

教育部審

中學校用

共和國
教科書

化學

商務印書館出版

中學校教科書

化 學

序 言

化學之輸入我國五十年於茲。教科書之編輯十年於茲。顧周游書肆。除二三譯本外。求一編輯完善適合中學用之化學教科書。殆未易得。則以化學教科書之編纂。厥有數難。請試述之。化學現象。人所注意者甚少。學者無預備之知識。而驟語以非所習聞之事。則斷然不能領會。必就其所已知者。引伸之。則可供教授之材料。又苦無多。此編纂之始。卽患無從入手。其難一也。教科書之要點。貴乎能執簡馭繁。使學者易於歸納。而化學則各種反應。殊鮮定則。既不能一一鋪敘。又不能牽強歸併。此排比之際。每苦不能簡賅。其難二也。吾人日常所述化學變化。似是而非之處甚多。如金銀皆係原質。水中有輕養二氣。食鹽由鹽酸與苛性曹達化合而成等語。乍聆之似無不合。細按之畢竟欠妥。然而此等語。病避之非易。此文字之間。不易求其的當。其難三也。有此三難。是以與其編纂新書。無寧繙譯舊本。然而譯本雖善。其編纂目的。究非爲我國學生而設。移甲就乙。終不免少有扞格。此余數年以來。用譯本教授化學所親歷之境。每思編纂一帙。以應當世之需。顧簿書鞅掌。甚鮮暇晷。迄未如願。自改革以來。退居於公民之列。杜門多暇。方獲從

事編纂。今始脫稿。其於教材之排列。分族之敘述。學理之說明。自覺頗
費斟酌。不致爲三難所困。願當世博雅。教正之。

民國二年六月

編者誌

中學校教科書

化 學

編 輯 大 意

一本書開端首述燃燒取其爲化學變化之最易見者次述空氣及水次述無水碳酸皆爲學生日常易見之事實至此則其化學知識已稍有基礎乃進述化學上一般之理論然其略爲難解者如溶液之性質解離及可逆反應之現象則俟非金屬敘畢後方述之如此由淺入深生徒讀之當無扞格之虞

一本書敘述各種原質及化合物略依周期表之分族而於一族敘畢後必將該族各質之通性及其與他族各種異同之處略爲敘述使生徒易於比較總括且於記憶上大爲便利

一本書於化學之有關工業農業者勉爲單簡之記載而又慮內地各處工業未興欲參觀工場而不可得故於講筵之實驗記述務求詳細如石炭乾餾及硫酸製造等之實驗皆比他書爲詳蓋爲此也

一本書於近年以來重要之新發明如人造靛青人造絲等莫不一一敘述篇末更將銻 Radium 之發見及電子之假說記其大概俾學者不囿於舊聞而知化學界中尙有無窮之奧妙

一本書所記實驗共九十餘條皆余十年來教授中學化學所曾屢

經試驗不易謬誤且又不須繁複之器具者俾經濟艱難之學校用此書亦無設備不全之憾

一本書所用化合物名稱皆採業已通行而又確當者用之至於有機化合物則除用已經通行之舊名外間於舊名之下將管見所擬新名附記一二將來如能通行再一律改用新名

一本書於化合物名稱及化學術語之下皆附記英名使學者畢業後即可讀英文化學書

一本書供中學校及中等程度各學校教科書之用共分三篇上篇約七十時授畢中篇約四十時授畢下篇約五十時授畢適合教育部令第四年授化學每週四時之時間如用之於秋季始業之學校則第一學期授上篇第二學期授中篇第三學期授下篇更可計時程功無教授過速及時間不足之弊

一使用本書 諸君如發見書中謬誤及教授上不便利之處尚祈惠賜教言寄上海商務印書館編譯所以便再版時修正

中學校教科書

化學目次

上篇 化學通論及非金屬

第一章	化學變化 燃燒 物質不滅之定律	1
第一節	化學變化 燃燒	1
第二節	物質不滅之定律	3
第二章	空氣 養氣 淡氣	5
第三章	水 輕氣 定數比例之定律	10
第一節	水 輕氣	10
第二節	定數比例之定律	18
第四章	無水炭酸 養化炭 倍數比例之定律 氣體反應之定律	20
第一節	無水炭酸 養化炭	20
第二節	倍數比例之定律 氣體反應之定律	22
第五章	單體 化合物 原質	25
第六章	分子及原子之假說	26
第七章	分子量 原子量 化學記號及方程式 原子價 當量	27
第八章	成鹽原質及其化合物	35

第一節	綠氣 綠化輕	35
第二節	溴碘弗及其化合物	41
第九章	養族原質及其化合物	44
第一節	硫黃 硫化輕 硫化炭	„
第二節	硫之養化物	48
第十章	淡族原質及其化合物	54
第一節	亞摩尼阿及其化合物	„
第二節	磷及其化合物	60
第三節	砷銻鉍及其化合物	65
第十一章	炭族原質及其化合物	69
第一節	炭及其化合物	„
第二節	火焰	76
第三節	矽及其化合物	77
第十二章	碲及其化合物	81
第十三章	氣體及溶液之性質	82
第一節	溶液之冰點及沸點	„
第二節	解離 電離 伊洪說	85
第三節	可逆反應 化學平衡	89
第四節	電解	91

中 篇 金 屬

第一章	金屬 非金屬 合金	94
第二章	鹼金屬及其化合物	95
第一節	鉀及其化合物	95
第二節	鈉及其化合物	101
第三節	銦及鹼金屬之通性	107
第三章	鹼土金屬及其化合物	109
第四章	土金屬及其化合物	116
第五章	鋅族原質及其化合物	119
第六章	鐵族原質及其化合物	122
第一節	鐵鎳鈷及其化合物	122
第二節	錳鉻及其化合物	127
第七章	錫族原質及其化合物	130
第八章	銅族原質及其化合物	133
第九章	貴金屬原質	139
第十章	原質之週期律	141

下篇 有機化合物

第一章	巴辣芳系之炭化輕	144
第二章	以脫林系及阿西台林系之炭化輕 ..	148
第三章	阿爾科爾	150
第四章	炭化輕之多價化合物	155

第五章	愛司他以脫幾登阿勒弟海特	157
第六章	有機酸	163
第一節	醋酸及蟻酸	„
第二節	高級之脂肪酸	165
第三節	多價之酸	168
第七章	炭水化物	171
第八章	衰化物 尿質 亞明	178
第九章	徧蘇痕及其誘導體	183
第十章	那夫他林安特辣生及其誘導體	189
第十一章	脫爾賓類之化合物	193
第十二章	植物鹽基	195
第十三章	蛋白質	197
第十四章	結論	199

中 學 校 教 科 書

化 學

上篇 化學通論及非金屬

第一章 化學變化 燃燒 物質不滅之定律

第一節 化學變化 燃燒

宇宙間之物體千變萬化。無時或息。如風之吹。雨之降水之流。火之焚。此變化之易見者也。至於堅如金屬。硬如磐石。似乎無所變化矣。然而鐵製之器。表面每易生鏽。山中之岩石。因風雨之剝蝕而變為土壤。從此可知宇宙間。決無歷久不變之物質。特其變化甚遲者。非經長久之歲月。不易察見其變化之跡耳。

物體之變化甚繁。不可殫述。然可總括之為二種。一其形狀雖變。實質不變者。如水冷則凝結而為冰。熱則

沸騰而成汽。此形狀雖變，實質不變者也。名之曰物理學變化 Physical change。薪炭燒後，其實質之多少，分散入空中，爐內祇剩少許之灰。此形狀與實質俱改變者也。名之曰化學變化 Chemical change。

燃燒 Combustion 爲化學變化之一種。木炭燒時，其中所含之炭質，與空氣中一部分之氣體（氧氣）結合而發光與熱。其結合所成之物體，仍爲目不能見之氣體（碳酸氣），以散入空氣中。至於所餘之灰分，則爲不能與空氣結合之礦物質。

從此可知燃燒之現象，爲二種物體結合而成。而欲其燃燒不絕，必須令此二種物體之供給常不絕，且須令常保有若干度以上之溫度。此溫度名之曰發火點 Ignition point。發火點由物質而不同。如對於空氣之發火點，木炭七百度，硫黃二百五十度，黃磷五十度是也。

凡木炭薪材蠟燭石油等可以燃燒者，名曰可燃體。

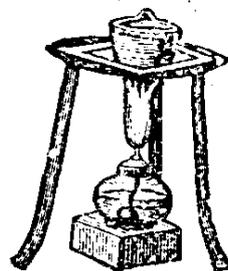
Combustible substance。空氣或養氣以保持他物之燃燒者名曰助燃體但在實際燃燒祇為二種物體之結合固難強別其孰為可燃孰為助燃也。

第二節 物質不滅之定律

就木炭等物體之燃燒觀之似乎其物質之多分已盡消滅。然是特觀察未精不計其目所不能見之氣體耳在實際物質無論經過何種化學變化決無可以消滅之理。試以實驗證明之。

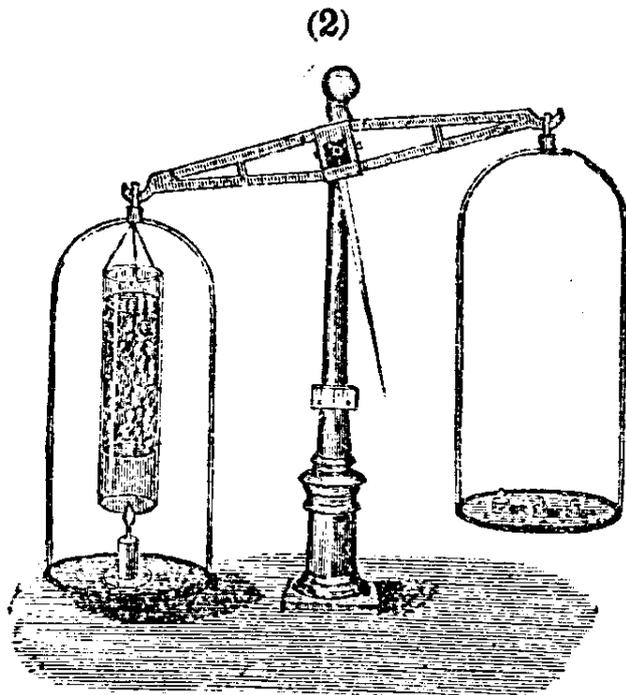
實驗 1 取鎂 Magnesium 條數寸精密稱得其重量置入有蓋之小坩鍋 Crucible 中灼熱而燃之。取其燃後所成之白色粉末而稱之則其重量反見增加(圖 1) 因坩鍋中一部分氧氣與物反應化氣故其見增加。

(1)



實驗 2 取洋燈罩或徑寸餘之玻璃筒一個中間嵌鐵絲布 Wire gauze 其上部滿盛輕養化鈉 Sodium hydroxide 之小塊而懸之於天平 Balance 上其下置蠟燭使燃燒後所生之氣體為輕養化鈉所吸收則見蠟燭漸減而此一端之重量反漸增(圖2)

據右二實驗燃燒以後物質不惟不滅而反增加其



增加之重量即與
之結合之養氣之
重量也。更可就密
閉之器燒物而知
物質之重量不以
燃燒而變更。

實驗 3 取小試驗
管 Test tube 盛黃磷
Yellow phosphorus

一片以鐵絲懸入大燒瓶 Flask 中使管底距
瓶底甚近以木塞密閉瓶口而稱之。乃於瓶底
徐徐加熱使磷燃燒待冷再稱之則見其重量
絕無增減(圖 3)

學者經無數試驗知宇宙間之物
質無論經過何種變化從無可以增
多可以消滅之事名之曰物質不滅之定律 Law of
conservation of mass。



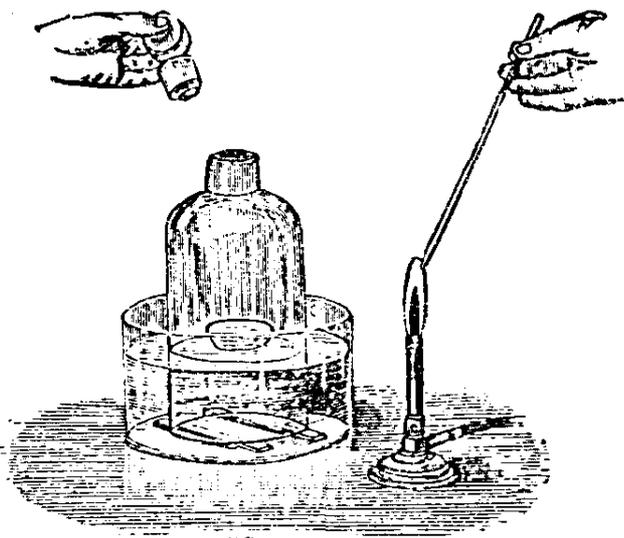
第二章 空氣 養氣 淡氣

空氣 Air 爲無色無味無臭之氣體。地球之面到處存在。且其成分不甚相異。其一立特之重爲一·二九三克。今就化學變化研究之。則知空氣非爲一種純粹之氣體。而爲數種異性之氣體所合成也。

實驗 4 取黃磷一片

(4)

入小皿中。而浮於水面。以有塞玻璃鐘 Bell glass 置之。乃用銅絲燒熱以觸黃磷。則黃磷即發火。此時速將銅絲取出。密閉其塞。則見鐘內盡變白煙。而火漸熄。待冷則白煙溶解入水中。而水昇入鐘內。凡五



分之一之高。即空氣之體積已減去五分之一也。(圖 4) 其後於鐘外加水使鐘內外之水面相齊。然後去其塞。以點火之蠟燭或硫黃置入。則其火當立滅。

由此可知空氣中有五分之一爲燃物所必需者。是

為養氣。而其餘五分之四則不能燃物。此不能燃物者其大部分為淡氣。

養氣 Oxygen 無色無味無臭。其對於空氣之比重為一·一〇。將水銀 Mercury 與空氣密閉於一器中。而於長時間加大熱。則水銀之面與空氣中之養氣結合而成養化汞 Mercury oxide。又將養化汞加熱則復成養氣與水銀。此法利用之。可以自空氣中取得養氣。然因將水銀加熱而成養化汞須數日之久。頗非易事。故尋常須養氣者。皆用他法製取之。

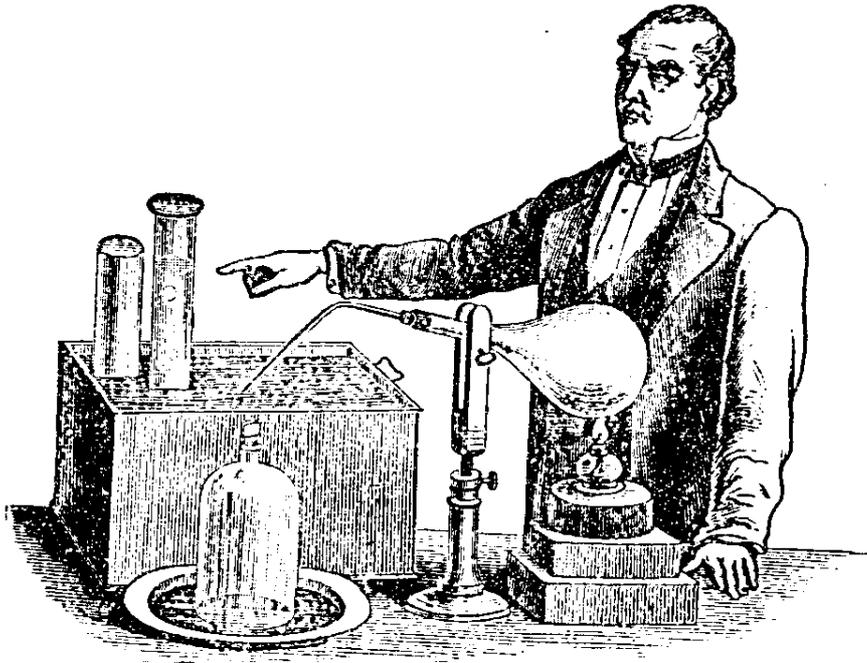
實驗 5 於試驗管中盛綠酸鉀 Potassium chlorate 二克許。置酒精燈上熱之。則見其發生養氣。試將紙捲或火柴之餘燼置之管口。則復燃燒甚盛。

實驗 6 將綠酸鉀二十五克研細之。和以同量之二養化錳 Manganese dioxide。而置入圓底之燒瓶 Flask 中熱之。則見其盛發養氣。可以倒立於水槽 Trough 中之器捕集之。而行種種之實驗(圖5)

此二實驗皆為綠酸鉀受熱而變為養氣與綠化鉀 Potassium Chloride。至實驗 6 所加之二養化錳。不過

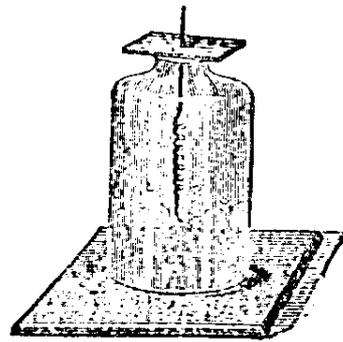
賴其接
觸作用
Cataly-
sis以助
綠酸鉀
之變化。
其本體
並不變
化也。

(5)



實驗 7 於實驗 6 所製之養氣中將點
火之蠟燭或木炭置入則盛燃而發光甚強。
黃磷與硫黃亦然。又將鐵絲捲成螺旋形熱
之而置入養氣中則亦能燃燒而發美麗之
火花(圖 6)

(6)



蓋尋常空氣中之燃燒即賴有
五分之一之養氣。養氣缺乏則火即熄。今在養氣中燒
物則因無淡氣之攪和以薄弱其作用。故其燃燒自當

格外強盛也。

凡二種以上之物質結合而成一種新物質。如養氣與水銀之變爲養化汞。木炭與養氣之變爲無水炭酸 Carbonic anhydride。名之曰**化合** Combination。其所成之物質名曰**化合物** Compound。一種物質化爲二種以上之新物質。如養化汞之變爲養氣與水銀。綠酸鉀之變爲養氣與綠化鉀。名之曰**分解** Decomposition。物質當化合與分解之際。名之曰**反應** Reaction。

凡養氣與他物化合。名之曰**養化** Oxidation。其所成之物質名曰**養化物** Oxide。燃燒者乃急劇之養化物。質在空氣中尙有與養氣徐徐化合而不發光熱者。名曰**遲緩之養化** Slow oxidation。如鐵之生鏽。木材之腐敗是也。

淡氣 Nitrogen 亦無色無味無臭。其對空氣之比重爲0.97。其與他物質化合之力極弱。在空氣中。惟以使養氣淡薄。作用不劇烈爲事故。有淡氣之名。

昔時所謂自空氣中取得之淡氣。近日研究之。而更發見新氣體數種。其性質俱與淡氣相似。但其與他物質化合之力。更比淡氣為弱。故絕未發見其化合物。空氣中之新氣體。以氫 Argon 為較多。餘為氦 Helium 氖 Neon 氙 Krypton 氡 Xenon。則其量甚微也。

空氣中除含養氣淡氣及數種新氣體外。尚含有無水炭酸水汽 Water vapour 及浮游之固形物。空氣之除去無水炭酸及水汽者。其所含各氣體之百分比列如下。

	體積之比	重量之比
淡	七八·〇六	七五·五
養	二一·〇〇	二三·二
氫	〇·九四	一·三

空氣中之各氣體。雖並存於一處。皆不失其固有之性質。又將人工所製之養氣與淡氣。依前記之比例混和之。則亦與空氣相同。故知空氣者。僅為養氣與淡氣之混合物 Mixture。而非化合物也。

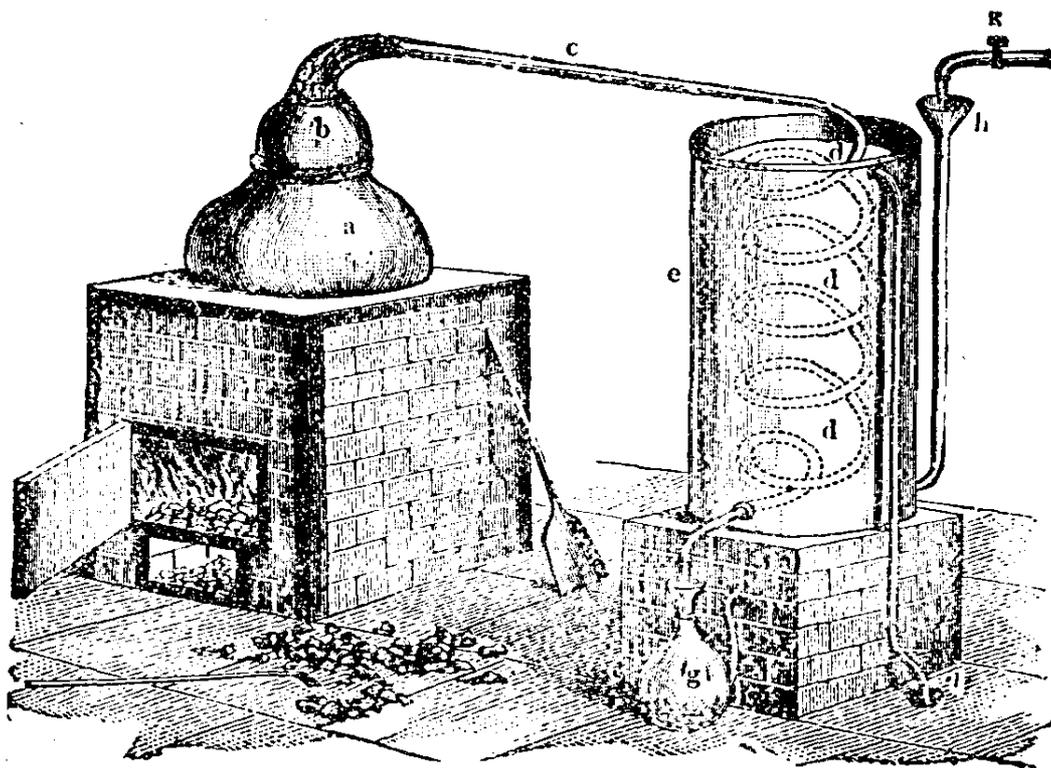
凡氣體之體積常因壓力之增加而減少，又因溫度之上升而增多。故計算氣體之體積者，皆以溫度零度、壓力一氣壓時之體積為準。

空氣、養氣等用高壓力及低溫度，可使之變為液體及固體。液體之養氣，工業中用途甚多。

第三章 水 輕氣 定數比例之定律

第一節 水 輕氣

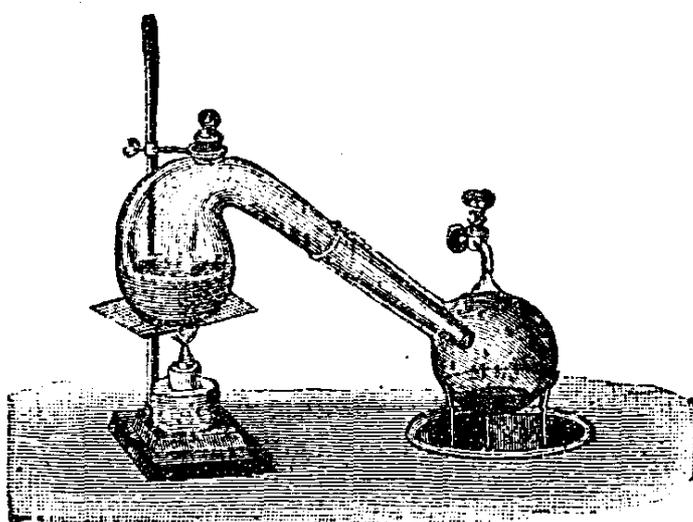
(7)



水 Water 之天然生成者極多。但其溶解物質之力甚強。故天然水之純粹者極少。欲得純粹之水。必須用蒸餾法 Distillation (圖 7) 以除去其所含有之諸物質。

(8)

實驗 8 取曲頸
甌 Retort 盛井水而
以酒精燈熱之至沸
騰。乃將甌口插入受
器 Receiver 內。而於
受器之外。不絕注冷
水。則其水汽悉於受
器中凝成純粹之水。



而井水中所溶解之物質。仍留於曲頸甌中。(圖 8)

水之純粹者。無臭無味。幾無色。但積之至厚。則現青色。在普通之溫度。皆為液體。至零度以下。則成固體。百度以上。則成氣體。但在普通溫度。其表面亦漸漸化為氣體。以混入空氣中。當四度時。其體積最密。其一立方

生的米突之質量爲一克蘭姆 Gramme。

水之溶解物質者名曰溶液 Solution。其被溶解之物質名曰溶質 Solute。溶液中之溶質達於最多之量時名曰飽和溶液 Saturated solution。飽和溶液中所含溶質之量名曰溶解度 Solubility。溶解度因溫度而變化。在普通之固體物質皆溫度愈增而其溶解度愈大。

