

新課程標準世界中學教本

初級中學學生用

錢 氏

初中化學

上 册

錢夢涓編著 陳之霖校訂

世界書局印行

萬國原子量表 (1933年)

元 素	符號	序數	原子量	元 素	符號	序數	原子量		
鋁	Aluminum	Al	13	26.97	鉬	Molybdenum	Mo	42	96.0
銻	Antimony	Sb	51	121.76	釷	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
鎵	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	鈳	Palladium	Pd	46	106.7
溴	Bromine	Br	35	79.916	磷	Phosphorus	P	15	31.021
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	Praseody-			
鈦	Cerium	Ce	53	140.13	鎳	mium	Pr	59	140.92
銫	Cæsius	Cs	55	132.81	鐳	Radium	Ra	88	225.97
氯	Chlorine	Cl	17	35.457	釷	Radon	Rn	86	222.00
鉻	Chromium	Cr	24	52.01	錒	Rhenium	Re	75	186.31
鈷	Cobalt	Co	27	58.94	銩	Rhodium	Rh	45	102.91
鈷	Columbium	Cb	41	93.3	銻	Rubidium	Rb	37	85.44
銅	Copper	Cu	29	63.57	鈳	Ruthenium	Ru	44	101.7
鐳	Dysprosium	Dy	66	162.46	釷	Samarium	Sm	62	150.43
鐳	Erbium	Er	68	167.64	銻	Scandium	Sc	21	45.10
銻	Europium	Eu	63	152.0	硒	Selenium	Se	34	79.2
氟	Fluorine	F	9	19.00	矽	Silicon	Si	14	28.06
釷	Gadolinium	Gd	64	157.3	銀	Silver	Ag	47	107.88
鋁	Gallium	Ga	31	69.72	鈉	Sodium	Na	11	22.997
錳	Germanium	Ge	32	72.60	銻	Strontium	Sr	38	87.63
金	Gold	Au	79	197.2	硫	Sulfur	S	16	32.06
鈷	Hafnium	Hf	72	178.6	鉭	Tantalum	Ta	73	181.4
氦	Helium	He	2	4.002	碲	Tellurium	Te	52	127.5
鉬	Holmium	Ho	67	163.5	鐳	Terbium	Tb	65	159.2
氫	Hydrogen	H	1	1.0078	鉍	Thallium	Tl	81	204.39
銻	Indium	In	49	114.8	鈷	Thorium	Th	90	232.13
碘	Iodine	I	53	126.92	鈳	Thulium	Tm	69	169.4
銥	Iridium	Ir	77	193.1	錫	Tin	Sn	50	118.70
鐵	Iron	Fe	26	55.84	鈦	Titanium	Ti	22	47.9
氬	Krypton	Kr	36	83.7	鎢	Tungsten	W	74	184.0
鐳	Lanthanum	La	57	138.92	鈾	Uranium	U	92	238.14
鉛	Lead	Pb	82	207.22	鈳	Vanadium	V	23	50.95
鋰	Lithium	Li	3	6.940	氙	Xenon	Xe	54	131.3
銻	Lutecium	Lu	71	175.0	釷	Ytterbium	Yb	70	173.5
鎂	Magnesium	Mg	12	24.32	釷	Yttrium	Y	39	88.92
錳	Manganese	Mn	25	54.93	鋅	Zinc	Zn	30	65.38
汞	Mercury	Hg	80	200.61	銻	Zirconium	Zr	40	91.22

MG
G634.8
3



3 1770 2430 8

編輯大意

1. 本書遵照最近教育部新頒的初中化學課程標準,再本編者平日的教學經驗編輯,選擇適當材料,嚴密排列,務使適合初中學生的年齡和程度;得到生活上必要的知識技能,並研究化學的正確觀念和態度。

2. 本書採用材料,均和日常生活有密切關係;關於衣食住的:如衣料的識別,食量的標準,居處的環境,詳加說明;關於日用的:如肥皂,火柴,墨水等的製造,指示實驗方法;使學生確認化學為日常生活必要的學科,從應用而研究到學理,引起研究的興味,培養科學的基礎。

3. 本書注重發見的教學法,討論一種事項,如某物質的製造和性質,先用發問式標題,引起學生研究的動機,然後指導其實驗,隨時加以問答,促進學生的觀

65024

察和思考;從實驗的結果,歸納到原理原則,使學生不但可以充分瞭解尋常習見的事物和現象,並熟習研究事物的方法,備養成自力研究的習慣。

4. 本書注重實驗,凡物質的製法和性質,平常容易實驗的另列專項,指明應用的器具材料及簡易法則,以便教師實驗,或指導學生分組實驗;其器具複雜,多費時間及比較危險的實驗,概不列入,以免過於繁深,不易領悟。

5. 本書採用精美圖表甚多,凡實驗上的裝置,及工廠製造上的設備,都擇要插入,使學生依法裝置,無所困難,並知道工廠中的實際情形。

6. 本書對於化學上大發明家的肖像,特蒐羅插入書中,使學生得景仰其為人,增高研究的志趣。

7. 本書對於化學名詞,採用業已通行而通用的名詞,重要的並附以英文原名及工商業上習用的名稱,以便學生從事於職業時需用,及為進求高深科學的預備。

8. 本書在每章後面,列入與日常生活有關係的問題,以便學生練習,藉資考查其對於該章所研究事項,是否明瞭,對於未知事項,能否切實去研究,從問題上可以啓發他們的思想,增進他們的新知識。

9. 編者雖任中學理化教學有年,但教學方法貴乎活用,採用本書如遇有困難或謬誤之處,還希隨時賜教,以便修正。

民國二十二年六月 編者識

上册目次

導言	1
1.化學研究些什麼？ 2.什麼叫做物質？ 3.物質的變化有幾種？ 4.物質的不滅。 5.混合物,化合物和元素。 5.爲什麼要研究化學？	
第一章 空氣	11
7.空氣是怎樣的？ 8.呼吸和空氣的關係。 9.燃燒和空氣的關係。 10.多種金屬在空氣中燃燒的結果。 11.賴富西的實驗。 12.化合和分解。 13.養氣的製法和性質怎樣？ 14.氧化作用和氧化物。 15.養氣的用途怎樣？ 16.淡氣的性質和用途。 17.空氣的成分。 18.空氣和人生。	
第二章 水	27

19.地上的水量有多少? 20.怎樣查驗水的潔淨不潔淨? 21.混濁的水怎樣使牠潔淨? 22.水含那幾種成分? 32.輕氣的製法和性質怎樣? 24.輕氣的用途. 25.水的重量組織.

第三章 原子分子和基本定律43

26.原子和分子. 27.原子量. 28.元素的符號. 29.分子式和分子量. 30.化學方程式. 31.阿伏迦德羅氏學說. 32.原子價. 33.定數比例的定律. 34.化合量. 35.倍數比例的定律.

第四章 食鹽..... 55

36.食鹽的存在. 37.食鹽怎樣製取的? 38.食鹽的性狀怎樣? 39.食鹽的效用. 40.食鹽溶液的電解. 41.電解. 42.鈉的製造. 43.鈉的性狀怎樣? 44.鈉的重要化合物. 45.鹽酸氣怎樣製造的? 46.鹽酸氣的性質怎樣? 47.鹽酸氣的成分. 48.甚麼叫做鹽酸,牠的性質怎樣? 49.鹽酸的用途. 50.甚麼叫做鹽類? 51.

79. 氨怎樣製造的？ 80. 氨的性質怎樣？ 81. 氨由鹽酸製造綠氣的方法。 52. 綠氣的性質怎樣？ 53. 綠氣的用途怎樣？ 54. 漂白粉的製法。

第五章 硫黃79

55. 硫黃是怎樣一種物質？ 56. 硫黃的產地。
57. 硫黃怎樣製鍊的？ 58. 硫黃的性質怎樣？
59. 硫黃的用途怎樣？ 60. 多種金屬的硫化物。
61. 火焰的研究。 62. 硫化氫。 63. 二氧化硫的性質和功用。 64. 硫酸怎樣製造的？ 65. 硫酸的性質怎樣？ 66. 硫酸的用途。 67. 硫酸鹽和硫酸。 68. 硫酸鹽類的通性。

第六章 硝酸和硝酸鹽103

69. 硝酸怎樣製造的？ 70. 硝酸的性狀怎樣？
71. 硝酸的用途。 72. 硝酸鹽類。 73. 硝酸鉀。
74. 硝酸鈉。 75. 火藥的性狀及爆炸的原因？
76. 炸藥的種類。 77. 空氣中硝酸生成的原因。
78. 氧化氮的製法和性質。

第七章 氨115

的用途. 82.氯化氨. 83.氮的原子價. 84.植物吸收氮的作用. 85.氮素肥料. 86.氮氣的循環.

第八章 碳125

87.碳素的存在. 88.碳素的多形體. 89.碳酸氣的來源. 90.碳酸氣怎樣製造的? 91.碳酸氣的性質. 92.碳酸氣的組成怎樣? 93.碳酸氣的應用. 94.天然的碳酸鹽. 95.火焰的反應. 96.鉀素的性狀. 97.鉀素的重要化合物. 98.鉀素肥料. 99.碳酸氣和葉綠素.

第九章 磷145

100. 磷的存在和製法. 101. 磷的性狀怎樣? 102. 磷化氫. 103. 五氧化磷及磷酸. 104. 磷酸肥料. 105. 火柴

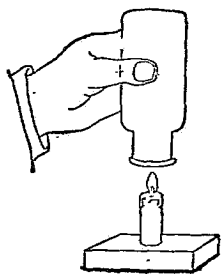
第十章 砷銻及其化合物153

103. 砷的來源和性質. 107. 砷化三氫 108. 三氧化二砷. 109. 銻. 110. 銻的製法和性質. 111. 氮素族的元素.

導 言

1. 化學研究些什麼？ 燃點蠟燭，是很平常的事情，但我們留心觀察，為什麼蠟燭漸漸兒會沒有，消耗到什麼地方去了？有什麼現象發生麼？這雖是平常的事情，卻很有研究的價值。

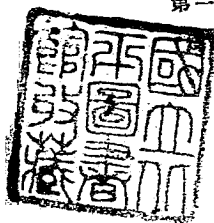
實驗 1. 試把一個冷而乾的廣口瓶罩在燃着的



燭上，（如圖 1）等了一會，看看瓶裏邊的玻璃上，有附着東西沒有？把瓶離開蠟燭，瓶口向上，注入一些清潔的石灰水，水就變成怎樣？（把石灰溶在水中，濾過，得澄清的水，便是石灰水。）

第一圖 燃點蠟
燭的化學變化

從實驗證明，蠟燭燃燒



以後，並沒有真真消滅，不過變了一個形式，化做水和看不見的氣體。這氣體遇了石灰水，就變成白的東西；這種變化，化學上就叫做**化學變化** (Chemical change)。從這個實驗，我們來下一個解釋：

化學 (Chemistry) 是研究各種東西的化學變化的一種科學。

2. 什麼叫做物質？ 上面所說的變化，（例如蠟燭）也可指各種物體而說。如問刀用什麼造成？刀從鐵造成；桌用什麼造成？桌是用木頭造成。刀和桌就叫物體 (Body)，鐵和木是構成物體（刀和桌）的實質，稱為**物質** (Matter)。無論什麼物質，一定要佔據地位，具有重量。如鐵放在桌上，桌上的地位，就被鐵佔據一部分；把秤來秤鐵，鐵一定有重量。故說物質必佔據地位，且有重量的。反之，不佔據地位，沒有

重量的,就不是物質。明瞭物質的意思,我們再可說化學是研究物質變化的科學。

3. 物質的變化有幾種?

實驗 2. 取長二寸許的鉑絲一段,用鉗子夾住,入酒精燈火焰中燒熱,鉑絲變紅,移出火焰,冷後回復原狀,又取鎂帶一條,如上法熱之,發生怎樣變化?燒過後細細察看,變成怎樣?

由上實驗,我們知道鉑絲經過燒熱後,仍能回復原狀,物質沒有改變,這種變化,稱為物理變化 (Physical change)。鎂帶燒熱後變成他種物質,不能回復原狀,這種變化稱為化學變化 (Chemical change); 和第一節所研究的變化,有沒有不同?

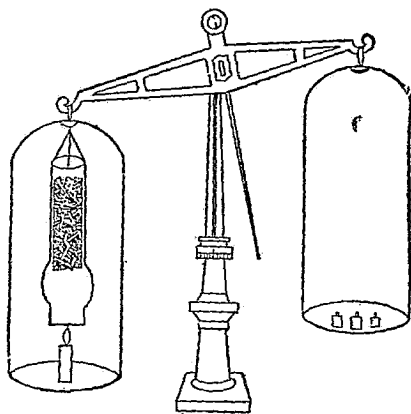
4. 物質的不滅。

實驗 3. 照實驗 2,如先把鎂帶數條,在天秤上精密秤得重量,放入有蓋的坩堝 (Crucible) 中灼熱,鎂燃燒時,便和空氣中的氧氣化合,變成白色的粉末,其重

量比未燒前反增。

又照實驗 1, 取洋燈罩, 內嵌鐵絲網, 網上滿裝乾燥的氫氧化鈉, 掛在天秤上。(如圖 2)

再把洋燭放在燈罩下面, 兩端稱平。燃點洋燭, 則燭分



第二圖 燃燒洋燭增加重量的實驗

解後和空氣中的氧氣化合而成的碳酸氣和水, 就被氫氧化鈉吸收, 故見洋燭漸漸減少, 而這一端的重量, 反而增加。

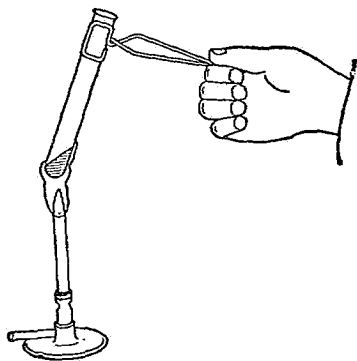
鎂條和洋燭燃燒後, 並沒有絲毫失去。從多種實驗的結果, 證明一切物質無論經過何種變化, 永不消滅, 就是形式雖然改變, 實質永不增減, 這個定理稱為物質不滅的定律 (Law of conservation of mass)。

5. 混合物,化合物和原素.

實驗 4. 取鐵粉和硫黃粉各少許,放在研鉢內研細,取出倒在白紙上面,你能够想法分開硫黃和鐵粉麼?試用磁鐵(即俗稱吸鐵石)接近,那種物質被磁鐵吸引?那種物質仍留在紙上?

如上實驗,把幾種物質相混和後,能够用物理的方法分開他們,並且各成分(Component)的性質,與原物質無異,這混和的物質稱爲混合物(Mechanical mixture).

實驗 5. 取上面的混合物,倒入試驗管裏邊燒熱(如圖 3)留心觀察管內的物質,起了變化沒有?燒熱約二分鐘後設法取出,再把磁鐵接近,能被吸引麼?



如上實驗,管內所成的黑色固體,

第三圖 變做化合物的實驗

係硫黃和鐵化合的物質，稱爲硫化鐵 (Iron sulphide)。照這樣，凡幾種物質化合以後，失了他們原有的性質，變成一種新物質，這新物質稱爲化合物 (Chemical compound)。混合物各成分的性質，與未混合前的原物質無異，化合物各成分的性質，與未化合前的原物質全異。

實驗 6. 取氧化汞 (Mercuric oxide) (俗名爲三仙丹) 少許，放在試驗管中燒熱，細察有無氣體發生，把火柴餘燼 (尚有紅光，未盡熄滅) 插入管內，有無作用？注意試驗管的內壁，有無如水銀一般的物質附着？

現在我們把這個實驗，細細研究一下。火柴餘燼再能燒着，管內一定有助燃燒的氣體發生，這氣體和管壁內的水銀小粒，從何處來的呢？當然是從三仙丹中來的。三仙丹受熱分解爲二種物質，一種是



第四圖 法國大化學家賴
富西像

氣體，能幫助燃燒，法國大化學家賴富西(Lavoisier)就把牠叫做養氣(Oxygen)；一種是水銀(Mercury)和養氣化合成三仙丹的化合物。(註：水銀亦有天然產出的，散布在礦石裏邊)三仙丹可分解為養氣與水銀，故為兩種物質合成。養氣或水銀都是一種物質的單體，決不能再分出兩種物質；鐵和硫黃，亦是這樣，故叫做原素(Element)。鐵和硫黃，養氣和水銀，均是原素。

通常分原素為金屬和非金屬兩大類，其重要的如下：

金屬原素 金,鉑,銀,銅,鐵,錫,鉛,鎳,汞,鋅,鋁,鎵,鎂,鈣,鈉,鉀等。

非金屬原素 氫,氧,氮,氟,氯,溴,碘,炭,矽,硫,磷,砒等。

(參觀本書第十四章)

世界上的物質,不知有幾千萬種,然大別之可分為三類:就是混合物,化合物和原素。

6. 爲什麼要研究化學? 我們生長在這自然界裏邊,所見的形形色色,都由於物質的變化使然。我們日常所吃的食物,所穿的衣服,所住的房屋,以及所乘的車輛,都是物質所造成的。物質在自然界裏起種種變化,有的對於人類有益,有的對於人類有害。但人類生活,總不能離開物質,如呼吸空氣,渴則思飲,飢則思食,冷則思衣,建造房屋要用着木頭磚瓦,點燈取

熱,要用着煤炭火油,製造大小器具及交易的貨幣,要用着各種金屬.所以我們要求生活愉快,必須要研究物質的性質功用及其變化等,這些都要研究化學後,方纔可以明瞭.我們現在所享受物質上的快樂,都是科學家研究出來的結果,所以化學不但是人類生活上極有用的科學,就是於社會進化,人羣幸福,都有密切的關係,這是化學的價值,也是我們研究化學的目的.

問題

1. 指出下列變化,那幾種是物理變化?那幾種是化學變化?

(1)蠟的融化 (2)食物的腐爛 (3)鹽溶在水中

(4)薪炭燃燒成灰及氣 (5)水的凝結為冰 (6)

酒的變酸.

2. 試舉數例,解釋下列物品:

(1)混合物 (2)化合物 (3)元素

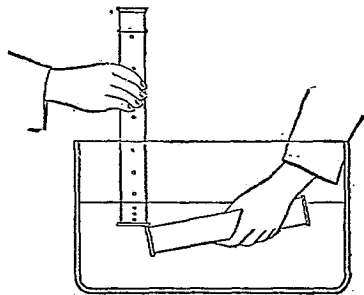
3. 試將本章所講的各節,作一個提要:如化學是研究些什麼?怎樣叫做物質?物質的變化怎樣?以及研究化學的志趣等等,各加以簡要的說明。

第一章 空氣

7. 空氣是怎樣的?

實驗 7. 取玻璃瓶倒放在水中,水能深入瓶裏去

麼?什麼緣故?把瓶滿盛以水,倒插水槽中,把另一玻璃瓶接近盛水的瓶口。(如圖 5) 爲什麼氣泡上升入瓶內的時候,瓶



第五圖 證明空氣的存在

內的水就要跑出來?這氣泡是物質組成的麼?

從上列實驗,可見瓶內不是真真空的,有氣體在裏邊。這氣體無色透明,無臭無味,沒有一定的形狀。但是亦有重量,就是普通所說的**空氣**(Air)。地球面上到處有

空氣,生物沒有空氣,就不能生活,所以空氣是人類和一切生物最需要的物質。

8. 呼吸和空氣的關係。

實驗 8. (1)取廣口瓶一個,倒些澄清的石灰水在裏邊,振盪一下,石灰水有無改變?(2)把我們呼出的氣體,導入另一瓶內,又把石灰水倒入這瓶內,振盪一下,或把我們呼出的氣,和(1)比較怎樣?(用小玻璃管直接吹入石灰水內亦可。)

從以上實驗,證明我們呼出的氣,可使石灰水變成混濁。這因為我們呼吸時入肺的空氣,有一部分為血液所吸收,運行全身,與他物質化合成水和碳酸氣,這氣體是人體不需要的,故仍運入肺部而後排出體外;因此呼出的氣和吸入的氣有些不同,故注意衛生的人,必注意新鮮的空氣,要是不很通氣的房間裏邊,聚人衆多,便多增加碳酸氣,有礙衛生。

9. 燃燒和空氣的關係.

