

3
復興初級中學教科書

化學

下 冊

章鏡權 柳大綱編著

鄭貞文校訂

國民政府教育部審定

* 按照新課程 *
* 標準編輯 *
* ***** *

商務印書館發行

復興初級中學教科書

MG
G634.8
116

化學

下 冊

韋鏡權 柳大綱編著



3 1774 6340 7

商務印書館發行

編輯大意

(一)本書編制，完全依照教育部二十二年所頒佈的新課程標準。

(二)本書的教材，都經慎重選擇，對於國內情形，學校設備，教學時間，學生智力，均經充分注意，以期切合時代的需要。

(三)本書對於重要術語，基本原理，都在可能的範圍內，儘量收羅。並用簡明清新的詞句，深入淺出，使學生易於領悟。此為進修高深化學的津梁，學者幸勿以其簡易而忽之。

(四)本書對於日常生活之有關於化學的事物，皆觸類旁通，加以討論。

(五)本書對於國產和國防，特別注意，一方使學生明瞭國產材料，和國內的化學工業狀況，一方使學生知發展國產之有待於科學，及國防和

化學工業之連帶關係。

(六)本書所用度量衡，全依國府頒定的標準制。名詞都依教育部新頒的化學命名原則，間附習用舊名，以資參考。書末附有漢英對照表，以便檢閱。

(七)本書所列問題，俱能引人入勝，每一問題之解答，更能使學生對於實際事物，切實了解，並增進其運用學理以解決實用問題的經驗。

(八)本書所採的教學方法，以實驗和發現為主。但鑒於國內各地學校設備情形，故未編實驗節目，並避免用繁複器械的教材，務希教者因地制宜，多使學生實驗參觀，得有充分受科學訓練的機會。

(九)本書對於有機化學教材，擇其有關日常生活者編入，其餘概行省略。對於衣料和食物，都採用最新的學說和研究成績，使學生有正確的了解。國產的優良材料，尤再三致意。

(十)本書所附插圖，不僅清晰美觀，且因多附國貨工廠照片，兼可明悉我國化學工業實況。

(十一)本書屬稿匆促，編者雖力求完善，誠恐心餘力拙，如蒙批評指正，極所歡迎。

編者識 中華民國二十二年五月

化學目錄

下 册

第十五章	鈉 鉀	181
第十六章	氧化 還元	194
第十七章	電解質	204
第十八章	銅 貴金屬	218
第十九章	鎂 鋅 鎳 汞	231
第二十章	矽 硼	240
第二十一章	鋁	249
第二十二章	錫 鉛	259
第二十三章	磷 砷 銻 鉍	267
第二十四章	鉻 鉬 鎢 錳 鎳 鈷	277
第二十五章	放射性元素	285
第二十六章	週期律	288
第二十七章	燃料	293

第二十八章 醇 酯 醚	301
第二十九章 醣	312
第三十章 油脂	325
第三十一章 蛋白質 動物纖維	333
第三十二章 食物	340
附錄 漢英對照表	

初級中學教科書

化學 下冊

第十五章 鈉 鉀

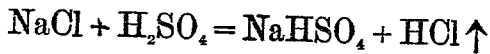
122. 鈉 鈉 (Na, sodium) 的化合物，在自然界中，分布很廣，最常見的要算食鹽了。一切鈉的化合物，用白金絲引入無色火焰中燒之，焰變黃色，我們常藉此現象，檢驗有無鈉的存在。

電解融化的氫氧化鈉，能得鈉的單質。鈉為銀白色的金屬，但在空氣中，因為受氧和水汽的作用，不能保持他的金屬光澤，新切開的面，可以看得很清楚。質地很軟，易於分割。和水作用，即放出氫，發熱很大，激烈時有火花發生。通常將鈉放在煤油中保存，以避濕氣和氧的作用。

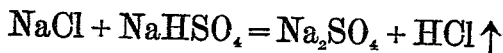
鈉的化合物，都是用食鹽做原料製造的，大

多爲重要的工業原料。製金屬的鈉，工業上也用他作原料。

123. 硫酸鈉 硫酸和食鹽作用，溫度不高時，有以下的反應：



加熱，使他的溫度增高，便再發生氯化氫而成硫酸鈉(Na_2SO_4 sodium sulfate)。反應如下式：



由上兩式，知道這反應中同時有氯化氫發生，工業上常利用此法製造鹽酸，硫酸鈉是副產品。

硫酸鈉溶解於水，溶液爲中性，他的結晶，含有十分子的結晶水，俗稱芒硝(Glauber's salt)。除做藥用外，工業上用爲製造碳酸鈉和玻璃的原料，池鹽和海鹽中，往往有少量存在。

硫酸氫鈉(NaHSO_4 sodium acid sulfate) 是硫酸中的一個氫原子被鈉原子置換而成的物質，他的水溶液有酸性。所以又叫他爲酸性硫酸鈉。

124. 碳酸鈉 碳酸鈉 (Na_2CO_3 , sodium carbonate) 俗稱碱。又叫蘇打。(soda) 爲極重要的工業品之一，製造的方法有兩種，分別寫在下面：

(甲)路布蘭法 (Leblanc process) 用食鹽和

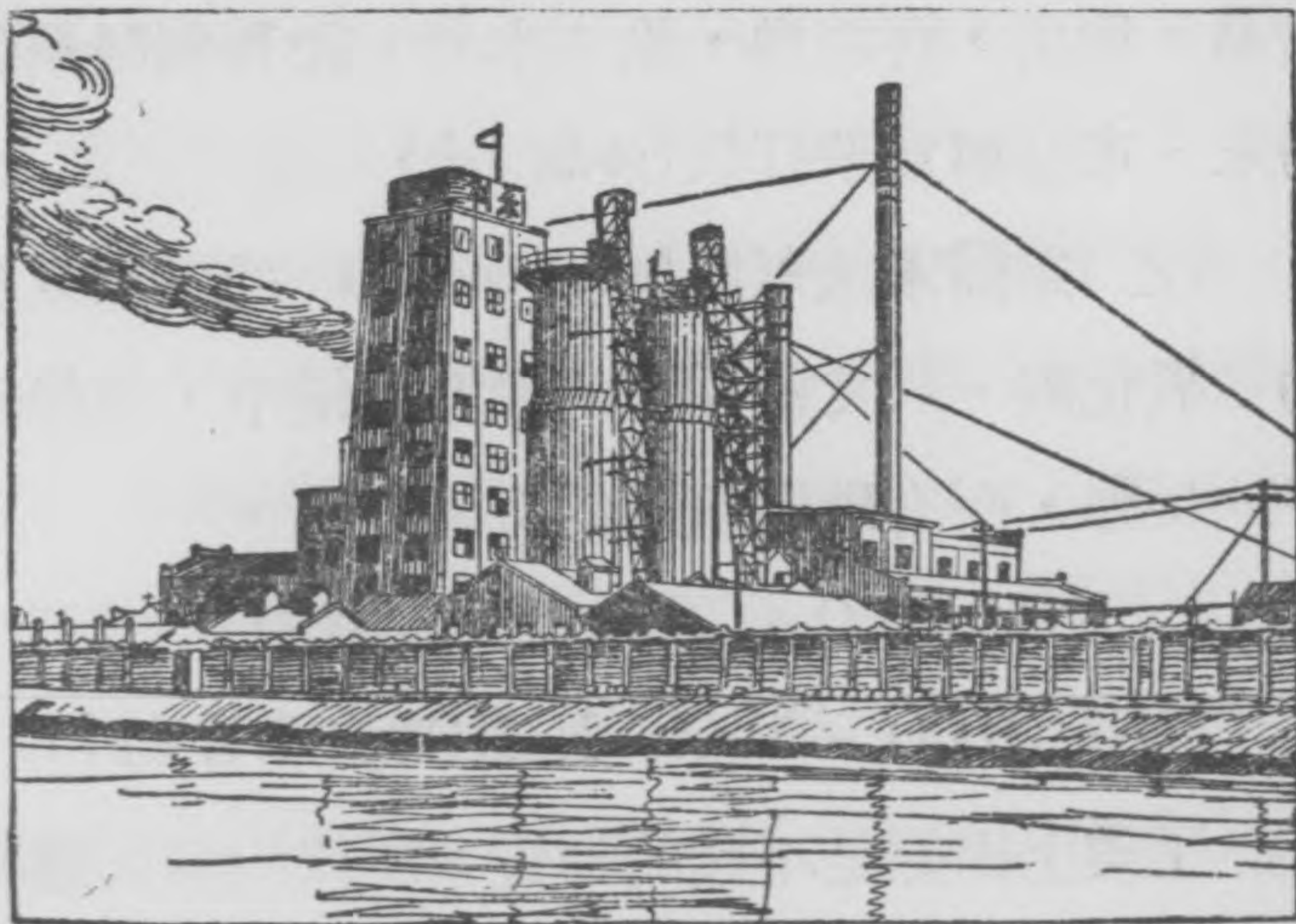
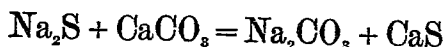
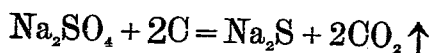


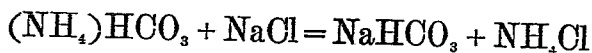
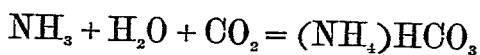
圖 52 天津永利碱廠

硫酸，先製硫酸鈉，後以硫酸鈉，煤，及碳酸鈣三物混和，在反射爐或迴轉爐內強熱之，則有以下的反應：

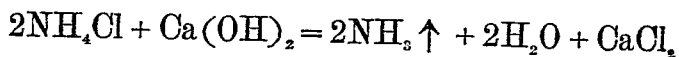


生成物爲灰黑色的塊，是碳酸鈉硫化鈣和殘餘的煤混合而成。普通叫他爲黑灰 (black ash)。用水浸出數次，碳酸鈉即溶解，把這溶液蒸發，等到結晶，取出，再加熱，除去水分，便得碳酸鈉的粉末。市品稱爲蘇打灰 (soda ash)。

(乙)索爾未法^①(Solvay process) 通幾個氣壓的二氧化碳，入食鹽和氨的濃厚溶液中，便起以下的反應，而有碳酸氫鈉的沉澱分出，



工業上因氨是不賤的物質，所以由前反應得到的氯化銨，仍須加石灰水，收回氨以便復用。



^①索爾未(Ernest Solvay 1835-1922)是比國的製造化學學者，在1861年發明製造碳酸鈉法。

前得的沈澱，爲酸性的碳酸鈉，聚集熱之，乃得碳酸鈉，反應如下，



索爾未法，不必用爐，作用起於多層的高鐵塔中，製品比從前法得來的純粹，因用氨做原料，所以又叫作氨蘇打法 (ammonia soda process)。我國河北的永利碱廠，就是用這方法。

無水的碳酸鈉，是白色粉末，溶解於水，有鹼性，從水溶液中所得結晶，含有十分子的結晶水，俗稱洗濯蘇打 (washing soda)。碳酸鈉可供玻璃及氫氧化鈉等製造之用，別的工業需用他的亦不少，每年世界上產額很大，我國所產的人造品僅有永利碱廠，規模可觀，天然品在陝甘新內蒙等乾燥地方的鹽池中，每年所產亦復不少，只是不純粹。

125. 碳酸氫鈉 碳酸氫鈉 (NaHCO_3 , sodium bicarbonate)，亦稱酸性碳酸鈉 (sodium acid

carbonate)。通二氧化碳入碳酸鈉的濃溶液中，碳酸氫鈉便能沈澱出來，其式如下：

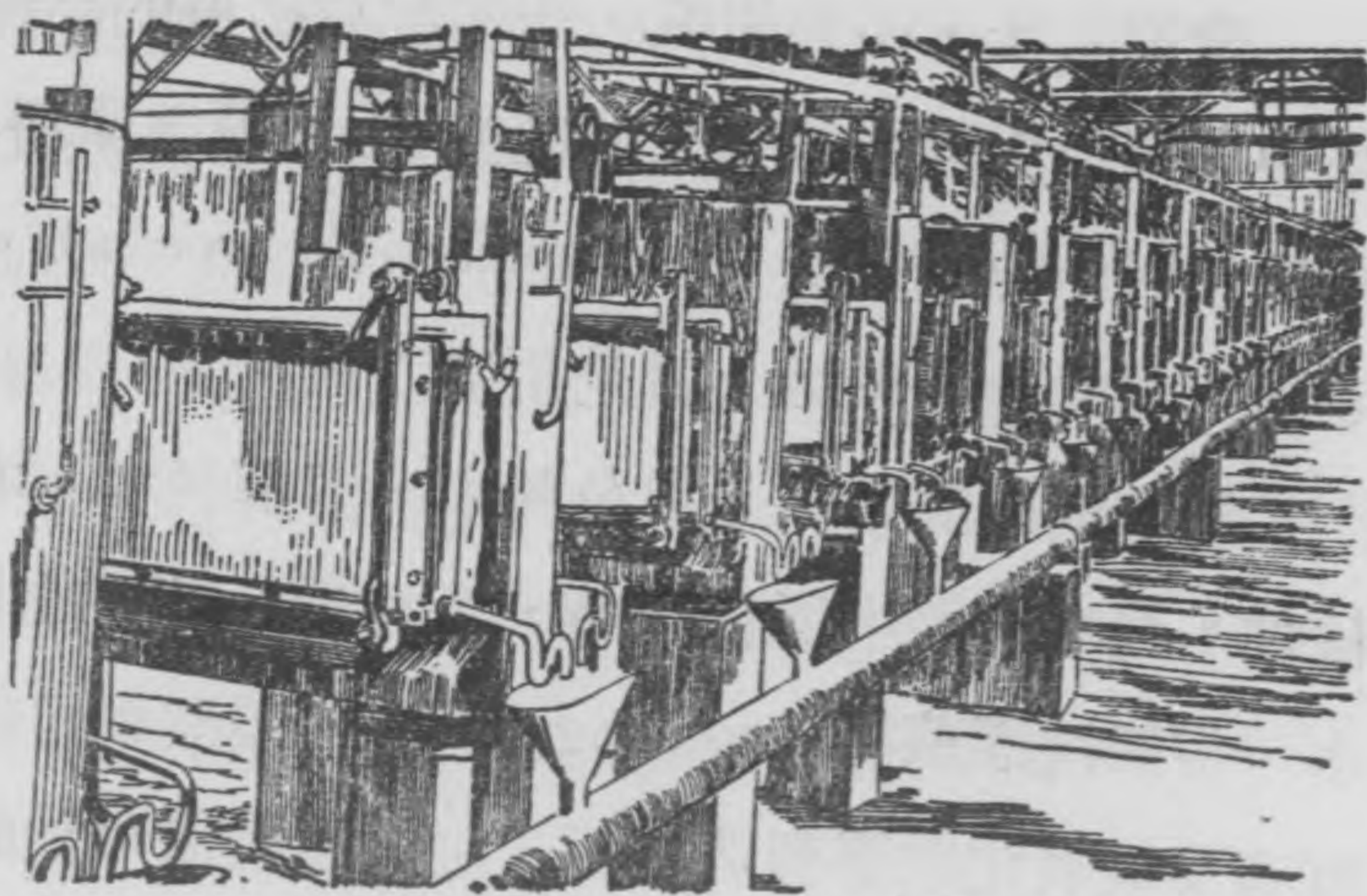
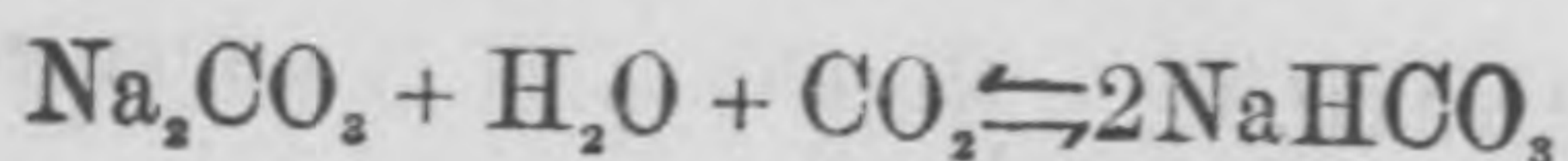
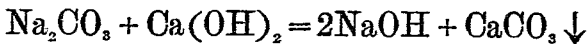


圖 53 上海天原電化廠電解食鹽的電池

此種反應是可逆的，減少二氧化碳的氣壓，或增高溫度，則反應向左，成碳酸鈉。從索爾未的方法中，所以能得到碳酸氫鈉，便因為二氧化碳的壓力大，同時這鹽在那溶液中，溶度亦很小。如此得到的碳酸氫鈉，混有氨的化合物，所以不純

粹。這鹽的純品，供醫藥及製汽水(蘇打水)麵包焙粉等用。

126. 氫氧化鈉 氫氧化鈉 (NaOH, sodium hydroxide)，俗稱燒碱，或苛性蘇打 (caustic soda)，加消石灰入煮沸的碳酸鈉溶液中，便有以下的反應，



碳酸鈣沈澱之後，取上部的清液，蒸發去水分，再加熱融化後，注入模型中，鑄成適當的形狀，即是固體的氫氧化鈉。

電解食鹽^①的溶液，能得氫氧化鈉，和氫氣氯氣，近代工業製造，多用此法。

氫氧化鈉為白色固體，易溶於水，溶解時，發熱很大，在空氣中，能吸收二氧化碳和濕氣。此物鹼性很強，對於皮膚，有強烈的腐蝕性。

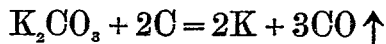
氫氧化鈉是強鹽基類中應用最廣的一個，多

①食鹽的電解詳電解。

種化學工業要用他尤其是造肥皂用得多。

127. 鉀 鉀(K, potassium)和鈉的性質，是很相似的，自然界中鉀的化合物，分布亦廣，岩石土壤中都有。鈉多在海水中，鉀多在陸地上，這是他們分佈的異點。鉀是植物生長時所不可少的物質，植物體中所含的鉀，經過腐爛，或化灰後，仍然回到土中，農民常用植物灰做肥料的，就是利用這鉀質。

強熱碳酸鉀和木炭的混合物，發出來的蒸氣，冷凝後，便是金屬鉀，這是製鉀的一種方法。



金屬的鉀，質軟，和鈉相似，投入水中，作用劇烈，發生氫氣。往往因發熱而著火。在空氣中，亦易氧化，並受水蒸氣的作用，而喪失他的金屬光澤。所以亦貯藏在石油之中，鉀的化合物，能使無色的火焰作紫色，可用這現象來檢驗他的存在。

128. 鉀的鹵素鹽 氯化鉀 (KCl, potassium chloride) 常和岩鹽相伴而生，爲量不多，我國四川井鹽內，即含有少許，又爲用海草製碘的副產品。他的結晶像食鹽，可用爲製造肥料和其他鉀鹽的原料。

溴化鉀 (KBr, potassium bromide) 爲無色結晶體，易溶於水，醫藥上有用處。

碘化鉀 (KI, potassium iodide) 亦爲無色結晶體，易溶於水，醫藥上用之。溴化鉀和碘化鉀，都是溴和碘的最普通的化合物。

129. 碳酸鉀 陸地植物的灰中，都含有碳酸鉀 (K_2CO_3 , potassium carbonate)，可以用作肥料。我國內地居民，往往用水浸柴灰，取灰液來澆洗衣物，這便是利用其中碳酸鉀的鹼性，以去油污。蒸發植物灰的浸出液，可以製造碳酸鉀。大規模製造的方法，是用氯化鉀做原料，仿照路布蘭製碳酸鈉的方法製之。

碳酸鉀很易溶於水，亦很容易吸收濕氣，所以用作乾燥劑。他的水溶液，有鹼性，用途在做氫氧化鉀和造玻璃等原料。

130. 氫氧化鉀 氫氧化鉀 (KOH, potassium hydroxide), 俗名苛性鉀 (caustic potash) 或木灰 (potash), 照氫氧化鈉製造的方法，以消石灰作用於碳酸鉀或電解氯化鉀的水溶液來製造他。此物爲白色之固體，易溶於水，又容易吸收濕氣，他的溶液有強鹼性，且能腐蝕皮膚。氫氧化鉀爲強鹽基之一，因價比氫氧化鈉貴，故工業上之用途不及氫氧化鈉大。

131. 鹼金屬 鋰 (Li, lithium), 鉷 (Rb, rubidium) 和銫 (Cs, caesium) 等三種稀金屬元素，性質都和前述的鈉鉀相像，他們的氫氧化合物，都易溶於水，有強鹼性的反應，所以鋰鈉鉀鉷銫五元素，總稱爲鹼金屬 (alkali metals)。用白金絲蘸鹼金屬化合物少許，入無色的火焰內燒之，則

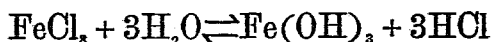
銦作紅色；鈉作黃色；鉀銣銫都作紫色的焰色反應。

132. 鹽的種類 硫酸中的氫分子被鈉原子置換，生有硫酸鈉(Na_2SO_4) 和硫酸氫鈉 (NaHSO_4) 兩種鹽類。前一個表示酸性的氫，全被置換，所生的鹽，稱做**正鹽**(normal salt)，或**中性鹽**(neutral salt)；後一個表示酸性的氫，僅一部份被置換，所得的鹽，叫做**酸性鹽** (acid salt)。凡酸有一個以上可以置換的氫原子，如硫酸有兩個的，稱爲**多鹽基性酸** (polybasic acid) 氫氰酸爲一鹽基性酸，氫亞鐵氰酸 (hydroferrocyanic acid) 則爲四鹽基性酸。

鹽基中如氫氧化鈉，他的一分子，可與一分子的一鹽基性酸中和，可稱爲一酸性鹽基；如氫氧化鈣的一分子，可同二分子的一鹽基性酸中和，便叫作二酸性鹽基。一分子的二酸性鹽基，與一分子的一鹽基性酸作用，所生之鹽，稱做**鹽基性**

鹽(basic salt)，如 $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ 便是例子。

鹽類中有的組成正鹽，溶解於水中，溶液有鹼性反應，碳酸鈉是例子。有酸性反應的，三氯化鐵是例子。因為這些鹽遇水，便有以下的可逆作用：



如此變化，稱做**加水分解** (hydrolysis)，亦稱**水解離** (hydrolytic dissociation)，簡單點叫他**水解**，

問 題

1. 你想氯化鈉和氯化鉀，那個容易得到。同一種酸的鈉鹽和鉀鹽，那個價錢賤些。何故？
2. 試寫方程式，表明用路布蘭法製造碳酸鉀的方法。
3. 碳酸中有幾個可以置換的氫原子？舉出他的正鹽和酸性鹽的例子。
4. 把普通玻璃放在無色火焰中燒之，火焰即有顯著之黃色，

這能證明什麼事？

5. 鄉村裏只有草木灰，石灰，和土碱，現在想製成氫氧化鉀和氫氧化鈉的溶液以供農民自造肥皂，要用什麼樣的化學變化和製造手續，你能詳細的說明嗎？

6. 用同重量的氫氧化鈉或氫氧化鉀中和某一種酸，氫氧化鈉所能中和之酸之量，何以較氫氧化鉀所能中和者為多？

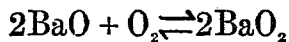
7. 有三瓶化學品，一是氯化銨，一是氯化鈉，一是氯化鉀，用什麼方法，鑑別他們？

8. 計算洗濯蘇打中水的成分百分比。

第十六章 氧化還元

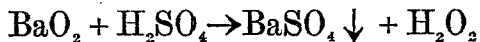
133. 過氧化物 過氧化物之中，過氧化鋇，二氧化氫，過氧化鈉，都是很重要的。

(甲)過氧化鋇 氧化鋇受熱，到了四五百度，便吸收空氣裏的氧，成過氧化鋇 (BaO_2 , barium peroxide)。



若是溫度再升高，或空氣的壓力降低，便會放出氧來。利用這個可逆反應，可以從空氣裏製取氧。

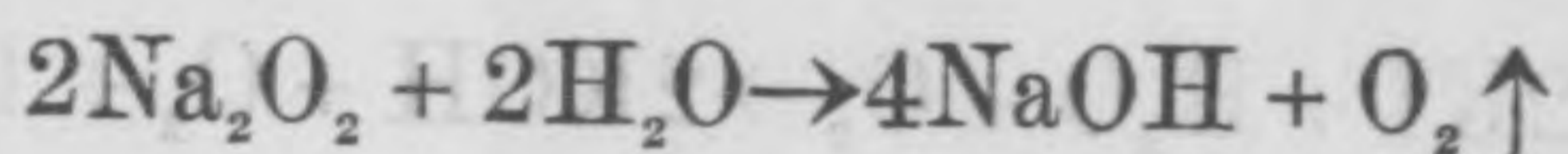
(乙)過氧化氫 把淡硫酸加到過氧化鋇裏，就可製成過氧化氫，也可稱爲二氧化氫 (H_2O_2 , hydrogen peroxide)的溶液。



純粹的二氧化氫，容易分解 市上賣的，都是3%的水溶液，俗名雙氧水，因他很容易把氧給旁的

物質，所以氧化力還不算弱，亦不像氯那樣強，用來漂白毛和絲，恰好相宜，醫藥上用他作殺菌劑，洗血瘡和膿痂很有效。

(丙)過氧化鈉 把金屬的鈉，放在乾燥純粹的氧裏，加熱，直接化合之後，就成過氧化鈉 (Na_2O_2 , sodium peroxide)，是黃白色的粉末，遇水便發熱分解，放出氧來。



134. 臭氧 電花通過空氣，便有一種特別的

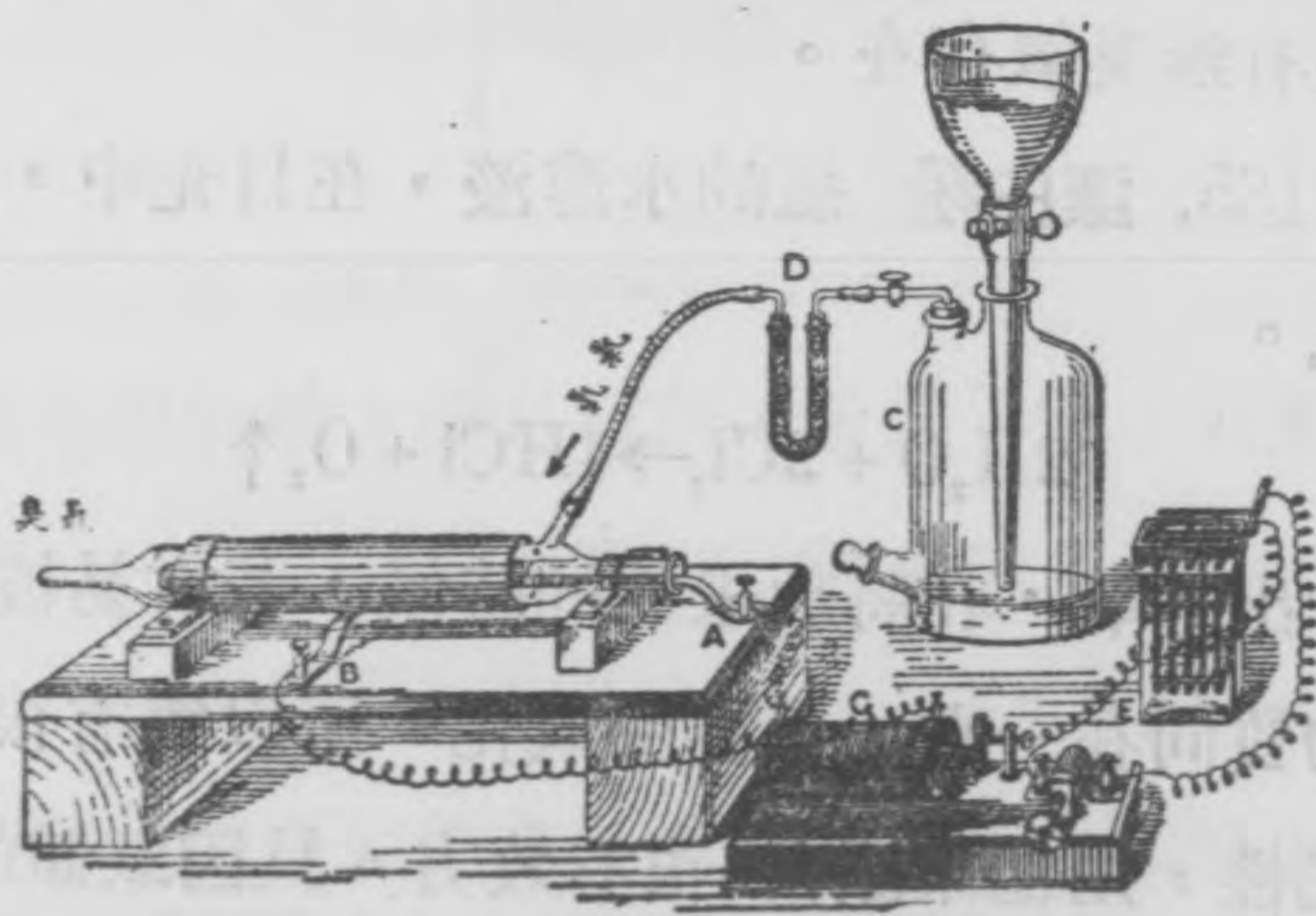
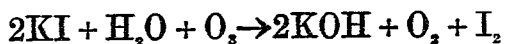


圖 54 臭氧之製備

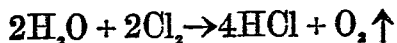
氣味發生。夏季雷電交作的時候，每有這種氣味因爲氧受電的作用，發生臭氧(O_3 , ozone)之故。用人工製造臭氧時，要用發強電而不生火花的器具，把氧從那裏面通過，便有不少的臭氧製成。

臭氧是氧的同素異形體，有特別的氣味，很淡時，使人的肺部覺得爽快興奮。氧化力很强，碘化鉀和澱粉的溶液，遇了臭氧，就發生藍色，



因新生的碘，使澱粉變色之故，藉此可以檢試空氣裏有無臭氧存在。

135. 漂白粉 氯的水溶液，在日光中，能發生氧。



這放出的氧，在將放未放的時候，若有易被氧化的物質同在一處，便要受氧化。所以氯有很强的氧化性，用他來漂白，很有效力。只因氣體的氯不便運輸和使用，不得不用鹼，把他吸收起來。

- A. 加入石灰之漏斗。
 B. 石灰在管中向左端移送降入 C 管。
 C. 石灰在管中向右端移送，再降入下層之管中，如此繼續移送，可吸收多量之氯，成爲漂白粉。
 D. 放出漂白粉之漏斗。
 E. 氯氣節制器。
 F. 送入氯之管。

