

學 ABC

周毓莘著



世界書局印行



MG
06-49
16

ABC叢書發刊旨趣

西文ABC一語的解釋，就是各種學術的階梯和綱領。西洋一種學術都有一種ABC：例如相對論便有英國當代大哲學家羅素出來編輯一本相對論ABC；進化論便有進化論ABC；心理學便有心理學ABC。我們現在發刊這部ABC叢書有兩種目的：

第一 正如西洋ABC書籍一樣，就是我們要把各種學術通俗起來，普遍起來，使人人都有獲得各種學術的機會，使人人都能找到各種學術的門徑。我們要把各種學術從智識階級的掌握中解放出來，散遍給全體民衆。ABC叢書是通俗的大學教育，是新智識的泉源。

第二 我們要使中學生大學生得到一部有系統的優良的教科書或參考書。



3 2167 7443 4

我們知道近年來青年們對於一切學術都想去下一番工夫，可是沒有適宜的書籍來啟發他們的興趣，以致他們求智的勇氣都消失了。這部A B C叢書，每冊都寫得非常淺顯而且有味，青年們看時，絕不會感到一點疲倦，所以不特可以啟發他們的智識慾，並且可以使他們於極經濟的時間內收到很大的效果。A B C叢書是講堂裏實用的教本，是學生必辦的參考書。

我們爲要達到上述的兩重目的，特約海內當代聞名的科學家，文學家，藝術家以及力學的專門研究者來編這部叢書。

現在這部A B C叢書一本一本的出版了，我們就把發刊這部叢書的旨趣寫出來，海內明達之士幸進而教之！

徐蔚南，一九二八，六，二九。

序 言

一國產業之振興，依乎科學知識之普及。而近代化學工業，幾佔產業之半，如冶金，顏料，人造絲等，其犖犖大者也。吾人日常生活，既無時無地不與化學討究之事物相接觸，則普及化學知識，尤為當務之急可知矣。顧欲普及化學知識，實賴通俗化學書籍之刊行，俾男女青年讀之，皆得曉其梗概。斯書即本此宗旨而作，深知掛漏頗多。然為通俗易解計，不得不然，尚希博雅諒之。

十八年九月， 周毓莘識於江陰華莊。

目次

緒論	一
一 物質的變化	一
二 物理變化和化學變化	一
第一篇 非金屬	二
第一章 空氣 氮氣 氧氣	二
三 空氣的性質	二
四 空氣的成分	三
五 氮素的性質	五
六 氮的製法	五
七 氮的用途	五
八 氧的性質	六
九 氧的製法	六
一〇 氧的用途	七

十一	氧化及燃燒	七
第二章	水 氫 化合物 元素 單體	八
一二	水的所在	八
一三	天然水	八
一四	飲料水	九
一五	蒸餾水	〇
一六	水的分解	一
一七	氫的製法	一三
一八	水的合成	一三
一九	氫的性質和用途	一四
二〇	化合物 單體 元素	一五
二一	元素的命名和符號	一七
二二	金屬及非金屬	一七
二三	二氧化二氫	一八
第三章	質量不變及組成不變的定律	一八
二四	物質不滅	一八
二五	質量不變的實驗	二〇

二六	質量不變的定律	二一
二七	定比定律	二一
二八	倍比定律	二二
第四章 鹽酸 氯		二三
二九	氯化氫的製法和性質	二三
三〇	氯化氫的成分	二四
三一	氯化氫的合成	二五
三二	氯的性質	二六
第五章 鹵精 中和 氣體反應的定律		二七
三三	鹵精	二七
三四	鹵精水	二八
三五	鹵精的合成	二八
三六	鹵精的組成	二九
三七	中和及鹽	二九
三八	氣體反應的定律	三〇
三九	氣體的體積和壓力的關係	三一
四〇	氣體的體積和溫度的關係	三一

第六章 分子原子說.....	三二
四一 假說.....	三二
四二 分子說和原子說.....	三二
四三 亞佛加德羅氏的假說.....	三三
四四 分子量及原子量.....	三四
四五 原子量和分子量的標準.....	三五
第七章 化學記號.....	三六
四六 分子式.....	三六
四七 化學方程式.....	三七
四八 原子價.....	三七
四九 構造式.....	三八
第八章 造鹽元素和造鹽元素化合物.....	三九
五〇 造鹽元素.....	三九
五一 氯.....	三九
五二 溴.....	四〇
五三 碘.....	四〇
五四 造鹽元素化氫.....	四一

五五	食鹽	四二
五六	食鹽的組成和用途	四二
第九章 硫和硫的化合物		四三
五七	硫的產地和製法	四三
五八	硫的性質和用途	四四
五九	硫化氫	四五
六〇	二氧化硫	四六
六一	硫酸酐	四六
六二	硫酸的製法	四七
六三	硫酸的性質和用途	四八
六四	硫酸鹽	四九
第十章 氮磷及其化合物		四九
六五	硝酸的製法	四九
六六	硝酸的性質和用途	五〇
六七	黑色火藥	五一
六八	磷的所在及製法	五一
六九	磷的性質	五二

七〇 磷酸酐和磷酸	五三
七一 磷酸鈣及過磷酸石灰	五三
第十一章 硅及其化合物	五四
七二 硅和二氧化硅	五四
七三 水玻璃	五五
七四 玻璃	五五
七五 琺瑯	五五
第十二章 炭及其化合物	五六
七六 炭	五六
七七 金剛石和石墨	五六
七八 無定形炭	五七
七九 二氧化碳的製法和性質	五八
八〇 一氧化碳的製法和性質	六一
第十三章 炭氫化物	六二
八一 甲烷	六三
八二 乙炔和乙炔	六四
八三 石油	六四

第十四章 炭氫和氧的化合物.....六五

八四 炭水化物.....六五

八五 醇類.....六六

八六 脂肪酸類.....六六

八七 脂肪及油類.....六七

八八 蛋白質.....六八

第十五章 溶液.....六八

八九 溶媒和溶質.....六八

九〇 溶度和飽和溶液.....六九

九一 溶液的沸點和冰點.....七〇

九二 分子量測定法.....七一

九三 電解.....七一

九四 電離.....七二

九五 酸性和鹼性的強弱.....七四

九六 中和的說明.....七四

九七 離子的反應.....七五

九八 可逆反應和平衡.....七六

第二篇 金屬……………七七

第十六章 金屬通論……………七七

- 九九 金屬……………七七
- 一〇〇 金屬的物理性質……………七七
- 一〇一 金屬的化學性質……………八〇
- 一〇二 合金……………八一
- 一〇三 天然間金屬的產出……………八二
- 一〇四 金屬的提煉……………八三
- 一〇五 製造金屬化合物……………八四

第十七章 鹼金屬及其化合物……………八八

- 一〇六 鹼金屬……………八八
- 一〇七 鈉的產出和製法……………八八
- 一〇八 碳酸鈉……………八九
- 一〇九 氫氧化鈉……………九〇
- 一一〇 氯酸鈉……………九〇
- 一一一 溴化鈉碘化鈉……………九一

一一二	硝化鉀	九一
一一三	鈉的所在和製法	九二
一一四	碳酸鈉	九二
一一五	碳酸鈉的性質和用途	九五
一一六	酸性碳酸鈉	九五
一一七	苛性鈉	九五
一一八	銻化合物	九六

第十八章 鹼土金屬 九七

一一九	鹼土金屬	九七
一二〇	鈣	九七
一二一	碳酸鈣	九八
一二二	硬水和軟水	九九
一二三	生石灰和消石灰	九九
一二四	三合土和灰泥	〇一
一二五	漂白粉	〇一
一二六	硫酸鈣	〇二
一二七	鈣的磷酸鹽	〇二

第十九章 鎂族金屬和其化合物……………一〇三

一二八 鎂的所在和性質……………一〇四

一二九 一氧化鎂……………一〇四

一三〇 碳酸鎂……………一〇四

一三一 二氯化鎂……………一〇五

一三二 鋅的所在製法和性質……………一〇五

一三三 一氧化鋅……………一〇六

一三四 硫酸鋅……………一〇七

一三五 錳的製煉性質和用途……………一〇七

一三六 二氯化錳……………一〇八

一三七 一氯化錳……………一〇八

一三八 一硫化錳……………一〇九

第二十章 鋁及其化合物……………一〇九

一三九 鋁的產出和提煉……………一〇九

一四〇 鋁的性質和用途……………一〇

一四一 三氧化二鋁……………一一

一四二 氫礬……………一一

一四三	硅酸鋁和其應用.....	一一二
一四四	陶瓷器.....	一一三
一四五	磚和瓦.....	一一四
一四六	水泥.....	一一四
第二十一章 錫鉛和牠們的化合物.....一一五		
一四七	錫的產出和提煉.....	一一五
一四八	錫的性質和用途.....	一一六
一四九	錫的化合物.....	一一六
一五〇	鉛的產出和提煉.....	一一七
一五一	鉛的性質和用途.....	一一七
一五二	鉛的化合物.....	一一八
第二十二章 鐵銻鎳和牠們的化合物.....一一九		
一五三	鐵的產出.....	一一九
一五四	冶鐵.....	一一九
一五五	鍊鋼.....	一二一
一五六	鋼合金.....	一二三
一五七	鐵的化合物.....	一二三

一五八 銻和錫	一二四
第二十三章 銅銀金和其化合物	一二五
一五九 銅的產出和提煉	一二五
一六〇 銅的性質和用途	一二五
一六一 鈎的產出性質和用途	一二六
一六二 銀的化合物	一二六
一六三 金	一二七
第二十四章 週期律 放射性元素	一二七
一六四 週期律	一二七
一六五 放射性元素	一三〇

化 學 A B C

周 毓 莘 著

1 9 3 0

化學 A B C

緒 論

一 物質的變化

我們周圍的物質不絕變化 (Change)，例如鐘針因擺動而記時，爐炭舉火則殘灰燼，瓶水煮沸則化蒸氣；此外像電燈通電，燈油燃燒，都能放光；金屬生鏽，木材腐朽。至於石材，我們看來可算不變的了，但是山崩地裂，也是常有的事。那有千年碑碣還是原樣清晰的呢？所以天地萬物，樣樣變化，刻刻變化，不過有多少緩急的差異罷了。

二 物理變化和化學變化 (Physical Changes and Chemical Changes)

因為有了這樣物質的變化，所以造成這個奇妙的

宇宙。我們抬頭一想，物質的變化，真是千態萬別，不可捉摸。但細細辨來，可分為二種：例如電燈通電放光，電斷燈如舊；鐘針停擺，仍為原針；蒸氣冷卻，仍變為水；牠們的實質，還是仍舊，不過外表生一時的變化，這種變化就叫物理的變化。研究這種變化的學科名叫物理學 (Physics)。但是金屬的銹和原來的金屬是完全不同的東西，牠的實質永久變化了。這種變化就叫化學的變化。研究這種變化的學科名叫化學 (Chemistry)。

第一篇 非金屬 (Non-metals)

第一章 空氣 氮氣 氧氣

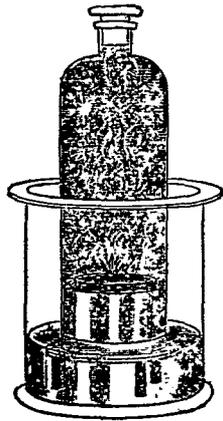
三 空氣的性質

空氣是包圍地球表面的氣體，無色無臭，1升之重為1.293克，約當於水重之 $\frac{1}{773}$ 。牠不但對於一切生物的呼吸有很大的關係，凡薪，炭，油等所以能燃

燒，也全賴空氣的存在。空氣受着強壓力和低溫度，能變為液體及固體。

四 空氣的成分

取小皿盛磷^磷少些，浮在盆水面上。以玻璃罩之，從鐘之上口插入熱金屬線，使磷點火後，用塞塞住（第一圖）。磷暫時燃燒後，就歸熄滅。水次第上昇約佔鐘之內容五分之一。由此我們知道空氣之體積約五分之一被磷的燃燒消費了。被磷燃燒消費的部分就叫氧氣 (Oxygen)。這個時候我們還可以看到小皿內殘留磷片，所以知道鐘內殘留的氣體不能幫助物質燃燒，這種氣體就叫氮氣 (Nitrogen)。換句來說，空氣不是單一的物質，是一分氧氣和四分



第 一 圖

氮氣混合而成的。但燃燐後剩下的氣體，也不是純粹的氮氣，還混有少量的氬氣 (Argon) 和其他氣體。

空氣的成分，因地因時，略有差異。但徵之實驗，牠的組成，大約一定不變。現今把牠的成分開示如下：

氣 體 名 稱	體 積	重 量
空 氣	100 %	100 %
氧 氣	21 %	23.2%
氮 氣	78.1%	75.5%
氬 氣 等	0.9%	1.3%

空氣中常含少量的水蒸氣和二氧化碳，牠的下層還混着塵埃和微生物等。市街的空氣更加惡濁，我們呼吸這種空氣當然有害的啊！

空氣中的氧和氮，各自保存牠們的固有性質。如把氧及氮以適當比例混和，就得同空氣一樣的東西，所以空氣是混合物(Mixture)，不是化合物(Compound)

。

五 氮素的性質

氮素是無色無味無臭的氣體，對於空氣的比重爲 0.97。牠和他種物質的化合力很弱，所以不能自燃，也不能助燃。

六 氮的製法

照第一圖的裝置，燃磷之後，氮就殘留在玻璃鐘之內，可於水上收集之。但夾雜氫氣，不是純粹的氮素。要製純粹的氮素，可取亞硝酸銻（白色固體）裝燒瓶中加熱就得了。

七 氮的用途

氮在空氣中和緩氧素的作用，裝入電池，能延長電燈的壽命。氮和氫化合就成鹵精；和氧及水化合，就成硝酸。我們利用大氣中無量的氮，製造氮素肥料已成近代重要工業之一了。植物對於氮的需要，好像

我們對於食物一樣。

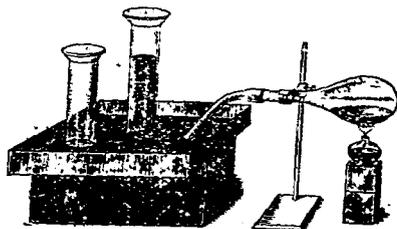
八 氧的性質

氧是無色無味無臭的氣體，重為空氣之1.1倍，雖難溶於水，但天然水中所溶的氧足以供給水產生物的呼吸。氧在通常溫度，難和他種物質化合，但在高溫的時候，化合甚易。

九 氧的製法

實驗室中製氧之法，照第二圖表示的裝置，納氯酸鉀（白色固體）於燒瓶中，加熱，氯酸鉀就分解，發出氧氣了。

倘和二養化錳，則在較低的溫度，氯酸鉀就能發生氧氣。但二養化錳



第 二 圖

本身，始終不見變化，彷彿僅僅催促氯酸鉀分解的樣子，這個工作就叫觸媒作用 (Catalysis)，這時的二養化錳叫觸媒 (Catalyser)

工業上可從液體空氣製取多量氧素，壓積鐵筒之中，販賣到市場。

一〇 氧的用途

氧和煤氣或乙炔 (Acetylene) 燃燒，能得溫度極高的火焰，可以用牠熔煨金屬。病者或倦者吸入氧氣，便能恢復他們的健康。

—— 氧化及燃燒 (Oxidation and Combustion)

凡氧和他種物質化合的現象叫做氧化 (Oxidation)，氧化的生成物叫氧化物 (Oxides)。氧化有二種：一種變化劇烈，發生強熱和光的現象，這種氧化特別叫做燃燒 (Combustion)。像臘燭或硫黃點火之後，放入充滿氧氣的瓶中，燃燒更熾。又將硫黃小片，附著

螺形鐵絲的一端，點火之後，放入充滿氧氣的瓶中，連到鐵絲也能放強光而燃燒。他種則變化和緩，不見熱和光的現象。像鐵或銅等在空氣中生鏽，就是一個很好的例子。

第二章 水 氫 化合物 元素 單體

一二 水的所在

水的產量和分布很廣，地球上廣漠的寒帶都被冰蓋著。地面七分之五都被液態的水包著。有機體的重量過半是水。例如人體中之水佔百分之七十，泥土和大氣中還含多量的水分，你看水在地球上是多麼重要的東西啊！

一三 天然水(Natural Water)

水的性質很能溶解各種物質，所以泉水，井水，河水，海水，等天然水都不純粹，常含着若干礦物質

(Mineral matter) ，像食鹽和鈣，鐵，鎂，等的化合物及若干有機質(Organic matter) ，像動植物的腐敗物和微生物。凡含有多量礦物質的泉水，通常叫做礦泉(Mineral spring) 。雨水是天然水中最純粹的，但是牠在降落的過程中，受著空中各氣體，塵埃和微生物等，所以很會腐敗。

