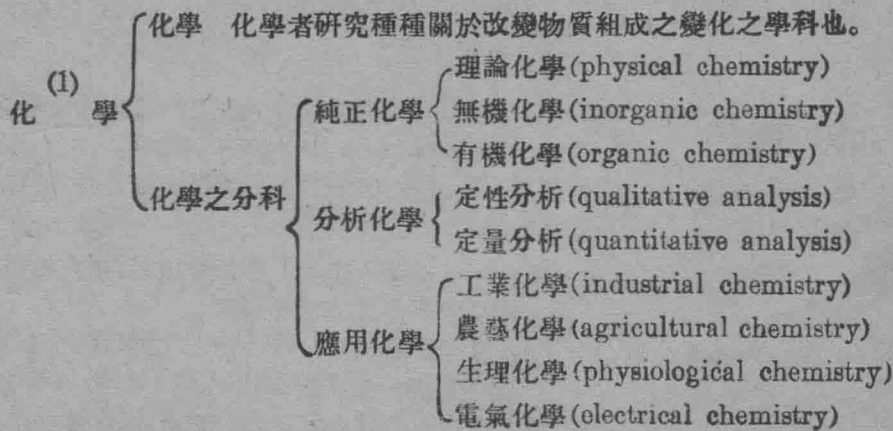


化學表解

無機之部

無機之部



化學表解

(2) 物理與變化

物 理 變 化	物理變化	定義	凡不改變物質組成之變化，稱為物理變化 (physical change)。
		舉例	搖鈴發聲，水之結冰，水之化氣，鐘之擺動，冰融為水。
	化學變化	定義	凡改變物質組成之變化，稱為化學變化 (chemical change)。
		舉例	火柴燃燒，酒之變醋，牛乳變酸，火藥爆發，燃燒蠟燭。

(3) 化合與分解

化 合 與 分 解	化合	定義	兩種以上之物質互相結合而成新物質之化學變化，稱為化合 (chemical combination)。
		舉例	氧與水銀化合成一氧化汞，氫與氧化合成水。
	分解	定義	凡一物質因化學作用而分成兩種以上之異性物質之化學變化，稱為分解 (chemical decomposition)。
		舉例	如熱一氧化汞則分解成氧與水銀。

(4) 化合物與混合物

化 合 物 與 混 合 物	(1) 化合物	由二種以上之物質化合而成之新物質，已全失去原物質之性質時，稱為化合物 (chemical compounds)。如水與一氧化汞。						
	(2) 混合物	由二種以上之物質混合而成之物，仍不失各原物質之性質時，稱為混合物 (mechanical mixtures)。如空氣。						
	(3) 化合物與混合物之差異	<table border="0"> <tr> <td rowspan="3">}</td> <td>(a)</td> <td>混合物可用物理學上之方法分離之，化合物則非用化學上之方法不可。</td> </tr> <tr> <td>(b)</td> <td>混合物之配合量無一定不變之比例，化合物之配合量有一定不變之比例。</td> </tr> <tr> <td>(c)</td> <td>混合物全不失其成分之固有性質，化合物則否。</td> </tr> </table>	}	(a)	混合物可用物理學上之方法分離之，化合物則非用化學上之方法不可。	(b)	混合物之配合量無一定不變之比例，化合物之配合量有一定不變之比例。	(c)
}	(a)	混合物可用物理學上之方法分離之，化合物則非用化學上之方法不可。						
	(b)	混合物之配合量無一定不變之比例，化合物之配合量有一定不變之比例。						
	(c)	混合物全不失其成分之固有性質，化合物則否。						

(5) 物質, 元素及同素體

- 物質 凡占地位有重量者, 稱為物質 (substance)。
- 元素 凡物質不能用已知之普通方法分解成更簡單之物質者, 稱為元素 (element)。(或稱原質)
- 單質 由同種元素而成之物質, 稱為單質 (simple substance)。
- 同素體 由同一元素而成之二種或二種以上之單質, 稱為同素體 (allotrope)。

無機之部

(6) 空氣

- 成分 空氣為氮, 氧, 氫等混合而成之氣體, 並含少量二氧化碳及水蒸氣。
- 性質 常溫時為無色無味無臭氣體, 加高壓力並冷卻之, 則成液態空氣, 或固態空氣。

空氣為混合物之證

- (1) 空氣中氧較氮易溶解於水, 若係化合物, 則氧氮二者當一同溶解。
- (2) 液態空氣蒸發時氮較氧先行氣化, 若係化合物, 當一同氣化。
- (3) 空氣中氧, 氮, 氫等均保其固有性質, 絲毫未變。

(7) 氧 O₂

所在 隨在皆有, 空氣中約占 $\frac{1}{5}$ 體積, 動植礦三界俱以氧為重要成分。

- 製法 {
 - (1) 強熱一氧化錒。
 - (2) 強熱氯酸鉀與少量之二氧化錳 (接觸劑)。
 - (3) 將液態空氣蒸發之, 則氮先行揮發, 終得純氧。

1.427. 1910

化學表解

性質 { (1) 氧為無色無味無臭氣體，比空氣重十分之一，在低溫度強壓之則液化。
 (2) 無可燃性，而助燃性甚強。
 (3) 除氟及其他一二元素外，皆易與氧化合成氧化物。

用途 氧與氫或氧與電石氣相混，燃燒之能生高溫火焰，工業上用以截斷或熔接金屬。又醫療及救助上亦用之。

(8) 燃 燒

燃 燒 凡二物質因猛烈化合，每致發熱及光，此種現象稱為燃燒 (combustion)。
 着火點 物質開始燃燒之某溫度，稱為某物質之着火點 (ignition point)。
 不燃體 凡物質之不能燃燒者，稱為不燃體 (incombustible substance)。
 可燃體 凡物質之能燃燒者，稱為可燃體 (combustible substance)。
 助燃體 包圍於可燃體之周而助其燃燒者，稱為為助燃體 (supporter of combustion)。

(9) 臭 氧 O_3

所 在 空氣中存有少量，急雷後含量較多。
 製 法 (1) 通電於氧；(2) 氧化溼磷。
 性 質 臭氧為無色有臭氣體，其氧化力，褪色力，消毒力皆強。

氧 化 { (1) 凡氧與他物化合之作用，稱為氧化 (oxidation)。
 (2) 自化合物中減少氫原子，亦稱氧化。
 (3) 使化合物中金屬原子價增高，亦稱氧化。

(10)
氧化及還原

- 氧化劑 { 凡能放出氧以氧化他物者，曰氧化劑 (oxidizing agent)。
常用氧化劑，為濃硝酸，硝酸鉀，氯酸鉀，二氧化錳，二氧化鋇，二氧化二
氫，二氧化二鈉，二氧化鉛，氯，溴，高錳酸鉀，一縮二鉻酸鉀等。
- 還原 { (1) 減少化物中之氧之作用，稱為還原 (reduction)。
(2) 增加化合物中之氫亦稱還原。
(3) 使化合物中之金屬原子價減低亦稱還原。
- 還原劑 { 凡能奪取他物中之氧而化合者，曰還原劑 (reducing agent)。
常用還原劑為氫，炭及一氧化碳等。

無機之部

(11)
氫 H₂

- 所在 單體氫甚稀少，多與氧化合成水。
- 製法 { (1) 投鈉或鉀於水。
(2) 加稀鹽酸或稀硫酸於鋅。
(3) 加硫酸少許於水而電解之。
(4) 通水蒸氣於赤熱之鐵。
- 性質 { (1) 氫為無色無味無臭氣體，為元素中之最輕者。
(2) 有可燃性無助燃性，燃時與氧化合成水，與氧或空氣混合燃之則爆鳴。
(3) 通氧於已燃之氫中，則成青色火焰，其溫度可達 2000°C，名曰氫
氧焰。可截斷鋼板。
(4) 能與油類化合使成固態之脂。

(12)
氮 N_2

- 〔用途〕 製造輕氣球，精製（或硬化）油類，熔接金屬。
- 所在 空氣中含有 $\frac{4}{5}$ 體積，為植物肥料中之重要成分。
- 製法 {
 - (1) 密閉空氣於瓶，在其中燒燐，則生五氧化二磷而氮殘留。
 - (2) 加熱亞硝酸銻。
- 性質 {
 - (1) 氮為無色無味無臭氣體，略能溶解於水。
 - (2) 無可燃性，亦無助燃性。
 - (3) 化學性質極鈍，在常溫時不能與諸元素直接化合。
- 用途 通氮入電燈泡以增加光亮，或製造含氮肥料以培養植物。

(13)
水 H_2O

- 所在 水占地面約 $\frac{3}{4}$ ，雲，霧，雨，露，霜，雪，冰，皆水之同質異形體。
- 製法 使氫與氧按 2 與 1 之體積比化合，則成水。
- 性質 {
 - (1) 水在常溫時為無色無味無臭液體，零度結冰，百度化成水蒸氣。
 - (2) 投鈉或鉀於水則分解生氫。
 - (3) 通氣於水曝日光中，則徐徐分解而生氧。
 - (4) 通水蒸氣於赤熱之鐵則分解生氫。
 - (5) 水中之氫與氧，其體積之比為 2:1，重量之比為 1:8。
- 用途 水為普通溶劑。用途極廣。
 - 〔1〕 過濾 將濁水經過砂粒，木炭層以除去所含砂泥及臭氣。

- | | | | | |
|------|---|--------|------------------------------------|---------------------------------------|
| 水之精製 | { | (2) 煮沸 | 熱水達百度以殺除微生物。 | 無機之部 |
| | | (3) 蒸餾 | 沸水化氣，復冷凝之，謂之蒸餾。可以除去所含礦物質，臭氣及微生物等。 | |
| 水之種類 | { | 軟水 | 不含鈣，鎂之碳酸鹽或硫酸鹽之水，稱為軟水 (soft water)。 | |
| | | 硬水 | 暫時硬水 | |
| | | | 永久硬水 | 含硫酸鈣之水，稱為永久硬水 (permanent hard water)。 |

- | | | |
|---|------------|--|
| { | (1) 物質常住定律 | 物質雖可變形，然不能變其重量。此定律稱為物質常住之定律 (law of conservation of matter)。 |
| | (2) 重量不變定律 | 化學變化前後諸物質重量之總和常等。此定律稱為重量不變定律 (law of constancy of weight)。 |
| | (3) 定比定律 | 凡化合物之成分與成分間，或成分與生成物間重量之比一定不變。此定律稱為定比定律 (law of constant proportion)。如 1 克氫與 8 克氧化合生成 9 克水是也。 |
| | (4) 倍比定律 | 甲乙二元素之化合物如有數種，則數個甲量對於同一乙量之比例，互為簡單整數。此定律稱為倍比定律 (law of |

(14) 化學諸定律

multiple proportion)。如氧與氮化合而成 N_2O , N_2O_2 , N_2O_3 , N_2O_4 , N_2O_5 五種化合物,此五種化合物中之氧對於同一氮量之比例,為 1 : 2 : 3 : 4 : 5 是也。

(5) 氣體反應定律 氣體反應時,體積間互成簡單之整數比。此稱為氣體反應定律 (law of gaseous reaction)。

(6) 波義耳定律 設溫度不變,則氣體之體積與壓力成反比例。此稱為波義耳定律 (Boyle's law)。

(7) 查理定律 設壓力不變,氣體之溫度每升高或減低一度時,則該氣體之體積亦增加或減少其在 $0^\circ C.$ 時所占體積之 $\frac{1}{273}$ 。此稱為

查理氏定律 (Charles' law)。

(8) 亞佛加德羅氏假說 等體積氣體在同溫度同壓力之下,含有同數之分子。謂之亞佛加德羅假說 (Avogadro's hypothesis)。

分子 物質由大小,形狀,性質,重量全相一致之最小粒子組合而成,此粒子名曰分子 (molecule)。

原子 分子由一種或二種以上之元素之最小粒子組合而成。此微粒子名曰原子 (atom)。

(15) 分子及原子

(1) 同物質之分子皆有同一之性質,異物質之分子其性質全異。

(2) 同一元素之原子,其大小,形狀,性質,重量皆相等。異元素之原子

原子之
內容

則否。

(3) 單質之分子，由同種之原子一個或數個組合而成，化合物之分子，由異種原子二個以上組合而成。

原子量 含有某元素之諸種化合物，其一分子量中所含該元素之最小量，稱為該元素之原子量 (atomic weight)。

分子量 物質對於養氣 32.000 量之氣體比重，稱為某物質之分子量 (molecular weight) (以 $O_2 = 32$ 為標準)。

克原子 以克 (gram) 為單位而表原子量時，稱為克原子 (gram atom)。如氧 16 克，即為氧之一克原子。

克分子 以克為單位而表分子量時，稱為克分子 (gram molecule)。如 32 克之氧即為氧之一克分子。

凡一克分子之氣體，在標準溫度 ($0^\circ C.$) 標準壓力 (760 mm.) 之下，占有 22.4 升 (liter) 之體積。

當量 某元素與 1 克氫相化合所需之重量，稱為當量 (equivalent weight)。

原子價 能與某元素一原子相化合之氫原子之數，稱為該元素之原子價 (valency) (氫為一價元素)。

(1) 元素符號 用元素名第一字母代表元素之名稱及原子量者，謂之符號 (symbols)。設第一字母相同時，則附以其他字母以示區別。

(16)
原子量，
分子量，
當量及原
子價

(17) 符號, 分子式, 構造式, 示性式, 根及方程式

(例如氫 H, 氧 O, 氯 Cl, 碳 C, 鈣 Ca, 鎘 Cd, 鉻 Cr 等是)

- (2) 分子式 用元素符號以表示物質之組成及分子量之式, 謂之分子式 (molecular formula)。如水 H_2O 。
- (3) 構造式 用相當於原子價之短線連結分子式中之元素符號, 以說明其分子中各原子之結合狀態之式, 稱為構造式 (constitutional formula or structural formula)(構造式中之短線稱為價標 bond)。如: 水 $H-O-H$, 食鹽 $Na-Cl$, 是也。
- (4) 示性式 用以表示物質之特性之式, 稱為示性式 (rational formula)。
- (5) 根 二個以上之原子相結合而成之原子團, 在種種化學變化中, 恰與一原子之作用相同者, 謂之根 (radical)。如銨根 NH_4 , 氫氧根 OH , 硫酸根 SO_4 , 硝酸根 NO_3 , 碳酸根 CO_3 , 磷酸根 PO_4 , 硅酸根 SiO_3 , 亞硫酸根 SO_3 , 亞硝酸根 NO_2 , 腈根 CN 等是也。
- (6) 化學方程式 用符號及分子式以表示化學反應之關係之式, 稱為化學方程式 (chemical equation)。式中加號表示參與反應之物質之質量之和, 等號表示反應前後之物質之質量相等, 左右兩側分子式之係數, 乃表示各分子式之倍數, 若為氣體物質, 並表單位氣體積之倍數。例如二體積氫與一體積氧化合, 得二體積水蒸氣, 可用 $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ 表之。

(18) 作化學方程式應注意之點

- (1) 當審知化學變化未起之先所用各物質之組成。
- (2) 當審知應在何種情形時始起變化。
- (3) 當審知化學變化已起之後所成之物質及其組成。
- (4) 變化前與變化後物質之總重量必相等(重量不變之定律)。故化學方程式等號兩邊之重量必相等。
- (5) 方程式中各物質當以其分子式表之。

(19) 碳 C

所在 碳為有機物主要成分。金剛石, 石墨為純碳, 其他如石油, 二氧化碳, 煤等皆為含碳物質。

製法

- (1) 燃燒糖類可得純碳。
- (2) 密閉木材獸骨而灼燒之, 則得木炭或骨炭。
- (3) 取鐵與純碳置電爐中強熱而急冷之, 則碳因鐵之凝固受強壓力, 即成金剛石或石墨。

性質

- (1) 碳與氫化合可成極多數之有機物, 統名碳氫化合物。
- (2) 碳在空氣中無變化, 熱之則與氧化合成一氧化碳或二氧化碳。
- (3) 極易與氧化合。故為極佳還原劑。

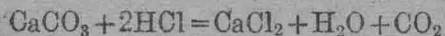
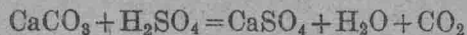
炭之多形體

- (1) 無定形碳 如木炭, 骨炭, 油煙, 煤等。
- (2) 結晶形碳
 - 石墨 色黑, 質軟, 可製鉛筆心, 坩堝, 及鐵之防銹劑。
 - 金剛石 透明無色, 極硬。光之屈折率大, 面多者光彩奪目。不傳熱及電。多用作裝飾品。

(20)
二氧化碳
CO₂

所在 多為動物所呼出，空氣中存有少量。又釀酒時亦發生此氣。

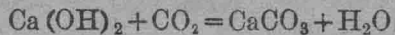
製法 注稀硫酸或稀鹽酸於大理石(碳酸鈣)即得：



性質

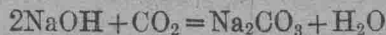
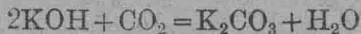
(1) 二氧化碳為無色氣體，無可燃性亦無助燃性。故能滅火。

(2) 無毒。能使透明石灰水變白濁，因與石灰水化合成碳酸鈣故也。



(3) 易溶解於水。製造汽水及啤酒用之。

(4) 比空氣重。易被氫氧化鉀或氫氧化鈉吸收。

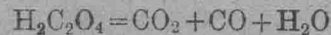


用途 製造汽水，啤酒及滅火器用之。

(21)
一氧化碳
CO

製法

(1) 加濃硫酸於草酸而熱之，用氫氧化鈉除去 CO₂，則得純粹一氧化碳；



(2) 通水蒸氣於炭火上： $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO} + \text{H}_2$

(3) 取炭與二氧化碳混合熱之： $\text{C} + \text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{CO}$

(1) 一氧化碳為無色氣體，燃之呈淡青色火焰。

(22) 火焰

- (性質) (2) 有毒，吸之則死。比空氣稍輕。難溶於水，不能使透明石灰水變白濁。
 (3) 在高溫度之下有強還原性。故可用作還原劑。
- 成因 凡氣體或受熱化氣之物質燃燒時，常生火焰 (flame)。
- 組成
- (1) 氧化焰 為焰之最外層。空氣供給足，其中碳完全燃燒成 CO_2 。因含被熱之氧，呈氧化作用，故稱為氧化焰 (oxidizing flame)。
 - (2) 還原焰 為焰之內層。空氣之供給不足，其中碳不完全燃燒而成 CO 因含有被熱之碳，呈還原作用，故稱為還原焰 (reducing flame)。
 - (3) 焰之未燃部 為焰之中心。因空氣所不能至，其間碳全未與氧化合，富有炭，呈暗黑色。
- 焰光之強弱
- (1) 火焰熱度之關係 溫度高光亮強，溫度低光亮弱。
 - (2) 火焰密度之關係 成焰之氣體密度大光亮強，密度小光亮弱。
 - (3) 有無固體質點之關係 有固體質點光亮強，無固體質點光亮弱。
- 所在 廣布於海水及地層中
- 製法
- 海水鹽
- 晒法 導海水入鹽田，藉日光蒸發之則鹽結晶析出。
 - 煎法
 - 晒灰 撒海水於砂上，晒以日光，使漸濃厚，是曰晒灰。
 - 淋滷 次將砂上鹽分用海水洗下，是曰淋滷。
 - 煮鹽 最後移滷入釜煮乾，是曰煮鹽。

(23) 食鹽 (NaCl) { (岩鹽 採掘地殼下層之岩鹽, 注水使鹽溶解, 將鹽水吸出煮乾, 即得。
 鹽之精製 將粗鹽溶解於水。濾去泥砂。加碳酸鈉(碱)以除去所含鎂鈣等鹽。濾過, 煮乾, 即得。

性質 食鹽為立方晶體, 有鹹味, 易溶於水。

用途 鹽為必需之食料, 且為製造鹽酸, 氫氧化鈉, 綠氣等重要藥品之原料。

所在 氯無單體存在, 多與鈉, 鉀, 鎂, 等化合成氯化物而廣布於海水及地殼中。

(24) 氯 Cl₂

製法 { (1) 加鹽酸於二氧化錳熱之: $MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$
 (2) 將食鹽, 二氧化錳及硫酸三者同熱:
 $2NaCl + MnO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + MnSO_4 + Cl_2 + 2H_2O$
 (3) 取鹽酸或食鹽水溶液而電解之

性質 { (1) 氯呈黃綠色, 有刺戟性臭氣, 劇毒。比空氣重二倍半。易溶於水。
 (2) 氯能直接與多種元素(如鈉, 錳, 銅)化合成氯化物。

(3) 氯能漂白。因與水作用放出新生氧故也: $Cl_2 + H_2O \rightarrow 2HCl + O$

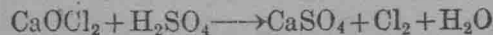
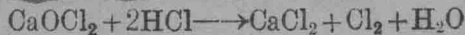
用途 製造漂白粉及殺菌藥用之。

(25)

漂白粉
CaOCl₂

製法 通氯於熟石灰中即得 $Ca(OH)_2 + Cl_2 \rightarrow CaOCl_2 + H_2O$

性質 { (1) 加酸於漂白粉, 則放出新生氯而呈漂白作用。



CaCl



(2) 漂白粉為白色粉末，具特別臭氣。能漂白血棉，紙等植物纖維質。

(26)
氯化氫
HCl

所在 動物胃液中含有少量。

製法 加濃硫酸於食鹽而熱之： $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$

- 性質
- (1) 氯化氫為無色劇臭氣體，溶解於水則成鹽酸，呈強酸性。
 - (2) 鹽酸善能溶解鋅，鐵等金屬而放出氫(參看氫之製法)。
 - (3) 氯化氫與鹵精 NH_3 相遇，則生氯化銦之白煙： $\text{HCl} + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
 - (4) 三份鹽酸與一份硝酸混合，則成王水(aqua regia)，能溶解黃金白金。
 $3\text{HCl} + \text{HNO}_3 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{NOCl} + 2\text{Cl}$

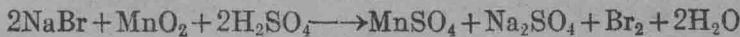
用途 鹽酸為工業上重要藥品

無
機
之
部

(27)
溴
 Br_2

所在 溴無單獨存在者，多與鉀，鈉化合而存於海水及海草中。

製法 以溴化鈉，二氧化錳及硫酸三者共熱之：



- 性質
- (1) 溴為紅褐色劇臭液體，有毒，皮膚觸之即起水泡。略能溶解於水。
 - (2) 溴亦有漂白作用，其他化學性質與氯相似，惟較弱耳。
 - (3) 溴能使澱粉糊變黃色(溴之識別法)。

製法 投赤磷於水加溴液，則磷與溴化合成三溴化磷 PBr_3 。復因水而分解生溴化氫氣體。

(28) 溴化氫
HBr

性質

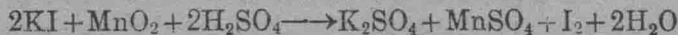


溴化氫為無色有刺戟性氣體，易溶於水，其水溶液曰溴氫酸 (hydrobromic acid)。其他性質與氯化氫相似。

所在
製法

碘無單體存在，多與鉀化合而存於海水及海草中。

將碘化鉀，二氧化錳及硫酸三者同熱：



(29) 碘 I₂

性質

- (1) 碘為黑紫色板狀結晶，有金屬光澤，有毒，難溶於水，易溶於酒精，其酒精溶液稱曰碘酒，可治皮膚病。
- (2) 能使澱粉糊變深藍色 (碘之識別法)。
- (3) 其他化學性質與氯相似，惟較弱耳。

用途

醫藥上多用之

(30) 碘化氫
HI

性質

與溴化氫相似。使碘與赤磷及水一同作用即得：



與氯化氫，溴化氫相似，惟較弱耳。

(31) 氟 F₂

所在

多成螢石 CaF₂ 而產出。又動物牙齒之瑯瑯質中含有之。

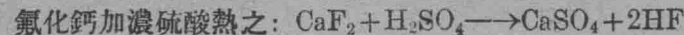
製法

溶氟化氫鉀 KHF₂ 於氟氫酸 HF 中，置白金器內電解之，則氟由陽極放出。

性質

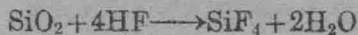
氟為淡黃綠色氣體。化學性質甚烈，幾無一物不受其作用。

(製法



(32)
氟化氫
HF

性質 氟化氫為無色有刺戟性氣體，易溶於水，皮膚觸之則生水泡，甚至全身作痛，吸其氣體則死。能腐蝕玻璃(宜用封蠟瓶儲藏之)，故玻璃刻花紋時用之。因玻璃中含有 SiO_2 ，此 SiO_2 遇 HF 則成 SiF_4 故也：



用途 玻璃刻花紋用之

(33) 造鹽素(氟, 氯, 溴, 碘)性質之比較

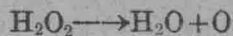
元素 \ 形性	符號	原子量	色	狀態	化學作用	氫化物	金屬化合物
氟	F	19	淡黃綠	氣	最 強	HF	NaF KF
氯	Cl	35.457	黃 綠	氣	次 之	HCl	NaCl KCl
溴	Br	79.916	紅 褐	液	又 次 之	HBr	NaBr KBr
碘	I	126.932	黑 紫	固	最 弱	HI	NaI KI

(34)
二氧化二
氫 H_2O_2

所在 急雷或降雪後之空氣中存有少量。

製法 加硫酸於二氧化鋇： $\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_2 + \text{BaSO}_4$

性質 為無色無臭液體。褪色力及氧化力皆強。易分解成水及氧：



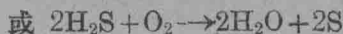
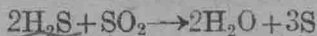
用途 漂白象牙及羽毛用之。

(35) 硫黃 S

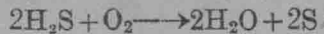
所在 火山周圍常有單體硫黃。地殼中多有金屬之硫化物。純硫以意大利西西里島 (Sicily) 及美國之路易斯安那 (Louisiana) 產量最多。

