

新課程標準 師範學校適用
師範學校適用

化學

下冊

編者 儲潤科

中華書局印行

民國三十五年三月八版

新課程標準師範適用

化學 (全二冊)

◎下冊

(郵運匯費另加)

有 不
著 准
作 翻
權 印

編者 儲潤科

發行人 顧樹森
中華書局股份有限公司代表

印刷者 中華書局永寧印刷廠
上海澳門路四六九號

發行處 各埠中華書局

化學下冊

目次



第十三章 硫及其化合物	1—13
100. 硫	1
101. 硫化氫	4
102. 二氧化硫與亞硫酸	5
103. 三氧化硫	6
104. 硫酸	7
105. 二硫化碳	12
106. 氯化硫	12
107. 硫族元素	12
第十四章 氮族元素及其化合物	14—34
108. 氮	14
109. 氨	15
110. 氮的氧化物	18

111. 氮的含氧酸	21
112. 氰化物	25
113. 氮的固定法	26
114. 磷	27
115. 磷的氧化物	30
116. 磷酸	30
117. 砷及其化合物	32
118. 銻與鉍	32
第十五章 碳及其氧化物——火焰	35—45
119. 碳	35
120. 碳的化性與功用	37
121. 乾餾	38
122. 二氧化碳	40
123. 一氧化碳	42
124. 火焰	44
第十六章 碳化氫及其衍生物	46—61
125. 烷屬烴	46
126. 石油	47
127. 烯屬烴與炔屬烴	48
128. 環烴	49

129. 烷屬烴的衍生物	51
130. 環烴的衍生物	55
131. 油	56
132. 肥皂與洋燭	57
133. 膠體	58
134. 肥皂去垢的原理	60
第十七章 其他含碳化合物	62—73
135. 醣	62
136. 纖維素工業	64
137. 蛋白質	66
138. 有機肥料	68
139. 營養化學	69
140. 維生素	69
141. 食物的消化	70
142. 精油	71
143. 生物鹼	72
第十八章 矽與硼	74—81
144. 矽	74
145. 二氧化矽	75
146. 矽酸	76

147. 玻璃	77
148. 硼	78
149. 硼酸	79
150. 硼砂	79
151. 琺瑯	80
第十九章 金屬及合金	82—88
152. 金屬與非金屬	82
153. 金屬元素的化性	82
154. 天然間的金屬	82
155. 金屬的提冶	83
156. 金屬化合物	84
157. 合金	86
158. 金屬的電動力次序	87
第二十章 鹼族元素	89—96
159. 鈉	89
160. 氧化鈉及氫氧化鈉	89
161. 氫化鈉	90
162. 碳酸鈉	91
163. 其他鈉化合物	92
164. 鉀及其化合物	93

165. 焰色反應	94
166. 銍化合物	95
第二十一章 銅族元素與鉑	97—104
167. 銅	97
168. 銅的化合物	98
169. 銀	100
170. 銀的化合物	101
171. 金	102
172. 鉑	103
第二十二章 鹼土族元素	105—112
173. 鈣	106
174. 鈣的化合物	106
175. 硬水	109
176. 鋇與鎂的化合物	111
第二十三章 鎂族元素	113—121
177. 鎂	113
178. 鎂的化合物	114
179. 鋅	115
180. 鋅的化合物	117
181. 汞	118

182. 汞的化合物	119
第二十四章 鋁	122—129
183. 鋁	122
184. 鋁的化合物	124
185. 陶瓷器	126
186. 水泥	128
第二十五章 錫與鉛	130—140
187. 錫	130
188. 錫的化合物	131
189. 鉛	133
190. 鉛的化合物	134
191. 油漆	137
192. 鉛極蓄電池	138
第二十六章 鉻鎢錳	141—149
193. 鉻	141
194. 鉻的化合物	142
195. 鎢	145
196. 錳	146
197. 錳的化合物	146
第二十七章 鐵 鈷 鎳	150—162

198. 鐵	150
199. 鐵的冶鍊	152
200. 鐵的性質	156
201. 鐵的化合物	157
202. 墨水	159
203. 鈷	160
204. 鎳	161
第二十八章 化學的應用	163—172
205. 化學與人生的關係	163
206. 化學與國防的關係	166
207. 結論	172
附 錄 I 若干氣體的凝固點,沸點,臨界點及 密度	173
II 若干元素的比重與熔點	174
III 18°時若干化合物的溶度	175
中西名詞對照表	1—10

新課程標準師範適用

化 學

下 冊

第十三章 硫及其化合物

100. 硫 S (Sulfur)

甲、硫的開採 硫在自然界分布極廣，有游離的，有化合的，石膏、瀉鹽、硫鐵礦等都是硫的化合物，其他如多種銅、銀、鋅、鉛、鎳等的礦物，以及蔥、蒜、卵黃等等，均含若干硫素。游離狀態的硫大都來自火山，以意大利的西西來島及北美的路易西安那州出產最多。西西來島的硫常與砂土等相和，須加熱熔出硫磺，更經蒸餾精製方得純硫。北美硫磺則深藏地底，採取時用鋼管直插硫層，送入百度以上的高壓熱水使硫熔融，再用高壓空氣將硫壓升地面，冷卻後即成純潔固體。

乙、硫的性質

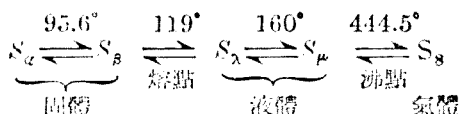
(1) 硫的同素體 硫在不同溫度時，能生數種同素體：

1° 菱形硫 (Rhombic sulfur) 即 S_{α} 。天然硫及由溶液析出的硫均成菱形晶體，故名菱形硫為淡黃色固體，比重 2.06，能溶於二硫化碳、氯化硫、苯等液體中。

2° 針形硫 (Monoclinic sulfur) 即 S_{β} 。將菱形硫熱至 95.6° 以上，或加熱使熔再令徐冷凝固，則得針形硫為淡黃色半透明針形晶體，比重為 1.96，不溶於二硫化碳，但在此液中能漸變成菱形硫然後溶解。在 95.6° 以上 S_{β} 較安定，以下則 S_{α} 較穩固故天然硫全屬 S_{α} 。

3° 液體硫 (Liquid sulfur) 當硫受熱熔融，初成淡黃色流動液體；繼續加熱，顏色漸深，流動性漸減。至 260° 時成爲一暗褐色黏厚液體，雖盛器顛倒，亦不流出。更熱則復流動，至 444.5° 乃終沸騰，發出蒸汽。從液體硫的顏色與流動性，可知液態硫磺至少必有兩種：一爲淡黃色流動液體稱爲 S_{λ} ，一爲暗褐色黏厚液體稱爲 S_{μ} 。 S_{λ} 受冷凝固時生針形硫， S_{μ} 急冷時不及變成

S_{λ} 而直接成爲橡皮形的彈性硫 (Plastic sulfur)。透明柔軟而有彈性，在空氣中漸轉變成爲菱形硫。溫度與各種硫磺互相轉變的關係，可用下表示明：



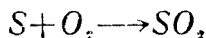
天然硫受熱至熔點時往往不能完全成爲 S_{β} 。故熔融的硫不是純 S_{β} 而爲 S_{α} 與 S_{β} 的混合物。此混合物的融點爲 114° ；是以用普通實驗方法求得的硫熔點常爲 114° 而非 119° 。

(2) 硫極不導電與熱，如將木塊置融硫中而強壓之，則可得一極佳的絕電體。

(3) 硫的蒸汽在沸點時其分子量合於 S_8 。但溫度漸高則漸析離成爲 S_6 、 S_4 等等，至 900° 時幾全爲 S_2 ，溫度更高，且一部成爲 S 。

(4) 硫可與氯化合成爲氯化硫 S_2Cl_2 。

(5) 在空氣中可燃燒成爲二氧化硫。



(6) 除鉑與金外所有金屬均能與硫直接化合成爲硫化物。

丙、硫的功用

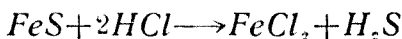
(1) 化學工業中硫有極大功用。如製硫酸、二硫化碳、橡皮、火柴、火藥等等。

(2) 可為藥用品，對瘡疥等皮膚病有特效。

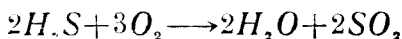
(3) 農業上作殺蟲劑。

(4) 在電學上作絕緣體。

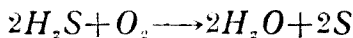
101. 硫化氫 (Hydrogen sulfide) 火山噴氣及多種泉水中往往含有硫化氫氣，蛋類腐敗時所發臭氣亦即此氣。實驗室中常用硫化鐵與鹽酸或稀硫酸相作用以製取之。



硫化氫為有異臭的氣體，有毒，在空氣中可以燃燒。如氧充足則成水汽與二氧化硫。

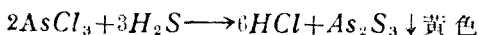
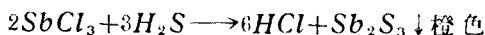
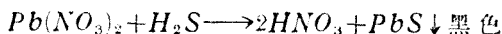
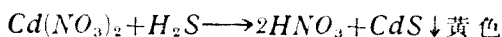
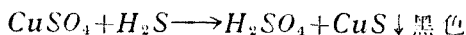


如氧不足則得水汽與硫。



工業上可利用此理以製純硫。

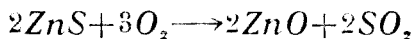
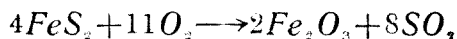
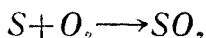
硫化氫能溶於水，溶液略有酸性，可稱為氫硫酸 (Hydro-sulfuric acid)。此氣通入鹽類溶液，常有不同顏色及不同溶度的硫化物沉下。分析室中可藉此辨認各種金屬游子。



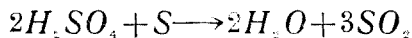
硫化氫有還原性，故當通入氧化劑溶液如濃硝酸、重鉻酸鉀、過錳酸鉀等時，硫化氫即被氧化成硫沉下。

102. 二氧化硫 (Sulfur dioxide) 與亞硫酸 (Sulfurous acid)

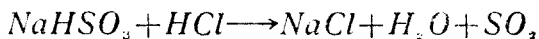
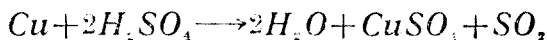
(1) 製法 工業上用硫或硫化物如 FeS_2 、 ZnS 等燃燒以製二氧化硫。



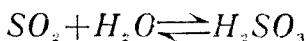
有時亦用硫酸與硫磺相和加熱以製之。



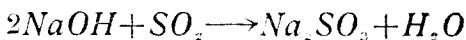
實驗室中則用碎銅片與熱濃硫酸相作用或加鹽酸於酸性亞硫酸鈉以得之。



(2) 性質 二氧化硫爲無色氣體，有悶人惡臭，即俗所誤稱的硫磺臭。甚易液化。溶於水中成亞硫酸，故 SO_2 亦稱亞硫酸酐。

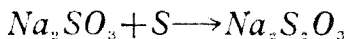


通入鹼溶液可得亞硫酸鹽。例如



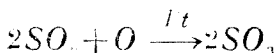
有還原性，故易氧化成爲硫酸。又能與有機顏料化合成爲無色化合物，故用以漂白羽毛、草帽等柔脆物品。

亞硫酸鈉溶液與硫相和煮沸即成硫代硫酸鈉 (Sodium thiosulfate)。



此物俗稱大蘇打 (Hypo)，可作去氯劑，照相中定影劑，及分析室藥品之用。

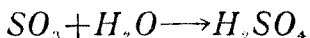
103. 三氧化硫 (Sulfur trioxide) 二氧化硫與氧相和熱至 400° 左右，用鉑粉或含鈳、鎳、鉻等的氧化鐵做接觸劑，則化合成爲三氧化硫。



用五氧化二磷置硫酸中煮熱，亦得三氧化硫。



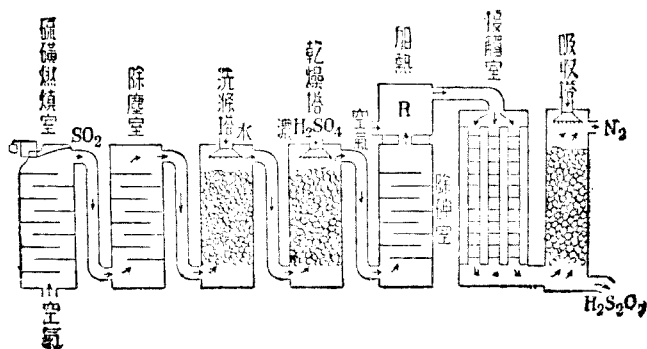
三氧化硫有兩種同素體一種的熔點為 40° ，另一種的熔點為 16.8° ，故在常溫時一為固體，一為液體，在潮濕空氣中均發強煙，溶入水時發出多熱，並發聲音，溶液即硫酸。



104. 硫酸(Sulfuric acid)

甲、硫酸的製法 硫酸的製法有二：一為接觸法，一為鉛室法。接觸法所得之硫酸純而且濃，惟成本較大。鉛室法非常經濟，但所得產物既不克濃過70%，且常含有雜質。故兩法在工業上各有地位，不能以此代彼。今將兩法分述於後。

(1) 接觸法 這是利用接觸劑使純潔二氧化硫與空氣中氧化合成為三氧化硫，再將所得

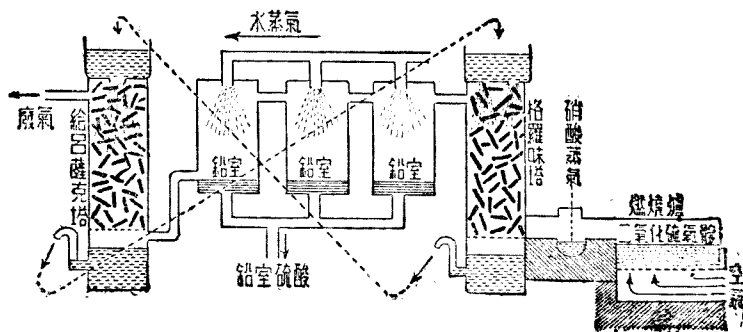
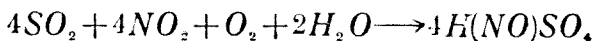


硫 酸 接 觸 製 法

的三氧化硫吸入濃硫酸中成爲發煙硫酸然後加水或稀硫酸以得適當濃度的硫酸。

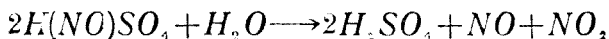
[三氧化硫本可與水直接化合成爲硫酸,但作用時所發的熱可使水沸,並與多量 SO_3 一併逸去,故用濃硫酸以代水。] 應用此法製造三氧化硫時所用的二氧化硫,必少含砷等雜質。因雜質能使接觸劑失去其接觸能力,致二氧化硫不能與氧化合,損失甚大,故二氧化硫從爐中發生後必先經洗滌手續方可應用。

(2) 鉛室法 這法是將二氧化硫,氧(或空氣),水汽及二氧化氮四氣在極大鉛室中相和使起複雜反應而生硫酸,其反應大概可分二步:第一步爲四種氣體先化合成爲亞硝酸硫酸。

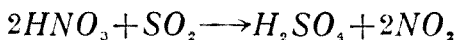


硫 酸 的 製 造

第二步爲亞硝酸鹽硫酸與水汽相作用成爲硫酸，並仍放出氮的氧化物。



放出的 NO 復與氧化合成爲 NO_2 ，再與 SO_2 、 O_2 、 H_2O 等作用成爲硫酸故照理論 NO_2 可循環應用，毫無損失但實際往往有若干逸去，必須加以補充。補充的方法是在各氣未入鉛室之前引入硝酸的蒸汽蓋此汽遇二氧化硫就有 NO 發生的。



工業上硫酸廠中的二氧化硫是用天然硫或硫鐵礦燃燒而生。在導入鉛室之前，須先除去塵埃及與適量空氣相和，並先經過一塔名格羅味塔(Glover tower)塔頂有亞硝酸鹽硫酸及稀硫酸同時流下。前者即與稀酸中之水起前述的第二步反應發生硫酸及二氧化氮。硫酸下流時因熱蒸發變成濃酸，集於塔底。二氧化氮乃與二氧化硫、空氣等引入鉛室，另加水汽即生硫酸。然一鉛室內作用決難完全，故令再入第二第三鉛室，務使所有 SO_2 悉成硫酸，所餘氣體爲過剩空氣及二氧化氮故離鉛室後仍令入一塔稱爲給呂薩克塔(Gay Lussac tower)，塔頂有濃硫酸流下，吸取二氮

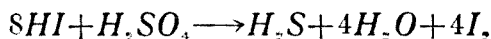
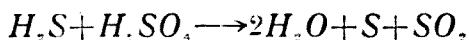
化氮或亞硝酸鹽硫酸集於塔底。用唧筒送至格羅味塔以放出二氧化氮給呂薩克塔頂所用的濃酸即由格氏塔底而來。故兩塔功用適相反而相助。格羅味塔使亞硝酸鹽硫酸分解放出二氧化氮俾入鉛室，同時因熱氣蒸發而得濃硫酸。呂薩克塔則取此濃酸吸取鉛室內放出之二氧化氮，使成亞硝酸鹽硫酸供格氏塔應用。如此兩塔作用 NO_2 乃得循環應用以製硫酸。至於補充此氣之硝酸或由格羅味塔頂加入或令爐中發出的熱二氧化硫經過硝酸鈉與硫酸的混合物以製取之。

乙、硫酸的性質

(1) 純酸爲油狀厚液，比重爲 1.85。沸點 330° ，但在未熱達沸點時已有若干分解，發出三氧化硫。 460° 時幾完全分解。且三氧化硫亦已分解成 $SO_2 + O_2$ 。

(2) 極易溶於水中，其實且與水化合成水化物如 $H_2SO_4 \cdot H_2O$ 、 $H_2SO_4 \cdot 2H_2O$ 等。故含氫氧二元素之化合物，如糖、纖維素等遇濃硫酸其中氫與氧立被吸去而成焦黑之碳素。以此濃硫酸可爲極強的乾燥劑。

(3) 濃熱時有氧化性如



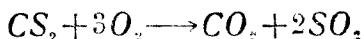
(4) 水溶液爲兩價強酸故可成爲中和性硫酸鹽及酸性硫酸鹽，如 Na_2SO_4 、 K_2SO_4 、 $CaSO_4$ 、 $NaHSO_4$ 等。

硫酸鹽除鉛、鋇、鋇、鈣等鹽外均能溶於水中。溶液內全有 SO_4^{2-} 游子。

丙、硫酸的功用 硫酸的功用非常之廣，差不多任何化學工廠都離不了他。全世界每年產量多至二千餘萬噸，故有人說一國的文化可用硫酸的消耗量來估計，也足見他的重要了。茲舉其主要用途於下：

- (1) 肥料的製造：過磷酸石灰及硫酸銨等；
- (2) 化學藥品的製造；
- (3) 石油的精製；
- (4) 銅、銀、鎳等金屬的精製；
- (5) 蓄電池及電鍍用；
- (6) 顏料及爆炸藥的製造；
- (7) 氣體的乾燥。

105. 二硫化碳 用碳與硫在電爐中燒至紅熱，二硫化碳即成蒸汽逸出，冷凝之，可得無色透明液體，沸點為 46° ，在空氣中可燃燒，發出二氧化碳與二氧化硫。



故用此液體時必不可與火焰相近，二硫化碳為溶解橡膠及硫的重要溶劑，並可作為驅逐蟻、鼠之用。

106. 氯化硫 用氯通過熱硫之上，即得一紅黃色液體，稱為氯化硫，從其蒸汽密度知其分子式為 S_2Cl_2 。此液能溶硫量甚多，故在製橡皮時極有用。

107. 硫族元素 由週期表知道氧、硫為同族元素，雖然一為氣體，一為固體，但化性方面實有許多相同的地方。如臭氧可視作 $O \cdot O_2$ 相當於 SO_2 ， H_2O 相當於 H_2S ， H_2O 電離時生 H^+ 與 OH^- 兩游子， H_2S 亦同樣生 H^+ 及 SH^- 兩游子。又另有硒 Se (Selenium) 與碲 Te (Tellurium) 二元素亦屬硫族，故性質均相似，化合物均相當。茲列若干化合物的分子式於下：

H_2S	SO_2	H_2SO_3	H_2SO_4	FeS
H_2Se	SeO_2	H_2SeO_3	H_2SeO_4	$FeSe$
H_2Te	TeO_2	H_2TeO_3	H_2TeO_4	$FeTe$

故同族元素實常有相似性質的。

習 題

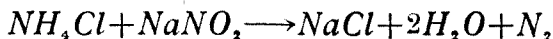
1. 試略述硫的體性與溫度的關係。
2. 試述鉛室法製造硫酸的大意。
3. 有人說：國家的文化，可用硫酸的消耗量來測驗。這話是否合理？
4. 三氧化硫遇水即成硫酸。用接觸法製硫酸時，何故不將三氧化硫直接吸入水中，而吸入濃硫酸中，然後再稀釋之？
5. 如何可使二氧化硫成爲三氧化硫？
6. 略述二硫化碳與氯化硫的製法與功用。
7. 10 升硫化氫完全燃燒時需空氣幾升(假定空氣中 $1/5$ 的容積爲氧)？如令與二氧化硫作用，可得純硫幾克？

第十四章 氮族元素及其化合物

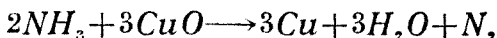
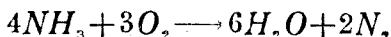
前已說過空氣容積的大約 $\frac{1}{5}$ 是游離的氮，是自然界氮量極多。化合的氮亦不在少；如南美的智利硝即是一例。他如植物細胞中的原形質，果實核仁，動物的毛、甲、卵、肉及排洩物亦莫不含有氮的化合物。故氮與人生的關係非常密切。茲將該元素及其重要化合物分述於下：

108. 氮 N_2 (Nitrogen)

甲、氮的製法 工業上用低溫高壓使空氣液化，然後用分餾法分別集取氧氮二氣。實驗室中常用氯化銨與亞硝酸鈉混合加水少許，徐徐加熱以得純氮。



如用氮與氧相和熱至 800° 左右，或放氧化銅於氮中熱至 500° — 600° ，亦有氮放出。



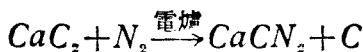
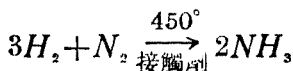
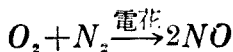
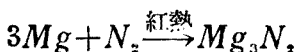
乙、氮的性質

(1) 氮為無色無味無臭的氣體，沸點為 -194° 。

凝固點爲 -214° 。

(2) 水中溶度極小；在平常狀況下，水每 100 容積祇能溶氮 1.6 容積。

(3) 在尋常溫度，氮的化性甚不活潑，然在適當情形氮可與許多物質直接化合，例如

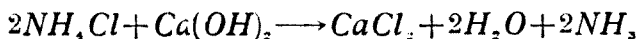


利用這些反應可取空氣中無窮多的游離氮製成有價值的含氮化合物。

109. 氨 NH_3 (Ammonia) 氨是一種與人生極關重要的化合物。因爲 1. 他的化合物可作肥料及炸藥；2. 可用他製造碳酸鈉；3. 液體氨可製人造冰；4. 可氧化成爲硝酸。

甲、氨的製法

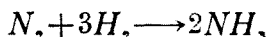
(1) 在實驗室中常用氯化銨或硫酸銨與石灰及少量水相和加熱以得氨。



(2) 工業上製氮方法有好幾種分述如下：

1° 用煤緊閉室中強熱之則生煤氣。煤氣中常含氮。用水吸取此氣，再加石灰攪和，則氮重行放出。此時如令吸入硫酸液中，可得結晶的硫酸銨 $(NH_4)_2SO_4$ ，為一重要肥料。

2° 哈勃氏法 (Haber process) 此法係用氮與氫直接化合以製氮，故亦稱為直接合成法 (Direct synthetic process)。



其詳細情形，已於上冊第十章討論化學平衡時說過，毋庸贅述。

此法所生氮或令吸入水中，或用冷壓使之液化取出。其尚未化合之氫氮則更令反覆重經觸媒，至完全化合為止。

所用觸媒以鐵為主，惟須含有若干其他物質如鋁、鉀、鈉等，其效力方大。

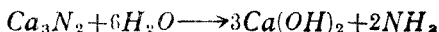
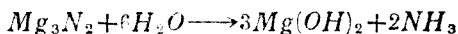
此法中所用原料為氮與氫。氫直接或間接自水中製得，氮則來自空氣，故均可取之不竭，用之不盡。製成氮後，既可用作肥料，以增生產而裕民生，又可製成硝酸及炸藥，以固國防而保民族。歐戰時德人曾賴此法得支持

戰爭若干年月。故哈勃氏製氨法很值得注意的。

3° 將碳化鈣置電爐中高熱之，通入氮即得氰代胺基鈣 $CaCN_2$ (Calcium cyanamide)，取出，使與高熱 (140°) 水汽相作用，即生氨。



4° 通氮於紅熱鈣或鎂上所得的氮化物，如與水起反應亦生氨。

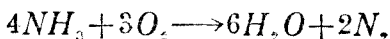


乙、氨的性質

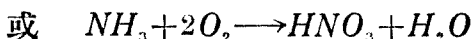
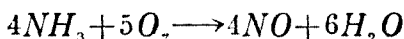
(1) 氨為無色而有刺鼻異臭的氣體。甚易液化 ($+10^\circ$, 6 氣壓)。沸點為 -33.5° 。液體沸騰時每克吸熱 330 卡，故此液體可為降低溫度之用。

(2) 極易溶於水中； 0° 時每水 1 容積能溶氨 1300 容積。

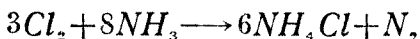
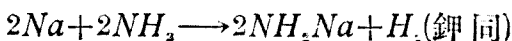
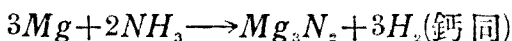
(3) 氨不能在空氣中燃燒，但在純氧中加熱至 800° 以上即燃燒而發氮。



如用鉑粉為接觸劑則氨氧之混合物熱至 $650^\circ - 700^\circ$ 時，即生下列反應：



(4) 氨在適當溫度時可與鎂、鈣、鉀、鈉、氯等起下列反應：



故受氯毒時，可略吸氨氣以資解救。

(5) 氨的水溶液有弱鹼性因他實有一部與水相化合。



NH_4OH 又可電離為 NH_4^+ 與 OH^- 。

NH_4^+ 與鉀、鈉等有相似性質，故稱為銨根。 NH_4OH 即稱為氫氧化銨，能與酸類中和成銨鹽。

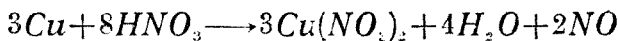
銨鹽大都可溶於水，不甚穩固，與強鹼相和加熱立刻發生氨氣，故可利用此反應以察銨鹽之是否存在。

110. 氮的氧化物 氮有五種氧化物，列表如下：

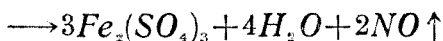
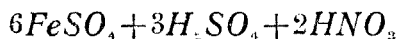
氧化物	式	狀 態	顏 色
一氧化二氮	N_2O	氣 體	無 色
一氧化氮	NO	氣 體	無 色
三氧化二氮	N_2O_3	氣 體	無 色
二氧化氮	NO_2	氣 體	紅 褐 色
五氧化二氮	N_2O_5	固 體	白 色

其中僅一氧化氮及二氧化氮較爲重要,特分述之。

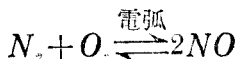
(1)一氧化氮 實驗室中常用稀硝酸與銅片相作用以得一氧化氮。



加硫酸與硝酸於亞鐵鹽類溶液,亦得此氣。

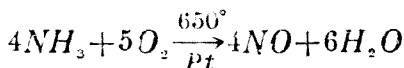


工業上有兩種方法製造一氧化氮,第一法是把氧與氮的混合物,用相當的速率通過電弧,這電弧的高溫能使一小部份氧與氮化合成爲一氧化氮,這法稱爲直接合成法。



第二方法是用鉑爲接觸劑使氮受氧的作

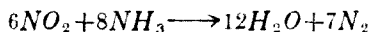
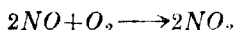
用以成一氧化氮，但此作用時的溫度祇可在650°左右；過高或過低均不可。



如溫度過高，則其作用為：

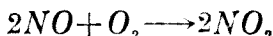


溫度過低則所得NO將有一部與O₂化合成為NO₂，而NO₂又將立刻與尚未受氧化的氮相作用而亦生氮。

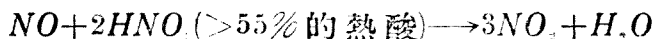


一氧化氮為無色氣體不溶於水。在2000°以上可分解成氮與氧。故用直接合成法製造時，氣體通過電弧後應設法使之速冷，否則所得一氧化氮又將受電弧之高溫而復分解。

在150°以下一氧化氮遇氧立刻化合成二氧化氮。

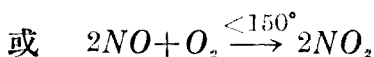
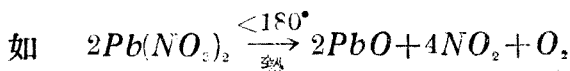


遇55%以上之濃硝酸即互起反應：

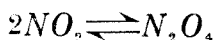


(2) 二氧化氮 一氧化氮在常溫時(其實150°

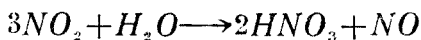
以下)與氧相遇,或微熱硝酸鉛之晶體均有 NO_2 得到。



二氧化氮爲紅褐色氣體,如令溫度降低或加強壓力,則成黃色氣體(N_2O_4)。該氣平時實即 NO_2 與 N_2O_4 之混合物。



600° 以上 NO_2 完全分解成 NO 與 O_2 , 故有氧化性。 NO_2 能溶於水,與之起反應成硝酸與一氧化氮。

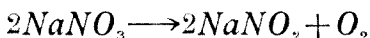


所放 NO 又與 O_2 化合成 NO_2 , 再溶於水成硝酸並又有少量 NO 放出,如是數次,所有 NO_2 全部可藉 H_2O 與氧或空氣成爲硝酸。

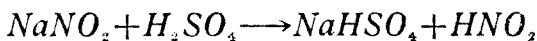
111. 氮的含氧酸 氮的含氧酸有三種,即次硝酸 $H_2N_2O_2$ (Hyponitrous acid), 亞硝酸 HNO_2 (Nitrous acid) 與硝酸 HNO_3 (Nitric acid)。次硝酸甚不穩固易爆炸,不甚重要。但硝酸與亞硝酸均極重要,