一四 飲料水

天然水中常含有機物和微生物，而為多種疾病的本原。像淺溝，污池或隣近村舍的井水，含有這種有害物質更多，所以當到飲用的時候，我們應當注意除去這種物質。

除去這種物質的方法，通常用過濾或煮沸。木炭或砂礫有吸收有機物的性質，所以家庭的濾水器用木炭，都市自來水的濾過池用砂礫層。水經煮沸，對於我們最有害的微生物即刻死亡，便無大害了。

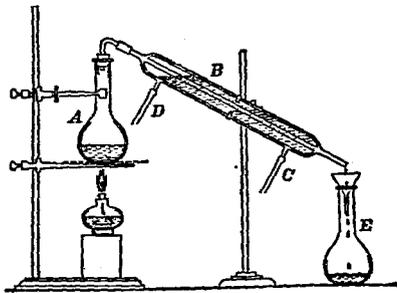
凡良好的飲料水是完全透明無色無臭，含有微量

的礦物質和空氣的東西。

一五 蒸餾水(Distilled Water)

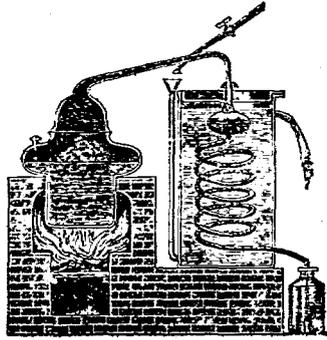
凡溶解水中的東西，是不能用過濾或煮沸除去的。所以我們倘是要得完全純粹的水，可把普通的水加熱，使牠變成蒸氣，冷之，再凝為水。水中不揮發性的雜物則殘留器內。這個方法就叫蒸餾法(Distillation)。從這個方法蒸餾得着的純水就叫蒸餾水 (Distilled Water)。雨水就是天然的蒸餾水。

實驗室內製
取蒸溜水的裝置
像第三圖所示，
A瓶盛著普通的
水，加熱以後，
蒸氣通過冷却管
B，凝結於盛水
瓶E。同樣理由



第 三 圖

，大規模製取蒸餾水的裝置像第四圖所示，鐵甌內盛着普通水，加熱使化為蒸氣，通過蛇管，再凝為水。

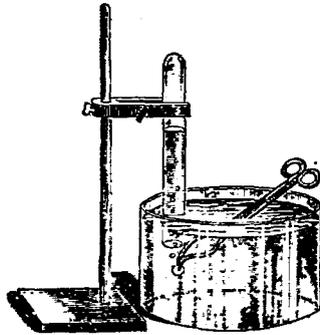


第四圖

蒸餾水適用於調劑和化學實驗，不宜充作飲料。

一六 水的分解

我們把盛水的試管，倒立水槽之中，用鉗夾鈉一片，沈在試管下口，立刻會見氣體發生(第五圖)，集於管內。倘若把燭

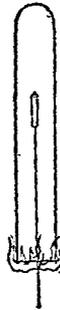


第五圖

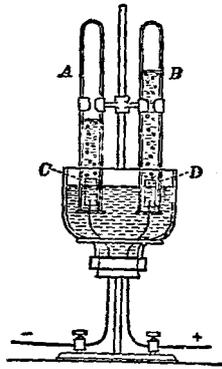
火插入管內，燭火立刻熄滅(第六圖)。但是方纔發生的氣體，可在管口燃燒。這種氣體名叫輕氣 (Hydrogen)，是由水和鈉接觸引起化

學變化所發生的。所以我們證實水中含氫素。

再用第七圖的裝置，水中加硫酸少許，通入電流，則見兩極的鉛板表面發生氣體。從牠們的體積講



第六圖



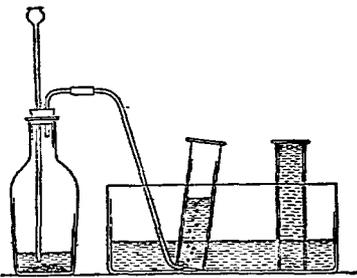
第七圖

起來，陰極方面的氣體恰當陽極方面的氣體的二倍。我們用燭火試驗陰極方面的氣體，可以證實牠是輕氣；用火柴試驗陽極方面的氣體，可以證實牠是養氣。但是最初加下的硫酸，並沒有些微變化，所以我們可以知道這兩種氣體，完全是從水分出的。換句來說，水是二體積的輕和一體積的養化成的。凡一種物質化

爲二種或二種以上不同的物質，就叫分解 (Decomposition)

一七 氫的製法

我們製取輕氣除了以上兩種方法之外，還可用鋅和硫酸製之。照第八圖表示的裝置，玻璃瓶中先裝鋅粒，再從漏斗注入稀硫酸，輕氣就會立刻發生，由細長橡皮管引到水槽，聚集在倒立的圓筒中了。這種方法叫做水上捕集。

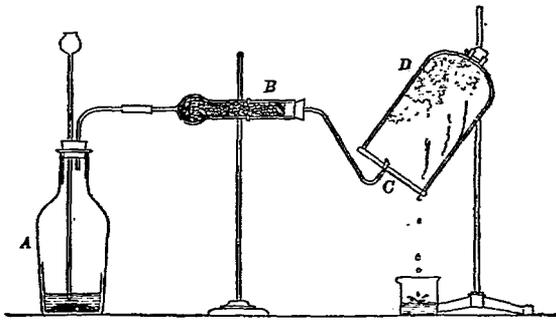


第 八 圖

一八 水的合成

前法取得的輕氣含有水汽，所以使牠通過裝滿氯化鈣（能吸收水分）的玻璃管之後，點火，用玻璃鐘覆在

火焰的上方，不久我們就可看到水滴從玻璃鐘落下了。這個水滴就是輕氣和空氣中的養氣結合生成的（第九圖）。凡從幾種物質互相化合生成一種新物質，就叫



第 九 圖

化合 (Combination) 。從化合而生成的新物質就叫化合物 (Compound) ，用化合的方法令生一物質名叫合成 (Synthesis) 。

一九 氫的性質和用途

氫是無色無味無臭的氣體，難溶於水，所以可在

水上捕集。牠的重量約當空氣的百分之七，是各種氣體中最輕的東西，所以通常叫牠輕氣。藉非常高壓和低溫也能叫牠變成液體及固體。氫的火焰，光雖很弱，而溫度很高，輕氣球和航空船的氣袋，可用氫充滿的。

二〇 化合物 單體 元素

凡一種物質能分解為幾種其他物質時，前者叫化合物，後者叫成分 (Component)。各成分能更分解，漸次就成不能分解的物質，這叫元素 (Element)。像前述的水，氯酸鉀，等就是化合物；氫氣，氧氣，就是元素。游離的元素特別叫做單體 (Simple body)。

天地萬物，品類之多，我們實在不能計數。但是牠們含有的元素，却是很少。現在化學家確實知道的不過八十餘種，而且大部分存量很微。比較多量的元素不過二十餘種。據克拉克氏 (Clarke) 的研究，我們知道地殼的組成如下：

地殼的組成

氧	47.07%	鉀	2.45%
矽	28.06%	鈉	2.43%
鋁	7.90%	鎂	2.40%
鐵	4.43%	氫	0.22%
鈣	3.44%	其他 元素	1.60%

組成人體的元素，也有多種。據錫爾曼氏 (Sherman) 的研究，我們知道人體的平均組成如下：

人體的平均組成

氧	65.00%	鈉	0.15 %
碳	18.00%	氯	0.15 %
氫	10.00%	鎂	0.05 %
氮	3.00%	鐵	0.004%
鈣	2.00%	碘	微 量
磷	1.00%	氟	微 量
鉀	0.35%	矽	微 量
硫	0.25%		

鎂，鐵，碘，氟，硅，等五種元素組成極複雜的化合物，保持吾人的生命，所以他們的存量雖是很少，却負重大的使命哩！

二一 元素的命名和符號

元素的華文譯名有從西文第一音造譯的像鉀(Kalium) 鈉(Natrium) 氬(Argon) 等是；有從西文第二音造譯的，像砷(Arsenic) 鋳(Zirconium) 鋁(Aluminum) 等是；有從西文意譯的像溴(Bromine) 氯(Chlorine) 等是；有中西名稱相當，無用另造新字的，如銅(Copper) 金(Gold) 鐵(Iron) 鉛(Lead) 銀(Silver) 錫(Tin) 等是。

元素的符號通常用西文第一字母表之，像O(Oxygen)代表氧，H(Hydrogen)代表氫，N(Nitrogen)代表氮等是。倘若第一字母相同的元素有幾種，那末附記第二或第三字母以示區別，像Cl(Chlorine)代表氯，Cr(Chromium)代表鉻等是。

二二 金屬及非金屬

通常分單體爲金屬 (Metal) 和非金屬 (Non-metal) 二種。所謂金屬，像金銀銅等，有金屬光 (Metallic luster)，很會傳電傳熱，且易展成板或延成線。至於非金屬則沒有金屬的特徵，像氫，氧，碳，硫，等是。

二三 二氧化二氫 (Hydrogen Peroxide)

我們取二氧化鉬和稀硫酸作用可得二氧化二氫及硫酸鉬。但硫酸鉬是沈澱的東西，把牠濾去，就得二氧化二氫的溶液了。

純粹的二氧化二氫，有極強的爆炸性，所以應該用牠的稀薄水溶液。牠能漂白象牙羽毛等物，並可用做消毒和氧化劑。

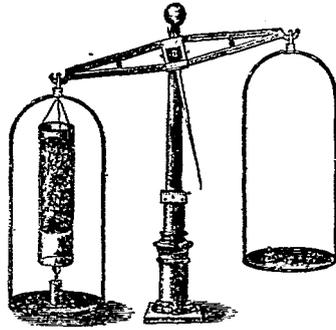
第三章 質量不變及組成不變的定律

二四 物質不滅

蠟燭燃燒，漸次變小；石油點火，漸次減少；我

們從牠們的表面看來，似乎物質真能消滅，但是細細實驗，可知其不然。

凡石油燈最初點火的暫時，燈罩起雲。又用乾燥冷皿，蓋於燭火上方，皿面就有水滴附著。我們從此可以曉得石油或蠟燭，分解發生氫素，氫素燃燒生水。又或用玻璃筒覆於這種火焰上（第十圖）數分鐘後，把石灰水加入筒中，振盪多次則生乳濁。



第 十 圖

這種反應和木炭燃燒發生炭酸氣(Carbonic acid gas)的試驗相同。所以我們可以曉得石油或蠟燭分解又生炭素。

由此看來，蠟燭或石油燃燒之後，表面像似消滅掉了的樣子，實際牠們變成人眼不能見的水蒸氣和炭

酸氣了。倘若不讓牠們飛散，捕集秤量起來，物質的重量，決不會比燃燒之前少了些微。

苛性鈉是個白色固體，牠能吸收水蒸氣和碳酸氣。所以照第十圖的裝置，取一個燈罩，上部裝滿苛性鈉，懸於天平的一方，燈罩下面豎蠟燭，點火，不久燭火的一邊下降，表示重量增加。因為蠟燭分解生成物和空氣中氧素化合，故重量當然增加。

二五 質量不變的實驗

我們如果要免去空氣的影響，那末應該在密閉器中實驗。實驗之法，照第十一圖所示，圓錐燒瓶中先入昇汞水。另用一個試管灌碘化鉀溶液放在瓶內。然後把瓶密塞起來，秤全體的重量，漸漸地傾翻燒瓶，使二種溶液相混，則生赤色沈澱，表示已經起了化學變化。再秤之，重量毫沒有增減。



第 十 一 圖

赤色沈澱叫碘化銻。此外還生氯化鉀，不過溶解於水，我們不能看見罷了。凡 A B 二種物質互相作用，生 C D 二種物質，就叫複分解 (Double decomposition)。這是最普通的化學反應。

二六 質量不變的定律(Law of conservation of mass)

根據種種實驗，我們得著下記的重要定律：

任何化學反應前後諸物質的重量(或質量)的總和相等。即有化學反應 $A+B \rightarrow C+D$ ，假設牠們的重量為 a b c d，我們得著下記的相等式：

$$a+b=c+d$$

這個就叫質量不變的定律

二七 定比定律 (Law of definite proportion)

水的重量組成，大略氫 1 氧 8，這個比例決不因爲化合的方法和原料的多少可以變更。又依照質量不變的定律，氫 1 和氧 8 化合，則得著水 9。此外無論

化 學 A B C

生成什麼物質，成分與成分，和成分與生成物間，有一定不變的比例，所以我們得著下記的定律：

化學反應諸物質的重量，其間有一定不變之比。

即在 $A+B \rightarrow C+D$ 的化學反應， $a:b, a:c, b:c, c:d$ ，諸比是一定不變的。這個就叫定比定律 (Law of definite proportion)

二八 倍比定律 (Law of multiple proportion)

水和二氧化二氫都是氫，氧兩種元素的化合物。二種化合物中氫氧的重量比例如下：

水 氫:氧 = 1: 8(大約)

二氧化二氫 氫:氧 = 1:16(大約)

即是和同量的氫相化合的氧，牠的重量正為 8 : 16 即 1 : 2。所以我們又得著下記的定律：

數種化合物均含 A B 二元素時，與同量之 A 相化合的 B 之諸量間，恆成簡單整數之比。

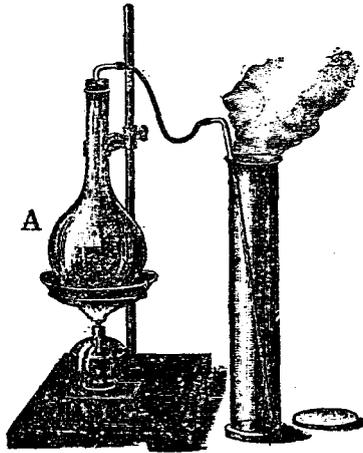
即對於 A 之同量 a, B 有 b, 2b, 3b 諸量也。這個就

稱倍比定律。一八〇八年英國大化學家道爾頓(Dalton)發見的。

第四章 鹽酸氣

二九 氯化氫的製法和性質

取第十二圖所示裝置，燒瓶A中先放食鹽，再從漏斗灌入濃硫酸，加熱，則發生無色刺臭的氣體，名叫氯化氫 (Hydrogen Chloride)，又叫鹽酸氣 (Hydrochloric acid gas)。牠比空氣重 (比重1.26)，所以可用下方置換的方法取得

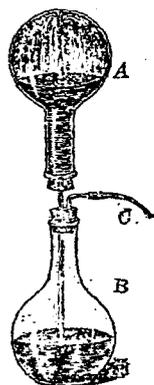


第 十 二 圖

之。

氯化氫很易溶解於水；在通常溫度，通常壓力之下，水一體積能吸收氯化氫五百零六體積。氯化氫的水溶液通常名叫鹽酸 (Hydrochloric acid)。有酸味，能使青石蕊液或青石蕊紙 (Litmus paper) 變紅，這叫酸性反應 (Acid reaction)。凡是酸性反應的物質，都叫做酸 (Acid)。

氯化氫的酸性反應和牠易溶於水的性質，我們可照次示的裝置實驗之。第十三圖 A 是完全乾燥的瓶裝滿氯化氫，用玻管通瓶 B。B 中盛著青石蕊液著色之水，吹管 G，使 B 瓶之水壓入數滴於 A 瓶中。氯化氫隨有少許溶解，壓力減少，水繼續從玻管的尖端噴出，且立刻變為紅色。



第十三圖

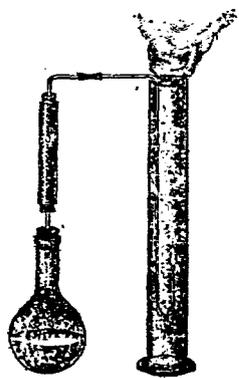
三〇 氯化氫的成分

鹽酸能够溶解鋅，鐵等金屬，發出氫氣。但是我們知道在平常溫度，金屬是不能和水作用的，所以這個氫素，不是從水分出的，乃是從溶解水中的氯化氫分出的。

又照第十二圖的裝置，A 瓶中盛二氧化錳和濃鹽酸，加熱則發生黃綠色惡臭的氣體名叫氯氣(Chlorine)。牠比空氣重二倍半。得用下方置換法取得。可知氯化氫的成分是氫和氯兩種元素。

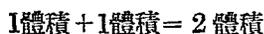
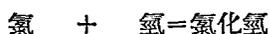
三一 氯化氫的合成

氯和氫的化合力甚強，氫氣火焰能在氯氣瓶中繼續燃燒，得著氯化氫的生成物。倘若與溼青石蕊紙接觸，立變紅色（第十四圖），從此可以證明氯和氫合成即得氯化氫了。



第 十 四 圖

倘用精密的實驗，可以證明氫一體積和氯一體積化合，得氯化氫二體積。就是：



三二 氯的性質

氯不獨能和游離的氫化合，並能從化合物中奪出氧素，互相化合。例如氯素水曝於日光，氯和水中之氫化合變成氯化氫，發出氧素。

我們倘拿有色布片放在乾燥的氯氣中，不見什麼變化。倘布片浸溼即刻褪色。這是因為氯和水作用發生的氧素把色素氧化了，叫牠變為無色化合物。倘把有色溼布放在氧氣中，並不見什麼變化，我們又可曉得只有剛纔游離的氧有很強的氧化能力。這就叫新生態 (Nascent state) 的氧。所以氯的漂白作用，並不是氯自身的作用，乃是新生態的氧的作用呀！氯氣中放入燭火，仍能繼續燃燒（第十五圖）火焰變赤。因

