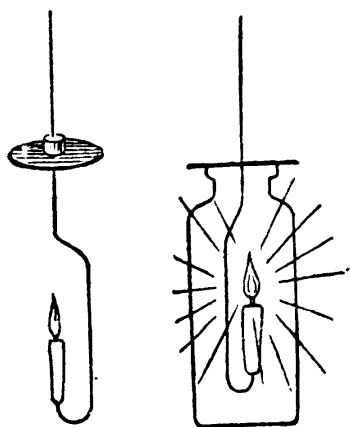


圖 17

實驗 14. 取燃燒匙一個,將點着或帶有火星的蠟燭,放於氧氣瓶內,如第17圖,即見火光特別強烈,次將燒紅的木炭,放置燃燒匙上,插入氧氣瓶中,如第18圖,亦見

木炭忽發火光,燒燃甚烈,次易以點着的硫黃,如法實驗,即發出強烈的紫藍色光,很覺美麗。

實驗 15. 取細鐵絲一條,於玻璃棒上捲成螺形,(或將鐵絲網上取下三四根鐵絲紐成一條,也可合用)如第19

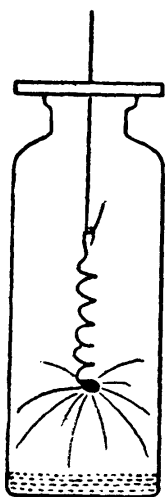


圖 19

圖,將上端紐於帶蓋的粗鐵絲上,下端紐火柴梗一小段.先將火柴梗點着,插入氧氣瓶中,即見鐵絲燃燒,星火四射(瓶底預留水一些,免得氧化鐵墮在瓶底,易使

瓶熱破裂).

由上述實驗的結果,我們可以知道氧氣的許多性質:

(1) 氧氣為無色無味無臭的氣體;

(2) 能略溶解於水中(據化學家的測定,在平常溫度,水 100 立方公分能溶解氧 3 立方公分);

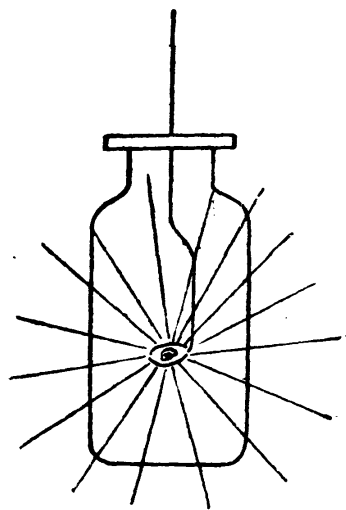


圖 18

(3) 氧的化學性極為活潑,能和多種物質 (碳,鐵,汞,鎂,鉛,錫等) 發生作用,生成氧化物 Oxides (氧化鐵,氧化汞,氧化鉛,氧化錫,碳酸氣,水蒸汽等) 。

氧氣的性質既是如此,那末有甚麼用處呢?氧氣和物質燃燒時,能發生強熱,所以工業上即利用牠發生高熱,以接合,穿孔或切斷鐵板等 (詳細情形,以後再補述) 。氧氣可以資助呼吸,所以呼吸不良的——如運動員賽跑中一時悶倒——或中毒氣窒息的 (如礦工悶倒,冬天煤氣燠斃,戰時毒氣中傷等情) ,多可以將純氧氣輸入肺臟,以圖救護。如第20圖,即礦區或火場救護員,裝束氧氣呼吸器的情形。胸前為氣袋,背後為氧氣壓入的鋼筒。近來飛機潛水艇發達,氧氣的供給,尤為重要。

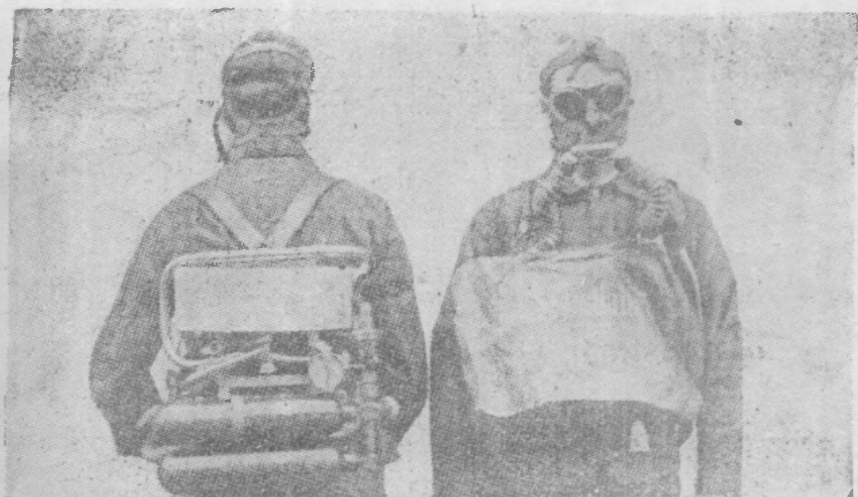


圖 20

7. 用氯酸鉀和二氧化錳製氧氣時的討論 用這兩樣藥品製取氧氣,我們在小學裏早已知道了.可是由那一種藥品發生氧氣呢?

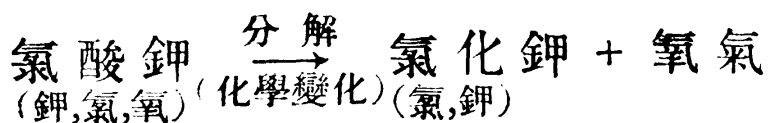
實驗 16. 盛研細的氯酸鉀一公分於硬試管內,用木夾鉗住,或厚紙片包住,拿在火焰上灼熱.初則融為液體,繼由液體表面發生小氣泡,終則若水沸騰,此時如用帶火星的木條插入管口,即見燃燒甚烈,可證知已有氧氣發生,不過發生並不旺盛.如果將二氧化錳少許(不可太多,最好像半粒米的大小),投入融液內,即見管內全體湧沸,甚至發生火光,用帶火星的木

條移近管口,即見燃燒更盛。

實驗 17. 取氯酸鉀粉末半公分,盛於試管中,加熱水五立方公分,拿在燈上煮沸,如果不能完全溶解,即用濾紙濾清牠的溶液,將這溶液連同試管插入冷水中,看牠冷後,即有白色結晶體析出。

由上述實驗的事實看來,氧氣是由氯酸鉀加熱分解而生的;二氧化錳呢,不過促進氯酸鉀的變化,自己倒不相伴變化的。像二氧化錳這種物質,能促進別物質的變化,本體倒不受影響的,在化學上就叫做觸媒 Catalyser,牠的作用,叫做接觸作用 Catalysis。

氯酸鉀化學上說牠是鉀,氯,氧三種元素化合而成的。牠加熱時可以放出氧氣,餘留的就是鉀和氯的化合物了;這種殘留物化學上叫牠氯化鉀,以式表示如下:



物質既經過一度的化學的變化,牠前後的性質,就絕不相同了。所以氯酸鉀加熱可以發生氧氣的,但不易溶解於水;氯化鉀很易溶解於水,然而雖加熱,決不能發生氧氣了。

習 題

1. 試述出幾個方法來,證明空氣的存在。
2. 試舉出幾個實例來,說明空氣和燃燒的關係。
3. 黃磷放在空氣中,就要燃燒,放在水中爲甚麼沒有變化?
4. 金屬表面在空氣中爲甚麼要生銹呢?
5. 農人將人肥廐肥散布在田園中,當時臭氣難堪,但過了一兩天,就嗅不到惡劣的氣味了,這是甚麼緣故?
6. 鐵屑和鐵銹有甚麼不同的性質?如果混在一起,有甚麼方法可以把牠們分開呢?
7. 白糖和細砂混在一起,有甚麼方法可以分開?
8. 同是木料,爲甚麼飽花比劈柴易燒,劈柴比大木

塊易燒呢?

9. 氯酸鉀 245 公分, 可以發生氧氣 96 公分. 捕氣用的廣口瓶, 每瓶可容氧氣半公升, 計重 0.714 公分. 現在我們要捕取五瓶氧氣, 該用多少氯酸鉀呢?

10. 若用十公分氯酸鉀製氧氣, 可以捕取幾瓶呢? 殘留的氯化鉀有多少公分呢?

第二章 水

8. 水在自然界中的變化 水在自然界中變化多端.我們在物理學上,已經知道水有三態的變化.現在要討論水在自然界中的變化情形,和成各種形態時的性質.

(1) 氣體的水 這就是水蒸汽.水蒸汽是無色無臭無味的氣體.平常空氣中總是含有或多或少的水蒸汽;含量過少了,我們就覺得氣候乾燥;過多了,就覺得天時潮溼.在衛生學上說來,空氣中所含水蒸汽的分量——叫做溼度 Humidity——和我們的健康很有影響.所以梅雨時期的悶熱,是爲了空氣中水分過多的緣故,對

於身體最不合宜。空氣中含有水蒸汽，我們也可以實驗的：

實驗 18. 取有機物醚 (Ether 俗稱以脫，是一種很容易化氣的液體) 三十立方公分，盛入玻杯內，杯外

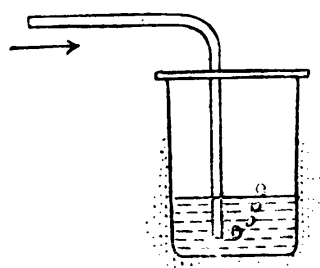


圖 21

先用燥布擦乾，次用打氣筒（足球籃球打氣用的），連一彎曲玻管，插入杯中液體內，急速打入空氣，令醚化氣，醚因奪取蒸發熱，杯壁的温度降低，空氣中的水蒸汽就凝成小水點，附着壁外（如有冰或雪時，可將冰雪放入杯內，加以等量食鹽，用玻棒攪拌，即見杯外先附着水滴，繼附着白霜冰片）。

實驗 19. 取燒瓶一個，內盛熱水 50 立方公分，用插有曲管的木塞，塞緊瓶口，如第 22 圖。將燈在瓶底加熱，令水沸騰，瓶內雖充滿水蒸汽，但仍無色透明，管口則白霧迷漫，是因蒸汽遇冷凝結的緣

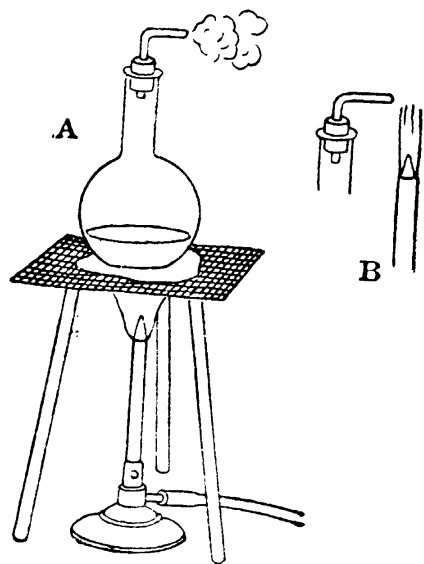


圖 22

故,試將燈焰把管口燒熱,即不復見有白霧。

(2) **液體的水** 這就是普通所稱的水。但如第22圖管口所看見的白霧,卻不是氣體的,牠也是液體的水;因為牠是極小的小滴,所以能在空間浮動。我們再仔細觀察牠的情形,白霧確是像“把含在嘴裏的水,用力噴出去”的情景。除雲,霧,露外,留在地面上的水,統叫做天然水;就中可供飲料的,叫做飲料水;化學上實驗用的純水,叫做蒸餾水;這三種水,下一段中再分別討論。

(3) **固體的水** 固體的水,名稱很繁雜;冰是最普通的。由 0°C . 的水,結成 0°C . 的冰,體積約膨漲十分一,所以在冬天,水缸,花瓶,自來水管和巖石,地層等,往往為冰所破壞。冰並不是無定形的固體,牠是六角柱狀(或片狀)的結晶體,和水晶相

似。雪也是固體水的變形，由細小的斜方六面體順着六角形方向集合而成，如第23圖所示。雪的白色由於

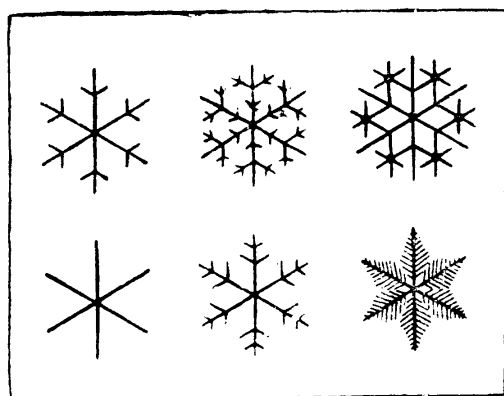


圖 23

光線完全反射的緣故；倘若把雪放在水面，讓光線不起反射，就失去白色了。霜，雹，霰等也屬固體的水，但其成因，則各不相同。

9. 天然水的性質和功用 天然水
Natural water 是包括雨水，井水，河水，泉水和海水等而言。天然水都不能說是純粹的，內中都溶解有別的雜質。雨水為天然水中最清潔的，但也不免含有氣體（空氣，碳酸氣，氮氣等）和塵埃。井水和河水中，除含有多種氣體外，還溶有礦物質

(含鈣,鎂,鐵等的無機物)和動植物等有機質.海水中含有多量的鹽分.泉水因多含礦物質,少有動植物質,故水味特別甘冽.

我們日用的井水或河水,因含有鈣,鎂,鐵等礦物質,故用以洗濯衣服,是很費肥皂的;因爲肥皂碰着這些礦物質,就要生成白色的沉澱,而不起泡.必須多用肥皂,先把這礦物質沉澱下去,然後纔能顯出肥皂的功用.這種水叫做硬水 Hard water; 水中含礦物質極少量的,就叫做軟水 Soft water.

實驗 20. 取河水,井水和蒸餾水(或雨水,也稱天落水)分別盛於試驗管中約半管,各加肥皂水 5 立方公分(用鉀肥皂或上等肥皂 4 至 5 公分,溶解於蒸餾水 50 立方公分中),即見井水河水各變成白色渾濁,稍久則成沉澱;蒸餾水仍舊澄清透明.

實驗 21. 取河水,井水和蒸餾水(或雨水)分別

盛於試驗管中約半管,各加石灰水 5 立方公分,即見河水,井水各生沉澱,蒸餾水仍舊透明。

由上述實驗,可知硬水中加石灰水或碳酸鈉,可令雜質變成沉澱。

水中因含有動植物質,很不合於衛生,有時還有微生物 Bacteria, 往往為傳染性的病菌,如第 24 圖為水中所含各種菌類,若傷寒 Typhoid fever, 霍亂 Cholera 和痢疾 Dysentery 等病,多以水為傳染的媒

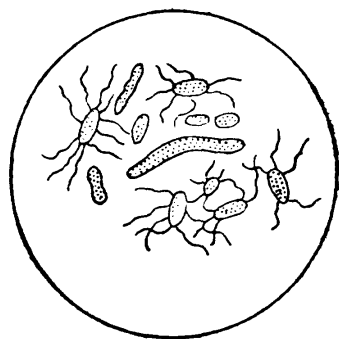


圖 24

介。故飲料水 Drinking water 的清潔與否,對於公眾衛生是很有關係的。

飲料水的清潔法,平常通用的有濾過 Filtration 和煮沸 Boiling 二種。

濾過法最為經濟。家庭用的即以木炭為濾清劑,把洗淨的木炭,放在太陽裏曬

乾,裝入大木桶內,將水注在木炭上,慢慢的通過,炭孔會吸去水中不潔淨的雜質,由下口流出,即可供飲料的用處.不過桶內的木炭,要時常洗淨曬乾,否則就失去濾過的效用了.我們可以做一個小規模的實驗:

實驗 22. 取可容兩三磅的玻瓶,裝入小塊洗淨曬乾(或在火上烤乾)的木炭,約滿瓶內四分三,並注水滿瓶,用帶有兩曲管的木塞塞住瓶口,將瓶倒置,如第 25 圖所示.由漏斗上注入濁水,將下邊管鉗鬆開,即見清水滴入杯中.

實驗 23. 照第 25 圖的裝置,瓶中裝入洗淨的細砂,約滿瓶三分二,並於短曲管插入瓶內的開口處,預以細布蓋住,以防細砂進入管中.試於漏斗上注入濁水,將下邊

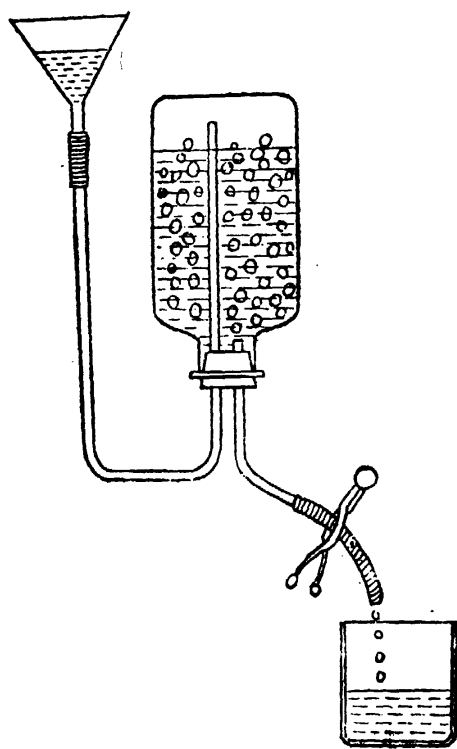


圖 25

管銹鬆開,即見清水滴入杯中。

都市公衆用的自來水,多用細砂和小石子作濾清劑的。自來水設備的情形是很複雜的,但濾水的原理,卻和上述實驗相同。

煮沸法是很合於衛生的,危險的病菌都可消滅。

欲得純粹的水,非用蒸餾法 Distillation 不可。科學上試驗用的,都要蒸餾水 Distillate water。如

第26圖爲學校中製造多量蒸餾水用的蒸餾器。我們也可用下邊的方法來實驗：

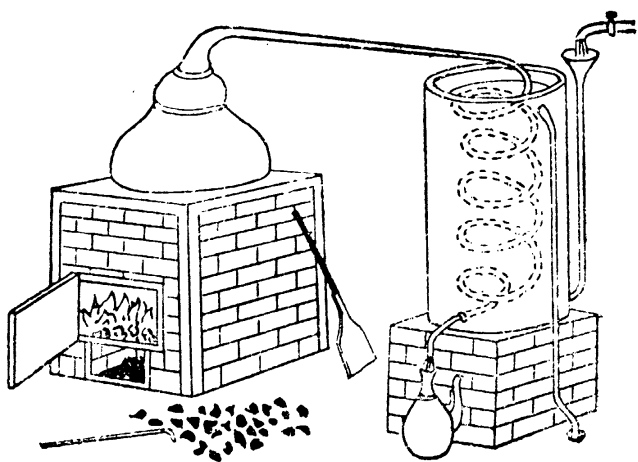


圖 26

實驗24. 取大試驗管A,中盛水滿三分二,水中加

紅墨水及氨水各一二點,以帶有導管的木塞,塞住管口,把導管的一端通入

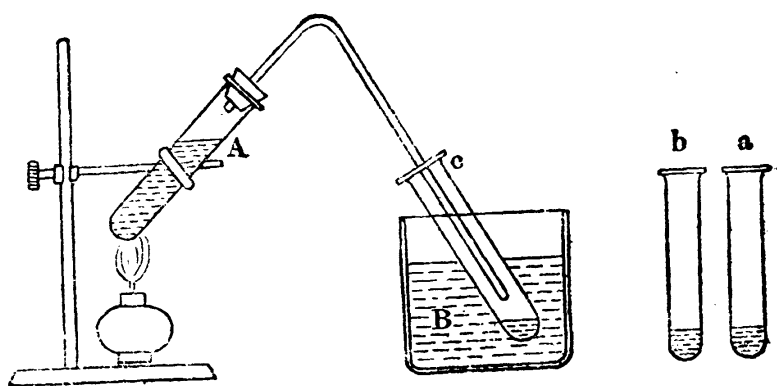


圖 27

於放置冷水杯 B 中的小試驗管 c 內,將 A 管內的紅水煮沸,水蒸汽就由導管通入小試驗管內,凝結成水,用 a, b, c 三個小試驗管,分盛各部分的蒸餾水, a 為最初的一部分, b 為中間的, c 為最後的,試嗅 a 管,還覺有氨的氣味;再嗅 b 管,就不覺得了; c 管中最為純潔,但紅色均未蒸餾過去。

我們製造蒸餾水時,最初的一部分,往往含有氣體物質,應棄去勿用,採取蒸餾中間的一部分,方能合用。

10. 蒸餾水的性質和成分 蒸餾水內因為沒有溶解甚麼雜質,所以牠的溶解力,比天然水多大些,如果喝下一杯蒸餾水,口裏覺得淡而無味,因此若以蒸餾水

作飲料,不但不經濟,而且也不衛生的。

蒸餾水不能通電流的,若加些物質進去,纔可變成導體。

實驗25. 取底部連有兩白金片的玻盤一個,盤內盛蒸餾水(或別樣電流分水器,亦可代用),用兩電池,一個電鈴,一個開閉機關,聯成一輪道,如第28圖所示。試將機關壓下,電鈴仍不作聲,是電流未通的緣故。

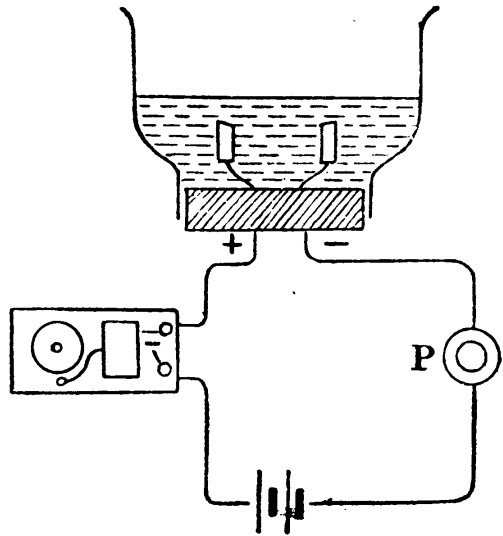


圖 28

試加 硫酸 或 氫氧化鈉

溶液一二點於水內,再壓下機關,即聽到鈴聲,是電流已通的證明;同時看見兩白金片上,也發生氣泡。

照上述實驗情形看來,水原是不傳電的,若加入硫酸或氫氧化鈉等物質,把牠變成導體,水裏就起了化學變化。陽極上捕到的是氧氣,用燃着的木條插入就能燃燒;陰極上捕到的是 氫氣 Hydrogen,用火

焰近牠,就發聲而燃燒.就牠們的容積而言,氫氣當氧氣的兩倍,所以水的成分,可以下式表示:

水 $\xrightarrow{\text{分解}}$ 兩容積氫 + 一容積氧

純水既然不能通電,則水的分解和加入的東西很有關係的;這一層留待在以後再補說.現在我們由別一方面證明水的成分,確是氫和氧二種元素.

實驗 26. 取盛水的玻盤一個,倒立滿水的試驗管於盤中,拿金屬的鈣一小塊(鈣和鐵,銅,錫,鉛,鎂相似,是一種單體的金屬),投入盤內,鈣比水重,所以沉在水底.我們將試驗管提起,放在鈣上,即見有氣泡升入管中,很容易捕滿一管.將點火的木條插入管內(管口不可向上),木條火滅,而管口倒作青色的火焰而燃燒.水盤中成為白色混濁的溶液,這就是鈣和氫,氧二元素化合而成的石灰水.

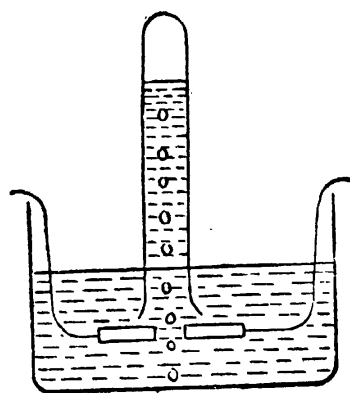


圖 29

實驗 27. 如第 30 圖的裝置,取長約一尺半的鐵管 (或銅的) 一條, A, B 兩端均以連有導管的木塞塞住, 並用熟石膏粉和水黏封 (或用黏土黏封也好) 以防 A, B 兩端漏氣。管中先裝入細鐵粉 (最好用新鐵絲網捲成畫軸狀, 放入管內), 放在紅泥炭火爐上, 灼熱管的中部, 次將 A 管連於水蒸汽發生瓶 C 上, B 管插入水槽 D 內。當蒸汽通過熱鐵粉 (或熱鐵絲網) 上, 即被鐵分解, 於水槽上可以捕得氫氣好幾瓶。俟鐵管冷後, 將鐵粉取去, 即見牠都變為銹鐵。

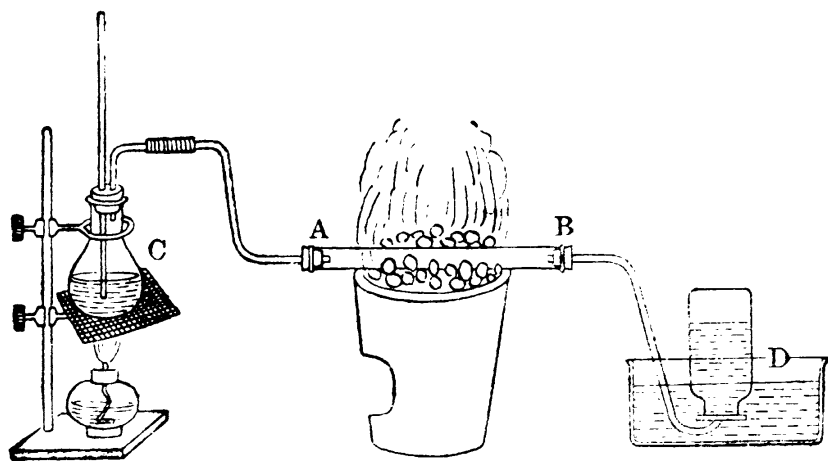
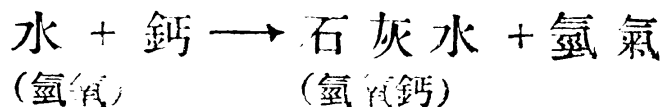
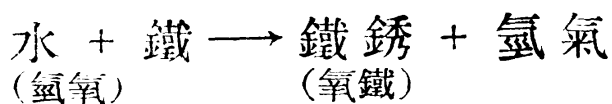


圖 30

由上列實驗看來, 鈣和鐵都能把水中的氫氣換出, 牠們的變化, 可以下式解明:





上式中的變化,既不是化合,又不像分解,我們特別叫牠換置 Substitution,因為用鈣和鐵來換易水成分中的氫氣。

11. 氫的性質 水是氫氧二元素化合成成功的,我們要研究氫氣,先想實驗室中氫氣的簡便製法,和製取時候的注意!誰也可以記得:“鋅粒加稀硫酸或稀鹽酸,就可以發生氫氣。”但做這實驗時,要十分注意,不可近火,以免發生爆裂危險!

實驗 23. 於玻瓶中盛鋅粒約 10 公分,以插有導管和漏斗的木塞塞住瓶口,次由漏斗注入稀硫酸(或稀鹽酸),即發生氫氣。這時候近處切

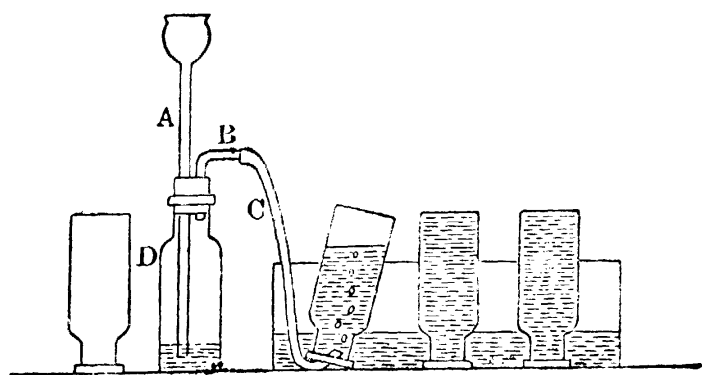


圖 31

勿點燈,即在水槽上用倒立滿水的試驗管,捕取氫氣.就燈焰試驗,初次發爆裂聲,繼則聲音漸低,俟所得氫氣在燃燒時發音甚弱爲止.如第31圖,即於水槽上捕取數瓶,備作下述實驗:

實驗 29. 取空捕氣瓶 B,蓋於氫氣瓶 A 上,如第32圖,將 A, B 間的毛玻片移開,則氫氣由 A 入 B,空氣由 B 入 A.約經過一二分鐘後,將

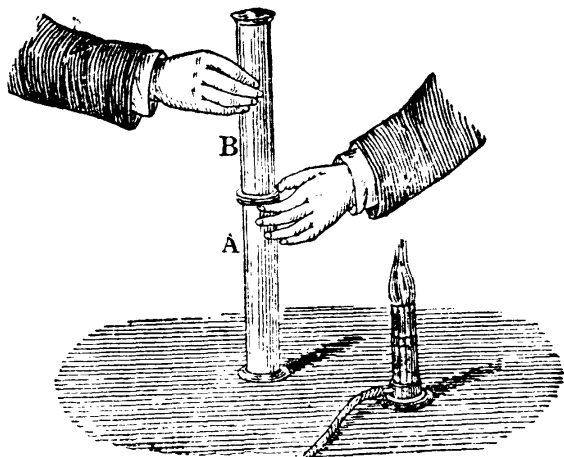


圖 32

B 瓶口移近火焰,即發爆聲.再試 A 瓶,無他變化.

實驗 30. 將燭火插在鐵絲上,急插入氫氣瓶中,氫氣能在瓶口燃燒,而瓶內的燭火反熄,如第33圖.

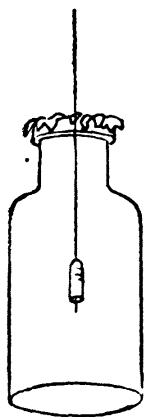


圖 33

實驗

31. 如

第34圖,將一玻杯倒懸於天平的一端,加

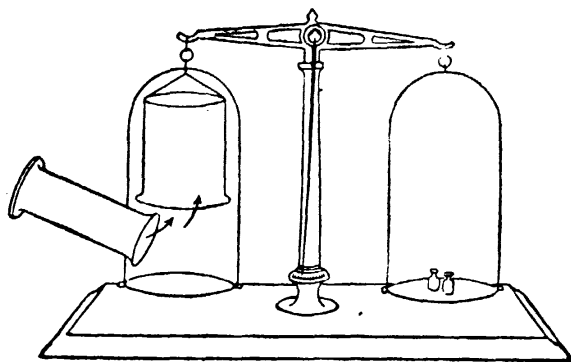


圖 34

砝碼於他端,令其平衡.若取氫氣一瓶,將瓶口對好杯口,使氫氣上升杯內,即見天平懸杯的一端上升.

實驗 32. 將上列實驗 28 用畢的氫氣發生瓶,拔去導管,以尖口管 A 替代,並將氫氣點着,即見氫氣光焰,暗淡作藍色 (但因玻管的緣故,火焰常帶黃色).這光焰溫度甚高,如用鐵絲或銅絲放入,即可燒斷.如用內盛冷水,外面乾燥的玻杯底,移置火焰上邊,即見杯底附着小水點甚多.

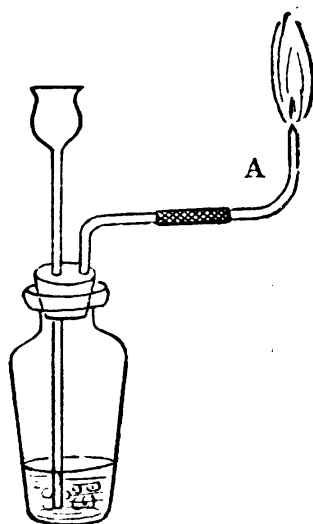


圖 53

實驗 33. 取一尺長的硬玻管一條, (或以薄壁金屬管代用) 中盛黑色的氧化銅 2 公分, 使均勻分佈於管內. 如第 36 圖, A 端連以氫氣發生

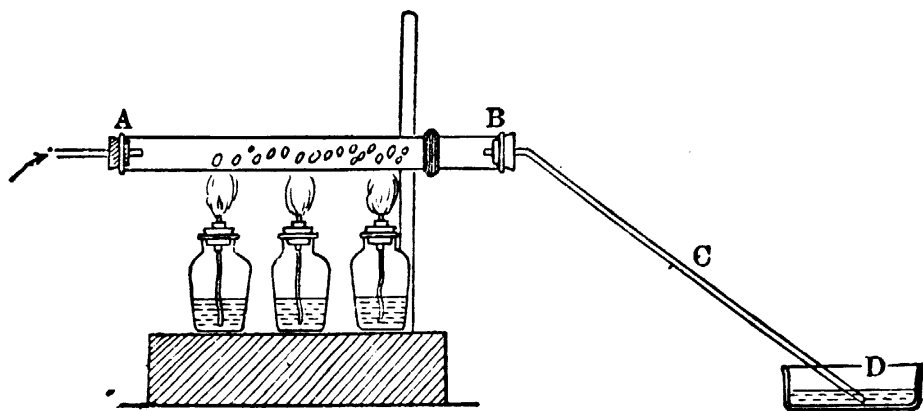


圖 36

瓶,先使氫氣逐出管中的空氣,然後將硬玻管加熱,即見C導管中有水點流入D盤內,而管內銅粉由黑色變爲紫紅色(純銅的本色)。

由上述各實驗中看來,我們可以知道氫氣有下列許多性質:

- (1) 氫氣是無色無味無臭的氣體;
- (2) 氫氣比空氣輕(祇有空氣重量百分之七);
- (3) 氫氣和氧氣化合時發熱很多,所以這兩種氣體的混合物富有爆裂性的;
- (4) 氫氣和氧氣化合就變爲水;
- (5) 氫氣和氧氣化合的力量很強,所以氫氣能把氧化銅中的氧氣奪回去,變爲水而使銅還原:

這種作用恰和氧化 Oxidation 相反,我們就叫牠還原 Reduction.

所以氫氣的特性,恰和氧氣相反,氧氣能把銅氧化爲氧化銅;氫氣卻能把氧化

銅還原爲銅。

氫氣是物質中頂輕的東西,在 0°C . 和 760 公釐氣壓時,一公升祇重 0.09 公分,所以氫氣的主要用途,從前多用以裝灌氫氣球或飛艇的氣囊。惟因牠太易着火,所以現在都改用氦 Helium. 氦是存於空氣中五種稀有氣體之一,產量很少。除了

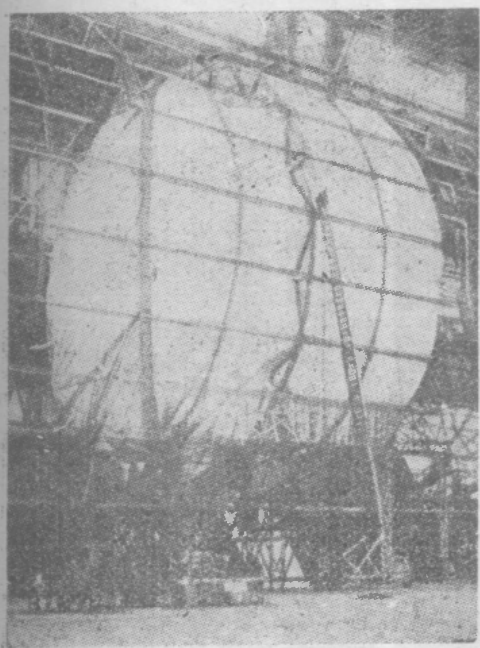


圖 37

氫氣,算是唯一的輕質;而且不易着火,所以比氫氣安全。美國地中噴出的天然氣 Natural gas 裏含氦很多,如第37圖,就是裝氦的氣囊,於飛行前試驗的情形。

又因爲氫氧化合時發生高熱的緣故,就創爲氫氧焰,如第38圖,氫氣由外邊經

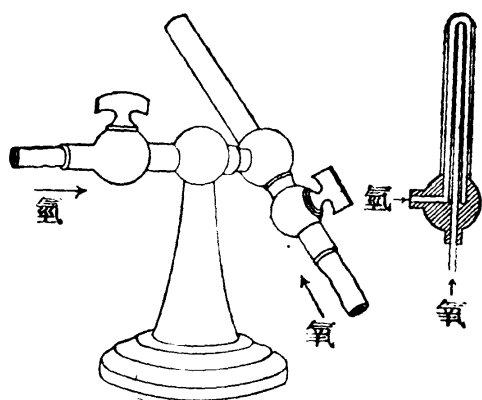


圖 38

過,氧氣由裏邊送出,
火焰溫度高至 2000°C .
可以融化白金.

還因為牠有還原
性,在化學上就用牠
作還原劑 Reducing

agent,可以把金屬的氧化物,還原為金屬.

習 題

1. 落雨,下雪或凍冰以前,氣溫為甚麼要增高呢?雨止雪消或冰融的時候,氣溫為甚麼要降低呢?
2. 試詳述蒸餾水的性質.
3. 氫氣一公升重 0.09 公分,氧氣一公升重 1.43 公分,欲把水重 3.04 公分,用電流分解為氫氣和氧氣,問各為多少公升?
4. 照上題的條件,試求水成分內氫氧重量的比率.
5. 試舉例說明氧化,化合,換置,還原和燃燒的意義.

第三章 食鹽

12.食鹽的銷量和產出 食鹽爲人生日用必需的調味品,並爲化學工業上重要原料.例如製造氯氣,漂白粉,鹽酸,碳酸鈉和氫氧化鈉等則直接以食鹽爲原料;製造肥皂,則用食鹽爲副助原料.化學工業越發達的國家,食鹽的用量越發增多,英國每人每年用食鹽三十公斤,德國每人每年用食鹽二十四公斤.我國化學工業雖在萌芽,但以人口衆多,故食鹽的銷量,仍佔世界上的第二位:

美國	4,200,000 噸	中國	2,600,000 噸
英國	2,200,000 噸	德國	2,000,000 噸
俄國	2,000,000 噸	印度	1,500,000 噸
法國	1,100,000 噸	日本	600,000 噸

我國食鹽就產地論,分海鹽,池鹽和井鹽三種;就製法言,有曬法和煮法二種.大概北方多風少雨,適於曬法;南方多雨潮溼,宜於煮法;也有晴時則曬;雨時則煮,互相調劑的.

(1) 海鹽產區 包括長蘆 (河北省),東三省,山東,兩淮,兩浙,福建和兩廣等七區.

(2) 池鹽產區 包括河東 (山西省),陝甘二區域.

(3) 井鹽產區 包括四川,雲南兩區域.

(4) 巖鹽 就是食鹽在地層內結成巖石狀,祇用採取,不必煮曬的.產於我國山西和新疆等省,惟數量有限,不能和海井池鹽相比就是了.

我國食鹽的產量以海鹽爲最多,井鹽居次,池鹽較少.各區製鹽的方法,因氣候

不同而異,如下表所示:

製 法	產 區
曬 法	長 蘆,東三省,山東,兩廣,福建,河東,陝甘
煮 法	四 川,雲 南
煮 曬	兩 淮,兩 浙

13.食鹽的性質 粗食鹽常帶灰黃色,味鹹而苦.在空氣中易吸收水蒸汽而潮解,滴下滷汁,叫做鹽滷.化學家以爲這不是食鹽的本性,純粹的食鹽是無色透明的結晶體,成正立方形,如第39圖.味鹹而清,在空氣中不會潮解.粗食鹽中因混有別的雜質,所以味苦而易潮解.(這種雜質主要的是氯化鎂 Magnesium chloride $MgCl_2$, 味苦而易潮解,能凝結豆漿成爲豆腐,所



圖 39

以豆腐店裏常收買滷汁。氯化鎂能傷腸胃的，故以粗鹽供食用，很不合於衛生，所以文明國中食用的多要精鹽。）

實驗 34. 取食鹽二十公分放置玻杯中，加水一百立方公分，在火焰上煮沸，用濾紙濾清，放置靜處，經過一、二天，則杯中即現有食鹽的大塊結晶體，肉眼也可察知牠是正立方形的。

實驗 35. 取食鹽溶液少許於試驗管中，滴加 硝酸銀 Silver nitrate AgNO_3 溶液一二點，即生白色沉澱，是為 氯化銀 Silver chloride，遇日光能變為紫色或灰黑色。

實驗 36. 取白金絲（如無白金絲，也可用細鐵絲代替）一條，在火焰上熔入玻棒內，如第 40 圖，先將絲的末端在燈焰上（須在火焰的最高處）燒紅，次附食鹽溶液，在焰上再燒，即見絲端發出黃色火焰。再取 氫氧化鈉 Sodium hydroxide NaOH 溶液如法試驗，也見牠發出黃色火焰。



實驗 37. 取 U 字形的連通管一個，如第 圖 40

41圖,先注入水銀於管內如C,A端加食鹽溶液,B端加蒸餾水.由B端插入白金絲(也可用鐵絲替代)於水銀內,連於電池的陰極;A端用碳棒(可用手電燈上小電池內的炭條替代)連於電池的陽極.共用三個電池.

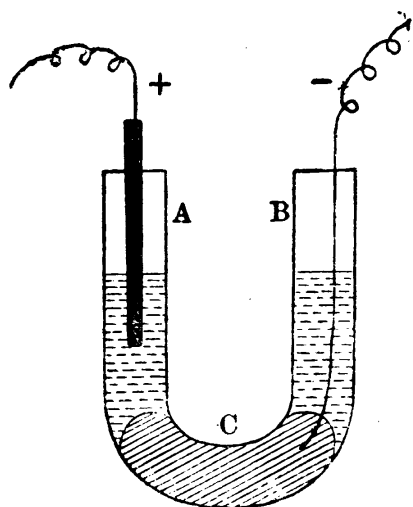


圖 41

當電流通時,A端即發出氯氣的臭味,試以浸有碘化鉀 Potassium iodide KI 溶液的紙片,移近A管口,即析出碘素 I_2 ,令紙片成紫褐色.再試將水銀移動.即見B管內水銀面上,發生氣泡.用紅色試驗紙放入B管內,立變為藍色,呈鹼性反應 Alkali reaction. 又將這溶液附着白金絲,在火焰上灼熱,即發出黃光,牠的性質,是和氫氧化鈉完全相同.

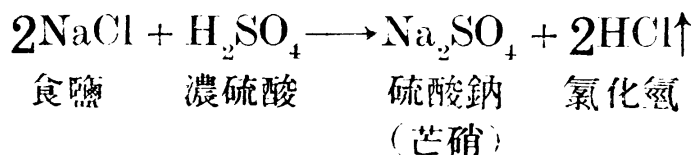
實驗 38. 取氫氧化鈉一立方公分,加水十立方公分稀薄後,再滴加硫酸銅溶液一兩點,即生出綠色沉澱,是為氫氧化銅 Cupric hydroxide $Cu(OH)_2$. 試將硫酸銅滴一二點於實驗 37 中的 B 管水溶液內,也見牠發生綠色沉澱,所以 B 管中的生成物,可斷定牠就是氫

氧化銅.

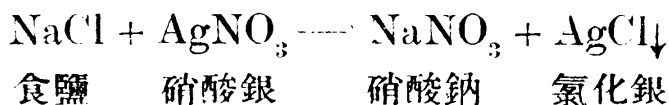
由上述各實驗,我們可以決定食鹽的性質和成分:

(1) 食鹽是無色透明的立方結晶,能溶解於水.

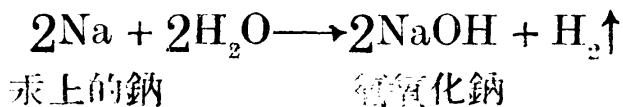
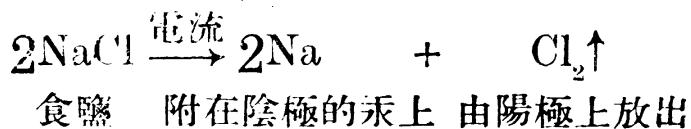
(2) 食鹽和濃硫酸加熱,可以發生氯化氫.