分述如次。

(1) 亞硝酸 將硝酸鉀(即硝石)或硝酸鈉(即智利硝石)加熱,均失去一氧原子而成亞硝酸鹽。



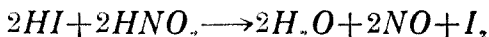
亞硝酸鹽的稀溶液中加酸即得淺藍色的亞硝酸溶液。



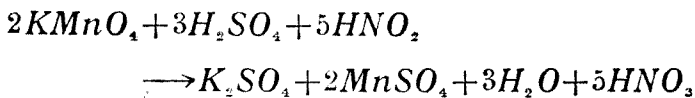
所得酸溶液極不穩固微熱之即分解:



亞硝酸爲強氧化劑如:



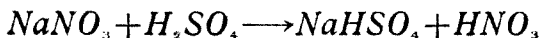
但同時其他強氧化劑如遇錳酸鉀的酸溶液,則可使氧化成爲硝酸。



在顏料工業中亞硝酸應用極廣。

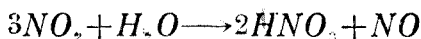
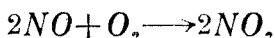
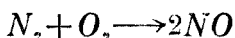
(2) 硝酸

甲、製法 用硫酸與硝酸鈉相和加微熱可得硝酸:



惟天然的 NaNO_3 僅南美的智利與秘魯有大量的產生。戰爭時需用硝酸量極多，設智利硝石來源斷絕硝酸的供應即生問題，結果戰爭勢必失敗。於是利用空氣中氮以製硝酸的發明。這有兩種方法。

一是使氧氮直接化合成爲一氧化氮，然後再令與氧作用成二氧化氮溶於水中即得硝酸。其作用如下：

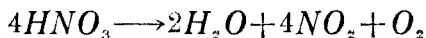


另一方法是將氮先與氫合成氨，然後用鉑做接觸劑，在適當溫度使氧化成爲硝酸或硝酸鉍（見前）。

乙、性質

1° 純粹硝酸爲無色液體，沸點爲 86° ，凝固點爲 -47° 。在潮濕空氣中發出濃煙。

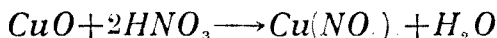
2° 不穩固；熱即分解發出二氧化氮與氧。



所生二氧化氮往往溶於硝酸內使有紅

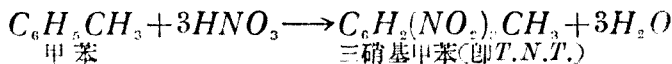
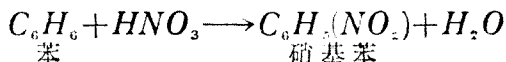
褐顏色。此種溶有二氧化氮的濃硝酸，稱爲發煙硝酸 (Fuming nitric acid)。於有機化學工業中極有用處。

3° 硝酸可全溶於水，溶液有極強酸性。故遇金屬及其氧化物或氫氧化合物，即起反應而生硝酸鹽類。如



4° 硝酸爲一種強氧化劑，即用水沖稀仍不失此性質。惟受還原時所成物質，則隨酸的濃度及還原劑還原性的強弱而變。且往往有數種物質同時生成，故不易或竟不能列成化學方程式。弱還原劑如汞、銀、銅、三氧化砷等與硝酸作用時可生 NO_2 、 N_2O 、或 NO 等氣。強還原劑如鐵、鎳、鋁、鎂、二氯化錫等，則生 N_2O 、 NH_2OH 、 NH_3 ，或竟可有 H_2 發出。

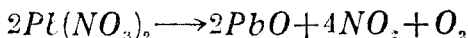
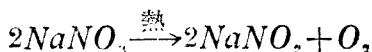
5° 發煙硝酸對許多有機化合物能起一特殊反應，稱爲硝化作用 (Nitration)。如



此等硝基衍化物在顏料工業及炸藥上非常重要故與國防有極大關係。

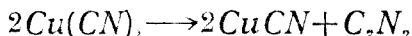
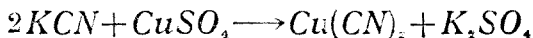
6° 硝酸能使蛋白質變黃色，故皮膚、蠶絲、羊毛等遇之均生黃色，而棉紗、麻、或人造絲等遇之則無此現象。

7° 硝酸鹽類均能溶於水中，均不穩固。如

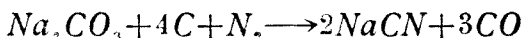


丙、功用 硝酸的主要功用為有機物之硝化；如硝化甘油 (Nitroglycerine)、硝化纖維 (Nitrocellulose) 等。炸藥及多種顏料的製造，均以硝酸為必需品。硝酸又可作氧化劑、媒染劑 (Mordant)、實驗室藥品之用。

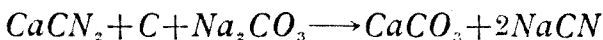
112. 氰化物 (Cyanide) 氮與碳能合成一化合物，稱為氰 (Cyanogen)，其分子量合於 C_2N_2 。為一極毒氣體。銅鹽溶液加入氰化鉀中即得此氣。



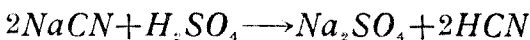
用碳酸鈉與碳及少許鐵粉(接觸劑)相和熱至 1000° ，通入氮氣則得氰化鈉。



又如將碳化鈣磨碎入電爐中，熱至 800° 至 1000° ，通入氮氣，則得氰代胺基鈣及碳的混合物，稱為硝化石灰 (Nitro-lime)，可作肥料及製氨用。然如與碳酸鈉相和加熱則亦得氰化鈉。



氰化鈉亦為極毒化合物，極少量即可致人死命。然可為吸取黃金之用。遇酸加熱發出氫氰酸 (Hydrocyanic acid):

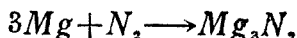


113. 氮的固定法 (Fixation of nitrogen) 氮為植物所必需的元素，然除少數豆科植物外都不能利用空氣中的游離氮氣，故必先設法使氮變成化合物，然後可作肥料及其他應用。此種使空氣中游離氮氣變成化合物的方法總稱為氮的固定法。此類方法業於前數節說過，茲為清楚起見特再用方程式總述一遍。

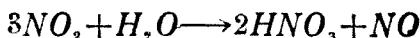
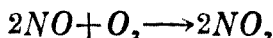
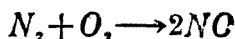
(1) 哈勃氏製氨法 (Haber process):



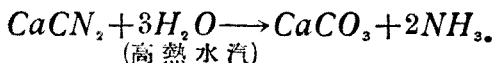
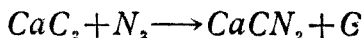
(2) 氮化物法(Nitride process):



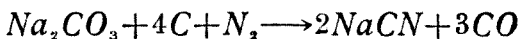
(3) 直接氧化法(Direct oxidation process 或 Birkel-
and and Eyde proces):



(4) 氰代胺基法(Cyanamide process):



(5) 氰化物法(Cyanide process):

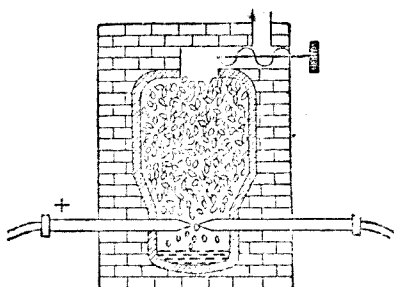


114. 磷 P (Phosphorus) 磷與氮爲同族元素，雖一爲固體，一爲氣體而化性方面多有相似處；如氮有三價五價，磷亦有三價及五價。氮有 HNO_3 、 NH_3 、 Ca_3N_2 等化合物，磷亦有 HPO_3 、 PH_3 、 Ca_3P_2 等等。足證同族元素的體性，雖可完全相異，化性必仍有類似的。

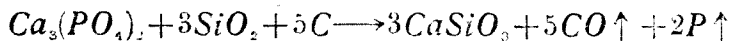
天然界無游離的磷，但礦物中有多量磷酸

鹽類。骨、齒、腦、肌肉、卵黃、豆類及花果中，均含磷素。

甲、製法 取磷酸鈣與適當量的砂及木炭相和，由上口加入爐中，通入交流電流發生極高溫度，即有磷成蒸汽逸出，可於水中冷凝而收集之。矽酸鈣則成液體集於爐底，依時放出。



磷的製造



乙、性質 磷有黃磷及紅磷兩種同素體。由蒸汽冷凝而得的是黃磷。黃磷與空氣隔絕後加熱即成紅磷。紅磷受熱發出蒸汽，遇冷仍得黃磷。茲用下表以示兩同素體的性質。

黃 磷	紅 磷
淡黃色透明	紅色粉狀
密度1.83	密度2.05—2.34
沸點287°；熔點44°	受熱時不熔，直接汽化
易溶於CS ₂ 及醚中	不溶於二硫化碳及醚中
有毒；0.15g即可致命	無毒

35°—45°之間即起燃燒
在黑暗處發出磷光

須熱至240°以上方能燃燒
不發磷光

磷熱時遇氯可直接化合成 PCl_3 或 PCl_5 ，兩物質都是有機化學中的重要藥品。又磷蒸汽如遇紅熱石灰則起反應生磷化鈣 Ca_3P_2 。此物遇水發生磷化氫 (PH_3)，見空氣即自燃，故海戰中夜間可用以測知砲彈落水的地方。

丙、功用 磷的主要功用為製造火柴。火柴有兩種：一種是普通火柴，在任何粗糙面上磨擦即可着火。另一種稱為安全火柴，必在特製之藥面上擦過，方能生火，故危險性較少。其製法分述如下：

普通火柴是用木條先蘸入熔融石蠟中，再黏蘸黃磷、二氧化鉛（或氯酸鉀或其他氧化劑）、水、糊精 (Dextrin) 等和成的厚漿。乾後外塗一層油膠，以免水汽及氧的侵入。因黃磷危險且有毒，多改用三硫化四磷 (P_4S_3)。

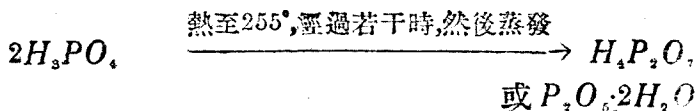
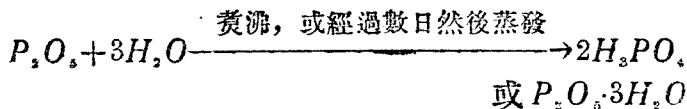
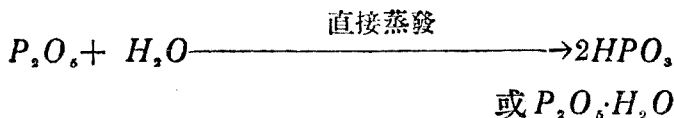
安全火柴則木條上為氯酸鉀、三硫化銻、糊精及若干襯料。惟擦面（即火柴盒側的藥面）則為紅磷、三硫化銻、糊精及玻璃粉的混合物。磷又可

製煙幕及引火彈之用故於戰爭中有重要地位。

115. 磷的氧化物 磷有三種氧化物：即三氧化磷(P_2O_3)、四氧化磷(P_2O_4)、及五氧化磷(P_2O_5)。

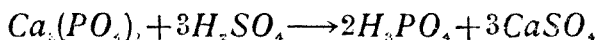
磷在空氣中自由燃燒時可得白色粉狀的五氧化磷。對於水有極大化合力，成爲磷酸。因稱磷酐，爲猛烈吸水劑，實驗室中常用之。如磷燃燒時氧不充足，則得三氧化磷，亦爲白色粉末。遇水亦漸化合成亞磷酸，故亦可稱爲亞磷酐。加熱至 22.5° 即熔融，至 173° 即沸，更熱至 440° 即分解成四氧化磷及紅磷。

116. 磷酸 (Phosphoric acid) 上節說五氧化磷溶於水中即化合成爲磷酸。但視化合水的多少，可成三種不同的磷酸。



普通常稱含化合水最多的酸爲正酸。例如 H_4SiO_4 或 $SiO_2 \cdot 2H_2O$ 稱爲正矽酸, H_2SiO_3 或 $SiO_2 \cdot H_2O$ 稱爲偏矽酸。正酸的正字往往可省去,故正磷酸亦簡稱磷酸。

將天然磷酸鈣磨碎,加硫酸,用水汽加熱,即生下列反應:

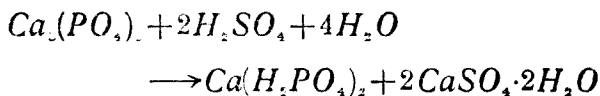


加熱蒸發硫酸鈣即沉澱析出。

如用紅磷與稀硝酸相和煮沸,蒸發至乾則得純粹白色含水的結晶磷酸 $2H_3PO_4 \cdot H_2O$ 。

磷酸爲三價酸故其分子中三氫原子可次第被金屬原子置換,成爲鹽類例如 NaH_2PO_4 磷酸二氫鈉, Na_2HPO_4 磷酸氫二鈉,及 Na_3PO_4 磷酸鈉等。惟磷酸非強酸,其鹽類能起水解作用。故溶於水時磷酸二氫鈉雖略呈酸性反應,而磷酸氫二鈉反微有鹼性。正磷酸鈉的溶液則有顯著鹼性。

磷酸鹽類爲重要肥料之一,惜天然界所有的大量磷酸鈣不溶於水,植物不能吸收,故必須加適量硫酸及水使成可溶的酸性磷酸鈣及石膏,方可作爲肥料。



所得混合物稱過磷酸石灰 (Superphosphate of lime), 可直接施於田土。

117. 砷 *As* (Arsenic) 及其化合物 氮族元素除磷以外尚有砷、銻、鉍三元素。砷與磷極相似如磷有同素體，砷亦有同素體，磷有 PH_3 、 P_2O_3 、 P_2O_5 、 H_3PO_3 、 H_4PO_4 、 PCl_3 、 PCl_5 等化合物，砷亦有 AsH_3 、 As_2O_3 、 As_2O_5 、 H_3AsO_3 、 H_4AsO_4 、 AsCl_3 、 AsCl_5 等相當化合物。

(1) 砷為銀白色固體，在空氣中易變色，加熱時直接汽化故能昇華。

製造鉛丸常加少量砷素(約0.5%)，一以增加鉛的硬度，一以降低熔點使易得球形。砷的化合物可製玻璃作殺蟲劑及藥品，並可製造顏料。

(2) 三氧化砷 為砷在空氣中燃燒時所得的白色粉末，俗稱砒霜或白砒，極毒，但若取量適當，可作藥用。

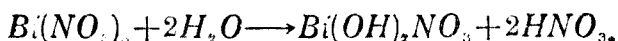
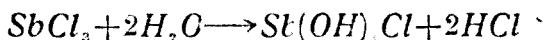
118. 銻 *Sb* 與鉍 *Bi* (Antimony and Bismuth) 銻與鉍也是氮族元素，但是金屬性逐漸顯著，比如

含氮的硝酸是極強的酸，磷酸較弱，砷酸極弱，銻酸幾弱不成酸，而鉍則竟不能成酸，祇有金屬性質了。

銻與鉍均為白色金屬，性脆可磨成粉末。其主要功用為製合金；如活字金 (Type-metal)、抗擦齊 (Antifriction alloys)。銻凝固時，不縮反脹。故其合金能密充原樣，成精確活字。伍德合金 (Wood's metal) 則為鉛、錫、鎘、鉍的合金，熔點極低 (60°C)，在製保險塞等消防設備上甚有功用。

我國雲南、貴州、湖南、廣東、廣西、四川等省產銻甚多，佔全球產量的 60% 以上。而銻為機器製造上所必不可少的元素。故如能對採治及銷售上加以統制，必可主宰全球銻礦的市場的。

當銻與鉍呈金屬性時均為三價，故有 SbCl_3 、 $\text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 BiCl_3 、 BiONO_3 等化合物。惟此等化合物均易水解成鹼性鹽。如



鹼性硝酸鉍 $\text{Bi}(\text{OH})_3 \cdot \text{NO}_3$ 或 BiONO_3 在醫藥上可作止洩藥用。又三氧化銻如與酸性酒石酸

鉀相和加熱則得鹼性酒石酸鉀銻 $K(SbO)C_4H_4O_6 \cdot \frac{1}{2}H_2O$,亦可作藥用。

習 題

1. 試述氮素對於人生的重要。
2. 如何可利用空氣中氮製造肥料?
3. 直接製氮時,溫壓的情形當若何?
4. 試述氮與氧在各種溫度下的作用。
5. 硝酸亦可由空氣製造,其方法如何?
6. 略述硝酸的性質與功用。
7. 何謂氮的固定法?
8. 比較黃磷與紅磷的性質。
9. 列表比較磷族各元素的性質,及其相當化合物的組成。

第十五章 碳及其氧化物——火焰

凡構成動植物身體及由動植物而來的物質都是碳的化合物總稱爲有機化合物。研究有機化合物的化學稱爲有機化學。以前認爲有機物必靠生命之力方能構成，亦即以此得名。後化學進步，能用簡單物質或元素合成無數種有機化合物，故有機兩字已完全失其意義。不過因爲碳的化合物即有機物，有許多特別性質，研究方法亦大有不同。故爲便利起見，有機化學仍與無機化學分開。本書目的爲對化學作普通研究，不論對有機物或無機物均應有相當認識。故於本章討論碳及其氧化物後，於下二章繼續略述若干有機化合物，以示有機物與人生的關係。

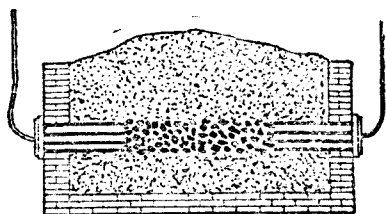
119. 碳 C (Carbon) 天然界游離狀態的碳很多，最多的就是煤。惟煤中除碳外尚含若干雜質。天然界較純的碳爲石墨，最純的就是金剛石。

(1) 金剛石的主要產地爲南非洲與巴西。爲八面晶體，惟爲製造飾物常加雕琢以增其反光力量。金剛石爲物質中最硬的，所以祇能用他自

己的粉末才能使他刻畫或磨光。無色金剛石價值極高，包含雜質致有暗黑色的價較廉，可用作彫刻玻璃及磨擦劑之用。

當碳溶於熔融鐵液之內急冷之，則碳成極細金剛石分出。惟量少而小，不合實際製造。

(2) 石墨 石墨亦為結晶的碳，與金剛石為同素體。軟而滑，能導電，可作鉛筆、坩鍋、滑潤劑、塗料（用於火爐免鐵生銹）等應用，電化工業中常用之作電極，故為一極有功用的物質。天然石墨產於西



石墨的製法

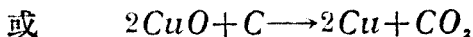
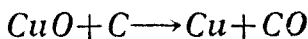
伯利亞、巴西、及錫蘭等地，惟常含雜質，若用焦碳（Coke）、瀝青，及少許黃砂或三氧化二鐵的混合物裝入爐內通過電流，則焦碳受因電阻力而生的高熱所作用變成石墨。如此所得石墨，十分純潔，極合應用。

(3) 除上述兩種結晶碳外，尚有多種無晶形的碳。如煤、焦碳、木碳、骨碳、燈煙等等。煤為古代植物受地形變動的影響，埋壓地下，經過不知幾千

百年逐漸分解而成。故煤愈古，則所含雜質愈少。然決不能成爲純碳；因爲植物原來所含的礦物質，不能成氣體逸去，常在其中。焦碳則爲將煤密閉室中加熱乾餾後所餘的物質，其中所含碳量較煤爲多，在工業上大量製造，極有功用。木碳與焦碳相似，惟爲木柴乾餾後所餘的物質。骨碳則爲動物骨骼乾餾後所得。均有孔性，並含雜質。燈煙爲木柴、油類、煤氣等不完全燃燒時所發的黑煙，爲極細的粉末，甚純潔，可製黑漆、墨水及印刷油墨。

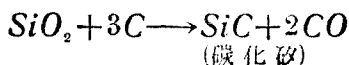
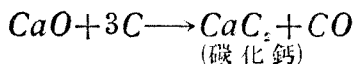
120. 碳的化性與功用

(1) 碳能燃燒發出二氧化碳或一氧化碳，冶金上常用作還原劑。



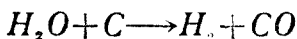
(2) 在高溫時可與其他元素直接化合，如遇鐵可成碳化鐵 (Fe_3C)，遇氫可成甲烷 (CH_4) 或乙炔 (C_2H_2)，遇硫蒸汽則生二硫化碳 (CS_2) 等等。

(3) 在電爐中可與若干化合物相作用成碳化物。如



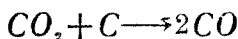
碳化鈣用於定氮及製造乙炔。碳化矽亦稱**碳矽**(Carborundum),極硬,故亦稱**金剛砂**,可作磨擦材料,鋼廠中亦間或用以調節鋼中碳與矽的含量。

(4) 白熱時 ($>1050^\circ\text{C}$) 遇水汽即起置換作用:



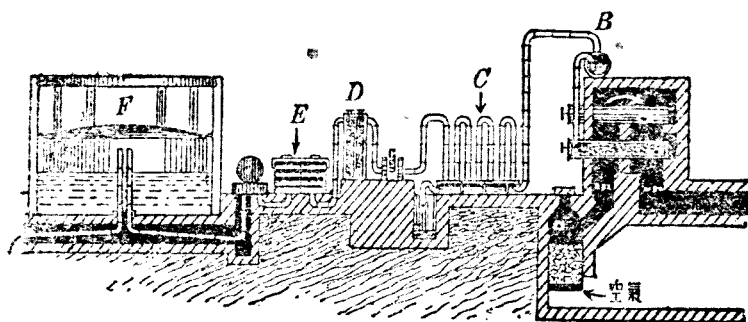
$\text{H}_2 + \text{CO}$ 的混合氣體可燃燒,發生高溫故稱爲**水煤氣**(Water-gas),爲一極佳氣體燃料。且爲工業上氫氣的一大來源。

(5) 在高溫度,碳可與二氧化碳起作用成一氧化碳。



熔鐵爐中全靠此作用生出一氧化鐵使鐵礦還原成鐵。

121. 乾餾(Dry distillation) 將固體物質密閉室中加熱使之分解,發出蒸汽或氣體,分別收集以得各種物質。這種手續,稱爲**乾餾**。煤受乾餾時揮發而出的物質可分



煤 的 乾 餾

爲三類：

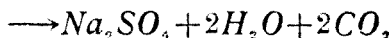
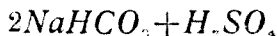
1. 煤膏 (Coal tar)。爲揮發氣體冷凝時所成的液體。再用分餾法及其他方法處理之，可得無數種極有價值的物質：如苯、萘、顏料、香料、藥物及炸藥等等。2. 氨。煤常含氮的化合物，乾餾時即成氨，與其他氣體一同發出。如令通入水中或硫酸中，氨即被溶解或成爲硫酸銨，爲一重要肥料。3. 煤氣 (Coal gas)。乾餾時所發氣體經冷凝及洗吸後，所餘的氣體含氫、甲烷、一氧化碳等氣體，可作燃料。乾餾後餘下固體，稱爲焦炭，爲工業上最重要的燃料及還原劑。

木柴乾餾時亦有可燃氣體放出。惟所得液體爲醋酸、甲醇（即木酒精）以及酮 (Acetone) 的混合物。所餘物質稱爲木炭，爲家庭燃料之一。有孔性能吸附 (Adsorption) 多量氣體，故防毒面罩中常用之。

(1) 無色無臭的氣體，較空氣重。甚易液化(臨界溫度為 31.35°C)。液體二氧化碳蒸發時吸收多熱，致另一部份即凝成雪狀固體即所謂之乾冰(Dry ice)，可用作冷劑。

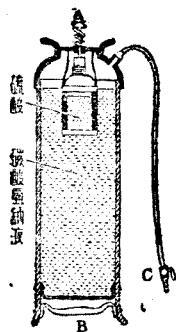
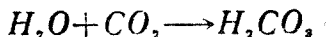
(2) 能溶於水。平常情形下一容積水可溶二氧化碳亦一容積。壓力增加，溶度亦隨而加大。汽水及其他含氣飲料即將二氧化碳在高壓(3 或 4 氣壓)下溶於水中而得。

(3) 不助燃燒，故可利用之以滅火。手提滅火機中盛酸性碳酸鈉的溶液(碳酸氫鈉液)及硫酸，用時倒提該機，酸即與溶液相遇。



二氧化碳一部溶於水中，一部升至上部將溶液壓出尖管，直噴而出。因含二氧化碳，該氣又較空氣為重，不易飛散，故救火頗有效。

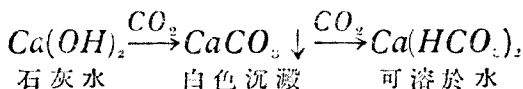
(4) 二氧化碳溶於水時有一部份與水化合成為碳酸。



手提滅火機

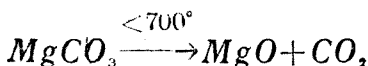
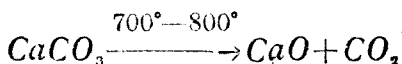
A. 筒塞 B. 提手 C. 射管

故此氣亦可稱爲碳酐。碳酸爲一兩價酸，極弱。可成中和性碳酸鹽及酸性碳酸鹽。如



二氧化碳通入石灰水先生白色沉澱，繼復溶解，實爲試驗 CO_2 之一普通方法。

碳酸鹽遇鹽酸均立刻發出二氧化碳，受熱則分解成氧化物與二氧化碳。

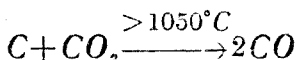


惟碳酸鉀或鈉則雖在高溫亦不分解。

123. 一氧化碳

甲、製法

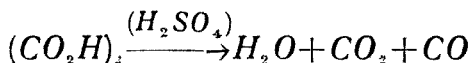
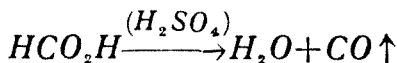
(1) 二氧化碳遇白熱的碳即還原成爲一氧化碳。



發生爐煤氣 (Producer gas) 即利用此作用以製成。

(2) 用濃硫酸作去水劑使蟻酸 (Formic acid) 或

草酸(Oxalic acid)受熱分解,可得一氧化碳。

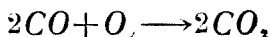


與CO同時發出的CO₂,可用氫氧化鉀的濃溶液以吸盡之。

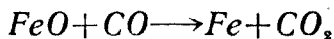
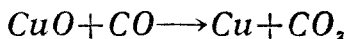
乙、性質

(1)無色無味無臭的氣體,極難液化。

(2)可燃燒成二氧化碳。

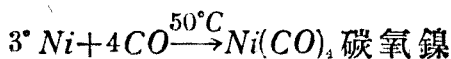
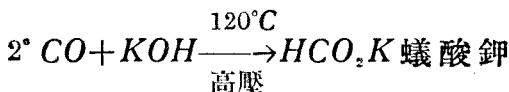
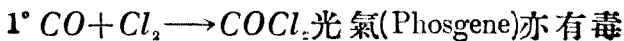


故為強還原劑。



(3)極毒;空氣中祇須含此氣 0.05%,久吸即可致命。對鳥類毒發尤快。

(4)可與他物成合成物(Addition products)。

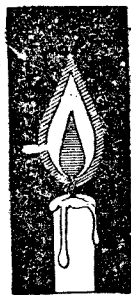


$Ni(CO)_4$ 爲一液體。沸點 $43^{\circ}C$ 。熱至 180° 復分解成鎳與一氧化碳。故 CO 對於提取及精製鎳素，甚爲有用。

124. 火焰 兩種氣體互起反應並生熱與光的稱爲火焰。氫或一氧化碳在空氣或氧中燃燒時，所發火焰爲一簡單火焰。蓋此種火焰僅有兩層；如圖，內層爲尙未燃燒的氣體，外層則爲正在燃燒的氣體，即真正火焰。



氫焰



燭焰

但燭火或乙炔等燃燒時所生的火焰，則較複雜。如圖，內層爲尙未燃燒之蒸汽及氣體，故有還原性。中層爲分解層，可燃氣體受高溫影響分解成爲氫與碳粒，火焰因有此碳粒之存在方發白光。外層爲氫與碳遇充足空氣而完全燃燒的地方，故溫度雖高而不亮。因有多氧故有氧化性。從上討論，可知欲火焰發光必焰中有固體物質的存在，欲得高溫必設法使可燃物質迅速完全燃燒。

本生燈(Bunsen burner)即使空氣與煤氣在達

火焰之前業已混和,燃燒迅速,溫度增高。

煤氣燈或氣油燈燃點時,焰中常放一燈罩(Gas mantle)以增強光亮。蓋燈罩為氧化鈦(99%)與氧化鈣(1%)的混合物。該物在焰中顯出接觸作用,使燃燒進行極速,故在罩面放出多熱,致令白熱而發強光。

習 題

1. 碳有幾種同素體?試述每種的特性,及功用。
2. 在高溫時碳對空氣、水汽、二氧化碳等的作用若何?
3. 何謂乾餾?乾餾煤時所得的主要產物是什麼?
4. 如何證明空氣中有二氧化碳存在?
5. 在何種情形之下,可得火焰?可得光亮火焰?可得高溫火焰?
6. 試述手提滅火機構造的原理。