爲氯和燭中之氫化合，變成氯化氫。炭素游離，所以發生炭素的黑烟和氯化氫的白烟。

氯並能直接和種種單體化合。倘若把錦粉或赤熱的銅線投入氯氣中，立刻發很強的光輝而化合。這時生成的物質，就叫氯化物 (Chloride)。如放鈉片於氯氣中，徐徐化合，變成氯化鈉，就是食鹽。

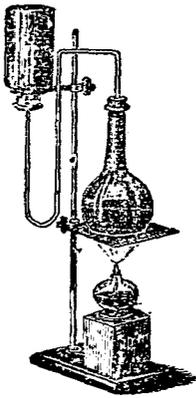


第十五圖

第五章 鹵精 中和 氣體反應的定律

三三 鹵精 (Ammonia)

氯化銣和重約二倍之消石灰裝於燒瓶，加熱（第十六圖），即發出一種有臭無色的氣體，名叫鹵精。牠和廁所的一種刺戟臭氣相同，比空氣輕（比重0.59），所以可用上方置換法取得。鹵精倘加強壓，即成液



第 十 六 圖

體。壓力撤去，再變氣體。這時牠能吸收多量的熱，利用這個事實，可製人造水。

三四 礆精水

礆精很容易溶解於水，在通常溫度，水能溶解體積八百倍之礆精。溶解礆精的水溶液就叫礆精水(Ammonia water)。

醫藥和化學實驗多用之。把礆精水加熱，即發出礆精，這是簡單製取礆精的方法。

礆精水和苛性鉀或苛性鈉的水溶液皆能把赤石蕊液或赤石蕊紙變為青色。這就叫鹼性反應 (Alkaline reaction)。凡呈這種反應的物質都叫鹼 (Alkali)。

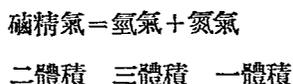
礆精水的鹼性反應和礆精的易溶於水，也可照第十三圖的裝置實驗。

三五 礆精的合成

氮和氫的混合氣體中，通入電花，可得微量的礮精。近來在非常高壓下用鐵粉為媒介，通入電流於這種混合氣體，可以大規模的製造液狀礮精。這是拿空氣中的氮素製造氮素肥料之一法，很是重要。

三六 礮精的組成

我們依據精密的實驗，知道二體積礮精分解可得氫三體積氮一體積，就是：



三七 中和(Neutralisation) 及鹽(Salt)

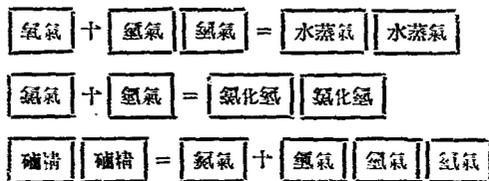
具酸性反應的氯化氫和具鹼性的礮精互相化合，就能生成氯化銹。氯化銹的水溶液對於青石蕊紙或赤石蕊紙，都不變色，換句話說，牠既沒有酸性，又沒有鹼性，是中性的物質 (Neutral substance)。

酸和鹼的水溶液，依照適當比例，互相混合，可

得中性物質的水溶液。這個作用，就叫中和。用鹽酸中和苛性鈉的水溶液之後，把牠蒸乾，就可得著食鹽的結晶。凡因中和得著類似食鹽的物質，一般名之曰鹽。

三八 氣體反應的定律

氫氣二體積和氧氣一體積化合，生水蒸氣二體積；
氮氣一體積和氫氣一體積化合，生氮化氫二體積；
磷精二體積分解，生成氮氣一體積，氫氣三體積；用圖表示如下：



我們把牠們概略說來：

凡幾種氣狀物質互相反應的時候，諸物之體積有簡單的整數比。又由反應生成的物質如為氣體，則其

體積與原反應諸氣體的體積，亦成簡單的整數比。

以上的定律，是十九世紀初年給呂薩克氏 (Gay-Lussac) 發明的，所以叫給呂薩克氏氣體反應的定律 (Law of gaseous reaction)

三九 氣體的體積和壓力的關係

凡一定重量的氣體，在一定溫度之下，牠的體積和壓力成反比。換句話來說，壓力增加二倍，氣體的體積減成二分之一，壓力增加到三倍，氣體減成三分之一，依此類推。這個定律是西歷一六六〇年英國人波義耳 (Boyle) 發明的，所以叫做波義耳定律 (Boyle law)

四〇 氣體的體積和溫度的關係

凡一切氣體的體積，每遇溫度上昇一度 (攝氏)，則增零度時體積之二百七十三分之一。

這個定律是西歷一八〇一年法國人給呂薩克及查

理(Charles)二氏同時各不相謀而發明的，所以叫做給呂薩克氏定律又叫查理氏定律 (Law of Charles) 。

第六章 分子原子說

四一 假說 (Hypothesis)

我們由實驗發明的質量不變，定比，和倍比諸定律，經許多事實證明，絲毫沒有謬誤，實在出乎我們意料之外。所以我們不能單單滿足事實的當然，還要進一步求說明事實的所以然。因此原故，我們不得不推重假說。

四二 分子說和原子說 (Molecular theory and atomic theory)

關於物質的構造，有道爾頓氏 (Dalton) 等的假說。凡物質由形狀，性質完全相等的許多分子集成的。什麼叫做分子呢？就是一個物質用物理的方法，分

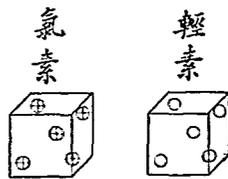
至不能再分的細粒。但是物質不同，分子的形狀性質也就各異了。分子雖是用物理的方法不能再分，但用化學的方法，還可分割。我們用化學的方法分至不能再分的最小部分，就叫原子。單體分子，是由同種的原子一個二個或數個集成的。化合物的分子，是由異種的原子二個或數個集成的。

依據假說，前述的質量不變，定比，和倍比諸定律，容易明瞭了。

四三 亞佛加德羅氏的假說(Avogadro's hypothesis)

關於氣體分子的說明，還有意大利物理學家亞佛加德羅的假說：他說“一切氣體在同溫同壓之下同體積中含有同數的分子”。例

如第十七圖氫的一定體積中，含分子五個，那末氯的同體積中，也含分子五個。由此看來，凡同體積的二種氣



第 十 七 圖

體，牠們的重量的比，和各該氣體的一個分子的重量之比相等。

但是分子是一種物質的最小粒子。甲乙二種氣體互相反應，即是甲氣體的若干分子和乙氣體的若干分子間起反應。那末互相反應時候的幾種氣體，怎樣會有簡單的關係（氣體反應的定律）也就明白了。

再有氣體的體積和壓力及溫度的關係（波義耳定律及給呂薩克定律）不關氣體的成分怎樣，都普遍成立的。從這點看來，氣體的構造是和假說一致了。

四四 分子量及原子量

分子和原子是極微至小的東西，我們雖用最精的顯微鏡，也不能檢視牠們，雖用最巧的天平，也不能秤量牠們。所以化學者只能取牠們的比較重量，來做種種測定和推論，而得化學上最重要的常數——分子量（Molecular weight）及原子量（Atomic weight）。

氣體或得變成氣體的物質，牠們的分子量是很容

易求得的，就是依照亞佛加德羅假說，擇一種氣體做標準，定一任意數，做牠的分子量。求得各種氣體對於標準氣體的比重，再用標準氣體的分子量乘之，就得所求氣體的分子量了。但是要定標準氣體的分子量，應該先選一任意數，做牠的原子量，再用一分子中原子之數，乘這個數值，就得標準氣體的分子量了。

四五 原子量和分子量的標準

原子量和分子量的標準，雖然可以任意選擇，但是在便宜上，是用氧做標準元素的。氧的原子量定為 16。

我們知道氫二體積和氧一體積化合，得水汽二體積。又假定氧一體積中含 n 分子，那末依照亞佛加德羅假說，水汽二體積，一定含有 $2n$ 分子。但是 $2n$ 分子又必含有氧原子若干。現在假定水汽一分子，含有氧原子一個，那末總數 $2n$ 原子，是從 n 分子得來的。即是氧分子一個含有氧原子二個。所以氧的分子量定為

32。這數就定為分子量的標準。

第七章 化學記號

四六 分子式 (Molecular formula)

我們可用一符號表示元素的名稱，已在第二十一節述過了。這種符號不但表示一種元素，並且表示一原子量。今日已經確知的元素的名稱符號，及原子量都載卷末週期表上。

表示各物質的一分子，單列記一分子含有各元素的符號好了。又含有同一元素數個原子的時候，可在符號的右腳附記數字。這種記號就叫分子式。例如氫，氧，氮，氯，的一分子含有二個原子，所以牠們的分子式是 H_2, O_2, N_2, Cl_2 。又化合物的分子式舉例如下：

水 H_2O 氯化氫 HCl

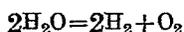
氨精 NH_3 二氧化二氮 H_2O_2

用克 (Gram) 表示分子量就稱克分子量 (Gram-

molecule weight) 。氧素 1 克分子量為 32 克，在標準溫度標準壓力之下，得 22.4 升 (Liter) 的體積。依據亞佛加德羅氏假說，凡百氣體牠們的 1 克分子量的體積都是 22.4 升，所以分子式表示氣體的同體積。

四七 化學方程式 (Chemical equation)

用符號和分子式可以簡單的表示化學變化。例如電解水時得氫二體積氧一體積，也可以化學方程式表示前述的關係。



這個方程式中 H_2O ， H_2 的前面有 2 的係數，就是表示有水及氫各二分子參與這個化學反應。

化學方程式是曉得許多事實之後，方才作成的東西，和數學方程式不同。並不能由右邊就可推知左邊啊！

四八 原子價 (Valency)

我們列舉氯化氫，水和礆精的分子式來對照，

HCl 氯化氫

H₂O 水

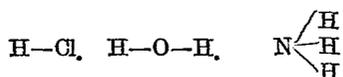
NH₃ 礆精

知道氫一原子和氫一原子化合，氧一原子和氫二原子化合，氮一原子和氫三原子化合。不論對於什麼元素，我們從來沒有發見氫一原子能和其他二原子化合的事實。所以叫氫是一價元素，凡和一個氫原子化合的元素都稱一價元素。凡和二個氫原子或三個氫原子化合的元素，就叫二價元素或三價元素。所以氫是一價元素，氧是二價元素，氮是三價元素，以上所述的數字，就叫原子價。

還有不能和氫直接化合的元素，牠們的原子價怎樣知道呢？這也是容易的事，就是把原子價未知的元素和原子價已知的元素化合，便可推知了。

四九 構造式 (Constitutional formula)

我們可以假定各元素的原子，具有與原子價同數的結合。此可從符號向外畫同數的短線和其他原子的符號連結，因此可以表示一分子內各個原子結合的關係。例如：



這種方式就叫構造式。

第八章 造鹽元素和造鹽元素化合物

五〇 造鹽元素(Halogen)

氯，溴，碘，和氟四元素的化學性質很相類似。倘若把牠們和金屬化合，都是成鹽，所以叫做造鹽元素。

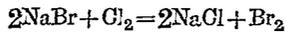
五一 氯 (Chlorine)

氯(Cl)的製法和性質，我們已經在第四章講過。

氯氣很易變為黃綠油狀的液體。

五二 溴 (Bromine)

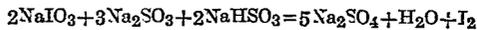
溴(Br)常成化合物，少量存於海水和礦泉中。溴在常溫是濃赤褐色液體，比重為3，放刺激性惡臭，所以得臭素的綽號。倘通入氯氣於溴化物，例如溴化鈉的溶液中，就可得著溴素。牠們反應方程式如下：



這是美國商場上從鹽水取溴的方法。

五三 碘 (Iodine)

碘(I)常成化合物，微量存在於海水中。海草從海水攝取碘質，所以海草含碘頗多。南美智利硝石夾雜碘酸鈉(NaIO_3)，倘使用亞硫酸鈉處理之，就得碘的單體了。



碘酸鈉 亞硫酸鈉 酸性亞硫酸鈉 硫酸鈉 水 碘

現在世界上所用的碘質，大部分都是從上法取得的。

碘是黑紫色板狀結晶，有金屬光及一種臭氣。雖在平常溫度也很容易揮發，加熱，即刻變為紫氣，冷之，又易變為結晶，這種變化就叫昇華 (Sublimation)。
 碘難溶於水，但易溶於酒精。我們常見的碘酒，就是這樣製成的。微量的碘和澱粉的冷溶液接觸，也能變為青色，用這個方法我們可以檢驗碘質或澱粉。

五四 造鹽元素化氫 (Hydrogen halide)

鹽酸 (HCl) 的製法和性質，我們已經大略述過，牠是工業和化學實驗的重要藥品。稀鹽酸能助胃的消化，可以內服微量。

溴化氫 (HBr) 碘化氫 (HI) 和氟化氫 (HF) 都同氯化氫相似。但氟化氫有腐蝕玻璃的性質，所以可用牠剝蝕玻璃。上述四種化合物，我們總稱牠們叫做造鹽元素化氫。

五五 食鹽

食鹽(NaCl)是鈉和氯化合而成的物質。可以當牠是一般鹽類的標本。

食鹽的俗稱頗多，從海水取得的鹽就叫海鹽，像我國沿海各省的晒鹽是；從井水取得的鹽就叫井鹽，像四川雲南的鹽井是；從池水取得的鹽就叫池鹽，像山西解池陝西馬花池西套蒙古吉蘭泰鹽池是；從礦中開採而得的鹽就叫岩鹽，像新疆天山之鹽是。牠雖有這許多名稱，本質都是一樣的。

但是從海水製得的食鹽，常含鎂的鹽類，帶着苦味，且在空氣中能吸收溼氣這而潮解。性質就叫潮解性(Deliquescence)。

五六 食鹽的組成和用途

鹽酸和苛性鈉中和，就能得着食鹽。或者通電流於食鹽水(第十八圖)，那末陽極發生綠色惡臭的氯氣

，陰極發生無色無臭可燃的氫氣（因為析出的鈉和水作用生成苛性鈉和氫氣），所以我們可以確實證明食鹽是氯化鈉（Sodium chloride）。

食鹽是我們烹調不可缺少的東西，又是製造鹽酸和鹼的原料，在工業上非常重要。



第 十 八 圖

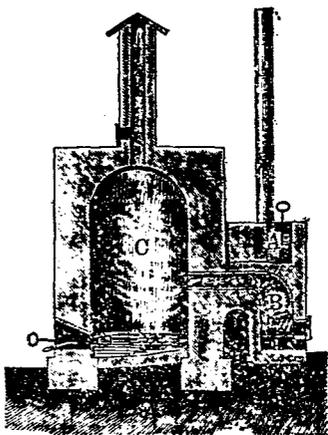
第九章 硫和硫的化合物

五七 硫的產地和製法

硫俗稱硫黃（Sulphur），火山地方多產遊離硫黃，但大部分是和金屬成硫化物或硫酸鹽產出的，還有動植物體也含少量硫黃。

天然產出的硫黃，常夾雜泥沙。倘使把牠裝入鐵

甌，加熱，（第十
九圖）硫黃蒸氣從
導管通入冷房（C）
凝成的結晶細粉稱
做硫華（Flower of
Sulphur）。再把硫
華熔成液體，放入
圓筒狀模型中，就
能得著硫棒（Roll
Sulphur）。



第 十 九 圖

五八 硫的性質和用途

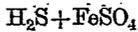
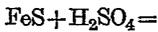
硫黃是黃色脆弱的物質，不溶於水而易溶於二硫化碳中。牠的化學性質和氧相似，與金屬化合之力甚強，在空氣中燃燒，可得青色弱焰，生成二氧化硫氣體，放刺戟性的惡臭。

硫黃可充做製造黑色火藥，火柴，混硫橡皮，和

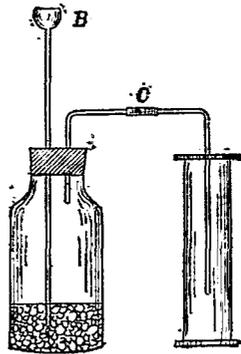
硫酸的原料。

五九 硫化氫 H_2S (Sulphuretted hydrogen)

