





# 化 學 彙 解

王 箴 編

中華民國二十三年十二月初版

(52728)

化學彙解 一冊

每冊定價大洋壹元肆角

外埠酌加運費匯費

編纂者 王 箴

發行人 王 雲 五  
上海河南路

印刷所 商務印書館  
上海河南路

發行所 商務印書館  
上海及各埠

版權所有  
翻印必究

(本書校對者林仁之)

◆B五八四〇

雙

## 編輯大意

(1) 化學一科,至爲繁複,學者每感難解強記之苦。本書由多年教授經驗編輯而成,以使學者免除困苦而能融會貫通爲目的。

(2) 大學普通化學及高中化學現在通用教本,悉經將其最新版詳細參考,提綱挈領,分別彙述,故本書可供大學及高中參考之用。

(3) 本書用歸納法分章敘述,各族元素依週期表程序而進,對於異同之點,特別注意,故概說及試驗法兩項,尤爲詳盡,並用參考引證法(§指參考某節言),以便學者自行研究。

(4) 化學名詞暨基本定義定律,均中英文並用,書末附有由中文而英文之引得及由英文而中文之Index。不論教本爲中文或英文,本書均可適用。

(5) 化學計算法及方程式作法,均經詳細解釋,頗易明瞭。

(6) 本書採用1933年萬國原子量,各項常數,因各教本所載往往不同,故多空白,待學者自填。

(7) 中文化學名詞，悉遵民國二十一年十一月教育部公布之化學命名原則，其已通用而經修改者，亦均附列。

(8) 本書所用參考書如下：

Black and Conant: Practical Chemistry (1929).

Brinkley: Introductory General Chemistry (1932).

Brinkley: Principles of General Chemistry (1933).

Deming: General Chemistry (1930).

Holmes: General Chemistry (1930).

Kendall: Smith's College Chemistry (1929).

McPherson and Henderson: A Course in General Chemistry (1933).

鄒恂立等譯：斯密高等化學通論（二十二年二月）。

鄭貞文：化學（二十二年四月）。

傅式說 胡榮銓 譯：化學概論（二十一年七月）

黃德溥：新中華高中化學（二十二年八月）

吳治民 朱昊飛：高中化學（二十二年八月）

民國二十三年四月 編者識

# 目 次

章 數	節 數	頁 數
一	緒 言	1
二	原 子 分 子	15
三	符 號 式 方 程 式	32
四	氣 體 液 體 固 體	37
五	酸 類 鹽 基 類 鹽 類	58
六	化 學 平 衡	72
七	溶 液	75
八	離 子 化	84
九	金 屬 與 非 金 屬	89
十	週 期 系	105
十一	氫 水	112
十二	氮 族 元 素 空 氣	123
十三	鹼 族 元 素	131
十四	銅 族 元 素	168
十五	鹼 土 族 元 素	204
十六	鋅 族 元 素	244

十七	土族元素	276	153
十八	銦 釷 稀土族元素	296	161
十九	鎳族元素	297	163
二十	鈦族元素	298	164
二十一	碳 矽 錫族元素	299	165
二十二	釩族元素	343	184
二十三	磷族元素	344	185
二十四	鉻族元素	382	205
二十五	氧族元素	391	211
二十六	錳族元素	407	224
二十七	鹵素	420	230
二十八	鐵族元素	426	239
二十九	鉑族元素	439	249
三十	放射性元素	441	251
三十一	碳化氫·烴	446	253
三十二	碳化氫之衍生物	460	262
三十三	電化學	486	279
三十四	膠質化學	495	285
三十五	營養化學	502	289



# 化 學 彙 解

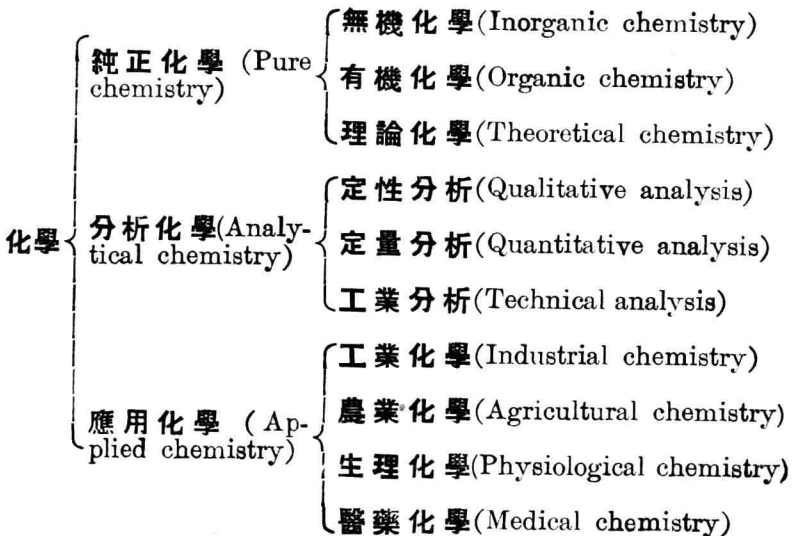
## 第 一 章

### 緒 言

#### 1. 化學(Chemistry).

化學爲研究物質之性質,變化及應用之科學。(Chemistry is the science which treats of the properties, changes, and applications of substances.)

#### 2. 化學之分類.



### 3. 物質(Substance, Matter).

物質大別可分爲純物質(Pure substance)及不純物質(Impure substance).純物質爲均系(Homogeneous system),更可分爲元素(Element)及化合物(Compound).不純物質爲不均系(Heterogeneous system),常稱混合物(Mixture).

**元素.** 一種簡單物質,可單獨存在,亦可存在於化合物中.(One of the simple forms of matter, either free or in combination.)例如氫及氧.

**化合物.** 由二種以上之元素組成之純物質.(A pure substance composed of two or more elements.)例如水及氯化鈉.

**混合物.** 各成分雖互相混和而仍保持其原有性質之物質.(Substances whose components, although mixed, still retain their original properties.)例如火藥.

**兩性物(Amphoterie compounds).** 兼爲酸及鹽基之物質.(A substance which is both acid and base.)(§68).

**異性體(Isomers).** 組成及分子量相同而化學作用不同之物質.(Substances of same composition and molecular weight, but of different chemical behavior.)(§8,內化)

**同序素,同位素(Isotopes).** 原子序相同而原子量不

同之元素。(Elements of same atomic number but of different atomic weights.) 例如銅有原子量63及65兩同序素,銀有原子量107及109兩同序素。

#### 4. 定律(Law).

表明一般事實或一定情態之簡要陳述。(A brief statement describing some general fact or constant mode of behavior.)

#### 5. 理論,定理(Theory).

可用以闡明一切事實之陳述。(A statement which serves to explain the facts.)

#### 6. 性質.

**物理性質,物性**(Physical properties). 不涉及物質可改變之性質。(Properties which may be stated without considering the possibility of transforming a substance into other substances.) 例如色,臭,味等 (§37).

**化學性質,化性**(Chemical properties). 表示物質可改變之性質。(Properties which express the capacity of a substance for being transformed into other substances.) 例如鐵之可銹性,碳之可燃性等。

#### 7. 變化.

**物理變化**(Physical change). 不改變物質組成之變化。(A change which does not alter the chemical composition of a substance.)例如水之結冰,冰之融化等。

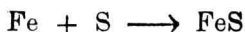
**化學變化**(Chemical change). 改變物質組成之變化。(A change which alters the chemical composition of a substance.)例如鐵之生鏽,碳之燃燒等。

**觸媒**(Catalyst, Catalytic agent). 能改變一反應之速度而其自身終不變之物質。(A substance which aids or retards a reaction without itself being permanently changed.)例如用氯酸鉀製氧中之二氧化錳 (§392)。

**接觸作用**(Catalysis). 有觸媒之反應。(A reaction with a catalyst. 例如氨之合成法,硫酸之接觸法等 (§§349,405)。

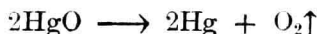
## (8) 化學反應(Chemical reactions).

(1)**化合**(Combination, Direct union). 二物質(或多物質)化合成一物質。(Two or more substances unite to form one substance.)

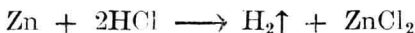


(2)**分解**(Decomposition). 一物質分爲性質互異之二物質(或多物質)。(One substance decomposes into two

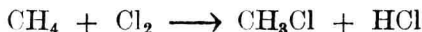
or more substances of different properties.)



(3) **化代**(Displacement). 一元素從一化合物中代出另一元素。(One element displaces another from a compound.)

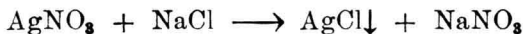


(4) **置換**(Substitution). 一元素與一化合物生他化合物。(An element and a compound react to form other compounds.) (爲化代之一種.)

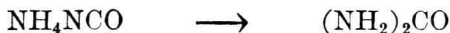


甲烷 (§449)      一氯甲烷 (§449)

(5) **複分解**(Double decomposition). 二物質起作用而生他二物質。(Two substances react to form two other substances.)



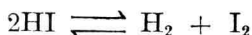
(6) **內化**(Internal rearrangement) 一物質生同分子量之另一物質。(One substance forms another substance of same molecular weight.)



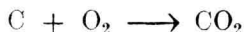
氰酸銨 (Ammonium cyanate)      尿素 (Urea)

(7) **解離**(Dissociation). 可逆反應中之分解。(Decom-

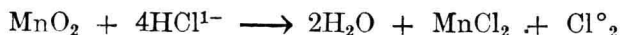
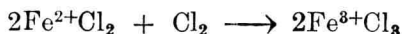
position in a reversible reaction.) (分解與化合兼具.)



(8) 氧化\*(Oxidation). (一) 物質與氧化合. (Substances unite with oxygen.)



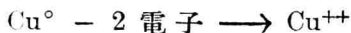
(二) 增加正原子價, 或減少負原子價. (An increase in positive valence or a decrease in negative valence.)



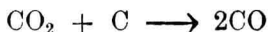
(三) 金屬原子成陽離子. (Metallic atoms form positive ions.)



(四) 失去電子. (Lose electrons.)

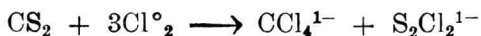
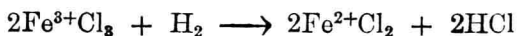


(9) 還原\*(Reduction). (一) 由氧化物奪取氧. (Taking away of oxygen from oxides.)



(二) 減少正原子價, 或增加負原子價. (A decrease in positive valence or an increase in negative valence.)

\* 氧化與還原常同時發生 (§§35, 489)



(三)非金屬原子成陰離子。(Non-metallic atoms form negative ions.)



(四)取得電子。(Gain electrons.)



(10)電解 (§488, 爲分解之一種).

9. 能量常住定律, 能量不滅定律 (Law of conservation of energy).

能雖經種種變化, 不增亦不減. (In all ordinary transformations, energy is neither created nor destroyed.)

例 電可使發光或生熱, 但其能量不變.

10. 質量常住定律, 質量不滅定律 (Law of conservation of mass).

一系中之質量, 不受此系內化學變化之影響. (The mass of a system is not affected by any chemical change within the system.)

例 將黃磷一小片, 盛於密閉器中秤之, 自外加熱使磷燃燒, 俟冷再秤, 則前後質量不生變化.

**11. 定組成定律**(Law of definite composition).

一純化合物中之諸元素,重量間有一定之比。(The ratio by weight of the elements in a pure compound is always the same.)

例 水中氫與氧重量之比,常爲 1 : 8.

**12. 定比例定律** ( Law of definite proportions or constant proportions).

凡參與一化學變化之諸物質,重量間有一定之比 (The proportions by weight of the substances entering into a specific chemical change are fixed and definite.)

例 氧化鎂(MgO)無論用何法製備,常含鎂60.32%及氧39.68%.

**13. 倍比例定律**(Law of multiple proportions).

如二種或二種以上元素合成一系化合物,則一元素對於一定量之他元素,其諸化合量間,成簡單整數之比。(If two or more elements form a series of compounds the different weights of one element, combining with a fixed weight of the other, are in the ratio of small whole numbers.)

例 硫與氧化合成二氧化硫 ( $\text{SO}_2$ ) 及三氧化硫



( $\text{SO}_3$ ), 其中硫爲一定量, 氧之化合量爲 2 : 3.

**14. 互比例定律 (Law of reciprocal proportions).**

凡數元素互相化合之比量, 與各對一定量之氧之化合量, 成簡單之比. (The relative weights in which any given set of elements combine with each other are simply related to those in which they unite separately with a fixed weight of oxygen.)

例 一氧化二銀 ( $\text{Ag}_2\text{O}$ ) 中, 銀與氧之比量, 爲 107.88 : 8. 一氧化二氯 ( $\text{Cl}_2\text{O}$ ) 中, 氯與氧之比量爲 35.46 : 8. 故氯化銀 ( $\text{AgCl}$ ) 中, 銀與氯之比量爲 107.88 : 35.46.

## 第 二 章

# 原 子 分 子

### 15. 原子(Atoms).

元素參與化學反應之最微粒子。(The smallest particles of elements taking part in chemical reactions.)

### 16. 分子(Molecules).

物質之最微粒子,由二個或多個原子組成。(The smallest particles of substances, formed by the union of two or more atoms.)

### 17. 電子(Electron).

組成陰極線(§441)之粒子。(The particles constituting the cathode rays.) 每一電子有一陰電荷,爲陰電之單位,電子之質量甚微,僅爲氫原子之 $\frac{1}{1840}$ .

### 18. 質子(Proton).

有電荷之氫原子核。(The charged nucleus of the hydrogen atom.) 因其爲質量之單位,故稱質子,每一質子有一陽電荷,爲陽電之單位,例如  $\alpha$  點(即氦原子, §442)係由四質子組成

### 19. 原子核(Atomic nucleus).

由放射  $\alpha$ · $\beta$  兩線觀之,可以推知原子核由質子及電子組成 (§442). 其質子多於電子之數,與原子序相同 (§27).

### 20. 道爾頓原子論(Dalton's atomic theory)

要點如下:

(1)簡單物質爲不能再分之微粒組成,此微粒稱爲原子.(Elementary substance are composed of indivisible, minute particles, known as atoms.)

(2)同元素原子之性質及質量均相同.異元素原子之性質及質量均相異. (Atoms of the same element have the same properties and the same mass; but atoms of different elements differ in properties and mass.)

(3)不同物質之原子,結合成化合物,即原子爲能起化學反應之單位. (Atoms of different substances unite to form compounds. That is, the atom is the reactive unit.)

此論將原子及分子混爲一談,不加區別.且原子不能再分,亦與近代原子論不符.

### 21. 近代原子論(Modern atomic theory).

要點如下:

(1) 原子由同數之質子及電子組成。(Atoms are composed of equal numbers of protons and electrons.)

(2) 原子核含質子及一部之電子。(Atomic nucleus contains all the protons and some of the electrons.)

(3) 遊電子位於核外,其數與原子序相等,亦與核中過量之質子數相等,故原子爲電中性。(Outside the nucleus are the planetary electrons, equal in number to the atomic number of the element and therefore to the excess of protons in the nucleus, so the atom as a whole is electrically neutral.)

(4) 遊電子之排列,據路易斯蘭格莫亞論,各據以核爲中心之立方體角上,而據波耳論,各繞行於核外之軌道。(As to the arrangement of the planetary electrons, according to Lewis-Langmuir's theory they are located on the corners of cubes with the nucleus as the center, and according to Bohr's theory they are revolving in orbits about the nucleus.)

(5) 立方體角上或軌道上之電子已達最高數者,原子爲不活動,例如不活動氣體,未達最高數者,原子能起化學作用,例如不活動氣體以外之諸元素。(Atoms con-

taining maximum numbers of electrons on the corners of cubes or in orbits are inert. For example, inert gases. Atoms containing electrons less than the maximum numbers are capable of entering into chemical combination. For example, all elements other than the inert gases.)

## 22. 原子量(Atomic weight).

設選定一種單位,使一氧原子之重量為十六,則一元素之原子量,即為其一原子以此單位表示之重量。(The atomic weight of an element is the weight of an atom of that element expressed in units chosen so that the oxygen atom weights sixteen.) 原子量常以公分表示,特稱為公分原子量(Gram atomic weight).

例 氮之原子量為14,其公分原子量為14公分

## 23. 原子量之求法

### (1) 近似原子量.

(一) 由分子量(§29)求之. 先測定一種元素之多數揮發化合物之分子量,次測定每一分子量所含此元素之量,而以所得最小數為其原子量,從下表可知氮之原子量為14.

物 質	分 子 量	一分子量含氮之量
一氧化氮	30	14
一氧化二氮	44	28
硝酸	63	14
氮	17	14
氯化亞硝鹽 (Nitrosyl chloride)	66	14
胛 (Hydrazine)	32	28

(二) 由比熱求之。 度隆彼蒂德定律. (Dulong and Petit's law.) 一固體元素之原子量與其比熱之積約為 6.4. (The product of the atomic weight by its specific heat is equal to about 6.4.)

$$\text{原子量} \times \text{比熱} = 6.4$$

$$\text{原子量} = \frac{6.4}{\text{比熱}}$$

例 鐵之比熱為 0.112, 其原子量為  $\frac{6.4}{0.112}$  即 57.16 (應為 55.84).

(2) 精確原子量 先求一元素之近似原子量. 次精密測定其在一種或多種化合物中之化合量(當量, §75). 再以小整數(如一, 二或三, 即原子價)乘此化合量, 以使與

近似原子量相近,如此所得之積,即為精確原子量。

例 鐵之近似原子量為 57.16, 其化合量為 27.92, 則其精確原子量為  $2 \times 27.92$  即 55.84.

#### 24. 原子價 (Valence)

元素原子之化合力以氫原子數計算者。(The combining capacity of the atoms of the elements, measured in terms of hydrogen atoms.)

例 氯·氧·氮·碳各原子,各與氫 1·2·3·4 原子化合,故其原子價各為 1·2·3·4. 但元素之原子價,不必僅為一數,如氯除 1 外,尚有 3·4·5·7.

#### 25. 原子價與電子之關係

能起化學作用之元素,失去電子,則有正原子價 (Positive valence), 其數與所失之電子數相等. 取得電子, 則有負原子價 (Negative valence), 其數與所得之電子數相等. 例如鈉之最外殼有一電子, 放一電子, 即變為  $\text{Na}^+$ . 氯之最外殼有七電子, 得一電子, 即變為  $\text{Cl}^-$ . 化學作用即起於一方欲放電子而他方欲得電子之間. 鈉以其電子與氯, 則  $\text{Na}$  變為  $\text{Na}^+$  而  $\text{Cl}$  變為  $\text{Cl}^-$ . 因而電性不同, 互相牽引, 而成  $\text{Na}-\text{Cl}$  之分子構造.

#### 26. 原子序 (Atomic number)

莫斯雷 (Mosley) 發見各元素所發 X 光 (§441) 之波長, 俱隨原子量之增加而變短, 如各元素依其波長而排列之, 則得一定之數序, 稱為原子序。

例 氫之原子序為 1, 氧為 8, 鈾為 92

### 27. 原子序與電子之關係.

一種元素原子之遊電子數, 與原子序相等, 亦與核中過量之質子數相等 (§19), 而質子實為陽電之單位, 故原子序者, 原子核外之電子數, 亦即核內之陽電荷數。

### 28. 分子論 (Molecular theory) (§50)

### 29. 分子量 (Molecular weight)

設選定一種單位, 使一氧原子之重量為十六, 則物質之分子量, 即為其一分子以此單位表示之重量. (The molecular weight of a substance is the weight of one molecule of that substance expressed in units chosen so that the oxygen atom weighs sixteen.) 分子量常以公分表示, 特稱為公分分子量 (Gram-molecular weight, Molar weight, Mole.)

例 氧之分子量為 32, 其公分分子量為 32 公分。

30. 公分分子體積 (Gram-molecular volume, Molar-volume)



氧一公分分子量 (32 公分) 在標準狀況所佔之體積, 等於 22.4 公升. (The volume occupied by one gram-molecular weight of oxygen under standard conditions, equals to 22.4 liters.)

### 31. 公分分子量之求法

#### (1) 蒸氣密度法 (Vapor density method)

有 杜麥法 (Dumas method) 及 維克多邁玄法 (Victor Meyer method). 先測定一定量物質之氣體體積, 次改成在標準狀況 22.4 公升之公分重量, 即為其公分分子量

氣體方程式  $PV = nRT$  (§44) 對 1 分子量氣體而言. 當以  $n$  表分子量之任何數時, 則

$$PV = nRT$$

設試驗物質之重量為  $w$ , 其分子量為  $M$ , 則

$$n = \frac{w}{M}$$

而  $PV = \frac{w}{M}RT$  即  $M = \frac{wRT}{PV}$

公分分子量, 即可從此式求之.

例 在攝氏  $100^\circ$  及 740 公釐時, 氣體乙醚 300 公撮之重量為 0.706 公分, 試求其公分分子量.

$$M = \frac{0.706 \times 0.082 \times 373}{\frac{740}{760} \times 0.3} = 74 \text{ 公分}$$

(2) 冰點下降法 (§80) 常用.

(3) 沸點上昇法 (§81) 常用.

(4) 蒸氣壓減少法 (§82) 少用.

(5) 滲透壓法 (§83) 少用.

# 第 三 章

## 符 號 式 方 程 式

### 32. 名詞

**符號**(Symbol) 代表元素名稱及原子量之西文名詞第一字母,遇相同時,附他字母以示區別,例如 O 代表氧, H 代表氫, C 代表碳, Ca 代表鈣, Cd 代表鎘。

**式**(Formula) 表物質之連合元素符號,由分析所得表物質組成之最簡式,稱為**實驗式**(Empirical formula),表物質之組成及其分子量之式,稱為**分子式**(Molecular formula),表分子內各原子結合關係之式,稱為**構造式**(Structural formula),表物質特性之式,稱為**示性式**(Rational formula)。

例如醋酸	實驗式	$\text{CH}_2\text{O}$
	分子式	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
	構造式	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\   \quad    \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{O} - \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$
	示性式	$\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{OH}$

**方程式**(Equation) 表化學反應之式。

## 33. 分子式之求法

步驟 (1) 決定百分組成……分析物質。

(2) 決定組成比……以各原子量除其百分率。

(3) 決定實驗式……以組成比之最小數為單位，

而除其他數，並以元素符號表各整數比

(4) 決定分子量…… (§31)

(5) 決定分子式……以實驗式量與分子量比較。

例一 (1) 一種碳·氧化合物之百分組成，為碳 27.27% 及氧 72.72%

$$(2) \text{ 碳} \quad \frac{27.27}{12.00} = 2.27$$

$$\text{ 氧} \quad \frac{72.72}{16.00} = 4.54$$

$$\text{ 組成比} \quad \text{碳} : \text{氧} = 2.27 : 4.54$$

$$(3) \text{ 氧} \quad \frac{4.54}{2.27} = 2$$

$$\text{ 整數比} \quad \text{碳} : \text{氧} = 1 : 2$$

故實驗式為  $\text{CO}_2$ 。

(4) 分子量為 44。

(5) 實驗式量為  $12 + 2 \times 16 = 44$ ，適與分子量相同，故分子式即為  $\text{CO}_2$ 。

例二 (1) 一種碳·氫·氧化合物之百分組成，為碳

40%, 氫 6.7% 及 氧 53.3%.

$$(2) \text{ 碳} \quad \frac{40}{12.00} = 3.3$$

$$\text{ 氫} \quad \frac{6.7}{1.008} = 6.6$$

$$\text{ 氧} \quad \frac{53.3}{16.00} = 3.3$$

組成比 碳 : 氫 : 氧 = 3.3 : 6.6 : 3.3

$$(3) \text{ 氫} \quad \frac{6.6}{3.3} = 2$$

整數比 碳 : 氫 : 氧 = 1 : 2 : 1

故實驗式為  $\text{CH}_2\text{O}$ .

(4) 分子量為 60.

(5) 實驗式量為  $12 + 2 \times 1 + 16 = 30$ , 則分子量為實驗式量之二倍  $\left(\frac{60}{30}\right)$ , 故分子式為  $2(\text{CH}_2\text{O})$ , 即  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ .

### 34. 分子式之應用

#### (1) 計物質之分子量

例 碳酸鈉  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  之公分分子量為何?

$$2\text{Na} = 2 \times 23 = 46$$

$$\text{C} = 1 \times 12 = 12$$

$$30 = 3 \times 16 = 48$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 \quad = 106 \text{ 公分}$$

### (2) 求物質之百分組成

例 氯酸鉀  $\text{KClO}_3$  之百分組成爲何?

氯酸鉀之分子量爲  $39.10 + 35.46 + 3 \times 16$ ,

即 122.56.

$$\text{K} \dots\dots \frac{39.10}{122.56} \times 100 = 31.90\%$$

$$\text{Cl} \dots\dots \frac{35.46}{122.56} \times 100 = 28.94\%$$

$$\text{O} \dots\dots \frac{48}{122.56} \times 100 = 39.16\%$$

### (3) 求氣體之重量

例 一公升氧在標準狀況之重量爲何?

氧之公分分子量爲 32 公分, 設以  $x$  表所求之重量,

則  $22.40 : 1 = 32 : x$

$$x = \frac{32}{22.40} = 1.4288 \text{ 公分}$$

## 35. 方程式之作法

步驟 (1) 從觀察及實驗, 求何者爲反應物質, 何者爲生成物質.

(2) 查明反應及生成物質之分子式.

(3)置反應物質於左,生成物質於右,成一基本的方程式.

(4)於必要時,更從而均衡之.

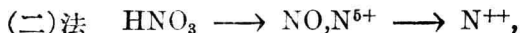
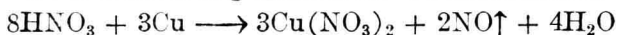
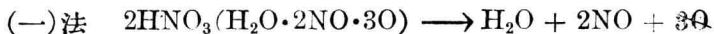
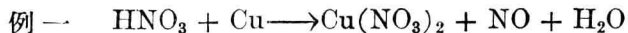
**原子價不變更之方程式** 此類方程式之作法,尚屬簡單.

例 (1)反應物質爲正磷酸及氫氧化鈉,生成物質爲磷酸三鈉及水.

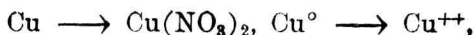
(2)正磷酸爲  $H_3PO_4$ , 氫氧化鈉爲  $NaOH$ , 磷酸三鈉爲  $Na_3PO_4$ , 水爲  $H_2O$ .



**原子價變更之方程式** 此類方程式,包括氧化及還原作用,均衡較難.(一)將化合物寫爲簡單式而逐步求之.(二)從電子之得失即原子價之增減求之.以下各例,假定基本方程式,已照前節求得,僅示均衡之法.

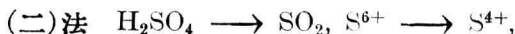
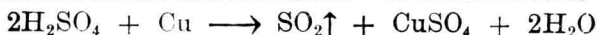
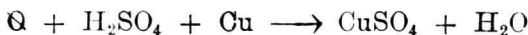
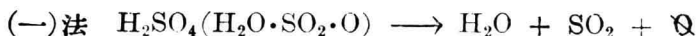
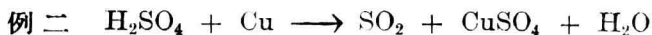


得 3 電子, 減 3 原子價.

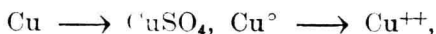


失 2 電子, 增 2 原子價.

故氧化還原比(Oxidation-reduction ratio)爲  $2\text{HNO}_3 : 3\text{Cu}$ . 但  $3\text{Cu}^{++}$  尚須  $6\text{NO}_3^-$  以成  $3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , 故完全反應爲

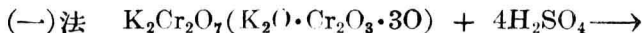
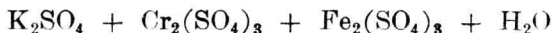


得 2 電子, 減 2 原子價.

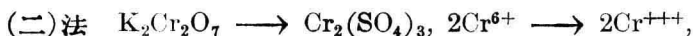
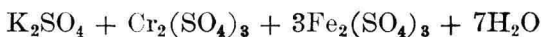
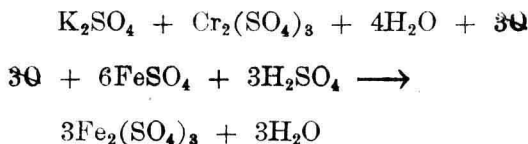


失 2 電子, 增 2 原子價.

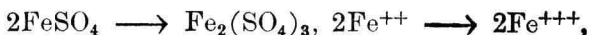
故氧化還原比爲  $1\text{H}_2\text{SO}_4 : 1\text{Cu}$ . 但  $1\text{Cu}^{++}$  尚須  $1\text{SO}_4^{--}$  以成  $\text{CuSO}_4$ , 故完全反應爲





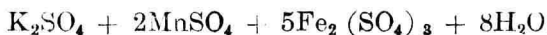
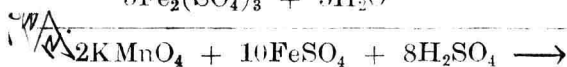
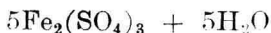
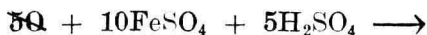
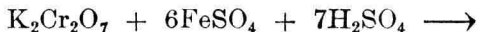


得 6 電子, 減 6 原子價.



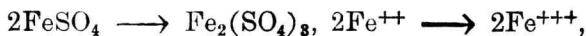
失 2 電子, 增 2 原子價.

故氧化還原比為  $1\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 : 6\text{FeSO}_4$ . 而完全反應為



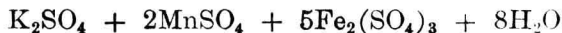


得 5 電子, 減 5 原子價.



失 2 電子, 增 2 原子價.

故氧化還原比爲  $2\text{KMnO}_4 : 10\text{FeSO}_4$ . 而完全反應爲



### 36. 方程式之應用

方程式之主要應用. 不外兩端: (一) 由反應物質之量, 求生成物質之量. (二) 欲製生成物質若干量, 預計所需反應物質之量. 計算方法, 可分四步:

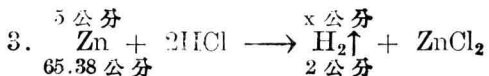
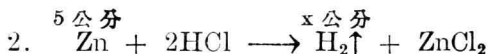
(1) 將方程式書下.

(2) 將問題中之重量或體積書於式上.

(3) 將分子量或分子體積書於式下.

(4) 排列四數成比例式, 而求未知數  $x$ .

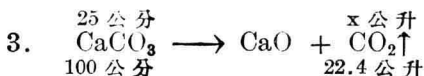
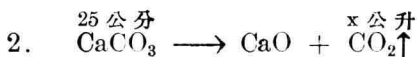
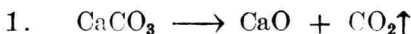
例一 試求鋅 5 公分, 從鹽酸中代出氫之重量.



$$4. \quad 65.38 : 2 = 5 : x$$

$$\therefore x = \frac{2 \times 5}{65.38} = 0.15 \text{ 公分} \cdots \cdots \text{氫之重量}$$

例二 強熱碳酸鈣 25 公分發生之二氧化碳，在標準狀況之體積爲何？

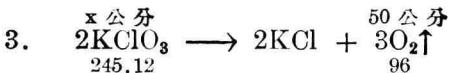
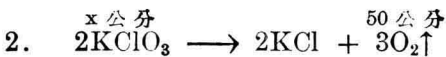
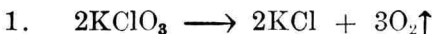


$$4. \quad 100 : 22.4 = 25 : x$$

$$\therefore x = \frac{22.4 \times 25}{100}$$

= 5.6 公升  $\cdots \cdots$  二氧化碳之體積

例三 欲製氧 50 公分，需用氯酸鉀重若干？



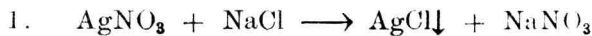
$$4. \quad 245.12 : 96 = x : 50$$

$$\therefore x = \frac{245.12 \times 50}{96}$$

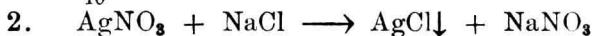
= 127.66 公分  $\cdots \cdots$  氯酸鉀之重量。

例四 設有硝酸銀十分一規定溶液 25.7 公撮，問

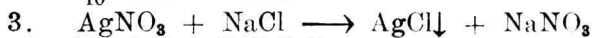
需加氯化鈉若干,可使完全沈澱?



$$\frac{25.7}{10} \text{公撮} \quad x \text{公分}$$



$$\frac{25.7}{10} \text{公撮} \quad x \text{公分}$$



$$1000 \text{公撮} \quad 58.46 \text{公分}$$

$$4. \quad 1000 : 58.46 = \frac{25.7}{10} : x$$

$$\therefore x = \frac{58.46 \times 2.57}{1000}$$

= 0.15 公分……氯化鈉之重量.

# 第 四 章

## 氣 體 液 體 固 體

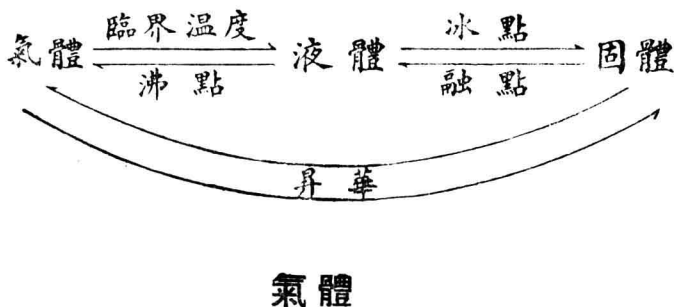
### 37. 特別物性

氣體(Gases) (1)色(Color),(2)味(Taste),(3)臭(Odor),  
(4)密度(Density),(5)液化度(Liquefability),即臨界溫度,  
及(6)溶解度(指水中).

液體(Liquids) (1)色, (2)臭,(3)密度, (4)沸點,(5)  
流動性(Mobility)或黏性(Viscosity)及(6)冰點.

固體(Solids) (1)色, (2)結晶體形, (3)溶解度(常指  
水中),(4)融點及(5)密度.

### 38. 變遷點,轉移點(Transition point)



## 39. 臨界溫度(Critical temperature)

用壓力可液化氣體之最高溫度。(The maximum temperature at which a gas may be liquefied by pressure.)

## 40. 絕對溫度(Absolute temperature)

以攝氏  $-273^{\circ}$  爲零度之溫度。若以  $T$  表絕對溫度， $t$  表攝氏溫度，則  $T = 273 + t$ 。

## 41. 標準狀況(Standard conditions)

以攝氏  $0^{\circ}$  及 1 氣壓(即 760 公釐)爲溫度壓力之標準。

42. 體積與壓力之關係 波義耳定律(Boyle's law).

在恆溫時，一氣體之體積與其壓力成反比例。  
(At constant temperature, the volume of a gas sample varies inversely with pressure.)

設以  $V_1$  表壓力  $P_1$  時之體積， $V_2$  表壓力  $P_2$  時之體積，則

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad \text{或} \quad P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \text{或} \quad V_1 = V_2 \times \frac{P_2}{P_1}$$

例 在 740 公釐之 400 公撮空氣，設溫度不變，在 760 公釐之體積爲何？

$$V_1 = 400 \times \frac{740}{760} = 389 \text{ 公撮}$$

43. 體積與溫度之關係 查理定律 (Charles' law).

在恆壓時，一氣體之體積與其絕對溫度成正比例。  
(At constant pressure, the volume of a gas sample varies directly with the absolute temperature.)

設以  $V_1$  表絕對溫度  $T_1$  時之體積， $V_2$  表絕對溫度  $T_2$  時之體積，則

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{或} \quad V_1 = V_2 \times \frac{T_1}{T_2} = V_2 \times \frac{273 \pm t_1}{273 \pm t_2}$$

例 在攝氏  $-18^\circ$  之 400 公撮空氣，當熱至  $0^\circ$  時，設壓力不變，其體積為何？

$$V_1 = 400 \times \frac{273}{273 - 18} = 400 \times \frac{273}{255} = 428 \text{ 公撮}$$

44. 體積與溫度壓力均變之關係 波義耳及查理 二定律之連用.

一氣體之體積，反比於其壓力，正比於其絕對溫度。  
設氣體之壓力  $P_1$  及體積  $V_1$ ，變至體積  $x$  及壓力  $P_2$ ，

則照 波義耳定律  $P_1 V_1 = P_2 x$

又設氣體之溫度  $T_1$  及體積  $x$ ，變至體積  $V_2$  及溫度

$T_2$ ，則照 查理定律  $x T_2 = V_2 T_1$

連合此兩公式而去  $x$ ，則得

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad \text{或} \quad V_1 = \frac{P_2 V_2}{T_2} \times \frac{T_1}{P_1}$$

例 一氣體在攝氏  $15^{\circ}$  及 735 公釐時之體積為 170 公撮, 在標準狀況時, 其體積為何?

$$V_1 = \frac{730 \times 170}{273 + 15} \times \frac{273}{760} = 155.8 \text{ 公撮}$$

又設  $P_1$  為標準壓力,  $V_1$  為分子體積,  $T_1$  為標準溫度, 則

$$P_2 V_2 = \frac{P_1 V_1}{T_1} \times T_2 = RT_2 \quad \text{或 } PV = RT$$

此式稱為氣體方程式 (Gas equation),  $R$  稱為氣體常數 (Gas constant).

設以公升氣壓 (Liter atmosphere) 為單位時, 則

$$R = \frac{1 \times 22.4}{273} = 0.0821 \text{ 公升氣壓}$$

#### 45. 溫度與壓力之關係

從波義耳及查理二定律, 可知恆體積時, 一氣體之壓力與其絕對溫度成正比例。

在  $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$  中, 設體積相等, 則  $V_1$  及  $V_2$  消去。

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad \text{或} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{即} \quad P_1 = \frac{T_1}{T_2} \times P_2$$

例 一定量之氣體, 在攝氏  $20^{\circ}$  之壓力為 760 公釐, 若熱至  $100^{\circ}$  而體積不變, 其壓力為何?

$$P_1 = \frac{273 + 100}{273 + 20} \times 760 = \frac{373}{293} \times 760 = 967 \text{ 公釐}$$



46. 道爾頓分壓定律 (Dalton's law of partial pressures)

混合氣體之全壓力,等於各成分分壓之和 (The total pressure of a gas mixture is equal to the sum of the partial pressures of the components.)

$$P = p_1 + p_2 + p_3 \cdots$$

例 設氧 150 公撮在水面上收集,溫度爲攝氏 20°, 壓力爲 767.5 公釐,氧之分壓爲何?

在 20° 時水之蒸氣壓爲 17.5 公釐,則氧之分壓爲

$$p_1 = P - p_2 = 767.5 - 17.5 = 750 \text{ 公釐}$$

47. 葛蘭哈擴散定律 (Graham's law of diffusion)

氣體之擴散速力與其密度方根成反比例。 (The speed of diffusion of gases varies inversely as the square roots of their densities.)

設  $R_1$  表氣體密度  $D_1$  之速力,  $R_2$  表氣體密度  $D_2$  之速力,則

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\sqrt{D_2}}{\sqrt{D_1}}$$

例 氧之密度約爲氫之十六倍,故氫之擴散速力約爲氧之四倍。

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\sqrt{1}}{\sqrt{16}} = \frac{1}{4}$$

#### 48. 阿佛加特羅定律(Avogadro's law)

在同溫同壓時,同體積之氣體含同數之分子(Equal volumes of gases, under the same conditions of temperature and pressure, contain the same number of molecules.)

#### 49. 蓋羅薩克定律(Gay-Lussac's law)

在任何化學反應中,氣體發生或消滅時,各相關氣體間之體積比,可以小整數表之。(Whenever in any chemical reaction gases appear or disappear they do so in the ratios of small whole numbers by volume.)

例 氫·氧二氣化合而成水汽時,氫與氧之體積比為 2 : 1.

#### 50. 氣體運動論(Kinetic theory of gases)

氣體分子運動不絕,常與器壁衝撞而生壓力.溫度愈昇,運動愈劇,而壓力亦愈大(\$45).此論稱為氣體運動論.其要點有三:(1)氣體之分子比較的距離甚遠.(The molecules of gases are relatively far apart.)故氣體可壓縮及擴散.(2)此種分子運動迅速.(These molecules are in

rapid motion.)故氣體能擴散及生壓力。(3)分子完全有彈性。(The molecules are perfectly elastic.)故氣體分子可互相衝撞而躍回,不失其能,亦不沈於盛器之底。

## 液體

### 51. 蒸氣壓(Vapor pressure)

充滿空間之蒸氣之壓力。(The pressure of the vapor when the space is saturated with the substance.)

例 水在  $15^{\circ}$  時,蒸氣壓為 12.7 公釐。

### 52. 沸點(Boiling point)

蒸氣壓與標準氣壓相等之溫度。(The temperature at which the vapor pressure of a liquid is equal to standard atmospheric pressure.)

例 水之沸點為  $100^{\circ}$ 。

### 53. 冰點(Freezing point)

液體凝為固體之溫度 (The temperature at which a liquid solidifies.) 亦稱凝固點(Solidifying point.)

例 水之冰點為  $0^{\circ}$ 。

## 固體

## 54. 種類

(1) 結晶體 (Crystals) 有一定之幾何學的形態. 例如 礬.

(2) 無定形體 (Amorphous substances) 無一定之幾何學的形態. 例如 玻璃.

## 55. 融點 (Melting point)

固體融為液體之溫度. (The temperature at which a solid melts.)

例 冰之融點為  $0^{\circ}$ .

## 56. 昇華 (Sublimation)

固體直接成蒸氣, 而此蒸氣復直接成固體. (Solid passes directly into vapor and this vapor passes back directly into solid.)

例 碘可昇華.

## 57. 結晶體形 (Crystalline form)

結晶體按其對稱程度, 分為六系.

(1) 立方系 (Cubic system) 例如 礬, 食鹽.

(2) 四角系 (Tetragonal system) 例如 硫酸鎳.

(3) 斜方系 (Rhombic system) 例如 硫, 硫酸鋅.

(4) 單斜系 (Monoclinic system) 例如 石膏, 氯酸鉀.

---

(5) 三斜系 (Triclinic system) 例如膽礬 (五水硫酸銅).

(6) 六角系 (Hexagonal system) 例如石英, 硝酸鈉.

## 第 五 章

### 酸類 鹽基類 鹽類

#### 58. 名詞

**酸**(Acid) 在水溶液中生氫離子( $H^+$ )之任何物質。  
(Any substance that yields hydrogen ions in water solution.)

**鹽基**(Base) 在水溶液中生氫氧根離子 ( $OH^-$ )  
之任何物質。(Any substance that yields hydroxyl ions in  
water solution.)

**鹽**(Salt) 除氫離子以外之任何陽離子及除氫氧  
根離子以外之任何陰離子,結合而成之物質。(The product  
of the union of any positive ion, except  $H^+$  ion, with any  
negative ion, except  $OH^-$  ion.)

**中和**(Neutralization) 一種鹽基與一種酸之結合  
而成一種鹽及水。(The union of a base with an acid to  
form a salt and water.)



氫離子與氫氧根離子之結合而成水之分子。(The  
union of hydrogen ions and hydroxyl ions to form mo-

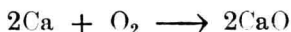
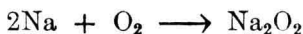
lecules of water.)



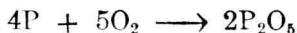
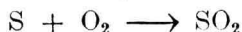
### 59. 酸類·鹽基類·鹽類之普通關係

(1) 元素可分為金屬與非金屬 (§89).

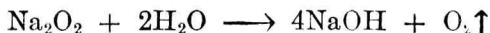
(2) 金屬與氧化合生鹽基性氧化物 (Basic oxides).



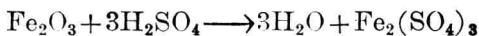
(3) 非金屬與氧化合生酸性氧化物 (Acidic oxides).



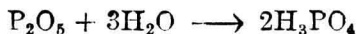
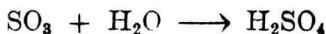
(4) 活動鹽基性氧化物與水化合成鹽基.



(5) 鹽基性氧化物與酸\*作用生水及鹽.

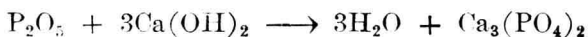
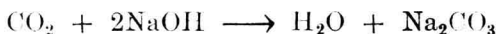


(6) 活動酸性氧化物與水化合成酸.

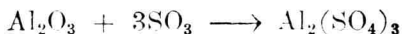
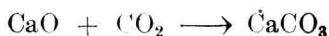


\* 亦包括非含氧酸

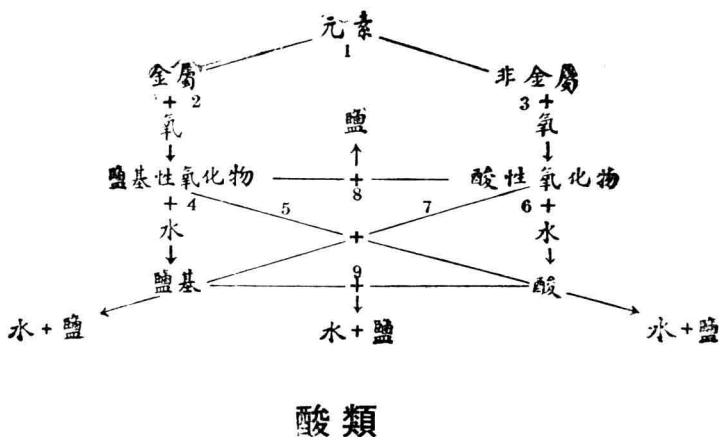
(7) 酸性氧化物與鹽基作用生水及鹽。



(8) 鹽基性氧化物與酸性氧化物化合生鹽。



(9) 鹽基與酸\*作用生水及鹽(中和, §58)。



## 60. 種類

(1) 一鹽基性酸 (Monobasic acids) 含一氫離子, 例如  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$  等。

(2) 二鹽基性酸 (Dibasic acids) 含二氫離子, 例如



H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>等.

(3)三鹽基性酸(Tribasic acids) 含三氫離子.例如 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>等.

### 61. 製法

(1)由酸性氧化物與水直接作用 (§§59, 357, 358, 401, 402, 405).

(2)揮發酸由其鹽類與不易揮發酸 (如 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 及 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) 作用 (§§351, 423).

62. 性質 有氫離子(H<sup>+</sup>),味酸,能變藍色石蕊為紅,與鹽基及鹽基性氧化物作用,生水及鹽.

### 63. 普通酸類

	活動酸	次活動酸	不甚活動酸
氣體溶液	{	HCl	H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>
		HBr	HCN
		HI	H <sub>2</sub> S
假定酸	{	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	HNO <sub>2</sub>
			H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
液體	{	HNO <sub>3</sub>	H·C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> 醋酸
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
固體	{	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 草酸(Oxalic acid)	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>

## 鹽基類

### 64. 種類

(1) 一酸性鹽基 (Monoacid bases) 含一氫氧根離子。例如 NaOH, KOH 等。

(2) 二酸性鹽基 (Diacid bases) 含二氫氧根離子。例如  $Mg(OH)_2$ ,  $Ca(OH)_2$  等。

(3) 三酸性鹽基 (Triacid bases) 含三氫氧根離子。例如  $Al(OH)_3$  等。

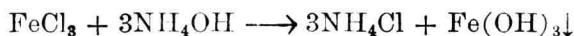
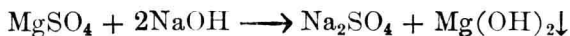
### 65. 製法

(1) 由鹽基性氧化物與水直接結合 (§§59, 224)。

(2) 由活動金屬與水作用 (§§114, 131, 204)。

(3) 由他種鹽基與鹽類作用。

(一) 生一不可溶性鹽基。



(二) 生一不可溶性鹽。



(三) 生一不甚活動鹽基。



66. 性質 有氫氧根離子(OH<sup>-</sup>), 味澀, 能變紅色石蕊爲藍, 與酸及酸性氧化物作用, 生水及鹽。

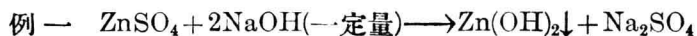
67. 普通鹽基類

活動鹽基	次活動鹽基	不甚活動鹽基
LiOH	Ca(OH) <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> OH
NaOH	Sr(OH) <sub>2</sub>	Mg(OH) <sub>2</sub>
KOH	Ba(OH) <sub>2</sub>	Al(OH) <sub>3</sub>

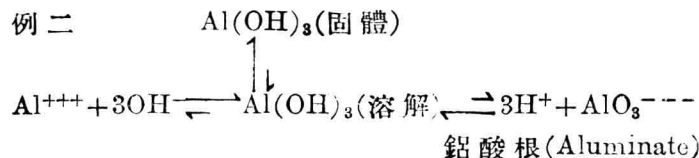
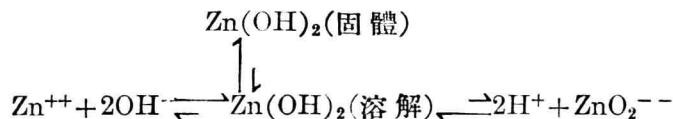
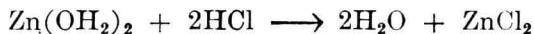
重金屬(如 Fe, Cu, Pb 等)之氫氧化物。

68. 兩性氫氧化物(Amphtoteric hydroxide)

兩性氫氧化物, 兼具酸性作用及鹽基性作用。



鋅酸鈉(Sodium zincate)



## 鹽 類

## 69. 種類

(1)酸性鹽(Acid salts) 含有能為金屬化代之氫離子之鹽。(A salt which contains hydrogen ions replaceable by metals.) 例如  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  等。

(2)鹽基性鹽(Basic salts) 含有能為非金屬或非金屬根化代之氧離子或氫氧根離子之鹽。(A salt which contains oxygen ion or hydroxyl ion replaceable by non-metals or non-metallic radicals.) 例如  $\text{Zn}(\text{OH})\text{Cl}$  等。

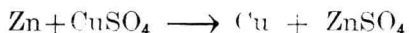
(3)正鹽(Normal salts) 既不含能為金屬化代之氫離子,亦不含能為非金屬化代之氧離子或氫氧離子之鹽。(A salt which contains neither hydrogen ion replaceable by metals nor oxygen ion or hydroxyl ion replaceable by non-metals.) 例如  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{ZnCl}_2$  等。

## 70. 製法

	金屬	鹽基	鹽
非金屬	1	4	7
酸	2	5	8
鹽	3	6	9

5	8
複分解	
6	9

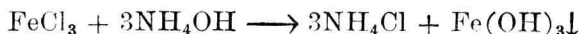
- (1) 金屬與非金屬直接化合 (§§398, 422 鹵素化物),  
 (2) 溶解金屬於酸 (§114),  
 (3) 電化列序 (§88) 中較活動金屬化代次活動金屬,



- (4) 鹽基與非金屬作用 (§422 次鹵素酸鹽及鹵素酸鹽),

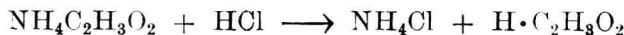
- (5) 鹽基與酸作用 (§58),

- (6) 鹽基與鹽作用,



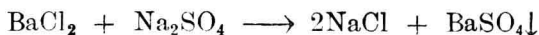
- (7) 非金屬與金屬鹽作用 (§421 更代法),

- (8) 酸與金屬鹽作用 (§§351, 423),



草酸銨 (Ammonium oxalate)

- (9) 二鹽之複分解,



## 71. 酸類·鹽基類·鹽類之溶解度

可 液 不可溶

酸類 強酸易溶, 弱酸較難.

