

國民政府教育部審定

復興高級中學
教科書
化

學
下冊

鄭貞文編著
商務印書館發行

MG
G624.8
109

鄭貞文編著

復興高級中學
化學

學

下

冊

02420

商務印書館發行



3 1760 8801 5

復興高中教科書化學下冊

目 次

第二十四章 有機酸 羧酸 酯.....	249
第一節 有機酸.....	249
第二節 羧酸.....	255
第三節 酯.....	260
第四節 醃.....	264
第二十五章 氮磷砷之碳化合物.....	267
第一節 氮之碳化合物.....	267
第二節 磷及砷之碳化合物.....	270
第二十六章 異構物.....	273
第二十七章 碳水化物.....	281
第一節 碳水化物.....	281
第二節 糖類.....	282
第三節 纖維素及樹膠.....	287
第二十八章 蛋白質.....	293
第一節 蛋白質.....	293
第二節 蛋白質之分解物.....	296

第二十九章	精油類及樟腦類	299
第一節	精油類	299
第二節	樟腦類	300
第三十章	生物鹼類及色素	303
第一節	生物鹼	303
第二節	色素	305
第三十一章	營養化學	313
第三十二章	膠質化學	323
第三十三章	元素之週期律	331
第三十四章	鹼族元素	337
第一節	銦 鈉	337
第二節	鉀	340
第三節	銨鹽	343
第三十五章	容量分析	349
第三十六章	合金	355
第三十七章	銅族元素	361
第一節	銅	361
第二節	銀	364
第三節	金	368
第三十八章	鹼土族元素	373

第一節 鈣	373
第二節 鋇 銻	380
第三十九章 鎂族元素	383
第一節 鎂 鈹	383
第二節 鋅 鎳	386
第三節 汞	389
第四十章 土族元素	395
第一節 硼	395
第二節 鋁	398
第三節 鎵 銦 銑	402
第四節 稀土族金屬	403
第四十一章 錫及其化合物	407
第一節 錫	407
第二節 錫之化合物	409
第四十二章 鉛及其化合物	413
第一節 鉛	413
第二節 鉛之化合物	416
第三節 碳族元素及鈦族元素	418
第四十三章 鉻族元素	423
第一節 鉻	423

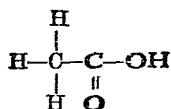
第二節	鉬 鎢 鈾	426
第四十四章	錳	429
第四十五章	鐵族元素	433
第一節	鐵	433
第二節	鈷 鎳	441
第四十六章	鉑族元素	445
第四十七章	元素之放射性	449
第四十八章	原子結構	457
第四十九章	化學與國防之關係	465
第一節	各種毒劑	466
第二節	防禦方法	472

第二十四章 有機酸 羧酸 酯

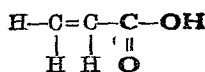
第一節 有機酸

§ 259. 有機酸.

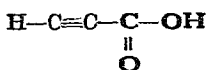
凡碳化氫之氫原子爲酸性碳醯基(carboxyl)(簡稱羧基) $\begin{matrix} \text{—C—OH} \\ || \\ \text{O} \end{matrix}$ 所取代而生之物質,總稱爲有機酸(organic acid). 羧基與烷基結合者,稱爲脂肪酸(fatty acid). 與烯基炔基結合者,各稱爲油酸(oleic acid)及亞油酸(propionic acid). 與苯基結合者,稱爲芳香酸(aromatic acid).



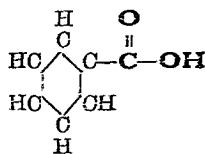
乙酸



丙烯酸

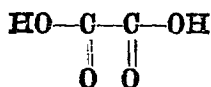


丙炔酸

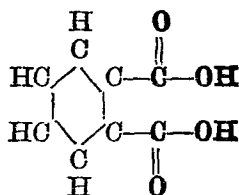


苯甲酸

其含有二個以上之羧基者,隨其羧基之數,各稱爲若干酸.



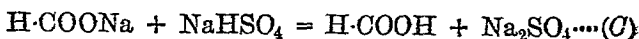
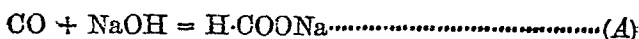
乙二酸



苯二甲酸

§ 260. 蟻酸 H·COOH.

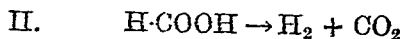
(1) 製法 蟻酸 (formic acid) 在工業上以一氧化碳與蘇打石灰於 8 氣壓之下，熱至 210°；或於 60 氣壓下通輕氣於 70° 之碳酸氫鉀之水溶液中，先製得蟻酸鈉或蟻酸鉀，然後再將此等蟻酸鹽置於低壓蒸餾器內，加以適量之酸性鹽或弱酸共熱之，即得蟻酸。



實驗室內則以草酸與甘油相混，熱至 129° 以製之

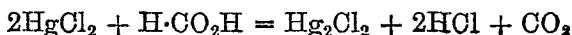


(2) 性質 蟻酸學名甲酸 (methane carboxylic acid)，含於蟻蜂等之分泌液中，故名。為刺戟性之液體，沸點 101°，觸於皮膚則發泡。極易分解，起下列二種之變化：



第 I 種分解，由與濃硫酸共熱而起。第 II 種由通蒸氣

於銅鎳等細粉之上時而起。蟻酸因有能生一氧化碳之性質，故為一種還元劑，如與昇汞共熱，則得甘汞。

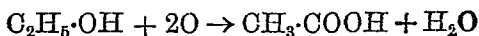


§ 261. 醋酸 $\text{CH}_3\cdot\text{COOH}$.

(1)製法 加鈣鹽於木醋酸則得醋酸鈣，盛於銅鑊，與濃鹽酸共同蒸餾，則得50%之醋酸 (acetic acid)。加少量重鉻酸鉀再行蒸餾，使雜質氧化。將所得醋酸凝冷，則得冰醋酸 (glacial acetic acid)。又加濃硫酸於無水之醋酸鈉，蒸餾之，亦得冰醋酸。

(2)性質 醋酸學名乙酸 (ethane carboxylic acid)，為揮發性之液體，沸點 118° ，有刺戟臭，腐蝕性甚強，為廉價之弱酸。可作溶媒，可供食用，又可製醋酸鹽類，用途頗廣。

醋中含有3-6%之醋酸。製醋之法，以穀類甘藷等澱粉由酒精發酵而生酒精，更使醋酸菌繁殖其內，菌食酒精又吸空氣中之養氣使氧化而成醋酸，排泄為醋。



殺菌尚未完全之酒，久則酸敗，即因此故。醋於醋酸之外，尚含有蘋果酸酒石酸琥珀酸等，且混有種種之酯，故

有芳香；又含有澱粉之分解物如糊精·麥芽糖等，故有美味。近來用此等成分調合以製人造醋

§ 262. 高級酸.

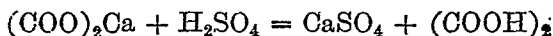
高級酸如脂蠟酸 (stearic acid) $C_{17}H_{35}COOH$ ，棕櫚酸 (palmitic acid) $C_{15}H_{31}COOH$ ，油酸 $C_{17}H_{33}COOH$ ，乾性油酸 (linoleic acid) $C_{17}H_{31}COOH$ 等多為固體，與石蠟類似之物質。天然界中與甘油或一價高級醇結合為酯而成脂油及蠟。此等高級酯與水·酸·鹼等共煮，則加水分解。此等酸之鈉鹽，即為肥皂。遊離之酸，用途頗少，僅脂蠟酸與石蠟相混可製洋蠟燭

§ 263. 草酸 $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ | \\ \text{COOH} \end{array}$

草酸 (oxalic acid) 學名乙二酸，亦稱蓆酸。其酸性鉀鹽存於酸模·酢漿草·大黃等植物中。草酸為美麗之結晶，含有二分子之結晶水，善溶於水，與蟻酸相似，易起分解，氧化則生水及碳酸氣，故有還元性。

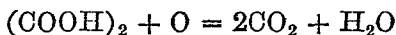
大抵有機化合物經充分氧化，則鏈斷而生一個或二個碳素之酸，即蟻酸與草酸是也。蟻酸與草酸為最後氧化生成物。故如將鋸屑等廢物之纖維素與氫氧

化鈉共煮，則為空氣中之養氣所氧化而得草酸鈉。過濾除去雜質，加石灰於其溶液，則草酸鈣沈澱。加當量之硫酸，則得純粹之草酸水溶液。



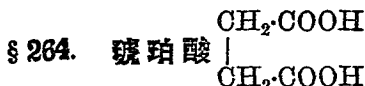
如此，先使成為鈣鹽沈澱，而後以當量之硫酸分解之法，為有機化合物通用之精製法。

草酸在硫酸性溶液，易使高錳酸鉀脫色，反應如下：

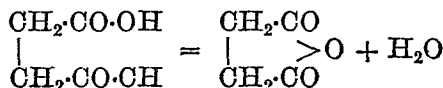


利用此反應，可以行草酸及高錳酸鉀之容量分析。

草酸可供色染，並為還元劑，化學工業上多用之。



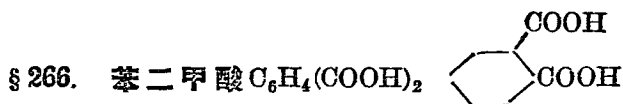
蒸餾琥珀則得琥珀酸 (succinic acid)，學名丁二酸。加熱至融點 (182°.8) 以上，則失水而成琥珀酐 (succinic anhydride)。



§ 265. 安息酸 $\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}$.

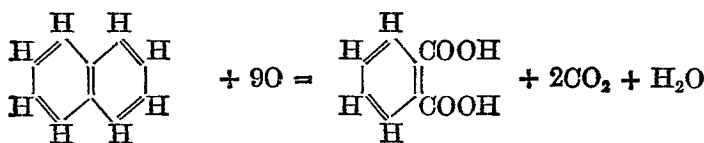
安息香加熱則分解昇華而得安息酸 (benzoic acid)，

學名苯甲酸。爲白色葉狀或針狀之結晶，熱之則昇華。爲苯胺靛藍之原料，醫藥上亦用之。



苯二甲酸有三種異構物，最重要者爲鄰苯二甲酸 (ortho-phthalic acid)。其結晶呈白色葉狀，爲重要染料如靛藍等之原料。

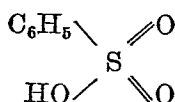
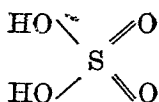
工業上將萘氧化製之。



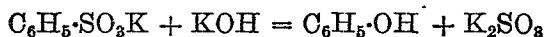
其法以發烟硫酸爲氧化劑，並加少許硫酸汞以爲觸媒，使萘氧化。或以空氣與萘之蒸氣相混，通於適當之固體觸媒上，使之氧化。

§ 267. 苯磺酸 $C_6H_5SO_2OH$.

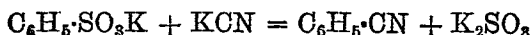
以濃硫酸或發烟硫酸與苯作用，則生苯磺酸 (benzenesulphonic acid)。爲無色潮解性之結晶，易溶於水及酒精，爲製石炭酸之原料。



凡苯核中之氫爲磺基所取代而生之磺酸，概爲無色結晶之固體。故難溶於水之有機物，如使化爲磺酸，則得可溶性之物質。此種作用，稱爲磺酸化 (sulphonation)。在色素化學上有重大之意義。磺酸最重要之反應爲與鹼熔融，則磺基爲氫氧基所取代而生醇。



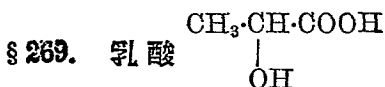
又與氰化鉀強熱，則生氰化物。



第二節 羧酸

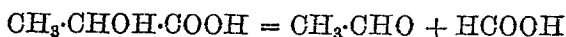
§ 268. 羧酸

凡兼含有羧基與羧基之酸，總稱羧酸 (hydroxycarboxylic acid)。通常羧酸之酸性較強於無羧基之酸。

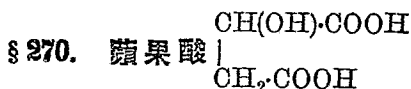


乳糖·葡萄糖等，受乳酸菌作用，則發酵而得乳酸

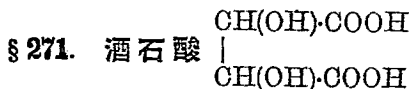
(lactic acid). 酸之濃度達1%以上,則乳酸菌死滅,故須以碳酸鈣中和之. 將混合物保 40° - 45° ,放置8-10日間,則得乳酸鈣,乳酸鈣再結晶之後,以硫酸分解,則得遊離之乳酸. 乳酸學名**羧丙酸**,爲黏稠之液體,溶於水或醇中. 與稀硫酸共熱,則分解爲乙醛及蟻酸.



又由肉汁所得之乳酸,稱爲**肉乳酸**(sarcolactic acid). 化學性質與普通之乳酸相同,爲乳酸之一種異構物(參照§ 297). 加熱則成普通乳酸. 動物體內由葡萄糖之分解,常生肉乳酸,達相當濃度在肝臟內又合成葡萄糖. 故肉乳酸對於生理作用頗爲重要.



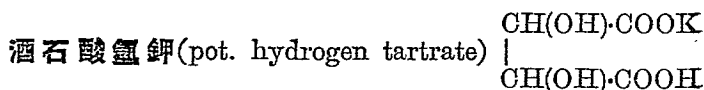
蘋果酸(malic acid)存蘋果葡萄之果實中,使成鈣鹽取出後,以硫酸分解之. 蘋果酸學名**2-羧丁二酸**-[1,4],爲無色之結晶,有潮解性,善溶於水而呈酸性.



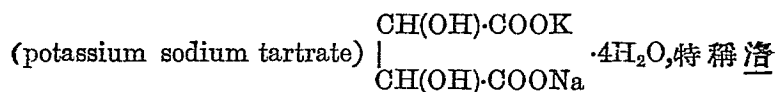
酒石酸(tartaric acid)或成遊離狀或爲酸性鉀鹽存

於種種果實,尤以葡萄中所含最多。酸性鉀鹽難溶於水及酒精,故製造葡萄酒之際,沈於器底,稱為酒石(argol),使酒石變為鈣鹽,以硫酸分解之,則得酒石酸。

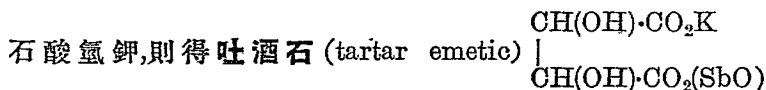
酒石酸學名 2,3-二羧丁二酸-[1,4],為透明柱狀之大結晶,善溶於水而呈愉快清涼之酸味,故用以製清涼飲劑。



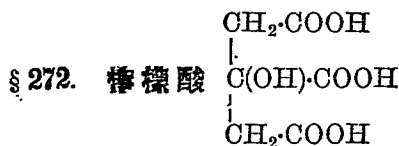
難溶於水,故利用以檢出鉀鹽。以碳酸鈉與酒石酸氫鉀中和而蒸發之,則得透明之大結晶,即酒石酸鈉鉀



瑟爾鹽 (Rochelle salt),可作分析試藥。加氧化銻於酒

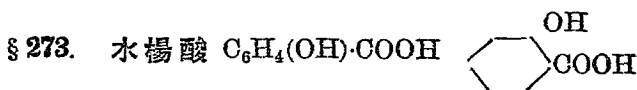


$\frac{1}{2}$ H₂O,善溶於水,醫療上用為吐劑,色染上用為媒染劑。



檸檬酸 (citric acid) 亦稱枸橼酸, 存於柑橘類如橙·柑·檸檬(7—8%)等之果汁, 又其鉀鹽或鈣鹽多量存於植物之中。工業上以某種細菌^①與葡萄糖接觸使發酵而製之。

檸檬酸含有一分子之水, 爲透明之大結晶, 善溶於水, 呈愉快清涼之酸味, 可製清涼飲料, 醫藥上亦用之。



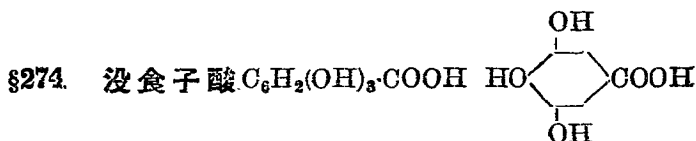
於強壓下通碳酸氣於石炭酸鈉, 則得水楊酸鈉
 $C_6H_5 \cdot ONa + CO_2 = C_6H_5 \cdot O \cdot COONa = C_6H_4(OH) \cdot COONa$

以酸分解之, 則得水楊酸 (salicylic acid)。

水楊酸學名經苯甲酸, 爲無色針狀之結晶, 難溶於冷水, 但善溶於熱湯或酒精中。其殺菌力甚強, 故可用作防腐劑。又爲種種藥品之原料, 例如水楊酸之鈉鹽 $C_6H_4(OH) \cdot COONa$ 與其醋酸酯^② $C_6H_4(O \cdot COCH_3) \cdot (COOH)$ 均爲解熱劑。

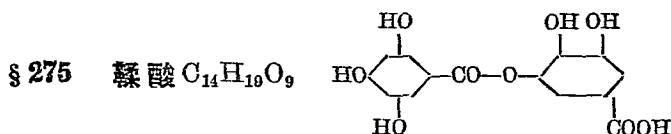
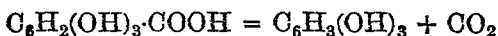
① Citromyces.

② Aspirin.

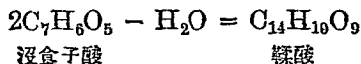


沒食子茶葉等中有一種澀味之物質，稱為鞣質 (tannin)，亦稱鞣酸 (tannic acid)。以稀硫酸與鞣質共同煮沸，則得沒食子酸 (gallic acid)。

沒食子酸為無色結晶，熱之，則失碳酸氣，生焦性沒食子酸。



將沒食子酸與三氯化磷醯 (phosphoryl chloride) $POCl_3$ 共熱，則由二分子之沒食子酸縮去一分子之水而得鞣酸。



鞣酸加水分解，亦生沒食子酸，故一稱二沒食子酸 (digallic acid)。用適當溶媒將沒食子五倍子等浸出製之

鞣酸或沒食子酸與鐵鹽作用，則生深藍色之沈澱，故可製墨水。

又將動物之皮浸於鞣酸溶液，則蛋白質凝固而成鞣皮，製革時用之。

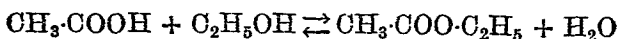
第三節 酯

§ 276. 酯.

羧基之氫為碳氫基取代而生之物質，總稱為酯 (ester). 故酯可視為有機酸與醇之縮水物。

§ 277. 乙酸乙酯 $\text{CH}_3\cdot\text{COO}\cdot\text{C}_2\text{H}_5$.

酒精與醋酸作用，則生乙酸乙酯 (ethyl acetate).



然左方之物質 $\frac{1}{2}$ 變為右方之物質時即達平衡狀態，尚餘 $\frac{1}{2}$ 不變。故欲使反應完結，須加濃硫酸為脫水劑，或通氯化氫而熱之。

乙酸乙酯為無色揮發性之液體，有芳香，可作餅乾肥皂等之香料。醫藥上用為興奮劑。

加酸或鹼於乙酸乙酯而熱之，則加水分解而生醋酸及醇。酯之加水分解，稱為皂化 (saponification)。皂

化之速度與 H^+ 或 OH^- 之濃度為比例,故測皂化速度,可以比較 H^+ 或 OH^- 之濃度,即可以測所用之酸或鹼之強弱.

§ 278. 果香油.

低級脂肪酸與一元醇所成之酯,均為有果香之液體,稱為果香油 (fruit essence). 可由人工製之,以供飲料及香粧品之用. 乙酸乙酯之外,主要者如右.

香蕉油	$CH_3 \cdot COO \cdot C_8H_{17}$
橙油	$CH_3 \cdot COO \cdot C_8H_{17}$
黃梨油	$C_2H_5 \cdot COO \cdot C_5H_{11}$
鳳梨油	$C_3H_7 \cdot COO \cdot C_2H_5$
蘋果油	$C_4H_9 \cdot COO \cdot C_5H_{11}$

§ 279. 蠟.

高級脂肪酸與高級一元醇所成之酯,均為白色或黃色半透明之固體,稱為蠟 (wax). 熔解於 50° 附近,不溶於水,供醫藥製燭及其他工業之用,主要者如左

鯨蠟	$C_{15}H_{31} \cdot COO \cdot C_{16}H_{33}$
蜜蠟	$C_{15}H_{31} \cdot COO \cdot C_{30}H_{61}$
中國蠟	$C_{25}H_{51} \cdot COO \cdot C_{26}H_{53}$

§ 280. 脂肪及油.

天產高級脂肪酸之甘油酯,較重要者如下數種.

脂油爲此等酯類以種種之比例相混所成之物質。其中多含有棕櫚脂 (palmitin)·脂蠟脂 (stearin) 等融點較高之飽和酸酯者，常溫時爲固態，通稱爲脂肪 (fat)。

棕櫚脂	$(C_{15}H_{31}\cdot COO)_3C_2H_5$	66°
脂蠟脂	$(C_{17}H_{35}\cdot COO)_3C_2H_5$	72°
油脂	$(C_{17}H_{33}\cdot COO)_3C_2H_5$	-6°
乾性油脂	$(C_{17}H_{31}\cdot COO)_3C_2H_5$	-

多含有油脂 (olein)·乾性油脂 (linolein) 等不飽和酸酯者，爲液態，通稱爲油 (oil)。工業的分類如下：

脂肪	{ 動物性	牛脂·豚脂·羊脂等
	{ 植物性	椰子油·木蠟·可司油
油	{ 乾性	桐油·桂油·亞麻仁油·大豆油
	{ 半乾性	棉子油·蓖麻子油
	{ 不乾性	魚油·橄欖油·菜子油·茶油·花生油

所謂棕櫚脂·脂蠟脂·油脂·乾性油脂者，乃棕櫚酸·脂蠟酸·油酸或乾性油酸之甘油酯也。

動物性脂肪以脂蠟脂爲主，植物性脂肪以棕櫚脂爲主；油類在空氣中易於氧化而乾硬者，稱爲乾性油，以乾性油脂爲主，不乾性油以油脂爲主。

此種物質比重均輕於水，故欲分離其成分時，在脂肪當熱之使稍融解，在油當冷之使稍凝固，而後置於細孔之袋，而壓榨之，則液態之油脂被榨而出，而餘固態之脂蠟脂及棕櫚脂。

脂肪及不乾性油半乾性油可爲肥皂之原料,如無不快臭味及有毒成分,則可供食用。亦可爲減摩油 (lubricating oil) 及燈油 (lamp oil)。

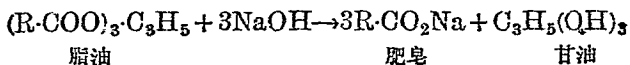
乾性油易吸收空氣中之養氣而生膜,故可製油紙油布,亦可混於油漆假漆之中。

近年肥皂及食用脂肪之需要日增,故將有不快臭味之油漂白精製,以爲實用。如由棉子油取牛油之代用品,由魚油取肥皂之原料。又將油熱至 220° , 以鎳爲觸媒,送輕氣使與不飽和之油化合而添加氫原子,同時除去惡臭,工業上稱爲硬化油 (hard oil)。

§ 281. 肥皂.

高級脂肪酸之鹼鹽,通稱肥皂 (soap), 由脂油與苛性鹼類之反應而製之。其中以脂蠟酸棕櫚酸油酸之鈉鹽爲最普通,以椰子油牛脂橄欖油等與苛性鈉爲主要原料。

置脂油與苛性鈉於釜中,加熱則劇烈作用,即皂化而生肥皂及甘油之混合液。



投食鹽於此混合液,因肥皂不溶於食鹽水,故即析

出。移於別器冷凝之，則得肥皂。蒸餾其廢液，可得甘油而收回食鹽。

肥皂之洗滌作用，因其溶解於水，則分解而生鹼。



能將附著於皮膚布帛之垢變為微粒（即乳狀膠質），送於水中，而所生之泡（亦為膠質）能吸著塵埃而除去之故。

肥皂不溶於鹽水，故海水不能洗濯。

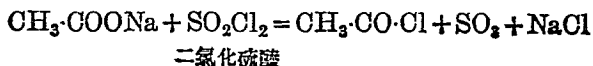
第四節 醜

§ 282. 醜

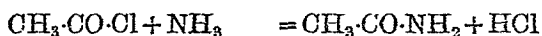
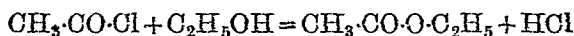
凡酸減去氫氧基所餘之基，稱為酸基 (acyl)，特稱為醜。酸基與氯之化合物即醜氯化物 (acid chloride)，特稱為氯化醜。

§ 283. 氯化乙醜 CH_3COCl

加三氯化磷或五氯化磷於醋酸或醋酸鈉而蒸餾之，則得氯化乙醜 (acetyl chloride)。工業上通綠氣與二氧化硫之混合氣體於無水之醋酸鈉而製之。

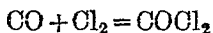


氯化乙醯爲刺戟性無色之液體，在空氣中激烈發煙，反應力極強，與水·醇·氨·有機酸鹽等作用，生酸·酯·醯·腓·酐等物。

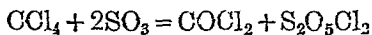


§ 284. 二氯化碳醯 COCl_2 .

以綠氣與一氧化碳之混合氣體，曝於日光，則生一種氣體。1812年德斐氏稱爲光氣 (phosgene)，學名二氯化碳醯 (carbonyl chloride)。通上述混合氣體於熱炭之上，可以製之。



實驗室內加發煙硫酸於四氯化碳熱之，則得。



二氯化碳醯爲甚強之一種毒氣，空氣1升中含有0.3毫克即已有害，歐戰中常使用之。溶於苯·甲苯之中而貯之，可供色素·醫藥等合成之用。

問 題

1. 試略述醋酸, 糖, 蟻酸之製法。
2. 今以 1 升中含有 20 克之苛性鈉溶液 60 c. c., 與食醋 40 克作用, 適逢中和。問此食醋中醋酸之百分率如何?
〔答〕 4.5%
3. 試作下列各名詞之定義, 並作其式: (a) 羧基, (b) 鹽基。
4. 試作下列各物之結構式: (a) 苯甲酸, (b) 丁二酮, (c) 三羥苯甲酸。
5. 一物質之爲酸, 抑爲酸酐, 將如何決定之?
6. 試述脂肪與油之分別, 並各舉一二例。
7. 何謂皂化?
8. 試述肥皂之清淨作用。
9. 試述光氣之生成法及其功用。

第二十五章 氮磷砷之碳化合物

第一節 氮之碳化合物

§ 285. 胺類.

氨 NH_3 之氫原子為烴基取代所生之物質，總稱**胺** (amine)，略稱為**胺**。從烴基之數，稱為**第一胺** (primary amine)，**第二胺** (secondary amine)，**第三胺** (tertiary amine)，而由氫氧化銨所衍生物者，則稱為**第四銨鹽基**

	通 式	例
第一胺	$\text{N} \begin{array}{l} \diagup \text{R} \\ \text{H} \\ \diagdown \text{H} \end{array}$	$\text{NH}_2(\text{CH}_3)$
第二胺	$\text{N} \begin{array}{l} \diagup \text{R} \\ \text{R} \\ \diagdown \text{H} \end{array}$	$\text{NH}(\text{CH}_3)_2$
第三胺	$\text{N} \begin{array}{l} \diagup \text{R} \\ \text{R} \\ \diagdown \text{R} \end{array}$	$\text{N}(\text{CH}_3)_3$
第四鹽基	$\begin{array}{l} \text{R} \\ \diagdown \text{N} \begin{array}{l} \diagup \text{R} \\ \text{R} \\ \diagdown \text{R} \end{array} \\ \text{OH} \end{array}$	$\text{N}(\text{CH}_3)_4 \cdot \text{OH}$

(quaternary ammonium base)。性質與氨相似，低級者為可燃性之氣體，有腥臭，可溶於水而生氫氧化物，呈鹼性，與酸化合則生鹽，為重要之有機鹽基。氫氧化四甲銨之鹽基性，較苛性鉀更強。

§ 286. 苯胺 $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{NH}_2$.

將硝基苯還元,則得苯胺(aniline). 實驗室用錫與鹽酸爲還元劑. 工業上則用鐵屑與鹽酸代之.

苯胺爲無色油狀液體,有毒,於 -6.2 融解, 184.4 沸騰,遇光及空氣則變爲紅褐色. 與脂肪族胺類比較,鹽基性甚弱. 幾不溶於水,善溶於酸而成鹽. 其鹽酸鹽 $C_6H_5 \cdot NH_2 \cdot HCl$ 爲可溶性白色之結晶. 如加冰醋酸則得乙醯苯胺(acetanilide) $C_6H_5 \cdot NH \cdot CO \cdot CH_3$, 用爲解熱劑. 苯胺最重要之用途爲製造染料之原料,故俗稱生色精,又稱靛油.

§ 287. 醯胺.

氨 NH_3 之氫原子爲醯基取代所生之物質,稱爲醯

	分子式	名稱
第一醯胺	$CH_3 \cdot CO \cdot NH_2$	乙醯胺
第二醯胺	$(CH_3 \cdot CO)_2 \cdot NH$	二乙醯胺
第三醯胺	$(CH_3 \cdot CO)_3 \cdot N$	三乙醯胺

胺(acid amide).

從醯基之數,稱爲

第一醯胺(primary acid amide),第二醯

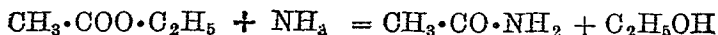
胺(secondary acid amide)及第三醯胺(tertiary acid amide)

等. 醯胺之命名法,從所含醯基,稱爲某醯胺.

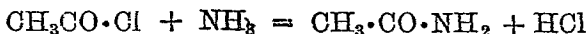
§ 288. 乙醯胺 $CH_3 \cdot CO \cdot NH_2$.

乙醯胺(acetamide)之製法有種種:

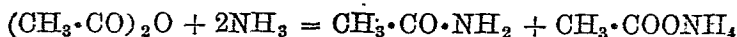
(1) 加濃氨水(2容)於乙酸乙酯(1容)而蒸餾之.



(2) 通氨於氯乙醯.



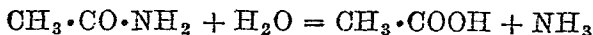
(3) 通氨於乙酐.



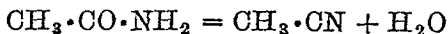
(4) 加熱於醋酸銨而蒸餾之. 此時如含遊離之醋酸,則反應甚速.



乙醯胺通常有鼠尿之臭,但純粹者無臭,可溶於水或酒精,可自安息油使之結晶. 煮沸其水溶液,則加水分解.



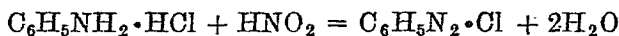
與脫水劑作用,則變為甲腈.



§ 289. 重氮化合物.

加亞硝酸鈉於放冷之鹽酸苯胺之鹽酸性溶液,則與所生亞硝酸作用,而生氯化重氮苯(phenyl diazonium

chloride).



分子中有二氮原子連結之化合物，總稱為重氮化合物 (dialzo compounds)。使胺類變為重氮類之作用，稱為重氮化 (diazotise)。

重氮化合物多為無色之結晶，可溶於水，難溶於酒精。極不穩定，在溼空氣中即行分解。乾燥者遇打擊或熱則爆發，用時須十分慎重。對於有機物之合成及染料之製造上，至為重要。

第二節 磷及砷之碳化合物

§ 290. 磷之碳化合物

NH_3	PH_3	名 稱
$\text{CH}_3 \cdot \text{NH}_2$	$\text{CH}_3 \cdot \text{PH}_2$	甲 磷 methyl phosphine
$(\text{CH}_3)_2 \cdot \text{NH}$	$(\text{CH}_3)_2 \cdot \text{PH}$	二 甲 磷 dimethyl phosphine
$(\text{CH}_3)_3 \cdot \text{N}$	$(\text{CH}_3)_3 \cdot \text{P}$	三 甲 磷 trimethyl phosphine

磷化氫 PH_3 之 H 為烷基取代而生之化合物，與胺

類相當，總稱磷氫，特稱磷類 (phosphines)，除甲磷外為無色而易揮發之液體，皆有惡臭，氧化之則成磷酸 (phosphonic acid) 或次磷酸 (phosphinic acid)

§ 291. 砷之碳化化合物.

砷化氫 AsH_3 之氫為烷基所取代而生之物質，總稱砷氫，特稱脾類 (arsines)，與胺類磷類相當，亦皆有惡臭。其衍生物中含有二甲脾基 (cacodyl radical) $(CH_3)_2As-$ 之化合物，均為有惡臭之毒液。

砷之有機化合物在醫藥上多為極有價值之物質。最初認為極有效力者，當以氮苯基亞砷酸氫鈉 (atoxyl) 為嚆矢，為睡眠病及梅毒之特效藥。其後德人哀爾力喜 (Ehrlich) 氏因欲得更有力而無害之梅毒藥，與柏泰因姆 (Bertheim) 及日人秦佐八郎 氏等協力研究，終於第 606 次之試驗，得氨基酚 與砷之化合物，為治梅毒之聖藥，即俗稱六零六 (salvarsan) 是也。

市販之六零六為其鹽酸鹽。為黃色固體，易受氧化，故貯於滿盛淡氣之管中。用時使溶於鹼而後用之。水銀對於梅毒亦有效力，近來製出兼含水銀及砷之有機化合物，以供藥用。

問 題

1. 何謂第一胺第二胺第三胺?試與第一第二第三醇比較之。
2. 試述苯胺之製法,性質及用途。
3. 何謂重氮化?
4. 試將胺類,腓類,腓類,就所知者互相比較之。

第二十六章 異構物

§ 292. 異構物之種類.

有機化合物之成分,不外碳·氫·氧等數元素,而其種類多至數十萬者,則以異構物甚多故也。異構物分類如下:

(1) 結構異構物

(a) 鏈鎖異構物

(b) 位置異構物

(2) 立體異構物

(a) 幾何異構物

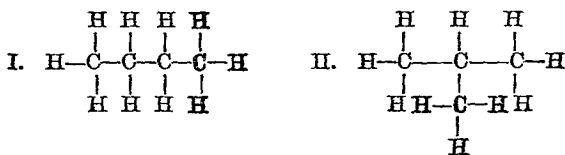
(b) 旋光異構物

結構異構物(structural isomer)由碳原子結合之方法,或原子及基取代之位置而生。立體異構物(stereoisomer)由碳原子之立體的結構而生。

§ 293. 鏈鎖異構物.

甲烷之任何氫原子為一個之甲烷基 CH_3 — 取代,

僅生一種之乙烷。乙烷之任何氫原子爲一個之甲基取代，亦僅生一種之丙烷。至丙烷之氫一原子爲甲基取代時，則因所取代之氫，在鏈端抑在鏈間，而有兩種之方法。



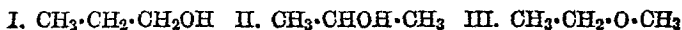
如 I 之結合成列者，稱爲正鏈結合 (normal chain linkage)。如 II 之結合分枝者，稱爲枝鏈結合 (branch chain linkage)。命名之法，以正鏈爲母體，枝鏈爲基，故 I 稱爲丁烷 (butane)，II 稱爲甲基丙烷 (methyl propane)。因其爲丁烷之異構物，故後者亦稱類丁烷 (isobutane)，而稱前者爲正丁烷 (normal butane) 以別之。此種異構物，稱爲鏈鎖異構物 (chain isomer)。

異構物之數，隨分子中碳原子之數急劇增加。

$\overset{1}{\text{C}_4\text{H}_{10}}$	$\overset{2}{\text{C}_5\text{H}_{12}}$	$\overset{3}{\text{C}_6\text{H}_{14}}$	$\overset{4}{\text{C}_7\text{H}_{16}}$	$\overset{5}{\text{C}_8\text{H}_{18}}$	$\overset{6}{\text{C}_9\text{H}_{20}}$	$\overset{7}{\text{C}_{10}\text{H}_{22}}$	$\overset{8}{\text{C}_{11}\text{H}_{24}}$	$\overset{9}{\text{C}_{12}\text{H}_{26}}$	$\overset{10}{\text{C}_{13}\text{H}_{28}}$
2	3	6	9	15	35	112	159	355	802

§ 294. 位置異構物。

丙醇 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ 之異構物有三種：

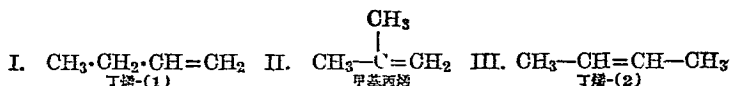


I, II 由氫氧基之位置而生,皆為醇類,命名之法,加數碼於名稱之後,以表位置。前者稱為丙醇-[1]或正丙醇,後者稱為丙醇-[2]或異丙醇。III 則為醚,稱甲乙醚(methyl ethyl ether)。此種異構物稱為位置異構物(steric isomer)。

環狀化合物亦多位置異構物。

§ 295. 幾何異構物。

丁烯 C_4H_8 有四種異構物,其中三種,可以鏈鎖及位置異構物說明之。



然 III 丁烯-[2]則更有二種異構物,須假定碳原子有立體的結構方能說明。

碳原子間之結合,如為單重,則二原子之碳僅相接

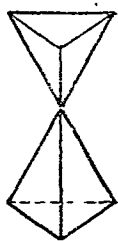


圖 41. 單鍵結合

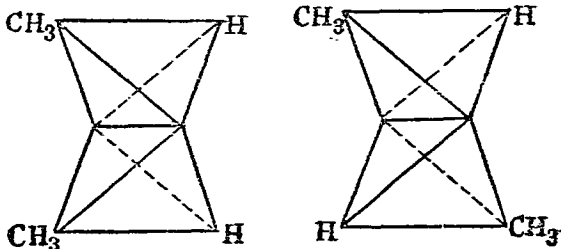


圖 42. 雙鍵結合

於正四面體之一頂點(圖 41). 如爲二重,則可視爲相接於一稜,故所餘之 4 頂點,可生二種之配列,如圖 42 所示.

如以平面的表之,則如右:

$$\begin{array}{ccc} \text{CH}_3-\text{C}-\text{H} & \text{CH}_3-\text{C}-\text{H} & \\ & \parallel & \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{H} & & \text{H}-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$$

如 I 之配列,稱爲順型(cis- form), II 稱爲反型(trans- form). 此兩種異構物,稱爲幾何異構物 (geometrical isomer).

I. 順型 II. 反型

§ 296. 旋光異構物.

肉汁中所含之乳酸,與乳糖發酵所製之乳酸,其示性式均爲 $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{CO}_2\text{H}$,一切之性質相同,惟對於光學之作用則異,故亦爲異構物.

通常之光對於垂直於其通行方向之平面內,雖能向各方振動;然通過於偏光柱 (Nicol's prism) 之光,則僅能向一方振動. 如此,振動方向有一定之光,稱爲偏光 (polarized light). 偏光雖能通過於與第一偏光柱平行之第二偏光柱,但不能通過於垂直之偏光柱. 如置發酵乳酸於兩垂直偏光柱之間,則光不能通過;如用肉乳酸,則仍有多少通過,須將第二偏光柱向右旋轉,至相當角度而後完全黑暗. 蓋因置於中間之物質,能使偏光

面左右迴旋。凡能使偏光面迴旋之物質，稱爲旋光物 (optically active substance)。向右旋者稱爲右旋 (*d*) 光物 (dextro-rotatory substance)，向左旋者稱爲左旋 (*l*) 光物 (levo-rotatory substance)。不呈旋光之性質者，稱爲不旋 (*i*) 光物 (optically inactive substance)。凡光學性不同之異構物，稱爲旋光異構物 (optical isomer)。

肉乳酸爲右旋乳酸 (*d*-lactic acid)，發酵乳酸爲不旋乳酸 (*i*-lactic acid)。不旋乳酸，可用適當之方法，使其分離爲同量之右旋乳酸及左旋乳酸 (*l*-lactic acid)。故知乳酸有三種之旋光異構物。發酵乳酸因含有同量之左旋乳酸與右旋乳酸，致旋光之作用相殺。具此種不旋光性之異構物，特稱爲混旋光物 (racemic form)。

§ 297. 偃碳原子。

結構式相同之化合物何以有光學的異構物之分？立體化學 (stereo-chemistry) 之創始者凡特荷甫氏就種種旋光物研究，以爲光學的活性之原因，在於分子之立體的結構，即其分子之中最少必有一個碳原子與各不相同之四原子或原子團結合。此種碳原子稱爲偃碳原子 (asymmetric carbon atom)。

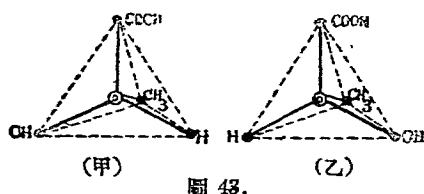


圖 43.

就乳酸之立體結構式論，可以有兩種配列，任用如何平面切斷，均不能得對稱之二部

分。(甲)與(乙)之關係，恰如物之與像，左手與右手，任何迴轉均不能相重。如從COOH軸之方向而觀，依 $\text{CH}_3, \text{H}, \text{OH}$ 之順序，(甲)爲右旋，(乙)爲左旋。故用此種結構式可以說明旋光異構之理。

§ 298. 二個偏碳原子之異構物。

酒石酸於右旋光物左旋光物之外，尚有二種之不旋光物，蓋因酒石酸有二個偏碳原子故也。今以 C^1, C^2 表二個偏碳原子，則其組合之關係如下。

	I	II	III	IV
C^1	右 旋	右 旋	左 旋	左 旋
C^2	右 旋	左 旋	右 旋	左 旋
異構物	右 旋	不 旋	不 旋	左 旋

如從 $\text{H}, \text{OH}, \text{COOH}$ 之順序，爲右旋，則此等異構物圖示如下：

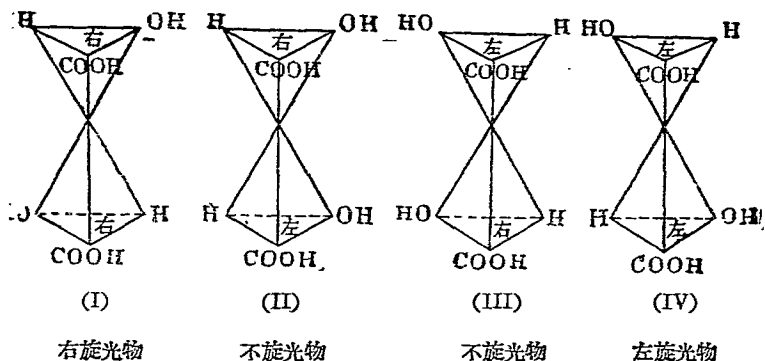
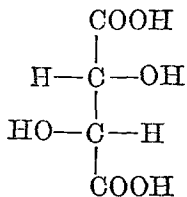
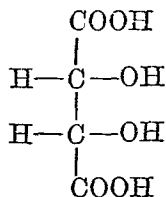


圖 44. 酒石酸異構物之立體結構

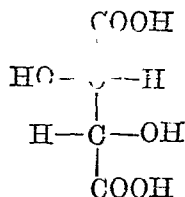
(I)(IV)上下同向,故相益而為右或左旋光物. (II)(III)上下異向,故相殺而為不旋光物. 且此兩種,旋則相重,故為同一之物. 此種在分子內相消而成不旋光性之異構物,稱為消旋光物 (meso-form). 故就酒石酸之立體結構論之,外觀上似有四種,其實祇得三種旋光異構物如下:



右旋酒石酸
d-tartaric acid

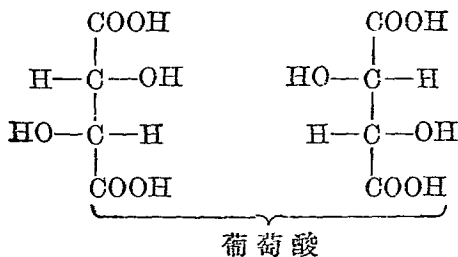


消旋酒石酸
meso-tartaric acid



左旋酒石酸
l-tartaric acid

至尙有一種不旋光物，則爲左右旋光物等量混合所成之混旋光物是也。混旋酒石酸特稱葡萄酸或混旋酸 (racemic acid)，其關係示之如下：



問 題

1. 試記異構物之種類，並分別略說明之。
2. 理論上 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 之異構物若干？試舉其名稱及其示性式。

〔答〕 6

3. 何謂偏碳原子？
4. 試述酒石酸之異構現象，並舉其各異構物之名，而并述其(溶液)對於光之作用(繪圖表出立體形)。

第二十七章 碳水化物

第一節 碳水化物

§ 299. 碳水化物.

糖類、澱粉、纖維素等之分子式，皆可以 $C_m(H_2O)_n$ 表之，形式上似碳與水之化合物，總稱為碳水化物 (carbohydrate)，學名特稱為醣類。

碳水化物大別可分為三類：

(1) 糖類 (sugar). 為果實甘味之主成分，不特為重要之食品，且為製造酒精之原料。

(2) 澱粉類 (starch). 為食物之重要成分。

(3) 纖維素類 (cellulose). 細胞膜及植物纖維以此類為主，如棉、紙、木材等，均為日常生活重要之物質。

碳水化物

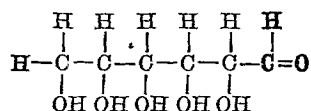
}	1. 糖類	(a) 單醣類 (monosaccharide) $C_6H_{12}O_6$... 葡萄糖·果糖
		(b) 式醣類 (disaccharide) $C_{12}H_{22}O_{11}$... 蔗糖·乳糖·麥芽糖
	2. 澱粉類	...多醣類 (polysaccharide) $(C_6H_{10}O_5)_n$... 澱粉·糊精·
3. 纖維素類	...多醣類 $(C_6H_{10}O_5)_n$... 纖維素·細胞膜	

第二節 糖類

§ 300. 葡萄糖 $\text{CH}_2(\text{OH}) \cdot (\text{CH} \cdot \text{OH})_4 \cdot \text{CHO}$.

葡萄及其他果實之中多含此糖，故稱葡萄糖 (grape sugar or glucose). 亦存於蜂蜜中。血液中約含葡萄糖 0.1%.

工業上加少量之稀鹽酸於澱粉煮之，則加水分解而生葡萄糖。易溶於水，其溶液為右旋光性。含 1 分

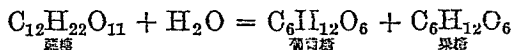


葡萄糖之結構式

子之結晶水而結晶。甘味不及蔗糖，可製果餌及糖蜜等。與酵素接觸，則發酵而成酒精。因分子中含有醛基，故有強還元性。凡含有醛基之醴類稱為醛醴 (aldose).

§ 301. 果糖 $\text{CH}_2(\text{OH}) \cdot (\text{CH} \cdot \text{OH})_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{OH}$.

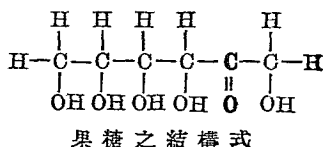
果糖 (fruit sugar or fructose) 與葡萄糖共存於果物或蜂蜜中。蔗糖加水分解，則生果糖與葡萄糖。



蔗糖為右旋光性， $[\alpha]_D = +66^\circ.5$ 。葡萄糖亦右旋光性， $[\alpha]_D = +52^\circ.7$ 。而果糖則為左旋光性， $[\alpha]_D = -93^\circ$ 。

故蔗糖溶液加水分解之後，轉為左旋光性。凡轉變旋光方向之加水分解，稱為轉化 (inversion)。所生之葡萄糖與果糖之混合物，稱為轉化糖 (invert sugar)。加消石灰於轉化糖，則得難溶之化合物，通碳酸氣則分解而得果糖，與葡萄糖分離。

果糖易消化，可供糖尿病患者之用。因分子中含酮基，不含醛基，故與葡萄糖不同，不易發酵而還元性亦弱。



凡含有酮基之醣類，稱為酮醣 (ketose)。

§ 302. 蔗糖 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

通常所稱砂糖即為蔗糖 (cane sugar or sucrose)。多含於植物之中，尤以甘蔗 (10—20%) 與甜菜 (16%) 所含最多，由此製取蔗糖。但世界糖之產額，甘蔗居十分之七。

製糖之法，如為甘蔗，則取莖軋榨其汁；如為甜菜，則細切浸於水中，滲出糖分。加石灰乳而煮之，則有機酸成為鈣鹽而沈澱，蛋白質等凝結，又通碳酸氣使所餘之石灰沈澱而過濾之。盛此液汁於真空罐中，於低溫度 (約 60°) 蒸發水分而冷之，則得蔗糖之結晶。又用遠心

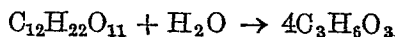
分蜜機使與母液分離，則得褐色之結晶，稱為粗糖。母液稱為糖漏(molasses)，為暗褐色黏稠之液體，尚含多量之蔗糖及轉化糖，可製糖果及酒精。溶粗糖於水，以骨炭脫色，再置真空罐中蒸發冷凝，使之結晶，更分離糖漏，則得純白之精糖。

蔗糖易成單斜晶柱狀之大結晶，稱為冰糖(sugar candy)。味甘且有防腐性，可供調味及蜜餞之用。熱之則於 160° 熔融，更加強熱則一部分解成褐色之塊，稱為焦糖(caramel)。加濃硫酸則碳化，可與葡萄糖區別。

§ 303. 乳糖 $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$

乳糖(lactose)存於動物之乳汁中，為白色結晶，甘味弱，難溶於水。由乳酸菌作用，則發酵而生乳酸。

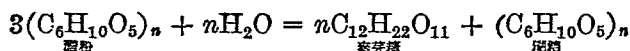
	乳糖之%
牛乳	4.94
人乳	7.61



§ 304. 麥芽糖 $C_{12}H_{22}O_{11}$.