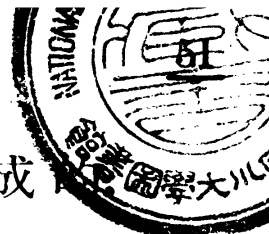


(3) 食鹽溶液能和硝酸銀溶液起反應:



(4) 食鹽溶液能給電流分解,生成氯,氫和氫氧化鈉.





(5) 食鹽是由氯和鈉化合而成

14.鈉的性質 鈉和鎂,鋅,銀,鐵等相似,也是一種金屬元素.質軟,很容易用小刀剖開,剖開面呈銀白色.在空氣中很易氧化,故常保存於煤油內.

實驗 39. 將鈉自煤油內取出,用吸水紙擦乾後,用小刀剖開,剖開面現銀白色.若放置空氣中二三分鐘,即見鈉的表面灰暗無光.放置稍久,全體可以氧化.

實驗 40. 取鈉一小塊,投入水盤中,即見鈉在水面上迴轉很快,放出氫氣而溶解.試以紅色試驗紙放入水盤內,即見變為藍色,呈鹼性反應.

實驗 41. 試以濾紙或毛邊紙疊成一小淺盤形,如第 42 圖,用水浸濕,投鈉塊於盤內,鈉即和水反應,發熱很多,能將氫氣燒着,因火焰中含有鈉素,故呈很強烈的明黃色.

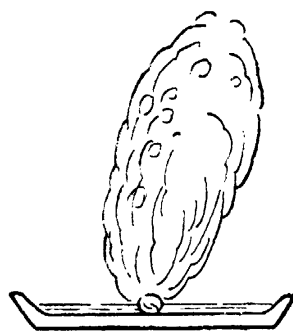


圖 42

實驗 42. 取大捕氣瓶一個,中放過錳酸鉀固體一公分,再注入濃鹽酸五立方公分,瓶內即發生氯氣.俟氯氣滿瓶後,即取鈉一小塊,放在潔淨的燒匙內,先將

鈉灼熱，立即插入氯氣瓶中，如第43圖，即發黃光而燃燒。俟反應完畢後，見燃燒匙上留有白色粉末，是即食鹽。試將白色粉末取下，加水少許令牠溶解。滴這溶液一點於玻片上，慢慢的在火焰上烤乾，即見玻片上留有白色痕跡。將這

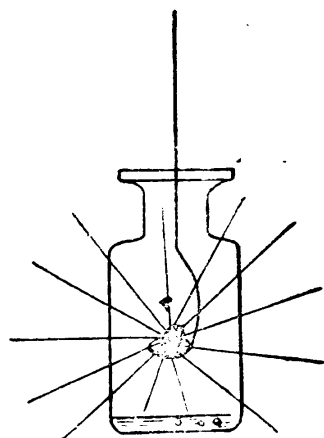


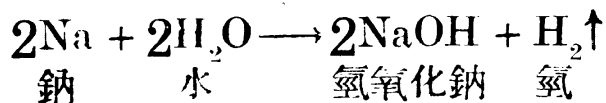
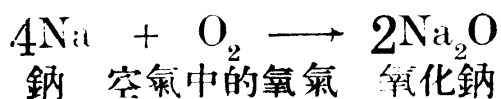
圖 43

痕跡在顯微鏡下觀察，即見有小立方體的結晶。再試於這溶液內，滴加硝酸銀溶液一二點，即生成白色沉澱。又溶液味鹹，火焰也作黃色，故知這白粉即是食鹽。

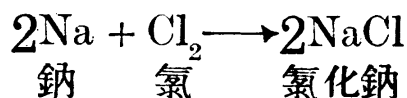
由上述各實驗，可知鈉的性質是如下：

(1) 鈉為銀白色有光澤的金屬，比重為0.97，質軟柔，至 96°C 。即融解。

(2) 鈉遇空氣（氧氣）和水即起化學變化，而成氧化鈉與氫氧化鈉：



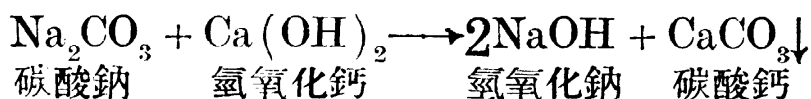
(3) 鈉 爲 一 價 元 素,與 氯 化 合,則 成 食 鹽:



(4) 鈉 的 單 體 或 化 合 物,當 燃 燒 時 均 能 放 出 鈉 固 有 的 黃 色 光.

15.鈉 的 重 要 化 合 物 鈉 的 重 要 化 合 物,除 食 鹽 即 氯 化 鈉 外,在 工 業 上 應 用 很 廣 的 還 有 下 列 數 種:

(1) **氫 氧 化 鈉** 氫 氧 化 鈉 Sodium hydroxide NaOH 一 名 苛 性 鈉,爲 白 色 固 體,有 潮 解 性,易 溶 於 水.工 業 上 用 爲 製 造 肥 皂,紙,棉 織 物 等 的 重 要 原 料,常 電 解 食 鹽 溶 液 以 製 得 之.又 用 碳 酸 鈉 Na_2CO_3 加 石 灰 乳 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 也 可 製 得:



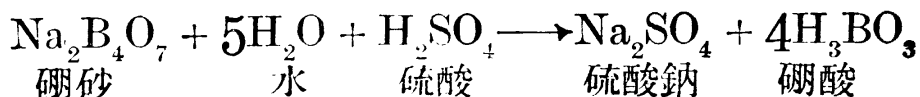
實驗 43. 取 結 晶 碳 酸 鈣 十 公 分,溶 解 於 水 一 百 立 方 公 分 內,加 熱 煮 沸.慢 慢 添 加 熟 石 灰 十 公 分.並 用 玻 棒 攪 拌,即 得 氫 氧 化 鈉 溶 液.濾 清 後 投 入 紅 色 試 驗 紙,

變爲藍色;用手指沾液摩擦,即覺潤滑異常。

(2) **硫酸鈉** 硫酸鈉 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, 爲製造鹽酸時的副產物,每一分子內含有十份結晶水.礦物界中也有產生,在我國藥材店裏,叫做芒硝.可供製造玻璃的原料.

(3) **硼砂** 硼砂 $\text{Borax } \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 我國西藏產量很多,常運銷內地和印度等處,我國藥材店中均有發售,溶於水中呈鹼性反應.能除油脂,故從前國人常用硼酸洗頭,以清潔頭髮.搪磁工業即以硼砂爲原料;化學玻璃器中如加硼砂,能耐熱而不易破裂;也可供食品類的防腐劑.

將硫酸加於硼砂的濃溶液中,即可析出硼酸 Boric acid:



實驗 44. 取硼砂 20 公分,溶於 100 立方公分水內,滴加濃硫酸 4 立方公分,在燈上將溶液蒸發至 50 立

方公分,放置冷處,即見有片形的結晶體析出,是爲硼酸.試取硼酸樣本與牠比較.

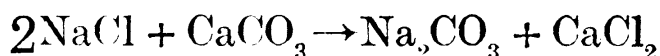
實驗 45. 取硼酸 (或硼砂少許滴加濃硫酸一二點) 少許放置蒸發皿內,加酒精(最好用木精 Methyl alcohol) 5 立方公分,用火點着,即見酒精的火焰成深綠色,是爲硼酸特具的反應.

硼酸爲白色鱗片狀的結晶,在手指間摩擦,覺甚潤滑.略能溶解於水,在 20°C . 時 100 公分水祇能溶解硼酸 4 公分.水溶液呈弱酸性反應,爲醫藥上通用的防腐消毒劑;飲食品類也可用硼酸防腐.

(4) **硝酸鈉** 硝酸鈉 Sodium nitrate NaNO_3 , 南美洲智利的地層中產量甚豐,叫做智利硝石 Chile saltpeter, 可供製造硝酸的原料,和農作物的肥料.市上販賣的智利肥田粉,就是硝酸鈉.

(5) **碳酸鈉** 碳酸鈉 Sodium carbonate Na_2CO_3 . 一名純碱,我國北方各省均有產.

出。質地純潔的，在工業上為製造苛性鈉，肥皂及玻璃等的原料，用途甚廣。製造方法，從前都用食鹽與硫酸作用使成硫酸鈉，再混和炭及石灰石等灼熱之即得，是為露布蘭法 LeBlanc process。到後來又有蘇爾維法 Solvay process發明，其法將氨及碳酸氣溶解於水，先成酸性碳酸銨 Ammonium bicarbonate NH_4HCO_3 ；與鹽溶液作用，則成酸性碳酸鈉 Sodium bicarbonate NaHCO_3 ；最後將酸性碳酸鈉灼熱，即得碳酸鈉。其全部反應可概括如下式：



此反應中的生成物可以循環利用，故此法各國多採用之。但近時又有於電解食鹽溶液中通入碳酸氣以製碳酸鈉的。

16.四川自流井中的氯化鉀 四川自流井以產食鹽著名全國，製提食鹽所剩

留的鹽水,俗稱膽水.據化學家的研究,這種膽水中含有很多量的氯化鉀 Potassium chloride KCl.氯化鉀可充肥料,且爲製造火藥用的硝酸鉀 KNO_3 的重要原料.

德國的施塔司福 Stassfurt 地方,以地層中產鉀鹽著名全球,其中所含的概爲氯化鉀及硫酸鉀等,每年產量甚多,大部份用作肥料.四川自流井視爲廢物的膽水,或可製造很有價值的鉀肥料!

實驗 46. 取固體的氯化鉀少許,放在玻片上,用顯微鏡細察牠的結晶形,也和食鹽相似,爲正立方形.

實驗 47. 取氯化鉀溶液五立方公分,滴加硝酸銀溶液一二點,即生成白色沉澱.

實驗 48. 取鉀素一小塊,投入水盤中,鉀素即浮在水面,能自行燃燒而發紫色的火焰.水

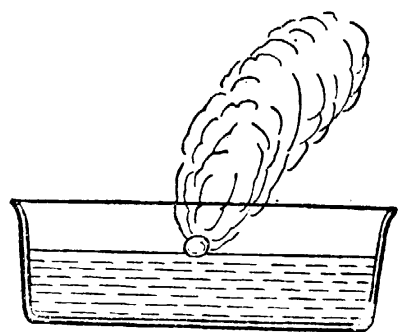


圖 44

盤中若投以紅色試驗紙,立即變爲藍色,呈鹼性反應.

是爲氫氧化鉀 Potassium hydroxide KOH 溶液。

實驗 49. 取氫氧化鉀溶液五立方公分於試驗管中,滴加稀鹽酸,用紅色和藍色試驗紙,試知牠不呈鹼性或酸性反應爲止,次將這溶液數點,放玻片上蒸發乾燥,在顯微鏡下觀察,知爲小立方體的結晶。

由上列實驗,可得下列幾個結論:

(1) 氯化鉀和氯化鈉相似,均爲無色透明的立方形結晶,能溶解於水中:在高溫度時氯化鉀的溶解量 (也叫做溶解度

Solubility, 以 100 立方公分水內能溶解的公分數爲標準) 比氯化鈉大; 在低溫度 (25°C . 以下) 時,則反是,如第 45 圖所示。圖

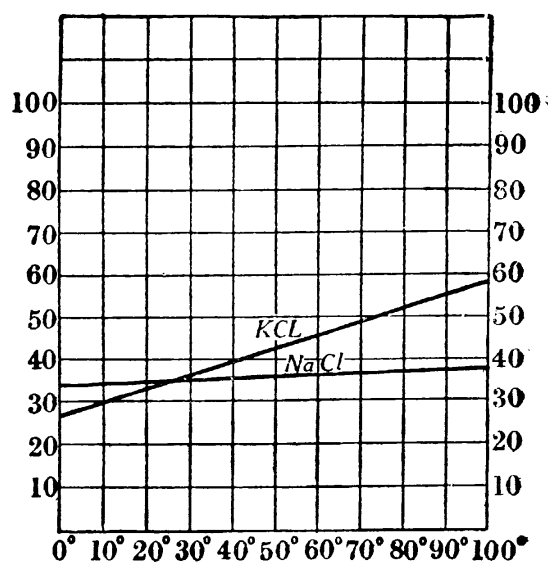
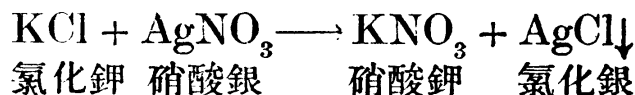
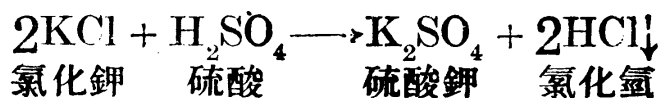


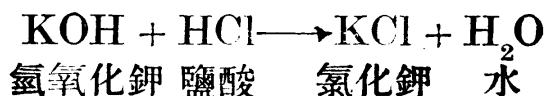
圖 45

中的畫線,叫做溶解曲線 Solubility curves.

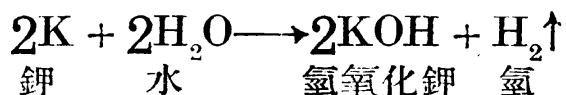
(2) 氯化鉀的化學性質和氯化鈉相似:



(3) 氯化鉀是鉀和氯化合而成



(4) 鉀和鈉一樣,也是一種金屬元素.質輕 (比重 0.86) 而軟,在空氣中很易氧化.遇水則起劇烈作用,變為氫氧化鉀 (一名苛性鉀) 而放出氫氣:



氫氧化鉀與氫氧化鈉都能溶解於水,其水溶液有辛辣味及膩滑感,能使紅色石蕊色質 Red litmus 變為藍色,是為鹼性反應 Alkali reaction. 凡具有此種鹼性反應的化合物,統稱為鹽基類 Base. 鹽基類遇到鹽酸,硫酸等酸類後,生成一種中性的

物質，稱爲鹽類 Salts. 如氫氧化鉀與鹽酸相遇，生成氯化鉀是。此種作用就稱爲中和 Neutralization.

習 題

1. 你們從經驗上或參考書上，把食鹽所有的功用，和牠所能生成的化合物，列表表明。
2. 鉀食鹽和普通食鹽有甚麼區別的方法？若這二樣鹽混在一起，有甚麼方法可以把牠們分開？
3. 食鹽中的苦味和潮解性，有甚麼方法可以除去？
4. 氯化鉀溶液由電解作用，可以生成那幾樣物質？
5. 用氫氧化鉀 96 公分，能中和濃硫酸多少公分？能生鹽（寫出鹽名）多少？
6. 欲生成氯化銀 200 公分，應用硫酸銀和食鹽各多少公分？

第四章 鹽酸

17.鹽酸 鹽酸 Hydrochloric acid 是三大強酸之一, (硫酸,硝酸及鹽酸,通稱為三大強酸) 牠是一種怎樣的物質?怎樣製法?怎樣的性質?怎樣用處?都是我們所要實地研究的.

實驗50. 取純粹的和粗製的濃鹽酸各一瓶,以辨別該酸液的色澤.並滴酸數點於蒸餾水中,試投入藍色石蕊紙,即變為紅色;再嘗牠的滋味,則覺很酸.又試取稀硫酸,硝酸,醋酸等和鹽酸比較,也均帶有酸味,能變藍色石蕊紙為紅色.

實驗51. 試開濃鹽酸瓶,即見瓶口發生白霧;如呵以呼氣,白霧更覺濃厚.再試注濃鹽酸 1 立方公分於小試驗管中,置於酒精燈上加熱,則酸內即有氣泡發生,在管內為無色透明氣體,若離開管口,即成為濃霧.

再於盛濃鹽酸的小試驗管中,滴加濃硫酸數點,也見鹽酸中發生氣泡,狀如沸騰,在管內透明,離管口即成白霧,在上實驗時如吸入白霧,即可使人咳嗽不止。

由上述實驗,我們知道純粹的鹽酸是無色透明的,粗製的略帶黃色;有酸味,能令藍色石蕊色質 Blue litmus 變為紅色;這種變化,在化學上叫做酸性反應 Acid reaction,如硫酸,硝酸和醋酸(就是醋中所含的酸味質)等都呈酸性反應,能把藍色石蕊變為紅色,這些物質在化學上統叫做酸類 Acids.

鹽酸受熱或加濃硫酸,則發生一種帶有刺激性的氣體,遇水蒸汽(呵氣或空氣中)即生成白霧,此種氣體叫做氯化氫 Hydrogen chloride. 鹽酸就是由這種氣體溶解於水而成的。

13.氯化氫的製法和性質 照上段中

實驗內所述的情形,我們把濃硫酸慢慢的滴入濃鹽酸中,可將鹽酸中的氯化氫逐出.在小學裏也已學過的,若把濃硫酸注入食鹽上,也可發生氯化氫.

實驗 52. 取食鹽 20 公分,研成細末,放置半磅燒瓶內,配以木塞,插入長漏斗和導管,如第 46 圖,固定於鐵架上,瓶底放一鐵絲網.由漏斗上注入硫酸 60 立方公分 (取水 30 立方公分,再加濃硫酸 30 立方公分),在瓶底加熱,即可發生多量氯化氫,用廣口瓶三個,按下方置換法

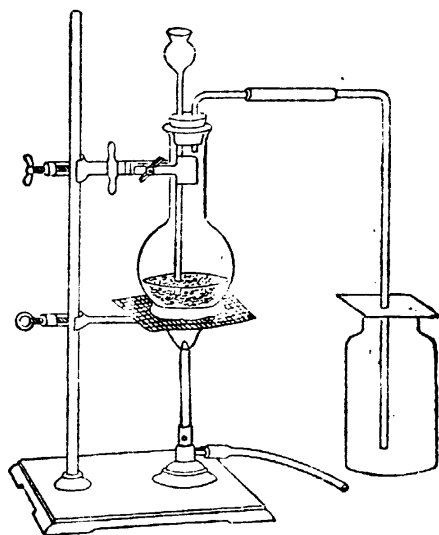


圖 46

Downward displacement of air (比空氣重的氣體而又易溶於水的,都可按此法捕取)捕取滿瓶,以備下述實驗.多餘氣體,由導管通入冷水中,使成為鹽酸.

實驗 53. 立一燃着的蠟燭於燃燒匙內,插入氯化氫瓶中,即見燭火熄滅.

實驗 54. 取廣口瓶一個,注入濃氨水數點,即覆在

滿盛氯化氫的廣口瓶上,抽出玻片,如第47圖,即見兩瓶內盛生白霧;冷後即凝為白色固體,附着於瓶壁內。

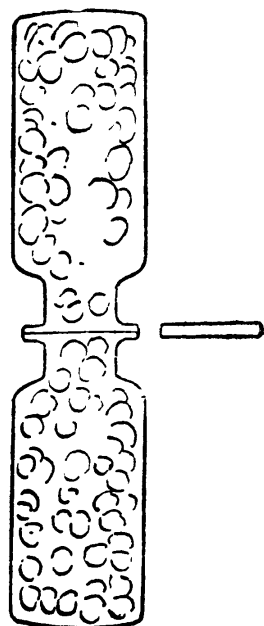


圖 47

實驗55. 取大平底燒瓶一個,盛藍色石蕊溶液約五分之四,以插有曲管和一尖口長玻管的木塞,塞住瓶口,長管上配有木塞,恰和滿盛氯化氫的燒瓶口相合.先將帶有曲管和尖口長管的木塞取下,將管上的木塞,塞入滿盛

氯化氫的燒瓶上,令尖口離瓶底約半寸,次把牠倒立

於大燒瓶上,如第48圖的裝置。

試由曲管吹入呼氣,令平底燒瓶內的藍色水由尖口噴入一二點於上燒瓶內,即見藍水繼續噴上,如噴泉然,同時藍色石蕊液變為紅色。

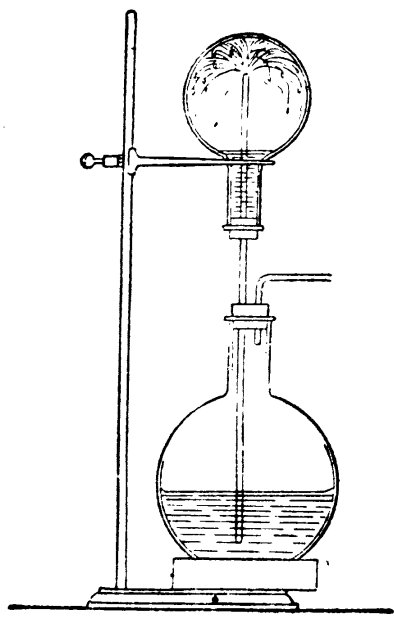


圖 48

實驗56. 取用炭精極的電流分水器一架,在食鹽濃溶液內加濃鹽酸三分之一(因氯能溶於水中,不易溶於濃食鹽水

中),滿盛於玻管和分解器內,如第49圖,連以乾電池三四個,約經過五六分鐘後,即見兩管內集有等量的氣體,陽極管上為淡黃綠色,是為氯氣,試以碘化鉀溶液,即變為紅褐色,滴這溶液數點於澱粉溶液(或飯和饅頭上)

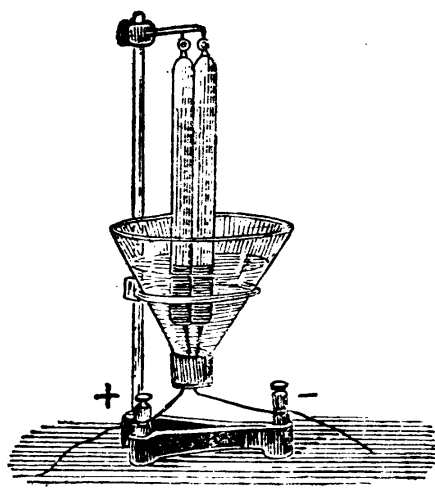
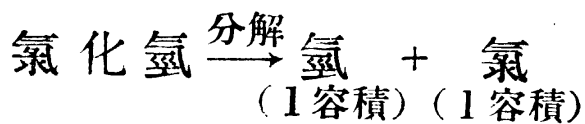


圖 49

中,即變為藍色,陰極管上的無色無臭無味的氣體,能發音而燃燒,決定為氫氣。(注意:氯氣能侵蝕白金片,故應用炭精為電極)。

由上述各實驗的結果,我們可歸納為下列的結論:

(1)食鹽和硫酸加熱,即發生氯化氫.氯化氫的成分為等容量的氫與氯,用方程式表明如下:



(2)乾燥的氯化氫為無色而有刺激性,

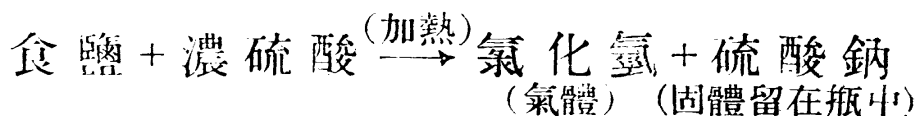
比空氣重些。遇水蒸汽即生成白霧，遇氨氣即生成白色固體的氯化銨 Ammonium chloride.

(3) 氯化氫不能助燃燒，很能溶解於水中。牠的水溶液呈酸性反應，就是鹽酸。

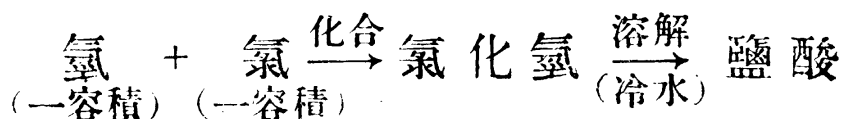
(4) 將鹽酸和二氧化錳加熱，可以放出氯化氫成分中的氯氣。

(5) 將稀鹽酸加鎂，鋅，鐵等金屬，則放出氯化氫成分中的氫氣。

19. 鹽酸的用途 鹽酸在化學工業上，用量很多。由上段中氯化氫的製法



上邊看來，牠是用硫酸作原料的。可是近來已能直接用氫氣和氯氣化合而成，叫做合成法 Synthetic method:



牠的用途,以製造染料和醫藥用品爲最多;市上販賣的味精,味母和醬油精等,亦即用鹽酸分解蛋白質(麪筋,魚肉等)而成.現在上海和浙江均已設有電化廠,用合成法製造鹽酸.

20.由鹽酸中放出氯氣 我們已經知道把氯化氫溶解於水,即成爲鹽酸.用二氧化錳加鹽酸,熱之,即可以放出氯化氫中的氯氣.

實驗 57. 取燒瓶一個,中盛二氧化錳 20 公分,以帶有長漏斗和曲導管的木塞,緊塞瓶口.用橡皮管連接盛水少許的洗瓶上,如第 50 圖的情形.先注水 10 立方公分於漏斗內,將二氧化錳全體浸透,次試驗全付裝置漏氣否.再由漏

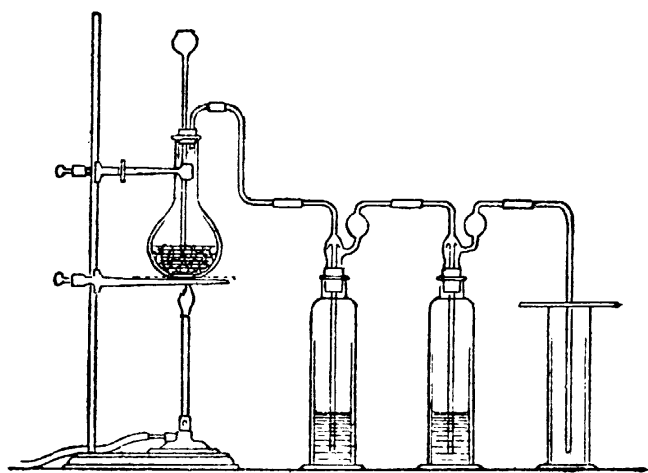


圖 50

斗上注入濃鹽酸 50 立方公分,用燈在瓶底慢慢加熱,即見瓶內發生淺黃綠色的氣體,通過水中以洗去氯化氫,用下方置換法,捕取氯氣五瓶,以供實驗.多餘氣體,使通入冷水杯,做成氯氣水.

實驗 58. 取氯氣一瓶,觀察牠的色澤.氯氣甚毒,不可多嗅,多易中毒.實驗時如覺難堪,可於手帕上灑酒精幾點,塞於鼻下,足以解毒.最好全體實驗均在室外或廊下舉行.

實驗 59. 立一點着的蠟燭於燃燒匙上,插入氯氣瓶中,即見蠟燭作暗紅色的火焰,仍能在氯氣中繼續燃燒,同時瓶內發生白霧和黑煙.俟反應停止後,即將燃燒匙提出,另取一廣口瓶覆置這反應瓶上,約經過三四分鐘,白霧能擴散少許於上覆空瓶中.即取浸有氨水的紙條放入上覆瓶中,立即發生更濃的白霧,故知這白霧為氯化氫氣體.次察黑煙即為煙煤,是蠟燭內分出的碳素.

實驗 60. 於一氫氣發生器 A 的導管上,連以尖口的曲管 C,俟發生器內的空氣完全給氫氣驅逐後,將尖口上用火點着,即見氫氣作黃色火焰(因為玻璃的緣故).如第 51 圖,將尖管插入氯氣瓶中,火焰作淡

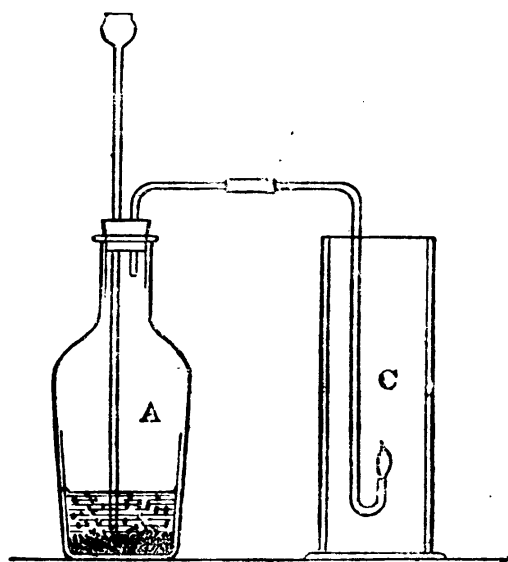


圖 51

白色,仍能在氯氣中燃燒,同時瓶口噴出有刺激性的白霧,以呵氣吹牠,白霧更濃.用浸有氨水的紙片移近牠,即成爲濃霧.

實驗 61. 如第 52 圖,取氯氣一瓶,用厚紙片將錒粉分散瓶中,即見

發火而化合,成爲白色氣體;冷後凝成固體,附着於瓶壁,是爲氯化錒.

實驗 62. 取各色鮮花和各色布頭,用水浸濕後,即投入氯氣瓶中,不過數分鐘後,即見顏色漂白.

由上述各實驗的結果,我們可以列舉氯氣的製法和性質如下:

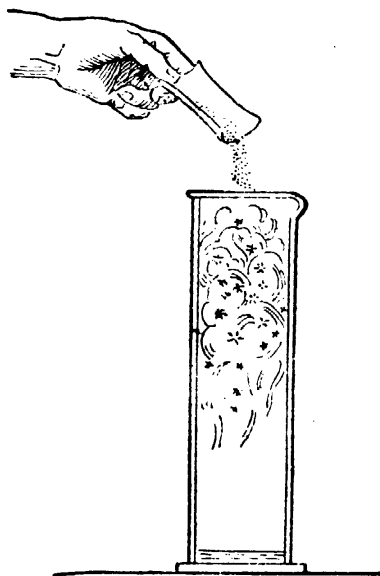
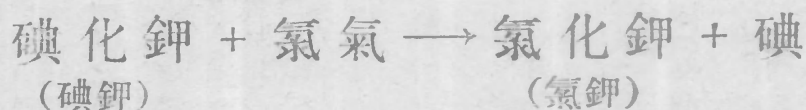


圖 52

(1) 氯氣可於濃鹽酸中加二氧化錒受

(5) 氯氣也可替代他物質中的一成分，而成爲一新物質：



碘和氯氣性質很相似，但其化合力不如牠，所以能給氯氣逐出。這種變化和水成分中的氧氣給氯氣逐出相似，統歸於換置作用類。

21. 氯氣的用途 氯氣能和氫氣直接化合，可用爲製造鹽酸的原料。又因牠能漂白，可用作漂白劑 Bleaching agent。供漂白的氯氣，有將牠化爲液體，壓入鋼筒，如第53圖，以便運銷各處。如飲料水中含有



圖 53

傳染性的病菌,也可用氯氣通入水中,便放出氧氣,可以氧化病菌,以供消毒。

工業上將氯通入加熱的熟石灰（即生石灰加水而成的）上,即成爲漂白粉 Bleaching powder.

實驗 63. 取生石灰（或熟石灰）加水在蒸發皿內調成半固體,用玻棒均勻塗抹於廣口瓶內,以插有 A, B 二曲管的木塞塞住瓶口,如第 54 圖。試通入氯氣於瓶中,由 A 流入,以滿出 B 管爲止。放置十分鐘,即見瓶內的氯,慢慢的給熟石灰吸去,將牠的一部分變爲漂白粉。試取出這石灰少許,放置蒸發皿內,加稀鹽酸少許,即復放出氯氣,臭味甚烈。試注入藍色石蕊液少許,即見消色。

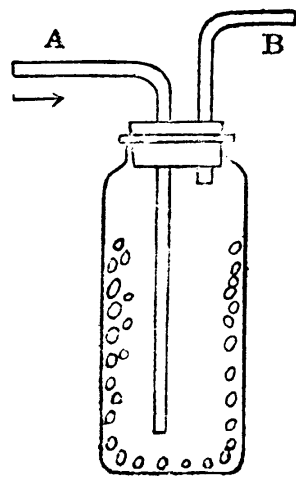


圖 54

漂白粉爲白色可溶性的固體,常帶有氯氣的特臭;是因爲漂白粉碰到空氣中

的碳酸氣和水蒸汽,也放出氯氣的緣故。因此漂白粉運輸時須防止接觸空氣,病房中如放置漂白粉,就能慢慢的放出氯氣,可以消滅病菌。漂白粉祇可漂白棉花,布疋,紙漿等纖維,若羊毛,蠶絲,人造絲等均不可用。

22. 氯族元素 和氯的性質相像的,尚有碘,溴和氟三種,總稱為氯屬元素。

碘 Iodine 是紫黑色的片狀結晶,有金屬光澤。牠易溶於酒精,不易溶於水中。酒精溶液醫學上常用作消腫劑,功效頗著。牠的化合物有碘化鉀 Potassium iodide KI, 也和食鹽相似,為立方形的結晶體,化學上用為重要的試藥。碘化鉀混二氧化錳再加硫酸加熱,即可發生碘素。

實驗 64. 取碘化鉀數小塊,投入等量的二氧化錳,再滴加硫酸(酸一容水一容)少許,試於燈上加熱,

即見管口發出紫色氣體,管壁上附着紫黑色的片狀物,是即碘素。取碘少許溶解於酒精中,試注於米飯或饅頭上,即現深藍色。

碘遇澱粉即現深藍色,故化學和植物學上,常以碘做考驗澱粉的試藥。

溴 Bromine 在常溫中爲赤褐色的液體,易揮發,刺激性甚強,頗毒。化學性質與氯相似,化學工業上廣用之。

氟 Fluorine 爲淡黃綠色的氣體,有強刺激性,極毒。性極活潑,在常溫中雖在暗處亦能與氫起爆鳴而化合,或使水分解而生氟化氫 Hydrogen fluoride H_2F_2 。

氟化氫的水溶液稱的氟氫酸 Hydrofluoric acid, 有劇毒。化合力亦強,可爲腐蝕玻璃之用。

23. 物理學上的分子說能解釋化學變化嗎? 我們在物理學上,已經知道物質

——不論氣體,液體和固體——都是由運動不絕的分子合成的,這叫做分子運動說 Kinetic theory of molecules.意大利有一位物理學家阿服蓋特羅 Amedeo Avogadro



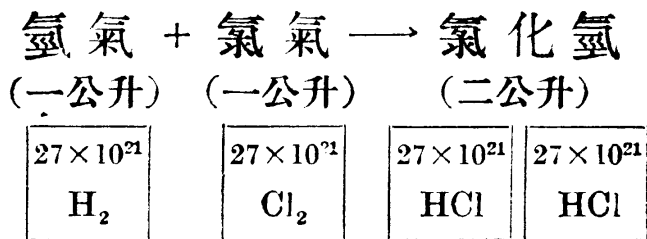
圖 55

(1776-1856) 專門研

究氣體物質,由他研究的結果,曾經於一百多年前(1811年)發表一個結論:“在同溫度同壓力之下,同容積內各種氣體的分子數必均相等。”這就是說一公升氫氣內(在 0°C . 和 760mm.) 假定含有五百萬個分子,那末一公升氯氣,氮氣,氧氣,碳酸氣,氯化氫……等(在 0°C . 和 760mm.), 也必含有五百萬個分子呢!這種結論,就

叫做阿氏學說 Avogadro's theory. 從前人家還以為是一種不可證實的理論,現在物理學上實測的結果,已可證明這種學說是千真萬確的;不論氫氣,氮氣,氯氣,氧氣……等在 0°C . 和 760mm . 時,一公升中均含有 27×10^{21} (就是在27下邊加二十一個圈) 個分子.

現在有氫氣氯氣各一公升,經過化學變化後,當成為氯化氫兩公升.據阿氏學說,氫,氯各一公升中,必各含 27×10^{21} 個分子;而由氫,氯二元素化合而成的氯化氫二公升中,所含的分子數必為 27×10^{21} 的2倍.用圖表示如下:



又在每一個氯化氫分子中,至少必含

有一個氫原子,故在 27×10^{21} 個氫分子中,總數共有 $2 \times 27 \times 10^{21}$ 的氫原子.換句話說,每個氫分子至少必含二個氫原子.同樣,每個氯分子,至少也必含二個氯原子.故用阿氏學說,不但可以說明氣體化合的現象,并且也可以證明原子說的理論.原來在一百二十多年(1808年)前,英國

一位中學教師達爾通 John Dalton (1766-1844 見第56圖),就化學立場,創為原子說 Atomic theory. 他相信各種物質的分子,均可再分為極小的細粒,叫做原子 Atom,

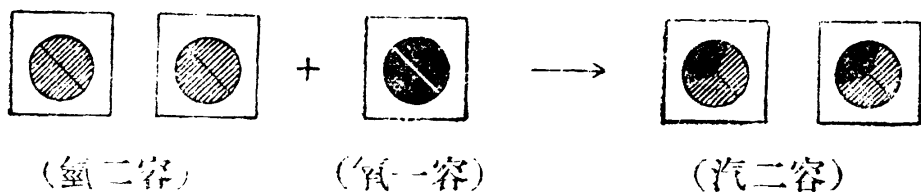


圖 56

原子是化學變化的單位,不可再分的,牠有一定不變的重量,叫做原子量 Atomic

weight. 如氧,氫,氮,氯以及金,銀,銅,鐵,錫……等,各皆由一種原子所組成的,我們叫牠元素 Element, 也叫做單體 Simple substance. 如氯化氫,氯化銅,氧化鐵,二氧化錳,氯酸鉀……等由二種以上不同原子化合而成(化合——由化學變化而成)的,我們叫牠化合物. 平常物質存在卻以分子爲單位;分子也有一定的重量,叫做分子量 Molecular weight. 假如我們已知道元素的原子量,那末分子(單體或化合物)的分子量就很容易計算了。

我們由氯化氫的組成,知道氫氣,氯氣和氯化氫的分子,是由兩個原子化合而成的,還有水的組成,也可以如此決定:



即每個氫分子與每個氧分子各由二個原子化合而成,而每個水分子則由二個氫原子和一個氧原子化合而成的。

24.原子量和分子量的測定法 根據上二段中的事實,我們知道許多氣體元素的分子,都是包含兩個原子的;氧氣,氫氣,氯氣固然如此,氮氣呢?化學家證明也含兩個原子的.照這樣說來,氫,氧,氯,氮等氣體元素,在 0°C . 和 760 公釐時,每一公升內,均含有 $2 \times 27 \times 10^{21}$ 個原子了;就是原子數為分子數的二倍.那末一公升氣體元素重量的比,也就是牠原子量的比了:

$$\frac{\begin{array}{|c|} \hline \text{氧氣一公升} \\ 1.429\text{公分} \\ \hline \end{array}}{\begin{array}{|c|} \hline \text{氫氣一公升} \\ 0.08987\text{公分} \\ \hline \end{array}} = \frac{\begin{array}{|c|} \hline \text{氧原子} \\ 2 \times 27 \times 10^{21} \\ \hline \end{array}}{\begin{array}{|c|} \hline \text{氫原子} \\ 2 \times 27 \times 10^{21} \\ \hline \end{array}} = \frac{\begin{array}{|c|} \hline \text{氧一原子} \\ \hline \end{array}}{\begin{array}{|c|} \hline \text{氫一原子} \\ \hline \end{array}} = \frac{15.9006}{1}.$$

若我們假定氫氣的原子量等於 1,則氧氣的原子量就等於 15.9006.不過現在化學上均以氧氣的原子量等於 16 為標準,

所以別的原子量也就不能不加以修正。

氣體原質	一公升重量	原 子 量	
		以氫氣(1)爲標準	以氧氣(16)爲標準
氫	0.08987	$\frac{0.08987}{0.08987} = 1.0000$	1.008
氮	1.250	$\frac{1.250}{0.08987} = 13.9039$	14.008
氧	1.429	$\frac{1.429}{0.08987} = 15.9006$	16.00
氯	3.214	$\frac{3.214}{0.08987} = 35.7986$	36.03★ (35.457)
★因爲氯氣分子中,有一小部是由四個原子合成的,所以比較用別法測算的重些。			

氧氣原子量既定爲16,氧氣的分子量就爲32,氫氣分子量爲2.016,氮氣分子量爲28.016,氯氣分子量爲70.914;氯化氫的分子量當爲36.465($1.008 + 35.457$),水的分子量當爲18.016($2 \times 1.008 + 16$)。

又各種氣體物質,雖未知道牠的成分,即每分子中含有多少原子,也可根據阿氏學說,以氧氣分子量32爲標準,求得牠

們的分子量.

$$\frac{\begin{array}{|l|} \hline \text{某溫某壓某} \\ \text{容的氣體重} \\ \text{1000個分子} \\ \hline \end{array}}{\begin{array}{|l|} \hline \text{同溫同壓同} \\ \text{容的氧氣重} \\ \text{1000個分子} \\ \hline \end{array}} = \left(\frac{\text{某氣} \begin{array}{|c|} \hline \text{1個} \\ \hline \text{分子重} \\ \hline \end{array}}{\text{氧氣} \begin{array}{|c|} \hline \text{1個} \\ \hline \text{分子重} \\ \hline \end{array}} \right) = \frac{x(\text{某氣體的分子量})}{32(\text{氧氣的分子量})}$$

$$\therefore x(\text{某氣體的分子量}) = 32 \times \frac{\text{某氣體的重量}}{\text{同溫同壓同容的氧重量}}$$

故按上式,祇要知道同溫度同壓力同容積某氣體和氧氣的重量,即可算出某氣體的分子量.試應用上式請將各種氣體的分子量,分別填入下表內:

氣體物質	在0°C和760公釐下一公升的重量	分子量
氧	1.4290 公分	32
氫	0.08987 公分	2.016
氮	1.2506 公分	28.016
氯化氫	1.6398 公分	
碳酸氣	1.9768 公分	
氨氣	0.135 公分	
沼氣	0.180 公分	
電石氣	1.080 公分	

25. 原子量和分子量的簡單表示法

我們在代數學上,往往以 a, b, c, d 等字母代表數字;以附在字母前邊的亞拉伯數字表示該字母的係數,如 $2a, 3b, 4c \dots\dots$ 等;以附在字母上邊的亞拉伯小數目字,表明該字母的乘方,如 $a^2, b^3, c^4 \dots\dots$ 等.這種表示法,無非求計算時的簡捷和整齊,不必多加說明,就可以令人一目瞭然.化學家也是這樣想,試用種種符號 Symbol 以表示元素,並代表元素的原子量;或表示物質的分子,並代表牠的分子量,以表現化學上的簡單整齊,既美觀而又方便.

瑞典化學家白則留 Berzelius(1779-1848



圖 57

見第57圖) 倡議用拉丁文原名的第一個字母作為元素的符號.如果第一個字母相同,則兼取以下的字母,不過第一個字母用大寫,第二個用小寫的.例如:

中 文 名	拉 丁 文 名	符 號	代表的原子量
氫	Hydrogenium	H	1.0078
碳	Carbonium	C	12.00
氮	Nitrogenium	N	14.008
氯	Chlorum	Cl	35.457
鈉	Natrium	Na	22.997
鉀	Kalium	K	39.10
鐵	Ferrum	Fe	55.84
銀	Argentum	Ag	107.88
金	Aurum	Au	197.2

已知元素共有九十二種,本書中將重要的列成一表,附在卷尾,以備參閱.凡附有 * 標誌的,是較重要的元素,應熟記牠的符號和原子量,以便應用.