實驗 9 以玻璃製之燒杯 Beaker 盛冷水而將硝石 Nitre 徐徐投入。其初甚易溶解。迨投之漸多則溶解漸緩。以至器底餘有不能溶解之硝石而成飽和溶液。乃將此溶液加熱則其不能溶解者復盡溶解。

溫度高時之飽和溶液置而冷之。則其溶質之幾分復析出成規則形之固體名之曰結晶 Crystal。結晶體中常含有若干之水名之曰結晶水 Water of crystallization。

實驗 10 前實驗所得之溶液置之靜處冷之則可得硝石之結晶體其形如圖 9。

實驗 11 將明礬之結晶體置火上熱之則融解



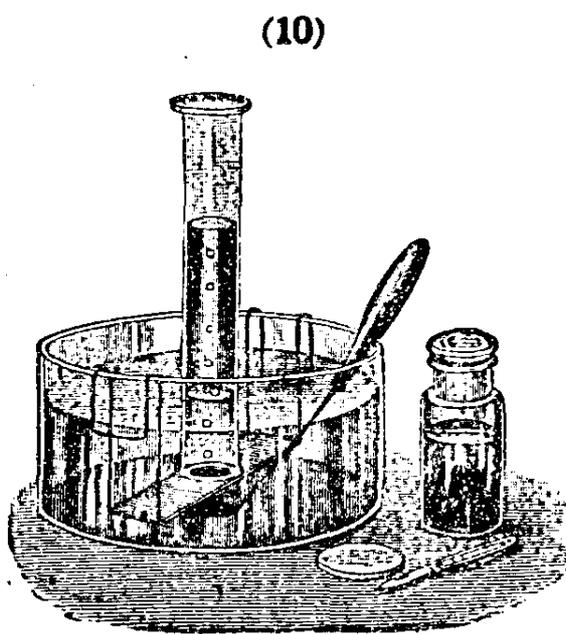
而生泡沫是即其中所含之結晶水遇熱而化為水汽也。

水以外之液體亦有能溶解物質而成溶液者如酒精 Spirit of wine 以脫 Ether 二硫化炭 Carbon Bisulphide 等凡可用以溶解物質之液體名之曰溶媒 Solvent。溶液中之溶媒如非水而為某質則稱之曰某溶液如以脫溶液二硫化炭溶液其僅稱溶液者皆水溶液也酒精溶液特稱曰丁幾 Tincture。

欲知水之如何組成可由水之分解而得其證。

實驗 12 將玻璃筒 Glass cylinder 盛滿水而倒立於水槽中乃取鈉 Sodium 一小分自筒口置入使之浮於筒內則即發生氣體(圖10)

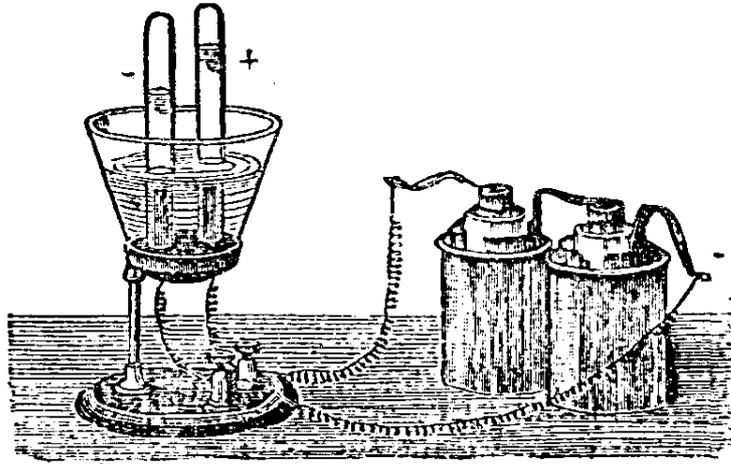
此實驗所得之氣體其質甚輕故名之曰輕氣 Hydrogen 為水中所含成分之一。



實驗 13 盛水於玻璃器加硫酸 Sulphuric acid 少許自器底插入白金片二枚以

引電流。白金片之上。倒立盛水之玻璃管二枚而通電流。則見白金片之面。盛生氣體。聚於玻璃管中。而陰極所生氣體之體積。

(11)



為陽極之二倍(圖11)

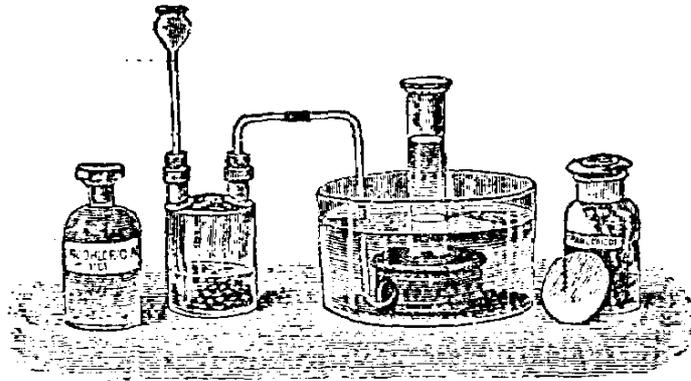
於上實驗。其水中之硫酸。通電流後。絕不減少。故知二管中之氣體。為水所分解而成。其陽極所生者。將木片之餘燼置入而即燃。故知其為養氣。其陰極所生者。則質輕而易飛散。故知其為輕氣。因此可證水由輕氣二體積。養氣一體積所合成也。

輕氣無色無味無臭。其一立特之重為 0.09 克。其對於空氣之比重為 0.07 。尋常取輕氣之簡法如下。

實驗 14 於二

(12)

口玻璃瓶 Two-necked bottle 中盛粒狀之鋅 Zinc 其一口之塞中插導氣管他口之塞中插長漏斗 Funnel



nel 而自漏斗中注入稀硫酸或鹽酸 Hydrochloric acid 則盛發生輕氣。可以倒立於水槽中之器捕集之(圖12)但其初時所出者混有空氣不可近火。

輕氣不能助物質之燃燒故將燭火置入輕氣中即滅。然其輕氣則得火而燃。以與空氣中之養氣化合而成水汽。又將養氣導入輕氣中亦能發火燄而燃。名之曰倒燃燒。

(13)

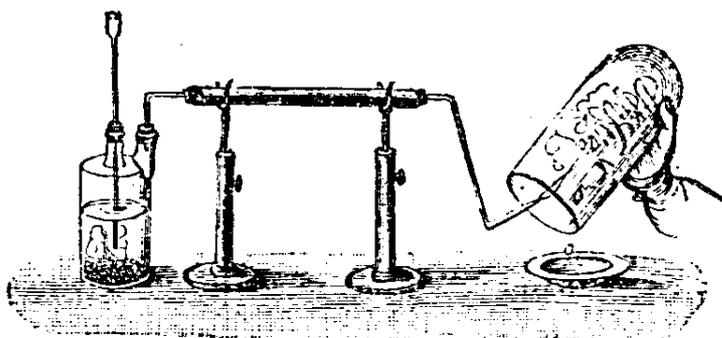
實驗 15 就前實驗所製之輕氣將燭火置入則瓶口之輕氣燃燒而瓶內之燭火熄滅(圖13)



實驗 16 於輕氣發生器 Hydrogen generator

之導氣管上接以
尖口之玻璃管而
點火乃以冷器覆
於火燄上則可見
水之滴下(圖14)

(14)

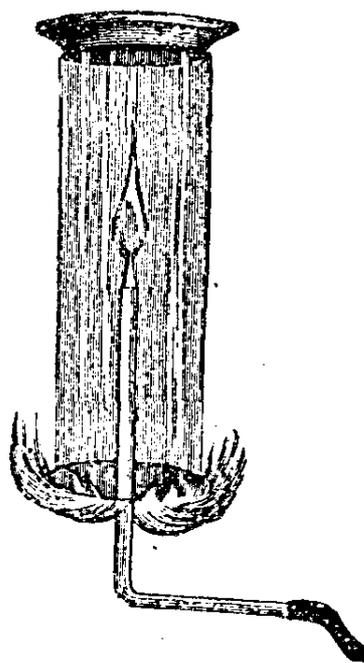


實驗 17 用大

玻璃筒盛輕氣在筒口點火使燃而由尖
口之玻璃管導養氣入筒中則見養氣能
在輕氣中成火燄而燃燒(圖15)

(15)

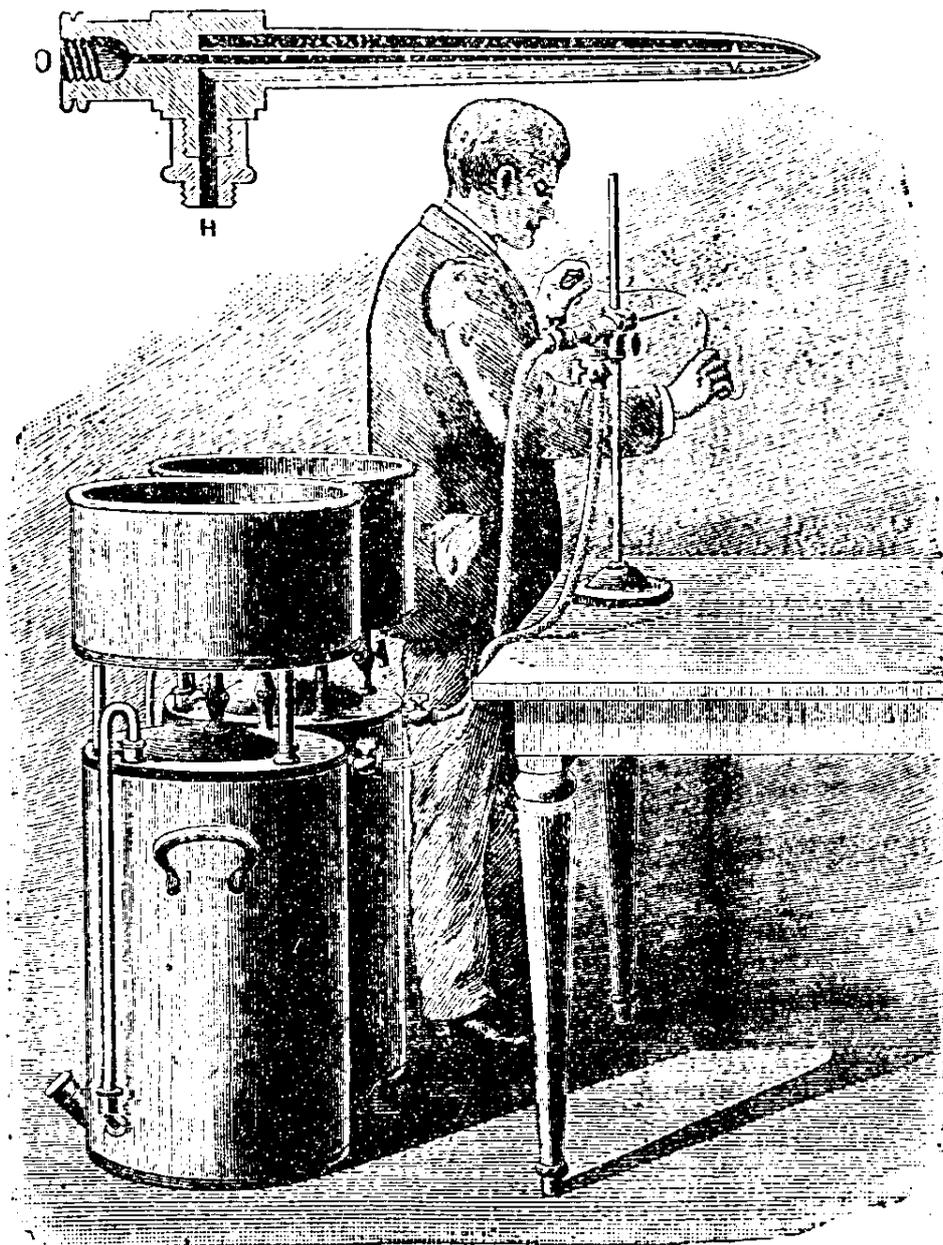
實驗 18 取同大之二玻璃瓶一倒立
而盛輕氣一直立而成空氣將瓶口相對
而倒轉之則其輕氣盡昇入上瓶中又將
輕氣發生器之導氣管插入倒立之瓶中
而不用水槽亦可捕集輕氣名曰上方置
換 Upward substitution.



輕氣燃燒之際其光雖微而
其溫度則甚高將養氣與輕氣
相和而燃之溫度尤高輕氣與空氣或養氣之混和物

遇火則爆裂故試驗之時宜謹慎

(16)



實驗 19 如圖 16 所示之金屬管有內外二層。自外層吹出輕氣。內層吹出養氣。使二氣於管口相混和而燃之。其溫度甚高。能融白金。名曰輕養吹管 Oxyhydrogen blowpipe。

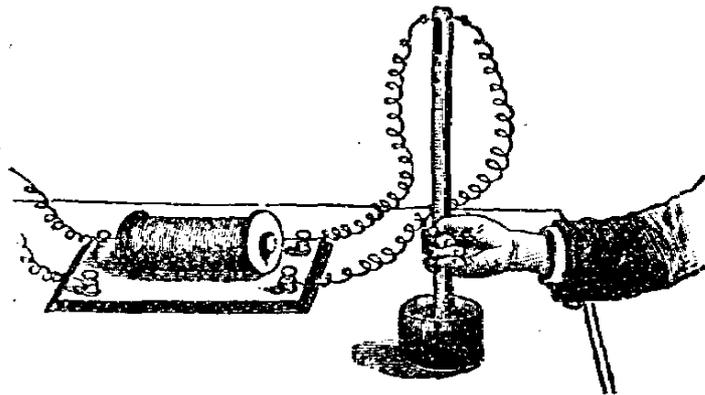
輕氣雖置於倒立之器中。然不密閉其口。則閱時不久。亦即與空氣相混。此現象名之曰擴散 Diffusion。凡氣體皆有擴散性。故將二種比重不同之氣體置於一器中。不久即能混和也。

第二節 定數比例之定律

凡混和之物質。其數種物質之量。不必為一定。至化合之物質。則其所含各物質之量。必有一定之比例。不能有所增減。

(17)

實驗 20 於名由凸米突 Eudiometer 之刻度玻璃管中盛輕氣二體積。養氣一體積。倒立於水銀槽上。而將管底所嵌之

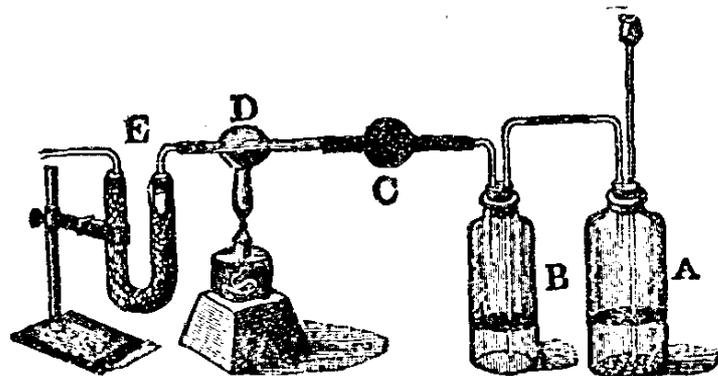


白金絲兩條與發電器相連使在管內生電氣火花則其混合之氣體即發火而化合悉化為水。若所盛之輕氣與養氣其體積非二與一之比則化合以後必有剩餘之輕氣或養氣存不能悉化為水(圖17)

實驗 21 如圖18使玻璃瓶(A)內所生之輕氣經過盛濃硫酸之洗滌瓶 Washing bottle (B) 及盛綠化鈣 Calcium chloride 之球管 (C) 十分乾燥之然後又過球管 Bulb tube 中 (D) 此球管 (D) 內盛有灼熱之養化銅則其輕氣至此即與養化銅中之養氣化合而成水汽此水汽更通過盛綠化鈣之 U 形管 U tube (E) 則即為綠化鈣所吸收故於實驗之前後稱盛養化銅之球管 (D) 二次而得其減少之重量即為成水所需養氣之重量又稱盛綠化鈣之 U 形管 (E) 二次得其增多

(18)

之重量即為所成水之重量更於水之重量內減去養氣之重量即得成水所需輕氣之重量



而此實驗所得之結果其輕氣養氣重量之比必略為一與八

養氣對輕氣之比重為十六倍故就輕氣二體積

養氣一體積以推算其重量。本爲一與八之比。而前實驗所得之結果。適與之相符。可知水之生成。不問其生成之方法如何。而其所用輕氣養氣之量。必有一定也。

凡各種物質由化學變化而成新物質之際。其各種物質之量。必有一定之比例。名之曰定數比例之定律
Law of definite proportion。

第四章 無水炭酸 養化炭

倍數比例之定律 氣體反應之定律

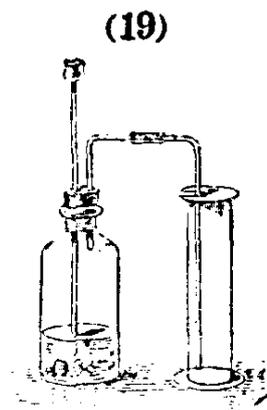
第一節 無水炭酸 養化炭

無水炭酸 Carbonic anhydride 卽二養化炭 Carbon dioxide。由薪炭之燃燒動植物之腐敗與動物之呼吸而生。空氣中所含有之無水炭酸。雖多寡不一。但其平均數不過萬分之三。通常用大理石 Marble 與鹽酸製取之。

無水炭酸爲無臭無色之氣體。微有酸味。比空氣重一倍半。易溶解於水。遇石灰水則變濁。有滅火之性。用

低溫度與高壓力易使變成液體及固體

實驗 22 於玻璃瓶中盛大理石之小塊而塞之塞上穿二孔其一孔中插長漏斗他孔中插導氣管而自漏斗中注入稀鹽酸則發生無水碳酸此氣比空氣重故可將導氣管之一端置入玻璃筒集之而不用水槽名之曰下方置換 Downward substitution (圖19)



實驗 23 於前實驗之終將燭火置入筒中立即熄滅又試加石灰水而震盪之則成白如乳之濁質

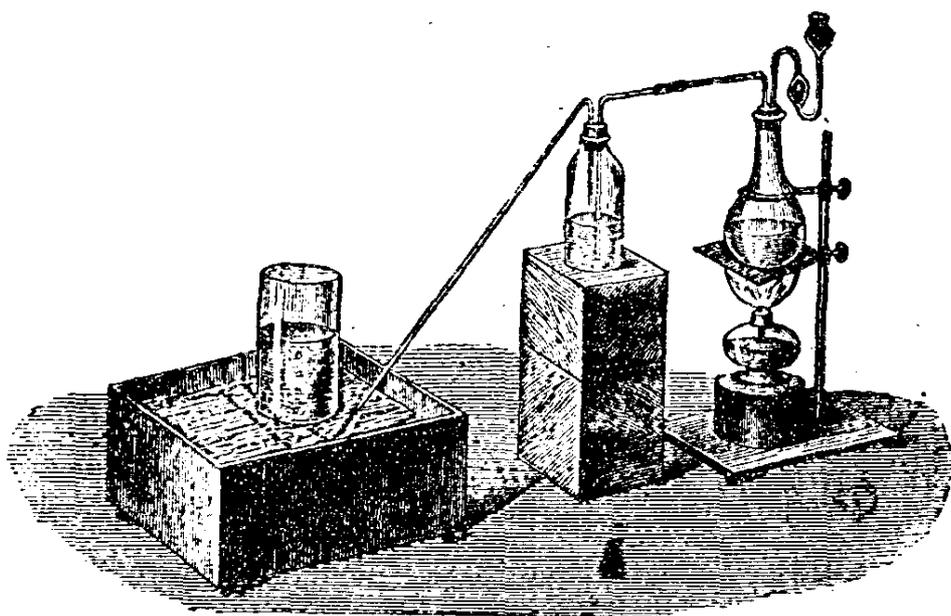
溶解碳酸氣之水有爽口之酸味可用為飲料如荷蘭水 Soda water 及啤酒 Beer 是也。凡水之溶解氣體因溫度之上升而減少因壓力之增加而加多故此等飲料在瓶內時因壓力大而溶解氣體多至去塞則壓力減而氣體之一部分成泡沫而逸出

將水碳酸經過紅熱之木炭上則成養化炭 Carbon monoxide 又將草酸 Oxalic acid 與濃硫酸共熱之則生無水碳酸及同體積之養化炭

養化炭爲無色無味無臭之氣體。較空氣略輕。不易溶解於水。有劇毒。人吸之則暈眩。甚者致死。遇火則發淡青色之微燄而燃燒。變爲無水炭酸。

實驗 24 盛草酸於燒瓶中加二倍之濃硫酸而熱之。其發出之氣體使經過盛輕養化鉀 Potassium hydroxide 溶液之洗滌瓶。以除去其無水炭酸。然後用倒立於水中之器捕集之。即得養化炭。可點火以試之。(圖20)

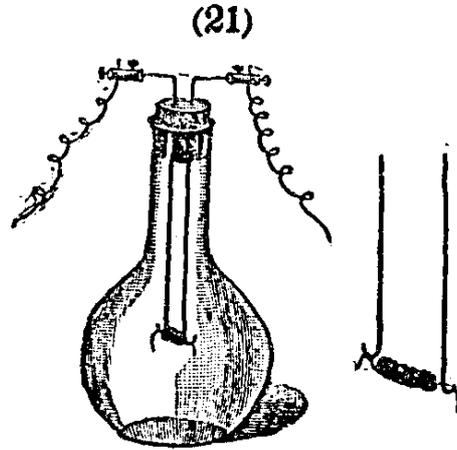
(20)



第二節 倍數比例之定律 氣體反應之定律

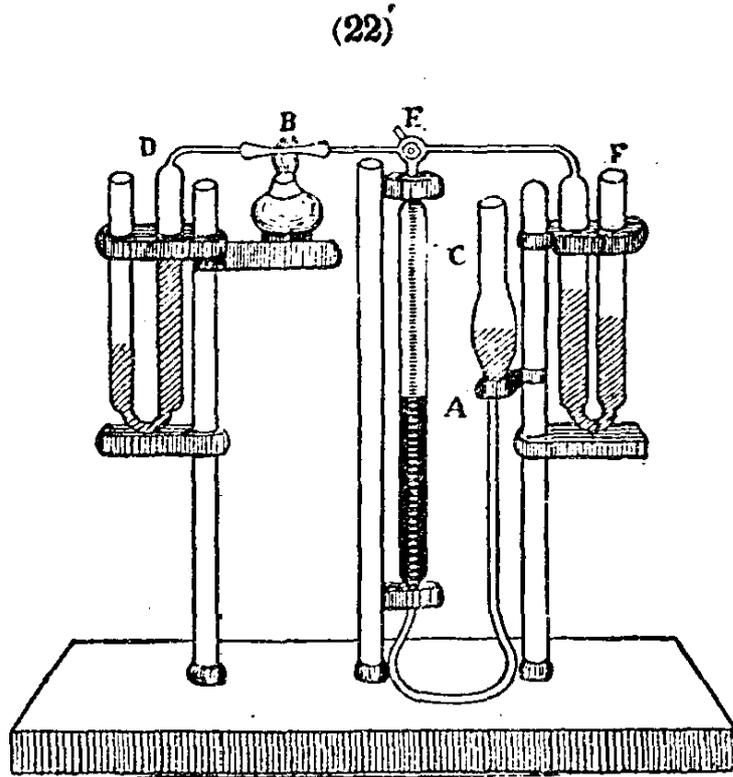
實驗 25 如圖21所示之裝置盛一定體積之養氣於大燒瓶中而

密塞之塞中插入銅絲二條其端以捲成螺旋形之白金絲連結之螺旋之中間置圓柱形之木炭一塊乃通電氣則由白金絲灼熱木炭而燃燒其養氣悉與炭化合。成無水炭酸而其氣體之體積仍不變。



實驗 26 於實驗 20 所示之裝置中盛養化炭二體積養氣一體積而通電氣火花則化合而成無水炭酸二體積。

實驗 27 如圖 22 於池田氏驗氣器 Prof. Ikeda's gas apparatus 之刻度管 (A) 中盛一定體積 (約十立方生的



米突) 之無水炭酸而於其灼熱管(B)中置木炭粉。乃將水銀槽(C)徐徐舉起使無水炭酸徐徐在灼熱之木炭粉上經過而集於D管中。既復將C槽徐徐放下則其氣體復盡入A管中而可見其體積已爲初時之二倍。是卽一體積之無水炭酸與木炭化合而成二體積之養化炭也。(圖中之F行此實驗時不用故以E活塞閉之可也)