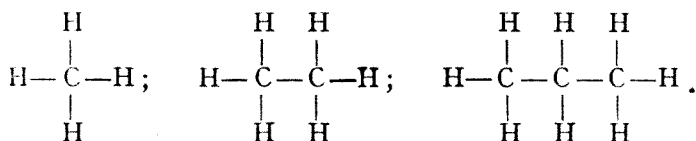
第十六章 碳化氫及其衍生物

碳化氫簡稱烴爲一切有機化合物的基本。僅含碳與氫兩元素，然因化合時分量的改變，可得數百種不同的碳化氫。並以其分子構造的不同，分爲鏈烴(Chain hydrocarbons)及環烴(Cyclic hydrocarbons)兩大類。每類中又各分爲若干屬，茲擇最重要的略述如下：

125. 烷屬烴(Alkanes) 烷屬烴爲飽和鏈烴，以甲烷 CH_4 爲最簡。其次爲乙烷 C_2H_6 ，丙烷 C_3H_8 ，丁烷 C_4H_{10} ，五烷 C_5H_{12} ，……十六烷 $C_{16}H_{34}$ ，三十五烷 $C_{35}H_{72}$ 等等。其普通式爲 C_nH_{2n+2} 。分子中每增一碳原子必增兩氫，此等碳化氫與其上下的烴增減一 CH_2 的，互稱爲同系物(Homologues)。甲烷的高級同系物即石蠟，故烷屬烴亦稱爲石蠟系烴(Paraffin series of hydrocarbons)。含碳少的烷在常溫時爲氣體，碳原子數增加，沸點逐漸升高，至五烷已成液體，十六烷以上即爲固體。有機化學中同系物的性質往往都如此遞變。

烷屬中碳的原子價都爲四，如用線表示價

數，則該屬中最前三同系物的分子式可寫成：



這種用線表示物質分子中各原子價數的式，稱爲**構造式** (Structural formula)。有機化合物中有若干物質有相同實驗式及相同分子式，但因構造式不同而有不同的性質。故研究有機化學時，必表出物質的構造式，方爲完全明白。

烷屬烴分子中碳的化合力已完全被氫所飽和，因名爲烷。故除都能燃燒外，化性甚不活潑。

120. 石油 (Petroleum) 石油爲天然間綠褐色的黏厚油液，常深埋地層中。可掘井採取，或竟自動噴出。此油實爲多種烷屬烴的混合物。用分餾法精製之，可得沸點不同，功用各別的多種物質。蒸餾剩餘之殘渣驟冷，一部即凝成固體成石蠟，可用壓濾法取出之。可製蠟燭及蠟紙。殘油亦可作滑潤劑（即機器油）或燃料。用蒸餾所得主要商品見表如下：

品 名	沸 點	主 要 用 途
石油醚 Petroleum ether	40°—70°	溶劑, 煤氣廠用
汽 油 Gasoline	70°—90°	溶劑, 燃料
輕汽油, Naphtha	80°—120°	溶劑, 燃料
奔散油 Benzine	120°—150°	溶劑
煤油或燈油 Kerosene	150°—300°	點燈, 燃料

各商品中以汽油用途為最廣,故工業上常用適當溫壓使其他部分受熱解作用 (Cracking) 以增其產量。

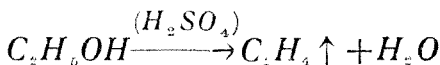
凡士林 (Vaseline) 亦可從石油中提出,為軟滑物體作滑潤劑並可在醫藥上製軟膏。

127. 烯屬烴與炔屬烴 (Alkenes and Alkynes)
 兩屬均為不飽和鏈烴。烯屬的普通式為 C_nH_{2n} , 含氫較烷為少;炔屬為 C_nH_{2n-2} , 含氫更少。烯分子中有雙鍵結合 (Double bond), 炔中則有叁鍵結合 (Triple bond)。

例如 乙 烯 $\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ 乙 炔 $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$

(1) 乙 烯 為 一 無 色 氣 體, 燃 燒 時 發 強 光, 故 常 用 之 加 入 水 煤 氣, 使 合 點 燈。取 普 通 酒 精 (乙 醇 與

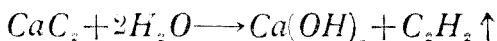
濃硫酸熱至 150° 以上即得此氣。



因係不飽和烴故能與其他元素如氯、溴等直接化合。



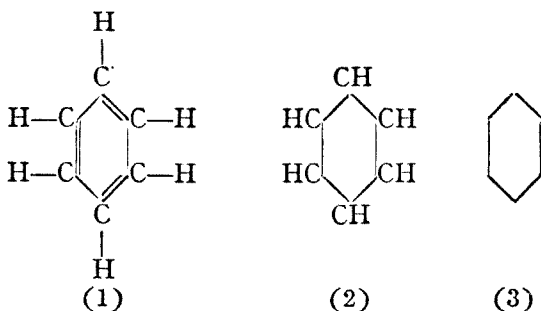
(2) 乙炔 碳化鈣遇水即發乙炔氣體。



乙炔燃燒時發光較乙烯更強，腳踏車上所用的電石燈即燃點此氣。所謂電石，就是碳化鈣。

乙炔燃燒時又發強熱，用純氧代空氣時所得溫度更高。故氧炔吹管焰 (Oxy-acetylene blow-pipe flame) 可熔融一切普通金屬，於金屬的鈎接及割開有極大功用。

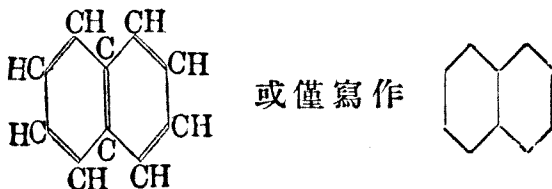
128. 環烴 環烴中最重要者為**苯**(Benzene)，為乾餾煤時所得的無色而易揮發的液體。易燃燒，可代汽油用於內燃機，故極重要。其實驗式為 C_6H_6 ，構造式為下列(1)式，但為簡便起見，有時僅寫成(2)式或竟(3)式：



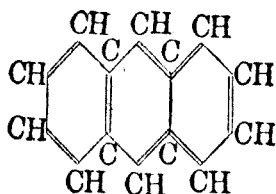
其中碳原子互相連結成一環狀故稱環烴。苯亦有同系物，如甲苯 $C_6H_5CH_3$ 、乙苯 $C_6H_5C_2H_5$ 、二甲苯 $C_6H_4(CH_3)_2$ 等等。

[乙苯與二甲苯的實驗式均為 C_8H_{10} ，必須構造式方能表出其區別。]

萘 $C_{10}H_8$ (Naphthalene) 的分子中含有兩環，故為另一系環烴，其構造式為



藥房中所售避暑丸 (Moth ball) 亦稱樟腦丸即由萘製成，有殺蟲性。烴中且有含三環的如蒽 $C_{14}H_{10}$ (Anthracene)



或僅寫作



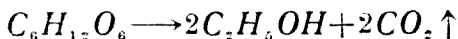
129. 烷屬烴的衍生物(Derivatives) 碳化氫中的氫原子可被其他元素或基所置換而成各種衍生物。

(1) 鹵素衍生物

1° 氯仿 $CHCl_3$ (Chloroform) 爲無色液體,有麻醉性。2° 四氯化碳 CCl_4 (Carbon tetrachloride) 可作溶劑及滅火用。3° 碘仿 CHI_3 (Iodoform) 爲黃色粉末,俗稱黃碘,有怪臭,在外科中治破傷有特效。

(2) 醇(Alcohols) 醇爲用氫氧基,或簡作羥置換烴中的氫而得的物質。最普通的爲乙醇(Ethyl alcohol),亦簡稱醇爲普通酒類中的主要成分故俗稱酒精,其式爲 CH_3CH_2OH 或 C_2H_5OH 。重要功用爲作溶劑,製醚,及作燃料。

乙醇的製法:用糖類溶液加入酵母(Yeast)使之發酵,即發出二氧化碳而餘水與醇的混合物。分餾之,可得95%以上的酒精。

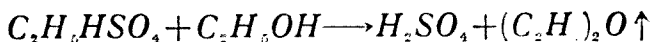


用穀類或果汁發酵可得各種含醇的飲料。最近有人利用木屑等含纖維的物品，在高壓下與硫酸共熱，纖維即變成可以發酵的醣類，加入酵母可製酒精。

甲醇 CH_3OH 為木柴乾餾時所得的液體，其性質及功用與乙醇甚相似，惟有毒，對視神經尤有害，故不可作飲料。

甘油 (Glycerine) 亦為醇類，惟分子中含三個氫氧基 $C_3H_5(OH)$ ，故亦稱丙三醇為由動植物油類中所取出，其主要功用為製炸藥(硝化甘油 Nitroglycerine)及藥用。因有吸水性，故雪花膏等化妝品中常加入少許，使皮膚更易滋潤。

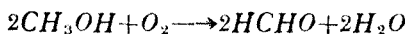
(3) 醚 (Ethers) 將乙醇與濃硫酸相混而熱至 140° 蒸餾之，則得醚 $(C_2H_5)_2O$ (二乙醚)。



醚為極易揮發極易燃燒的無色液體，其蒸汽有甜香，但多吸即令人昏迷，故作麻醉藥用。又醚為製造無煙火藥及若干可塑體 (Plastics) 時的

重要溶劑，並能溶解樹膠、油類等等。

(4) 醛(Aldehydes) 醇受不完全氧化即成醛。甲醇受氧化即得 甲醛，亦稱 蟻醛($HCHO$)(Formaldehyde)。



甲醛為無色而刺鼻的氣體，其水溶液稱福馬林(Formalin)，為消毒劑及殺蟲劑，能使動物膠硬化，故於製革及製人造絲時極有功用。染色及製造某種膠體時亦用之。有還原性。

乙醇受氧化可得乙醛，亦稱醋醛(Acetaldehyde)，與甲醛有相似性質，惟無殺蟲性。

(5) 有機酸(Organic acid) 將醇或醛更使氧化，即得有機酸，或稱羧酸(Carboxylic acid)。

蟻酸 $HCOOH$ (Formic acid) 有刺激性。紅蟻及蜂類針螫中均含此物。

醋酸 CH_3COOH (Acetic acid) 為蒸餾木柴時所得。純時為一無色液體，有特別酸味。16.7°時即凝成固體，故稱冰醋酸(Glacial acetic acid)。於纖維工業及香料、鉛白等製造上有極大功用。醋酸鉛(即鉛糖)為外科中有效消腫藥。

廚房中所用酸醋為用酒類氧化而成，故除

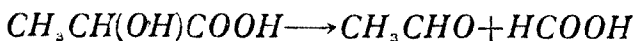
含醋酸(5—15%)外尚含酒中原有的香味與色澤。

甲酸,乙酸的高級同系物爲固體,常化合於油脂中。故此等酸稱爲脂肪酸(Fatty acids),分子中各含一 $-COOH$ 基稱羧基(Carboxyl radicle),僅這基中的氫原子可被金屬所代,故均爲一價酸。

(6)多價酸及醇酸 (Poly-acids 及 Hydroxy-acids)
有機酸分子中如含二個以上羧基時,則成多價酸。如分子中兼含羥基(OH)及羧基($-COOH$)的,則爲醇酸。

1°草酸(Oxalic acid)亦稱乙二酸 $\begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix}$ 爲兩價酸是白色針形晶體。其鈣鹽(C_2O_4Ca)溶度極小,可利用之以辨識鈣游子。草酸能使過錳酸鉀的酸溶液還原成爲無色溶液。若與濃硫酸相和而微熱之則分解發出一氧化碳與二氧化碳。

2°乳酸(Lactic acid)亦稱二羥丙酸 $CH_3CH(OH)COOH$, 爲一醇酸。即分子中除含羧基外尚有一羥基。爲乳類酸腐時所產生。動物運動過度時關節處亦生此物,故覺酸痛。爲一價酸,能溶於水。如與稀硫酸共熱即分解成乙醛、蟻酸。



3° 酒石酸 (Tartaric acid) 亦稱二羥丁二酸 $\begin{matrix} \text{CH(OH)COOH} \\ | \\ \text{CH(OH)COOH} \end{matrix}$ 爲葡萄、草莓等果汁中常含的物質。製造葡萄酒時所析出的酒石 (Cream of tartar) 即此酸的酸性鉀鹽。市上所售酒石酸即由此製造。分子中含有二羥基及二羧基，故爲有醇性的二價酸。

(7) 酯 (Esters) 凡酸分子中能電離的氫原子被烴基所置換而成的化合物總稱爲酯。如乙酸乙酯 $\text{CH}_3\text{COO}\cdot\text{C}_2\text{H}_5$ 、丙酸甲酯 $\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}\cdot\text{CH}_3$ 等等。又高級酸亦可與多羥醇相合成酯，如 $(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_3\text{C}_3\text{H}_5$ 與 $(\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COO})_3\text{C}_3\text{H}_5$ 爲十八酸及十六酸與甘油(或丙三醇)所成的酯。爲普通脂肪中的主要成分。

130. 環烴的衍生物 環烴分子中氫原子亦可被其他元素或基所置換而成各種衍生物。如 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 名酚 (Phenol) 俗稱石炭酸 (Carbolic acid)，爲強烈消毒劑。苯甲醇 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ (Phenyl methanol) 與鏈烴醇有相似性質，如初步氧化即得苯甲醛 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ (Benzaldehyde)，再使氧化即得苯甲酸 $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ (Benzoic acid)。苯甲酸亦稱安息酸。爲一價環羧酸 (Aromatic carboxylic acid)，若干樹膠中及牛馬瀉中含

之。爲白色光亮固體，其蒸汽有異臭，吸之令人咳嗽。

水楊酸 (Salicylic acid) 爲羥基代環羧酸，式爲 $C_6H_4(OH)COOH$ ，亦稱羥苯甲酸，有酚與酸的公性，可代石碳酸，作消毒藥及殺蟲藥。並因幾無臭氣，可用作食物的防腐劑。

鞣酸 (Tannic acid 或 Tannin) 亦爲羥基代環羧酸，式爲 $C_6H_2(OH)_3 \cdot CO \cdot OC_6H_2(OH)_2COOH$ ，沒食子及多種樹皮中含之極富，爲無色固體，其溶液遇鐵鹽 (Ferric salts) 生極深藍黑顏色，故可用以製造墨水。動物皮經去毛及適當洗刷以後，浸入鞣酸溶液或令與含有此酸的潮濕樹皮相接觸，皮即漸成堅韌之革。此即製革的原理。又鞣酸能與多種顏料成不溶性的有色物質，故可作染媒 (Mordant)。

131. 油 脂 (Fats) 與油 (Oils) 無根本不同之點。在常溫時爲固體的普通稱爲脂或脂肪，液態的稱爲油脂與油均爲丙三醇(即甘油)的高級酸酯；如硬脂 (Stearin) 即丙三醇十八酸酯 ($C_{17}H_{35}COO$)₃C₃H₅，軟脂 (Palmitin) 爲丙三醇十六酸酯 ($C_{15}H_{31}COO$)₃C₃H₅，油脂 (Olein) 爲丙三醇油酸酯 ($C_{17}H_{33}COO$)₃C₃H₅ 等等。油脂較硬脂少二氫原子，故酸基部分爲不飽和。普通飽和酸酯熔點較高，不飽和酸酯熔點較低。故脂肪與油的區別，形態上一爲固

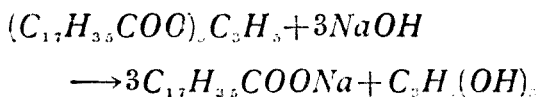
體，一爲液體；在組成上一爲飽和酸酯，一爲不飽和酸酯。惟實際不論從何種動植物體中熬煎或壓榨而得的脂與油，均爲數種丙三醇酸酯的混合物。特自動物體中取得的含飽和酸酯多，故爲固體，因稱脂肪。由植物體而得的含不飽和酸酯多，故爲液體，因名油而已。

飽和油大都可作食料，惟亦爲製造肥皂及蠟燭的重要原料。不飽和油經氫及觸媒的作用可成爲飽和油——油的氫化(Hydrogenation of oil)——使合製造皂、燭之用。

液體油如豆油、花生油、麻油、棉油、茶油等等亦均可作食料，惟有數種不飽和油如亞麻仁油、桐油等在空氣中能吸收氧氣成爲透明固體薄膜，故可作油漆、塗料、油墨、油布、油紙等應用。

132. 肥皂與洋燭

(1) 肥皂(Soap) 將油或脂與氫氧化鈉相和共煮，則起皂化作用(Saponification)成爲甘油與油中所含各酸的鈉鹽。例如



加入食鹽少許，則各鈉鹽因不溶於鹽水浮至液面，取出冷卻，則凝成固體。再用切壓各手續，便成市售肥皂。如加入顏料與香料，即得化裝用皂。故肥皂實為高級有機酸的鈉鹽。製化裝用皂時常以氫氧化鉀代氫氧化鈉，故為有機酸的鉀鹽。

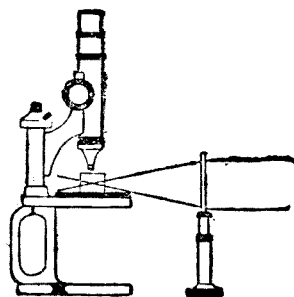
(2) 洋燭 洋燭可由牛羊脂直接製造，但燃時發生刺激口鼻之臭氣。如將硬脂或軟脂與少量石灰相煮，油即分解成甘油與硬脂酸（十八酸），或軟脂酸（十六酸），及少量的鈣皂。更加硫酸即得完全游離的脂肪酸。取出冷卻，放入模型中壓之，即得洋燭。惟洋燭亦可用石蠟、蜂蠟等製造之。

133. 膠體 (Colloids) 為要解釋肥皂的洗滌作用，我們應對於膠體有更明白的認識；因肥皂在水中，實主要為一膠體之故。

我們在上冊第九章討論溶液時，曾說過：鹽、糖等物質可溶於水成為完全透明的溶液，且溶解物質不可用過濾方法除去。泥砂等不可溶物質僅能因攪動而懸浮水中，呈混濁液體，且極易沉下而濾去。故懸浮與溶解甚易辨別。然而事實並不如此簡單。譬如澱粉為穀類中的主要成分，

不能溶於水中，但設在水中煮沸，則澱粉粒可分散懸浮水中，成透明溶液。且不沉下，過濾亦不能除去，一若澱粉已真溶解。但再加研究則知此液的沸點，凝固點，與水完全相同，亦無滲透壓力，故與真溶液 (True solution) 不同。此種透明液體稱為膠體懸浮 (Colloidal suspension)。膠體懸浮與真正溶液可用超顯微鏡 (Ultra-microscope) 檢視而分別之。

暗室中用透鏡將水平光線集中液體，由上用顯微鏡觀察。如液體為真溶液則一無所見，如為膠體懸浮則懸浮體顆粒呈小白光。故溶液中溶質已分散至各個分子，而懸浮質的顆粒，則仍為無數分子結合的集團。



膠體懸浮質因顆粒過大不能穿過半透膜，而溶液中的溶質則因已分散至成極細的分子，能通行無阻。故膠體與非膠體即可利用這點使之分開。這方法稱為透析法 (Dialysis)。

當電極插入含有膠體懸浮質的液體，則見膠體漸向

一極移動。這現象表示膠體顆粒必為無數不溶分子凝集於某種游子之上而成。若游子帶有正電，則通電流時膠質向負電極移動，游子帶有負電，則移向正電極。吾人可利用此性加適當電解質於膠體懸浮中使之凝聚而沉澱。

134. 肥皂去垢的原理 我們已知肥皂為多種高級有機酸的鈉鹽，所有高級有機酸全為弱酸，故肥皂溶於水中（真溶液），能起水解作用而生氫氧化鈉與各種有機酸。此等有機酸大都不能溶解而成膠體，懸浮水中。因膠體有吸附性質，故如與布帛接觸，則布帛上所有塵垢等固體物質，均被吸出附於膠體有機酸顆粒上，而布帛則已清潔。如布帛上有油漬，亦可因肥皂液中膠體的關係，經搓揉後能離開布帛懸浮水中而成乳濁液體。故肥皂之所以能去除垢污，全靠他水解後生出的膠體的作用，而與氫氧化鈉的化學性質甚少關係。

習 題

1. 鏈烴可分烷屬、烯屬、炔屬三種，其普通式如何？在分子構造上，三種烴有何區別？

-
2. 甲烷 30 升完全燃燒時，須用空氣幾升(設空氣容積的 $\frac{1}{5}$ 為氧)? 燃燒後生出二氧化碳幾升? 水幾克?
 3. 從粗石油可得何種有用物品? 如何可使之增加?
 4. 試寫出四氯化碳、乙醇、甘油、乙醚、甲醛、乙酸等的構造式，並略述各物的用途。
 5. 脂與油有何區別? 其主要工業為何?
 6. 試述懸浮膠體與溶液的異同。

第十七章 其他含碳化合物

有機化合物除碳化氫及上章所述各衍生物外，尚有無萬千數，今擇其重要者略述之。

135. 醣(Carbohydrates) 糖類、澱粉、及纖維素等物質均含碳、氫、氧三元素，且其分子式均可用 $C_m(H_2O)_n$ 表出，即其中氫氧原子數目之比，恰與水中氫氧原子數目之比相同。故此等物質舊稱碳水化物，但實際此等物質並非碳的水化物，又因其中最主要的為糖，故今改稱為醣。

(1) 蔗糖 $C_{12}H_{22}O_{11}$ (Cane sugar 或 Sucrose) 最普通的糖即蔗糖，為調味的重要物品。甘蔗、甜菜及蘿蔔等物中含之極富。製法如下：

將甘蔗榨出蔗漿，置鍋中用低壓蒸發使濃成糖漿，冷卻之，蔗糖即成晶體析出。用離心器可使與母液完全分開。所得糖粒呈黃褐色，是即砂糖。可直接出售。

若將砂糖更溶於水中，濾經骨碳以除去有色雜質，再用低壓蒸發，便得純潔白糖。蔗糖亦可由蘿蔔及甜菜中提取之。

業上從澱粉製酒精時的中間物。

(4) 澱粉 ($C_6H_{10}O_5$)_x (Starch) 澱粉亦為醣類。實驗式為 $C_6H_{10}O_5$ ，但分子式至今尚未決定，故祇能寫作 $(C_6H_{10}O_5)_x$ 。多存於穀類及山芋、馬鈴薯等之中。故祇須將米、麥或玉蜀黍等磨碎，用布包好，在水中搓揉澱粉粒即由布孔逸出，懸浮水中。煮沸時可成漿糊狀物質，遇碘能生極藍顏色。故碘或澱粉的存在，可用此法試驗。受適當酵素作用，澱粉可先水解成葡萄糖，再發酵成為酒精。

(5) 纖維素 ($C_6H_{10}O_5$)_y (Cellulose) 纖維素為構成植物軀幹的主要物質，棉紗、麻紗幾為純粹纖維素。紙漿、木材，大部分也都是此物。纖維素對化學藥品作用甚微，故可作濾紙。其分子式至今亦未明瞭，故寫作 $(C_6H_{10}O_5)_y$ ，以示與澱粉有相同實驗式及不同分子式。

136. 纖維素工業

(1) 纖維織物 關於纖維素的重大工業，自為紡織工業。惟該業幾全屬機械問題，除漂白與染色外，與化學無甚關係，故不詳述。

(2) 紙 造紙為一極重要化學工業，與一國

的文化事業有直接關係。故吾人對此，應有相當認識。

紙可從棉、麻、或竹、木製成。從竹、木製出者成本尤廉。法先將木材用機切碎，置酸性亞硫酸鈣 $[Ca(HSO_3)_2]$ 的溶液中煮沸，以除去木材中的硬木質 (Lignin)。然後在水中洗、浸、沖、打，使纖維成碎條懸浮水中。用稀氯水漂白後，即成潔白紙漿。如用破布製紙，祇須將布入稀氫氧化鈉溶液，煮攪使碎，再經洗滌漂白，亦即成爲紙漿。紙漿懸浮水中，用紙網取出，壓堅烘乾，即成白紙。惟用紙網取出纖維時，常加膠質若干，使所得紙不致散墨。又加入石膏粉、瓷土、或澱粉等填料，使紙質加重，並易壓光。有時且加入適當顏料，以得色紙。

(3) 硝酸纖維 Nitro-cellulose 或 Cellulose nitrate)

纖維素受濃硝酸與濃硫酸的混合液作用，則成硝酸纖維。此物外形頗似原來纖維素；惟極易燃燒，且能爆炸。故稱火棉 (Gun-cotton)，可供製造無煙炸藥 Smokeless powder 之用。如將硝酸纖維與樟腦及少許酒精相和，使成黏稠溶液，再令蒸發除去酒精，則得一無色透明富有彈性的物體，稱爲賽

璐璐 (Celluloid) 如先加入若干填料及顏料,可假充象牙,製成各種日用器具及玩具;如刀柄,梳篦,眼鏡框,蠟人等等惟賽璐璐雖不能爆炸,然仍極易引火,故今多用醋酸纖維以代之。

(4) 人造絲 (Artificial silk) 人造絲可用數種方法製造之,今略述二法如下:

1° 纖維素不溶於水及普通酸鹼之中,但能溶於許伐采 (Schweitzers reagent) 溶液 中,許氏溶液為將氫氧化銅溶於氫氧化銨時所得的深藍色液體,纖維素溶於此液後,如由細孔壓入稀硫酸或酒精中,則成光亮固體圓絲析出,較天然絲更亮,且極易染成各種顏色,惟不若真絲堅牢。

2° 將硝酸纖維溶於醇與醚的混合液中即得膠棉 (Collidion)。將膠棉由細口壓入水中,即成絲狀,再用鹼液處理以去硝酸基,則所得細絲仍成纖維素,但有天然絲的外形。

又有所謂絲光紗者,亦由纖維素製成,用棉紗浸入氫氧化鈉的濃溶液中,經過適當時間取出張緊使乾,勿令收縮,則紗面光滑如絲,惟經洗滌,光澤即漸退去。

137. 蛋白質 (Proteins) 蛋白質 為生物體中極端重要的物質,如毛髮,皮膚,肌肉,神經及內臟各器官,莫不含有此物,他如卵白,蠶絲,乳酪,麵筋等等,亦都幾是純蛋白

質。蛋白質的種類雖如此繁多，然都是二十來種不同的氨基酸所組成，其平均成分均約如下表：

元 素	%
C	50.0—55.0
H	6.9— 7.3
O	19.0—24.0
N	18.0—19.0
S	0.3— 2.4

蛋白質多半不溶於水，且受熱或受冷時，常改變其體性，故其分子量至今未能求出，然必甚大，乃可無疑。茲將與工業有關的幾種蛋白質略述之。

(1)羊毛與絲(Wool 與 Silk) 二者均從動物而來。羊毛為織造呢絨嗶嘰的主要物，而絲為織成綢緞的原料。二者都是蛋白質，故都含氮與硫，均能溶於鹼液中。吾人可利用此點以辨織物中是否含纖維素，羊毛或蠶絲。蓋三者與5—10%的氫氧化鈉相和加熱，纖維素毫無反應，羊毛立溶解，蠶絲則溶解較慢。

(2)酪素(Casein) 酪素為牛乳中所含的蛋白質。遇酸即沉澱析出。乳酪(Cheese)即由此物製成，

爲富有營養性的食物。酪素遇甲醛即成堅硬彈性的可塑體(Plastics),不能燃燒故較賽璐珞更佳。如紙先浸入酪素中取出伸入甲醛蒸汽內紙即不再透水。又如與鹼類相和,可成膠合物體(Adhesives)。故酪素在工業上頗有用途。

138. 有機肥料 植物必吸收若干物質方能生長。其中最重要的爲二氧化碳、水及鉀、氮、磷、鈣的化合物。二氧化碳由葉吸取,空氣中不虞缺乏,可不必加以補充。其他各物均由根吸取。然土中此等物質可因繼續種植而缺少,於是必須加以補充。此補充土中氮、鉀、磷、鈣化合物的物質,總稱爲肥料。

草灰中含多量碳酸鉀,骨灰中則含磷酸鈣,動物排洩物中常含尿素及蛋白質,二者均爲含氮化合物,在空氣或土中均可受微生物的作用水解而成銨鹽。銨鹽爲極佳氮肥。故一切動物的糞便及宰坊的乾血、骨粉以及草灰、腐葉均爲良好肥料。

他如硫酸銨、硝酸鈉、氯代胺基鈣、過磷酸石灰、氯化鉀、硫酸鉀、石膏等,亦都爲重要肥料。

139. 營養化學 植物生長必須吸收肥料，動物生活亦必取用**食物** (Foods)。研究食物的種類、功用、及消化等等的化學，稱爲**營養化學**。

食物的種類雖有米、麥、粟、黍、魚、肉、蔬、果以及卵、乳之分，然其中主要成分總不外醣、脂肪、蛋白質、水、維生素及少量無機鹽類如鈣、鈉、鉀、鐵、硫、氯、磷、碘等等的化合物。

食物的功用有三：(1) 供給適當物質，使能生新補舊。(2) 供給運動、呼吸、消化等等所需的能。(3) 食物在體內氧化，發出熱量，使體溫得以維持不降。脂肪與醣入身體後，完全氧化，爲熱與能的主要來源。蛋白質與無機鹽類爲供給生新補舊的原料。水爲增加體內各液體流動性的必要物質，且與營養料吸入身體組織時的滲透現象有直接關係。缺乏水分立刻影響健康。至於維生素則如機器中的滑油，沒有他則雖機件完好，亦不能工作的。故這五種成分缺一不可。

140. 維生素 維生素在食品中的含量極少，爲含氮化合物。其成分尙未十分確定，但其功用則已完全證實。蓋食物中如缺維生素，則體內

機構，隨即失其功能而呈病狀。近年來關於維生素的研究很有進步，知道維生素至少可分為甲、乙、丙、丁、戊等多種，分別存於牛乳、卵黃、肉類、鮮菜、穀皮、豆類、果汁、麥芽等等食品之中。故食物苟能常常變換維生素自然不致缺乏的。

食物中如缺乏維生素甲，就要發生眼病。缺乏維生素乙，就要發生軟腳病。要是缺少維生素丙，便可引起敗血症。缺少維生素丁，能使小孩的骨骼發育不良，而生軟骨病。如維生素戊不足，則不能生育，或子女易於夭折。

