

新課程標準適用

初 中 化 學

上 冊

編 者 蔣 拱 辰

校 者 華 襄 治
華 汝 成

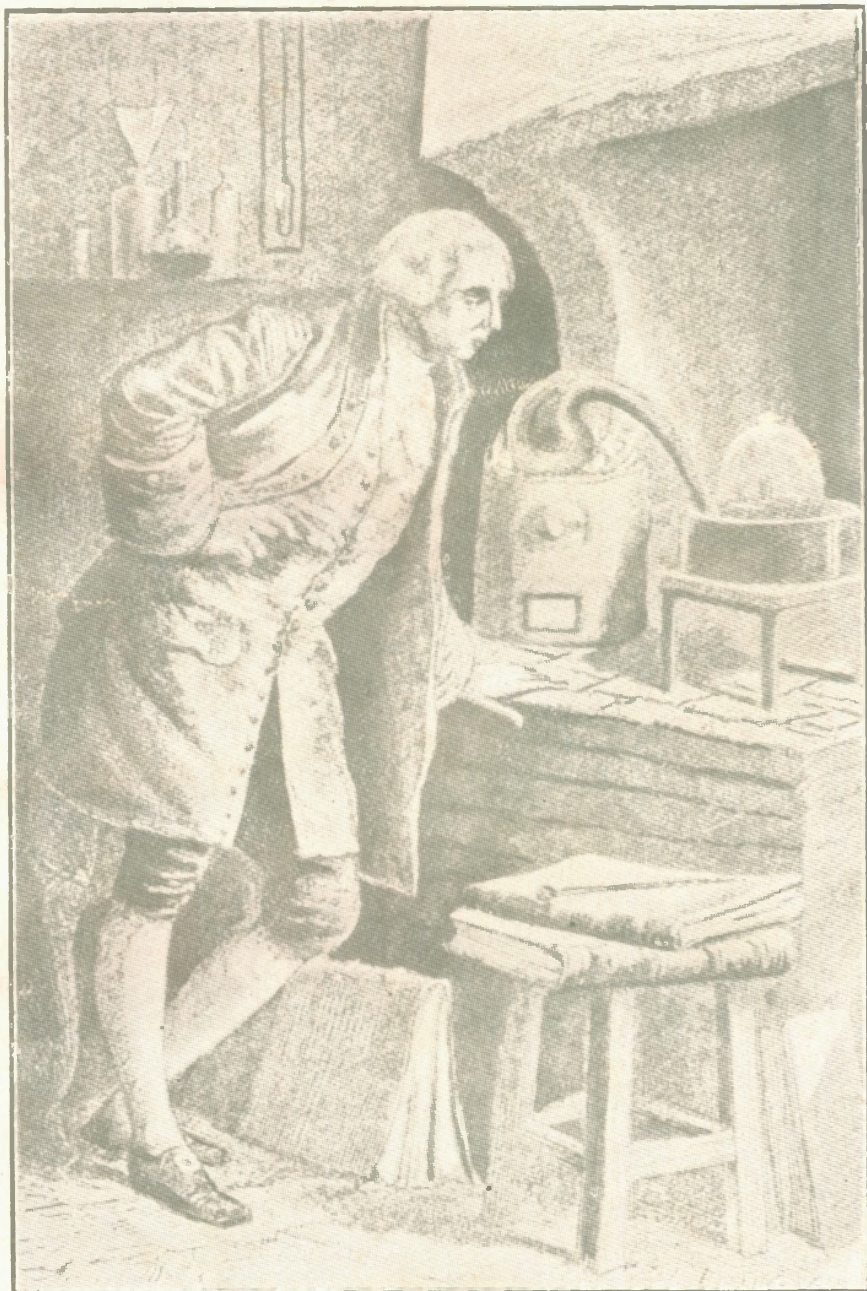
上海中華書局印行

萬國原子量表

(1933)

元 素 名 稱	符 號	原 子 號 數	原 子 量	元 素 名 稱	符 號	原 子 號 數	原 子 量		
鋁	Aluminium...	Al	13	26.97	鉬	Molybdenum..	Mo	42	96.0
銻	Antimony....	Sb	51	121.76	釹	Neodymium..	Nd	60	144.27
氬	Argon.....	A	18	39.944	氖	Neon.....	Ne	10	20.183
砷	Arsenic.....	As	33	74.93	鎳	Nickel.....	Ni	28	58.69
鋇	Barium.....	Ba	56	137.36	氮	Nitrogen.....	N	7	14.008
鈹	Beryllium....	Be	4	9.02	銻	Osmium.....	Os	76	190.8
鉍	Bismuth.....	Bi	83	209.00	氧	Oxygen.....	O	8	16.000
硼	Boron.....	B	5	10.82	鈀	Palladium....	Pd	46	106.7
溴	Bromine.....	Br	35	79.916	磷	Phosphorus...	P	15	31.02
鎘	Cadmium....	Cd	48	112.41	鉑	Platinum....	Pt	78	195.23
鈣	Calcium.....	Ca	20	40.08	鉀	Potassium....	K	19	39.10
碳	Carbon.....	C	6	12.00	鐳	Praseodymium	Pr	59	140.92
銻	Cerium.....	Ce	58	140.13	鐳	Radium.....	Ra	88	225.97
鐳	Caesium.....	Cs	55	132.81	氡	Radon.....	Rn	86	222.
氯	Chlorine.....	Cl	17	35.457	銲	Rhenium....	Re	75	186.31
鉻	Chromium....	Cr	24	52.01	銩	Rhodium....	Rh	45	102.91
鈷	Cobalt.....	Co	27	58.94	銣	Rubidium....	Rb	37	85.44
鈾	Columbium...	Cb	41	93.3	鈳	Ruthenium...	Ru	44	101.7
銅	Copper.....	Cu	29	63.57	釷	Samarium....	Sm	62	150.43
鐳	Dysprodim...	Dy	66	162.46	鐳	Scandium....	Sc	21	45.10
銲	Erbium.....	Er	68	167.64	硒	Selenium....	Se	34	79.2
銩	Europium....	Eu	63	152.0	矽	Silicon.....	Si	14	28.06
氟	Fluorine.....	F	9	19.00	銀	Silver.....	Ag	47	107.880
釷	Gadolinium...	Gd	64	157.3	鈉	Sodium.....	Na	11	22.997
鋁	Gallium.....	Ga	31	69.72	銻	Strontium....	Sr	38	87.63
銻	Germanium...	Ge	32	72.60	硫	Sulfur.....	S	16	32.06
金	Gold.....	Au	79	197.2	鉭	Tantalum....	Ta	73	181.4
鈳	Hafnium.....	Hf	72	178.6	碲	Tellurium....	Te	52	127.5
氦	Helium.....	He	2	4.002	鐳	Terbium.....	Tb	65	159.2
鈳	Holmium....	Ho	67	163.5	銻	Thallium....	Tl	81	204.39
氫	Hydrogen....	H	1	1.0078	鈳	Thorium.....	Th	90	232.12
銲	Indium.....	In	49	114.8	鐳	Thulium.....	Tm	69	169.4
碘	Iodine.....	I	53	126.92	錫	Tin.....	Sn	50	118.76
銲	Iridium.....	Ir	77	193.1	鈦	Titanium....	Ti	22	47.90
鐵	Iron.....	Fe	26	55.84	鎢	Tungsten....	W	74	184.0
氬	Krypton.....	Kr	36	83.7	鈾	Uranium....	U	92	238.14
銀	Lanthanum...	La	57	138.92	釩	Vanadium....	V	23	50.95
鉛	Lead.....	Pb	82	207.22	氙	Xenon.....	Xe	54	131.3
鋰	Lithium.....	Li	3	6.940	釷	Ytterbium...	Yb	70	173.5
鐳	Lutecium....	Lu	71	175.0	鈳	Yttrium.....	Y	39	88.92
鎂	Magnesium...	Mg	12	24.32	鋅	Zinc.....	Zn	30	65.38
錳	Manganese...	Mn	25	54.93	銩	Zirconium....	Zr	40	91.22
汞	Mercury.....	Hg	80	200.61					

拉瓦西的研究室



拉瓦西(Antoine Laurent Lavoisier)法人，生於1743年，1794年法國大革命時在巴黎遇害。

拉氏研究化學，頗多貢獻，氧化的正確解釋，是他最著的功績，化學得有今日之進步，氏之力也。

胡茲(AD Wurtz)在他著的化學理論史上說，「化學是法國的科學」，就是對拉氏而發。

此圖為拉氏正在觀察「水銀在空氣中加熱空氣體積因而減少」的情況，原圖見 Flammarion's 'The Atmosphere's

新課程標準適用

初中化學編例

1. 本書是按照初級中學程度編輯的,其他程度相當的學校,也可採作教本。

2. 本書教材,悉遵照教育部新訂定的初中課程標準嚴格排列,並尊重標準的精神注意編輯的,用作教本,極易領會,斷不致有囫圇吞棗的弊病。

3. 天然品的利用和工藝品的製造,都是化學的重要使命,本書特注意此點,使學生於學習時,得以明瞭我國化學工業的現狀和地位,以期激發努力研究的志向。

4. 本書對於日常和化學有關係的事項,都注意蒐集,加以說明,以期養成學生應具的化學常識,所以本書除作教本外,並可作小學教師的參考書。

5. 插圖足以補充說明的不足,在我國學校設備大多數不充分的時期,尤覺需要,本書特精選此項資料,插入適當處,用備參考。

6. 爲供給化學全般的基本智識起見,特編入

補充材料,使讀者對於化學,有更深切的認識。此等部分均用小號字排印,以便教學時因鐘點的關係,可以斟酌損益。

7. 本書各項附表,大都和教材有密切的關係,希望同時參照。

8. 編者對於本書雖力求完善,然倉卒執筆,錯誤之處在所難免,倘蒙海內專家,糾其紕繆,不勝企幸。

中華民國二十二年四月 編者識



初中化學上冊

目次

緒論

第一篇 非金屬

第一章 空氣 氮 氧

第一節 空氣	3
第二節 氮	6
第三節 氧	7

第二章 水 氫

第一節 水	12
第二節 氫	18
第三節 元素 化合物	23

第三章 食鹽

第一節 製鹽法	26
第二節 氯化氫 鹽酸	28
第三節 氯	32

第四章 造鹽素 分子

說和原子說

化學式

第一節 溴 碘 氟	35
第二節 分子說和原子說	37
第三節 化學式	44

第五章 硫磺和牠的化合物

第一節 硫磺 硫的氧化物 硫酸	51
第二節 硫化二氫 二硫化碳 硫化磺物	58

第六章 氮和牠的化合物	
第一節 氮的氧化物.....61	
第二節 氮和氫的化合物.....64	
第七章 碳和牠的化合物	
第一節 碳的同素體.....70	
第二節 煤氣和石油.....75	
第三節 碳的氧化物.....78	
第四節 火焰.....85	
第八章 磷、砷和牠的化合物	
第一節 磷和牠的化合物.....88	
第二節 肥料.....91	
第三節 砷和牠的化合物.....94	
第九章 溶液	
第一節 溶解度 溶液的冰點和沸點...97	
第二節 酸 鹼 鹽.....100	
第三節 電離 103	
第十章 矽、硼和牠的化合物	
第一節 矽的化合物 硼酸 硼砂.....108	
第二節 玻璃工業.....110	

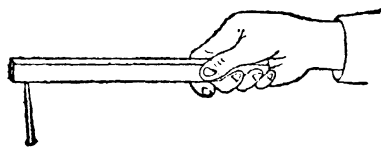


初中化學上冊

緒 論

1. 物質 占有空間的一部分,用我們感覺可以知其存在的,叫做物體。構成物體的實質,總稱物質。例如:書本和小刀是物體;這些物體是由紙和鐵等造成,這紙和鐵就是物質。

2. 兩種變化 鐵片接近磁石就帶磁性,但是把磁石移開,牠的磁性就隨之失去。又把鐵片用力彎曲,可以變其形狀,但用適當方法仍可恢復原形。這樣,對於物質本質不



鐵 的 磁 化

發生影響,仍舊可以恢復原狀的變化,叫做物理變化。

反之,鐵生銹變成赤褐色的物質;鐵片浸在硝酸內可以漸漸溶化;這樣,物質失去原有特性,另成別種物質的變化,叫做化學變化。兩種以上的物質互起化學變化時,叫做互相反應。

化學變化發生的時候,物理變化亦隨之而起;有時生光發熱,或起狀態和顏色等變化。

3. 自然科學 自然界所發生的種種狀態,叫做現象,或稱自然現象。譬如火燃、水流等現象皆屬自然現象;研究自然現象的科學,叫做自然科學。

4. 化學 化學是自然科學的一種,牠的研究對象是:(一)物質的性質和變化;(二)物理變化和化學變化的關係。

我們衣、食、住的材料,莫不需耍化學的研究,化學的重要就可想見了。

問題一 試指出下列各物,那幾種是物體名稱;那幾種是物質名稱

a. 試驗管 b. 玻璃 c. 鐵 d. 銅釘 e. 水 f. 鐘表

問題二 物理變化和化學變化,常常隨同發生,試舉例說明之。



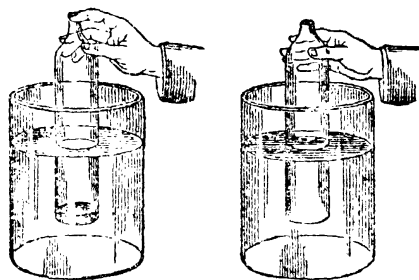
第一篇 非金屬

第一章 空氣 氮 氧

第一節 空氣

空氣的存在 地球周圍包有一層氣體,我們生息於其間,這氣體叫做空氣。空氣無色、無臭、無味,雖不易觸知,可是我們把手揮動,即覺生風;或把小玻璃筒用手指塞住牠的尖端,插入水中,水不能侵進,但是把手指放開,水便湧入。由此事實,可以證明空氣的存在。

純粹的空氣,每公升(呎)重 1.293 公分(克),牠對水的比重爲 $\frac{1}{800}$ 倍;牠的質量雖輕,但是地面上空氣層堆積



空氣的存在

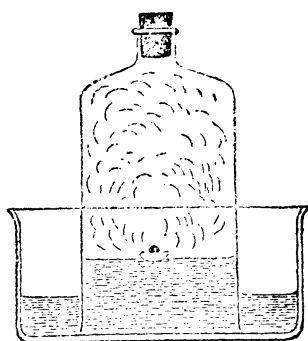
很厚,每平方公尺(呎)的壓力,和加 10330 公斤(尅)的重量於其上者相等;地面上物體都受著這種壓力的。

呼吸和燃燒 我們生息於空氣間,最要緊的是呼吸。把新鮮空氣吸入肺部,一部分被血液中的紅色素所吸取,由血液循環作用,運入體內,再由肺部把牠呼出來,如此川流不息地完成呼吸作用。假使把我們

喉管塞住,隔絕空氣,那麼我們就不能生存了。

又把木炭裝在爐裏使之生火,必須從爐底送入空氣,若空氣流通不暢則發火緩慢,送入的空氣越多,木炭的燃燒愈熾,故空氣是物質燃燒時所必需的。

空氣的組成 置磷一小塊於小皿內,使浮於水槽上面,復以具有橡皮塞或木塞之玻璃鐘覆在上面,把燒紅的粗鐵絲觸及磷塊使之點火,隨即用塞密閉之(如圖)。這樣,磷燃燒而成白煙,少時,此煙漸次溶入



燃磷除去空氣中的
養氣

水中,水即隨著上升玻璃鐘內,約為原容積五分之一。

照上實驗,空氣容積的五分之一,因燃燒而消失了;這一部分的氣叫做養氣,化學名稱爲氧。磷燃燒後所餘的氣,試以燭火插入,立見消滅,故知無支持各物燃燒的能力,大部分是由淡氣而成,淡氣在化學上叫做氮。

凡物在空氣中所以能燃燒,全因其中養氣的作用,我們呼吸時吸入肺部的空氣,爲紅色素所吸取的部分也是養氣,在體內生類似燃燒的作用,保持我們的體溫。

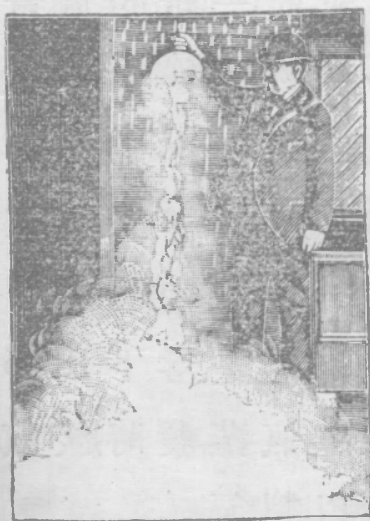
上面所說,空氣中養氣與淡氣體積之比爲 1:4,凡是表示一物質成分之多少,稱爲組成。如用重量表示者,稱爲重量組成。據精密的測定,空氣的組成如下表:

成 分	體 積 組 成 %	重 量 組 成 %
氧	20.99	23.15
氮	78.03	75.51
氫	0.90	1.30
碳酸氣	0.03	0.04
氖、氬、氙、等	僅 具 痕 跡	僅 具 痕 跡

空氣中尚有少量的水蒸氣、微生物、塵埃等;水蒸氣的量,因季節和地方的差異,常不一定。

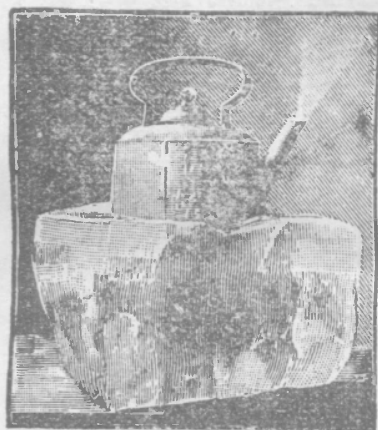
此外更有氦、氖、氬、氙諸氣體,但爲量極微,非用極精密的研究,不易測知其存在。

液體空氣 加強大壓力於空氣令從細孔噴出,則爲了牠體積急速膨脹的緣



液體空氣注入空氣中的景象

故,溫度降低,就變成淡青色的液體,這就是液體空氣。牠的沸點是零度下190度;故水、水銀、炭酸氣及生物體



液體空氣的沸騰



液體空氣和
牠的容器

等,遇之都變成固體。如把水壺裝入液體空氣放在冰塊上,即起沸騰復為空氣,故裝盛液體空氣,須用特種容器(大衛氏瓶)以防熱的侵入。

第二節 氮

氮 氮是無色、無味、無臭的氣體,一升的重量是1.251克,不能自燃,也不能助燃。

不純粹的淡氣,可照上法在空氣中燃磷除去養氣製取。通空氣經過赤熱銅片的時候,其中養氣被銅吸去,所餘剩下來的氣,也是淡氣。

氮的沸點是零下195度,氧的沸點是零下182.5度,兩者沸點相差十二度半,故液體空氣蒸發時,淡氣首先逸出;工業上就利用這個道理以製氮。

氮在平常溫度性不活潑和他種物質化合力極

弱。

高溫度、高壓力的時候，在氮中放電便變成活潑性的氮，能和氧、磷及諸金屬化合而成氮化物。

自然界中，氮的複雜化合物種類繁多，如蛋白質為構成生物體的主要物質。又如火藥和肥料，也是把氮做重要原料的。

氫 氫是類似氮的氣體，一升的重量是 1.78 克；隨便什麼物質都不能和牠化合，有時用來填充電池。

氮、氫、氫在空氣中僅有微量，已如上述。可以利用牠沸點的差異，從液體空氣中分離出來，化學性質都是不活潑的。在氫氣中放電能發紅光，常裝入各種形狀的玻璃管內，以作商店的廣告。

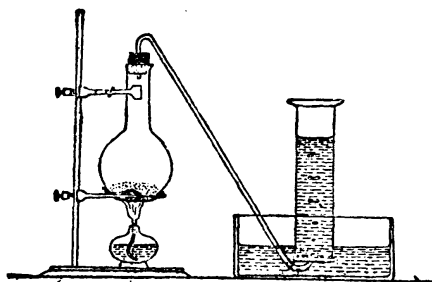
氦 比空氣輕，是不能燃燒的氣體，可以代替輕氣作填充飛船氣囊的用途。空氣中含量也是極少，美國某地噴出的天然氣體中，約含氦 3%，所以美國的藏量不少，可是製成的氦祕不出售，至今尚禁止出口。

第三節 氧

氧的存在 空氣中若是沒有氧，則呼吸、燃燒均屬不能，上面已經說過。氧的化合力非常強大，除了混在空氣中和溶在水中外，沒有單獨的存在；水、岩石、土

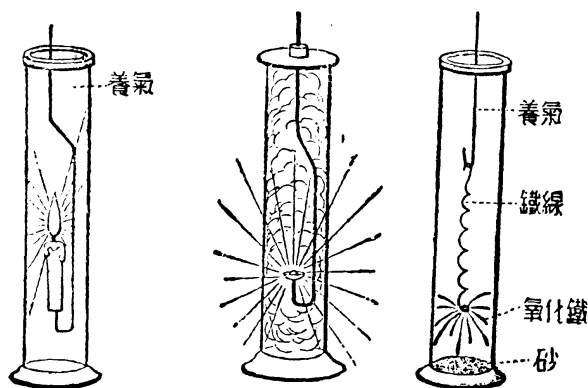
壤、動植物體等都含着氧，實占地面上全體物質之半。

實驗 氯酸鉀加熱可得氯化鉀和氧，今將氯酸鉀的粉末二十克和二氧化錳粉末五克混和，強熱之約可生養氣五、六呎。（加入的二氧化錳並不起變化。）用五個玻璃瓶在水中捕集之。



氧的製造

把木炭、硫磺、蠟燭、黃磷、鐵絲依次在上面各瓶中燃燒，看牠怎樣？又把火柴餘燼投入其中，試觀察牠的變化。



養氣中的燃燒

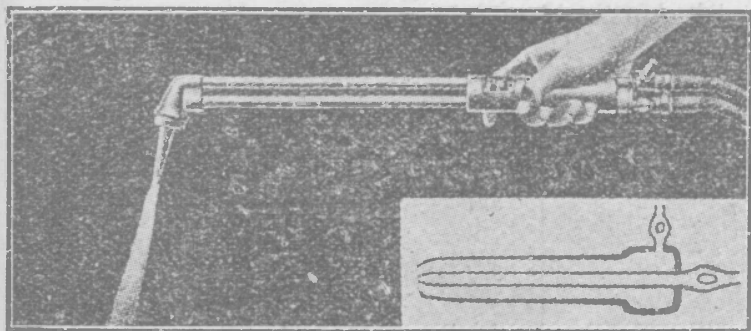
(左)蠟燭 (中)磷 (右)鐵絲

氧的性質 從上面的實驗，可見氧的助燃性特強。物質遇氧起燃燒，就是和氧發生化合作用的現象。

氧在醫學治療上用途很大，供給煤

坑夫、潛水夫和瀕死的病人呼吸之用，工業上把牠做成氫氧焰、電石氣焰，用來發強光，或供切斷和焊接鋼

板等用。

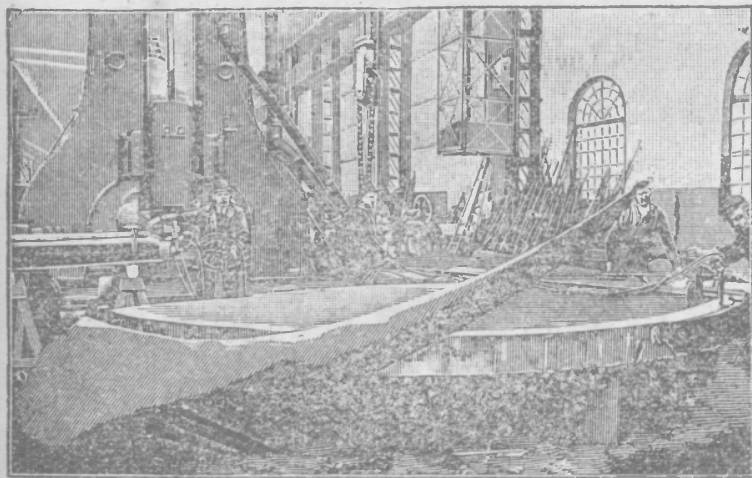


、 氬氧吹管及其構造

前節說過：
液體空氣蒸發時，氮先逸出，所餘的差不多是純氧。工業上利用之為大規模

的製造，把牠用 150 氣壓，壓入圓筒，運到各處去應用。

化合和分解 照上實驗，兩種以上物質，由化學變化生成其他一種新物質，叫做化合。這一種新物質，



用氬氧吹管來切斷鐵板

叫做化合物。氧和他物質的化合叫做氧化。生成的化合物叫做氧化物。反之，如熱氯酸鉀發生氧和氯化鉀的例子，一物質

分出兩種或兩種以上的新物質，叫做分解。

金屬氧化物 金屬在空氣中加熱時，就和氧化

合生氧化物;氧化物的重量常比原來金屬重。牠增加的就是和氧化合時加入的氧量。

從金屬一克生成氧化物的重量表

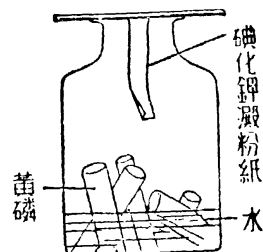
鈉	2.69	鋁	1.89
鈣	1.37	錫	1.27
鎂	1.67	鉛	1.08
鋅	1.25	鐵	1.41
汞	1.08	銅	1.25

接觸作用 製造氧氣時加入二氧化錳,能使氯酸鉀容易分解,牠自身並不起變化。化學上類似這樣作用的藥品,叫做**接觸劑**。牠的作用叫做**接觸作用**,在現代工業上漸占重要位置。

臭氧 火花放電的地方,常感到一種刺激性的臭氣,這是因為空氣中生成微量臭氧的緣故。臭氧是氧的變形,但是比氧重一倍半;牠的化學作用比氧還要強烈,有漂白植物色素和殺死微菌的功用;故漂白纖維,精製澱粉,屋內空氣和飲料的殺菌都要用著牠。

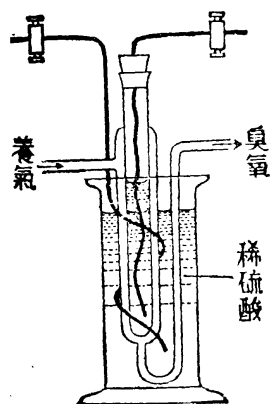
海邊森林的空氣中多含着臭氧,所以此等地方適於療養身體。

實驗一 以磷置於瓶內,加水使磷一半露出水面,用玻璃片蓋好。少時即有特臭的氣體發生。此因磷徐徐氧化時空氣中的氧有幾分變為臭氧的緣故,白色的碘化鉀澱粉紙,遇著此氣就變藍色。



臭氧的產生

實驗二 如左圖裝置,通以空氣或養氣,用感應電圈無聲放電即生臭氧。碘化鉀澱粉紙觸之,如果變成藍色,可以證明牠的存在。



製臭氧器

問題一 氯酸鉀 122.5 克,可以發生養氣 33.6 呎,如要把養氣裝滿 200 C.C. 的瓶六個,應該要氯酸鉀幾克?