據以上各實驗觀之知一體積之無水炭酸所含養氣之量等於一體積之養氣而一體積之養化炭所含養氣之量等於半體積之養氣卽等體積之無水炭酸與養化炭其中含有同量之炭質而其養氣則爲二與一之比。

凡物質在某物中化合之量爲某數則在他物中其化合之量亦必爲某數或某數之幾倍名之曰**倍數比例之定律** Law of multiple proportion。

水由輕氣二體積養氣一體積化合而成。無水炭酸一體積由養氣一體積與炭化合而成或由養氣半體積與養化炭一體積化合而成。將草酸硫酸之混合物熱之則生等體積之無水炭酸與養化炭。因此知凡氣

體。生。化。學。變。化。之。際。其。體。積。之。關。係。皆。極。簡。名。之。曰。氣。體。反。應。之。定。律 Law of gaseous reaction。

第五章 單體 化合物 原質

輕氣。養氣。炭。硫。黃。等。非。由。二。種。物。質。化。合。而。成。且。不。可。分。解。為。二。種。物。質。者。名。之。曰。單。體 Simple substance。水。養。化。汞。無。水。炭。酸。等。由。二。種。以。上。之。物。質。化。合。而。成。又。可。分。解。為。二。種。以。上。之。物。質。者。名。之。曰。化。合。物 Compound。

水。由。輕。氣。養。氣。之。單。體。而。成。然。既。成。為。水。已。無。輕。氣。養。氣。之。性。質。故。非。有。單。體。之。輕。氣。與。單。體。之。養。氣。存。於。水。中。也。存。於。水。中。之。輕。氣。及。養。氣。名。曰。原。質 Element。水。分。解。時。始。由。輕。氣。之。原。質。構。成。單。體。之。輕。氣。由。養。氣。之。原。質。構。成。單。體。之。養。氣。

養氣。經。電。氣。作。用。而。變。為。有。異。臭。之。氣。體。名。之。曰。臭。養 Ozone。其。比。重。為。養。氣。之。一。倍。半。其。作。用。比。養。氣。為。強。然。皆。為。養。氣。之。原。質。所。成。黃。磷。在。無。養。氣。之。處。加。熱。

則變爲赤色之粉名曰赤磷 Red phosphorus。其性質與黃磷大異。然皆爲黃磷之原質所成。因此知一種之原質往往可以構成數種之單體。而原質與單體之不可混而爲一自明矣。

第六章 分子及原子之假說

想像物體構成之學說足以說明種種化學變化者。爲分子及原子之假說 Hypothesis of molecule and atom。即謂凡物體皆可用物理學之方法分割之。以得其甚小之微粒。此微粒名之曰分子 Molecule。分子非不能再分。特須用化學之方法分割之。以得其更小之微粒。此更小之微粒名之曰原子 Atom。如水一滴。熱之成水汽。則其分子已個個離開而獨立。然其一個之分子。尚爲輕氣原子二個。養氣原子一個所合成。苟以化學作用分解之。不難使一分子中之各原子離開也。但原子往往不能獨立存在。自某分子內離開後。立即與鄰近之他原子結合。而同類之原子相結合。則成單

體異種之原子相結合則爲化合物。

又據阿伏加持路 Avogadro 之假說則謂凡同壓力同溫度同體積之氣體中皆存有同數之分子。故凡成氣體之物質皆可由其氣體之比重以測知其分子之重量之比。下章所謂分子量 Molecular weight者即基此假說而來。但在今日化學進步。本書所記之分子量皆由多方之實驗而得。非僅本之此假說。總之假說不過爲說明學理之一助。在學者切不可徒信假說而忽略事實也。

第七章 分子量 原子量

化學記號及方程式 原子價 當量

氣體之比重既與其分子之重量有關係則欲測定各物質之分子量宜先求其氣體之比重。今因化學家所定養氣之分子量爲三二而養氣一立特之重量爲一·四二九克。故凡氣體已知其一立特之重量爲若干則以三二乘之一·四二九除之即得其分子量。

凡分子量之克數名曰克分子Gram-molecule。如養氣三二克水一八·〇一六克皆爲其一克分子。一克分子之氣體其體積皆爲二二·四立特。

今就數種氣體之物質由其比重以測定其分子量。且記其一分子中所含各質之量如下表。

物 質	分 子 量	一 分 子 中 所 含 原 質 之 量		
		輕 氣	養 氣	炭 質
輕 氣	二·〇一六	二·〇一六		
養 氣	三二·〇〇		三二·〇〇	
臭 氣	四八·〇〇		四八·〇〇	
水	一八·〇一六	二·〇一六	一六·〇〇	
無水炭酸	四四·〇〇		三二·〇〇	一二·〇〇
養 化 炭	二八·〇〇		一六·〇〇	一二·〇〇

觀上表則各物質之一分子中所含養氣之量皆有一定。即爲一六·〇〇或一六·〇〇之倍數。此一六·〇〇之定數名曰養氣之原子量 Atomic weight。在他種原質亦有如此之定數。但須徧考其化合物取其數之最小者以爲原子量。如上表各物質之一分子中所含輕

氣之量雖皆爲二.〇一六。然在其他輕氣之化合物。尚有一分子中所含輕氣之量爲二.〇一六之半者。故須以一.〇〇八爲輕氣之原子量也。

凡原質或原子皆可以記號Symbol表明之。其記號係採用拉丁名之首字。首字有相同者。則附記其他一字。如養 Oxygenium 之記號爲O。輕 Hydrogenium 之記號爲H。汞 Hydrargyrum 之記號爲Hg。炭 Carbon-eum 之記號爲C。銅 Cuprum 之記號爲Cu。此記號又可以之表明原子量。如 $O = 16.00$, $H = 1.008$, $Hg = 200.00$, $C = 12.00$, $Cu = 63.60$ 是也。

今就已發見之原質列舉其名稱。記號及原子量如下表。

華名	英名	記號	原子量
輕* (氫)	Hydrōgen	H	1.008
氦	Helium	He	4.
鋰	Lithium	Li	7.03
鈹	Beryllium	Be	9.1

硼*	Bōrōn	B	11.
炭*	Carbōn	C	12.
淡* 養* 弗* 氣	Nitrōgēn	N	14.04
	Oxygen	O	16.
	Fluorine	F	19.
	Neon	Ne	20.
鈉*	Sodium (Natrium)	Na	23.05
鎂*	Magnesium	Mg	24.36
鋁*	Aluminium	Al	27.1
矽*	Silicon	Si	28.4
磷*	Phosphorus	P	31.
硫*	Sulphur	S	32.06
綠* 鉀*	Chlorine	Cl	35.45
	Potassium (Kalium)	K	39.15
氬*	Argon	A	39.9
鈣*	Calcium	Ca	40.1
鈿	Scandium	Sc	44.1
鐳	Titanium	Ti	48.1
釩	Vanadium	V	51.2
鉻*	Chromium	Cr	52.1
錳*	Manganese	Mn	55.
鐵*	Iron (Ferrum)	Fe	55.9
鎳*	Nickel	Ni	58.7
鈷*	Cobalt	Co	59.
銅*	Copper (Cuprum)	Cu	63.6
鋅*	Zinc	Zn	65.4
銻	Gallium	Ga	70.

第七章 分子量 原子量 化學記號及方程式 原子價 當量 31

鉛	Germanium	Ge	72.5
砷*	Arsenic	As	75.
硒	Selenium	Se	79.2
溴*	Bromine	Br	79.96
氩	Krypton	Kr	81.8
銣	Rubidium	Rb	85.5
銩*	Strontium	Sr	87.6
鈦	Yttrium	Yt	89.
銻	Zirconium	Zr	90.6
銲	Niobium	Nb	94.
鉬	Molybdenum	Mo	96.
銩	Ruthenium	Ru	101.7
銲	Rhodium	Rh	103.
鈀	Palladium	Pd	106.5
銀*	Silver	Ag	107.93
鎘*	Cadmium	Cd	112.4
銻	Indium	In	115.
錫*	Tin (Stannum)	Sn	119.
銻*	Antimony (Stibium)	Sb	120.2
碘*	Iodine	I	126.97
碲	Tellurium	Te	127.6
氙	Xenon	X	128.
銯	Caesium	Cs	132.9
鋇*	Barium	Ba	137.4
釷	Lanthanum	La	138.9
鈾	Cerium	Ce	140.25
鐳	Praseodymium	Pr	140.5

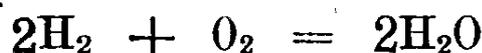
鍍	Neodymium	Nd	143.6
鐵	Samarium	Sa	150.3
釷	Gadolinium	Gd	157.3
錒	Terbium	Tb	160.
鐳	Erbium	Er	166.
錳	Thulium	Tu	171.
鎳	Ytterbium	Yb	173.
鈮	Tantalum	Ta	183.
鎢	Tungsten (Wolfram)	W	184.
銻	Osmium	Os	191.
銱	Iridium	Ir	193.
鉑*	Platinum	Pt	194.8
金*	Gold (Aurum)	Au	197.2
汞*	Mercury (Hydrargyrum)	Hg	200.
鉛	Thallium	Tl	204.1
鉛*	Lead (Plumbum)	Pb	206.9
鉍*	Bismuth	Bi	208.5
銻	Radium	Ra	225.
釷	Thorium	Th	232.5
鈾	Uranium	U	238.5

表內附 * 號者皆重要之原質

凡各物質之分子亦可以記號表明之名之曰分子式 Molecular formula。如養氣之一分子中有養氣原子二個故其分子式爲 (O_2) 。臭養之一分子中有養氣

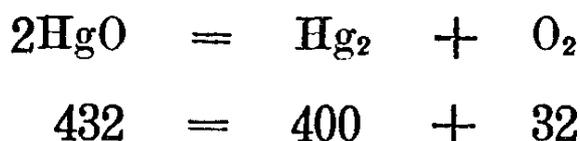
原子三個故其分子式爲 $[O_3]$ 。輕氣之一分子中有輕氣原子二個故其分子式爲 $[H_2]$ 。水之一分子中有輕氣原子二個養氣原子一個故其分子式爲 $[H_2O]$ 。此分子式又可以之表明分子量。如 $O_2 = 32.00$, $O_3 = 48.00$, $H_2 = 2.016$, $H_2O = 18.016$ 是也。

凡化學變化之關係可列記其分子式以表明之名之曰**化學方程式** Chemical equation。如輕氣二體積養氣一體積之化合爲水可以方程式表之即



此分子式前之數目字以表其分子之倍數加號者以區別其爲二個分子式等號者以表明反應前後物質之量仍相等也。

既知分子式則其反應前後各物質重量之關係亦易推算而得之。今就由養化汞以製取養氣之方程式以推算得製取養氣一立特所須之養化汞之量示之於下。



因養氣三二克之體積爲二二·四立特故 $\frac{432}{22.4} = 19.29$ 克卽製養氣一立特所須養化汞之重量也。

各原質之原子量。輕氣爲最小。而輕氣與他原質化合時。他原質一原子所結合之輕氣原子。由原質之種類而異其數。如綠氣一原子。每結合輕氣一原子而成 $[\text{CH}]$ 。養氣一原子。每結合輕氣二原子而成 $[\text{OH}_2]$ 。淡氣一原子。每結合輕氣三原子而成 $[\text{NH}_3]$ 。炭一原子。每結合輕氣四原子而成 $[\text{CH}_4]$ 。如此各原質之一原子所結合輕氣原子之數。名之曰原子價 Valency。

輕氣爲一價之原質。養氣爲二價之原質。至於淡氣。雖爲三價之原質。然淡與養之化合物有 $[\text{N}_2\text{O}_6]$ 。則又爲五價之原質。炭雖爲四價之原質。然炭與養之化合物有 $[\text{CO}]$ 。則又爲二價之原質。以是知一種原質不限定僅有一種原子價也。

金屬原質之有二種原子價者。其名稱之上。每加第一第二字樣以明之。例如二價之鐵曰第一鐵。三價之鐵曰第二鐵。二價之錫曰第一錫。四價之錫曰第二錫。

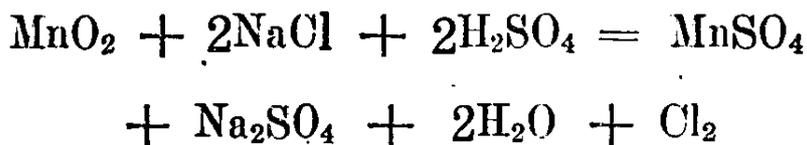
將原質之原子價除其原子量所得之數名曰當量 Equivalent。即其與輕氣或其他一價原質之一原子化合之量也。凡以某物質置換化合物中之某物質。欲知其反應前後二質重量之關係。可即由當量推知之。如輕氣之當量爲一。〇〇八。鈉之當量爲二三。〇〇。鋅之當量爲三二。七。則置鈉二三克於水中。或置鋅三二。七克於硫酸中。皆生輕氣一。〇〇八克是也。

第八章 成鹽原質及其化合物

第一節 綠氣 綠化輕

綠氣 Chlorine 之單體無天然存在者。其原質常與鈉 Sodium 鉀 Potassium 鎂 Magnesium 等化合而存於海水中。又成綠化輕而存於人之胃中。單體之綠氣通常皆用硫酸 (H_2SO_4) Sulphuric acid 加入二養

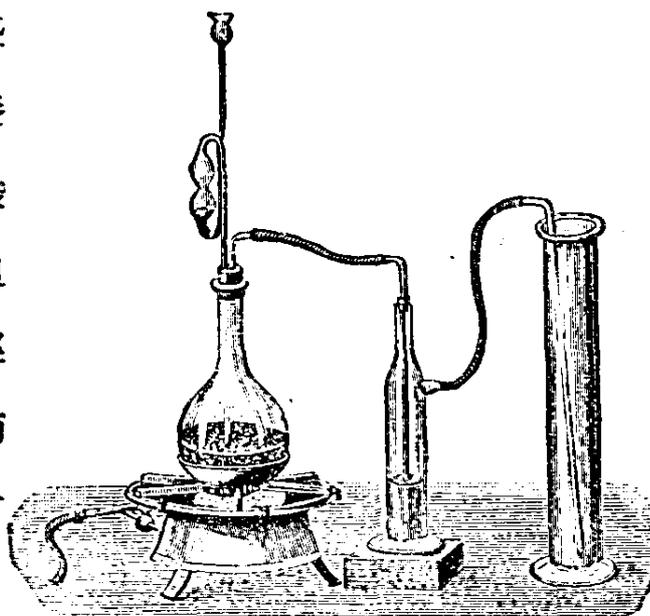
化錳 $[MnO_2]$ 及綠化鈉 $[NaCl]$ (即食鹽)之混合物或用鹽酸 $[HCl]$ 與二養化錳製取之其反應如下。



實驗 28 如(圖23)所

(23)

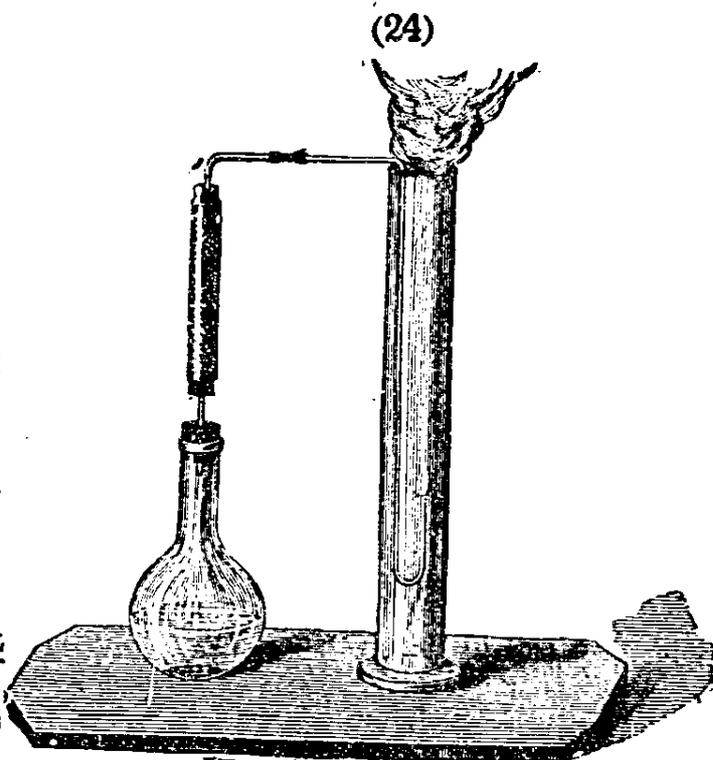
示之裝置於玻璃瓶中盛等量混和之食鹽及二養化錳四十克又將稀硫酸四十克注入而置於砂皿中加熱則發生綠氣使經過盛水少許之洗滌瓶而後通至玻璃瓶中用下方置換法集之。



綠氣為黃綠色之氣體有刺激性之臭氣比空氣重二倍餘能與輕氣燃燒而化合又將黃磷及銻 Antimony置入綠氣中能直發火易溶解於水其水溶液能

漂白植物性
之顏色。

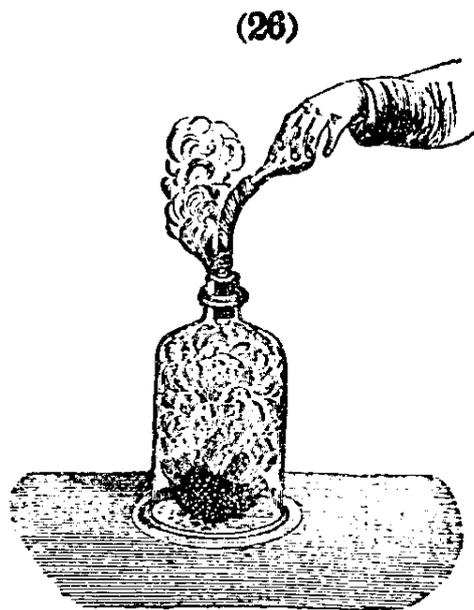
實驗 29 將輕
氣發生器之管口
彎折之置入盛綠
氣之玻璃筒中則
輕氣仍能燃燒而
成綠化輕(圖24)



實驗 30 於盛
綠氣之瓶中將燭
火置入則大生黑
煙是因蠟燭中之
輕氣雖能在綠氣
中燃燒而其炭質
不能燃燒故變為
黑煙也(圖25)



實驗 31 將錒
之粉末或黃磷之
小塊投入綠氣中
則直發火而燃燒(圖26)



實驗 32 將藍布濕之或採紅色之花置入綠氣中則俱變為白色。

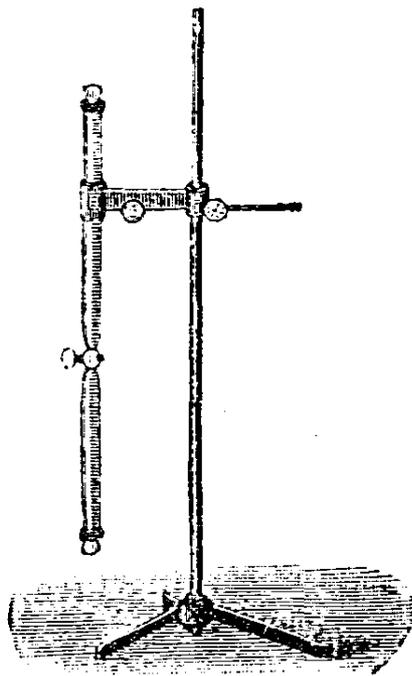
凡綠氣與他物化合之質名之曰綠化物 Chloride
如綠化鈉 [NaCl] Sodium chloride 綠化鉀 [KCl]
Potassium chloride 是也。

綠化輕 Hydrogen chloride 者由綠氣與輕氣直接
化合而成通常則用硫酸與食鹽製取之。

實驗 33 取中間有活塞之玻璃管
其長部分盛滿輕氣短部分盛滿綠氣
密閉其兩端而在日陰開中間之活塞
則兩氣體徐徐化合而成綠化輕乃在
水銀中去其短部分一端之塞則知其
體積並無增減次移入水中則其綠化
輕為水所溶解水遂昇入管內而所減
少之體積為短部分之二倍(圖27)

據此實驗可知輕氣與綠
氣以等體積相化合而成綠
化輕又化合以後其體積仍
不變又此實驗在暗處行之則兩氣體不化合當日光

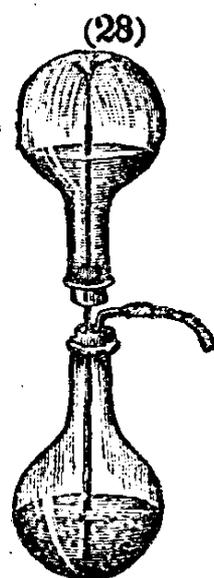
(27)



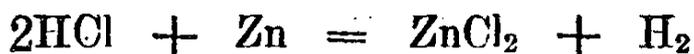
行之則化合過激玻璃管易於爆裂。可知光綫亦與化學變化有關係。

綠化輕為無色之氣體而有刺激性之臭。較空氣稍重。極易溶解於水。故能遇空氣中之水汽而成白霧。在常溫度一體積之水能溶解其四百五十體積。其水溶液名曰鹽酸 Hydrochloric acid。有強酸味。青色之立低莫司 Litmus 遇之直變紅色。如此之現象名之曰酸性反應 Acid reaction。凡呈酸性反應之物質名之曰酸 Acid。如鹽酸 [HCl] 硝酸 [HNO₃] Nitric acid 硫酸 [H₂SO₄] Sulphuric acid 等皆是也。

實驗 34 如圖(28)於上方之玻璃瓶中盛滿綠化輕。下方之玻璃瓶中盛滿青色之立低莫司液。兩瓶由一長玻璃管互通。此管之兩端距瓶底俱甚近。其上端為尖口。下瓶中另由一彎曲之短管以通外氣。今在此彎管之端略吹之。使少許之水昇入上瓶中。而綠化輕為水所溶解。體積減少。則下瓶中之水遂由外氣之壓力以壺噴入上瓶中。且變為紅色。

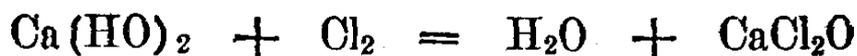
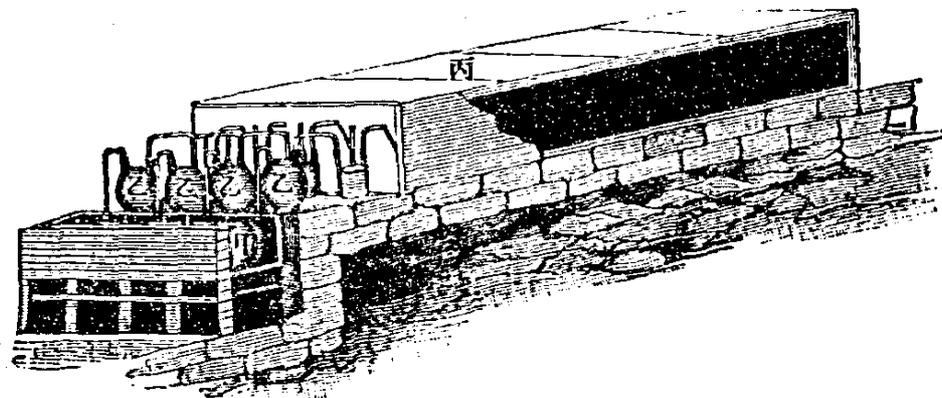


鹽酸能溶解鋅鐵等金屬成綠化物而發生輕氣其反應如下。



將輕養化鈣 $[\text{Ca}(\text{HO})_2]$ Calcium hydroxide 即熟石灰 Slaked lime 鋪成薄層而使綠氣通過則綠氣即被熟石灰所吸收而成漂白粉 $[\text{CaCl}_2\text{O}]$ Bleaching powder (圖29) 其反應如下。

(29)

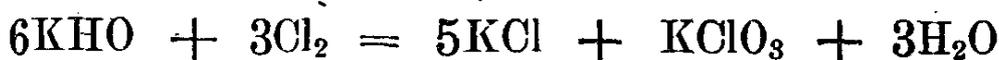


漂白粉為白色之粉其臭似綠氣加鹽酸則生綠氣。



故用漂白粉以漂布帛須先浸於漂白粉溶液中次浸於稀鹽酸中。

將輕養化鉀(KHO) Potassium hydroxide 之濃溶液熱之而使綠氣通過則得綠酸鉀(KClO) Potassium chlorate 與綠化鉀(KCl) Potassium chloride 之混合溶液其反應如下。