所以若說氮的分子,就可以寫作:

$$\text{N}_2 = (14 \times 2) = 28,$$

氧的分子,就可以寫作:

$$O_2 = (16 \times 2) = 32,$$

氯化氫的分子,就可以寫作:

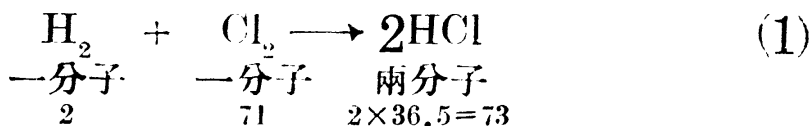
$$HCl = (1 + 35.5) = 36.5,$$

水的分子,就可以寫作:

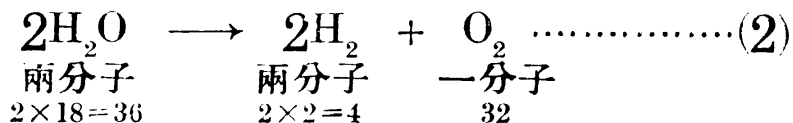
$$H_2O = (1 \times 2 + 16) = 18.$$

這種由元素符號聯成的 N_2 , O_2 , HCl 和 H_2O 等,用以表明物質分子的成分,叫做 分子式 Molecular formula. 無論符號或分子式,除表明物質或分子外,且兼表示物質的原子量和分子量 (就是各原子量的和)

又如由氯氣和氫氣化合而成氯化氫時,也可用分子式聯合表明牠:

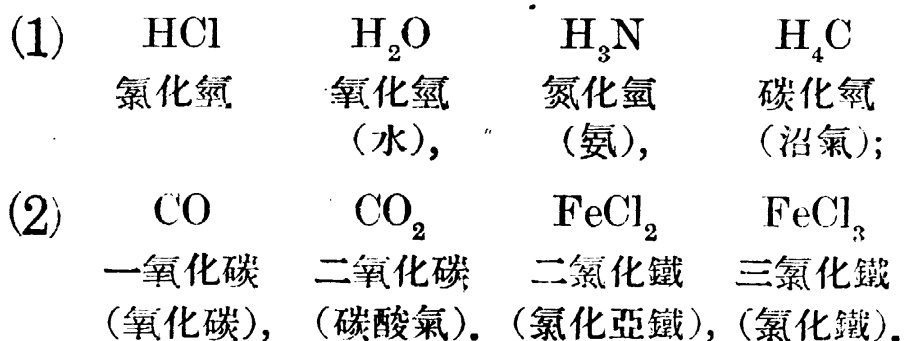


又水的分解,也可用分子式聯合表明:



上述(1)(2)二式,叫做化學方程式 Chemical equations; 箭頭所指,即表示化學變化進行的方向.化學方程式不但可以表明某種化學變化時的情形,如所用的物質分子(在式左邊)和所生的物質分子(在式右邊),並且還表明各物質間容積和重量的關係呢.

26.原子和原子是怎樣聯合的 照達爾登的原子說,分子都由原子合成,就是化學變化,也以原子爲單位的.不過有些很奇怪的事實,我們怎樣解釋牠呢?例如:

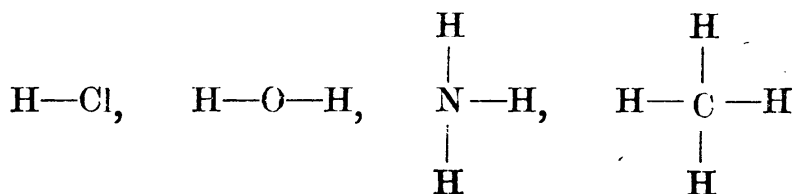


就(1)項而論,一個氯原子,可以和一個氫原子化合,但是一個氧原子卻能和兩個

氫原子化合;一個氮原子能和三個氫原子,一個碳原子能和四個氫原子化合.可知各種原子化合的情形,各不相同:有的化合,需要別的原子多些;有的化合,需要別的原子少些.在化學上,這種原子和原子間化合的特性,叫做價 Valence. 原子的價即以氫原子爲標準的,叫做一價.氫一原子能和氯一原子化合而成爲氯化氫 HCl , 所以氯氣和氫氣都是一價的元素.氧一原子能和兩個氫原子化合而成爲水 H_2O , 所以氧氣是二價的元素.循此類推,氮氣是三價的元素,碳是四價的元素.

但元素的價並非多是固定,有些時常變化的.如一氧化碳 CO 中的碳原子是二價,但二氧化碳中的碳原子卻變爲四價;二氯化鐵 FeCl_2 中的鐵原子是二價,但三氯化鐵 FeCl_3 中的鐵原子卻變爲三價.

分子式內各原子的價,通常多以短劃表明,叫做價鍵 Bond. 化學上常以價鍵表示分子式中各原子結合的情形,例如:

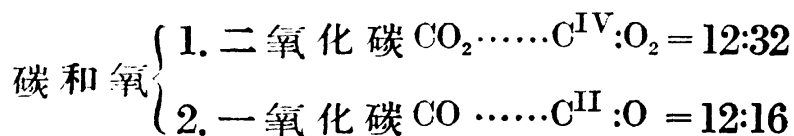


等式,叫做構造式 Constitutional formula.

27.化合物的成分是一定不變的 氫氣和氧氣化合爲水時,常按照一定的比例.水的分子式爲 H_2O , 分子量爲 18,這就是說:不問用那種方法合成的水,牠每個分子內,必含有氫原子兩個和氧原子一個;也就是:水內氫氧重量的比例爲 2:16,或 1:8,是永遠不變的.所以化學家說:一切化合物成分中各元素重量的比例,常一定不變的;這種論斷就叫做定比定律 Law of definite proportions, 也叫做定組織定

律 Law of constant composition. 換句話說,每個化合物均有一定重量的組織;這也是化合物的特徵,混合物就不是這樣了。

又兩種元素化合,因為原子價有變化,能生成兩種或多種化合物,如同:



$$\begin{aligned} & \text{二氧化碳中的氧量:一氧化碳中的} \\ & \text{氧量} = 32:16 \\ & = 2:1 \end{aligned}$$

由上列的事實看來,我們可以得到一種結論: A, B 兩元素化合,能生成新的化合物時,在這些化合物中,對於 A 元素一定量所化合的 B 元素各重量,常互成為簡單整數的比;這種結論叫做倍比定律

Law of multiple proportions.

習 題

1. 這裏有一瓶鹽酸,一瓶硫酸,但瓶外沒有標誌;我

們有甚麼方法可以區別牠?

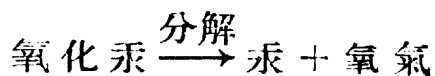
2. 用食鹽和二氧化錳的混合物,放在燒瓶中,加入硫酸,用燈燒熱,也可以發生氯氣麼?這是甚麼緣故?

3. 製氯氣用的二氧化錳和製氧氣用的二氧化錳,作用同不同呢?請你們加以實際上的證明和說明.

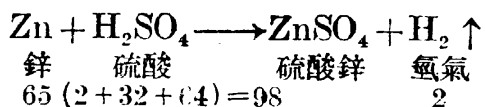
4. 原子說爲甚麼可以解釋化學變化?請就氯氣氫氣化合爲氯化氫的變化,以說明原子說的效用.

5. 原子量和分子量爲甚麼不標明某種質量單位呢?如言鈉的原子量爲23,氯化氫的分子量爲36.5,是甚麼用意呢?

6. 已知氧化汞(三仙丹)的分子式爲HgO,汞(水銀)爲Hg,氯酸鉀爲KClO₃,氯化鉀爲KCl;試將下列變化排成化學方程式:



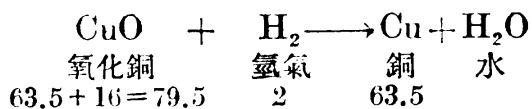
7. 已知鋅加硫酸時的化學方程式:



問用鋅粒13公分,使盡量溶解,應加硫酸多少?可以發生氫氣多少?若氫氣每一公升重0.09公分,捕氣瓶可

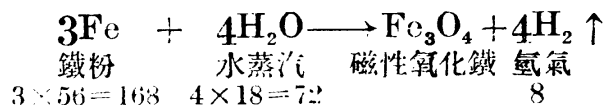
以容 500 立方公分,問這氫氣可以捕取幾瓶?

8. 氧化銅用氫氣還原的化學方程式爲:



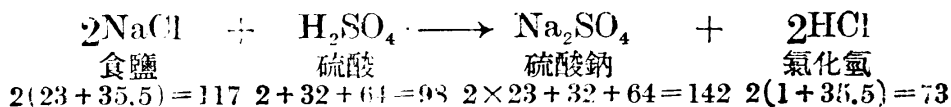
現在欲製純銅 100 公分,問需氧化銅多少公分?氫氣多少公升?

9. 用紅熱鐵粉分解水蒸汽時的化學方程式爲:



製氫氣 22.4 公升,問需鐵粉多少公分?若欲分解水蒸汽 100 公分,問需鐵粉多少公分?可製氫氣多少公升?

10. 用食鹽製取氯化氫時的化學方程式爲:



欲取氯化氫 10 公升,問需食鹽多少公分?

第五章 硫黃和硫酸

28. 硫黃的產出及其用途 硫黃在自然界的產生,分單體和化合物兩種.單體的硫黃也叫做自然硫 Natural sulfur,我國熱河赤峯縣萬寶山西南,有古代火山的大噴火口,亦有發現.世界上產自然硫的地方,以意大利西西利 Sicily 島和日本爲最有名,也均分布於火山區域.硫黃的化合物則有黃鐵礦 Pyrite FeS_2 , 可以製取硫黃的.黃鐵礦平常多爲八面體和十二面體的聚形,如第58圖.吾國河北,遼寧,河南,山西,浙江,湖北,湖南,四川等省均

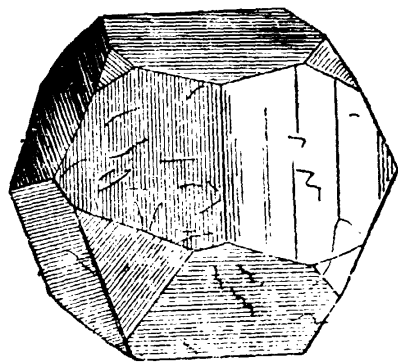


圖 58

有產出。全國由黃鐵礦所鍊出的硫黃，每年祇有二千二百多噸，佔全世界硫黃總產額千分之二十五，還多是由土法製取的。政府因為硫黃可以製造火藥的緣故，所以不許民間私賣，設有硝磺局以為收買的機關。

由黃鐵礦製硫多用硫窰，大小形狀多不是一樣的，大概的情形，如第59圖所示。將黃鐵礦的小塊，放在沙泥鍋內，密閉加熱，即有一部硫黃化

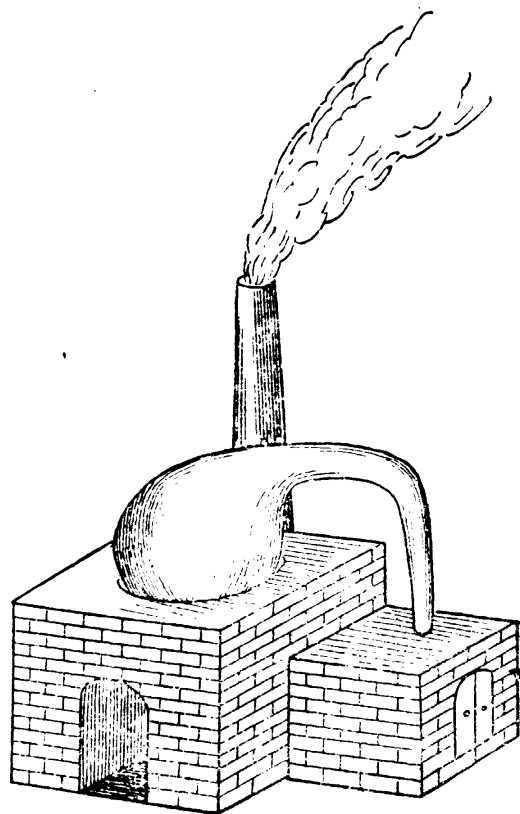
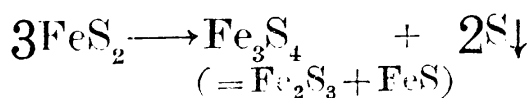
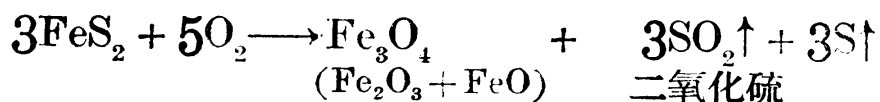


圖 59



或送入少量空氣，也可放出一部分硫黃。



硫黃的用處很多,除製造火藥(我國爆竹一項每年需硫甚多)及為各種硫化化合物的原料外,農業上取和石灰乳相混,叫做石灰硫 Lime sulfur,可用做果樹,葡萄等殺蟲劑.此外如火柴工業,橡皮工業和藥用上,硫黃均為不可缺的原料.

29. 硫黃的性質

平常硫黃多為斜方形的結晶體,在顯微

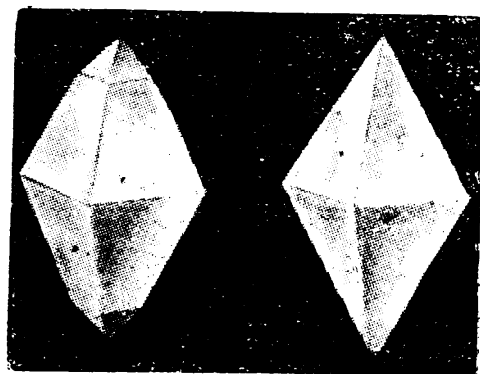


圖 60

鏡下觀察,如第60圖所示,是為斜方硫黃 Rhombic sulfur.

實驗 65. 取硫黃粉末(或將硫黃塊在乳鉢內研細)一公分,放在小試驗管內,加二硫化碳 Carbon disulfide CS₂ 十立方公分,令牠溶解,先濾清牠的溶液,放置玻杯或蒸發皿中,靜置冷處,則硫黃即成大塊的斜

方結晶而析出。

實驗 66. 取硫黃一小塊投入盛蒸餾水的試驗管中,雖振盪或加熱均不見溶解。

實驗 67. 取小坩堝一個,內盛硫黃半坩,在燈上熱至熔化爲度,放冷後,將牠的上層皮剖開,即見硫黃成針狀結晶,如第 61 圖所示,是爲單斜硫黃 Monoclinic sulfur. 放置稍久,即漸變爲斜方硫黃。

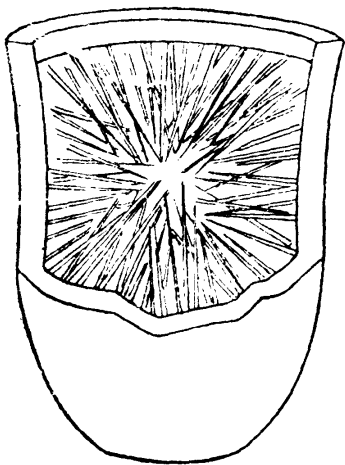


圖 61

實驗 68. 取小號的燒瓶一個,內盛硫黃五十公分,在鐵絲

網上加熱至沸騰時,即急速注入冷水內,如第 62 圖所示,即成爲褐色而有彈性的硫黃,狀如橡皮膠,是爲彈性硫黃 Plastic sulfur. 若放置稍久,即失去彈性,復變爲黃色的斜方硫黃。

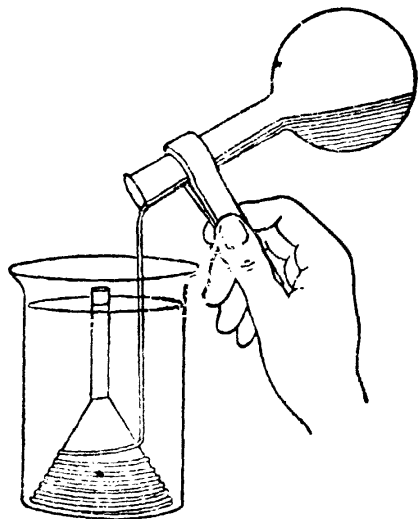


圖 62

實驗 69. 取硫黃一小塊,放置一破碗片上,用火點着,即作淺藍色的火焰而燃

燒,並發出有刺激性的白霧,是爲二氧化硫 Sulfur dioxide SO_2 .

實驗 70. 取細鐵粉二公分 (以清潔未鏽的爲最合用),硫黃一公分,先在乳鉢內研細,再放入一小試驗管中,取在火焰上加熱,即見管內能自行發火而燃燒,是爲硫化亞鐵 Ferrous sulfide FeS .

實驗 71. 用砂紙將銅圓的表面擦亮,放硫黃粉一點於牠的面上,取於酒精燈上灼熱,即見硫黃和銅化合,成爲黑色斑點,是爲硫化銅 Cupric sulfide CuS .

照上述各實驗,可知硫黃的性質,如下所列舉:

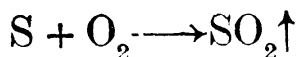
(1) 硫黃有斜方,單斜,彈性等由同一元素變成的種種形體,故稱爲同質異形體 Allotropic forms, 或簡稱爲**異形體**.

(2) 平常硫黃爲斜方形結晶,能溶解於二硫化碳,不溶解於水.

(3) 硫黃的融點爲 114°C ., 沸點爲 448°C .

(4) 硫黃能和氧氣 (空氣的) 化合而

成爲二氧化硫的氣體：

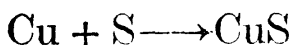


(5) 硫黃能和金屬（鐵，銅，銀，鋅……等）

化合而成爲硫化物 Sulfides:



鐵 硫 硫化亞鐵



銅 硫 硫化銅

30. 硫黃的氧化物之用途 上段實驗 69 中，硫黃在空氣中燃燒，即生成二氧化硫的白霧，很富刺激性。

實驗 72. 盛硫黃少許於蒸發皿（用破裂的磁皿或破碗片）內，點着後，用玻璃鐘覆蓋皿上，鐘內放入有色鮮花一二朵，經過數分鐘，即見鐘內白霧，能將鮮花漂白，如第 63 圖。

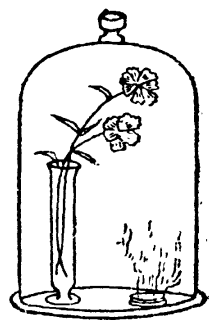


圖 63

由上述實驗，可知二氧化硫有漂白的性質，很和氯氣相似。所以夏天用的草帽，多用這種氣體漂白的。這氣體又能殺菌，

所以盛水果用的木桶,多先燻以這氣體,可防水果(橘,葡萄,蘋果等)的腐爛。

實驗室製造二氧化硫氣體,不必用硫黃,可由硫酸內加銅片取得。



實驗 73. 如第 64 圖,取燒瓶一個,內盛銅片二十公分,先加水 10 立方公分,再加濃硫酸 40 立方公分,瓶底用酒精燈加熱,初時見有白霧發生,繼則成為無色氣體。用下方置換法捕取二瓶。次將二氧化硫氣體通入水內,水即帶有酸味,能使藍色石蕊試紙變為紅色,呈酸性反應。

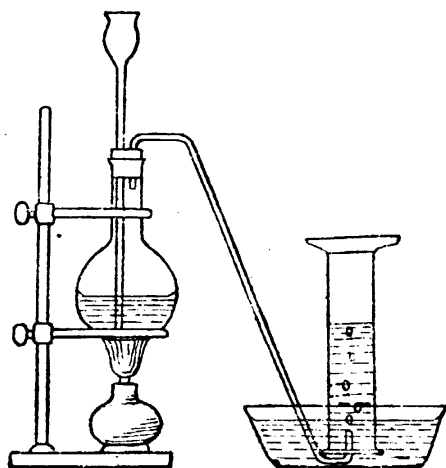
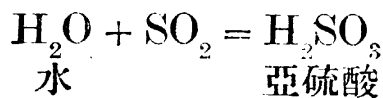


圖 64

由上述實驗,二氧化硫溶解於水後,即成亞硫酸 Sulfurous acid:

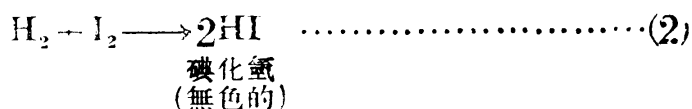
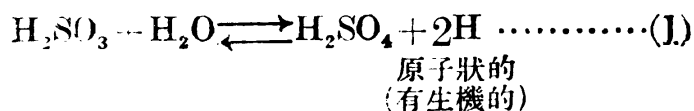


所以 SO_2 也叫做無水亞硫酸 Sulfurous anhy-

dride.

31.亞硫酸怎樣變爲硫酸 我們在分子式上,知道亞硫酸 H_2SO_3 和硫酸 Sulfuric acid H_2SO_4 , 祇差一個氧原子,這個氧原子能否直接加入?在工業上倒是個很重要的問題.

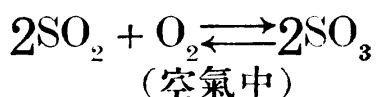
實驗 74. 取亞硫酸五立方公分於試驗管中,滴加碘溶液數點,立見褪色 (滴加過錳酸鉀 KMnO_4 的紫色溶液,亦見褪色).



在亞硫酸的水溶液內,雖也有變成硫酸的衝向,但這衝向是按照(1)式的,並不是自左向右,或自右向左的,那是左右兩方向 (如箭形 $\rightleftharpoons$) 同時並進的;這種變化叫做可逆反應 Reversible reaction; 這就是

變化不完全的意思,若加入碘溶液,按(2)式,以除去氫氣,那變化就要自左向右,由亞硫酸變為硫酸了。

但這種反應,時間既久,生成物也很稀薄,故工業上不能利用.工業上製造硫酸,則設法使二氧化硫先氧化為三氧化硫
Sulfur trioxide:



依上式由 SO_2 變為 SO_3 也是一種可逆反應,生成很慢的,因此工業上,常用海綿狀的白金粉為接觸劑,使二氧化硫氧化為三氧化硫的速率增加。

實驗 75. 如第 65 圖,取硬玻管 A B 一條,A 端放硫黃一兩小塊,B 內裝入海綿狀的白金粉(可用白金石綿,即取白金絲一二寸,溶解於王水中,在蒸發皿內將王水蒸發後,滴加氨水稀釋,即浸入潔淨的石綿少許,將溶液完全吸入,再用鐵鉢,將石綿在強烈火焰上

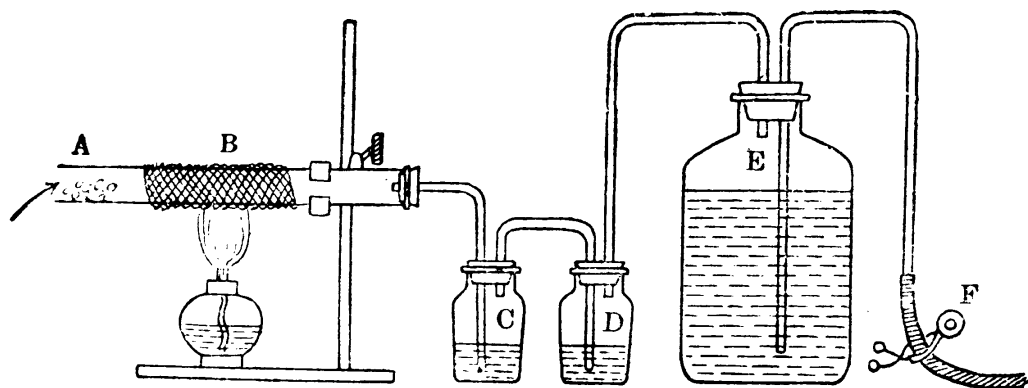


圖 65

灼熱，白金成爲細粉，析出於石綿內，即成白金石綿），使連接於C，D二小瓶和E大瓶上；C內盛水少許，D內盛硫酸少許，E滿盛以水。先將F緊閉，令全體不漏氣，次將硫黃點着，F鬆開，E瓶內的水由虹吸作用向F口流出，A端的二氧化硫和空氣即經過B處，流向C，D，E，就在C內變成白霧。次將B處的白金石綿加熱，則C瓶內即發生很濃的白霧，D瓶白霧較淡。

由上述實驗可知三氧化硫不易溶解於水中，且遇水即凝成白霧，但很能溶解於硫酸中。工業上即根據這原理以製造硫酸，叫做接觸法（Contact process）。如第66圖，即接觸法製造硫酸的情形，在手續上可

分爲五步:

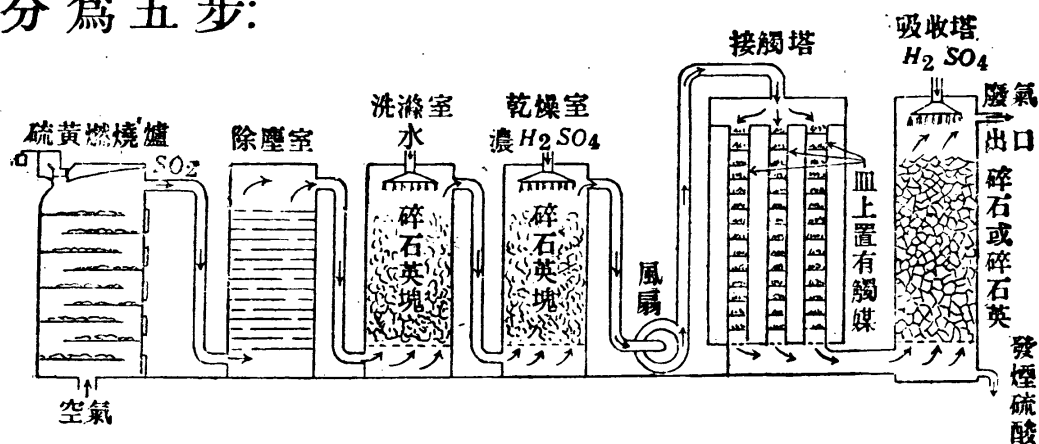
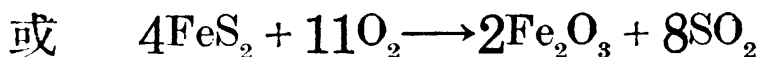
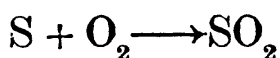


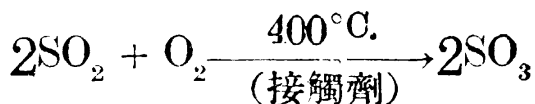
圖 66

(1) 燃燒硫黃 (或潔淨的黃鐵礦 FeS_2), 使生成二氧化硫, 並混入空氣 (見圖中燃燒爐):



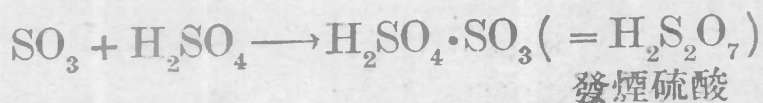
(2) 使二氧化硫和空氣的混合物清潔 (見圖中去塵室, 洗滌塔和乾燥塔)。

(3) 使二氧化硫氧化爲三氧化硫 (見圖中接觸塔):

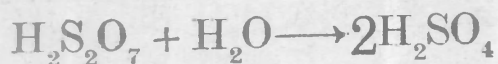


(4) 用硫酸吸收三氧化硫 (見圖中吸

收塔)：



(5) 將發煙硫酸加入水中，稀成 普通濃硫酸：



32. 硫酸的性質和用途 純硫酸為無色油狀的液體，腐蝕性很強，動植物質均可溶解於硫酸中。

實驗 76. 於小試驗管中，盛濃硫酸五立方公分，投入紙片，用玻棒攪拌，即行溶解。投入布片，也能溶解。又投入小肉塊，也可溶解。

實驗 77.

如第 67 圖，於玻杯中盛白

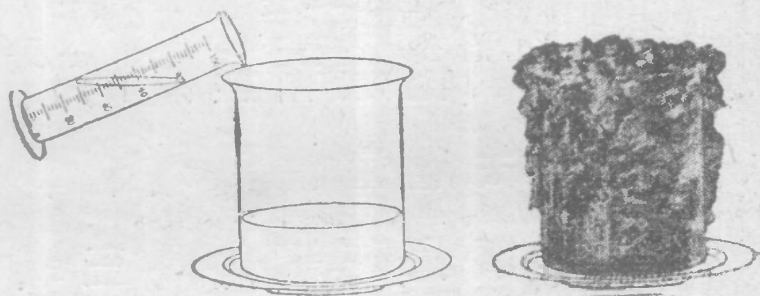


圖 67

糖十公分，加水十立方公分，用玻棒調和後，注入濃硫酸二十立方公分，即見白糖化炭，成為黑泡沫而湧起。

實驗 78. 盛水五立方公分於試驗管中，先測驗牠

的溫度,次加入濃硫酸三立方公分,溫度上升很多,試仔細測定牠。(注意:不可將水注入濃硫酸內!)

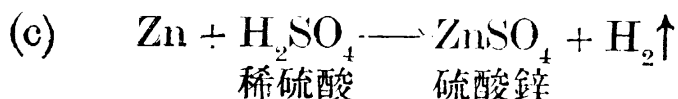
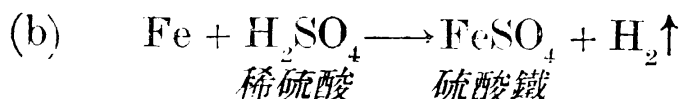
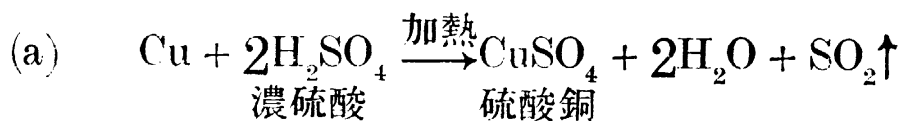
實驗 79. 投藍色石蕊試紙於稀硫酸內,即變為紅色,呈酸性反應。取水一杯,注加稀硫酸數點,用玻棒攪拌後,試嘗牠的滋味,覺得酸味很強。取白色厚紙一張,用筆以稀硫酸寫字,等乾燥後,取於火上微微加熱,即見硫酸到處,多現黑色。

由上述各種實驗,可以知道硫酸具有下列的性質:

(1) 硫酸富吸水性,能抽出動植物質中的水成分,而使牠碳化。

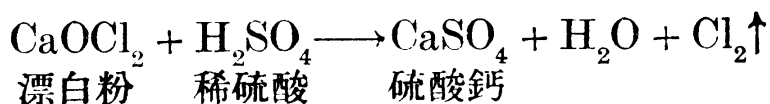
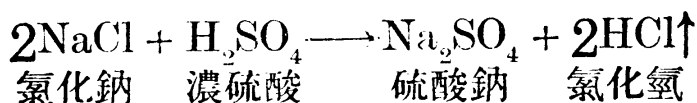
(2) 能和水調和而發生熱,水溶液呈強酸性反應。

(3) 能溶解多種金屬:





(4) 也能和化合物起反應:



硫酸爲化學工業上極重要的原料,可製造鹽酸,硝酸,肥料,染料,炸藥和藥劑等,不論何種工業,無不與硫酸有關,故其銷量的多寡,可以代表國家的富力.世界硫酸每年產量約如下表:

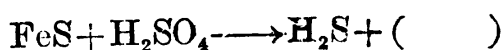
全世界 15,000,000 噸			
美國	5,500,000 噸	法國	1,000,000 噸
德國	1,800,000 噸	意國	500,000 噸
英國	1,500,000 噸	日本	150,000 噸

我國硫酸完全仰給於人.近年廣西省及上海,已有自組公司,從事製造.實業部亦有建設硫酸工廠的計畫.

習 題

1. 氯氣和二氧化硫的漂白作用,有甚麼不同?

2. 把硫黃和鐵粉加熱後所生成的硫化鐵 FeS , 加入稀硫酸 H_2SO_4 , 即發出一種和腐雞蛋相似的臭氣, 叫做硫化氫 Hydrogen sulfide H_2S . 請用化學方程式完全表示牠的反應:



3. 把二氧化硫,空氣,水蒸汽和硝酸一同送入大玻璃瓶中,也可製造硫酸,如第68圖.不過在工業上用鉛板

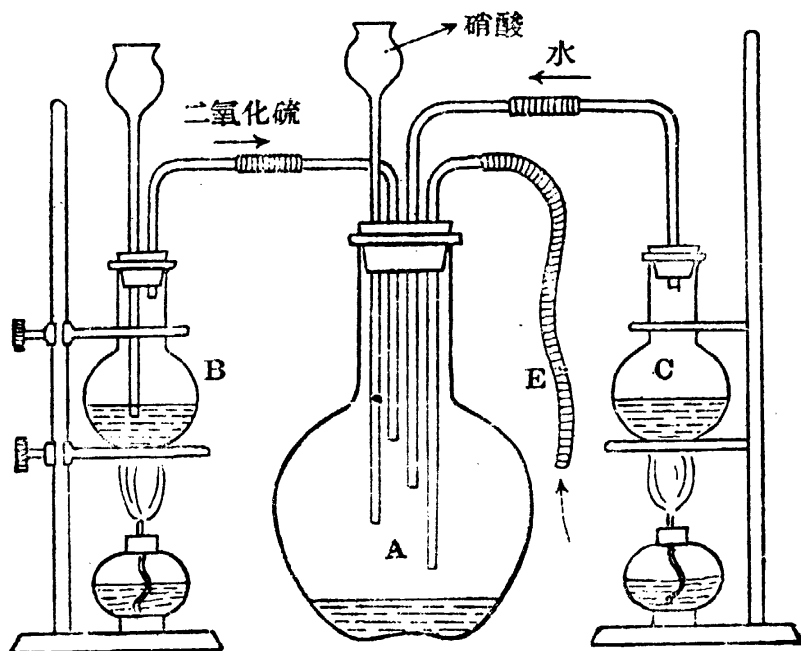


圖 68

製的大室代玻瓶,所以這種製造方法,也叫做鉛室法 Lead chamber process. 請你們參考別的化學書,把鉛室法製造硫酸的情形,照本章內接觸法的說明,先繪圖,次加以解釋.

4. 化學上常以濃硫酸作為固體和氣體的乾燥劑,如第69圖,是利用硫酸的那種性質呢?

5. 試把硫黃和氧氣相似的性質,相當

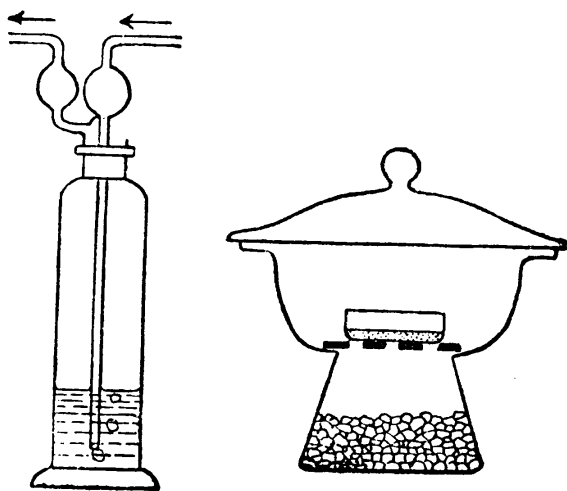


圖 69

的化合物,一一舉出,對照列表,以便比較.

6. 試詳細解釋可逆反應與接觸劑兩名詞的意義:

7. 由分子式和分子量,試計算下列問題:

(a) 用純硫黃36000斤,可製造濃硫酸 H_2SO_4 多少斤?

(b) 用純鐵1000斤,能製造綠礬 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 多少斤?

(c) 用純銅1000斤,能製造膽礬 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 多少斤?

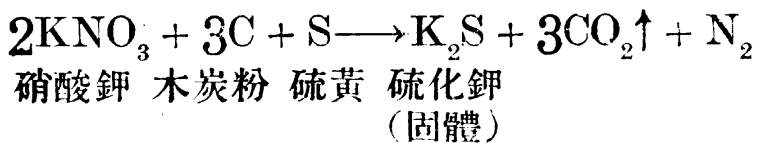
第六章 硝酸及氮化物

33.火藥的成分

火藥是我國最早發明的東西,牠的成分是硝石,硫黃和木炭粉三種物質,以一定的比例混合而成的:

硝石（硝酸鉀）	75	} 100%
硫黃	10	
木炭粉	14	
水分	1	

火藥爲黑色粉狀物,也有壓成塊狀,粒狀或片狀的.用火點着即發煙而爆燃,並遺有固體物質.牠的燃燒變化,可以下式表明:



就因為燃燒前統是固體,而燃燒後立即變成兩種氣體(碳酸氣和氮氣),體積突然增大,故發生爆炸的現象.又因為有固體的遺留物(硫化鉀),所以散成濃煙.

實驗 80. 將雙響爆竹內的火藥剝出,取三分二放置於兩試驗管中,一管內加水 10 立方公分,取在燈上煮沸,用濾紙濾清牠的溶液,再用蒸發皿將濾液燒乾,得一種白色的結晶.一管內加二硫化碳 10 立方公分,瓶口先用木塞塞好,用力振盪數分鐘後,即用乾燥濾紙濾清牠的溶液,並用蒸發皿放在水盤上,令二硫化碳蒸發,即見皿內留有黃色的結晶.

實驗 81. 取紅熱的木炭一塊,用硝酸鉀的細粉投在炭上,即見木炭發火燃着.次將硫黃和硝酸鉀的混合物投於紅熱炭上,即起炸爆的現象,燃燒更盛.

實驗 82. 取白金絲一條,沾硝酸鉀少許在火焰上燃燒,即發生紫色光,足以表示鉀素存在的特徵.

由上述實驗,可知硝酸鉀在火藥成分中,為供給燃燒時的氧氣,並含有鉀素和

氮氣,故化學家定硝石 Saltpeter 或硝酸鉀 Potassium nitrate 的成分爲 KNO_3 .

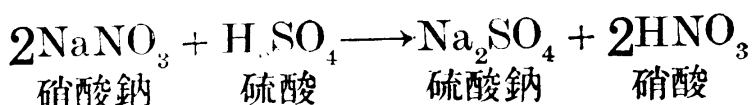
硝酸鉀爲無色的結晶體,易溶於水中,我國叫做硝.天然界也有產生的,因爲可以製造火藥,故列爲禁止品.硝可以防腐,因此火腿魚肉等保藏,也多用硝混鹽.

硝酸鈉 Sodium nitrate NaNO_3 和硝酸鉀很相似的,但硝酸鈉是有潮解性的,所以不能製造火藥.南美智利產出很多,叫做智利硝石 Chile saltpeter,可充氮質肥料及製造硝酸的原料.

實驗 83. 取硝酸鈉少許,放在蒸發皿上,將牠的水分蒸發乾燥後,試投於紅熱木炭上,即見木炭發火燃着,和硝酸鉀無異.若用白金絲試驗硝酸鈉的焰色作濃黃色,足以表示鈉素存在的特徵.

實驗 84. 取乾燥厚紙片兩張,分別放置硝酸鉀和硝酸鈉於紙片上,若在空氣中放置一點鐘,則見硝酸鈉的紙片上感受潮濕,硝酸鉀的紙片仍覺乾燥.

34.硝酸的製法和性質 硝酸鈉和濃硫酸加熱,可以發生硝酸 Nitric acid HNO_3 的,牠們的反應,可以下式表明:



實驗 85. 如第 70 圖,於小曲頸甌 A 內盛智利硝石十公分,加濃硫酸二十立方公分,將甌底加熱至沸,即見甌口有液體流入 B 管內, B 外時以冷水沾淋,使硝酸蒸汽,易凝結為硝酸。

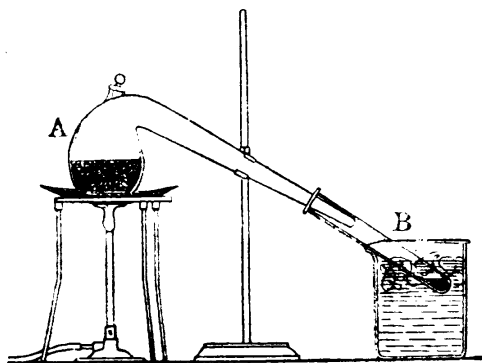


圖 70

實驗 86. 取紅熱木炭一大塊,放置於蒸發皿中,試用濃硝酸注於炭上,即見木炭燃燒。

實驗 87. 取小銀圓或銅圓放入濃硝酸中,即發生深褐色的氣體,而金屬溶解。

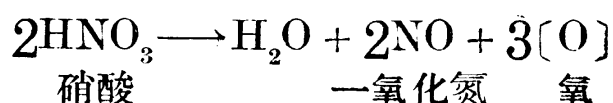
實驗 88. 於小燒瓶內盛氫氧化鈉 20 公分,加水 50 立方公分,作成溶液,次加鋅粉 15 公分,加熱,即發生氫氣,試注入濃硝酸 5 立方公分,仍繼續加熱,即發生一種異臭的氨氣,試以浸濕的紅色試驗紙移近瓶口,即

見變爲藍色。

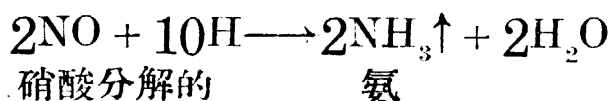
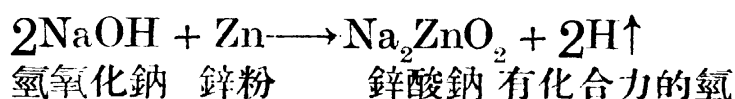
由上述實驗,可以證明硝酸的性質如下:

(1)純粹的硝酸爲無色液體,接觸空氣時發煙甚多.能任意和水混合,水溶液呈強酸性反應.

(2)硝酸加熱時,能放出氧氣:



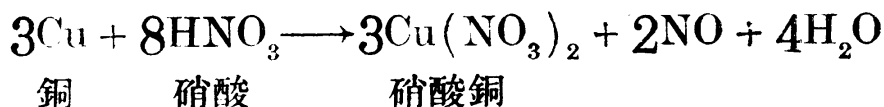
故能助木炭燃燒.牠成分中的氮氣,可以有化合力的氫氣還原爲氨 NH_3 :



(3)硝酸能溶解金屬而成爲硝酸鹽

Nitrates, 如同:





硝酸在工業上用途很廣,可供製造染料和無煙火藥等.如第71圖為工業上利用智利硝

石製造硝酸的情形.

A 為鐵鍋,內盛硝石和濃硫酸的混合物,

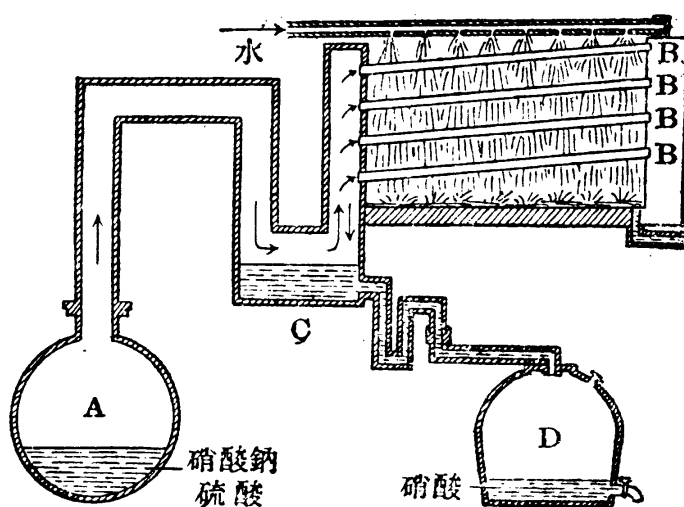


圖 71

由鍋底加熱,則硝酸蒸汽可凝集於 C 部,再流入 D 缸內. C 內未能凝集的蒸汽,得通入 B 玻管內,管外不絕的注以冷水,使凝成液體.