天然硫之成因

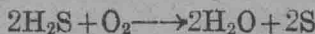
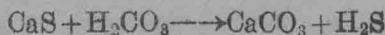
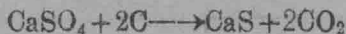
(1) 昇華而成者 火山噴氣中含有 H_2S 及 SO_2 二氣，此二氣均能化成分成純硫。謂之火成硫。



(2) 沉澱而成者 地殼深處含有硫化物及含二氧化碳之水。二者作用成 H_2S ，此 H_2S 復受微生物之醞釀成純硫。謂之水成硫。 $Na_2S + H_2CO_3 \rightarrow H_2S + Na_2CO_3$;



(3) 硫磺分解而成者 硫磺還原而成 H_2S ，此 H_2S 受微生物之醞釀而成純硫：



硫黃之提鍊 將採得之不純硫黃蒸餾之

硫之多形體 { 結晶形硫 { 菱形硫
單斜硫

不結晶硫 { 彈性硫
 { 硫 華

硫黃之性質 { (1) 硫黃為淡黃色脆性固體。不溶於水，易溶於二硫化碳 CS₂。
 { (2) 在空氣中能燃燒發青色火焰，成二氧化硫：S + O₂ → SO₂
 { (3) 能直接與金屬化合成硫化物。如與銀作用成黑色硫化二銀。

用途 硫黃供製黑色火藥，硫酸等用。

無機之部

(36)
硫化氫
H₂S

所在 硫黃泉中含有之。蛋白質腐敗時亦生此氣。

製法 加稀硫酸於一硫化鐵：FeS + H₂SO₄ → H₂S + FeSO₄

性質 { (1) 硫化氫為無色有腐卵臭氣體，有毒性，在高溫度可燃燒。
 { (2) 呈弱酸性反應。
 { (3) 通入金屬鹽類溶液中則生各種金屬硫化物之沈澱，分析化學多用之。

用途 分析化學中重要試藥。

(37)
二硫化碳
CS₂

製法 強熱炭並通以硫黃蒸氣，則化合成二硫化碳：C + 2S → CS₂

性質 純粹者為無色液體，有惡臭，易揮發，易燃燒，其蒸氣能殺蟲。

用途 為磷，硫黃，油類，脂肪，橡皮等溶劑。

所在 火山之噴氣中含有之。

製法 { (1) 在空氣中燃燒硫黃或硫鐵礦 FeS₂。
 { S + O₂ → SO₂ 4FeS₂ + 11O₂ → 8SO₂ + 2Fe₂O₃

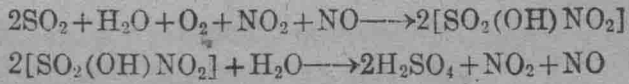
(38)
二氧化硫
SO₂

- 性質
- (2) 加濃硫酸於銅而熱之： $Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$
 - (1) 爲無色有刺戟性氣體，比空氣重 2.2 倍。
 - (2) 溶解於水成亞硫酸，呈酸性反應。
 $SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$
 - (3) 水分存在時有漂白作用。此因 SO₂ 遇水放出新生氫而漂白色質故也。
 $SO_2 + 2H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + H_2$
- 用途 毛巾，絹絲，麥桿等之漂白及殺菌防腐用之。

(39)
三氧化硫
SO₃

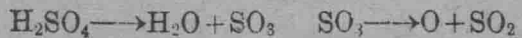
- 製法 導氧及二氧化硫經過赤熱白金石綿，則化合成三氧化硫。
 $2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$
- 性質
- (1) 通常爲白色結晶體，至 15°C. 則液化。
 - (2) 在空氣中常吸收濕氣而發烟。
 - (3) 與水化合則成硫酸： $SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$
- 製法
- (1) 接觸法 燃燒硫黃成 SO₂，將 SO₂ 與氧導過赤熱白金石綿起接觸作用成 SO₃，再將 SO₃ 溶於水，則成硫酸。
 $S + O_2 \longrightarrow SO_2$ $2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$ $SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$
 - (2) 鉛室法 將二氧化硫，空氣，硝酸蒸氣及水蒸氣四者導入鉛室，則起下之反應而成硫酸。

(40) 硫酸
H₂SO₄



性質

- (1) 硫酸為無色粘稠強酸性重液，與水相混則發熱。
- (2) 與水化合力極強，并能吸收多量水蒸氣，故可用作乾燥劑。
- (3) 濃硫酸觸紙，砂糖，布，皮膚等，則奪取其中水分使之碳化。
- (4) 為強酸，能溶解多種金屬，且具有氧化作用。
- (5) 強熱之，則分解如下：



用途 硫酸為工業上重要藥品，如製造鹽酸，硝酸，碳酸鈉，含磷肥料等用之。

(41) 硫酸之商品

- (1) 鉛室硫酸 (chamber sulphuric acid) 比重 50-55°Bé (Baumé)，約含純硫酸 62-70%。
- (2) 比重 60°Bé 硫酸 約含純硫酸 78%。
- (3) 比重 66°Bé 硫酸 約含純硫酸 95.5%。
- (4) 發烟硫酸 (fuming sulphuric acid) 為含 SO₃ 多之純硫酸，因拔瓶蓋即發白烟故名。

所在 動植物腐敗發生此氣。

製法 將氯化鈣與熟石灰混合熱之：

無機之部

(42) 硝精
NH₃



- 性質
- (1) 硝精為無色劇臭氣體，在空氣中繼續加熱，則能燃燒。無助燃性。
 - (2) 易溶解於水，其水溶液呈強鹼基性：
$$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_4\text{OH}$$
 - (3) 硝精與氯化氫相遇，生氯化銜之白烟：
$$\text{NH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$$
 - (4) 加強壓則變液體，去壓復變氣體而吸收周圍之熱，故利用以製人造冰。

用途 醫藥及人造冰用之。

製法

- (1) 取硝石與濃硫酸混合入曲頸瓶熱之：
$$2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$$
- (2) 工業上用智利硝石與濃硫酸同熱：
$$2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HNO}_3$$

(43) 硝酸
HNO₃

性質

- (1) 純粹者為無色液體，通常含有二氧化氮而帶黃色。
- (2) 濃厚者接觸空氣則發烟，腐蝕性甚大，紙，布，皮膚等觸之即腐爛。
- (3) 強熱之，則分解生二氧化氮及氧，故可用作氧化劑：
$$4\text{HNO}_3 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$$
- (4) 三份鹽酸與一份硝酸配合則成王水。

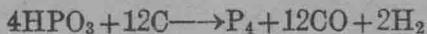
(5) 除金與白金外，其他金屬皆可溶解於硝酸中成硝酸鹽類。

用途 硝酸為工業上重要藥品。

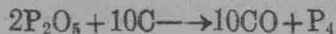
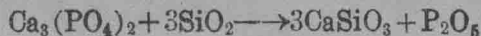
無
機
之
部

所在 磷無單體存在者，多成磷酸鈣 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 而存於動物骨中及植物果實中。
又地殼中有磷灰石礦產出。

(1) 取骨灰，硫酸及木炭混和，熱之，則得黃磷：



(2) 取磷灰石，砂及焦炭同置電爐中，強熱之，則得黃磷：



(3) 取黃磷在無空氣處(可在二氧化碳中之)熱至 250°C ., 則成赤磷。

性質 黃磷在空氣中燃燒成五氧化二磷(磷酐) P_2O_5 , 此 P_2O_5 易與水化合成磷酸 H_3PO_4 (餘詳黃磷與赤磷性質之比較)。

用途 製造火柴及肥料(過磷酸石灰)[參看磷酸鈣]。

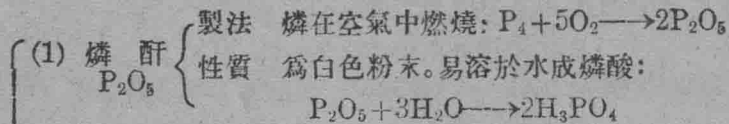
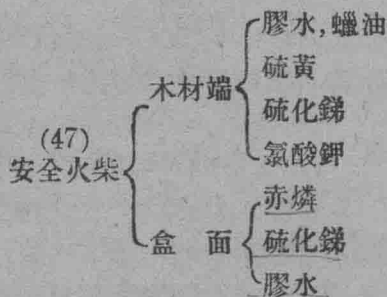
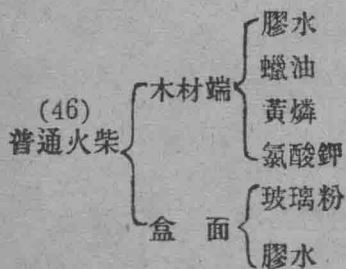
(44)
磷 P_4

製法

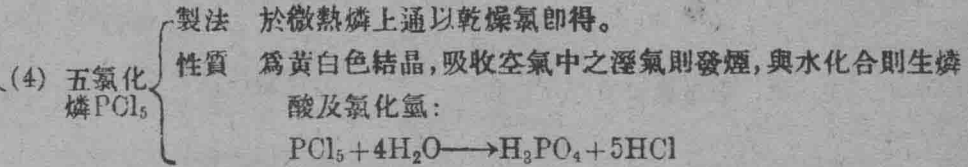
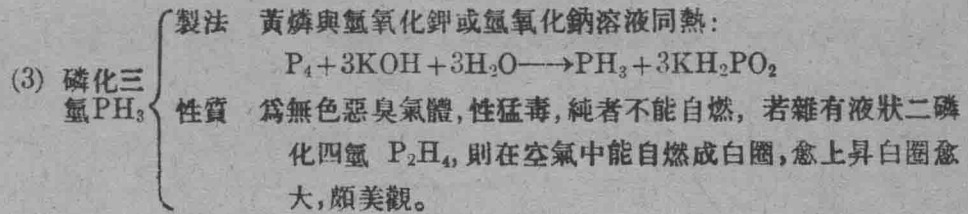
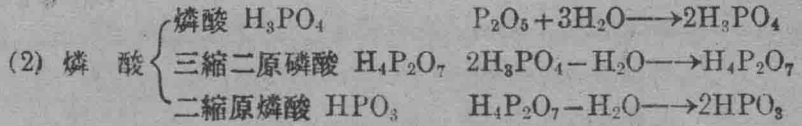
(45) 黃磷與赤磷性質之比較

化學表解

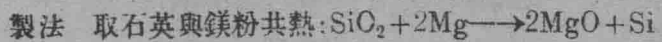
種類 \ 形性	色	形狀	比重	熔點	着火點	毒性	溶解性	發光性	氧解性	氫化物
黃磷	黃白	蠟狀	1.8	44°C.	60°C.	有毒	能溶解於CS ₂ 中	在暗處發微光	在空氣中易氧化	能溶解於沸氫氧化鈉或氫氧化鉀溶液中成PH ₃
赤磷	赤	粉末	2.2	500°C.	240°C.	無毒	否	否	否	否



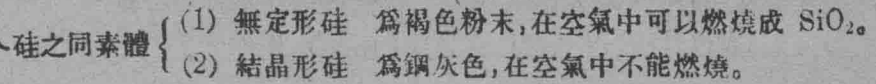
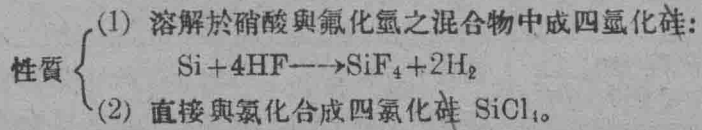
(48) 磷之化合物



✓ 所在 硅無單體存在，多與氧化合成二氧化硅(石英) SiO_2 或硅酸鹽類而產出。



(49) 硅 Si



矽石

(50)
二氧化矽
SiO₂

- 所在 二氧化矽廣布於地殼中，純者為水晶，石英；不純者為蛋白石，燧石等。
- 製法 {
- (1) 以無定形矽燃燒之： $Si + O_2 \longrightarrow SiO_2$
 - (2) 取矽酸熱之： $H_2SiO_3 \longrightarrow SiO_2 + H_2O$
- 性質 {
- (1) 能耐強熱。硬度為7。
 - (2) 與氟化氫作用則腐蝕。
 - (3) 與碳酸鈉及石灰石同熱，則成玻璃(玻璃為 SiO₂, Na₂SiO₃ 及 CaSiO₃ 合成)。
- 12.66 $Na_2CO_3 + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + CO_2$
- $CaCO_3 + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3 + CO_2$
- 用途 製造玻璃磁器及裝飾品。

(51) 玻璃之種類

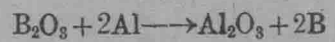
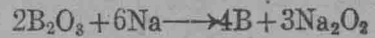
種類	原料	成分	性質	用途
普通玻璃 (鈉玻璃)	二氧化矽(砂) SiO ₂ 碳酸鈉(碱) Na ₂ CO ₃ 碳酸鈣 CaCO ₃ (石灰石)	矽酸鈉 Na ₂ SiO ₃ 矽酸鈣 CaSiO ₃ 二氧化矽 SiO ₂	易融，帶青 綠色，抵抗 藥劑之力弱 於鉀玻璃。	製窗板，瓶， 杯及普通器 具。

硬玻璃 (鉀玻璃)	二氧化硅 SiO ₂	硅酸鉀 K ₂ SiO ₃	難融，無色， 抵抗藥劑之 力甚強。	製裝飾品及 化學器具。
	碳酸鉀 K ₂ CO ₃	硅酸鈣 CaSiO ₃		
	碳酸鈣 CaCO ₃	二氧化硅 SiO ₂		
鉛玻璃	碳酸鉀，二氧化硅， 氧化鉛 PbO	硅酸鉀 K ₂ SiO ₃ 硅酸鉛 PbSiO ₃	極軟，重，易 融，光線屈 折力強。	製光學器具 及裝飾品。

- 玻璃着色原料 {
- (1) 青色.....三氧化二鈷 Co₂O₃
 - (2) 紫色.....二氧化錳 MnO₂
 - (3) 綠色.....一氧化銅 CuO
 - (4) 黃色.....三氧化二銻 Sb₂O₃
 - (5) 赤色.....一氧化二銅 Cu₂O
 - (6) 白色.....二氧化錫 SnO₂

所在 多成硼砂及硼酸而產出。

製法 將三氧化二硼與鈉或鉀或鎂或鋁同熱：



性質 硼係棕黑色非金屬，與造鹽素同熱，則成造鹽素化硼 (BF₃)，與氮同熱，則成氮化硼 BN。

(52)
硼 B

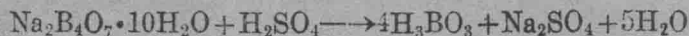
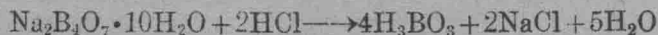
H₃BO₃

(53) 硼酸
H₃BO₃

所在 意大利多斯加納 (Tuscany) 地方盛產之。

製法 (1) 以多斯加納地方火山噴出之蒸氣，凝後蒸發，即得粗製硼酸。

(2) 加濃鹽酸或硫酸於硼砂溶液中，待冷，則硼酸結晶析出：



性質 (1) 硼酸為白色有光澤板狀結晶，其水溶液呈弱酸性，能防腐，其酒精溶液燃燒之呈青色火焰。

(2) 強熱之，則縮去水分而成硼酐： $2\text{H}_3\text{BO}_3 \longrightarrow \text{B}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

用途 防腐及醫藥用之。

(54) 硼砂
Na₂B₄O₇
· 10H₂O

所在 西藏多產之。

製法 將天產硼砂加水溶解，取其上澄液，蒸發使濃，放冷即結晶析出。

性質 強熱之，則熔融而成玻璃狀球，曰硼砂球，硼砂球善能溶解金屬氧化物而呈各種顏色，故鑑識金屬用之，名曰硼砂球試驗法。

用途 醫學及化學分析用之。

意義 溶解物質所用之液體曰溶劑 (solvent)，所溶之物質曰溶質 (solute)，所成之液曰溶液 (solution)。如水為溶劑，糖為溶質，糖水為溶液。

飽和溶液 在一定量溶劑中，溶解溶質恰達極限者，曰飽和溶液 (saturated solution)。

(55)
溶 液

不飽和溶液 在一定量溶劑中，溶解溶質未達極限者，曰不飽和溶液 (unsaturated solution)。

過飽和溶液 在一定量溶劑中，溶解溶質超過極限者，曰過飽和溶液 (supersaturated solution)。

溶解度 在飽和溶液中，100 克水所溶解某溶質之克數，稱為該溶質在此溫度時之溶解度 (solubility)。

溶液之濃度 溶液之濃度以克分子 (mol)，為單位即溶液 1 呷 (litre) 中含有溶質 1 克分子者曰 1 克分子溶液，如有 2 克分子曰 2 克分子溶液，餘類推。

規定溶液 凡溶液 1 呷中含有溶質 1 克當量者，稱為 1 規定溶液 (normal solution) (簡單以 N 表之)，如有 2 克當量者，曰 2 規定溶液 (以 2N 表之)，如有半克當量者，曰 $\frac{1}{2}$ 規定溶液 (以 $\frac{1}{2}$ N 表之)。

[註] 酸類之 1 規定溶液中，含有 1.008 克之氫，鹽基類之 1 規定溶液中，含有 17.008 克之氫氧。如鹽酸之 1 規定溶液中含有鹽酸 36.508 克，硫酸之 1 規定溶液中，含有硫酸 49 克，氫氧化鈉 NaOH 之 1 規定溶液中，含有 NaOH 40.008 克。

電離 多種之化合物溶解於水，常分為兩部。一帶陽電稱陽離子，一帶陰電稱陰離子，此現象名曰電離 (electrolytic dissociation)。

(56) 電離及離子

電解 通電流於化合物之水溶液而起化學變化者，曰電解 (electrolysis)。

離子 在化合物水溶液中帶電之物質曰離子 (ion) (或譯作伊洪)，帶陽電者曰陽離子 (cation) (以+或·表之)，帶陰電者曰陰離子 (anion) (以-或'表之)。

電解質 如食鹽之水溶液，因電而起化學變化之物質，曰電解質 (electrolytes)。無若是性質之物質，曰非電解質 (non-electrolytes)。如無機化合物中之酸類，鹽基類及鹽類為電解質，有機化合物中之酒精及砂糖為非電解質。

解離 凡物質因某種原因而起分解，去其原因仍復舊態，如是之分解稱曰解離 (dissociation)。解離而同時帶電者曰電離。

(57) 酸

定義 凡物質溶解於水，能電離生氫之陽離子者，則此物質名曰酸 (acids.)。

特性

- (1) 酸之溶液帶酸味。
- (2) 呈酸性反應 [能使藍色石蕊質 (litmus) 溶液或試驗紙變紅色]。
- (3) 溶解於水能電離生氫陽離子及酸根陰離子。
- (4) 含有之氫易與金屬置換。
- (5) 能與鹽基中和生鹽及水。

舉例 鹽酸 HCl, 硝酸 HNO₃, 硫酸 H₂SO₄, 碳酸 H₂CO₃, 磷酸 H₃PO₄, 硅酸 H₂SiO₃, 亞硫酸 H₂SO₃, 亞硝酸 HNO₂ 等。

[定義 凡物質溶解於水，能電離生氫氧(OH)陰離子者，則此物質名曰鹽基(bases)。

(58) 鹽基

特性

- (1) 鹽基之水溶液膩滑帶澀味。
- (2) 呈鹽基性反應(能使紅色石蕊質溶液或試驗紙變藍色)。
- (3) 溶解於水,能電離生氫氧根陰離子及金屬陽離子。
- (4) 含有之金屬,易與酸中之氫置換。
- (5) 能與酸類中和生鹽及水。

舉例 氫氧化鈉 NaOH, 氫氧化鉀 KOH 及氫氧化鈣 Ca(OH)₂ 等。

鹼 凡鹽基溶解於水者,特稱曰鹼(alkalies)。

無機之部

(59) 中和作用

定義

酸中之氫陽離子與鹽基中之氫氧陰離子相化合成水之變化,曰中和作用(neutralization)。

舉例

- (1) $\text{Na}^+, \text{OH}' + \text{H}^+, \text{Cl}' \longrightarrow \text{Na}^+, \text{Cl}' + \text{H}_2\text{O}$
- (2) $\text{K}^+, \text{OH}' + \text{H}^+, \text{NO}_3' \longrightarrow \text{K}^+, \text{NO}_3' + \text{H}_2\text{O}$
- (3) $\text{Ca}^{++}, (\text{OH})_2' + \text{H}_2^+, \text{SO}_4' \longrightarrow \text{Ca}^{++}, \text{SO}_4'' + 2\text{H}_2\text{O}$

定義

由酸之陰離子(酸根)與鹽基之陽離子(金屬)相化合而生成之物質名曰鹽(salts)。

特性

- (1) 無一種共通之特別嘗味。
- (2) 呈中性反應(對於紅藍兩色石蕊質溶液或試驗紙均不變色)。
- (3) 溶解於水能電離生金屬陽離子及酸根陰離子。

(60) 鹽

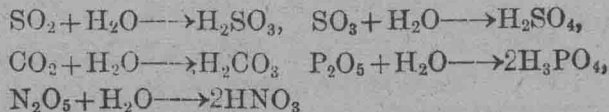
種類

- (1) 正鹽 酸與鹽基完全中和所成之鹽，曰正鹽(normal salts)。如氯化鈉 NaCl, 碳酸鈉 Na_2CO_3 , 硫酸鉀 K_2SO_4 , 磷酸鈉 Na_3PO_4 及磷酸鈣 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 等
- (2) 酸性鹽 凡酸中一部分之氫與金屬置換所生之鹽，曰酸性鹽 (acidic salts)
如酸性硫酸鈉 NaHSO_4 , 酸性碳酸鈉 NaHCO_3 , 酸性碳酸鈣 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 等。
- (3) 鹽基性鹽 凡鹽基中一部分之氫氧根與酸根置換所生之鹽，曰鹽基性鹽(basic salts)。
如鹽基性氯化鎂 $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$, 鹽基性氯化鋅 $\text{Zn}(\text{OH})\text{Cl}$, 鹽基性硝酸鉍 $\text{Bi}(\text{OH})(\text{NO}_3)_2$ 等。

性質

非金屬 (non-metal)

- (1) 無金屬光澤，多不能傳熱與電，無延展性。
- (2) 不受稀酸之侵犯，而能與氫結合成安定之化合物。
- (3) 非金屬氧化物能與水作用而成酸，故稱酸性氧化物(acidic oxides)。



舉例 氫，氧，氮，氟，氯，溴，碘，磷，硫，矽，碳，硅等

鋁 銅	90	—	—	10	—	—	—	—	—	製裝飾品
鏡 銅	67	—	—	—	23	—	—	—	—	有光澤，製鏡
破 銅	90	—	—	—	10	—	—	—	—	舊時鑄破
鐘 銅	78	—	—	—	22	—	—	—	—	善發音，鑄鐘
赤 銅	95	—	—	—	—	1	4	—	—	製裝飾品
活字金	—	—	—	—	5	—	—	75	20	凝固時膨脹，製活字
釘 鐵	—	—	—	—	50	—	—	50	—	接合劑用

(64) 國幣表

成分 國幣	銀	鎳	銅	錫	鉛	總重量
一圓銀幣	90	—	10	—	—	7.2 錢
五角銀幣	70	—	30	—	—	3.6
二角銀幣	70	—	30	—	—	1.44

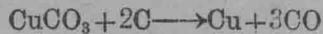
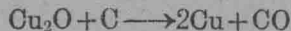
一角銀幣	70	-	30	-	-	0.72
五分銀幣	-	25	75	-	-	0.7
二分銅幣	-	-	95	4	1	2.8
一分銅幣	-	-	95	4	1	1.8

(65)
銅 Cu

所在 銅礦中之最要者，有赤銅礦 Cu_2O ，硫酸礦 Cu_2S ，黃銅礦 CuFeS_2 ，藍銅礦 $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 及孔雀石 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 。

製法

(1) 將一氧化二銅或碳酸銅與炭強熱之：



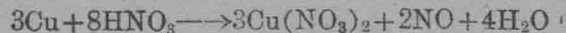
(2) 欲製純銅，可將硫酸銅電解之。

性質

(1) 銅為赤色有光澤金屬，易傳熱與電。能展箔抽絲。

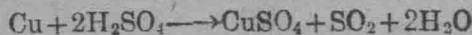
(2) 在潮溼空氣中生銅綠（鹽基性碳酸銅 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ）。

(3) 易溶解於硝酸成硝酸銅：

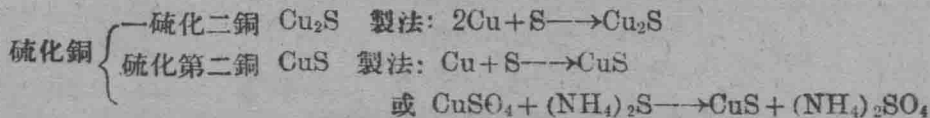
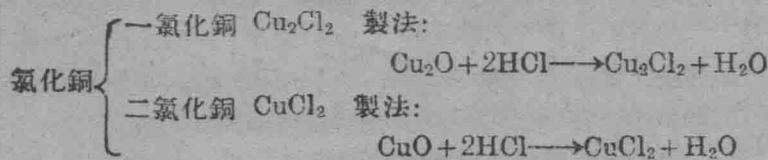
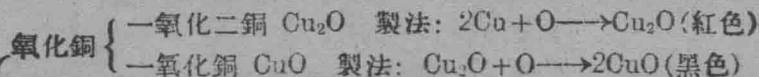


(4) 與濃硫酸同熱，則生硫酸銅（稀硫酸及稀鹽酸殆不作用，惟助以空氣始

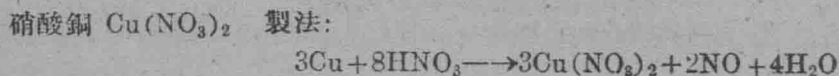
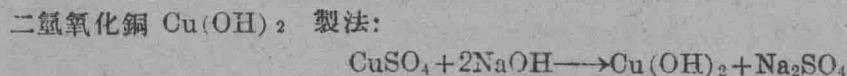
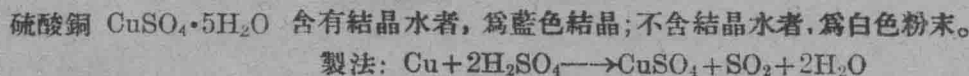
起作用):