硫黃泉中含有硫化氫。蛋白質腐敗也發生這種氣體。普通製取硫化氫的方法如第二十圖所示，瓶A盛硫化亞鐵 (FeS)，從漏斗B灌入稀硫酸，則有無色惡臭的硫化氫從管C放出



牠有毒性，像鼠雀等小動物投入這種氣體，即刻死亡，平常溫度水一體積溶解硫化氫三體積，便成硫



第 二 十 圖

化氫水，呈弱酸性反應，所以又叫硫氫酸 (Hydrosulphuric acid)。許多金屬的鹽類溶液中，通入硫化氫，就得硫化金屬的沉澱。所以在分析術上，硫化氫的

用途很大。

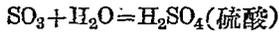
六〇 二氧化硫 SO_2

二氧化硫(Sulphur dioxide)又叫無水亞硫酸或亞硫酸酐(Sulphurous anhydride)，又或亞硫酸氣(Sulphurous acid gas)，是硫黃燃燒時發生的氣體。實驗室製取二氧化硫的方法，但把銅屑和濃硫酸加熱就得了。牠很易溶解於水，便得亞硫酸 H_2SO_3 (Sulphurous acid)，呈酸性反應。

牠的殺菌力很強，可以漂白毛絹草帽釋等。

六一 硫酸酐 SO_3

硫酸酐即無水硫酸(Sulphuric anhydride)又叫三氧化硫(Sulphur trioxide)，取二氧化硫和空氣導到微熱的鉛粉上，就能化成三氧化硫的蒸氣，冷卻之，則得針狀結晶。牠能吸收空氣中的水分而發烟，加入水中，便激烈的溶解而生成硫酸(Sulphuric acid)。

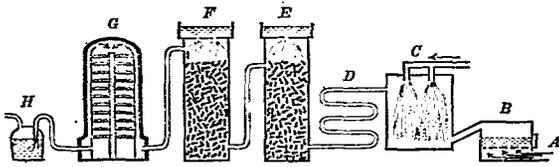


六二 硫酸的製法

工業上製造硫酸(H_2SO_4)有二種方法：

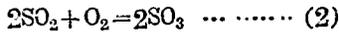
(一)接觸法(Contact process)

第二十一圖硫黃或黃鐵礦(FeS_2)在B爐燃燒，製得亞硫酸酐，和空氣混合，洗滌精製之後，導入觸



第 二 十 一 圖

媒室G。室內有白金及石棉之層，於是氧氣和二氧化硫化合，生成硫酸酐，被水吸收而成硫酸。牠們的反應次序如下：





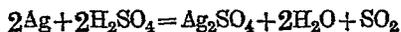
(二)鉛室法 (Chamber process)

這個方法雖是舊式，還有許多地方仍襲用牠。反應比接觸法複雜，所以新興工業的國家，已不用此法了。

六三 硫酸的性質和用途

純粹硫酸是無色油狀不揮發性的液體。牠和水化合之力很強，濃硫酸能從有機物中奪取水分。皮膚觸著硫酸則生火傷；衣服紙片木材觸着硫酸，即刻變焦。所以牠可用做乾燥劑。

銅，銀，銻，或鉛和濃硫酸加熱，則溶解而成硫酸鹽及二氧化硫。



銀 硫酸 硫酸銀 水 亞硫酸酐

鋅，鐵，或鎂等難溶於濃硫酸，但在常溫能溶於稀硫酸，生成硫酸鹽，並發出輕氣。金銀不與熱濃硫

酸作用。

凡製造鹽酸，硝酸，碳酸鈉，及磷酸肥料等都要用著硫酸，所以硫酸是化學工業上必需的原料。一個國家的化學工業的盛衰，可用硫酸的消費額來推測。

六四 硫酸鹽(Sulphates)

硫酸鹽成種種礦物，天然產出。製造之法，可用金屬或金屬的氧化物或碳酸鹽和硫酸作用便得。硫酸鹽的酸性溶液中，加入氯化鋇溶液，便得硫酸鋇的白色沈澱，由此可以檢出硫酸鹽。

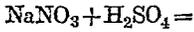
第十章 氮磷及其化合物

六五 硝酸的製法

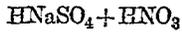
氮的製法我們已經講過了，氮化合物最重要的要推硝酸(HNO_3)。

實驗室內製造硝酸的方法，照二十二圖的裝置，

取智利硝石和濃硫酸盛曲
頸甌內，加熱，蒸溜，便
得硝酸。

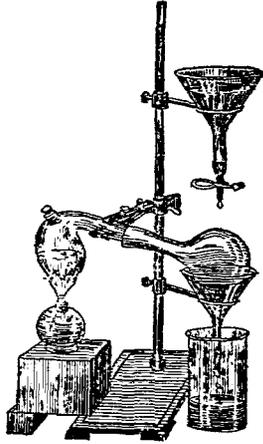


智利硝石 硫酸



酸性硫酸鈉 硝酸

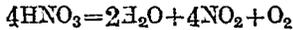
近來利用電力，得令空氣
中的氮和氧化合製造硝酸
了。



第 二 十 二 圖

六六 硝酸的性質和用途

純粹的硝酸是無色液體，通常帶著黃色，和溼空
氣接觸，能劇烈發烟，腐蝕性很強，接觸皮膚，發生
火傷。雖是稀薄硝酸，也能使衣類變焦，皮膚變黃。
倘使加熱，牠就分解發生氧氣。

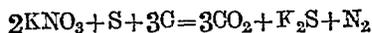


所以硝酸是個良好的氧化劑，銀，銻，鐵，鉛，鋅，溶解於硝酸，便生硝酸鹽。金及鎘雖不溶於硝酸，却能溶於硝酸和鹽酸的混合液中。因為俗稱金是金屬之王，所以這混合液叫做王水 (Aqua Regia)。

工業上，硝酸也是重要的東西。像爆發物人造絹絲及染料之製造多要用著牠啊！

六七 黑色火藥 (Black powder)

我們把硝石，木炭，及硫黃各研成粉末，照一定比例混合之後，就成黑色火藥了。一旦點火，即起下示的反應。

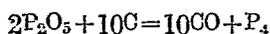
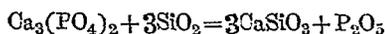


硝石 硫黃 木炭 二氧化碳 硫化鉀 氮氣

這個時候發生多量的熱，和多量的氣體，體積驟然膨脹，所以起爆發的現象。

六八 磷的所在及製法

磷 (Phosphorus) 在空氣中能直接氧化，所以沒有天然的游離體。但是牠成爲磷酸鹽散佈於礦植動物各界。近時最通行的製法，是取磷灰石（磷酸鈣）和砂（二氧化硅）及骸炭放在電爐內，加強熱，磷灰石和二氧化硅作用變爲五氧化二磷。五氧化二磷被骸炭還元乃得磷的單體。



以上製得的磷就叫黃磷 (Yellow Phosphorus)。倘使牠放在密閉釜中熱到攝氏二百六十度，就變成赤磷 (Red Phosphorus) 了。

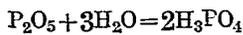
六九 磷的性質

黃磷性質活潑，易起反應，在空氣中能自己發火，所以必貯在水中。有劇毒，職工吸入磷的蒸氣，往往引起不治之症。赤磷性不活潑，無毒。但燃燒之後，兩者都成五氧化二磷。

黃磷和赤磷都是製造火柴 (Matches) 的原料。舊時用黃磷製造的火柴，叫黃磷火柴，有毒，且易起火災，文明各國均禁止使用，代以安全火柴 (Safety Matches)。安全火柴是用赤磷和其他物質製成的。用三硫化四磷 P_4S_3 (Phosphorus sesquisulphide) 製成的火柴也是無毒，且可到處擦火的東西。

七〇 磷酸酐和磷酸

磷在空氣中燃燒，即得白色雪狀的磷酸酐，或者叫做無水磷酸 P_2O_5 (Phosphorus anhydride)。磷酸酐的吸溼性很強，故可用做氣體等之乾燥劑。牠和三分子水化合，就成磷酸 H_3PO_4 (Phosphorus acid)了。

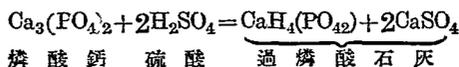


七一 磷酸鈣及過磷酸石灰

磷酸鹽中最重要的要推磷酸鈣 $Ca_3(PO_4)_2$ (Calcium phosphate)。牠為磷礦的主要成分，又占動物骨之半

量。磷是植物的營養品，所以耕地必施磷酸鹽肥料，供給植物的吸收。

但磷酸鈣不溶於水，植物不能直接吸收，所以沒有肥田的功能。倘若加了適當的硫酸，使牠變為可溶於水的磷酸氫鈣 $\text{CaH}_4(\text{EO}_4)_2$ 和硫酸鈣的混合物。這個混合物，就叫過磷酸石灰，可供肥田之用。



第十一章 硅及其化合物

七二 硅和二氧化硅

自然界沒有遊離的硅 (Silicon)。硅和氧化合就成二氧化硅 SiO_2 (Silicon dioxide)，又成硅酸鹽分布於礦物界。我們散步於海濱山間和庭園廣場接觸於我們眼簾的大小砂子，都是石英，就是二氧化硅。最純粹的石英，就叫水晶，是透明無色的東西。倘若含有微量

夾雜物，就有紫水晶烟水晶等名目了。玉髓及瑪瑙也是沒有十分結晶的二氧化硅。

砂可製造玻璃和瓷器。水晶可製造裝飾品。不溶於酸，但受氟化氫的腐蝕。

七三 水玻璃 (Water glass)

二氧化硅和碳酸鉀或碳酸鈉混合加熱，就得硅酸鉀 K_2SiO_3 或硅酸鈉 Na_2SiO_3 ，溶解於水即成水玻璃。水玻璃是粘狀液體，塗於器具表面，乾燥之後，變成耐火性玻璃狀的透明薄層。

七四 玻璃 (Glass)

硅酸鹼金屬，硅酸鈣 $CaSiO_3$ 或硅酸鉛 $PbSiO_3$ 和砂 SiO_2 熔融即得玻璃。高溫時是液體，少少冷卻，便成餡狀物體。可以入於模型吹成種種器具，體質透明，不為水或酸腐蝕，用途很廣。

七五 琺瑯 (Enamel)

鉛玻璃之中加入二氧化錫 SnO_2 使得不透明的物質，名叫琺瑯，可以塗於金屬表面製造種種搪瓷器具。

有名的景泰藍磁器，就是在銅器表面用金銀細線，做成種種花樣，填入琺瑯，燒之再加細磨便成。

第十二章 炭及其化合物

七六 炭(Carbon)

單體炭素有三種不同的狀態：第一無定形炭(Amorphous carbon)，是不結晶的黑塊；第二金剛石(Diamond)，是透明的結晶體；第三石墨(Graphite)也有固有的晶形。

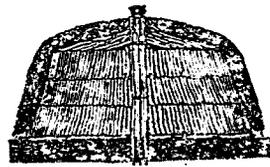
七七 金剛石和石墨

金剛石是礦物中最硬的東西。純粹的金剛石，是無色透明體，稍含微量的雜質，便顯種種之色，比重3.5。石墨又叫黑鉛，顯輝黑色，頗軟，觸之膩滑，

比重 2.2。牠們的性質，幾乎完全不同，但是拿同量的石墨和金剛石在空氣中燒之，可得同量的二氧化碳。凡同一元素而成性質各自不同的物體叫做同素體 (Allotrope)。

七八 無定形炭

無定形炭有種種，把木柴堆積，外面用粘土蓋覆，幾乎斷絕空氣的流通，點火燒之(第二十三圖)，則得木炭(Charcoal)。又用煤裝入磚爐，除留二三小孔之外，門口用泥堵塞，從下方加炭火熱之，則得焦煤(Cokes)。獸骨裝入乾溜器中加熱，則得骸炭(Animal charcoal)。



第 二 十 三 圖

煤是太古時代的植

物，沒於地中，受著高壓和強熱分解生成的東西。可算是天然的無定形炭。但牠含有不少雜質；無烟煤含炭約90%；瀝青煤含炭80%；褐煤含炭70%；泥煤含炭60%。

木炭能吸收氣體和有機物質，可做濾水器具及防臭劑。骸炭能吸收溶液中的色素，將糖精製的時候，可用牠褪去糖液的色素。

油烟 (Lamp black) 也是無定形炭的一種。石油或植物油在缺乏空氣的地方燃燒，便發生微細的炭粒，可製墨或印刷墨水。

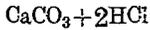
炭在平常溫度，不受氧化，不受藥品或水之侵蝕，所以電柱埋沒地中的部分，牠的表面常用火燒焦。

灼熱之炭，有還元作用，所以木炭及煤在冶金術上用途很廣。

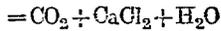
七九 二氧化碳的製法和性質

二氧化碳 (Carbon dioxide) 又叫碳酸氣，照第二

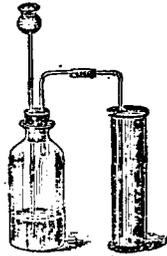
十四圖瓶內先裝大理石 (CaCO_3) 的碎粒，從漏斗灌入稀鹽酸，即有無色無臭的碳酸氣由導管流到筒底，和空氣互相置換。



大理石 鹽酸



碳酸氣 二氯化鈣 水



第二十四圖

碳酸氣比空氣重一倍半，不能助燃，或扶持動物的呼吸，所以把碳酸氣注到燭火之上，燭火即刻熄滅。利用這個性質，所以可做滅火劑。所謂滅火器，就是急速發生碳酸氣的裝置。

溶有碳酸氣的水帶酸味，可充飲用，助消化。但空氣中倘有多量的碳酸氣，却有害我們的健康。凡衆人羣集的房屋，如劇場學校等處，應該十分注意換氣的方法。攝氏零度時加35.5氣壓，牠就變爲無色液體。近時各國大量製造，裝入鋼製圓筒，運到市場販賣。

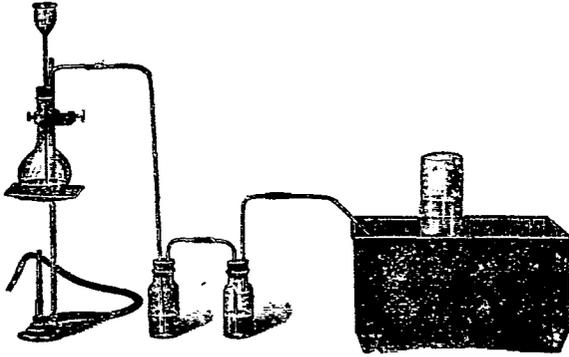
，用製清涼飲料水。

通常溫度，通常壓力之下，水能溶解同體積之碳酸氣。溫度愈低，溶解氣體之量愈大。又溶解量與壓力成比例，這叫亨利定律 (Henry's law)。我們常常看到啤酒與汽水，牠們的瓶塞開放的時候，發生許多氣泡，這是因為高壓之下，溶解水中的氣體，壓力一去，即刻乘間逸散之故。

油的點火，炭的燃燒，生物的呼吸和腐敗，及地中噴出的碳酸氣，不絕向空氣中增加。為何我們不致窒息，且空氣中含有碳酸氣的分量大略一定呢？這是因為植物之葉，吸收碳酸氣，藉着日光的能力，遂起分解。炭則構成植物的身體，氧則放還空氣中。由此看來，植物有改良空氣的功效，所以造林一事，不但對於氣候，風緻，水利，和國民經濟有很大的關係，還有益於我們的康健哩！假使四萬萬國民，每年每人植樹十株，過了十年之後，還怕全國不到處蔚然深秀麼！

八〇 一氧化炭的製法和性質

取蓆酸和濃硫酸在燒瓶中熱之（第二十五圖），便發生炭酸氣和一氧化炭的混合氣體。使牠通過苛性



第 二 十 五 圖

鈣溶液，炭酸氣乃被吸收，單剩一氧化炭放出，可就水上捕集之。

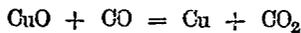


蓆酸 一氧化炭 炭酸氣 水

灼熱的木炭下部因空氣缺乏也會發生一氧化碳，昇到上部，接觸空氣，則燃成青色火焰。

一氧化碳是無色無味無臭的氣體，有劇毒。換氣不良的室內，往往因為燃燒，發生一氧化碳，致許多人受毒死亡。

一氧化碳還有向他物奪取氧素的性質。例如氧化銅遇着一氧化碳，則失去氧素。此時叫一氧化碳受氧化，叫氧化銅受還元(Reduction)。一氧化碳具有還元



氧化銅 一氧化碳 銅 二氧化碳

的性質，所以叫做還元劑 (Reducing agent)。

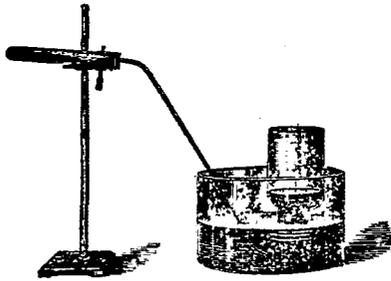
第十三章 炭氫化物

炭和氫的化合物叫做炭氫化物 (Hydrocarbon)，像甲烷 CH_4 (Methane) 乙烷 C_2H_6 (Ethane) 丙烷 C_3H_8 (Propane) 丁烷 C_4H_{10} (Butane) 戊烷 C_5H_{12} (Pentane)，順次加上 CH_2 ，便得次列的物質。一般的公式是