35.從空氣製造硝酸 硝酸的分子式雖為 HNO_3 ,牠成分中含有氫氮氧三種元

素,但得由極簡單的一氧化氮 Nitric oxide NO 爲基礎,便可製造硝酸。

實驗 89. 如第 72 圖,於燒瓶內盛銅片 30 公分,先加水 20 立方公分,次注入濃硝酸 50 立方公分,初時燒瓶作棕紅色,繼則成爲無色。於水槽上捕取無色的一氧化氮兩瓶,以備下述實驗。

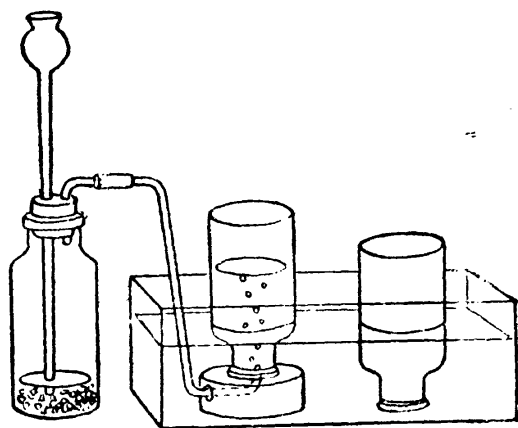
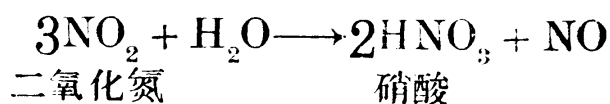
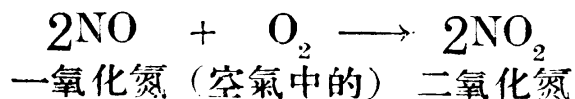


圖 72

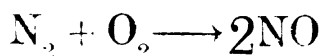
實驗 90. 取一空捕氣瓶,倒覆於一氧化氮的瓶上,將瓶口對好後,即抽去毛玻片,當見一氧化氮立變爲棕紅色。次用毛玻片蓋住瓶口,注蒸餾水 30 立方公分於捕氣瓶中,用力振盪,棕紅色氣體能溶解於水。試將藍色試驗紙投入這溶液中,即變爲紅色。試取這溶液少許於試驗管內,投入銅片,在火上煮沸,即見銅片溶解成爲藍色溶液,管內發生的無色氣體,至管口即成爲棕紅色。這種反應,恰和稀硝酸相同,可用稀硝酸比較證明的(如捕氣瓶內氣體太少,硝酸過稀時,可以多溶解幾瓶,使硝酸增

濃)。

由上述實驗,可知一氧化氮遇着空氣中的氧氣,就要成爲棕紅色的二氧化氮 Nitrogen dioxide NO_2 ; 這種反應進行很順利,並不要外部一些幫助的. 二氧化氮溶解於水,即成爲硝酸:



一氧化氮的構造很簡單,祇含有一個原子氮和一個原子氧. 空氣中氮氧是很充足的,倘氮氧能互相化合,那末製造硝酸就不成問題了:



但氮氧化合,卻很成問題的. 在平常溫度既然毫無希望,就是鼓風爐內的溫度,也還是不够用的. 化學家早就知道,每當雷

電交作的時候,雨水中常含有微量的硝酸.因爲放電時溫度很高(約在 3000°C . 左右),能使空氣中的氮氧化合.化學家即根據這事實,利用高電壓的電流,使兩極間放電,造成高溫度,而於空氣通過時,氮氧能互相化合.

如第 73 圖,即示直接氧化以製硝酸的裝置. A 爲壓氣機,送入空氣, B 爲電爐,由高壓電流在兩極間放電.當空氣流至 B 時,一部分即化合爲一氧化氮.次通至冷卻室 C,使空氣的溫度降低,復經過蒸氣鍋 D,令熱度傳於鍋爐.再通至氧化室 E,

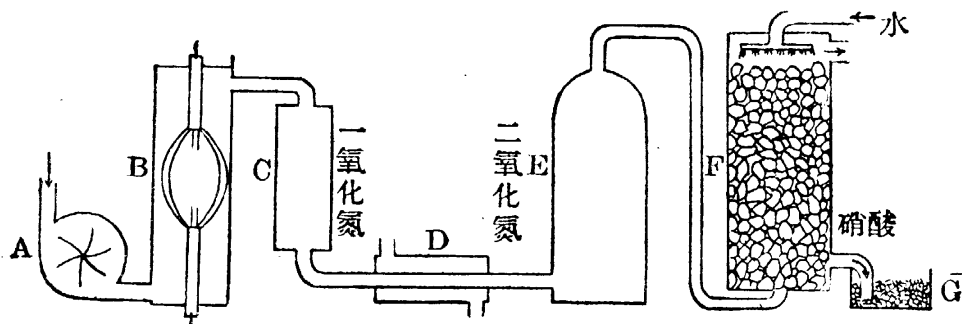
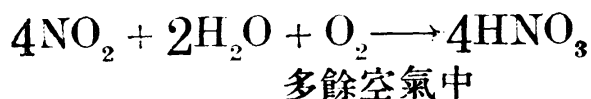
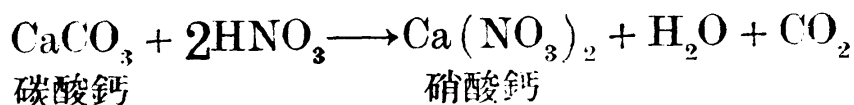


圖 73

一氧化氮即自行氧化爲二氧化氮,最後送至吸收塔 F,塔中盛小石子,由塔頂噴下冷水,使二氧化氮能盡量溶解於水中:



不過由 F 塔流入 G 內的硝酸,原很稀薄,若將牠蒸發濃厚,很不經濟,所以工廠中,於 G 內置放石灰石,令硝酸變成硝酸鈣 Calcium nitrate $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$;當水分減少時,很容易結晶而析出:



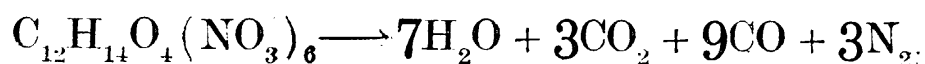
硝酸鈣爲極有價值的肥料,北歐那威利用水力發電,製造頗多,和智利硝石在市場上相競爭,所以也叫做那威硝石 Norway saltpeter.

36.硝酸和國防 硝酸可以製造無煙火藥 Smokeless gunpowder 和各種烈性炸藥

Explosives, 關係國防至爲密切;在戰爭中,就是硝酸鈉,硝酸鈣也不許中立國賣與敵國,因其可爲製造硝酸的原料。

(1) 硝酸纖維質 將純粹的纖維質用硝酸處理,則成硝酸鹽,普通稱爲硝酸纖維質 Nitro-cellulose. 硝酸纖維質隨所用酸類的濃度,作用時間的久暫,反應溫度的高低等,而有一硝酸纖維質 $[C_{12}H_{19}O_9(NO_3)]_x$, 二硝酸纖維質 $[C_{12}H_{18}O_8(NO_3)_2]_x$, ………等。如將纖維質用濃硝酸與濃硫酸的混合液處理,則成六硝酸纖維質 $[C_{12}H_{14}O_4(NO_3)_6]_x$ 。

六硝酸纖維質俗稱火棉 (Gun-cotton), 外形好像棉絮,但爆發力比普通火藥猛烈。在空氣中燃燒雖很平和,若突然以爆發性的藥劑引着,即全體分解成爲氣體,爆炸力很強,爆炸時的變化如下:



因分解物中都爲氣體,而無固體,所以燃燒時無煙,多用以製造無煙火藥。如第74圖,爲口徑十二英寸大礮中所用的火藥塊,實物和圖形同大。製造火藥時,先用酒精和醚 Ether (將酒精加硫酸蒸餾,即可得醚,是一種易揮發的液體,醫生常用作麻醉劑)的混合物,將硝酸纖維質調成半固體,可以製成種種片粒的彈藥。

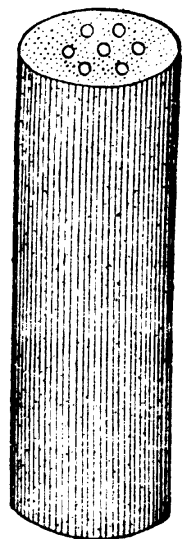


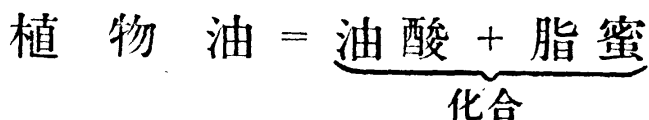
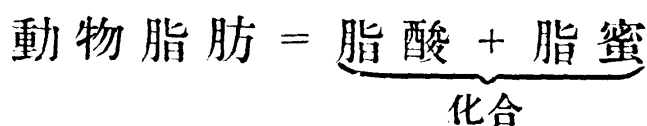
圖 74

二硝酸纖維質如 $[\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{O}_8(\text{NO}_3)_2]_x$ 等,能溶解於酒精和醚的混合液中。若將這溶液敷於物體上,酒精和醚能即蒸發,遺留一層透明薄膜於物體表面,故外科醫生常用作人造皮,用以保護傷口,並可製造照相乾片,工業上叫做纖維膠 Collodion.

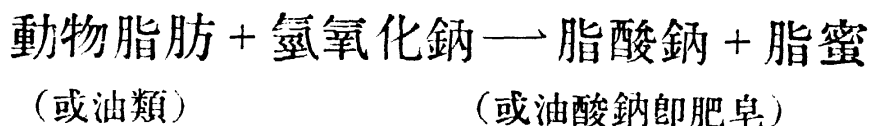
於纖維膠內加樟腦,可壓成人造象牙

Celluloid (或音譯爲賽璐珞,上海有賽璐珞製造廠)。人造象牙溫度高時即軟化,溫度稍低復堅硬,富彈性,易着火。多用以製造玩具和裝飾品等。

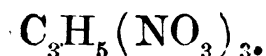
(2) 硝酸脂蜜 脂蜜 Glycerine $C_3H_5(OH)_3$
或稱爲甘油,得自動物脂肪 Fats 和植物油 Oils 中,甜味而富吸水性。



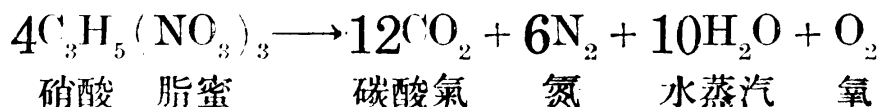
工廠中用脂肪或油類製造肥皂 Soap 時,常可獲得脂蜜:



將脂蜜溶解於濃硝酸和濃硫酸的混合液中,即可製得硝酸脂蜜 Nitro-glycerine



硝酸脂蜜爆發性極猛裂,稍受振動即能爆發:



牠的分解物都是氣體,而且發熱很多,故容積可膨漲至一萬倍以上,軍事上多用爲烈性炸藥。

【附】肥皂製造法 肥皂爲除污的要物,種類很多,各因用途而異,但其製造的原料則大概相同,即以脂酸的鹼金屬鹽類爲主要的成分.此處所謂脂酸是由脂肪(或油)分解所得的軟脂酸 ($\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$) 硬脂酸 ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$) 和 油酸 ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$) 等三種有機酸,皆爲碳,氫,氧三元素所組成。

製造肥皂時,普通用牛油,豬油及椰子

油（或棕櫚油）適當混合後，置於大鐵鍋中加熱，加入適量的苛性鈉液，不絕攪拌之。俟鍋內的溶液作乳狀時，再加適量的強苛性鈉液，隨鹼化作用的進展，液的黏性益強，終成水飴狀物。再注入濃厚的食鹽水，則肥皂質浮於液面，可與含甘油的母液分離。

依照上法所得的肥皂質，使其乾燥凝固後，切成適當的大小，裝入模型，即可壓成各種形狀的肥皂。如於肥皂質中，加香料及顏料，即成為化妝肥皂了。

(3) 三硝基甲苯 甲苯 Toluene $C_6H_5 \cdot CH_3$
也取自煤膠中，是無色的液體。

將甲苯加濃硫酸和濃硝酸的混合液處理，最後能生成 三硝基甲苯 Trinitro-toluene $C_7H_5(NO_2)_3$ ，為白色固體，軍事上簡稱為 T. N. T. 爆發性極猛烈，不適於製造火

藥,但可以製成炸彈和潛水艇上用的破壞炸藥,如

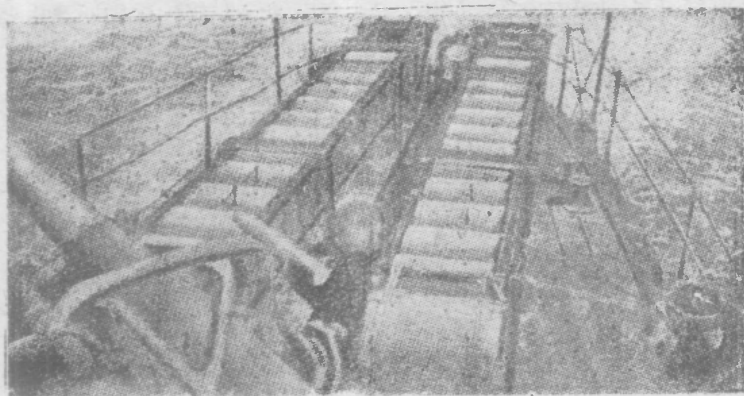
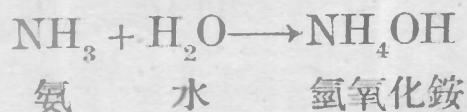


圖 75

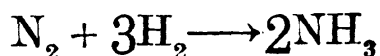
第75圖的A,A等.

37.氮氫化合物 氮和氧在電火花的高溫度中,能化合而成一氧化氮,已見35節中所述.從實驗知氮和氫在高溫度與強壓力下,亦可使其化合而成鹼性的氨 Ammonia NH_3 , 氨溶解於水,即成氫氧化銨 Ammonium hydroxide NH_4OH , 性質很和氫氧化鉀 KOH 和氫氧化鈉 NaOH 相似:



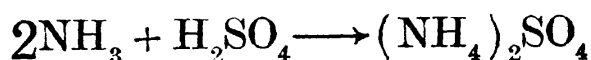
但在平常壓力和溫度時,氮氫很不容易直接化合.據化學家多次的實驗,如欲

得下列的反應:



溫度應升至 500°C ., 壓力應增至 200 倍氣壓, 並以鐵粉和鉬粉 (鉬 Mo 也是一種金屬元素) 爲接觸劑, 即可化合爲氨。

如將氨溶解於硫酸中, 則成爲 硫酸銨 Ammonium sulfate $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$:



硫酸銨爲無色結晶體, 農業上用爲氮質肥料, 效力比智利或那威硝石還好些。

實驗室中製取氨時, 即用硫酸銨或氯化銨 Ammonium chloride NH_4Cl 混熟石灰加熱即得。

實驗 91. 取硫酸銨 20 公分和熟石灰 10 公分, 先在乳鉢中混合研細, 放入一小燒瓶內, 次加氫氧化鈉溶液少許, 將混合物浸濕, 以防熱時燒瓶破裂, 如第 76 圖,

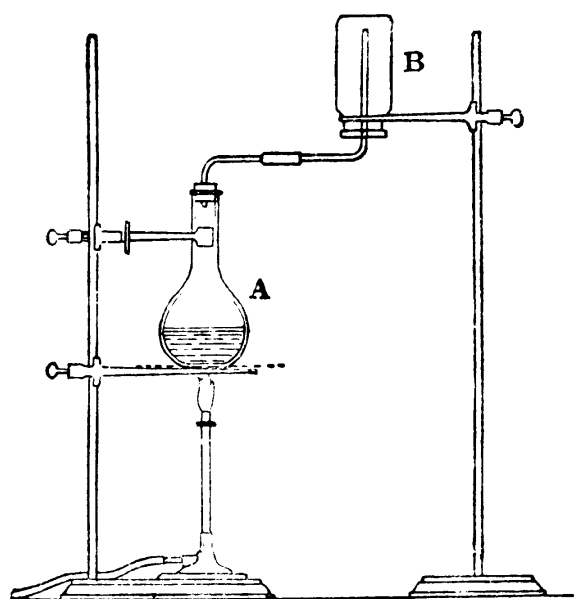


圖 76

將瓶底慢慢加熱,用上方置換法,捕取四瓶,以供試驗。

實驗 92. 取空捕氣瓶一個,滴加濃鹽酸數點於瓶內,轉動捕氣瓶,使鹽酸勻布於



圖 77

瓶的內壁。再將捕氣瓶倒置於氨氣瓶上,抽去毛玻片,即見兩瓶內,均發生白霧,如第77圖,繼成爲白色固體附着瓶壁內。試代以濃硝酸,瓶內也先生白霧,繼凝爲白色固體。

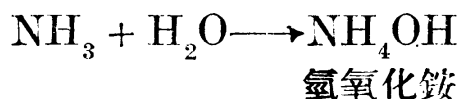
上述實驗,氨氣發生的反應,可以下式表示:



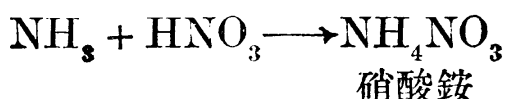
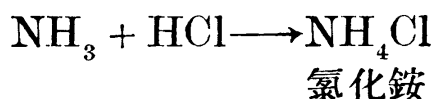
氨的性質,可以歸納成如下的結論:

(1) 氨爲無色的氣體,具有刺激性的臭

味.比空氣輕,易溶於水.水溶液具鹼性反應:



(2) 能和酸類化合,生成 銨鹽 Ammonium salts, 如同:



硝酸銨 Ammonium nitrate 可用爲炸藥,性易爆發,分解後均化爲氣體,故容積膨漲得很利害:



38. 動植物體成分中的氮及其功用

煤炭乾餾時,可以獲得硫酸銨.當氮氫直接化合爲氨的方法,尙未發明以前,工業上多用動物的皮,毛,蹄,角等廢棄物,在密

閉的鍋內灼熱,以製造氨。

實驗 93. 取木屑(或煙煤粉)少許於硬試驗管中,在酒精燈上灼熱,即覺管口發生氨的臭氣,試以浸濕的紅色試驗紙移近管口,即見變為藍色。

實驗 94. 試於硬玻管中,投入牛皮,頭髮,或乾燥雞蛋白少許,在火上灼熱,即覺管口發生特殊的臭氣,試以潤濕的紅色試驗紙移近管口,即變為藍色。

由上述實驗,可知動植物體的成分內應含有氮元素。這氮元素在動植物體內組成怎樣的物質呢?化學家據種種經驗知道:凡動植物質,都含有氮氣的成分,牠們的性質均和雞蛋白相差不多,故統叫做蛋白質類 Proteins。蛋白質類燃燒時,均能發生特殊的氣味,所以毛織物和棉織物的鑑別,就可以這氣味來決定。

蛋白質的分子構造是非常複雜的,化學家到現在還是沒方法可以決定,不過知道成分中含有氮,碳,氫,氧,磷及硫等幾

種元素.牠們遇到熱,酒精,氯化汞,鹽類 (如石膏,氯化鎂等) 和單寧質 Tannin (如茶葉中的澀味,和五倍子中的可溶質) 等,均能凝成堅韌性的固體,對於人生日用的關係非常密切.現在略舉數種蛋白質類的普通食品,說明之如下:

(1)雞蛋 雞卵中含蛋白質及脂肪質,營養分頗完全,爲我們日常所必需的營養品.不過煮得太硬,就很難消化.雞蛋腐敗時常發生硫化氫 H_2S 的臭味,就由於成分中含有硫的緣故.牠的化學反應,可以代表蛋白質類.

實驗 95. 取雞蛋白少許於玻管中,置於燈上加熱,即凝爲白色固體.再灼熱即化爲焦炭,而管口發生臭味,呈氨的反應.

實驗 96. 取雞蛋白少許於玻管中,滴加酒精數點,略振動玻管,即見蛋白凝固.

實驗 97. 取雞蛋白少許於玻璃管中,滴加氯化汞

Mercuric chloride HgCl_2 溶液數點,略振動玻管,即見蛋白凝固。

(2) 豆腐 豆類的種子含蛋白質很多,我們叫牠做豆腐質 Legumin. 在大豆中,含蛋白質可達40%,營養價值不亞於雞蛋及牛乳等.將生豆磨細,煮出豆腐質,濾清後,再加熟石膏粉或鹽滷 (MgCl_2),豆腐質即行凝固,可以壓成豆腐,豆腐乾或豆腐皮等。

(3) 麩筋 將小麥粉裝於布袋中,洗去澱粉,則遺留黏性的物質,稱為麩筋,在化學上叫牠麩筋質 Glutin. 將乾燥麩筋質放入濃鹽酸中,加高溫度煮沸,冷後加碳酸鈉中和,即可得一種滋味很好的化合物,市上販賣的味精,就是這樣東西。

實驗 93. 取乾燥麩筋質 20 公分,放入一小燒瓶內,加濃鹽酸 100 立方公分,將內容調勻後,即以帶有毛

細管的木塞,緊塞瓶口,如第78圖。放置油鍋內,熱至 140°C , 約經過二點鐘,取出放冷,次將瓶內的物質注入蒸發皿中,放置水盤上,把鹽酸蒸發至乾,加碳酸鈉稀溶液溶解牠,將溶解液濾清,滋味很鮮,和市上販賣的醬油精相似。若以魚肉乾20公分代麩筋質,則所得的溶液,味更鮮美。

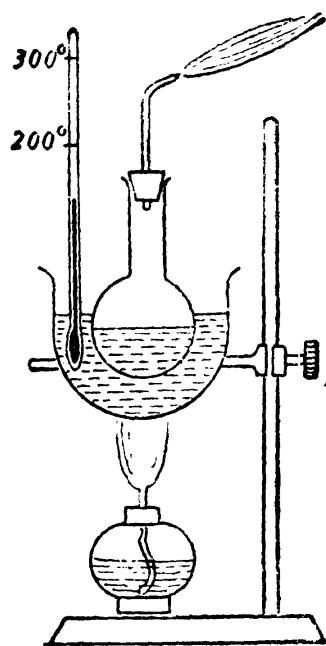


圖 78

現在再舉數種含蛋白質的普通用品,說明之如下:

(1) 蠶絲和羊毛 蠶絲和羊毛雖各為纖維狀,但不是普通纖維質,而屬於含氮的蛋白質類。蠶絲我國南方各省均有產出,以江蘇浙江為最盛。每年絲類出口值海關銀一萬六千萬兩以上,佔全國出口貨總額16%以上。但近來國外市場既為日本所奪,而國內綢緞的銷場,又為人造

絲所侵佔,最近上海,無錫,杭州等處的絲廠均繼續倒閉,可知我國絲業的前途,已待速謀救濟了。

羊毛爲製造絨線和嗶嘰等毛織物的原料.先用碳酸鈉溶液將羊毛上的脂肪洗淨,再用彈毛機器把羊毛彈鬆,再紡織爲線,織成衣料.我國毛類出口,每年祇有二千三百萬兩,但毛織品進口竟超過五千萬兩。

【附】人造絲製造法 人造絲進口,年來日盛一日,竟有消滅蠶絲業的趨勢,所以這種工業不興,國民經濟,必將日就衰落.人造絲完全是普通纖維質,和棉花的成分相同.普通的製法有二種:

1. 將纖維質浸於濃硝酸中,成爲硝酸纖維質:硝酸纖維質,溶於酒精及醚之混合液中,即得棉膠.用壓力將棉膠由細孔

中壓出,浸入水中,即得人造絲。

(2) 於冰醋酸,醋酐以及濃硫酸之混合液中,加纖維質,即得醋酸纖維質,溶解於三氯甲烷,木酮,醋酸戊烷等溶媒中,亦成製人造絲的原料。

現在最新式最優良的人造絲,即以紙漿(木纖維質)或廢棉(紗廠紡機上落下來的)用氫氧化鈉溶液浸漬,即變為光澤鮮明的絲質,次將氫氧化鈉壓出,經過一定時間後,放入旋轉筒內,使接觸二硫化碳 Carbon disulfide 的蒸氣,全體化成琥珀色的透明黏膠質,將這質由紡絲機的細孔中壓入酸性溶液內,如第79圖,即凝成細絲。人造絲製

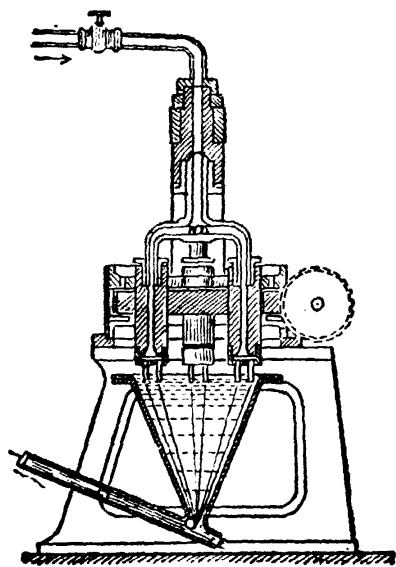


圖 79

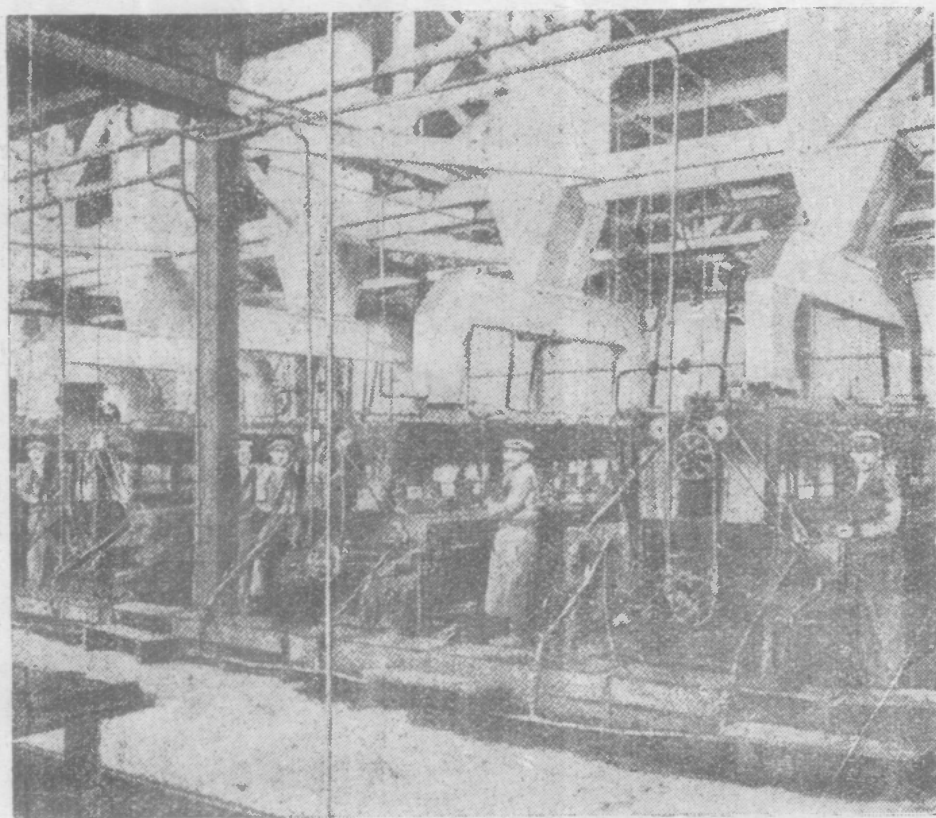


圖 80

造便,價值廉,但各國仍努力改良,將來必將壓倒蠶絲!如第80圖,係法國一人造絲工廠中內部的情形。

(2) 皮革 皮革的主要成分亦為蛋白質,日用品中,若皮鞋,皮箱,皮包和軍用品等需用很大。我國每年皮貨和生皮的出口,值海關銀四千五百萬兩,日用所需,悉

賴外貨,可恥孰甚!製革方法,約分五步:第一,先將生皮用鹽保護,以免腐敗;第二,將生皮浸入石灰乳內,以便去毛;第三,去毛和去肉的工作;第四,將皮浸入單寧溶液 (係單寧酸 Tannic acid $C_{14}H_{10}O_9 \cdot 2H_2O$ 與一縮二鉻酸鈉 Sodium dichromate $Na_2Cr_2O_7$ 兩種溶液,單寧酸能使蛋白質凝固;一縮二鉻酸鈉能使皮質柔軟) 中,令蛋白質(即皮質)凝固,按皮的厚薄和種類,浸漬時間有長短的區別;第五,經洗淨,壓平,上油,着色等手續,以完成熟皮.

習 題

1. 硝酸鉀和硝酸鈉有甚麼區別?
2. 火藥是化合物或混合物?硝酸鉀在火藥中,有甚麼用處?火藥燃燒爲甚麼生成濃煙?
3. 怎樣可以證明硝石內含有氮元素?
4. 甚麼叫做無煙火藥?牠的成分,製法和性質是怎

樣的?

5. 蛋白質有甚麼特徵?有甚麼證明的方法?

6. 硫酸,鹽酸,硝酸有甚麼區別的方法?

7. 氫氧化鉀,氫氧化鈉,氫氧化銨有甚麼區別的方法?

8. 脂肪(或油類),碳水化物,蛋白質的成分,有甚麼不同的地方?

第七章 碳及碳化物

39.碳酸氣的生成 我們已經知道人類和動物的呼吸,薪炭的燃燒,都可以生成碳酸氣的.還有動植物的腐敗,也能生成這氣體.

實驗 99. 用玻管將呼氣送入盛石灰水的玻杯內,即生成白色的沉澱.再如第 81 圖的裝置,A 瓶內盛石灰水少許,B 大瓶內滿盛水.若將點着的燭火置於 C 漏斗下,將 D 管上的鉗放開,先用嘴將 B 瓶內的水吸出少許,水即因虹吸作用,能繼續自 B 向 D 流出,這時由

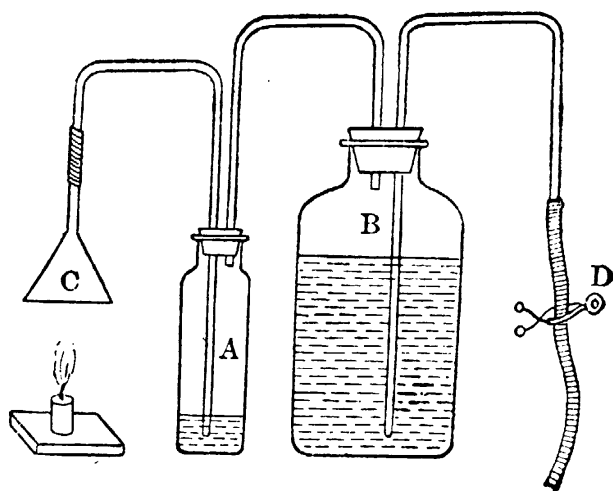
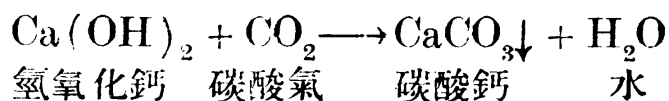


圖 81

蠟燭燃燒所生的氣體,就自 C 隨空氣送入 A 瓶的石灰水內,令石灰水生成白色沉澱。

石灰水遇碳酸氣能生成白色沉澱的反應,在化學上甚覺重要,試以方程式表明牠:



自然界中既不絕的生成碳酸氣,但空氣中的碳酸氣爲甚麼永有一定的限制(約含有 0.03%)呢?你們在植物學上,想已知道了:植物要時時在空氣中吸收碳酸氣,就在葉部的葉綠質內,靠太陽光系中紫外線 Ultra-violet ray 的作用,把碳酸氣和自根部吸來的水分,組成多種碳水化合物(這些化合物以後再分別討論),以供本體的營養,同時放出一部份氧氣,這就稱爲光化作用 Photo-synthesis,因此空氣中的碳酸氣量,就得着相當的調劑了。

40.碳酸氣的製造與滅火機 欲製造多量的碳酸氣以供實驗,我們在小學裏,就早已知道了:

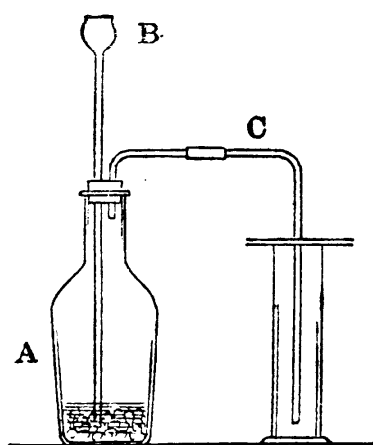
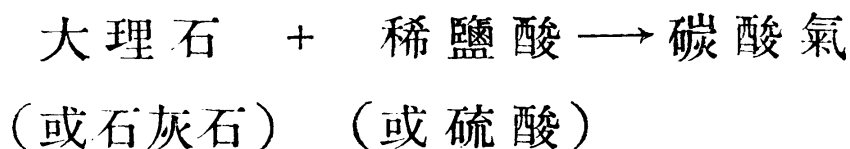


圖 82

實驗 100. 如 82 圖,盛大理石細塊 20 公分於 A 瓶中,自 B 長漏斗上,慢慢的加入稀鹽酸(酸一水三,或稀硫酸) 80 立方公分,即發生碳酸氣.試用下方置換法捕取四瓶.氣體滿瓶時,試以火星移近瓶口,立即熄滅,否則尚未裝滿.次將 C 導管通入盛水的玻杯內,以備下述實驗.

實驗 101. 取盛滿的碳酸氣一瓶,用點着的木條插入瓶內,火立即全熄.次取石灰水注入瓶內振盪,即生成白色沉澱.

實驗 102. 如第 83 圖,將點着的蠟

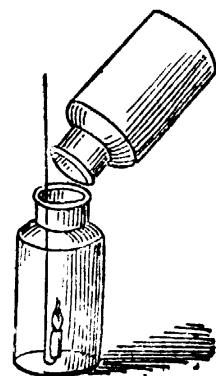


圖 83

燭插入一空瓶中,用滿盛碳酸氣瓶注入碳酸氣於空瓶內,即見燭火熄滅。

實驗 103. 如第84圖,取天平一架,放一玻杯於天平左邊盤上,右邊盤中,放入砝碼,令左右相平,次取盛滿碳酸氣一瓶,注入玻杯中,即見左邊盤杯下降,是碳酸氣較空氣為重的證明。

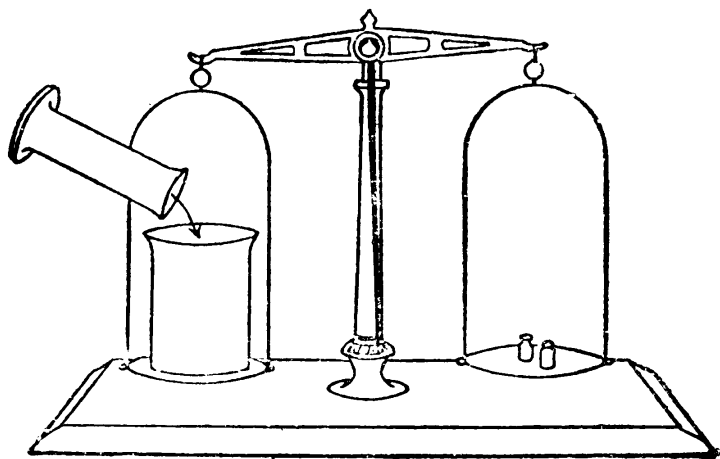


圖 84

實驗 104. 如第85圖,取厚紙片一張,剪成比瓶口略大的圓形,中插入一玻棒,棒上用線束鎂條兩三枚,先將鎂條在酒精燈上燒着,隨即插入碳酸氣瓶中,鎂條仍能繼續燃燒。俟燃燒停止後,細察瓶內,除白色粉狀物氧化鎂外,尚留有無數小黑塊,是為碳素,試注稀鹽酸數點於瓶中,振盪瓶體,即

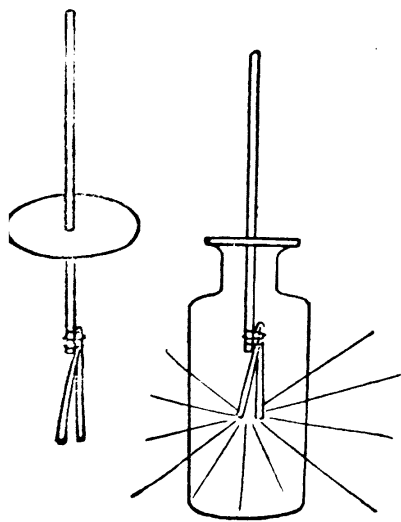


圖 85

見白粉溶解,僅留黑炭於瓶內。

實驗 105. 取碳酸氣水一杯,投入藍色石蕊試紙,即變為紫紅色,呈弱酸性反應。試嘗這水,味酸而清爽。

實驗 106. 取汽水（俗稱荷蘭水,夏天用為清涼劑）一瓶,試將瓶塞拔開,即見有氣體湧出。如第 86 圖,先將汽水傾出三分之一,用帶有導管的木塞,緊塞瓶口。將導管插入盛有石灰水的玻杯內,把汽水瓶放入盤內,若於盤內加入熱水,即有氣體自瓶內噴入石灰水中,令石灰水變為白色渾濁。

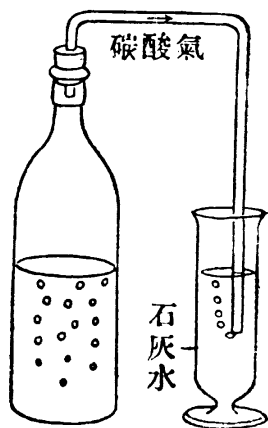
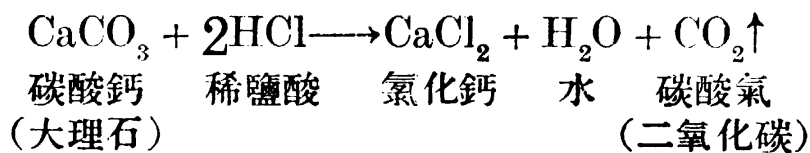


圖 86

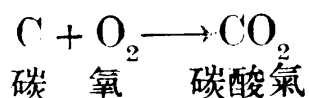
由上述實驗,我們可以知道碳酸氣的製法和性質:

(1) 用大理石加稀鹽酸,即能發生碳酸氣,反應如下:

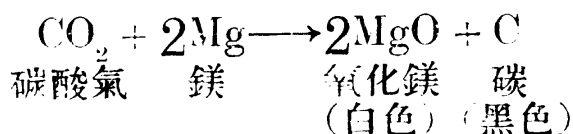


又把紅熱的木炭放入氧瓶中,也能生成

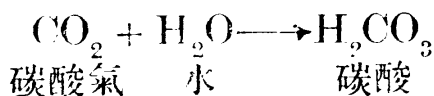
碳酸氣：



(2) 碳酸氣是由氧和碳二元素化合而成，又稱為二氧化碳。燃着的鎂條，可以把牠分解，使碳還原：



(3) 碳酸氣為無色無臭而有酸味的氣體，比空氣重約1.5倍，能溶解於水中而成為碳酸 Carbonic acid，故水溶液呈弱酸性反應：



因此，碳酸氣也叫做無水碳酸 Carbonic anhydride.

(4) 碳酸氣無助燃性，遇石灰水即生成白色的碳酸鈣沉澱；這種反應就是試驗牠最靈敏的方法。

(5) 碳酸氣溶於水中,有清爽的滋味,普通用大壓力將牠壓入瓶內,以製造汽水(汽水瓶內約有五個氣壓,故瓶塞開時,水如泉沸)。又因牠

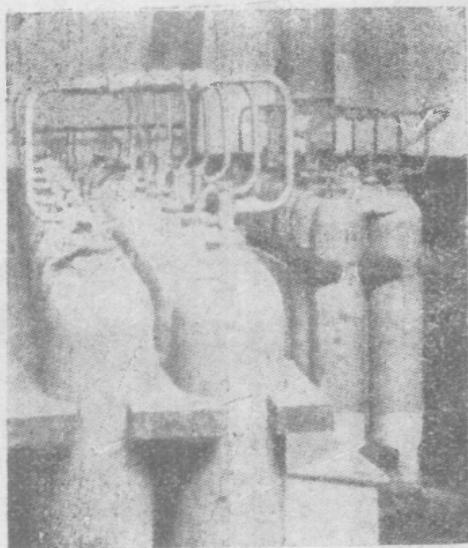


圖 87

無助燃性,故常用大壓力將牠壓入鋼鐵瓶內,令化爲液體,作爲輪船上或工廠中救火的用處,如第87圖。

又家庭,店鋪,學校或工廠中,如遇有室內一部分失火,可預製碳酸氣滅火裝置撲滅牠。法於密閉的瓶內盛酸性碳酸鈉 Sodium bicarbonate NaHCO_3 溶液,並懸一小硫酸瓶於液面;當應用時,將硫酸混入液內,即盛發碳酸氣:



實驗 107. 取大玻璃瓶一個,瓶口配有帶尖口長管的橡皮塞,內盛酸性碳酸鈉溶液約三分二(水 100 立方公分,加酸性碳酸鈉 20 公分).次取小試驗管一枚,管中盛濃硫酸,管口不封塞,用線掛於瓶內,如第 88 圖,先將大瓶上之塞塞緊,次將瓶側轉,令硫酸混入溶液中,瓶內即發生碳酸氣,能將溶液自尖口壓出,噴射甚遠。

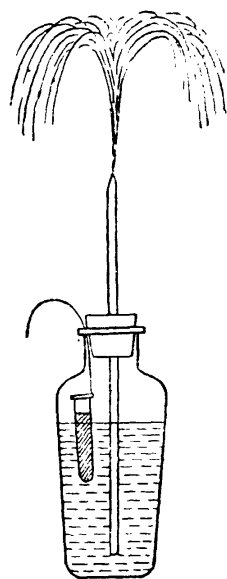


圖 88

這種混合液噴在着火的物體上,仍能起如前式的反應,繼續發生碳酸氣,將空氣逐開,使燃燒停止.實用上的裝置如第 89 圖,叫做滅火機Fire extinguisher. 平時可懸掛於柱或壁上,用時將機身倒轉,溶液即由強壓力自管口噴出。

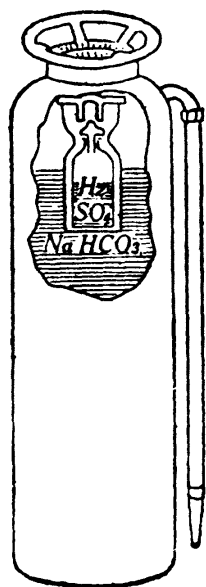


圖 89

41.炭在火爐內燃燒的情形 火爐燃

燒旺盛時,每見爐面上現有青色的火焰.這種情形,可就第90圖鐵製暖爐的剖開面來說明.炭在爐的下部,因接觸空氣,就燃燒而成為碳酸氣:

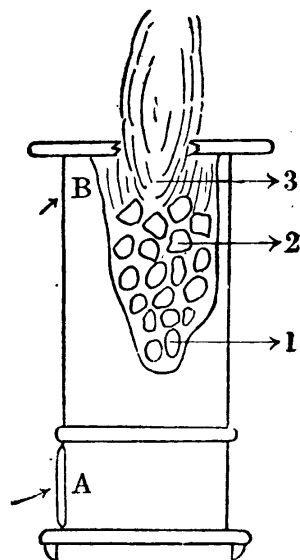


圖 90

燃燒時放出的熱量,能將上部的炭燒至紅熱;紅熱時的炭,對於由下部上升的碳酸氣,起了還原作用的功效,奪取其成分中的一個氧原子,使成為一氧化碳,或叫做氧化碳 Carbon monoxide:



氧化碳為可燃性的氣體,至爐面遇空氣時,即行燃燒而再成為二氧化碳,作特有的青色火焰:



一氧化碳爲具有劇毒的氣體,人類吸入肺部,即與血球結合,妨礙血球攝取氧氣的效用.空氣中若混有容積 3% 的一氧化碳,即足致人死命.冬日燃爐,因爐口高深,炭塊緊塞,3 部(第 90 圖)往往溫度不足,以後由 2 部生成的一氧化碳,不能燃燒,因無煙突,故即放入空氣中.每年冬季,因烘爐中煤氣(即一氧化碳)毒而死的,時有所聞.留心公眾衛生的,應注意火爐構造的改善.

42. 碳質異形體 木炭,石墨和金鋼石三種物質的物理性質大有區別,然用實驗的方法,可以證明這種物質,實皆爲碳質的變形.試將三種物質在氧氣中燃燒之,其唯一的產物即爲碳酸氣.惟木炭爲非結晶體,或稱無定形碳 Amorphous carbon,

而石墨與金鋼石則爲結晶體,正如硫黃之有種種變形,同爲同質異形之例.茲先就石墨與金鋼石分別述之.