141. 食物的消化(Digestion of foods) 動物雖能食取固體物質，但也與植物相同，祇有可溶物質方能吸入組織，顯其營養作用。故食物經過口、胃、腸時必起種種極複雜的化學反應，方能成為可溶物質。此等從固體食物變成可溶物質的過程，稱為消化。

食物的消化全恃體內酵素 (Enzymes) 的作用，各種成分受各種不同的酵素的作用，終均變成可溶物質而吸入組織。如澱粉在口內受唾沫的酵素澱推林 (Ptyalin)，小腸中受酵素阿米洛澱粉 (Amylopsin) 及馬而退斯 (Maltase) 的作用，即成為可溶的葡萄糖，乃得吸入組織，隨血液循環，以受氧

化，發出熱量。脂肪亦須受胃液及膽汁中的酵素立配斯(Lipase)作用後方可溶解，蛋白質則須受胃液中的鹽酸與酵素配澂新(Pepsin)液中的酵素脫甲澂新(Trypsin)等等的作
用，方得完全消化。

142. 精油(Essential oils) 從植物體中提出的有香味的液體，稱爲精油。其提取方法最普通的爲水汽蒸餾法，就是將植物體與大量水相和，置甌中蒸餾之，水汽與精油蒸汽一併逸出。冷凝之精油即成液體浮於水面。但亦可用壓榨法，或浸吸法以提取之。最常見的精油爲松精、樟腦、薄荷等。

(1) **松精**(Oil of turpentine) 松精俗稱松節油。由松脂提出，爲無色易揮發而有特別香味的液體。不溶於水，但可溶於醇、醚、二硫化碳、苯等液體中，並能溶解硫、磷、樹脂 (Resin)、橡膠等物。用於製造油漆及作溶劑。

(2) **樟腦**(Camphor) 爲由樟樹蒸餾時所得的白色固體。頗香。在常溫時即能直接揮發成汽，幾不能溶於水中。但可溶於醇、醚、酮等有機液體。其主要功用爲製造賽璐珞及爆炸藥、防腐劑、醫藥

上亦多用之。

(3)其他精油 其他如薄荷、冰片、丁香油等等也都是從植物體中提出的精油。

143. 生物鹼(Alkaloid) 這是許多從生物體中取出具有鹼性的物質對人身有顯著的生理作用其分子式甚複雜除碳、氫、氧外都含氮素最普通而重要的生物鹼是下面的幾個：

(1)咖啡鹼(Caffeine) 是茶與咖啡中的主要成分故亦稱茶鹼(Theine)。用沸水沖泡，即溶入水中。有興奮作用。

(2)菸鹼(Nicotine) 這是煙草葉中的生物鹼，吸煙時成蒸汽吸入體內，為強興奮劑，久吸可成癮。

(3)嗎啡(Morphine) 為鴉片中的毒鹼服用少量可治多病。惟久用即成癮，為害甚烈。

(4)桂寧(Quinine) 為金雞那(Cinchona)樹皮中所取出，亦稱金雞那霜，為治瘧的特效藥。

(5)其他生物鹼 此外尚有多種生物鹼都是在醫藥上有適當功用的。如可可鹼(Cocaine)為局部麻醉劑，可台印(Codeine)為止咳藥，士的年

(Strychnine)爲強心劑等等生物鹼雖大都作藥用，然服用過量時，無不極毒故非經醫生允許，切不可亂用。

習 題

1. 如何從甘蔗製造白糖？
2. 人造絲與天然絲在化學組成上有何區別？用何種方法可立刻辨認之？
3. 略述維生素的重要。
4. 試舉出五種生物鹼，並略述他們的生理作用。

第十八章 矽與硼

矽與碳爲同族元素，故有相似化性。硼在週期表中與鋁爲同族，但除均爲三價元素外，性質全異。反之，硼及其化合物與碳、矽及其化合物性質均極相似，所不同者僅價數。故合矽與硼於一章討論之。

144. 矽 *Si* (Silicon) 矽在天然界分布極廣，據克拉克的統計，幾佔地面物質的四分之一，惟均爲化合的矽，最普通的爲砂、水晶、長石、雲母、滑石等，麥稈與竹枝的表皮亦含矽，海棉 (Sponge) 等由動物而來的物質亦均含矽。

甲、製法 用極細純矽與少量鎂粉相和燃點之，可得矽與氧化鎂；用酸溶去後者，即得純矽。



工業上用矽與焦碳相和放電爐中強熱以製矽。



此法與製碳頓時極相似，惟用焦碳略少。

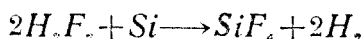
用第一法製得之矽爲褐色不結晶粉末，用

後法所得是灰色針形晶體，故矽與碳均有同素體。如矽與焦炭之混合物中並加氧化鐵若干，則得鐵矽齊 (Ferrosilicon)；改變矽與氧化鐵的分量，可得含矽多少不同的鐵矽齊。

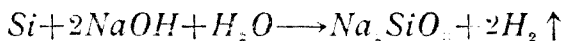
乙、性質 不結晶矽在常溫時能與氟化合成氟化矽 SiF_4 ，在高溫度時可與氯、氧、溴、硫、氮直接化合成 $SiCl_4$ 、 SiO_2 、 $SiBr_4$ 、 SiS_2 及 Si_3N_4 等，有還原性，故鐵矽可用於冶金，例如



酸類除氫氟酸外，對矽均無作用，氫氟酸則能與起反應：



矽或鐵矽齊遇氫氧化鈉的溶液即發氫。

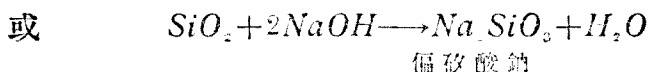
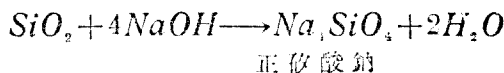


此為工業上氫的一大來源，鐵矽齊又為煉鋼術中的重要去氣劑 (Degasifying agent)，及作調節矽量之用。

145. 二氧化矽 SiO_2 (Silicon dioxide) 天然界無窮多的矽即為略含雜質的二氧化矽，無色透明的水晶即最純潔的天然二氧化矽，為六角錐

頭柱形的晶體。他如略含錳鐵的紫水晶，略含有機質的墨晶；以及瑪瑙碧玉等等的主要成分，也都是二氧化矽。至於蛋白質、燧石等則為二氧化矽的水化物。

二氧化矽不溶於水，但與鹼類相和加熱，可成矽酸鹽。

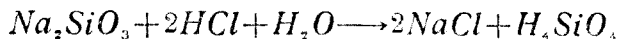
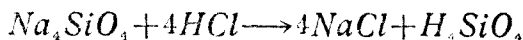


矽酸鈉為透明膠狀物質，稱為水玻璃(Water glass)。

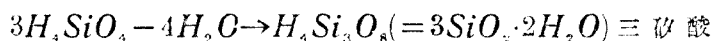
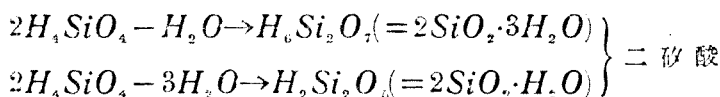
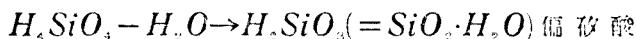
純潔的矽可用於製造玻璃及其他工業。

無色水晶熔融後可製成各種化學實驗室儀器及光學儀器，品質較普通玻璃為優。因為 1° 較玻璃的溶度為小，2° 膨脹係數甚小，故雖紅熱時驟冷亦不破裂，3° 對紫外線透過力極大。

146. 矽酸(Silicic acid) 矽酸鹽遇酸即成正矽酸(Orthosilicic acid)。



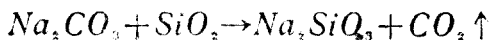
所成正矽酸爲膠狀沉澱乾燥時，能漸失去水分，成爲含水不同的各種矽酸。

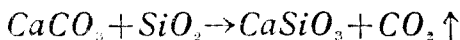


此等酸類的鹽天然間分布頗廣，如雲母、高陵土爲正矽酸鹽；翡翠、滑石、石棉等爲偏矽酸鹽；蛇紋石爲二矽酸鹽；長石則屬於三矽酸鹽。上述鹽類大半都是混鹽(Mixed salts)，即分子中同一酸根與若干不同的金屬根相合而成的鹽。故分子式均複雜，茲不錄。

去水不全的膠狀矽酸 (Silica gel) 有吸收多量氣體的性質，故工業中常用作吸氣劑。矽酸吸足氣體後，祇須加熱，氣復放出而可再用。

147. 玻璃(Glass) 將碳酸鈣(即石灰石)、碳酸鈉及過量的砂相和而強熱之，即發出二氧化碳氣，得一無色透明的熔融液體。冷時即成脆硬而不溶的透明物質，是即玻璃。





故普通玻璃的主要成分爲偏矽酸鈉,偏矽酸鈣,及二氧化矽。如不含雜質,應完全無色。

高溫時熔融成爲黏厚液體,可用吹,鑄,或壓等手續製成各種瓶,杯,盆,磚,板等器具。用金剛砂將玻璃板磨至極平,可製櫥窗及鏡等物。

上述鈣玻璃稱爲軟玻璃,因受熱易軟之故。如用碳酸鉀代碳酸鈉即得鉀玻璃,不易燒軟,稱硬玻璃。更用氧化鉛代石灰石,則得鉛玻璃,質軟而亮,可作透鏡及陳設品。

製造玻璃時,如另加若干金屬氧化物,使成有色矽酸鹽即得有色玻璃 (Colored glass)。如加氧化鉻,可得綠色;加氧化銅或氧化鈷,則得藍色;加氧化錳則得紫色……等等。

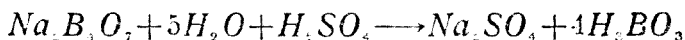
最近實驗室儀器及茶杯等均用 Pyrex 玻璃製成,這是用硼砂以代一部白砂而得的玻璃,主要成分爲硼矽酸鹽 (Borosilicates)。膨脹係數甚小,故熱時驟冷不易破裂,且對普通藥品毫無作用,更合化學室應用。

148. 硼 B (Boron) 硼與矽相同,天然界無游離狀

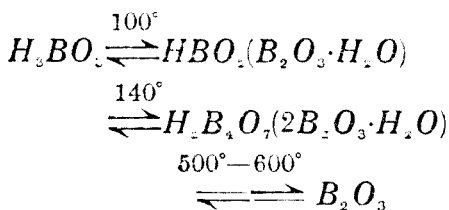
態最普通的硼化合物爲硼砂 (Borax) 卽四硼酸鈉。

硼爲黑色粉末,堅硬如金剛石,能導電,溫度升高時導電力增加極多,故或可利用此點以製精確溫度計。硼有極強還原性,但工業上並不重要。

149. 硼酸 (Boric acid) 加酸於硼砂的濃熱溶液,冷時卽有硼酸沉澱析出。



硼酸爲白色片狀結晶,觸之滑如石墨,爲極弱極弱的酸,其溶液對試紙幾全無反應,受熱時亦與矽酸相同,可失去水分成偏硼酸等。

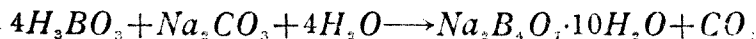


氧化硼 B_2O_3 爲白色玻璃狀固體,入水可仍逐漸變成正硼酸 H_3BO_3 。

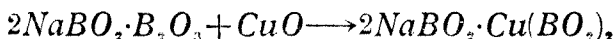
硼酸粉及其半飽和溶液(2%)在醫藥上可作溫和消毒劑用。

150. 硼砂 (Borax) 硼砂卽四硼酸鈉 $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ (Sodium tetraborate), 用天然硼酸鹽加酸,使

成硼酸取出置沸水中加入碳酸鈉冷時即得結晶的硼砂。



硼砂受熱即失去化合水成無色透明如玻璃狀的物質因其分子中含有多餘酸酐($Na_2B_4O_7$, 即 $2NaBO_2 \cdot B_2O_3$), 故可與金屬氧化物化合成硼酸混鹽。如



此等混鹽往往有不同顏色故可利用之以鑑別金屬此即硼砂珠分析法又鐸接銅鐵等金屬時常用硼砂置連接處以除去金屬面上的氧化物使易結牢。硼砂又可與玻璃等相和製造琺瑯。

151. 琺瑯 (Enamel) 琺瑯實即一種易於熔融的玻璃其製造原料為砂、硼砂、長石、碳酸鈉、磷酸鈣、氧化錫、氧化鉛、高陵土等等外加適當氧化金屬使呈各種鮮明色彩其主要功用為塗於鐵器及陶器之上既使美觀且可免鐵生銹惟作廚用器具上之琺瑯則不應含鉛以免受毒琺瑯的膨脹係數必使與所塗在物質者相同否則用具

受熱受冷琺瑯卽有脫落之虞。

習 題

1. 試比較矽與矽及其相當化合物的性質。
2. 用水晶所製的光學及化學實驗室儀器,較普通玻璃所製的爲好,何故?
3. 詳述你所知道關於玻璃的知識。
4. 硼砂有何功用?何以製造琺瑯時常用之?
5. 用方程式表出硼砂受熱時的化學反應。

第十九章 金屬及合金

152. 金屬與非金屬 前討論元素的分類時，曾言元素可分金屬及非金屬二大類。凡有光澤，有延性，有展性，能導電與熱的，都稱為金屬元素。然如此分類，界限並不清楚。如銻為金屬元素，而毫無延性、展性。石墨為顯著非金屬元素，既有光澤且能導電。故金屬與非金屬的區別，不能依據這些體性為標準，而須從化性方面求其異點。

153. 金屬元素的化性 有三點性質，是金屬元素所必有並特有的：

(1) 金屬元素常成鹽類中的正根。此等鹽類溶液中，祇金屬可單獨成為陽游子。故金屬亦稱陽性元素。

(2) 金屬元素的氧化物及氫氧化物，是有鹼性的，故金屬亦稱成鹼元素。

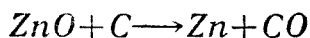
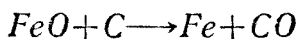
(3) 金屬元素的鹵化物都不易受加水分解作用。當溶液中含過量氫鹵酸時，水解更難。

154. 天然間的金屬 天然間的金屬除金、銀、鉑、銅有游離的產物外，餘均成氧化物、硫化物等等存於鑛

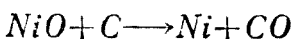
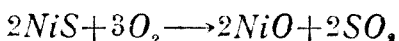
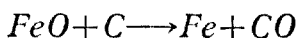
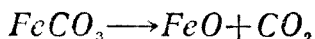
石中。成氧化物的如鐵、銅、錳、鉻、鎢、錫、鉛、鋅、鋁等等。成硫化物的如鐵、鈷、鎳、錳、鎘、鉛、鋅、銅、汞、銀等等。成碳酸鹽的則有鉛、鋅、銅、鐵、鈣、鎂等等。鈣、鋇、鋇、鉛等亦成硫酸鹽，鈉、鉀、鎂、銀、鋁等則有大量鹵化物存於地面。其他如鋁、鉀、鎂、鋇則亦多有成矽酸鹽類的。金屬間亦有成磷酸鹽及硝酸鹽的，但較少。

155. 金屬的提冶 從礦物中提取金屬元素的方法叫做**冶金**(Metallurgy)。各種金屬提冶的方法雖略有不同，然其原則總不外下列三種：

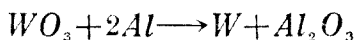
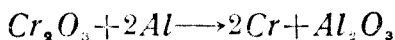
(1) 用**碳還原法**或簡稱為**還原法**(Reduction process) 凡礦物為氧化物時，祇須與碳/焦碳相和，令燃燒達高溫度，則金屬還原，熔融流出。如



若礦石原為硫化物或碳酸鹽時，可先將該礦煨燒使成氧化物，然後與碳相和，再起還原作用。如



(2) 用鋁還原法 (Aluminothermy) 若干金屬如鉻、鎢、鈾等等，其氧化物不易受碳還原，須用鋁粉與之相和，加高溫度使之還原。如



(3) 電解法 (Electrolysis) 鉀、鈉、鈣、鋁等金屬，不能用上法還原，須用電解法方可得此等元素。

156. 金屬化合物 各金屬的化合物將於以後分章討論，然此等化合物常有若干通性，故在此略述一過，俾便得整個觀念。

(1) 氧化物 (Oxides) 及氫氧化物 (Hydroxides) 金屬氧化物可用下述三法來製造：

1°. 與氧直接化合；2°. 用碳酸鹽或硝酸鹽加熱使之分解而得；3°. 若干金屬的硫化物在空氣中強熱即燃燒成氧化物。

金屬原子價小於四的，其氧化物均為鹼性；如 K_2O 、 CaO 、 Cr_2O_3 等，都可與酸作用成鹽類。但金屬的原子價如超過四，則其氧化物往往呈酸性反應，如 CrO_3 、 Mn_2O_7 等，反能與鹼類作用成鉻酸鹽及過錳酸鹽。

金屬除鹼金屬及鹼土金屬外，其氫氧化物都不溶於水，故可用複分解方法來製造，受熱時都放出水分成爲氧化物。

(2) 硫化物(Sulfides) 硫化物的公共製法有二：

1 直接化合，2° 用硫化氫或可溶硫化物與鹽類溶液相作用，即得硫化物沉澱。有數種硫化物可從硫酸鹽還原而得，但此方法不甚應用。

除鹼金屬外，金屬硫化物均不溶於水中。鉻、鋁、鐵等硫化物遇水立刻水解成氫氧化物，故不能在溶液中製出。

(3) 氯化物(Chloride) 金屬的氯化物亦可用直接化合法以製造，但尋常都用金屬或氧化物及氫氧化物與鹽酸作用以得之。有時可將金屬氧化物與碳相和在高溫時通入氯氣以製氯化物。

除銀及亞汞外，所有氯化物均能溶於水中。氯化鉛雖不溶於冷水，然在熱水中溶度頗大。氯化物比較的易於昇華，且均安定，不易水解。（但三價金屬的氯化物易受水解。）

(4) 硝酸鹽 (Nitrates) 用金屬或其氧化物、氫氧化物或碳酸鹽溶於硝酸，可得硝酸鹽。一切硝酸鹽均能溶於水中；但均不甚安定，受熱則分解。鹼金屬的硝酸鹽受熱時放出氧氣成亞硝酸鹽。其他硝酸鹽則放出氧與氧化氮而成氧化物。

(5) 硫酸鹽 (Sulfate) 硫酸鹽的公共製法與製硝酸鹽的方法相同。但亦可用硫化物在比較低溫時燃燒以得之。除硫酸鈣、硫酸鋇、硫酸鋇、硫酸鉛外所有硫酸鹽均能溶於水中。

157. 合金 (Alloys) 數種金屬往往可融和成爲密緻的混合物，稱爲合金，亦簡稱齊。合金中各成分可真正完全相和，十分均勻，如鉛錫合金。有時熔融合金，冷凝時各成分不能相和，遂成各部性質互異的不勻合金，如鑄鐵即爲含石墨的不勻齊。合金中各成分有時亦可化合成爲確定化合物，如鋅、銅可成 Zn_2Cu_2 與 $ZnCu$ 兩化合物。鋅鎂合金中常含 Zn_2Mg 等等。

合金的性質如熔點、硬度、韌性等往往與其各成分的不相同，故可利用此點，配成各種合金，以得適合各種用途。近代的合金鋼（特別鋼）、硬

鋁、抗擦齊等，即由此種研究而發明。在工業上有極大功用。

158. 金屬的電動力次序 (Electromotive series of metals)

金屬電動力次序表

鹼金屬

鹼土金屬

鎂

鋁

錳

鋅

銻

鎘

鐵

鈷

鎳

錫

鉛

氫

銅

前述製氫時，曾說鋅或鐵等金屬能置換酸溶液中的氫游子，使之成氫氣放出。金屬自身則奪其正電而成游子。我們曉得鋅不特能置換酸中的氫，且能置換銅鹽、鉛鹽、銀鹽等溶液中的銅、鉛、銀等游子；銅亦能置換銀游子，但不能置換鋅、鉛等游子。故照此性質，可將金屬順次排列成爲一表。此表稱爲金屬的電動次序表。因爲此表不僅表明在上各金屬可從溶液中置換以下各金屬，並可表出各金屬從溶

銻	液用電解法析出時,所需
銻	電動力,愈下愈小故如能
汞	將表記牢對於金屬的研
銀	究很有便利如金屬的活
鉑	潑性,即與表中的次序相
金	同最上數元素遇空氣立

即氧化,以下各金屬氧化較緩,至銅以下則不再生鏽。又如錳以上各金屬的氧化物在氫中受熱不能完全還原,以下各金屬則還原甚易,汞以下各金屬的氧化物則僅僅加熱已能分解成爲元素。

習 題

1. 金屬元素的特性爲何?
2. 試舉例證明金屬與非金屬的分類,有時不甚明確。
3. 金屬提冶的原理如何?
4. 何謂合金?
5. 金屬電動力次序對研究化學極有功用,試舉例證明之。
6. 如何可知某一元素爲金屬抑非金屬?

第二十章 鹼族元素

鹼族元素爲週期表中第一類甲族各元素的總稱，因此等元素都是活潑金屬，他們的氫氧化物又都是強鹼，因稱爲鹼金屬。鹼金屬遇水都起作用，放出氫氣而成氫氧化物，在化合物中全是一價，其化合物都能溶於水中。

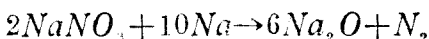
這族元素中雖有鋰、鈉、鉀、銣、鉍、釷 (*Vr*) 等元素，但僅鉀、鈉兩素是重要的，故下面祇述他們及他們的主要化合物。

159. 鈉 Na (Sodium) 天然界鈉的分布極廣，最普通的是海水中的氯化鈉；智利硝與冰晶石等，也都是鈉的化合物。

用氫氧化鈉或氯化鈉燒融電解之，鈉即在陰極析出。

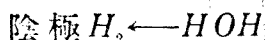
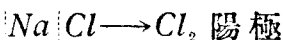
鈉爲白色軟金屬，用刀可以割開，遇空氣即與其中的氧、水汽及二氧化碳等作用而變爲黑色，故平時鈉應放在煤油裏，方可不起變化。

160. 氧化鈉 Na_2O , Na_2O_2 及氫氧化鈉 $NaOH$
硝酸鈉受鈉還原可得氧化鈉 Na_2O



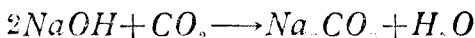
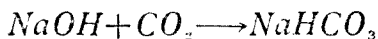
此氧化物遇水立刻化合成爲氫氧化鈉。當鈉在熱空氣中燃燒，則所得氧化物爲淡黃色粉末，分子式爲 Na_2O_2 ，稱爲過氧化鈉。遇水亦成氫氧化鈉，惟同時放氧氣，故爲製取氧氣的最便方法。

氫氧化鈉爲電解食鹽溶液時所得，同時有氫及氯放出，作爲副產物。



所得氫氧化鈉溶液，蒸發之即得白色極易潮解的固體。電解時所用裝置及應行注意之點，已於上册述氯的製法時說過，可翻閱。

氫氧化鈉極易溶於水中，溶液能吸收二氧化碳成酸性碳酸鈉或碳酸鈉。



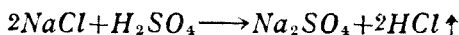
161. 氯化鈉 NaCl 氯化鈉即食鹽。海水、鹽井中均含之。祇須將海水晒乾或煮乾即得此物。海水中常含若干氯化鎂，故如此所得的鹽中亦

含氯化鎂氯化鎂極易潮解，粗鹽之能潮解即以此故。如用重複結晶法，或拌入極少量碳酸鈉以除去氯化鎂，則食鹽不再潮解。

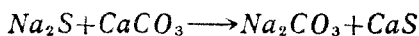
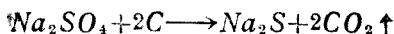
食鹽為工業中鈉化合物的最大來源，且可從之製造氯氣、漂白粉、鹽酸等物質。又為調味時不可缺少的物品。

162. 碳酸鈉 Na_2CO_3 碳酸鈉俗稱鹼(Soda)，埃及有天然的產生，亦可從海草灰中提取之。但普通則從食鹽製造，其製法有二，分述如下：

(1) 路布蘭法(Le Blanc process) 路氏先將食鹽與濃硫酸作用，使成硫酸鈉與氯化氫。氯化氫可溶入水中成鹽酸，作副產品出售。



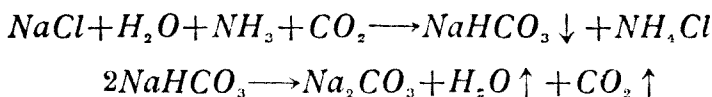
然後將所得硫酸鈉與煤及石灰石相和加熱，則起下列反應。



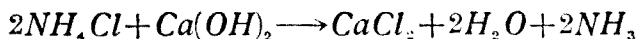
用水溶出碳酸鈉 Na_2CO_3 蒸發之，即得洗衣鹼(Washing-soda) $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ ，加熱去水，即成無水碳酸鈉。

(2) 蘇爾維法 (Solvay process) 此法較路氏

法爲經濟幾爲此刻唯一的製鹼法其原理爲將二氧化碳及氨用壓力通入食鹽溶液中以得碳酸氫鈉濾出加熱即得碳酸鈉。



所發 CO_2 可再通入鹽液作用至於氯化銣溶液則加入石灰並加微熱以得作用時所需的氨。



石灰又是從石灰石加熱分解而來同時且有二氧化碳發出亦可利用。

碳酸鈉爲洗衣及製造玻璃時的必需品最近鑄鐵廠中又利用之以減少鐵中的硫素使品質改進多數鈉化合物都可從碳化鈉直接製造故這是一種極重要的物質。

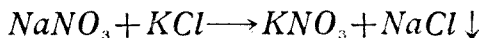
163. 其他鈉化合物 其他鈉化合物如智利硝即硝酸鈉 NaNO_3 可作肥料及製造硝酸；亞硝酸鈉 NaNO_2 廣用於顏料工業；硫酸鈉爲分析室中的重要藥品；氰化鈉則爲提取金礦的最要藥品；硫代硫酸鈉 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 則爲漂白業中的去氯

劑及照相術中的定影藥。

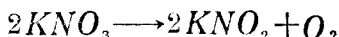
164. 鉀及其化合物 (Potassium and its compounds)

(1) 鉀 K 鉀元素的製法與製鈉時完全相同，即電解熔融氯化鉀或氫氧化鉀即得鉀素。鉀的性質亦與鈉極相似，惟較鈉更活潑。如鉀遇水也立刻作用放出氫，同時並放甚多熱量，使氫能隨即點着燃燒。鈉則祇遇熱水時所發氫可以燃着。鉀化合物與鈉化合物亦極相似，故實驗室中往往可互相換用。惟黑火藥中的硝酸鉀，及火柴中的氯酸鉀，不可被相當的鈉鹽替代。蓋鈉鹽能潮解，不合應用。又植物吸鉀而不吸鈉，故肥料中的鉀鹽，也不能為鈉鹽所代。

(2) 硝酸鉀 KNO_3 。硝酸鉀即硝石，可用智利硝與氯化鉀的熱濃溶液相和以製得之。因為這兩物質在高溫時溶度甚大，相和起複分解作用。



氯化鈉在高溫時溶度不大，所以沉澱析出。濾去而蒸發溶液即得硝酸鉀的結晶。硝酸鉀遇熱即分解放出氧成亞硝酸鉀。



黑火藥爲硝石(75%)、碳屑(15%)及硫粉(10%)三者相和而成。遇熱即起反應成 K_2CO_3 、 K_2SO_4 、 K_2S ……等物質。同時並發熱及多量氣體如 CO 、 CO_2 、 N_2 等等，故生爆炸現象。

硝酸鉀亦可用於煙火及醃肉醃魚等。

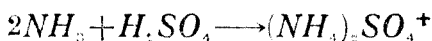
(3)其他鉀化合物 如硫酸鉀用於製造明礬及肥料，氯酸鉀可製氧及火柴，氫氧化鉀常用以吸取二氧化碳氣。

165. 焰色反應 用白金絲置無色本生火焰中加熱，則見白金絲受熱發白光而火焰仍無色。然如絲上蘸有鈉鹽，則火焰立呈黃色。如蘸取純粹鉀鹽，則呈紫色。每一元素在火焰中常顯出一定顏色。這種現象稱爲焰色反應，可利用之以測知物質中所含的元素(Flame test)。

有時物質中含有數種元素，焰色即不清楚。於是須用光譜分析(Spectral analysis)方能知其中所含元素。法將物質在無色焰中所發的光置分光鏡前觀察，則各元素發出特有之光譜。依據譜線的數目、地位、顏色，可知物質中所含元素的種類。這方法應用甚大，然其原理及手續不能在此詳

述。

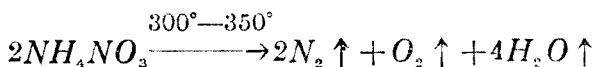
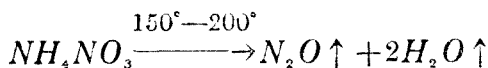
166. 銨化合物(Ammonium compounds) 氨溶於水,生出氫氧化銨;吸入酸液,可得銨鹽。例如



故銨基實相當於金屬根。銨鹽溶液中亦有帶正電的銨游子 NH_4^+ 存在,又因銨基爲一價,其鹽類均能溶於水中,與鹼族元素尤相似。故本章兼述數種銨化合物,以資比較。銨化合物均用氨與酸作用而成,因能溶解,都可作肥料用。

(1) 氯化銨 NH_4Cl 氯化銨俗稱鹵砂,爲將氨通入鹽酸所得,可作肥料,某種乾電池中亦用此物。

(2) 硝酸銨 NH_4NO_3 此物甚不安定,受熱即分解,並發熱量。



因爲這分解既是放熱作用,又生許多氣體,容積大增,可引起爆炸危險,故硝酸銨除作肥料

外，並可製炸藥。

(3) 硫酸銨 $(NH_4)_2SO_4$ 乾餾煤時發出的氨，普通常吸入硫酸中使成固體硫酸銨，為肥田粉中主要成分。

(4) 硫化銨 $(NH_4)_2S$ 為將硫化氫通入氫氧化銨時所得，能溶解硫成黃色多硫化銨，均於分析化學中有用。



習 題

1. 鹼族元素的通性如何？
2. 略述從氯化鈉製碳酸鈉的方法。
3. 用方程式表示硝酸鉀的製法，並說明這複分解能繼續向前進行的理由。
4. 如何證明某物體中含有銨化合物？
5. 何謂焰色反應？這種反應在化學中有何用處？
6. 電解食鹽溶液時有何化學反應發生？可得那幾種產物？