C_nH_{2n+2} ，牠們的化學性質，大約相似，成爲一族就叫同族列 (Homologous series)。我們知道同族的一個物質的性質，其餘便可類推了。

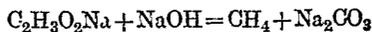
八一 甲烷

沼澤中的植物腐敗的時候，就會發生甲烷，所以牠又叫沼氣 (Marshes gas)。石油地方，地中噴出的氣體，主要的是沼氣組成的。實驗室內製取沼氣的方法，照第二十六圖，把醋酸鈉和氫氧化鈉的混合物裝入硬質玻



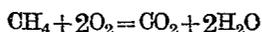
第 二 十 六 圖

璃管，加熱，便會發生沼氣，可在水上捕集。



醋酸鈉 氫氧化鈉 沼氣 碳酸鈉

沼氣是無色無臭的氣體，燃燒的時候，發生青色火焰，倘使同空氣混和之後，點火即生劇烈的爆發。這時的反應式如下：



煤坑內發生的火災，就是這個氣體的爆發啊！

八二 乙烯和乙炔

乙烯 C_2H_4 (Ethylene) 是從乙烷減去二個氫原子生成的物質。依照一般式 C_nH_{2n} 組成烯系的化合物。乙炔是從乙烷減去四個氫原子生成的物質，依照一般式 $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ 組成炔系的化合物。取水徐徐滴入碳化鈣 (Calcium carbide)，便能發生乙炔。牠是無色有臭的氣體，燃之，能放強光，可供點燈之用。牠同氧氣混和之後燃燒，可得高溫的火焰，常常用牠切鋼板穿鋼軌。

八三 石油 (Mineral oil)

石油是由地中的有機物質分解生成的，沉於地層間，有時能自然噴出。通常我們都要先鑽油井，才能吸取。從地中吸出的原油，須用蒸溜法精製，隨著溫度之高低，可以製取揮發油燈油重油等物。

石油在我國發見甚早，唐書上就有石漆的名稱。蜀陝甘新諸省都有牠的苗脈。惜乎交通未開，探礦未周，仍是藏富於地哩！

第十四章 炭氫和氧的化合物

八四 炭水化物 (Carbohydrate)

糕類澱粉等恆含炭，氫，及氧三元素，氫和氧又照水的比例存在，所以叫做炭水化物。炭水化物的重要物質，開示如下：

蔗糖（普通我們所食的糖）…… $\cdots C_{12}H_{22}O_{11}$

乳糖…… $\cdots C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$

麥芽糖…… $\cdots C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$

葡萄糖.....	$C_6H_{12}O_6$
左旋糖.....	$C_6H_{12}O_6$
纖維素.....	$(C_6H_{10}O_5)_x$
澱粉.....	$(C_6H_{10}O_5)_x$

八五 醇類

我們用 OH 團代替炭氫化物的氫原子，便得許多醇類。舉例如下：

甲烷 CH_4	甲醇 CH_3OH (Methyl alcohol)
乙烷 C_2H_6	乙醇 C_2H_5OH (Ethyl alcohol)
丙烷 C_3H_8	丙醇 C_3H_7OH (Propyl alcohol)

所以醇類可視為炭氫化物氧化後得著的東西。

八六 脂肪酸類

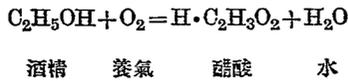
從醇類氧化便得系統的物質。例如：

甲烷 CH_4	甲醇 CH_3OH	蟻酸 $HCHO_2$
		(常溫液體)

乙烷 C_2H_6 乙醇 C_2H_5OH 醋酸 $HC_2H_3O_2$
 (常溫液體)

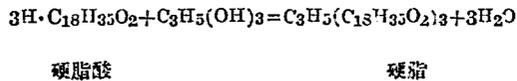
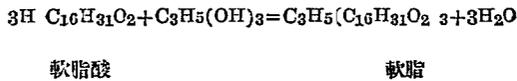
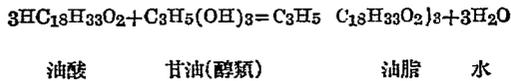
通式 C_nH_{2n+2} $C_nH_{2n+1}OH$ $HC_nH_{2n-1}O$

醋酸的製造工業上都藉一種微生物名叫醋菌的作用。酒精賴着醋菌的介紹，就能養化生成醋酸了。



八七 脂肪及油類

脂肪酸類的氫和醇類的氫氧基中和便成脂肪，例如



油脂在通常溫度是液體；軟脂及硬脂在通常溫度都是固體。脂肪既是脂肪酸和醇類中和的生成物，所以牠們是有機鹽，又作鹽 (Ester)。

八八 蛋白質 (Proteins)

蛋白質的種類很多，是複雜氮化物，存在於動植物的有機體中，組成細胞的重要部分。蛋白質含炭，氫，氧，氮，硫，磷，等元素。例如牛乳的乾酪質，麥粉的麩質，雞蛋的蛋白，都是蛋白質之一例。

第十五章 溶液

八九 溶媒和溶質

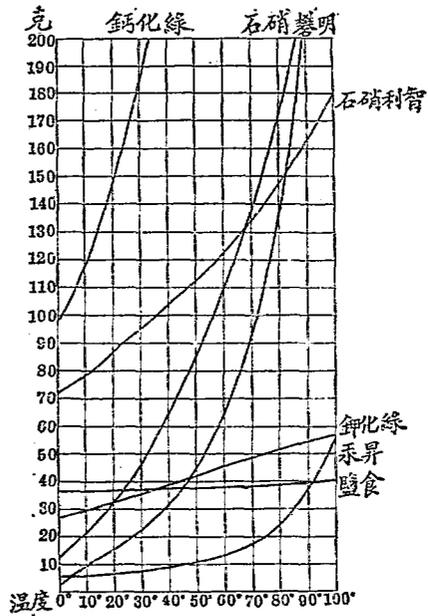
我們取食鹽少許，投入水中，食鹽溶解，得全部均一的溶液。這種溶液就叫食鹽的水溶液 (Solution)。
○ 水稱溶媒 (Solvent)，食鹽稱溶質 (Solute)。

九〇 溶度 (Solubility) 和飽和溶液

(Saturated solut'on)

在一定溫度之下，一定量的水中，慢慢加入食鹽

，不絕攪拌
 ，食鹽逐漸
 溶解，濃度
 逐漸增加，
 但是溶解的
 食鹽，達到
 某種程度，
 也不能再溶
 了。由此看
 來，在一定
 溫度之下，
 溶質能溶的
 分量，有一
 定界限，不



第二十七圖

能超過的。達到這個界限的溶液，名叫飽和溶液。凡在某溫度水 100 克中，達飽和時所溶物質的克數，就叫某溶質在某溫度的溶度。例如攝氏零度水 100 克能溶食鹽 36 克，不能再多溶解。所以零度時食鹽的溶度是 36。

一般鹽類的溶度隨著溫度上昇而有增加。但是也有少數物質溫度上昇而牠的溶度反而減少的，第二十七圖是表示各溫度物質的溶度。

九一 溶液的沸點和冰點

水熱到攝氏百度沸騰，冷到攝氏零度結冰。倘使我們把蔗糖溶解水中，熱到攝氏百度也不沸騰，冷到零度也不結冰了。但是沸點的昇上或者冰點的降下，和蔗糖的濃度成比例的。同量的水中，就是溶解蔗糖以外的物質，只要克分子數相同，沸點的昇上或冰點的降下都是一樣。例如 1000 克的水中溶解 1 克分子的諸物質時，牠的冰點降下都是 1.85 度。

九二 分子量測定法

我們知道無論什麼氣體，牠的一克分子的體積，都是 22.4 呎。所以要測氣體的分子量，可就標準狀態之下，求出體積和重量的關係，計算 22.4 呎內氣體的重量，用克表示之數，就叫分子量。

但像蔗糖等物質，不能氧化。所以牠們的分子量也不能用上述的方法來測定。那末我們用什麼方法來測定牠呢？這個問題也是容易解決的，就是在一定量的溶媒中，溶解溶質若干，測定溶液的沸點昇上，或冰點降下，就可計算牠的分子量了。

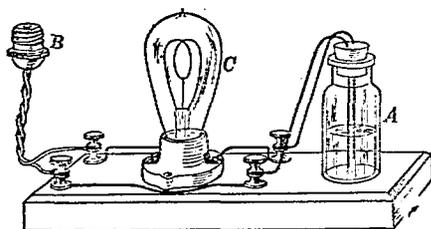
九三 電解 (Electrolysis)

電流通入食鹽的水溶液，食鹽就起化學的變化。這種化學變化就叫電解。像食鹽等在水溶液中，受着電流作用而起分解的物質，叫電解質 (Electrolyte)。像無機酸類，鹼類，及鹽類都是電解質；糖，醇，等

都是非電解質 (Non-electrolyte) 。

但是某種溶液，怎樣曉得牠是電解質或非電解質呢？我們要

解決這個疑問，只須依照第二十八圖的裝置，把溶液 A 接



第 二 十 八 圖

入連通電燈

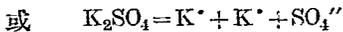
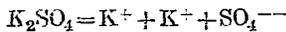
的電路中，倘電燈點火，這種溶質就是電解質，否則就是非電解質。

九 四 電 離 (Electrolytic dissociation)

我們要問何故食鹽溶液能通過電流，蔗糖溶液不能通過電流呢？因為食鹽溶解於水，牠的分子一部分就分裂為更小的帶電粒子。這種帶電粒子就叫離子 (Ion)。食鹽是氯化鈉，即一個氯原子和一個鈉原子化

合而成的東西。牠分裂以後，氯原子帶著陰電，所以叫做陰離子 (Negative ion)；鈉原子帶著陽電，所以叫做陽離子 (Positive ion)。氯離子帶著的陰電和鈉離子帶著的陽電量相等而性相反，牠們的力量適相抵消，所以溶液對於外部不顯什麼帶電現象。表示陰陽離子的紀號或用 (+)(-)，或用 (•)(,)。

例如硫酸鉀在溶液中，其分子分解爲



一種分子溶解於水中，分解爲陰陽離子，就叫電離。凡金屬離子，氫離子，都是陽離子；酸根，氫氧基都是陰離子。電解質的溶液中，通入電流，陰離子跑到陽極，陽離子跑到陰極，各自分出，解除帶電的狀態。

電離和電解這兩個名詞，文義似乎相同。但實際的意義完全各異。電解是電流通入溶液方才發生的一種分解現象。電離是一種物質溶解於水，牠的分子一

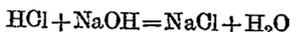
部分解離為離子。通入電流，則離子能司輸運電的工作。

九五 酸性和鹼性的強弱

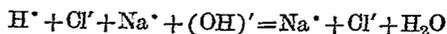
酸性是水溶液中氫離子的作用，如鹽酸(HCl) 硝酸(HNO₃) 等強酸的分子溶解於水，大部分電離，所以能生多量的氫離子，結果牠的酸性當然很強了。醋酸只有一部分的分子電離，發生的氫離子也少，所以酸性很弱。又鹼性是水溶液中氫氧離子的作用。像苛性鉀(KOH) 苛性鈉(NaOH) 的分子，在水溶液中，大部分電離，生成多量的氫氧離子，所以牠們的鹼性很強。至於氫氧化銦的分子，僅有一部分電離，當然鹼性很弱了。

九六 中和的說明

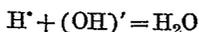
鹽酸和苛性鈉中和時所起的反應，通常可用次式表示：



但在稀水溶液中 HCl , NaOH , NaCl 幾乎完全電離，而水又幾乎完全不電離的東西，所以中和的反應，依照下式表示比較確當：



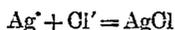
你看上式 Na^+ , Cl' 在反應的前後始終不變，不妨略去，所以可得次示簡單之式。



所以中和二字，可解作酸中氫離子和鹼中的氫氧離子化合而成不電離之水的反應。

九七 離子的反應

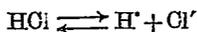
食鹽，氯化鉀，及其他氯化物的水溶液中加入硝酸銀 (AgNO_3)，同樣得著氯化銀 (AgCl) 的白色沈澱。因為凡氯化物的水溶液中，都有氯離子，硝酸銀的水溶液中有銀離子，銀離子和氯離子結合，生成難溶於水的氯化銀。用離子式表示牠的關係如次：



所以可用銀鹽的水溶液檢查氯化物；又可用氯化物的水溶液檢查銀鹽。一般分析化學的反應，即是離子和離子間發生的反應。

九八 可逆反應和平衡

現在有一電解質，溶解於某量水中，有十分之八的分子電離為離子；再加水沖淡，則有十分之九電離為離子。反之，將水溶液加熱蒸濃，電離度減少，又只有十分之八的分子變為離子了。照這樣子任何方向都起反應，所以名叫可逆反應 (Reversible reaction)。
。通用符號 \rightleftharpoons 表示牠。例如鹽酸的電離，可表示如下：



在一定狀況之下，分子和二種離子，牠們保持一定的比例而成均勢的局面，這叫平衡 (Equilibrium)。
。

第二篇 金屬

第十六章 金屬通論

九九 金屬

前述的許多元素，牠們和氫，氧，化合而成酸，所以通常叫做成酸元素 (Acid forming elements)，或者叫做非金屬。以下各種元素，牠們和氫氧化合而成鹼，所以叫做成鹼元素 (Basic forming element)，或者叫做金屬。

金屬和非金屬有很難區別的，像鋅的氫氧化物，牠的化學性有時屬酸，有時屬鹼。彷彿人類中的陰陽人，可當他女，又可當他男一樣。

—〇〇 金屬的物理性質

金屬的物理性，實用上很是重要，縷述如下：

1. 色 金屬大多數近乎白色，例如鋅是青白色，

鐵是灰白色，但金及銅有特殊的赤色。

2. 比重 金屬的比重，除鋰，鈉以外，都比水重

◦ 凡比重在 4 以上的金屬，稱做重金屬(Heavy metals)

◦ 比重不滿 4 的金屬稱做輕金屬 (Light metals) ◦ 幾

個重要金屬的比重，開示如下：

鉨	21.4	錫	7.3
金	19.3	鋅	7.2
銻	13.6	錳	7.0
鉛	11.4	銻	6.8
銀	10.5	鎳	6.7
銻	9.9	鋁	2.6
銅	8.9	鈣	1.83
鎳	8.9	鎂	1.75
鐳	8.6	鈉	0.95
銻	8.5	鉀	0.85
鐵	7.8		

3. 融點 金屬熔融的溫度稱做融點 (Melting point)

)。各種金屬的融點有很大的差異。譬如銻在常溫是液體，低溫時方能凝成固體；鉛很易被炭火熔融；至於鉑則非有氧炔焰的高溫，不能熔融。重要金屬的融點開示如下：

銻	-39°C	鋁	657°,,
鉀	62.3°,,	銀	960.5°,,
錫	231.9°,,	金	1063°,,
鎘	320.9°,,	銅	1083°,,
鉛	327.4°,,	鎳	1452°,,
鋅	419.4°,,	鐵	1530°,,
鎂	651°,,	鉑	1755°,,

4.沸點 金屬熱到相當高溫，達於沸點 (Boiling point)，得自液體變為氣體。銻的沸點最低；鎘，鉀，鈉，鋅，等金屬均易加熱氣化。利用這種性質，可以提鍊此等金屬。就是金，銀，銅，等熱到高溫，也能變為氣體。

5.展性和延性 金屬有被打壓，展成薄箔的性質，這叫展性 (Malleability)；又有引伸變成細長性質的，這叫延性 (Ductility)。金最富兩種性質。此外大都兩性不相伴。現在開示金屬對於兩種性質的順序如下：

展性 金，銀，鋁，銅，錫，鉑，鉛，鋅，鐵，鎳。

延性 金，銀，鉑，鋁，鐵，鎳，銅，鋅，錫，鉛。

6.電導度和熱導度 (Electric conductivity and heat conductivity)

銀的電導度和熱導度最大，其他順序開示如下：

熱導度 銀，銅，金，鋅，錫，鐵，鉛，鉑。

電導度 銀，銅，金，鋅，鉑，鐵，錫，鉛。

—○— 金屬的化學性質

游離金屬，浸入水中，也有幾分溶解，化成陽離

子的傾向。這種傾向輕金屬最大。此外依照下表揭示的順序遞減：

鉀→鈉→鈣→鎂→鋁→錳→鋅→鉻→鎳→鐵→鈷
→鎳→錫→鉛→(氫)→銅→鎳→鉍→銻→銀→鉑→金

鋅的離子化的傾向比鋁大，所以把鋅插入鉛鹽之水溶液中，鋅能奪取鉛離子，負帶的陽電，化為離子，鉛即遊離附著鋅棒成樹枝的形狀。

又鐵的離子化的傾向比銅大，所以鐵浸入銅鹽溶液中，銅就漸漸附着鐵面。

上表前位金屬比下位金屬，牠的離子化的傾向比較大些。

金屬的離子化的傾向之大小，表示牠們的反應之強弱。鉀的反應力最強，能在空氣中氧化，常溫時分解水；鎂能分解沸水；鐵到赤熱方才能分解水蒸氣；鉑，金等在空氣中不氧化，也不分解水。