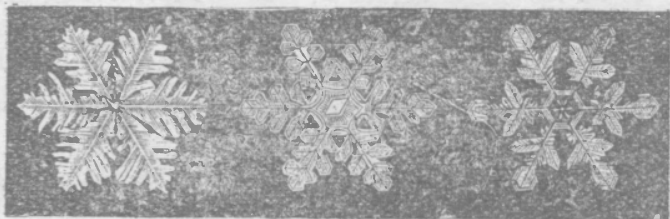
問題二 雷鳴時空氣中發生臭氧,試言其理。

第二章 水 氫

第一節 水

水 地球上水量的豐富和牠分佈的廣大是我們熟知的。寒帶廣漠的地方,都被水所結的冰掩蓋著;而液體的水遮著地面,約占全球表面的 $\frac{5}{7}$ 。又動植物體內也包含著多量的水。

純粹的水是無臭、無味的液體,淺層無色,深層則作藍色。在攝氏四度,水一立方糎(即1C.C.)的重量是一克。水受熱變為水蒸氣,遇冷就結成冰雪,這樣,一物質狀態的變化,是為溫度所支配的。



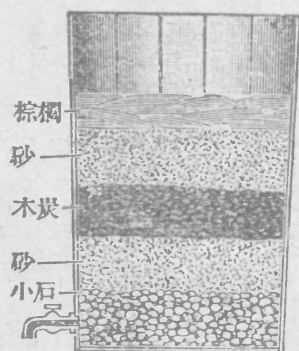
雪的結晶

水的性質

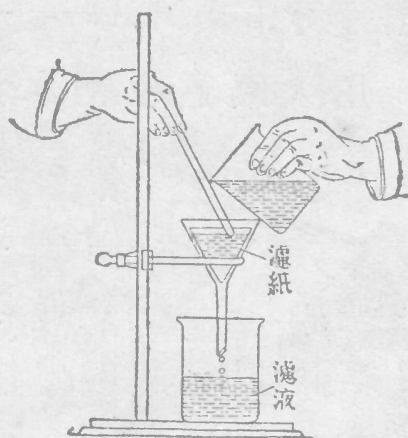
井水、河水、海水等天然水都不是純粹的,除混著砂土、塵埃、細菌等等以外,還有種種物質溶解在內。井水內有種種礦物質溶解在內,其含量豐富的叫做礦泉。因地熱的關係泉水溫暖者,叫做溫泉。

水能溶解物質,故利用此性質製造種種的水溶液。這時候的水叫做溶媒;溶解在內的物質叫做溶質。

水的精製 精製天然水,有三種方法:



濾水器

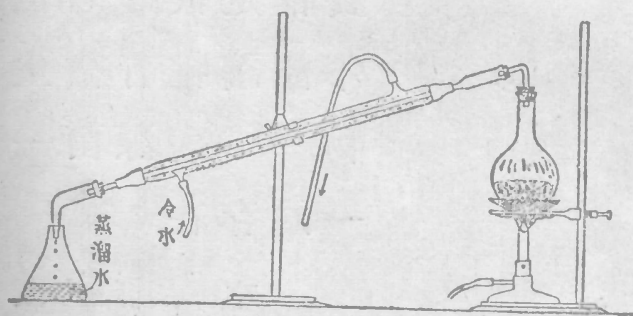


漏斗濾水

(一) 過濾法 天然水中的固形體,可用簡單的方法把牠除去。就是用木桶、水缸等適當的容器使水澄清,除去沉澱;或在容器內填以小石、砂礫、木炭等層,使水通過其間,則沙土、塵埃等浮游於水中的固體,都可以除去,這種操作,叫做過濾。

實驗室內,普通用漏斗和濾紙。

(二) 蒸溜法 水加熱就容易變為水蒸氣,這時

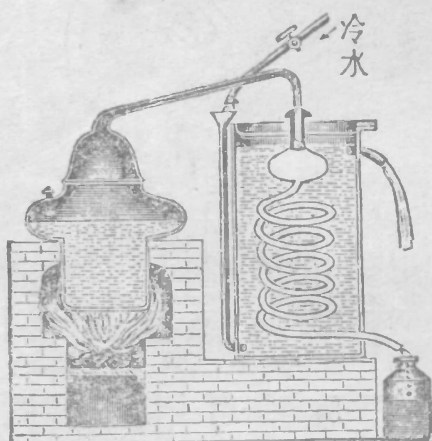


水的蒸溜

候溶在水中的固體不能逸出,仍舊留在容器內;故把此蒸氣冷卻之,便可得到純粹的水。這種方法叫做蒸溜。所得的水叫

做蒸溜水。

用大鍋煮水,把水蒸氣導入蛇管,外部用冷水包圍著,使之凝縮便可大規模製造蒸溜水。

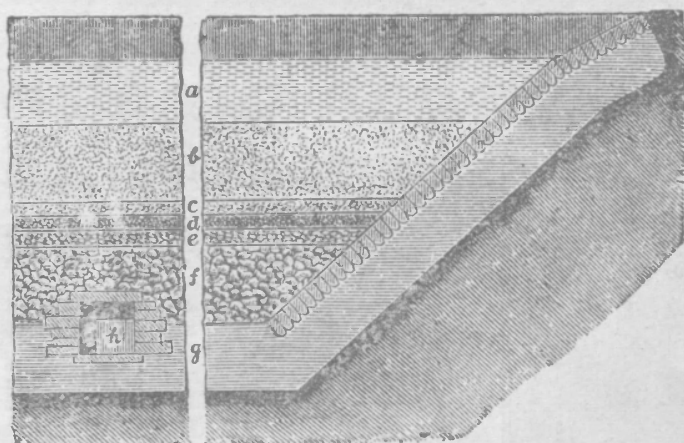


大規模的蒸溜器

(三) 結晶法 使水冷却,純粹的水結晶成冰,牠的夾雜物便餘留下來;取冰融化,就得純水。這種方法叫做結晶法。

以上三種方法,都可以用來精製水,但別種物質也可以應用這種方法來精製。

飲料水 純粹的水在配製藥水和科學實驗上很是重要,可是淡而無味,用來做飲料是不大適當。飲料



水道過濾池

a爲水 b,c,d,e,f,g等爲砂礫層 h爲水的出口

料水中,能含有空氣、碳酸氣和礦物質都是很好的,但不能讓牠有微生物——病源菌——的存在。

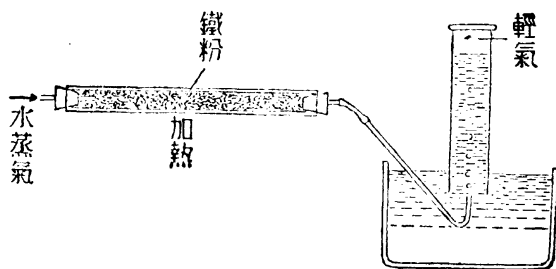
水的衛生檢驗很是重要,普通

有兩種方法：(一)化學分析法——檢驗水中的阿摩尼亞(即氨)及有機物等,以考察有無人畜的排泄物。(二)細菌學的檢查——用顯微鏡直接察看細菌的種類和牠的數目。

充作飲料水的天然水應該把牠煮沸殺滅病菌;普通用水,宜加明礬使其中浮游物凝固沉澱,然後使用,能過濾使用,更是妥當。都市中的自來水,就是用過濾的方法大量製造的。

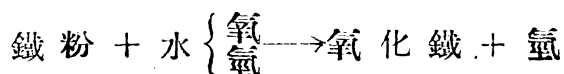
水的組成

實驗一 用鐵管盛鐵粉裝置如圖。在管下加熱同時送入水蒸氣,將他端發出的氣照捕集養氣的方法捕集於瓶內,取出點火,便生淡紫色的火燄,這氣體叫做輕氣,化學上叫做氫。此時管內的鐵粉變做氧化鐵。

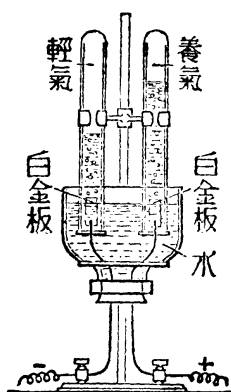


水的生成

據此實驗,我們可以知道:水是氫和氧化合成功。氧和鐵化合後,餘下的便是輕氣。

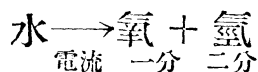


實驗二 用水裝滿兩玻璃管,倒立在水的電解器內,加入稀硫酸五立方糎,然後通以電流,則從兩極白金片的面上發生氣體,陰極發生的容積是陽極發生的兩倍,假使試驗管上刻有劃度便更容易看得明白。



水的電解

檢查兩管內的氣體,可知在陰極的是輕氣,在陽極的是養氣。加入的硫酸沒有起變化,可知輕氣和養氣是由水分解發生出來的。

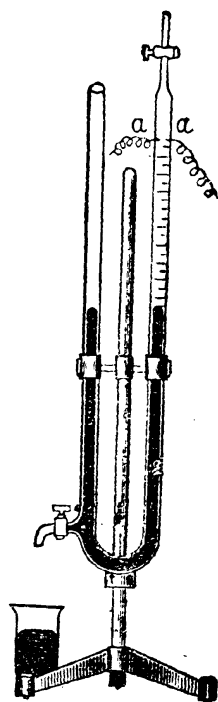


這樣用電流分解物質,叫做電氣分解,或單稱

電解。

實驗三 把等容積的輕氣和養氣送入測氣管內,互相混合,調節兩管的水銀面成同一高度,使管內外壓力相等,然後通以電流,管內混合氣體,就起劇烈化合,體積減少。再調節兩管內的水銀高度,使內外壓力仍舊一樣,則知所餘的恰為養氣原容積之半。

據此實驗,可以知道輕氣和養氣恰以2:1的體積相化合,一方如有過剩,就留



水的合成

存不生變化。這時生成的水如加熱變成水蒸氣，牠的體積是和輕氣化合的體積相等的。

據上面的幾個實驗，可以知道輕氣二容積和養氣一容積化合生成水蒸氣二容積。如用重量表示，根據實驗的結果，輕氣 0.18 克和養氣 1.43 克生水 1.61 克，故水的重量組成如次：

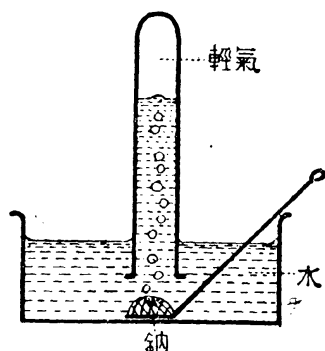
$$\text{輕氣} \quad \frac{0.18}{1.61} \times 100 = 11.2\%$$

$$\text{養氣} \quad \frac{1.43}{1.61} \times 100 = 88.8\%$$

二氧化二氫 氫和氧的化合物，除掉水以外，還有一種叫做**二氧化二氫**。工業上用**二氧化鋇**或**二氧化二鈉**加硫酸製取之，是糖漿狀無色的液體，比水多含一倍的養氣，有強烈的爆炸性，故平常祇製牠的稀薄水溶液；藥房販賣的**雙養水**，就是此物百分之三的水溶液。

二氧化二氫容易分解為水和養氣，牠的氧化作用，和臭氧相似，有防腐、消毒、漂白等功效，故工業上、醫療上多用之。

問題一 水電解時發生的氣體用什麼方法可以知道是輕氣？



置鈉於網匙中浸入水底，用試驗管捕集輕氣。

問題二 水的電解，陽極發生2.7克的氫氣時，陰極發生的輕氣應有幾克？

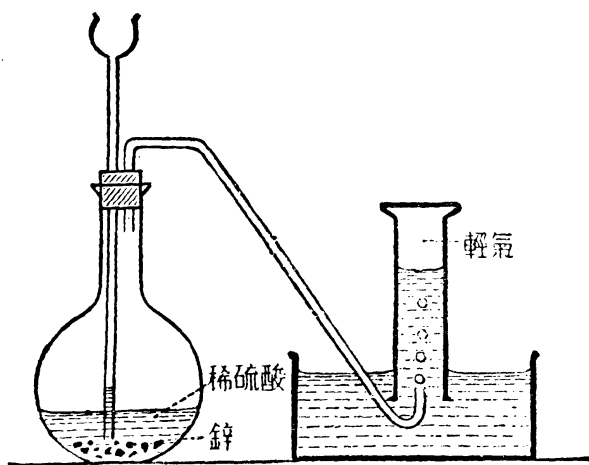
問題三 氫氣20立方厘米和輕氣10立方厘米的混合氣體，化合後體積的變化怎樣？

第二節 氫

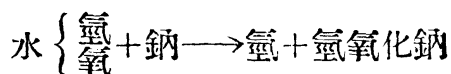
氫的製法 用電流分解水

以取輕氣，是工業上大規模製造的方法；實驗室內，可用鈉金屬分解水以製之。

鈉是極容易氧化的物質，遇水便取水中的氧相化合而使輕氣游離。



置鋅粒於燒瓶內，裝置如圖，從漏斗注入稀硫酸，將發出的輕氣集於玻璃瓶內。



鈉取水中的氧化合後，在水中生成氫氧化鈉，能

使紅色石蕊試驗紙變藍色。這種性質，叫做鹼性反應。

製造輕氣，普通用鋅和稀硫酸的方法最爲便利。硫酸是氫的化合物，遇着鋅便放出輕氣，變做硫酸鋅，這樣類似的變化叫做置換。

硫酸_(硫 磺 氧) + 鋅 → 氫 + 硫酸鋅_(鋅 硫 磺 氧)
發出的輕氣，可以在水中捕入容器。

輕氣的性質 輕氣是無色，無味，無臭的

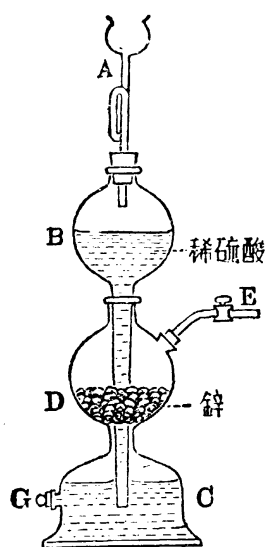
氣體，難溶於水。在一切物質中，牠的密度最小，一升

的重量祇有 0.09 克，比空氣輕 14.4 倍，

可以從下瓶注入上瓶，因為輕氣上

昇能把空氣擠出的緣故。用牠充填飛行船的氣囊，也是根據此理。

把輕氣的容器倒立，從牠的下面插入燭火時，輕氣在容器之口燃燒，而器內的燭火反見消滅。由此可



啓普氏(三球)
發生器

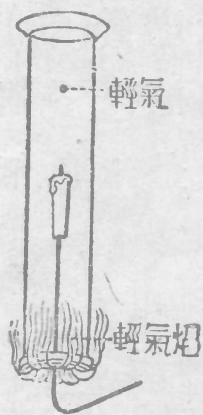
稀硫酸由 B 入 C 昇入 D，和鋅接觸生輕氣，從 E 管流出。如關住 E 管的活塞，D 內的氫便排除硫酸，和鋅隔絕接觸，即可停止作用；G 爲調換硫酸時用的出口，



輕氣上浮取得空氣的位置

知輕氣是不能助燃,而在空氣中有自燃的性質。再進一步說,氫雖不能和蠟燭的成分起化學變化,但是和空氣中的氧有化合的性質。這樣,氫在高溫度容易和氧化合,故可利用之除去金屬氧化物中的氧,使金屬游離。凡氧化物失去其中一部或全部的氧叫做還原。

像輕氣那樣能生還原作用的物質,叫做還原劑。

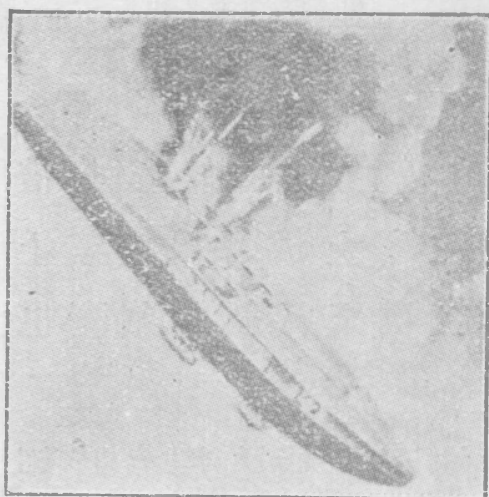


氫的自燃

輕氣和養氣或空氣在常溫時混和好像沒有顯明的作用,但是加熱或觸以火便猛烈爆炸;若以乾燥的輕氣在乾燥的養氣中燃燒之,可以得水。由此亦可以證明水的成分(參照本章第一節中水的組成)。

若用氫氧吹管令養氣吹入輕氣火焰中,可得 2500 度左右的高溫度,就是前章所說的氫氧焰融解白金,石英等物,都用着牠。

輕氣的用途 輕氣除用來填充飛船氣囊和供氫

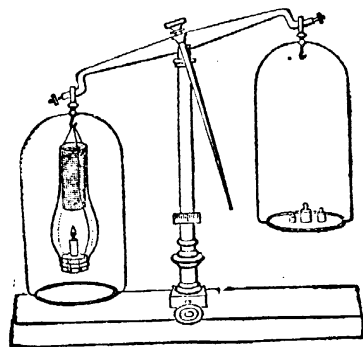


飛行船的爆裂

氧燄等用外,工業上用途很多,和氮化合以製氨(即阿摩尼亞),和氯化合以製鹽酸。又豆油,魚油等,用鎳粉做觸媒,便和氫化合而成硬化油,可供食用並為製造肥皂的原料。

工業上用電解法電解水,大規模的製造輕氣;又從食鹽製造氫氧化鈉時,輕氣是牠的副產品,把牠壓入圓筒,便可運往各地應用。

質量不變的定律 輕氣燃燒生水時,物質——氫和氧——雖然消失,但是生成的水的重量恰和消失的輕氣和養氣的重量相等。蠟燭燃燒時蠟漸消失,若把牠的燃燒生成物完全收集起來,加以稱量,可知除消失的蠟燭分量外還要增加燃燒時的養氣分量。



質量不變的試驗

今試以蠟燭放置燈罩下部,上加鐵網,裝入氫氧化鈉,裝置如圖,用法碼使兩邊平衡,然後點火,蠟燭的燃燒生成物經過鐵網,被氫氧化鈉吸收着,天平左邊就向下降,表示重量的增加。

據上實驗,可知種種物質發生化學變化時,各物

質重量的總和,在變化前後是不變的。

這個事實,叫做質量不變的定律。

氣體反應的定律 養氣和輕氣化合爲水時,體積的比爲 1:2, 若熱至 100° 以上實驗之,則養氣、輕氣、水蒸氣體積之比是 1:2:2。

據此事實可知:

氣體互相反應時,牠的體積,互爲簡單整數的比;又反應生成物若爲氣體,牠的體積和原有氣體的體積也互爲簡單整數的比。

這叫做蓋留撒克氏氣體反應的定律。

氣體的體積和壓力及溫度的關係:

此等關係詳見物理學,今簡單敘述於下,一定量氣體的體積是因溫度壓力而變的。

(一) 如溫度一定,和壓力爲反比例而增減。

(二) 如壓力一定,和絕對溫度(就是把 -273° 作基點的溫度)爲正比例而增減。

若溫度 t° , 壓力 p 時,有 v 升的氣體;在溫度 t'° , 壓力 p' 時,該氣體的容積作爲 v' , 可用下式計算之。

$$v' = v \times \frac{p}{p'} \times \frac{t' + 273}{t + 273}$$

溫度在攝氏表 0° , 壓力爲水銀柱 760 耗時,叫做標準狀態。

氣體的體積不加特別說明的,都是標準狀態下的體積。

問題一 溫度 15° 壓力752耗的氣體容積200立方糎,若在溫度 10° 壓力770耗時,此氣體的容積應有幾立方糎?