用途 製造銅版, 銅絲, 銅鍋, 電線及各種合金。



(66) 銅之化合物



碳酸銅 CuCO_3 製法:



所在 自然銀產量少。多成硫銀礦 Ag_2S 而產出。

製法 { (1) 混汞法 將銀礦擊碎，加水銀攪和而熱之即得:



(2) 派克氏法 (Parke's method) 欲將方鉛礦中之銀提出，可先熱礦熔融，次加鋅，則鋅與銀成合金，浮於表面，取出熱之，鋅被氧化而銀可得矣。

(3) 電解法 接欲鍊之銀於電池陽極，接純銀片於陰極，二者同浸於精化銀溶液中，通以電流，則銀鍍於銀片上。

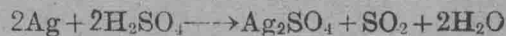
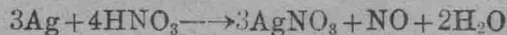
(67)
銀 Ag

性質 { (1) 銀為白色金屬，富有延展性。

(2) 比重 10.5 善於傳熱及電。

(3) 在乾燥空氣中無變化，惟遇硫化物，則與硫化合生成黑色硫化銀。

(4) 溶解於硝酸或硫酸，則成硝酸銀或硫酸銀:



(5) 純銀過於柔軟，製造器具時恒混以銅。

用途 製造銀幣及裝飾品。

無
機
之
部

化學表解

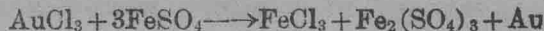
(68) 銀之化合物

- (1) 硝酸銀 AgNO_3 將銀溶解於硝酸即得。為白色結晶。可染毛髮。有強腐蝕性。
- (2) 氯化銀 AgCl 加食鹽或鹽酸於硝酸銀溶液中： $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \longrightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$ 為白色沉澱，觸光變黑，照相用之。
- (3) 溴化銀 AgBr 加溴化鈉於硝酸銀溶液： $\text{AgNO}_3 + \text{NaBr} \longrightarrow \text{AgBr} + \text{NaNO}_3$ 性質與氯化銀相似。
- (4) 碘化銀 AgI 加碘化鈉於硝酸銀溶液中： $\text{AgNO}_3 + \text{NaI} \longrightarrow \text{AgI} + \text{NaNO}_3$ 性質與氯化銀相似。
- (5) 硫酸銀 Ag_2SO_4 溶銀於硫酸：
$$2\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$
- (6) 硫化銀 Ag_2S 加硫化氫於硝酸銀溶液中：
$$2\text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{Ag}_2\text{S} + 2\text{HNO}_3$$

(69) 金 Au

- 所在 自然金多存於石英岩及砂粒中。又銀，銅，鉛等礦中常含有之。
- 製法
 - (1) 淘汰法 取砂金於水中淘洗之，因砂質輕金質重自然取得。
 - (2) 混汞法 將石英岩擊碎混以水銀，則金與汞成合金，取出熱之，水銀昇華而金可得。
 - (3) 電解法 取金礦打碎加靖化鉀溶液，則成金靖化鉀 $\text{KAu}(\text{CN})_2$ ，將此物電解之即得。
 - (4) 氯化法 取金礦擊碎，加水，通以綠氣，則成三氯化金 AuCl_3 ，次加硫

酸亞鐵，則純金析出：



- 性質 {
- (1) 呈金黃色，有光澤，富延展性。
 - (2) 普通酸類不能溶解之，惟王水能溶解之成三氯化金。
 - (3) 在空氣中無變化。純金質柔軟，製造貨幣及裝飾品時恒混以銅（金貨以開(carats)論價。如 18 開金，即 24 分中含金 18 分，銅 6 分也）。

無機之部

用途 製造貨幣及裝飾品。

(70)
金之化合物

- (1) 三氯化金 AuCl_3 溶金於王水中製成。
- (2) 金睛化鉀 溶金於睛化鉀溶液中製成。為最適當之鍍金液。

$$4\text{Au} + 8\text{KCN} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \longrightarrow 4\text{KAu}(\text{CN})_2 + 4\text{KOH}$$
- (3) 金氯化鈉 $\text{NaAuCl}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 將三氯化金與氯化鈉混合溶液熱之製成。為黃色針狀結晶。照相用之。
- (4) 金氯氫酸 $\text{HAuCl}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 溶金於王水而蒸發之。為黃色針狀結晶。照相鍍金等用之。

(71)
鉑 Pt

- 所在 鉑與銻 Os, 銥 Ir, 鈮 Pa 等成為合金而存於岩石中，產量甚少。
- 製法 用王水溶解其原礦，取其澄清液蒸發之，加氯化銻，則生鉑氯化銻 $(\text{HN}_3)_2\text{PtCl}_6$ 沉澱。更用氫氧焰灼燒之即得鉑塊。

- 性質 {
- (1) 鉑為灰白色金屬。俗稱白金。富延展性。
 - (2) 除王水外，其他酸類不能溶解之。
 - (3) 融解點甚高(1750°C.)。
 - (4) 在空氣中，或用氧化劑，皆不能氧化之。

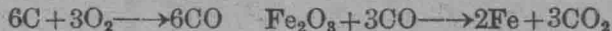
用途 製造坩堝，蒸發皿，白金絲，電極及裝飾品等。

(72)
鉑之化合物

- (1) 鉑氯氫酸 H_2PtCl_6 溶解鉑於王水中，蒸發之即得。為赤褐色結晶。
- (2) 鉑氯化銨 $(NH_4)_2PtCl_6$ 加氯化銨於四氯化鉑濃液中即得： $PtCl_4 + 2NH_4Cl$
 $\longrightarrow (NH_4)_2PtCl_6$ 加熱，則成海綿狀鉑。色黑多孔，用作接觸劑。
- (3) 四氯化鉑 $PtCl_4$ 將鉑氯氫酸於氯之氣體中，熱至 165°C. 即得。或用極高溫度使鉑與氯直接化合亦可。為黃色結晶，含有五分子結晶水。

所在 純鐵惟隕石中有之。主要鐵礦有磁鐵礦 Fe_3O_4 ，赤鐵礦 Fe_2O_3 ，褐鐵礦 $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ ，菱鐵礦 $FeCO_3$ 等。

製法 將氧化鐵礦(如非氧化鐵，則先在空氣中熱之使成氧化鐵)與石灰石及焦炭三者，置鼓風爐 (blast furnace) 中熱之，由焦炭燃燒所生之 CO，使鐵還原而集於爐底 (由此放出稱為鑄鐵)。礦中雜質與石灰石共融成鐵滓 (slag) 而蔽覆於表面，以防鐵再氧化。



(73)
鐵 Fe

性質

- (1) 純鐵為灰白色，有光澤金屬，富延展性，略能導電成一時之磁鐵。
- (2) 久置空氣中則與二氧化碳作用成碳酸鐵，再與水蒸氣作用，而成三氧化鐵及氧化鐵之混合物，此混合物曰鐵銹：

$$4\text{FeCO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{CO}_2$$
- (3) 鐵在高溫時能使水分解放出氫：

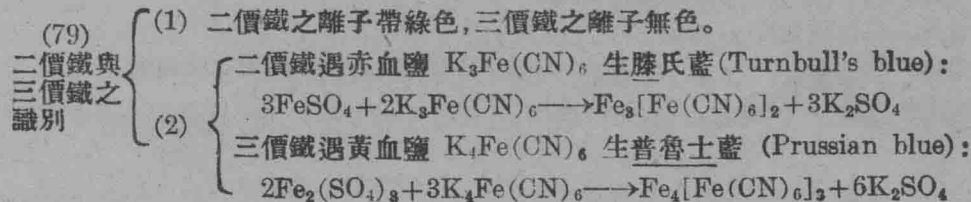
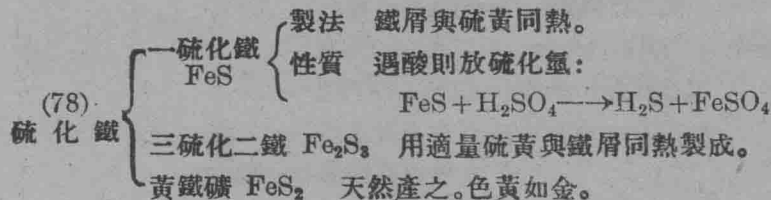
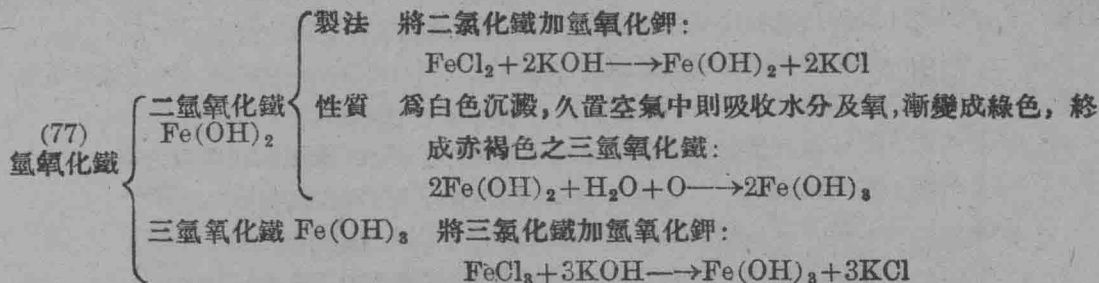
$$3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$$
- (4) 對於稀酸均能溶解，惟將鐵先浸於發煙硝酸中，再投入於稀硝酸，則不能復溶解，此種特性稱為非活性 (passive)，因鐵受濃硝酸氧化生四氧化三鐵 Fe_3O_4 之薄層而妨酸之侵蝕也。

種類

- (1) 鑄鐵 (cast iron) 又名生鐵或銑鐵 (pig iron)，由鼓風爐鍊出之鐵曰鑄鐵。含碳 3—5%，性硬而脆，無延展性，融解點 1100°C ，供鑄鍋釜用。
- (2) 鍛鐵又名熟鐵或鍊鐵 (wrought iron)。將鑄鐵置反射爐中熱之，減少碳之含量在 0.5% 以下者曰鍛鐵。性硬不脆，有延展性，能鍛接，融解點 1600°C ，供製鐵板鐵絲用。
- (3) 鋼 (steel) 將鑄鐵置柏塞麥迴轉爐 (Bessemer converter) 或西門子馬丁氏 (Siemens and Martin) 爐中熱之，使氧化除去其中一部分碳質及雜質即成鋼。含碳 0.5—1.6%，性硬有延展性，富彈力，融解點 $1400-1500^\circ\text{C}$ 。供製刀，劍，鎗，礮，鐵軌，機械等用。

化學表解

(74) 氧化鐵	三氧化二鐵 Fe_2O_3	所在	天然成赤鐵礦而產出。
		製法	將硫酸亞鐵強熱之： $2FeSO_4 \longrightarrow Fe_2O_3 + SO_3 + SO_2$
	性質	為赤褐色粉末。	
	用途	可作顏料(鐵紅散 rouge)及磨玻璃用。	
(75) 氯化鐵	四氧化三鐵 Fe_3O_4	所在	天然成磁鐵礦而產出。
		製法	送水蒸氣於赤熱之鐵，或將鐵置空氣中強熱之： $3Fe + 4H_2O \rightleftharpoons Fe_3O_4 + 4H_2$
		性質	有磁性。
(76) 硫酸鐵	二氯化鐵 $FeCl_2$	溶鐵於鹽酸：	$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2$
	三氯化鐵 $FeCl_3$	加王水於二氯化鐵： $FeCl_2 + Cl \longrightarrow FeCl_3$	為黃色結晶，可以止血。
	硫酸亞鐵 $FeSO_4$	所在	天然產出者曰綠礬(green vitriol)。
(76) 硫酸鐵	硫酸亞鐵 $FeSO_4$	製法	溶鐵於硫酸： $Fe + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2$
		性質	含有七分子結晶水。可用作媒染劑，消毒劑及防臭劑。
	硫酸鐵 $Fe_2(SO_4)_3$	製法	將硫酸亞鐵氧化之： $2FeSO_4 + H_2SO_4 + O \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$
		性質	能與鹼金屬(鉀，鈉，銦等)之硫酸鹽結合成鐵明礬(iron alum) $KFe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 。



(80)
鎳 Ni

所在 純鎳於隕石中見之。多與硫砷化合而產出。
 製法 強熱氧化鎳而用氫還原之：

$$\text{NiO} + \text{H}_2 \longrightarrow \text{Ni} + \text{H}_2\text{O}$$

 性質 鎳為銀白色金屬，富延展性，置空氣中不氧化，故可用鍍銅鐵之面。
 用途 製造合金。

(81)
鎳之化合物

- (1) 氧化鎳 NiO 將二氫氧化鎳熱之即得。帶綠色。
- (2) 二氫氧化鎳 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 將二氯化鎳加氫氧化鉀。
- (3) 二氯化鎳 NiCl_2 將二氫氧化鎳加鹽酸。
- (4) 硝酸鎳 $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ 溶鎳於硝酸。
- (5) 硫酸鎳 NiSO_4 溶氧化鎳於硫酸。
- (6) 碳酸鎳 NiCO_3 將二氯化鎳加碳酸鈣。

(82)
鈷 Co

所在 與鎳同。
 製法 將氧化鈷用氫還原之。
 性質 白色硬金屬，不為溼空氣所變化。
 用途 製造合金，氧化鈷，硝酸鈷多用於製造青色玻璃及磁器。

鈷之化合物 含有結晶水者為紅色，失其結晶水者為青色，可用製隱顯墨 (sympathetic ink)。

- (1) 三氧化二鈷 Co_2O_3 將硝酸亞鈷微熱之。

- (83) 鈷之化合物 {
- (2) 一氧化鈷 CoO 將二氫氧化鈷熱之。
 - (3) 二氯化鈷 CoCl_2 將碳酸亞鈷加鹽酸。
 - (4) 硝酸亞鈷 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 將碳酸亞鈷加硝酸。
 - (5) 硫酸亞鈷 CoSO_4 將碳酸亞鈷加硫酸。
 - (6) 二氫氧化鈷 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 將二氯化鈷加氫氧化鉀。
 - (7) 碳酸亞鈷 CoCO_3 將二氯化鈷加碳酸鈣。

- (84) 錳 Mn {
- 所在 多成軟錳礦 MnO_2 及輝錳礦 Mn_3O_4 等而產出。
- 製法 {
- (1) 用二氧化錳與炭同熱： $\text{MnO}_2 + 2\text{C} \longrightarrow \text{Mn} + 2\text{CO}$
 - (2) 以二氧化錳混鎂或鋁熱之：
 - $\text{MnO}_2 + 2\text{Mg} \longrightarrow \text{Mn} + 2\text{MgO}$
 - $3\text{MnO}_2 + 4\text{Al} \longrightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{Mn}$
- 性質 {
- (1) 錳為灰白色有光澤之金屬，質脆而軟。
 - (2) 空氣中易氧化。
 - (3) 略有磁性，溶解於各種酸類。
 - (4) 能使水蒸氣分解生氫。

- (85) 二氧化錳 MnO_2 {
- 所在 天然產出者為軟錳礦(褐石)。
- 性質 呈黑色，與鹽酸共熱則放出氯(參看氯之製法)。
- 用途 用作氧化劑，又製氧時用之。

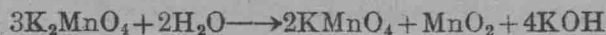
(86)
錳酸鉀
 K_2MnO_4

製法 以二氧化錳，氫氧化鉀及氯酸鉀同熱：



性質 呈綠色，其水溶液煮沸之，或通入二氧化碳或加硝酸熱之，即變成紫色之

高錳酸鉀：



(87)
高錳酸鉀
 $KMnO_4$

製法 以錳酸鉀之水溶液煮沸之，或通入二氧化碳或加硝酸熱之（參看錳酸鉀之性質）。

性質

(1) 為黑紫色結晶。

(2) 與氫氧化鉀同熱，變為綠色錳酸鉀：

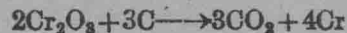


(3) 為極佳氧化劑： $2KMnO_4 \longrightarrow K_2O \cdot 2MnO_2 \cdot 3O$

所在 多成鉻鐵礦 $FeO \cdot Cr_2O_3$ 而產出。

製法 將鉻之氧化物與鋁或鎂或炭共熱之：

(88)
鉻 Cr



- 性質 { (1) 鉻為鋼灰色金屬，質堅不易熔解。
 (2) 不溶於硝酸，而溶於鹽酸及硫酸，同時生氫：

$$2\text{Cr} + 6\text{HCl} \longrightarrow 2\text{CrCl}_3 + 3\text{H}_2$$

$$2\text{Cr} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$$
- 用途 鉻與鐵之合金稱為鉻鋼 (chrom-steel)，用作軍艦之甲板。

- (89) 鉻酸鉀 K_2CrO_4
- 製法 將鉻鐵礦加碳酸鉀而熱之：

$$2(\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3) + 4\text{K}_2\text{CO}_3 + 7(\text{O}) \longrightarrow 4\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{CO}_2$$
- 性質 { (1) 為黃色結晶，易溶於水。
 (2) 加硝酸則變成紅色之一縮二鉻酸鉀

$$2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 2\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$

 (3) 為極佳氧化劑： $2\text{K}_2\text{CrO}_4 \longrightarrow 2\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot 3(\text{O})$

- (90) 一縮二鉻酸鉀 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- 製法 將鉻酸鉀加以硝酸 (參看鉻酸鉀之性質 (2))
- 性質 { (1) 為紅色結晶，易溶於水。
 (2) 加以氫氧化鉀，則變成黃色鉻酸鉀：

$$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{KOH} \longrightarrow 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$

 (3) 為極佳之氧化劑： $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \longrightarrow \text{K}_2\text{O} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot 3(\text{O})$

- (91) 氧化鉻 { (1) 三氧化鉻 CrO_3 將一縮二鉻酸鉀加濃硫酸熱之：

$$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{CrO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$
(2) 三氧化二鉻 Cr_2O_3 三氧化鉻極易分出氧而成三氧化二鉻：

$$2\text{CrO}_3 \longrightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + 3(\text{O})$$

(92) 鉻明礬 $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 為紫色結晶，染色及印花布用之。

- (93) 鎂 Mg { 所在 多成碳酸鹽，硫酸鹽及氯化物而存於岩石及海水中。
製法 { (1) 將二氯化鎂與鈉共熱之： $\text{MgCl}_2 + 2\text{Na} \longrightarrow \text{Mg} + 2\text{NaCl}$
(2) 將二氯化鎂或砂金石 ($\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 熔融而電解之。
性質 { (1) 鎂為銀白色之金屬，有延展性。
(2) 在空氣中熱之，則放白光而燃燒，生白色灰狀之一氧化鎂 MgO 。其光富於化學作用，在暗處或夜間照相用之。
(3) 溶於稀酸則生氫。
(4) 在高溫度極富還原力，能自其他之金屬氧化物中奪取其氧。

- (94) 一氧化鎂 MgO { 製法 將鎂或碳酸鎂燒之即得：

$$\text{Mg} + \text{O} \longrightarrow \text{MgO} \quad \text{MgCO}_3 \longrightarrow \text{MgO} + \text{CO}_2$$
性質 為白色粉末，燒以氫氧焰則熔，冷後成玻璃狀物。其硬度足以截斷玻璃，耐火力甚強，可用以製耐火器具。

- (95) 二氯化鎂 $MgCl_2$ { 製法 海水中含有此物。溶鎂於鹽酸中即得：
 $Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$
 性質 有潮解性，粗鹽之易潮解者，因含有此物。
- (96) 硫酸鎂 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ { 製法 將一氧化鎂或碳酸鎂溶於稀硫酸中
 $MgO + H_2SO_4 \longrightarrow MgSO_4 + H_2O$
 $MgCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow MgSO_4 + H_2O + CO_2$
 性質 有苦味。用作瀉藥。
- (97) 碳酸鎂 $MgCO_3$ { 所在 成白雲石 $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ 礦而產出。
 製法 將硫酸鎂加碳酸鈉熱之：
 $MgSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow MgCO_3 + Na_2SO_4$
 性質 為白色結晶，不溶於水，為牙粉中之重要原料。
- (98) 二氫氧化鎂 $Mg(OH)_2$ { 製法 加鹼類於鎂鹽之水溶液中：
 $MgCl_2 + 2NaOH \longrightarrow Mg(OH)_2 + 2NaCl$
 性質 為白色粉末，熱之則失水而生一氧化鎂。
 所在 多成菱鋅礦 $ZnCO_3$ 及方鋅礦 ZnS 等而產出。
 製法 { 將菱鋅礦或方鋅礦先熱之，使成一氧化鋅，然後混炭入曲頸瓶蒸餾之即得：
 $ZnCO_3 \longrightarrow ZnO + CO_2$ $2ZnS + 3O_2 \longrightarrow 2ZnO + 2SO_2$
 $ZnO + C \longrightarrow Zn + CO$

(99) 鋅 Zn

性質 { (1) 鋅為青白色金屬，性脆。
 (2) 置空氣中表面生鹽基性碳酸鋅，而不及於內部。
 (3) 在空氣中強熱之，呈綠色焰而燃燒。
 (4) 投入稀鹽酸或稀硫酸中則放出氫（純鋅無此作用）。
 (5) 溶於鹼類則化合生氫： $Zn + 2KOH \longrightarrow Zn(OK)_2 + H_2$

用途 (1) 製板蓋屋，(2) 鍍鐵板上名鋅被鐵 (galvanized iron)，可免鐵生鏽，(3) 製合金 (如黃銅青銅)，(4) 製電極，(5) 製造輕氣。

(100) 一氧化鋅 ZnO

製法 將鋅或碳酸鋅熱之：
 $Zn + O \longrightarrow ZnO$ $ZnCO_3 \longrightarrow ZnO + CO_2$

性質及用途 { (1) 為白色粉末，俗稱鋅白 (zinc white)。
 (2) 無毒，遇硫化物不變黑 (與鉛異)。
 (3) 為貴重白色顏料。

(101) 硫酸鋅 ZnSO₄·7H₂O

製法 鋅溶於稀硫酸： $Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2$

性質 { (1) 為白色針狀結晶，含有七分子結晶水，俗稱皓礬。
 (2) 有收斂防腐效能。常供製眼藥之原料。

(102) 二氯化鋅 ZnCl₂

製法 鋅與氯直接化合，或將鋅溶於稀鹽酸：
 $Zn + Cl_2 \longrightarrow ZnCl_2$ $Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$

- (103) 一硫化鋅 ZnS
- 性質 { (1) 易溶於水，其水溶液有消毒防腐效能（木材防腐用之）。
(2) 二氯化鋅與一氧化鋅相混，加水調和，能成極堅硬之質，補牙用之。
- 製法 將二氯化鋅加硫化二銻即得：

$$\text{ZnCl}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \longrightarrow \text{ZnS} + 2\text{NH}_4\text{Cl}$$
- 性質及用途 { (1) 在空氣中熱之，則成一氧化鋅：

$$2\text{ZnS} + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2$$

 (2) 久曝日光中移置暗處能放磷光。
 (3) 用作白色繪料，或繪料底質 (body)。

所在 單體銻甚少，多成一硫化銻（辰砂）HgS 而產出。

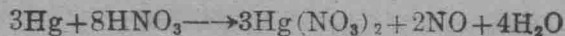
- 製法 { (1) 在空氣中燃燒辰砂： $\text{HgS} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{Hg} + \text{SO}_2$
 (2) 將鐵或石灰與辰砂共熱之：

$$\text{HgS} + \text{Fe} \longrightarrow \text{FeS} + \text{Hg}$$

$$4\text{HgS} + 4\text{CaO} \longrightarrow 3\text{CaS} + \text{CaSO}_4 + 4\text{Hg}$$

(104) 銻 Hg

- 性質 { (1) 在常溫時為銀白色流體（比重 13.596）。
 (2) 易與其他金屬結合成合金，稱銻齊 (amalgam)。
 (3) 在空氣中熱之，則與氧化合成紅色一氧化銻（三仙丹），更赤熱之，仍復原成銻與氧： $\text{Hg} + \text{O} \longrightarrow \text{HgO}$
 (4) 銻不溶解於鹽酸及冷硫酸，而能溶解於硝酸：



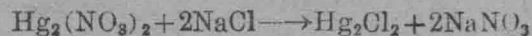
(5) 遇熱膨脹性甚靈敏，故製造溫度計，晴雨計用之。

用途 (1) 製溫度計及晴雨計，(2) 製錄齊，(3) 提鍊金銀，(4) 製醫藥。

(105)
氯化錄

一氯化錄
 Hg_2Cl_2
(又名甘錄)

製法 加食鹽或鹽酸於硝酸亞錄中：



性質 不溶於水，遇硃精水則變黑色：

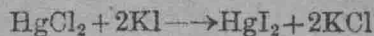


二氯化錄
 HgCl_2
(又名昇錄)

製法 加食鹽於硫酸錄中：

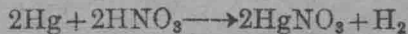


性質 能溶於水，有劇毒，有防腐性；遇碘化鉀成紅色碘化錄：

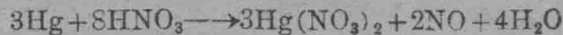


(106)
硝酸錄

硝酸亞錄 HgNO_3 溶錄於冷硝酸：

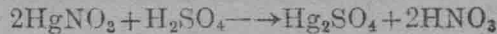


硝酸錄 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 溶錄於熱硝酸：

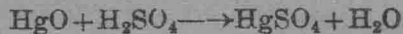


(107)
硫酸錄

硫酸亞錄 Hg_2SO_4 硝酸亞錄中加硫酸：



硫酸錫 HgSO_4 一氧化錫中加濃硫酸熱之：

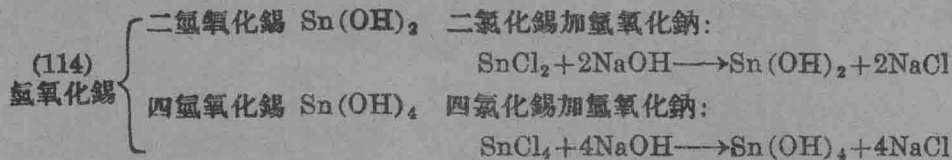
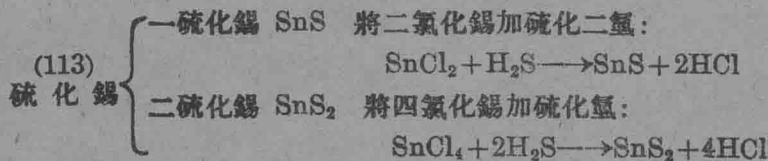
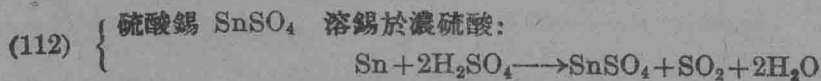
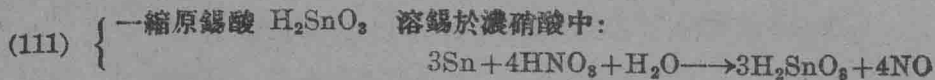