實驗 9. 取洋燭一枝插在附有木片的鐵絲鈎上,把燭燃着,放在瓶內,仍能燃燒,如把木片蓋在瓶口上,使他不通氣,瓶內燃燒的洋燭,就漸漸熄滅,什麼道理?

由上實驗,表明燃燒 (Combustion) 和空氣有密切的關係. 燃燒一定要有某種物質的幫助,這物質就是什麼? 燃燒時一定需要空氣,就因空氣中含有助燃的物質的緣故,故瓶內倘無空氣供給,洋燭便就熄滅. 除洋燭之外,還有木炭,火油等在空氣中燃燒,均能發光發熱. 空氣流通,燃燒旺盛,爐灶上設有爐門,油燈上置一燈罩,下具無數小孔,都是這個道理.

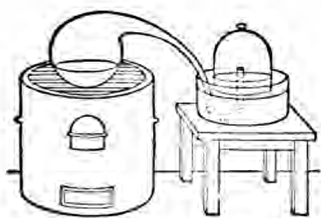
實驗 10. 把石灰水傾入空瓶內,振盪一下,石灰水有無改變? 又倒入洋燭燃過的瓶內,振盪一下,有無改變? 可知燃燒後的空氣,對於石灰水也起同樣的變化,使他混濁;這是什麼緣故? 因為洋燭燃燒時,和空氣中

的養氣亦化合成碳酸氣，石灰水遇了這氣體，便與他化合，變成白色沉澱物質。這情形又和上面說過的呼氣相同，所以呼吸和燃燒是同樣的作用，不過燃燒有發光發熱的現象，呼吸的結果只發熱，並沒有光，有些不同。

10. 多種金屬在空氣中燃燒的結果。

從前面第四節物質不滅的實驗，知道鎂帶燃燒後重量增加，但這增加的物質，是從什麼地方來的呢？又把鉛屑或錫屑做同樣的實驗，結果相同，可知金屬在空氣中燃燒，一定奪取空氣中一部分的物質，這物質究竟是什麼？又鎂燃燒時的變化，屬於物理變化還是化學變化？

11. 賴富西的實驗。從前對於空氣中所含的物質，和金屬燃燒後重量的增加，研究了好多時。直等到了十八世紀，大化學家賴富西（見前）取水銀秤得重



第六圖 燃燒水銀的實驗

量後，放在曲頸瓶中，把瓶的頸伸入玻璃鐘裏邊（如圖 6）該鐘倒立於水銀槽中，於是

把曲頸瓶中的水銀加熱，燒到十二天後，瓶及鐘內的空氣體積，減少原體積的五分之一；同時曲頸瓶內的水銀面上積起紅色的物質。後把此紅色物質加強熱，則發出一種氣體，其體積恰與空氣所失的相等，他斷定這氣體是從空氣中來的。後來又證明此氣與普里斯得 (Priestley) 最先發明的氣體為同樣物質，即斷定此氣



第七圖 普里斯得像

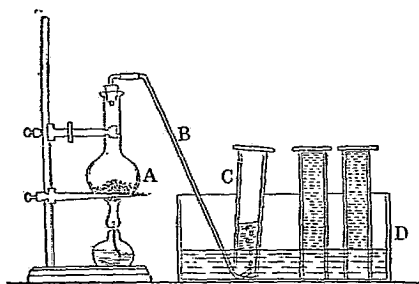
體爲養氣(Oxygen).那紅色的物質,是養氣和水銀的化合物,即名氧化水銀(Mercuric oxide),我國古時亦有同樣發明稱爲三仙丹,用於外科醫術.

12. 化合和分解. 水銀在空氣裏邊加熱,發生化學變化,和養氣化合成三仙丹.照這樣二種以上的物質作用,變成一種與原有性質全異的化合物,其間經過的化學變化,稱爲化合(Combination).又把三仙丹加熱,放出養氣,留存水銀,這樣一種物質變成二種以上性質全異的物質,所經過的化學變化,稱爲分解(Decomposition).

13. 養氣的製法和性質怎樣? 養氣既然爲空氣的主要成分,爲吾人日常生活所必需的,牠的製法和性質,我們應當詳細的研究.養氣的製法有種種,最早的

方法是把氧化水銀加熱，使起分解而得，這就是最先發明養氣的普里斯得氏（圖 7）所用的法子。這種法子當然不合實用，故如要取多量的養氣，須依照下列實驗。

實驗 11. 取氯酸鉀約五份，二氧化錳約二份。先把二氧化錳放在蒸發皿內烘乾，用玻璃棒攪拌之。待冷，和氯酸鉀相混和，入燒瓶中，裝置如圖 8，徐徐加熱，即



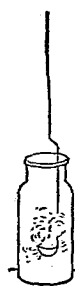
第八圖 實驗養氣的製法

有氣體陸續發生。用玻璃瓶在水內收集，（瓶內盛水，倒插水中）用火柴的餘燼如實驗 6 的方法試驗，比

較怎樣？復將此氣導入盛水的集氣瓶內，集滿數瓶，照下法實驗牠的性質。

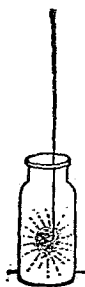
(1) 試察養氣有無顏色，有無臭味？

(2) 放一些硫黃於燒勺內, 先行燃着, 觀察牠的火焰怎樣? 再入養氣瓶中, 比較前後所成火焰的強弱。(圖 9) 硫黃在養氣瓶中燃燒後, 變成什麼物質?



第九圖
在養氣中
燃燒硫黃

(3) 把細鐵絲二三寸捲成螺旋形, 附以棉花和硫黃, 繫在燒勺的下端, 燒着後入養氣瓶中, 發生什麼現象? (圖 10) 生成的物質是什麼? (瓶中須留水少許, 免致破裂。)



第十圖
鐵絲在養
氣中燃燒

(4) 把木炭一小塊, 放在燒勺中, 燒紅後放入養氣瓶中, 與在空氣中燃燒相比較怎樣. 生成什麼物質? 倒石灰水於瓶內, 有無變化?

從以上種種實驗, 證明養氣有幾種什麼性質? 試列一表以便了解。

14. 氧化作用和氧化物。 物質在空氣或養氣中燃燒的時候，所生成的化合物有種種。如硫黃在養氣中燃燒，則成氧化硫，炭和鐵在養氣中燃燒則成氧化碳和氧化鐵。氧與他物質化合時的作用稱爲氧化作用 (Oxidation)，氧化作用的生成物稱爲氧化物 (Oxide)。如硫與化合爲氧化硫，炭與氧化合爲氧化碳，均爲無色的氣體，都稱爲氧化物。

15. 養氣的用途怎樣？ 養氣是一切生命的根源，吾人呼吸空氣時，由肺部輸入身體各部，使食物氧化，因而生熱，身體溫暖，氧又稍能溶化於水，水產動物得賴以生存。

氧又爲清潔廢料的要物，動植物死後，由細菌作用使他氧化，變爲無害的物質。濁水藉養氣的作用，變爲潔淨，所以早晨

的河水,比較清潔。

氧氣在低溫度（ -119° 以下）時,受高壓力（在50氣壓以上）,能變為液體,如將氧用高壓儲藏鐵筒內,（圖11）可用以治病,如呼吸停滯及肺炎氣絕等症,用養氣治療,頗有特效;潛水艇換氣亦需要養氣;入水及入煤坑內救援的人可把

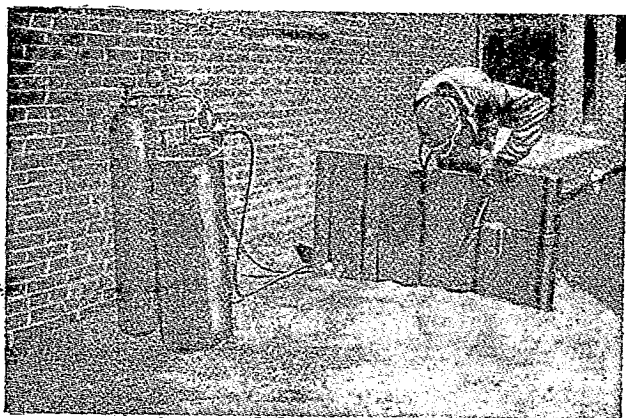


第十一圖
藏氧氣的
鐵筒

壓縮養氣筒繫在背面。（圖12）養氣和



第十二圖 背負壓縮養氣筒的人他的前面右方
繫一皮袋通於口以便呼出氣體

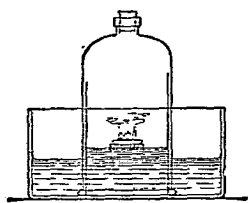


第十三圖 用輕氣與養氣的混合氣體燃燒制取鋼板

他種氣體混合燃燒,生高熱度的火焰,常用以鐸接各種機器及管子。(圖13)

16. 淡氣的性質和用途.

實驗12. 取玻璃水槽一隻,中盛約五分之一的,



第十四圖 實驗
淡氣的性質

水面上浮一小號蒸發皿,皿中預注酒精少許,另取一無底的玻璃鐘,鐘的上面,有較寬的口,裝有玻璃塞或膠皮塞,把皿中火酒用火燃着後,即把無底的

玻鐘罩在皿的上面。(圖14)初見火酒焰光繚繞,後漸熄滅,什麼緣故?次取燃着的燭入鐘內,亦不能燃燒。

從上列實驗,可知空氣中除養氣外,還有氣體不能幫助燃燒,賴富西名此氣體爲Azote,取其不能養生的意思,普通稱爲淡氣(Nitrogen)。淡氣是無色無臭無味的氣體,比養氣和空氣稍輕,在空氣中約佔五分之四。因他無毒,故無礙呼吸;但在純粹的淡氣中,我們卻不能生活。淡氣又爲植物營養所必需,故用以製造肥料,栽培植物。

17. 空氣的成分.

實驗13. 試用實驗12的裝置,把豆大的黃磷一小塊,置入皿內,浮在水面,燃點黃磷,再用玻鐘罩住,一如上法,黃磷燃燒,與養氣化合,變成什麼物質?能溶解在水中麼?爲什麼鐘內的水要升起來?約升到此鐘幾分之幾?(從水面量起)從這個實驗,你們能證明空氣

中含有養氣幾分?淡氣幾分?

由上實驗,知純粹空氣中五分之一爲燃燒所必需的,是爲養氣;其餘五分之四,不能助燃,大部分爲淡氣,餘爲氫 (Argon), 氪 (Krypton), 氦 (Helium), 氖 (Neon), 氙 (Xenon) 等稀少氣體,茲把純粹空氣的成分,列表如下:

空氣 100 分	體積的比	重量的比
淡 氣	78.06	75.5
養 氣	21.	23.2
氫氣及其他	0.94	1.3

空氣受着極強的壓力,就縮小體積而發熱,使通過冷水中,則其所發的熱,即被收去;如將這強壓過的空氣,突然從細孔中噴出,則急速膨漲而使其溫度大減,這樣反覆數次,最後便能使牠變爲液體,叫做液體空氣,在工業上常用以將空氣中

的氧氮兩氣,各各分開,以供應用,所以牠的功用是很大的。

液體空氣約在 -190° 左右沸騰,須用與熱水瓶相像的二重壁的真空瓶以盛之。

18. 空氣和人生. 上節所述的空氣成分,僅就純粹的空氣而說,曠野中的新鮮空氣,一百體積中,約含養氣 21 體積,淡氣 78 體積及氮氣等 1 體積,此外尚有水蒸氣,碳酸氣,各種塵點及微生物.至於城市中或大都會的空氣,除以上的成分外,尚有多少不定的物質,如硫化氫,煤氣和氮氣等,有時並有傳染病的微生物,散佈空氣中,使疫癘盛行,極為可怕,所以居鄉村較居城市為宜.空氣的過燥或過濕,亦易使人生病,是在我們調節適宜,以保健康。

空氣中的微生物,大都爲物質腐敗時發酵作用的主動力,故欲防物質腐敗或發酵,只須排除一切微生物.尋常罐裝食品,即把食品加熱而後封固,不使空氣透入,或用防腐劑,以制止微生物生長.所以化學的工作,不但使人類享物質上的幸福,並且能使軀體求安全,享健康的快樂.至如農業上,工業上及醫藥上的進步,尤須賴化學的研究,爲之先導.

問題

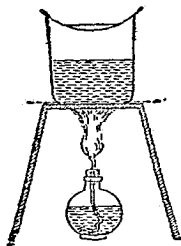
- 1.呼吸作用是怎樣意義?呼吸和燃燒比較怎樣?
- 2.尋常空氣中,除養氣淡氣之外,還有別的物質麼?對於我們生活,有什麼關係?
- 3.試舉幾種常見的氧化物.
- 4.試將本章所講的各節,作一個提要.

第二章 水

19. 地上的水量有多少？水占地面四分之三，分布極廣，地土之中，含量很多，空氣中也含有多量的水蒸氣。江河的水，流動不息，海洋的水，望無邊涯，最深的地方約有六英里。在生物體中，多半是水，例如人體中約十分之七為水，而尋常食物，亦大都含水，故水和養氣一樣，同為人生最需要的物質。我們現在將空氣研究過了以後，便繼續研究水的問題。

20. 怎樣查驗水的潔淨不潔淨？

實驗14. 取極乾淨的錶面玻璃一塊，中盛數滴天然水，另取玻璃杯一只，中盛熱水約三分之一，把盛水的錶面玻璃，放在杯的口上，（圖15）下面用酒精燈



第十五圖
煮沸驗水法

加熱,使杯中的水煮沸,蒸汽上昇,鍍面中的水,受熱漸漸變乾。待冷,查察鍍面中有無殘渣留存?另取蒸餾水少許,如法煮沸,有無殘渣留存?天然水和蒸餾水不同之點何在?再把井水或自來水如法試之,比較其乾淨的程度。

雜質在水裏邊,有的僅和水混合,有的溶解在水裏邊。

實驗 15. 水內放砂粒少許,用洋布做成濾水袋,把水和砂一同傾入袋內,水能透過洋布,滴滴下濾,砂則不能把濾出的水如前法煮沸,有無餘物留存?

實驗 16. 取食鹽或砂糖少許,放入水中,振盪片刻,使他溶在水中,再取布袋濾過,鹽能和水一同濾下去麼?用什麼方法使鹽和水分開?

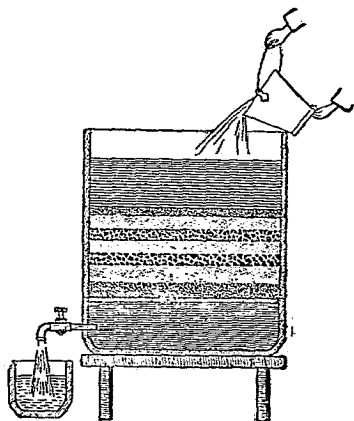
以上兩個實驗,一種是砂和水混合得不均勻,用布就可分開他;一種是鹽和水

混合得極均勻，不能用布來分開。照這樣，物質在水中分布得很均勻，稱爲溶解，(Dissolve)，被溶解的物質稱爲溶質 (Solute)，能溶解牠物的物質，稱爲溶劑 (Solvent)，物質溶解後所成的均勻液體，稱爲溶液 (Solution)。如鹽溶解在水中，鹽稱爲溶質，水稱爲溶劑，鹽和水的混合液體，稱爲鹽溶液。溶液受熱的作用，水分漸漸散去，稱爲蒸發 (Evaporation)，水蒸發後所餘的物質，稱爲殘渣 (Residue)。

21. 混濁的水怎樣使牠潔淨？ 水溶解他物的力量很大，所以平常的水，都不純粹，如河水井水常含有微生物及少許礦物質，這些微生物，常爲致病的根源，所以我們要講衛生，先要留意研究飲水的清潔方法。

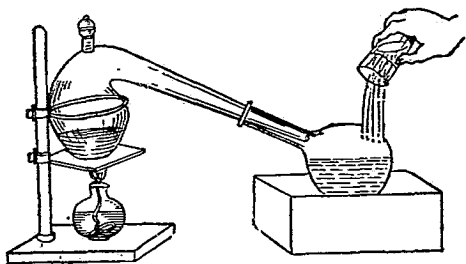
普通飲料用水的清潔方法，大概有二

種：一是**煮沸法** (Boiling)，此為我國人家通用的方法，即把水煮沸十餘分鐘，細菌便殺死；二是**過濾法** (Filtration)，用濾水缸（圖16）中鋪木炭屑和砂礫等，層層疊疊，缸的旁面，鑿一小孔，裝一龍頭。把濁水從上面傾入缸中，經過木炭和砂礫，從



第十六圖 濾水缸

下口漏出，則水即變清。這水雖仍含少量的礦物質，但污濁物質都已除去，故用為飲料，已是相宜；都市用的自來水，亦用這個方法，使水潔淨。若為醫藥及化學上用的水比飲料水還要純潔，就要用蒸餾的方法。

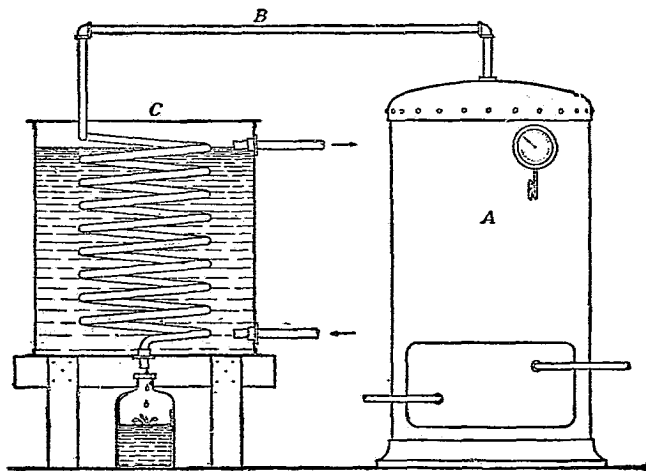


第十七圖 水的蒸餾

實驗 17.

如圖 17 裝置，
取污水少許，
或用尋常的
水混以砂泥，
納入曲頸瓶

中煮沸，使蒸汽通入下面的燒瓶內，上面灌以冷水，蒸汽因遇冷凝給為水，滴滴流入瓶中試和原來的水比



第十八圖 普通用的蒸餾器

較怎樣?再用實驗 14 的方法,查驗此水有沒有殘渣?

照這樣方法所得的淨水,稱爲**蒸餾水** (Distilled water)。這種淨水的方法稱爲**蒸餾法** (Distillation)。若要製造多量的蒸餾水,玻璃瓶可以改用鐵製或銅製的汽鍋 (Boiler), C 的內部可以用鉛製的蛇管裝置。(圖 18)

河水含有少許的碳酸氣,若流過石灰巖石地方,常能使石灰巖石溶解於水中。工廠引擎所用的汽鍋中,若用這種水來燒成蒸汽,到後來鍋底往往結成硬塊,稱爲**鍋皮** (Scale),極易使汽鍋發生破裂的危險。凡含某種礦物質的水,稱爲**硬水** (Hard water),不含這些礦物質的水稱爲**軟水** (Soft water)。

實驗 18. 河水或井水盛於試驗管中,另製肥皂的溶液一小杯,把此液漸漸滴入管中,至不再起泡爲止。

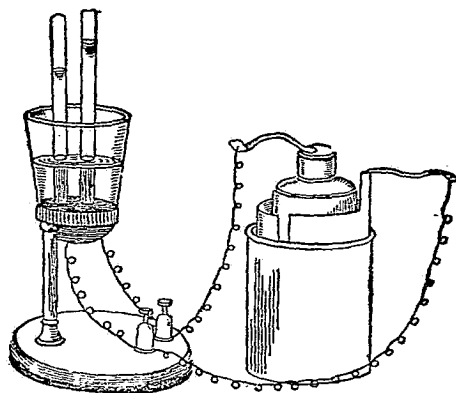
振盪一下,停留片刻,細察有無雜質沉在管底?又取另一試驗管,盛雨水或蒸餾水,如上法試之,有無雜質沉於管底?