將此混合溶液冷之則綠酸鉀比綠化鉀難溶解於水故成片形之結晶而分出。

綠酸鉀易使他物養化熱之易生養氣故以之製煙火炸藥火柴等又醫術上用為含漱料。

實驗 35 將綠酸鉀一克許研成細末以與同量之硫黃華相和(須先研後和若先和後研則易炸裂)取其少許以紙裹之而置於堅物上以鐵槌擊之則炸裂而發銳烈之音。

第二節 溴碘及其化合物

溴 Bromine 與碘 Iodine 其原質之性質均與綠氣相似。其化合物常存於海水及鑛泉中。由溴化物 Bromide 與碘化物 Iodide 製溴與碘之法亦用二養化錳及硫酸與之相和而熱之。其反應與由食鹽製綠氣時相同。

溴之單體為赤褐色之液體。比水重三倍許。易揮發而有惡臭。至五九度許而沸騰。成赤色之蒸氣。

碘之單體為大片形之結晶。色紫黑而有金屬光。至一三五度而融解。成暗褐色之液體。至一八四度而沸騰。成紫色之蒸氣。

碘不能溶解於水中而能溶解於碘化鉀 (KI) Potassium iodide 之溶液及酒精中。碘丁幾 Iodine tincture 用為醫藥。又碘之溶液遇小粉之溶液則變濃青色。故分析術用以檢出小粉。

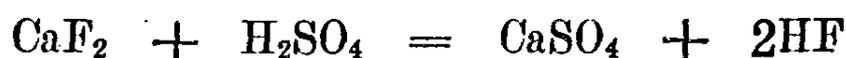
實驗 36 將稀薄之小粉漿寫字於白紙上。乾後已不見字跡。乃將此紙濕之而浸入碘溶液中。則其字跡忽然顯出。

溴化氫(HBr) Hydrogen bromide 及碘化氫(HI) Hydrogen iodine 皆與綠化氫相似爲無色之氣體極易溶解於水其溶液呈酸性反應。

弗氣 Fluorine 無天然生成之單體常與鈣化合而爲螢石 Fluorite 與諸物質殆皆有劇烈之作用故其單體不易製成近年始將弗化氫置於白金器中用電氣分解 Electrolysis 以取得之。

弗氣爲淡黃色之氣體其作用比綠氣爲烈在暗處亦能與輕氣化合而成弗化氫。

弗化氫 (HF) Hydrogen fluoride 爲無色之氣體有強刺激性極易溶解於水其溶液呈酸性反應通常將弗化鈣[CaF₂] Calcium fluoride (即螢石)與硫酸相混而熱之則得弗化氫之溶液其反應如下。

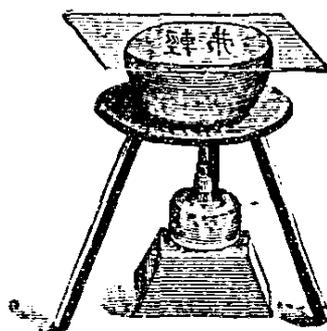


此質能蝕玻璃常以之刻文字或圖畫於玻璃面

實驗 37 於鉛製之皿中盛螢石之細粉注硫酸而熱之則生弗化

輕先將玻璃一塊表面敷蠟而刻之成文字或圖畫然後以之蓋於皿上數分時取下拭去其蠟則其玻璃面已蝕成文字或圖畫(圖30)

(30)



弗綠溴碘俱一價之原質其性質皆相似皆能造成類似食

鹽之化合物故總稱之曰成鹽原質 Halogens

第九章 養族原質及其化合物

第一節 硫黃 硫化輕 硫化炭

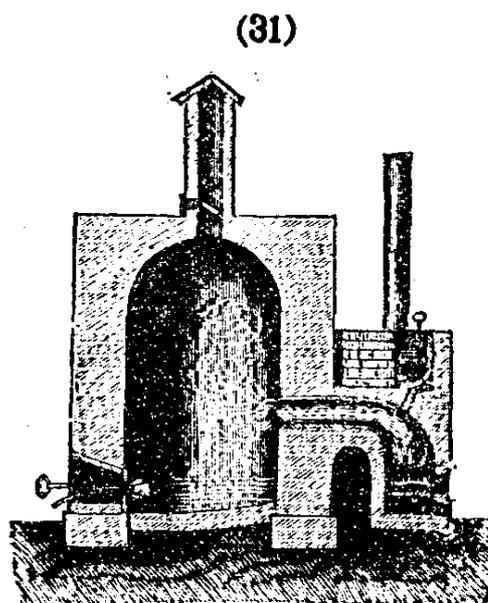
硫黃 Sulphur 者其天然產之單體每見於火山旁其與金屬化合而成金屬之硫化物 Sulphide 及硫酸鹽 Sulphate 者占金屬礦物之大部分又動物之蛋白質內亦含有此質

天然產之硫黃混有土沙欲得其純粹者須置入鐵製之曲頸甌中熱之至沸騰引其蒸氣至大室中急冷之則成細粉(圖31)名曰硫黃華 Flower of sulphur 或將硫黃之融解者導入木製之模中使凝固成桿形

之條名曰硫黃桿 Stick

sulphur

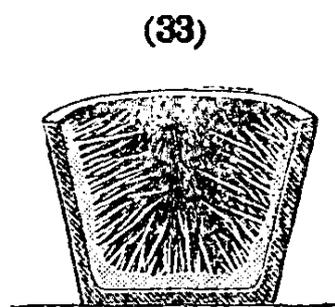
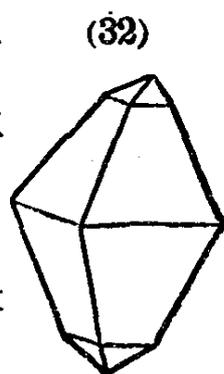
凡將混合之固體加熱使其一種固體變成蒸氣而分出名之曰乾餾 Dry distillation。其蒸氣冷時直變為固體之細粉名之曰昇華 Sublimation。



硫黃為黃色之脆物質於一一四度融解四四八度沸騰不融解於水而融解於二硫化炭 [CS₂] Carbon disulphide 中普通硫黃之結晶形與由二硫化炭溶

液析出之結晶形皆為斜方錐體(圖32)但其變形甚多。

實驗 38 於小坩鍋中置硫黃加熱融解後冷之則生

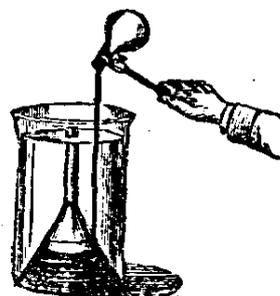


針形之結晶體(圖33)

(34)

實驗 39 又將硫黃加熱融解至將沸騰急
傾入冷水中則成橡皮形之塊(圖34)

以上各變形之硫黃置之日久則
復變為普通之硫黃



硫黃不惟能與氧氣化合而燃燒
遇各種金屬殆俱能化合。如置銅絲於硫黃之蒸氣中。
則燃燒將鐵屑與硫黃華混和而熱之則燃燒而成硫
化第一鐵 [FeS] Ferrous sulphide。於硫化第一鐵中
加鹽酸或硫酸則生硫化氫(H₂S) Hydrogen sulphide。
其反應如下。

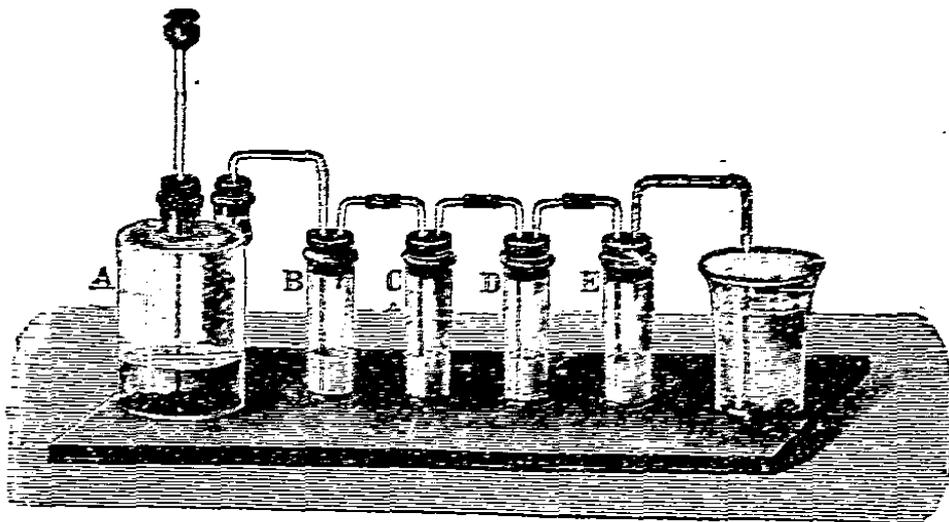


實驗 40 將細鐵屑與硫黃華等量相和入試驗管中熱之則發火
而燃燒變為黑色之塊即硫化鐵也待冷將鹽酸注入則發生硫化氫
可由其臭氣知之。

硫化氫為無色之氣體有惡臭如腐敗之鷄卵易溶
於水其溶液呈酸性反應分析術用以鑑識金屬原質。

實驗 41 如(圖35)之裝置二口瓶 A 爲硫化氫發生器其右方之玻璃瓶 B 盛醋酸鉛 Lead acetate C 盛養化銻 Antimony oxide D 盛亞砷酸 Arsenious acid F 盛養化鋅 Zinc oxide B C D 三瓶中均稍加鹽酸使成酸性溶液 E 瓶中稍加亞摩尼阿水使成鹼性溶液而後使硫化氫順次通過則 B 瓶生黑色之硫化鉛 Lead sulphide C 瓶生橙黃色之硫化銻 Antimony sulphide D 瓶生黃色之硫化砷 Arsenic sulphide E 瓶生白色之硫化鋅 Zinc sulphide 其右端之玻璃杯中盛亞摩尼阿水以吸收剩餘之硫化氫而成硫化銻 Ammonium sulphide

(35)



將硫黃之蒸氣通過灼熱之木炭上則化合而成二

硫化炭[CS₂] Carbon disulphide。二硫化炭之純粹者。爲無色透明之液體。但普通之不純者。帶黃色。且有惡臭。性易揮發。能溶解脂肪。樹脂。像皮。磷。硫黃等。久觸日光。則生一硫化炭[CS] Carbon monosulphide。成赤褐色之雲形片而析出。

硫黃。養氣。及罕見之硒 Selenium。碲 Tellurium。其性質頗相似。皆爲二價之原質。養氣有普通養氣及臭養之二種單體。硫黃亦有普通硫黃及變形硫黃之數種單體。又金屬之硫化物。與金屬之養化物相當。硫化氫與水相當。二硫化炭及一硫化炭與無水炭酸及養化炭相當。故此等原質。總稱之曰養族原質 Elements of oxygen family。

第二節 硫之養化物

將硫黃在空氣或養氣中熱之。則化合而燃燒。生刺激性之氣體。是爲無水亞硫酸[SO₂] Sulphurous anhydride。通俗稱之曰亞硫酸氣。又將銅屑與濃硫酸共

加熱亦可製成是氣其反應如下。

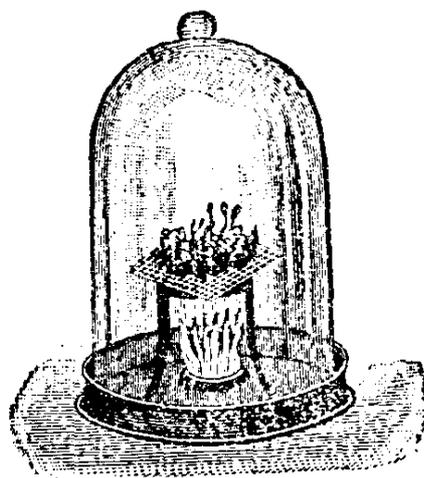


此氣能漂白物質其漂白力雖不及綠氣之強然於物質無損又其殺菌之力極強故常用之為防腐劑及消毒劑又遇低溫度則易變

(36)

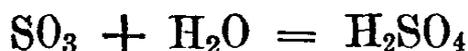
為液體。

實驗 42 於玻璃鐘內置有色之草花下置硫黃燃之使生無水亞硫酸則其花變為白色(圖36)



將無水亞硫酸與養氣之混合物通過微熱之白金海綿 Platinum sponge 上則由白金之接觸作用化合而成無水硫酸。

無水硫酸 $[\text{SO}_3]$ Sulphuric anhydride 為針形之結晶體能吸收空氣中之水氣而成白煙置入水中則發聲與熱而化合成硫酸 $[\text{H}_2\text{SO}_4]$ Sulphuric acid 其反應如下。



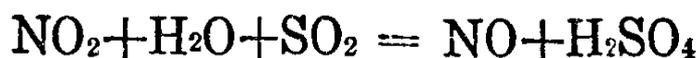
凡養化物之能與水化合而成酸者皆稱之曰無水酸 Anhydride。如二養化炭[CO₂] Carbon dioxide。則曰無水炭酸 Carbonic anhydride。二養化硫(SO₂) Sulphur dioxide。則曰無水亞硫酸 Sulphurous anhydride。三養化硫(SO₃) Sulphur trioxide。則曰無水硫酸 Sulphuric anhydride 是也。

工業中由無水亞硫酸製硫酸之法有二。一曰白金接觸法 Platinum contact process。一曰鉛室法 Chamber process。白金接觸法即應用上述之理。鉛室法則令無水亞硫酸與硝酸(HNO₃) Nitric acid 及水之蒸氣同入寬大之鉛室內。以化合成硫酸。其反應如下。



此式內所成之養化淡(NO) Nitric oxide 遇空氣中之養氣。則成過養化淡(NO₂) Nitrogen peroxide。而過養化淡水汽及無水亞硫酸復能化合而成硫酸。其

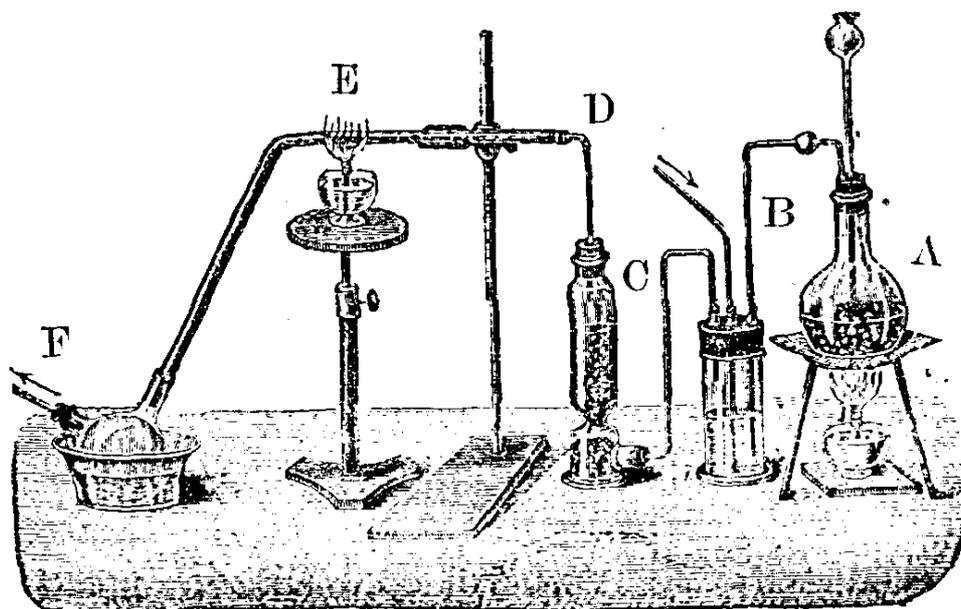
反應如下。



故據理而論如將空氣水汽無水亞硫酸不絕送入鉛室內則能成硫酸不絕但實際鉛室內之淡氣養化物稍有耗失故宜時時添加硝酸之蒸氣。

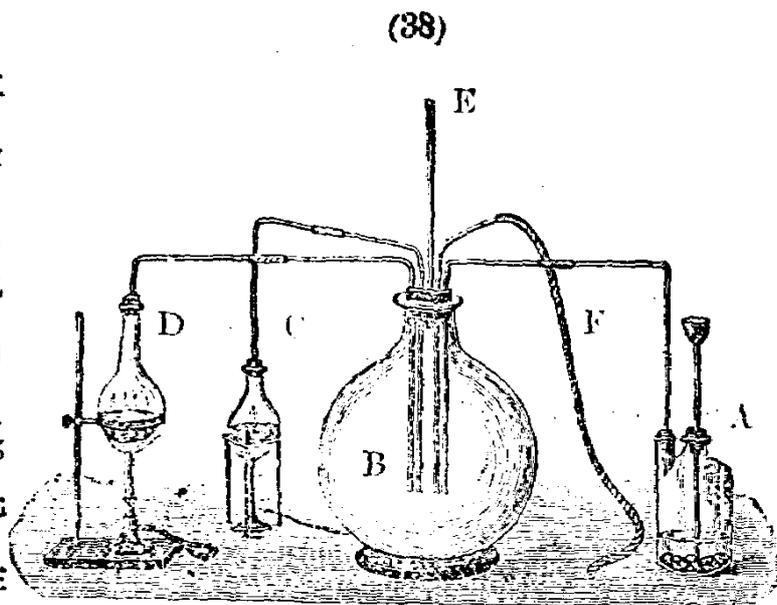
實驗 43 如圖 37 為白金接觸法之實驗裝置右端之燒瓶 A 內盛銅屑及硫酸以生無水亞硫酸 B C 二器皆乾燥器 B 內盛濃硫酸 C 內盛綠化鈣 [CaCl₂] Calcium chloride D 管為送入養氣之處其養氣與無水亞硫酸在 BC 二器內混和且極乾燥然後通至灼熱管之

(37)



E 部遇白金粉而化合成無水硫酸更導入左端盛水之受器 F 中以成硫酸。

實驗 44 如圖 38 爲鉛室法之實驗裝置。燒瓶 D 內盛銅屑及強硫酸使發生無水亞硫酸。三口瓶 A 內盛硝酸及銅片以發生養化淡。燒瓶 C 內盛水而熱之使生水汽。此三器所發生



之三種氣體同送入大燒瓶 B 之內更由橡皮管 F 以送進空氣則即在大燒瓶 B 內互相作用而成硫酸其玻璃管 E 爲放出淡氣之處。

硫酸之初製出者比重爲一·六含硫酸百分之六十入鉛鍋熬之至其比重爲一·七則須移於玻璃或白金器熬之至其比重爲一·八四則成濃硫酸。濃硫酸爲油形之液體純者無色不純者褐色約含硫酸百

分之九十五。

硫酸之酸性甚烈其濃者吸水之性極強故可供乾燥物質之用與水相和時生多量之熱遇動植物質即抽出其中之水而與之化合沾於皮膚衣服時立即腐爛。

實驗 45 用稀硫酸寫字於紙上乾之雖不見字之痕跡然置於火上微烘之則現出黑色之字因沾硫酸之處其植物質易失水而變為炭質故成黑色也。

將金屬置入硫酸中大都能溶解而成硫酸鹽惟金及白金則雖置入加熱之濃硫酸中亦不生變化。

硫酸鹽之天然生成者甚多如石膏 $[\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ Gypsum 芒硝 $[\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}]$ Glauber salt 膽礬 $[\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}]$ Blue vitriol 等皆硫酸鹽也。

硫酸以製造硝酸鹽碳酸鈉 $[\text{Na}_2\text{CO}_3]$ Sodium carbonate 過磷酸石灰 $[\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{CaSO}_4]$ Calcium superphosphate 等工業中用途甚廣。

第十章 淡族原質及其化合物

第一節 亞摩尼阿及其化合物

將綠化銨 $[\text{NH}_4\text{Cl}]$ Ammonium chloride (即鹵砂 Sal ammonia) 與養化鈣 $[\text{CaO}]$ calcium oxide (即生石灰 Quick lim) 相和而熱之則生刺激性之氣體是為亞摩尼阿 $[\text{NH}_3]$ Ammonia 其反應如下。

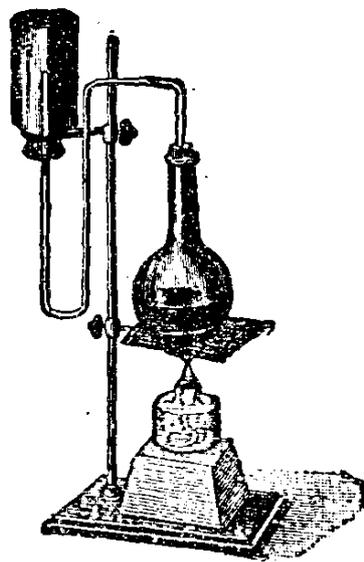


實驗 46 取綠化銨十克許與二倍之生石灰末混和之置入燒瓶中加熱則生亞摩尼阿可用上方置

(39)

換法集之(圖39)

亞摩尼阿比空氣輕其對輕氣之比重為八·五由其氣之比重及其他實驗均可證明亞摩尼阿二體積由輕氣三體積淡氣一體積化合而成。



實驗 47 將亞摩尼阿水盛入電氣分解器(圖40)而通電流則其

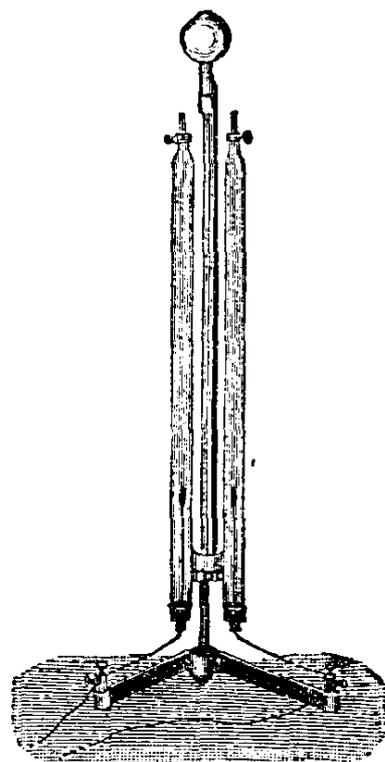
陰極所生之輕氣體積為陽極所生之淡
氣體積之三倍。

實驗 48 於實驗二十所示之裝置中。
盛亞摩尼阿之氣體若干體積而不絕通
電氣火花則其體積漸漸增加。至為原體
積之二倍而止。是即亞摩尼阿分解為輕
氣淡氣而增加其體積也。

亞摩尼阿極易溶解於水。在
常溫度。一體積之水。能溶解其
八〇〇體積。而合成輕養化銦
[NH₄HO] Ammonium hydrox-

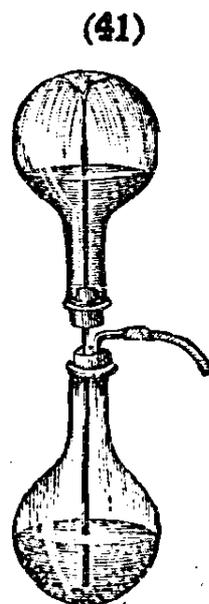
ide 之溶液。通俗稱之曰亞摩尼阿水 Ammonia liquor。
此溶液有灰汁之味。紅色之力低莫司遇之。直變為青
色。如此之現象名曰鹼性反應 Alkaline reaction。凡呈
鹼性反應之物質。名之曰鹽基 Base。如輕養化銦。輕養
化鈣 [Ca(OH)₂] Calcium hydroxide 輕養化鋁 Alu-
minium hydroxide 等皆是。鹽基之易溶於水者。特名

(40)

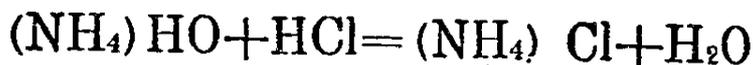


之曰鹼類 Alkali 如輕養化銦輕養化鉀輕養化鈉是也。

實驗 49 用實驗三十四之裝置於上方之玻璃瓶內滿盛亞摩尼阿之氣體下方之玻璃瓶內滿盛紅色之力低莫司溶液在彎管之端略吹之則其噴水之現象與實驗三十四同而其紅色之溶液變為青色 (圖 41)



於亞摩尼阿水中加立低莫司液而將鹽酸徐徐加入則當自青色漸變為紅色其青色將變紅色之際名之曰中和 Neutralisation 其反應之式如下。



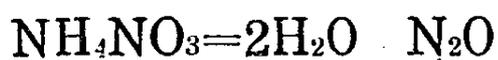
由此式觀之則知鹽酸及輕養化銦當中和時已悉化合而成綠化銦及水故將此溶液蒸發之則得白色之固體即綠化銦也。

凡溶液遇紅色或青色之力低莫司俱不變色者名之曰中性反應 Neutral reaction 呈中性反應之物質。

名之曰鹽 Salt 如綠化銦硝酸鉀 Potassium nitrate 硫酸鈉 Sodium sulphate 等皆是也。

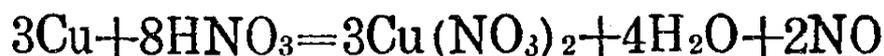
凡指示溶液為酸性或鹼性之物質名之曰指示藥 Indicator。其常用者則為力低莫司及非諾爾夫塔連 Phenolphthalein。非諾爾夫塔連遇鹼性溶液則變紅色。遇酸性溶液則無色。