問題二 溫度 20° 壓力776耗時,氣體的容積有50立方糎,求此氣體在標準狀態時的體積。

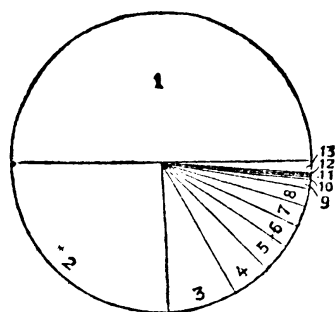
第三節 元素 化合物

純粹的物質 物質中如蒸溜水、黃金等,若取其任一部分檢驗之,性質都是一樣,這種物質叫做有**均一性**。牠的融點、沸點、比重等,在同一情況的時候有同一數值。凡物有均一性的叫做純粹的物質,非均一性的叫做**混合物**。

元素 由氧和氫化合而成的水,牠的性質和氧、氫都不相同,若分解之則生牠的成分氧和氫;但是氧和氫用盡現代的科學方法更不能把牠分解為兩種以上的新物質,也不能用兩種以上的物質合成製造出來,這種物質便叫做**元素**。氧和氫化合成水,叫做**化合物**。

物質種類很多,但是構成牠的元素却是有限,至近年發見的元素除掉有特殊性質的以外祇有八十多種(參看萬國原子量表)。

金屬元素和非金屬元素 元素中,有如金、銀、銅、鐵、水銀等,成爲金屬的元素,又有如氧、氮、氫等不是金屬的元素。普通便利上把元素分爲**金屬元素**和**非金屬元素**兩類,如金、銀、氮、氧等那一個是金屬元素那一個是非金屬元素是很容易辨別的,但有幾種元素,在某點像金屬,在其他各點又像非金屬,也有不容易判定的。



各元素的百分比

元素的產額 元素中如氧、氮、金、銀等雖有天然游離的存在着,但是大多數是很容易發生化學變化,祇有牠的化合物存在着,像氟便是很好的例子。存在地球上的空氣、水、岩石等全部的元素,如把牠的總量作爲一百分,則其中的九十九分是下表中十二個元素所占的部分,其他七十餘種的元素,總共僅占一分。

元素產額比較表

1	氧	50.02	8	鎂	2.08
2	矽	25.8	9	氮	0.95
3	鋁	7.3	10	鈦	0.43
4	鐵	41.8	11	氟	0.20
5	鈣	3.22	12	碳	0.18
6	鈉	2.36	13	其他元素	1.00
7	鉀	2.28			

混合物和化合物 鐵粉和硫磺混和時,兩者都不失其原性,故把磁石接近,鐵粉便被磁石吸著,而留下硫磺。

混合物的組成不能一定,牠的組成不同,性質也就隨之變動。又因牠的成分各不失其原來的特性,故可用機械的方法把牠分離。

如把鐵粉和硫磺的混合物加熱,於是便起了化學作用而成黑色的塊,磁石近之不起吸引作用,已成為化合物。化合物有一定的組成,用機械的方法不能分離出來。所以混合物和化合物的區別有下列數點:

混合物

1. 組成不定。
2. 混合時不發熱、光、電等變化。
3. 混合物的成分多可用機械的方法分離出來。

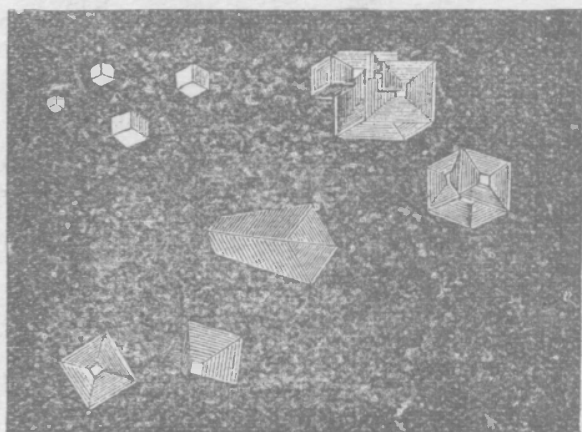
化合物

1. 組成一定。
2. 化合時有熱、光、電等的變化。
3. 化合物的成分祇能用化學的方法分離出來。

第三章 食鹽

第一節 製鹽法

食鹽的來源 食鹽在自然界散布極廣,是無色立方體的結晶,有鹹味,爲我們日常必須的調味品;工



食鹽的結晶

業上作製鹼和製鈉化合物的原料。鹽從礦內掘出的叫做岩鹽,德國司丹福礦最爲有名,我國四川也有此礦。

海水中約含食鹽 2.5 %,所以把海水蒸發就可得鹽。我國濱海各省,像河北、山東、江蘇、浙江、福建、廣東等省,多擅鹽利,產出的鹽很是豐富。

此外四川、雲南有鹽井,甘、陝等省有鹽池。

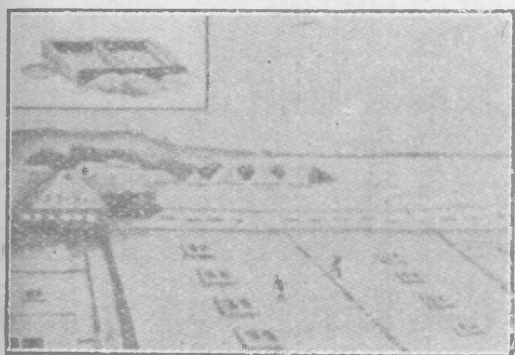


司丹福礦的岩鹽層

製鹽法 現行的製鹽法有三種,分述如下:

(一)煎法 於海濱適當的地方,開闢鹽田,廣鋪

細砂或貝殼等物,導海水進去,由日光及風的作用,使水蒸發,漸變濃厚,細砂所含鹽量達適當程度,即取出

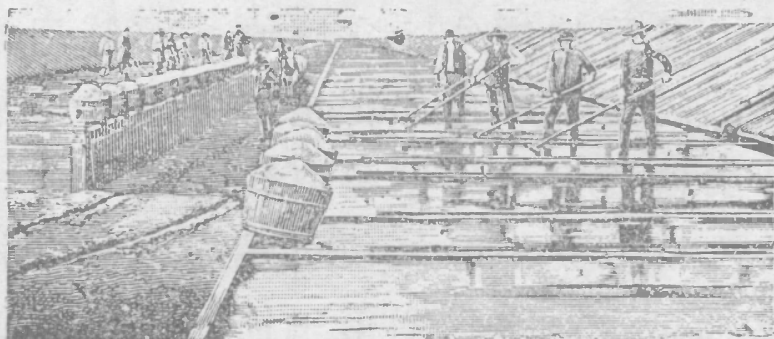


煎法用鹽田

置於容器內,再澆淋極少量的海水,把鹽分洗下來,然後傾入鐵鍋煎之,便結晶成鹽。

(二) 晒法 此法在氣候溫暖日光強烈的地方最爲盛行,

擇海岸適當地方,築多數鹽池,利用日光及風的作用蒸發去其水分,然後注入結晶池使牠結晶。



晒法製鹽

(三) 冰法 此法在寒帶地方多用之,就是令海水結冰,除去冰塊,把濃厚的鹽水移入鐵鍋,加熱,照煎法以製粗鹽。

粗製食鹽在空氣中吸收水分逐漸溶化,這種性質叫做潮解。這是因爲混有氯化鎂的緣故,如把粗製

食鹽燒之，則氯化鎂變成不溶於水的氧化鎂，苦味和潮解性便都消失。(參照第二篇第五章第一節的氯化鎂)

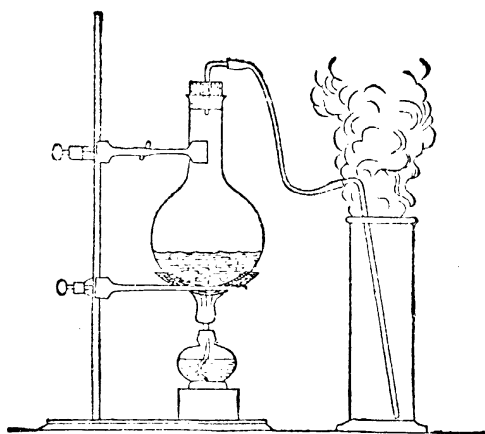
食鹽的電解 用電解水的裝置，把食鹽的水溶液充滿兩管，通以電流，陰極便發生無色的氣體，點火生無光的火燄，細加考察，知是輕氣；陽極發生的是黃綠色的氣體，叫做綠氣，化學名稱爲氯。工業上大量氯氣，就是用電解方法製造的。

食鹽的成分 食鹽的水溶液，用赤色石蕊試驗紙試之，並不變色；如把電解過的水溶液取出來試之，即變藍色，恰和用鈉製取輕氣後的水一樣，可知食鹽的水溶液發出綠氣後，已變成氫氧化鈉的水溶液了。(參照第二篇第三章第一節的氫氧化鈉)

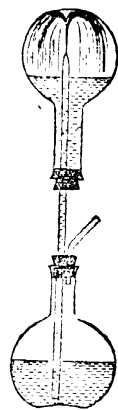
經化學家考查的結果，食鹽內除鈉和綠氣以外，更檢驗不出其他物質，故食鹽的成分是綠氣和鈉。

第二節 氯化氫 鹽酸

氯化氫 食鹽水電解後，所生成的氫和氯，如取出混和點火，便爆炸化合而生一種無色發煙性氣體，叫做氯化氫。普通製造氯化氫，是用食鹽做原料，把食鹽置於燒瓶內，注入濃硫酸，加熱便發生氯化氫。



製造氯化氫



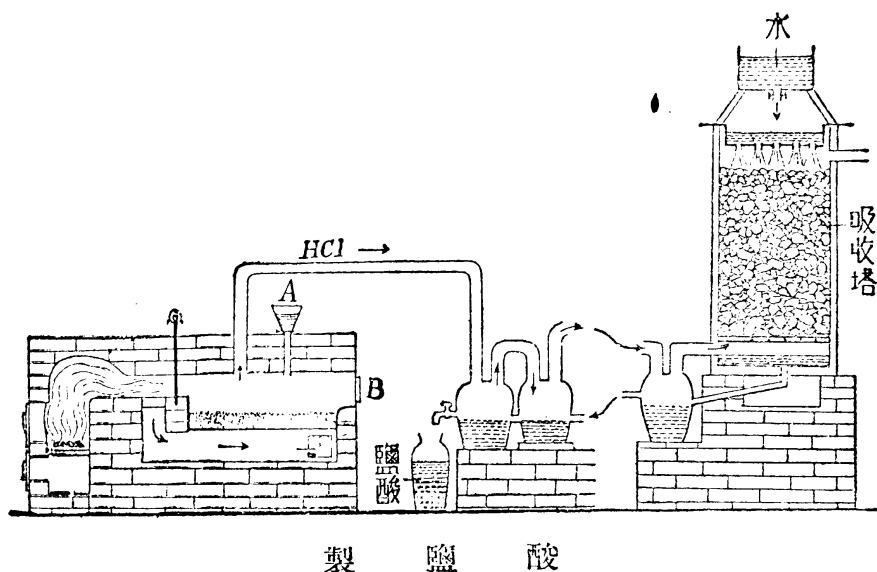
氯化氫的溶解

氯化氫是無色氣體，比空氣重1.2倍，有一種臭氣，極容易溶於水，故在潮溼的空氣中即生白霧，在常溫度能溶解其體積450倍的氯化氫。

鹽酸 氯化氫的水溶液叫做鹽酸。比水重，有強烈的酸味，藍色石蕊試驗紙遇著便變赤色。這樣的變化叫做酸性反應。引起酸性反應的物質叫做酸。

鋅、鐵、鋁等金屬，投入鹽酸中，便發氣泡，此氣泡就是輕氣，金屬則變做氯化物而溶解。酸的溶液內，加入金屬，和氫置換而生的金屬化合物，叫做鹽。食鹽是鹽酸和鈉的化合物，化學名稱，叫做氯化鈉。

加濃硫酸於鹽酸也可得氯化氫，因為此法簡便，實驗上常用之。



A 是硫酸入口, B 是食鹽入口, 加熱後所發生的氯化氫, 吸收於瓶和塔的水內。

工業上的製造法是用食鹽和硫酸置於大鐵鍋內, 加熱, 發生的氯化氫經過許多水槽, 就溶於水中, 變為鹽酸, 所餘的氣體再引入堆著小石的高塔內, 上面有水漸漸滴下, 可使氯化氫完全溶入水中, 不致散逸。(參看上圖)

鹽酸的組成 用中有活塞兩端可開關的玻璃管, 兩端分別盛以乾燥的輕氣, 綠氣, 開著中間的活塞, 使兩氣互相混和, 便漸漸變成氯化氫。這時候把管的一端在水銀面上開放, 水銀不侵入管內, 管內也沒有

氣體逸出,若浸入水中,則見水立刻充滿全管。

據此實驗,可知綠氣和輕氣化合,恰生成兩倍容積的氯化氫。



氫和氯的化合

工業用的鹽酸,含有不純物,故帶黃色。含有氯化氫30%以上的水溶液,叫做濃鹽酸,用水沖稀四五倍叫做稀鹽酸,工業上用作製造漂白粉染料等的原料,醫療上也用著牠。我們的胃液裏面,鹽酸的量有0.2%,是很能幫助消化的。

定比例的定律 輕氣和養氣化合成水時,無論用何種方法,水中所有兩成分重量的比是1.008:8。又輕氣和綠氣化合成氯化氫時,牠兩成分重量的比是1.008:35.5。別的化合物的各成分的比也都是一樣的。總括起來,可得如下的結論:

無論用何種方法製造化合物,牠的各成分重量的比總是一定的。

這個事實叫做定比例的定律。

倍比例的定律 前面習得的化合物中,水和二氧化二氫兩種物質,都是養氣和輕氣兩個元素構成

的,牠的化合量如下表:

化 合 物	輕 氣	養 氣
水	1.008	$8 = 8 \times 1$
二 氧 化 二 氫	1.008	$16 = 8 \times 2$

據此表,和一定量的氫相化合的氧,牠的重量比例是8:16,就是1:2。故可得結論如下:

任何兩種元素 A 和 B,化合成兩種以上的化合物時,和同量的 B 相化合的 A 之相異各量間,互為簡單整數的比。

這叫做倍比例的定律。

第三節 氯

氯的所在 氯在自然界,是和各金屬化合存在著,海水中的食鹽是製氯的原料,還有氯化鉀、氯化鈣、氯化鎂等都是氯的化合物。

氯的製法 濃鹽酸(或食鹽和濃硫酸)內混和二氧化錳,加熱便生淡黃色的氣體,把此氣順次通過水和濃硫酸,然後集於瓶內,即得

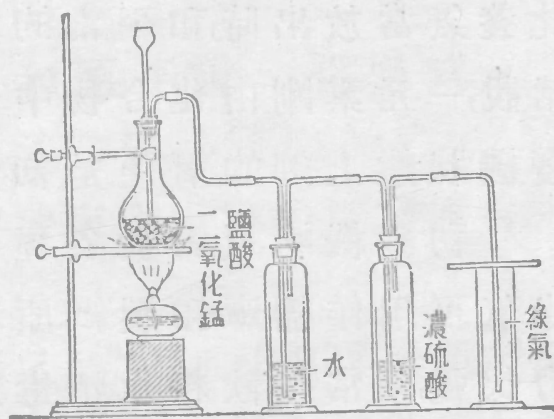


西列(Scheele)瑞典人
(1735—1784)

綠氣的發明者

氯。

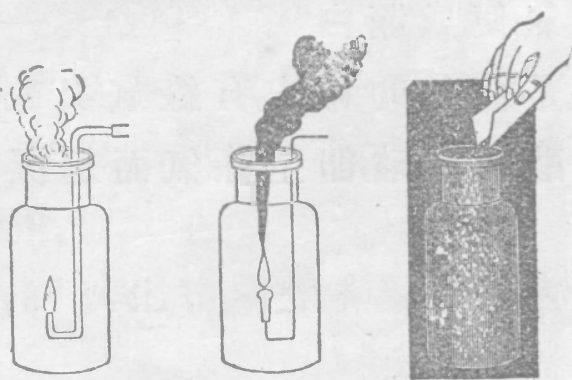
氯的性質 氯是黃綠色有刺激性的毒氣，我們吸入少許，即起咳嗽，傷及咽喉，故軍事上用來製綠氣炮。綠氣一升重3.2克，比空氣重二倍半。溶解於水，作淡黃色溶液，叫做綠氣水。



製氯的裝置

綠氣和輕氣的混合氣體，受直射日光的作用，便起爆炸；(氯和氫等容積的混合氣體，叫做爆鳴氣。)又輕氣在綠氣中燃燒，作藍色火燄，都發生氯化氫。

氯能在氫化合物中奪取氫而生氯化氫，蠟燭等物在綠氣中燃燒，發生煤煙，因為氯取蠟燭中的氫化合餘留碳素的緣故。磷、銻、鈉、銅、鋅等都和氯起劇烈作用而生氯化物。



氫、蠟燭和銻在綠氣中的燃燒

綠氣水受著日光，氯便和水發生作用，放出養氣。

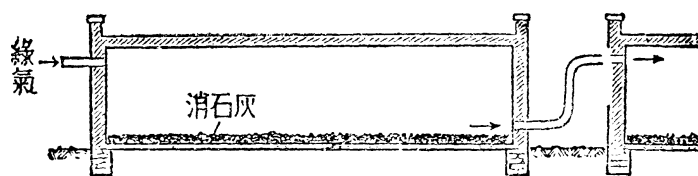
此養氣當放出時,和平常的氧不同,作用力很強。換句話說,一元素剛由化合物中發生時最爲活潑,叫做**初發機狀態**。上例的氧,便是**初發機的氧**。

初發機的氧對於各種色素有褪色的作用,所以綠氣可用作棉、麻和製紙原料的漂白劑。又綠氣殺菌力很強,平常作飲料水消毒之用。

綠氣需用甚廣,工業上用石灰吸收之成漂白粉,或在低溫度壓縮變成液體,盛於鐵筒內以供販賣。

漂白粉

如右圖的裝置,用消石灰吸收綠氣,便成漂白



製造漂白粉

粉。是白色的粉末,有綠氣臭味,在水中不很溶解。如加鹽酸或硫酸,即生綠氣而起漂白作用。

第四章

造鹽素 分子說和原子說 化學式

第一節 溴 碘 氟

溴 溴成溴化物存於海水中,牠的豐富原料,可從司丹福鑛層中取得之。

從溴化物的溶液,通入綠氣便可得溴。或照製造綠氣的方法,溴化物內混入二氧化錳,和濃硫酸加熱處理,也可製溴。

溴在常溫是液體,非金屬元素中成液體的祇有溴元素,作赤褐色,有揮發性,常發褐色的蒸氣,有刺激性臭味,能傷害我們的黏膜。

溴和金屬直接化合成溴化物。又和氫混合熱之生溴化氫,能腐蝕動植物質,但是沒有氯這樣厲害。

溴化氫善溶於水而生溴氫酸,此酸和金屬發生作用放出輕氣而生溴化物。

溴化鉀是最普通的溴化物,醫學和攝影術都用著牠。

碘 碘存於海草中,海草灰約含碘0.1%至0.3%,故可用海草灰作製碘原料。

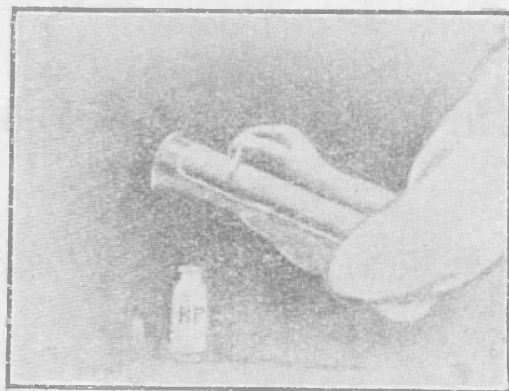
取灰先用水浸洗,蒸發成濃液,次加二氧化錳和

濃硫酸蒸溜之,即得粗製的碘。

碘是灰黑色有金屬光澤的板狀結晶,加熱,便為紫色的蒸氣,冷之,立即結晶。一固體加熱變為氣體,遇冷復為固體,中間也有不經過液體狀態變化的,這種現象,叫做昇華。碘用昇華法可以精製。

碘難溶於水,但是很易溶於酒精,叫酒精溶液,醫學上叫做碘酒。碘遇澱粉溶液則變濃紫色,此反應常用以檢出碘或澱粉的存在。

氟及氟化氫 氟是淡黃綠色刺激性的氣體,在元素中最為活潑,除了氧、金、白金以外所有元素,都和牠劇烈化合,低溫度的輕氣在暗室遇著牠還要起強烈的作用,所以直到1886年經法人莫愛桑用特殊裝置在低溫度電解氟化物纔製出來。



在玻璃上鏤刻花紋

氟化氫是用螢石粉加濃硫酸置於鉛製的器中加熱製造的。牠的水溶液叫氟氫酸,普通用鉛製的瓶保存之,有腐蝕陶磁器和玻璃的性質,故用以鏤刻玻璃器具上的劃度、文字等。

造鹽素 以上說的氯、溴、碘及氟牠的化學性互相類似,此等元素,統稱**造鹽素**。

造鹽素的氫化合物都易溶於水而具有酸性。

碘化物可用溴游離碘,溴化物可用氯游離溴,牠們化合力的強弱,是照下面的次序排列著:

氟 氯 溴 碘

更從牠們的形態上說起來,氟和氯是氣體,溴是液體,碘是固體。在此點也可以察知牠化合力強弱的順序。

第二節 分子說和原子說

假說 化學變化,種類繁多,都被上述各定律支配着,這許多定律是蒐集多數的事實得到的結論。但是我們不以僅僅認識事實爲滿足,更欲進而討論何以發生此種事實的緣故,所以必須用我們的想像力,先創作一種假定來說明種種事實的所以然,這種假定,叫做**假說**或稱**擬說**。

假說可以用來說明既知事實,並且可以幫助我們發見新事實,所以很有用處。

假說如在種種方面說明事實,毫不發生矛盾,便成爲**學說**。

分子和原子 說明物質的構造最爲有力的學說,就是分子說和原子說。

據此學說:物質是由非常微細的粒子構成的,叫做**分子**;分子是由更微細的粒子構成的,叫做**原子**。

相異物質的分子性質互異,相異元素的原子性質也是不同,構成元素的分子,祇有同種原子一種,而構成化合物的分子,却含有兩種以上不同的原子。例如:養氣的分子是由兩個氧原子,臭氧是由三個氧原子分別構成的,每個水的分子含有兩個氫原子和一個氧原子等等,表示如下:

分 子 原 子	氫	氮	氧	氯
氫	2			
氮		2		
氧			2	
臭 氧			3	
水	2		1	
二 氧 化 二 氫	2		2	
氯 化 氫	1			1

表中的數字是構成一分子的原子數。

【註】 分子和原子的假定是這樣的：

分 子	原 子
1. 具有元素或化合物的性質而能獨立存在的最小單位。	1. 用化學的方法也不能分開的最小粒子。
2. 同類物質的分子性質相同。	2. 同元素的原子性質（包括重量在內）相等，異元素的原子性質互異。
3. 化合物的分子是由異種原子集合而成，元素的分子是由同種原子集合而成。	3. 是化學變化時的單位，化學變化就是原子結合的變更。

據此學說，可以說明前節各定律。

化合物的分子是由兩種以上原子構成的，各原子各有一定的重量，故化合物成分重量的比常是一定。這就是定比例的定律。

化合物的分子是由某數種的原子構成的，所以甲乙兩分子中，同一元素的原子數應有簡單整數的

比例;例如水的一分子含有氧一原子和氫二原子,二氧化氫則含有氧二原子和氫二原子,其中和氫兩個原子化合的氧原子,前者爲後者的兩倍,故據此可以說明倍比例的定律。

又化學變化由相異原子結合而起,原子是不生不滅的,故無論如何結合,牠的質量當然沒有變化,這就是質量不變的定律。

阿伏迦特羅氏假說 在等溫度、等壓力之下,等容積的氣體內含有同數的分子。

這叫做阿伏迦特羅氏假說。譬如某容積內有養氣分子 n 個,則在同一狀況之下,無論輕氣、淡氣以及一切任何氣體,牠的同一容積都是有分子 n 個。

物質分子就是物質的最小粒子,故 A 物質和 B 物質起作用生 C 物質時,如 A、B、C 都是氣體,則牠的體積當有簡單的關係。即可據此以說明氣體反應的定律。

【註】 茲舉二例以明分子如何微細的概念:

空氣一立方呎中,氧和氮的分子總數是 2.7×10^{19} , 而 10^{19} 等於一萬萬自乘($100,000,000^2$)的一千倍。又水的一滴假使能放大達地球一樣大的體積,則水的分子就可和足

球相等。

原子和電子 原子是有元素特性的最小粒子所以不同的原子該有八十餘種,但據近年的研究任何原子都有帶陽電的核子和帶陰電的電子,由種種式樣的排列而組成的。牠的組成方法,恰和太陽系的行星一樣;電子是在陽電核的周圍運動着。這是原子構造的大概,本書限於篇幅和程度,詳細研究祇能從略。

分子量和原子量 分子和原子的絕對重量,精密測定是很困難,同時也沒有什麼必要;但是牠的比較重量,化學上很是重要,並且還可以正確地測定;分別叫做**分子量**和**原子量**。

爲便利起見,把氧的原子量定爲 16.000,根據此數測定其他各元素的原子量。一分子中,如知其原子種類和牠的個數,即可算出分子量。例如氧的分子含有兩個原子,故牠的分子量是 32.000。

各種氣體在同一狀態之下,同一體積內有同數的分子,故任一氣體對於氧的比重乘以 32.000,就是這個氣體的分子量。(不容易化爲氣體的物質,牠的分子量測定法後章再講。)

欲定一元素的原子量,應先選此元素的化合物多種,求此等一分子量中含有此元素的重量,取其最大公約數,就是此元素的原子量。

例 求氫的原子量:

物質	分子量	一分子中氫的重量
水	18.016	2.016
二氧化二氫	34.016	2.016
氯化氫	36.508	1.008
最大公約數		1.008
氫的原子量		1.008

克分子 一物質的分子量以克爲單位表示的叫做克分子(或稱莫爾)。例如氧的分子量 32,牠的一克分子是 32 克;水的分子量 18.016 牠的半克分子等於 9.008 克。

氣體一克分子,在同一狀態之下應有同一體積。在標準狀態時,牠的體積等於 22.4 升,由此關係,分子量既知的氣體在標準狀態時,要知道牠的任意體積的重量,或任意重量的體積,都很容易的。

問題一 某氣體 33.6 立方厘的重量是 0.045 克,牠的分子量應有多少?

問題二 輕氣的原子量作爲一,則養氣的原子量是多少?

問題三 養氣800立方呎的重量有幾克?