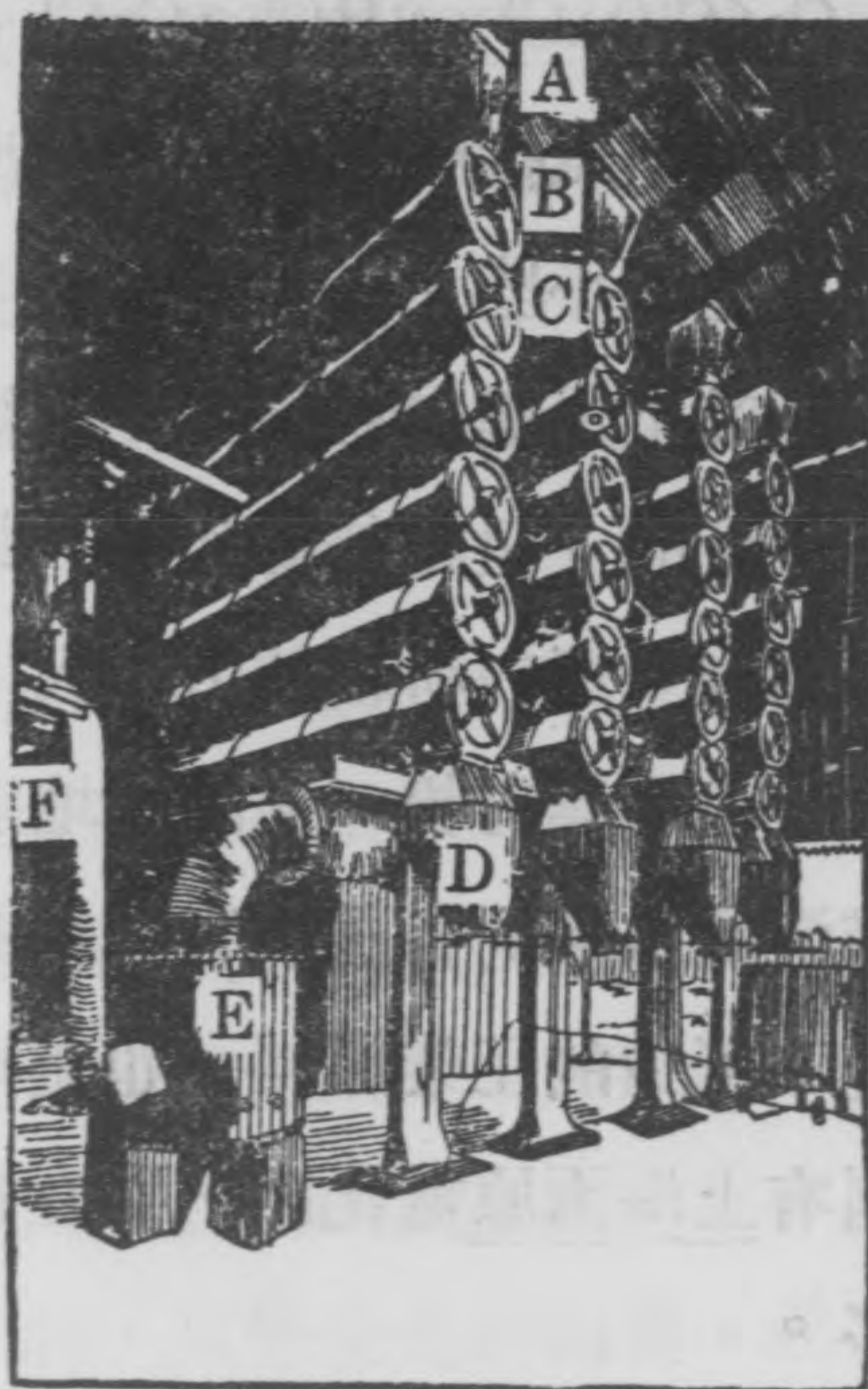
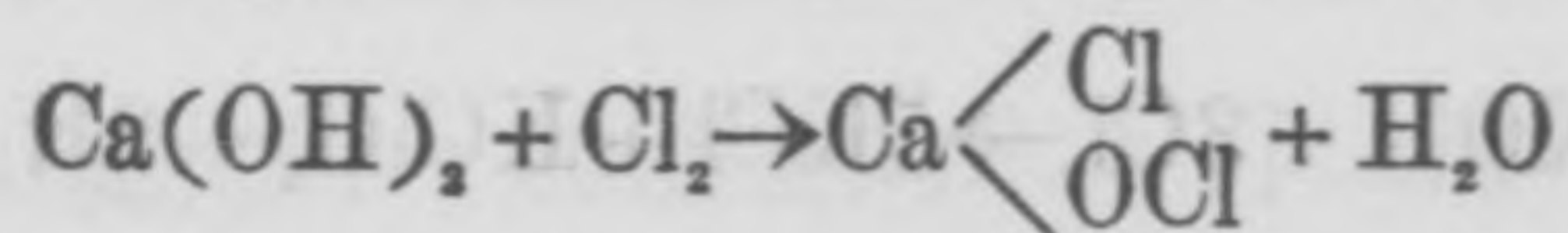
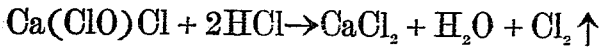


圖 55 上海天原電化廠的漂白粉廠

價值最廉的鹼，便是石灰，吸足了氯，就製成漂白粉($\text{Ca}[\text{ClO}]\text{Cl}$ bleaching powder)。



漂白粉是白色的粉末，有氯的氣味，和酸生作用發生氯，所以是很強的氧化劑。



漂白粉和空氣接觸久了，便放出一部份的氯，氧化力不免減小些。

工業上用漂白粉很多，製紙和漂染工業，都要用多量的。但對於絲和毛，却嫌氧化力太大，不用為宜。漂白粉殺菌力很大，用來防疫消毒，行軍時也用漂白粉，掃滅戰地遺留的各種毒氣，并肅清飲水裏的各種有害的細菌。因此漂白粉不僅是不可少的工業原料，也是國防上必備之物。我國有上海天原電化廠，現在也能造，可惜產量不多。

136. 氯酸鉀 把氯通進煮沸的氫氧化鉀，飽和之後，再使他冷，便有氯酸鉀(KClO_3 , potassium chlorate)結晶出來。



若是用氫氧化鈣代替氫氧化鉀，製成氯酸鈣之後，把溶液蒸發得很濃，加上氯化鉀的溶液，

氯酸鉀便結晶出來，這樣更經濟些。工業上的製法，是把熱的氯化鉀溶液通電，使他變成氯酸鉀，然後減低溫度，便有氯酸鉀的結晶出來。^①



氯酸鉀是白色結晶，受熱便融解，放出氧來。如有二氧化錳同在一處，放出氧的溫度，可以比較低些。因為他能放出許多的氧，所以有強氧化性，醫藥上用他的溶液作含漱劑，製造爆炸藥和烟火，都要用氯酸鉀。我國的火柴廠，每年要用不少的氯酸鉀作原料，可惜全是外國貨，近來國內纔有人製造，產量不多。

137. 硝酸鉀和硝酸鈉 硝酸鉀(KNO_3)通常叫作火硝，亦稱硝石 (saltpeter)，將硝酸鈉 (NaNO_3)混和氯化鉀，加適量的水，再加熱，便有食

^①氯化鉀溶液通電，與 126 節電解食鹽同，這時所生的氯與所生的氫氧化鉀起作用，就變成氯酸鉀。

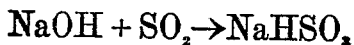
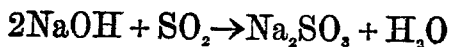
鹽沈澱出來，濾去之後，溶液冷了，硝石會結晶出來。



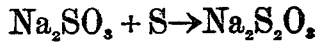
硝石是白色的結晶，熱到高溫度，能放出氧，所以是有氧化性的。製造火藥和炸藥，都用得着他。

硝酸鈉即智利硝石，性質和硝酸鉀相似，價值比較廉，只因容易吸收濕氣，不能用來製造火藥，但却是製造炸藥的好原料。

138. **亞硝酸鈉和硫化硫酸鈉** 化學品可作還元劑的很多，亞硫酸和亞硫酸鹽，都是常用的。把二氧化硫通進氫氧化鈉的溶液裏，看通進的二氧化硫的多少，所成的鹽，便有亞硫酸鈉(Na_2SO_3 , sodium sulfite)，和亞硫酸氫鈉(NaHSO_3 , sodium acid sulfite)之不同。



亞硫酸鈉，能從他種物質奪取氧而成硫酸鈉，有還元作用，和硫化合，便成硫代硫酸鈉 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, sodium thio-sulfate)。



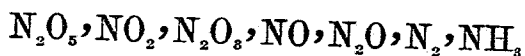
硫代硫酸鈉，通常叫作次亞硫酸鈉 (sodium hypo-sulfite)，是結晶形，含五分子的結晶水，在水裏很易溶解。照他的分子成分說，可算是把硫酸鈉的一個氧原子，用硫原子代替而成的，所以有一硫代硫酸鈉的名稱，但一字可略。

硫代硫酸鈉有比較溫和的還元性；最普通的用途，如在照相術上用爲定影劑等，這時硫代硫酸鈉與未變的氯化銀起作用，使其變成可溶性的複雜化合物如次式所示：



139. 氧化和還元 凡是有氧化性的物質，能使他物受氧化，他自己便被他物還元。凡是有還元性的物質，能使他物受還元，他自己便被他物

氧化。所以氧化和還元的意義，變得更廣泛些，以前只認元素和氧變成氧化物是氧化，氧化物失却氧變成元素是還元。現在凡是氧原子增多，或元素的原子價加大，都算氧化，凡是氧原子減少，或元素的原子價減低，都算還元。例如在氮的化合物中，



從右向左進，氮的原子價，從-3變到+5，氮是被氧化。從左向右，氮是被還元。氧化和還元，是表明元素在變化中的情形。氧化作用和還元作用，常是相伴而行的。

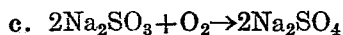
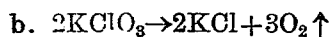
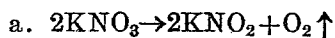
有氧化性的物質，能發生氧化作用 (oxidation)，如過氧化鈉，氯酸鉀，漂白粉，臭氧等等都是氧化劑(oxidizing agent)。有還元性的物質，能發生還元作用(reduction)，如亞硫酸鈉，一氧化碳等，都是還元劑(reducing agent)。

問 題

1. 水蒸汽和紅熱的鐵起作用，產生磁性氧化鐵和氫，那一個是被氧化，那一個是被還元，誰是氧化劑，誰是還元劑？

2. 氧化物變成過氧化物，是不是被氧化？

3. 下面的幾種變化裏，那一個是被氧化，那一個是被還元？



4. 臭氧和氧氣的區別如何？試作一比較表。

5. 漂白粉何故有漂白作用？這種漂白作用是氧化或是還元？

第十七章 電解質

140. 電離 有許多物質的水溶液，譬如食鹽水，可以傳電，可以電解，遇硝酸銀的水溶液，立刻發生白色沈澱的氯化銀，這是何故？又有許多物質的水溶液，譬如糖水，不傳電，不能電解，不能與任何物質起非常迅速的化學變化，這又是何故？並且在一定量(譬如一公升)的水中溶解一公分分子量的糖，使這糖水結冰，可測知其冰點比零度(即水的冰點)低，又使其沸騰，可測知其沸點比百度(即水的沸點)高，同樣另在同量的水中溶解一公分分子量的食鹽，使這食鹽水結冰和沸騰，亦可測知其冰點比水的冰點降低，其沸點比水的沸點升高，但其降低和昇高的度數，幾乎為糖水的二倍，這又是何故？

不僅食鹽和糖水有這些不同的性質，凡是無

機酸類，鹼類，鹽類的水溶液和大多數有機化合物的溶液比較，都有這些迥然不同的事實。我們推想的結果只有假定食鹽的分子 NaCl 和硝酸銀的分子 AgNO_3 在水溶液中各分離成原子 (Cl , Na , Ag) 或原子團 (NO_3)；而蔗糖的分子 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ，在水溶液中則以一分子爲一團而存在，不再分離，因爲食鹽和硝酸銀的分子在水溶液中預先分離，所以一相遇就立刻起化學變化，生出不溶性的氯化銀 (AgCl)；糖分子在水溶液中不分離，所以不易與其他物質迅速作用。又因糖在水溶液中以一分子爲一最小單體，而食鹽在水溶液中，則一分子更分成二小單體，所以他們的水溶液的冰點降低和沸點升高，後者爲前者的二倍。①

但假定食鹽的分子在水溶液中分離成鈉(Na)

①據實驗知一切溶液的冰點比溶媒的冰點低其沸點則反高，且其冰點降低及沸點升高的度數，與溶液中存在的溶質的公分分子濃度成正比例，與溶質的種類無關。

和氯(Cl)，這鈉和氯實與普通的鈉原子和氯原子不同，因普通鈉原子，遇水即速變成氫氧化鈉，而食鹽水中實無氫氧化鈉存在；所以這假定分離的原子或原子團必帶有電，兩方的電性相反（譬如 Na 帶陽電 Cl 帶陰電）而電量相等，故雖在溶液中分離，然同時亦互相吸引，而成電中性狀態，所以既與普通原子不同，又可電解，且易與他原子團結合成新物質。

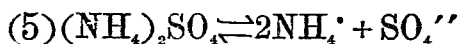
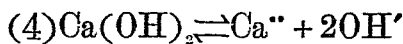
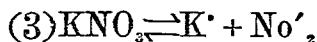
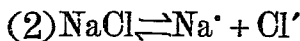
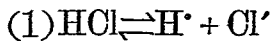
凡在溶液中可以電解的物質，稱為電解質 (electrolyte)，許多有機化合物，如蔗糖酒精等，在溶液中，不能電解，稱為非電解質 (non-electrolyte)。電解質在溶液中，必解離為帶電的原子或原子團。這種解離的作用叫做電離 (ionization or electrolytic dissociation)。

141. 離子 電解質溶液中的帶電原子或原子團，稱為離子 (ions)。酸類的氫，鹽類和鹼類的金屬原子，或與他相當的原子團，如銨 (NH_4)，

都帶陽電，電解的時候，向陰極(cathode)去，稱為陽離子(cation)。氯，硝酸根，硫酸根，氫氧根，和其他與金屬化合的根，都帶陰電，電解的時候，向陽極(anode)去，稱為陰離子(anion)。

離子達到電極，所帶的電中和了，便成普通單質，遊離而出，如陰極能放出氫，陽極能放出氯，就是例子。

離子所帶的電量，與原子或根的原子價為比例，今以「·」表陽離子，「'」表陰離子，並各以其個數表所帶的電量，則電離的關係，可以下列的化學式表之，



電解質在溶液內，陰陽兩離子，常以當量的比例

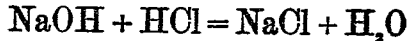
存在，所以常爲中性。

142. **電離度** 電離的意義，是電解質的分子，在溶劑中，起解離作用，溶液濃，則分子多而離子少。加溶劑於濃溶液中，使其稀釋，則分子漸減，而離子漸增，在一定濃度的溶液中，分子和離子之間，保持平衡的關係。總分子數中，有一定的成數，分爲離子，這電離的部份，對於溶質全量的比，稱爲**電離度**(degree of ionization)。同一濃度的溶液，電離度各隨溶質而不同，一般鹽類的電離度都很大，酸和鹼的電離度，則隨種類而有強弱的分別。如鹽酸硝酸硫酸等強酸，和氫氧化鈉氫氧化鉀等強鹼，電離度很大。如碳酸等弱酸，氫氧化銨等弱鹼，電離度很小。

143. **中和的反應** 酸的水溶液，都有酸性反應，一切的酸，在溶液中，都要電離，生氫離子， H^+ ，所謂酸性反應，其實就是 H^+ 的反應，鹼的水溶液，都有鹼性反應，一切的鹼，在溶液中，都

能電離，生氫氧離子， OH' ，所謂鹼性反應，實在就是 OH' 的反應

水雖亦電離成氫離子和氫氧離子，但是電離度極小，幾無離子存在。氫離子和氫氧離子，在水中相遇，差不多完全化合為水的分子，而失去氫和氫氧離子各有的特殊反應。譬如鹽酸和氫氧化鈉相遇，便起以下的反應，



但是在稀薄的水溶液中， NaOH ， HCl ， NaCl 都能完全電離，所以反應的前後， Na' 和 Cl' 都是一樣，不過化合成的水，幾無電離，中和的反應，亦可以下式表出：

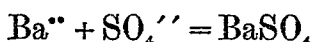


把左右不變的 Na' 和 Cl' 略去，便得



所以中和的意義，便是酸的氫離子，和鹼的氫氧離子化合而成水的反應。

144. **離子的反應** 電解質在水溶液中。都能電離，所以他們的反應，事實上都是他們離子的反應。上面所講的酸性，鹼性便是顯著的例子。又如硫酸，硫酸鈉，硫酸鋁等，均能生硫酸根的離子 $\text{SO}_4^{''}$ ，氯化鋇，硝酸鋇等，均能生鋇離子 $\text{Ba}^{''}$ ，所以前面的任一種，和後面的任一種相混合，常有同樣的白色沈澱發生。



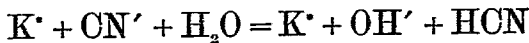
凡有共同離子的溶液，其反應皆同。

溶液的顏色，亦多由離子而生。如銅鹽的溶液，都是藍色，這就是因為各個裏面有共同的二價銅離子， $\text{Cu}^{''}$ 存在。亞鐵鹽的溶液，都是淡青色，則由各個裏面，有二價鐵離子 $\text{Fe}^{''}$ 存在的緣故。

145. **離子的可逆反應** 離子的反應，多為可逆的，待各離子的濃度，達於一定的平衡而止。如其中一部份的生成物，不溶解而沉澱，或為氣

體而逃出液外，或成不電離的分子，則液裏的變化，得以進行完全。如硫酸鋇的沈澱，二氧化碳的逃出(參考§41)，中和反應裏水的生成，都是例子。硝酸鈉和氯化鉀的溶液，混和後，無上述的三種情形，溶液內有 Na^+ ， NO_3^- ， K^+ ， Cl^- 四種離子，達於平衡。如加熱而蒸發之，則在高溫度中，溶解度不增大的食鹽，首先分離，如是除去若干的 Na^+ 及 Cl^- 。冷之，則低溫中溶解度較小的火硝，亦分離出來。我們用硝酸鈉和氯化鉀來製造火硝，便用這方法。

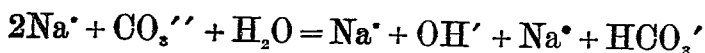
中和有時亦為可逆反應，氰化鉀雖是正鹽，而他的水溶液，則有鹼性，其變化如下，



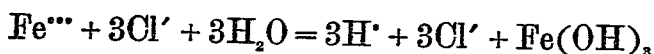
此種作用即所謂加水解離。其實就是中和的逆反應，氰化氫為弱酸，其解離度甚小，能同若干氫氧離子，共存在於溶液中。

一般強鹽基和弱酸所成的鹽，由加水分解而

現鹼性，碳酸鈉也是一個例子。



反之，強酸和弱鹽基所成的三氯化鐵，則由加水分解而現酸性。



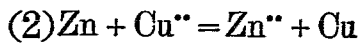
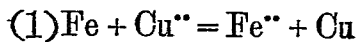
146. 重鹽和錯鹽 蒸發適量的硫酸亞鐵和硫酸銨相混合的溶液，則得硫酸亞鐵銨 ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 的淡青色結晶。他的溶液，作淡青色，和其他亞鐵鹽一樣，亦有 $\text{Fe}^{\bullet\bullet}$, $\text{NH}_4^{\bullet\bullet}$, $\text{SO}_4^{\bullet\bullet}$ 各離子的反應，這是表示兩種鹽類的各個成分，同存在於水溶液中。凡是兩種以上的鹽，結合成的複鹽^①(compound salts)，在水溶液中，仍有各成分鹽電解的離子，稱為重鹽(double salts)。組成他的各成分鹽，稱做單鹽(simple salts)。

黃血鹽($\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$) 雖是氰化亞鐵和四分子的氰化鉀所組成，但溶液無淡青色，沒有亞鐵離

①兩種以上的鹽，結合而成的複合物，統稱曰複鹽。

子和氰離子的反應，而生了一種新的亞鐵氰離子 ($\text{Fe}[\text{CN}]_6'''$)。凡是兩種以上的單鹽，合成的複鹽，在水溶液中，電離成和各原成分鹽不同的新離子，稱爲錯鹽 (complex salts)。所生的離子，稱爲錯離子 (complex ions)。

147. 離子化傾向 把磨光的鐵片，浸在硫酸銅液中，則銅附著於鐵面而鐵溶解。同法，把鋅浸入，銅亦析出而鋅溶解。此種變化，就是鐵和鋅由金屬化爲離子，而銅則由離子化爲金屬，其變化用式表之。



金屬中如鐵鋅等，化爲離子的傾向較強，而銅則弱，鐵或鋅溶解在酸中則生氫，這因爲氫的離子化傾向，弱於鐵和鋅的緣故。

銅鹽鋅鹽和酸相混的水溶液，通電分解，使電壓漸漸增加，即見陰極上，銅先分離，電壓再

增，則生氫氣，更增，鋅始分出。由電解分出的先後，可以測金屬離子化傾向的強弱，在前例中，離子化傾向，以鋅為最大，氫其次，銅為最小。

一般密度在 5 以下的金屬，稱為輕金屬 (light metals)，如鈉，鈣，鎂，鋁等均易氧化，離子化傾向最大。密度在 5 以上的金屬，稱為重金屬 (heavy metals)，如銅，鋅，錫，鐵等，除鋅鐵稍易氧化，而離子化傾向較次於輕金屬外，離子化傾向都很小。尤以密度最大的金屬，金和白金等，最難氧化，而離子化傾向亦最小。

陰離子亦如此，通氯入溴化物溶液中，溴便分出。把溴加入碘化物溶液內，碘亦分出。所以離子化傾向，是隨氯，溴，碘的次序而遞降。

浸金屬於其鹽類的溶液中，利用離子化傾向的大小，作適當的裝置和配合，能發生電流，可製簡單的電池。

148. 電解和他的應用 用電流來分解或分

析物質，我們叫做電解。這事實已經講過多次了。

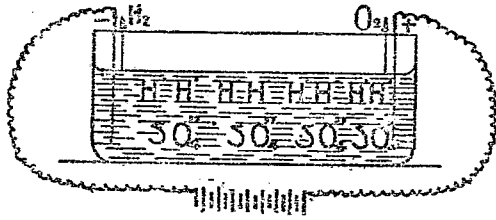


圖 56 解說電解水的理論

現在就把分解水的理論，解說一番。電流經過傳導的銅絲和鉑片，他們是無絲毫變化的。那和電池上陽電極相接的鉑片，稱為陽極，和陰電極相接的鉑片，稱為陰極，統叫做電極(electrodes)。電流流過的方向，照習慣的說法，是從陽極進去，從陰極出來。純粹的水，是不傳電的。所以非加少許硫酸或氫氧化鈉不可。硫酸在水中，電離作 2H^+ 和 SO_4^{--} 。電流通後，這些離子，便遵照異電性相吸的性質，氫離子是陽性的，游向陰極去，與陰極相觸，離子上的電便中和，於是原子的氫放出來。那 SO_4^{--} ，是陰離子，被陽極吸引，與

陽極相觸，離子上的電亦中和，但這 SO_4 根，便立時和水起反應，成 H_2SO_4 ，而放出氧。所以結果陽極上放出氧，陰極上放出氫來。水是逐漸分解，至水盡而止。硫酸仍繼續存在水中。用氫氧化鈉的作用，和上述的彷彿，中和後的鈉及氫氧根，都立刻與水起反應，放出氫和氧來。從這些事實看來，電解水所得的氫氧二氣，可以說是個間接作用。

氯化鈉的電解，和其他電解的作用，都可以用類似的方法來解釋。

通電過銅鹽及鋅鹽的混合溶液，利用電壓的高下，可使二金屬分離，這種利用離子化傾向的差，用電解而分金屬的方法，叫做電析法 (electro analysis)，工業上應用這方法來精鍊金屬。

用電解法使金，銀，鎳，鉻等金屬，蓋在他物的面上，稱為電鍍法 (electro plating)。用蠟鑄模型，上塗石墨，由電解使金屬蓋在面上，把蠟

融化脫去，即得純金屬體，和原物同形，這方法稱爲電鑄法(electroforming or electrotyping)。製造反光鏡等物，及印刷上鑄模用之。

問 題

1. 電解質在溶液中，分出帶電的離子，何以這溶液，仍然是中性？
2. 濃厚的糖液和鹽液，分別加水稀釋，各個內部，發生什麼影響？
3. 說明陽極陰極和陽離子陰離子的關係。
4. 說明單鹽和重鹽錯鹽的分別。
5. 把電流通過硫酸銅(CuSO_4)的水溶液中，問有什麼變化發生，試作與圖 56 相同的圖來解釋他。
6. 電解水時，必須加少量的酸或鹼是何原故？這加入的酸或鹼有變化嗎？
7. 舉例說明離子化傾向。
8. 舉例說明離子的反應。

第十八章 銅 貴金屬

149. 銅 銅(Cu, copper)的鑛物,通常是硫或氧化物,例如黃銅鑛(CuFeS_2),硫銅鑛(Cu_2S),赤銅鑛(Cu_2O)。銅的單質所成的鑛,却不常見。我國湖北,四川,吉林,雲南都產銅,產量都不多。我國開始用銅造器具,比世界各國都早,所以現在發現的古物,用銅造的,占最多數。

從銅鑛煉銅的方法,因鑛的品質而不同。第一步煉成的是不純的銅,須將這種銅作陽極,用純銅的薄片作陰極,浸在硫酸溶液裏,通電,銅便聚集在陰極,成爲純銅,雜質留在陽極,裏面有金銀砷等等的單質。現在銅的用途最大的是造電線電機,所以非最純的銅不能用。

銅是赤色的金屬,導電性最高,在乾燥空氣中,不易生變化。久在潤濕空氣裏,會生出綠色

的鹽基性碳酸銅，有毒，俗名銅綠 (verdigris $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$)。銅在空氣裏燒得很熱時，變成一氧化銅 (CuO , cupric oxide)。融化的銅，灌進模型時，表面上有很薄一層一氧化二銅 (Cu_2O , cuprous oxide)。因為銅有兩種原子價，所以有一價和二價的氧化物。

銅亦是很有用的金屬元素，僅比鐵差一些。用銅，或用銅和他種金屬配製成的齊，製造成的機械器具，種類非常多。因為銅對於人是有毒的，所以裝食物的器具，裏面要塗錫。

150. 齊 齊 (alloy) 俗名合金，凡兩種以上的金屬，融和得很均勻，就成爲齊。硬度比所含的金屬高，融點比所含的金屬低，顏色亦不相同，可得各種的顏色。如銅之有黃銅，青銅，赤銅，可作一個例證。各國的國幣，不外金銀兩種。爲增加硬度，以免使用時，容易消磨，都加入相當的銅。我國的國幣成色。銀有88%，銅有12%。

常用的齊，名稱雖然是相同，成色并不是一定的。各種常用的齊，所含的各種金屬的百分比，大概如下表：

齊成分表

齊名 \ 成分	銅	鋅	鎳	鋁	錫	銀	金	鉛	銻	性質和用途
黃銅	67	23	—	—	—	—	—	—	—	造器具機械
洋銀	50	25	25	—	—	—	—	—	—	造器具電阻
鋁銅	90	—	—	10	—	—	—	—	—	造裝飾品
鏡銅	67	—	—	—	23	—	—	—	—	有光澤造銅鏡
礮銅	90	—	—	—	10	—	—	—	—	古代造礮用
鐘銅	78	—	—	—	22	—	—	—	—	鑄鐘聲清響
赤銅	95	—	—	—	—	1	4	—	—	造裝飾品
活字金	—	—	—	—	5	—	—	75	20	造鉛字凝固時脹大
鍍金	—	—	—	—	50	—	—	50	—	鍍接金屬用

用銅和錫作主要成分的齊，是青銅，礮銅，鏡銅，鐘銅等等。造銅像和製造器具機械的齊，除銅錫之外，還要加入鋅和鉛。銅和鎳造成的齊，

有黃金的光澤。齊的細粉，有可用來製造金色和銀色油漆的，非常奪目美觀。齊在工業上的用途固然大，軍事上亦很重要。

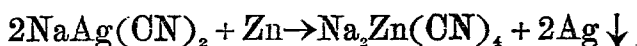
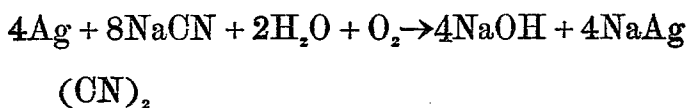
151. 硫酸銅 銅不能同硫酸作用而放出氫來，但銅被硫酸氧化成氧化銅，再和硫酸作用，便可成硫酸銅 (CuSO_4 , copper sulfate) 了。硫酸銅的結晶是藍色，含有五分子的結晶水，名叫膽礬 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ copper vitriol)。無水的純粹硫酸銅，是白色的固體。硫酸銅是最普通的銅化合物，電鍍和木料防腐，都要用他。用硫酸銅和石灰乳配合製成的博多士混合劑 (Bordeaux mixture)，是殺果樹害蟲的好藥。

銅的化合物如硝酸銅 ($\text{Cu}[\text{NO}_3]_2$, cupric nitrate)，氯化銅 (CuCl_2 , cupric chloride)，銅的原子價，普通是二價，溶液都是藍色，因為有二價的銅的離子的原因。原子價一價的銅離子便無色，性質是大不相同的。

在裝有硫酸銅溶液的器裏，將清水沿着器邊慢慢傾下，便可看見水積在上面，藍色溶液在下面，界限很分明。用蓋蓋好，放在那裏，不要動他，幾天之後，藍色溶液的範圍擴大，器裏全部都成藍色溶液，并很均勻。因為硫酸銅溶液能移動，致銅離子擴散充滿全部液體之故。這種現象，名叫擴散 (diffusion)。又例如置少量的溴素於室隅，不久室中即可聞其臭氣這是溴的蒸氣，擴散於空氣中的現象。

152. 銀 天然的純銀礦，很少發現，銀礦大都是硫化銀 (Ag_2S)，名硫銀礦。銅和鉛的硫化物礦裏，常有硫化銀混在裏面。煉成的不純的銅，用電解法煉成純銅之後，銀便可以分出來。煉成的不純的鉛，再加十分之一的鋅，加熱融解之後，鋅將銀溶解，浮在上面，取出，把鋅蒸餾去，剩下的只有銀和少量的鉛，再放在骨灰皿中，放進爐裏，加熱，并通空氣，鉛被氧化，被骨灰吸收去，

銀便留下。這個方法，叫灰鍊法 (cupellation)。含銀的鑛，又可用氰化鈉的淡溶液 (0.2-0.4%) 和氧，將銀溶出，再用鋅將銀沈澱出來。



銀是白色美麗的金屬，延性展性都強，傳熱傳電，比銅還快。在空氣中不受氧化，亦不受硫酸，氫氯酸，和鹼的侵蝕。是一種貴金屬 (noble metal)，凡是在空氣中受熱而不氧化，酸類亦難溶的金屬，都是貴金屬。氧化銀 (Ag_2O , silver oxide) 受熱便放出氧，亦是一種氧化劑。銀和硫化合，成黑色的硫化銀，銀器變黑，即為此故，銀能溶解在硝酸裏，成爲硝酸銀 (AgNO_3 , silver nitrate)。

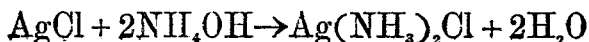
153. 銀鹽和銀的用途 硝酸銀是最普通的銀鹽，是一種無色的結晶，在水裏溶解得很多，能殺菌，亦有腐蝕性，在醫藥上，凡是黏膜發炎

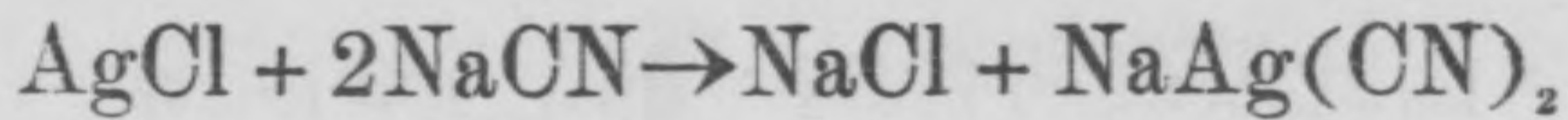
的病，都用銀鹽的淡溶液醫治。

硝酸銀遇了鹵素的化合物，便生沉澱。氯化銀(AgCl, silver chloride)是白色，溴化銀(AgBr, silver bromide)是淡黃色，碘化銀(AgI, silver iodide)黃色比較深，在水裏都很不溶解，分析化學利用這種性質來檢定銀的化合物。銀和鹵素的化合物，遇了日光，都要變色。氯化銀變得最快，變成紫黑色，照像用的乾片，便是用氯和溴的銀化合物造成，利用他的敏銳的感光性照像。凡是銀鹽，都容易受日光的影響，要放在暗處保存。