- (108) 錫 Sn
- 所在 多成錫石礦 SnO_2 而產出。
 - 製法 錫石與炭同熱： $\text{SnO}_2 + 2\text{C} \longrightarrow \text{Sn} + 2\text{CO}$
 - 性質
 - (1) 錫為銀白色有光澤金屬。
 - (2) 為金屬中之易融解者(融解點 233°C)。
 - (3) 展性甚大,可鑄成極薄錫箔。
 - (4) 在空氣中無變化,故用以鍍鐵面免其生鏽(俗稱洋鐵)。
 - (5) 對於酸之濃溶液均能溶解:
 - $\text{Sn} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{SnCl}_2 + \text{H}_2$
 - $\text{Sn} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{SnSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 - $3\text{Sn} + 4\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{H}_2\text{SnO}_3 + 4\text{NO}$
 - 用途 製錫箔,洋鐵及各種合金。

無機之部

(109) 二氧化錫 SnO_2 天然產者為錫石。將錫在空氣中灼熱之即得。

- (110) 氯化錫
- 二氯化錫 SnCl_2 溶錫於鹽酸： $\text{Sn} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{SnCl}_2 + \text{H}_2$
 - 四氯化錫 SnCl_4 加二氯化錫於王水中。
 $\text{SnCl}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{SnCl}_4$



所在 多成方鉛礦 PbS 而產出。



(2) 將方鉛礦在空氣中加熱，則一部分氧化成一氧化鉛及硫酸鉛：



製法

其後絕空氣熱之，則未起變化之硫化鉛與氧化鉛及硫酸鉛相作用，而

(115)
鉛 Pb

生單體之鉛：



性質
及用
途

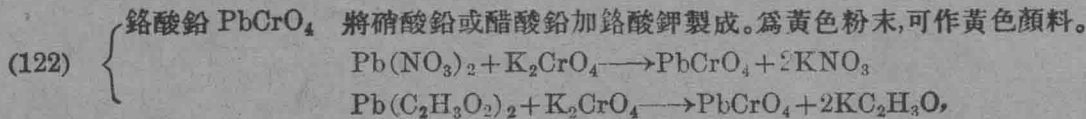
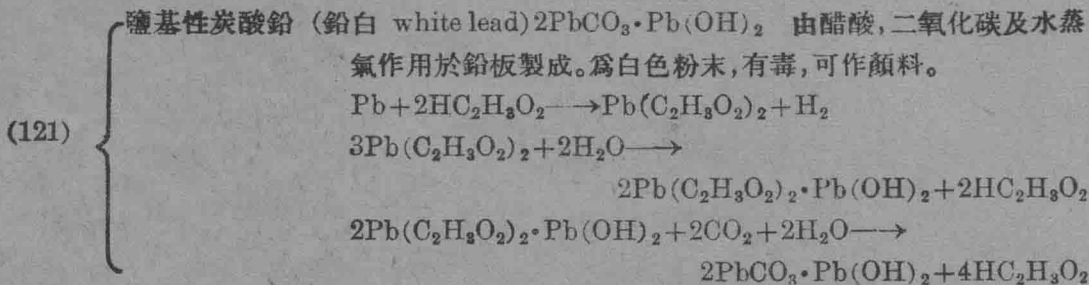
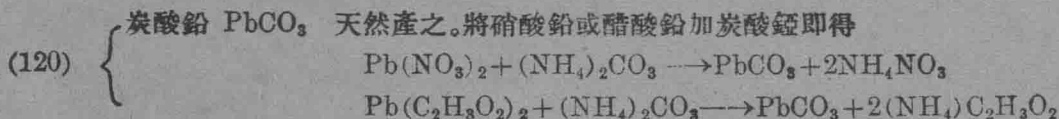
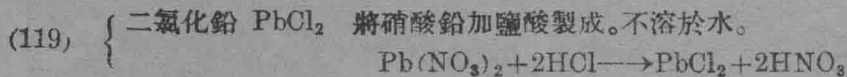
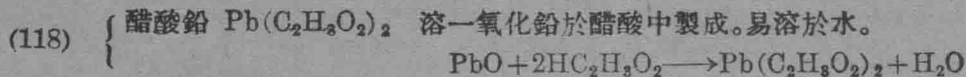
- (1) 鉛為蒼白色之軟金屬，其化合物具有毒性。
- (2) 觸溼空氣，則表面生一氧化鉛 PbO 薄層。
- (3) 能溶於硝酸而不溶於鹽酸及硫酸(因遇鹽酸或硫酸，則生不溶性氯化鉛或硫酸鉛薄層，足妨酸之作用)：
$$3\text{Pb} + 8\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$$
- (4) 鉛與錫熔合可製活字金(參看重要合金表)。
- (5) 鉛因比重大(11.4)可製鎗彈。
- (6) 不受種種藥品之侵犯，故可製化學用具，鉛室及水道管。

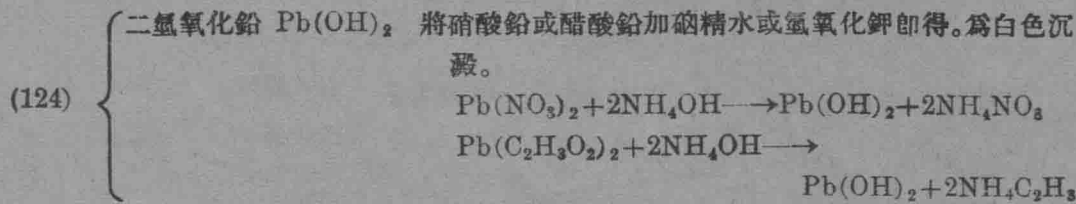
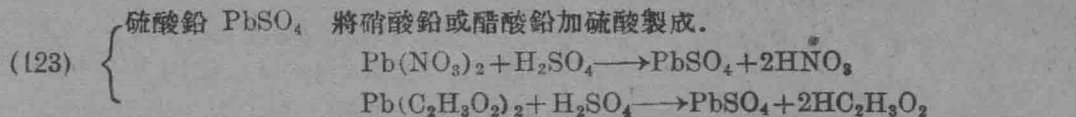
(116)
氧化鉛

- (1) 一氧化鉛(密陀僧) PbO 在空氣中熱鉛至 400°C. 以下製成，為黃色粉末，製鉛玻璃用之。
- (2) 鉛丹 Pb₃O₄ 在空氣中熱鉛至 400°C. 以上製成，為紅色粉末，可作顏料。
- (3) 二氧化鉛 PbO₂ 加硝酸於鉛丹製成，為棕色粉末：
$$\text{Pb}_3\text{O}_4 + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{PbO}_2 + 2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$

(117)

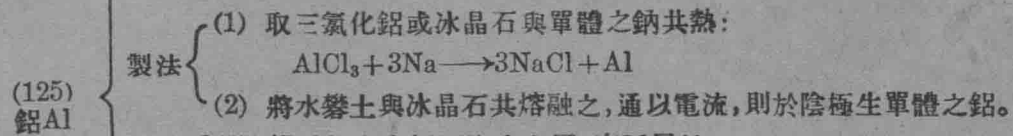
硝酸鉛 Pb(NO₃)₂ 將鉛或一氧化鉛溶化於硝酸即得。易溶於水。
$$\text{PbO} + 2\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$$





無機之部

所在 鋁為土壤岩石之主成分，如剛玉，寶石 Al_2O_3 ，陶土 $Al_2Si_2O_7 \cdot 2H_2O$ ，長石 $KAlSi_3O_8$ ，雲母 $KAlSiO_4$ ，冰晶石 $AlF_3 \cdot 3NaF$ ，水礬土礦 $AlO_3 \cdot 2H_2O$ 等，為鋁之重要化合物。



性質及用途 { (1) 鋁為銀白色輕而堅之金屬。富延展性。
(2) 置空氣中雖受氧化而不及內部。可製日用器具及飛機等。
(3) 溶解於鹼類則生氫： $Al + 3KOH \longrightarrow K_3AlO_3 + 3H$
(4) 與造鹽素或造鹽素化氫共熱，則生造鹽素化鋁。
如 $AlCl_3$ 及 AlF_3

- (5) 能溶於鹽酸： $2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$
- (6) 鋁粉與三氧化二鐵之混合物，稱鋁融接劑 (thermite)，着火則發生 $3000^\circ C$ 溫度。

(126)
三氧化二鋁
 Al_2O_3

所在 純者為剛玉，含鈷者為青寶石，含鉻者為紅寶石。
製法 將三氧化二鋁熱之： $2Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3H_2O$
性質 硬度高可琢磨玉石。

(127)
三氫氧化鋁
 $Al(OH)_3$

製法 用硫酸鋁加氫氧化鈣即得：
 $Al_2(SO_4)_3 + 6NH_4OH \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3(NH_4)_2SO_4$
性質 能呈酸性又能呈鹽基性，如：
 $Al(OH)_3 + 3KOH \rightarrow Al(OK)_3 + 3H_2O$
 $Al(OH)_3 + 3HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + 3H_2O$

陶土 (kaolin) $Al_2Si_2O_7 \cdot 2H_2O$

成因 長石受雨露及空氣中之二氧化碳長時間之作用，即成陶土。
方程式 $(K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2) + 2H_2O \rightarrow (Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O) + K_2O \cdot 4SiO_2$
 $(K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2) + 2H_2O + CO_2 \rightarrow (Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O) + 4SiO_2 + K_2CO_3$

(128) 硅酸鋁 { 正長石 (feldspar) $KAlSi_3O_8$
 雲母 (mica) $KAlSiO_4$
 黏土 (clay) $Al_2O_3 \cdot RO \cdot NSiO_2$ 式中 Al_2O_3 常代以 Fe_2O_3 或 Mn_2O_3 , 其 RO 常為 $K_2O, Na_2O, CaO, MgO, FeO$ 等, 其 N 係數無定, 隨產地而異。

(129) 水 泥 { 製法 焙燒黏土及石灰石之混合物而研究之(或加石膏則固結較緩)。
 (cement) 性質 不溶於水, 加水調和則固結如岩石。
 又名水門 用途 為極佳建築材料, 所謂鐵筋混凝土(reinforced concrete), 即用鐵桿為骨, 水泥為面之物也。
 汀

(130) 水泥成分表

SiO ₂	19-26%	MgO.....	0-5%
Al ₂ O ₃	4-11%	SO ₃	0-2.5%
Fe ₂ O ₃	2-5%	Na ₂ O }	0-3%
CaO.....	58-67%	K ₂ O }	

(131) 明 礬 { 凡鋁之硫酸鹽, 與鹼金屬之硫酸鹽結合, 則成明礬(alum)。媒染用之。
 種類 { 鉀明礬 $K_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3 + 24H_2O \rightarrow 2[KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$ 即普通明礬
 鈉明礬 $Na_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3 + 24H_2O \rightarrow 2[NaAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$
 銨明礬 $(NH_4)_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3 + 24H_2O \rightarrow 2[NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$

(132)
鈣 Ca

所在 常成大理石 CaCO_3 , 石膏 CaSO_4 , 螢石 CaF_2 等礦而產出。

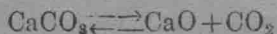
製法 將二氯化鈣 CaCl_2 熔融而電解之。

性質

- (1) 鈣為銀白色金屬。有延展性。
- (2) 投於水 則使水分解生氫。
- (3) 置潮溼空氣中, 則表面生氫氧化鈣。
- (4) 燃燒之, 其火焰呈黃赤色。

(133)
一氧化鈣
CaO
又名生石灰

製法 將石灰石(即碳酸鈣)強熱之:



性質

- (1) 為白色無定形之粉末, 能耐強熱。
- (2) 在空氣中能吸收二氧化碳, 而成碳酸鈣。
$$\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3$$
- (3) 加水則發強熱, 而成熟石灰: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$

(134)
二氫氧化鈣
 $(\text{CaOH})_2$
又名熟石灰

製法 生石灰加水即得。

性質

- (1) 為白色粗鬆粉末, 亦稱消石灰。
- (2) 置空氣中能吸收二氧化碳而成碳酸鈣。
$$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$
- (3) 略能溶解於水。

用途

- (1) 製肥料, (2) 消毒殺蟲, (3) 塗料用, (4) 製漂白粉。

(135)
碳酸鈣
CaCO₃

所在 大理石,石灰石,方解石,霏石,鐘乳石,石筍等皆碳酸鈣也,水中含有之。
製法 通二氧化碳入石灰水中即得。

性質 (1) 強熱之則分解成一氧化鈣及二氧化碳。
(2) 不溶解於純水,而溶於含二氧化碳之水,因其生成可溶性之酸性碳酸鈣也:



無
機
之
部

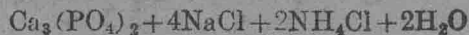
(136)
硫酸鈣
(CaSO₄)
(又名石膏)

所在 天產者,為含有二分子結晶水之生石膏。
製法 以螢石(氟化鈣)與硫酸共熱:



性質 (1) 熱至 110-120°C. 則失去一部分結晶水而成燒石膏 CaSO₄·H₂O。
(2) 將燒石膏和以水,則變為結晶性而硬化,故可用以製造模型,塑像及粉筆等。

所在 天產者為磷灰石[3Ca₃(PO₄)₂·CaF₂]。為動物骨之主成分。
製法 將磷酸氫二鈉與硃精之濃溶液加二氯化鈣即得:



(137)

<p>磷酸鈣 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$</p>	<p>性質</p>	<p>(1) 爲白色固體不溶於水。 (2) 加硫酸則得第一磷酸鈣與硫酸鈣之混合物，俗稱過磷酸石灰 (super-phosphate of lime)，可用作肥料。 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4$</p>
	<p>用途</p>	<p>製磷及肥料。</p>
<p>(138) 二氯化鈣 CaCl_2</p>	<p>製法 性質</p>	<p>石灰石加鹽酸：$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 含有六分子結晶水，熱至 200°C。則變爲白色有孔物質 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$，更熱之則變爲無水物。其無水物在空氣中易吸收水蒸氣。</p>
	<p>用途</p>	<p>極佳乾燥劑。</p>
<p>(139) 二碳化鈣 CaC_2</p>	<p>製法 性質</p>	<p>用骨炭與石灰置電爐中燒之： $\text{CaO} + 3\text{C} \longrightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}$ 二碳化鈣與水作用，則發生電石氣 (acetylene) 氣體。此氣體能燃燒發白光，車燈多用之。 $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$</p>
<p>(140) 硫化鈣 CaS</p>	<p>製法 性質</p>	<p>將硫酸鈣與炭同熱 (爲路布蘭氏製碱法之附產品)： $\text{CaSO}_4 + 2\text{C} \longrightarrow \text{CaS} + 2\text{CO}_2$ 爲淡黃色塊狀。曝日光久之，移置暗處能放磷光，故可用製鐘表及門牌面之字，雖在暗處亦一望瞭然。</p>

(141) 鋇 Ba

所在 多成碳酸鋇 $BaCO_3$ 及硫酸鋇 $BaSO_4$ 而產出，惟不及鈣之多。

製法 將二氯化鋇 $BaCl_2$ 熔融而電解之。

性質 鋇為銀白色金屬，燃燒之其火焰呈黃綠色。化學性質與鈣相似。

化合物

- (1) 一氧化鋇 BaO 溫熱二氧化鋇： $BaO_2 \rightleftharpoons BaO + O$
- (2) 二氧化鋇 BaO_2
 - 製法 將一氧化鋇熱之： $BaO + O \rightleftharpoons BaO_2$
 - 性質 遇硫酸則生二氧化氫：
 $BaO_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + H_2O_2$
- (3) 鋇鹽 加酸於碳酸鋇，則得該酸之鋇鹽：如硫酸鋇 $BaSO_4$ ，二氯化鋇 $BaCl_2$ 及硝酸鋇 $Ba(NO_3)_2$ 是。

(142) 鐳 Sr

所在 多成碳酸鐳 $SrCO_3$ 及硫酸鐳 $SrSO_4$ 而產出，惟不及鈣之多。

製法 將二氯化鐳 $SrCl_2$ 熔融而電解之。

性質 鐳為銀白色金屬，燃燒之其火焰呈深紅色。化學性質與鈣相似。

(143) 鐳 Ra

所在 瀝青鈾礦 (pitch blende) 中含有之，為 1898 年居禮 (Curie) 夫婦所發見。

製法 單體鐳，係 1910 年居禮、厄柏勒 (Ebler) 二氏用特殊方法製取之。

性質

- (1) 能自放光，(2) 能自放熱，(3) 能使空氣變為導電體。
- (4) 能放出數種放射線 (α, β, γ 三種放射線)。
- (5) 逐漸蛻變成多種他元素。

- (144) 鉀 K
- 化合物 { (1) 氯化銻 $RaCl_2$ (4) 氮化三銻 Ra_3N_2
 (2) 溴化銻 $RaBr_2$ (5) 碳酸銻 $RaCO_3$
 (3) 硝酸銻 $Ra(NO_3)_2$ (6) 硫酸銻 $RaSO_4$

所在 無單體存在，多成鹽類而存於地中，海水及植物體中。

- 製法 { (1) 以草木灰(含有碳酸鉀)與木炭混合入鐵器強熱之

$$K_2CO_3 + 2C \longrightarrow 2K + 3CO$$

 (2) 取融解之氫氧化鉀電解之：

$$2KOH \longrightarrow H_2 + O_2 + 2K$$

- 性質 { (1) 爲如蠟之金屬，可以刀切，其新切口有光澤作銀白色。
 (2) 燃燒之發紫色火焰。
 (3) 觸濕空氣即被氧化失光澤，故常貯於石油中。
 (4) 投入水中則放氫： $2K + 2H_2O \longrightarrow 2KOH + H_2$

- 製法 { (1) 投鉀於水。
 (2) 將碳酸鉀與熟石灰置銀器中加熱：

$$K_2CO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2KOH + CaCO_3$$

- (145) 氫氧化鉀
 KOH
- 性質 { (1) 爲白色塊狀結晶，易溶解於水。
 (2) 置空氣中易吸收水分及二氧化碳：

$$2KOH + CO_2 \longrightarrow K_2CO_3 + H_2O$$

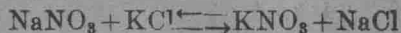
(3) 其水溶液呈強鹽基性，有機物觸之即腐蝕。

(146)
硝酸鉀
KNO₃

用途 製肥皂及其他鉀化合物。

所在 天產者為硝石。

製法 於硝酸鈉溶液中加以氯化鉀：



性質 在空氣中不潮解，為極佳氧化劑： $\text{KNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_2 + \text{O}$

用途 製造火藥，火花用之。

(147) 火藥 { 成分 硝酸鉀 75 份，硫黃 10 份，木炭 15 份之混合物。
燃燒時之變化： $2\text{KNO}_3 + 3\text{C} + \text{S} \rightarrow 3\text{CO}_2 + \text{N}_2 + \text{K}_2\text{S}$

(148) 火花之配合如下表

原 料	綠	紅	黃	青	白
氯酸鉀 KClO ₃	32.7	29.7	—	54.5	—
硫黃 S	9.8	17.2	23.6	—	20
木炭 C	5.2	1.7	3.8	18.1	—
硝酸鉍 Ba(NO ₃) ₂	52.3	—	—	—	—

硝酸銻	$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$	—	45.7	—	—	—
硝酸鈉	NaNO_3	—	—	9.8	—	—
四銲硫酸銅	$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$	—	—	—	27.4	—
硝酸鉀	KNO_3	—	—	62.8	—	6.0
硫化銻	Sb_2S_3	—	5.7	—	—	5
普通火藥		—	—	—	—	15

- (149) 氯酸鉀 KClO_3
- 製法 通綠氣入熱而且濃之氫氧化鉀溶液中：

$$6\text{KOH} + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{KClO}_3 + 5\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$$
- 性質 (1) 加熱則放出氧： $\text{KClO}_3 \longrightarrow \text{KCl} + 3(\text{O})$
 (2) 氯酸鉀與赤磷或與硫黃混和，微擊之即炸裂。
- 用途 爲氧化劑，製造火柴，火花用之。
- (150) 碳酸鉀 K_2CO_3
- 製法 將草木灰浸出之液蒸發之即得。
- 性質 其水溶液呈強鹼基性：

$$\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{KOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$
- 用途 製造玻璃及其他要藥用之。

- (151) 氰化鉀
KCN
- 製法 將亞鐵氰化鉀(黃血鹽)與鉀同熱:

$$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 + 2\text{K} \longrightarrow 6\text{KCN} + \text{Fe}$$
- 性質 易溶於水, 顯毒。
- 用途 分析化學中多用之。
- (152) 氯化鉀
KCl
- 所在 海水中含有之。
- 製法 { (1) 將鹽酸與氫氧化鉀中和: $\text{KOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
 (2) 從岩鹽礦中採取之。
- 性質 與食鹽相似。
- (153) 溴化鉀
KBr
- 製法 加溴於氫氧化鉀溶液中, 蒸發之至乾, 再加木炭熱之:

$$6\text{KOH} + 3\text{Br}_2 \longrightarrow 5\text{KBr} + \text{KBrO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{KBrO}_3 + 3\text{C} \longrightarrow \text{KBr} + 3\text{CO}$$
- 性質及用途 與氯化鉀相似。醫藥上用之。
- (154) 碘化鉀
KI
- 製法 加碘於氫氧化鉀溶液中, 蒸發之至乾, 再加木炭熱之:

$$6\text{KOH} + 3\text{I}_2 \longrightarrow 5\text{KI} + \text{KIO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{KIO}_3 + 3\text{C} \longrightarrow \text{KI} + 3\text{CO}$$
- 性質及用途 與氯化鉀相似醫藥上用之。

(155)
鈉 Na

所在 多成鹽類，廣布於岩鹽，海水及海草中。

製法

- (1) 熔融氫氧化鈉而電解之： $2\text{NaOH} \longrightarrow \text{H}_2 + \text{O}_2 + 2\text{Na}$
- (2) 碳酸鈉與木炭混合熱之： $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{C} \longrightarrow 2\text{Na} + 3\text{CO}$

性質

- (1) 鈉為柔軟如蠟之金屬，可以刀切，新切口呈銀白色。
- (2) 燃燒之呈黃色火焰。
- (3) 投入水中使水分解而生氫：
 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$
- (4) 觸溼空氣即被氧化失光澤。宜貯於石油中。

(156)
氫氧化鈉
NaOH

製法

- (1) 投鈉於水。
- (2) 將食鹽水溶液電解之。
- (3) 以碳酸鈉與熟石灰同熱：
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{CaCO}_3$

性質

- (1) 為白色結晶。易溶於水。
- (2) 置空氣中易吸收水分及二氧化碳：
 $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- (3) 其水溶液呈鹼基性，有機物觸之即被腐蝕。

用途

工業上用之極廣。

(157)
硝酸鈉
NaNO₃

所在 盛產於南美洲智利國，故又名智利硝石。

性質 { (1) 置空氣中易潮解，故不能用製火藥。
(2) 與硫酸同熱即得硝酸：

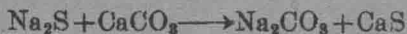
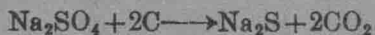
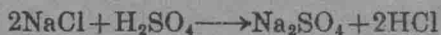


用途 製造硝酸，硫酸及肥料用之。

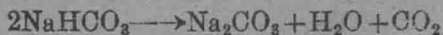
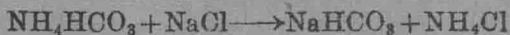
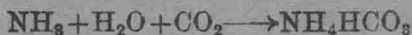
無
機
之
部

(158)
碳酸鈉
Na₂CO₃

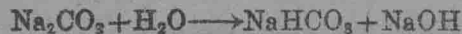
製法 { (1) 路布蘭氏法 (Le-Blanc process) 取食鹽，硫酸，木炭又碳酸鈣混合熱之：



(2) 索爾未氏法 (Solvay process) 通硝精氣，二氧化碳及水蒸氣於食鹽濃溶液中製成：



性質 { (1) 為無色斜柱狀結晶，含有十分子結晶水。
(2) 久置空氣中，則風化而成白色粉末。
(3) 其水溶液呈強鹼性：



(4) 灼熱之，則放出二氧化碳，故製造汽水，麵包及救火器用之。

用途 製造玻璃，肥皂，汽水，啤酒，麵包及其他化學工業用之。

(1) 硼砂 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 天然產之，加熱先膨脹，繼成透明玻璃球 (B_2O_3)，此 B_2O_3 ，能與金屬氧化物共熔成有色玻璃球。名曰硼砂球試驗法。

(2) 小天地鹽 $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 遇熱則放出水分及 NH_3 而成 NaPO_3 ，此 NaPO_3 於高溫時能與各種金屬氧化物化合成有色複鹽。

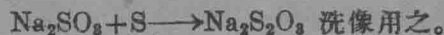


(3) 硫酸鈉(芒硝) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 食鹽加硫酸製成。

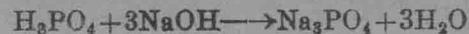
(4) 亞硫酸鈉 $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 通二氧化硫氣體入氫氧化鈉溶液中：