鹽基類 鹼族,鹼土族, $\text{NH}_4\text{OH}$  其餘普通金屬  
為弱鹽基. 之氫氧化物.

## 鹽類

硝酸鹽

氯酸鹽

醋酸鹽

皆溶.

無.

氯化物

溴化物

碘化物

皆溶,除

 $\text{Ag}, \text{Hg}^+, \text{Cu}^+, \text{Tl}^+$   
 $\text{Pb}$  微溶.

硫酸鹽

鉻酸鹽

皆溶,除

 $\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Pb}.$   
 $\text{Ca}, \text{Ag}$  微溶.

硫化物

鹼族,鹼土族.

其餘不溶.

碳酸鹽

磷酸鹽

矽酸鹽

鹼族.

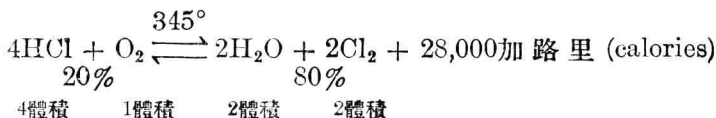
其餘不溶.

## 第六章

### 化學平衡

#### 72. 化學平衡 (Chemical equilibrium)

可逆反應最後所達之狀態。(The final state reached by a reversible reaction.)



#### 73. 平衡之三特點

(1) 常有相反之二趨勢互相平衡。

(2) 當平衡時，二者各自前進而不稍衰。

(3) 外界狀況如有變更，全系之狀態亦有相當之變更。勒沙特利爾定則 (Le Chatelier's theorem)，如有一種勢力加於一平衡狀態，則反應之能解除此勢力者向前進行。(When a stress is applied to a condition in equilibrium that reaction is favored which tends to undo the stress.)

(一) 溫度 范霍夫平衡變遷定律 (Van't Hoff's law of mobile equilibrium) 在一平衡系中，增高溫度能

使平衡點向吸熱作用之方向變遷。(When the temperature of a system in equilibrium is raised, the equilibrium point is displaced in the direction which absorbs heat.)

上例中增高溫度,則平衡向左變遷(←)。減低溫度,則平衡向右變遷(→)。

(二)壓力 增加壓力,則向縮小體積之方向進行(上例中→)。減少壓力,則向擴大體積之方向進行(上例中←)。

(三)濃度 濃度如有增減,平衡點向小濃度之方向變遷。

上例中(a)欲使平衡向右變遷(→):

(甲)增加  $\text{HCl}$ , 或  $\text{O}_2$ , 或  $\text{HCl}$  及  $\text{O}_2$  之濃度。

(乙)減少  $\text{H}_2\text{O}$ , 或  $\text{Cl}_2$ , 或  $\text{H}_2\text{O}$  及  $\text{Cl}_2$  之濃度。

(b)欲使平衡向左變遷(←):

(甲)增加  $\text{H}_2\text{O}$ , 或  $\text{Cl}_2$ , 或  $\text{H}_2\text{O}$  及  $\text{Cl}_2$  之濃度。

(乙)減少  $\text{HCl}$ , 或  $\text{O}_2$  或  $\text{HCl}$  及  $\text{O}_2$  之濃度。

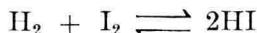
(四)觸媒 減短反應達到平衡之時間,並不影響平衡。

#### 74. 平衡方程式 (Equilibrium equation)

質量作用定律 (Law of mass action) 化學反應之



速度與反應物質之分子濃度為比例。(The velocity of a chemical reaction is proportional to the molecular concentrations of the reacting substances.)



設以  $S_1$  表向前反應之速度,  $S_2$  表向後反應之速度, 而以  $k_1$  及  $k_2$  表常數, 則

$$S_1 \propto [\text{H}_2] \times [\text{I}_2] \quad \text{即 } S_1 = [\text{H}_2] \times [\text{I}_2] \times k_1$$

$$S_2 \propto [\text{HI}] \times [\text{HI}] \quad \text{即 } S_2 = [\text{HI}]^2 \times k_2$$

在平衡時  $S_1 = S_2$

則  $[\text{H}_2] \times [\text{I}_2] \times k_1 = [\text{HI}]^2 \times k_2$

即 
$$\frac{[\text{H}_2] \times [\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2} = \frac{k_2}{k_1}$$

但  $k_2$  與  $k_1$  之比亦為一常數, 故

$$\frac{[\text{H}_2] \times [\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2} = K$$

此方程式稱為平衡方程式,  $K$  稱為平衡常數 (Equilibrium constant).

## 第 七 章

## 溶 液

## 75. 名詞

**溶液·溶體** (Solutions) 物質之均態分子混合物。  
(A homogeneous molecular mixture of substances.)

**溶媒**(Solvent) 占溶液大部之物質。(The substance forming the bulk of a solution.)

**溶質** (Solute) 被溶解之物質。(The dissolved substance.)

**飽和溶液**(Saturated solution) 已溶溶質及過量未溶溶質成平衡之溶液。(A solution in which the dissolved solute is in equilibrium with an excess of the undissolved solute.)

**溶解度**(Solubility) 溶液在飽和點之濃度。(The concentration of a solution at the point of saturation.) 以下列二種物理單位及公分分子量表之。

**當量**(Equivalent weight) 元素或化合物與氧 8 單位相當之量。(The weight of an element or a compound

equivalent to 8 units of oxygen.) 如以公分表示,特稱為公分當量(Gram equivalent weight).

元素之當量 = 原子量 ÷ 原子價.

### 76. 濃度單位

(1) 物理單位 (一)一百公撮溶媒中溶質之公分數.

(二)一百公分溶媒中溶質之公分數.

(2) 化學單位 (一)規定溶液(Normal solutions) 一

規定溶液,每公升含溶質一公分當量.(A normal solution contains one gram-equivalent weight of the solute in one

liter of solution.) 每公升一規定溶液,酸應含可化代氫 1.008公分,鹽基應含氫氧根(-OH)17.008公分,金屬鹽應

含其主要金屬之當量.如含  $2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{10}$  公分當量時,各

稱為  $2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{10}$  規定溶液.

例 物質	公分當量	一規定溶液	二規定溶液
		(每公升應含公分數)	(每公升應含公分數)

HCl	36.46	36.46	72.92
-----	-------	-------	-------

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	49.04	49.04	98.08
--------------------------------	-------	-------	-------

NaOH	40.00	40.00	80.00
------	-------	-------	-------

(二)公分分子溶液(Molar solutions) 一公分分子

溶液,每公升含溶質一公分分子量. (A molar solution

contains one gram-molecular weight of the solute in one liter of solution.) 如含  $2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{10}$  公分分子量時,各稱爲

$2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{10}$  公分分子溶液.

例	物質	公分 分子量	一公分分子 溶液	二公分分子 溶液
			(每公升應含公分數)	(每公升應含公分數)
	HCl	36.46	36.46	72.92
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98.08	98.08	196.16
	NaOH	40.00	40.00	80.00

### 77. 溫度對於溶解度之影響

固體之液解度. 普通溫度愈高,溶解度愈大.

液體之溶解度. 普通溫度愈高,溶解度愈大.

氣體之溶解度. 普通溫度愈高,溶解度愈小.

### 78. 亨利定律\*(Henry's law)

在常溫時,氣體之重量溶解度與壓力爲正比例.

(At any definite temperature the solubility by weight of a gas in a liquid is proportional to the pressure of the gas.)

\* 此定律僅能用於與水不起作用之氣體.

設以  $C$  表重量溶解度,  $P$  表壓力, 則

$$C \propto P$$

例 在同溫時, 氫在二氣壓之溶解度為其在一氣壓之溶解度之二倍。

**79. 分配定律** (Distribution law, Law of partition).

凡一物質同時溶解於二種不相混溶媒之混合物中, 則此物質分配於二溶媒間之濃度有一定之比。(When a substance dissolves in a mixture of two immiscible liquids, this substance will so distribute itself that the ratio between its concentrations in the two solvents is a constant.)

設以  $C_1 \cdot C_2$  各表一物質在甲·乙二溶媒中之濃度, 則

$$\frac{C_1}{C_2} = K$$

例 溴分配在四氯化碳及水間 ( $Br_c/Br_w$ ) 之常數  $K$  約為 25.

**80. 冰點 (凝固點) 之下降** (Depression of freezing point, Lowering of freezing point).

(1) 溶媒之冰點, 因溶解物之存在而下降。

(2) 溶媒冰點之下降度與溶質之分子濃度成正比

例.換言之,等分子量之物質,溶於同容量之同溶媒中,其下降度皆相等.

(3)由溶質 1 公分分子量溶於溶媒 1000 公分之冰點下降,稱為分子冰點下降 (Molecular depression or lowering of freezing point.)

例 水之分子冰點下降為  $-1.86^{\circ}$ .

苯之分子冰點下降為  $-4.9^{\circ}$ .

(4)溶質分子量之求法,

溶質之分子量 =

$$\frac{\text{分子冰點下降}}{\text{測定冰點下降}} \times \frac{1000}{\text{溶媒之重量}} \times \text{溶質之重量}$$

例 蔗糖 11.4 公分溶於 100 公分水中,測定冰點下降為  $0.62^{\circ}$ , 試求其公分分子量.

$$\begin{aligned} \text{公分分子量} &= \frac{-1.86}{-0.62} \times \frac{1000}{100} \times 11.4 \\ &= 3 \times 10 \times 11.4 \\ &= 342 \text{ 公分} \end{aligned}$$

**81. 沸點之上昇** (Elevation of boiling point, Boiling point rise).

(1)溶媒之沸點,因溶解物之存在而上昇.

(2) 溶媒沸點之上昇度與溶質之分子濃度成正比例。

(3) 由溶質 1 公分分子量溶於溶媒 1000 公分之沸點上昇，稱為分子沸點上昇 (Molecular elevation of boiling point.)

例 水之分子沸點上昇為  $0.52^\circ$

苯之分子沸點上昇為  $2.67^\circ$ 。

(4) 溶質分子量之求法。

溶質之分子量 =

$$\frac{\text{分子沸點上昇}}{\text{測定沸點上昇}} \times \frac{1000}{\text{溶媒之重量}} \times \text{溶質之重量}$$

例 甘油 49 公分溶於 1000 公分水中，測定沸點上昇為  $0.26^\circ$ ，試求其公分分子量！

$$\begin{aligned} \text{公分分子量} &= \frac{0.52}{0.26} \times \frac{1000}{1000} \times 49 \\ &= 2 \times 1 \times 49 \\ &= 98 \text{ 公分} \end{aligned}$$

**82. 蒸氣壓之減少** (Depression of vapor pressure).

溶媒之沸點既因溶解物之存在而上昇，從沸點之定義 (§52)，可知溶媒之蒸氣壓必隨而減少

**來烏耳定律** (Raoult's law) 溶媒蒸氣壓之減少與溶質之分子濃度成比例。(The depression of the vapor pressure of a solvent is proportional to the molecular concentration of the solute.)

從此定律可推演下列公式。

$$\text{溶質之分子量} = \frac{\text{溶媒之蒸氣壓}}{\text{溶媒之蒸氣壓} - \text{溶液之蒸氣壓}} \times \frac{\text{溶質之重量}}{\text{溶媒之重量}} \times \text{溶媒之分子量}$$

例 在  $80^\circ$  時，苯甲酸乙酯 2.47 公分溶於苯 100 公分中之蒸氣壓為 742.6 公釐，純苯之蒸氣壓為 751.86 公釐，試求其公分分子量！

$$\begin{aligned} \text{公分分子量} &= \frac{751.86}{751.86 - 742.6} \times \frac{2.47}{100} \times 78 \\ &= 156 \text{ 公分} \end{aligned}$$

### 83. 滲透壓 (Osmotic pressure.)

(1) 物質之通過一重半透膜 (Semipermeable membrane)，稱為滲透 (Osmosis)。使溶液及純溶媒達到平衡所須之壓力，稱為滲透壓。

(2) 滲透壓與溶液中溶質之濃度成正比例。

(3) 滲透壓與絕對溫度成正比例 (§45)。



(4)在同溫時,若等容量之溶媒中溶解溶質之分子數相等,則所生之滲透壓亦相等(§48).

(5)物質於稀溶液中所生之滲透壓,與同量之同一物質之氣體在同溫同體積時所生之氣體壓相同(§§42, 48).

從 4.5 可推知溶質之分子量,亦可由滲透壓依  $M = wRT/PV$  方程式求之.但此時  $P$  表滲透壓而非氣體壓(§31).

## 第 八 章

## 離 子 化

## 84. 名詞.

電解質(Electrolytes, Ionogens). 溶於水而能導電之物質。(The substances which conduct electricity in aqueous solutions.)例如酸類,鹽基類及鹽類,故冰點下降,沸點上昇,蒸氣壓減少及滲透壓,此類物質均有特高數值.

非電解質(Non-electrolytes). 溶於水而不能導電之物質。(The substances which do not conduct electricity in aqueous solutions.)例如糖類.

離子(Ions). 帶電荷之原子或原子團。(The atoms or groups of atoms, radicals, bearing electric charges.)帶陽電荷之離子,稱爲陽離子(Cation),例如  $\text{Na}^+$  及  $\text{Ca}^{++}$ .帶陰電荷之離子,稱爲陰離子(Anion),例如  $\text{Cl}^-$  及  $\text{SO}_4^-$ .

離子化(Ionization). 分子解離爲離子之作用。(The dissociation of molecules into ions.)(§85).

## 85. 亞倫尼斯離子化論 (Arrhenius theory of

ionization).

酸類,鹽基類及鹽類,在水溶液中,解離為帶電荷之原子或原子團。(Acids, bases, and salts in aqueous solution dissociate into atoms or groups of atoms which carry charges of electricity.)



86. 離子化程度 (Degree of ionization, Extent of ionization).

離子化程度,為電解質生成離子之程度,以百分率或小數表之,如 50% 或 0.5. 電解質之離子化程度低者,稱為弱電解質 (Weak electrolytes), 高者稱為強電解質 (Strong electrolytes).

例  $\frac{1}{10}$  規定溶液(N/10):

酸類 (8%)  $\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^-$  (92%).....強酸

(98.7%)  $\text{H} \cdot \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$  (1.3%).....弱酸

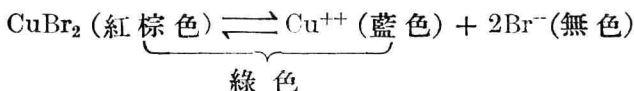
鹼類 (9%)  $\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{OH}^-$  (91%).....強鹽基

(98.7%)  $\text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$  (1.3%).....弱鹽基

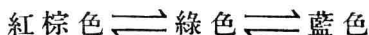
鹽類 鹽類除數種汞鹽及鎘鹽外，離子化程度皆高。

### 87. 離子化平衡 (Ionic equilibrium).

離子化不甚完全，卒達平衡之狀態，稱為離子化平衡。



溴化銅之溶液，依其濃度之大小，有下列之變遷。



(1) 變更溶媒之量。

(一) 加水，增加離子化  $\longrightarrow$ 。

(二) 蒸發，減少離子化  $\longleftarrow$ 。

(2) 增加作用物質之一。下列  $\text{Br}^- \cdot \text{Cu}^{++}$ ，稱為同種離子 (Common ion.)

(一) 溶入溴化鉀 ( $\text{KBr} \rightleftharpoons \text{K}^+ + \text{Br}^-$ )

(二) 溶入二氯化銅 ( $\text{CuCl}_2 \rightleftharpoons \text{Cu}^{++} + 2\text{Cl}^-$ )

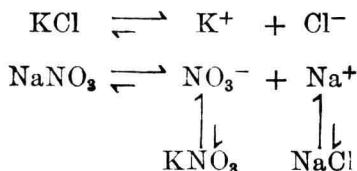
(3) 移去作用物質之一。紅棕色溶液，加入硝酸鉛粉末，( $\text{Pb}^{++} + 2\text{Br}^- \longrightarrow \text{PbBr}_2 \downarrow$ )  $\longrightarrow$ 。

### 88. 離子化之應用。

(1) 複分解作用

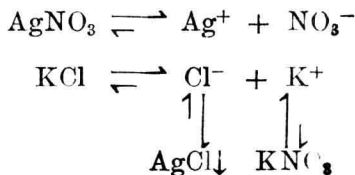
(一) 無化學作用。當二種強電解質之溶液混合

時,若其可能生成之物質亦為強電解質而可溶者,則實際上並不引起何種化學作用。

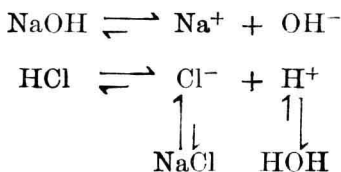


(二)有化學作用。當二種電解質之溶液混合時,隨下列二事而生顯著之化學作用。(a)如生成物之一為不可溶性而起沈澱者(沈澱作用)。(b)如生成物之一雖可溶解而不易起離子化者(中和作用)。

(2)沈澱作用(Precipitation).



(3)中和作用(§58).



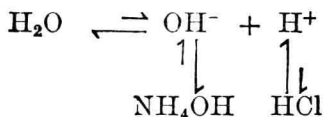
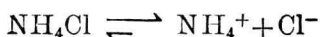
(4)加水分解·水解(Hydrolysis)

此為鹽類因水而分解之作用常呈酸性或鹼性反應。

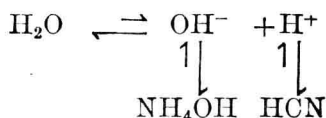
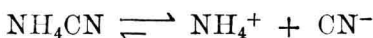
(一)弱酸與強鹽基所成之鹽……溶液為鹼性



(二)強酸與弱鹽基所成之鹽……溶液為酸性。



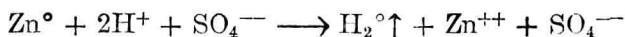
(三)弱酸與弱鹽基所成之鹽……完全水解。



(5)離子化代作用(Ionic displacement).

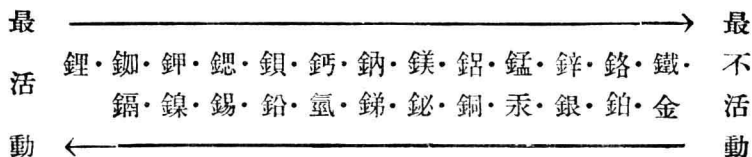
一種活動力較大之元素,可以化代活動力較小之離子例如鋅溶於硫酸而生氫,因鋅之活動力較氫為大,故可化代之。一鋅原子失去二電子,而二氫離子即取得

此二電子.



電化列序·化代列序 (Electromotive series, Displacement series).

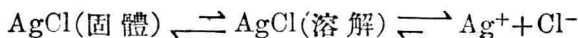
陽離子取得電子而析出之趨勢逐漸增加.



原子失去電子而成陽離子之趨勢逐漸增加.

(6) 溶度積 (Solubility product).

在飽和溶液中,離子之公分分子濃度之積不變,此積(K)謂之離子積常數 (Ion-product constant),亦稱溶度積.



$$\frac{[\text{Ag}^+] \times [\text{Cl}^-]}{[\text{AgCl}(\text{溶解})]} = k$$

$$[\text{Ag}^+] \times [\text{Cl}^-] = k[\text{AgCl}(\text{溶解})] = K$$

---

當一固體物質與溶液接觸時,若其離子之公分分子濃度之積小於溶度積,則此固體物質溶解.

在一飽和溶液中,若離子之公分分子濃度之積大於溶度積,則此溶解物質沈澱.

溶度積之值愈大之物質,愈善溶解



# 第 九 章

## 金 屬 與 非 金 屬

### 89. 名詞.

**金屬 (Metals).** 氧化物與水化合生鹽基之元素.  
(Elements whose oxides unite with water to form bases.)(§59.)

**非金屬 (Non-metals).** 氧化物與水化合生酸之元素.  
(Elements whose oxides unite with water to form acids.)(§59.)

### 90. 金屬與非金屬之區別 (§59).

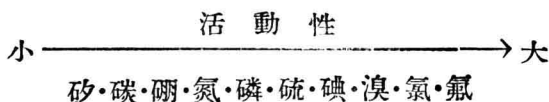
	金 屬	非 金 屬
(1) 形態	汞為液態, 餘均固態	溴為液態,餘為 氣態或固態
(2) 金屬光澤·延性·展性	有	無
(3) 熱與電	善導	不善導
(4) 融點	大概較高	大概較低
(5) 簡單離子	陽離子	陰離子
(6) 氫氧化物	鹽基性*	酸性
(7) 鹵素化物	不起水解	常起水解

\* 鋁、鋅等少數金屬為兩性。

## 91. 金屬與非金屬之活動性.

金屬活動性之次序與電化列序相同 (§88).

非金屬活動性之次序,大致如下:



## 92. 金屬之存在.

(1)遊離物. 金·銀·銅·汞·鈹·銻·砷·鉑族元素等.

(2)氧化物. 鐵·錳·錫·鋅·銅·鋁.

(3)硫化物. 鐵·鎳·鈷·銻·鈹·鎘·鋅·銅·汞.

(4)碳酸鹽. 鐵·鉛·鋅·銅·鎂·鈣·鋇·鋇.

(5)鹵素化物. 鈉·鉀·鎂·銀.

(6)矽酸鹽. 常充工業原料,不供提煉金屬之用.

(7)硫酸鹽. 鉛·鈣·鋇·鋇·鎂·鉀.

## 93. 金屬之提煉(冶金)(Extraction, Metallurgy).

(1)遊離物. 從脈石熔出[常加熔劑(Flux)].

(2)氧化物.

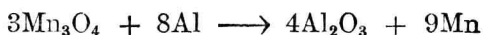
(一)以碳為還原劑. 銅·鋅·鎘·錫·鈳·銻·鈹·銻·鉻·鉍·鉬·鐵.

鎢·鐵.



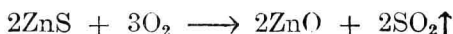
(二)以鋁粉為還原劑[鋁冶術 (Aluminothermy), 亦

稱哥爾斯密特法或郭爾法(Goldschmidt's process), §287)  
錳·鉻.

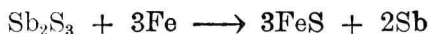


(3) 硫化物.

(一) 煅燒除硫而還原氧化物. 鋅·銻·鉍.

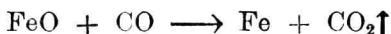


(二) 以鐵屑爲還原劑. 銻·鉛.



(4) 碳酸鹽. 強熱驅出二氧化碳而還原氧化物.

鐵·鋅.



(5) 鹵素化物. 鋰·鎂·鈣·鋇·鐿之氯化物及鋁之氟化物, 均用電解.

(6) 其他金屬. 鈉·鉀用電解氫氧化物法. 金·銀亦用氰化物法. 鋅·鎘亦用電解法.

94. 金屬之氧化物 (§59).

95. 金屬之氫氧化物 (§§59, 64-68).

96. 金屬之鹵素化物.

**存在.** 食鹽(Common salt)  $\text{NaCl}$ , 鉀石鹽(Sylvite)  $\text{KCl}$ , 白鹵鹽(Carnallite)  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

**製法.** (1) 氯化物.

(一) 由氯與金屬直接化合 (§422).

(二) 由鹽酸與金屬氧化物, 氫氧化物或碳酸鹽作用 (§423).

(三) 由兩種鹽類起複分解作用 (§8).

(2) 溴化物. } 由溴或碘與氫氧化鉀(或鈉)起作用

(3) 碘化物. } (§§154, 155, 422).

**性質.** (1) 氯化物.

(一) 多可溶於水, 惟一氯化汞, 一氯化銅及氯化銀則幾全不可溶, 二氯化鉛則不甚可溶.

(二) 溶解時多不起水解. 但三價金屬鹽如氯化鋁 (§291) 及三氯化鐵 (§432) 則起顯著之水解. 數種二價金屬鹽如鎂·鋅之氯化物, 熱時亦起水解 (§§212, 250).

(三) 加熱時多安定. 但貴重金屬 —— 尤以金及鉑 —— 之氯化物, 則恆分解而生氯 (§§198, 199).

(四) 與硫酸共熱生鹽酸 (§423).

(2) 溴化物. } 溶解度及性質, 大致與氯化物相似.

(3) 碘化物. }

試驗法 (§425).

### 97. 金屬之硫化物.

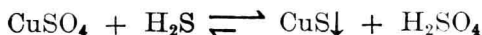
存在. 黃鐵礦 (Pyrite)  $\text{FeS}_2$ , 方鉛礦 (Galena)  $\text{PbS}$ , 閃鋅礦 (Zinc blende)  $\text{ZnS}$ , 輝銻礦 (Stibnite)  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  等.

製法. (1) 由硫與金屬直接化合 (§398).

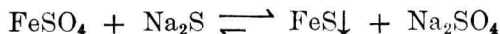
(2) 由硫化氫或可溶性硫化物, 與一鹽類之溶液起作用 (§§148, 166, 400).

(3) 由硫酸鹽用碳還原 (下列第3類硫化物用此法製備, §§148, 238).

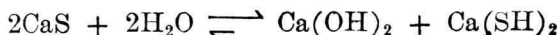
性質. (1) 由酸性溶液沈澱即不為稀酸所分解者:  $\text{CuS}$  (黑),  $\text{HgS}$  (黑),  $\text{PbS}$  (黑),  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  (褐),  $\text{CdS}$  (黃),  $\text{As}_2\text{S}_3$  (黃),  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  (橙紅),  $\text{SnS}$  (深褐),  $\text{SnS}_2$  (黃),  $\text{Ag}_2\text{S}$  (褐黑).



(2) 由中性或鹼性溶液沈澱即為稀酸所分解者:  $\text{ZnS}$  (白),  $\text{NiS}$  (黑),  $\text{CoS}$  (黑),  $\text{MnS}$  (肉色),  $\text{FeS}$  (黑),  $\text{Fe}_2\text{S}_3$  (黃綠).



(3) 不沈澱而起水解者:  $\text{CaS}$ ,  $\text{SrS}$ ,  $\text{BaS}$ ,  $\text{MgS}$ ,  $\text{K}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ .



試驗法 (§406)

## 98. 金屬之硝酸鹽.

存在 智利硝石 (Chile saltpetre)  $\text{NaNO}_3$ , 硝石 (Saltpetre)  $\text{KNO}_3$

製法. 用製鹽類法 (§70). 常由硝酸與鹽基, 鹽基性氧化物, 碳酸鹽或金屬作用 (§351).

性質. (1) 皆可溶於水.

(2) 與硫酸共熱生硝酸 (§351)

(3) 酸性溶液, 有與硝酸相同之氧化作用.

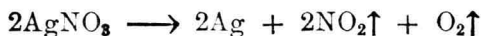
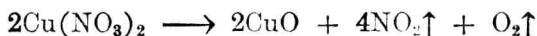


(4) 受熱則分解.

(一) 硝酸鈉及硝酸鉀生亞硝酸鹽及氧 (§§142, 159)

(二) 硝酸銨生一氧化二氮及水 (§165).

(三) 其他普通金屬之硝酸鹽, 生金屬之氧化物, 二氧化氮及氧. 其氧化物對熱不安定者, 分解為金屬.



試驗法 (§352).

## 99. 金屬之硫酸鹽.

存在. 石膏 (Gypsum)  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , 重晶石 (Heavy spar, Barite)  $\text{BaSO}_4$ , 天青石 (Celestite)  $\text{SrSO}_4$ .

**製法.** (1)可溶性硫酸鹽,常由硫酸與鹽基,鹽基性氧化物,金屬及其含較易揮發酸之鹽(§§351,423)起作用.

(2)不可溶性硫酸鹽,用沈澱法.



**性質.** (1)鉛·鋇·鋇之硫酸鹽,不溶於水.硫酸鈣微能溶解.

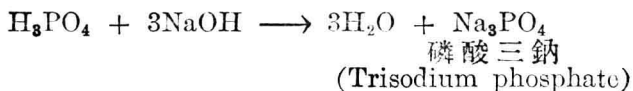
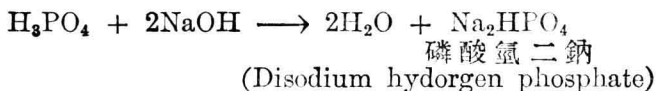
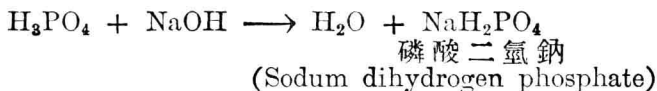
(2)其餘各種硫酸鹽,均可溶於水.

**試驗法**(§406).

### 100. 金屬之磷酸鹽.

**存在.** 磷灰土(Phosphorite) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,磷灰石(Apatite)  
 $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$ .

**製法.** (1)可溶性磷酸鹽,常用中和法.



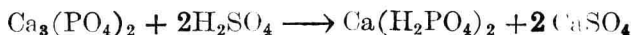
(2)不可溶性磷酸鹽,常用沈澱法.



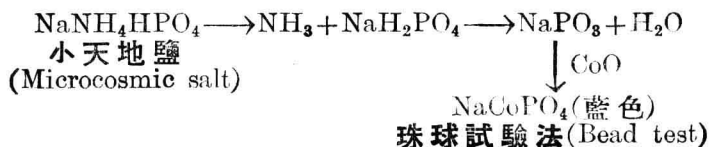
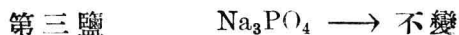
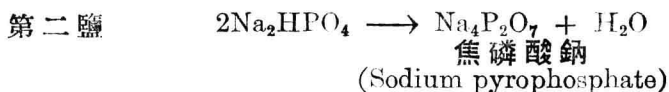
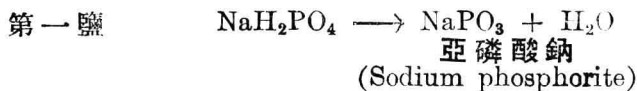
性質. (1)磷酸鹼類皆可溶於水.第一鹽(Primary)  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  呈酸性.第二鹽(Secundary)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  呈弱鹼性.第三鹽(Tertiary)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  呈強鹼性.

(2)鹼土金屬之第一磷酸鹽可溶於水.第二鹽,第三鹽及其他金屬之鹽僅溶於酸.

加硫酸於骨灰,磷灰土或磷灰石,可使變為過磷酸鈣(Calcium superphosphate).用為肥料.



(3)熱之作用.



試驗法 (§360).



**101. 金屬之碳酸鹽.**

**存在.** 石灰石(Limestone)及大理石(Marble) $\text{CaCO}_3$ ,  
菱苦土礦 (Magnesite)  $\text{MgCO}_3$ , 白雲石 (Dolomite)  
 $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ .

**製法.** 用製鹽類法 (§70).

**性質.** (1) 除鉀·鈉之碳酸鹽外, 餘均不溶於水. 碳酸鈉或鉀之水溶液呈鹼性 (§§143, 160).

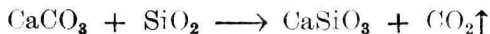
(2) 鋁·錫之氫氧化物呈弱鹽基性, 不能生安定之碳酸鹽 (§§284, 317).

(3) 與酸生碳酸, 分解而生二氧化碳及水 (§§143, 223). 通入石灰水, 則生碳酸鈣之白色沈澱 (§304).

(4) 通二氧化碳入其水溶液或水混懸, 生可溶性酸性碳酸鹽 (§§144, 215, 223).

(5) 除鈉·鉀之碳酸鹽外, 餘皆受熱分解而生二氧化碳及金屬之氧化物 (§§213, 223).

(6) 與酸酐共熱, 生鹽及二氧化碳.



**試驗法.** 依上述性質 1·3 兩點而試驗之.

**102. 金屬之矽酸鹽.**

**存在** (§314).

- |                               |   |   |
|-------------------------------|---|---|
| (1) 正矽酸鹽<br>(Ortho-silicates) | } | 鋯石(風信子石)(Zircon) $ZrSiO_4$                |
|                               |   | 石榴石(Garnet) $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$           |
|                               |   | 雲母(Mica) $KH_2Al_3(SiO_4)_3$              |
|                               |   | 高嶺土(Kaolin) $H_2Al_2(SiO_4)_2 \cdot H_2O$ |
| (2) 異矽酸鹽<br>(Meta-silicates)  | } | 矽灰石(Wollastonite) $CaSiO_3$               |
|                               |   | 綠柱玉(Beryl) $Be_3Al_2(SiO_3)_6$            |
|                               |   | 滑石(Soapstone, Talc) $H_2Mg_3(SiO_3)_4$    |
|                               |   | 石綿(Asbestos) $Mg_3Ca(SiO_3)_4$            |

(3) 正二矽酸鹽 (Ortho-disilicates) …… 蛇紋石 (Serpentine)  $Mg_3Si_2O_7 \cdot 2H_2O$

(4) 三矽酸鹽 (Trisilicates) …… 正長石 (Orthoclase)  $KAlSi_3O_8$

性質. (1) 除鈉·鉀之矽酸鹽外, 餘均不溶於水.

(2) 與碳酸鈉共熔, 生簡單矽酸鹽, 溶於鹽酸生金屬之氯化物及正矽酸之膠狀沈澱.

(3) 與氫氟酸生四氟化矽及金屬之氟化物 (§423).

試驗法. 依上述性質 2·3 兩點而試驗之.

103. 金屬鹽之溶解度 (§71).

104. 合金·齊 (Alloys).

不同金屬融合而成之物稱為合金, 亦稱為齊.

重要之合金列表如下(合金成分各書所載不同)。

名	稱	成	分	%	途	用
鋁青銅(Aluminum bronze)		銅	90,	鋁10		裝飾品
黃銅(Brass)		銅	78-66,	鋅27-34		製機械·器具
青銅(Bronze)		銅	88,	錫8, 鋅2, 鉛2		製機械·器具
白弼氏合金(Babbitt's metal)		錫	70-90,	銻7-24, 銅2-22		鑲稱軸承
鐘銅(Bell metal)		銅	80-75,	錫20-25		製鐘·鑼
錫錫齊(Britannia metal)		錫	95-90,	銻5-10, 銅1-3		製便宜用具
杜鋁(Duralumin)		鋁	95.5,	銅3.0, 錳1.0, 鎂0.5		製飛機·汽車
德國銀(白銅)(German silver)		銀	18-25,	鋅20-30, 其餘爲銅		製用具·裝飾品
礮銅(Gun metal)		銅	90,	錫10		舊時製礮
鎂鋁齊(Magnalium)		鋁	90-94,	鎂10-6		製科學儀器
錳金(Manganin)		銅	84,	銀4, 錳12		製測電器之電線
蒙尼爾金(Monel metal)		銀	72,	銅26.5, 鐵1.5		製暗輪葉·機器
白鐵(Pewter)		錫	85-90,	錫15-10		舊時製碗·杯等
錒藥(軟鐵)(Soft solder)		鉛	67,	錫33		接合用
活字金(Type metal)		鉛	60-85,	銻8-20, 錫5-35		製活字
伍特易熔合金(Wood's fusible metal)		銻	38,	鉛31, 錫15, 鎘16		製安全栓

## 第 十 章

### 週 期 系

#### 舊 週 期 系

##### 105. 週期律(Periodic law).

1869年,俄國化學家門得雷業夫(Mendelejeff)與德國化學家羅塔邁玄(Lothar Meyer)同時各自發見,若依原子量之次序而排列元素,則其化學性質及物理性質,均逐漸變化而呈週期之現象,即元素之性質爲其原子量之週期函數。(The properties of the elements are periodic functions of their atomic weights.)是謂週期律。

##### 106. 週期表(Periodic table).

表中同一縱列之元素,性質類似,稱爲同屬元素(Same group elements).I至VII屬,又各分爲二族(Family).同一橫列之元素,性質遞變,稱爲同列元素(Same series elements).自一元素至其同屬類似之元素,稱爲一週期(One period).週期先短後長,稱爲短期(Short period)及長期(Long period).

##### 107. 表中之普通關係.

週 期 表

第一週期	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
通式	$R_2O$	$R_2O$	$R_2O_3$	$R^{IV}O_2$ $R^{VI}H_4$	$R^V O_5$ $R^{III}H_3$	$R^V O_3$ $R^{III}H_2$	$R^{VI}O_7$ $R^V H$	$R^{VII}O_4$			
週期	$H^1$ 1.0078克										
短 2	$He^2$ 4.002克	$Li^3$ 6.940克	$Be^4$ 9.02克	$B^5$ 10.82 硼	$C^6$ 12.00 碳	$N^7$ 14.008 氮	$O^8$ 16.000 氧	$F^9$ 19.00 氟			
短 3	$Ne^{10}$ 20.183克	$Na^{11}$ 22.997克	$Mg^{12}$ 24.32 鎂	$Al^{13}$ 26.97 鋁	$Si^{14}$ 28.06 矽	$P^{15}$ 31.02 磷	$S^{16}$ 32.06 硫	$Cl^{17}$ 35.45 氯			
長 4	$A^{18}$ 39.944克	$K^{19}$ 39.10 鉀	$Ca^{20}$ 40.08 鈣	$Sc^{21}$ 45.10 鈾	$Ti^{22}$ 47.90 鈦	$V^{23}$ 50.85 鈦	$Cr^{24}$ 52.01 鉻	$Mn^{25}$ 54.93 錳	$Fe^{26}$ 55.84 鐵	$Co^{27}$ 58.94 鈷	$Ni^{28}$ 58.69 鎳
長 5	$Kr^{36}$ 83.7 克	$Rb^{37}$ 85.44 鉀	$Sr^{38}$ 87.63 鈾	$Yt^{39}$ 88.92 鈾	$Zr^{40}$ 91.22 鈾	$Nb^{41}$ 93.3 鈾	$Mo^{42}$ 96.0 鈾	$Mg^{43}$ 101.7 鈾	$Ru^{44}$ 101.7 鈾	$Rh^{45}$ 102.9 鈾	$Pd^{46}$ 106.7 鈾
長 6	$Xe^{54}$ 131.3 克	$Cs^{55}$ 132.91 克	$Ba^{56}$ 137.36 鈾	$La^{57}$ 138.92 鈾	$Hf^{58}$ 178.49 鈾	$Ta^{59}$ 180.9 鈾	$W^{60}$ 183.84 鈾	$Re^{61}$ 186.2 鈾	$Os^{70}$ 190.0 鈾	$Ir^{77}$ 192.2 鈾	$Pt^{78}$ 195.0 鈾
不完全	$Rn^{86}$ 222 克	$Ra^{88}$ 226 克	$Ac^{89}$ 227 克	$Th^{90}$ 232 克	$Pa^{91}$ 231 克	$U^{92}$ 238 克					
元素符號左右數	核素	核素	核素	核素	核素	核素	核素	核素	核素	核素	核素
字表原子序下面	La 57	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Sm 61	Eu 62	Gd 63	Yb 70	Lu 71	Y 89	Zr 40
數字表原子量	138.92	140.12	140.92	144.24	150.43	152.0	157.25	173.05	175.0	173.05	173.05

(1)每週期中,元素對於氧之原子價,自1升至7

(2)每週期中,最後四元素對於氫(如能盡與氫化合者)之原子價,自4降至1.

(3)每週期中,元素之物理性質如融點·沸點·比重等,皆同樣依次遞變(參閱下述各族元素).

(4)每週期中,元素之化學性質皆同樣依次遞變. I至V週期,除0屬元素全無化合力不表現電性之稀氣元素外,均自陽離子化傾向最強之鹼族元素爲始,陽性漸減,通過中間之碳族元素,陰性漸增,而至於陰離子化最強之鹵素.

### 108. 週期表之應用.

(1)使元素得完善之分類. 各元素間及其化合物間之關係,甚爲明顯.

(2)新元素之預言. 如鈦 Sc· 鎳 Ga· 鍺 Ge等元素之性質,與門得雷業夫所預言者,若合符節.

(3)原子量之確定. 如鈹 Be爲二價而非三價元素,其原子量爲 9.02. 又如銻 In 爲三價而非二價元素,其原子量爲 114.8.

(4)可提出供研究之問題. 如碲之原子量,本爲 128 現爲 127.5. 新元素之發見及無機化學之研究,均受

其益。

### 109. 週期表之缺點

(1)無適當地位置氫、稀土族十餘元素，位置上亦生問題。

(2)氫與鉀·鈷與鎳·碲與碘之位置，與原子量有顛倒之嫌

(3)性質不甚類似之元素如錳與鹵素，乃同屬一屬。

## 新週期系

### 110. 週期律。

莫斯雷 (Mosley) 發見元素之性質爲其原子序 (§26) 之週期函數。(The properties of the elements are periodic functions of their atomic numbers.)

### 111. 週期表。

依原子序排成之週期表，較爲完善。

(1)氫·氦爲構成一切原子之基本，故成一最短期。

(2)電子之軌道有七組，故週期亦有七個。

(3)稀土族元素軌道上電子之排列相似，故性質亦相似

(4)放射性元素原子之構造較爲複雜，故易蛻變。

週 期 表  
(依原子序排列)

屬 →	I	II	III	IV	V-B	VI-B	變遷元素	I-B	II-B	III-B	IV-B	V	VI	VII	VIII				
週期 ↓	H 1															He 2			
短	Li 3	Be 4	B 5	C 6									N 7	O 8	F 9	Ne 10			
短	Na 11	Mg 12	Al 13	Si 14									P 15	S 16	Cl 17	Ar 18			
長	K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36	
長	Rb 37	Sr 38	Yt 39	Zr 40	Cb 41	Mo 42	Mb 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54	
長	Cs 55	Ba 56	La <sup>*</sup> 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86	
不完全	— 87	Ra 88	Ac 89	Th 90	Pa 91	U 92													

\*57至71為稀土族元素，見前表。



---

(5)第七週期至原子序九十二而止者,殆因以上則愈趨複雜不能成立之故.

## 第 十 一 章

## 氫 水

## 氫(Hydrogen)

## 112. 存在.

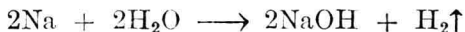
氫占水11%.有機物如天然氣·石油等亦含之.

## 113. 發見.

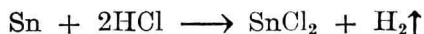
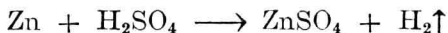
1766, 卡文迪希(Cavendish).

## 114. 製法.

(1) 實驗室法. (一)金屬(鈉·鉀等)與水作用.

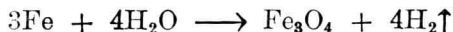


(二)金屬(鋅·錫·鋁等)與酸作用.



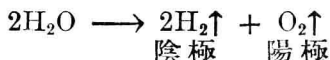
(三)金屬(鋅·鋁等)與苛性鹼溶液作用(閱2五).

(2) 工業法. (一)通水汽於赤熱之鐵.

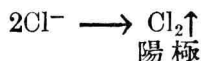


(二)電解法.

(a) 電解含硫酸或氫氧化鈉少許之水。



(b) 電解氯化鈉(食鹽)溶液。

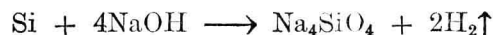
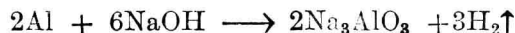
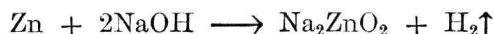


(三) 液化水煤氣 (§302) 時，一氧化碳及雜質凝結，氫則仍為氣體，可以分出。

(四) 由氫石 (Hydrone) (鉛 65%，鈉 35%) 與水作用。



(五) 鋅·鋁或矽與苛性鹼溶液作用(用途 4)。



### 115. 物性.

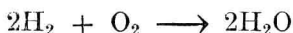
(1) 無色·無味·無臭氣體。

(2) 最輕之元素。密度 原子量 1.008.

- (3) 能被液化及固化。  
 (4) 微溶於水。  
 (5) 熱鐵·金·鉑粉·鈀等能吸收之。

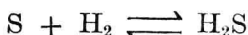
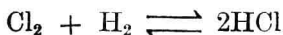
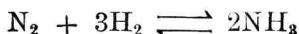
### 116. 化性.

- (1) 有可燃性, 燃時與氧化合成水。

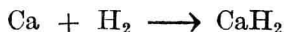
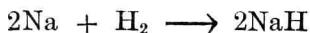


- (2) 在高溫時, 能與下述元素直接化合。

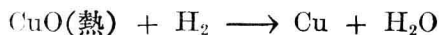
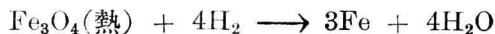
- (一) 與非金屬元素氮·氯·硫等。



- (二) 與金屬元素鈉·鉀·鈣等成氫化物(Hydrides)。



- (3) 有還原作用, 故爲還原劑(Reducing agent)。



### 117. 用途.

- (1) 氫氧焰(Oxyhydrogen flame).  
 (2) 油類加氫(Hydrogenation) 或硬化(Hardening)

(3)製氨.

(4)充滿飛船·飛球.

## 水(Water)

### 118. 存在.

水占地面約  $\frac{3}{4}$ .雲·霧·雨·露·霜·雪·雹·冰皆水之異性體.

### 119. 物性.

(1)在常溫時,無色·無味·無臭液體.

(2)有三態.

(一)  $0^{\circ}$  至  $100^{\circ}$  為液態.……水.

(二)  $0^{\circ}$  以下為固態.……冰.

(三)  $100^{\circ}$  以上為氣態.……水汽.

(3)密度在  $4^{\circ}$  為 1.

(4)有溶媒作用.

### 120. 化性.

(1)頗安定.在  $2000^{\circ}$  時,僅有 1.8% 分解.

(2)與非金屬氧化物化合成酸 (§59).

(3)與金屬氧化物化合成鹽基 (§59).

(4)與活動金屬及氯·溴 (§§14,422)等起作用.

(5)與多數化合物成含水物或水化物(Hydrates),如硫酸銅五水物  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 硫酸鈉十水物  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  等.

(6)有加水分解作用 (§88)

### 121. 清淨法(Methods of purification).

普通水含雜質,提淨之法如下:

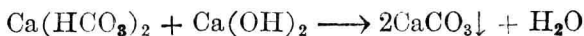
- (1)沈澱法. (2)過濾法.  
 (3)殺菌法或消毒法. (4)硬水軟化法.  
 (5)蒸餾法.

### 122. 硬水(Hard water).

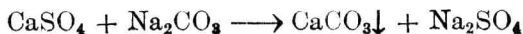
水與肥皂生沈澱者,稱爲硬水.否則稱爲軟水(Soft water).硬性由於鈣·鎂·鐵之酸性碳酸鹽者,煮沸可使成碳酸鹽而沈澱 (§223),稱爲暫時硬性(Temporary hardness)硬性由於硫酸鈣及硫酸鎂者,煮沸不能除去,稱爲永久硬性(Permanent hardness).

硬水軟化法約有四種:

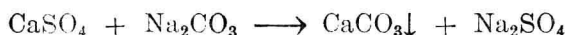
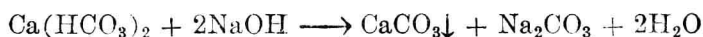
(1)加熟石灰……除暫時硬性.



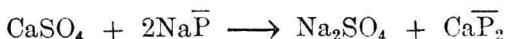
(2)加碳酸鈉……除永久硬性.