由上實驗,雨水或蒸餾水加肥皂液後,沒有什麼雜質沉下,足證沒有含什麼礦物質,這是一種軟水。如水中加了肥皂液,有雜質沉下的,便是硬水;礦物質愈多,沉澱亦愈多。洗衣作若用硬水洗衣服,所費的肥皂量必較多;工廠中用了硬水,汽鍋易致爆裂,故水宜軟化後用之。軟化的方法即把水煮沸,使礦物沉澱;或以過量的石灰水和肥皂水加入水內,俟沉澱完全,取上部的清水應用。

22. 水含那幾種成分?

一. 用電流分水法

實驗 19. 如圖 19 爲簡單的電流分水器,盛水及半。在鉑片上面倒立滿貯水的玻璃管二個,加硫酸數滴



第十九圖 電流分水器

於水裏邊，連
結電池（約
三四個）或
蓄電池於分
水器，通以電
流，觀察鉑片
上面，有沒有
氣泡上升，約

歷幾分鐘，查看玻璃管內所聚的氣體，體積成甚麼比例？等了二個玻璃管內積滿氣體，設法試驗那一種是助燃的？那一種是不助燃的？

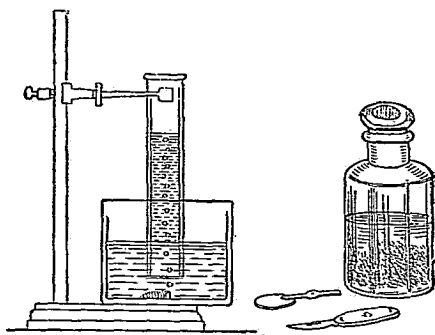
上列實驗裏邊，助燃的氣體叫什麼？那不助燃的氣體，因牠能燃燒，故和淡氣不同，且在氣體中，重量是最輕，賴富西氏稱牠為輕氣（Hydrogen）。

所以水受電流分解成二種氣體，即養氣和輕氣，輕氣的體積恰比養氣的體積

多一倍,就知道水爲氫二體積和氧一體積合成。

二. 用鈉分水法

實驗20. 把盛滿水的玻璃筒,倒立盛水的玻璃缸內,(如圖20)另取鈉(如蠶荳大)一小塊,用鐵絲網包裹,然後鉗住入水,快放在玻璃筒下面,鈉和水立刻作用,放出輕氣,待筒內集滿氣體,取出倒放,把燭火



第二十圖 鈉和水的作⽤

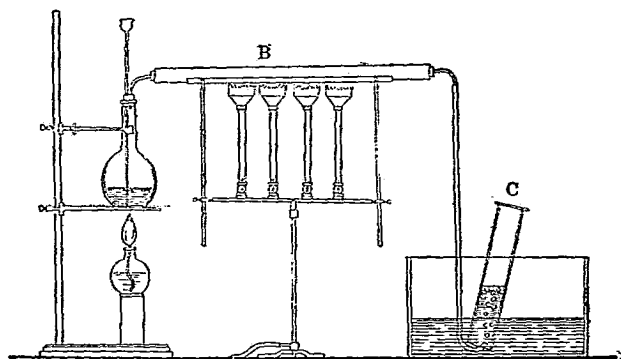
靠近筒口,碎然作聲,燭火怎樣?

氣體在筒口燃燒,證明輕氣有那幾種性質?

23. 輕氣的製法和性質怎樣? 照上面實驗,把水通電流或由鈉的作用,都可

取得輕氣，但普通實驗的製法，把酸和金
屬的作用爲最便，普通實驗室內的製法
如下：

(1)把沸蒸汽和紅熱鐵粉作用製造輕
氣。



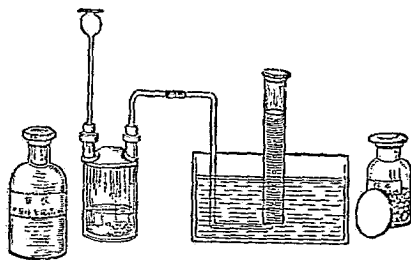
第二十一圖 製輕氣法一

實驗21. 如21圖，A瓶中盛水煮沸，把水蒸汽通入
鐵管B，管內盛以細鐵粉，下用火燒鐵粉到紅熱，遇水
蒸汽便與其中養氣化合而使輕氣放出，集於倒置在
水槽中的廣口瓶內。

此法比較費時，倘要迅速，可用下法。

(2) 用鋅與稀鹽酸製取輕氣

實驗 22. 裝置如 22 圖,置鋅於雙口瓶中 (瓶須緊塞,絕對不能漏氣),從漏斗管注入稀硫酸或稀鹽酸



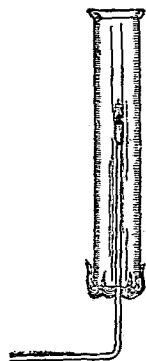
第二十二圖 製輕氣法二

於瓶中,便發生氣體,由導管通入倒立水中的玻璃筒內, (筒內先儲滿水) 如取養氣的方法,取滿二三瓶,

試驗他的性質。

〔注意〕(1)最初所發生的氣體,為輕氣和空氣的混合物,先集在試驗管內,把火靠近,則起爆鳴,必須等瓶內空氣為輕氣驅逐已盡,不再爆鳴,方可捕集(2)輕氣發生時,瓶的近旁不可置火,以免輕氣引火爆裂,發生危險。

實驗 23. (1)把洋燭燃燒,入輕氣瓶內,

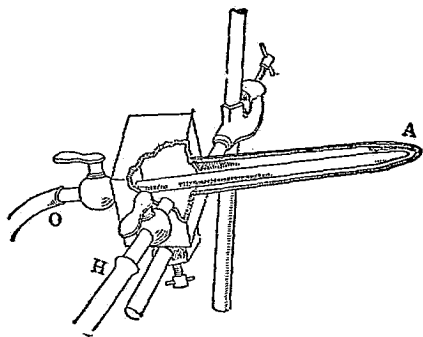


第二十三圖
燭火入輕
氣瓶內

(瓶口向下)發生什麼現象?把燭火慢慢移出瓶口, (圖 23) 燭火怎樣?(2)把盛滿輕氣的瓶,用毛玻片蓋住,放在桌上,另取空瓶一個,速倒立在輕氣瓶口上,抽去毛玻片,使上瓶的口和下瓶的口相密接,隔三分鐘,把燭火如上法試驗。(先驗下瓶,再驗上瓶。)

從上列實驗,證明輕氣有那種性質?輕氣的顏色,和臭味怎樣?

24. 輕氣的用途. 輕氣與養氣混合燃燒,稱為氫氧焰,熱度高達 2000°C . 氫氧



第二十四圖 輕氣和養氣混合燃燒的器具

吹管 (Oxyhydrogen Blowpipe) 的裝置, (圖 24) 就是用此理製成. 輕氣先以壓力貯於鋼筒內, 再令通入外

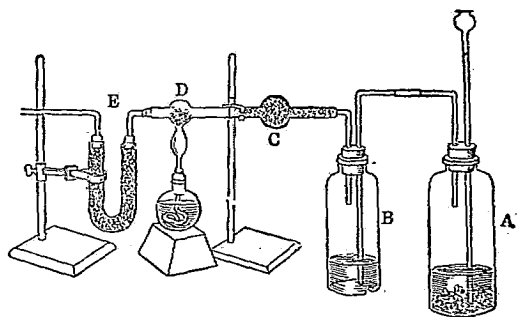
管H。A管的一端把火燃點，於是從另一貯養氣的筒，通養氣入內管O，則養氣與輕氣，在A管的始端混合燃燒，發生極高的熱度，可把鐵絲插入焰中試之，發光極亮。工業上利用氫氧焰的熱度以切鋼板；又把此焰射在石灰柱上，可發強光，做白熱燈或探海燈以代電燈。

輕氣為各氣中最輕的氣體，從前用此氣裝入氣球，上升空際。近時最大的用途有二，一是用輕氣做還原劑以提清油類，及使油類變為固體脂肪，二是製成氫以供肥料火藥之用。

25. 水的重量組成。

實驗24. 裝置如圖25，A為輕氣發生瓶，導輕氣入盛有濃硫酸的B瓶及盛氯化鈣的球管C，使吸收輕氣內的濕氣，再通過D管，內盛一定量的氧化銅，下面加熱，則輕氣吸收氧化銅內的養氣而成水汽，此水汽

更通過盛氯化鈣的U形管E,則為氯化鈣所吸收。



第二十五圖 水的重量組成

從上列實驗,可計算出水是 1 分重的輕氣,和 7.94 分重的養氣合成 8.94 分重的水,是為水的重量組成。

氧化銅的氧,合輕氣吸收而銅還原,凡化合物失去氧的作用,就稱為還原作用 (Reduction),凡一物質能把他物中的氧取出而與化合,稱為還原劑 (Reducing agent)。如輕氣能把氧化銅中的氧取出,而自和牠化合成水,故輕氣就是還原劑。

問題

1. 水中所含礦物質,多是溶解於水的,試想一法,以定其量的多少。
2. 有人說某水是蒸餾水,試思一法,證明其真假。
3. 洗衣店主知道用硬水洗衣,多費肥皂,就想出簡便方法來試驗水的軟硬,學者試想他用的是甚麼法子?
4. 舉例說明氧化作用和還原作用的關係。
5. 試將本章所講的各節,作一個提要。

第三章 原子,分子和基本定律

26. 原子和分子. 化學以研究物質的變化爲要旨,故物質的構造,應當明白. 取粉筆一枝,碎爲兩段,取其一段再碎之,使粉粒小至不可再碎,這項細的一粒,稱爲**分子** (Molecule). 無論何種物質,均可分爲極細的分子,分子不同,物質亦不同. 但分子尙不能算極微,因用化學的方法可把分子再分割爲更小的微點,稱爲**原子** (Atom). 分子從原子結合而成,同類原子互相結合,則成原素的分子,如氫,氧,氯的分子,都從兩個原子而成. 異類原子結合則成化合物的分子,如水的分子爲氫的二原子和氧的一原子化合而成. 原子與

原子相聚,有的化合,有的不化合,如氧和氟絕不相合,氧和氫就能化合,可說氧和氫有親和力 (Affinity), 與氟就無親和力的關係。

27. 原子量. 據最近研究,用最高度的顯微鏡所能見的微粒,至少亦含原子1000個以上,故一個原子的實在重量,我們實無法測定之,但原子的比較重量,則可用種種方法求得.通常用氧為標準,假定其原子量為16,氫的一原子比氧的一原子輕16倍,故云氫的原子量是1,其餘以此類推.各原素的原子量參觀原子量表。

28. 原素的符號. 為研究化學便利起見,原素常用符號代表,通常用拉丁名詞第一字母做符號.但有幾種原素的第一字母相同,所以附記其他的字母,以資

分別,例如氧的符號爲O (Oxygen), 氫的符號爲H (Hydrogen), 汞的符號爲Hg (Mercury), 氮的符號爲N (Nitrogen), 鈉的符號爲Na (Sodium), 碳的符號爲C (Carbon), 氯的符號爲Cl (Chlorine), 鐵的符號爲Fe (Iron), 其餘參考原子量表。(見本書書末附表)

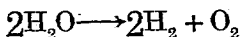
29. 分子式和分子量. 物質由分子組成, 分子由原子組成, 已如上述, 倘知道物質的分子含何種原素, 並該原素的原子數, 就可用一簡單公式表明之, 這樣的式子稱爲**分子式** (Molecular formula). 例如氫的分子式爲 H_2 , 氧的分子式爲 O_2 , 水的分子式爲 H_2O .

分子式內各原子量的和, 稱爲**分子量** (Molecular weight), 水的分子量爲

$$2 \times 1.008 + 16 = 18.016.$$

30. 化學方程式. 各種化學變化的

結果,都可用式子來表明,如電流分解水爲氫和氧二原素,可用下式表明:



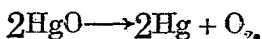
$$2 \times (2 \times 1.008 + 16) \longrightarrow 2 \times (2 \times 1.008) + 32$$

這個式子稱爲**化學方程式** (Chemical equation)。分子式前面的數目字,表明分子及分子量的倍數,箭頭的方向,表明化學作用的方向。

方程式所表明的事件:(1)物質的化合或分解,如二分子的水,可分解爲二分子的氫和一分子的氧。(2)各物質變化時分量上的比例。例如二分子量的水,可分解爲二分子量的氫,及一分子量的氧,即 2×18.016 分的水,可分解爲 2×2.016 分的氫和 2×16 分的氧。利用這個比例,可計算物質變化前後的分量,爲工業計算成本的要點,茲把計算法舉例如下。

100 克的氧化汞（和三仙丹）可製成多少克的養氣？

【計算法】先把氧化汞分解為養氣的方程式寫出來，



汞的原子量為 200.6, 氧的原子量為 16. 從氧化汞的分子式得計算氧化汞的分子量為 $200.6 + 16$; 同理得氧的分子量為 2×16 , 再加上各分子式前面的倍數得,

$$2 \times (200.6 + 16) = 2 \times 200.6 + 2 \times 16,$$

$$433.2 = 401.2 + 32.$$

既知 433.2 分的氧化汞生 32 分的養氣, 則 100 分的氧化汞, 可生若干分的養氣, 故作下面的比例式:

$$433.2 : 32 :: 100 : X,$$

$$X = \frac{32 \times 100}{433.2} = 7.38.$$

故知 100 克的氧化汞可生 7.38 克的

養氣。今已知每 1 呷 (Liter) 的養氣重 1.4285 克, 7.38 克的養氣變為體積, 共多少呷?

31. 阿伏迦德羅氏學說 (Avogadro's hypothesis) 我們從實驗 19 知道氧和氫化合的體積有簡單的比例, 為什麼是這樣?



第二十六圖 阿伏
迦德羅氏像

我們應當來考查一下, 物理學家 Avogadro 氏在 1811 年發明一種學說, 他說: 一切氣體, 在同溫度同壓力之下, 同體積中必含有同數的分子, 譬如一立方寸的輕氣和

一立方寸的養氣, 在同溫度同壓力之下, 所含的分子數一定相同, 物質既由分子組成, 則氧氣和輕氣化合而成水蒸氣, 當

然是氧氣中的若干分子,和氫氣中的若干分子化合,而生水蒸氣的若干分子.又從上面阿伏迦羅德氏學說,可以明白此等氣體反應時,體積間一定有簡單整數比例的關係,如一體積氧氣和二體積氫氣化合,爲二體積的水蒸汽;一體積氯氣和一體積氫氣化合爲二體積的鹽酸氣.二種氣體化合,體積既有一定的比例,故其化合重量也有一定的比例.

32. 原子價. 試就水 (H_2O) 和氯化氫 (HCl) 的分子式上研究原子化合的數量,一個氧原子,能和二個氫原子化合,一個氯原子,則祇能和一個氫原子化合;且一個氯原子,從沒有看見和其他原素的一原子以上化合的,故稱氫爲一價原素.而氯和一原子氫化合的亦稱一價原素.如氧和二原子氫化合的,稱爲二價原

素,以此類推,爲三價四價,這樣的數,化學上稱爲原子價 (Valency)。

不能直接和氫化合的原素 (如金屬) 而能和已知原子價的原素化合,亦得推求其原子價。例如鈉和一原子的氯化合而生氯化鈉 (NaCl), 已知氯的原子價爲 1, 故鈉的原子價亦爲 1。鐵和氯化合有二種化合物, 一爲一原子鐵和二原子氯化合成二氯化鐵, 故稱鐵爲二價原素; 又一原子的鐵能和三原子的氯化合成三氯化鐵, 這裏鐵爲三價原素。故鐵的原子價有二種, 就因原子的化合力有不同的緣故。

33. 定數比例的定律。 從 25 節裏知道水的重量組成爲 1 分的氫, 和 7.94 分的氧, 化合而成 8.94 份的水, 氫和氧化合的分量, 有一定的比例。又從 28 節裏邊知

道氣和氫化合而成氯化氫的分量,亦有一定的比例.我們由種種實驗,得着一個結果,就是凡化合物中各原素互相化合的重量常有一定,稱爲定數比例的定律 (Law of constant proportion).

34. 化合量.

上述的定數比例,指一種化合物中原素的重量比例常有一定而言,然某原素和他原素化合,所成的化合物,尙不止一種,如氧和氫化合成水,又和碳化合成二氧化碳.鎂在空氣中燃燒,便和氧化合成氧化鎂 (參觀第 4 節及第 10 節). 此等化合的重量比例如下:

化合物	成分的百分比	
氧化鎂	鎂 60.32	氧 39.68
水	氫 11.19	氧 88.81
二氧化碳	碳 27.27	氧 72.73

如把 8 克的氧和他原素化合,他們的重量比例如下:

氧化鎂	氧 8 克	鎂 12.16 克
水	氧 8 克	氫 1.008 克
二氧化碳	氧 8 克	碳 3.00 克

因氫 1.008 克的化合能力(Combining power)等於氧 8 克的化合能力,所以他原素如能和 1.008 克的氫化合,亦許能和 8 克的氧化合,如氯 35.46 克,適和氫 1.008 克化合成氯化氫,亦能和 8 克的氧化合成一氧化氯.舉凡一切原素化合的比例研究之,知道原素互相化合,各有各的特殊重量,他的化合能力,等於 8 克的氧或 1.008 克的氫,這特殊的重量,稱爲原素的化合量(Combining weight).如鎂 12.16 炭 3, 氫 1.008. 氧 8 均可稱爲他們的化合量.

35. 倍數比例定律.

氫和氧化合成水之外,還成一種化合物名二氧化氫 (H_2O_2), 他的水溶液供藥用和漂白毛髮. 又碳和氧化合成二氧化碳 (CO_2), 如空氣供給不足, 便生一氧化碳 (CO), 爲無色的氣體, 有劇毒. 此等化合物的重量比例如下:

水 氫 1.008 克 氧 8 克

二氧化氫 氫 1.008 克 氧 16 克

從上表可以知道和氫 1.008 克化合的氧, 爲 8 克或 8 克的二倍即 16 克.

一氧化碳 碳 12 克 氧 16 克

二氧化碳 碳 12 克 氧 32 克

從上表可以知道和碳 12 克化合的氧, 爲 16 克或 16 克的二倍即 32 克.

