

2
821122

新 中 學 教 科 書

化 學

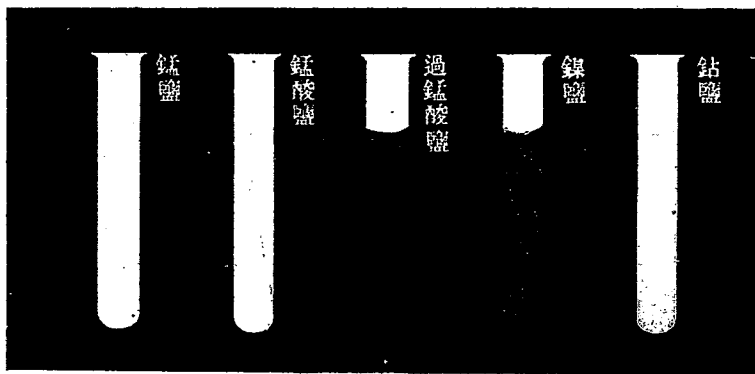
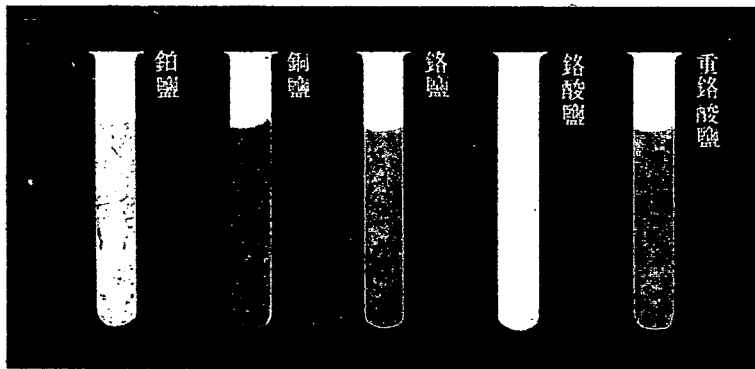
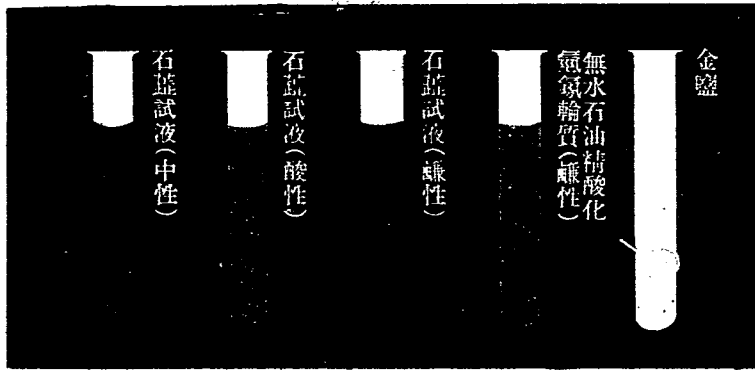
全 一 冊

編 者
鎮海 鍾衡 臧

校 者
無錫 華襄 洽

中 華 書 局 印 行

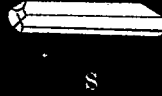
溶 液 之 色



有 色 之 結 晶



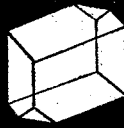
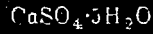
硫黃



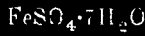
硫黃



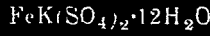
硫酸銅(膽礬)



硫酸鐵(綠礬)



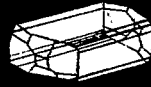
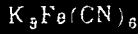
鉀鐵明礬



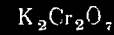
黃血鹽



赤血鹽

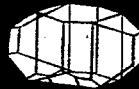
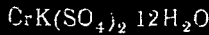


鉻酸鉀

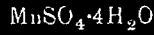


重鉻酸鉀

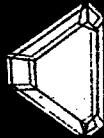
鉀鉻明礬



硫酸錳



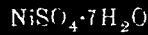
過錳酸鉀



氯化鎳



硫酸鎳



硫酸鈷



MG
G634.8
83

編輯大意

一、本書遵新學制教程編輯，為中學校師範學校及等程度學校之化學教科書。

一、本書共分四章，章端導言主要之術語、略說、程式、符號、及元素表等，為化學研究之始基；乃分章各論無機非金屬與金屬，及有機脂肪體與芳香體，述形性務闡化理，證實驗必精手續，俾授受間，無窒礙而能曲喻，可啓發而有興味。

一、本書於元素定名，概遵科學名詞審查會；惟對於有機化合物之名詞，別費斟酌。蓋就構造定名，雖適於研究門徑，而與現致藥品，名實迥異，殊感困難；若主以所自出定名，固適於應用，而又乏研究之統系觀念；故本書不得不別有主張，即於分類章目，主以構造定名，為研究示方針；在各節舉述形性，主以所自出定名，間或附著通行已久之譯名，為合應用目的；惟



3 1774 1598 5

仍以詮釋式語氣，申之以構造之名，如是以兼用爲統一，庶曲當於教旨。

一、本書於名詞術語之標示，皆用特著字體以醒目；並附西文，爲求進於西籍之預備。

新中學教科書

化學

目次 導言

無機及有機	1
金屬及非金屬	1
元素及化合物	2
原子及分子	2
假說及實驗	3
符號及程式	3
元素原子量表	4

第一章 無機非金屬

第一節 水

水成分中有可燃體	9
[實驗]水中析出可燃體	
水成分中有助燃體	10
[實驗]電解水分	
水成分之定比律	11

[實驗]電氣成水

第二節 氫

氫氣之製取.....12

[注意]逐盡空氣

氫氣對於空氣之性質.....13

[實驗]氫氣性質

燃氫生水之證明.....15

[實驗]燃氫生水

氫焰無光而高熱之理.....15

[實驗]氯化氫焰

第三節 氮

氮氣之製取.....16

純氮氣之助燃性.....17

[實驗]氮氣性質

氮氣與臭氮氣.....18

過氮化物與化合價.....19

氮氣發生機.....19

第四節 空氣

空氣中之氧氣.....20

[實驗]空氣成分 [附議]空氣中之含有物

空氣爲混合之組成.....22

第五節 氧

氧氣之作用.....22

氧與氮之化合物.....23

氧與氫之化合物.....25

[附議]原子團作用 [實驗]阿摩尼亞性質

[附議]試液試紙之反應

第六節 酸、鹼、鹽

酸、鹼、鹽之正體.....28

中和作用之生水.....29

酸、鹼、鹽之副體.....29

第七節 成鹽元素

成鹽元素之特性.....31

氯及其化合物.....32

[實驗]氯氣性質 [實驗]氯化氫性質 [實驗]成鹽法

溴及其化合物.....35

[實驗]溴之性質	
碘及其化合物	36
[實驗]碘之性質	
氟及其化合物	37
[實驗]氟化氫之侵蝕玻璃	
[附]矽及其化合物	33

第八節 炭

炭之同質異形	39
炭之功用	59
煤氣及煤油之炭化合物	39
炭之氟化充分體	41
[實驗]炭酸氣性質	
炭之氟化不充分體	42
[實驗]氟化炭性質	
炭之氟化與氣體整比律	44
炭之氟化與定量倍比律	44
炭之氟化與質量保存律	44

第九節 硫

硫之單體產出者45
硫與氮之化合物46
硫與氫之化合物48

第十節 磷及砒

磷及其化合物49
 [實驗]磷化氫性質
砒及其化合物52
 [實驗]瑪爾修氏驗砒法

第十一節 硅及硼

硅及其化合物53
硼及其化合物54

第二章 無機金屬

第一節 鹼金屬

鹼金中之鉀及鈉55
鉀之化合物55
鈉之化合物57

第二節 鹼土金屬

鹼土金中之鈣58

鈣之化合物	59
-------	----

第三節 鋁

鋁之單體	61
鋁之化合物	62

第四節 鎂族

鎂族諸元素	63
鎂之化合物	64
鋅之化合物	64
汞之化合物	65

第五節 錫及鉛族

錫及鉛單體	66
錫之化合物	66
鉛之化合物	67
鉍及銻單體	68
鉍銻化合物	68

[實驗] 磷化氫性質

第六節 銅及合金

銅之單體	69
------	----

合金之性質.....70

銅之化合物.....70

第七節 鐵族

鐵族諸單體.....72

鐵之化合物.....74

鉻錳鎳鈷等化合物.....75

[實驗]鉻鹽之隱顯墨作用

第八節 貴金族

貴金中之金鉑銀.....78

金銀鉑化合物.....78

第九節 電離說平衡說

電離與中和.....80

伊洪之傾向.....80

[實驗]伊洪傾向

電離之應用於電解.....81

平衡之情形.....82

可逆變化之破壞.....82

第十節 週期律

週期律之緣起.....	83
週期律之表.....	84
週期律之說明.....	85

第三章 有機脂肪體

第一節 脂肪體三系源流

脂肪體三系.....	88
脂肪體構造.....	89
脂肪體作用.....	91
脂肪體所自出.....	91

第二節 一炭矯質及誘導體

沼氣.....	92
木精.....	93
哥羅仿.....	93
沃度仿.....	93

第三節 二炭矯質及誘導體

酒精.....	94
[附義一] 醱酵作用 [附義二] 醇類製法 [附義三] 腐敗作用	
酒精定性與示性式.....	96

第四節 羸質及亞羸質

生油氣.....	97
電石氣.....	97

第五節 醇及醇精

醇類之重要者.....	98
醇精之重要者.....	99

第六節 矯基及矯基鹽

矯基之分子.....	100
矯基鹽之生成.....	101

第七節 醛與醛基及酸與酸基

醛與醛基.....	102
酸與酸基.....	103

第八節 有機酸

一鹽基度有機酸類.....	104
多鹽基度有機酸類.....	106

第九節 炭氧化物

黃血鹽及赤血鹽.....	107
尿質.....	108

第十節 炭水化物

炭水化物之名義.....	109
葡萄糖類.....	109
蔗糖類.....	109
小粉類.....	110
纖維質.....	111

第四章 有機芳香體

第一節 芳香體與輪質系

芳香體之名義.....	113
輪質系之構造.....	113

第二節 輪質及誘導體

輕油精.....	114
硝化輕油精.....	115
磺化輕油精.....	115
石炭酸.....	115
安息酸.....	116
水楊酸.....	116
五倍子酸.....	116

鞣皮酸	116
-----------	-----

第三節 二輪質與三輪質及誘導體

防腐重油精	117
-------------	-----

造紅重油精	117
-------------	-----

靛青	117
----------	-----

茜精	117
----------	-----

第四節 植物鹼類

植物鹼類	118
------------	-----

菸精	118
----------	-----

鴉片精	118
-----------	-----

理瘡樹精	118
------------	-----

高卡精	119
-----------	-----

木鼈子精	119
------------	-----

鬧羊花精	119
------------	-----

第五節 松油精類及樟腦類

松油精類	119
------------	-----

松油精	119
-----------	-----

軟橡皮	120
-----------	-----

樟腦類	120
-----------	-----

第六節 蛋白質類

蛋白質類	121
蛋白	122
乾酪精	122
荳酪精	122
經絡質	122
[附議]味素	
膠質	123

新中學教科書

化學

導言

無機及有機 往常以如礦物質之無生機者，及如動植物質之有生機者，分別研究其實質變化，稱爲無機化學 Inorganic chemistry 及有機化學 Organic chemistry。近今因學術進步，能以無機質造有機質，於是以前有機之名稱爲不當者，而改稱爲炭化物學 Chemistry of carbide；然轉無以得無機之相當名稱，故無機有機之名稱，可以不廢。

金屬及非金屬 類觀單純之物質，差可別爲金屬 Metal 及非金屬 Non-metal。如就理學性言之，金屬在常溫中，除水銀爲液體外，概爲固體；非金屬則多爲氣體，即在固體，比重不及金

屬，無金屬光，又無金屬延展性。就化學性言之，則金屬起變化，有陽電性作用，非金屬除氫氣亦有陽電性作用外，其他皆為陰電性作用；故凡化合物，必以氫或金屬為本質，以非金屬為配質。

元素及化合物 簡單之化學變化，非化分 Decomposition，即化合 Combination；較複雜者，即以二或二以上之異性物質，互相分合，而成二或二以上之新物質，是為置換 Substitution。要之皆為原物質反動之徵應，稱曰反應 Reaction。反應後，對於由化合而成之物質，稱為化合物 Compound；由化合物分解，而得純一性質之單體，稱為元素 Element。元素，即組成化合物中之成分者也。

原子及分子 任何物質，皆由無數微點所集成；分之至可以游離之極微一點，是為分子 Molecule；分子更分之，至不可游離特立之微點，惟在分合之置換作用時，化分之下，瞬與同性

或異性之微點抱合，而爲新分子，此則有所謂分子更分之極限微點，是爲原子 Atom。故原子雖非特立體，不能目存，而可假說成立之。

假說及實驗 化學注重實驗，不實驗固無以應用，且無以成立化學之原理也；然理論有非可以實驗者，如原子不能游離，特立分子雖可游離，而非常微渺，至不能以顯微鏡檢之，則欲以天平權其量，亦自爲不可能之事實；於是不得不假定理由，以說明原子與分子及其量，是曰假說 Hypothesis。阿軋特羅 Avogadro 氏假說，同溫同壓時之同容氣體，必含有同數之分子。則試以氫氣爲標準，各氣體與之同容比重，自可推得個分子之比重；個分子之單純者，爲二原子合成，亦自可推個原子之比重；即非氣體而從其與氣體化合之當量推之，亦無不可得其比重；故雖假說自成顛撲不破之原理。

符號及程式 化學家因元素之名，由幾多字母組成，不便列記，乃取其名之首字或前二

字爲代表的符號，例如 H 爲氫氣 Hydrogen 之符號，O 爲氧氣 Oxygen 之符號，並爲氫原子量一、氧原子量十六之符號（此原子量即由同容比重，以氫爲單位而推得者）。今如水一分子之符號列爲 H_2O ，即可知其爲氫二原子、氧一原子所組成，並可知爲原子量二與十六所組成；是爲分子式 Molecular formula。又化學變化時之分子分合的反應，欲表示其起訖，可以數學之方程式明之，稱爲反應式 Chemical equation。例如水之分合：



元素原子量表 根據化學名詞審查會，及一九二三年萬國原子量審查會，所審定者，列表如下：

審定名	西名	符號	原子量
氫(輕)	Hydrogen	H	1.003
氦	Helium	He	4.000
鋰	Lithium	Li	6.940

鐳	Beryllium, Glucinum	Be	9.100
硼 (碲)	Boron	B	10.930
炭	Carbon	C	12.005
氮 (淡)	Nitrogen	N	14.003
氧 (養)	Oxygen	O	16.000
氟 (弗)	Fluorine	F	19.000
氖	Neon	Ne	20.200
鈉	Sodium	Na	23.000
鎂	Magnesium	Mg	24.320
鋁	Aluminium	Al	27.000
硅 (矽)	Silicon	Si	28.100
磷	Phosphorus	P	31.040
硫	Sulphur	S	32.060
氯 (綠)	Chlorine	Cl	35.460
鉀	Potassium	K	39.100
氬	Argon	A	39.930
鈣	Calcium	Ca	40.070
鐳	Scandium	Sc	45.100
鈦	Titanium	Ti	48.100
鈮	Vanadium	V	51.000

鉻	Chromium	Cr	52.000
錳	Manganese	Mn	54.930
鐵	Iron, Ferrum	Fe	55.840
鎳	Nickel	Ni	58.680
鈷	Cobalt	Co	58.970
銅	Copper, Cuprum	Cu	63.570
鋅(亞鉛)	Zinc	Zn	65.370
鎵	Gallium	Ga	70.100
鍺	Germanium	Ge	72.500
砒(砷)	Arsenic	As	74.960
硒	Selenium	Se	79.200
溴	Bromine	Br	79.920
氬	Krypton	Kr	82.920
銣	Rubidium	Rb	85.450
銣(鐳)	Strontium	Sr	87.630
鈦	Yttrium	Yt	89.330
鈹	Zirconium	Zr	90.600
鈮	Niobium, Columbium	Nb或Cb	93.100
鉬	Molybdenum	Mo	96.000
鈳	Ruthenium	Ru	101.700

銻	Rhodium	Rh	102.900
鉑	Palladium	Pd	106.700
銀	Silver	Ag	107.880
鎘	Cadmium	Cd	112.400
錫	Indium	In	114.800
錫	Tin, Stannum	Sn	118.700
銻	Antimony, Stibium	Sb	120.200
碘	Iodine	I	126.920
碲	Tellurium	Te	127.500
氣	Nitron	Nt	222.4
氙	Xenon	Xe	130.300
鐳	Caesium	Cs	132.810
銣	Barium	Ba	137.370
釷	Lanthanum	La	139.000
錳	Cerium	Ce	140.250
釷	Praseodymium	Pr	140.900
鈳	Neodymium	Nd	144.300
鐳	Samarium	Sm 或 Sm'	150.400
銣	Europium	Eu	152.000
釷	Gadolinium	Gd	157.300

銨	Holmium	Ho	163.500
釹	Terbium	Tb.	159.200
鐳	Dysprosium	Dy	152.500
鐳	Erbium	Er.	167.700
鐳	Thulium	Tu	769.900
鐳	Ytterbium	Yb	173.500
鐳	Lutecium	Lu.	175.000
鐳	Tantalum	Ta.	181.500
鐳	Tungsten, wolfram	W.	184.000
鐳	Osmium	Os.	193.930
鐳	Iridium	Ir.	193.100
鐳(白金)	Platinum	Pt.	195.200
金	Gold	Au	197.200
汞(水銀)	Mercury	Hg	200.600
鐳	Thallium	Tl.	204.000
鐳	Lead, Plumbum	Pb	207.200
鐳	Bismuth	Bi.	209.000
鐳	Radium	Ra.	226.000
鐳	Thorium	Th.	232.150
鐳	Uranium	U.	238.200

第一章

無機非金屬

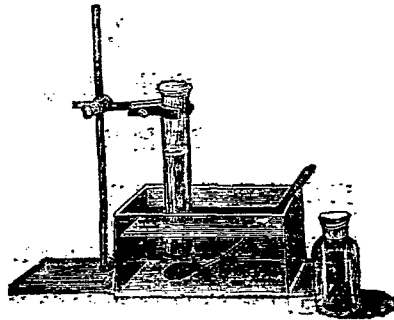
第一節 水

水成分中有可燃體 水為化合物，有滅燃性，而無可燃性，然其成分中，有一元素，實為可燃體，因化學變化，組成水分子後，而失其本性者也。若取一與水有化力之物質，使起置換作用，可析出之，而原為可燃體。

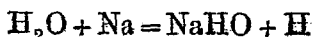
【實驗】水中析出可燃體 平時貯於煤油中之金屬

鈉，切取小片，以鐵絲網製成之匙，押入水中，正對充水倒立之玻璃筒口。（第一圖）則其時沸沸發聲，有氣泡上騰，代出筒內之水，至已收滿，取出水外，點火筒口，乃放微黃色之焰而燃燒。

第一圖



此可燃體，名曰氫 Hydrogen，為最輕之元素也。鈉亦一元素，而無可燃性，惟與水之化力極強，可與水成分中之氫置換，其反應式如下，



水成分中有助燃體 可燃體不接觸助燃體，亦不能燃燒，故如可燃體之氫氣，必發焰於筒口，以接觸助燃體之空氣，尋常薪炭油燭等之燃於空中，亦因空氣中，有游離之助燃體，名曰氧氣 Oxygen；即凡燃燒現象，可謂之氧化作用 Oxidation。水中亦有氧氣，為其成分，但既與氫化合而為水，遂失其助燃之本性；若設法析出之，原為助燃體。