一〇二 合金 (Alloy)

單獨的可供實用之金屬，比較甚少，不能滿足我們一切需要，所以必要熔合二種或者二種以上金屬，製成合金，方能適應各種用途。

合金的硬度，通常比成分的金屬的硬度，還要大些。例如黃銅是銅和鋅的合金，但是黃銅的硬度比銅或鋅還要大些。銀圓是銀 90% 和銅 10% 的合金，但銀圓的硬度比銀或銅還大。

合金的融點比成分的融點還低。例如胡德氏可融金 (Wood's fusible metal) 是錕鉛錫鎊的合金，牠的融點只有60.5度，比任何成分的融點還低。

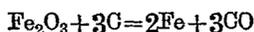
一〇三 天然間金屬的產出

天然間呈遊離體的金屬很少，只有鉑，金，銅等幾種。此外大多數和他種元素化成氧化物或各種酸的鹽，最普通的像硅酸鹽碳酸鹽硫化物及硫酸鹽氯化物等。凡天然間的無機物都叫礦物；可提取有用物質的礦物則叫這種物質的礦石 (Ore)。

一〇四 金屬的提煉

從礦石中提煉金屬的方法稱爲此金屬的冶金術 (Metallurgy)。各種金屬的冶金術，雖各有異點，但有幾種方法可以通用。

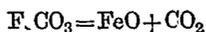
1.用炭還原氧化物：許多金屬成氧化物存在於天然間，倘使取此等氧化物和炭熱到很高的溫度，氧就和炭化合，而金屬遊離流出。例如鐵成氧化物存在於天然間者居多，我們取氧化鐵和炭加熱，牠就依照次示的化學反應遊離分出了。



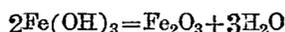
三氧化二鐵 炭 鐵 一氧化碳

還有許多礦石，雖然不是氧化物，也可灼熱之，叫牠變爲氧化物。這種方法就叫煨燒(Roasting)。

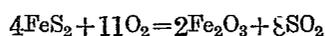
例如



炭還鐵 氧化鐵 二氧化碳



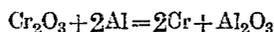
三氫氧化鐵 三氧化二鐵 水



二硫化鐵 氧氣 三氧化二鐵 二氧化硫

以上生成的 FeO 及 Fe_2O_3 和炭加熱，使得遊離的鐵質了。

2. 用鋁還原氧化物：有許多氧化物不能被炭還原，我們怎樣提煉牠呢？用鋁代炭便可。例如煉鉻的時候，就是用鋁代炭的。



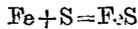
上法的發明家是法國化學家名叫哥德士密特，所以稱牠叫哥德士密特氏法 (Goldschmidt's Method)

3. 電解 最近精煉金屬，在電價低廉的地方，多用電解法。就是把電流通入適當鹽類的溶液中，鹽類就起分解，金屬沈積於陰極，可以分出。

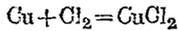
一〇五 製造金屬化合物

金屬的化合物很多，牠們的性質又種種不同，製造的方法當然千差萬別。但有幾種原理是製造金屬化合物時通用的。我們倘能了解此種原理，即可免却許多時間和許多心血去記憶各種細目了。現在把幾種通用的方法開在下面：

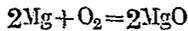
1. 二種元素直接化合：把二種元素混和，加熱，便得。例如鐵和硫加熱得硫化鐵 (FeS)。銅在氯氣中加熱得二氯化銅 (CuCl₂)。鎂於空氣中得一氧化鎂 (MgO)。牠們的化學變化，開示如下：



鐵 硫 硫化鐵



銅 氯 氯化銅



鎂 氧 一氧化鎂

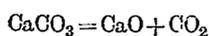
2. 化合物的分解：可用熱或并用熱及還原劑使化合物分解。例如金屬的硝酸鹽加熱，則得金屬的氧

化物。茲示硝酸銅的分解如下：



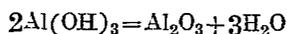
硝酸銅 氧化銅 二氧化氮 氧氣

金屬的碳酸鹽分解，則得金屬的氧化物。例如碳酸鈣加熱，則依照次示的方程式分解：



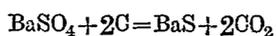
碳酸鈣 氧化鈣 二氧化碳

又氫氧化物灼熱，則分解為氧化物和水。例如



三氫氧化鋁 三氧化二鋁 水

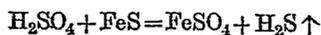
硫酸鹽加炭灼熱，牠即還原，變成硫化物。例如硫酸鋇和炭加熱，變為硫化鋇和二氧化碳。



硫酸鋇 炭 硫化鋇 二氧化碳

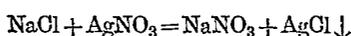
3. 溶液中反應

(a) 生成一種氣體逃出溶液，例如：



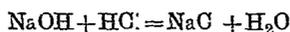
硫酸 硫化鐵 硫酸鐵 二硫化氫(氣體)

(b)生成不溶的固體沈下，例如：



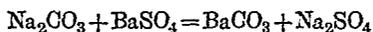
食鹽 硝酸銀 硝酸鈉 氯化鈉(沈澱)

(c)二種不同的離子化合生成不電離的分子，例如：



氫氧化鈉 鹽酸 食鹽 水(不電離)

4. 溶化法：世間常有少數物質，既不溶於水中，又不溶於酸中。當著這種情形，我們怎樣叫牠起複分解呢？這個問題，我們也有方法解決，因為這種物質還能溶解於某種液體中，起化學變化。例如硫酸鋇溶解於熔融的碳酸鈉，即能生成碳酸鋇沈澱析出。牠們的反應式開示如下：



碳酸鈉 硫酸鋇 碳酸鋇 硫酸鈉

冷卻以後，放在水中，則生成的硫酸鈉和剩餘的碳酸

鈉均溶於水，但碳酸鈉並不溶解，可用過濾法把碳酸鈉取出。

第十七章 鹼金屬及其化合物

一〇六 鹼金屬 (Alkaline metals)

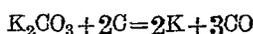
屬於鹼金屬的金屬，有鋰 (Li) 鈉 (Na) 鉀 (K) 銣 (Rb) 鎔 (Cs) 五種，還有一物質叫銨 (NH_4)，牠雖是氮氫二種元素合成的東西，但牠的化學性質和鹼金屬的元素一樣，所以把牠當做鹼金屬中一種元素看待。本屬要推鈉，鉀，銨，最為普通，所以我現在只略述這三種物質和牠們的化合物。

一〇七 鉀的產出和製法

鉀 (Potassium) 常成長石或雲母的成分存在於岩石中。德國斯塔斯佛特鹽 (Stassfurt-salt) 中鉀成氯化物存在，產額豐富。美國加利福尼亞 (California) 海

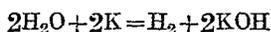
岸的大藻 (Giant algae)，也含有氯化鉀。因岩石破碎成爲土壤，所以鉀鹽到處散布。植物滋長的時候，吸取不少鉀鹽，所以植物燃燒以後，留下的灰中，含有不少碳酸鉀，可做洗滌之用。這是愚夫愚婦都曉得的事實啊！

假使碳酸鉀 (K_2CO_3) 和木炭 (C) 混合，加入鐵甑，強熱，便得鉀的蒸氣了，冷卻之後，凝成固體。



碳酸鉀 炭 鉀 一氧化碳

投鉀入水，水便分解，發生輕氣；



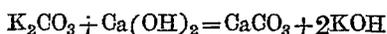
同時發生強熱，所以輕氣便著火燃燒。

一〇八 碳酸鉀 (potassium carbonate)

碳酸鉀 K_2CO_3 通常又叫碳酸加里 (Carbonate of potash)。古來碳酸鉀多從陸生植物灰浸出的水溶液蒸發製得的，但是現今多用氯化鉀依照路布蘭製碳酸鈉的方法製取了。牠的用途和性質與碳酸鈉相同。

一〇九 氫氧化鉀 (Potassium hydroxide)

氫氧化鉀 KOH 又叫苛性鉀 (Caustic potash)。牠的製法就是取碳酸鉀的稀熱水溶液加入石灰水，則生成碳酸鈣和氫氧化鉀。



碳酸鉀 氫氧化鈣 碳酸鈣 氫氧化鉀

但是碳酸鈣是迅速沈澱的物質，可以濾去，只有氫氧化鉀存留於濾液中，倘若把濾液蒸乾，便得白色脆弱的固體了。牠有很大的吸溼性。牠的溶液有強鹼性。

一一〇 氯酸鉀 (Potassium chlorate)

我們要製造氯酸鉀 KClO_3 ，可於苛性鉀的熱濃溶液通入氯氣，便起下示的化學反應：



氫氧化鉀 氯氣 氯化鉀 氯酸鉀 水

溶液冷卻，氯酸鉀便成板狀結晶體析出。

氯酸鉀加熱能發生氧氣，已經在製取氫氧時講過了，所以牠可用做氧化劑。牠混和他種引火之物，便成花火，火柴，爆發物等。醫學上牠的水溶液可用做含嗽劑。

——一 溴化鉀 (Potassium bromide) ，碘化鉀 (Potassium iodide)

溴化鉀 KBr 和碘化鉀 KI 都是立方形結晶體，易溶於水。

溴化鉀可做治療腦病的鎮靜劑；碘化鉀可助人體內部細胞的新陳代謝。二者皆是貴重藥品。

——二 腈化鉀 (Potassium cyanite)

腈化鉀 KCN 是白色固體，易溶於水，能在空氣中潮解，開採金礦的地方，多用牠做溶解黃金的藥品，又可用牠製鍍金或鍍銀的溶液。

一一三 鈉的所在和製法

鈉 (Natrium or Sod'um) 的化合物，廣佈地球各處。海草中含有多量的鈉化合物。鈉化合物中最普通的要算食鹽 NaCl。食鹽是製鈉化合物和氯化化合物的原料。

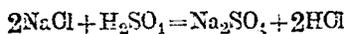
現今鈉的製取，主要是用電解溶融的苛性鈉的方法。

一一四 碳酸鈉 (Sod'um carbonate)

碳酸鈉 Na_2CO_3 又叫碳酸蘇打，是從食鹽製得的各種化合物中最重要東西。製造碳酸鈉的方法，開示如下：

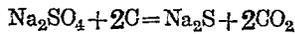
1. 路布蘭氏法 (Leblanc's process)

此法第一步取食鹽和硫酸加熱，



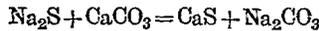
食鹽 硫酸 硫酸鈉 鹽酸

鹽酸是此法的副產物。第二步取硫酸鈉和炭加熱，可得硫化鈉。



硫酸鈉 炭 硫化鈉 二氧化碳

第三步再把硫化鈉和石灰 (CaCO_3) 加熱，便得一



硫化鈉 石灰石 硫化鈣 碳酸鈉

種黑色物質（硫化鈣和碳酸鈉的混合體），叫做黑灰 (Black ash)。我們把黑灰浸在水中，碳酸鈉溶解，硫化鈣不溶，仗著過濾的方法，可把牠們分開，再蒸發濾液，結晶析出的東西，就叫洗滌蘇打 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (Washing Soda)。

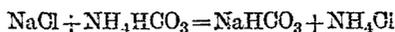
2. 索爾未氏法 (Solvay process)

這個方法是一八六三年比國化學家索爾未發明的，因為用著鹼精，所以又叫鹼精蘇打法 (Ammonia-soda process)。現在英國仍用路布蘭法製造碳酸鈉；美國已全改用索爾未法了。

食鹽的濃溶液中，壓入礶精和碳酸氣，那末礶精及碳酸氣和水作用，生成的酸式碳酸鈣，即刻與食鹽作用，生成易溶於水的氯化鈣和難溶於水的酸性碳酸鈉。

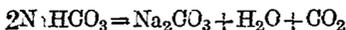


礶精 二氧化碳 水 酸性碳酸鈣



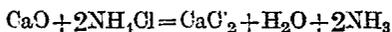
食鹽 酸性碳酸鈣 酸性碳酸鈉 氯化鈣

再把溶液中析出的酸性碳酸鈉加熱，便得碳酸鈉和碳酸氣。



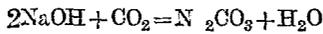
酸性碳酸鈉 碳酸鈉 水 碳酸氣

氯化鈣中加石灰 CaO 熱之，則得再發出礶精，再同碳酸氣作循環的工作，可以反復利用。



3. 電解法 通電流於食鹽的水溶液，陽極發生氯氣，陰極發生鈉素。但是發生的鈉即刻作用於水，變

成苛性鈉，溶解水中，得苛性鈉的溶液，倘使通入碳酸氣，便得碳酸鈉了。



苛性鈉 碳酸氣 碳酸鈉 水

一一五 碳酸鈉的性質和用途

碳酸鈉通俗單叫蘇打。牠的水溶液因為加水分解的結果，有弱鹼性作用，所以可用做中和劑和清淨劑。製造苛性鈉和他種鈉鹽的時候，也用牠做原料，又對於製造玻璃和其他工業，用途很多。

一一六 酸性碳酸鈉 (Sodium bicarbonate)

酸性碳酸鈉 NaHCO_3 俗稱小蘇打。索爾未法製造蘇打時中途得著的物品，有弱鹼性，用製醫藥和飲料，又可用做焙粉 (Baking powder) 的主成分。

一一七 苛性鈉 (Caustic Soda)

苛性鈉 NaOH 又叫氫氧化鈉 (Sodium hydroxide)
。牠的製法和性質與苛性鉀相同，所差者牠的價值便宜，故吾人常常用之。

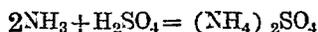
一一八 銨化合物

礆精 NH_3 和水或酸類化合，便得銨化合物，很像礆金屬的化合物。因為這種化合物中有銨 (NH_4) 原子團，牠的化學性質很像礆金屬，溶液中也含銨離子 (NH_4)。

重要的銨鹽像氯化銨 NH_4Cl (Ammonium chloride) 和硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (Ammonium Sulphate) 都是白色固體，加熱，則揮發。牠們的製法很簡單，但通礆精於鹽酸或硫酸中就得了。



礆精 鹽酸 氯化銨



礆精 硫酸 硫酸銨

氯化銻又叫鹼砂 (Sal ammonia)，常用作乾電池的藥劑和化學試藥等。硫酸銻的價值，更比氯化銻便宜，從德國輸入的肥田粉，就是這個東西啊！

第十八章 鹼土金屬

一一九 鹼土金屬 (Alkaline earth metals)

鈣，鋇和鎂等金屬，總稱鹼土金屬。牠們多成化合物存在於天然間。化合物中最多的要推碳酸鹽和硫酸鹽。牠們的性質很是相像，都顯銀白色，通常溫度能分解水，但不似鹼金屬那樣劇烈。

一二〇 鈣 (Calcium)

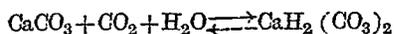
鈣常成碳酸鹽 (方解石或石灰石 CaCO_3) 硫酸鹽 (石膏 CaSO_4) 磷酸鹽 (磷灰石 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) 氟化物 (螢石 CaF_2) 及硅酸鹽 (硅灰石 CaSiO_3) 等分布於地球上。牠是銀白色金屬，比水稍重，在氧氣中能發強

光而燃燒。通電流於熔融的二氯化鈣中 CaCl_2 中，金屬鈣即遊離析出。

—二— 碳酸鈣 (Calcium carbonate)

碳酸鈣 CaCO_3 因為結晶和純否的關係，有方解石，大理石，石灰石，白堊等種種名目。介殼，卵殼，珊瑚，也是碳酸鈣。

牠幾乎不溶於水，但含有碳酸氣的水就能溶解了。我們倘若把這種溶液加熱，蒸散碳酸氣，碳酸鈣又沈澱析出。



碳酸鈣 碳酸氣 水 酸性碳酸鈣

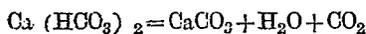
天然水含有少量的碳酸氣，所以流到石灰岩地方，發揮牠的溶解的威力，造成很大的石窟。像江蘇省宜興縣的張公洞就是牠經營的成績的一例。

倘使溶解碳酸鈣的水，灌入汽罐加熱，則碳酸鈣沈澱，附著汽罐內面，妨礙熱的傳導，往往釀成汽罐

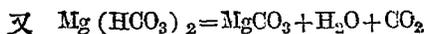
炸裂的災難。這種附著汽罐的碳酸鈣名叫鍋垢(Boiler scale)。石筍石鐘乳的生成，其理由和鍋垢相同。