當量 金屬的鈉在水中起變化而生輕氣,前章已經講過。此因鈉置換水中的氫,每1.008克氫需要鈉22.997克氫的1.008和鈉的22.997叫做**當量**。又鋅溶解於稀硫酸中時,鋅32.69克能發生氫氣1.008克,鋅32.69和氫1.008是當量。又氫1.008克和氧8.000克直接化合成水,氫1.008和氧8.000也是當量。

當量是把氫1.008(就是牠的原子量)爲標準的,各元素的當量,即照上法直接間接可以決定。

這樣,當量有和原子量相同的,也有是原子量 $\frac{1}{2}$ 或 $\frac{1}{3}$ 的。例如上面講的鈉,牠的當量(22.997)和原子量(22.997)是一樣的;鋅的當量(32.69)是原子量(65.38)的 $\frac{1}{2}$;養氣的當量(8.000)也是牠原子量(16.000)的 $\frac{1}{2}$ 。

原子價 照上面所講,原子量和當量有一致的,也有不一致的,原子量和當量同一的元素叫做**一價元素**,當量爲原子量 $\frac{1}{2}$ 的元素叫做**二價元素**;此外三價元素,五價元素都有這樣,元素有一價、二價等性質叫做元素的**原子價**。

一元素也有兩種以上當量的,因此牠的原子價也有兩種以上;這種元素的化合物,牠的原子價小的叫做第一化合物,大的叫做第二化合物。

第三節 化學式

元素的記號 爲化學研究上便利起見,用元素的拉丁語第一字母作爲元素的記號,如第一字母相同時,則附以另一適當字母以示區別,如下面表中一樣:

元	素	記號	元	素	記號
氫	Hydrogenium	H	碳	Carboneum	C
氧	Oxygenium	O	氯	Chlorum	Cl
氮	Nitrogenium	N	鈣	Calcium	Ca
鋅	Zincum	Zn	銅	Caprum	Cu
銀	Argentum	Ag	鈷	Cobaltum	Co

化學式 上述元素的記號,不僅是元素名稱的略字,並且兼代表原子量;故把元素記號適當排列着,便可表示一物質的組成;這種式子,叫做物質的化學式。

例如水的組成,是氫1.008:氧8.000就是 2.016:16.000,

故牠的化學式是 H_2O 。如已知一化合物的組成,(普通用牠100分中的各成分來表示,即所謂百分組成。)用原子量除各式的百分率,求牠商的簡單比,即可求得牠的化學式。

例如醋酸是一化合物,牠的百分組成和原子數如下表:

醋酸的成分元素	百分組成	原子數的比
碳	39.98	$39.98/12=3.37$
氫	6.72	$6.72/1.008=6.66$
氧	53.30	$53.30/16.00=3.33$

右端商數是構成醋酸的原子數的比,簡約之得1:2:1,故醋酸的組成可以用 CH_2O 的化學式表示出來,這種式子能表示物質組成的,叫做實驗式。

各物質的分子量有能測定的,也有不能測定的;分子量不能測定的物質,祇能用實驗式來表示,實屬萬不得已,如分子量既知的物質用分子量相當的式子表示出來,自然更覺便利。和分子量相當的化學式叫做分子式。例如氧的分子量是牠原子量的兩倍,所以分子式是 O_2 。臭氧的分子量是牠原子量的三倍,所

以分子式是 O_3 。由水蒸氣的比重可知水的分子量是18.016,所以牠的分子式是 H_2O 。

醋酸的實驗式是 CH_3O (=30.016)。更測定醋酸蒸氣的比重,知道牠的分子量是 $60.032=30.016 \times 2$,所以分子式是此實驗式的兩倍,就是 $C_2H_4O_2$ 。實驗式,分子式,統稱化學式。

從化合物的百分組成,可求出化學式;反之,從化學式求百分組成,也很容易。

今將前章所學各種物質的化學式列舉如下表:

物質	化學式	物質	化學式	物質	化學式	物質	化學式
氧	O_2	二氧化氫	H_2O_2	溴	Br_2	氟氫酸	HF
臭氧	O_3	氯	Cl_2	溴氫酸	HBr	氯酸鉀	$KClO_3$
氮	N_2	食鹽	$NaCl$	碘	I_2	漂白粉	$CaOCl_2$
氫	H_2	鹽酸	HCl	氟	F_2	氧化鐵	Fe_3O_4

構造式 爲明瞭分子中各原子相互結合的狀況起見,於分子式中各元素記號上附以和原子價相當的短線(或加點),這樣的式子,叫做構造式。

問題一 有兩種物質,

氫	$H-H$
水	$H-O-H$
氯化氫	$H-Cl$

牠的百分組成是：

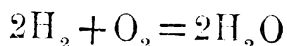
(a) 氮82.35 氫17.65

(b) 氮 9.09 氧20.77 銀70.13

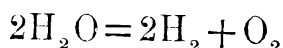
問牠的實驗式怎樣？

問題二 氯酸鉀 KClO_3 的百分組成怎樣？

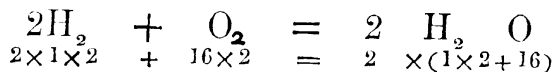
化學方程式 化學變化可用參與此變化各物質的分子式表示之，例如氫和氧化合生水表示如下：



這叫做**化學方程式**。此式不僅表示氫氧兩者化合生水；更明示氫二分子量和氧一分子量作用，生水的二分子量；又表示氫兩體積和氧一體積生水蒸氣二體積。反之，水分解生氫和氧可表示如次：

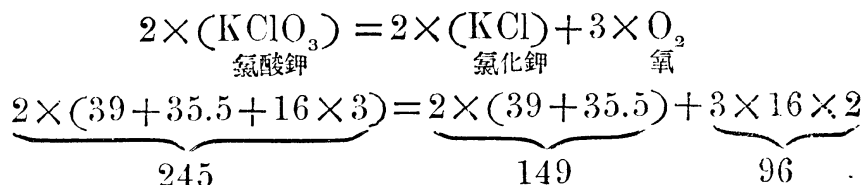


式中等號(=)是變化前後(無論是化合是分解)質量沒有變化的表示。



這樣，化學方程式是綜合前章各定律簡單表示出來的，習得之後，既可知相互作用的物質和牠新生的物質；又可明瞭此等物質間的重量關係。若是氣體，併可計算牠的體積關係。

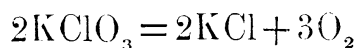
例如用氯酸鉀製養氣時:



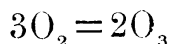
即氯酸鉀245克,生氯化鉀149克和養氣96克。發生的養氣是三克分子故在溫度0°壓力760耗標準狀態應有67.2 呎。

前三章中所學的種種化學變化,用方程式表之如次:

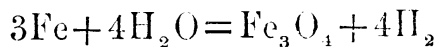
一. 氯酸鉀加熱的分解.



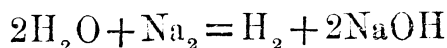
二. 由養氣製臭氧的反應.



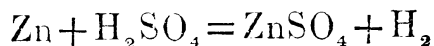
三. 水蒸氣通過赤熱的鐵粉時.



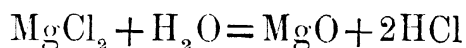
四. 用鈉分解水



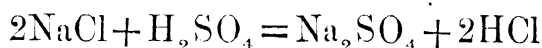
五. 用鋅和稀硫酸製氫



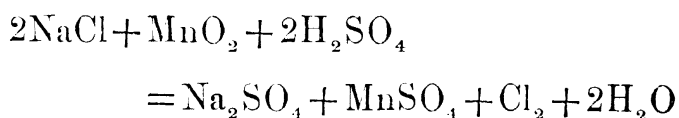
六. 燒粗製食鹽,其中的氯化鎂變為氧化鎂.



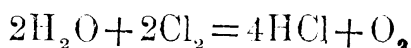
七. 食鹽加濃硫酸製氯化氫。



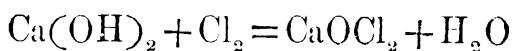
八. 綠氣的製法。



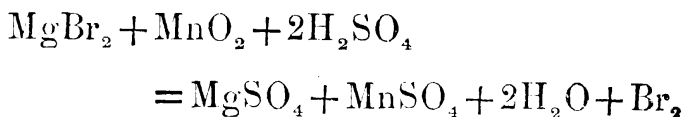
九. 綠氣的漂白作用。



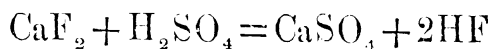
十. 漂白粉的製造。



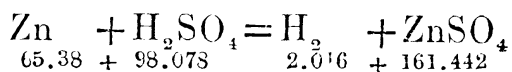
十一. 溴的製造



十二. 氟化氫的製取。



化學方程式的應用 參與變化各物質的相互量,如應用化學方程式便容易求得,例如:鋅和稀硫酸發生輕氣,牠的重量變化是:



製造輕氣五克,需鋅和硫酸的重量,如各以 X, Y

表示之則:

$$2.016 : 5 = 65.38 : X \dots\dots\dots (a)$$

$$2.016 : 5 = 98.078 : Y \dots\dots\dots (b)$$

解之得: $X = 162.15$ 克, $Y = 243.704$ 克。

又鋅65.38克和硫酸98.078克起作用,可發生輕氣
一克分子(在標準狀態牠的體積是22.4升),故在標
準狀態製輕氣100升,所需硫酸的克數如作為Z,則

$$22.4 \text{ 升} : 100 \text{ 升} = 98.078 \text{ 克} : Z \text{ 克}$$

$$Z = 437.4 \text{ 克}$$

問題 輕氣十克燃燒後可得水幾克?



第五章 硫磺和牠的化合物

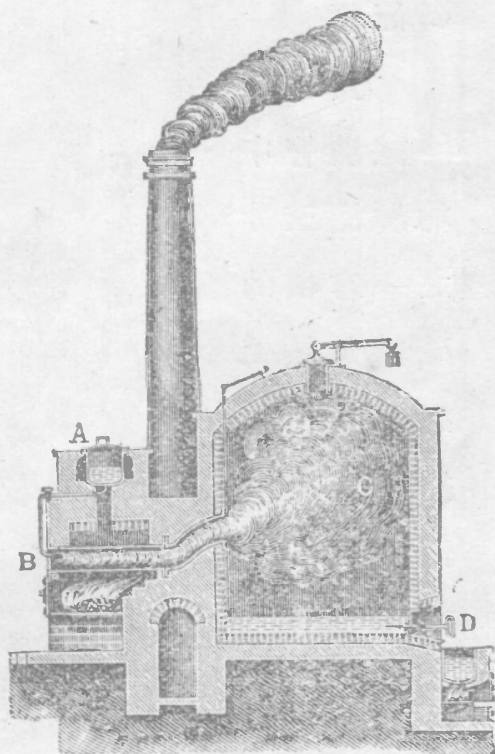
第一節 硫磺 硫的氧化物 硫酸

硫磺的所在 硫磺和金屬容易化合,銅、銀、鐵、鋅、鉛、汞等鑛石內多有此等金屬的硫化物;又和碳、氫、氮、氧等化合而成蛋白質一類的化合物;在火山溫泉等地方,有游離狀的硫磺;意大利、日本等國產生很多,我國西部如四川等省也有產出。

天然產的硫磺,多含著不純物,欲得純粹的硫磺,宜用蒸溜法來精製。

取硫磺塊置於鐵製曲頸甌中,加以強熱,使硫磺變為蒸氣,吹入用磚砌成的小室內冷卻之。如室內溫度高過硫磺融點以上,便成液體,集於底部;取出壓入模型即成棒狀硫磺。如室內溫度較低,便凝成粉末,附在內壁,即成硫磺華。

硫磺用以製造硫酸,又是火藥、火柴和硫橡膠



硫磺的精製

- A. 硫磺融解
- B. 硫磺氣化
- C. 凝縮室
- D. 受器

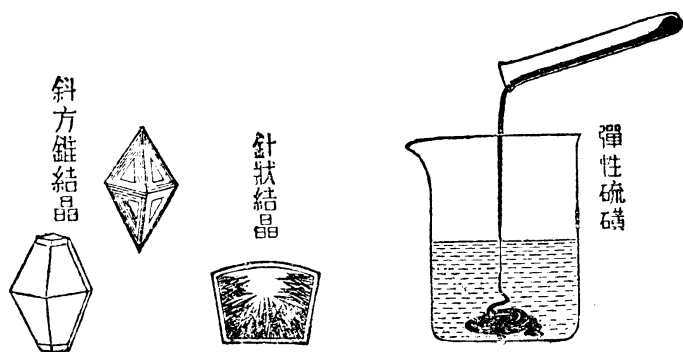
等的原料,又可用作醫藥、殺蟲劑等。

實驗一 取二硫化碳 5c.c., 加入硫磺華少許, 溶解後 (二硫化碳能溶解其半量的硫磺), 移溶液於錶面玻璃上放置之, 則二硫化碳蒸發散逸, 餘留美麗黃色斜方八面體的結晶硫磺, 叫做菱形硫磺, 比重 2.07, 融點 114° 。

實驗二 取硫磺盛於坩鍋內, 融解後放冷之, 等牠表面皮膜要結成功的時候, 倒出硫磺, 便見坩鍋內壁叢生黃褐的針狀結晶, 比重 1.98, 融點 120° , 叫做針狀硫磺, 又叫做單斜硫磺。

實驗三

試驗管中約裝滿三分之一容積的硫磺, 加熱使達沸騰, 把管提高向水中



硫磺的同素體

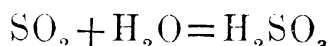
倒出, 取出檢驗牠有無彈力。這種硫磺, 叫做彈性硫磺。比重為 1.95, 融點不定, 加熱便漸次變為液體。

二氧化硫 SO_2 硫磺在空氣中燃燒, 便生刺激性臭氣的氣體, 叫做**二氧化硫**。燒硫磺的化合物時, 也發生此氣。

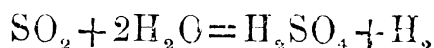
實驗室內,是用銅片和濃硫酸加熱製取的。



二氧化硫比空氣重2.3倍,溶於水成酸性的溶液,叫做亞硫酸水。所以二氧化硫又叫做亞硫酐。



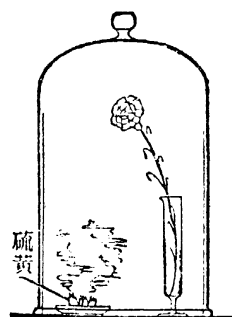
二氧化硫對於各種溼潤的植物色素有漂白作用,水分的所以必須存在,是因二氧化硫和水作用生初發機的氫,此氫和色素化合,纔失去原有的顏色。



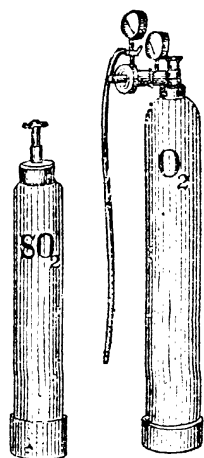
利用此性質,可以消毒殺菌,如船底的須密閉地方用牠來消毒很是相宜。工業上用途除供製造硫酸外,並用以漂白毛織物,麥桿和製紙的原料;普通裝入圓筒運往各處應用。

製成液體的二氧化硫,常用來作起寒劑。

問題一 要製造三斤二氧化硫,須銅和硫酸各幾克?



二氧化硫的漂白

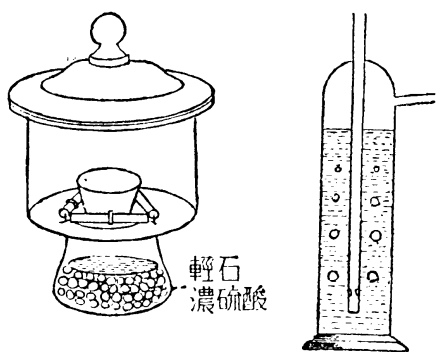


裝二氧化硫的鐵筒

問題二 綠氣和二氧化硫都有漂白作用,牠的差異怎樣?

硫酸 硫酸是無色油狀的液體。普通濃硫酸含有硫酸98%,比重約1.84。濃硫酸和水結合的性質很強,用水沖稀便發熱。牠的吸濕性可利用來乾燥固體和氣體。植物質遇之其中所含有的氧和氫便照水的成分比例被硫酸奪去而餘碳素,所以變成焦黑。

實驗 火柴梗、砂糖等遇着濃硫酸時,牠的變化怎樣? 又用玻璃棒漬著濃硫酸寫字於紙上,看牠怎樣變化?



硫酸乾燥器

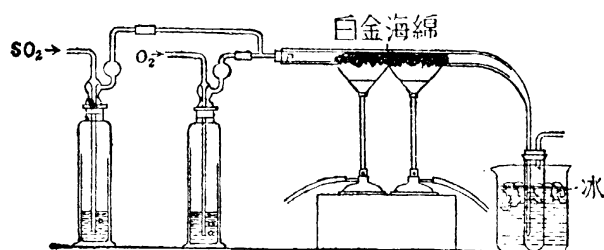
氣體乾燥瓶

稀硫酸有強烈酸味,鋅、鎂、鐵等金屬遇著便溶解而生輕氣。可是濃硫酸的作用不是這樣的,如把銅、汞、銀、鉛等加入熱之,便起相異的反應,而生二氧化硫。

硫酸沒有揮發性,故稀硫酸蒸發去其水分,便漸漸變為濃硫酸。據此理由,衣服等物如沾染着稀硫酸須從速洗去,以免被其腐蝕;此時用硼精水或碳酸鈉溶液,可以消滅硫酸的作用。硫酸遇水,便發多量的熱,所以用水來沖稀作稀

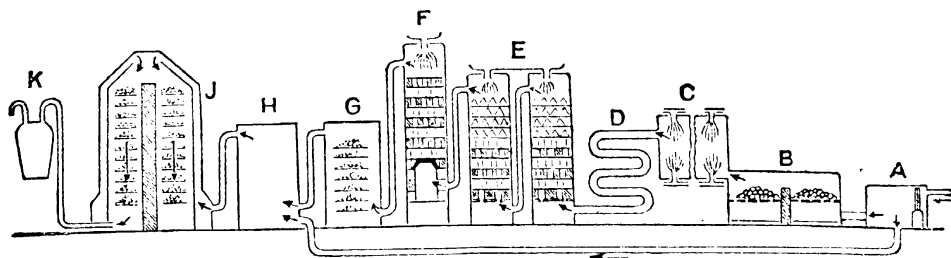
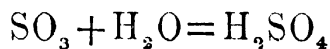
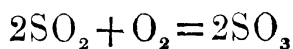
硫酸時,宜取硫酸徐徐加入水中,同時用玻璃棒拌和之;不可用水傾入硫酸,以免危險。

硫酸的製法 硫酸是用硫磺製成,先燒硫磺成亞硫酐,再使和氧化合而成硫酐(SO_3)。



硫酐的製法

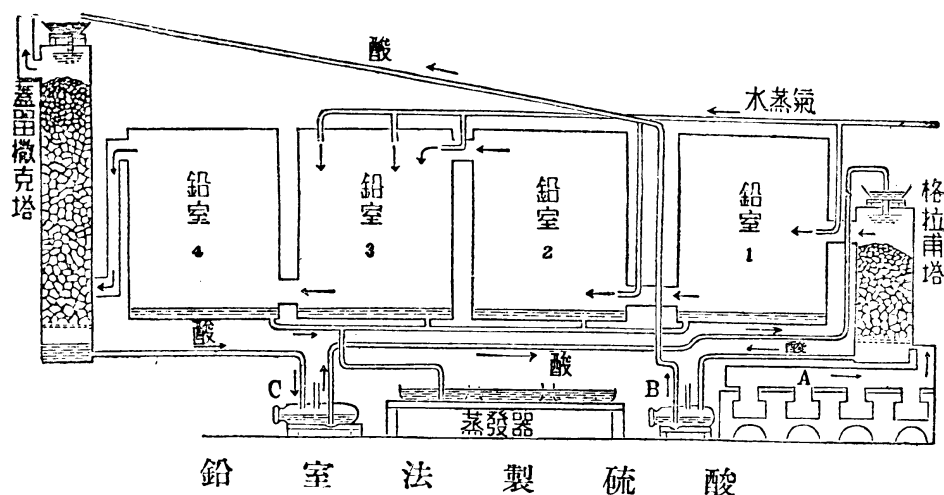
硫酐是氣體,遇冷便成白色結晶,在常溫空氣中吸收濕氣而發白霧;和水化合便成硫酸。



用接觸法製造硫酸的剖面圖

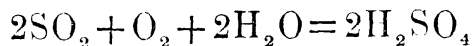
鼓風的裝置A,送空氣入B,燃黃鐵礦或硫磺製亞硫酐;經C部除去夾雜的固體,至D冷却。E是用水浸濕的焦煤,F是用硫酸浸濕的焦煤。亞硫酐從D經過E、F,便成精製品。更於G除去和接觸劑有害的砷化合物。這樣,精製的氣體入H,便和空氣混合,再熱至 400° ,導入接觸室J,成為硫酐。K是盛濃硫酸的壺,用此壺吸收硫酐,然後和水混合,以製所要濃度的硫酸。

硫酸製造上的困難就在把亞硫酐變為硫酐的一點。今以乾燥的亞硫酐和氧的混合氣體通過熱至 400° 度的白金海綿上便生硫酐。這時候白金海綿是做接觸劑，自身並無變化。



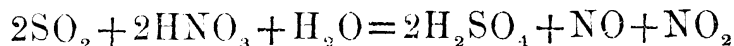
在 A 處燒黃鐵礦或硫磺，又在此處使硝酸鈉和硫酸發生反應，把二氧化硫、氮的氧化物和空氣等的混合物送入格拉甫塔。格氏塔中有耐酸物堆積着，上面有稀硫酸和含二氧化氮的硫酸（從蓋留撒克塔而來）流下來，可冷卻上昇的氣體，同時使稀硫酸變濃，又可以除去從蓋氏塔過來的硫酸中的二氧化氮。此變濃的硫酸流入 B，更由 B 加壓，使升至蓋氏塔。氣體則出格氏塔入第一鉛室，室內又有水蒸氣送入，鉛室內就生成硫酸；空氣中的氮氣和餘下的各氣體則升入蓋氏塔。蓋氏塔中填滿焦煤，使從格氏塔過來的硫酸流下，便吸收反應中未曾用過的二氧化氮，集中於 C，再送到格氏塔上。

工業上製造多量硫酸方法,有用白金海綿爲接觸劑的接觸法,和用氮氧化物的鉛室法。前者在接觸室製成硫酐,溶之於水;所得的硫酸較爲純粹,方法較爲新穎。後者用鉛板製成的鉛室,送入二氧化硫,空氣,硝酸的蒸氣和水蒸氣等,使之起作用,牠的結果如次:

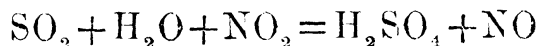


鉛室內的反應很是複雜,在今日尙不十分明瞭,大概可分兩段來講:

1. 二氧化硫,硝酸的蒸氣,和水蒸氣互相作用生硫酸,放出氮的氧化物。



2. 放出的二氧化氮又和新入鉛室的二氧化硫和水蒸氣作用而成硫酸。



鉛室硫酸,約含硫酸65%,再煎濃製成98%的濃硫酸。此法所得的硫酸,不很純粹。含着過量硫酐的硫酸,叫做發烟硫酸。

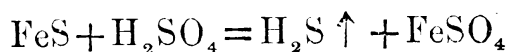
硫酸的用途 硫酸在科學上、工業上都是很重要,製各種化學品,如鹽酸、硝酸、人造肥料,和製鹼等工業都要用着牠。製造工業的盛衰是和硫酸的消費量

成正比例,所以可從硫酸消費量的多少,推測一國的工業狀況。

問題 製造 98 % 的硫酸 5 尅,須硫磺幾克?