銀鹽都容易被還元成銀的元素，上等的玻璃鏡，是用銀造成的。用有機化合物，把銀鹽還元，使銀慢慢出來，附在玻璃上，便成玻璃鏡了。

無論那一種銀鹽，都能和氫氧化銨，或氰化鉀，或氰化鈉成錯鹽溶解在水裏。





銀和氰化鈉的溶液，鍍銀的電池裏要用的。

銀的最大的用途，是鑄造貨幣。用來造器具和裝飾品的亦多。在高溫融解鹼類，用銀器是最適宜。化學工業裏，用銀最多的，是製造乾片，和製造藥品。

154. 金 金(Au gold)也是一種不易被氧化

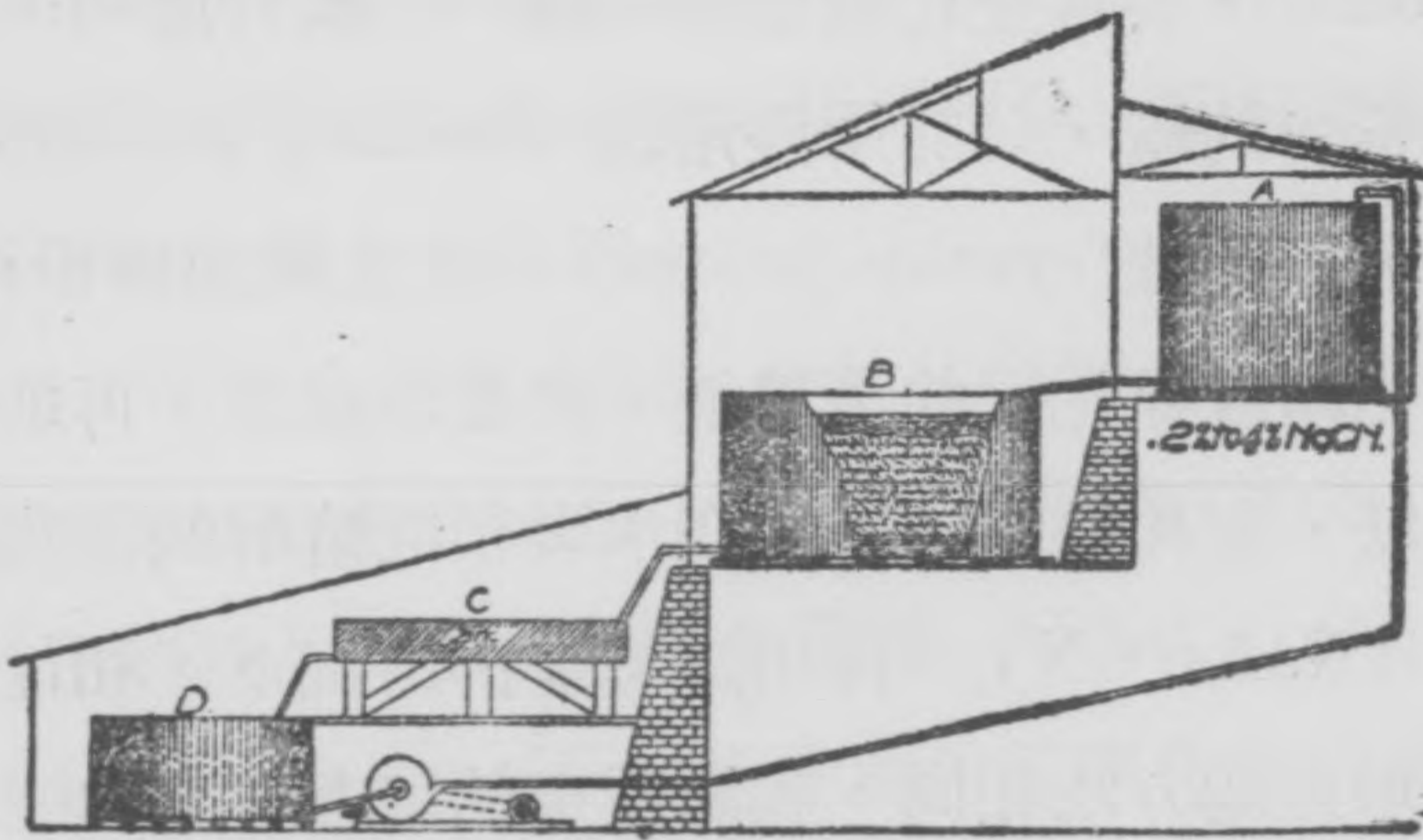


圖 57 浸溶法取金

- A. NaCN溶液
- B. 浸溶槽
- C. 溶液流過之鋅箱
- D. 溶液壓回A槽以便再用

的金屬，因此鑛裏所含的，都是金的元素。水晶和石英岩裏，都含有金的細粒，岩石崩碎之後，被水沖到河裏，金沙沈到河沙裏，成了砂金。用水將河沙沖洗，河沙的密度小，被水沖去，金沙留下，這叫**淘沙法** (concentration process)。把金鑛打碎，磨細，鑛沙從塗有水銀的銅板上緩緩流下，金被水銀溶下，這叫**混汞法** (amalgamation process)，要含金比較豐富的鑛，纔好應用。含金很少的鑛，只能用**浸溶法** (leaching process)，又名**氰鹽法** (cyanide process)，把金鑛的細粉，用氰化鈉或氰化鉀的淡溶液，將金沙浸濕，再通入空氣，金和氰鹽，成了在水裏很能溶解的氰化鈉金 ($\text{NaAu}[\text{CN}]_2$)。再用鋅將金排出沉下，和從銀鑛取銀的方法相同。我國產金的地方，東北三省最豐富，黑龍江的漠河金鑛最有名。其次便是蒙古，新疆，四川，都不算豐富。

金是黃色的金屬，展性延性都很強，極薄的

金箔，是綠色，能透光。金在空氣中，不生變化，硝酸，硫酸，氫氯酸，都不能溶解他，只有王水能溶他。金是最著名的貴金屬，鑄貨幣，鍍金，製裝飾品，都要用大宗的黃金。純金的硬度不高，或加一部份的銅。通常有 14 開(carat)金，或 18 開金，是表明在二十四分的金齊裏，金占十四分或十八分，這樣的金齊，硬度很高，便能耐用。金還可以製成一種膠態的溶液，名叫水金 (liquid gold)，在瓷器或琺瑯上繪金花，便要用他。深紅色的玻璃，也是用金加色的。

155. **金的化合物** 金的化合物，有一價和三價兩種。金溶在王水中，蒸發得很濃，冷後，有黃色的結晶。學名是氫金氯酸 ($\text{HAuCl}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, hydrochlorauric acid)，通常叫作**三氯化金** (AuCl_3 , auric chloride)，是金鹽的最普通的一種。

一氯化金 (AuCl , aurous chloride)，和一氯化銀相似，在水裏難溶解，能和氰化鉀成錯鹽。

鍍金的電池裏，便用這種錯鹽溶液。

156. 鉑和銱 鉑 (Pt, platinum) 俗名白金，在天然界的分布不廣，和貴金屬裏的銱 (Ir, iridium)，銱 (Os, osmium)，鈀 (Pd, palladium) 的單質，共同存在，要經過很複雜的化學手續，纔得分開。

鉑是白色有光的重金屬，性質和金相似，除王水之外，普通的化學品，在通常溫度，不能和他起作用。融點（約 1753°C ）比金高。在化學工業裏，用作接觸劑。製造化學儀器和電極，製造硫酸硝酸，以及內燃機的發火器等，都要用鉑。是一種最有用的貴金屬，工業和國防上，都少不了他。

銱和鉑相類，融點（約為 1950°C ）比鉑高，又比鉑堅硬，鉑製的器具裏，加上一點銱，硬度可以加高。自來水筆的筆頭尖，通常都用銱製造，地雷信管裏，發生電火花之處，也要用銱做尖頭。

157. 鉑鹽 鉑溶在王水裏，蒸發成濃溶液，便有紅褐色結晶，學名氫鉑氯酸 (H_2PtCl_6 , hydrochloro-platinic acid)。他的鈉鹽 (Na_2PtCl_6 , sodium chloro-platinate)，是一種照像用藥。他的鉀鹽，(K_2PtCl_6 , potassium chloro-platinate) 在水裏不易溶解，分析化學裏，利用他測定鉀的量。他的銨鹽 ($[NH_4]_2PtCl_6$, ammonium chloro-platinate)，受熱便分解，放出氣體，餘下的鉑，疏鬆得好像海綿，要各種氣體起化學反應，多用他做觸媒。

問 題

1. 金銀鉑銻之成爲貴金屬，是不是全因爲價高的關係，有其他的理由嗎？
2. 紫銅，黃銅，白銅，在化學上有什麼分別？
3. 金，空氣，氰化鈉互相作用，成了 $NaAu(CN)_2$ ，用方程式說明中間的變化。
4. 把金，銀，銅，鉑的化學性質，作一個相互的比較。

5. 把金，銀，鉛，鈦的物理性質，作一個比較的說明。
6. 試擬一個從銅鑛裏提煉金銀的方法。
7. 做成十公分的白金海綿，要用多少鉛氯酸銨。
8. 就我們日常生活的範圍中，分別指出金銀銅的用途。

第十九章 鎂 鋅 鎳 汞

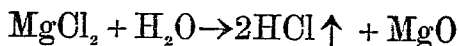
158. 鎂 鎂 (Mg, magnesium) 在天然界，成碳酸鎂 (MgCO_3 , magnesium carbonate)，矽酸鎂 (MgSiO_3 , magnesium silicate)，分布很廣。只含碳酸鎂的，叫菱鎂鑛 (magnesite)，碳酸鎂和碳酸鈣混合的，叫白雲石 ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$)。海水裏的二氯化鎂 (MgCl_2)，硫酸鎂 (MgSO_4 , magnesium sulfate) 亦不少，泥土中亦有鎂的化合物。

把氯化鎂和氯化鉀混和，加熱融解，用電流分解氯化鎂，可以得鎂的單質。鎂是白色的金屬，很輕，容易受氧化，在沸水裏會變成氧化鎂 (MgO)。鎂着火時，發出很强的白光，在光線不足的地方照像，便要用鎂粉和過氧化鋇所發的鎂光。戰線上夜裏用的照明彈，也是用鎂粉製成的。用鎂和鋁煉成的齊，用作製造飛機飛船的材

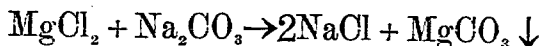
料。

159. **鎂的化合物** 鎂是很活動的元素之一，他的化合物，在水溶液中，生二價的陽離子，有苦味，因此鎂的俗名是苦土。

氯化鎂 ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)，是無色的結晶，很容易從空氣中吸收水分，漸漸潮濕，吸水稍多便溶解在內。這現象通常叫做潮解 (deliquescence)。食鹽在潮濕空氣裏，流出的苦汁，大部份是氯化鎂。將食鹽用火燒烘之後，氯化鎂和水作用，變成氧化鎂，以後便不再潮解了。



碳酸鎂是輕鬆的白粉，是製造牙粉牙膏的基本材料，用氯化鎂和碳酸鈉的溶液製成，

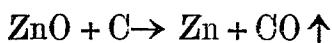
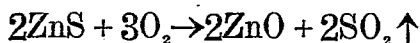


濾出洗淨，烘乾便可用。碳酸鎂受熱，便發出二氧化碳，變成氧化鎂。

硫酸鎂 ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 是無色的結晶，醫

藥上用來治便秘，名叫瀉鹽，在水裏的溶度很大。

160. 鋅 鋅俗名白鉛，又叫亞鉛，倭鉛，在天然界多成閃鋅礦 (ZnS, zinc blende)，或菱鋅礦 (ZnCO₃, zinc spar)。我國湖南的鋅礦很有名，出產很多，雲南浙江，亦有出產。將硫化鋅 (ZnS, zinc sulphide) 在空氣中烤焙，就得氧化鋅 (ZnO, zinc oxide)，再加焦煤，在爐裏燒煉，便得鋅的單質。



最新的方法，是用電爐煉鋅。最純的鋅，是用電解法煉成的。

鋅是灰白色的金屬，沸點916°C，可以蒸餾。受大熱後，和空氣接觸，便會燃燒，成氧化鋅。酸和鹼都能和鋅起作用，生能溶的化合物。鋅在工業上。最大的用途，是製造白鐵皮 (galvanized

iron plate)。將鋅燒融之後，把光潔的鐵皮往鋅裏浸，鐵面上附一層鋅，便成白鐵皮了。用白鐵皮製造器具或作蓋屋之用，鋅的外層，受了外面的變化，成不易溶解的化合物，保護裏面的鋅，鋅又保護裏面的鐵，因此可以支持很久的時間。此外便是和銅配成黃銅，以及煉鑛等等用途。軍

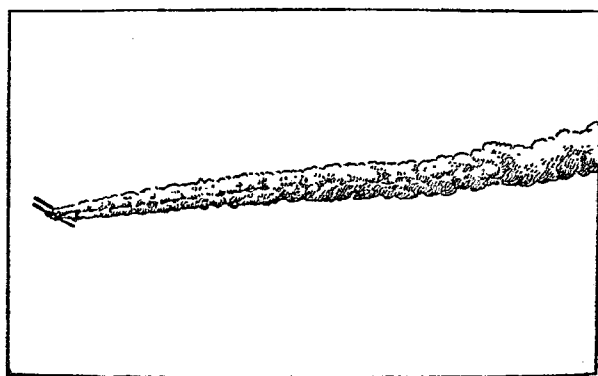


圖 58 飛機發佈煙幕

事上用鋅粉製造烟幕，以及製造彈殼和榴彈，所以鋅在國防上，亦有重要地位。

161. 鋅的化合物 鋅在化合物裏，都是二價，

他在溶液裏，生無色的離子。氧化鋅是白色固體，

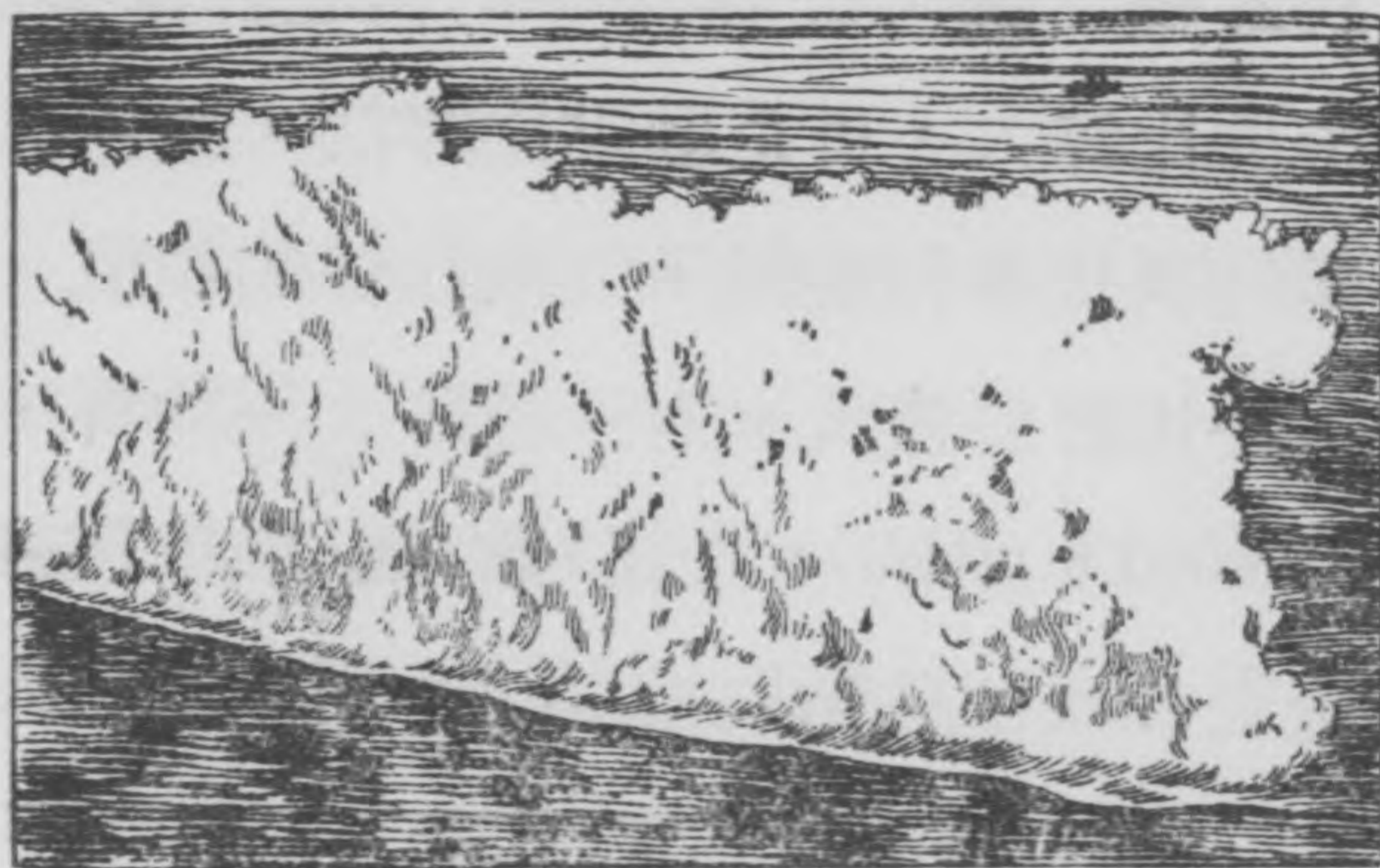


圖 59 烟幕下降至水面時景象

用來製造白色油漆，醫藥上用氧化鋅(10%)，和鑛脂(45% vaseline)，猪油(45%)，配成油膏，用來防腐護傷。

硫酸鋅 ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)，是無色的結晶，俗名**皓礬**(white vitriol)，用作洗眼藥和防腐劑。

氯化鋅 (ZnCl_2 , zinc chloride)是白色固體，吸收水分的力很大，富於潮解性，化學和工業上，都用作**脫水劑**(dehydrating agent)，鐵路枕木，用

氯化鋅的溶液浸過，能防腐持久。

162. 鎘 鎘(Cd, cadmium)常在鋅礦裏發現，鎘的密度比鋅大，可是融點比鋅低，顏色都很相似。鎘的氧化物和鹽類，大概和鋅的相似。鎘的用途，不比鋅那樣大。有一種防火用的齊，名**伍德金** (Wood's metal)，是銻，鉛，錫，鎘幾種融點很低的金屬合成，融點只 60.5°C ，用來塞防火水管

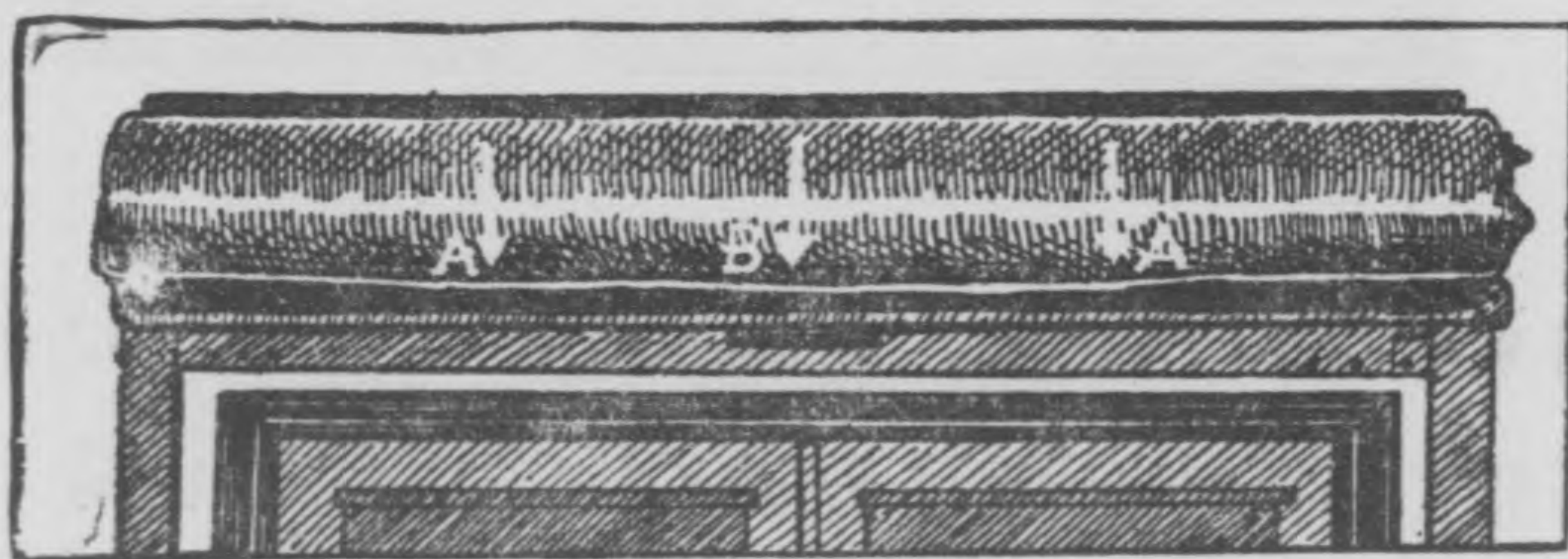
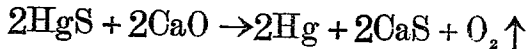
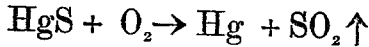


圖 60 防火門簾

的管口，作繫防火門簾的線，電流的保險絲；溫度稍高，便會融斷。

163. 汞 汞(Hg, mercury) 俗名水銀，重要的汞礦是辰砂 (HgS cinnabar)。在通空氣的地方，把辰砂加熱，或在罐裏將辰砂和石灰加熱，

都能產生汞。



將發生的蒸氣，通到冷的地方，汞便可以凝集下來。我國湖南貴州，都有汞礦。

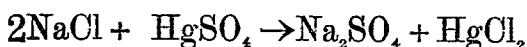
汞在通常溫度是液體，沸點 358°C ，融點 38.5°C 有金屬光澤。因為汞的脹率均勻，所以溫度表用汞裝成。汞能溶各種的金屬，成為汞齊 (amalgam)。提煉金銀，和用電解法製造鹼類，都要用他。鑄鐵和汞，不能溶解，所以裝運大宗的汞，就用鑄鐵罐，

汞的化學性，並不活動，和貴金屬元素相似。在氫氯酸和淡硫酸裏，都不溶解，只溶在硝酸裏，但不能放出氫。普通的汞不純粹，要在比重 1.1 的硝酸裏洗，再用水洗，經過真空蒸餾，就可以很純了。汞的蒸氣，以及能在水裏溶解的汞鹽，都有毒。科學和工業上，用汞很多，醫藥上，亦

用汞製藥，汞又可以製造起爆藥，是槍彈和炮彈的發火料，是國防上必不可少的物質。

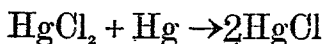
164. 汞的化合物 汞在空氣中，熱到三四百度，便有一氧化汞(HgO, mercuric oxide)發生，是紅色的固體，熱到更高的溫度，顏色由紅變黑，最後便分解成汞和氧。

汞和多量的濃硫酸加熱，溶解之後，即成硫酸汞(HgSO₄, mercuric sulfate)，和銅溶在硫酸裏的經過，是一樣的。把食鹽和硫酸汞，混合加熱，就發生二氯化汞(HgCl₂, mercuric chloride)，



昇華之後，是白色固體，俗名昇汞 (corrosive sublimate)，在水裏很能溶解，有毒，淡溶劑是殺菌劑。

昇汞和汞加熱，就成一氯化汞(HgCl, mercurous chloride) 俗名甘汞(calomel)，可作藥用。



天然的硫化汞(HgS , mercuric sulfide), 俗名硃砂, 是深紅色。銀硃(vermilion)亦是硫化汞, 是將硫和汞磨細混合使其直接化合, 經過很繁複的手續, 用水漂洗多少次, 即可製成鮮紅的粉, 廣州出產的最有名, 是最上等的顏料, 福漆的紅漆裏, 也要用他。

問 題

1. 用氧化鋅製造的油漆, 何以在有硫化氫的地方, 亦可以用?
2. 把鋅銅汞的性質, 作相互的比較。
3. 把鎂和鈣的性質, 作相互的比較。
4. 把汞溶解在硫酸和硝酸時的化學變化, 用化學方程式說明。
5. 用方程式, 說明下列之化學反應:
鎂在空氣中燃燒; 碳酸鎂被灼熱。
6. 用汞 500 公分, 能製成銀硃多少?

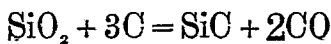
第二十章 矽 硼

165. 矽 (Si, silicon) 是礦物的主要成分，和碳是生物的主要成分一樣。自然界中，除氧外，以矽為最多，約占地殼重量的四分之一。

矽為四價的元素，他的氧化物，存於自然界中的，有石英，矽砂，水晶，瑪瑙等，取此等礦物和炭，及若干氧化鐵相混合，放入電爐中，強熱之，則得含鐵的矽，稱為矽鐵齊(ferrosilicon)，可用以冶金鑄物，由相同的方法，亦可得到近於純粹的矽。

矽亦有種種同素體，通常為非晶體的黑褐色粉末，或成灰黑色的結晶。

取石英和炭置電爐中，加適度的熱，即得碳化矽(SiC, silicon carbide)，俗稱矽砥(carborundum)，



其質極堅硬，似金剛石，可供研磨之用。

166. 二氧化矽 二氧
化矽(SiO_2 , silicon dioxide or
silica), 亦稱矽酐，自然界
中，存量極多。最純粹的
要算水晶，他若瑪瑙，石
英，燧石，矽砂，成分亦
近於純粹的二氧化矽。

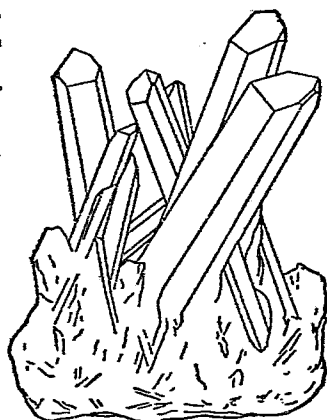
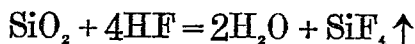


圖 61 水晶翠

二氧化矽的融點很高，
用氫氧焰熱之，能成玻璃狀物，稱為石英玻璃
(quartz glass, or fused silica)，製成的器皿，化學
和工業上用之。二氧化矽，不溶於水，普通酸
類，亦不能侵蝕，但遇氟化氫，即起作用，發生
易於氣化的氟化矽(SiF_4 , silicon fluoride)。



二氧化矽如和鹼同熱，便化合而生矽酸鹼鹽，
溶解於水。

167. **膠體及膠狀液** 於矽酸鹼鹽的稀薄溶液中，加入少許硫酸或鹽酸，當時不見變化發生，待數小時後，即見管內溶液，成透明黏性的凍膠。此中所含物質，為水和矽酸，當加酸入矽酸溶液時，此矽酸已生成，不過為微粒，浮懸在溶液中，目不能見，等到膠結後，成為凍膠。這類物質，無論在溶液狀，或凍膠狀，統稱膠體(colloids)。在溶液狀時，其中微粒，肉眼雖不能看到，若於暗室中使光通過，光徑很明顯，真溶液是沒有這現象的，這種溶液，稱為膠狀液(colloidal solution)。膠體和膠狀液，化學和日常生活中，常常遇見，矽酸不過是一個例子罷了。

168. **矽酸和矽酸鹽** 二氧化矽，平常不能和水化合，若加適量的酸入矽酸鹼鹽溶液中，即得凍膠狀的矽酸，如前所述，其中所含水分，多少無定，所以矽酸無論成分為 H_2SiO_3 ，或 H_4SiO_4 ，均不能得到純粹的物質。加熱，水漸喪失，最後

高溫燒灼，便得非晶體的二氧化矽。

矽酸的酸性甚弱，其鈉鹽的溶液，因加水分解的作用，而有鹼性。矽酸因在膠狀液中，所以未見沉澱，若加入少許電解質如酸鹽等，便見膠凝。這可以說是膠狀液常有的性質。

工業上用矽砂和碳酸鈉熔融，以製矽酸鈉，普通稱做水玻璃(water glass)，可供人造石和防火塗料等製造之用。

天然產出的礦物，多為矽酸的複雜鹽類，長石輝石，是最普通的。正長石的組成為 $KAlSi_3O_8$ ，此等礦物，歲歲年年，受濕氣和碳酸氣的侵蝕，徐徐分解，矽酸鹼鹽溶去，岩石崩壞，化成黏土。

169. 玻璃 通常的玻璃，用石英砂，碳酸鈉，及石灰石，作適當成分配合。混和後，在特殊耐火磚砌成的槽，或耐火泥製的罐中，強熱之，待其熔融，製成器物。窗玻璃和日用器皿，都用鈉鈣玻璃(soda-lime glass) 內容大概是矽酸鈉矽

酸鈣和矽酸的混合物，因常含微量的鐵，所以略帶綠色。



圖 62 製玻璃

用玻璃製造小的器皿，其方法以手持鐵管，蘸熔融的玻璃，掣取適量的熔融軟塊，附著於管的一端，緩緩吹之，和製飴糖細工相彷彿，或在模型內吹製。用模時亦可用壓氣機替代人力吹氣。製造窗玻璃，以前盛行的方法，無論用人工或機

械，都是先作圓筒形，然後剖開，熱之，展為平面。用機械製造的方法，有直接從熔玻璃之槽中提起，展成一玻璃幕，後再分割成小塊的，我國



圖 63 製玻璃杯的程序

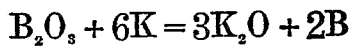
圖中A,從爐中取出熔融的玻璃,着於吹管頂端,加以旋轉。B,吹製之第一部。C,吹製之第二部。C及D是放入模型內,且吹且轉。E,於杯之適宜高度截斷。F,於截斷杯口加熱,使其略熔得平滑之杯口,杯即完成。

河北耀華玻璃廠,就用這新方法,是東亞所僅有的。厚玻璃板,多先將熔融的玻璃,傾入模內,趁熱時輾平,再經過研磨,便很光亮了。

含鈉少而含鉀多的玻璃,稱為鉀玻璃 (potash glass),比較鈉玻璃更難熔融,亦難為藥品所侵蝕,可製化學實驗用的器皿。但是現在化學用的玻璃,多用鋅硼等質加入,有更好的耐蝕性。以矽酸鉀和矽酸鉛為主要成分的玻璃,稱為鉛玻璃 (lead

glass) 容易融熔，質軟易傷，作裝飾品及光學鏡，美觀而適用。此外尚有特殊成分的種種玻璃。着色的玻璃，多由加入重金屬而得來，如加氧化鈷，即可成藍色玻璃。

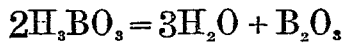
170. 硼 硼(B, boron) 是三價的元素，把鉀或鎂和氧化硼同熱於蓋閉的坩鍋中，然後用稀鹽酸和這熔過的物質同煮，便得一種深褐色非晶體物，這就是硼的單質，要得到結晶狀的硼，須再經過處理。



171. 硼酸 硼酸(H_3BO_3 , boric acid) 存在於自然界中，意大利特斯康里 (Tuscany) 地方之噴氣孔，噴出的水蒸氣裏含有少許，從其周圍的池水內，即可提製硼酸。硼酸是有光澤的鱗狀結晶，微溶於水，有弱酸性，能殺菌，有防腐的功效，醫藥上常用之。

使硼酸強熱，水分即失去，得三氧化二硼

(B_2O_3 , boron oxide), 反應如下。



172. 硼酸鹽 硼酸鈉(sodium borate), 存在於自然界中, 我國西藏產之, 取硼酸和碳酸鈉同熱, 可得此鹽, 在水溶液裏成的結晶, 他的組成, 是 $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, 稱做硼砂(borax)。用白金絲蘸硼砂熱之, 即失去結晶水, 得到玻璃狀的透明質。許多重金屬的氧化物, 能溶解在熔融的硼砂裏。接鋸金屬時, 常用硼砂做鋸藥, 就是利用他能溶解金屬表面的氧化物。溶於硼砂的氧化物, 隨各種金屬的性質, 發生特殊的顏色, 吹管分析術(blowpipe analysis), 常用硼砂球來檢驗金屬, 就是利用這反應。硼砂的水溶液, 因為加水解離, 有弱鹼性的反應, 和洗濯蘇打, 有同樣的效用。多量的硼砂, 是消費在製造瓷釉玻璃瑯瑯等物, 其餘的如醫藥上殺菌等等零星用途尚多。

問 題

-
1. 矽的最普通的化合物是什麼。這種化合物的分子式如何，他是什麼酸的酸酐？
 2. 什麼是膠狀液，就你生活的經驗，舉出幾種膠體來？
 3. 列舉玻璃的好性質？
 4. 從硼酸製出單質的硼，需要什麼藥品，步驟何如？
 5. 製造矽酸鉀， (K_2SiO_3) 和矽酸鉛 $(PbSiO_3)$ 要用什麼方法？
 6. 用硼砂 $(Na_2B_4O_7)$ 的組成說明硼的原子價是多少。

第二十一章 鋁

173. 鋁 鋁 (Al, aluminum 或 aluminium) 在自然界，分佈極廣，大部分成矽酸化合物，岩石和黏土裏都有，是造成地殼的主要成分，因此稱為**土金屬**(earth metal)。他在地殼裏的成分，雖比鐵多，但是不能用這些化合物作煉鋁的原料。

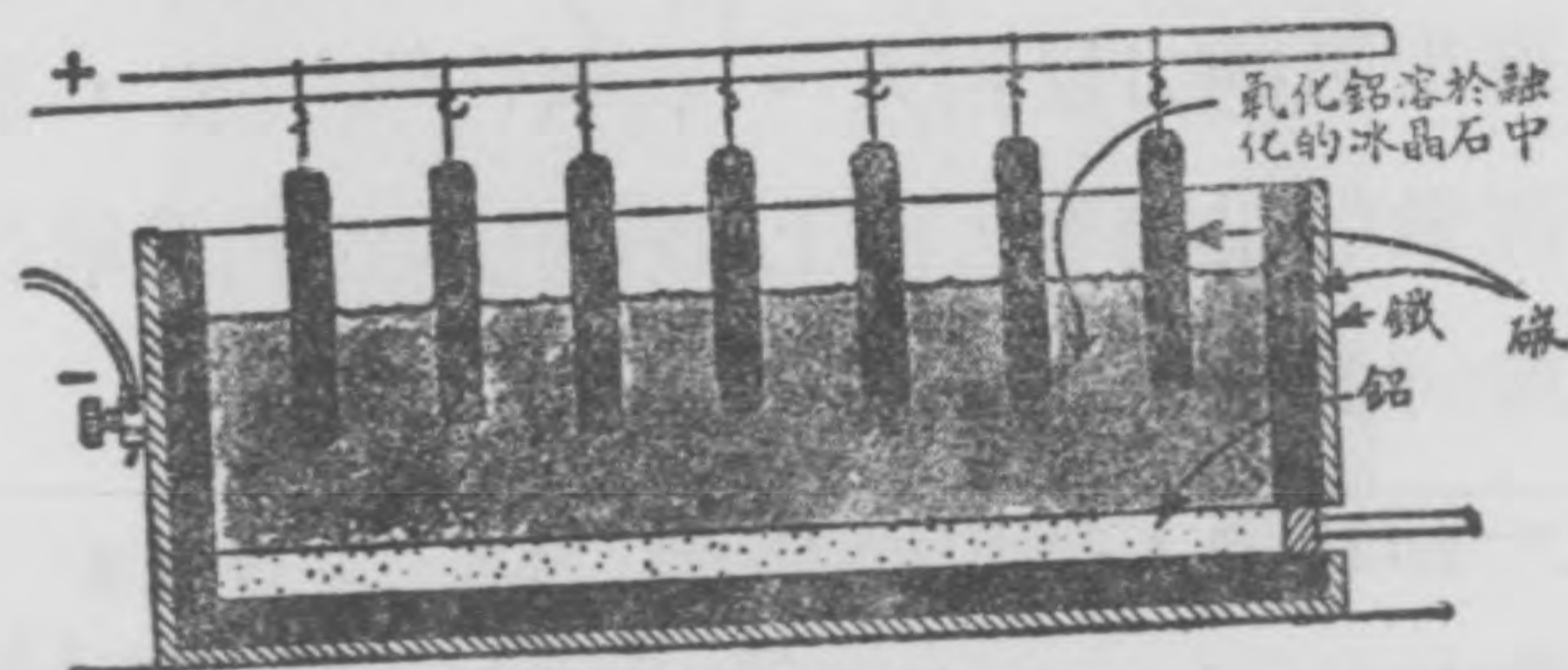


圖64 製鋁

製鋁要用融化的冰晶石(Na_3AlF_6 , cryolite)和氟化鉀(KF potassium fluorid)作溶劑，將**氧化鋁**(Al_2O_3 , aluminum oxide)，溶解在內。氧化鋁，是從**鐵礬土礦**($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, bauxite)精煉成的，這