一二二 硬水和軟水

含有鈣鹽和鎂鹽的水名叫硬水(Hard water)，否則就叫軟水(Soft water)。但是含有酸或碳酸鹽的硬水，加熱煮沸，牠們都成正碳酸鹽沈澱析出。例如：



酸性碳酸鈣 碳酸鈣(沈澱) 水 碳酸氣

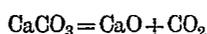


酸性碳酸鎂 碳酸鎂(沈澱) 水 碳酸氣

於是水就變軟，所以叫做暫時硬水(Temporary hard water)。至於水中含有鎂或鈣的硫酸鹽，則雖煮沸，也不沈澱，所以叫做永久硬水(Permanent hard water)。

一二三 生石灰和消石灰

我們把碳酸鈣加強熱，牠就分解為碳酸氣和一氧化鈣 CaO 。一氧化鈣又叫生石灰 (Quick lime)。

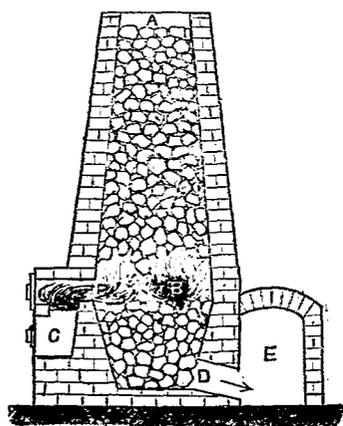


碳酸鈣 生石灰 碳酸氣

最近製造生石灰的爐，如第二十九圖，石灰石從 A 口裝入，C 處發生的火焰 B B' 上昇，燒灼石灰石之後，生石灰從 D 口搬到冷却室 E。

生石灰是白色固體，沒有電爐的強熱，不能溶解牠。加水，牠就發生多量的熱，化成白

色之塊名叫二氫氧化鈣 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 又叫消石灰 (Slaked lime)。消石灰中加水，則生成乳狀的石灰乳 (Milk



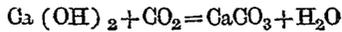
第 二 十 九 圖

of lime) ，再加多量的水，放置少時，取得上層的澄清溶液，這叫石灰水 (Lime water) 。石灰水中含二氫氧化鈣少許，呈鹼性反應。

消石灰的用途很大，可做肥料，漂白粉，三合土等原料。

一二四 三合土 (Mortar) 和灰泥 (Plaster)

三合土是溼消石灰和砂的混合物。假使牠塗在建築物的表面，消石灰徐徐從空氣中吸收碳酸氣，變為堅硬的石灰石了。

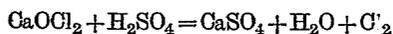


砂用做三合土的實體，防止三合土過於收縮。灰泥是溼消石灰和毛的混合物，毛的作用，在增加牠的團結。

一二五 漂白粉 (Bleaching powder)

二氫氧化鈣中，通入氯氣，則得一種白色固體，

名叫漂白粉。牠的分子式是 CaOCl_2 ，所以又叫氯化石灰 (Chloride of lime)，又簡單稱叫漂粉。漂白粉和酸作用，即刻放出綠氣。



漂白粉 硫酸 硫酸鈣 水 綠氣

漂白粉可做漂白劑，消毒劑，和潔淨城鎮自來水之用。棉布等可用漂白粉漂白，但不可用牠漂白絲絹和草帽綆等，因為牠能損害此等物質之故。

一二六 硫酸鈣(Calcium sulphate)

天產的硫酸鈣 CaSO_4 含結晶水二分子 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 通稱石膏 (Gypsum)。湖北應城縣產量很多，可用作造紙的填料和肥料的成分。

巴黎石膏 (CaSO_4)₂· H_2O (Plaster of Paris) 是白色粉末，在攝氏 125 度以下燒熟石膏即得。加水便成黏塊，但硬化很快，所以可做模型塑像粉筆等用。

一二七 鈣的磷酸鹽

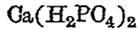
鈣和磷酸可成各種之鹽。牠們的名稱和分子式開示如下：

磷酸鈣 (Calcium phosphate)..... $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

磷酸氫鈣 (Calcium monohydrogen phosphate)



重磷酸氫鈣 (Calcium dihydrogen phosphate)



磷酸鈣天然間概成磷灰土礦 (Phosphorite)，又為磷灰石的成分，江蘇海州錦屏山產之；骨骼的主要礦質成分也是磷酸鹽。

植物生長的時候，最重要的食物，約有三種：(1) 含氮物質(2) 鉀的化合物(3) 鈣的磷酸鹽。

磷酸鈣須加硫酸，製成過磷酸石灰 (Super-phosphate) 方成有價值的肥料，前已講過了。

第十九章 鎂族金屬和其化合物

本族包括鎂，鋅，鎳和銻四元素

一二八 鎂的所在和性質

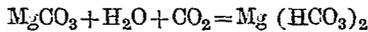
鎂 (Magnesium) 多成碳酸鹽或硅酸鹽分布地球上，牠的分量僅次於鈣。通入電流於熔融的氧化鎂，鎂就遊離析出於陰極，鎂的比重1.75，融點 633°C，是銀白色的輕金屬，加熱則燃，放強光，對於化學變化的力量很強。暗處照相常用鎂光，又用作火花。燃燒之後，變成白色灰狀的一氧化鎂 MgO (Magnesium oxide)。

一二九 一氧化鎂

一氧化鎂又稱苦土 (Magnesiä)，或稱煨製苦土 (Magnesia usta)。牠的性質和石灰相同之點甚多，可燒碳酸鎂 $MgCO_3$ 製之。牠是極輕的白色粉末，雖然熱到極高溫度，也不改變，所以可用做坩鍋，和火爐的襯壁。

一三〇 碳酸鎂 (Magnesium carbonate)

碳酸鎂 $MgCO_3$ 常成菱苦土石 (Magnesite)，存在於許多地方，又和碳酸鈣相連生成白雲石 $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ 。牠也能溶解於含碳酸氣的水中，和碳酸鈣相同。



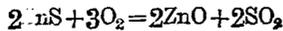
鎂鹽的溶液中，加碳酸鈉，便得白色鹽基性的碳酸鹽沈澱，名叫白苦土 (Magnesia alba)，可充化粧品和藥劑之用。

一三一 二氯化鎂 (Magnesium Chloride)

粗製食鹽中常含二氯化鎂 $MgCl_2$ 。二氯化鎂有苦味及潮解性，因之食鹽也會潮解。

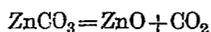
一三二 鋅的所在製法和性質

鋅常成方鋅礦 ZnS 赤鋅礦 ZnO 菱鋅礦 $ZnCO_3$ 鋅鐵礦 $ZnO \cdot Fe_2O_3$ 硅酸鋅礦 Zn_2SiO_4 存在於天然間。把菱鋅礦或方鋅礦灼熱，便得氧化鋅。



化 學 A B C

方鈔礦 氧氣 一氧化鋅 二氧化碳



菱鈔礦 一氧化鋅 二氧化碳

再把煤屑和氧化鋅裝入粘土甌中，加熱，金屬鋅即遊離放出。



一氧化鋅 炭 鋅 一氧化炭

鋅是藍白色金屬，有光輝，富展延性，比重7.2，融點419°C，在空氣中灼燒，得藍色火焰。鋅在乾燥空氣中，沒有變化，接觸溼氣，則外表生成薄層，並不剝落，可防變化延及內部，所以可製種種用具。鐵板鍍鋅，俗稱洋鐵皮，常用蓋屋。鋅和酸作用，放出氫氣，又可製洋銀及電極。

一三三 一氧化鋅(Zinc oxide)

我們把碳酸鋅 (Zinc carbonate) 灼熱，或者燒鋅於空氣中，便得一氧化鋅 ZnO。牠是白色粉末，所以

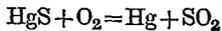
又叫鋅白 (Zinc white) ，雖然遇著硫化氫，也不變色，可代鉛白之用，是貴重的白色顏料。

一三四 硫酸鋅 (Zinc Sulphate)

我們製取氫氣的時候，鋅和稀硫酸作用之後，蒸乾溶液，便得白色結晶的硫酸鋅 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ，又叫皓礬 (White vitriol) ，可做防腐劑，供醫藥之用（例如眼藥）。

一三五 汞的製鍊性質和用途

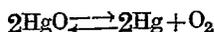
汞主要成辰砂 HgS 天然產出。我們要從辰砂提鍊汞的時候，可把牠放在爐中灼熱，便生二氧化硫和汞的蒸氣。



辰砂 氧氣 汞 二氧化硫

再把混合氣體導入冷室，汞的蒸氣便凝成液體。常溫的時候，汞是唯一的液狀金屬，比重 13.56 ，能溶解

許多金屬，生成合金，名叫錄膏 (Amalgam)。錄可製寒暑表，氣壓表及許多科學上的儀器，又可做種種醫藥的原料。牠在常溫的時候，不受空氣作用，但熱到攝氏三百度以上，牠就變為赤色的一氧化錄 HgO (Mercuric oxide) 了。再加高熱，氧化錄又分解為錄和氧氣，所以一氧化錄的生成和分解也是可逆反應的一例。



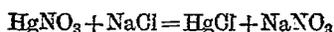
一三六 二氯化錄 (Mercuric chloride)

二氯化錄 HgCl_2 又叫昇汞 (Corrosive sublimate) 是白色針狀的結晶體，能溶於水，有劇毒，服用少量，亦可致死，所以可做消毒劑及防腐劑之用。

一三七 一氯化錄 (Mercurous chloride)

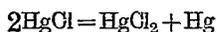
一氯化錄 Hg_2Cl_2 通常又叫甘汞 (Calomel)，不溶於水或酸類。取錄鹽溶液和氯化物溶液相加，便得一

氯化汞的白色沈澱。例如：



硝酸亞汞 食鹽 一氯化汞 硝酸鈉

甘汞可做利尿劑和瀉劑，但曝於日光，牠就分解為金屬汞，和劇毒的昇汞，所以甘汞，應貯藏於黑色瓶中。



甘汞 昇汞 汞

一三八 一硫化汞 (Mercuric Sulphide)

一硫化汞 HgS 和天產的辰砂是同一物體。汞與硫混合加熱即得。自古以來我國常用的朱就是這個東西，所以有銀朱或朱砂的名稱。因為湖南辰州地方出產這個東西，所以又叫辰砂。

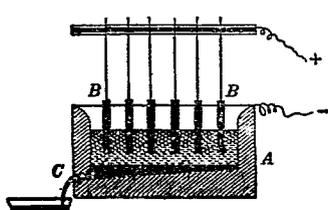
第二十章 鋁及其化合物

一三九 鋁的產出和提鍊

化 學 A B C

自然界中沒有未化合的鋁 (Aluminium)。牠在地球上的分量，僅次於氧及硅。牠主要成硅酸鹽組成岩石或土壤的大部分，所以我們無論到什麼地方，任便拾一片瓦，取一撮土，其中都含著多量的鋁元素。

西歷一八八六年美國化學家荷爾氏 (C. M. Hall) 發明電解鍊鋁以來，鋁的價值大見低廉。第三十圖取冰晶石，納於鐵箱 A，通入電流，使電流的熱度可以熔解冰晶石，再取



第 三 十 圖

三氧化二鋁 (Al_2O_3) 溶解於已融的冰晶石中，牠即分解為鋁及氧。液體的鋁比冰晶石重，所以沈至器底，從 C 口流出。

一四〇 鋁的性質和用途

鋁是錫白色金屬，質堅硬，甚輕，所以用作飛機

，汽車，腳踏車，軍中用具，和理化儀器，不易氧化，接觸溫空氣，僅在表面生一種極薄的氧化層，不再向裏面進行。幾乎不受硝酸或稀硫酸的侵蝕，但和鹽酸作用，可得氯化鋁。鋁和銅的合金名叫鋁銅 (Aluminium bronze)，帶黃金色，市上的假金飾，大約是此物製的。

一四一 三氧化二鋁(Aluminium oxide)

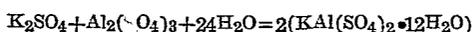
剛玉 (Corundum) 就是純粹的三氧化二鋁，倘使攙雜少許雜質，因而著色者，有藍寶石 (Sapphire) 紅寶石 (Ruby) 黃玉 (Topaz) 和東方紫水晶 (Oriental amethyst) 等名目了。在實驗室中可用三氧化二鋁製成種種寶石，這叫人造寶石 (Artificial gems)。其成分和性質，實際和天然寶石相同。

一四二 明礬 (Alum)

通常的明礬是硫酸鋁 (Aluminium Sulphate) 和硫

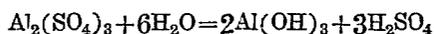
化 學 A B C

酸鉀 (Kalium Sulphate) 相合的正八面結晶體。牠的成分是 $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 。



硫酸鉀 硫酸鋁 水 明礬

明礬易溶於水，牠的水溶液呈酸性反應。因為明礬中的硫酸鋁和水作用，生成硫酸和三氫氧化鋁，但硫酸是強酸性，三氫氧化鋁是弱鹼性，結果酸性勝，所以有酸性反應。這個也是加水分解的一例。



硫酸鋁 水 三氫氧化鋁 硫酸

生成的三氫氧化鋁是膠狀沈澱，最初佈滿水中，徐徐同水中穢質凝結下沉，所以明礬有淨水的功效。牠又可用做媒染劑，且製紙，製藥時亦用之。

一四三 硅酸鋁和其應用

硅酸鋁 (Aluminium Silicate) 和其他硅酸鹽結合，形成許多礦物，最普通的要算長石 KAlSi_3O_8 和雲

母 $\text{Al}_3\text{KH}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ 等。牠們和石英組成花崗石的成分。地球上到處有牠們的踪跡。牠們遇著雨露的浸潤，溫度的變化，和二氧化碳氣體的作用，漸漸底破碎分裂。分解成硅酸鉀者被水溶解洗去；分解成硅酸鋁者就成陶土 (Kaolin)，是一種軟柔膠粘的礦物。硅酸鋁夾雜其他物質則叫黏土 (Clay)。

一四四 陶瓷器

取純粹的陶土，長石和石英等適當混合以後，研成粉末，加水調拌，便成柔韌之泥。用模或適當機器製成各種坯形，待坯乾硬之後，便裝入窯中加熱，即得粗瓷 (Bisque)。粗瓷是多孔的物質，必待施釉以後，方切實用。什麼叫釉藥呢？一般釉藥是取矽石，長石及各種金屬氧化物的混合物，研成粉末，和水成漿，塗在粗瓷表面，乾後加熱，牠便在瓷面成一種光滑的薄層了。

瓷器上的繪畫，或作於坯上，或作於釉上，燒之

，顏料便熔入釉藥中。

用純粹陶土製坯，高熱以後，便成白色半透明的東西，這叫瓷器；用不純粹的陶土製成的坯，加熱以後，質粗，不透明，這叫陶器。像江西景德鎮的出品，大都屬於瓷器一類；其粗雜的可稱陶器；又像宜興的紫泥，夾雜氧化鐵，也是陶器一類。

一四五 磚和瓦

取含鐵的黏土，範成各種大小形狀的磚和瓦，裝入窯中燒之便得。又有一種叫耐火磚瓦，牠們就是用耐火性的純粘土燒成的。

一四六 水泥 (Cement)

水泥是用粘土和石灰石混合，燒熱以後研成的粉末。牠的主要成分，是硅酸鈣，硅酸鋁，及鐵鹽加水調成泥漿，硬化以後，無論在空氣中或水中均不能變更牠的硬性，所以牠在近世土木工程上，占了很重要

位置。水泥的種類很多，最重要的要算波特蘭水泥（Portland cement）。牠的主成分和百分率開示如下：

SiO_219—26%	M_2O 0—5%
Al_2O_34—11%	SO_3 ... 0—2.5%
Fe_2O_32— 5%	$\left. \begin{array}{l} \text{Na}_2\text{O} \\ \text{K}_2\text{O} \end{array} \right\} \dots 0—3\%$
CaO58—67%	

水泥混和碎石及砂，便叫混凝土（Concrete）。欲使其強度更大，再加鐵條於水泥中者，便叫鐵筋混凝土（Reinforced concrete）。

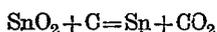
凡製造陶器，瓷器，磚，瓦，水泥等工業都叫窯業。

第二十一章 錫鉛和牠們的化合物

一四七 錫的產出和提煉

錫大都成錫石 SnO_2 天然存在。馬來羣島雲南等處產出甚多。倘和木炭共同加熱，錫便遊離分出。牠

們的化學反應，開示如下：



一四八 錫的性質和用途

純錫是白色軟性的金屬。牠的外形及光澤都同銀相似，容易熔解，富於展性，可以錘成極薄的錫箔（Tin foil）。浙江地方就產多量的錫箔，用做冥鏹，各地的紙舖內，多有出售。常溫常壓之下，錫不受空氣或溼氣的侵蝕，所以錫可做種種器具，又可製馬口鐵（Tin plate）。馬口鐵是什麼東西呢？是用薄鐵片浸入已熔的錫液中就成了。馬口鐵可製屋頂，罐頭，烹飪器具，和其他家庭應用物件。