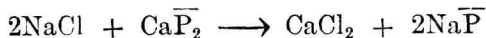
(3)加碳酸鈉及熟石灰或加苛性鈉……除兩種硬性。



(4)矽鋁酸鹽法 (Permutite process) …… 用軟化劑 (Permutite)  $\text{Na}\overline{\text{P}}$  (人造矽鋁酸鈉 Sodium silico-aluminate), 除兩種硬性,鈣·鎂·鐵等與鈉交換。



軟化劑失效力時,加 10% 之鹽水,則起下列反應而可復用。



## 第 十 二 章

## 氦 族 元 素 空 氣

## 氦 族 元 素

## 123. 存在.

氦 (Helium) · 氖 (Neon) · 氩 (Argon) · 氙 (Krypton) · 氡 (Xenon) 均為存於空氣中之氣體。氦亦存於天然氣·單晶礦 (Monazite) 等中。氡 (Radon) 為鐳之放射氣體 (§443)。

## 124. 發見.

1785 年, 卡文迪希 發見空氣含有少量之不活動氣體。1868 年, 洛克玄 (Lockyer) 指出有氦存在。1894 年 雷蘭卿 (Lord Rayleigh) 及 拉姆叟 (Ramsay) 發見氦。1895 年 拉姆叟 發見氦。1898 年並發見氖·氬·氙。

## 125. 提取.

(1) 先用化學方法, 將空氣中之氧·氮完全除去 (§129), 再用液態空氣使粗製氦液化, 然後分別蒸餾之。

(2) 將天然氣液化, 氦為最後氣體而分出。

## 126. 性質.



元 素	氦	氖	氬	氪	氙	氡
符 號	He	Ne	A	Kr	Xe	Rn
原 子 序	2	10	18	36	54	86
原 子 量	4.002	20.183	39.944	83.7	131.3	222
沸 點						
融 點						
臨 界 溫 度						

(1)均爲一原子(Mono-atomic).

(2)均不與他物化合.

(3)略溶於水,溶解度隨原子量而增加.

(4)氦無可燃性,其沸點爲物質中之最低者.

(5)氡不安定,易放射氦而成鐳A (Radium A).

### 127. 用途.

氦供充滿飛船,氖製年紅光(Neon lights),氬供充滿電池.

## 空氣(Air)

### 128. 成分.

(1)有定量之成分.

	體 積	重 量
氮	78.03%	75.4%
氧	20.99%	23.2%
氫	0.94%	1.2%
氖	80,000 份之 1	} 0.2%
氬	250,000 份之 1	
氩	1,000,000 份之 1	
氙	11,000,000 份之 1	

(2)無定量之成分.

二氧化碳·氫·水汽·塵埃等.

### 129. 性質.

(1)常溫時,爲無色·無味·無臭氣體

(2)能被液化.

(3)略溶於水.

(4)使純淨空氣通過熱銅,氧與銅化合成一氧化銅  $\text{CuO}$ . 再通過熱鎂,氮與鎂化合成二氮化三鎂  $\text{Mg}_3\text{N}_2$ . 所餘爲氦族元素.

### 130. 空氣爲混合物之明證.

(1)空氣中氮·氧·氫等均保持其原有性質,並無變更.

(2)蒸發液態空氣時,氮先揮發,可與氧完全分離.

(3)諸成分之重量比例,非各爲其原子量之倍數,不可以化學式表之.

## 第 十 三 章

## 鹼 族 元 素

## 131. 概 說.

元 素	鋰 (Lithium)	鈉 (Sodium)	鉀 (Potassium)	銣 (Rubidium)	銫 (Cesium)
符 號	Li	Na	K	Rb	Cs
發 見	1817, 阿佛生 (Arfvedson)	1807, 大衛 (Davy)	1807, 大衛	1860, 本生 (Bunsen)	1860, 本生
原 子 序	3	11	19	37	55
原 子 量	6.940	22.997	39.10	85.44	132.81
原 子 價	1	1	1	1	1
融 點					
沸 點					
比 重					
本生焰色	鮮 紅	黃	紫	紫	紫
分 光 線	鮮 紅	黃	紫 紅	暗 紅	藍
性 狀	柔 軟 而 有 光 澤				
活 動 力	最 活 動 金 屬, 活 動 力 隨 原 子 量 而 俱 增				
與水作用	猛 烈, 成 鹽 基, 鹽 基 性 隨 原 子 量 而 俱 增				
與氫作用	生 MH 式 之 氫 化 物				
氧 化	露 於 空 氣 中, 易 受 氧 化 而 失 光 澤				
鹽 類	幾 全 爲 白 色, 不 可 溶 性 者 極 少				

鋰與鈉,鉀與銣,性質尤似.銨離子(Ammonium) $\text{NH}_4^+$ 之性狀,與鉀離子極相類似,故亦於本族中述之.

## 鋰

### 132. 存在.

紅雲母 (Lepidolite, 鱗雲母 Lithia mica), 磷礬石 (Amblygonite).

### 133. 製法.

電解熔融之氯化鋰.

### 134. 性質 (§131).

(1) 最輕之金屬.

(2) 與氮·氧直接猛烈化合,生  $\text{Li}_3\text{N}$  及  $\text{Li}_2\text{O}$  等安定化合物.

(3) 其氫氧化物·碳酸鹽·磷酸鹽之比較的不可溶性,與他種鹼金屬之相當化合物之易於溶解正相反,而與鎂相接近.

### 135. 試驗法 (§131).

(1) 鮮紅本生焰.

(2) 鮮紅分光線.

## 鈉

**136. 存在.**

食鹽 (Common salt)  $\text{NaCl}$ , 智利硝石 (Chile saltpetre)

$\text{NaNO}_3$ , 硼砂 (Borax)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

**137. 製法**

電解熔融之無水氫氧化鈉.



鐵陰極

鐵陽極

**138. 性質 (§131).**

於氧流中熱之, 生過氧化鈉 (Sodium peroxide)  $\text{Na}_2\text{O}_2$ .

**139. 用途.**

(1) 製過氧化鈉.

(2) 製氰化鈉.

(3) 製染料及藥.

**140. 氯化鈉 (Sodium chloride)  $\text{NaCl}$** 

存在. 海水, 鹽池, 鹽井, 鹽礦.

製法. (1) 曬乾法.

(2) 煎熬法.

(3) 曬煎法.

精製. 普通食鹽含有極易潮解之氯化鎂與氯化鈣, 加焙用碱少許, 使成不可溶性之碳酸鹽, 濾過, 再行結晶.

純粹鹽由通過氯化氫於飽和鹽溶液中沈澱而得。  
性質。(1)四面立方形結晶體，熱之則爆烈。

(2)溶解度在冷水及熱水中，大約相等。

用途。(1)製氯氣。(2)製鹽酸。

(3)製漂白粉。(4)製氫氧化鈉。

(5)製碳酸鈉。(6)製他種鈉鹽(硝酸鈉除外)。

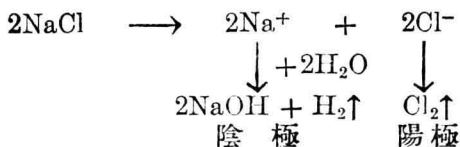
(7)調味。(8)防腐。

**141. 氫氧化鈉**(Sodium hydroxide)·苛性鈉(Caustic soda)NaOH.

製法。(1)化學法。加石灰乳於碳酸鈉溶液，濾過，於鐵釜中熱之。



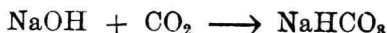
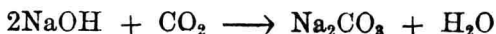
(2)電解法。電解氯化鈉溶液。



性質。(1)乳白色結晶體，棒狀·塊狀·片狀等均有。

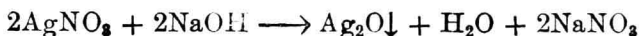
(2)富潮解性，極易溶於水，其溶液呈強鹼性，腐蝕皮膚。

(3)在空氣中，吸收水及二氧化碳。



(4)與銨鹽作用生氨(§§167,349).

(5)與金屬鹽類作用,多生不可溶性之氧化物或氫氧化物(§65).



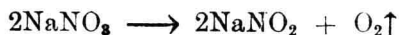
用途. (1)製肥皂. (2)製紙漿.  
(3)製絲光紗(Mercerized cotton yarn).  
(4)製人造絲. (5)精煉石油.

**142. 硝酸鈉**(Sodium nitrate)  $\text{NaNO}_3$ .

製法. 溶解智利硝石,使再結晶.

性質. (1)六角系結晶體.

(2)受強熱則發生氧而餘亞硝酸鈉(§§98,159).



用途. (1)肥料 (2)製硝酸鉀.  
(3)製硝酸.

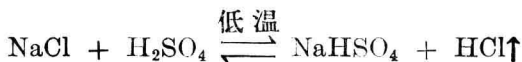
**143. 碳酸鈉** (Sodium carbonate)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (§101).

存在. 天然產海草灰亦含之.

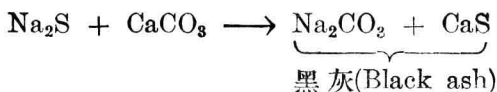
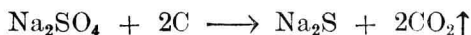
製法. (1)路布蘭法(Le Blanc process). 約分三步



(一)使食鹽與硫酸作用.

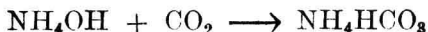


(二)和碳及石灰石於反射爐中熱之.



(三)用水溶出碳酸鈉,使結晶成  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , 再加熱去水.

(2)索爾維法 (Solvay process) 或 氨鹼法 (Ammonia soda process). 通氨及二氧化碳於食鹽之濃溶液中,先製酸性碳酸鈉,取出強熱,則成碳酸鈉.



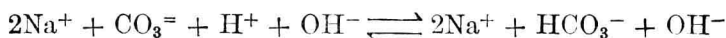
(3)電解法. 電解食鹽時,通二氧化碳於陰極槽之氫氧化鈉溶液中.



**種類.** (1)無水碳酸鈉(Anhydrous sodium carbonate).  
……**碱灰**(soda ash),純鹼或煨製碱(Calcined soda),白色  
固體.

(2)十水碳酸鈉(Sodium carbonate decahydrate) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .……**結晶鹼**(Soda crystals)或**洗濯碱**(Washing soda),  
斜方形大結晶體.在空氣中漸失去其水分.

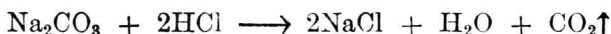
**性質.** (1)水溶液起水解作用而呈鹼性.



(2)水溶液易吸收二氧化碳而成酸性碳酸鈉.受熱  
則分解為原物.



(3)遇酸則分解而生二氧化碳.



**用途.** (1)製苛性鈉及他種鈉鹽.

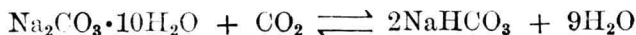
(2)製玻璃.

(3)洗濯.

**144. 酸性碳酸鈉** (Sodium acid carbonate, Sodium bicarbonate)  $\text{NaHCO}_3$  (§143).

**製法.** (1)於索爾維法中生成.

(2)通二氧化碳於十水碳酸鈉上.

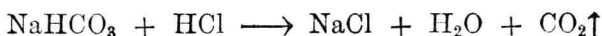


性質. (1)白色固體.

(2)純粹物之水溶液,對於苯醇(Phenolphthalein)試藥爲中性.



(3)遇酸則分解而生二氧化碳.



用途. 製焙用粉(Baking powder).……酸性碳酸鈉, 加一酸性物質如(1)酸性酒石酸鉀(Potassium hydrogen tartrate), (2)明礬或(3)第一磷酸鈉或鉍.

**145. 硫酸鈉(Sodium sulphate)Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.**

存在. 天然芒硝(Thenardite)Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·10H<sub>2</sub>O.

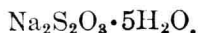
製法. 路布蘭法第一步(§143).

性質. 在32.4°以下,結晶成單斜晶形十水物,亦稱克勞伯鹽(Glauber's salt). 露於空氣中,徐徐風化,至完全失去水分而止.

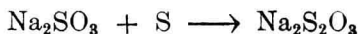
用途. (1)製玻璃及碳酸鈉.

(2)芒硝供醫藥及染色之用.

**146. 硫代硫酸鈉 (Sodium thiosulphate, "Hypo")**

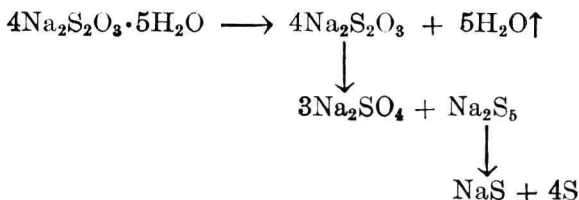


製法. 加硫於亞硫酸鈉溶液而煮沸之.

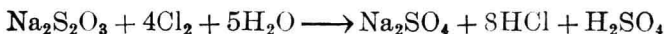


性質. (1)單斜系結晶體.

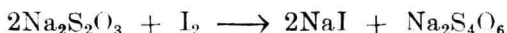
(2)受熱失去水分,次即分解.



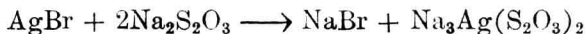
(3)水溶液能吸氯(用途1).



(4)與碘作用,生無色之碘化鈉及肆硫磺酸鈉 (Sodium tetrathionate)(用途2).



(5)與鹵素化銀作用,生可溶性化合物(§190,用途3).



(6)與稀酸生硫及二氧化硫.



用途. (1)漂白中之消氯劑(Anti-chlorine).

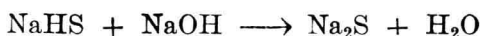
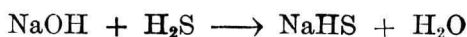
(2)測定遊離碘之量(用澱粉糊爲標示劑).

(3)照相中之定影劑.

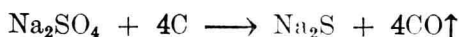
147. 磷酸鈉 (§100).

148. 硫化鈉 (Sodium sulphide)  $\text{Na}_2\text{S}$ .

製法. (1)通硫化氫於氫氧化鈉溶液,飽和後,再加等容量之氫氧化鈉溶液.



(2)在  $900^\circ$  用碳還原硫酸鈉 (§§97,238).



性質. (1)極易溶之結晶體,能起水解而呈強鹼性.

(2)水溶液與硫共熱,生多硫化物  $\text{Na}_2\text{S}_x$ .

用途. (1)製硫性染料 (Sulphur dyes).

(2)染硫性染料 (3)製革中之脫毛劑.

149. 試驗法.

鈉離子  $\text{Na}^+$  無色,其化合物爲可溶性,可依下法試驗.

(1)黃本生焰 (§131).

(2)黃分光線 (§131).

(3)加焦銻酸鉀 (Potassium pyroantimonate)  $\text{K}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$  於鈉鹽溶液,生焦銻酸鈉 (Sodium pyroantimonate)  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$  之沈澱.

## 鉀

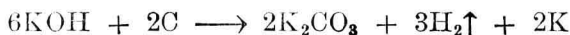
## 150. 存在.

長石(Feldspar),雲母(§102),司旦絲弗(Stassfurt)鹽床——鉀石鹽(Sylvite) KCl 及白鹵鹽(砂金石)(Carnallite)  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ——鉀瀉利鹽礦(Kainite)  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{KCl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , 班高爾硝石(Bengal saltpeter)  $\text{KNO}_3$ .

## 151. 製法.

(1)電解法. 電解熔融之氯化鉀或氫氧化鉀 (§§ 133,137).

(2)還原法. 用氫氧化鉀與海棉質之鐵之碳化物共熱,使鉀變成蒸氣而冷凝之.



## 152. 性質.(§131).

與鈉相似(§138).

## 153. 氯化鉀(Potassium chloride) KCl.

存在. 司旦絲弗鹽床.

製法. 將白鹵鹽和水少許,加熱以使溶解,冷時氯化鉀先結晶而出.

性質. (1)立方形結晶體.

(2)易溶於水.

(3)能生許多複鹽.

用途. (1)製他種鉀化合物.

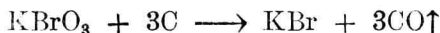
(2)主要含鉀肥料

**154. 溴化鉀(Potassium bromide)KBr.**

製法. 加溴於氫氧化鉀溶液中而熱之.



蒸發乾後,與碳末共熱,使溴酸鉀還原,再行結晶而提淨之.



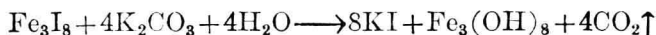
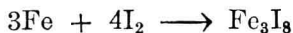
性質. 立方形結晶體,受強熱稍能揮發.

用途. (1)鎮靜劑. (2)製溴化銀.

**155. 碘化鉀(Potassium iodide)KI.**

製法. (1)與溴化鉀製法同.

(2)將碘及鐵屑在水底混合,加碳酸鉀,濾過,蒸發以使結晶.



性質. (1)微不透明之大立方體.

(2)水溶液能溶多量之碘,成三碘化鉀  $\text{KI}_3$ , 與溶解

碘成平衡(用途3)



用途. (1)治梅毒之藥. (2)製碘化銀.

(3)分析用

**156. 氫氧化鉀(Potassium hydroxide)·苛性鉀(Caustic potash)KOH.**

製法. (1)化學法. (2)電解法.

性質. 與氫氧化鈉同(§141).

用途. 製鉀或軟肥皂(Potash soaps, Soft soaps).

**157. 氯酸鉀(Potassium chlorate)KClO<sub>3</sub>.**

製法. (1)使氯化鉀及氯酸鈣起複分解作用,冷後即結晶而出.



(2)電解氯化鉀溫熱濃溶液,而使生成物混合,冷時即結晶而出.



性質. (1)單斜晶片.

(2)受熱分解而生氧(§392).

用途. (1)製氧. (2)製火花.

(3)製安全火柴. (4)製火藥.



(5)醫藥用.

158. 過氯酸鉀(Potassium perchlorate)  $\text{KClO}_4$ .

製法. 加熱氯酸鉀.



性質. (1)白色斜方形結晶體.

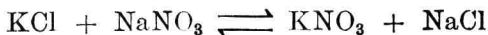
(2)熱則分解.



159. 硝酸鉀(Potassium nitrate)  $\text{KNO}_3$ .

存在. 班高爾硝石.

製法. 用硝酸鈉及氯化鉀和水少許共熱,速將氯化鈉濾去,濾液冷時即結晶而出.



性質. (1)長棱形結晶體.

(2)強熱則發生氧而餘亞硝酸鉀 (§§98,142).

用途. (1)製火藥. 75% 硝酸鉀, 15% 炭, 10% 硫, 在空曠處發火時:  $2\text{KNO}_3 + 3\text{C} + \text{S} \longrightarrow \text{K}_2\text{S} + 3\text{CO}_2\uparrow + \text{N}_2\uparrow$

(2)保藏醃鹽肉及牛肉並使成紅色.

(3)肥料.

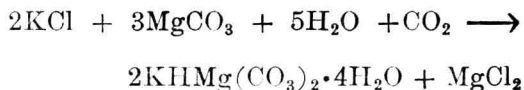
160. 碳酸鉀(Potassium carbonate)·珠灰(Pearl ash)

$\text{K}_2\text{CO}_3$  (§§101,143).

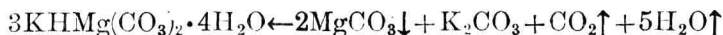
**製法.** (1)從木材灰分中提取.

(2)從甜菜糖蜜渣滓提取.

(3)於高壓力下共熱氯化鉀,碳酸鎂(菱苦土礦),水及二氧化碳



分開混合鹽,復和水而加熱至 $120^\circ$



濾過,蒸發而使結晶.

**性質.** (1)普通為不含水之粉末,從水中結晶者為 $2\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .

(2)易潮解.

(3)水溶液呈顯著之鹼性.

**用途.** (1)製軟肥皂.

(2)製硬玻璃.

(3)製他種鉀鹽.

**161. 氰化鉀(Potassium cyanide)KCN.**

**製法.** 強熱黃血鹽(亞鐵氰化鉀, § 433).



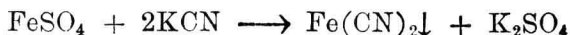
加水溶出而使結晶.

性質. (1)富潮解性之結晶體.

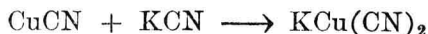
(2)易溶於水,呈強鹼性(§88).

(3)極毒,與氰氫酸相等.

(4)與硫酸亞鐵溶液成黃血鹽.



與硫酸銅溶液成亞銅氰化鉀(Potassium cuprocyanide)



用途. (1)電鍍.

(2)提煉金.

**162. 硫酸鉀**(Potassium sulphate) $\text{K}_2\text{SO}_4$ .

製法. 將硫酸鉀鎂礦(Schoenite)和氯化鉀並水少許,比較之不可溶性之硫酸鉀即結晶而出.



性質. 含結晶水之斜方形結晶體.

用途. (1)製明礬.

(2)肥料

**163. 試驗法.**

鉀離子  $\text{K}^+$  無色,其化合物多為可溶性,可依下法試驗.

(1)紫本生焰(§131).

(2) 紫紅分光線 (§131).

(3) 與氫氯鉑酸生氫鉑化鉀(Potassium chloroplatinate)  $K_2PtCl_6$  之黃色沈澱 (§440).

(4) 與過氯酸生過氯酸鉀沈澱 (§158).

(5) 與酒石酸(Tartaric acid)生酒石酸氫鉀(Potassium hydrogen tartrate)  $KHC_4H_4O_6$  沈澱.

### 銨(銨)

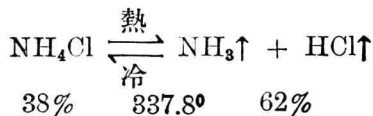
164. 氯化銨(Ammonium chloride)

製法. 由氫氧化銨與鹽酸起作用.

性質 (1) 立方結晶體.

(2) 易溶於水而吸收熱.

(3) 熱則揮發, 故可用昇華法精煉之.



用途. (1) 製乾電池.                                  (2) 熔劑.

(3) 醫藥用.    (4) 染料工業用

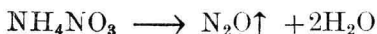
165. 硝酸銨(Ammonium nitrate)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .

製法. 由氫氧化銨與硝酸起作用.

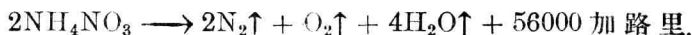
性質. (1)白色結晶體.

(2)易溶於水而吸收熱.

(3)謹慎加熱過其融點,分解成一氧化二氮及水(§98).



(4)在高溫及受衝撞時,分解如下:



用途 製火花及爆炸藥

166. 硫化銨(Ammonium sulphide)  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ (§148).

製法 (1)將氨二容量與硫化氫一容量,於  $-18^\circ$  以下相混.

(2)通硫化氫於氨水,使之飽和,再加計算量之氨水.

性質. (1)白色結晶體.

(2)易分解為氨及硫化氫.

(3)純粹溶液無色,在空氣中次第變為黃色,終成紅色,而生多硫化物  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_x$ .

(4)水溶液幾完全起水解(§88).

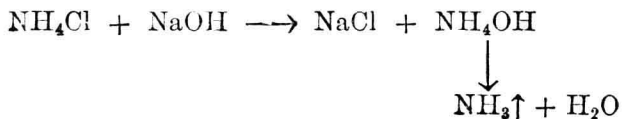
167. 試驗法.

銨離子  $\text{NH}_4^+$  無色,其化合物多為可溶性,可依下法試驗.

(1)氯鉑化銨(Ammonium chloroplatinate)  $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$

及酒石酸氫鉍(Ammonium hydrogen tartrate) $\text{NH}_4\text{HC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ 亦皆難溶(§§163,440).

(2)與鹽基共熱生氨,可從其臭氣及對於石蕊試紙之反應知之.



## 第十四章

## 銅族元素

## 168. 概說.

元 素	銅 (Copper)	銀 (Silver)	金 (Gold)
符 號	Cu	Ag	Au
發 見	有 史 以 前	有 史 以 前	有 史 以 前
原 子 序	29	47	79
原 子 量	63.57	107.880	197.2
原 子 價	1,2	1	1,3
融 點			
沸 點			
比 重			
存 在 狀	常 天 然 產		
性 狀	銅 爲 赤 色, 銀 爲 銀 白 色, 金 爲 金 黃 色, 均 富 延 性, 展 性, 爲 電 及 熱 之 最 良 導 體.		
活 動 力	不 甚 活 動, 原 子 量 愈 高, 活 動 力 愈 小.		

## 169. 銅族元素與鹼族元素之比較.

銅族元素與鹼族元素共隸於週期表之第一屬, 尤與鉀·鈉相近, 惟二族相反之點亦多.

## 銅族元素

常天然產。

重而硬，融點均約  $1000^{\circ}$ 。

不甚活動，僅銅可為空氣所氧化。

除一價外，銅尚有二價，金尚有三價。

銀·金之氧化物，易受熱分解。

與水及稀非含氧酸無作用。

一價鹵素化物不溶於水。氧化物及氫氧化物呈弱鹽基性 ( $\text{Ag}_2\text{O}$  例外)，鹵素化物起水解 (銀之鹵素化物例外)，故其鹽基性鹽類頗多。

在酸性溶液中，為硫化氫所沈澱 (§97)。

常見於陰離子中，並生錯根陽離子 (§§170, 183, 193)。

## 鹼族元素

無天然產。

輕而軟，融點甚低。

極活動，易為空氣所氧化。

均為一價。

氧化物安定，不易受熱分解。

能代出氫。

鹵素化物皆溶於水。

氧化物及氫氧化物呈強鹽基性，鹵素化物不起水解。

不為硫化氫所沈澱。

不見於陰離子中，不生錯根陽離子。



## 銅

### 170. 概說.

(1)銅有亞銅(Cuprous) $\text{Cu}^+$ 及銅(Cupric) $\text{Cu}^{++}$ 二組化合物.

(2)亞銅化合物較少,無含氧酸鹽類,較銅化合物爲安定,可由後者之自然分解(如 $2\text{CuI}_2 \longrightarrow 2\text{CuI} + \text{I}_2$ )或加熱而生成,鹵素化物及氰化物皆無色,不溶於水,亞銅離子 $\text{Cu}^+$ 似爲無色.

(3)銅化合物甚多,有含氧酸鹽類如 $\text{CuSO}_4, \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 等無水鹽類常爲無色或黃色,但銅離子 $\text{Cu}^{++}$ 爲藍色,故其鹽類之水溶液皆爲藍色.

(4)除二組化合物外,二種銅又皆能成錯根陽離子如 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^+$ 及 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{++}$ ,一價銅更能生安定之錯根陰離子如 $(\text{CuCN})_2^-$ 及 $\text{CuCl}_2^-$ .

(5)氧化物,氫氧化物,碳酸鹽,磷酸鹽及草酸鹽,均不溶於水,其可溶性鹽類皆有毒.

(6)氫氧化物不僅具弱鹽基性,且具酸性.

### 171. 存在.

自然銅,黃銅鑛(Chalcopyrites, Copper pyrites) $\text{CuFeS}_2$

( $\text{Cu}_2\text{S}\cdot\text{Fe}_2\text{S}_3$ ), 輝銅鑛(Chalcocite) $\text{Cu}_2\text{S}$ , 赤銅鑛或紅銅(Ruby copper)  $\text{Cu}_2\text{O}$ , 孔雀石或藍銅鑛(Malachite)  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  [ $\text{Cu}(\text{OH})_2\cdot\text{CuCO}_3$ ].

### 172. 提煉.

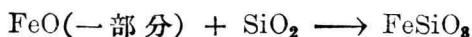
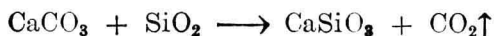
(1) 由氧化銅或碳酸銅礦石. 將碎礦石與煤或焦炭共熱而還原之 (§93).

(2) 由硫化銅礦石. 分下列四步:

(一) 用洗濯法或浮沫法 (Oil flotation method) 增加鑛質濃度 (銅分高者無須此步).

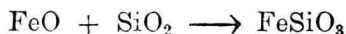
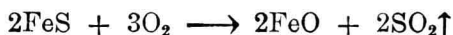
(二) 將礦石煨燒, 使一部分氧化.

(三) 和石灰石共熱於反射爐中.

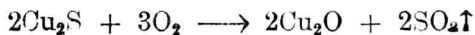


所成礦滓浮於上面, 可與曇金 (Matte) 分開.

(四) 將曇金與砂置於迴轉爐中, 吹入空氣使鐵完全氧化而成礦滓.



礦滓取去後, 再吹入空氣則可製成大銅板 (Copper blister).



**173. 精製.**

用電解法,可得 99.99% 之銅.

**174. 性質 (§168).**

(1) 在空氣中徐徐生綠色鹽基性碳酸鹽,蔽於外部.

(2) 熱於空氣中,生氧化銅,與硫共熱,常生一硫化二銅.

(3) 不能化代酸中之氫,但與含氧酸起作用而成銅鹽 (§§181, 351, 405).

**175. 用途.**

(1) 製屋蓋,船底,貨幣,獎牌及日用器具等.

(2) 製電線及電氣用具.

(3) 製銅齊如黃銅 (Brass) · 青銅 (Bronze) · 礮銅 (Gun metal) · 鐘銅 (Bell metal) · 及德國銀 (German silver) 等 (§104).

(4) 電鍍及電鑄術 (Electrotyping).

(5) 銅鹽為農業用殺蟲劑.

**176. 一氧化二銅 (Cuprous oxide)  $\text{Cu}_2\text{O}$ .**

**製法.** (1) 將銅粉微熱,使起氧化.

(2) 由葡萄糖與二氫氧化銅起作用 (§§178, 189, 270,

無一氫氧化銅)。

性質。製成者爲紅色結晶粉末，天然產者爲八面體。

177. 一氧化銅(Cupric oxide)  $\text{CuO}$ 。

製法。將銅，硝酸銅，碳酸銅或二氫氧化銅於空氣中強熱之 (§98)。

性質。(1) 黑色粉末。

(2) 強熱時，失去一部氧，還原爲一氧化二銅。

(3) 與碳或碳之化合物共熱時，易失去氧，故用於有機分析中。

178. 二氫氧化銅(Cupric hydroxide)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 。

製法。將氫氧化鉀或鈉加入二價銅鹽之溶液中。

性質。(1) 藍色膠狀沈澱。

(2) 溶於氨而生可溶性  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2$  之深藍色溶液，有溶解纖維素之力 (§483)。

(3) 與羅顯爾鹽(Rochelle salts) 成可溶性費林溶液(Fehling's solution)，用以試驗葡萄糖及他種還原物質，並檢定其量 (§176)。

179. 二氯化銅(Cupric chloride)  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。

製法 (1) 由銅與氯直接化合。

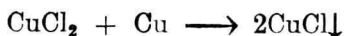
(2)由鹽酸與一氧化銅作用而使結晶。

性質. (1)含水物爲藍色結晶體,無水鹽爲黃色.

(2)水溶液呈酸性反應(§§96,291,432).

180. 一氯化銅(Cuprous chloride)CuCl.

製法. 將二氯化銅溶液和鹽酸及銅屑而共煮沸之.



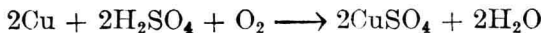
性質. (1)難溶於水之白色結晶體.

(2)易爲熱水所水解,最後生成紅色含水一氧化二銅.

(3)能吸收一氧化碳而成  $\text{Cu}(\text{CO})\text{Cl}\cdot\text{H}_2\text{O}$ , 故用於氣體分析中.

181. 硫酸銅(Copper sulphate) $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

製法. (1)將稀硫酸滴於銅粒上而使空氣自由接近.



(2)加熱一硫化二銅於爐中,則成硫酸銅與一氧化銅之混合物.再加入硫酸,則一氧化銅亦成硫酸銅.

性質. (1)結晶成五水物,爲藍色三斜系結晶體,俗稱膽礬(Blue vitriol, Blue stone).無水鹽爲白色.

(2)水溶液呈酸性反應.

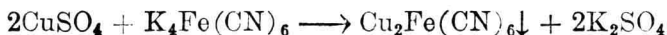
- 用途. (1)鍍銅. (2)製電池.  
 (3)媒染劑 (4)消毒劑.  
 (5)殺蟲劑(Bordeaux mixture)

### 182. 試驗法

銅離子  $\text{Cu}^{++}$  爲藍色,亞銅離子  $\text{Cu}^+$  爲無色,但亞銅溶液易爲空氣氧化而變藍色,銅化合物可依下法試驗.

(1)通硫化氫於其溶液,生黑色硫化銅 ( $\text{CuS}$ ) 沈澱 (§97).

(2)與亞鐵氰化鉀生櫻色膠狀之亞鐵氰化銅(Cupric ferrocyanide).



(3)與過量之氨生深藍色之  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{++}$  離子 (§178)

(4)綠本生焰.

(5)小天地鹽 (§100) 及硼砂珠球試驗 (§282), 在氧化焰中呈藍色, 在還原焰中呈紅色而不透明(因有遊離銅)

## 銀

### 183. 概說.

(1)與銅相似之點:

(一)能結入錯根離子如  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$  及  $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$

(二)生不可溶性鹵素化物(氟化銀除外, §190).

(2)與銅不同而與鹼金屬及鹼土金屬相近之點:

(一)有一強鹽基性之氧化物.

(二)能與強酸生不起水解之鹽類.

(3)與金及鉑相似之點:

(一)氧化物易為熱所分解.

(二)化學活動性甚弱.

#### 184. 存在.

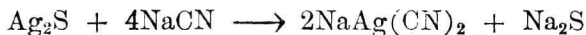
天然銀(含金及銅),輝銀礦(Argentite)  $\text{Ag}_2\text{S}$ , 角銀礦(Horn silver)  $\text{AgCl}$ .

#### 185. 提煉.

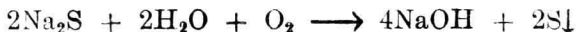
(1)陽極泥滓提煉法(Anode mud process). 精煉銅·鉛時,金屬銀積聚於陽極泥滓中,使與稀硫酸或稀酸及硫酸銀溶液共沸,則其他雜質大部溶解而餘細碎之銀.

(2)拍克法(Parkes process). 加鋅於含銀之鉛而熱之,鋅提出銀而浮於上面,取鋅層蒸餾之,則去鋅而餘銀.

(3)氰化物法(Cyanide process). 將輝銀礦打碎,浸於氰化鈉溶液中,生銀氰化鈉(Sodium argenticyanide).



空氣流通時,硫化鈉氧化為氫氧化鈉.



加入鋅則銀分離。



### 186. 精製.

(1)電解法.

(2)硫酸法.

### 187. 性質 (§168).

(1)通常不能自稀酸中代出氫,但能溶於含氧酸中

(2)對鹼類極為穩定,故製純苛性鹼時用銀器.

(3)能與硫化合生褐黑色硫化銀 (§97).

(4)與鹵素即在普通溫度亦易化合 (§422).

### 188. 用途.

(1)製銀幣.

(2)製裝飾品及銀器.

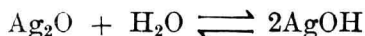
(3)鍍銀.

### 189. 一氧化二銀 (Silver oxide) $\text{Ag}_2\text{O}$ .

**製法.** 加氫氧化鈉或鉀於銀鹽溶液中 (§§176, 270)

**性質.** (1)淡褐色沈澱.

(2)微溶於水,有強鹽基性.



(3)在濕空氣中吸收二氧化碳而成碳酸銀.

(4)溶於氨而生可溶性之  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$



(5) 加熱時放出氧而餘金屬銀。

### 190. 銀之鹵素化物.

製法 加鹵素氫酸或可溶性鹵素化物於硝酸銀溶液中。

性質.

性 質	氟化銀 $\text{Ag}_2\text{F}_2$ (Silver fluoride)	氯化銀 $\text{AgCl}$ (Silver chloride)	溴化銀 $\text{AgBr}$ (Silver bromide)	碘化銀 $\text{AgI}$ (Silver iodide)
顏色	白	白	淡黃	黃
溶解度	可溶	微溶	微溶	幾不可溶
感光作用	—	有	有	無
氫氧化鉍	—	可溶生 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}$	可溶生 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{Br}$	不可溶
氰化鉀	—	可溶, 生 $\text{KAg}(\text{CN})_2$		
硫代硫酸鈉	—	可溶, 生 $\text{Na}_3\cdot\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2$ 及 $\text{Na}_4\cdot\text{Ag}_2(\text{S}_2\text{O}_3)_3$		

用途 用於攝影術中。

### 191. 硝酸銀 (Silver nitrate) $\text{AgNO}_3$ .

製法 溶銀於硝酸, 蒸發以使結晶 (§§272, 351).



性質. (1) 無色斜方形結晶體, 有毒性。

(2) 極易溶於水, 溶液呈中和性。

(3) 純鹽不受光之影響。

- (4)熱則分解而生遊離銀(§98).  
 (5)易為有機物質還原而生遊離銀(用途1).  
 (6)能與蛋白質化合而成不可溶性化合物.  
 (7)與氨成  $\text{AgNO}_3 \cdot 2\text{NH}_3$  之斜方形結晶體.

用途. (1)製戳記墨汁.

(2)製醫用棒狀硝酸銀(Lunar caustic).

(3)分析用.

### 192. 試驗法.

銀離子  $\text{Ag}^+$  無色,其化合物多不能溶解,可依下法試驗.

(1)與鹽酸或可溶性氯化物,生氯化銀沈澱,能溶於氨中(§190).加硝酸使成酸性,則氯化銀仍沈澱而出.

(2)與硫化氫作用,生褐黑色硫化銀( $\text{Ag}_2\text{S}$ )沈澱(§97).

(3)與可溶性鉻酸鹽,生紅色鉻酸銀(Silver chromate)  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  沈澱.

(4)能溶於氰化鉀及硫代硫酸鈉中而生錯鹽(§190).

## 金

### 193. 概說.

(1)有不完全之亞金(Aurous)  $\text{Au}^+$  及金(Auric)  $\text{Au}^{+++}$

二組化合物，例如  $Au_2O$  (有弱鹽基性) 及  $Au_2O_3$  (大部為成酸性)。

(2) 與含氧酸類所生之單鹽類均不安定。

(3) 化合物受熱，易分解而生遊離金。

(4) 他種普通金屬，均能自金化合物溶液中化代金 (§88)。和緩還原劑，亦可遊離金。

(5) 能結入錯根陰離子中，如  $Au(CN)_2^-$ ,  $AuO_2^-$  等。

(6) 物理上雖係一金屬，化學上則完全為一非金屬。

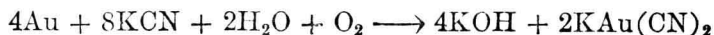
#### 194. 存在。

天然金，碲金銀礦 (Telluride)  $[Au, Ag]Te_2$ 。

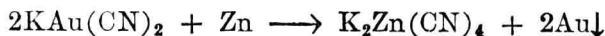
#### 195. 提煉。

(1) 混汞法 (Amalgamation process)。將金砂或粉碎礦石和水，流通敷汞之銅板上，金成汞齊，取出蒸去汞即得金。

(2) 氰化物法 (§185)。將前法之泥滓或貧礦粉末，浸於氰化鉀或鈉之稀溶液中，金即溶出。



金可用鋅沈澱或電解分出。



(3) 氯化法 (Chlorination process)。先燒硫化鐵礦以

去硫，浸於水中，通氯使金成三氯化金而溶解，加硫酸亞鐵，則金還原而沈澱。

### 196. 性質 (§168).

(1) 金黃色軟金屬，與銅相似，較為堅硬。金之成分比例，以開(K, carats)計之，純金為24開。

(2) 最不活動之普通金屬，不受遊離氧或硫化氫之影響。

(3) 不能自稀酸中化代氫，亦不能溶於鹽酸·硝酸·硫酸中。

(4) 能溶於王水·氯水而生三氯化金。

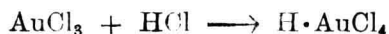
(5) 能溶於氰化物而生亞金氰化物 (§§190, 195)。

(6) 能與氯·溴化合。

(7) 與融熔苛性鹼·硝酸鹼類起作用而生金酸鹽 (Aurates)。

### 197. 氯金酸 (Chlorauric acid) $H \cdot AuCl_4 \cdot 4H_2O$ .

製法. 三氯化金與鹽酸共同蒸發。



性質. (1) 黃色針狀結晶體。

(2) 生中性鹽，如黃色之氯金化鈉 (Sodium chloraurate)

$NaAuCl_4 \cdot 2H_2O$  (用於攝影術中)。

198. 三氯化金(Auric chloride)  $\text{AuCl}_3$ .

製法. (1)加熱氫氯金酸.

(2)溶金於王水或氯水.

性質. (1)紅色結晶體.

(2)熱至  $180^\circ$ , 分解成一氯化金及氯( $\S 199$ ).

(3)溶液加氨, 生黃褐色沈澱, 稱為爆鳴金(Detonating gold)  $2(\text{AuN} \cdot \text{NH}_3) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .

199. 一氯化金(Aurous chloride)  $\text{AuCl}$ .

製法. 加熱三氯化金至  $180^\circ$ .

性質. (1)白色粉末.

(2)不溶於水, 然在沸水中, 即立變為三氯化金及遊離金.

200. 三氫氧化金(Auric hydroxide)  $\text{Au}(\text{OH})_3$ .

製法. 加苛性鹼類於氫氯金酸或氯金化鈉.

性質. (1)黃紅色粉末.

(2)亦稱金酸(Auric acid), 與過量之鹽基起作用生金酸鹽.

201. 三氧化二金(Auric oxide)  $\text{Au}_2\text{O}_3$ .

製法. 加一氧化鎂於三氯化金而熱之, 以濃硝酸

溶去過剩之一氧化鎂。

性質。 褐色沈澱。

202. 一氧化二金(Aurous oxide)  $\text{Au}_2\text{O}$ 。

製法 加鹼於一氯化金。

性質。 紫色粉末,於  $250^\circ$  分解。

203. 試驗法。

(1)加二氯化錫稀溶液於金屬溶液,生玫瑰紅色之膠質金。

(2)金礦常用試金術(Fire assaying)。

## 第十五章

## 鹼土族元素

## 204. 概說.

本族元素與鹼族及土族均有相似之點,故名.

元 素	鈹 (Beryllium)	鎂 (Magnesium)	鈣 (Calcium)	銣 (Strontium)	鋇 (Barium)	鐳 (Radium)
符 號	Be	Mg	Ca	Sr	Ba	Ra
發 見	1828, 味勒 (Wöhler)	1829, 白瑞 (Bussy)	1808, 大衛 (Davy)	1808, 大衛	1808, 大衛	1898, 居利 夫婦 (M. and Mme. Curie)
原子序	4	12	20	38	56	88
原子量	9.02	24.32	40.08	87.63	137.36	225.97
原子價	2	2	2	2	2	2
融 點						
沸 點						
本生焰色			磚 紅	紅	黃 綠	深 紅
製 法	電 解 氣 化 物 或 氫 氧 化 物					
性 狀	新剖面呈銀白色, 在空氣中易受氧化而變暗, 有延性·展性, 善導電					
活動力	強, 隨 原 子 價 而 俱 增					
與水作用	鈹·鎂較緩, 其餘甚速, 發氫而生氫氧化物					
燃 燒	均能燃燒而發強光, 鋇生過氧化物, 其餘					
	生一氧化物, 若在空氣中燃燒, 並生氮化物					
與酸作用	均 易 溶 解					
與鹵素	生 $MX_2$ 式 之 鹵 素 化 物					

(1) 鉍·鎂有時與鋅·鎘·汞並論,鎘與鈾並論.

(2) 鉍·鎂與鈣·鋇·鋇相似而與鋅·鎘不同之點:

(一) 硫化物可起水解.

(二) 氧化物和碳共熱,不起還原作用.

(三) 不與氨生成錯根陽離子.

(四) 不結入錯根陰離子.

(3) 鉍·鎂與鋅·鎘相似而與鈣·鋇·鋇不同之點:

(一) 硫酸鹽易溶於水.

(二) 氫氧化物易失水分而成氧化物.

(三) 在空氣中不易生銹.

(四) 不易從水中化代氫.

(4) 鉍位於金屬鋰及非金屬硼之間,故融點·沸點獨高而有兩性的氫氧化物,是又與鎂異而與鋅同.

(5) 鈣·鋇·鋇之其他性質:

(一) 輕而活動,與冷水起猛烈作用而生氫及氫氧化物(與鹼金屬相似).此等氫氧化物難溶於水(與土金屬相似),但其溶液之鹼性甚強(與鹼金屬相似).氫氧化物亦由氧化物與水化合而成(與鹼金屬相似).加熱即分解(與土金屬相似),依次逐難,氫氧化鋇最難.

(二) 碳酸鹽加熱時生氧化物及二氧化碳,碳酸鋇



最難分解(頗與重金屬相似而與鹼金屬不同)。

(三)硝酸鹽加熱時,先生亞硝酸鹽,繼復分解而生氧化物及二氧化氮(頗與重金屬相似而與鹼金屬不同, §§92,142,159)。

(四)氯化物·溴化物·碘化物·硝酸鹽·酸性碳酸鹽·醋酸鹽 (Acetates), 皆溶於水,硫酸鹽·磷酸鹽·碳酸鹽·矽酸鹽·草酸鹽 (Oxalates)·氟化物,均難溶解。從鈣至鋇,氯化物·硝酸鹽·硫酸鹽之溶解度依次逐減,氫氧化物·草酸鹽之溶解度則依次逐增。

### 鈹(鈹) (Beryllium 亦名 Glucinum)

#### 205. 存在.

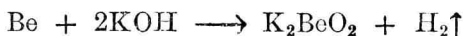
綠柱石 (Beryl)  $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ .

#### 206. 製法.

電解易融之混合氟化物  $\text{BeF}_2 \cdot 2\text{KF}$ .

#### 207. 性質 (§204).

(1) 加熱時,易溶於苛性鹼溶液中。



(2) 鹽類味甘 (Glucinum 從希臘文甘字而來)。

## 鎂

**208. 存在.**

白雲石(Dolomite) $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ , 菱苦土礦(Magnesite) $MgCO_3$ , 砂金石(白鹵鹽)(Carnallite) $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ , 滑石(Talc)(石鹼石 Soap stone) $Mg_3H_2(SiO_3)_4$ .

**209. 製法.**

電解脫水而熔融之砂金石.

**210. 性質**(§204).

爲強還原劑.  $CO_2 + 2Mg \longrightarrow 2MgO + C$   
 $SiO_2 + 2Mg \longrightarrow 2MgO + Si$

**211. 用途.**

- (1)粉狀鎂用以製煙火.
- (2)粉狀鎂與氯酸鉀合製閃光粉(Flash light mixture).
- (3)製鎳等合金時,用爲脫氧劑(De-oxidizer).
- (4)製鎂鋁齊(Magnalium)(§104).

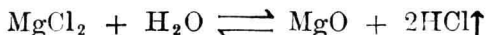
**212. 氯化鎂**(Magnesium chloride) $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ .

**製法.** 從司旦絲弗鹽床製氯化鉀之副產品(§153)

**性質.** (1)通常爲結晶六水物.

(2)富潮解性.

(3)熱則分解(§§96,250).



**213. 氧化鎂**(Magnesium oxide)(苦土, Magnesia)  $MgO$ .

**製法.** 加熱碳酸鎂.

**性質.** (1) 白色難溶之粉末.

(2) 與水徐徐化合而生氫氧化鎂

**用途.** (1) 塗電爐之裏面.

(2) 製坩堝.

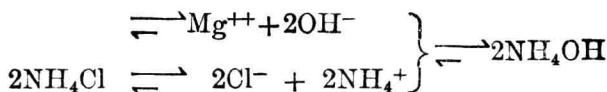
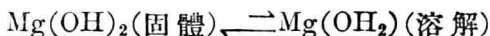
**214. 氫氧化鎂**(Magnesium hydroxide)  $Mg(OH)_2$ .

**製法.** 加鹼類於鎂鹽溶液中, 即沈澱出 (§141).

**性質.** (1) 微溶於水, 呈弱鹼性.

(2) 銨鹽存在時, 氫氧化鎂不能為氫氧化銨所沈澱,

因  $OH^-$  離子濃度甚低之故.



**215. 碳酸鎂**(Magnesium carbonate)  $MgCO_3$  (§101)

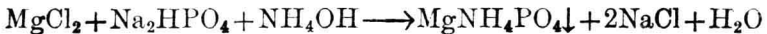
天然產, 可溶於含碳酸之水中, 成酸性碳酸鎂 (Magnesium bicarbonate) (§223). 加碳酸鈉於鎂鹽之溶液, 生鹽基性碳酸鎂  $3MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O$ , 用於醫藥及製牙粉等中.

**216. 硫酸鎂**(Magnesium sulphate)  $MgSO_4$ .

尋常爲七水物  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ . 從冷水中結成斜方棱形結晶體, 名曰瀉利鹽(Epsom salt). 可爲瀉藥及棉織物之填充劑等用.

217. 磷酸鎂銨 (Magnesium ammonium phosphate)  
 $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ .

製法. 加氯化銨及氫氧化銨於鎂鹽溶液中使其成鹼性後, 再加磷酸氫二鈉



性質. (1) 白色結晶性沈澱.

(2) 灼熱分解爲焦磷酸鎂  $Mg_2P_2O_7$ .

218. 試驗法.

鎂離子  $Mg^{++}$  無色, 其化合物可依下法試驗.

(1) 沈澱白色結晶性磷酸鎂銨 (§217).

(2) 鹽基性碳酸鎂及氫氧化鎂, 有銨鹽存在時, 不沈澱 (§214).

## 鈣

219. 存在.

螢石 (Fluorite, Fluorspar)  $CaF_2$ , 石灰石 (Limestone) · 大理石 (Marble) · 白堊 (Chalk) 均爲不純粹  $CaCO_3$ , 方解石

(Calcite)·冰洲石 (Iceland spar) 幾爲純粹  $\text{CaCO}_3$ , 石膏 (Gypsum)  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , 磷灰土 (Phosphorite)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

### 220. 製法.

在石墨坩堝中,電解熔融氯化鈣,以石墨坩堝爲陽極,鐵桿爲陰極.