麥芽糖(maltose)含於麥芽之中，故有此名。加麥芽汁於澱粉，保持 60° — 65° 之溫度，則由麥芽中酵素即化糖素(diastase)之接觸作用，加水分解而生麥芽糖與糊

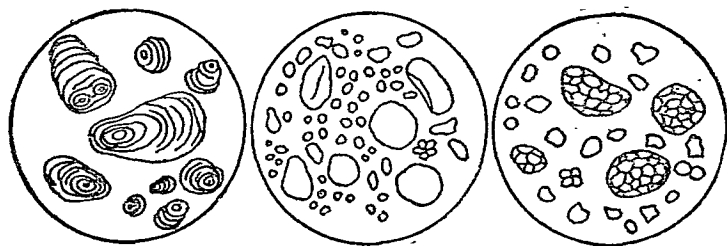
精。



爲針狀結晶，溶解於水。與酸共同煮沸，則只生葡萄糖，與蔗糖不同。有還元性，由釀母菌作用易起酒精發酵。

§ 305. 澱粉 ($C_6H_{10}O_5$)_n.

澱粉 (starch) 廣布於植物界中，尤以穀類(米·麥·豆)球根(葛·甘藷)地下莖(馬鈴薯·慈姑)等所蓄爲多。植物因同化作用，由空氣所吸之碳酸氣與由根所吸收之水，受日光之助合成澱粉。其形狀大小隨植物之種類而不同(圖 45)。將含有多量澱粉之物質粉碎之，和水以布



馬鈴薯

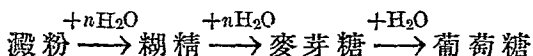
小麥

米

圖 45. 澱粉廓大圖

濾之，除去蛋白質·膠·纖維素等，放置乳狀之濾液，則澱粉洗降，以遠心分離器除去水分，徐徐乾燥之，則得澱粉。

澱粉粒由膠質之澱粉裹於膜中,和水熱至 30° 以上,則澱粉溼潤膨脹,破被膜而出。此種糊狀澱粉,受 H^{+} 及酵素作用,加水分解生種種糖類。



先加極小量之硫酸硝酸於澱粉熱之,少頃,即生糊精。又加稀酸及多量之水而久熱之,則加水分解之程度次第增進,最後生葡萄糖。如加麥芽酵素,則至麥芽糖而止。麥芽糖與葡萄糖由釀母菌之作用而呈酒精發酵故澱粉為製酒及酒精之重要原料。

加碘之溶液一滴於澱粉,則呈深藍色,熱則消失,冷則復現。此反應甚敏,可以互相檢證。

§ 306. 糊精 $(C_6H_{10}O_5)_n$.

糊精(dextrine)與澱粉共存於植物中,尤以糯米中所含較多。似澱粉而黏性更強,可以作糊。工業上以稀硝酸與稀鹽酸之混合液潤溼澱粉,熱至 100° - 125° 而製之。

§ 307. 肝醣.

肝醣(glycogen)與澱粉相似,含於動物之肝臟^①及其他臟器中,菌類等下等植物體中亦含有之。爲一種之貯藏物,血液中之葡萄糖超過一定濃度時生之。濃度低降,則分解復入於血液。加水分解則成葡萄糖,遇碘呈紅色。

第三節 纖維素及樹膠

§ 308. 纖維素 ($C_6H_{10}O_5$)_n.

纖維素(cellulose)爲植物細胞膜之主成分,構成植物體之組織。棉麻等約含79%之纖維素。將此等植物依次以稀鹼·氯水(或溴水)·酒精·醚等處理之,即得純纖維素。定量濾紙幾爲純粹之纖維素。

纖維素不溶解於普通之溶媒,但對於二三藥品,則作用而溶解。

(1) 溶纖維素於濃硫酸而稀釋之,則得澱纖維(amyloid)。以良質之紙浸於濃硫酸四五秒間,以水洗之,及乾,則澱纖維成爲膠狀被於表面,而得半透明類似膀胱之紙,稱爲硫酸紙,亦稱羊皮紙(parchment paper),可爲包

^① 蛙之肝臟含20%,其他動物1-4%。

裏紙及人造革之原料。如用氯化鋅之濃溶液以代硫酸，亦可。

(2) 加氨於銅鹽水溶液，則得深藍色之銅氨錯鹽水溶液 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{++}$ 。纖維素溶於此液，則得水化纖維素

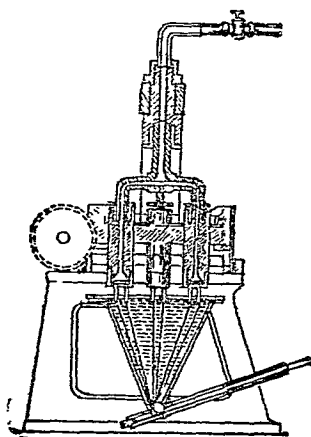


圖 46. 人造絲製造機

(hydrocellulose)，加水或酸則沈澱。將此濃液使由細孔壓出於硫酸中，則得人造絲 (artificial silk)。

(3) 浸木棉於苛性鈉液中而緊張之，雖不溶解，但生膠狀之水化纖維素，而增光澤，即得絲光紗 (silkette)。又將此水化纖維素溶於二硫化碳，則生黏性甚強之溶液，

亦由細孔壓出於氯化銨或硫酸溶液中，則得黏性絲 (viscose silk)，為良質之人造絲。

(4) 纖維素為多醣體，故有多數之氫氧基，與酸作用則成酯。將棉浸於濃硫酸與濃硝酸之中，則氫氧基為硝酸基取代而生酯，稱為硝酸纖維素 (nitrocellulose)。依溫度之高低及時間之長短，對於纖維素之實驗式每一個 $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ 與一至三個之硝酸根結合。三硝酸纖

維素稱爲火棉 (gun-cotton), 可供無烟火藥之製造。一及二硝酸纖維素稱爲膠棉 (collodion cotton), 溶於酒精及醚之混液, 則得棉膠 (collodion), 可爲綑帶液以塗創傷。使棉膠由細孔注於水中, 亦得一種人造絲。

約加半量之樟腦於膠棉而壓榨之, 熱至 130° 附近, 則得賽璐珞 (celluloid)。爲無色透明之物質, 有彈性而強韌。其初以之冒充象牙, 故稱假象牙。著色則可冒充珊瑚·琥珀·玳瑁等物, 日用品上多使用之, 又可爲照相之軟片。除木酮·乙酸戊酯之外, 不溶於普通溶媒, 對於藥品頗穩定, 但有易燃之缺點。

(5) 加纖維素(100)於冰醋酸(400)醋酐(400)濃硫酸(10)之混液, 則溶解而生醋酸纖維素 $(C_6H_7O_2(CH_3 \cdot CO_2)_3)_n$ 。爲不燃性, 溶解於木酮·三氯甲烷·乙酸戊酯等溶媒中。可爲人造絲之原料, 又供製造飛機之塗料, 及影戲軟片等之用。

§ 309. 紙.

紙以木質纖維爲原料。先將木材切爲細片, 使與亞硫酸氫鈣 $Ca(HSO_3)_2$ 或氫氧化鈉之溶液作用, 溶解木質中之膠質而除去。而後以漂白劑處理之, 使成純



圖 17. 製紙機械

白色，稱為紙漿或紙粕 (pulp)。混水使成粥狀，勻流出於金屬網上，由機械壓榨乾燥，而成為紙 (paper)。普通之洋紙，加松脂肥皂等使纖維密著，又混白黏土等使之平滑。

中國紙以竹或楮皮為原料，舊法以人工製之。近年各地之新式製紙工廠，則幾於全用機械矣。

§ 310. 樹膠 ($C_6H_{10}O_5$)_n.

樹膠 (gum) 為複雜之醣類溶於水而成黏液之總稱，廣布於植物界，由種種樹木滲出。為無色無味無臭無定形之固體，加水分解則生單醣類。

亞拉伯樹膠 (Arabic gum) 為主要之物質。

問 題

1. 何謂碳水化物?日常何種物品屬於此類化合物?
2. 說明左旋糖右旋糖之意義。
3. 今取由碳·氫·氧三元素所成之化合物 2 克而氧化之,生 2.93 克之二氧化碳及 1.21 克之水。如此物質之分子量爲 184 時,問分子式如何?

〔答〕 $C_6H_{12}O_6$

4. 問葡萄糖 100 克發酵之時,可生酒精若干克? 又在標準狀況之下所生之二氧化碳若干升?

〔答〕 51 克 25 升

5. 試舉含有澱粉之食物四種。
6. 試述人造絲及紙之製法大畧。

第二十八章 蛋白質



第一節 蛋白質

§ 311. 蛋白質.

蛋白質 (protein) 爲生物體內含有碳·氫·氧·氮·硫等
種複雜化合物之總稱，構成動植物之細胞·原形質及核，與生物之生活有密切之關係。大概爲分子量極大之膠質，極鮮結晶。其成分元素，於碳·氫·氧·氮·硫之外，間有含磷者，化學結構及分子量均未明瞭。

元 素	%
C	50-55
H	6.5-7.3
N	15-17.6
O	19-24
S	0.3-2.4

溶蛋白質於水中，則呈膠溶體之性質。如將卵白之水溶液加熱，或加濃酒精·蟻醛液·酸等，則起凝結。加 Hg^{++} ， Cu^{++} ， Fe^{+++} ， Al^{+++} 等離子之水溶液·苦味酸·鞣酸·磷鎢酸等，則沈澱。加輕金屬鹽或銨鹽^①，則析出。加鹼 ($\text{Ba}(\text{OH})_2$) 強熱或與酸 (H_2SO_4) 共煮之，則加水分解；

① 如 NaCl ， MgSO_4 ， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 等。

先生較簡單之蛋白質，終成種種**氨基酸** (amino acid)。

氨基酸兼有氨基與羧基，故為兩性物，與酸及鹽基作用，俱能生鹽。概為結晶，溶解於水，其鹽類常有佳味。

§ 312. 清蛋白質。

清蛋白質 (albumin) 為代表的之蛋白質，溶於純水，加熱則凝，可於血液·血漿·乳·植物種子中分離之。血液中有結晶性及無定形二種之清蛋白質，其混合物於75°-85°凝固。卵白中亦含結晶性及無定形二種，於60°凝固。

§ 313. 血球質。

血球質 (globulin) 不溶於純水，而溶於鹼，又溶於稀薄之食鹽溶液，煮此等溶液則凝結。可由血液·卵·乳·植物種子等中分離之。纖維母 (fibrinogen) 亦血球質之一種，存於血液之中，為纖維質，出血時受養氣之作用則凝固。

§ 314. 酪質。

酪質 (casein) 含於哺乳動物之乳汁中 (1.5-2%)，遇

熱不凝，遇酸則凝固。牛乳酸敗則生乳酸，故酪質即凝固而沈澱。酪質爲主要磷蛋白質 (phosphoprotein) 之一種。

§ 315. 荳質。

荳質 (legumin) 與酪質相似，爲豆類所含之主要蛋白質，大豆中約含 40%。通常植物性之蛋白質，營養值較小於動物性，而荳質則無遜色。加苦汁 (鎂鹽) 於大豆之汁，則荳質凝固而成豆腐。

§ 316. 麩質。

麩質 (gluten) 多含於小麥粉之中。盛小麥粉於布袋，置水中而揉榨之，洗去澱粉，則得黏塊，即爲麩質。以酸處理麩質，則得麩酸 $\text{HO}\cdot\text{CO}\cdot(\text{CH}_2)_2\cdot\text{CH}(\text{NH}_2)\cdot\text{COOH}$ (glutamic acid)，爲氨基酸之一。各種調味素之主成分均爲麩酸之鈉鹽。

§ 317. 血色質。

血色質 (hemoglobin) 爲血球素 (globin) 與血紅素 (hematin) (含鐵色素) 之結合體，含於赤血球之中，爲

暗紅色之物質，易與氧化合而成鮮紅色，而此物又易放出養氣。故由呼吸入肺之養氣，即藉血色質之力運於體中。一氧化碳與氰氣之毒性，即因與赤血球結合，而失去此種作用所致。

蛋白質之中，凡如血球質等分解時僅生氨基酸者，稱爲單蛋白質 (simple protein)；如血色質由單蛋白質與他物質結合而成者，稱爲結合蛋白質 (conjugated protein)。

§ 318. 動物膠。

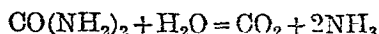
將動物之皮膚、軟骨、結締組織等與水共同煮沸，蒸發其浸出液而乾燥之，則得暗褐色角狀之物質，可爲接合劑。脫色而精製之，則得動物膠 (gelatin)。爲無色透明之固體。可爲食品，亦可供照相乾板製造之用。

第二節 蛋白質之分解物

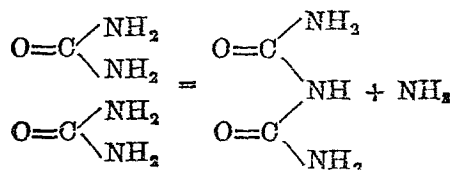
§ 319. 尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 。

蛋白質在人體內分解所生之主物質，即稱爲尿素 (urea)，學名爲脲。吾人尿中含有2-3%之脲。將尿蒸發，加濃硝酸於其殘滓，則變難溶性之硝酸鹽，取出以水

溶之，加碳酸銀分解之，由酒精提出，則得脲。為無色針狀之結晶，易溶於水及酒精。由鹼或脲酵素 (urease) 之作用，分解而生氨。

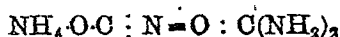


尿之臭氣即由於此。脲加熱，則由其二分子失去一分子之氨，而成式縮脲 (biuret)。



加硫酸銅溶液於式縮脲之鹼性溶液，則呈紅紫色，稱為式縮脲反應 (biuret reaction)。蛋白質亦呈此種反應。

脲為由動物體所得一種化合物，舊時以為此等化合物，僅由生物之機能而生，非人力所能製成，故稱為有機化合物，以與無機化合物區別。自1828年德國化學者味勒 (Wöhler) 加硫酸銨於氰酸鉀溶液而蒸發之，則先生氰酸銨。此鹽為脲之異構物，蒸發之，則生分子內變化 (intramolecular change) 而成脲。

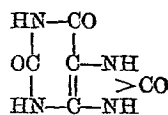


自脲合成以來，化學史上遂開一新紀元。近則由人工合成之有機化合物，日益增多，而有機與無機之原義終至消失。故今日有機化合物之定義，一轉而為含碳之化合物矣。

§ 320. 尿酸 $C_5H_4O_3N_4$.

尿中尚含有少量物質。置尿於空氣中，久之則有濃黃色粉末析出，稱為尿酸(uric acid)。

人類每日約排出一克。鳥類爬蟲類之排泄物中，約含 90% 之尿酸鹽。通常以蛇之排泄物為原料製之。



尿酸之結構

尿酸難溶於水，可溶於濃硫酸，為二鹽基性酸，成中性鹽與酸性鹽。

問 題

1. 試述蛋白質之檢出法。
2. 合成尿素對於化學上之貢獻如何？試說明之。

第二十九章 精油類及樟腦類

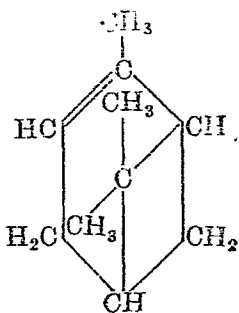
第一節 精油類

§ 321. 精油.

植物之各部分,多含有特種香氣之物質. 通水蒸氣於此等物質而蒸餾之,冷凝其所生之蒸氣,則得難溶於水之油狀液. 有時僅用壓榨法,或以二硫化碳為溶媒而浸出之. 此種油類與脂肪異,有揮發性,稱為精油 (essential oil). 為香水·香油之原料.

§ 322. 松脂油.

通水蒸氣於松柏科植物幹內所生之液汁及樹脂而蒸餾之,則得松脂油 (terpentine oil) 而餘松脂 (colophony). 此種精油為無色液體,有特種香氣,其成分隨原料而不同,但多含烯萜類 (terpen) $(C_5H_8)_x$ 之碳化氫. 其中主要成分稱為松精 (pinen) $C_{10}H_{16}$.



松精

松脂油不溶於水，而溶於酒精及醚。在空氣中吸收養氣，漸變黃色黏稠而化爲樹脂。能溶解磷·硫·樹脂·彈性樹膠等。爲假漆及人造樟腦之原料，又可爲防腐劑。

§ 323. 彈性樹膠 (C_5H_8)_n.

剝開熱帶所產種種橡樹之幹，而集其所分泌之乳，爾使之乾固，即成彈性樹膠 (caoutchouc)。爲無色無定形之塊，富有彈性，熱至 120° 則失。彈性樹膠溶解於二硫化碳·安息油·松脂油等，其溶液可製防水布。

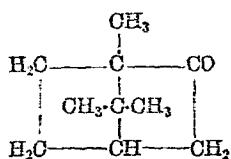
使彈性樹膠吸收適量之硫黃，則增加耐久性，難受氣候變化。稱爲含硫樹膠 (vulcanized caoutchouc)。普通之橡皮管·橡皮輪，皆以此製之。加多量硫黃於彈性樹膠，於高溫度混和之，則得黑色角狀之物質，稱爲硬膠 (ebonite)。用爲電之絕緣體。

第二節 樟腦類

§ 324. 樟腦 $C_{10}H_{16}O$.

通水蒸氣於樟樹而蒸餾之，則得樟腦 (camphor)。

由昇華法精製之。樟腦爲無色柱狀結晶，融點 175° ，沸



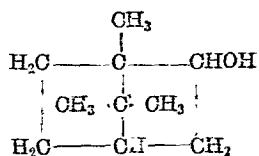
樟腦

點 204° ，有特殊之香氣，即常溫亦易揮發，不溶於水，而溶於酒精及醚。有酮基，還元之則變爲龍腦，以硝酸氧化之，則變爲樟腦酸 (camphoric acid)

$\text{C}_9\text{H}_{14}(\text{COOH})_2$ 。可爲香料及防腐劑，其酒精溶液，稱爲樟腦酊 (tincture of camphor) 醫藥上用之。工業上可供爆發藥及賽璐珞之製造，用途甚廣。

§ 325. 龍腦 $\text{C}_{10}\text{H}_{17}\text{OH}$.

龍腦 (borneol) 存於南洋婆羅洲龍腦樹之中，爲無色結晶，其香氣與樟腦相似，亦易昇華。難溶於水，而溶於酒精。有第二醇元，氧化則成樟腦。供香料及醫藥之用。



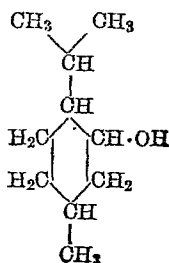
龍腦

§ 326. 人造樟腦.

近年以松精爲原料，可以合成樟腦。一法以松精與醋酸共熱 100° 至36小時，則得醋酸龍腦，皂化之使生龍腦，氧化則生樟腦。

§ 327 薄荷腦 $C_{10}H_{19}OH$.

薄荷腦 (menthol) 爲薄荷油之主成分, 冷凝薄荷油則薄荷腦析出。爲無色結晶, 其香味與薄荷同, 不溶於水, 而溶於酒精及醚。爲第二醇, 氧化則生薄荷酮 (menthone) $C_{10}H_{18}O$ 。供香料及醫藥之用。



薄荷腦

問 題

1. 試舉述習見之精油三種。
2. 試舉述樟皮之溶媒。
3. 試述樟腦之用途。

第三十章 生物鹼類及色素

第一節 生物鹼

323. 生物鹼.

動植物中所含鹼基性物質，總稱爲生物鹼(alkaloid).
皆含有氮。結構式均極複雜。

生物鹼可用稀酸由動植物體溶出，加鹼以分離之。加鞣酸·磷鉬酸·磷鎢酸·氫氯鉍酸·苦味酸·碘化汞鉀^①等於生物鹼之水溶液，則生沈澱。故此等試藥，稱爲生物鹼試藥。

生物鹼有強苦味，多有劇毒，難溶於水，而溶於酒精及其他有機溶媒，呈強烈之生理作用，微量每足致死。但如使用適當，則爲貴重之藥品。生物鹼之水溶液，呈鹼性，與酸化合則成鹽。鹽溶於水，醫藥上大抵使成硫酸鹽·鹽酸鹽等而用之，以在體內易溶解而被吸收也。解毒之法，務使變成不溶性之沈澱。茶可解毒，即因中

^① 溶二碘化汞 HgI_2 於碘化鉀之水溶液，則得之。

含鞣質，能使生物鹼沈澱不易吸收之故。

§ 329. 菸鹼 $C_{10}H_{14}N_2$.

烟草含有菸鹼 (nicotine). 純粹者為無色無臭之液體，在空氣中漸變褐色而生菸臭。有劇毒，點火則大部分分解。

§ 330. 顯茄精 $C_{17}H_{25}NO_3$.

顯茄精 (atropin) 亦有劇毒。其硫酸鹽有擴大瞳孔之作用，眼科上用之。

§ 331. 咖啡鹼 $C_8H_{10}N_4O_2$.

咖啡鹼 (caffeine) 亦稱茶鹼 (theine). 純粹者為針狀之結晶，有苦味，乾茶葉中約含 3%，咖啡豆中約含 0.5% 之茶鹼。有興奮作用，其鹽酸鹽用為局部麻醉劑。

§ 332. 金雞納霜 $C_{20}H_{24}N_2O_2 \cdot 3H_2O$.

金雞納霜 (quinine) 含於熱帶植物雞那樹皮之中。水溶液生螢光，其鹽酸鹽或硫酸鹽皆為解熱劑，有治瘧之特效，故亦稱治瘧鹼。

§ 333. 番木鱈鹼 $C_{21}H_{22}N_2O_2$.

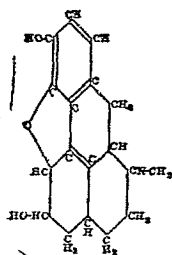
番木鱈鹼 (strychnine) 含於番木鱈之果實中，為柱狀結晶，微溶於水，有劇毒。加濃硫酸於其粉末，更加重鉻酸鉀之粉末，則呈濃紫色，經紅色變為黃色。醫藥上用為神經興奮劑及強心劑。

§ 334. 罌粟鹼 $C_{17}H_{19}NO_3$.

罌粟鹼 (morphine) 亦稱嗎啡，與脂肪·樹脂酸·樹脂等共存於罌粟之中。嗎啡為無色結晶，有劇毒，但如僅用少量，可以鎮痛催眠。其鹽酸鹽及硫酸鹽，為貴重之麻醉劑。加三氯化鐵於嗎啡及其鹽類之水溶液，則呈藍色。

剝開未熟之罌粟果實，則分泌一種液汁，乾之則得鴉片 (opium)。其中含有嗎啡等生物鹼類二十餘種，極有毒害。

英人首輸鴉片於我國，以弱我民族，釀成國恥，上有名之鴉片戰爭，至今烟禍仍蔓延全國，非急起禁絕不可。



罌粟鹼

第二節 色素

§ 335. 染料.

利用化合物之色以塗染器具或布帛之物質，可分爲顏料 (pigment) 及染料 (dyes) 兩種。顏料如鉛白·鋅白·朱·羣青等，以無機化合物爲主。染料則以有機化合物爲主。

古時染料大抵採自植物，如藍草·紅花·茜根·鬱金之類，種類有限。1856年英之化學者柏琴 (W. H. Perkin) 氏以十八歲之青年偶然由苯胺之氧化，發見一種染料。至於今日，所發見之染料達萬種以上。此等染料之主要原料爲煤焦油，故亦稱煤焦油染料。即天然染料如藍靛·茜素等，均能由人工合成。

§ 336. 染料之種類。

染料由染色上之關係分類如下：

(1) 直接染料。能直接染於纖維之染料，稱爲直接染料 (substantive dyes)。剛果染料類 (congo group) 屬之。用時或加硫酸氫鈉·醋酸·酒石酸等使成微酸性，或加肥皂·磷酸鈉等使成微鹼基性，始易著色。又因豫防染色之速度減退而生斑點，常加食鹽·硫酸鈉·硫酸鎂等，故亦稱鹽類染料 (salt dyes) 適於染棉麻等，不適於毛絲。

(2) 媒染染料。須有媒介物質始能染於纖維之染

料，稱爲媒染染料 (mordant dyes)。茜素染料屬之。此種媒介物質，對於纖維及染料，雙方均能固著，故稱爲媒染劑 (mordant)。染料爲酸性時，以鋁鹽鉻鹽等加水分解則生鹽基者爲媒染劑；如爲鹽基性時，則以鞣酸粉紅鹽 $(\text{NH}_4)_2\text{SnCl}_6$ 等爲媒染劑。

(3) 酸性染料 助色團^①含有酸根之染料，稱爲酸性染料 (acid dyes)。苦味酸，偶氮染料等屬之。適於染毛絲等，不適於棉。

(4) 鹽基性染料 助色團含有鹽基根之染料，稱爲鹽基性染料 (basic dyes)。如洋紅 (fuchsin) 等屬之。毛絲等可直接染色，特適於毛，至於棉則須以鞣質爲媒染劑。

(5) 甕染料 自身無染色力，須先還元使之固著，而後由氧化使之發色之染料，稱爲甕染料 (vat dyes)。靛藍屬之。適於染棉及絲。

(6) 硫化染料 溶於硫化鹼之溶液中而施染之染料，稱爲硫化染料 (sulphide dyes)。特適於染棉。

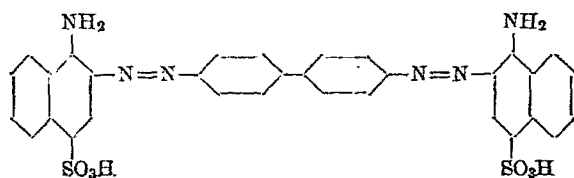
§ 337. 偶氮色素.

偶氮色素 (azo-dyes) 爲偶氮苯 $\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{N}=\text{N}\cdot\text{C}_6\text{H}_5$

^①凡本身無染色力之原子團，與他種原子團結合後使之顯色而成染料者，則此種原子團稱爲助色團。

(azobenzene) 之衍生物,加苯屬胺類之鹽酸鹽於氯化重氮苯 $C_6H_5 \cdot N_2 \cdot Cl$ 而熱之,或將苯醇使化爲鈉鹽或磺酸鹽,與氯化重氮苯作用,而後由鹽析法製之。

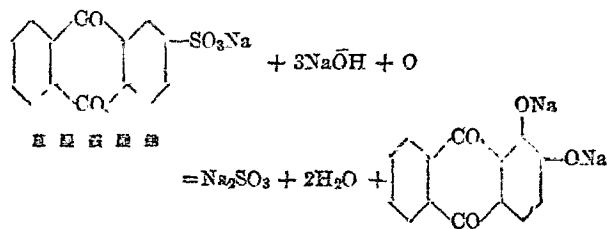
例如剛果紅(Congo red),在酸則呈藍色,在鹼則呈紅色。



剛果紅之結構式

§ 338 茜素。

昔時將茜根加水分解,則得茜素(alizarine)。但可由人工合成之。工業上先將蒽變爲蒽醌,而後使成磺酸,將此物與苛性鈉共熔以製之。此時由反應所生之輕氣,以氯酸鉀氧化之。



加酸於生成物,則茜素沈澱。

茜素由醇液中使之結晶，則得黃紅色之柱狀物質，融點 $289^{\circ}-290^{\circ}$ 。在高溫度則昇華而成橙黃色之針狀結晶。如加其他金屬鹽類於茜素之鈉鹽，則得沈澱，即所謂沈澱色素 (lake) 是也。由金屬之種類而色不同。凡酸性染料與金屬之氫氧化物結合，則呈有色物質，總稱沈澱色素。

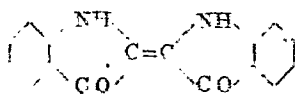
金屬	沈澱色素
Ca, Ba	褐
Al, Sn	紅
Fe ⁺⁺	紫
Fe ⁺⁺⁺	暗紫

§ 339. 三苯甲烷色素。

三苯甲烷 (triphenylmethane) $(C_6H_5)_3CH$ 之衍生物中，有多數之色素，成爲一族，稱爲三苯甲烷色素 (triphenylmethane dyes)。最初拍琴氏所發明之苯胺紫，及曙紅 (eosin)，甲基紫等均屬之。

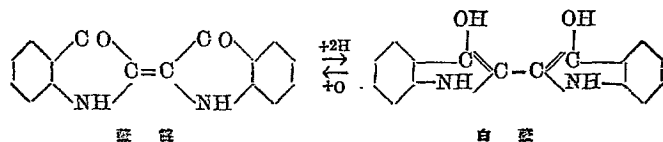
§ 340. 藍靛 $C_{16}H_{10}N_2O_2$ 。

藍靛 (indigo blue) 存於藍草之中，近日則由萘與醋酸爲原料而合成之。據 1880 年拜耳 (Baeyer) 氏之研究，其結構式如右。



藍靛之結構式

以鋅末與石灰乳還元藍靛，則變為白色結晶體之白藍 (indigo white) $C_{16}H_{12}N_2O_2$ 。白藍之鹼溶液，在空氣中易受氧化而成藍靛。



藍靛不溶於水，使用之時須先使變為白藍。白藍無色，溶於鹼性液中。將布浸於此液而乾之，則由空氣中之氧氣氧化生藍靛而固著於纖維之上。

§ 341. 葉綠素及血紅素。

植物營同化作用 (assimilation) 必不可缺之葉綠素 (chlorophyll)，為含鎂之複雜碳化物，乾燥之葉中約含有 0.6-1.2%。

植物由根吸收水分，由空氣攝取碳酸氣，於葉之綠色部分相遇，由日光之作用，水與碳酸氣先與葉綠素中之鎂原子結合，而後分解。分解時與氧作用而生蟻醛，聚合而成葡萄糖，終成澱粉纖維素而組織植物體。故葉綠素在植物生理上為至重要之物質。

葉綠素與血紅素之化學結構極相類似，特葉綠素

以鎂而血紅素以鐵爲中心而已。

問 題

1. 試舉主要之生物鹼三種,並述其用途。
2. 試舉列染料之種類,並分別說明其性狀。
3. 人造染料能制勝天然染料,其故何在?

第三十一章 營養化學

§ 342. 營養素.

生活作用,不外物質之新陳代謝,及能之新陳代謝而已。欲營代謝作用,體內成分勢必消耗,須取償於食物以資補充。此種作用,稱為營養,供給營養之物質,稱為營養素 (nutriment)。

食物之主要成分,為蛋白質·脂肪·碳水化物,其營養作用如下:

(1)蛋白質 為形成細胞因而肌肉·皮膚·器官及其他組織之要素。攝取消化之際,加水分解為氨基酸而吸收之,入於細胞,更縮合為適於所需之蛋白質。過量則分解而為碳水化物及脂肪。

(2)脂肪 分解生熱,為供給能之本源。過量則藏於體內,以備不時之需。

(3)碳水化物 大部分迅速氧化,供給必需之能,一部分化為肝醣,貯於肝臟之內,他一部分化為油脂。

食物完全燃燒後所餘之灰分,通常為硫酸鹽類,磷

酸鹽類,鈉·鉀·鎂·鈣·鐵等之氧化物及碳酸鹽等。蛋白質分解之時,常生硫酸及磷酸,過多則致中毒,而此等灰分可以使之中和,故生理上頗為有用。磷為腦與神經精蟲等成分,故與腦力及生殖作用大有關係。鈣為骨之成分。鐵為血液中必要成分。碘為甲狀腺及白血球中之成分。食鹽於刺戟心臟上,亦為必要。

水分以運搬體內之物質,且助成化學作用,在生理上甚為重要。但因供量甚多,不虞缺乏,故論營養化學時常略之。

§ 343. 食物之營養價值。

食物對於營養上之價值,由在體內氧化時所生之熱量定之。此種熱量,稱為燃燒值 (fuel value)。燃燒值大者,營養值亦大。

1克之燃燒值

蛋白質	4.1 Cal.
脂肪	9.3 Cal.
碳水化合物	4.1 Cal.

維持健康上必需之食量,稱為保健食量。標準不一,或以營養素之量,或以燃燒值表之。保健食量因人

之體格及環境而不同。大約成人每日需蛋白質70克，脂肪56克，碳水化合物450克。如就總熱量言之，約需2600大卡。但須含必

食物營養素及熱量表

食 物		蛋白質	脂肪質	碳水化合物	每百克之 熱量
植 物 性 食 物	米(糙)	8.4	2.5	71.6	351 Cal.
	米(白)	7.7	0.8	76.8	354
	小麥	9.4	1.3	74.8	357
	大豆(平均)	34.7	18.0	27.7	423
	芥菜	2.5	0.1	5.3	33
動 物 性 食 物	豬肉	14.0	28.1	—	319
	牛肉	18.5	9.6	—	165
	牛乳(平均)	3.5	3.8	4.9 _(%)	70
	雞卵(平均)	13.2	10.7	1.8	116

要之蛋白質在內。

蛋白質在體內分解，可得脂肪與碳水化合物。而脂肪·碳水化合物及其他有機物不能在體內直接合成蛋白質，非自食物

中攝取不可。蛋白質之功用，在於分解為生理上必要之氨基酸。故其營養值因品質而不同。動物膠不含有此等氨基酸，雖為蛋白質，在營養上則無價值。

§ 344. 活力素。

晚近由飼養動物發見一驚人_之事實，即如僅將通常所謂營養素由化學上製成純粹成分，無論如何選擇優良品質，調合適當分量，並使發生充分之熱量，決不能使動物完全發育。故知食物中尚含有營養上必不可

缺之新要素，稱為活力素 (vitamin)。此物有促進生長發育之能力，並能抵抗特種疾病。缺乏此等活力素所致之特種疾病，統稱為活力素缺乏症 (avitaminosis)。補充相當之活力素，可以治愈。故在生理化學 (physiological chemistry) 上極為重要。

(1) 甲種活力素 (vitamin A) 溶存於鰵肝油·牛乳脂·卵黃油中，植物性脂油及豚脂等中缺之。可溶於脂肪，蒸餾則得之。亦稱脂溶性甲 (fat-soluble A)。有抵抗乾性眼結膜炎之特效。由鰵肝油取出者，為黃色銹狀之物質，富有滋補性。

(2) 乙種活力素 (vitamin B) 含於穀類菜蔬，尤以米糠之中為多。可溶於水，亦稱水溶性乙 (water-soluble B)。有抵抗腳氣病之特效。去糠精白之米，已失此種

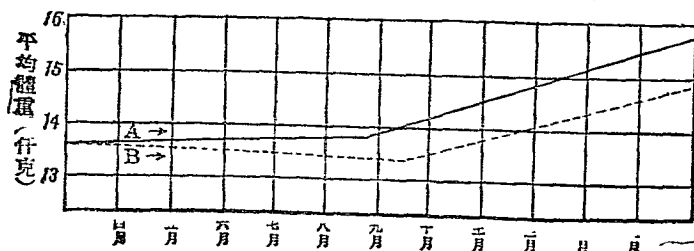


圖 48. 乙種活力素對於小兒成長之影響

發育院兒童十人(自四歲至十歲)，(A)自三月至九月一日給與乙種活力素三克，自十月至翌年二月給與五克，(B)不給與者之比較表。

成分，故常食白米者，易患腳氣病。

(3)丙種活力素 (vitamin C) 含於榮蔬果實之中，可溶於水，亦稱水溶性丙 (water-soluble C)。有抵抗壞血病之特效。檸檬柑橘中含此最多。

(4)丁種活力素 (vitamin D) 肝油中含量最多，使肝油成爲鈣鹽而後以木酮提取之。亦溶於脂肪，有抵抗佝僂病之特效，昔以甲種活力素爲有抗佝僂病之效力者，實因丁種活力素並存其中故也。

(5)戊種活力素 (vitamin E) 存於植物，尤以小麥胚油中爲多。亦溶於脂肪，爲生殖腺之發育及作用上必需之要素。有抗兩性不育症之力。

活力素之化學組成，尙未明瞭。甲種活力素對熱較爲穩定，但在高溫中易受氧化而致破壞。如在低溫 (40°) 中，則雖使乾燥仍能存在。又能抵抗皂化，例如將油與苛性鈉共熱，則甲種活力素移存於未受皂化之部分中。乙種活力素對於熱及藥品之抵抗力較強。在 100° 不受弱酸之影響，但遇稀薄之鹼，亦即失其效力。丙種活力素易受熱之影響，尤以養氣存在時爲甚，故加熱烹調，即易消失。丁種活力素對熱較爲穩定。戊種活力素對於熱、光、空氣及一般化學反應均甚穩定。

又有一種稱為**生素** (bios), 為酵素榮養上必需之成分。

§ 345. 酵素.

生物體內蛋白質·澱粉·脂肪等比較的複雜之化合物分解為簡單者之時,或由簡單之化合物成為複雜者之時,常有一種物質為此等化學變化之媒介,稱為**酵素** (enzyme). 酵素者,由生活細胞之原形質所成有機性之膠狀物質,對於化學反應呈觸媒作用者之總稱也. 酵素之性質如下.

(1)通常酵素在 40° 內外,作用最為活潑. 熱至 60° - 70° 以上則分解. 冷至 0° 以下則失其作用,溫度高則恢復其活動力.

(2)對於生物有毒之物質如氰化氫等,對於酵素亦呈毒性.

(3)酵素之作用,係對於特種物質而起. 一種酵素對於一種基質 (substract), 呈觸媒之作用,其關係恰與鑰與鎖相同. 例如轉化酵素,只能使蔗糖變為葡萄糖與果糖是也.

酵素之作用雖甚顯著,而其自身為何種化合物,則

至今尙未確定，因純粹之酵素甚難取出之故。從前認酵素爲蛋白質之一種，但據近來實驗知其不確^⑤。

§ 346. 消化。

食物中之榮養分，通常不能直接透過消化器之膜壁，須經種種變化，使成可溶性，而後始被吸收。此時所生之變化，稱爲消化(digestion)。消化作用可分爲機械的與化學的兩種。化學的消化作用以消化器內分泌液中所含之酵素作用爲主。

食物入口，則由頷下腺·耳下腺·舌下腺等分泌唾液，由所含唾液素(ptyalin)之作用，將一部分澱粉分解爲糊精與麥芽糖。及嚥下於胃，由胃中之鹽酸與胃液中之胃液素(pepsin)共同作用，將蛋白質分解。胃液中又含有解脂素(lipase)，將脂肪分解爲脂肪酸及甘油。

食物至十二指腸時，與胰液接觸，受其中所含解脂素及化糖素(diastase)之作用，將脂肪及澱粉^⑥分解。又受胰液素(trypsin)在鹼性液中之強力作用，而分解蛋白質爲氨基酸。更由小腸黏膜所分泌腸液中之各種酵

^⑤ 尉爾斯塔脫(Willstätter)氏用吸著法精製解脂素及糖酵素(saccharase)，知不含蛋白質及碳水化合物。

素^①，將蛋白質·蔗糖·乳糖等再行分解。

總之食物在消化器內，經種種酵素之作用，使蛋白質變為氨基酸，碳水化物變為單糖類，脂肪變為脂肪酸與甘油，而被吸收。

§ 347 抗酵素；助酵素。

吾人體內含有分解蛋白質·脂肪·碳水化物之酵素，死後及饑餓之際，則由自己消化分解體內之組織。然在平時，則不呈此種現象。蓋因體中另有一種酵素能抗制此種作用。此種酵素，稱為抗酵素 (antienzyme)。

反之體內又有一種能促進酵素作用之酵素，稱為助酵素 (coenzyme)。更有促進助酵素作用之酵素，稱為類酵素 (zymoid)。

酵素·抗酵素·助酵素·類酵素，相維相制，而營完滿之生活作用。

問 題

1. 人類之榮養成分，主要者為何數種，每日應需之量各約若干？

^① Erepsin, lactase (乳酵素), invertase (轉化酵素)等。

2. 活力素於生活上之影響爲若何?
3. 甲乙丙三種活力素,各於何幾種食物內含量最富?
4. 消化之主要酵素爲何幾種?其功用何在?
5. 何謂抗酵素及助酵素?

第三十二章 膠質化學

§ 348. 晶質;膠質.

加鹽酸於水玻璃之水溶液,則生矽酸與食鹽. 盛此液於底蒙硫酸紙之玻璃圓筒,浸於純水,則鹽液流於筒外. 時時換水,則鹽盡出,而矽酸留於筒中. 此種分別法,稱為透析 (dialysis). 其器稱為透析器 (dialyser)

食鹽·蔗糖等結晶物質之溶液,均能通過透析器之薄膜. 凡溶液能通過薄膜之物質,稱為晶質 (crystalloid). 反之如矽酸·澱粉·膠·卵白·石花菜等,其溶液不能通過薄膜之物質,稱為膠質 (colloid). 其溶液稱為膠溶液 (colloidal solution).

卵白熱則凝固,石花菜之溫溶液冷亦凝固. 凝態之膠質,稱為膠凝體 (gel),略稱凝體;液態之膠質,稱為膠溶體 (sol),略稱溶體. 溶體之中以水為溶媒者為水溶體 (hydrosol);以醇為溶媒者為醇溶體 (alcosol).

膠質亦為物理的狀態之一種. 用適當之方法能使種種物質成為溶體.

研究膠質之化學，稱為膠質化學(colloid chemistry)，
 輓近甚為發達。

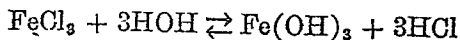
§ 349. 膠溶液之製法。

原係膠質之物質，如膠卵白·石花菜等，只須與多量
 之水攪拌或同時加熱，則得膠質。原係晶質之物質，欲
 使成為膠質，須用種種方法。此時所注意者，應使物質
 成為細末，且須加於不甚善溶解此物質之溶媒中。

(1)金屬溶體 以白金線為電極使於水中放電，則
 其微粒飛散水中，而得水溶體。金銀銻等亦然。鉀·鈉
 則於醚中可製溶體。又加適當之還元劑^①於氫氯金
 酸之稀薄中性溶液，則得青色乃至紫紅色之金之溶體。
 白金銀等之溶體，亦可用此法製之。

(2)硫化金屬溶體 通硫化氫於亞砷酸之水溶液，
 則得黃色三硫化二砷之溶體。滴加鹽酸或食鹽水則
 生沈澱。各種之金屬硫化物，亦多能成溶體。

(3)金屬氫氧化物溶體 滴三氯化鐵溶液於熱水，
 則液呈暗紅色，蓋因加水分解而生三氫氧化鐵故也。



① 二氯化錫·苯胍·蟻酸液·鞣酸。

如由透析法除去鹽酸，則得三氫氧化鐵之溶體。鉛、鉻等之氫氧化物，亦可用同法製之。

(4) 保護膠質溶體 硝酸銀溶液與溴化鉀溶液相混，則生溴化銀之沈澱，如各溶於動物膠之溶液中而後混之，則不生沈澱。此蓋因溴化銀受動物膠之保護而成溶體之故。如動物膠等之物質，稱為保護膠質 (protective colloid)。原係膠質之物，均有此種作用。保護膠質工業上應用甚廣，如墨水中加亞拉伯樹膠，即妨懸濁質之沈澱。

§ 350. 膠質溶液之分類

膠質溶液與真溶液，本質上原無不同，特溶質粒子有大小之異而已。

凡一相中有他相之粒子散在之物系，稱為分散系 (dispersoid)。此粒子稱為分散相 (disperse phase)。其媒體稱為分散媒 (disperse medium)。分散系依分散相之大小，大別可分三種：

(1) 粒子大在 0.1μ ^① 以上者，可由眼或顯微鏡觀察之。

(A) 懸濁液 (suspension) 固態粒子浮游之液。如含泥之水。

^① $1mm = 1000\mu$ 。

(B) 乳濁液 (emulsion) 液態粒子浮游之液。如含脂肪粒之牛乳。

(2) 粒子大在 $0.1\mu-1\mu\mu$ ^① 之間者。即成爲膠溶液之部分。

(A) 懸濁質 (suspensoid) 分散相由金屬或其硫化物氫氧化物所成者。

(B) 乳濁質 (emulsoid) 分散相爲本來膠質。

(3) 粒子大在 $1\mu\mu$ 以下者。即真溶液。

§ 351. 限外過濾法。

膠質溶液之中，亦隨粒子之大小而分種種階級，如用適當之濾紙加以壓力，亦能使之分離。此種濾法，稱爲限外過濾法 (ultrafiltration)。

§ 352. 溶體之光學的性質。

浮游於空氣中之小塵埃，直接雖不能見，然使通過光線自橫側視之，則易見星星光點，閃爍不定。此蓋塵埃之粒子適當光線之通路，使光散亂所致。此種現象，稱爲丁鐸爾^②現象 (Tyndall phenomena)。

① $1\mu=100\mu\mu$ 。

② 英國物理學者 John Tyndall。

由通過光以視溶體，常呈一種乳光，與由反射光所見之色彩不同。利用丁鐸爾現象，由顯微鏡以觀測溶體中粒子之裝置，稱為度外顯微鏡 (ultramicroscope) (圖 49)。

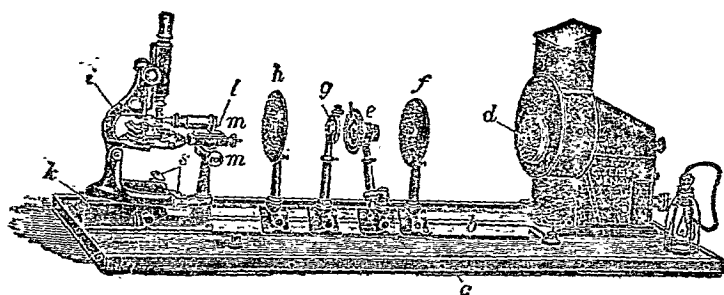


圖 49. 度外顯微鏡

置眼垂直於光之進路，以視自橫側被照之溶體，恰如晴夜仰望天空，見有多數之光點，閃爍明滅，運動不絕。此為直徑約在 10μ 以下之粒子，浮游於液中時所起之現象。

1827 年英國植物學者勃朗 (Brown)

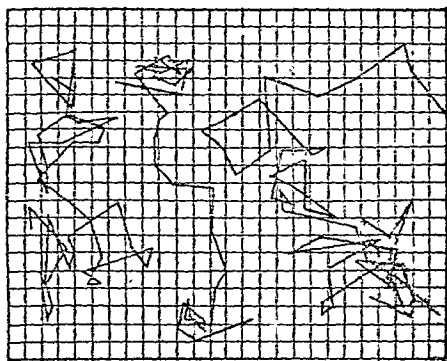


圖 50. 勃朗運動

氏以顯微鏡觀察浮於水中之花粉，始發見此種運動，故稱爲勃朗運動 (Brownian movement)。其原因似爲分散媒之分子運動與分散相之分子衝突而起。故由此種運動，可證明實際上分子之存在。

§ 353. 溶體之凝體化。

溶體化爲凝體，有可逆者，如動物膠石花菜等是；有不可逆者，矽酸是也。動物膠之溶體，濃度愈大，則於高溫化爲凝體。電解質之影響亦大，硫酸、檸檬酸、酒石酸、醋酸等之離子，使凝體化之溫度增高；氯、溴、碘、氯酸、硝酸、硫氰酸等之離子，使溫度低降。故電解質如以適當之比例混和，則可使凝體化之溫度不變。

§ 354. 溶體之吸著。

溶質在溶液與吸著體二相之界面，較在兩相之內部，濃度特大之現象，稱爲吸著 (adsorption)。溶體之分散相爲微細之粒子，與分散媒之接觸面，含有多量之表面能 (surface energy)，故加溶體於溶液中時，溶質被溶體之表面所吸著。染料所以能著纖維，肥皂所以能除污垢，皆由溶體之吸著作用。

§ 355. 膠質化學之應用.

膠質化學應用甚廣,與有機化學尤有密切關係,工業農藝方面多利用之. 化學以外之學科,如生物之細胞,植物之纖維·澱粉,動物之羽毛·皮膚·筋肉·血液等,俱為膠質,故與生物學關係甚深. 而結晶以外之岩石·土壤,亦為膠質,故與地質學亦有關係.

就日常生活而論,於衣則纖維·染料,於食則澱粉·蛋白質,於住則木材·甄瓦·水泥·油漆均屬膠質. 吾人之周圍,幾於無一不與膠質有關,故將來膠質化學之進步,對於人類之貢獻,殊未可量.