將硝酸中和亞摩尼阿水而蒸發之即可得硝酸銦 [(NH₄)NO₃] Ammonium nitrate。將此質熱之則分解而成亞養化淡 (N₂O) Nitrous oxide。



亞養化淡為無色之氣體。人吸之則麻醉而發笑。故又名曰笑氣 Laughing gas。

將硝酸注入銅屑中則銅漸溶解而發生無色之氣體。是為養化淡 (NO) Nitric oxide。其反應如下。

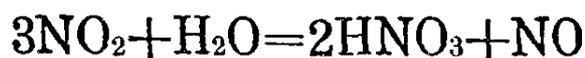


此氣體觸空氣則直變為褐色。是因其吸收空氣中

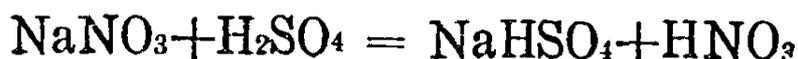
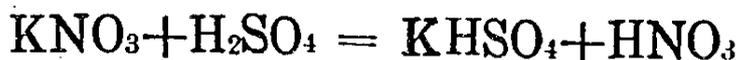
之養氣而化合成過養化淡[NO₂] Nitrogen peroxide (即二養化淡)也。自鉛室法製硫酸即利用此反應。但此質冷之則漸變為四二養化淡[N₂O₄] Dinitrogen tetroxide 而其色漸淡。熱之則又變為二養化淡[NO₂] Nitrogen dioxide 而其色復濃。

實驗 50 盛銅屑於玻璃瓶中。注入硝酸。其所發出之氣體。在水槽上用倒置之玻璃器捕集之。可以見其為無色。若直放之空氣中。則立變為褐色。

將過養化淡通過水中。則生硝酸[HNO₃] Nitric acid。而使養化淡游離。其反應如下。



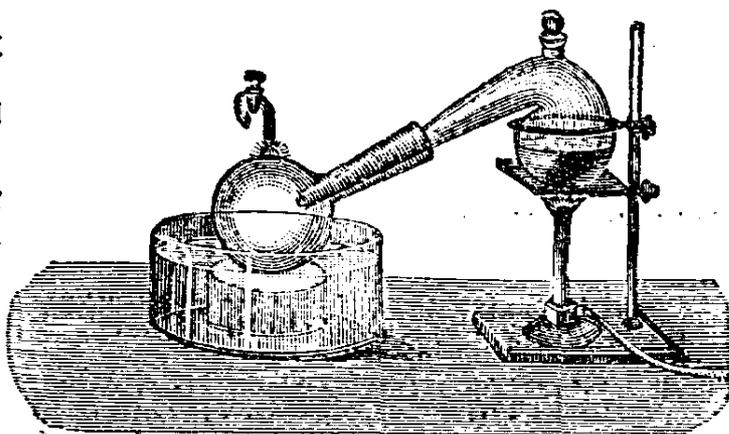
通常製硝酸之法。用硝酸鉀[KNO₃] Potassium nitrate (即硝石 Nitre) 或硝酸鈉[NaNO₃] Sodium nitrate (即智利硝石 Chile nitre) 與硫酸混和而蒸餾之。則得硝酸。其反應如下。



實驗 51 將硝

(42)

石四十克及同量之濃硫酸盛入曲頸瓶中徐徐熱之。則於受器中集有黃色之液體即硝酸也。(圖42)



純粹之硝酸為無色之液體。比重一·五三。普通所用者皆帶黃色。是因其含有淡氣之養化物也。硝酸之腐蝕性甚大。易使他物養化。沾於皮膚則發黃色之斑。將金屬置入硝酸中。大都甚易溶解而成硝酸鹽。惟金及白金則不溶解。

實驗 52 將少量之濃硝酸滴於灼熱之木炭上。木炭即與硝酸中之養氣化合而自燃燒。

實驗 53 盛銀片於試驗管內。注硝酸少許。則生養化淡。而銀漸溶解。熱之則溶解尤速。

硝酸鹽之天然生成者為硝石及智利硝石。乃由動植物質腐敗時所生之亞摩尼阿及其他淡氣化合物。

因一種細菌 *Bacteria* 之媒介使起養化作用而成硝酸。同時復遇地中之碳酸鉀 $[K_2CO_3]$ Potassium carbonate 或碳酸鈉 $[Na_2CO_3]$ Sodium carbonate 遂成鉀或鈉之硝酸鹽也。

散布於地中之亞摩尼阿及硝酸鹽植物吸收之以構成蛋白質等複雜之淡氣化合物。動物取之以為食料而動物之排泄物與動植物體腐敗時復變為亞摩尼阿等單簡之淡氣化合物以散布於地中。故淡氣常在動植礦物三界之間循環不絕也。

第二節 磷及其化合物

磷 Phosphorus 無天然游離之單體。常為磷酸鈣 $[Ca_3(PO_4)_2]$ Calcium phosphate 而存於磷灰石 Apatite 及動物之骨中。將硫酸分解骨灰混以木炭而蒸餾之。則得黃磷。將黃磷在無養氣之處加熱至二五〇度則變為赤磷。赤磷不易燃燒。惟在空氣中熱至二三〇度則復變為黃磷而始燃燒。黃磷與赤磷其性質相異之。

點如下。

	色	形狀	比重	融點	發火點	性質
黃磷	黃白	蠟狀	一.八	四四度	六〇度	有毒
赤磷	赤	粉狀	二.一	不融解	二三〇度	無毒

磷之用途最重要者為製火柴 Matches。其法將黃磷及綠酸鉀之粉末和以膠而塗於木條之端。則在粗糙之面摩擦之。其磷即因摩擦所生之熱發火而燃燒。是為普通火柴。又法將綠酸鉀、二養化錳及硫化銻之粉末和以膠而塗於木條之端。而將赤磷及硫化銻之粉末和以膠而塗於匣之側面。二者相摩擦。則其赤磷之一部分受摩擦之熱而變為黃磷。遂發火而燃燒。如此之火柴因其不易發火且無毒。故名之曰安全火柴 Safety matches。

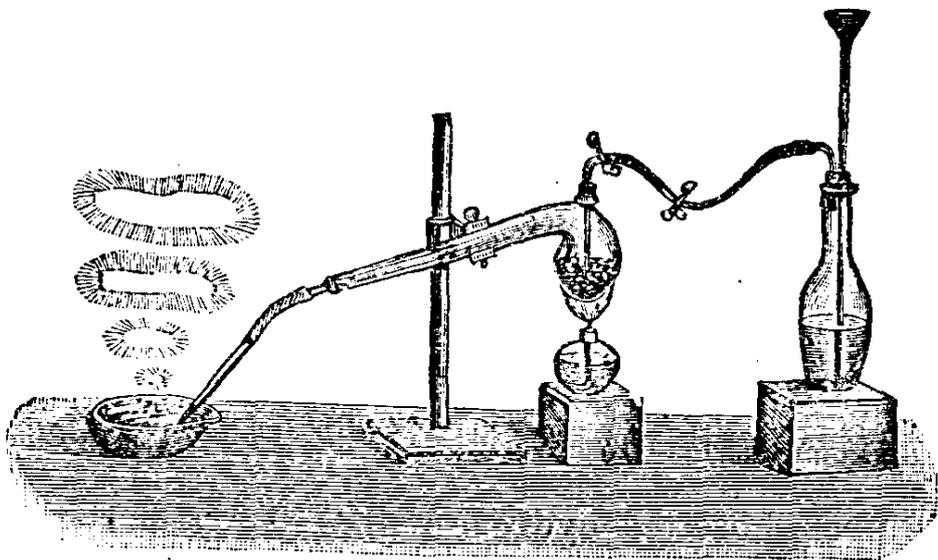
磷與輕之化合物種類頗多。氣狀之磷化輕 Gaseous phosphoretted hydrogen。其分子式為 PH_3 與亞摩尼阿之分子式 NH_3 相當。將黃磷置入輕養化鉀之

溶液內熱之則生此質其反應如下。



實驗 54 將輕養化鉀之水溶液及黃磷之小片置入小形之曲頸
 甌中約佔容積三分之一其甌口連結之管通入溫水槽中乃通輕氣
 於甌內以驅除其空氣然後徐徐熱之則發生磷化輕自水槽中上昇
 遇空氣即燃而成白煙之輪(圖43)但純粹之氣狀磷化輕並不發火
 此實驗所得者因其混有 P_2H_4 故能自燃又此實驗畢後宜先息酒精
 燈使甌冷而吸水槽中之水入甌內至滿然後除去水槽否則甌內剩
 餘之磷化輕遇空氣則發火而爆裂

(43)



在乾燥之空氣或養氣中燒磷則成白色之無水磷

酸(P_2O_5) Phosphoric anhydride。此質易吸收水汽故用以乾燥物質。

將無水磷酸久置空氣中則吸收水分而成一價磷酸(HPO_3) Metaphosphoric acid 式如下。



將無水磷酸之水溶液熱之則其一價磷酸更與水化合而成普通之磷酸(H_3PO_4) Phosphoric acid 式如下。



磷酸爲三價之酸故其與鹽基中和之際能成數種之鹽如磷酸鈉 Sodium phosphate 則有(NaH_2PO_4) (Na_2HPO_4) 及 (Na_3PO_4) 之三種磷酸鈣 Calcium phosphate 則有 ($CaH_4(PO_4)_2$) ($CaHPO_4$) 及 ($Ca_3(PO_4)_2$) 之三種是也。

普通之磷酸肥料所謂過磷灰石灰 Superphosphate of lime 者即硫酸鈣 ($CaSO_4$) Calcium sulphate

與第一磷酸鈣 $[\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2]$ Primary phosphate of calcium之混合物。蓋用骨灰或磷灰石之中性磷酸鈣 $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]$ Neutral phosphate of calcium以作肥料。則不能溶解於水。不易為植物所吸收。故宜加硫酸以分解之。使成第一磷酸鈣。則有可溶性。而植物易於吸收矣。植物得肥料之磷以成長。動物更食植物而得其磷。而動物死後。其骨又用為肥料。故磷亦在動植礦物三界之間循環不絕也。

凡酸之分子中。皆含有輕氣原子。而其數不同。如鹽酸 (HCl) 則含輕氣一原子。硫酸 (H_2SO_4) 則含輕氣二原子。磷酸 (H_3PO_4) 則含輕氣三原子。因此而酸有一價及多價之別。如鹽酸為一價之酸。(亦名曰一鹽基酸) 硫酸磷酸俱為多價之酸(亦名曰多鹽基酸)是也。凡多價之酸與金屬化合所成之鹽。每不止一種。例如硫酸鉀及硫酸鈉俱有酸性 Acid 及中性 Neutral之二種鹽(酸性硫酸鉀為 $[\text{KHSO}_4]$ 中性硫酸鉀

爲 (K_2SO_4) 。磷酸鈉及磷酸鈣則有第一 Primary 第二 Secondary 及中性 Neutral 之三種鹽是也。

凡由多價之金屬所成之鹽基亦爲多價鹽基。(又名曰多酸鹽基) 如輕養化鉛 $[Pb(HO)_2]$ 輕養化鋁 $Al(HO)_3$ 等。而其與酸中和所成之鹽亦不止一種。如硝酸鉛 Lead nitrate 則有鹽基性及中性之二種鹽。鹽基性硝酸鉛 Basic nitrate of lead 爲 $[Pb(HO)NO_3]$ 中性硝酸鉛 Neutral nitrate of lead 爲 $[Pb(HO)_2]$ 是也。

第三節 砷銻銻及其化合物

砷 Arsenic 之原質大都與金屬及硫黃化合而爲各種礦物如毒沙 $[AsFeS]$ Arsenopyrite 雄黃 $[As_2S_3]$ Orpiment 雞冠石 $[As_2S_3]$ Realgar 等。

將毒砂在空氣流通處熱之則化合成無水亞砷酸 $[As_2O_3]$ Arsenious anhydride。在空氣不流通處熱之則成砷之單體。又將無水亞砷酸與木炭共熱之亦

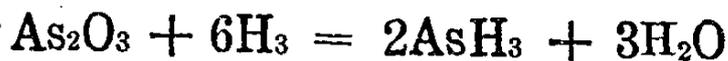
得砷之單體。

砷為灰白色之固體。有金屬光澤。比重五·七。熱之則由固體直變為氣體。其臭如蒜。冷之則復由氣體直變固體。砷與其化合物皆有大毒。

實驗 55 將少量之無水亞砷酸與木炭之細粉混和而置入一端閉之玻璃管中。熱之即放如蒜之臭氣。又於管之冷處結有黑色金屬形之薄層。是即無水亞砷酸分解所成之砷也。

無水亞砷酸為白色之細粉。通俗稱之曰砷霜 White arsenic。不易溶解於水。而能溶解於鹽酸中。又易溶解於鹼類之溶液中。以成鹼金屬之砷酸鹽。凡中砷霜之毒者。可服輕養化第一鐵 [Fe(OH)₂] Ferrous hydroxide 以解之。蓋第一鐵之砷酸鹽有不溶性。故胃腸中不吸收之也。

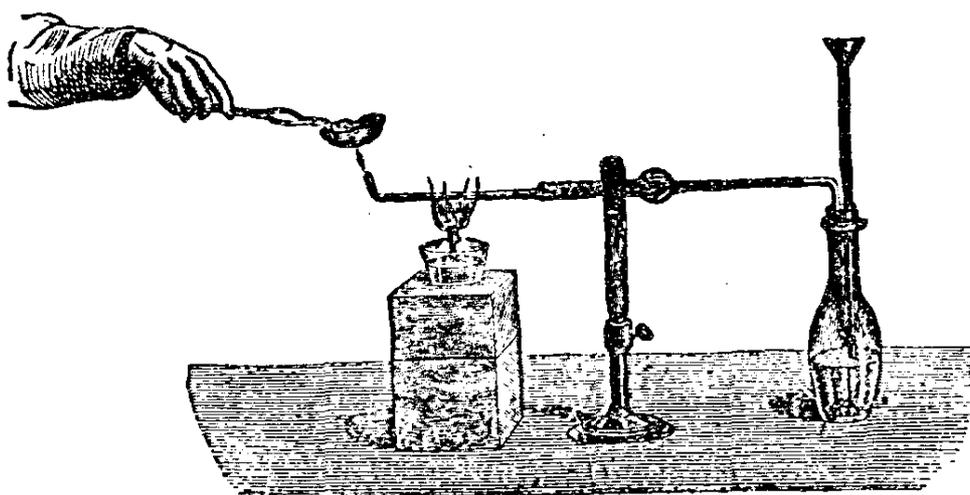
砷化氫 (AsH₃) Hydrogen arsenide 者其分子式與亞摩尼阿相當。於輕氣發生器中注入無水亞砷酸之鹽酸溶液則生此氣。其反應如下。



此氣體點火燃之則成無水亞砷酸又在空氣不流通之處熱之則分解而成砷。

實驗56 如(圖44)右方為輕氣發生器內盛粒狀鋅中間之球管為乾燥器內盛綠化鈣先於漏斗中注入稀硫酸使發生輕氣而於左端之管口點火然後將無水亞砷酸之鹽酸溶液少許自漏斗中注入則其火燄忽變為青白色且生白煙是即砷化氫分解而砷與氧氣化合成無水亞砷酸也又在其火燄上置冷瓷器則其中央不遇空氣之處著有光輝之黑點又在此導氣管之中間以酒精燈熱之則於其左旁之冷處生黑色之環皆砷之薄層也可以漂白粉之溶液洗去之此等反應雖含砷極少亦可見之故凡中亞砷酸之毒而死者可取其腸胃中之液體以此法試之而得其確證。

(44)



銻 Antimony 產自銻硫礦 $[Sb_2S_3]$ Antimonite 將此礦物與鐵同熱之則得銻為灰白色之固體性脆而易碎有金屬光澤比重六·七其用途主以製活字金 Type metal。

銻之化合物頗與砷之化合物相似銻在高溫度熱之則成白色之養化銻 $[Sb_2O_3]$ Antimony trioxide 與無水亞砷酸相當又銻化氫 $[SbH_3]$ Hydrogen antimonide 不惟其分子式與砷化氫相當且其種種反應亦與砷化氫相同惟其火燄之色稍異著於磁器上之污點不及砷之光輝且不溶解於漂白粉之溶液中故可識別之。

實驗 57 將銻鹽之溶液注入輕氣發生器中一切裝置悉如前實驗則其火燄帶綠色著於磁器上之污點為暗黑色且用漂白粉溶液不能洗去。

鉍 Bismuth 之單體多係天然產出為灰白色之脆固體有金屬光澤比重九·八融點二六八度其用途以製易融金 Fusible metal 如錫一鉛一鉍二之合金。

能在熱水中融解。

鉍者通常列於金屬中。但其性質頗與砷與銻相似。故列於此。

淡磷、砷、銻、鉍皆為三價及五價之原質。皆有 $[R_2O_5]$ 式之養化物及 $[HRO_3]$ 式之酸。且其性質頗相似。故總稱之曰炭族原質 Element of nitrogen family。但其單體之性質從原子量漸大。而漸近於金屬。故淡與磷絕無金屬之性質。而鉍則幾為完全之金屬也。

第十一章 炭族原質及其化合物

第一節 炭及其化合物

炭 Carbon 之原質廣存於地球之上。常為碳酸鹽 Carbonate 及石炭 Coal 而存於礦物中。為有機化合物 Organic compound 而存於動植物體中。又為無水炭酸而存於空氣中及水中。

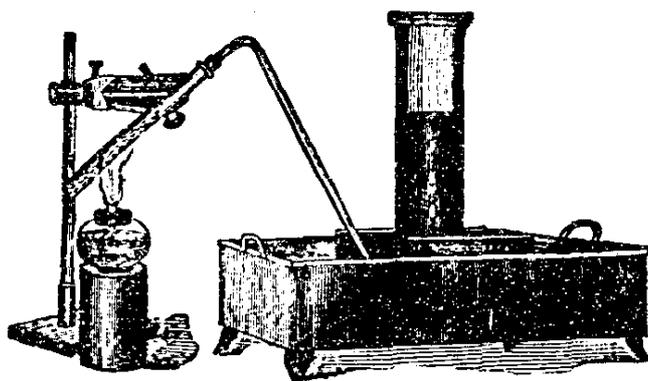
炭之單體。普通常見者為木炭 Wood charcoal。但其中略混有他物質。燃炭所餘之灰。即此混雜之質也。

金剛石 Diamond 及石墨 Graphite 亦皆爲炭之單體。故炭之單體共有三種之形狀。

將木材在空氣不足之處燒之。則其中所含炭與輕之化合物。其成易揮發之氣體者。與氧氣化合而燃燒。而炭質之多分。則成黑色之固體而遺留。如此所得者。卽木炭也。因其形狀非如金剛石石墨之成結晶形。故名之曰無定形炭 Amorphous carbon。

實驗 57 取木材之小塊。置入試驗管中。而熱之。則生氣體。而木材漸變爲黑色。卽成木炭也。又以水槽捕集其所發之氣體。而試之。可知其能點火而燃燒。(圖45)

(45)



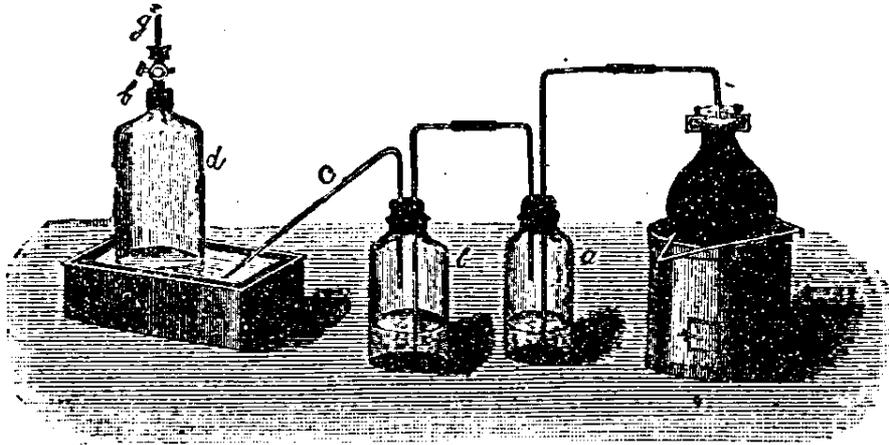
石炭(俗呼曰煤)由太古之植物埋沒於地中而成。通常分之爲四種曰無燄炭 Anthracite 黑炭 Black-coal 褐炭 Browncoal 泥炭 Peat 無燄炭含炭百分之

九十以上其質甚堅燃之不發煙黑炭含炭百分之七十五至九十褐炭含炭百分之五十至七十五二者燃時皆生煙故俗呼曰煙煤泥炭含炭百分之五十以下猶存植物之形狀乃石炭中之年代最淺者也。

將褐炭或黑炭置於鐵製之曲頸甌中熱之則生液體及可燃之氣體其液體名曰石炭他爾 Coal tar 通俗稱曰煤黑油其氣體名曰石炭加斯 Coal gas 亦單稱加斯 Gas 通俗稱曰煤氣以供點燈之用其遺留於曲頸甌中者為有金屬光澤之灰黑色塊名之曰骸炭 Coke 通俗稱曰焦煤以供冶金及其他種種之用。

實驗 58 將褐炭一百克許置入鐵製之曲頸甌中熱之其所生之氣體先使經過盛水少許之洗滌瓶 A 則其石炭他爾即凝縮又其氣體中所含之亞摩尼阿亦溶解於水中更經過硫酸第一鐵 [FeSO₄] Ferrous sulphate 及石灰水之洗滌瓶 B 則其氣中所含之無水碳酸及硫化氫均被吸收乃由 C 管以通至玻璃鐘 D 之內若將鐘稍沈入水內而開活塞 F 乃於管口 G 點火則與普通之煤氣燈無異 (圖 46)

(46)



將動物之骨血置之密閉之器中熱之則成黑色之塊名之曰獸炭 Animal charcoal。將油及松香等在空氣不足之處燒之則其炭之一部分成黑色之細粉而游離名之曰煙炭 Lamp black。凡骸炭獸炭煙炭亦皆無定形炭也。

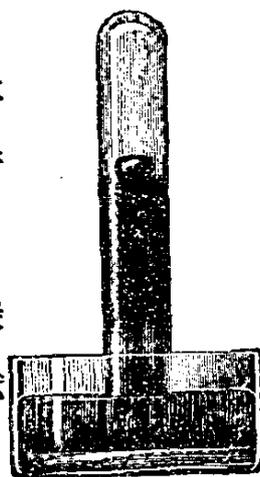
金剛石為炭之結晶體其質在萬物中為最堅純粹者。無色透明。其微含他質者現各種美麗之色。對於光綫之屈折率最大。難傳電氣。比重三·五。在無養氣之處加大熱則變為石墨。在養氣中加大熱則燃燒而成無水炭酸。

石墨爲灰黑色之塊。略具金屬光澤。其質柔軟。形似鉛。故又名曰黑鉛 Black lead。易傳熱及電氣。在氧氣中加大熱則燃燒而成無水炭酸。

木炭者。其質疏鬆。易吸收各種氣體。故用以吸收物體腐敗時所發惡臭。及用以濾飲料水。又木炭在空氣中及水中。俱不腐敗。故埋於地中之電桿。往往燒焦其面。使之耐久。獸炭亦能吸收各種氣體。與木炭同。而以之濾砂糖之溶液。能脫去其色。故製糖工業中用之。煙窠則用以製墨。金剛石爲貴重之寶石。粗者以割玻璃。石墨以製鉛筆。及塗於鐵器上。以免生鏽。塗於器械之隙。以減摩擦。

實驗 59 於玻璃筒中盛亞摩尼阿而。倒立於水銀槽上。中置紅熱之木炭一塊。則其氣體爲木炭所吸收。而水銀上昇。(圖 47)

實驗 60 於力低莫司或靛青之溶液中。置獸炭之粗粉。煮之至沸。少頃之後。取下。以濾紙濾去其獸炭。則成無色之液體。



(47)

炭在低溫度雖不易與養氣化合而在高溫度則其與養氣化合之力比之他物質爲強故將金屬之養化物與炭共熱之皆可使炭與養氣結合而金屬分離凡養化物之減去養氣名曰還原 Reduction 如養化銅之變爲銅無水亞砷酸之變爲砷是也其可使養化物還原之物質名之曰還原劑 Reducing agent 如輕氣能使養化銅變爲銅木炭能使無水亞砷酸變爲砷則輕氣與木炭皆還原劑也。