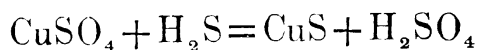
第二節 硫化二氫 二硫化碳 硫化礦物

硫化二氫 H_2S 鐵粉和硫磺粉的混合物,加熱便成赤熱狀態,生硫化鐵,冷後注加稀硫酸,即發生惡臭的氣體,叫做**硫化二氫**。



此氣無色有毒,有腐敗雞蛋樣的臭氣。牠的水溶液叫做**硫化二氫水**,呈酸性反應。硫磺溫泉和火山噴出的氣體都含着此氣。銀、鉛等製品遇着牠,便生硫化銀、硫化鉛而變黑色。

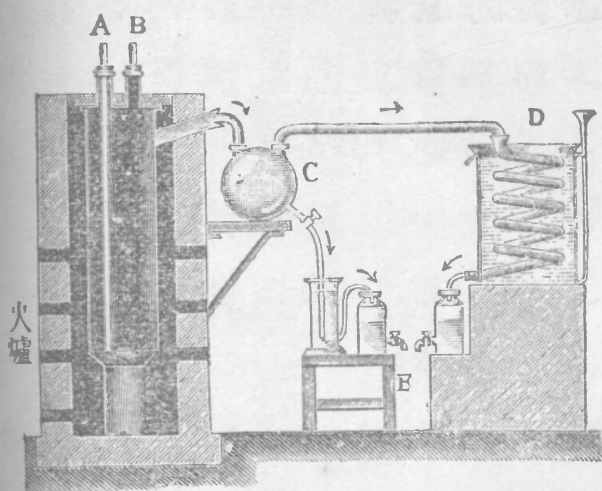
金屬鹽類的水溶液內通入硫化二氫,大多數生硫化物的沉澱;例如:硫酸銅溶液內,通以硫化二氫,便生黑色硫化銅的沉澱。



此等金屬硫化物都有一定顏色,如硫化鉛 PbS 黑色,硫化鎘 CdS 黃色,硫化錳 MnS 肉色,硫化鋅 ZnS 白色。此等硫化物對於其他藥品能否溶解,也各有一定的性質,故硫化二氫在分析化學上鑑別金屬極為有

用。如時常需用硫化二氫，用啓普氏發氣瓶製，最爲便利。

二硫化碳 CS_2 在赤熱的碳素上，通入硫磺蒸氣，即可得二硫化碳。



二硫化碳的製造法

A. 硫磺蒸氣入口，B. 焦煤投入口，C. 中間的受器，D. 冷却器，E. 受器。

二硫化碳是無色有揮發性的液體，能溶解硫磺、碘、磷、脂肪等物質，故工業上需用甚廣。又因其有毒性，可用作穀類的殺菌劑。點以火則生藍色火燄，性極易燃，處理時須加注意，切勿近火！

硫化礦物 硫磺在自然界和各金屬化合而成的硫化礦物爲數很多：

如銅礦有硫銅礦，化學成分是 Cu_2S ，作灰色，含銅 79.83%；又有黃銅礦 $CuFeS_2$ ，作黃銅色，含銅 34.56%；都可以用來鍊銅。銀礦有輝銀礦 Ag_2S ，含銀 87%；又淡紅銀礦 Ag_3AsS_3 ，含銀 65.4%；可用來鍊銀。鐵礦有黃鐵礦 FeS_2 ，含鐵 46.64%，含硫 53.36%，因爲含鐵不多，鍊鐵是

不經濟的;在硫磺產地不多的地方,用來代替硫磺作製造硫酸和綠礬(即硫酸亞鐵)的原料。鉛礦有方鉛礦 PbS , 含鉛 86.6%, 可以製鉛。水銀礦有辰砂 HgS , 作深紅色, 是製造水銀及汞化合物的原料。

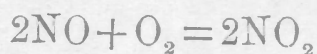
第六章 氮和牠的化合物

第一節 氮的氧化物

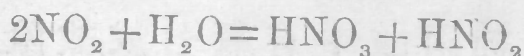
氧化氮 NO 和二氧化氮 NO_2 。取銅片置於燒瓶內，注以硝酸，即生赤褐色的氣體，如通入水中在水上捕集之，便得無色的氣體，叫做氧化氮。



此無色的氣體，和空氣接觸，復生赤褐的二氧化氮。



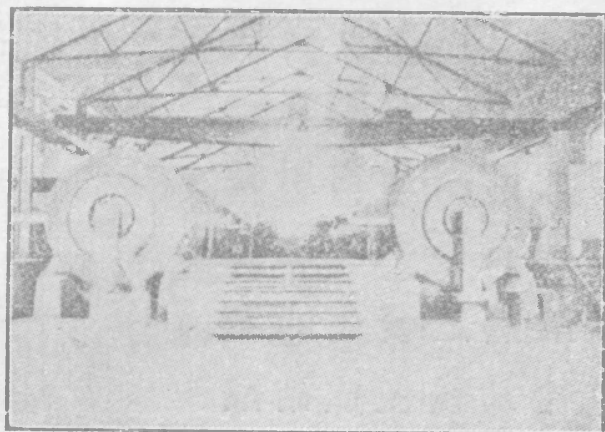
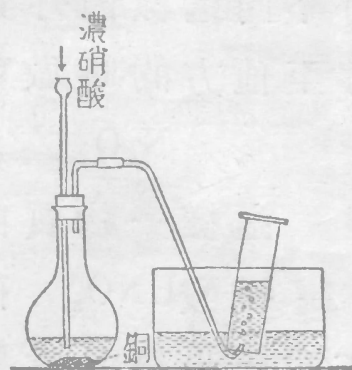
二氧化氮是有毒的氣體，易溶於水而生硝酸。



氮和氧的混合氣體通以電 氧化氮的製法

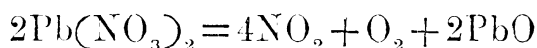
火，即生氧化氮雷雨的時候，天然起大規模的作用，故雨水中常含著微量的硝酸。

近年利用此理，工業上用電氣強熱空氣以製氧化氮。

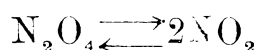


氧化氮製造廠

二氧化氮又可用硝酸鉛加熱製之。



二氧化氮的褐色氣體,如再加熱,牠的顏色更濃。因此氣內有 NO_2 和 N_2O_4 兩種分子混合着, N_2O_4 是無色, NO_2 是褐色,溫度上昇時 N_2O_4 漸次分解而為 NO_2 ,冷卻時再由 NO_2 復為 N_2O_4 ,所以顏色的濃淡因溫度高低而有不同;這樣,因外界情況的變化,牠的反應可由一方移至他方的,叫做可逆反應。用方程式表示如次:

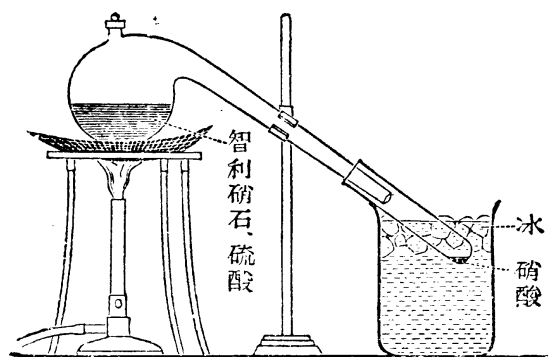


這樣,一物質由可逆反應起分解的,叫做解離。

硝酸 HNO_3 。硝酸是強酸之一,和硫酸、鹽酸一樣,工業上也很是重要。純硝酸中有氧七成,故除有酸的通性外,並有強烈氧化他物的性質。例如硝酸可使色素脫色;紙、木片、皮膚、毛織物等遇之,便腐蝕而變黃色。

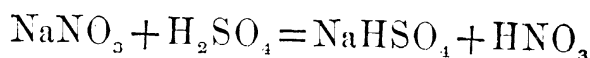
硝酸的製法

製造硝酸,通常用智利硝石 NaNO_3 加濃硫酸熱之,發生的蒸氣冷卻後,便成硝酸。工業上用此法為大



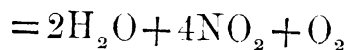
硝酸的製法

規模的製造。



近來盛行吸取空中淡氣以製造硝酸和氮化物，叫做空中淡氣的固定(參照本章第二節中氮的固定)。

硝酸的性質 硝酸是比重 1.56 的液體，普通濃硝酸約含硝酸 65%，發煙硝酸中，達 90%。強熱濃硝酸，則分解放出氧氣。

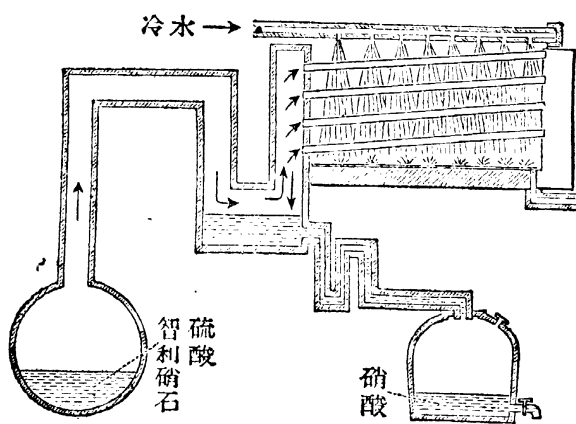


金屬大都能溶

於硝酸，常生二氧化

氮而不發生輕氣，此因開始作用時發出的氫和硝酸起化學變化的緣故。又金和白金遇着濃鹽酸、濃硝酸都不起作用，可是在濃硝酸一分濃鹽酸三分混合而成的王水中則容易溶化。

硝酸作用於各種有機物而生硝基化合物，由此等物質可以製炸藥、染料、賽璐珞等；故硝酸用途甚廣。又多數硝酸鹽可作氮素肥料。



硝酸工業的製造法

問題一 用425克的智利硝石 NaNO_3 製硝酸,問可得50%的硝酸幾克?

問題二 濃硫酸、濃鹽酸、濃硝酸可用火柴梗檢出之,試加以說明。

硝石 KNO_3 是透明柱狀的結晶,強熱之則分解放出養氣,此性質自古利用之製造黑色火藥。

熱帶地方用馬糞等人畜排洩物,和以泥土,堆積起來,日久便生硝石。但是普通用智利硝石為原料;又用空中淡氣的固定法也可以製造。

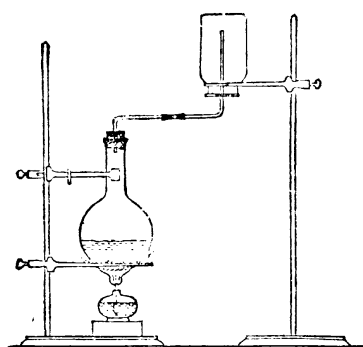
智利硝石 NaNO_3 是用天然產的硝石礦為原料製成的。這種礦石多產於南美的智利及祕魯等國降雨很少的地方,礦石中所含的硝酸鈉約17%至75%。

礦石採掘出來,投入大槽中,注水加熱,使礦石溶解後更行冷卻,取其澄清液移置他槽,曝於日光,使液體徐徐蒸發,即得智利硝石的結晶,可作氮素肥料和製造硝酸、硝石等原料。

第二節 氮和氫的化合物

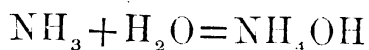
氨 NH_3 氨一稱銻精氣,譯稱阿摩尼亞,以鹵砂(即氯化銨)加生石灰熱之,便生此氣。





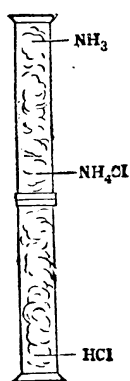
氨的製造

氨爲無色的氣體，有刺激性臭氣，比空氣重1.7倍。有機物腐敗時發生此氣，廁所等處也常有牠的臭氣。赤色石蕊試驗紙遇之即變藍色。極易溶於水（可照溶解氯化氫的裝置實驗之）。氨的水溶液普通叫做**鹵精水**，溶解後牠的一部分和水化合而成**氫氧化銨** NH_4OH 。



鹵精水呈鹼性反應。原子團 NH_4 好像一個金屬原子一樣，能和酸化合成鹽，故稱爲**銨**。

氫氧化銨僅存於溶液中，如加以熱，便即分解而放出氨，故熱鹵精水可以製氨。


 NH_3 和 HCl 的化合

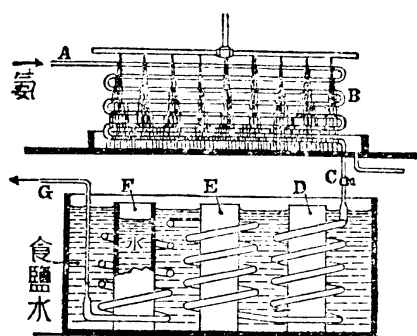
氨和氯化氫混合時，立即化合而生白色粉末狀的**氯化銨**（即**鹵砂**）。



此兩氣體接觸，立生白霧。故可利用之以檢出氨或氯化氫的存在。

氨受壓力便液化。此液化的氨，如使從小孔噴出，則得低溫度，所以大規模的製冰

廠利用氨來製冰,冷藏室也要用著牠。



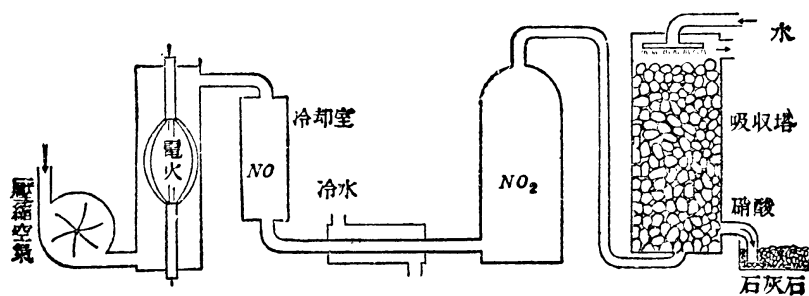
製冰的原理

氣體的氨從 A 壓入, 在 B 管中受壓縮和外圍冷水的下注, 變做液體。液狀氨至 C 及 G, 管中壓力減少, 急速氣化, 吸收多量的熱, 使槽中食鹽水冷至冰點以下, 盛水器 F、E、D 中的水, 便結成冰。氣體的氨可再壓使液化, 繼續利用。

肥料和炸藥多須用氮來做原料, 近年復發明氮和氧直接化合的方法, 故氮的製造遂成重要的工業。

氮的固定 利用空氣中無限量的淡氣製造硝酸和其他氮的化合物, 叫做氮的固定。現在通行的有三法:

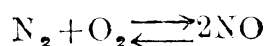
(一) 直接氧化法 此法是用強力電流放電, 送入空氣, 經過高溫度火花中, 使養氣和淡氣化合成氧化氮。



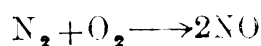
氮的固定法

用扇風器送入的空氣, 經過電火而生氧化氮 NO , 入冷却室變為二氧化氮 NO_2 , 至吸收塔溶於水即成硝酸。

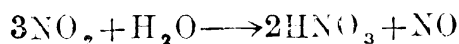
氧和氮雖在高溫度化合而成氧化氮,但是遇着冷復起分解。



在2000°時,空氣中的氧化氮祇有1%,在3000°有5%,此時如驟然冷卻,一部分可以不起分解。

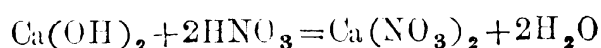
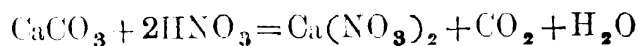


氧化氮冷卻後,便和剩餘的養氣化合成二氧化氮,送入吸收塔,和上部滴下的水化合而成硝酸和氧化氮。

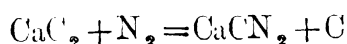


此處生成的氧化氮,可再使之氧化,依照上述反應繼續製造硝酸。

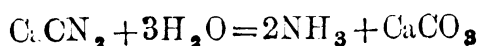
如用此硝酸中和碳酸鈣或石灰乳等,即得諾威硝石 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 。



(二) 石灰氮素法 生石灰中加以焦煤,在電氣爐內強熱之,則成碳化鈣 CaC_2 。於是通入淡氣,同時加以強熱,便生氰氮化鈣 CaCN_2 和碳的混合物。

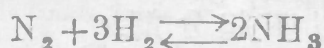


此混合物叫做石灰氮素,用作肥料。通入過熱的水蒸氣即生氨。



更照前法氧化之可得硝酸。

(三) 氨的合成法 氮和氫由接觸劑之助,在高壓力之下加熱,至高溫度時,牠的一部分可變成氨。牠的反應是:



這是可逆反應。若原體積四分,變為氨,可減至兩分,故高壓力於製造氨是有利的。哈勃氏發明的方法,用200氣壓,克羅特氏方法用1000氣壓,所用的接觸劑是鐵粉或鎳粉。這樣製成的氨,便可製硫酸銨肥料,或作其他銨鹽的原料。

【註】 德國向來需用智利硝石,嗣以歐戰時無法運入,由該國哈勃氏發明此法,以資替代,曾於1911年得特許權,戰後各國用空中淡氣的固定法,製造肥料和火藥,更見發達。

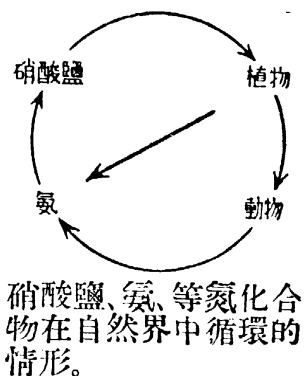


哈勃氏肖像

F. Harber (1869-)

硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 製造煤氣時可得副產物硃精水,如令吸於鉛室硫酸中,便可得硫酸銨,為人造肥料中氮素肥料之一,現用空氣中氮素固定法大規模製造之。我國年有巨額的輸入。

氮的循環 動物體是由水、脂肪、骨及蛋白質等構成的,除掉前三者,大部分為氮化物的蛋白質。但是空中的氮不能取來直接作動物的養分,必須由其他動物或植物體內的氮化物轉輾取來,充作食料。氮化合物由動物體移至土壤而為植物的養分,更由動物取來作為食料,氮在動植礦三界是這樣循環的。



問題 氯化銨百克,和石灰作用可得氨幾克?又牠的體積在標準狀態,應有幾升?

第七章 碳和牠的化合物

第一節 碳的同素體

碳 C 燃燒紙片、木屑等物，漸變焦黑而成碳。

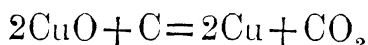
生物體中都含着碳的化合物，空氣中的碳酸氣和礦物界中的石灰石，一部分也都是碳構成的。

碳不一定是黑的；如金剛石、石墨等是純粹的碳，煤、木炭等是不純的碳。

碳在常溫不易起化學作用，所以用墨書寫的字得永遠保存，衣服上如染着墨汁，是沒有適當藥品可以用來除去這污漬的。

碳雖不能融化，如在電氣爐中熱至 3500° 左右可以氣化。在融解着的鐵液內能溶解百分之五的碳，牠的溶解，和糖溶於水中的情形一樣。在空氣中加熱，便和氧化合而生碳酸氣，此時發生多量的熱，故含碳的物質可充作燃料。

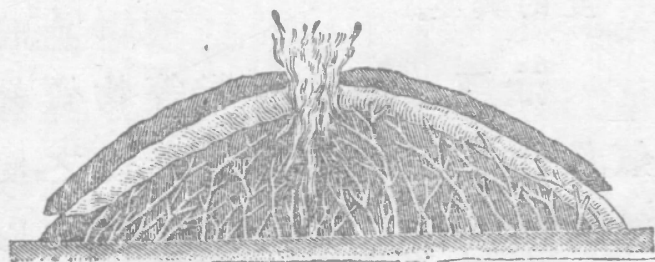
又根據此理，可由他物質中除去氧，所以從鑽石提鍊金屬，常用着碳來作還元劑。例如：氧化銅和炭共熱，則生銅和二氧化碳。



木炭 固體燃料中所含的碳，愈多愈好，普通用

作燃料的樹木是由碳氫和氧的種種化合物構成的；所含的碳祇有50%，且含水分，燃燒時因水的蒸發無形中必須消費多量的熱，若變為木炭，則碳的含量增加，用作燃料更為相宜。

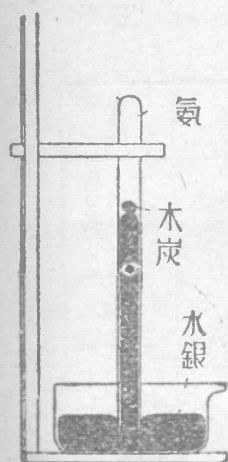
牠的製法，是把木段、樹枝等堆積於有限制空氣的窖內，點火燃燒，則氫、氧和碳的一小部分變為



炭 窖

揮發性的物質而逸出，留下來的便是木炭。

實驗一 取砂糖或木屑置於試驗管中，強熱則生可燃性的氣體，繼續熱之，並去其液體，即得碳，此現象叫做**碳化**。



木炭吸收氣體

實驗二 以試驗管裝滿氨，倒立水銀槽中，即以前實驗製出的碳移入靜置之，試察試驗管內體積的變化。

木炭的比重約在1.5左右，有吸收色素和各種氣體的性質。廁所臭氣可用木炭除去之，但是吸著臭氣的炭燃燒時仍復放出臭氣。

【註】 一份的椰子炭,在 0° 一氣壓能吸收氣體的容積是這樣:

氮 171, 碳酸氣 68, 一氧化碳 21, 氧 18, 氮 15, 氫 4。

在低溫度時此性質更加顯着,所以應用此理,製造高度的真空。

油煙 如油、樹脂等物質都含著多量的碳,在空氣供給有限制的地方燃燒之,便生油煙,差不多是純粹的碳,混以膠液,可以作墨,配以亞麻仁油等,可作印刷用的油墨。此外皮鞋油等的製造也用着牠。

煤 太古時代的植物埋在地中,逐漸分解、碳化而成煤,含着氫、氧、氮、硫等元素;有無烟煤、黑煤(瀝青煤)、褐炭、泥炭等區別,牠的組成如下表:

煤和炭的組成

煤 和 炭	西 名	C	H	O
無 烟 煤	Arthracite	94	3.4	2.6
黑 煤	Bituminous coal	86	5.8	8.2
褐 炭	Lignite	67	5.8	27.2
泥 炭	Peat	60	5.9	34.1
木 炭	Wood charcoal	90	3	4

我國產煤極富，山西一省最爲有名。

煤不但可以充作燃料，乾溜之且可得許多有用的物質，當在第三篇內詳細敘述。煤乾溜後所得的炭叫做焦煤。

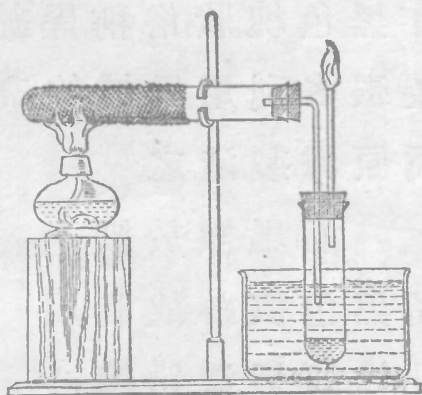
照樣，把動物的骨、血等乾溜之，可得獸炭，或稱骨炭，以供製造精糖時除去色素之用。

金剛石 金剛石是結晶碳的一種，比重3.5，天然產於南非洲，東印度等處，作八面體的結晶純粹的無色透明，也有帶

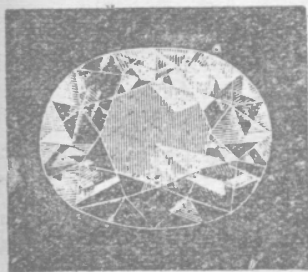
夾雜物而作種種美麗顏色的，磨琢而成寶石，爲世所珍。金剛石是最堅硬的物質，牠的粗品用來劃分玻璃或穿鑿岩石。金剛石在氧氣中受強熱則起燃燒，牠的生成物祇有碳酸

氣一種。如把鐵置於電氣爐中使之融解，加入純碳，待牠溶於鐵液後冷

却之，則鐵收縮，內部起強大壓力而



發生煤氣的實驗裝置



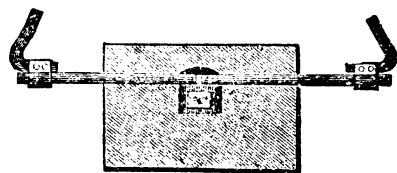
磨琢後的金剛石



天然產的金剛石

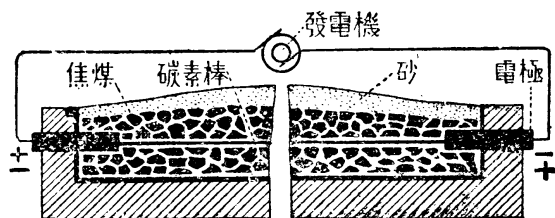
生金剛石,加酸把鐵溶去即可餘留下來,可是粒子太小,不能作裝飾品。

石墨 石墨是光滑而柔軟的物質,比重2.1,天然產出的作黑色塊狀,俗稱黑鉛,近來需要很多,利用電爐的高熱,以碳為原料製造之。



製金剛石的電爐

石墨擦於紙上,留黑色痕跡,故利用此性質製造鉛筆心。如混以黏土燒之,便可得各種硬度不同



石墨的製造

的物品。又因牠是熱和電的良導體,故用作電極。

石墨在高溫度不起變化,所以混和黏土,製成坩鍋,供融解金屬之用。又可塗於鐵器以防銹。並作機器的滑劑以減磨擦。

石墨在空氣中燃燒,也祇生碳酸氣一種。

同素體 前節講的各種物質,都是碳的一種元素構成的,如煤、木炭,沒有一定形狀的,叫做無定形碳,金剛石和石墨,叫做結晶碳。

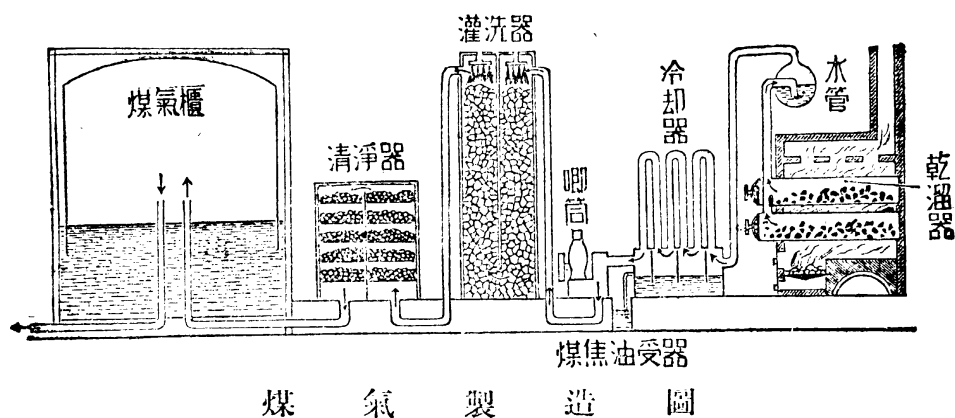
碳 { 無定形——木炭、煤、焦煤、獸炭、油煙等。
結晶——金剛石、石墨。

如金剛石、石墨、木炭等，由同一元素而生性質不同的別種物質，叫做**同素體**。前章學習的氧和臭氧，也是同素體的例子。

有機物和無機物 碳不僅在自然界成爲礦物，且爲構成生物體的重要元素，前已講過。碳的化合物如木材、澱粉、脂肪、砂糖等叫做**有機物**，不含碳的物質，叫做**無機物**。