問 題

1. 試述下列各名詞之定義: (a) 透析, (b) 限外過濾, (c) 吸着.
2. 懸濁液與懸濁質,乳濁液與乳濁質,如何區別?
3. 膠質化學於日常生活有何關係?

第三十三章 元素之週期律

§ 356. 金屬元素;非金屬元素.

就原素之性質而分類,最著之區別,莫如金屬與非金屬兩種. 通常有金屬光澤,有延性展性,而善能傳熱與電者,稱為金屬. 不具此等性質者,稱為非金屬. 金屬之原子易化為陽離子,而非金屬則生陰離子. 化學上即應用此事實而區別元素為兩大類.

凡原子單獨能生陽離子之元素,稱為陽性元素 (positive element), 亦稱金屬元素 (metallic element). 單獨能生陰離子之元素,稱為陰性元素 (negative element), 亦稱非金屬元素 (non-metallic element).

然此定義仍未能涵蓋一切,因碳·氮·磷等雖生 CO_3^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-} 等陰離子,然不生單獨離子,故改述如下:

凡元素之氧化物或氫氧化物呈鹽基性者為金屬元素. 不生鹽基性之氧化物或氫氧化物者為非金屬元素.

銻·鉛·砷等之氫氧化物雖呈兩性,然因亦呈鹽基性,

故照上定義可加於金屬之列。實際上此等元素單獨亦生陽離子。

由離子之性質分類，與由氧化物之性質分類，大體一致。

§ 357. 元素之週期律。

更各就金屬與非金屬之間或其相互間細加研究，其性質類似者自成一族。如氟·氯·溴·碘之成鹵族，氧·硫·硒·碲之成氧族，皆為非金屬元素。而碳族氮族各有五元素，其性質從原子量之序，由非金屬漸變而為金屬，具有兩性之元素適居其間。

表明元素間之關係最切當而神妙之學說，當推元素之週期律 (periodic law)。1869年俄國化學者門得雷業夫 (Mendelejeff) 與德國化學者羅塔邁爾 (Lothar Meyer) 同時各自發見。其說如下：

若就原子量之序而列元素，則其化學的及物理的性質，均逐漸變化而呈週期之現象。
即元素之性質，與原子量為週期的函數，換言之，即經一定之間隔而有相似之元素出是也。

§ 358. 元素之週期表.

根據週期律說,從原子量之序,橫列元素,至類似元素復出時,置於前元素之下,如是所得之表,稱為週期表 (periodic table). 當時原子量已知之元素列入表中者,不過六十餘種,而位置上亦有未安. 如氫應列第 I 屬抑第 VII 屬未能確定,而碲與碘,銻與鎳之位置,與原子量亦有顛倒之嫌. 其後所發見之元素,雖大多數在表中得相當之位置,而氫與鉀之次序亦不免顛倒. 又稀土類十餘元素原子量連續增加,而性質則極類似,位置上亦生問題,遂認為週期表之缺點. 然自晚近原子之結構漸明,一切疑團始渙然冰釋 (詳後). 茲綜合化學上各方面之新學說,舉週期表如左.

表中原子符號側之數字,稱為原子序 (atomic number). 在同一縱列之元素,性質類似,稱為同屬元素 (same group element). 其中在左者為 a 行,在右者為 b 行,其性質尤似,各自成族. 自第 I 屬至第 VII 屬,元素之主要原子價如下:

屬	I	II	III	IV	V	VI	VII
原子價	+1	+2	+3	+4 -4	+5 -3	+6 -2	+7 -1
例	Na_2O	CaO	Al_2O_3	SiO_2 SiH_4	P_2O_5 PH_3	SO_3 SH_2	Cl_2O_7 ClH

表中在同一橫列之元素,性質遞變,稱爲同列元素 (same series element). 由一元素至其同屬類似之元素,稱爲一週期 (one period). 週期先短後長,各週期所含元素之數,有規則的關係.

元素	週期	元素之數
1. H-2. He	最短週期	$2 = 2 \times 1^2$
3. Li-10. Ne	第一短週期	$8 = 2 \times 2^2$
11. Na-18. A	第二短週期	$8 = 2 \times 2^2$
19. K-36. Kr	第一長週期	$18 = 2 \times 3^2$
37. Rb-54. Xe	第二長週期	$18 = 2 \times 3^2$
55. Cs-86. Rn	第一最長週期	$32 = 2 \times 4^2$
87. --92. U	第二最長週期	6 ?

除第 1 及第 7 兩週期外,均自陽離子化傾向最強之鹼族爲始,陽性漸減,通過中間之碳族元素,陰性漸增,而至於陰離子化最強之鹵族元素,而以全無化合力不表現電性之稀有氣體元素爲終.

§ 359. 週期表之應用.

元素之性質,由週期表中之位置而定. 故由周圍元素,可以推知在中間元素大略之性質. 門得雷業夫

週 期 表

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	7 氮	8 氧	9 氟	10 氖	11 鈉	12 鎂	13 鋁	14 矽	15 磷	16 硫	17 氯	18 氬	Ne* 20.183																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3	Na 22.997	11 鈉	12 鎂	Mg 24.32	Al 26.97	13 鋁	14 矽	15 磷	16 硫	17 氯	18 氬	19 鉀	20 鈣	21 鈾	22 鈦	23 釩	24 鉻	25 錳	26 鐵	27 鈷	28 鎳	29 銅	30 鋅	31 鎳	32 鍺	33 鎵	34 砷	35 硒	36 溴	37 鉀	38 氬	A* 39.944																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
4	K 39.098	19 鉀	20 鈣	Ca 40.08	Sc* 45.10	21 鈾	22 鈦	23 釩	24 鉻	25 錳	26 鐵	27 鈷	28 鎳	29 銅	30 鋅	31 鎳	32 鍺	33 鎵	34 砷	35 硒	36 溴	37 鉀	38 氬	39 鈾	40 鈦	41 釩	42 鉻	43 錳	44 鐵	45 鈷	46 鎳	47 鎳	48 鎳	49 鎳	50 鎳	51 鎳	52 鎳	53 鎳	54 鎳	55 鎳	56 鎳	57 鎳	58 鎳	59 鎳	60 鎳	61 鎳	62 鎳	63 鎳	64 鎳	65 鎳	66 鎳	67 鎳	68 鎳	69 鎳	70 鎳	71 鎳	72 鎳	73 鎳	74 鎳	75 鎳	76 鎳	77 鎳	78 鎳	79 鎳	80 鎳	81 鎳	82 鎳	83 鎳	84 鎳	85 鎳	86 鎳	87 鎳	88 鎳	89 鎳	90 鎳	91 鎳	92 鎳	93 鎳	94 鎳	95 鎳	96 鎳	97 鎳	98 鎳	99 鎳	100 鎳	101 鎳	102 鎳	103 鎳	104 鎳	105 鎳	106 鎳	107 鎳	108 鎳	109 鎳	110 鎳	111 鎳	112 鎳	113 鎳	114 鎳	115 鎳	116 鎳	117 鎳	118 鎳	119 鎳	120 鎳	121 鎳	122 鎳	123 鎳	124 鎳	125 鎳	126 鎳	127 鎳	128 鎳	129 鎳	130 鎳	131 鎳	132 鎳	133 鎳	134 鎳	135 鎳	136 鎳	137 鎳	138 鎳	139 鎳	140 鎳	141 鎳	142 鎳	143 鎳	144 鎳	145 鎳	146 鎳	147 鎳	148 鎳	149 鎳	150 鎳	151 鎳	152 鎳	153 鎳	154 鎳	155 鎳	156 鎳	157 鎳	158 鎳	159 鎳	160 鎳	161 鎳	162 鎳	163 鎳	164 鎳	165 鎳	166 鎳	167 鎳	168 鎳	169 鎳	170 鎳	171 鎳	172 鎳	173 鎳	174 鎳	175 鎳	176 鎳	177 鎳	178 鎳	179 鎳	180 鎳	181 鎳	182 鎳	183 鎳	184 鎳	185 鎳	186 鎳	187 鎳	188 鎳	189 鎳	190 鎳	191 鎳	192 鎳	193 鎳	194 鎳	195 鎳	196 鎳	197 鎳	198 鎳	199 鎳	200 鎳	201 鎳	202 鎳	203 鎳	204 鎳	205 鎳	206 鎳	207 鎳	208 鎳	209 鎳	210 鎳	211 鎳	212 鎳	213 鎳	214 鎳	215 鎳	216 鎳	217 鎳	218 鎳	219 鎳	220 鎳	221 鎳	222 鎳	223 鎳	224 鎳	225 鎳	226 鎳	227 鎳	228 鎳	229 鎳	230 鎳	231 鎳	232 鎳	233 鎳	234 鎳	235 鎳	236 鎳	237 鎳	238 鎳	239 鎳	240 鎳	241 鎳	242 鎳	243 鎳	244 鎳	245 鎳	246 鎳	247 鎳	248 鎳	249 鎳	250 鎳	251 鎳	252 鎳	253 鎳	254 鎳	255 鎳	256 鎳	257 鎳	258 鎳	259 鎳	260 鎳	261 鎳	262 鎳	263 鎳	264 鎳	265 鎳	266 鎳	267 鎳	268 鎳	269 鎳	270 鎳	271 鎳	272 鎳	273 鎳	274 鎳	275 鎳	276 鎳	277 鎳	278 鎳	279 鎳	280 鎳	281 鎳	282 鎳	283 鎳	284 鎳	285 鎳	286 鎳	287 鎳	288 鎳	289 鎳	290 鎳	291 鎳	292 鎳	293 鎳	294 鎳	295 鎳	296 鎳	297 鎳	298 鎳	299 鎳	300 鎳	301 鎳	302 鎳	303 鎳	304 鎳	305 鎳	306 鎳	307 鎳	308 鎳	309 鎳	310 鎳	311 鎳	312 鎳	313 鎳	314 鎳	315 鎳	316 鎳	317 鎳	318 鎳	319 鎳	320 鎳	321 鎳	322 鎳	323 鎳	324 鎳	325 鎳	326 鎳	327 鎳	328 鎳	329 鎳	330 鎳	331 鎳	332 鎳	333 鎳	334 鎳	335 鎳	336 鎳	337 鎳	338 鎳	339 鎳	340 鎳	341 鎳	342 鎳	343 鎳	344 鎳	345 鎳	346 鎳	347 鎳	348 鎳	349 鎳	350 鎳	351 鎳	352 鎳	353 鎳	354 鎳	355 鎳	356 鎳	357 鎳	358 鎳	359 鎳	360 鎳	361 鎳	362 鎳	363 鎳	364 鎳	365 鎳	366 鎳	367 鎳	368 鎳	369 鎳	370 鎳	371 鎳	372 鎳	373 鎳	374 鎳	375 鎳	376 鎳	377 鎳	378 鎳	379 鎳	380 鎳	381 鎳	382 鎳	383 鎳	384 鎳	385 鎳	386 鎳	387 鎳	388 鎳	389 鎳	390 鎳	391 鎳	392 鎳	393 鎳	394 鎳	395 鎳	396 鎳	397 鎳	398 鎳	399 鎳	400 鎳	401 鎳	402 鎳	403 鎳	404 鎳	405 鎳	406 鎳	407 鎳	408 鎳	409 鎳	410 鎳	411 鎳	412 鎳	413 鎳	414 鎳	415 鎳	416 鎳	417 鎳	418 鎳	419 鎳	420 鎳	421 鎳	422 鎳	423 鎳	424 鎳	425 鎳	426 鎳	427 鎳	428 鎳	429 鎳	430 鎳	431 鎳	432 鎳	433 鎳	434 鎳	435 鎳	436 鎳	437 鎳	438 鎳	439 鎳	440 鎳	441 鎳	442 鎳	443 鎳	444 鎳	445 鎳	446 鎳	447 鎳	448 鎳	449 鎳	450 鎳	451 鎳	452 鎳	453 鎳	454 鎳	455 鎳	456 鎳	457 鎳	458 鎳	459 鎳	460 鎳	461 鎳	462 鎳	463 鎳	464 鎳	465 鎳	466 鎳	467 鎳	468 鎳	469 鎳	470 鎳	471 鎳	472 鎳	473 鎳	474 鎳	475 鎳	476 鎳	477 鎳	478 鎳	479 鎳	480 鎳	481 鎳	482 鎳	483 鎳	484 鎳	485 鎳	486 鎳	487 鎳	488 鎳	489 鎳	490 鎳	491 鎳	492 鎳	493 鎳	494 鎳	495 鎳	496 鎳	497 鎳	498 鎳	499 鎳	500 鎳	501 鎳	502 鎳	503 鎳	504 鎳	505 鎳	506 鎳	507 鎳	508 鎳	509 鎳	510 鎳	511 鎳	512 鎳	513 鎳	514 鎳	515 鎳	516 鎳	517 鎳	518 鎳	519 鎳	520 鎳	521 鎳	522 鎳	523 鎳	524 鎳	525 鎳	526 鎳	527 鎳	528 鎳	529 鎳	530 鎳	531 鎳	532 鎳	533 鎳	534 鎳	535 鎳	536 鎳	537 鎳	538 鎳	539 鎳	540 鎳	541 鎳	542 鎳	543 鎳	544 鎳	545 鎳	546 鎳	547 鎳	548 鎳	549 鎳	550 鎳	551 鎳	552 鎳	553 鎳	554 鎳	555 鎳	556 鎳	557 鎳	558 鎳	559 鎳	560 鎳	561 鎳	562 鎳	563 鎳	564 鎳	565 鎳	566 鎳	567 鎳	568 鎳	569 鎳	570 鎳	571 鎳	572 鎳	573 鎳	574 鎳	575 鎳	576 鎳	577 鎳	578 鎳	579 鎳	580 鎳	581 鎳	582 鎳	583 鎳	584 鎳	585 鎳	586 鎳	587 鎳	588 鎳	589 鎳	590 鎳	591 鎳	592 鎳	593 鎳	594 鎳	595 鎳	596 鎳	597 鎳	598 鎳	599 鎳	600 鎳	601 鎳	602 鎳	603 鎳	604 鎳	605 鎳	606 鎳	607 鎳	608 鎳	609 鎳	610 鎳	611 鎳	612 鎳	613 鎳	614 鎳	615 鎳	616 鎳	617 鎳	618 鎳	619 鎳	620 鎳	621 鎳	622 鎳	623 鎳	624 鎳	625 鎳	626 鎳	627 鎳	628 鎳	629 鎳	630 鎳	631 鎳	632 鎳	633 鎳	634 鎳	635 鎳	636 鎳	637 鎳	638 鎳	639 鎳	640 鎳	641 鎳	642 鎳	643 鎳	644 鎳	645 鎳	646 鎳	647 鎳	648 鎳	649 鎳	650 鎳	651 鎳	652 鎳	653 鎳	654 鎳	655 鎳	656 鎳	657 鎳	658 鎳	659 鎳	660 鎳	661 鎳	662 鎳	663 鎳	664 鎳	665 鎳	666 鎳	667 鎳	668 鎳	669 鎳	670 鎳	671 鎳	672 鎳	673 鎳	674 鎳	675 鎳	676 鎳	677 鎳	678 鎳	679 鎳	680 鎳	681 鎳	682 鎳	683 鎳	684 鎳	685 鎳	686 鎳	687 鎳	688 鎳	689 鎳	690 鎳	691 鎳	692 鎳	693 鎳	694 鎳	695 鎳	696 鎳	697 鎳	698 鎳	699 鎳	700 鎳	701 鎳	702 鎳	703 鎳	704 鎳	705 鎳	706 鎳	707 鎳	708 鎳	709 鎳	710 鎳	711 鎳	712 鎳	713 鎳	714 鎳	715 鎳	716 鎳	717 鎳	718 鎳	719 鎳	720 鎳	721 鎳	722 鎳	723 鎳	724 鎳	725 鎳	726 鎳	727 鎳	728 鎳	729 鎳	730 鎳	731 鎳	732 鎳	733 鎳	734 鎳	735 鎳	736 鎳	737 鎳	738 鎳	739 鎳	740 鎳	741 鎳	742 鎳	743 鎳	744 鎳	745 鎳	746 鎳	747 鎳	748 鎳	749 鎳	750 鎳	751 鎳	752 鎳	753 鎳	754 鎳	755 鎳	756 鎳	757 鎳	758 鎳	759 鎳	760 鎳	761 鎳	762 鎳	763 鎳	764 鎳	765 鎳	766 鎳	767 鎳	768 鎳	769 鎳	770 鎳	771 鎳	772 鎳	773 鎳	774 鎳	775 鎳	776 鎳	777 鎳	778 鎳	779 鎳	780 鎳	781 鎳	782 鎳	783 鎳	784 鎳	785 鎳	786 鎳	787 鎳	788 鎳	789 鎳	790 鎳	791 鎳	792 鎳	793 鎳	794 鎳	795 鎳	796 鎳	797 鎳	798 鎳	799 鎳	800 鎳	801 鎳	802 鎳	803 鎳	804 鎳	805 鎳	806 鎳	807 鎳	808 鎳	809 鎳	810 鎳	811 鎳	812 鎳	813 鎳	814 鎳	815 鎳	816 鎳	817 鎳	818 鎳	819 鎳	820 鎳	821 鎳	822 鎳	823 鎳	824 鎳	825 鎳	826 鎳	827 鎳	828 鎳	829 鎳	830 鎳	831 鎳	832 鎳	833 鎳	834 鎳	835 鎳	836 鎳	837 鎳	838 鎳	839 鎳	840 鎳	841 鎳	842 鎳	843 鎳	844 鎳	845 鎳	846 鎳	847 鎳	848 鎳	849 鎳	850 鎳	851 鎳	852 鎳	853 鎳	854 鎳	855 鎳	856 鎳	857 鎳	858 鎳	859 鎳	860 鎳	861 鎳	862 鎳	863 鎳	864 鎳	865 鎳	866 鎳	867 鎳	868 鎳	869 鎳	870 鎳	871 鎳	872 鎳	873 鎳	874 鎳	875 鎳	876 鎳	877 鎳	878 鎳	879 鎳	880 鎳	881 鎳	882 鎳	883 鎳	884 鎳	885 鎳	886 鎳	887 鎳	888 鎳	889 鎳	890 鎳	891 鎳	892 鎳	893 鎳	894 鎳	895 鎳

在發表週期律時，對於未知元素之原子量、比重、化學性質等，曾為預言。數年後果發見鈦 Sc、鎳 Ga、鏷 Ge 等元素，與門氏之預言若合符節。

週期律又可為決定原子量之助。例如鉍 Be 與鋁 Al 相似，疑為三價元素。然鉍 9.1 克與氧 16 克²化合，如為三價，則其原子量當為 $9.1 \times \frac{8}{3} = 13.65$ ，而鉍當列於碳與氮之間。然鉍與碳氮無類似之性質，故疑為二價，列於鋰與硼之間。其後測定氯化鉍之蒸氣密度，確證為二價，而鉍之原子量遂定。

依週期表之元素分類，可供種種研究之參考。表

問 題

1. 試自下列諸元素中，取其同族者分別類聚之。

Ca Li O Ba Cl C K Sn Sr Rb Br N Si P Cs As S Zn Bi I

2. 試述週期表之應用，並說明門氏如何藉此以預言未發見之元素。

第三十四章 鹼族元素

§ 360. 鹼族元素.

銦 Li·鈉 Na·鉀 K·銣 Rb·銿 Cs 五元素,稱為鹼族元素 (alkali family elements).

元素	符號	序	原子量	價	融點	沸點	比重	焰色
銦	Li	3	6.940	I	186°.0	>1200°	0.53	紅
鈉	Na	11	22.997	I	97°.5	880°.0	0.97	黃
鉀	K	19	39.096	I	62°.3	760°.0	0.86	紫
銣	Rb	37	85.44	I	38°.5	700°.0	1.53	澀紅
銿	Cs	55	132.91	I	26°.0	670°.0	1.90	淡青

Li
 ↓
 Na
 / \
 K
 |
 Rb
 |
 Cs

皆為一價元素,富有反應力,呈特有之焰色反應。其中銦與鈉,鉀與銣銿性質尤似。

第一節 銦 鈉

§ 361. 銦 Li.

銦 (lithium) 為最輕之固體。天然成矽酸鹽而存在,植物灰亦含有之。氫氧化銦(lithium hydroxide) LiOH 呈強鹼性。碳酸銦(lithium carbonate) Li_2CO_3 難溶於水,

氯化鋰 (lithium chloride) LiCl 有潮解性，與一般鹼鹽性質不同

§ 362. 鈉 Na

鈉 (sodium) 之化合物分布甚廣，食鹽·智利硝石·礪砂等之外，多含於岩石之中。金屬之鈉為製造氰化鈉 (sodium cyanide) NaCN ，過氧化鈉 Na_2O_2 ，氨基鈉 NaNH_2 等

之原料電解法製之。

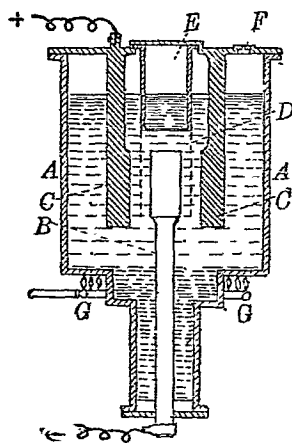


圖 51. 鈉之製法

置苛性鈉於鐵器 A 中熔融之，通以電流，則鈉生於陰極 B 之周圍，浮上集於 E 內。D 為隔膜，所以防鈉與陽極 C 上之氫氧基相遇者。

(1) 製法 通電熔融無水之苛性鈉，於 2.2 伏特時， Na^+ 成小球附於陰極之周圍， OH^- 於陽極分為水與氧氣。此等兩極之生成物如不分離，則水與鈉作用，而生氫氧化鈉與輕氣，不能得鈉。又溫度如昇在 400° 以上，則鈉變為氧化鈉 (sodium oxide) Na_2O ，故須保持略高於氫氧化鈉之融點 310° ，即 $310^\circ - 330^\circ$ 之間。

卡斯涅氏之法，自下插入陰極

於鐵製電解槽中，圍以鐵網，上罩鐵

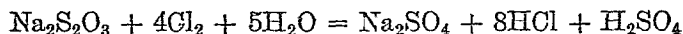
鐘，以防鈉粒子之逸出與氧化。陽極以包圍陰極之鐵圓筒爲之。(圖 51)

(2) 性質 鈉爲輕軟金屬，可用小刀割削，壓之可成線狀。極易與氧氣化合，露於空氣之內，即失光輝。於氧氣氣流中熱之，則生過氧化鈉(sodium peroxide) Na_2O_2 。爲淡黃色之固體，可作強氧化劑。鈉與水激劇作用，發生輕氣而且發熱，故著火而燃。

§ 363. 硫代硫酸鈉 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

加硫黃於亞硫酸鈉熱之，則得硫代硫酸鈉(sodium thiosulphate)。

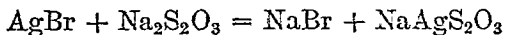
通綠氣於硫代硫酸鈉之水溶液，則被吸收而生如下之反應：



故可爲漂白時之脫氯劑。

與碘作用，則生無色之碘化鈉。此反應至爲敏銳，故可爲澱粉指示藥，供碘之定量之用(見 § 382)。

與鹵素化銀作用，則生可溶性之化合物。

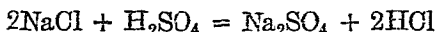


故照相術上用爲定著劑。^①

① 俗稱“hypo”。

§ 364. 硫酸鈉 Na_2SO_4 .

加濃硫酸於食鹽而強熱之，則得硫酸鈉 (sodium sulphate) 與氯化氫。



由水使再結晶，則得芒硝 (Glauber's salt) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 放置於空氣中，則徐徐失去水分，變為白色粉末。

凡結晶水之蒸氣壓大於空氣中之蒸氣壓時，則易失去水分而風化 (efflorescence)。反之，小於空氣中之蒸氣壓時則生潮解 (deliquescence)。

硫酸鈉供製造玻璃及碳酸鈉之用。芒硝供醫藥及染色之用。

§ 365. 鈉離子 Na^+ .

鈉鹽多為可溶性，其離子無色。焦性銻酸鉀 (potassium pyroantimonate) 與 Na^+ 作用，則生白色之焦性銻酸鈉 ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$) 而沈澱。

第二節 鉀

§ 366. 鉀 K.

鉀 (potassium) 成正長石雲母等天然產出，又為碳酸鉀多量含於陸生植物之灰中。海水中亦含有少量

之鉀，有時沈澱而成岩鹽，德國斯塔斯佛特(Stassfurt)岩鹽層上部之廢鹽中含有之。

鉀之性質酷似於鈉，而更強烈。苛性鉀(caustic potash)·碳酸鉀(potassium carbonate)等鉀化合物之製法與性質，均與相當之鈉化合物類似，茲不贅述。

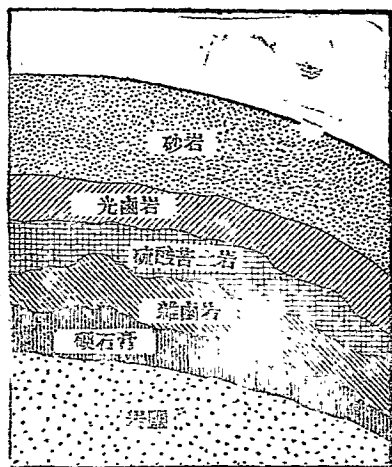


圖 52. 斯塔斯佛特岩鹽層

§ 367. 鹵素化鉀.

鉀之鹵素化物，有氯化鉀(potassium chloride)KCl，溴化鉀 KBr，碘化鉀 KI 等種。其中以溴化鉀·碘化鉀為重要之醫藥。

(1) 溴化鉀 KBr 溴化鉀(potassium bromide)用為鎮靜劑。加溴於苛性鉀溶液熱之，則反應如下：



蒸發之，則得溴化鉀。此時所生溴酸鉀(有時為 KBrO)加木炭粉末熱之，使之還元而再結晶。

(2) 碘化鉀 KI 碘化鉀 (potassium iodide) 製法與溴化物同,性質亦相似。用爲治梅毒之藥。曬於日光,則分解而生氫氧化鉀·碳酸鉀·碘·碘酸鉀等,其水溶液有溶碘之性。

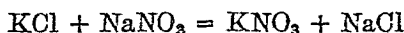
§ 368. 氯酸鉀 $KClO_3$.

氯酸鉀 (potassium chlorate) 爲製火柴·火藥·花火等之原料。電解氯化鉀之水溶液,使氯離子在陽極氧化而變爲氯酸離子以製之(其原理見 § 94 之 2)。

氯酸鉀爲無色板狀之結晶,熱至融點(約 360°) 以上,則分解而生氧(見 § 20),故爲氧化劑。

§ 369. 硝石 KNO_3 .

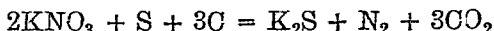
硝石 (saltpeter) 卽硝酸鉀 (potassium nitrate), 由氯化鉀與智利硝石 (Chile saltpeter) $NaNO_3$ 製之。



硝石與食鹽之溶解度如右表,故由沸水先使食鹽析出,而後冷之,則硝石結晶,可以分離

溫 度	0°	100°
KNO_3	13.3	247
$NaCl$	35.7	39

硝石與硫黃木炭爲製造黑火藥 (black gunpowder) 之原料。此等原料間之比例,大約以下式爲準:

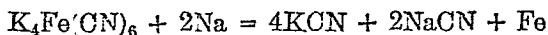


§ 370. 氰化鉀 KCN.

將黃血鹽強熱，雖亦可製氰化鉀(potassium cyanide):



然因損失三分之一之氮，故加金屬鈉於黃血鹽而熔融之，以製氰化鉀與氰化鈉之混合物。工業上不必分離，即可用之。



氰化鉀為潮解性之結晶，其水溶液呈強鹼性，有劇毒。電鍍冶金上用之。近來因氰化鈉之價較廉，製量甚多，有壓倒氰化鉀之勢。

§ 371. 鉀離子 K⁺.

鉀鹽多為可溶性，其離子無色。氫氯鉑酸(hydrochloroplatinic acid)與 K⁺ 作用，則生黃色之氯鉑化鉀(potassium chloroplatinate)而沈澱。又 K⁺ 與酒石酸氫鈉 NaHC₄H₄O₆ 鈷亞硝酸鈉(sodium cobaltinitrite)Na₃Co(NO₂)₆ 之醋酸性溶液；或過氯酸溶液作用，亦生沈澱。^①

第三節 鉍鹽

① HKC₄H₄O₆, K₂Co(NO₂)₆, KClO₄.

§ 372. 氯化銨 NH_4Cl

氯化銨(ammonium chloride)亦稱鹼砂(sal ammoniac), 爲白色結晶性之粉末, 熱則昇華. 其生成時爲發熱反應, 故加熱則離解.



如用五氧化二磷爲乾燥劑, 則不致離解, 而氨與氯化氫亦不反應. 故知水分爲此反應之觸媒甚明,

§ 373. 硫化銨 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$.

將氨 2 容與硫化氫 1 容於 -18° 以下相混時, 則生白色之結晶, 卽爲硫化銨(ammonium sulphide). 常溫之時卽分解爲硫化氫銨(ammonium hydrosulphide) NH_4HS 與氨 NH_3 , 達 45° 則全離解爲硫化氫與氨.

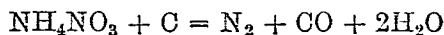
又通硫化氫於氨水使之飽和, 則生硫化氫銨, 加計算量之氨水, 則得硫化銨之溶液.

硫化銨之溶液, 在空氣中次第變爲黃色, 終成紅色. 蓋因硫化銨由空氣中之氧氣所氧化而生硫, 此硫與硫化銨結合而生多硫化物(polysulphide) $(\text{NH}_4)_2\text{S}_x$ ($x = 2, 3, 4, 5$) 之故. 欲製多硫化物, 溶計算量之硫於硫化銨之溶液中卽得.

§ 374. 硝酸銨 NH_4NO_3 .

將硫酸銨與硝酸鈉從分子量之比1:1相混,於 160° 至 200° 間加熱而熔融之,則得硝酸銨 (ammonium nitrate). 硝酸銨之融點為 158° ,而硫酸銨則為 338° ,故可置於遠心器中旋轉而分之.

加炭末於硝酸銨,可製安全炸藥 (safety explosive).

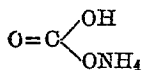


§ 375. 磷酸銨鹽.

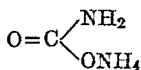
通氨於濃磷酸使之飽和,則得磷酸銨 (ammonium phosphate) $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$. 乾之則得磷酸氫銨 (ammonium hydrogen phosphate) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. 煮沸其水溶液則得磷酸二氫銨 (ammonium dihydrogen phosphate) $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$. 小天地鹽 (sal microcosmicum) $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 其初由煉金家將尿蒸發時得之,以爲人類之精華,故有此名. 熱之則變爲偏磷酸鈉 (sodium metaphosphate) NaPO_3 .

§ 376. 碳酸銨鹽.

加碳酸鈣於礪砂使之昇華,或將角皮層乾餾,則得



亞氨基銨



氨基亞銨

碳酸銨 (ammonium carbonate), 亦稱鹿角鹽 (salt of hartshorn).

市販品爲碳酸氫銨與氨基甲酸銨(ammonium carbamate)之混合物,在空氣中分解爲碳酸氣及氨,故亦稱臭鹽。

§ 377. 銨離子 NH_4^+ .

NH_4^+ 之性狀酷似 K^+ 。氯鉑化銨 $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$ 與酒石酸氫銨 $\text{NH}_4\text{HC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ 皆難溶於水。又加鹼溶酸於銨鹽溶液而熱之,則發生氨。故由其臭氣與對於試驗紙之反應,可檢出之。

問 題

1. 攝氏 15° , 氣壓 760 毫米時欲得氫氣 5000 立方厘米,須用鈉若干克投於水中?

[答] 9.7 克

2. 欲得硫酸鈉 10 仟克時,問需食鹽及 70% 之硫酸各若干仟克?又由此時所生之氯化氫可得 90% 之鹽酸若干仟克?

[答] 9.9 仟克 5.7 仟克

3. 試述氯酸鉀之製法。欲證明氯酸鉀中有氯存在,當用何法?

4. 從智利硝石製硝石,其法大概如何?

5. 欲製 100 斤硝石時,問需智利硝石及氯化鉀之重量各若干斤?

[答] 智利硝石 84 斤, 氯化鉀 74 斤

6. 以氨水中和 100 克之硫酸時,能得硫酸銨若干?

[答] 135 克

7. 以硫酸銨 20 克與生石灰共熱時,所生氮之體積如何?

[答] 6.8 升

8. 銨離子之檢出法若何?

第三十五章 容量分析

§ 378. 當量規定液.

當量一語,不僅限於元素,即化合物對於氫 1 原子量之相當之量,亦稱 1 當量.

主要之酸及鹼 1 當量之數如右. 溶液 1 升中含有溶質 1 克當量時,稱爲 1 規定液(normal solution). 如含有 $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{10}$ 克當量時,各稱爲 $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{10}$ 規定液.

化合物	當 量
鹽 酸	HCl=36.5
硝 酸	HNO ₃ =63
硫 酸	$\frac{1}{2}$ H ₂ SO ₄ =49
苛性鈉	NaOH=40
苛性鉀	KOH=56
石灰水	$\frac{1}{2}$ Ca(OH) ₂ =37

§ 379. 容量分析.

加濃度既知之試藥於溶有試品一定量之液中,由反應恰完時所費試藥之體積算出試品之定量法,稱爲容量分析(volumetry).

通常所用容量分析之法,大別之有四種如下:

- | | |
|----------|---------|
| (1) 中和法 | (2) 氧化法 |
| (3) 碘定量法 | (4) 沈澱法 |

§ 380. 中和法.

利用酸與鹼之中和反應以定量之法稱爲中和法 (neutralization process). 其中用鹼之規定液以測定試品中所含之酸量者,稱爲酸定量法 (acidimetry). 用酸之規定液以測定鹼量者,稱爲鹼定量法 (alkalimetry).

中和法通常以草酸 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 之結晶 63.024 克 (1 克當量) 溶於水使成 1 升以作 1 規定液之標準. 用草酸之規定液以滴定 (titration) 鹼溶液, 如須同體積恰達中和, 則其濃度爲 1 規定. 若須 1.05 倍, 則爲 1.05 規

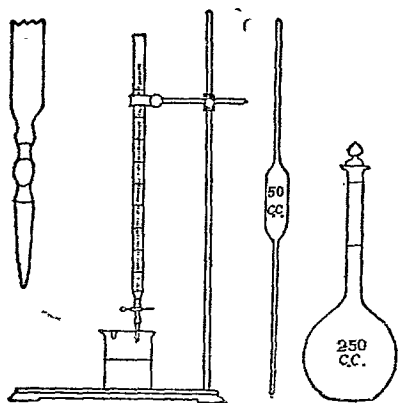


圖 53. 滴管 移液管 量瓶 時用滴管 (burette). 又

用指示藥 (indicator) 以示中和終點.

常用之指示藥有三種. 皆爲弱酸, 離解度甚小.

定. 次用此鹼之規定液以定酸溶液之濃度, 而復用所製之規定液以滴定未知之液.

製規定液時用頸有一線之既知容量之量瓶 (flask), 取液時用移液管 (pipette), 滴定



如加酸則因酸中 H^{+} 之作用而平衡向左進行,故指示藥所呈之色爲其分子 AiH 在酸液中之色。如加鹼則 H^{+} 爲 OH^{-} 所奪,故所呈之色爲其酸根離子 Ai^{-} 在鹼液中之色。

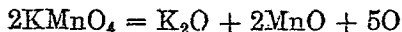
三種指示藥之中,酚酞試藥 (phenolphthalein) 酸性最弱,適於弱酸強鹽基之滴定,而不適於弱

指示藥	酸	鹼
酚酞試藥	無色	紅
石蕊試藥	紅	藍
甲基橙	紅	黃

鹽基。甲基橙(methyl orange)爲比較的強酸,適於強酸弱鹽基之滴定,而不適於弱酸。石蕊試藥(litmus)則介於兩者之間。

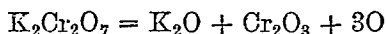
§ 381. 氧化法。

用高錳酸鉀-重鉻酸鉀等氧化劑以定量之法,稱爲氧化法(oxidation process)。此等氧化劑本自有色,如被還元,則漸褪色或變色,故能表示反應之終點,不必用其他之指示藥。高錳酸鉀在酸性溶液由 2 分子生 5 原子之氧以氧化他物質。



故以溶液 1 升中含有 $\frac{1}{5}$ 克分子者爲 1 規定液。重鉻

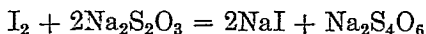
酸鉀於酸性溶液由 1 分子生 3 原子之氧以氧化他物質



故以 1 升中含有 $\frac{1}{3}$ 克分子者為 1 規定液。

§ 382. 碘定量法.

用碘以定量之法,稱為碘定量法 (iodometry). 碘與硫代硫酸鈉反應則褪色.



碘之 1 規定液為 1 升中含有 1 克原子之碘,故硫代硫酸鈉之 1 規定液與此當量,即 1 升中含有硫代硫酸鈉 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 之 1 克分子量.

§ 383. 沈澱法.

沈澱法 (precipitation process) 以利用 Ag^+ 與 Cl^- 而沈澱為 AgCl 之反應為主. 以 1 升中含有硝酸銀或食鹽各 1 克分子之溶液為規定液,視生成沈澱之完結為反應之終點,或以鉻酸鉀為指示藥以生鉻酸銀之紅色沈澱為準.

問 題

1. 何謂規定液?
2. 酚酞指示劑及甲基橙之反應各若何?
3. 容量分析之方法有幾?試舉例說明之。
4. 氯化氫 2 克溶解於水使成 150 立方厘米時,其濃度如何?

[答] 0.55 mol

5. 取苛性鈉 3 克溶於水而作 150 立方厘米之溶液。用其中之 50 立方厘米與 40 立方厘米之鹽酸中和。問此鹽酸濃度如何?

[答] 0.625 mol

6. 今有濃度不明之苛性鈉溶液 100 立方厘米,用濃度 1 摩爾之硫酸溶液 45 立方厘米恰達中和。問此苛性鈉溶液之濃度若干?又含苛性鈉之量若干?

[答] 0.9 規定 3.6 克

7. 以食鹽 50 克與硫酸作用所生之氯化氫,在攝氏 20°,1 氣壓時所占之容積若干?如將此氯化氫全部溶解於水,而得 2 升之鹽酸時,問此酸為若干規定液?

[答] 23.9 升 0.585 規定

8. 問 27.32% 之稀硫酸(比重 1.2)為若干規定液?

[答] 6.7 規定

9. 問 $\frac{1}{10}$ 規定硫酸液 1 c. c. 中含有若干克之硫酸?

[答] 0.0049 克

10. 今有 15% 之硫酸及 20% 之鹽酸,試比較其濃度如何?但比重各為 1.

[答] 鹽酸濃 1.8 倍

11. 有濃度不明之硝酸溶液,由其中取出 25 c. c.,加石蕊試液而後以一規定之苛性鈉溶液滴定之,至 16.5 c. c.,其色始變。問此溶液 1 升中所含硝酸之量若干?

[答] 36.54 克

12. 中和 30% 之鹽酸(比重 1.15) 80 c.c. 時所需苛性鈉量如何?

[答] 30.2 克

13. 氫氧化鉍 $\frac{3}{2}$ 規定液與磷酸 2% 溶液各以 10 c.c. 相混時, 其結果如何?

[答] 液中存磷酸 0.004 克

14. 取鐵線 1.529 克溶於過剩之稀硫酸, 使不與空氣接觸, 稀釋為 250 c.c. 今取此液 25 c.c., 以 $\frac{1}{10}$ 規定之高錳酸鉀滴定之, 須 27.2 c.c. 始達中和。問此鐵所含不純物之百分率若干?

[答] 0.4%

15. 欲製重鉻酸鉀 $\frac{1}{10}$ 規定液 500 c.c. 時, 問須重鉻酸鉀若干?

[答] 2.45 克

16. 問欲製硫代硫酸鈉之 $\frac{1}{10}$ 規定液, 所需硫代硫酸鈉若干?

[答] 2.4382 克

17. 取粗製食鹽 1 克, 加水使成溶液後, 加硝酸銀使生沈澱, 稱其重量得 2.4382 克。問試品中含氯之量若干?

[答] 60.32 %

第三十六章 合金

§ 384. 合金.

異種金屬融合所成之金，稱為合金 (alloy)，亦稱為齊。合金成分之狀態，大別如下：

(一) 不均態之混合體。

(二) 化合物。

(三) 均態之固溶體。

研究此等合金之組織之學，稱為金相學 (metallography)。金相學以測定融點曲線或行顯微鏡之研究為常法。

§ 385. 合金之融點曲線

以縱軸表溫度，以橫軸表合金之量，如圖 54；左端表全部為鉛，右端全部為錫，由右至左鉛之量逐漸增加，錫之量逐漸減少；各種分量之合金，其融點

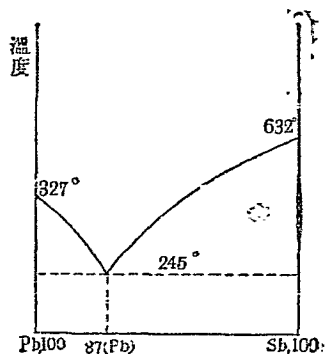


圖 54. 鉛錫系之融點曲線

連結所成之曲線，稱為融點曲線。

測定融點曲線可以判決合金之組織，其法如下：

(1) 不均態之混合體 融點曲線有一共融點之合金，為不均態之混合體，如錫與鉛及鉛與銀是也。鉛與銻，銅與銀之合金亦然。

(2) 化合物 由兩成分生一種化合物之時，甲成分

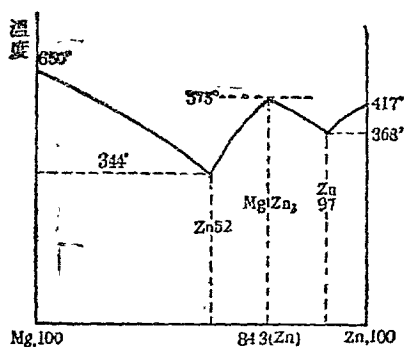


圖 55. 鎂鋅系之融點曲線

與化合物，化合物與乙成分之間，各有一共融點及一極大點。相當於極大點之處，表示化合物之組織。鋅及鎂之合金即為一例，圖 55 表其曲線。銅及銻之合金亦然。

(3) 固溶體 由兩成分之均態融液而析出固溶體時，融液及固溶體之組成連續變化，且通常無同一之組成。

生固溶體之時，亦有一極大或極小之點。金與銅，鐵與鉛屬於此種。

融點曲線不特見於合金而已，並可應用於水化物

等。例如三氧化硫與水之系，測定融點之結果，知有五種之水化物存在(圖 56)。

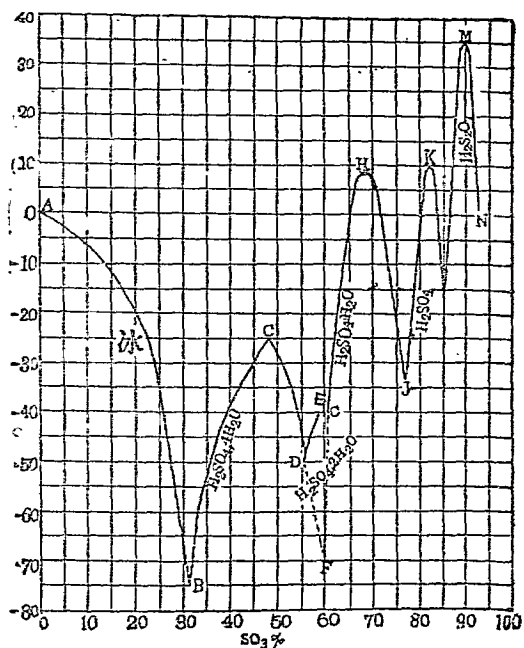
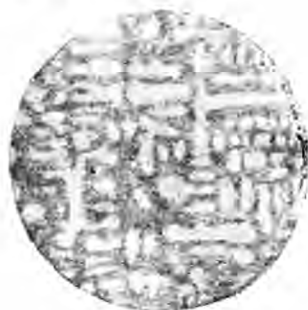


圖 56. 三氧化硫水系之融點曲線

§ 386. 合金之顯微鏡的研究.

磨滑合金之面而浸於稀鹽酸或溶液三氯化鐵溶液苦味酸等腐蝕劑時，因結晶不同而腐蝕之程度亦不同，成爲不均態之圖。用顯微鏡檢查或照相，則能見其

組織(圖 57).



Cu 50%, Ni 50%



銅銀系之共融點合金

圖 57. 顯微鏡下之合金組織

§ 387 合金之硬度.

凡金屬相和而成合金時,其硬度(hardness)常增.

加錫於銅,錫量達 5% 時,硬度倍之. 至 20% 時,則臻於極大,過 65% 則復軟.

加鋅於銅,硬度之影響較少. 同量所成之合金(黃銅)亦僅銅之 2 倍而已. 加銅於金銀,則硬度大增. 金銀幣摻銅,職是之故. 加錫於鉛,則得硬鉛,含錫之量達 12% 則其硬度 4 倍於純鉛,達 23% 則 5 倍. 加炭錫鉻銦鎳等於鐵,則其硬度大增,製鋼常利用之.

問 題

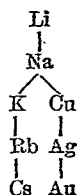
1. 合金之功效何在?
2. 何謂金相學?
3. 何謂液相曲線? 固相曲線? 試繪圖表之。

第三十七章 銅族元素

§ 339. 銅族元素.

銅 Cu·銀 Ag·金 Au 三元素互相類似，稱為銅族元素 (copper family elements)。銅族元素與鹼族元素共隸於週期表之第 I 屬，尤與銨·鈉相近。

元素	符號	序	原子量	價	融 點	沸 點	比 重
銅	Cu	29	63.57	I, II	1083°	2300°	8.92
銀	Ag	47	107.880	I	960°.5	1950°	10.5
金	Au	79	197.2	I, III	1063°	2600°	19.3



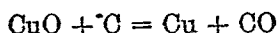
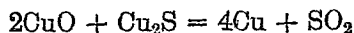
第一節 銅

§ 339. 銅 Cu.

有史以前所用之金屬有六種 (鐵·銅·鉛·錫·銀·金)，銅 (copper) 居其一。有成自然銅 (native copper) 而產出者，普通之礦石為黃銅礦 CuFeS_2 ·輝銅礦 Cu_2S ·赤銅礦 Cu_2O ·藍銅礦 $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 等。世界產量以美為最多，日本次之，我國產額甚少，不及美國之百分之一。

銅之化合物有兩類：一價者稱爲亞銅化合物 (cuprous compounds)，二價者稱爲銅化合物 (cupric compounds)。

(1) 冶金 由氧化銅或碳酸銅之礦石製銅之法，僅將銅與煤或焦煤共熱而還元之即可。如以硫化銅爲原料，則於硫黃之外，須除去所含之鐵。先將礦石碎成細粉燒之，使其一部分變爲氧化鐵，而後加砂與炭送於熱空氣中強熱之，則生銅。其反應如下：



此時鐵成矽酸鹽 FeSiO_3 浮於融銅之上，所謂礦滓 (slag) 是也。所得之銅可鑄大銅板。

精製之法，盛酸性之硫酸銅液於蒙鉛之槽中，以粗銅爲陽極，純銅爲陰極而電解之，可得純度 99.99% 之銅。不純物成泥狀沈於槽底，其中含有金銀。

(2) 性質·用途 銅爲赤色金屬，富有展性·延性，爲電及熱之良導體，多量供機械之製造，我國則用以鑄幣。在濕空氣中生鹽基性碳酸銅，於空氣中熱之則化爲氧化銅。易溶於硝酸而生一氧化氮 NO 及硝酸銅，溶於熱濃硫酸，則發二氧化硫而變爲硫酸銅。銅於空氣存在時，徐徐溶解於稀硫酸·鹽酸·醋酸等中。蓋銅對於有

氧化力之酸，即隨氧之氧化而溶解故也。金屬欲送陽離子於水中之力，稱為電離溶壓 (electrolytic solution-tension)。電離溶壓之強弱，隨金屬而異，其順序如次：

K (最大)	→	Na	Ba	Sr	Ca	Mg	Al	Mn	
Zn		Cd	Fe	Tl	Co	Ni	Sn	Pb	H
Cu		Bi	Sb	Hg	Ag	Pt	Au		

此項順序亦稱為電動力次序 (electromotive series)。銅之電離溶壓本小於氫，在理銅不能溶於酸中，然由氧化性之酸，或由空氣中之養氣，使氫受氧化時，則其濃度漸減，故氫之電離溶壓亦減，而銅遂溶於酸中。

銅又由氨及養氣之作用，溶解而成深藍色之液，稱為士外策爾試藥 (Schweizer's reagent)，有溶解纖維素之力。

置鐵銻等於硫酸銅溶液之中，則金屬銅沈澱於其表面。又置銅於硝酸銀昇汞等之溶液中，則銀或汞附著於銅之表面。蓋因銅之電離溶壓小於銻鐵，而大於銀汞故也。

§ 390. 亞銅化合物 Cu^+ .