第二十一章 銅族元素與鉑

銅族元素爲指週期表中第一類乙族中的銅、銀、金三元素而言。爲極不活潑的金屬除銅外，在空氣中均不氧化。故天然間有游離的元素存在。提冶亦較易，故爲先民所最先認識的金屬。三元素在化合物中均可爲一價，但銅有時可有二價，金則有時可有三價。

鉑及其化合物與金及其化合物頗有相似之處，故本章之末將附入一併討論。

167. 銅 Cu (Copper)

(1) 銅的採冶 中國、日本及北美等地均有游離的銅產生，但化合的銅更爲普遍。如孔雀石 $Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$ (Malachite)、赤銅礦 Cu_2O (Cuprite)、黃銅礦 $CuFeS_2$ (Copper pyrite) 及輝銅礦 Cu_2S (Chalcocite) 等都是。

游離的銅祇要把礦石磨碎用水沖洗以除去大部雜質，然後加熱使銅熔融流出即得。如銅礦爲碳酸鹽或氧化物，則須加入煤屑，方能還原得銅。要從黃銅礦等含鐵的硫化物提銅，手續十

分繁複，其詳情不能在此討論，但其原理為使礦中的鐵先氧化，再與二氧化矽作用成矽酸鐵，流出硫成二氧化硫氣體逸去，銅則氧化較難，故得成元素析出，再用電解法精製之，即得純銅。

(2) 銅的性質和用途 銅為紫紅色光亮金屬，有展性及延性，除銀外為最佳導電體，故用於製造電綫，乾燥空氣中銅面漸漸氧化成黑色氧化銅，在潮濕空氣中銅可受氧、水汽及二氧化碳等等的的作用生出綠色的鹼性碳酸銅。兩物均在銅面成一薄層，故作用不及內部，銅不易受水作用，故可用以包覆船底以抵抗海水的腐蝕。銅極易導熱，故又可作鍋爐等用。銅並可製造多種合金如黃銅(Cu—Zn)、青銅(Cu—Sn)、鋁銅Cu—Al、日耳曼銀(Cu—Zn—Ni)……等等。在工業上均有重要用途。

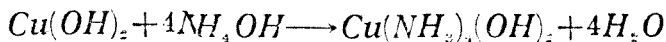
168. 銅的化合物 銅的化合物可分兩系，一系中銅原子為一價，稱為亞銅化合物，常無色，另一系中銅為兩價，稱為高銅化合物，或簡稱銅化合物，其水化物或溶液常呈藍色。

(1) 氧化亞銅 Cu_2O 這是一種紅色的物質。

爲赤銅礦的主要成分，極易還原爲銅。遇鹽酸即成氯化亞銅 $CuCl$ 。氯化亞銅不溶於水，但能溶於過量鹽酸中。這溶液有吸收一氧化碳的性質，故分析氣體時往往用之。

(2) 氧化銅 CuO 這氧化物是黑色粉末，爲銅在空氣中或氧氣中受熱時所成。氫氧化銅或硝酸銅加熱時亦立即分解成此物質。受熱時能部分分解放出少量氧氣，故在有機分析中，往往用作氧化劑。

(3) 氫氧化銅 $Cu(OH)_2$ 銅鹽溶液中加入氫氧化鈉則淡藍色氫氧化銅成膠狀沉澱析出。加熱即失去水而成黑色氧化銅。氫氧化銅能溶於氨水中成深藍色溶液。

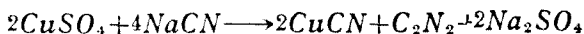


這溶液能溶解纖維素，可利用之製人造絲。

(4) 硫酸銅 $CuSO_4$ 硫酸銅用途極廣，故工業上大量製造之法將銅置爐中燒紅加入硫黃使成硫化銅。再在空氣中熱至適當溫度，即氧化成硫酸銅。用銅在空氣流中處溶於稀硫酸，或溶於濃硫酸中，亦得硫酸銅。從溶液中蒸發析出時，

爲藍色結晶的水化物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 亦稱膽礬。熱至 200° , 則失水成白色無水硫酸銅。此物極易吸水, 仍成藍色晶體。硫酸銅在鍍銅、製電池、染色、殺菌及醫藥上, 均甚有用。

(5) 其他銅化合物 硫化銅 CuS 爲硫化氫通入銅鹽溶液時所生的黑色沉澱, 不溶於酸, 故可利用之使銅由溶液中析出。普通銅綠(Verdigris)爲鹼性醋酸銅, 作顏料及藥用。銅鹽溶液中加入氰化物立刻有氰化亞銅沉澱出來, 但若繼續加入則氰化亞銅能成複鹽而溶解, 成無色溶液。

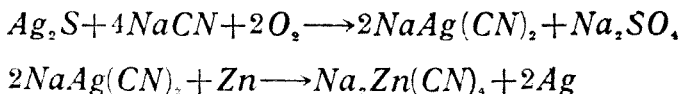


這亞銅氰化鈉(Sodium cuprocyanide) 在水中電離發出 Na^+ 及 $\text{Cu}(\text{CN})_2^-$ 兩游子, 故溶液中幾無銅游子。

169. 銀 Ag (Silver) 天然中有游離的銀存在, 但往往成硫化物與鉛礦相和。故初鍊所得的鉛, 常含銀素。這銀可用派克去(Parke's process)取出。法將鉛先熔融, 加鋅若干, 攪動使和, 然後靜待少刻, 鋅銀合金即浮於鉛面, 蓋熔融時鉛鋅不能相和, 正與油水不和相似。銀在鋅中溶度較大, 故鉛鋅分離時銀被吸入鋅中, 冷時鋅銀合金先成固體,

可取出加熱使鋅蒸去,以得純銀。

硫化銀亦可用氰化鈉溶液吸取,再加鋅以置換銀出來。



銀為白色光亮金屬,在空氣中不生變化,故可作錢幣及食具。銀為最良導電體,但價值過昂,不合應用。銀遇硫或硫化物即成黑色硫化銀。故雞蛋、橡膠、汗等含硫物質均能使銀變色。

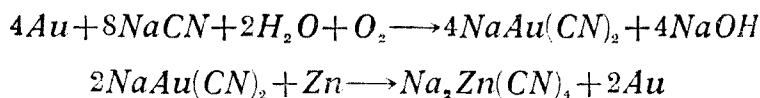
170. 銀的化合物

(1) 鹵化銀 (Silver halides) 鹵化銀除氟化銀 AgF 外均極不溶於水中。氯化銀為白色,溴化銀為淡黃色,碘化銀則為黃色。三者都不溶於酸鹼溶液,但能溶於氨水中 (碘化銀除外)。見日光均能逐漸分解發出銀及鹵素。其分解的程度與見光的強弱成正比,故可利用之以製照片及照相紙。

(2) 硝酸銀 $AgNO_3$ 銀溶於稀硝酸中蒸發使乾,即得硝酸銀。其溶液雖不受日光作用,但遇有機物即漸漸分解發出銀素而生黑色 (係極細

顆粒，幾無反光面，故無白色）。故可製造永不退色的墨水。又硝酸銀因對蛋白質有作用，生不溶性物質，故醫藥上常用之。

171. 金 Au (Gold) 金在自然界常成游離狀態夾雜於河沙或岩層中間。採取時先將含金礦石壓碎，用水沖去雜質，再用汞或氰化鈉溶液吸取之。用汞則得金汞齊，加熱汞即蒸發逸去。如用氰化鈉吸收，則所得溶液中祇須加入鋅粒，即得純金。



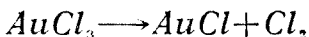
金為黃色極亮金屬，有極強展性及延性，頗軟，故作錢幣或飾物時常加銀或銅若干，以增硬度。加銀時黃色略淡，加銅則色轉微紅，即俗所稱的洋金。商業上稱純金為 24 開 (Karet)。含 90% 的金齊為 21.6 開。故 14 開金，即含 $\frac{14}{24}$ 或 58.3% 的金齊。金不受空氣作用，亦不溶於任何某一普通酸類。惟遇王水及氯則溶解成三價金的化合物。

金溶於王水中成氯金酸 $HAuCl_4$ (Chlorauric acid) 為黃色物質。徐熱之能失去氯化氫而成氯

化金。

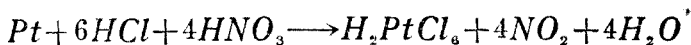


熱至 180° 則更放出氯而成氯化亞金。



氯化金或亞金溶液中如加入多量的氰化鈉，則成爲金氰化鈉 $[NaAu(CN)_4]$ 或亞金氰化鈉 $[NaAu(CN)_2]$ 。

172. 鉑 *Pt* (Platinum) 鉑在自然界常與鈀 *Pd*、銱 *Ir*、銱 *Os* 等元素相和成游離狀合金。存於河沙中間，可用洗沖法取出，再經繁複處理，方能互相分開。多產於烏拉山及南非洲。鉑爲灰白色金屬，熔點甚高 (1755°)。因化性甚弱，故可製造坩鍋、絲、電極等實驗室用品。鉑與金相似，可溶於王水成氯鉑酸 H_2PtCl_6 (Chloroplatinic acid)。



鉑有極大吸附氫與氧的性質 (Adsorption)，面積愈大，吸附力愈強。故極細鉑粉能使氫氧在常溫時化合而生爆炸。用鉑作觸媒可使氮氧化成爲氧化氮或硝酸，二氧化硫氧化成爲三氧化硫。至於極細鉑粉的製法，則爲將氯鉑酸或其銱鹽

加熱或在溶液中令與鋅粒作用即得。鉑除作觸媒及製實驗室用品外，尚可製作飾物、鑲牙及照相術上亦應用之。

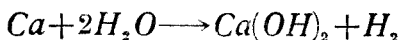
習 題

1. 銅在工業上的用途極廣，試略述之。
2. 試用方程式表出工業上製造膽礬的方法。
3. 試述照相的原理。
4. 金何以能溶於氰化鈉溶液中？試用方程式表其作用。
5. 18 開與 14 開金中各含金百分之幾？九成金與八成金又各為幾開？
6. 如何可得效率最大的鉑接觸劑？

第二十二章 鹼土族元素

本族元素爲週期表中第二類甲族的元素；所以稱爲鹼土金屬(Alkaline earth metals)的原因，是以前的化學家總稱氧化鋁、氧化矽、氧化鈣、氧化鎂、及氧化鋇等既不易溶於水，遇火又不熔融的物質爲土(Earths)。復以其成分與性質的不同，分別稱爲礬土、矽土、鈣土、苦土及重土等等。又以鈣土與重土有鹼性，故氧化鈣及氧化鋇合稱爲鹼土(Alkaline earths)。以後又發現鐳與鐳的氧化物與上述鹼土的性質極相似，故此刻所謂的鹼土即指鈣、鐳、鋇、鐳四元素的氧化物而言。這四元素便因此被稱爲鹼土金屬。鐳的產量甚少，價值極貴，其重要處在其放射性，已於上冊述過，本章不再討論。其他三元素有若干共同性質如下：

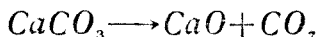
(1) 遇冷水均能置換水中氫氣使之放出而自成氫氧化物。例如



(2) 氫氧化物均略能溶於水中成鹼類。

(3) 在化合物中均呈兩價。

(4) 本族各元素的碳酸鹽受熱時分解發出二氧化碳及氧化金屬，例如



(5) 本族元素的碳酸鹽與硫酸鹽均不溶於水，硝酸鹽受熱時均先放氧，成亞硝酸鹽，再強熱之則並放出氧化氮而成氧化物。

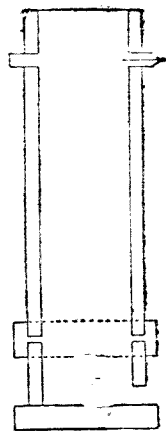
173. 鈣 *Ca* (Calcium) 天然間鈣的化合物甚多，如石灰石、石膏、螢石等等都是植物體中，及動物的骨骼、貝殼等亦含鈣素。

鈣為白色金屬，其比重為 1.55，較鉛略硬，有還原性，在空氣中可燃燒發生氧化鈣，及氮化鈣 (Ca_3N_2)。

鈣的製法是用氯化鈣及少許氟化鈣(螢石相和)置石墨坩鍋中，熔融而電解之，則鈣成固體析出，黏附陰極之上，可逐漸取出。

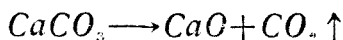
174. 鈣的化合物

(1) 氧化鈣 CaO 及氫氧化鈣 Ca(OH)_2 氧化鈣即生石灰 (Quicklime)，為用石灰石 CaCO_3 置石



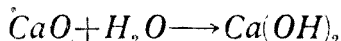
立式石灰窯

灰窖中燒熱而得。



這本是可逆反應，但 CO_2 可從窖頂隨時逸出，故作用可得繼續向前進行。

生石灰是白色有孔性的固體，在空氣中能吸收二氧化碳及水汽，故可作乾燥劑用。遇水則化合成氫氧化鈣，並發極多熱量。



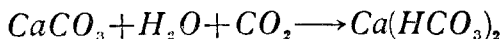
氫氧化鈣即熟石灰，為白色粉末，略能溶於水中，成有鹼性的石灰水 (Lime-water)。石灰水遇二氧化碳，即生乳白沉澱，故可用以試驗這氣。



石灰在工業上用途甚廣，如製漂白粉，軟化硬水，冶金術中用作融劑，製革廠中用以去毛，糖廠中用以除去雜質，若與砂泥相和加水調勻，可以粉刷牆壁。蘇爾維製鹼法中則用以與氯化銨作用，使氨放出，故石灰為一極重要物質。

(2) 碳酸鈣 $CaCO_3$ 。這是鈣化合物中最普通的，如石灰石、大理石、方解石、冰洲石等都是含有雜質多少不同的碳酸鈣。碳酸鈣不溶於水，但

遇溶有二氧化碳的水即可溶解。



因所成的酸性碳酸鈣是可溶的，產石灰石的地方，常多地洞，即以此故造成。

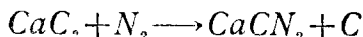
碳酸鈣的主要用途為製造石灰與玻璃。冶鐵爐中用作熔劑，橡膠工業用之作填料，並可用作建築材料。

(3) 硫酸鈣 $CaSO_4$ 石膏即含有兩水分子的硫酸鈣 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ 。在水中溶度甚小，如熱至 110° 與 125° 之間，則失去一部水分而成燒石膏 (Plaster of Paris)。



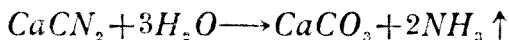
石膏可作肥料及粉筆。燒石膏遇水則吸水仍成石膏。同時容積增加，物體變硬，故可塑製種種模型。

(4) 氰代胺基鈣 $CaCN_2$ 將碳化鈣粉末置爐中熱至 800° — 1000° 通入氮即得此物。



所得氰代胺基鈣因含鈣與氮故亦稱硝化石灰 (Nitro-lime)，可作肥料。如與熱水或水汽作用

則得氨，從之可製硝酸與炸藥。

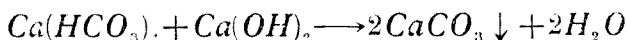


(5) 其他鈣化合物 氟化鈣爲多種工業的副產物，極易吸水，可作乾燥劑。氟化鈣即螢石的主要成分，爲冶金中的熔劑。不純硫化鈣見光後置暗處能發光，故可製發光油漆。草酸鈣爲鈣鹽中最不溶解的，故於分析室中常利用之以試驗鈣游子。

175. 硬水 (Hard water) 溶有鈣、鎂、與鐵等的化合物的水，如遇肥皂則起複分解作用而生鎂、鈣等的脂酸鹽。因這等鹽類不溶於水，肥皂須將水中鈣、鎂等完全析出，方能溶於水中。受加水分解，使生軟滑泡沫。故含鈣、鎂、鐵等化合物的水稱爲硬水。硬水不僅在洗衣時多費肥皂，且若在汽鍋中長久應用，將生厚層鍋垢 (Boiler scale)，既不易於導熱，致多費燃料，又能引起汽鍋爆炸，而發生危險。故必設法減除水的硬度，即必使硬水軟化 (Softening of hard water)。

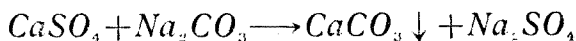
如水中的硬度由於鈣、鎂、鐵等的酸性碳酸鹽，則祇須煮沸即可除去，因名爲暫硬 (Temporary

hardness), 工業上用適量石灰使之軟化。

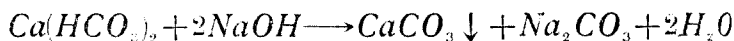


所生碳酸鈣可用過濾法以除去之。

若水中的硬度由於鈣、鎂等的硫酸鹽或氯化物, 則不能藉煮沸使之軟化。故稱永硬 (Permanent hardness), 可用洗衣鹼或碳酸鈉軟化之。



若水中兩種硬度都有, 則可加入粗製氫氧化鈉或氨水以軟化之。



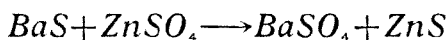
這作用一面將暫硬變成碳酸鈣沉澱除去, 一面生出碳酸鈉俾能使永硬度軟化。

工業上近有一新方法可使硬水軟化, 這方法稱爲軟化劑法 (Permutite process)。軟化劑爲用砂、氧化鋁、及碳酸鈉三物相和熱熔而得的矽鋁酸鈉。硬水濾經此劑時, 水中鈣、鎂游子即與劑中鈉原子互換, 硬度因得除去。等到劑中鈉原子全部或大部被換後, 軟化硬水之力便大大減少。此時可將食鹽溶液與軟化劑相接觸, 劑中鈣、鎂遂復得與鈉互換, 恢復原來組成。故經過若干小時

以後放去此液軟化劑即可再用。

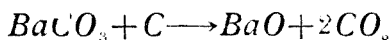
176. 銣與鋇的化合物 銣 *Sr* (Strontium) 與鋇 *Ba* (Barium) 在自然界中常成硫酸鹽及碳酸鹽而存在，產量不多，用途亦甚有限。銣鹽在火焰中發出鮮明紅色，鋇鹽則生綠色火焰，故他們的化合物都可製造煙火。

(1) **硫酸鋇** $BaSO_4$ 天然所產的硫酸鋇稱爲重土石 (Barite)，如與碳相和加熱即得硫化鋇。從之可製成一切鋇的化合物。硫酸鋇可作白漆，可充紙中填料，如用特別方法使與硫化鋅相和，則得一極良白色顏料。



製成白漆既不因硫化氫而變黑，又不毒，且其遮蓋力甚強，故品質較鉛白爲佳。

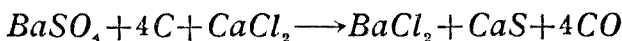
(2) **氧化鋇** BaO 碳酸鋇受熱亦能分解成氧化鋇。惟此分解須在極高溫度方能進行，故往往用碳酸鋇與碳粉相和，然後加熱以得氧化鋇。



氧化鋇在高壓空氣下熱至 700° 即與氧化合成過氧化鋇，減低壓力，復放出氧氣，成爲氧化

鎂這就是勃林氏製氧法。氧化鎂亦能吸二氧化碳及水汽成爲碳酸鎂及氫氧化鎂。這兩物質在 700° 均不能分解，故勃林法中所用空氣必須預先除去二氧化碳與水汽。

(3) 氯化鎂 $BaCl_2$ 氯化鎂能溶於水，但不若氯化鈣的易於潮解，故爲化學實驗室中最常用的鎂鹽。其製法爲將重土、碳及氯化鈣三者相和加熱，然後用水極快吸取之，免硫化鈣受水解作用。



蒸發溶液，氯化鎂即成晶體 $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ 析出。

習 題

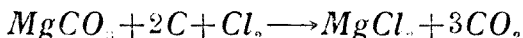
1. 試列表比較鹼族元素與鹼土族元素的異同。
2. 試述石灰的製法及其在工業上的主要功用。
3. 何謂硬水？硬水有何害處？軟化硬水的方法若何？
4. 鋇化合物與鎂化合物極相似，用何法能立刻辨認之？

第二十三章 鎂族元素

週期表第二類中除鹼土族元素以外，尚有鈹 *Be*、鎂 *Mg*、鋅 *Zn*、鎘 *Cd*、及汞 *Hg* 五元素。這五元素雖也與鹼土族相同，均為兩價金屬，但其硫酸鹽均能溶於水中，其氫氧化物極易失水成為氧化物，在空氣中均不立刻氧化，並不易置換水中的氫，故自成一族稱為鎂族元素。鈹與鎘比較稀少，應用亦有限，故不再詳述。餘三金屬則均極重要，特分論之。

177. 鎂 *Mg* (Magnesium) 鎂的化合物分布頗廣，如白雲石 $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ (Dolomite)、菱苦土 $MgCO_3$ (Magnesite) 等都是德國司答司福脫地層中，含多量鎂鹽，如白鹵鹽 $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ (Carnallite)。海水中亦含若干氯化鎂。其他如滑石 (Talc)、石棉 (Asbestos)、海泡石 (Meerschaum) 等普通礦石，亦均含鎂。

將鎂、鉀及鈉的氯化物相和，熔融而電解之，可得鎂元素。或將天然碳酸鎂與碳相和置爐中加熱，通入氯氣，則得熔融的無水氯化鎂。

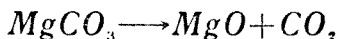


電解此所得氯化鎂即得純鎂與氯這氯可再通入爐中與碳酸鎂相作用故可重複應用。

鎂爲白色金屬，比重僅爲 1.74，故可製輕合金。在空氣中能漸漸氧化，惟燃點時則猛烈燃燒成氧化鎂與氮化鎂，同時發出極強白光，此光能使照相片起作用，故可用於夜間照相及號火中。因對氧有極大化合力，鎂爲強還原劑，冶金術中多用之。

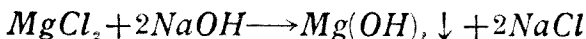
178. 鎂的化合物

(1) 氧化鎂 MgO 及氫氧化鎂 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 將碳酸鎂加熱即得氧化鎂。



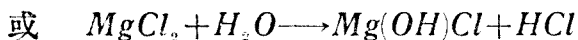
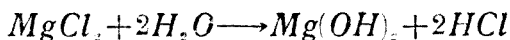
氧化鎂極難熔融，故爲極佳耐火材料。可製坩鍋、爐壁、火磚等等。

加鹼液於鎂鹽溶液中，鎂即成氫氧化鎂沉下。



惟氫氧化鎂能溶於銨鹽溶液中，故家庭中用氨水軟化硬水時，不能除去水中的鎂游子。

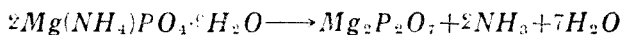
(2) 氯化鎂 $MgCl_2$ 海水及若干礦水中含氯化鎂爲白色固體。極易潮解，粗製食鹽因含此物故能潮解生滷。加入少許碳酸鹽潮解性即失去。含氯化鎂的水煮沸時，則起水解作用發生鹽酸。



鹽酸可腐蝕鍋爐及汽管等，故海水不能供鍋爐應用。

(3) 碳酸鎂 $MgCO_3$ 自然界有碳酸鎂的存在，如加碳酸鹽於鎂鹽溶液中則得鹼性碳酸鎂 $Mg(OH)_2 \cdot 3MgCO_3$ 。可供製造牙粉及洗擦銀器之用。鹽滷中含多量氯化鎂，故可從此製造碳酸鎂。

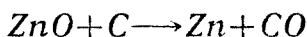
(4) 其他鎂化合物 硫酸鎂 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 爲無色針形晶體，可作棉織物加重劑及瀉藥之用，故亦稱瀉鹽。鎂鹽溶液如遇銨鹽及磷酸鹽，即生白色不溶的磷酸銨鎂沉澱 $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ 。強熱之，即成焦性磷酸鎂。



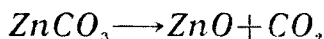
這是分析化學中所應用的重要反應。

179. 鋅 Zn (Zinc) 鋅在天然界多成硫化物，

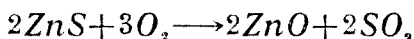
氧化物及碳酸鹽。氧化鋅祇須用碳加熱即還原成鋅。



如係碳酸鋅則須先行加熱，使之分解成氧化物，然後還原。



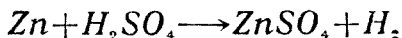
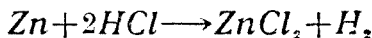
硫化鋅則在爐中燃燒，亦使先成氧化鋅再令還原。



還原時鋅亦成蒸汽逸出(沸點 907°)，故須設法凝集此汽，以得鋅金屬。

鋅為白色金屬，在常溫時性脆，熱至 $120^\circ - 150^\circ$ 之間，則有展性，可軋成薄片。且既軋之後，即使冷至常溫，亦能維持其展性。故鋅板可以屈折而不脆斷。鋅熱至 200° 以上復極脆，可打成極細粉末。鋅在空氣中能漸漸與氧、二氧化碳及水汽等作用，成鹼性碳酸鋅。此物成一薄層蓋於金屬表面，不致繼續作用成銹。故鐵皮如蘸入熔融鋅液，使面上塗一薄層，可免鐵皮生銹。如此塗鋅的鐵片，稱為鋅鍍鐵 (Galvanized iron)。鋅遇稀酸即溶。

解而成鋅鹽，同時發出氫氣。

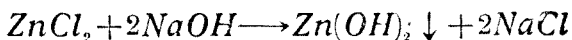


實驗室中常利用此反應製氫及使物質在酸液中起還原作用。鋅又可製電極及合金等等，用途甚廣。

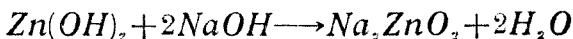
180. 鋅的化合物

(1) 氧化鋅 ZnO 及氫氧化鋅 Zn(OH)_2 。鋅汽燃燒即得氧化鋅，熱時為黃色粉末，冷則轉白。遇硫化氫不變色，故稱鋅白 (Zinc white)，可製白色油漆。氧化鋅如與氯化鋅的飽和溶液相和成厚漿物質，則起作用成鹼性氯化鋅，堅硬如石，可用以補牙。

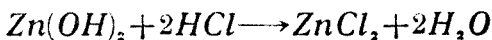
鋅鹽中加入適量鹼液，有白色氫氧化鋅沉澱而出。



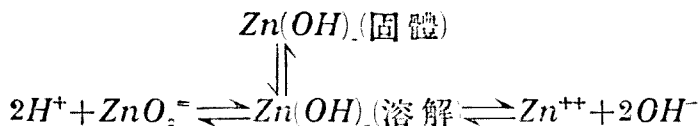
惟此物質能溶於過量鹼中成鋅酸鹽與水。



Zn(OH)_2 又能與酸類作用成鋅鹽與水。



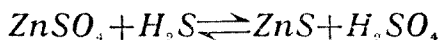
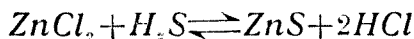
故氫氧化鋅實兼有酸鹼兩性其電離時亦分向兩方進行。



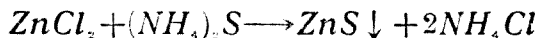
此等氫氧化物稱爲雙性氫氧化物 (Amphoteric hydroxides)。

(2) 氯化鋅 ZnCl_2 氯化鋅與氯化鎂相似爲白色極易潮解的結晶體。溶液有膠化及溶解纖維的特性，故可供製造羊皮紙及木材防腐等應用。

(3) 硫化鋅 ZnS 硫化鋅爲白色物質，亦可作白色顏料。不溶於水，但溶於強酸中。故硫化氫通入氯化鋅或硫酸鋅溶液中不能沉澱分出。



但如用硫化銨或硫化鈉以代硫化氫，則硫化鋅立刻析出。

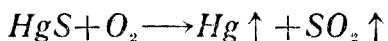


181. 汞 Hg (Mercury) 汞是銀白光亮，在常

溫時爲液體。故亦稱水銀。汞的比重爲 13.6, 凝固點爲 -39° 沸點爲 357° 。又對玻璃無黏着性 (Adhesion), 故常用以製造溫度計 (Thermometer) 及氣壓計 (Barometer) 在空氣中不起變化; 然加熱時則與氧化合成紅色氧化汞 HgO , 強熱之氧化汞復分解成氧與汞。

汞極易與其他金屬相合成爲合金, 特稱爲汞齊 (Amalgam)。冶金術中常利用這性質以提取金銀等貴金屬。又鹼金屬的汞齊遇水能發出氫氣, 故可爲還原劑。

自然界有游離態汞存在, 但其主要礦物則爲辰砂, 即紅色硫化汞 HgS 。硫化汞在空氣中加熱, 硫即氧化成二氧化硫, 汞即成蒸汽逸出, 可冷凝而收集之。



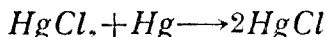
182. 汞的化合物 汞與銅相似, 可成一價的及二價的兩系化合物, 各稱爲亞汞及高汞 (或汞化合物)。汞化合物與銅、鎳、鉛等化合物相似, 均有毒。

(1) 氧化汞 HgO 熱汞至 350° 左右, 汞即氧

化成紅色氧化汞。硝酸汞加熱亦得此物。加鹼液於汞鹽溶液時，雖亦有氧化汞沉澱分出，但為黃色，故氧化汞有黃紅兩種。受熱時均分解成氧與汞，故為氧化劑。

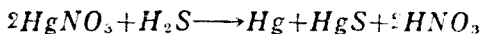
(2) 氯化汞 $HgCl_2$ 及氯化亞汞 $HgCl$ 氯化汞亦稱昇汞，可由氯與汞直接化合而成。普通常用食鹽氯化鈉與硫酸汞相和加熱使之昇華而得。為白色晶體，能溶於水，極毒。然其極稀溶液可作殺菌劑及消毒劑。外科中可用以洗滌創口，以免發炎。