### 221. 性質 (§204).

(1) 與多數非金屬如硫族·磷族(鉍除外)·鹵素,均易化合,同時常發光.

(2) 將鈣加熱,通氫於其上,則生二氫化鈣 (Calcium hydride)  $\text{CaH}_2$ . 投於水,即起激烈作用而生氫.

### 222. 氯化鈣 (Calcium chloride) $\text{CaCl}_2$ .

製法. 索爾維法 (§143) 製碳酸鈉中之副產品.

性質. (1) 結晶成六水物  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

(2) 受熱失去一部結晶水,成多孔之  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (用途 1).

(3) 富潮解性(用途 2), 溶於水則降低溫度(用途 3)

(4) 與氨結晶成  $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ .

(5) 與醇生分子化合物.

用途. (1) 乾燥劑.

(2) 散佈道路上以制飛塵.

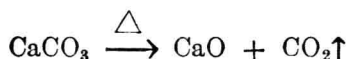
(3) 強起寒劑.

**223. 碳酸鈣**(Calcium carbonate)  $\text{CaCO}_3$ (§101).

存在(§101).

性質. (1) 天然產者大多為結晶體.

(2) 受熱則分解而生二氧化碳及石灰.



(3) 與酸生二氧化碳及水(§§101,143).



(4) 可溶於含碳酸之水中, 成酸性碳酸鈣 (Calcium bicarbonate), 為暫時硬水(§122)之成分. 煮沸則分解而沈澱(§§101,215).



用途. (1) 製生石灰.

(2) 製玻璃.

(3) 熔劑.

(4) 建築石.

**224. 氧化鈣**(Calcium oxide)·石灰(Lime)·生石灰 (Quicklime)  $\text{CaO}$ .

製法. 置石灰石於釜中, 燒至  $700-800^\circ$ , 導入空氣之氣流, 使二氧化碳流出不絕.

性質. (1)白色多孔之固體,融點極高.

(2)與水起作用,發生熱而生氫氧化鈣.



(3)在空氣中吸收二氧化碳及水分.

用途. (1)圬墁料. (2)製三合土(Mortar).

(3)製鹼類. (4)製漂白粉.

(5)軟化硬水. (6)製革之脫毛劑.

225. 氫氧化鈣(Calcium hydroxide)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

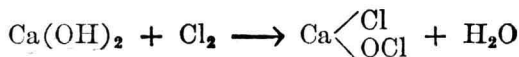
製法. 注水於生石灰上.

性質. (1)堅實粉狀,俗稱消石灰或熟石灰(Slaked lime).

(2)略溶於水而呈鹼性.

226. 漂白粉(Bleaching powder)  $\text{Ca} \begin{matrix} \text{Cl} \\ \text{OCl} \end{matrix}$ .

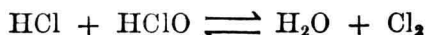
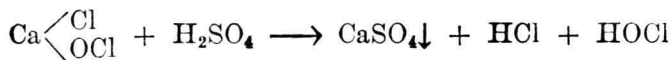
製法. 通氯於消石灰.



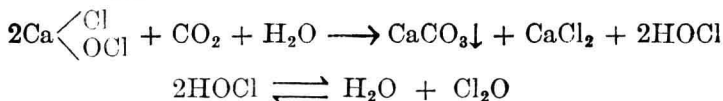
性質. (1)白色粉末.

(2)稍能溶解於水,有  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Cl}^-$  及  $\text{OCl}^-$  三種離子

(3)與強酸生鹽酸及次氯酸



(4) 與弱酸僅生次氯酸。



用途 (1) 漂白劑 (2) 消毒劑。

227. 硫酸鈣(Calcium sulphate)  $\text{CaSO}_4$ .

存在 石膏 (§99).

性質 (1) 單斜系結晶體。

(2) 加熱至  $125^\circ$ , 成 巴黎石膏 (燒石膏) (Plaster of Paris)  $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

用途 (1) 石膏用於製水泥。

(2) 巴黎石膏 用於塑像及製清水墁 (Stucco).

228. 試驗法 (§204).

鈣離子  $\text{Ca}^{++}$  無色, 其化合物多不可溶於水, 可依下法試驗。

(1) 於中性或鹼性溶液中, 生不可溶性之碳酸鹽·磷酸鹽·草酸鹽等。

(2) 生磚紅 本生焰。

(3) 紅綠分光線各一。



**229. 存在.**

碳酸鋇礦(Strontianite) $\text{SrCO}_3$ , 天青石(Celestite) $\text{SrSO}_4$ .

**230. 製法.**

電解融熔氯化鋇(Strontium chloride) $\text{SrCl}_2$ .

**231. 性質**(§204).

與鈣相似(§221).

**232. 鋇之化合物.**

製法. (1)溶解碳酸鋇礦於酸類中.

(2)用碳還原天青石成硫化物,而使與酸作用.

性質. 與鈣之化合物相似.

**233. 試驗法**(§204).

鋇離子  $\text{Sr}^{++}$  無色,其化合物多不可溶於水,可依下法試驗.

(1)生不可溶性之碳酸鹽·硫酸鹽·草酸鹽等.

(2)生紅本生焰.

(3)數紅色及一特別藍色分光線.

## 鋇

**234. 存在.**

毒重石(Witherite) $\text{BaCO}_3$ , 重晶石(Heavy spar, Barite)

BaSO<sub>4</sub>

**235. 製法.**

電解融熔氯化鋇 BaCl<sub>2</sub>.

**236. 性質 (§204).**

與鈣相似 (§221).

**237. 鋇之化合物.**

**製法.** (1)溶解毒重石於酸類中.

(2)用碳還原重晶石成硫化物或變成氧化物,而使與酸作用.

**238. 硫酸鋇 (Barium sulphate) BaSO<sub>4</sub>.**

**製法.** 加可溶性硫酸鹽溶液於鋇鹽溶液中.

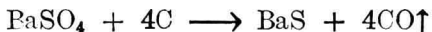
**性質.** (1)白色沈澱.

(2)幾不可溶於水及稀酸中.

(3)與碳酸鈉共融成碳酸鋇 (Barium carbonate).



(4)與碳共熱生硫化鋇 (Barium sulphide).



**用途.** (1)製長白塗料 (Permanent white)

(2)填充紙料.

(3)製光面厚紙.

(4) 充鉛白之攪雜品。

(5) 製鋇鎘白(Lithopone)。

**239. 氯化鋇**(Barium chloride)  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。

**製法.** 將硫酸鋇和碳及氯化鈣共熱,然後用水提出



**性質.** 斜方系結晶體,易溶於水,分析中用以定硫酸根。

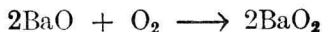
**240. 一氧化鋇**(Barium oxide)  $\text{BaO}$ 。

**製法.** 加熱碳酸鋇或硝酸鋇 (§§98,101,204)。

**性質.** 與水猛烈化合而成氫氧化鋇 (Barium hydroxide)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  [重土水 (Baryta water)]。

**241. 過氧化鋇**(Barium peroxide)  $\text{BaO}_2$ 。

**製法.** 在空氣或氧中,將一氧化鋇熱至  $500^\circ$ 。



**性質.** (1) 堅實之灰色物質。

(2) 與酸生過氧化氫 (§396)。

(3) 熱至  $700-800^\circ$ , 分解成一氧化鋇及氧 [白林製氧法 (Brin's process)]。

**242. 硝酸鋇**(Barium nitrate)  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 。

**製法.** 由硝酸與硫化鋇,氧化鋇,氫氧化鋇或碳酸鋇作用.

**性質.** 無水結晶體.受熱分解爲氧化鋇,氧及二氧化氮 (§§98,204).

**用途.** 製綠色火花.

### 243. 試驗法.

鋇離子  $Ba^{++}$  無色,其化合物多不可溶於水,可依下

(1) 黃色鉻酸鋇 (Barium chromate)  $BaCrO_4$  及白色硫酸鋇 (§238), 不溶於稀酸.

(2) 黃綠 本生焰.

## 第十六章

## 鋅族元素

## 244. 概說.

元 素	鋅 (Zinc)	鎘 (Cadmium)	汞 (Mercury)
符 號	Zn	Cd	Hg
發 見	1520, 巴拉叟爾色 (Paracelsus)	1817, 司脫羅邁玄 (Stromeyer)	有 史 以 前
原 子 序	30	48	80
原 子 量	65.38	112.41	200.61
原 子 價	2	2	1, 2
融 點			
沸 點			
比 重			
性 狀	青白色結晶性金屬	白色柔軟金屬	銀白色液體
氧 化	均	不	易
活 動 力	弱, 隨	原 子 量	而 俱 減
與水作用		無	
錯根離子		均 有	

(1) 鋅族元素之於鹼土族, 猶銅族元素之於鹼族.

(2) 鋅·鎘極相近似, 汞則與銅族元素相近.

## 鋅

### 245. 概說.

(1) 氫氧化鋅爲兩性物 (§68), 故鋅有鋅鹽 (Zinc salts) (較多) 及鋅酸鹽 (Zincates) (較少) 二組鹽類, 均可水解.

(2) 結入錯根離子如  $\text{Zn}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2$ ,  $\text{K}_2\text{Zn}(\text{CN})_4$  及  $\text{K}_2\text{ZnO}_2$ .

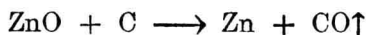
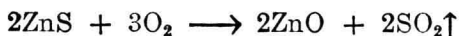
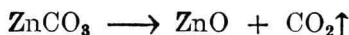
(3) 鹽類均有毒.

### 246. 存在.

閃鋅礦 (Zinc blende) 或方鋅礦 (Sphalerite)  $\text{ZnS}$ , 菱鋅礦 (Smithsonite)  $\text{ZnCO}_3$ , 赤鋅礦 (Zincite)  $\text{ZnO}$ , 鋅鐵礦 (Franklinite)  $\text{Zn}(\text{FeO}_2)_2$ .

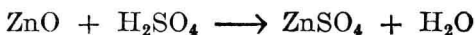
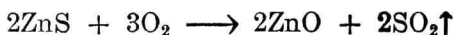
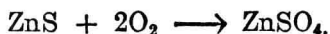
### 247. 提煉.

(1) 先用浮沫法增濃礦質, 繼使變爲氧化物. 和碳置陶製蒸餾器中, 蒸餾至  $1300-1400^\circ$  時, 鋅凝於陶製受器內.



(2) 焙燒硫化鋅, 使大部變爲硫酸鋅. 用稀硫酸溶出

而電解之。



#### 248. 性質 (§244).

(1) 在濕空氣中,表面上漸生一薄層鹽基性碳酸鋅,能防止其復生作用。

(2) 燃於空氣中,發綠色焰而生氧化鋅。

(3) 可從稀酸中化代氫而成鋅鹽 (§114)。

(4) 溶於鹼液,生氫及可溶性鋅酸鹽 (§114)。

#### 249. 用途.

(1) 代鉛製屋頂,承霽及建築中之裝飾品。

(2) 製鋅被鐵(白鐵)(Galvanized iron)。

(3) 用於電池中。

(4) 製青銅 (Bronze) • 黃銅 (Brass) • 德國銀 (German silver) 等合金 (§104)。

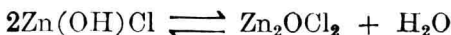
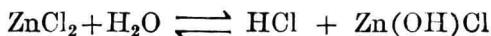
#### 250. 氯化鋅 (Zinc chloride) $\text{ZnCl}_2$ .

**製法.** 使鋅與過量鹽酸作用,蒸乾溶液而熔其餘滓。

**性質.** (1) 白色結晶體或粉末。

(2)富吸溼性.

(3)溶於水及醇中,水溶液呈酸性,因水解而生鹽酸及鹽基性氯化物.



(4)熱溶液能溶解纖維素.

用途. (1)木材防腐劑. (2)脫水劑.

(3)醫藥用.

**251. 氧化鋅**(Zinc oxide)  $\text{ZnO}$ .

製法. (1)燃燒鋅. (2)焙燒鋅礦.

性質. (1)白色粉末,熱時變黃,冷時變白,俗稱鋅白(Zinc white).

(2)與鈷鹽共熱於本生焰中,生鋅酸鈷  $\text{CoZnO}_2$  [林孟綠(Rinmann's green)].

用途. (1)供白粉及油漆等用.

(2)填充料.

(3)醫藥用.

**252. 氫氧化鋅**(Zinc hydroxide)  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ .

製法. 加鹼於鋅鹽溶液.

性質. (1)白色膠狀沈澱.



(2) 爲兩性物 (§68).

(3) 與氫氧化銨生可溶性二氫氧化四銨鋅 (Ammoniozinc hydroxide)  $Zn(NH_3)_4(OH)_2$  (§§178, 189, 260).

253. 硫酸鋅 (Zinc sulphate)  $ZnSO_4$ .

製法. (1) 焙燒閃鋅礦.

(2) 使鋅·氧化鋅或碳酸鋅與硫酸作用.

性質. (1) 七水物  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  爲斜方形結晶體, 俗稱皓礬 (White vitriol).

(2) 有收斂性及防腐性.

用途. (1) 用於棉織物印染中.

(2) 洗眼液 ( $1/8\%$  溶液).

254. 試驗法.

鋅離子  $Zn^{++}$  無色, 可依下法試驗.

(1) 鋅鹽及鋅酸鹽溶液, 與硫化銨生白色硫化鋅  $ZnS$  (§97).

(2) 不可溶性氫氧化鋅, 溶於過量之苛性鹼類 (§68).

(3) 與硝酸亞鈷成 林孟綠 (§251).

## 鎘

255. 概說.

- (1) 氧化物及氫氧化物僅具鹽基性，故鹽類不水解。  
(2) 結入錯根離子如  $\text{Cd}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2$  及  $\text{K}_2\text{Cd}(\text{CN})_4$  等。

### 256. 存在.

硫鎘礦 (Greenockite)  $\text{CdS}$ . 少量常存於鋅礦中。

### 257. 提煉.

鎘較鋅易還原，且易揮發，故首先蒸餾出。電解時亦與鋅同分出。

### 258. 性質 (§244).

- (1) 在空氣中甚安定，生一薄層氧化物，故光澤略減。  
(2) 強熱時，發生外緣青色之焰而成氧化物。  
(3) 能從稀酸中化代氫。

### 259. 用途.

- (1) 製伍特易熔合金 (Wood's fusible metal) (§104).  
(2) 製標準電池。

### 260. 氫氧化鎘 (Cadmium hydroxide) $\text{Cd}(\text{OH})_2$

製法. 沈澱法.

性質 (1) 白色沈澱.

(2) 與酸類成鎘鹽.

(3) 與鹼類不生作用，但能溶於氫氧化銨而生

$\text{Cd}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2$  (§§178, 189, 252).

### 261. 試驗法.

鎘離子  $\text{Cd}^{++}$  無色,可依下法試驗.

- (1)與硫化氫生黃色硫化鎘  $\text{CdS}$ (§97).
- (2)白色氫氧化鎘不溶於過量之苛性鹼類(§260).

## 汞

### 262. 概說.

(1)有亞汞(Mercurous)  $\text{Hg}^+$  及汞(Mercuric)  $\text{Hg}^{++}$  二組化合物.

(2)亞汞之鹵素化物,不溶於水而為光所分解(§190)

(3)兩種氧化物  $\text{Hg}_2\text{O}$  及  $\text{HgO}$ , 具弱鹽基性.

(4)氫氧化物不安定,失去水而生氧化物(§§176,189).

(5)兩組鹽類均能起顯著水解,故普通多為鹽基性

鹽.

(6)揮發性酸類之汞鹽,能完全揮發(與銨鹽相似).

(7)汞之蒸氣及化合物均有毒,其可溶者較不可溶者為尤甚.

(8)結入多種錯根陰離子如  $\text{HgCl}_4^{--}$ ,  $\text{HgI}_4^{--}$  及  $\text{Hg}(\text{CN})_4^{--}$  等,又能生一類不可溶性之氨根鹽基性汞化合物,例如  $\text{Hg}^{II}\text{NH}_2\text{Cl}$ .

**263. 存在.**

辰砂(Cinnabar)  $\text{HgS}$ .

**264. 提煉.**

焙燒辰砂.

**265. 精製.**

(1)用稀硝酸洗滌(除去銅·鉛等).

(2)真空蒸餾.

**266. 性質 (§244)**

(1)比重甚高,而蒸氣張力甚低(用途1).

(2)漲縮平均(用途2).

(3)常溫時不變化,將近沸點時生氧化汞,更加強熱則分解.

(4)不能從稀酸中化代氫,但能與含氧酸如硝酸·熱硫酸等作用而生硝酸鹽·硫酸鹽等,汞過量時生亞汞鹽,酸過量時生汞鹽.

(5)易為鹵素及硫所侵犯.

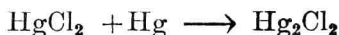
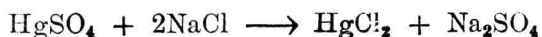
(6)與習見各金屬,除銀及鉑外,成汞齊(Amalgam),汞少則固化,多則液化.

**267. 用途.**

(1)製氣壓計. (2)製溫度計.

(3)製鏡. (4)製汞齊.

(5)醫藥用(綠丸 Blue pills).

**268. 二氯化二汞(Mercurous chloride)·甘汞(Calomel)** $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ .**製法.** (1)將硫酸汞,食鹽及汞相混,共行昇華.

(2)將汞與二氯化汞昇華.

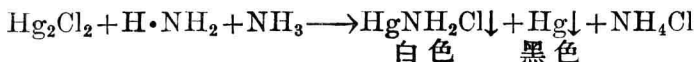
**性質.** (1)白色纖維狀結晶體.

(2)難溶於水.

(3)蒸氣完全含汞及二氯化汞,且易為光所分解(§ 190).



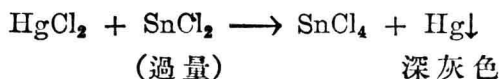
(4)加氨則分解而變黑色.

**269. 二氯化汞 (Mercuric chloride)·昇汞(Corrosive sublimate)**  $\text{HgCl}_2$ .**製法.** 將硫酸汞與食鹽共行昇華.

性質. (1)白色斜方棱形結晶體.

(2)溶於水及醇中.

(3)極易還原爲二氯化二汞.



(4)加氨則分解(§268).



用途. (1)醫藥用.

(2)防腐劑.

**270.** 一氧化二汞(Mercurous oxide) $\text{Hg}_2\text{O}$ .

製法. 加氫氧化鉀或鈉於亞汞鹽溶液(§§176,189).

性質. (1)深褐色沈澱.

(2)受光或溫熱之作用,分解爲一氧化汞及汞.

**271.** 一氧化汞(Mercuric oxide) $\text{HgO}$ .

製法. (1)在空氣中熱汞至 $357^\circ$ 附近.

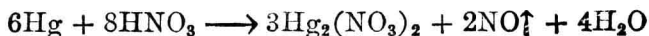
(2)分解硝酸汞(§98).

(3)加氫氧化鉀或鈉於汞鹽溶液.

性質. 紅色結晶性粉末或黃色粉末.

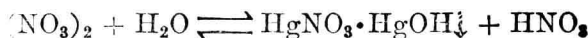
**272.** 硝酸亞汞(Mercurous nitrate) $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

**製法.** 由冷稀硝酸與過量之汞起作用 (§§191,351).



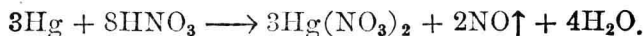
**性質.** (1)單對稱形結晶體.

(2)能起水解,加硝酸即逆行.



**273. 硝酸汞**(Mercuric nitrate)  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ .

**製法.** 由過量之溫濃硝酸與汞作用 (§351).



**性質.** (1)易吸濕之無色結晶體.

(2)能起水解而呈酸性,加硝酸即逆行.

**274. 硫化汞**(Mercuric sulphide)  $\text{HgS}$ .

**製法.** (1)用硫化氫沈澱 (§97).

(2)汞及硫相擦.

**性質.** 天然產辰砂為紅色結晶體,製成物為黑色無定形.用昇華法可使變為紅色結晶體.

**用途.** 紅色塗料(銀硃 Vermilion).

**275. 試驗法.**

亞汞離子  $\text{Hg}^+$  及汞離子  $\text{Hg}^{++}$  均無色,惟化學性質不同,可依下法試驗.

(1)二種離子,均生黑色硫化汞,且能為銅化代生銀

---

色之汞 (§§97,274).

(2) 亞汞離子生不可溶性氯化物, 爲氨分解而變黑色 (§268).

(3) 汞離子生可溶性氯化物, 與氨生白色沈澱, 並易爲二氯化錫所還原 (§269).



## 第十七章

## 土族元素

## 276. 概說.

元 素	硼 (Boron)	鋁 (Aluminum)	釷 (Scandium)	釷 (Yttrium)	錒 (Actinium)
符 號	B	Al	Sc	Yt	Ac
發 見	1808, 大衛 (Davy)	1827, 味勒 (Wöhler)	1879, 納爾遜 (Nelson)	1794, 格杜林 (Gadolin)	1899, 特比魯 (Dibierne)
原 子 序	5	13	21	39	89
原 子 量	10.82	26.97	45.10	88.92	
原 子 價	3, 4	3	3	3	
融 點					
沸 點					
比 重					
性 狀	非金屬	金 屬	金 屬	金 屬	放射性金屬
氫氧化物	酸 性	兩 性	鹼 性	鹼 性	

(1) 稀土族元素應屬此族, 惟因其原子構造特殊, 專章另述.

(2) 釷·釷頗似稀土族元素, 常與並論.

硼

**277. 概說.**

硼雖為三價元素,其化學性質實與碳 (§302)·矽 (§311) 相似.與矽化合之元素,硼亦能與之化合,惟略較活動.

**278. 存在.**

硼砂 (Borax)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , 硼酸鈣礦 (Colemanite)  $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

**279. 製法.**

將三氧化二硼與鎂粉或鋁粉共熱.

**280. 性質 (§276).**

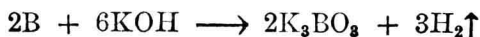
(1)無定形硼為黑色粉末,化學作用較強,結晶形硼透明極硬,化學作用較弱.

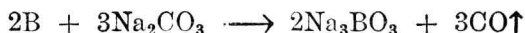
(2)在空氣中,燃燒成  $\text{B}_2\text{O}_3$  及  $\text{BN}$  (§§134,287).

(3)與氟·氯·溴·氧·硫·氮等能直接化合.與碳熱於電爐中,成碳化物  $\text{B}_6\text{C}$  (與矽同).

(4)與濃硝酸或濃硫酸共熱,氧化生硼酸 (與碳同).

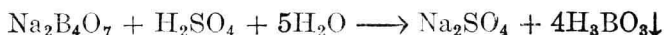
(5)與鹼共熱生硼酸鹽 (與矽同) (§287).





### 281. 硼酸(Boric acid) $H_3BO_3$ .

**製法.** 加硫酸於硼砂之濃溶液中,冷卻即起結晶.



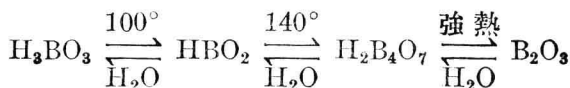
**性質.** (1)潤滑白色結晶體.

(2)弱酸,其溶液與石蕊試紙無甚反應.

(3)在水汽中揮發,可以精製.

(4)有綠色本生焰,可用以檢硼.

(5)受熱起下列變化,溶於水復成原酸.



偏硼酸            四硼酸            三氧化二硼  
(Metaboric acid) (Tetraboric acid) (Boron trioxide)

(6)與氫氧化鈉成硼砂.



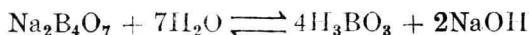
**用途.** 醫藥用之防腐劑及洗眼液(普通為2%溶液).

### 282. 硼砂(Borax) $Na_2B_4O_7$ .

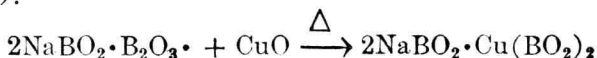
**製法.** 從天然硼砂結晶,於27°時為十水物  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ,於56°時為五水物  $Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$ .

**性質.** (1)透明結晶體.

(2) 水解呈顯著之鹼性反應(用途2).



(3) 與金屬氧化物共熱,  $\text{B}_2\text{O}_3$  與起作用成  $\text{M} \cdot \text{BO}_2$  (用途3及4).



用途 (1) 醫藥用防腐劑.

(2) 處理硬水及洗淨.

(3) 熔接用之熔劑.

(4) 硼砂珠球試驗(Borax bead test).

(5) 製玻璃·肥皂·磁器·琺瑯.

(6) 罐頭食物防腐劑.

### 283. 試驗法.

(1) 硼酸有綠色本生焰.

(2) 硼之化合物和硫酸及甲醇共熱, 生硼酸甲烷(Methyl borate)  $\text{BO}_3 \cdot (\text{CH}_3)_3$ , 着火生綠色焰而燃.

## 鋁

### 284. 概說.

(1) 氫氧化鋁為兩性, 故鋁有鋁酸鹽(Aluminates)及鋁鹽(Aluminum salts)二組化合物 (§245), 皆起水解, 鋁

酸鹽極爲顯明

(2)不結入錯根離子.

(3)造鹽基性過弱,不能生碳酸鹽·硫化物等鹽類.

### 285. 存在.

長石類,雲母類,陶土(高嶺土)(§102),冰晶石(Cryolite)  
 $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ , 水礬土礦(Bauxite) $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

### 286. 製法.

熔融冰晶石於電槽內,加水礬土.陽極(石墨棒)生氫,  
 陰極(敷石墨之鐵槽)生鋁.

### 287. 性質 (§276).

(1)銀白色輕金屬,富延展性,爲電及熱之良導體

(2)與純水幾不作用.

(3)在空氣中易受氧化而生薄膜,內部不受侵蝕.

(4)受強熱時,能燃於空氣中而生  $\text{Al}_2\text{O}_3$  及  $\text{AlN}$  (§§  
 134,280).

(5)還原力甚強,且發強熱,用於鋁冶術 (§93).鋁熔接劑  
 (Thermite)之反應如下:



(6)溶於鹽酸及稀硫酸而生鋁鹽及氫 (§114).

(7)溶於鹼類而生鋁酸鹽及氫 (§114).

**288. 用途.**

(1) 鋁熔接劑.

(2) 加入融鋼以去氧而除罅孔.

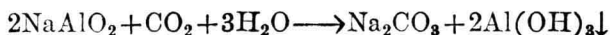
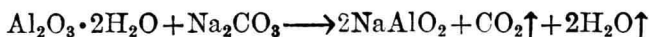
(3) 製烹調器具等.

(4) 製鋁塗料.

(5) 製杜鋁(Duralumin)·鎂鋁齊(Magnalium)·鋁青銅(Aluminum bronze)等合金(§104).

**289. 氧化鋁(Aluminum oxide)·礬土(Alumina)Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.****存在.** 鋼玉(Corundum), 鋼玉砂(Emery), 紅玉(Ruby), 藍玉(Sapphire), 水礬土礦.**製法.** 用水礬土礦製成氫氧化鋁, 加熱以使分解.**性質.** 不可溶性白色固體.**290. 氫氧化鋁(Aluminum hydroxide)Al(OH)<sub>3</sub>.****製法.** (1) 實驗室法. 加鹼於鋁鹽溶液.

(2) 工業法. 將水礬土礦和碳酸鈉共熱, 用水提取偏鋁酸鈉(Sodium metaluminate), 而通二氧化碳於溶液中.



性質. (1)兩性膠狀沈澱 (§68)

(2)乾燥時漸失水分而生氧化物.

291. 氯化鋁 (Aluminum chloride)  $\text{AlCl}_3$ .

製法 (1)加鹽酸於鋁或氫氧化鋁而蒸發其溶液, 得六水物  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

(2)通乾氯或氯化氫於熱鋁上, 無水氯化鋁昇華而結晶.

性質. (1)白色結晶體.

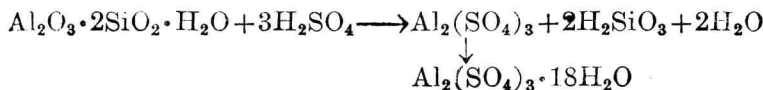
(2)露於空氣中, 起水解而生濃霧, 熱時尤甚 (§§96, 432).



292. 硫酸鋁 (Aluminum sulphate)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ .

製法. (1)由氫氧化鋁與硫酸作用.

(2)使純黏土與硫酸作用, 濾去矽酸而使結晶.



性質. (1)無色小葉狀結晶體.

(2)溶液起水解而呈酸性反應.

(3)能與硫酸鉀等成複鹽——礬 (Alums).

用途. (1)清潔飲水.

(2)媒染劑.

(3) 上漿(製紙). (4) 硝皮.

### 293. 礬.

礬之通式爲  $M_2^I\text{SO}_4 \cdot M_2^{\text{III}}(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$

一價金屬有 Na, K,  $\text{NH}_4$ , Cs, Rb 及  $\text{Tl}^I$ . 三價金屬有 Al, Fe, Cr, Mn, Ce 及  $\text{Tl}^{\text{III}}$ .

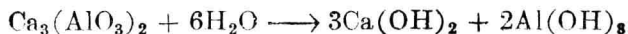
普通明礬爲硫酸鋁鉀  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$  用於清潔飲水及製紙工業等中.

### 294. 水泥(Cement).

製法. 焙燒石灰石及黏土之混合物而粉碎之. 常加石膏少許以緩硬化速度.

性質. (1) 爲矽酸鈣與鋁酸鈣之混合物.

(2) 加水則硬化如巖石.



用途. 建築材料.

### 295. 試驗法.

鋁離子  $\text{Al}^{+++}$  無色, 可依下法試驗.

(1) 白色氫氧化鋁, 溶於過量之強鹼溶液中 (§§68, 290).

(2) 鋁化合物與硝酸亞鈷強熱於火焰中, 生藍色之鋁酸亞鈷 (Cobalt aluminate)  $\text{Co}(\text{AlO}_2)_2$  (§251).



# 第 十 八 章

## 鈳 鈹 稀 土 族 元 素

## 296. 概說.

元 素	符 號	發 見	原子序	原子量	原子價	鹽 之 顏 色
鈳 (Scandium)	Sc	1879, 納爾遜 (Nelson)	21	45.10	3	無
鈹 (Yttrium)	Yt	1794, 格杜林 (Gadolin)	39	88.92	3	無
鐳 (Lanthanum)	La	1839, 莫商德 (Mosander)	57	138.92	3	無
鈰 (Cerium)	Ce	1803, 柏稷利 (Berzelius)	58	140.13	3, 4	鈰鹽, 橙 (Ceric salts) 亞鈰鹽, 無 (Cerous salts)
鐿 (Praseodymium)	Pr	1885, 威爾斯白 (Welsbach)	59	140.92	3	綠
釹 (Neodymium)	Nd	1885, 威爾斯白	60	144.27	3	紅
銲 (Illinium)	Il	1926, 霍柏金斯 (Hopkins)	61			
鈺 (Samarium)	Sm	1879, 波斯鮑倫 (Boisbaudran)	62	150.43	3	粉紅
鈷 (Europium)	Eu	1896, 鄧麥凱 (Demarcay)	63	152.0	3	玫瑰
鐳 (Gadolinium)	Gd	1886, 麥立那 (Marignac)	64	157.3	3	無
鈳 (Terbium)	Tb	1843, 莫商德	65	159.2	3	無
鐿 (Dysprosium)	Dy	1886, 波斯鮑倫	66	162.46	3	黃
釹 (Holmium)	Ho	1878, 蘇雷脫 (Soret) 克利佛 (Cleve)	67	163.5	3	黃
銲 (Erbium)	Er	1843, 莫商德	68	167.64	3	紅
銲 (Thulium)	Tm	1879, 克利佛	69	169.4	3	綠
鐳 (Ytterbium)	Yb	1878, 麥立那	70	173.5	3	無
鐳 (Lutecium)	Lu	1907, 安朋及 (Urbain) 威爾斯白	71	175.0	3	無

(1)自鐳至鐳十五元素,彼此極相類似,總稱爲稀土族元素(Rare earth elements),均爲三價,亦與土族元素相似.

(2)因存在及分離方法之不同,復分屬如下:

稀土族元素	{	鈾屬……鐳·鈾·鐳·釷·釷·釷		
		{	鈳屬……鈳·鈳·鈳	
			{	釷屬……釷·釷·釷
				鐳屬……鐳·鐳·鐳

(3)鈾屬之氧化物,存於鈾土(Ceria). 釷屬之氧化物,存於釷土(Yttria). 主要天然礦石爲單晶礦(Monazite).

(4)稀土族元素之氧化物,多有強磁性.

# 第十九章

## 鎳族元素

### 297. 概說.

元 素	鎳 (Gallium)	銦 (Indium)	鉈 (Thallium)
符 號	Ga	In	Tl
發 見	1875, 波斯鮑倫 (Boisbaudran)	1863, 賴希及立希脫 (Reich)(Richter)	1862, 克魯克斯 (Crookes)
存 在	閃鋅礦	閃鋅礦	閃鋅礦, 黃鐵礦
原 子 序	31	49	81
原 子 量	69.72	114.8	204.39
原 子 價	2, 3	1, 2, 3	1, 3
融 點			
沸 點			
比 重			
性 狀	灰色金屬, 硬而脆	銀白色軟金屬, 富延 性展性	帶藍之白色金屬, 有 展性
分 光 線	綠色	靛藍色	深綠色
化 合 物	氫氧化物均為鹽基性, 隨原子量而逐增, 故鎳鹽易起水解, 銦 鹽則不能。鉈鹽 (Tl <sup>++</sup> ) 不安定, 受熱分解而成亞鉈鹽 (Tl <sup>+</sup> ), (Thallic salts) (Thallic salts)		

## 第 二 十 章

## 鈦 族 元 素

## 298. 概 說.

元 素	鈦 (Titanium)	鋯 (Zirconium)	鈷 (Hafnium)	釷 (Thorium)
符 號	Ti	Zr	Hf	Th
發 見	1789, 格雷格 (Gregor)	1824, 柏稷利 (Berzelius)	1923, 科司脫 (Coster) 及 赫維賽 (Hevesy)	1828, 柏稷利
存 在	金紅石 $TiO_2$ (Rutile) 鈦鐵礦 (Ilmenite) $FeTiO_3$	風信子石 (Zircon) $ZrSiO_4$ 鋯土 $ZrO_2$ (Baddeleyite)	常存鋯礦中	鈦礦 $ThSiO_4$ (Thorite) 單晶礦 (Monazite)
原 子 序	22	40	72	90
原 子 量	47.90	91.22	178.6	232.12
原 子 價	2, 3, 4, 6	2, 3, 4	4	4
性 狀	灰色硬金屬	銀白色硬金屬	銀白色硬金屬	放射性金屬

# 第 二 十 一 章

## 碳 矽 錫 族 元 素

### 299. 概說.

元 素	碳 (Carbon)	矽 (Silicon)	鍺 (Germanium)	錫 (Tin)	鉛 (Lead)
符 號	C	Si	Ge	Sn	Pb
發 見	有 史 以 前	1823, 柏稷利 (Berzelius)	1886, 溫格勒 (Winkler)	有 史 以 前	有 史 以 前
原 子 序	6	14	32	50	82
原 子 量	12.00	28.06	72.60	118.70	207.22
原 子 價	2, 4	2, 4	2, 4	2, 4	2, 4
融 點					
沸 點					
比 重					

(1) 碳及矽為非金屬元素，矽與鈦族元素亦頗相似。

(2) 鍺顯為非金屬元素，而略有金屬性質，錫介於金屬與非金屬之間，鉛顯為金屬元素，而略有非金屬性質。

(3) 碳為有機物之主要成分，矽為礦物之主要成分。二者類似之化合物亦多。

### 碳(炭)

**300. 存在.**

遊離碳……金剛石(Diamond)·石墨(Graphite)·煤(Coal).  
 化合碳……有機物如天然氣·沼氣·石油等,無機物  
 如石灰石等碳酸鹽.

**301. 同素體(Allotropic forms).**

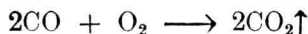
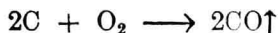
(1)結晶形碳. 金剛石透明無色,比重 3.5, 不傳電  
 及熱,多用作裝飾品.石墨黑而有光,比重 2.25,可製鉛筆  
 心·坩堝·電極等.

(2)無定形碳. 木炭·骨炭·煤·焦炭等.

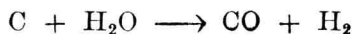
**302. 性質 (§299).**

(1)不溶於普通溶媒,微溶於融鐵及數種其他金屬.

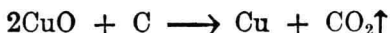
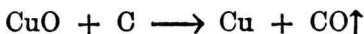
(2)燃燒生熱(所成一氧化碳與氮之混合物稱為發  
 生爐煤氣(Producer gas).



(3)白熱之焦炭或無煙煤與水汽成水煤氣 (Water  
 gas).



(4)為強還原劑 (§93)



(5) 在高溫時,可與多數金屬及少數非金屬化合而成碳化物(Carbides)(§§307,308).

(6) 碳與氫普通化合甚緩,但其化合物極多,總稱曰碳化氫(Hydrocarbons),簡稱曰烴.(第三十一章).

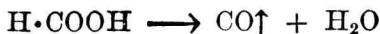
### 303. 一氧化碳(Carbon monoxide)CO.

製法. (1) 將草酸(Oxalic acid)或蟻酸和濃硫酸共熱.



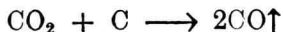
草酸

用氫氧化鈉濃溶液吸去.



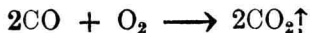
蟻酸

(2) 通過二氧化碳於紅熱之碳.



性質. (1) 無色氣體,溶解度甚小.

(2) 爲強還原劑,燃時生藍焰而成二氧化碳.



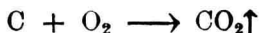
(3) 在日光中與氯化合而生光生氣(Phosgene)COCl<sub>2</sub>

(4)具劇毒性,甚或致死,因與血赤素(Hemoglobin)化合而排去氧.

(5)以分子狀態與金屬成化合物,如  $\text{Ni}(\text{CO})_4$ ,  $\text{Fe}(\text{CO})_4$  及  $\text{Co}(\text{CO})_4$  等.

### 304. 二氧化碳(Carbon dioxide) $\text{CO}_2$ .

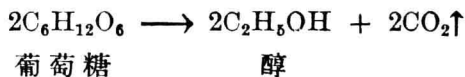
製法. (1)燃碳於過量氧中.



(2)強熱碳酸鈣或鎂 (§§101,223).

(3)由酸類與碳酸鹽作用 (§§101,223).

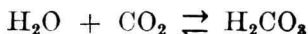
(4)醱酵作用.



性質. (1)無色·無臭氣體.

(2)能被液化及固化.

(3)能溶於等容量之水成不安定之碳酸.

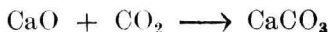
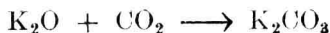


(4)甚安定: 
$$2\text{CO}_2 \xrightleftharpoons{2000^\circ} 2\text{CO} + \text{O}_2$$
  
98.2%                      1.8%

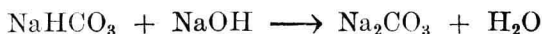
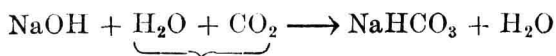
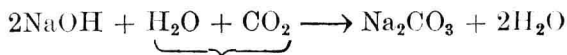
(5)在  $1000^\circ$  以上,爲碳還原 (§303).



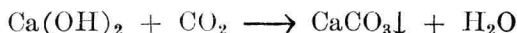
(6)與活動金屬之氧化物,化合成碳酸鹽.



(7)與鹼類化合,成酸性碳酸鹽或碳酸鹽 (§§215,223)



(8)通入石灰水,生碳酸鈣之白色沈澱.



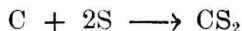
用途. (1)製碳酸鈉. (2)製汽水.

(3)製鉛白. (4)滅火機.

(5)冷藏食品.

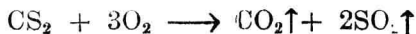
### 305. 二硫化碳(Carbon disulphide) $\text{CS}_2$ .

製法. 將木炭及硫置於電爐中,除去空氣加熱,而冷凝其蒸氣.



性質. (1)無色而易燃燒之揮發液體,折光性甚大

(2)燃於空氣中而成二氧化碳及二氧化硫.



用途. (1)製四氯化碳.

(2)殺蟲劑(如殺鼠·蟻等).

(3)爲磷·硫·油脂·橡皮等之溶媒.

**306. 四氯化碳**(Carbon tetrachloride) $\text{CCl}_4$ .

製法. 導乾氯入含少許碘(接觸劑)之二硫化碳中而蒸餾出之.



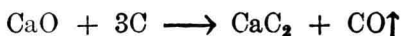
性質. 無色不燃液體.

用途. (1)乾洗衣服. (2)輕便滅火機.

(3)爲油脂等之溶媒.

**307. 二碳化鈣**(Calcium carbide) $\text{CaC}_2$ .

製法. 強熱生石灰及焦炭於電爐中.



性質. (1)灰白色固體.

(2)與水作用生乙炔(電石氣)(§453).

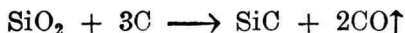
(3)與氮共熱生氮氰化鈣(§349).

用途. (1)製電石氣. (2)製氮氰化鈣.

**308. 金剛砂**(Carborundum)-**一碳化矽**(Silicon carbide)

$\text{SiC}$ .

製法. 強熱砂及碳於電爐中.



性質. 暗綠色結晶體,脆而易碎,硬度僅在金剛石之次.

用途. 製金剛砂砥輪.

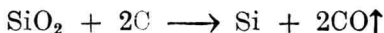
## 矽

### 309. 存在.

矽土(Silica)或砂(Sand)  $\text{SiO}_2$ , 爲多種岩石之成分 (§102).

### 310. 製法.

將矽與碳在電爐中共熱.



### 311. 性質(299).

(1)有二種同素體:

(一)無定形矽

褐色粉末.

不能傳電.

強熱時燃燒成矽土 (§302,320).

反應力較強.

(二)結晶形矽

黑色針狀.

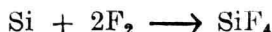
微能傳電.

不易氧化.

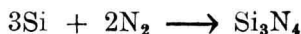
反應力較弱.

(2)能與金屬及非金屬元素直接化合.

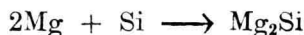
(一)易受鹵素作用而成 $\text{SiX}_4$ 式化合物



(二)在高溫時,與氮·碳·硼化合.



(三)與多種金屬化合成矽化物(Silicides).



(3)對酸大致穩定.

(4)與鹼生矽酸鹽及氫(§114).

### 312. 用途.

(1)冶煉之還原劑(代碳).

(2)製飛船用之氫.

### 313. 二氧化矽(Silicon dioxide)·矽土(Silica) $\text{SiO}_2$ .

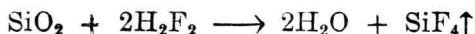
**存在.** 矽,石英(Quartz),或水晶(Rock crystal)·瑪瑙(Agate)·碧玉(Jasper)等寶石.

**性質.** (1)極穩定.

(2)膨脹系數甚低,燒熱驟冷時,無破裂之虞.

(3)與碳酸鹽共熔成矽酸鹽(§315).

(4)與氫氟酸成四氟化矽(Silicon tetrafluoride).



**用途.** (1)矽可製玻璃·水泥·金剛砂等.

(2) 石英可製眼鏡及光學儀器。

(3) 寶石可製裝飾品。

### 314. 矽酸(Silicic acids).

正矽酸(Ortho-silicic acid)及偏矽酸(Meta-silicic acid)可以製備,他種矽酸,祇有鹽類,可視為正矽酸之縮水物,而以  $m\text{H}_4\text{SiO}_4 - n\text{H}_2\text{O}$  表之。

正矽酸  $\text{H}_4\text{SiO}_4$

偏矽酸  $\text{H}_2\text{SiO}_3$

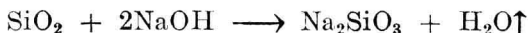
正二矽酸(Ortho-disilicic acid)  $\text{H}_6\text{Si}_2\text{O}_7$

偏二矽酸(Meta-disilicic acid)  $\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5$

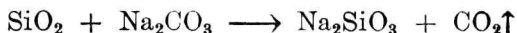
三矽酸(Trisilicic acid)  $\text{H}_4\text{Si}_3\text{O}_8$

### 315. 水玻璃(Water glass) $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .

製法. (1) 將矽與苛性鈉溶液共熱而蒸去水。



(2) 將矽和碳酸鈉共融。



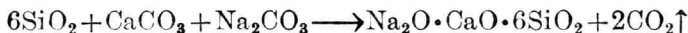
性質. 膠狀固體,加水則呈鹼性。

用途. (1) 下等肥皂之填充劑。

(2) 製防水或防火之木材及織物

### 316. 玻璃(Glass).

**製法.** 將純砂和石灰石及碳酸鈉共融.



**種類.**

名稱	軟玻璃(Soft glass), 鈉玻璃(Sodium glass)	硬玻璃(Hard glass), 鉀玻璃(Potassium glass)	鉛玻璃 (Lead glass)	硼玻璃 (Boron glass)
原料	如上所述	以碳酸鉀代碳酸鈉	以PbO代 石灰之一 部或全部	以 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 代 砂之一部或 全部
性質	融點較低,易受酸等侵 犯	融點較高,不受酸等侵犯	融點低, 折光力大	折光力大
用途	窗玻璃·瓶等	化學儀器等	光學儀器等	化學儀器等

## 錫

### 317. 概說.

(1) 錫為二價,亦為四價.其氧化物及氫氧化物,皆為兩性,故實有四組化合物.二氫氧化錫偏於弱鹽基,四氫氧化錫偏於酸.故亞錫鹽(Stannous salts)雖稍起水解,然頗安定,而亞錫酸鈉(Sodium stannite)Na<sub>2</sub>SnO<sub>2</sub>則不安定.反之,錫鹽(Stannic salts)皆完全水解,而錫酸鈉(Sodium stannate)Na<sub>2</sub>SnO<sub>3</sub>則較安定.

(2) 二氧化錫為一不可溶性固體,與二氧化矽相似.

(3)能生錯酸類及錯鹽類,如  $H_2SnCl_6$ ,  $(NH_4)_2SnCl_6$  等。亦能稍稍離子化,如複鹽然,生  $Sn^{++}$  離子。

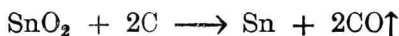
(4)與弱酸如碳酸等,不生類鹽。

### 318. 存在.

錫石(Tin stone, Cassiterite)  $SnO_2$ .

### 319. 提煉.

約分四步:(一)將錫石磨碎,洗去混雜石質。(二)焙燒以去砷·硫。(三)置反射爐中與碳共熱,以使還原。

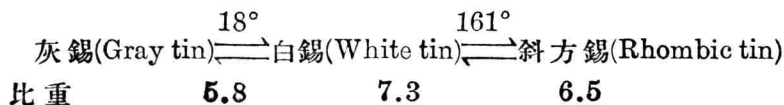


(四)以緩和熱力,使錫獨融而流出。

### 320. 性質 (§299).

(1)普通錫為白色金屬,富延性·展性,為正方形結晶體,曲則發聲,稱為錫鳴。

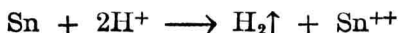
(2)有三種同素體:



(3)在空氣中,不被氧化,常保光輝。

(4)強熱生二氧化錫 (§§302,311)。

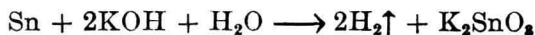
(5)能從稀酸中化代氫而生亞錫鹽 (§324)。



與濃硝酸生偏錫酸(Meta-stannic acid).



(6)亦能從苛性鹼類中化代氫,生亞錫酸鹽或錫酸鹽(§§114,311).

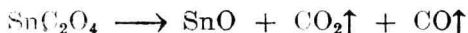


### 321. 用途.

- (1)製馬口鐵(Tin plate).
- (2)製錫紙.
- (3)製鉛藥(軟鐵)(Soft solder)·白鐵(Pewter)·錫錫齊(Britannia metal)·青銅(Bronze)等合金(§104).
- (4)製水管.

### 322. 一氧化錫(Stannous oxide)SnO.

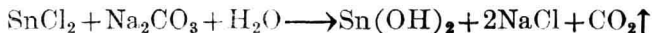
製法. 在真空中加熱草酸亞錫(Stannous oxalate).



性質. 黑色粉末,能燃於空氣中生二氧化錫(§303).

### 323. 二氫氧化錫(Stannous hydroxide)Sn(OH)<sub>2</sub>.

製法. 加碳酸鈉於二氯化錫溶液中.



性質. (1)白色粉末,易失水分.

(2)爲兩性物,與鹼類生可溶性亞錫酸鹽,與酸類生



亞錫鹽 (§252).

324. 二氯化錫 (Stannous chloride)  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

製法. 溶錫於鹽酸.

性質. (1)無色結晶體,極易溶於水.

(2)能起水解而生鹽基性氯化物 (§250).



(3)為強還原劑 (§269).

用途. (1)媒染劑. (2)還原劑.