一氧化二銅 (cuprous oxide), Cu_2O 天然成赤銅礦而產出。化學上加少量之葡萄糖於硫酸銅之鹼性溶液熱之，則得紅色之沈澱。

§ 391. 銅化合物 Cu^{++} .

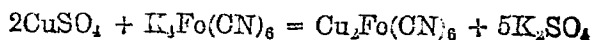
(1) 一氧化銅 CuO 將銅·硝酸銅·二氫氧化銅·碳酸銅等於空氣中熱之，則生一氧化銅 (cupric oxide). 爲黑色粉末，有氧化力，分析有機物質時常用之。

(2) 二氫氧化銅 $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. 加鹼於 Cu^{++} ，則生藍綠色之膠狀沈澱，卽爲二氫氧化銅 (cupric hydroxide).

(3) 硫酸銅 CuSO_4 硫酸銅 (cupric sulphate) 通常含有 5 分子之結晶水，俗稱膽礬 (blue vitriol) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. 膽礬熱至 100° 則失 $4\text{H}_2\text{O}$ ，至 230° 則水全失而化爲白色粉末。無水者易吸收水分而復原狀。

硫酸銅爲最普通之銅鹽，燒硫化銅卽得之，可供電池·電解·殺蟲劑之用。

(4) 銅離子 Cu^{++} 加過量之氨水於 Cu^{++} ，則生深藍色之 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{++}$. $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{++}$ 不如 $(\text{Cu}_2(\text{CN})_4)^-$ 穩定，通硫化氫則生一硫化銅之沈澱。加黃血鹽於 Cu^{++} ，則生褐色之膠狀沈澱，卽亞鐵氰化銅 (cupric ferrocyanide) $\text{Cu}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$.



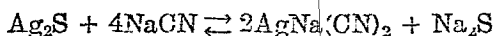
第二節 銀

§ 392. 銀 Ag .

銀 (silver) 雖間有天然產出，但其礦石以輝銀礦 Ag_2S 為主。

(1) 冶金

(a) 氰化法 由輝銀礦取銀之法，打碎礦石浸於氰化鈉之溶液 (0.1-0.4%) 中，由如下之反應，使銀溶解。



又吹入空氣，使硫化鈉氧化，以使此反應完成。將此複鹽電解，或投入鋅，則銀分離。

(b) 帕替孫法。鉛礦中多含有銀，生鉛之中通常含有 0.05-0.5% 之銀。分離之法，先使成銀分較多之鉛。其中之一為帕替孫法 (Pattinson's method)。利用融點之關係，將熔融之生鉛漸次凝冷，則純鉛先結晶析出。除去鉛分，則得富有銀分之鉛。數次後，可得含銀 1.5-2.5%，而後以灰吹法精製之。

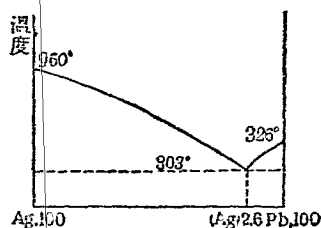


圖 58. 銀鉛系合金

將富有銀分之鉛置內塗骨灰之反射爐而強熱之，則鉛氧化為骨灰所吸收，而銀存留。此法稱為灰吹法 (cupellation)。

(c) 帕克法 加鋅於含銀之鉛而熱之，則銀之大部

分,移於鋅層之中。因銀之沸點為 1955°C .,鋅之沸點為 930°C .,故取鋅層蒸發之,可以分鋅,稱為帕克法(Parkes' method)。

所得之銀,尚混有鋅鉛。故先電解,使鋅附著於陰極,而富有鉛分之銀,沈澱槽底。而後由灰吹法分離之。

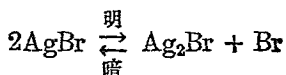
(2) 性質、銀為光輝之金屬,在熔融狀態有吸收氧氣之特性。為熱及電之良導體,居金屬之首位。對於化學藥品之抵抗甚強,與銅相同,只能溶解於氧化性之酸中。對鹼極為穩定,故製純粹之苛性鹼使用銀器。

§ 393. 鹵素化銀。

氯化銀 (silver chloride) AgCl · 溴化銀 (silver bromide) AgBr · 碘化銀 (silver iodide) AgI 有類似之性質,均幾不溶於水。

	AgCl	AgBr	AgI
溶 解 度	0.000152(27°C .)	0.000026(25°C .)	0.000035(.1 C.)
色	白	淡 黃	黃
NH_4OH	可 溶 生 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}$	難 溶 生 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{Br}$	不 溶
KCN	可 溶 生 $\text{AgK}(\text{CN})_2$	可 溶 左	可 溶 左
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	可 溶 生 NaAgS_2O_3	可 溶 左	可 溶 左

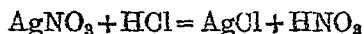
鹵素化銀甚易感光^①分解如次。但爲可逆反應。



故鹵素化銀可供照相之用。

§ 394. 硝酸銀 AgNO_3 .

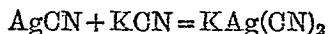
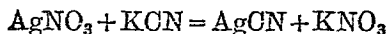
最普通之銀鹽爲硝酸銀 (silver nitrate)。溶銀於硝酸，蒸發其溶液，使之結晶則得之。易溶於水，純粹者不因日光而變化，但如有有機質存在，則被還元而銀遊離，生暗褐色沈澱。加鹵素化物，則生鹵素化銀之沈澱。



又可供腐蝕劑之用。

§ 395. 銀氰化鉀 $\text{KAg}(\text{CN})_2$.

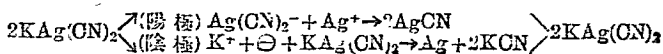
加氰化鉀於硝酸銀溶液，則生氰化銀 (silver cyanide) AgCN 之白色沈澱。如氰化鉀過量，則生銀氰化鉀 (potassium argenticyanide) 之錯鹽而溶解。



此種溶液可供鍍銀之用。法以被鍍之金屬爲陰

① 溴化銀之感光性最敏，氯化銀次之，碘化銀又次之。

極，銀板爲陽極，浸此溶液之中而通電流，則 K^+ 於陰極放電，即與銀氰化鉀作用，而使銀遊離著於陰極之表面。同時 $Ag(CN)_2^-$ 於陽極放電，與銀板作用而生氰化銀，更與陰極所生之氰化鉀化合，而成原錯鹽。故陰極之面鍍銀，而陽極之銀板漸次溶於液中以補之。



式中之 \ominus 爲陰極之電子。

§ 396. 銀離子 Ag^+ .

Ag^+ 與硫化氫作用，則生硫化銀之沈澱；與鹵素離子作用，則生鹵素化銀之沈澱。又加鋅則變爲金屬銀。與氰化鉀作用，其初沈澱，過量則溶解。

第三節 金

§ 397. 金 Au.

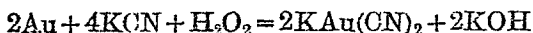
金 (gold) 成遊離狀態產於石英層或由風化所生之沖積層中，海水中含有微量 (1 立方米中 65 毫克以內)，又有成硫之化合物而產出者。

(1) 冶金 由金礦採金之法有三：

(a) 混汞法 流粉碎之礦石於水中，使通過於敷汞

之銅板上，則金成汞齊而存留，此法稱為混汞法 (amalgamation method)。次集汞齊蒸餾之，以分水銀。可由礦石中提出 75% 之金。

(b) 氰化法 混汞法之殘滓或貧礦，可用氰化法 (cyanide method) 處理之。將礦石研成粉末後浸於 0.01—0.1% 之氰化鉀或氰化鈉溶液，約 3 週間，則氰化鉀與空氣中之氧作用將金溶解。



流此液於鋅層之上，則金沈澱。或以鋼為陽極，鉛為陰極，通電流於此溶液而電解之，使金與鉛共同沈降，而後由灰吹法精製之，亦可得金。

(c) 氯化法 採取混汞法之殘滓或硫化鐵礦中之金，可用氯化法 (chlorination method)。先燒硫化鐵礦驅逐硫黃，浸於水中而通綠氣。因三氯化金 AuCl_3 溶解，故加硫酸亞鐵而還元之，則金沈澱。

(2) 性質 金呈金黃色，極富有展性·延性。為熱及電之良導體，居銀之次。不受養氣及酸所侵犯，但溶解於氯水·王水及氰化鉀中。化合物均不穩定，由加熱或還元容易使金遊離。

金之化合物通常有一價及三價兩類，一價者稱為亞金化合物 (auro-compounds)，三價者稱為金化合物 (auri-compounds)。

§ 398. 亞金化合物 Au^+ .

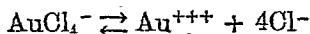
三氯化金 $AuCl_3$ 加熱至 185° ，則生不溶於水之白色一氯化金 (aurous chloride) $AuCl$ 。加鹼於一氯化金，則生紫色粉末，即為一氧化二金 (aurous oxide) Au_2O ，於 250° 分解。加氰化鉀溶液於一氧化二金，則生亞金氰化鉀 (potassium aurocyanide) $KAu(CN)_2$ 而溶解。此溶液可供電鍍之用。

§ 399. 金化合物 Au^{+++} .

金溶於王水或氯水，則生三氯化金 (auric chloride)，為紅褐色之結晶，易吸濕氣，且易溶解於水。

三氯化金與鹽酸共同蒸發，則生黃色針狀之結晶，即為氫氯金酸 (hydrochloroauric acid) $HAuCl_4$ ，俗稱氯化金。有鉀鉍等鹽類^①。溶液亦呈 Au^{+++} 之反應，故液中之平衡如下：

① $KAuCl_4 \cdot 2.5H_2O$ $NH_4AuCl_4 \cdot H_2O$



加硫酸亞鐵·草酸過氧化氫等之還元劑於氫氯金酸之溶液，則金沈澱。又加氨水，則生黃褐色之沈澱，稱為爆鳴金 (detonating gold) $2(\text{AuN}\cdot\text{NH}_3)\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。

加二氯化錫於氫氯金酸之溶液，則金成單質遊離，而呈紫色，稱為紫金 (purple of Cassius)。

問 題

1. 取硫酸銅結晶 10 克溶於水中，用白金電極完全電解時，問兩極所析出物質之量各若干？

〔答〕 陰極，銅 2.53 克 陽極，養氣 0.64 克

2. 有氯化鈉及溴化鈉之混合物 0.5 克，溶解於水，加充分之硝酸銀使生沈澱，稱其重量得 1.1 克。問此混合物各重若干？

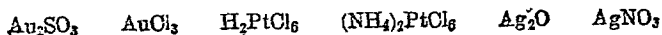
〔答〕 氯化鈉 0.4 克 溴化鈉 0.1 克

3. 光對於化學反應有觸媒之作用，對於化學平衡亦有變遷之影響，試各舉例說明之。

4. 試述金之冶煉法。

5. 試概述銅、銀、金對於 NH_4OH , KCN 之作用。

6. 下記各物質加熱後之產物為何？



第三十八章 鹼土族元素

§ 400. 鹼土族元素.

鈣 Ca·銻 Sr·鋇 Ba 三元素總稱為鹼土族元素(alkaline earth family elements).

元素	符號	序	原子量	價	融點	沸點	比重	焰色	
鈣	Ca	20	40.08	II	810°	1170°	1.55	黃紅	Ca Sr Ba (Ra)
銻	Sr	38	87.63	II	800°	1150°	2.6	深紅	
鋇	Ba	56	137.36	II	850°	1140°	3.5	黃綠	

此等三元素皆為二價,其氫氧化物呈鹼性,碳酸齊難溶於水,酸式碳酸鹽可溶。呈特有之焰色反應,鈣為黃紅色,銻深紅色,鋇黃綠色。鐳亦屬此族,便宜上於放射性元素章論之。

第一節 鈣

§ 401. 鈣 Ca.

鈣(calcium) 為構成地殼十元素之一,以碳酸鹽產出為主,亦成矽酸鹽·磷酸鹽·硫酸鹽等而存在。又含於生物體中。

(1) 製法 初用金屬鈉加於碘化鈣 CaI_2 ，置鐵製曲頸甌加熱至暗紅色，而後冷之，使鈣分離。但今日則盛行電解法。

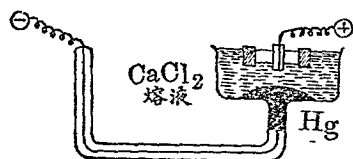
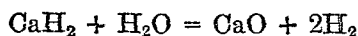


圖 59. 製鈣

法以氯化鈣與碘化鈣以 100 : 16.5 之比相混，熔融而電解之。又如圖 59 之裝置，

將所生之鈣，使成汞齊，取出後，蒸發水銀而分取之。

(2) 性質 鈣為銀白色金屬，即在常溫，亦受氧氣及鹵素所侵犯，於空氣中熱之，則燃，而生氧化鈣 CaO 及氮化鈣 Ca_3N_2 。將鈣加熱，通輕氣於其上，則化合而生氫化鈣 (calcium hydride) CaH_2 ，投於水，則激烈反應而發生輕氣。



由 1 仟克之氫化鈣能發生 1 立方米之輕氣，故可供軍事上之用。

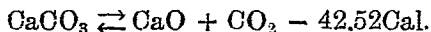
§ 402 氧化鈣 CaO .

氧化鈣 (calcium oxide) 亦稱生石灰 (quick lime).

(1) 製法 生石灰由燃燒石灰石製之，其法有二：長焰法，置石灰石於石灰窯，自下以長焰熱之。短焰法，

自爐之上方,交互裝石灰石與煤,點火燃之,自爐底連續取出生石灰,此法所需之燃料較省,但成品中混有焦煤,爲其缺點。

(2) 製法理論 生石灰之製法反應如下:



此變化爲可逆之吸熱反應,且溫度愈高則離解度愈大。

據實驗結果,知在上列反應對於一定溫度,有一定之蒸氣壓。

溫度	587	701	800	894	898
壓(毫米)	1	23	183	716	760

此壓稱爲碳酸鈣之離解壓 (dissociation pressure) 圖 60. 故如取出碳酸氣,依質量作用定律,則石灰石分解,或使溫度高達 898° 以上即使離解壓在 1 氣壓以上亦可。

工業上由空氣之氣流使碳酸氣流出不絕,並使其分壓常在離解壓以下,務於低溫度使之分解。

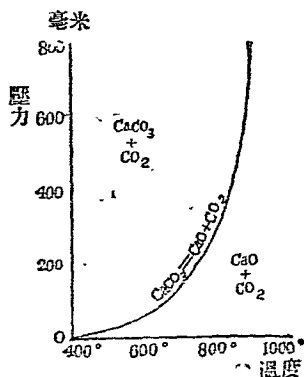


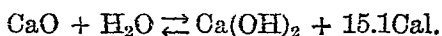
圖 60. 碳酸鈣之離解壓

(3) 性質 生石灰爲白色之塊,爲熱之極不良導體,融點亦高,用電爐之高熱,始能熔融。對於氫氧焰不融,

而發光，在空氣中吸收碳酸氣及水分。

§ 403. 氫氧化鈣 $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

注水於生石灰，則發熱崩壞，而得氫氧化鈣 (calcium hydroxide) 俗稱消石灰 (slaked lime).

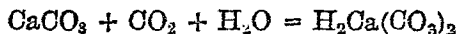


此變化亦為可逆，將消石灰熱至 450° ，則得生石灰。更加水於消石灰，則得石灰乳 (milk of lime)。如加多量之水而取其上澄液，則得石灰水 (lime water)。石灰水呈鹼性。

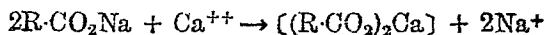
§ 404 碳酸鈣 CaCO_3 .

碳酸鈣 (calcium carbonate) 天然成方解石·霏石·大理石·石灰石·白堊等而產出。

(1) 水之硬度 碳酸鈣溶解於碳酸水而生酸性碳酸鈣。



天然水多含酸性碳酸鈣及少量之硫酸鈣。其中鈣鹽 (或鎂鹽) 之含量較多，由肥皂水生沈澱者，稱為硬水 (hard water)。故肥皂遇硬水則失效。

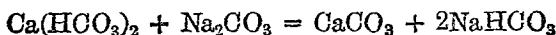


天然水不含鈣鎂之類者稱爲軟水 (soft water), 水 100000 分中含有 1 分之氧化鈣者, 稱爲德國硬度 1 度, 與法國硬度 1.7857, 英國硬度 1.25 相當。

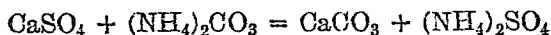
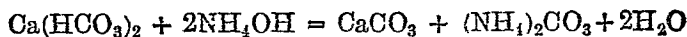
硬水之原因由於酸性碳酸鈣者, 煮沸之, 則可使碳酸鈣沈澱, 故稱暫時硬水 (temporary hard water). 其原因由於硫酸鈣者, 即煮沸亦不能除去, 故稱永久硬水 (permanent hard water).

(2) 硬水軟化法 加肥皂於硬水, 雖可使變成軟水, 但有廉價之法如下:

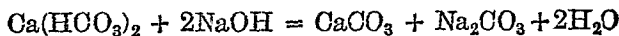
(a) 加鹼 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 可使兩種硬水沉澱。



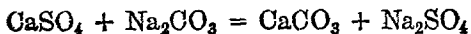
(b) 加氨水 NH_4OH



(c) 加硼砂 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 由加水分解所生之氫氧化鈉與重碳酸鹽中和。



所生之碳酸鈉, 又與硫酸鈣作用。

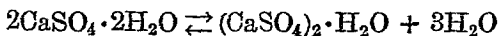


硼砂與鹼不特使鈣沉澱，並能使其中鐵分沉澱。

(d) 沸石之過濾 矽酸鋁與矽酸鹼鹽之抱水物，通稱沸石 (zeolite) 類，遇硫酸鈣溶液，則鈣被取代而生鈉鹽。

§ 405. 硫酸鈣 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

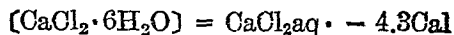
硫酸鈣 (calcium sulphate) 含兩份結晶水者通稱石膏 (gypsum)。熱至 125° 內外，則得燒石膏 (plaster of Paris)。



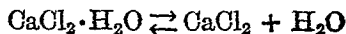
將燒石膏和水而放置之，則固化，因復歸纖維狀結晶之石膏故也。故燒石膏可用為石膏細工。

§ 406. 氯化鈣 CaCl_2 .

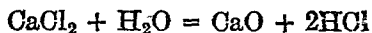
氯化鈣 (calcium chloride) 由索爾未法之副產物製之，富有潮解性，由水中結晶，則得六水物 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ，熔於水則溫度降低。



熱之則漸失結晶水，至 260° 終成無水物。



久熱之，則反應如下：



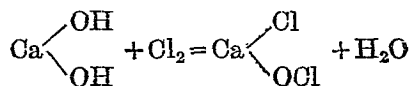
其中熱至 200° 附近所得之二水物 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，質鬆可

爲乾燥劑^①。

通氨於二氯化鈣，則生八氨化物 $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ ，與醇作用亦生分子化合物 $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{CH}_3\text{OH}$ ， $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 等。故須用生石灰以爲此等物質之乾燥劑。

§ 407. 漂白粉 $\text{Ca} \begin{matrix} \text{OCl} \\ \text{Cl} \end{matrix}$

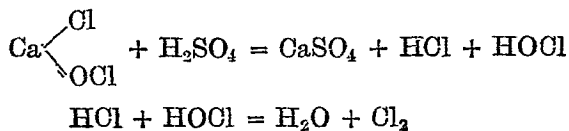
通綠氣於消石灰，則生漂白粉 (bleaching powder)。



漂白粉之分子式爲 $\text{Ca} \begin{matrix} \text{Cl} \\ \text{OCl} \end{matrix}$ ，昔以爲 $[\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CaCl}_2]$

之混合物者誤也。在空氣中受碳酸氣之作用，故生綠氣之臭。

漂白之時，先將布帛浸於漂白粉之水溶液，絞之，次浸於稀酸。由下式之反應而生綠氣，呈漂白作用。



§ 408 二碳化鈣 CaC_2

① 經 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 上乾燥之空氣，在 1° 時 1 升中僅含 1 毫克之水。

置生石灰與炭於電爐強熱而融之，則得二碳化鈣 (calcium carbide).



為製氰氨化鈣及乙炔之原料。

§ 409 鈣離子 Ca^{++}

Ca^{++} 於中性或鹼性溶液生不溶於水之碳酸鹽·磷酸鹽·草酸鹽等。

第二節 銣 銣

§ 410 銣 Sr·銣 Ba.

製銣 (strontium) 之法，將氧化銣 SrO 與鋁粉共熱而還元之，或將二氯化銣 SrCl_2 之融液電解之即得

製銣 (barium) 之法，將氧化銣 BaO 與鎂粉共熱，或電解氯化銣 BaCl_2 之融液而製之。

銣與銣俱與鈣類似，與水反應而生氫氧化物，於輕氣氣流中熱之，則得氫化物。

§ 411 銣之氧化物及氫氧化物。

將碳酸銣 BaCO_3 或硝酸銣 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 加熱，則得白色

無定形之物，即氧化鋇 (barium oxide)，俗稱重土 (baryta)。溶於水，則生多量之熱，而成氫氧化鋇 (barium hydroxide) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 。俗稱重土水 (baryta water)，呈稍強之鹽基性。一氧化鋇於氧氣中加熱，則得過氧化鋇 (barium peroxide) BaO_2 ，此物與酸作用，則生過氧化氫。

§ 412. 硫酸鋇 BaSO_4 ·二氯化鋇 BaCl_2 。

硫酸鋇 (barium sulphate) 極難溶於水。如於可溶性之鋇鹽，加硫酸或其鹽類，則生白色沈澱，對於酸類頗見穩定，故可供 Ba^{++} 及 $\text{SO}_4^{=}$ 定量之用。

氯化鋇 (barium chloride) 常含二分子之結晶水，分析術上亦供檢出 $\text{SO}_4^{=}$ 之用。

§ 413 銣離子 Sr^{++} ·鋇離子 Ba^{++} 。

Sr^{++} 及 Ba^{++} 均與 Ca^{++} 相似，亦生溶解度較小之碳酸鹽·硫酸鹽·草酸鹽等。其溶解度如下：

	Ca	Sr	Ba
碳酸鹽	0.0011(18°)	0.0011(18°)	0.0022(20°)
硫酸鹽	0.241(18°)	0.0114(18°)	0.000172(0°)
草酸鹽	0.000554(18°)	0.0051(18°)	0.0093(18°)

問 題

1. 硬水之弊害若何？消除之法有幾？
2. 試舉各種乾燥劑，並述其對於水之作用。
3. 欲得 20 仟克之生石灰，問需石灰石若干？又由此生石得消石灰之量如何？

〔答〕 石灰石 35.7 仟克 消石灰 26.4 仟克

4. 將含有食鹽 1 仟克之水溶液完全電解，將所發生之綠氣悉以製造漂白粉時，問可得苛性鈉 50% 之水溶液及含有 30% 綠氣之漂白粉各若干克？

〔答〕 1367.6 克 2.02 仟克

5. 將碳酸鈣與多量之碳相混，隔絕空氣，加熱，自常溫漸漸熱至 200° 以上，其間陸續生成之產物爲何？試說明其化學變化。

6. 加氯化鋇於某種水溶液 20 c.c. 中時，得硫酸鋇之沉澱 0.976 克。問此溶液中硫酸之百分率如何？

〔答〕 2.1%

7. 通空氣 2 升於氫氧化鋇之水溶液時，得碳酸鋇之沉澱 0.0065 克。問空氣中所存碳酸氣之百分率如何？

〔答〕 0.037%

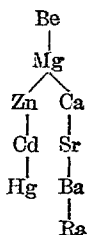
8. 鹼金屬與鹼土金屬之特性，試作表比較之。

第三十九章 鎂族元素

§ 414. 鎂族元素.

鈹 Be·鎂 Mg·鋅 Zn·鎘 Cd·汞 Hg 五元素, 稱為鎂族元素 (magnesium family elements).

元素	符號	序	原子量	價	融 點	沸 點	比 重
鈹	Be	4	9.02	II	1350°	-	1.8(20°)
鎂	Mg	12	24.32	II	651°	1110°	1.74(20°)
鋅	Zn	30	65.38	II	419°.43	907°	7.14(20°)
鎘	Cd	48	112.41	II	320°.9	767°	8.6(20°)
汞	Hg	80	200.61	I,II	-38°.87	357°	13.596(0°)



第一節 鎂 鈹

§ 415. 鎂 Mg.

鎂 (magnesium) 雖成矽酸鹽碳酸鹽等天然產出, 但以卡那爾石(carnallite) $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 為最多量. 將卡那爾石脫水之後, 置鐵製坩堝中而熔融之, 以坩堝為陰極, 炭棒為陽極而電解之, 即得鎂(圖 61). 鎂為銀白色之金屬, 使成線狀或帶狀而販賣之. 市販品中多混有銻

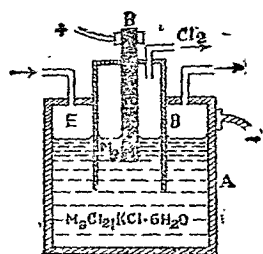


圖 61. 鎂之製法

由電解所生之鎂浮於液面，由 *E* 通入無害氣體以防其氧化，自陽極側上面放出綠氣。

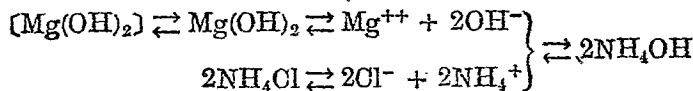
照相所用之光源，為鎂與氯酸鉀(10:17)之混合物。

鎂在空氣中即生緻密之氧化物，故不侵入內部。熱之至 60° 成氧化鎂 MgO 。 670° 以上則成氮化鎂 (magnesium nitride) Mg_3N_2 及氧化鎂之混合物。加水煮沸，則徐徐發生輕氣，加酸則溶解而發生輕氣甚盛。但不為酸所侵犯。鎂為強還元劑，能將二氧化矽還元，即在水蒸氣中亦繼續燃燒。

§ 416. 鎂之氧化物及氫氧化物。

燃鎂·氫氧化鎂或碳酸鎂，則得氧化鎂 (magnesium oxide)，為白色輕物質，可為制酸劑·緩下劑及砒之解毒劑等。

加鹼於鎂鹽之溶液，則氫氧化鎂 (magnesium hydroxide) $Mg(OH)_2$ 沈澱。但加銨鹽則溶解。

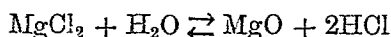


因氫氧化銨之電離度小，故 OH^- 為 NH_4^+ 所奪取故也。

氫氧化鎂微溶於水,呈弱鹼性。

§ 417. 氯化鎂 $MgCl_2$.

氯化鎂(magnesium chloride)通常含六分子之水而結晶 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$,富有吸溼性,加熱則分解,



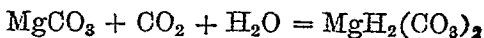
700° 時氣相之組成爲 90% 之氯化氫與 10% 之水蒸氣,故用此法可製氯化氫。

§ 418. 硫酸鎂 $MgSO_4$.

硫酸鎂(magnesium sulphate)通常含七分子之水而結晶 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$. 俗稱瀉鹽,可爲下劑. 熱至 150° 則失 $6H_2O$,至 200° 則爲無水物. 二價之鐵·鋅·鎳·鈷等各生與鎂類似之硫酸鹽。

§ 419. 碳酸鎂 $MgCO_3$.

碳酸鎂(magnesium carbonate)溶解於含有碳酸氣之水. 因生可溶性酸性鹽之故,



煮沸之則分解,放出碳酸氣而生碳酸鹽之沉澱。

加碳酸鈉於鎂鹽之溶液，則一部分受加水分解而生鹽基性鹽之沈澱。(1) 可供制酸劑牙粉等用。

§ 420. 鎂離子 Mg^{++} .

加氯化銨及氫氧化銨之溶液於含 Mg^{++} 之液中，使其成鹼性後，加磷酸氫鈉 Na_2HPO_4 ，則生白色結晶性之磷酸鎂銨 (magnesium ammonium phosphate) $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ 之沈澱。



由同法可得砷酸鎂銨 $MgNH_4AsO_4 \cdot 6H_2O$ 。

§ 421. 鈹 Be.

鈹 (beryllium) Be，成爲綠柱石 $Al_2O_3 \cdot 3BeO \cdot 6SiO_2$ 而產出。將氟化鈉 NaF 與氟化鈹 BeF_2 之混合物電解之即得。爲白色金屬，富有展性及延性性質與鎂相似。其鹽之水溶液有甘味。

第二節 鋅 鎘

(1) 其組成略爲 $5MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O$ 。

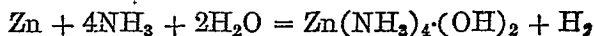
§ 422. 鋅 Zn.

鋅 (zinc) 俗稱倭鉛，日人稱亞鉛，成菱鋅礦 $ZnCO_3$ 閃鋅礦 ZnS 等天然產出。製法先行選礦而粉碎之，加水攪拌，更加油及少量之硫酸。將此混合物注於大水槽中，則礦石與油泡相混同浮水面，而雜質沈於槽底。燒此礦石使成氧化物，混炭置陶製曲頸甌，熱至 $1380^\circ - 1400^\circ$ 而蒸餾之。其初鋅與氧化鋅相混成粉末(鋅末)而凝結，後成液態而集之。

鋅為青白色結晶性金屬，冷時質脆，熱至 $120^\circ - 150^\circ$ 可展為板，成板之後冷之，則維持撓性，至 $200^\circ - 300^\circ$ 復脆。鋅在空氣中強熱，則舉青白色之焰而燃，化為氧化鋅。在乾燥空氣中雖不變化，如有溼氣，則氧化生鹽基性碳酸鋅，其質緻密，可防銹侵內部。鋅溶於酸，發生輕氣，純粹時反應困難，如與鉛·鐵·銅·鉑等電離溶壓較小之金屬相觸，則易作用。粗製之鋅，易為酸所侵犯，即因含有鉛鐵等之故。鋅溶於鹼，則生鋅酸鹽，同時發生輕氣。



對於氨水徐徐溶解，而生錯離子。



即鋅呈兩性物質之作用。

鋅可製版,又可鍍鐵以防銹,俗名白鐵,用以鋪屋頂,或製器具,並可供合金及電池等用。

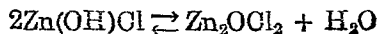
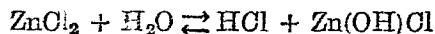
§ 423. 鋅之氧化物及氫氧化物。

氧化鋅 (zinc oxide) ZnO 由鋅或鹽基性碳酸鋅燒而製之。熱之則黃,冷之則白,俗稱鋅白 (zinc white),可供白粉及油漆等用。又加於樹膠或與氯化鋅之濃溶液相混,供齒科上膠著劑之用。

加鹼於鋅鹽之溶液,則生白色氫氧化鋅 (zinc hydroxide) $Zn(OH)_2$ 之膠狀沈澱。但如過量則溶解,因生鋅酸鹽 $KHZnO_2$ 故也。氫氧化鋅與氨水作用,則生氨化物 $Zn(NH_3)_4(OH)_2$ 而溶解。

§ 424. 鋅之鹽。

氯化鋅 (zinc chloride) $ZnCl_2$ 富有吸濕性,有機化學上用為脫水劑,又有溶解纖維素之特性。溶於水則加水分解而生鹽基性鹽



浸木材於此水溶液,可以防腐。

硫酸鋅 (zinc sulphate) $ZnSO_4$ 其含有結晶水者俗稱皓礬 (white vitriol) $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, 有收斂性及防腐力, 供木棉之染色及眼藥之用。

§ 425. 鋅離子 Zn^{++} .

加醋酸鈉於鋅鹽溶液, 通以硫化氫, 則生硫化鋅之白色沈澱, 因硫化鋅雖溶於強酸而不溶於弱酸故也。又加氰化鉀於含 Zn^{++} 之液, 則最初生氰化鋅 $Zn(CN)_2$ 之沈澱, 如過量則溶解, 因生錯鹽 $K_2Zn(CN)_4$ 之故。

§ 426. 鎘 Cd.

鎘 (cadmium) 成硫化物與閃鋅礦相伴而產生, 利用沸點之差與鋅分離。1817年斯特洛邁爾 (Stromeyer) 於檢查藥品時, 溶鋅華於酸, 通以硫化氫, 得黃色之沈澱, 始發見之。當時一般人士誤認為砷, 甚至減少鋅華之使用。後由赫爾曼 (Hermann) 之研究, 始確定為新元素。

鎘為白色柔韌之金屬, 強熱之則發外緣青色之焰, 性質似鋅。

§ 427. 汞 Hg.

汞 (mercury) 俗稱水銀。純粹之水銀雖亦偶產於岩石之間，然通常則為辰砂 HgS 而產出。置辰砂於爐而燒之，則生二氧化硫及水銀之蒸氣，導於大室使之液化，盛於鐵瓶而售於市。

市販之水銀常含銅鉛等。精製之法，先以比重 1.1 之硝酸洗之，更用水洗滌而後乾燥。欲得完全純粹之水銀，須用真空蒸餾之法，然欲盡去鉛質，亦甚難事。

汞為液態金屬。常溫雖不變化，高溫則生一氧化汞，更加強熱則分解。不為稀薄之鹽酸硫酸所侵。於稀硝酸則徐溶解。易為鹵素及硫磺所侵犯。

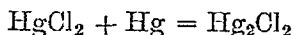
水銀除鐵鉑等外，易與多數金屬化合，特稱汞齊 (amalgam)。此時之生成熱，如錫汞齊則為負數，鈉汞齊鉀汞齊則為正數。水銀之量少則固化，多則液化。

汞之化合物有二類：一價者稱為亞汞化合物 (mercurous compounds)，二價者稱為汞化合物 (mercuric compounds)。

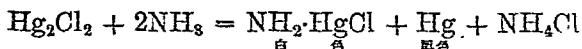
§ 428. 亞汞化合物。

(1) 二氯化二汞 Hg_2Cl_2 。加水銀於二氯化汞而蒸

餾之，則得二氯化二汞 (mercurous chloride) 之白色粉末，

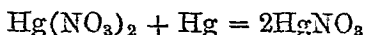
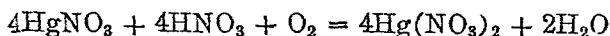


或將硫酸汞食鹽水銀相混，使之昇華，亦可得之。常混有二氯化汞，以酒精洗之，則二氯化汞溶解，可以分離。遇光線則起逆反應而生水銀及昇汞。測定分子量知為 Hg_2Cl_2 。亦稱甘汞 (calomel)。加氨水則分解而變黑色。



極難溶於水，可為下劑，供醫藥之用。

(2) 硝酸亞汞 $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ 溶水銀於稀硝酸之中，則得硝酸亞汞 (mercurous nitrate)。溶於水則一部分加水分解而生白色沈澱 $\text{HgNO}_3 \cdot \text{HgOH}$ 。故欲得清澄之溶液，須加過量之硝酸，並置水銀以防其生硝酸汞。



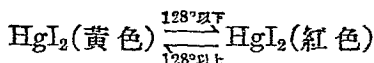
§ 429. 汞化合物。

(1) 一氧化汞 HgO 水銀於空氣中熱至 357° 附近，則生紅色之一氧化汞 (mercuric oxide)。加鹼於二價汞鹽，則生黃色之一氧化汞。一說黃色之粒子小於紅色，

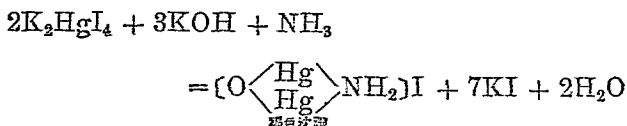
一說兩者之結晶形不同。

(2) 二氯化汞 HgCl_2 將食鹽與硫酸汞之混合物加熱，則昇華而得二氯化汞 (mercuric chloride)，故亦稱昇汞 (sublimite)。溶於水及醇中，尤以加鹽酸或食鹽時更易溶解。有毒，醫藥上用為利尿劑或緩下劑，其千倍之溶液，可供消毒之用。

(3) 二碘化汞 HgI_2 加碘化鉀之溶液於汞鹽，則生二碘化汞 (mercuric iodide)，最初為黃色沈澱，即時變為紅色。



二碘化汞溶解於碘化鉀之溶液而生複鹽 K_2HgI_4 ，此鹽之鹼性溶液，稱為涅塞爾試藥 (Nessler's reagent)，對於氨之檢出至為敏銳。



(5) 一硫化汞 HgS 天產之辰砂即為一硫化汞 (mercuric sulphide)。通硫化氫於汞鹽溶液中，則得黑色之一硫化汞。如杜絕空氣使之昇華，則變為紅色之結晶，又將黑色之一硫化汞置於硫化鉀之溶液中，則

變爲紅色結晶，蓋紅色之溶解度較小於黑色，易達飽和而沈澱之故。

問 題

1. 燃燒 2.5 克之鎂，問於溫度 15° ，氣壓 750 托時，需空氣若干升？

〔答〕 595 升

2. 硫酸鎂溶液加氨水後，即起白色沈澱，加氯化銨即又溶解，試說明此項變化。

3. 欲使 130 克之鋅完全溶解時，問須溫度 0.5 之硫酸若干升？又將此液蒸發時，可得硫酸鋅之結晶若干克？

〔答〕 4 升 574 克

4. 試將下列各反應，列方程式表之：

(a) 硫化氫與氧化鋅作用。

(b) 氧化鋅之水溶液中加入苛性鈉溶液。

5. 無機化合物中，對於人體有毒害者，試儘所知舉其名，並列化學式。

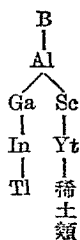
6. 水銀何故須裝入鐵罐發售？

第四十章 土族元素

§ 430. 土族元素.

鋁 Al 及其類似之元素，稱為土族元素 (earth family elements).

名稱	符號	序	原子量	價	融 點	沸 點	比重
硼	B	5	10.82	III, IV	2200° - 2500°	3500° (?)	2.45
鋁	Al	13	26.97	III	660°.0	1800°	2.7
銻	Ga	31	69.72	II, III	29°.75	-	5.91
銲	In	49	114.76	I, II, III	155°	-	7.25
鉍	Tl	81	204.39	I, III	303°.5	1650°	11.8



硼之性質與其他元素稍異，無寧與矽相類，通常不加於土族元素之中，但在週期表上則歸一屬，而且共為三價，故並論之。

第一節 硼

§ 431. 硼 B.

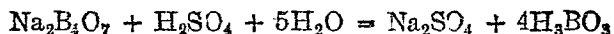
硼 (boron) 成硼酸硼砂，產出於自然界中。製法以

三氧化二硼 B_2O_3 與鎂粉共熱而還元之。欲得純粹之硼，將三氯化硼之蒸氣與過量之輕氣混合，使與電弧相觸即得。

硼為融點甚高之黑色粉末，熱至 1600° 以上則昇華，硬度甚大，居金剛石之次。與濃硝酸濃硫酸共熱，則生硼酸，與鹼共熱，則發輕氣而溶解，其性質與砂相類。

§ 432. 硼酸 H_3BO_3 .

加濃硫酸於硼砂之濃溶液，熱後冷之，則析出白色之結晶，即為硼酸 (boric acid)。



硼酸為弱酸，其結晶潤滑。與甲醇乙醇等共熱，則生硼酸甲酯 (methyl borate) $BO_3(CH_3)_3$ (沸點 65°) 硼酸乙酯 (ethyl borate) $BO_3(C_2H_5)_3$ (沸點 120°)。沸點低，故易蒸餾，點火則舉綠色之焰而燃，故可用以檢硼。硼酸加熱，則於 100° 成爲一縮硼酸 (metaboric acid) HBO_2 ，熱至 140° ，則成五縮四硼酸 (tetraboric acid) $H_2B_4O_7$ 。更加強熱，則成硼酐 B_2O_3 。此等物質溶解於水，則復成原酸。

§ 433. 硼砂 $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$.

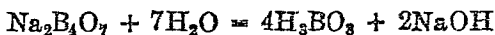
硼砂 (borax) 爲五縮四硼酸鈉之十水物，熱之則即

變為 $2\text{NaBO}_2 \cdot \text{B}_2\text{O}_3$ 有溶解金屬
 氧化物之性質，因 B_2O_3 與金屬氧
 化物作用而成 MBO_2 故也。可
 供硼砂球實驗及化粧品消毒劑
 之用。

硼砂為弱酸與強鹽基所成
 之鹽，故溶於水而呈鹼性。

硼砂球之色

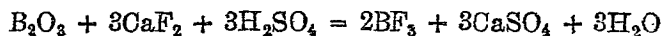
	氧化焰	還元焰
Fe	紅褐(熱) 淡黃(冷)	淡綠
Ni	紅褐	灰(不透明)
Co	藍	藍
Cu	綠	紅(不透明)
Cr	綠	綠
Mn	紫紅	無



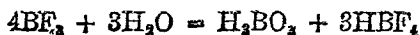
加硝酸銀溶液於硼砂之濃溶液，則生白色之沈澱
 $\text{Ag}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 。如為稀溶液，則加水分解而生 Ag_2O 之黑色
 沈澱。

§ 434. 三氟化硼 BF_3

三氟化硼 (boron trifluoride) 為與四氟化矽相類之
 氣體，加螢石於硼酐，注濃硫酸熱之，則得。



水 1 容中能溶 700—800 容，而生硼酸及氫氟硼酸 HBF_4 ，
 吸濕性甚強，故於空中發烟。



第二節 鋁

§ 435. 鋁 Al.

鋁(aluminium)爲多量產出之元素,居氧矽之次,約占地殼7%以上,長石·雲母·陶土等以鋁之矽酸鹽爲主。

金屬之鋁於1828年味勒氏始用鈉將無水之氯化鋁還元而製之。近日則用電解法製出多量。

(1) 製法 電解法有賀爾(Hall)氏(美)及西洛(Hérault)

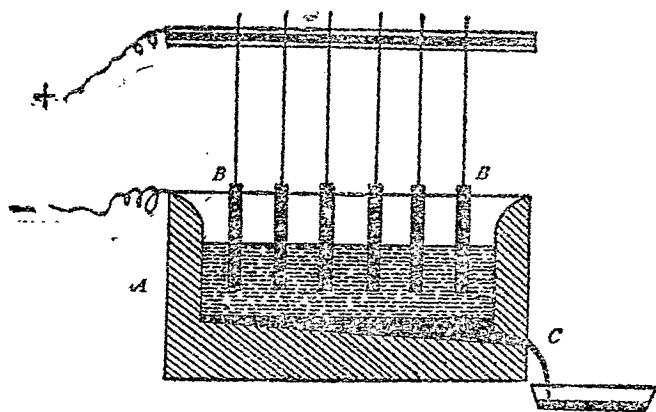


圖 62. 鋁之製法

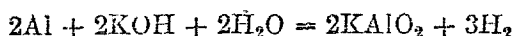
A 爲以石墨塗於內面之鐵箱,用作陰極,長約 8 尺,闊約 6 尺。B 爲炭棒,用作陽極。C 爲液態鋁之取出口。

氏(法)兩法,皆以無水之氧化鋁爲原料。以內敷石墨之鐵槽爲陰極,置冰晶石 $AlF_3 \cdot 3NaF$ 於其中,以石墨棒爲陽

極，通以電流，使冰晶石熔融而後加氧化鋁 Al_2O_3 於槽內，此時陽極發生氧氣，而鋁溜於槽底，時時使之流出。一面補加氧化鋁繼續電解（圖 62）。

(2)性質 鋁之比重大約與玻璃相等，硬度在鋅與錫之間，富有展性及延性。在空氣中易受氧化而生被膜，因此內部不致生鏽。故近來由電解氧化法使鋁面生氧化物之薄層，以得耐鏽及電之絕緣性。

鋁與純水幾不作用，但有鈉 Na^+ ，銅 Cu^{++} ，鐵 Fe^{+++} 等離子存在時，則作用頗著。善溶於鹽酸。稀硫酸則溶解極緩，熱濃硫酸則發生二氧化硫而溶解。對於硝酸之作用甚鈍。於鹼則發輕氣，溶解而生一縮鋁酸鹼鹽。



與氨作用，則生輕氣與氫氧化鋁。加昇汞（ $\frac{1}{2}\%$ ）溶液於鋁，則生鋁汞齊，投於水中，則激烈作用而發輕氣，生氫氧化鋁及水銀。此時溶液不呈酸鹼兩性，故可用為中性之還元劑。

(3)熔接劑 鋁之還元力甚強，且發強熱。



1898年哥德斯密特(Goldschmidt)利用此種性質以為金屬之熔接劑(thermite)。法用鋁粉與四氧化三鐵 Fe_3O_4

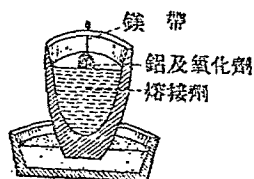


圖 63. 熔接劑

及二氧化矽相混，置於內敷氧化鎂之坩堝，以鎂帶點火，經鋁粉與氧化劑（如 BaO_2 , KClO_3 等）之混合物，移於熔接劑上而燃燒（圖 63）。此時鋁將四氧化三鐵還元，由所生之熱（約 3000° ）將鐵熔融，由底流出，可以接合鐵軌。鋁以外如鈣矽等亦可為熔接劑，其中以鋁鈣熔接劑為最良。錳鉻等不易還元之金屬，亦可用熔接劑冶金。

§ 436. 氧化鋁 Al_2O_3 .

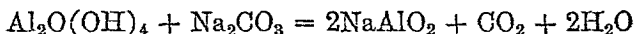
氧化鋁 (aluminium oxide) 亦稱礬土 (alumina)，熱氫氧化鋁則得之。天產鋼玉 (corundum) 即其純粹之物。紅玉 (ruby) 含有三氧化二鉻 Cr_2O_3 ，故呈紅色。青玉 (sapphire) 含有四氧化三鐵 Fe_3O_4 及二氧化鈦 TiO_2 ，故呈青色。金剛砂 (emery) 含有氧化鐵之雜質。皆可由人工製造之。

§ 437. 氫氧化鋁 $\text{Al}(\text{OH})_3$.

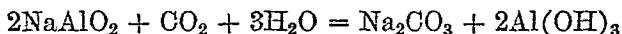
加氨水於鋁鹽溶液，則生白色膠狀之氫氧化鋁 (aluminium hydroxide)。工業上以鐵礬土 (bauxite) 礦⁽¹⁾

(1) $\text{Al}_2\text{O}(\text{OH})_4$ 即 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，常含有氧化鐵。

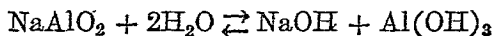
與碳酸鈉共熱，先使變為一縮鋁酸鈉，而後用水提出。氧化鐵不受變化而仍存留。



以碳酸氣通之，則得氫氧化物之沈澱。



氫氧化鋁為兩性之物質，溶解於鹼而生鹽類 Na_3AlO_3 ， NaAlO_2 ，鋁酸為弱酸，故在水中容易加水分解。



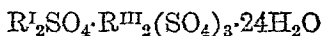
§ 438. 氯化鋁 AlCl_3 .

氯化鋁(aluminium chloride)極易加水分解，故不能溶鋁於鹽酸以製之。將鋁片熱於乾氯化氫之氣流中，使之昇華(183°)，則得氯化鋁。有機化合物之合成上常利用之。

§ 439. 明礬。

以濃硫酸處理黏土鐵礬土時，則得硫酸鋁(aluminium sulphate) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 。如加等分子量之硫酸鉀而由水溶液中使之結晶，則得明礬 $(\text{alum})\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ 。鉀與鋁如由其他一價或三價之金屬取代，則得類似之

物，總稱爲礬。其通式如下：

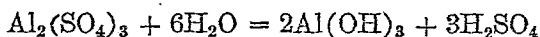


R^I Na K NH₄ Cs Rb Tl

R^{III} Al Cr Fe Ce In V Co Ti Mn Rh

從一價三價金屬之名，稱爲鉻礬、鐵礬、錳礬等。唯有鋁時，可略鋁字，如礬、鉀礬等。

溶明礬或硫酸鋁於水，則加水分解而呈酸性。



此時生氧氫化鋁之膠質溶液，故明礬可供媒染劑、製革淨水等之用。

§ 440. 羣青。

羣青 (ultramarine) 爲天產美麗青色之顏料。將陶土、碳酸鈉、硫黃、木炭等相混，杜絕空氣而熱之，可得人造之羣青。其成分大約爲矽酸鈉鋁與多硫化鈉之結合物。與鹼不生作用，但加酸則發硫化氫而脫色。

第三節 鎳 銻 鉍

§ 441. 鎳 Ga.

鎳 (gallium) 爲門得雷業夫發見週期律時所預言

元素之一，1875年波斯寶德綸 (Boisbaudran) 氏始由光譜分析之結果而發見之。性質與鋁相類。融點甚低 (30°)，常溫時可視為液態金屬之一種。

§ 442. 銦 In.

銦 (indium) 與鋅相伴而生，亦由光譜分析發見之。為白色之軟金屬。

§ 443. 銻 Tl.

