

甲種農學校用

化學教科書

無機篇

上海新學會社發行

甲種農學校用

化學教科書

無機篇

上海
學會社發行

江蘇工業學院圖書館

藏書章

民國二年一月初版
民國四年十一月三版

甲種
化學教科書無機篇

定價大洋六角五分

原著者 日本 麻生慶次 雄

譯述者 奉化 沈化 夔

訂正者 奉化 吳 球

發行者 新學會社

印刷所 上海民友社印刷所

總發行所 上海棋盤街交通路 新學會社

版權所
新學
會社
有
不
准翻印

分發行所 雷波口新街 漢口後花樓 廣東雙門底 新學會社

濟南后宰門

凡例

一、本書之編纂主旨在供農學校化學教科之用故其所記之事實亦務期關聯於農業

一、本書分有機及無機之二篇

一、晚近之化學界大有長足之進步而新學說之發明亦日盛一日故本書所採者務求正當之新說

一、化學之實驗教授上極爲緊要教授者務宜勉力行之

一、本書之譯語均參酌從來之化學書而定之雖語非一家要在通用而已

譯者識



※ 商 業 叢 書 十 一 種 ※

茶 業 論
糖 業 論
羊 毛 業 論
咖 啡 業 論
棉 業 論
絲 業 論
橡 皮 業 論
菸 業 論
煤 業 論
鋼 鐵 業 論
油 業 論

我國自通商以來。外貨流入。利源外溢。損失之鉅。年不下數十億萬。而邇來國家財政。與人民生計。俱日趨於困迫者。其原因未始不由於此。然四十年前。出口大宗。猶有絲及茶棉。足資挹注。今則并此亦成弩末。可慨已。夫東西各國之所用。以吸收我金錢者。亦率不過棉糖煤鐵羊毛石油等之數大宗商品。而之數者。則又皆我所自有而不能自給者也。我誠本固有之物產。而於農工商業。悉心研究之。則科學愈明。品物愈美。何患出產之不豐。而漏卮之不塞乎。本社有鑒於此。特函訂江蘇胡願深先生。將英國最新出版之茶業糖業等書十一種。急為譯出。以供社會之研求。原書作者。皆富於學識經驗之專門家。而其所論究。又皆係科學上之新理法。故於各貨品之若何生產。若何製造。無不詳晰言之。彼國方以此為參攷之要需。我國益可用為借鏡之良資。詩不云乎。他山之石。可以攻玉。從事商工農業者。得此自足為實行之助。而一般熱心國事諸君。人手一編。或亦恍然於貧弱之源。瞭然於挽救之方也已。 上海新學會社啓

化學工藝 第一編 金屬類

五 二 分 角

- ◎一·合金
- ◎二·金屬著色法
- ◎三·鍍金術
- ◎四·冶金法

化學工藝 第二編 玻璃及瓷石類

五 二 分 角

- ◎一·玻璃
- ◎二·顏色玻璃
- ◎三·水玻璃
- ◎四·法瑯(即瓷鈰)
- ◎五·人造寶石
- ◎六·陶器用畫具

化學工藝 第三編 火藥及顏料類

五 二 分 角

- ◎一·火藥及爆烈劑
- ◎二·煙火
- ◎三·火柴
- ◎四·色料
- ◎五·品脫

化學工藝 第四編 漆染類

八 二 分 角

- ◎一·華尼司(即洋漆)
- ◎二·工場用水及飲料
- ◎三·織微精練及漂白法
- ◎四·染色法
- ◎五·洗濯及去污粘法

新 學 會 社 出 版

化學工藝
第五編
食品類

八 一
分 角

- ◎一·防腐及貯藏法
- ◎二·煙草類
- ◎三·酒類
- ◎四·冰果
- ◎五·糖漿

化學工藝
第六編
日用類

四 三
分 角

- ◎一·洋墨水
- ◎二·接合劑
- ◎三·漂白法
- ◎四·肥皂
- ◎五·化妝品類
- ◎六·毒物及解毒藥

化學工藝
第七編
用器及藥物表類

角 二

- ◎一·密達尺
- ◎二·辯拉姆量
- ◎三·利脫路量
- ◎四·磅量
- ◎五·英國液量
- ◎六·滴量
- ◎七·匙量
- ◎八·起寒劑表
- ◎九·起熱劑表
- ◎十·沸騰點表
- ◎十一·比重計比較表
- ◎十二·檢溫器比較表
- ◎十三·元素原子量表
- ◎十四·比重及熔融點表
- ◎十五·藥品價目索引表
- ◎十六·試藥製法附

社 會 學 新 海 上

* 版 *

* 出 *

* 新 *

* 最 *

羊毛業論

糖業論

茶業論

五
角

五
角

三
角
五
分

譯 君 深 願 胡 蘇 江

新學社會圖書目錄之一

實業之部

▲乙種農業用書

- 農學大意全 三本 八角
- 農學大意上 一本 二角五分
- 農學大意中 一本 二角五分
- 農學大意下 一本 三角
- 農學新書 一本 一角五分
- 果樹栽培篇 一本 一角五分
- 蔬菜栽培篇 一本 一角五分
- 土壤學教科書 一本 二角五分
- 肥料學教科書 一本 三角
- 栽培通論教科書 一本 二角五分
- 普通作物教科書 一本 三角
- 特用作物教科書 一本 三角
- 園藝教科書 一本 二角五分
- 養畜教科書 一本 二角五分

- 造林學教科書 一本 三角
- 農產製造教科書 一本 二角五分
- ^{作物}病蟲害教科書 一本 三角
- ^{經濟及法規}農業教科書 一本 三角
- 農藝化學教科書 一本 四角
- 農業氣象教科書 一本 二角五分

▲甲種農業用書

- 化學教科書無機篇 一本 六角五分
- 礦物學教科書 一本 四角五分
- 動物學教科書 一本 六角
- 土壤學教科書 一本 五角
- 肥料學教科書 一本 五角
- 作物汎論教科書 一本 六角
- 果樹教科書 一本 五角
- 蔬菜教科書 一本 六角

新 學 會 社 圖 書 目 錄 二

● 作物各論教科書上	● 作物各論教科書下	● 畜產學教科書	● 畜產學教科書	● 畜產學教科書	● 農用昆蟲學教科書	● 農作物病學教科書	● 農業法規教科書	● 農業經濟教科書	● 農業簿記教科書	● 農業土木教科書	● 農具教科書	● 獸醫學教科書	● 養蠶教科書	● 土壤學	● 肥料學
一本	一本	一本	一本	一本	一本	一本	一本	一本	一本	一本	一本	一本	一本	一本	一本
五角	五角	七角	七角	七角	六角	四角五分	六角	六角	三角	五角	四角	六角	七角	三角	三角五分
● 氣象學	● 農業經濟學	● 農藝化學	● 植物生理學	● 作物生理學	● 作物病理學	● 藥用作物學	● 農產製造學	● 實用森林學	● 林學通論	● 造林學本論	● 寄生蟲學	● 家畜病醫治法	● 害蟲驅除全書	● 栽培叢書	● 栽培要說
一本	一本	一本	一本	一本	一本	一本	一本	一本	一本	一本	一本	一本	二本	一本	
五角	四角	五角	四角	四角	五角	三角	八角	八角	二角	八角	五角	四角	一元二角	一元二角	

新學社會圖書目錄之三

● 罐藏食物製造法	一本	五角	▲ 普通蠶業用書	一本	二角
● 果木栽培新法	一本	三角	● 養蠶必讀	一本	二角五分
● 柑橘奉 果梨類 果實貯藏法	一本	八分	● 實驗養蠶法	一本	二角五分
● 蔬菜栽培新法	一本	三角	● 實驗蠶桑簡要法	一本	四角五分
● 畜產叢書	一本	六角	▲ 甲種蠶業用書		
● 畜產學各論	一本	八角	● 栽桑新論	一本	六角
● 家畜飼養論	一本	五角	● 養蠶新論	一本	五角
● 實用養鷄全書	一本	一元	● 蠶體解剖論	一本	六角
● 實用養豚全書	一本	一元二角	● 屑繭紡絲論	一本	一角五分
● 實用養蜂新書	一本	二角五分	● 桑樹蟲害論	一本	三角
● 水產養殖法 <small>一名養魚全書</small>	一本	一元	● 蠶體生理論	一本	五角
● 農家百事問答	一本	七角	● 蠶體病理論	一本	六角
● 農家副業	一本	四角五分	● 蠶病預防論	一本	五角
● 農藝輯要	一本	一元	● 病蠶消毒法	一本	五角
● 農業全書 <small>(並裝) (精裝)</small>	三本	五元三角	● 製絲新論	一本	二角五分
			● 烘繭法	一本	三角

新學社會圖書目錄之五

▲國民學校用書

◎國新國文教科書	八本	八	角
◎新編修身教科書	八本	每本	三角六分
◎新編修身教授法	八本	對折	三角四分
◎新編國文教科書	八本	每本	七角
◎新編國文教授法	八本	對折	五角
◎新編國文教科書	八本	每本	二角六分
◎新編國文教授法	八本	對折	一角三分
◎新編算術教科書	八本	每本	六角
◎新編算術教授法	八本	對折	三角
◎新編算術教授法	八本	每本	一角
◎速通文法教科書	二本	對折	五分
◎初級作文模範	一本	二角	五分
◎修身啓蒙	二本	一	角
◎歷史啓蒙	二本	二	角
◎地理啓蒙	二本	二	角
◎博物啓蒙	二本	二角	四分
◎造句啓蒙	二本	二	角

◎論說啓蒙

二本 二角

◎珠算啓蒙

二本 二角五分

◎尺牘啓蒙

二本 二角

▲高等小學校用書

◎詳註高小國文讀本 三本 四角七分

◎古訓修身教科書 一本 一角五分

◎簡明歷史教科書 二本 三角

◎簡明地理教科書 四本 五角

◎簡明物理教科書 二本 二角五分

▲女子學校用書

◎女學修身古詩歌 二本 二角五分

◎初等家政教科書 一本 一角五分

◎中等家政教科書 一本 三角

◎女子歷史教本 二本 二角五分

◎女子尺牘教本 二本 二角

▲中學校及師範學校用書

新學社會圖書目錄之七

○三角表解	●外國 <small>地名</small> 辭典	▲名人著述	●明末痛史南天痕	●明末痛史所知錄	●王陽明傳習錄集評	●橫山史論	●橫山文詩全集	△榮根譚前後集	△俞曲園註金剛經	▲近世雜著	●近世亡國史	○國民教育論	○世界十二傑	
一本	一本	八本	八本	二本	二本	一本	四本	一本	一本	一本	一本	一本	一本	
二角	二元	一元	二元八角	五角	五角	二角	一元	一角	一角	四角	一角八分	三角五分		
○軍人要覽	○彈擊學術	○非偵探之偵探	▲圖冊	●五版增補中外大地圖	●二十世紀中國大地圖	●五版增補二十世紀世界現勢圖	●東洋歷史圖	▲掛圖	△天下最新圖	△中華最新圖	△中華最新道制圖	●新出中華輿地全圖	●分圖	●世界全圖
一本	一本	一本	一本	一本	一本	一本	一本	一套	一套	一套	一套	一套	一張	
五角	二角	二角	七元	四元	一元六角	八角	七角	七角	六角	七角	七角	一元	一角	

農藝輯要單行本

種茶法
附製茶法

二角五分

種苧法
種菸法
種蔗法
附製糖法

二角五分

種楮法
種三極法
種雁皮法
附造紙法

三角

種樟法
附製腦法
種漆法
種柏法
附種楮法

一角四分

種茶法
附製茶法
種竹法
種藍法
附製靛法

二角二分

是書內容皆切於實用為近今生計上一絕大根本問題編者係學稼堂主人從事墾務十年尤非汎論家可比蓋自歐戰頻仍東鄰逼處政府方急急講求實業以舒民生而裕國計其於棉糖茶紙土靛等類靡不極意提倡凡有志實業者正當奉是書為津筏也倘公署團體欲勸道平民分給以上各種單行本躉批在百部以上六折千部以上五折零售七折郵費包紮外加一成

上海新學會社啓

化學教科書無機篇

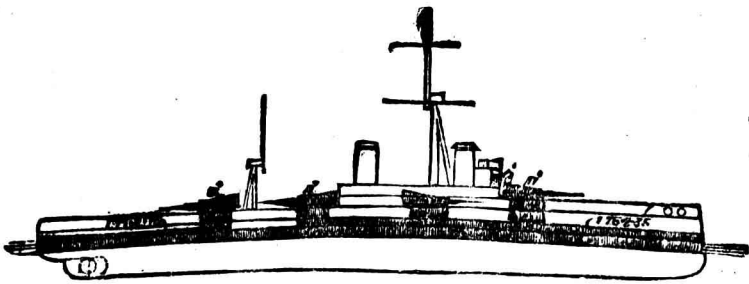
目次

第一章	化學變化及化學	一
第二章	酸素及燃燒	二
第三章	空氣之組成	八
第四章	水素	一一
第五章	水	一五
第六章	元素 分子量 原子量及化學方程式	二〇
第七章	分子及原子	三五
第八章	亞莫尼亞·硝酸·窒素之酸化物·窒素肥料	三七
第九章	鹽素	四八
第十章	臭素·沃素·弗素	五三

第十一章	炭素	五六
第十二章	無水炭酸・酸化炭素	六〇
第十三章	火焰	六六
第十四章	硫黃	六八
第十五章	原子價及構造	七七
第十六章	磷	八〇
第十七章	可逆反應及化學平衡	八四
第十八章	溶液之水點及沸點	八八
第十九章	電解・電離	九二
第二十章	硅素	一〇二
第二十一章	硼素	一〇四
第二十二章	金屬之通性	一〇六

第二十三章	金屬之化合物	一一〇
第二十四章	鉀素·鈉素	一一六
第二十五章	鈣素·鋇素·鎊素	一二八
第二十六章	鎂素·亞鉛	一三六
第二十七章	鋁素	一四〇
第二十八章	鐵·鎳素·鈷素	一四三
第二十九章	錳素·鉻素	一五〇
第三十章	砒素·銻素·蒼鉛	一五二
第三十一章	錫·鉛	一五五
第三十二章	銅·水銀	一五九
第三十三章	銀·金·白金	一六三

化學教科書無機篇目次終



化學教科書無機篇

日本麻生慶次郎
片山外美雄 合著

奉化沈化夔譯述

第一章 化學變化及化學

蠟之變化

水之變化

鐵之變化

化學變化

蠟燭之蠟、固體也。熱之則成液體。冷之則復成固體。然蠟固依然爲蠟。初無稍變其實質。又普通之水、液體也。冷之能成冰。熱之則成氣。然水固依然爲水。亦初無稍變其實質。鐵亦熱之則雖成液體。冷却之則又成鐵。諸如此類。物質成液體、成固體、成氣體。不過止變其形狀。而其實質。初無分毫之變化。此種變化。名曰物理變化。反之、蠟燭之蠟。一經燃燒。即變實質。欲求本來之蠟。已不可得。鐵亦一經發銹。即變爲赤褐色之物。已非本來之鐵。其他若木材、石炭等。亦一經燃燒。即變其實質。此種變化。名曰化學變化。食物之變成筋肉。米麥之釀成醪酒。巖石之化成土壤。皆無一不爲

化學變化。

化學者、論究化學變化之學科也。其目的、在研究諸物質之成分、窮論其生成之方法。詳明其成分與性質之關係。故化學之爲科學。基於實驗與推理。而研究物質之性質與其變化者也。因之其應用甚廣。而其有益於人生者亦極大。是以不問職業之若何。常爲吾人所必修之科學。就中學習農業・工業・衛生・醫藥等業者。尤不可忽。夫歐美之農業。大有長足之進步者。實德國碩學黎皮喜氏之化學應用。有以啟發之也。況今日之農業。浴化學之恩澤者。日厚一日。而農業者之講求化學。亦日不容緩矣。

第二章 酸素及燃燒

空氣爲圍繞於地表之氣體。常於諸種現象。有至大之關係。故先就其成分與其性質而講述之。

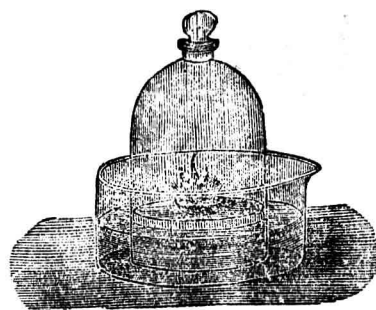
今取一器。盛水於其中。水土浮一小皿。皿中復置黃磷。更取熱鐵針。觸刺

黃磷。使之發火。速以硝子鐘蓋之。初是磷盛燃燒。白煙彌漫鐘內。及磷火

第

一

圖



消滅。白煙亦漸漸溶入水中。而器中之水。隨鐘內之次第冷却。徐徐昇入於其中。此際加水於外器。使內外水面。無高低之差。以檢查鐘內之空氣。則即可見其容積。比燃燒前。已減五分之一。

又徐拔硝子鐘之上孔之栓。而以點火之蠟燭。由上孔吊入鐘內。則火必即速消滅。由此可知鐘內之空氣。全然不能燃燒。與普通之空氣。大有差別。(第一圖)

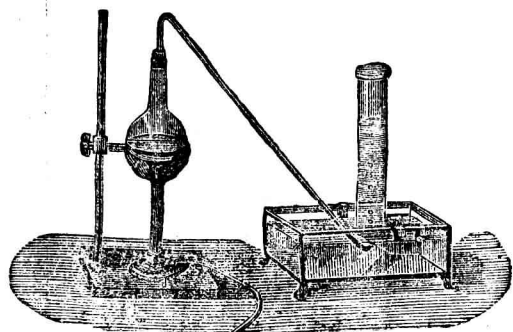
由以上之實驗而考之。知空氣之爲物。最少亦由二部分而成。其五分之一。能與磷結合而生化學變化。且於蠟燭之燃燒。又爲必要之物。至其他五分之四。則毫無如斯之性質。前者曰酸素。後者概由稱爲窒素之物而

窒素
酸素

成。

酸素不獨存於空氣中。亦有存於巖石及動植物之成分內者。然欲於此等處捕集酸素。甚非易事。而得之之簡法。在取酸化水銀。熱之於硬質之玻璃管也。用此法時。酸素發生而集於水槽中之玻璃筒。而硬質玻璃管

第 二 圖



之冷部。則有露狀之水銀附着之。

又有稱爲鹽素酸鉀者。係白色鹽狀之物質。取此物而熱之。則因化學變化。而生酸素與固體之鹽化鉀。惟止用鹽素酸鉀時。不惟溫度須高。而酸素之發生亦緩。故以加入黑色粉末之二酸化錳而用之爲佳。惟此二酸化錳。於混和前。宜徐徐乾燥之。且其分量亦宜與鹽素酸鉀相等。混和後。

將此混和物置入於試驗瓶中。又插一誘導管於此瓶之口。然後徐徐加熱。則酸素之發生迅速。且其量亦多。而集於水槽內之玻璃筒中。(第二圖)

酸素爲無色無臭無味之透明氣體。微能溶解於水。比空氣稍重。其一立脫爾(Litre)之重量係一、四二九瓦。

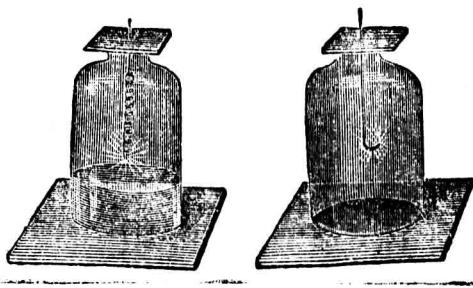
酸素與他物質之化合。頗極容易活潑。木炭加熱而入之於酸素中。則發生光輝。燃燒甚劇。又取木片(或蠟燭)之餘燼。入諸酸素。則餘燼復燃。其光之強。比在空氣中燃燒時更甚。此等物質燃燒時。發生無水炭酸。(即普通之所謂炭酸瓦斯者)故加清澄之石灰水而驗之。則忽生白濁。又加熱於黃磷·硫黃等。而入諸酸素。則放射美麗之強光。發現非常之燃燒。又取赤熱之細鐵絲。而入於酸素。則火花四散。發光而燃。(第二圖)

酸素在空氣中。不過約占容積五分之一。尙能燃燒物質。况其純粹時乎。

燃燒

酸素
化合物

第三圖



是故酸素中物質之燃燒。比空氣中大盛者。自爲當然之理。

燃燒 物質化合而生化學變化之際。發光亦發熱。稱此現象。名曰燃燒。燃燒之最普通者。爲空氣中之燃燒。卽物質與空氣中之酸素。互相化合。而發光發熱之時也。又不關發光與否。凡酸素與他物質之化合。名曰酸化。酸化時所生之物質。名曰酸化合物。木炭。蠟燭

之燃燒時。其中之炭素。酸化而生無水炭酸。此無水炭酸。卽爲斯時之酸化合物。然木炭。蠟燭等種種物質。在常溫之空氣中。亦決不能燃燒。欲燃燒之。先不可不熱之。使達於某溫度。此溫度名曰發火點。依物質而不同。黃磷五〇度。硫黃二三百度。木炭。木片。蠟燭等。則在更高之溫度。而石油之

發火點。依種類而大異。其過低者。易於發火。既極危險。其過高者。又難揮發。致燈上之火熱。及燈口之金屬。因能移火於油中。亦甚爲危險。物質熱至發火點。則開始燃燒。而欲維持其燃燒。又不可不保持其溫度。風之吹滅燈火者。卽其溫度因風而低。遂達發火點以下之故。又欲維持燃燒。凡保持溫度之外。又不可不以新鮮之空氣。十分供給之。例如炭火之受風而烈者。卽其一例。

空氣中之燃燒。爲酸化作用猛烈時之現象。而其變化亦甚急激。然有許多物質酸化時。並不發光。只與酸素徐徐結合。例如於潮濕之空氣中。放置鐵板時。鐵生赤銹。變成土狀。卽其明證。此種酸化名曰緩漫酸化。木材之腐敗。亦其一例。然酸化作用。雖甚緩漫。一定量之物質酸化時。常發一定之熱量。其量等於急激酸化時之所生者。此熱名曰燃燒熱。人畜之保有體溫者。卽藉此體內之燃燒熱。蓋體內物質。緩漫酸化。無時或息故也。

燃燒熱

化合

分解

反應

空氣之組成

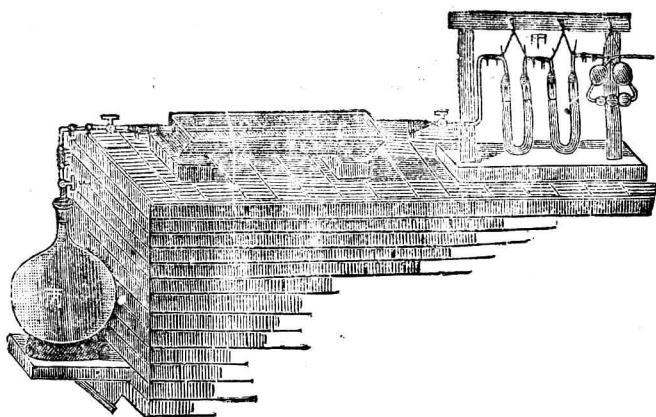
化學變化之種類雖多。然大約可括之爲二。一曰化合。二曰分解。化合者。謂二種以上之物質。互相結合。各失其特有之性質。而造成新規之物質也。例如酸素與磷。結合而生白煙。炭素與酸素。結合而生無水炭酸。皆爲化合之例。又分解者。謂一種之物質。生二種以上之新規物質也。例如酸化水銀之生酸素與水銀。鹽素酸鉀之生酸素與鹽化鉀。皆爲分解之例。又二種以上之物質間。不問其爲化合與分解。凡化學變化之發生。稱爲反應。