第二圖

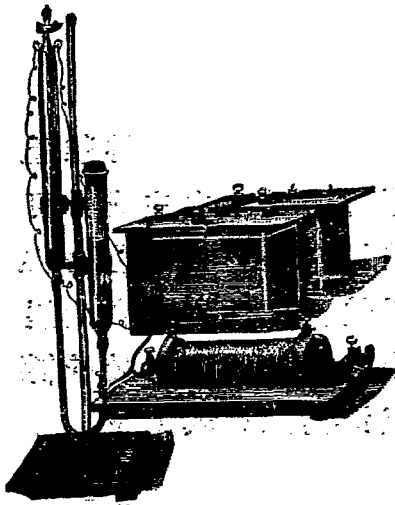
【實驗】電解水分 充水於電氣分水器中，(第二圖)又倒立二本之充水玻璃筒，罩入器底白金片；乃注氫氧化鈉之溶液數滴(或注硫酸)，而通以電流，自發生無數氣泡，上昇筒中，其時氣體之容積，在陽極



一方之玻筒內，半於陰極一方，即陰極得一容之氣體，以拇指押其筒口，取出試之，知為可燃體之氫；陽極得半容之氣體，以燻餘之火柴或炭紙入其筒中，能發強光而燃燒，知為助燃體之氧。

水成分之定比律 凡化合物之成分，果為何種元素組成，必有一定量之比，相與化合；如

第三圖



有一種過其定量，必不化合而殘留，是為定比律 Law of constant proportion. 今如水之成分，由電氣分解，已知其氫二與氧一之比；若將氫與氧合成水，以定比或過於定比相混和，藉電氣力

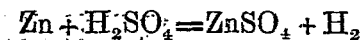
促其化合時，尤足以證明之。

【實驗】電氣成水：取氫氣二容，氧氣一容，充入刻度玻璃管內，此管稱為由齊沃氏管 (Eudiometer)，管端通有對距之白金綫以與度電圈聯絡，(第三圖)而通以電流，即可使內容氣體，爆鳴而化合，管內可悉充水而無空間，若氫與氧，不按二與一之定比，則任何過量，仍殘其氣體於管中，占有空間。

從上實驗，於是得定水之成分為 H_2O ，即合水之分子式。

第二節 氫

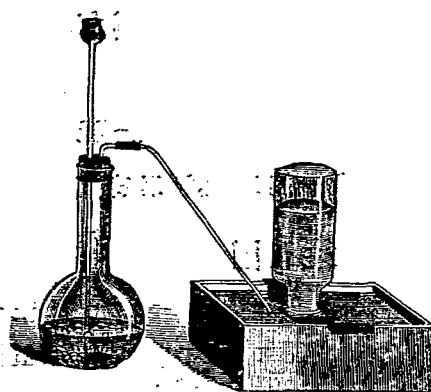
氫氣之製取 氫氣在自然界，無游離體，而多為化合物，如前節所述，為水之主成分，可以電氣分解而得之，然通常製自他之化合物，手續便而容量多，可以供種種性質之實驗，製法，置粒狀鋅於玻璃瓶中，自漏斗注入稀硫酸，(第四圖)當起變化，發生氣泡，其反應式如下。



此際發生之氫氣，用玻璃管導入水槽中，可倒立

充水玻璃筒以捕集之；或用曲玻璃管尖其放氣之管端，以供實驗：

第四圖



【注意】逐盡空氣
 氫氣之發生瓶
 中本有空氣，必俟
 氫氣發生，已逐盡
 空氣，方可試驗其

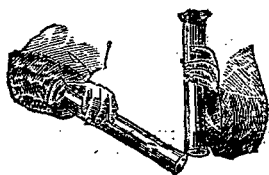
氫氣之性質。假如有空氣混和，則一經點火，可引火至瓶內燃燒，而因氯化力甚劇，又為氣體熱漲性，必致釀成爆發情形，而招危險。此際可先用試驗管，罩入發生瓶之導管口，收其氣體，於距裝置稍遠處，點火試之。如不發爆聲，即為空氣業已逐盡之證。

氫氣對於空氣之性質：氫氣比空氣輕，本輕者上浮之理，可與上方之空氣置換；然因氣體分子之運動自由，逞擴散性，仍能與空氣混和，而不分上下，惟囊其氫氣，不使擴散，則可上

騰於空中，又燃氫氣，必需空氣中氧氣之助燃，故點火於瓶內之氫氣，必燃於瓶口之接觸空氣處。

【實驗】氫氣性質 (一)通氫氣於皂液，則發氣泡，如球上騰，一觸以火，即爆鳴而消滅；或通氫氣於膜製球內，

第五圖



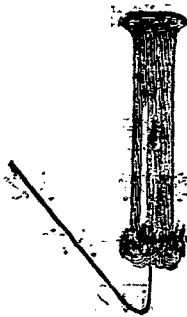
作氫氣球，亦可騰空而去。(二)倒持空氣瓶，以氫氣瓶斜對其口(第五圖)則暫時間，下瓶氫氣，已與上瓶空氣置換，可各近火於瓶口以試之，即試得初充空氣者，茲忽爆鳴而燃燒，初充氫

氣者，茲不復燃，與尋常空氣瓶無異。

(三)將氫氣瓶倒立，正對下方空氣瓶之口，放置數分鐘，待其擴散互和後，點火試之，兩瓶皆得爆鳴而燃燒。

(四)入燭火於氫氣瓶內，其燭火消滅，而氫氣却於瓶口燃燒(第六圖)若徐徐引燭至瓶口，則燭又着火而燃。

第六圖

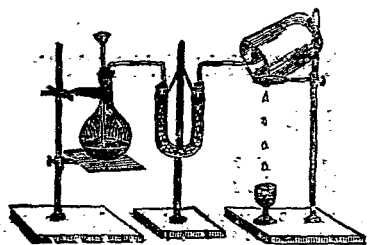


是為燃燒需空氣助燃之明證。

燃氫生水之證明 凡可燃體，除炭質外，又常含氫；故燃燒作用，即炭氫質之氯化作用。除炭質氯化為碳酸氣外，同時必氯化氫而生水。如入燭火於冷空瓶，瓶壁輒生濕曇；而呵氣於玻璃面亦然；是皆為氯化結果，有水生成之故。試燃純氫氣，又可證明之。

第七圖

【實驗】燃氫生水



導發生之氫氣，通過 U 形管，管內貯有吸濕性甚強之氯化鈣，使吸收其所混之水汽，而復任乾燥氫氣，

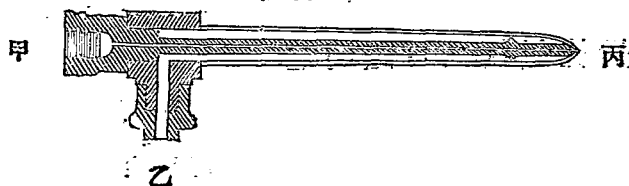
放出導管，而點以火；罩以玻璃鐘，始則鐘壁漸生濕曇，繼且凝集水滴，點點滴下。(第七圖)

氫焰無光而高熱之理 氫氣燃燒之光焰甚弱，而熱度甚高，乃由氫分子最細微，與氧之化力尤強，故劇烈燃燒，無殘餘分子，藉以熾灼。

放光。若使有他不燃物，入氯化之氫焰中，而被灼熱，自可憑藉之以放強光。

【實驗】氯化氫焰 有兩重金屬製之管，名曰氫氯吹火管（第八圖）自乙處通入氫氣，於丙端燃之，同時由甲處通入氯氣，出丙焰中，則其光焰甚淡，而熱度極高，試

第八圖



以鐵絲入此焰中，則飛射火花；以其焰射於石灰柱上，（代以粉筆）能放烈光，不可逼視。

第三節 氯

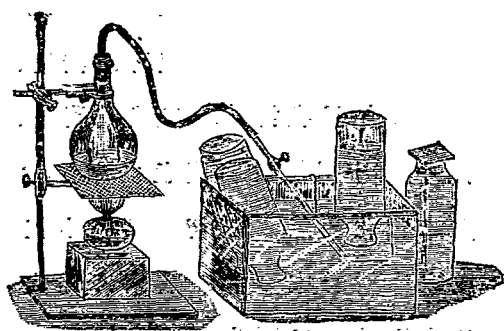
氯氣之製取 除由水電解，可得純氯氣外；欲取純氯氣於空氣中，頗不容易，尋常則用氯化物，加熱分解，而製取之。如用白色結晶體之氯酸鉀，可分解之如下反應式：



法將氯酸鉀研細，約二十公分，入破皿中，加熱。

乾燥之；此
際雖加熱
而不分解，
須和以五
公分之二
氯化錳，可
以疏通熱

第九圖



氣，促其分解；即相混均勻後，入燒瓶中，以酒精燈熱之，自發生氮氣，可導其氣於水槽中，用多數玻璃瓶，充水倒立，以捕集之。（第九圖）

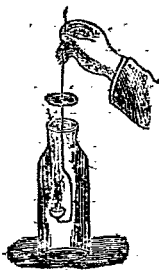
純氮氣之助燃性 氮化之呈燃燒現象，本由其化力特強之所致。蓋凡化力強者，概能發熱，甚或至於放光。而如氮化現象，為尤著者。但尋常空氣中游離之氮氣，非純氮氣，其行氮化之燃燒現象猶弱；若製取其單體，使與他物化合於容器中，則其發熱放光，比在空氣中倍烈。

【實驗】氮氣性質 (一)以燼餘之燭，入氮氣瓶中，立即

燃燒，光輝特強，此際當有二種化合物生成：一即燭成分中之氫，氮化爲水，觀瓶壁驟多水滴可知。一爲燭成分中之炭，氮化爲碳酸氣，可以澄清之石灰水注入而振盪之，能呈乳濁狀。(二)載硫黃於銅勺，點火入氮氣

瓶中，(第十圖)能放明藍色之光焰，生成二氮化硫氣。(三)切取黃磷小塊，或取赤磷粉末少許，載於銅勺，點火入之，則放烈光，而生白霧，爲五氮化磷。(四)卷鐵絲爲螺旋狀，熱熾其寸端，入氮氣瓶中，則延燒甚速，飛射火花，盤旋而上，殊爲美觀，此時生成氮化鐵。

第十圖



氮氣與臭氮氣 空氣中游離體之氮氣，其最小之一分子，當爲不能游離之氮原子，以二個抱合而成，可定其分子式爲 O_2 。惟是空氣中，通過電氣火花處，常生一種氮之變體，有特異之臭，於摩電機旁常聞之，稱曰臭氮氣 $Ozon$ 。其密度大於尋常氮氣 $1\frac{1}{2}$ ，使吸收於松油精(即

的列並油)中,得測定其分子量爲48,則以氧分子
量³²較之,爲氧原子量一六之三倍,故其分
子式爲 O_3 .

過氧化物與化合價 凡物化合,以體積言,
而有定比律;即以原子量言,而有當量 Equivalent.
例如氫二容,氧一容,以定比化合爲水,即
其化合量爲二與一六之比,而氧對於氫之當
量,即爲八也.更合比容與當量言之,又可知各
元素之相互間,有一定價,謂之化合價 Valency.
如一氧可化合二氫,即以氫爲比價單位,定氧
爲二價元素;其不與氫化合之元素,可就其氧
化物推知之;例如氧化鋇(BaO),爲各以原子量
組成者,既知氧爲二價,自知鋇與氧爲等價也.
凡化合物,皆合其價化合;然亦有特種方法,使
之過分化合者,例如過氧化氫(H_2O_2),過氧化
鋇(BaO_2),過氧化鈉(Na_2O_2)等.此等過氧化物,
性不安定,容易放氧,而逞氧化力.

氧氣發生機 凡分子分出原子時,因原子

不能游離特立，必與他同性或異性之原子結合，而為新分子。此際有急欲保其分子狀態之趨勢，遂得逞其極強之化力，謂之發生機 Nascent state。今如臭氟氣分出一原子之氟 ($O_3 = O_2 + O$)。比游離空中之氟分子，尤強氟化力。一般色素，在空中不褪色，而接觸臭氟氣，則漂白甚易；又尋常漂白，用過氟化物，亦因利用其不安定性，使逞發生機作用，得氟化之，以改變色素之構成也。總之化學變化，以發生機作用，為最有力；且不但氟化為然。

第四節 空氣

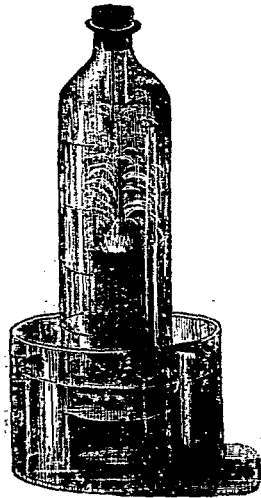
空氣中之氧氣 前言空氣中氟氣之助燃性，不如純氟氣之烈；即因空氣成分，除氟氣外，尚混有他種氣體，無助燃性，亦非可燃體，而反能節制氟氣之助燃者，名曰氮氣 Nitrogen。若將燃燒之物，入純氧氣中，立即消熄，抑氧氣與氟氣混合為空氣，以容積論，氧氣常四倍於氮氣，然空氣之與物質作用，主為氟化，而與氧無關。

故空氣可視爲氧氣摻薄之氮氣。

【實驗】空氣成分 前驗氮氣，知磷之氯化力極強，能生一種易溶於水之白霧（五氯化磷），是可利用之，以除去空氣中之氮氣，而得驗純氧氣之性質，並可驗知二

第十一圖

氣容積之比。法將畫有五等分綫之玻璃鐘，置盛水半容之玻璃皿內，以沒入最下綫爲度。（第十一圖）次附銅勺於木塞，載黃磷小塊，點火後，即插入玻璃鐘，緊嵌木塞於鐘口；乃俟燃磷後所生白霧溶入水中，至玻璃鐘已透明清澈；可觀容器之水，已上昇鐘內。



至第四綫。（如燃磷時氣體熱漲，有氣泡自水中逸出，則常過昇至第四綫以上）知鐘內空氣，已減少五分之一之成分，水得代入其空間，而高於鐘外之水面；可更注水，使與鐘內水面等高，於是去其木塞，以燭火插入，而火即熄，不復如尋常空氣之助燃。

【附識】空氣中之含有物 空氣中除氮氧二氣爲主成分外，尚含有水蒸氣，炭酸氣，氫氣，塵埃等，然其含量不一定，而又甚少，無關於空氣之組成，氫氣之性質，無異於氫，惟稍重耳，以其化學作用不甚著，亦不復詳。

空氣爲混合之組成 空氣中氮氧二氣之爲混合而非化合，可核以數端：(一)凡化合之成分，必爲定比律組成，而空氣中二氣之比，隨時隨地有微差。(二)製取氮氧二氣，就一與四之比容，而混和之，固無異天然界之空氣，但混和時，絕無化學作用如發熱發光等。(三)氮氣溶解度比氧氣強，如以水與空氣振盪後，則所混和之氮氣，必更少於五分之一之比；是又異於化合物之定比律，得以定比溶解。(四)近有製液體空氣之法，乃冷空氣至低溫，加壓而成；其液結後成分，含氮又稍多於五分之一之比，其非化合物又可知。

第五節 氮

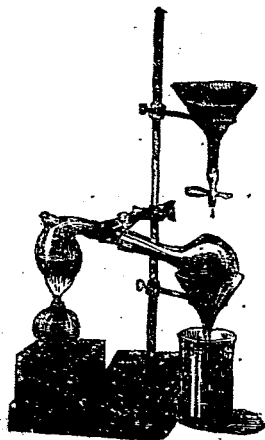
氮氣之作用 游離空中之氮氣，性甚鈍，不

如氮氣作用之活潑，故無助燃性，設使空中惟有此氣，可窒人呼吸，故亦稱爲窒素。此氣因乏化學變化之機能，故不易成爲氧化物，除人爲之促化合外，惟藉菌類媒介，自土壤中吸收之，造成含氮成分之有機質，以資植物之營養，於是植物內含有氧化物，而動物食植物，亦遂以氧化物組成體質。又菌類在土壤中，能吸收空中氮氣，造成硝質，故凡氧化物，皆由間接作用而成。

氮與氧之化合物 氮與氧之化合，有數種氣體，其著者如**亞氮化氮** Nitrous oxide (N_2O)，由硝酸銨加熱分解而生，人吸入之，遽使神經失其主宰，掀動顏面筋，大笑不止，故又謂之笑氣。又**氮化氮** Nitric oxide (NO) 爲注硝酸於銅屑，加熱分解而生，本爲無色無臭氣體，而一觸空氣，更行氮化，乃變爲赤褐色有惡臭之**二氧化氮** Nitrogen dioxide (NO_2) 氣體，此外尙有**三氮化氮** Nitrogen trioxide (N_2O_3)，不能如上述諸氣體，可以

游離；惟在化學變化中，為氫及金屬之配質組成。其著者，如天然產之硝石 Niter，其成分為硝酸鉀 Potassium nitrate (KNO_3)，應用於火藥及硝酸之製造。近因此種礦產不多，而以動物之皮肉毛骨等含氧成分，和草木灰石灰等，堆置田中，稱為硝圃，得變化而成人造硝石。又有稱為智利硝石 Chili saltpeter 者，產於智利 Chili，為硝酸鈉 Sodium nitrate (NaNO_3) 成分。可用氫化鉀改

第十二圖



製之，為通用之硝石。硝酸 Nitric acid (HNO_3) 為化學及工業上所廣用者，是一種無色透明有酸性之液體，即由硝石製成。製法，入硝石於曲頸甌，注濃硫酸，加熱蒸溜之，使其蒸氣凝於受器中。(第十二圖) 但蒸溜久之，熱度過高，則有一部分被分解為二氮化氧

氣溶存其中，變為赤色發煙硝酸 Fuming nitric acid。臨用時，發赤煙甚盛，作用之烈，過於普通無色之硝酸；然反應結果之生成物無異。此因所含二氮化氧氣，非化合而變性者，特容易放出，有使硝酸起化合之動機也。

氫與氮之化合物 氮與氫之化合，可為游離氣體者，惟阿摩尼亞 Ammonia。其分子式為 NH_3 ，有刺戟性惡臭，由廁所尿分，分解而生。性易溶於水，亦易從水中放出。其氣加以壓力，可成為無色液體；壓力一去，輒復氣化，能吸收周圍之熱，呈潛熱性作用，故如人造冰，需極寒之工作用之。又阿摩尼亞之水溶液，與尋常溶液之為混和存在者不同，實已化合，為氫氮化物 Hydroxide。($\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{OH}$) 其他又易與氯化氫之氣體作用，而為氮化物 Chloride。($\text{HCl} + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{Cl}$) 此等組成中之 NH_4 ，異於阿摩尼亞之分子，惟為組成分，而不能游離者，則不得視為分子，特稱之為原子團 Atomic group。此種

原子團之作用，頗似鹼金屬元素，特定名爲銨 Ammonium；而稱上二種組成，爲氫氧化銨 Ammonium hydroxide 及氯化銨 Ammonium chloride。

【附義】原子團作用 原子團，爲物質變化中，有數個異性原子之抱合體，更與他元素結合，恰如一原子作用，爲組成中之一成分，如 HO ， SO_4 ， NO_3 ， NH_4 ， CO_3 ， CN 等。此等皆無游離體，皆自他組成物之分子分出，而瞬與他元素結合者也。故對於本來組成之分子言之，亦稱之爲殘基 Radical。如 HO 爲水之殘基，稱爲氫氧基 Hydroxyl； SO_4 爲硫酸 (H_2SO_4) 之殘基，稱爲硫酸基 Radical of sulphuric acid； NO_3 爲硝酸之殘基，稱爲硝酸基 Radical of nitric acid； NH_4 爲氯化銨之殘基，氯化銨，即鹽砂，故稱爲銨基 Radical of ammonium chloride。惟此銨基作用，恰如一本質之鹼金屬元素，不如他殘基之爲配質，故特定名爲銨。又 CN 作用，恰如氫元素，(詳下第七節)特定名爲精 Cyanogen，皆爲重要成分，須視爲一元素，然而弗視爲分子也。