故氧對於一定量的氫及碳的化合量爲 8 或 8 的倍數. 從種種化合物研究之, 又得到一個結果, 就是凡 同一原素 (例

如氧)和一定量的他元素(例如氫,炭等)化合成二種以上的化合物該元素的化合量,常成簡單整數的比例,稱為倍數比例的定律 (Law of multiple Proportion)。

問題

1. 試由水及二氧化二氫說明倍比例定律。
2. 試述 O_2 , O_3 , 和 O 的區別。
3. 試說明下列諸述語的意義;(a)元素的原子(b)元素的分子,(c)化合物的分子。
4. 試將本章所講的各節,作一個提要。

第四章 食鹽

36. 食鹽的存在。食鹽在自然界中散布極廣，因他的產地不同，可分為巖鹽，井鹽，池鹽，海鹽等幾種：

巖鹽。 巖鹽產在地下，和巖石相像，常成大塊，質地不純粹，常含土砂等雜質，須溶解濾過，然後煎熬，方成淨鹽。

井鹽和池鹽。 井鹽從鹽井的鹹水製得，池鹽從鹽池中的鹹水製得，亦不純粹。我國西北各省，產池鹽和井鹽很多，故離海雖遠，卻沒有缺乏食鹽的時候。

海鹽。 海鹽乃江河經過產鹽的區域，漸漸帶入海中，故海水味鹹，所含的食鹽平均有千分之二十五。

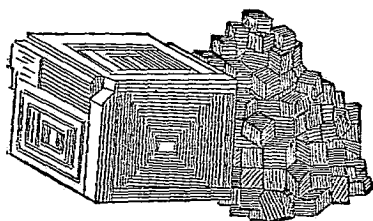
37. 食鹽怎樣製取的? 我國南部各省多從海水取鹽,他的製法有二種:

(1)曬法 在海邊築土爲灘,導海水入內,藉太陽的熱及風力,蒸發水分,漸漸曬乾,到一定的時候,就能結成鹽塊,照這樣所得的鹽,稱爲曬鹽。

(2)煎法 在海岸築成鹽田,半鋪細砂,導入海水,曬以太陽光,使成濃液,稱爲鹽滷。鹽滷置鐵釜內煎之,把水煮乾,即成細小的鹽粒,照這樣方法所得的鹽,稱爲煎鹽。

粗製的食鹽,混有鎂的化合物,有潮解性,能吸收空氣中的水分,而變成黃色的苦汁。若把海水先經濾過,得極澄清的溶液,用蒸氣烘蒸,待其將乾的時候,使之轉冷,所得的結晶潔白純淨,是爲精鹽。

38. 食鹽的性狀怎樣? 食鹽爲白色

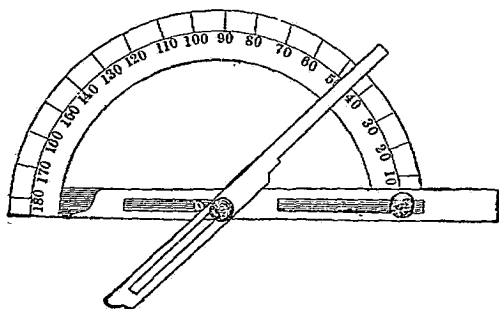


第二十七圖 食鹽的結晶

固體,有鹹味,可溶於水,在溫水中,所溶之量更多,冷之則為稍大的結晶,形如

骰子。(圖27)包圍結晶的面有六,稱為結晶面,

兩個結晶面所成的角叫面角,食鹽的



第二十八圖 測角器

面角為 90° 。測面角的器械,稱為測角器。(Goniometer) 如圖28。

實驗25. 杯中盛溫水少許,加食鹽而攪拌之,食鹽漸漸溶解,至鹽不能再溶解為止,取其溶液靜置數小時,使之漸漸放熱,溶液中有無結晶的顆粒分出?把這

顆粒放在顯微鏡下窺之,形狀怎樣

由上實驗,食鹽能從溶液中結晶而出,是一種重要的結晶方法.凡動質結晶的生成,可分三種方法:(1)由溶解而成的,如食鹽,明礬及硫黃;(溶解於二硫化碳中)(2)由熔化而成的如硫黃,入坩堝中加熱熔融,冷卻後則生針狀結晶;(3)由昇華而成的,例如把樟腦入磁鍋,上覆漏斗,下加微熱,則樟腦化爲氣體,在漏斗上部冷凝如霜,這種現象稱爲昇華 (Sublimation).

實驗 26. 取買來的粗製食鹽數顆,放在乾的蒸發皿中,用火灼熱,看他怎樣?

普通粗製的食鹽受熱,常能爆裂,因爲在結晶的時候,結入水分少許,這種水因爲含在結晶體中.稱爲結晶水 (Water of Crystallization).鹽受熱的時候,因晶體內的水分,要化氣跑出,結晶體就爆裂而飛散

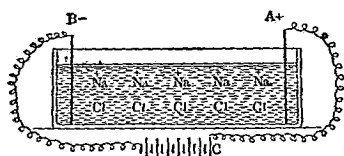
成小粒。食鹽熱到八百餘度即熔融，再熱到紅熾，則分解而揮發。遇水溶解，在零度時水 100 份能溶解食鹽 36 份。某物質在一定的溫度時，100 克的水能溶解若干克，即稱為該物質在此溫度時的溶解度 (Solubility)。多種結晶的物質，溶在水中大概有一定溶解度，茲舉數例如下：

物名	分子式	在0°時的溶解度	在100°時的溶解度
氯化鈣	CaCl ₂	59.5克	159.0克
硝酸鉀	KNO ₃	13.30克	246.0克
硫酸銅	CuSO ₄	14.30克	75.4克
硫酸鈣	CaSO ₄	0.759克	0.162克
食鹽	NaCl	35.70克	39.80克

39. 食鹽的效用。 食鹽在烹飪上可以調味，又可防腐。工業上製造蘇打，漂白粉，鹽酸等，都用食鹽為原料，農業上也有拿食鹽當做肥料的。

40. 食鹽溶液的電解.

實驗 27. 把食鹽溶液盛入電流分解器將 A, B 二



第二十九圖 電解食鹽

極連於電池 C, 使通電流, 便見陰極 B 發生無色無臭的氣體, 着火便燃, 證明是輕氣, 陽極 A

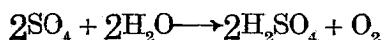
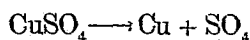
發生黃綠色的氣體, 就是綠氣。(圖 29)

從上列實驗, 食鹽溶液通以電流, 即起分解, 而成鈉氯二種原子, 鈉原子與水作用, 成爲氫氧化鈉, 發出輕氣; 氯原子雖然也有一部份與水作用成爲鹽酸, 發出養氣, 但氯原子之大部份卻互相結合, 成綠氣而放出於空氣中。

41. 電解. 某種化合物, 因電流而分解的現象, 稱爲電解 (Electrolysis), 可以電解的物質如食鹽等稱爲電解質 (Electrolyte), 凡成融解狀或在水溶液中的金屬鹽類,

酸類和鹼類,都能用電來分解,概稱爲電解質。反之,像砂糖酒精等有機物的水溶液,則電流不能通過,所以不能起電解作用,這種物質,都叫非電解質 (Nonelectrolyte)。

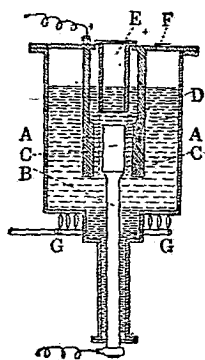
通電流於硫酸銅的溶液中,則陰極有金屬銅分出,陽極有氧氣發生,其變化如下面的方程式:



實驗 28. 取硫酸鈉 (Na_2SO_4) 溶解於清水內,做成硫酸鈉的溶液,加紅色石蕊試液少許,放在電解器內,用 U 形玻璃管,中插兩塊鉑的電極,通以電流,則見近陰極的液變爲青色,接近陽極的液仍爲紅色,什麼緣故?試用化學方程式解明。

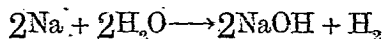
42. 鈉的製造. 鈉的單體,從前用碳使碳酸鈉還原而製成,近時都用電解熔融氫氧化鈉的方法製得。電解的裝置如

圖 30. 鐵筒 A A 的下端裝入氫氧化鈉, 並插鐵棒 B 為陰極, 上部懸有碳棒 C 數枝為陽極. 今將鐵筒的下部加熱, 使氫氧化鈉熔融, 同時兩極接通電池, 則陽極發出輕氣和鈉, 集於 E 桶; 陰極發出氫氣, 由 F 門逃出. 這樣把 E 桶內的輕氣放出, 隨時可收集鈉的單體.



第三十圖 鈉的製造

43. 鈉的性狀怎樣. 鈉為柔軟而有光澤的金屬, 易於切斷, 在空氣中易氧化而變黑, 投於水中, 立刻和水作用而成氫氧化鈉, 放出輕氣.



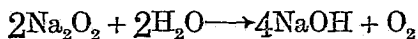
鈉和多數物質都能化合, 投入稀鹽酸中則成氯化鈉而放出輕氣, 投在綠氣瓶

中與綠氣直接化合，爲氯化鈉即食鹽。

實驗 29. 取綠氣一瓶，將鈉放在燃燒勺內燃着，漸漸放入綠氣瓶中，則見鈉在內燃燒很烈猛，光亮亦很大。待燃畢後，細察瓶中有無白色的物質？取而嘗之，味鹹，和平常食鹽比較怎樣？

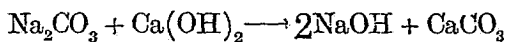
44. 鈉的重要化合物。

(1) 氧化鈉 燃鈉於空氣中，則生氧化鈉 (Sodium oxide)，鈉和氧化合能生二種化合物：燒鈉時若空氣不足，則得氧化鈉 (Na_2O)，雜有二氧化鈉。若置鈉於鐵管中加熱到 300°C ，通入空氣，則生二氧化鈉 (Na_2O_2 Sodium peroxide)，爲淡黃色的粉末，因氧化的力量很強，故用作氧化劑。遇水即易分解爲氫氧化鈉，且放氧氣，使物質漂白，故又用爲漂白劑。



(2) 氫氧化鈉 把鈉投於水中，則生氫

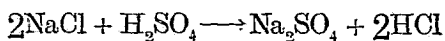
氫化鈉 (NaOH Sodium hydroxide), 商業上稱苛性鈉或潮鹼 (Caustic soda), 把碳酸鈉和熟石灰共熱即得。



氫氧化鈉爲白色的塊片,或爲棒狀,腐蝕性很強,皮膚觸之,便覺刺痛。在空氣中易潮解,易溶在水中,成鹼性溶液,製造肥皂,精製油類及其他工業上亦多應用。凡固體露在空氣中,漸吸收水氣,經久變成溶液,這種作用稱爲潮解 (Deliquescence)。

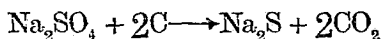
(3) 碳酸鈉 碳酸鈉 (Sodium carbonate) 俗名蘇打 (Soda Ash), 爲工業上重要的原料, 製法有二:

(A) 露布蘭法 把食鹽和硫酸在鐵鍋中共熱,則得硫酸鈉和氯化氫。

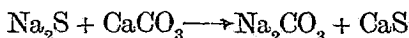


次把硫酸鈉和炭及石灰石一同加熱,

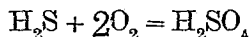
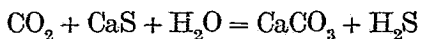
先成硫化鈉和碳酸氣：



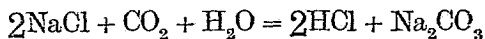
硫化鈉更和石灰石起作用，則生碳酸鈉和硫化鈣，但硫化鈣爲黑色不溶解的物質，故易於分開；碳酸鈉可加水溶化，使牠結晶析出：



此時所副生的碳酸氣和硫化鈣，可以用以再製碳酸鈣及硫酸的原料。



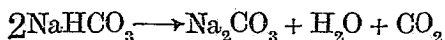
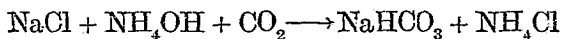
所以露布蘭氏的變化，可以一式總括如下：



上法爲法國露布蘭 (Le Blanc) 氏發明，露氏何以發明這個方法呢？因碳酸鈉本從海草灰中煉出。當法國革命時代，海草

灰來源斷絕，法政府懸賞別的製造方法，露氏悉心研究，利用食鹽製造碳酸鈉卒得成功，故特稱爲露布蘭法(Le Blanc Process)

(B) 蘇爾偉法 這個方法亦利用食鹽，把食鹽做成溶液，通入多量的阿摩尼亞氣，(以後簡稱氨)再通入碳酸氣而成碳酸鈉。



上法爲蘇爾偉氏發明，稱爲蘇爾偉法(Solvay Process)，這法較前法爲佳，因成本可以減輕，成品較優的緣故，故工業上多採用之。

碳酸鈉的水溶液，有溫和的鹽基性，可爲洗濯等用，所以平常稱之爲洗濯蘇打(Washing soda)，亦稱白碱。牠的結晶體含有多量的結晶水，其分子式爲 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ，

露在空氣中，漸失去水分，變成一水化物 ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 的細粉，凡含水的結晶體，露在空氣中，漸漸失去水的作用，稱爲風化 (Efflorescence)，如硫酸鈉的結晶體，露在空氣中漸失去水分，變爲細粉，亦是風化作用。

實驗 30. 取結晶的碳酸鈉數粒，細察牠的形狀怎樣？置在乾燥空氣中約半句鐘，察其有沒有改變？爲什麼緣故？碳酸鈉易溶解於水中麼？把有色石蕊紙驗牠的溶液，是鹼性還是酸性？滴數滴鹽酸於牠的溶液中，有無氣體發生？什麼氣體？把這種作用的方程式寫出來，就可明瞭。

碳酸鈉供製陶器，玻璃，造紙，肥皂，染色術等，工業上用途很廣。

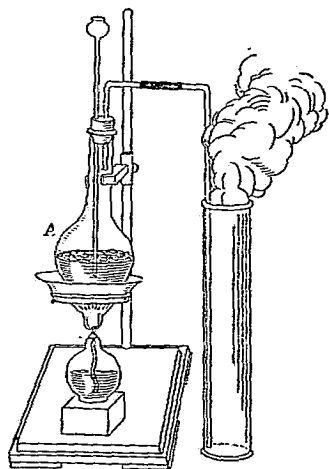
(4) 碳酸氫鈉 (Sodium hydrogen carbonate NaHCO_3) 碳酸鈉的溶液吸收碳酸氣即生碳酸氫鈉，俗稱小蘇打，爲白色粉末，多

供醫藥上的應用。

45. 鹽酸氣怎樣製造的。

實驗 31. 取食鹽少量納入燒瓶 A 中,從漏斗管加

入濃硫酸,到覆沒食鹽為度,用酒精燈緩緩燒熱, (圖 31) 卽有氣體發生。



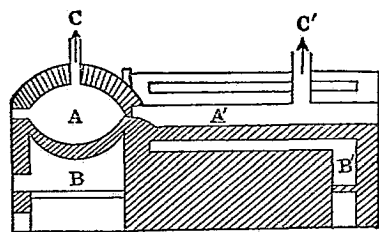
第三十一圖 氯化氫的製造

上列實驗中所生的氣體,遇空氣中濕氣則成白煙,這就是氫和氯的化合物,叫做氯化氫 (Hydrogen chloride)

或稱鹽酸氣。注意此氣的顏色和臭味,多吸入則刺激咽喉,遇水極易溶解,比空氣重,故不在水中收集,而用空氣交換法收集之。要驗瓶內氣已滿否,可把浸濕的青

色石蕊紙 (Litmus) 持近瓶口,倘紙變色,是為氣已滿瓶的證據。

工業上的製法 實驗室中所用製造氯化氫的方法,工業上亦可用的。如圖 32, A 為大鑄鐵鍋,把鹽和硫酸的混合物,放入鍋中,在 B 爐內生火加熱, A 鍋內發生氯化氫,從 C 管逃出,等到鍋內氣體發生停息,把鍋內物質,耙到悶爐 A' 內,在下面的 B' 竈加高熱度,使作用完全,所發

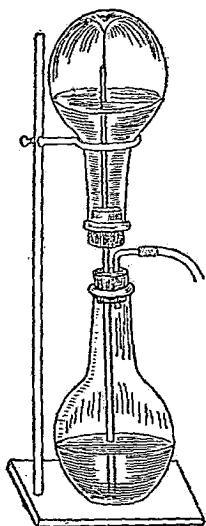


第三十二圖 工業上製造鹽酸的爐

生的氯化氫,從 C' 管逃散。C, C' 二管通到吸收塔內,塔內有水從上滴下,或由旁管射入,氯化氫氣到了塔內遇水,溶解水中,便成鹽酸。若製造上所用的藥料純粹,可

得無色的溶液。普通鹽酸，含有雜質，故常帶黃色。

46. 鹽酸氣的性質怎樣。



第三十三圖 噴泉

(1) 把滿盛鹽酸氣的瓶倒立在盛青色石蕊液的瓶口上，移去瓶口所蓋的毛玻璃片，稍等片刻，觀察石蕊液變色沒有？證明這氣體有什麼性質？

(2) 噴泉的裝置，把極乾淨的燒瓶，取滿鹽酸氣，倒插在盛有青色石蕊液的燒瓶上面，裝置如圖 33。從

旁邊玻璃管吹入空氣，則瓶內發生什麼現象？為什麼緣故？

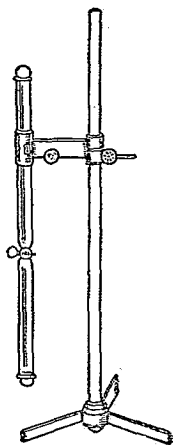
(3) 把燭火插入鹽酸氣瓶中，火焰怎樣變化？氯化氫能自燃麼？能助燃麼？

從以上實驗,對於鹽酸氣的性質試作簡單的報告。

47. 鹽酸氣的成分.

實驗32. 取中間有活塞的玻璃管,(圖34)長的部分裝滿輕氣,短的部分裝滿綠氣,兩端緊閉.在日陰中開中間的活塞,兩氣體緩緩化合成氯化氫.復把一端插入水中,去其塞,因氯化氫溶解水中,水就升入管內。

從上列實驗,證明綠氣與輕氣化合成氯化氫的體積,為1和1的比例,又從重量上計算,知道1分輕氣和35.5分的氯化合而成36.5的氯化氫。



第三十四圖
綠氣與輕氣
化合的實驗

48. 甚麼叫做鹽酸,牠的性質怎樣.
由45節知氯化氫很容易溶解水中,成爲

溶液,使青色石蕊液或石蕊紙變為紅色,稱為酸性反應 (Acid reaction). 這氯化氫的溶液,化學上稱為鹽酸或稱氫氯酸(Hydrochloric acid). 普通的濃鹽酸,比同容積的水重 1.19 倍,故鹽酸的比重為 1.19,牠的重要的性質如下:

(1) 味 味酸,好像平常吃的醋一樣.

(2) 從鹽酸的成分看起來,其中含有氫元素,考查一切酸類物質,都含有氫;如硫酸,硝酸,醋酸等成分中,均有氫元素存在.

(3) 對於金屬的作用 多數金屬如鐵,錫,鋅等,溶於鹽酸中成氯化物(Chloride),同時放出輕氣,故製輕氣時常用鋅和鹽酸.

(4) 與金屬的氫氧化物化合.如鹽酸和氫氧化鈉化合,變成食鹽.

(5) 遇青色石蕊紙變為紅色.

以上五種性質,不獨鹽酸這樣,如硫酸,

硝酸,醋酸等,均有這種性質,這類物質統稱為酸 (Acids).

49. 鹽酸的用途. 鹽酸用以製造綠氣,漂白粉及醫化藥品.製糖廠用以精製骨炭,化學上又為重要試藥,用途很廣.

50. 甚麼叫做鹽類.

實驗 33. 取鈉一小塊投入盛水的杯中,鈉和水作用成氫氧化鈉 (Sodium hydroxide) 的溶液,用紅色石蕊紙檢查,則紅色變青色,漸加少量的稀鹽酸於此溶液中,時時用紅青兩種的石蕊試紙檢查,其初雖能變紅色試紙為青色,後來可使兩紙都不變色.再把這溶液蒸發乾,則生白色的結晶體.嘗其味,和尋常食鹽的味比較怎樣?

在上列實驗中,把紅色石蕊紙投入氫氧化鈉溶液中,變為青色,且有澀味,化合物有這種性質,稱為鹽基性 (Basic property); 凡具這種性質的氫氧化合物,稱為鹽基

(Base). 鹽基的通性如下:(1)成分中含有一種金屬和氫氧二元素,(2)和酸類作用時其中的氫氧(OH),和酸類中的氫化合而成水,(3)他的溶液變紅色石蕊為青色,恰和酸性相反,如氫氧化鈣, (石灰水) 氫氧化鉀,氫氧化銨等,均為鹽基類.