將昇汞與汞相和加熱昇華則得氯化亞汞。



氯化亞汞亦稱甘汞，亦為白色晶體，惟不溶於水。故亞汞化合物溶液中加入氯化物即成白色沉澱析出。因能刺激人體組織增加分泌，故醫藥上有適當用途。

(3) 硫化汞 HgS 天然硫化汞為紅色，可作顏料。汞溶液中通入硫化氫，立刻生出黑色硫化汞，不溶於水及強酸中。用昇華法處理後，亦成紅色。硫化氫通入亞汞化合物溶液中，不生硫化亞汞，但生硫化汞及汞。



(4) 雷酸汞 $Hg(ONC)_2$ 亦稱雷汞。將汞溶於濃硝酸中，加入酒精即起複雜反應而生灰白色的雷汞為極猛烈的爆炸藥，稍受衝擊、磨擦、或灼熱，即起猛炸。故常於鎗礮彈中作起爆藥用。

習 題

1. 如何從天然碳酸鎂製造純鎂？
2. 粗鹽易潮解，精鹽則否。少量碳酸氫鈉亦能使粗鹽不再潮解。試一一解釋之。
3. 試述鋅的用途。
4. 氯化鋅溶液中通入硫化氫或加入硫化銨，有何作用發生？試用方程式表明之。
5. 如何辨認溶液中汞與亞汞游子的存在？
6. 試比較鹼土族與鎂族元素的異同。

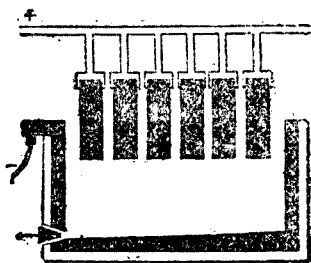
第二十四章 鋁

週期表中第零、第一、及第二三類元素及其重要化合物，均已約略說過。此刻所要討論的是表中第三類的元素。這類元素包含硼 *B*、鋁 *Al*、鎢 *Sc*、鎳 *Ga*、銦 *In*、……以及稀土金屬等二十餘元素，其中硼已於第十八章說過。鋁與工商及國防均有重大關係，我們對他應有詳細認識。其他各元素均不重要。至於稀土金屬雖在工業上可製煤氣燈罩 (Gas mantle)、特別玻璃、發火合金 (Pyrophoric alloys) 及作還原劑用等等，然產量甚稀並不十分重要，亦不擬作更詳的敘述。故本章所論祇鋁一元素。

183. 鋁 *Al* (Aluminium) 鋁在自然界分布極廣，除氧與矽外為地殼中質量最多的元素。但均為化合的；如長石、雲母、高陵土、冰晶石、剛玉、紅寶石、礬土等等都含鋁素，土壤為長石、高陵土等等風化而成，故也含鋁。

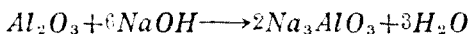
(1) 鋁的製法 鋁的分布雖廣，提取則頗不易。直到 1886 年美國青年赫爾 (M. Hall) 發明電解

製鋁法後，方能大規模製造之。法用內部鑲碳的鐵箱作陰極，碳棒多根連於銅鈎作為陽極。箱中先放冰晶石，通過電流，電阻生熱，冰晶石即熔為液體。加入少量氧化鋁（約佔冰晶石重量的 5 %），鋁即成液體分出沉於箱底，可隨時放出，繼續添加氧化鋁，鋁即不斷分出。陽極的碳棒則因氧氣發出常被燒去，亦須時時補換。

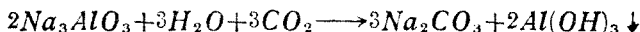


鋁的製法

至於氧化鋁則為由礬土(Bauxite)中提出。礬土的主要成分為 $Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ ，必須將鐵除去，方可合用。去鐵之法，普通將礬土軋碎，令在高壓下受氫氧化鈉溶液的作用，此時氧化鐵不受變化，而氧化鋁則成鋁酸鈉而溶解。



過濾通入二氧化碳氣體，鋁復成氫氧化鋁沉下。

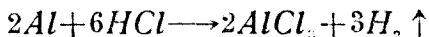


再將氫氧化鋁濾出熱至 $1300^\circ - 1400^\circ$ 左右，即得純氧化鋁 Al_2O_3 ，可供電解之用。

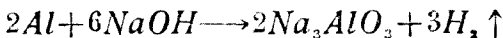
(2) 鋁的性質與功用 鋁為白色金屬，在空

氣中雖表面能受氧化,但所生氧化鋁爲無色透明,故鋁原有色澤並不因此改變,亦即以此鋁粉可製銀漆之用。鋁的比重爲2.6,有強展性及延性,故凡飛機,汽車,火車等必須輕而堅牢的部分,都用鋁或其合金製造。鋁的導電力甚強,故可用作導電體。鋁與氧的化合力極大,故爲極強的還原劑,冶金術中多用之。鋁質輕而白,且能傳熱,故可製廚中用具。

鋁能溶於酸中發出氫氣。



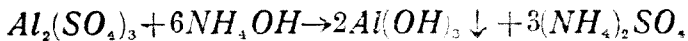
但亦能溶於強鹼溶液中,並亦發生氫氣。



這性質鋁與鋅極相似。

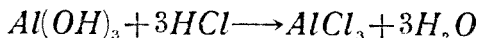
184. 鋁的化合物 在化合物中鋁原子常爲三價。

(1) 氫氧化鋁 $Al(OH)_3$ 鋁鹽溶液中加入氫氧化鈉或氨水,氫氧化鋁即成白色膠狀物質沉下。



此物質與氫氧化鋅相似,亦爲雙性氫氧化

物。可溶於酸成鋁鹽，亦可溶於強鹼成鋁酸鹽 (Aluminates)。



鋁鹽及鋁酸鹽均易起加水分解作用，故水溶液中前者呈酸性，後者則呈鹼性。

氫氧化鋁因係膠狀，富吸附物質的特性，故水中懸浮物質及微生物等，遇之即被吸聚而結集下沉，這就是凝聚潔水法。

氫氧化鋁如在織物的纖維素內分出，可使織物不再透水，且更易染色。

(2) 氧化鋁 Al_2O_3 。礬土即含鐵的氧化鋁，為製鋁的最要原料。鋼玉、綠玉、紅寶石等則為含極少量雜質的氧化鋁，硬度僅次於金剛石，故可作磨擦劑用。氫氧化鋁熱至 1300° — 1400° ，即分解成氧化物，熔融之可得人造寶石，並以其耐火力甚大，可製爐身及坩鍋。

(3) 硫酸鋁 $Al_2(SO_4)_3$ 與礬 (Alums) 礬土與硫酸作用即得硫酸鋁。因極易水解發生氫氧化鋁，故可作染色、清潔飲水、造紙等應用。

硫酸鋁與硫酸鉀等克分子量溶於水中，蒸發之，即得八面結晶的鉀礬 $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ (Potash-alum) 亦稱明礬，用重複結晶法可精練至於極純。其溶液與硫酸鋁有相同性質，故常代之作氫氧化鋁的來源。如用硫酸鈉代硫酸鉀，則得鈉礬 $Na_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ (Sodium alum)，同樣可得銨礬 $(NH_4)_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ (Ammonium alum) 鉻礬 $K_2SO_4 \cdot Cr_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ (Chrome alum)，以及鐵礬 $K_2SO_4 \cdot Fe_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ (Iron alum) 等等。均有相同晶形及性質。

此等物質的性質與組成，均相似，故總名為礬 (Alums)。其公共分子式為 $X_2SO_4 \cdot Y_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ ，式中 X 為一價正根， Y 為三價根。

185. 陶瓷器 製造陶瓷器具的主要原料，為白色的高陵土或黏土，為由長石風化而成。其主要成分是矽酸鋁 $HAISiO_4$ 。普通泥土除黏土外，常含砂、石灰石、鐵化合物等雜質。如將泥土與水相調，塑成需要形式置窯中灼燒，則泥土變成極硬物質。稍稍縮緊故有孔性，能透水。普通磚瓦即如此製成。如泥土中不含鈣素，所製磚耐火力甚大，故稱火磚 (Fire-brick)。

若干含有雜質的泥土，塑成形式入窯後，所

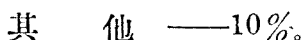
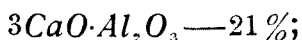
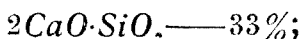
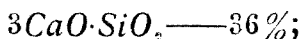
得器具雖具各種顏色，且不透明，然並不透水，故不須加釉即可應用，是即所謂陶器。我國江蘇宜興的紫泥，即屬此類。所製花盆、瓶、壺等物，古樸堅實，舉世無匹。

至於瓷器則為純黏土所成。製作時須經三步方可成器：第一，於黏土中加入少量長石與水相調，塑成器形，入窯燒硬，是謂素坯 (Bisque)，有孔性，具半透明性是為瓷器的特點。第二步為上釉 (Glazing)，其目的在使素坯不再透水。釉為磨至極細的長石與砂及水相混合的黏稠物質，有時加入氧化鉛等以增其遮蓋力。塗於素坯後，復入窯中加熱，使釉熔成玻璃狀，塗於坯面，且一部可吸入坯中。第三步為上彩 (Decoration)，法將適當物質（大都為氧化物）塗印釉面，再入窯中使與釉相熔合，而生各種色彩。如是取出即成美麗瓷器。

世界瓷器以我國所製者為最美，尤以江西、湖南兩省產品為更佳。惟近年日本仿製甚多，且研究有方，品質有勝過國產之勢。實驗室中的耐火、耐酸及隔電瓷器，歐美所製又均優於國貨。若不趕快研究，則我國唯一著名的特產，勢將反居

人後矣。

186. 水泥 (Cement) 將石灰與泥土入爐中灼熱之，則結合成爲硬塊 (Clinkers)，冷後磨至極細，即成水泥。水泥的特性爲遇水能結成堅硬如石的物質，故爲最佳的建築材料。爲各種矽酸鈣與鋁酸鈣的混合物。其最佳成分約爲



遇水即能硬化的原因，說法很多，但不外乎水解作用。其詳細不能在此處討論。水泥中如含 CaO 過多，則硬化時發生膨脹，致呈不堅現象。過少則硬化太快，工作發生困難。故製造時對於成分須嚴密注意。又磨細水泥時，如加入 2—3% 的石膏，則硬化速率較易節制。

從冶鐵爐流出的熔滓 (Slag) 與水泥有相似的成分，故亦可從之製造水泥。

應用時常將水泥與沙及小石塊相和，是即所稱的**混凝土** (Concrete)，硬化後非常堅牢。設用鋼

條嵌入混凝土中，則得鋼筋混凝土。凡須堅固並抵抗張力的建築物，均須用此建造。

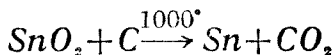
習 題

1. 明礬的主要功用為何？
2. 略述製鋁法的大意。
3. 設欲從明礬製鋁，問將如何着手？照理論當可得何種副產物？
4. 水泥的主要成分為何？ CaO 分量的多少，對於水泥的品質有何關係？
5. 釉、玻璃、琺瑯有何相似之處？

第二十五章 錫與鉛

元素週期表第四類中，除碳與矽外，尚有鈦 Ti 、鈳 Zr 、鈷 Hf 、釷 Th ，與鍺 Ge 、錫 Sn 、鉛 Pb 等元素，分列甲乙兩族，其中鈦化合物僅於分析化學中略有用處。釷化合物可製造煤氣燈罩。鈷、鈳、鍺等元素都是十分稀少，不必加以討論。但錫、鉛二元素產量豐富，應用廣繁，須詳加敘述。

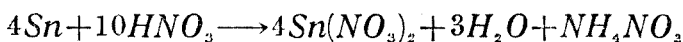
187. 錫 Sn (Tin) 錫為普通金屬，發現極早。其主要礦物為錫石 (Tin-stone)，即二氧化錫。產於我國雲南、南洋馬來及南美等地。馬來錫礦產權大都屬我華僑，惜經營乏術，有衰落之虞。礦石取出後，先打碎，用水沖洗，然後在爐中用煤使之還原。



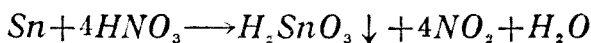
錫可流出，鑄成塊狀，運銷市面。

錫為銀白色金屬，比重 7.31，熔點為 232° ，故甚易熔融。展性甚大，可打成極薄錫片。錫在空氣中不生變化。可溶於鹽酸及硫酸中，成氯化亞錫 $SnCl_2$ 及硫酸亞錫 $SnSO_4$ 。遇稀冷硝酸亦能溶化。

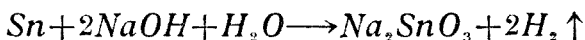
而成硝酸亞錫 $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$ ，硝酸則被還原成爲氨。故化學方程式爲：



錫遇濃硝酸則作用雖極猛烈，但不溶解而成白色粉狀的間錫酸 H_2SnO_3 (Metastannic acid) 沉下。



錫亦與鋅、鋁相似，能與強鹼作用發出氫而成錫酸鈉 Na_2SnO_3 。

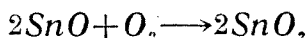


錫的主要功用爲製合金如青銅 ($\text{Zn}-\text{Sn}$)、鈰齊 ($\text{Pb}-\text{Sn}$)、英國齊 (English metal, $\text{Sn}-\text{Sb}-\text{Cu}$) 等等。又可塗於鋼皮的面上，免除生銹，此即馬口鐵 (Tin plate)。馬口鐵可以製儲存食物的罐頭，錫不受水的作用，且化合物無毒，故可塗於銅器內部作烹調食物之用。

188. 錫的化合物 錫有二價與四價兩系化合物。前者稱亞錫，後者稱高錫或簡稱錫的化合物。但錫亦能如鋅、鋁成錫酸及錫酸鹽。

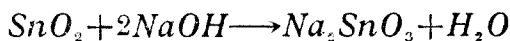
(1) **氧化錫** 錫有一氧化錫 SnO 與二氧化

錫 SnO_2 兩種。將草酸(乙二酸)亞錫與空氣隔離加熱,即得黑色一氧化錫。在空氣中不安定,受熱即燃燒成爲二氧化錫。



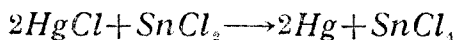
一氧化錫能溶於酸液成亞錫化合物,亦可溶於氫氧化鈉溶液中成亞錫酸鈉。可作染劑。

錫在空氣中燃燒即得二氧化錫,爲錫石的主要成分,是白色粉狀物質。熱時則呈黃褐色,冷卻後仍回復白色。二氧化錫不溶於酸或鹼中。然如與固體苛性鈉或苛性鉀相和熱熔之,可化合成爲錫酸鹽。



故此氧化物實相當於錫酐,即其中錫實很有非金屬元素的性質。

(2) 氯化錫 錫溶於鹽酸成氯化亞錫或二氯化錫 SnCl_2 , 爲強還原劑,能使汞或其他貴金屬的氯化物還原成爲游離金屬。

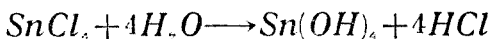


HgCl 爲白色沉澱,但生成後更被還原成爲

汞元素，呈閃光灰黑色，實驗室中可利用之以試驗亞錫或汞鹽的存在。

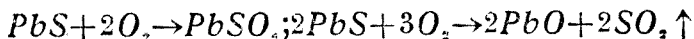
氯化高錫或四氯化錫可用氯與錫直接化合而製得。在常溫時為液體，沸點 114° 。廢舊馬口鐵上的錫元素，可利用此作用提出。祇要將這些塗錫的鐵皮洗淨後，熱至 114° 以上，通入氯，錫即成四氯化錫蒸汽逸出，鐵則不受變化。

四氯化錫遇水幾全被水解成鹽酸與錫酸。



故在潮濕空氣中發濃煙。四氯化錫可與少量水相合成水化物 $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，可作染劑。

189. 鉛 *Pb* (Lead) 鉛的主要礦物為方鉛礦 *PbS* (Galena)，產於北美、西班牙等地方。鉛礦中往往含少量硫化銀、硫化砷、硫化銻、銅、鋅等等。提冶時祇須將礦石置爐中燃燒，當一部已成氧化鉛及硫酸鉛時，立刻隔斷空氣，提高溫度鉛即熔融流出。



鉛中的銀可用派克法提出,前已述過。更可用電解法精製之鉛爲灰白色金屬,硬度甚小,延性亦弱,比重爲 11.4。熔點爲 327° ,較錫的略高。

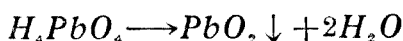
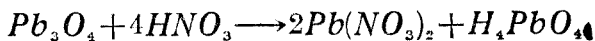
鉛在空氣中表面能生一層鹼性碳酸鉛;遇鹽酸能慢慢溶解發出氫;在硝酸中則溶解極速,成硝酸鉛;與硫酸幾全無作用,故可在鉛室製造硫酸鉛的主要用途爲製鉛管、鉛板,及各種合金如錕齊、活字金、鉛彈、抗擦齊等等。鉛又可用以製造鉛白與蓄電池。

190. 鉛的化合物 鉛與錫相同,有二價與四價的兩系化合物。惟四價鉛化合物甚少,多不安定,且有非金屬元素的性質,可成鉛酸鹽類 (Plumbates)。鉛的化合物都有毒,故不應使鉛與飲食物相接觸。

(1) 鉛的氧化物 鉛有多種氧化物;其中一氧化鉛(PbO)、四氧化三鉛(Pb_3O_4)、以及二氧化鉛(PbO_2)、均有工業上的價值,特分述之如下:

1° 一氧化鉛 PbO 在空氣中受熱或加熱使硝酸鉛分解均得一氧化鉛,爲黃色粉末,俗稱密陀僧 (Litharge),可供製造玻璃、琺瑯、釉及鉛鹽等用。如與甘油相調,可黏接玻璃及石器。

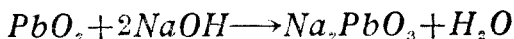
2° 四氧化三鉛 Pb_3O_4 亦稱鉛丹 (Red-lead), 爲鮮紅色粉末。一氧化鉛在空氣中熱至 $470^\circ-480^\circ$ 時, 即成此物。與硝酸作用成硝酸鉛與二氧化鉛。其反應實分兩步:



故 Pb_3O_4 可視作 Pb_2PbO_4 或 $2PbO \cdot PbO_2$ 。

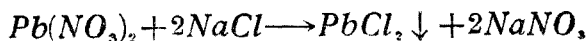
鉛丹可製玻璃, 如與油相調則成紅色油漆, 塗鐵器上, 可防生銹。

3° 二氧化鉛 PbO_2 加硝酸於鉛丹, 可得二氧化鉛。若以漂白粉作用於鉛鹽的鹼性溶液, 亦得此物。爲暗褐色粉狀, 有強氧化性, 能使鹽酸氧化放出氯。與強鹼溶液共熱, 則溶解成間鉛酸鹽 (Metaplumbates)。



故二氧化鉛與二氧化錫相似, 亦有酸酐性質。

(2) 氯化鉛 $PbCl_2$ 鉛鹽溶液遇鹽酸或氯化物即生白色氯化鉛沉澱,



氯化鉛不溶於冷水，而溶於熱水。分析化學中常利用此性質使與氯化銀及氯化亞汞分開。

鉛與氯亦生四氯化鉛 $PbCl_4$ ，與四氯化錫相似，在常溫時為液體，惟極不安定，能自分解成 $PbCl_2$ 與 Cl_2 ，遇水亦易水解。



(3) 碳酸鉛 $PbCO_3$ 。鉛鹽中加入酸性碳酸鈉，即得碳酸鉛沉澱，如用中和性碳酸鹽，則所得的不是碳酸鉛而是鹼性碳酸鉛 $Pb_3(OH)_2(CO_3)_2$ ，或 $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ ，就是俗所稱的鉛白 (White lead)，為製油漆的重要白色顏料。商業上製造鉛粉的方法，是將有孔的薄鉛片置器中，使受醋酸蒸汽及樹皮或牛馬糞腐敗時放出的水汽、二氧化碳及熱等的作用，鉛即變成白色鉛白，亦稱鉛粉。

(4) 其他鉛的化合物

1° 硫酸鉛 $PbSO_4$ 。溶度極小，故製造鉛粉的工人常加入極少量的硫酸於飲水中以消除鉛毒。

2° 鉻酸鉛 $PbCrO_4$ 。為鉛鹽溶液中加入鉻

酸鉀或重鉻酸鉀時所生的黃色沉澱，稱爲鉻黃 (Chrome yellow)，可供製造黃色油漆之用。

3° 醋酸鉛 $Pb(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3H_2O$ 爲醋酸作用於密陀僧 PbO 時所得。能溶於水，略有甜味，故稱鉛糖 (Sugar of lead)，外科中用作消腫劑。

4° 硫化鉛 PbS 爲黑色物質，不溶於水及稀酸，故用白色鉛粉所製成的物品，都能受空氣中硫化氫的作用而變黑。

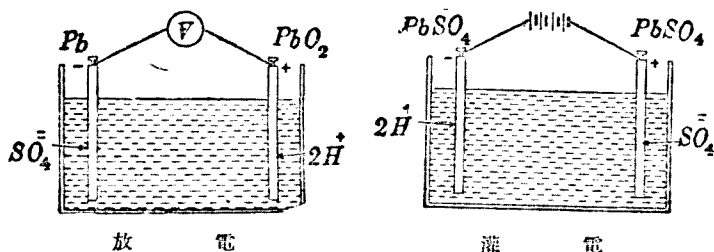
101. 油漆 (Paints) 從上所述，可知鉛的化合物在油漆中應用甚廣。普通每一油漆，常含三種物品：

(1) 油 (Oils) 油漆中所用油必有乾燥性，並能成透明堅韌膠狀物質，黏牢在所塗物質面上。最常用的油爲胡麻子油、亞麻仁油及桐油。

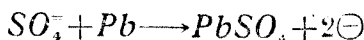
(2) 填料 (Body) 填料必爲具有遮蓋性的白色粉末，使油漆塗於物體後，完全不露原來顏色。鉛粉爲最普通的填料。但氧化鋅、硫酸鋇等亦可應用。

(3) 顏料 (Pigments) 除製白漆外，常加入適當顏料，使呈各種鮮豔色彩。

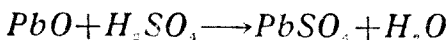
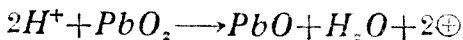
192. 鉛極蓄電池(Lead storage battery) 鉛極蓄電池的兩極,一為金屬鉛,一為二氧化鉛。其中溶液為稀硫酸。當兩極用銅絲連接使之放電時,



硫酸根游子移向鉛極,即放出負電與鉛化合成不可溶的硫酸鉛,故極帶有負電。

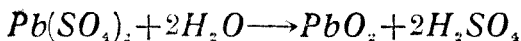
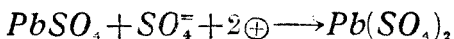


同時氫游子移向二氧化鉛極上,起下列反應:



故二氧化鉛亦變成硫酸鉛,但帶有正電。故銅絲必生電流;其方向為由二氧化鉛極流向鉛極。惟放電過久,兩極必都成為硫酸鉛,硫酸溶液亦必過於稀薄,幾成清水。此時電流乃停。實際上常藉測量硫酸的比重以看電池的能否繼續放電。如硫酸比重已甚小,即放電作用勢將停止,乃

用灌電方法使再恢復功能。灌電之法，是將直流電的正電極與原來二氧化鉛極（已成為硫酸鉛）相結，負電極與原來鉛極（亦已成為硫酸鉛）相結。於是 SO_4^- 移向正極與極上硫酸鉛作用而成為 $Pb(SO_4)_2$ ，此物立刻水解成為 PbO_2 。



故極上仍變成二氧化鉛，液中、硫酸亦同時增加。負極方面因 H^+ 的作用，硫酸鉛變為鉛素，液中亦增硫酸。



故灌電結果，兩極仍成為鉛與二氧化鉛，硫酸亦達原來適當濃度，復有放電的功能。灌電時所耗電力，似乎藏在裏面，以後仍可放出應用，因而此種電池名為蓄電池。

習 題

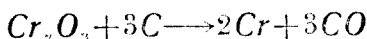
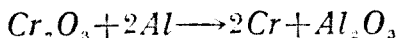
1. 用方程式表示稀硝酸與濃硝酸對於錫的反應。
2. 廢舊塗錫罐頭上的錫元素，可用何法取出？
3. 試舉出錫與鉛及其化合物的相似處。

-
4. 試述鉛極蓄電池放電及灌電時的化學反應。
 5. 鉛白在空氣中能漸變黑而鋅白則否，鉛白變黑後用過氧化氫處理，可仍回復白色，試說明之。
 6. 普通油漆的製法如何？

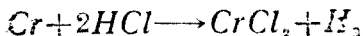
第二十六章 鉻 鎳 錳

列於週期表第五、第六、第七三類乙族中各元素爲氮族、硫族、與鹵族等等已於前分別討論一過。惟三類中甲族各元素僅鉻、鎳、錳三元素比較重要，應加研究。其他元素僅釩(V)素可製合金鋼，鉬(MO)化合物於分析化學中稍有用處，餘均產量稀少，功用甚微，故可不加敘述。

193. 鉻 Cr (Chromium) 鉻的主要礦石爲鉻鐵礦 $Fe(CrO_2)_2$ 。將礦與碳相和，置電爐中，可得鐵鉻齊 (Ferro-chrome)，可供製合金鋼之用。氧化鉻可被鋁粉還原成鉻。在電爐中亦可受碳的還原。



鉻爲白色堅硬金屬，在空氣中不變色，故用電鍍法鍍於銅鐵等金屬表面，既可防銹，且極美觀，應用甚廣。鉻受熱則燃燒成綠色氧化鉻 Cr_2O_3 。鉻能溶於鹽酸成氯化亞鉻，同時發氫。

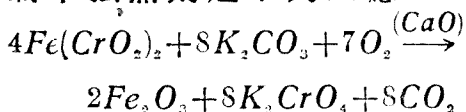


鉻鋼(含Cr2—3%)較普通鋼為硬,故可製造鋸、鋸等工具。又鋼中如含鉻18%,鎳8%,即不再生銹,即所稱的不銹鋼(Stainless steel),用途極大。

194. 鉻的化合物 鉻在化合物中可顯出數種不同的原子價,原子價為二及三的鉻,有金屬性,可與酸根或氫氧根相合成亞鉻及鉻的鹽類,此等鹽類的溶液中鉻成 Cr^{++} 及 Cr^{+++} 游子,鉻原子價為六時,則鉻顯非金屬元素的性,可成鉻酸鹽(Chromates)及重鉻酸鹽(Dichromates),在這等化合物中,鉻在陰游子內(CrO_4^{--} 與 $Cr_2O_7^{--}$)。

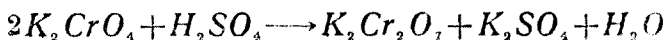
(1) 鉻酸鉀 K_2CrO_4 與重鉻酸鉀 $K_2Cr_2O_7$

1° 製法 將鉻鐵礦與碳酸鉀及石灰石相和在空氣中強熱,則起下列反應:



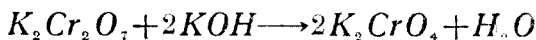
用水洗滌即得黃色的鉻酸鉀溶液,蒸發之可得黃色易溶的鉻酸鉀結晶。

鉻酸鉀溶液中加入硫酸若干,則見溶液立刻由黃變成橙紅色,因為這時鉻酸鉀已變成紅色的重鉻酸鹽了。

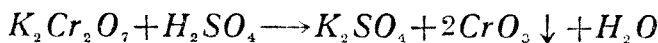


2° 性質 重鉻酸鉀爲紅色晶體,俗稱紅礬。有毒,溶度較鉻酸鉀的爲小,故易於製得純品。

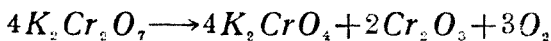
重鉻酸鉀遇鹼則仍回復到黃色的鉻酸鉀。



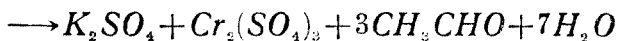
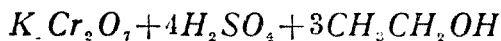
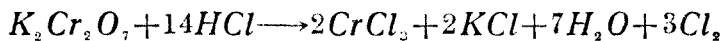
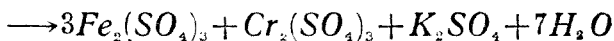
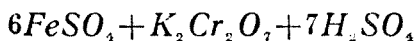
故鉻酸鹽與重鉻酸鹽甚易互相變換,重鉻酸鉀或鉻酸鉀受濃硫酸作用,即成紅色針形的鉻酐分出。



受熱則熔融,更熱即分解成鉻酸鹽、氧化鉻及氧。



重鉻酸鉀的酸溶液有強氧化性,如亞鐵化合物可被氧化成高鐵鹽,鹽酸可被氧化成氯,醇可被氧化成醛等等。

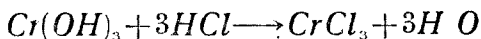


3° 用途 重鉻酸鉀除在實驗室作氧化劑

外，尚可用於製造乾電池，製革，製珂珞版等等，故爲一重要工業物品。

(2) 高鉻化合物 卽三價鉻的化合物，大都均係綠色鉻酸鉀及重鉻酸鉀在酸性溶液中受還原時，卽成此類化合物。

1° 氫氧化鉻 $Cr(OH)_3$ 及氧化鉻 Cr_2O_3 。在鉻鹽溶液中加氫水，卽有淡藍色的含水氫氧化鉻 $2Cr(OH)_3 \cdot H_2O$ 沉下。此物能溶於酸成鉻鹽，但亦能溶於強鹼中成亞鉻酸鹽 (Chromites)，故爲雙性氫氧化物。