氫氧化銨之液體，加熱之下，即放出阿摩尼亞

氣氫化銦，爲白色結晶體之礫砂，共生石灰混和熱之，亦易發生阿摩尼亞。其反應式如下，

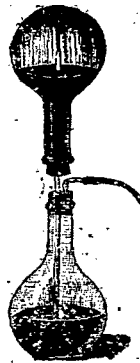
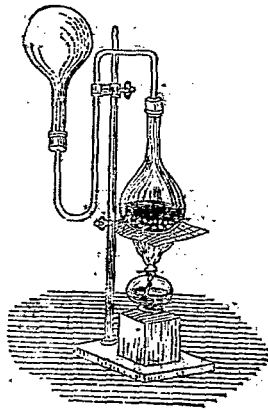


此阿摩尼亞氣，比空氣輕，有鹼性及可溶性。

【實驗】阿摩尼亞性質 取一燒瓶，倒立架上，通入阿摩尼亞發生瓶之導管（第十三圖）則因其氣比空氣輕，

第十三圖

第十四圖



從可上方置換，收氣既滿，取立於紅色試液之瓶上，由長玻管連絡，由橡皮塞嵌緊，由曲玻管吹以呼息，壓迫

下瓶試液上昇後，其液自能陸續上噴，如噴泉然。(第十四圖)蓋因其氣易溶於水，而下瓶水面之氣壓較高，得壓水上昇於低氣壓處，而呈隨溶隨噴現象。又噴出之紅色試液，倏變藍色，是為鹼性反應 Alkaline reaction。

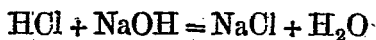
【附義】試液試紙之反應 試液之製法，係用一種石蕊科青苔屬之植物質，名曰里低暮司 Litmus，藍色粒狀，以稀酒精稀釋之，復溶於水，成為藍色試液，遇酸性質，即變紅色，是為酸性反應 Acid reaction。如欲驗鹼性質，例如上實驗，可注弱酸性之酸液少量，使成紅色試液，而遇鹼即變藍色。此物為化學分析之最敏指示劑，或以無膠紙浸染之，稱曰試紙 Test paper，與液同一效用。

第六節 酸、鹼、鹽

酸鹼鹽之正體 凡物質之化學性，不外三種：(一)具有酸味，能變藍色試液為紅色者，概稱曰酸 Acid；有硫酸、硝酸、氫酸、醋酸、磷酸、炭酸等。凡成為酸之組成中，無不含氫；此氫元素，可以金屬元素置換之，而改變其酸性為中性。(二)有如肥皂液之鹼味，能變紅色試液為藍色者，概

稱曰鹼 Alkali, 爲金屬元素與氫氧基之化合物, 如氫氯化鉀, 氫氯化鈉, 氫氯化鈣等。凡鹼類與酸類作用, 失其鹼性, 並失其酸性, 而爲中性之鹽類, 故亦稱爲鹽基 Base. (三) 即酸與鹼作用後, 無試液變色之反應, 並無酸味與鹼味, 而具鹹味如食鹽, 亦常爲食鹽狀之白色結晶; 故概稱曰鹽類 Salt, 亦省稱鹽。

中和作用之生水 鹽類生成時, 必兼生水; 例如用酸類中之氫酸, 與鹼類中之氫氯化鈉, 適量混和, 而成氯化鈉, 代出水分。(實驗詳下節) 其反應如下,



此氯化鈉, 即食鹽成分, 爲鹽類之一; 更就前節氫化銻之反應式觀之, 可知成鹽時, 必代出水分 (H_2O), 即由酸中之氫, 與鹼中之氫氧基中和而生者也。故生水是中和作用; 因中和作用而成鹽, 是中性體。

酸鹼鹽之副體 鹽類固由中和作用, 而成

中性；然亦有不盡爲中性者，蓋必酸中之氫，與鹼中之氫氧基，悉行中和而生水，方無酸味與鹼味，及無試液變色之反應；斯爲**中性鹽** Neutral salt。若其氫元素，未盡置換，雖成鹽而尙帶酸性，則爲**酸性鹽** Acid salt。或氫氧基未盡置換，雖成鹽而尙帶鹼性，則爲**鹼性鹽** Basic salt。（或稱鹽基性鹽）例如下，

酸性鹽 NaHSO_4 酸性硫酸鈉

中性鹽 Na_2SO_4 硫酸鈉

鹼性鹽 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{HO})_2$ 鹼性碳酸銅

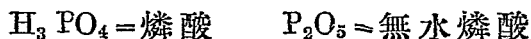
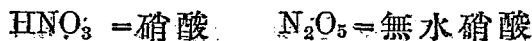
酸性鹽亦曰**第一鹽** Primary salt，中性鹽亦曰**第二鹽** Secondary salt。然酸分子中之含氫三原子者，例如磷酸（ H_3PO_4 ），其成鹽有三種：即置換氫一原子者爲**第一鹽**，置換氫二原子者爲**第二鹽**，悉置換氫三原子者爲**第三鹽** Tertiary salt。是**第三鹽**方爲中性鹽。例如下，

第一鹽 NaH_2PO_4 第一磷酸鈉

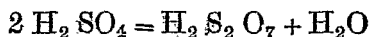
第二鹽 Na_2HPO_4 第二磷酸鈉

第三鹽 Na_3PO_4 第三磷酸鈉

又氣體化合水分，而可成酸液者，其未化合時，則爲無水酸 Anhydride. 例如



又酸分子之含氫二原子以上者，失去一水分子之成分，而生酸與無水酸之中間物，稱爲焦性酸 Pyro-acid；例如焦性硫酸，爲硫酸二分子之失水者，其反應式如下，

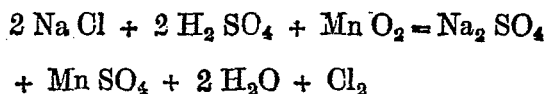


第七節 成鹽元素

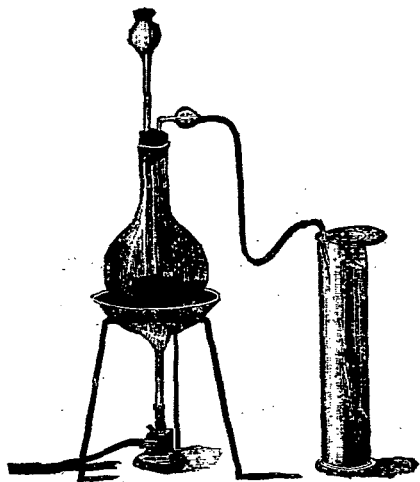
成鹽元素之特性 氟、溴、碘、氯四元素，能以其單體，或其化氫物，直與金屬元素作用，而成鹽類，故總稱爲成鹽元素 Halogen. 凡成鹽元素，可用銀鹽檢出之；即凡成鹽元素化銀，各呈特色沉澱也。例如氟化銀，爲白色乳狀；溴化銀，爲淡黃色；碘化銀爲黃色，而逢光線，皆爲紫黑色。

又此沉澱之溶解性,及對於氫之作用,氯最強,溴次之,碘氟最弱,氯之對於銀鹽,獨不生沉澱。

氯及其化合物 氯 Chlorine 爲黃綠色氣體,有惡臭及毒性,賊害呼吸,天然界中,無游離體;可用食鹽加硫酸與二氧化錳製取之,其反應式如下,



第十五圖



此氯氣比空氣重,可用下方置換法捕集之,(第十五圖)以供性質之實驗。

【實驗】氯氣性質

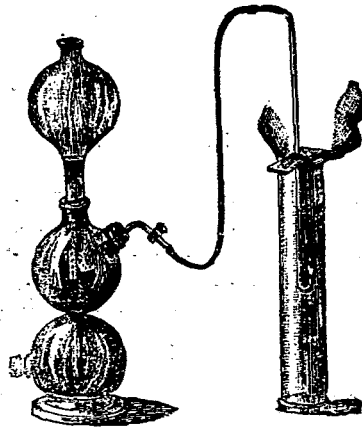
(一)浸濕紅布或藍布,或有色之花,入氯氣瓶中,暫時間能消失色素。

(二)入燭火於氯氣

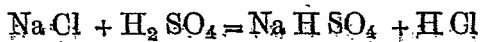
瓶中，能持續燃燒，而放薄光，同時放出多量油煙；此由氫與燭成分中之氫化合，而游離其炭成分也。(三)將金屬錫粉碎之，撒入氫氣瓶中，則火星四射，放出濃煙，其時生成氫化錫；如以磷入之，亦如燃於氮氣中，而生成氫化磷(即此可知氫對於錫磷等之化力甚強，亦能呈燃燒現象，初不必氮化爲然。)(四)注阿摩尼亞水溶液於氫氣瓶中，而振盪之，則化生白色如霜之晶體於瓶壁，是爲氫化銣。(儲砂無

第十六圖

毒性，亦無惡臭，故凡製取氫氣時，宜常嗅阿摩尼亞水，以解其毒。)(五)點火於氫氣導管口，而入之氫氣瓶中，(第十六圖)能持續燃燒，除瓶口揮散蒸氣外，瓶內有氫化氫之氣體生成。如以水稀釋之，即化學及工業上廣用之氫酸，然別有製法。



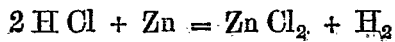
氯酸 Chlorous acid 即氯化氫之水溶液蓋氯化氫氣體，易溶於水；約水一容，能溶其氣五百容。故製取此氣，不可從水中捕集，而當用下方置換法，(同上圖)其原料用烘乾食鹽，注濃硫酸，徐徐熱之，即發生無色而有刺戟性之氯化氫氣。其反應如下。



此氣引入乾燥之玻璃中，可供性質之實驗。

【實驗】氯化氫性質 收取氯化氫氣體，同阿摩尼亞實驗之裝置，(第十四圖)而改用藍色試液，可繼續上噴而變紅色；是知其氣亦易溶於水，且為酸性反應，與阿摩尼亞之鹼性相反。

氯化氫易與金屬作用而成鹽，但氣體不適當用，故常用溶液之氯酸。氯酸與金屬作用時，必放出氫氣，例如用鋅之反應；



氯酸與氫氯化鈉作用，而成食鹽 (NaCl)，可為其諸成鹽之模範。

【實驗】成食鹽法 用氫氟化鈉之飽和溶液，約三四立方呎，盛玻璃杯中，加少量之紅色試液，自變藍色；乃取刻度滴管，容氫酸三十二立方呎，徐徐滴下，不絕攪拌之，至藍色幾微變紅為度，取而蒸發之，即得食鹽結晶。

溴及其化合物 溴 Bromine 無天然游離體，常與鈉、鎂等化合，溶存海水中，海草中亦含有之；製取時如用海水，宜先除去食鹽成分，後加硫酸與二氟化錳蒸溜之；然通常多用海草灰為原料，蒸溜時之溴蒸氣，為赤色之霧，冷凝於受器中，則為赤褐色液體。溴有惡臭及毒性，賊害呼吸，與氟同，其功用及性質，亦與氟類似，惟化力較弱耳。其與氫化合，為溴化氫 Hydrogen bromide (BrH)，溶於水，則稱溴酸 Bromic acid，可與金屬作用成溴鹽 Bromate，多應用於照相及醫藥。

【實驗】溴之性質 (一)取溴化鉀少許，入試管中，加水溶解之，為透明液，而通入氟氣，則析出溴素，而為赤褐

色蒸氣。(二)取錫箔入試驗管中,注以溴液,則化力甚強,能發火花,生成溴化錫(SnBr_2)。

碘及其化合物 碘 Iodine 爲紫黑色之小片狀結晶,其臭似氫氣而弱,而無窒息性,常與鈉化合,存在海水海草中。取海草燒灰,浸漬水中,濾過而蒸發之,則其較難溶解之氫化物等,先行結晶而析出;殘留暗褐色母液,更濾取之,混和以硫酸與二氯化錳而蒸溜之,如製取氫、溴之法,則其所生紫色之蒸氣,可冷凝之於受器中,得碘之結晶。碘不溶解於水,却能溶於碘化鉀之水溶液中,而呈褐色。又酒精、醋精(以脫)及二硫化炭之液中,皆能溶解,而呈紫色。碘之化學作用頗似溴,其與金屬化合,能生美麗之色素;又有化合小粉而呈藍碧色之特性。

【實驗】碘之性質 (一)用碘化鉀粉末與二氯化錳混和,注以硫酸,蒸取碘之蒸氣,使通過水銀,則生美麗紅色之二碘化汞(Hg I_2)。(二)以碘化鉀溶液,注入醋酸鉛溶液,則生明黃色之二碘化鉛(Pb I_2)。(三)取小粉

溶解於溫湯中，濾取澄液，注入碘之酒精溶液（俗稱碘酒），即起反應而呈藍碧色。（此種反應最敏銳，雖碘或小粉含量甚微，得驗知之，故二者互為特試藥。）

碘及其化合物，可用於醫藥，為治牙痛、消瘰癧、療梅毒及諸皮膚病之妙劑；又工業上用作染料，及照相上用於顯影液。

氟及其化合物 氟 Fluorine 與鈣化合為螢石 Fluor (Ca F_2)，與鋁及鈉化合為冰晶石 Cryolite ($\text{Al F}_3 \cdot 3 \text{Na F}$)，動物骨及齒牙之瑛瑯質亦含有之。欲從其化合物製取單體甚難，近今發明，於白金管中盛氟酸，加氟化鉀，而通以電流，得分解而放黃綠色之氟氣，此氣有如氫氣之臭，其與氫之化力，尤強於氫氣。

氟化氫 Hydrogen fluoride 為無色而有刺戟性之氣體，其水溶液，稱為氟酸 Fluoric acid (HF)，酸性甚強，遇金屬及石英質，皆能侵蝕之；故不可用金屬器及自石英質製成之玻璃器、磁器等貯藏，而常貯藏於硬橡皮瓶，氟化氫與石英作

用，發生氟化硅 Silicon fluoride (Si F_4) 之氣體，故可利用之，以刻玻璃面之書畫，如寒暑表、晴雨表、浮表、量杯、滴管、等，即利用氟化氫溶液之侵蝕力也；如用其氣體，效用稍劣。

【實驗】氟化氫之侵蝕玻璃 取螢石粉末入小鉛鍋，以濃硫酸調成漿狀，加熱分解，發生氟化氫氣體。 ($\text{Ca F}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Ca SO}_4 + 2\text{HF}$) 別取玻璃片，預塗以熔融之石蠟，待冷凝後，用小刀刻文字或畫於其面，以露出玻璃質，乃覆於氟化氫之發生器上，久之，取玻片輻熱於火上，熔去石蠟，刷拭明淨，自現文字或畫，是即刻露處之玻璃質，受侵蝕力所致。

(附) 腈及其化合物 前論 CN 原子團，定名為腈，作用頗似氫氣，故腈亦可視為一種成鹽之質，但非元素耳。腈不能游離，而惟為化合之成分。其腈酸 Cyanic acid (HCN) 性質亦大似氫酸，就中氫一原子，可與他金屬元素置換，而成腈鹽類。腈鹽類中，以腈化鉀 Potassium cyanide (K CN) 為最有用，常應用於冶金(提鍊金鑛)及

鍍金術。凡疇之化合物，皆有劇毒，而疇化氫之毒尤劇，一吸入其氣體，可立斃。故疇化物，不如氫、溴、碘等化合物之可供藥用。

第八節 炭

炭之同質異形 炭 Carbon 有結晶及無定形兩種。結晶如金剛石、石墨，無定形如煤，皆詳鑛學；其應用於化學及工業者，皆為無定形炭。除煤外，又有骸炭、骨炭、木炭等。雖形體大異，而同為炭質，則經化學分析術而知之；且知金剛石尤為炭質之最純者，以其燃於純氮氣中，悉為炭酸氣，無熔餘之灰分也。

炭之功用 炭之燃燒，或消費之於蒸汽機，而起運動工程，或消費之於氣化處，而起發光工程，或又消費之於冶金爐，而成還元作用，其效能已偉大無倫；又因質多微孔，具有吸收機能，可以滅臭消毒、褪色等，供濾清飲料、精製砂糖，潔除病室之用。

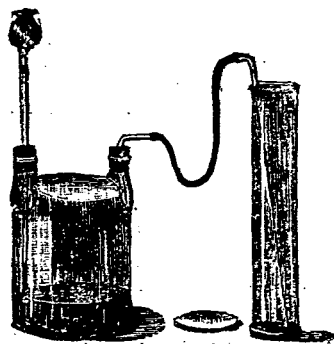
煤氣及煤油之炭化物 煤經乾溜，發生種

種炭化氫 Hydrocarbon 之氣體，同時溜出之黑油 Tar，又屬種種炭化氫之液體，而液體內實含種種工業之要素，惟當詳於後之有機化學，以有機物固以炭化氫爲主成分也。煤油 Coal oil 亦稱石油 Rock oil，亦炭化氫之族聚體，其自井汲出時稱原油 Mineral oil，色褐黑，不適用；宜用割溫蒸溜法 Fractional distillation，分作三種成分。即自三十度至百五十度溜出者，曰揮發油 Gasoline，供汽車發動機及假漆溶解劑之用。自百五十度至三百度溜出者，曰燈油 Kerosene，即普通燈用之火油。自三百度以上溜出者，曰重油 Heavy oil，供機械滑劑及砌石凝結劑之用。而用酸液鹼液互洗後，以起寒劑 Freezing mixture 冷至零度下，可析出白色晶狀之石蠟，俗稱巴拉賓 Paraffin，可造洋燭。

炭之氯化充分體 薪炭油燭等之燃燒及吾人與動物之呼息，皆發生炭酸氣。其成分爲二氯化炭 (CO_2)，溶於水則爲炭酸 (H_2CO_3)。溶量

隨壓力而增進,減其壓力,輒復氣化;如彼荷蘭水,啤酒等,本強溶有碳酸氣,而一開瓶塞,即上騰氣泡,可見也。碳酸之酸性甚弱,雖對於試液,亦能呈酸性反應;然與強鹼金化合物成鹽,却不呈中性,而猶呈鹼性,即由其酸性不敵之故。碳酸鹽類甚多;就中碳酸鈣,實廣存於自然界,如石灰石,大理石,螺殼,卵殼等,皆含此成分。以之

第十七圖



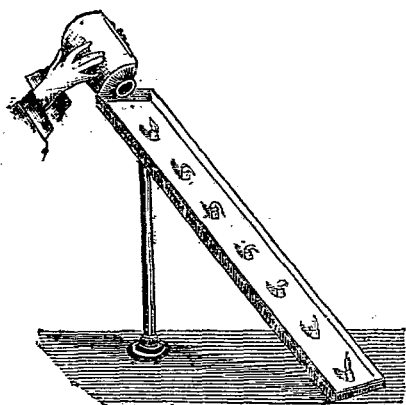
製碳酸氣甚便。試入石灰石於雙頸瓶,自漏斗注入某種酸液, (通常用鹽酸)即發生碳酸氣甚盛。(第十七圖)此碳酸氣,因氯化飽和,不復氯化,而失可燃性。又重於空氣,遇清澄之石灰水,可

生乳濁色沉澱,仍為碳酸鈣之成分。 $(\text{Ca}(\text{HO})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O})$ 。

【實驗】碳酸氣性質 (一)取厚紙或薄板,作簷溜形,中距若干,植短燭數本,各點以火,而斜置之;乃取碳酸氣瓶,從上傾注,始則

第十八圖

見其燭焰,以次壓倒,繼且以次消滅;却如有水流下情形(第十八圖) (二)入清淨石灰水於玻筒中,插一玻管,吹以吾人之呼息,漸濁如乳,與注石灰水於碳酸氣瓶中無異。

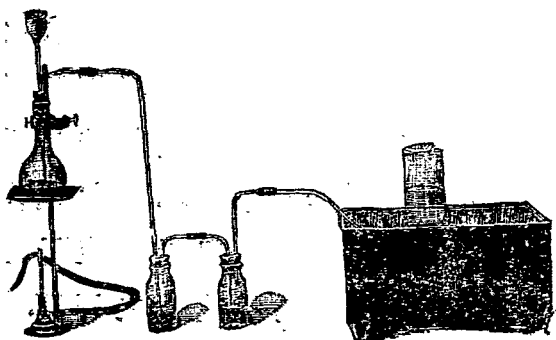


炭之氯化不充分體 炭為四價元素,其與二價之氯化合,必如碳酸氣之為二氯化炭,而後飽和。然炭盛燃時,空氣之接觸不充分,往往有不飽和之氯化炭(CO)發生。此氣昇至焰端,接觸充分空氣,又可氯化而燃燒;火爐上常閃藍色焰,即為其氣燃燒之現象。其氣為可燃體。