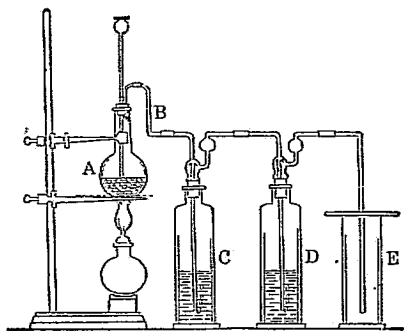
氫氧化物中顯鹽基性最強的,亦常稱鹼(Alkali).最常見的鹼為鉀,鈉,鈣三種的氫氧化物.

又在上列實驗中,酸和鹽基相遇,酸中的氫和鹽基中的金屬交換而成鹽和水,這種作用名為中和(Neutralization).經蒸發後,水就逃散,鹽即存留,故中和為製鹽的普通方法.

酸和鹽基相化合的時候,酸類中的氫元素,由鹽基中的金屬元素替代而成的物質,通稱為鹽類(Salt).例如鹽酸和氫

氧化鈉中和的時候，氫氧化鈉中的鈉去替代鹽酸中的氫，結果成氯化鈉的物質，可供調味用品，故特稱牠為食鹽(Common salt)。其餘鹽的種類很多，以後擇其重要的，再作研究。

51. 由鹽酸製造綠氣的方法。 A 瓶中放二氧化錳少許，由漏斗管注入鹽酸，完全混和後，徐徐加熱，即生綠氣。(圖 35) 再通過盛水的 C 瓶和盛濃硫酸的 D 瓶，以除氯化氫和水後，用排擠空氣法集滿數瓶，考查牠的性質。



第三十五圖 綠氣的製法

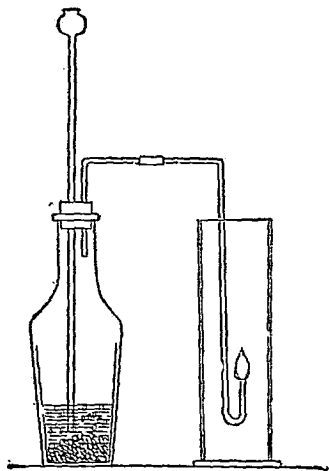
52. 綠氣的性質怎樣。

(1) 取紙二條，一染藍色或紅色，一染黑

色,各入綠氣瓶中,那一種褪色?

(2)取有色的布條投入綠氣瓶中,有無變化?再把這布浸濕,再入綠氣瓶中,顏色怎樣?

(3)把燭火入綠氣瓶中,發生怎樣變化?什麼緣故?俟燭火取出,再把濕的青色石蕊試紙投入,顏色改變麼?試說明理由。



第三十六圖 輕氣在綠氣
瓶中燃燒

(4)將鎊粉一小塊研成細末,撒於瓶中,發生甚麼現象?物質的燃燒是不是一定要氧氣的力量?試解釋燃燒的意義。

(5)開輕氣發生瓶使生輕氣,待空氣驅逐淨盡,然後

燃點輕氣，入綠氣瓶中，（圖36）則生成何種氣體？

由以上實驗，對於綠氣的性質，試作簡單的報告。

養氣和他物化合的作用叫做氧化，燃燒有發光和發熱的現象，然亦為養氣和他物化合，所以也是氧化作用。廣義說起來，凡化學變化時有發光和發熱的現象，都可稱為燃燒。如上面銻與綠氣化合的現象，亦可稱為燃燒。

53. 綠氣的用途怎樣。 綠氣的主要用途為製造漂白粉，用以漂白紙質及棉麻類所織的布。家常用的漂白粉，中含多量綠氣，除漂白作用外，並用為消毒藥品。此外在炸藥及藥料製造上，亦極重要。歐戰時用綠氣的化合物製成礮彈，其性極毒，稱為綠氣礮。

54. 漂白粉的製法. 如圖 35 的裝置, 另備廣口瓶一個, 中放石灰粉, 鋪蓋瓶底, 注入水少許, 與石灰調和. 把綠氣通入瓶內, (瓶須蓋密) 歷時良久, 使石灰飽吸綠氣後, 漸形膨漲, 即成漂白粉 [$\text{CaCl}(\text{OCl})$ (Bleaching powder)]. 普通售的漂白粉, 每百分含綠氣 30 至 40 分.

問題

1. 製造嗆嚨水用小蘇打粉及檸檬酸, 什麼道理?
2. 飲食不消化, 吃些小蘇打, 就可助消化, 什麼緣故?
3. 一支玻璃管, 在火焰上強熱的時候, 焰中常帶黃色, 證明其含有甚麼金屬?
4. 把乾燥的紅布, 置在乾燥的綠氣瓶中, 紅色不褪, 什麼緣故? 漂白粉怎樣做成的?
5. 酸類如硫酸, 鹽酸等都是很毒, 若使牠失去酸性, 用什麼方法?
6. 試將本章所講的各節, 作一個提要.

第五章 硫黃

55. 硫黃是怎樣一種物質。

取硫黃粉少許，查察牠的顏色和形狀，有無臭味？把硫黃放在燒勺內，在火焰上熱之，發生怎樣的氣味？硫黃在養氣中燃燒的火焰怎樣？（回憶用硫黃試驗養氣的情形）把硫黃入試驗管中燒熱，能溶解麼？

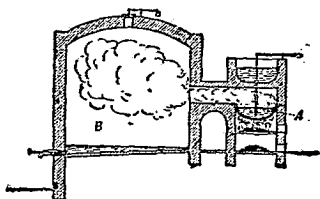
55. 硫黃的產地。 硫黃常產於火山及溫泉附近，和金屬化合為礦石，如方鉛礦，方鋅礦，黃銅礦，黃鐵礦等均含之；又為



圖三十七 硫黃的開採

蛋白質中的重要元素，故動植物體中，亦含硫黃，但不很多。天然產的硫黃，雜有砂粒，須提淨方可應用。（圖 37）

57. 硫黃怎樣製鍊的。取天然產的硫黃礦，碎成小塊，入鐵釜 A 中加熱，則硫黃熔解，流在底部與混合的砂粒分離。照



第三十八圖 硫黃的蒸餾

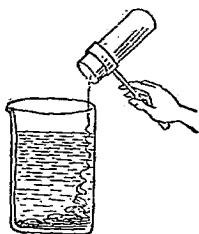
這樣所得的，稱為粗製硫黃。再用蒸餾法精製之，把粗製硫黃放在鐵甑中（圖 38）燒熱，

導其蒸氣入磚室 B 內，磚室溫度不高之時，結成一種粉末，名為硫黃華（Flower of sulphur）。後來磚室之溫度漸高，就凝為液體，流入模型中，則成市上所售的硫黃棒（Roll sulphur）。

58. 硫黃的性質怎樣。

(1) 物理性

實驗 34. 取約 10 克的硫黃, 入試驗管內熱之, (圖 39) 留心觀察, 硫黃起初熔解時, 成怎樣的液體? 溫度漸高, 液體的顏色, 有無改變? 到後來溫度更高, 液體變成怎



第三十九圖
硫黃加熱

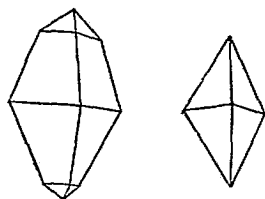
樣? 把試驗管倒立, 硫黃能流出管外麼? 再熱牠, 怎樣變化? 把成液體的硫黃, 徐徐倒入冷水中, 則凝成怎樣的形狀? 因為與橡皮膠相仿, 故稱為橡皮硫黃 (Plastic sulphur), 或稱無定形硫黃 (Amorphous sulphur).

由上面的實驗, 我們可把硫黃的性質, 分辨如下:

硫黃為黃色的固體, 質脆無臭無味, 熱到 115°C 則熔解為淡黃色的稀薄液, 溫度再昇, 則漸呈暗褐色, 到了 220°C , 變為不能流動的濃厚液體, 再熱牠, 則還原仍為稀薄的液體, 倒入冷水中, 則凝固為褐色

的橡皮硫黃。

實驗 35. 取一試驗管,中盛二硫化碳 (CS_2 Carbon disulphide) 少許,另取硫黃粉少量,入管中振盪片刻,硫黃能溶解麼?次把溶液傾入蒸發皿中,待乾,硫黃重行結晶而出,成斜方八面體。(圖 40)



第四十圖 硫黃的結晶體

凡固體的外形,具有一定的規則,周圍以平面合成的形體稱為結晶體 (Crystal). 假定

一直線,貫通結晶體的中心,此線稱為晶軸 (Crystal axis). 結晶體不但外形有一定的規則,即內部亦有一定的構造,故各種結晶,均有一定的融點. 又依結晶軸的方向,其硬度,溶解度,膨脹率以及電和光的性質亦各不相同.

實驗 36. 取約 20 克的硫黃粉入坩堝中熱之到熔

解,停止加熱,徐徐等冷,等到牠的表面生皮時,穿一小孔,使其中液體流出,細察坩堝內留存的硫黃爲何種形體?

由上實驗,知道硫黃的結晶體有二種,通常爲斜方八面形,加熱熔解,冷後所生的結晶,則成針形,但放置長久,仍變爲斜方八面體。

(2) 化學性

實驗 37. 盛少量的水銀及硫黃粉末於研鉢中,用研棒拌和,細察這二種物質化合沒有顏色怎樣?把鐵屑和硫黃粉末如實驗 4 的方法覆行試驗,再把銅屑和硫黃如法試之,結果怎樣?

如上實驗,水銀和硫化合爲黑色的硫化汞 (Mercuric sulphide), 硫和鐵化合爲硫化鐵 (Iron sulphide), 銅和硫化合爲硫化銅 (Copper sulphide). 硫黃和多數金屬能直接化合,稱爲硫化物 (Sulfides), 正如氧和

金屬作用一樣；凡能和氧化合的金屬，和硫亦能化合。

硫和非金屬在適宜境況的時候，亦能化合，例如氫和硫化合為硫化氫 (Hydrogen sulfide)，碳和硫化合為硫化碳，氧和硫在高溫度時化合為二氧化硫 (SO_2 Sulphur dioxide)。硫，鐵，氫，碳，氧等，用現在我們已知的方法，不能再行分開，故均稱為元素。



第四十一圖 果樹上灑石灰粉黃

59. 硫黃的用途怎樣？ 硫黃在工業上爲重要的原料，用製火藥，煙火，硫酸及硫橡皮等，又爲漂白及消毒藥品，與熟石灰同融成液質，灑在果樹上爲有效的殺蟲劑（圖41）。

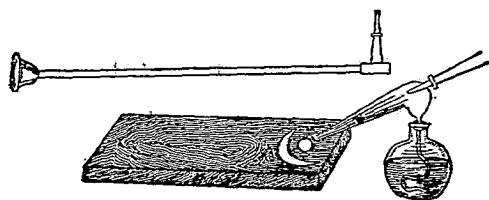
60. 多種金屬的硫化物。

(1) 黃鐵礦 (FeS_2) 在自然界中爲金黃燦爛的六面體，八面體，或五角十二面體，熱之則放硫黃的氣味，其餘以後再討論。

(2) 閃鋅礦 (ZnS) 爲鋅和硫的化合物，在自然界內散布很廣，常和黃銅礦，方鉛礦等爲伴，結晶體爲八面形或斜方十二面形，色黑褐或黃褐，在空氣中不起變化，用途頗廣，爲提煉鋅質的主要礦石。鋅鍍在鐵片，可以防銹；與銅相混可製黃銅，電池中用鋅板，做電極。

實驗38. 取本礦一小塊，置木炭上的小孔內，用吹

管熱之，察其蒸皮，熱時何色？冷時何色？再加硝酸鈷溶液數滴熱之，則變為何色？



第四十二圖 吹管分析

本實驗
為檢定礦
物化學性
質的一種
重要方法，

稱為吹管分析法 (Blow-pipe-analysis) (圖42)。

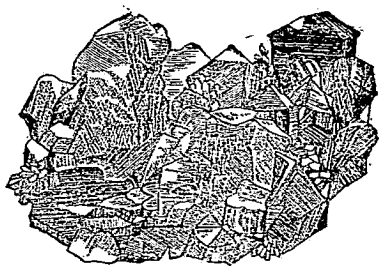
(3) 方鉛礦 (PbS) 本礦為鉛和硫的化合物，分布亦很廣，常和石英，方解石等成塊狀，填充巖石中間，結晶多為六面體或八面體，受熱易溶，發出硫黃的臭氣。

用提鉛質為鉛彈，鉛字，鉛管等用。

實驗39. 把本礦研成粉末和水及碳酸鈉；置在木炭上（如上法），用吹管在還原燄中吹之（參觀火燄的研究），則溶解而生什麼物質？發何種臭氣？

(4) 黃銅礦 ($CuFeS_2$) 本礦常和他種金

屬及石英爲伴，
成分爲硫化銅
與硫化鐵的合
成物，和黃鐵礦
相同，顏色如黃
銅，人們往往誤
認爲黃金。（圖43）



第四十三圖 黃銅礦

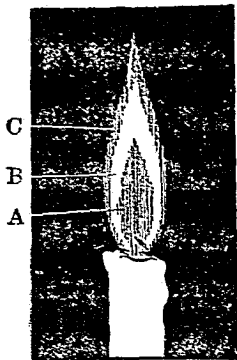
實驗40. 把本礦研成粉末放在木炭上，如前法用
吹管吹之，則發生何種臭氣？

61. 火焰的研究。

(1) 燃點蠟燭，背後插屏，使火焰分明，細
察火焰的內外各層，那一層頂光亮？再用
木片歷驗火焰內各層的熱度，那一層頂
熱？吹熄燭焰，把燃着的木片，放在燭上出
煙的地方，則燭焰再燃着，這可證明何事？
火焰可分幾層，試繪成一圖。火焰是由於
固體或液體受熱化氣時燃燒而生，故物

質在燃燒時若不能化氣，仍爲固體，就無火焰。鐵在養氣中燃燒，只放光而無火焰，就是這個道理。

(2) 我們研究燭的火焰見有三層，如圖



第四十四圖 火燭

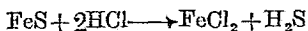
44，燭心周圍 A 的部分，黑暗無光，由於氣化的蠟未曾和空氣接觸，故未燃燒，稱爲焰心。外面 B 的部分，雖有空氣助燃，但供給不足，炭的一部分，分成細粒而受熱，故放強光，稱爲內焰。又

因他需要養氣，如把氧化金屬在這層燒熱，裏邊的養氣就被奪取而金屬還原，故這層又稱還原焰。最外的一層，空氣充足，碳質完全燃燒，故溫度很高，但其中灼熱的固體已無存在，故溫度雖高，而光則不

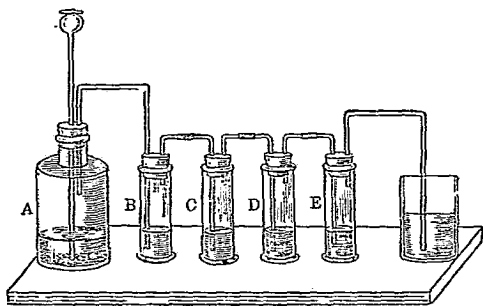
強物質在這層灼熱，易受氧化，故這層又稱氧化焰。

62. 硫化氫。

實驗 41. 照製輕氣的方法裝置，瓶中先放硫化鐵數塊，注入稀鹽酸，立生氣體，臭如腐卵，通入水中稍能溶化，使藍色石蕊紙變為紅色，這氣體為硫和氫的化合物，稱為硫化氫。



把此氣分別通入亞砷酸，氯化錫，氯化鋅，硝酸銀的水溶液中，各生何種顏色的物質？（圖 45）試將各色結果記下來並研究其理由。



第四十五圖 硫化氫通入各種金屬化合物溶液中

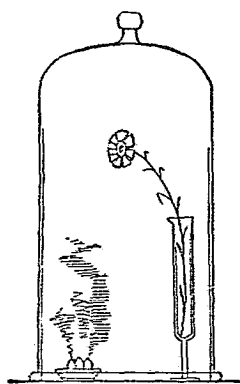
由上實驗，硫化氫和各種金屬生成的

硫化物,顏色及溶解度均不相同,用以檢驗礦石或化合物內所含的金屬,頗為有效,故為分析化學上的重要試藥。

63. 二氧化硫的性質和功用。 硫黃在空氣中燃燒時,則生無色而有刺激性的臭氣,稱為二氧化硫 (SO_2 Sulfur dioxide)。 實驗上把銅屑投於硫酸中熱之,亦生這種氣體, $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。 二氧化硫極易溶解於水成亞硫酸 (H_2SO_3

Sulphurous acid), 呈酸性反應,故二氧化硫又稱亞硫酸酐 (Sulphurous anhydride)。

實驗42. 於玻璃鐘內放浸濕的有色絹毛或花草,下燃硫黃, (圖46) 使生二氧化硫,則絹毛或花草漸漸褪色。

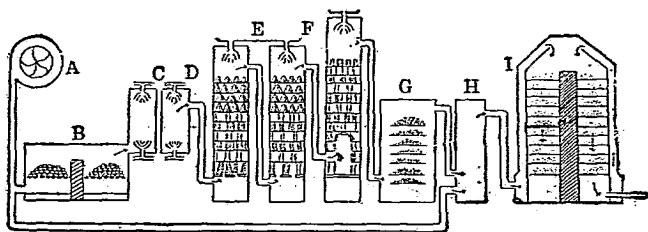


第四十六圖
二氧化硫的漂白作用

由實驗知二氧化硫遇水所成的亞硫酸，能奪取色素中的氧，使牠褪色，故用以漂白絹布，草帽等。又因牠有殺菌的力量，故常用做消毒劑。

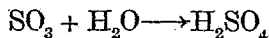
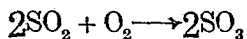
64. 硫酸怎樣製造的。 將二氧化硫氧化則成三氧化硫，使溶解於水即成硫酸，惟二氧化硫之氧化頗為不易，且硫酸 (Sulphuric acid) 在化學上為重要的試藥，在工業上為重要的原料，所以牠的製造方法，值得我們研究。

(A) 接觸法 (Contact process) 如圖 47, 先在 B 爐中燒硫黃或黃鐵礦 (FeS_2) 製成



第四十七圖 接觸法

二氧化硫 (SO₂ Sulphur dioxide), 從 A 鼓入空氣, 和氧化硫混合, 導入 C 室內, 去其游離的硫黃, 再經過 E, F, G 等室, 雜質盡去, 在 H 室中加熱, 並混入多量空氣, 而入有鉑粉的接觸室 I 內。二氧化硫和空氣中的氧氣化合的速度本是很慢, 惟因有鉑粉的存在, 化合的速度就很快, 變成多量的三氧化硫 (Sulphur trioxide), 再與水化合便成硫酸。

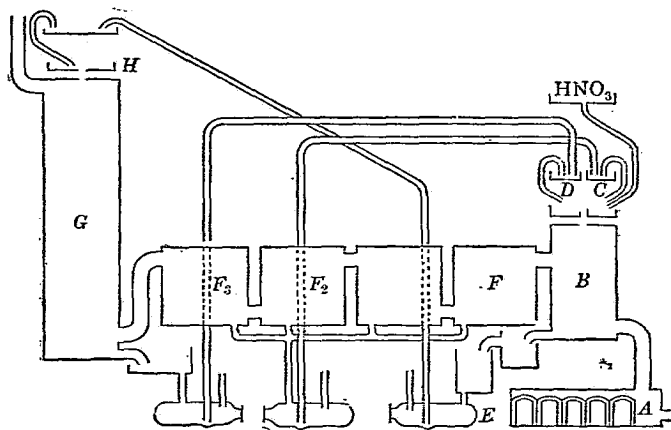


凡物質起化學作用時, 另加一種適宜的物質, 使牠作用加快, 這種作用稱爲接觸作用 (Catalysis)。那所加的物質, 自始至終, 絲毫未曾改變, 稱爲接觸劑 (Catalytic agent)。如取養氣的時候, 二氧化錳加入氯酸鉀後, 氯酸鉀的放出養氣比單獨加熱

時爲快,亦是一種接觸作用,那二氧化錳自身絲毫沒有改變,稱爲接觸劑。

三氧化硫爲無色的液體,在 15°C 左右凝固,投入水中則溶化發聲,放出多量的熱而變成硫酸,故三氧化硫又稱硫酐 (Sulphuric anhydride)。

(B) 鉛室法 (Lead chamber process) 這個方法與上法的原理略同,就把二氧化硫,空氣,二氧化氮及水蒸汽引入鉛室中,



第四十八圖 鉛室法

(實驗室中用大玻璃瓶亦可) 這些氣體互相作用而成硫酸,其變化可分三步:
(圖 48)

(1) 一氧化氮遇空氣合成爲二氧化氮 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$; (2) 二氧化硫在鉛室中因二氧化氮的接觸作用,與空氣中的氧氣化合爲三氧化硫 $\text{SO}_2 + \text{NO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 + \text{NO}$; (3) 再遇水蒸汽,便成硫酸 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$, 聚於室底.時時放出室外,移於鉛製器中,徐徐加熱,蒸去其中所含的水分,即成普通所售的濃硫酸.