第三章 空氣之組成

空氣率由酸素。窒素而成。惟其中多少之水蒸氣。與無水炭酸。既常混存。而其他種種之物質。亦復不少。

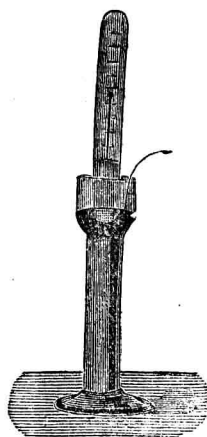
精測空氣中酸素。窒素之分量。可用第四圖裝置。先將其中之無水炭酸。水蒸氣等之不純物。用(甲)管除去之。而通其純粹者於赤熱之銅屑

第 四 圖



如第五圖所示之玻璃管。倒立水中。而測定管內空氣之容積。又入黃磷一小塊於此空氣內。使之徐徐酸化。以除去酸素。則管中窒素之容積。既

第 五 圖



(乙)上。使其中之酸素。悉與銅相化合。又使其窒素。集於真空瓶(丙)中。然後秤乙之全量。而減去其實驗前之全量。即得空氣中酸素之重量。又秤丙瓶之全量。即得窒素之重量。測定空氣中酸素窒素之容積。可用

挨兒扛

可測定。而酸素之容積亦從可知矣。

從來所稱爲空氣中之窒素者。其實並非窒素一物。近來發見其中之一種氣體。其量甚少。命名曰挨兒扛 (Airion) 用以上之方法。由空氣中收取窒素。而通過之於熱鎂上。則窒素悉被除去。而少量之挨兒扛常必殘留。蓋窒素雖難與他物化合。而挨兒扛則尤甚。故得如此分離之。又窒素之簡單製法。在取亞硝酸亞莫尼烏姆。熱之於蒸溜器 (Retort) 中。否則取亞硝酸鉀與鹽化亞莫尼烏姆之混合溶液而熱之。亦無不可。

窒素與挨兒扛。皆爲無色無味無臭之氣體。而其一立脫爾之重量。窒素一二五瓦。挨兒扛一七八瓦。

空氣之組成。常非全然一定。而有多少之變動。然其百分組成之平均。大略如左。

酸素

二一・〇

窒素

七八・一

挨兒扛

〇九

一氣壓
標準壓力
標準溫度

混合此種三氣體。即可製成空氣。與普通之空氣無異。其一立脫爾之重量。爲一、二九三瓦。

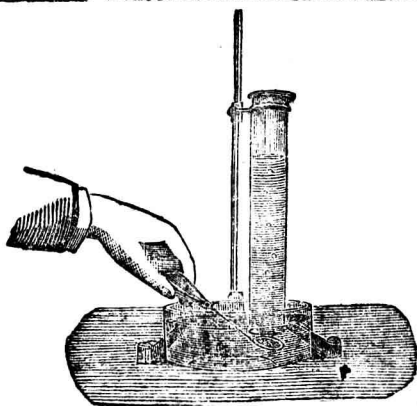
凡氣體一受壓力及溫度。則大變其容積。溫度一定時。壓力與容積成反比例。例如壓力增五倍。則容積變成五分之一是矣。又壓力一定時。溫度與容積成正比。溫度昇降一度。則容積之增減。等於其零度容積之 $\frac{1}{273}$ 。夫氣體之容積。既與壓力及溫度有如此之關係。從而表示容積。亦不可不示及同時之壓力與溫度。而普通以水銀柱七百六十耗之壓力。爲壓力之標準。謂之一氣壓。亦曰標準壓力。又溫度。以攝氏之零度爲標準。名曰標準溫度。以前所載之酸素空氣等之容積。皆示其標準溫度及標準壓力時之容積也。

第四章 水素

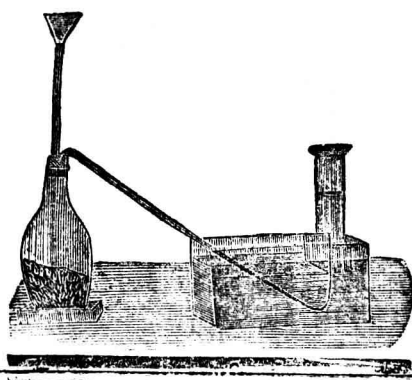
白色柔軟之金屬。有名曰鈉素者。此物投入水中時。與水激烈反應。發生

一種氣體，暫時而止。若用第六圖之裝置，則易收此氣於玻璃筒中。此氣體名曰水素。而此水素，為鉀與水相反應而生者。非鉀素之變成者也。故

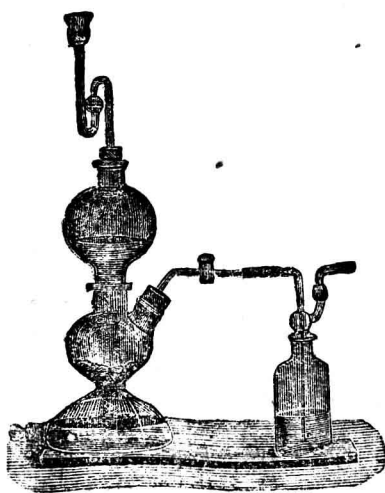
第六圖



第七圖



第八圖

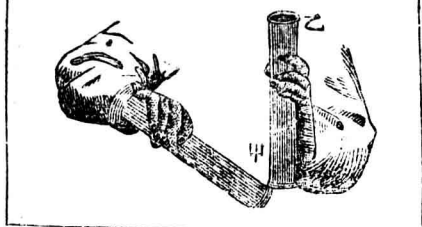


其時水亦受有化學變化。試以赤色試驗紙入於此水中，則必變為青色。蓋苛性曹達已生成於水中也。

製造水素之簡法。可置亞鉛於玻璃瓶。而注加稀硫酸於其上。(第七圖)而欲製造多量時。以使用凱普氏之裝置為佳。(第八圖)

水素為無色無味無臭之氣體。難溶解於水中。一立脫兒之重量。僅〇、〇八九瓦。為諸物質中之最輕者。比諸空氣。不過一四、四分之一。故常見用於風船之氣球。如第九圖所示。(甲)之玻璃瓶中。貯有水素。今開其上端

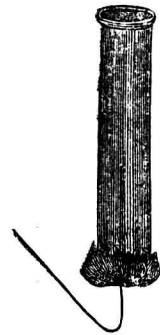
第九圖



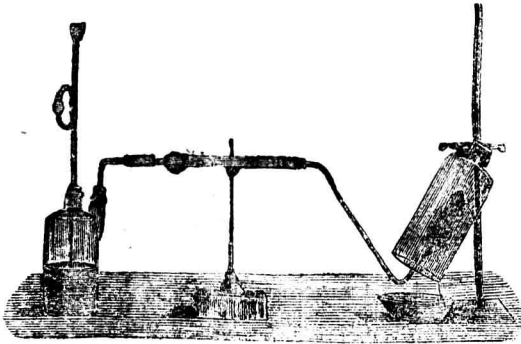
之口。使與玻璃筒(乙)相接。暫時而取離之。取火近(乙)口。則發爆聲而燃。(甲)則更無此種作用。此蓋(甲)之水素。比空氣極輕。因之排除(乙)中之空氣。而上昇於(乙)筒內也。

玻璃筒中。滿貯水素。自其下口。插入點火之蠟燭。則燭火消滅。而瓶口之水素。反見燃燒。(第十圖)故普通稱水素為可燃體。稱酸素為助燃體。然此燃燒。不過酸素與水素

第十圖



第十一圖



之化合。非有可燃體與助燃體之可分。是以如水素之燃燒於空氣中。空氣亦能燃燒於水素中。

用十一圖之裝置。取去水素（使通過鹽化鈣或硫酸中）中之水蒸氣。而點以火。以乾燥之冷玻璃鏡蓋其焰。則鐘之內面。附着水滴。此蓋水素與空氣中之酸素。化合而生水蒸氣也。水素之火焰。其光輝雖甚微弱。而其溫度則頗高。若更於其火焰中。用強壓吹送酸素。則焰之溫度益高。故欲得高溫度時。屢用酸水素吹管。

酸水素吹管

還元劑

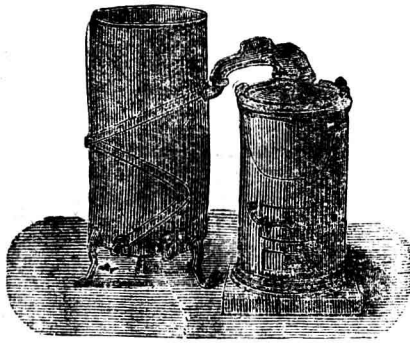
水素與酸素(或空氣)之混合物。遇火則爆發。故於水素誘導管之一端點火時。大宜注意。斯時宜先用試驗管收其水素。而接之於火以驗之。若燃燒而不發爆聲。則可點火。否則必致大爆發。危險殊甚。

水素與酸素之結合力。既如許強大。故水素往往從種種酸化物。奪取酸素。例如於赤熱酸化銅上。使水素觸之。則奪其酸素而生水蒸氣。同時黑色之酸化銅。亦次第變爲赤色之銅。卽爲其好例。諸如此類。凡從化合物中。除去酸素之全量或其幾分者。曰還元。用於還元作用之物質。稱還元劑。如上之水素。亦此劑之一。然還元非單純之分解。必須別有物質。與酸素化合。方能生此還元。故還元作用與酸化作用。常同時並生。如上之酸化銅。還元而生銅。水素亦同時酸化而生水。故水素之還元酸化銅。酸化銅之酸化水素。實爲同一之變化。

第五章 水

潮解

第十 二 圖



水之散在於地球上者極廣。其在河海、湖、沼、者爲液體。其在空氣中者爲水蒸氣。其在南北兩寒帶者爲固體。源泉之滾滾。井水之冷冷。又爲水之湧出於地罅者。水之爲物。蓋無處不至也。其他動植物體內。亦有少量之水。約占體量五成以上。就中蔬菜中之水。實達九成有餘云。

欲驗空氣中之水蒸氣。則置鹽化鈣於空氣中可矣。蓋鹽化鈣有吸水之性質。在空氣中。吸收水蒸氣。次第溶解。遂成液體故也。此種現象。名曰潮解。

欲驗動植物體之水。則於乾燥之試驗管中。置入供試品。而熱其管底可矣。蓋斯時供試品受熱。發散其中之水分。而此水分。凝結於管壁之冷處。生成水滴。水雖有固體液體氣體之分。而其溶解種

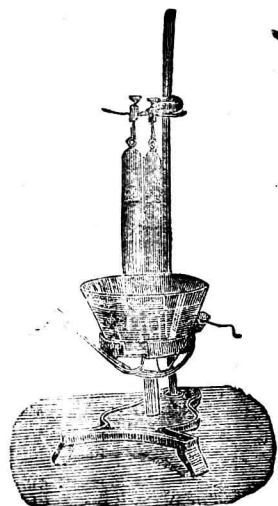
蒸溜水

種物質之性。則各體皆然也。故天然之水。決無純粹者。且普通之水。更有細微固體。浮游於其中。如塵埃黴菌等是也。除去此種固體。常用濾過法。而欲得純粹之水。則用蒸溜法。蒸溜法者。加熱於水。使之變成水蒸氣。以與不揮發性等固體相分離。然後再將水蒸氣冷卻之。使之復成液體也。如此所得之水。名曰蒸溜水。(第十二圖)

水爲無味無臭之液體。其層稍淺時。固爲無色。然其過深時。則呈淡青色。水之密度。攝氏四度時最大。其一立方糲之質量。稱爲一瓦。爲質量之單位。又水在零度時。凝固而成冰。零度百容之水。成冰時變爲百〇九容。故冰能浮游於水面。冬季水瓶之破碎。岩石土壤之崩壞。皆此容積之膨大有以致之也。又水在百度時。沸騰而成水蒸氣。百度之水一容。成水蒸氣時變爲千七百倍。蒸氣機之運轉機關者。利用此種之膨脹而已。水之生也。常由於水素與酸素之化合。已如前章所述。茲復以如下之實

驗。(第十三圖)詳述其組成。

第三十圖

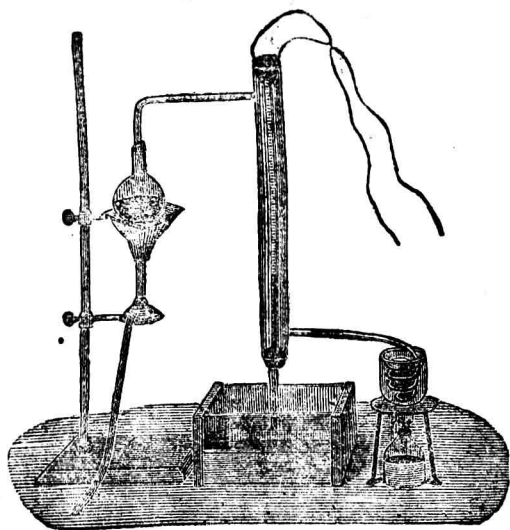


極者之二倍。試爲點火於陰極之氣體。則發無色之焰而燃。故可知其爲水素。又以木片之餘燼。入諸陽極之氣體。則餘燼復燃。而光輝眩目。故可知其爲酸素。水素酸素。雖已多量發生。而苛性曹達或硫酸之量。依然不變。故知此二氣體。實由乎水之分解而生。又查水之重量。比實驗前已見減少。其所失者。適等於二氣體之重量。故知水之生也。由乎水素二容與酸素一容之化合。

用少量之苛性曹達或硫酸。加入水中。又以二白金板爲電極。置諸水中。而通以電流。則從兩極之板面。發生氣體。其在陰極發生者。其容積較大。等於在陽

又以水素二容、酸素一容。入諸第五圖所示之玻管中。而通以電流之火

第 十 四 圖



圖所示之裝置行之。即豫將玻管加熱。保持百度以上之一定溫度。然後再通電流之火花而實驗之。則實驗後氣體之容積。等於當初容積之三分之一。蓋水素二容與酸素一容。化合而生二容之水蒸氣也。

花。則二氣體忽相化合而成水。同時水銀上昇。殆至充滿管內。此因水之容積。比二氣體之混合容積。甚覺微小故也。又若試驗時。一氣體之用量過多。則此過量試驗後亦必殘留管中。決不同時化合。如上之實驗。又可以第十四

既知水之容積組成。復知水素與酸素之比重。則水素與酸素化合時。其重量之比。亦得計算之。即酸素之重量。爲水素之十六倍。故水之重量組成。爲水素一而酸素八。又精測水之重量組成。在通過水素於酸化銅上。而秤其所生之水量。再從酸化銅之減量。而推知水中之酸素量。據此等實驗之結果。而知水之重量組成凡如左。

水素

一一、二

酸素

八八、八

第六章

元素·分子量·原子量及化學方程式

水之生成。由乎水素與酸素之化合。而水之分解。又生水素與酸素。諸如此類。凡物質之由乎化合而生者。或物質之可分解者。名曰化合物。諸物質之大多數。實爲化合物。無水炭酸·酸化水銀·鹽素酸鉀等。皆爲其例。又物質之不由乎化合而生。且復不能分解之者。名曰單體。如酸素·水素·窒素·磷·水銀等皆是也。

化合物

單體

元素

單體之水素與單體之酸素化合而成水。而水之分解也。又生單體之酸素與單體之水素。然水中非含水素酸素之二單體。不過含有二種特別物質。可生此二單體而已。何則。酸素與水素。既相化合。則已各失其特性。而其物質。又復變成新規之物質故也。如上之可生單體之特別物質。名曰元素。即元素者。可生單體之元也。例如水者。由酸素。水素之二元素而成。而其分解時。從其酸素元素。生成單體之酸素。從其水素元素。生成單體之水素。故單體與元素全當區別者也。

水素與酸素之化合而生水也。其容積之比例。常成二與一。其重量之比例。常成一與八。決不以他比而行其化合。或依水素之燃燒而製水。或依電氣之火花而得水。或分解河海之水。或試驗生物體之水。而水之組成。悉爲一定。此不獨水之一物爲然。凡所稱爲化合物者。無一不以一定重量之比而生成。此爲化學上極緊要之事實。名曰定比例之定律。

定比例之
定例

空氣之爲物。雖成乎酸素與窒素。然此不過兩氣體之混合物。決非化合物也。蓋其組成。常有多少之變動。不能全然一定。非如種種之化合物。能服從定比例之定律。且其中之酸素窒素。並不失其特性。不過二氣體相混。各氣體變爲稀薄。從而其作用亦稍成緩慢耳。今取玻璃瓶。半盛冷水。堅施密栓而振盪之。則多少之空氣。溶入水中。於此而檢其瓶內之殘留空氣。則其酸素量與窒素量之比。與在通常之空氣時。已見大有差別。此蓋空氣中之酸素窒素。各以特殊之量。溶入水中。換言之。則酸素之溶解於水。比窒素稍多。從而瓶中之空氣。含酸素較少也。

水素二容與酸素一容。化合而生二容之水蒸氣。其容積間之關係。極爲簡單。此又不獨斯時爲然。凡氣體化合時。其消滅氣體之容積間。其生成氣體之容積間。其消滅氣體與生成氣體之容積間。俱必有極簡單之關係。而無論何一氣體。皆爲同一容積之整倍數也。此種關係。名曰健留塞

克之容積定律。

分子量

氣體反應時。其容積間。既有此種之簡單關係。因之取同容之氣體。而比較其重量。實爲化學上之一要點。化學上。以水素爲標準。而測各種之氣體。其各氣體所得比重之二倍。稱爲該氣體之分子量。例如以水素測酸素。則得酸素之比重一五、八八。故酸素之分子量爲二二、七六。然基於種種之事情。化學者。常定酸素之分子量爲三十二。而水素之分子量爲二、〇一五。而準是以測他物之分子量。惟本篇爲避煩就簡。用四捨五入之法。以簡約其數。定酸素之分子量爲三二。水素爲二。

欲測某物質之分子量。可取此物質之氣體。於同一狀態之下。而比其重量於同容之酸素。例如無水炭酸比酸素。計重一、三八倍。故其分子量爲四十四。

酸素一容與水素二容。化合而生水蒸氣之二容。故水之分子量爲一八。

而此一分子量中，酸素量爲一六。水素量爲二。卽水之一分子量中，酸素之量。等於其單體之半分子量。水素之量。等於其單體之一分子量。其他，更就種種物質之分子量，精精檢查之結果。知諸物質之一分子量中，同一元素之量。皆爲某一定量之整數倍。此一定量，名曰其元素之原子量。例如就多數之酸化物而檢之。於各物之一分子量中若發見其酸素之量。或爲一六。或爲一六之整數倍。則可知酸素之原子量爲一六。又據同樣之檢查。又可知水素之原子量爲一。其他各物之原子量。俱可以此法測定之。而酸素水素窒素等之一分子量。各由二原子量而成。磷由四原子量而成。鈉素水銀等之氣化者。各由一原子量而成。酸素之一分子量。由其二原子量而成。然別有一種物質。成乎酸素之三原子量。此物質名曰阿戎。電氣之火花。通過酸素中時。亦生此物之微量。其酸化力。比諸酸素。更覺強大。蓋酸素與阿戎者。同其元素而異其單體。

者也。

測定物質之分子量。以該物之氣體重量為基礎。故物質之不氣化者。其分子量似難測定。從而其原子量亦似無由定之。然分子量原子量之測定。尚有種種之方法。固非獨藉氣體也。

元素及其原子量之代表法。常用符號。酸素之符號為 O。水素之符號為 H。俱取拉丁名 Oxygenium 及 Hydrogenium 之頭字者也。又種種元素中。其頭字有相同者。則附記語中之他文字以別之。例如鹽素 Chlorum 為 Cl。鈣素 Calcium 為 Ca 是矣。今將原子量與其符號表示於左。（表中括弧內之元素為元素之稀有者。）

名稱

拉丁名

化學符號

原子量

水素(輕氣)

Hydrogenium

H

1.01

(海里烏姆)(鏷)(氦)

Helium

He

4

鋰素	Lithium	Li	70.3
(鈹素)(鈹)	Beryllium	Be	9.1
硼素	Boron	B	11.
炭素	Carbonium	C	12.00
窒素(淡氣)	Nitrogenium	N	14.04
酸(素養氣)	Oxygenium	O	16.00
弗素	Fluorine	F	19.
(楠翁)(氦)	Neon	Ne	20.
鈉素	Natrium	Na	23.05
鎂素	Magnesium	Mg	24.36
鋁素	Aluminium	Al	27.1
硅素(矽)	Silicium	Si	28.4

磷	Phosphorus	P	32.0
硫黃	Sulphur	S	32.06
鹽素(綠氣)	chlorum	Cl	35.45
鉀素(加里烏姆)	Kalium	K	39.15
挨兒扛(氫)	Argon	A	39.9
鈣素	Calcium	Ca	40.1
(鋁素)	Scandium	Sc	44.1
(鎢素)	Titanium	Ti	48.1
(釩素)	Vanadium	V	51.2
鉻素	Chromium	Cr	52.1
錳素	Manganium	Mn	55.0
鐵	Ferrum	Fe	55.9

鎳	Nickel	Ni	58.7
鈷	Cobaltum	Co	59.
銅	Cuprum	Cu	63.6
亞鉛(鋅)	Zincum	Zn	65.4
(格里烏姆)(鎳)(鉛)	Gallium	Ga	70.
(日耳曼尼烏姆)(鉛)	Germanium	Ge	72.5
砒素	Arsenicum	As	75.
硒素	Selenium	Se	79.2
臭素(溴)	Bromum	Br	79.96
(銻素)	Rubidium	Rb	85.5
錫素	Strontium	Sr	87.6
(鈦素)(鎰)	Yttrium	Yt	89.

(鋯素)	Zirconium	Zr	90.6
(鈮素)(鎢)	Niobium	Nb	94.
(鉬素)	Molybdenum	Mo	96.0
(鈳素)	Ruthenium	Ru	101.7
(銻素)	Rhodium	Rh	103.0
鈳素	Palladium	Pd	106.5
銀	Argentum	Ag	107.93
鎘素	Cadmium	Cd	112.4
(印度烏姆)(銻)	Indium	In	115.
錫	Stannum	Sn	119.
銻素	Stibium	Sb	120.2
沃素(碘)	Iodum	I	126.97

銻素	Tellurium	Te	127.6
(銻素)	Caesium	Cs	132.9
鋇素	Baryum	Ba	137.4
(銀素)	Lanthanum	La	138.9
(錯素)	Cerium	Ce	140.25
(鎳素)	Praseodimium	Pr	140.5
(鋁素)(鋟)	Neodymium	Nd	132.6
(鍛素)(鐵)	Samarium	Sm	150.3
鐳獨里烏姆(釷)(鐳)	Gadolinium	Gd	156.
台爾皮烏姆(錒)	Tribium	Td	160.
(鉍素)(鉍)	Erbium	Er	166.
土里烏姆(鈾)	Thulium	Tu	171.

(鈾素)(鐳)	Ytterbium	Yb	173.
(鈾素)	Tantalum	Ta	183.
(鎢素)(鈹)	Wolfram	W	184.
(銅素)(銻)(鏷)	Osmium	Os	161.
銥素	Iridium	Ir	198.0
白金(鉑)	Platinum	Pt	194.8
金	Aurum	Au	197.2
水銀	Hydrargyrum	Hg	200.
鉛素	Thallium	Tl	204.1
鉛	Plumbum	Pb	207.
蒼鉛(銻)	Bismuth	Bi	208.5
(拉地烏姆)(銻)	Radium	Ra	225.