輕於空氣，不溶於水，不與石灰水作用，此等性質，皆與碳酸氣相反；而又有破壞血球之毒性，不如碳酸氣之但窒呼吸；蓋既為氯化不充分之質，尚少氯一原子之化合價，一經吸入，自必奪取血球中之氯分，而罹其毒也。

【實驗】氯化炭性質 取白色針狀結晶之草酸與濃硫酸共熱，(第十九圖)得分解之為二種氣體，即二氯化炭與氯化炭。 $(C_2H_2O_4 = CO_2 + CO + H_2O)$ 此際即以濃硫酸吸收其水分，將混和二氣，通過石灰水，(或用氫氯化

第十九圖



鈉溶液)使吸收二氯化炭氣;惟賸純粹之氯化炭氣,導入水槽中,得捕集之,其捕集之瓶內,注石灰水,不變濁,點以火,燃呈藍焰,而為二氯化炭成分,則石灰水亦遂變濁。

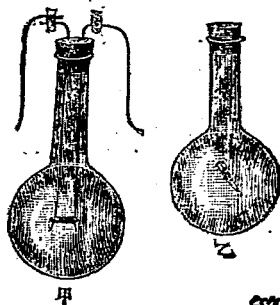
炭之氯化與氣體整比律 氣體化合,必合體積整數之比,是為**氣體整比律** Law of gaseous volume. 如以炭一容與氯二容化合,而生一容之二氯化炭;或以氯一容與氯化炭二容化合,而生二容之二氯化炭,即可為一般氣體化合之好例。

炭之氯化與定量倍比律 甲乙二元素,組成一化合物,固按定比律化合;然因化合之飽和與不飽和,有二種以上之組成者,則對於甲一定量之乙量,必為其比例之整數倍,是為**定量倍比律** Law of multiple proportion. 就氯化炭與二氯化炭二種組成,可知其與炭一定量之氯量,即為十六之整數倍,為倍比律之好例。

炭之氯化與質量保存律 不論何種化學

變化,在變化後之元素與其量,必等於變化前之所有,而決不消失,是為質量保存律 Law of conservation of mass. 以炭之氮化證明之,可於氮氣瓶中,以白金線絡炭一片,懸垂之,密閉瓶口,通以電熱,令炭燃燒;(第二十圖甲)或以透鏡聚

第二十圖



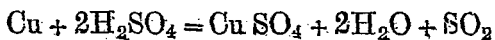
日光焦點於炭上,而燃燒之。(圖乙)此際雖燃燒無餘,不復見炭,而瓶內變為炭酸氣,原存有炭與氮之二質;且前後秤定其量,亦毫無增減。

第九節 硫

硫之單體性質 硫黃 Sulphur 自然體,產於火山近旁,其為硫化金屬及硫酸鹽之鑛產尤多,又與炭、氫、氧、氮,四元素組成動植物之蛋白質等。製取硫黃單體,多採取自然鑛入釜中熔之,除去土砂,而得粗製品;更將粗製品,入鐵製或黏土製之曲頸甌中,熱之使為蒸氣,導入冷

凝室，凝成粉末，稱曰**硫黃華** Flower of sulphur。造後室壁之溫度增進，不易凝成粉末，而為流動體，可導至模型中，使凝為塊狀或棒狀，皆為精製品。大約硫黃天產者，與由溫度溶劑關係之人造品，却如炭素，多同質異形體 Allotrope。而化學性，則如氮氣；凡氮氣所能化合之金屬，與其化合價皆有相當之**硫化物** Sulphide。其與炭及氫化合，生**硫化氫** Hydrogen sulphide (H_2S) 與**二硫化炭** Carbon disulphide (CS_2)，亦如氮化之有水 (H_2O) 與**二氮化炭** (CO_2)。故化學上，以硫氮為同族元素。

硫與氮之化合物 硫黃或硫化物燃燒，而生**二氮化硫** Sulphur dioxide (SO_2)，亦稱**無水亞硫酸** Sulphurous anhydride。以硫酸注於銅屑而熱之，能生多量，其反應式如下。

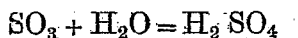


二氮化硫，為無色氣體，易溶於水，呈酸性反應。有殺菌防腐力，故釀造室與病室常用之。又能

褪植物色素，故常用爲漂白劑。

【實驗】硫黃漂白 取有色之花或布，浸濕後，懸於燃燒硫黃之皿上，以玻璃罩之，暫時間，卽爲漂白。

二氯化硫氣，不復受空氣之氯化，惟混和氮氣，通過灼熱之白金粉上，則以白金粉爲觸媒作用 Catalysis，能復氯化爲無水硫酸 Sulphuric anhydride (SO_3)；係一種白色結晶，而一遇水分，輒劇烈化合，爲硫酸 Sulphuric acid，

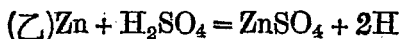
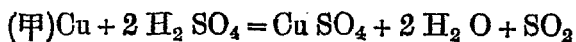


硫酸固可由無水硫酸化成之；然大製造場，則以氮化氧 (NO 硝酸蒸氣) 爲媒介，使二氯化硫，與空氣及水蒸氣作用而成。



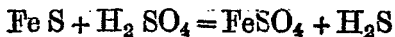
硫酸爲油狀濃厚之液體，以水稀釋之，則稱稀硫酸 Dilute sulphuric acid，其濃液之吸水力甚大，故硫酸乾燥器，可以乾燥物質；又如化學變化，有還原之傾向時，稱爲可逆反應 Reversible reaction，則用硫酸爲脫水劑 Dehydrating agent；以除

去此際所生成之水分,使不能還原。(例如前第八節實驗氯化炭性質之用硫酸,又在有機物變化,此種可逆反應最盛,其理法詳後章第十節).硫酸之對於金屬,獨不與鉛作用,故硫酸工場,必用鉛室;硫酸實驗,常用鉛鍋,其與銀、銅、水銀等作用,概用濃液,能生成鹽類,放出二氯化硫;與鋅、鐵、鎂等作用,概用稀液,能生成鹽類,放出氫氣,例如與銅、鋅二種作用之反應式,



稀硫酸,約含量百分之二十分爲常,宜將硫酸徐徐注入水中,不絕以玻箸攪拌,防發生大熱.

硫與氫之化合物 注稀硫酸於硫化第一鐵(FeS),發生硫化氫氣體,其反應式如下,



硫化氫有惡臭毒性,而化學分析術常用之,有避免毒臭之裝置,稱爲紀布氏裝置 Kipp's apparatus. (第二十一圖)即入硫化鐵於中部,而開

其活塞，自漏斗注入硫酸，浸及之，即發生硫化氫氣；閉其活塞，則自以其氣壓，將硫酸壓下，不

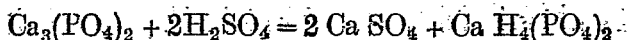
第二十一圖 復浸及，停止作用。此硫化氫氣，

爲分析上鑑識金屬之特試藥；因能硫化各金屬，生特色之沉澱也。例如通此氣於醋酸鉛溶液，能生黑色硫化鉛沉澱；通於亞砷酸溶液，能生黃色硫化砷沉澱；通於吐酒石溶液，能生橙色硫化銻沉澱；通於硫酸鋅溶液，能生白色硫化鋅沉澱。

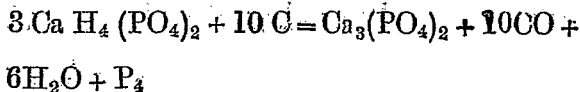


第十節 磷及砷

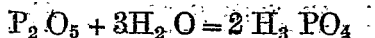
磷及其化合物 磷 Phosphorus 易與氮化合，故天然界無游離體；而惟磷灰石 Apatite，磷灰土 Phosphorite 等鑛產及動物之骨，皆以磷酸鈣 Calcium phosphate 爲主成分，工業上製磷，即以硫酸分解骨灰，先使變爲**第一磷酸鈣** Primary calcium phosphate，如下式。



其時硫酸鈣沉澱，可濾去之；蒸發濾液，至濃稠如漿，和以木炭，高度蒸溜，可得磷之蒸氣，而冷凝之於水中，其時反應式如下，



磷冷凝後，為黃色之塊，以黃磷 Yellow phosphorous 入氫氣瓶中熱之，至二五〇度，則變為同質異形體之赤磷 Red phosphorous；不為塊狀而為粉狀；不必如黃磷之貯於水中，能在空氣內，不自氮化而燃燒也。二者皆為火柴之主要發火劑，惟用赤磷，則少危險，故以之製安全火柴。又二者燃燒後，皆變為無水磷酸，與水化合，則為磷酸 Phosphorous acid。

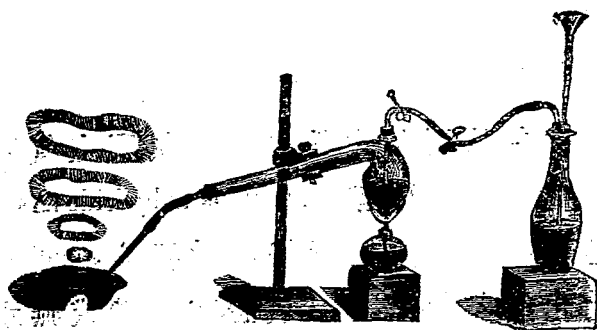


磷與氫之化合物，有氣體 (PH_3) 液體 (P_2H_4) 固體 (P_4H_2) 三種；其氣體有可燃性，液體有自燃性，製取其氣體時，必有液體相伴而生，一觸空

氣，輒發火延燃而生無水磷酸之白霧。

【實驗】磷化氫性質 以氫氯化鉀溶液，入曲頸甌中，加黃磷碎粒，通過氫氣，逐盡甌內空氣後，以簧挾隔絕之，取去氫氣發生瓶（如不通氫氣而加最易氯化之醇精數滴於甌中，亦可藉以驅逐空氣），於是徐徐加熱，發

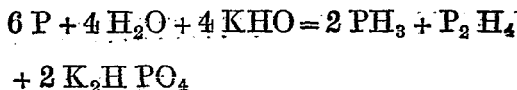
第二十二圖



生二種磷化氫 Hydrogen-Phosphide，其液體磷化氫，隨氣體磷化氫至水面，即觸空氣而發火，燃成輪狀白煙，上昇空中。（第二十二圖）燃時火光，作黃綠色，如螢光。墟墓間枯骨腐化，亦常有此氣發生，經氯化而發光，俗迷信

以爲鬼火是也。

(附識)磷化氫考定之反應式如下。



砒及其化合物 砒 Arsenic 亦常爲砒化鐵 Mineral of arsenide 產出，如鷄冠石 Realgar (As_2S_2) 雄黃 Orpiment (As_2S_3) 砒硫鐵礦 Mispickel 等。製法，取砒硫鐵礦熱之，可昇華砒素於冷凝室。

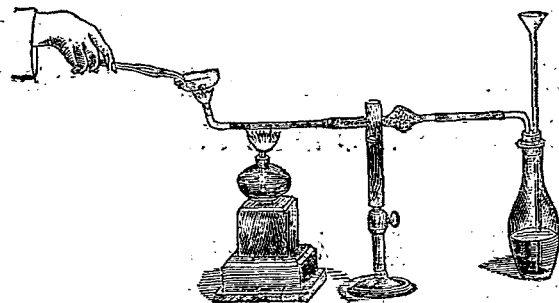


砒爲白色塊，而甚脆，熱之爲蒸氣，觸空氣而燃燒，成爲無水亞砒酸 Arsenious-anhydride (As_2O_3)。白色粉狀，有蒜臭，甚毒，俗稱砒霜 Arsenolite。又有砒化氫 Arsine (AsH_3) 氣體，亦可燃成無水亞砒酸，燃時放青色焰，及蒜臭，又可用磁皿覆於焰上，析出輝黑色砒鏡，是爲檢驗中毒斃命之正確反應，稱爲瑪爾修 Marsh 氏驗砒法，即裁判化學法之一。

【實驗】瑪爾修氏驗砒法 取含砒毒物(如中毒之所

遺食品,及屍之胃臟內容物,但化學實驗,直用無水亞

第二十三圖



砒酸,加入氫氣發生瓶中,使發生砒化氫,經過生石灰或氫氯化鈉之吸濕裝置,乃於導管之端,點火燃燒之,檢其焰臭及砒鏡。

第十一節 硅及硼

硅及其化合物 硅占地質大部,多為氟化物(ZiO_2)或硅酸鹽,氟化物,稱無水硅酸 Silicic anhydride, 即石英之主成分,有結晶及無定形之種種同質體,詳鑛學;化學上以石英與鹼金及石灰化合,為硅酸複鹽,製出玻璃,得透明堅硬,及不受強酸強鹼侵蝕之性;若祇以鹼金與

石英高熱熔化，則爲透明膠液之水玻璃 Water glass。由是知玻璃之堅硬性，由石灰成之，而鹼金則使其透明者也。水玻璃爲硅酸鈉或硅酸鉀之成分，應用亦廣，除製肥皂外，(稱泡化鹼)調和石灰，以塗木材布帛上，可以耐火，又爲填齒料。

硼及其化合物 硼 Boron 無天然游離體，而爲硼酸 Boric acid (H_3BO_3) 硼砂 Borax ($Na_2 B_4 O_7$) 鑛產。二者皆有防腐性，醫藥及工業上廣用之；若硼之元素，則無甚效用。硼砂強熱之，始則放散水分而膨脹，繼則熔成玻璃質之硼砂球 Borax bead；蘸以金屬鑛之粉末或溶液而復熱之，能顯各金屬之特色，故鑛學上用以鑑識金屬。又金工之銲接金屬，亦常用硼砂爲媒劑。

第二章

無機金屬

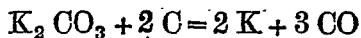
第一節 鹼金族

鹼金中之鉀及鈉 鋰 Lithium 鉀 Potassium

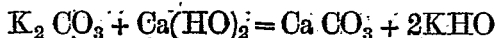
鈉 Sodium 銣 Rubidium 鐳 Caesium 等金屬，有強鹼性作用，稱爲鹼金族 Alkali metals；就中鉀與鈉，實關重要，二者質甚輕軟，爲銀白色；易在空中氧化，而被黑色銹層。鉀與鈉之化學性，有相當之價，相同之反應，其製出元素及化合物之法，亦同一手續，應用上又可互用，但鈉之作用稍弱耳；然爲原料之便，製額之高，應用反大於鉀。至於定性分析，檢出鉀或鈉，則各有特徵；即凡鉀化合物，投入焰中，焰呈紫色，鈉化合物之焰呈黃色。

鉀之化合物 鉀本爲岩石中成分，岩石風化，散在土壤中，爲植物之營養要素；燒植物爲灰，淋取灰汁，得鉀之碳酸鹽，往時常用爲各種鉀化合物製取之原料，如將此碳酸鉀 Potassium

carbonate, 與炭混和熱之,則得鉀元素,其反應式如下,



又以炭酸鉀之溶液,加石灰乳熱之,則得氫氧化鉀,其反應式如下,



氫氧化鉀 Potassium hydroxide, 有強鹼性,故亦稱為苛性鉀 Caustic potash. 易溶於水,而有吸濕性;尤易吸收炭酸氣;可為炭酸定量之用.其鹼化脂肪之力甚強,可藉以製肥皂.又通氯氣於氫氧化鉀之溶液,則生氯化鉀 Potassium chloride 及氯酸鉀 Potassium chlorate. 其反應式如下:

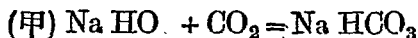


此際可冷却溶液,使氯酸鉀先為板狀結晶而析出,而後再蒸發之,析出氯化鉀.氯化鉀之鑛產,近發見於法國甚多,用為各種鉀化合物製取之原料.但如上述製取各法,近皆廢棄不用,而用電解法為基礎的手續.

氰化鉀易放氮氣，與鑛產之硝石(硝酸鉀)，同爲氰化劑，同應用於花火、火藥、火柴等。又鉀之溴化物 Bromide (K Br)，爲腦病之鎮靜劑。碘化物 Iodide (KI)，有旺盛血液循環之功。

鈉之化合物：鈉與氯化合爲食鹽，其產自地層中之岩鹽，與糞自海水中之海鹽，成分無異，俱爲氯化鈉 Sodium chloride (Na Cl)。海草吸收海水中之鹽分，構成鈉之碳酸鹽 (Na_2CO_3)；與陸上植物，構成鉀之碳酸鹽 (K_2CO_3)，同一作用，故亦可將海草燒灰，提製鈉及其化合物，如提鉀及其化合物之法，但近今亦廢此舊法，而用食鹽電解法。即通電流於食鹽之水溶液，使氯氣自陽極析出，而鈉元素集於陰極，此陰極之白金片上，預塗水銀，使與鈉可合成鈉汞膏 Sodium amalgam，取而蒸溜之，則得鈉元素。如陰極不附水銀，則析出之鈉，與水作用，而爲氫氧
化鈉 Sodium hydroxide，亦有強鹼性，別稱苛性鈉 Caustic soda。或於陰極管內，通入碳酸氣，則沉

澱酸性碳酸鈉 Sodium acid carbonate (Na H CO_3), 取沉澱強熱之, 則得碳酸鈉 Sodium carbonate ($\text{Na}_2 \text{CO}_3$).