種鑛在山東的煙臺和博山，都有發現。電解之後，積在陰極的金屬便是鋁。

鋁是銀白色的金屬，延性展性都很強，密度2.6，比一般金屬都輕。用作飛機飛船以及軍用器具的材料，又用來製造工業和理化器械，家常用具，近來亦很多用鋁製造，俗名鋼精。鋁在通常溫度，在空氣裏，很不易受氧化。遇了氫氯酸和各種強鹼，能起作用，發生氫。鋁從其他氧化物，奪取氧的力量很大。將氧化物和鋁，放在耐火泥做的坩堝裏，面上加一層鎂粉和過氧化鋇或氯酸鉀的混合物，再

插上一節鎂帶，把坩堝放在沙皿(sand bath)裏，把鎂帶點起火來。發生很猛烈的變化，把氧化物裏的金屬，分離出來。



圖 65 用鋁粉從氧化物分離出金屬

通常用來接鐵的熔接劑

(thermite)，是用鋁粉和氧化鐵配成的，反應如下：

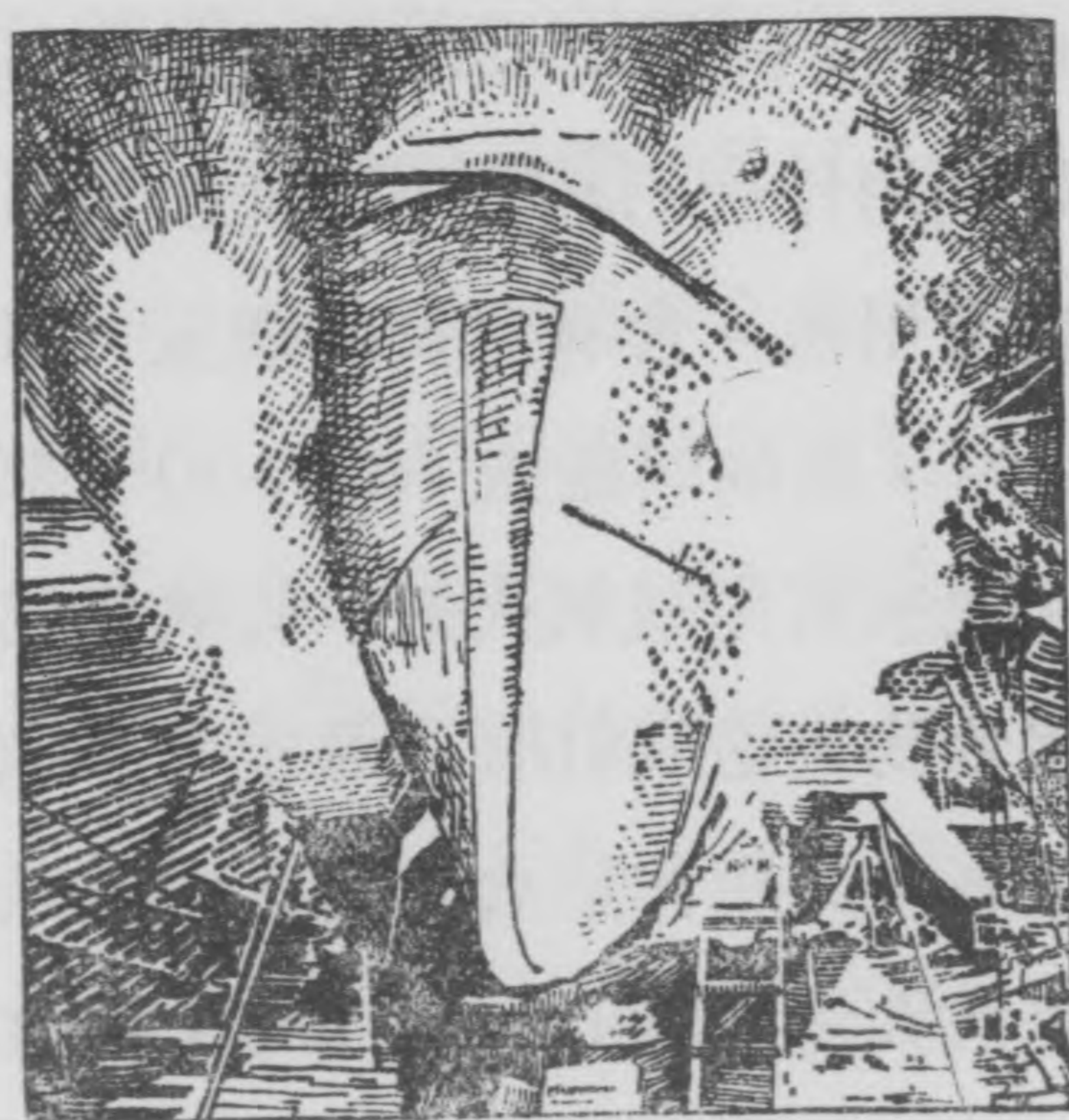
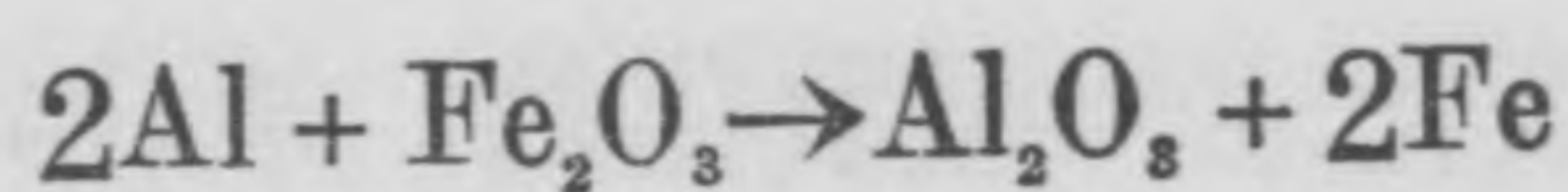


圖 66 用熔接劑焊補船壳漏洞

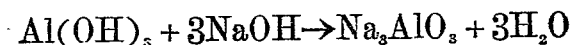
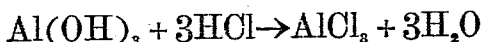
發熱很多，能到將鐵融化的溫度，將鐵汁灌到鐵板或鐵軌接頭的地方，鏟平之後，和原來的鐵板或鐵軌，能一樣的耐久。

鋁又用來配製鋁齊，和銅配成黃金色的鋁銅齊(aluminum bronze)，磨粉做金色油漆。和鎂配

成鎂鋁齊(magnalium),是很好的航空材料,鋁和鐵都是重要的國防物質。

174. 氧化鋁和氫氧化鋁 氧化鋁又名 礬土(alu-mina), 剛玉(corundum) 便是純粹的氧化鋁的結晶, 好的用作寶石, 劣的用作金剛沙(emery), 琢磨工業裏常用他。含有雜質的剛玉, 紅色的叫紅寶石(ruby), 綠的叫藍玉(sapphire), 都是上等的裝飾品。近來有用氫氧火焰, 將氧化鋁融化, 加上鉻的化合物, 造成紅寶石藍玉等等的。氧化鋁的融點很高, 又用作耐火材料, 由電熱法造成的有堅鋁或稱人造剛玉(alun dum), 用來造理化儀器及供工業上之琢磨料等。

在鋁鹽的溶液裏, 加氫氧化鈉, 即發生氫氧化鋁或氫氧化鋁($Al(OH)_3$, aluminum hydroxide)的白色膠狀沈澱。氫氧化鋁受熱, 便失水而成礬土。氫氧化鋁在酸裏鹼裏, 都能溶解, 成鋁鹽和鋁酸鹽(aluminate),



鋁鹽有酸性反應，鋁酸鹽有鹼性反應。

175. **明礬** 硫酸鋁和硫酸鉀的溶液，混和之後，能產生**明礬**或**鋁鉀礬** ($\text{KAl}[\text{SO}_4]_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, potash alum) 的結晶，明礬在熱水裏溶得多，在冷水裏溶得少。明礬和硫酸鋁在製紙工業裏，都很重要，在染色工業裏，用作媒染劑(mordant)。用火燒明礬，便能除去他的結晶水，成白色的固體，名**枯礬**，醫藥上用作吸水防腐劑。明礬又可用來沈澱水裏的泥沙，使成清澄的水，以供飲料。

明礬之外，還有硫酸鉀和硫酸鐵所成的**鐵鉀礬** ($\text{KFe}[\text{SO}_4]_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, iron alum)，硫酸銨和硫酸鋁所成的**鋁銨礬** ($\text{NH}_4\text{Al}[\text{SO}_4]_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, ammonium alum)，都是正八面體的結晶，統屬礬類。各種礬都可用來沈澱水裏的泥沙，礬和水起作用，

發生氫氧化鋁或三氫氧化鐵，都是膠狀的物質，將水裏的泥沙以及微生物，連帶沈下，使水清澄，只須很少的礬，便將水質改良合用。

我國新疆安徽浙江三省，產礬最多，也最有名，都是用土法製造。上等出品輸出外國，劣等的用作肥料。

176. 鋁的矽酸鹽 長石 (feldspar) 有正長石 (KAlSi_3O_8) 和斜長石 ($(\text{NaAlSi}_3\text{O}_8)_m(\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8)_n$) 兩種，雲母 (mica) 有黑雲母 ($(\text{KH})_2 \cdot (\text{MgFe})_2 \cdot (\text{AlFe})_2 \cdot \text{Si}_3\text{O}_{12}$) 白雲母 ($\text{H}_2\text{KAl}_3(\text{SiO}_4)_3$) 兩種，都是矽酸鋁和其他金屬的複鹽。各種含矽酸鋁的礦物，經水和二氧化碳的作用，風化分解，最後成黏土 (clay)。普通的黏土，含有鐵鈣鎂等等元素，都有深淺不同的顏色，陶土是比較最純的黏土，所含的差不多全是矽酸鋁，成分大概是 $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，因為含雜質很少，一經火燒之後，將有機物燒去，便是白色。

黏土含有適量的水，便成黏塊，可製成各種形狀的物品，一成不變，這種性質，叫**可塑性** (plasticity)，磚瓦陶器瓷器，都是用黏土作原料做成的。這些製造工業，叫**陶瓷工業**，是**窯業** (ceramic industry)的一部份。

177. **陶瓷業** 造蓋屋的青瓦，用不純的黏土和水在轉盤上做成瓦形；造青磚是用砂和黏土，加水，在模內壓成磚形，都放在通風而不受日曬的地方，乾透之後，堆在窯裏，用柴火燒幾天，冷後取出，因為土裏吸收烟煤，所以現青色。新式的磚瓦窯，因要節省燃料之故，構造比舊式窯複雜。紅色的磚瓦，含有多量的氧化鐵，是用氧化焰燒成的。

耐火磚是用純粹的黏土作原料，再加特種材料，經過特別的製法，燒到很高的溫度，因此磚很輕鬆，又能耐高溫。含氧化矽很多的耐火磚，在高溫是酸性；含氧化鎂的耐火磚，在高溫是鹼

性。在煉鋼和玻璃工業裏，都是很重要的材料，蒸汽機的鍋爐，也要用耐火磚，耐火材料在工業裏，確占很重要的地位。

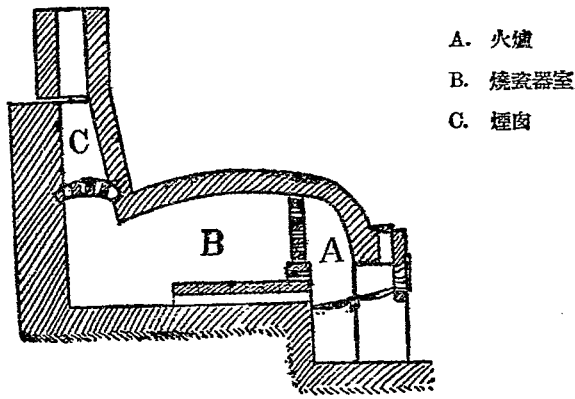


圖 67 景德鎮現用之窯

陶器所用的黏土，含雜質比較多些，瓷器所用的黏土，所含的大部份是長石石英，所以燒陶器的溫度，不必和燒瓷器的那樣高。黏土放在轉盤上，捏成所要的形狀，風乾之後，在窯裏燒成素坯。素坯是多孔質，水分可以通過，塗上釉料，再燒一次，即成陶器或瓷器。釉料是用正長石和

鉀鈣鎂的氧化物配成，繪花用的顏料，大概是金屬的氧化物，日用器具中，許多是陶器瓷器，工業裏和實驗室裏用的耐火耐酸的器具，也是陶器瓷器，所以陶瓷業也很重要。

178. **水泥** 通常用的**水泥**(Portland cement)，是將黏土和石灰石的混合濃漿，放在爐裏融化，冷後磨成的。用適量的水，和在水泥裏，放住不動，會漸漸變硬。因水泥有這種特性，建築工業用得非常多。都混入相當的細砂，增加他的硬度。用水泥細砂和石子混合凝成的，叫**混凝土**(concret)。能支持更大的壓力，混凝土裏，用鋼條作架的，支持壓力的力更大，堅固得很，叫**鋼骨混凝土**(reinforced concret)。水泥可以加入各種顏色的氧化物，配出各種色的混凝土來。

問 題

1. 用電解法製成之金屬元素，共有多少種？
2. 在明礬裏，鋁的百分比是多少？

3. 鋁和氫氧化鈉的溶液，在高溫度能放出氫，你能將化學變化，用方程式表明嗎？
4. 把鐵和鋁的性質和用途，作一個詳細的比較。
5. 用化學方程式，表明含鐵含鋁的礬，在澄清飲水時，所生的化學變化。
6. 用鋁和氧化鐵作用，25 公分的鋁粉能分出多少鐵來。

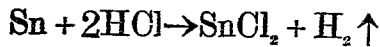
第二十二章 錫 鉛

179. 錫 錫(Sn, tin) 在鑛物界成錫石 (SnO_2 , cassiterite), 是二氧化錫。我國兩廣湖南雲南都產錫, 雲南最有名。錫石和木炭加熱, 即還元成錫。

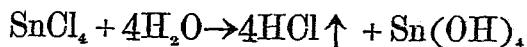
錫是白色的金屬, 富有展性, 可打成錫箔。在通常溫度, 在空氣中, 不生變化。熱到 232°C , 就會融解, 在高溫度和空氣接觸, 便生黃白色的二氧化錫(SnO_2 , stannic oxide)。錫在濃氫氯酸裏, 溶得很慢, 其他的酸, 都不能侵蝕他。將鐵皮浸在融化的錫裏, 鐵面上附一層錫, 就成馬口鐵 (tin plate), 能保護鐵, 使他不受氧化, 所以製罐頭的鐵皮, 都是馬口鐵, 因錫對於人體是無害的。毒氣炮彈的內膛, 有些也要鍍錫, 以免毒氣和鋼鐵發生作用。各種器具, 若是用純錫造, 不

免稍軟，要加入其他金屬成爲錫齊，纔堅硬耐用。但亦有要利用他的柔軟性質的，例如裝牙膏畫料的錫管，便是純錫。錫的最大用途，是造馬口鐵和礮銅，煙幕炮彈裏，也要用錫和錫的化合物。錫的汞齊，用來造玻璃鏡。

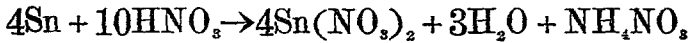
180. 錫的化合物 錫溶在濃氫氯酸，即成二氯化錫(SnCl_2 , stannous chloride)，



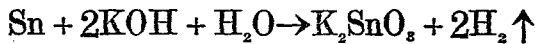
是無色的結晶，易受氧化。使二氯化錫和氯接觸，就變成四氯化錫 (SnCl_4 , stannic chloride)，錫和氯直接作用，亦能產生四氯化錫。純粹的四氯化錫，是液體，遇了空氣中的水氣，便生白烟，因此煙幕炮彈裏用他，利用他發白烟和氯化氫。



錫的化合物有兩種原子價，二價和四價。錫和硫酸硝酸，加熱後，也能溶解成二價的錫鹽。

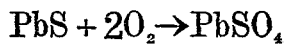
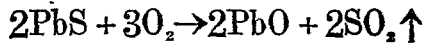


錫和氫氧化鉀加熱，亦能發生氫。

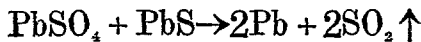
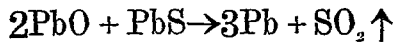


四價的氫氧化錫。可說是錫酸 (H_4SnO_4 或 H_2SnO_3 , stannic acid)。凡是四價的錫鹽，起加水分解後，即成錫酸，染色工業，利用他作媒染劑。

181. 鉛 鉛(Pb, lead)從方鉛礦(PbS , galena)煉成，把鉛礦在爐內加熱，一部份的礦被空氣氧化，



閉斷空氣，和勻，加熱，溫度升高，便有第二步的化學變化發生，



即得不純的鉛。若是鉛中含有銀，須將銀分出。

鉛是蒼白色的金屬，在空氣中，表面略受氧化。密度很大(11.254)，質軟，硬度不高，在粗紙上，能畫出黑痕，俗名青鉛，用來造鉛皮和鉛管。和他種金屬配合，也可以製各種的齊。炮彈中的小子，和槍彈的鉛心，彈裏發火的六氮化一鉛(Pb_3N_2 , lead azide)，都要用鉛製造。

鉛在硝酸裏能溶，在濃硫酸濃氫氯酸裏，都不溶解，所以製造硫酸要用鉛室，化學工業用的器具，凡是用酸的，都要貼一層鉛皮，以資保護。

182. 鉛的化合物 鉛在空氣中受熱，先氧化成黃色的一氧化鉛(PbO , lead oxide)，俗名密陀僧(litharge)，溫度再升高，便成紅色的四氧化三鉛(Pb_3O_4 , minium)，俗名鉛丹(red lead)。鉛丹的用途很大，如用作玻璃原料，和止鏽的塗料，鐵器在上油漆之先，便塗一層鉛丹做成的油漆。將鉛丹用硝酸氧化，就成暗紅色的二氧化鉛(PbO_2 ,

lead peroxide) ,

鉛在化合物裏，有二價和四價的不同，普通的鉛鹽，都是二價的，在溶液中，生 Pb^{2+} 離子，有毒。鉛溶在硝酸裏，所成的是硝酸鉛 ($Pb(NO_3)_2$, lead nitrate)。密陀僧溶在醋酸(乙酸的俗名)裏，所成的是**乙酸鉛** ($Pb(CH_3COO)_2$, lead acetate)，有甜味，又名**鉛糖**(lead sugar)，是無色的結晶。

把氯化物加到鉛鹽的溶液，便生**二氯化鉛** ($PbCl_2$, lead chloride) 的白色沈澱，在熱水裏的溶度很大。若是在鉛鹽溶液裏，加硫酸鹽的溶液，便生白色的**硫酸鉛** ($PbSO_4$, lead sulfate) 沈澱，若是用碳酸鹽的溶液，便有**鹽基性碳酸鉛** ($2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$, lead basic carbonate) 的沈澱發生，是鉛粉的主要成分。製造鉛粉的方法，在工業上，用醋酸的蒸氣，通到層層相積的鉛皮上，再供給充分的二氧化碳，即能成鉛粉。用鉛粉作油漆，因為他的掩蔽力 (covering power) 大，用

很少的鉛粉，可將很大的面積變白。只因鉛粉有毒，和容易發黑，現在用鋅華將他代替了。

183. 蓄電池 用鉛製成方格板若干塊，把一氧化鉛填在鉛板的方格裏，橫貫聯結數塊浸在淡硫酸中，作為陽極。再同樣作一列，用為陰極。與陽極交叉浸入淡硫酸中，另用不傳電的物隔之。通電之後，陽極

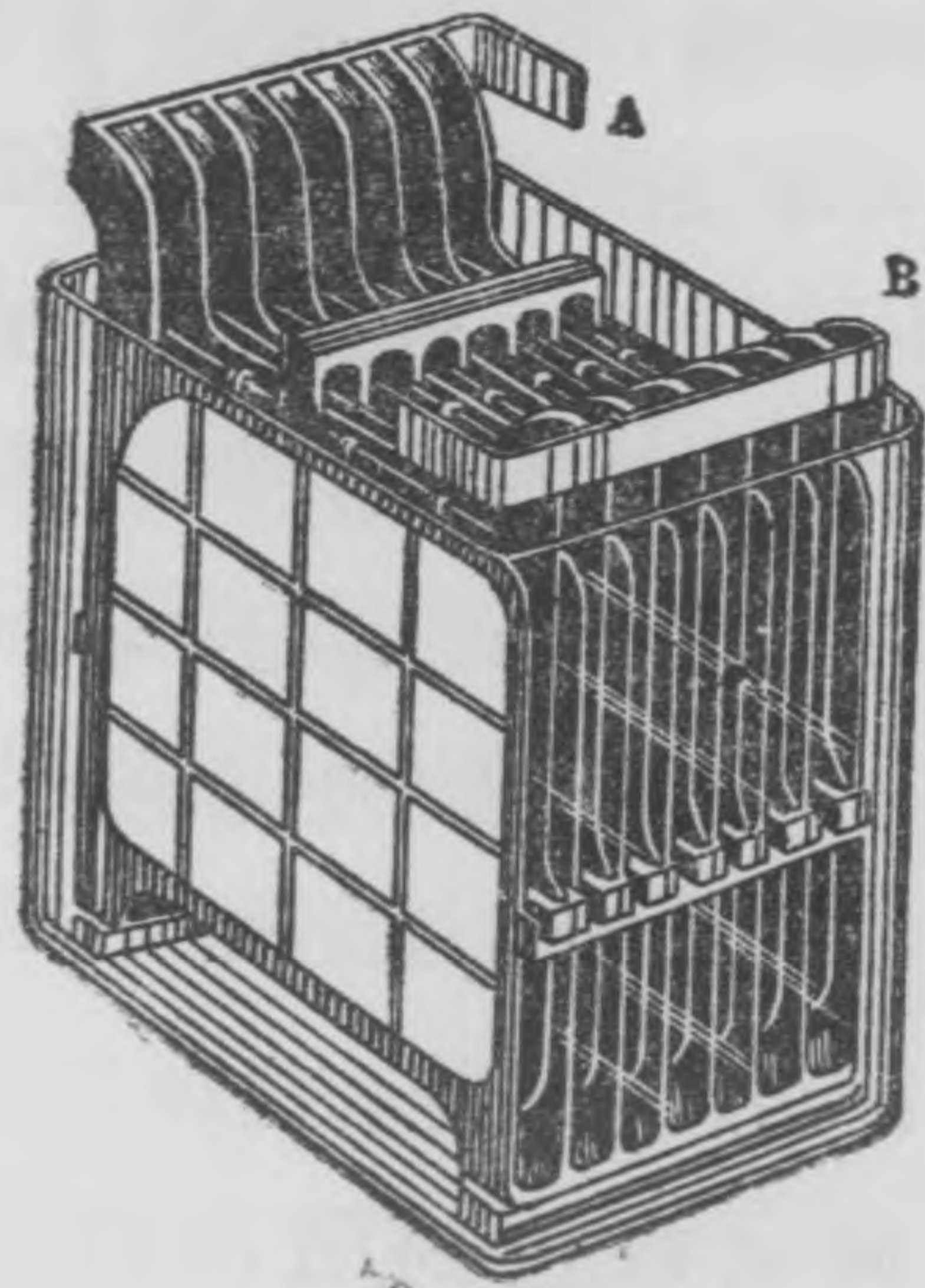
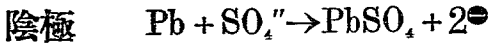
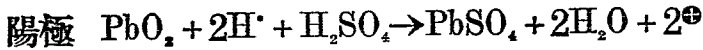
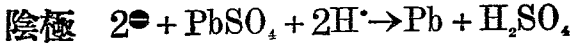
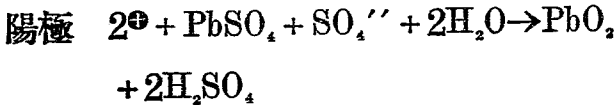


圖 68 蓄電池

的一氧化鉛，受氧化，變成暗紅色，陰極的一氧化鉛，還元成灰色的鉛，這樣便成蓄電池了。若將蓄電池的兩極連接，便有電放出，這叫放電 (discharging)。蓄電池中所起的變化，在陽極的和在陰極的不同：



蓄電池中的硫酸漸漸減少，電力也漸漸變小，以至於無。到了下次再充電 (charging) 時，兩極上又起不同的變化，



直到陽極的一氧化鉛，全成二氧化鉛，便算電量已足。飛機汽車魚雷，都要用蓄電池，所以和軍事上很有關係。

問 題

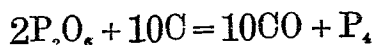
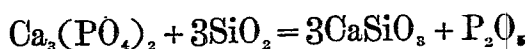
1. 錫和鉛的性質，有那些相同，有那些相異？
2. PbO_2 對於 PbO ，何以不能算是過氧化物， BaO_2 對於 BaO ，何以能算是過氧化物？
3. 把鐵和鉛在國防上的用途，作一比較。
4. 錫在國防上有何用途？

5. 二氧化錫和氯的化學變化如何？試作方程式並說明何物被氧化，何物被還元？

第二十三章 磷 砷 銻 鉍

184. 磷 (P, phosphorus) 是極容易受氧化的元素，不能遊離存在於自然界中，天產的磷礦，主要成分為磷酸鈣($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, calcium phosphate)，動物的齒牙和骨的組成，亦大部份是他。磷是學名，通俗名稱用磷字，

取磷酸鈣和矽砂及炭相混，置電爐中，熱之，便得磷的蒸氣，



導所生的蒸氣入水中，冷卻，即得淡黃色半透明的固體，稱為黃磷 (yellow phosphorus)，常溫下質軟如蠟，可用小刀切之。磷熱至百度表 50° 時即發火，普通溫度中，於黑暗處，能見綠黃色的微光，因有氧化作用，徐徐進行，所以有此現

象。黃磷不溶於水，易溶於二硫化碳中。有毒，易於發火，通常貯藏水中，使用時務須謹慎。

盛黃磷在封閉的器內，小心加熱，至百度表二三百度，即變為紅磷(red phosphorus)，此物

是黃磷的同素異形體，為暗紅色的粉末，不溶於二硫化碳，在空氣內，常溫下不能着火。

185. 火柴 火柴又叫做燐寸，通常有兩種，一種稱為安全火柴(safety matches)，製法用紅磷，三硫化二銻，玻璃粉等物，和膠相混，塗於匣的擦面上，小木棒的一端，則先浸熔融石蠟中，後以膠黏氯酸鉀，二氧化錳，硫磺，或三硫化二銻等物，著於木棒尖端，木棒和匣面摩擦，便能發火。另一種叫做摩擦火柴(friction matches)，無

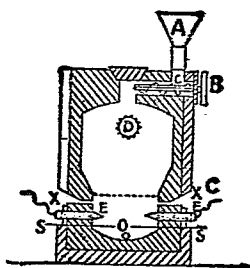


圖 69 製磷

磷灰石或動物骨骼與焦炭砂等混合，從 A 傾入，經螺旋輸送器 B 入於爐中。兩電極間，電流通過，因抵抗而生強熱，熔滓從 C 流出，磷的蒸氣和一氧化碳從 D 口導出，使磷在水中凝結收集之。

論在何處摩擦，都能着火。製法將棒浸蠟後，蘸有三硫化四磷 (P_4S_3 , tetraphosphorus trisulfide)，和一種氧化劑，（如二氧化錳或氯酸鉀二氧化鉛等）的混合糊，待乾再浸以膠液即成，此種火柴，先前本用黃磷製造，因為黃磷蒸氣很毒，有害工人，各國都禁用之，最近纔用三硫化四磷來代替他。

186. **五氧化二磷** 磷在空氣中燃燒，即得五氧化二磷 (P_2O_5)，為白色粉末，吸濕性很强，投入水中，發熱發音而溶解。溶液有酸性，所以此物亦稱**磷酸酐**(phosphoric anhydride)。

五氧化二磷與水，以種種的比例化合；將其水溶液久熱，即得通常的**磷酸** (H_3PO_4 , phosphoric acid)，學名**一縮原磷酸**或**正原酸** (orthophosphoric acid)。^①

① 從P五價，原磷酸當為 H_5PO_5 ， H_3PO_4 是原磷酸中去一分子水而成，稱為一縮，同樣 HPO_3 是去二分子的水，故稱二縮。



磷酸爲三鹽基的酸，通常加熱便失去一分子的水，成二縮原磷酸 (HPO_3 , metaphosphoric acid) 或稱偏磷酸。

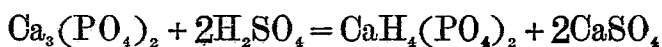
187. 磷酸鈉 通常稱爲磷酸的，是一個三鹽基性的酸，若同一價金屬如鈉置換，便有得三種鹽的可能，就是 Na_3PO_4 , Na_2HPO_4 ，和 NaH_2PO_4 。因爲磷酸是個弱酸，故第一種的正鹽，加水分解的反應很強，不能安定，通常所謂的磷酸鈉 (sodium phosphate)，實係第二種鹽，應當叫做磷酸氫二鈉，此物爲無色結晶，含有十二分子的結晶水，以碳酸鈉中和磷酸便得。

188. 磷酸鈣 天然存在的磷酸鈣，是磷酸和鈣的正鹽，不溶於水，動物齒骨中多含有此物。

磷爲生物體內營養上不可缺少的元素之一，土壤中所存的磷酸鈣，因水和二氧化碳的作用，徐徐變成可溶鹽，爲植物吸收。故土中的磷漸漸

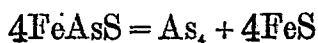
減少，所以須用磷酸肥料來補充。

製造磷酸肥料的方法，即在使天然不溶之磷酸鈣，變成可溶的酸性鹽，普通將碾碎的磷酸鈣，和以適量的鉛室硫酸，便起以下的變化，



所得的酸性磷酸鈣，取若干的結晶水而成塊狀，碾碎便可用作肥料，普通所謂過磷酸石灰 (superphosphate of lime) 即是此物。過磷酸石灰的製造，為一種大工業，需用硫酸量很大。我國江蘇海州，山東青島一帶，有磷灰石礦 (apatite) 甚富，其中主要成分就是磷酸鈣，現在還沒有去利用。

189. 砷 砷 (As, arsenic) 多和硫黃及金屬化合而產出，以雞冠石 (As_2S_2) 雄黃 (As_2S_3)，硫砷鐵礦 (FeAsS) 等，較為普通。取硫砷鐵礦，封閉器內，加熱，則砷昇華。其分子式為 As_4 。



砷是灰白色的固體，有光澤而性質很脆，在空氣中燃燒，成氧化物。砷及其化合物都很毒，但有時藥中含有微量的砷質，有殺菌和補血的功效。砷和鉛的合金，為製榴散彈的原料，普通約含砷百分之一，可增硬度，且易製成球形。

190. **砷的氧化物** 砷和他的氧化物，在空氣中燃燒，即生**三氧化二砷**(arsenic trioxide, As_2O_3)，俗稱有砒霜，白砒，砒石等名，為白色的粉末，有毒，可用以殺蟲。普通人若一次食到 0.06 公分，便可致命。解毒藥用新製備的氫氧化鐵，因為他能和三氧化二砷，合成一種不溶解的物體。