(5) 一硫硫酸鈉 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 亞硫酸鈉與硫黃同熱：

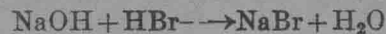


(6) 磷酸鈉 Na_3PO_4 將磷酸加氫氧化鈉：



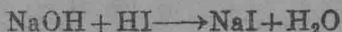
(7) 氯化鈉(即食鹽，見前)

(8) 溴化鈉 NaBr 加溴化氫於氫氧化鈉：



(159)
其他鈉化合物

(9) 碘化鈉 NaI 加碘化氫於氫氧化鈉：



(160)
氯化銻
 NH_4Cl

- 製法 { (1) 將礆精與氯化氫直接化合： $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{Cl}$
 (2) 加鹽酸於氫氧化銻溶液中：

$$\text{NH}_4\text{OH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$$
- 性質 { (1) 爲白色固體，又名礆砂。
 (2) 易溶於水，熱之則昇華。
 (3) 加強熱，則分解成礆精及氯化氫： $\text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow \text{NH}_3 + \text{HCl}$

(161)
硫化銻
 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$

- 製法 通硫化氫入礆精水中：

$$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{NH}_4\text{HS}$$

$$\text{NH}_4\text{HS} + \text{NH}_3 \longrightarrow (\text{NH}_4)_2\text{S}$$
- 性質 純粹者爲無色液體，久置空氣中，則硫黃因氧化而析出成黃色之多硫化銻

$$(\text{NH}_4)_2\text{S}_3。$$

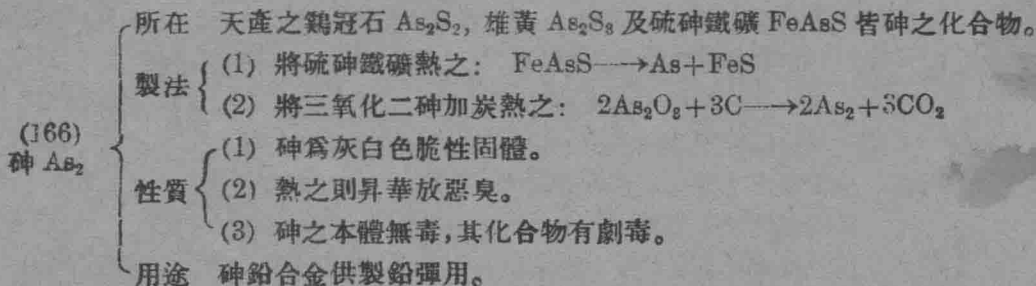
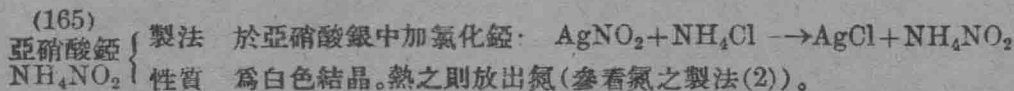
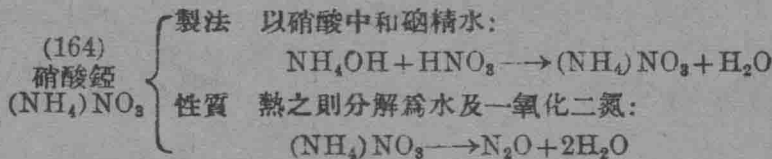
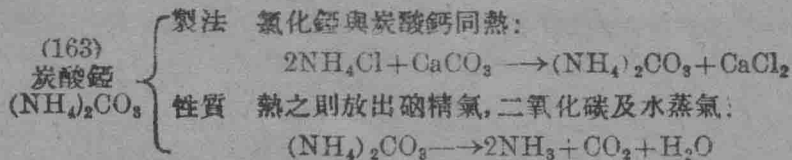
$$(\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{O} \longrightarrow 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{S}$$

(162)
硫酸銻
 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

- 製法 以硫酸中和礆精水而蒸發之：

$$2\text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$$
- 性質 爲無色結晶。可作肥料。

無
機
之
部



(167) 氧化砷 { 三氧化二砷 As_2O_3 砷在空氣中燃燒即得，俗稱砒霜。不溶於水，易溶於鹽酸，為白色粉末，有劇毒，中之者可用鷄蛋白，牛乳或氧化鎂解之。
五氧化二砷(又名砷酐) As_2O_5 將砷酸熱之：
$$2H_3AsO_4 \longrightarrow As_2O_5 + 3H_2O$$

(168) 砷酸 { 砷酸 H_3AsO_4 將三氧化二砷加硝酸熱之：
$$As_2O_3 + 2HNO_3 + 2H_2O \longrightarrow 2H_3AsO_4 + N_2O_3$$

三縮二原砷酸 $H_4As_2O_7$ 將砷酸熱之： $2H_3AsO_4 - H_2O \longrightarrow H_4As_2O_7$
二縮原砷酸 $HAsO_3$ 將三縮二原砷酸熱之：
$$H_4As_2O_7 - H_2O \longrightarrow 2HAsO_3$$

(169) 砷化三氫 AsH_3 { 製法 溶三氧化二砷於鹽酸，加入氫之發生器中即得：
$$As_2O_3 + 6H_2 \longrightarrow 2AsH_3 + 3H_2O$$

性質 為無色有蒜臭劇毒氣體，燃燒之呈青色火焰，覆以冷瓷杯得黑斑，可用次氯酸鈉或漂白粉洗去之。
$$2AsH_3 + 3O_2 \longrightarrow As_2O_3 + 3H_2O$$

$$2AsH_3 + 3(O) \longrightarrow As_2 + 3H_2O$$

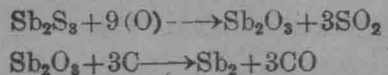
所在 多成輝銻礦 Sb_2S_3 而產出。

(1) 取輝銻礦與鐵共熱： $Sb_2S_3 + 3Fe \longrightarrow 3FeS + Sb_2$

(2) 將輝銻礦在空氣中燒之使成氧化銻，再與木炭共熱，則銻還原析出：

(170) 銻 Sb₂

製法



性質

- (1) 銻為銀白色脆性金屬。
- (2) 置空氣中無變化，與造鹽素直接化合則發火花。
- (3) 熱則收縮，冷則膨脹，利用此性質與鉛結合製合字金。
- (4) 不溶於稀鹽酸及稀硫酸，而溶於熱而濃之鹽酸，硫酸及硝酸。

三氧化二銻 Sb₂O₃ 將銻在空氣中燃燒之，或溶於硝酸中。為白色粉末。



銻化三氫 SbH₃ 製法與砷化三氫相似，惟其火焰呈紫色。所得黑斑不能用次氯酸鈉或漂白粉洗去之。

三氯化銻 SbCl₃ 銻與氯直接化合，或將三氧化二銻溶解於鹽酸：



(171) 銻之化合物

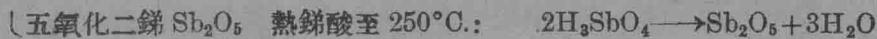
種類

- 銻酸 H₃SbO₄ 銻酸鉀加硝酸：

$$\text{K}_3\text{SbO}_4 + 3\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{H}_3\text{SbO}_4 + 3\text{KNO}_3$$
- 三縮二原銻酸 H₄Sb₂O₇ 熱銻酸至100°C.：

$$2\text{H}_3\text{SbO}_4 - \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_4\text{Sb}_2\text{O}_7$$
- 二縮原銻酸 HSbO₃ 熱銻酸至200°C.：

$$2\text{H}_3\text{SbO}_4 - 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HSbO}_3$$



- (172) 銻 Bi_2
- 所在 銻有單體存在，或成氧化銻及硫化銻而產出。
- 製法 熱硫化銻使成氧化銻，再與木炭同熱，則銻還原析出（與銻之製法(2)同）。
- 性質
- (1) 銻為灰白色脆性金屬。
 - (2) 在空氣中無變化，熱之則成三氧化二銻。
 - (3) 融解點低 ($268^\circ C.$)，供製融點低之合金。
 - (4) 鹽酸及稀硫酸皆不能侵蝕，與濃硫酸同熱生硫酸銻，又溶於硝酸生硝酸銻：
 $Bi_2 + 6H_2SO_4 \longrightarrow Bi_2(SO_4)_3 + 6H_2O + 3SO_2$
 $Bi_2 + 8HNO_3 \longrightarrow 2Bi(NO_3)_3 + 4H_2O + 2NO$

無機之部

- (173) 銻之合金
- (1) 武德合金 (Wood's metal) 銻 4, 鉛 2, 錫 1, 鎘 1, 融解點 $65^\circ C.$ 。
 - (2) 羅斯合金 (Rose's metal) 銻 2, 錫 1, 鉛 1, 融解點 $94^\circ C.$ 。

- (174) 銻之化合物
- 三氧化二銻 Bi_2O_3 燃銻以製之。
- 三氯化銻 $BiCl_3$ 溶三氧化二銻於鹽酸：
 $Bi_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2BiCl_3 + 3H_2O$
- 硝酸銻 $Bi(NO_3)_3$ 溶三氧化二銻於硝酸：
 $Bi_2O_3 + 6HNO_3 \longrightarrow 2Bi(NO_3)_3 + 3H_2O$

(175)
其他化學術語

- (1) 加水分解 凡鹽類遇水生成鹽基與酸之現象，曰加水分解(hydrolysis)。如：

$$\text{BiCl}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Bi}(\text{OH})_2\text{Cl} + 2\text{HCl}$$

$$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Bi}(\text{OH})_2\text{NO}_3 + 2\text{HNO}_3$$
- (2) 可逆反應(reversible reaction) 即正逆兩可之化學變化也。如：
 (a) $\text{Hg} + \text{O} \rightleftharpoons \text{HgO}$
 (b) $3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{O}_3$
 (c) $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2$
 (d) $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$
- (3) 化學平衡 凡一種化學變化，其正逆兩反應間達兩不進行之狀態時，稱為化學平衡(chemical equilibrium)。
- (4) 結晶水 有種結晶性物質往往含有水分，此水名曰結晶水(water of crystallization)(參看硼砂，硫酸銅)。
- (5) 風化 凡結晶物質在空氣中，能放出結晶水而變乾粉者，謂之風化(efflorescence)。硫酸鈉有此性質。
- (6) 潮解 物質置空氣中能吸收水蒸氣而自溶解者，謂之潮解(deliquescence)。二氯化鈣有此性質。
- (7) 昇華 凡固體物質受熱不變液體而逕變氣體，此氣體遇冷復逕變固體者，謂之昇華(sublimation)。氯化銦，樟腦，砷有此性質。

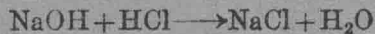
(8) 接觸作用 凡藉他物為媒介使化學變化大增其速度，且他物毫無變化者，謂之接觸作用(catalysis)。如利用白金石棉製造三氧化硫 SO_3 是也。

(9) 接觸劑 (或作觸媒) 使化學變化加速而自身無變化之媒介物，謂之接觸劑(catalyser)。如用氯酸鉀製氧，而以二氧化錳作接觸劑，及製造三氧化硫之用白金石棉作接觸劑是也。

(10) 置換 化合物 AB 之一成分 A 或 B 為他成分 C 所替代而生新物質 AC 或 BC 之作用，稱為置換(substitution)。如：



(11) 複分解 二種或二種以上之化合物相作用，其中之各某元素彼此互相易位，而成其他二種或二種以上之新化合物之變化，曰複分解(double decomposition)。如：



$$(1) \text{ 原子量} = \frac{6.4}{\text{比熱}}$$

$$(2) \text{ 分子量} = 2 \times \text{蒸氣密度} \quad \text{蒸氣密度} = \frac{\text{蒸氣之重量(單位體積)}}{\text{輕氣之重量(單位體積)}}$$

(3) 已知某氣體在 0 度時之體積為 V_0 而求其在 t 度時之體積 V 之公式：

$$V = V_0 \left(1 + \frac{t}{273} \right)$$

(4) 已知某氣體在 t 度時之體積為 V 而求其在 0 度時之體積 V_0 之公式:

$$V_0 = \frac{273V}{273+t}$$

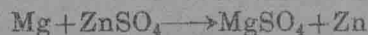
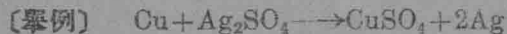
(5) 氣體體積與壓力關係之公式: $VP = V'P'$

(6) 氣體在標準溫度及標準壓力時應佔之體積之公式: $V_s = \frac{273V'P'}{760(273+t)}$

(177) 金屬活動性次序表

- | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. 鉀 | 2. 鈉 | 3. 鋰 | 4. 鈣 | 5. 鎂 | 6. 鋁 | 7. 錳 | 8. 鋅 |
| 9. 鉻 | 10. 鎳 | 11. 鐵 | 12. 鈷 | 13. 鎳 | 14. 錫 | 15. 鉛 | 16. 氫 |
| 17. 銅 | 18. 砷 | 19. 銻 | 20. 銻 | 21. 銻 | 22. 銀 | 23. 鉑 | 24. 金 |

[說明] 在上表下位之金屬鹽溶液中, 若浸以上位之金屬時, 則上位之金屬常溶為離子, 而溶液中之下位金屬離子, 常成游離狀金屬而析出。



(178) 重要元素之原子價表

一價元素		二價元素		三價元素		四價元素	五價元素	六價元素	
氫	氟	鎂	鉛	第一錫	硼	第二鐵	碳	氮	硫黃

鈉	氯	鈣 第二銅 第一鈷	鋁	第二錳	硅	磷	鉻
鉀	溴	銻 第二錒	氮	第二鎳	鉑	第二砷	
銀	碘	鎳 第一鐵	磷	第二鈷	第二錫	第二銻	
第一銅		銻 第一鉻	第一砷	第二金	硫黃	第二鉍	
第一錒		鋅 第一錒	第一銻				
第一金		氧 第一鎳	第一銻				

無機之部

(179) 氣體物質溶解於水中之量之比較表

(於標準狀況時每一呎之水能溶解之數)

矽精	1298.9 呎
氯化氫	506.0 呎
二氧化硫	79.79 呎
硫化氫	4.37 呎
二氧化碳	1.713 呎
氧	0.0496 呎
氮	0.0233 呎

氫

0.0214呷

(180) 各種氣體物質於標準狀況時一呷之重量表

化
學
表
解

乙炔(電石氣)	1.1621 克	氟化氫	0.8930克
空氣	1.2928 克	硫化氫	1.5392克
矽精	0.7708 克	氬(krypton)	3.7080克
氫(argon)	1.7809 克	甲烷(methane)	0.7168克
二氧化碳	1.9768 克	氖(neon)	0.9002克
一氧化碳	1.2504 克	一氧化氮	1.3402克
氯	3.1674 克	氮	1.2507克
氟	1.6970 克	一氧化二氮	1.9777克
氦(helium)	0.1782 克	氧	1.4200克
氫	0.88987克	二氧化硫	2.9266克
氯化氫	1.6398 克	氙(xenon)	5.8510克
碇化氫	1.2306 克		

(181) 指示劑表

指 示 劑	酸 溶 液	鹼 溶 液
石蕊色質 (litmus)	紅	藍
酚醇試藥 (phenol-phthalein)	無色	紫紅
甲基橙 (methyl orange)	紅	黃
剛果紅 (congo red)	藍	紅

無機之部

(182) 單位

- (1) 長
- 呎(公尺) meter (m.)
 - 粉(公寸) decimeter (dcm.)
 - 厘(公分) centimeter (cm.)
 - 耗(公釐) millimeter (mm.)
 - 料(公丈) dekameter (dkm.)
 - 秬(公引) hectometer (hm.)
 - 紆(公里) kilometer (km.)

(2) 量數 以長三次乘之即得。

立方厘(立方公分) cubic centimeter (cc.)

罇(公升) litre (l.)

(3) 衡數 以克(公分)爲標準,即在 4°C. 時一立方厘米清水之重。

克(公分) gram (g.)

尙(公釐) decigram (dg.)

厘(公毫) centigram (cg.)

毫(公絲) milligram (mg.)

鈞(公錢) dekagram (dkg.)

兩(公兩) hectogram (hg.)

斤(公斤) kilogram (kg.)

有機之部

有機之部

(1) 有機化合	脂肪族化合物 (aliphatic compounds)	烷屬 (paraffins)	C_nH_{2n+2}
		烯屬 (olefines)	C_nH_{2n}
		炔屬 (acetylenes)	C_nH_{2n-2}
		醇類 (alcohols)	$C_nH_{2n+1}OH$
		醚類 (ethers)	$(C_nH_{2n+1})_2O$
		硫醇類 (mercaptans)	$C_nH_{2n+1}SH$
		硫醚類 (thio-ethers)	$(C_nH_{2n+1})_2S$
		醛類 (aldehydes)	$C_nH_{2n+1}CHO$
		酮類 (ketones)	$(C_nH_{2n+1})_2CO$
		脂酸類 (fatty acids)	$C_nH_{2n+1}COOH$
		鹽類 (有機鹽) (esters)	
		烴鹵類 (amines)	$C_nH_{2n+1}NH_2$
		碳水化合物類 (carbohydrates)	
蛋白質類 (albumins)			

物之分類

芳香族化合物
(aromatic
compounds)

烴屬 (benzene)

烴醇類 (phenols) 如石炭酸 (carbolic acid) $C_6H_5 \cdot OH$

芳香醇類 (aromatic alcohols) 如烴甲醇 (benzyl alcohol)
 $C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot OH$

芳香醛類 (aromatic aldehydes) 如烴甲醛 (benzyl aldehyde)
 $C_6H_5 \cdot CHO$

芳香酮類 (aromatic ketones) 如乙酰烴 (aceto-phenone)
 $C_6H_5 \cdot CO \cdot CH_3$

芳香酸類 (aromatic acids) 如烴甲酸 (benzoic acid) 即安息
酸 $C_6H_5 \cdot COOH$

芳香煙鹵類 (aromatic amines) 如烴鹵 (aniline) $C_6H_5 \cdot NH_2$

植物鹼類 (alkaloids)

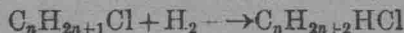
公式 C_nH_{2n+2}

製法

(1) 以脂酸類之鈉鹽或鉀鹽與苛性鉀乾餾:



(2) 以烷屬造鹽素置換體用新生氫還原之:



(2)

- 烷屬 { 性質 { (1) 烷屬化合物不受濃酸及氧化劑之作用。
 (2) 其中氫原子可與造鹽素置換得烷屬造鹽素置換體。
 (3) 其公式中之 N 數若為 1 至 4 時，為可燃性氣體，5 至 16 時，為無色液體，16 以上時為固體。

(3) 低級烷屬表

CH_4	甲烷 (methane)	C_7H_{16}	庚烷 (heptane)
C_2H_6	乙烷 (ethane)	C_8H_{18}	辛烷 (octane)
C_3H_8	丙烷 (propane)	C_9H_{20}	壬烷 (nonane)
C_4H_{10}	丁烷 (butane)	$C_{10}H_{22}$	癸烷 (decane)
C_5H_{12}	戊烷 (pentane)	$C_{11}H_{24}$	十一碳烷 (undecane)
C_6H_{14}	己烷 (hexane)		

(4) 烷基表 凡由烷減去一原子氫則成烷基 (alkyl)。

CH_3	甲基 (methyl)	C_7H_{15}	庚烷基 (heptyl)
C_2H_5	乙烷基 (ethyl)	C_8H_{17}	辛烷基 (octyl)
C_3H_7	丙烷基 (propyl)	C_9H_{19}	壬烷基 (nonyl)

C_4H_9 丁烷基 (Butyl)	$C_{10}H_{21}$ 癸烷基 (decyl)
C_5H_{11} 戊烷基 (pentyl)	$C_{11}H_{23}$ 十一碳烷基 (undecyl)
C_6H_{16} 己烷基 (hexyl)	

(15) 石油

產地 美國, 俄國, 中國之陝西, 日本之越後北海道。

成因 古代動植物埋沒土中, 腐敗後, 受壓力及溫度之作用而成。

- 成分
- (1) 美國產 多含烷屬碳氫化合物 C_nH_{2n+2} 。
 - (2) 俄國產 多含烯屬 C_nH_{2n} 及炔屬 C_nH_{2n-6} 。
 - (3) 日本產 為美俄兩種油之混合物

- 分餾
- (1) 揮發油
 - 甲 在 $30-150^\circ C.$ 以下分餾而得者。
 - 乙
 - (1) 含有 C_5H_{12} 至 C_9H_{20} 之碳氫化合物。
 - (2) 能溶解脂肪, 故可用作溶劑及去油劑。

- (2) 燈油
 - 甲 在 $150-300^\circ C.$ 之間分餾而得者。
 - 乙 含有 C_9H_{20} 至 $C_{17}H_{36}$ 之碳氫化合物。

(3) 重油 在 $300^\circ C.$ 以上分餾而得者, 黏性極富。

(4) 瀝青 (pitch) 分餾石油最後所得之黑色黏稠質, 塗木面可防腐爛, 修路及建築多用之。

(6)
分餾重油
之產品

- | | | | |
|---|---------|---|----------------------|
| { | (1) 機械油 | 甲 | 最初餾出者。 |
| | | 乙 | 塗擦機械可減摩擦。 |
| | (2) 石油脂 | 甲 | 次於機械油而餾出者，為白色或黃色糊狀物。 |
| | | 乙 | 製膏藥，又塗於金屬表面可免氧化。 |
| | (3) 石蠟 | 甲 | 最後餾出者，係白色蠟狀固體。 |
| | | 乙 | 製造蠟燭多使用之。 |

(7)
烯屬

- | | | |
|---|----------------|---|
| { | 公式 C_nH_{2n} | |
| | 製法 | (1) 以烷屬造鹽素置換體加苛性鉀之酒精溶液熱之：
$C_nH_{2n+1}Cl + KOH \rightarrow C_nH_{2n} + KCl + H_2O$ |
| | | (2) 加硫酸於醇類中使縮去一部分水即得：
$C_nH_{2n+1}OH \rightarrow C_nH_{2n} + H_2O$ |
| | 性質 | (1) 烯屬係不飽和化合物，含有二重價標 (double bond)。 |
| | | (2) 在常溫時能與造鹽素或造鹽素化氫化合成飽和體。 |
| | | (3) 用新生氫處理之則成烷屬：
$C_nH_{2n} + H_2 \rightarrow C_nH_{2n+2}$ |
| (4) 能燃燒呈有光輝火焰，若與氧混合燃燒之則爆鳴。 | | |
| (5) 其公式中之 n 係數在 5 以下者為氣體，5 以上者為液體或固體。 | | |

(8) 低級烯屬表

化
學
表
解

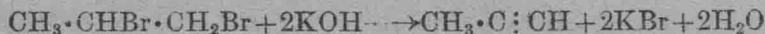
C_2H_4	乙烯 (ethylene)	C_8H_{16}	辛烯 (octylene)
C_3H_6	丙烯 (propylene)	C_9H_{18}	壬烯 (nonylene)
C_4H_8	丁烯 (butylene)	$C_{10}H_{20}$	癸烯 (decylene)
C_5H_{10}	戊烯 (amylene)	$C_{11}H_{22}$	十一碳烯 (undecylene)
C_6H_{12}	己烯 (hexylene)	$C_{12}H_{24}$	十二碳烯 (dodecylene)
C_7H_{14}	庚烯 (hetylene)		

(9) 炔屬

公式 C_nH_{2n-2}

製法

以烯屬之一造鹽素置換體或烷屬之二造鹽素置換體與苛性鉀之酒精溶液同熱：

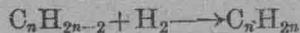


性質

(1) 炔屬係不飽和化合物，式中含有三重價標 (triple bond)。

(2) 多為無色氣體，或易發揮液體，具特別臭味。

(3) 能直接與造鹽素或造鹽素化氫或新生氫作用而成飽和化合物：



(10) 炔屬表

C_2H_2	乙炔(acetylene)	C_7H_{12}	庚炔(oenanthylidene)
C_3H_4	丙炔(allylene)	C_8H_{14}	辛炔(caprylidene)
C_4H_6	丁炔(erotonylene)	$C_{10}H_{18}$	癸炔(decenylyene)
C_5H_8	戊炔(valerylene)	$C_{15}H_{28}$	十五碳炔(benylene)
C_6H_{10}	己炔(hexoylene)	$C_{16}H_{30}$	十六碳炔(cetenylene)

有機之部

(11) 醇類

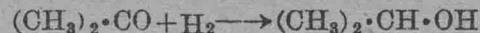
公式 $C_nH_{2n+1}OH$

製法

(1) 烷屬之造鹽素置換體與苛性鉀之水溶液同熱:



(2) 以醛類或酮類與新生氫作用:

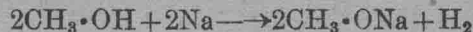


(3) 蒸餾木材得甲醇(木醇), 糖汁加釀母使發酵蒸餾之得乙醇(酒精)。

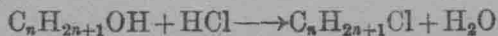
性質

(1) 為無色輕液體, 燃燒之呈青色火焰, 能與水混和, 為最佳溶劑。

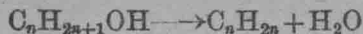
(2) 能與鈉或鉀作用放出氫:



(3) 與酸類作用得醴類(有機鹽):

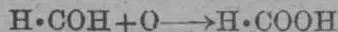


(4) 縮去一分子水得烯屬：



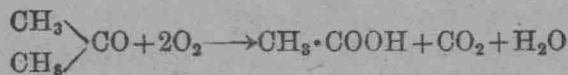
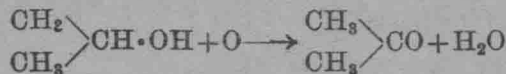
第一醇類(primary alcohols) 含有($-CH_2 \cdot OH$), 氧化之初成醛類, 繼成脂酸

類:



第二醇類(secondary alcohols) 含有($>CH \cdot OH$), 氧化之初成酮類, 繼成脂酸

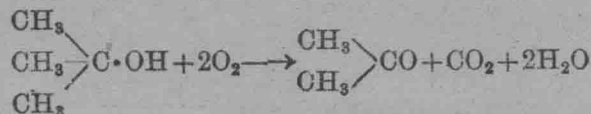
類:

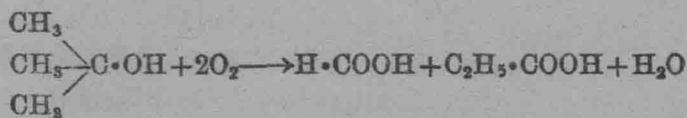


(12)
醇之分類

第三醇類(tertiary alcohols) 含有($\geq C \cdot OH$), 氧化之則成酮類或脂酸類含碳

較少之化合物:





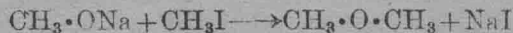
(13) 醇類表

$\text{CH}_3 \cdot \text{OH}$	甲醇 (methyl alcohol)
$\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{OH}$	乙醇 (ethyl alcohol)
$\text{C}_3\text{H}_7 \cdot \text{OH}$	丙醇 (propyl alcohol)
$\text{C}_4\text{H}_9 \cdot \text{OH}$	丁醇 (butyl alcohol)
$\text{C}_5\text{H}_{11} \cdot \text{OH}$	戊醇 (amyl alcohol)
$\text{C}_6\text{H}_{13} \cdot \text{OH}$	己醇 (hexyl alcohol)
$\text{C}_7\text{H}_{15} \cdot \text{OH}$	庚醇 (heptyl alcohol)
$\text{C}_8\text{H}_{17} \cdot \text{OH}$	辛醇 (octyl alcohol)
$\text{C}_9\text{H}_{19} \cdot \text{OH}$	壬醇 (nonyl alcohol)
$\text{C}_{10}\text{H}_{21} \cdot \text{OH}$	癸醇 (decyl alcohol)
$\text{C}_{11}\text{H}_{23} \cdot \text{OH}$	十一碳醇 (hendecetyl alcohol)
$\text{C}_{12}\text{H}_{25} \cdot \text{OH}$	十二碳醇 (dodecyl alcohol)

(14) 醚類

公式 $(C_nH_{2n+1})_2O$ 或 $R-O-R'$ [R 表烷基 C_nH_{2n+1}]

製法 (1) 以醇類之鈉或鉀鹽與烷屬之造鹽素置換體同熱即得:

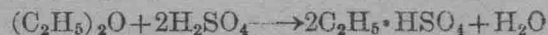


(2) 用硫酸處理醇類。

性質 (1) 公式中之二個烷基 (C_nH_{2n+1}), 有同樣者有不同樣者, 前者謂之同烷基醚, 後者謂之異烷基醚。

(2) 二乙醚為輕液體, 易揮發, 為有機溶劑。

(3) 與濃酸作用得有機鹽:



(15) 醚類表

$CH_3 \cdot O \cdot CH_3$	二甲醚 (dimethyl ether)
$C_2H_5 \cdot O \cdot C_2H_5$	二乙醚 (diethyl ether)
$C_3H_7 \cdot O \cdot C_3H_7$	二丙醚 (dipropyl ether)
$C_4H_9 \cdot O \cdot C_4H_9$	二丁醚 (dibutyl ether)
$C_5H_{11} \cdot O \cdot C_5H_{11}$	二戊醚 (diamyl ether)

(16) 硫醇類

公式 $C_nH_{2n+1}SH$

製法 以烷屬之造鹽素置換體與氫硫化鉀作用即得：

$$C_nH_{2n+1}X + KSH \longrightarrow C_nH_{2n+1}SH + KX$$

性質 多為惡臭液體，具微酸性，能燃燒，可與鉀鈉置換得硫醇之鉀鈉化合物(如 $CH_3 \cdot SK$ 及 $C_2H_5 \cdot SNa$)。

舉例 { $CH_3 \cdot SH$ 甲硫醇(methyl mercaptan)
 $C_2H_5 \cdot SH$ 乙硫醇(ethyl mercaptan)

(17) 含硫醚類

公式 $(C_nH_{2n+1})_2S$

製法 將醚類與五硫化二磷同熱：

$$5(C_nH_{2n+1})_2O + P_2S_5 \longrightarrow 5(C_nH_{2n+1})_2S + P_2O_5$$

性質 為無色惡臭液體，不能與鉀鈉置換。

舉例 { $CH_3 \cdot S \cdot CH_3$ 二甲硫醚(dimethyl thio-ether)
 $C_2H_5 \cdot S \cdot C_2H_5$ 二乙硫醚(diethyl thio-ether)

公式 $C_nH_{2n+1}CHO$ 或 $R \cdot CHO$

製法 { (1) 將第一醇類氧化之： $R \cdot CH_2 \cdot OH + O \longrightarrow R \cdot CHO + H_2O$
 (2) 將脂酸鈣鹽與蟻酸鈣同熱：

$$(R \cdot COO)_2Ca + (HCOO)_2Ca \longrightarrow 2R \cdot CHO + 2CaCO_3$$

(18) 醛類

- 性質 {
- (1) 低級者為有刺激臭之氣體或易揮發液體，高級者為無色固體，呈中性反應。
 - (2) 氧化之則成脂酸類： $R \cdot CHO + O \longrightarrow R \cdot COOH$
 - (3) 還原之則成第一醇類： $R \cdot CHO + H_2 \longrightarrow R \cdot CH_2 \cdot OH$
 - (4) 與酸性亞硫酸鈉之濃水溶液同震盪之，則生結晶性加成物：
 $R \cdot CHO + NaHSO_3 \longrightarrow R \cdot CH(OH)NaSO_3$
 - (5) 易受五氯化磷或五溴化磷作用生烷屬之造鹽素置換體：
 $R \cdot CHO + PCl_5 \longrightarrow R \cdot CHCl_2 + POCl_3$
 - (6) 有重合作用 (polymerisation)，即二個以上之分子重合為一新分子。
如： $CH_2O \longrightarrow \rightarrow (CH_2O)_2 \longrightarrow \rightarrow (CH_2O)_3$
 - (7) 與氧化二銀之鹵精液作用能使銀還原：
 $R \cdot CHO + Ag_2O \longrightarrow R \cdot COOH + 2Ag$

(19) 醛類表

甲醛 (formaldehyde) $H \cdot CHO$

乙醛 (acetaldehyde) $CH_3 \cdot CHO$

丙醛 (propylaldehyde) $CH_3 \cdot CH_2 \cdot CHO$

丁醛 (butylaldehyde) $CH_3 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CHO$

異性丁醛 (Isobutylaldehyde) $(\text{CH}_3)_2\text{CH}\cdot\text{CHO}$

戊醛 (valeraldehyde) $\text{CH}_3\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CHO}$

異性戊醛 (isovaleraldehyde) $(\text{CH}_3)_2\text{CH}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CHO}$

己醛 (caponaldehyde) $\text{CH}_3[\text{CH}_2]_4\cdot\text{CHO}$

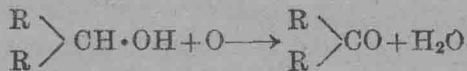
庚醛 (heptaldehyde) $\text{CH}_3[\text{CH}_2]_5\cdot\text{CHO}$

餘類推 $(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{CHO})$

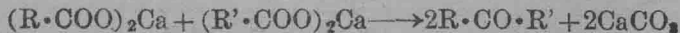
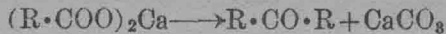
公式 $(\text{C}_n\text{H}_{2n+1})_2\text{CO}$ 或 $\text{R}-\text{CO}-\text{R}$

製法

(1) 將第二醇類氧化之:

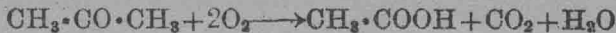


(2) 乾餾脂酸鈣 (若用二種不同脂酸鹽, 則得異樣烷基酮):



(1) 低級者為液體, 高級者為固體, 呈中性反應, 有特異香氣。

(2) 氧化之則得含碳較少之脂酸:



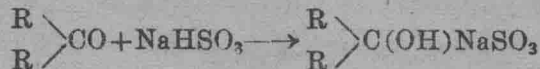
(20)
酮類

性質

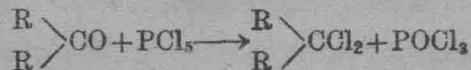
(3) 還原之則得第二醇類：



(4) 與酸性亞硫酸鈉之水溶液同震盪之，則生結晶性加成物：



(5) 易受五氯化磷或五溴化磷作用生烷類之二造鹽素置換體：



(6) 無重合作用。

(7) 不能使銀之鹵精液還原。

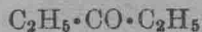
(21) 酮類表



丙酮 (acetone or dimethyl ketone)



丁酮 (butanone or methyl ethyl ketone)



戊酮 (propione or diethyl ketone)



庚酮 (butyrone or dipropyl ketone)



壬酮 (valerone or dibutyl ketone)

$C_5H_{11} \cdot CO \cdot C_5H_{11}$ 十一碳酮 (caprone or diamyl ketone)
 $C_6H_{13} \cdot CO \cdot C_6H_{13}$ 十二碳酮 aenanthane or dihexyl ketone)
 餘類推 $(C_nH_{2n+1})_2CO$ 或 $R-CO-R'$

(22) 脂酸類

公式 $C_nH_{2n+1}COOH$

- 製法
- (1) 將第一醇類或醛類氧化之：
 $R \cdot CH_2 \cdot OH + O_2 \longrightarrow R \cdot COOH + H_2O$
 $R \cdot CHO + O \longrightarrow R \cdot COOH$
 - (2) 用腈化烷 (alkyl cyanides) 與酸同熱，或與鹼同熱再用酸處理之：
 $R \cdot CN + 2H_2O + HCl \longrightarrow R \cdot COOH + NH_4Cl$
 $R \cdot CN + H_2O + KOH \longrightarrow R \cdot COOK + NH_3$
 $R \cdot COOK + HCl \longrightarrow R \cdot COOH + KCl$

性質

- (1) 低級者為刺戟性有臭液體，至 $C_9H_{19} \cdot COOH$ 以上為石蠟狀固體。
- (2) 與酒精作用，加脫水劑(硫酸)熱之則得醯：
 $CH_3 \cdot COOH + C_2H_5 \cdot OH \longrightarrow CH_3 \cdot COO \cdot C_2H_5 + H_2O$
- (3) 與五氧化磷作用生脂酸基之氯化物：
 $C_2H_5 \cdot COOH + PCl_5 \longrightarrow C_2H_5 \cdot COCl + POCl_3 + HCl$
- (4) 脂酸鈣與蟻酸鈣同熱得醯類，單獨蒸餾脂酸鈣則得酮類(參看醯類及

酮類之製法)。

(5) 脂酸鈉或鉀與苛性鈉或苛性鉀一同乾餾得烷屬(參看烷屬之製法)。

化
學
表
解

(23) 脂酸類表

蟻酸(甲酸)(formic acid)	$H \cdot COOH$
醋酸(乙酸)(acetic acid)	$CH_3 \cdot COOH$
丙酸(propionic acid)	$C_2H_5 \cdot COOH$
酪酸(丁酸)(butyric acid)	$C_3H_7 \cdot COOH$
甘松酸(戊酸)(valeric acid)	$C_4H_9 \cdot COOH$
庚酸(heptoic acid)	$C_6H_{13} \cdot COOH$
桂樹脂酸(lauric acid)	$C_{11}H_{23} \cdot COOH$
豆蔻脂酸(myristic acid)	$C_{13}H_{27} \cdot COOH$
軟脂酸(palmitic acid)	$C_{15}H_{31} \cdot COOH$
硬脂酸(stearic acid)	$C_{17}H_{35} \cdot COOH$

公式 $C_nH_{2n+1}X$ (X 代表 Cl, Br, I, NO_3 , NO_2 , SO_4 , HSO_4 及 $COOR$ 等)
製法 醇類與酸類作用即得:



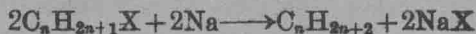
(24)
鹽
(有機鹽)

性質

(1) 造鹽素鹽與硝酸鹽用新生氫還原之成烷屬：



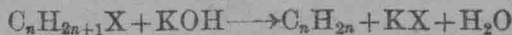
(2) 造鹽素鹽與金屬鈉作用亦還原得烷屬：



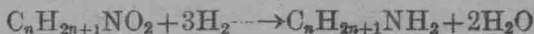
(3) 造鹽素鹽與鹼之水溶液作用得醇類：



(4) 造鹽素鹽與鹼之酒精溶液作用得烯屬：



(5) 硝基鹽用新生氫還原之得第一烴硝類：



(6) 脂酸鹽有果香，可用製果子露。

所在 動植物界分布甚廣。

主要成分

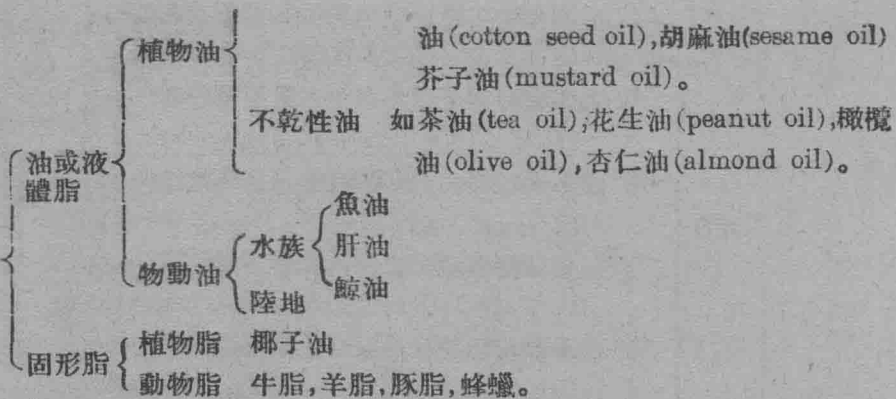
(1) 軟脂 (palmitin) $C_3H_5 \cdot (C_{15}H_{31}O_2)_3$ 固體，熔點 $66^\circ C$ 。(2) 硬脂 (stearin) $C_3H_5 \cdot (C_{17}H_{33}O_2)_3$ 固體，熔點 $72^\circ C$ 。(3) 油脂 (olein) $C_{13}H_5(C_8H_{17}O_2)_3$ (不飽和) 液體，凝固點 $-6^\circ C$ 。

乾性油 如亞麻仁油 (linseed oil), 桐油 (tung oil), 罌粟油 (poppy oil)。

半乾性油 如菜子油 (rape oil), 豆油 (bean oil), 棉子

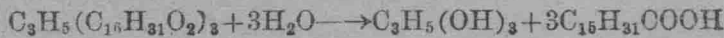
(25) 脂肪及油

分類



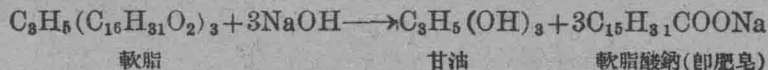
性質

- (1) 純者無色無味無臭, 不溶於水, 溶於酒精, 醚, 二硫化碳, 四氯化碳及迷蒙精。
- (2) 純者對於日光無變化, 不純者對於日光有變化, 故可藉日光以漂白之。
- (3) 油脂與鹼類化合則成肥皂, 此作用謂之鹼化 (saponification)。每油一克完全鹼化時所需氫氧化鉀之毫克 (miligram) 數, 謂之鹼化值 (saponification value)。
- (4) 油脂加水分解時得甘油及脂酸類, 如:



(26)
肥皂
(soap)

製法 油脂類與鹼類共熱則生成甘油及肥皂：



性質

- (1) 用苛性鈉製得者稱鈉肥皂，性硬，又稱硬肥皂。用苛性鉀製得者稱鉀肥皂，性軟，又稱軟肥皂。
- (2) 遇水則起加水分解生遊離鹼，故能去油垢：

$$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH} + \text{NaOH}$$
- (3) 遇硬水則水中所含鎂，鈣與脂酸化合成難溶性沉澱，附着衣布上，至熨平(ironing)後生焦黃色斑點，致失肥皂功效，故洗濯不宜用硬水。

種類

- 洗濯肥皂(washing soap) 即普通肥皂未加香料者，若加殺蟲劑則成藥肥皂。
- 重熔肥皂(remelt soap) 將普通肥皂重熔之，使鹼化完全，再加香料色料。
- 化粧肥皂(toilet soap)
 - 透明肥皂(transparent soap) 於普通肥皂中加甘油或酒精，與糖及香料色料使成透明體。

細研肥皂(milled soap) 將普通肥皂切碎乾燥研細加香料色料。

化學表解

(27) 脛鹵類

- 公式 {
- 第一脛鹵類(primary amines) $R \cdot NH_2$
 - 第二脛鹵類(secondary amines) $R_2 \cdot NH$
 - 第三脛鹵類(tertiary amines) $R_3 : N$

- 製法 {
- (1) 將硝基烷類用新生氫還原之得第一脛鹵類:

$$R \cdot NO_2 + 3H_2 \longrightarrow R \cdot NH_2 + 2H_2O$$
 - (2) 用第一或第二脛鹵類與適量烷屬之造鹽素置換體及過量氫氧化鉀共熱之, 則得第二或第三脛鹵類:

$$RNH_2 + RX + KOH \longrightarrow R_2NH + KX + H_2O$$

$$R_2NH + RX + KOH \longrightarrow R_3N + KX + H_2O$$

- 第一脛鹵類 {
- (1) 與亞硝酸作用得醇類而遊離 N:

$$R \cdot NH_2 + ONOH \longrightarrow R \cdot OH + H_2O + N_2$$
 - (2) 與迷蒙精及苛性鉀之酒精溶液同熱, 則起和夫曼類脛炔反應 (Hofmann's carbylamine reaction), 得類脛炔 (carbylamine):

$$R \cdot NH_2 + CHCl_3 + 3KOH \longrightarrow R \cdot NC + 3KCl + 3H_2O$$

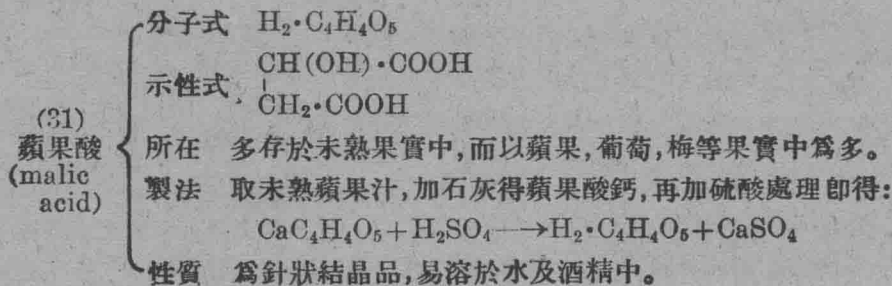
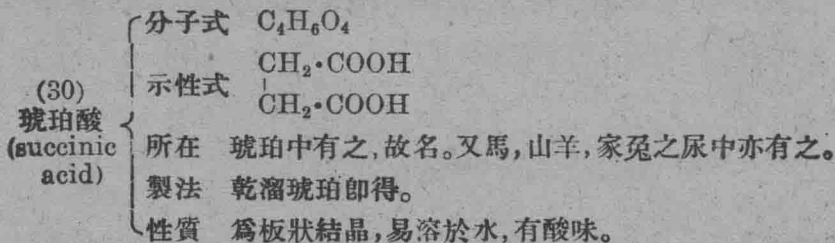
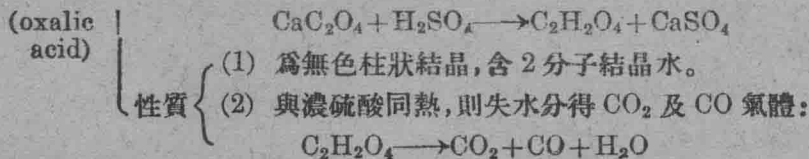
- 性質 {
- 第二烴鹵類 { (1) 與亞硝酸作用得亞硝基烴鹵(nitrosamine):

$$R_2NH + ONOH \rightarrow R_2:N \cdot NO + H_2O$$
- (2) 無和夫曼類精烴反應。
- 第三烴鹵類 { (1) 對於亞硝酸無作用。
- (2) 無和夫曼類精烴反應。

- (28) 乳酸 (lactic acid) {
- 分子式 $H \cdot C_3H_5O_3$
- 示性式 $CH_3 \cdot CH(OH) \cdot COOH$
- 所在 腐敗乳汁中有之
- 製法 牛乳中含有乳糖，醱酵後即變成乳酸，

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 4H \cdot C_3H_5O_3$$
- 性質 爲濃厚酸味液體。其鹽類有乳酸鈣 $(C_3H_5O_3)_2Ca$ 及乳酸鋅 $(C_3H_5O_3)_2Zn$ 等。

- (29) 草酸 (乙二酸) {
- 分子式 $C_2H_2O_4$
- 示性式 $\begin{array}{c} COOH \\ | \\ COOH \end{array}$
- 所在 酸模，酢漿草及大黃中含有草酸鹽類。
- 製法 松木鋸屑與苛性鉀及苛性鈉共熱至 $250^\circ C.$ ，傾入水中則有草酸鉀及草酸鈉溶解於水，加石灰得草酸鈣沈澱，再加硫酸處理之即得：



(32) 酒石酸 (果酸) (tartaric acid)

分子式 $H_2 \cdot C_4H_4O_6$

示性式 $\begin{array}{c} CH(OH) \cdot COOH \\ | \\ CH(OH) \cdot COOH \end{array}$

所在 此酸及其酸性鉀鹽存於葡萄中。

製法 令葡萄汁醱酵，取其罈底沈澱(酸性酒石酸鉀，又名酒石 argol)，加碳酸鈣使成酒石酸鈣，再用硫酸處理之：

$$KHC_4H_4O_6 + CaCO_3 \longrightarrow CaC_4H_4O_6 + KHCO_3$$

$$CaC_4H_4O_6 + H_2SO_4 \longrightarrow H_2 \cdot C_4H_4O_6 + CaSO_4$$

性質 爲白色透明結晶，有酸味，用製汽水及媒染劑。

(33) 吐酒石 (tartar emetic)

分子式 $C_4H_4O_6K(SbO)$

製法 用酸性酒石酸鉀與三氧化二銻同熱：

$$2KH(C_4H_4O_6) + Sb_2O_3 \longrightarrow 2K(SbO)C_4H_4O_6 + H_2O$$

性質 斜方八面結晶，味酸而澀，用作嘔吐藥及染色上之固着劑

(34) 檸檬酸 (枸橼酸) (citric acid)

分子式 $C_6H_8O_7$

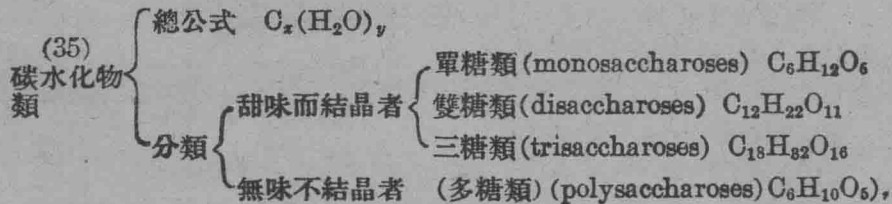
示性式 $\begin{array}{c} C(OH) \cdot COOH \\ | \\ CH_2COOH \end{array}$

所在 檸檬，橙橘等果中含有之。

製法 令檸檬汁煎沸過濾，加石灰得檸檬酸鈣，再加硫酸處理之即得。

性質 爲無色透明結晶，含 1 分子結晶水。酸味甚強。
用途 製造汽水及媒染劑用。

化學表解



(36) 天然間之碳水化合物表

甜味而結晶之碳水化合物			無味不結晶之碳水化合物
單糖類	雙糖類	三糖類	又名多糖類
$C_6H_{12}O_6$	$C_{12}H_{22}O_{11}$	$C_{18}H_{32}O_{16}$	$(C_6H_{10}O_5)_n$
葡萄糖(右) (glucose, dextrose or grape sugar)	蔗糖(右) (cane sugar or saccharose) 乳糖(右)	棉實糖(右) (raffinose or melitriose)	澱粉(右) (starch) 木材質(右) (cellulose)

果糖 (左) (fructose, lævulose, fruit sugar)	(milk sugar or lactose) 麥芽糖 (右) (malt sugar or maltose)	士木香粉 (左) (inulin) 獸臟粉 (右) (glycogen) 糊精 (右) (dextrin)
分解乳糖 (右) (galactose)		
甘露蜜糖 (右) (mannose)		
薔薇糖 (左) (sorbinose)		

有機之部

(37)
火藥棉
(gun-
cotton)分子式 $C_{12}H_{14}(NO_3)_6O_4$

製法 浸木棉於硝酸及濃硫酸之混合液中，經 24 小時後取出水洗，乾燥即得。

性質 迅速燃燒無烟，為製造無烟火藥之原料，如英國之紐形火藥 (cordite)，係用火藥棉與硝化甘油加丙酮及礦脂製成。

分子式 $CC(NH_2)_2$

所在 人尿中含 3%，成人每日能生此物約 30 克。

(38)
尿素
(urea)

製法

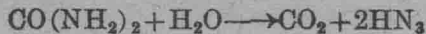
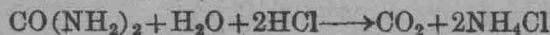
(1) 取尿加濃硝酸蒸餾之，得硝酸尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{HNO}_3$ 沈澱，再加碳酸銀而分解之，蒸發至乾，加酒精則尿素析出。

(2) 以特酸鈣之水溶液蒸餾之：



性質

為無色結晶，味涼，易溶於水，熱至 120°C . 或與酸質或鹼質同煮沸之，則分解放 CO_2 及 NH_3 ：



分子式 $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_8$ 為二價酸。

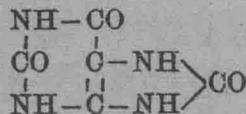
製法 取尿與苛性鈉熱之，至不發生 NH_3 為止，濾過，傾其熱溶液入鹽酸中，則尿酸漸漸析出。

(39)
尿酸
(uric acid)