鈉化合物重要者, 又有硫酸鈉 Sodium sulphate ($\text{Na}_2 \text{SO}_4$ 即元明粉) 及硼酸鈉 Sodium borate ($\text{Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7$ 即硼砂) 硅酸鈉 Sodium silicate ($\text{Na}_2 \text{SiO}_3$ 即水玻璃) 等, 皆應用甚廣; 其諸酸性鹽, (NaHCO_3 , NaHSO_4 等) 多應用於醫藥。

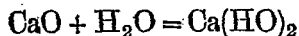
第二節 鹼土金族

鹼土金中之鈣 鈣 Calcium. 銻 Strontium 銻 Barium. 等, 爲土金之有鹼性作用者, 而鈣之作用尤強; 其化合物, 皆爲等價而有類似性, 自成一族。惟焰色反應, 得分析之; 即凡鈣化合物入焰中, 呈赤黃色, 銻呈深紅色, 銻呈黃綠色也。因焰之著色有美觀, 故花火術用之。此等單體皆無用, 化合物之應用, 亦以鈣化合物爲尤大。

鈣之化合物 鈣之碳酸鹽(CaCO_3) 硫酸鹽(CaSO_4) 廣布於礦物界。碳酸鹽如石灰石、大理石、方解石、鐘乳石、石筍等。硫酸鹽，即石膏。鈣化合物之製法，常以石灰石為原料，如強熱之，可分解而得**氮化鈣** Calcium oxide，放散碳酸氣。



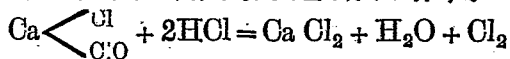
氮化鈣俗稱**生石灰** Quick lime，有吸收水分及碳酸氣之性，實驗氣體時常用之。將生石灰加水，則發熱沸騰而化合，是為**氫氮化鈣** Calcium hydroxide。



氫氮化鈣，俗稱**熟石灰** Slaked lime，再加水為乳狀，曰**石灰乳** Milk of lime，中有幾分溶解，可放置之，而傾取其澄清之**石灰水** lime water，此水中雖溶量甚微，而能呈鹼性反應，又可用以實驗碳酸氣。

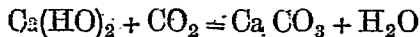
熟石灰之應用甚大，(一)瓦匠用為塗壁料。(二)與

黏土調和，燒至白熾，再碎為粉，稱曰水泥 Cement，用作建築上之砌石；臨用時，和以砂，濕以水，能凝固為硅酸鈣鋁 Calcium-aluminium silicate 之複鹽，質堅如石，為人造石之一種。(三)通氫氣於石灰乳，而成漂白粉 Bleaching powder，臨用時以布帛浸此粉之水溶液，後更浸於稀氫酸中（或稀硫酸），即放氫氣，而逞漂白作用。

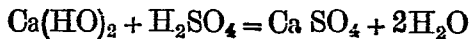


此際伴生之氯化鈣 Calcium chloride (CaCl_2)，含水分，加大熱逼去之，則吸水性甚強，可為各種氣體液體之乾燥劑 Dryer。

熟石灰與碳酸氣作用，為碳酸鈣 Calcium carbonate，其反應為



熟石灰與硫酸作用，為硫酸鈣 Calcium sulphate，同於鑛產之石膏成分，其反應為



此二種鈣鹽皆不溶於水，能沉澱而析出，故常

利用其沉澱性,以分解酸類,及置換可溶性之金屬鹽。

硫酸鈣爲白色結晶,內含二分子之結晶水,熱之則失去水一部分,而爲白粉,稱燒石膏 Plaster of Paris, 如和以水,則初爲糊狀,繼復凝結而堅實,故可供肖像模型及粉筆之製造。

鈣鹽中之著者,又有磷酸鈣 Calcium phosphate $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]$ 不溶於水,惟遇酸液,使成酸性磷酸鈣 Calcium acid phosphate $[\text{CaH}_2(\text{PO}_4)_2]$, 始爲可溶性之質,以之培養植物,稱爲磷酸肥料 phosphatic manure; 此質亦可製磷,詳前章。

第三節 鋁

鋁之單體 鋁 Aluminium 爲土金之弱於鹼性作用者,銀白色,氮化生鏽,亦祇於表面成一薄層,而不改光澤,且質輕而韌,不易爲酸鹼侵蝕;故飛機,汽車,軍用飲食器,理器械等,多用品。其製取原料,用氮化鋁,混螢石粉或冰晶石粉,藉電氣爐之高熱,電極之分解力而得之。鋁

可因熱而氮化，因氮化而更生高熱；故可以之還元他之氮化金屬。且利用其氮化之高熱，以熔融難熔之金屬單體。如將鋁粉與氮化鐵粉，混和燃燒，直可熔鋼鐵如飴；修理軌道常用之。

鋁之化合物 氮化鋁 Aluminium oxide (Al_2O_3) 之鑛產爲鋼玉 Corundum，其不純者爲紅寶石與青玉；而研磨寶石用之鑽鐵（俗稱金剛砂），尤爲不純質。又鑛產明礬 Alum 是硫酸鋁 Aluminium sulphate 與硫酸鉀 Potassium sulphate 之複鹽 Double salt $[\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$ ，亦可以黏土與濃硫酸共熱，浸出硫酸鋁溶液，加溶硫酸鉀，適宜蒸發而結晶之。明礬溶解於水，微呈酸性反應，析出氫氮化鋁 Aluminium hydroxide ($\text{Al}(\text{HO})_3$)，有一種特性，能與諸有機色素結合，爲不溶性之化合物，沉澱於布帛纖維間；故明礬及氫氮化鋁，皆爲浸染之要品，稱爲媒染劑 Mordant。而製紙及醫藥亦用之。

鋁與矽金之硅酸複鹽 Double salt of silicate，爲多

數礦物之主成分，如正長石 Orthoclase 及雲母 Mica 等，又常合石英為花崗岩 Granite，岩石風化，析出硅酸鋁 Aluminium silicate ($Al_2Si_2O_7$)，為土壤之組成分，其純者稱為陶土 Kaolin，可製磁器；稍不純之陶土，則為陶器之原料；瓦及磚等，直以不純之黏土 Clay 製之。

第四節 鎂族

鎂族諸元素 鎂 Magnesium 鋅 Zinc 鎘 Cadmium 汞 Mercury 等之化合價同，而化合物之性質又類似；自成一族。其諸元素之單體，除鎘之產額特少外，餘則產額多，而應用皆大。鎂燃燒時，能放強光，故可用為花火；其光又有促化學變化之力，故可用於暗處照相。

鋅不易銹，故可葺屋簷水落，又可鍍於鐵面以防銹。其與銅熔和之合金，供貨幣及器具用。

汞在常溫為液體，感溫之漲縮性甚敏，故用製寒暑表及晴雨表。又有特性能溶解諸金屬（除鐵）而為半液狀稠軟質，稱曰汞膏 Amalgam；

蒸溜之，則又與金屬分離；故利用此性，可以提鍊金銀鑛。

鎂之化合物 鎂之氫化物 Chloride ($MgCl_2$) 及硫酸鹽 Sulphate ($MgSO_4$)，常溶存於海水中，彼粗製食鹽，帶苦味而有潮解性，即因含有氫化鎂之故，故鎂鹽稱為苦鹽 Chloro-magnesite。滷汁成分，自是此鹽為多，如強熱氫化鎂，則被氫化 (MgO) 而無苦味及潮解性；故煑鹽比晒鹽為佳。鎂燃燒後所殘之白灰，亦即氯化鎂 Magnesium oxide。又硫酸鎂 Magnesium sulphate，即瀉藥用之舍利鹽 Epsom salt，亦有苦味，因其體為針狀結晶，已含有結晶水，故不復有潮解性；而放置空中，反能放散結晶水，而成粉末，如此謂之風化 Efflorescence。鎂之碳酸鹽 Carbonate ($MgCO_3$)，無味無色，而質甚輕，且甚細膩，常用為齒磨粉主料。

鋅之化合物 燃鋅粉於空氣中，或強熱碳酸鋅 ($ZnCO_3$)，皆可得白色粉狀之氯化鋅 Zink

oxide(ZnO),稱曰**鋅華** Flower of zinc. 質如鉛粉而無毒,遇硫黃而不變色,故代鉛粉爲白色顏料,而較貴重;又有吸濕性,可用爲皮膚病之防腐劑。鋅之**氯化物** ($ZnCl_2$)及**硫酸鹽** ($ZnSO_4$),皆易溶於水,有防腐性,供鐵道枕木之浸料。

汞之化合物 汞化合物,多供醫藥之用。如**赤色氯化汞** Mercuric oxide (HgO), 俗稱**三仙丹**,爲殺蟲劑,是強熱水銀於空氣中氯化而成;然更熱之,又可放出**氯氣**,又**氯化第二汞** Mercuric chloride ($HgCl_2$), 俗稱**昇汞** Corrosive sublimate, 性極毒,然有殺菌消毒之功,常用爲非飲食品之防腐劑,是由**硫酸汞** Mercury sulphate ($HgSO_4$) 混食鹽,用昇華法製得之**氯化第一汞** Mercurous chloride ($HgCl$), 稱**甘汞** Calomel, 亦曰**輕粉**,無毒性,可爲內服之利尿劑,及瀉藥;然見日光,容易分解而爲氯化第二汞之毒質,故須貯藏於黑色瓶中,勿使稍見光線,是由昇汞和汞,用昇華法製成,大約汞鹽之生成,汞多酸少,成第一鹽;汞

少酸多，成第二鹽；蓋有一價或二價之化合性也。

第五節 錫族及鋇族

錫及鉛單體 錫 Tin 常自錫石鑛 Cassiterite (Sn O_2) 製出，乃直接用炭還元者。($\text{Sn O}_2 + 2\text{C} = \text{Sn} + 2\text{CO}$) 鉛 Lead 自方鉛鑛 Galena (Pb S) 製出，乃先通空氣強熱之，而氯化其一部，為氯化鉛及硫酸鉛(甲式 $2\text{Pb S} + 3\text{O}_2 = 2\text{Pb O} + 2\text{SO}_2$ 乙式 $\text{Pb S} + 2\text{O}_2 = \text{Pb SO}_4$)；復絕空氣之流通，而強熱之，則與未變化之一部作用，而得鉛之單體(甲式 $2\text{Pb O} + \text{Pb S} = 3\text{Pb} + \text{SO}_2$ 乙式 $\text{Pb SO}_4 + \text{Pb S} = 2\text{Pb} + 2\text{SO}_2$)。錫之單體，用途不甚大，多用其合金，如通常錫器，即以錫與鉛熔合者，則稱為鑞 Pewter。又以薄鋼板鍍錫，成馬口鐵，亦一合金作用。鉛之單體，用途甚大，如製造硫酸之鉛室，鉛鍋，又水道用之鉛管等。鉛合金可以製彈丸與活字金。

錫之化合物 錫常為二列之化合物，即有

二價之第一錫鹽及四價之第二錫鹽也。例如
氫化第一錫 Stannous chloride (Sn Cl_2) 及氫化第
二錫 Stannic chloride (Sn Cl_4)。第一錫鹽，溶錫於濃
氫酸而製之，可為他氫化金屬之還元劑；因其
性欲為第二錫鹽而後安定耳。第二錫鹽，可通
氫氣於第一錫鹽之溶液而製得之，為染色術
上之媒染劑。

鉛之化合物 鉛之氧化物有二，一為淡黃
色之氧化鉛 Lead oxide (Pb O)，俗稱密陀僧 Lith-
arge，為鑛產，亦可熱鉛於空氣中而成。一為赤
色之氧化鉛 ($\text{Pb}_2 \text{O}_3$)，俗稱鉛丹 Red lead，供顏料
用，係熱密陀僧於空氣中而成。又顏色用之白
色料，俗稱鉛粉 White lead 者，為鹽基性碳酸鉛
Lead basic carbonate [$2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{HO})_2$]，由鉛板觸醋
酸蒸氣，更觸碳酸氣而成；或用碳酸鉛 Cerussite
(即白鉛鑛 Pb CO_3) 溶於碳酸銻之溶液中而成。
此外鉛鹽之著用者，為醋酸鉛 Lead acetate [Pb
($\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$) $_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$]，即溶密陀僧於醋酸而成，有甚

味，故俗稱鉛糖 Sugar of lead. 凡鉛鹽之溶液，無色或白色，皆爲二價作用。

銻及銻單體 銻 Bismuth 有單體產出之鑛，曰自然蒼鉛鑛 Natural bismuth，可熔去渣滓，而得精製品，然無甚應用。銻 Antimony 常爲硫化銻 Antimony sulphide 成分產出，曰輝銻鑛 Antimony glance (Sb_2S_3)。可與鐵熔和，使成硫化鐵，而銻析出爲單體。其用途亦少，惟供活字金之合金用。二者皆脆金屬，熔度極低，銻之單體，燭火亦能熔融之，其於作用上，爲三價元素，自成一族。

銻銻化合物 溶銻於硝酸中，而生硝酸銻 Bismuth nitrate [$Bi(NO_3)_3$]; 加水，則爲鹽基性鹽，稱次硝酸銻 Bismuth subnitrate ($BiONO_3$)，爲止下痢治反胃之要劑。銻之硫化物，供火柴之合劑，此外銻鹽，亦無大用；其與氫化合爲銻化氫 Antimony hydride (SbH_3)，恰如砷化氫性質，故又以銻爲近於非金屬。

【實驗】錫化氫性質 同於砒化氫之裝置，第二十三圖須洗滌器具，不留砒之微跡，而於氫氣發生瓶中，加以鉀錫果酸 Tartar emetic $[K(SbO)_4H_4O_6]$ 之水溶液，則所呈現象，略同於砒化氫，其稍差之點，比較如下，(一)磁片上砒點，易溶於漂白粉溶液，而錫無變化。(二)砒之揮發性，較錫為大，故從通過玻管之中部加熱，砒鏡生於加熱部之前，而錫鏡生於加熱部之兩側。(三)磁片之砒點，黑褐色而有光輝，而錫點無光輝，色黑如墨。

第六節 銅及合金

銅之單體 銅 Copper 之單體產出者，曰自然銅 Native copper，(我國藥肆所售自然銅，為硫化鐵，與此異)然產額不多，多為氯化物 (Cu₂O 赤銅鑛) 硫化物 (Cu₂S 輝銅鑛) 硫化複鹽 (CuFeS₂ 黃銅鑛) 等產出。氯化銅鑛，可直以炭還元；硫化銅鑛，須先煨於空中，使為氯化物，而後以炭還元。 (Cu₂O + CO = CO₂ + Cu₂) 如與鐵為複鹽，當以硅酸質(石英)同熔，而得除去其鐵，同為渣滓，得銅溶液，提出單體。近時製銅，有將任何銅鑛，溶

以硫酸，而用電解法。總之無論何種原礦，無論何種製法，其所得銅之單體，皆為赤色，稱曰紅銅 Red copper；若與鋅熔合，則為黃銅 Brass；與鋅及鎳熔合，則為白銅 Argentan；與鋅及錫熔合，則為青銅 Bronze；是皆著用之銅合金。

合金之性質 熔融二種或二種以上之金屬，而凝固之，稱曰合金 Alloy。其硬度常比其成分之金屬為大，而熔點常低於其成分之金屬，似變性為化合物矣。然化合公例須有本質與配質之化力，且必以定比或倍比化合；乃合金成分，皆為陽電性之本質，且為不定比例之合體；即其間偶有一定組成者，亦不過融存於不定量之合體中，非全部分如是。是故合金性質，仍當視為物理上之凝集力，而將移為化學上之溶液情形。合金中，推銅之合金為最多；又水銀與他金屬之合金，稱曰汞膏 Amalgam，效用亦著。

銅之化合物 銅在濕空氣中，常銹化為綠

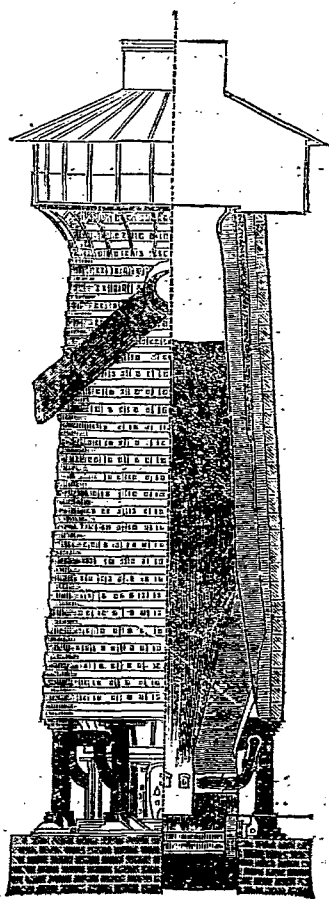
色衣，乃由水蒸氣及炭酸氣與之化合而生，其成分爲鹽基性炭酸銅 Copper basic carbonate $[\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{HO})_2]$ ，俗稱銅綠 Verdigris，有毒性，故不可以銅製飲食器，否則須鍍以錫，差可防生銹而罹毒也。銅在空氣中強熱之，則生黑色之氯化銅 Copper oxide (CuO) ，亦屬銅之銹化，而無毒性。銅溶解於硝酸，則爲青色之硝酸銅 Copper nitrate $[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2]$ 溶液，蒸發之，至乾涸時，仍變爲黑色之氯化銅，爲不溶性之物。（後第九節，用銀幣製硝酸銀，除去所含之銅質，卽本此理法。）其可溶性之鹽，皆呈青色或藍色，如硝酸銅與硫酸銅之溶液皆然。硫酸銅 Copper sulphate $(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$ 之鑛產，稱爲膽礬 Blue vitriol，亦可燒黃銅鑛而成；又以銅與濃硫酸作用，而得藍色溶液，蒸發之，可得結晶。此物爲顏料及電池液，又鍍銅液之用。又凡銅鹽之水溶液，通以硫化氫，皆生黑色沉澱，爲硫化銅，是爲銅之檢出法。

第七節 鐵族

鐵族諸單體 鐵

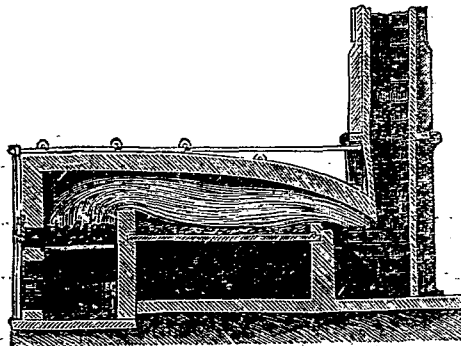
第二十四圖

Iron 鎳 Nickel 鉻 Chromium 錳 Manganese 鈷 Cobalt
 等之化合價及物理性化學性，多相類似，為一族。鐵自原礦製出之法，可為一切冶金術之模範。即其原礦若非氯化物，宜先燒於通風爐中以氯化之，而後以炭還元。其還元法，將氯化鐵礦與灰石、骸炭，層層疊積於鼓風爐 Blast furnace，（第二十四圖右側示其剖面）自下燃之，可使骸炭所生之氯化炭，因不飽和而奪取礦分中之氯，而礦還元；同



時由原礦所混之土砂與所加灰石，熔成玻質渣滓，浮蔽鐵汁之面，得以杜絕空氣，不再氧化。可開爐門，流熔汁於鑄型中，冷凝之為粗製之鐵，稱曰生鐵 Pig-iron，亦曰鑄鐵 Cast iron，含炭多量而性脆，惟適用於釜鍋等鑄物。將生鐵更

第二十五圖



熔於反射爐

Reverberatory

furnace, (第二

十五圖)得充

分空氣之流

通，以奪去其

所含之炭，則

成熟鐵 Man-

ufactured iron; 含炭最少，著延展鍛接之性，故亦稱鍛鐵 Wrought-iron; 適用於鐵釘鐵線等之製造。又以熟鐵埋炭中強熱之，以增其含炭量；或更氧化生鐵中之炭，以減其含炭量；皆可成為鋼鐵 Steel，具堅強之性，而又有彈力；可造刃物

鎗砲鐵軌甲艦等，又爲諸機械及建築材。鐵之爲用，資爲文明利器，用額愈高，國力愈強。鎳由紅鎳礦 Niccolite (Ni As 砒化鎳) 製出，鉻由鉻鐵礦 Chromite (FeCr_2O_4) 製出，錳由硬錳礦 Psilomelane ($\text{Mn O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 含水氯化錳) 或軟錳礦 Pyrolusite (Mn O_2) 製出，鈷爲輝鈷礦 Cobaltite (Co As S) 或砒鈷礦 Smaltite (Co As_2) 製出，此數種單體，俱無甚效用；惟鎳或作貨幣用，如日本之鎳幣，又充白銅之合金用。

鐵之化合物 鐵之銹於濕空氣中或水中則爲氫氧化鐵 Ferric hydroxide (Fe (HO)_3)，爲補血劑之原料；其在空中強熱後，則生過氯化鐵 Magnetic oxide of iron (Fe_3O_4)；又煨綠礬，而生氯化鐵 Ferric oxide (Fe_2O_3)，皆可用爲赤色顏料。綠礬 Green vitriol，爲鑛產，亦可溶鐵於稀硫酸中而製得之，其成分爲硫酸第一鐵 Ferrous sulphate (FeSO_4)，是爲第一鐵鹽中之著用者，製洋墨水及染色術用之。又第一鐵鹽中之硫化鐵 Ferro-

us sulphide (Fe_3S_4) 供化學實驗室製取硫化氫之用。其第二鐵鹽中之著用者如**氫化第二鐵** Ferric chloride (FeCl_3)，有吸濕性，用爲止血劑。又顏料用之**普魯士藍** Prussian blue，係黃血鹽與第二鐵作鹽用而生。**黃血鹽** Yellow prussiate of potash [$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$] 係將鐵質與動物之革屑骨屑等熔和而成，爲黃色塊，溶於水，則爲黃色溶液，加第一鐵鹽之溶液，則初爲白色沉澱，漸氫化而爲深青色，如加第二鐵鹽，則直生深青色之普魯士藍；此法亦可爲檢出鐵鹽之特徵。