65. 硫酸的性質怎樣?

實驗 43. 取濃硫酸半杯,研究其性狀,比水重還是輕?把木片入濃硫酸中,有變化麼?加硫酸於白糖濃液中,糖變成怎樣?另取試驗管一個,中盛清水少許,滴入一二滴濃硫酸,用舌尖嘗其味怎樣?再用青色石蕊紙浸入,變成何色?把銅片和硫酸同熱,有無作用?

綜上實驗,硫酸的性狀,可分記如下:

(1)酸性 極稀的硫酸可嘗之,味酸,浸青色石蕊紙則變紅色.

(2)吸水性 濃硫酸吸水的性質極強,遇動植物質即抽出其中的水分而與之化合.皮膚和衣服沾着濃硫酸立即腐爛,因濃硫酸對於水的化合力很大,所以為極好的乾燥劑.

(3)和金屬作用 金屬入硫酸中,大都溶解而成硫酸鹽,惟金及白金,則雖放入加熱的濃硫酸中亦不生變化.銅和硫酸作用,放二氧化硫,水及硫酸銅.



(4)氧化作用 硫酸和碳,硫等及數種金屬共熱,即放出一部分的氧素,故硫酸為一種氧化劑.

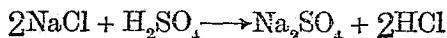
(5)和鹽類作用 硫酸和硝酸鹽作用,

能放出硝酸;和氯化鹽作用,能放出氯化氫即鹽酸氣。

66. 硫酸的用途. 硫酸的用途很廣,可以製造鹽酸,硝酸,碳酸鈉,硫酸氫,染料,火藥,毒氣及肥料等。凡工業上的原料,都和硫酸有直接或間接關係,故一國工業的發達與否,關係於硫酸的用量極大。

67. 硫酸鹽類. 硫酸和金屬或他種鹽類化合而成很多種的硫酸物,稱為硫酸鹽類,現在把其他重要的硫酸鹽分別研究之。

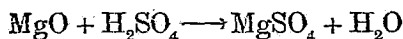
(1) 硫酸鈉 ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ Sodium Sulphate)
把氯化鈉和硫酸作用,便生硫酸鈉,且同時發生氯化氫氣: (見實驗 31)



硫酸鈉亦名芒硝 (Glauber's salt) 結晶時含多量的結晶水,但牠的晶體露在空氣

中,亦起風化作用。大量的硫酸鈉用以製造玻璃及碳酸鈉,亦用做藥品。

(2) 硫酸鎂 ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ Magnesium sulphate). 硫酸鎂又名瀉利鹽 (Epsom salt), 用途很廣, 農業上用做肥料, 醫藥上用做瀉藥。在自然界中常和氯化鎂等含在巖石中。製法可從海水或礦泉中充分除去其食鹽後, 在滷液中結晶而得。化學上把氧化鎂溶解在硫酸中, 亦可得到。



實驗 44. 取硫酸鎂數克, 考查牠的結晶為何形? 易溶解於水麼? 嘗牠的味怎樣? 放在試驗管中加熱, 有結晶水跑出麼?

(3) 硫酸鐵 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ Ferrous sulphate). 為淡綠色的結晶, 在自然界中常伴硫化鐵礦產出。大量製法, 把硫化鐵礦粉碎, 和以水, 在空氣中氧化後, 再溶解於水中, 蒸

發使牠結晶而出。易溶解於水，淨水時代
硫酸鋁。

實驗45. 把硫酸鐵數顆，考查牠結晶的顏色及溶解度，有無結晶水？

(4) 硫酸銅 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ Cupric sulphate) 硫酸銅又名膽礬 (Blue vitriol)，在自然界中常結晶存於銅礦中，若溶銅於硫酸中或燒硫化銅於空氣中，均可製出。試取數顆，研究牠的形性，把牠在蒸發皿中灼熱後，顏色怎樣？待冷後，滴水數滴，顏色怎樣？

實驗46. 把銅屑2克，納入燒瓶中，如55節的裝置，由漏斗加入濃硫酸徐熱之，則發生何種氣體？燒瓶內的溶液，什麼顏色？待銅溶完，取溶液在蒸發皿中燒去水分則為何物？



硫酸銅在工業上應用很廣，供染色，電鍍及電池等用，又供醫藥用，塗布於器，有

防腐的效力,和石灰水混合,在園藝上用做殺蟲劑。

(5) 硫酸鋇(BaSO_4 Barium sulphate) 硫酸鋇在自然界中成重晶礦而產出,故又名**重晶石** (Sulphate of barite), 常和銅,鐵,錒,鉛等礦做伴侶,結晶多作板狀,在化學上亦可製出。

實驗 47. 試各思一法製造硫酸鋇,並以實驗證明之.用化學方法製的硫酸鋇形狀怎樣?能溶解於水中麼?能溶解在硫酸,硝酸或鹽酸中麼?

硫酸鋇供製白色顏料,油漆,製紙及煙火等用。

實驗 48. 把碳酸鋇 (Barium carbonate) (天然的為礦石) 或硫酸鋇 (Barium sulphate) 溶解於鹽酸中,蒸發其溶液,放冷之,結成何種形狀的晶體?這晶體即稱為氯化鋇 ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ Barium chloride)。

氯化鋇為化學分析術上重要的試藥,

用以鑑別硫酸鹽類。

實驗 49. 把氧化鋇 (BaO Barium oxide) 溶解於水中則成氫氧化鋇 (BaOH Barium hydroxide) 的溶液,由口中吹入碳酸氣,有無白色沉澱?這是何物?試用方程式解明之。

氫氧化鋇易溶於水,有強鹽基性,化學上亦用做試藥。

68. 硫酸鹽類的通性。如上面所述,可知硫酸鹽為化合物中極重要的一類,多數在工商業上的用途很廣,其正鹽均為固體。除硫酸鋇,硫酸鎳,硫酸鉛外,均能溶解於水中,硫酸鈣及硫酸銀,祇能略溶於水。

問題

1. 溫泉的水能使銀幣變黑,又銀箸遇含硫的食物,如插於雞蛋內亦變黑,什麼緣故?試解其理。

2. 一克的硫黃可生多少克數的二氧化硫?

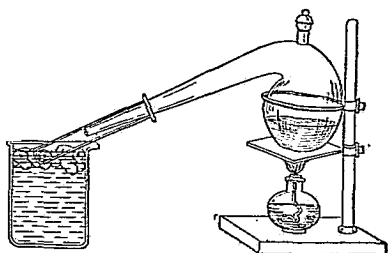
3. 亞硫酸和硫酸有怎樣區別?

4. 欲製造 98% 的濃硫酸 1 噸, 問至少要硫黃多少克?

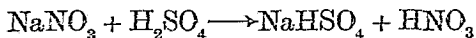
5. 試將本章所講的各節, 作一個提要.

第六章 硝酸和硝酸鹽

69. 硝酸怎樣製造的。取硝酸鈉約20克及等量的濃硫酸盛入曲頸瓶內，(圖49)徐徐加熱，則於受氣管內(上面澆水)集有黃色的液體，就是硝酸(Nitric acid)。



第四十九圖 硝酸的製造



70. 硝酸的性狀怎樣?

(1)把少量的濃硝酸滴在燒熱的木片上，發生什麼現象?

(2)取一試驗管，中放銀片一枚，注入硝

酸少許，發生什麼現象？同時銀片有甚麼變化？

(3) 取銅片二三片入試管中，加硝酸少許，研究牠的作用怎樣？

(4) 取玻璃杯盛水少許，加入硝酸數滴，更注入青色石蕊試液，變成何色？

(5) 取動植物纖維如棉，麻，絲，羽等入硝酸中，變成怎樣？

由以上種種實驗，試把硝酸的性狀，歸納起來，列成一表。

純粹的硝酸為無色液體，普通所用的均帶黃色，因含氮的氧化物緣故。硝酸遇動植物纖維，使變色而溶解，觸皮膚則發黃色的斑，金屬入硝酸中，易溶解而成硝酸鹽。但金及白金，都不溶解於硝酸，而能溶解於鹽酸與硝酸的混合液，這液稱為**王水** (Aqua regia)。

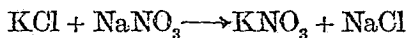
71. 硝酸的用途. 硝酸爲工業上重要的藥品,製造火藥,爆炸藥,毒氣及染料等均需用硝酸,又用以製造照像用的硝酸銀,又可爲腐蝕藥,以除去疣類。

72. 硝酸鹽類. 硝酸和許多金屬或其氧化物,碳酸鹽等作用而生硝酸鹽,散布於地中很廣,其重要的爲鈉硝石和鉀硝石.這些硝酸鹽類的產生,由於動植物質腐敗時所生的氨 (Ammonia), 和其他氮的化合物,由一種細菌的作用而成硝酸;再遇地中的碳酸鉀 (K_2CO_3) 或碳酸鈉 (Na_2CO_3), 便成鉀或鈉的硝酸鹽。

73. 硝酸鉀. 硝酸鉀亦稱鉀硝石,天然產的散布極廣,爲含氮的有機質腐敗,遇含鉀的土質所構成,今可用化學方法製造之。

實驗 50. 把硝酸鈉及氯化鉀各做成混和溶液,混

合後，放在蒸發皿中煮沸，漸漸除去其液中析出的食鹽，然後待牠冷，即得結晶體的物質，此是何物？檢察牠的晶形怎樣？



硝酸鉀爲白色針形的晶體，能溶解於四倍量的冷水中，不溶解於酒精。遇強熱則分解爲亞硝酸鉀 (Potassium nitrite KNO_2) 及氧，最後分解爲氧、氮，及氧化二鉀 (K_2O Potassium oxide)，爲最好的氧化劑。主要的用途爲製造火藥，又略用在醫藥及防腐劑以醃肉類。

硝酸鉀所以較硝酸鈉更爲適用，因在空氣中不吸收水分，硝酸鈉易吸水分所造的火藥露在空氣中，立即潮濕而失效用，故造火藥不用硝酸鈉。

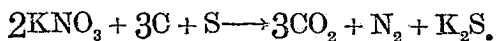
74. 硝酸鈉。硝酸鈉亦稱鈉硝石，在天然產的比鉀硝石散布更多，南美洲的

智利地方產出很富，故亦稱爲智利硝石 (Chile saltpetre)。性質和鉀硝石相仿，但在空氣中易於潮解。凡鹽類如硝酸鈉，氧化鈣等易從空氣中吸收濕氣，經久變爲水溶液，這種鹽類，稱爲有潮解性 (Deliquescent)；反之，硫酸鈉等在空氣中失去水分，變成功細粉，這種鹽類，稱爲有風化性 (Efflorescent)。硝酸鈉可用以製鉀硝石及硝酸等，應用頗廣。

75. 火藥的性狀及爆炸的原因。

實驗 51. 取硝酸鉀的粉末約 7 分，木炭屑及硫黃各 1 分半，在紙上混合，插以藥線，（利用爆竹上的藥線）用火燃點，這藥粉就立時猛烈的爆炸起來，爆炸後留存少許黑色的物質。

硝酸鉀，木炭，硫黃三種物質混合，遇熱就立刻爆發，稱爲火藥 (Gun powder)。火藥怎樣能夠爆發，我們來研究一下。



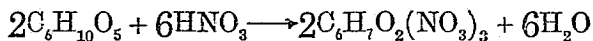
由上面的方程式可知硝酸鉀,碳和硫黃,在未爆炸前都是固體,爆炸後發生碳酸氣和淡氣,這二種氣體的體積,比原物質的體積增大約 280 倍,這就是爆炸的最大原因,無論何種物質,經過燃燒或猛擊後發生變化,放出多量的氣體,體積忽然變化,都足以致爆炸。固體或液體化成氣體或數種氣體,因化合而體積突然減少時,都要爆炸,體積的改變愈大,則爆炸愈猛烈,如一氧化碳,煤氣和沼氣等和空氣混合,遇火亦能爆炸。煤礦中有時發生爆裂,即是此理。又在乾燥的礦中如煤塵積集很多,而不灑水,結果也能爆炸。因為碳和氧化合成一氧化碳,和空氣混合而成爆炸物。粉廠和鋸木廠中亦常有爆炸的事件發生,原因即此。故新式工廠常注

意通風,使空氣流通以免種種危險。

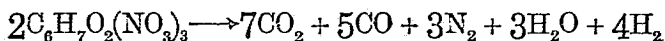
76. 炸藥的種類。 爆炸的藥品可分四類:

(1) **黑色火藥**(Gun powder) 普通火藥為硝酸鉀,硫黃及木炭三物質的混合物,其成分的比,因火藥的種類而異;大概含有硝酸鉀75%,硫黃12%,木炭13%。此種火藥,炸力微弱,且有煙發生,故近來之新式兵器,均已不用。

(2) **棉花火藥**(Gun cotton) 亦稱無煙火藥,把棉花的纖維,浸在濃硝酸及濃硫酸中即得。

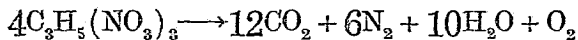


$C_6H_7O_2(NO_3)_3$ 為火藥棉的成分,着火時立即燃燒,發生炸裂,其分解如下面的方程式:



碳酸氣 (CO₂), 一氧化碳 (CO), 淡氣 (N₂), 輕氣 (H₂) 都是氣體, 故爆炸的力量很大。純粹的火藥棉, 因牠的炸力過速, 若用製爆炸藥, 易使鎗管破裂, 亦能使礦石或煤, 擊成粉末, 故僅用在水雷及開取海底礦等。

(3) **甘油炸藥** (Nitroglycerine) 亦稱硝化甘油, 把甘油溶解於濃硝酸及濃硫酸的混合液中而得無色的油狀液體, 此物爆炸亦很猛烈, 炸裂時的變化為:

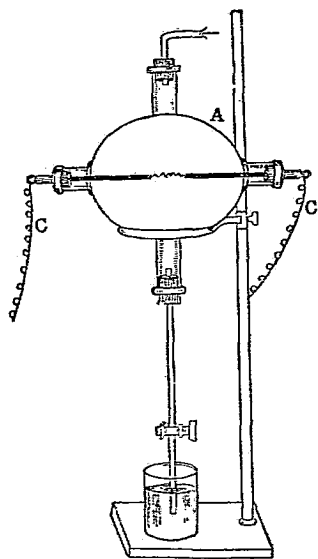


一體積的硝化甘油, 因熱至膨脹而生 10000 體積的氣體, 故為極猛烈的炸藥。

(4) **黃色火藥** 歐戰以後, 各國軍事化學家, 更應用兩種炸力很大的化合物, 一種是苦味酸 [Picric acid C₆H₂·(OH)·(NO₂)₃] 一種是 T. N. T. [Trinitrotoluene C₆H₂·(CH₃)·(NO₂)₃]

這兩種化合物都是黃色，所以叫做黃色火藥，牠的特長，在比較不容易引火，故便於搬運；可是如混合小量的硝化甘油，則其炸力便異常猛烈，可用以裝填地雷，飛機炸彈，礮彈及魚雷管等。

77. 空氣中硝酸生成的原因。

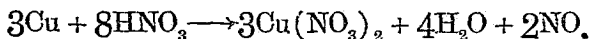


第五十圖
空氣內硝酸的生成

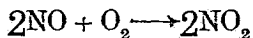
在高壓力發生火花的時候，能使空氣中的氧元素和氮元素合成氧化氮 NO ，繼變為二氧化氮 NO_2 ，遇濕氣則成硝酸，故空氣中含有少量的硝酸約萬分之五，如圖 50，A 為玻璃球，中放黃銅電極二個，關閉活塞，使牠放電，則

A 球內空氣中的氧和氮化合而為 NO，繼變為 NO₂，冷後開放活塞，杯中的青色石蕊試液便上升而變紅色。

78. 氧化氮的製法和性質。把硝酸注入銅片中，則起激烈作用而生氧化氮 (Nitric oxide)。



氧化氮為無色的氣體，牠的特性就是遇着空氣能生赤褐色的氣體，是即二氧化氮 (Nitrogen dioxide)。



二氧化氮，亦可把硝酸鉛加熱製出。



二氧化氮有毒，能溶解於水內，遇他種燃燒的物質，易放出養氣，故為氧化劑。

氧化氮和二氧化氮的分子式，相差一個氧原子，牠們的化合重量適合倍數比

例的定律,試說明之。

問題

1. 鈉硝石的用途怎樣?
2. 硝酸鈉 10 克,可製成硝酸多少克?
3. 黑色火藥爆發時所生之氣體,占有生成物全體幾分之幾? (重量)
4. 試將本章所講的各節,作一個提要。

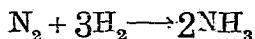
第七章 氮

79. 氮怎樣製造的。普通含氮的物質腐敗，常有氮 (Ammonia) 發生，例如便所附近，常有刺激的惡臭。工業上氮的製法，係從煤氣廠取洗滌煤氣的水內提取，實驗室內的製法如下：

實驗 52. 取氯化銨 10 克與二倍的熟石灰混和，放入燒瓶內加熱，便有氮陸續發生，集於口向下的瓶內，（圖 51）集滿數瓶，查驗牠的性質。

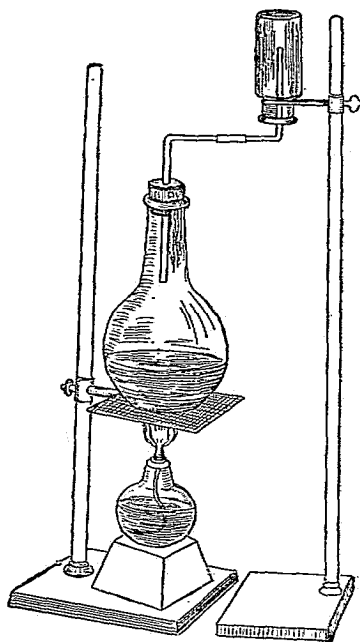
氮亦可從氮氫二氣直接化合而成，把電流通過氮氫二氣的混合物內，便合成氮，但所得的量很少。德人哈保 (Haber) 氏在 1913 年發明一法，在空氣中收取淡氣，使和適量的氫混合後，在 200 氣壓下面，

加熱到 500°C ，再用熱的鐵粉做接觸劑，一部分氮和氫便合成氨。



此地的氨可隨時取出，使溶解在水中，或使牠通過硫酸，化成硫酸銨以採取之，他方可把氮氫二氣逐次加入，使繼續不斷的作用，照這個方法，可得多量的氨，為近來化學工業上很大的成功，這法稱為合成法，或稱哈保法 (Haber process)。

氮和空氣混合加熱，用鉑做接觸劑，便合成硝酸。從



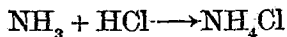
第五十一圖 氨的製造

硝酸可製炸藥，歐戰的開始，德人倘不知道有此法製造炸藥，不敢貿然宣戰；就是開戰後，彈藥易盡，不至延長了好多年，所以哈保的製氨法和大戰有重大的關係。歐戰告終，在凡爾賽和議席上，法人曾要求德人不得專利，因為國防上重要的問題，故各國工廠多本哈保法以製氨。現在我國的實業部，有開設硫酸銨廠的提議，也是這個原因。

80. 氨的性質怎樣？

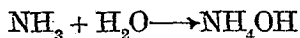
(1) 把充滿氨的瓶倒立於水中，移去瓶口玻璃片，發生甚麼現象？這證明氨有什麼性質？

(2) 把濃鹽酸少許盛試管內，常有鹽酸氣（即氯化氫）發生，使和氨相遇有無作用？生成的物質，稱為氯化銨（亦稱鹼砂）(Ammonium chloride)。

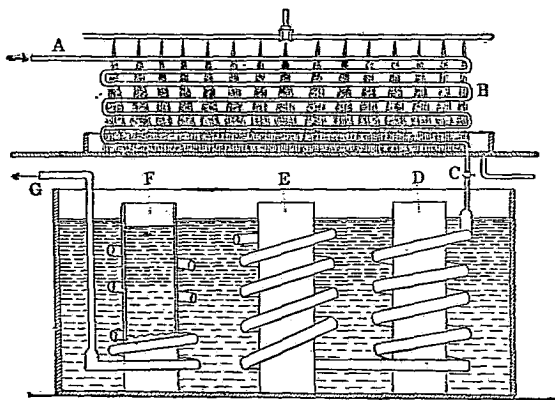


(3)把燭火插入裝有氨的瓶內，(瓶口向下)燭火怎樣?這證明牠有甚麼性質?