分子式

(鈾素)

Thorium

Th

232.5

(鈾素)

Uranium

U

238.5

表示種種物質及其分子量亦用符號。此種符號名曰分子式。例如水素之一分子量由二原子量而成。故其分子式爲 H_2 。又酸素之一分子量亦由二原子量而成。故其分子式爲 O_2 。又水之一分子量由水素二原子量與酸素一原子量而成。故其分子式爲 H_2O 。而元素符號名下所附記之數字爲表示其原子量之倍數者。

種種化學變化可以分子式表之。例如水素與酸素之混合物中。通以電流之火花。則生水蒸氣。其反應可表之如左。



此式之左邊表示二分子量(即二量)之水素與一分子量(即二二量)之酸素之化合。其右邊表示二分子量(即三六量)之水之生成。而其

意味、在連接反應物質與生成物質。而表示反應前後、質量之毫無增減。又二容之水素與一容之酸素。化合而生二容之水蒸氣。此事實、右式亦已明白表出之。

又亞鉛與硫酸。反應而生水素。其反應、可表之如左。



此式所示、爲一分子量之亞鉛與一分子量之硫酸、反應而生一分子量之水素、與一分子量之硫酸亞鉛。且此式、又表示反應前後、質量之毫無增減。

又鈉素投入水中時。發生水素。其反應如下。

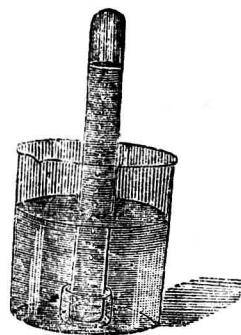


如上所示。凡表示化學變化之式。名曰化學方程式。

物質、雖有時化合。有時分解。而其實量則全然不變。無稍增減。今如第十

式
化學方程

第五十圖



五圖所示。滿盛冷水於試驗管。以指閉其口。而倒立之於水盃中。復取亞鉛之小塊。沈諸水中。而移之於試驗管下。又別取一小盃。盛以硫酸。與前盃共置於天秤之一盤。而秤其重量。然後注硫酸於水中。使與亞鉛化合。發生水素。此水素漸次集於試驗管中。而亞鉛終至消盡。於是復秤兩盃。而檢其重量。則必可發見斯時之重量。與反應前毫無差異。故化學方程式。常以 \parallel 連接左右兩邊。以示重量之不變。亦卽示質量之不變。

一子之微。長成蔚然大木。一經野火。復成纖毫灰燼。宜乎物質亦有時而生。有時而滅矣。然更細究之。植物之成長也。葉則吸收炭酸。根則吸收養分。以充生長之資料。物質之長成。決非植物所創造。又觀植物之經火也。無色而逝者。有無水炭酸。水蒸氣等之氣體。有形而留者。有黑色白色之

灰燼。若收其氣體。集其灰燼。執秤而權之。則其重量之和。必更大於未燒前之植物。而其重量之所以增者。因空氣中之酸素。已與之化合故也。又鎂素者。白色有光之金屬也。取其一片。置諸坩堝。計其重量。而點之以火。則燃燒甚盛。光輝燦爛。檢其燒後之殘物。僅有無光灰狀之物質。而此物質之重量。比燃燒前之鎂素更大。此亦因空氣中之酸素。已與之化合故也。此灰狀物質。名曰酸化鎂。而此酸化鎂。亦可以適當之方法分解之。使成鎂素與酸素。恰如水之生成。由乎水素與酸素之化合。而水之分解。又生酸素與水素。凡元素雖以無論若何之化學變化。造成化合物。而用適當之方法以處理之。又必能恢復其本來之元素。從而一元素。不能變成他元素。即元素者。不滅者也。化學方程式中。左右兩邊之各元素量之相等者。實與此事實相符合也。

第七章 分子及原子

分子

說明物質之組成者。有假說也。據此假說所示。則一切物質。皆係極小之微粒合成。此種微粒。名曰分子。一物質之分子。悉係同樣。凡形狀重量等。無一不同。然物質同者。分子固同。而物質異者。分子亦異。蓋分子者。實最小之微粒。而具有該物質之性質者也。雖然。化學變化之結果。分子分裂。而消滅其性質。於是新生物質之分子生也。故又假定分子之成。更成乎微小原子之集合。即原子者。分子分裂而生之微粒。雖無論以若何之方法。亦不能再為分裂者也。而單體之分子。由同一之原子而成。化合物之分子。由二種以上之原子而成。

原子

據此假說。則物質由原子而成。故定比例之定律等。亦得以是說容易推論之。即其他理化學上之種種理論。亦不難以是說說明之。其說誠為利便。又有一假說。稱為亞婆格度洛之法則。據此假說。則同溫同壓之下。等容積之氣體中。所有分子之數。無論何物質。皆為相等。由此而言。則物質

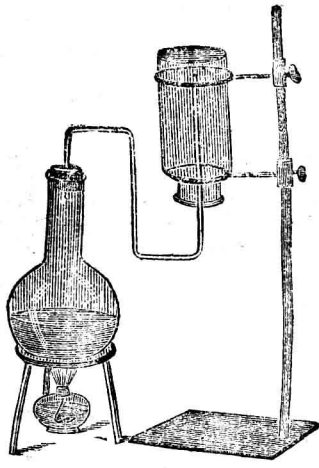
亞莫尼亞

水
亞莫尼亞

之分子量。比例於其一分子之重。物質之原子量。比例於其一原子之重。
第八章 亞莫尼亞·硝酸·窒素酸化物·窒素肥料

亞莫尼亞 加生石灰或消石灰於鹽化亞莫尼亞烏姆(瀝砂)而熱之。則生一種氣體。有刺擊性之臭氣。此氣體。名曰亞莫尼亞。比空氣輕甚。其比重不過〇·五八九(以空氣爲一)故得如第十六圖所示。收集之於倒立筒中。又亞莫尼亞在空氣中。不易燃燒。惟以酸素十分供給之。方能大放

第十六圖



種亞莫尼亞之水溶液。名曰亞莫尼亞水。氣體之亞莫尼亞。不便貯藏。若

其焰。而生水與窒素。又亞莫尼亞極易溶解於水中。試以乾燥之瓶滿貯亞莫尼亞。而倒插其瓶口於水中。則水必噴湧上昇。充滿瓶內。蓋亞莫尼亞悉已溶入水中也。此

亞爾加里
反應

製之而成亞莫尼亞水。則貯藏既已簡便。且需要時又可熱之而得亞莫尼亞。故亞莫尼亞貯藏。用其水溶液。又於此水中。浸入赤色試驗紙。則變爲青色。如斯之變化。名曰亞爾加里反應。又亞莫尼亞常生於動植物之腐敗時。而尤以動物質之腐敗時爲甚。廁所中屢有刺擊性之臭氣者。卽爲糞尿分解時所生之亞莫尼亞。而此種之腐敗分解。率從黴菌之作用而生。故若防除之。則腐敗分解。必不容易發生。又亞莫尼亞之微量。有存於土壤污水者。亦有存於空氣中者。

凡氣體遇冷。則成液體。而加以高壓時。其液化尤甚容易。如亞莫尼亞者。其液化之簡易者也。冷之至零下四十度。卽能得其無色之液體。或冷之至十度。而變其壓力爲六、五氣壓。亦能得同一之結果。此液體之沸點。在零下三、三、五度。其變爲氣體之亞莫尼亞時。吸收多量之熱。故有應用此性。以製人造水者。

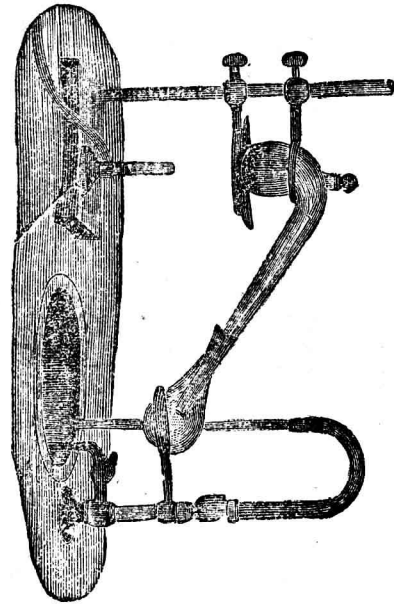
空氣之液化甚難。然一旦壓縮之後。再使膨脹。則其溫度。必有多少之下降。不計次數。反覆行之。則終得大降其溫度。而獲其液體。而液體之酸素及液體之窒素。各異其沸騰點。窒素之沸騰點。比酸素低。故若放置液體之空氣。則窒素必先沸騰。成氣而散。遂至所殘留者。殆爲純粹之酸素。空氣之非化合物者。於此亦得其一證矣。

檢查亞莫尼亞之組成。可以亞莫尼亞。盛諸第五圖所示之玻管。而倒立之於水銀。更用強大之感應廓衣耳 (Cathode) 而通以電氣之火花。斯時管內之氣體。增加其容積。遂至達最初之二倍。若點火於此氣體。則發微弱之焰而燃。故知其爲水素。於是復加酸素於管內。使此酸素之容積。等於管中氣體之八分之三。加以必要之注意。通以電氣之火花。則水即生成。而氣體之容積亦減。遂至其容積。等於酸素未加前之容積之四分之一。於此而檢所殘之氣體。則知其爲窒素。

據此實驗。則知亞莫尼亞之分解也。其容積變成兩倍而生酸素與窒素。且二容之亞莫尼亞。生三容之水素。與一容之窒素。由此試驗之結果以推之。則可知亞莫尼亞之分子式爲 NH_3 。今示其化學方程式如左。



硝酸 加濃硫酸於硝酸鉀。(硝石)以第十七圖所示之裝置而蒸溜之。



第十七圖

則可得淡黃色之液體。名曰硝酸。 (HNO_3) 其反應如左



硝酸爲無色之液體。發煙性甚強。而其普通之稍帶黃褐色者。以其含有分解生成物故也。又

硝酸富於腐蝕性。觸於皮膚。則生黃色之斑點。浸之以紙布等物。則諸物變爲黃褐色而靡爛。

硝酸爲強大之酸化劑。青藍遇之。卽失其青色。又硝酸受熱時。容易分解。發生酸素。故硝酸尤富於酸化作用。試於炭火上注硝酸。則必大放光輝而燃。

濃硝酸液

濃硝酸液（硝酸之稍含水分者）中。加入銅塊。則銅漸溶解。而生青色之溶液。又有褐色之氣體。亦於同時發生。其他銀、鐵、鉛、水銀等之諸金屬。亦容易溶入硝酸。惟金與白金。則全然不與反應。

酸性反應

硝酸中。加入多量之水而嘗之。則感酸味殊強。入青試驗紙以驗之。則變爲赤色。此色之變化。適與亞莫尼亞水之時相反稱。此種變化。曰酸性反應。凡呈此反應者。皆稱之酸。今於硝酸水溶液中。加入試驗液以着色之。而更於其上滴下莫尼亞水。則其液。由赤色變爲紫色。遂至毫無酸味。亦

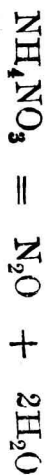
中和

無亞莫尼亞水之味。如此現象。謂之中和。而此溶液中。青色試驗紙。赤色試驗紙。皆毫不變其色。如斯不呈酸性反應。亦不呈亞爾加里性反應之現象。謂之中性反應。若斯時再加亞莫尼亞水之一滴於該溶液。則即變為青色。其反應之敏。若是。茲將以上之化學變化。示之如左。



將此中性之溶液蒸發之。則白色中性之粉末物現也。此物名曰硝酸亞莫尼烏姆。諸如此類。凡酸性者與亞爾加里性者。互相中和。則生中性物質。此種物質。名之曰鹽。

窒素之酸化物 取硝酸亞莫尼烏姆而熱之。則分解而生水與亞酸化窒素。



亞酸化窒素。為無色之氣體。容易溶入水中。稍帶甘味。磷。硫黃。蠟等之

窒素之酸
化物
亞酸化窒
素

鹽

中性反應

酸化窒素

在此氣中。燃燒之盛。宛如在酸素之中。若混入空氣於此氣體。而吸之以鼻。則神經受刺擊而發笑。故有笑氣之名。故又可作麻醉劑。加銅於濃硝酸液。則生硝酸銅與酸化窒素。



酸化窒素為無色之氣體。然其一觸空氣。即見酸化。生成褐色之過酸化窒素。又酸化窒素。難於溶入水中。而易於溶入硫酸鐵之溶液。以造成褐色之液。

二酸化窒素
四酸化窒素

取硝酸鹽而強熱之。亦可得過酸化窒素。過酸化窒素者。二酸化窒素 N_2O_4 與四酸化窒素 N_2O_4 之混合氣體也。其所呈之褐色。即為二酸化窒素之色。而此四酸化窒素。又為二酸化窒素之變成者。

於無水亞砷酸或澱粉中。加硝酸而熱之。復將其所發生之氣體。十分冷却之。則得深青色之液。其組成為 N_2O_3 。其在氣體狀態。頗難成立。一遇冷

亞硝酸

無水亞硝酸

水則化合而生不安定之亞硝酸故稱此氣體曰無水亞硝酸。



使亞硝酸與亞爾加里相化合則生亞硝酸鹽。又酸化窒素與二酸化窒素之混合物。若與亞爾加里相化合則亦生亞硝酸鹽。



五酸化窒素

取無水磷酸與硝酸之混合物。以低溫蒸溜之則生五酸化窒素。此五酸化窒素為不安定之白色結晶。其溶入水中也。發生音響。生成硝酸。故又有無水硝酸之名。又硝酸加熱時亦生此物。惟因其甚不安定。發生後即變為二酸化窒素等物。

以上所述之窒素酸化物。計凡五種。列之如左。



而此等物質中。其窒素與酸素之化合量之比。甚為簡單。而對於同一量

倍數比例
之定律

窒素肥料

硝酸化成
作用

之窒素。酸素之量。成一、二、三、四、五之整數比。如此關係。不獨此二元素間爲然。其他諸元素間。亦常成立。卽二種之物質。化合而生數種之化合物。時對於一物質之一定量。他物質之化合物之比。互成簡單之整數比。稱此關係。曰倍數比例之定律。

窒素肥料 植物不能吸單體之窒素而利用之。率由硝酸或亞莫尼亞之鹽類。以攝取窒素。故窒素化合物中。硝酸及亞莫尼亞之鹽類肥料上尤爲緊要之物。

亞莫尼亞鹽之施於土中也。發生酸化作用。早晚必變爲硝酸鹽。稱此變化曰硝酸化成作用。或單稱之曰硝化。此係土中細菌之作用。而氣溫愈高。空氣之供給愈足時。其作用愈見活潑。故硝化作用之行。冬日不如夏日之烈。水田不如旱地之盛。又動植物之遺體或其排泄物等。施入土中時。先受土中腐敗黴菌之作用。漸見分解。其窒素概成亞莫尼亞。然後復

受硝化作用而變成硝酸鹽

窒素之天然供給。出自地中者有限。終必有罄盡之一日。然其存乎空氣中者。其量既多。而又無處不有。苟得採而利用之。豈非爲窒素原料之大源泉。然窒素之性質。甚不活潑。與他元素之化合。極覺不易。雖空氣中以電流。則窒素與酸素相化合。然無如所費浩大。非爲適當之方法。又所得極少。雖鎂素之加熱者。善於吸收窒素。然又無如鎂素之製造。復甚困難。以之採取空氣中之窒素。蓋非易易。惟有一種細菌。具有特別機能。善於利用遊離窒素。而此細菌。寄生於荳科植物之根部。稱爲根瘤菌。能變空氣之窒素。成爲化合物。以供之於其植物。故其植物。雖別無窒素肥料之供給。亦能遂其生育。且其植物收穫後。其根部殘留地中。從而其土地亦成肥沃。

據此理由。則栽培荳科植物。實爲獲得最廉之窒素肥料之方法。農家之

栽培紫雲英者。實其一例也。

空氣中窒素之利用。最近已發明一法。即石灰與炭素。以強力電氣熱之。則窒素善與化合。且此化合物。容易變生亞莫尼亞。故可以之充肥料云云。此法發明以來。藉人工之力。得取單體之窒素。而利用之於農業上。然此肥料。尙難大見施用。

植物吸收土中之硝酸鹽。而造含窒素有機物。動物採而食之。以營其生活。其植物體中之窒素。變成糞尿。則見排於體外。留入遺體。亦終歸於土壤。於是黴菌逞其作用。一變之而爲亞莫尼亞鹽。再變之而爲硝酸鹽。以再供植物之營養。故自然界中。窒素之天然循環。大要如左。



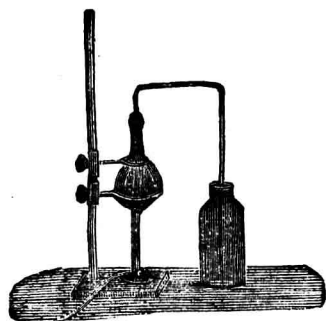
鹽素

檢出亞莫尼烏姆鹽(或動植物體)中之窒素。甚為易。即置入亞莫尼烏姆鹽、或肉、大豆等之少量。於試驗管中。加苛性曹達而熱之。則即時分解。發生亞莫尼亞。故以赤色試驗紙接之。則變為青色。又取一玻璃棒。濡以強鹽酸而接之。則舉白煙。若更用耐斯萊爾氏試藥以驗之。則生黃褐色之沈澱。斯時亞莫尼亞雖甚微量。亦得檢出之。又鑑識硝酸鹽之法。在先加濃硫酸。以使硝酸遊離。然後於此混合液中。復徐徐加入硫酸第一鐵之溶液。斯時兩液層之界。必至生成褐色輪。

第九章 鹽素

鹽素 鹽素之單體。雖不存於天然界。然其化合物則甚多。食鹽其一也。製造鹽素之法。取食鹽與二酸化錳而混和之。再注硫酸而熱之可矣。或鹽酸中加入二酸化

第十八圖

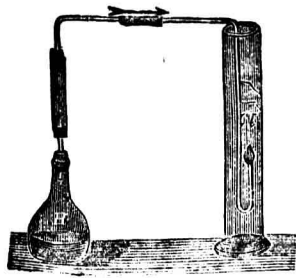


錳而熱之亦可。(第十八圖)

鹽素為黃綠色之氣體。有刺擊性之惡臭。吸入之則害氣管。易溶於冷水。而難溶於溫湯。故收集鹽素。常在溫湯上行之。又此氣體。重於空氣。故可如第十八圖所示。用下方置換法。而捕集之於玻筒中。

鹽素易與他物質相化合。黃磷銻等。在此氣中。燃燒而生鹽素之化合物。此化合物名曰鹽化物。又鹽素與種種金屬。亦能化合。故水銀上不可收

第十九圖



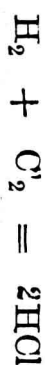
集此氣。且其與水素之化合。尤為活潑。故水素中能燃燒鹽素。鹽素中亦能燃燒水素。(第

十九圖) 由此觀之。亦可見燃燒之未必要酸素。而助燃體可燃體之語。

亦不過一比較上之名詞而已。

燭火入鹽素中。雖能繼續燃燒。然火生煤煙。濃黑異常。此蓋蠟燭之在空氣中燃燒時。蠟中之炭素。水素。悉皆酸化。而在體素中燃燒時。蠟中之水素。獨與鹽素化合。蠟中之炭素。則不能與之化合。而悉成單體故也。又鹽素之帶濕氣者。有漂白性。例如藍布遇鹽素。則暫時而褪色。此蓋有機質之色素等。易於酸化。而鹽素奪濕氣中之水素。而遺其酸素。此遊離酸素。作用於有機質之色素。而酸化之也。故鹽素為間接之酸化劑。又鹽素之一分子量。由二原子量而成。即 Cl_2 是矣。

混合鹽素一容與水素一容。而點之以火。或曝之以日。則發爆聲而化合。生成鹽化水素。測其容積。則為二容。故鹽化水素之分子式為 HCl 。其生成反應如左。



鹽酸

加硫酸於食鹽而熱之。容易製成鹽化水素。此物為無色之氣體。比空氣稍重。極易溶入水中。其水溶液曰鹽酸。吾人之胃中。亦有少量之鹽酸。常營食物之消化作用。且防食物之腐敗。

鹽酸呈酸性反應。能溶解鐵·錫·亞鉛等之金屬。而發生水素。又此金屬之鹽化物。能溶解於水。

鹽化水素與亞莫尼亞等。容積相混。則即時化合。而生白色固體之鹽化亞莫尼亞。姆。普通稱為礪砂。供亞莫尼亞製造之用。



如前所述。用濃鹽酸以檢亞莫尼亞。則生白煙。此即生成鹽化亞莫尼亞。姆故也。

又加苛性曹達於鹽酸以中和之。則生鹽化納。(即食鹽)



王水

強鹽酸三容與硝酸一容之混合物。名曰王水。雖金與白金。與王水共熱時。亦容易溶解。生成其鹽化物。此蓋如左之反應所示。配合王水時。生成鹽素故也。



此鹽素、新自元素遊離。即所謂發生機之單體也。凡發生機之單體。與他物化合之力極強。

取苛性加里之溶液而熱之。同時復通以多量之鹽素。然後放置之。以待其冷却。則溶液析出鹽素酸鉀之結晶。而此鹽素酸鉀受熱時。分解而生成酸素。其反應如左。



鹽素酸鉀與可燃物相混。則逞其酸化作用。而惹起燃燒。故此等混合物之處理。大宜注意。又鹽素酸鉀用於煙火。火柴。醫藥。爆發物等之製造。

鹽素酸鉀

漂白粉

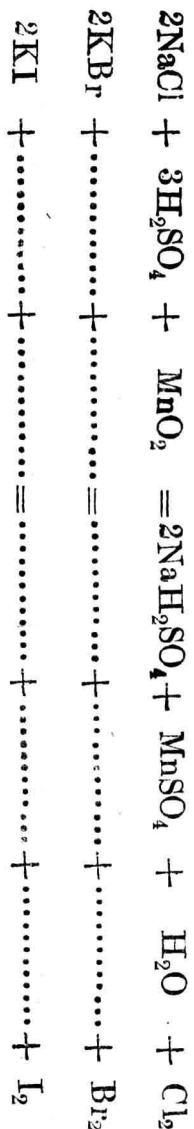
消石灰之粉末上。通以鹽素。則生漂白粉。其組成爲 $\text{CaO} \cdot \text{CaCl}_2$ 。係白色之粉末。有一種之臭氣。用於木綿及其他植物質纖維之漂白。惟此物之溶液。漂白作用甚弱。若於其溶液中。加之以酸則發生鹽素。增進其漂白力。故常加酸而用之也。

第十章 臭素·沃素·弗素

臭素

臭素 爲類似於鹽素之元素。而其製法亦相類。卽製造臭素時。加硫酸與二酸化錳於臭化物而熱之可矣。此物係暗赤色之液體。有極強之惡臭。能溶解於水中。

沃素之製法亦與鹽素相類。今將此等二元素製造之反應。示之如左。



沃素

昇華

臭化水素
沃化水素

沃素 爲灰黑色之結晶。稍帶金屬光澤。熱之則發蒸氣。紫色有臭。此蒸氣觸寒冷之物體。則凝固而成固體。諸如此類。凡固體受熱而變氣體。旋即復成固體之現象。名曰昇華。分離揮發物與不揮發物時。常用昇華之方法。