(1) **石墨** Graphite 石墨之天然產的,分布頗廣,我國河南,湖南,河北,安徽及廣東諸省皆有出產.結晶屬六方系,常見的多爲鱗狀及柱狀.色灰黑,有金屬光澤,質軟,表面滑膩,爲電的傳導體.融點極高.故常用以製造鉛筆,機器潤滑劑及電極,坩堝等.

石墨之天然產者雖多,但現在多用硬煤以大規模製造之.硬煤爲一種不純粹碳質,將硬煤置於電爐中,通以極強的電流,則硬煤受高熱而變爲石墨.

(2) **金剛石** Diamond 金剛石爲無色透明的晶體,普通含有雜質,故略帶黃綠等色.硬度最高,光耀最強,常用爲貴重的飾品;其不純者則用爲礦鑽,或製成金剛石

粉,以磨琢玉石等.我國山東省稍產之.利用電爐的高熱,亦可用人工製得其少量.

43.木炭及煤炭 日用的燃料,如木炭
煤炭 (也叫石炭),煤油 (也叫石油),
木材,柴草等,均可稱為製造碳酸氣的原料.牠們供給燃燒的主要成分,除氫外,大部分就是碳 Carbon. 現在請分別研究牠:

(1) **木炭** 木炭 Wood charcoal 即將木材在空氣不甚流通的地方燒熱,令木材中揮發性的物質,多化氣逸去,僅留碳分和灰分.我國南方各省多用木炭為燃料,牠的製法如第91圖所示.將小木材砍成細條,積疊在薪柴上面,外蓋以草,封

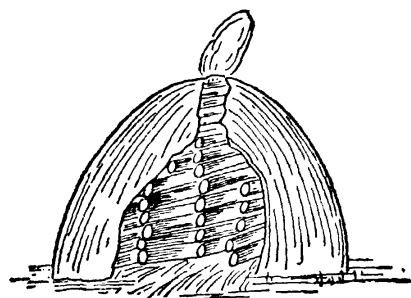


圖 91

以泥,頂上和底下均留小孔.用火將薪柴點着,令木材慢慢燃燒.至一定程度時,將

頂上小孔封閉,燃燒即自行停止,內部木材即碳化爲木炭.這種製法,很不經濟的,因爲木材中能揮發的物質,也可供化學工業上的材料(詳見後述),牠的價值比木炭還要高貴呢.

(2) 煤炭 煤炭 Coal 是古代植物,因地殼變遷,埋沒在地層內,受地溫和壓力的作用,逐漸碳化而成的.由年代的遠近,碳化程度的高淺,和植物種屬的不同,可分爲泥炭,褐炭,煙炭(也叫做煙煤)和無煙炭(也叫做硬煤或白煤)四種.泥炭爲年代最近的苔草或木材所成,含碳分較少,因爲分解未久的緣故.褐炭,煙炭年代比泥炭爲久,含碳的成分也較高,係古代針狀葉或網狀葉的木材碳化而成.無煙炭年代最久,碳化非常完全,係古代羊齒類植物埋沒在地層中而成.牠們的成

分,約如下表所示:

	C	H	O, N, S 和灰分
乾木材(作比較的)	50%	6%	44%
泥 炭	60%	6%	34%
褐 炭	67%	5%	28%
煙 炭	89%	5%	6%
無煙炭	94%	3%	3%

煤爲工業發展的淵源,國家富強的根本.光,動,熱等能力,現在均仰給於煤炭,而且牠的副產品又爲染料和藥用上的貴重原料.世界各國地層中儲煤最富的,首爲美國,我國的儲煤量依最近統計約爲248,287,000,000 公噸,但每年採取煤礦的總量,祇不過15,000,000 噸,且大部分的礦權,還操在英日人手中呢!

(3) 石油 石油 Petroleum 亦產於地層中,但和煤炭的成因不同,乃由古代小動物的脂肪,受大壓力和高溫度分解而成

的.未經提煉的粗石油,可作為燃料.經過提煉後,即可分成多種很有用的物質:

名 稱	沸 點	用 途
石 油 醚 Petroleum ether	40°—70°C	溶解樹脂,樹膠,製造防水布等
汽 油 Gasoline	70°—90°	溶劑,汽車,飛機的燃料.
揮 發 油 Ligroine	90°—150°	溶劑,燃料,油漆原料等.
煤 油 Petroleum	150°—300°	燃料,燈用.
柴 油 Fuel oil	250°—350°	燃料.
滑 劑 Lubricating oil	300°C以上	機器,火車上做滑劑用.
石 油 脂 Vaseline	„	外科藥膏.
石 蠟 Paraffin wax	„	蠟燭原料.

我國石油礦區,起自新疆的北部,沿祁連山而東,至甘肅,陝西,復經秦嶺而入於四川的中部.在河北,山東,山西,熱河等省,也有石油礦發見.現時汽車飛機日漸發達,汽油一項,用量尤巨,然目前我國所用者幾盡是舶來品,故石油礦的開發,在我

國也是迫切需要的!

44.煤炭的副產物 四種煤炭中,除無煙炭外,餘三種燃燒時,均發生氣體和液體。氣體叫做煤氣 Coal gas, 液體叫做煤脂 Coal tar.

實驗 108. 如第 92 圖,取硬玻管一枚,中盛褐炭細粉 5—6 公分,用導管連接於廣口瓶上,瓶內盛水少許。次將玻管加熱,即有氣體和液體流入廣口瓶內。俟瓶中空氣逐淨後,試以火焰近導管尖口,即能點着。

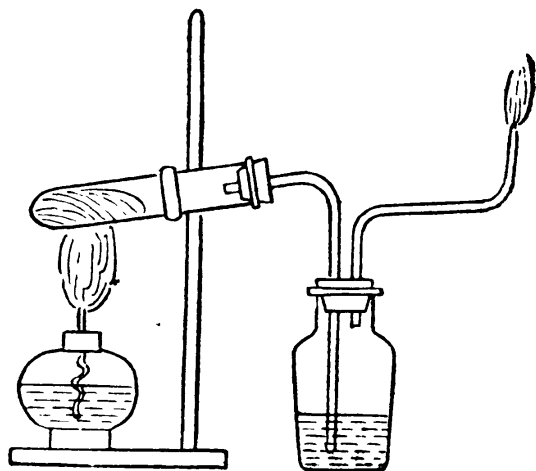


圖 92

實驗 109. 將煤脂少許注於試驗管中,滴加氫氧化鈉溶液數點,試在燈焰上加熱,即發出氨的臭氣;若以浸濕的紅色石蕊試紙移近管口,即變為藍色。

將褐炭在密閉器內加熱,發出煤氣和煤脂後,其遺留在器內的殘渣,叫做焦煤 Coke. 焦煤為煉鐵必需的物質。煤氣也可

代煤炭供燃料用;煤脂先用硫酸處理,可以製得硫酸銨 Ammonium sulfate $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$,爲農業上重要的氮質肥料.次再將煤脂提煉,可分出下列各重要化合物:

(1) 苯 Benzene C_6H_6 苯是一種無色透明易流動的液體,沸點爲 80.5° ,有特殊的氣味,性易燃燒,燃時發煙甚盛.可作溶劑和多數染料,藥用品的原料.

實驗 110. 取苯2—3立方公分於蒸發皿中,先嗅牠的氣味,次用火柴引着,即見盛發黑煙.

(2) 石碳酸 Carbolie acid $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 石碳酸純粹的爲無色透明的結晶,粗製的常帶淡紅色,有特殊的香氣.牠的水溶液,在醫學上用作消毒劑,呈酸性反應,故叫做石碳酸.牠的融點爲 43°C ,沸點爲 183°C ,除作消毒劑外,還可供製造別種藥劑的原料,銷量很多.

實驗 111. 取石碳酸的固體,觀察牠的結晶形;並取少許溶解於水中,投入藍色試紙,可變為紅色。

(3) 萘 Naphthalene $C_{10}H_8$ 萘 為白色有光澤的結晶體,帶有特殊的氣味,可用作防腐劑和製造藥用品的原料.平常稱為臭樟腦或洋樟腦,為白色小圓球形,西藥房中多有出售.牠的融點 $79^{\circ}C$, 沸點 $218^{\circ}C$.

(4) 蒽 Anthracene $C_{14}H_{10}$ 蒽 為白色片狀的結晶體,可用以製造染料,融點 $216^{\circ}C$, 沸點 $350^{\circ}C$, 因為牠得自煤脂中,所以化學家就用無煙炭 Anthracite 的字源,作為牠的名稱。

實驗 112. 取萘和蒽各少許,先考驗牠的形色味諸性質,次用火點着,即燃燒而放出黑煙。

由煤脂和石油中,能提煉出多種物質的方法,叫做分餾法 Fractional distillation, 就是混合液體的蒸餾法.煤脂和石油原是

多種物質的混合體,但因為各物質的沸點不同,沸點低的先化為氣,沸點高的後化為氣,所以我們把牠放在蒸餾鍋中,由鍋底加熱,或鍋內通以熱蒸汽管,讓溫度慢慢的升高,就可以由蒸餾法,把牠們分開了。

45.石油的成分 石油的成分和煤脂很不相同.石油礦內實在包含氣體,液體和固體三種成分,氣體封閉在石油的上層,固體就溶解在石油內了.所以石油在地層內的情形,如第93圖。(石油井開採時的外部情

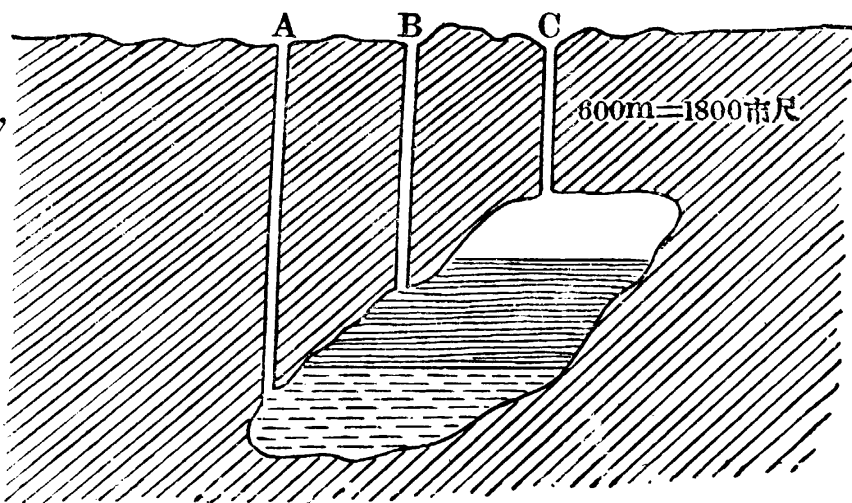


圖 93

形,如第
94 圖)
開鑿石
油井時,
若碰到
A 的情
形,就要
先將水

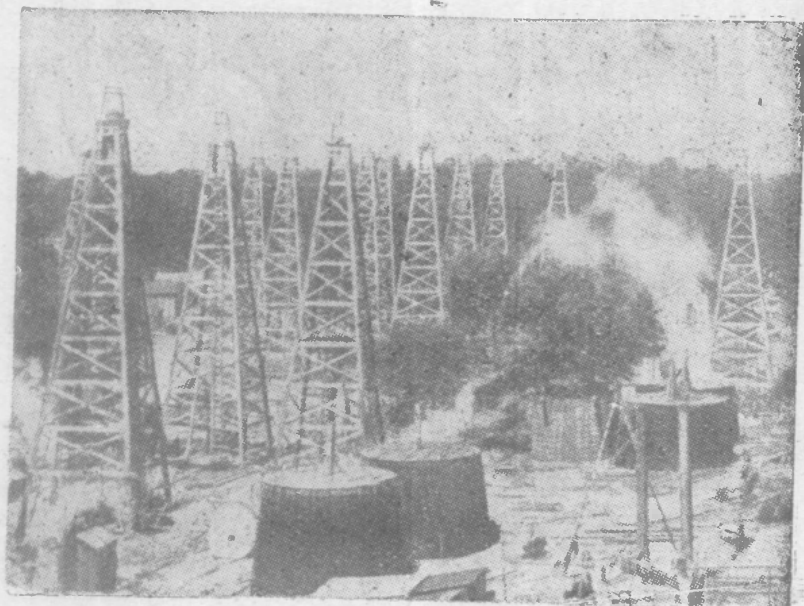


圖 94

分噴上;B 的情形,就先噴上石油;C 的情形,就先噴出氣體。

石油的氣體內含有四種主要成分:

- (1) 甲烷 Methane CH_4 俗稱沼氣 March gas;
- (2) 乙烷 Ethane C_2H_6 ; (3) 丙烷 Propane C_3H_8 ;
- (4) 丁烷 Butane C_4H_{10} .

這些化合物,都是由碳和氫兩種元素合成的,所以也叫做碳氫質 Hydrocarbons. 碳氫質的種類很多,因為碳原子能自己

互相化合,可以增加到六十個碳原子,這是碳素的一種很奇怪的性質!自五個碳原子以上至十六個碳原子以下的化合物,就成爲液體了,也就是石油的主要成分,燈用煤油的成分爲 C_9H_{20} 至 $C_{17}H_{36}$ 。自十七個碳原子以上的化合物,就成爲固體了。石油脂和石蠟的成分內,就含有 $C_{20}H_{42}$ 至 $C_{24}H_{50}$ 。

46. 沼氣的性質 沼氣不僅石油礦中有的,煤礦中也有發生的,就是池沼湖河的污泥裏,也包含有很多的沼氣。因爲植物的葉莖根沉沒到水內的泥土中,腐敗後分解出這種氣體,不甚溶解於水,所以能保留在污泥內。如第95圖,用滿水的廣口瓶插

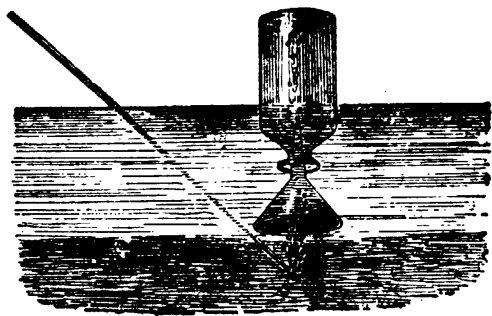


圖 95

入漏斗,倒立於池沼的水內,試用竹竿攪動污泥,即見有氣泡升入瓶中.捕取滿瓶後,試用火點着,即作淡藍色火焰而燃燒.最近江浙一帶鄉鎮所流行的一種國產天然瓦斯燈,就是利用沼氣作燃料的.

牠的製法和性質,可設法實驗如下:

實驗 113. 如第96圖,取無水醋酸鈉(先取結晶醋酸鈉在鐵盤內灼熱,逐出結晶水)6公分,固體氫氧化鈉3公分,在研鉢內混合研細,裝入一大形硬玻管中.試將管底

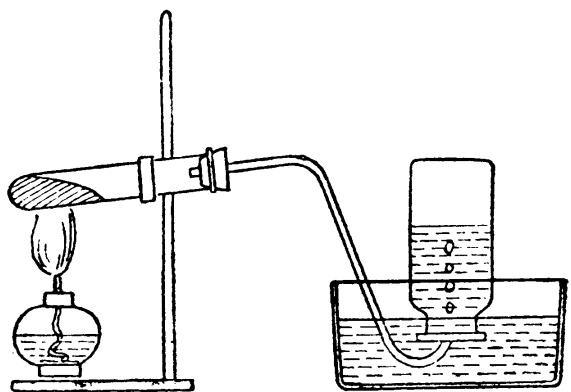


圖 96

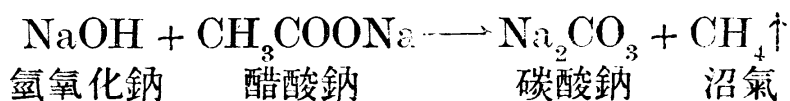
加熱,即可發生沼氣,用水槽法捕集兩三瓶以供實驗.

實驗 114. 取沼氣一瓶,用火點着,即作淡藍色的火焰而燃燒.次注石灰水於燃燒管內,即變成白色渾濁.

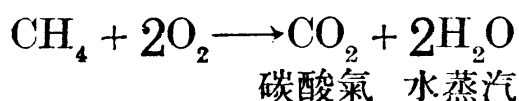
實驗 115. 取空瓶一個,覆蓋沼氣瓶上,再反復轉動,令空氣和沼氣相混.次取火點着沼氣,即突然燃燒

而發生炸爆聲。

上述實驗中,由醋酸鈉和氫氧化鈉製造沼氣的反應,當如下式:



沼氣混合空氣,因燃燒極快,發熱很多,故易發生爆炸的危險:



礦井中如存有沼氣,因和空氣混合,極易引火,使礦井炸裂.因此開礦工人,不能攜帶平常燈火入井工作,須用如第97圖的安全燈 Safety lamp 以免危險.安全燈的構造和平常煤油燈相似,但上部玻璃罩代以銅絲網.用這燈時,即有火障 (礦工稱井內炸爆性

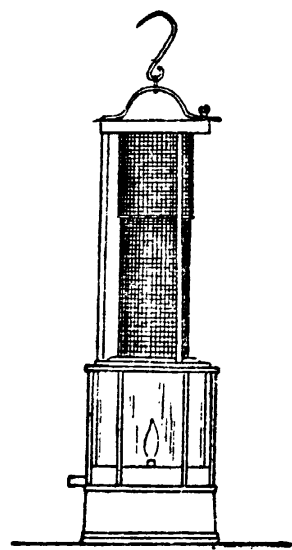


圖 97

的氣體爲火瘴 Fire damp) 遇着,亦祇在燈內燃燒,不能引起礦井內的爆炸,因銅絲爲熱的良導體,能使火瘴的溫度降低,不致達到發火點 Ignition point 而爆發。

又煤礦中有時也有氧化碳的氣體發生,這氣體對於工人是很危險的,若礦井中存量超過 3%,可以立時送命!因此礦工除攜帶安全燈外,還攜帶一善鳴的金絲雀 Canary,如第98圖;這鳥對於氧化碳的感覺非常靈敏,人類還沒有覺得頭暈或不大舒服的情形,牠倒早已送命了!



圖 98

47.碳酸氣和植物的關係 植物是能調劑空氣中的碳酸氣的。碳酸氣和植物究有甚麼關係呢?試用實驗來證明:

實驗 116. 如第 99 圖的裝置,於大玻瓶內,滿盛碳酸水 (即將碳酸氣通入冷水中,做成飽和溶液),放入新鮮葉片,瓶口塞以插有漏斗的木塞,漏斗內倒立一滿水的玻管.將這裝置放在日光下,即見有氣泡上升入管內,約經過一點鐘後,可捕集滿管.試以帶有火星的木條插入管內,即見燃燒甚盛,故知這管內的氣體為氧氣.

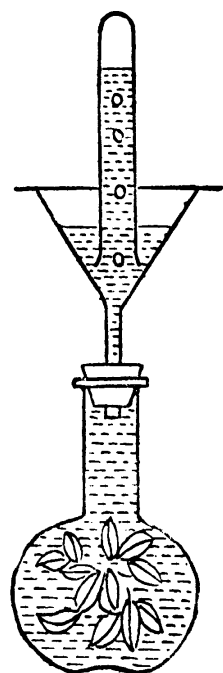


圖 99

由上述實驗,足證植物葉能吸收碳酸氣而放出氧.我們也已經知道碳酸氣的成分為碳和氧,則留在葉中的碳素,將變成甚麼物質呢?

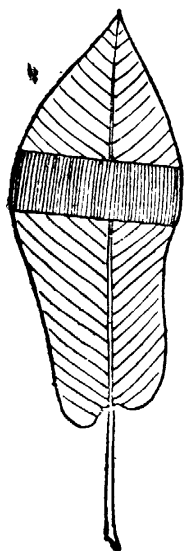


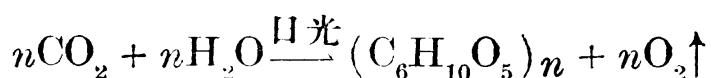
圖 100

實驗 117. 於向日光方面的綠葉上,內外面均用膠水 (不可用漿糊) 黏貼錫箔一條,使遮斷光線,如第 100 圖所示.於天氣晴朗時,經過二十四點鐘,即將綠葉由樹上摘下,除去錫箔,浸

入酒精中,令葉上的葉綠質 Chlorophyll 盡行溶解,使葉成淡白色,再將這葉片沉入碘溶液內(取碘一二小片,溶解於酒精50立方公分中),經過一二點鐘,即見葉片上除錫箔黏貼的地方仍為淡白色外,餘均作淺藍色。

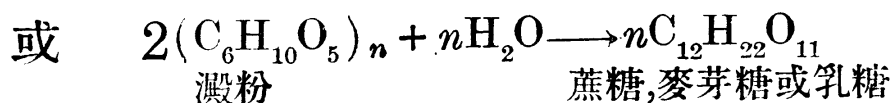
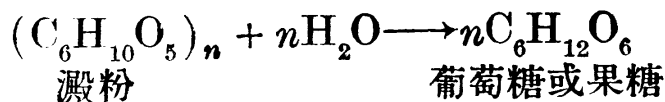
實驗 118. 用玻棒沾碘溶液,塗在米飯,麪粉和馬鈴薯上,即現藍色。

生物學家說:植物攝取空氣中碳酸氣和自根吸上的水分後,就由葉綠質利用日光中紫外線的作用,變成澱粉 Starch,先存在於葉內:



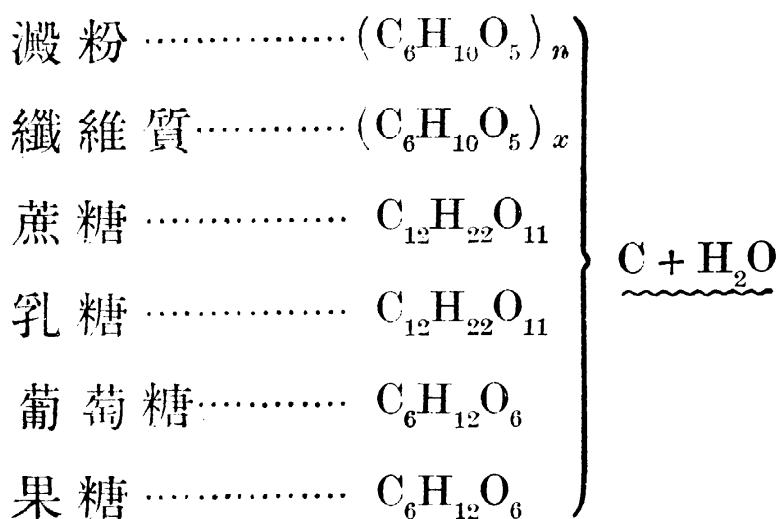
澱粉的分子量,我們雖無法測定,但確知不是 $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 = 162$, 而為 162 的若干倍,所以澱粉的分子式常寫作 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ 。

葉內生成的澱粉,能變為可溶性的糖類,運送至植物的各部分,如:



糖類運到植物各部分,或形成細胞膜,造成纖維質 Cellulose $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_x$; 或運往種子,根,莖等處,再成為澱粉 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$. 若產油植物能由糖類變為脂肪;含糖植物則變為蔗糖,而儲蓄於根莖中.

48.澱粉類化合物的概要 上段中所述的各種化合物,成分均很和澱粉相似,例如:



就各種分子式而論,牠們的成分,均可視為由碳和水合成的,故這類化合物總稱為碳水化合物 Carbohydrates. 茲分述於後

實驗 119. 取澱粉,紙片(或木屑)和糖類等各

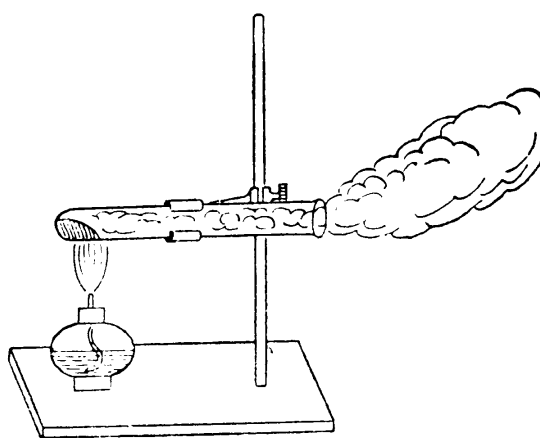


圖 101

少許於試驗管內,如第 101 圖,水平固定於鐵架上,用酒精燈灼熱,即見管口盛發蒸汽,管壁冷處凝有小水點,管底則遺留黑色碳素。

實驗 120. 取白紙片一張,用稀硫酸寫字於紙片上.試取這紙片於火焰上燻熱,即見硫酸到處,均變黑色,是即纖維質中的水成分,被硫酸抽出,而遺留碳素的緣故,如第 102 圖所示。

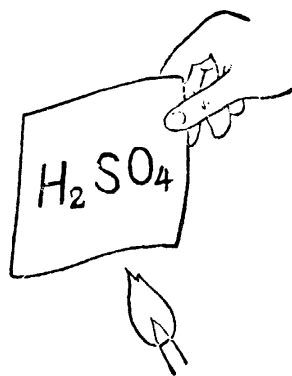


圖 102

(1) **澱粉** 澱粉為米,麪(麥)馬鈴薯,玉蜀黍等食品的主成分,為農產品中極重

要的物質。純粹的澱粉爲粉狀物，不溶解於冷水，在水中加熱，即膨漲而成爲糊漿。各種植物體內的澱粉粒，形狀頗不一致，如第 103 圖，爲各種澱粉粒在顯微鏡下放大的情形，A 爲馬鈴薯的，B 爲小麥的，C 爲米的。

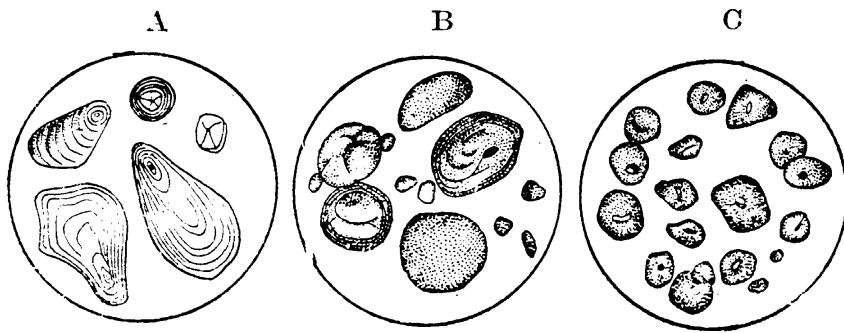


圖 103

(2) 纖維質 纖維質構成本材，竹，草，棉，苧麻等的主要成分，爲重要的碳水化合物類。尋常所見的脫脂棉及化學實驗室中常用的濾紙，可稱爲純粹的纖維質。在植物界中，除少數具有純粹纖維質外，大部份都與別種物質結合，然應用藥劑處理，

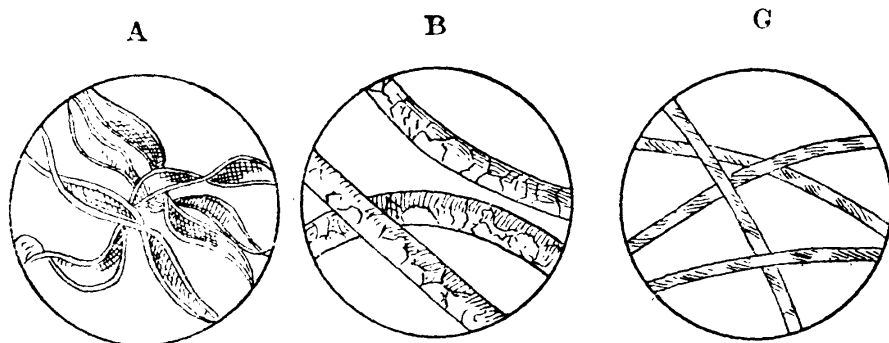


圖 104

則可析出之。纖維質為製造布帛紙張繩索等日用品的重要原料。不溶於水及別種溶劑。與酸類同煮，則起加水分解而成葡萄糖。

動物纖維質屬蛋白質類，故與植物纖維質不同。第 104 圖為纖維質在顯微鏡下放大的情形，A 為棉花的，B 為羊毛的，C 為蠶絲的。

【附】造紙 紙的用途極大，如書籍，如新聞紙，如鈔票，莫不有賴於紙以為印刷。我國漢代的蔡倫雖早已發明用稻藁製紙，可惜後世不加研究，毫無進步。後來蔡

倫造紙的方法，傳到歐洲以後，經歐人改良研究，利用機器製造，出品精良。而我國還是墨守舊法，質劣而價貴，以致我們所用的紙，大都仰給舶來品，金錢外溢，良可痛心。（上海，廣州等處雖已有國人自辦之造紙工廠，利用機器製造，但以出產少而成本高，尚不能與舶來品相競爭）。

造紙的原料，爲稻藁，破布，竹，樹皮，苧麻，木材等等。現在大規模的製紙廠，多以木材爲造紙的原料。製造的方法，將木材用機器切成細片，投入氫氧化鈉溶液中，煮沸，經八小時至十小時之久，使木材的纖維質成爲紙粕，然後施行漂白的工作，（用漂白明礬或漂白粉）使紙粕色白，加入填料，（用松脂，肥皂，明礬等）使填料填充於紙粕纖維之縫隙間，將紙粕與填料加水調成糊狀，入漉紙機器中漉之，再

經過烘筒烘燥,即成紙張。

(3) **糖類** 糖類中最普通的就算是蔗糖 Cane sugar. 蔗糖常多量存於甘蔗和甜菜 Sugar beet 的莖和根中.甘蔗適宜於熱帶,甜菜生長於寒冷地方.甘蔗中含糖有16%,甜菜根莖含糖高至20%。

製糖時先將蔗汁用機械榨出,或將甜菜的根莖切成薄片,用水將糖汁抽出,加石灰乳少許,熱至沸騰,以除去蛋白質和酸類等,然後在真空鍋內(如第105圖A鍋中的空氣,由B抽氣機吸出)蒸發其水分,冷時即自母液中析出

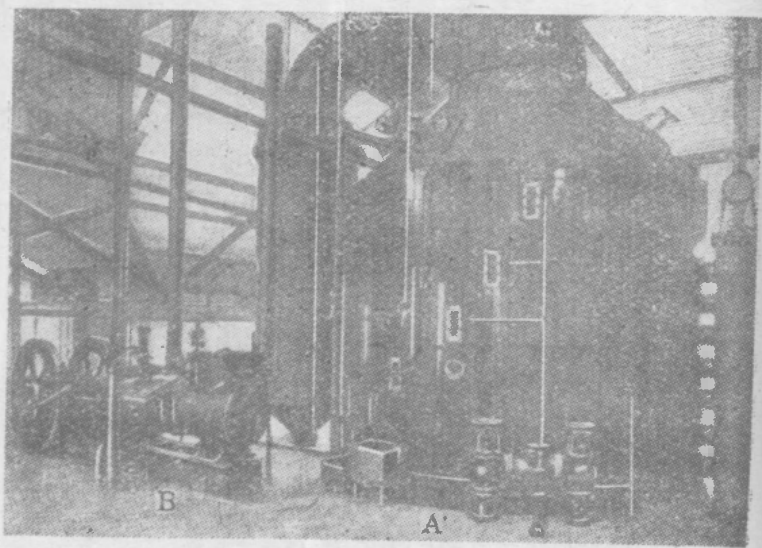


圖 105

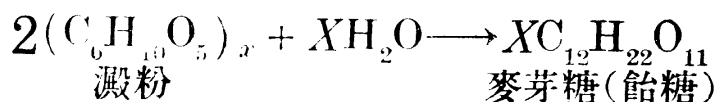
微細的結晶體,其色微褐,是爲普通白糖。其母液則稱爲糖蜜 Molasses (或稱烏糖醬),可爲製造酒精的原料,或醬油和酒類加色的用處。

我國閩粵一帶用土法製成的糖,糖質不純潔,作赤褐色,故通稱爲紅糖。歐美各國則用普通白糖溶解於水中,通過骨炭厚層,以濾去色質,再入真空鍋內蒸發水分,並使結晶,即得純潔的精糖。又將白糖的溶液稀薄,並慢慢放冷,可得大塊的結晶體,是爲冰糖。

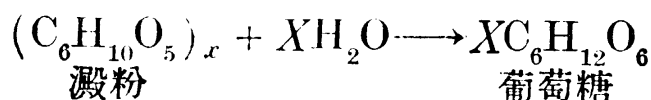
麥芽糖 Maltose 和乳糖 Lactose 分子式雖和蔗糖相同,但構造上各有不同,故性質也彼此殊異。蔗糖甜味甚強,麥芽糖和乳糖則甜味甚弱。

將澱粉(用米,馬鈴薯或玉蜀黍)煮熟,加大麥芽保持 $35-38^{\circ}\text{C}$. 的溫度,即化

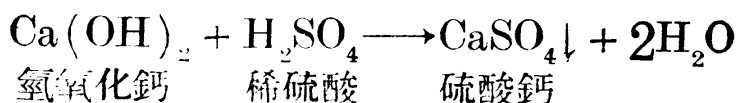
爲麥芽糖,通俗叫做飴糖:



若將澱粉內加稀硫酸煮沸,則可使變爲葡萄糖 Glucose:

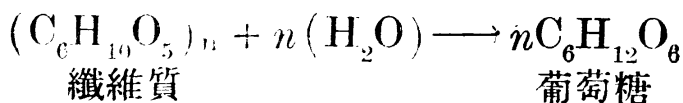


次加熟石灰使硫酸中和:



將濾液蒸發後,可得葡萄糖的結晶體.葡萄糖可供糖果製造的原料,也可釀造爲酒精.

又破布破紙和木材等纖維質,加稀硫酸後,加以高溫度,亦可使成爲葡萄糖,能供釀酒的原料:



實驗 121. 取澱粉 30 公分,和冷水 100 立方公分調勻後,再加濃硫酸 10 立方公分,使在油鍋(鍋內可

用菜油或豆油等)內熱至 $120^{\circ} - 140^{\circ}\text{C}$, 如第 106 圖.約經過一小時後,將瓶自油內取出,把內容物注入玻杯中,徐徐加入石灰乳,以呈弱鹼性反應爲止.再濾清沉澱物,將濾液在水盤上蒸發至乾,即可得粗製的葡萄糖.

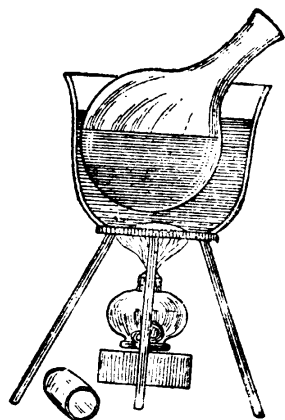
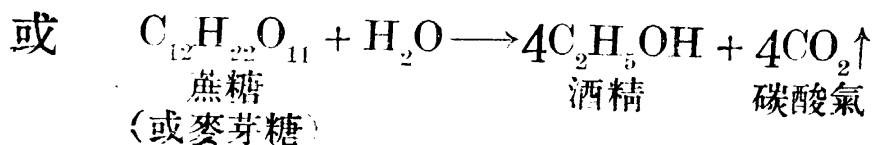
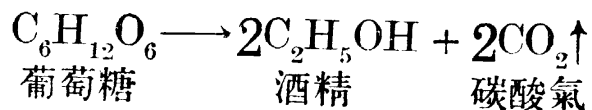


圖 106

實驗 122. 取濃硫酸 20 立方公分於大玻杯中,試漸次投入濾紙小片,以不能再行溶解爲止.次將杯底微微加熱,以全體略帶紅褐色爲度.再加水 200 立方公分稀薄,繼加石灰乳,以溶液呈弱鹼性反應爲限.等溶液濾清後,放在水盤上蒸發至乾,即得粗製葡萄糖.

49.澱粉和糖類可爲造酒的原料 於糖類溶液中加酵麴 Yeast, 均可釀成酒精 Ethyl alcohol, 例如:



實驗 123. 如第 107

圖,燒瓶 A (內容一公升) 中盛水 500 立方公分,以葡萄糖或蔗糖 50 公分溶解水內,加酵麴一二公分,用導管連於盛有石灰水

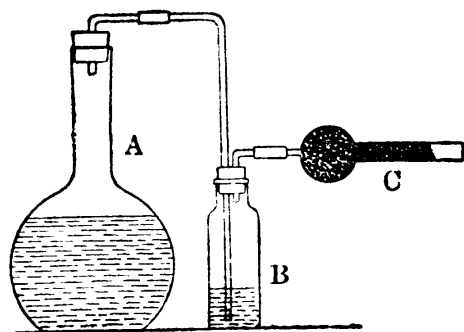


圖 107

的 B 瓶上,並於 C 管內盛氫氧化鈉的固體,以防空氣中碳酸氣的浸入.將這裝置全體放置溫暖的地方,溫度維持 30°C , 則 A 內盛行醱酵,發出碳酸氣,通至 B 瓶的石灰水內,即生成白色的沉澱,是醱酵時發生碳酸氣的明證.試開 A 瓶的木塞,即可以嗅到酒精的氣味.

工業上製造酒精,不必皆用糖類,凡米,麥,馬鈴薯,玉蜀黍等含澱粉的物質,加入大麥芽後,即可先變為麥芽糖;次加酵麴,即可生成酒精.大麥芽中或酵麴內均含一種菌類,牠們繁殖時,能分泌一種可以誘起醱酵 Fermentation 的酵質 Enzyme. 凡

能將糖類化爲酒精的酵質,叫做化酒酵質 Zymase; 能將澱粉變爲糖類的酵質,叫做化糖酵質 Diastase.

又酒類放置空氣中,常能自變爲醋.因爲空氣中含有醋母菌 Mycoderma aceti, 醋母菌寄生於酒內,即由醋母菌所含化醋酵質的作用,將酒精氧化爲醋酸 Acetic acid CH_3COOH , 這種作用也可稱爲醋的酸酵 Acetic fermentation.

酒精爲芳香的無色液體.比重 0.79, 沸點 78°C ., 冰點 -130°C ., 能任意和水混合, 可溶解脂肪油類松香等化合物.常用作藥劑, 燃料及香水, 假漆等原料; 又有防腐性, 可以保存動物標本.

含酒精的飲料, 通常統叫做酒類, 市上通行的酒類所含酒精的分量, 約如下表:

酒 名	含酒精的百分率	酒 名	含酒精的百分率
啤 酒	3—5%	燒 酒	25 % 以上
葡 萄 酒	7—12%	白 蘭 地	30 % 以上
紹 興 酒	12—20%		

50.碳酸氣和礦物的關係 碳酸氣不僅和植物界有密切的關係,牠和礦物質也能生成種種的奇異反應.在上面已知道,把碳酸氣通到石灰水內,就可以生成白色沉澱的碳酸鈣 Calcium carbonate CaCO_3 , 這碳酸鈣的成分是完全和大理石(或石灰石)相同的.

實驗 124. 取沉澱碳酸鈣少許於試驗管中,滴加稀鹽酸數點,即發生氣體.試用玻棒沾石灰水,移近管口上,即見玻棒上生成白濁色.再取大理石或石灰石一塊放入試驗管中,如上法實驗,也可證明牠發生碳酸氣.

實驗 125. 取介殼類的介殼幾種,如螺,蛤,蚌,蟹(或雞卵殼).各滴稀鹽酸數點,也見牠發生氣泡,試以沾

有石灰水的玻棒移置於氣泡上,即生成白色渾濁,可證明有碳酸氣發生。

由上述實驗,足證 大理石 Marble, 石灰石 Lime stone 和螺,蛤,蚌,貝等介殼類,多是碳酸鈣的成分。

大理石光澤美麗,強韌緻密,可供建築材料,帶有花紋的多用以製造裝飾品。化學上製造碳酸氣也採用大理石,因為牠質地比石灰石純粹些。我國各省均有產出。

碳酸鈣成分最純粹的,就算是 冰蘭石 Iceland spar,無色透明,具有雙屈折性;如第 108 圖,將冰蘭石放置於文字上,即見現出二重文字;故光學上多用以製造三稜鏡。

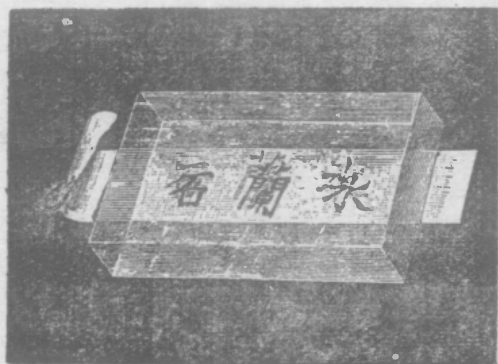


圖 108

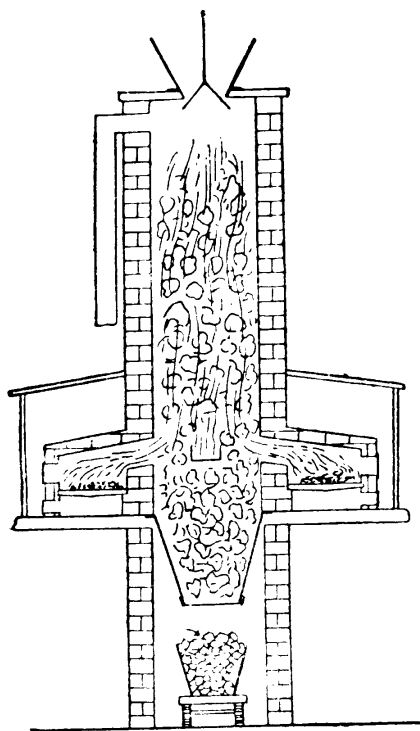
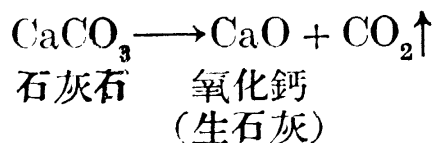


圖 109

石灰石成分雖不及大理石的純粹,但結晶有很緻密的,可供建築材料用.質地較鬆的石灰石,可燒成石灰 Lime,也是建築上不可或缺的材料.