燃燒及動物之呼吸不絕使炭質養化而成無水炭酸以散至空氣中而植物則能吸收無水炭酸由日光之作用以分解無水炭酸而構成小粉等含炭物動物更直接或間接食植物體中之含炭物以生活如此則炭質者常在植物動物空氣之三界間循環不絕也。

實驗 61 以玻璃器盛溶解碳酸氣之水置新鮮之綠葉於其中而用玻璃鐘覆之鐘上插倒立之試驗管而置日光中曝之則可見有氣泡自葉面發出待集於管中幾滿乃取下試之可知其爲養氣是即植

物分解無水

(48)

炭酸之證也。

(圖 48)

動植物體中所構成之炭化合物。其種類極繁。其分子式極複雜。昔時以爲此等物質須由



動植物之生活力構成。非人工所能造。特名之曰有機化合物 Organic compound。尋常之物質。則名之曰無機化合物 Inorganic compound。然今日化學進步。已有多種之炭化合物。可以人工造成。故有機無機之名稱。已不適用。但爲便利起見。將此等複雜之炭化物。別於下篇論之。故仍存有機化合物之名焉。

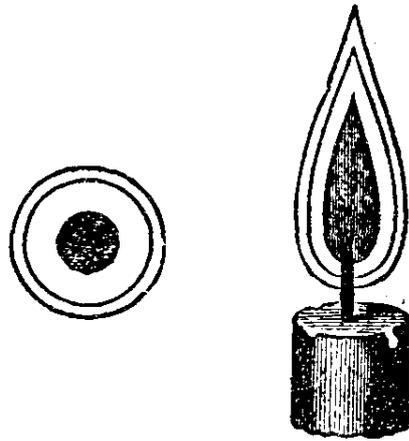
第二節 火燄

輕氣石炭加斯等氣體燃燒時皆成火燄 Flame。至蠟燭酒精石油等皆係先變為氣體而後燃燒故亦成火燄若木炭則不能變為氣體故燃燒時無火燄。

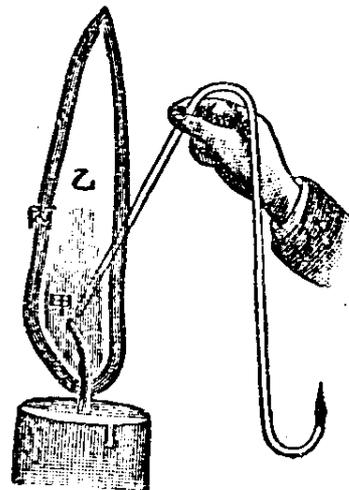
今就蠟燭之火燄研究之。其中心有黑暗之部分是即未燃燒之氣體也。其周圍為放強光之部分。是因此處之空氣不足。其炭之一部分析出而成細粉。又被灼熱故放強光也。至其外部則空氣充足。故炭質完全燃燒。然其中被灼熱之固體已不存。故溫度雖高而光則反減。(圖 49)

實驗 62 用玻璃管置入燭火之中心可以引出未燃之氣體而點火(圖 50) 又將冷瓷器或白色之厚紙置於火燄中而速取出。則可見其所附之細炭粉成黑色之輪形。

(49)



(50)



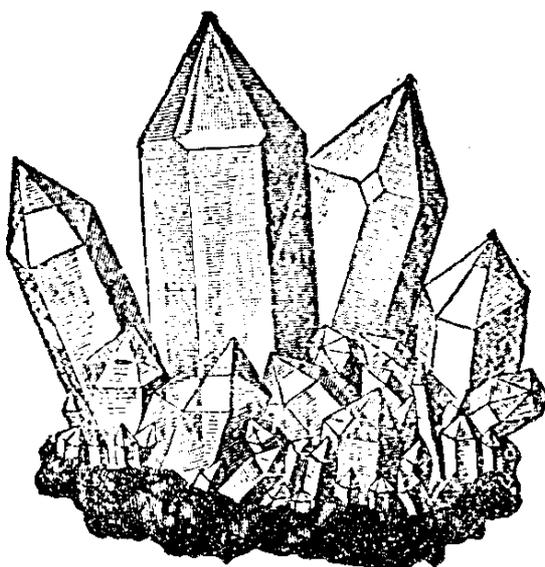
火燄之光明與否非第關乎溫度之高低又視其燄中有無固體而大異如輕氣之燄雖無光然於其中置白金絲或石灰柱則皆放強光。燃鎂 Magnesium 而生強光者亦因其燄中有養化鎂 Magnesium oxide 之細粉也。

第三節 矽及其化合物

矽 Silicon 之單體無天然產者。每與養氣化合。成無水矽酸 Silicic anhydride 或矽酸鹽 Silicate。而存於礦物界地球上各原質之量。養氣以外殆以矽為最多。

無水矽酸之天然產者為石英 Quartz。石英之純粹而透明者為水晶 Rock crystal (圖51) 又其含水若干者為瑪瑙 Agate 玉髓 Chalcedony 火石 Flint 蛋白石 Opal 等。

(51)



無水矽酸除弗化輕以外各種酸俱不溶解。惟將碳酸鉀或碳酸鈉與無水矽酸之粉末混和而熱之。至融解則成玻璃形之矽酸鉀 (K_2SiO_4) potassium silicate 或矽酸鈉 (Na_2SiO_4) Sodium silicate 名曰水玻璃 Water glass。可溶解於熱水中。將其溶液蒸發之。至成黏液而塗於木器之上。待乾則成玻璃形之透明體一薄層。且能防火。又於其溶液中混和砂石灰。養化鋅。而乾之則成堅硬之人造石。

於水玻璃之稀薄溶液中加鹽酸則生膠狀之沈澱。是為無水矽酸與水一分子或二分子所結合之矽酸 ($[H_2SiO_3]$ 或 $[H_4SiO_4]$)。將此質久置則漸失其水而成無水矽酸。

實驗 63 將石英之粉末或砂一克許與碳酸鉀及碳酸鈉各二克許混和而置入小坩鍋中加熱融解之。復置入水中煮之則漸溶解。又於此溶液中加鹽酸則析出膠狀之質。乾之復變為無水矽酸。

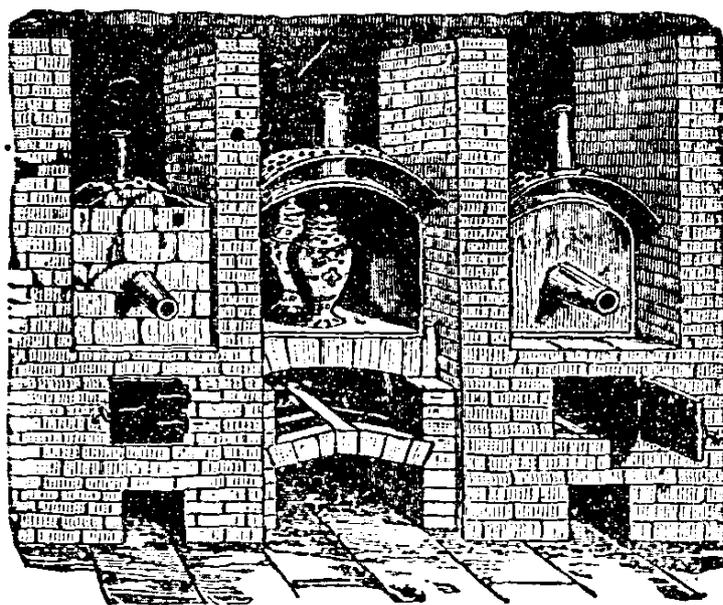
長石類 Feldspars 雲母類 Micas 之礦物多由鉀或鈉之矽酸鹽與鋁之矽酸鹽化合而成。此等礦物久經

風雨其矽酸鉀或矽酸鈉爲水所洗去而獨剩不純之矽酸鋁 $[Al_2Si_2O_7 \cdot 2H_2O]$ Aluminium silicate 則爲黏土 Clay 又或受炭酸之作用而變爲炭酸鹽則其一部分之矽酸析出而爲砂。

瓷器 Porcelain 者將白色純粹之黏土即高陵泥 Kaolin 與石英長石之粉末混和加水搗之製成所須之形俟乾入

(52)

窯燒之而成生瓷更浸於釉藥（即輕養化鉀溶液之混以長石粉者）中而再燒之則其面平滑而成

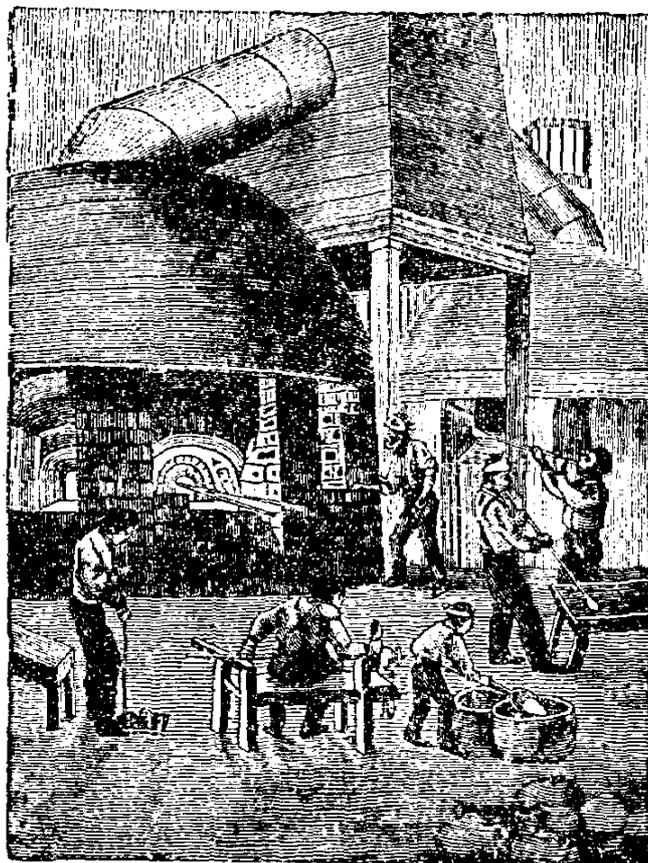


普通之瓷器矣。(圖 52)

玻璃 Glass 者主由矽酸鈉與矽酸鈣混和融解而

(53)

成。或以矽酸鉀代其矽酸鈉名曰蒲喜米阿玻璃 Bohemian glass。用以製化學器具。或更以矽酸鉛代其矽酸鈣名曰火石玻璃 Flint glass。用以製造光學器械。至顏色



玻璃則加其他之金屬養化物少許而成。如加養化鈷 [CoO] Cobalt oxide。則成青色。加養化第一鐵 [FeO] Ferrous oxide。則成綠色是也。玻璃遇高溫度則成液體。稍冷之。則成餡糖形之黏質。故可製成各種形狀。(圖 53.)

炭與矽皆爲四價之原質。炭之單體有金剛石、石墨及無定形炭之三種。矽之單體亦有灰色結晶形及褐色粉狀之二種。又其化合物皆有 $[RO_2]$ 之氧化物及 $[H_2RO_3]$ 之弱酸。其性頗相似。故總稱之曰炭族原質 Elements of carbon family。

第十二章 碲及其化合物

碲 Boron 者產自硼酸 $[H_3BO_3]$ Boric acid 或硼砂 $[Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O]$ Borax。其單體有結晶形及粉狀之二種。頗與矽相似。

硼酸者。於意大利之脫斯加尼府 Tuscany。由地中所噴出之水蒸氣內含之。又於硼砂之溶液中加硫酸而製得之。乃片形之結晶體。難溶解於冷水中。而熱水則易溶解之。其溶液現弱酸性。反應有防腐性。故用爲醫藥。

將硼酸熱之。則失去結晶水。而成無水硼酸 $[B_2O_5]$ Boric anhydride。

實驗 64 將硼砂三十克許溶解於水一百二十克中而徐徐注入濃硫酸十克冷之即得硼酸之結晶更取其少許熱之至紅則放出水分而成玻璃狀之融塊即無水硼酸也。

硼酸鹽之重要者為硼酸鈉 Sodium borate 即硼砂是也。由其分子式觀之可視作四硼酸之鈉鹽 $[H_2B_4O_7 = 4'H_3BO_3 - 5'H_2O]$ 此質在白金絲上熱之則其中之結晶水蒸發而體積漲大更熱之則融解而成無色透明之小球以各種金屬之養化物置此小球中溶解之則各呈特異之色故鑑識金屬時常用之。

實驗 65 將白金絲之一端曲成小環使附著少許之硼砂以吹管燄熱之則融解而成小球將此小球沾硝酸鈷 $[Co(NO_3)_2]$ Cobalt nitrate 之溶液而再在吹管燄之外層熱之則成青色沾鉻酸鉀 $[K_2CrO_4]$ Potassium chromate 之溶液則成綠色沾二養化錳少許則成紫色。

佈為三價之原質而其性質又頗似矽故特成一族。

第十三章 氣體及溶液之性質

第一節 溶液之冰點及沸點

氣體之比重與其分子量有密切之關係前已言之。而就溶液之冰點沸點研究之亦可發見其與分子量之關係。

凡純粹之液體在一定壓力之下其冰點沸點皆有一定。至其含有溶質而成溶液之時則其沸點比純粹之液體高其冰點比純粹之液體低如砂糖 Sugar 之水溶液熱至百度不即沸騰冷至零度不即結冰是也。而其沸點上昇冰點下降之度數與溶液中所存砂糖之量為比例。不特砂糖之水溶液如此。在其他溶質及溶媒無不皆然。

溶液一立特中所含溶質之克分子量名之曰濃度 Concentration。濃度之單位曰莫爾 Mol。一莫爾者即於一立特之溶液中含有溶質一克分子也。

今就各種物質之水溶液研究之則不問其溶質為何物祇須濃度相同則其冰點沸點無不盡同。即凡一莫爾之水溶液其冰點下降之度數皆為一·八九名。

之曰水之冰點下降之常數。

更就他種溶媒所成之溶液研究之則凡同種之溶媒所成同濃度之溶液其冰點沸點亦不因溶質之種類而異但其下降與上昇之常數則由溶媒之種類而各異耳茲就常用之溶媒數種記其測定之常數如下。

溶媒之種類	冰點下降之常數	沸點上昇之常數
水	一.八九	〇.五二
二硫化炭	————	二.三五
酒精	————	一.一七
以脫	————	二.一一
徧蘇痕	四.九〇	二.六七

今有未知其分子量之物質 P 克溶解於常數為 K 之溶媒一立特中測得其冰點下降之度數為 d 則其溶質之分子量 M 可由下式計算得之。

$$P : M :: d : K \therefore M = K \frac{P}{d}$$

如上所述則凡物質之難化為氣者其分子量皆可由溶液測定之雖然在無機化合物如食鹽輕養化鈉等依此法所算得之分子量僅及由尋常分子式所算

得者之半。其理於次節說明之。

第二節 解離 電離 伊洪說

將綠化銦熱之。使成蒸氣。而由其氣體之比重所推得之分子量。比之由尋常分子式 (NH_4Cl) 所算得者。僅及一半有奇。是因綠化銦化為氣體時。其多分已分離而成綠化銦及亞摩尼阿之二種氣體。冷之。則此二種氣體復結合而成綠化銦。此分離之現象。名之曰解離 Dissociation。

實驗 66 於試驗管中盛綠化銦而熱之。其管口覆以帶溼之紅色力低暮司試驗紙。則因亞摩尼阿之比重小。先出管外。試驗紙變為青色。其後過量之綠化銦上昇。試驗紙再變紅色。是為綠化銦分離之證。

將食鹽溶解於水中。而由其冰點下降之度數所算得之分子量。比之由尋常分子式 (NaCl) 所算得者。亦僅及一半有奇。是則食鹽溶解於水中以後。其綠化鈉 (NaCl) 之分子已有多分分離而成鈉 (Na) 與綠 (Cl) 。此現象與綠化銦之氣體相同。故亦為解離之一種。但綠化銦之解離起於熱之作用。故名之曰熱離 Ther-

mal dissociation。綠化鈉之解離依普通之學說以爲由電氣之作用而起故名之曰電離 Electrolytic dissociation。綠化鋸解離所成之綠化輕及亞摩尼阿其性質與尋常之綠化輕及亞摩尼阿無異。故可由實驗六十六以證明之。至綠化鈉在溶液中解離所成之鈉及綠則與尋常所見鈉之單體及綠氣之單體其性質迥異。蓋尋常所見單體之鈉與綠乃不擔有電氣之鈉分子與綠分子。而由電離所成之鈉與綠乃擔有電氣之鈉原子與綠原子也。凡溶液中所存如此擔有電氣之部分名之曰伊洪 Ion。其擔有陽電氣者名曰陽伊洪 Cathion。擔有陰電氣者名曰陰伊洪 Anion。

凡酸鹽基及鹽之溶液皆有電離之現象。而酸中之輕氣。鹽基及鹽中之金屬俱成陽伊洪。其餘成陰伊洪。而在一溶液中則其陰伊洪所擔陰電氣之量與陽伊洪所擔陽電氣之量必爲相等。故其電氣之作用不及於溶液以外。

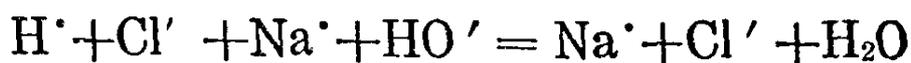
伊洪爲分子已解離者之名稱。至分子中可成伊洪而尙未解離之兩部分名之曰根 Radical。如硫酸銅之分子 $[\text{CuSO}_4]$ 乃銅根 $[\text{Cu}]$ 與硫酸根 $[\text{SO}_4]$ 之兩部分所結合者。至其溶解於水中時始解離而成銅之陽伊洪與硫酸之陰伊洪也。

凡根與伊洪亦有一價二價之別。如爲綠 $[\text{Cl}]$ 硝酸 $[\text{NO}_3]$ 輕養 $[\text{HO}]$ 等皆一價之根或伊洪。銅 $[\text{Cu}]$ 炭酸 $[\text{CO}_3]$ 硫酸 $[\text{SO}_4]$ 等皆二價之根或伊洪。鋁 $[\text{Al}]$ 第二鐵 $[\text{Fe}^{**}]$ 磷酸 $[\text{PO}_4]$ 等皆三價之根或伊洪。而各伊洪所擔電氣之量皆與其伊洪之價爲比例。通常每於記號之上加 \cdot 與 $'$ 以表陽伊洪與陰伊洪。又就其數以表伊洪之價。如 $[\text{K}^{\cdot}]$ $[\text{Cu}^{**}]$ $[\text{Al}^{***}]$ $[\text{Cl}']$ $[\text{CO}''_3]$ $[\text{PO}_4''']$ 等是也。

在各種鹽類之水溶液其濃度若不大則其溶質殆完全解離。至於酸及鹽基之溶液則由種類之不同而其解離之度各異。如鹽酸之水溶液於濃度爲一莫爾

之時。其解離者達百分之八十以上。而醋酸之水溶液。在同濃度。其解離者不及百分之一。蓋凡酸之溶液中。皆有輕伊洪〔H'〕存。酸性反應者。即輕伊洪之反應。而凡同濃度之溶液。其解離度大。則其所生之輕伊洪多。故為強酸。其解離度小。則其所生之輕伊洪少。故為弱酸。在鹽基之溶液亦然。即其中皆有輕養伊洪〔HO'〕存。以呈鹼性反應。而其輕養伊洪之多寡。即為鹽基之強弱也。

輕伊洪與輕養伊洪不能並存於一溶液中。故酸之溶液與鹽基之溶液相混。則其輕伊洪即與輕養伊洪結合而成水。遂呈中和之現象。例如鹽酸與輕養化鈉在溶液中中和之現象。可以方程式表之如下。



觀此知溶液中之鈉伊洪與綠伊洪在中和之前後並無變化。獨其輕伊洪與輕養伊洪則化合成水耳。故又可以下式表之。



即凡中和之現象皆輕伊洪與輕養伊洪之化合爲水也。

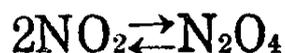
凡溶液中之化學反應無非伊洪之反應。例如食鹽綠化鉀及其他綠化物之水溶液中皆有綠伊洪 $[Cl']$ 存。故將硝酸銀 $[AgNO_3]$ Silver nitrate 之水溶液加入。則其銀伊洪 $[Ag^{\circ}]$ 與綠伊洪 $[Cl']$ 皆即化合而成不溶解於水之綠化銀 $[AgCl]$ Silver chloride。然在綠酸鉀之溶液中加硝酸銀則不生綠化銀。是因綠酸鉀之溶液中其陰伊洪爲綠酸 $[ClO_3']$ 而無綠伊洪 $[Cl']$ 故也。

實驗 67 取純粹之綠酸鉀少許以蒸餾水溶解之而注入硝酸銀之溶液則不生變化。然更取少許置入試驗管中熱之使放養氣。然後以蒸餾水溶解之而注入硝酸銀之溶液則立即生白色之濁質。即綠化銀也。

第三節 可逆反應 化學平衡

綠化銦之解離爲綠化輕及亞摩尼阿者冷之則復成綠化銦。過養化淡 $[NO_2]$ 冷之則成四二養化淡 $[N_2]$

04) 熱之則復成過養化淡此等之反應可表之如下。



式中之 \rightleftharpoons 以表其反應之狀況可自左而進於右。亦可自右而進於左。如此之反應特名之曰可逆反應 Reversible reaction。

溶質在溶液中之電離亦係可逆反應。例如綠化鈉之水溶液中可由綠化鈉而生鈉伊洪與綠伊洪。亦可由鈉伊洪與綠伊洪而成綠化鈉。其式如下。



凡氣體或溶質之可逆反應者。其氣體之溫度及溶液之濃度若不變。則其解離之部分與不解離之部分。必達於一定之比。而反應以止。如此之現象名之曰平衡 Equilibrium。當平衡時。可逆反應之物體。雖不生變化。然此際如增加其未解離之部分。或減少其已解離之部分。則其平衡忽破。而反應又向解離之一方進行。

矣。

實驗 68 在實驗二十一所示氧化銅與輕氣之反應亦係可逆反應。如於球管中盛銅及氧化銅之混合物。通入若干之輕氣而閉絕之。則其輕氣之一部分。化合成水汽。以與其餘之輕氣保其平衡。而反應以止。反之通入者如為水汽。則其一部分亦分解為輕氣。以與其餘之水汽保其平衡。而反應以止。其反應中止時。管中所存輕氣與水汽之量。必有一定之比。是即平衡之境界也。然使不絕送入輕氣而除去水汽。或不絕送入水汽而除去輕氣。則管中之二種氣體。永不能達於平衡之境界。故其反應遂向一方進行。至管中之物質。盡變為銅或氧化銅而後已。

第四節 電解

使電流通過砂糖之溶液。則不生化學變化。然通電流於酸鹽基及鹽之水溶液。則其陽伊洪行向陰極。陰伊洪行向陽極。各於其極放去電氣。而生化學變化。此變化名曰電氣分解。亦曰電解 *Electrolysis*。其可以電解之物質。名曰電解物 *Electrolyte*。

電解時所生之物質。未必即為其伊洪所成之物質。而往往為溶媒或電極物質。受伊洪放電時之作用所

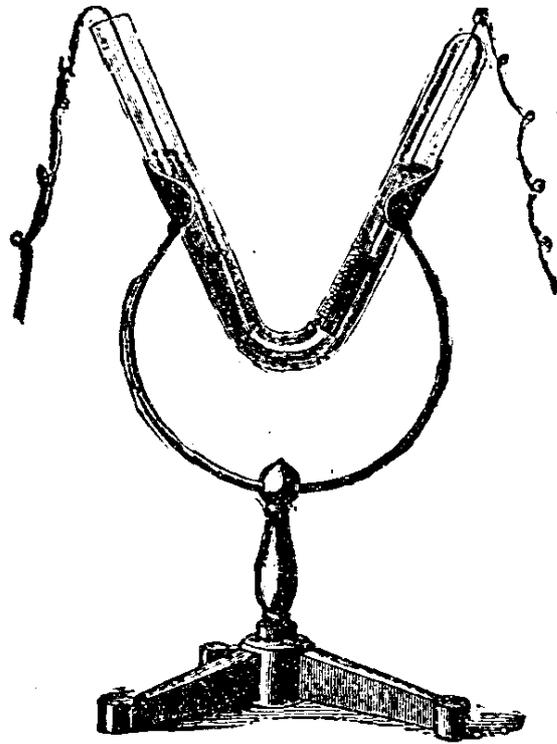
成之物質。例如通電流於食鹽之水溶液中。其綠伊洪至陽極而放電。成普通之綠氣。其鈉伊洪至陰極。則水即受其作用而成輕養伊洪及輕氣。又通電流於硫酸銅之溶液中。則其銅伊洪至陰極而放電。成普通之銅。其硫酸伊洪至陽極。則由電極物質之種類。而所生之物質不同。如以白金為電極。則水受其作用而成輕伊洪及養氣。如以銅為電極。則極面之銅受其作用而漸漸溶解。電鍍術及電氣精銅皆應用此理也。