銻 (thallium) 含於鉛室硫酸製造工場之烟道所溜出之塵埃中，亦由光譜分析發見之。呈顯明綠色之光譜線。成一價及三價之化合物。

第四節 稀土族金屬

§ 444. 稀土類金屬之歷史

1794年加得林 (J. Gadolin) 於瑞典發見一新礦石，即加得林石 (Gadolinite)，其中所含之氧化物，稱為鈳土 (yttria)。1803年克拉普洛特 (Klaproth) 與柏稷利烏亦於瑞典發見一種新礦石，稱為鈰石 (cerite)，而得新金屬氧化物，稱為鈰土 (ceria)。其後由此兩種礦物之中發見上述16個之元素。至其所以致此發見之原因，則由

於奧爾凡·衛爾斯巴哈發見釷及鈾之氧化物加熱，而發強光，獲得煤氣燈罩之專利權，於是探究其原料之礦石，終於南美得單晶礦(monazite)，遂啓研究稀土金屬之端，終至應用於工業。

§ 445. 稀土金屬之分類。

性質似鋁且極相類之一羣金屬元素，稱爲稀土金屬(rare earth metal)，分類如次：

- (1) 鈾屬 (cerium group)..... 57 鑷 (lanthanum) La
 58 鈾 (cerium) Ce 59 鐳 (praseodymium) Pr
 60 釹 (neodymium) Nd 62 釷 (samarium) Sm
- (2) 釷屬 (yttrium group)..... 21 釷 (scandium) Sc
 39 釷 (yttrium) Yt
- (3) 銩屬 (terbium group)..... 63 鎔 (europium) Eu
 64 釹 (gadolinium) Gd 65 銩 (terbium) Tb
- (4) 鐳屬 (erbium group)..... 66 鐳 (dysprosium) Dy
 67 釹 (holmium) Ho 68 鐳 (erbium) Er
 69 銩 (thulium) Tm
- (5) 鐿屬 (ytterbium group)..... 70 鐿 (ytterbium) Yb
 71 鐿 (lutecium) Lu

以上各種金屬均爲三價元素，作 R_2O_3 之氧化物。唯鈰Ce
鐳Pr 鈹Tb有時呈 RO_2, R_4O_7 之作用。

§ 446. 稀土類金屬之用途。

稀土金屬之用途雖有種種，其中最大之需要則爲
製造煤氣燈罩(Ce,Th)，次爲發火合金(Ce,Nd,Pr等)之原
料。又可供醫藥·醫療(Ce,Th,Zr)·研磨劑(Zr,Th)·顏料
(Ce,Pr,Zr)·觸媒(Ce)·電泡絲(Th,Zr)等之用。

問 題

1. 試述鋁及其氧化物之製法及性質。
2. 試述硼酸及明礬之製法·性質及功用。
3. 試求硼砂450克中結晶水之量若干？

〔答〕 212克

4. 將鋁200克溶解於鹽酸，欲使所發生之氫氣充滿24呎之容
器，問在攝氏 17° 時應加若干氣壓？

〔答〕 10.2氣壓

5. 欲製明礬之結晶94.8克，問需硫酸鋁及硫酸鉀各若干克？
又使成水溶液時，如加氯化鋇，可得硫酸鋇若干？

〔答〕 硫酸鋁34.2克 硫酸鉀17.4克 硫酸鋇93.2克

6. 試舉重要之稀土金屬並述其用途。

第四十一章 錫及其化合物

第一節 錫

序:50 符號:Sn 原子量:118.70. 價:II,IV 融點:231°.85 沸點:2260°
比重:7.287

§447. 錫 Sn.

錫(tin)之主要礦石爲錫石,即二氧化錫 SnO_2 . 我國雲南產量甚豐,其他若廣東·廣西·湖南等省亦有之.

(1) 冶金 先將錫石碎成粗粉,洗去花崗岩等混合物,而後燒之,驅逐硫黃及養氣,同時使銅及鐵之硫化物氧化,復洗之,除去銅鐵等化合物後,置於反射爐內,與炭共熱,使之還元. 反應後徐徐熱之,使錫獨融而流出. 其中仍含有氧化物,故更熔融,以木枝攪拌而還元之.

(2) 性質 錫富有展性及延性,錘之可以成箔,延之可以成線. 有結晶性之組織,曲之則發音,稱爲錫鳴(cry of tin). 有三種同素異形物:

(a) 灰錫(gray tin) 嚴寒之地,錫器表面常生灰色粉末,至有錫瘻(tin pest)之稱. 錫雖於18°轉移爲灰錫,

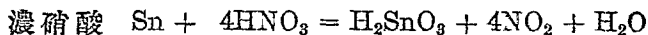
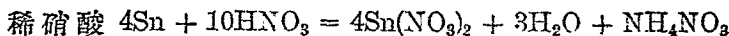
然速度極小，幾於不能觀察，溫度愈降，則速度愈增，至 -30° 附近則甚著。

轉移溫度	18°	161°	
同素物	灰錫	白錫	斜方錫
比重	5.8	7.287	6.5

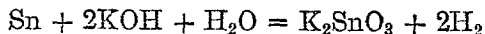
(b) 白錫 (white tin) 普通之錫即白錫，為正方晶形之結晶。

(c) 斜方錫 (rhombic tin) 普通之錫，長時間保 161° 以上之溫度，或將熔融之錫徐緩冷之，使止於 161° 時，則得斜方錫。

錫在空氣中不被氧化，常保光輝，紅熱之則生二氧化錫 SnO_2 。難溶於稀鹽酸稀硫酸。溶於濃鹽酸，則發生輕氣，而成二氯化錫；熱濃硫酸則發生二氧化硫，而生硫酸錫。稀硝酸徐徐將錫溶解，變為硝酸亞錫，濃硝酸 (比重 1.3 以上) 則變為偏錫酸。



錫與苛性鹼溶液共同煮沸，則發輕氣而生錫酸鹼鹽。然與弱鹼，不生作用。



(3) 用途 錫可用以鍍鋼鐵及作合金。浸鐵於熔

融之錫中徐緩引出，則錫著於表面，即得馬口鐵(tin plate)。

欲鍍銅器，先以氯化銻洗淨後，噴以樹脂，熱至 230° ，而後以熔融之錫塗布之。電鍍黃銅，只須浸於錫鹽之溶液，則鋅溶而錫著於表面。

銻藥為錫(50)與鉛(50)之合金，青銅為銅與錫之合金。

輓近由馬口鐵及其他錫器之廢物，收回錫質。法以乾燥之綠氣通之，則錫變為四氯化錫之液體，而鐵不液化。

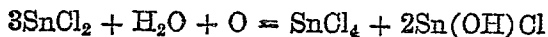
第二節 錫之化合物

I. 亞錫化合物(stannous compounds) Sn^{++}

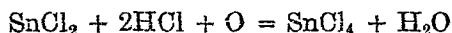
§ 443. 二氯化錫 $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

(1)製法 溶錫於鹽酸，則生二氯化錫，(stannous chloride)，含有 2 分子之水而結晶。

(2)性質 二氯化錫之水溶液於空氣中吸收養氣而生乳濁，因生鹽基性氯化亞錫 $\text{Sn}(\text{OH})\text{Cl}$ 故也。



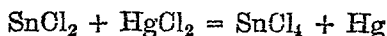
加鹽酸於二氯化錫之水溶液，使成強酸性而置之，則漸氧化，至變成四氯化錫。



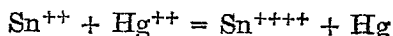
故二氯化錫可爲還元劑,能使高錳酸鉀重鉻酸鉀·二氯化銅等還元而脫色.

§449. 依離子說之氧化與還元.

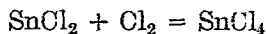
加二氯化錫溶液於昇汞水而熱之,則終析出水銀,



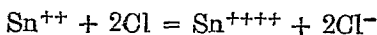
以離子式表示之如下:



即 Sn^{++} 除氧化而爲 Sn^{++++} , Hg^{++} 被還元而爲 Hg . 一般言之, 凡得或增陽電荷之反應稱爲氧化,失或減時稱爲還元. 又通綠氣於二氯化錫溶液,則生四氯化錫.



以離子式表示之如下:



即 Sn^{++} 被氧化而爲 Sn^{++++} , Cl 被還元而爲 Cl^- . 一般言之, 凡得或增陰電荷之反應稱爲還元,失或減時稱爲氧化.

§ 450. 重鹽錯鹽.

二氯化錫與氯化鉀或氯化銨作用,則生複合之鹽類 $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{KCl}$, $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{NH}_4\text{Cl}$. 如溶於水,則復分解而爲原鹽,而生 $\text{Sn}^{++}, \text{Cl}^-, \text{K}^+$ 或 $\text{Sn}^{++}, \text{Cl}^-, \text{NH}_4^+$ 等離子. 凡溶於水而生原離子之複合鹽稱爲重鹽(double salt).

又如黃血鹽 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ 銀氰化鉀 $\text{KAg}(\text{CN})_2$ 等溶於水則生 $\text{K}^+, \text{Fe}(\text{CN})_6^{=}$ 或 $\text{K}^+, \text{Ag}(\text{CN})_2^-$ 等離子. 凡溶於水而生與原離子不同之離子之複合鹽稱爲錯鹽(complex salt). $\text{Fe}(\text{CN})_6^{=}$, $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$ 等離子,稱爲錯離子(complex ion).

II. 錫化合物(stannic compounds) Sn^{++++} § 451. 四氯化錫 SnCl_4 .

通綠氣於錫或二氯化錫之水溶液,則得無色之液體,即四氯化錫 (stannic chloride). 如遇含有濕氣之空氣,則激劇發煙,因受加水分解而生氯化氫故也. 可用以增生絲之重量. 四氯化錫與水 3, 4, 5, 8 分子結合而爲水化物. 其中三水物 $\text{SnCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 爲半固體,稱爲錫脂(tin butter). 五水物 $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 爲固體. 四氯化錫

生種種重鹽，氯化銨之重鹽稱為粉紅鹽(pink salt), $\text{SnCl}_4 \cdot 2\text{NH}_4\text{Cl}$, 可為媒染劑。

§ 452. 二氧化錫 SnO_2 .

天產之錫石(tinstone)通常為黑色乃至橙色之結晶。

將錫於空氣中熱至融點以上，則得二氧化錫(stannic oxide)，為白色粉末。如將此粉末於氯化氫氣流中熱之，則發生多量之熱而得結晶狀之二氧化錫。二氧化錫不溶於水。溶於強酸則生錫鹽。與鹼類共融則生錫酸鹽。

問 題

1. 將錒藥 5 克充分氧化之後，得 5.8 克之氧化物。問此錒藥之組成如何？

(答) Pb 56.8% Sn 43.2%

2. 試根據離子說解釋氧化及還元。
3. 重鹽，錯鹽，有何區別？試舉例說明之。

第四十二章 鉛及其化合物

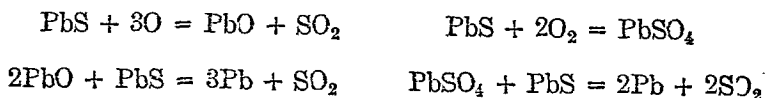
第一節 鉛

序: 82 符號: Pb 原子量: 207.22 價: I, II, IV 融點: 327° 沸點: 1620° 比重: 11.34

§ 453. 鉛 Pb.

鉛 (lead) 亦為自古已知之金屬。其礦物以方鉛礦 PbS 為主。

(1) 冶金 先燒方鉛礦使其一部成一氧化鉛 PbO 及硫酸鉛 PbSO₄, 與未受變化之一硫化鉛作用, 則得鉛。



(2) 性質 鉛為青白色有光澤之軟金屬, 富有展性。空氣中雖即氧化而失光澤, 但氧化物質甚緻密, 能防止侵入內部。將酒石酸鉛檸檬酸鉛等杜絕空氣而熱之, 所生極細之鉛, 在空氣中能自發火。

硫酸鉛, 但因此等鹽類不溶於水, 故不侵至內部。如為

硫酸鉛，但因此等鹽類不溶於水，故不侵至內部。如為熱濃硫酸，則生二氧化硫而變為硫酸鉛。易溶於硝酸而成硝酸鉛。對於有機酸或鹼，則於通空氣時溶解，蓋因先生氫氧化鉛，溶於有機酸或鹼，而生有機酸鹽或亞鉛酸鹽 Na_2PbO_2 之故。

鉛有毒性，含鉛之銅錫器及琺瑯等，不宜用作食器。不溶於純水，但溶於含有養氣及碳酸氣之水，因生氫氧化鉛 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 或碳酸鉛之複鹽 $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ 故也。

鉛供製造鉛管蓄電池及合金等之用。

§ 454. 共融點。

鉛之融點 327° ，錫之融點 232° ，今漸加鉛於錫，則融點降下，至鉛 35.97% 錫 64.03% 時，達於最低溫度 181°

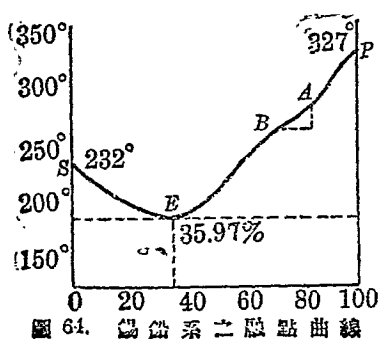


圖 61. 錫鉛系之融點曲線

此後鉛量愈增，融點愈昇，終至純鉛 327° 而止（圖 64）。

反之加錫於鉛，亦沿 PES 之途徑而達於純錫。

今於 PE 途中取相當於 A 點之融液而冷卻之，降至與 B

相當之溫度。溫度下降，則融液中鉛之百分組成減少而錫增加，故過剩之鉛結晶而析出。準此，冷卻之際，如在 PE 線上則鉛析出， SE 線上則錫析出。 E 為兩曲線之交點，故鉛與錫同時析出，而且同時熔融。此點稱為共融點 (eutectic point)。銻藥含有等量之鉛與錫，故其融點高於共融點。

§ 455. 電動力次序.

插鋅棒於醋酸鉛溶液，則鋅溶於水而生鉛樹 (lead tree)，著於鋅棒之上。此現象可以金屬在溶液中之電離溶壓說明之。

今插鋅棒於水，則金屬溶解而生 Zn^{++} ，故金屬帶陰電荷。陰電荷與電離溶壓相反，將 Zn^{++} 引回於金屬，直至電離溶壓與陰電荷之引力相等為止，金屬繼續溶解。

試浸鋅棒於含 Pb^{++} 之液中，因鋅之電離溶壓大於鉛，故鋅棒所生之陰電荷未達與其電離溶壓平衡之前，已與鉛之電離溶壓平衡。故 Pb^{++} 為鋅棒所引，中和而失電荷化為金屬鉛。鋅棒之陰電荷，始因中和而減少，故更溶解。繼因溶解而增加，故更吸引 Pb^{++} 。此即鋅

溶而生鉛樹之理也。

第二節 鉛之化合物

§ 456. 鉛之氧化物.

鉛之氧化物有五種:

一氧化二鉛 (lead suboxide) Pb_2O

一氧化鉛 (lead oxide) PbO

三氧化二鉛 (lead sesquioxide) Pb_2O_3

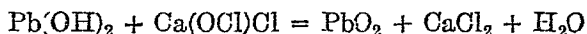
四氧化三鉛 (red lead) Pb_3O_4

二氧化鉛 (lead dioxide) PbO_2

於空氣中將鉛氫氧化鉛硝酸鉛 $Pb(NO_3)_2$ 等加熱, 則得黃色粉末之一氧化鉛, 稱為金密陀 (massicot). 熔融而冷之, 則變為紅黃色, 稱為密陀僧 (litharge) PbO . 供製造鉛玻璃陶瓷器之釉藥油漆之乾燥劑及製鉛鹽之用.

將金密陀或鉛白加熱至 400° , 充分通以空氣而攪拌之, 則成鉛丹 (red lead) Pb_3O_4 . 鉛丹可視為 $2PbO \cdot PbO_2$ 之化合物, 用作紅色顏料.

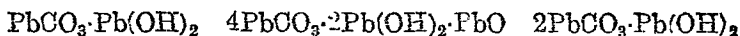
① 二氧化鉛(lead dioxide)亦稱過氧化鉛(lead peroxide), 爲褐色粉末。由鉛鹽電解於陽極行氧化時得之,或加漂白粉於氫氧化鉛之鹼溶液而製之。



加熱則易放出養氣。故可爲氧化劑。

§ 457. 鉛白。

鹽基性碳酸鉛有三種：

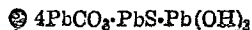


最後者稱爲鉛白(lead white),可作顏料。通碳酸氣於醋酸鉛,或由電解法製之。鉛白與鋅白-硫酸鋇比較,富於被覆力,然因有毒,且遇硫化氫則變黑色②,爲大缺點。

§ 458. 醋酸鉛 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。

溶鉛或一氧化鉛於醋酸,即得醋酸鉛(lead acetate),

② 二氧化鉛雖亦稱過氧化鉛,然與過氧化鋇等不同,因通常過氧化物,氧之結合爲—O—O—。故與酸作用,則生過氧化氫。然鉛則有四價化合物,故二氧化鉛之結構式爲 $\text{Pb} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array}$ 。故與酸作用亦不生過氧化氫。



爲最普通之鉛鹽。溶解於水而呈甘味，故亦稱鉛糖 (sugar of lead)。供醫藥及染色術之用。

第三節 碳族元素及鈦族元素

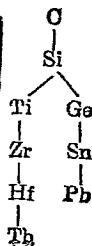
§ 459. 碳族元素.

碳·矽·錫·鉛及極稀有金屬鎢(germanium)Ge五元素，各爲四價，性質亦多相類，但亦隨原子量之增加依次變化，由非金屬而至於金屬，稱爲碳族元素 (carbon family elements)。錫居中間，呈兩性之反應。

§ 460. 鈦族元素.

鈦Ti·鋯Zr·鈷Hf·釷Th四元素，性質相類，爲週期表中第IV屬之 α 族元素，同爲四價，稱爲鈦族元素(titanium family elements)。通常因性質與稀土族相似，亦併入稀土族中。

名稱	符號	序	原子量	價	融 點	比 重
鈦	Ti	22	47.90	II, III, IV, VI	1830°	4.5
鋯	Zr	40	91.22	II, III, IV	1700°	6.4
鈷	Hf	72	178.6	IV	—	—
釷	Th	90	232.12	IV	1845°	11.2



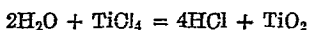
§ 461. 鈦 Ti.

鈦 (titanium) 含於火成岩之成分中。重要之礦石爲鈦鐵礦 FeTiO_3 。爲灰色之硬金屬，在高溫度之下與氧、氮、碳等化合，而生二氧化鈦 TiO_2 ，四氮化三鈦 Ti_3N_4 ，一碳化鈦 TiC 等化合物。四價以外有二價三價之化合物。

§ 462. 鈦之化合物。

鈦在空氣中燃燒，則生二氧化鈦 (titanium dioxide) TiO_2 ，通常爲白色，熱之則成黃色。

二氧化鈦與炭共熱於綠氣之氣流中，則得發煙性之四氯化鈦 (titanic chloride) TiCl_4 (沸點 136°)。加水則分解。



故可供煙幕 (smokescreen) 之用，爲化學武器 (chemical warfare) 之一種。

§ 463. 銻 Zr.

銻 (zirconium) 成爲風信子石 ZrSiO_4 及不純之銻土 ZrO_2 而存在。爲銀白色之硬金屬。王水及氟化氫以外，不溶解於其他之酸中。銻在空氣中燃之，則生二

氧化鋯 (zirconium dioxide) ZrO_2 , 爲白色固體, 融點極高 (2600°), 可製坩堝等用。鋯於四價化合物之外, 亦生二價三價之化合物。

§ 464. 鈹 Hf.

鈹 (hafnium) 爲新元素之一, 1923 年赫維賽 (Hevesy) 及科斯特 (Coster) 二氏始發見之含於鋯礦中。性質與鋯極似。

§ 465. 鈷 Th.

鈷 (thorium) 與稀土類金屬相伴而生, 爲重要之放射性元素。二氧化鈷 (thorium oxide) ThO_2 爲極穩定之白色粉末, 不溶於稀酸, 與強酸作用成膠質溶液。四氫氧化鈷 (thorium hydroxide) $Th(OH)_4$ 爲含水性之膠質, 可爲觸媒。硝酸鈷 (thorium nitrate) $Th(NO_3)_4 \cdot 12H_2O$ 用製煤氣燈罩。

問 題

1. 何謂電離溶膠?
2. 過氧化鉛於濃鹽酸中加熱, 當生何種反應? 試列方程式以表之。

3. 加硝酸於1克之鉛白,於溫度 20° ,壓力70厘米時,發生15立方厘米之碳酸氣. 問此鉛白中所含鹽基性碳酸鉛之百分率若干?

(答) 22.3%

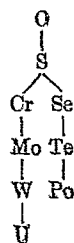
4. 試述鈦及鈷之重要化合物及其用途。

第四十三章 鉻族元素

§ 466. 鉻族元素.

鉻 Cr·鉬 Mo·鎢 W·鈾 U 四元素,性質相類,屬週期表第 VI 屬之 *a* 族,稱為鉻族元素(chromium family elements).

名稱	符號	序	原子量	價	融 點	沸 點	比重
鉻	Cr	24	52.01	II, III, VI	1615°	2200°	7.1
鉬	Mo	42	96.0	II, III, IV, V, VI	2620° ± 10°	3700°	10.2
鎢	W	74	184.0	II, IV, V, VI	3370°	5900°	19.3
鈾	U	92	238.14	III, IV, V, VI	< 1850°	?	18.7



第一節 鉻

§ 467. 鉻 Cr.

天產之鉻(chromium)以鉻鐵礦 $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ 為主,由哥德斯密特法以鋁還元而製之。為白色結晶狀之硬金屬。方製之鉻,或以硝酸處理之鉻,不即溶於鹽酸。凡不受其他作用之狀態,稱為不動態(passive state)。鉻初為不動態,但浸鹽酸中,久漸溶解,及開始溶解則進行甚

速,而生二氯化鉻.

元素	%
Cr	60
Fe	36
Mo	4

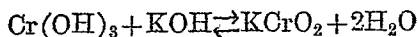
鉻·鐵·鉬所成一種合金(組成如左),有不受酸類侵犯之特性.鉻之用途,以製鋼為主.鉻有二價·三價·六價之化合物.

§ 468. 三價化合物 Cr^{+++} .

普通之鹽類為氯化物及硫酸鹽.

三氯化鉻(chromic chloride) CrCl_3 為紅紫色之結晶,溶於水,稀時紫色,濃時則呈綠色. 由水中得六分子之結晶水 $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 而結晶. 硫酸鉻(chromic sulphate) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$ 為紅紫色之結晶,其冷溶液呈紫色,但熱之則呈綠色.

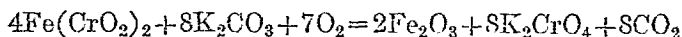
加氨於含 Cr^{+++} 之液中,則生三氫氧化鉻(chromic hydroxide) $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 之藍色沈澱. 如用苛性鹼,雖亦沈澱,但用量稍過,則即溶解,因三氫氧化鉻為兩性物質故也.



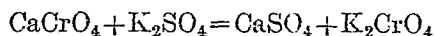
§ 469. 六價化合物.

六價化合物之中,最普通者為鉻酸鉀與重鉻酸鉀.

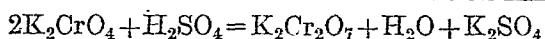
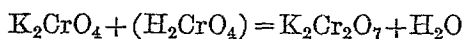
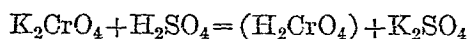
(1) 鉻酸鉀 K_2CrO_4 加碳酸鉀與石灰石於鉻鐵礦，於空氣中加熱，則得鉻酸鉀 (potassium chromate)。為黃色斜方晶系之結晶，易溶於水。製時所加石灰石之目的，係使全體粗鬆，易與空氣接觸。



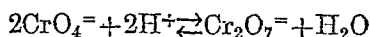
加硫酸鉀之溫溶液於此熔融物而過濾之，則同時所生之鉻酸鈣亦變為鉻酸鉀，加於濾液之中。



(2) 重鉻酸鉀 $K_2Cr_2O_7$ 為橙黃色之結晶。加硫酸於鉻酸鉀熱之，放冷，則得重鉻酸鉀 (potassium dichromate) 之結晶。



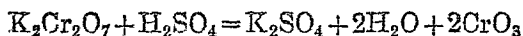
以離子式表示之如下：



加鉛 Pb^{++} ，鋇 Ba^{++} ，銀 Ag^+ 等離子於重鉻酸鉀溶液，則生重鉻酸鹽，而鉻酸鹽沈澱，因鉻酸鹽溶解度較小故也。

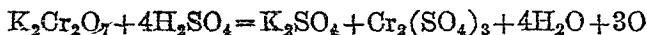
加濃硫酸於重鉻酸鉀之濃溶液，則生紅色針狀之三氧化鉻 (chromium trioxide) CrO_3 ，亦稱鉻酐 (chromic an-

hydride).



三氧化鉻爲強氧化劑，滴加酒精則發火，加鹽酸則發綠氣。

重鉻酸鉀與硫酸之稀溶液，僅生遊離之重鉻酸。但如有還元劑相混，則變爲硫酸鉻而分離三原子之氧，呈氧化之作用。



故爲強氧化劑。

第二節 鉬 鎢 鈾

§ 470. 鉬 Mo.

鉬 (molybdenum) 成鉬礦 MoS_2 或鉬鉛礦 PbMoO_4 而產出。燃燒鉬礦，則生三氧化鉬 (molybdenum trioxide) MoO_3 ，以氫還元之，則得金屬鉬。純者呈銀白色。三氧化鉬溶於氨水，則生鉬酸鉍 (ammonium molybdate) $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ 。鉬酸鉍之硝酸酸性溶液，與磷酸離子作用，則生黃色之磷鉬酸鉍 (ammonium phosphomolybdate) $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3 \cdot 2\text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。故可檢驗磷酸鹽。

§ 471. 鎢 W.

鎢(tungsten)成重石 CaWO_4 或鎢錳鐵礦 $(\text{Fe, Mn})\text{WO}_4$ 而產出。我國爲世界產鎢最多之國，湖南廣東江西最多，河北山西次之。加碳酸鈉於含鎢之礦石而燃燒之，而後以水提出，則得鎢酸鈉 $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，可爲媒染劑。加酸於鎢酸鈉則鎢酸(tungstic acid) $\text{H}_2\text{WO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 沈澱，燒之則生三氧化鎢 WO_3 ，三氧化鎢由哥德斯密特法還元，則得鎢。鎢重而硬，融點亦高，爲其特長，可製鎢鋼，延之可爲電池之絲。

§ 472. 鈾 U.

鈾(uranium)成瀝青鈾礦 U_3O_8 ，卡諾特石(carnotite) $\text{K}_2\text{O} \cdot 2(\text{U}_2\text{O}_5) \cdot \text{V}_2\text{O}_5$ 等而產出。將鈾之氯化物以鈉還元之，則得鈾。外觀如鐵，於空氣中燃之，則生八氧化三鈾 U_3O_8 。灼熱硝酸鈾則得三氧化鈾(uranium trioxide) UO_3 ，爲橙紅色粉末。鈾之氧化物不易還元，即在輕氣流中加熱，亦不過還元爲二氧化鈾 UO_2 而已。鈾鹽發綠色之螢光，善溶於醚，爲其特徵。

問 題

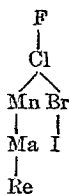
1. 試述重鉻酸鉀之製法、性質及用途。
2. 試述鎢之性質及功用。

第四十四章 錳

§ 473. 錳族元素.

週期表中第VII屬a族之元素錳以外尚有二空位，即原子序爲43與75者是也。輒近(1925)由諾達克(Noddack)與塔克(Tacke)兩氏由結晶X線景之研究，發見相當於原子序43及75之二種新元素，命名爲錳(masurium)及銻(rhenium)。

名稱	符號	序	原子量	價	融	點	沸	點	比重
錳	Mn	25	54.93	II, III, IV, VI, VII	1260°	1900°		7.2	
錳	Ma	43	96(?)						
銻	Re	75	186.31						



§ 474. 錳 Mn.

錳(manganese)之礦物，以軟錳礦 MnO_2 ，褐錳礦 Mn_2O_3 等爲主。由哥德斯密特法還元之，則易得錳。質硬，加銅則增強韌性，加鋼鎳合金則增電抵抗力。

錳有二價·三價·四價·六價·七價之五種化合物。低

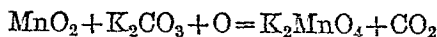
價者表金屬之性質，四價以上者表非金屬之性質。

§ 475. 四價化合物。

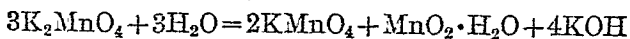
二氧化錳(manganese dioxide) MnO_2 爲錳礦之主成分，亦可由硝酸亞錳徐徐加熱製之。以酸處理之，不生過氧化氫，故知其分子中氧原子不作—O—O—之結合。可供製造綠氣及養氣之用。加於玻璃，可使綠色之矽酸亞鐵變爲黃色之矽酸鐵，同時由紫色之矽酸錳消去黃色，故益透明。又可爲油漆之乾燥劑。

§ 476. 六價及七價化合物。

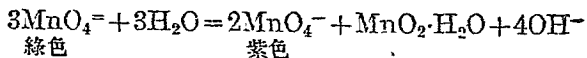
將錳之氧化物與碳酸鉀(或苛性鉀)硝石(或其他之氧化劑)共融，則生綠色之錳酸鉀 (potassium manganate) K_2MnO_4 。



加多量之水於錳酸鉀之水溶液而稀釋之，則變爲紫色之高錳酸鉀(potassium permanganate) KMnO_4 。



由離子式書之如下：

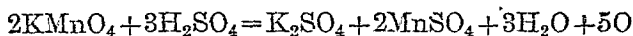


卽由 MnO_4^{2-} 變爲 MnO_4^{-} 之際，發生 OH^{-} ，故加酸則其變

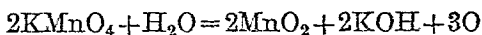
化更速。

高錳酸鉀爲有光澤之紫色結晶，與過氯酸鉀之結晶形相同。爲強氧化劑，其氧化力由溶液之性而異。

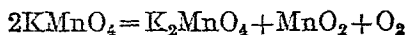
在酸性溶液，則呈 $Mn_2O_7 \rightarrow 2MnO + 5O$ 之作用，由二分子生五原子有效之氧。



在中性或鹼性溶液，則呈 $Mn_2O_7 \rightarrow 2MnO_2 + 3O$ 之作用，而二氧化錳沈澱，由二分子生三原子有效之氧。



又將乾燥之高錳酸鉀加熱，則分解而放養氣。



問 題

1. 二氧化錳於空氣中與苛性鉀共熔時，生何產物？將此產物溶於水中起何變化？試列出各反應式，以說明之。

2. 試述高錳酸鉀與過氧化氫之反應，並說明其反應中氧化及還元之關係。

3. 自 Na_2SO_4 , $NaCl$, Na_2CrO_4 之混合液，分別漂出 SO_4^{--} , Cl^- , CrO_4^{--} ，其法若何？

4. 下列各物質與過氧化氫作用，當生何項變化？試舉反應式說明之。

-
- (a) 硝酸銀之水溶液,
 - (b) 高錳酸鉀之硫酸酸性溶液,
 - (c) 臭氣.

第四十五章 鐵族元素

§ 477. 鐵族元素.

鐵 Fe-鈷 Co-鎳 Ni 三元素, 稱為鐵族元素(iron family elements).

元素	符號	序	原子量	價	融 點	沸 點	比 重
鐵	Fe	26	55.84	II, III, VIII	1535°	3000°	7.86(20°)
鈷	Co	27	58.94	II, III, IV	1480°	2900°	8.9(20°)
鎳	Ni	28	58.69	II, III, IV, VIII	1452°	2900°	8.90(20°)

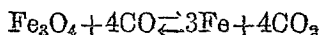
第一節 鐵

§ 478. 鐵 Fe.

鐵(iron)成赤鐵礦 Fe_2O_3 磁鐵礦 Fe_3O_4 褐鐵礦 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 菱鐵礦 FeCO_3 等而產出,皆可用為製鐵之原料。此外如黃鐵礦 FeS_2 則為製硫酸之原料。砂鐵近時亦可電解取鐵。

由礦石製鐵之法,如礦石含有碳酸鹽或硫化物,則先燒之使變成氧化鐵,而後加焦煤還元之。所以不用

煤者，以其發生揮發性物質及水分，而使熱浪費故也。如礦石含有石灰石或鹽基性物質(如苦土)時，則加酸性熔劑(如砂)；如含有矽酐或黏土等酸性物質時，則加石灰石為熔劑。將礦石·焦煤·碳劑交互由碳礦爐之上口堆入，自底送入熱空氣使之反應。此等物質徐徐下降之際，氧化鐵被還元而生鐵，融而集於爐底。流於砂中則得銑鐵。此時主要之反應如下：



因為可逆反應，故須過量之一氧化碳。

鐵有二價及三價之化合物二類，二價者稱為亞鐵化合物(ferrous compounds)，三價者稱為鐵化合物(ferric compounds)。

§ 479. 鐵之種類。

鐵由所含之碳量及其他混合物質，可分如下：

(1) 銑鐵 由熔礦爐取出之鐵，稱為銑鐵(pig iron)，其中約含 2.3-5.1% 之碳，並混有錳·磷·硫等。約於 1150°-1250° 熔融，將融液急遽冷之，則得白銑，其切口呈白色，極脆，碳悉與鐵化合 (Fe_3C)，成固溶體存於金屬之中。將融液徐徐冷之，則得灰銑，其切口呈灰色，大部分之碳成

爲石墨而存在。銑鐵之熔點較低，可以鑄物，故又稱鑄鐵(cast iron)，可爲鍛鐵及鋼之原料。

(2) 鍛鐵 鍛鐵(wrought iron)僅含有0.5%以下之碳，融點約 1500° 。以銑鐵置於內塗氧化鐵及鹽基性矽酸鐵之反射爐而強熱之，則得鍛鐵。此時銑鐵中之碳、矽、磷等與氧化鐵之氧化合，所生之一氧化碳成氣體而逃出，矽酐及磷酐入於礦滓之中。又硫黃成一硫化鐵，亦加於礦滓。鐵分愈純，則融點愈高，成爲半固體。取出壓而延之，反覆加熱，壓延數次，終成板或棒。

(3) 鋼 鐵中含碳之量在0.5-1.6%而不含磷、硫、矽等雜質者爲鋼(steel)。鋼較鍛鐵更爲強韌，可以鍛接，又可以作永久磁石。製鋼之法不一，略舉如下：

(a) 柏塞麥法 (Bessemer's process) 由熔礦爐取出之銑鐵，置於迴轉爐(convertor) (圖65)中，自下

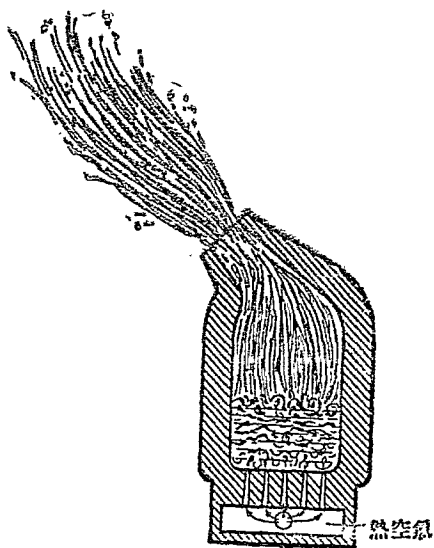


圖 65. 迴轉爐

送入強壓之空氣，則錳·碳砂及一部分之鐵燃而發熱，常保融鐵之狀態。加適當之純銑鐵或焦煤以調節碳之含量，而後將爐傾倒以注出融物。

如銑鐵含磷較多時，則塗生石灰 CaO 或苦土 MgO 於迴轉爐內，使磷成磷酸鈣或磷酸鎂而移於礦滓之內。此法稱湯麥斯·季爾克立斯 (Thomas-Gilchrist) 法。擊碎礦滓，則得湯麥斯磷酸肥料。

(b) 西門子·馬丁法 (Siemens and Martin's process) 此法亦稱平爐法 (open hearth process). 以矽酸鹽或石灰·苦

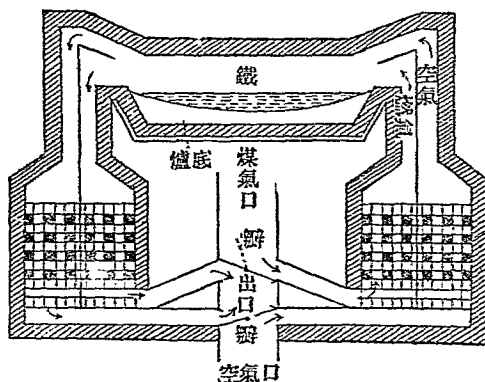


圖 66. 平 爐

土等被平爐 (open hearth furnace) (圖 66) 之內面，中置銑鐵 (50-75 噸)，更混鐵屑赤鐵礦等，以加熱之氣體燃料及空氣通於其上，約 6-12 小時，則碳去而成鋼。加熱之中，加鋁以爲脫氧劑。最近加入含有 10-

爐之位置如圖。空氣及氣體燃料先經右方甄室，伸於平爐內燃燒而生鋼。廢氣經左方甄室，由出口入於煙道。俟左方甄室溫度增高將將稍轉，使空氣與氣體燃料，由左方甄室入於平爐經右方甄室而出。此操作每 20 分間交互行之。

15%之鈦之鐵，使鈦奪鐵中所含之氮及氧，而成礦滓。

(c)電製鋼法 以炭為電極置熔融之銑鐵中，通強電流，由兩極間所生之電弧加熱銑鐵，使其中所含之硫、磷等與滲於爐內之石灰或苦土化合，成為礦滓而除去。更加適量之鉻、鈦等金屬以調節之。(圖 67)

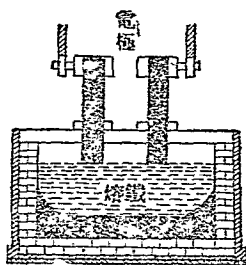


圖 67. 電製鋼法 置銑鐵於電爐，通強電流而熱之，鐵中所含之硫、磷等，與滲於爐內之碳酸鎂等化合，成礦滓而淨。

(4)特種鋼 加少量之他種金屬於鋼，使其性質適應於各種之用途者，稱為特種鋼。加鎳(5%以下)或鋁者強韌而易鍛。加錳

(12%以下)或鉻(14%以下)者堅硬。加鎢鈦者彈性韌性及硬度俱增加。含矽(14-15%)及錳(1%)者有耐酸性^①。含鉻(11.4-14%)及錳(0.5%)者不銹。含鎢鉻鈦鈾等者可製高速度切斷金屬及穿孔之器具。又有稱為高速

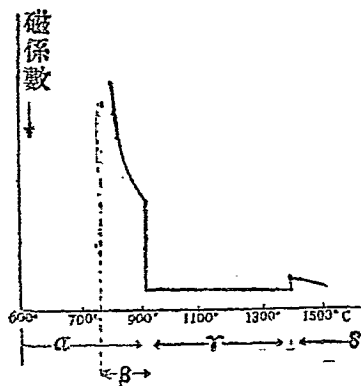


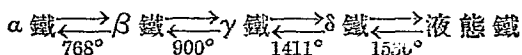
圖 68. 純鐵之磁分析

① 聯 tantiron 或 duriron.

鋼(high speed steel)者,硬度甚大,即強熱之亦不少減。

(5)純鐵 以三氧化二鐵 Fe_2O_3 或二氯化鐵 FeCl_2 熱於輕氣之氣流中,或將鐵鹽電解,則得純鐵。

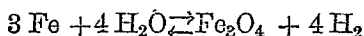
鐵為強磁性體,於各溫度測定磁力之強度,可以推測其內部之變化,稱為磁分析(magnetic analysis)(圖68)。由磁分析之結果,如純鐵有 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 四種之同素異形物體^①,其轉移溫度如下:



§ 480. 鐵鏽.

鐵在乾燥之空氣中,雖不侵犯,但空氣中如有溼氣,則生鏽 $3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

防鏽之法,於塗藥劑及鍍鋅錫等外,可通水蒸氣於紅熱之鐵上使生四氧化三鐵之薄層。



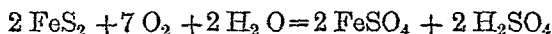
又浸鐵於苛性鹼之溶液或發烟硝酸之時,則為不動態而不生鏽。

§ 481. 亞鐵化合物 Fe^{++}

最普通之亞鐵鹽為硫酸亞鐵(ferrous sulphate) FeSO_4 ,

① 一說 β 不存在,

由水溶液結晶，則得綠色之綠礬(green vitriol) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 。
將黃鐵礦略加燃燒，放置空氣之中則得之。



綠礬可供製造墨水、^①染色、防臭等用。綠礬與硫酸銨之複鹽 $\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ，稱為莫兒鹽(Mohr's salt)。

加氨或鹼於亞鐵鹽之溶液，則得白色之沈澱，即為二氫氧化鐵(ferrous hydroxide)，還元性極強，易由空氣中之氧氣氧化，而生褐色之三氫氧化鐵。

§ 482. 鐵化合物 Fe^{+++} 。

三價鐵之化合物，鹽基性較弱，不與碳酸作鹽類。其他酸類之鹽，於水中即加水分解。

最普通者為三氯化鐵(ferric chloride) FeCl_3 ，通綠氣於亞鐵溶液製之。蒸發水溶液，則得六水物 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。又將鐵於綠氣氣流中加熱，則無水之三氯化鐵昇華。其水溶液呈紅黃色，可為止血藥及氧化劑等。

加氨或鹼於三價鐵溶液，則生膠狀之紅褐色沈澱，即為三氫氧化鐵(ferric hydroxide)。將三氫氧化鐵或硫酸亞鐵等於空氣中熱時，則得三氧化二鐵 (ferric

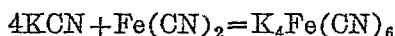
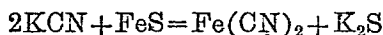
^① 通常加亞鐵鹽 Fe^{++} 於煤質溶液，經若干時後，亞鐵鹽被氧化為鐵鹽 Fe^{+++} ，而後與煤質作用而成黑色。

oxide) Fe_2O_3 , 用爲紅色顏料。

§ 483. 鐵之氰化物。

鐵之氰化物有三種：

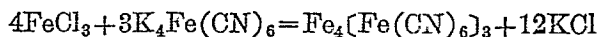
(1) 黃血鹽 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 加鐵屑碳酸鉀於血液等動物性廢物而熱之，則生氰化鉀與一硫化鐵，以溫湯處理之，則生黃血鹽 (yellow prussiate of potash)。



又可由製造煤氣時所生之氰化氫製之。黃血鹽加熱，則失結晶水而成白色，強熱之則分解而生氰化鉀。

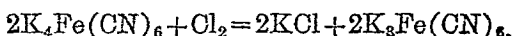


加鐵鹽於黃血鹽溶液，則生普魯士藍 (Prussian blue) $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ 之沈澱。

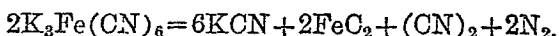


加亞鐵鹽則生白色沈澱 $\text{FeK}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$ 或 $\text{Fe}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$ ，此物遇空氣則氧化而變爲藍色。又加銅鹽則生紅色沈澱 $\text{Cu}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$ 。

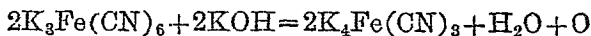
(2) 赤血鹽 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 黃血鹽氧化則得赤血鹽 (red prussiate of potash)。



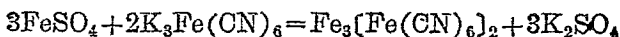
熱之則分解而生氰化鉀。



在鹼性溶液中呈氧化劑之作用。



加亞鐵鹽則生滕氏藍(Turnbull's blue) $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$ 之沈澱。



加鐵鹽不生沈澱。

第二節 鈷 鎳

§ 484. 鈷 Co.

鈷(cobalt)成砷鈷礦 $CoAs$ ·輝鈷礦 $CoAsS$ 等而產出。燃燒礦石則得氧化物,以碳還元之,可以製鈷。鈷不易與鹽酸·硫酸作用,但易為硝酸所侵。在溼空氣中亦不變化。

鈷有二價或三價之鹽類。最普通者為二氯化鈷(cobaltous chloride) $CoCl_2 \cdot 6H_2O$,為紅色結晶。熱之則失水而呈藍色,溶於水復呈紅色,故可為隱顯墨。加亞硝酸鉀於亞鈷鹽之醋酸溶液,則生鈷亞硝酸鉀(potassium

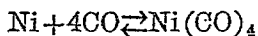
cobaltinitrite) $K_3Co(NO_2)_6 \cdot H_2O$ 之黃色沈澱。

§ 435. 鎳 Ni.

鎳(nickel)成紅砷鎳礦 $NiAs$ 及硫砷鎳礦 $NiAsS$ 而產出。先由熔礦爐粗製,而後用電解法精製之。

鎳爲銀白色之金屬,難溶於鹽酸硫酸,而易溶於硝酸。在空氣中能保其光澤,故供鍍金之用。

通一氧化碳於細粉之鎳,則生四碳醯鎳 (nickel carbonyl) $Ni(CO)_4$ 。



爲無色之液體,沸點 43° 。其蒸氣有毒,熱至 150° - 160° 則分解而生鎳。

鎳有二價及三價之鹽類。最普通者爲硫酸亞鎳 (nickelous sulphate) $NiSO_4 \cdot 7H_2O$, 爲綠色結晶。加硫化銻於其溶液,則黑色之一硫化鎳(nickelous sulphide) NiS 沈澱。一硫化鎳於酸性溶液雖通硫化氫亦不沈澱,但既生沈澱之後則不溶於稀酸。一硫化鈷亦有此性。

問 題

1. 取黃鐵礦 1.02 克分析,得 3.4573 克之硫酸鎳。問西

礦石百分中含有硫黃若干?

[答] 46.6%

2. 試略述冶鐵之方法,並記熔礦爐內之化學反應。
3. 試述鋼之製法大槪。
4. 黃血鹽爲銨鹽,明礬則爲重鹽,試說明其意義及理由。
5. 黃血鹽與鐵鹽於水溶液內作用時,起何變化? 其後再加鹼類時起何變化? 加酸類時起何變化? 試列舉其變化之式。
6. 鎂,錳,銅之粉末混合物,如何離析之?

第四十六章 鉑族元素

§ 486. 鉑族元素.

鈳 Ru·銻 Rh·鈀 Pd·銱 Os·銲 Ir·鉑 Pt 等六元素稱爲鉑族元素(platinum family elements).

名稱	符號	序	原子量	價	融 點	沸 點	比 重
鈳	Ru	44	101.7	II, III, IV, V, VIII	2450°		12.2 (20°)
銻	Rh	45	102.91	II, III, IV	1955°		12.5 (20°)
鈀	Pd	46	106.7	I, II, IV	1555°	2200°	12.0 (20°)
銱	Os	76	191.5	II, III, IV, VI, VIII	2700°		22.48(20°)
銲	Ir	77	193.1	II, III, IV	2350°		22.4 (20°)
鉑	Pt	78	195.23	II, IV, VI	1755°	4300°	21.45(20°)

此等元素常相混而存於砂礫之中。主要之產地，爲烏拉加拿大及哥倫比亞等處。在一切金屬中離子化之傾向最小，比較的易成錯離子。

§ 487. 鈀 Pd·鉑 Pt.

鈀(palladium)與其他五元素不同，可溶於硝酸。有

吸收輕氣之特性，其細粉末可吸收 800 倍容量之輕氣，被吸收之輕氣富有還元力，與遊離之輕氣不同，故可爲以輕氣還元之觸媒。

鉑(platinum)亦稱白金，昔時不過混於銀中以作貨幣，在今日則爲化學用最貴重之金屬。

由礦石分鉑之法，先以王水處理，分去鈦鐵，次加氨使成氯鉑化銨 $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$ 而沈澱，更與銻鈮等分離。而後取氯鉑化銨燒之，將其粉末置於石灰之坩堝中，以氫氧焰或電爐熱之使融，則得白金。白金中常含有鐵，燒後加鹽酸，則鐵溶解。又白金器燒時不純之金屬受氧化而飛散，故其重量減少。尤以銀之飛散性甚大，熱至 1200° 卽被除去。

以王水溶白金，則得氫氯鉑酸 (hydrochloroplatinic acid) H_2PtCl_6 。蒸發此液，則得紅褐色吸溼性之結晶 $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ，市售之所謂氯化鉑是也。加還元劑於此溶液，則白金成細粉狀而沈澱，稱爲白金黑 (platinum black)。又加氨於氫氯鉑酸，則得氯鉑化銨 (ammonium chloroplatinate) 之黃色結晶，燒之則成白金海綿 (platinum sponge)。白金黑與白金海綿俱供觸媒之用。

問 題

1. 試將鉑,金,銀,鐳之性質列表比較之。
2. 試述白金屬之製法,性質及功用。

第四十七章 元素之放射性

§ 423. 放射性元素之發見.