三氧化二砷微溶於水，他和水化合，得**亞砷酸** (H_3AsO_3 , arsenious acid)，但有時這名稱即用來指上述的氧化物，用時須留意。

三氧化二砷的用途，除前說殺蟲外，還可以保藏獸皮。製玻璃及琺瑯也用他。

191. **銻** 銻(Sb, antimony) 和硫化合，成輝

銻礦(stibnite)而存在，他的成分，是三硫化二銻(Sb_2S_3)，我國湖南產銻，占世界產額一半以上，所以湖南一省，實為全球產銻最多的地方。

取輝銻礦燒之，成氧化物，再和木炭共熱，即還元得到單質的銻。在一氧化碳的大氣下，銻在百度表 629.2 度熔融，冷後成固體。金屬如鉛等，變固體後，有收縮的性質，而銻則微微膨脹，所以銻和其他金屬合金融熔後，傾入模中鑄物，能使模上花紋，纖微處無不很清楚的顯露出來，最要緊的銻合金，是活字金 (type metal) 用來鑄活字用的。其中含銻最多的有 30%，少的亦 18%，其餘的成分，是鉛和錫（參看§150 齊成分表）。

把銻放在空氣中加熱，即生類似三氧化二砷的氧化物，稱為三氧化二銻 (Sb_2O_3 , antimony trioxide)。許多的氧化物和酸類，都和砷的相類，不過酸性較弱。

192. 鉍 鉍 (Bi, bismuth) 在自然界中存在的，多為單質，為帶紅的灰白金屬，質硬且脆，很易融熔，重要的用途，在製造易熔的合金。

鉍和砷銻等相像，生三價的化合物，溶解於硝酸，得硝酸鉍($\text{Bi}[\text{NO}_3]_3$, bismuth nitrate) 的溶液。他的氫氧化合物，鹼性極弱。各種鹽類，易起加水分解，如硝酸鉍的溶液，加多量的水，便有白色的鹼性鹽沈澱出來，俗稱次硝酸鉍(bismuth subnitrate)，學名應為二氫氧化硝酸鉍 ($\text{Bi}[\text{OH}]_2\text{NO}_3$)，醫藥上用之。

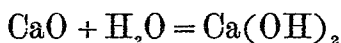
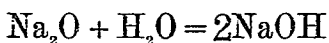
193. 金屬和非金屬化學性的差異 非金屬的元素，除空氣中有少數的氣體，不和一切的物質化合外，其他非金屬元素，均和氧化合。他們的氧化物，都和水化合後成酸，舉例如下，



所以非金屬的氧化物，稱為酸性氧化物 (acidic

oxide)。

金屬的元素，通常不和氫成安定的化合物，他們的氧化物，多和水化合生鹼，舉例如下：



所以金屬的氧化物，稱做**鹼性氧化物**(basic oxide)。

金屬和非金屬，無判然的區別，如銻質雖有金屬的光澤，但性質很脆；他的氫化物已有不安定的趨勢，而氧化物又酸性和鹼性都有，所以他的性質，介於金屬和非金屬之間，但通常稱為金屬。這類能化合成酸又能化合成鹼的元素，常叫他作**兩性元素**(amphoteric elements)

問 題

1. 舉幾種同素體的例子，比較磷碳和硫的各種同素體？
2. 就你已經知道的知識，那些元素是植物所必需，但是不能從普通土壤和空氣中得到的？
3. 試寫方程式，來表明從輝銻礦取銻的經過。

4. 試比較砷和銻的化學性質之同異。
5. 試述磷的存在，和磷在天然界的循環。
6. 黃磷何故須保存於水中？

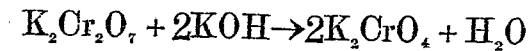
第二十四章 鉻 鉬 錳 鎳 鈷

194. 鉻 鉻 (Cr, chromium)在天然界，和鐵成鉻鐵鑛 (FeCr_2O_4 , ferrous chromite)，和鉛成鉻鉛鑛 (PbCrO_4 , lead chromate)。用鋁和氧化鉻配成的混合體，起作用之後，可以從鉻的氧化物裏，將鉻還元成元素。鉻是銀白色的堅硬金屬，不易氧化，不和硝酸起作用，能溶在硫酸，氫氯酸裏。最大的用途，是煉特種鋼，能增加硬度，又使鋼不生鏽，四分之三的特種鋼，都要用鉻。電鍍亦用不少的鉻，鍍鉻之後，物品不受氧化，不被酸侵蝕，能耐熱，表面光亮，有鉑的光澤。在工業和國防上，都占重要地位，可惜我國蘊藏很少。

195. 鉻的化合物 將鉻鐵鑛，碳酸鉀，硝酸鉀混和，燒融之後，用水溶出產生的新物質，加

酸，能得橘紅色的結晶，名**五縮二原鉻酸鉀**又稱**一縮二鉻酸鉀**俗名**重鉻酸鉀** ($K_2Cr_2O_7$, potassium bichromate)；是鉻的最普通的化學品，氧化性很強，電池裏要用，有機工業上，用作氧化劑。

把氫氧化鉀加在五縮二原鉻酸鉀的溶液，橘紅色會變成黃色，便是**鉻酸鉀** (K_2CrO_4 , potassium chromate)。



鉻酸鉀是黃色結晶，在溶液裏遇了酸，就變成五縮二原鉻酸鉀。

加濃硫酸到五縮二原鉻酸鉀裏，便有紅色針形的結晶分出，是**三氧化鉻** (CrO_3 , chromium trioxide)，又名**鉻酐** (chromic anhydride)，和硫酐相同。鉻也是六價，所以鉻酸和硫酸的組織相同，鉻酐是強氧化劑。

用二氧化硫或別的有還元性的物質，加到五縮二原鉻酸鉀和硫酸的溶液裏，便有綠色的三價

鉻鹽發生，名硫酸鉻 ($\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, chromic sulfate)。再加硫酸鉀，就有紫色的結晶發生，組織和明礬相同，名叫鉻鉀礬 ($\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, chrome alum)。染色和製革，都要用他，製成的革，有淺綠色。製造所需的時間，比紅皮短，俗名綠皮。

鉻也有二價的化合物，只因易受氧化，不易製成。

196. 鉬和錳 鉬 (Mo, molybdenum) 和錳 (W, tungsten)，都是稀有的金屬。鉬是銀白色，非常堅韌，從硫鉬礦 (MoS_2 , molybdenite) 或鉬鉛礦 (PbMoO_4 , wulfenite) 煉出。鉬最大的用途，是煉高速鋼，鎗管鋼，破甲彈鋼等。鉬酸鉍 ($(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$, ammonium molybdate) 在淡硝酸溶液裏，遇了磷酸根，便生黃色沈澱，名磷鉬酸鉍 ($(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3 \cdot 2\text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, ammonium phospho molybdate)，用來鑑定磷酸，是最精確不過的。福建，廣東，浙江都有鉬礦。

鎢在自然界成重石(CaWO_4 , scheelite)和鎢錳鐵礦($(\text{FeMn})\text{WO}_4$, wolframite),我國產鎢之多,是世界第一,湖南,江西,福建,廣東,河北,都有出產。由礦煉成三氧化鎢(WO_3 , tungsten trioxide),用氫或鋁粉和三氧化鎢的混合物起作用之後,可以將鎢還元成金屬元素。鎢是鐵灰色,比水晶硬,比鐵重,熔點 3250°C ,可以抽成最細的絲,電燈和無線電真空管,都要用他。用鎢煉成的鋼,在高溫度也不變性,高速鋼和內燃發動機,都是用鎢鋼造成。鎢和鉬煉成的鋼在高溫度亦不受化學作用,可以代替鉑,作內燃機裏的發火塞。

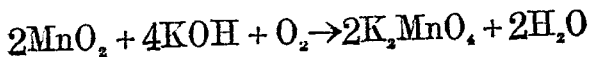
用碳酸鈉和鎢煉製成的鎢酸鈉($\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, sodium tungstate),用作媒染劑,鉬酸鉍亦用來染絲羊毛皮革,三氧化鎢可作黃色顏料。

197. 錳 錳 (Mn , manganese) 在自然界,大概成氧化物,名軟錳礦(MnO_2 , pyrolusite),褐錳

鑛 (Mn_2O_3 , braunite)。湖南出產最多，江西，浙江，河北，廣東，亦有出產。煉錳的方法，和鎢鉻都相同。錳是灰色的金屬元素，略有紅色，最大的用途，在煉鋼煉鐵，要先做成錳鐵 (ferromanganese)。錳鋼是特別硬，軋碎機，轉灣的火車鐵軌，保險箱，都是用錳鋼做成。含錳的鐵鑛，煉鐵打刀，特別鋒利。

198. 錳的化合物 天然的軟錳鑛，含二氧化錳 (MnO_2) 的成分不一定，二氧化錳是黑色，有氧化性，實驗室裏製氯，用他作氧化劑。玻璃砂裏含鐵多時，會使玻璃有綠色或黃色，加入二氧化錳，可以除去顏色。油漆工業，亦用作乾燥劑 (drier)。製造乾電池，和瓷器上寫字，都要用他。

二氧化錳和氫氧化鉀，在空氣裏，加熱融化，便生綠色的錳酸鉀 (K_2MnO_4 , potassium manganate)。



溶在水中，可作消毒劑用。加少量的硫酸，就變成濃厚的紅紫色，成了高錳酸鉀(KMnO_4 , potassium permanganate)。

高錳酸鉀，是深紫色的結晶，有很大的氧化力。他的溶液，很少的幾滴，亦能使很多的水有顏色。倘水中有易被氧化的物質，便不會有顏色，因為錳被還元到二價，離子是淡紅色，不易看出之故。用此法可以測定城市飲水裏的有機物質。高錳酸鉀在醫藥上，用作消毒藥，有斂性，只能用淡溶液。

錳有各種原子價的化合物，二三四六七各價都有，



二價

三價

四價

六價

七價

錳酸和鉻酸，高錳酸和過氯酸分子式都相似。

199. 鎳 鎳 (Ni, nickel) 由鎳的硫化物或矽酸鹽鑛煉出，是灰白色的金屬元素，有磁性，在

空氣中，不生變化，因此將鎳鍍在各種金屬的外面，以資保護。銅和鎳配成的齊，可以鑄貨幣，造洋銀(German silver)。用鎳煉成的鋼，是不生銹的，用來造軍艦的鐵甲。炮身鋼，護甲鋼，也要用鎳。四川，浙江，都有鎳礦發現。

鎳的原子價，通常是二價，如硫酸鎳(NiSO_4 , nickel sulfate) 一氧化鎳 (NiO , nickel oxide) 都是二價。亦有三價的化合物。鎳鹽的溶液，都是綠色，或帶綠色。

200. 鈷 鈷(Co, cobalt) 常和鎳，混合成礦，通常都從礦裏製出鈷的氧化物來，再用製錳鎳等金屬的方法，製成元素。

鈷的化合物，有二價和三價的。鈷鹽的溶液，是暗紅色。鈷的氧化物，有一氧化鈷 (CoO , cobaltous oxide)，和三氧化二鈷 (Co_2O_3 , cobaltic oxide)。還有鈷的矽酸鹽，和鋁酸鹽，都用在陶瓷工業裏，作藍色顏料，俗名碗青。我國雲南，

福建，浙江，都有鈷礦，還未能精煉。

問 題

1. 把鉻和錳的性質，作一比較。
2. 把本章所講的六種元素的特性，分別指出來。
3. 把你所知的能作油漆顏料的化合物的名子，全寫出來。
4. 有那些元素，是煉鋼用的，煉成的是什麼鋼，列成一表。
5. 以方程式表示用鋁還原下列氧化物成爲金屬的反應。
(1) 氧化鉻 (2) 氧化鎢
6. 下列各種離子，在水中是什麼顏色？
 Cr^{3+} , CrO_4^{2-} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, Mn^{2+} , MnO_4^{2-} , MnO_4^- , Ni^{2+} , Co^{2+} .

第二十五章 放射性元素

201. 放射性元素 鈾(U, uranium)和鐳(Ra, radium) 都是稀有的金屬元素，常相伴而生，鈾早已發見了。1910年，居利夫人(Marie Skłodowska Curie) 從瀝青鈾礦 (pitchblende) 裏，發見極微量的鐳，用電解法得到銀白色的金屬。鐳所特有的放射性，並不因化合後而喪失，普通講到用鐳，都是用他的溴化物。

鐳的普通化學性質，和鋇相似，亦屬於土族。

用黑紙包鈾或鐳鹽，放在照相乾片上，乾片便感光而有照相的作用。鐳又能使他附近的空氣傳電。研究的結果，知道由於此類物質，能自然的射出和光線相類的線來，這種性質，稱為放射性 (radioactivity)，如鈾鐳等，有這性質的元素，稱為放射性元素 (radioactive elements)。鐳的放

射能力很强，約爲鈾的二百萬倍，所以通常講放射性，用他做代表。

202. 三種放射線 由鐳所發的放射線，從他對於磁石的反應，可以分作三種，如圖所示。(1)

稍偏於左的，稱爲 α 線，帶陽電性，有質量，與氦相同，使空氣傳電的力量最大。

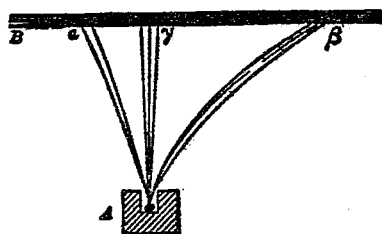


圖 70 鐳的放射線

(2) 向右彎曲的，稱

爲 β 線，帶陰電性，有質量，和電子(electron)相同，爲氫的 $\frac{1}{1840}$ ，速度和光相近，照相的作用最大。(3)不偏的，稱爲 γ 線，常伴 β 線而生，不含質量，僅一種波動而已。

203. 鐳的價值和用途 鐳在礦石中，存量極微，在美國西部開採的鐳礦，約一百五十噸礦石，始能獲到0.2公分的溴化鐳，提取時，手續繁多，消費甚大。因爲醫藥上需要甚殷，所以價值奇貴，

約較黃金貴十二萬五千倍，每公分價四五十萬元，普通買賣以每公絲計算，要算世界上最貴的物品了。

鐳用在醫藥上治療功效極大，尤以治癌腫 (cancer) 爲有名，此外亦有利用他來做夜光漆等物的。

問 題

1. 鐳和鈣鎂等金屬相似，你想他應該有些什麼化學性質？
2. 鐳的放射線中，什麼線是氦氣，什麼線是電子流，還有什麼線是真正和光線一樣？

第二十六章 週期律

204. **元素的分類** 從以前所述各元素的性質看來，往往有幾個元素，性質相似，有鹼金屬，鹼土金屬，和鹵素等類。這都是特別顯著的例子。他如矽和碳相類，硫和氧相類，鐵鎳鈷都有磁性，氮磷砷銻鉍是三價和五價的元素，他們的氫化物和氧化物的組成也是相類，各自成爲一族。空氣中所含稀有的氣體，如氦，氫，氬，氙等，都是單質存在，不和他物化合，總稱爲稀氣元素 (rare gas elements)，亦成一族。

205. **元素的週期表** 從各元素原子量的順序，把他們列成一表，我們便看到各元素的性質，逐漸變遷，經若干間隔，週而復始，可以表示各元素間相互的關係，得到**元素的週期系** (periodic system of elements)。列成的表，稱爲**週期表**

(periodic table)，說明他們的關係稱爲週期律 (periodic law)。

週期律，由俄國化學家門得雷業夫 (Dmitri Ivanovich Mendeleëff) 提出，當時已知原子量的元素，不過六十餘種，上面所列的表，係據最近的學說，略加修改，並把陸續發見的元素補入其中。

206. **屬和週期** 表中列在同一縱行的元素，性質極相近，原子價相同，其強弱的順序，從原子量而逐漸變遷，此等元素，稱爲**同屬** (same group) 的元素。鹼族元素，均在第 I 屬，銅和金銀，亦在第 I 屬，在右邊的爲 a 羣，在左邊的爲 b 羣，同羣的元素，其性質尤相類似。鹼土族金屬。都在第 II 屬，鎂鋅鎳鋇，亦在第 II 屬。土族元素，在第 III 屬。碳族錫族在第 IV 屬。氮族在第 V 屬，氧族在第 VI 屬。鹵素族在第 VII 屬。稀有氣元素在第 VIII 屬，鐵族和鉑屬，在第 VIII

屬。其他未講到的元素，亦各從他的性質，排入相當的屬中。

表中在同一橫列的元素，他們的性質，是遞變的，此等元素，稱爲**同列**(same series)，從一元素起，橫行到其次同族類似的元素，稱爲**一週期**(one period)。第1週期，僅有氫氦兩元素。第2週期，從鋰到氖，共八個元素。第3週期，從鈉到氬，亦八個元素。第4週期，從鉀到氙，共十八個元素。第5週期，從銣到釷，亦十八個元素。第6週期，從銻到釷，共有三十二個元素，其中含土族稀有金屬鈾(Ur, cerium)等十餘元素，這類金屬，非常相像，難於分離，統稱**稀土金屬**(rare earth metals)。第7週期，已確定原子量的元素，只有從鐳到錒的五個元素，他們有特殊的性質，稱爲**放射性元素**。

207 週期表的功用 從週期的關係看來，凡是同屬的元素，互相類似，同列的元素，其性質

則依次遞變，所以從隣近元素的性質，便可以推知一元素的性質。在門得雷業夫初創週期律的時候，鈦(Sc, scandium), 鎩(Ga, gallium), 鏷(Ge, germanium) 三元素均未發見，門氏從前後上下各元素的性質，預言應有如何如何性質的元素存在，未久，此等元素相繼發見，門氏的話，完全證實，週期表律乃益爲人重視。五十年來，發見的新元素，不下二十餘種，在週期表中，各有相當的位置，毫無疑難發生。至於今日，表中空位，可以說完全填滿，^①不過近年發見的元素還沒有充分證實。

208. **原子序數** 依週期表中所排列各元素的先後，順位以數字表之，叫做**原子序數** (atomic number)。未有元素的空位，亦定了序數，以待發見。從氫^① 起到鈾 (92) 止，共有九十二個元

① 原子序數 85 和 87 兩個元素，近二三年來已經有美國化學家數人聲明發現，叫 85 的爲 alabamine, 87 的爲 virginium。

素。原子序數，實驗上的確定，是從 X 光景的研究得來，這工作是一位英國青年物理學家摩斯來 (H. G. J. Morseley) 氏偉大的供獻，從理論和實驗研究的結果，知道這一二三四等等的序數是各元素固有的根本性質，在化學上居重要的位置。元素的性質，與其說從原子量的順序，還不如說從原子序數而有週期的關係，較為切當。

問 題

1. 試說明元素週期表的價值。
2. 試寫以下各化合物的分子式；氫氧化鈷，氧化鈦，溴化鎘，及硒化氫。
3. 試依據週期表，說明原子數為 85 及 87 兩元素應有之性質。

第二十七章 燃 料

209. 燃料 凡經過燃燒和氧化，而能供給熱的物質，都是燃料 (fuel)。燃料的種類很多，煤，柴，木炭，是固體燃料，石油，火酒，是液體燃料，煤氣是氣體燃料，都是含碳的物質。燃料是一切機械的發動力的來源，工業和國防，都靠燃料作命脈。

210. 木材和木炭 植物的枝葉和幹，以及其他部份，都含有碳和氫氧三元素，在空氣裏，到了相當溫度，即能發火燃燒。在空氣不足的場所，受熱亦不能燃燒，到 350°C ，便自行分解，發生氣體和熱，變成



圖 71 燒木炭的窯

了木炭(charcoal)。舊法用木材在窯裏燒成木炭，升火之後，不要通氣，幾天之後，滿窯都成了木

炭。新法用乾餾法(dry distillation)，將木材用鐵

- A.A: 木材車
- B: 大乾餾室
- C.C: 揮發物的導管
- D.D: 凝集器
- F.F: 火爐

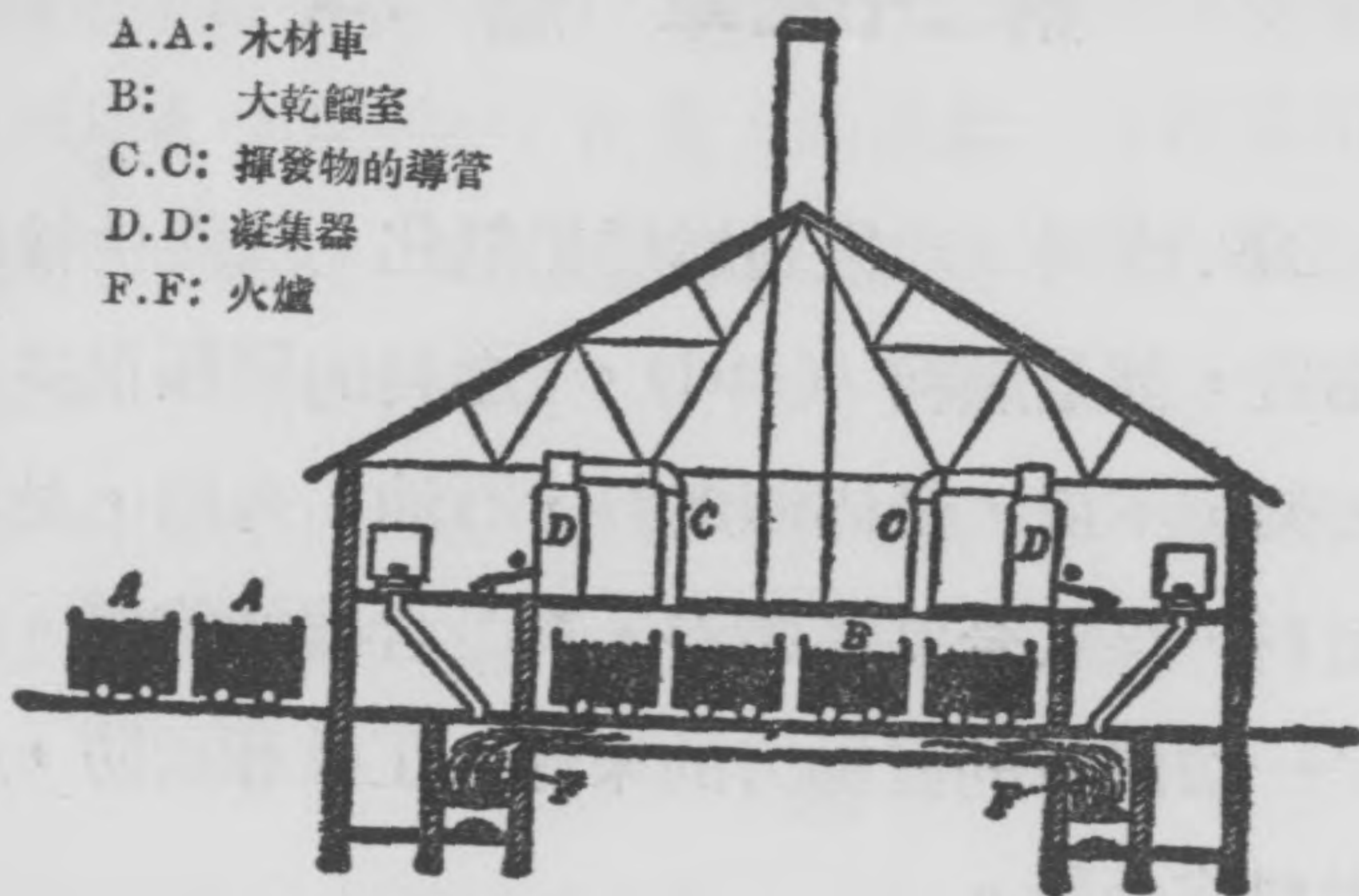


圖 72 木 材 乾 餾 廠

車運進鐵窯，封閉之後，不通空氣，加熱，把木材熱到 350°C ，以後停火，讓他自己發熱，候溫度下降，即取出木炭來。木材的揮發部份，使其凝集，有**木精** (wood spirit) 和**醋酸** (acetic acid) **木氣** (wood gas) **木膏** (wood tar) 等等，有價值的副產物。

211. **煤和焦煤** 太古的陸地植物，因地殼發

生變化，埋在地下，受了上面的壓力。再受下面的地熱，在地下實行乾餾。經了多年之後，受變化深的，成了無烟煤(anthracite)，稍淺的是烟煤(bituminous coal)，再其次是褐煤(brown coal)泥煤(peat)。無烟煤含碳最多，泥煤和植物相近，我國地下所藏的煤量，在遠東是第一，大多數是烟煤。

焦煤(coke)是將煤乾餾成的，要將無烟煤和烟煤，照合宜的比例混和，就能得很好的焦煤。煉焦煤的副產物是煤膏(coal tar)又稱煤焦油是有機化學工業和製造炸藥的基本原料。從煤膏裏，可以製造無數的藥品及染料等出來，焦煤又是冶金工業不可少的原料，一國的國防和工業能否自立，可以從煉焦煤事業斷定。我國現在用的焦煤，江西河南河北只能供給一小部份，煤膏全無人提煉。

212. 石油 古代的海產生物，埋在地下，便

成**石油**(petroleum)，是各種複雜的烴的混合體。我國發現石油的範圍很大，從東三省起，蒙古，陝，甘，四川，新疆一帶，都有油苗出現。陝西延長縣，已有小規模的油廠，四川的石油鑛，正在探查。

有石油鑛的地方叫**油田** (oil field)，從油井裏取出的叫**原油** (crude oil)，是暗綠色或暗黃色。蒸餾之後，在 150°C 以下蒸出的，叫**粗揮發油** (crude naphtha)，再經分餾，可以得**揮發油** (naphtha)和**汽油**(gasoline)，作溶解油脂的溶劑，和汽車飛機的燃料。 150°C 以上至 300°C 蒸出的，叫**粗煤油**(crude kerosene)，可以分餾成**煤油** (kerosene)又名火油，**蘇辣油** (solar oil)，作油燈和發動機的燃料。 300°C 以上蒸餾出的，叫**重油** (heavy oil)，可以提煉成**機器油** (engine oil)，或**滑潤油**(lubricating oil)。剩餘的是**柴油** (fuel oil) 或**瀝青**(pitch)。揮發油，汽油，燈油，機器油，

滑潤油，都要用淡硫酸和氫氧化鈉溶液洗淨，將雜質除去，纔能合用。重油，柴油，原油，再經裂解(cracking)之後，可得汽油。

近年有從煤以蒸餾石油的代用品的方法。將煤在 800°C 以下的溫度蒸餾，所得的凝集物，可以提煉煤油汽油，這種方法叫低溫碳化法 (low-temperature carbonization)。

213. 煤氣 用含揮發物多的煤，在鐵製的蒸餾甌(retort)裏加熱，便有煤氣(coal gas)和煤膏放

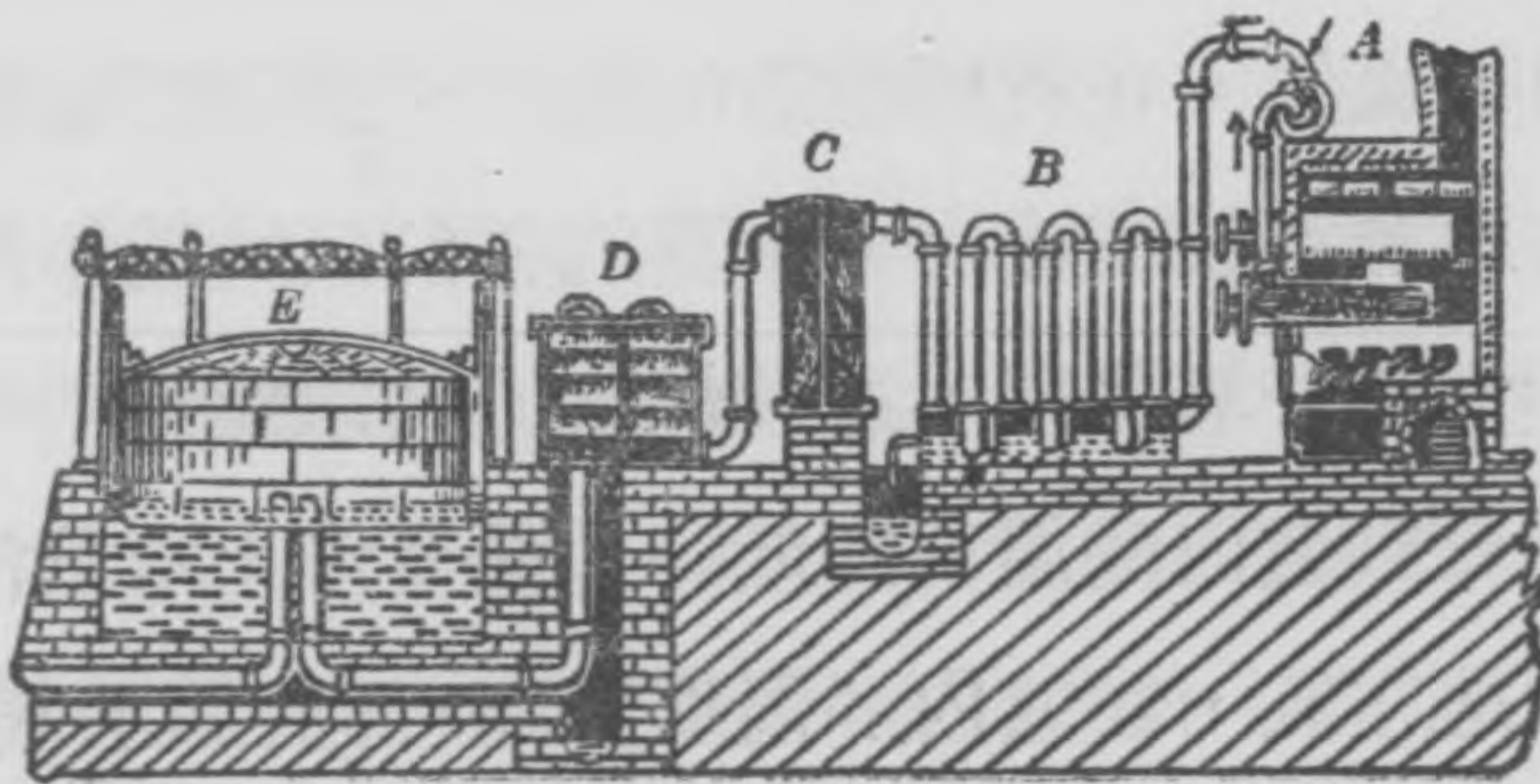


圖 73 製煤氣

置煤於右方中部二個粘土製圓壩中，密閉加熱，所生氣體使經盛水管 A 和冷凝管 B，而入於貯焦煤的燒器 C，次入 D 箱內，遇氧化鐵，除去硫化合物，終集於氣槽 E，由鐵管送於各處，以供使用。

出。煤膏受冷凝集，煤氣經洗滌器後，將氨和硫化氫除去，即可供用。甌內剩下的是焦煤，製煤氣和煉焦煤的設備，大概相同，只是營業的目的不同。煤膏却是重要的產物。煤氣裏含有甲烷，氫，一氧化碳，量的多少不定，隨煤的品質而變。

天然煤氣 (natural gas) 的成分，變化不同，可用活性炭，分出分子量較大的烴，即是**煤氣汽油** (natural gas gasoline)，是最好的汽油。

工廠裏要用煤氣時，不用乾餾煤的方法，亦能製成煤氣。在特別建造的爐內，把煤燒到白熱，就將水蒸汽放進爐內。水蒸汽和白熱的碳作用，發生氫和一氧化碳，這種煤氣，名**水煤氣** (water gas)。到爐內的溫度降低時，便要停止水蒸汽；再放進空氣，候爐內的溫度升高，再放進水蒸汽，工作時作時停。