鉻錳鎳鈷等化合物 鉻之化合物，多爲貴重之顏料。先將鉻鐵礦研末，與碳酸鉀、硝石混和而強熱之，則生黃色之**鉻酸鉀** Potassium chromate (K_2CrO_4)；注硫酸於鉻酸鉀之溶液，則生赤色之**重鉻酸鉀** Potassium bichromate ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)；俗稱**紅礬**，可爲電池液。將紅礬之溶液徐徐加入濃硫酸，能發大熱，冷後生猩紅色之針狀結晶，是爲**無水鉻酸** Chromic anhydride (CrO_3)，乃

極強之氟化劑，因氟化力甚強，故不可用濾紙濾取，惟宜傾於清淨乾燥之磚瓦上，以待其乾。此際試滴下酒精，立即氟化而燃燒，殘留綠色之氟化鉻 Chromic oxide (Cr_2O_3)。又紅礬之水溶液中，加氟化鉛，能生明黃色顏料之鉻酸鉛 Lead chromate (PbCrO_4)，稱為鉻黃 Chrome yellow。

錳之化合物，常以軟錳礦 (MnO_2) 為原料，此即前實驗常用之二氟化錳，俗稱褐石。與硫酸共熱之，則得硫酸錳 Manganous sulphate (MnSO_4)，與氫酸共熱之，則得氫化第一錳 Manganous chloride (MnCl_2)，均為桃色結晶，應用於染術。又熔融氫氟化鉀於磁鍋，而加入二氟化錳及氫酸鉀，則得綠色之錳酸鉀 Potassium manganate (K_2MnO_4)，其水溶液，通入炭酸氣，或注入酸液，則變紫色之過錳酸鉀 Potassium permanganate (KMnO_4) 亦為極強之氟化劑，能破壞有機物之組織，而有撲滅細菌之力，故如水中含有有機物，而滴入此紫色溶液，即能消失，可用以檢查飲料水。

鎳之化合物,著用於電鍍術,即將綠色之硫酸鎳 Nickel sulphate (Ni SO_4),與硫酸銨溶和,而成硫酸銨鎳 Nickel ammonium sulphate 之複鹽溶液 [$\text{Ni SO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$],入電浴中,而以鎳片為陽極,以欲鍍之銅器為陰極,通以電流,則析出之鎳,即附於陰極器面。鈷之化合物,所常用者,為氫化鈷 Cobaltous chloride (Co Cl_2)與硝酸鈷 Cobaltous nitrate [$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$],此等化合物,皆含結晶水,而呈桃色;如強熱之,成無水鹽,則為綠色;然吸濕性甚強,冷後又當復原,惟共玻璃質溶和,則得固定性之藍色質,曰矽酸鈷 Cobaltous silicate (Co Si O_3),故可用為玻璃及磁器之著色料。

【實驗】鈷鹽之隱顯墨作用 用氫化鈷或硝酸鈷之稀溶液(淡紅色之水),書文字或繪畫於紙上,待乾而不顯紅色,並不見有文字或繪畫,而炙熱之於火焰上,則顯綠色,故可以作秘密書,又如紙浸其濃溶液,乾後而微呈紅色,製成花朶,稱為氣候花,可以占驗空氣之濕

度。

第八節 貴金族

貴金中之金鉑銀 金 Go'd 銀 Silver 本爲銅族元素,因不易氮化,能常保美麗之光澤,而產額又少於他金屬;可製貨幣及裝飾品,故與稀有之鉑,同屬貴金。鉑即白金 Platinum,亦具特優性質,即其融點甚高,又不被酸鹼侵蝕,故可製化學實驗之坩堝及蒸發皿等,亦可爲裝飾品,及電極線等。金銀製鍊之法,以混汞法 Amalgamation process 爲最便,即粉碎原礦,和以水銀,使爲汞膏,得蒸發之,使水銀氣化,冷凝於他器,而殘留金銀之單體。惟是銀之原礦,多爲硫化物,則宜先以食鹽混熔之,而後稀釋以水,加入鐵屑,使氫化銀之氫爲鐵奪去,而銀始可與水銀結合爲銀汞膏 Silver amalgam,可蒸取之。鉑則爲自然礦產出,但從急流處淘汰可得;又砂金礦 Placer gold,亦用淘汰法 Alluvial washing,

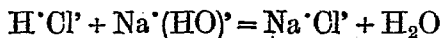
金銀鉑化合物 金在各強酸中,雖加熱亦

不溶解；惟在硝酸與氫酸之混合液(稱曰王水)中，稍與以熱，即溶解為綠黃色之液，是為**氯化金** Auric chloride (AuCl_3)，鍍金液及照相顯影液用之。銀鹽之應用於鍍銀及照相者，曰**硝酸銀** Silver nitrate (AgNO_3)，即以純銀溶解於硝酸而成。惟是銀貨皆非純品，其為幣及裝飾品者，皆混有少量之銅，所以高其硬度者也。若用之以入酸液，則同時有綠色之硝酸銅生成；是宜高熱蒸發，至乾涸後，全變黑色，乃已分解為**氯化銅**之不溶性質；而其時硝酸銀，不為熱分解，仍是可溶性，故可濾別之。蒸發濾液，得硝酸銀結晶，為無色板狀；臨用時，須溶於蒸溜水，又須避免日光，以防分解。此硝酸銀溶液，又可為**氯化物**之特試藥，蓋能生乳白色沉澱，而見光能變紫黑色，便於氫成分之檢出也。鉑鹽之應用於照相者，為**氯化鉑** Platinic chloride (PtCl_4)，製法同於氯化金，然未曾蒸發結晶，而為溶液時，實為**氯化鉑酸** Chloro-platinic acid (H_2PtCl_6)。氯化

銷酸之液中，加入銻鹽熱之，則殘留海綿狀之銷單體，可為氣體化合用之觸媒 Catalyser。

第九節 電離說平衡說

電離與中和 凡物質化合，必荷陽電性之甲本質，與荷陰電性之乙配質，相與反應，成為化合物，此際稱為電之中和；而中和非果消失也，其在水溶液中，仍各荷其本來之陰陽電性，荷陽電者，曰陽伊洪 Cation (符號為 \cdot)，荷陰電者，曰陰伊洪 Anion (符號為 \cdot)，有各自游離情形，稱曰電離 Electrolytic dissociation。惟同時所生之水，因中和而消失伊洪，可以電離反應式 Equation of ionization 表明之，例如食鹽生成，

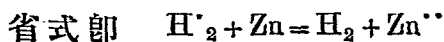
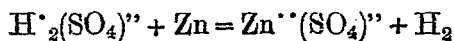


伊洪之傾向 金屬單體，無伊洪，入有伊洪之鹽類溶液中，亦有幾分溶化，奪原有之伊洪，而置換之，為一新具電離之質；其被奪者，即於同時析出為單體，而無伊洪；此為伊洪傾向 Migration，有強弱關係，大約鹼金屬最強，鹼土金

屬次之，而貴金屬爲最弱；依下列之次第，遞減弱其傾向。

鉀 鈉 鈣 鎂 鋁 鋅 鐵 鎳 錫
鉛 (氫) 銅 砒 銻 汞 銀 鉑 金

即依此次第以前列之金屬單體，入後列鹽類之溶液中，能析出其所後之金屬也。氫之伊洪傾向，略等於鉛，故自鉛以上之金屬，可入酸液以析出其氫，而以下者不能。例如前製氫氣，投鋅於硫酸之反應，改示伊洪式，



【實驗】伊洪傾向 (一)懸鋅於醋酸鉛之溶液，則鋅有幾分溶化，爲醋酸鋅而被析出之鉛，附於鋅面。(二)浸鐵刀於硫酸銅之溶液，則鐵刀之表面，有析出之銅，附呈紅色。(三)入銅於硝酸汞之溶液，取出之，以紙拭淨，發燦爛如銀之光澤；是即析出之汞，附着銅面。(上所用鐵刀及銅幣，須先以酸液洗除其銹。)

電離之應用於電解 前凡電解實驗之物

質，即因其水溶液中，有電離性；乃得以強電流誘導其伊洪之傾向，而分解之。即藉陽電流，引其陰伊洪，至陽極一方而析出；藉陰電流，引其陽伊洪，至陰極一方而析出；是電流與電離中和之結果，而完成電解也。

平衡之情形 凡物質變化，進行至達定限時，而停進行，是為平衡 Equilibrium。無機物之化學變化，瞬時即了，且悉變其定比量，而始平衡。有機物之化學變化，進行殊緩，且變其定比量，達三分之二，而已有回復原體之傾向；即於其時，暫一停頓而不進行，為平衡狀態。既達平衡，瞬將為反對之進行，成所謂可逆變化 Reversible change。

可逆變化之破壞 無機物之可逆變化，不如有機物之盛；即因盡量速變之下，有一部分沉澱，或一部分氣化；缺少回復原有之成分，自乏反對進行之機能，而得保持其平衡。若有機物之變化未完全，而已有可逆變化之傾向，自

不能保持平衡，則須設法破壞其可逆變化，通常用加熱法，蒸去其同時所生水之一部分；或加濃硫酸，以吸收水之一部分；（稱曰脫水劑，如第一章第八節氯化炭實驗，其加硫酸，初無與於組成。）如此以減少回復原體之成分，自得全其進行之成績，故破壞可逆變化，即是保持平衡，化學上及工業上，得製所需之目的物，端賴乎此，實為重要之原則。

第十節 週期律

週期律之緣起 如前二章元素各論，常合數元素為一族，以其同族元素之化學上性質，頗相似，而有同等化合價及分子式也。俄國學者孟棣夫 Mendélff 氏，嘗就各元素之原子量，依增高之次第，順序排列一周，發見同族元素，隔數行橫列，得回歸於同一之縱列中；且從其原子量之增加，而漸變其物理性及化學性；而知元素性質與其原子量有關，乃公布於世，稱所列表，曰週期律 Periodic law，實為有價值之發明。

週期律之表 新近增修週期律,如下表.

縱列 橫列	微弱 氣體	錳 金 族	銅 族	土 金 族	錳 族	稀有 金屬	造 錳 金 族	稀有 金屬	炭 族
	○	第一列	第二列	第三列	第四列	第五列	第六列	第七列	第八列
一		氫 1.							
二	氦 4.	鋰 7.		鋅 9.		硼 11.			炭 12.
三	氖 20.	鈉 23.		鎂 24.		鋁 27.			硅 28.
四	氬 40.	鉀 39.		鈣 40.		釷 44.		鈦 48.	
五			銅 63.6		鋅 65.4		錳 70.		鈷 72.
六	氬 83.	鈷 85.5		銻 87.6		鈾 89.		銻 90.6	
七			銀 108.		錒 112.4		錒 115.		錫 119.
八	氬 130.	鐳 133.		鎳 137.4		鐳 139.		錒 140.	
九			釷 157.				釷 159.		
十						釷 172.			
十一			金 197.		汞 200.6		釷 204.		鉛 207.
十二	氬 222.			銻 226.4				釷 232.4	
對於成鹽元素(X) 及氫之分子式	○	RX		RX ₂		RX ₄		RX ₄ RH ₄	
對於氧之分子式	○	R ₂ O		RO		R ₂ O ₃		RO ₂	
化合價	○	1		2		3		4	

稀有元素	氫族	氮族	成鹽元素	三組近量元素
第五列	第六列	第七列	第八列	
	氫 14.	氮 16.	氟 19.	
	磷 31.	硫 32.	氯 35.5	
鈦 51.	鈷 52.	錳 55.	鐵 鈷 ⇌ 鎳 56. 59. 58.7	
	砒 74.	硒 79.	溴 80.	
鈮 93.5	鉬 96.	—	—	鈦 鎳 鈮 101.7 103. 106.7
	錳 120.	碲 127.5	↔ 碲 127.	
鐳 140.6	鈣 144.	鎢 150.	—	
	錳 167.	—	銻 168.5	
鉍 181.	鎢 184.	—	—	鎳 鈹 鉍 191. 193. 196.
	鉍 208.	—	—	
—	鈾 238.5	—	—	
RH_3	RH_2	RH		
R_2O_5	RO_3	R_2O_7	RO_4	
3.5	2.5	1.5	8	

週期律之說明表

中○列,皆為不明化合價之元素,無造化之能力者,自成一族。其第一縱列為鹼金,第二縱列為鹼土金,順是鹼性至週期中央逐漸減少;(如氫氟化鋁,雖近鹼類構成而具酸性)漸次及於酸性

構成之元素,至第七縱列而為強酸之成鹽元

素。又就橫列比較之，則其初多非金屬，而其後逐漸減少。又從化合觀之，則第一列爲一價金屬，第二列爲二價金屬，第三列爲三價金屬，及三價非金屬，第四列爲四價非金屬，是對於氫及成鹽元素之化合價，達最高點；自此而逐漸減少，至成鹽元素爲一價。若對於氮之化合價，則每列平增半原子氮之價，而達極點於第八列，各列爲一大部屬，又以偏左偏右之排列，示其性質尤類似之小部屬，儘可有條不紊也。至於物理性，如比重及比容（元素一化合量所占領之空間），亦視原子量之增加，而有關係；即於週期中央，現最高或最低度。例如

第三列	鈉	鎂	鋁	硅	磷	硫	氫
比 重	0.97	1.75	2.6	2.5	2.0	1.7	1.3
比 容	23.7	13.8	10.7	11.2	13.5	15.7	25.6

又表中因原子量之驟增，性質之稍疏遠，知尚有未發見之元素，應留空間之排列；將來發見，自必應此相當之原子量，及類似之性質，而可

預期者也。例如鈹、鐮、鎳三元素，發見於週期律公布之後，果符孟棟夫氏預期之所留空間，故當世益高此律之價值。

第三章

有機脂肪體

第一節 脂肪體三系源流

脂肪體三系 有機化合物，雖種類甚夥，而其構成之元素，唯以炭化氫 Hydrogen carbide 爲主成分，餘亦不過氧、氮、硫、氟等數元素，代入炭化氫構成中之一部而已；故有機物，亦稱爲炭化氫化合物 Hydrocarbon。此化合物，可分兩大族：一爲脂肪體 Aliphatic compound，一爲芳香體 Aromatic compound。脂肪體之炭化氫，有三系；而芳香體祇一系，可作第四系。四系中成分，各就其原體所有組成，每級平增一 CH_2 ，而可誘導至無數化合物，茲各列舉三四級，以例其餘；

〔第一〕烷質系 (公式) $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

一炭烷質 C H_4 二炭烷質 C_2H_6

三炭烷質 C_3H_8 四炭烷質 C_4H_{10}

〔第二〕烯質系 (公式) C_nH_{2n}

二炭烯質 C_2H_4 三炭烯質 C_3H_6

四炭羸質 $C_4 H_8$ 五炭羸質 $C_5 H_{10}$

[第三]亞羸質系 (公式) $C_n H_{2n-2}$

二炭亞羸質 $C_2 H_2$ 三炭亞羸質 $C_3 H_4$

四炭亞羸質 $C_4 H_6$ 五炭亞羸質 $C_5 H_8$

[第四]輪質系 (公式) $C_n H_{2n-6}$

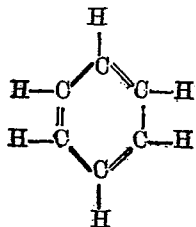
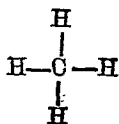
六炭輪質 $C_6 H_6$ 七炭輪質 $C_7 H_8$

八炭輪質 $C_8 H_{10}$ 九炭輪質 $C_9 H_{12}$

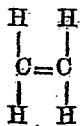
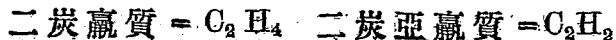
第四系輪質之炭化氫，爲芳香體之一族，下章詳之；前三系之脂肪體，因構造爲鏈狀排列，與芳香體之輪狀排列迥異，自成一族。

脂肪體之構造 凡物質組成中之諸原子，非漫然相集；其造成分子，自必有一定之結合法，即視化合價之相當，以成構造，故就其所結合之當價原子，以表明其合質中原子之排列，而有構造式 Constitutional formula。此式應用於有機物尤宜，蓋有機物種類最繁，而所有成分祇是炭化氫；則炭化氫之原子排列，更有示性關係。今如脂肪體與芳香體之構造，一爲鏈狀排

列，一爲輪狀排列，以一炭矯質及六炭輪質示
例如下；



是一價之氫，與四價之炭結合，在兩體構造，全然異致，故大別之爲兩族，而但就脂肪體之一族觀之，其二炭羸質，與二炭亞羸質，雖同於矯質之鏈狀排列；而因爲不飽和之炭化氫，其炭原子自相結合，或用二價，或用三價，藉以維持其個體，亦與飽和炭化氫之矯質異致，如下式；



脂肪體之作用 矯質系炭化氫，爲飽和化

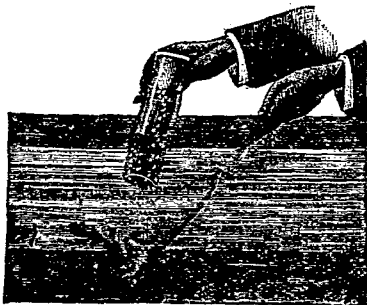
合物；與他元素或基作用，當以氫原子交換之。羸質系炭化氫，爲少一價之不飽和化合物；與他一價元素或一價基作用，可直接化合，不必以氫原子交換者也。亞羸質系炭化氫，爲少二價之不飽和化合物，與他一價元素或一價基之二個，及二價元素或二價基之一個作用，亦可直接化合，不必以氫原子置換者也。凡由各系基本質與他質化合或置換之轉成物，皆稱爲誘導體 Derivative。

脂肪體所自出 脂肪體之成分，多出自煤及煤油(參照第一章第八節炭)。煤氣主一炭至五炭化氫之混合物，而煤油中之揮發油，則自五炭至九炭化氫混合之；通用燈油，爲九炭至十七炭化氫混合者；其更高級之炭化氫，則在重油中。夫煤爲古代植物，經砂流埋壓而炭化者，煤油爲古代海棲動物，與海藻類，經砂流埋壓，互行分解而成者，皆不外乎動植物之脂肪質構成，故三系之炭化氫，可概之爲脂肪體。

第二節 一炭矯質及其主要誘導體

沼氣 [CH₄] 卽一炭矯質,乃飽和炭化氫

第二十六圖



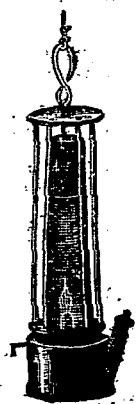
之最簡單者,爲無色無臭無味之氣體,自然溶存於煤油中,亦自然游離於煤坑內,又池沼中水草腐敗,亦常分解而出,騰作氣泡,故名沼氣 Marsh

gas, 可設法捕集之。(第二十六圖) 第二十七圖

人工製取法,則用醋酸鈉與氫氯化銻,等量混和,入磁瓶加熱,而發生此氣,其反應式如下,



此氣倍輕於空氣,有可燃性,放微弱光焰,而生炭酸氣及水,如混空氣着火,則因氮化劇衝動空氣之勢,與其氣體熱漲性,致成爆發現



象，而招危險，故煤坑內禁用裸體燈火，而用金屬網外圍之安全燈(第二十七圖)，以傳散其熱，使不達發火點，以免爆發。

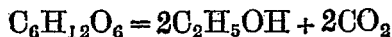
木精 [$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$] 亦稱一炭醇 Methyl alcohol，爲一炭矯質誘導體之一，亦爲有機醇類中之一種。凡醇類 Alcohols 作用，無異無機中之氫氟化物，有鹽基性，故凡有機矯質之誘導體，多自醇類製之。此一炭醇，由乾溜木材而得，故亦稱爲木精，係無色液體，與普通酒精(二炭醇)，同一功用，可爲燃料及溶劑，又爲防腐劑。

哥羅仿 [CHCl_3] 係木精和漂白粉蒸溜而得之揮發性液體，卽一炭矯質之三氯誘導體，有麻醉性，醫術用之，又用爲脂肪樹脂等之溶劑。

沃度仿 [CHI_3] 以碘及氫氟化鉀與木精作用，得一炭矯質之三碘誘導體，爲黃色有閃光之板狀結晶，不溶於水，能溶於酒精，醫術上用爲皮膚防腐劑。

第三節 二炭矯質之主要誘導體

酒精 [C_2H_5OH] 亦稱**二炭醇** Ethyl alcohol, 酒類中無不含之, 凡糖類之水溶液, 加入釀母, 與以適宜溫度, 則起**醱酵作用** Fermentation, 分解糖分, 發生炭酸氣泡, 而釀成**醇質**, 爲無色液體, 例自葡萄糖製之, 其反應式如下,



工業上多量製法, 則用馬鈴薯或穀類, 加發芽之大麥, 使小粉質醱酵而成糖質, 更加釀母, 轉成**醇液**.