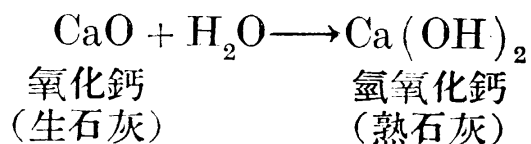
如第 109 圖爲石灰窯 Lime kiln 的剖面圖,將石灰石裝入窯內,由下部灼熱,可將碳酸氣逐出,使成爲生石灰 Quicklime:



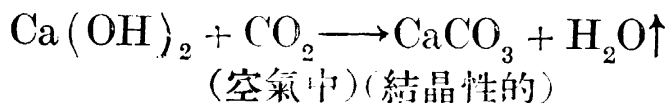
瀕海居民,往往取海濱(或淺海內)的螺蚌蛤蠣等介殼,以製造石灰.介殼的成分大部分都是碳酸鈣,而略混有有機質

Organic matter, 但有機質灼熱後很易分解, 故遺留在窯內的, 即爲不很純粹的氧化鈣, 卻也很適合於黏附磚石或鋪地塗壁之用。

生石灰 (氧化鈣) 爲白色固體, 在空氣中能吸收水蒸汽和碳酸氣, 加水即成粉狀物, 發熱很多, 叫做 熟石灰 Slaked lime, 也稱爲 氫氧化鈣 Calcium hydroxide $\text{Ca}(\text{OH})_2$:



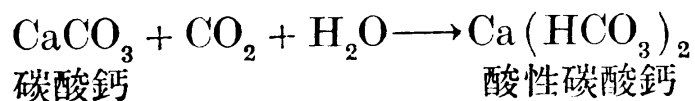
熟石灰略能溶解於水, 牠的水溶液, 就是 石灰水 Lime water. 牠和水的混合物叫做 石灰乳 Milk of lime. 石灰乳在空氣中能吸收碳酸氣, 蒸發水分, 變爲堅硬且帶結晶性的碳酸鈣:



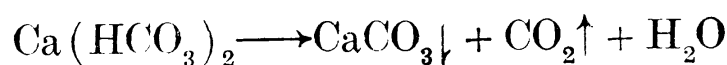
故石灰可黏合磚石,鋪路築壁,爲用很大

實驗 126. 取石灰水50立方公分,通入碳酸氣,初則生成白色沉澱,繼續通入,沉澱復行溶解,次將這溶液加熱,即復析出沉澱。

由上述實驗,可知碳酸鈣能溶解於碳酸水中,而成酸性碳酸鈣 Calcium bicarbonate,



酸性碳酸鈣加熱,復分解爲碳酸鈣:



水中含雜質很少的,如雨水,蒸餾水等稱爲軟水 Soft water. 但經過地層或巖石中的水,多含有鈣鎂等鹽類,則稱爲硬水 Hard water. 硬水中所含的如爲鈣鎂的重碳酸鹽,則當煮沸後,鈣,鎂的碳酸鹽即沉澱,所以這種硬水,稱爲暫時硬水 Temporary hard water. 但水中若溶有鈣,鎂的硫酸鹽類,則雖加熱煮沸,也不生沉澱,故稱爲

永久硬水 Permanent hard water. 永久硬水可用 碳酸鈉 Calcium carbonate 處理,使成軟水。

硬水能使肥皂不起泡,失卻去垢的功用,故不適於洗濯。又鍋爐如用硬水,能沉積泥垢,使鍋爐不易傳熱,並易招破裂的危險。第 110 圖,即示工廠中管形鍋內積集泥垢的情形。

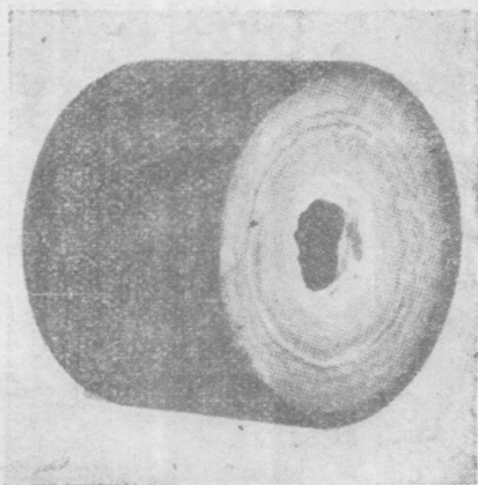


圖 110

又暫時硬水若經



圖 111

過巖洞中,水分逐漸蒸發,碳酸鈣沉澱,能結晶為筍狀,由下向上昇的,叫做 石筍 Stalagmites, 由上而下,懸掛如乳狀的,叫做 石鐘乳 Stalactites, 如第 111 圖所示。

習 題

1. 大理石,石灰石和介殼等成分,怎樣認識法?
2. 碳酸氣之成分,有幾種方法可以證明牠?
3. 石油和煤炭的生成,有甚麼根本不同的地方?
4. 請說明安全燈所以能避免危險的理由.
5. 澱粉和糖類有甚麼方法可以區別牠?請詳細加以解釋.
6. 試用方程式表明由破布製造酒精的經過反應.
7. 硬水怎樣能變為軟水?請詳細說明牠的處理法.
8. 石油和煤脂的分餾物,有何特異的地方?請說明牠們的概要.
9. 用大理石 1000 斤,問可發生碳酸氣多少斤?合多少公升?

第八章 磷及砷

51. 黃磷和赤磷 磷有兩種：一種叫做



圖 112

黃磷 Yellow phosphorus (純粹新製的多作白色, 所以也叫做 白磷 White phosphorus), 性有毒, 極易燃燒, 常放在水中, 如第 112 圖. 一種叫做 赤磷 Red phosphorus, 性無毒, 也不易

燃燒的.

實驗 127. 取長一尺的鐵片一條, A 端放黃磷一塊, B 端放赤磷少許, 如第 113 圖. 用燈將鐵片的中央燒熱, 即見 A 端黃磷, 先行

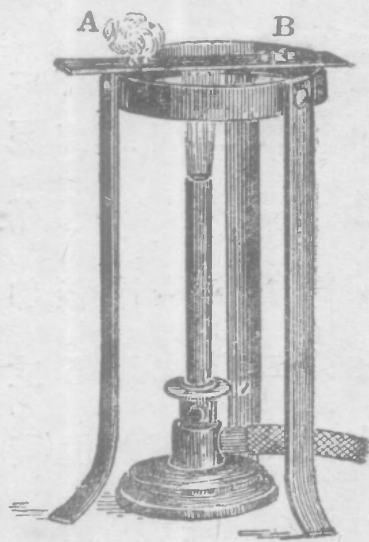


圖 113

燃燒, B 端赤磷, 必俟久熱後, 纔得燃燒, 但燃燒時均發生白煙。

實驗 123. 取乾燥黃磷一小塊, 赤磷少許, 分置二試驗管內, 各加 二硫化碳 CS_2 五立方公分, 振盪試管數分鐘, 等靜止後, 即見黃磷溶解, 赤磷仍沉澱於管底。次取大濾紙一張, 將含有黃磷的二硫化碳溶液注於紙上, 二硫化碳極易揮發 (注意: 二硫化碳易引火, 而性又甚毒, 慎防多量吸入), 一二分鐘後, 即能乾燥, 濾紙上所遺留的黃磷, 即自行燃燒。

實驗 129. 取試驗管一枚, 管塞配有 A, B 二導管如第 114 圖。先於試驗管內盛黃磷一塊, 由 A 導管通入碳酸氣, 以逐出管內空氣。次取於燈上, 將試驗管內的黃磷, 熱至融化, 急於管口投入碘素一小塊 (接觸劑), 再於燈上加熱, 即見管內黃磷變為赤磷。俟試管全體冷後, 即注入二硫化碳 5 立方公分, 令多餘的黃磷溶解, 傾去溶液, 可獲得赤磷。

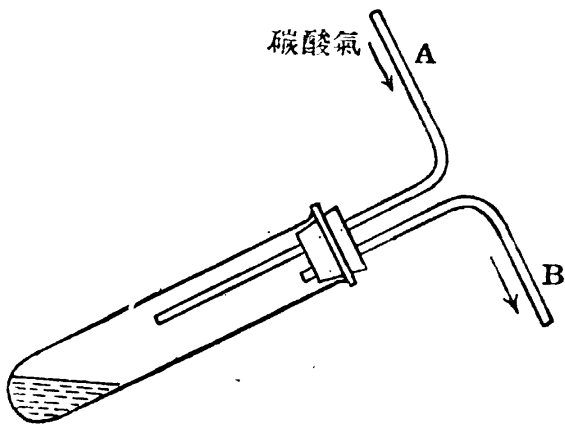


圖 114

由上述實驗,足證黃磷和赤磷原係同一元素的變形,所以這種物質也是異形體,和碳及硫等有異形體一樣。

現在把二種磷的性狀,表列於下。

性 狀	黃 磷	赤 磷
色 形	白色或黃色蠟狀	黑紅色粉狀
比 重	1.82	2.16
融點沸點	融點44°,沸點270°	不融解,300°則揮發
臭 味	略似葱蒜	無臭味
二硫化碳	溶解	不溶解
磷 光	在潮暗處能發磷光	不發磷光
發 火 點	50°	260°先變為黃磷而燃燒
毒 性	有劇毒	無毒
燃 燒	P_2O_5	P_2O_5
互 變	將赤磷在無空氣處熱至300°即變為黃磷	將黃磷在無空氣處熱至250°即變為赤磷

52.磷的用途 赤磷和黃磷在戰爭時期,均可用作炸藥,在平時可製火柴 Matches.

黃磷在歐戰中,嘗用以炸燬軍艦,將黃磷五十至一百磅盛於玻璃瓶中,由飛機上向敵艦擲下,破壞力極大。

又軍隊進攻時,常用黃磷燃燒,造成五氧化磷 Phosphorus pentoxide P_2O_5 的白霧,以

掩護軍隊,

便利調度。

如第 115

圖爲歐戰

時用黃磷

燃燒掩護

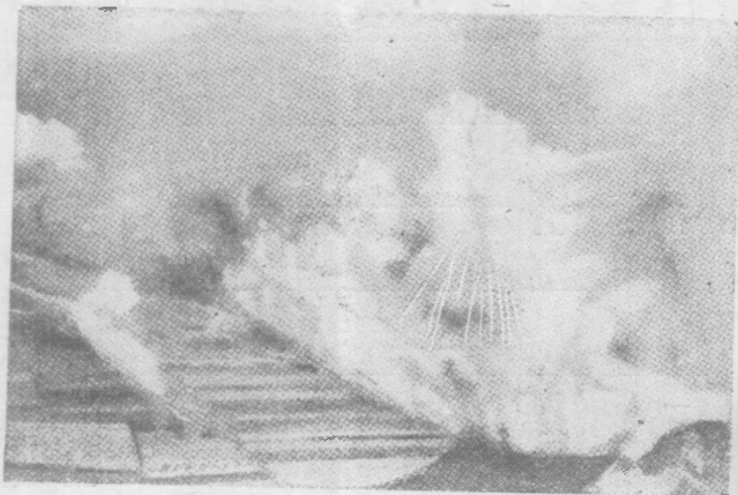


圖 115

軍隊的一幕。民國二十一年一月二十八日暴日侵犯淞滬,曾用過黃磷的煙幕,引軍在瀏河偷襲我國軍,並用黃磷燃燒我閘北吳淞等繁盛區域。

如將赤磷和氯酸鉀 $KClO_3$ 用水調和,等乾燥後,即成爲爆發性極烈的炸藥,略振

動牠,即驟然爆發.

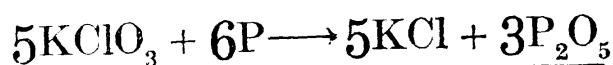
實驗 130. 取小蒸發皿一個,內加水 5 立方公分,放赤磷 0.5 公分,氯酸鉀 2.5 公分,用細木條調勻後,即將這混合物注入粉筆上鑿開的小孔內,如第 116 圖.經



圖 116

過數分鐘後,俟水分被粉筆吸去,將粉筆向地上一擲,即起猛烈的爆炸,發聲極響.(注意:乾燥的混合物,性極危險,千萬不要移動.)

爆發時,照下式的反應:



黃磷可製造摩擦火柴 Friction matches, 自 1827 年以後,在工業上即知黃磷和膠水,並加入氧化劑(如二氧化錳 MnO_2 , 氯酸鉀 KClO_3 或 二氧化鉛 PbO_2 等)黏附於浸蠟油或硫黃的木軸頭上,乾後隨處摩擦,均可發火.但黃磷蒸氣毒性很利害的,工人吸入,往往致命,所以近來多改用三硫化四磷 Phosphorus sesquisulfide P_4S_3 牠的

性質也很似黃磷，一觸即燃，但無毒性。

安全火柴 Safty matches, 木軸頭上黏以氯酸鉀,硫黃和玻璃粉的混合物,木匣面上塗有赤磷,三硫化銻 Antimony trisulfide Sb_2S_3 和玻璃粉的混合物.用時將木軸和匣面相摩擦,則赤磷因熱變為黃磷而燃及木軸.

53.磷的化合物 磷是一種化合性很活潑的原質,和氧氣(空氣中),氯氣和硫黃等能直接化合的.

實驗 131. 取大捕氣瓶一個,配好燃燒匙,匙上放黃磷一小塊,點着後放入瓶內,如第 117 圖,即見瓶內發生白霧,冷後白霧即凝成白色固體,附着於瓶的內壁.注冷水 10 立方公分於瓶內,溶解白色固體,試以藍色試驗紙投入,即變為紅色.再取雞蛋清(即蛋白質)少許於試驗管中,加入瓶內溶解液數滴,蛋白能凝結為白色固體,試將瓶內溶液

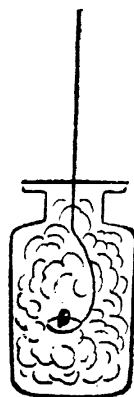
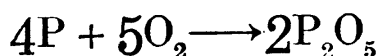


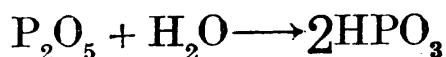
圖 117

加熱煮沸,再加入雞蛋清內,即不能凝固,但以藍色試驗紙投入這溶液內,知仍呈酸性反應。

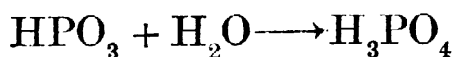
由上述實驗,磷在空氣中燃燒,即生成
五氧化磷:



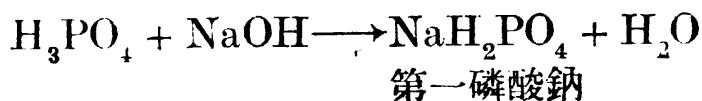
五氧化磷爲白色固體(熱時爲氣體),吸水性很強,遇冷水即變爲偏磷酸 Meta-phosphoric acid HPO_3 :

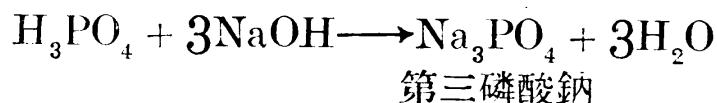
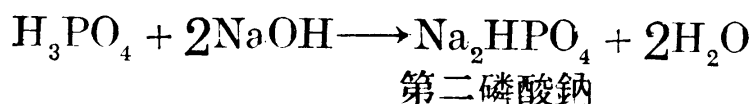


偏磷酸能凝固蛋白質.將偏磷酸溶液加熱,或五氧化磷溶解於熱水內,即生成普通磷酸 Phosphoric acid H_3PO_4 :



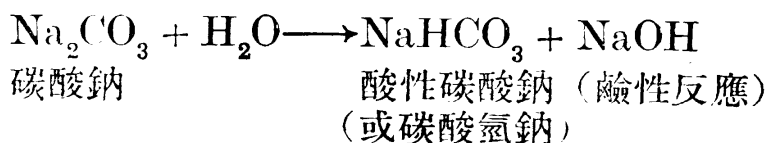
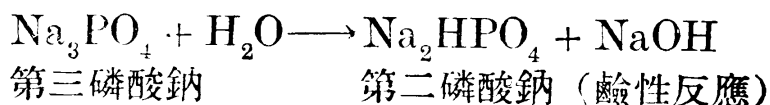
將普通磷酸加氫氧化鈉溶液中中和,即生成磷酸鹽 Phosphates:





第三磷酸鈉 Tertiary sodium phosphate

Na_3PO_4 也叫做 磷酸三鈉 Trisodium phosphate, 多用作洗濯用的 清潔劑 Cleaning agent, 牠的功用和 碳酸鈉 Na_2CO_3 相同, 溶於水中, 能分解出 氫氧化鈉 NaOH , 故可去油脂, 濯污垢:

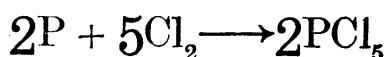
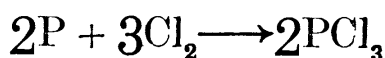


這種變化由於水的作用而起, 在化學上叫做 加水分解 Hydrolysis.

實驗 132. 如第 117 圖的裝置, 捕氣瓶內放 過錳酸鉀 KMnO_4 固體 2 公分, 注入濃鹽酸 6 立方公分, 即見瓶內發生氯氣. 俟氯氣滿瓶後, 即將燃燒匙上的黃

磷點着,插入氯氣內,即見磷在氯氣瓶內,作暗紅色的火焰而燃燒.

磷和氯氣化合,能生成兩種化合物,即液體的三氯化磷 Phosphorus trichloride 和固體的五氯化磷 Phosphorus pentachloride:



54.天然產的磷酸鹽 磷酸鈣 Calcium phosphate $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 爲磷酸和鈣（金屬元素）所成的鹽,爲農業上良好的肥料,天然界中多成爲礦石而產出,叫做磷灰石 Apatite. 牠的結晶體如第 118 圖,有無色和深紫色的,最普通的多爲不透明的綠色或褐色兩種.硬度軟於鋼鐵,可以小刀劃成痕

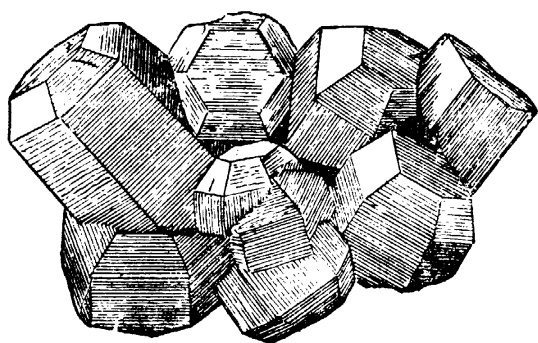


圖 113

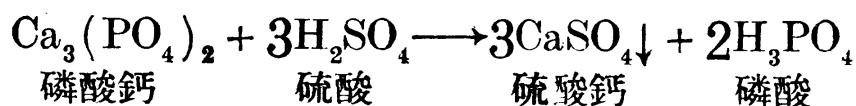
跡。江蘇東海產有磷灰石，可視為農業界上的寶藏。又有為鳥糞凝塊積成的，叫做鳥糞石 Guano，也可用作肥料。廣東南海西沙羣島亦產之，這礦石成分中約含五氧化磷 13%。

動物骨骼內含磷酸鈣很多，約佔重量三分二，餘三分一為骨膠質，能溶解於沸水中。若將骨骼燒灰，骨膠質即因熱分解。骨灰中含磷酸鈣 85%（餘 15% 為碳酸鈣 CaCO_3 ）。

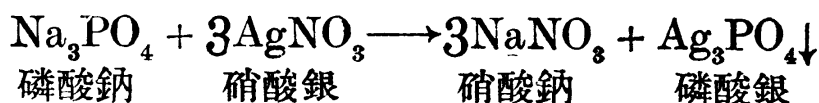
實驗 133. 取骨灰少許於試驗管中，加硫酸（酸 1 水 1）數點，在燈上煮沸，次加水 10 立方公分溶解，將溶液濾清，並加氨水中和，再將溶液煮沸，以逐出多餘的氨氣。試滴加硝酸銀溶液數點於溶液內，即生黃色的磷酸銀 Silver phosphate Ag_3PO_4 沉澱。（試取磷酸鈉溶液於試驗管中，滴加硝酸銀溶液，也生成黃色的沉澱）

磷酸鈣不溶於水中，加多量的硫酸，可

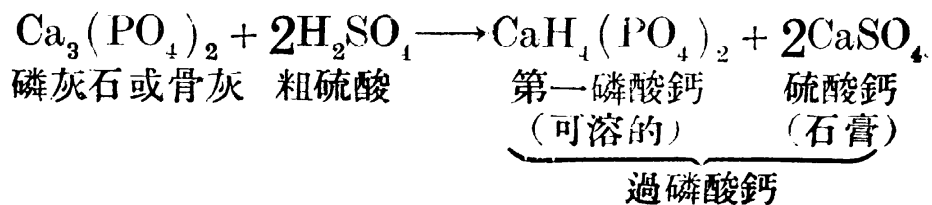
使成爲 磷酸 Phosphoric acid H_3PO_4 :



工業上即利用這反應,以骨灰製造磷酸。磷酸或可溶性的磷酸鹽遇硝酸銀均生成黃色磷酸銀沉澱,在化學上即以這沉澱爲鑑別磷酸的反應:



植物不能吸收不溶解性的磷酸鈣,故骨灰或磷灰石粉直接用作肥料,功效很少,必須加以硫酸,使成爲可溶性的,纔能顯出肥田的效力。因此農家常於骨灰或磷灰石粉內加以適宜的硫酸,使起下列的反應:



第一磷酸鈣能溶於水,是植物良好的

肥料;硫酸鈣(石膏)也略能溶於水,也可供植物的營養;這兩樣的混合物,在農業上叫做過磷酸鈣 Superphosphate of lime,對於開花結實的植物,營養力更大。

骨灰和磷灰石也可做製造磷的原料。工業上將骨灰或磷灰石粉混以細沙和焦煤,在電爐中灼熱,即可製取磷素。如第 119 圖,原料由 A 漏斗器內注入,經過 B 波動器送入電爐內,當兩電極通電時,即

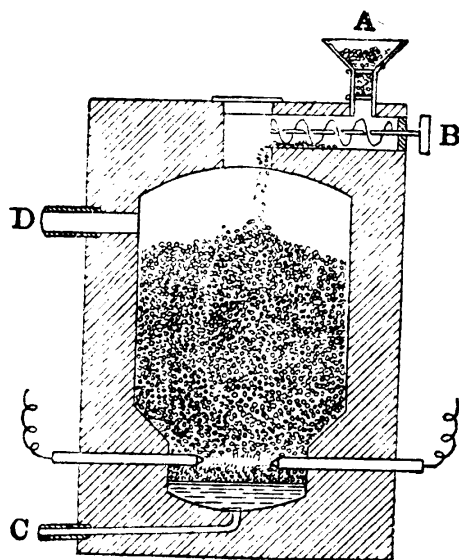
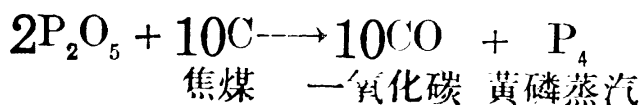
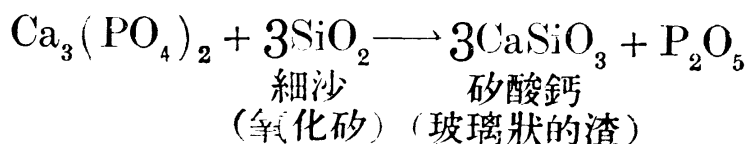


圖 119

能將原料灼至高熱,使起如下列的反應:

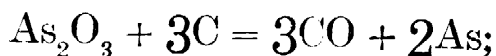


黃磷蒸汽連同一氧化碳由 D 管中逸出, 通入冷水中使黃磷蒸汽凝成黃磷. 殘渣 CaSiO_3 由 C 管流出.

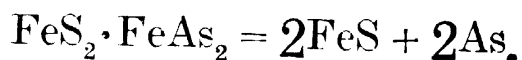
55. 砷 與磷同屬的物質, 尚有普通的 砷 Arsenic, 其物理性質頗與磷及氮等相似, 爲非金屬元素. 砷爲極毒的東西, 在自然界中多與硫化合而成礦石. 其製法有三種:

(1) 取自然產出的砷加熱, 使其氣化而精製之;

(2) 取三氧化二砷和碳的混合物加熱, 即可得砷, 化學方程式爲:



(3) 取硫砷鐵礦加熱, 亦可得砷, 化學方程式爲:



砷是一種灰白色而有金屬光澤的結

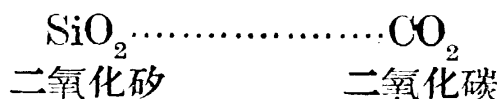
晶片,質脆,在濕潤的空氣中,即變為三氧化二砷.三氧化二砷俗稱為砒霜,能溶於水中,性極毒,吞服約 0.06 公分,即能致人死命.在工業上於鉛中加砷微量,可以增加硬度.

習 題

1. 黃磷可以保存在水中,是甚麼理由呢?
2. 這裏有硫酸鉀,硝酸鉀,氯化鉀和磷酸鉀四種固體,我們有甚麼方法可以鑑別牠們?
3. 大理石和磷灰石有甚麼鑑別的方法?
4. 請將硫,碳及磷的異性體,仔細比較,並列表說明.
5. 何以見得硝酸與硫酸,和農業很有關係?
6. 砷與磷的性質,有甚麼相似的地方?

第九章 矽,玻璃及陶瓷

56.細砂的成分 細砂分布於地面各處,在放大鏡下觀察,每一細砂,實爲一微細的晶形.細砂是一種怎樣的東西?是甚麼元素合成的呢?化學家研究的結果,知道細砂的成分,很和碳酸氣相似,也是一種非金屬元素叫做矽 Silicon 的氧化物。



實驗 134. 取白砂六公分,和鎂粉五公分混合,放入坩堝內,如第120圖的裝置.先將坩堝底加熱,並插入鎂條一寸於混合物內.俟坩堝內混合物燒熱,拿去酒精燈,點着鎂條,即見混合物急烈反應,坩堝全體發紅熱.等

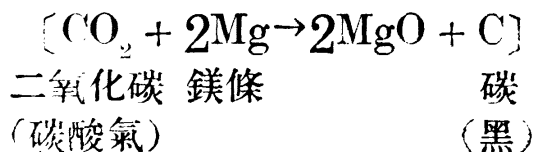
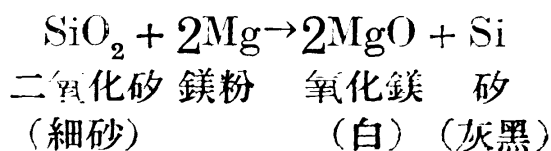


圖 120

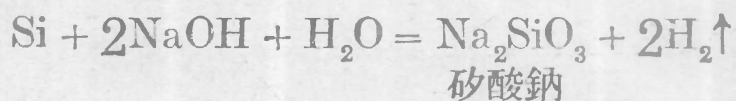
反應停止，坩堝放冷後，即將混合物注入蒸發皿中，當見皿內呈有白色和灰黑色的塊狀物，試注稀鹽酸100立方公分於皿中，用玻棒攪拌，令可溶的物質盡行溶解，即用濾紙將溶液濾去，用蒸餾水將濾紙上的固體洗淨，就得一種灰黑色的矽素。

實驗 135. 取試管四枚，各分盛由上法製得的矽素少許，分別滴加鹽酸，硫酸，硝酸和氫氧化鈉溶液，並各取於火焰上加熱，當見加酸類的試管內，均不起變化，獨有加氫氧化鈉溶液的，發生氣體很多，試移近火焰旁，即發音而燃燒，可以證明牠是氫氣。

由上述實驗，我們既可以知道細砂的成分，還可以曉得矽素的製法和性質：



矽素不和酸類相反應，卻能與鹽基類化合而放出氫氣：



矽酸鈉 Sodium silicate Na_2SiO_3 的成分,也很和碳酸鈉相似,所以矽素的化學性質,很和碳素相似,且同為四價的元素。

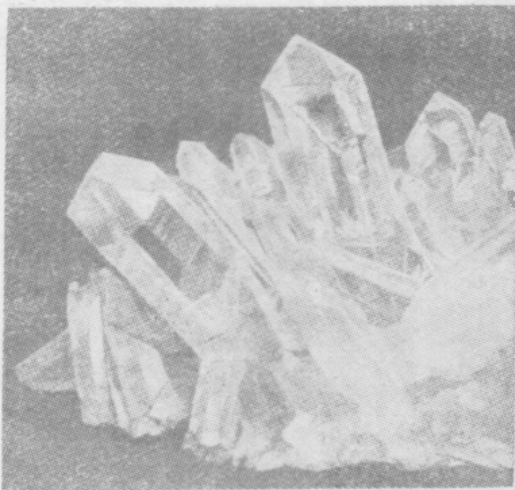


圖 121

57.和細砂同成分的礦物 天然產的水晶



圖 122

(見第 121 圖), 瑪瑙 Agate (見第 122 圖), 翡翠 Chrysoprase, 蛋白石 Opal 和 燧石 Flint 等的主要成分均為 二氧化矽 Silicon dioxide SiO_2 . 所以這些礦石和細砂,就統叫做

石英類 Quartz group.

水晶在石英類中結晶最爲完全,也算是石英類中最純粹的.平常水晶爲無色透明,成六方尖柱形.

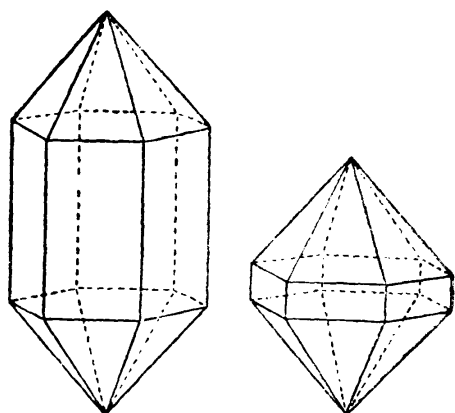


圖 123

如第 123 圖,即表示水晶單個的結晶形.可製造眼鏡和杯盤等裝飾品.水晶眼鏡在光學上說起來,牠能吸收熱線,玻璃眼鏡能吸收紫外線,各有好處.水晶略含碳素的,則成爲黑色,我們叫牠墨晶 Cairngorm,墨晶眼鏡,我國向來是很寶貴的.

瑪瑙翡翠多屬於寶石類,可製造貴重的裝飾品.

近來化學工業上,把石英類(白砂,小水晶,蛋白石等)放在電爐 Electric furnace 內融成液體,(石英的融點爲 1600°C) 照

製玻璃的
方法,製成
各種化學
器具,如坩
堝,蒸發皿,

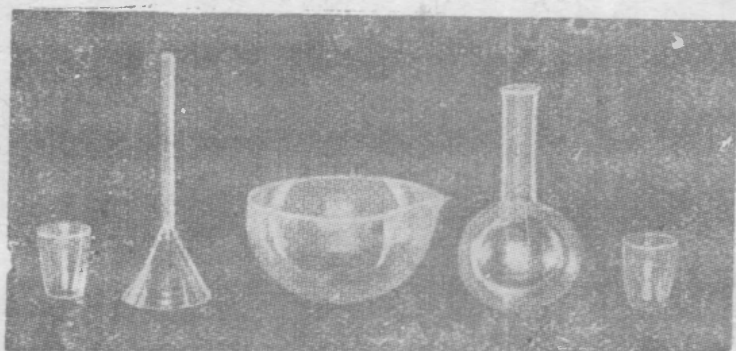


圖 124

燒瓶,漏斗等,如第 124 圖.這種石英器具,除氟氫酸 Hydrofluoric acid H_2F_2 外,普通酸類都不能侵蝕;就在火上燒到紅熱,馬上放入水裏,也不致於破裂.這是甚麼緣故呢?因為石英的膨漲係數為各種物質中最小的,故受熱後體積的變化也是很小的緣故.

53. 細砂 (或石英) 為製玻璃的原料

純白的細砂,可為製造玻璃的良好原料.我國山東博山縣以產生白砂著名.用細砂製玻璃的化學反應,可用下述實驗來證明牠.

實驗 136. 取白砂 6 公分,固體氫氧化鈉 8 公分,(或無水碳酸鈉 11 公分,先把結晶碳酸鈉的結晶水燒乾)混合後,放入坩堝內,如第125圖,安置於木炭爐上,加高熱融化,約經過二十分鐘,即見



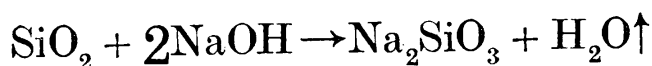
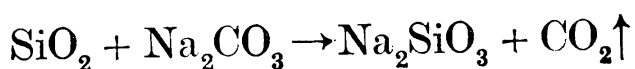
圖 125

細砂融化為黏液.試用玻棒攪拌,並取出少許,可以溶解於熱水中.如於水溶液內滴加稀鹽酸,即見有膠狀的沉澱物發生.

實驗 137. 取白砂 36 公分,無水碳酸鈉 11 公分,石灰石 (或大理石) 10 公分,研細混合後,如上實驗中的裝置,放在坩堝中,安置木炭爐上,加以高熱.約經過半小時,即見坩堝內的混合物融成液體.用鐵條插入坩堝中,即可引出細長的玻璃絲.熱時注在鐵盤內,冷後即凝成玻璃塊.

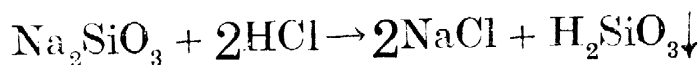
由上述實驗,可知白砂 (二氧化矽) 能與碳酸鈉或氫氧化鈉相反應,而成為黏狀物.這黏狀物的成分,和矽素溶解於

氫氧化鈉溶液中的矽酸水相同。

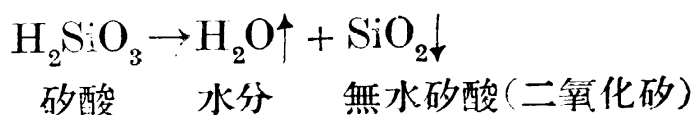


牠乾燥以後，就成為玻璃狀的透明體，但可溶解於熱水中，所以就叫做水玻璃 Water glass. 水玻璃混入肥皂中，可增高肥皂的硬度，雖然不利於衣服布匹，但商人圖利，也就不管牠的利弊了！還有把雞蛋放入水玻璃溶液內，可以防止臭腐，因此牠的應用就很多了。

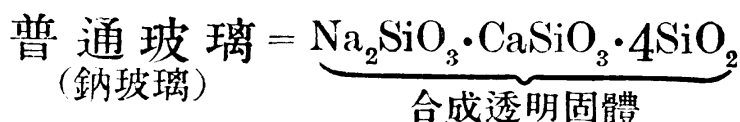
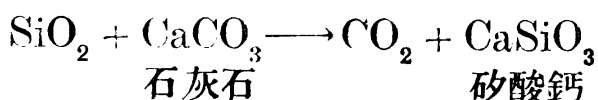
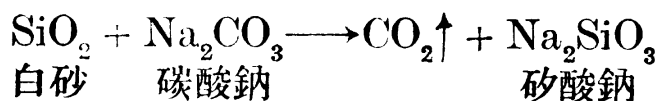
於水玻璃溶液內滴加酸類，就可以析出矽酸 Silicic acid H_2SiO_3 . 例如：



矽酸的成分，是和碳酸相似的，若把矽酸加熱，即可析出水分，成為無水矽酸。



普通玻璃中除含有矽酸鈉的成分外，還含有矽酸鈣 Calcium silicate 和二氧化矽。化學家說牠的生成和成分，大概是這樣：



玻璃因用途不同，故原料和性質亦不能一致。現在將三種重要玻璃，表示如下：

種類	原料	成分	性質	用途
普通玻璃 (鈉玻璃)	碳酸鈉， 石灰石 和白砂	$\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot \text{CaSiO}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$	質脆，易融， 化，加熱時 易破裂，帶 青綠色。	酒瓶，窗 玻璃等。
化學玻璃 (鉀玻璃)	碳酸鉀， 石灰石 和白砂	$\text{K}_2\text{SiO}_3 \cdot \text{CaSiO}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$	質硬，難融， 化，加熱時 易破裂，不 受藥品的侵 蝕，無色透 明。	化學用飾 器具，等。
光學玻璃 (鉛玻璃)	碳酸鉀， 氧化鉛 和白砂	$\text{K}_2\text{SiO}_3 \cdot \text{PbSiO}_3 \cdot \text{SiO}_2$	質脆，富折 光性。	光學器 械，人造 寶石。
色玻璃	於各種玻璃中，加入各種 <u>氧化金屬</u> 即成為各色玻璃。			

工廠中製造玻璃器具時,先將玻璃融體配好,用中空的鐵條,黏著融體於一端,插入鋼模內,用呼氣吹成

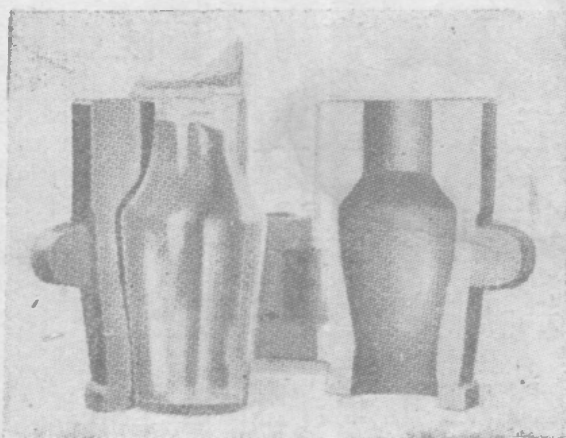


圖 126

種種樣子,酒瓶藥瓶,多用此法,如第126圖。

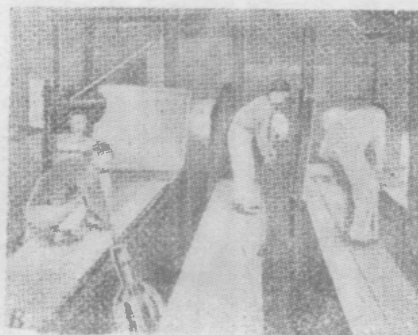


圖 127

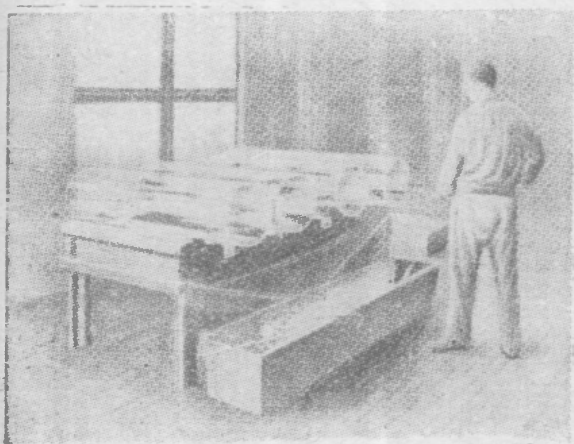


圖 128

若窗上用的板玻璃,則先吹成球形,如第 127 圖的 A,次吹成圓筒形,如同圖的 B,再切成圓筒形,如第128

圖,更壓成平板形。近來多改用板鑄法,如第 129 圖,即將融液注在鐵板上,用重軸將牠壓成板形。

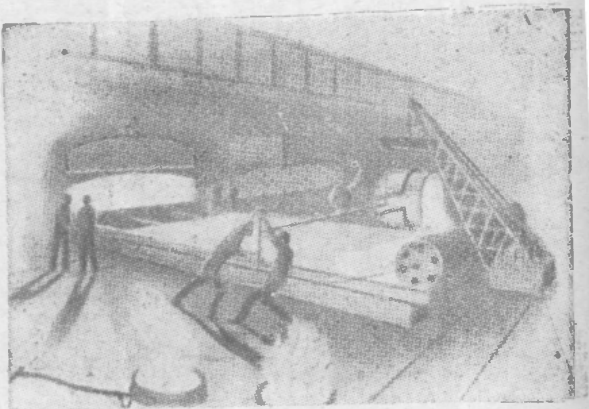


圖 129

近來凡酒瓶,藥瓶,汽水瓶等製造,多改用機器,即利用壓縮空氣,在鋼模內,將玻

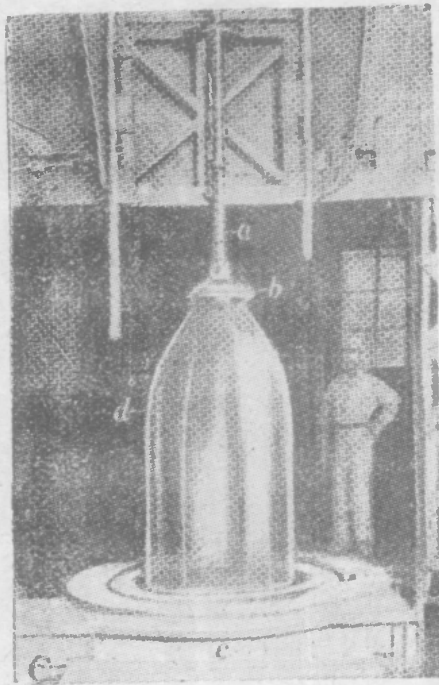
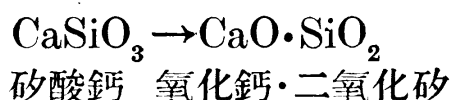


圖 130

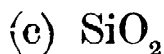
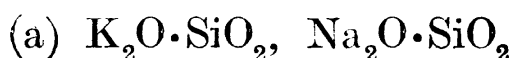
璃融體吹成瓶形。機上一切均用電動裝置,每點鐘內能吹出六百至一千個玻璃瓶。如第 130 圖,即利用電動機,將壓縮空氣把玻璃融體吹成圓筒形,以便壓成玻璃板的情形。

59.磚瓦和陶瓷器的

製造法 上段中所述 水玻璃 和 玻璃 的各成分,我們可以這樣看的:



普通巖石的主要成分,爲 $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$, 或 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$, 我們統叫牠做 長石類 Feldspar group. 長石類受風化作用,或水流的侵蝕,就崩壞成三部分:



第一部分的東西,多爲可溶性的,就慢慢的溶解於水流中.第二部分雖不溶於水,卻因質地很輕微,就隨著流水,沖到下游,沉積成 泥土 Clay; 最純粹的,我們叫牠

瓷土,或稱高嶺泥 Kaolin, 可以製造很優美的瓷器 Porcelain. 江西省浮梁縣和饒陽縣一帶以出產瓷土,著名世界.景德鎮有瓷窑五六十座,每年所產瓷器,價值在四百萬圓以上.次爲陶土,可以製平常用的杯盤粗碗,叫做陶器.福建,浙江和湖北省的磁縣,即以出產陶器著名.平常泥土中,均混有雜質,所以常成紅色,灰色,褐色或黑色.如江蘇宜興出產的壺杯盤碗等,均作紅褐色,因土中混有氧化鐵的緣故.就是平常山上的泥土多作紅黃色,也因牠含有氧化鐵.

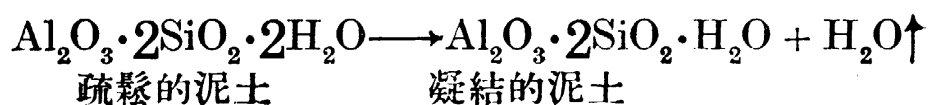
實驗 138. 取黃泥(如無黃泥時即取地上的黏土也好)少許於試管內,加稀鹽酸4—5立方公分,在火焰上煮沸,泥中氧化鐵很容易和鹽酸化合,成爲氯化高鐵.試滴加黃血鹽溶液,即生成深藍色的沉澱,是即有鐵分存在的明證.

實驗 139. 取瓷土(如無瓷土,即取地面下層的

黏土也好)少許於試管中,加濃硫酸4—5立方公分,取於火焰上煮沸,放冷後,將全體注入盛水100立方公分的玻杯內,用濾紙濾清牠的溶液,因瓷土中的氧化鋁,與硫酸化合生成硫酸鋁,就和明礬溶液相似,試滴加氫氧化鈉溶液於濾液中,即見生有片狀的黏膠沉澱,是即氫氧化鋁。

第三部分即聚積於溪流兩邊的細砂。

泥土的成分,成因和種類,我們既已知道了,那末用泥土製成的磚瓦和杯盤等,爲甚麼一經燒煨,即堅固而凝結呢?據化學家的研究,知道泥土乾燥(風乾)後,倘經過高溫度的煨煉,即失去牠成分中的一分水而凝固:



陶瓷器的製造比較磚瓦複雜些,牠的手續,可分爲三步:(1)製坯,(2)上釉,(3)加飾。

(1) 製坯 先將瓷土用水漂法淘洗清

潔,再混入白砂和長石的粉末,加水調和,製成杯瓶盤碗匙碟等形,如第131圖.等水分風乾後,即裝入大泥筒內,放入窖中,用



圖 131

火慢慢的加熱.瓷土經過一度煅燒以後,即凝成鬆脆的固體,待冷後,即成為瓷坯,也叫做素燒器.

(2) 上釉 素燒器多孔性,而又易斷折,所以牠的表面,應塗以玻璃性的釉藥.這釉藥融點比素燒器低,再入窖煅燒時,釉藥即潤入坯孔內,能使坯內光亮平滑,即成普通白瓷.釉藥係用長石粉和石英粉(或加入氧化鉛),調成漿狀,受熱時即成玻璃狀的光滑透明體.