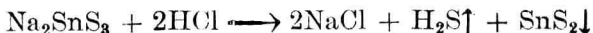
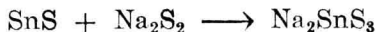
325. 一硫化錫 (Stannous sulphide).

製法. 導硫化氫入亞錫鹽溶液.

性質. (1)暗黑色沈澱.

(2)不溶於稀酸及一硫化物溶液中.

(3)與多硫化物生三硫代錫酸鹽 (Thio-stannates), 遇酸則生二硫化錫.



326. 二氧化錫 (Stannic oxide)  $\text{SnO}_2$ .

製法. 燃燒錫於氧或空氣中 (§304).

性質. (1)白色粉末,不溶於水.

(2)溶於強酸而生錫鹽.

(3)與鹼類共融,生可溶性錫酸鹽 (§313).

**327. 四氫氧化錫** (Stannic hydroxide)  $\text{Sn}(\text{OH})_4$  · 正錫酸 (Ortho-stannic acid)  $\text{H}_4\text{SnO}_4$  (§314).

**製法.** 加氨或鹼類於錫鹽溶液中.

**性質.** (1)白色膠狀沈澱.

(2)易失水而成偏錫酸  $\text{H}_2\text{SnO}_3$  (§§304,314).

**328. 四氯化錫** (Stannic chloride)  $\text{SnCl}_4$ .

**製法.** 由氯與錫或二氯化錫起作用.

**性質.** (1)無色發煙液體.

(2)與水成五水物  $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

(3)幾完全可起水解.

**用途.** 五水物為媒染劑及加重劑.

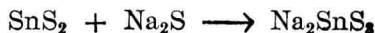
**329. 二硫化錫** (Stannic sulphide)  $\text{SnS}_2$ .

**製法.** 導硫化氫入錫鹽溶液.

**性質.** (1)黃色沈澱,不溶於稀酸.

(2)強熱時,失硫而成一硫化錫.

(3)與一硫化物成三硫代錫酸鹽.



**330. 試驗法.**

錫之兩種離子  $\text{Sn}^{++}$  及  $\text{Sn}^{++++}$  均無色,其性質則互

異,可依下法試驗.

(1)暗黑色一硫化錫,溶於多硫化物,黃色二硫化錫,溶於一硫化物,均成三硫代錫酸鹽(§97).

(2)亞錫離子  $\text{Sn}^{++}$  之還原力甚為特致(§269).

(3)氧化物均可於本生焰之還原部中,為碳所還原而生錫.

## 鉛

### 331. 概說.

(1)氧化物  $\text{PbO}$  及  $\text{PbO}_2$  及相當之含水化合物,均為兩性,故有四組化合物.

(2)二價鉛鹽稍起水解,但不若亞錫鹽之甚.

(3)四價鉛鹽可完全水解,且易放出其陰根之半而成二價鉛鹽.

(4)亞鉛酸鹽(Plumbites)如  $\text{Na}_2\text{PbO}_2$  及鉛酸鹽(Plumbates)如  $\text{Na}_2\text{PbO}_3$ , 均可起水解.

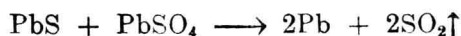
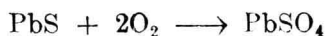
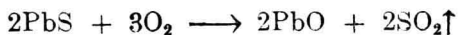
(5)化合物皆有毒.

### 332. 存在.

方鉛礦(Galena, Galenite) ( $\text{PbS}$ ).

### 333. 提煉.

(1) 焙燒方鉛礦使大部變為一氧化鉛及硫酸鉛，而與未變化之硫化鉛起作用。



(2) 將方鉛礦和鐵屑共熱。



### 334. 性質 (§299).

(1) 蒼白色軟金屬，富展性。

(2) 在空氣中，表面生一氧化鉛及鹽基性碳酸鹽，防止侵入內部。

(3) 與酸類之作用：

(一) 與硝酸生硝酸鉛及氮之氧化物 (§351)。

(二) 與鹽酸或硫酸生不可溶性氯化鉛或硫酸鉛，足防酸之繼續作用。(氯化鉛微溶於冷水，易溶於沸水。)

(三) 在空氣中能為醋酸及多種有機弱酸所溶解 (§341)。

### 335. 用途

(1) 製水管及海底電線管。

(2)製鉛室用之鉛板.

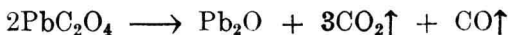
(3)製活字金 (Type metal) · 軟鐵 (Soft solder) 等合金 (§104).

(4)製蓄電池.

(5)製顏料.

**336. 一氧化二鉛**(Lead suboxide)  $Pb_2O$ .

製法. 徐熱草酸鉛.



性質. 暗灰色粉末.

**337. 一氧化鉛**(Lead monoxide)  $PbO$

製法. 熱鉛於空氣中.

性質. 黃紅色堅實結晶體, 俗稱密陀僧 (Litharge)

用途. (1)製玻璃·琺瑯.

(2)與甘油混合成玻璃或磚石之接合膠灰.

(3)製他種鉛鹽.

**338. 三氧化二鉛**(Lead sesqui-oxide)  $Pb_2O_3$ .

橙黃色粉末.

**339. 四氧化三鉛**(Lead tetroxide)  $Pb_3O_4$ .

製法. 將一氧化鉛在空氣中熱至  $500^\circ$ .

性質. 紅色粉末, 通稱鉛丹 (Red lead, Minium)

用途. (1)製玻璃.

(2)製紅色塗料.

**340. 二氧化鉛(Lead dioxide)PbO<sub>2</sub>**

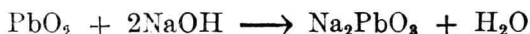
製法. 加漂白粉於亞鉛酸鈉溶液.



性質. (1)褐色粉末.

(2)強氧化劑,能從鹽酸中放出氯(§415).

(3)溶於苛性鹼而生鉛酸鹽.



用途. 製鉛蓄電池.

**341. 鉛白(White lead)Pb(OH)<sub>2</sub>·2PbCO<sub>3</sub>**

製法. 約分三步:(一)使鉛為空氣所氧化.(二)使氧化物與醋或醋酸作用而生鹽基性醋酸鹽.(三)以二氧化碳分解此鹽.

性質. (1)富於被覆力之白色粉末.

(2)遇硫化氫,生黑色硫化鉛PbS(§97).

用途. 製白色塗料.

**342. 試驗法.**

(1)與硫化氫生黑色硫化鉛PbS沈澱,不溶於稀酸(§97).

(2) 與硫酸生白色硫酸鉛  $\text{PbSO}_4$  沈澱。

(3) 與鉻酸鉀或重鉻酸鉀, 生黃色鉻酸鉛  $\text{PbCrO}_4$  沈澱 (§388)。

## 第 二 十 二 章

## 釩 族 元 素

## 343. 概 說.

元 素	釩 (Vanadium)	鈳(Columbium) 鈮(Niobium)	鉭 (Tantalum)	(未 定) (Protoactinium)
符 號	V	Cb(Nb)	Ta	Pa
發 見	1830, 叟夫脫隆 (Sefström)	1801, 哈 區 脫 (Hachette)	1802, 歐克堡 (Ekeberg)	1917, 哈恩(Hahn) 梅脫(Meitner)
原子序	23	41	73	91
原子量	50.95	93.3	181.4	
原子價	1, 2, 3, 4, 5	3, 5	5	
融 點				
沸 點				
比 重				
製 法	還原 $V_2O_5$	還原 $CbCl_5$	還原 $TaCl_5$	
性 狀	銀白色金屬, 極硬	銀白色金屬, 極硬	鋼灰色金屬, 極硬	放射性金屬
化 合 物	與 磷 族 相 似, 有 $X_2O_5$ 式 之 氧 化 物 及 $XCl_5$ 式 之 氯 化 物			
用 途	製釩鋼, 製硫 酸之觸媒		製電池絲, 製電極	



## 第二十三章

## 磷族元素

## 344. 概說.

元 素	氮 (Nitrogen)	磷 (Phosphorus)	砷 (Arsenic)	銻 (Antimony)	鉍 (Bismuth)
符 號	N	P	As	Sb	Bi
發 見	1772, 羅叟福 (Rutherford)	1669, 白蘭特 (Brandt)	1649, 許洛特 (Schroder)	1450, 佛倫台 (Valentine)	1450, 佛倫台
原 子 序	7	15	33	51	83
原 子 量	14.008	31.02	74.93	121.76	209.00
原 子 價	1, 2, 3, 4, 5	3, 5	3, 5	3, 4, 5	3, 4, 5
融 點					
沸 點					
比 重					
固體顏色	白	白	灰	銀白	紅白
氫 化 物	NH <sub>3</sub>	PH <sub>3</sub>	AsH <sub>3</sub>	SbH <sub>3</sub>	BiH <sub>3</sub>
三 氯 化 物	NCl <sub>3</sub>	PCl <sub>3</sub>	AsCl <sub>3</sub>	SbCl <sub>3</sub>	BiCl <sub>3</sub>
五 氯 化 物		PCl <sub>5</sub>	AsCl <sub>5</sub>	SbCl <sub>5</sub>	BiCl <sub>5</sub>
三 氧 化 物	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
五 氧 化 物	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Bi <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

(1) 氮·磷爲純粹非金屬,其氧化物與水結合成酸.

砷·銻兼有非金屬及金屬之性質，其氧化物呈兩性作用。鉍為純粹金屬。

(2) 氫化物均為氣體，氮與氫直接化合，餘均間接生成。氮之氫化物與水化合成一鹽基，餘則無此趨勢 (§349)

(3) 與氧之親和力，隨原子量而逐減。

(4) 磷·砷·銻·鉍均與鹵素及硫直接化合。鹵素化合物均起水解，隨原子量而逐難。

## 氮

### 345. 存在.

占空氣體積之 80%。智利硝石 (Chile saltpeter)  $\text{NaNO}_3$ ，硝石 (Salt peter)  $\text{KNO}_3$ 。

### 346. 製法.

(1) 由空氣分離之法:

(一) 燃磷於閉器之中。

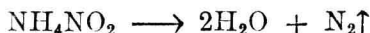
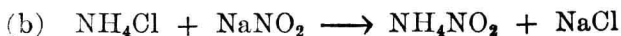
(二) 導空氣於灼熱銅之上。

(三) 液態空氣蒸發時，氮先分出。

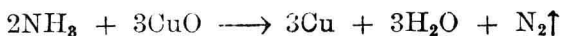
(2) 由化合物製備之法:

(一) 加熱亞硝酸銨之濃溶液。





(二) 導氨於灼熱氧化銅之上。



### 347. 性質 (§344).

(1) 無色·無味·無臭氣體。

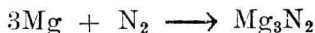
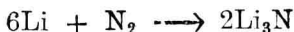
(2) 略能溶於水。

(3) 無可燃性,亦無助燃性。

(4) 能被液化及固化。

(5) 在常溫不活動。

(6) 在高溫與鋰·鈣·鎂·鋁·硼·矽等化合, 生氮化物 (Nitrides).



(7) 由電弧作用與氧及氫化合 (§§349, 351).

### 348. 用途.

(1) 製氨.

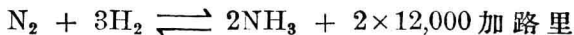
(2) 製硝酸.

(3) 製肥田粉.

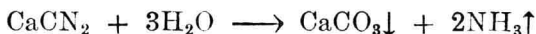
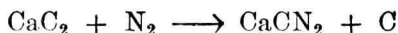
### 349. 氨(氨精) (Ammonia) $\text{NH}_3$ .

**製法.** (1) 製造煤氣及焦炭之副產品.

(2)合成法(Synthetic process). 溫度 $450-600^{\circ}$ , 壓力 $100-1000$ 氣壓, 觸媒爲鈾·鐵·鎳等〔亦稱哈柏氏法(Haber's process)〕.



(3)氨氰化鈣法(Cyanamide process). 在 $1100^{\circ}$ 氮與二碳化鈣作用, 生氨氰化鈣, 使與水汽在高壓下作用則生氨.



(4)將銨鹽與強鹽基共熱.

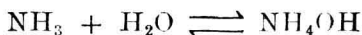


(5)加熱氫氧化銨.



性質. (1)無色輕氣體, 有刺激性之臭.

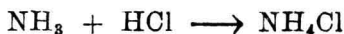
(2)極易溶於水, 溶液亦常稱氨.



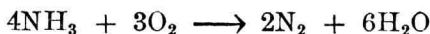
(3)易被液化.

(4)不安定: 
$$2\text{NH}_3 \xrightleftharpoons{700^{\circ}} \text{N}_2 + 3\text{H}_2$$

(5) 與酸類成銨鹽.

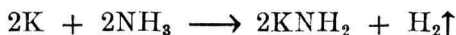


(6) 能燃於空氣及氧中.



(7) 爲灼熱氧化銅氧化成氮 (§346).

(8) 與鉀·鈉共熱, 生氮基化物 (Amide) 及氫.



用途. (1) 製硝酸銨·硫酸銨 (Ammonium sulphate) 等肥田粉.

(2) 製碳酸鈉.

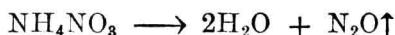
(3) 製硝酸.

(4) 製冰.

### 350. 氮之氧化物.

名 稱	性 狀	製 法
一氧化二氮 Nitrous oxide	$\text{N}_2\text{O}$ 無色氣體	加熱 $\text{NH}_4\text{NO}_3$
一氧化氮 Nitric oxide	$\text{NO}$ 無色氣體	由稀硝酸與銅作用
三氧化二氮 Nitrogen trioxide	$\text{N}_2\text{O}_3$ 藍色液體(在 $-21^\circ$ )	冷卻 $\text{NO} + \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_3$
二氧化氮 Nitrogen dioxide	$\text{NO}_2$ 紅棕色氣體	由濃硝酸與銅作用
四氧化二氮 Nitrogen tetroxide	$\text{N}_2\text{O}_4$ 無色氣體	冷卻 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$
五氧化二氮 Nitrogen pentoxide	$\text{N}_2\text{O}_5$ 白色固體	用 $\text{P}_2\text{O}_5$ 除去硝酸之水

(1)一氧化二氮,亦稱笑氣 (Laughing gas),用爲麻醉劑.



(2)一氧化氮易與氧化合而成紅棕色二氧化氮.

(3)三氧化二氮溶於水而成不安定之亞硝酸 (Nitrous acid),故稱亞硝酸酐(Nitrous anhydride).



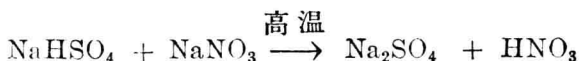
(4)四氧化二氮與水作用如下:



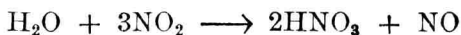
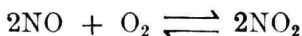
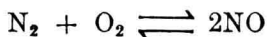
(5)五氧化二氮溶於水而成硝酸,故稱硝酸酐(Nitric anhydride).

### 351. 硝酸

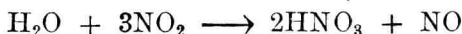
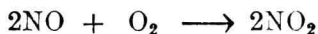
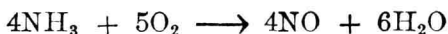
**製法.** (1)由智利硝石與濃硫酸作用



(2)**電弧法** (Arc process). 先使空氣中之氮·氧在  $3000^\circ - 3500^\circ$  結合成  $\text{NO}$ , 冷至  $50^\circ$  而使氧化爲  $\text{NO}_2$ , 乃用熱水吸取之

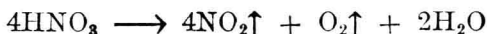


(3) 瓦斯脫瓦氮氧化法 (Ostwald ammonia oxidation process). 先依合成法製氨, 次用鉑絲網爲觸媒, 而在  $600^\circ$  以空氣氧化之.



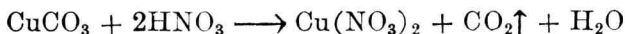
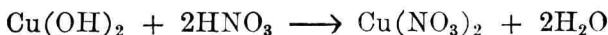
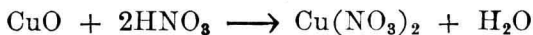
性質. (1) 無色液體, 能被固化.

(2) 純硝酸頗不安定, 熱則分解.



(3) 水溶液爲安定強酸, 且爲強氧化劑.

(4) 酸性作用. 生硝酸鹽.

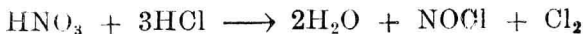


(5) 硝化作用 (Nitration). 生硝基物. 如與甲苯 (Toluene) 生三硝基甲苯 (Trinitro-toluene), 與甘油 (Glycerine) 生硝化甘油 (Nitro-glycerine), 與纖維素 (Cellulose) 生火藥





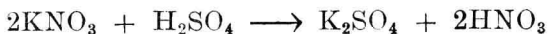
(四) 與濃鹽酸成王水(Aqua regia).



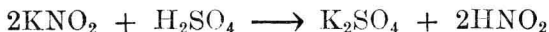
用途 (1)製炸藥. (2)製染料.

### 352. 硝酸鹽之試驗法.

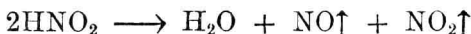
(1)加硫酸亞鐵溶液於硝酸鹽溶液,再小心加入濃硫酸使成二層,交界處有 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{NO}$ 褐色圈發生.



亞硝酸鹽亦生同樣作用,惟用稀硫酸或醋酸即可.



(2)加稀硫酸於亞硝酸鹽溶液,生不安定之藍色亞硝酸,分解成一氧化氮及紅棕色二氧化氮.



硝酸鹽生硝酸,無此特徵,可以區別.

## 磷(磷)

### 353. 存在.

磷灰土 (Phosphorite)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , 磷灰石 (Apatite)  
 $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$ .

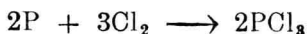
### 354. 製法.

將磷灰土和砂及焦炭共熱於電爐中,磷蒸餾而出.

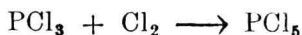


### 355. 性質 (§344).

	白 磷 (White phosphorus)	紅 磷 (Red phosphorus)
性狀	透明蠟狀	紅色粉末
變遷點	$230^\circ - 300^\circ$ $\xrightarrow{\text{無空氣}}$	
融點		
沸點		
發火點		
比重		
臭	似蒜	無
二硫化磷	可溶	不溶
磷光	發	不發
毒	有	無
活動力	強	弱
鹵素 (§422).	立時化合	熱時化合
苛性鹼熱濃溶液	有作用.	無作用



三氯化磷(Phosphorus trichloride)(無色發煙液體).



五氯化磷(Phosphorus pentachloride)(淡黃色固體)



磷氫(Phosphine)(無色氣體,有惡臭,極毒)

### 356. 用途.

- (1)製火柴. (2)製煙幕.  
(3)製毒鼠藥.

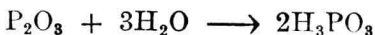
### 357. 三氧化二磷(Phosphorus trioxide) $P_2O_3$ .

製法. 燃磷於有限之空氣中.

性質. (1)白色固體.

(2)熱至  $440^\circ$ , 分解為四氧化二磷 (Phosphorus tetroxide) $P_2O_4$  及赤磷.

(3)與冷水生亞磷酸 (Phosphorus acid) $H_3PO_3$ , 故亦稱亞磷酐(Phosphorus anhydride).



### 358. 五氧化二磷(Phosphorus pentoxide) $P_2O_5$ .

製法. 燃磷於空氣或氧中.

性質. (1)白色粉末.

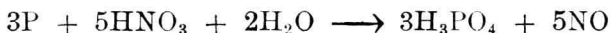
(2)與水劇烈化合,先生偏磷酸(Meta-phosphoric acid)  $\text{HPO}_3$ ,繼生正磷酸(Ortho-phosphoric acid)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,故亦稱磷酐(Phosphoric anhydride).



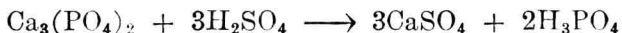
用途. 乾燥劑.

359. 正磷酸·磷酸(Phosphoric acid)( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ).

製法. (1)由硝酸與紅磷作用.

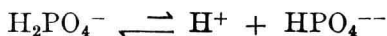
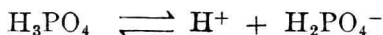


(2)將研碎磷灰土和硫酸共熱.



性質. (1)純粹者爲無色結晶體,富潮解性.市售者含水,故爲液體.

(2)爲三鹽基酸,故分三步電離.



(3)熱至  $213^\circ$ ,生焦磷酸(Pyro-phosphoric acid)  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ .  
熱至  $400^\circ$ ,生偏磷酸.





### 360. 磷酸鹽之試驗法.

	正磷酸鹽	焦磷酸鹽	偏磷酸鹽
(1) 與硝酸銀	$\text{Ag}_3\text{PO}_4$	$\text{Ag}_4\text{P}_2\text{O}_7$	$\text{AgPO}_3$
	黃色沈澱	白色沈澱	白色沈澱
(2) 與蛋白(試驗 遊離磷酸)	不固結	固結	固結
(3) 與苦土混液 (Magnesia mixture).	正磷酸鹽生		
白色磷酸鎂鉍 $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 沈澱 (§217).			
(4) 與鉬酸鉍 (Ammonium molybdate)	正磷酸鹽生		
黃色沈澱.			

## 砷

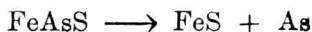
### 361. 存在.

砷鐵礦 (Arsenical pyrites), 毒砂或礬石 (Mispickel)

$\text{FeAsS}$ , 雄黃 (Orpiment)  $\text{As}_2\text{S}_3$ , 雞冠石 (Realgar)  $\text{As}_2\text{S}_2$ .

### 362. 製法.

(1) 加熱砷鐵礦.



(2) 用碳還原三氧化二砷.



### 363. 性質 (§344).

(1)有鋼灰色金屬狀砷(Metallic arsenic)(普通砷)及黃砷(Yellow arsenic)二同素體。

(2)燃於空氣中,生雲霧狀之固體三氧化二砷。

(3)可溶性砷化合物,爲新生氫還原而成砷氫(Arsine)  $\text{AsH}_3$ 。熱則分解爲氫及砷,砷遇冷凝成褐色斑點[馬希氏試驗(Marsh's test)]。

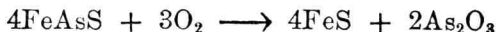
(4)三價化合物皆有毒,五價則否

### 364. 用途.

製砷鉛合金[製鉛彈(Lead shot)用]。

### 365. 三氧化二砷(Arsenic trioxide) $\text{As}_2\text{O}_3$ .

製法. 焙燒含砷礦石以使昇華。

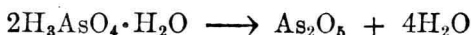


性質. (1)白色固體,俗稱“白砒”,“砒”或“砒霜”(Arsenic),有劇毒(用新製之三氫氧化鐵爲解毒劑)。

(2)溶於水而成亞砷酸(Arsenious acid)  $\text{H}_3\text{AsO}_3$ ,故亦稱亞砷酐(Arsenious anhydride) (§§350,357). 亞砷酸爲還原劑,用於定碘量中。

### 366. 五氧化二砷(Arsenic pentoxide) $\text{As}_2\text{O}_5$ .

**製法.** 加熱砷酸.



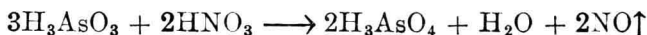
**性質.** (1) 白色結晶體.

(2) 與水化合成砷酸  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ , 故亦稱砷酐 (Arsenic anhydride) (§§350, 358).

**367. 正砷酸 (Ortho-arsenic acid)·砷酸 (Arsenic acid)**



**製法.** 用硝酸或氯水氧化三氧化二砷(先成亞砷酸).

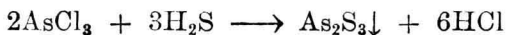


**性質.** (1) 結晶成白色固體  $2\text{H}_3\text{AsO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 易溶於水.

(2) 熱則分解為焦砷酸 (Pyro-arsenic acid)  $\text{H}_4\text{As}_2\text{O}_7$  及偏砷酸 (Meta-arsenic acid)  $\text{HAsO}_3$  (§359).

**368. 三硫化二砷 (Arsenic trisulphide)  $\text{As}_2\text{S}_3$ .**

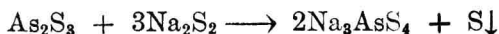
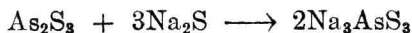
**製法.** 導硫化氫入三價砷化合物溶液中.



**性質** (1) 黃色沈澱.

(2) 溶於一硫化物成三硫代亞砷酸鹽 (Thio-arsenites), 溶於多硫化物成四硫代砷酸鹽 (Thio-arsenates), 均可為

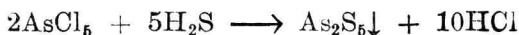
酸分解 (§§325,329).



**369. 五硫化二砷**(Arsenic pentasulphide)  $\text{As}_2\text{S}_5$ .

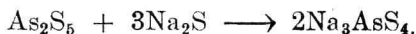
**製法.** (1)分解四硫代砷酸鈉.

(2)熱五價砷化合物溶液至  $70^\circ - 90^\circ$ , 通入硫化氫.



**性質.** (1)黃色沈澱.

(2)溶於一硫化物成四硫代砷酸鹽.



**370. 試驗法.**

常見之離子爲  $\text{As}^{+++}$ ,  $\text{AsO}_4^{---}$  及  $\text{AsO}_3^{--}$ , 可依下法試驗.

(1)黃色三硫化二砷,及五硫化二砷不溶於稀酸而溶於硫化物溶液中 (§§97,368,369).

(2)馬希氏試驗 (砷之斑點溶於亞氯酸鈉溶液中) (§363).

(3)氧化化合物和碳同熱時,生揮發性而呈金屬狀之



砷.

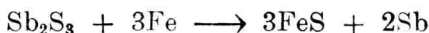
## 銻

### 371. 存在.

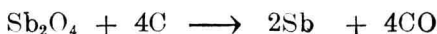
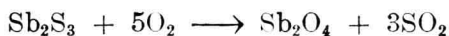
輝銻礦(Stibnite)  $Sb_2S_3$ .

### 372. 製法.

(1) 將輝銻礦和鐵屑焙燒以使還原.



(2) 焙燒輝銻礦使成氧化物,復和碳共熱而還原之



### 373. 性質(§344).

(1) 銀白色脆金屬.

(2) 不生銹.

(3) 能燃於空氣中,成  $Sb_2O_3$  或  $Sb_2O_4$ .

### 374. 用途.

製活字金(Type metal)·銻錫齊(Britannia metal)·白弼氏合金(Babbitt metal)等(§104).

### 375. 銻之化合物.

銻氫(Stibine)  $SbH_3$ . 由冷鹽酸與銻鎂齊(1:2)起

作用而成。爲無色而有腐臭之毒氣體。熱則分解爲銻及氫，斑點較砷稍深，且不溶於亞氯酸鈉溶液。

**三氧化二銻**(Antimony trioxide) $Sb_2O_3$ 。由用硝酸氧化銻或燃燒銻於有限量之空氣中而成，爲不可溶性之白色物質。

**四氧化二銻**(Antimony tetroxide) $Sb_2O_4$ 。由加熱銻或三氧化二銻於過量氧中而生成。

**五氧化二銻**(Antimony pentoxide) $Sb_2O_5$ 。由加熱銻酸而得，爲黃色無定形物質。

**吐酒石**(Tartar emetic) $K(SbO)C_4H_4O_6 \cdot \frac{1}{2}H_2O$ 。由三氧化二銻與酸性酒石酸鉀  $KHC_4H_4O_6$  溶液同熱而成，爲白色結晶體，能溶於水，用於醫藥中。

**銻酸**(Antimonic acid) $H_3SbO_4$ 。由用硝酸猛烈氧化銻或用水分解五氯化銻而成，爲不可溶性之白色物質。

**三硫化二銻**(Antimony trisulphide) $Sb_2S_3$ 。紅橙色沈澱，天然產爲黑色，製法與反應，與三硫化二砷相似 (§ 368)，能生可溶性三硫代亞銻鹽 (Thio-antimonites) 如  $Na_3SbS_3$ ，及四硫代銻酸鹽 (Thio-antimonates) 如  $Na_3SbS_4$ 。

**五硫化二銻**(Antimony pentasulphide) $Sb_2S_5$ 。紅色沈澱，由分解四硫代銻酸鹽而得，反應與五硫化二砷相

似 (§369), 生可溶性四硫代銻酸鹽。

### 376. 試驗法.

(1) 紅橙色三硫化二銻及紅色五硫化二銻, 不溶於稀酸而溶於硫化物溶液中 (§§97, 375).

(2) 馬希氏試驗可以區別銻及砷 (§§363, 370, 375).

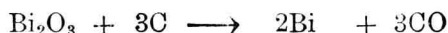
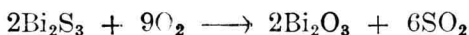
## 鉍

### 377. 存在.

遊離鉍, 三氧化物  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , 三硫化物  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ .

### 378. 製法.

焙燒三硫化物使成氧化物, 復和碳共熱而還原之 (§372).



### 379. 性質 (§344).

(1) 微紅之銀白色結晶體金屬, 質脆而有光.

(2) 不生銹.

(3) 能燃於空氣中而成黃色  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  粉末.

(4) 有與砷氫類似之鉍氫 (Bismuthine)  $\text{BiH}_3$ .

### 380. 用途.

製低融點合金如伍特易熔合金 (Wood's fusible metal) 等 (§104).

### 381. 試驗法.

用硫化氫可使褐黑色三硫化二鉍(Bismuth trisulphide)  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  沈澱, 不溶於稀酸, 亦不溶於硫化物溶液中 (§§97,368,375).

## 第二十四章

## 鉻族元素

## 382. 概說.

元 素	鉻 (Chromium)	鉬 (Molybdenum)	鎢 (Tungsten)	鈾 (Uranium)
符 號	Cr	Mo	W	U
發 見	1797, 福 格 林 (Vauquelin)	1782, 謝 姆 (Hjelm)	1781, 德 耶 (d'Elhujar)	1789, 克 拉 羅 斯 (Klaproth)
存 在	鉻鐵礦 $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ (Chromite) 赤鉛礦 $\text{PbCrO}_4$ (Crocoite)	黃鉬鉛礦 $\text{PbMoO}_4$ (Wulfenite) 硫鉬礦 $\text{MoS}_2$ (Molybdenite)	重 石 $\text{CaWO}_4$ (Scheelite) 鎢錳鐵礦 (Wolframite) $[\text{Fe}, \text{Mn}]\text{WO}_4$	瀝青鈾礦 $\text{U}_3\text{O}_8$ (Pitchblende) 鈾鈷礦 (Carnotite) $\text{K}_2\text{O} \cdot 2\text{UO}_3 \cdot$ $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
原子序	24	42	74	92
原子量	52.01	96.0	184.0	238.14
原子價	2, 3, 6	2, 3, 4, 5, 6	2, 4, 5, 6	3, 4, 5, 6
融 點				
沸 點				
比 重				
製 法	用 郭 爾 法 還 原 三 氧 化 物			
性 狀	白色結晶形 硬金屬	銀白色金屬	鋼灰色金屬, 重而硬	鐵白色放射 性金屬
二氧化物		$\text{MoO}_2$	$\text{WO}_2$	$\text{UO}_2$

三氧化物	$\text{CrO}_3$	$\text{MoO}_3$	$\text{WO}_3$	$\text{UO}_3$
酸	$\text{H}_2\text{CrO}_4$	$\text{H}_2\text{MoO}_4$	$\text{H}_2\text{WO}_4$	$\text{H}_2\text{UO}_4$
金屬鹽	$\text{CrO}_4^{--}$	$\text{MoO}_4^{--}$	$\text{WO}_4^{--}$	$\text{UO}_4^{--}$
用 途	製 鉻 鋼 製 鎳 鉻 齊 (Nichrome)	製 鉬 鋼 鉬 酸 鉍 (§ 360)	製 電 燈 泡 絲 製 鎢 鋼	

鉻族元素與硫族元素,密切相似,其氧化物·酸·鹽,均與硫之化合物相似。

## 鉻

### 883. 概說.

價	氧化物	氫氧化物	反 應	鹽 類	顏 色	化 學 作 用
2	$\text{CrO}$	$\text{Cr}(\text{OH})_2$	鹽基性	亞 鉻 鹽 (Chromous salts) 如 $\text{CrCl}_2$	藍	不起水解, 易被氧化
3	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	$\text{Cr}(\text{OH})_3$	兩 性	鉻 鹽 (Chromic salts) 如 $\text{CrCl}_3$	綠或紫	稍起水解
3	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	$\text{HCrO}_2$	兩 性	亞 鉻 酸 鹽 (Chromites) 如 $\text{NaCrO}_2$	綠至黑	可溶性鹽 能起水解
6	$\text{CrO}_3$	$\text{H}_2\text{CrO}_4$	酸 性	鉻 酸 鹽 (Chromates) 如 $\text{K}_2\text{CrO}_4$	黃	在鹼性溶 液中安定
6	$\text{CrO}_3$	$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	酸 性	重 鉻 酸 鹽 (Dichromates, Bichromates) 如 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	紅	在酸性溶 液中安定

**384. 性質 (§382).**

(1) 不生銹。

(2) 能燃於氧中而生三氧化二鉻 (Chromic oxide)  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  綠色粉末 (可製綠色塗料及綠色玻璃)。

(3) 與硝酸成被動態。與鹽酸生氫及二氯化鉻 (Chromous chloride)  $\text{CrCl}_2$ 。與硫酸生氫及藍色硫酸亞鉻 (Chromous sulphate)  $\text{CrSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

**385. 亞鉻化合物。**

亞鉻離子  $\text{Cr}^{++}$  為藍色, 富有還原力, 易變為鉻離子故亞鉻化合物與亞鐵化合物相似 (§§427, 431)。

**386. 鉻化合物。**

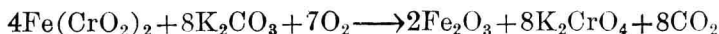
鉻離子  $\text{Cr}^{+++}$  為藍紫色, 鉻化合物與鋁及鐵化合物相似 (§§284, 427, 432)。

**387. 亞鉻酸鹽。**

可溶性鹽有亞鉻酸鈉 (Sodium chromite)  $\text{NaCrO}_2$  及亞鉻酸鉀 (Potassium chromite)  $\text{KCrO}_2$ , 由溶解三氫氧化鉻 (Chromic hydroxide)  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  於過量之氫氧化鈉或鉀溶液中而成 (§68)。不可溶性鹽有天然產之鉻鐵礦  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$  及  $\text{Zn}(\text{CrO}_2)_2, \text{Mg}(\text{CrO}_2)_2$  等。

**388. 鉻酸鹽。**

**鉻酸鉀**(Potassium chromate) $K_2CrO_4$ . 淡黃色斜方形結晶體,極易溶於水,由在空氣中共熱鉻鐵礦及碳酸鉀而得.



**鉻酸鈉**(Sodium chromate) $Na_2CrO_4 \cdot 10H_2O$ . 淡黃色單斜系結晶體,易溶於水,且易潮解,由上述方法用碳酸鈉而得.

**鉻酸鉛**(Lead chromate)·**鉻黃**(Chrome yellow) $PbCrO_4$  由加鉛鹽溶液於可溶性鉻酸鹽溶液中沈澱而得(§342). 用為黃色顏料.

**鉻紅**(Chrome red) $PbO \cdot PbCrO_4$ . 由鉻酸鉛與石灰起作用而成,為鮮明橙色粉末,可作紅色顏料.

### 389. 重鉻酸鹽.

**重鉻酸**(Dichromic acid) $H_2Cr_2O_7$ . 由鉻酐與水化合而成.

**重鉻酸鉀**(Potassium dichromate) $K_2Cr_2O_7$ .

製法. 加硫酸於鉻酸鉀溶液而熱之,冷卻即結晶.

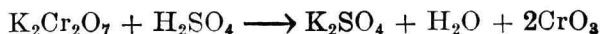


性質. (1)橙黃色結晶體,易溶於水.

(2)與濃硫酸作用,生紅色針狀之酞酐 (Chromic



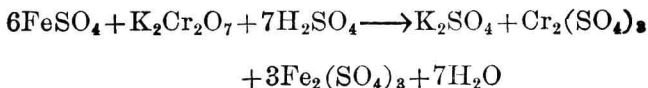
anhydride) 或三氧化鉻 (Chromium trioxide), 亦稱鉻酸 (Chromic acid) [強氧化劑, 爲洗淨液 (Cleaning solution) 之主成分].



(3) 與氫氧化鉀溶液生鉻酸鉀.



(4) 爲強氧化劑 (§35).



用途. (1) 媒染劑. (2) 氧化劑.

重鉻酸鈉 (Sodium dichromate)  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

製法. 由鉻酸鈉與硫酸製成.

性質. (1) 紅色結晶體, 極易溶於水, 且易潮解.

(2) 化學反應與重鉻酸鉀相似.

用途. (1) 媒染劑. (2) 氧化劑.

(3) 鞣皮.

### 390. 試驗法.

(1) 鉻鹽生藍紫色鉻離子  $\text{Cr}^{+++}$ , 鉻酸鹽生黃色  $\text{CrO}_4^-$  離子, 重鉻酸鹽生紅色  $\text{Cr}_2\text{O}_7^-$  離子.

(2) 鉻鹽溶液生綠色三氫氧化鉻 (Chromic hydroxide)

$\text{Cr}(\text{OH})_3$  沈澱,溶於酸及過量苛性鹼溶液中.

(3) 鉻酸鹽溶液,與可溶性鉛鹽生黃色鉻酸鉛沈澱.

(4) 鉻酸鹽或重鉻酸鹽溶液,加酸後與過氧化氫溶液共搖,生可溶於醚之藍色過鉻酸 ( Perchromic acid )  
 $\text{HCrO}_4$ .

# 第二十五章

## 氧族元素

### 391. 概說.

元 素	氧 (Oxygen)	硫 (Sulphur)	硒 (Selenium)	碲 (Tellurium)	鉈 (Polonium)
符 號	O	S	Se	Te	Po
發 見	1774, 浦利司斐 (Priestley)	有 史 以 前	1817, 柏 稷 利 (Berzelius)	1782, 賴 興 丹 (Reichenstein)	1898, 居 利 夫 人 (Mme. Curie)
存 在	地球上物質 半爲氧所組 成。水約 含氧 89%。 空氣約含氧 20%。	遊離硫， 黃鐵礦 $FeS_2$ ， (Pyrite) 黃銅礦 $CuFeS_2$ ， Copper pyrites 方鉛礦 $PbS$ ， (Galena) 閃鋅礦 $ZnS$ ， (Zinc blende) 石 膏 (Gypsum) $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ 。	含於遊離 硫及黃鐵 礦中。	碲金銀礦 (Sylvanite) $[Au, Ag]Te_2$	
原子序	8	16	34	52	84
原子量	16.000	32.06	79.2	127.5	
原子價	2, 4	1, 2, 4, 6	2, 4, 6	2, 4, 6	2, 4
融 點					
沸 點					
比 重					
性 狀	無色·無味· 無臭氣體	淡黃色固 體	紅色結晶 形固體	銀白色金 屬狀固體	放射性金 屬

氫化物	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub> Se	H <sub>2</sub> Te	PoH <sub>2</sub>
二氧化物	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	SeO <sub>2</sub>	TeO <sub>2</sub>	PoO <sub>2</sub>
三氧化物		SO <sub>3</sub>	SeO <sub>3</sub>	TeO <sub>3</sub>	
亞 酸		H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> TeO <sub>3</sub>	
酸		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> TeO <sub>4</sub>	
亞酸鹽		SO <sub>3</sub> <sup>--</sup>	SeO <sub>3</sub> <sup>--</sup>	TeO <sub>3</sub> <sup>--</sup>	
酸 鹽		SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	SeO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	TeO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	

- (1) 首四元素均有同素體。
- (2) 氫化物由 FeX 與酸作用而成 (PoH<sub>2</sub> 除外)。
- (3) 硫·硒·碲燃於空氣中，發生藍焰而成二氧化物。
- (4) 強氧化劑可使硫·硒·碲成 H<sub>2</sub>XO<sub>4</sub> 式之酸。
- (5) 與鐵直接化合，氧成 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>，硫·硒·碲成 FeX。

## 氧

### 392. 製法.

#### (1) 工業法.

- (一) 液態空氣蒸發時，氮先揮發而餘氧。
- (二) 電解含硫酸或氫氧化鈉少許之水 (§114)。

#### (2) 實驗室法.

- (一) 用二氧化錳為觸媒，加熱氯酸鉀。



(二) 由過氧化鈉與水作用。



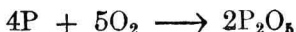
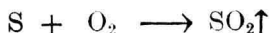
**393. 性質**(§391).

(1) 微溶於水。

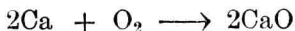
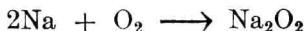
(2) 能被液化及固化。

(3) 能使多數元素燃燒而氧化，故為**氧化劑** (Oxidizing agent)。

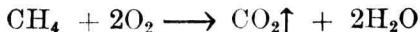
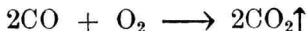
(一) 與非金屬元素生酸性氧化物 (§59)。



(二) 與金屬元素生鹽基性氧化物 (§59)。



(三) 與化合物生**氧化物** (Oxides)。



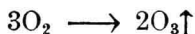
**394. 用途**

(1) 呼吸及潛艇中調劑空氣。

(2) 氧炔焰 (Oxy-acetylene flame) 及氫氧焰 (Oxy-hydrogen flame)。

**395. 臭氧(Ozone)O<sub>3</sub>.**

**製法.** 使氧受無聲放電作用.



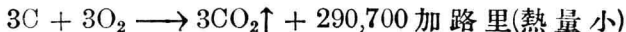
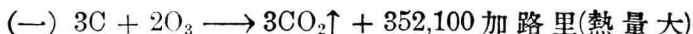
**性質.** (1)無色氣體,深層呈青色,有刺激性之特臭.

(2)爲氧之同素體.

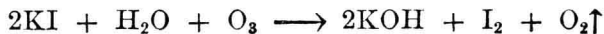
(3)液態臭氧爲藍色.

(4)較氧易溶於水.

(5)氧化作用較氧更強.



(三) 使碘化鉀澱粉紙呈藍色(試驗臭氧法).

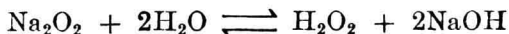


**用途.** (1)清潔飲水及空氣.

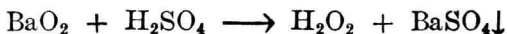
(2)漂白油·蠟·象牙·麵粉·澱粉等.

**396. 過氧化氫(Hydrogen peroxide)H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.**

**製法.** (1)由過氧化鈉與冰水作用.



(2)由過氧化物與酸作用.



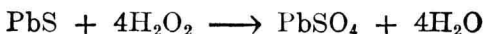
性質. (1)無色濃厚液體.

(2)極易溶於水.

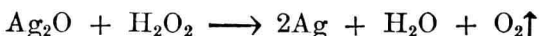
(3)不安定:  $2\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$

日光·熱·鹽基·金·鉑·二氧化錳等,均可促進此分解.

(5)氧化作用較氧更強.



(5)有還原作用,可以生氧.



用途. (1)漂白毛·絲·羽·髮等物.

(2)殺蟲劑及消毒劑.

## 硫

### 397. 製法.

(1)將粗硫磺置鐵甌中沸騰,其蒸氣遇冷凝結.

(2)將熱水注入地下,融解硫磺而引出之.

### 398. 性質 (§391).

(1) 淡黃色固體，至少有三種同素體：

菱形硫                  單斜晶形硫                  無定形硫  
 (Rhombic sulphur) (Monoclinic sulphur) (Amorphous sulphur)

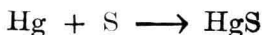
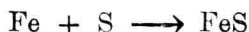
變遷點                   $96^{\circ}$   
 $\rightleftharpoons$

比重

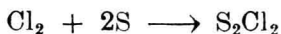
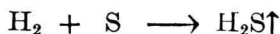
融點

(2) 燃燒而生二氧化硫。

(3) 與金屬元素(除金·鉑外)生硫化物(§344)。



(4) 高溫時，與多種非金屬元素直接化合(§344)。



一氯化硫(Sulphur monochloride)

### 399. 用途.

(1) 製硫酸·二氧化硫·二硫化碳。

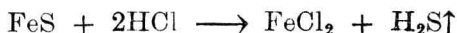
(2) 製火藥·火柴。

(3) 硬化橡皮(Vulcanizing rubber)。

### 400. 硫化氫(Hydrogen sulphide) $\text{H}_2\text{S}$ .

製法. (1) 由一硫化鐵與稀酸作用。

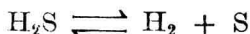




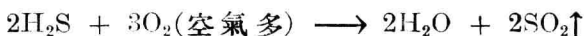
(2) 通氫入熱至沸點之硫。

性質. (1) 無色氣體, 有惡臭, 極毒, 能被液化。

(2) 在高溫時分解。



(3) 着火則燃。



(4) 酸性作用. 爲極弱之二鹽基酸。



氫硫化鈉(Sodium hydrosulphide)



硫化鈉(Sodium sulphide)

(5) 還原作用。



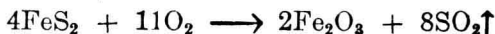
(6) 複分解作用. 生硫化物, 用於分析中 (§97)

**401. 二氧化硫(Sulphur dioxide)SO<sub>2</sub>(§304).**

製法. (1) 工業法。

(一) 燃燒硫。

(二)焙燒硫礦石.

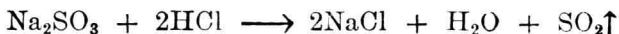


(2)實驗室法.

(一)用銅·碳等還原熱濃硫酸(§35).

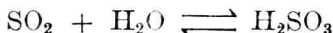


(二)由亞硫酸鹽與酸作用.



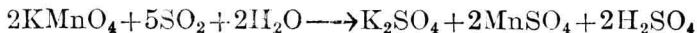
性質. (1)有刺激臭之無色氣體,能被液化.

(2)易溶於水成亞硫酸.



(3)與氧化合成三氧化硫.

(4)還原作用.



用途. (1)製硫酸.

(2)製酸性亞硫酸鈣(Calcium bisulphite) $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ ,

(製紙用).

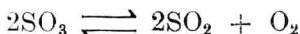
(3)漂白絲·毛·橐等.

(4)殺蟲劑及消毒劑.

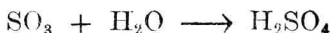
402. 三氧化硫(Sulphur trioxide) $\text{SO}_3$ .

製法. 由二氧化硫與氧化合(§405).

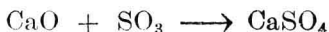
性質. (1)無色揮發性液體,冷則凝固,熱則分解.



(2)與水化合成硫酸.



(3)與多種金屬氧化物,化合成硫酸鹽.



#### 403. 硫之含氧酸類及其鹽類.

低亞硫酸 ( $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$ )  
(Hyposulphurous acid)

低亞硫酸鈉  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$   
(Sodium hyposulphite)

亞硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_3$   
(Sulphurous acid)

亞硫酸鈉  $\text{Na}_2\text{SO}_3$   
(Sodium sulphite)

硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$   
(Sulphuric acid)

硫酸鈉  $\text{Na}_2\text{SO}_4$   
(Sodium sulphate)

硫代硫酸  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$   
(Thiosulphuric acid)

硫代硫酸鈉  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$   
(Sodium thiosulphate)

焦硫酸  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$   
(Pyrosulphuric acid)

焦硫酸鈉  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$   
(Sodium pyrosulphate)

高硫酸  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$   
(Persulphuric acid)

高硫酸鈉  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$   
(Sodium persulphate)

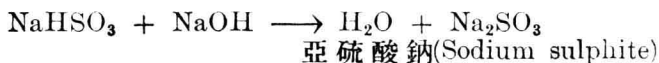
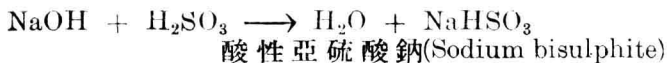
#### 404. 亞硫酸 $\text{H}_2\text{SO}_3$ .

製法. 由二氧化硫與水作用.

性質. (1)不安定弱酸,僅存於水溶液中.

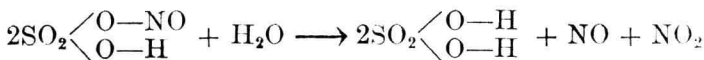
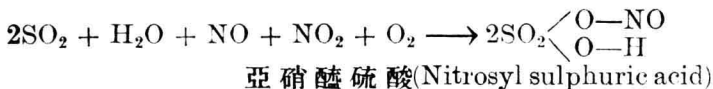
(2)有還原作用 (§401)

(3) 爲弱二鹽基酸。

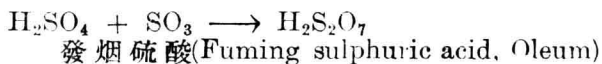
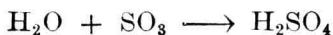


#### 405. 硫酸 $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

**製法.** (1) 鉛室法(Lead chamber process). 將二氧化硫·空氣·硝酸蒸汽·水汽導入鉛室(氮之氧化物爲觸媒).



(2) 接觸法. 用鉑(400°), 三氧化二鐵(625°), 及鈳之化合物(570°)等爲觸媒, 使二氧化硫及氧在適當溫度化合成三氧化硫, 而以98%硫酸吸收之.