1878年克魯克斯 (Crookes) 氏於真空管中放電之際,發見由陰極放射一種之線,稱為陰極線(cathode ray). 陰極線即電子之流,與玻壁衝突之時,即於此點發生螢光. 同時由此發出另一種放射線,能透過由原子量較小之元素所成之物質,且有使乾板感光之性,稱為 α 線(X-ray). 或羅琴線(Röntgen ray).

1896年柏克勒爾(Becquerel)氏由鈾礦發見一種類似於 α 線之放射線,能使乾板感光而呈照相作用,並能使附近之空氣電離. 此種性質,稱為放射性(radioactivity).

1898年居禮夫婦(M. and Mme. Curie)由瀝青鈾礦分鈾之殘滓中,發見有放射性更大之物質,先使混於硫酸鋇,與他物分離,更由其中分出放射能約強百萬倍於鈾之物質,命名為鐳(radium)。

1910年居禮夫人用水銀電極電解氯化鐳,始得金

屬之鐳。融點 700° 、白色、與鈣相似、在空氣中則失光澤、投於水中、則分解而生輕氣、屬於鹼土金屬、鐳及其鹽類、在學術上及醫療上均甚重要。

自是以後、放射性之研究日益發達、發見具此性質之元素甚多、總稱為放射性元素(radioactive elements)。

§ 489. 放射線之種類。

鐳、釷、釷等放射性元素所放射之線有三種：由磁力之作用易於區分、稍偏於左者為 α 線(α -ray)，向右彎曲者為 β 線(β -ray)，不偏於左右者為 γ 線(γ -ray)。

(1) α 線 α 線為氦原子之流、其放射速度約為光速十分之一(每秒3萬仟米)、各原子有二個陽電荷及4倍於氫原子之質量、

在空氣中射至3-8厘米即停止其進行。使空氣電離之力甚大、電離之空氣能成雨點之核心。故置鐳於飽和水蒸氣之器中、使當強光而攝影、則能見 α 線之通路、1克之鐳每年所放射之氦量、

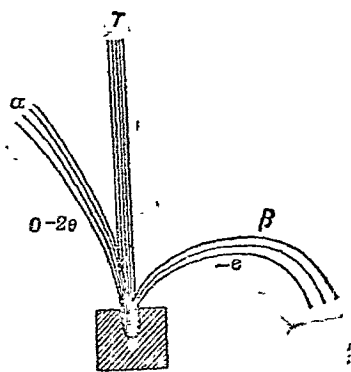


圖 69. 放射線

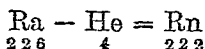
計算上爲 158 立方毫米。

(2) β 線 β 線爲電子之流，其放射速度與光速相等(每秒 30 萬千米)。各電子有一個陰電荷，質量甚小，僅爲氫原子 $\frac{1}{1850}$ 。最初沿直線放射，旋爲較大之空氣分子而攙曲其進路，約達 4 厘米之後，其半量被阻不復進行。

(3) γ 線 γ 線與 X 線相類，因 β 線之衝擊由周圍之物質而放射。 γ 線與 α 線、 β 線不同，非帶電之粒子，特能媒之波動而已。故不受磁力之作用。

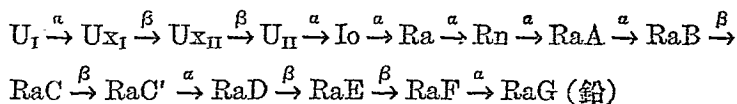
§ 490. 原子之蛻變說。

鑷於三種放射線之外尙生一種氣體，稱爲鑷射氣 (radium emanation)，即氫 (radon) 是也。氫與氫俱爲獨立元素，由鑷放氫而生氫，其原子量間之關係如下：



如此，一種原子由放射而變爲他種之現象，稱爲原子之蛻變 (disintegration)。自刺得福特 (Rutherford) 與索底 (Soddy) 唱原子蛻變說 (disintegration theory) 以來，數百年來原子不可分之觀念遂破，而化學上開一新紀元。

氣亦放射 α 線而變爲鐳 A, 依次放射 α 線及 β 線, 而變爲鐳 B 鐳 C, 終達於鐳 G. 此物酷似於鉛, 而失放射性. 上溯生鐳以前之放射性元素, 由鈾以至於鐳 (ionium) Io, 下逮其蛻變生成物, 成爲一系, 稱爲鈾系放射性元素. 其蛻變之系列如下:



此外又有以釷 Th 及錒 Ac 爲母體之系, 各稱爲釷系放射性元素與錒系放射性元素. 其最終之生成物均酷似於鉛. 又鹼金屬之中如鈣、銣等亦有微弱之放射性.

§ 491. 半衰期.

放射性之元素由蛻變逐漸減少. 一定量元素之放射能減至最初之半時, 稱爲半衰期 (half period).

放射性元素之半衰期隨種類而不同, 茲舉鈾系放射性元素數例如下:

U_I	5,000,000,000 年	Rn	3.85 日
Io	200,000 年	RaA	3 分.
Ra	1650 年	U_{XII}	1.17 分

鈾系放射性元素之半衰期雖長短懸殊，然在鈾礦中此等之蛻變物質，常有一定之比例，稱為放射平衡 (radioactive equilibrium)。

§ 492. 同位素。

RaB 與鉛，RaC 與鈹，其性質相同，混之則不能分離，唯原子量不同而已。凡原子量不同而性質相同，在週期表中應占同一位置之元素，稱為同位素(isotope)。

1913年英之索底氏與德之法揚斯(Kasimir Fajans)氏關於放射性元素對於週期表上之位置提出同一之理論如下：

放射性元素放射 α 線時，則失一氦原子，故原子量減4，同時失二單位之陽電，故原子價減2。週期表上之位置應左遷而居於隔一行中。放射 β 線時，則失一電子，雖原子量不變，而因失一單位之陰電，故原子價增一，應右遷而居於鄰行中。

稱為偏位律(displacement law)。依此說列各系放射性元素之關係如下：

原子序	鈾系	錒系	釷系	元素
92	U			U
91	Ux ₁₁			Ux _n
90	Ux ₁	U ₁₁		Th
89		Io		Ac
88		Ra		Ra
87		Rn		—
86		Rn		Rn
85		Rn		—
84	Po	RaC'		Po
83	RaE	RaC		Bi
82	Pb	RaB		Pb
81		RaC ₂		Tl

↗表放射 α 線, →表放射 β 線. 在同一橫列中之元素為同位素.

同位素不限於放射性元素而已. 阿斯吞(Aston)

同位素表

元素	原子量	同位素	元素	原子量	同位素
Li	6.940	7,6	K	39.10	39,41
B	10.82	11,10	Ni	58.69	58,60
Ne	20.183	20,22	Br	79.916	79,81
Mg	24.32	24,25,26	Kr	82.9	84,86,82,88,80,78
Si	28.06	28,29,(30)	Rb	85.44	85,87
Cl	35.457	35,37	Xe	130.2	129,132,131,134,136 130,128,(124,126)
A	39.944	40,36	Hg	200.61	(197-200),202,204

由陽極線分析發見多數元素由若干同位素之混合物而成，而各同位素之質量則為整數。

今日所未發見同位素之元素，僅有氫H、氦He、鈹Be、碳C、氮N、氧O、氟F、鈉Na、磷P、硫S、砷As、碘I等而已。

§ 493. 元素之X線光譜及原子序。

巴刻刺(Barkla)氏以X線照元素或其化合物，發見其隨元素之種類而生特殊之波動，原子量愈大則其波長愈短，稱為示性X線(characteristic X-ray)。精密實驗之結果，知其波長不只一種，而且各元素示性放射線之振動數，依原子序而增加。數種示性放射線之中，由振動數大者漸次稱之為K列、L列、M列、N列等。一切元素均見K列之光譜，L列之光譜僅於原子序在30(Zn)以上；M列，66(Dy)以上；N列，86(Rn)以上者見之。四列之波長，均隨原子序，愈進者愈短。

摩茲力氏就K列及L列之光譜研究，以 ν 表振動數，以Z表原子序時，發見有如下之關係。

$$\sqrt{\nu} \propto Z$$

由此觀之，原子序與各元素之示性放射線有密切之關係，亦為各元素固有之值，在化學上占極重要之地

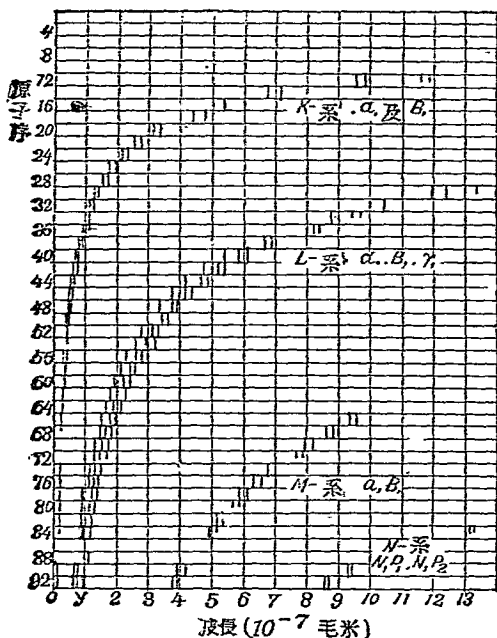


圖 70 波長

位，與其以此表示毋寧以此決定週期表之席次。故從原子序而列元素，則週期表上不生位置顛倒之問題。況元素之原子量不過為若干同位素質量之平均值，其不為整數，而且有時大於次位

之數，本無足怪。元素之性質，與其謂其與原子量，無寧謂其與原子序有週期的關係，較為切當。

問 題

1. 何謂同位元素及原子序？
2. 放射性元素之研究，對於化學上之根本思想起何種變更？
3. 試舉化學性質全同而原子量各異之元素，又原子量全同而化學性質互異之元素。

第四十八章 原子結構

§ 494. 原子之結構

據刺得福特與波耳氏等之說，原子由荷陽電之核，與循相當之軌道運行於其周圍之電子而成，如行星之繞太陽然。核中所有之陽電荷與電子之陰電荷數值相等。核雖幾占原子質量之全部分，然其半徑則不過 10^{-12} 厘米，而最外部之電子則在距中心 10^{-8} 厘米之點。

氫之原子最簡，由一個電子與一個陽電荷之核而成。氦原子之電子數，與核中陽電荷數恰為氫原子之 2 倍，鋸為 3

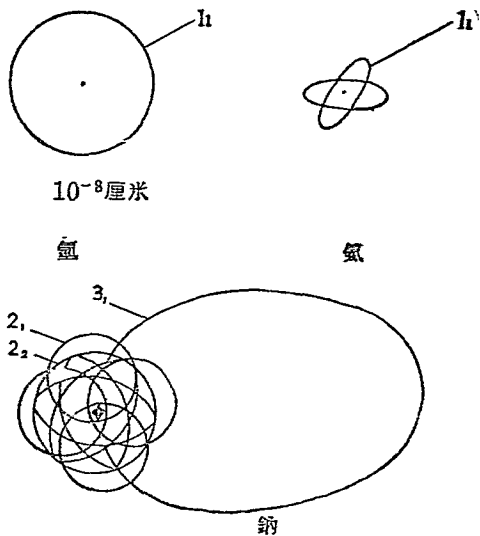


圖71. 原子之結構

倍。準此推之，原子內之電子數，常與核之陽電荷數相等。 電荷數逐一增加，最後至鈾之92爲止。 原子之電荷數恰與原子序相當，故原子序者，原子核內之陽電荷數而核外之電子數也。 原子之性質與原子序有週期的關係，決非偶然之事。

§ 495. 核外電子。

據波耳之說，核外電子以核爲中心，循圓或橢圓之

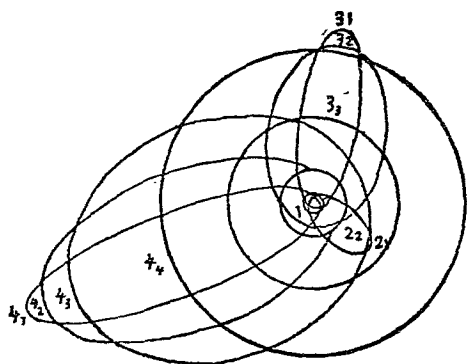


圖7B. 核外電子

軌道而運行，核外電子，特稱遊電子 (planetary electron) 其軌道自內至外，依次稱爲 *K, L, M, N, O, P, Q* 等，細分之則爲 $1_s, 2_s, 2_p, 3_s, 3_p, 3_d, \dots, 7_s, 7_p, 7_d$ 。

核外電子在各軌道中之配列如次頁之表。

依此表不活性元素除氦外，最外軌道均有4個電子。此種配列視爲最穩，其餘原子均有移就穩定狀態之傾向。例如鈉 Na 在 3_s 之軌道上有1電子，故欲放出

	元 素	n_l 軌道上電子之數									
		1 ₁	2 ₁ 2 ₂	3 ₁ 3 ₂ 3 ₃	4 ₁ 4 ₂ 4 ₃ 4 ₄	5 ₁ 5 ₂ 5 ₃ 5 ₄ 5 ₅	6 ₁ 6 ₂ 6 ₃ 6 ₄ 6 ₅ 6 ₆	7 ₁ 7 ₂			
第一週期	1 H	1									
	2 He	2									
第二週期	3 Li	2	1								
	4 Be	2	2								
	5 B	2	2(1)								
	10 Ne	2	4 4								
第三週期	11 Na	2	4 4	1							
	12 Mg	2	4 4	2							
	13 Al	2	4 4	2 1							
	18 A	2	4 4	4 4							
第四週期	19 K	2	4 4	4 4	1						
	20 Ca	2	4 4	4 4	2						
	21 Sc	2	4 4	4 4 1	(2)						
	22 Ti	2	4 4	4 4 2	(2)						
	29 Cu	2	4 4	6 6 6	1						
	30 Zn	2	4 4	6 6 6	2						
	31 Ga	2	4 4	6 6 6	2 1						
	36 Kr	2	4 4	6 6 6	4 4						
第五週期	37 Rb	2	4 4	6 6 6	4 4	1					
	38 Sr	2	4 4	6 6 6	4 4	2					
	39 Y	2	4 4	6 6 6	4 4 1	(2)					
	40 Zr	2	4 4	6 6 6	4 4 2	(2)					
	47 Ag	2	4 4	6 6 6	6 6 6	1					
	48 Cd	2	4 4	6 6 6	6 6 6	2					
	49 In	2	4 4	6 6 6	6 6 6	2 1					
	54 Xe	2	4 4	6 6 6	6 6 6	4 4					
第六週期	55 Cs	2	4 4	6 6 6	6 6 6	4 4	1				
	56 Ba	2	4 4	6 6 6	6 6 6	4 4	2				
	57 La	2	4 4	6 6 6	6 6 6	4 4 1	(2)				
	58 Ce	2	4 4	6 6 6	6 6 6 1	4 4 1	(2)				
	59 Pr	2	4 4	6 6 6	6 6 6 2	4 4 1	(2)				
	71 Lu	2	4 4	6 6 6	8 8 8 8	4 4 1	(2)				
	72 Hf	2	4 4	6 6 6	8 8 8 8	4 4 2	(2)				
	79 Au	2	4 4	6 6 6	8 8 8 8	6 6 6	1				
	80 Hg	2	4 4	6 6 6	8 8 8 8	6 6 6	2				
	81 Tl	2	4 4	6 6 6	8 8 8 8	6 6 6	2 1				
86 Rn	2	4 4	6 6 6	8 8 8 8	6 6 6	4 4					
第七週期	87 —	2	4 4	6 6 6	8 8 8 8	6 6 6	4 4			1	
	88 Ra	2	4 4	6 6 6	8 8 8 8	6 6 6	4 4			2	
	89 Ac	2	4 4	6 6 6	8 8 8 8	6 6 6	4 4 1			(2)	
	90 Th	2	4 4	6 6 6	8 8 8 8	6 6 6	4 4 2			(2)	

而取氖 Ne 之配列，失 1 電子之狀態即爲 Na^+ 。與此同理，鎂 Mg 有失 2 電子而成 Mg^{++} 之傾向。反之氯之最外軌道有 3 電子，故欲自外得 1 電子而取氬 A 之配列，得 1 電子之狀態即爲 Cl^- 。故化學上之所謂原子價，與最外軌道之電子有關。此等電子，稱爲價電子 (valence electron)。

化合作用即起於一方欲放價電子，而他方欲得價電子之間。例如 Na 以其價電子與 Cl，則 Na 爲 Na^+ 而 Cl 爲 Cl^- ，因而互相牽引成 $\text{Na}^+ - \text{Cl}^-$ 之分子構造。

§ 496. 原子核。

原子核之性質，由放射性而漸明瞭。由放射 α , β 兩線觀之，可以推知核由帶陽電之粒子與電子結合而成。而最簡之氫原子核只爲陽電之一個粒子，故可爲陽核之單位，稱爲陽電子 (proton)。又因其爲質量之單位，故亦稱質子。其他元素之原子核，其質量爲質子質量之和。^① 其電荷爲由質子電荷之和減去電子電荷之和，其數適與核外電子之總電荷相等。例如原子序爲 2 之氦之原子核由 4 質子與 2 電子而成。原子序

① 電子之質量極小，可略不計。

爲 3 原子量爲 6 之鋰之原子核,由 6 質子與 3 電子而成;而原子量爲 7 之鋰之原子核,則由 7 質子與 4 電子而成。

設一切元素之原子均由氫原子核集合而成,則其原子量非爲氫之原子量之整倍數不可。然氮之原子量爲 4 而非 $1.008 \times 4 = 4.032$, 則因電磁性之物質於極接近之時質量減少之故。至有同位素之物質,其原子量本爲混合質量之平均值,其不爲氫原子量之整倍數,自不待言。

又據刺得福特之研究,以 α 線衝擊硼 B·氮 N·氟 F·鈉 Na·鋁 Al·磷 P 等元素而得氫,益足以證原子核由質子而成之說。

然放射性元素因放射氦原子而蛻變,故原子量爲 $4n+2$ 或 $4n+3$ (n 爲整數) 之原子核,當由 n 個之氦核與 2 或 3 個之質子而成。例如鈉之原子量爲 23,係由 5 個之氦核與 3 個之質子而成是也。

至於氦核之所以不能分解爲質子之故,則依一般相對性之理論,4 質子成氦之變化,當爲發熱反應,而發出極大之熱量,^① 故幾爲不可逆之變化。所以氦原子

① 1 克原子之化合熱爲 6.3×10^{11} 卡。

湯 遜 與 波 耳 之 表

第一週期	第二週期	第三週期	第四週期	第五週期	第六週期	第七週期
					55 Cs	87 Vt
					56 Ba	88 Ra
					57 La	89 Ac
					58 Ce	90 Th
					59 Pr	91 Pa
					60 Nd	92 U
					61 Ll	
					62 Sa	
					63 Eu	
					64 Gd	
					65 Tb	
			19 K	37 Rb	66 Dy	
			20 Ca	38 Sr	67 Ho	
			21 Sc	39 Y	68 Er	
			22 Ti	40 Zr	69 Tu	
			23 V	41 Nb	70 Yb	
			24 Cr	42 Mo	71 Lu	
	3 Li	11 Na	25 Mn	43 Ma	72 Hf	
	4 Be	12 Mg	26 Fe	44 Ru	73 Ta	
	5 B	13 Al	27 Co	45 Rh	74 W	
1 H	6 C	14 Si	28 Ni	46 Pd	75 Re	
2 He	7 N	15 P	29 Cu	47 Ag	76 Os	
	8 O	16 S	30 Zn	48 Cd	77 Ir	
	9 F	17 Cl	31 Ga	49 In	78 Pt	
	10 Ne	18 A	32 Ge	50 Sn	79 Au	
			33 As	51 Sb	80 Hg	
			34 Se	52 Te	81 Tl	
			35 Br	53 I	82 Pb	
			36 Kr	54 Xe	83 Bi	
					84 Po	
					85 Ab	
					86 Nt	

之結合非常穩定。

由此推之，氦核亦可視為氫核所成，故依今日之物質觀，一切物質均由氫原子核即質子與電子所組成，萬殊歸於一本，造化之妙，不亦可窺見一斑乎？

§ 497. 週期律之大成。

自原子之結構漸明，而週期律之原理亦益顯。氫為構成一切原子之基本，故成一最短週期，電子之軌道有 7 組，故週期亦有 7 個。稀土元素軌道上電子之配列相似，故性質亦相類。放射性元素原子之結構較為複雜，故易蛻變。第 7 週期至原子序 92 卒然而止者，殆因以上則愈複雜不能成立之故。觀最近湯遜 (Thomsen) 與波耳所提出之週期律表，尤覺井然有條。上方均為金屬元素，下方均為非金屬元素，而中間則為性質相類之元素，觀此當益信週期律之神奇矣。

問 題

1. 原子結構之成分如何？
2. 何謂核外電子，價電子，質子？
3. 試釋明原子結構對於週期表之關係。
4. 鈉之原子核有質子及電子各若干？試並其核外電子繪鈉原子之結構圖形。

第四十九章 化學與國防之關係

§ 498. 化學戰爭之意義。

化學與戰爭本有密切之關係，近代戰爭亦可說爲一大規模之應用化學事業，惟今日軍事上所稱之化學戰爭僅指若干種化學物質應用於戰術上之事項而言，此項物質，足令敵人中者受傷致死，減弱戰鬥力，或則釀成火災，以燬滅敵方建築物，或則形成煙幕以掩蔽本軍之行動等。化學戰爭亦有稱爲毒氣戰爭，以最初應用之物質，乃數種之氣體，今則固體，液體，均有使用，故毒氣之名不盡妥合，不如稱爲毒劑較爲確切。

§ 499. 毒劑之分類。

毒劑按物理性有固體·液體·氣體之分，又有持久性及不持久性之別。按其生理之效應，則可分類如下：

(a) 窒息性：侵入肺部，凝結肺中血液，致血壓增高。

(b) 催淚性：侵襲眼黏膜，使流淚不止。

(c) 噴嚏性: 刺戟鼻·喉·肺各部並發嘔吐。

(d) 中毒性: 侵襲神經中樞。

(e) 糜爛性: 傷害皮膚並侵襲肺部。

此外尚有掩蔽劑及放火劑,雖未必有毒性,為便利計亦併論之。

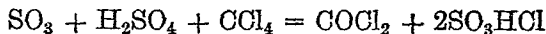
第一節 各種毒劑

§ 500. 窒息性毒劑.

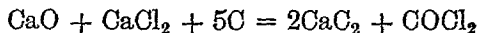
較重要者為氯,溴,光氣,前已述及。光氣在工業上有下列三種製法:

(1) 直接合成法: 以等體積之氯氣與一氧化碳混合後,藉日光或紫外線之作用,即可令成光氣。

(2) 格里拿特 (Grignard) 法: 用發煙硫酸與四氯化碳化合而成:



(3) 電爐法: 以生石灰,氯化鈣與焦煤粉置電爐內強熱而成:



尋常實驗室內則可(1)由一氧化碳通入沸熱之

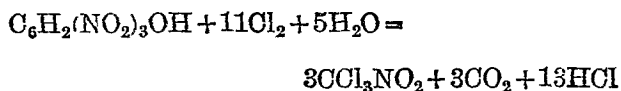
五氯化銻或氯化銀內(2)以三氯甲烷受鉻酸鉀或空氣氧化而成。

光氣爲無色氣體，蒸氣密度爲空氣之3.5倍，故易附着地面。光氣爲最重要軍用毒劑之一，其毒性約八倍於綠氣，於含量三百萬分之一之空氣中，居留三十分鐘，卽足致命。

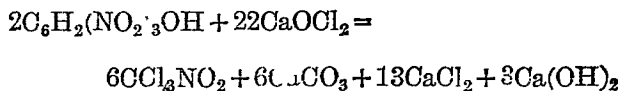
雙光氣 (diphosgene), ClCOOCCl_2 由綠氣與蟻酸甲酯作用而製成。爲無色油狀液，較光氣穩定，且能持久，並有催淚作用。致命量爲每升0.025毫克。

§ 501. 催淚性毒劑。

此種毒劑十餘種主要者爲氯化苦劑 (chloropicrin)，以漂白粉與苦味酸鈣爲原料，使於 85°C . 時起作用而製之，其主要反應爲



工業上此項反應發生之情形如下：



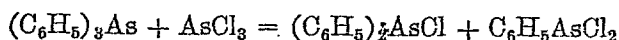
或於 30°C . 時加遊離苦味酸於漂白粉亦可。又有

利用氯氣與苦味酸於鹼性溶液中直接化合而成。氯化苦劑純粹者爲無色液體帶芳香臭。此物亦與光氣等混合而用作窒息性毒劑，兼收刺戟，催淚，嘔吐之效，故其應用範圍甚廣。氯化苦劑之蒸氣，比空氣約重5.7倍，致命量一百二十萬分之一。

§ 502. 噴嚏性毒劑.

重要者爲二苯氯胂 (diphenyl chlorarsine) $(C_6H_5)_2AsCl$ 製法有二。

(1) 美國法: 以三苯胂與三氯化砷相作用:



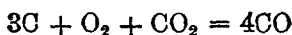
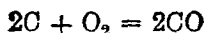
(2) 德國法: 以苯胺，亞砷酸鈉，鹽酸，二氧化硫等爲原料而製之。

此物爲無色結晶，其蒸氣比重九倍於空氣，刺戟性甚強，空氣中含量五百萬分之一即易感覺，故在攻擊上效力甚大。

§ 503. 中毒性毒劑.

重要者爲氫氰酸，其中毒對於神經，血管，血液，心臟，呼吸，排泄，均有影響。致死量爲 0.05 克。其次爲一氧

化碳在工業上以少量氧氣通入密封之焦煤中燒之即成。又有令氧與二氧化碳混合，通入焦煤中燃熱之，較為適用：

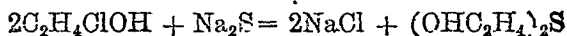


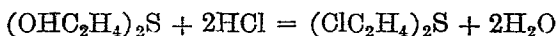
其中毒作用，由於血液中血色質與一氧化碳之化合親和力，250 倍於氧氣，生成櫻紅色固體，因以阻塞氧氣在血液中循環作用，致人於死。空氣中含量千分之一，人即不能動作，合五百分之一即失知覺，含百分之一，則數分鐘內致死。煤氣中毒，即因煤氣中含有多量之一氧化碳故也。

§ 504. 糜爛性毒劑。

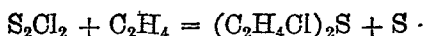
重要者為芥子氣已見前述，歐戰時使用甚廣，防禦上亦甚為複雜。製法多種，茲舉如下：

(1) 馬雅(Meyer) 法：先由漂白粉，二氧化碳，及乙炔作用生成氯乙醇，繼令氯乙醇與硫化鈉共熱得硫代雙乙醇，再通以鹽酸氣，即得。其反應方程式如次：



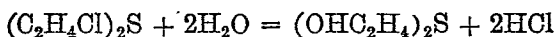


(2) 鮑柏 (Pope) 法: 以乙烯溶於一氯化硫加熱即成:

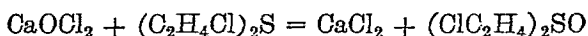


(3) 路文斯坦 (Lewinstein) 法: 原則與鮑柏法同。

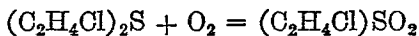
芥子氣爲無色油狀液,純粹者有水草臭,不純者具芥末臭,故名,實與芥末本體無關。在水中加熱則被分解:



與漂白粉化合,則成無毒氧化物:



故戰時常用漂白粉以解毒。與劇烈氧化劑注合,則成爲更毒之氧化物:



芥子氣之揮發率與溫度成比例,故毒性在夏季較顯。空氣中含量千五百萬分之一,居留三十分鐘即足致命。其毒性強於光氣者五倍。

又有路易毒劑 (Lewisite) $\text{CHCl} : \text{CHAsCl}_2$ 在歐戰末期發明,未及使用。由乙炔通入三氯化砷與氯化鋁之混合物中而製成。其毒性視芥子氣尤烈,空氣中含量

約二千萬分之一，居留三十分鐘，即足致命

§ 505 掩蔽劑

產生烟霧最有效之化學藥品爲黃磷，三氧化硫，氯磺酸 (chlorosulphonic acid)，四氯化錫，四氯化鈦，四氯化矽，柏格混劑 (Berger mixture)，六氯乙烷混劑 (hexachloroethane mixture)等，含鋅之化合物有時用之。

掩蔽劑中有利用敵軍輕視尋常煙幕之無毒，而特加毒性物質者，即所謂毒煙。毒煙之條件有三：(1)



圖73. 各種防毒面具

竄透力強，能侵入面具，(2)高溫不變，常保毒性。如砷化鎂，二氯化汞，氯化砷，溴化砷，二苯氯胂，二苯氰胂等皆是。

§ 506. 放火劑。

放火劑種類甚多，有含熔接劑 (thermite) 浸於油中，加少量肥皂，成爲漿狀物而使用者。又有含黃磷，浸火油中者，黃磷有放火並發煙之功用，同時可一舉兩得。

此外有用金屬鈉或鉀爲水上縱火劑，又有用濃硫酸氯酸鉀者。

第二節 防禦方法

化學戰爭之防禦法，分個人防禦及團體防禦，各有特殊之設備。

§ 507. 個人防禦。

個人防禦之主要設備，卽爲面具，今日較完備之面具，有下列各部分：

- (1)面兜 (2)眼鏡 (3)扣帶 (4)呼氣瓣
- (5)除溼器 (6)連結管 (7)吸收罐 (8)掛袋

其中以吸收罐爲最重要，所有吸收物料卽盛此罐

內，吸收罐之功用，實分二部，即吸收及濾過。除毒煙及竄透性藥劑以外，一切戰爭毒劑，均可為吸收劑所吸收，其不能吸收者，則濾過以除去之。

吸收劑大致為鹼石灰及活性碳。鹼石灰由石灰泥、蟲殼土、苛性鈉與水調成膏狀物，鋪於銅絲網底之盤內，調節冷熱，經二三日，然後乾燥，研碎，篩過，最後用噴霧器噴入高錳酸鉀溶液。石灰為吸收善於揮發而具有酸性之毒劑之要品。

活性碳製法已見前述(第二十章 § 210)。

面具之外尚有防護衣，手套，靴鞋等，用以防護腐爛性毒劑。對於糜爛性毒劑，又有用特種油膏，敷塗皮膚以事防禦者。

§ 508. 團體防禦。

團體防禦指集合之軍隊，以及聚居之民衆而言。其防禦法視個人防禦，更為複雜。普通所用之方法如下

(1) 建築掩蔽毒劑侵襲之設備，如地窖，戰壕，篷帳等。

(2) 用強力換氣法，將襲來之毒劑逐散，或引火焚

燒,以驅散毒劑。

(3) 利用化學作用撒布藥物,使與毒劑中和,或將毒劑分解。

問 題

1. 試述化學戰爭之範圍,及其在戰爭上之重要性。
2. 試舉述各類之毒劑,並分別舉例一二種。
3. 略述芥子氣之製法,性質,及其解毒反應。
4. 試回溯本書散見以前各章之化學戰爭用毒劑,略記其生成法及性質。
5. 試述氯化苦類,光氣之製法及性質。

高中化學

英漢索引

A

absolute temperature, 絕對溫度	52	alkali family elements, 鹼族元素	337
absorption, 吸收	4	alkalimetry, 鹼定量法	350
acetaldehyde, 醛	244	alkaline earth family elements, 鹼土族元素	373
acetamide, 乙酰胺	269	alkaloid, 生物鹼	303
acetanilide, 乙醯苯胺	268	alkanes, 烷屬	215
acetic acid, 醋酸	251	alkenes, 烯屬	220
acetone, 木酮	245	alkynes, 炔屬	222
acetyl chloride, 氯化乙醯	264	alkyl, 烷基	215
acetylene, 乙炔	220	allotropic substance, 同素異形物	19
acid, 酸	85	alloy, 合金	355
acid amide, 醯胺	268	alum, 明礬	401
acid chloride, 醯氯化物	264	alumina, 礬土	400
acid dyes, 酸性染料	307	aluminium, 鋁	398
acid radical, 酸根	86	aluminium chloride, 氯化鋁	401
acid salt, 酸性鹽	86	aluminium hydroxide, 氫氧化鋁	400
acidimetry, 酸定量法	350	aluminium oxide, 氧化鋁	400
acidity, 酸度	86	aluminium sulphate, 硫酸鋁	401
active carbon, 活性碳	199	amalgam, 汞劑	390
active mass, 活動量	104	amalgamation method, 混汞法	369
active nitrogen, 活性氮	23	amine, 胺	267
acyl, 酸基	264	amino acid, 氨基酸	294
addition product, 加成物	219	ammonia, 氨	141
adsorption, 吸著	328	ammonia soda process, 氨鹼法	83
afinity, 親和力	16	ammonium, 銨	143
agricultural chemistry, 農業化學	8	ammonium carbamate, 銨基甲酸銨	346
albumin, 清蛋白質	294	ammonium carbonate, 碳酸銨	345
alchemy, 鍊金術	1	ammonium chloride, 氯化銨	344
alcohol, 醇	231	ammonium chloroplatinate, 銨鉑化銨	446
alcoholate, 醇錫	233	ammonium dihydrogen phosphate, 磷酸二氫銨	345
alcosol, 醇溶體	323	ammonium hydrogen phosphate, 磷酸氫銨	345
aldehyde, 醛	242	ammonium hydrosulphide, 硫化銨(氫硫化銨)	344
aldehyde radical, 醛基	242	ammonium molybdate, 鉬酸銨	426
aldose, 醣	232	ammonium nitrate, 硝酸銨	345
Alfred Nobel, 諾貝爾	236		
aliphatic compounds, 脂肪族化合物	214		
alizarine, 茜素	229		
alkali, 鹼	85		

arsenic phosphate, 磷酸砷	345
arsenic sulphide, 砷化砷	426
arsenic sulphide, 砷化砷	344
arsenic trichloride, 三氯化砷	185
arsenious carbide, 亞砷化碳	188
arsenite compound, 亞砷性化合物	175
arsinic alcohol, 戊醇	235
arsinid, 亞砷酸	287
analysis, 分析法	37
analytical chemistry, 分析化學	7
arsenate, 無水物	37
arsenic, 砷	268
arsine, 亞砷化氫	105
anisotrope, 有方性	185
anthracene, 鈔油; 蔥	207; 229
anthracite, 無烟煤	206
anthraquinone, 蔥醌	246
antizyme, 抗酵素	320
antimony acid, 錒酸	180
antimonious acid, 亞錒酸	179
antimony, 錒	177
antimony mirror, 錒鏡	179
antimony pentoxide, 五氧化二錒	179
antimony tetroxide, 四氧化二錒	179
antimony trioxide, 三氧化二錒	179
antimonyl group, 錒基	180
applied chemistry, 應用化學	7
aqua-regis, 王水	152
aqueous solution, 水溶液	69
Arabic gum, 亞拉伯樹膠	290
argol, 酒石	257
argon, 氬	25
Armstrong and Baeyer, 阿姆 斯特朗及拜耳	227
aromatic acid, 芳香酸	249
aromatic compounds, 芳香族 化合物	226
arsenic, 砷	173
arsenic acid, 砒酸	176
arsenic mirror, 砒鏡	174
arsenic pentoxide, 五氧化二砷	175
arsenic trioxide, 三氧化二砷	175
arsenious acid, 亞砒酸	176
arsenious anhydride, 亞砒酐	175
arsine, 砒化氫	174
arsines, 砒類	271
artificial silk, 人造絲	288

asbestos, 石棉	191
assimilation, 同化作用	310
association, 重合	96
Astra, 阿斯忒	454
asymmetric carbon atom, 偏 碳原子	277
atmosphere, 大氣	27
atom, 原子	5
atomic number, 原子序	333
atomic theory, 原子說	43
atomic weight, 原子量	47
atoxyl, 亞托基亞砷酸鈉	271
atropin, 阿托品	304
auro-compounds, 金化合物	370
aure chloride, 三氯化金	370
auro-compounds, 亞金化合物	370
aurous chloride, 一氯化金	370
aurous oxide, 一氧化二金	370
avitaminosis, 活力素缺乏症	316
Avogadro's constant, 阿佛加 得羅常數	56
azo-dyes, 偶氮色素	307
azobenzene, 偶氮苯	307

B

Baeyer, 拜耳	309
bakelite, 培珀	244
barium, 鋇	380
barium chlorate, 氯酸鋇	98
barium chloride, 氯化鋇	381
barium hydroxide, 氫氧化鋇	381
barium oxide, 氧化鋇	381
barium peroxide, 過氧化鋇	381
barium sulphate, 硫酸鋇	381
Barkla, 巴刺刺	455
baryta, 重土	381
baryta water, 重土水	381
base, 鹽基	85
basic dyes, 鹽基性染料	307
basic salt, 鹽基性鹽	86
basicity, 鹽基度	85
bauxite, 鐵礬土	400
Becquerel, 柏克勒爾	449
benzene, 苯	224
benzene nucleus, 苯核	226
benzenesulphonic acid, 苯磺酸	225
benzine, 粗汽油	209
benzoic acid, 安息酸	253
Berger mixture, 柏格混劑	471
Berthelm, 柏泰因姆	271
beryl, 綠柱石	191
beryllium, 鈹	386

Berzelius, 柏羅利烏	130
Bessemer's process, 柏塞麥法...	435
Billiter, 比利塔	80
bios, 生素	318
Birkeland and Eyde, 柏克蘭愛 塔	158
bismuth, 鉍	181
bismuth nitrate, 硝酸鉍	182
bismuth pentoxide, 五氧化二 鉍	182
bismuth subnitrate, 次硝酸鉍	182
bismuth suboxide, 一氧化鉍 ...	181
bismuth trioxide, 三氧化二鉍	182
biuret, 二縮脲	297
biuret reaction, 二縮脲反應 ...	297
black gunpowder, 黑火藥	342
bleaching powder, 漂白粉	379
blue vitriol, 膽礬	364
boiling point, 沸點	71
Boisondran, 波斯賓德翰	403
Bolye's law, 波義耳定律	51
bond, 鍵	64
bond spectrum, 帶光譜	24
borax, 硼砂	396
boric acid, 硼酸	396
borneol, 龍腦	301
boron, 硼	395
boron trifluoride, 三氟化硼	397
branch chain linkage, 枝鏈結 合	274
Brand, 布藍德	161
brick, 磚	194
bromide, 溴化物	95
bromine, 溴	92
bromine water, 溴水	93
Brown, 勃朗	327
Brownian movement, 勃朗運 動	328
burette, 滴管	350
butadiene, 丁二烯	223
butane, 丁烷	214
butyl alcohol, 丁醇	235

C

cacodyl radical, 二甲胂基	271
cadmium, 鎘	389
caffeine, 咖啡鹼	304
calcium, 鈣	373
calcium carbide, 二碳化鈣	380
calcium carbonate, 碳酸鈣	376
calcium chloride, 氯化鈣	378
calcium cyanamide, 氰氨化鈣	159

calcium hydride, 氫化鈣	374
calcium hydroxide, 氫氧化鈣...	376
calcium oxide, 氧化鈣	374
calcium sulphate, 硫酸鈣	378
calcium superphosphate, 過磷 酸鈣	170
calomel, 甘汞	391
calorie, 卡	205
caloric value, 熱量值	205
calorimeter, 熱量計	205
camphor, 樟腦	300
camphoric acid, 樟腦酸	301
cane sugar or sucrose, 蔗糖	283
caoutchouc, 彈性樹膠	300
caramel, 焦糖	284
carbohydrate, 糖; 碳水化合物 ...	231
carbolic acid, 石炭酸	236
carbon, 碳	197
carbon dioxide, 二氧化碳	201
carbon disulphide, 二硫化碳	129
carbon family elements, 碳族 元素	418
carbon monoxide, 一氧化碳	200
carbon tetrachloride, 四氯化碳	218
carbonic acid, 碳酸	202
carbonic anhydride, 碳酸酐	202
carbonyl, 碳酰基	242
carbonyl chloride, 二氯化碳酰	265
carborundum, 碳化矽	192
carboxyl, 酸性碳酰基	249
carrollite, 卡耳諾石	383
carnotite, 卡諾特石	427
casein, 酪質	294
cast iron, 鑄鐵	435
Castner, 卡斯曼	79
catalytic reaction, 接觸反應 ...	16
catalyzer, 觸媒	16
cathode ray, 陰極線	449
cation, 陽離子	105
caustic potash, 苛性鉀	341
caustic soda, 苛性鈉	73
Cavendish, 卡芬狄士	25
celluloid, 賽璐珞	245
cellulose, 纖維素類	281
cement, 水泥	195
ceramics, 瓷業	192
ceria, 鈾土	403
cerite, 鈾石	403
cerium, 鈾	404
cerium group, 鈾屬	404
chain compounds, 鏈狀化合物	214
chain isomer, 鏈鎖異構物	274
chamber acid, 鉛室硫酸	126

chamber crystal, 室晶	125	combination, 化合	6
change, 變化	3	combustion, 燃燒	9
characteristic equation of gas, 氣體之性狀方式	53	combustion theory, 燃燒說	12
characteristic X-ray, 示性 X 線	455	complex ion, 錯離子	411
Charles' law, 查理定律	52	complex salt, 錯鹽	154
chemical change, 化學變化	3	component, 成分	5
chemical equation, 化學方程式	65	composition, 組成	8
chemical equivalent, 化學當量	49	compound, 化合物	5
chemical formula, 化學式	61	concentration, 濃度	70
chemical reaction, 化學反應	9	concrete, 混凝土	195
chemical warfare, 化學武器	419	condensation, 縮合	229
chemistry, 化學	1	conductivity, 導電度	107
chloral, 氯醛	245	congo group, 剛果染料類	306
chloral hydrate, 抱水氯醛	245	congo red, 剛果紅	308
chloric acid, 氯酸	98	conjugated double union, 共軛 雙鍵結合	223
chloride, 氯化物	91	conjugated protein, 結合蛋白 質	296
chlorination method, 氯化法	369	constancy of natural pheno- mena, 自然現象之恆一性	2
chlorine, 綠氣	89	constitutional formula, 結構式	64
chlorine detonating gas, 氯爆 鳴氣	92	contact process, 接觸法	127
chlorine water, 氯水	91	converter, 迴轉爐	435
chloroform, 三氯甲烷	217	copper, 銅	361
chlorophyll, 葉綠素	310	copper acetylide, 二碳化二銅	221
chloropierin, 硝基三氯甲烷; 氯 化苦刺	217; 467	copper family elements, 銅族 元素	361
chlorosulphonic acid, 氯磺酸	471	corundum, 鋼玉	400
chromic anhydride, 鉻酐	425	Coster, 科斯特	420
chromic chloride, 三氯化鉻	424	cracking, 破裂	210
chromic hydroxide, 三氧化鉻	424	creosote, 柏油精	206
chromic sulphate, 硫酸鉻	424	creosol, 甲酚	238
chromium, 鉻	423	critical pressure, 臨界壓力	54
chromium family elements, 鉻 族元素	423	critical temperature, 臨界溫度	54
chromium trioxide, 三氧化鉻	425	Crookes, 克魯克斯	449
cisform, 順型	276	cryoscopic method, 冰點法	75
citric acid, 檸檬酸	258	crystal, 結晶	185
Claus, 克勞斯	227	crystalloid, 晶質	323
cleveite, 克理甫石	26	cupellation, 灰吹法	365
clay, 黏土	194	cupric compounds, 銅化合物	362
coal, 煤	206	cupric ferrocyanide, 亞鐵氰化 銅	364
coal gas, 煤氣	207	cupric hydroxide, 二氧化銅	364
coal tar, 煤焦油	207	cupric oxide, 氧化銅	364
cobalt, 鈷	441	cupric sulphate, 硫酸銅	364
cobaltous chloride, 二氯化鈷	441	cuprous compounds, 亞銅化合 物	362
coenzyme, 助酵素	320	cuprous oxide, 一氧化二銅	363
coke, 焦炭	206	current density, 電流密度	109
collodion, 棉膠	289	cyanhydrin, 氰基乙醇	244
collodion cotton, 膠棉	289	cyanic acid, 氰酸	155
colloid, 膠質	323	cyanide method, 氰化法	369
colloid chemistry, 膠質化學	324	cyanogen gas, 氰氣	153
colloidal solution, 膠溶液	323		
colophony, 松脂	299		

cyanuric acid, 三聚氰酸 154

D

d-lactic acid, 右旋乳酸 277
 d-tartaric acid, 右旋酒石酸 279
 Dalton, 道爾頓 42
 Davy, 德斐 89
 Deacon, 第剛 91
 Debye, 得排 199
 decomposition, 分解 6
 decomposition potential, 電解勢 108
 degree of ionization, 電離度... .. 107
 dehydration, 脫水作用 128
 deliquescence, 潮解 340
 Democritus, 德謨利圖 43
 depression of freezing point, 冰點降下 74
 depression of vapor pressure, 蒸氣壓之減少 73
 derivative, 衍生物 214
 detonating gas, 爆鳴氣 34
 detonating gold, 爆鳴金 371
 dextrine, 糊精 286
 dextro-rotatory substance, 右旋 (d) 光物 277
 dialyser, 透析器 323
 dialysis, 透析 323
 diamond, 金剛石 197
 diastase, 化糖素 284
 diazo compounds, 重氮化合物... .. 270
 diazotise, 重氮化 270
 digallic acid, 二沒食子酸 259
 digestion, 消化 319
 dilution, 稀度 70
 diolefines, 二烯屬 222
 diphenyl chlorarsine, 二苯氯砷 468
 diphsogene, 雙光器 467
 disaccharide, 二糖類 281
 disintegration, 歧變 451
 disintegration theory, 歧變說 451
 disperse medium, 分散媒 325
 disperse phase, 分散相 325
 dispersoid, 分散系 325
 displacement law, 偏位律 453
 dissociation, 離解 108
 dissociation pressure, 離解壓 375
 distillation, 蒸溜 35
 double bond, 雙鍵 219
 double decomposition, 複分解 7
 double salt, 重鹽 411

dry distillation, 乾溜 205
 Dulong, 度隆 186
 Dulong and Petit's law, 度隆柏蒂定律 186
 dyes, 染料 306
 dysprosium, 鐳 404

E

earth family elements, 土族元素 395
 ebonite, 硬膠 300
 ebullioscopic method, 沸點法 75
 efflorescence, 風化 340
 Ehrlich, 哀爾力喜 271
 electroanalysis, 電析 109
 electrolyte, 電解質 105
 electrolytic dissociation, 電離 105
 electrolytic solutiontension, 電離溶壓 363
 electromotive series, 電動力次序 363
 electron, 電子 5
 element, 元素 5
 emery, 金剛砂 400
 empirical formula, 實驗式 63
 emulsion, 乳濁液 326
 emulsoid, 乳濁質 326
 enamel, 琺瑯 193
 enantiotropy, 互變態 162
 endothermic reaction, 吸熱反應 133
 enzyme, 酵素 319
 eosin, 洋紅 309
 Epicurus, 伊壁鳩魯 43
 equilibrium, 平衡 103
 erbium, 鉀 404
 erbium group, 鉀屬 404
 Erlenmeyer's flask, 三角燒瓶 10
 essential oil, 精油 299
 ester, 酯 234
 ethanal, 乙醛 244
 ethane, 乙烷 213
 ethane carboxylic acid, 乙酸... .. 251
 ether, 醚 240
 ethyl, 乙烷基 215
 ethyl acetate, 乙酸乙酯 260
 ethyl alcohol, 乙醇 232
 ethyl borate, 硼酸乙酯 396
 ethyl ether, 乙醚 240
 ethyl hydrogen sulphate, 硫酸乙酯 234
 ethyl iodide, 碘乙烷... .. 216

ethyl mercaptane, 乙硫醇 ...	236	Gahn, 剛	161
ethyl nitrate, 硝酸乙酯 ...	234	gallic acid, 沒食子酸 ...	239; 259
ethyl sulphide, 乙硫醚 ...	241	gallium, 銻	402
ethylene, 乙烯	219	garnet, 石榴石	191
europium, 鎔	404	gas liquor, 煤氣液	207
eutectic point, 共融點	415	gaseous hydrogen phosphide, 氣態磷化氫	165
exothermic reaction, 發熱反應 ...	133	gasoline, 汽油	209
explosive antimony, 爆性銻 ...	178	Gay-Lussac, 給呂薩克	43
F		Gay-Lussac tower, 給呂薩克塔	126
fat, 脂肪	262	gel, 膠凝體	323
fatty acid, 脂肪酸	249	gelatin, 動物膠	296
ferric chloride, 三氯化鐵 ...	439	geocoronium, 地球光輪素 ...	28
ferric compounds, 鐵化合物 ...	434	geometrical isomer, 幾何異構物	276
ferric hydroxide, 三氧化鐵 ...	439	Georg E. Stahl, 斯坦爾	9
ferric oxide, 三氧化二鐵 ...	439	germanium, 鏷	418
ferrosilicon, 矽鐵劑	189	glacial acetic acid, 冰醋酸 ...	251
ferrous compounds, 亞鐵化合物 ...	434	glacial phosphoric acid, 冰磷酸	171
ferrous sulphate, 硫酸亞鐵 ...	438	glass, 玻璃	192
fibrin gen, 纖維母	294	Glauber's salt, 芒硝	81
fire brick, 耐火磚	194	glaze, 釉藥	194
fire-damp, 坑氣	212	globin, 血球素	295
flame, 焰	11	globulin, 血球質	294
flask, 量瓶	350	Glover tower, 格拉味塔	125
flower of sulphur, 硫華	113	glutamic acid, 麩酸	295
fluoride, 氟化物	96	gluten, 麩質	295
fluorine, 氟	94	glycerin, 甘油	235
formaldehyde, 蟻醛	243	glycogen, 肝糖	287
formalin, 蟻醛液	243	gold, 金	368
formic acid, 蟻酸	250	Goldschmidt, 哥德斯密特 ...	399
fractional distillation, 分溜 ...	4	good air, 良空氣	12
Francis Bacon, 培根	2	Graf Amades Avogadro, 阿佛加特羅	45
Frasch, 弗拉許	113	gram calorie, 克卡	133
freezing point, 冰點	70	gram equivalent, 一克當量 ...	49
friction matches, 摩擦火柴 ...	164	gram molecule, 一克分子 ...	47
fruit essence, 果香油	261	grape sugar or glucose, 葡萄糖	282
fruit sugar or fructose, 果糖 ...	282	graphite, 石墨	198
fuchsin, 洋紅	307	graphitic acid, 石墨酸	198
fuel value, 燃燒值	314	gray tin, 灰錫	407
fulminating mercury, 雷汞	155	green vitriol, 綠礬	439
fulminic acid, 雷酸	155	Griesheim, 格賴亥謨	79
fuming nitric acid, 發烟硝酸 ...	153	Grignard, 格里拿特	466
fuming sulphuric acid, 發烟硫酸	129	Grignard reagent, 格里拿特試劑	216
fusel oil, 雜醇油	235	gum, 樹膠	290
fusible metals, 易熔合金	181	gun-cotton, 火棉	289
G		Gutzeit, 谷察忒	174
gadoline, 加哥林石	403	gypsum, 石膏	378
gadolinium, 鐳	404		