一四九 錫的化合物

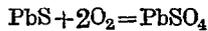
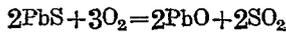
錫生二列的化合物：第一是二價的化合物，第二是四價的化合物，例如二氯化錫 SnCl_2 一硫化錫 SnS 一氧化錫 SnO 和四氯化錫 SnCl_4 二硫化錫 SnS_2 二氧化

錫 SnO_2 等是。

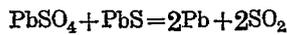
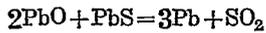
一五〇 鉛的產出和提煉

鉛大都成硫化物 PbS 產出名叫方鉛礦 (Galenite)

。現在市上一切販賣的鉛幾乎完全從方鉛礦提煉出來的。從方鉛礦煉鉛的方法，先煨燒硫化物，使牠變為氧化物和硫酸鹽。牠們的化學反應，開示如下：



再隔絕空氣熱之，則起下示的化學變化，金屬鉛分離。



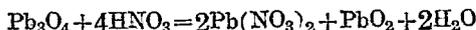
一五一 鉛的性質和用途

鉛是重金屬，融點 327.4 度，在常溫常壓之下，不受空氣的氧化。牠的用途很多，最重要的要算蓄電

池，水管，各種合金和顏料。

一五二 鉛的化合物

鉛在平常溫度，雖不受空氣的氧化，但加熱，便成淡黃色的一氧化鉛 PbO ，又叫鉛黃 (Massicot)。倘使拿鉛或鉛黃置空氣中，高熱，即得赤色粉末名叫鉛丹 Pb_3O_4 (Red lead)。用做漆裏鐵料的顏料。鉛丹加硝酸熱之，便得二氧化鉛 PbO_2 。牠的化學反應，開示如下：



二氧化鉛是櫻色粉末，一部分養氣極易放出，與二氧化錳和二氧化錒都是優良的氧化劑。天然產出的碳酸鉛 (Lead carbonate) 名叫白鉛礦，加於鉛鹽的溶液中，便得鹽基性碳酸鉛 $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ (Basic lead carbonate)。古來用做鉛白 (White lead) 的主成分。倘使把鉛黃溶解醋酸之中，便得醋酸鉛 $Pb(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3H_2O$ (Lead acetate)。味甜，所以又叫鉛糖 (Sugar of

lead)。

第二十二章 鐵鈷鎳和牠們的 化合物

一五三 鐵的產出

人類對於鐵元素的發見很早，但是除了隕石之中，牠沒有在地球上遊離產出的。主要的鐵礦是赤鐵礦 Fe_2O_3 磁鐵礦 Fe_3O_4 菱鐵礦 FeCO_3 褐鐵礦 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 等。除了以上幾種之外，還有鐵的硫化物，不過在現在經濟上技術上還不能把牠煉鐵啊！凡岩石及泥土中無有不含著鐵的。植物的葉綠素，動物的血素中，鐵也是不可缺少的東西。

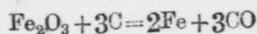
一五四 冶鐵

冶鐵是近世最重要的冶金工業。產量之鉅，莫可與京。我國用新法冶鐵的地方，首推石灰窯，漢冶萍

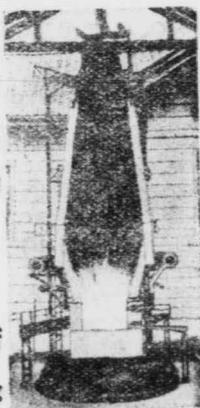
新廠，次則漢陽舊廠，及遼寧省鞍山，本溪湖中日合辦的製鐵所。冶鐵的實際作業雖很複雜，牠的理論却很簡單。

(一)原礦倘若不是鐵的氧化物，應該放在空氣中燒之，教牠變成氧化物。例如燒炭酸鐵便放出炭酸氣變成氧化鐵。

(二)把氧化鐵和焦煤及石灰石裝入熔鐵爐燒之，氧化鐵還元，放出二氧化碳，鐵分離流出。石灰石與混於原礦中的土砂共同熔融，變為熔滓。熔鐵爐的上半的氧化鐵，其大部分是被爐的下部昇上的一氧化碳所還元，牠們的化學反應開示如下：



熔鐵爐的斷面如第三十一圖所示，從熔鐵爐流出的鐵叫銑鐵 (Pig iron)，又叫鑄鐵 (Cast iron)。



第三十一圖

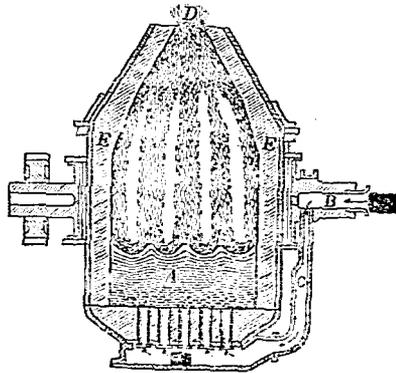
銑鐵中含有炭 (2.3—4.5%)，及硅，硫，磷少許。一部分的炭和鐵化成炭化鐵；他部分的炭則成石墨。

銑鐵很硬而脆，無彈性，熔點約 1150°C，不能鍛接，但很易用砂型範成各種器物，又充製鋼的原料。

一五五 鍊鋼

近世鋼的用途，比銑鐵廣得多。鍊鋼的方法，普通有酸性柏塞麥法及鹽基性開爐法兩種：

(a)酸性柏塞麥法 (Acid Bessemer process) 此法是西歷一八八〇年間發明的，有一卵形可以迴轉的大坩鍋名叫轉爐 (Converter)

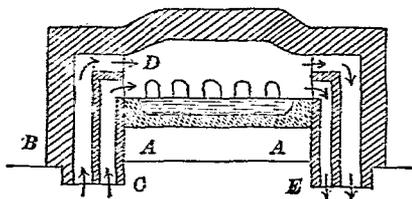


第 三 十 二 圖

，像第三十二圖的模樣。爐中約熔二十噸左右的銑鐵。
○把高壓的空氣從底部送入，大約經過二十分鐘光景，銑鐵中所含炭素及其不純物質，次第除去，再加若干銑鐵，便可得任意分量的鋼鐵了。用這個方法鍊鋼，很是迅速。

(b)鹽基性開爐法(Basic open-hearth process) 鹽基性開爐法又叫西門士馬丁法。用第三十三圖所示的裝置，有一廣大

的平爐，內砌石灰石或白雲石。把熱氣導入，強熱銑鐵，則銑鐵中的



第 三 十 三 圖

炭等氧化。磷，硫，硅的養化物也同石灰結合，成爲熔滓，浮在鐵上。此法每次可得鋼約五十噸，爲經八小時之久，比柏塞麥法所要的時間長得多。但鋼的品質甚良，又是此法的長處。

一五六 鋼合金 (Alloy steel)

我前已講過，鐵中含少量的炭，牠的性質便大變了。倘使鐵中加入其他元素，也可得各種特殊的鋼。像錳，硅，鎳，鉛，錫，鈮及鑽就是通常加入的元素。主要鋼合金的成分和牠的用途，開示如下：

甲板鋼，鎳鋼……3.5%鎳

甲板鋼及彈丸……3.5%鎳，2.5%鉛

防盜保險箱……12.0%錳

高速車床用具……5.0%鉛，8—24%錫

車軌及鋼模……0.1%鑽

汽車的彈簧及車軸……0.2%鈮，3.5%鎳，
0.75%鉛，0.4%錳

電極及酸的蒸餾甌……12—15%硅

一五七 鐵的化合物

鐵成二系的化合物：第一系化合物的鐵是二價，

通常叫牠亞鐵化合物；第二系化合物的鐵是三價，通常叫牠鐵化合物。亞鐵化合物之例如一氧化鐵 FeO (Ferrous oxide) 一硫化鐵 FeS (Ferrous sulphide) 硫酸亞鐵 FeSO_4 (Ferrous sulphate) 炭酸亞鐵 FeCO_3 (Ferrous carbonate) 等；鐵化合物之例如三氧化二鐵 Fe_2O_3 (Ferric oxide) 三氫氧化鐵 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (Ferric hydroxide) 三氯化鐵 FeCl_3 (Ferric chloride) 硫酸鐵 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (Ferric Sulphate) 等。

一五八 鈷和鎳

鈷 (Cobalt) 和鎳 (Nikel) 常與鉍及硫成化合物，存在於含鐵，銅的礦石中。牠們的外形像銀，有強光澤，比鐵重，鎳幣含銅75%及鎳25%，鎳鋼含鎳35%，他們的鹽類略示如下：

硝酸亞鈷 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$... 赤紅色

二氯化鈷 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$... 赤紅色

一硫化鈷 CoS 黑色沈澱

硫酸鎳 $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 綠色結晶

硝酸鎳 $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 有潮解性的綠色結晶

硫化鎳 NiS 黑色沈澱

第二十三章 銅銀金和其化合物

一五九 銅的產出和提煉

銅 (Copper) 雖有成自然銅存在的，但大都和氧或硫化物產出。例如黃銅礦 Cu_2FeS_2 赤銅礦 Cu_2O 硫銅礦 Cu_2S 可稱主要的銅礦。

普通的銅多從黃銅礦提煉的，先燒於空氣中，使牠變成氧化物，再用含硅酸的熔劑，使與氧化鐵化合，成渣滓除去。氧化銅還元便得粗銅，可用電解法精製之。

一六〇 銅的性質和用途

在乾燥空氣中，銅不變化，但在溼氣中，則漸漸變

成綠青 (Verdigris)，得鹽基性碳酸銅 $\text{CuCO}_3\text{Cu}(\text{OH})_2$ 。
○銅在空氣中強熱，則得黑色氧化銅。銅如溶解於硫酸，可得硫酸銅 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (Copper sulphate) 的青色結晶，又叫膽礬 (Blue vitriol)。膽礬用做顏料的原料，電池，鍍銅液及農業上的殺蟲劑。

銅用做電機及日用器具，範圍甚廣。

一六一 銀的產出性質和用途

雖有遊離產出的銀，但牠主要成硫銀礦 Ag_2S 存在於天然間。方鉛礦中也有微量的硫化銀。牠在空氣中，不受氧化作用，常呈美麗的光澤。因為他的產量頗少，所以可算貴金屬 (Noble metal) 之一，常做裝飾品和貨幣等。

一六二 銀的化合物

銀溶解於硝酸，則發生一氧化氮之氣體和硝酸銀 AgNO_3 (Silver nitrate) 的結晶。硝酸銀可做照相的感

光板和外科的塗傷藥。銀鹽溶液中加入氯化物，碘化物，和溴化物，便得氯化銀 AgCl (Silver chloride) 的白色沈澱，碘化銀 AgI (Silver iodide) 和溴化銀 AgBr (Silver bromide) 的淡黃沈澱。此等沈澱受著日光，則有一部分解，變成紫黑色。照相之理，即基於此。

一六三 金 Au (Gold)

遊離的山金，產在石英中；砂金混於河底的砂中。牠不受空氣和溼氣的作用，常常保着美麗的黃色，質甚軟，混銅或銀可製飾品或貨幣。

第二十四章 週期律 放射性元素

一六四 週期律 (Periodic law)

把化學性相似的各單體，或能生相似化合物的各元素，組成一族 (Family)。如次表把各元素順著他們的原子量的順序排列起來，可見相似的元素同在一個

縱列。各元素隔著一定數的元素，又回到同性質的元素，是個週期變遷，所以叫做週期律。上文沒有講過

週 期

	空 活 氣 中 之 元 素	鹼 金 屬 族	鹼 土 金 屬 族	稀 土 金 屬 族
列 \ 族	0	I	II	III
1			H(氫) 1.	
2	He(氦) 4.	Li(鋰) 7.	Be(鈹) 9.	B(硼) 11.
3	Ne(氖) 20.	Na(鈉) 23.	Mg(鎂) 24.	Al(鋁) 28.
4	Ar(氬)← 40.	→K(鉀) 39.	Ca(鈣) 40.	Sc(鈾) 44.
5		Cu(銅) 63.6	Zn(鋅) 65.4	Ga(銻) 70.
6	Kr(氪) 83.	Rb(銣) 85.5	Sr(銻) 87.6	Yt(鈦) 89.
7		Ag(銀) 108.	Cd(鎘) 112.4	In(銻) 115.
8	X(氡) 130.	Cs(銻) 133.	Er(釷) 137.4	La(鎳) 139.
9		Gd(鈰) 157.	—	Tb(釷) 159.
10				Yb(釷) 172.
11		Au(金) 197.	Hg(銻) 201.6	Tl(鉛) 204.
12	Ni(鎳) 222.4	—	Ra(鐳) 226.0	—
鹵素元素(X)化合物與氧素化合物	無	RX	RX ₂	RX ₃
高級氧化物	無	R ₂ O	RO	R ₂ O ₃
原 子 價	0	1	2	3

第二十四章

的元素，他們的性質，觀週期表上同列的他元素的性質，可以推知的。

表 \leftarrow 原子最相近 \rightarrow
 \leftarrow 由性質之關係觀之應變更的順序

稀 炭 金 屬 族	稀 氮 金 屬 族	氧 族	造 鹽 元 素 族	原 子 最 相 近 的 三 個 組 之 元 素
IV	V	VI	VII	VIII
C(炭) 12.	N(氮) 14.	O(氧) 16.	F(氟) 19.	
Si(硅) 28.	P(磷) 31.	S(硫) 32.	Cl(氯) 35.5	
Ti(鈦) 48. Ge(鎢) 72.5	V(鈮) 51. As(砒) 75.	Cr(鉻) 52. Se(硒) 79.	Mn(錳) 55. Br(溴) 80.	(鐵)(錳)(鎳) Fe Co \leftrightarrow Ni 56. 59. 58.7
Zr(鈷) 90.6 Sn(錫) 119.	Cb(鈷) 93.5 Sb(銻) 120.	Mo(鉬) 96. Te(碲) \leftarrow \rightarrow I(碘) 127.5 127.	—	(鈾)(鈾)(鈾) Ru Rh Pd 101.7 103. 105.7
Ce(鈰) 140. —	— Er(鐿) 168.	Nd(釷) 144. —	Sm(釷) 150.43 —	
— Pb(鉛) 207.	Ta(鎢) 181.5 Bi(鉍) 208.	W(鎢) 184, —	— —	(銻)(銻)(鈾) Os Ir Pt 191. 193. 195.
Th(鈷) 232.1	—	U(鈾) 238.2		
RX ₄ RH ₄	RH ₃	RH ₂	RH	
RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	R ₂ O ₇	RO ₄
4	3, 5	2, 6	1, 7	

一六五 放射性元素

週期表最下橫列釷 (Th) 及錒 (U) 的單體及其化合物，皆具有一種性質，名叫放射能 (Radioactivity)。

◦ 他放射一種綫，能透黑紙，薄金屬板，感光於照相的種板，電離空氣，使鉑鍍化鋇發光。法國克黎夫人 (Mme Curie) 從錒礦中煉得一新元素名叫鐳 (Radium)。

◦ 他的放射能更強，不絕放射 α ， β ， γ 三種之綫。

◦ 放射性元素的放射綫有療病的效能，而鐳化合物對於此物體更有劇烈的作用。

像錒釷鐳等元素何故牠們會發出放射綫呢？因為此等元素的原子量很大，所以就崩壞次第變成小原子量的元素。好像大國分裂，變成幾個小國；大家庭分裂，組成幾個小家庭的樣子呀！

理 化

初中物理學……………巽昂雲編 一冊九角

高中物理學……………傅 溥編 一冊 角

叢書 ABC 物理學 ABC……………周毓莘著 一冊五角

初中化學……………錢夢渭編 一冊九角

高中化學……………吳治民編 一冊 角

叢書 ABC 化學 ABC……………周毓莘著 一冊五角

叢書 ABC 日常化學生活……………周毓莘著 一冊五角

叢書 ABC 電 學 ABC……………王剛森著 一冊五角

叢書 ABC 日常電氣生活……………周毓莘著 一冊五角

世 界 書 局 出 版

華東合作圖書館

圖書號碼		登錄號數	
340		普新254	
820		著者：周毓莘	
書名：化學ABC			
借書證 號數	借出 日期	交還 日期	借書證 號數

化 學 A B C

平裝五角 精裝六角

(外埠酌加郵費匯費)

著 作 者 周 毓 莘

出 版 者 A B C 叢書社

印 刷 者 世 界 書 局

發 行 者 世 界 書 局

發 行 所 上海 世 界 書 局

中 華 民 國 十 九 年 十 二 月 初 版
中 華 民 國 二 十 年 十 一 月 再 版