由此觀之。則實驗十三所示水之電氣分解。非由水受電氣之作用而分解為輕氣及養氣。乃由水中所存輕伊洪與硫酸伊洪放電時。水受其作用而分解也。故純粹之水。不加硫酸。則雖通電而不生變化。

實驗 69 於V形之管中。置硫酸鈉之水溶液。混以中性之力低莫司液少許。乃用白金片為兩極。而通電流。則由陰極發生輕氣。其近旁之溶液變青色。故知其成輕養伊洪。由陽極發生養氣。其近旁之溶液變紅色。故知其成輕伊洪。(圖54)

於一定時間內將同強之電流通過各種電解物之溶液中。則其兩極之分解生成物各與其當量為比例名之曰發拉待之定律 Faraday's law 例如於硫酸硫酸銅硝酸銀之溶液中通同強之電流至同一之時間而察其所成各物質之量如輕氣為一克則養氣為八克銅為三一·八克銀為一〇七·九克

(54)



中篇 金屬

第一章 金屬 非金屬 合金

單體之物質通常分之爲金屬 Metals 及非金屬 Non-metals。金屬者如金銀銅等。其單體皆有金屬光澤。易傳熱及電氣。有展性及延性。至化學上之性質。則其原質不能獨與輕氣化合。其養化物皆鹽基性。其在溶液中成陽伊洪。非金屬者如炭磷硫等。其單體無金屬光澤。不易傳熱及電氣。質脆而無延性及展性。至化學上之性質。則其原質能化合輕氣。其養化物皆酸性。其在溶液中成陰伊洪。又金屬原質之單體除汞（即水銀）以外。於平常溫度皆爲固體。而非金屬則頗多爲氣體者。

雖然金屬與非金屬二者之間並無判然之界限。如砷銻鉍則固介乎二者之間也。

由二種以上之金屬單體所合成之物質。名之曰合

金 Alloy。合金比其所含之單體金屬。往往硬度增融點低。且每具各種特別之性質。故應用之範圍。視單體為廣。茲舉數種重要合金之成分如下。

金幣	{ 金九〇 銅一〇	銀幣	{ 銀九〇至八〇 銅一〇至二〇	鎳幣	{ 銅七五 鎳二五
黃銅	{ 銅六七 錳三三	白銅	{ 銅五〇 錳二五 鎳二五	鋁銅	{ 銅九〇 鋁一〇
鏡銅	{ 銅六七 錳三三	鐘銅	{ 銅八〇 錳二〇	砲銅	{ 銅九〇 錳一〇
活字金	{ 鉛七五 錳二〇 錳〇五	鐸錫	{ 鉛五〇 錳五〇	易融金	{ 鎳五〇 錳二五 鉛二五

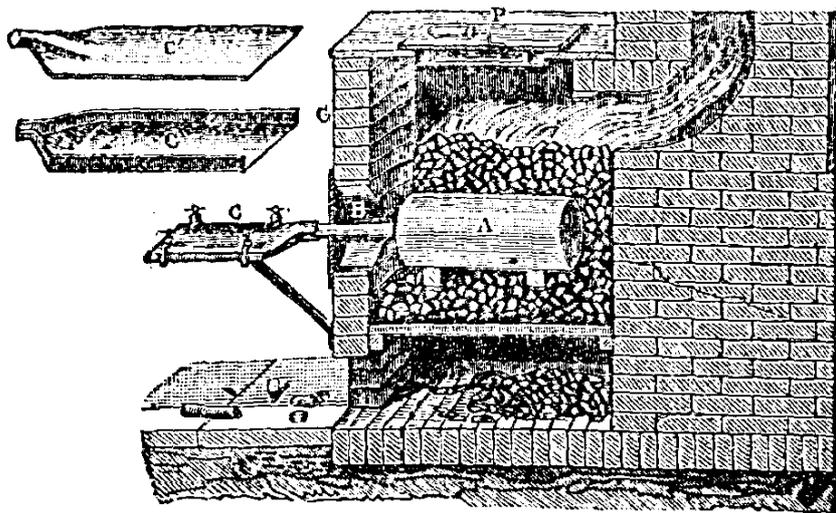
於水銀中溶解他金屬所成之合金名之曰 汞膏 Amalgam。如鈉錳銀金等金屬均常以之溶解於水銀中而成汞膏以供種種之用途。惟鐵及白金則在水銀中絕不溶解故不能製成汞膏。

第二章 鹼金屬及其化合物

第一節 鉀及其化合物

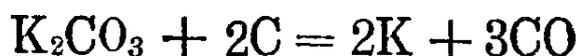
鉀 Potassium 之矽酸鹽爲長石 Feldspar 雲母 Mica

(55)



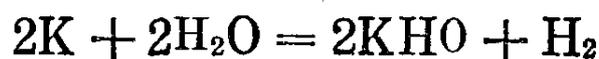
等礦物之主成分。此等礦物破碎或分解時。其鉀鹽遂散布於土壤中。爲植物所吸收。將植物燃燒。則變爲碳酸鉀。而存於灰中。往時以之爲製鉀及其化合物之原料。自德國發見綠化鉀之大地層以後。始用天然產之綠化鉀以製鉀之化合物。

將碳酸鉀 $[K_2CO_3]$ Potassium carbonate 與木炭之混合物。入鐵製之密閉之器中。強熱之。則得鉀之蒸氣。導至冷處。即得其固體。(圖55) 其反應如下。



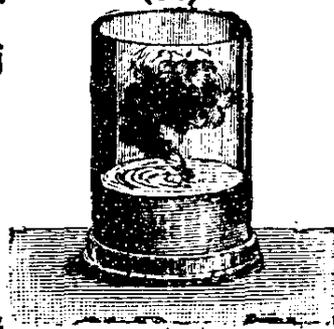
又將輕養化鉀或綠化鉀融解而電解之亦可製得鉀。

鉀為銀白色之金屬質軟如蠟比重○·八六融點六二·五度在空氣中養化甚速故須置之石油中遇水則與之化合成輕養化鉀而生輕氣其作用比鈉尤烈其反應如下。



實驗 70 將鉀之小塊投入水中則即成球形而浮於水面與水化合甚速往往發火而燃燒(圖56)

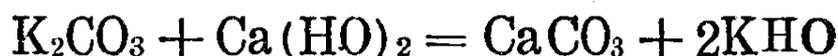
(56)



輕養化鉀 [KHO] Potassium hydroxide 普通稱之曰苛性加里

Caustic potash 乃白色之固體易吸收空氣中之水汽及碳酸氣又易溶解於水中其溶液呈鹼性反應甚強能使動植物質腐爛於碳酸鉀之水溶液中加輕養化

鈣[Ca(OH)₂] Calcium hydroxide (即熟石灰) 而熱之
即得此質其反應如下。



實驗 71 將碳酸鉀三十克許溶解於二百五十克之水中入鐵器
中煮沸之徐徐加入熟石灰之粉末十五克力攪之乃以濾紙濾去其
沈澱之碳酸鈣即得輕養化鉀之溶液蒸發之而得輕養化鉀。

又將綠化鉀之水溶液置入陽極陰極適當分開之
裝置而電解之亦可製得輕養化鉀。

綠化鉀[KCl] Potassium chloride 存於海水中又為
加里石鹽 Sylvine 及與綠化鎂結合而成砂金鹵石
[KCl·MgCl₂·6H₂O] Carnallite 乃製鉀及其化合物之
原料也。溴化鉀[KBr] Potassium bromide 及碘化鉀
[KI] Potassium iodide 皆立方形之結晶而易溶解於
水用於照像術及醫藥。

碳酸鉀[K₂CO₃] Potassium carbonate 者通俗稱曰
碳酸加里為植物灰之主成分以水抽出 Extraction

之名曰灰汁 Ash liquid 蒸發之。可得不純之碳酸鉀。又洗羊毛之泥水中亦含有碳酸鉀。至近時則俱由綠化鉀以製得之。純粹之碳酸鉀為白色之固體。易溶解於水。其溶液呈鹼性反應頗強。

將無水之碳酸鉀久置空氣中。則吸收空氣中之水汽而漸漸溶解。如此之現象名曰潮解 Deliquescence。

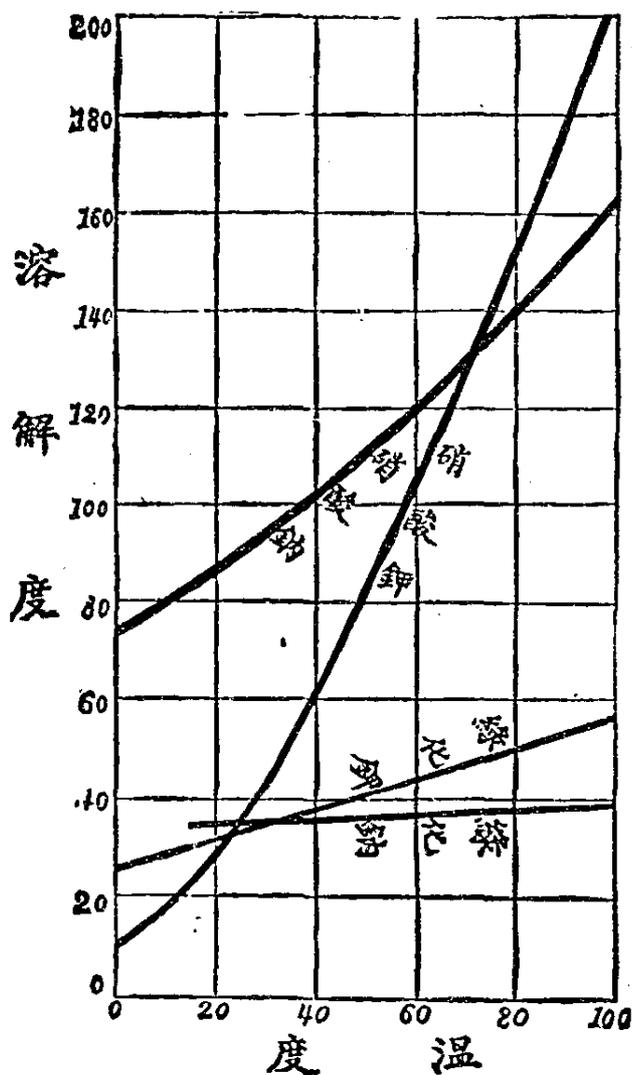
硝酸鉀 [KNO₃] Potassium nitrate 者。通俗稱曰硝石 Nitre。古時利用一種細菌之作用。由廢棄之動物質製之。自南美洲之智利祕魯發見地產之硝酸鈉 [NaNO₃] Sodium nitrate 以後。主用硝酸鈉與綠化鉀之混合溶液以製得硝酸鉀。其反應如下。



由此混合溶液而得硝酸鉀。全賴綠化鈉與硝酸鉀之溶解度不同而分離之。如圖 57 以示此四物之溶解度與溫度之關係。即綠化鈉之溶解度殆不因溫度而變化。硝酸鉀之溶解度則因溫度之不同而大異而

溫度在四十度以上則綠化鈉之溶解度最小。在二十度以下則硝酸鉀之溶解度最小。故將此溶液加熱蒸發之使其水份漸減則其中之綠化鈉先沈澱。頻頻除去之則其可逆反應漸自左向右進行。乃將此溶液置而冷之則硝酸鉀

(57)



之多份又成結晶體而析出矣。

實驗 72 將硝酸鈉八克綠化鉀七克溶解於水二十克中而煮沸之將其沈澱之食鹽頻頻除去後將此溶液冷之則得硝石之結晶。

硝酸鉀乃白色針形之結晶體。古時以製火藥及各種爆藥。火藥者。通常爲硝石七十五分木炭十五分硫黃十分之混合物。燃之。則成無水碳酸。淡氣等氣體。其體積比未燃時。增至千倍以上。

第二節 鈉及其化合物

鈉 Sodium。爲隨處散布之原質。主爲綠化物而存於海水中。又爲矽酸鹽而存於各種礦物中。

鈉之製法與鉀相同。將碳酸鈉與木炭之混合物強熱之。又將輕養化鈉或綠化鈉融解而電解之。俱可製得鈉。

鈉之形狀性質俱頗似鉀。比重 0.97 。融點 96 度。遇水則成輕養化鈉而生輕氣。

輕養化鈉 [NaHO] Sodium hydroxide。普通稱之曰苛性曹達 Caustic soda。其性質亦與輕養化鉀相似。由碳酸鈉或綠化鈉以製輕養化鈉。與由碳酸鉀或綠化鉀以製輕養化鉀。其法相同。但其價比輕養化鉀爲廉。

故用途較廣。

將鈉在乾空氣中熱之則成過養化鈉 $[\text{Na}_2\text{O}_2]$ Sodium peroxide 乃黃色之粉末。工業中用為漂白劑。

綠化鈉 $[\text{NaCl}]$ Sodium chlorate 普通稱之曰食鹽 Table salt。海水百分中含其三分。又為石鹽而存於地中。又有溶解於井水及湖水中者。即鹽井及鹽池是也。

由海水或鹽井鹽池之水製鹽之法。因各處之氣候而不同。如直隸

奉天山西等處。

氣候乾燥。則闢

廣闊之地為鹽

場。汲含鹽之水。

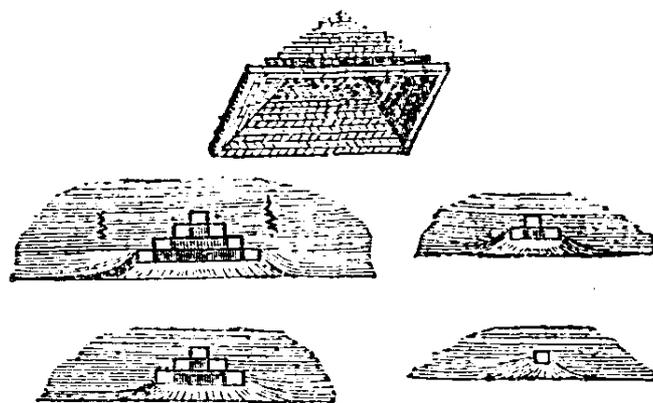
澆於其上。藉風

日之力。使水分蒸發。則食鹽漸成結晶形而析出。(圖

58) 如此者名曰晒鹽。在南方多雨之區。則不能得晒

鹽。而將含鹽之水煮沸之。使其水分蒸發。而得食鹽之

(58)



結晶名之曰煎鹽。煎鹽費燃料甚多。故其價比晒鹽爲昂。

食鹽爲食料中之要品。並用以貯藏食物。又爲製鈉與綠之化合物之主要原料。

硫酸鈉(NaSO_4) Sodium sulphate 存於海水或礦泉中。通常用綠化鈉與強硫酸混和加熱而製得之。易溶解於水中。其結晶體中含有結晶水 ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 名曰芒硝 Glauber's salt。以之曝於空氣中則失去結晶水而成粉末。如此之現象名曰風化 Efflorescence。硫酸鈉用爲醫藥。又爲製碳酸鈉及玻璃之原料。

亞硫酸鈉(Na_2SO_3) Sodium sulphite 者於輕養化鈉之溶液中通入無水亞硫酸而成。抱硫硫酸鈉($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) Sodium thiosulphate 者於亞硫酸鈉之溶液中加硫黃華熱之而成。二者俱爲無色之結晶體。抱硫硫酸鈉通俗稱之曰次亞硫酸鈉 Hyposulphite of soda。其溶液能溶解成鹽原質之銀鹽。又能消除綠氣。故於

照像術用爲定像液於漂白粉漂白布帛後用爲消綠劑。

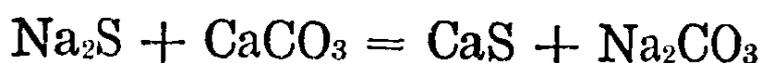
碳酸鈉(Na_2CO_3) Sodium carbonate 者通俗稱曰碳酸曹達。又單稱曹達 Soda。古時由海草之灰中製得之。法國革命之亂。輸入者斷絕。政府乃懸賞令國人由食鹽製成此質。路布蘭 Leblenc 遂應募而製得之。其法先將食鹽與強硫酸共熱之。則成硫酸鈉。其反應如下。



此際所生之綠化輕。使昇入盛骸炭之高塔中。且令水自上流下以吸收之。而成鹽酸之副產物。

次將硫酸鈉與石炭及碳酸鈣 (CaCO_3) Calcium carbonate 之小塊共融解之。則其硫酸鈉先因石炭而還原成硫化鈉 (Na_2S) Sodium sulphide。更由碳酸鈣之作用而成碳酸鈉與硫化鈣 (CaS) Calcium sulphide。其反應如下。

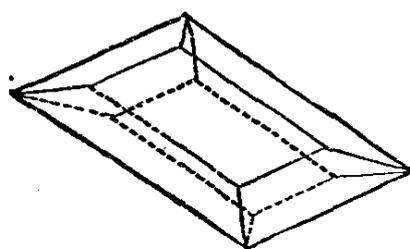




取此生成物置之水中則

(59)

因硫化鈣不溶解於水。故成
碳酸鈉之溶液。蒸發之。則得
不純之碳酸鈉。名之曰曹達



灰 Soda ash。以之溶解於溫水中而冷之。則得其含水
之大結晶 $[\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}]$ 名之曰結晶曹達 Soda
crystals (圖59) 因其用以洗衣。故又有洗濯曹達 Wa-
shing soda 之名。

近時有沙爾哀 Solvay 者。又發明一法。名曰亞摩
尼阿法。其法於食鹽之濃溶液中。通入亞摩尼阿及無
水碳酸。則此二種氣體先在水中化合成酸性碳酸銨
 $[\text{NH}_4\text{HCO}_3]$ Acid carbonate of ammonium。其式如下。

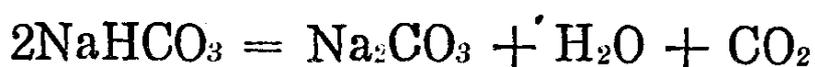


此酸性碳酸銨與綠化鈉更反應而成綠化銨及酸
性碳酸鈉 $[\text{NaHCO}_3]$ Acid carbonate of sodium。其式

如下。



酸性碳酸鈉不易溶解於水中故即沈澱聚此沈澱物而熱之則分解為碳酸鈉與無水碳酸式如下。



此無水碳酸復可用以導入食鹽溶液中又綠化銨之溶液亦可使之復成亞摩尼阿而用之。

碳酸鈉之無水者為白色之粉末自其溶液中析出者則為無色之大結晶其溶液之性質與碳酸鉀相似其用途以製肥皂玻璃等。

酸性碳酸鈉者通俗稱之曰重碳酸曹達 Sodium bicarbonate 古時使無水碳酸通過碳酸鈉之結晶體而成今則用亞摩尼阿法直製之乃白色之細晶用於醫藥。

硝酸鈉者即智利硝石為製硝酸鉀及硝酸之原料易潮解故不能以之製火藥。

第二磷酸鈉 Secondary phosphate of sodium。其結晶體爲 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 。通俗稱曰磷酸曹達 Phosphate of soda。爲磷酸鈉之最普通者。又通俗所謂燐鹽 Microcosmic salt 者。爲酸性磷酸鈉銨之結晶。[$\text{Na}(\text{NH}_4)\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$]將人尿久置則生此質。

第三節 銨及鹼金屬之通性

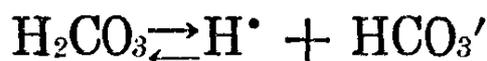
亞摩尼阿之水溶液有鹼性反應。其性質頗似輕養化鉀。輕養化鈉之溶液。故其溶液中當存有輕養伊洪。而此輕養伊洪當由下式之反應而生。



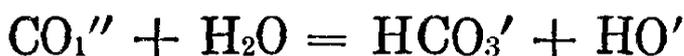
此 NH_4 根名之曰銨 Ammonium。頗似一價之金屬根。能與各種酸根化合而成鹽。如綠化銨 [$(\text{NH}_4)\text{Cl}$] 硫化銨 [$(\text{NH}_4)_2\text{S}$] 硫酸銨 [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] Ammonium sulphate 等。各種銨鹽之性質。俱與相當之鉀鹽相似。鈉鉀及罕見之鋰 Lithium。皆爲一價之原質。其單

體皆比水輕。在空氣中易氧化。能直與水反應而成輕養化物。其輕養化物及碳酸鹽之溶液皆呈強鹼性。其所成之鹽皆易溶解於水中。故此等原質總名之曰鹼金屬原質 Alkali metals。

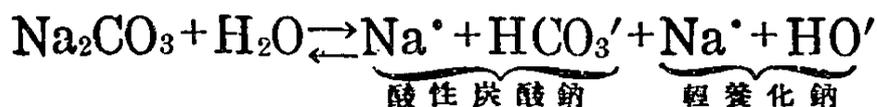
鹼金屬之碳酸鹽皆呈鹼性反應。蓋因碳酸為二價之弱酸。其在溶液中電離之狀況如下式而止。不能盡成輕伊洪 [H⁺] 與碳酸伊洪 [CO₃''] 也。



故如將碳酸之鈉鹽溶解於水則生可逆反應如下式。



即碳酸伊洪結合水中之輕而生輕養伊洪。故其溶液呈鹼性反應也。更將此兩方程式合之。以示其反應如下。



如此一種化合物與水反應而分解名之曰加水分解 Hydrolysis。

第三章 鹼土金屬及其化合物

鈣 Calcium 常為碳酸鹽矽酸鹽而成巖石之大部分。又有為硫酸鹽磷酸鹽氟化物者。散布於地上甚多。

碳酸鈣 $[CaCO_3]$ Calcium carbonate 之礦物在地球上產之最多。且散布甚廣。如大理石 Marble 方解石 Calcite 石灰石 Lime stone 等。其質皆為碳酸鈣。大理

石為良好之石材。

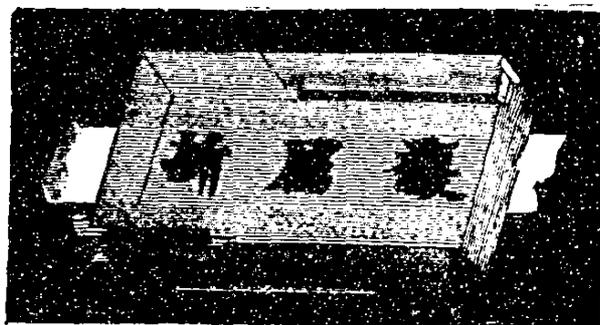
(60)

用於建築。方解石

通過光綫呈複屈

折之現象。(圖60)

研究光學用之石

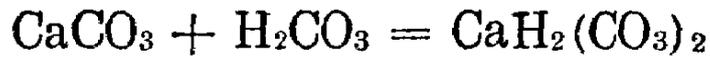


灰石以製石灰。又工業中碳酸鈣之用途亦甚廣。碳酸

鈣不溶解於純粹之水中。然水之溶解有碳酸氣者。能

使碳酸鈣變為酸性碳酸鈣 $[CaH_2(CO_3)_2]$ Acid car-

bonate of calcium 而溶解之其反應如下。



將此溶液加熱蒸發之則放出碳酸氣而碳酸鈣復

沈澱。凡天

(61)

然水中往

往含有微

量之酸性

碳酸鈣井

水泉水尤

含之較多。

久煎井水

之壺其內

面所生水



垢。泉水下滴之巖洞中每生石鐘乳 Stalactite 及石筍

Stalagmite (圖61) 皆由此酸性碳酸鈣放去碳酸氣

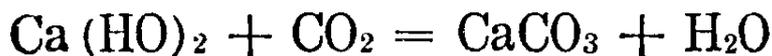
所成之碳酸鈣也。

實驗 72 於透明之石灰水中通過無水碳酸則漸生白色之沈澱。即碳酸鈣也。若將無水碳酸通入甚久則其白色之沈澱復漸溶解而成透明之溶液。乃將此溶液熱之則有氣體逸出而復生白色之沈澱。