性質

為無色小板晶，溶於 NaOH 溶液中得尿酸鈉鹽 $\text{C}_5\text{H}_2\text{N}_4\text{O}_8\text{Na}_2$ 。

構造式



分子式 不明，但知含碳，氫，氮，氧，硫。

所在 動物之血液，筋肉，眼睛，腦髓，植物之種子，樹汁中均多含之。

(40)
蛋白質類
(albumins)

分類

- (1) 可溶性蛋白質 每存於動植物汁液中，於50°C. 以下蒸發之，類成無臭無味黃色半透明之塊，易溶於水，不溶化於酒精，其水溶液具左旋性。
- (2) 不溶性蛋白質 每存於動植物諸器官中，多為非晶形之塊或角質狀物質。

舉例 卵白 (white of egg), 乾酪素 (casein), 荳素 (legumin), 麵筋質 (麩質) (gluten) 等。

有機之部

(41) 蒸餾煤焦油之產品

物 質	蒸 餾 溫 度	主 成 分	用 途
輕油 (light oil)	170°以內	安息油 C_6H_6 甲烴 ($C_6H_5CH_3$)	溶劑, 色質, 藥品 等原料
中油 (middle oil)	170-230°	石炭酸 $C_6H_5 \cdot OH$ 焦油腦 $C_{10}H_8$	防腐劑, 消毒劑, 色 質, 藥品等原料
重油 (heavy oil)	230-270°	多數物質的混合物	浸木料以防腐
綠油 (anthracene oil)	270以上	綠油腦 $C_{14}H_{10}$	製色質
瀝青 (pitch)	殘 渣		製煉炭

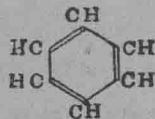
(42)
安息油
(benzene)

分子式 C_6H_6 學名爲焮。

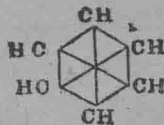
製法 蒸餾煤焦油 (coal tar) 於 $82-110^\circ$ 之間所得者，名曰 90% benzol，中含甲焮 (toluene) 及二甲焮 (xylene)，將此物用寒冷劑使安息油結晶析出。濾去母液，再蒸餾之，於 $80-81^\circ$ 餾得者爲純粹安息油。

性質 爲無色液體，易燃燒，燃之光弱烟多。能溶解脂肪，樹脂。可製色質。

構造式



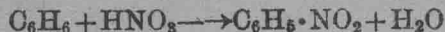
或作



(43)
硝基焮
(nitro-
benzene)

分子式 $C_6H_5NO_2$

製法 將安息油與濃硝酸及濃硫酸作用即得：



性質 爲淡黃色油狀液體，有香氣及毒性。爲製靛油 (aniline) 之原料。

(44)
靛油

分子式 $C_6H_5 \cdot NH_2$ 學名焮氨，又名生色精。

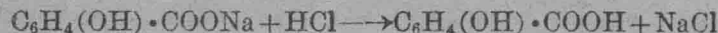
製法 將硝基焮用還原劑還原之：



性質 爲無色油狀液體，呈弱鹼性，與酸化合則生鹽，可製種種染料。

- (45) 石炭酸 (carbolic acid) {
- 分子式 $C_6H_5 \cdot OH$
- 製法 蒸餾煤焦油，取其在 $170-200^\circ$ 之餾出物，加以苛性鈉則石炭酸成石炭酸鈉 $C_6H_5 \cdot ONa$ 而溶解於水中，再加硫酸蒸餾之即得。
- 性質 純者為無色針狀結晶，有特臭，其稀薄水溶液為消毒劑。
- (46) 苦味酸 (picric acid) {
- 分子式 $C_6H_2(NO_2)_3 \cdot OH$
- 製法 以濃硫酸與濃硝酸與石炭酸作用即得：
- $$C_6H_5 \cdot OH + H_2SO_4 \longrightarrow C_6H_4(OH)(SO_3H) + H_2O$$
- $$C_6H_4(OH)(SO_3H) + 3HNO_3 \longrightarrow C_6H_2(NO_2)_3 \cdot OH + H_2SO_4 + 2H_2O$$
- 性質 為黃色板狀結晶，易溶於熱水，酸性甚強，有毒。味苦，其溶液可染絲絹羊毛，其鉀鹽 $C_6H_2(NO_2)_3 \cdot OK$ 或鈉鹽 $C_6H_2(NO_2)_3 \cdot ONa$ 有爆發性，製炸藥用之。
- (47) 安息酸 (benzoic acid) {
- 分子式 $C_6H_5 \cdot COOH$
- 製法 將安息香 (benzoin) 加熱熔化，放出白色之氣而昇華即安息酸，再溶於水重復結晶即得純品。
- 性質 為無色板晶或針晶，閃光如珍珠，易昇華自散，氣味刺鼻且能致咳。
- (48) 水楊酸 {
- 分子式 $C_6H_4(OH) \cdot COOH$
- 製法 將石炭酸鈉與強壓之二氧化碳同熱，則得水楊酸鈉，次用鹽酸處理之即得水楊酸。

(salicylic acid)



性質 水楊酸存於楊柳之葉及樹皮中，為針狀結晶，為極佳防腐劑，其鈉鹽可為解熱劑。

(49)
沒食子酸
(gallic acid)

分子式 $C_6H_2(OH)_3 \cdot COOH$

製法 加稀薄之酸於鞣質 (tannin) $C_{14}H_{10}O_9$ ，熱之即得。



性質 沒食子酸為無色針狀結晶，有絲光，易溶於熱水及酒精中，味微酸而澀，有收斂性，能治久瀉瘡疾，又製墨水用之。熱之則生 CO_2 而成焦性沒食子酸 (pyrogallic acid)：



(50)
鞣質

分子式 $C_{14}H_{10}O_9 \cdot 2H_2O$

所在 含於五倍子，柿，茶，及樺樹皮中。

製法 將五倍子，或樺樹皮浸水中數日，蒸發其浸出液得黃色粉末即鞣質也。

- 性質
- (1) 為黃色粉末，易溶於水。
 - (2) 與某種染料化合生有色不溶性化合物，故可用作媒染劑。
 - (3) 與獸皮膠質，蛋白質化合使具強韌性，故製革用之。

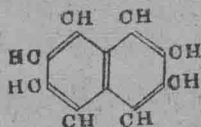
(51)
焦油腦
(naphthalene)

分子式 $C_{10}H_8$ 學名駢焔

製法 蒸餾煤焦油於 $170-230^\circ$ 之間所得者。

性質 爲白色板狀短結晶，有光澤，有異臭，能防腐殺蟲，又爲製造染料之原料。

構造式



(52)
藍靛
(indigo)

分子式 $C_{16}H_{10}N_2O_2$ 或 $C_6H_4 \left\langle \begin{matrix} CO \\ NH \end{matrix} \right\rangle C=C \left\langle \begin{matrix} CO \\ NH \end{matrix} \right\rangle C_6H_4$

製法 { (1) 浸藍葉於水使之醱酵，即成青色沈澱。
(2) 近來用焦油腦爲原料而人造之。

性質 { (1) 爲不溶於水及鹼之青色粉末。
(2) 還原之則得白色可溶性之靛白 (indigo white) $C_{16}H_{12}N_2O_2$ 。
(3) 靛白觸空氣則氧化而成藍靛。

用途 以布帛浸靛白溶液後曝於空氣中，則布帛之纖維間有藍靛填塞而呈藍色。

(53)

分子式 $C_{14}H_{10}$ 或 $C_6H_4 \left\langle \begin{matrix} CH \\ CH \end{matrix} \right\rangle C_6H_4$

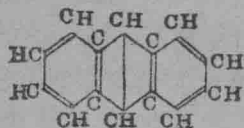
製法 蒸餾煤焦油於 $340-360^\circ C.$ 之間餾得者。

有機之部

綠油腦
(anthracene)

性質 結白色板晶。為製造染料之原料。

構造式

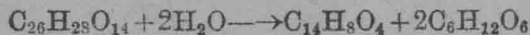


分子式 $C_{14}H_{10}O_4$ 或 $C_6H_4 \begin{matrix} \langle CO \\ CO \rangle \end{matrix} C_6H_2(OH)_2$

(54)
茜素
(alizarine)

製法

(1) 由茜草根製得，因該根中含有茜草根酸 (ruberythric acid)，令其發酵即分解得茜素及葡萄糖：



(2) 新法用綠油腦為原料，經多級變化製成。

性質

(1) 為美麗紅色結晶，稍溶於熱水，易溶於酒精。

(2) 與鋁，鐵，鉻，等氧化物化合生美麗有色不溶性之化合物。

用途 用作染料。

(1) 菸鹼 (nicotine) $C_{10}H_{14}N_2$ 菸葉中約含 2-8%。為無色油狀液體，有毒，遇空氣變褐色。

(2) 雞那霜 (quinine) $C_{20}H_{24}N_2O_2$ 由熱帶所產金雞那 (cinchona) 樹皮中提出。色白味苦，其鹽酸鹽或硫酸鹽可以解熱，並能治瘧疾，故又名治瘧鹼。

(55) 植物鹼類

- (3) 罌粟鹼 (即嗎啡) (morphine) $C_{17}H_{19}NO_3$ 浸阿片於熱水, 加石灰煮沸, 濾過, 加鉍鹽於濾液中, 蒸發之至 NH_3 散盡, 靜置之, 嗎啡漸漸析出。有劇毒, 其鹽酸鹽為重要鎮痛劑及催眠劑。
- (4) 茶素 (theine) $C_8H_{10}N_4O_2$ 及咖啡鹼 (caffeine) 二者為同分異性體, 有苦味, 乾茶葉中約含 2%, 咖啡子中約含 1%。
- (5) 古柯鹼 (cocaine) $C_{17}H_{21}NO_4$ 乃古柯 (coca) 葉中之主成分。為無色柱狀結晶。其鹽酸鹽有苦味, 置舌上頗覺麻鈍, 醫藥上用之。

(56) 松節油 (turpentine oil)

分子式 $C_{10}H_{16}$

製法 將松杉等針葉樹之樹脂與水蒸氣共蒸餾之, 得油狀液即是。

- 性質 { (1) 為無色油狀液體, 容易流動, 沸點 $156^\circ C$ 。
 (2) 能溶解樹脂, 脂肪, 故製造假漆等用之。
 (3) 有芳香, 故可作香料使用之。

(57) 彈性樹膠 (caoutchouc)

分子式 $(C_{10}H_{16})_n$

製法 由熱帶橡樹滲出之汁乾燥即得。

- 性質 { (1) 純者柔軟而有彈力, 不溶於水, 酸, 鹼中, 能溶於二硫化碳中。
 (2) 純者遇冷則硬化, 加硫黃少許可免, 稱含硫膠 (vulcanized caoutchouc), 可製橡皮管, 橡皮輪及橡皮球等。若多加硫黃則成黑色角狀物質, 稱硬膠 (ebonite), 可製電之絕緣體及自來水筆管, 梳, 釦等。

(58) 樟腦類

- | | | |
|---|--|--|
| { | 樟腦 (camphor)
$C_{10}H_{16}O$ | 製法 將樟樹之幹葉細片與水蒸氣共蒸餾之即得。 |
| | 性質 為白色結晶，有香氣。 | 用途 為興奮劑，防臭劑，殺蟲劑，與火藥棉 (gun cotton) 混合可製假象牙。 |
| | 用途 為興奮劑，防臭劑，殺蟲劑，與火藥棉 (gun cotton) 混合可製假象牙。 | |
| { | 龍腦 (borneo-camphor) | 分子式 $C_{10}H_{18}O$ |
| | 製法 將樟腦還原即得。 | 性質 為白色結晶，形似樟腦，香料醫藥用之。 |
| | 性質 為白色結晶，形似樟腦，香料醫藥用之。 | |
| { | 薄荷腦 (menthol) | 分子式 $C_{10}H_{20}O$ 或 $C_{10}H_{19}OH$ |
| | 製法 將薄荷葉與水共蒸餾之得薄荷油，冷卻則有白色結晶析出，即薄荷腦也。 | 性質 為白色針狀結晶，有清涼香味，醫藥及香料用之。 |
| | 性質 為白色針狀結晶，有清涼香味，醫藥及香料用之。 | |

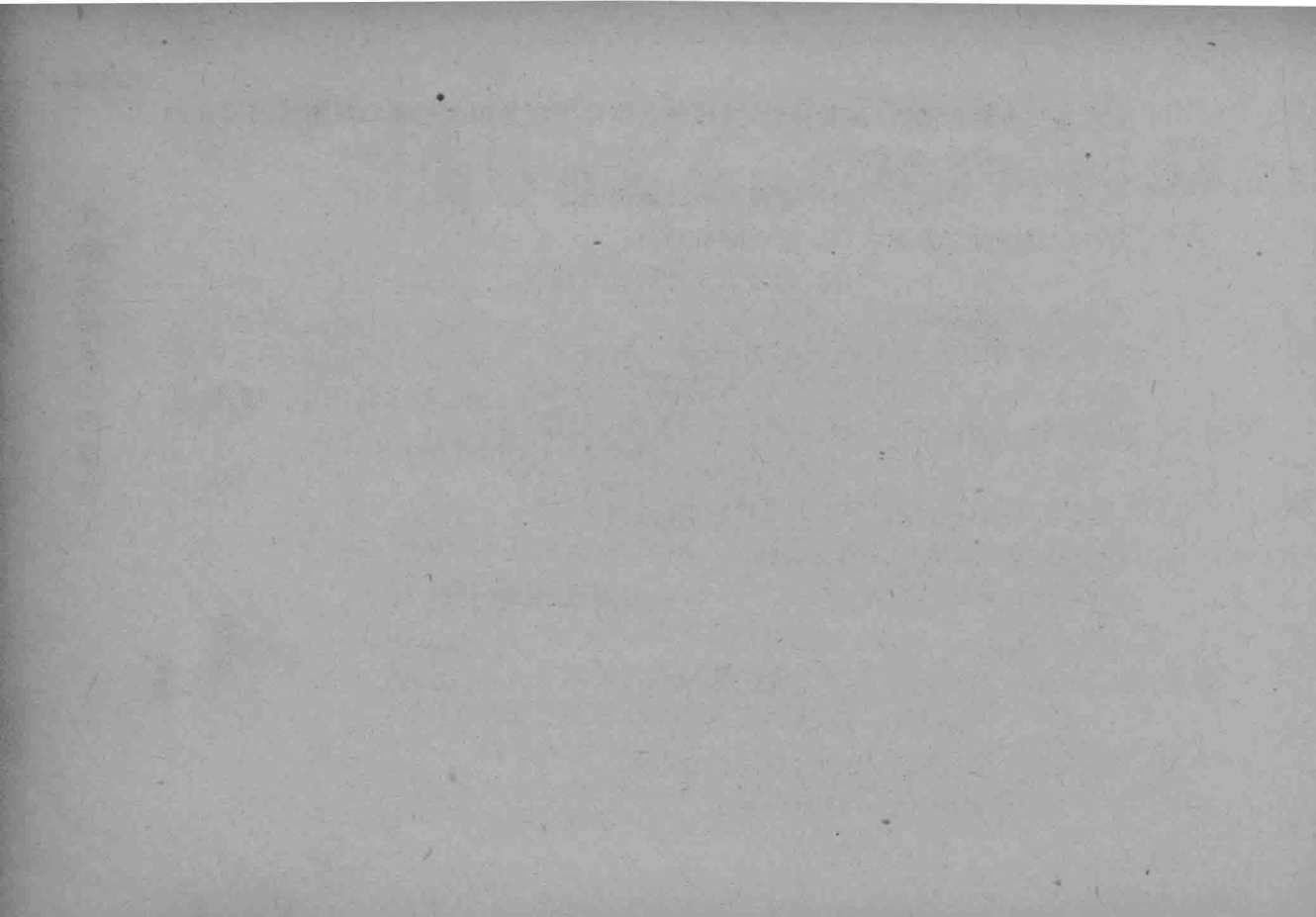
(59) 醱酵

- | | | | |
|---|----|---|---------------|
| { | 意義 | 複雜之有機化合物由釀母細菌以及酵素等之作用而起之化學變化，稱為醱酵 (fermentation)。 | |
| | { | (1) 有生物 | 釀母菌，細菌等。 |
| | | (2) 無生物 | 麥芽酵素 (麥芽中含之)。 |
| { | { | (1) 葡萄糖因釀母之作用變為酒精，謂之酒精醱酵：
$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5 \cdot OH + 2CO_2$ | |
| | | (2) 乳汁中之乳糖因乳酸菌之作用變為乳酸，謂之乳酸醱酵。
$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \longrightarrow 4H \cdot C_3H_5O_3$ | |

(60)
腐敗

- 意義 含氮有機物(如蛋白質)受細菌之作用而起分解生惡臭之氣體與有毒之物質時,稱為腐敗。
- (2) 與醱酵之差異 { (1) 腐敗所成之物有毒。
(2) 腐敗時放惡臭。
(3) 腐敗之媒介物皆為細菌。

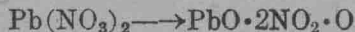
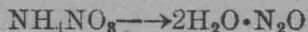
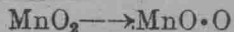
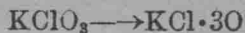
有機之部



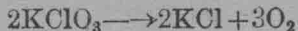
化學方程式之記憶法

〔甲〕 可視作分離而為最簡化合物者

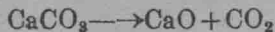
如氯酸鉀 KClO_3 ，碳酸鈣 CaCO_3 ，二氧化錳 MnO_2 ，一縮二鉻酸鉀 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ，高錳酸鉀 KMnO_4 ，硝酸銨 NH_4NO_3 ，亞硝酸銨 NH_4NO_2 ，硝酸鉛 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 等，設視為能分離而成如下之最簡化合物，則其分解方程式，即易求之。



(1) 氧之製法 將氯酸鉀 KClO_3 熱之則生氧：



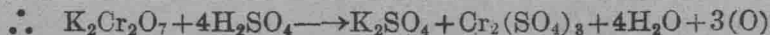
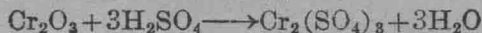
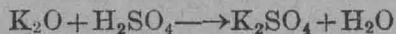
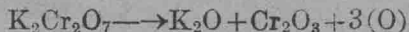
(2) 石灰製法 將石灰石 CaCO_3 熱之則得石灰·



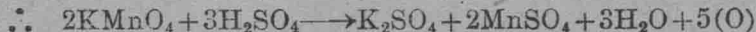
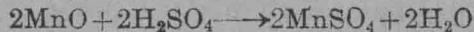
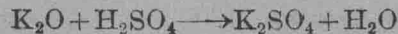
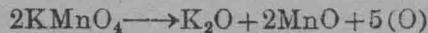
(3) 氯之製法 將濃鹽酸 HCl 與二氧化錳 MnO₂ 共熱之則生氯：



(4) 一縮二鉀鉻之氧化作用 一縮二鉀鉻與硫酸之混合物有強烈之氧化作用，其新生之氧於未結合而成氧分子以前，當已起氧化作用：



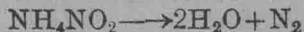
(5) 高錳酸鉀之氧化作用 高錳酸鉀 KMnO₄ 與硫酸之混合物為強氧化劑：



(6) 一氧化二氮製法 將硝硫銻 NH₄NO₃ 熱之則生一氧化二氮 N₂O：



(7) 氮之製法 將亞硝酸銻 NH_4NO_2 熱之則生氮：

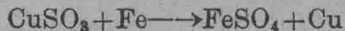


(8) 二氧化氮製法 將硝酸鉛 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 熱之，則生二氧化氮：

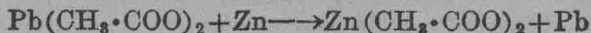
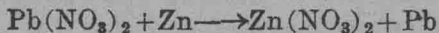


〔乙〕 由於金屬活動性次序之不同者(參看表解無機之部 177 條)

(1) 自硫酸銅溶液中使銅析出。置鐵或鋅於硫酸銅溶液中，則其表面有銅附着：

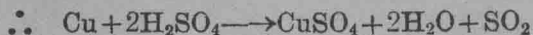
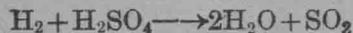
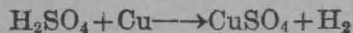


(2) 自硝酸鉛或醋酸鉛溶液中使鉛析出。投鋅於硝酸鉛或醋酸鉛溶液中，則鉛呈樹葉狀而析出：



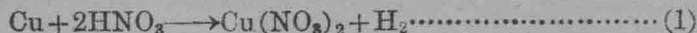
〔丙〕 第二次之反應顯著者

(1) 二氧化硫之製法 投銅於濃硫酸而熱之，則生二氧化硫 SO_2 ：

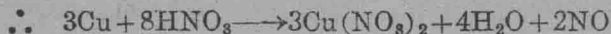
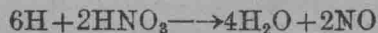
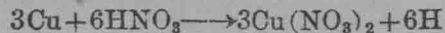


化
學
表
解

(2) 一氧化氮之製法 投銅於濃硝酸則生一氧化氮 NO, 是因硝酸與銅相作用而生氫 (第一次反應), 氫復與硝酸相作用使之還原 (第二次反應) 乃生一氧化氮:

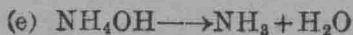
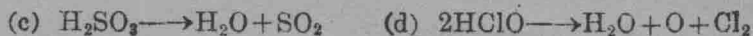


欲使氫原子之數, 適合於(1)(2)兩式, 故不可不取 (1) 式之三倍 (2) 式之二倍, 如是則為:



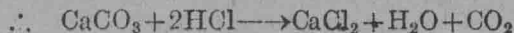
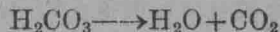
[T] 生不安定之中間物質者 如碳酸 H_2CO_3 , 硅酸 H_2SiO_3 , 亞硫酸 H_2SO_3 , 次氯酸 HClO 鹵精水 NH_4OH 等為極不安定之物質, 易分解如下諸式:





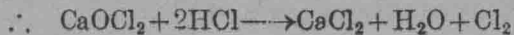
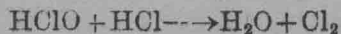
故加酸於此等之鹽類，則此等之酸，先行游離繼而分解，生成 CO_2 , SiO_2 , SO_2 , Cl_2 及 NH_3 等。

- (1) 二氧化碳之製法 於碳酸鈣(任何碳酸鹽均可)注加鹽酸或其他之酸，則生二氧化碳：

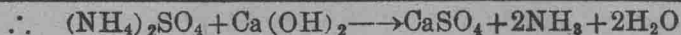
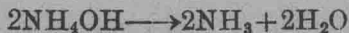
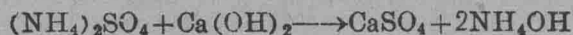
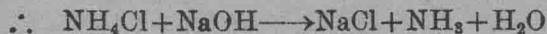
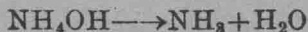


〔附注〕 硅酸鹽及亞硫酸鹽之分解亦猶是。

- (2) 漂白粉分解 注酸於漂白粉 CaOCl_2 ，則先生成次氯酸 HClO ，繼分解而游離氯，乃起漂白作用

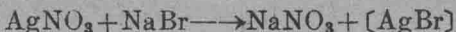
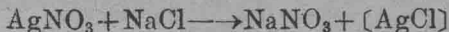


- (3) 鹵精之生成 取銨鹽(如 NH_4Cl 及 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) 加氫氧化物(如 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, KOH 及 NaOH) 而熱之，則生氫氧化銨，繼分解為鹵精 NH_3 。

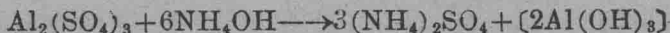
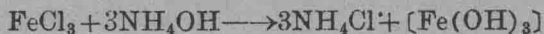
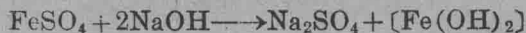


〔戊〕 反應生成物之溶解度小者，則沈澱而析出，不易為可逆反應，故其反應，繼續進行，茲舉常見者條列如下，有〔〕記號者為易成沉澱之物質。

(1) 造鹽素化物 為氯化銀 AgCl ，碘化銀 AgI ，溴化銀 AgBr 等：

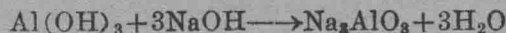


(2) 氫氧化物為二氫氧化鐵 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ，三氫氧化鐵 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 及三氫氧化鋁 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 等：

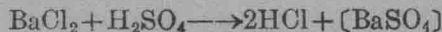


惟三氫氧化鋁對於氫氧化鈉等強鹼則為一種之弱酸（稱為鋁酸），與之作用生鋁酸

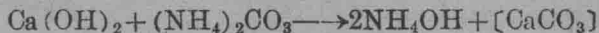
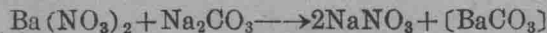
鈉而溶解：



(3) 硫酸鹽 爲硫酸鉛 PbSO_4 ，硫酸鋇 BaSO_4 等：



(4) 碳酸鹽 爲碳酸鋇 BaCO_3 ，碳酸鈣 CaCO_3 等

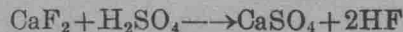


〔己〕 生成揮發性物質者 反應生成物若爲氣體或爲易氣化之物質，則其生成物之一，逸出不再與於反應，故其原有之反應，仍能繼續進行。

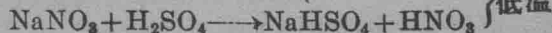
(1) 氯化氫之製法 加硫酸於食鹽而熱之，則生氯化氫之氣體（其水溶液即爲鹽酸）。



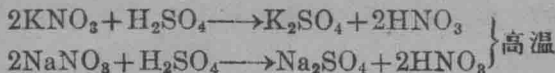
(2) 氟化氫之製法 加硫酸於螢石 CaF_2 之粉末而熱之。



(3) 硝酸之製法 加硫酸於硝石或智利硝石而熱之，則生硝酸（此乃易氣化之液體）。



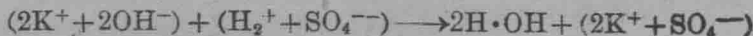
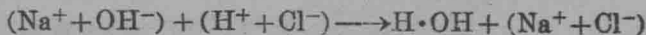
} 低溫



(4) 硫化氫之製法 注稀硫酸於一硫化鐵 FeS 則生硫化氫(氣體):

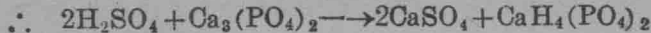
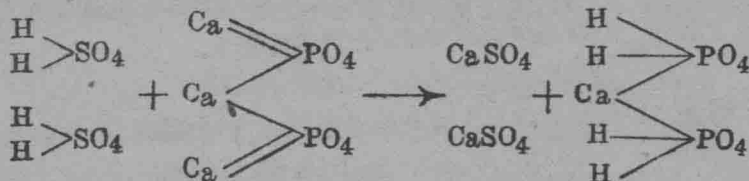


【庚】 由中和及電解者

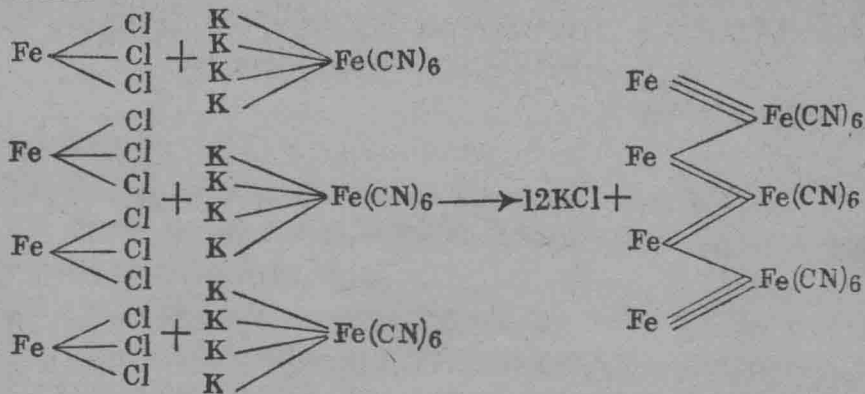


【辛】 其他複雜化學方程式 茲舉較複雜而宜記憶之二三化學方程式於下:

(1) 過磷酸石灰 加硫酸於磷灰石等,則磷灰石等之主成分磷酸鈣與硫酸相作用,生成磷酸四氫鈣及硫酸鈣之混合物,是稱為過磷酸石灰,可用作肥料。

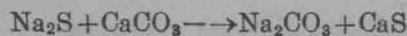
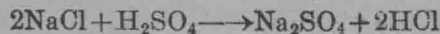


(2) 普魯士藍 於三氯化鐵之溶液加黃血鹽 $K_4Fe(CN)_6$ 之溶液，則生深藍色沉澱之普魯士藍：



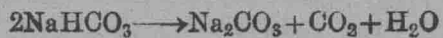
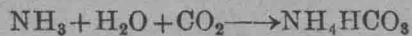
(3) 碳酸鈉之製法 此法有路布蘭氏法 (Leblanc's process) 與索爾未氏法 (Solvay's process) 二種。

(a) 路布蘭氏法之化學反應如下：



化學方程式之記憶法

(b) 索爾未氏法之化學反應如下：



化 學 問 題

- (1) 何謂化學?
- (2) 何謂物理變化與化學變化?並各舉三例。
- (3) 鐵生鏽,酒變醋,水結冰,紙撕破,碾穀成米,煮米成飯,食飯成糞,糞肥田生穀,孰為物理變化,孰為化學變化?
- (4) 化合與分解之意義各安在?
- (5) 化合物與混合物之差異如何?
- (6) 何謂同素體?就所知舉出數例。
- (7) 空氣之組成如何?
- (8) 空氣是混合物乎,抑化合物乎?
- (9) 人類在無空氣處不能生存何故?
- (10) 植物在無空氣處能生存否?
- (11) 在無空氣處能煮飯否,飯能熟否?
- (12) 氧之製法及性質如何?