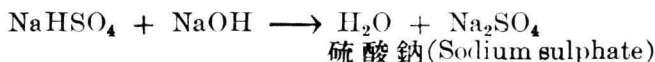
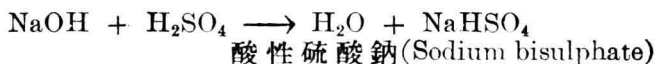
**性質.** (1) 純硫酸爲無色油狀液體, 冷則結晶.

(2) 與水混合而生熱.

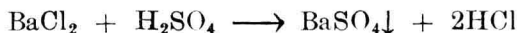
(3)不甚安定,熱則分解.



(4)酸性作用. 爲二鹽基酸



(5)複分解作用 (§§351,423)

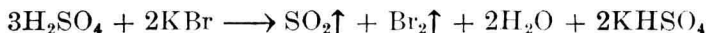


(6)氧化作用

(一)氧化非金屬元素成酸性氧化物, 與水化合成

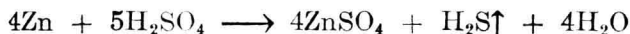


(二)氧化非金屬離子成原子或分子 (§423).

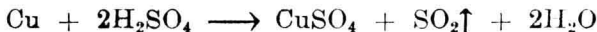


(三)氧化金屬.

(a)最活動金屬生硫酸鹽及硫化氫.

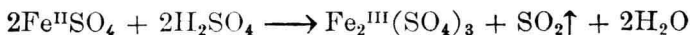


(b)次活動金屬生硫酸鹽及二氧化硫 (§35).

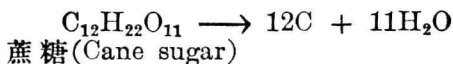


(c) 金·鉑無作用。

(四) 氧化正離子, 增加其原子價。



(7) 脫水作用。易與水結合成含水物, 如  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  等。



**用途.** (1) 製肥田粉(如過磷酸鈣·硫酸銨等)。

(2) 精製石油。

(3) 製藥品(如硫酸鈉等)。

(4) 製染料及顏料。

(5) 製炸藥(如硝化甘油·火藥棉等)。

(6) 冶金。

#### 406. 試驗法.

(1) 硫化物。

(一) 不溶於稀酸之硫化物, 多有特殊之顏色 (§97)。

(二) 溶於稀酸或水之硫化物, 與稀酸生有惡臭之硫化氫 (§400)。

(2) 亞硫酸鹽。

(一) 與稀酸生有刺激臭之二氧化硫 (§401)。

(二) 與氯化鋇溶液生亞硫酸鋇  $\text{BaSO}_3$  沈澱, 可溶

於鹽酸。

(3) 硫酸及硫酸鹽。與氯化鋇溶液生硫酸鋇 $\text{BaSO}_4$ 沈澱,不溶於鹽酸(§§238,243)。

(4) 硫代硫酸鹽。與稀酸生硫及有刺激臭之二氧化硫 (§146)

## 第 二 十 六 章

## 錳 族 元 素

## 407. 概 說.

元 素	錳 (Manganese)	錳 (Masurium)	銻 (Rhenium)
符 號	Mn	Ma	Re
發 見	1774, 剛 恩 (Gahn)	1924, 諾 達 克, 太 克, 倍 格 (Noddack, Tacke, Berg)	同 錳
原 子 序	25	43	75
原 子 量	54.93		186.31
原 子 價	2, 3, 4, 6, 7		
融 點			
沸 點			
比 重			

## 錳

## 408. 概 說.

原 子 價	氧 化 物	氫 氧 化 物	反 應	鹽 類	名 稱
2	MnO	Mn(OH) <sub>2</sub>	鹼 基 性	MnCl <sub>2</sub> , MnSO <sub>4</sub>	亞 錳 鹽 (Manganous salts)
3	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn(OH) <sub>3</sub>	兩 性	MnCl <sub>3</sub> , Mn <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	錳 鹽 (Manganic salts)



4	MnO <sub>2</sub>	[H <sub>2</sub> MnO <sub>3</sub> ]	兩性	CaMnO <sub>3</sub>	亞錳酸鹽 (Manganites)
6	MnO <sub>3</sub>	[H <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub> ]	酸性	K <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub>	錳酸鹽 (Manganates)
7	Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	HMnO <sub>4</sub>	酸性	KMnO <sub>4</sub>	高錳酸鹽 (Permanganates)

顏色	化學作用	相似之鹽類
粉紅	安定, 稍起水解	鎂鹽 (§ 204), 鋅鹽 (§ 245), 亞鐵鹽 (§§ 427, 431)
紫	完全水解	鋁鹽 (§ 284), 鉻鹽 (§§ 383, 386)
褐	易起水解	錫酸鹽 (§ 317), 鉛酸鹽 (§ 331)
綠	稍起水解	硫酸鹽 (§ 99), 鉻酸鹽 (§§ 383, 388)
紫紅	不起水解	過氯酸鹽 (§ 158)

錳無一價, 與鹵素殊不相似。所相同者, 在其七價化合物。

#### 409. 存在.

軟錳礦 (Pyrolusite) MnO<sub>2</sub>, 褐錳礦 (Braunite), Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 輝錳礦 (Hausmanite) Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.

#### 410. 提煉.

用郭爾法還原氧化物。

#### 411. 性質 (§§ 407, 408).

(1) 灰色脆金屬。

(2) 表面為空氣氧化而微呈紅色。

(3)易從稀酸中化代氫而生亞錳鹽。

#### 412. 用途.

製鏡鐵(Spiegel iron)·鐵錳齊(Ferromanganese)·錳金(Manganin)等合金 (§104).

#### 413. 亞錳化合物.

二氫氧化錳(Manganous hydroxide) $Mn(OH)_2$ . 白色沈澱,溶於鉍鹽 (§ 214). 露於空氣中立即變黑而成爲含水三氧化二錳(Manganic hydroxide) $MnO(OH)$ .

硫化亞錳(Manganous sulphide) $MnS$ . 肉色沈澱,由加硫化鈉或鉍於亞錳鹽溶液中而得.

#### 414. 錳化合物.

易起水解,均不安定.

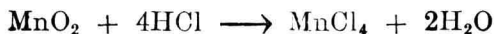
#### 415. 二氧化錳(Manganese dioxide) $MnO_2$

製法. 和緩燃燒硝酸亞錳(Manganous nitrate) $Mn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ .

性質. (1)黑色結晶形粉末,爲軟錳礦之主成分.

(2)善傳電.

(3)與冷濃鹽酸生四氯化錳(Manganese tetrachloride) $MnCl_4$ 之綠色溶液,與熱鹽酸生二氯化錳及氧.





用途. (1)製蓄電池及乾電池.

(2)製氯.

(3)製氧之觸媒.

(4)製玻璃之除色劑.

(5)製油漆之乾燥劑

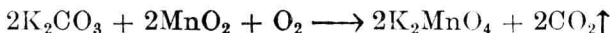
#### 416. 亞錳酸鹽.

由將二氧化錳及鹼類共融而成,易起水解.

#### 417. 錳酸鹽.

錳酸鉀(Potassium manganate)  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ .

製法. 將錳之氧化物和碳酸鉀(或苛性鉀)及硝酸鉀(或他種氧化劑)共融.



性質 (1)綠色斜方形結晶體.

(2)易起水解而生高錳酸鉀,且易為二氧化碳及酸等分解.



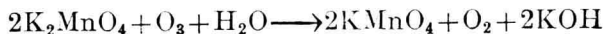
錳酸鈉(Sodium manganate)  $\text{Na}_2\text{MnO}_4$ .

製法及性質,與錳酸鉀同

## 418. 高錳酸鹽.

高錳酸鉀(Potassium permanganate)  $\text{KMnO}_4$ .

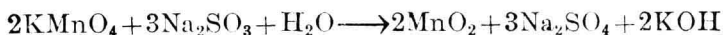
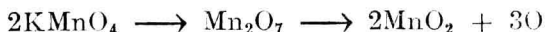
製法. 通臭氧於錳酸鉀之溶液.



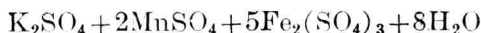
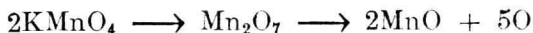
性質. (1)有光澤之紫色結晶體.

(2)爲強氧化劑.

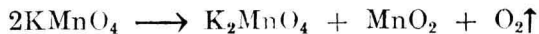
(一)在鹼性或中性溶液中.



(二)在酸性溶液中 (§35).



(3)熱則分解.



用途. (1)製康岱氏消毒液(Condy's disinfecting fluid)

(2)氧化劑(工業上及分析中).

高錳酸鈉(Sodium permanganate)  $\text{NaMnO}_4$ .

製法及性質,與高錳酸鉀相同,亦可製康岱氏消毒

液.

**419. 試驗法.**

(1) 亞錳離子  $Mn^{++}$  爲極淡之粉紅色, 高錳酸根離子  $MnO_4^-$  爲紫色, 錳酸根離子  $MnO_4^-$  爲綠色.

(2) 亞錳化合物, 與硫化銨作用生肉色硫化亞錳沈澱, 能溶於酸中 (§§97, 413). 與鹽基生白色二氫氧化錳沈澱, 氧化時變黑, 可溶於銨鹽溶液內 (§413).

(3) 錳化合物, 均能使硼砂珠球呈紫色 (硼酸錳), 在還原焰中紫色褪去 (硼酸亞錳).

(4) 與碳酸鉀及硝石共融, 成綠色之錳酸鉀 (§417).

## 第 二 十 七 章

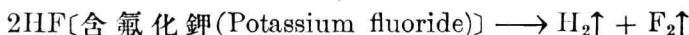
## 鹵 素(造鹽元素)

## 420. 概 說.

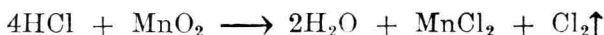
元 素	氟 (Fluorine)	氯 (Chlorine)	溴 (Bromine)	碘 (Iodine)
符 號	F	Cl	Br	I
發 見	1771, 許 雷 (Scheele)	1774, 許 雷	1826, 勃 拉 (Balard)	1811, 辜 托 (Courtois)
存 在	螢 石 $\text{CaF}_2$ , (Fluorspar) 冰晶石 $3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$ (Cryolite)	食 鹽 $\text{NaCl}$ , (Common salt) 氯 化 鉀 $\text{KCl}$ . (Potassium chlor- ide)	溴 化 鈉 $\text{NaBr}$ , (Sodium bromide) 溴 化 鎂 $\text{MgBr}_2$ . (Magnesium bro- mide)	海 藻, 碘 酸 鈉 $\text{NaIO}_3$ . (Sodium iodate)
原 子 序	9	17	35	53
原 子 量	19.00	35.457	79.916	126.92
原 子 價	1,3	1,3,4,5,7	1,3,5,7	1,3,4,5,7
融 點				
沸 點				
比 重				
性 狀	淡 黃 色 氣 體	綠 黃 色 氣 體	暗 紅 色 液 體	紫 黑 色 固 體
活 動 力	原 子 量 愈 大,		活 動 力 愈 小	
用 途	氟 化 鈉 $\text{Na}_2\text{F}_2$ 為 木 材 防 腐 劑, 螢 石 為 煉 鋼 之 熔 劑	製 漂 白 劑 製 消 毒 劑 製 毒 氣 提 煉 金 礦	製 染 料 製 淚 氣 (Tear gases) 製 乙 烷 氣 (Ethyl gas)	製 碘 酒 (Tincture of iodine) 製 黃 碘 (Iodoform) $\text{CHI}_3$ 分 析 用

**421. 製法.**

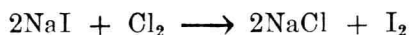
(1)電解法. 氫生於陰極,鹵素 (Halogens)生於陽極.



(2)氧化氫酸法.



(3)更代法.

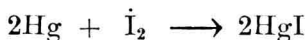
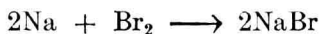
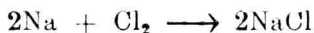


(4)智利硝石中之碘酸鈉,常用酸性亞硫酸鈉使其分解生碘.

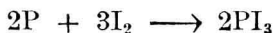
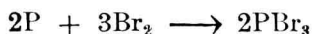
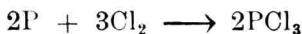
**422. 性質.**

(1)對於元素之作用.

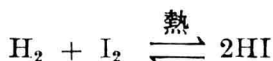
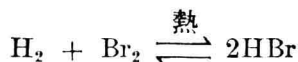
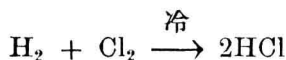
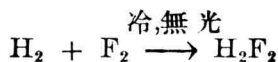
(一)與金屬元素化合成金屬鹵素化物(Halides).



(二)與非金屬元素化合成鹵素化合物。

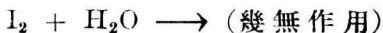


(三)與氫化合成鹵素化氫。



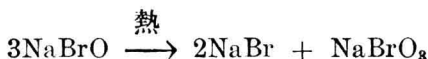
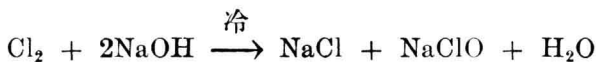
(2)對於化合物之作用。

(一)與水生氫酸(Hydro acids)。

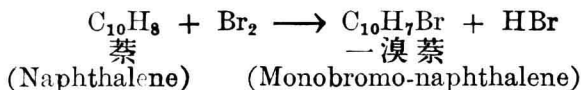
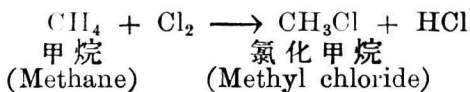




(二)與苛性鹼,冷時生鹵素化物及次鹵素酸鹽(Hypohalites),熱時生鹵素化物及鹵素酸鹽(Halates).

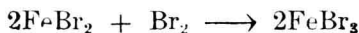
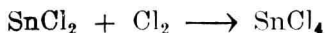


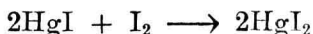
(三)與有機化合物,多生更代作用.



(四)與他種鹵素之化合物,生更代作用(§421).

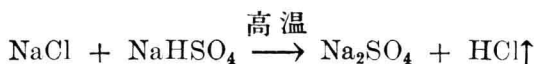
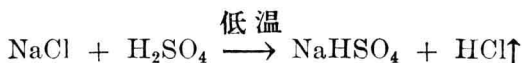
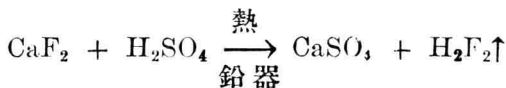
(五)氧化作用.





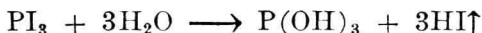
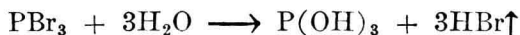
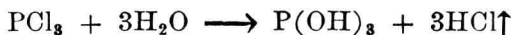
**423. 氫酸** (Hydro acids) —— **氫氟酸** (Hydrofluoric acid)  $\text{H}_2\text{F}_2$ , **氫氯酸·鹽酸** (Hydrochloric acid)  $\text{HCl}$ , **氫溴酸** (Hydrobromic acid)  $\text{HBr}$ , **氫碘酸** (Hydriodic acid)  $\text{HI}$ .

**製法.** (1) 由金屬鹵素化物與硫酸作用.



(2) 由元素與氫直接化合 (§§116, 422).

(3) **紅磷法.** 先由元素與紅磷化合成  $\text{PX}_3$  (§355) 而使水解.

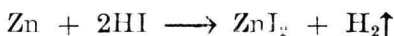
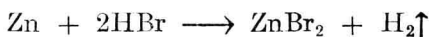
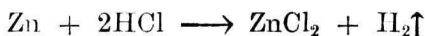


**性質.** (1) 鹵素化氫均為無色氣體. 乾燥時無酸性作用, 幾與他物不起反應.

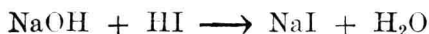
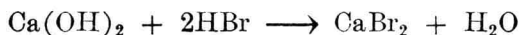
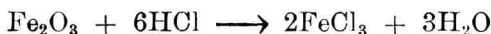
(2) 鹵素化氫極易溶於水而成強酸——氫酸.

(3) 均有常沸點酸 (Constant boiling acid).

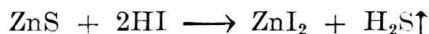
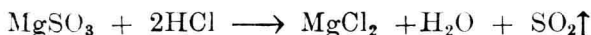
(4)電化列序(§88)中氫以上之金屬,均可從氫酸化代氫而生鹵素化物.



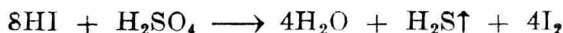
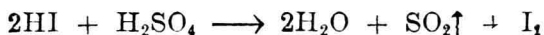
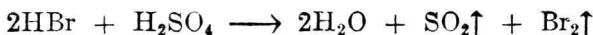
(5)氫酸與金屬氧化物或氫氧化物化合成鹵素化物.



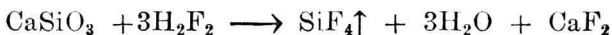
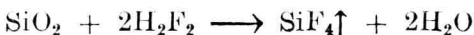
(6)氫酸能分解碳酸鹽,亞硫酸鹽,硫化物及相似鹽類而生一氣.



(7)氫氟酸不受氧化,氫氯酸不受硫酸氧化,氫溴酸易受硫酸氧化,氫碘酸更易(§421).



(8) 氫氟酸與矽土及矽酸鹽作用,生四氟化矽



(9) 氫氯酸與硝酸作用成王水 (§351).

用途. 1. 氫氟酸用於腐蝕玻璃.

(2) 鹽酸用於洗淨金屬及製氯·骨膠·染料等工業中

#### 424. 氧化物及含氧酸類.

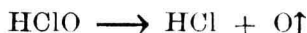
氟不與氧化合,溴亦無氧化物.

價	氯	溴	碘	
1	$\text{Cl}_2\text{O}$ 一氧化二氯 (Chlorine monochloride)	$\text{HClO}$ 次氯酸 (Hypochlorous acid)	$\text{HBrO}$ 次溴酸 (Hypobromous acid)	$\text{HIO}$ 次碘酸 (Hypoiodous acid)
3	$\text{HClO}_2$ 亞氯酸 (Chlorous acid)	—	—	—
4	$\text{ClO}_2$ 二氧化氯 (Chlorine dioxide)	—	—	$\text{I}_2\text{O}_4$ 四氧化二碘 (Iodine tetroxide)
5	$\text{HClO}_3$ 氯酸 (Chloric acid)	$\text{HBrO}_3$ 溴酸 (Bromic acid)	$\text{I}_2\text{O}_5$ 五氧化二碘 (Iodine pentoxide)	$\text{HIO}_3$ 碘酸 (Iodic acid)
7	$\text{Cl}_2\text{O}_7$ 七氧化二氯 (Chlorine heptoxide)	$\text{HClO}_4$ 過氯酸 (Perchloric acid)	—	$\text{HIO}_4$ 過碘酸 (Periodic acid)

**次氯酸 HClO**

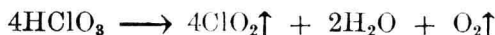
製法. 加次氯酸鉀 (Potassium hypochlorite)  $\text{KClO}$  於稀硝酸而蒸餾之.

性質. 甚不安定, 僅存於水溶液中, 分解則生新生氧, 故有氧化及漂白作用.

**氯酸  $\text{HClO}_3$ .**

製法. 由氯酸鋇 (Barium chlorate)  $\text{Ba}(\text{ClO}_3)_2$  與稀硫酸作用.

性質. 無色液體, 達 40% 以上則分解, 氧化力甚強.

**過氯酸  $\text{HClO}_4$ .**

製法. 真空蒸餾過氯酸鉀  $\text{KClO}_4$  及濃硫酸之混合物.

性質. 無色液體, 為強氧化劑.

**425. 試驗法.**

(1) 與硝酸銀溶液, 氟化物生可溶性氟化銀  $\text{Ag}_2\text{F}_2$ ; 氯化物生白色氯化銀  $\text{AgCl}$  沈澱, 易溶於氨; 溴化物生淡黃色溴化銀  $\text{AgBr}$  沈澱, 難溶於氨; 碘化物生黃色碘化銀  $\text{AgI}$  沈澱, 不溶於氨 (§190)

(2) 與氯水及二硫化碳共搖, 溴化物使二硫化碳呈紅色, 碘化物使呈紫色 (§421 更代法)

(3) 氯使碘化鉀澱粉紙呈藍色 (§421 更代法)

## 第二十八章

## 鐵族元素

## 426. 概說.

元 素	鐵 (Iron)	鈷 (Cobalt)	鎳 (Nickel)
符 號	Fe	Co	Ni
發 見	有史以前	1735, 白蘭特 (Brandt)	1751, 克隆斯特 (Cronstedt)
存 在	黃鐵礦 $\text{FeS}_2$ (Pyrite) 赤鐵礦 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (Hematite) 褐鐵礦 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (Limonite) 磁鐵礦 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ (Magnetite) 菱鐵礦 $\text{FeCO}_3$ (Siderite)	金信石 $\text{CoAs}_2$ (Smaltite) 輝鈷礦 $\text{CoAsS}$ (Cobaltite)	紅鎳礦 $\text{NiAs}$ (Niccolite) 輝鎳礦 $\text{NiAsS}$ (Nickel glance)
原 子 序	26	27	28
原 子 量	55.84	58.94	58.69
原 子 價	2,3,4,6	2,3,4	2,3,4
融 點			
沸 點			
比 重			
提 煉	用焦炭還原氧化 物 (§ 428).	焙燒礦石成氧化 物,用碳或 <u>郭爾法</u> 還原.	先由熔礦爐粗製, 繼用電解法精製.

性 狀	純鐵爲銀白色金屬,有磁性,銹化甚緩,鑄鐵鍛鐵及鋼較易生銹 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .	微帶粉紅之銀白色結晶形金屬,有磁性,常溫不銹.	銀白色金屬,有磁性,銹化極緩.
與酸作用	易從酸中化代氫,浸於發烟硝酸則成被動態.	不易與鹽酸·硫酸作用,但易爲硝酸所侵.	同鈷
氧化物	$\text{FeO}$ (鹽基性) $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (鹽基性) $\text{Fe}_3\text{O}_4$	$\text{CoO}$ (鹽基性) $\text{Co}_2\text{O}_3$ (鹽基性) $\text{Co}_3\text{O}_4$	$\text{NiO}$ (鹽基性) $\text{Ni}_2\text{O}_3$ $\text{Ni}_3\text{O}_4$
氫氧化物	$\text{Fe}(\text{OH})_2$ (鹽基性) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (鹽基性)	$\text{Co}(\text{OH})_2$ (鹽基性) $\text{Co}(\text{OH})_3$ (鹽基性)	$\text{Ni}(\text{OH})_2$ (鹽基性) $\text{Ni}(\text{OH})_3$
亞 鹽	$\text{Fe}^{++}$ 尙安定	$\text{Co}^{++}$ 安定	$\text{Ni}^{++}$ 安定
鹽	$\text{Fe}^{+++}$ 安定	$\text{Co}^{+++}$ 不甚安定	$\text{Ni}^{+++}$ 無
用 途		二氯化鈷可製 (Cobaltous chloride) 隱顯黑水 (Sympathetic ink)	製德國銀·蒙尼 (German (Monel silver) 爾金等合金(\$104 metal)

## 鐵

## 427. 概說.

(1) 亞鐵鹽 (Ferrous salts) ( $\text{Fe}^{++}$ ) 與鎂·鋅族元素·亞鉻·亞錳之相當鹽類相似,並皆稍起水解,常帶綠色,溶於水則幾無色 (§§204,245,255,383,385,408,413).



(2)鐵鹽(Ferric salts)( $\text{Fe}^{+++}$ )與鋁及鉻(三價)之相當鹽相似,並皆易起水解,常帶紅色,溶於水則為黃色(§§284, 383,386).

(3)有數種鐵酸鹽(Ferrates)如 $\text{K}_2\text{FeO}_4$ , $\text{CuFeO}_4$ 等,自 $\text{H}_2\text{FeO}_4$ 而來,此酸亦如錳酸,過不安定,難以遊離(§408).

(4)有錯根陰離子如 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{---}$ 及 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{----}$ .

(5)無含氮之錯根陽離子.

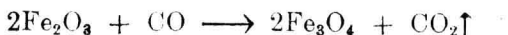
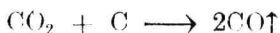
#### 428. 提煉.

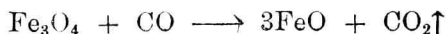
主要之點,在用焦炭使氧化物還原,黃鐵礦及菱鐵礦則先煨燒成氧化物.

(1)礦含砂土或黏土等酸性物質者,加鹽基性物質石灰石為熔劑.

(2)礦含石灰或苦土等鹽基性物質者,加酸性物質如砂或黏板岩(Clay slate)為熔劑.

成分調整後,置於鼓風爐(Blast furnace)中燒之,融鐵集於爐底,流於砂中,則得銑鐵或生鐵(Pig iron)(含鐵92-94%,碳3.5-4.5%,及硫·矽·錳·磷少許).





## 429. 鐵之種類.

名稱	鑄鐵 (生鐵) (Cast iron)	鍛鐵 (熟鐵) (Wrought iron)	純鐵 (Pure iron)
製法	加熱融熔銑鐵 至 1150°—1250°, 驟冷得白鑄鐵 (White cast iron) (亦稱冷剛鑄鐵 Chilled cast iron) 徐冷得灰鑄鐵 (Gray cast iron)	強熱鑄鐵於反 射爐中,使起氧 化而除去其中 一部碳及雜質.	在 100° 電解硫 酸亞鐵溶液.
性質	含碳 2.75—3.5%. 白鑄鐵中爲碳 化鐵 $\text{Fe}_3\text{C}$ , 灰鑄 (Cementite) 鐵中爲石墨碳. 無延展性,融點 較低,可以鑄物.	含碳 0.05—0.5%. 較軟而強韌,有 延展性,融點較 高,可以鍛接.	(§ 426) 在高溫時 與氧及水汽作 用生 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ (§ 114).
用途	製鍋·釜·火爐·鐵 管等 製鍛鐵·鋼 製模型	製鉛·鏈·鎖等 製鐵絲·鐵板 製坩堝鋼 (Crucible steel)	

## 430. 鋼 (Steel).

製法. (1) 柏塞麥法 (Bessemer process)(2) 西門子馬丁法 (Siemens-Martin process) 或開爐法

(Open-hearth process).

(3) 電爐法 (Electric furnace process)

將鑄鐵強熱，使起氧化而除去其中一部碳及雜質性質。含碳0.5—1.6%，幾完全不含磷·硫·矽。強韌而富彈力，有延展性，可以鍛接。

用途 (1) 製刀·劍·鎗·砲。

(2) 製鐵軌·機械。

(3) 建築用。

(4) 製特種鋼如錳鋼·鎢鋼·鈳鋼·鎳鋼·鉻鋼等。

(5) 製永久磁石。

431. 亞鐵化合物。

二氫氧化鐵 (Ferrous hydroxide)  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 。

製法。加苛性鹼於亞鐵鹽溶液。

性質。 (1) 白色沈澱，立變暗綠，最後變褐。

(2) 溶於銨鹽溶液中 (§§214, 413)。

硫酸亞鐵 (Ferrous sulphate)·綠礬 (Green vitriol, Cop-peras)  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 。

製法。在空氣中氧化黃鐵礦而用水提出之。



性質。 (1) 綠色結晶體，易風化。

(2) 易受氧化成褐色鹽基性硫酸鐵  $\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4$

(3) 與等分子量硫酸銨化合, 成硫酸亞鐵銨 (Ferrous ammonium sulphate)  $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 用於分析中。

用途. (1) 媒染劑.

2. 製墨水.

### 432. 鐵化合物.

**三氧化二鐵** (Ferric oxide)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

製法. 加熱三氫氧化鐵.

性質. 依粉之粗細, 而為鮮明朱黃至暗紫褐不等.

用途. (1) 製鐵丹 (Rouge).

(2) 製赤茶 (Venetian red, Red ocher).

**三氫氧化鐵** (Ferric hydroxide)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

製法. 加氨或鹼於鐵鹽溶液.

性質. 膠狀紅褐色沈澱.

**三氯化鐵** (Ferric chloride)  $\text{FeCl}_3$ .

製法. (1) 溶鐵於鹽酸, 得綠色二氯化鐵 (Ferrous chloride)  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . 通氯入其溶液, 得黃色而易潮解之  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

(2) 通氯過熱鐵, 得暗綠色  $\text{FeCl}_3$ .

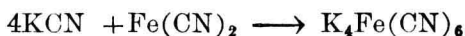
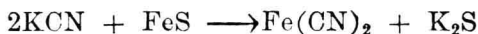
性質. (1) 易起水解, 熱時尤甚 (§§96, 291).

(2) 溶液與鐵共沸, 還原成二氯化鐵.

## 433. 錯根氰化物.

亞鐵氰化鉀(Potassium ferrocyanide)·黃血鹽(Yellow prussiate of potash)  $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ .

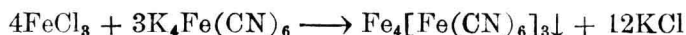
製法. 將動物之含氮廢物如血液等和鐵屑及碳酸鉀共熱,加入溫水,使氰化鉀及一硫化鐵起作用.



性質. (1)黃色大單對稱形結晶體

(2)受熱則失結晶水而成白色.

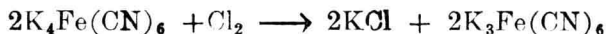
(3)溶液與鐵鹽成普魯士藍(Prussian blue)之沈澱.



與亞鐵鹽生白色  $Fe_2[Fe(CN)_6]$  沈澱,旋即氧化成普魯士藍.與銅鹽生紅色  $Cu_2Fe(CN)_6$  沈澱.

鐵氰化鉀(Potassium ferricyanide)·赤血鹽(Red prussiate of potash)  $K_3Fe(CN)_6$ .

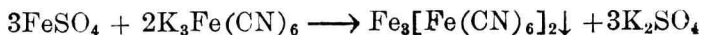
製法. 導氯入黃血鹽溶液.



性質. (1)紅色單對稱稜形結晶體.

(2)溶液與亞鐵鹽生滕氏藍(Turnball's blue)之沈澱.

澱.



與鐵鹽僅生褐色  $\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液。

用途. 製藍色印紙(Blue prints).

#### 434. 試驗法.

離 子	$\text{Fe}^{++}$	$\text{Fe}^{+++}$
顏色	淡綠色	黃色
$\text{NH}_4\text{OH}, \text{KOH}, \text{NaOH}$	白色 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沈澱 (§ 431)	褐色 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沈澱 (§ 432)
$(\text{NH}_4)_2\text{S}$ (§ 97)	黑色 $\text{FeS}$ 沈澱	黑色 $\text{FeS}$ 沈澱
$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ (§ 433)	白色 $\text{Fe}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 沈澱	普魯士藍 $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$
$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ (§ 433)	滕氏藍 $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$	褐色 $\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液
$\text{KCNS}, \text{NH}_4\text{CNS}$	無反應	深紅色 $\text{Fe}(\text{CNS})_3$ 溶液
硼砂珠球	綠色, 硼酸亞鐵	黃或無色, 硼酸鐵

## 鈷

#### 435. 概說 (§426).

(1) 亞鈷鹽 (Cobaltous salts) ( $\text{Co}^{++}$ ) 如二氯化鈷  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 微可水解. 含水物或水溶液均為紅色, 無水物普通為藍色.

(2) 鈷鹽 (Cobaltic salts) ( $\text{Co}^{+++}$ ) 如  $\text{Co}_2(\text{SO}_4)_3$  大部為水所分解, 且能成亞鈷鹽.

(3) 錯根鈷陽離子如  $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{+++}$  及錯根鈷陰離子如  $\text{Co}(\text{CN})_6^-$  甚多,均極安定,錯根亞鈷鹽則不安定

#### 436. 試驗法.

(1) 亞鈷離子  $\text{Co}^{++}$  爲粉紅色.

(2) 中性或鹼性溶液與硫化氫生黑色一硫化鈷  $\text{CoS}$  沈澱 (§97).

(3) 生藍色硼砂珠球(硼酸亞鈷).

## 鎳

#### 437. 概說 (§426).

(1) 亞鎳鹽 (Nickelous salts) ( $\text{Ni}^{++}$ ) 如二氯化鎳  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 與亞鐵鹽及亞鈷鹽相似,但不可氧化爲相當之鎳鹽(無).無水物爲黃色或褐色,含水物或水溶液爲綠色.

(2) 錯根亞鎳鹽如  $\text{Ni}(\text{CN})_4^-$  不安定,與錯根亞鈷鹽同.

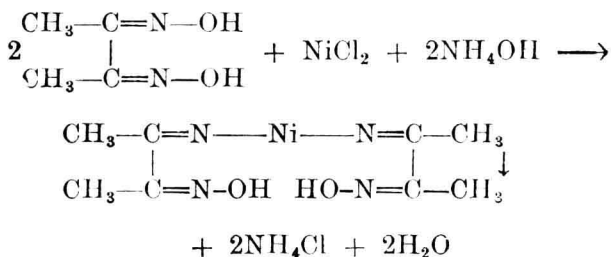
#### 438. 試驗法.

(1) 亞鎳離子  $\text{Ni}^{++}$  爲綠色.

(2) 中性或鹼性溶液與硫化氫生黑色一硫化鎳  $\text{NiS}$  沈澱 (§97).

(3) 與氨生綠色二氫氧化鎳  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  沈澱, 溶於過量之氨而成深藍色溶液.

(4) 鎳鹽之氨溶液與二甲乙二醛肟(Dimethylglyoxime) 生鮮紅沈澱.



(5) 生褐色硼砂珠球.



## 第二十九章

## 鉑族元素

## 439. 概說.

元 素	鈳 (Ruthenium)	銑 (Rhodium)	鈳 (Palladium)	鐵 (Osmium)	銱 (Iridium)	鉑 (Platinum)
符 號	Ru	Rh	Pd	Os	Ir	Pt
發 見	1844, 克勞斯 (Claus)	1804, 胡拉斯頓 (Wollaston)	同銑	1803, 湯那 (Tannant)	同鐵	1741, 伍特 (Wood)
存 在	稀 少	而 常 遊	離, 混	存 於	砂 礫	之 中
原子序	44	45	46	76	77	78
原子量	101.7	102.91	106.7	190.8	193.1	195.23
原子價	2,3,4,6,7,8	2,3,4	2,4	2,3,4,6,8	2,3,4,6	2,4,6
融 點						
沸 點						
比 重						
性 狀	鐵 灰 色 金 屬	銀 白 色 金 屬	銀 白 色 金 屬	鐵 灰 色 金 屬	灰 白 色 金 屬	灰 白 色 金 屬
活 動 力	在 一 切 金 屬 中, 最 小,	比 較 的 易	離 子 化 之 傾 向	離 子 化 之 傾 向	離 子 化 之 傾 向	離 子 化 之 傾 向
熱 硝 酸	不 溶	不 溶	漸 溶	不 溶	不 溶	不 溶
王 水	難 溶	幾 不 溶	可 溶	可 溶	幾 不 溶	可 溶

氧化物	RuO	RhO	PdO	OsO		PtO
	Ru <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Rh <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Os <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ir <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
	RuO <sub>2</sub>	RhO <sub>2</sub>	PdO <sub>2</sub>	OsO <sub>2</sub>	IrO <sub>2</sub>	PtO <sub>2</sub>
	RuO <sub>4</sub>			OsO <sub>4</sub>		

(1) 化學上鈳與鐵最相似,二者並與鐵略似,銻與鈷,鈳與鉑,亦皆天然成對。

(2) 鈳有善於吸氫之特性。

(3) 鉑富延性,在紅熱時,可以鍛接,可製科學儀器及裝飾品,並用為觸媒 (§§351,405)。

(4) 鉑有亞鉑鹽 (Platinous salts) ( $Pt^{++}$ ) 如二氯化鉑  $PtCl_2$  及鉑鹽 (Platinic salts) ( $Pt^{+++}$ ) 如四氯化鉑  $PtCl_4$ 。

**440. 氫氯鉑酸** (Hydrochloroplatinic acid, Chloroplatinic acid)  $H_2PtCl_6 \cdot 6H_2O$ 。

**製法.** 由鉑與王水起作用。

**性質.** (1) 紅褐色易潮解之結晶體。

(2) 與鉀鹽成鉑鉀化鉀 (Potassium chloroplatinate)  $K_2PtCl_6$  之黃色沈澱。

(3) 與氨成氯鉑化銨  $(NH_4)_2PtCl_6$  之黃色結晶體,燒之則成白金海綿 (Platinum sponge)。

(4) 還原成白金黑 (Platinum black)。

## 第三十章

## 放射性元素

## 441. 名詞.

放電於真空管中,由陰極放射之線,稱為陰極線 (Cathod ray). 陰極線與管壁衝突之時,發生黃色螢光,稱為 X 線 (X-ray), 亦稱樂琴線 (Röntgen ray). 特種元素如鈾 (§382)·鐳 (§204) 等,發生類似 X 線之放射,此種性質,稱為放射性 (Radioactivity). 此種元素,稱為放射性元素

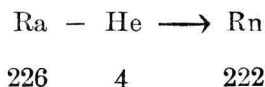
## 442. 放射線.

放射性元素有  $\alpha$  線 ( $\alpha$ -ray),  $\beta$  線 ( $\beta$ -ray) 及  $\gamma$  線 ( $\gamma$ -ray) 三種放射線.

	$\alpha$ 線	$\beta$ 線	$\gamma$ 線
性質	氦原子之流	電子之流	以太(Ether)波動 (與 X 線相同)
電荷	++	-	無
磁力作用	稍偏左	向右彎曲	不偏斜
質量	4	氦原子 $\frac{1}{1840}$	無
速度	光速 $\frac{1}{10}$	與光速等	

## 443. 原子之蛻變(Disintegration).

鐳放射  $\alpha$  線後,生一種氣體,初稱鐳放射(Radium emanation),現稱氡( $\S\S 123,126$ ).因失一氦原子及二陽電荷,故原子量減四,原子價減二.



放射  $\beta$  線後,失去一電子,原子量不變,原子價則增一.如此,一種原子由放射而遞變爲他種之現象,稱爲原子之蛻變.

## 444. 半衰期(Half period).

放射性元素,因蛻變而逐漸減少其放射能,減至最初之半所需之時,稱爲半衰期.

## 445. 放射性元素之種類.

鈾·釷( $\S 298$ )·錒( $\S 276$ )三元素,能陸續蛻變而產出種種元素,各成一系.故放射性元素,有鈾系·釷系·錒系三系.

## 第三十一章

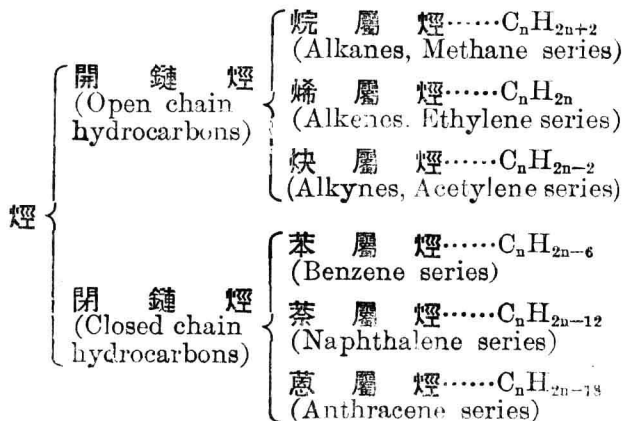
## 碳化氫·烴

## 446. 概說.

有機化合物分子中有鏈狀結構者,總稱為開鏈化合物 (Open chain compounds), 又因多屬脂肪及其衍生物,亦稱脂肪族化合物 (Aliphatic compounds), 有機化合物分子中有環狀結構者,總稱為閉鏈化合物 (Closed chain compounds), 又因多屬芳香物及其衍生物,亦稱芳香族化合物 (Aromatic compounds).

## 447. 碳化氫·烴 (Hydrocarbons).

碳與氫之化合物不含他元素者總稱為碳化氫,簡稱為烴,其主要系別如下:



## 448. 同系物(Homologues).

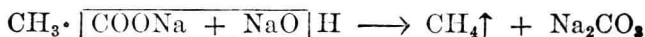
凡分子式以  $\text{CH}_2$  爲差之化合物,稱爲同系物. 經之  
主要同系物如下:

烷屬經 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	烯屬經 $\text{C}_n\text{H}_{2n}$	炔屬經 $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$	苯屬經 $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$
甲 烷 $\text{CH}_4$ (Methane)			
乙 烷 $\text{C}_2\text{H}_6$ (Ethane)	乙 烯 $\text{C}_2\text{H}_4$ (Ethylene, Ethene)	乙 炔 $\text{C}_2\text{H}_2$ (Ethine, Acetylene)	
丙 烷 $\text{C}_3\text{H}_8$ (Propane)	丙 烯 $\text{C}_3\text{H}_6$ (Propylene, Propene)	丙 炔 $\text{C}_3\text{H}_4$ (Propyne)	
丁 烷 $\text{C}_4\text{H}_{10}$ (Butane)	丁 烯 $\text{C}_4\text{H}_8$ (Butylene, Butene)	丁 炔 $\text{C}_4\text{H}_6$ (Butyne)	
戊 烷 $\text{C}_5\text{H}_{12}$ (Pentane)	戊 烯 $\text{C}_5\text{H}_{10}$ (Pentylene, Pentene)	戊 炔 $\text{C}_5\text{H}_8$ (Pentyne)	
己 烷 $\text{C}_6\text{H}_{14}$ (Hexane)	己 烯 $\text{C}_6\text{H}_{12}$ (Hexylene, Hexene)	己 炔 $\text{C}_6\text{H}_{10}$ (Hexyne)	苯 $\text{C}_6\text{H}_6$ (Benzene)
庚 烷 $\text{C}_7\text{H}_{16}$ (Heptane)	庚 烯 $\text{C}_7\text{H}_{14}$ (Heptylene, Heptene)	庚 炔 $\text{C}_7\text{H}_{12}$ (Heptyne)	甲 苯 $\text{C}_7\text{H}_8$ (Toluene)
辛 烷 $\text{C}_8\text{H}_{18}$ (Octane)	辛 烯 $\text{C}_8\text{H}_{16}$ (Octylene, Octene)	辛 炔 $\text{C}_8\text{H}_{14}$ (Octyne)	二 甲 苯 $\text{C}_8\text{H}_{10}$ (Xylene)
壬 烷 $\text{C}_9\text{H}_{20}$ (Nonane)			
癸 烷 $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ (Decane)			
十一烷 $\text{C}_{11}\text{H}_{24}$ (Undecane)			

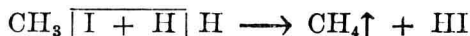
449. 甲烷 (Methane)  $\text{CH}_4$ .

存在. 天然氣·沼氣(Marsh gas)·坑氣(Fire-damp).

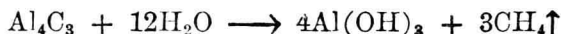
製法. (1)將無水醋酸鈉與鹼石灰 (Soda-lime) 混  
和共熱.



(2)用新生氫還原碘化甲烷(Methyl iodide).



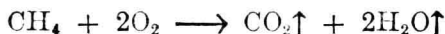
(3)由三碳化四鋁(Aluminum carbide)與水作用.



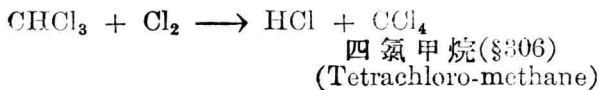
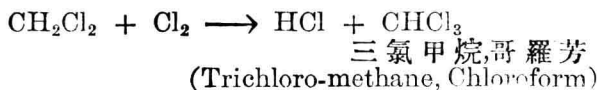
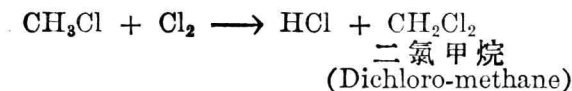
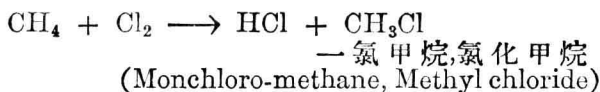
性質. (1)無色·無臭氣體.

(2)不受濃酸,濃鹼溶液及氧化劑之作用.

(3)着火則燃,與氧混合時,着火即爆發.



(4)與氯·溴起連續置換作用.



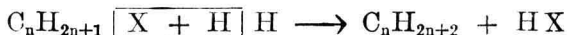
**450. 烷之同系物.**

**製法.** (1)將脂肪酸之鈉鹽或鉀鹽與苛性鹼或鹼

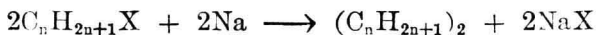
石灰混和共熱。



(2)用新生氫還原烷屬鹵素置換物。



(3)由金屬鈉,鋅或銀與烷屬鹵素置換物作用。



性質。(1)常溫時,首四種爲氣體,自戊烷至十六烷爲無色液體,十六烷以上爲固體。

(2)非常不活動。

(3)化學性質見甲烷下。

**451. 乙 烯**(Ethylene) $CH_2 \cdot CH_2$ 。

**製法。**(1)由乙醇和濃硫酸共熱。



(2)將溴化乙烷(Ethyl bromide)與苛性鉀之乙醇溶液共熱。



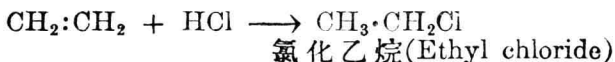
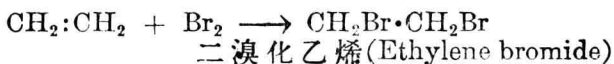
性質 (1)無色而有特臭之氣體。

(2)着火則燃而發強光,如混有空氣則爆發。

(3)分子中有二重鍵(Double bond),爲不飽化合物(Unsaturated compound),與新生氫成乙烷,並與氯·溴·鹽

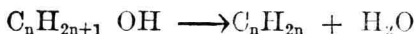


酸·氫溴酸·氫碘酸·硫酸等化合而生加成物 (Addition compounds).

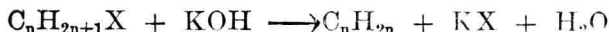


#### 452. 烯之同系物.

**製法.** (1)由醇與硫酸或磷酸共熱以去水分.



(2)將烷屬鹵素置換物與苛性鉀之乙醇溶液共熱.

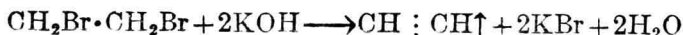


**性質.** (1)常溫時,首四種爲氣體,以上約十四種爲液體,再上則爲固體.

(2)化學性質見乙烯下.

#### 453. 乙炔(電石氣)(Acetylene) $\text{CH}:\text{CH}$ .

**製法.** (1)將二溴化乙烯滴入苛性鉀之沸乙醇溶液.



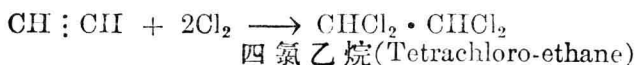
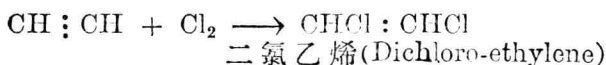
(2)注水於二碳化鈣.



性質. (1)無色·有毒氣體,純者略有特臭.

(2)熱則爆發,着火則燃而發強光.

(3)分子中有三重鍵(Triple bond)爲不飽化合物,與新生氫成乙烯及乙烷,並與鹵素或鹵素化物等化合而生加成物.

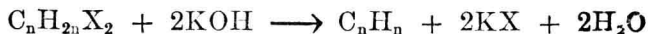
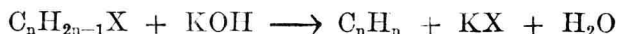


(4)有酸性,能與金屬作用生鹽類,如二碳化二銅(Copper acetylide) $\text{Cu}_2\text{C}_2$ 及二碳化二銀(Silver acetylide) $\text{Ag}_2\text{C}_2$ 等.

用途. (1)氧炔焰(\$394). (2)汽車燈及人力車燈.

#### 454. 炔之同系物.

製法. 將烯屬烴之一鹵素置換物或烷屬烴之二鹵素置換物與苛性鉀之乙醇溶液共熱.



性質. (1)首十二種爲無色氣體或揮發液體.