(3) 加飾 普通瓷器,往往以作畫題字爲美觀,應於釉藥上施以顏料.釉藥上所用的顏料,和色玻璃上所用的相同,也是各種金屬的化合物.繪畫後,仍要入窯煨燒,方完成爲瓷器.近來工業上有將上釉藥加飾併爲一次的.又瓷上繪畫也不用人工,可將顏料印成畫片,黏貼於上釉的瓷面上,入窯煨燒,顏料即能融入瓷面上.

60. 水 泥 水泥 Cement 又稱爲水門汀,或稱洋灰.製造的方法,取石灰石(或大理石)及黏土(或板泥巖)以適當的比例配合,搗研成細粉末,裝入旋轉爐中燒至 1400° 至 1600° 之高溫,復加燒石膏,研成細粉末,即成水泥.水泥爲最重要的建築材料,我國廣州,蘇州,天津,南京,上海等處,已有大規模的水泥製造廠.

水泥與碎石及砂以適當的比例混合

之,即成混凝土 Concrete (普通的混凝土,以水泥 1 份,砂 2 份,碎石 3 份,成爲 1:2:3 的比)。混凝土與鋼條相混合,即成爲鋼骨混凝土 Reinforced concrete.

混凝土與鋼骨混凝土,皆爲現代一切建築工程中的重要材料。

習 題

1. 試把石英和無水碳酸,做一詳細的比較表。
2. 水玻璃和普通玻璃的成分,有甚麼不同的地方?
3. 怎樣證明普通玻璃的成分中,含有二氧化矽呢?
4. 地面上砂泥生成的原因是怎樣?
5. 水晶的成分就是二氧化矽,有甚麼證明的方法?
6. 說明磚瓦凝固的化學變化。
7. 怎樣可以證明紅色泥土中含有鐵的成分呢?
8. 泥土中含有鋁的成分,怎樣可以試驗牠?
9. 水泥是怎樣製造成功的,牠有什麼用途?

第十章 鐵

61.鐵與國家的富強力的關係 現在人類的文明,可以說是由鐵造成的!如水上的輪船,陸地的鐵道,工廠裏的機械,高大樓房的骨骼,家庭日用的鍋叉刀剪,以及國防用的巨艦潛艇大砲槍劍等等,都是非鐵不可.全世界每年產鐵的總額有八千萬噸。

我國鍊鐵事業固屬未興,但地底蘊蓄也不甚富.據地質學家的調查,各省鐵礦約有九萬萬噸,分布情形如下:

省	分	噸	數	省	分	噸	數
河	北	91,479,000		江	西	18,060,000	
遼	寧	387,580,000		湖	北	52,660,000	
山	東	29,920,000		江	蘇	35,000,000	
河	南	3,400,000		福	建	7,500,000	
安	徽	50,000,000		浙	江	2,300,000	

別的省分尙無精確的調查,自東三省熱河爲日本強佔後,鐵礦方面已大受損失,愛國青年,切莫忘此!

62.我國所產鐵礦的種類及冶鍊法

我國鐵礦以磁鐵礦 Fe_3O_4 Magnetite 如第132圖,赤鐵礦 Fe_2O_3 Hematite, 和褐鐵礦 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ Limonite 爲最

多.如漢陽鍊鐵廠(屬漢冶萍公司)所用的鐵礦多半爲磁鐵礦,而混有赤鐵礦和褐鐵礦

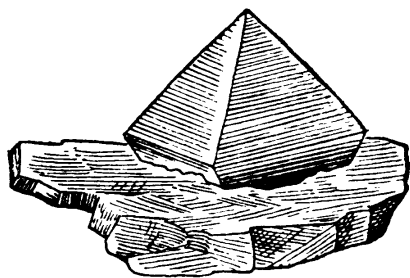


圖 132

的.遼寧本溪湖鐵廠用的,卻純爲磁鐵礦.

欲把這種鐵礦(氧化鐵)鍊做鐵(生鐵),可以利用還原法.鍊鐵廠裏多用焦煤 Coke (就是把煤炭先在密閉器裏燒熱,將牠的化氣物質逐出,所剩餘的煤塊,叫做焦煤)爲還原劑.

又礦石是很不容易熔化的,若加上一些物質,就比較容易熔化了.所以鍊鐵廠裏就用石灰石做熔化劑.並且這些熔化劑和礦裏的巖石合成一種玻璃狀的物質——叫做礦渣——浮在鐵液的表面,還可以防鐵再氧化.

若要做成高溫度,應該把空氣壓入火爐,和打鐵用的風箱是一樣道理.不過冷空氣,還不如熱空氣好,所以先要把空氣燒熱,再用機器壓入火爐中,那溫度一定是很高的了.

鍊鐵廠裏就是根據上邊所說的情形,造成一種鼓風爐 Blast furnace.

如第 133 圖是一鼓風

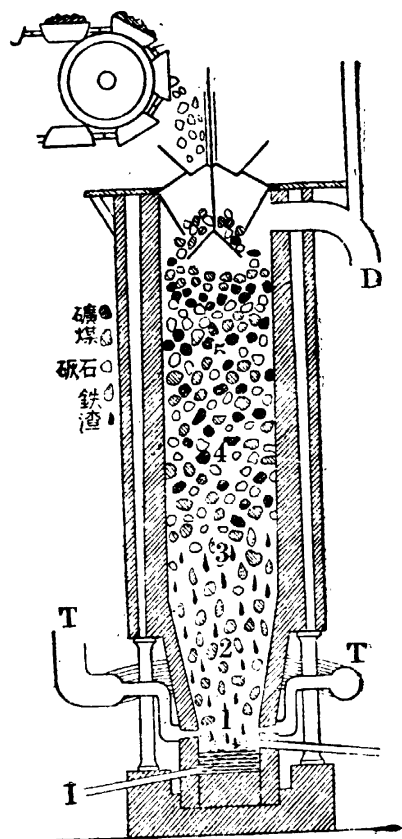


圖 133

爐的直剖面.爐的外觀係一高塔形.高及一百英尺,中部內徑約二十英尺,上下稍微的縮小些.外用鋼片,內舖以數尺厚的耐火磚.由塔頂將鐵礦,石灰石,焦煤三樣原料,用自動機,連續輪流的放入爐內.爐下部由 T 管將熱空氣壓入爐內,以助燃燒.這部分焦煤燃燒很盛,如圖中(1),溫度很高,可達到 2700°C . 因此上層的鐵,如圖中(2),就可以熔成液體,溫度約 2300°C . 再上一層,如圖中(3),溫度約在 2000°C . 左右焦煤可以還原碳酸氣.再上一層,如圖中(4),還是還原的地方,焦炭和還原過的碳酸氣,能還原氧化鐵.剩餘的氣體,就把熱傳給(5)層的原料,自己由 D 管逃出.把這由 D 管逃出的氣體,通入一溫室內,令牠再燃燒,將冷空氣燒熱,由壓氣機(或叫鼓風機)送入 T 管.爐下部的礦渣由 S

管放出,生
鐵由 I 管
放出.如是
循環不絕,
每天可鍛
鍊五百噸.
鼓風機和

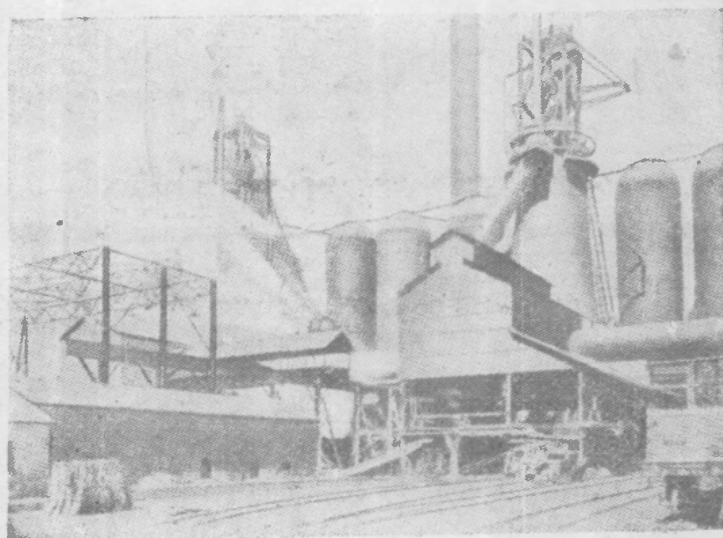
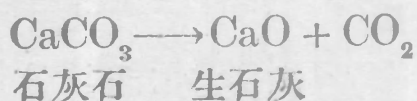
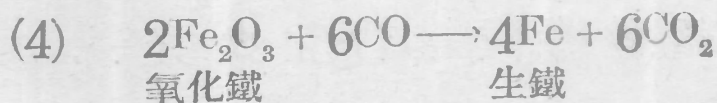
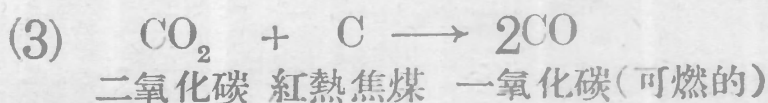
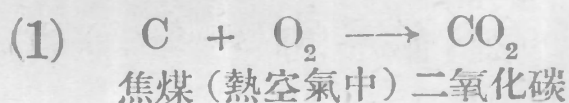
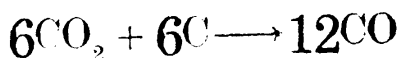
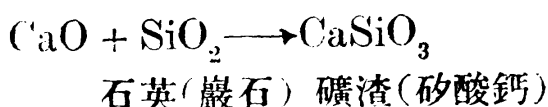


圖 134

溫室的外形,如第 134 圖.

爐中各層的變化,可用化學方程式簡單表明:





63.鐵有幾種呢? 平常日用的鐵共分 生鐵 Cast iron, 熟鐵 Wrought iron 和 鋼 Steel 三種.

(1) 生鐵 鼓風爐裏所鍊出的鐵,就是 生鐵;因爲很便於冶鑄,也叫做 鑄鐵.鑄鐵含碳,矽,硫,磷等不純物自百分之五至六,其中碳質最多,約佔 3-5.5%. 融點甚高,純粹的達 1510°C ; 普通的因含雜質,融點約 1100°C . 質硬而脆,無延展性,不能供鍛接的用處.但因凝固時體積反膨大些,故多用以鑄造機械,鐵管和火爐等.

(2) 熟鐵 熟鐵爲鐵中較純粹的,成分中含碳 0.05-0.2%, 富延展性,雖不適於鑄造,但很適於鍛接,故亦稱爲鍛鐵.性軟

柔,故又稱軟鐵。

常用以製造鐵板,鐵絲和各種用具。將生鐵在

反射爐 Rever-

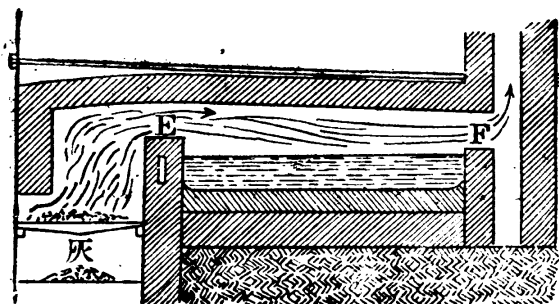


圖 135

beratory furnace 內,如第 135 圖,加熱熔化,再通入熱空氣,使雜質充分氧化,即成為熟鐵。

(3) 鋼 鋼成分中含碳 0.8—1.6%,介於生鐵和熟鐵的中間。故鍊鋼時可以將生鐵氧化,以減少碳分,使成為鋼。或將熟鐵

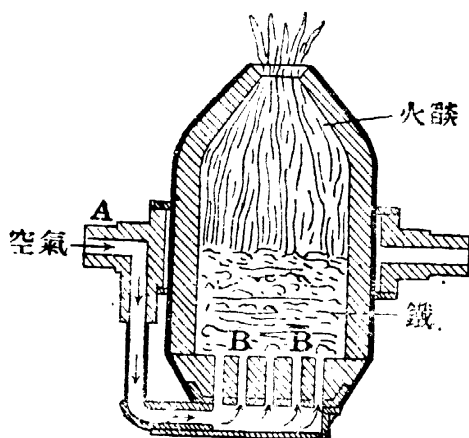


圖 136

混碳 (或混生鐵) 加熱以增高碳分,亦可製鋼。

製鋼法最通行的,為柏塞麥法 Bessemer process. 如第 136 圖,用

迴轉爐 Converter 裝生鐵, 焦炭, 錳等, 約重十五噸至二十噸。爐用耐火磚築成, 外包以鋼條, 能在一水平軸上自由迴轉。由底部 B B 送入高壓的熱空氣, 令在爐內氧化, 使雜質盡化為氣體,

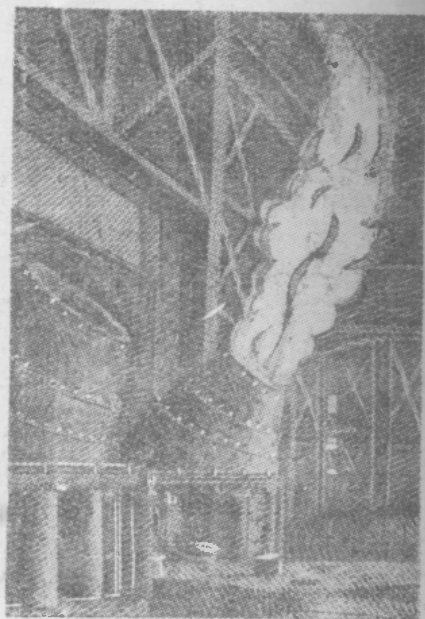


圖 137

碳則成為一氧化碳, 能在爐口燃燒, 如第 137 圖, 即氧化時的情形。約經過十五分至二十分鐘後, 再加入適量的生鐵, 即可得鋼。

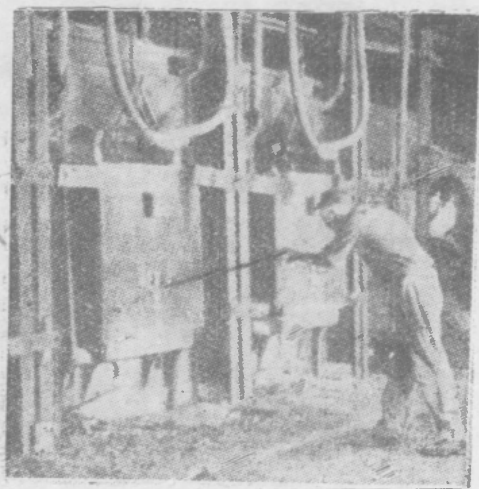


圖 138

將柏塞麥的迴轉爐加以改良, 則有 開爐法 Open-hearth process. 如第 138 圖, 即開爐鍊鋼時的情形。爐的

全體以耐火磚築成,熔鐵用鍋,如第 139 圖的 H,舖成盤形,內襯以石灰和苦土 (即氧化鎂).中可裝生鐵

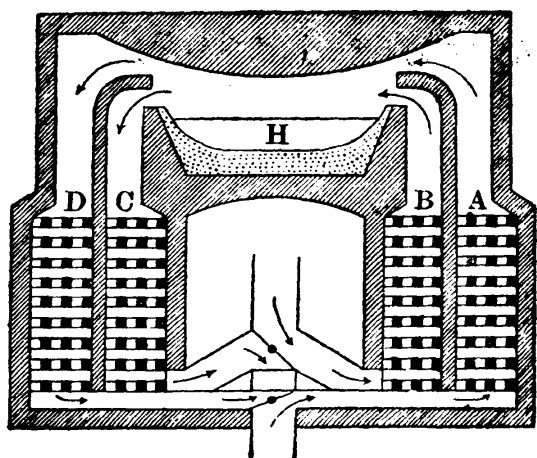


圖 139

五十噸至七十五噸,並混入鐵銹 (氧化鐵) 適量.由 A 通入熱空氣,由 B 通入煤氣,令在 H 中燃燒,將生鐵中一部分的碳素除去,同時生鐵中的矽,磷,硫等雜質,也被氧化,而為鍋底的石灰和苦土所吸收,就化合而成為熔渣.燒剩後的氣體則由 D, C 放入煙囪.若開爐一方過熱時,即可以 D, C 代 B, A, 更換燃燒.

開爐法易於管理,出品也可隨時化驗.無論那種鋼鐵,均可用開爐冶鍊.

鋼兼有生鐵和熟鐵的優點,既可鑄造,

又能鍛接。若將鋼加熱而急速冷卻，即可增高硬度而帶脆性；若慢慢的冷卻，即成柔軟而富彈性。若於鋼中加以錳，鉻，鎳，鎢等金屬，品質尤覺強韌，故鍊鋼術上，按用途的不同，分別混入金屬。鋼的用途極廣，如刀，剪，斧，劍，鉞，鋼板，鋼絲，彈條，鋼模，橋梁，輪艦，以及一切軍用品和工業用具等，無不採用鋼鐵。

64.鐵的性質和化合物 將鐵器放在潮濕空氣中，表面即生成黃褐色鐵銹一層。熟鐵比生鐵和鋼，容易生銹些。

實驗 140. 取大號試驗管（或玻筒）一個，中放卷成螺形的鐵絲（或鐵絲網）一段，倒立於水盤上，令管內外的水面相齊，如第 140 圖。若放置一二年，即見鐵絲生銹，盤水升入管內，約佔原容

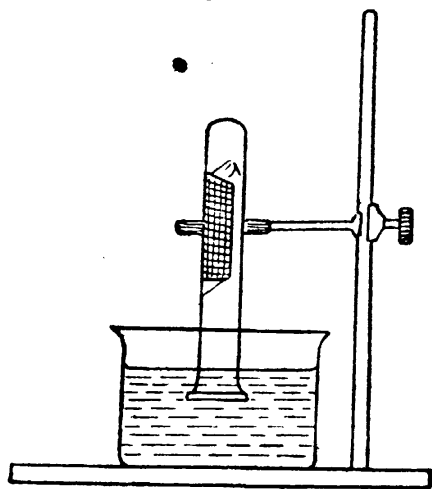


圖 140

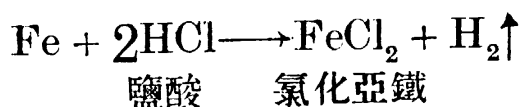
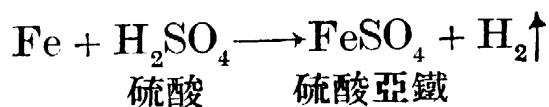
積五分一。

鐵銹大概是氧化鐵 Ferric oxide Fe_2O_3 和 氫氧化鐵 Ferric hydroxide $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的混合物，乃由鐵在空氣中受碳酸及別種酸性物質的作用而成。其所成之銹，能時時剝落，終使鐵的全部朽爛。但如於鐵的表面，塗以油漆，則可防銹。

鐵能和硫酸鹽酸作用，生成化合物：

實驗 141. 取試驗管兩枝，分盛稀硫酸和稀鹽酸，各投入鐵屑或鐵片，即見發生氣體，以火焰近牠，即發爆聲而燃燒。取於燈上加熱，反應更速。

上述實驗的反應和生成物，可以下式表明：

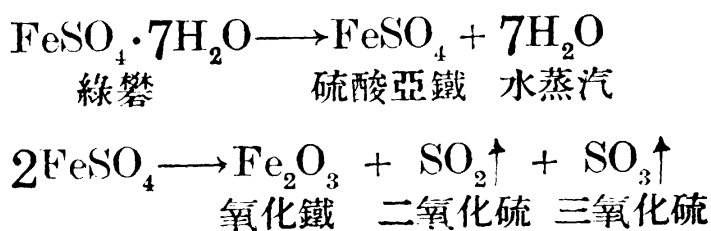


硫酸亞鐵 Ferrous sulfate 的結晶體，含有七份結晶水 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ，味辣而色綠，故又

叫做綠礬 Green vitriol. 天然產的很多,可製藍墨水和供染色的用處.

實驗 142. 取綠礬的乾燥結晶體一小塊,放置於硬試驗管內,將試驗管平放在燈上加熱,即見有許多水點附於管口冷處;是即結晶水放出的明證,如繼續加熱,結晶體可化為粉狀物.

如將綠礬在鐵盤上強烈加熱,即成為紅褐色的粉狀氧化鐵 Ferric oxide:



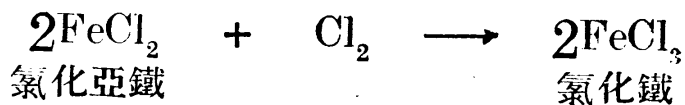
紅褐色的氧化鐵,天然產的叫做土朱,廟寺牆壁上的紅色,即用土朱塗抹的.山泥和磚瓦的紅色,也是氧化鐵色澤的表現.

若於淡綠色的氯化亞鐵 Ferrous chloride FeCl_2 溶液中,通入氯氣,即變為黃褐色的氯化鐵 FeCl_3 .

實驗 143. 在鐵片溶解於稀鹽酸後的溶液內,加

入氯水數點,即由淡綠色變為淡黃色。

上實驗中的反應,可以下式表明:



氯化鐵為有潮解性的固體,牠的酒精溶液,可用作止血劑,故在藥用上甚為重要。

習 題

1. 你們在地理學上,知道本國那一省以產鐵著名的?請繪一本國鐵礦分布的略圖。
2. 鋼和熟鐵(即軟鐵)在物理學上,有甚麼特性?
3. 鐵器有甚麼防銹的方法?並請說明理由。
4. 試列舉鐵的應用(鐵和鐵的化合物)。
5. 鐵和人體有甚麼關係?

第十一章 金屬及合金

65.除鐵以外的實用金屬 除鐵以外, 尙有不少可以供實用的金屬Metals,我們先把牠們的用途大概說一說,以後再分段討論牠們的產出,(金屬礦石Metalliferous ores) 鍊法,(冶金術 Metallurgy) 性質和化合物等.

銅 Copper 在實用上是次於鐵的一種很重要的金屬,如電氣機械,電線,各種銅器,子彈銅帽和輔幣銅元等,用途很大.全世界每年產銅一百四十萬噸,我國每年祇有一千噸左右,尙不及世界總額千分之一.

鉛 Lead 的用途也很大,製造水管,包裹

電線,冶鍊金銀,又和別的金屬相合,製造活字金,輪軸,鋅藥,彈丸,黃銅,白銅和供顏料用的鉛白,鉻黃等。

汞 Mercury 俗稱水銀,用於溫度表,氣壓表和製造醫藥用品,顏料,炸料等。近年以來,工業上以汞代水,以汞蒸氣擊動發動機,工作的效率比用水蒸汽爲大。

錫 Tin 的用量比鉛還多。每年全世界產錫有十三萬多噸,值美金一萬三千餘萬圓。多數用以製造錫箔,爲包裹香煙,化粧品,飲食品等。我國錫箔多造爲假銀紙,供迷信上的犧牲,江浙一帶用場尤多,每年即錫箔捐一項,已超過二百萬圓。此外製造鋅藥,黃銅等,用量也和錫箔相稱。馬口鐵即以薄鐵片鍍錫而成,用途亦極廣大。

鋅 Zinc 爲乾濕電池製造上的唯一原

料.和別的金屬相混,可以製造種種合金,用途極大.鋅的化合物可以供藥用,染料和顏料等.

鋁 Aluminium 的製造爲近來新興的工業.可以製成家用器具,如熱水瓶套,鍋,罐,杯,盤等,用途逐漸推廣;又因爲質輕而性硬,故飛機,飛艇,自行車,潛航艇和軍用品等,多用鋁製造,將來世界上製鋁事業的發展,可以預卜.

銻 Antimony 和鉛錫混合,可以製造活字金,和印刷事業很有關係.又和銅錫混合可以製造機械上的輪軸,能減少磨擦力.銻和鉛混合可製造炸彈,銻和硫的化合物可以製造槍砲彈的信藥和爆發藥等.我國銻礦產出居世界上第一位,湘鄂粵桂滇五省,民國五年能產出四萬二千八百餘噸,佔全世界產量百分之六十左右.

銀 Silver, 金 Gold 和 鉑 Platinum (俗稱白金)。在空氣中均不失去光澤,價值也很昂貴,所以統叫做貴金屬 Noble metals. 銀和金除製造貨幣外,多用作裝飾品。

銀的化合物可供製造攝影所用的乾片的原料,每年銷數極巨。世界產銀量以墨西哥爲最多,約佔全世界產額32%。全世界每年產額約有二萬萬市兩。我國銀礦甚少,現在除熱河,廣西略有產出外,他無足數;據民國五年的統計,祇有三萬市兩,多從鉛鋅銅三種礦中提出。國內通行的銀幣,多購買外國銀條,再行鑄造的。

我國金礦產地雖多,但開採很少獲利。民國四年產量爲十五萬兩,僅及世界產金總額百分之一;這十五萬兩中,東三省佔六分,外蒙古佔三分,餘則產自四川雲南兩省。世界產金總額,自1894年至1920

年（民國九年）的念七年間，約值美金九千萬萬圓，有七千萬萬圓用於貨幣，二千萬萬圓用做美術品和裝飾品。

白金可製造化學儀器，美術品，裝飾品和幾種酸類製造中的觸媒；世界上產量有限，以俄國烏拉山脈的產量為最多。

66.銅的提鍊法 銅礦我國各省雖均有發現，但以雲南貴州四川為最富饒。鍊銅事業我國現在反覺衰落，在宋朝時代一年間曾產出八千七百餘噸，比現在超過七千多噸。現在鑄造輔幣銅圓，多購買外國銅條，至於電線等品，更不必說了！

銅有天然產生的，叫做自然銅 Native copper. 普通多為塊狀，也有成樹枝狀的，如第141

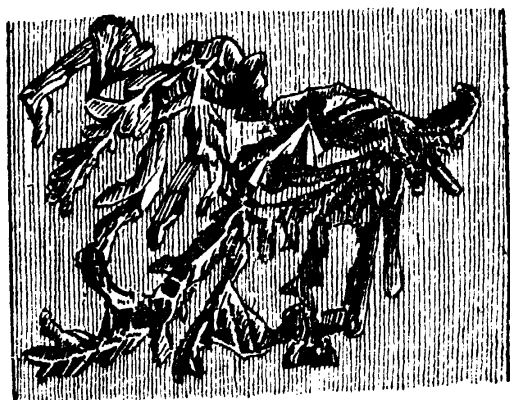


圖 141

圖,呈紅色.銅的礦石也有多種,
黃銅礦 Chalcopyrite CuFeS_2 色似

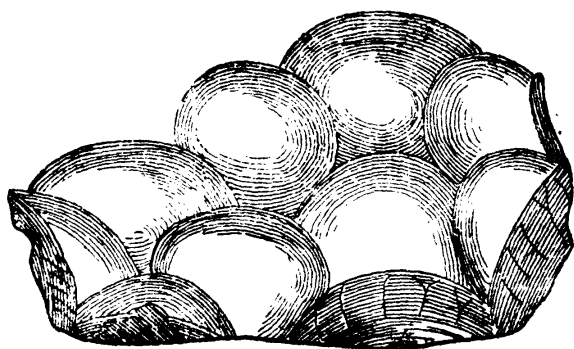
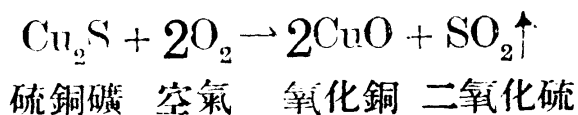


圖 142

金,性很脆,常成

結晶形,和石英相伴而生.**孔雀石** Malachite $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$, 普通多為鐘乳狀或葡萄狀,如第 142 圖.還有**赤銅礦** Cuprite Cu_2O 和**硫銅礦** Chalcocite Cu_2S 等也很重要.

由銅礦提煉銅時,可以分成二步,即把銅礦在空氣中先燒成**氧化銅** Cupric oxide CuO , 再混焦煤加熱令氧化銅還原為銅.第一步氧化作用,在燃燒爐內施行,送入多量的空氣,令礦石完全氧化,如同:



第二步在反射爐內施行,牠的反應如

下:



這樣鍊出的銅,含有許多雜質,如鉛銀金等,若不把牠提淨,就很不適於實用的;如用做電線,純銅比粗銅容易傳電.所以工業上要設法把銅提淨.

實驗 144. 如第 143 圖,於杯中盛硫酸銅 CuSO_4 溶液 (硫酸銅 20 公分溶於水 200 立方公分內), 取薄銅片 A 和銅圓 B (代替粗銅塊) 分別連於乾電的陰陽極上,共浸入溶液內,經十餘分鐘,即見銅圓面上溶解,薄片上積集着純銅.

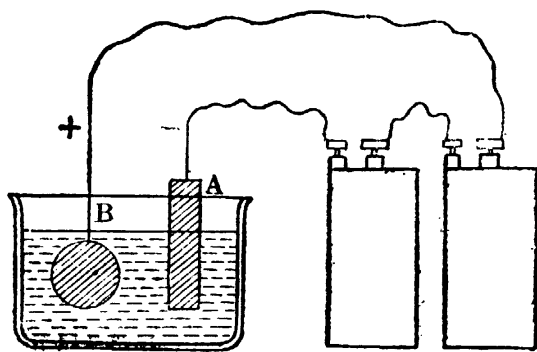


圖 143

工業上即根據上述的原理,於電槽中盛硫酸銅溶液,以粗銅塊做陽極,以薄銅片做陰極,連結後交互插入溶液內,如第

144 圖所示.這種方法叫做銅的電解精鍊

Electrolytic refining of copper; 工

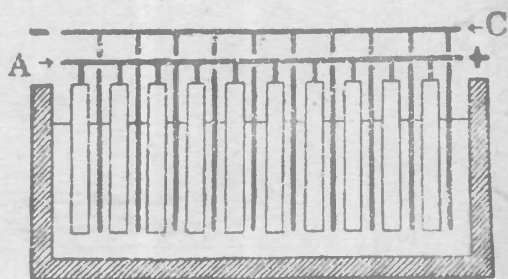


圖 144

廠中大規模的設備,如第 145 圖的情形.

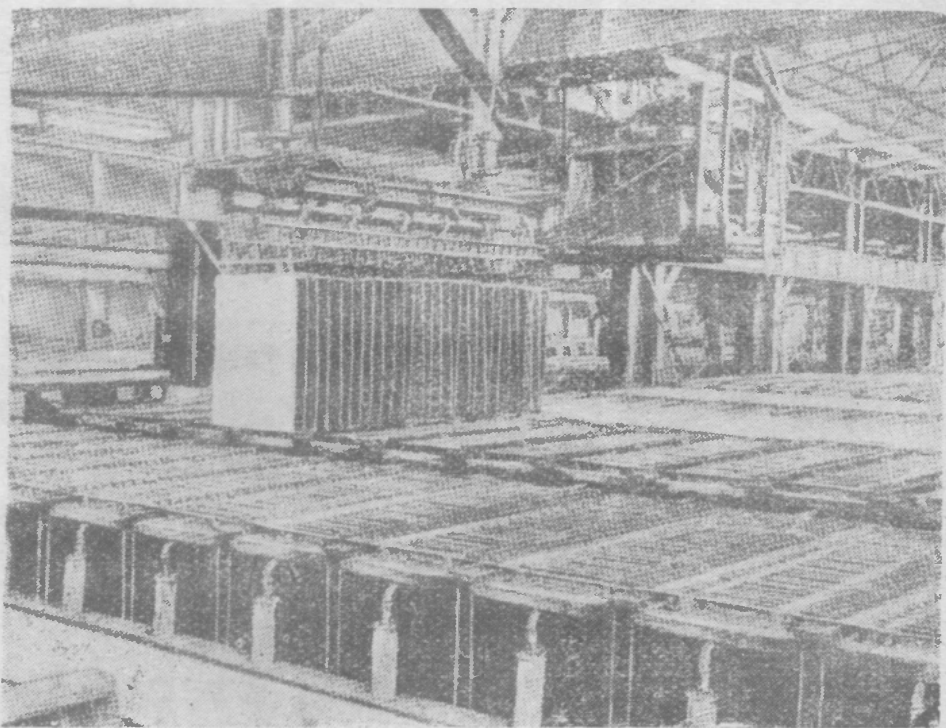


圖 145

67.銅的重要性質和化合物 純銅現紅色而帶光澤的,在乾燥空氣中,不容易起變化;若在潮濕的空氣中能生成

綠色的 銅綠。銅綠是 氫氧化銅 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 和 碳酸銅 CuCO_3 的混合物,有毒,所以銅器盛飲食品是很不合於衛生的。銅片加熱,表面初呈暗紅色,生成 氧化亞銅 Cuprous oxide Cu_2O , 再熱即變為黑色,是為 氧化銅 Cupric oxide CuO , 所以銅有一價的和二價的二種。

實驗 145. 取玻管三枚,分盛鹽酸,硫酸和硝酸,各投入銅片一小塊,振盪玻管,得知鹽酸硫酸冷時均不能溶解銅片,硝酸則發出褐色的氣體,能溶解銅片。次將鹽酸硫酸加熱,鹽酸不生變化,硫酸則發生白霧,能溶解銅片。

實驗 146. 於廣口瓶內盛過錳酸鉀固體 2 公分,加濃鹽酸 5 立方公分,令發生氯氣一瓶,將玻棒插入一厚紙片中,棒端縛一銅片,先把銅片燒熱,即插入氯氣瓶內,如第 146 圖,即見銅片和氯氣

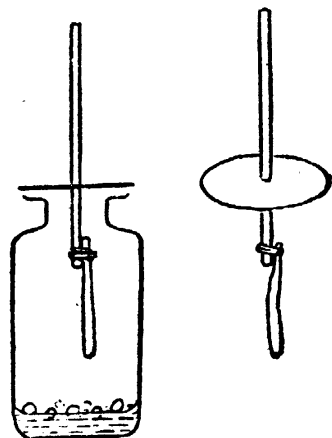
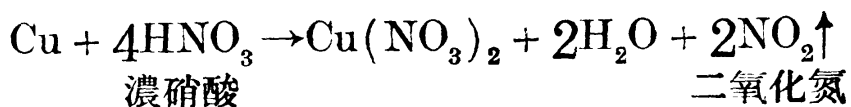
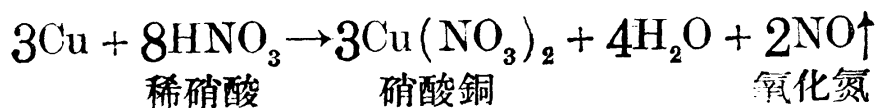


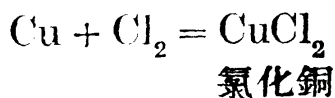
圖 146

化合,表面生成綠色的化合物。

銅不受鹽酸和稀冷硫酸的侵犯,但硝酸(不論濃淡)和熱的濃硫酸,卻能溶解牠的:

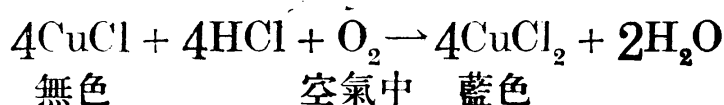
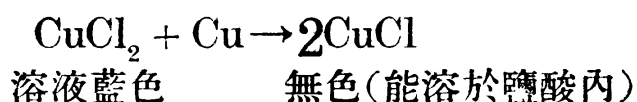


銅雖不受鹽酸的作用,却能和氯氣化合的:



實驗 147. 取氯化銅少許於試驗管中,加水 3 立方公分溶解,溶液呈藍色.次投入銅粉(或銅片),加濃鹽酸 4 立方公分.取於燈上煮沸數分鐘,即見藍色逐漸消退,終成爲無色溶液.次將這溶液注於水內,即漸呈藍色.

由上述實驗,知 氯化銅 Cupric chloride CuCl_2 可還原爲 氯化亞銅 Cuprous chloride CuCl ; 但氯化亞銅也能氧化爲氯化銅的,其反應如下:



在銅的化合物中,以 硫酸銅 Cupric sulfate 爲最重要,含有五份結晶水: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 平常稱爲 膽礬 Blue vitriol. 在工業上可供鍍銅溶液,濕電池和媒染劑等用途;醫藥上用爲嘔吐劑.

硫酸銅和硫黃粉在農業上,均爲極有效的殺蟲劑,如將硫酸銅和石灰乳混合,或硫黃粉混合石灰乳,噴射於果樹或馬鈴薯葉上,均可除滅害蟲.

68.鉛礦的產出和提鍊 在礦物界中,

鉛礦常和鋅礦,銀礦等混合產出,故凡有銀鋅礦的地方,也必產生鉛礦.我國產鉛以湖南爲最有名,水口山鉛礦,每日可以鍊鉛二十噸,鋅四十噸,有工人五千,推爲湖南省第一大礦業.其餘若遼寧,河南,山西,察哈爾,福建,浙江產有鉛銀礦;山東,湖北,四川產有鉛礦.

鉛礦中最重要的,就算是方鉛礦 Galena PbS ,就牠的成分而言,也可稱爲硫化鉛礦.牠的結晶很完全,如 147 圖所示.以外還有白鉛礦 Cerussite PbCO_3 和硫酸鉛礦 Anglesite PbSO_4 在鉛礦中比較的次要些.

方鉛礦產量最多而且最普遍,世界上所用的鉛,都從這礦

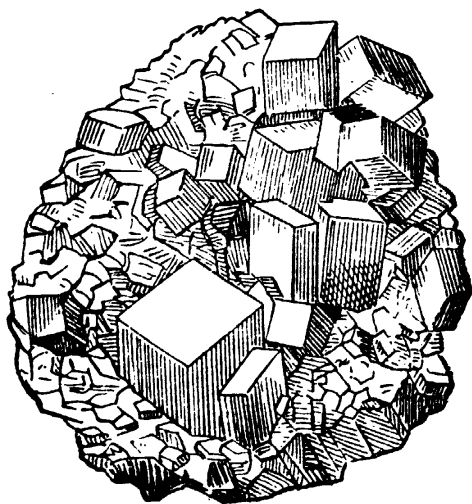
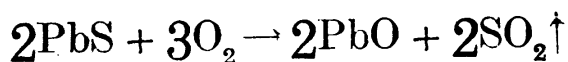
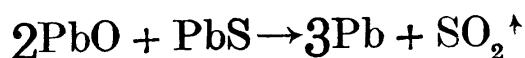


圖 147

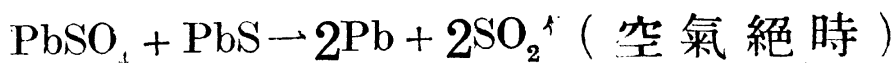
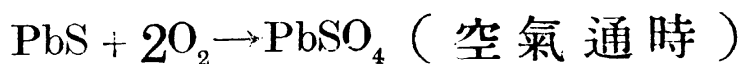
石中提鍊而得的.先把這礦石放置反射爐內加熱,並通以空氣,使牠一部分氧化:



再斷絕空氣,強熱牠,鉛即照下列反應而遊離:



在上述反應中,也有一部分硫化鉛先氧化爲硫酸鉛,再還原爲鉛的:



69.鉛的特性和重要的化合物 鉛爲青白色的軟金屬,可用刀把牠切開,比重爲11.37,融點爲325°C.

實驗 148. 取鉛板一片,用小刀把牠割下一小片,使牠夾在兩紙片中,用木錘重重打擊,可把牠打成薄片.

實驗 149. 用小刀把鉛板削下幾薄片,放置坩堝內,用酒精燈加熱,即見鉛片融解並見牠的液面上積

有淺黃色的粉狀物。用玻棒攪拌牠，即見牠的表面隨攪拌隨氧化，終至全體金屬成爲黃色的粉末。

實驗 150. 如第 148 圖，取硝酸鉛溶液於玻杯內，插入鋅條或鐵片於液內，即見鉛自溶液內析出，附著於鋅條或鐵片如樹狀。

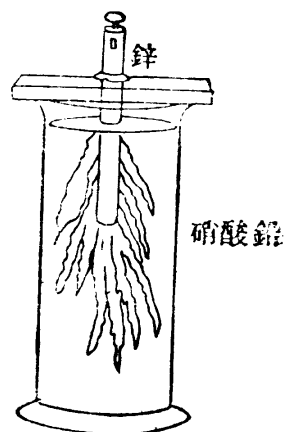
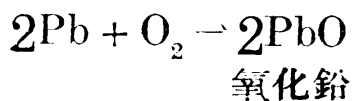


圖 148

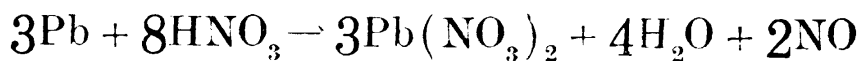
由上述實驗，可知鉛質很軟，富展性。在空氣中燃燒可成爲氧化鉛 Lead oxide PbO 的黃色粉末，俗稱密陀僧 Litharge:



稀硫酸和鹽酸不能侵蝕鉛片，但濃硫酸加熱即起變化：

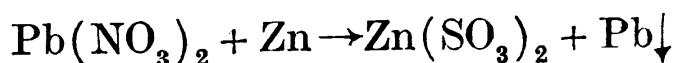


硝酸能溶鉛爲硝酸鉛 Lead nitrate:

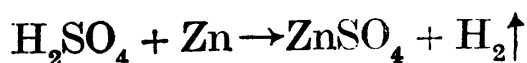


若於硝酸鉛溶液中插入鋅（或鐵）片，

即能析出鉛的細粒:



上述這種反應,很像鋅片碰到稀硫酸:



即鋅片溶解,能將鉛和氫逐出。

鉛的用途很大,牠的化合物在工業上也很重要。現將牠的最重要化合物分述如下:

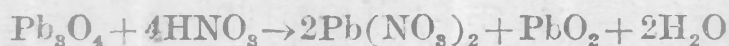
(1) 氧化鉛 Lead oxides 上邊已經說過了,把鉛在空氣中燃燒,就可變成黃色的密陀僧。把密陀僧放在桐油或亞麻仁油 Linseed oil 中煮沸,能使這油類帶有凝固性,所以工業上多用密陀僧為製造油漆的原料。

若再把密陀僧加熱,通以多量的空氣,就慢慢的氧化為紅色的氧化鉛 Pb_3O_4 ,叫做鉛丹 Red lead or Minium, 可供紅色顏料

的用途。

實驗 151. 取鉛丹半公分於試驗管中,加入濃硝酸 4—5 立方公分,在火焰上加熱,即見管內現有紫褐色的物質,叫做過氧化鉛 Lead peroxide PbO_2 .

是即鉛丹 ($\text{Pb}_3\text{O}_4 \rightarrow 2\text{PbO} + \text{PbO}_2$) 遇硝酸即可分出過氧化鉛:



由鉛鍊成鉛丹,中間經過許多色澤的變化,實在是很美觀很驚奇的!我國古代就知道這種變化的現象了,用鉛和水銀在爐內用空氣或硫黃煅煉為氧化物或硫化物,稱為鍊丹.他們相信鍊成的仙丹,吃了可以長生不死的!我國能鍊丹的方士也不知有幾多,可是晉朝(離現在 1600



圖 149

多年前)的葛洪(見第149圖)卻很知道鉛丹的製法和性質,很有些化學上的眼光,所以很值得我們去紀念他.他著有抱朴子一書,所以大家就叫他抱朴子了.

(2) 鉛白 Lead White 鉛白也是我國舊有化學工業上的產品;供婦女化粧用的,叫做宮粉,是精製的上等鉛粉;供顏料用的,叫做水粉,係經過水漂法提淨的.



圖 150

製造
鉛白(即
鉛粉)時,

先將鉛板上鑿成多數通氣孔,如第150圖,裝入木桶內,桶再安置於鍋上,鍋中盛醋.將鍋底加熱,醋酸的蒸



圖 151

氣能昇入上邊の木桶內,即侵蝕鉛板.同時將燃燒所成的碳酸氣,也通入木桶內,即可製得鉛粉.如第 151 圖,是香港大益齋製造鉛白時的情形.

實驗 152. 取醋酸 4—5 立方公分於試管內,加入小鉛片 (或加入黃色氧化鉛少許),在燈上煮沸,即見鉛片溶解,成為醋酸鉛 Lead acetate $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 溶液.