H

Haber, 哈伯	156
hafnium, 鈦	420
half period, 半衰期	452
Hall, 賀爾	398
halogen, 鹵素	89
hard oil, 硬化油	263
hard water, 硬水	376
hardness, 硬度	358
heat of combustion, 燃燒熱	135
heat of decomposition, 分解熱	135
heat of dilution, 稀釋熱	136
heat of dissolution, 溶解熱	136
heat of formation, 生成熱	135
heat of ionization, 電離熱	136
heat of neutralization, 中和熱	136
heavy oil, 重油	207
hexachloroethane mixture, 六 氯乙烷混劑	471
hexadecane, 十六烷	215
helium, 氦	26
helium family elements, 氦族 元素	23
hematin, 血紅素	295
hemoglobin, 血色素	200
Henry's law, 亨利定律	17
Hermann, 赫爾曼	309
Heroult, 西洛	398
Hess' law, 赫斯定律	136
heterogeneous system, 不均系	101
Hevesy, 赫維賽	420
high speed steel, 高速鋼	437
holmium, 釹	404
homogeneous state, 均態	3
homologue, 同系物	214
hyacinth, 風信子石	191
hydrate, 水合物	37
hydroiodic acid, 氫碘酸	96
hydrobromic acid, 氫溴酸	95
hydrocarbon, 碳氫氣	211
hydrocellulose, 水化纖維素	288
hydrochloric acid, 鹽酸	84
hydrochloroauric acid, 氫氯金 酸	370
hydrochloroplatinic acid, 氫氯 鉑酸	373
hydrocyanic acid, 氫氰酸	154
hydrofluoric acid, 氫氟酸	96
hydrogen, 氫氣	31
hydrogen antimonide, 銻化氫	178
hydrogen arsenide, 砷化氫	174
hydrogen bromide, 溴化氫	95

hydrogen chloride, 氯化氫	84
hydrogen cyanide, 氰化氫	454
hydrogen fluoride, 氟化氫	96
hydrogen iodide, 碘化氫	95
hydrogen peroxide, 過氧化氫	38
hydrogen selenide, 碲化氫	130
hydrogen sulphide, 硫化氫	116
hydrogenite, 輕氣發生劑	190
hydrolysis, 加水分解	111
hydroquinone, 1, 4 苯二酚	238
hydrosol, 水溶體	323
hydroxycarboxylic acid, 羧酸	255
hypochlorous acid, 次氯酸	97
hyponitrous acid, 次硝酸	149
hypophosphoric acid, 低磷酸	168
hypophosphorous acid, 次磷酸	168
hypothesis, 假說	2

I

i-lactic acid, 不旋乳酸	277
identification, 證同	8
ignition point, 發火點	10
impure, 不純	3
inactive elements, 不活性元素	23
indicator, 指示藥	350
indigo blue, 藍靛	309
indigo white, 白藍	310
indium, 銦	43
induced reaction, 誘導反應	124
industrial chemistry, 工業化學	8
inflammable air, 可燃空氣	31
inorganic chemistry, 無機化學	7
intramolecular change, 分子內 變化	297
inversion, 轉化	283
invert sugar, 轉化糖	283
iodic acid, 碘酸	98
iodic pentoxide, 五氧化二碘	98
iodide, 碘化物	95
iodine, 碘	98
iodoform, 三碘甲烷	218
iodometry, 碘定量法	352
ion, 離子	105
ionic equilibrium, 電離平衡	106
ionium, 鏷	452
ionization theory, 離子說	105
iron, 鐵	433
iron family elements, 鐵族元 素	433
isobutane, 類丁烷	274
isomer, 異構物	228
isomorphism, 同形	186

isotope, 同位素 453
isotrope, 等方性 185

J

J. Gadolin, 加得林 403
Jena glass, 耶拿玻璃 193

K

kaolin, 陶土 191
Kasimir Pajans, 法揚斯 453
Kekulé, 刻庫勒 226
kerosene, 燈用石油 209
ketone, 酮 242
ketose, 酮醣 283
kinetic theory of gas molecule, 氣體分子運動說 55
Kipp's apparatus, 啓普裝置 116
Klaproth, 克拉普洛特 403
Kunkel, 昆刻爾 161
krypton, 氙 28

L

l-lactic acid, 左旋乳酸 277
l-tartaric acid, 左旋酒石酸 279
lactic acid, 乳酸 255
lactose, 乳糖 284
Ladenburg, 雷登堡 227
lake, 沈澱色素 309
lamp oil, 燈油 203
laughing gas, 笑氣 146
Lavoisier, 拉瓦節 12
law of active mass, 活動量定律 104
law of conservation of mass, 質量常住定律 10
law of constant proportion, 定比定律 41
law of gas reaction, 氣體反應定律 43
law of isomorphism, 同形定律 186
law of mass action, 質量作用定律 104
law of multiple proportion, 倍比定律 42
law of partial pressure, 分壓定律 54
law of reciprocal proportion, 互比定律 42
Le Chatelier, 勒沙特利爾 133
Le Chatelier's rule, 勒沙特爾定則 139

lead, 鉛 413
lead acetate, 醋酸鉛 417
lead-chamber process, 鉛室法 124
lead dioxide, 二氧化鉛 416
lead oxide, 一氧化鉛 416
lead peroxide, 過氧化鉛 417
lead sesquioxide, 三氧化二鉛 416
lead suboxide, 一氧化二鉛 416
lead tree, 鉛樹 415
lead white, 鉛白 417
Leblanc, 路布蘭 81
legumin, 莖質 295
levo-rotatory substance, 左旋 (l) 光物 277
Lewenstein, 路文斯坦 470
Lewisite, 路易 470
light oil, 輕油 207
lime water, 石灰水 376
Linde, 林德 13
line spectrum, 線光譜 24
linoleic acid, 乾性油酸 252
linolein, 乾性油脂 262
lipase, 解脂素 319
liquid air, 液態空氣 13
liquid carbonic acid, 液態碳酸 202
liquid chlorine, 液氯 91
liquid hydrogen phosphide, 液態磷化氫 165
litharge, 密陀僧 416
lithium, 鋰 337
lithium carbonate, 碳酸鋰 337
lithium chloride, 氯化鋰 338
lithium hydroxide, 氫氧化鋰 337
litmus, 石蕊 80
Lord Rayleigh, 累力囑 25
Lothar Meyer, 羅塔邁爾 332
Louisians, 路易西那 113
lubricating oil, 機械的; 減摩油 209; 263
lutecium, 鐳 404

M

M. and Mme. Curie, 居禮夫婦 449
magnesia mixture, 苦土混液 170
magnesium, 鎂 383
magnesium ammonium phosphate, 磷酸鎂銨 386
magnesium carbonate, 碳酸鎂 385
magnesium chloride, 氯化鎂 385
magnesium ethyl iodide, 碘化乙鎂 216

- magnesium family elements, 鎂族元素 ... 383
 magnesium hydroxide, 氫氧化鎂 ... 384
 magnesium nitride, 氮化鎂 ... 384
 magnesium oxide, 氧化鎂 ... 384
 magnesium sulphate, 硫酸鎂 ... 385
 magnetic analysis, 磁分析 ... 438
 malic acid, 蘋果酸 ... 256
 maltose, 麥芽糖 ... 284
 manganese, 錳 ... 429
 manganese dioxide, 二氧化錳 ... 430
 Marsch, 馬許 ... 174
 marsh gas, 沼氣 ... 212
 massicot, 金密陀 ... 416
 masurium, 錳 ... 429
 medical chemistry, 醫化學 ... 8
 mellitic acid, 苯六甲酸 ... 198
 Mendelejeff, 門得雷業夫 ... 332
 menthol, 薄荷腦 ... 302
 menthone, 薄荷酮 ... 302
 mercaptan, 硫醇 ... 236
 mercuric chloride, 二氯化汞 ... 392
 mercuric compounds, 汞化合物 ... 390
 mercuric iodide, 二碘化汞 ... 392
 mercuric oxide, 一氧化汞 ... 391
 mercuric sulphide, 一硫化汞 ... 392
 mercurous chloride, 二氯化二汞 ... 391
 mercurous compounds, 亞汞化合物 ... 390
 mercurous nitrate, 硝酸亞汞 ... 391
 mercury, 汞 ... 390
 mercury process, 水銀法 ... 80
 meso-form, 消旋光物 ... 279
 meso-tartaric acid, 消旋酒石酸 ... 279
 meta-, 間位 ... 228
 meta-antimonious acid, 偏亞錒酸 ... 179
 metaboric acid, 一縮硼酸 ... 396
 metallic element, 金屬元素 ... 231
 metallography, 金相學 ... 355
 metaphosphoric acid, 二縮原磷酸或偏磷酸 ... 168
 metaphosphoric acid, 偏磷酸 ... 171
 metaposphorous acid, 一縮亞磷酸或偏亞磷酸 ... 168
 metarsenic acid, 偏砷酸 ... 176
 methane, 甲烷 ... 211
 methane carboxylic acid, 甲酸 ... 250
 methyl, 甲基 ... 215
 methyl alcohol, 甲醇 ... 232
 methyl borate, 硼酸甲酯 ... 396
 methyl ethyl ether, 甲乙醚 ... 275
 methyl iodide, 碘甲烷 ... 216
 methyl orange, 甲基橙 ... 351
 methyl propane, 甲基丙烷 ... 274
 Meyer, 馬雅 ... 469
 mica, 雲母 ... 191
 middle oil, 中油 ... 207
 milk of lime, 石灰乳 ... 376
 Mitscherlich, 彌折爾力喜 ... 164
 mixed crystal, 混晶 ... 187
 mixture, 混合物 ... 3
 mobil equilibrium, 可動平衡 ... 137
 Mohr's salt, 莫兒鹽 ... 439
 Moissan, 謨瓦散 ... 94
 mol, 摩爾 ... 47
 molar, 單位濃度 ... 70
 molasses, 糖汁 ... 284
 molecule, 分子 ... 5
 molecular depression of freezing point, 分子冰點降下 ... 75
 molecular elevation of boiling point, 分子沸點上昇 ... 75
 molecular formulae, 分子式 ... 61
 molecular gas constant, 分子氣體常數 ... 53
 molecular weight, 分子量 ... 46
 molybdenum, 鉬 ... 426
 molybdenum trioxide, 三氧化鉬 ... 426
 monazite, 單晶鑽 ... 40₄
 Mond gas, 夢德煤氣 ... 20₃
 monosaccharide, 單糖類 ... 28₁
 monotropy, 單態 ... 16₂
 mordant, 媒染劑 ... 30₇
 mordant dyes, 媒染染料 ... 30₇
 morphine, 嗎粟輪 ... 30₇
 mustard gas, 芥子氣 ... 21₅
 9
- N
- naphtha, 揮發油 ... 209
 naphthalene, 萘 ... 228
 naphthaquinone, 萘醌 ... 246
 naphthol, 萘酚 ... 239
 naphthol monosulphonic acid, 萘磺酸 ... 239
 nascent state, 初生態 ... 20
 native copper, 自然銅 ... 361
 natural water, 天然水 ... 35
 negative catalyzer, 負觸媒 ... 16
 negative element, 陰性元素 ... 231
 neo-dymium, 釷 ... 404
 neon, 氖 ... 26
 neon lamp, 氖燈 ... 27

Nernst, 涅隆斯特	114
Nessler's reagent, 涅塞爾試藥	392
Neumann and Kopp's law, 牛曼哥布定律	187
neutralization process, 中和法	350
nickel, 鎳	442
nikel carbonyl, 四碳鎳	442
nickelous sulphate, 硫酸亞鎳	442
nickelous sulphide, 一硫化鎳	442
Nicol's prism, 偏光柱	276
nicotine, 菸鹼	304
nitride, 氮化物	22
nitric acid, 硝酸	149
nitric oxide, 一氧化氮	145
nitro, 硝基	152
nitro-benzene, 硝基苯	153
nitro compounds, 硝基化合物	152
nitrocellulose, 硝酸纖維素	288
nitrogen, 淡氣	13
nitrogen family elements, 氮族元素	182
nitroglycerin, 硝化甘油	235
nitrohydroxylaminic acid, 硝基羧酸	149
nitrogen dioxide, 二氧化氮	145; 148
nitrogen pentoxide, 五氧化二氮	149
nitrogen tetroxide, 四氧化二氮	145
nitrogen trioxide, 三氧化二氮	145
nitrolime, 氮石灰	159
nitrosyl sulphuric acid, 亞硝基硫酸	125
nitrous acid, 亞硝酸	149
nitrous anhydride, 亞硝酸酐	148
nitrous oxide, 一氧化二氮	145
Nodick, 諾達克	429
non-electrolyte, 非電解質	106
non-metallic element, 非金屬元素	231
normal butane, 正丁烷	274
normal chain linkage, 正鏈結合	274
normal salt, 正鹽	86
normal solution, 1規定液	349
nutriment, 氮養素	313

O

oil, 油	262
olefiant gas, 成油氣	219
olefins, 成油屬	220
oleic acid, 油酸	249
olein, 油脂	262

open hearth furnace, 平爐	436
open hearth process, 平爐法	436
opium, 鴉片	305
optical isomer, 旋光異構物	277
optically active substance, 旋光物	277
optically inactive substance, 不旋光物	277
organic acid, 有機酸	249
organic chemistry, 有機化學	7
ortho-, 鄰位	228
ortho-phthalic acid, 鄰苯二甲酸	254
orthoclase, 正長石	191
orthophosphoric acid, 磷酸或正磷酸	168
one period, 一週期	334
osmosis, 滲透	72
osmotic pressure, 滲透壓	72
oxalic acid, 草酸	252
oxidation, 氧化	16
oxidation process, 氧化法	351
oxide, 氧化物	16
oxidizing agent, 氧化劑	17
oxy-acetylene flame, 氧炔焰	221
oxygen, 養氣	13
oxygen family elements, 氧族元素	131
oxyhydrogen flame, 氫氧焰	34
ozone, 臭氣	18

P

Pakes' method, 帕克法	336
palmitic acid, 棕櫚酸	252
palmitin, 棕櫚脂	262
palladium, 鈷	445
paper, 紙	290
para-, 對位	228
paraffin, 石蠟	209
paraffins, 石蠟屬	215
perchment paper, 羊皮紙	287
partial pressure, 成分分壓	54
particle, 粒子	5
passive state, 不動態	423
Pattinson's method, 帕替孫法	365
peat, 泥炭	206
pentane, 戊烷	214
pepsin, 胃液素	319
perchloric acid, 過氯酸	98
periodic acid, 過碘酸	99
periodic law, 週期律	332
periodic table, 週期表	333

- permanent hard water, 永久
 硬水 377
 Petit, 柏蒂 186
 petroleum, 石油 209
 petroleum ether, 石油醚 209
 Pfeffer, 斐費爾 72
 pharmaco chemistry, 藥化學 8
 phase, 相 101
 phenanthrene, 菲 229
 phenol, 苯醇; 酚 231; 237
 phenolate, 酚鹽 237
 phenolphthalein, 酚酞試藥 351
 phenyl diazonium chloride, 氯
 化重氮苯 269
 philosopher's stone, 哲人之石 1
 phlogiston, 燃素 9
 phlogiston theory, 燃素說 9
 phosgene, 光氣 265
 phosphine, 磷化氫 165
 phosphines, 磷類 271
 phosphonic acid, 膦酸 271
 phosphoprotein, 磷蛋白質 295
 phosphoric acid, 磷酸 169
 phosphoric anhydride, 磷酐 167
 phosphorous acid, 亞磷酸 168
 phosphonium compounds, 磷
 化合物 166
 phosphorus, 磷 161
 phosphorus oxychloride, 氧氯
 化磷 167
 phosphorus pentoxide, 五氧化
 二磷 167
 phosphorus pentachloride, 五
 氯化磷 166
 phosphorus trichloride, 三氯
 化磷 166
 phosphoryl chloride, 三氯化磷
 酐 167
 photochemical equilibrium, 光
 化學平衡 122
 physical change, 物理學變化 3
 physiological chemistry, 生理
 化學 316
 picric acid, 苦味酸 237
 pig iron, 銹鐵 434
 pigment, 顏料 306
 pinen, 松精 299
 pink salt, 粉紅鹽 412
 pipette, 移液管 350
 pitch, 瀝青 207
 planetary electron, 遊電子 458
 plaster of Paris, 燒石膏 378
 platinum, 鉑 446
 platinum black, 白金黑 16
 platinum family elements, 鉑
 族元素 445
 platinum sponge, 白金海綿 446
 Plücker, 普呂刻 24
 poison of catalyst, 觸媒之毒 127
 polarized light, 偏光 276
 polymer, 聚合物 155
 polymerization, 聚合 155
 polymorphism, 多形 186
 polysaccharide, 多醣類 281
 polysilicic acid, 多矽酸 191
 polysulphide, 多硫化物 344
 Pope, 鮑柏 470
 positive catalyzer, 正觸媒 16
 positive elements, 陽性元素 231
 pot. hydrogen tartrate, 酒石酸
 鉀 257
 potash glass, 鉀玻璃 193
 potassium, 鉀 340
 potassium argenticyanide, 銀
 氰化鉀 367
 potassium aurocyanide, 亞金
 氰化鉀 370
 potassium bromide, 溴化鉀 341
 potassium carbonate, 碳酸鉀 341
 potassium chlorate, 氯酸鉀 14; 342
 potassium chloride, 氯化鉀 341
 potassium chloroplatinate, 氯
 鉑化鉀 343
 potassium chromate, 鉻酸鉀 425
 potassium cobaltinitrite, 鈷亞
 硝酸鉀 442
 potassium cyanide, 氰化鉀 343
 potassium dichromate, 重鉻酸
 鉀 425
 potassium dihydrogen anti-
 moniate, 銻酸二氫鉀 180
 potassium dihydrogen pyroan-
 timoniate, 焦銻酸二氫二鉀 180
 potassium fluosilicate, 矽氟化鉀 189
 potassium iodide, 碘化鉀 342
 potassium manganate, 銹酸鉀 430
 potassium meta-antimoniate,
 偏銻酸鉀 180
 potassium nitrate, 硝酸鉀 342
 potassium perchlorate, 氯酸鉀 98
 potassium permanganate, 高
 錳酸鉀 430
 potassium pyroantimoniate,
 焦銻酸鉀 180
 potassium pyroantimonate, 焦
 性銻酸鉀 340

potassium sodium tartrate, 酒石酸鈉鉀	257
potassium triiodide, 三碘化鉀	93
pottery, 陶瓷器	194
praseodymium, 鐳	404
precipitation process, 沈澱法	352
Priestley, 普里斯特利	12
primary acid amide, 第一醯胺	268
primary alcohol, 第一醇	231
primary amine, 第一胺	267
primary products, 電解之初產物	108
primary substitution, 第一取代物	215
prism, 稜鏡	24
producer gas, 發生爐煤氣	208
propadiene, 丙二烯	222
propane, 丙烷	214
propanetriol, 丙三醇	235
propanone, 丙酮	245
propionic acid, 亞油酸	249
propyl alcohol, 丙醇	235
protective colloid, 保護膠質	325
protein, 蛋白質	293
proton, 質子; 陽電子	5; 460
Proust, 普魯斯特	41
Prussian blue, 普魯士藍	440
ptyalin, 唾液素	319
pulp, 紙粕	81
pumice stone, 浮石	91
pure, 純粹	3
pure chemistry, 純正化學	7
purple of cassius, 紫金	371
purification, 精製	4
pyroargenic acid, 焦砷酸	176
pyrogallol, 焦性沒食子酸	239
pyrographitic acid, 焦性石墨酸	198
pyroligneous acid, 木醋酸	232
pyrophosphoric acid, 三縮二原磷酸或焦磷酸	168

Q

quartz glass, 石英玻璃	190
quaternary ammonium base, 第四級鹽基	267
quick lime, 生石灰	374
quinine, 金雞納霜	304
quinone, 苯二醌 [1, 4]; 醌	238; 242

R

racemic acid, 混旋酸	280
racemic form, 混旋光物	277

radical, 基	215
radioactive equilibrium, 放射平衡	453
radioactive element, 放射性元素	450
radioactivity, 放射性	449
radium, 鐳	449
radium emanation, 鐳射氣	451
radon, 氡	451
Ramsay, 拉姆則	25
rare earth metal, 稀土金屬	404
rare gases, 稀有氣體	23
Raschig, 刺斯契希	125
rational formula, 示性式	65
reaction, 反應	3
reaction velocity, 反應速度	103
recrystallization, 再結晶	4
red lead, 四氧化三鉛; 鉛丹	416
red prussiate of potash, 赤血鹽	440
reducing agent, 還元劑	35
reduction, 還元	35
retort, 甌	12
reversible reaction, 可逆反應	115
rhenum, 銻	429
rhombic tin, 斜方錫	408
ring compounds, 環狀化合物	226
Robert Boyle, 波義耳	2
Rochelle salt, 洛薩爾鹽	257
rock salt, 岩鹽	77
Rontgen ray, 倫琴線	449
ruby, 紅玉	400
Rutherford, 刺得福特	451

S

safety explosive, 安全炸藥	345
safety matches, 安全火柴	164
sal ammoniac, 硫砂	344
sal microcosmicum, 小天地鹽	345
salicylic acid, 水楊酸	258
salt, 鹽	85
salt dyes, 鹽類染料	308
salt of hartshorn, 鹿角鹽	345
salt peter, 硝石	342
salvarsan, 六零六	271
samarium, 鈔	404
same group element, 同屬元素	333
same series element, 同列元素	334
sample, 試料	56
saponification, 皂化	260
sapphire, 青玉	400
sarcosolactic acid, 肉乳酸	269

saturated compounds, 飽和化 合物	214
saturated solution, 飽和溶液 ...	69
saturated vapor pressure, 飽和 蒸氣壓	71
scandium, 鎢	404
Scheele, 社勒	89
Schönbein, 申拜因	18
Schönherr, 申海爾	158
Schweizer's reagent, 士外策爾 試藥	363
secondary acid amide, 第二醯 胺	268
secondary alcohol, 第二醇 ...	231
secondary amine, 第二胺 ...	267
secondary products, 電解之繼 產物	108
secondary substitution, 第二取 代物	215
selenic acid, 硒酸	130
selenious acid, 亞硒酸	130
selenium, 硒	130
selenium dioxide, 二氧化硒 ...	130
semipermeable membrane, 半 透膜	72
serpentine, 蛇紋石	191
side chain, 側鏈	215
Siemens and Marth's process, 西門子, 馬丁法	436
silicic acid, 矽酸	191
silicic anhydride or silica, 矽 酐	190
silicon, 矽	189
silicon dioxide, 二氧化矽 ...	190
silkette, 絲光紗	288
silver, 銀	365
silver acetylide, 二碳化二銀 ...	221
silver arsenite, 亞砷酸銀	176
silver bromide, 溴化銀	366
silver chloride, 氯化銀	366
silver cyanide, 氰化銀	367
silver iodide, 碘化銀	366
silver mirror, 銀鏡	244
silver nitrate, 硝酸銀	367
silver peroxide, 過氧化銀	19
simple protein, 單蛋白質	296
simple substance, 單質	5
slaked lime, 消石灰	376
smokescreen, 煙幕	419
specific gas constant, 比氣體常 數	53
spectral analysis, 光譜分析 ...	24
spectrograph, 分光照相機 ...	25

spectrometer, 分光計	24
spectroscope, 分光鏡	24
spirit of wine, 酒精	232
soap, 肥皂	263
soda, 蘇打	83
soda glass, 鈉玻璃	192
soda lime, 蘇打石灰	15
Soddy, 索底	451
sodium, 鈉	338
sodium carbonate, 碳酸鈉 ...	82
sodium chloride, 氯化鈉	77
sodium cobaltinitrite, 鈷亞硝 酸鈉	343
sodium cyanide, 氰化鈉	338
sodium ethyl alcoholate, 乙醇 鈉	233
sodium hydroxide, 氫氧化鈉 ...	78
sodium metaphosphate, 偏磷 酸鈉	345
sodium peroxide, 過氧化鈉 ...	339
sodium sulphate, 硫酸鈉	340
sodium thiosulphate, 硫代硫酸 鈉	339
soft water, 軟水	377
sol, 膠溶體	323
solid hydrogen phosphide, 固 態磷化氫	165
solid solution, 固溶體	188
solidifying point, 凝點	70
solubility, 溶解度	17; 69
solubility product, 溶度積 ...	119
solute, 溶質	69
solution, 溶液; 溶體	69
Solvay, 索爾未	82
solvent, 溶媒	69
standard condition, 標準狀況 ..	54
stannic chloride, 四氯化錫	411
stannic compounds, 錫化合物 ..	411
stannic oxide, 二氧化錫	412
stannous chloride, 二氯化錫 ...	409
stannous compounds, 亞錫化 合物	409
starch, 澱粉類	281
Stassfurt, 斯塔斯佛特	341
stearic acid, 脂蠟酸	252
stearin, 脂蠟脂	262
steel, 鋼	435
stereo-chemistry, 立體化學 ...	277
stereo isomer, 立體異構物 ...	273
steric isomer, 位置異構物 ...	275
stibine, 錒氫	178
stibnite, 輝錒礦	177
stick of sulphur, 硫棒	113

stratosphere, 恆溫層	27	terpentine oil, 松脂油	299
Stromeyer, 斯特洛邁爾	389	tertiary acid amid, 第三酰胺 ...	268
strontium, 鐳	380	tertiary alcohol, 第三醇	231
structural isomer, 結構異構物 ...	273	tertiary amine, 第三胺	267
strychnine, 番木鱉鹼	305	tertiary substitution, 第三取代物	215
sublimate, 昇華	392	tetraboric acid, 五縮四硼酸 ...	398
sublimation, 昇華	4	tetramethyl ammonium hydroxide, 氫氧化四甲銨 ...	143
substance, 物質	3	theine, 茶鹼	304
substantive dyes, 直接染料	306	theoretical chemistry, 理論化學	7
substitution, 取代	6	theory, 學說	3
substitution product, 取代物 ...	213	theory of residual affinity, 殘價說	223
substract, 基質	318	thermite, 熔接劑	399
succinic acid, 琥珀酸	253	thermochemical equation, 熱化學方程式	134
succinic anhydride, 琥珀酐	253	thermochemical equilibrium, 熱化學平衡	122
sugar, 糖類	231	thermochemistry, 熱化學	133
sugar candy, 冰糖	234	thermodissociation, 離解	103
sugar of lead, 鉛糖	418	Thiele, 退勒	223; 227
sulphate, 硫酸鹽	113	thio-ether, 硫醚	241
sulphide, 硫化物	113	Thomas-Gilchrist, 湯麥斯-季爾克立斯	436
sulphide dyes, 硫化染料	307	Thomsen, 湯遜	463
sulphonol, 丙酮縮二乙醚	236	thorium, 鈾	420
sulphonation, 磺酸化	255	thorium hydroxide, 四氫氧化鈾	420
sulphonic radical, 磺酸基	124	thorium nitrate, 硝酸鈾	420
sulphur, 硫黃	113	thorium oxide, 二氧化鈾	420
sulphur dioxide, 二氧化硫	119	thulium, 鈿	404
sulphur heptoxide, 七氧化二硫	119	tin, 錫	407
sulphur sesquioxide, 三氧化二硫	119	tin butter, 錫脂	411
sulphur trioxide, 三氧化硫	119	tin pest, 錫疫	407
sulphurous acid, 亞硫酸	124	tin plate, 馬口鐵	409
sulphurous anhydride, 亞硫酸酐	120	tincture of camphor, 樟腦酊 ...	301
surface energy, 表面能	323	tincture of iodine, 碘酊	94
suspension, 懸濁液	325	tinstone, 錫石	412
suspensoid, 懸濁質	326	titanic chloride, 四氯化鈦	419
Svante Arrhenius, 亞累尼亞斯	105	titanium, 鈦	419
synthesis, 合成法	37	titanium dioxide, 二氧化鈦	419
system, 物系	102	titanium family elements, 鈦族元素	418
T		toluene, 甲苯	227
Take, 塔克	429	Townsend, 坦增德	79
talc, 滑石	191	transform, 反型	276
tannic acid, 鞣酸	259	trichloraldehyde, 三氯乙醛 ...	245
tannin, 鞣質	259	trinitro-m-cresol, 三硝基甲酚 ...	238
tanthanum, 鐳	404	2, 4, 6-trinitrophenol, 2, 4, 6-三硝基酚	237
tartar emetic, 吐酒石	257	trinitro-toluene, 三硝基甲苯 ...	227
tartaric acid, 酒石酸	256	triphenylmethane, 三苯甲烷 ...	309
tellurium, 碲	130		
temporary hard water, 暫時硬水	377		
terbium, 鈿	404		
terbium group, 鈿屬	404		
terpen, 萜烯類	299		

triphenyl-methane dyes, 三苯 甲燒色素	309
triple bond, 三鍵	222
tripoli, 砂藻土	236
troposphere, 變溫層	27
trypsin, 胰液素	319
tungsten, 鎢	427
tungstic acid, 鎢酸	427
Turnbull's blue, 滕氏藍	441
Tyndall phenomena, 丁鐸爾現 象	326

U

ultrafiltration, 限外過濾法 ...	326
ultramarine, 翠青	402
ultramicroscope, 度外顯微鏡 ...	327
unsaturated compounds, 不飽 和化合物	220
uranium, 鈾	427
uranium trioxide, 三氧化鈾 ...	427
urea, 尿素	236
urease, 脲酵素	297
uric acid, 尿酸	298

V

vacuum flask, 真空瓶	14
valence electron, 價電子	460
valency, 原子價	48
Van Marum, 凡馬龍	18
vapor, 蒸氣	71
vapor pressure, 蒸氣壓	71
vaselin, 鑛脂	209
vat dyes, 藍染料	307
Victor Meyer, 微克忒邁爾	56
vitamin, 活力素	316
vitamin A, 甲種活力素	316
vitamin B, 乙種活力素	316
vitamin C, 丙種活力素	317
vitamin D, 丁種活力素	317
vitamin E, 戊種活力素	317
volumetry, 容量分析	349
vulcanized caoutchouc, 含硫樹 膠	300

W

W. H. Perkin, 拍琴	306
-------------------------	-----

water, 水	35
water gas, 水煤氣	208
water glass, 水玻璃	191
water of crystallization, 結晶 水	37
water-soluble B, 水溶性乙	316
water-soluble C, 水溶性丙	317
wax, 蠟	261
Weldon, 威爾頓	90
white tin, 白錫	408
white vitriol, 皓礬	389
Wöhler, 味勒	297
wollastonite, 矽灰石	191
wood tar, 木焦油	206
wood spirit, 木精	232
wrought iron, 鍛鐵	435
Wurtz reaction, 符次反應	216
Wurtz' synthesis, 符次合成法 ...	214

X

X-ray, X 光線	449
xenon, 氙	26
xylene, 二甲苯	227

Y

yellow prussiate of potash, 黃 血鹽	440
ytterbium, 鐳	404
ytterbium group, 鐳屬	404
yttria, 氬土	403
yttrium, 鈳	404
yttrium group, 鈳屬	404

Z

zeolite, 沸石	378
zinc, 鋅	387
zinc chloride, 氯化鋅	388
zinc-copper couple, 鋅銅偶 ...	212
zinc hydroxide, 氫氧化鋅	388
zinc oxide, 氧化鋅	388
zinc sulphate, 硫酸鋅	389
zinc white, 鋅白	388
zirconium, 銻	419
zirconium dioxide, 二氧化銻 ...	420
zymoid, 類酵素	320

高中化學

漢英對照表說明

- (1) 本單名表各四
(2) 表字詞外詞書
(3) 按注除第每係
(4) 王四第二三本
(5) 雲角一上依首
(6) 五號字取仍端
之及碼四上依
氏碼四上依首
五號字取仍端
雲角一上依首
王四第二三本
按注除第每係
表字詞外詞書
本單名表各四
- 列之單字用~記號代
上面上單字用~記號代
排字上面上單字用~記號代
字於名本但本
法本詞條之注碼
檢碼該於列條
碼號見碼排碼
號之已號序號
四附號角碼所
角角碼之順注
號之已號序號
- 見下(詳細方法可參閱王雲五大辭典或王

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 彖 尸 尸	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、刁與右鈎	橫均由數筆合而一
2	垂	丨 丨 丨	山 月 千 則	包括直、撇與左鈎	統筆，檢查時通單
3	點	丶 丶	宀 冫 乇 之 衣	包括點與捺	筆與撇筆並列，應
4	叉	十 义	草 谷 反 刈 大 詩	兩筆相交	儘量取複筆；如 山
5	插	才	才 戈 申 史	一筆通過兩筆以上	作 0 不作 3，寸作
6	方	口	國 鳴 圖 四 平 虫	口邊齊整之形	4 不作 2，厂 作 7
7	角	冫 冫 冫 冫	門 門 仄 陰 冫 冫 冫 冫	橫與垂相接之處	不作 2，㇇ 作 8 不
8	八	八 ㇇ ㇇ ㇇	分 頁 羊 余 災 余 疋 疋	八字形與其變形	作 3 2，㇇ 作 9 不
9	小	小 小 小 小 小	尖 彖 彖 彖 彖	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

(一)左上角 (二)右上角

(三)左下角 (四)右下角

檢查時按口角之筆形及順序，每字得四碼：

(例) 頭 = 0123 裁 = 4375 驟 = 6149

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

(例) 宣 宜 首 冬 彖 宗 巛

每筆用過後，如再充他角，亦作 0。

(例) 午 之 詩 掛 火 采 彖 詩

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

(例) 國 = 0113 閉 = 7124 關 = 7119

齒 = 1111 淵 = 7119

0010₈ 立	0073₂ 衰	active equilibrium 453
75~體化學 stereo-chemistry ... 277	10~爾力喜 Ehrlich 271	~射性 radio-activity 449
~體異構物 stereo isomer 273	0080₀ 六	~射性元素 radioactive elements 450
0020₇ 亨	10~零六 salvarsan 271	
22~利定律 Henry's law 17	80~氯乙烷混劑 hexachloroethane mixture 471	0828₁ 旋
0021₁ 鹿	0091₄ 雜	90~光物 optically active substance 277
27~角鹽 salt of hartshorn ... 345	10~醇油 fusel oil 235	~光異構物 optical isomer ... 277
0022₇ 高	0121₁ 龍	
35~速鋼 high speed steel ... 437	72~腦 borneol ... 301	1000₀ 一
87~鉻酸鉀 potassium permanganate 430	0128₆ 顏	10~硫化汞 mercuric sulphide ... 392
0023₁ 應	0220₀ 刻	~硫化鎳 nickelous sulphide ... 442
77~用化學 applied chemistry ... 7	00~庫勒 Kekulé ... 226	23~縮亞磷酸或偏亞磷酸 metaphosphorous acid ... 169
0024₇ 度	0261₈ 證	~縮碳酸 metaboric acid 396
23~外觀微鏡 ultra-microscope ... 327	77~同 identification... .. 8	37~週期 one period 334
77~隆 Dulong ... 186	0262₇ 誘	80~氯化金 aurous chloride 370
~隆柏蒂定律 Dulong and Petit's law 186	38~導反應 induced reaction 124	~氧化二金 aurous acid ... 370
0025₂ 摩	0364₀ 試	~氧化二氮 nitrous oxide ... 145
00~爾 mol 47	94~料 sample ... 56	~氧化二銅 cuprous oxide ... 363
53~擦火柴 friction matches 164	0463₄ 謨	~氧化二鉛 lead suboxide... .. 416
0041₄ 離	10~瓦散 Moissan 94	~氧化汞 mercuric oxide ... 391
17~子 ion 105	0466₄ 諾	~氧化碳 carbon monoxide ... 200
~子說 ionization theory 105	34~達克 Noddack 429	~氧化氮 nitric oxide 145
27~解 dissociation 103	60~貝爾 Alfred Nobel 236	~氧化銻 bismuth suboxide ... 181
~解壓 dissociation pressure 375	0691₀ 親	~氧化銅 cupric oxide 364
0071₇ 甕	26~和力 affinity ... 16	~氧化鉛 lead oxide 416
34~染料 vat dyes 307	0824₀ 放	
	24~射平衡 radio-	

1010₀ 二

- 10~ 碲化碳 carbon disulphide ... 129
 12~ 碲化二銅 copper acetylde 221
 ~ 碲化二銀 silver acetylde ... 221
 ~ 碲化鈣 calcium carbide ... 380
 15~ 碲化汞 mercuric iodide ... 392
 23~ 縮原磷酸或偏磷酸 metaphosphoric acid ... 168
 37~ 沒食子酸 digallic acid ... 259
 44~ 苯 氣 肺 diphenyl chlorarsine ... 468
 60~ 甲 苯 xylene ... 227
 ~ 甲 肺 基 cacodyl radical ... 271
 80~ 氯化二汞 mercurous chloride 391
 ~ 氯化汞 mercuric chloride 392
 ~ 氯化碳醯 carbonyl chloride 265
 ~ 氯化鈷 cobaltous chloride ... 441
 ~ 氯化錫 stannous chloride 409
 ~ 氫氧化鐵 ferrous hydroxide 439
 ~ 氫氧化銅 cupric hydroxide ... 364
 ~ 氯化硫 sulphur dioxide ... 119
 ~ 氧化硒 selenium dioxide ... 130
 ~ 氧化碳 carbon dioxide ... 201
 ~ 氧化矽 silicon dioxide ... 190
 ~ 氧化氮 nitrogen dioxide ... 145
 ~ 氧化鈷 thorium oxide ... 420

- ~ 氧化鈦 titanium dioxide ... 419
 ~ 氧化鋯 zirconium dioxide ... 419
 ~ 氧化錫 stannic oxide ... 412
 ~ 氧化錒 manganese dioxide 430
 ~ 氧化鉛 lead dioxide ... 416
 94~ 烯屬 diolefines 222

1010₀ 工

- 32~ 業化學 industrial chemistry 8

1010₁ 三

- 15~ 碘化鉀 potassium triiodide 93
 ~ 碘甲烷 iodoform ... 218
 17~ 聚氰酸 cyanuric acid ... 154
 19 2, 4, 6-~ 硝基酚 2, 4, 6-trinitrophenol ... 237
 ~ 硝基甲酚 trinitro-m-cresol ... 238
 ~ 硝基甲苯 trinitro-toluene ... 227
 23~ 縮二原磷酸或焦磷酸 pyrophosphoric acid ... 168
 27~ 角燒瓶 Erlenmeyer's flask 10
 44~ 苯 甲 烷 triphenylmethane ... 309
 ~ 苯 甲 烷 色 素 triphenylmethane dyes ... 309
 80~ 氯 乙 醛 trichloraldehyde ... 245
 ~ 氯化磷 phosphorus trichloride ... 166
 ~ 氯化磷醯 phosphoryl chloride ... 167

- 80~ 氯化金 auric chloride ... 370
 ~ 氯化鐵 ferric chloride ... 439
 ~ 氯化鉻 chromic chloride ... 424
 ~ 鉍 甲 烷 chloroform ... 217
 ~ 氫氧化鐵 ferric hydroxide ... 439
 ~ 氫氧化鉻 chromic hydroxide 424
 ~ 氧化二硫 sulphur sesquioxide ... 119
 ~ 氧化二砷 arsenic trioxide 175
 ~ 氧化二氮 nitrogen trioxide ... 145
 ~ 氧化二銻 bismuth trioxide 182
 ~ 氧化二鐵 ferric oxide ... 439
 氧化二鉛 lead sesquioxide ... 416
 ~ 氧化二錫 antimony trioxide 179
 ~ 氯化碲 sulphur trioxide ... 119
 ~ 氧化鈉 uranium trioxide ... 427
 ~ 氧化鉬 molybdenum trioxide ... 426
 ~ 氧化鉻 chromium trioxide 425
 ~ 氯化硼 boron triiodide ... 397

1010₁ 正

- 10~ 丁 烷 normal butane ... 274
 19~ 磷酸 orthophosphoric acid ... 169
 26~ 觸媒 positive catalyzer ... 16
 71~ 長石 orthoclase 191
 78~ 鹽 normal salt 86

85~鏈結合 normal chain linkage 274

1010₄ 王

12~水 aqua-regia 152

1010₇ 五

23~縮四硼酸 tetraboric acid ... 396

80~氯化磷 phosphorus pentachloride ... 168

~氧化二砷 arsenic pentoxide ... 175

~氧化二碘 iodic pentoxide ... 98

~氧化二磷 phosphorous pentoxide ... 167

~氧化二氮 nitrogen pentoxide 145

~氧化二銻 bismuth pentoxide ... 182

~氧化二銻 antimony pentoxide ... 179

1010₇ 互

21~比定律 law of reciprocal proportion ... 42

22~變態 enantiotropy ... 162

1010₇ 亞

10~汞化合物 mercurous compounds ... 390

~硫酐 sulphurous anhydride 120

~硫酸 sulphurous acid ... 124

11~硒酸 selenious acid ... 130

15~砷酐 arsenious anhydride ... 175

~砷酸 arsenious acid ... 176

~砷酸銀 silver arsenite ... 176

19~硝酐 nitrous anhydride ... 148

~硝酸 nitrous acid ... 149

~硝基硫酸 nitrosyl sulphuric acid ... 125

~磷酸 phosphorous acid ... 168

35~油酸 propiolic acid ... 249

50~拉伯樹膠 Arabic gum ... 290

60~累尼亞斯 Svante Arrhenius ... 105

80~金化合物 auro-compounds ... 370

~金氰化鉀 potassium aurocyanide ... 370

83~鐵化合物 ferrous compounds 434

~鐵氰化銅 cupric ferrocyanide ... 364

86~錫化合物 stannous compounds 409

87~銅化合物 cuprous compounds ... 362

88~銻酸 antimonious acid ... 179

1020₀ 丁

10~二烯 butadiene 223

~醇 butyl alcohol ... 235

22~種活力素 Vitamin D ... 317

86~鐳爾現象 Tyndall phenomena 326

93~烷 butane ... 214

1021₁ 元

50~素 element ... 5

1022₇ 丙

10~二烯 propadiene ... 222

~三醇 propane-triol ... 235

~醇 propyl alcohol ... 235

17~酮 propanone 245

~醯縮二乙硫 sulphonal ... 236

22~種活力素 Vitamin C ... 317

93~烷 propane ... 214

1022₇ 兩

95~性化合物 amphoteric compound ... 175

1023₂ 汞

mercury ... 390

00~齊 amalgam ... 390

24~化合物 mercuric compounds ... 390

1040₉ 平

21~衡 equilibrium 103

91~爐 Open hearth furnace ... 436

~爐法 open hearth process 436

1043₀ 天

23~然水 natural water ... 35

1044₇ 再

24~結晶 recrystallization ... 4

1060₀ 石

00~膏 gypsum ... 378

22~炭酸 carbonic acid ... 236

26~綿 asbestos ... 191

35~油 petroleum 209
 ~油醚 petroleum ether ... 209
 44~蕊 litmus ... 80
 ~英玻璃 quartz glass ... 190
 47~榴石 garnet ... 191
 52~蠟 paraffin ... 209
 ~蠟屬 paraffins 215
 60~墨 graphite ... 198
 ~墨酸 graphitic acid ... 198
 71~灰水 lime water 376
 ~灰乳 milk of lime ... 376

(1060₀) 西

57~洛 Heroult ... 398
 77~門子馬丁法 Siemens and Marth's process 436

1060₃ 雷

10~汞 fulminating mercury ... 155
 12~登堡 Ladenburg ... 227
 13~酸 fulminic acid ... 155

1061₃ 硫

10~醇 mercaptane 236
 13~酸亞鐵 ferrous sulphate... 438
 ~酸亞銀 nickelous sulphate... 442
 ~酸氫 sulphate 113
 ~酸氫乙酯 ethyl hydrogen sulphate ... 234
 ~酸鋅 zinc sulphate ... 389
 ~酸鈣 calcium sulphate ... 378
 ~酸鈉 sodium sulphate... 340
 ~酸鋁 aluminium sulphate 401

~酸鋇 barium sulphate... 381
 ~酸銅 cupric sulphate... 364
 ~酸鉻 chromic sulphate... 424
 ~酸鎂 magnesium sulphate 385
 19~醚 thio-ether 241
 23~代硫酸鈉 sodium thio-sulphate... 339
 24~化物 sulphide 113
 ~化染料 sulphide dyes... 307
 ~化氫 hydrogen sulphide... 116
 ~化氫銨 ammonium hydro-sulphide... 344
 ~化銨 ammonium sulphide 344
 44~華 flower of sulphur ... 113
 ~黃 sulphur ... 113
 45~棒 stick of sulphur ... 113

1061₇ 醯

73~胺 acid amide 268
 80~氯化物 acid chloride ... 264

1062₀ 可

24~動平衡 mobil equilibrium ... 137
 38~逆反應 reversible reaction 102
 93~空氣 inflammable air ... 31

1062₁ 哥

24~德爾密特 Goldschmidt ... 399

1062₇ 碲

tellurium ... 130

1064₇ 醇

alcohol ... 281
 33~溶體 alcosol ... 323
 77~錫 alcoholate 233

1068₆ 礦

71~脂 vaselin ... 209

1071₆ 電

00~離 electrolytic dissociation ... 105
 ~離度 degree of ionization ... 107
 ~離平衡 ionic equilibrium ... 108
 ~離溶壓 electrolytic solution-tension ... 363
 ~離熱 heat of ionization ... 136
 17~子 electron ... 5
 24~動力次序 electromotive series ... 363
 27~解之繼產物 secondary products... 108
 ~解之初產物 primary products ... 108
 ~解勢 decomposition potential ... 108
 ~解質 electrolyte ... 105
 30~流密度 current density ... 109
 42~析 electroanalysis ... 109

1073₁ 雲

77~母 mica ... 191

1090₀ 不

08~旋 (i) 光物 optically inactive substance ... 277

- 08~旋乳酸 l-lactic acid... 277
 24~動態 passive state ... 423
 25~純 impure ... 3
 32~活性元素 inactive elements 23
 47~均系 heterogeneous system 101
 87~飽和化合物 unsaturated compounds ... 220

1090₁ 示

- 95~性X線 characteristic X-ray 455
 ~性式 rational formula ... 65

1111₁ 非

- 10~電解質 non-electrolyte . 106
 80~金屬之素 non-metallic element ... 231

1111₇ 琥

- 16~珀酸 succinic acid... 253
 ~珀酐 succinic anhydride ... 253

1122₇ 彌

- 52~折爾力喜 Mitscherlich ... 164

1140₀ 斐

- 55~費爾 Pfeffer ... 72

1164₀ 硬

- 60~度 hardness ... 358
 12~亦 hard water 376
 24~化油 hard oil 263
 77~膠 ebonite ... 300

1166₀ 硒

- selenium ... 130

- 13~酸 selenic acid 130
 24~化氫 hydrogen selenide ... 130

1166₁ 酯

- ester ... 254

1223₀ 水

- water ... 35
 14~玻璃 water glass ... 191
 24~化纖維素 hydrocellulose ... 288
 33~溶液 aqueous solution ... 69
 ~溶體 hydrosol 323
 ~溶性丙 water-soluble C ... 317
 ~溶性乙 water-soluble B ... 316
 37~泥 cement ... 195
 46~楊酸 salicylic acid ... 258
 80~合物 hydrate 37
 87~銀法 mercury process ... 80
 94~煤氣 water gas 208

1224₇ 發

- 25~生爐煤氣 producer gas ... 208
 44~熱反應 exothermic reaction ... 133
 90~火點 ignition point ... 10
 96~烟硫酸 fuming sulphuric acid 129
 ~烟硝酸 fuming nitric acid ... 153

1268₀ 碳

- carbon ... 197
 08~族元素 carbon family elements ... 418
 10~醯基 carbonyl 242

- 11~酐 carbonic anhydride ... 202
 12~水化物 carbonate hydrate ... 281
 13~酸 carbonic acid ... 202
 ~酸鈣 calcium carbonate ... 376
 ~酸銨 ammonium carbonate 345
 ~酸鈉 sodium carbonate ... 82
 ~酸鋰 lithium carbonate ... 337
 ~酸鉀 potassium carbonate ... 341
 ~酸鎂 magnesium carbonate 385
 24~化矽 carborundum ... 192
 ~化氫 hydrocarbon ... 211

1325₀ 殘

- 21~價說 theory of residual affinity ... 223

1364₇ 酸

- acid ... 85
 00~度 acidity ... 86
 30~定量法 acidimetry ... 350
 44~基 acyl ... 264
 47~根 acid radical 86
 95~性碳醯基 carbonyl ... 249
 ~性染料 acid dyes ... 307
 ~性鹽 acid salt 86

1413₁ 琺

- 17~琺 enamel ... 193

1414₇ 玻

- 10~璃 glass ... 192

1420₀ 耐
 90~火甌 fire brick 194

1461₄ 醴
 aldehyde 242; 244
 10~醴 aldose 282
 44~基 aldehyde radical 242

1464₇ 破
 12~裂 craking 210

1464₇ 醇
 50~素 enzyme 318

1466₁ 醴
 13~酸 acetic acid 251
 ~醴鉛 lead acetate 417
 14~醴 acetaldehyde... .. 244

1468₆ 磺
 13~醴化 sulphonation 255
 ~醴基 sulphonic radical 124

1560₆ 砷
 arsenic 173
 13~酸 arsenic acid 176
 24~化氫 hydrogen arsenide... .. 174
 80~鏡 arsenic mirror 174
 ~氣 arsine... .. 174

1568₁ 磺
 iodine... .. 93
 11~劑 tincture of iodine 94
 13~酸 iodic acid... .. 98

17~乙烷 ethyl iodide... .. 216
 24~化乙鎂 magnesium ethyl iodide... .. 216
 ~化物 iodide 95
 ~化氫 hydrogen iodide 95
 ~化鉀 potassium iodide 342
 ~化銀 silver iodide... .. 366
 30~定量法 iodometry 352
 60~甲烷 methyl iodide... .. 216

1611₄ 理
 08~論化學 theoretical chemistry 7

1613₂ 環
 23~狀化合物 ring compounds 226

1625₆ 彈
 95~性樹膠 caoutchouc 300

1660₆ 礪
 19~砂 sal ammoniac... .. 344

1661₁ 醴
 quinone 242

1712₇ 耶
 80~拿玻璃 Jena glass 193

1713₆ 蛋
 26~白質 protein 290

1714₀ 取
 23~代 substitution & ~代物 substitution product... 213

1723₂ 聚
 80~合 polymerization... .. 155
 ~合物 polymer...