若是將水蒸氣和空氣同時放進爐內，空氣的量不充足，爐裏祇能發生一氧化碳，氮是不和碳

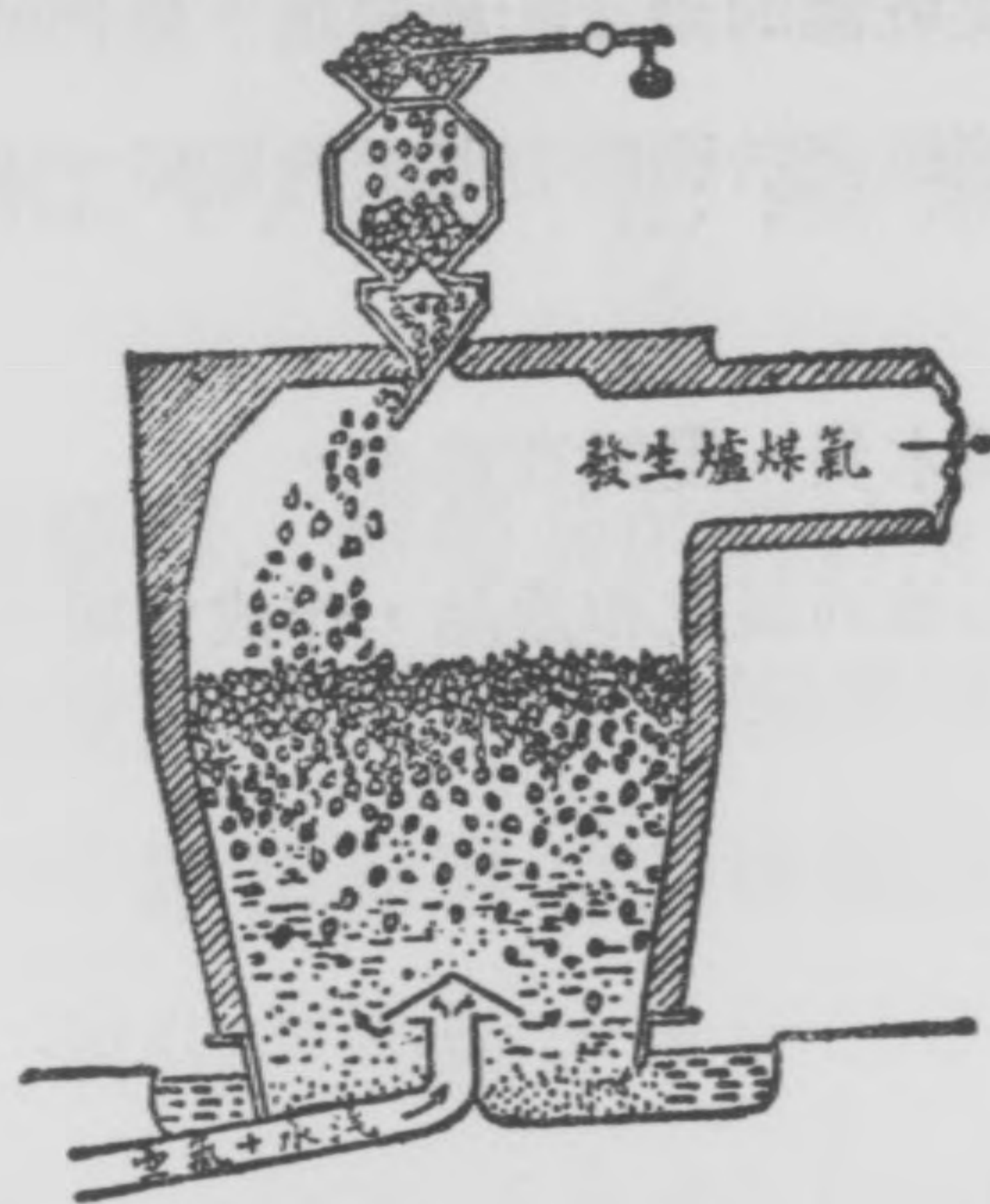


圖 74 製發生爐煤氣

起作用的，通過碳層，仍無變化，水蒸汽和碳，發生氫和一氧化碳。這通過碳層後的混合氣體，名叫**發生爐煤氣**(producer gas)。現在用木炭代汽油的汽車，是利用發生爐煤氣作發動機的燃料的。無論何種煤氣，都可用作發動燃料。

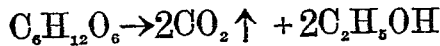
問 題

1. 用方程式說明水煤氣發生時的化學變化。
2. 水煤氣和發生爐煤氣的成分，有什麼不同？

-
3. 木材和煤乾餾的副產物相同嗎？他們的用處在那裏？
 4. 汽油和焦煤對於國防有怎樣的關係？木炭和國防有無關係？
 5. 用新法製木炭，優點在那裏？
 6. 將煉製石油的溫度和產品，作成簡明的統系表。

第二十八章 醇 酯 醚

214. 酒精發酵 將葡萄的榨汁，裝在瓶裏，過了幾天，便發酵成葡萄酒。因為附在葡萄上的酵母 (yeast)，把葡萄裏的各種糖，都變化成醇 (alcohol) 和二氧化碳的緣故。



酵母裏含得有能使糖變成醇的物質，名醇酵質 (zymase)，是許多酵質 (enzyme) 的一種。因有醇酵質的接觸作用，發酵便得進行，所以發酵 (fermentation) 是一種由生物體裏的接觸劑，引起的化學變化。釀酒的名酒精發酵 (alcoholic fermentation)，釀醋的名醋發酵 (acetic fermentation)，此外還有不少的種類。

我國的糯米酒紹酒等等，都要用酒藥和酒麴發酵，因為我國釀酒的原料，都含很多的澱粉，

酒藥裏和酒麴的酵質，有許多種，一部份先把澱粉變成糖，再由另一部份的酵質，把糖變成醇。糯米酒紹酒在發酵的前半期，流出的汁有甜味，以後纔有酒味，便是這個緣故，另外有一部份的酵質，再將醇變成有特別香味的物質，可是各地的酒藥不全相同，釀造時的情況亦不一樣，發酵的過程，也不相同，所以各地的酒，便有不同的香和味了。

糯米酒，紹酒，葡萄酒，香檳酒，啤酒，都是發酵便成的酒。高粱燒，汾酒，大麴，白蘭地，威士忌，都是發酵後再蒸餾成的酒。未經蒸餾的酒，含醇的量少，曾經蒸餾的便含得多。

215. 乙烷醇 酒精發酵的主要產品，便是乙烷醇(C_2H_5OH , ethyl alcohol)，簡稱乙醇，俗名酒精 (spirit of wine)，又名火酒。工業上製造乙醇，用糖蜜，番薯，馬鈴薯作原料，發酵的酵母，亦是特別培養的，發酵之後，用很複雜的蒸餾器，

蒸成酒精。

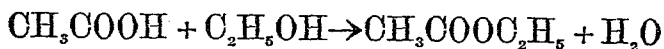
乙醇是無色的液體，有香味，沸點 78°C ，密度 0.82，在水裏的溶度無限量，無論乙醇多少，總能溶解。濃厚的乙醇，容易吸收水分，工業上製成的酒精，含乙醇只有 95%，要造成純粹的乙醇，很不容易。純粹的乙醇，名絕對酒精 (absolute alcohol)。

乙醇容易着火，燃燒後成水和二氧化碳，發熱很多，無烟，所以實驗室裏，用來點燈。用鉻酸氧化乙醇，便得乙醛 (CH_3CHO , acetaldehyde)，是容易揮發的液體。乙醇被醋化菌 (mother of vinegar) 氧化，便成乙酸 (CH_3COOH , acetic acid)。

酒精能溶解許多物質，是一種有機溶劑 (organic solvent)，香水，油漆，都用他作原料。醫藥上用的酒精溶液，名叫醇液 (tincture)。工業上用酒精，製造各種的有機化合物，又可代替汽油，作汽車燃料，所以酒精不僅是工業國的工業原料，

亦是農業國的交通材料。歐戰後法國竭力提倡用酒精代替汽油，作汽車和內燃機的燃料，是完全從國防和經濟上着眼的辦法。

216. 酯 把濃硫酸加進乙酸（即醋酸）和乙醇的混合液，熱到140°C，有無色的液體餾出，比水輕，有香味，稍能在水裏溶解，名叫**乙酸乙酯**（ $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$, ethyl acetate）。



乙酸

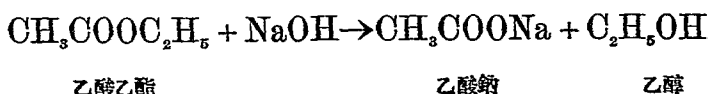
乙醇

乙酸乙酯

若是用甲醇或木精（ CH_3OH , methyl alcohol or wood alcohol）代乙醇，可得**乙酸甲酯**（ $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$, methyl acetate）。凡酸的能成離子的氫，和醇中的羥基，化合成水，剩餘的部分，化合成的物質，統名叫**酯**（ester）。

產生酯的化學反應，是可逆反應。只用乙酸和醇混合，雖都成酯，但是很少很慢，加酸之後，便加快了，這叫**成酯**（esterification）。**酯**和

水的溶液裏，有加水分解，能生酸和醇，如有鹼存在，作用便可更快些，有時用淡酸，亦能促進分解作用。用鹼使分解出的酸都變成鹽，這種分解作用，叫作鹼化(saponification)。



217. 醚 把濃硫酸和乙醇加熱，大概在 140°C 有無色的液體出，比水輕，有香味，名叫乙醚($(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$, ethyl ether)簡名醚(ether)。



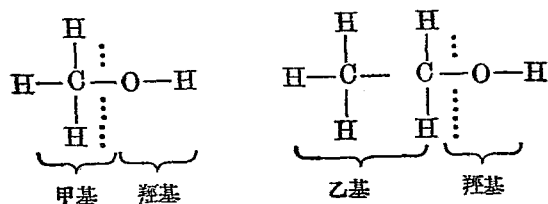
沸點 35°C ，很易揮發，蒸氣很易著火，使用時，不可近火，以免發生危險。醚在水裏的溶度不大，在醇裏的溶度很大，能溶解油脂等等，也是一種有機溶劑。醫藥上用作麻醉劑。

甲醇和濃硫酸，也能產生甲醚($(\text{CH}_3)_2\text{O}$, methyl ether)，在普通溫度是氣體，性質和乙醚相似。凡由醇二分子縮合，失去一分子的水，二個烴基直

接和一原子的氧結合成的物質，統叫作醚(ethers)。有兩個烴基全相同和不相同的二類。例如甲乙醚($\text{CH}_3\text{OC}_2\text{H}_5$, methyl ethyl ether) 便是兩烴基不相同的醚。

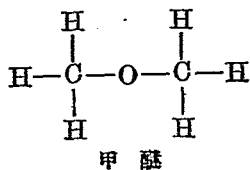
218. 醇酯醚的構造 甲醇，乙醇，都能和醋酸產生酯，可見都含有氫氧基簡稱烴基(hydroxyl group)。甲醇乙醇除去烴基以後，剩下的只有 CH_3 和 C_2H_5 了，這名甲基(methyl radical)，和乙基(ethyl radical)。醇便是各種的烷基和烴基合成的。

若是用三氯化磷(PCl_3 , phosphorous trichloride)和甲醇乙醇作用，便有 CH_3Cl 和 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ 產生，名一氯甲烷(methyl chloride)，和一氯乙烷(ethyl chloride)，即是甲醇乙醇和氫氯酸所成的酯，足見甲基和乙基確是存在的。若是將鈉和醇起作用，便有氫放出，足見烴基亦是存在的。有這許多的證明，就可決定醇的構造，是由一個烷基和烴基合成的。



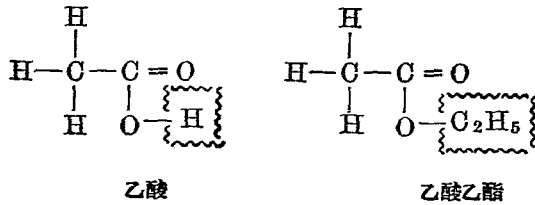
這是甲醚和乙醇的結構式，可縮寫成 CH_3OH ，和 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ，也可以表示他們的性質，這叫示性式(rational formula)。

甲醚的成分和乙醇一樣，但乙醇和甲醚的性質，全不相同，結構式應該是



所以甲醚和乙醇，是同質而異性的物體、名同分異構物(isomer)。這種例子，有機化合物裏很多。

將上面的理由，應用到酯，酯的結構式，是將酸裏酸元($-\text{COOH}$)的氫，用烷基代替成的



219. 有機物的同系物 甲醇和乙醇，都有羥基，性質也相似，乙基比甲基多 CH_2 。丙醇($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$, propyl alcohol)和甲醇乙醇的性質也相似，丙基比乙基也多 CH_2 。他們都只含一羥基，是一元醇類 (monovalent alcohol)，他們的分子式，可用一個示性式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ 來代表。 n 是一二三，醇便是甲乙丙，依此類推。凡分子式相差 CH_2 ，性質又相似的化合物，都可歸納於同一系內，稱曰同系物 (homologous)。甲醚和乙醚，所含的甲基，和乙基相差 CH_2 ，所以甲醚和乙醚，是應屬於名叫醚的一類的。其代表的示性式可以寫為 $(\text{C}_n\text{H}_{n+1})_2\text{O}$ 。

有機酸類中的甲酸又名蟻酸(HCOOH , formic

acid)，和乙酸相差 CH_2 ，合於 $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{CO}_2\text{H}$ 的示性式，他們都含有羧^①基 ($-\text{COOH}$, carboxyl radical)，所以亦歸納在一類裏，名叫脂酸類(fatty acids)。他們的命名法，看 n 是什麼數，照甲乙丙的次序推上去。酯類是酸分子中能電離的氫原子為氫基所取代的化合物。

此外甲醛(即蟻醛， HCHO , formaldehyde)和乙醛(或叫醋醛， CH_3CHO)，也在一個同系裏名叫醛類(aldehyde)，都含有 $-\text{CHO}$ 原子團稱為醛元。丙酮($(\text{CH}_3)_2\text{CO}$, acetone)丁酮($\text{CH}_3\text{COC}_2\text{H}_5$, butanone)，也在一個同系裏，名叫酮^②類，(ketone)都含有羰^③基($-\text{CO}-$, carbonyl radical)。酮類和醛類，是同分異構物。

烴類裏的甲烷，是烷屬烴(paraffin series)的最簡單的一個，乙烯是烯屬烴(ethylene series)最

① 羧，讀如梭，ㄌㄨㄛˊ。羧基亦稱酸元。② 酮，讀如同ㄍㄨㄥˊ。

③ 羰，讀如湯ㄊㄨㄥˊ。

簡單的一個，乙炔是炔屬烴 (acetylene series) 的最簡單的一個，命名的次序，是照碳原子的個數，一二三四的個數，照甲乙丙丁的次序推上去。烷屬烴的碳原子，都用一個價標相連。烯屬烴裏，至少有二個碳原子，要用二個價標相連，其餘的碳原子，和在烷屬烴的情形一樣。炔屬烴裏至少有二個碳原子，用三個價標相連，其餘的和烷屬烴的一樣。他們的構造式和代表式，是



烷屬烴是完全飽和的烴 (saturated hydrocarbons)，烯炔兩屬烴，是未飽和的烴 (unsaturated hydrocarbons)。

問 題

1. 用化學方程式，表明乙醇燃燒時的化學變化。

2. 用方程式，表明製醚時的化學變化。
3. 製酯時用濃硫酸，是什麼用意？
4. 在 $C_nH_{2n+2}O$ 式裏， $n=3$ ，醇和醚可有幾種，把構造式寫出來。
5. 在 $C_nH_{2n}O_2$ 式裏， $n=7$ ，酸和酯有多少種，把構造式寫出來。
6. 在 $C_nH_{2n}O$ 式裏， $n=5$ ，醛和酮可有幾種，把構造式寫出來。
7. 用什麼方法證明發酵時有二氧化碳產生？
8. 試將乙醇的用途，列為數類並舉例說明之。

第二十九章 醣

220. 醣 澱粉，纖維素和糖類的組成，都可以用 $C_mH_{2n}O_n$ 的通式表示，這些物質，都可看作碳和水的化合物，統叫作醣^①(carbohydrates)，舊名炭水化物。他們的分子構造，非常複雜，實際上氫和氧，並不成爲水分子再和碳化合，只是氫氧有和水相同的比例罷了。

植物的身體，差不多全是由醣類造成。動物靠植物生活，人的衣食住行，都要用植物材料。這一類的化合物，是最有經濟價值的。

221. 蔗糖 蔗糖($C_{12}H_{22}O_{11}$, cane sugar, sucrose, saccharose)，是從甘蔗做出的糖，我國福建，四川，廣東，以及爪哇，產的糖都是用甘蔗作原料，德法兩國，用甜菜(beet)作原料。

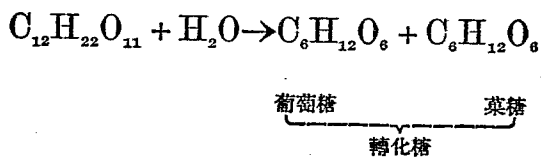
① 醣，讀如唐，去九。

先將甘蔗壓出糖汁，再噴熱水在蔗渣上，再壓出汁來，如此兩次，糖就可以溶完。若是用甜菜作原料，便切成細片，用水將糖溶出，糖汁裏的雜物，濾盡之後，把石灰乳加進去，糖汁裏的各種酸，都變化成鈣鹽，煮沸榨濾之後，各種含氮的化合物，也能除去。隨即通入二氧化碳，將溶解的鈣沈澱去。再通入二氧化硫，把糖汁漂白，此時糖汁要稍帶鹼性，以免糖起變化。這潔淨的糖汁，在真空蒸發鍋裏，把水蒸去，到了一定的濃度，便使他慢慢冷，糖就會結晶出來。用離心濾機將糖蜜 (malasses) 濾去，少用一點水，將糖洗淨，便是純淨的蔗糖，稍有黃色。這糖蜜裏，還含不少的糖質，可用來做果醬，或再提煉糖。最後的糖蜜，便用來製造酒精。甜菜的糖蜜，只能用來造酒精。我國的舊法煉糖，不將糖汁裏的酸和氮化物去掉，糖起了變化，又有雜味，在鍋裏煮時，溫度太高，一部份的糖變焦，所以製成的

糖，總是黃色或焦黃色，又不能結晶，成黏塊的也有。製造的方法不好，因此我國的製糖工業，被洋糖壓倒。

雪白的糖，是從黃色的蔗糖再精煉成的。將黃糖溶在水裏，用骨炭(bone black)將黃色除去，近來多改用活性炭，再經蒸發結晶成的。冰糖是將濃厚的糖汁，放在溫暖地方，讓他冷得非常慢，在很長的時間裏結晶成的。

蔗糖是無色的結晶，易在水裏溶解，味很甜，熱到 160°C 以上，會變成不結晶的糖。燒到 210°C 以上，便分解成焦黃色的糖色(caramel)，用在食品裏加色。酸能使蔗糖起加水分解，生葡萄糖和果糖的混合體，名轉化糖(invert sugar)。



蔗糖的濃溶液，不適於細菌繁殖，貯藏食物，用

作防腐劑。但是甘蔗裏的糖，因甘蔗久置之故，常被細菌分解，是糖業的大損失。

222. 葡萄糖和菓糖 葡萄糖($C_6H_{12}O_6$, glucose, grape sugar)菓糖 ($C_6H_{12}O_6$, fructose, fruit sugar) 是同分異性體，葡萄和各種有甜味的果實，都含有之，蜂蜜裏含得不少，糖尿病人的尿中也有葡萄糖。葡萄糖在水裏易溶，是無色的結晶體，甜味不及蔗糖，純粹的葡萄糖，可用來作靜脈注射，救治身體虛耗的病。

菓糖在植物裏，常和葡萄糖相伴而生，蜂蜜裏也有。他不易成結晶體，酵母能將葡萄糖和菓糖，變成二氧化碳和乙醇。

223. 乳糖和麥芽糖 乳糖 ($C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$, lactose) 是白色的結晶體，含一分子的結晶水，是蔗糖的異構物，甜味很淡。各種動物的乳裏都有，人乳裏將近百分之八，牛乳裏將近百分之五，在冷水裏溶解得不多，沸水裏更少，乳酸菌將他變

成乳酸；又能被加水分解作用，變成更簡單的糖。

麥芽糖($C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$, maltose) 麥芽裏的糖化酵素(diastase)和唾涎裏的唾液糖化酵素(ptyalin)都能將澱粉變成麥芽糖，有甜味，飴的甜味，便從他得來。是白色的結晶，有一分子的結晶水。也是蔗糖的同分異性物。經加水分解之後，變成葡萄糖。

224. 澱粉 植物的地下莖，球根，以及種子裏，都有澱粉 ($[C_6H_{10}O_5]_n$ starch)。米，麥，番薯，馬鈴薯，玉蜀黍，菱，藕，都含不少的澱粉，各種植物的澱粉的形狀不相同，用顯微鏡可看出

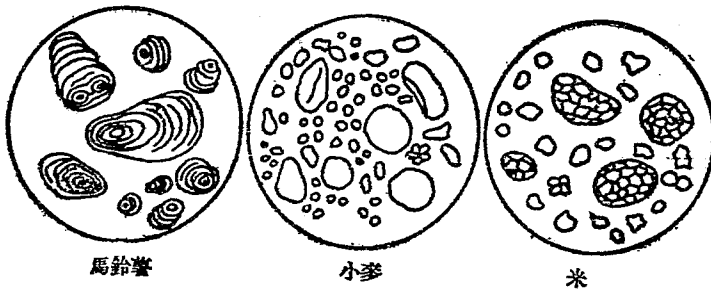


圖 75 澱粉放大圖

來，性質也有些不同，各有特殊的用途。麥粉宜作漿糊，米粉宜作面粉 (face powder)，棕粉宜作西米(sago)，慈菇粉宜作漿粉。

澱粉在冷水裏不溶解，澱粉粒的外層，有一層薄膜，在 80°C 時，薄膜便破，澱粉和水成了漿糊。此後澱粉就易起各種的化學變化，各種含澱粉的食物，要煮熟纔容易消化，即爲此因。澱粉被糖化酵素和唾液變成麥芽糖，再經加水分解，變成葡萄糖，就可吸收在血液裏。澱粉加水分解成葡萄糖之後，若遇酵母起酒精發酵又可變成酒精，同時放出二氧化碳氣。製造麵包，要用酵母或焙粉 (baking powder) 的目的，是利用二氧化碳，受熱膨脹，使麵包疏鬆適口，還可以加點甜味和香味。

澱粉的組成，只好用 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_x$ 來表示，因爲澱粉的分子量還不知道。澱粉遇了碘，便現藍色，這是澱粉的特性，用來檢查澱粉，精確非常。

225. 糊精 把澱粉熱到 $200^{\circ} - 250^{\circ}\text{C}$ ，就變成糊精 ($[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$ dextrin)，有微黃色，水裏溶得很多，溶成濃厚的黏汁，印花布和黏信封郵票，都很合用。糯米和餡裏，都有很多的糊精，所以很黏滯。糊精經加水分解，便成麥芽糖葡萄糖。糊精遇碘，現紫色或紅色。

226. 纖維素 纖維素 ($[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_y$ cellulose) 是製成植物細胞膜的物質，各種植物都有，是細長的乾細胞。形狀隨植物的種類而不同，用顯微鏡可以看出。普通植物的纖維，都不止含纖維素，還有脂肪鑛質木質膠 (lignin) 等等。要用氯或氫氧化鈉煮，將雜物去盡，纔能得純粹的纖維素。棉花是纖維中比較純粹的，只要用淡酸，淡鹼，酒精，醚浸洗過，便是很純淨的纖維素。實驗室裏用的上等濾紙，便是純纖維素造成的。各種動物纖維，如毛絲之類，不是纖維素造成的。人造絲是用纖維素造成的。

纖維素能溶在濃硫酸裏，溶解後，加水煮沸，就變成各種能溶的醱，糊精，麥芽糖，葡萄糖都有，可作製造酒精的原料。淡鹼對於纖維素，無甚作用。濃氫氧化鈉和纖維素，產生一種化合物，在水裏分解，又成纖維素，有絲光，顏色也白嫩些，染色亦容易些，性質和原來的纖維素，大不相同。絲光紗就是用這法做成的。

纖維素在鉍和氫氧化銅的溶液裏能溶解，把紙放在這種溶液裏，候紙面已溶，在輓筒上，壓緊烘乾，便是不透水的玻璃紙。若是做成纖維素的濃溶液，由細孔壓出，再用淡酸浸過，便成人造絲。

227. 製紙工業 我國製紙用竹，用桑楮的比較少。將竹破成竹片，放在石灰池裏浸。把各種雜質分解之後，取出削去表面的青層，洗淨，煮爛，搗成紙漿 (pulp)，再用水洗得潔白，和膠之後，用竹簾提成薄層，乾後便是竹紙。用楮皮用桑皮

造紙，要用碳酸鉀或碳酸鈉溶液煮，製成的都是有特別用途的上等紙，方法相差不多。

近代社會進化，紙的需要增大得非常快，所以有用木材造紙的方法。先將木材切碎，放在酸性亞硫酸鈣($\text{Ca}[\text{HSO}_3]_2$, calcium bisulfite)或氫氧化鈉的溶液裏煮，把木質膠，以及鑛質，分解溶

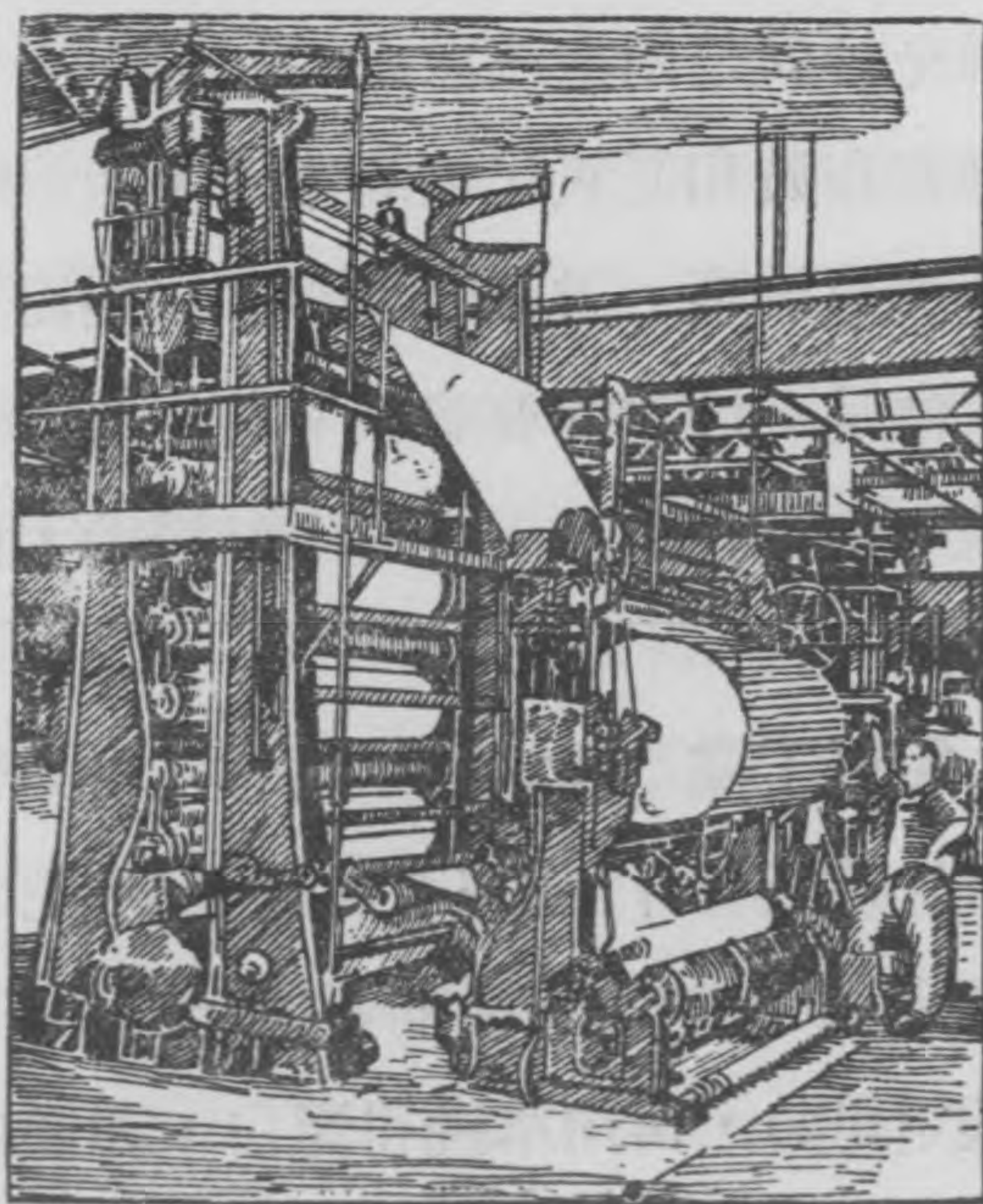


圖 76 機械製紙

去，洗淨之後，再用漂白粉漂白，便成白色的紙漿，加水，再和膠，成薄粥狀，流到銅絲網上，由複雜的機器，壓緊烘乾，即成白紙。如要紙面平滑，須得另加白瓷土澱粉等等充填料。

新聞紙的製造程序裏，不用化學方法，只把木材磨成紙漿，用機器做成紙，這種紙裏，因為木材的雜質未除去，一經日曬，便生變化，發出黃色。造新聞紙用的紙漿，名**機械紙漿** (mechanical pulp)，品質很劣，絕不及製白紙的**化學紙漿** (chemical pulp)那樣好。

228. **纖維素的化合物** 纖維素或棉花，浸在濃硝酸和濃硫酸的混合體裏，便成**六硝酸纖維素** ($[\text{C}_{12}\text{H}_{14}\text{O}_4\{\text{NO}_3\}_6]_n$, cellulose hexanitrate) 又名**火藥棉花** (gun cotton)。洗淨之後，形色依舊。溶在乙醚或丙酮中，成濃厚的膠糊。壓成薄片，乾後，切成細片，再用純鉛粉混和摩擦之。以後片面附有極薄之鉛層，以防吸收水份；即成無烟火藥。

我國兵工廠都能製造，可惜品質不十分好。無烟火藥爆發後，所生的全是氣體。

若是纖維素在硝酸硫酸混合體裏，浸的時間不足，或酸的濃度不足，便成硝化程度較低的纖維素，在 $C_{12}H_{20}O_{10}$ 裏，只有五個以下的硝基加入。這幾種硝基纖維素，統名拍羅西林(pyroxylin)，能在乙醇和乙醚的混合液裏溶解，即成膠綿(coloidion)，可用來塗抹封口以防漏氣，或保護傷口。製造磁漆汽車漆，亦可用他。

用二分的硝基纖維素，和一分的樟腦 (camphor) 或酚酯(phenol ester)，在高壓之下加熱，便成賽璐珞 (celluloid) 又名假象牙。可製成各種美麗輕便的用器和玩具，我國已有好幾家工廠在製造了。

將膠綿的濃厚溶液，由細孔壓出，成很細的絲，經過水中，將乙醇乙醚溶去，候他凝成固體，取出，置在熱空氣裏，使醚和醇蒸發而去，便用

硫化銨($[\text{NH}_4]_2\text{S}$)，亞硫酸銨，亞硫酸鈣，或一氯化銅和氫氯酸的混合液，把硝基除去，以免易引火燃燒。再經紡機，紡之成線，便是人造絲(rayon, artificial silk)。又電影的軟片，也是膠棉做成的。

醋酸纖維素，是由二乙酸酐($[\text{CH}_3\text{CO}]_2\text{O}$, acetic anhydride)，硫酸和纖維素化合而成，每 $\text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_{10}$ 有五個乙酸根代入的最適於用，能溶解在丙酮裏，可製人造絲，電影軟片，飛機漆，汽車漆，以及各種透明的物品，遇火亦不燃燒。

纖維素在氫氧化鈉溶液裏脹大後，再和二硫化碳攪拌，便成一種黏性很强的液體，從機器的細孔壓入於淡酸中，就得絲光很强的纖維，也是一種人造絲稱為膠絲(viscose silk)。

問 題

1. 用漂白的紙漿，可不可以造無烟火藥？
2. 做藕粉吃時，所用的水，若是不沸，便是白色，熟後便半透明，是什麼原因？

-
3. 無烟火藥爆發後，何以沒有黑烟？有白烟嗎？
 4. 試擬一個把紅糖精製成白糖的詳細方法。
 5. 把番薯做成葡萄糖，要如何進行？化學變化的程序是怎樣？
 6. 紙經燃燒後，產生何等物質？紙灰何以是灰色或黑色？紙灰的主要成分是何等物質？

第三十章 油脂

229. 油脂的來源和組成 我們常接觸的豆油花生油桐油豬油等等，都統稱為油脂，來源是從植物的種子和動物體內各部製得的。普通溫度下，無論為固體液體，化學的組成，都很相近。我們把任何一種油脂，用化學方法，加水分解，便得丙三醇(1,2,3)，和數種含碳較多的脂酸。丙三醇(1,2,3)俗稱甘油，所以油脂乃是數種甘油酯的混合物，這類酯中，所含的酸類，分子量都很大，常稱他高級脂肪酸。舉四個最要緊的在下面：

硬脂酸 $C_{17}H_{35}COOH$ (stearic acid) (脂蠟酸)

軟脂酸 $C_{15}H_{31}COOH$ (palmitic acid)(棕櫚酸)

油酸 $C_{17}H_{33}COOH$ (oleic acid)(烯屬不飽和酸)

乾性油酸 $C_{17}H_{31}COOH$ (linoleic acid)

(二烯屬不飽和酸)

硬脂酸軟脂酸和他們的甘油酯，都是白色蠟狀的固體，油酸乾性油酸和他們的甘油酯，都是液體。

230. 豆油 豆油是從黃豆或黑豆中榨出來的，通常為液體，我國舊法製油是先把豆洗淨，等到半乾，用石磨磨碎，蒸之，然後用木製的榨牀，榨出油來。普通能得到13%的油。此油在大氣中，能漸乾成薄膜，用途大半供食用或為燃料。東亞各國都出產豆類，以我國東三省為最多。榨過油的豆餅可作飼料或肥料。

231. 花生油 花生油是從壓榨落花生得來，通常為液體。落花生含油量約43-45%，普通須經三次壓榨，乃能榨盡。最初榨得的油，色淨味美，食用極好，二三次所得的，品質較次，可用

漂白土^①或骨炭過濾，這兩種物質，有吸收色質和排除惡味的能力，所以能增進品質。品質較差的油，可做燃料，或製肥皂。油餅是極好的牲畜飼料。落花生我國出產很多，用來榨油的亦不少。