(2)化學性質見乙炔下。

**455. 苯**(Benzene)(燐,困,安息油) $C_6H_6$ , .

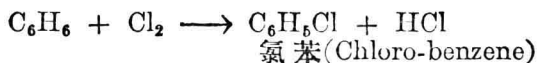
**製法.** 將分餾煤焦油(Coal tar)所得之輕油(Light oil)再行分餾,在 $80^\circ-81^\circ$ 得苯。

**性質.** (1)無色而有特臭之液體,沸點 $80.4^\circ$

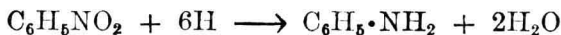
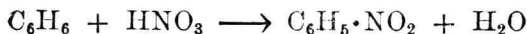
(2)易燃燒,光弱煙多。

(3)不溶於水,溶於普通有機溶媒。

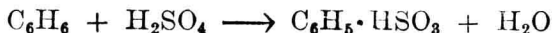
(4)與氯·溴作用生置換物。



(5)與混合酸(Mixed acid)(硝酸及硫酸之混合物,硫酸爲脫水劑)生硝基苯(Nitrobenzene) $C_6H_5NO_2$ 。硝基苯還原生苯胺(Aniline)(燐,硃,銜基炭困,生色精,靛油) $C_6H_5NH_2$ 。




(6)與濃硫酸共熱生苯磺酸(Benzene sulphonic acid)。



**用途.** (1)脂肪·樹脂等之溶媒。

(2)供洗濯·乾燥等用。

(3)製硝基苯等有機化合物。

**456. 萘(Naphthalene)** (駢苯,駢烱,駢困,焦油腦,辟瘟腦)  $C_{10}H_8$ , .

**製法.** 冷凝分餾煤焦油所得之中油 (Middle oil), 則結晶而出。

**性質.** (1)無色而有特臭之揮發結晶體


(2)着火則燃,光弱煙多。

(3)不溶於水,溶於普通有機溶媒。

(4)殺菌力甚強。

**用途** (1)殺蟲劑及防腐劑。

(2)製藍靛及其他染料。

**457. 蒽(Anthracene)** (參烱,參困,綠油腦,石炭腦)  $C_{14}H_{10}$ , .

**製法.** 由分餾煤焦油所得之綠油(Anthracene oil), 用蒸餾法精製之。

**性質.** (1)無色結晶體,帶青色螢光。

(2)不溶於水,難溶於醇·醚,易溶於熱苯。

**用途.** 製茜素(Alizarin)及其他染料

**458. 石油(Petroleum)**

石油由古代動植物埋沒土中腐敗後受壓力及溫度之作用而成,其成分視產地而異,或多含烷屬烴,或多

含烯屬煙，或多含苯屬煙，或多含萘屬煙，分餾或分裂 (Cracking) 後，可得石油醚 (Petroleum ether)·汽油 (Gasoline)·燈油 (Kerosene)·機器油 (Lubricating oil)·石油脂 (Vaseline)·石臘 (Paraffin) 等有用物質。

#### 459. 焰 (Flame).

焰為兩種氣體相遇化合而起發熱反應之現象。一種氣體，普通為空氣中之氧。一種氣體，為煙、氫、一氧化碳等可燃氣體。木材燃時，生可燃煙，故生焰。木炭燃時，不生氣體，故不生焰。

焰之組成，約分三部：

(1) 氧化焰。為焰之外層，空氣充足，其中碳完全燃燒成二氧化碳，因含被熱之氧，故有氧化作用。

(2) 還原焰。為焰之內層，空氣不足，其中碳僅燃燒成一氧化碳，因含被熱之碳及一氧化碳，故有還原作用。

(3) 未燃部。為焰之中心，空氣缺乏，其中碳全未與氧化合，故呈暗黑色。

焰光之強弱，依下列情形而

(1) 熱度之關係。熱度高則光亮強，低則弱。

(2) 密度之關係。氣體密度大則光亮強，小則弱。

(3) 質點之關係。有固體質點則光亮強，無則弱。

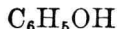
## 第 三 十 二 章

### 碳 化 氫 之 衍 生 物

#### 醇 (Alcohols)

#### 460. 概說.

含有羥基—OH之碳化氫，稱為醇。在芳香族烴中者，稱為苯醇，簡稱為酚 (Phenols)。



乙醇 (Ethyl alcohol)

酚 (Phenol)

461. 甲醇 (木精) (Methanol, Methyl alcohol, Wood spirit, Wood alcohol)  $\text{CH}_3\text{OH}$ .

**製法.** (1) 從木材乾餾出物製得之。

(2) 在  $200^\circ - 250^\circ$  用觸媒 (如氧化鋅與銅) 使一氧化碳及氫在高壓力下化合。

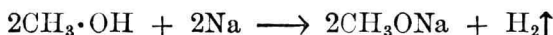
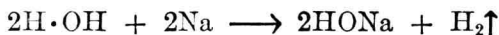


**性質.** (1) 無色而有臭之液體，沸點  $67.4^\circ$ ，易溶於水。

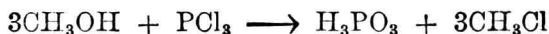
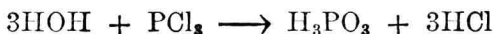
(2) 富有刺激性，有毒，可致盲致死。

(3) 與水相似之點。

(一)與金屬鈉等作用生甲醇鈉(Sodium methyl alcoholate)等及氫.



(二)與三氯化磷生亞磷酸及氯化甲烷.



(4)與鹼相似之點. 與酸作用生酯 (§475).



醋酸                  醋酸甲烷(Methyl acetate)

(5)與氧連結之碳原子,能被氧化先生甲醛 (§468), 終成甲酸 (§473).



用途. (1)製蟻醛.                          (2)溶媒.

462. 乙醇·醇(酒精)(Ethanol, Ethyl alcohol, Alcohol, Spirit of wine) $\text{CH}_3\cdot\text{CH}_2\text{OH}$ .

製法. 用糖蜜·馬鈴薯·甘藷等為原料,使發酵而蒸餾之.

性質. (1)無色而有香氣之液體,沸點 $78.3^{\circ}$ .

(2)溶於水及有機溶媒.

(3)化學性質與甲醇同.

(4)在鹼性溶液中,與碘作用生三碘甲烷(俗稱黃碘)(Iodoform)之黃色結晶體(試驗乙醇法).

(5)變性酒精 (Denatured alcohol) 爲含有甲醇·汽油等毒臭物質之酒精,不能作飲料,但可供其他功用.

用途. (1)燃料.

(2)溶媒.

463. 丙三醇(甘油) (Propanetriol, Glycerine, Glycerol)  
 $\text{CH}_2\text{OH}\cdot\text{CHOH}\cdot\text{CH}_2\text{OH}$ .

製法. 製肥皂時,脂油水解後,蒸餾水溶液 (§478).

性質. 無色而有甘味之黏稠液體,富吸濕性.

用途. (1)醫藥用.

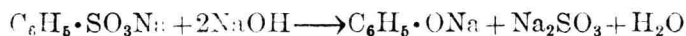
(2)製硝化甘油(炸藥)

(3)菸草等物之保濕劑.

464. 酚(煖醇,困醇) (Phenol) (石炭酸 Carbohic acid)  
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ .

製法. (1)由分餾煤焦油所得之中油提取之.

(2)將苯磺酸與苛性鹼共熔,加酸使酚遊離.





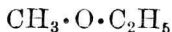
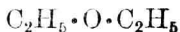


- 性質. (1)無色而有特臭之針狀結晶體.  
 (2)酚略溶於水,而水亦略溶於酚,均成液態.  
 (3)與三氯化鐵溶液呈藍色(試驗酚法).  
 (4)亦能生酯,稱酚鹽(Phenolates).
- 用途. (1)消毒劑.  
 (2)製苦味酸(Picric acid)(炸藥)  
 (3)製染料及藥.

### 醚(Ethers)

#### 465. 概說.

凡有  $\begin{matrix} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{O} \\ \diagup \\ \text{R}' \end{matrix}$  之結構之化合物,總稱爲醚. R·R' 表烴基,兩基或相同,或不相同



乙醚(Ethyl ether)

甲乙醚(Methyl ethyl ether)

#### 466. 乙醚·醚(Ethyl ether, Ether) $\text{C}_2\text{H}_5\cdot\text{O}\cdot\text{C}_2\text{H}_5$ .

製法. 在  $130^\circ - 140^\circ$ , 加濃硫酸於乙醇而蒸餾之.



性質. (1)極易揮發之無色液體,沸點  $34.5^\circ$ .

(2)極易引火,蒸氣與空氣相混,着火則爆發.

(3)微溶於水,善溶解有機物.

(4)吸入其蒸氣,則失知覺.

用途. (1)脂肪等之溶媒. (2)麻醉劑(Anæsthetic)

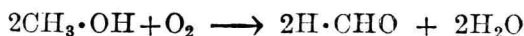
### 醛(Aldehydes)

#### 467. 概說.

羰基(Carbonyl)  $\text{>C=O}$  之雙鍵,一鍵與烴基結合,一鍵與氫結合而成之化合物總稱為醛.  $\text{-C}\begin{matrix} \text{O} \\ \diagup \\ \text{H} \end{matrix}$  原子團,稱為醛基或醛元(Aldehyde).

468. 甲醛(蟻醛)(Formaldehyde, Methanal)  $\text{H}\cdot\text{CHO}$ .

製法. 通甲醇蒸氣及空氣之混合物於熱銅絲網上.



性質. (1)有刺激臭之氣體,普通為水溶液〔蟻醛液(Formalin)〕.

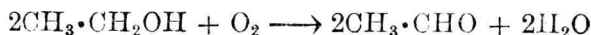
(2)與酚相混,縮合而成培珀(電木)(Bakelite).

用途. (1)消毒劑及防腐劑.

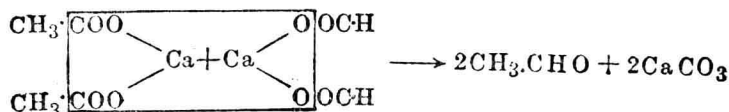
(2)製培珀.

469. 乙醛·醛(醋醛)(Acetaldehyde, Ethanal)  $\text{CH}_3\cdot\text{CHO}$ .

製法. (1)氧化乙醇(如用重鉻酸鉀及硫酸).



(7)將醋酸鈣及蟻酸鈣混和熱之.



(3)由乙炔與水作用.



性質. (1)無色而有特臭之液體,沸點  $20.8^\circ$ .

(2)溶於水及乙醇.

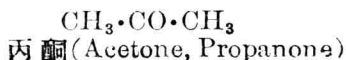
(3)還原力甚強,能從硝酸銀之氨溶液析出銀鏡(試驗醛法).

(4)有二重鍵,能生加成物.

### 酮(Ketones)

#### 470 概說.

羰基之雙鍵分別與二個烴基結合而成之化合物,總稱為酮.兩烴基或相同,或不相同.





化合物，總稱爲羧酸(Carboxylic acids)，簡稱有機酸或酸。羧基與烷基結合者，稱爲脂肪酸(Fatty acids)，與烯基結合者，稱爲油酸(Oleic acids)，與炔基結合者，稱爲亞油酸(Propiolic acids)，與苯基結合者，稱爲芳香酸(Aromatic acids)。

脂 肪 酸	油 酸	亞 油 酸	芳 香 酸
甲 酸 (Formic acid) $H \cdot COOH$			
乙 酸 (Acetic acid) $CH_3 \cdot COOH$			
丙 酸 (Propionic acid) $CH_3 \cdot CH_2 \cdot COOH$	丙 烯 酸 (Acrylic acid) $CH_2 : CH \cdot COOH$	丙 炔 酸 (Propiolic acid) $CH \equiv C \cdot COOH$	
戊 酸 (Hervic acid) $C_6H_{13} \cdot COOH$			苯 甲 酸 (Benzoic acid) $C_6H_5 \cdot COOH$
軟 脂 酸 (Palmitic acid) $C_{15}H_{31} \cdot COOH$			
硬 脂 酸 (Stearic acid) $C_{17}H_{35} \cdot COOH$	油 酸 (Oleic acid) $C_{17}H_{33} \cdot COOH$	乾 性 油 酸 (Linoleic acid) $C_{17}H_{31} \cdot COOH$	

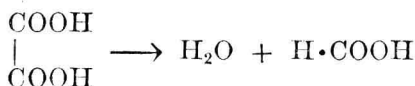
473. 甲酸(蟻酸)(Formic acid)  $H \cdot COOH$ .

製法. (1)工業法. 將發生爐煤氣(§302)與固體氫氧化鈉, 在6-8氣壓下熱至 $120^{\circ} - 130^{\circ}$ , 生蟻酸鈉.



(2)實驗室法. 將草酸(Oxalic acid)  $(COOH)_2$  (白色結

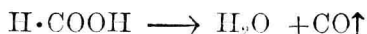
晶體)及甘油共熱.



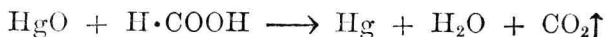
性質. (1)無色而有刺激臭之液體,沸點 $101^\circ$

(2)觸於皮膚則發泡.

(3)與濃硫酸共熱則分解(§303).



(4)與汞或銀之氧化物共熱,能使還原成金屬.

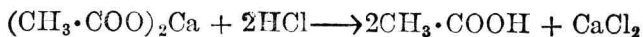


用途. (1)溶媒.

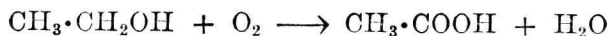
(2)防腐劑.

**474. 乙酸(醋酸)(Acetic acid)  $\text{CH}_3\cdot\text{COOH}$ .**

**製法.** (1)將從木醋酸製得之醋酸鈣,加濃鹽酸共同蒸餾.稍加重鉻酸鉀,再行蒸餾,則得冰醋酸(Glacial acetic acid).



(2)氧化乙醇.



性質. (1)無色而有刺激性之液體,沸點 $118.7^\circ$

(2)腐蝕性甚強.

(3)冷至 $16.5^\circ$ 則凝固.

(4) 醋中約含醋酸 3-6%.

用途. (1) 溶媒.

(2) 食用.

(3) 製鉛白.

(4) 製藥及藥品.

### 酯(醃)(Esters)

#### 475. 概說.

凡酸分子中能電離之氫原子爲烴基所取代之化合物,總稱爲酯.天然油脂及果香油(Fruit essences)皆爲酯.

#### 有機酸之酯

乙酸乙酯(Ethyl acetate)

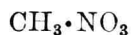


苯甲酸乙酯(Ethyl benzoate)

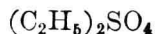


#### 無機酸之酯

硝酸甲酯(Methyl nitrate)



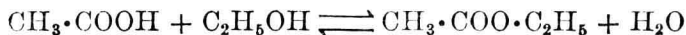
硫酸乙酯(Diethyl sulphate)



476. 乙酸乙酯(醋酸乙酯)(Ethyl acetate) $\text{CH}_3 \cdot \text{COO} \cdot$

$\text{C}_2\text{H}_5$ .

製法. 使乙醇與醋酸作用,加濃硫酸爲脫水劑.



性質. 無色而有芳香之揮發性液體.

用途. (1) 製餅餌肥皂等之香料.

(2) 爲硝酸纖維素及醋酸纖維素(§483)之溶媒。

477. 油及脂肪(Oils and fats).

存在. 廣佈於動植物界。

主要成分. 軟脂(Palmitin)( $C_{15}H_{31}\cdot COO$ )<sub>3</sub>C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>. 固體, 融點 66°.

硬脂(Stearin)( $C_{17}H_{35}\cdot COO$ )<sub>3</sub>C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>. 固體, 融點 72°.

油脂.(Olein)( $C_{17}H_{33}\cdot COO$ )<sub>3</sub>C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>. 液體, 凝固點 -6°.

乾性油脂(Linolein)( $C_{17}H_{31}\cdot COO$ )<sub>3</sub>C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>. 液體.

分類. 多含軟脂·硬脂者, 常溫時爲固態, 通稱爲脂肪. 多含油脂·乾性油脂者爲液態, 通稱爲油. 又因其來源及性質之不同, 可分類如下:

脂肪	{	動物性	豚脂(Lard)·牛脂(Beef tallow)·羊脂(Mutton tallow).
		植物性	椰子油(Cocoanut oil)·柏油(Vegetable tallow).

油	{	乾性(Drying)	桐油(Tung oil)·亞麻仁油(Linseed oil).
		半乾性(Semi-drying)	豆油(Bean oil)·菜子油(Rapeseed oil)·棉子油(Cotton seed oil) 蓖麻油(Castor oil)·蘇油(Sesame oil).
		不乾性(Non-drying)	花生油(Peanut oil)·橄欖油(Olive oil)·茶油(Tea oil)·杏仁油(Almond oil).

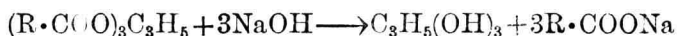


**性質.** 純者無色·無味·無臭,不溶於水,溶於有機溶媒.

- 用途.** (1)食用. (2)機器油及燈油.  
(3)製肥皂. (4)製硬化脂肪(Hardened fat).  
(5)製油紙·油布·油漆.

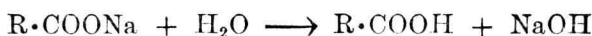
#### 478. 肥皂(石鹼)(Soaps).

**製法.** 油及脂肪與鹼類共熱,生甘油及肥皂.



**性質** (1)溶於水而成乳狀液.

(2)遇水則起水解而生遊離鹼,在軟水中能去油垢,在硬水中與鎂·鈣等成不可溶性肥皂.



- 用途.** (1)洗濯. (2)染色·煉綢等工業.

### 醣(碳水化合物)(Carbohydrates)

#### 479. 概說.

凡可以  $C_m (H_2O)_n$  表示之化合物,總稱為醣·醣廣佈於植物界,動物界較少,視其分子之繁簡,可分類如下:

單糖類  
(Monosaccharides)  
 $C_6H_{12}O_6$

- 葡萄糖(Glucose, Dextrose, Grape sugar)(右旋)
- 果糖(Fructose, Levulose, Fruit sugar)(左旋)
- 牛乳糖(Galactose)(右旋)
- 甘露糖(Mannose)(右旋)
- 薔薇糖(Sorbose)(左旋)

雙糖類  
(Disaccharides)  
 $C_{12}H_{22}O_{11}$

- 蔗糖(Cane sugar, Sucrose)(右旋)
- 乳糖(Milk sugar, Lactose)(右旋)
- 麥芽糖(Malt sugar, Maltose)(右旋)

三糖類(Trisaccharides) $C_{18}H_{32}O_{16}$  ..... 棉實糖(Raffinose)(右旋)

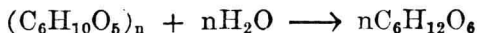
多糖類  
(Polysaccharides)  
 $(C_6H_{10}O_5)_n$

- 澱粉(Starch)(右旋)
- 纖維素(Cellulose)(右旋)
- 土木香糖(Inulin)(左旋)
- 肝糖(Glycogen)(右旋)
- 糊精(Dextrin)(右旋)

480. 葡萄糖(Glucose, Dextrose, Grape sugar) $C_6H_{12}O_6$

存在. 葡萄及他種水果, 蜂蜜.

製法. 將澱粉和水, 加少量稀酸, 煮沸以使水解.



性質. (1) 純者為無色結晶性一水物.

- (2) 易溶於水,有右旋光性.
- (3) 甘味不及蔗糖.
- (4) 有強還原性.
- (5) 發酵成乙醇.



用途. 製蜜餞.

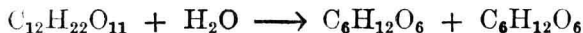
481. 蔗糖 (Cane sugar, Sucrose)  $C_{12}H_{22}O_{11}$ .

存在. 甘蔗 (Sugar cane) · 甜菜 (Sugar beet).

提取. 如爲甘蔗,榨出其糖汁,如爲甜菜,浸出其糖分,加石灰乳煮之,以去雜質,通入二氧化碳,使過量石灰成碳酸鈣沈澱,濾過後,置於真空器中蒸發,冷則可得粗糖,分離糖蜜 (Molasses) 後,溶粗糖於水,以骨炭脫色,再蒸發而使結晶成精糖.

性質. (1) 無色結晶體,味甘,且有防腐性.

(2) 有右旋光性,水解後生等量之葡萄糖及果糖而變爲左旋光性.



- (3) 強熱則變爲焦糖 (Caramel).
- (4) 遇濃硫酸則碳化 (§405).

用途 調味及製蜜餞.

**482. 澱粉**(Starch)  $(C_6H_{10}O_5)_n$ .

**存在.** 穀類(米·麥·豆)·甘藷·馬鈴薯等.

**提取.** 將富有澱粉之物質研成細粉,和水攪動,用布濾去蛋白質·纖維素·膠等,靜置乳狀濾液,除去水分而乾燥之,則得澱粉.

**性質.** (1)形狀大小,隨所用原料之種類而異

(2)受酸或酵素作用,起水解而生糊精·麥芽糖·葡萄糖.

(3)糊狀澱粉與碘溶液生深藍色 (§425).

**用途.** (1)製糊精. (2)製麥芽糖及葡萄糖.

(3)製乙醇.

**483. 纖維素**(Cellulose)  $(C_6H_{10}O_5)_n$ .

**存在.** 植物體之組織,皆為纖維素所構成.

**提取.** 將富有纖維素之植物,依次以稀鹼·氯水·乙醇·乙醚處理之,即得純纖維素.

**性質及用途.** (1)不溶於普通溶媒.

(2)溶於濃硫酸,稀釋則得澱纖維(Amyloid),可製羊皮紙(Parchment paper).

(3)溶於銅氨錯鹽水溶液 (§178),成水化纖維素(Hydro-cellulose),可製銅氨人造絲(Cupro ammonium silk).

(4)與冰醋酸·醋酐(Acetic anhydride)·濃硫酸之混液作用,成醋酸纖維素(Cellulose acetate),可製醋酸酯人造絲(Acetate silk).

(5)與混合酸(\$455)作用,成硝酸纖維素(Cellulose nitrates),可製無烟火藥賽璐珞·棉膠(Collodion)·棉膠人造絲(Collodion silk).

(6)與苛性鹼及二硫化碳作用,成硫代碳酸纖維素(Cellulose thiocarbonates),可製黏性人造絲(Viscose silk).

(7)浸棉於苛性鈉濃溶液中,可增光澤,而成絲光棉(Mercerized cotton).

(8)木材纖維素用酸性亞硫酸鈣(\$401)或氫氧化鈉之溶液處理之,可製紙.

## 蛋白質(Proteins)

### 484. 成分.

蛋白質為生物體內含有碳·氫·氧·氮等極複雜之化合物,由氨基酸(Amino acids)縮合而成.除主要成分碳·氫·氧·氮外,亦有含硫·磷者.

### 485. 性質.

(1)多為分子量極大之膠質.

---

(2) 熱則凝固。

(3) 加重金屬鹽於其水溶液，則沈澱而出。

# 第三十三章

## 電化學

### 486. 電單位.

(1)電量(Quantity)單位——庫侖(Coulomb). 由電解析出銀0.001118公分所需之電量.

(2)電流(Current)單位——安培(Ampere). 每秒鐘流過一庫侖之電流.

(3)電抵抗(Resistance)單位——歐姆(Ohm). 等於汞柱長106.3公分及橫截面一方公釐在攝氏 $0^{\circ}$ 時所發生之抵抗

(4)電壓(Potential, Electromotive force)單位——伏爾特(弗打)(Volt) 通一安培電流於一歐姆電抵抗所需之電壓.

(5)電力(Power)單位——瓦特(Watt). 當電壓為一伏爾特時,一安培電流所發生之電力.

### 487. 歐姆定律(Ohm's law).

通過任何電路之電流,與電壓成正比例,與電抵抗成反比例. (The current which flows through any circuit

is directly proportional to the electromotive force and inversely proportional to the resistance).

設以  $C$  表電流,  $E$  表電壓,  $R$  表電抵抗, 則歐姆定律

爲 
$$C = \frac{E}{R}$$

#### 488. 電解(Electrolysis).

電解爲通過電流分解物質之作用. (Electrolysis is the decomposition of a substance by the passage of electric current). 陽離子 (§84) 所附着之電極, 稱爲陰極 (Cathode) 陰離子 (§84) 所附着之電極, 稱爲陽極 (Anode).

法拉特定律 (Faraday's law). 等量之電解放相當量之離子. (Equal quantities of electricity liberate equivalent quantities of the ions).

例如電解鹽酸時, 每遊離 35.46 公分 (=Cl) 之氯, 即有 1.008 公分 (=H) 之氫同時析出. 但電解二氯化銅  $\text{CuCl}_2$  時, 則每遊離 35.46 公分 (=Cl) 之氯, 僅有 31.78 公分 ( $=\frac{1}{2}\text{Cu} = \frac{1}{2}63.57$ ) 之銅同時析出.

#### 489. 電極反應(Electrode reactions).

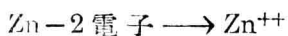
陽極爲氧化作用, 失去電子, 陰極爲還原作用, 取得電子. 即氧化作用與還原作用同時發生 (§§8, 35)



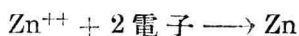
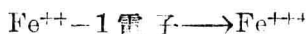
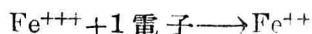
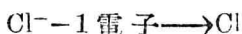
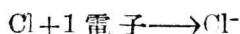
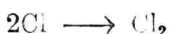
## 陽 極

## 陰 極

(1) 金屬原子成陽離子



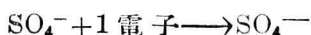
陽離子析出金屬原子

(2) 陽離子之原子價由低  
變高陽離子之原子價由高  
變低(3) 陰離子失去電子而成  
非金屬原子非金屬原子取得電子  
而成陰離子

(4) 陰離子減少其負電荷

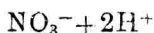
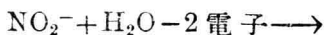
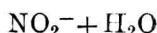
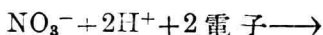


陰離子增加其負電荷



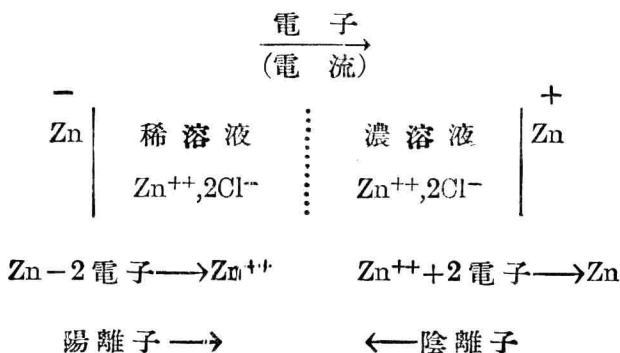
過硫酸根離子

(Persulphate ion)

(5) 陰離子失去電子之他  
種化學變化陰離子取得電子之他  
種化學變化

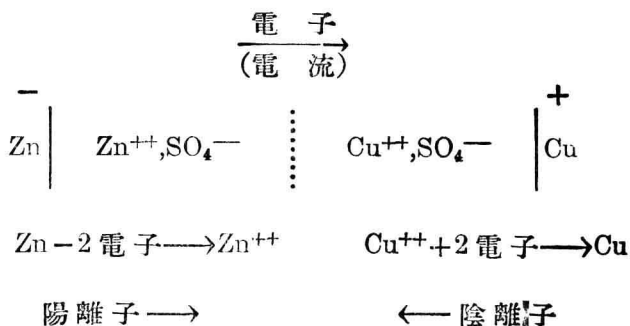
## 490. 濃度電池 (Concentration cells).

由同物質之濃度不同而生電流之電池。



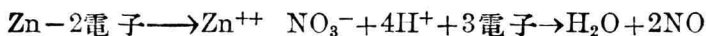
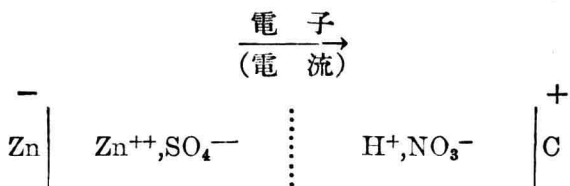
#### 491. 化代電池(Displacement cells).

用一種更活動金屬化代一種次活動金屬而生電流之電池。例如 丹尼爾電池(Daniell's cell)。

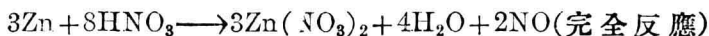


#### 492. 氧化電池(Oxidation cells).

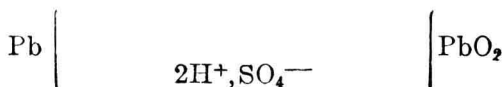
因氧化作用而生電流之電池。例如 本生電池(Bunsen cell)。



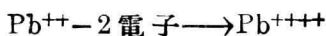
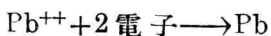
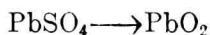
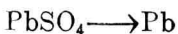
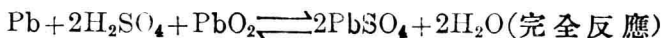
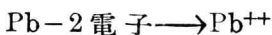
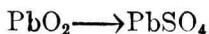
陽離子  $\longrightarrow$   $\longleftarrow$  陰離子



493. 鉛蓄電池(Lead storage battery).

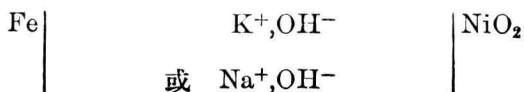


放電(Discharge)

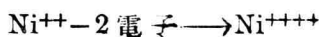
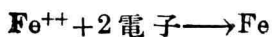
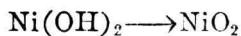
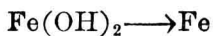
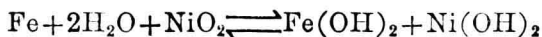
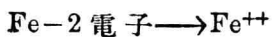
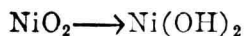


充電(Charge)

494. 安迭生蓄電池(Edison storage battery).



## 放電(Discharge)



## 充電(Charge)

## 第三十四章

### 膠質化學

#### 495. 晶質(Crystalloid)·膠質(Colloid).

凡溶液能通過羊皮紙等薄膜之物質,稱爲晶質,不能通過之物質,稱爲膠質,利用此種不同性質之分離法,稱爲透析(Dialysis).惟晶質·膠質彼此互相可變,視製法而定.

例. 食鹽·蔗糖等普通爲晶體,矽酸·澱粉·蛋白質等普通爲膠質.

#### 496. 膠質之分類.

凡一相(Phase)中有他相微粒分散存在之物系,稱爲分散系(Dispersoid).此微粒稱爲分散相(Dispersed phase).其媒體稱爲分散媒(Dispersing medium).

膠質大別可分二種,分散相由金屬或其化合物所成者,稱爲懸濁質(Suspensoid),黏度低而易爲電解質所凝聚,分散相本爲膠質者,稱爲乳濁質(Emulsoid),黏度高而不易爲電解質所凝聚.

例. 膠質三硫化二砷溶液爲懸濁質,膠溶液爲乳

濁質。

#### 497. 膠質之製法。

(1)分散法(Dispersion methods). 分裂粗粒爲膠質微粒。

(一)機械分裂法(Mechanical disintegration). 如石英等脆物質,可用膠質磨機磨成微粒。

(二)化學分裂法(Peptization). 如膠可用水分成微粒。

(三)勃雷第電弧法(Bredig arc methods). 如鉑絲置於水中,可用電弧分成微粒。

(四)乳化法(Emulsification). 用乳化劑(Emulsifying agent) 乳化一種液體於他種液體。如從橄欖油及醋製五味蛋黃汁(Mayonnaise), 用雞蛋爲乳化劑。乳化劑自身多爲保護膠質(Protective colloids), 故能防止他種膠質之沈澱。原係膠質之物,均有此種作用。如墨水中加亞刺伯樹膠,即防懸濁質之沈澱。

(2)凝結法(Condensation methods). 由極微粒凝結爲膠質微粒。

(一)還原法。金·銀·汞·鉑·鈾鹽之水溶液,可使還原成膠質金屬。

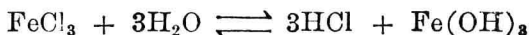
(二)複分解法. 通硫化氫於三氯化砷溶液,則三硫化二砷沈澱.



若通硫化氫於亞砷酸之稀溶液,則得黃色之懸濁質.



使三氯化鐵在熱水中起水解,可得暗紅色之三氫氧化鐵懸濁質.



#### 498. 膠質之性質.

(1)丁鐸爾現象(Tyndall phenomena). 使光線自橫側通過膠質溶液所呈混濁之現象,可用以分別膠質溶液及真溶液,及在度外顯微鏡(Ultramicroscope)中觀察膠質溶液之粒子.

(2)勃朗寧運動(Brownian movement). 在顯微鏡下膠質微粒所呈上下往來不絕之運動.

(3)電荷. 膠質粒子帶有電荷.例如三硫化二砷爲陰性,三氫氧化鐵爲陽性.

(4)保護膜(Protective film). 多種膠質溶液,達一定濃度,可以化爲凝體.若加膠等物質,在膠質粒子四週生一層保護膜,可增加其安定性.如加膠於膠質金,可防「

其沈澱 (§497).

#### 499. 懸濁質之沈澱.

哈第定律(Hardy's law). 凡懸濁質皆能以電性相反之離子使之沈澱. (The suspensoids can be precipitated by ions of opposite electric charge.) 且原子之價愈大, 沈澱之力亦愈大. 異性之懸濁質, 如三硫化二砷及三氫氧化鐵, 混合亦生沈澱.

#### 500. 吸着(Adsorption).

有多種物質能在表面上吸取大量之他物質, 此種作用稱為吸着. 糖類之脫色, 油類之漂白, 及肥皂之去污垢, 即應用此理.

#### 501. 膠質之應用.

膠質化學應用甚廣. 如玻璃·陶瓷·肥皂·機器油之製造, 水泥之硬化, 製紙之上漿, 礦物之浮沫等等, 皆係膠質作用. 更如動物之身體·羽毛, 植物之纖維·澱粉, 亦俱膠質



## 第三十五章

### 營養化學

#### 502. 營養(Nutrition).

供給食物以營動物體內之新陳代謝作用,稱為營養。

#### 503. 食物之成分.

(1)水. 食物除油·脂肪(\$477)·糖類(\$479,480,481)·澱粉(\$482)等純者外,其餘幾皆含有之.

(2)蛋白質. 存於瘦肉(精肉)·牛乳·乾酪·雞蛋·豆類·穀類等中(\$484,485).

(3)脂肪. 如油及脂肪,存於肉·牛乳·乾果·豆類等中.

(4)醣. 如糖類及澱粉.

(5)礦物鹽. 食物除上述純者外,其餘幾皆含有之. 多為鈉·鉀·鎂·鈣·鐵等之化合物

#### 504. 食物之消化(Digestion)

食物中之營養分,除水·單糖類·礦物鹽外,其餘通常不能直接透過消化器之膜壁,須經種種變化,使成可溶性物質而後始被吸收,此種變化稱為消化,消化器計分

口,胃及小腸三種,使蛋白質變為氨基酸,醣變為單糖類,脂肪變為脂肪酸及甘油而被吸收.

(1)口. 食物入口咀嚼,唾液中之唾液素(Ptyalin)將一部澱粉分解為糊精及麥芽糖.

(2)胃. 嚥下於胃,胃中之鹽酸及胃液中之胃液素(Pepsin),將複雜蛋白質分解為簡單蛋白質,胃液中之解脂素(Lipase)將一部脂肪分解為脂肪酸及甘油.

(3)小腸. 下至小腸,胰液中之解脂素及化糖素(Diastase)將脂肪及澱粉分解,胰液素(Trypsin)將蛋白質分解為氨基酸,小腸液之麥芽酵素(Maltose)將麥芽糖分解為葡萄糖,轉化酵素(Invertase, Sucrase)將蔗糖分解為葡萄糖及果糖,乳酵素(Lactase)將乳糖分解為葡萄糖及牛乳糖.

#### 505. 食物之榮養功用.

(1)水. 輔助體內食物之運輸及保持體內細胞之生命.

(2)蛋白質 氨基酸被小腸膜吸收,輸送至各器官,補充肌肉等之細胞組織,過剩之氨基酸變成銨鹽,由尿道洩出.

(3)脂肪. 膠狀脂肪酸被小腸膜吸收,一部氧化生

熱而供給能，一部輸送至各器官復合成脂肪

(4)醣、單糖類被小腸膜吸收，輸送至各器管，養化生熱而供給能。過剩之單糖類化爲肝糖 (Glycogen)，貯於肝臟之內。

(5)礦物鹽。食物之礦物鹽，多能溶解，或爲胃膜吸收，或爲小腸膜吸收，輸送至各器管，供其利用。例如鈣及磷爲骨之成分，鐵爲紅血球之成分，硫爲指甲及毛髮之成分等。

#### 506. 食物之榮養價值

食物之榮養價值由在體內氧化而生之熱量定之。此種熱量，稱爲燃燒值 (Fuel value)。燃燒值大者，榮養價值亦大。

##### 一公分之燃燒值

蛋白質	4 大加路里 (Calories)
脂肪	9 大加路里
醣	4 大加路里

#### 507. 生活素·活力素·維他命 (Vitamins).

生活素爲食物中所含榮養上必不可缺之要素。至少有下列六種：

(1)甲種生活素 (Vitamin A) 存於魚肝油·牛乳·奶

油·蛋黃·菜蔬等中，可溶於脂肪，亦稱脂溶性甲 (Fat-soluble A). 有抵抗眼膜炎(Xerophthalmia)及補助生育之力。

(2)乙種生活素 (Vitamin B). 存於穀類·菜蔬中，尤以乾酵母及米糠所含為多。可溶於水，亦稱水溶性乙 (Water-soluble B). 有抵抗腳氣病(Beri-beri)之力。

(3)丙種生活素 (Vitamin C). 存於果實·菜蔬中，檸檬·柑·橘所含特多。可溶於水，亦稱水溶性丙 (Water-soluble C). 有抵抗壞血病(Scurvy)之力。

(4)丁種生活素 (Vitamin D). 存於蛋黃·魚肝油·牛乳等中，亦溶於脂肪。有抵抗軟骨病(Rickets)之力。

(5)戊種生活素 (Vitamin E). 存於小麥胚·油等中，亦溶於脂肪。有抵抗不育病(Sterility)之力。

(6)庚種生活素 (Vitamin G). 為乙種生活素對熱較為安定之一部。有抵抗癩皮病(Pellagra)之力。

# 引 得

(數字表頁數)

## 一 畫

乙炔 Acetylene ... ..	257
同系物 Homologues ... ..	254, 258
乙烯 Ethylene ... ..	256
同系物 Homologues ... ..	254, 257
乙酸乙酯 Ethyl acetate ... ..	271

## 二 畫

人造絲 Artificial silk ... ..	276
----------------------------	-----

## 三 畫

土族元素 Earth family elements ... ..	153
概說 ... ..	153
小天地鹽 Microcosmic salt ... ..	72

## 四 畫

不均系 Heterogeneous system	2
中和 Neutralization ... ..	38, 61
元素 Element ... ..	2
內化 Internal rearrangement	5
分子 Molecules ... ..	10
分子式 Molecular formula ... ..	19
分子量 Molecular weight ... ..	16
求法 ... ..	17
分子論 Molecular theory ... ..	16
分解 Decomposition ... ..	4
公分分子體積 Gram molecular volume ... ..	16
化代 Displacement ... ..	5
化代列序 series ... ..	63
化合 Combination ... ..	4
化合物 Compound ... ..	2
化學 Chemistry ... ..	1
分類 ... ..	1
化學反應 Chemical reactions...	4

方程式 Equations ... ..	19
作法 ... ..	22
應用 ... ..	26
水 Water ... ..	82, 85
存在 ... ..	85
物性 ... ..	85
化性 ... ..	85
清淨法 ... ..	86
水泥 Cement ... ..	160
水玻璃 Water glass ... ..	173
水煤氣 Water gas ... ..	166
水解 Hydrolysis... ..	61

## 五 畫

甲烷 Methane ... ..	254
同系物 Homologues ... ..	254, 255
加水分解 Hydrolysis... ..	61
半衰期 Half period ... ..	252
平衡 Equilibrium	
化學 Chemical ... ..	47
三特點 ... ..	47
方程式 ... ..	48
常數 ... ..	49
正砷酸 Ortho-arsenic acid ... ..	199
正磷酸 Ortho-phosphoric acid	196
生石灰 Quicklime ... ..	134
生活素 Vitamins ... ..	291
白蠟 Pewter ... ..	75
白弼氏合金 Babbitt's metal ... ..	75
石灰 Lime ... ..	134
石油 Petroleum... ..	260

## 六 畫

冰點 Freezing point... ..	35
下降 ... ..	53
伍特易熔合金 Wood's fusible metal ... ..	75
合金 Alloys... ..	74

同序素, 同位素 Isotopes ... ..	2
同系物 Homologues ... ..	254
式 Formulas ... ..	19
分子式 Molecular ... ..	19
求法 ... ..	20
應用 ... ..	21
示性式 Rational ... ..	19
構造式 Structural ... ..	19
實驗式 Empirical ... ..	19
氖 Neon ... ..	88, 89

## 七 畫

含水物 Hydrates ... ..	86
吸着 Adsorption ... ..	288
均系 Homogeneous system ..	2
汞 Mercury ... ..	141, 147
概說 ... ..	147
存在 ... ..	148
提煉 ... ..	148
精製 ... ..	148
性質 ... ..	148
用途 ... ..	148
試驗法 ... ..	151
汞化合物 Mercuric compounds	147
一氧化汞 oxide ... ..	150
二氯化汞 chloride ... ..	149
硝酸汞 nitrate ... ..	151
硫化汞 sulphide ... ..	151
氙 Xenon ... ..	88, 89
沈澱作用 Precipitation ... ..	61
杜鋁 Duralmin ... ..	75

## 八 畫

乳濁質 Emulsoid ... ..	285
亞汞化合物 Mercurous com- pounds ... ..	147
一氧化二汞 oxide ... ..	150
二氯化二汞 chloride ... ..	149
硝酸亞汞 nitrate ... ..	150
亞金化合物 Aurous compounds	122
一氯化金 chloride ... ..	125
一氧化二金 oxide ... ..	126
亞硝酸 Nitrous acid ... ..	110
亞硫酸 Sulphurous acid ... ..	219
亞鉻化合物 Chromous com- pounds ... ..	206, 207
亞銅化合物 Cuprous com- pounds ... ..	113
一氯化銅 chloride ... ..	117
一氧化二銅 oxide ... ..	115

亞錫化合物 Stannous com- pounds ... ..	174
一氧化錫 oxide ... ..	176
一硫化錫 sulphide ... ..	177
二氯化錫 chloride ... ..	177
二氯化錫 hydroxide ... ..	176
亞錳化合物 Manganous com- pounds ... ..	224, 226
亞錳酸鹽 Manganites ... ..	225, 227
亞鐵化合物 Ferrous compounds	240, 243
兩性物 Amphoteric compounds	2
兩性氫氧化物 Amphoteric hy- droxides ... ..	43
固體 Solids ... ..	29, 35
溶解度 ... ..	52
定律 Law ... ..	3
分配 Distribution; of parti- tion ... ..	53
互比例 of reciprocal propor- tions ... ..	9
亨利 Henry's ... ..	52
定比例 of definite propor- tions ... ..	8
定組成 of definite composi- tion ... ..	8
來烏爾 Raoult's ... ..	56
法拉特 Faraday's ... ..	280
波義爾 Boyle's ... ..	30, 31, 32
阿佛加特羅 Avogadro's ...	34
倍比例 of multiple propor- tions ... ..	8
度隆彼蒂德 DulongandPetit's	14
哈第 Hardy's ... ..	288
查利 Charles' ... ..	31, 32
范霍夫 Van't Hoff's ... ..	47
能量常住 of conservation of energy ... ..	7
週期律 Periodic ... ..	76, 79
葛蘭哈撒散 Graham's diffu- sion ... ..	33
道爾頓分壓 Dalton's partial pressures ... ..	33
蓋羅薩克 Gay-Lussac's ...	34
質量作用 of mass action ...	48
質量常住 of conservation of mass ... ..	7
歐姆 Ohm's ... ..	279
性質 Properties ... ..	3
物理性質, 物性 Physical ...	3
化學性質, 化性 Chemical ..	3
特別物性 Specific physical ..	29

放射性元素 Radioactive elements	251
名詞	251
半衰期 Half period	252
蛻變 Disintegration	252
種類	252
放射線 Radioactive rays	251
昇華 Sublimation	36
油 Oils	272
沸點 Boiling point	35
上昇	54
物質 Subatance, Matter	2
空氣 Air	88, 89
成分	89
性質	90
爲一混合物	90
矽 Silicon	165, 171
存在	171
製法	171
性質	171
用途	172
一碳化矽 carbide	170
二氧化矽 dioxide	172
矽土 Silica	172
矽化物 Silicides	172
矽酸 Silicic acids	173
矽酸鹽 Silicates	73
試驗法	74
肥皂 Soaps	273
金 Gold	111, 122
概說	122
存在	123
提煉	123
性質	124
試驗法	126
金化合物 Auric compounds	122
三氧化二金 oxide	125
三氫氧化金 hydroxide	125
三氯化金 chloride	125
金剛砂 Carborundum	170
金屬 Metals	65
與非金屬	65, 66
活動性之次序	63, 66
存在	66
提煉	66
氟化物	67
氫氧化物	67
鹵素化合物	67
硫化物	69
硝酸鹽	70
硫酸鹽	70
磷酸鹽	71

碳酸鹽	73
矽酸鹽	73
金屬鹽之溶解度	74
青銅 Bronze	75
非金屬 Non-metals	65
活動性之次序	66
非電解質 Non-electrolytes	58

九 畫

氟 Fluorine	230, 231, 237
活力素 Vitamins	291
活字金 Type metal	75
炭 Carbon	165
玻璃 Glass	173
苛性鈉 Caustic soda	95
鉀 potash	104
苯 Benzene	259
鈾 Yttrium	153, 161
食物 Foods	
成分 Composition	289
消化 Digestion	289
營養功用 Nutritive functions	290
營養價值 Nutritive value	291
燃燒值 Fuel value	291

十 畫

原子 Atoms	10
蛻變 Disintegration	252
原子序 Atomic number	15
中子	16
原子核 Atomic nucleus	11
原子量 Atomic weight	13
求法	13
原子論 Atomic theory	11
道爾頓 Dalton's	11
近代	11
原子價 Valence	15
與電子	15
氨 Ammonia	187
氣體 Gases	29
溶解度	52
運動說 Kinetic theory of	34
氣體常數 Gas constant	32
方程式 equation	32
氧 Oxygen	211, 212
製法	212
性質	213
用途	213
氧化 Oxidation	6

氧化物 Oxides	...	...	...	213
酸性 Acidic	...	...	...	39
鹼性 Basic	...	...	...	39
氧化劑 Oxidizing agent	...	...	...	213
氧族元素 Oxygen family element	...	...	...	211
概說	...	...	...	211
氦 Helium	...	...	...	88, 89
氦族元素 Helium family elements	...	...	...	88
存在	...	...	...	88
發見	...	...	...	88
提取	...	...	...	88
性質	...	...	...	88
用途	...	...	...	89
珠灰 Pearl ash	...	...	...	105
珠球試驗法 Bead test	...	...	...	72, 156
砷 Arsenic	...	...	...	185, 197
存在	...	...	...	197
製法	...	...	...	197
性質	...	...	...	198
用途	...	...	...	198
試驗法	...	...	...	200
三氧化二砷 trioxide	...	...	...	198
三硫化二砷 trisulphide...	...	...	...	199
五氧化二砷 pentoxide	...	...	...	198
五硫化二砷 pentasulphide	...	...	...	200
砷酸 Arsenic acid	...	...	...	199
脂肪 Fats	...	...	...	272
臭氧 Ozone	...	...	...	214
鉈 Polonium	...	...	...	211
鈳 Ruthenium	...	...	...	249

## 十一畫

勒沙特利爾定則 Le Chatelier's theorem	...	...	...	47
接觸作用 Catalysis	...	...	...	4
烴 Hydrocarbons	...	...	...	167, 253
氪 Krypton	...	...	...	88, 89
氫 Hydrogen	...	...	...	82
存在	...	...	...	82
發見	...	...	...	82
製法	...	...	...	82
物性	...	...	...	83
化性	...	...	...	84
用途	...	...	...	84
氫氟酸 Hydrofluoric acid	...	...	...	234
氫氯酸 Hydrochloric acid	...	...	...	234
氫溴酸 Hydrobromic acid	...	...	...	234
氫碘酸 Hydriodic acid	...	...	...	234
氯氣 Chlorine	...	...	...	230, 231, 237
氧化物及含氧酸類	...	...	...	236
氮 Nitrogen	...	...	...	185, 186
存在	...	...	...	186
製法	...	...	...	186
性質	...	...	...	187
用途	...	...	...	187
氧化物	...	...	...	189
氮化物 Nitrides	...	...	...	187
無定形體 Amorphous substances	...	...	...	36
焰 Flame	...	...	...	261
異性體 Isomers	...	...	...	2
發生爐煤氣 Producer gas	...	...	...	166
酸硝 Nitric acid	...	...	...	190

氫氯鉑酸 Hydrochloroplatinic acid	...	...	...	250
液體 Liquids	...	...	...	29, 35
溶解度	...	...	...	52
混合物 Mixture	...	...	...	2
理論, 定理 Theory	...	...	...	3
硒 Selenium	...	...	...	211
符號 Symbols	...	...	...	19
蛋白質 Proteins	...	...	...	277
成分	...	...	...	277
性質	...	...	...	277
透析 Dialysis	...	...	...	285
酚 Phenol	...	...	...	264
郭爾法 Goldschmidt's method	...	...	...	67
鈷 Vanadium	...	...	...	184
鈷族元素 Vanadium family elements	...	...	...	184
概說	...	...	...	184
釹 Neodymium	...	...	...	161
鈷 Thorium	...	...	...	164, 252
鈔 Samarium	...	...	...	161
陰極 Cathode	...	...	...	280
陰離子 Anion	...	...	...	58
鹵素 Halogens	...	...	...	230
概說	...	...	...	230
製法	...	...	...	231
性質	...	...	...	231
氫酸	...	...	...	234
氧化物及含氧酸類	...	...	...	236
試驗法	...	...	...	237
鹵素化物 Halides	...	...	...	67, 231

## 十二畫

晶質 Crystalloid	...	...	...	285
氬 Argon	...	...	...	88, 89
氡 Radon	...	...	...	88, 89, 252
氯 Chlorine	...	...	...	230, 231, 237
氧化物及含氧酸類	...	...	...	236
氮 Nitrogen	...	...	...	185, 186
存在	...	...	...	186
製法	...	...	...	186
性質	...	...	...	187
用途	...	...	...	187
氧化物	...	...	...	189
氮化物 Nitrides	...	...	...	187
無定形體 Amorphous substances	...	...	...	36
焰 Flame	...	...	...	261
異性體 Isomers	...	...	...	2
發生爐煤氣 Producer gas	...	...	...	166
酸硝 Nitric acid	...	...	...	190