1750₁ 羣
 50~青 ultramarine 402

1762₀ 砂
 silicon... .. 189
 11~酐 silicic anhydride or silica 190
 13~酸 silicic acid 191
 44~藻土 tripoli 236
 71~灰石 wollastonite 191
 80~氟化鉀 potassium fluosilicate 189
 83~鐵齊 ferrosilicon 189

1762₀ 嗣
 ketone... .. 242
 10~醴 ketose 283

1762₀ 礪
 boron 395
 13~酸 boric acid... 396
 ~醴乙醴 ethyl borate 396
 ~醴甲醴 methyl borate 396
 19~砂 borax... .. 396

1766₄ 醴
 72~質 casein... .. 294

1771₀ 乙

- 10~ 硫醇 ethyl mercaptane ... 236
 ~ 硫醚 ethyl sulphide ... 241
 ~ 陸本胺 acetanilide ... 268
 ~ 陸胺 acetamide 269
 ~ 醇 ethyl alcohol ... 232
 ~ 醇鈉 sodium ethyl alcoholate ... 233
 13~ 酸 ethane carboxylic acid ... 251
 ~ 酸乙酯 ethyl acetate ... 260
 14~ 醛 ethanal ... 244
 19~ 醚 ethyl ether 240
 22~ 種活力素 vitamin B ... 316
 93~ 烷 ethane ... 213
 ~ 烷基 ethyl ... 215
 94~ 烯 ethylene ... 319
 95~ 炔 acetylene ... 220

1780₆ 負

- 26~ 觸媒 negative catalyzer ... 16

1862₇ 酚

- phenol ... 237
 14~ 酚試藥 phenolphthalein ... 351
 78~ 鹽 phenolate ... 237

1863₂ 磁

- 80~ 分析 magnetic analysis ... 438

1962₇ 硝

- 10~ 石 saltpeter ... 342
 13~ 酸 nitric acid 149; 151
 ~ 酸亞汞 mercurous nitrate ... 391

- ~ 酸乙酯 ethyl nitrate ... 234
 ~ 酸纖維素 nitrocellulose ... 268
 ~ 酸鉍 bismuth nitrate ... 182
 ~ 酸銨 ammonium nitrate ... 345
 ~ 酸釷 thorium nitrate ... 420
 ~ 酸鉀 potassium nitrate ... 342
 ~ 酸銀 silver nitrate ... 367
 24~ 化甘油 nitroglycerin ... 235
 44~ 基 nitro ... 152
 ~ 基三氯甲烷 chlorpicrin ... 217
 ~ 基化合物 nitro compounds ... 152
 ~ 基苯 nitrobenzene ... 153
 ~ 基羥胺酸 nitrohydroxylaminic acid ... 149

1963₉ 醚

- ether ... 240

1965₉ 磷

- 11~ 酐 phosphoric anhydride ... 167
 13~ 酸 phosphoric acid ... 169
 ~ 酸二氫銨 ammonium dihydrogen phosphate ... 345
 ~ 酸或正磷酸 orthophosphoric acid ... 168
 ~ 酸氫銨 ammonium hydrogen phosphate ... 345
 ~ 酸銨 ammonium phosphate 345

- ~ 酸鎂銨 magnesium ammonium phosphate 338
 17~ 蛋白質 pb3-phoprotein ... 295
 80~ 氫 phosphine ... 165
 86~ 鎢酸銨 ammonium phosphomolybdate ... 426

2010₄ 重

- 35~ 油 heavy oil ... 207
 40~ 土 baryta ... 381
 ~ 土水 baryta water ... 381
 78~ 鹽 double salt 411
 80~ 合 association 98
 ~ 氮化 diazotise 270
 ~ 氮化合物 diazo compounds ... 270
 87~ 銨鉀鉀 potassium dicaromate ... 425

2021₈ 位

- 60~ 置異構物 steric isomer ... 275

2026₁ 倍

- 21~ 比定律 law of multiple proportion ... 42

2033₁ 焦

- 15~ 砷酸 pyroarsenic acid ... 176
 19~ 磷酸 pyrophosphoric acid ... 171
 88~ 銻酸二氫二鉀 potassium dihydrogen pyroantimoniate 180
 ~ 銻酸鉀 potassium pyroantimoniate ... 180
 90~ 糖 caramel ... 284

94~煤 coke 206
 95~性石墨酸 pyro-graphitic acid 198
 ~性沒食子酸 pyrogallol 239
 ~性錳酸鉀 potassium pyrcantimonate 340

2040₇ 雙

85~鍵 double bond 219
 90~光氣 diphosgene... .. 467

2060₉ 番

40~木髓殼 strychnine... .. 305

2116₀ 黏

40~土 clay 194

2108₆ 順

12~型 cisform ... 276

2122₁ 衍

25~生物 derivative 214

2123₁ 卡

calorie 205

04~諾特石 carnosite 427

17~那爾石 carnalite 383

38~粉狀士 Caven-dish... .. 25

42~斯涅 castner ... 79

2128₆ 價

10~電子 valence electron... .. 460

2155₀ 拜

10~耳 Baeyer ... 309

2160₀ 鹵

50~素 halogen ... 89

2171₀ 比

22~利塔 Billiter ... 80

80~氣體常數 specific gas constant 53

2190₃ 紫

80~金 purple of cassius 371

2191₀ 紅

10~玉 ruby 400

2220₀ 側

85~鏈 side chain... .. 215; 231

2224₀ 低

19~磷酸 hypophosphoric acid ... 168

2224₇ 變

24~化 change ... 3

36~溫層 troposphere 27

2241₀ 乳

13~酸 lactic acid... 255

36~濁液 emulsion 326

~濁質 emulsoid 326

90~糖 lactose ... 284

2245₃ 幾

21~何異構物 geometrical isomer 276

2260₁ 岩

78~鹽 rock salt ... 77

2290₄ 變

11~琴線 Rontgen ray 449

2294₀ 紙

paper 290

96~漿; ~粕 pulp... 81

2299₃ 絲

90~光紗 silkette ... 288

2320₂ 參

85~鍵 triple bond 222

2322₇ 偏

10~亞錳酸 meta-antimonious acid 179

12~碳原子 asymmetric carbon atom 277

15~砷酸 metarsenic acid 176

19~磷酸 metaphosphoric acid ... 171

~磷酸鈉 sodium metaphosphate 345

20~位律 displacement law ... 453

88~錳酸鉀 potassium meta-antimoniate ... 180

90~光 polarized light 276

~光柱 Nicol's prism 276

2395₀ 織

20~維素類 cellulose 281

~維母 fibrinogen 294

2396₁ 縮	2496₁ 結	natural phenomena ... 2
80~合 condensation ... 229	45~構式 constitutional formula 64	23~然銅 native copper ... 361
2412₇ 動	~構異構物 structural isomer ... 273	2622₇ 偶
27~物膠 gelatin ... 296	60~晶 crystal ... 185	80~氮色素 azo-dyes 307
2421₀ 化	~晶水 water of crystallization 37	~氮素 azobenzene... ... 307
77~學 chemistry... 1	80~合蛋白質 conjugated protein 296	2622₇ 觸
~學變化 chemical change ... 3	2500₀ 牛	44~媒 catalyzer ... 16
~學方程式 chemical equation... 65	60~曼哥布定律 Neumann and Kopp's law ... 187	~媒之毒 poison of catalyst ... 127
~學武器 chemical warfare ... 419	2510₀ 生	2624₁ 得
~學式 chemical formula ... 61	10~石灰 quick lime 374	51~排 Debye... ... 199
~學反應 chemical reaction ... 9	16~理化學 physiological chemistry ... 316	2629₄ 保
~學當量 chemical equivalent 49	27~物鹼 alkaloid... 303	04~護膠質 protective colloid ... 325
80~合 combination... 6	50~素 bios ... 318	2643₀ 臭
~合物 compound 5	53~成熟 heat of formation ... 135	80~氧 ozone... ... 18
90~糖素 diastase... 284	2591₇ 純	2671₄ 皂
2423₁ 德	10~正化學 pure chemistry ... 7	24~化 saponification ... 260
04~謨 韻 利 圖 Democritus ... 43	90~粹 pure ... 3	2693₂ 線
11~斐 Davy ... 89	2596₀ 釉	X 線 X-ray ... 449
2466₁ 皓	44~藥 glaze ... 194	90~光譜 line spectrum ... 24
44~礬 white vitriol ... 389	2600₀ 白	2710₀ 血
2490₀ 科	44~藍 indigo white 310	13~球素 globin ... 295
42~斯特 Coster ... 420	80~金海綿 platinum sponge ... 446	~球質 globulin... 294
2492₇ 稀	~金黑 platinum black ... 16	21~紅素 hematin... 295
00~度 dilution ... 70	86~錫 white tin ... 408	27~色素 hemoglobin ... 290
26~釋熱 heat of dilution ... 136	2600₀ 自	2720₇ 多
40~土金屬 rare earth metal ... 404	23~然現象之恆一性 constancy of	10~硫化物 polysulphide ... 344
~有氣體 rare gases ... 23		

10~醣類 polysaccharide 281
 12~形 polymorphism 186
 17~矽酸 polysilicic acid 191

2724₇ 假

08~說 hypothesis.. 2

2725₂ 解

71~脂素 lipase ... 319

2725₇ 伊

70~壁鳩魯 Epicurus 43

2731₂ 飽

46~柏 Pope 470

2752₀ 物

16~理學變化 physical change ... 3
 20~系 system ... 102
 72~質 substance ... 3

2791₀ 組

53~成 composition 8

2791₇ 絕

34~對溫度 absolute temperature... 52

2792₇ 移

30~液管 pipette ... 350

2793₂ 綠

35~油 anthracene. 207
 40~柱石 beryl ... 191
 44~藜 green vitriol 439
 80~氣 chlorine ... 89

2824₀ 微

40~克忒邁爾 Victor Meyer 56

2868₆ 鹼

alkali 85
 08~族元素 alkali family elements 337
 30~定量法 alkalimetry 350
 40~土族元素 alkaline earth family elements... 373

2896₁ 給

60~呂薩克 Gay-Lussac 43
 ~呂薩克定律 Gay-Lussac's law 52
 ~呂薩克塔 Gay-Lussac tower... 126

3010₄ 室

60~晶 chamber crystal 125

3012₇ 滴

88~管 burette ... 350

3014₇ 液

21~態碳酸 liquid carbonic acid.. 202
 ~態磷化氫 liquid hydrogen phosphide 165
 ~態空氣 liquid air 13
 80~氣 liquid chlorine 91

3023₂ 永

27~久硬水 permanent hard water 377

3033₁ 窯

32~業 ceramics ... 192

3040₄ 安

26~息酸 benzoic acid... .. 253
 80~全火柴 safety matches 164

3060₈ 容

60~量分析 volumetry 349

3073₂ 良

30~空氣 good air... 12

3077₂ 密

73~陀尙 litharge... 416

3080₁ 定

21~比定律 law of constant proportion 41

3080₆ 賽

17~露路 celluloid.. 245

3080₆ 實

78~驗式 empirical formula 63

3111₁ 瀝

50~青 pitch 207

3116₀ 酒

10~石 argol 257
 ~石酸 tartaric acid... .. 256
 ~石酸氫鉀 pot. hydrogen tartrate 257

10~石鹼鈉鉀 potas-
sium sodium
tartrate 257
95~精 spirit of
wine 232

3119₁ 漂

26~白粉 bleaching
powder 379

3213₀ 冰

19~磷酸 glacial
phosphoric
acid... .. 171
61~點 freezing
point 70
~點法 cryoscopic
method 75
~點降下 depres-
sion of freezing
point 74
90~糖 sugar candy 284

3214₇ 浮

10~石 pumicestone 91

3216₄ 活

24~動量 active
mass 104
~動量定律 law of
active mass ... 104
40~力素 vitamin... 316
~力素缺乏症 avi-
taminosis ... 316
95~性碳 active car-
bon 199
~性氮 active ni-
trogen 23

3230₂ 透

42~析 dialysis ... 323
~析器 dialyser... 323

3312₂ 滲

32~透 osmosis ... 72
~透壓 osmotic
pressure... .. 72

3315₀ 減

00~摩油 Lubricat-
ing oil 263

3316₈ 溶

00~度積 solubility
product 119
27~解度 solubility
17; 69
~解熱 heat of
dissolution ... 136
30~液 solution ... 69
44~媒 solvent ... 69
72~質 solute... .. 69
75~體 solution ... 69

3410₀ 對

20~位 para-... .. 228

3411₂ 沈

37~滷色素 lake ... 309
~滷法 precipita-
tion process ... 352

3413₁ 法

56~揚斯 Kasimir
Fajans 453

3414₇ 波

42~斯寶德繪 Bois-
baudran... .. 403
80~義耳 Robert
Boyle 2
80~義耳 定 律
Boyle's law ... 51

3421₀ 社

44~勒 Scheele ... 89

3490₄ 染

94~料 dyes 306

3512₇ 沸

10~石 zeolite ... 378
61~點 boiling
point 71
61~點法 ebullios-
copic method 75

3512₇ 清

17~蛋白質 albu-
min 294

3513₂ 濃

00~度 concentra-
tion... .. 70

3516₀ 油

oil 262
13~酸 oleic acid ... 249
71~脂 olein 262

3611₁ 混

10~汞法 amalga-
mation method 369
37~凝土 concrete 195
60~晶 mixed crys-
tal 187
80~合物 mixture... 3

3612₇ 湯

32~薩 Thomsen ... 463
40~麥斯, 季爾克立
斯 Thomas-
Gilchrist ... 436

3613₄ 溴

bromine 97
12~水 bromine
water 93
24~化物 bromide 95
~化氫 hydrogen
bromide 95
~化鉀 potassium
bromide 341
~化銀 silver bro-
mide 358

3630₀ 迴
55~轉機 converter 435

3630₃ 還
10~元 reduction ... 35
~元劑 reducing agent ... 35

3711₁ 泥
94~煤 peat ... 206

3711₁ 涅
30~塞爾試藥 Nessler's reagent 392

3712₀ 潮
27~解 deliquescence ... 340

3712₇ 滑
10~石 tale ... 191

3714₇ 沒
80~食子酸 gallic acid ... 239

3714₇ 泯
08~旋酸 racemic acid ... 280
~旋光物 racemic form ... 277

3714₇ 澱
23~纖維 amyloid 287
98~粉類 starch 281

3716₂ 沼
80~氣 marsh gas ... 212

3716₄ 洛
11~瑟爾鹽 Rochelle salt ... 257

3718₁ 凝
61~點 solidifying point ... 70

3718₂ 次
19~硝酸 hyponitrous acid ... 149
~硝酸鉍 bismuth subnitrate ... 182
~磷酸 hypophosphorous acid 168
79~磷酸 phosphinic acid ... 271
80~氯酸 hypochlorous acid ... 97

3722₀ 初
25~生態 nascent state ... 20

3730₂ 過
15~碘酸 periodic acid ... 99
19~磷酸鈣 calcium superphosphate ... 170
80~氯酸 perchloric acid ... 98
~氧化氫 hydrogen peroxide ... 38
~氧化鈉 sodium peroxide ... 339
~氧化鋇 barium peroxide ... 381
~氧化銀 silver peroxide ... 19
~氧化鉛 lead peroxide ... 417

3730₂ 週
47~期表 periodic table ... 333
48~期律 periodic law ... 332

3730₃ 退
44~勒 Thiele ... 223

3811₇ 汽
35~油 gasoline ... 209

3815₁ 洋
21~紅 fuchsin ... 307
~紅 eosin ... 309

3824₇ 複
80~分解 double decomposition 7

3830₄ 遊
10~電子 planetary electron ... 458

3830₅ 道
10~爾頓 Dalton ... 42

3834₃ 導
10~電度 conductivity ... 107

3860₄ 啓
80~普裝置 Kipp's apparatus ... 116

3912₇ 消
08~旋酒石酸 meso-tartaric acid ... 279
~旋光物 meso-form ... 279
10~石灰 slaked lime ... 376
24~化 digestion ... 319

3918₉ 淡
80~氣 nitrogen ... 13

4000₀ 十	4020₇ 麥	4080₁ 眞
00~六燒 hexa- cane... .. 215	44~芽糖 maltose... 284	30~空瓶 vacuum flask... .. 14
4001₁ 左	4021₆ 克	4090₀ 木
08~旋(1)光物 levo- rotatory sub- stance 277	16~理甫石 cleveite 26	14~醋酸 pyroligne- ous acid 232
~旋乳酸 l-lactic acid... .. 277	21~卡 gram calorie 133	17~酮 acetone ... 245
~旋酒石酸 l-tar- taric acid ... 279	27~魯克斯 Crookes 449	20~焦油 wood tar 208
	50~拉普洛特 Klap- roth 403	95~精 wood spirit 232
	80~分子 gram molecule ... 47	
	90~當量 gramequi- valent 49	4090₃ 索
	99~勞斯 Claus ... 227	00~底 Soddy... .. 451
4003₀ 大	4022₇ 肉	10~爾未 Solvay ... 82
80~氣 atmosphere 27	22~乳酸 sarcolac- tic acid 256	4094₆ 樟
4010₀ 土	4022₇ 布	72~腦酊 tincture of camphor... .. 301
08~族元素 earth family ele- ments 395	44~藍德 Brand ... 161	~腦酸 camphoric acid... .. 301
4010₀ 士	4022₇ 有	~腦 camphor ... 300
23~外策爾試藥 Schweizer's re- agent 363	00~方性 anisotrope 185	4188₆ 顛
	42~機酸 organic acid 249	44~茄精 atropin ... 304
	~機化學 organic chemistry ... 7	4199₁ 標
4010₆ 查	4033₁ 赤	30~準狀況 stand- ard condition 54
16~理定律 Charles' law 52	27~血鹽 red prus- siate of potash 440	4282₁ 斯
4010₇ 直	4060₀ 右	24~特洛邁爾 Stro- meyer 339
50~接染料 substan- tive dyes... .. 306	08~旋(d)光物 dex- tro-rotatory substance ... 277	44~塔斯佛特 Stass- furt 341
4011₇ 坑	~旋乳酸 d-lactic acid... .. 277	46~坦爾 Georg E. Stahl 9
80~氣 fire-damp ... 212	~旋酒石酸 d-tar- taric acid ... 279	4295₃ 機
4016₁ 培	4071₀ 七	43~械油 lubricat- ing oil 209
16~珀 bakelite .. 244	80~氧化二硫 sul- phur heptoxide 119	4310₀ 式
47~根 Francis Bacon 2		10~醱類 disaccha- ride... .. 261

23~縮脛 biuret ... 297
~縮脛反應 biuret
reaction ... 297

4392₁ 樟

44~檸檬酸 citric acid 258

4399₁ 棕

47~櫚酸 palmitic
acid ... 252
~櫚脂 palmitin 262

4410₄ 基

radical ... 215
72~質 substract ... 318

4410₇ 藍

53~靛 indigo blue 309

4410₈ 荳

72~質 legumin ... 295

4411₁ 菲

phenanthrene ... 229

4411₂ 地

13~球光輪素 geo-
coronium ... 28

4414₂ 薄

44~荷翹 menthone 302
~荷腦 menthol 302

4416₁ 塔

40~克 Take ... 429

4420₇ 夢

24~德煤氣 Mond
gas ... 208

4422₇ 芳

20~香族化合物 aro-
matic com-
pounds ... 226
香酸 aromatic
acid ... 249

4422₇ 帶

90~光譜 bond spec-
trum ... 24

4422₇ 葡

44~葡萄糖 grape sug-
ar or glucose... 282

4422₈ 芥

17~子氣 mustard
gas ... 219

4423₁ 蔗

90~糖 cane sugar
or sucrose ... 283

4423₃ 菸

28~鹼 nicotine ... 304

4423₄ 苯

benzene ... 224
00~六甲酸 mellitic
acid ... 198
10~二醌 quinone... 246
~二醌-[1, 4] quin-
one ... 238
~二醌 [1, 4] hy-
droquinone ... 238
~醇 phenol ... 231
14~磺酸 benzen-
sulphonic acid 225
40~核 benzene
nucleus ... 226
73~胺 aniline ... 268

4428₆ 蘋

60~果酸 malic acid 256

4433₁ 蒸

80~氣 vapor... 71
~氣壓 vapor
pressure... 71
~氣壓之減少 de-
pression of
vapor pressure 73
87~餾 distillation 35

4433₁ 赫

10~爾曼 Hermann 389
20~維賽 Hevesy ... 420
42~斯定律 Hess'
law ... 136

4433₁ 熱

00~離解 thermo-
dissociation ... 103
24~化學 thermo-
chemistry ... 123
~化學方程式 thermochemi-
cal equation ... 124
~化學平衡 thermochemi-
cal equilibrium 122
60~量計 calorim-
eter ... 205
~量值 calorific
value ... 205

4433₆ 蔥

anthracene ... 229
16~醜 anthraquin-
one ... 246

4439₄ 蘇

51~打 soda ... 83
~打石灰 soda
lime... 15

4440₆ 草

13~酸 oxalic acid 252

4442₇ 勃	4480₁ 共	4524₃ 麩
37~朗 Brown ... 327	15~融點 eutectic point ... 415	13~酸 glutamic acid... ... 295
~期運動 Brownian movement 328	51~軛雙鏈結合 conjugated double union ... 223	72~質 gluten ... 295
4443₀ 莫	4480₆ 黃	4600₀ 加
77~兒鹽 Mohr's salt ... 439	27~血鹽 yellow prussiate of potash ... 440	12~水分解 hydrolysis... ... 111
4449₄ 媒	4490₀ 樹	26~得林 J. Gadolin 403
34~染劑 mordant 307	77~膠 gum ... 290	~得林石 gadolinite ... 403
~染染料 mordant dyes ... 307	4490₁ 茶	53~成物 addition product ... 219
4452₇ 勒	naphthalene ... 228	4611₀ 坦
89~沙特利爾 Le Chatelier ... 138	14~磺酸 naphthol monosulphonic acid... ... 239	48~塔德 Townsend 79
~沙特利爾定則 Le Chatelier's rule ... 189	16~醜 naphthaquinone ... 246	4620₀ 帕
4460₁ 茜	18~酚 naphthol ... 239	40~克法 Parkes' method ... 366
50~素 alizarine ... 229; 308	4490₄ 茶	55~管孫法 Pattinson's method... 365
4460₁ 馨	28~鹼 theine... ... 304	4680₆ 賀
40~土 alumina ... 400	4490₄ 葉	10~爾 Hall ... 398
4460₄ 苦	27~綠素 chlorophyll ... 210	4690₀ 栢
40~土混液 magnesia mixture ... 170	4490₄ 藥	26~稷利烏 Berzelius ... 130
65~味酸 picric acid 237	24~化學 pharmacology ... 8	30~塞麥法 Bessemer's process 435
4462₁ 苛	4494₇ 枝	35~油精 creosote... 206
95~性鈉 caustic soda... ... 78	85~鏈結合 branch chain linkage 274	40~克爾愛第 Birkeland and Eyde 158
~性鉀 caustic potash ... 341	4494₇ 椶	~克勒爾 Becquerel ... 449
4471₀ 芒	80~鏡 prism... ... 24	44~蒂 Petit ... 188
19~硝 Glauber's salt ... 31	4499₀ 林	47~格混劑 Berger mixture ... 471
4477₀ 甘	24~德 Linde... ... 13	50~泰因姆 Berthel ... 271
10~汞 calomel ... 391		4690₀ 相
35~油 glycerin ... 235		相 phase ... 101

4692₇ 棉
 77~膠 collodion ... 289
4712₀ 均
 20~系 homogeneous system ... 101
 21~態 homogeneous state... ... 3
4759₄ 鞣
 13~酸 tannic acid 259
 72~質 tannin ... 259
4796₄ 格
 50~拉球塔 Glover tower ... 125
 57~賴亥謨 Griessheim ... 79
 60~里拿特 Grignard ... 466
 ~里拿特試劑 Grignard reagent ... 216
4841₇ 乾
 87~餾 dry distillation ... 205
 95~性油酸 linoleic acid ... 252
 95~性油脂 linolein 262
4893₂ 松
 71~脂 colophony... 299
 ~脂油 terpentine oil ... 299
 95~精 pinen... 299
5000₆ 中
 26~和法 neutralization process 350
 ~和熱 heat of neutralization 186
 35~油 middle oil... 297
5000₆ 申
 21~拜因 Schönbein 18
 38~海爾 Schönherr 158

5001₇ 抗
 14~酵素 antienzyme ... 320
5001₈ 拉
 10~瓦節 Lavoisier 12
 47~姆則 Ramsay... 25
5004₄ 接
 26~觸法 contact process ... 127
 ~觸反應 catalytic reaction ... 16
5022₇ 青
 10~玉 supphire ... 400
5073₂ 表
 10~面能 surface energy ... 328
5101₁ 輕
 35~油 light oil ... 207
 80~氣 hydrogen ... 31
 ~氣發生劑 hydrogenite ... 190
5103₄ 輓
 12~水 soft water... 377
5106₁ 指
 10~示藥 indicator 350
5131₇ 輓
 brick ... 194
5211₆ 蠟
 wax ... 261
5260₂ 哲
 80~人之石 philosopher's stone ... 1

暫
 64~時硬水 temporary hard water ... 377
5290₀ 刺
 26~得福特 Rutherford ... 451
 42~斯契希 Raschig 125
5320₀ 戊
 10~醇 amy alcohol ... 235
 22~種活力素 vitamin E ... 317
 93~燒 pentane ... 214
成
 35~油屬 olefins ... 220
 ~油氣 olefiant gas ... 219
 80~分 component 5
 ~分分壓 partial pressure... 54
威
 10~爾頓 Weldon... 90
5311₁ 蛇
 20~紋石 serpentine ... 191
5502₇ 弗
 50~拉許 Frasch ... 113
5504₃ 轉
 24~化 inversion ... 283
 ~化糖 invert sugar ... 283
5523₂ 農
 32~業化學 agricultural chemistry ... 8

5600 ₀ 拍	~氧化二氮 nitrogen tetroxide.. 145	33~溶體 solid solution... .. 188
11~琴 W. H. Perkin 306	~氧化二銻 antimony tetroxide... .. 179	6066 ₀ 晶
5601 ₀ 規	~氧化三鉛 red lead... .. 416	72~質 crystallioid 323
30~定液 normal solution 349	6022 ₇ 易	6071 ₁ 昆
5601 ₄ 捏	93~熔金 fusible metals 181	02~刻爾 Kunkel ... 161
71~隴斯特 Nernst.. 114	胃	6080 ₁ 異
5701 ₂ 抱	30~液素 pepsin ... 319	45~構物 isomer ... 223
12~水氯醛 chloral hydrate 245	6033 ₁ 黑	6090 ₃ 累
5705 ₆ 揮	90~火藥 black gunpowder ... 342	40~力爾 Lord Rayleigh 25
12~發油 naphtha.. 209	6044 ₀ 昇	6090 ₄ 果
5811 ₆ 蛻	10~汞 sublimate... 392	20~香油 fruit essence 261
22~變 disintegration... .. 451	44~華 sublimation 4	90~糖 fruit sugar or fructose ... 282
~變就 disintegration theory 451	6050 ₀ 甲	6091 ₄ 羅
5815 ₃ 蟻	10~醇 methyl alcohol 232	44~塔邁爾 Lothar Meyer 332
13~酸 formic acid 250	13~酸 methane carboxylic acid... .. 250	6201 ₄ 唾
14~醛 formaldehyde 243	17~乙醚 methyl ethyl ether ... 275	30~液素 ptyalin ... 319
~醛液 formalin.. 243	18~酚 cresol... .. 238	6233 ₃ 懸
6010 ₄ 量	22~種活力素 vitamin A 316	36~濁液 suspension... .. 325
81~瓶 flask 350	44~基丙烷 methyl propane... .. 274	~濁質 suspension solid... .. 328
6021 ₀ 四	~基橙 orange 351	6401 ₀ 吐
12~碳酰鎳 nickel carbonyl ... 442	~苯 toluene ... 227	31~酒石 tartar emetic 257
80~氯化碳 carbon tetrachloride.. 218	93~燒 methane ... 211	6509 ₀ 味
~氯化鈦 titanic chloride.. .. 419	~燒基 methyl ... 215	44~勒 Wöhler ... 297
~氯化錫 stannic chloride... .. 411	6060 ₄ 固	6600 ₀ 咖
~氫氧化鈦 thorium hydroxide 420	21~態磷化氫 solid hydrogen phosphide 165	61~啡鹼 caffeine... 304

6650₆ 單	47~姆斯特朗及拜耳 Armstrong and Baeyer ... 227	60~果紅 Congo red 308 ~果染料類 Congo group ... 306
10~醣類 monosac- charide ... 281	7124₀ 肝	7280₆ 質
17~蛋白質 simple protein ... 296	10~醣 glycogen ... 287	17~子 proton ... 5
20~位濃度 molar... 70	7124₇ 反	60~量作用定律 law of mass action 104
22~變態 mono- tropy ... 162	00~應 reaction ... 3 ~應速度 reac- tion velocity... 103	~量常住定律 law of conserva- tion of mass ... 10
60~晶礦 monazite 404	12~型 transform... 276	7412₇ 助
72~質 simple sub- stance ... 5	7126₁ 脂	14~酵素 coenzyme 320
6677₂ 巽	33~溶性甲 fat-sol- uble A ... 316	7520₆ 脾
10~粟鹼 morphine 305	52~蠟酸 stearic acid ... 252	91~類 arsines ... 271
6702₀ 明	~蠟脂 stearin ... 262	7523₂ 胰
44~礬 alum ... 401	70~肪 fat ... 262 ~肪族化合物 ali- phatic com- pounds ... 214	30~液素 trypsin ... 319
6704₇ 吸	~肪酸 fatty acid 249	7622₇ 陽
28~收 absorption.. 4	7128₉ 灰	00~離子 cation ... 105
44~熱反應 endo- thermic reac- tion ... 133	67~吹法 cupella- tion... 365	10~電子 proton ... 460
~著 adsorption.. 328	86~錫 gray tin ... 407	95~性元素 positive element ... 231
6716₄ 路	7129₆ 原	7721₀ 凡
00~文斯坦 Lewin- stein ... 470	17~子 atom ... 5	71~馬龍 Van Ma- rum ... 18
40~布蘭 Leblanc... 81	~子序 atomic number ... 333	風
80~易 Lewisite ... 470	~子說 atomic theory ... 43	20~信子石 hya- cinth ... 191
~易西那 Loui- siana ... 113	~子價 valency... 48	24~化 efflorescence 340
6806₁ 哈	~子量 atomic weight ... 47	7721₇ 肥
26~伯 Haber ... 156	7132₇ 馬	26~皂 soap ... 263
7122₀ 阿	68~許 Marsch ... 174	7722₀ 同
25~佛加特羅 Graf Amadeo Avo- gadro ... 45	60~口鐵 tin plate.. 409	12~列元素 same series element 334
~佛加特羅常數 Avogadro's constant... 56	70~雅 Meyer ... 469	~形 isomor- phism ... 186
42~斯吞 Aston ... 454	7220₀ 剛	~形定律 law of isomorphism... 186
	Gahn ... 161	

20~位素 isotope ... 453
 ~系 homologue series ... 214
 ~系物 homologue ... 214
 24~化作用 assimilation ... 310
 50~素異形物 allotropic substance ... 19
 77~屬元素 same group element 333

(7722₀)陶

37~瓷器 pottery ... 194
 40~土 kaolin ... 191

7722₂ 膠

33~溶體 sol ... 323
 ~溶液 colloidal solution ... 323
 37~凝膠 gel ... 323
 46~棉 collodion cotton ... 289
 72~質 colloid ... 323
 ~質化學 colloid chemistry ... 324

7722₇ 鴉

22~片 opium ... 305

7723₂ 尿

50~素 urea ... 296

限

23~外過濾法 ultra-filtration ... 326

脈

13~酸 uric acid ... 298
 14~酵素 urease ... 297

7726₁ 膽

44~礬 blue vitriol 364

7726₂ 居

35~禮夫婦 M. and Mme. Curie ... 449

7740₇ 學

08~說 theory ... 3

7760₁ 醫

24~化學 medical chemistry ... 8

7760₇ 間

20~位 meta-... 228

7771₇ 巴

02~刺刺 Barkia ... 455

7777₇ 門

26~得雷業夫 Mendelejeff ... 332

7810₇ 鹽

salt ... 85
 13~酸 hydrochloric acid ... 84
 44~基 base ... 85
 ~基度 basicity ... 85
 ~基性染料 basic dyes... 307
 ~基性鹽 basic salt ... 86
 94~類染料 salt dyes... 306

7821₆ 脫

12~水作用 dehydration ... 128

7823₁ 陰

00~離子 anion ... 105
 41~極線 cathode ray ... 449
 95~性元素 negative element... 231

7876₆ 臨

60~界溫度 critical temperature ... 54
 ~界壓力 critical pressure... 54

7923₂ 膝

72~氏藍 Turnbull's blue ... 441

7925₉ 騰

13~酸 phosphonic acid... 271
 91~類 phosphines 271

8000₀ 人

34~造絲 artificial silk ... 288

8010₉ 金

gold ... 368
 20~雞納霜 quinine 304
 24~化合物 auric compounds ... 370
 30~密陀 massicot... 416
 46~相學 metallography ... 355
 72~剛石 diamond 197
 ~剛砂 emery ... 400
 77~屬元素 metallic element ... 231

8011₇ 氣

12~水 chlorine water ... 91
 13~酸 chloric acid 98
 ~酸鉀 potassium chlorate... 14; 342
 ~酸鎂 barium chlorate... 98
 14~氯 chloral ... 245
 ~磺發 chlorosulphonic acid ... 471

24~化乙醯 acetyl chloride... 264
 ~化重氮苯 phenyl diazonium chloride... 269
 ~化物 chloride.. 91
 ~化法 chlorination method... 369
 ~化苦劑 chloropicrin ... 467
 ~化氫 hydrogen chloride... 84
 ~化鋅 zinc chloride ... 388
 ~化鈣 calcium chloride... 378
 ~化銨 ammonium chloride ... 344
 ~化鈉 sodium chloride... 77
 ~化鋰 lithium chloride... 338
 ~化鉀 potassium chloride... 341
 ~化鋁 aluminum chloride ... 401
 ~化鋇 barium chloride... 381
 ~化銀 silver chloride... 366
 ~化鎂 magnesium chloride... 385
 86~鉍化銨 ammonium chloroplatinate ... 446
 ~鉍化鉀 potassium chloroplatinate ... 343
 96~標鳴氣 chlorine detonating gas ... 92

(8011)₇ 銦

scandium ... 404

氫

15~碘酸 hydriodic acid... 98

24~化鈣 calcium hydride... 374
 36~溴酸 hydrobromic acid... 95
 80~氯金酸 hydrochlorauric acid... 370
 ~銀鉑酸 hydrochloroplatinic acid... 343
 ~氧化四甲銨 tetramethyl ammonium hydroxide ... 143
 ~氧化鋅 zinc hydroxide ... 388
 ~氧化鈣 calcium hydroxide ... 376
 ~氧化鈉 sodium hydroxide ... 78
 ~氧化鋰 lithium hydroxide ... 337
 ~氧化鋁 aluminum hydroxide ... 400
 ~氧化鋇 barium hydroxide ... 381
 ~氧化鎂 magnesium hydroxide ... 384
 ~氧焰 oxyhydrogen flame.. 34
 ~鉍酸 hydrofluoric acid... 96
 ~鉍酸 hydrocyanic acid ... 154

氫

argon ... 25

8012₇ 銦

cerium ... 404
 10~石 cerite... 403
 40~土 ceria ... 403
 77~屬 cerium group ... 404

鐳

dysprosium .. 404

8013₆ 鐳

ytterbium... 404
 77~屬 ytterbium group ... 404

8014₁ 鋅

zinc ... 387
 28~白 zinc white.. 388
 87~銅偶 zinc-copper couple ... 212

8021₇ 氖

neon ... 26
 92~燈 neon lamp.. 27

氦

helium ... 26
 08~族元素 helium family elements ... 23

氬

krypton ... 26

氰

13~酸 cyanic acid 155
 24~化法 cyanide method ... 369
 ~化氫 hydrogen cyanide ... 154
 ~化鈉 sodium cyanide ... 338
 ~化鉀 potassium cyanide ... 343
 ~化銀 silver cyanide ... 367
 44~基乙醇 cyanhydrin... 244
 80~氮化鈣 calcium cyanamide ... 159
 ~氣 cyanogen gas ... 153

8022₇ 分	
17~子 molecule ...	5
~子冰點降下 molecular depression of freezing point ...	75
~子沸點上昇 molecular elevation of boiling point ...	75
~子內變化 intramolecular change ...	297
~子式 molecular formula ...	61
~子量 molecular weight ...	46
~子氣體常數 molecular gas constant... ..	53
27~解 decomposition	6
~解熱 heat of decomposition	135
42~析化學 analytical chemistry..	7
~析法 analysis ..	37
48~散系 dispersoid	325
~散媒 disperse medium	325
~散相 disperse phase	325
71~壓定律 law of partial pressure	54
87~餾 fractional distillation ...	4
90~光計 spectrometer	24
~光照相機 spectrograph	25
~光鏡 spectroscope	24
8033₁ 無	
12~水物 anhydrate	37
80~定形 amorphous	185

~定形碳 amorphous carbon..	198
42~機化學 inorganic chemistry	7
98~烟煤 anthracite	206

8041₇ 氨

ammonia	141
13~碱法 ammonia soda process ...	83
44~基酸 amino acid	294
~基甲酸铵 ammonium carbamate	346
~苯基亞砷酸氫鈉 atoxyl	271

8050₁ 羊

40~皮紙 parchment paper ...	287
---------------------------	-----

8051₇ 氧

08~族元素 oxygen family elements	131
24~化 oxidation ...	16
~化劑 oxidizing agent	17
~化物 oxide	16
~化法 oxidation process	351
~化鋅 zinc oxide	388
~化鈣 calcium oxide	374
~化鋁 aluminum oxide	400
~化鋇 barium oxide	381
~化鎂 magnesium oxide ...	384
80~氯化磷 phosphorus oxychloride... ..	167
95~炔焰 oxy-acetylene flame	221

氟

fluorine	94
24~化物 fluoride... ..	96
~化氫 hydrogen fluoride	98

8060₁ 合

53~成法 synthesis	37
80~合金 alloy	355

普

22~利斯特利 Priestley	13
27~魯士藍 Prussian blue	440
30~勞斯特 Proust..	41
60~呂刻 Plücker... ..	24

8060₇ 合

10~硫樹膠 vulcanized caoutchouc	308
-------------------------------------	-----

8060₈ 谷

30~察忒 Gutzeit... ..	174
---------------------	-----

8071₇ 氙

xenon... ..	26
-------------	----

8073₂ 養

80~氣 oxygen	13
--------------------	----

8081₇ 氮

08~族元素 nitrogen family elements	182
10~石灰 nitrolime	159
24~化物 nitride	22
~化鎂 magnesium nitride... ..	384

8490₀ 斜
 00~方錫 rhombic tin 408

8513₄ 鏈
 23~狀化合物 chain compounds ... 214
 89~鎖異構物 chain isomer 274

8514₀ 鍵
 bond 64

8516₀ 鈾
 uranium ~ ... 427

8610₀ 鉑
 platinum 446
 08~族元素 platinum family elements ... 445

8610₀ 錫
 indium 403

8610₀ 鉬
 molybdenum ... 426
 13~酸鉍 ammonium molybdate... .. 426

8611₄ 鋰
 lithium 337

8612₇ 錫
 tin 407
 00~瘻 tin pest ... 407
 10~石 tin stone ... 412
 24~化合物 stannic compounds ... 411
 71~脂 tin butter ... 411

8613₀ 鋇
 strontium 380

8615₀ 鉀
 potassium 340
 14~玻璃 potash glass 193

8616₀ 鋁
 aluminium 398

8618₀ 鋇
 barium 380

8619₄ 鎳
 nickel 442

8711₀ 鈷
 yttrium 404
 40~土 yttria... .. 403
 77~屬 yttrium group 404

8711₇ 鈳
 palladium 445

錳
 manganese ... 429
 13~酸鉀 potassium manganate ... 430

8712₀ 鋼
 steel 435
 10~玉 corundum... 400

銅
 copper... .. 361
 08~族元素 copper family elements ... 361
 24~化合物 cupric compounds ... 362

鐳
 lanthanum ... 404

8712₇ 錳
 tungsten 427
 84~鈷 tungstic acid... .. 427

8713₂ 銀
 silver 365
 80~氰化鉀 potassium argenticyanide ... 367
 ~鏡 silver mirror 244

8714₇ 鍛
 83~鐵 wrought iron... .. 435

8716₁ 鉛
 lead 413
 26~白 lead white.. 417
 30~室法 lead-chamber process 124
 ~室碳酸 chamber acid 126
 44~樹 lead tree ... 415
 77~丹 red lead ... 416
 90~糖 sugar of lead 418

8716₂ 鐳
 lutecium 404

8716₄ 鉻
 chromium... .. 423
 08~族元素 chromium family elements ... 423
 11~鉻 chromic anhydride 425
 13~酸鉀 potassium chromate ... 425

8771₂ 飽
 26~和溶液 saturated solution ... 69

26~和蒸氣壓 saturated vapor pressure ... 71
~和化合物 saturated compounds ... 214

8812₇ 銻

antimony ... 177
13~後 antimonie acid ... 180
~酸二氫鉀 potassium dihydrogen antimoniate ... 180
24~化氫 hydrogen antimonide ... 178
44~基 antimonyl group ... 180
60~鏡 antimony mirror ... 179
~氣 stibine ... 178

8813₄ 鎂

magnesium ... 383
08~族元素 magnesium family elements ... 383

8816₁ 鎢

hafnium ... 420

鎢

praseodymium ... 404

8822₇ 第

10~三胺 tertiary amine ... 267
~一胺 primary acid amide ... 268
~一醇 primary alcohol ... 231
~一取代物 primary substitution ... 215

10~一胺 primary amine ... 267
~二醯胺 secondary acid amide ... 268
~二醇 secondary alcohol ... 231
~二取代物 secondary substitution ... 215
~二胺 secondary amine ... 267
~三醯胺 tertiary acid amide ... 268
~三醇 tertiary alcohol ... 231
~三取代物 tertiary substitution ... 215
60~四級鹽基 quaternary ammonium base ... 267
72~剛 Deacon ... 91

8824₃ 符

37~次反應 Wurtz reaction ... 213
~次合成法 Wurtz' synthesis ... 214

8834₁ 等

00~方性 isotrope ... 185

8843₀ 笑

80~氣 laughing gas 143

8915₉ 鏷

24~化合物 phosphonium compounds ... 166

8918₀ 欵

holmium ... 404

9000₀ 小

10~天地鹽 sal microcoscopic ... 345

9021₁ 光

08~譜分析 spectral analysis ... 24
24~化學平衡 photochemical equilibrium ... 122
80~氣 phosgene ... 263

9050₀ 半

00~衰期 half period ... 452
32~透膜 semipermeable membrane ... 77

9080₀ 火

46~棉 gun-cotton ... 289

9091₃ 粒

17~子 particle ... 5

9096₇ 糖

37~漏 molasses ... 284
91~類 sugar ... 281

9101₇ 恆

36~溫層 stratosphere ... 27

9148₃ 類

10~丁烷 isobutane 274
14~酵素 zymoid ... 320

9181₁ 煙

73~胺 amine ... 267

9181₁ 煙

44~幕 smokescreen 419

9231₃ 燈

35~油 lamp oil ... 263
77~用石油 kerosene 239

9287₇ 焰 flame 11	9683₂ 爆 67~鳴金 detonat- ing gold 371
9381₁ 烷 44~基 alkyl 215 77~屬 alkanes ... 215	67~鳴氣 detonat- ing gas 34 95~性銻 explosive antimony ... 178
9383₃ 燃 50~素 phlogiston.. 9 ~素說 phlogiston theory 9 94~燒 combustion 9 ~燒說 combus- tion theory ... 12 ~燒值 fuel value 314 ~燒熱 heat of combustion ... 135	9722₇ 鄰 20~位 ortho... .. 228 44~苯二甲酸 ortho- phthalic acid.. 254
9386₃ 熔 50~接劑 thermiter.. 399	9725₆ 輝 88~銻鐵 stibnite... 177
9481₁ 燒 10~石膏 plaster of Paris 378	9791₀ 粗 38~汽油 benzine... 209
9482₇ 烯 44~萜類 terpen ... 299 77~屬 alkenes ... 220	9792₀ 糊 95~精 dextrine ... 286
9489₄ 煤 coal 206 20~焦油 coal tar... 207 80~氣 coal gas ... 207 ~氣液 gas liquor 207	9892₇ 粉 21~紅鹽 pink salt. 412
9583₀ 炔 77~屬 alkynes ... 222	9985₉ 磷 phosphorus ... 161
9589₆ 煉 80~金術 alchemy... 1	9990₄ 榮 80~養素 nutriment 313
9592₇ 精 22~製 purification 4 35~油 essential oil 299	

中華民國政府教育審定
本書於二十四年九月
經到教部執照

中華民國二十三年十月初版
中華民國三十四年五月訂正
四六〇版

* 有 所 權 版 *
* 究 必 印 翻 *

復興
教科書

高級中學用

(G7030B)

學 二 冊

下冊定價國幣捌角捌分

印刷地點外另加運費

發 行 所	印 刷 所	發 行 人	主 編 者	編 著 者
商 務 印 書 館	各 地 商 務 印 書 館	朱 經 農	王 雲 五	鄭 貞 文
		上海河南路		

(本書校對者 曹鈞石 王養吾)



1.40
1.40