232. 茶油 茶油從茶樹的種子得來，這等茶樹，不是普通用來採茶葉的，那採茶葉用的茶樹，固然有種子，也有油，但是品質不頂好，中國茶子，能得油30—45%，油為液狀，採油用壓榨法。油色黃綠，上等的充食用，下等的做燃料或製肥皂，我國舊式髮油，多為此物。

233. 桐油 桐油是從一種桐樹，名叫油桐的果實中壓榨出來的，通常是液體。製法是先把果實炒裂，或任其醱酵開裂，然後檢取果仁磨碎，放在榨油機上榨之，如此得來的為冷壓油，顏色淺黃。若先把細粒加熱再榨，則出油較快，為熱壓

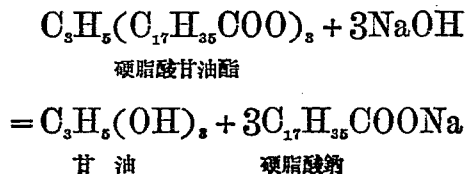
① 漂白土是一種土類礦物，西名為 Fuller's earth，有吸收性，化學工業上，用他脫色去臭的很多。

油，但油色棕黑，氣味不好，對於用途方面，亦多妨礙。

桐油塗於物上，一日間即完全乾燥，在各種乾性油(drying oil)中，首屈一指，我國向用為船舶房屋器具的塗料，以避潮濕腐爛，並製油紙油布雨衣雨傘雨鞋等物，和石灰攪合製成油灰，為極佳黏合劑。現經科學的研究，應用更廣，為製造新式塗料，假漆，防水材料等物的絕好原料。

桐油為我國特產，四川，貴州，湖南，湖北，出產最多，歷年除供本國之用外，出口很多，近來美國亦自種桐樹，有相當成績。

234. 肥皂 把油脂和氫氧化鈉同煮，則硬脂酸，軟脂酸，和油酸的甘油酯，變為各種的鈉鹽，這種反應，舉例如下，



這些脂肪酸鈉鹽的混合品，就是肥皂 (soap)，這種鹼化作用 (saponification) 能使油脂分解為酸及醇或鹽，工業裏常用他。

製造肥皂，通常用直接法，大規模製造用間接法，在油脂加熱鹼化後，即加濃厚的食鹽溶液，使肥皂分出，然後取出，加香料色素或他物混拌，再經種種成形壓花的手續，便得上等肥皂。鹼化後便做成肥皂的是普通肥皂。

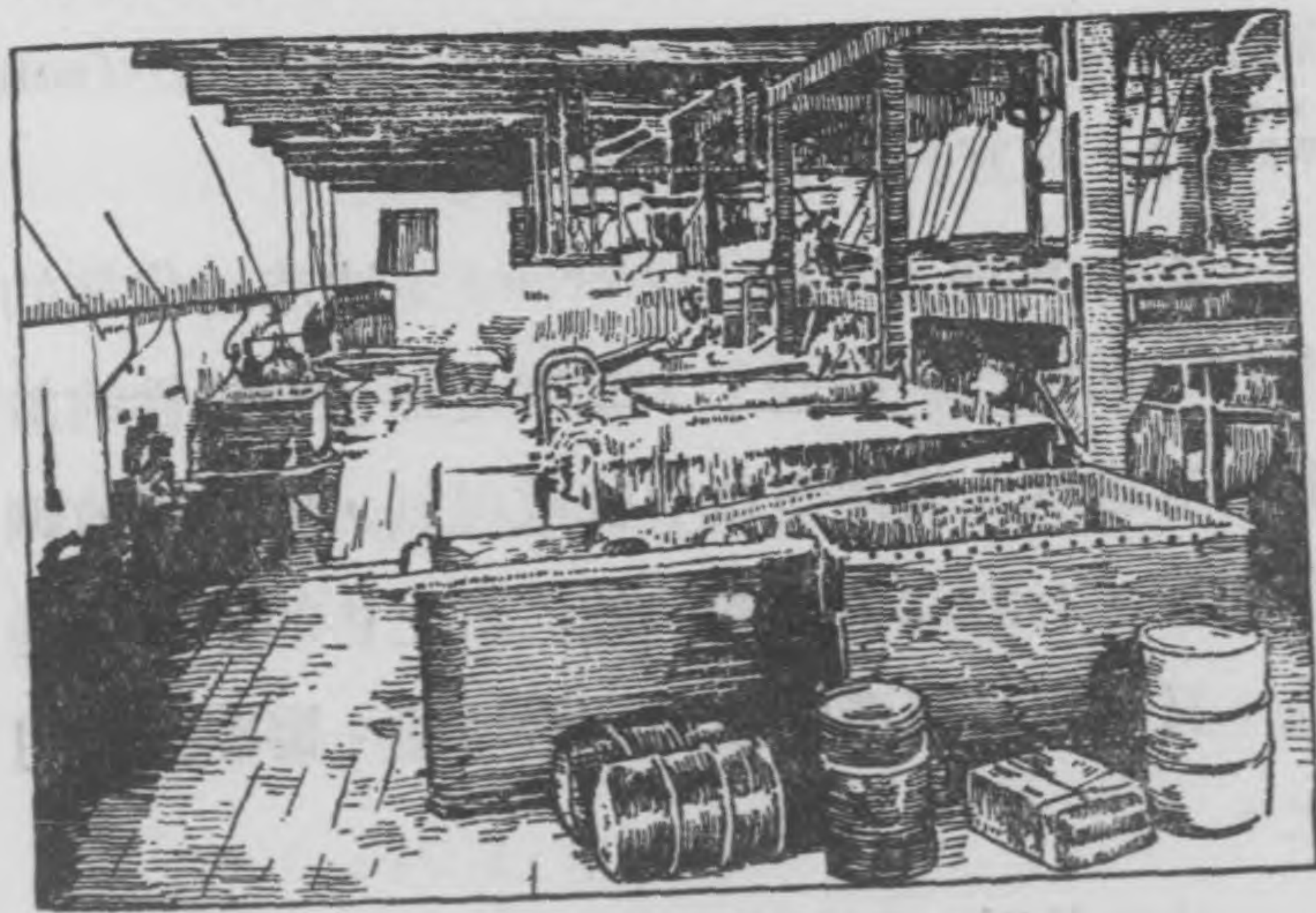


圖 77 上海五洲固本皂藥廠製造肥皂的鹼化鍋

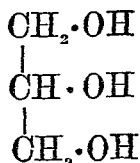
肥皂的洗淨作用，據研究所知，大概是肥皂加水分解時，一面與油類起乳化作用，一面與油以外的污物結成膠狀物，浮遊於水中，於是漸被洗去。

天然水中往往含有鈣和鎂鹽，若加肥皂入內，便高級脂肪酸的鈣鹽和鎂鹽生成，此物難溶於水，發生沈澱，得乳濁液，泡沫很少；有這種硬水，肥皂在其中，效用大減，故不宜洗衣。設法將鈣鹽鎂鹽除去，便無此性質，稱為軟水 (soft water)，最宜於洗衣和汽鍋之用。

235. 甘油 甘油(glycerine)是油脂鹼化後的產物，前面已經說過了，甘油是無色有黏性的液體，有甜味，能從空氣中吸收濕氣，所以用他調敷皮膚，有滋潤免裂的功效。市上售的洋蜜就是他，又可用於製造化妝品，爆炸藥。醫藥上亦用之。

甘油是醇一類的化合物，含有三個羥基，學

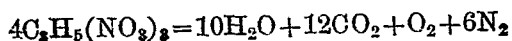
名丙三醇，結構式如下：



236. 硝酸甘油 濃硝酸和濃硫酸的混合液，若與甘油作用，則得一種較重的油狀液體，稱做硝酸甘油($\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_2)_3$, nitro-glycerin)，此物受打擊或遇熱，便猛烈爆發。因其為液體，不便攜帶，故用矽藻土澱粉鋸屑等物吸收，以製爆炸藥(dynamite)。

問 題

1. 前面學習過的石油，和現在所講的油脂，成分方面，分別在那裏？
2. 試寫肥皂加水分解的方程式(任取一種高級脂肪酸作例)。
3. 硝化甘油爆發後，分解反應如下：



今有 25 公分的硝化甘油，爆發後所生氣體的總體積，若在標準狀況下，應有多少公升？

4. 肥皂的製法如何？試言其大要。

5. 我國的農產品，用來榨油的，除本書所述各種外，你們知道的還有多少種？你們所看見過的榨油的方法，是怎樣的？作個簡單的敘述。

第三十一章 蛋白質 動物纖維

237. 蛋白質 蛋白質(protein or proteids)存於生物的活細胞中，為生活上不可少的物質。種類很多，結構異常複雜，從化學分析的研究，知道他的組成，以碳，氫，氧，氮，硫五元素為主，亦有含少量的磷的。各種蛋白質重要成分的百分比，通常在以下的範圍內，

碳51.2-54.7% 氫6.7-7.6% 氮15.2-18.0%
氧20.2-23.5% 硫0.3-2.0%

蛋白質的化學構造和分子量，都尚未明瞭，大概都是分子量極大的膠質。就現在所知，能結晶的極少。那些能溶於水的，便成膠狀溶液。加熱或加化學品，往往能使其凝結或沈澱。

238. 蛋白素 蛋白素(egg-albumin)為雞蛋白中所含，易溶於水的一種蛋白質，加熱凝結很快。

這是我們煮雞蛋時看到的，加酒精，硝酸等化學品，便沈澱出來。

239. 酪素 酪素 (casein) 爲動物乳汁中所含的一種含磷蛋白質，加熱無變化，遇酸即凝結，牛乳腐敗後發生乳酸，酪素便凝固而沈澱，在工業上，有相當的用途。

240. 荳素 荳素 (legumin) 和酪素相似，爲豆類所含的主要蛋白質，大豆中約含40%。一般植物性的蛋白質，營養值不及動物性的蛋白質，而荳素則無差別。大豆磨碎，煮漿去渣，加少許苦汁^① (鎂鹽) 入漿中，荳素便凝固而得豆腐，不用苦汁而用石膏，亦有相同的結果。這都是我國傳沿已久的製豆腐方法，其中的所以然，到現在纔有點明白。豆腐是最廉而最滋養的食料，很有化學上的價值。

241. 麩質 麩質 (gluten) 亦是蛋白質的一種，

①苦汁或稱鹽漬

小麥粉中，所含甚多，裝小麥粉入布袋內，放在水中揉擠，洗去澱粉，得一種黏塊，俗稱麵筋，即是麩質。

242. 動物膠 取動物的皮角軟骨等物，和水同煮，把水溶液分出，蒸乾後，得褐色角狀的物質，可做黏合劑。脫色精製之品，叫做白明膠(gelatin)，為無色透明的角狀物，是一種不含硫的蛋白質，可為食品，製照相乾片亦用之。

中國做膠，由來已久，牛皮膠用於製墨，鹿角膠和驢皮膠，藥中用之。

243. 蛋白質的分解 蛋白質是不穩固的化合物，受酵素和化學藥品的作用，往往分解成簡單的化合物，許多氨基酸(amino acids)，便是從蛋白質分解得來。譬如市上所售種種調味粉，主要成分，即為麩氨酸(glutamic acid)^①的鈉鹽。製

① 含有氨基 $-NH_2$ 的有機酸類稱做氨基酸，最簡單的如氨基乙酸 $CH_2 \cdot NH_2 \cdot COOH$ ，麩氨酸便較複雜 $COOH \cdot CH(NH_2) \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot COOH$ 。

造方法，是用鹽酸和麵筋同煮，促成麩質的加水分解，然後加碳酸鈉，將所成的酸變成鈉鹽，便成此物，有鮮味，做菜時常用以調味。

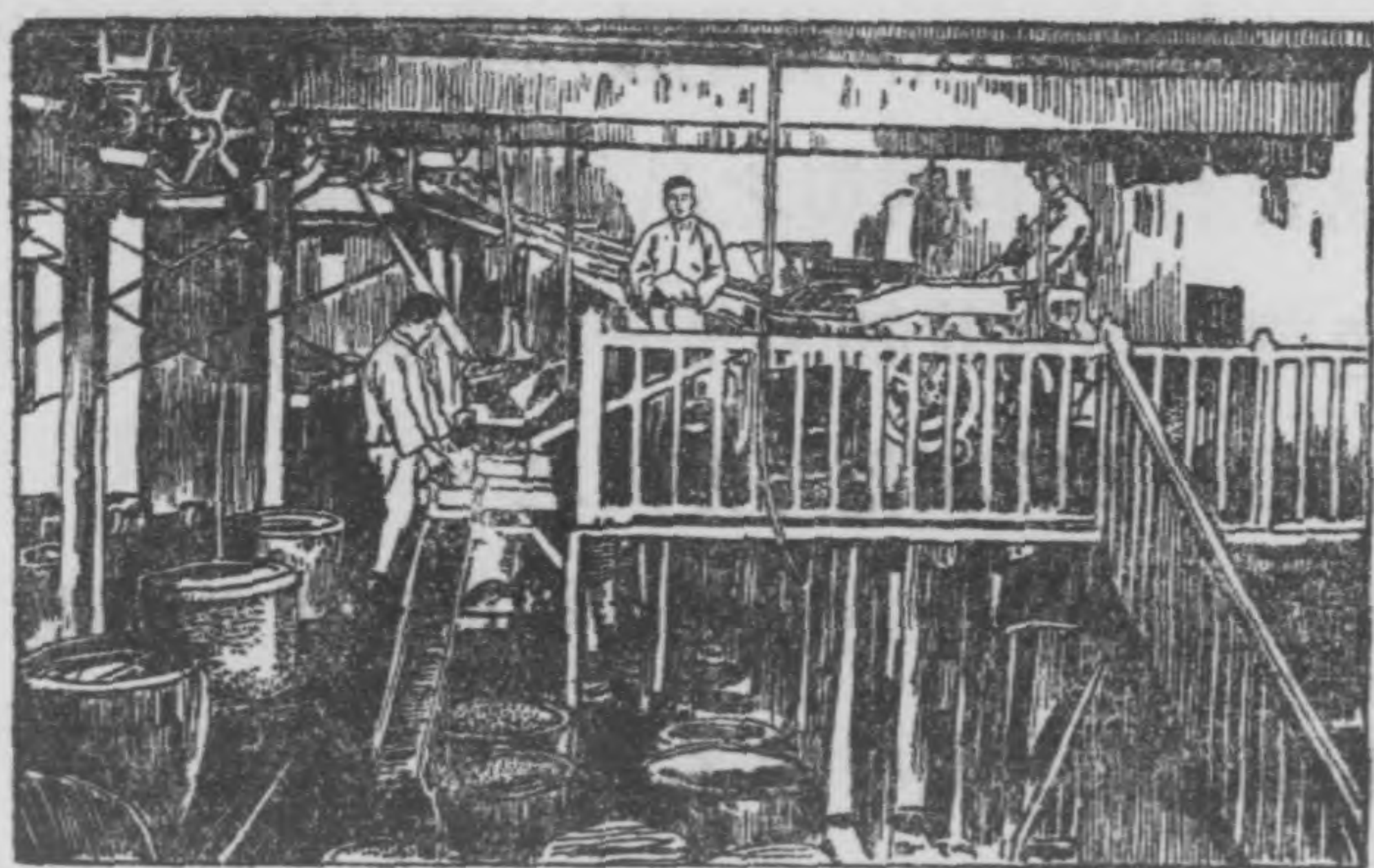
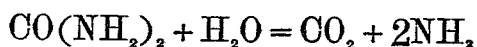


圖 78 上海天廚味精廠的麩質廠

身體中一部份的蛋白質，經過生理作用，便分解而排出體外。主要分解物，為尿質($\text{CO}[\text{NH}_2]_2$, urea)，吾人尿中約含百分之二三。此物為無色針狀的結晶，能溶於水和酒精中。受鹼或一種尿質酵素(urase)的作用分解而生氨。



尿的臭氣，多由於此。

244. 動物纖維 絲和羊毛兩種動物纖維，(animal fibre) 是我們做衣服的好原料，他們都是蛋白質組成的物質。羊毛除含氮碳氫氧外，還有硫質，絲中則沒有，這便是絲和羊毛根本不同的地方。其他的化學性質，都很相似。物理性質則不同，因為他們結構不同的緣故。

動物纖維在 10% 氫氧化鉀熱溶液中，溶解很快，植物纖維則起直徑脹大，長度收縮的現象。對強酸羊毛抗力最大，絲不及之，植物纖維則溶解很快。

絲和羊毛，燃燒時，不及植物纖維迅速，發生燒羽毛等物的惡臭。而有縐曲的炭渣留下來。

245. 絲 絲 (silk) 是蠶體中分泌出來的纖維，表面平滑，是兩細絲併合而成。其中除絲素 (fibroin) 外，還有一種凝固素 (sericin)，或稱絲膠，

能溶於沸水中。製絲時，須用水，或一種特製的肥皂水，將絲膠煮去。去膠的絲，更爲光潤柔軟，看膠份除去的多少，有所謂熟絲生絲的區別，價值當亦不同。絲可用二氧化硫等物漂白。絲必先去膠而後可染色，但於染液中，仍須加適量的絲膠液，以增加成品的光彩和彈性。

絲是具有許多優良的性質，他的強力，在一切纖維之上。比重很低，故能用以製成輕而韌的織品，有彈性，纖維不易損折，故能耐久，平滑光澤，極其美觀。絲的吸收性，比羊毛小些，在乾燥天氣，能吸水分百分之十。但他的傳熱力很小，貼身穿着，雖潮濕仍覺其溫暖。

家蠶絲外，有所謂野蠶絲，一切性質，都不如家蠶絲好。

中國產絲，向著盛名，除自用外，出口亦不少，近以品質不事講求，國外市場已大衰落。

246. 絲和羊毛織品的洗滌 絲織物和毛織

物，對鹼的抗力都很弱，洗滌時不能用鹼性太強的肥皂，弱鹼如氫氧化銨和硼砂可用。漂白時不可用含氯的漂白粉，因其能使絲毛纖維的表面變質，粗澀不復美觀，故絲毛漂白，當用二氧化硫低亞硫酸鈉 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, sodium hyposulfite) 二氧化氫等物。

問 題

1. 我們要蛋白質凝結，通常用什麼法子？
2. 用鎂鹽或石膏使豆漿凝結成豆腐，是膠體的重要性質，前面學習過的還有幾個相似的例子，請舉出來。
3. 要決定一種織品的纖維是絲還是人造絲，你用什麼方法？
4. 蠶絲和羊毛，有什麼相同相異之點？

第三十二章 食 物

247. 食物的功用 人體的營養資料，除空氣和水外，都靠食物來供給。譬如體溫的維持，四肢的動作，所需的能力，是從食物氧化得來；肌膚的生長和補償，所需的物質，是從食物消化後取得。還有使生理作用，保持常態進行，也需要一種有調和性或刺激性的化合物，這些也是從食物引入的。尋常食物中，大部份是供給能力和物質的需要，那些節制生理作用的化合物，雖需量不多，其重要確不在能力和物質之下。

248. 營養素 物質能供給前述種種生理需要的一種，便可叫做營養素。各種食物中，所含的營養素，有蛋白質，脂肪，醣，無機鹽，維生素五種。

蛋白質為細胞的主要成分，所以身體上各種

組織，無蛋白質不能長成。他的營養價值，第一是供給物質，以爲肌膚血液等物，生長和補償之用，第二便是由他的燃燒來供給能力。動物的體內含蛋白質很多，植物則不然，但種子如黃豆等，其中蛋白質成分比肉類還高。

脂肪消化後，因其中含碳甚多，氧素較少，故發熱量很大，能供給能力，動植物的油脂，都屬脂肪一類的物質。

醣和脂肪相似，功用在供給能力，食後經過消化作用，於是變成葡萄糖，此物易溶，並易於擴散，立可爲血液吸取，而爲燃燒的資料。醣類中有營養價值的，爲糖和澱粉，植物的體中，含糖和澱粉很多。動物體中除肝臟內，含有一種醣類的臟粉(glycogen)外，都沒有這類營養素。

無機鹽類，在身體中，功用亦不小，譬如食鹽，除添味增加食慾外，又爲胃液中鹽酸的必要成分。磷和鈣爲構造骨的原料，鐵是血球中要素，

磷是造神經系所必需。植物葉中，所含葉綠素，亦用鐵做要素，吾人食綠葉菜蔬，便得鐵不少。磷鈣的供給，要算豆類的食物為最多。

維生素(vitamins)又稱活力素或生活素，現在已發明的有五六種，因其在食物中成分很微，他們的化學性質，還沒有研究明白。但其為有機化合物，而非蛋白質脂肪或醣類，是一件無疑的事實。每種在身體中，有他特殊的功用。這五種維生素，我們用甲乙丙丁等順次名之。又因其功用不同，而叫他**抗乾眼病(anti-xerophthalmic)** **抗腳氣病(anti-neuritic)** **抗血疽病(anti-scorbutic)** **抗佝僂病(anti-rachitic)**等維生素。

249. **甲種維生素(vitamin A)** 或稱**抗乾眼病維生素**，身體中有儲藏甲種維生素的能力，食物中暫時缺乏，雖沒有什麼害處，經久必有病發生，最顯著的病，是眼膜發炎，眼皮黏合，若不早治，有失明的危險。這病雖是細菌作用，實在由於缺乏

此種維生素，身體抵抗力弱的緣故。有人說傷風咳嗽癆瘵一類傳染病，亦靠甲種維生素來抵抗。含這種維生素最多的食物，要算奶油，魚肝油。他如動物的肝，雞蛋，蔬菜的葉中，亦有不少。

250. **乙種維生素**(Vitamin B) 或稱抗腳氣病維生素，身體中缺乏這種維生素，其初感胃口不好，消化力弱，終則神經發炎，腿部浮腫，腳氣病便發生了。米的外皮，含有此種維生素，能抵抗腳氣病。精磨的白米，失去此寶貴的維生素，真非常的可惜。食物含乙種維生素最多的，要算酵母(yeast)，穀皮黃豆中，亦含很多。動物性食品，要算豬肉的含量頂多了。

251. **丙種維生素**(vitamin C) 或稱抗血疽病維生素，缺乏這種維生素，則腸胃生瘡，皮裏出血，牙根不固，起所謂血疽病的現象。食物中綠葉蔬菜，豌豆和檸檬，柑，橘，一類的水果，含此種維生素不少。

252. 丁種維生素(vitamin D) 或稱抗佝僂病維生素，這種維生素，幫助鈣和磷組成骨骼，若鈣和磷不很多，同時又缺乏丁種維生素，便發生骨軟不正的病象，厲害時聳背彎脚，不能立地，所謂佝僂病就是如此。丁種維生素魚肝油小白菜中含有之。治佝僂病，除吃含有丁種維生素食品外，還須注意食物中鈣和磷的供給。

253. 食物的成分 食物成分，是把那不吃的部份，皮，殼，核等，當作廢物，除去之後，估計裏面主要營養素的多少，此外還有水份，和沒有營養價值的纖維素，也列在其中，下面的表便是些例子。

此外第79圖是一種表明食物成分的通俗方法。

幾種普通食物的成分^①

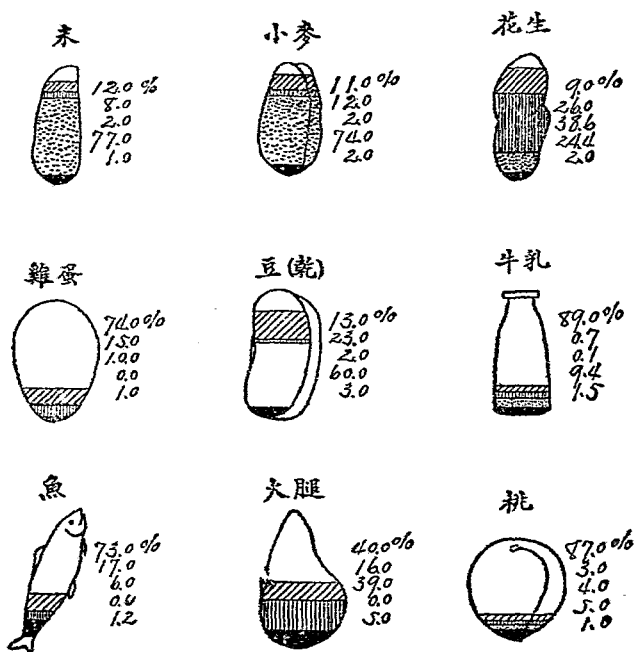
① 食物分析結果，因現在所用的分析方法，只能到相當的準確程度，和實驗手續中不能免的差誤，各種成分的總和，往往較100 或大或小。有時食物中，還有其他少量成分，未經檢定，成分表中，未能列入，亦足以使總和小於100。

食物種類	廢物	水	蛋白質	脂肪	醣	灰分	粗纖維
米(中等)		11.0	8.5	0.3	79.1	0.6	0.5
大麥		11.9	10.5	2.2	66.3	2.6	6.5
小麥(整)		10.5	12.4	1.4	70.8	2.5	2.4
麵條		33.2	8.1	0.6	56.3	1.4	0.4
高粱(紅)		9.0	9.5	4.7	72.5	2.5	1.8
玉蜀黍(黃)		9.0	8.6	4.4	74.9	1.8	1.3
黃豆		8.8	39.2	17.4	25.4	5.0	4.2
豆腐		86.2	8.4	3.0	1.3	0.9	0.2
蠶豆(乾)		13.0	18.2	0.8	58.6	2.7	6.7
大白菜		95.4	1.1	0.1	2.5	0.5	0.4
菠菜	12.8	81.8	1.6	0.2	1.6	1.6	0.4
紅薯		81.6	1.3	0.1	16.2	0.5	0.3
牛乳(鮮)		68.2	9.6	9.3	11.2	1.7	
雞蛋(整)	11.2	65.5	11.9	9.3		0.9	
鯽魚	57.0	35.1	6.8	0.6	0.1	0.4	
雞(整)	41.6	43.7	12.8	1.4		0.7	
牛肉(後腿)	8.5	62.5	19.2	9.2		1.0	
豬肉(後腿)	10.3	45.1	14.3	29.7		0.8	

人們對於各種營養素的需要，視其年齡及工

圖 79 幾種普通食物成分的圖解①

(能食的部分)



各種食物的成分如下所列次序表明之



① 圖中所表示的成分，和前表所列的，略有出入，這因為分析的材料不同，是研究食物成分常遇的事。

作情形而有差別，壯年勞力的人需要最大。據現在已經研究過的結果，知道一般中國人的膳食中，醣類和脂肪，供給尚有餘，蛋白質似嫌太少，此外維生素亦時有缺乏現象，鐵從綠葉菜得來，通常有餘，鈣和磷便患不足。

254. 食物的經濟 食物的市價，并不照他們的榮養價值來定，同類的食物，榮養價值常常相近，而市價則相差很遠。譬如花生油的榮養價值和豬油彷彿，而豬油的價，則數倍於花生油。各種菜蔬的市價，初上市時很貴，過久則賤，而他們榮養價值，並沒有什麼區別。黃糖不比白糖差，白米白麵，不若粗米粗麵的養人，而白的則常貴。我們購買食物時，假使能於這點稍稍留意，食物的費用當可節省不少。

問 題

1. 什麼叫做食物，什麼是我們食物的來源？
2. 爲什麼我們的食料中需要蛋白質？

-
3. 何以孩童的食品須富於礦物質，你能想出一個理由來嗎？爲什麼他們蛋白質的供給也應該豐富點？
 4. 將各種維生素，對於健康之影響列表說明之。

本書漢英對照表說明

- (1) 本單名表名本各四雲
- (2) 表字詞外調書字角五
- (3) 按注除第第三面本碼辭
- (4) 王四第二字上端單字
- (5) 雲角一號字取仍端單字
- (6) 五號字取仍端單字
- (7) 之及碼四上依首字法
- (8) 四附號角之順注
- (9) 角號一已號之順序
- (10) 號碼見碼排係
- (11) 檢碼該於本但本
- (12) 字於本詞條之注碼
- (13) 法本名本不面
- (14) 排字上之注碼
- (15) 列之單字用~記號代
- (16) 上單字用~記號代
- (17) 起訖中間所注
- (18) 雲五大辭典或王

第二次改訂四角號碼檢字法 王雲五發明

第一條 筆畫分為十種，各以號碼代表之如下：

號碼	筆名	筆形	舉例	說明	注意
0	頭	一	言 彡 彡	獨立之點與獨立之橫相結合	0 4 5 6 7 8 9 各
1	橫	一 八 八	天 土 地 江 元 風	包括橫刀與右鈎	橫均由數筆合為一
2	垂	丨 丨 丨	山 月 千 則	包括直豎與左鈎	直筆·檢查時連筆
3	點	丶 丶	六 子 么 之 衣	包括點與捺	筆與直筆並列，應
4	叉	十 义	草 杏 皮 刈 大 詩	兩筆相交	儘量取複筆；如 山
5	插	彡	牙 戈 申 史	一筆通過兩筆以上	作 0 不作 3，彡 作
6	方	口	國 鳴 岡 四 甲 函	四邊齊整之形	4 不作 2，厂 作 7
7	角	冫 厶 厶 冫	稍 門 以 陰 雪 衣 學 罕	橫與垂相接之處	不作 2，㇇ 作 8 不
8	八	八 ㇇ 人 人	分 頁 羊 余 嬰 余 疋 年	八字形與其變形	作 3 2，㇇ 作 9 不
9	小	小 ㇇ ㇇ 小 ㇇	尖 彡 彡 彡 推	小字形與其變形	作 3 3。

第二條 每字祇取四角之筆，其順序：

(一)左上角 (二)右上角 (三)左下角 (四)右下角

(例) (一)左上角..... (二)右上角

(三)左下角..... (四)右下角

檢查時按四角之筆形及順序，每字得四碼：

(例) 顏 = 1111 叢 = 4321 覓 = 4111

第三條 字之上部或下部，祇有一筆或一複筆時，無論在何位置，均作左角，其右角作 0。

(例) 壹 宜 首 彡 彡 彡 彡

每筆用過後，如再克他角，亦作 0。

(例) 干 之 詩 掛 火 米 彡 詩

第四條 由幾個口門門所成之字，其下角取內部之筆，但上下左右有他筆時，不在此例。

(例) 圖 = 1111 關 = 1111 關 = 1111

齒 = 1111 瀾 = 1111

0017₂ 癌

72~腫 Cancer

0020₁ 亨

22~利定律 Henry's Law

0021₃ 充

10~電 Charging

0022₃ 齊

Alloy (合金)

0022₁ 方

27~解石 Calcite

87~鉛礦 Galena

高

36~溫蒸汽 Super-heated steam

87~鉀酸鉀 Potassium permanganate

0025₂ 摩

10~爾 Mole

42~斯來 Morseley H. G. J.