由上實驗，知氨很易溶解於水，在平常溫度一體積的水能溶解此氣 800 體積，溶液呈鹼性，稱為氨水 (Ammonium water) 無色而帶劇臭。



81. 氨的用途。粗製的氨加以硫酸，



第五十二圖 氨氣製冰機

變成硫酸氨，蒸發之得白色結晶，可做肥料。氨受高壓力時，能變為液體，又從液體蒸發為氣體時，能吸收近旁多量的熱，故可用牠來造冰。例如圖52，用壓縮唧筒使A B管內的氨液化，液化時放出的熱，由管外冷水吸收。次引這管入氯化鈉濃溶液內，使通過D, E, F, 諸水缸周圍的蛇管。此時氨液化氣，吸收多量的熱，缸內的水因而凝結。氣體出G管後，重行壓縮，工作循環不已；汽船內的冷藏室，構造與此相仿。

82. 氯化銨。 以鹽酸滴入氨水內，則生氯化氨，蒸發之可使牠結晶而出。工業上的製法，加石灰於煤氣的洗滌水中，令放出的氨氣溶於鹽酸中，亦得氯化氨。此鹽為半透明的結晶體，易溶解於水，和金屬氧化物共熱，則變為揮發性的氯化物，

故銲接金屬多用牠,又用做電池及藥品.

83. 氮的原子價. 氮和氫,氧等元素,同為無色,無味,無臭的氣體,比重較氧略輕,溶度與氫相仿,但遠不如氧的活動.在平常溫度,絕不和他元素化合,惟在高溫及適當境況時,可與多數元素化合.如與氫受電火影響而成氨,與氧化合而成氧化氮.

氨中三原子的氫和一原子的氮化合,

其構造式為 $\text{N} \begin{array}{l} \diagup \text{H} \\ \text{---} \text{H} \\ \diagdown \text{H} \end{array}$, 氮在此地為三價;氮

與酸類化合成鹽,氮為五價,如氯化銨的

構造式為 $\text{N} \begin{array}{l} \diagup \text{Cl} \\ \text{---} \text{H} \\ \text{---} \text{H} \\ \text{---} \text{H} \\ \diagdown \text{H} \end{array}$, 故氮的原子價有二種.

84. 植物吸收氮的作用 氮為動植物必要的元素,植物吸收地中的氮化合



第五十三圖 植物的根瘤

物以養生,豆
科植物如碗
豆,黃豆,扁豆
等,並能直接
吸取空中一
部分的氮,變
為化合物,這

種作用都出於一種微生物的主動,如圖
53為豆根上的小球,稱為根瘤,微生物即
集在這些球上,吸收空氣中的氮,使成化
合物,以滋養植物,餘下的留在土中,使成
肥土。

85. 氮素肥料. 氮的鹽類如硝酸鈉,
硝酸鈣,硫酸銨等,均可製成肥料,稱為氮
素肥料.硫酸銨就是現市上所賣的肥田
粉的一種,肥效頗大;硝酸鈉為含氮最多
的肥料,很易溶解於水,對於植物的功效

很大,如施肥之後,幾小時內便可使葉上顏色改變。**硝酸鈣** $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 名石灰硝石,用做肥料,為近來的新發明,此物入土之後,可以直接被植物吸收,不必經過怎樣的變遷,故效力堪與硝石相等,動物生活時排洩的尿質及死後有機質腐敗,均含有氮化合物,分解成氨,吸入水中,藉微生物的作用,變為硝酸鹽,以營養植物,氮吸收土中的硝酸鹽變成蛋白質一類的物質,供給動物的營養。

86. 氮的循環。 如上述地中所含的硝酸鹽和氨,為植物營養所不可少的。植物從根吸收這些物質,變為蛋白質等複雜的氮化合物,做動物的食料。動物吃了牠,經過生活作用,再變為簡單的氮化合物而排出,為植物吸取,所以氮在自然界是循環不息的。

問題

1. 人的皮膚被毒蛇,蜂蟻等螫咬,用氨水洗擦就可減痛,甚麼道理?
2. 製造冰的時候,爲甚麼要用氨?
3. 試將本章所講的各節,作一個提要.

第八章 碳

87. 碳素的存在。 碳及其化合物,天然產出的很多,如金剛石,石墨與煤炭等都是主要的碳質.化合物則有礦物界的碳酸鹽,空氣中的碳酸氣,生物界中各種複雜的有機物.故碳為自然界中組成一切物體的主要元素.

88. 碳素的多形體.

(1) 金剛石 產於非洲南部及東印度,婆羅洲等處,結晶體為八面形,無色透明,使光線屈折及反射的力量很強.各物質中此為最硬,不受藥品和熱力所侵蝕,因產額很少,且多小粒,故價值極貴,稱為最寶貴的礦石.透明的普通用做裝飾品,不

透明的
供切割
玻璃或
雕刻磁
類等用。



第五十四圖 金剛石

放在空氣或養氣中加熱，則燃燒而生碳酸氣。法國化學家莫桑 (Moissan) 氏曾用電爐製成金剛石的微粒，證明金剛石為碳的單體。

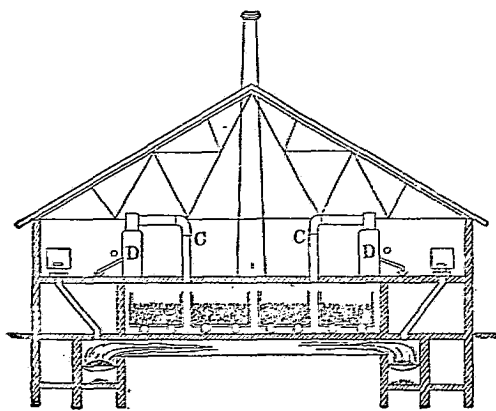
(2) 石墨 石墨又名黑鉛，黑色透明，有金屬光澤，質軟而滑，劃在紙上，則留痕跡，故可製成鉛筆。又可做機械上的防銹劑，雖受強熱，不變性質，故亦可和入黏土，製成坩堝，又為製造乾電池的原料之一種。在養氣中燃燒，亦能生碳酸氣，故與金剛石為同質。近年石墨亦可用人工製造。

(3) 木炭 即把平常木材在空氣不足

的地方燃燒而得。

實驗 53. 把細木片入硬質玻璃管中,如取養氣法的裝置加熱,則木片漸漸變成何色?待木片完全改變後取出,查驗牠的顏色和質地怎樣?再和平常木炭比較怎樣?

如上實驗,木片在空氣不足的器中加熱,漸漸分解而成碳質.通常製造木炭,就把木材層層堆積,外覆泥土,使空氣幾不流通,而後燃點木材,為不完全的燃燒便



第五十五圖 木炭的製造

得.今新式製造, (圖 55) 將木材置於密室,燃燒二十四小時即

成,其中揮發性物質皆由 C 管通入凝縮器 D 中,爲有用的副產品。

木炭質疏鬆而有吸收多量氣體的性質,並能吸收有機物質,故濾水器中常常用牠,和砂礫等做成砂濾池,使濁水濾過,變爲清潔。又因牠在水中或空氣中不易腐爛,故如插入地中的木柱,下面燒焦,可以防腐。

吸收氣體和色素,本來是木炭固有的性質,但平常的木炭,吸收力不很強,歐戰的時候,西洋化學家將椰子殼的炭,用適當的方法,製成一種吸收力極強的炭,叫做活性碳素 (Active carbon), 爲防毒面具之唯一要品。本書的校訂者在民國二十一年的秋天,經研究的結果,用國產的核桃殼製成一種活性碳素,其效力與舶來品不相上下,亦可供製防毒面具等用。

(4) 石炭 凡植物壓在土中,不接觸空氣,亦能漸漸分解。古代植物,經地殼的變遷,埋在地下,受壓力和熱力的作用,而起變化,歷年既久,變成不純的碳素,稱為石炭,亦稱為煤 (Coal)。煤因埋在地中的久暫,和成分的多少,可分為泥炭,褐炭,黑炭及無煙炭等。泥炭含碳素最少,質甚疏鬆,熱力很弱。褐炭含碳素約七成,色褐無光澤,燃燒時發煙很多,並有臭氣。黑炭含碳約八成,略有光澤,燃燒的熱力比褐炭及木炭強,工廠中及汽車,汽船的鍋爐,多用之。無煙炭含碳約九成以上,黑色有光,不易燃着,但燃着後發熱很高,不生煙及火燄,多充家用火爐及引擎等燃料。

石炭若與空氣隔絕,在甌中乾蒸餾,則所含的碳化合物,起複雜的變化,成許多有用的碳化物,故石炭除直接供燃料外,

還可蒸餾以製煤氣 (Coal gas), 用以點燈煮飯。蒸餾煤氣後所餘的殘渣稱爲焦炭 (Coke), 灰色而多孔, 供冶金術上煉鐵等用。其他如氨水, 煤黑油等, 亦爲蒸餾煤氣時所得的副產物。煤黑油可塗於各種金屬上以防銹, 又可製美麗的靛油染料及石碳酸, 用途很廣。氨水供人造冰及化學上, 醫藥上等用。

(5) 骨炭及煤煙 骨炭又名獸炭 (Bone black), 卽把骨或其他動物質在密閉器中燃燒而得, 除碳素外並含有多量的灰分。

實驗 54. 把石蕊或靛藍的溶液和骨炭粉同熱, 煮沸後, 濾過溶液的顏色有無改變? 要牠退色, 可再和骨炭粉同熱, 再行濾過。

由上實驗, 證明骨炭有除去溶液中所含色素的功用, 故製糖廠中, 用以精製砂糖, 使有褐色的糖液, 在骨炭上濾過, 卽能

退色,再加熱蒸發水分,便得白色純潔砂糖。

煤煙爲石炭,煤油及其他碳的化合物在空氣不足的地方燃燒而成,有細粒的碳遊離,可用以製墨及印刷用的油墨,墨膠等。

89. 碳酸氣的來源。

碳酸氣不僅存在於空氣中,亦有溶解於水的性質,故礦泉,雨水,井水等天然水中,亦有多少含入。牠的來源:(1)由於動物的呼吸;(2)由於燃燒的產物;(3)由於有機物的腐爛。牠的化合物存在於礦物中的很多,如石灰石,大理石,白堊等,均爲普通的碳酸鹽類。

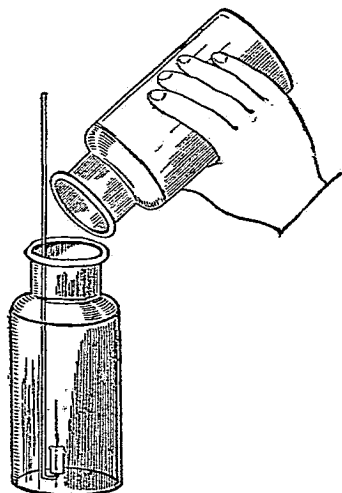
90. 碳酸氣怎樣製造的。

圖56的裝置,把大理石碎塊置入玻璃瓶中,從漏斗管注入鹽酸,瓶中發生什麼

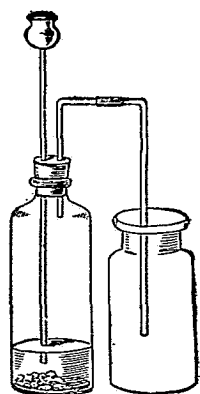
現象？這氣體有顏色麼？設法導入集氣瓶中，因碳酸氣比空氣重，應當怎樣取法？取滿四瓶，再實驗牠的性質。

91. 碳酸氣的性質。

(1) 把燃燒着的洋燭，入碳酸氣瓶中，洋燭的火焰



第五十七圖 碳酸氣滅火



第五十六圖
碳酸氣的製造

有甚麼變化？這氣體能助燃麼？能自燃麼？

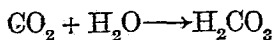
(2) 把蠟燭立玻璃瓶中點火，如圖57，另把裝滿碳酸氣的瓶徐徐傾側，使口與下瓶瓶口相接，燭火忽然熄

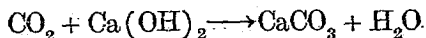
滅,這證明碳酸氣有何種性質?比空氣重還是輕?

(3)把澄清的石灰水,注入碳酸氣瓶中,用力振盪,石灰水起甚麼變化?這是何物?倘再把碳酸氣通入瓶內,白色沉澱漸漸消滅.倘把這溶液煮沸,白色仍現出麼?

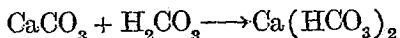
(4)把鎂條在碳酸氣中燃燒,發生什麼現象?燃燒後留下的是什麼物質?

由上實驗,知碳酸氣爲無色無臭的氣體,比空氣重.(約一倍半)能溶解於水中,在尋常溫度(15°C)一體積的水能溶解等體積的碳酸氣,若壓力加增,溶解度亦加.牠的水溶液呈酸性反應,稱爲碳酸 H_2CO_3 (Carbonic acid), 故碳酸氣又稱碳酐 (Carbon anhydride). 通入石炭水,即得白色沉澱的碳酸鈣.



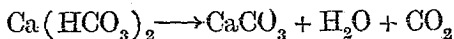


碳酸鈣遇碳酸則溶解而為碳酸氫鈣。



故石灰石能溶解於含有碳酸氣的水中，這種水流到石灰石的地方，漸把石灰石溶解而成大洞。如含有石灰石的水從洞上滴落的時候，蒸發而分出石灰石，從上延下的，稱為**鐘乳石**；落在洞底而凝結的，日久生長如筍，稱為**石筍**；上下相接而成柱狀的，稱為**石柱**。

水中含有鈣、鎂等重碳酸鹽類，煮沸就可除去，故這種水稱為**暫硬水** (Temporary hard water)。



鍋爐中結成的鍋皮，水壺中積成的水垢，都是因為用硬水的緣故。

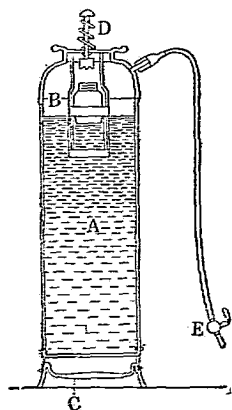
此外水中如含鈣鎂等之硫酸鹽類，則

煮沸亦不能除去,故稱爲永硬水。

92. 碳酸氣的組成怎樣。把一定量的純粹碳素,燃燒於養氣中,所生的碳酸氣使吸收於苛性鉀中,秤其重量,即可知碳 1 分可生碳酸氣 3.66 分。故牠們的百分比比例爲碳 27.27,氧 72.73,即 6 和 16 的比例。各乘以 2,即得 12:32 的比例。查碳的原子量爲 12,氧的原子量爲 16,故知碳酸氣的分子式爲 CO_2 。又用鎂帶在碳酸氣中燃燒,分出其遊離的碳素,亦可得碳酸氣中炭和氧的比例。

93. 碳酸氣的應用。

當碳酸氣受極高的壓力, (約 50 氣壓) 即凝縮爲無色液體,可盛入堅牢的鐵罐中,轉運出售,供給製

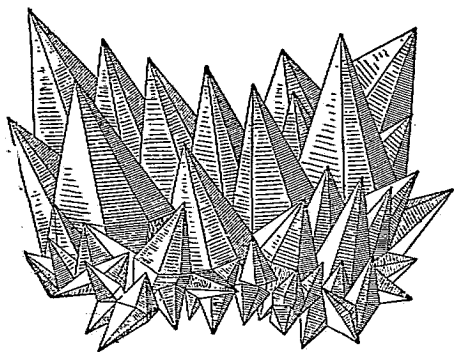


第五十八圖 滅火器

造啤酒及蘇打水等飲料,又可製造滅火器,如圖 58, A 中盛重碳酸鈉溶液, B 中藏硫酸一瓶,遇火險時,立把此器倒置,緊握 C 處,猛撞 D 塞,硫酸瓶破,硫酸就和重碳酸鈉作用,發生碳酸氣,注射火處使火熄滅。

94. 天然的碳酸鹽。碳酸鹽類在自然界中,多為普通的礦石,存在於地球的表面,茲分別研究如下:

(A) 方解石 本礦為碳酸鈣之一種,



第五十九圖 方解石

有成大塊構成巖石的,有填充巖石的空隙為鐘乳狀及石筍等結晶的,

形狀很多，普通爲六面體的菱形（如圖59），顏色亦有多種。純粹的無色透明，稱爲冰洲石；不純的有白，赤，黃，黑等色，均爲不透明體。

實驗55. 試取方解石的一片置在木炭上以吹管強熱，有無改變？注以水怎樣變化？又滴稀鹽酸有無氣泡發生？

由上實驗，方解石受強熱，變爲無定形的生石灰，遇水溶解成氫氧化鈣 $[Ca(OH)_2]$ ，注入稀鹽酸則發生碳酸氣，可證明本礦爲碳酸鹽。

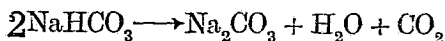
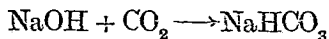
碳酸鈣的種類甚多，茲再舉數種，分別研究如後：

(1) 石灰石 石灰石常積厚層而成巖石，色爲灰白或黑，燒牠便成石灰，遇鹽酸，硝酸等則發生碳酸氣而溶解，故爲碳酸鹽類，成分爲碳酸鈣。

(2) **大理石** 大理石由方解石的小結晶集合而成，亦有堆積成山的，顏色不一，純粹的白色，供建築及雕刻等用。

(3) **白堊** 質軟而白，形狀如土，從有孔蟲的介殼集合而成，與石灰石，大理石，方解石等同為天然的碳酸鈣。

(B) **碳酸鈉** 碳酸鈉在自然界中，產於乾燥亢旱區域，惟不很多，多數海草亦含之。燒成灰後，碳酸鈉和他種鈉鹽即留在灰中，故亦稱**鈉灰** (Soda ash)。通碳酸氣於氫氧化鈉的溶液，可得白色結晶的碳酸鈉。工業上的製法和用途參觀44節。



(C) **碳酸鉀** 碳酸鉀在天然界多存在於植物灰中，把植物灰浸入水中，濾取其汁，即得碳酸鉀的溶液。此液呈鹼性，有

去垢除污的作用,故我國舊時,婦女濾取灰水以供洗滌之用.工業上造碳酸鉀即用氯化鉀照露布蘭氏方法製取,粗製品普通稱鉀灰(Potash).純粹的碳酸鉀,爲白色固體,易溶解於水中,用於玻璃工業,亦用以製造他種鉀的化合物.