沃素難溶於水。而易溶於酒精或沃化鉀之溶液中。此沃素之溶液。與澱粉相作用。則生藍色之化合物。名曰沃化澱粉。此化合物熱之。則分解而失色。冷之則又呈藍色。反應極爲敏銳。查檢澱粉時。必用之反應也。

臭化水素 HBr 沃化水素 HI 皆爲類似於鹽化水素之無色氣體。其溶液。又如鹽酸。呈酸性甚強。惟此二化合物。一遇硫酸。即被分解。故其製造時。不用硫酸。而以磷酸代之。

海草含有沃素。故可燒之成灰。而溶之於水。更使其溶液。析出沃化鉀。以充沃素製造之原料。

弗素

弗化水素

弗素 其產出於天然界者為其化合物如螢石 (CaF₂) 等是也。而此元素之性質類於鹽素·臭素·沃素。物質界中之有此元素。雖久為世人所確認。惟因單體之弗素。性質極為激烈。降至近今。方能發見之。是物為無色之氣體。雖在暗處。亦能與水素化合。而生弗化水素。

加硫酸於螢石。則生弗化水素與硫酸鈣。



弗化水素為無色之氣體。極易溶解於水。其溶液為強酸。能腐蝕硅酸鹽類之物。此蓋其特性也。故玻璃磁器等。一觸此物。即為所侵蝕。故製造此物時。常用鉛器或白金之器。惟此物對於有機物。頗難逞其作用。故以蠟塗玻璃板。而以針頭刻文字。圖畫於其上。然後以此氣體或其溶液腐蝕之。則玻璃板上。現其文字或圖畫也。

弗素·鹽素·臭素·沃素。性質上為極相類似之元素。總稱之為成鹽元素。

弗化物鹽化物等。總稱之爲成鹽化合物。

第十一章 炭素

炭素之與水素·酸素·窒素等相化合者。爲動植物體之主成分。皆屬於有機物。其種類極多。又炭素之與酸素化合者。爲無水炭酸等。常存於空氣中。亦存於地殼中。又單體之炭素。亦產於自然界。卽無定形炭素·石墨·金剛石之三種是也。

無定形炭素

無定形炭素 黑色而無定形。率從動植物之分解而生。木炭·獸炭·油煙石炭等皆屬之。而其最普通者爲木炭。木炭者。木材之經燃燒而炭化者也。蓋木材之主成分。爲炭素·水素·酸素之化合物。故其燃燒時。炭素變爲無水炭酸。酸素與水素。化合成水蒸氣。惟若空氣之供給不足。則水素·酸素·及幾分之炭素。變爲揮發性之化合物。散入空中。而其炭素之大部分。則依然殘留也。木炭之製造。卽應用此理而行之者。又木炭決

灰分

水炭

獸炭

骨炭

油煙

非純粹之炭素。常有水素。酸素之少量。殘留於其中。且炭中又常有種種之金屬元素。故其燃燒後。常有殘灰。此種之灰。名曰灰分。若燒純粹之砂糖或濾紙。使之成炭。則可得炭素之殆無灰分者。

木炭之質疏鬆。富有氣孔。能吸收種種之氣體。對於腐敗物所生之臭氣。尤善於吸收。故常以之充防臭劑。又木炭能吸水中之種種有害物。故常用於飲料之濾漏。又木炭。在空氣中及水中。比諸木材。更難腐蝕。故樟板。板塼等之表面。常燒焦之。以防其腐蝕也。

取動物之骨。血。皮。肉等而熱之。則皆成黑色之炭。是爲獸炭。而普通多以獸骨爲原料。故又稱之爲骨炭。獸炭能吸收氣體。亦能吸收水中之色素。故砂糖精製等之工業上多用之。

油煙（或稱煤煙）係細微之炭。蠟。石油等之燃燒時。若遇空氣供給不足。則發生此物。墨及印刷墨水之製造皆用之。

石炭

石炭瓦斯
瓦斯

石炭者，古代之植物，埋沒於地中，失其水素酸素，而變成不純之炭素者也。惟隨時代之遠近，變化之良否，而異其性質。例如無煙炭，其時代最古，而其火力亦最強。又如褐炭，其木質未盡消滅，而其火力亦較弱。又入石炭於蒸溜器，斷空氣而乾溜之，則生可燃性之氣體，名曰石炭瓦斯，或單稱瓦斯。又石炭乾溜之際，又得二種之重要副產物，即亞莫尼亞液及煤膠（Coal-tar）是也。前者含種種亞莫尼亞化合物，為亞莫尼亞之主要原料。後者為黑色之粘液，有一種之臭氣。近來發明其用途，為工業上之一重要原料。

骸骨

石炭乾溜之際，少許之炭素，與水素窒素等相化合，揮發而盡。然其大部分，變為灰黑色之硬塊，殘留於蒸溜器內。此物名曰骸炭，用於燃料，火力甚強。

炭火

凡有機物，分解而成炭素狀態之變化，名曰炭化。如泥炭者，雖稍受炭化

作用。然尙呈纖維狀也。砂糖之因熱而成炭。土中有機物之逐年而變黑。皆爲炭化之實例。

石墨

石墨 爲灰黑色之固形。屢成板狀之結晶。其質極柔軟。故書之於紙。則生墨痕。可用於鉛筆之製造。又此物常用於器械之間隙。以減其摩擦。塗諸鐵器以防其酸化。又因此物在普通之高溫。決不融解。混諸粘土。得製坭塢。

金剛石

金剛石 爲萬物中之最堅者。其純粹者。爲無色透明之結晶。其屈折光線之力甚強。因生美麗之光澤。故尊爲寶石而重視之。其不透明之劣等品。常供切斷玻璃之用。

木炭·石墨·金剛石三者。其比重色澤硬度等。各有差別。且石墨能導電。而金剛石則無是性。其性質之不同。若是然。入酸素中而強熱之。則俱燃燒而生無水炭酸。

炭素不溶解於普通之液體。亦不融解於普通之強熱。然稍稍能溶解於融鐵中。其融鐵冷卻時。炭素之幾分。變成石墨。而與鐵相分離。又電氣之強熱能融解炭素亦能使之揮發。故運用電氣與融鐵。得以炭素而製金剛石。惜此人造者。不過細微之粒。終不若造化所成者之大而且美也。由以上之事實而觀之。則知此等三物質。雖其性質全異。而其元素則同且能互相變換。

炭素與種種之元素。化合而生多數之化合物。有機物之全部俱屬之。又炭素之在高溫時。易與酸素化合。故從金屬之酸化物。製造金屬之時。屢以炭素充還元劑。

第十二章 無水炭酸 酸化炭素

無水炭酸 普通稱爲炭酸瓦斯。凡含炭素者燃燒時。皆生是物。人畜之呼吸。有機物之腐敗。又常生之。故通常存於空氣中。亦溶於天然之水中。

無水炭酸

又此物之金屬化合物。存於土中者頗多。名曰炭酸鹽。其最普通者。爲炭酸鈣。

炭素之燃燒於酸素中也。酸化而生無水炭酸。而氣體之容積。則始終無增減。故知一容之酸素。能製同容之無水炭酸。故無水炭酸之生成。可示之如左。



製造無水炭酸之法。注加稀硝酸或稀鹽酸於大理石(炭酸鈣)可矣。(第

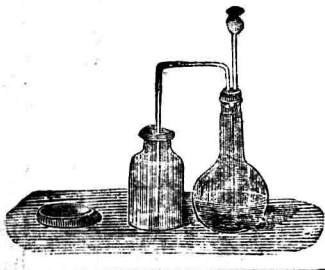
二十圖)



無水炭酸。爲無色之氣體。比空氣稍重。故得以下方置換法。而收集之於玻璃筒中。

注此氣於燭火。則火即消滅。故可知其不助燃

第二十二圖



燒。又常溫時之水。能溶同容積之無水炭酸。而零度時則能溶其一倍半以上。其溶液有佳快之酸甘味。呈微弱之酸性反應。大抵氣體之溶解於液體。其量隨溫度之上昇而減少。又隨壓力之增高而增加。荷蘭水麥酒等。因受高壓之故。溶有多量之炭酸。故一經開其瓶口。壓力減而無水炭酸亦泡沸矣。

通無水炭酸於石灰水。則生白濁。即為炭酸鈣之沈澱。無水炭酸之檢出。常用此反應也。



酸化炭素

炭火方熾之時。屢舉青色之火焰。此因發生可燃性之氣體故也。此氣體名曰酸化炭素。通無水炭酸於赤熱之木炭上。可製成之。又加硫酸於蔘酸而熱之。亦得無水炭酸與酸化炭素之混合物。故將此混合物。使通過於苛性加里中則無水炭酸被吸收。而得純粹之酸化炭素。酸化炭素者。

無色無味無臭之氣體也。難溶於水不呈酸性反應。且通入石灰水亦不生白濁。在空氣中或酸素中。舉青色之焰而燃。生成無水炭酸。故可知酸化炭素所有之酸素。少於無水炭酸之所有者。又酸化炭素二容。與酸素一容相混。通之以電氣之火花。則化合而生二容之無水炭酸。故可知酸化炭素之所含炭素量。等於無水炭酸。而酸素量適等於其半分。從而其分子式爲 CO 。



酸化炭素。與無水炭酸中。酸素之量。對於同量之炭素。適成一與二之比。故倍數比例之定律。又可於此得其一證。

酸化炭素頗爲有毒之氣體。吸其濃厚者。則暫時而隕命。雖空氣之含其百分之一者。亦及危害於人身。密閉之室內。置方熾之炭火。則屢呈中毒之現象。蓋酸化炭素之發生盛也。反之。無水炭酸實無如此之毒性。不過

空氣中含其多量時。有妨呼吸作用而已。

取澄清之石灰水。而呼入吾人之呼氣於其中。則忽生白濁。蓋吾人之呼

氣。含有無水炭酸之故。此不獨人類爲然。動物亦

如之。動物吸入空氣於肺中。血液吸收其酸素。循

環於體內。經緩漫之酸化。而生無水炭酸。復經血

液。運至肺中變爲呼氣。而排出於體外。然此又不

獨動物爲然。植物亦如之。如第二十一圖所示。玻

瓶中鋪入濕砂。而置麥、大豆等之種子於其上。瓶

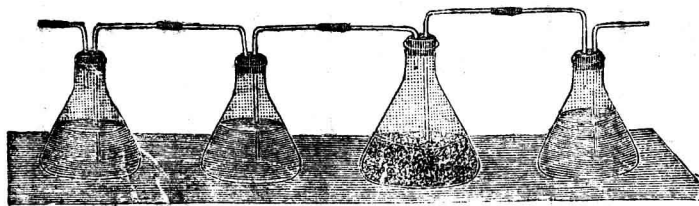
口施栓。栓插二導管。將空氣之不含無水炭酸者。

(通過苛性曹達液)自導管之一方送入之。而將

導管之他方。通入石灰水中。既而種子吸收水分

與酸素。漸次發芽。而石灰水亦漸生白濁。故可知

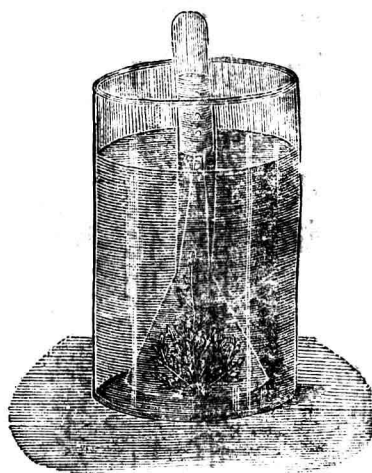
第二十一圖



種子發芽時。呼出無水炭酸也。然植物之呼吸。不限於發芽之種子。即成長之植物。亦行之而無間。不過比於動物。甚爲微弱而已。

如第二十二圖所示。盛水於玻璃器。而溶無水炭酸於其中。置綠葉或水草於器底。而以漏斗覆之。復充水於試驗管。而倒立於漏斗管上。然後將全

第 二 十 二 圖



裝置。曝諸直射日光之下。則葉面發生氣泡。漸次昇入試驗管中。而檢其氣體。則知其爲酸素。由是觀之。植物亦藉日光之力。分解炭酸。攝取其炭素。而放棄其酸素。此種作用。名曰同化作用。同化作用者。

與呼吸作用相反之現象。前者吸取食物而消化之。後者吸取酸素。而營其酸化作用。且前者甚盛。亦不若後者之微弱也。

同化作用

人畜之呼吸。薪炭之燃燒。無一不放無水炭酸於空氣。然植物吸收而同化之。無時或息。故空氣中炭酸之量。殆無增減。空氣容積萬分中。常占其三分也。

植物行其同化作用。吸取空氣中之無水炭酸。而奪其炭素。以造成植物質。動物採而食之。酸化而分解之。呼出其無水炭酸。以供植物之攝取。故炭素者。常循環於動植兩界。而無稍間斷者也。

第十三章 火焰

物質之燃燒時。有發生火焰者。亦有不發火焰者。如水素·磷·硫黃等之舉。焰而燃。鐵·木炭等之無焰而燃者是矣。蓋火焰之生。生於氣體之燃燒。磷·硫黃等。因其燃燒熱而成氣體。木片·蠟燭等之一部分。亦因其燃燒熱而變氣體。故其燃燒時皆舉火焰。

焰光之強弱。固關乎溫度之高低。而焰中固體之有無。亦爲其至大之原

因。例如水素酒精之焰，殆無光輝。若入白金線或木炭之粉末於其中。則大放光明。遠勝當初。又如燭火之所以光明者。以蠟經分解。生煤於火焰中故也。

蠟燭之火焰，由三部而成。(第二十二圖)蠟因燃燒熱而融解。復因毛管之作用。而昇入於燭心。於是變為氣體。而成焰之中心(甲)。此部分之氣體。尚未燃燒故暗而無光。又中心之周圍(乙)光輝最強。熱度亦高。蓋空氣之

第二十二圖



供給不足。燃燒不能完全。炭素之幾分。成爲微粒之煤。受燃燒之強熱。而大放其光輝故也。此部分稱曰內焰。故若以寒冷之物入此部。旋即取出。則煤必附着於是物。

又其外部(丙)因與空氣密接。燃燒完全。煤無存者。故光輝不生。熱度亦最高。此部分稱曰外焰。

內焰

外焰

硫黃華
棒狀硫黃

第十四章 硫黃

硫黃爲黃色之結晶體。產於火山等處。又其金屬化合物。產額極多。欲得其純粹物。則用蒸溜法。將其蒸氣急冷之。則成粉末狀。名曰硫黃華。緩冷之。則成液狀物。復入型而凝結之。則得棒狀硫黃。

普通硫黃。爲黃色之脆物質。不溶於水。而溶於硫化炭素。放置其溶液。則成斜方錐體之結晶。而析出於其中。又硫黃加熱則熔融。而徐冷之。則生黃褐色之針狀結晶。硫黃熱至一一四、五度。則融解而成液體。更增熱之。則漸帶褐色。變成粘質。熱至二五〇度許。則雖倒其器。亦不流出。熱至三〇〇度以上。則再成流動之液。而色益黑熱褐。至四五〇度而沸騰。發生黃褐色之蒸氣。又以近於沸點之流動體。傾入之於冷水中。則生樹膠狀之物質。色黑褐。有彈性。以上各物。雖爲別種之單體。而同由硫黃元素而成。歷時既久。則皆變成普通之硫黃。又硫黃易與金屬化合。例如混硫黃

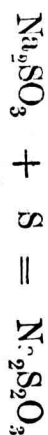
無水亞硫
酸
亞硫
酸
瓦
斯

次亞
硫
酸
曹
達

亞
硫
酸

於水銀。加水而摩擦之。則生黑色之硫化水銀。又如入銅線於硫黃之蒸氣中。則發白熱而化合。又熱硫黃於空氣中。則點火而發青色之焰。生無水亞硫酸。普稱爲亞硫酸瓦斯。爲無色之氣體。有刺擊性之惡臭。一定容積之酸素中。入硫黃而燃之。其容積不變。故知無水亞硫酸之一分子量中。有二原子量之酸素。從而其分子式爲 SO_2 。無水亞硫酸。頗富於漂白力。故用於毛麥稈等之漂白。雖其漂白力不如鹽素之強。而無害於漂白物之質。故其效用。過於鹽素。又無水亞硫酸有殺菌之力。故又用於消毒。從而亦有害於動植物。冶金之際。概生此氣。故冶金所附近之作物。往往被害。

無水亞硫酸之溶入水中者。名曰亞硫酸 H_2SO_3 。此物甚不安定。熱之則生無水亞硫酸。又亞硫酸中。加入苛性曹達。則生亞硫酸曹達 Na_2SO_3 。亞硫酸曹達之溶液中。加硫黃華而熱之。則生次亞硫酸曹達。



鹽素漂白之後常有鹽素殘留於漂白物。而大害其質。此鹽素可用次亞硫酸曹達之溶液除去之。又此溶液能溶解銀之成鹽素化合物。故又用於寫真術。又加鹽化水素於次亞硫酸曹達。則生遊離之次亞硫酸。然亦即時分解。發生無水亞硫酸。其反應如左。



硫酸 取白金石綿而熱之。再通無水亞硫酸與酸素於其上。則化合而生白色結晶之無水硫酸。



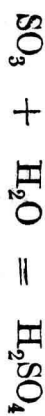
白金、徃徃媒介物質之化合。而自身則毫無變化。此種作用。名曰接觸作用。

無水硫酸遇水。則發熱發音。化合而生硫酸。

接觸作用

無水硫酸

硫酸



製造多量之硫酸法在利用硝酸以酸化無水亞硫酸也。即燃燒硫黃或硫化鐵等而造無水亞硫酸。與硝酸之蒸氣水蒸氣及空氣等。同時導入之於大鉛室。使發生如下之反應。而生硫酸。



斯時所生之酸化窒素。爲空氣中之酸素所酸化。生成過酸化窒素。故又能酸化其室中之無水亞硫酸。而生硫酸與酸化窒素。



故此後將無水亞硫酸·水蒸氣·空氣之三者。適當混合之。以送入之於鉛室內。已可製造硫酸。更無送入硝酸蒸氣之必要。然多少之窒素酸化物。與空氣等。共由鉛室逃出。故尙須將少量之硝酸蒸氣。時時送入。以補其不足。如此製成之硫酸。名曰鉛室硫酸。百分中約含六十分之硫酸。取

此液體。在鉛鍋蒸發之。至硫酸之量達八十分時。宜移入之於玻璃或白金之蒸溜器。再蒸溜之。使之濃厚。蓋濃厚硫酸。能侵蝕鉛鍋故也。

普通稱爲強硫酸者。爲無色油狀之液體。比重一、八四。百分中含水五分許。除白金外。大抵之金屬。俱能溶解之。以造成硫酸鹽。又硫酸能分解他酸之鹽類。故工業上極爲重要。又強於吸濕性。故可以之作乾燥劑。又遇水則生多量之熱。故此二者混合時。宜不絕攪拌。徐注硫酸於水中爲要。若誤加水於多量之濃硫酸中。則水忽變成水蒸氣。其膨脹之力。令液四面散射。或至破壞器物。甚屬危險。又硫酸能糜爛皮膚。衣服。木質。故處理上大宜注意。

鹽酸·硝酸·硫酸等。凡稱酸者。概呈酸性反應。如此者謂之酸。又如亞莫尼亞水·苛性曹達 NaOH ·苛性加里 KOH ·石灰水 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等之化合物。皆呈亞爾加里性。能中和諸酸而造鹽。如此者謂之鹽基。而酸之分子

酸

鹽基

式中常有水素。鹽基之分子式中常有水素與酸素。今將酸與鹽基之中
和反應。列記之如左。



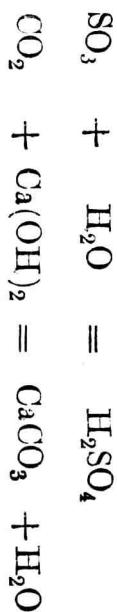
酸

鹽基

亞爾加里

觀以上之方程式。則知酸與鹽基中和時。酸之水素。常與鹽基之金屬元
素相交換。而生鹽與水。故酸者。謂含有能與金屬元素交換之水素。并能
與鹽基相反應而生鹽者。而鹽基者。謂能中和酸類之水酸化物也。惟鹽
基中。加苛性曹達。苛性加里等。其能溶解於水者。特稱爲亞爾加里。如水
者。雖亦爲亞爾加里之一種。然爲特別之物。後章另說明之。

又如無水硫酸、無水碳酸等之酸化物。溶於水中而生酸。或中和鹽基而造鹽。例如



如斯之酸化物。名曰酸性酸化物。或稱無水酸。惟在分析等。單稱之為酸。例如稱 CO_2 為碳酸。稱 SO_3 為硫酸。稱無水磷酸 P_2O_5 為磷酸是。

如硝酸、鹽酸等之酸。含有可與金屬元素交換之水素只一。而硫酸則有二。故化學上。隨此水素之數。稱酸為一鹽基酸。二鹽基酸。三鹽基酸等。故鹽酸、硝酸為一鹽基酸。硫酸為二鹽基酸。

如硫酸等之多鹽基酸。有以金屬元素置換其水素之一部分者。又有置換其全部分者。故硫酸能生二種之鹽。如 K_2SO_4 及 KHSO_4 是也。前者係水素元素之全部。為金屬元素所置換之鹽。名曰正鹽。後者。係水素元素

一鹽基酸
二鹽基酸
三鹽基酸

酸

無水酸

物
酸性酸化

正鹽

酸性鹽

硫化水素

之一部、爲金屬元素所置換之鹽、名曰酸性鹽。

硫化水素



雞卵腐敗時。發生一種惡臭者。概係硫化水素。又此物

存於火山所噴出之氣體中。或往往溶存於鑛

泉中。而其製法。在加稀硫酸或鹽酸於硫化第

一鐵(第二十四圖)



此物爲無色有惡臭且有害之氣體。能溶於水中。其溶液微呈酸性反應。又點火於此氣體。則

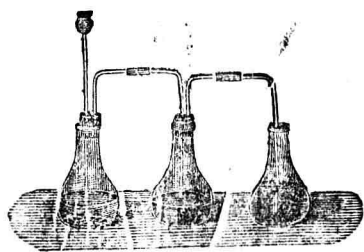
舉青色之焰而燃。若斯時酸素之供給不足。則分離硫黃。



種種金屬鹽類之溶液中。加入硫化水素或其溶液時。則沈澱金屬之硫

硫化物

第二十四圖



化物。而銀·鐵·銅·鉛等之硫化物呈黑褐色。銻·砒·砷之硫化物呈橙黃赤色。亞鉛等之硫化物呈白色。諸如此類。各金屬之硫化物。各呈其特有之色。而沈澱。故於鑑識金屬元素。硫化水素之效用甚大。

硫化炭素 CS_2 熱炭素於硫黃之蒸氣中。則生此物。爲無色之液體。能溶解硫黃·黃燐及樹膠·脂肪等之有機物。故常以之作溶劑。又此物易於發火。亦易揮發。故處理上大宜注意。又此物有害於動物。故又可以之殺除害蟲。