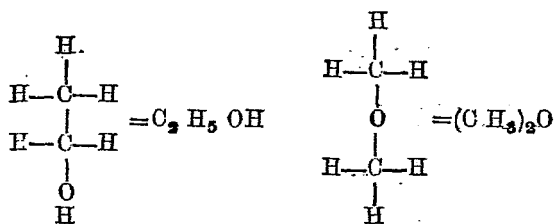
【附義一】**醱酵作用** 醱酵作用之所由起, 一由於微生物, 稱曰**釀母菌** Yeast, 是在釀母加水而發生者, 一由於無機酵質, 稱曰**對阿司打西** Diastase, 是在麥芽中所含有之成分, 二者皆能起醱酵作用, 而作用真相, 因甚複雜, 迄未審明, 近今學說, 則視爲二者分子間自起呼吸作用, 由氧化動力, 而成觸媒, 使物質自起分解也。

【附義二】**醇類製法** 我國古來, 以麴及蒸米加水, 而釀成米酒 Rice-wine; 卽以麴之芽菌, 遇水發生, 盛行分

子呼吸,使米內小粉變糖,轉使糖變醇液也。麥酒 Malt liquor 之製法,即藉麥芽自具之無機酵質,加水醱酵,使麥中小粉糖變,轉變醇液,而當其進行時,更加霍布花,與以香氣及苦味,並與以黃色,又可防腐。葡萄酒 Wine 之醱酵作用,則藉其果皮內自具之無機酵質,而使糖質變醇。其他如白蘭地酒 Branday 燒酒 Distilled wine 等,皆須別加釀母釀成之。

【附義三】腐敗作用 物質腐敗為含氧有機物(如蛋白質)之一種醱酵作用。故腐敗時,有氧化氫之臭氣發生,因之發生劇毒性之黴菌,與普通醱酵作用有異。欲防腐敗,宜使其黴菌繁殖,有不適當之狀況,或藉藥劑以撲滅之,其法種種:不外煮沸、乾燥、冷藏、罐詰,及用防腐劑而已。防腐劑之種類亦多,如貯魚肉用食鹽或硼酸,貯果實用砂糖或三炭醇,酒類多用水楊酸,木材多用煤焦油等皆是,就中尤以酒精為普通防腐劑。蓋酒精雖藉菌類繁殖始起醱酵而成者,但既成酒精,即停止醱酵,可見其時已不適菌類之繁殖,而令菌類自殺。故利用此停止醱酵之成製品,可以防腐。

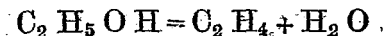
酒精定性與示性式 酒精爲二炭矯質之誘導體，即以氫一原子，置換以氫氧基者，其分子式爲 C_2H_5O ，而 C_2H_6O 之分子式，尙有一種，曰一炭醑精 *Methyl ether*，性質與酒精不同；稱爲同分異性體 *Isomer*。原其性質之所以異，可定性而知之；如投鈉元素於酒精中，而成 C_2H_5ONa ，發生氫氣，是以鈉一原子，置換其氫一原子也；雖用鈉多量，終不生鈉一原子以上之化合物，即不能再置換其他五原子之氫者也。又以酒精與五氫化磷作用，而成 C_2H_5Cl ；亦祇能代出一氫原子之與氯結合者，故知分子中之六氫原子，必不平等，當爲 C_2H_5 之原子團，（稱二炭矯基，即二炭矯質 C_2H_6 之殘基）與 HO 基結合者，可示性爲 C_2H_5OH 。若夫一炭醑精，與五氫化磷作用，則成爲 CH_3Cl ，不能成爲 C_2H_5Cl ；則當改其 C_2H_6O 之分子式，爲 $(2CH_3)O$ 之示性式，蓋爲二個一炭矯基之氯化者，故與酒精異性。試更以構造式證示性式如下：



故構造式與示性式，為研究有機物之要義。

第四節 羸質及亞羸質

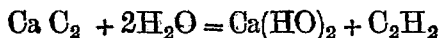
生油氣 $[\text{C}_2\text{H}_4]$ 即二炭羸質 Ethylene，為羸質系炭化氫之最簡單者，其氣體無色，燃放強光，混空氣着火，有爆發性，此氣由酒精加濃硫酸微熱之，而可發生，其反應式如下：



其氣與鹵族元素作用，而生鹵化物 $(\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl})$ 與二鹵化物 $(\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2)$ 等之油狀液體，故名生油氣 Olefiant gas。

電石氣 $[\text{C}_2\text{H}_2]$ 即二炭亞羸質 Acetylene，為亞羸質系炭化氫之最簡單者，其氣體無色，有一種不快之惡臭，燃之而發強光，俗稱為水月

電燈。其原料稱爲電石，實爲炭化鈣 Calcium carbide 成分，由加水分解，而生此氣，稱爲電石氣。其反應式如下，



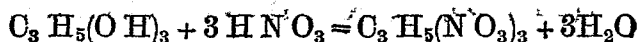
此氣與鹵族元素作用，而生鹵化物 ($\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$) 與二鹵化物 ($\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$)。

凡炭化氫與成鹽元素或金屬直接化合，不必以氫原子置換者，卽爲不飽和之炭化氫；羸質系及亞羸質系皆如是。

第五節 醇及醇精

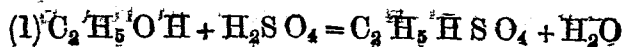
醇類之重要者 前述一炭醇(木精)，二炭醇(酒精)，皆含有一氫氧基，皆爲一價醇類 Monacid alcohols，可爲脂肪族種種誘導體之原料。此外之一價醇類，如五炭醇 Amyl alcohol ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{O H}$)，俗稱福石爾油 Fusel oil，下等酒類含有之，飲之有頭痛眩暈之患，不能得有用之誘導體。其他著用者，惟三價之三炭醇 Glycerin [$\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$]，譯稱儼里設林，俗稱洋蜜，爲無色黏液體，而有

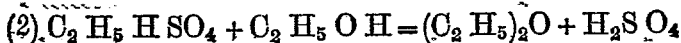
甘味，在空氣中，能吸收濕氣，故可潤澤皮膚及護劑傷之口，又為種種工業上之不乾性劑。其誘導體之最著者，為爆發劑，即以此醇加濃硝酸與濃硫酸之混合液微熱後注入水中，沉為重油狀之質，是為硝基三炭醇 Nitro-glycerin。同時所生之水分，即藉濃硫酸吸收之，使不起可逆變化。此際反應式如下，



此硝基三炭醇，以多孔質之硅藻土吸收之，稱為第奈美篤 Dynamite，供開鑛用。蓋輕擊之，或微熱之，而能起甚猛之爆發力也。三炭醇本為各種脂肪之合成分，以脂肪製肥皂時，得提出之（參照第八節有機酸）。

醇精之重要者 醇類成分中，以強酸奪去水分，而得醇精 Ether，為嬌質系炭化氫之氯化物。例如以酒精與濃硫酸混和蒸溜之，行二段反應，





觀此反應式，是蒸溜時，須常添注酒精，使繼續與硫酸作用，其溜出之 $(C_2 H_5)_2 O$ ，即稱為二炭醮精 Ethyl ether，譯稱以脫，為極易揮發之液體，易於燃燒，有特異香臭，有麻醉性，醫術上用之，亦可為種種有機物之溶劑，工業上用之，其或代酒精以木精，蒸溜而得一炭醮精 Methyl ether $[(C H_3)_2 O]$ ，更或混合木精與酒精，共硫酸蒸溜，而得複性醮精 Methyl-ethyl ether $[(C_2 H_5)_2 O]$ ，其性質與效用，三者略同，而通常則用二炭醮精。

醮類可視同無機之氫氮化物，醮精可視同無機之氮化物，即前者為鹽基，後者為無水鹽基。

第六節 矯基及矯基鹽

矯基之分子 矯基為矯質系醮類之基，其與矯質及醮類之區別，列表如下，

[矯質]

[醮類]

一炭矯質 = $C H_4$

一炭醮 = $C H_5 O H$

二炭矯質 = C_2H_6 二炭醮 = C_2H_5OH

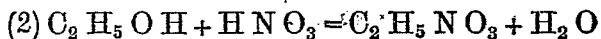
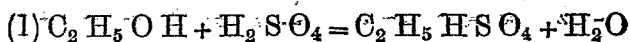
[矯基]

一炭醮基 = 一炭矯基 = CH_3

二炭醮基 = 二炭矯基 = C_2H_5

觀此，則矯基即醮基也；然推之三炭醮基，當為 C_3H_7 ，而非矯質系之三炭醮 ($C_3H_5(OH)_3$)，其基為 C_3H_5 與三炭矯質 (C_3H_8) 之基 (C_3H_7) 不符；故稱為醮基 Radical of alcohol，毋寧稱為矯基 Alkyl.

矯基鹽之生成 無機之氫氟化物，與種種酸類作用，而成鹽，同時生水；而有機之醮類，與種種酸類作用而成有機鹽 Organic salt，亦同時生水。此水為醮之氫氟基，與酸之氫原子合成，其鹽為醮之矯基與酸根合成者，故有機鹽，可稱為矯基鹽 Ester。例如二炭醮(酒精)與硫酸作用，或與硝酸作用，而生二炭矯基硫酸鹽 Ethyl sulphate，及二炭矯基硝酸鹽 Ethyl nitrate，同時生水，其反應式為

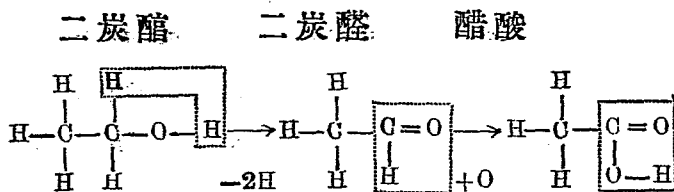


此外如二炭**矯基醋酸鹽** Ethyl acetate ($\text{C}_2\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$) 及**亞硝酸鹽** Ethyl-nitrite ($\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$), 皆通用之**矯基鹽**, 皆為液體, 有花果香, 而可賦予香氣於飲料者也。就中二炭**矯基亞硝酸鹽**, 俗稱**甘硝石精**, 有**頻婆果**之香氣, 其酒精溶液, 醫藥用之。

第七節 醛與醛基及酸與酸基

醛與醛基 凡**醮類**受充分之**氯化**則成**酸**; **氯化**之度不足, 則生**醮**與**酸**之中間物, 稱曰**醛** Aldehyde. 其最簡單者為**一炭醛** Methyl aldehyde (HCOH) 由一炭**醮**減**氫二**原子而成, 其水溶液, 即醫術上供消毒用之**霍爾買林** Formalin. 又由二炭**醮**減**氫二**原子而成者, 為**二炭醛** Ethyl aldehyde ($\text{C}_2\text{H}_5\text{COH}$), 常用為**氯化金屬**之**還元劑**. 推之種種**醛類**, 皆由種種**醮類**減**氫二**原子而成, 故亦稱為**減氫醮**, 譯為**阿勒弟海特**. 又一

炭醛氯化之而成**蟻酸** Formic acid (HCO_2H), 故亦稱為**蟻醛** Formyl; 二炭醛氯化之而成**醋酸** Acetic acid ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$), 故亦稱為**醋醛** Acetyl. 今示醛與酯及酸之關係如下,



凡醛類皆含有 $\boxed{\begin{array}{c} \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{H} \end{array}}$ 之原子團, 稱為**醛基** Radical of aldehyde; 而酸即**酯基**與**醛基**之化合物也。

酸與酸基 有機酸類, 可由酯與醛之氯化而成; 而動植物含酸成分, 亦可製取之。在無機酸皆含氫原子, 而有機酸, 皆含 CO_2H 之原子團, 如上式 $\boxed{\begin{array}{c} \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{O}-\text{H} \end{array}}$ 之一團, 稱為**炭酸基** Carboxyl. 凡含炭酸基一個者, 為有機酸中之一鹽基度酸, 含二炭酸基及二以上者, 為有機酸中之多鹽

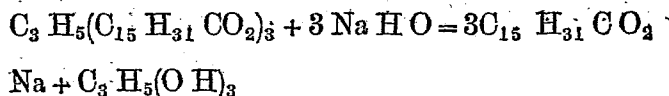
基度酸；而一鹽基度酸之有機酸，大率為脂肪成分，故又稱為脂肪酸，有 $C_nH_{2n+1}CO_2H$ 之公式。

第八節 有機酸

一鹽基度有機酸類 蟻酸 $[HCO_2H]$ 可乾溜蟻之屍而得之，亦可氯化一炭醣而得之，為無色有劇臭之液，蟻蜂蜈蚣蛇蠍之螫放毒液，即是此質，可以阿摩尼亞水洗螫傷處，而中和其酸性以解毒。醋酸 $[CH_3CO_2H]$ 乾溜木材而得之，尋常以酒糟或敗酒，加醋酸少許以促成之，亦可濾過酒精於鈉屑，而速其酸化者也。久置酒類於空中，能自藉其醋母菌作用，氯化為酸，醋酸之純者，冬期冰結，稱冰醋酸 Glacial acetic acid。食用之醋，則僅含醋酸三至五%之溶液也。醋酸之酸性作用，弱於無機酸，其與氯化金屬作用後，可成種種醋酸鹽，多為有用物。

酪酸 Butyric acid $[C_3H_7CO_2H]$ 為牛酪主成分，牛酪腐敗時，則此酸游離，而有惡臭，此酸亦可由三炭三價醣製得之。**軟脂酸** Palmitic ac-

id $(C_{15}H_{32}CO_2H)$ 硬脂酸 Stearic acid $(C_{17}H_{35}CO_2H)$ 油酸 Oleic acid, $(C_{17}H_{33}CO_2H)$ 等常為三炭三價酯之矯基鹽,共成為動植物之脂肪,共鈉鹼煮之,可成肥皂,而析出三炭三價酯,今例舉軟脂酸鹽之反應如下,



此所成之脂肪酸鈉,為常用之固形肥皂,若用鉀鹼,則成液形軟肥皂,又同時析出之三炭三價酯,可用食鹽溶液加入,得與肥皂分離,提取之為副產物,肥皂製取之反應,稱為鹼化 Saponification. 其性不甚固定,可加水分解,游離其鹼,與皮膚衣服上之脂垢,再鹼化而溶去,又得黏去垢之微粒,故肥皂之清潔作用,為化學與物理學的變化兼營情形,至於製造之原料,以牛油,羊油,椰子油,主含脂酸鹽者為佳,若豚油及他植物油,多含油酸鹽,雖可製皂而不易成固形之皂,故不常用,又如菜子油,橄欖油等之

不乾性油，含羧質油酸鹽，惟用爲食料及燈油；荏油、桐油、胡麻油等之乾性油，含亞羧質之油酸鹽，惟用爲假漆之溶劑。又蠟燭原料，係固形脂肪，與石蠟混熔而成。石蠟由煤油中之重油提製者，亦固形之脂肪質；而混熔之固形脂肪，則爲牛油鹼化，通以高熱蒸氣，使脂酸鹽分解，而得脂酸，更壓去液體之油酸者也。俗稱司替阿林 Stearin。其酸之熔融點較其鹽爲高，故利用製燭。

多鹽基度有機酸類 草酸 Oxalic acid $\begin{bmatrix} \text{CO}_2\text{H} \\ | \\ \text{CO}_2\text{H} \end{bmatrix}$

如酸模、酢醬草等有酸味植物，即含此酸性銻鹽，得提取之；工業上多以鋸屑和銻鹼或鈉鹼，熱之而得，可用於染色術，爲媒染劑，又可洗除銅銹；然有毒性，宜更以清水滌淨之。琥珀酸 Succinic acid $\begin{bmatrix} \text{CH}_2\text{CO}_2\text{H} \\ | \\ \text{CH}_2\text{CO}_2\text{H} \end{bmatrix}$ 可乾溜琥珀而得之。琥珀爲古代樹脂流埋地層中而成之化石也。蘋果酸 Malic acid $\begin{bmatrix} \text{CHOHCO}_2\text{H} \\ | \\ \text{CH}_2\text{CO}_2\text{H} \end{bmatrix}$ 凡蘋果、葡萄、梅、李等果實未熟時多含有之，既熟則糖化而不得提

取;其提出之質,爲易吸水之結晶塊。果酸 Tartaric acid $\left[\begin{array}{c} \text{CHOHCO}_2\text{H} \\ | \\ \text{CHOHCO}_2\text{H} \end{array} \right]$ 各種果實中,或游離此酸,或爲酸性鉀鹽,酸性鉀鹽,雖溶於水及酒精,故製造葡萄酒時,常沉澱器底,稱爲酒石 Tartar,以酒石製酸,則稱酒石酸,然通常以果酸名,易溶於水,可爲檸檬水荷蘭水之原料。檸檬酸 Citric acid $\left[\begin{array}{c} \text{OH}_2\text{CO}_2\text{H} \\ | \\ \text{CHCO}_2\text{H} \\ | \\ \text{OH CO}_2\text{H} \end{array} \right]$ 是三鹽基度酸,存在檸檬橙橘柚梅等果實中,有強酸味,易溶於水,同果酸之效用。

第九節 炭氧化物

黃血鹽及赤血鹽 黃血鹽 $[\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}]$

爲單鐵螞化鉀之組成(參照第一章第七節螞化合物及第二章第七節鐵化合物),亦即螞化鉀與螞化第一鐵〔即 4KCN 與 $\text{Fe}(\text{CN})_2$ 〕之複鹽製法,以血液毛髮蹄角等,和炭酸鉀與鐵屑,熔融成塊,加水浸出之,得黃色液,蒸發之,而得黃色結晶,其水溶液,加氫化第二鐵溶液,即生深青色之普魯士鹽,供顏料用,如以鉀與黃血鹽

共熱，則得蟾化鉀，可製鍍金液及鍍銀液。赤血鹽 $[\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 係通氫氣於黃血鹽之水溶液而成，為赤色液體，蒸發之而得赤色結晶，供第一鐵鹽之分析用，蓋亦能生暗藍色沉澱也。

尿質 $[\text{CO} < \begin{smallmatrix} \text{NH}_2 \\ \text{NH}_2 \end{smallmatrix}]$ 存於人及動物之尿中，將尿蒸發，至濃厚，加硝酸，則為硝酸化合物而沉澱，為白色柱狀之結晶，易溶於水及酒精。尿質 Urea 攝取水分後，由菌類作用，能分出炭酸氣及阿摩尼亞氣，此即廁所發生臭氣之由來，反應為



尿質可用無機物之腈酸銣 $[\text{CNONH}_2]$ 作水溶液熱之，以改變其分子之構造，而成人工之尿質 $(\text{CNONH}_2 = \text{CON}_2\text{H}_4)$ 。此發明在距今九十年前，為化學上有名譽之歷史，蓋昔者以為動植物體中之化學變化，有特異性質，非人力所可能以無機物仿造者也；自有此發明，打破此種謬想，而於是化學長足進步，發明種種人工有

機物,如染料,香料,藥品等,多有發見。

第十節 炭化水物

炭水化物之名義 凡糖類,小粉類,纖維質等,皆自炭氫氧三種元素所構成,而其成分有 $C_n(H_2O)_n$ 之公式,即其氫與氧相合之量,適合水之組成,視之恰如炭與水之化合物,故總稱炭水化物 Carbon hydrate.