第二節 煤氣和石油

煤的乾溜 把煤密閉於容器內，隔絕空氣熱之，則生可燃性的煤氣而餘焦煤，這種方法叫做**乾溜**。



煤氣是一種混合氣體，牠的組成是因煤的種類

和處理方法而生差異,大概如下表:

煤氣的組成

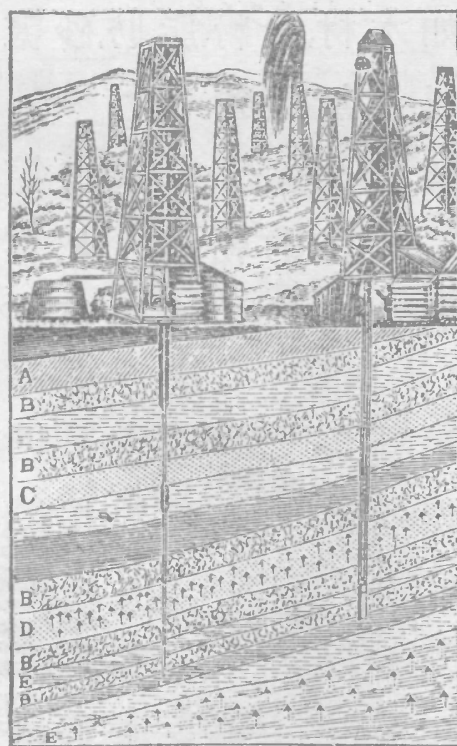
輕氣	H	47%	碳酸氣	CO ₂	1%
沼氣	CH ₄	36%	氮	N	4%
一氧化碳	CO	8%	其他碳化氫	{ 電石氣 C ₂ H ₂ 4% 蒽 C ₆ H ₆ 微量	

觀上表除氮和碳酸氣一部分不能燃燒外,如輕氣、沼氣均能發生高熱,故可作燈火、燃料等用,並可用以轉運煤氣發動機。

石油 碳和氫的化合物叫做碳化氫,牠的種類很多(參照第三篇),各種碳化氫的混合物,便是石油,一稱鑛油。

石油是從地中產出的液體,作暗綠色或黑褐色,世界上產油最富的是美國和俄國。

我國西北各省多有產出,陝西省延長石油,也很有名。



石油井

牠的生成原因,據各國專家的研究,意見尙不一致,大概是古代動物的脂肪,受着地熱和強大壓力而成的。

石油的精製 由石油井取出來的油,叫做**原油**,在種種溫度蒸溜之,可以把沸點不同的碳氫分離出來,此種方法叫做**分別蒸溜法**,簡稱**分溜**。分離液體的混合物時常用此法。

原油分別蒸溜所得的生成物,大別之可分三種:

(1) **揮發油** (自 30° — 150° 蒸溜出來的部分)

此油極易引火。把牠再加分溜,可分出**石油醚**和**汽油**,都能溶解樹脂、脂肪等物,故用作溶媒,並作製造油漆和乾燥洗濯等用。又常作發動機的燃料,汽車、飛機都用着牠。

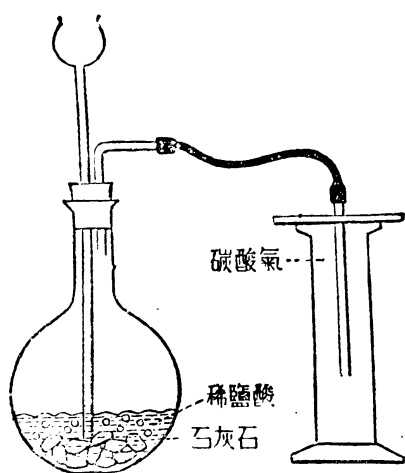
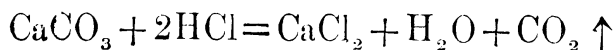
(2) **燈油** (自 150° — 300° 蒸溜出來的部分) 此油比重0.8,至 60° 始發火,專用以點燈。石油發出的蒸氣和空氣混和,以火近之,達適當溫度,即起爆炸,這時候的溫度,叫做**引火點**。引火點低的石油,如供點燈,是危險的。

(3) **重油** (在 300° 以上蒸溜出來的部分) 此油近來軍艦上多用牠來轉運發動機。又用此油可製

出各種性質不同的油,如機械油可用以減輕摩擦,凡士林是膏藥的原料又可用以防銹,石蠟是製洋燭的原料,最後餘下的瀝青可作製造乾電池的用。

第三節 碳的氧化物

碳酸氣 CO_2 的製法和性質 碳酸氣是碳和氧的化合物,可用石灰(即碳酸鈣)加稀鹽酸來製取。



製造碳酸氣

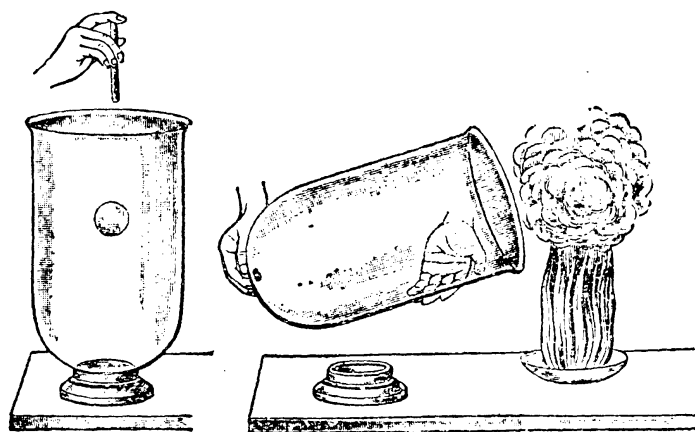
燒瓶中置石灰石,注入稀鹽酸,將發生的氣體,集於瓶內。

碳酸氣是無色、無臭的氣體,有酸味,比空氣重一倍半。不能支持物質的燃燒,從上方注入此氣,可以滅火。消火器就是利用此性質製成的。動物在此氣內,不能生活,入古井中,往往要窒息,是因井中積着碳酸氣的緣故。

碳酸氣在常溫 (15°C) 能溶於同體積的水內。凡氣體溶於液體內的分量,是因溫度上昇而減少,因壓力加高而增加, (這叫做亨利定律) 所以溫度降低,壓力加高,就可以溶解多量的碳酸氣。

汽水,啤酒拔去瓶塞,立發氣泡,是高壓力下溶解在內的碳酸氣因壓力放鬆,溶解量減少,隨即逸出的緣故。碳酸氣溶於水中,一部分和水化合而成碳酸,

藍色石蕊紙遇著此酸,即變赤色。



(左) 碳酸氣中可浮肥皂泡

(右) 碳酸氣的消火作用

石灰水中通入碳酸氣便變混濁而生碳酸鈣,此性質可以用來檢驗碳酸氣的是否存在。又氫氧化鈉,

氫氧化鉀這一類的溶液,都能吸收碳酸氣。

碳酸氣在常溫加以高壓,便即液化,把牠壓入鐵製圓筒內,即可運往各處,以供製造清涼飲料,和發生低溫度的用途。

消火器 消火器外觀是一個金屬圓筒,內部充滿酸性碳酸鈉的水溶液,在此液上部裝配一瓶滿貯濃硫酸。用時打破硫酸瓶將器倒立,硫酸和酸性碳酸鈉,即起作用,立刻發生碳酸氣和筒內的液體一同噴

出。

近來有用四氯化碳的液體來代替酸性碳酸鈉的,因四氯化碳有很強的消火力,把牠裝入金屬圓筒內,用時放鬆內部的壓力,便噴出如霧,可以滅火。

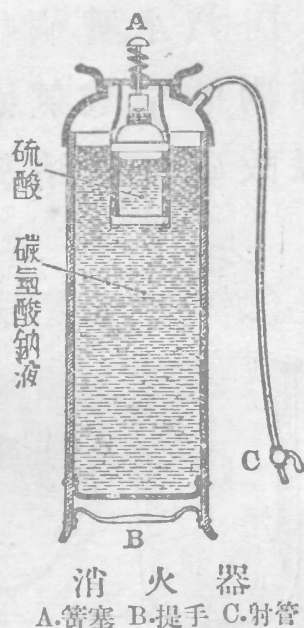
碳酸鹽 碳酸氣溶於水,一部分成碳酸,已經講過。牠的水溶液煮沸或使其冰結,即分解復為碳酸氣

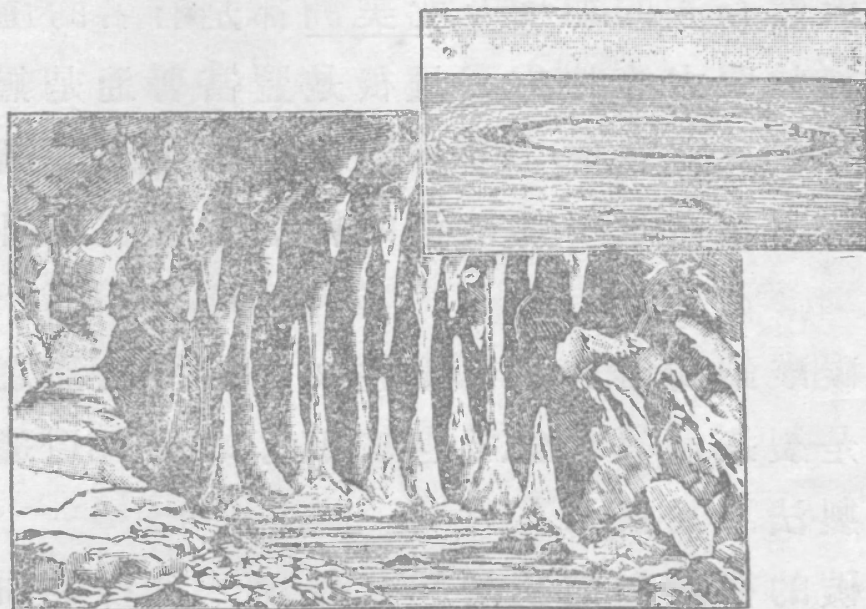


方解石及複屈折

而逸出,所以此酸不能游離存在。牠的分子式,從牠的鹽類推測起來,應該是 H_2CO_3 。碳酸鈣是牠最普通的鹽,在自然界中產量很是豐富,也有構成山嶽的地方,如方解石、霰石、石灰岩、大理石等,都是碳酸鈣構成的。其他如珊瑚、卵殼、貝殼、鐘乳石、石筍等的主要成分,也都是此物。昔時生存海中的微小動物的介殼,經過長時間的變化,即成白堊。

碳酸鈣的性質 碳酸鈣不溶於純水,而能溶於碳酸氣的水溶液中,變成碳氫酸鈣 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$,如長時





鐘乳石 石筍 及 珊瑚礁

間置於空氣中,則碳酸氣發散,復生碳酸鈣的沉澱;



天然水中常含着少量的碳酸氣,若遇石灰岩,必起溶解作用,加以煮沸,復生碳酸鈣的沈澱,水壺、汽鍋等底部,常有石灰層堆積,就是這個緣故。鐘乳洞是石灰岩經過長久年月的溶解作用而成的洞穴,鐘乳石和石筍,也是此種現象自然成就的;就是地下水溶解着碳酸鈣滴落洞中時,放出碳酸氣,餘留碳酸鈣,經過長時間的年月逐漸堆積,便成鐘乳石或石筍。

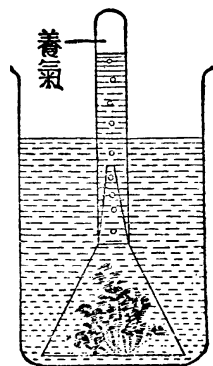
鹼即碳酸鈉 我們日常用的鹼,大部分是碳酸

鈉有天然存在的,如埃及、北美洲都是有名的產地;我國北部如蒙古等地方,產量很是豐富。普通是無色的結晶,其組成爲 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$,置於空氣中便漸漸變成粉末,此因結晶水一部散逸的緣故。這種現象,叫做風解。

碳酸鈉易溶於水有鹼性反應,常作洗濯之用。工業上是製造氫氧化鈉、肥皂、玻璃等的原料,用途很廣。牠的製法詳見後章。

碳的循環和植物的同化作用 食物中如米、麥、菜、肉等類,含着多量的碳,動物攝取後,便在體內起化學變化,大部分的碳遇血液中的氧,徐徐氧化,由肺部的呼吸作用呼出碳酸氣。木材、煤、炭等燃燒時也生此氣。

呼吸和燃燒的兩種作用,雖繼續不絕,而空氣中所存碳酸氣的分量,差不多常沒有增減,祇占着空氣體積的 $\frac{3}{10000}$ 左右,此都是植物同化作用的結果。因爲植物的葉子能吸收碳酸氣,由葉綠素和日光的作用而起分解,放出養氣,把碳留在植物體內,做澱粉、糖類

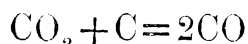


碳酸氣水溶液中放置植物,照以日光,即發生養氣。

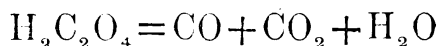
等的原料。

所以空氣中的養氣和碳酸氣的分量是沒有增減的,而綠蔭是我們生活所必需據此也就可以明白了。

一氧化碳 CO 炭燃燒時養氣供給充足,便生碳酸氣,如不充足則生一氧化碳。碳酸氣和赤熱的炭接觸也發生此氣。

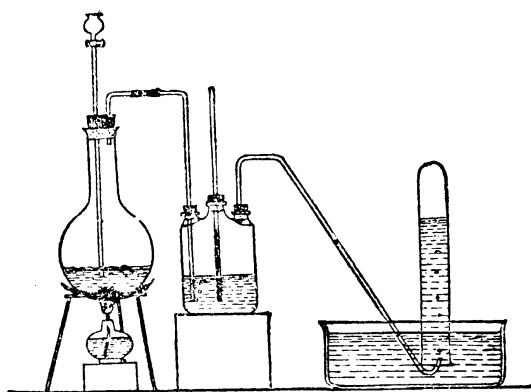


一氧化碳的製法和性質 普通用草酸和濃硫酸共熱之即得此氣。



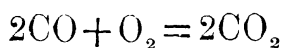
此時混有碳酸氣,如使經過氫氧化鈉溶液中除去之,即得純粹的一氧化碳。如用蟻酸代草酸,發生的氣體祇有一氧化碳一種,製法更為簡便。

一氧化碳是無色無臭無味的氣體,牠的組成是碳:氧 = 3:4 (碳酸氣中的碳和氧是 3:8)。不溶於水,遇氫氧化鈉不起吸收作用,遇石灰水也不生混濁,在

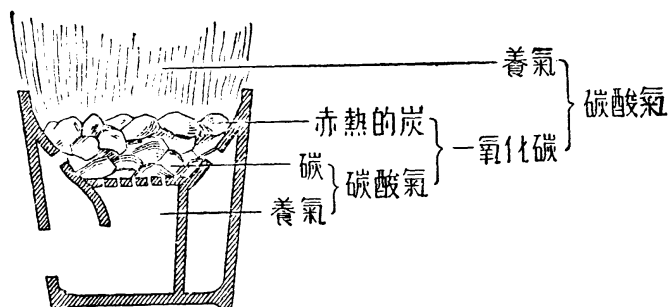


用草酸和硫酸製造一氧化碳

空氣中燃燒發
淡藍色的火燄
而生碳酸氣。



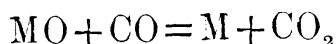
這樣一氧
化碳和氧極易



炭爐中的燃燒

化合,是一種還元劑,所以常常用來還元金屬氧化物。

假定M代表二價的金屬可以表示如次:



通水蒸氣經過赤熱的煤上就生一種氣體,叫做水氣(一稱水煤氣),是氫和一氧化碳的混合氣體,常用作燃料。

空氣和衛生 空氣中碳酸氣的量,如達百分之一以上,便和人體有害;但是在人叢中如發生腦脹,頭暈等不快的感覺,或因室內溫度增高,充滿水蒸氣的緣故,並非一定是受了碳酸氣的危害。

又用炭火溫暖房間的時候,室內空氣,當含着碳酸氣和一氧化碳的氣體。如用煤球生火,除生上述各氣體外,尚有二氧化硫等一類的氣體混合在內。

一氧化碳極毒,能和血液中的紅色素結合,破壞

機能,很是危險。

因此,羣衆集合的大廳,燃燒煤炭的房間,和盛行呼吸的寢室,都應該注意換氣法,以求衛生。

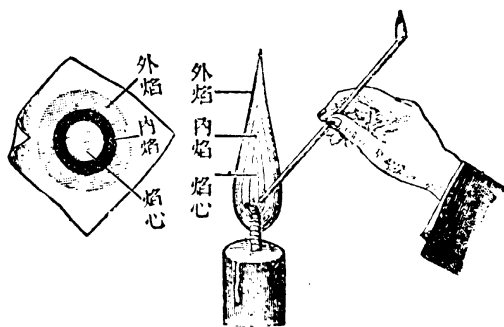
第四節 火焰

焰的構造 輕氣、一氧化碳等一類的氣體,石油、酒精等一類的液體,硫、磷等一類的固體,燃燒時都發生火焰,可是焦煤、木炭等都不生焰。

焰是氣體燃燒時生成的,液體、固體因燃燒的熱能發生可燃性氣體的,也可生焰。木材、煤等所以發焰,是因燃燒的熱,分解而生可燃性氣體的緣故。

焰由三部分構成的:

(1) **焰心** 拿蠟燭來講,牠的蠟因燃燒的熱而融解,由毛管作用,昇入燭心,更受着熱變成氣體而爲焰的中心,這叫做焰



焰的構造

心。這部分內如插入玻璃管,可取出可燃性的氣體。

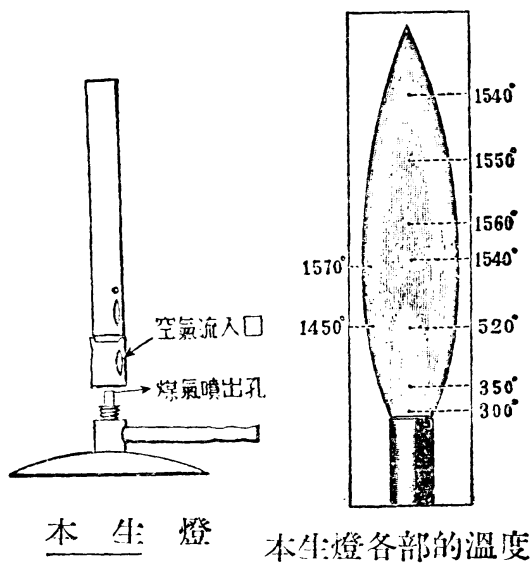
(2) **內焰** 在焰心的外部,可燃性氣體尚未充分燃燒的部分,叫做內焰。這部分內有碳的微粒游離存在,因燃燒受着強熱而生光輝。這種碳粒子是有還

元作用的,故內焰又叫做還元焰。

(3) 外焰 就是焰的外部,沒有內焰那樣光輝;可是空氣供給充足,燃燒完全,溫度最高,有氧化作用,所以又叫做氧化焰。

本生燈 **本生燈**
是使煤氣完全燃燒而發高溫度的裝置,煤氣由下部細孔噴出,同時混着空氣到上端完全燃燒,所以溫度很高。

把空氣的入口旋轉,加以限制,使得還元焰。



本生燈

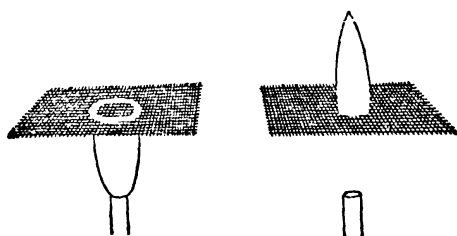
本生燈各部的溫度



本生燈火焰中如放入固體的粉末強熱之,便發光輝汽油燈用的網罩,就是應用此理做成的;牠的原料是鈦和鈾的氧化物。

發火點 以細孔的銅絲網蓋在焰上,煤氣罩 焰便不能通過,此因銅網傳熱,上部的氣體溫度降低的緣故。

煤礦內用的安全燈,就是利用此理製成的。



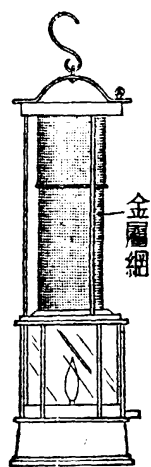
焰和發火點的關係

這樣,一物質非熱至某溫度不能燃燒,此開始燃燒的溫度,叫做發火點。燃料點火時,牠的一部分熱至發火點以上,

由燃燒發出的熱,可以繼續燃燒下去。

問題一 鍋底的煤灰是怎樣生成的?

問題二 燭火一吹即滅,可是炭火越吹越熾,牠的理由怎樣?