氫氧化鉻受熱卽分解成氧化鉻。氧化鉻爲綠色粉末，不易溶於酸，可製綠色玻璃與油漆。

2° 氯化鉻 $CrCl_3$ 將氧化鉻與碳相和，加熱，通入乾燥氯氣，可得紅紫色的 無水氯化鉻，溶於水中後，使在不同溫度時結晶析出，可得三種性質互異的物質，但其組成均爲 $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ 。性質所以不同的緣由，是六分子水中或全爲組成水 (Water of constitution) 或一部爲組成水而一部爲化合水 (Water of hydration) 之故。

(3) 亞鉻化合物 這是原子價爲二的鉻化合物，當鉻溶於鹽酸或用氫使氯化鉻還原都可得氯化亞鉻 $CrCl_2$ ，無水時爲無色，但其溶液則略呈淡藍色。在空氣中易受氧化。

195. 錳 *W* (Tungsten) 錳的主要礦石爲錳重石 (Scheelite) 與鐵重石 (Wolfram) 等，其成分各爲錳酸鈣與錳酸鐵錳。其主要產地爲我國江西、廣東、湖南等地，產量佔世界產額三分之二至80%以上，原可操縱該礦市場。惟以不能自己鍊冶，且礦商未能團結致錳礦市價，反操於外商之手。甚望國人能設法立廠鍊冶，統一銷售，則將來掌執世界錳價之權，固舍我莫屬。

提錳之法，是將鐵重石與碳酸鈉相熔融，則錳成錳酸鈉 Na_2WO_4 。可用水吸出，使與鐵錳分開。再加入酸則錳酸 $H_2WO_4 \cdot H_2O$ 析出，過濾加熱即得 WO_3 。在電爐中用碳使之還原，或令受鋁粉作用，均可還原成錳。



錳爲熔點最高的金屬(約 370°)，可製電燈泡中的細絲，且發光甚強，既省電又耐用。故此刻碳

絲燈泡幾全被鎢絲所代。

鎢爲製造高速鋼(High-speed steel)的主要元素,蓋鋼中如含鎢10—20%、鉻2—6%及鈮0.5%,則雖紅熱仍不失其硬性故用以製成的工具如鑽、鋸等,儘可極快工作,任其磨擦發熱而毫無妨礙;與普通鋼受熱則失其硬度者完全不同。

196. 錳 *Mn* (Manganese) 自然界中錳的主要礦石爲軟錳礦(Pyrolusite)即二氧化錳 MnO_2 。可受鋁粉的還原,成爲錳元素。如將軟錳礦與鐵礦一併加入冶鐵爐,則得鐵錳齊(Ferro-manganese)(含錳70—80%)或鏡鐵(Spiegel iron)(含錳5—15%),均可用以製造合金鋼。錳與適量銅及鎳所成的合金(Manganin)電阻力不甚受溫度的應響,故於量電計的製造有相當用處。

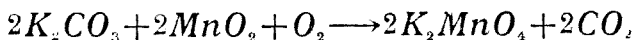
197. 錳的化合物 錳與鉻相似,可成二價及三價的錳鹽,亦可成錳酸鹽及高錳酸鹽。惟僅二氧化錳及過錳酸鉀是重要的。

(1) 二氧化錳 MnO_2 這是天然軟錳中的主要成分,爲黑色粉末,受熱能放氧成爲 Mn_2O_3 ,更熱則成 Mn_3O_4 。故有氧化性,實驗室中往往用

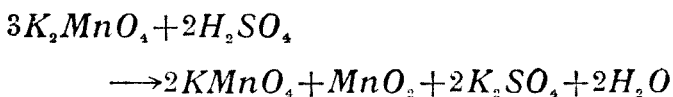
以與鹽酸作用製造氯素。

二氧化錳爲一切錳化合物的來源。且於製造玻璃及油漆時，甚有用處。

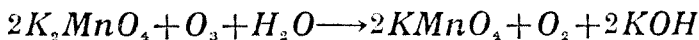
(2) 高錳酸鉀 $KMnO_4$ 用二氧化錳、碳酸鉀、及一氧化劑如硝酸鉀或氯酸鉀三物質相和而強熱之，則得綠色的錳酸鉀。



錳酸鉀極易水解成高錳酸鉀及二氧化錳，遇酸則作用更快。



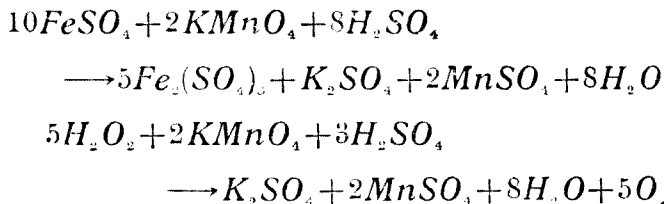
工業上爲避免錳成二氧化錳沉去起見，常用臭氧通入溶液以得過錳酸鉀。



高錳酸鉀爲紫色而略有綠色光澤的結晶，能溶於水，成極深紫紅色溶液。不論在酸液或鹼液中均有強氧化性。這點與過氯酸鉀甚相似，且結晶形狀二者亦相同，故同類元素，雖分甲乙兩族，仍有類似之處。

高錳酸鉀在分析化學中極有用處，如測定

鐵、砷、草酸、過氧化氫等物質的分量時，均須應用及之。例如



高錳酸鉀溶液初加時因立被還原，故紅色立刻消失。但繼續加入，至適將全部亞鐵氧化成爲高鐵後，更加一滴溶液，即立呈鮮明淡紅顏色。由此可由加入高錳酸鉀的分量，而計出溶液中鐵的分量。

(3) 高錳酸鹽在酸性溶液中被還原時，常成亞錳化合物，即二價錳的化合物。此等物質頗與鎂族元素化合物相似，惟略有粉紅顏色。

高錳化合物即三價錳的化合物，極不安定，遇水立刻分解。

習 題

1. 銻化合物因銻的原子價不同，可分爲好幾類。試說明之，並各舉一例以表明之。

-
2. 鎢的主要功用爲何?其練冶方法若何?
 3. 試辨認錳酸鉀與高錳酸鉀。
 4. 用方程式表出鉻酸鉀與重鉻酸鉀的互變。
 5. 試舉例以示高錳酸鉀在分析化學中的應用。

第二十七章 鐵 鈷 鎳

現在我們要討論到元素週期表中最後一類的過渡元素了。這一類中共有鐵 Fe 、鈷 Co 、鎳 Ni 、鈺 Ru 、銻 Rh 、鈀 Pd 、銱 Os 、銱 Ir 及鉑 Pt 等九元素。其中最後六元素在礦物中往往同時存在，僅鉑產量較多，有工業上的價值。前討論銅族元素時，已附入約略說過，故本章所要研究的，祇鐵、鈷、鎳三元素。

198. 鐵 Fe (Iron) 鐵為價值最廉，用途最廣的金屬。自然界偶有游離的產生，但其主要礦物為赤鐵礦 Fe_2O_3 (Haematite)、磁鐵礦 Fe_3O_4 (Magnetite)、褐鐵礦 $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ (Brown iron ore)、菱鐵礦 $FeCO_3$ (Siderite) 等等。另有黃鐵礦 FeS_2 一種，可燃燒發出二氧化硫，為製造硫酸的原料，但不合冶鐵，故不作鐵礦論。

普通所稱的鐵，嚴格說來，實際都不是鐵而是鐵元素與許多物質如碳、矽、錳、磷、硫等所成的合金。商業上且依據這些雜質的含量，將鐵分成銑鐵、鍛鐵及鋼三種。

(1) 銑鐵 (Cast iron) 由鐵礦直接鍊冶而得的鐵叫做銑鐵。含碳 2.4—5.0%。因鍊冶時爐中溫度高低的不同，鐵中碳素可以全部為化合狀態 (Fe_3C) (爐中溫度較低時所得)，或大部為游離的石墨，僅小部為碳化鐵 (溫度較高時所得)。前一種性硬而脆，斷面成白色，故亦稱白銑 (White cast iron)，普通用以鍊鋼。後一種性質較軟，可鑄造各種物品，故亦稱鑄鐵。因含石墨，斷面呈灰色，故又名灰銑 (Gray cast iron)。

(2) 鍛鐵 (Wrought iron) 為將銑鐵中雜質儘量除去後所得的鐵，含碳至多不得過 0.3%。雖軟而極韌，可製造鐵鏈、鐵錨、鐵絲、鐵棒等等。

(3) 鋼 (Steel) 鐵中含碳 0.2% 以至 1.5% 的叫做鋼。但須幾不含硫與磷，機械性最強，工業上用途也最大。因含碳的多少又分為極軟鋼、軟鋼、半硬鋼、硬鋼、極硬鋼等多種。更因除碳外可加入某種特別元素如鉻、鎳、鎢、矽等，使具特種性質，便得所謂特別鋼 (Special steels)，或稱合金鋼 (Alloy steels)。極軟鋼可代鍛鐵作一切用具，質地勻一，製造簡易，成本低廉，故鍛鐵此刻已不甚製造。

199. 鐵的冶鍊 鋼都由銑鐵製成,故須先製銑鐵,然後製鋼。

(1) 銑鐵的製法 製造銑鐵的爐子稱為冶鐵爐或鼓風爐 (Blast furnace), 形如附圖。入爐的原料凡四種:

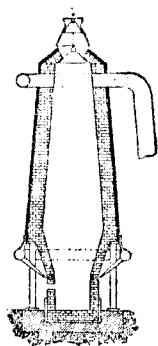
1° 鐵礦 —— 必為氧化鐵,如原為菱鐵礦,必先灼熱使先分解成為氧化物,然後可用。

2° 焦炭 —— 作為燃料及還原劑。

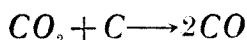
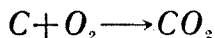
3° 熔劑 —— 加熔劑的目的,在使礦中雜質能熔成液體熔滓流出。其物質須視雜質的成分而定。例如礦中雜質為泥砂,則加石灰石為熔劑。反之,如雜質為石灰石,則加砂土為熔劑。

4° 熱空氣 —— 所以使焦炭燃燒發出高溫。同時生一氧化碳,使氧化鐵還原成鐵。

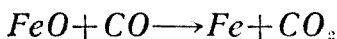
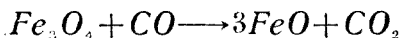
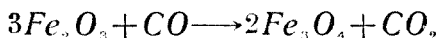
提冶時礦,焦炭,及熔劑均由爐頂加入,熱空氣則由底部吹入。此時爐中焦炭先燃燒發生二氧化碳及多量熱能。二氧化碳又遇白熱焦炭互相作用成為一氧化碳。



冶鐵爐



這一氧化碳乃與氧化鐵作用使成爲鐵。



但此三反應均爲可逆的，故爐中應常常有過多的一氧化碳，作用方能繼續向前進行。所得鐵因熱熔成液態，流聚爐底，同時礦中雜質亦與熔劑作用，成熔融的熔滓流下；惟較鐵爲輕，故浮於鐵面，可依時分別放出。調節溫度可隨意製出白銑或灰銑。熔滓流出後，遇冷即凝成固體，軋成塊狀，可鋪築道路。又以其主要成分爲 $CaO \cdot SiO_2$ 、 $3Ca \cdot Al_2O_3$ 等，故如與適量石灰相和加熱，可製品質優良的水泥，又可製造普通用磚，質鬆而輕，但頗耐壓，極合建築之用。

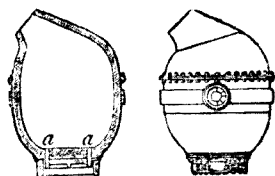
從冶鐵爐，除能製得銑鐵及熔滓外，尚有一重要產物，即由爐頂放出的爐煤氣，因氣中含有多量的一氧化碳（20%以上的容積），故爲可燃氣。如將氣中所帶有的塵屑除去後，一部可令燃燒製造熱空氣，作冶鐵時原料。一部且可利用之以發電，作爲鐵廠中的原動力。

(2) 鋼的製法 製鋼的方法甚多，今擇要略

述三法：

1° 白塞麥法(Bessemer process) 這法亦稱旋轉爐(Converter)法。爐如梨形

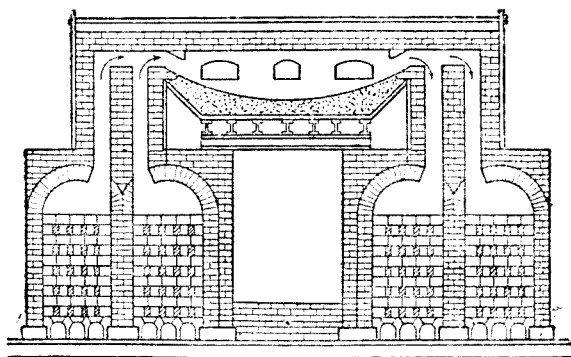
(附圖),外爲銅板,內敷耐火砂泥。鍊鋼時將熔融銑鐵注入旋轉爐中,由底部壓入空氣,使鐵中矽、錳、碳等雜質依



旋 轉 爐

次燒去。然後將爐橫轉,加入適量鐵錳以調節鐵中碳錳含量。倒轉爐口,鋼即傾出。這法不能除去鐵中的磷、硫。然如爐壁內鑲石灰、氧化鎂等鹼性耐火料,則鍊時可加入石灰使磷成磷酸鈣除去,惟硫則仍在鐵中,故鐵中含硫過多,即不合鍊鋼之用。

2° 馬丁法(Martin process) 馬丁爐爲長方形。爐底四週高起,中部底窪如盤形(附圖)。普通爐底爲鹼性耐火料所砌。鍊鋼時將銑鐵(不論固體或熔融)、廢鋼、鐵礦及石灰等加入爐中,用熱煤氣及熱空氣入爐燃燒,以得極高溫度。銑鐵中雜質一面受熱空氣氧化,一面受礦中氧化鐵氧化。同時且因廢鋼的熔融將雜質沖淡,故五至八小時



馬 丁 爐

內，即可得六十至八十噸含碳適量的鋼。馬丁鋼品質較白塞麥鋼為優。故須抵抗強力的建築，必以此造之。圖中爐下的四間充滿火磚的小室，乃是預熱煤氣及空氣用的，非此不能達適宜的高度。

3° **電鍊法** (Electric process) 這是將銑鐵或品質尚不甚好的鋼置電弧爐中鍊成極好的鋼的方法。在電爐中溫度可以任意調節，氧化或還原的程度，亦可隨心節制。不僅碳、矽、錳等可以完全除去，磷、硫亦得減至極微量。因硫必須在還原劑作用之下，方得取消，而上述兩法中鐵內雜質是全靠氧化除去，故不能去硫。所以用電爐鍊鋼，可

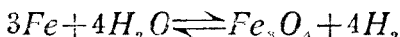
得品質最好的鋼惟成本較大,普通僅用以製鍊合金鋼。

200. 鐵的性質 用電解法或用氫與紅熱氧化鐵作用,可得純鐵純鐵爲灰白色金屬,質頗軟,有極強磁性,在空氣或水中,不易生銹惟普通鋼鐵因含雜質,硬度大增,且其硬度與雜質含量及凝固後冷卻速率有絕大關係大概鐵中所含雜質愈多則愈硬,冷卻愈速亦愈硬,工程中視需用鋼料的品質,以決定製造時鋼中應含雜質的分量,及凝固後冷卻時應有的速率。

鐵受空氣中氧,水汽,二氧化碳的作用,可生銹銹的主要成分爲含水氧化鐵 $3Fe_2O_3 \cdot H_2O$ 。質鬆而脆,不能堅附鐵面,故生銹現象能繼續進行,直至鋼鐵全部變成銹爲止。

如何防止鋼鐵生銹,爲經濟上重大問題之一。普通常在鐵面塗一層油漆,或在空氣中不易生銹的金屬如鋅,錫,銅,鎳,鉻等,使鐵不與空氣接觸,如是可免其生銹。

鐵在紅熱時,如遇水汽,可作用成四氧化三鐵而放出氫。



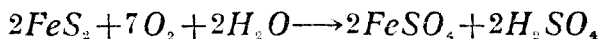
鐵絲在純氧中亦可燃燒而成這氧化鐵。

遇鹽酸及硫酸則發氫而成氯化亞鐵 $FeCl_2$ 及硫酸亞鐵 $FeSO_4$ 。

201. 鐵的化合物 鐵有原子價爲二的亞鐵與原子價爲三的高鐵兩類化合物。

亞鐵化合物普通均可由溶液得淺藍色結晶體。溶液無色，但易氧化成高鐵化合物而生黃褐顏色。高鐵化合物的水溶液，本亦不應有此顏色；惟此類物質極易水解而生氫氧化高鐵，故溶液溫度愈高，即水解程度愈大，則顏色愈深。

(1) 硫酸亞鐵 $FeSO_4$ 鐵溶於硫酸或將硫鐵礦在空氣中氧化，並用水浸吸，均可得硫酸亞鐵。

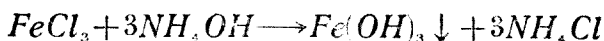


蒸發溶液可得硫酸亞鐵的水化物 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ，即俗所稱綠礬 (Green vitriol)。在硫酸溶液中極易氧化成爲硫酸高鐵。硫酸亞鐵的主要用途爲製墨水與作染劑。

(2) 氫氧化亞鐵 $Fe(OH)_2$ 這是當鹼液加入

亞鐵化合物溶液時初生的沉澱原為白色，但立刻氧化變為褐色的氫氧化高鐵。

(3) 氧化鐵 Fe_2O_3 及氫氧化鐵 $Fe(OH)_3$ 。 高鐵化合物溶液遇鹼液，即生紅褐色氫氧化鐵的膠狀沉澱。

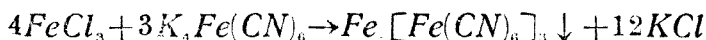


取出灼熱，則得氧化鐵 Fe_2O_3 。這就是市上所售的鐵紅 (Rouge)，可作顏料及磨擦劑。紅熱時可被氫還原成鐵。

(4) 氯化鐵 $FeCl_3$ 。 氯化亞鐵溶液中，通入氯或加氧化劑如硝酸等，則得氯化鐵。蒸發溶液，可得 $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 結晶體，為實驗室中最普通的鐵鹽，可作止血藥。

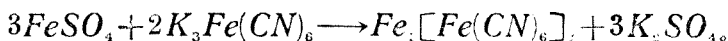
(5) 鐵的氰化物 (Cyanides of iron) 不論亞鐵或高鐵的化合物，都能與氰化物成錯鹽 (Complex salts)，如亞鐵鹽類遇氰化鉀，初得黃色沉澱；但繼續加入氰化鉀，則沉澱復溶解而成亞鐵氰化鉀 $K_4Fe(CN)_6$ 。蒸發溶液可得含水的黃色晶體，俗稱黃血鹽 (Yellow prussiate)。其溶液中幾不含亞鐵游子及氰根游子，兩者合成一複游子 $Fe(CN)_6^{4-}$ 。這

游子如與鐵游子 Fe^{+++} 相遇,立刻化合成深藍色亞鐵氰化鐵如:



這藍色沉澱即普魯士藍(Prussian blue),可作顏料及洗衣藍用。

亞鐵氰化鉀溶液中通入氯氣,溶液即轉成紅色,蒸發之得鐵氰化鉀 $K_3Fe(CN)_6$,即赤血鹽(Red prussiate),遇鐵鹽不生沉澱,惟遇亞鐵鹽,則生深藍色鐵氰化亞鐵。



故可利用這作用以辨別亞鐵與鐵的化合物。

202. 墨水 多種亞鐵化合物在空氣中能漸漸氧化成爲高價的鐵化合物,普通的藍黑墨水(Blue-black ink)即利用這性質以造成,將沒食子先用水煮沸多時,濾去渣滓,加入硫酸亞鐵及若干藍色顏料,膠質,與防腐劑,即得墨水。其中主要成分爲沒食子中的鞣酸與亞鐵鹽所成的鞣酸亞鐵,這是幾無顏色的可溶物質,但見空氣即漸氧化成黑色不溶的鞣酸鐵,先加顏料,在使寫字

時可以看出,並非是墨水的主要顏色。

203. 鈷 Co (Cobalt) 天然間鈷多成砷化物及砷硫化物,與鐵、鎳等同時存在。提冶時先使氧化成氧化物,然後用煤或焦炭使之還原。

鈷為白色而微帶赤色的金屬,亦有強磁性。在空氣中無甚變化,遇酸能漸溶解而發氫。

鈷有二價與三價的兩系化合物。氯化亞鈷 $CoCl_2$ 由溶液中結晶析出時常含六分子化合物 $CoCl_2 \cdot 6H_2O$, 有淡紅色。無水氯化亞鈷則為藍色。故如用此鹽的稀溶液作墨水寫字,乾後幾不可見。加熱則藍色筆畫顯出,可以認讀。更用口呵使吸水汽,則藍色無水氯化鈷復取水成不復可見的水化物。故稱顯隱墨水 (Sympathetic ink)。

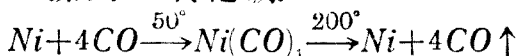
亞鈷化合物受氧化即成鈷化合物。這類物質有合成錯鹽的特性,如 $K_3Co(CN)_6$; $K_3Co(NO_2)_6$; $Co(NH_3)_6Cl_3$; $Co(NH_3)_4(H_2O)_2Cl_3$; $Co(NH_3)_4Cl_3$ 及 $Co(NH_3)Cl_2$ 等等。

鈷的矽酸鹽有深藍色,故可用鈷的氧化物 (CoO ; Co_2O_3 ; Co_3O_4 等) 加入玻璃、琺瑯、釉等之中,使其生美麗藍色。

204. 鎳 *Ni* (Nickel) 鎳與鈷相似,在自然界常成硫砷化物及砷化物。冶鍊手續往往十分複雜。

鎳為銀白色有極強光亮的金屬。在空氣中不生變化,在鹽酸與硫酸中不易溶化,但在硝酸中則溶解頗速。

鎳有一特性,即在 50° 左右能與一氧化碳合成碳氧鎳 $Ni(CO)_4$ 蒸汽(沸點 43°)。此汽熱至 200° 復分解成鎳與一氧化碳。



可藉此作用精製純鎳,並可將廢舊鍍鎳鐵器上的鎳素取出。因其光亮及不受空氣作用,可鍍於銅鐵面上。但其主要功用,則為製造合金鋼,合金與錢幣。

鎳粉又可為接觸劑,如油的氫化,從碳化鈣製醇等均用之。

鎳與鐵、鈷相若,有二價及三價兩系化合物。惟三價鎳僅有氧化物而無鹽類,故鎳鹽即指二價鎳而言。鎳鹽均有綠色,遇氰化物亦可成錯鹽,惟不甚安定。且遇次氯酸或次溴酸等強氧化劑,

鎳即成黑色二氧化鎳 NiO 沉下。

習 題

1. 冶鐵時的真正還原劑是什麼？這還原劑是如何得到的？
2. 試述冶鐵時的原料、作用、及產物。
3. 略述馬丁法鍊鋼的大意。
4. 比較鐵與亞鐵化合物的性質。
5. 鋼中含硫，熱時性脆；如含磷，則冷時性脆。故硫、磷為不應多含的元素，問鍊冶時除去的方法若何？
6. 如鎳與鐵相和，如何可將鎳提出？
7. 試述製造墨水的原理。
8. 問工業上鎳有何種功用？

第二十八章 化學的應用

從上面的討論,我們對於化學的基本智識,當已有相當的認識。在許多地方,我們也曾注意過有多種物質對於人生有莫大的關係。此刻我們把化學的最大最要用途歸攏起來,使對化學的應用有更深切更透澈的了解。

205. 化學與人生的關係 人類生活的四大需要爲衣、食、住、行。如若我們細細一想,可知這四種人生不可或離的需要,沒有一樣不是靠化學的力量,才能有今日的繁華安適。茲分別說明如下:

(1) 衣 衣服本是用來禦寒的似乎不論什麼材料,祇要能達到禦寒的目的,就應當合用。可是人類並不滿足,除去這實際上必要的條件而外,還要講究材料的光滑、柔軟、色彩、清潔。於是對於原料的處理、染色、衣服的洗滌等等,不得不加以研究。這種研究的工作,便是化學的工作。姑就染色和洗滌而論,染色需經漂白和印染兩步;漂白劑即是一種化學工業的產物,印染需用染料,

而染料的問題更離不開化學。譬如以前的靛藍 (Indigo)、茜素 (Alizarin), 全是從植物體中取出, 手續既繁, 顏色又不十分鮮豔。自經柏金 (Perkin)、李培茫 (Liebermann)、培友 (Baeyer) 等的化學研究, 居然能從煤膏製造之, 且品質更優。後經人繼續研究, 且能應用化學的方法製出數十百種以前所沒有的染料。故今日種種令人悅目怡神的美麗顏色, 全是受化學的賜予。要說到洗滌, 自然不會不想到肥皂; 而製造肥皂, 也就是化學工業的一種。

(2) 食 關於食化學的地位更爲重要。這可從三方面來說明他。

1° 營養問題 食物的營養價值的問題, 即那些食物對於身體的營養最有效, 怎樣吃法對於健康最有益等問題, 都要靠化學的研究, 才能解決。如無機鹽、維生素等的重要, 苟無化學, 是永遠不會發現的。

2° 肥料問題 這是與食物產量有密切關係的問題。經化學的研究, 知道植物(人類食物)的直接或間接的惟一來源(生長, 必需吸收肥料的, 肥料缺乏, 食物產量必會減少。於是化學家又經

過詳細的研究，知道肥料中的主要成分爲氮、鉀、磷、鈣等元素的化合物。更進一步而研究利用天然原料製成植物能够吸取的肥料，以增加糧食的產量，如是人造肥料乃得發明，農產品因而大增。

3° 藥物問題 人是不會永不生病的，生了病必得吃藥才能好起來或減少痛苦。以前的藥可說全是從自然植物體中直接煎取而來。但植物的成分異常複雜，除含能治某種疾病的組成物外，還往往含有其他有害身體的物質。故用來治病，病固可退，而對於身體往往生出別種不良的作用。後經化學的研究，不僅能用經濟的方法製出植物體中有藥性的組成物，且能造出以前所沒有的藥物，如麻醉劑、催眠劑、消毒防腐劑等等，延長壽命，減少病痛，造福人類，真非淺鮮。

(3) 住 沒有化學也不會有高爽舒適的大廈；因爲建築這些房屋的材料，是磚瓦、水泥和鋼鐵；而磚瓦、水泥、鋼鐵的製造，均非靠化學的研究不可。至於建築中所用的玻璃、油漆，也無一不是化學工業的產物。故離開化學，是沒有現代的房

屋的。就是房屋的消防問題，最初都是用水滅火，此刻則均用化學的方法來作消防的利器了。

(4)行 所謂行決不是靠兩足或乘馱驢馬的行，乃是指現代的交通利器而言。在陸上要駛車輛，必有廣平的道路，要走火車，必有軌道；而鋪築馬路的柏油，建築橋樑的鋼骨和水泥，以及鋪設鐵路的鋼軌，無一不是要靠化學的研究才能得到。就是製造水中行駛的輪船，地面馳騁的車輛和空中飛行的飛機，氣球其原料亦大半都是化學的產物。甚至推動這些交通器具的燃料問題，也非靠化學不能解決。故離了化學，也談不到行的。

206. 化學與國防的關係 上節所說，乃是從個人方面着想，已足見化學的重要。如從整個國家和整個民族方面立論，化學的研究，更是刻不容緩。因為一個國家或一個民族，如要發達繁盛，必定先能求得和平；而要能維持和平，必有充實的國防。今日的國防，不僅是要全國一心士卒勇敢，還要有新式的武器，才能不愁侵略。所謂新式的武器，乃指鎗、礮、炸彈、毒氣、微生物等等而言。

運輸這等武器的工具，則應有馬達車、坦克車、兵艦、飛機等。除微生物戰爭爲生物學家的工作外，其他都靠化學的努力，才能制勝敵人。試申述之。

(1) 鎗、礮、兵艦、馬達車、坦克車的製造，都要用極多量的鋼鐵。如國內鋼鐵不能自給，則戰時必因缺乏鎗、礮而完全敗績。飛機爲現代戰爭中最活動的戰具，如不能自造，亦必爲人所制；惟飛機質量宜輕，必用鋁的合金製造。故鍊鋼、製鋁，實爲救國的重要工業，也就是化學家對於國防應盡的重要工作。

(2) 炸藥是鎗礮彈、炸彈、地雷、魚雷等中的主要物品。最初用的炸藥就是黑藥，即硝酸鉀、硫黃末、和碳屑的混合物。惟爆炸時發生很多黑煙，於戰術上頗多不便。於是化學家苦心研究，逐漸改良，到現在炸藥的種類已很多，且炸力都非常猛烈強大。我們以前所說的硝化纖維素（即無煙火藥）、硝化甘油、三硝基甲苯、雷汞，都是最著名而最常用的炸藥。這些炸藥製造時，都要用到濃硝酸與濃硫酸，所以製酸工業也是國防上不可缺少的。又硝酸以前全靠智利硝製造，但戰時智利

硝來源如被敵人隔絕，必因缺乏炸藥而失敗。故化學家又發明種種利用空氣中的氮以製硝酸的方法。所以靠了化學的研究，便間接增強了一國的戰鬥力。

(3) 關於毒氣問題，這簡直更是一個化學問題。因為所有毒氣無一不是在化學實驗室裏先研究出來，然後應用到軍事上去的。毒氣戰爭的開始非常之早，據說希臘時即有人用過。不過用科學方法來研究、製造、並應用，是歐戰時方才開始。因其效力之大，克敵之速，參戰各國競相研究，結果到歐戰結束時，曾經應用的毒氣已有數十種之多。戰後各國均仍繼續研究，二十年來的發明，必多而且烈，則可斷言；特因有關防，未肯盡量發表而已。毒氣的種類極多，且不必真為氣體，凡液體或固體而容易分散在空氣中顯出毒性的，都可應用。依其性質，可分為下列五種：

1° 中毒性毒氣 這類毒氣能直接侵害神經，或阻止血液的養化，所以中毒後死亡極快。氰化氫 (HCN)、一氧化碳 (CO) 等即屬此類。

2° 窒息性毒氣 這類毒氣能侵襲肺部，傷

害氣管以致窒悶不能呼吸，終乃死亡。也有能麻痺心臟以致噴血而死的氯(Cl_2)、光氣($COCl_2$)、雙光氣($Cl\cdot CO_2\cdot Cl_2$)等，都是屬於這種的。