95. 火焰的反應.

實驗 56. 取清潔的白金線先蘸碳酸鉀的溶液,放在酒精燈的焰中熱之,能呈什麼顏色?次蘸碳酸鈉的溶液在焰中熱之,(須先把白金線蘸純鹽酸在焰上洗滌清潔) 焰呈什麼顏色?

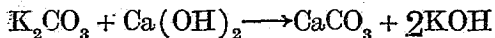
由上實驗,知碳酸鈉在焰上灼熱,使焰呈深黃色.不但碳酸鈉是這樣,凡是鈉鹽都是這樣.碳酸鉀在焰上灼熱,使焰呈淡紫色,凡是鉀鹽都是這樣.因爲鈉和鉀在焰上都有特殊的顏色,故稱爲這兩金屬的焰色反應,利用這種反應,可以鑑別各

種金屬化合物。

96. 鉀素的性狀。 試把鉀的元素考察，則見牠的色澤如銀，質地柔軟，易於分割，放空氣中便失光澤，如投在水裏立刻把水分解，作用比鈉還猛烈。鈉和鉀平常須保存在石油裏邊。

97. 鉀素的重要化合物。 鉀的化合物大致與鈉相仿，其重要的除碳酸鉀外，尚有氫氧化鉀，氯酸鉀和硝酸鉀等。

(1) 氫氧化鉀 普通稱爲苛性鉀(Caustic potash)，把鉀分解水而生，或從碳酸鉀和氫氧化鈣作用亦得。



實驗 57. 把碳酸鉀 10 克溶解於 80 c.c. 的水中，煮沸之，徐徐加入熟石灰粉末約 5 克，盡力攪拌，濾去其碳酸鈣的沉澱，加熱蒸發水分，便得苛性鉀。

氫氧化鉀 (Potassium hydroxide) 爲白色固

體,能吸收濕氣和碳酸氣,故實驗室常用以除去碳酸氣及氣體中的水分.又氫氧化鈉 (NaOH Sodium hydroxide) 的製法,性質,與氫氧化鉀相仿,因其價較廉,故常用以代替氫氧化鉀.

(2) 氯酸鉀 即綠氣通入氫氧化鉀的溶液中即得氯酸鉀 (KClO₃).



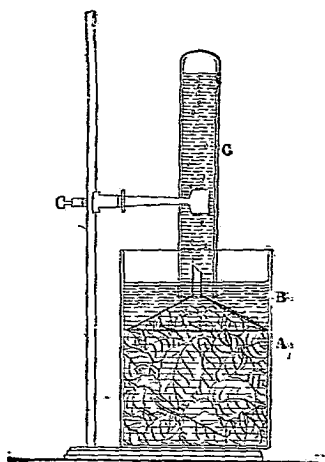
氯酸鉀的主要用途為製造火藥,火柴,炸藥等,為極好的氧化劑,並用做藥品及化學上製造養氣的原料.

(3) 硝酸鉀 硝酸鉀 (KNO₃, Potassium nitrate) 又稱硝石,地上散布極廣,凡含有氮素的有機物如動物等腐敗時遇鉀鹽而成,產於印度等熱帶地方,為製造火藥的主要原料.

98. 鉀素肥料. 含鉀的山石如花崗

石,雲母石及長石等受風雨的剝蝕,分解而爲土壤。故土壤中往往含有鈣,鉀等化合物。植物的主要成分爲碳,氫,氧,氮,磷,鉀,鈉,鈣等,這些元素除氣體外,生長時就從土中吸取,農業上在土壤缺乏鉀素時,特施以含鉀的肥料,以供植物生長的需要,叫做鉀素肥料。

99. 碳酸氣和葉綠素。 試取植物的葉,切成薄片,放顯微鏡下觀察,則見葉細胞內有綠色的小體稱爲葉綠素 (Chlorophyl bodies), 葉的有綠色就是葉綠素的作用。葉綠素從氣孔吸取空氣中的碳酸氣,



第六十圖 植物的同化作用

借日光的作用,與從根部吸收地下的水分,在葉的細胞內分解化合,放出養氣,碳素與水做成澱粉(Starch),這種作用稱為同化作用(Assimilation)。

實驗58. 如圖C0的裝置,A瓶中盛水,放綠葉或綠藻於漏斗下,曝日光中,看葉面有無氣泡發生?設法收集之,試驗這種氣泡,是那種氣體?

問題

1. 設某物尚未確悉牠是否為石灰質,試想一個方法驗明牠?

1. 取大小相同的金剛鑽及石墨各一塊,在純粹的養氣中燃燒,生成碳酸氣的量是否相同?

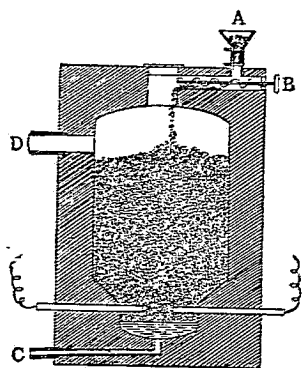
3. 救火器中,預置大理石小塊,另備鹽酸一瓶,什麼作用?

4. 暫硬水與永硬水怎樣分別?用什麼方法可使這種水軟化?

5. 試將本章所講的各節,作一個提要。

第九章 磷

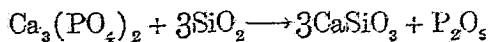
100. 磷的存在和製法。 磷在空氣中極易氧化,故在自然界中無單獨存在,但

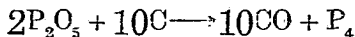


第六十一圖 磷的製造

常為磷酸鈣而存於磷灰石及骨灰中,磷灰石分解,混入土壤,使土肥沃,植物吸收磷鹽,藏在果實等處,以供動物營養,成為骨骼的主要成分。

把骨灰或磷灰石和以細砂及木炭粉置電爐中灼熱,磷成蒸氣和一氧化碳從 D 處 (圖 61) 逃出。





磷與一氧化碳都是氣體，用冷水凝結，磷成液體，流入冷水內的模型中，結成條形，是為黃磷或稱白磷 (Yellow or white phosphorus)。

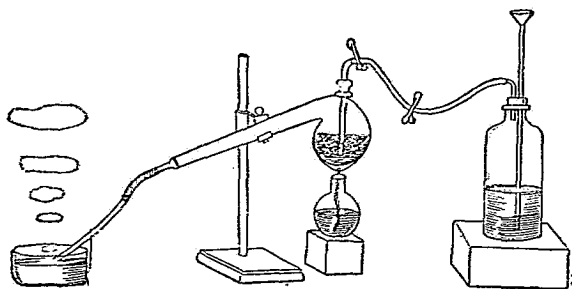
101. 磷的性狀怎樣。試把黃磷細細察看，形狀怎樣？能溶解於水麼？切一小塊放在空氣中察其變化。磷在氧氣中燃燒成何物？試用方程式表示。

黃磷性極毒，食少量即能致命，置空氣中即起氧化，故宜置於水內。用處為製造紅頭火柴，與麪食調和可用做殺鼠和殺蟲藥品。

磷在密閉器中熱到 $30^{\circ}C$ 。即變為液體，到了 $260^{\circ}C$ ，就變為紅色，稱為赤磷 (Red phosphorus)。赤磷與黃磷不同，赤磷不易燃燒，性亦不毒，但熱到 $240^{\circ}C$ 。亦能燃燒，與

養氣化合成五氧化磷,赤磷與黃磷實爲同質異形。

102. 磷化氫 把黃磷數片和氫氧化鉀的濃溶液置於曲頸瓶中,其他端通入水槽內。(圖62)先通入輕氣,其中的空



第六十二圖 磷化氫的製造

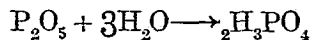
氣驅逐淨盡,然後徐徐加熱,則有氣體從水中導管陸續放出,一觸空氣便自行燃燒成輪狀白煙,此氣稱之爲磷化氫 (PH_3 , Phosphine)。

磷化氫爲無色的氣體,性極毒而有惡臭。純粹的磷化氫在空氣內不能自燃,但

因製取時雜有自燃的液體磷化氫(P_2H_4),故常能自燃.液體磷化氫可溶於醇中,故若令磷化氫泡經過醇後,就不能自燃.

103. 五氧化磷及磷酸. 五氧化磷(P_2O_5 , Phosphorus pentoxide) 怎樣生出的?牠的顏色怎樣?性狀怎樣?此粉吸濕性很大,能溶解於水而成磷酸(H_3PO_4 , Phosphoric acid),故亦稱**無水磷酸**(Phosphoric anhydride). 與多數氣體不起變化,所以要氣體乾燥,可通過盛五氧化磷的瓶內,氣體若含濕氣,可由五氧化磷吸收而變乾.

五氧化磷與水化合的量,每有不同,故所生的磷酸,亦有幾種.普通磷酸生成的方程式如下:



加氫氧化鈉於磷酸中,依牠分量的多少可生三種磷酸鹽:

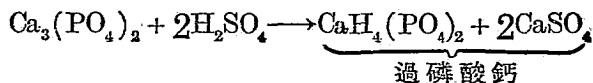
磷酸一鈉或稱第一鹽 (NaH_2PO_4 , Sodium dihydrogen phosphate).

磷酸二鈉或稱第二鹽 (Na_2HPO_4 , Disodium hydrogen phosphate).

磷酸三鈉或稱第三鹽 (Na_3PO_4 , Normal sodium phosphate).

104. 磷酸肥料. 磷酸鹽中重要的,就是磷酸鈣 (Ca_3PO_4),爲磷灰石 (Apatite) 的主要成分;又在動物骨中含磷酸鈣的分量,約有一半.植物亦需磷酸以供營養,常從根部吸收地中的磷酸鈣;大約產麥一噸,需磷酸鈣18磅.果類,穀類及棉花需要磷酸尤多,故在耕作地方,磷酸鹽易至缺乏,不可不施肥料.我國農民,有用骨粉做肥料,然其中的磷酸鈣難溶於水,植物不能直接吸收,若加適量的硫酸,則生可溶性的過磷酸鈣 $\{\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4$ (Super-

phosphate of lime), 稱爲磷酸肥料。



動物的排泄物中不但含磷,並含氮的化合物,故亦常用爲肥料。

105. 火柴。市上所售的火柴分幾種?那一種是好些?製造的方法怎樣?

火柴是日用上需要的物品,其本體分爲兩部分,一是木桿,一是藥頭,還有擦火柴的匣面。木桿用白楊樹劈成,頭及匣面成分,各有不同,因分火柴爲二種。

白磷火柴 俗名紅頭火柴,普通的製法,先把木桿蘸易燃物質如融化的白蠟,再蘸白磷及氧化劑如氯酸鉀,氧化鉛和膠等所合成的膠漿,以成藥頭;另把玻璃粉和膠黏在匣的側面,摩擦的時候,磷先著火,氧化劑助牠燃燒,從白蠟燒及木桿,

因而燃點。此種火柴，易引起火災，且工作人易生毒瘡，故有數國禁止製造，我國亦已明令禁止。

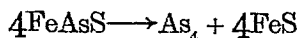
安全火柴 俗名黑頭火柴，製法用硫黃，或硫化銻及氯酸鉀等用膠黏合成漿，附在木桿頭，再用紅磷，硫化銻玻璃粉和膠調和敷在匣面。此等火柴非在這特製的匣面摩擦，不易着火，故稱安全火柴。

問題

1. 爲甚緣故白磷須保存在水中？
2. 乾燥的天氣，在晚上黑暗的時候，荒塚中常見有火光發出，俗稱鬼火，是甚麼緣故？
3. 磷灰石含磷酸鈣百分之八十，用製肥料每噸應加硫酸多少？
4. 試將本章所講的各節，作一個提要。

第十章 砷銻及其化合物

106. 砷的來源和性質. 砷常與金屬及硫黃等化合而存於天然界,像雞冠石 (As_2S_2), 雄黃 (As_2S_3) 硫砷鐵礦等都是含砷最普通的礦石.製砷的方法,可將硫砷鐵礦閉入黏土製的長管中,杜絕空氣加熱而使牠昇華便得砷.其方程式如下:



或用碳使三氧化二砷還原,也可使牠昇華而得砷.

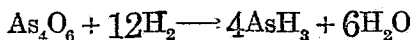
砷的性狀和磷相像,為灰白色而有金屬光澤的固體,性脆,比重為 5.5 在空氣中易受氧化而生銹.如在空氣中加熱則生青白色的火焰,燃燒而成 As_2O_3 之一種

氧化物,此物發出與大蒜相似的惡臭.砷及其化合物都有毒性,如把砷與空氣隔絕而加熱,則在未熔融以前,就成氣體而上昇,這種現象,叫做昇華 (Sublimation). 砷的昇華溫度爲 616°C 砷素除灰色 (金屬性) 之外,還有黑色與無色兩種無定形的同素體.

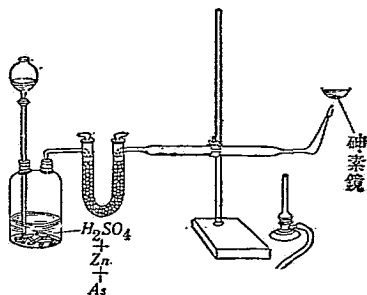
凡將一種物質,溶入他種物質當中,則牠的融點必將降下,如將砷溶入鉛中,也可使牠的融點降下.利用這種性質,將少量的砷,混入鉛的散彈中,則可使牠融點降下而成圓形的彈丸,同時砷混入鉛中之後,在常溫時可使牠硬度增高.故多採用此法.

107. 砷化三氫. 砷化三氫 (AsH_3) 爲無色氣體,發大蒜臭,有劇毒,平常加稀硫酸於鋅,能發生輕氣,如將瓶中加以少量

的三氧化二砷的鹽酸溶液，則砷化三氫就和水同時發生。



實驗 59. 裝置如圖 63 加鋅及少量之三氧化二砷於燒瓶，注入硫酸，能發生何種氣體？經過稍長的時間之後，然後很注



第六十三圖 砷素檢出法

意的在氣體所發生之管的尖端點火（實驗 21 的注意）在牠的火焰上，用冷磁去試擱一下，然後細察磁面上，有甚麼物質附着？

由上述實驗觀察，知 AsH_3 混在輕氣中，經過燃燒以後，能成黑色的砷素鏡。這種現象，為砷素所獨有的反應，而且非常靈敏，所以分析化學上，常常利用這種作用，可以檢出少量的砷，這種方法是由馬許

(Marsch) 氏發明的,所以叫做馬許試驗法。

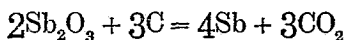
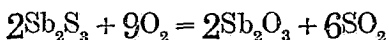
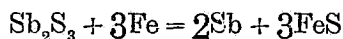
108. 三氧化二砷。 三氧化二砷(As_2O_3)亦稱無水亞砷酸,係白色粉末,是砷的氧化物中最普通的化合物,古時常用牠製成顏料,現在因為牠有毒而禁用了。 As_2O_3 可以作殺鼠劑,其砷酸鉛 [$\text{Pb}_3(\text{AsO}_4)_2$] 可以當作植物的殺蟲劑。

三氧化二砷,俗稱砒霜,有劇毒,醫用時每次以 0.005 克為極量,解毒藥以氯化鐵與氨水新製的三氫氧化鐵 [$\text{Fe}(\text{OH})_3$] 最為有效。

109. 銻。 輝銻礦 (Sb_2S_3) 為銻礦中最重要的礦石,世界上銻的產量以我國為第一位,1917 年的出產,至 31000 公噸之多,約佔世界總產量的 57%,我國產區,概在長江以南如湘,粵,桂,川,滇,黔等省,均有產出,而湘省新化縣的礦山,尤為全國之

冠,近年來浙省亦有發現。

110. 銻的製法和性質. 用輝銻礦製銻的方法,可將礦石混以鐵加熱而熔融之,也可以先使牠氧化而成氧化物,再用碳使牠還原。



用這方法製成的物質,常混有硫,砷,鉛等雜質,須加少量的硝石熔融後使牠氧化而除去之。

銻有銀白色的光澤,性脆,可用牠製造各種合金;鉛字的合金,約含有銻 (15—25%)與錫 (10—20%)其餘為鉛。這種合金,性質較鉛為硬,而且當熔融體凝固的時候,稍有膨漲性,所以很能使鉛鮮明而有稜角,戰時也可利用銻的合金製造炸彈。

銻在空氣中常溫時不起變化,高溫則成灰白色的氧化物. Sb_2O_3 和三氧化二砷相當,銻的化合物,都與砷的化合物相像.

111. 氮素族的元素. 氮,磷,砷,銻,四種元素,都是三價的元素,在化學上相像的性質很多,所以稱牠們為同族元素.氮為氣體,銻為金屬,相差似乎頗遠;但磷與砷適位於兩者之間,使牠們的性質表示,漸次的變化,這等元素所成化合物的化學式,也極相像.

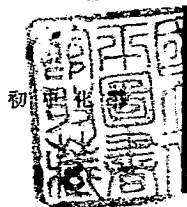
氧化物 N_2O_5 , P_2O_5 , As_2O_5 , Sb_2O_5

氫化物 NH_3 , PH_3 , AsH_3 , SbH_3

酸 HNO_3 ($H_3NO_4 - H_2O$), H_3PO_4 , H_3AsO_4 , H_3SbO_4

問題

1. 用純粹的硫砷鐵礦一千克可製成砷多少克?如把此礦在空氣中燃燒可得到多少克的三氧化二砷.
2. 氮,磷,砷,銻,四種元素,有幾點相似?有幾點相異?
3. 試將本章所講的各節,作一個提要.



新課程標準 廿二年新出

世界初中教本

徐氏 初中公民 徐逸構 三冊
 龔氏 初中衛生 龔昂雲 三冊
 朱氏 初中國文 朱劍芒 六冊
 創造國文讀本 徐蔚南 六冊
 國民英語讀本 陸步青 六冊
 英語讀本 黃梁就 明 三冊
 英語標準讀本 林漢達 三冊
 進步英語讀本 進步社 三冊
 朱氏 初中本國史 朱翊新 四冊
 謝氏 初中本國史 謝與錢 四冊

朱氏 初中外國史 朱翊新 二冊
 李氏 初中外國史 李季谷 二冊
 譚氏 初中本國地理 譚廉遜 四冊
 譚氏 初中本國地理 譚亞達 四冊
 譚氏 初中外國地理 譚廉遜 二冊
 王氏 初中世界地理 王 謨 二冊
 席氏 初中算術 席師曾 二冊
 王氏 初中算術 王剛森 二冊
 薛氏 初中代數 薛濤齡 二冊
 薛氏 初中代數 薛天遊 二冊
 王剛森 二冊

何氏 初中幾何三 附數值 何時慧 二冊
 黃氏 初中幾何三 附數值 黃 泰 二冊
 徐氏 初中植物學 徐克敏 一冊
 馬氏 初中植物學 馬光斗 二冊
 王氏 初中動物學 王采南 一冊
 徐氏 初中動物學 徐 珉 二冊
 錢氏 初中化學 錢夢渭 二冊
 朱氏 初中化學 朱昊飛 一冊
 龔氏 初中物理學 龔昂雲 二冊
 朱氏 初中物理學 朱昊飛 一冊
 陸氏 中學水彩畫 陸爾強 四冊
 徐則安 三冊
 陳氏 初中圖畫 陳抱一 三冊

● 特出一種任意採用

世界書局發行

(教目1)

中華民國二十三年四月初版

新課程標準世界中學教本

錢氏初中化學 (全二册)

每册定價大洋五角

(外埠酌加運費匯費)



編著者 錢夢澗

校訂者 陳之霖

發行者 沈知方

出版者 上海大連路
世界書局

上海及各省
世界書局

發行所

民國二十三年五月五日贈



錢氏初中化學 上冊 價洋五角