欲鑑識硫酸及硫酸鹽。則加鹽化鉍於其溶液。以沈澱其白色之硫酸鉍可矣。



動植物之生活上。俱必須硫黃。而植物則從土壤中之硫酸攝取之。以合成有機物也。

第十五章 原子價及構造式

取種種分子式而列記之。則可發見其相互間、有一種之規律。今舉水素化合物之簡單者如左。



鹽素之一原子量。與水素之一原子量相化合。酸素之一原子量。與水素之二原子量相化合。窒素之一原子量。與水素之三原子量相化合。而元素之一原子量。與水素之一原子量相化合者。謂之一價元素。如上之鹽素。爲其一例。元素之一原子量。與一價元素之二原子量相化合者。謂之二價元素。如上之酸素是矣。從而如窒素者。可知其爲三價元素。三價以上俱做是。又鉀素·亞鉛·鈣素等。雖不與水素化合。而從 KOH , ZnCl_2 , CaO

CO_2 等。間接上。可知鉀素爲一價。亞鉛及鈣素爲二價。炭素爲四價。諸如此類。凡元素之一價二價等。稱爲元素之原子價。然同一原素有時有異

原子價

當量

其原子價者。如無水亞硫酸之分子式爲 S_2O_3 。故斯時之硫黃爲四價。而無水硫酸之分子式爲 SO_3 。故斯時之硫黃爲六價也。

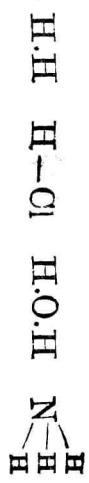
又種種元素與水素一原子量相化合之量。謂之對於水素之當量。例如水素與鹽素以一與三五五之比相化合。水素與酸素以一與八之比相化合。從而鹽素之三五五。酸素之八。俱爲對於水素之當量也。而元素之不與水素化合者。以其與鹽素之三五五。或酸素之八相化合之量。爲其間接當量。而當量與原子量。或相等。或成簡單之整數比。如水素鹽素等之一價元素。其當量與原子量相等。故於精測原子量。當量甚屬緊要。表示元素原子價之法。常於元素符號傍。附記點·線·羅馬數字等。今舉酸素之例如左。



在物質之分子式。於化學符號上。一一附記原子價。以示其構造之關係

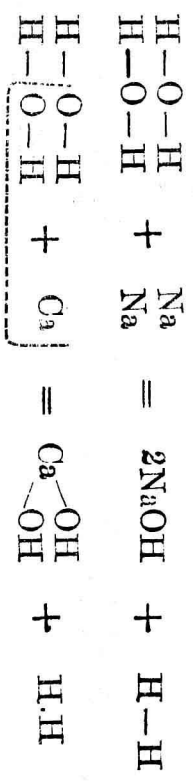
構造式

者。曰構造式。例如



而構造式常須一致於該物質之反應。故表記物質之分子式亦務以一致於其構造式為佳。例如硫酸之分子式就構造上而言與其記之如 H_2SO_4 無寧記之如 SO_4H_2 惟本書從舊來之慣例沿用前者。

水受鈉素或鈣素之作用則發生水素。而生成苛性曹達或水酸化鈣素（石灰水）於溶液中。



如此方程式所示。水之 OH 於化學變化之際其作用恰如一種之元素。常不分裂。故特稱之曰水酸基。又亞莫尼亞之 NH 亦往往如一種之元

素存在於有機物中。故又特稱之曰亞米笛基。而水酸基、亞米笛基等。總稱之曰基。

第十六章 磷

磷

磷 存在於自然界者。爲磷酸鹽。而尤以磷酸鈣 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 之散布爲最廣。又動物骨之主成分中亦有磷。

欲以骨製磷。可先以硫酸分解其灰。以製磷酸一石灰。更加木炭於此物之濃溶液而熱之。以得磷之蒸氣。於是冷却之。使成液體。凝固之。使成固體可矣。

黃磷

磷本無色。惟受光線之作用時。容易變化。變爲黃色。故稱黃磷。融點四四、五度。沸點二九〇度。在空氣中。徐徐酸化。在暗處。則發磷光。又磷係毒物。且易發火。故處理上。大宜注意。普通貯之於水中。

熱黃磷於真空中。至二三〇度與二七〇度之間。則變爲赤色之粉末。是

赤磷

謂赤磷。毫無毒性。且放置之於空氣中。亦不容易酸化。又不容易發火。故處理上較爲便利。然熱之至三〇〇度時。變爲蒸氣。冷卻後。變爲黃磷。又製安全火柴。率用此物。蓋火柴製造時。將硫黃·鹽素·鉀素·硫化銻等。附着之於木片。而將赤磷·二酸化錳等之調合物。塗敷之於箱面也。

無水磷酸
五酸化磷

磷與鹽素容易化合。生成亞鹽化磷 PO_2 及鹽化磷 PO_3 。又磷之燃燒時。生成無水磷酸 P_2O_5 。亦稱五酸化磷。係白色之粉末。極能吸收水分。故往往以之作乾燥劑。

磷酸

無水磷酸之與水化合者。謂之磷酸。而磷酸中亦有數種。其最普通最重要者。係三鹽基磷酸。通常單稱爲磷酸。成透明之結晶。容易溶入水中。然比諸硫酸等。其作用甚弱。

三鹽基磷
酸

磷酸爲三鹽基酸。故能造三種之鹽。與金屬之一價元素 (E) 化合時。其所生之鹽如左。

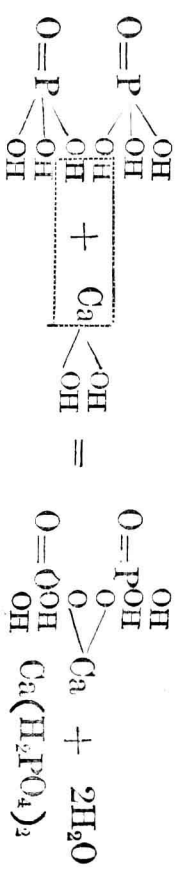


磷酸鹽類之種類雖多。而其最重要者為磷酸二石灰（單稱磷酸石灰）
 高等動物之骨中。占其重量之半。又磷灰石·磷塊石·海鳥糞等。亦概由
 此物而成。又植物體中生活機能之旺盛處。亦必含磷酸及磷之化合物。
 種子中。亦常含其多量。故磷常循環於礦物·植物·動物之三界。然普通
 之土壤中。磷之化合物不多。而又為作物所奪去。雖間或土壤含磷較多。
 而成磷酸鹽之形者甚少。難為植物所利用。故磷酸肥料之施用。大見緊
 要。骨粉·過磷酸石灰·篤麥斯磷肥等。肥料中之含有多量之磷酸鹽者
 也。

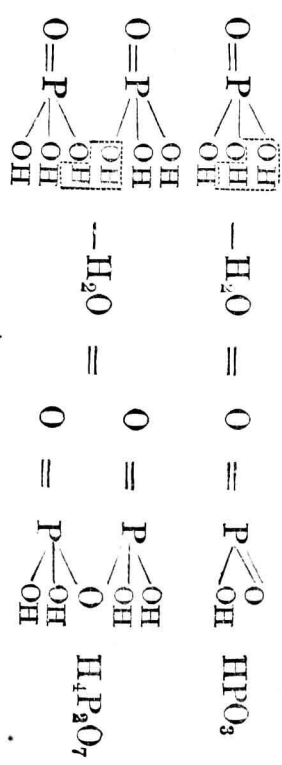
檢出磷酸鹽之法。在先用酸溶解之。復用鹽基中和之。然後加鉬酸亞莫
 尼烏姆而熱之也。又檢查有機物中之磷時。可先燃燒之。以製成磷酸鹽。

然後再用以上之方法可矣。蓋磷酸鹽之溶液中。加入鉬酸亞莫尼亞時。必生黃色之沈澱。而磷酸之存在。從可知也。

磷酸之構造式爲 $\text{O}=\text{P}(\text{OH})_3$ 而此等之 $\text{P}(\text{OH})_3$ 能與金屬元素相置換。例如此物之一分子量中。加入水酸化石灰之一分子量時。則生白色之磷酸一石灰。



加熱於普通之磷酸時。失去其中之水。而成一種之磷酸。



美德磷酸
焦性磷酸
亞磷酸

前者爲一鹽基酸稱爲美得磷酸。後者爲四鹽基酸稱爲焦性磷酸。此外復有亞磷酸等種種不一。

第十七章 可逆反應及化學平衡

等容積之鹽化水素與亞莫尼亞相混。則即化合而生白色固體之鹽化亞莫尼烏姆。



然此鹽化亞莫尼烏姆受熱時不融解而氣化。若在試驗管中熱之。則昇華而移於上部。測斯時所生氣體之比重。遠小於分子式 NH_4OI 之所示者。殆不過其二分之一而已。由見觀之。則從氣體之比重而測定分子量之法則。似已與此事實相矛盾。然鹽化亞莫尼烏姆之氣體。在高溫時分解而爲鹽化水素與亞莫尼亞。則因其容積倍增。其比重亦應半減。從而如上之現象。亦得說明之矣。故熱鹽化亞莫尼烏姆於試驗管中時。取赤

可逆反應

正反應
逆反應

解離

色試驗紙而濕之。以置之於其口。則初變青色。後復變為赤色。此蓋鹽化亞莫尼亞姆之氣化時。其大部分。分解而成亞莫尼亞與鹽化水素。而亞莫尼亞比鹽化水素。輕至二倍以上。故先出管口。而青變試驗紙。及多量之鹽化水素。繼之而出。則復赤變之也。

如鹽化亞莫尼亞之變化等。凡隨其狀況之變更。能進行於全相反對之兩方向之化學變化。名曰可逆反應。其方程式中。連結兩邊之 \parallel 。以 $\uparrow\downarrow$ 代之。



而其兩方向中。一方謂之正反應。他方謂之逆反應。

實際上。化學變化之能逆行者極多。惟如有機物之燃燒等。有全難逆行者而已。

如鹽化亞莫尼亞之分解。其分解生成物。再能直接而復舊。此等分解。謂

之解離。即解離者，可逆之分解也。解離之例極多。如四酸化窒素。熱之則漸次分解。變成二酸化窒素。冷之則復其舊。故解離之式。可表之如下。



又如水蒸氣之分解。亦為解離之一例。今混合等容之酸素。水素。熱之至五六百度。則殆皆化合而成水蒸氣。若更加熱。至千度以上。則大為解離。變成酸素與水素。更熱之至三四千度。則殆見全部分解矣。



然在千度與二千度之間。各度時之水蒸氣。酸素。水素之三者。成一定之比而共存。例如溫度自四千度減至二千度。則二元素之大部分（例如六成）化合而成水蒸氣。此外更不化合。又熱水蒸氣至二千度。則其一部分（例如四成）解離而生酸素與水素。又混合酸素與水素。而熱之至二千度。則其大部分（例如六成）亦化合而成水蒸氣。其餘更不化合。

故熱之至二千度之方法雖不同。而水蒸氣、酸素、水素之三者。則皆保有
一定之量。而成同一之狀態。(例如六成之水蒸氣四成之二氣體)且溫
度壓力等之狀況不變。則此狀態亦永續而不易。如此狀態。名曰化學平
衡。故化學平衡者。為反對兩作用相等之狀態。即在此狀態中。反對兩反
應。成爲互角之勢。而相償相殺也。

亞莫尼亞中。通以電氣之火花。則殆見全部分解。然尚有微量之亞莫尼
亞。存乎其中。又於窒素與水素之混合氣體中。通於電氣之火花。則生微
量之亞莫尼亞。而其大部分。則尙殘留而不化合。



故無論自何方行之。而此反應。常達同一之平衡狀態。

在可逆反應。若得妨其反應生成物之積集。則不致再生逆反應。從而反
應只進行於一方。例如 $\text{N}_2 + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ 之反應。行之於酸液上。使

酸吸收亞莫尼亞。則生成物(亞莫尼亞)不能積集。全被驅出於反應之範圍外。故反應只進行於——↓之方向。終至窒素水素。悉成亞莫尼亞而後已。

第十八章 溶液之冰點及沸點

溶液

溶質

溶劑

氣體液體或固體。溶解於某液體。而於液之各部分中。其分子之排列均勻時。稱此物質溶解後之液體。曰溶液。而其溶解之物質曰溶質。溶之之液體曰溶劑。

一摩爾

一瓦分子

表示溶液濃淡度之法。有數種。例如鹽酸溶液一立脫兒中。含鹽化水素三六、五瓦時。其濃度稱爲一摩爾。蓋鹽化水素之分子量爲三六、五。故三六、五瓦稱爲一瓦分子。一立脫兒中。含其物質一瓦分子之溶液。爲濃度之單位。而稱之爲一摩爾也。從而一立脫兒之鹽酸液中。含一〇九、五瓦之鹽化水素者。其濃度爲三摩爾。

規定液

十分一規定液

百分率

飽和溶液

溶解度

又在分析等。一摩爾之溶液。稱爲規定液。含一瓦分子之十分一者。稱十分一規定液（ $\frac{n}{10}$ ）。又表示物質百分中之幾分時。有稱爲幾何之百分率者。即百分率者。就重量或容量。而示其百分之比者也。然普通不用重量。而以百立方糶之溶液中。所存溶質之瓦數。爲百分率之數。例如百立方糶中。含食鹽二瓦。則稱之。二百分率之食鹽水也。

置固體於一定量之液體中。於一定溫度之下。經久振盪之。則固體漸次溶解。遂至達其極度。不能再有所溶解也。如斯之最後溶液。稱爲飽和溶液。而存於溶劑百分中之溶質量。名曰此溫度之溶解度。例如一五度之時。重量上。水之百分。以食鹽三五分而飽和。則一五度時。食鹽水之溶解度。稱爲三五也。而在同一之溶劑。若溶質不同。則溶解度亦異。又在同一之物質。若溶劑不同。則溶解度亦異。且同一物質。對於同一溶劑之溶解度。亦隨溫度與壓力而差異。大部分之物質。隨溫度之上昇而增其溶解

度。故欲溶解物質之多量時。往往加熱也。然如食鹽者。殆不因溫度而變其溶解度。如水酸化石灰者。反隨溫度之增加而減其溶解度。俱爲其特例。又一般上。氣體之溶解度。隨溫度之上昇而減。隨壓力之增加而增。據亨疏之定律所示。則知除氣體之極易溶解於水者（如亞莫尼亞及鹽化水素）之外。凡氣體之溶解於水之量。在同溫度時。與其壓力成正比

例
凡液體各有固有之冰點與沸點。然若溶有他物質時。則其冰點下降。而沸點上昇。例如海水。零度不冰結。百度不沸騰者是矣。而濃度不至過大時。溶液之濃度與溫度之變化間。常有極簡單之關係。即冰點與沸點之變化。比例於溶液與濃度。而同一溶劑中。以分子量之比。溶解種種物質時。冰點沸點之變化。俱爲一定。茲以式表之如左。

$$\frac{m}{t} \frac{p}{t} = C \quad m = C \frac{t}{p}$$

水點法
沸點法

表溫度之變化。表溶劑千分中所存溶質之瓦量。m 表溶質之瓦分子。○ 表常數。惟水點變化時之常數與沸點時不同。例如酒精蔗糖等之種種物質於水中。而製一摩爾之水溶液時。俱至零下一八八度而水結。至一〇〇、五二度而沸騰。即水點下降之常數為一、八八。而其沸點上昇之常數為〇、五二也。又除水之外。如醋酸。酒精等。亦皆各有固有之常數。故測定溶劑及溶液之水點或沸點。即得計算溶質分子量之近似價矣。此種分子量之測定法。名曰水點法或沸點法。於物質之難於氣化者。往往用此法以測其分子量。例如欲測蔗糖之分子量時。溶其十瓦於百瓦之水中。而測其溶液水點之下降為零下〇、五三度。則 $C = 1.88$

$$T = 0.53 P = \frac{10 \times 1000}{100} \therefore m = \frac{1.88 \times 10 \times 1000}{0.53 \times 100} = 354$$

為蔗糖分子量之近似價。然實際上蔗糖之分子式為 $C_{12}H_{22}O_{11}$ ($= 342$) 故可知所測之數與此分子式之所示者。實甚相近。

然就酸·鹽基·鹽而行如此之實驗。則冰點之下降及沸點之上昇俱爲異常大數。往往有近於二倍量者。例如一摩爾之鹽酸。至零下三·四三度。方能冰結。宛與溶解他物質至一·八分子瓦時。呈同一之結果。此鹽化水素等。溶入水中時。有解離之性質故也。

第十九章 電解 電離

電解

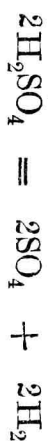
電解 通電流於金屬類時。不過熱之而已。初未常稍變其實質。而通電流於鹽酸鹽基之水溶液時。則生分解作用。稱此分解曰電解。又稱此電解之物質爲電解物。除酸·鹽基·鹽之外。凡有機物質。皆非電解物。如砂糖·依的兒·酒精·石油等。無論其溶解於水與否。皆爲不導電氣者。電解物之溶液中。通以電流時。其一部分。分離而現於陽極。其他部分分離而現於陰極。今若電解食鹽之溶液。則食鹽之分解如下。



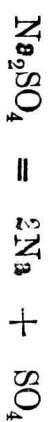
此鈉素現於陰極。鹽素現於陽極。惟鈉素與水相作用。即生苛性曹達。故陰極中。生水素與苛性曹達也。



又電解稀薄之硫酸液時。生成 H_2 與 SO_4 。水素現於陰極。而 SO_4 現於陽極。然 SO_4 不能單獨存立。故在陽極與水相反應。生成酸素與硫酸。



故此時水素遊離於陰極。而酸素遊離於陽極。而其容積之比。適成二與一。此即為水之電氣分解。而硫酸之量。始終不變。又電解硫酸曹達之溶液時。其分解如下。



惟 Na 與 SO_4 遊離於各極之際。即與水相反應。發生水素於陰極。而生苛

性曹達於其附近。又發生酸素於陽極。而生硫酸於其附近。故陰極呈亞爾加里性反應。陽極呈酸性反應。

又取硫酸銅之溶液而電解之。則分解而爲 $\text{CuSO}_4 \parallel \text{Cu} + \text{SO}_4$ 。此銅不作用於水。故附着於陰極。而成薄膜。所謂電鍍者。卽基於此理者也。

佛臘的氏
之定律

通同一之電流於種種電解物之溶液。則於同一之時間中。分離於各電極之分解生成物之量。比例於其當量。是之謂佛臘的氏之定律。例如鹽酸與稀硫酸之溶液中。各通以同一之電流。則前者發生鹽素與水素各一容。後者發生一容之水素與半容之酸素。而此水素·酸素·鹽素三氣體之比重。爲一、一六、三五、五。故其電解而生之重量之比。從而爲水素一、酸素八、鹽素三五、五也。

此定律之爲精確。可就種種金屬元素之鹽類而證明之。例如於若干時間中。電解鹽酸之溶液。而分離水素一瓦。則此電流。於同一時間中。能電

電離

解硝酸銀。而遊離一〇八瓦之銀。電解銅鹽。而遊離三一、八瓦之銅。電解鉛鹽。而遊離一〇三、五瓦之鉛。此等重量。皆爲其金屬之當量。又元素雖同。而其原子價不同時。則其分解量。亦隨之而異。例如從第二銅鹽之溶液。遊離三一、八瓦之銅。則同時從第一銅鹽之溶液。必能遊離六三、六瓦之銅。如上所述。此定律之結果。極爲精確。故測定金屬元素之當量。往往用之。

電離 如前章所述。一摩爾之鹽酸溶液。從其冰點之下降而觀之。相當於他物質一、八三瓦分子之溶解。卽鹽化水素之一〇〇分子。行一八三分子之作用。故鹽化水素必已因水而解離。其分子之八成以上。變爲 H_3O^+ 與 Cl^- 僅其二成。尙成 HCl 而殘留。如此之解離。稱爲電離。



惟此解離。與鹽化亞莫尼亞之解離。大異其趣。此解離中之水素鹽素。與

普通之水素·鹽素。全異其性質。卽斯時之水素·鹽素。各成原子。而擔荷電氣之量極多。至普通之所謂水素鹽素者。不過毫無電氣之分子而已。故其性質。截然不同。而此水溶液中之水素原子。擔荷陽電氣。鹽素原子。擔荷陰電氣。故若通電流於此溶液。則水素接觸於陰極。其陽電氣與陰極之陰電氣。互相中和。失其電氣。而成水素原子。其二原子。化合而成普通之水素分子。又鹽素原子。亦如斯。至陽極而變普通之鹽素分子。由是觀之。鹽化水素之導電者。藉解離之力也。又砂糖·酒精之溶液。毫不解離。故亦不能導電氣。其理一也。

如斯。則一摩爾之鹽酸。非含有一摩爾鹽化水素之化合物。實則含兩種原子之各約一摩爾。卽共含二摩爾許也。故冰點降下之約達二倍者。固爲理所當然。

電解物所解離之各部分。名曰依翁。其擔荷陽電氣者曰陽依翁。擔荷陰

電氣者曰陰依翁。而電解物之溶液中。陰陽兩依翁之量。必成其當量之比。且依翁之當量。皆荷同量之電氣。依翁中。亦有一價二價等之別。而表之之法。在陽性者於其符號之左肩加圓點。而此點之數。相當於其原子價。又在陰性者。亦如斯附記符號於其左肩也。茲舉其例如左。



酸之水素及鹽、鹽基之金屬元素。溶解後成陽依翁。其殘部成陰依翁。又電離為可逆反應之一。其解離部分。與其未解離之部分間。保持平衡。至其解離。隨化合物之種類。而有不同。酸之溶解後。皆有水素依翁。而其所以呈酸性反應。所以生酸味。所以與

水素依翁

鹽基

水酸依翁

亞爾加里中和者，皆爲此水素依翁之反應也。又鹽基之溶解後，皆有水酸依翁。故皆呈亞爾加里性。亦皆生辛味。而酸與鹽基，隨其種類而有強弱之差者。因其解離度有大小不同之故。卽水素依翁愈多時，其酸愈強。水酸依翁愈多時，其鹽基愈強也。今就同一濃度之鹽酸與醋酸（醋之主成分）而比較之。則不惟鹽酸之酸性遠過於醋酸。且投入如鎂素等之金屬時。鹽酸中盛生水素。而醋酸中之作用。則甚緩漫。此蓋如鹽酸之強酸，生多量之水素依翁。而如醋酸之弱酸，生水素依翁極少故也。實際上，一摩爾之鹽酸溶液，其八成以上，成爲水素依翁與鹽素依翁。而一摩爾之醋酸溶液，不過其千分之三解離而已。

鹽類之溶解度皆甚大。一摩爾溶液中，達七八成者極多。而就酸·鹽·鹽基之一般上而言。則解離度全關於濃度。卽溶液愈薄則解離度愈增。溶液愈濃，則解離度愈減也。

中和

混合酸與鹽基之溶液時。其所以中和者。酸之水素依翁。與鹽基之水酸依翁。化合而生水之分子。而水之分子。殆無電解物之性質。從而殆不解離故也。



如鹽酸之強酸。其多量之水素依翁與鹽素依翁。常與少量之鹽酸。保持平衡。而如醋酸之弱酸。其少量之水素依翁。與酸依翁（醋酸依翁）必與多量之醋酸。保持平衡。其事甚明。然一摩爾之鹽酸溶液。一摩爾之醋酸溶液。皆能以一摩爾之強亞爾加里中和之者何也。此蓋加水酸依翁於酸（ H^{\vee}A ）。則酸（ H^{\vee}A ） \rightleftharpoons （ \vee ）+H。之水素依翁。忽然與之化合。而變更其平衡狀態。從而酸更解離。以與其餘之水酸依翁相化合。故酸之解離。不絕繼續。終至全盡也。