53~擦火柴 Friction matches

0041₄ 離

17~子 Ions

0080₁ 六

19~硝基纖維素 Cellulose hexanitrate

0220₀ 刻

00~度管 Burette

0324₀ 放

10~電 Discharging

24~射性 Radioactivity

~射性元素 Radioactive elements

1000₀ 一

10~元醇類 Monovalent alcohol

23~縮原磷酸 (正酸磷) Phosphoric acid

37~週期 One period

80~氯化汞 Mercurous chloride

~氯化乙烷 Ethyl chloride

~氯化甲烷 Methyl chloride

~氯化金 Aurous chloride

~氧化一氮 (氧化氮) Nitric oxide

~氧化二氮 (氧化亞氮) Nitrous oxide

~氧化二銅 Cuprous oxide

~氧化汞 Mercuric oxide

~氧化碳 Carbon monoxide

~氧化鋅 Zinc oxide

~氧化鐵 Ferrous oxide

~氧化鈷 Cobaltous oxide

~氧化鋇 Barium oxide

~氧化銅 Cupric oxide

~氧化鉛 Lead oxide

~氣壓 One atmosphere

1010₀ 二

10~硫化碳 Carbon disulfide

12~碳化鈣 Calcium carbide

23~縮原磷酸 (偏磷酸) Metaphosphoric acid

80~氯化汞 Mercuric chloride

~氯化鋅 Zinc chloride

~氯化錫 Stannous chloride

~氯化鉛 Lead chloride

~氧化硫 Sulfur dioxide

~氧化碳 Carbon dioxide

~氧化矽 Silica

~氧化矽 Silicon dioxide

~氧化氫 Hydrogen peroxide

~氧化錫 Stannic oxide

~氧化錳 Manganese dioxide

~氮化三鉛 Lead azide

工

32~業化學 Industrial chemistry

1010₁ 三

10~磷化四磷 Tetraphosphorus trisulfide

23~緒二原鉻酸鉀 Potassium bichromate (重鉻酸鉀)

80~氯化磷 Phosphorus trichloride

~氯化金 Auric chloride

~氧化二砷 Arsenic trioxide

~氧化二硼 Boron oxide

~氧化二鐵 Ferric oxide

~氧化二鈷 Cobaltic oxide

~氧化二銻 Antimony trioxide

~氧化硫 Sulfur trioxide

~氧化鎢 Tungsten trioxide

~氧化鉻 Chromium trioxide

正

71~反應 Normal reaction

78~鹽 Normal salt

1010₄ 王

12~水 Aqua regia

<p>1010₇ 五 30~氧化二磷 Phosphorus pentoxide (1010₇) 互 21~比定律 Law of reciprocal proportion 亞 10~硫酐 Sulphurous anhydride ~硫酸 Sulfurous acid ~硫酸氫鈉 Sodium acid sulfite ~硫酸鈉 Sodium sulfite 15~砷酸 Arsenious acid 19~硝酐 Nitrous anhydride ~硝酸 Nitrous acid ~硝酸鈉 Sodium nitrite ~硝酸鉀 Potassium nitrite 25~佛加德羅 Avogadro, Amadeo 83~鐵氰化鐵 Ferric ferro cyanide ~鐵氰化鉀 Potassium ferro cyanide</p>	<p>1040₉ 平 91~爐法 Open-hearth process 1043₀ 天 23~然煤氣 Natural gas 1060₀ 石 00~膏 Gypsum 35~油 Petroleum 44~蕊 Litmus ~英玻璃 Fused silica or Quartz glass 60~墨 Graphite 71~灰石 Limestone ~灰水 Lime water ~灰乳 milk of lime</p>	<p>~化汞 Mercuric sulfide 24~化氫 Hydrogen sulfide ~化鋅 Zinc sulfide ~化鈣 Calcium sulfide ~化銨 Ammonium sulfide ~化鐵 Ferrous sulfide 44~黃華 Sulfur flower 81~羧基碳酸 Xanthic acid ~羧基纖維素酯 Cellulose xanthate 86~鉛礦 Molybdenite</p>
<p>1020₀ 丁 17~酮 Butanonè 22~種維生素 Vitamin D</p>	<p>西 77~門子馬丁法 Seimens Martin process 90~米 Sago 1061₃ 硫 Sulfur 11~酐 Sulfuric anhydride 13~酸 Sulfuric acid ~酸亞鐵 Ferrous sulfate ~酸汞 Mercuric sulfate ~酸氫鈉 Sodium acid sulfate ~酸鈣 Calcium sulfate ~酸銨 Ammonium sulfate ~酸鈉 Sodium sulfate ~酸鐵 Ferric sulfate ~酸鋇 Barium sulfate ~酸鎳 Nickel sulfate ~酸銅 Copper sulfate ~酸鉛 Lead sulfate ~酸鉻 Chromic sulfate ~酸鎂 Magnesium sulfate 23~代硫酸鈉 Sodium thiosulfate</p>	<p>1062₀ 可 30~淬性 Hardening capacity 38~逆反應 Reversible reaction 87~塑性 Plasticity 1064₇ 醇 Alcohol 14~酵質 Zymase 30~液 Tincture 1066₇ 醴 Carbohydrate 1068₆ 礦 71~脂 Vaseline 1071₆ 電 00~離 Ionization ~離 Electrolytic dissociation ~離度 Degree of ionization 17~子 Electron 24~化學 Electro-chemistry 27~解 Electrolysis ~解質 Electrolyte 41~極 Electrodes 42~析法 Electro analysis 80~鍍法 Electroplating 84~鑄法 Electrotyping</p>

~鑄法 Electro-forming
 91~爐法 Electric furnace process
1073₁ 雲
 77~母 Mica
1090₀ 不
 12~列 顯金 Britannia metal
 47~均態 Heterogenous state
 57~揮發性 Non-volatility
 87~飽和 羥 Hydrocarbons
1090₁ 示
 95~性式 Rational formula
1111₁ 非
 10~電解質 Non-electrolyte
 80~金屬元素 Non-metallic elements
1164₆ 硬
 71~脂酸 Stearic acid
1166₁ 酯
 Ester
1223₀ 水
 14~玻璃 Water glass
 33~溶液 Aqueous solution
 37~泥 Portland cement
 45~槽 Pneumatic-trough
 60~晶玻璃 crystal glass
 80~金 Liquid gold
 94~煤氣 Water gas
1224₇ 發
 14~酵 Fermentation
 25~生爐煤氣 Producer gas
 44~熱的作用 Exothermic reaction

90~火點 Ignition point
 96~烟硫酸 Fuming sulfuric acid
 96~烟硝酸 Fuming nitric acid
1268₉ 碳
 Carbon
 11~酐 Carbonic anhydride
 13~酸 Carbonic acid
 ~酸鈣 Calcium bicarbonate
 ~酸鈉 Ammonium bicarbonate
 ~酸鈉 Sodium bicarbonate
 13~酸鈣 Calcium carbonate
 ~酸鈉 Ammonium carbonate
 ~酸鈉 Sodium carbonate
 ~酸鉀 Potassium carbonate
 ~酸鋇 Barium carbonate
 ~酸鎂 Magnesium carbonate
 24~化砂 Silicon carbide
 ~化氫 Hydrocarbon
1273₂ 裂
 87~裂 Cracking
1314₀ 武
 24~德金 Wood's metal
1364₇ 酸
 Acid
 34~法 Acid process
 95~性亞硫酸鈣 Calcium bisulfate
 ~性碳酸鈉 Sodium acid carbonate
 ~性反應 Acid reaction
 ~性鹽 Acid salt
 ~性氧化物 Acidic oxide

1414₄ 玻
 41~杯 Beaker
1461₄ 醴
 91~類 Aldehyde
1464₄ 醇
 72~質 Enzyme
 77~母 Yeast
1466₁ 醋
 12~發酵 Acetic fermentation
 13~酸 Acetic acid
 ~酸鉛 Lead acetate
 24~化菌 Mother of vinegar
1523₆ 融
 27~解 Fusion
 ~解熱 Heat of fusion
 61~點 Melting point
1560₆ 砷
 Arsenic
 24~化三氫 Arsine
1568₁ 碘
 Iodine
 24~化氫 Hydrogen iodide
 ~化鉀 Potassium iodide
 ~化銀 Silver iodide
1611₄ 理
 08~論化學 Theoretical chemistry
1713₆ 蛋
 26~白素 Egg-albumin
 ~白質 Proteids
1762₀ 砂
 Silicon
 12~砒 Carborundum
 13~酸鎂 Magnesium-silicate
 83~鐵膏 Ferro-silicon

硼
Boron
13~酸 Boric acid
~酸鈉 Sodium Borate
19~砂 Borax

酮
91~類 Ketone

1766₄ 酪
50~素 Casein

1771₀ 乙
11~酞 Acetic anhydride
13~酸乙酯 Ethyl acetate
~酸甲酯 Methylacetate

14~醛 Acetaldehyde
19~醚 Ethyl ether
22~類維生素 Vitamin B
44~基 Ethyl radical
93~醇 Ethyl alcohol
94~烯 Ethylene
95~炔 Acetylene

1862₇ 酚
11~酯 Phenol ester

1863₂ 磁
95~性氧化鐵 Magnetite

1962₇ 硝
10~石 Saltpeter
11~酞 Nitric anhydride
13~酸 Nitric acid
酸鹽 Nitrate
~酸鈣 Calcium nitrate
~酸鉍 Bismuth nitrate
18~酸銨 Ammonium nitrate
~酸鈉 Sodium nitrate
~酸鉀 Potassium nitrate
~酸銅 Cupric nitrate
~酸銀 Silver nitrate
~酸鉛 Lead nitrate
24~化甘油 Nitro-glycerin

1963₉ 醚
Ether

1965₉ 磷
Phosphorus
11~酞 Phosphoric anhydride
13~酸鈣 Calcium phosphate
~酸鈉 Sodium phosphate
86~銨酸銨 Ammonium phosphomolybdate

1978₉ 燄
27~色反應 Flame reaction

2010₄ 重
10~石 Scheelite
35~油 Heavy oil
40~土 Baryta
60~晶石 Baryte
78~鹽 Double salts
80~金屬 Heavy metals

2026₁ 倍
21~比定律 Law of multiple proportion

2033₁ 焦
94~炭 Coke

2040₇ 受
66~器 Receiver

2091₄ 維
25~生素 Vitamins

2116₀ 黏
40~土 Clay
75~體 Viscous body

2128₆ 價
41~標 Bond

傾
33~澆法 Decantation

2160₀ 鹵
50~素 Halogens
~素化氫 Hydrogen halides
~素鹽 Halides

2190₄ 柴
35~油 Fuel oil

2191₀ 紅
19~磷 Red phosphorus
30~寶石 Ruby

2224₀ 低
10~硫酸鈉 Sodium hyposulfite
36~溫碳化法 Low temperature carbonization

2241₀ 乳
90~糖 Lactose

2294₀ 紙
27~漿 Pulp

2294₇ 緩
80~氧化 Slow oxidation

2299₃ 絲
Silk
50~素 Fibroin

2395₀ 織
20~維素 Cellulose

2412₇ 動
27~物纖維 Animal fibre
~物膠 Gelatin

2421₀ 化
77~學 Chemistry
~學方程式 Chemical equation
~學平衡 Chemical equilibrium
~學變化 Chemical change
~學紙漿 Chemical pulp
~學式 Chemical formula
~學反應 Chemical reaction
~學當量 Chemical equivalent

80~合 Combination ~合物 Compound	2752₀ 物 16~理變化 Physical change ~理化學 Physical chemistry ~理學 Physics 72~質 Substance 75~體 Body	3033₁ 窯 32~業 Ceramic industry
2454₁ 特 42~斯康里 Tuscany 44~英巴爾藍 Turnbull's blue	2791₇ 絕 34~對零度 Absolute zero ~對酒精 Absolute alcohol ~對溫度 Absolute temperature	3040₄ 安 80~全火柴 Safty mat- ches
2466₁ 皓 44~礬 White vitriol	2792₁ 移 30~液管 Pipette	3077₂ 密 73~陀僧 Litharge
2492₇ 稀 40~土金屬 Rare earth metals 80~氣元素 Rare gas elements	2793₂ 綠 44~礬 Green vitriol	3080₁ 定 21~比定律 Law of con- stant proportion 58~數 Constant
2496₁ 結 32~冰 Freezing 60~晶水 Water of cry- stallization ~晶法 Crystallization	2824₇ 復 32~冰 Regelation	3080₆ 實 78~驗式 Empirical for- mula
2510₀ 生 10~石灰 Quick lime	2868₆ 鹼 24~化 Saponification 40~土金屬 Alkali-earth metals 80~金屬 Alkali metals 91~類 Alkali 95~性反應 Alkaline reaction ~性氧化物 Basic oxide	賽 17~璐洛 Celluloid
2600₀ 白 10~堊 Chalk ~雲石 Dolomite 44~熱煤氣燈 Incande- scent gas lamp 83~鐵皮 Galvanized iron plate 84~銑 White pig	3011₃ 流 75~體 Fluid	3111₁ 瀝 50~青 Pitch ~青鈾礦 Pitchblende
2643₀ 臭 80~氧 Ozone	3012₇ 滴 30~定法 Titration	3116₀ 酒 95~精 Spirit of wine ~精發酵 Alcoholic fermentation
2710₀ 血 40~赤素 Hemoglobin	3014₇ 液 24~化 Liquefaction 75~體 Liquid	3116₁ 潛 44~熱 Latent heat
2720₇ 多 78~鹽基性酸 Polybasic acid	3023₂ 永 27~久硬水 Permanent hard water ~久氣體 Permanent gas	3119₁ 漂 26~白粉 Bleaching powder
2724₇ 假 08~說 Hypothesis		3210₀ 測 30~容瓶 Measuring flask ~容筒 Measuring cy- linder
2725₂ 解 00~離 Dissociation		3213₀ 冰 60~晶石 Cryolite 61~點 Freezing point
		3216₄ 活 12~碳 Active carbon

3216₁ 減溶洗沈波沸瀝油混溴藕迴遷泥淘潮滑浸浸沼凝 4010₁
 次通通汽冷洋複逆沙消大土查

22~炭 Active charcoal
 30~字金 Type metal
 95~性炭 Active charcoal

3315₀ 減
 00~摩擦金 Antifriction metal
 11~頑 Tempering

3316₀ 溶
 27~解度 Solubility
 ~解度曲線 Solubility curve
 30~液 Solution
 44~媒 Solvent
 72~質 Solute

3411₁ 洗
 37~濯蘇打 Washing soda

3411₁ 沈
 37~凝 Precipitate

3414₇ 波
 28~以耳定律 Boyle's Law

3512₇ 沸
 61~點 Boiling point
 79~騰 Boiling

3513₂ 濃
 00~度 Concentration

3516₀ 油
 13~酸 Oleic acid
 60~田 Oil field

3611₁ 混
 10~汞法 Amalgamation process
 37~凝土 Concret
 80~合物 Mixture

3613₄ 溴
 Bromine
 12~水 Bromine water
 24~化氫 Hydrogen bromide

~化鉀 Potassium bromide
 ~化銀 Silver bromide

3622₇ 褐
 83~鐵礦 Limonite
 87~鈣礦 Braunnite
 94~煤 Brown coal

3630₀ 迴
 55~轉爐 Converter

3630₃ 還
 10~元劑 Reducing agent
 ~元作用 Reduction

3711₁ 泥
 94~煤 Peat

3712₀ 淘
 39~沙法 Concentration process

潮
 27~解 Deliquescence

3712₇ 滑
 37~潤油 Lubricating oil

3714₇ 浸
 33~溶法 Leaching process

澱
 98~粉 Starch

3716₂ 沼
 80~氣 Marsh gas

3718₁ 凝
 21~點 Solidifying point
 60~固 Solidification
 ~固素 Sericin

3718₂ 次
 10~亞硫酸鈉 Sodium hyposulfite
 19~硝酸鉍 Bismuth subnitrate
 80~氯酸鈉 Sodium hypochlorite

3730₂ 過
 19~磷酸石灰 Superphosphate of lime
 31~濾法 Filtration
 80~氧化氮 Nitrogen peroxide
 ~氧化鈉 Sodium peroxide
 ~氧化鋇 Barium peroxide
 ~氧化鉛 Lead peroxide

週
 47~期律 Periodic Law
 ~期表 Periodic table

3811₇ 汽
 35~油 Gasoline
 80~鑿 Steam shovel
 87~錘 Steam hammer

3813₇ 冷
 37~凝器 Condenser

3815₇ 洋
 87~銀 German silver

3824₇ 複
 78~鹽 Compound salts
 80~分解 Double decomposition

3830₄ 逆
 71~反應 Reverse reaction

3912₀ 沙
 77~皿 Sand bath

3912₇ 消
 10~石灰 Slaked lime

4003₀ 大
 16~理石 Marble

4010₀ 土
 91~類金屬 Earth metal

4010₆ 查
 10~爾士定律 Charle's Law

4020₇ 麥內有赤吉真木索樟標機博基藍荳塔柑蒂葡蔗菱 4794₄
 燕蘇草蝶蓉苜芒甘黃樹荻標加柏均穀

4020₇ 麥
 44~芽糖 Maltose
 4022₇ 內
 92~焰 Inner flame
 有
 42~機化學 Organic chemistry
 ~機溶劑 Organic solvent
 4033₁ 赤
 27~血鹽 Red prussiate of potash
 83~鐵礦 Hematite
 4060₁ 吉
 40~布裝置 Kipp's apparatus
 4080₁ 眞
 30~空 Vacuum
 4090₀ 木
 00~膏 Wood tar
 22~炭 Charcoal
 23~纖維 Lignin
 80~氣 Wood gas
 95~精 Wood spirit
 ~精 Wood alcohol
 4090₃ 索
 10~爾未法 Solvey process
 4094₆ 樟
 72~腦 Camphor
 4199₁ 標
 30~準狀況 Standard condition
 ~準溶液 Standard solution
 4295₅ 機
 43~械紙漿 Mechanical pulp
 66~器油 Engine oil
 4304₂ 博
 27~多士混合劑 Bordeaux mixture

4410₄ 基
 Radical
 4410₇ 藍
 10~玉 Sapphire
 4410₈ 荳
 50~素 Legumin
 4416₁ 塔
 13~酸 Tower acid
 4417₅ 坩
 87~鍋法 Crucible process
 4422₇ 菴
 18~酚試劑 Phenolphthalein
 葡
 44~葡糖 Grape sugar
 4423₁ 蔗
 90~Cane sugar
 ~糖 Beet
 ~糖 Sucrose
 ~糖 Saccharose
 4424₇ 菱
 80~鋅礦 Zinc spar
 83~鐵礦 Siderite
 88~鎂礦 Magnesite
 4433₁ 蒸
 12~發 Evaporation
 80~氣 Vapor
 ~氣壓 Vapor pressure
 87~餾 Distillation
 ~餾水 Distilled water
 ~餾瓶 Distilling flask
 ~餾甌 Retort
 4439₄ 蘇
 05~辣油 Solar oil
 51~打 Soda
 ~打石灰 Soda-lime
 ~打灰 Soda ash
 4440₆ 草
 13~酸 Oxalic acid

4449₄ 媒
 34~染劑 Mordant
 4460₁ 礬
 40~土 Alumina
 4462₁ 苛
 95~性蘇打 Caustic soda
 ~性鉀 Caustic potash
 4471₀ 芒
 19~硝 Glauber's salt
 4477₀ 甘
 10~汞 Calomel
 35~油,丙三醇 Glycerine
 4480₆ 黃
 19~磷 Yellow phosphorus
 27~血鹽 Yellow prussiate of potash
 83~鐵礦 Iron pyrite
 4490₀ 樹
 77~膠 Gum
 4524₃ 麸
 72~質 Gluten
 4594₅ 構
 34~造式 Structural formula
 4600₀ 加
 12~水解離(水解)Hydrolytic dissociation
 ~水分解 Hydrolysis
 4690₀ 柏
 30~塞多法 Bessemer process
 4712₀ 均
 21~態 Homogenous state
 4794₇ 穀
 80~氨酸 Glutamic acid

4796₄ 格
 30~流沙克 Gay-Lussac
 ~流沙克塔 Gay Lussac tower
 50~拉味塔 Glover's tower
4816₆ 增
 11~硬 Hardening
4841₇ 乾
 87~餾法 Dry distillation
 95~性油 Drying oil
 ~性油酸 Linoleic acid
 96~燥劑 Drier
 ~燥器 Dessicator
5000₆ 中
 26~和 Neutralization
 95~性的元素 Amphoteric elements
 ~性鹽 Neutral salt
5001₇ 抗
 27~血疸病的維生素 Anti-scorbutic vitamin
 ~佝僂病的維生素 Anti-rachitic vitamin
 43~乾眼病的維生素 Anti-xenophtalmic vitamin
 77~脚氣病的維生素 Anti-neuritic vitamin
5001₈ 拉
 10~瓦錫 Lavoisier, Antoine Laurent
5004₄ 接
 26~觸劑 Catalyst
 ~觸作用 Catalytic action
 ~觸法 Contact process
5008₆ 擴
 48~散 Diffusion
5023₀ 本
 25~生燈 Bunsen burner

5055₅ 毒
 80~氣 War gas
 ~氣 Toxic gas
5080₈ 貴
 80~金屬 Noble metal
5090₀ 未
 93~燃部 Unburned part
5101₁ 輕
 80~金屬 Light metals
5103₄ 軟
 71~脂酸 Palmitic acid
5106₁ 指
 10~示劑 Indicator
5260₂ 暫
 64~時硬水 Temporary hard water
5320₀ 成
 11~酯 Esterification
 35~油氣 Olefient gas
 80~分 Component
5401₆ 掩
 44~蔽力 Covering power
5504₃ 轉
 24~化糖 Invert sugar
5523₂ 農
 32~業化學 Agricultural chemistry
5600₀ 拍
 60~羅西林 Pyroxylin
5601₀ 規
 30~定溶液 Normal solution
5701₆ 攪
 95~煉爐 Puddling furnace

5705₆ 揮
 12~發油 Naphtha
 ~發性 Volatility
5708₂ 軟
 12~水 Soft water
 20~焦 Soft coke
 87~錳礦 Pyrolusite
 ~鋼 Mild steel
6010₇ 置
 57~換 Substitution
6021₀ 四
 80~氯化錒 Stannic chloride
 ~氧化三鉛 Minium
 ~氧化三氮 Nitrogen tetraoxide
 ~氟化矽 Silicon fluoride
6033₁ 黑
 71~灰 Black ash
 90~火藥 Black powder
6044₀ 昇
 10~汞 Corrosive sublimate
 44~華 Sublimation
6050₀ 甲
 10~醇 Methyl alcohol
 13~酸 蟻酸 Formic acid
 14~醛 蟻醛 Formaldehyde
 17~乙醚 Methyl ethyl ether
 19~醚 Methyl ether
 22~種維生素 Vitamin A
 ~基 Methyl radical
 44~基橙 Methylorange
 93~燒 Methane
6060₄ 固
 75~體 Solid
6066₀ 晶
 75~體 Crystal
6080₁ 異
 95~性體 Isomer

6090₄ 果唾單明吸吹路阿辰脂灰原馬長質廠陽肥同膠骨 8011₇
 尿膽居學門閃鹽脫陰臨入金銦氬氫

6090₄ 果
 90~糖 Fructose
 ~糖 Fruit sugar

6201₄ 唾
 30~液素 Ptyalin

6650₆ 單
 72~質 Simple substance
 78~鹽 Simple salts

6702₀ 明
 44~礬 Potash alum

6704₇ 吸
 44~熱的作用 Endothermic Reaction

6708₂ 吹
 88~管分析術 Blowpipe analysis

6716₄ 路
 40~布蘭法 Leblanc process

7122₀ 阿
 37~耶當 Alumdum

7123₂ 辰
 19~砂 Cinnabar

7126₁ 脂
 13~酸類 Fatty acids

7128₃ 灰
 67~吹法 Cupellation
 84~鏡 Gray pig

7129₆ 原
 17~子 Atom
 ~子序數 Atomic number
 ~子價 Valency
 ~子量 Atomic weight
 35~油 Crude oil

7132₇ 馬
 08~許氏試法 Maroh's test
 60~口鉄 Tin plate

7173₂ 長
 10~石 Feldspar

7280₆ 質
 60~量 Mass
 ~量不變的定律 Law of conservation of mass
 ~量作用 Mass action

7425₃ 臙
 98~粉 Glycogen

7622₇ 陽
 00~離子 Cathion
 41~極 Anode

7721₇ 肥
 26~皂 Soap

7722₀ 同
 08~族系 Homologous series
 12~列 Same series
 50~素體 Allotropic form
 77~屬 Same group

7722₂ 膠
 23~狀液 Colloidal solution
 26~縹 Colloidion
 75~體 Colloids

7722₁ 骨
 22~炭 Bone black

7723₂ 尿
 50~素 Urea
 72~質酵素 Urease

7726₁ 膽
 44~礬 Copper Vitriol

7726₄ 居
 60~里夫人 Curie, Marie Slodowska

7740₇ 學
 08~說 Theory

7777₇ 門
 26~得雷業夫 Mendelejeff, Dmitri Ivanovitch

7780₇ 閃
 80~鋅礦 Zinc blende

7810₇ 鹽
 44~基 Base
 ~基法 Basic process
 ~基性碳酸鉛 Lead basic carbonate
 ~基性鹽 Basic salt

7821₆ 脫
 12~水劑 Dehydrating agent

7823₁ 陰
 00~離子 Anion
 41~極 Cathode

7876₆ 臨
 60~界點 Critical point
 ~界壓 Critical pressure

8000₀ 人
 34~造絲 Rayon or Artificial silk

8010₉ 金
 Gold
 72~剛石 Diamond
 ~剛沙 Emery
 77~屬元素 Metallic elements

8011₇ 銦
 Scandium

氬
 Argon

氫
 Hydrogen

10~亞鉄氰酸 Hydroferrocyanic

~硫酸 Hydrosulfuric acid
 ~硫化銨 Ammonium hydrosulfide
 13~酸 Hydro acid
 36~溴酸 Hydrobromic acid
 80~金氯酸 Hydrochlorauric acid
 ~氯酸, 鹽酸 Hydrochloric acid
 ~氰酸 Hydrocyanic acid
 ~氧化亞鐵, 銹化亞鐵 Ferrous hydroxide
 ~氧化鈣(銹化鈣) Calcium hydroxide
 ~氧化銨(銹化銨) Ammonium hydroxide
 ~氧化鐵(三銹化鐵) Ferric hydroxide
 ~氧化鈉(銹化鈉) Sodium hydroxide
 ~氧化鉀(銹化鉀) Potassium hydroxide
 ~氧化鋁(銹化鋁) Aluminium hydroxide
 ~氧化鋇(氧化鋇) Barium hydroxide
 ~氧根(銹根) Hydroxyl radical
 ~氧吹管 Oxyhydrogen blowpipe
 86~鉑氯酸 Hydrochloro-platinic acid
 ~鉑氯酸銨 Ammonium chloroplatinate
 ~鉑氯酸鈉 Sodium chloro-platinate
 ~鉑氯酸鉀 Potassium chloroplatinate
 氯
 Chlorine
 12~水 Chlorine water
 13~酸鉀 Potassium chlorate
 24~化氫 Hydrogen chloride
 ~化鈣 Calcium chloride

~化氮 Ammonium chloride
 ~化銨 Ammonium chloride
 24~化鈉 Sodium chloride
 ~化鉀 Potassium chloride
 ~化銅 Cupric chloride
 ~化銀 Silver chloride
 ~化鎂 Magnesium chloride

8012₇ 銻
 Cerium

8013₂ 銱
 Iridium

8021₇ 氖
 Neon

氦
 Helium

氰
 Cyanogen

24~化氫 Hydrogen cyanide
 ~化鉀 Potassium cyanide
 78~鹽法 Cyanide process

氙
 Krypton

8022₇ 分
 17~子 Molecule
 ~子溶液 Molar solution
 ~子式 Molecular formula
 ~子量 Molecular weight
 27~解 Decomposition
 42~析 Analysis
 ~析化學 Analytic chemistry
 87~餾 Fractional distillation

8033₁ 無

30~定形碳 Amorphous carbon
 42~機化學 Inorganic chemistry
 96~烟煤 Anthracite

8041₇ 氮
 Ammonia

44~基酸 Amino acids
 ~蘇打法 Ammonia soda process

8051₇ 氧
 Oxygen

13~酸 Oxy-acid
 24~化劑 Oxidizing agent
 ~化物 Oxide
 ~化作用 Oxidation
 ~化鈣 Calcium oxide
 ~化鋁 Aluminium oxide
 ~化鎳 Nickel oxide
 ~化銀 Silver oxide
 ~化鎂 Magnesium
 95~炔焰 Oxy-acetylene flame

氟

Fluorine

24~化氫 Hydrogen fluoride
 ~化鉀 Potassium fluoride

8060₁ 合

53~成 Synthesis

普

27~魯士藍 Prussian blue

8071₇ 氙
 Xenon

8073₀ 公

80~分原子量 Gramatomic weight
 ~分分子 Gram-molecule

8713₁ 銀 鑛 鍛 鉛 銻 飽 銻 鎂 符 笑 光 火 焙 糖 烷 燃 熔 燒 烯 煤 炔 9985₉
 烟 爆 輝 粗 糊 螢 磷

8713₂ 銀
 15~硃 Vermilion

8713₄ 鎳
 Osmium

8714₇ 鍛
 50~接 Welding
 83~鐵 Wrought iron
 87~鋼 Wrought steel

8716₁ 鉛
 Lead
 14~玻璃 Lead glass
 30~室碱酸 Chamber acid
 ~室法 Lead chamber process
 77~丹 Red lead
 90~糖 Lead sugar

8716₂ 鉻
 Chromium
 11~酞 Chromic anhydride
 13~酸鉀 Potassium chromate
 83~鐵礦 Ferrous chromite
 86~錳礬 Chrome alum
 87~鉛礦 Lead chromite

8771₂ 飽
 26~和溶液 Saturated solution
 ~和蒸氣 Saturated vapor
 ~和蒸氣壓 Saturated vapor pressure
 ~和煙 Saturated hydrocarbons

8812₇ 銻
 Antimony
 24~化三氫 Stibine

8813₁ 鎂
 Magnesium
 86~鉛膏 Magnalium

8824₃ 符
 61~號 Symbol

8843₀ 笑
 80~氣 Laughing gas

9021₁ 光
 77~學玻璃 Optical glass

9080₀ 火
 44~藥棉花 Gun cotton
 92~焰 Flame

9086₁ 焙
 98~粉 Baking powder

9096₇ 糖
 24~化酵素 Diastase
 27~色 Caramel
 30~蜜 Molasses

9381₁ 烷
 08~族系 Paraffin series

9383₃ 燃
 94~燒 Combustion
 ~料 Fuel

9386₃ 熔
 34~渣 Slag
 50~接劑 Thermite

9481₁ 燒
 10~石膏 Plaster of Paris

9482₇ 烯
 08~族系 Ethylene series

9489₄ 煤
 00~膏 Coal tar
 35~油(火油) Kerosene
 80~氣 Coal gas
 ~氣汽油 Natural gas gasoline

9583₀ 炔
 08~族系 Acetylene series

9680₀ 烟
 94~煤 Bituminous coal

9683₂ 爆
 98~炸藥 Dynamite

9725₆ 輝
 88~銻礦 Stibnite

9791₀ 粗
 57~揮發油 Crude naphtha
 94~煤油 Crude kerosene

9792₀ 糊
 95~糖 Dextrin

9913₆ 螢
 10~石 Fluospar
 90~光染質 Fluorescein

9985₉ 磷
 71~灰石 Apatite
 90~光性 Phosphorescence

週 期 表

屬 週 期	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII					
1	H 1.0078	1 氫													2 氦	*He 4.002				
2	Li 6.940	3 鋰	4 鈹	Be 9.02	B 10.82	5 硼	6 碳	C 12.00	7 氮	N 14.008	8 氧	O 16.0000	9 氟	F 19.00	10 氖	Ne* 20.183				
3	Na 22.997	11 鈉	12 鎂	Mg 24.32	Al 26.97	13 鋁	14 矽	Si 28.06	15 磷	P 31.02	16 硫	S 32.06	17 氯	Cl 35.457	18 氬	A* 39.944				
4	K 39.10	19 鉀	Ca 40.08	20 鈣	Sc* 45.10	21 鈦	Ti 47.90	22 鈷	V 50.95	23 鈷	Cr 52.01	24 鉻	Mn 54.93	25 錳	26 鐵	Fe 55.84	27 鈷	Co 58.94	28 鎳	Ni 58.69
	29 銅	Cu 63.57	30 鋅	Zn 65.38	31 鎳	Ga* 69.72	32 鍺	Ge* 72.60	33 砷	As 74.93	34 硒	Se 79.2	35 溴	Br 79.916	36 氬	Kr* 83.7				
5	Rb 85.44	37 鉀	Sr 87.63	38 鈹	Yt 88.92	39 鋯	Zr 91.22	40 鈷	Cb* 93.3	41 鈳	Mo 96.0	42 鉬	Ma* 101.7	43 錳	44 鈳	Ru 101.7	45 鈳	Rh 102.91	46 鈳	Pd 106.7
	47 銀	Ag 107.880	48 鎘	Cd 112.41	49 銦	In 114.8	50 錫	Sn 118.70	51 銻	Sb 121.76	52 碲	Te 127.5	53 碘	I 126.92	54 氙	Xe* 131.3				
6	Cs 132.81	55 銻	Ba 137.36	56 鋇	57-71 稀土金屬		Hf* 178.6	72 鈳	Ta 181.4	73 鉭	W 184.0	74 鎢	Re* 186.31	75 銻	76 鐵	Os 190.8	77 銻	Ir 193.1	78 鉑	Pt 195.23
	79 金	Au 197.2	80 汞	Hg 200.61	81 銻	Tl 204.39	82 鉛	Pb 207.22	83 鉍	Bi 209.00	84 鉍	Po* 209.00	85	86 氫	Rn* 222					
7		87	Ra* 225.97	88 鐳	Ac* 227.03	89 錒	Th 232.12	90 釷	Pa 231.04	91 釷	U 238.14	92 鈾								

57-71 稀土金屬		La 138.92	57 鐳	58 鈳	Ce 140.13	59 鐳	Pr* 140.92	60 鈳	Nd* 144.27	61 鈳	II*	Sm* 150.43	62 鈳	Eu 152.0	63 鈳
Gd 157.3	64 鈳	Tb 159.2	65 鈳	66 鈳	Dy* 162.46	67 鈳	Ho 163.5	68 鈳	Er 167.64	69 鈳	Tm* 169.4	Yb 173.5	70 鈳	Lu* 175.0	71 鈳

元素符號左右數字表原子序數。下面數字表原子量。
* 為 1869 年門得雷樂夫氏發表週期律後所發見的元素。

中華民國政府教育部審定
 領到教字第五十四號執照

中華民國二十一年十一月初版
 中華民國二十四年五月四一日版

 * 版 權 所 有 *
 * 翻 印 必 究 *

復興初級中學用
 教科書 化學 二冊
 (50294B)

下冊定價大洋陸角伍分
 外埠酌加運費匯費

編著者

柳章 大鏡 網權

主編人

王雲 五

印刷所

商務印書館

發行所

商務印書館

(本書校對者 王重慶)

四六四九上 羣