實驗 153. 取鉛粉 (或市上買來的香粉) 少許於試驗管中,加蒸餾水 10 立方公分,用力振盪,放置後,仍見粉沉管底,不能溶解.

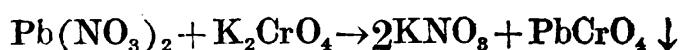
實驗 154. 將上實驗中試管內的清水傾出,加入硫化氫或硫化銨溶液,即見鉛粉變為黑色.

鉛白的化學成分為 $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$, 性頗毒,不溶解於水,遇硫化物即生成黑色的硫化鉛 Lead sulphide PbS . 好敷鉛粉的婦女,她們的臉上,總免不了要生成黑斑,因為汗液中時常有含硫的物質排出,時間

久長了,就容易在毛孔口內堆積着反應物!

(3) 鉻黃 Chrome yellow 鉻黃也是含鉛的顏料,黃色是很鮮明的。

實驗 155. 取 鉻酸鉀 Potassium chromate K_2CrO_4 溶液 (或 重鉻酸鉀 Potassium dichromate $K_2Cr_2O_7$ 溶液也好),滴入硝酸鉛或醋酸鉛溶液內,即生成黃色沉澱,是爲 鉻酸鉛 Lead chromate $PbCrO_4$.



70. 汞 及其重要的化合物 汞 Mercury, 天然產的爲量不多,多和硫黃化合,成爲 辰砂 Cinnabar 而產出.我國產汞區域有貴州,湖南,廣西,四川等西南四省,而以貴州爲尤富饒。

由辰砂鍊汞,手續很

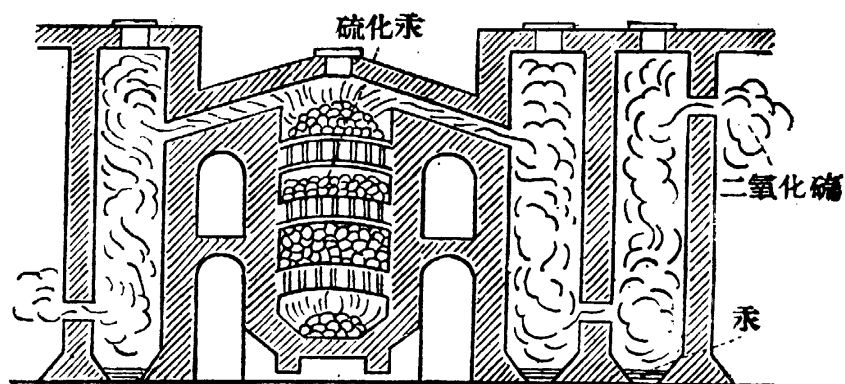
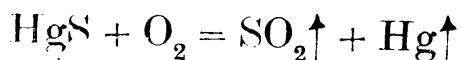


圖 152

簡單的,即將礦石放入如第 152 圖的爐內,把牠燃燒,並通入空氣,當生成二氧化硫的氣體和汞的蒸氣:



把這混合氣體導入室內,汞即凝成液體.

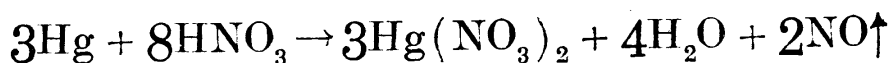
實驗 156. 取硬試管一枚,滴入汞數點,持在火焰上燒熱,即見汞沸騰,並在管內冷處凝成小露珠.

實驗 157. 將銀圓,銅圓的表面擦淨,塗以汞,即見汞附著,能成很光亮的汞面.又將錫箔(包香煙的)和金葉少許投入盛於蒸發皿中汞滴上,即見牠們溶解,和汞合成液體.

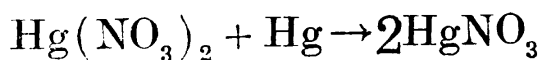
實驗 158. 取汞少許於試管內,滴加硝酸,即見汞溶解,成爲硝酸汞 Mercuric nitrate $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$. 於另一試管內加濃硫酸,煮沸後,也能溶解爲硫酸汞 Mercuric sulfate HgSO_4 .

由上述實驗,知汞爲易沸騰的液體金屬,能和金銀銅錫等金屬混合,成爲汞膏

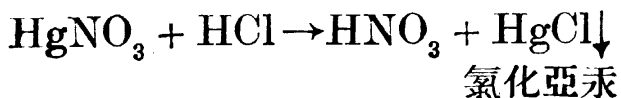
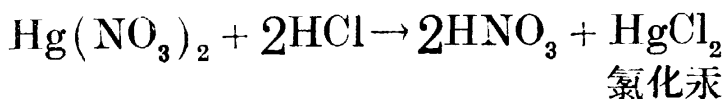
Amalgam. 遇硝酸或加熱的濃硫酸均能溶解, 而成 硝酸汞 Mercuric nitrate 或 硫酸汞 Mercuric sulfate.



於硝酸汞或硫酸汞溶液中加汞還原, 即可生成 硝酸亞汞 Mercurous nitrate HgNO_3 或 硫酸亞汞 Mercurous sulfate Hg_2SO_4 :



又汞的氯化物中, 氯化汞 Mercuric chloride HgCl_2 的溶解度是很大的, 不發生沉澱; 氯化亞汞 Mercurous chloride HgCl 或 Hg_2Cl_2 的溶解度是很小的, 很容易生成白色沉澱:



氯化汞又叫做 昇汞 Corrosive sublimate,

性極毒,醫藥上用牠的水溶液做消毒劑,殺菌的力量很大.氯化亞汞又叫做甘汞 Calomel, 醫學上用作瀉劑和利尿劑,性無毒,不易溶解於水.

實驗 159. 於硝酸汞溶液內通以硫化氫氣體,即生成黑色的硫化汞 Mercuric sulphide HgS 沉澱.

實驗 160. 將上實驗中黑色的硫化汞用濾紙濾過烘燥,試取少許於試管中,將管放平,在火焰上灼熱,即見管壁冷處附著紅色的昇華物.

由化學變化製得的硫化汞多為黑色,但天然產的辰砂常為紅色;顏色特別鮮紅的,又叫做朱砂.人工製造的銀朱 Vermilion也是由硫化汞提煉而成的,我國人對於這種工業,是很有經驗的.

在鐵鍋內把汞和相當化合量的硫黃混合加熱,先成為黑色硫化汞.次於鐵鍋的上面,蓋以鐵盤,如第 153 圖.在鍋底加熱,則昇華的紅色硫化汞,即凝聚在鐵盤



圖 153

裏面.再經過好幾次的提鍊,纔可以得到銀朱.

71.錫和鋅的重要用途 錫常成爲氧化物而產出,稱爲錫石 Cassiterite 或 tinstone SnO_2 , 牠的結晶形如

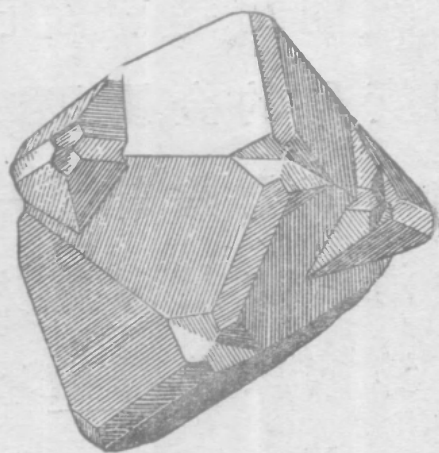
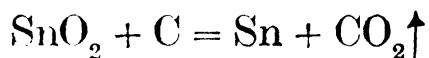


圖 154

第 154 圖所示.我國產錫以雲南湖南二

省爲最著名,每年出產有一萬二千多噸。雲南省的箇舊縣產錫尤多,有商辦的輕便鐵道,專爲輸運錫礦或粗錫的用處。錫礦和粗錫(本地用土法鍊出的)多售與英商,每年輸出約值四千萬圓左右。

由錫石鍊錫的方法,多用木炭或焦煤做還原劑,先將礦石搗碎,除去多量砂泥後,再混以炭粉,放在爐中加熱,即還原而爲錫:



錫的用途,前面已經說過,牠可算是最切實用的金屬了。我們祇要把包香煙用的錫箔全國計算一下,錫的消耗,也足以驚人了!

鋅礦以硫鋅礦Sphalerite 或 zinc blende ZnS 爲最多,常具有十二面體的結晶形,

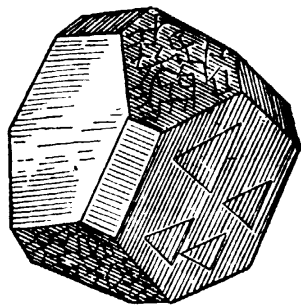
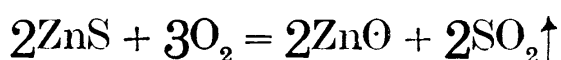


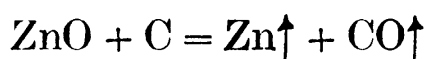
圖 155

如第 155 圖所示.我國浙江,湖南,四川,雲南均產鋅礦,別的省分 and 銀鉛礦聯合產出的,也不計其數.

由硫鋅礦鍊鋅的方法,先把牠在空氣中燒成氧化物:



再混入炭粉,在土製的甌中加熱,使還原爲鋅:



鋅熱至 1400°C 左右,即化爲蒸氣,故在土甌 A 中和氧化碳相伴逸出,如第 156 圖,流至 B, C 即凝成粉末,終以溫度升高,就化爲液體,由 B 處口中放出.

鋅在
化學上
爲製造
氫氣的

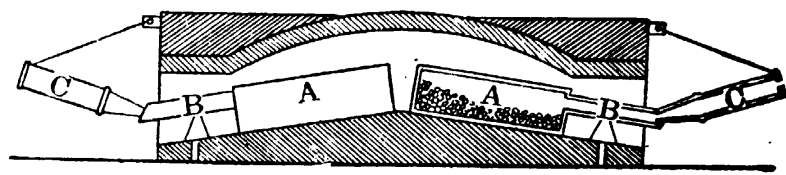


圖 156

原料,在物理學上爲製造電池的原料;牠對於藥品所顯示的化學能力,就是電池中的電動力.

硫酸鋅 Zinc sulphate ZnSO_4 爲白色的結晶體,平常叫牠 **皓礬** White vitriol $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 在醫學上常用做洗眼藥水,和 **氯化鋅** Zinc chloride ZnCl_2 同具有防腐性,常用做木材和皮革的防腐劑.

72.鎳的用途 鎳爲銀白色的金屬,富於展延性,比重爲 8.8,融點爲 1452°C .放於空氣中,不起變化,故可以鍍於鐵的表面,以防止鐵的生銹.

鎳爲製造白銅及洋銀 German silver 的重要合金,又可與鋼相混合而成鎳鋼,爲現代機械工業中的重要材料.

73.製鋁和明礬爲我國極有希望的化學工業 鋁在實用上的重要,前面已經

說過了。鍊鋁用的原料，現在工業化學上多採用天然產的礬土 Bauxite $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。礬土純粹的色潔白，若混有氧化鐵 Fe_2O_3 的，就現紅色。我們東三省產有很純潔的礬土，可用做良好的鍊鋁原料，所以日本田中義一侵略我們滿蒙的計劃中，也有一段提到鍊鋁的化學工業。他說如果東三省鍊鋁事業一發達，不但可以供給日本的軍用（指製造飛機和軍用品而言），而且可以壟斷世界市場。

鍊鋁事業，確是一種很有希望的事業，飛機在現代不但為交通上的利器，也是國防上所必不可少的利器，在這航空建設的呼聲中，我們對於飛機製造與改進的研究，不得不努力，則製鋁工業實與國防計劃有極密切的關係。

美國化學家哈爾 Hall，在 1886 年，纔創

立電解法 Electrolytic process, 製鋁工業就自此發達了。如第157圖, 將鐵製箱內敷以炭層, 做爲陰極 (Cathode), 箱內插入多數炭棒, 做爲陽極 Anode。箱內

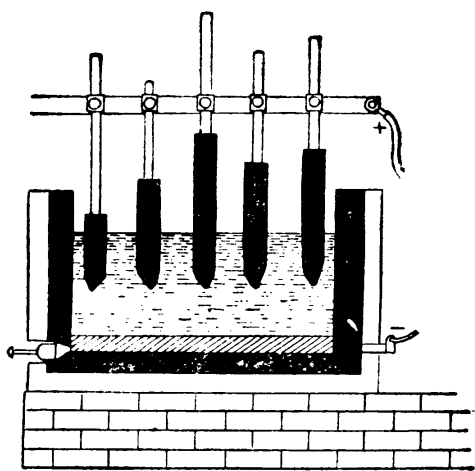
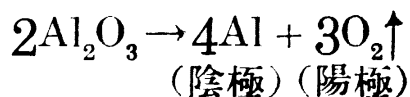


圖 157

先放入冰晶石 Cryolite $\text{Na}_3\text{AlF}_6 = 3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$, 當箱內電流通時, 冰晶石融成液體, 再投入精製過的礬土, 礬土溶解於冰晶石液體內, 好像食鹽溶解於水內, 就很容易起電解作用:



陽極方面的氧氣, 遇炭棒而燃燒, 陰極方面的鋁素, 即受熱而融爲液體, 得由箱底開口處放出。

實驗 161. 於小試管內盛稀硫酸 4—5 立方公分,

第 十 一 章

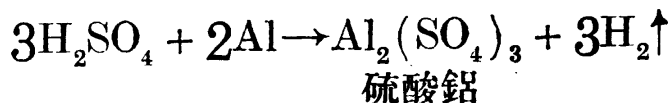


投入鋁片一二塊,即見鋁很像鋅,盛發氣泡而溶解,試將管口近火,即發聲而燃燒,故知爲氫氣。

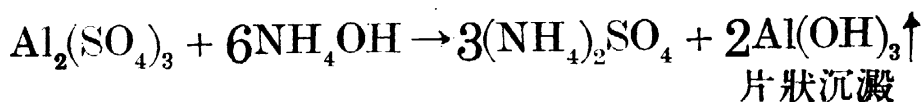
實驗 162. 於前試管內,滴加氨水中和後,即生成片狀的沉澱物。

實驗 163. 試以明礬一小塊溶解於試管內的蒸餾水中,滴加氨水數點,也生成片狀的沉澱物。

由上述實驗,可知鋁能溶解於稀硫酸而成硫酸鋁 Aluminium sulphate, 同時發生氫氣:



在硫酸鋁中加氫氧化鉍,即生成白色的氫氧化鋁 Aluminium hydroxide $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉澱:



據化學家的研究,知道明礬 Alum 是硫酸鋁和硫酸鉀的混合結晶體,牠的結晶體內含有二十四份結晶水,所以明礬的成分是: $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ 。

實驗 164. 取結晶的硫酸鋁 33.5 公分,硫酸鉀 9 公分,同溶於 120 立方公分的蒸餾水中,水內加稀硫酸一二點,使溶

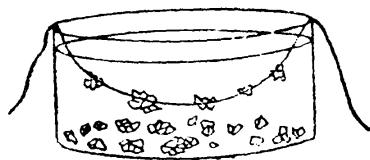
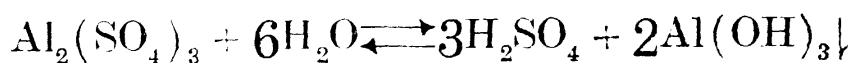


圖 158

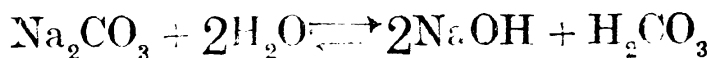
液成透明體,煮沸四五分鐘,放置待冷,並用細線掛明礬的小結晶體於液中,經過一二年,即見線上附着明礬的大塊結晶,如第 158 圖。

實驗 165. 試取混濁水一筒,加入明礬粉末,用棒攪拌濁水,即見水中的污物,不久即可以沉澱筒底。

由上述實驗,知道明礬溶液是呈酸性的,這是甚麼緣故呢?因為明礬溶於水裏,牠成分中的硫酸鋁能和水作用,生成硫酸,所以要呈酸性反應:



這種作用,叫做 加水分解 Hydrolysis. 好像碳酸鈉溶液呈鹼性反應,也是一種加水分解:



同時明礬溶液內,由加水分解所成的氫氧化鋁,卻有凝結水內浮游物的作用.浮游物凝結到相當重大

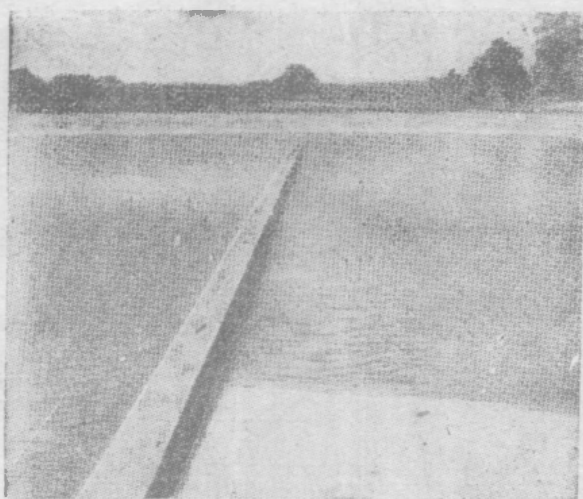


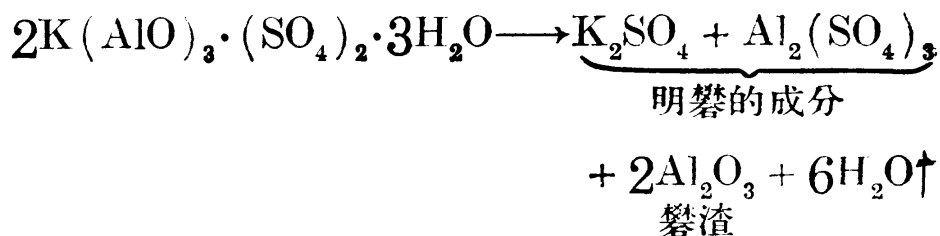
圖 159

時,即由重力作用而下沉.因此明礬多用做清水劑.如第 159 圖,即為自來水公司的明礬清水池.若都市人口繁盛,用水量很多,非用明礬為清水劑,恐無別法能將水迅速濾清.

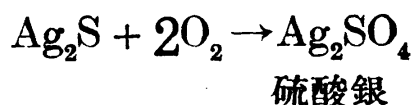
明礬除作清水劑外,還可作為媒染劑 Mordant, 為染色工場不可缺的原料.造紙,醫用和食品防腐等也不可缺少明礬,因此牠的銷路就很可觀了!

我國出產明礬的區域,有浙江,福建,安

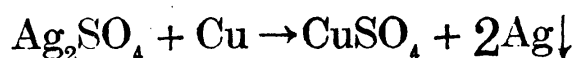
徽和廣東四省.浙江的平陽縣出礬尤為著名.縣內礬山連綿,礦源無限.自明朝到現在,多用土法採鍊,每年產額逾百萬圓,若加改良,很有發展的可能.礬山所出的礦石,叫做礬石 Alunite $K(AlO)_3(SO_4)_2 \cdot 3H_2O$,因結晶性和所帶的雜質不同,所以色澤形態也就各異了.將礬石用火直接煨燒後,可用水將明礬的成分浸出,殘留的礦渣,就是不甚純粹的氧化鋁:



74.銀及其重要的化合物 銀的產出,多和銅鉛鋅礦相混,單獨的自然銀為量不多.世界上最普通的銀礦算是硫銀礦 Argentite Ag_2S . 由硫銀礦鍊銀時,當先將礦粉燒成硫酸銀 Silver sulfate Ag_2SO_4 .



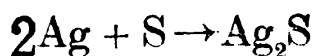
再用水將銀鹽浸出,加入銅粉,即可析出銀素:



實驗 166. 取小銀圓一枚,用細砂紙將牠的表面擦淨,試用箝子取於火焰上灼熱,無論如何加熱,銀面決不起氧化.再試取硫黃一小粒,放置灼熱的銀面上,即見銀面上成爲黑斑.

實驗 167. 取銀片投入盛有濃硫酸 4—5 立方公分的試管內,並取於火焰上加熱,即見銀片溶解,而發出一種有刺激性的氣體,試以有色鮮花移近管口,可令牠褪色.

由上述實驗,足證銀不能直接和氧氣化合,故銀器在空氣中決不致生銹.但很易和硫黃化合,成爲黑色的硫化銀 Silver sulphide Ag_2S :



因此銀器表面,若碰到含有硫黃的物質如硫化氫、硫化銨等,即成爲污濁色。

銀遇硝酸或加熱的濃硫酸,牠的反應完全和銅相似:

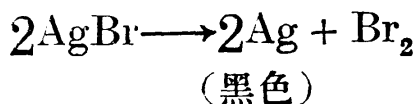


又如硝酸銀,硫酸銀等銀鹽溶液遇着氯化物 (如稀鹽酸),溴化物 (如溴化鉀) 和碘化物 (如碘化鉀) 等的溶液,即各生成不溶性的銀鹽而沉澱,如:



如氯化銀 Silver chloride, 溴化銀 Silver bromide, 碘化銀 Silver iodide 等銀鹽,遇着光線 (尤其是紫外線或稱化學線),即能按照光度的強弱,而起分解作用.例如溴

化銀見光,即能分解爲銀和溴:

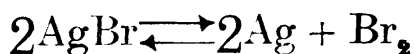


因爲銀鹽有了這種特性,所以可製爲照相用的乾片和照相紙.平常多以溴化銀爲原料,並混以有機質,如同膠質 Gelatin,使溴化銀對於光的感度,越加靈敏.

75.照相術 近來電影事業,日見發達,照相的應用,越發增多.世界上每年溴化銀鹽的消費,也就很可觀了.照相手續可分爲四步:

(1)**曝光** Exposing 當鏡頭對準目的物後,先將照相器內倒像的位置,很清楚的,落在乾片或軟片的位置上.再按照光線的強弱,配好光圈開度的大小,估計曝光時間的長短,把物像攝於乾片上,這手續叫做曝光.

(2) **顯影** Developing 乾片或軟片曝光以後,仍然不見有像.因爲物像上的光線,雖然已把片上的溴化銀誘起分解,但這分解的程度是很有限的,並且這種變化,又是可逆反應,左邊固然可以推向右邊,但右邊也不能禁止牠回復到左邊:



倘若我們能設法把右邊的成分 (Br_2) 除了去,那末左邊的 AgBr ,就要再起分解;右邊的銀成分 (2Ag) 就逐漸增多了,終至顯出物像來.

這種能除去溴成分而使乾片 (或軟片) 上的反應,由左推右的藥品,統叫做 **顯影劑** Developer. 顯影劑以還原性和平的藥品爲最適用,平常多用 **醌二醇** Hydroquinone $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$ 或 **焦性五倍子酸** Pyrogalllic acid $\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})_3$ 等.

(3) **定影** Fixing 乾片（或軟片）經顯影以後，在紅燈底下雖然可以觀看，但仍不能見光，因為片上還留有未經分解的 AgBr ，倘若漏光，那片子就要糊塗了，所以非設法把牠除去不可。

實驗 168. 取硝酸銀溶液 5 立方公分，加溴化鉀溶液，使生成淡黃色的溴化銀沉澱。待沉澱沉到管底時，即傾去上部的溶液，試加入 硫代硫酸鈉 Sodium thiosulphate $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 濃溶液 10 立方公分，將試管振動，即見溴化銀溶解。

照相術上即以硫代硫酸鈉為定影劑 Fixer。將顯影後的片子浸入硫代硫酸鈉（照相舖裏叫牠海波“Hypo”）溶液中，再用流水洗淨風乾，就完成了陰片 Negative plate（照相舖裏叫牠底片）呢。

(4) **曬印** Printing 陰片上的物像明暗處恰和實物上的明暗相反，如第 160 圖的(A)。若於陰片下再放入塗有感光性溴

化銀的軟片（或紙片），在日光下或強燈光下曬印牠，就成爲正片 Positive plate,

如同圖的
(B).曬印後
的正片,因
爲見光時
間很久,可
以不必顯
影而影已
清楚了,所
以祇須經
過一度定

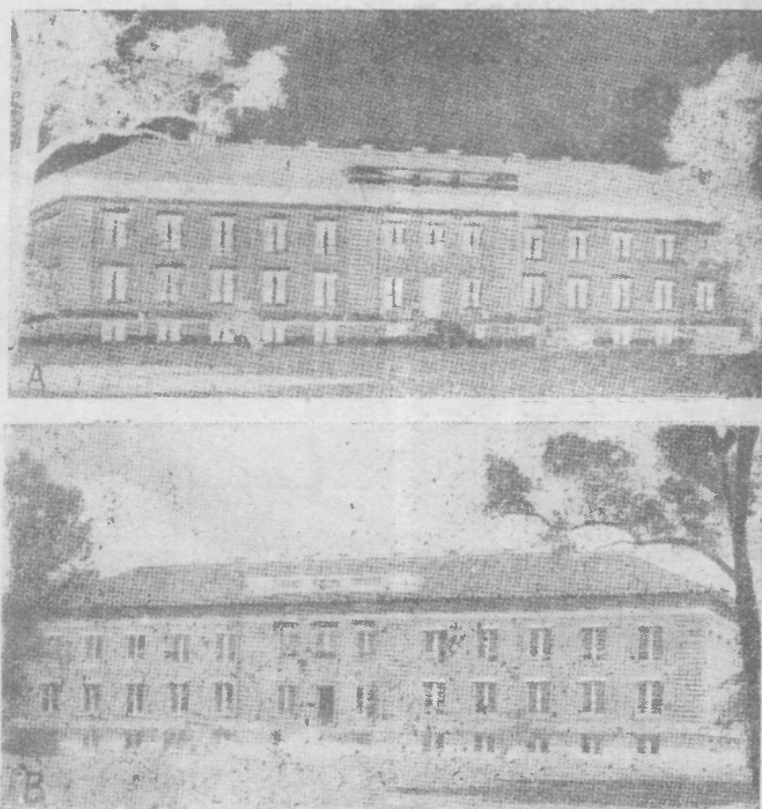


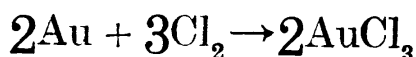
圖 160

影的手續,就可以成了照片啦。

76.金的特性 金多爲單體的自然金而產出.含在巖石中間的,叫做山金,應先鑿取巖石,搗成細粉,淘取金砂.有因巖石崩壞,沉沒於溪流的底下,叫做砂金.採取

砂金,多利用水流淘去沙石,金砂因重下沉,不致隨流漂去。

巖石或砂泥中金量不多,不便淘洗的,可改用氯化法 Chlorination process. 法於金砂內通以氯氣或加入漂白粉和硫酸,即可將金變為氯化金 Auric chloride AuCl_3 :



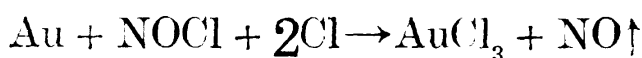
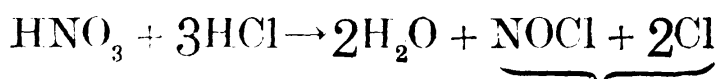
氯化金能溶解於水中,很易濾取牠的溶液.於這溶液中加入鋅或鐵粉,即可令金析出。

實驗 169. 取小試管三枚,分盛濃鹽酸,濃硫酸,濃硝酸各 3 立方公分,每管中各投入金葉一小片,先振盪試管,看牠是否溶解,再取於火焰上煮沸,也不見溶解.另取一片金葉,試在火焰灼熱,也不見牠起變化。

實驗 170. 取氯氣水 5 立方公分 (或漂白粉溶液加稀硫酸) 於試管內,投入金葉一小片,振盪數分鐘後,即見金葉溶解.再取於火焰上煮沸,逐出多餘的氯氣,得黃色的氯化金溶液。

由上述實驗,我們可以知道:金不但色澤美麗,展性很富,化學性質也很特別.牠在空氣中,絕對不會氧化的,各種酸類對於牠,也多不能侵蝕.但是氯氣和王水 Aqua regia——就是一份硝酸和三份鹽酸的混合物——卻能把牠化成氯化金.

王水的作用,也和氯氣相同,所以能溶解金:



實驗 171. 取金葉 0.6 公分,溶解於王水 10 立方公分中,照實驗 167 的方法,做成氯化金溶液 100 立方公分.再取黃血鹽 Potassium ferrocyanide $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ 1 公分溶解於水 100 立方公分中.將二液混合,可供鍍金溶液.試取乾電二個,用

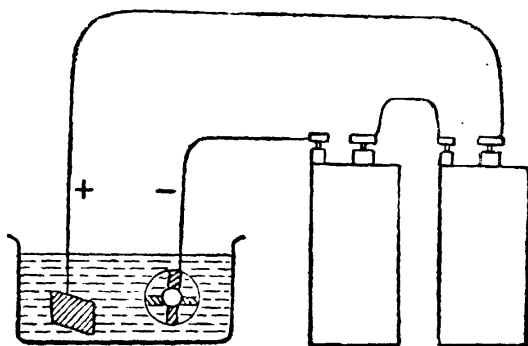


圖 161

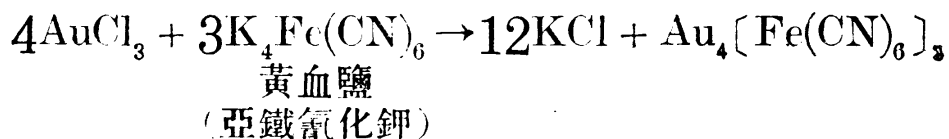
導線連金葉一片於陽極,連表面磨擦潔淨的銅圓(或銀圓)一枚於陰極,如第 161 圖,共放入鍍金液內,經過十分鐘後,即見銅圓表面鍍上明黃色的金,極為美觀。(這種鍍金液非常巧妙,電流若不過強,鍍出的物體,顏色特別鮮明,鍍物若再用碳酸鎂或粉筆末擦牠,更能顯出光彩。)

實驗 172. 取硝酸銀溶液 100 立方公分(溶 AgNO_3 5 公分)慢慢滴加氰化鉀 Potassium cyanide KCN 溶液,初時發生沉澱,再繼續滴加,待沉澱物全行溶解為止,這液可用做鍍銀液,試取乾電池兩個,用導線連銀圓一枚於陽極,連表面擦淨的銅圓一枚於陰極,共放入鍍銀液中,經過十分鐘,即見銅圓表面現銀白色。

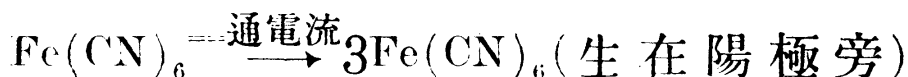
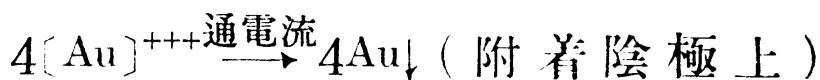
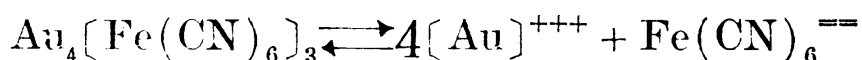
上述二實驗,可算是金銀電鍍術 Electrolytic plating 的小規模實驗.電流通到電鍍溶液內,爲甚麼可以在連在陰極的物體表面上附着金銀的薄層呢?這種情形很和電解精銅法和食鹽的電流分解相同,我們可以這樣解釋牠:

鍍金液內存有亞鐵氰化金 Auric ferro-

cyanide $\text{Au}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$, 牠是這樣生成的:

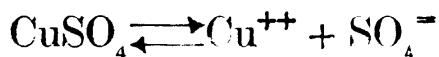


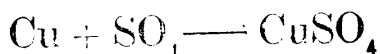
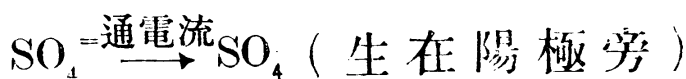
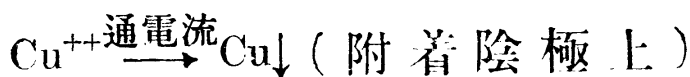
亞鐵氰化金在溶液內,就有些分子能自己分成兩部分:一部分帶有陽電性,遇着電流就要趨向陰極的;一部分帶有陰電性,遇着電流就要趨向陽極的,如同:



可是 $\text{Fe}(\text{CN})_6$ 因為失了原來的帶電性,就馬上和陽極上的金葉化合,再變成 $\text{Au}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$. 所以陽極上的金葉,就要慢慢的溶解了.

銅的電解精鍊也是如此,硫酸銅溶液中也有一些分子,分成帶異性電的:





77. 硫酸銅溶液的特性 不但硫酸銅, 亞鐵氰化金是如此, 一切鹽類, 化學家多認牠們在水溶液內, 有分成帶異性電的兩部分的特性!

實驗 173. 取蒸餾水一杯約 200 立方公分, 內溶白糖 20 公分, 於杯中插入 A, B 兩鉛板, 如第 162 圖, 與 E 電池, C 電鈴和 P 開閉機關共成一輪道, 試將 P 按下, 電鈴不響, 足證白糖溶液不通電流。再取蒸餾水 200 立方公分, 溶解脂蜜 20 公分, 如法試驗, 也不通電流。

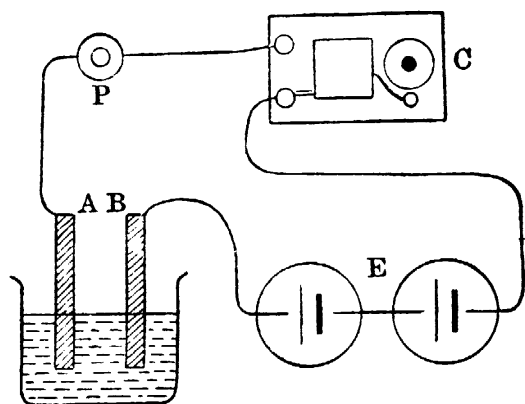


圖 162

再如法溶解木精, 酒精於水中, 也是不通電流。

實驗 174. 如上實驗, 取稀硫酸, 稀鹽酸, 稀硝酸等通以電流, 均可證明牠們能傳電, 試代以氫氧化鉀, 氫

氧化鈉,氫氧化銨的稀溶液,也均可證明牠們能傳電。

由上述實驗的情形,可知同是水溶液,有能傳電的,有不能傳電的,如同:

(1)白糖,脂蜜,木精和酒精等(總稱為有機物)的水溶液都不能傳電;

(2)食鹽,溴化鈉,硝酸鉀和硫酸鈉等(總稱為鹽類)的水溶液都能傳電;

(3)硫酸,鹽酸和硝酸等(總稱為酸類)的水溶液都能傳電;

(4)氫氧化鉀,氫氧化鈉和氫氧化銨等(總稱為鹽基類)的水溶液都能傳電。

現在我們要問:爲甚麼有機物的水溶液不能傳電,而鹽類酸類和鹽基類的水溶液能傳電呢?根據種種事實,瑞典化學家亞蘭紐司 Arrhenius (1859—1927) 提出一種離子說 Ionic theory 的理論,來解釋這個問題。他說:鹽類,酸類和鹽基類的分子,在

水溶液內能自己分成兩部份,各帶異性的電,稱爲離子 Ions. 例如食鹽溶解於水中後,就分成鈉與氯兩部份,鈉帶陽電,氯帶陰電,所以鈉又稱爲陽離子 Cathions,氯稱爲陰離子 Anions. 這樣物質的分子,在水溶液內能自己分離爲離子的作用,就稱爲電離 Ionization.

根據離子說的理論,我們可以解釋電解質的種種現象.即電解質(如食鹽溶液)的分子,能自己分離成爲帶電的二種離子,而非電解質(如糖溶液)的分子就無此現象的.

習 題

1. 你們在中國地理學上,於各省物產中,關於金,銀,銅,鐵,錫,鉛,鋅,鋁,銻的礦產,以那省爲最著?請再看些參考書,把牠們做個一覽表.

2. 假定有人把下列兩樣東西放在一起,在外表上

是很難判斷,請你們用化學的法子把牠們鑑別出來:

- a. 鐵礦和銅礦,
- b. 銀塊和錫塊,
- c. 金條和銅條,
- d. 鋅粒和鉛粒,
- e. 鋅粉和鋁粉.

3. 請你們看些參考書,把實用上合金 Alloys 的種類,成分,性質,應用等列成一表.

4. 硫酸銅和明礬溶液是酸性的,碳酸鈉和碳酸鉀溶液是鹼性的,請你們加以解釋,究竟是甚麼緣故?

第十二章 化學元素的概

要和分類

78.化學研究的對象是什麼 我們是已經把初中化學學完了,學過的東西——元素和化合物——也不能算是很少了.現在我們要離開個別的事實,不問你們那樣元素或化合物的生成,製造,性質,功用等等,我要提出一個很空洞的問題,就是:化學是討論甚麼東西?牠研究的對象是甚麼?我們在沒有解答這個問題以前,可以翻閱本書中各章:第一章中研究的對象是空氣,在這裏知道空氣和燃燒氧化的關係,在空氣中存有氮氣,氧氣和稀有氣體,因知空氣是一種混合物.第二

章中研究的對象是水;並知道水中有氫和氧,水是氫氧二氣的化合物.第三四兩章研究的對象是食鹽與鹽酸;並知道食鹽的功用以及鹽酸對於多種物質的反應,鹽酸是氫氯二素的化合物.第十章研究的對象是鐵;並知道鐵由化合物中分出元素,由元素合成化合物的情形和性質.此外各章,也都是一樣的,由一目的物,推及和牠有連帶關係的許多變化.因此我們也可以下一結論:化學研究的對象是物質,所以化學是討論物質變化的科學.現在再把理化二科對照一下:

物理學研究的對象→能力,能力變化的現象屬於物理學研究範圍.

化學研究的對象→物質,物質變化的現象屬於化學研究範圍.

79.物質最簡單的形式是什麼 物質

的種類,說起來應該是非常繁多的.如同水是物質,鹽酸也是物質,食鹽是物質,硫酸鈉(芒硝)也是物質;此外氫,氧,氯,鈉,硫黃,白糖,纖維質,蛋白質,澱粉等等,也各是物質的一種.然而這些物質中,有許多我們可以用化學的方法把牠們分開來,成爲更簡單的物質:如水可分爲氫和氧氣,鹽酸可分爲氫和氯氣,食鹽可分析爲鈉和氯,硫酸鈉可分析爲硫,氧和鈉;或則用綜合的方法把幾種簡單的物質,化合而成爲一種新的物質,如由氯和鈉可以化合而成食鹽,氯和氫可以化合而成鹽酸,氧和磷可以化合而成氧化磷,氮和鎂可以化合而成氮化鎂.然而像氧這種物質,化學家用盡心力,總無法可以把牠分解成爲更簡單的物質,也無法可以由幾種物質綜合而成氧.別的如同氮,氫,硫,溴,

碘,鈉,鉀,鎂,鈣,矽,碳,磷以及金,銀,銅,鐵,錫等也是如此,所以化學家對於這些不能用化學方法再分的最簡單物質,就稱為元素 Element. 據化學家的研究,知道物質的種類是沒有限制的,但組成各物質的原素的種類,卻甚有限呢.現在已發見的元素共有九十二種,但重要的元素,在實用上常碰到的,不過四五十種而已.

80.元素的分類 我們已經知道的元素,雖然有九十二種,但牠們的性質,卻有好些是很相似的.最顯著的,就算是原子價 Valence. 化學上就以原子價為標準,把原子價相同的各元素,都排列在一起,把牠們看做同族 Family 或同屬 Group 的.也有原子價雖相同,而性質卻很各別的;也有原子價雖屬不同,而化學上的反應性質卻甚相似的,所以要酌量情形,把牠們

劃歸在一族或一屬中。

(1) 非金屬元素 Non-metal elements 可劃分爲六類:

1. 零價的有氦,氬,氡,氬等稀有氣體.
2. 一價的有氫,氟,氯,溴,碘,鉀,鈉,銀等.
3. 二價的有氧,硫,硒,碲,鋅,鎂,銅等.
4. 三價和五價的有氮,磷,砷等.
5. 四價的有碳,矽等.
6. 三價和四價的有硼等.

(2) 金屬元素 Metal elements 分輕金屬 Light metals 和重金屬 Heavy metals 和其餘的:

甲.輕金屬 (比重在四以下的):

1. 一價的鹼金屬有鉀,鈉等.
2. 二價的鹼土金屬有鈣,鋇,鎂等.
3. 三價的土金屬有鋁等.

乙.重金屬 (比重在四以上者):

1. 鐵類有鐵, 鈷, 鎳, 鉻, 錳, 鉬等.

2. 鋅類有鋅, 鎘等.

3. 銅類有銅, 銀, 鉛, 汞等.

丙. 其餘的金屬:

1. 賤金屬有銻, 鉍, 錫等.

2. 貴金屬有金, 鉑等.

習

題

1. 化學變化和物理變化有甚麼顯著的例證?
2. 元素的定義是怎樣的? 請舉實例說明牠.
3. 金屬和非金屬有甚麼重要的區別?
4. 化學上有甚麼重要的定理, 定律, 原則等理論的地方, 請按照牠們的性質, 試分成幾類, 列成一表.

中華民國二十三年九月四日修正版

新課程標準世界中學教本

朱氏初中化學（全一冊）

定價大洋九角五分

（外埠酌加運費匯費）

編著者 朱 昊 飛

發行者 沈 知 方

世界書局有限公司代表人

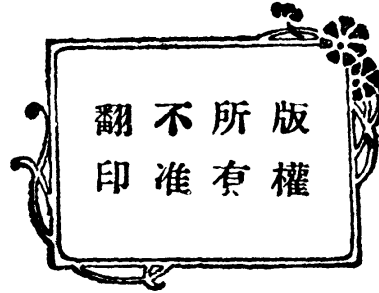
出版者 世界書局

上海大連灣路

發行所

上海及各省

世界書局



版權所有 不准翻印

教育部完全審定 新課程標準

世界中學教學本

李氏高中	高中	譚氏初中	初中	朱氏初中	初中	王氏初中	初中	徐氏初中	初中	薛氏初中	初中	陳氏初中	初中	何氏初中	初中	黃氏初中	初中	王氏初中	初中	駱氏初中	初中	初級中學	英語標準讀本	初級中學	進步英語讀本
高中外國史	英語讀本	初中本國地理	初中本國史	初中動物學	初中動物學	初中動物學	初中動物學	初中動物學	初中動物學	初中代數	初中代數	初中代數	初中代數	初中幾何	初中幾何	初中幾何	初中算術	初中算術	初中算術	初中算術	初中算術	英語標準讀本	英語標準讀本	英語標準讀本	進步英語讀本
李季谷	林漢達	譚廉遜	朱翊新	王采南	徐岷	薛天遊	薛天遊	薛天遊	薛天遊	薛天遊	薛天遊	薛天遊	薛天遊	何時慧	黃泰	王剛森	駱師曾	駱師曾	駱師曾	駱師曾	駱師曾	林漢達	林漢達	林漢達	進步社
二冊	三冊	四冊	四冊	一冊	二冊	二冊	二冊	二冊	二冊	二冊	二冊	二冊	二冊	二冊	二冊	二冊	二冊	二冊	二冊	二冊	二冊	三冊	三冊	三冊	三冊
上册九角五分 下册一元三角	第一二冊各九角半 第三冊一元一角	第一冊六角 第二至四冊各七角	每冊五角	六角	每冊六角	上册八角 下册五角	每冊七角	每冊七角	每冊七角	每冊七角	每冊七角	每冊七角	每冊七角	每冊七角	上册七角 下册六角	上册七角 下册六角	上册七角 下册六角	上册七角 下册六角	上册七角 下册六角	上册七角 下册六角	上册七角 下册六角	第一冊八角五分 第二三冊各九角	第一冊八角五分 第二三冊各九角	第一冊八角五分 第二三冊各九角	第一二冊各九角 第三冊一元二角

世界書局發行