又多鹽基酸之在水溶液也。非直接解離而生水素依翁與酸依翁。例如

硫酸

二鹽基酸之硫酸。其解離時。分如下之二段。



故加食鹽等於硫酸時。其化學變化亦分二段。



第一之水素。容易解離。故在常溫。亦易生酸性硫酸曹達。至第二之水素。頗難解離。故必待熱之。方能生第二之反應。而生正硫酸曹達也。

反之。硫酸或硫酸鹽之水溶液中。加入鋇鹽之溶液時。Ba²⁺ 依翁與 SO₄²⁻ 依翁相化合。生成硫酸鋇之沈澱。故從而 HSO₄⁻ 亦解離而生 SO₄²⁻。遂至全部沈澱也。

無水炭酸溶入水中。常呈酸性反應。故其在此溶液中。必有多少與水化

無水炭酸

合。生成炭酸。



然炭酸爲極弱之酸。而其電離。常止於第一段。示之如左。



普通化學分析所用之反應。多係依翁間之反應。例如加鹽化鉍於硫酸鹽之水溶液。以沈澱硫酸鉍者。單爲 SO_4^- 依翁之反應。而硫酸鹽中之他元素。無論如何。毫無關係。又鹽化物之水溶液中。加入硝酸銀 (AgNO_3) 時。常生鹽化銀之沈澱。此不過爲鹽素依翁對於銀依翁之反應。而無關於鹽化物中陽依翁之如何也。故如鹽素酸鉀 KClO_3 。雖有鹽素元素。存乎其中。然不生鹽素之依翁。而常行 $\text{KClO}_3 \rightleftharpoons \text{ClO}_3^- + \text{K}^+$ 之解離。從而雖遇硝酸銀。亦不生成沈澱。

鐵之鹽類 有第一鐵鹽與第二鐵鹽二種。其水溶液中。皆有鐵依翁。而

鹽化物

鐵之鹽類

其所荷之電氣量各異。即其原子價不同。而其反應亦異也。第一鐵鹽之鐵依翁爲二價 Fe^{2+} 。第二鐵鹽之鐵依翁爲三價 Fe^{3+} 。若遇赤血鹽之溶液。則第一鐵鹽之溶液。生青色之沈澱。而第二鐵鹽之溶液。則僅變爲褐色而已。又遇黃血鹽之溶液。則前者生白色之沈澱。而後者生青色之沈澱。(普魯士青)又遇苛性加里之溶液。則前者生白色之沈澱。而後者生褐色之沈澱。惟含鐵之化合物中。若不生 Fe^{2+} 或 Fe^{3+} 之依翁者。全不呈如上之反應。例如黃血鹽 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ 之解離時。生 K^+ 及 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ 。又赤血鹽之 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 之解離時。又生 Fe^{3+} 及 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ 。俱不生鐵依翁。故雖遇苛性加里。亦不生沈澱。

第二十章 硅素

硅素 其單體無存在於自然界者。而其化合物之產量。次於酸素。爲最多。如無水硅酸及硅酸鹽等。爲岩石之主要成分。從而存於土壤中之量。

無水硅酸

亦極多也。硅素雖有種種。而其成結晶者。通常灰色而帶光澤。頗覺堅硬。熱之於空氣中。則成無水硅酸。無水硅酸 SiO_2 產於自然界者。爲石英·瑪瑙·燧石·白砂等。其量極多。其質頗硬。酸與亞爾加里。俱不能侵蝕之。不過弗化水素之溶液。能容易溶解之而已。

硅酸

混無水硅酸之粉末於苛性曹達或炭酸曹達而融解之。則生硅酸曹達。名曰水玻璃。易溶於水。供人造石製造塗料製造及其他防火之用。此物之濃厚液中加入鹽酸。則生硅酸 H_2SiO_3 。其一部分成膠狀塊而沈澱。惟此酸爲不安定之化合物。乾燥時。成 $\text{H}_2\text{SiO}_3(\text{H}_4\text{SiO}_4 - \text{H}_2\text{O})$ 之組成。硅酸鹽類。爲種種巖石之組成。故巖石之崩壞風化也。硅酸鉀·硅酸鈉等。溶入水中。而不純之硅酸鋁。殘留而成粘土。

粘土

普通之玻璃。係硅酸鈉與酸鈣融合而成。無定形之塊也。可融解炭酸鈣

炭酸曹達及石英或白砂等之混合物而製之。用酸化鉛以代炭酸鈣時。可得鉛硝子。熔解頗易。光澤亦強。善於屈折光線。故用於光學器械及眼鏡等之製造。又玻璃之着色。率在加少量之金屬氯化物。例如加酸化鈷。則生青色。加酸化錳。則生紫色。加酸化第一銅。則生赤色。加磷酸石灰。則生半透明之乳白色。

第二十一章 硼素

硼素 成硼酸或其化合物。而存於自然界者。亞美利加意大利等之諸處產之。取硼素之鹽化物或酸化物而還元之。則得褐色粉末之硼素。稍能溶解於水。若強熱之於空氣中。則生酸化硼素及窒化硼素。

硼酸 H_2BO_3 在意大利之克斯篤尼。存於溫泉所噴出之蒸氣中。故得蒸發其水氣而製之。溶解於水而微呈酸性反應。又溶入酒精而燃燒之。則放綠色之焰。又硼酸無臭無味。而有防腐之力。且不甚害於人。而亦無刺

硼酸

硼素

無水硼酸

擊性。故可以之充食料之防腐劑。亦可以之充醫藥。

硼酸受強熱。則失去其中之水。而成無水硼酸 B_2O_3 爲玻璃狀之物質。極難揮發。若加硫酸鹽硝酸鹽等而融解之。則此等之鹽類分解而成硼酸鹽。如斯之反應。非由乎酸之強弱而生。實則硫酸硝酸等較之硼酸。易於揮發。因之隨硼酸鹽之漸次生成。逸出於反應之範圍外。以致不能發生逆反應故也。

硼酸鹽類複雜者甚多。就中最重要者。爲硼砂、 $N_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ 卽四硼酸 ($4H_3BO_3 - 5H_2O$) 之曹達鹽也。西藏之湖水。中有天然產出者。又煮沸硼酸與炭酸曹達。亦得製造之。此物溶解於水。而呈亞爾加里性反應。用於防腐與醫藥。

取一白金線。屈其一端作輪狀。置硼砂於此輪而強熱之。則硼砂失去其中之結晶水。融解而成無色透明之玻璃狀。是謂硼砂球。其融解時。能溶

硼砂球

解種種金屬之酸化物。而各呈特殊之色。例如鈷呈青色。銅呈綠色。鐵呈黃色是也。是以置此等金屬之硝酸鹽。硫酸鹽。等於硼砂球。以吹管強熱之。則能鑑識各種之金屬元素。此即硼砂硼酸之所以見用於冶金術及金屬細工也。

第二十二章 金屬之通性

金屬
非金屬

元素大別之爲金屬與非金屬之二種。非金屬元素之單體。透明而不導熱與電氣。而金屬元素之單體。不透明而有金屬光澤。且爲熱與電氣之良導體。又非金屬之水酸二素化合物。皆有酸之作用。其溶解於水者。呈酸性反應。例如 H_2SO_4 、 H_3PO_4 等是也。

金屬之水酸化物爲鹽基。其溶解於水者。呈亞爾加里性反應。 $NaOH$ 、 KOH 、 $Ca(OH)_2$ 等皆屬之。然金屬非金屬之兩元素。雖大異其理化學上之性質。而位於二者之中間者。無如此截然之性質。殊難定其爲何種。例如

族名

砒素之單體。略具金屬之性質。而其水酸二素之化合物。則有酸之作用也。故此分類法。雖根據於化學上重要之事實。然亦非明確者。又就種種元素中。往往括其性質之酷似者爲一族。而定其族名也。茲舉各族之重要金屬元素如左。

亞爾加里金屬

鉀·鈉·銜(亞莫尼烏姆)·銻·銻·

亞爾加里土金屬

鈣·鎂·鋁·鎂·亞鉛·鎳·鉍·鉛·

金屬概富於展性及延性。故可展之爲薄箔。又可延之爲細線。而展性之最著者。爲金·白金·銀·銅等。延性之最著者。爲銀·銅·鐵·白金等。又金屬之比重相差甚大。自銜之○·五九至銻之二·一五也。其比重在五以下者。稱爲輕金屬。亞爾加里金屬·亞爾加里土金屬及鎂·鋁等屬之。此等以外之金屬。謂之重金屬。就中金·銀·白金等。以其化學的抵抗力甚大。故又特稱之爲貴金屬。又多有融解數種金屬而混和之。以製造合金者。

合金

合金之色澤·硬度·比重融解度等。皆與其成分金屬不同。故其應用極廣。如鐵爲鉛與錫之合金。而其融解點低於其原料。又金屬之單體。惟金爲黃色。而銅與亞鉛之合金。亦呈黃色。卽所謂黃銅是也。又水銀能與種種金屬造成種種合金。此種合金。特稱之曰混汞。(亞麻兒格姆)甚爲貴重。

金屬之對於水與酸。隨其種類而異其作用。如鉀·鈉·之投入水中時。生水素與苛性加里。鐵之投入水中時。非豫爲赤熱之。決不發生水素。至金與白金等。不惟不與水相作用。卽酸亦難溶解之。蓋金屬單體之依翁化傾向。大有強弱。故生此等之事實也。而金屬之溶解於水中或酸中時。必變爲陽依翁。例如

依翁化之
傾向



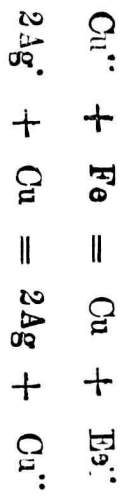
又置銀於金之溶液中。則銀溶解而金沈澱。又注水銀於金銀之溶液中。則水銀溶解而金銀沈澱。其他銅能沈澱金·銀·水銀及白金。鐵能沈澱以上之諸金屬。亞鉛能沈澱此等金屬與錫·砒素·銻。故鉛化合物（醋酸鉛）之溶液中。投入亞鉛時。單體之鉛。沈澱附於其周圍。而呈第二十

第二十五圖



五圖所示之形狀。又硫酸銅鹽化銅等之溶液中。浸入新磨之小刀。則刀面上附着銅之沈澱。此等事實之發生。亦由於依翁化傾向之強弱。凡金屬之強於依翁化傾向者。能使弱於此傾向之金屬。遊離於其

溶液也。其化學變化如左。



從依翁傾向之強弱。順次列記主要金屬如左。

鉀·鈉·鎂·鋁·亞鉛·錫·鐵·鉛·銅·水銀·銀·金·白金

水素之依翁化傾向。略同於鉛。故鐵·亞鉛·鉛素等。容易溶入稀鹽酸而發生水素。然銅·銀等。則能溶解於此酸。又依翁化較弱之金屬。能以電鍍法鍍之於他金屬。及石墨等之導體。例如金·銀之溶液（金銀之青化物溶入於青化鉀者）中。浸入金·銀。而連結之於陽極。然後通以電流。則陽極之金·銀。漸次溶解而溶液中之金·銀。漸次遊離。附着於陰極之金屬。（或石墨）以成鍍金也。又銅之電鍍。用硫酸銅。其陽極用銅板。

第二十三章 金屬之化合物

金屬之化合物頗多。而其性質製法等亦種種不同。今述其一般如左。

鹽化物之製法。在使鹽酸作用於金屬。或作用於金屬之酸化物。或作用於其碳酸鹽也。



又金屬之溶液中。加鹽酸或鹽化物之溶液。而使之相作用。亦可得該金屬之鹽化物。



金屬之鹽化物。概能溶解於水。惟銀·鉛·水銀等之鹽化物。不能溶解。故鹽素依翁之鑑識。常用銀鉛等之溶液。例如欲檢土壤中之鹽素時。可浸土壤於水而加硝酸銀於其上澄液。以得鹽化銀之沈澱也。

化酸物

酸化物 天然之產量甚多。其中有鐵鑛錫鑛等之重要鑛物。而其製造金屬酸化物之法。在加熱於其金屬之酸水化物·硝酸鹽等。



或熱其金屬於空氣中亦可。



水酸化物

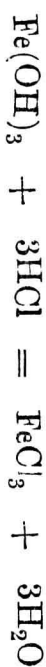
亞爾加里金屬·亞爾加里土金屬之酸化物。能溶解於水。餘皆不易溶解。水酸化物 其製法、在以亞爾加里、或亞莫尼亞水、作用於金屬鹽之溶液。



又所求之水酸化物。若能溶解於水。則可使金屬、或其酸化物、作用於水而得之。



獨亞爾加里金屬及亞爾加里土金屬之水酸化物。能溶解於水。就中亞爾加里金屬之水酸化物。特稱為亞爾加里鹽。其性最強。而銅、鐵等之水酸化物。雖不能溶解於水。然能中和諸酸。而造鹽類。故此等亦稱鹽基。



鹽基之金屬之原子價。種種不同。故與鹽基一分子量相中和之酸量。亦

鹽基性鹽

有差別。例如中和苛性曹達一分子量。須用一鹽基酸一分子量。而中和水酸化石灰一分子量。則須用一鹽基酸二分子量。或二鹽基酸一分子量也。故從其原子價之數。鹽基有一酸鹽基。二酸鹽基等之別。從而多酸鹽基所生之鹽。有二種。一為其水酸基之一部分受酸之置換者。一為其全部分受酸之置換者。前者曰鹽基性鹽。後者曰正鹽。例如



故鹽有正鹽·酸性鹽·鹽基性鹽之三種。

硫化物

硫化物 天然之產量甚多。有用之金屬礦石多屬之。例如硫化銻方鉛

礦硫化銀等是也。

硫化物之製法。在通硫化水素於金屬鹽之溶液。或用溶解性硫化物以代硫化水素亦可。



又混硫黃於金屬而熱之。亦可得該金屬之硫化物。



若所求之硫化物有溶解性。則通硫化水素於其金屬之水酸化物溶液可矣。



獨亞爾加里金屬。亞爾加里土金屬及鏷之硫化物。能溶解於水。

硝酸鹽 除金白金等之外。可置金屬於硝酸而製之。



或加硝酸於金屬之酸化物。水酸化物。炭酸鹽等亦可。



硝酸鹽



硝酸鹽皆能溶解於水。且受熱則分解。容易變成酸化物。

硝酸鹽為甚有效驗之肥料。且其效亦速。然難為土壤所吸收。故有流失之患。

硫酸鹽

硫酸鹽 加硫酸於金屬。或其酸化物。水酸化物。炭酸鹽等。使相作用。則即可製成之。



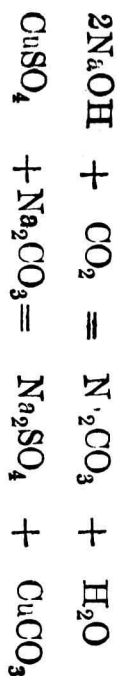
若所求之硫酸鹽為不溶解性之物。則可加硫酸。或溶解性硫酸鹽於金屬之溶液。使相作用而製之。



碳酸鹽

硫酸鹽概能溶解於水。惟鉛·鋇·鎂之硫酸鹽不能溶解。又硫酸及硫酸鹽難於揮發故不易為他物所分解。且其對於熱之抵抗力亦強大。

碳酸鹽 天然之產量頗多。而尤以碳酸石灰為最著。其製法在使無水碳酸與金屬之水酸化物相作用。或使溶解性碳酸鹽與金屬鹽之溶液相作用亦可。



碳酸鹽容易為酸所分解。亦容易為熱所分解。

第二十四章 鉀素 鈉素 (亞莫尼烏姆)

鉀素

鉀素 此其元素之散存於地上者頗廣。率成鹽化物。亦有成硅酸鹽類而產出者。土壤與岩石等亦含其多量。其單體製法。在加炭素於碳酸鉀而強熱之。



或融解炭酸加里而電解之。亦可製成此物。

鉀係銀白色之金屬。投入水中時。分解而生水素與苛性加里。此際發生多量之熱。能使水素燃燒。又此物能使他物還元而自行酸化。故常貯之於石油中。（石油係炭素與水素之化合物。不含酸素。）

苛性加里

苛性加里 KOH 為甚重要之化合物。其製法在加石灰於炭酸鉀之溶液而熱之。其反應如左。



斯時所生之炭酸石灰。不溶解於水。故可取其上澄液而蒸發之。以得苛性加里。

苛性加里係白色之塊。易於潮解。且容易吸收無水炭酸。而變炭酸曹達。又此物能糜爛動植物質。故有苛性之名。其鹽基性甚強。與苛性曹達相

鹽化鉀

類。於化學研究上，及石鹼製造等之工業上，甚為重要。

鹽化鉀 KCl

KCl

其天然產出者，以加里岩鹽為最重要。係無色立方形之

結晶。易溶於水。其所製成之肥料，即格卡納立脫 *Carlite* 者是。

鹽素酸鉀
鹽酸鉀

鹽素酸鉀 $KClO_3$ 或稱鹽酸鉀。可熱苛性加里之溶液。通以多量之鹽素而製之。



此際所生之鹽化鉀與鹽酸鉀。雖俱溶解於水中。然其溶解度不同。故將此溶液冷卻之。則鹽酸鉀成為結晶。而析出於鹽化鉀之溶液中也。鹽酸鉀之性質。有害於植物。

次亞鹽素
酸鉀

又通鹽素於苛性加里之冷溶液中。則生次亞鹽素酸鉀素。



此物之漂白力強大。故往時以之作漂白劑。

沃化鉀
臭化鉀

沃化鉀 K_2CO_3 臭化鉀 K_2S 可通沃素、或臭素、於苛性加里而製之。用於醫療寫真術等。

硝酸鉀 KNO_3 普通稱硝石。古來利用黴菌之作用而製之。其法、於粗鬆之石灰質土壤、混合馬糞尿、或動物之遺體等而堆積之。時時灌水。久為放置、然後取其土而浸之於水中。則可得硝酸石灰之溶液。故加炭酸鉀於其中。則得不純之硝石、與炭酸石灰之沈澱。又取此不純之硝石、再三使之結晶。則即得其純粹者。然自南美之智利硝石（硝酸曹達）發見以來。硝酸鉀之製造、率用此物。即加鹽化加里於硝酸曹達之溶液可矣。其反應如下。



右所示之化學變化、係溶液間之反應。且其生成物之鹽類、亦成溶液、故皆解離於液中。而從此溶液析出硝石之法。在利用此二種生成物溶解

度之差異。即食鹽之溶解度。殆不隨熱度而變化。而硝石之溶解度。常比例於溫度而增加。故熱此液而蒸發之。則食鹽遂至沈澱而出於反應之範圍外。從而此可逆反應從左方進行於右方。又將此液放冷之。則因硝石之溶解度驟減。可析出其大部分於溶液中也。

硝酸鉀係結晶質之白色粉末。土壤中亦含其少量。古來用於火藥及其他種種爆發藥之製造。火藥係硝石·木炭·硫黃之混合物。其普通配合量之比。約為硝石七五·木炭一五·硫黃一〇。又火藥之爆發。率在狹小之處。故其反應甚為複雜。然要在硝石之酸素。酸化木炭·硫黃。而遊離無水炭酸·無水亞硫酸·窒素等之氣體。而其氣體之容積。不惟比火藥甚大。且更因多量之熱而膨脹。故其容積之大。實達火藥容積之千倍以上。

硫酸鉀

硫酸鉀 K_2SO_4 係無色之結晶。能溶於水。為克依尼脫 (Kainit) 之主成分。克依尼脫者。加里肥料之一種也。

碳酸鉀

碳酸鉀 K_2CO_3 。浸植物灰於水。取其灰汁而蒸發之。則得碳酸鉀之不純物。蓋植物以鉀爲必要養料之一。故其灰分中。含有多量之碳酸鉀也。碳酸鉀易溶於水。其溶液呈亞爾加里性反應。大抵正鹽雖本爲中性。然由強鹽基與弱酸而生者。呈亞爾加里性。

鈉素

鈉素 其元素之化合物。產出於天然界者頗多。其最普通亦最重要者。爲食鹽。鈉之製法及性質。皆類似於鉀。惟其酸化性及分解水分性等。稍劣於鉀而已。

鹽化鈉

鹽化鈉 $NaCl$ 。卽普通之食鹽。海水中約含其百分之三。又陸地中所產之岩鹽。亦係此物。製食鹽之法。在掃集海濱之砂而設鹽田。注海水於其內。利用風力與太陽熱。以蒸發其水分。然後集其砂於筴。注以海水。再使溶解。而汲入此溶液於釜以蒸發之。待其殆至乾涸。再移之於筴。則得食鹽之結晶與少量之溶液。此溶液名曰母液。含有鎂等之諸物。

食鹽不惟可供吾人之食料。且有防腐之功效。故使用於食物之貯藏等。又植物之生育上。不須得鈉。故植物體中之鈉甚少。惟海產植物。含之較多而已。然在動物。需鈉之量極多。而鉀則較少。加之採食植物時。多量之鉀入於體中。有驅逐此鈉之傾向。從而動物之食鈉。更覺必要。吾人之加食鹽於食物者。實基於此理。又鹽素雖無益於植物。而必要於動物。胃中之鹽酸等。概仰其原料於食鹽也。

硝酸鈉
智利硝石

硝酸鈉 NaNO_3 亦稱智利硝石。在南美之智利國。產量甚多。此物雖類於硝石。而潮解甚易。故不能用於火藥之製造。而以之充肥料。又硝酸及硝石之製造亦用之。

硫酸鈉 Na_2SO_4 天然存在於海水及礦泉中。亦可熱食鹽與強硫酸而製之。此物易溶於水。其結晶 ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 無色透明。在空氣中徐失其結晶水而風化。又遇熱時。速失其結晶水而破壞。成白色之粉末。又硫酸鈉

常用於醫藥療及工業上。

炭酸曹達

路勃蘭法

炭酸鈉 Na_2CO_3 。普通稱爲炭酸曹達。或單稱曹達。昔時以海草灰製之。今則以食鹽製其多量。其重要之方法有二。其一爲路勃蘭 (Leblanc) 法。卽先加硫酸於食鹽而熱之。以製硫酸鈉。



(此際所生之鹽化水素。使昇入於該炭之塔中。而以水吸收之。以製鹽酸。復加石灰與石灰石(炭酸石灰)於此硫酸曹達而強熱之。則生炭酸曹達。其反應如左。



其生成物中之硫化石灰。難溶於水。故可用浸出法。而容易分離之。其第二製法。稱爲亞莫尼亞曹達法。卽於食鹽之濃溶液中。通以亞莫尼亞

亞莫尼亞
曹達法

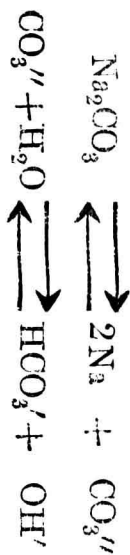
亞及無水炭酸。而得鹽化亞莫尼烏姆與炭酸水素鈉。(重炭酸曹達)



重炭酸曹達。稍難溶解於水。故成細結晶而沈澱。強熱之。則失無水炭酸與水。而成炭酸曹達。



炭酸曹達。通常係白色無水之粉末。然其從水溶液析出者。含一〇分子之水。而成透明之結晶。所謂洗濯曹達是也。至其溶液。與炭酸鉀相同。呈亞爾加里性甚強。此蓋炭酸為弱酸。故由如左之反應。而生水酸依翁於溶液中。