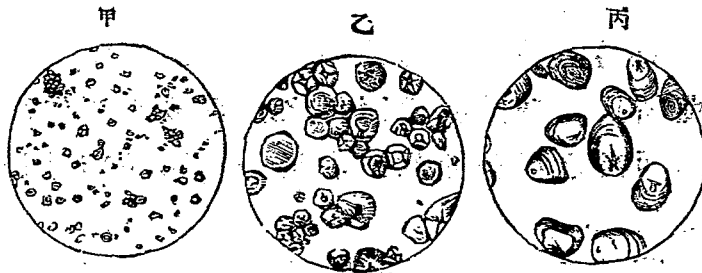
葡萄糖類 $[C_6H_{12}O_6 = C_6(H_2O)_6]$ 葡萄果實及蜂蜜,含有葡萄糖及果糖之同分異性體,雖同為易溶性,而果糖却不易結晶,二者皆可以蔗糖與稀硫酸共熱而得之,亦可以小粉代蔗糖而製之,所得即為二者混合體,可用結晶法分別之。

蔗糖類 $[C_{12}H_{22}O_{11} = C_{12}(H_2O)_{11}]$ 蔗糖 Sucrose 乳糖 Lactose 麥芽糖 Maltose 等,為同分異性體,蔗糖製自甘蔗或甜菜,乳糖製自哺乳動物之乳,即乳中含甜味之分,但容易酸敗而變乳酸 Lactic acid $[CH_3CHOHCO_2H]$, 麥芽糖即大麥發

芽藉其中所含之無機酸質作用，而變小粉質為糖質，是名曰飴 Molasses；同時並有糊精生成。

小粉類 $[(C_6H_{10}O_5)]_n = (C_6(H_2O)_5)_n$ 。穀類及甘藷、馬鈴薯、百合、蓮藕、山芋等各種小粉質，又蒟蒻、石花菜等之小粉變性體（即糊精）；皆屬同分異性 Isomerism。雖同屬小粉，而大小形狀，亦頗不同，可以顯微鏡檢出之，各有明暗輪紋。（第

第二十八圖



(甲)米小粉放大三二〇倍

(乙)玉蜀黍小粉三五〇倍

(丙)馬鈴薯小粉二五〇倍

二十八圖)此物不溶於冷水，如與水共熱，則膨脹而為糊，有幾分溶解；如加入碘之酒精溶液，呈濃青色，為檢出之特徵，小粉為主要食料，如

與稀酸共煮之，則變糊精 Dextrine，可爲信對印花等之黏貼劑；如更加熱，且變爲葡萄糖。

纖維質 亦小粉之同分異性體，爲植物細胞膜之主成分，棉麻等以酸液除去少量之無機質外，殆純爲此質。此質惟能溶解於強硫酸，溶液加水，則可變爲葡萄糖質而析出；加入釀母亦可製醋。又直以纖維質製紙，爲盛大工業；其原料卽用楮、桑、三楸樹等，或用竹、蘆、爛布等，以酸與鹼處理之而成。又以棉花浸入濃硝酸與硫酸之混合液，依時間之長短，及混合量之多寡，而生種種之硝酸矯基鹽 Nitro-ester，通常稱爲硝酸纖維 Nitro-cellulose。其有 $(C_{12}H_{14}O_4(NO_3)_6)$ 之組成者，爲棉火藥 Gun cotton，有急劇燃燒而成爆發之性。又含有硝基 (NO_2) 四個及五個之混合體，能溶於酒精及矯基鹽之混合液中，稱曰哥路弟恩 Collodion，可製照相乾片之膜；或壓之使通過毛細管，凝結成縷，而成人造絹絲 Artificial silk；又或混和樟腦而壓實之，則

爲假象牙 Celluloid, 稱曰寫留路特, 爲象牙玳瑁等之代用品, 以製櫛, 紐, 傘柄等。

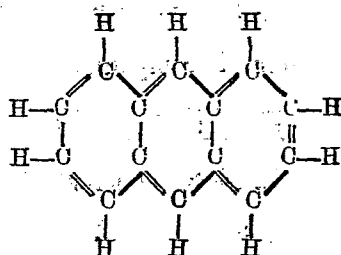
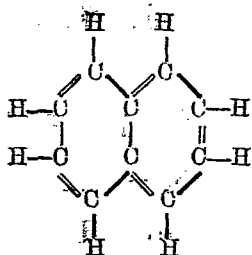
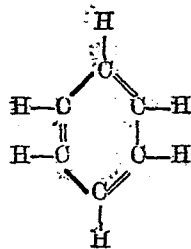
第四章 有機芳香體

第一節 芳香體與輪質系

芳香體之名義 芳香體之名舊矣，初以爲輪狀構造之炭化氫，概具芳香，故名；近則儘有無臭及惡臭之誘導體發見，擬廢其名；然此種誘導體之所從出，皆基於芳香之輪質 Benzene，則不特仍稱芳香體，而從其類屬，亦稱芳香族 Aromatic compounds.

輪質系之構造 凡芳香族炭化氫，其炭原子之排列位置，皆爲輪狀結合；有一輪二輪三輪等；一輪者爲六炭輪質 Benzene ($C_6 H_6$)，二輪者爲十炭輪質 Naphthalene ($C_{10} H_8$)，三輪者爲十四炭輪質 Anthracene ($C_{14} H_{10}$)，如下式。惟因二輪三輪之炭化氫，不能得幾多誘導體；所有芳香族之化合物，主自一輪誘導者爲多，故不復分系；惟以一輪之六炭輪質爲代表，稱曰輪質系，此系對於脂肪體之三系，爲特立，所有組成，皆

合 $[C_nH_{2n-6}]$ 之公式。其誘導體，皆以氫原子置換而成。



第二節 輪質及其重要誘導體

輕油精 $[C_6H_6]$ 即一輪之六炭輪質，代表輪質系者，舊稱益純又徧蘇里。係煤黑油初度蒸溜而出之輕油主成分，提淨之，為無色液，有特殊之芳香，可燃性比酒精尤強，焰有強光而發烟特盛。工業上常用為樹脂脂肪等之溶劑。

及製種種有用之誘導體。

硝化輕油精 $[C_6H_5NO_2]$ 注輕油精於濃硝酸與硫酸之混合液；則輪質中之氫一原子，與硝基 $[NO_2]$ 置換，而為淡黃色油狀之物，可為香料，又可誘導為磺化輕油精。

磺化輕油精 $[C_6H_5NH_2]$ 加鐵與氫酸於硝化輕油精，還元以發生機之氫原子，而成磺基化合物。純粹者為無色液體，常帶褐色；可以之為各種人造染料之原料，故亦稱為生色精 Aniline。屬此製成之染料多種，概稱之為阿尼林色素；例如洋紅，亦即此精氮化而成；又試於此溶液中，加漂白粉，則成紫色料。

石炭酸 $[C_6H_5OH]$ 是輪質之氫一原子，置換以氫氧基者。由分溜煤黑油，在沸點二百度左右之溜出部分中，有一種特臭，常用為消毒劑。如以濃硝酸混硫酸，與之作用，則生三硝基化合物，稱**比格林酸** Picric acid $[C_6H_2(NO_2)_3OH]$ ，為黃色結晶，可直染其溶液於絹毛品，而呈黃

色，又可為爆發藥。

安息酸 $[C_6H_5CO_2H]$ 以安息香之一種樹脂熱之，則昇華而得白色板狀之結晶，其硫酸誘導體，稱曰**甘精** Saccharin，為無色晶體，溶液之味，數百倍於蔗糖之甘，然因有妨衛生，不甚銷行。

水楊酸 $[C_6H_4<\overset{OH}{CO_2H}]$ 楊柳之葉與樹皮中，皆含有之；亦可通炭酸氣於石炭酸而成，舊譯為**晒里矢爾酸** Salicylic acid，為極強之防腐劑。

五倍子酸 $[C_6H_3<\overset{OH}{CO_2H}]_3$ 茶葉及五倍子中含有之，可乾溜而得，為針狀結晶，其溶液遇第二鐵鹽，即生青黑色沉澱，故可利用之以造洋墨水，如將結晶加熱，放去炭酸氣，則得焦性五倍子酸 $[C_6H_3(OH)_3]$ ，可用為照相之顯影藥。

鞣皮酸 $[C_{14}H_{10}O_9]$ 亦稱**單寧酸** Tannic acid，與五倍子酸共存於五倍子及茶葉、柿實、樹皮等，殊有滋味，為淡黃色粉末，可代五倍子酸造洋墨水，而染色術及鞣皮術廣用之。

第三節 二輪質與三輪質及其誘導體

防腐重油精 ($C_{10}H_8$) 卽二輪構造之十炭輪質,分溜煤黑油高度溜出之重油主成分,有特臭,防腐性甚強,又可爲人造靛青之原料。

造紅重油精 ($C_{14}H_{10}$) 卽三輪構造之十四炭輪質,與十炭輪質,同爲重油成分,而沸點尤高,得分溜之,用爲人造茜紅之原料。

靛青 ($C_{16}H_{10}N_2O_2$) 自來以山藍、蓼藍之葉,浸出藍汁而成;近以十炭輪質爲原料,而得人造品,色澤尤勝,其本質爲青色粉末,不溶於水及鹼;須還元以發生機之氫,而爲**靛白** Indigo-white ($C_{16}H_{12}N_2O_2$),卽爲易溶性之質,可浸布帛於其溶液,乃曝諸空中,復氯化而爲**靛青** Indigo-blue,沉澱於纖維間。

茜精 ($C_{14}H_8O_4$) 爲美麗之赤色晶體,向自茜草根製出之,近誘導於十四炭輪質而成,可以鋁、鐵、鉻等氯化物爲媒染劑,而染紅色於布帛者也。

自煤黑油分溜之輕油重油中，發見染料製造之原料，爲化學工業一大進步；其應用於防腐消毒之利益，猶淺鮮也。

第四節 植物鹼類

植物鹼類 凡含有氮之鹼性有機質，存於植物中者，總稱植物鹼類 Alkaloids。與酸結合，能造可溶性之鹽，性多劇毒，然爲貴重藥劑，就中惟菸精爲液體，餘皆爲結晶性固體。

菸精 ($C_{10}H_{14}NO_4$) 舊譯尼古丁 Nicotine，爲鹼質與蘋果酸或檸檬酸結合之鹽，存於烟草葉中，性甚毒，飲數滴立斃，普通烟草中，含量一至八%。

鴉片精 ($C_{17}H_{19}NO_3$) 割破未熟之罌粟果殼，滲出乳液，取而乾燥之，是爲鴉片 Opium，內含鴉片精一〇%，及他數種植物鹼少許，提取其精，俗稱嗎啡 Morphine，可爲重要之鎮痛劑及催眠劑。

理瘡樹精 ($C_{20}H_{24}N_2O_2$) 存在金雞那樹。

皮中,其硫酸鹽或氰酸鹽,皆有苦味,爲貴重之解熱劑,治理瘧疾有奇效.

高卡精[$C_{17}H_{21}NO_4$] 存於高卡樹之葉中,其氰酸鹽,可爲局部麻醉劑.

木鼈子精 [$C_{21}H_{22}N_2O_2$] 存於番木鼈之果實中,有劇毒,服少許,即起痙攣症.

鬧羊花精 [$C_{17}H_{23}NO_3$] 爲茄科植物鬧羊花所特有之鹼質;其硫酸鹽,可使瞳孔放大,故眼科術用之.

第五節 松油精類及樟腦類

松油精類 凡植物含有特殊芳香之脂液,總稱爲松油精類 Terpenes.其分子式爲 $C_{10}H_{16}$,置空氣中,漸漸氯化,如何構造,迄未能明;有屬諸芳香族者,有屬諸脂肪族者.普通香油,如橙皮油,丁香油,薔薇油等種種,皆爲同分異性體.

松油精 [$C_{10}H_{16}$] 即松杉等針葉樹所具之樹脂質,與水蒸氣蒸溜共出者,可爲松油精類之代表;氯化於空氣中,即變爲松香 Rosin.此油

雖不足爲香油用，然可以溶解樹脂、脂肪、橡皮等，廣用之於假漆、顏料等之製造業，俗稱的列並油 Turpentine oil.

軟橡皮 ($C_5 H_8$)。熱帶地方數種植物滲出之乳液，使之凝固，成爲有彈性及酸鹼不變性之物質，稱爲軟橡皮 Caoutchouc；但遇寒氣，則硬化而易裂，宜用少許硫黃燻和之，成爲含硫橡皮 Vulcanized caoutchouc，方耐久用。普通橡皮管及帶，又輪廓等，卽以此製之。如與多量硫黃燻和後，則成角狀堅硬體，稱爲安波奈脫 Ebonite，可用爲電之絕緣體，及櫛扣等製造料。

樟腦類 ($C_{10} H_{16} O$) 蒸溜樟樹細片，冷凝其蒸汽爲白色微晶，是曰樟腦 Camphor，就其成分觀之，似松油精氯化而成。有一種芳香，可爲興奮劑及防腐劑，又可與哥路弟恩，合成假象牙（見前），其與樟腦同時蒸出，不能冷凝之液體，稱樟腦油 Oil of camphor，亦屬同分異性體，可爲肥皂香料，又可防腐防臭，又將樟腦溶於酒精，投

鈉元素還元以發生機之氫，則得龍腦 Borneol ($C_{10}H_{18}O$)，此物本產於熱帶產一種樹中，蒸溜其細片而得之白色片狀結晶，俗稱冰片，有興奮性及解熱性，可為香料及藥用。又蒸溜薄荷葉，而得薄荷油，冷之則一部分為無色針狀之結晶而析出，稱為薄荷腦 Menthol ($C_{10}H_{20}O$) 有刺戟性香氣，為有效之興奮劑及解熱劑。

第六節 蛋白質類

蛋白質類 植物有改造簡單無機質，為蛋白質之機能，而動物不能；動物之草食者，直攝取其植物蛋白質，肉食者為間接之攝取；於是動物體中，亦有蛋白質，且含量較植物為多。除水分、脂肪及無機成分外，殆全由蛋白質組成；而植物則惟種子多含之。蛋白質之在動植物體，概為無定性，故組成不易審定；惟考得其分子之百分比如下，

炭 52.7—54.5% 氫 6.9—7.3%

氮 20.9—23.5% 硫 0.8—2.0%

氧 15.4—16.5%

蛋白 卵中白色液狀部，爲蛋白質之水溶液，可爲蛋白質類之代表。此種蛋白，熱至七十五度，則凝固爲乳白色之塊；在常溫中，遇酒精、硝酸及茶汁等，亦便凝固；凝固之蛋白，不易消化，而失營養力，故宜低溫，宜避酸澁飲料，爲食蛋白質之注意點。又蛋白與重金屬之鹽類作用，生不溶性化合物，故可用蛋白，爲昇汞等中毒之解毒劑。

乾酪精 加稀酸於牛乳中，而生白色沉澱，乳汁酸敗時亦然；此爲含磷之一種蛋白質。如在乳中不析出，爲最有滋養力之成分。

荳酪精 荳腐之液狀時，爲荳酪，加滷汁即凝爲荳腐；就中以**荳酪精** Legumin 爲主成分，乃一種植物蛋白質也。凡植物蛋白質，雖凝固而容易消化；故主素食者，謂勝於肉食。

經絡質 盛小麥粉於布袋中，揉於流水內，以漂出小粉，而殘留**經絡質** Fibrin，俗稱**麩** Glut

en,亦稱**麩筋**,是爲植物纖維之含水經酪質,舊譯**非布林**,亦植物蛋白質之一種,供食用外,又可提製味素,爲調味要劑。

【附識】味素 味素成分,爲非布林酸鈉,即鈉化經絡酸,當一八〇六年德人 Franson 氏首發見經絡酸及其鹽,皆具特異之回味,日人池田菊苗利用之爲調味劑,稱曰味之素,我國創製者,爲天廚味精廠,其製法大要取揉去小粉之麥麩,和硫酸或氫酸,加壓煮沸,至一晝夜,濾過之,以碳酸鈉中和其酸,使爲硫酸鈉或食鹽,得先析出之;乃取母液煮乾,得微黃色之塊,搗爲粉,反覆結晶之,成爲純品。

膠質 動物之皮髓軟骨等,和水久煮之,至全溶解,冷凝爲膠,其精純者,稱**直辣的尼** Gelatine,成分與蛋白質類似,能溶於熱水中,可爲食用,又可爲謄寫用原紙及照相用乾片之塗附料;近來盛行之直辣的尼版,爲印刷用之簡便品,即此製之。 (終)

科學叢書 物理學之研究

安斯坦先生發明相對論，爲現代科學大家，此書與先生之學說最有關係。書凡六章：列論物理學成立之基礎，以淺顯之文字述繁曠之學說，簡明扼要，當此科學根本，因相對論出而大生動搖之秋，學者正苦無所適從，此書提示研究之途徑，正合目下之需求。

費祥譯
全一冊
定價
四角

中華書局發行

新學制適用

新中學教科書

初級混合理科

六冊 各六角

本書主旨，在於學科以理科常識，尤注重應用，與普通理科書以廣
 狹的敘述，從重系統術語者，有天淵之別，敘述簡明，趣味濃厚。

植物學

一冊 五角

分普通植物各論，植物通論，應用植物概論三編，於學理上應用上，
 兼備並顧，既不失之乾燥，亦不流於機械。

動物學

一冊 五角

本書普通動物，先高等後下等，復於各類中擇一為模範，並及其主
 要之類屬，未復加以總括，期在能得實物，以為研究，一洗蹈空應說之習。

礦物學

一冊 五角

是書於形態上有比較的觀察，性質上證分明的實驗，更於變化上
 著化學的原理，足增進講授趣旨，並喚起學者之研究興味。

生理衛生學

一冊 五角

本書論列器官系統，及生理現象，而尤注意衛生，生殖一節，亦應性
 教育之需求，扼要敘述。

物理學

一冊 五角

就物性力學，熱學，音學，光學，磁學，電學等，分章敘述，而冠之以導言，
 於物理學之要義及應用，為充實常識所必需者，網舉目張，頗為詳備。

中 華 書 局 發 行

教育部審定新中學教科書

中華書局發行

初級混合數學 六冊 各六角
程廷熙 傅種孫編

是書編者，採取最新編制，在北高附中多年試教數次，又加以修正，始行出版。取材尤注意本國習慣上所用之一切計算，內容非常完美。

初級混合法算學 六冊 各四角
張飛編

本書編者，采德國喀萊氏實用主義，及美國布利氏混合法，將算術、代數、幾何、三角、四科，融會貫通，打成一片。復從經驗修正，故能分量減少，而精要絕倫。

算術 一冊 一元二角
吳在淵 胡敦復編

習算以明理為先，本書注重理法，於異同順逆等，皆詳細比較，反覆說明，並載各種特別算法，以便應用。

代數學 一冊 一元二角
秦汾 張鵬飛編

根據算術以說明代數學之理法，而於代數學教之性質，初學不易明瞭者，解說尤詳明。並注重函數圖表，以為進習高等數學，及其他應用上之預備。

幾何學 一冊 一元
胡敦復 吳在淵編

本書將平面立體混合為一，凡屬相關之理，莫不聯絡比較，闡發盡致，在幾何學中別開生面。

平面三角 一冊 八角
胡仁源 張鵬飛編

全書分量不多，能跨越操演之時間，而於平面三角之重要學識，但於公式及求法之說明，不似多舉解題，養成圓滿之推想力。

自然科學詞典

理化
詞典

博物
詞典

符鼎升 陳映璜 楊之奎 陳英才
彭世芳 王烈編
布面一冊一元八角

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

彭世芳 王烈 陳映璜
編布面精裝
一元三冊

本書凡植物學、動物學、礦
物學、生理學各科名詞無
不搜羅完備解釋詳明並
附有學名中西對照表檢
查極便

中華書局發行

324.