3° 糜爛性毒氣 這種毒性，發作甚遲，故中毒時毫不知覺，甚難防備。遇着皮膚就要腐爛；吸入體內，體內也就腐爛。是毒氣中最毒的一種。芥氣[$S(C_2H_4Cl)_2$]、癸氣($CHCl\cdot CHAsCl_2$)等都屬此種。

4° 催淚性毒氣 能刺激眼黏膜，使流淚、疼痛，甚至失明，有的並能使人咳嗽流涕。如溴丙酮(CH_3COCH_2Br)、氯化苯乙酮($C_6H_5COCH_2Cl$)，即屬這類。

5° 噴嚏性毒氣 這類的主要毒氣，都是砷的有機化合物，能刺激氣道黏膜，使起噴嚏、咳嗽、流涕，甚且嘔吐、死亡。二苯氯砷[$(C_6H_5)_2AsCl$]及二苯氰砷[$(C_6H_5)_2As(CN)$]等屬於這類。

戰爭時毒氣既瀰滿天空，軍士如無防毒設備，斷不會有戰鬥能力。後方人民，亦有被敵人飛機施放毒氣襲擊的可能。故除組織毒氣斥候隊與建設防毒部等集團防禦外，更須顧及各個防

毒的設備各個防毒最重要的是防毒面罩和防毒衣履。防毒面罩套在口鼻，使吸入空氣必經過消毒裝置然後能入體內。消毒裝置普通分爲三層：第一層爲消毒劑，如苛性鉀、甘油、蓖麻油、有機硫化物等。第二層爲活性碳，即富有黏附性的碳，可吸收多量毒氣。第三層爲棉花，可以濾去微粒固體的毒物。空氣中即含毒物，經過如是三步的處理，已成普通空氣，吸入肺部，可無妨礙。惟糜爛性毒氣觸着皮膚，就要腐爛，必更穿着外塗橡膠等的防毒衣服，方能免災。且非特人是如此，即軍馬、犬、鴿，亦應同樣防護才能作戰。

(4) 化學兵器除毒氣外，尚有放火劑和發煙劑兩種利器。

1° 放火劑 放火劑的主要物品爲黃磷、油類及鋁熱劑等。磷與油類混合後燃燒非常迅速，且火焰既長，溫度又高，人畜遇之，無不立斃。鋁熱劑爲鋁粉與氧化鐵的混合物，燃時發生極高溫度，就是鋼鐵遇着他也要熔融。如更加黃磷或過氧化錒等，則威力更強，簡直沒法抵抗。

2° 發煙劑 發煙劑的目的在構成遮蔽煙

幕，擋住敵人視線，使不能窺知我軍的行動並可利用之以穩蔽都市、要塞、及工業區域，使敵方飛機失去轟炸目標。最普通的發煙劑為磷、四氯化錫、四氯化矽等等。如發煙劑中加入鎂粉或鋇、鋇等化合物，則能發出各種色彩的煙幕，可利用之作爲軍事信號。

5° 液體燃料 也在近代戰爭中佔着十分重要的地位。不論陸軍中的馬達車、坦克車、運輸車，或空軍中的飛機、飛艇，全要靠他才能活動。故若戰時液體燃料不能自給，當然是非常危險的。液體燃料最重要的來源，便是石油。我國石油產量甚少，依靠他人又極危險。所以全要靠化學家的努力，這液體燃料自給的問題，才有解決希望。

這問題大概可分三方面去研究：

1° 蒸餾油頁岩提取石油。

2° 用煤施行氫化方法 (Hydrogenation of coal) 或低溫蒸餾，以製造或增加與石油相同的液體燃料。

3° 用熱解法使植物油變成可代石油的燃料。

207. 結論 我們的書將在此結束。在這一年讀完的兩册小小的教科書中，我們曾經解釋過化學上基本術語的定義，說明了化學中若干基本定理的意義和應用，我們並討論了物質的構造、元素的分類及各類元素中的重要元素和他們的若干化合物，最後且曾述及化學與人生和國防的關係，想讀者對之應有充分的認識與了解，茲特不憚繁瑣，重復申述。化學對個人，在平時為與衣、食、住、行不可離開的科學；在病時則為供給藥物的救星。對國家，在平時為增加生產，解決民生問題的工具；在戰爭時則為防制敵人，救護民族的利器。惟化學的應用，乃由化學學理的討論而來，二者互相為用，互相生長，不可偏廢，尤為讀者應該明白的一點。

習 題

1. 問防毒面罩的構造原理若何？
2. 解決液體燃料問題的途徑若何？
3. 試說出三種最猛烈的爆炸藥。
4. 試列舉化學與人生的關係。

附 錄

I. 若干氣體的凝固點、沸點、臨界點、及密度、

氣 體	凝固點	沸 點	臨界點	密 度 g./l.(標準狀況)
氨 NH_3	- 77°	- 38.5°	130°	0.77
二氧化碳 CO_2	- 55°	- 79°	31.35°	1.98
一氧化碳 CO	-207°	-190°	-139.5°	1.25
氯 Cl_2	-101.5°	- 33.6°	146°	3.17
氦 He	-272°	-268.8°	-268°	0.18
氫 H_2	-259°	-252.8°	-234.5°	0.09
氯化氫 HCl	-112.5°	- 83.1°	52°	1.64
硫化氫 H_2S	- 85.5°	- 61.8°	100°	1.54
氮 N_2	-210.5°	-195°	-146°	1.25
一氧化氮 NO	-160.6°	-153°	- 93.5°	1.34
氧 O_2	-218°	-182.5°	-118°	1.43
二氧化硫 SO_2	- 72.7°	- 8°	175.2°	2.93

II. 若干元素的比重與熔點

元素	比重	熔點	元素	比重	熔點
砷	5.73	昇華	鈣	1.54(29°)	810°
溴	3.12(20°)	-7.3°	銅	8.93—8.95	1083°
碳(無晶形)	1.88	—	金	19.32(17.5°)	1063°
碳(石墨)	2.25	—	鐵	7.85—7.88	1530°
碳(金剛石)	3.51	—	鉛	11.34	327°
碘	4.94(20°)	113.5°	鎂	1.74(5°)	651°
磷(黃)	1.83	44.2°	汞	13.595(4°)	-38.85°
磷(紅)	2.2	—	鉑	21.37	1755°
硫(菱形)	2.07	112.8°	鉀	0.870(20°)	62.3°
硫(針形)	1.96	119.3°	銀	10.5	960.5°
鋁	2.70(20°)	658.7°	鈉	0.971	97.5°
鎳	6.62(20°)	630°	錫	7.3	232°
鉍	9.78(20°)	269.2°	鋅	7—7.19	419.4°

III. 18°時若干化合物的溶度

	<i>K</i>	<i>Na</i>	<i>Li</i>	<i>Ag</i>	<i>Tl</i>	<i>Ba</i>	<i>Sr</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Zn</i>	<i>Pb</i>
<i>Cl</i>	32.95 3.9	35.86 5.42	77.79 13.3	0.0316 0.0410	0.3 0.013	37.24 1.7	51.09 2.0	73.19 5.4	55.81 5.1	203.9 9.2	1.49 0.05
<i>Br</i>	65.86 4.6	88.76 6.9	168.7 12.6	0.041 0.066	0.04 0.0215	103.6 2.9	96.52 3.4	143.3 5.2	103.1 4.6	478.2 9.8	0.598 0.02
<i>I</i>	137.5 6.0	177.9 8.1	161.5 8.5	0.03 0.071	0.006 0.0317	201.4 3.8	169.2 3.9	200 4.8	148.2 4.1	419 6.9	0.08 0.02
<i>F</i>	92.56 12.4	4.44 1.06	0.27 0.11	195.4 13.5	72.05 3.0	0.16 0.0292	0.012 0.001	0.001 0.032	0.0076 0.024	0.005 0.035	0.07 0.003
<i>NO₃</i>	30.34 2.6	83.97 7.4	71.43 7.3	213.4 8.4	89.1 0.35	8.74 0.33	66.27 2.7	121.8 5.2	74.31 4.0	117.8 4.7	51.66 1.4
<i>ClO₃</i>	6.6 0.52	97.16 6.4	313.4 15.3	12.25 0.6	3.69 0.13	35.42 1.1	174.9 4.6	179.3 5.3	126.4 4.7	183.9 5.3	150.6 3.16
<i>BrO₃</i>	6.38 0.38	36.67 2.2	152.5 8.20	0.59 0.025	0.36 0.009	0.8 0.02	30.0 0.9	85.17 2.3	42.86 1.5	58.43 1.8	1.3 0.03
<i>IO₃</i>	7.62 0.35	8.33 0.4	80.43 3.84	0.004 0.0314	0.059 0.0216	0.05 0.001	0.25 0.0257	0.25 0.007	6.87 0.26	9.83 0.02	0.002 0.043
<i>OH</i>	142.9 18	116.4 21	12.04 5.0	0.01 0.001	40.04 1.76	3.7 0.22	0.77 0.063	0.17 0.02	0.001 0.032	0.035 0.045	0.01 0.034
<i>SO₄</i>	11.11 0.02	16.83 1.15	35.64 2.8	0.55 0.020	4.74 0.09	0.023 0.0416	0.011 0.036	0.20 0.015	35.43 2.8	53.12 3.1	0.0041 0.0313
<i>CrO₄</i>	63.1 2.7	61.21 3.30	111.6 6.5	0.0025 0.0315	0.006 0.031	0.038 0.0415	0.12 0.006	0.4 0.03	73.0 4.3	0.042 0.05
<i>C₂O₄</i>	30.97 1.6	3.34 0.24	7.22 0.69	0.0035 0.03	1.48 0.030	0.008 0.038	0.004 0.0326	0.015 0.044	0.03 0.0027	0.036 0.044	0.0315 0.05
<i>CO₃</i>	108.0 5.9	19.39 1.8	1.3 0.17	0.003 0.031	4.95 0.10	0.0023 0.0311	0.0011 0.047	0.0013 0.0313	0.1 0.01	0.004 0.033	0.031 0.043

每格中上數爲100 c.c.水中所能溶解的克數;下數爲克
分子溶度即1升飽和溶液中所含溶質的克分子數。

中西名詞對照表

(一) 中西對照

	頁數		頁數
一 畫		可可鹼 Cocaine	72
乙醇 Ethyl alcohol	51	可台印 Codeine	72
二 畫		可塑體 Plastics	52
二氧化矽 Silicon dioxide	75	生物鹼 Alkaloid	72
二氧化硫 Sulfur dioxide	5	甘油 Glycerine	52
人造絲 Artificial silk	66	石油 Petroleum	47
三 畫		石棉 Asbestos	113
三氧化硫 Sulfur trioxide	6	石碳酸 Carbolic acid	55
凡士林 Vaseline	48	石蠟系煙 Paraffin series of hydrocarbons	46
士的年 Strychnine	72	白鐵 White cast iron	151
大蘇打 Hypo	6	白雲石 Dolomite	113
四 畫		白鹵鹽 Carnallite	113
方鉛礦 Galena	133	白塞麥法 Bessemer process	154
水泥 Cement	128	六 畫	
水玻璃 Water glass	76	冰醋酸 Glacial acetic acid	53
水煤氣 Water-gas	38	伍德合金 Wood's metal	33
水楊酸 Salicylic acid	56	灰鐵 Gray cast iron	151
火棉 Gun Cotton	65	合金 Alloys	86
火磚 Fire brick	126	合金鋼 Alloy steels	151
化合水 Water of hydration	144	次硝酸 Hyponitrous acid	21
不銹鋼 Stainless steel	142	同系物 Homologues	46
五 畫		多價酸 Poly-acids	54
去氣劑 Degassing agent	75	羊毛 Wool	67
正矽酸 Orthosilicic acid	76	光譜分析 Spectral analysis	94
本生燈 Bunsen burner	44	有機酸 Organic acid	53
		七 畫	
		吸附 Adsorption	39
		汞 Mercury	118

汞齊 Amalgam	119
冶金 Metallurgy	83
赤血鹽 Red prussiate	159
赤銅礦 Cuprite	97
赤鐵礦 Hematite	150
汽油 Gasoline.....	48
抗擦齊 Antifriction alloys	33
李培酸 Liebermann	164

八 畫

乳酪 Cheese.....	67
乳酸 Lactic acid	54
亞硝酸 Nitrous acid	21
亞硫酸 Sulfurous acid	5
亞銅氰化鈉 Sodium Cuprocya- nide.....	100
油 Oils	56
油脂 Olein	56
油漆 Paints.....	137
松精 Oil of turpentine.....	71
咖啡鹼 Caffeine	72
肥皂 Soap	57
矽 Silicon	74
矽酸 Silicon acid	76
金 Gold	102
金雞那 Cinchona	72

九 畫

食物 Foods	69
哈勃氏法 Habers process.....	16
叁鍵結合 Triple bond	48
重土石 Barite	111
重鉻酸鹽 Dichromates	142
染媒 Mordant.....	56
活字金 Type-metal	33
洗衣鹼 Washing soda	91

派克法 Parke's process	100
苯 Benzene.....	40
玻璃 Glass	77
衍生物 Derivatives	51
柏金 Perkin	164

十 畫

高速鋼 High-speed steel	146
酒石 Cream of tartar	55
酒石酸 Tartaric acid.....	55
桂寧 Quinine	72
格羅味塔 Glover tower.....	9
氧化物 Oxides.....	83
氯化鈣 Quicklime	106
氣壓計 Barometer.....	119
氨 Ammonia	15
特別鋼 Special steels.....	151
砷 Arsenic	32
草酸 Oxalic acid	43
茜素 Alizarin	164
脂 Fats	56
脂肪酸 Fatty acids	54
針形硫 Monoclinic sulfur.....	2
馬丁法 Martin process.....	154
錫口鐵 Tin plate	131
透析法 Dialysis	59

十一 畫

培友 Baeyer	164
海綿 Sponge	74
海泡石 Meerschaum	113
混鹽 Mixed salts	77
混凝土 Concrete.....	128
液體硫 Liquid sulfur	2
密陀僧 Litharge.....	134
乾餾 Dry distillation	38

烷屬烴	Alkanes	46
烯屬烴	Alkenes	48
硒	Selenium	12
硫	Sulfur	1
硫酸	Sulfuric acid	7
硫化物	Sulfides	85
硫化氫	Hydrogen sulfide	4
硫酸鹽	Sulfate	86
硫代硫酸鈉	Sodium thiosulfate	6
旋轉爐	Converter	154
氫氰酸	Hydrocyanic acid	26
氫硫酸	Hydrosulfuric acid	4
氫氧化物	Hydroxides	84
組成水	Water of constitution	144
麥芽糖	Maltose, Malt sugar	63
蛋白質	Proteins	66
軟脂	Palmitin	56
菱錳礦	Pyrolusite	146
鹵化銀	Silver halides	101
酚	Phenol	55

十二畫

媒染劑	Mordant	25
溫度計	Thermometer	119
普魯士藍	Prussian blue	159
焦炭	Coke	36
無煙炸藥	Smokeless powder	65
琺瑯	Enamel	80
黃血鹽	Yellow prussiate	158
黃銅礦	Copper pyrite	97
萘	Naphthalene	50
菸鹼	Nicotine	72
菱形硫	Rhombic sulfur	2
菱鐵礦	Siderite	150
硬脂	Stearin	56
硝酸	Nitric acid	21

硝酸鹽	Nitrates	86
硝化甘油	Nitroglycerine	25
硝化石灰	Nitro-lime	26
硝酸纖維	Nitro-cellulose	25
氮	Nitrogen	14
氮化物	Nitride process	27
氮的固定法	Fixation of nitrogen	26
氰	Cyanogen	25
氰化物	Cyanides	25
氰代胺基鈣	Calcium cyanamide	17
絲	Silk	67
給呂薩克塔	GayLussac tower	9
過磷酸石灰	Superphosphate of lime	32
超顯微鏡	Ultra-microscope	59
鈣	Calcium	106
鈉	Sodium	89

十三畫

填料	Body	137
嗎啡	Morphine	72
構造式	Structural formula	47
煤氣	Coal gas	39
煤膏	Coal tar	39
滑石	Talc	103
葡萄糖	Glucose 或 Dextrose	63
硼	Boron	78
硼砂	Borax	79
硼酸	Boric acid	79
碘仿	Iodoform	51
氯化物	Chlorides	85
氯仿	Chloroform	51
氯金酸	Chlorauric acid	102
氯鉑酸	Chloroplatinic acid	103
鼓風爐	Blast furnace	152
羧酸	Carboxylic acid	53
羧基	Carboxyl radicle	54

路布蘭法 Le Blanc process	91
酯 Esters	55
酮 Acetone	39
酵母 Yeast	51
酵素 Enzymes	70
酪素 Casein	67
電鍊法 Electric proces	155
電解法 Electrolysis	84
鉛 Lead	133
鉛丹 Red-lead	135
鉛白 White lead	136
鉛糖 Sugar of lead	137
鉛酸鹽類 Plumbates	134
鉛酸電池 Lead storage battery	138
鈷 Cobalt	160
鉑 Platinum	103
鉀 Potassium	93
銻 Bismuth	32
發煙硝酸 Fuming nitric acid ...	24

十四畫

熔滓 Slag	128
構造式 Structural formula	47
蔥 Anthracene	50
碳 Carbon	35
碳矽 Carborundum	38
碲 Tellurium	12
福馬林 Formalin	53
精油 Essential oils	71
醇 Alcohols	51
醇酸 Hydroxy-acids	54
鉻 Chromium	141
鉻黃 Chrome yellow	137
鉻酸鹽 Chromates	142
銅 Copper	97

銀 Silver	100
銑鐵 Cast iron	151

十五畫

樟腦 Camphor	71
熱解作用 Cracking	48
彈性硫 Plastic sulfur	3
褐鐵礦 Brown iron ore	150
蔗糖 Cane-sugar, Sucrose	62
輝銅礦 Chalcocite	97
膠棉 Colloidion	66
膠體 Colloids	58
膠合物體 Adhesives	68
膠狀矽酸 Silica gel	77
膠體懸浮 Colloidal suspension ..	59
醋酸 Acetic acid	53
醋醛 Acetaldehyde	53
鋁 Aluminium	122
鋁酸鹽 Aluminates	125
鋁還原法 Aluminothermy	84
鋇 Barium	111
銻 Antimony	32
鋅 Zinc	115
鋅白 Zinc white	117
鋅鍍鐵 Galvanized iron	116
錳 Manganese	146

十六畫

澱粉 Starch	64
燈罩 Gas mantle	45
糖色 Caramel	63
還原法 Reduction process	83
蟲暑丸 Moth ball	50
磁鐵礦 Magnetite	150
醚 Ethers	52

綠礬 Green vitriol	157
錫 Tin	130
錫石 Tin-stone	130
鋼 Steel	151
鞣酸 Tannic acid	56
靛藍 Indigo.....	164

十七畫

磷 Phosphorus	27
磷酸 Phosphoric acid	30
有珞珞 Celluloid.....	66
環烴 Cyclo hydrocarbons	46
醛 Aldehydes.....	53
糖 Carbohydrates.....	62
鋇 Strontium	111
鎂 Magnesium	113
鍛鐵 Wrought iron	151
黏着性 Adhesion	119

十八畫

鎢 Tungsten	145
鎳 Nickel.....	161

鏈烴 Chain hydrocarbons	46
鐵鏈結合 Double bond.....	48
雙性氮氧化物 Amphoteric hy- droxides.....	118
顏料 Pigments	137

十九至二十四畫

藍黑墨水 Blue-black ink	159
蟻酸 Formic acid	42
蟻醛 Formaldehyde	53
鏡鐵 Spiegel iron	146
礬 Alums.....	125
礬土 Bauxite	123
蘇維雜法 Solvay Process	91
鐵 Iron.....	150
鐵紅 Rouge.....	158
鐵鹽 Ferric salts	56
鐵矽齊 Ferro-silicon	75
鐵錳齊 Ferro-manganese.....	146
纖維素 Cellulose.....	64
顯隱墨水 Sympathetic ink	160
鹼土 Alkaline earths	105
鹼土金屬 Alkaline earth metals	105

(二) 西 中 對 照

	頁數		頁數	
A				
Acetaldehyde 醋醛	53	Barium 鎊	111	
Acetic acid 醋酸	53	Barometer 氣壓計	119	
Acetone 酮	39	Bauxite 礬土	123	
Adhesion 黏着性	119	Benzene 苯	49	
Adhesives 膠合物體	68	Bessemer process 白塞麥法	154	
Adsorption 吸附	39	Blast furnace 鼓風爐	152	
Alcohols 醇	51	Bismuth 鉍	32	
Aldehydes 醛	53	Body 坩料	137	
Alizarin 茜素	164	Borax 硼砂	79	
Alkaline earth metals 鹼土金屬	105	Boric acid 硼酸	79	
Alkaline earths 鹼土	105	Brown iron ore 褐鐵礦	150	
Alkaloid 生物鹼	72	Boron 硼	78	
Alkanes 烷屬烴	46	Bunsen burner 本生燈	44	
Alkenes 烯屬烴	48	C		
Alloy steels 合金鋼	151	Caffeine 咖啡鹼	72	
Alloys 合金	86	Calcium 鈣	106	
Aluminates 鋁酸鹽	125	Calcium cyanamida 氰代胺基鈣	17	
Aluminium 鋁	122	Camphor 樟腦	71	
Aluminothermy 鋁還原法	84	Cane-sugar, Sucrose 蔗糖	62	
Alums 礬	125	Caramel 糖色	63	
Amalgam 汞齊	119	Carbolic acid 石炭酸	55	
Ammonia 氨	15	Carbohydrates 醣	62	
Amphoteric hydroxides 雙性氫 氧化物	118	Carbolic acid 石炭酸	55	
Anthracene 蒽	50	Carbon 碳	35	
Antifriction alloys 抗摩擦	33	Carborundum 碳質	38	
Antimony 銻	32	Carboxylic acid 羧酸	53	
Arsenic 砷	32	Carboxyl radicle 羧基	51	
Artificial silk 人造絲	66	Cast iron 鑄鐵	151	
Asbestos 石棉	113	Casein 酪素	67	
B				
Eaeyer 培友	164	Cellulose 纖維素	64	
Barite 重晶石	111	Celuloid 賽璐珞	66	
		Cement 水泥	128	
		Chalcocite 銅銅鐵	97	
		Chain hydrocarbons 鏈烴	46	

Cheese 乳酪	76
Chlorauric acid 氯金酸	102
Chlorides 氯化物	85
Chloroform 氯仿	51
Chloroplatinic acid 氯鉑酸	103
Chromates 鉻酸鹽	142
Chrome yellow 鉻黃	137
Chromium 鉻	141
Cinchona 金雞那	72
Coal gas 煤氣	39
Coal tar 煤芥	39
Cobalt 鈷	160
Cocaine 可可鹼	72
Codeine 可台印	72
Coke 焦碳	36
Colloidal suspension 膠體懸 浮	59
Colloidion 膠棉	66
Colloids 膠體	58
Concrete 混凝土	128
Converter 旋轉爐	154
Copper 銅	97
Copper pyrite 黃銅礦	97
Cracking 熱解作用	48
Cream of tartar 酒石	55
Cuprite 赤銅礦	97
Cyanides 氰化物	25
Cyanogen 氰	25
Cyclic hydrocarbons 環烴	46
D	
Degasifying agent 去氣劑	75
Derivatives 衍生物	51
Dialysis 透析法	59
Dichromates 重鉻酸鹽	142
Dolomite 白雲石	113
Double bond 雙鍵結合	48
Dry distillation 乾餾	38

E

Electric process 電鍊法	155
Electrolysis 電解法	84
Enamel 琺瑯	80
Enzymes 酵素	70
Essential oils 精油	71
Esters 酯	55
Ethers 醚	52
Ethyl alcohol 乙醇	51

F

Fats 脂	56
Fatty acids 脂肪酸	54
Ferric salts 鐵鹽	56
Ferro-manganese 鐵錳齊	146
Ferro-silicon 鐵矽齊	75
Fire brick 火磚	126
Fixation of nitrogen 氮的固定 法	26
Foods 食物	69
Formaldehyde 蟻醛	53
Formic acid 蟻酸	42
Fuming nitric acid 發煙硝酸	24

G

Galena 方鉛礦	133
Galvanized iron 鋅鍍鐵	116
Gasoline 汽油	48
Gas mantle 燈罩	45
Gay-Lussac tower 給呂薩克塔	9
Glacial acetic acid 冰醋酸	53
Glass 玻璃	77
Glover tower 格羅味塔	9
Glucose 或 Dextrose 葡萄糖	62
Glycerine 甘油	52
Gold 金	102

Gray cast iron 灰鐵	151
Green vitriol 綠礬	157
Gun-cotton 火棉	65

H

Haber process 哈勃氏法	16
Hematite 赤鐵礦	150
Homologues 同系物	46
High-speed steel 高速鋼	146
Hydrocyanic acid 氫氰酸	26
Hydrogen sulfide 硫化氫	4
Hydrosulfuric acid 氫硫酸	4
Hydroxy-acids 醇酸	54
Hydroxides 氫氧化物	84
Hypo 大蘇打	6
Hyponitrous acid 次硝酸	21

I

Indigo 靛藍	164
Iodoform 碘仿	51
Iron 鐵	150

L

Lactic acid 乳酸	54
Lead 鉛	133
Lead storage battery 鉛極蓄電池	138
Le Blanc process 路布蘭法	91
Liebermann 李培茫	164
Liquid sulfur 液體硫	2
Litharge 密陀僧	134

M

Magnesium 鎂	113
Magnetite 磁鐵礦	150
Maltose, Malt sugar 麥芽糖	63
Manganese 錳	146
Martin process 馬丁法	154
Meerschaum 海泡石	113
Mercury 汞	118
Metallurgy 冶金	83
Mixed salts 混鹽	77
Monoclinic sulfur 針形硫	2
Mordant 媒染劑, 染媒	25, 56
Morphine 嗎啡	72
Mothball 避臭丸	50

N

Naphthalene 萘	50
Nickel 鎳	161
Nicotine 菸鹼	72
Nitrates 硝酸鹽	86
Nitric acid 硝酸	21
Nitride process 氮化物法	27
Nitrocellulose 硝化纖維素	25
Nitrogen 氮	14
Nitroglycerine 硝化甘油	25
Nitro-lime 硝化石灰	26
Nitrous acid 亞硝酸	21

O

Olein 油脂	56
Oils 油	56
Oil of turpentine 松精	71
Organic acid 有機酸	53
Orthosilicic acid 正矽酸	76
Oxalic acid 草酸, 乙二酸	43
Oxides 氧化物	83

P

Paints 油漆.....137
 Palmitin 軟脂 56
 Paraffin series of hydrocarbons
 石蠟系烴 46
 Parke's process 派克法.....100
 Petroleum 石油..... 47
 Perkin 柏金164
 Phenol 酚, 石炭酸..... 55
 Phosphoric acid 磷酸 30
 Phosphorus 磷 27
 Pigments 顏料137
 Plastic sulfur 彈性硫 3
 Plastics 可塑體 52
 Platinum 鉑103
 Plumbates 鉛酸鹽.....134
 Poly-acids 多價酸..... 54
 Potassium 鉀..... 93
 Producer gas 發生爐煤氣..... 39
 Proteins 蛋白質 66
 Prussian blue 普魯士藍159
 Pyrolusite 軟錳鐵146

Q

Quicklime 氧化鈣.....106
 Quinine 桂寧 72

R

Red-lead 鉛丹135
 Red prussiate 赤血鹽159
 Reduction process 還原法 83
 Rhombic sulfur 菱形硫..... 2
 Rouge 鐵紅.....158

S

Salicylic acid 水楊酸..... 56

Selenium 硒 12
 Siderite 菱鐵礦150
 Silk 絲 67
 Silica gel 膠狀矽酸..... 77
 Silicon 矽 74
 Silicon acid 矽酸 76
 Silicon dioxide 二氧化矽 75
 Silver 銀100
 Silver halides 鹵化銀101
 Slag 熔滓.....128
 Smokeless powder 無煙炸藥 ... 65
 Soap 肥皂 57
 Sodium 鈉 89
 Sodium cuprocyanide 亞銅氰化
 鈉.....100
 Sodium thiosulfate 硫代硫酸鈉. 6
 Special steels 特別鋼151
 Spectral analysis 光譜分析..... 94
 Spiegel iron 鏡鐵146
 Sponge 海棉 74
 Stainless steel 不銹鋼142
 Starch 澱粉 64
 Stearin 硬脂 56
 Steel 鋼151
 Strychnine 士的年 72
 Strontium 銻.....111
 Structural formula 構造式 47
 Sugar of lead 鉛糖137
 Sulfate 硫酸鹽 86
 Sulfides 硫化物 85
 Sulfur 硫..... 1
 Sulfur dioxide 二氧化硫 5
 Sulfuric acid 硫酸..... 7
 Sulfurous acid 亞硫酸 5
 Sulfur trioxide 三氧化硫 6
 Superphosphate of lime 過磷酸
 石灰.....32
 Sympathetic ink 顯隱墨水160

T

Talc 滑石.....	103
Tannic acid 鞣酸	56
Tartaric acid 酒石酸	55
Tellurium 碲	12
Thermometer 溫度計	119
Tin 錫	130
Tin plate 馬口鐵	131
Tin stone 錫石	130
Triple bond 叁鍵結合	48
Tungsten 鎢	145
Type-metal 活字金	33

U

Ultra-microscope 超顯微鏡.....	59
----------------------------	----

V

Vaseline 凡士林.....	48
-------------------	----

W

Washing soda 洗衣鹼	91
Water-gas 水煤氣	38
Water glass 水玻璃	76
Water of constitution 組成水 ...	144
Water of hydration 化合水 ...	144
White cast iron 白鐵	151
White lead 鉛白	136
Wool 羊毛	67
Wood's metal 伍德合金	33
Wrought iron 鍛鐵	151

Y

Yeast 酵母	51
Yellow prussiate 黃血鹽	158

Z

Zinc 鋅.....	115
Zinc white 鋅白.....	117



(11783)