重碳酸曹達

碳酸曹達之用於洗濯，以去脂肪等者。此 OH 之力也。

重碳酸曹達 NaHCO_3 。可稱為碳酸水素鈉。以亞莫尼亞曹達法製之。係細粒狀之白色結晶。其溶液，微呈亞爾加里性。其用途為醫藥等。

磷酸鈉

磷酸鈉 普通所稱為磷酸曹達者。即係磷酸二鈉。 Na_2HPO_4 （中性磷酸曹達）惟磷酸本為三鹽基酸。故與鉀鈉等一價元素相化合。則生三種之鹽。故磷酸二鈉之外。復有磷酸一鈉。 NaH_2PO_4 （酸性磷酸曹達）與磷酸三鈉 Na_3PO_4 （鹽基性磷酸曹達）而實際上中性磷酸曹達。亦稍呈亞爾加里性。其所以用中性之名者。不過從習慣而已。

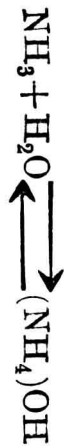
鈉之化合物。在無色之焰中燃燒時。能使其焰帶黃色。通常燈火之呈黃色者。以油燈心等含有微量之鈉故也。

又鉀鹽能呈紫色於無色之火焰。然與鈉鹽相混時。則為鈉之黃色焰所蔽。不能鑑識之。斯時宜用銀玻璃（青色玻璃）以遮焰。而通玻璃以觀察。

之，則可明認鉀焰之紫色。

亞莫尼烏姆

亞莫尼烏姆 亞莫尼亞之水溶液，呈亞爾加里性反應。其性質類於水酸化亞爾加里。故此溶液中，亞莫尼亞之幾分，必已與水化合，而生水酸化亞莫尼烏姆。此物之幾分，又電離而生水酸依翁。與亞莫尼烏姆依翁也。



水酸化亞莫尼烏姆之電離度甚少，故為甚弱之鹽基。而此 NH_4' 稱為亞莫尼烏姆，恰如一價之金屬元素，與種種酸根，化合而生鹽類。例如



鹽化亞莫尼烏姆

鹽化亞莫尼烏姆 NH_4Cl 亞莫尼亞與鹽化水素相中和，則生此物。係

硝酸亞莫
尼烏姆

亞硝酸亞
莫尼烏姆

硫酸亞莫
尼烏姆

碳酸亞莫
尼烏姆

無色無臭之白色固體。熱之則呈昇華之現象。

硝酸亞莫尼烏姆 NH_4NO_3 係無色之結晶。易於潮解。熱之則分解。



亞硝酸亞莫尼烏姆 NH_4NO_2 與硝酸亞莫尼烏姆。皆微存於空氣中。蓋空氣中之窒素與酸素。因電氣而化合之後。復與亞莫尼亞相化合故也。此物溶於雨水。落於地上。而為植物養料之一部。

硫酸亞莫尼烏姆 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 石炭瓦斯製造時所生之亞莫尼亞。以水吸收之。復加硫酸於此溶液。則可得硫酸亞莫尼烏姆。此物為無色無臭之結晶。用作窒素肥料。

碳酸亞莫尼烏姆 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 係白色無臭之粉末。甚不安定。普通所販賣之碳酸亞莫尼烏姆。係 $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3 + \text{NH}_2\text{CO}_2\text{NH}_4$ 之混合物。有亞莫尼亞之臭氣。含窒素有機物之腐敗時。及其乾溜時皆生之。腐敗糞尿等之發

磷酸水素
亞莫尼亞
鈉鹽

生亞莫尼亞臭氣者。率由乎碳酸亞莫尼亞也。

磷酸水素亞莫尼亞姆鈉 $\text{Na}(\text{NH}_4)\text{HPO}_4$ 普通稱磷鹽。爲無色之結晶質粉末。存於腐敗尿中及海鳥糞中。混磷酸水素二亞莫尼亞姆。與磷酸水素二鈉而製之。

亞莫尼亞姆鹽類。概易溶解於水。遇強鹽基時。分解而生亞莫尼亞。故混亞爾加里性物質於肥料之含亞莫尼亞者。則有失去窒素成分之虞。又人糞尿。廐肥。含有碳酸亞莫尼亞姆。易於揮發。故有加石膏（硫酸石灰）粘土泥炭末等。而防其飛散者。

亞莫尼亞姆鹽之鑑識。已如所述。在加苛性亞爾加里。或苛性石灰（水酸化石灰）於此鹽而熱之。以遊離其亞莫尼亞。而以立脫麥斯紙。鹽酸。耐斯萊爾試藥等。檢其所生之亞莫尼亞可矣。

第二十五章 鈣 鋇 鎂

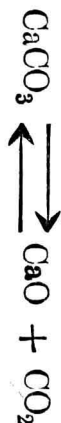
鈣

酸化鈣

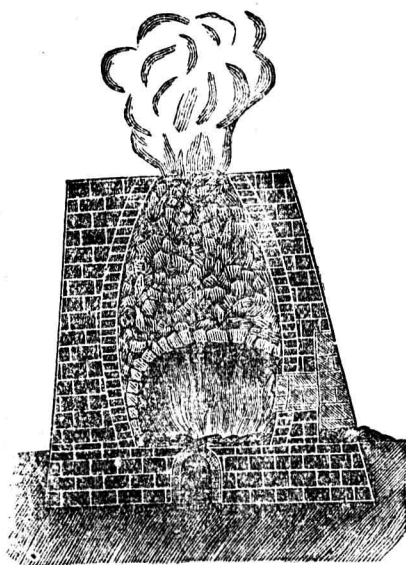
生石灰

鈣 其碳酸鹽硫酸鹽等之產量甚多。而鈣之單體。可電解熔解之鹽化物而製之。為白色之金屬。易於酸化。雖在常溫。亦能使水分解。故如亞爾加里等。常貯之於石油中。

酸化鈣 CaO 可熱大理石·石灰石·貝殼類等之碳酸石灰而製之。(第二十六圖)



第二十六圖



此物普通稱為生石灰。係白色之固體。曝之於空氣中。則容易吸收水分及無水碳酸。而變碳酸石灰與水酸化石灰。又若注水於生石灰。則發熱而化合。變為水酸化石灰。

故生石灰之貯藏所。若有雨漏。則有因此反應熱而發火者。

水酸化石灰亦名苛性石灰。 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。普通稱消石灰。係白色之粉末。稍能溶解於水。(用冷水比用溫湯為佳)其溶液稱為石灰水。呈亞爾加里性反應。若遇無水炭酸。則生炭酸石灰之白濁。



石灰乳

加水於消石灰而振盪之。則生白色乳狀之物。名曰石灰乳。

石灰之效用。不惟可充肥料與消毒劑。即工業上亦極重要。塞門德泥(俗呼水門汀)等之原料。皆為此物。

塞門德泥

塞門德泥之製法。混泥土與石灰。練成方塊。入窯而灼熱之。取出而粉碎之可矣。加水於其粉末時。次第硬化。且甚堅牢。

鹽化石灰

鹽化石灰 CaCl_2 係無色之結晶體。因易於潮解。富有吸濕性。故常用作

乾燥劑。

硫酸石灰

石膏

硫酸石灰 CaSO_4 天然所產者為石膏。($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 產量甚多。熟石膏而

去其水分。以製成粉末。是為燒石膏。以水煉之成泥狀。入諸型中。則暫時

之後。此物再取結晶水而硬化。且此際稍稍膨脹。因之能精密印成型紋。

故石膏常見於塑像模型之製造。

石膏稍能溶解於水。其產量甚多之處。常以之充間接肥料。

磷酸石灰

磷酸石灰 鈣係二價。故其磷酸鹽之分子式如下。

磷酸一石

$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 磷酸一石灰 (又名酸性磷酸石灰)

磷酸二石

$\text{Ca}_2(\text{HPO}_4)_2$ 磷酸二石灰 (又名中性磷酸石灰)

磷酸三石

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 磷酸三石灰 (又名鹽基性磷酸石灰)

磷酸石灰中普通所產者。係磷酸三石灰。分布於土壤中。亦存在於動物之骨骼及磷灰石灰塊石等之磷礦中。全不溶解於水。而稍能溶解於水之含有無炭酸或其他弱酸者。然植物之吸取之亦甚難。

故以磷礦等充肥料時。常先使變為溶解性之磷酸一石灰。其法在將磷礦製成粉末。加硫酸而熱之。



過磷酸石灰

磷酸一石灰與石膏之混合物。名曰過磷酸石灰。為有用之磷酸肥料。使用甚廣。惟實際之過磷酸石灰。尚含有磷酸三石灰及磷酸二石灰。

磷酸石灰

磷酸一石灰 係鱗狀結晶。有酸性。能溶於水。為一種之磷酸肥料。甚有效力。

加多量之硫酸於磷酸三石灰而熱之。（比製造磷酸一石灰時用硫酸之量更多。）則生遊離磷酸。



取此磷酸而煮之。使之濃厚。而注之於磷礦。則磷礦之磷酸三石灰。變為磷酸一石灰。謂之過重磷酸石灰。

磷酸二石
灰



要之重過磷酸石灰。即過磷酸石灰之除去石膏者。其運搬較便。

磷酸二石灰 係白色之粉末。不溶於水。而能溶於弱酸。又於枸橼酸亞莫尼烏姆之稀薄酸中。亦能溶解。此物為沈澱磷酸石灰。(肥料之一種)之主成分。而成有效之肥料。

加鈣鹽之溶液於磷酸亞爾加里鹽。則得磷酸二石灰。



又加苛性石灰於磷酸一石灰。亦得製成之。



溶磷酸肥料於水。或稀薄之枸橼酸液。而測其溶液中之磷酸量。則稱此量曰有效磷酸量。蓋溶解於此等溶劑之磷酸鹽。易為植物所吸收故也。碳酸石灰 CaCO_3 。天然之產量甚多。大理石。石灰石。白堊。霰石等皆屬

灰酸石灰

之。又土壤中亦含有此物。故注酸於土壤則泡沸。此蓋土中之碳酸石灰。分解而生無水碳酸之故。

碳酸石灰。雖不溶於水。而溶於碳酸之溶液。例如通無水碳酸於石灰水。則碳酸石灰成白濁而沈澱。然繼續通之。則沈澱溶解。溶液復清。此蓋碳酸石灰。已變為碳酸水素鈣故也。



此溶液之失去無水碳酸時。碳酸石灰。再至沈澱。鐘乳石石筍石等之生成。皆由乎如此之作用。又下等動物。多吸收水中所溶解之碳酸石灰。而造其外殼骨骼等物。故此等動物之遺骸。積集而為今日。石灰石白堊等也。

水之含有石灰鹽者。遇石鹼則生滓。而妨礙其作用。如斯之水。名曰硬水。而硬水之含碳酸石灰者。沸騰時。飛散無水碳酸。而沈澱其碳酸石灰。故

碳酸水素鈣

硬水

此水成軟水。然硬水之含硫酸石灰等者。煮沸時決不變爲軟水。又硬水種種不一。含苦土鹽類者亦有之。

動植物之生育上。鈣爲必要元素之一。動物之骨中。植物之葉中。含此物頗多。石灰之化合物。不惟爲植物之直接養料。且往往爲其間接肥料。動植物中石灰之鑑識。在浸動植物灰於酸。以浸出其石灰。而加羧酸亞莫尼烏姆於其中性溶液以沈澱其羧酸石灰。而此羧酸灰。不能溶解於醋酸。故可以醋酸驗之。

鎂鹽 其產出於自然界者。爲硫酸鹽及碳酸鹽。其性質製法等。與鈣相類。惟鈣鹽之焰呈黃赤色。鎂鹽呈深紅色。鎂鹽呈綠色。

酸化鎂
重土
過酸化鎂

酸化鎂 BaO 。普通稱重土。其性質類似於生石灰。其水溶液。呈亞爾加里性。稱爲重土水。取酸化鎂。通空氣而熱之。則酸化而生過酸化鎂 BaO_2 。爲白色之固體。強熱之。則放散酸素。而再成酸化鎂。加稀硫酸於過酸化鎂。

過酸化水素

則生過酸化水素 (H_2O_2) 之水溶液。



過酸化水素。係透明無色之液體。容易分解。放出酸素。故用於漂白劑。又過酸化水素與水。過酸化鋇與酸化鋇。皆明證倍數比例之定律者也。

硫酸鋇

硫酸鋇 $BaSO_4$ 。混合鋇鹽之溶液。與硫酸鹽之溶液而熱之。則硫酸鋇成白色之粉末而沈澱。不溶解於水。亦不溶解於稀酸。故硫酸及鋇依翁之檢出。常藉此物。

第二十六章 鎂 亞鉛

鎂

鎂 其元素之散布頗廣。其種種鹽類。雖土壤中亦有之。又其碳酸鹽之

天產。係菱苦土鑛。白雲石。其硅酸鹽之天產。係滑石。蛇紋石。雲母等。而為種種岩石之成分。又其鹽化物及硫酸鹽等。亦溶存於天然水中。

鎂之製法。在融解鹽化物而電解之。或混合鈉與鎂之鹽化物而熱之。亦

可。



鎂係銀白色之金屬。頗易酸化。發燦爛之光輝而燃。故可用於夜間照相。又鎂與沸水相反應，發生水素。

酸化鎂
苦土

酸化鎂 MgO 。鎂之燃燒時生之。然通常熱炭酸鹽而製之。係白色之粉末。稱為苦土。僅其少量能溶解於水。其溶液微呈亞爾加里性反應。

鹽化苦土

鹽化苦土 MgCl_2 係無色之結晶。有六分子之結晶水。甚易潮解。食鹽之易於潮解且有苦味者。概由於是物之存在於其中。然若取食鹽而灼熱之。以製燒鹽。則失去斯性。此蓋鹽化苦土之幾分。受水之作用而分解故也。其反應如左。



加水分解

物質與水之如此反應。名曰加水分解。

又食鹽之鹵汁中。鹽化苦土之外。又含石灰鹽。而除去此等之法。在沸騰其食鹽溶液。加以碳酸曹達。斯時石灰及苦土之鹽素。概成碳酸鹽而沈澱。

碳酸苦土

碳酸苦土 $MgCO_3$ 其製造之方法。多用水中沈澱法。惟行此製造法時。碳酸苦土之幾分行加水分解而生鹽基性碳酸苦土 $MgCO_3(OH)_2$ 故普通之販賣品。稍帶鹽基性。不如天產之爲 $MgCO_3$ 又此販賣品。係甚輕之白色粉末。

硫酸苦土

硫酸苦土 $MgSO_4$ 普通稱瀉利鹽。係無色之結晶。易溶於水。天然存於海水中及鑛泉中。而生苦味。與碳酸曹達共熱之。則成碳酸苦土而沈澱。



用於醫療之下痢劑

鎂於動植物之生活上。爲必要元素之一。故若土壤中缺鎂。則必須施肥。

亞鉛

然若超過其量。則與石灰肥料相同。反致減少收穫。又檢查動植物體之鎂。可浸其灰於酸。而從其溶液中除去石灰。然後加磷酸曹達與亞莫尼亞水。而得磷酸鎂亞莫尼亞姆 $MgNH_4PO_4$ 之白色粉末之沈澱也。

亞鉛 天然所產者。爲碳酸鹽 $ZnCO_3$ 。硫化鹽 ZnS 等。取此等之物。燒之於空氣中。以製成酸化亞鉛。然後再加木炭。入蒸溜器而蒸溜之。則得亞鉛。



亞鉛爲青白色之金屬。其質脆弱。然若熱之至一五〇度。則生展性。可成薄板。更強熱之。則舉綠色之焰而燃。變成酸化亞鉛。又亞鉛在濕氣中。生微薄之銹層。然因其質緻密。不致此銹。深侵內部。又亞鉛之用途甚廣。爲鐵之鍍金。可防其銹。加銅而製合金。卽成黃銅等物。

酸化亞鉛 ZnO 。爲白色之粉末。不溶於水。用於顏料醫藥等。亞鉛與酸化

酸化亞鉛

亞鉛酸鹽

亞鉛能溶解於酸。生成鹽化亞鉛 $ZnCl_2$ 、硫酸亞鉛 $ZnSO_4$ 等。又能溶解於苛性亞爾加里。而生成亞鉛酸鹽。如亞鉛酸鉀 K_2ZnO_2 是也。

水酸化亞鉛等之弱鹽基。對於酸常呈鹽基之反應。而對於強鹽基則呈弱酸之反應。

硫酸亞鉛

皓礬

硫酸亞鉛 $ZnSO_4$ 製造水素之際。亞鉛與硫酸化合而生之。其性質類似於硫酸苦土。稱曰皓礬。

第二十七章 鋁

鋁

鋁為自然界最多元素之一。土壤常含之。又長石雲母等之種種岩石亦含其多量。

鋁係銀白色之金屬。有光澤。頗堅強。富於展性延性。且其比重不過二。六。比於銅鐵。約僅三分之一。在空氣中殆不變化。又此物可作合金之原料。普通稱為人造金者。係銅九鋁一之合金。類似於金。有美麗之色澤。且其

人造金

質粘硬。空氣中不生變化。

近年用電解法而製鋁。其價遂至甚廉。雖普通之器具。亦以此物製之。

酸化鋁
礬土

酸化鋁 Al_2O_3 。又名礬土。係白色之粉末。成鋼玉石(寶石)而天然產生者。

其質甚堅。位於金剛石之次。就中含有少量之夾雜物。而現美麗之色澤。

者。稱為青玉赤玉等。極見貴重。其不透明者。可供研磨及切斷玻璃之用。

水酸化鋁

水酸化鋁 $Al(OH)_3$ 。加亞莫尼亞水或碳酸亞爾加里於鋁鹽。則水酸化鋁

成白色糊狀之沈澱而生。有吸收有機色素之性。且以其為弱鹽基。故如

亞爾明酸
鹽

水酸化亞鉛。中和酸類而生鹽化鋁 $AlCl_3$ 。硫酸鋁 $Al_2(SO_4)_3$ 等之鹽類。又

溶解於苛性亞爾加里之溶液。而生亞爾明酸鹽。例如亞爾明酸鈉 $NaAlO_2$ 。

Na_2O_3 是也。

磷酸鋁

磷酸鋁 $AlPO_4$ 。加磷酸曹達於鋁鹽。則生此物。係白色膠狀之沈澱。容易

溶解於水。

硫酸鋁鉀

硫酸鋁鉀 $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 普通稱爲明礬。火山地方往往產之。其製法混粘土於硫酸而熱之。製成硫酸鋁。然後再加硫酸鉀。而使之結晶可矣。此物雖無色透明。而熱之之時。失去結晶水。而成白色之粉末。名曰燒明礬。

明礬中之鉀或鋁。若以種種金屬或亞莫尼烏姆代之。則得如左之化合物。其結晶皆與明礬相同。而亦皆稱明礬。

普通明礬



亞莫尼烏姆明礬



鉻明礬



明礬能固定有機色素。使不溶解。且同時復能與植物纖維相結合。故以之充媒染劑。作染色之媒介也。

硅酸鋁 卽爲粘土。其純粹而白色者。稱陶土。概由含水硅酸鋁而成。粘

硅酸鋁
陶土

土吸水。則成粘質。強熱之。則放水分而硬化。故常以之作陶器。其法。混石英及長石之粉末於陶土之粉末。十分練捏之。而作隨意之形體。入窯而強熱之。以製成素燒。素燒之質甚疏。故浮游長石粉末於灰汁中。而浸入素燒以施釉藥。然後再熱之。則長石融解。而生滑澤之外被。且同時。實質亦益堅硬。

粘土常多少存在於土壤。然農業上之所謂粘土或埴土者。不獨粘土。且亦含有極細微之鑛物粉者也。

鋁之化合物。多量存於普通之土壤中。而動物體中則殆無之。又此化合物。非植物之養料。故植物體中。亦不過含其微量而已。

第二十八章 鐵 鎳 鈷

鐵之化合物。散布極廣。土壤岩石以及動植物體。殆皆含之。而鐵之原鑛。爲赤鐵鑛 Fe_2O_3 、磁鐵鑛 Fe_3O_4 、炭酸鐵鑛 FeCO_3 、黃鐵鑛 FeS_2 等。

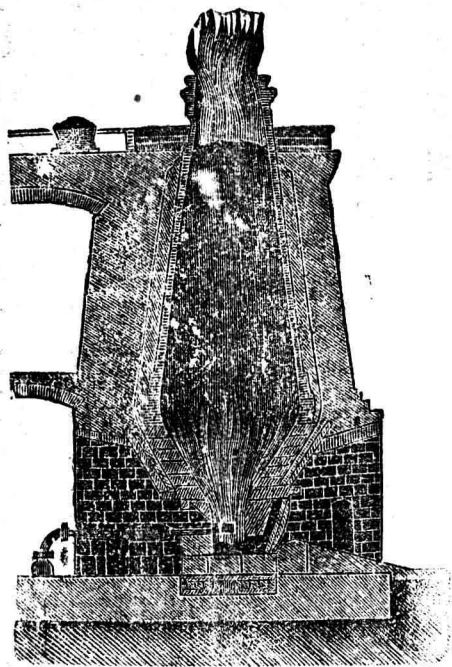
冶鐵之法。在先灼熱鐵礦。而得酸化鐵。復加木炭或骸炭而熱之。以奪其酸素。而遊離其鐵。其反應如左。



冶鐵時。常用第二十七圖所示之高爐。從此爐所製之鐵。名曰銑鐵。含百

分五內外之炭素。而此銑鐵之除去其中溶滓者。名曰鑄鐵。其質脆弱。不堪鍛練。惟適於鑄造之用。又融熔之鑄鐵中。送入空氣。以燒失其炭素之

圖七十二第



鑄鐵

銑鐵

一部使其量在一%以內。則鑄鐵變成鋼。鐵熱此鋼。鐵而復徐徐冷却之。則生粘硬之性。若急冷之。則生堅脆之性。然取鋼而適宜鍛鍊之。則或益見堅強。而適於刃物之製造。或增其彈性。而適於撥條等之製造。又炭素之量。比鋼更少者。稱爲鍊鐵。融點最高。質最粘硬。普通之鐵類中。實以鍊鐵爲最純粹。

銑鐵中炭素之外。尙有磷等之夾雜物。然製造鍊鐵之際。悉皆酸化。就中磷成磷酸。尋變爲磷酸石灰。入於溶滓中。而與鐵分離。此溶滓之碎粉。名曰篤麥斯磷肥。含一〇至二五%之磷酸。

鐵在乾燥之空氣中。雖不容易酸化。而在濕氣中之時。則漸次發銹。此銹概由水酸化第二鐵而成。又金屬中。鐵之磁性爲最強。

鐵之鹽類有第一鐵鹽。與第二鐵鹽二種。前者酸化。則變成後者。

鹽化鐵 投鐵於鹽酸。則得綠色之鹽化第一鐵。其反應如左。



此生成物。雖在空氣中亦易酸化。若遇鹽素硝酸等之作用。則即變為鹽化第一鐵 $FeCl_2$ 。普通單稱為鹽化鐵。係黃色結晶。放置之於空氣中。則易潮解。

酸化第二鐵

酸化第一鐵 Fe_2O_3 (單稱酸化鐵) 取黑色粉末之酸化第一鐵或水酸化第二鐵而熱之。則生此物。係赤色之粉末。普通稱鐵丹。供顏料及研磨之用。

四三酸化鐵
磁性酸化鐵

取銹鐵而高熱之。或通水蒸氣於熱鐵屑之上。則生黑色之四三酸化鐵 Fe_3O_4 。富於磁性。故亦稱磁性酸化鐵。天然所產者。為磁鐵礦砂鐵等物。



水酸化鐵

水酸化鐵 有水酸化第一鐵 $Fe(OH)_2$ 與水酸化第一鐵 $Fe(OH)_3$ 之一種。而前者之製法。在加亞爾加里於第一鐵之化合物。又後者之製法。在

加亞爾加里於第二鐵之化合物。例如



水酸化第一鐵。係淡綠色之沈澱。觸於空氣。則變為赤色之水酸化第二鐵。此水酸化第二鐵加熱時。變成酸化第二鐵。

硫化第一鐵 FeS 混鐵粉與硫黃而融解之。則得其灰黑色之塊。普通稱為硫化鐵。若注之以酸則生硫化水素。



二硫化鐵 FeS_2 。天然所產者。為黃鐵礦。產量甚多。係黃色美麗之礦物。燒

之則生無水亞硫酸。故用於無水亞硫酸之製法。

硫酸第一鐵 FeSO_4 可溶鐵於稀硫酸而製之。或燒黃鐵礦於空氣中亦可。其結晶 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 綠色。稱綠礬。