- (13) 物質在空氣中燃燒，係與何質化合？燃燒之後其重量有變更否？
- (14) 若空氣中無氧則將成何世界？試詳言之。
- (15) 燃燒之要素安在？
- (16) 臭氧與氧有何異點？
- (17) 何謂氧化與還原？
- (18) 輕氣球何以能上昇？
- (19) 氫與氧混合燃燒之，何以爆鳴？
- (20) 氫之製法及性質如何？
- (21) 何謂氫氧火焰？
- (22) 動物在淡氣中能生活否？
- (23) 冰雪雲霧之組成各如何？
- (24) 魚在水中何以能生活？魚在雲霧中能生活否？
- (25) 何謂定比定律？
- (26) 何謂倍比定律？
- (27) 分子與原子之異點安在？
- (28) 定元素之原子量何故用氧等於 16 做標準？
- (29) 定物質之分子量何故用氧等於 32 做標準？
- (30) 何謂原子價？

- (31) 當量之意義如何?
- (32) 何謂克分子及克原子?
- (33) 一克分子之氧或氫在 0°C . 及 700mm . 之下各占若干升之體積? 設為 2 克分子時其體積又如何?
- (34) 有氧在標準溫度及壓力之下測得其體積為 44.8 升, 問其重量有若干克?
- (35) 寫出氫, 氧, 氮及水之符號及分子式。
- (36) 水之構造式如何列法?
- (37) 何謂根? 試舉數例。
- (38) 寫化學方程式有何應注意之點?
- (39) 氫與氧化合成水, 試用化學方程式表明之。
- (40) 碳之同素體有幾種? 試舉其名。
- (41) 碳在空氣中燃燒成一氧化碳或二氧化碳, 試各用化學方程式表明之。
- (42) 用墨寫字於紙上, 久置空氣中有無變化。
- (43) 木炭及骨炭各有何特性?
- (44) 煤由古代植物變成, 其說確否?
- (45) 二氧化碳製法及性質如何?
- (46) 有何法可以證明空氣中含有二氧化碳?
- (47) 一氧化碳與二氧化碳性質之異點安在?

- (48) 汽水及啤酒瓶夏季宜放在冷處，何故？
- (49) 投鼠入一氧化碳或二氧化碳瓶中皆能致死，致死之理是否相同，試詳言之。
- (50) 略述救火器構造之原理。
- (51) 說明火焰之成因。
- (52) 何謂氧化焰及還原焰？
- (53) 火焰所發光亮何以有強弱？
- (54) 洋燈罩下開有許多小孔，何故？如將此網封密當呈何種現象？
- (55) 用海水製鹽之方法如何？
- (56) 氯之製法如何？
- (57) 說明綠氣漂白之原理，並用化學方程式表明之。
- (58) 食鹽係氯與鈉化合而成，氯有劇毒，食鹽何以無毒？
- (59) 漂白粉何以能漂白物質？
- (60) 溴碘之識別法如何？
- (61) 氟化氫何以能腐蝕玻璃？其反應能用化學方程式表之否？
- (62) 略述造鹽素性質之比較。
- (63) 二氧化二氫何以能漂白羽毛？
- (64) 硫黃之多形體有幾種？試書其名。
- (65) 硫黃在空氣中燃燒成二氧化硫，試用化學方程式表明之。

- (66) 硫化氫之製法如何？
- (67) 二硫化碳之性質如何？
- (68) 二硫化碳完全燃燒時，發生二氧化碳及二氧化硫，試用化學方程式表明之。
- (69) 就已知氧化物及硫化物之分子式，說明氧與硫化學性質相同之點。
- (70) 說明二氧化硫漂白之原理，並用化學方程式表明之。
- (71) 何謂接觸作用？並舉例說明之。
- (72) 硫酸之製法如何？試詳述之。
- (73) 硫酸之性質如何？
- (74) 火山附近產天然硫黃，其成因係由火山口噴出之硫化二氫與二氧化硫兩種氣體作用而生，試用化學方程式表明其變化。
- (75) 於標準狀態之下欲得 8 噸二氧化硫，問要用銅及硫酸各若干克？
- (76) 於標準狀態之下欲得 1000 噸硫化二氫，問要用一硫化鐵若干克？
- (77) 硃精之製法如何？
- (78) 人造冰何故用硃精水？
- (79) 乾燥硃精何故不能使紅色石蕊試紙變藍？
- (80) 硃精氣與氯化氫氣相遇生白煙何故？能用化學方程式表之否？
- (81) 硝酸之製法如何？
- (82) 硝酸何以爲極佳氧化劑？

- (83) 何謂王水?
- (84) 今有酸性的液體，問用何種簡單方法可檢別其為硝酸抑為硫酸?
- (85) 問用智利硝石 1680 斤，能製硝酸若干斤?
- (86) 燃燒黑色火藥時之化學變化如何?試用方程式表明之。
- (87) 每百斤動物骨中含磷酸鈣 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 60 斤，問用動物骨 1,000 斤能製磷若干斤?
- (88) 黃磷與赤磷性質之比較若何?
- (89) 在空氣中燃燒黃磷則成五氧化二磷，試用化學方程式表明之。
- (90) 普通火柴與安全火柴異點安在?
- (91) 將五氧化二磷溶於水則成正磷酸 H_3PO_4 ，試用化學方程式表明之。
- (92) 我國農夫耕田，常用牛骨灰為肥料，是取其中何種成分。
- (93) 用磷 2 克能生五氧化二磷若干克?如使變成正磷酸當用水若干克?
- (94) 加適量之硫酸於 12 克之磷灰石時，如生 7.8 克之酸性磷酸鈣 $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$ ，問磷灰石百分中含有若干分之磷酸鈣?
- (95) 玻璃之製法如何?
- (96) 試述鉀玻璃，鈉玻璃及鉛玻璃性質之異點。
- (97) 用礬砂製礬酸之方法如何?
- (98) 礬砂之特性如何?
- (99) 何謂溶劑，溶質及溶液?各舉一例說明之。

- (100) 何謂飽和溶液，不飽和溶液及過飽和溶液？
- (101) 何謂標準溶液？
- (102) 何謂電離及離子？
- (103) 說明酸，鹽基及鹽之意義及特性。
- (104) 何謂中和作用？試用離子說證明之。
- (105) 今有鹽酸 500 克，中含 8% 氯化氫，如用氫氧化鈉中和時，問要用若干克？
- (106) 食鹽水溶液 70 克中含有 3% 氯化鈉，如用硝酸銀使其中氯全部沉澱時，問要用若干克？
- (107) 金屬與非金屬之異點安在？
- (108) 金屬元素及非金屬元素中有流體者否？試舉其名。
- (109) 合金之特性安在？
- (110) 試由黃銅成分之比例（銅 67% 鋅 23%）說明合金非化合物。
- (111) 投銅屑於濃硫酸或濃硝酸時起何種作用？試比較其變化。
- (112) 取黃銅礦 CuFeS_2 2.5 克，分析得 0.3129 克一氧化銅，問此礦百分中含銅若干？
- (113) 溶銀 12 克於硝酸，問可得硝酸銀若干克？
- (114) 戴銀邊眼鏡入含硫的溫泉洗浴時，鏡邊忽然變黑，何故？試用化學方程式表明之。
- (115) 銀之提煉法如何？試略言之。
- (116) 何謂 14 開金及九成金？

- (117) 純粹金銀可以製首飾乎？
- (118) 金之提煉法如何？
- (119) 從金和銅的混合物中取金，當用何法？
- (120) 18 開金的一兩金釧中含有純金若干？
- (121) 白金之性質如何？
- (122) 試述鍊鐵法之大要。
- (123) 鑄鐵，鍛鐵及鋼三者性質之異點安在？
- (124) 鐵何以生鏽？
- (125) 二價鐵與三價鐵之識別法如何？
- (126) 防鐵生鏽何故鍍鋅？
- (127) 鈷之化合物有何特性？
- (128) 用藍墨水寫字，初時甚淡，少頃始濃，何故？
- (129) 通水蒸氣於燒熱之鐵屑上，則生氫及四氧化三鐵。若通氫於燒熱的四氧化三鐵則生鐵和水蒸氣，試用一個化學方程式表明其變化。
- (130) 高錳酸鉀何以爲極佳氧化劑？
- (131) 鉻酸鉀及重鉻酸鉀何以用作氧化劑？
- (132) 試述錳酸鉀，高錳酸鉀，鉻酸鉀，重鉻酸鉀及鉻礬之分子式。
- (133) 燃燒鎂發白光，成一氧化鎂，試用化學方程式表明之。

- (134) 鋅白爲貴重白色顏料，其製法如何？
- (135) 欲製鋅白 100 斤，問要鋅若干？
- (136) 銻之性質如何？
- (137) 取含銻 60% 之辰砂 5 斤，燒時所生水銀之重量和二氧化硫之體積各若干？
- (138) 冶金術上何以常利用水銀？
- (139) 煙捲或包食物何故用錫箔包裹？是利用錫之何種性質？
- (140) 欲由錫箔包灰中取錫，可用何法？
- (141) 試就白色顏料比較鋅白及鉛白之優劣。
- (142) 欲驗化粧用白粉有無鉛質，當用何法？
- (143) 試述鉛之性質及用途。
- (144) 用硝酸鉛與鉻酸鉀製造鉻酸鉛時，試用化學方程式表明其變化。
- (145) 用鋁，錫，鋅製造日用器具時，是利用各金屬何種性質？
- (146) 鋁粉與三氧化二鐵混合稱鋁融接劑，燃燒鋁融接劑時能發生 3000°C 溫度，試用化學方程式表明其變化。
- (147) 鈉明礬，鉀明礬及銹明礬之分子式各如何列法？
- (148) 歐戰時使用氯以毒敵人，防時用頭巾保護器，其中盛有包紗之石灰與氫氧化鈉之粉狀混合物，此種保護器甚爲有效，何故？試說明其作用。
- (149) 氯化鈣有何用處？

- (150) 石灰石若置於密閉器內熱之，能完全分解乎？
- (151) 純碳酸鈣 1680 斤所製得之生石灰以水消之，問須水若干斤？
- (152) 設欲預備燒石膏一噸，問須石膏若干？
- (153) 二碳化鈣與水作用生乙炔(acetylene)試用化學方程式表明之。
- (154) 鋇，鋇燃燒時之火焰各呈何色？
- (155) 說明鑛之特性。
- (156) 碳酸鈉與碳酸鉀均係鹼性，試書其故？
- (157) 硝酸鉀可製火藥，而硝酸鈉何以不能？
- (158) 氫氧化鉀或氫氧化鈉露於空氣中有何反應？
- (159) 投鈉或鉀於水各生何種現象，能用方程式表之否？
- (160) 加鹽酸或硫酸於碳酸鈉時，所生化學變化如何？試以方程式表之。
- (161) 碳酸氫鈉何以稱為酸式碳酸鈉？其水溶液何以不呈酸性而反呈弱鹼性？
- (162) 由植物灰中取鉀之方法如何？
- (163) 舊時用草木灰汁洗衣，是利用其中何種成分？
- (164) 製造火藥，火柴，煙火均有用氯酸鉀為原料，何故？
- (165) 製造碳酸鈉之方法如何？試詳言之。
- (166) 硫酸銍與智利硝石對於肥料之價值由含氮量而定，試比較此兩種物質之肥料價值。

- (167) 砷化三氫與銻化三氫之性質試比較言之。
- (168) 銻與鉍之特性各若何？
- (169) 砷化三氫燃燒成何物質？試書其方程式。
- (170) 試書砷酸，三縮二原砷酸及二縮原砷酸之分子式及構造式。
- (171) 氮，磷，砷，銻，鉍五元素之性質，試比較言之。
- (172) 何謂加水分解？並舉例說明之。
- (173) 何謂可逆反應？並舉例說明之。
- (174) 何謂化學平衡？
- (175) 氧化劑，還原劑，乾燥劑，殺蟲防腐劑，試就所知而書其名。
- (176) 風化與潮解作何解釋？
- (177) 何謂昇華？能昇華之物質有幾，試就所知者而書其名。
- (178) 投鐵或鋅於硫酸銅溶液中起何變化？能用方程式表之否？
- (179) 懸鋅片於硝酸鉛溶液中起何變化？能用方程式表之否？
- (180) 下列氣體有何識別法：
(a) 氧 (b) 氯 (c) 砷精 (d) 二氧化碳
- (181) 述二氧化碳之存在與動植物生育之關係。
- (182) 試記下列化合物之名：
(a) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (b) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ (c) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (d) NaHCO_3

(183) 試述下列化合物之用途：

(a) 智利硝石 (b) 燒石膏 (c) 硝酸鉀 (d) 氯酸鉀

(184) 膽礬，鉛白，鋅白，甘汞，及密陀僧各為如何之化合物？

(185) 試論磷之循環。

(186) 試完成下之方程式，且記明式中各符號之化學名：

(a) $\text{NH}_3 + \text{HCl} =$ (b) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$

(187) 次之諸反應，試用化學方程式示之：

(a) 自氯化銦製成硃精 (b) 自熟石灰製成漂白粉

(188) 加鹽酸於下列物質中則生如何之變化？

(a) 氫氧化鈉 (b) 硝酸銀

(189) 問如何之水為暫時硬水，煮沸之則成軟水？其理安在？

(190) 乾燥之氯不能漂白何故？

(191) 如燃蠟燭伸入氯瓶中，則焰成紅色而生濃黑的煤煙；問氯對於燃燒之蠟燭生何作用？

(192) 試記下列諸物質之反應化學方程式：

(a) 大理石與鹽酸 (b) 銅與濃硝酸 (c) 銅與濃硫酸

(193) 試示下列各元素之記號：

氫 氧 氮 碳 硅 銻 鋅 鉛 鐵 鋁 磷 硫 金 銀

(194) 試書下列各化合物之名：



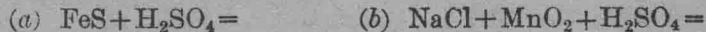
(195) 試記下列元素記號之名稱：



(196) 單獨鹽酸或硝酸不能與黃金作用，然鹽酸與硝酸混合後則能溶解，其理由如何？

(197) 問電鍍金銀所要之溶液為何？

(198) 試補正下列化學方程式之左項，且附加其右項而完全之：



(199) 問生石灰，石灰石，熟石灰，石灰水及石灰乳之區別。

(200) 用為漂白劑之物質試就所知者言之。

(201) 設欲得錒 50 克當用一氧化錒若干？(答 54 克)

(202) 設將 380 克一氧化錒加熱分解之，可得錒若干克氧若干克？

(答錒 351.8 克，氧 28.1 克)

(203) 問欲得 100 克之氯當用二氧化錳若干克？(答 122.5 克)

(204) 加食鹽 (NaCl) 於硝酸銀 (AgNO₃) 溶液內，則得氯化銀 (AgCl) 白色沉澱，今設用

25 克之食鹽加於多量之硝酸銀溶液內，可得氯化銀若干克？(答 61.28 克)

(205) 投 100 克之鈉於水，問可得若干克之氫氧化鈉？(答 173.9 克)

(206) 問硫酸銍百錢中所含氮之重量幾何？(答 21.21 錢)

- (207) 有 168 克之氫氧化鉀，問當以若干量之鹽酸可使之中和？(答 109.5 克)
- (208) 自一噸之智利硝石，問可製含水 $\frac{5}{10}$ 之硝酸若干噸？(答 1.48 噸)
- (209) 有銀銅混合之銀貨幣，溶解其 0.5 克於硝酸中，於此注入鹽酸，則生 0.52 克之氯化銀，試將此銀幣之各成分以百分率表示之。(答銀 81.87% 銅 18.13%)
- (210) 欲使 12 克之碳完全燃燒，問須幾呎之空氣？(答 112 呎)
- (211) 問若欲用氮 24 呎及氫 40 呎使之化合，則成鹵精若干呎，尚餘氮若干呎？(答鹵精 26.66 呎，餘氮 10.67 呎)
- (212) 將硫酸銹 27 克與生石灰同熱之，所生鹵精之氣體容積在標準溫度及標準壓力時為若干呎？(答 4.58 呎)
- (213) 將大理石 3 克以鹽酸分解之，其所生二氧化碳之體積，在標準溫度及標準壓力時為若干立方呎(1 呎 = 1000 立方呎)？(答 672 立方呎)
- (214) 注稀硫酸於鋅，求製氫 10 呎，問要鋅若干克？但溫度為零度壓力為 760 mm.。(答 29.2 克)
- (215) 有容積為 3 呎半之瓶，欲以氧充滿其中，問須氯酸鉀若干克？但氧之體積係於零度一氣壓時測之。(答 12.8 克)
- (216) 有一氣體在 27°C. 量之，其體積為 25 立方呎，問在 30°C. 時，其體積為若干？(答 22.75 立方呎)

- (217) 有某氣體在 0°C . 時其體積為 45 立方呎, 問在 30°C . 時, 其體積為若干? (答 49.9 立方呎)
- (218) 設有一種氣體, 壓力為 700 耗, 則體積為 450 立方呎, 問若壓力變為 760 耗, 則其體積幾何? (答 414.47 立方呎)
- (219) 設有一種氣體, 壓力為 650 耗, 體積為 300 立方呎, 問如其體積為 400 立方呎, 則壓力變為若干? (答 487.5 耗)
- (220) 有一氣體在溫度 21°C . 及壓力 780 耗時, 量得其體積為 450 立方呎, 問在標準溫度及壓力時其體積為若干? (答 428 立方呎)
- (221) 有氣體在壓力為 765 耗溫度為 15°C . 時, 其體積為 250 立方呎, 問其在標準溫度及壓力時之體積幾何? (答 238.5 立方呎)
- (222) 考得鈉之比熱為 0.284, 鉀之比熱為 0.166, 錳之比熱為 0.119, 鐵之比熱為 0.112 試求此四元素之原子量約數。(答約為 鈉 = 23, 鉀 = 39, 錳 = 54, 鐵 = 57)
- (223) 考得二氧化碳之蒸氣密度為 22, 求二氧化碳之分子量。(答 44)
- (224) 設有一化合物, 其分子量測得為 34, 以分析法分析之, 則知此 34 中有氫 2 分及氧 32 分。試求此化合物之式。
- (225) 有一種化合物其分子量測得為 100, 以分析法分析之, 則知此物含有鈣 40%, 碳 12%, 氧 48%, 問此化合物之程式為何?
- (226) 井中或池中常有水泡噴出水面, 俗稱為真珠泉, 問是何故?

- (227) 前年唐山炭坑忽然爆發，死傷數百工人，試推測其故；事前有無預防方法？
- (228) 依烷類之公式 C_nH_{2n+2} 試用 8 代表 n ，求其分子式之名。
- (229) CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10} , C_6H_{12} 等式中之任一化合物，與其隣接兩化合物比較，有何不同之點。
- (230) 烷屬烯屬及炔屬之性質試比較言之。
- (231) 揮發油何以不宜燈用，燈油何以不宜於機械用？
- (232) 醇類與醚類之異點安在？
- (233) 說明釀酒法之大要。
- (234) 三種醇類氧化後所起之變化各如何？
- (235) 醛類與酮類性質之異點安在？
- (236) 下列各化合物試書其名：
(a) $C_2H_5 \cdot OH$ (b) $CH_3 \cdot CHO$ (c) C_2H_2 (d) C_3H_8
(e) $(C_2H_5)_2O$ (f) $(CH_3)_2S$ (g) C_2H_4
- (237) 下列各物質試書其分子式：
(a) 庚烷 (b) 丁烯 (c) 丙炔 (d) 乙醇(酒精)
(e) 二甲醚 (f) 甲醛 (g) 戊酮
- (238) 手足被蜂蟻所刺時，可用硼精水治之，何故？
- (239) 飲酒過量則醉，何故？

- (240) 酒精可飲乎？又以初製酒精加果汁後可飲乎？
- (241) 酒精完全燃燒時所生化學變化，試用方程式表明之。
- (242) 欲驗酒精中有無水分用何方法？
- (243) 滴香水於手巾上何以易乾？其香氣何以能致遠？
- (244) 說明脂肪及油之成因。
- (245) 醋何以酸。
- (246) 用酒製醋化學方程式能書之否？
- (247) 二乙醚(diethyl ether)完全燃燒時生何種物質？試以方程式表之。
- (248) 說明肥皂製法之大要。
- (249) 肥皂洗衣能去油脂其理安在？
- (250) 如用硬水洗衣，須費肥皂甚多纔能洗淨何故？
- (251) 問石油與脂肪油類各主要成分有何差異。
- (252) 如加鹽酸於肥皂當生若何變化？
- (253) 如加鹼液於洋蠟燭有何變化否？
- (254) 何謂鹼化作用？
- (255) 油漆房屋器皿多用桐油或亞麻仁油(linseed oil)何故？
- (256) 說明三種煙鹵類性質之異同。
- (257) 書出草酸，乳酸，琥珀酸，蘋果酸，酒石酸，檸檬酸之示性式。

- (258) 試由蘋果酸, 酒石酸, 檸檬酸的示性式, 說明酸性以外還有何種共通性質否?
- (259) 甘薯可以製酒精何故?
- (260) 破布可以造紙, 在理論上並可製糖; 木屑竹頭在理論上可以製酒精, 試言其故。
- (261) 試書葡萄糖與果糖之構造式。
- (262) 由假象牙所製的物件試舉五種。
- (263) 真象牙與假象牙之識別法如何?
- (264) 植物性纖維與動物性纖維有何異性。試比較言之。
- (265) 動物尿中含有何種主要成分, 便所何以常有一種臭氣, 能用方程式表之否?
- (266) 用燐 (benzene) 50 克為原料, 可製硝基燐 (nitro-benzene) 若干克? 又可製靛油若干克?
- (267) 製造硝基燐及苦味酸時所加濃硫酸是何作用?
- (268) 試述鞣質之性質。
- (269) 燐之構造式如何列法?
- (270) 試列焦油腦 (naphthalene) 之構造式。
- (271) 藍靛之分子式及構造式如何。
- (272) 試述彈性樹膠 (caoutchouc) 之製法及性質。
- (273) 樟腦類化合物有何特性?
- (274) 何謂醱酵, 並舉例說明之。

- (275) 腐敗與發酵有何差異？
- (276) 人之體溫何由而生？
- (277) 吸煙何故有妨害衛生？
- (278) 飲濃茶過多亦有礙衛生否？
- (279) 智利硝石，過磷酸石灰及植物灰各是供給何種成分的肥料？
- (280) 用化學的知識說明動植物生存之相互關係。