安全燈

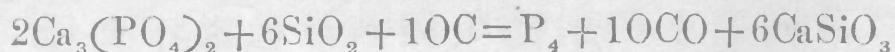
第八章 磷、砷和牠的化合物

第一節 磷和牠的化合物

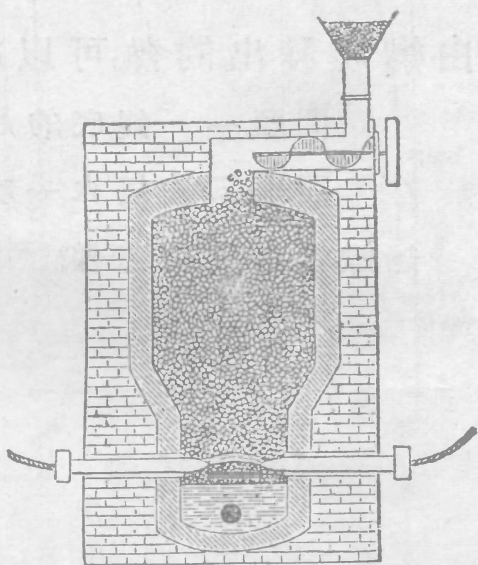
磷 P_4 磷和氧容易化合,所以天然沒有游離存在的;但是岩石和土壤中多含着磷的化合物,植物吸收爲養分,構成生活細胞核,動物更從植物中攝取之,而成骨的主要成分(磷酸鈣)。腦、神經、蛋黃等,也都含着磷的化合物。

磷的同素體有黃磷和赤磷兩種。

(1) 黃磷 磷礦的主要成分是磷酸鈣 $Ca_3(PO_4)_2$, 將此礦打碎混以砂 SiO_2 和焦煤 C 的粉末置於電氣爐中強熱之,便成矽酸鈣的熔滓,放出磷的蒸氣和一氧化碳,導於水中,壓入模型,成棒狀的黃磷;

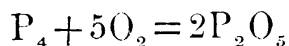


黃磷是帶淡黃色半透明的固體,其軟如蠟,不溶於水,能溶於二硫化碳在暗室發光(俗稱磷光)熱至 44°



製造黃磷用的電爐

即融解。牠的發火點祇有六十度，所以置於空氣中便和氧氣化合，自然生熱以至發火而生磷酐。



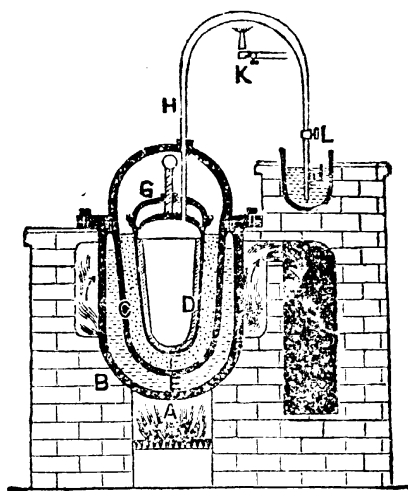
黃磷很毒，性極易燃，故宜常浸於水中以防危險。

(2) 赤磷 斷絕空氣的接觸，把黃磷熱至 250° 左右，便成暗赤色的粉末，叫做赤磷。性質和黃磷大不相同，無毒，不發磷光，在空氣中不能自燃（發火點約 240° ），在二硫化碳中，也不溶解。如斷絕空氣的接觸，熱至 300° ，即變為蒸氣，冷之復成黃磷。

由此可知黃磷和赤磷是同素體。

火柴 火柴是於 1807

年發明的。在那時候，用一木片，塗以融解着的硫磺，而於其尖端附着氯酸鉀和糖的混合粉末；用時觸以濃硫酸少許，因劇烈的分解作用，硫磺和糖便能自己燃燒。後來逐漸改良，纔有磨擦火柴和安全火柴出世。



製造赤磷

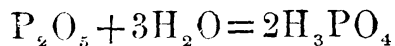
A. 火。 B、C、D. 相重鍋釜。 E. 鉛錫合金。 F. 砂。 D. 置黃磷的磁鍋。 G. 蓋。 H. 鐵管，通釜中空氣至 J 水中逸去。 K. 燈火，用防磷的蒸氣凝縮。 L. 活栓，供啓閉用。

摩擦火柴是用黃磷、二氧化錳等適當混合，塗於火柴梗的尖端使之乾燥，以砂附於匣的側面；用時在砂面摩擦之，便即燃火。

此種火柴，是用黃磷做原料，毒性很烈，且遇熱或磨擦容易發火；故通都大邑，已不復用。

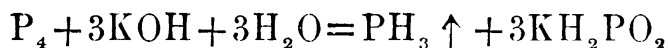
現今的安全火柴，是用赤磷製造的。取硫磺、硫化銻、氯酸鉀等易燃的材料，和以膠水，製成著火劑，附於火柴梗的一端；另用赤磷、硫化銻（或二氧化錳）等和以膠水製成發火劑，塗於火柴匣的側面；火柴梗乾燥後裝入匣內，用時就匣面摩擦，赤磷便因摩擦熱而發火，火柴梗端的著火劑原來是氧化劑，含着充分的養氣，所以立即燃燒。

磷酐 P_2O_5 磷在乾燥的空氣或養氣中燃燒，便生白色的粉末，能吸收濕氣，可作乾燥劑，溶於水，便生磷酸 H_3PO_4 。



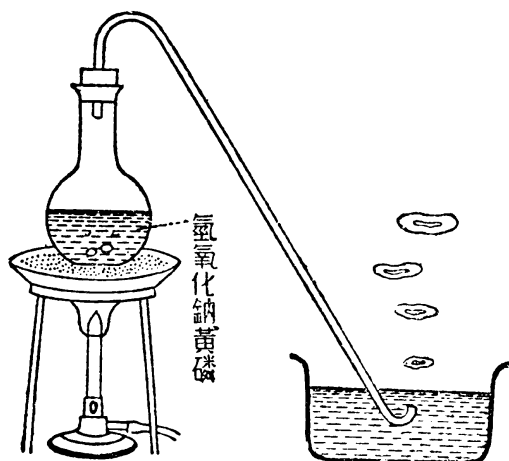
磷和濃硝酸共熱之，也生磷酸；把牠蒸發，成濃厚液放置之，即得磷酸的結晶。

磷化三氫 PH_3 把黃磷小塊置於氫氧化鉀的濃溶液內熱之，則發生磷化三氫。



磷化三氫是無色、惡臭的毒氣，難溶於水，很易燃燒製造此氣時常有液狀自燃性的二磷化四氫 P_2H_4

隨同發生，所以磷化三氫也因而燃燒，成磷酐的烟環。



磷化三氫的製法

製造此氣時，應先用醚或輕氣等物，除盡瓶內空氣，以防炸裂。

實驗一 取黃磷小塊，溶於二硫化碳內，用玻璃棒取其溶液，寫字於紙上，曝於

日光，察其結果怎樣？

實驗二 磷酸根的檢出 (a) 取磷酸鈉溶液 2c.c.，加以硃精水和氯化銨、氯化鎂的混合溶液，察其結果。(b) 先製鉬酸銨溶液 5c.c.，強硃精水 2c.c.，濃硝酸 3c.c. 的混合液，取此液的 $\frac{1}{3}$ 注入磷酸鈉溶液中，徐徐熱之，察其結果。

實驗三 自然界的磷 草木灰、土壤、人尿等物，均含着磷酸，試取其 1c.c. 加濃硝酸 2c.c. 煮沸，再加水 5c.c.，過濾，取其濾液，照上法 (b) 檢查磷酸根的有無。

第二節 肥料

肥料的必要和定義 土地因逐年耕種作物,土中的養分漸漸消耗,土壤變為瘠薄,作物生育就要受影響;所以要使作物常能生育繁茂達到豐收的目的,不能不講求維持地力或增進地力的方法。以這個目的而加到土壤中去物質,叫做肥料。

肥料的主要成分 植物根部固定於土中,牠的莖葉則露出於空氣中,在土壤中及空氣中攝取養分,達到牠生育繁茂的目的。在空氣中攝取的主要養分,是二氧化碳。此二氧化碳雖是構成有機物的最要成分之一,可是普通植物都享受着無限制的供給,所以沒有討論的必要。至於在土壤中攝取的主要養分,除掉水分以外,是氮、磷、鉀、鈣、鎂、硫和鐵的七元素,這都是植物生育上必要而不可缺的。但是鈣、鎂、硫、鐵在土壤中存量豐富,足夠植物的需要,也無須特別加施。至於氮、磷、鉀三成分,作物的需要最大,但是土壤中比較的缺少,不得不另由他方面供給。通例作為肥料的是氮、磷、鉀三成分,所以氮、磷、鉀叫做**肥料的三要素**。

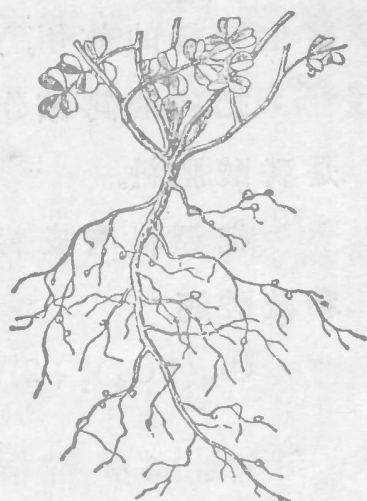
肥料的種類 肥料種類繁多:動物性肥料,有糞尿、骨粉、血乾、動物屍體等;植物性肥料,有豆餅、菜子餅、草木灰等;礦物性肥料,有硫酸銨、智利硝石、過磷酸石灰、氯化鉀、硫酸鉀等。詳細研究另有專書,現在來講礦物性肥料的大概。

(1) **氮素肥料** 空氣中雖存着多量的氮,但是多數的植物不能直接利用,祇有豈科植物,牠的根瘤中有一種

微生物,能吸收氮素變成氮的化合物,所以栽培紫雲英充作肥料,就是根據此理,利用牠來貯蓄氮化合物以供作物營養的。尿中所含的尿素 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, 在土壤中漸次分解而生氨;



所以尿也可作肥料。



紫雲英的根瘤

氮素肥料中如硫酸銨、智利硝石等,因世界需要增加,供不敷求,又因各國感覺到有獨立製造自給自足的必要,所以近年以來氨和硝酸的製造工業都用全力來建設。

(2) 磷酸肥料 磷酸是作物在營養上必要的物質。天然產的磷酸鈣,雖廣布於土中,因為不溶於水,所以植物不能直接吸收;可是磷酸鈣受着水和碳酸的作用,便漸次變為可溶性的酸性鹽(就是第一酸性磷酸鈣 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) 纔能為植物的養分,

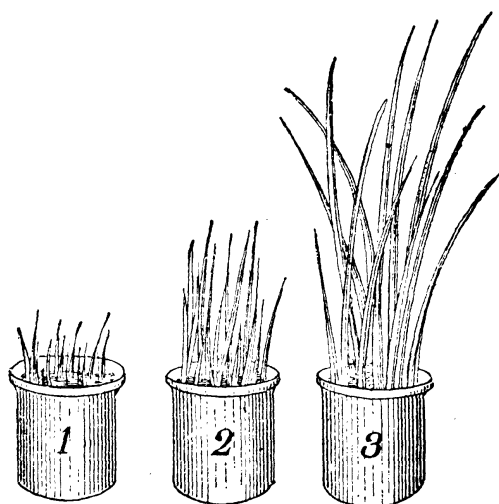
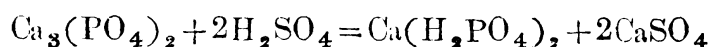


馬鈴薯收穫量和肥料的關係

發生肥料的效用。

把磷酸鈣礦作原料造成酸性鹽,適於植物吸收的,就是磷酸肥料。

把原料磨成粉末,和鉛室硫酸混合時,生酸性磷酸鈣和硫酸鈣。



肥 料 的 效 果

(1)不用肥料的,(2)(3)施用肥料的。

肥料的。

• 以上所講的都是單純肥料,市場上還有天然產的鳥糞和各種的混合肥料。

此兩物混合常結成塊狀再製成粉末的叫做過磷酸石灰,在磷酸肥料中是很重要的。

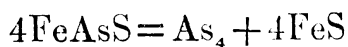
(3) 鉀素肥料 鉀和磷酸一樣,也是植物生育上不可缺少的一種成分,對於綠葉中碳水化物的合成,很有重要的關係。

鉀素肥料是用司丹福礦中鉀瀉利鹽礦為原料,氯化鉀、硫酸鉀、硝石,也可以用作鉀素

第三節 砷和牠的化合物

砷 As_4 砷在自然界中成硫砷鐵礦 FeAsS 、雞冠石 As_2S_2 和雄黃 As_2S_3 等礦物而產出,也有在游離狀態產出的,叫做天然砷。

斷絕空氣接觸,把硫砷鐵礦熱之,則砷變為蒸氣,昇華而成灰色粉末。



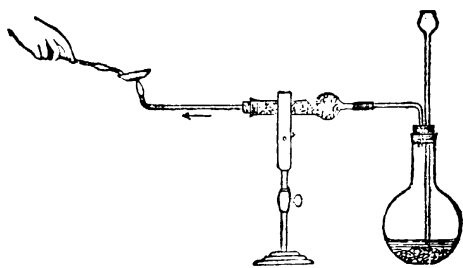
砷是灰白色有金屬光澤的固體,硬而脆,以 0.5% 熔於鉛中可供製造散彈之用。

【註】 散彈的製法 熔化砷和鉛的合金,從高處的小孔滴入水中,自然成球狀的彈丸。

又砷是熱和電的良導體,熱之生大蒜臭的氣體,在空氣中點以火,則生藍色火焰而為亞砷酐。

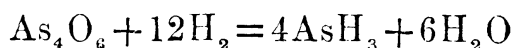
亞砷酐 As_4O_6 。俗稱亞砷酸,又叫白砒,極毒,作殺鼠劑,並作剝製動物用的防腐劑;不溶於水,可溶於鹼性或強酸性的溶液。

【註】 服亞砷酸 0.1 克即足致死,用氫氧化鐵和氫氧化鎂的混合劑可以解毒。



馬 許 氏 試 驗 法

馬許氏試驗法 在鋅和硫酸的輕氣發生器內,加入少量砷化合物的溶液,則砷變成極毒的氣體,叫做砷化三氫 (AsH_3) 而逸出。



點以火,便生藍色的焰;如取白磁皿觸及此焰,即分解而生黑色的砷鏡,此污漬在漂白粉液內極易溶解。用此法,雖是微量的砷,也可以檢驗出來。

問題一 磷酸鈣礦百噸可製磷幾噸?

問題二 磷18.585克,燃燒生磷酐42.584克,試求磷酐的化學式。

問題三 氮素肥料的價值,是和牠化合物中的氮素分量成比例的。今有硫酸銨、智利硝石各一尅,試比較牠的價值。

第九章 溶液

第一節 溶解度 溶液的冰點和沸點

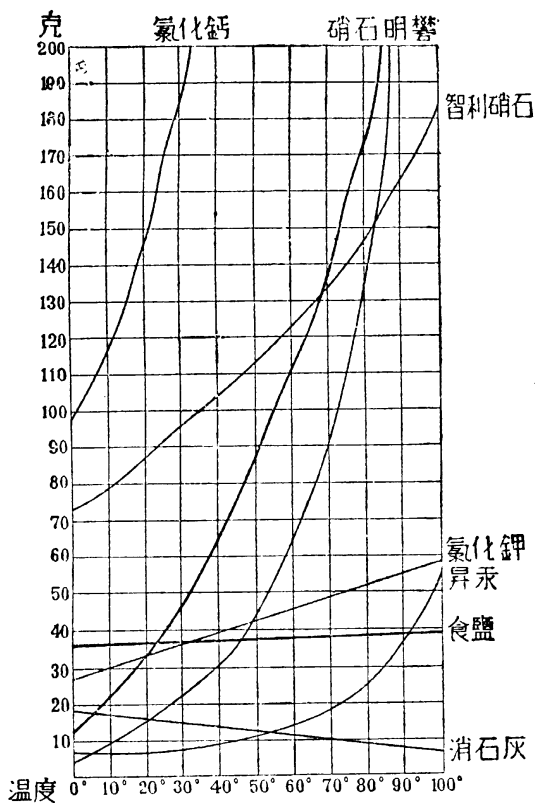
溶解度 把食鹽投入一定量的水中而攪拌之，則食鹽即溶解而成溶液；如食鹽分量逐漸增加，溶液便漸成濃厚，終至不能再溶而留於容器。

凡溶液在一定溫度時，溶於一定量溶媒中溶質的分量是有限制的，達到此界限的溶液，叫做**飽和溶液**。溶質在溶媒100分中能溶解的量，叫做**溶解度**。

例如 0° 的水100克中溶解食鹽36克而成飽和溶液，故 0° 時食鹽的溶解度是36。

固體的溶解度，普通是因溫度上昇而增加的；牠的關係，可用曲線來表示。這種曲線，叫

做**溶解度曲線**。例如溫度上昇，食鹽的溶解度雖增加



溶解度曲線

不多;但是硝石(硝酸鉀)溶解度的增加很是顯著。

較高溫度的飽和水溶液,如冷卻之,溶媒中能溶解的溶質,便要減少,溶質因而析出。此時溶質有和水結合而成結晶的,這叫做結晶水。如除去此結晶水,就要改變形態,如硫酸鈉 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 、硫酸銅 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$,都是例子。

濃度 構成溶液的溶媒和溶質,常用濃度來表示牠相互量的關係,通常使用的單位有三種:

(1) **克分子標準液** 溶液一升中所含溶質的量,用牠的克分子數表示濃度的,叫做克分子標準液;例如:稀硫酸一升,含純硫酸一克分子量(即98克)時,叫做硫酸一克分子溶液。

(2) **規定液** 溶液一升中所含溶質的量,用牠的克當量數為單位來表示濃度的,叫做規定液;例如:硫酸一克分子等於二克當量,所以溶液一升中含98克的叫做二規定液,49克的叫做一規定液。

(3) **百分率** 溶液100克中所含溶質的量,用克數來表示濃度的,叫做百分率;例如:3%的食鹽水溶液,是水100克中溶有食鹽3克的溶液。

溶液的冰點和沸點 一種液體的冰點和沸點,原來

是一定的;如有其他物質溶解在內,便有些不同。

例如蔗糖的水溶液熱至100度不起沸騰,冷至零度也不結冰。凡液體中溶解着其他物質,牠的冰點必降低,沸點必上昇;若溶液的濃度不十分大,牠的沸點上昇和冰點降下,是和溶媒一定量中所含溶質的克分子數成正比例,而和溶質的種類是沒有關係的。溶媒1000克中含着一克分子溶質的冰點下降和沸點上昇,從稀薄溶液推算出來,如下表:

溶 媒	冰 點 下 降	沸 點 上 昇
水	1.85	0.52
醋 酸	3.86	2.53
蒽 醌	5.00	2.67
醚	—	2.11

分子量的測定 利用前述的溶液性質可以測定溶質的分子量。

今以分子量 M 的物質 g 克(即 $\frac{g}{M}$ 克分子)溶於水1000克中,牠的冰點下降(或沸點上昇)得 t° ,則

$$1 : \frac{g}{M} = 1.85 : t$$

由此式可求得未知數 M 。

例 水25克溶解蔗糖0.86克,牠的冰點下降得 0.189°

試求蔗糖的分子量。

水 25 克中溶解蔗糖 0.86 克, 水 1000 克中應有蔗糖

$$0.86 \times \frac{1000}{25} = 34.4 \text{ 克.}$$

牠的分子量 M , 由下式得

$$1 : \frac{34.4}{M} = 1.85 : 0.189, \quad M = 337.$$

蔗糖的實驗式 $C_{12}H_{22}O_{11}$ ($=342$),

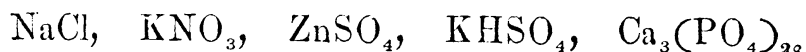
337 是很相近的數, 所以 342 認為蔗糖的分子量, 上式就是分子式。

問題一 根據溶解度曲線求硝酸鉀在 20° 、 40° 、 80° 時的溶解度。

問題二 水 100 克, 溶解着葡萄糖 0.356 克, 水的冰點降下 0.0363° , 試求葡萄糖的分子量。

第二節 酸 鹼 鹽

酸和鹼 化合物中的酸已經學習過的, 有鹽酸 HCl 、硝酸 HNO_3 、硫酸 H_2SO_4 、亞硫酸 H_2SO_3 、碳酸 H_2CO_3 、磷酸 H_3PO_4 等, 牠的水溶液, 都有酸味, 呈酸性反應。此等化合物都含着氫原子, 牠的一部或全部能和金屬元素置換而生化合物, 例如:



這樣具有酸性反應, 並含着氫原子可以置換金

屬元素的化合物,總稱為酸。

水溶液中呈鹼性反應的各種化合物,已經學習過的,有氫氧化銨 NH_4OH 、氫氧化鈉 NaOH 等。此等化合物有 OH 原子團,都是金屬的氫氧化物。

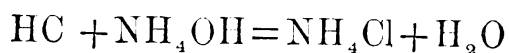
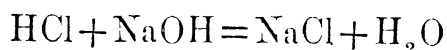
此溶液和酸的溶液混合時,牠的金屬元素便和酸的氫原子置換;此種化合物,統稱為鹽基。

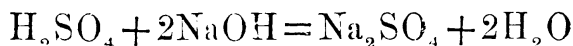
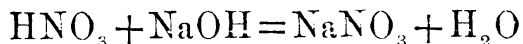
鹽 礆精水中加入石蕊溶液數滴,同時攪拌,加鹽酸數滴,則由藍色變至赤色。如用氫氧化鈉代礆精水,也發現同樣的結果。

凡鹼性反應的物質和酸性反應的物質適當混合時,兩者互相反應,可以不呈酸性,也不呈鹼性,這叫做**中和**。此時的溶液,叫做具有**中性**。

如石蕊這樣的物質可以用來察看中和程度的,叫做**指示藥**。甲烷橙、非諾塔林等藥品,都常用作指示藥。甲烷橙在酸性溶液是赤色,在鹼性溶液黃色;非諾塔林在酸性溶液無色,鹼性溶液紫赤色。

酸性溶液和鹼性溶液相混合中和時的化學變化,可用方程式表示如次:





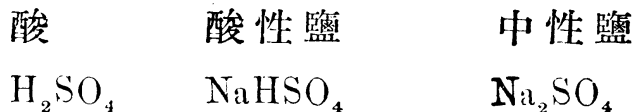
由此等方程式,可知中和時,酸的氫原子置換鹽基的金屬原子而和OH化合生水。這樣,酸的氫原子和金屬原子置換的化合物叫做鹽。

酸中的氫原子可以置換金屬元素的,在數目上並不是一樣,有一個氫原子的叫做一鹽基酸,如 HCl ; 有兩個的叫做二鹽基酸,如 H_2SO_4 ; 三個的叫做三鹽基酸如 H_3PO_4 。

此一、二、三等的區別,叫做酸的鹽基度。二鹽基酸以上的酸,叫做多鹽基酸。

鹽基也是一樣,由牠的氫氧基數,可分作一酸鹽基(NaOH)、二酸鹽基($\text{Ca}(\text{OH})_2$)等。此等區別,叫做酸度。酸度在二以上的,叫做多酸鹽基。

酸的氫原子全部被金屬置換而成的鹽叫做正鹽,或稱中性鹽;一部置換而成的叫做酸性鹽。例如:



又鹽類之中,如含着氫氧根的,叫做鹽基性鹽。例如:

鹽基

鹽基性鹽

中性鹽



基 各種反應中,常有數個原子結合成原子團,從一分子轉移到他分子。這樣的原子團,叫做**基**,如硫酸的 SO_4 ,硝酸的 NO_3 ,鹽基的 OH ,氯化銨的 NH_4 等都是。

基也有原子價,例如 OH 、 NH_4 、 NO_3 等是一價, SO_4 是二價。

當量 中和一鹽基酸的一分子量,需要一酸鹽基的一分子量;如用二酸鹽基,祇要 $\frac{1}{2}$ 分子量便足。

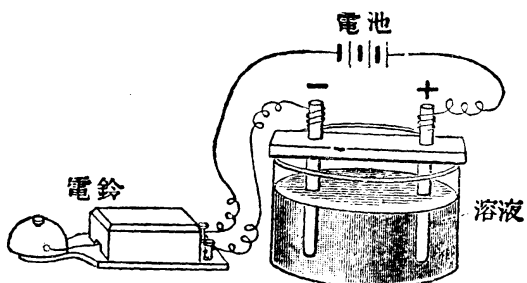
又一酸鹽基的一分子量,用二鹽基酸的 $\frac{1}{2}$ 分子量來中和,也恰是相當;所以一鹽基酸的一分子量和二酸鹽基的 $\frac{1}{2}$ 分子量,或一酸鹽基的一分子量和二鹽基酸的 $\frac{1}{2}$ 分子量,叫做互爲**當量**。由此等關係推想起來,氯化鈉,硝酸鈉的一分子量,和硫酸鉀,硫酸鋅的 $\frac{1}{2}$ 分子量,也都是當量。化學變化,通常是於當量間發生的。

第三節 電離

電解質和電離說 電流不能通過砂糖水溶液,而在氯化氫水溶液內却很易通過,同時由陽極發生綠氣,陰極發生輕氣。這樣,用電流可以分解的物質,叫

做電解質,像酸、鹼、鹽這一類都是電解質;砂糖、澱粉等是非電解質。

電解質的性質,可據電離說來說明。



電解質水溶液能傳導電流的試驗

據電離說,凡電解質溶於水,牠的一部分立即分為帶陽電或帶陰電的原子或原子團;此種現象,叫做電離。簡單的說,水溶液中的電解質是恰在平衡狀態。如氯化氫的溶液,用方程式來表示是 $\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ 。

水溶液中生帶陽電的氫和帶陰電的氯,恰在中和的狀態,所以溶液外不顯出電氣的性質。

此帶電的部分叫做離子,帶着陽電的叫做陽離子,帶着陰電的叫做陰離子。電離是電解質變為離子的現象,故又稱離子化,常用(·)和(,)的記號來表示離子,用牠的個數來表示原子價。

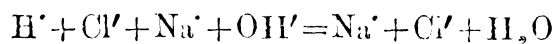
電解質	陽離子	陰離子	
$\text{HCl} \rightleftharpoons$	$\text{H}^\bullet$	$+$	Cl'
$\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons$	$2\text{H}^\bullet$	$+$	SO_4''
$\text{NaOH} \rightleftharpoons$	$\text{Na}^\bullet$	$+$	OH'
$\text{NaCl} \rightleftharpoons$	$\text{Na}^\bullet$	$+$	Cl'
			$\left. \begin{array}{l} \text{酸} \\ \text{鹽基} \end{array} \right\}$ 鹽

氯有特臭,並有漂白作用,可是氯離子全沒有這種性質。

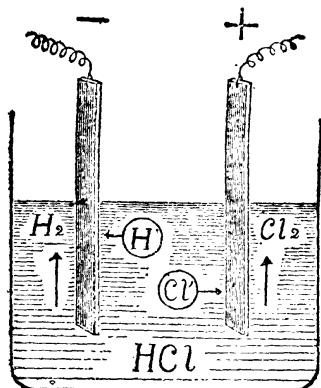
酸和鹽基的強弱 鹽溶於水大部分能起電離,但是酸和鹽基並不一定能電離的;如鹽酸和氫氧化鈉大部分電離而生氫離子醋酸、硼精水的電離現象却是極弱。