鐵
硫酸第一

二硫化鐵

鐵
硫化第一

碳酸第一鐵

在空氣中徐徐酸化。而成黃色之硫酸第二鐵。不溶於水。凡第一鐵鹽之變為第二鐵鹽。尤以在水溶液時為速。



碳酸第一鐵 FeCO_3 。天然所產者為菱鐵礦。係重要鐵礦之一。不溶於水。而溶於水之含有碳酸者。為鐵泉之主成分。然若曝此溶液於空氣中。則失無水碳酸。且酸化而成水酸化第二鐵。在土壤之富於無水碳酸而缺乏空氣者。往往於其深層中。生成碳酸第一鐵。而此物之溶入於含碳酸之水中時。亦往往流出於土壤之表面。而變成水酸化第二鐵。水田所停滯之水面。屢有赤褐色之薄被者。即其一例。

磷酸第二鐵

磷酸第二鐵 FePO_4 。加第二鐵鹽之溶液於磷酸鹽之溶液則生白色之沈澱。不溶於水。而溶於稀酸。

鐵為動植物生活上主要元素之一。動物之赤血球。植物之綠葉。皆以鐵

爲主要成分。然普通之土壤中。鐵化合物甚多。故不必特施鐵之肥料也。又動物之鐵分。由食物中之鐵化合物。已可得其十分之供給。無不足之患。又動植物中之鐵分檢查法。在取動植物體。或其灰。以酸浸出之。而加赤血鹽或黃血鹽於其溶液。以鑑識之。

鎳及鈷。皆與硫黃及砒素相化合。而產出於天然界。且二元素往往相伴。分離之法。稍覺複雜。

鈷係銀色粘硬之金屬。比重八、九。空氣中不失其光輝。故用於鐵器黃銅器之鍍金。又此物之合金。大見使用。例如洋銀爲銅·亞鉛·鎳之合金也。鈷類於鎳。而應用甚少。不過其酸化物用之於顏料等而已。

鎳及鈷之普通鹽類。相當於第一鐵鹽。而鎳鹽之稀薄溶液。皆呈綠色。鈷鹽之溶液。皆呈赤色。此蓋鎳依翁爲綠色。鈷依翁爲赤色。而此等之酸依翁。皆無色故也。此不獨鎳鈷鹽爲然。一般鹽之稀薄溶液。俱因電離而呈

金屬依翁之色。

第二十九章 錳及鉻

錳 錳之酸化物。成種種之鑽石而產。而其主要者。爲軟錳礦 MnO_2 。錳存於普通土壤中。而其量不多。於植物之生育上。無甚緊要。故含之亦少。惟茶葉含之較多。又錳亦如鐵。有第一錳鹽第二錳鹽之二種鹽類。然其普通者。係第一錳鹽。而第二錳鹽爲不安定之化合物。

二酸化錳 又名過酸化錳。係黑色之結晶。熱之則成四三酸化錳。而發生酸素。故用於酸化劑。



又加鹽酸於二酸化錳而熱之。可製鹽素。



鹽化錳 $MnCl_2$ 有四分子之結晶水。易於潮解。熱之則失其水。且同時復

錳

二酸化錳
過酸化錳
四三酸化錳

鹽化錳

錳酸鉀

生加水分解。而生鹽化水素。與加熱於鹽化苦土時無異。

錳酸鉀 K_2MnO_4 加苛性加里與鹽酸鉀於二酸化錳。而融解之。則得其綠色之塊。



此物之水溶液。呈綠色。故屢以此色鑑識錳之存在。

過錳酸鉀

過錳酸鉀 $KMnO_4$ 加酸於錳酸鉀之溶液而製之。



其溶液呈紫色。結晶時成暗紫色之針狀。熱之則容易放散酸素。而成錳酸鉀。又加以硫酸時。亦容易放散酸素。故用於酸化劑第一鐵鹽。遇此酸化劑。則變為第二鐵鹽。又種種有機化合物之遇之者。亦皆被酸化。



此反應發生後。過錳酸鉀之濃紫色。即見消滅。故有利用之。以檢水中有

鉻

機物之量者。又此反應之酸化力甚強，故亦利用之，以殺菌類。

鉻 天然上成鉻鐵礦 FeCr_2O_4 而產。

鉻之鹽類有第一第二之二種類。而其普通者，皆為第二鉻鹽。至其第一鉻鹽，係不安定之化合物。

鉻酸鉀

鉻酸鉀 K_2CrO_4 混鉻鉀鐵礦粉於炭酸鉀及硝酸加里，而融解之。復溶之於水，而蒸發其溶液，則得鉻酸鉀之黃色結晶。此物可製種種鉻化合物。重鉻酸鉀 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 加酸於鉻酸鉀而熱之，則得此物。

重鉻酸鉀



此物如過錳酸鉀，受酸之作用，容易放出酸素。故亦用於酸化劑。其溶液雖呈赤色。然若加苛性亞爾加里而熱之，則再生鉻酸鉀，而溶液變為黃色。其反應如左。



鉻明礬

鉻明礬 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 加硫酸於重鉻酸鉀而通以無水亞硫酸則得之。又加硫酸於重鉻酸鉀而熱之。待其反應既終。再使結晶亦可。此物可作媒染劑。大見貴重。

第三十章 砒素 銻 蒼鉛

砒素

砒素銻及蒼鉛之性質。位於金屬與非金屬之中間。而尤以砒素與銻。類於非金屬之點為多。故往往列入此二者於非金屬之元素中。

砒素 天然界所存之砒素。常與鐵硫黃相化合。其普通者。為砒硫鐵礦 FeSAs_2 。取此礦而熱之於空氣不足處。則得砒素。呈灰白色。有金屬光澤。惟其質甚脆。又砒素及其化合物。俱有大害於動植物。

無水亞砒酸

無水亞砒酸 As_2O_3 。取礦石之含砒素者而燒之。則生此物。係白色之物質。普通稱白砒。又稱亞砒酸。難溶於水。無臭無味。而有最劇烈之毒性。

砒化水素

砒化水素 As_2H_3 。砒素化合物亞鉛及硫酸混合時。此物與水素相混而生。

係無色之氣體。其臭如葱。若點之以火。則舉青白色之焰而燃。若於其焰

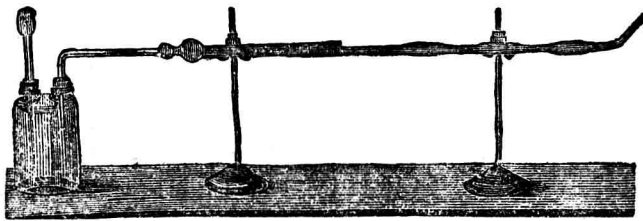
中。入以白色之冷磁皿。則砒素成黑褐色之斑點。而附着於此皿。且此斑點。容易溶解於漂白粉之溶液。故可容易鑑識之。而此等之試驗。雖微量之砒素化合物。亦得檢出之也。(第二十八圖)

硫化砒素 As_2S_3 通硫化水素於無水亞硫酸之溶液。則生此物。係黃色結晶狀之物。有以之作顏料者。

銻 概成硫化銻礦 Sb_2S_3 而產。取此礦而灼熱之。則硫黃燒失而成酸化銻。於是加木炭而熱之。以使之還元。則得金屬之銻。係青白色之物質。有光

銻

第二十八圖



輝。質脆弱。其用途概在製造合金。活字金係八成之鉛與二成之銻而成。

錫化水素

比鉛稍堅。且從液狀凝固時。膨其容積。故適於造活字。錫在空氣中。雖不變化。而強熱之。則成白色之酸化物。又錫之化合物。甚類於砒素之化合物。例如錫化水素 SnH_4 之生成反應。與砒化水素相同。且於磁製皿上。亦附着類似之斑點也。然以其不溶於漂白粉之溶液。故容易與砒素相區別。

蒼鉛

蒼鉛 天然界中。其單體與其鑛石均有之。係帶紅灰白色之金屬。質亦脆弱。導熱甚難。專用於製造合金。容易融解者。例如錫鉛與蒼鉛之合金。稱爲融金。雖熱湯中。亦容易融解之。又融金中之錫。有以鑛代之者。其融解點在六〇度。

融金

第三十一章 錫 鉛

錫

錫 成錫石 SnO_2 而產。若混以炭素而熱之。則容易還元而生錫。錫係白色柔軟之金屬。雖在濕氣中。亦不酸化。故可鍍於鐵葉。以製鋳鐵。又銅製

食器之裏面。亦有用錫以鍍之者。又錫之展性甚富。故可製成薄箔。以包物質之易受濕氣者。

當錫之凝固時。稍稍膨脹。故常混以銅等。而製種種鑄造用之合金。雖茶壺等之錫製品。亦多非純粹之錫所製。概係錫與鉛之合金也。

錫之鹽類有二種。溶錫於濃鹽酸或濃硫酸之時。生鹽化第一錫及硫酸第一錫 SnSO_4 。

鹽化第一錫 SnCl_2 可作媒染劑。其水溶液。富於還元性。能取空氣中之酸素。而生成鹽基性鹽化錫。與鹽化第一錫 SnCl_4 其反應如左。



錫 鹽化第二

鹽化第二錫 錫或鹽化第一錫。與鹽素相作用。則生此物。係白色之結晶。又鹽化第一錫。容易變成第二錫鹽。故往往從他元素之鹽化物。奪取

鹽素。例如加鹽化第一錫於鹽化第二水銀之溶液。則生鹽化第一水銀之沈澱。其反應如左。



錫酸

二酸化錫

錫酸曹達

鉛

錫酸 H_2SnO_3 加亞莫尼亞水於鹽化第一錫之溶液。則得錫酸之白色沈澱。係不安定之化合物。熱之則即變為二酸化錫 SnO_2 。然錫酸之鹽。稍稍安定。就中錫酸曹達 N_2SnO_3 可作染料。

鉛 其單體與其化合物。皆為貴重之物。天然所產者。多係硫酸鉛 PbS 。而從此鑛製鉛之法。在燒鑛石於空氣中。使其其中之一部分。變成酸化鉛 PbO 。硫酸鉛 PbSO_4 。然後再絕空氣而熱之。則從如左之反應而生鉛。



鉛為柔軟之金屬。有蒼白色之金屬光澤。然若置之於濕氣中。暫時而變

硝酸鉛

爲鈍灰色。此蓋與酸素化合。生成銹之薄層故也。惟此酸化作用。決不深入內部。不過其表面而已。又鉛溶於硝酸。則成硝酸鉛 $Pb(NO_3)_2$ 。又溶於醋酸。則生醋酸鉛。惟對於硫酸等之抵抗力頗強。能不受其大侵害。且其價既廉。加工亦易。故其用途亦廣也。然鉛之化合物有毒。且能溶解於醋(食醋之主成分)故法瑯鍋等之含鉛分者。均有害於人體。

又水之含鹽化物硝酸鹽等者。能侵蝕鉛體。使之稍稍溶解。故用鉛管以導飲料水者。宜善爲加意。又鉛可用於彈丸之製造及種種合金之原料。而蠟之配合量之比。係錫一與鉛一至二也。

酸化鉛

密陀僧

酸化鉛 PbO 。取硝酸鉛而熱之。則生此物。又鉛之融解於空氣中時亦生之。係黃色之粉末。稱爲密陀僧。用於玻璃製造等。又此物爲鹽基性酸化物。能造鹽化鉛 $PbCl_2$ 等之鹽類。

四三酸化鉛

四三酸化鉛 Pb_3O_4 。普通稱爲赤色酸化鉛。亦稱鉛丹。熱酸化鉛至四〇〇

赤色酸化
鉛丹
鹽基性炭
酸鉛
鉛白

銅

度許。則生此物。係赤色之粉末。用於顏料。亦用於玻璃製造等。

鹽基性炭酸鉛 $Pb(OH)_2 \cdot PbCO_3$ 。加炭酸加里於硝酸鉛之溶液。則此物成沈澱而生。係白色之粉末。稱為鉛白。多用於顏料。其製法。取卷鉛板。而濕之以醋。然後再以空氣與炭酸作用之也。

鉛白之少量。能塗廣大之面積。故甚利便。然遇硫化水素則變色。為其缺點。且鉛之化合物。於人身有毒。故以鉛白為化粧品。殊非適宜。

第三十二章 銅 水銀

銅 雖有成單體而產者。然其主要鑛石。為黃銅鑛 Cu_2FeS_4 硫銅鑛 Cu_2S 赤銅鑛 Cu_2O 等。

從黃銅鑛製銅之法。在燒其粉末。使硫黃鐵均至酸化後。混石灰硅酸鹽等而強熱之。除去其硅酸鐵等之熔滓。取其沈於竈底之不純硫化銅。再燒之而再熔之。以取去其鐵分。則遂可得粗製之銅。又從酸化銅製銅之

法甚簡單。只將鑽石與木炭共熱之。使之還元可矣。而此種粗製銅之精製。近來用電解法也。

銅係赤色之金屬。富於展性及延性。其爲熱與電氣之良導體。稍亞於銀。銅可造日常之器具。又見用於種種之工業。且可爲種種貴重合金之成分。

銅在乾燥之空氣中。雖不變化。而在潮濕之空氣中。則漸生綠色之鏽。此卽鹽基性碳酸銅也。

銅之化合物。亦有二種。而其普通之銅鹽。概係第二銅鹽。

酸化第一銅 Cu_2O 。天然所產者。爲赤銅礦。若於空氣中取銅而微熱之。則生此物。又銅鹽之亞爾加里溶液中。加葡萄糖（還元性）而熱之。則亦生此物。係赤色之粉末。

酸化第二銅 CuO 。在空氣中取銅而赤熱之。或取硝酸銅而熱之。則生此

物係黑色之粉末。加以水素或炭素而熱之。則還元而生銅。

硫酸銅 CuSO_4 加強硫酸於銅而熱之。則生此物。其反應如左。



硫酸銅之成青色結晶者。名曰膽礬 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。熱之則失結晶水。變成白色之粉末。然若注之以水。則再呈青色而結晶。故有用此變化以檢查酒精依的兒中之水分者。又硫酸銅爲銅鹽中之最普通者。不惟見用於鑛銅染色術等。且往往用以殺蟲殺菌也。

鹽基性炭
酸銅

鹽基性炭酸銅 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 。加炭酸曹達於硫酸銅。則得此物之青色沈澱。其天然所產者爲孔雀石。成美麗之綠色結晶。見用於裝飾及顏料。銅之化合物有害於動植物。故銅山之附近作物。常爲銅鑛所害也。

水銀

水銀 雖有成單體而產者。而其重要之鑛石爲辰砂 Hg_2S 。由辰砂製水銀之法。在混石灰或鐵粉於辰砂之粉末而蒸溜之。或燒此鑛石於空氣

之氣流中。以燒失其硫黃亦可。此金屬係灰白色之液體。比重爲一三五九。於零下三九度凝固。於三五八度沸騰。又水銀能與金·銀·錫·鉛·亞鉛等造成合金。所謂亞麻爾格姆是也。然銅則難造亞麻兒格姆。鐵與白金常不溶解於水銀。

酸化水銀

水銀在空氣中雖無變化。然熱之至近其沸點時。則酸化而生赤色粉末之酸化水銀 Hg_2O 。若更加强熱。則分解而生酸素與水銀。其反應如左



水銀之鹽類亦有二種。

鹽化第一水銀

鹽化第一水銀 Hg_2Cl 係白色之粉末。不溶於水。稱爲甘汞。亦稱輕粉。用於醫藥。加水銀於第二鹽化水銀。使之昇華。則得此物。



甘汞

鹽化第二水銀

鹽化第二水銀 HgCl_2 係白色之結晶。能溶於水。稱爲昇汞。亦稱猛汞。毒

昇汞

沃化第二水銀

耐斯萊爾氏之試藥
硫化第二水銀

性甚強。其〇、一%之溶液。足有殺菌之効力。然遇蛋白質。則化合而生沈澱。故多量之蛋白質存在處。消毒之効力殊少。

沃化第二水銀 Hg_2Cl_2 。能從沃素與水銀直接製之。然常加昇汞之溶液於沃化鉀之溶液以製之也。係帶黃赤色之沈澱。見用於藥劑。此物不能溶解於水。然能溶解於沃化鉀。而消失其色。若加過量之苛性加里於此溶液中。則得耐斯萊爾氏之試藥。用於亞莫尼亞之鑑識。

硫化第二水銀 Hg_2S 。天然所產者。即為辰砂。赤色之鑛物也。製造之法。摩擦水銀與硫黃。而得黑色之硫化第二水銀。再將此黑色物昇華之可矣。又硫化第二水銀之溶液中。通以硫化水素。取其沈澱物而昇華之亦可。如此所製者。係美麗之赤色粉末。所謂朱者。即此物也。



第三十三章 銀 金 白金

銀

銀 其產出於天然界者。雖有單體。而其主要之鑛石。實為硫銀鑛 Ag_2S 。從硫銀鑛製銀之法。加食鹽於鑛粉而燒之。使成鹽化銀。復以鐵還元之而得銀。



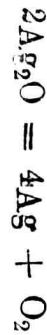
惟此銀含有夾雜物。故加以水銀而製銀亞麻爾格姆。然後蒸溜之。以驅除水銀而得銀也。以上之法。稱曰亞麻爾格姆法。

銀係美麗之白色金屬。富於延性及展性。且為熱及電氣之良導體。又銀雖難於酸化。而易成硫化物。故經久則變色。又純粹之銀。過於柔軟。故普通和銅而使用之。銀幣中。約含二成之銅。用於裝飾者。常含銅更多也。銀雖不溶於鹽酸及稀硫酸。而與濃硫酸共熱之。則溶解於其中。且容易溶解於硝酸中。又銀之鹽類。只有一種。

酸化銀

酸化銀 $AgNO_3$ 。加苛性亞爾加里於硝酸之溶液。則生水酸化銀之褐色沈

澱。而加熱於此生成物。則生黑色之酸化銀。更熱之。則發生酸素而生銀。一般取貴金屬之氯化物而熱之。則還元而生單體。



又加亞莫尼亞水於硝酸銀之溶液。則生水酸化銀之沈澱。然更加多量之亞莫尼亞水。則沈澱反至溶解。而此溶液。若受葡萄糖之作用。則容易還元而生銀。

鹽化銀

鹽化銀 Ag_2Cl 。加鹽化物之溶液於硝酸銀。則生此物之白色沈澱。



鹽化銀能溶解於亞莫尼亞水。而不能溶解於硝酸。故如上之反應。於鹽化物之鑑識。甚為重要。

臭化銀
沃化銀

於以上之反應。若用臭化鉀或沃化物以代鹽化物。則可得淡黃色之臭化銀 Ag_2Br 或黃色之沃化銀 Ag_2I 。臭化銀稍能溶解於亞莫尼亞水。而沃

照相術

化銀則全不溶解。又此等之成鹽素化銀。在暗處雖不變化。然若觸於光線。則變化而呈紫黑色。而利用此變化者。即爲照相術。其法塗成鹽素化銀於玻璃板。入諸暗箱而拍照。然後入之於暗室。投之於顯像液中。則其受光線之作用處。其銀鹽還元而呈黑色。現像後。再以次亞硫酸曹達液洗滌之。以去其銀鹽之殘留者。則即得種板。

青照相

青照相之製法甚簡單。不過塗赤血鹽與枸橼酸鐵亞莫尼烏姆之混合溶液於紙而已。此物受日光之作用時。鐵鹽變化而呈青色。

硝酸銀 AgNO_3 溶銀於稀硝酸。而蒸發其溶液。則此物成無色板狀之結晶而生。容易溶解於水及酒精。其純粹者。雖不受日光之作用。而觸於有機物時。則受日光而分解。變爲黑色。故稱爲不消墨。而用於布帛等之印花。又此物亦用於照相術及醫療。常用黑色或褐色瓶以貯藏之。

硫化銀

硫化銀 Ag_2S 天然亦產之。通硫化水素於銀鹽之溶液。即可得其沈澱。黑

金

褐色之粉末也。

流水淘汰法

金 金成細粒。散在於石英岩中。所謂山金是也。含有此金之岩石崩壞時。其中之金粒混於土砂。而沈積於河底河岸。是爲砂金。採金之法。在取含砂金之砂。或金鑛之碎粉。而用流水洗滌之。以流去其質量較輕之土砂。而沈其重量之金粒於器底也。此法名曰流水淘汰法。而此法亦往往見用於銀銅之採取。且農藝化學上亦常用之。以分類土壤之微細土。或如製銀之法。加水銀於金鑛之細粉。而行亞麻爾格姆法亦可。

金係黃色之金屬。有美麗之光澤。富於延性展性。可製金箔。可製細線。而金箔之薄者。有通過綠色光線之特性。又金不受硫酸·硝酸·鹽酸·酸素等之作用。而直接與鹽素相化合。且溶解於王水而生鹽化金 $AuCl_3$ 。金甚柔軟。且甚高貴。故常混銅或銀而用之。而其用於裝飾等之合金。常以加刺脫 (Carat) 之語。表其金分。以純金爲二四加刺脫。其十八加刺脫與

加刺脫

十四加刺脫等之金。卽二十四分中含金十八分與十四分者也。

加硫酸第一鐵(還元劑)於金之溶液中。則金成褐色之粉末。而容易析出於溶液中。又若加第一鹽化錫。則生紫色之沈澱。故可以之鑑識金之存在。

白金

白金 常與鈹·鉍·銅等成合金之形。而稍稍產出於天然界。係灰白色之金屬。富於延性展性。雖在高溫度。亦不受酸素及酸類之作用。且若不遇酸水素焰之強熱。則決不融解。故坩堝蒸發皿等之貴重化學器械。以此物製之。惟其赤熱時。能受苛性加里硫化鉀之作用。且與磷·砒素·鉛等。能造成易於融解之合金。故白金不可與此等物質共受強熱。

白金鹽化水素

鹽化白金

白金鹽化水素 H_2PtCl_6 。溶白金於王水而蒸發之。則得此物之赤褐色結晶。而此物之溶液。普通雖稱爲鹽化白金 $PtCl_4$ 液。然實則二鹽基酸也。此物之鉀鹽 K_2PtCl_6 。係不溶解性。故見用於鉀之定量分析。又其亞莫尼烏

姆鹽 $(\text{NH}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ 。亦爲不溶解性。而強熱之。則成海綿狀之白金。
白金之粉末及海綿狀白金。能媒介他物質之化學變化。例如通酸素與
無水亞硫酸之混合氣體於白金上。則容易化合。而生無水硫酸也。

化學教科書 無機篇終