硝酸鹽 Nitrates ... ..	70
試驗法 ... ..	193
硫 Sulphur ... ..	211, 215
製法 ... ..	215
性質 ... ..	215
用途 ... ..	216
含氧酸類及其鹽類 ... ..	219
試驗法 ... ..	222
二氧化硫 dioxide ... ..	217
三氧化硫 trioxide ... ..	218
硫化物 Sulphides ... ..	69
硫化氫 Hydrogen sulphide ... ..	216
硫酸 Sulphuric acid ... ..	220
硫酸鹽 Sulphates ... ..	70
硬水 Hard water ... ..	86
稀土族元素 Rare earth elements ... ..	161
概說 ... ..	161
絕對溫度 Absolute temperature ... ..	30
結晶體 Crystals ... ..	36
結晶體形 Crystalline form ... ..	36
萘 Naphthalene... ..	260
週期系 Periodic system ... ..	76, 79
週期表 Periodic table ... ..	77, 80
普通關係 ... ..	76
應用 ... ..	78
缺點 ... ..	79
銩 Scandium ... ..	153, 161
鈀 Palladium ... ..	249
銻 Holium ... ..	161
鈉 Sodium ... ..	92, 93
存在 ... ..	94
製法 ... ..	94
性質 ... ..	94
用途 ... ..	94
試驗法 ... ..	101
重鉻酸鈉 dichromate ... ..	209
氫氧化鈉 hydroxide ... ..	95
氯化鈉 chloride ... ..	94
硝酸鈉 nitrate ... ..	96
硫化鈉 sulphide .. ..	101
硫代硫酸鈉 thiosulphate ... ..	99
硫酸鈉 sulphate ... ..	99
過氧化鈉 peroxide... ..	94
碳酸鈉 carbonate .. ..	96
酸性碳酸鈉 bicarbonate ... ..	98
磷酸鹽 phosphates ... ..	71, 72, 101
鈦 Titanium ... ..	164
鈦族元素 Titanim family elements ... ..	164
概說 ... ..	164
鈣 Calcium ... ..	127, 132

存在 ... ..	132
製法 ... ..	133
性質 ... ..	133
試驗法 ... ..	136
二碳化鈣 carbide ... ..	170
氧化鈣 oxide ... ..	134
氫氧化鈣 hydroxide ... ..	135
氯化鈣 chloride ... ..	133
硫酸鈣 sulphate ... ..	136
過磷酸鈣 superphosphate ... ..	72
碳酸鈣 carbonate ... ..	134
陽極 Anode... ..	280
陽離子 Cation ... ..	58
黃銅 Brass ... ..	75

## 十三畫

溴 Bromine... ..	230, 231, 237
含氧酸類 ... ..	236
溶度積 Solubility product ... ..	63
溶液, 溶體 Solution ... ..	50
公分分子 Molar ... ..	51
規定 Normal ... ..	51
飽和 Saturated ... ..	50
溶媒 Solvent ... ..	50
溶解度 Solubility ... ..	50
溫度與 ... ..	52
單位 ... ..	51
溶質 Solute ... ..	50
當量 Equivalent weight ... ..	50
硼 Boron ... ..	153
概說 ... ..	154
存在 ... ..	154
製法 ... ..	154
性質 ... ..	154
試驗法 ... ..	156
硼砂 Borax ... ..	155
硼酸 Boric acid ... ..	155
碘 Iodine ... ..	230, 231, 237
氧化物及含氧酸類 ... ..	236
置換 Substitution ... ..	5
葡萄糖 Glucose ... ..	274
解離 Dissociation ... ..	5
過氧化氫 Hydrogen peroxide ... ..	214
酮 Ketones ... ..	267
概說 ... ..	267
丙酮 Acetone ... ..	268
酯 Esters ... ..	271
概說 ... ..	271
乙酸乙酯 Ethyl acetate ... ..	271
銱 Niobium... ..	184
鈷 Columbian ... ..	184

鉭 Tantalum	...	...	184
鈷 Cobalt	...	...	239, 246
概說	...	...	246
試驗法	...	...	247
鉍 Beryllium	...	...	161
鉍 Beryllium	...	...	127, 129
存在	...	...	129
製法	...	...	129
性質	...	...	129
鈾 Uranium	...	...	205, 251, 252
鉀 Potassium	...	...	92, 102
存在	...	...	102
製法	...	...	102
性質	...	...	102
試驗法	...	...	107
亞鐵氰化鉀 ferrocyanide	...	...	245
重鉻酸鉀 dichromate	...	...	208
高錳酸鉀 permanganate	...	...	228
氫氧化鉀 hydroxide	...	...	104
氯化鉀 chloride	...	...	102
氯酸鉀 chlorate	...	...	104
氰化鉀 cyanide	...	...	106
硝酸鉀 nitrate	...	...	105
硫酸鉀 sulphate	...	...	107
溴化鉀 bromide	...	...	103
碘化鉀 iodide	...	...	103
過氯酸鉀 perchlorate	...	...	105
碳酸鉀 carbonate	...	...	105
鉻酸鉀 chromate	...	...	208
鐵青化鉀 ferricyanide	...	...	245
鉍 Bismuth	...	...	185, 203
存在	...	...	203
製法	...	...	203
性質	...	...	203
用途	...	...	203
試驗法	...	...	204
鉑 Platinum	...	...	249
鉑族元素 Platinum family elements	...	...	249
概說	...	...	249
鉛 Lead	...	...	165, 179
概說	...	...	179
存在	...	...	179
提煉	...	...	179
性質	...	...	180
用途	...	...	180
試驗法	...	...	182
一氧化二鉛 suboxide	...	...	181
氧化鉛 monoxide	...	...	181
二氧化鉛 dioxide	...	...	182
三氧化二鉛 sesquioxide	...	...	181
四氧化三鉛 tetroxide	...	...	181

鉛白 White lead	...	...	182
鉬 Molybdenum	...	...	205
銻 Cerium	...	...	161
鉈 Thallium	...	...	163
電子 Electron	...	...	10
電化學 Electrochemistry	...	...	279
電化列序 Electromotive series	...	...	63
電池 Cells	...	...	...
化代 Displacement	...	...	282
丹尼爾 Daniel's	...	...	282
本生 Lunsen	...	...	282
氧化 Oxidation	...	...	282
濃度 Concentration	...	...	281
安迭生蓄電池 Edison storage battery	...	...	283
鉛蓄電池 Lead storage battery	...	...	283
電單位 Electric units	...	...	279
電極反應 Electrode reactions	...	...	280
電解 Electrolysis	...	...	7, 280
電解質 Electrolytes	...	...	58

## 十四畫

滲透 Osmosis	...	...	56
滲透壓 Osmotic pressure	...	...	56
漂白粉 Bleaching powder	...	...	135
營養 Nutrition	...	...	289
碳 Carbon	...	...	165
存在	...	...	166
同素體	...	...	166
性質	...	...	166
一氧化碳 monoxide	...	...	167
二氧化碳 dioxide	...	...	168
二硫化碳 disulphide	...	...	169
四氯化碳 tetrachloride	...	...	170
碳水化合物 Carbohydrates	...	...	273
碳化物 Carbides	...	...	167
碳化氫 Hydrocarbons	...	...	167, 253
碳酸鹽 Carbonates	...	...	73
試驗法	...	...	73
碲 Tellurium	...	...	211
蒙尼爾金 Monel metal	...	...	75
蒸氣壓 Vapor pressure	...	...	35
減少	...	...	55
蒽 Anthracene	...	...	260
酸 Acid	...	...	38
酸(有機) Acids (organic)	...	...	268
概說	...	...	268
甲酸 Formic acid	...	...	269
乙酸 Acetic acid	...	...	270
酸類 Acids	...	...	38, 39 40

種類 .. .. .	40
製法 .. .. .	41
性質 .. .. .	41
普通酸類 .. .. .	41
溶解度 .. .. .	45
鉻 Chromium .. .. .	205, 206
概說 .. .. .	206
性質 .. .. .	207
亞鉻化合物 Chromous com- pounds .. .. .	206, 207
鉻化合物 Chromic com- pounds .. .. .	206, 207
亞鉻酸鹽 Chromites .. .. .	206, 207
鉻酸鹽 Chromates .. .. .	206, 207
重鉻酸鹽 Dichromates .. .. .	206, 208
試驗法 .. .. .	209
鉻族元素 Chromium family ele- ments .. .. .	205
概說 .. .. .	205
銨 Ammonium .. .. .	93, 108
氯化銨 chloride .. .. .	108
硝酸銨 nitrate .. .. .	108
硫化銨 sulphide .. .. .	109
硫酸銨 sulphate .. .. .	189
磷酸鎂銨 Magnesium—phos- phate .. .. .	132
試驗法 .. .. .	109
銀 Silver .. .. .	111, 118
概說 .. .. .	118
存在 .. .. .	119
提煉 .. .. .	119
精製 .. .. .	120
性質 .. .. .	120
用途 .. .. .	120
試驗法 .. .. .	122
一氧化二銀 oxide .. .. .	120
鹵素化物 halides .. .. .	121
硝酸銀 nitrate .. .. .	121
銅 Copper .. .. .	111, 113
概說 .. .. .	113
存在 .. .. .	113
提煉 .. .. .	114
精製 .. .. .	115
性質 .. .. .	115
用途 .. .. .	115
試驗法 .. .. .	118
銅化合物 Cupric compounds .. .. .	113
一氧化銅 oxide .. .. .	116
二氫氧化銅 hydroxide .. .. .	116
氯化銅 chloride .. .. .	116
硫酸銅 sulphate .. .. .	117
銅族元素 Copper family ele-	

ments .. .. .	111
概說 .. .. .	111
身 鹼族元素 .. .. .	111
鉛 Hafnium .. .. .	164
銻 Europium .. .. .	161
銻 Rhenium .. .. .	249
銻 Rubidium .. .. .	92
銻 Thullium .. .. .	161
銻 Erbium .. .. .	161
銻 Iridium .. .. .	249
銻 Indium .. .. .	163
銻 Cesium .. .. .	92
齊 Alloys .. .. .	74

十五 畫

德國銀 German silver .. .. .	75
標準狀況 Standard conditions .. .. .	30
膠質 Colloids .. .. .	285
分類 .. .. .	285
製法 .. .. .	286
性質 .. .. .	287
應用 .. .. .	288
蔗糖 Cane sugar, sucrose .. .. .	275
複分解 Double decomposition .. .. .	5, 60
質子 Proton .. .. .	10
醇 Alcohols .. .. .	262
概說 .. .. .	262
甲醇 Methyl alcohol .. .. .	262
乙醇 Ethyl alcohol .. .. .	263
丙三醇 Glycerine .. .. .	264
醋酸 Acetic acid .. .. .	270
銻 Antimony .. .. .	185, 201
存在 .. .. .	201
製法 .. .. .	201
性質 .. .. .	201
用途 .. .. .	201
化合物 .. .. .	201
試驗法 .. .. .	203
錫 錫齊 Britannia metal .. .. .	75
鋁 Aluminum .. .. .	153, 156
概說 .. .. .	156
存在 .. .. .	157
製法 .. .. .	157
性質 .. .. .	157
用途 .. .. .	158
試驗法 .. .. .	160
氧化鋁 oxide .. .. .	158
氫氧化鋁 hydroxide .. .. .	158
氯化鋁 chloride .. .. .	159
硫酸鋁 sulphate .. .. .	159
鋁冶術 Aluminothermy .. .. .	66

鋁青銅 Aluminum bronze	...	75
鋁熔接劑 Thermit	...	157
錫藥 Soft solder	...	75
鋅 Zinc	...	141, 142
概說	...	142
存在	...	142
提煉	...	142
性質	...	143
用途	...	143
試驗法	...	145
氧化鋅 oxide	...	144
氫氧化鋅 hydroxide	...	144
氯化鋅 chloride	...	143
硫酸鋅 sulphate	...	145
鋅族元素 Zinc family elements	...	141
概說	...	141
銨 Barium	...	127, 137
存在	...	137
製法	...	138
性質	...	138
化合物	...	138
試驗法	...	140
一氧化銨 oxide	...	139
氫氧化銨 hydroxide	...	139
氯化銨 chloride	...	139
硝酸銨 nitrate	...	139
硫酸銨 sulphate	...	138
過氧化銨 peroxide	...	139
銻 Glucinum	...	129
鈷 Zirconium	...	164
鋰 Lithium	...	92, 93
存在	...	93
製法	...	93
性質	...	93
試驗法	...	93
鐵 Osmium	...	249

## 十六畫

凝固點 Solidifying point	...	35
澱粉 Starch	...	276
融點 Melting point	...	36
鋼 Steel	...	242
銱 Rhenium	...	224
錫 Tin	...	165, 174
概說	...	174
存在	...	175
提煉	...	175
性質	...	175
用途	...	176
試驗法	...	178
錫化合物 Stannic compounds	...	174

二氧化錫 oxide	...	177
二硫化錫 sulphide	...	178
四氫氧化錫 hydroxide	...	178
四氯化錫 chloride	...	178
錫族元素 Tin family elements	...	165
概說	...	165
錳 Manganese	...	224
概說	...	224
存在	...	225
提煉	...	225
性質	...	225
用途	...	226
試驗法	...	229
二氧化錳 dioxide	...	226
亞錳化合物 Manganous com- pounds	...	224, 226
亞錳酸鹽 Manganites	...	225, 227
錳化合物 Manganic com- pounds	...	224, 226
錳酸鹽 Manganates	...	225, 227
高錳酸鹽 Permanganates	...	225, 228
錳族元素 Manganese family elements	...	224
概說	...	224
錳金 Manganin	...	75
銻 Germanium	...	165
銽 Terbium	...	161
釷 Gadolinium	...	161
錒 Actinium	...	153, 252

## 十七畫

磷 Phosphorus	...	185, 193
存在	...	193
製法	...	194
性質	...	194
用途	...	195
三氧化二磷 trioxide	...	195
五氧化二磷 pentoxide	...	195
磷族元素 Phosphorus family elements	...	185
概說	...	185
磷酸 Phosphoric acid	...	196
磷酸鹽 Phosphates	...	71
試驗法	...	197
臨界溫度 Critical temperature	...	30
還原 Reduction	...	6
還原劑 Reducing agent	...	84
醣 Carbohydrates	...	273
概說	...	273
醛 Aldehydes	...	266
概說	...	266

甲醛	Formaldehyde	...	266
乙醛	Acetaldehyde	...	266
醚	Ethers	...	265
概說	...	...	265
乙醚	Ethyl ether	...	265
銣	Strontium	...	127, 136
存在	...	...	137
製法	...	...	137
性質	...	...	137
化合物	...	...	137
試驗法	...	...	137
鎂	Magnesium	...	127, 129
存在	...	...	130
製法	...	...	130
性質	...	...	130
用途	...	...	130
試驗法	...	...	132
氧化鎂	oxide	...	131
氯化鎂	chloride	...	130
氫氧化鎂	hydroxide	...	131
硫酸鎂	sulphate	...	131
碳酸鎂	carbonate	...	131
鎂鋁齊	Magnalium	...	75

## 十八畫

鎘	Cadmium	...	141, 145
概說	...	...	145
存在	...	...	146
提煉	...	...	146
性質	...	...	146
用途	...	...	146
試驗法	...	...	147
氫氧化鎘	hydroxide	...	146
鎢	Tungsten	...	205
鎳	Nickel	...	239, 247
概說	...	...	247
試驗法	...	...	247
鑰	Lutecium	...	161
銻	Gallium	...	163
銻族元素	Gallium family elements	...	163
概說	...	...	163
鐳	Masurium	...	224

## 十九畫

蟻酸	Formic acid	...	269
鏷	Lysprosium	...	161
離子	Ions	...	58
陽離子	Cation	...	58
陰離子	Anion	...	58

離子化	Ionization	...	58
程度	...	...	59
論	...	...	58
應用	...	...	60
離子化代作用	Ionic displacement	...	62
離子化平衡	Ionic equilibrium	...	60
離子積常數	Ion-product constant	...	63

## 二十畫

懸濁質	Suspensoid	...	285
沈澱	...	...	288
礬	Alums	...	159, 160
礬土	Alumina	...	158
觸媒	Catalyst, catalytic agent	...	4
鐘銅	Bell metal	...	75
鐳	Praseodymium	...	161

## 二十一畫

鐵	Gun metal	...	75
鐵	Iron	...	239, 240
概說	...	...	240
提煉	...	...	241
種類	...	...	242
鋼	...	...	242
亞鐵化合物	Ferrous compounds	...	240, 243
鐵化合物	Ferric compounds	...	240, 244
錯根氰化物	Complex cyanides	...	245
試驗法	...	...	248
鐵族元素	Iron family elements	...	239
概說	...	...	239
鐳	Radium	...	127, 251, 252
鐳	Ytterbium	...	161

## 二十三畫

纖維素	Cellulose	...	276
變化	Change	...	3
物理變化	...	...	4
化學變化	...	...	4
變性酒精	Denatured alcohol	...	264
變遷點	Transition point	...	29

## 二十四畫

鹼土族元素	Alkaline earth family elements	...	127
概說	...	...	127

鹼族元素 Alkali family elements ... ..	92	性質 ... ..	43
概說 ... ..	92	普通鹽基類 ... ..	43
鹽 Salt ... ..	38	溶解度 ... ..	45
鹽類 Salts ... ..	38, 39, 44	鹽酸 Hydrochloric acid ... ..	234
種類 ... ..	44		
製法 ... ..	44	<b>二十五畫</b>	
溶解度 ... ..	45	鏷 Lanthanum ... ..	161
鹽基 Base ... ..	38		
鹽基類 Bases ... ..	38, 39, 42	<b>三十一畫</b>	
種類 ... ..	42	酯 Esters ... ..	271
製法 ... ..	42		

# INDEX

(Numbers refer to pages)

## A

Absolute temperature 絕對溫度	30
Acetaldehyde, 乙醛 ... ..	266
Acetic acid, 乙酸, 醋酸 ... ..	270
Acetone, 丙酮 ... ..	268
Acetylene, 乙炔 ... ..	257
Homologues, 同系物 ... ..	254, 258
Acid, 酸 ... ..	38
Acids, 酸類 ... ..	38, 39, 40
Classes, 種類 ... ..	40
Preparation, 製法 ... ..	41
Properties, 性質 ... ..	41
Common acids, 普通酸類 ... ..	41
Solubility, 溶解度 ... ..	45
Acids (organic), 酸(有機) ... ..	268
General consideration ... ..	268
Actinium, 錒 ... ..	153, 252
Adsorption, 吸着 ... ..	288
Air, 空氣 ... ..	88, 89
Composition, 成分 ... ..	89
Properties, ... ..	90
A mixture, 一混合物 ... ..	90
Alcohol, 醇	
Denatured, 變性酒精 ... ..	264
Ethyl, 乙醇, 醇 ... ..	263
Methyl, 甲醇 ... ..	262
Alcohols, 醇 ... ..	262
General consideration ... ..	262
Aldehydes, 醛 ... ..	266
General consideration ... ..	266
Alkali family elements, 鹼族元素	
素 ... ..	92
General consideration ... ..	92
Alkaline earth family elements, 鹼土族元素	
素 ... ..	127
General consideration ... ..	127
Alloys, 合金, 齊 ... ..	74
Alumina, 礬土 ... ..	158
Aluminum, 鋁 ... ..	153, 156
General consideration ... ..	156

Occurrence ... ..	157
Preparation ... ..	157
Properties ... ..	157
Uses ... ..	158
Tests, 試驗法 ... ..	160
chloride, 氯化鋁 ... ..	159
hydroxide, 氫氧化鋁 ... ..	158
oxide, 氧化鋁 ... ..	158
sulphate, 硫酸鋁 ... ..	159
Aluminum bronze, 鋁青銅 ... ..	75
Aluminothermy, 鋁冶術 ... ..	66
Alums, 礬 ... ..	159, 160
Ammonia, 氨 ... ..	187
Ammonium, 銨 ... ..	93, 108
chloride, 氯化銨 ... ..	108
nitrate, 硝酸銨 ... ..	108
sulphate, 硫酸銨 ... ..	189
sulphide, 硫化銨 ... ..	109
Tests, ... ..	109
Amorphous substances, 無定形體	
體 ... ..	36
Amphoteric compounds, 兩性物	
物 ... ..	2
Amphoteric hydroxide, 兩性氫氧化物	
物 ... ..	43
Anion, 陰離子 ... ..	58
Anode, 陽極 ... ..	280
Anthracene 蒽 ... ..	260
Antimony, 銻 ... ..	185, 201
Occurrence ... ..	201
Preparation ... ..	201
Properties ... ..	201
Uses ... ..	201
Compounds of ... ..	201
Tests ... ..	203
Argon, 氬 ... ..	88, 89
Arsenic, 砷 ... ..	185, 197
Occurrence ... ..	197
Preparation ... ..	197
Properties ... ..	198
Uses ... ..	198

Tests ... ..	200
acid, 砷酸 ... ..	199
pentasulphide, 五硫化二砷 ... ..	200
pentoxide, 五氧化二砷 ... ..	198
trioxide, 三氧化二砷 ... ..	198
trisulphide, 三硫化二砷 ... ..	199
Artificial silk, 人造絲 ... ..	276
Atomic nucleus, 原子核 ... ..	11
number, 原子序 ... ..	15
and electrons, 與電子 ... ..	16
theory, 原子論 ... ..	11
Dalton's, 道爾頓 ... ..	11
Modern, 近代 ... ..	11
weight, 原子量 ... ..	13
Methods of determination of, 求法 ... ..	13
Atoms, 原子 ... ..	10
Disintegration of, 蛻變 ... ..	252
Auric compounds, 金化合物 ... ..	122
chloride, 三氯化金 ... ..	125
hydroxide, 三氫氧化金 ... ..	125
oxide, 三氧化二金 ... ..	125
Aurous compounds, 亞金化合物 ... ..	122
chloride, 一氯化金 ... ..	125
oxide, 一氧化二金 ... ..	126

## B

Babbitt's metal, 白碲氏合金 ... ..	75
Barium, 鋇 ... ..	127, 137
Occurrence ... ..	137
Preparation ... ..	138
Properties ... ..	138
Compounds of ... ..	138
Tests ... ..	140
chloride, 氯化鋇 ... ..	139
hydroxide, 氫氧化鋇 ... ..	139
nitrate, 硝酸鋇 ... ..	139
oxide, 氧化鋇 ... ..	139
peroxide, 過氧化鋇 ... ..	139
sulphate, 硫酸鋇 ... ..	138
Base, 鹽基 ... ..	38
Bases, 鹽基類 ... ..	38, 39, 42
Classes ... ..	42
Preparation ... ..	42
Properties ... ..	43
Common bases ... ..	43
Solubility ... ..	45
Battery, 蓄電池	
Lead storage, 鉛蓄電池 ... ..	283
Edison storage, 安迭生蓄電池 ... ..	283

Bead test, 珠球試驗法 ... ..	72, 156
Bell metal, 鐘銅 ... ..	75
Benzene, 苯 ... ..	259
Beryllium, 鈹 ... ..	127, 129
Occurrence ... ..	129
Preparation ... ..	129
Properties ... ..	129
Bismuth, 銻 ... ..	185, 203
Occurrence ... ..	203
Preparation ... ..	203
Properties ... ..	203
Uses ... ..	203
Tests ... ..	204
Bleaching powder, 漂白粉 ... ..	135
Boiling point, 沸點 ... ..	35
Elevation of, 沸點之上升 ... ..	54
Borax, 硼砂 ... ..	155
Boric acid, 硼酸 ... ..	155
Boron, 硼 ... ..	153
General consideration ... ..	154
Occurrence ... ..	154
Preparation ... ..	154
Properties ... ..	154
Tests ... ..	156
Brass, 黃銅 ... ..	75
Britannia metal, 錫錫齊 ... ..	75
Bromine, 溴 ... ..	230, 231, 237
Oxygen acids of ... ..	236
Bronze, 青銅 ... ..	75

## C

Cadmium, 鎘 ... ..	141, 145
General consideration ... ..	145
Occurrence ... ..	146
Metallurgy ... ..	146
Properties ... ..	146
Uses ... ..	146
Tests ... ..	147
hydroxide, 氫氧化鎘 ... ..	146
Calcium, 鈣 ... ..	127, 132
Occurrence ... ..	132
Preparation ... ..	133
Properties ... ..	133
Tests ... ..	136
carbide, 二碳化鈣 ... ..	170
carbonate, 碳酸鈣 ... ..	134
chloride, 氯化鈣 ... ..	133
hydroxide, 氫氧化鈣 ... ..	135
oxide, 氧化鈣 ... ..	134
sulphate, 硫酸鈣 ... ..	136



- superphosphate, 過磷酸鈣 ... 72
- Cane sugar, 蔗糖 ... 275
- Carbides, 碳化物 ... 167
- Carbohydrates, 醣 ... 273
- General consideration... 273
- Carbon, 碳, 炭 ... 165
- Occurrence ... 166
- Allotropic forms, 同素體 ... 166
- Properties ... 166
- dioxide, 二氧化碳 ... 168
- disulphide, 二硫化碳 ... 169
- monoxide, 一氧化碳 ... 167
- tetrachloride, 四氯化碳 ... 170
- Carbonates, 碳酸鹽 ... 73
- Tests ... 73
- Carborundum, 金剛砂 ... 170
- Catalysis, 接觸作用 ... 4
- Catalyst, Catalytic agent, 觸媒 ... 4
- Cathode, 陰極 ... 280
- Cation, 陽離子 ... 58
- Caustic potash, 苛性鉀 ... 104
- soda, 苛性鈉 ... 95
- Cells, 電池
- Bunsen, 本生電池 ... 282
- Concentration, 濃度電池 ... 281
- Daniell's, 丹尼爾電池 ... 282
- Displacement, 化代電池 ... 282
- Oxidation, 氧化電池 ... 282
- Cellulose, 纖維素 ... 276
- Cement, 水泥 ... 160
- Cerium, 鈾 ... 161
- Cesium, 鉯 ... 92
- Change, 變化 ... 3
- Physical, 物理變化... 4
- Chemical, 化學變化 ... 4
- Chemical reactions, 化學反應... 4
- Chemistry, 化學... 1
- Classification, 化學之分類 ... 1
- Chlorauric acid, 氯氣金酸 ... 124
- Chlorine, 氯 ... 230, 231, 237
- Oxides and oxygen acids of ... 236
- Chromium, 鉻 ... 205, 206
- General consideration... 206
- Properties ... 207
- Chromium compounds, 亞鉻
- 化合物 ... 206, 207
- Chromic compounds, 鉻化合
- 物 ... 206, 207
- Chromites, 亞鉻酸鹽 ... 206, 207
- Chromates, 鉻酸鹽 ... 206, 207
- Dichromates, 重鉻酸鹽... 206, 208
- Tests... 209
- Chromium family elements, 鉻族元素 ... 205
- General consideration... 205
- Cobalt, 鈷 ... 239, 246
- General consideration... 246
- Tests... 247
- Colloids, 膠質 ... 285
- Classification ... 285
- Preparation ... 286
- Properties ... 287
- Applications ... 288
- Columbium, 鈷 ... 184
- Combination, 化合 ... 4
- Compound, 化合物 ... 2
- Copper, 銅 ... 111, 113
- General consideration... 113
- Occurrence ... 113
- Metallurgy, 提煉 ... 114
- Refining, 精製 ... 115
- Properties ... 115
- Uses ... 115
- Tests ... 118
- Copper family elements, 銅族元素 ... 111
- General consideration ... 111
- and alkali family elements, 與鹼族元素 ... 111
- Critical temperature, 臨界溫度 ... 30
- Crystalline form, 結晶體形 ... 36
- Crystalloid, 晶質 ... 285
- Crystals, 結晶體... 36
- Cupric compounds, 銅化合物... 113
- chloride, 二氯化銅... 116
- hydroxide, 二氫氧化銅... 116
- oxide, 一氧化銅 ... 116
- sulphate, 硫酸銅 ... 117
- Cuprous compounds, 亞銅化合物 ... 113
- chloride, 一氯化銅... 117
- oxide, 一氧化二銅 ... 115

## D

- Decomposition, 分解... 4
- Dialysis, 透析 ... 285
- Displacement, 化代 ... 5
- series, 化代列序 ... 63
- Dissociation, 解離 ... 5
- Double decomposition, 複分解 5, 60
- Duralumin, 杜鋁 ... 75
- Dysprosium, 鐳 ... 161

## E

Earth family elements, 土族元素	153
General consideration...	153
Electric units, 電單位	279
Electrochemistry, 電化學	279
Electrode reactions, 電極反應	280
Electrolysis, 電解	280
Electrolytes, 電解質	58
Electromotive series, 電化列序	63
Electron, 電子	10
Element, 元素	2
Emulsoid, 乳濁質	285
Equations, 方程式	19
Making, 方程式之作法	22
Applications of, 方程式之應用	26
Equilibrium, 平衡	
Chemical, 化學平衡	47
constant, 平衡常數	49
equation, 平衡方程式	48
Three characteristics of, 平衡之三特點	47
Ionic, 離子化平衡	60
Equivalent weight, 當量	50
Erbium, 鉕	161
Esters, 酯	271
General consideration...	271
Ethers, 醚	265
General consideration...	265
Ethyl acetate, 乙酸乙酯	271
alcohol, 乙醇	263
ether, 乙醚	265
Ethylene, 乙烯	256
Homologues, 同系物	254, 257
Europium, 銻	161

## F

Fats, 脂肪	272
Ferric compounds, 鐵化合物	240, 244
Ferrous compounds, 亞鐵化合物	240, 243
Flame, 焰	261
Fluorine, 氟	230, 231, 237
Foods, 食物	
Composition, 食物之成分	289
Digestion, 食物之消化	289
Fuel value, 食物之燃燒值	291
Nutritive functions, 食物之營養功用	290

Nutritive value, 食物之營養價值	291
Formaldehyde, 甲醛, 蟻醛	266
Formic acid, 甲酸, 蟻酸	269
Formulas, 式	19
Empirical, 實驗式	19
Molecular, 分子式	19
Methods of determination of	20
Applications	21
Rational, 示性式	19
Structural, 構造式	19
Freezing point, 冰點	35
Depression of, 冰點之下降	53

## G

Gadolinium, 釷	161
Gallium, 銻	163
Gallium family elements, 銻族元素	163
General consideration...	163
Gas constant, 氣體常數	32
equation, 氣體方程式	32
Gases, 氣體	29
Kinetic theory of, 氣體運動論	34
Solubility...	52
German silver, 德國銀	75
Germanium, 鍺	165
Glass, 玻璃	173
Glucinum, 鎔	129
Glucose, 葡萄糖	274
Glycerine, 丙三醇, 甘油	264
Gold, 金	111, 122
General consideration...	122
Occurrence	123
Metallurgy	123
Properties	124
Tests...	126
Goldschmidt's method, 郭爾法	67
Gram-molecular volume, 公分分子體積	16
Gun metal, 礮銅	75

## H

Hafnium, 鈦	164
Half period, 半衰期	252
Halides, 鹵素化合物	67, 231
Halogens, 鹵素	230
General consideration...	230
Preparation	231
Properties	231

Hydro acids ... .. 234  
 Oxides and oxygen acids ... .. 236  
 Tests ... .. 237  
 Hard water, 硬水 ... .. 86  
 Helium, 氦 ... .. 88, 89  
 Helium family elements, 氦族  
 元素 ... .. 88  
 Occurrence ... .. 88  
 Discovery ... .. 88  
 Extraction ... .. 88  
 Properties ... .. 88  
 Uses ... .. 89  
 Heterogeneous system, 不均系 2  
 Holmium, 釹 ... .. 161  
 Homogeneous system, 均系 ... 2  
 Homologues, 同系物... .. 254  
 Hydrates, 含水物 ... .. 86  
 Hydroiodic acid, 氫碘酸 ... .. 234  
 Hydrobromic acid 氫溴酸 ... .. 234  
 Hydrocarbons, 碳化氫, 烴 167, 253  
 Hydrochloric acid, 氫氯酸, 鹽酸 234  
 Hydrochloroplatine acid, 氫氯  
 鉑酸 ... .. 250  
 Hydrofluoric acid, 氫氟酸 ... .. 234  
 Hydrogen, 氫 ... .. 82  
 Occurrence ... .. 82  
 Discovery ... .. 82  
 Preparation ... .. 82  
 Physical properties ... .. 83  
 Chemical properties ... .. 84  
 Uses ... .. 84  
 peroxide, 過氧化氫 ... .. 214  
 sulphide, 硫化氫 ... .. 216  
 Hydrolysis, 加水分解, 水解 ... 61

I

Illinium, 銻... .. 161  
 Indium, 銻 ... .. 163  
 Internal rearrangement, 內化 5  
 Iodine, 碘 ... .. 230, 231, 237  
 Oxides and oxygen acids of, 236  
 Ionic displacement, 離子化代作  
 用 ... .. 62  
 Ionization, 離子化 ... .. 58  
 Applications, 離子化之應用... 60  
 Degree of, 離子化程度 ... .. 59  
 theory, 離子化論 ... .. 58  
 Ion-product constant, 離子積常  
 數 ... .. 63  
 Ions, 離子 ... .. 58  
 Iridium, 銱 ... .. 249

Iron, 鐵 ... .. 239, 240  
 General consideration ... .. 240  
 Metallurgy ... .. 241  
 Kinds of ... .. 242  
 Steel, 鋼 ... .. 242  
 Ferrous compounds, 亞鐵化合  
 物 ... .. 240, 243  
 Ferric compounds, 鐵化合物  
 ... .. 240, 244  
 Complex cyanides, 鐵根氰化  
 物 ... .. 245  
 Tests ... .. 246  
 Iron family elements, 鐵族元素 239  
 General consideration ... .. 239  
 Isomers, 異性體 ... .. 2  
 Isotopes, 同序素, 同位素 ... .. 2

K

Ketones, 酮... .. 267  
 General consideration ... .. 267  
 Krypton, 氬... .. 88, 88

L

Lanthanum, 鐳 ... .. 161  
 Law, 定律 ... .. 3  
 Avogadro's, 阿佛加特羅定律.. 34  
 Boyle's, 波義爾定律 ... 30, 31, 32  
 Charles' 查理定律 ... .. 31, 32  
 Dalton's, partial pressures,  
 道爾頓分壓定律 ... .. 33  
 Dulong and Petit's, 度隆彼蒂  
 德定律 ... .. 14  
 Faraday's, 法拉特定律 ... .. 280  
 Gay-Lussac's, 蓋羅薩克定律... 34  
 Graham's, diffusion, 葛蘭哈  
 擴散定律 ... .. 33  
 Hardy's, 哈第定律... .. 288  
 Henry's, 亨利定律... .. 52  
 of conservation of energy, 能  
 量常住定律 ... .. 7  
 of conservation of mass, 質量  
 常住定律 ... .. 7  
 of definite composition, 定成  
 分定律 ... .. 8  
 of definite proportions, 定比  
 例定律 ... .. 8  
 of mass action, 質量作用定律 48  
 of multiple proportions, 倍比  
 例定律 ... .. 8  
 of partition, 分配定律 ... .. 53

of reciprocal proportions, 互		Tests ... ..	229
比例定律 ... ..	9	dioxide, 二氧化錳 ... ..	226
Ohm's, 歐姆定律 ... ..	279	Manganese family elements, 錳	
Periodic, 週期律 ... ..	76, 79	族元素 ... ..	224
Raoult's, 來烏爾定律 ... ..	56	General consideration ... ..	224
Van't Hoff's, 范霍夫定律 ... ..	47	Manganates, 錳酸鹽 ... ..	225, 227
Le Chatelier's theorem, 勒沙特		Manganic compounds, 錳化合	
利爾定則 ... ..	47	物 ... ..	224, 226
Lead, 鉛 ... ..	165, 179	Manganites, 亞錳酸鹽 ... ..	225, 227
General consideration ... ..	179	Manganous compounds, 亞錳化	
Occurrence ... ..	179	合物 ... ..	224, 226
Metallurgy ... ..	179	Manganin, 錳金 ... ..	75
Properties ... ..	180	Masurium, 錳 ... ..	224
Uses ... ..	180	Matter, 物質 ... ..	2
Tests ... ..	182	Melting point, 融點 ... ..	36
dioxide, 二氧化鉛 ... ..	182	Mercuric compounds, 汞化合物	147
monoxide, 一氧化鉛 ... ..	181	chloride 二氯化汞 ... ..	149
sesquioxide, 三氧化二鉛 ... ..	181	nitrate, 硝酸汞 ... ..	151
suboxide, 一氧化二鉛, ... ..	181	oxide, 一氧化汞 ... ..	150
tetroxide, 四氧化三鉛 ... ..	181	sulphide, 硫化汞 ... ..	151
Lime, 石灰 ... ..	134	Mercurous compound, 亞汞化	
Liquids, 液體 ... ..	29, 35	合物 ... ..	147
Solubility ... ..	52	chloride, 二氯化二汞 ... ..	149
Lithium, 鋰 ... ..	92, 93	nitrate, 硝酸亞汞 ... ..	150
Occurrence ... ..	93	oxide, 一氧化二汞 ... ..	150
Preparation ... ..	93	Mercury, 汞 ... ..	141, 147
Properties ... ..	93	General consideration ..	147
Tests ... ..	93	Occurrence ... ..	148
Lutecium, 鐳 ... ..	161	Metallurgy ... ..	148
		Refining ... ..	148
		Properties ... ..	148
		Uses ... ..	148
		Tests ... ..	151
		Metallurgy, 提煉, 冶金	
		Metals, 金屬 ... ..	65
		and non-metals, 與非金屬 ... ..	6, 66
		Order of activity, 活動性之次	
		序 ... ..	63, 66
		Occurrence ... ..	66
		Extraction, Metallurgy ...	66
		Oxides of ... ..	67
		Hydroxides of ... ..	67
		Halides of ... ..	67
		Sulphides of ... ..	69
		Nitrates of ... ..	70
		Sulphates of ... ..	70
		Phosphates of ... ..	71
		Carbonates of ... ..	73
		Silicates of ... ..	73
		Methane, 甲烷 ... ..	254
		Homologues, 同系物 ... ..	254, 255
		Microcosmic salt, 小天地鹽	72

## M

Magnalium, 鎂鋁齊 ... ..	75
Magnesium, 鎂 ... ..	127, 129
Occurrence ... ..	130
Preparation ... ..	130
Properties ... ..	130
Uses ... ..	130
Tests ... ..	132
ammonium phosphate, 磷酸	
鎂銨 ... ..	132
carbonate, 碳酸鎂 ... ..	131
chloride, 氯化鎂 ... ..	130
hydroxide, 氫氧化鎂 ... ..	131
oxide, 氧化鎂 ... ..	131
sulphate, 硫酸鎂 ... ..	131
Manganese, 錳 ... ..	224
General consideration ... ..	224
Occurrence ... ..	225
Metallurgy ... ..	225
Properties ... ..	225
Uses ... ..	226

Mixture, 混合物...	2
Molecular theory, 分子論	16
weight, 分子量	16
Methods of determination of, 求法	17
Molecules, 分子	10
Molybdenum, 鉬	205
Monel metal, 蒙尼爾金	75

## N

Naphthalene, 萘	260
Neodymium, 鈹	161
Neon, 氖	88, 89
Neutralization, 中和	38, 61
Nickel, 鎳	239, 247
General consideration	247
Tests	247
Niobium, 鈮	184
Nitrates, 硝酸鹽	70
Tests	193
Nitric acid, 硝酸	190
Nitrides, 氮化物	187
Nitrogen, 氮	185, 186
Occurrence	186
Preparation	186
Properties	187
Uses	187
Oxides of	189
Nitrous acid, 亞硝酸	190
Non-electrolytes, 非電解質	58
Non-metals, 非金屬	65
Order of activity, 活動性之次序	66
Nutrition, 營養	289

## O

Occurrence, 存在	
Oils, 油	272
Ortho-arsenic acid, 正砷酸	199
Ortho-phosphoric acid, 正磷酸	196
Osmium, 銱	249
Osmosis, 滲透	56
Osmotic pressure, 滲透壓	56
Oxidation, 氧化	6
Oxides, 氧化物	213
Acidic, 酸性氧化物	39
Basic, 鹽基性氧化物	39
Oxidizing agents, 氧化劑	213
Oxygen, 氧	211, 212
Preparation	212

Properties	213
Uses	213
Oxygen family elements, 氧族 元素	211
General consideration	211
Ozone, 臭氧	214

## P

Palladium, 鈀	248
Pearl ash, 珠灰	105
Periodic system, 週期系	76, 79
Periodic table, 週期表	77, 80
General relations	76
Applications	78
Defects	79
Permanganates, 高錳酸鹽	225, 228
Petroleum, 石油	260
Pewter, 白鐵	75
Phenol, 酚	264
Phosphates, 磷酸鹽	71
Tests	197
Phosphoric acid, 磷酸	196
Phosphorus, 磷, 燐	185, 193
Occurrence	193
Preparation	194
Properties	194
Uses	195
pentoxide, 五氧化二磷	195
trioxide, 三氧化二磷	195
Phosphorus family elements, 磷 族元素	185
General consideration	185
Platinum, 鉑	249
Platinum family elements, 鉑 族元素	249
General consideration	249
Polonium, 鉷	211
Potassium, 鉀	92, 102
Occurrence	102
Preparation	102
Properties	102
Tests	107
bromide, 溴化鉀	103
carbonate, 碳酸鉀	105
chlorate, 氯酸鉀	104
chloride, 氯化鉀	102
chromate, 鉻酸鉀	208
cyanide, 氰化鉀	106
dichromate, 重鉻酸鉀	208
ferricyanide, 鐵氰化鉀	245
ferrocyanide, 亞鐵氰化鉀	245

hydroxide, 氫氧化鉀 ... ..	104	Solubility... ..	45
iodide, 碘化鉀 ... ..	103	Samarium, 鈔 ... ..	161
nitrate, 硝酸鉀 ... ..	105	Scandium, 鈦 ... ..	153, 161
perchlorate, 過氯酸鉀 ... ..	105	Selenium, 硒 ... ..	211
permanganate, 高錳酸鉀 ... ..	228	Silica, 矽土 ... ..	172
sulphate, 硫酸鉀 ... ..	107	Silicates, 矽酸鹽 ... ..	73
Praseodymium, 鐳 ... ..	161	Tests... ..	74
Precipitation, 沈澱作用 ... ..	61	Silicic acids, 矽酸 ... ..	173
Preparation, 製法		Silicides, 矽化物 ... ..	172
Producer gas, 發生爐煤氣 ... ..	166	Silicon, 矽 ... ..	165, 171
Properties, 性質... ..	3	Occurrence ... ..	171
Chemical, 化學性質, 化性 ... ..	3	Preparation ... ..	171
Physical, 物理性質, 物性 ... ..	3	Properties ... ..	171
Specific physical, 特別物性... ..	29	Uses ... ..	172
Proteins, 蛋白質... ..	277	carbide, 一碳化矽 ... ..	170
Composition ... ..	277	dioxide, 二氧化矽 ... ..	172
Properties ... ..	277	tetrafluoride, 四氟化矽 ... ..	172
Protoactinium, (未定) ... ..	184	Silver, 銀 ... ..	111, 118
Proton, 質子 ... ..	10	General consideration ... ..	118
<b>Q</b>		Occurrence ... ..	119
Quicklime, 生石灰 .. ..	134	Metallurgy ... ..	119
<b>R</b>		Refining ... ..	120
Radioactive elements, 放射性元素 ... ..	251	Properties ... ..	120
Disintegration, 蛻變 ... ..	252	Uses ... ..	120
Half period, 半衰期 ... ..	252	Tests ... ..	122
Series ... ..	252	halides, 鹵素化合物 ... ..	121
Terms ... ..	251	nitrate, 硝酸銀 ... ..	121
Radioactive rays, 放射線... ..	251	oxide, 一氧化二銀 ... ..	120
Radium, 鐳 ... ..	127, 251, 252	Soaps, 肥皂 ... ..	273
Radon, 釷 ... ..	88, 89, 252	Sodium, 鈉 ... ..	92, 93
Rare earth elements, 稀土族元素 ... ..	161	Occurrence ... ..	94
General consideration ... ..	161	Preparation ... ..	94
Reducing agent, 還原劑 ... ..	84	Properties ... ..	94
Reduction, 還原... ..	6	Uses ... ..	94
Refining, 精製		Tests... ..	101
Rhenium, 銨 ... ..	224	bicarbonate, 酸性碳酸鈉 ... ..	98
Rhodium, 銠 ... ..	249	carbonate, 碳酸鈉 ... ..	96
Rubidium, 銣 ... ..	92	chloride, 氯化鈉 ... ..	94
Ruthenium, 銩 ... ..	249	dichromate, 重鉻酸鈉 ... ..	209
<b>S</b>		hydroxide, 氫氧化鈉 ... ..	95
Salt, 鹽... ..	38	nitrate, 硝酸鈉 ... ..	96
Salts, 鹽類 ... ..	38, 39, 44	peroxide, 過氧化鈉 ... ..	94
Classes ... ..	44	phosphates, 鈉之磷酸鹽 71, 72, 101	
Preparation ... ..	44	sulphate, 硫酸鈉 ... ..	99
		sulphide, 硫化鈉 ... ..	101
		thiosulphate, 硫代硫酸鈉 ... ..	99
		Soft solder, 錫藥, 軟鐵 ... ..	75
		Solidifying point, 凝固點... ..	35
		Solids, 固體 ... ..	29, 35
		Solubility... ..	52
		Solubility, 溶解度 ... ..	50
		Temperature and ... ..	52

of metallic salts ... ..	74	Tellurium, 碲 ... ..	211
product, 溶度積 ... ..	63	Terbium, 銩 ... ..	161
units ... ..	51	Thallium, 鉍 ... ..	163
Solute, 溶質 ... ..	51	Theory, 理論, 定理 ... ..	3
Solution, 溶液, 溶體 ... ..	50	Thermite, 鋁熔接劑 ... ..	157
Molar, 公分分子溶液 ... ..	51	Thorium, 釷 ... ..	164, 252
Normal, 規定溶液 ... ..	51	Thulium, 銩 ... ..	161
Saturated, 飽和溶液 ... ..	50	Tin, 錫 ... ..	165, 174
Solvent, 溶媒 ... ..	50	General consideration ... ..	174
Standard conditions, 標準狀況	30	Occurrence ... ..	175
Stannic compounds, 錫化合物	174	Metallurgy ... ..	175
chloride, 四氯化錫 ... ..	178	Properties ... ..	175
hydroxide, 四氫氧化錫 ... ..	178	Uses ... ..	176
oxide, 二氧化錫 ... ..	177	Tests ... ..	178
sulphide, 二硫化錫 ... ..	178	Tin family elements, 錫族元素	165
Stannous compounds, 亞錫化合		General consideration ... ..	165
物 ... ..	174	Titanium, 鈦 ... ..	164
chloride, 二氯化錫 ... ..	177	Titanium family elements, 鈦	
hydroxide, 二氫氧化錫 ... ..	176	族元素 ... ..	164
oxide, 一氧化錫 ... ..	176	General consideration ... ..	164
sulphide, 一硫化錫 ... ..	177	Transition point, 變遷點, 轉移	
Starch, 澱粉 ... ..	276	點 ... ..	29
Steel, 鋼 ... ..	242	Tungsten, 鎢 ... ..	205
Strontium, 銻 ... ..	127, 136	Type metal, 活字金 ... ..	75
Occurrence ... ..	137		
Preparation ... ..	137	<b>U</b>	
Properties ... ..	137	Uranium, 鈾 ... ..	205, 251, 252
Compounds of ... ..	137		
Tests ... ..	137	<b>V</b>	
Sublimation, 昇華 ... ..	36	Valence, 原子價 ... ..	15
Substance, 物質 ... ..	2	and electron, 與電子 ... ..	15
Substitution, 置換 ... ..	5	Vanadium, 鈮 ... ..	184
Sucrose, 蔗糖 ... ..	275	Vanadium family elements, 鈮	
Sulphuric acid, 硫酸 ... ..	220	族元素 ... ..	184
Sulphurous acid, 亞硫酸 ... ..	219	General consideration ... ..	184
Sulphates, 硫酸鹽 ... ..	70	Vapor pressure, 蒸氣壓 ... ..	35
Tests ... ..	222	Depression of, 蒸氣壓之減少	55
Sulphides, 硫化物 ... ..	69	Vitamins, 維生素, 活力素, 維太	
Tests ... ..	222	命 ... ..	291
Sulphur, 硫 ... ..	211, 215	<b>W</b>	
Preparation ... ..	215	Water, 水 ... ..	82, 85
Properties ... ..	215	Occurrence ... ..	85
Uses ... ..	216	Physical properties ... ..	85
dioxide, 二氧化硫 ... ..	217	Chemical properties ... ..	85
oxygen acids and their salts	219	Methods of purification ... ..	86
trioxide, 三氧化硫 ... ..	218	gas, 水煤氣 ... ..	166
Suspensoid, 懸濁質 ... ..	285	glass, 水玻璃 ... ..	173
Precipitation ... ..	288	White lead, 鉛白 ... ..	182
Symbols, 符號 ... ..	19		
<b>T</b>			
Tantalum, 鉭 ... ..	184		