這樣在水溶液中大部分能起電離的叫做**強電解質**;稍微電離的叫做**弱電解質**。

離子反應 電解質在水溶液中起電離,所以水溶液間引起的反應就是各離子間的反應。酸的水溶液所以能起酸性反應,是因有 H^+ ,鹽基水溶液能起鹼性反應,是因有 OH^- ,故鹽酸和氫氧化鈉中和的反應是:



即氯離子和鈉離子在反應前後並無增減,僅由酸的氫離子和鹼的氫氧離子化合生水而失去酸和鹼的性質,所以中和作用可表示如次:



鹽酸的電解

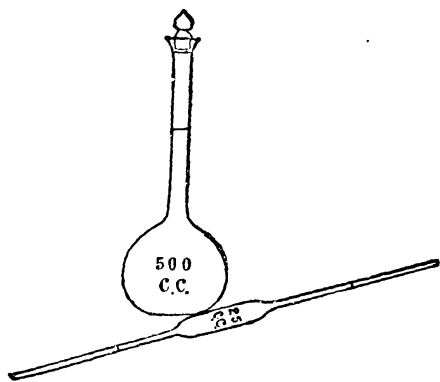
電解和電離說 通電流於氯

化氫水溶液中,則氯離子向陽極,氫離子向陰極,各向異性的電極移動,於是失去電氣,而為單體,從陽極發生綠氣,從

陰極發生輕氣。

此並不限於氯化氫,其他物質的電解,都可用電離說簡單說明牠的離子反應。

酸鹼定量 酸和鹼中和時,有一定的比例,如一方面有既知量的鹼或酸的溶液,就可以用來測定其他的酸或鹼的濃度,這叫**酸定量**和**鹼定量**。



量瓶和量管

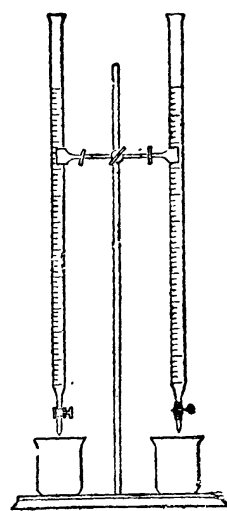
濃度既知的溶液,普通是用規定液。今以酸(或鹼)的一定量,置於燒杯中,入適當指示藥。

次由滴管滴下既知濃度的鹼(或酸)的溶液,求其達中和時,所需的容積。

設酸(或鹼)的濃度爲 x 規定液,牠的容積是 V c.c., 滴管內的鹼(或酸)的濃度爲 n 規定液,牠的容積作爲 v c.c., 則

$$V : v = n : x,$$

$$x = \frac{v n}{V}$$



滴管

這樣,由容積關係以求濃度,更由濃度算出物質的分量,叫做容量分析法。

此法不祇限於中和,其他化學反應也可用來做容量分析。

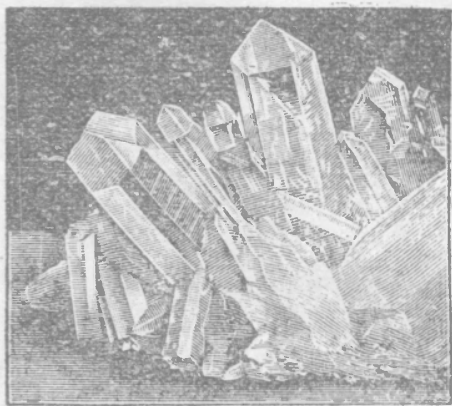
問題 未知濃度的氫氧化鈉溶液 100 c.c., 用濃度 1 克分子的硫酸溶液中和之, 需要 45 c.c., 試求氫氧化鈉液的濃度和牠的含量。

第十章 矽、硼和牠的化合物

第一節 矽的化合物 硼酸 硼砂

矽和碳 矽和碳都是四價元素,碳的化合物是動植物的主要成分,矽的化合物是岩石、土壤中的主要成分。矽雖不游離存在,但在礦物界的地位,恰和碳在生物界一樣重要的。

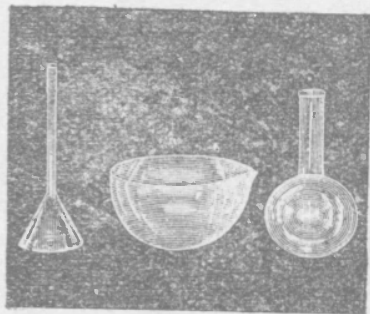
矽酐 SiO_2 普通稱為二氧化矽,是製造玻璃的



水晶

重要原料。天然產出的就是石英,純粹的是無色透明的結晶,叫做水晶;如煙水晶、紫水晶等,都因有夾雜物,所以帶着各種顏色。又瑪瑙、燧石、蛋白石,也都由二氧化矽構成的。

不純的二氧化矽便是砂。



水晶製的器具

石英,在電氣爐中,或用氫氧焰強熱熔化之,可以製造坩堝、試驗管等器具。這就是石英玻璃,膨脹率極小,所以遇着溫度的劇烈變化不會破裂,又不易受化學藥

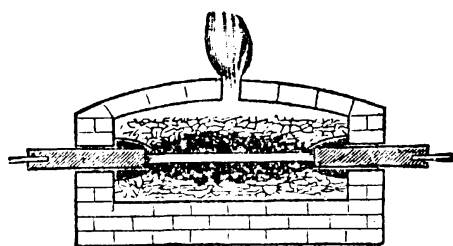
品的腐蝕,常作白金器具的代用品。

矽酸 矽酐雖不和水直接作用,但是 H_2SiO_3 或 $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 H_4SiO_4 或 $\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 等的化合物是存在的,叫做**矽酸**;礦物中多含着矽酸鹽。

石英和鹼類(碳酸鈉)相混熔和之,則成玻璃狀的固體,稱為**矽酸鈉** Na_2SiO_3 。此物和水熱之,便成飴狀的液體,稱為**水玻璃**,用作劣等肥皂的填充劑,又塗於器具表面使有耐火性。

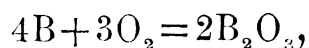
碳化矽 SiC 用矽和焦煤的混合物置於電氣爐中強熱製之,普通稱為**金剛矽**,是黑紫色的固體。硬度9.5,其堅實略次於金剛石,所以常供研磨之用。

硼 B 硼於1808年為大衛 (Davy) 氏所發見,為黑褐色的固體,比重2.5。

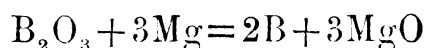


碳化矽的製造

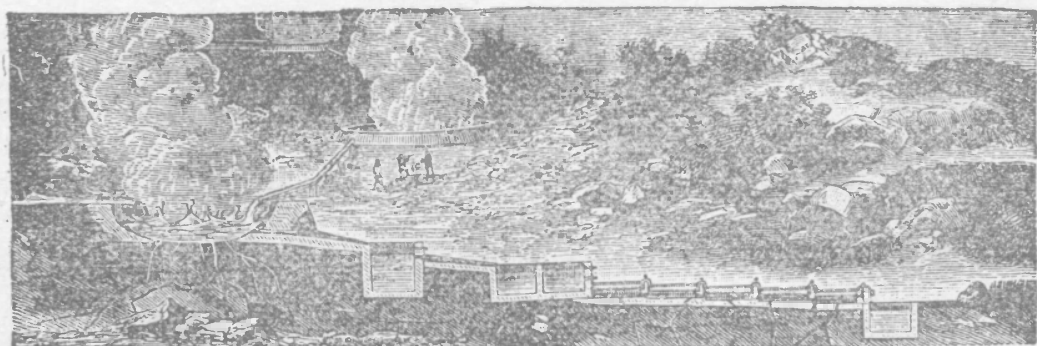
強熱硼於空氣中,則氧化而生**硼酐**。



硼酐和鎂粉或鋁粉共熱之復可得硼。



硼酸 H_3BO_3 火山地方,如意大利的脫斯康涅等



從地下噴出的水蒸氣中採取硼酸的設備

處從地下噴出的水蒸氣中,有少量存在,作白色板狀的結晶,能溶於水。牠的溶液有微弱的酸性反應,具消毒防腐的功效,用作醫藥。食料的貯藏也常用着牠。

硼砂 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 產於乾燥的地方如西藏等處。又硼酸溶液中加碳酸鈉熱之,也得此物。是無色結晶,強熱之先失去結晶水而後熔化成無色透明的玻璃狀物,能溶解各種金屬氧化物,顯出各金屬特有的顏色,稱為**硼砂球反應**,常利用之以鑑別金屬。

第二節 玻璃工業

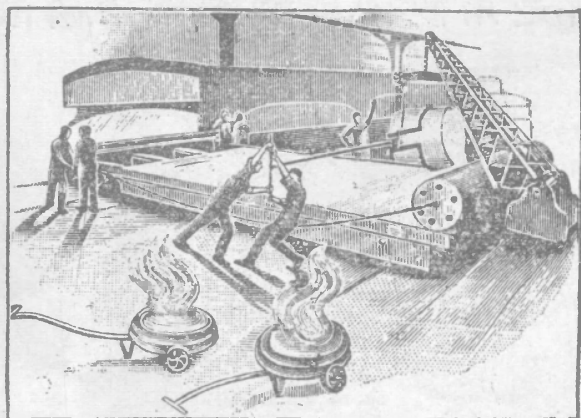
玻璃 玻璃是用石英、碳酸鈉和石灰石等材料適當熔和製成的。是透明的固體,不受水、空氣和普通藥品的侵蝕,用途很廣。但是牠的成分,是隨着使用目的略有不同;今就普通玻璃的成分、性質,分別略記如下表:

種類		主成分	性質	用途
石灰玻璃	鈉玻璃	矽酸鈣 矽酸鈉	比較的容易熔化，又易受藥品的侵蝕。	窗玻璃、瓶、碟等日用器具
	鉀玻璃	矽酸鈣 矽酸鉀	比較的難熔化，又不易受藥品的侵蝕。	科學儀器
鉛玻璃	鉛玻璃	矽酸鉛 矽酸鉀	最易熔化，光線屈折力很強，研磨之可得良好的品質。	裝飾品 光學器械

硬質玻璃是用二氧化矽作原料的大部分製成的，在玻璃中最難熔化。

玻璃無一定融點，熱之漸成柔軟而為飴狀，可以吹入一定模型，製造各種器具。

板玻璃等是用器械的力量先把玻璃吹成圓筒，再由圓筒製成玻璃板，切成一定尺寸，裝箱輸送各地。

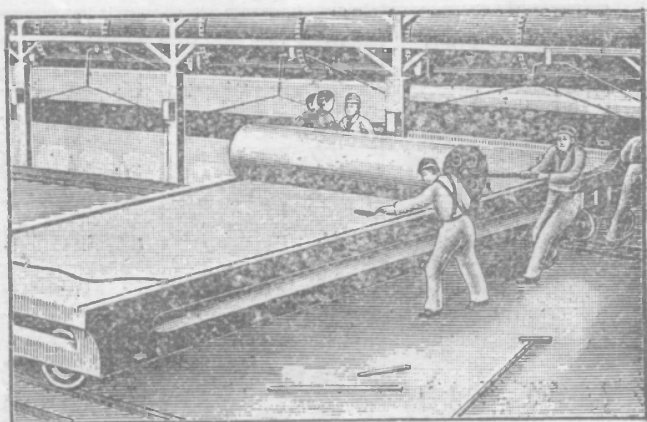


板玻璃製法之一

玻璃的着色 純粹玻璃無色透明；若加入金屬氧化物，即可隨意着色，如原料中加氧化鈷可得藍色，加氧化銅可得赤色，加氧化錳可得紫色。又電燈所用

乳色的白磁罩是於原料中加長石、氧化錫、磷酸鈣或骨粉製成的。

普通的瓶作深綠色，是因含着第一鐵鹽；又如啤酒瓶，帶着黃褐色，是因含着第二鐵鹽的緣故。



板玻璃製法之二

琺瑯 鉛玻璃中，加入氧化錫、亞砷酸鉛等材料熔和之，即成不透明的物，叫做琺瑯；加入各種金屬以着色，可製裝飾用品。

鐵器表面，塗以琺瑯，製成的日用器具，稱為搪瓷器。但是飲食物用的器具，不宜用含鉛質的琺瑯，搪瓷的水壺、鍋鏟等物的表面，是用矽砂、碳酸鈉、硼砂、磷酸鈣等物作原料製成的。

中西名詞對照表

(依照所見之先後順次排列)

	頁數		頁數
物體 Body	1	沈澱 Precipitation	13
物質 Substance	1	過濾 Filtration	13
物理變化 Physical change	1	蒸溜 Distillation	13
化學變化 Chemical change	1	蒸溜水 Distilled water	14
反應 Reaction	2	結晶法 Crystallization process	14
現象 Phenomenon	2	氫 Hydrogen	15
自然現象 Natural phenomenon	2	電氣分解 Electrolysis	16
自然科學 Natural science	2	二氧化氫 Hydrogen peroxide	17
化學 Chemistry	2	紅色石蕊試驗紙 Red litmus paper	19
空氣 Air	3	鹼性反應 Alkaline reaction	19
呼吸作用 Respiration	3	置換 Substitution	19
燃燒 Combustion	4	還原 Reduction	20
氧 Oxygen	4	還原劑 Reducing agent	20
氮 Nitrogen	4	氨 Ammonia	21
組成 Composition	5	硬化油 Solidified oil	21
氦 Helium	5	質量不變的定律 Law of constancy	
氖 Neon	5	of mass	12
氙 Krypton	5	蓋留撒克氏氣體反應的定律 Gay-	
氡 Xenon	5	Lussac's law of gas reaction or	
液體空氣 Liquid air	6	Gay-Lussac's law of combining	
大衛氏瓶 Davy's bottle	6	valume	22
氬 Argon	7	絕對溫度 Absolute temperature	22
氫氧燄 Oxyhydrogen flame	8	標準狀態 Normal condition	22
電石氣燄 Oxyacetylene flame	8	均一性 Homogeneous	23
化合 Combination	9	混合物 Mixture	23
化合物 Compound	9	元素 Elements	23
氧化 Oxidation	9	化合物 Compounds	23
氧化物 Oxide	9	金屬元素 Metals	24
分解 Decomposition	9	非金屬元素 Non-metals	24
接觸劑 Catalyser	10	食鹽 Salt	26
接觸作用 Catalytic action	10	岩鹽 Rock salt	26
臭氧 Ozone	10	司丹福鹽 Stassfurt salt beds	26
水 Vater	12	潮解 Deliquescence	27
水溶液 Solution	12	氯 Chlorine	28
溶媒 Solvent	12	氯化氫 Hydrogen chloride	28
溶質 Solute	12	鹽酸 Hydrochloric acid	29

酸性反應 Acid reaction	29	化學式 Chemical formula	44
酸 Acid	29	百分組成 Percentage	45
鹽 Salts	29	實驗式 Empirical formula	45
氯化鈉 Sodium chloride	29	分子式 Molecular formula	45
定比例的定律 Law of definite proportion	31	構造式 Constitutional formula	46
倍比例的定律 Law of multiple proportion	32	化學方程式 Chemical equation	47
綠氣水 Chlorine water	33	硫磺 Sulphur	51
爆鳴氣 Detonating gas	33	硫磺華 Flower of Sulphur	51
氯化物 Chloride	33	菱形硫磺 Rhombic sulphur	52
初發機狀態 Nascent state	54	單斜硫磺 Monoclinic sulphur	52
初發機的氧 Nascent oxygen	34	針狀硫磺 Prismatic sulphur	52
漂白粉 Bleaching powder	34	彈性硫磺 Elastic sulphur	52
溴 Bromine	35	二氧化硫 Sulphur dioxide	52
碘 Iodine	35	亞硫酸 Sulphurous acid	53
海藻灰 Kelp	35	亞硫酸酐 Sulphurous anhydride	53
昇華 Sublimation	36	硫酸 Sulphuric acid	54
碘酒 Tincture of iodine	36	硫酸酐 Sulphur trioxide or Sulphuric anhydride	55
氟 Fluorine	36	格拉市塔 Glover's tower	56
莫愛桑 Moissan	36	蓋留撒克塔 Gay-Lussac's tower	56
造鹽素 Halogens	57	硫化二氫 Hydrogen Sulphide	58
假說 Hypothesis	37	二硫化碳 Carbon disulphide	59
學說 Theory	37	硫銅礦 Chalcocite	59
分子 Molecule	38	黃銅礦 Chalcopyrite	59
原子 Atom	38	輝銀礦 Argentite	59
阿伏迦特羅氏假說 Avogadro's hypothesis	40	淡紅銀礦 Proustite	59
核子 Nucleus	41	黃鐵礦 Pyrite	59
電子 Electron	41	方鉛礦 Galena	60
分子量 Molecular weight	41	辰砂 Rhombohedral cinnabar	60
原子量 Atomic weight	41	氧化氮 Nitric oxide	61
克分子 Gram-molecule	24	二氧化氮 Nitrogen peroxide	61
莫爾 Mol	24	硝酸 Nitric acid	61
當量 Equivalent	43	可逆反應 Reversible reaction	62
一價元素 Monovalent element	43	解離 Dissociation	62
二價元素 Divalent element	43	智利硝石 Chili saltpeter	62
原子價 Valence	43	發煙硝酸 Fuming nitric acid	63
元素的記號 Symbol of element	44	王水 Aqua regia	63
		硝基化合物 Nitro-compounds	63
		硝石 Nitre or saltpeter	64

液精水 Ammoniacal liquor	65	重油 Heavy oil	72
氫氧化銨 Ammonium hydroxide...	65	機械油 Lubricating oil	78
銨 Ammonium	65	凡士林 Vaseline	78
氮的固定 Fixation of nitrogen	66	石蠟 Paraffin	78
直接氧化法 Direct oxidation	66	瀝青 Pitch	78
諾威硝石 Norway saltpetre	67	碳酸氣 Carbanic acid gas or Car-	
石灰氮素法 Cyanamide process	67	bon dioxide	78
碳化鈣 Calcium carbide.....	67	亨利定律 Henry's law	78
過熱水蒸氣 Superheated steam	67	消火器 Fire extinguisher.....	79
氮的合成法 Synthetic ammoniac		碳酸鹽 Carbonate	80
process or Harber's process	68	碳酸鈣 Calcium carbonate	80
哈勃氏 Harber	68	碳酸鈉 Sodium carbonate	81
克羅特氏法 Claude's process	68	風解 Efflorescence	82
硫酸銨 Ammonium sulphate	68	一氧化碳 Carbon monoxide or	
碳 Carbon	70	Carbonic oxide	83
木炭 Charcoal	70	水氣 Water gas	84
油煙 Lamp black	72	燄 Flame	85
煤 Coal	72	燄心 Center of flame	85
焦煤 Coke	73	內燄 Inner flame	85
獸炭 Animals charcoal	73	還元燄 Reducing flame.....	86
金剛石 Diamond	73	外燄 Outer flame	86
石墨 Graphite	74	氧化燄 Oxidizing flame.....	86
黑鉛 Black lead	74	本生燈 Bunsen burner	86
無定形碳 Amorphous carbon	74	安全燈 Safety lamp	86
結晶碳 Crystal carbon	74	發火點 Ignition point	87
同素體 Allotrope	75	磷 Phosphorous	88
有機物 Organic matter	75	黃磷 Yellow phosphorous	88
無機物 Inorganic matter	75	磷酐 Phosphoric anhydride	89
煤氣 Coal gas	75	赤磷 Red phosphorous	89
乾溜 Destructive or Dry distilla-		火柴 Matches	89
tion	75	摩擦火柴 Friction match	90
石油 Petroleum	76	安全火柴 Safety match	90
礦油 Mineral oil	76	磷酸 Phosphoric acid	90
分別蒸溜法 Fractional distillation	77	磷化三氧 Phosphine	90
揮發油 Naphtha or Volatile oil.....	77	肥料 Fertilizer	92
石油醚 Petroleum ether	77	氮素肥料 Nitrogenous fertilizer ..	92
汽油 Gasoline	77	磷酸肥料 Phosphoric fertilizer	93
燈油 Kerosene or Light oil	77	過磷酸石灰 Superphosphate of lime	93
引火點 Flashing point.....	77	鉀素肥料 Potash fertilizer	94

鉀滷利鹽鑛 Kainite	94	基 Radical	103
砷 Arsenic	95	當量 Equivalent	103
硫砷鐵鑛 Arsenopyrite	95	電解質 Electrolyte	104
雞冠石 Realgar	95	非電解質 Non-electrolyte	104
雄黃 Orpiment	95	電離說 Theory of electrolytic dis-	
天然砷 Native arsenic	95	sociation	104
亞砷酐 Arsenious anhydride	95	離子 Ion	104
馬許氏試驗法 Marsh's test	96	陽離子 Cation	104
砷化三氫 Arsine or Hydrogen		陰離子 Anion	104
Arsenide	97	離子化 Ionization	104
飽和溶液 Saturated solution	97	強電解質 Strong electrolyte	105
溶解度 Solubility	97	弱電解質 Weak electrolyte	105
溶解度曲線 Solubility curve	97	離子反應 Ionic reaction	105
結晶水 Water of crystallization ..	98	酸定量 Acidimetry	106
濃度 Concentration	98	鹼定量 Alkalimetry	106
克分子標準液 Mol	98	量瓶 Volumetric flask	106
規定液 Normal solution	98	量管 Pipettes	106
百分率 Percent	98	滴管 Burettes	106
酸 Acids	101	容量分析法 Volumetric analysis ..	107
氫氧化物 Hydroxide	101	矽 Silicon	108
鹽基 Bases	101	矽酐 Silicic anhydride	108
中和 Neutralization	101	二氧化矽 Silicon dioxide	108
中性 Neutral	101	石英 Quartz	108
指示藥 Indicator	101	水晶 Rock crystal	108
甲烴橙 Methyl orange	101	石英玻璃 Quartz glass	108
非諾格林 Phenolphthalein	101	矽酸 Silicic acid	109
鹽 Salt	102	水玻璃 Water glass	109
一鹽基酸 Monobasic acid	102	金剛砂 Carborundum	109
二鹽基酸 Dibasic acid	102	硼 Boron	109
三鹽基酸 Tribasic acid	102	硼酐 Boric anhydride	109
鹽基度 Basicity	102	硼酸 Boric acid	109
多鹽基酸 Polybasic acid	102	脫斯康涅 T. scany	109
一酸鹽基 Monoacidic base	102	硼砂 Borax	110
二酸鹽基 Diacidic base	102	硼砂球反應 Borax bead reaction ..	110
酸度 Acidity	102	玻璃 Glass	110
多酸鹽基 Polyacidic base	102	硬質玻璃 Hard glass or Bohe-	
正鹽 Normal salt	102	mian glass	111
中性鹽 Neutral salt	102	Enamel	111
酸性鹽 Acid salt	102		

(上冊完)





輔導

化學實驗法

蔡松筠編
一冊八角



化學實驗書多矣，求其適合初學之自動者則少。編者有鑒於此，特著是書，本其多年之經驗，就方法、手續、器具、藥品等，一一詳細說明，丁寧懇切，並及其可供參攷之事項，俾學者知所應用，以解決日常種種問題。手此一編，可保證：（一）方法周至，（二）手續井然，（三）不致損傷器具，（四）不致浪費藥品，（五）不致發生危險，（六）不致半途失敗，（七）可得圓滿結果，（八）增進研究興味。

★ 中華書局發行 ★

理 化 詞 典

精 裝 一 冊 一 元 八 角

陳英才 符鼎升 楊立奎
陳映璜 彭世芳 王烈奎 編

本書凡理化上名詞、術語、計算法、實驗式、原子價、分子量等之測定法，均示以實例，附以圖表，並有英文名稱譯名，極便檢查。

中 華 書 局 出 版

中華百科辭典

精裝一冊
八元

舒新城等編

中國教育辭典

精裝一冊
七元

余家菊等編

中外地名詞典

精裝一冊
二元五角

丁曾盒葛綏成編

數學詞典

精裝一冊
三元

倪德其鄒祿琦編

博物詞典

精裝一冊
三元

王烈彭世芳陳映璜編

民國二十三年
民國二十三年

月發行
月初版

新課程標準適用

初中化學(全二冊)

◎上冊定價銀六角

編者

蔣拱辰

校者

華襄治
華汝成

發行者

中華書局有限公司
代表人陸費逵

印刷者

上海靜安寺路
中華書局印刷所

總發行所

上海棋盤街
中華書局總店

分發行所

各埠中華書局

有 不
著 准
作 翻
權 印

標商冊註