將石灰石或大理石等熱之則其碳酸鈣分解而成無水碳酸與養化鈣[CaO] Calcium oxide。其反應如下。



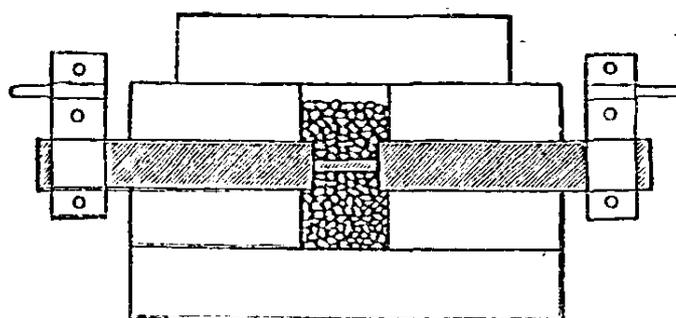
養化鈣為白色之固體。通俗稱之曰**生石灰** Quick lime。置之空氣中能吸收水汽及無水碳酸。加水則化合而生大熱。變為白色之粉末。是為輕養化鈣[Ca(OH)₂] Calcium hydroxide。通俗稱之曰**熟石灰** Slaked lime。更加水則成乳狀之液體。名之曰**石灰乳** Milk of lime。再加多量之水則其輕養化鈣稍能溶解於水中。而成鹼性之溶液。名之曰**石灰水** Lime water。石灰水遇無水碳酸則復化合而成碳酸鈣。其反應如下。



工業上石灰之用途甚廣。如**三合土** Mortar 者。乃砂、泥、石灰三者加水混合而成。以之築牆鋪地及接合磚瓦。經時則變硬。**西門脫** Cement 者。通俗稱洋灰。或稱水泥。乃黏土與石灰石之混合物。燒後碾成之細粉。能在水中變硬。此等物質變硬之理由。當因其成碳酸鈣、鋁酸鈣及矽酸鈣也。石灰又可用為消毒劑及肥料。

將生石灰與骸炭之混合物。在高溫度之電氣爐中。通電氣熱之。

(圖62) 則成養化炭與炭化鈣 [CaC₂] Calcium carbide。其反應如下。



炭化鈣遇水則分解而生一種氣體。是為**阿西脫林** Acetylene。其分子式為 C₂H₂。燃之則放強光。通俗所

謂水電燈或水月電燈者即燃此氣之燈也。

綠化鈣 $[\text{CaCl}_2]$ Calcium chloride 之無水者為白色粗鬆之塊。由其溶液所得者為無色之結晶體 $[\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ 置空氣中則潮解。此質吸收水汽之性甚強。故每用為乾燥劑 Dryer。

硫酸鈣 $[\text{CaSO}_4]$ Calcium sulphate 之天然產者為**石膏** $[\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ Gypsum。石膏中含有結晶水。熱之至一五〇度以上則失去其水之多少而變為粉末。名曰**燒石膏** Plaster of Paris。和以水成漿而置之則漸凝固。其凝固之際有漲大之性。在刻花之模中凝固者能顯出模上精細之花紋。故用以塑像造模。

實驗 73 取二十餘克之燒石膏約和以三分之一之水使成稠厚之漿。選花紋清楚之銅幣一枚。面上塗油少許而將石膏漿塗於其上。稍用力壓之使其密接。經一小時許將銅幣取出即得精細之石膏模。

硫酸鈣稍能溶解於水中。天然水之溶解硫酸鈣及酸性碳酸鈣者名之曰**硬水** Hard water。而含酸性炭

酸鈣之硬水煎沸之則其碳酸鈣即沈澱而易除去故名曰一時之硬水 Temporary hard water。含硫酸鈣者則不易除去故名曰永久之硬水 Permanent hard water。

鋇 Barium 者常為硫酸鹽及碳酸鹽而存於礦物中。

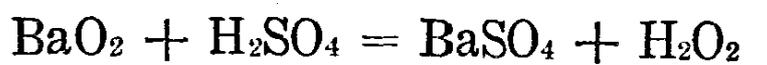
硫酸鋇 (BaSO_4) Barium sulphate 者在水中及酸溶液中殆絕不溶解故將各種硫酸鹽之溶液與鋇鹽之溶液混和均生沈澱之硫酸鋇分析術上每利用此反應以檢出硫酸根及鋇根又用以定量。

綠化鋇 (BaCl_2) Barium chloride 者將碳酸鋇 (BaCO_3) Barium carbonate 溶解於鹽酸中而製得之分析術上以供硫酸定量之用。

養化鋇 (BaO) Barium oxide 為白色之固體通俗稱曰重土 Baryta 性質與生石灰相似將養化鋇加熱而引空氣通過則與養氣化合而成過養化鋇 (BaO_2) Barium peroxide 將過養化鋇加大熱則復放出

養氣之半而成養化鋇工業中每利用此反應以自空氣中製得養氣。

將稀硫酸注入過養化鋇中則成過養化輕 (H₂O₂) Hydrogen peroxide 之水溶液其反應如下。



過養化輕乃無色之液體易放出其養氣之半而成水用以漂白物質。

凡物質易放去養氣以使他物養化者名曰養化劑 Oxidizing agent。如硝酸過養化鈉過養化輕是也。然綠氣易與水中之輕氣結合而放出養氣故綠氣亦為間接之養化劑。

鎊鹽之主要者為硝酸鎊 [Sr(NO₃)₂] Strontium nitrate 乃無色之結晶體以與可燃物相混而燃之則發紅色之火燄甚為美麗故用以製煙火。

於無色之火燄中置可揮發之物質則其火燄往往呈特別之色名之曰燄色反應 Flame reaction。故於酒精燈之燄中置含此等物質之鹽皆可由其燄色之

不同而識別其中所含之物質。

實驗 74 以潔淨之白金絲沾硝酸鎳少許置入酒精燈之焰中則其焰呈紅色。又試易鎂鹽則呈綠色。易鈣鹽則呈橙黃色。易鈉鹽則呈黃色。易鉀鹽則呈紫色。

鈣鎂鋇之單體遇水亦能直接化合。其輕養化物之水溶液亦皆呈鹼性反應。然此等原質俱為二價。又其碳酸鹽、硫酸鹽、磷酸鹽均不易溶解於水中。故與鹼金屬原質不同而名之曰鹼土金屬原質 Alkaline earth metals。

第四章 土金屬及其化合物

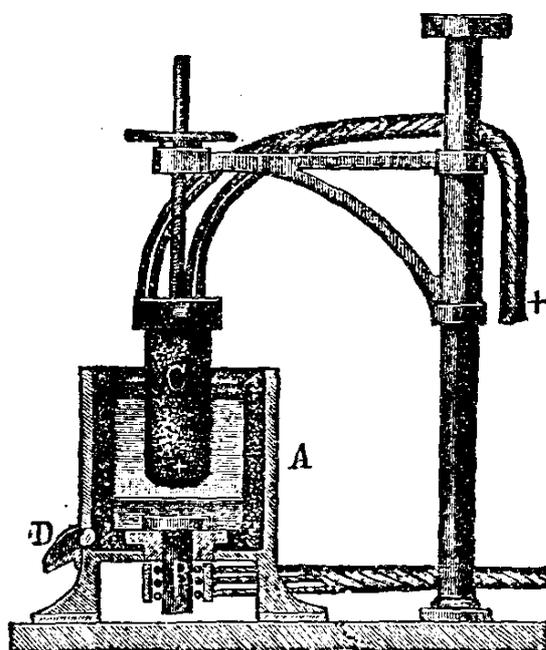
鋁 Aluminium 為矽酸鹽而廣存於巖石中及土中。如長石、雲母等礦物皆含矽酸鋁。又黏土者主由矽酸鋁而成。故地球上所存之原質養矽以外殆以鋁為最多。

將含弗化鋁之冰晶石 $[AlF_3 \cdot 3NaF]$ Cryolite 置入通過強電流之兩極間融解之。更徐徐添入養化鋁

[Al_2O_3] Aluminium oxide 即可由電解之法而得鋁。
(圖63)

鋁為白色之金屬。比重二·五八。融點七〇〇度許。
質堅而輕。富延性及
展性。在空氣中不失
其光澤。故用途甚多。

(63)



養化鋁之天然產
者為鋼玉 Corundum。

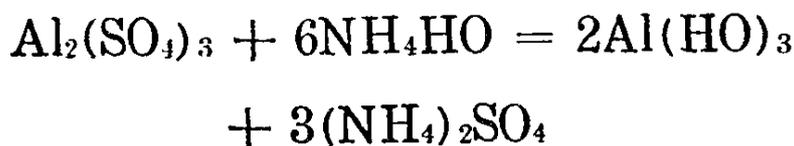
其質甚堅。通俗所謂
金剛砂 (亦稱寶砂)

Emery 者即其不純
之細粒。以供研磨玻

璃玉石之用。其含少量之夾雜物而成紅色者為紅寶
石 Ruby。成青色者為藍寶石 Sapphire。俱列於珍寶
中。

輕養化鋁 [$\text{Al}(\text{HO})_3$] Aluminium hydroxide 者由

鋁鹽之溶液中加入亞摩尼阿水而成其反應如下。



此質爲弱鹽基。雖能與酸相中和而成**硫酸鋁** $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3]$ Aluminium 及**綠化鋁** $[\text{AlCl}_3]$ Aluminium chloride。亦能與鹼金屬之輕養化物化合而成**鋁酸鹽** Aluminate。如**鋁酸鉀** $[\text{K}_3\text{AlO}_3]$ Potassium aluminate **鋁酸鈉** $[\text{Na}_3\text{AlO}_3]$ Sodium aluminate 是也。

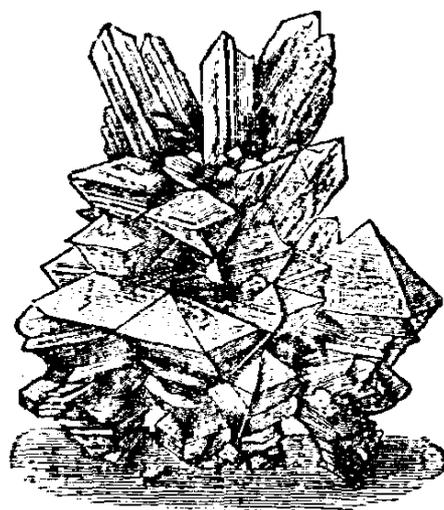
輕養化鋁能與有機色質結合而成不溶性之化合物。故用爲**媒染劑** Mordant。

實驗 75 於明礬之溶液中加入亞摩尼阿水則生白色膠狀之沈澱。卽輕養化鋁也。將此沈澱洗淨之而置入蘇木之煎汁中染之則成紅色。雖洗之不脫。

明礬 Alum 爲硫酸鋁硫酸鉀合成之複鹽 $[\text{AlK}(\text{SO}_4)_2]$ 乃鋁鹽中之最普通者。製法於黏土中加硫酸而熱之則成硫酸鋁。以水浸出之。再加硫酸鉀而蒸發。

之使成結晶形 $[\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$ (圖64) 卽明礬也。熱之則失去結晶水而成粗鬆之塊名之曰煨明礬 Burnt alum。

(64)



鋁爲三價之原質以其爲構成土壤之主成分故名之

曰土金屬原質 Earth metals。

第五章 鋅族原質及其化合物

鎂 Magnesium 爲碳酸鹽矽酸鹽而廣布於地上。又爲硫酸鹽及綠化物而存於天然水中。海水中含之較多。

鎂爲銀白色之金屬。比重一·七四。融點七五〇度。許有延性及展性。在空氣中徐徐養化而失其光澤。燃之則放強光。其光綫能誘起化學作用。故用以在暗處照像。

綠化鎂[MgCl₂] Magnesium chloride 爲鹽滷中之主成分有苦味而易潮解熱之則加水分解而成養化鎂及綠化輕其式如下。

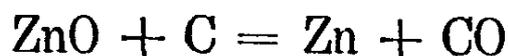


硫酸鎂[MgSO₄] Magnesium sulphate 亦有苦味易溶解於水通俗稱之曰瀉利鹽[MgSO₄·7H₂O] Epsom salt 用爲醫藥天然水之含有硫酸鎂者亦爲硬水。

鋅 Zinc 之重要礦物爲方鋅礦 [ZnS] Zinc blende 及菱鋅礦 [ZnCO₃] Smithsonite 卽其硫化物及碳酸鹽也由此等礦物製鋅之法先在空氣中熱之使成養化鋅[ZnO]Zinc oxide 式如下。



再將養化鋅與木炭相混而置入黏土所製之曲頸甌中熱之則其養化鋅還原而成鋅之蒸氣導之入受器中則凝固而得鋅式如下。



鋅爲青白色之金屬。比重七·一。融點四一二度。沸點九五〇度許。在一〇〇度至一五〇度之間有展性。置空氣中雖因養化而失其光澤。然此養化物被於表面。可以保其內部永不變化。故以之製種種器具。及塗於鐵面以防生鏽。

養化鋅者。將鋅在空氣中燒之。或將碳酸鋅強熱之而成。乃白色之粉末。通俗稱曰鋅華 *Zinc white*。用爲醫藥及顏料。

綠化鋅 [ZnCl_2] *Zinc chloride* 及硫酸鋅 [ZnSO_4] *Zinc oxide* 者。將鋅或養化鋅溶解於鹽酸及硫酸中而成。二者俱用爲防腐劑及醫藥。

鎘 *Cadmium* 常見於鋅礦中。產量甚少。其單體爲白色之金屬。比鋅易揮發。

鎂、鋅、鎘皆爲二價之原質。在空氣中燃之。皆成養化物。其碳酸鹽皆遇熱而分解。頗與鹼土金屬相似。惟其

硫酸鹽皆易溶解於水。其綠化物較易分解。故與鹼土金屬稍異。特名之曰鋅族原質 Elements of Zinc family。

第六章 鐵族原質及其化合物

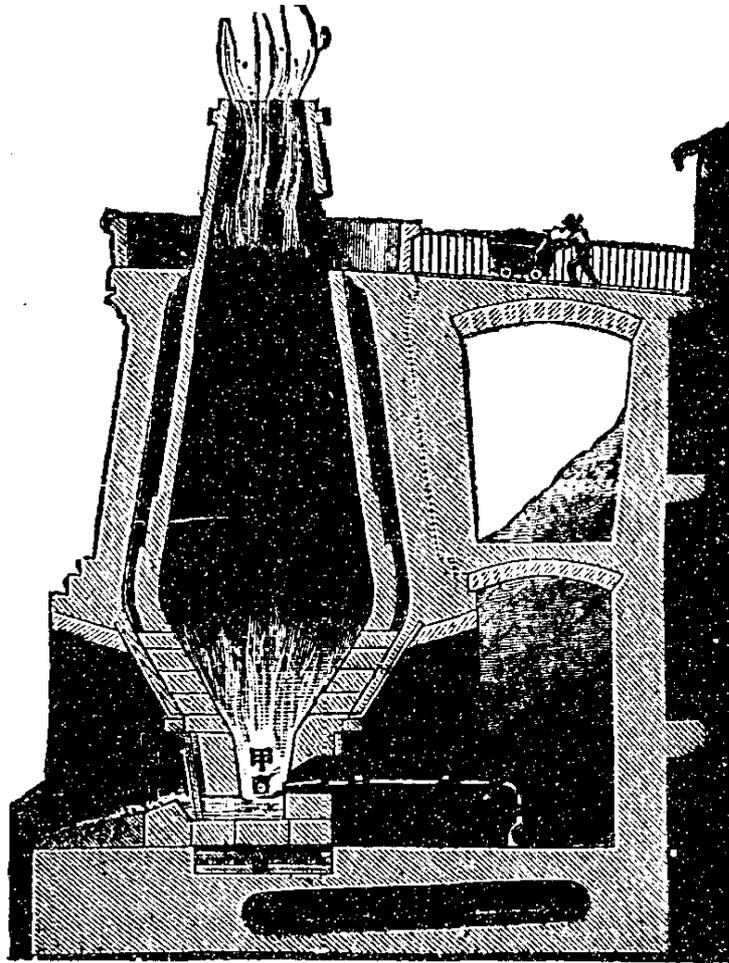
第一節 鐵鎳鈷及其化合物

鐵 Iron 之單體天然產者為隕石。其量甚少。至化合物則散布極廣。含鐵之主要礦物為磁鐵礦 $[\text{Fe}_3\text{O}_4]$ Magnetite 赤鐵礦 $[\text{Fe}_2\text{O}_3]$ Hematite 褐鐵礦 $[\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}]$ Limonite 黃鐵礦 $[\text{FeS}_2]$ Iron pyrites 等。

由鐵之原礦製鐵之法可為各種冶金術之模範。其要點有二。一則將原礦燒之。使養化而成養化鐵。二則使養化鐵還原而成鐵。在磁鐵礦及赤鐵礦則其原礦本為養化鐵。直使之還原可矣。其法於高大之鼓風爐 Blast furnace (圖65) 中。將養化鐵。骸炭。石灰石三者。自上部輪流傾入。使其層層相間。更自爐底之鐵管。鼓進高熱之空氣。使骸炭燃燒而生高熱。則由養化鐵還

原所成之鐵。
 皆融解而積
 於爐底。又原
 礦中之土砂
 等。則與石灰
 化合而成玻
 璃狀之渣滓。
 浮於鐵面。以
 防其氧化。如
 此所得之鐵。
 通俗稱曰生
 鐵。亦曰豬鐵。

(65)

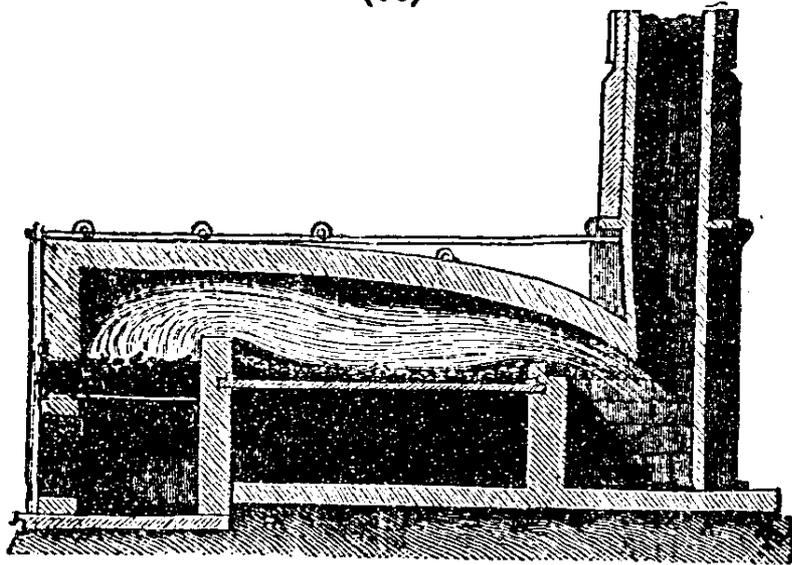


Pig iron。其百分中含炭三分至六分。及磷硫矽少許。
 性脆而易融解。不能鍛接。惟適於鑄器。故又名曰鑄鐵
 Cast iron。

將生鐵在倒燄爐 Reverberatory furnace (圖66)

中融解之。
不絕攪拌。
且由高煙
突引進空
氣使生鐵
中所含之
炭及其餘

(66)



夾雜物全養化而散出。則成難融解之黏塊。是為熟鐵 Wrought iron。其百分中含炭〇·二分。為普通鐵類中之最純粹者。比重七一·六。熱至紅則柔。有展性及延性。且可鍛接。故又有鍛鐵之名。

將融解之生鐵傾入能旋轉之爐(圖67)中。以強壓力自爐底送入空氣。使炭之大部份俱養化而散出。乃加生鐵少許。則即成鋼 Steel。是為別色麻法 Bessemer process。又於倒燄爐中融解生鐵及鐵屑。使高熱之火燄自其面上經過。則其所含之不純物殆全經養化而

得近於純粹之鐵乃

(67)

加適當之調合物則

亦可成鋼是爲西門

子麻丁法 Siemens

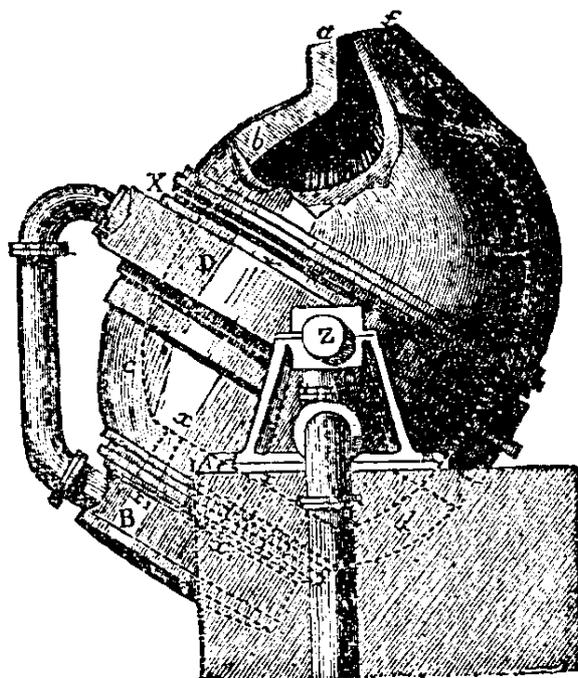
Martin process 鋼百

分中約含炭質○·

八分左右於紅熱時

投之水中使速冷則

堅硬如生鐵若徐徐



冷之則軟如熟鐵故鋼如淬水得宜可成彈力極強之物體如鐘表中之發條是也。

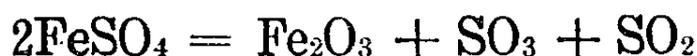
鐵在常溫度之乾空氣中不生變化惟在濕空氣中易生黃色之鏽是爲輕養化第二鐵 $[\text{Fe}(\text{HO})_3]$ Ferric hydroxide 又在空氣中灼熱之則生黑色之薄層易於剝脫是爲四三養化鐵 $[\text{Fe}_3\text{O}_4]$ 與磁鐵礦之質相同亦有磁性故又名曰磁性養化鐵 Magnetic oxide of iron。

鐵之鹽有二系即第一鐵鹽及第二鐵鹽而第一鐵鹽皆易養化而成第二鐵鹽。

硫酸第一鐵 $[\text{FeO}]$ Ferrous sulphate 者將鐵在稀硫酸中溶解或將黃鐵礦曝於空氣中使之養化而成其結晶體通俗稱之曰綠礬 $[\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}]$ Green vitriol 以供染色及製洋墨水之用。

實驗 76 於硫酸第一鐵之溶液中加亞摩尼阿水即生白色之沈澱是為輕養化第一鐵然不久即變為綠色是因其一部分已養化也更置之一二日則成普通之鐵鏽矣。

養化第二鐵 $[\text{Fe}_2\text{O}_3]$ Ferrous oxide 之天然產者為赤鐵礦又將硫酸第一鐵強熱之亦成此質式如下。



如此所製者乃暗赤色之粉末通俗稱曰代赭石 Rouge 以供顏料及研磨玻璃之用。

綠化第二鐵 $[\text{FeCl}_3]$ Ferric chloride 由綠氣與鐵直接化合而成易於潮解其丁幾用為止血藥。

鎳 Nickel 與鈷 Cobalt 隕石中亦存其少量。又爲硫砷化合物而存於礦物中。

鎳爲青白色之金屬。比重八·九。在空氣中不失其光澤。故以之鍍於銅器或鐵器之面。又以造白銅等合金。鈷之單體雖類似鎳。而其用途尙未發見。

鎳與鈷之養化物皆有二種。[NiO] [CoO] [Ni₂O₃] [Co₂O₃] 頗與鐵相似。硫酸第一鎳與硫酸銻之複鹽 [NiSO₄·(NH)₂SO₄·6H₂O] 用以製電氣鍍鎳之溶液。鈷之養化物與矽酸鹽共融解之。則成青色之矽酸鹽。故以之製青色玻璃或青花之磁器。綠化第一鈷 [CoCl₂] Cobalt chloride 爲紅色之結晶體 [CoCl₂·6H₂O] 熱之則失去結晶水而變爲青色。

實驗 77 將綠化第一鈷之稀薄溶液寫字於粉紅色之紙上。乾之無跡。若在火上微烘之。則現青綠色之字。以呵氣溼潤之。則其字復隱。故此溶液可用作隱顯墨。

第二節 錳鎳及其化合物

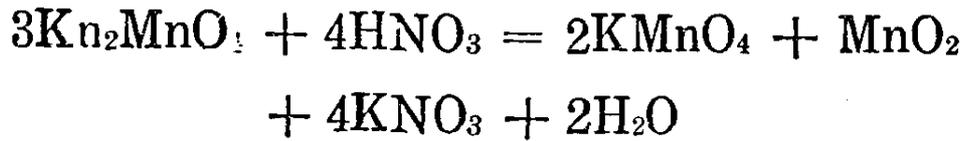
錳 Manganese 之主要礦物爲軟錳礦 (MnO_2) Pyrolusite。即二養化錳之黑塊色也。天然產者甚多。鉻則多與鐵相合而成鉻鐵礦 (FeCrO_4) Chromite。此二質之單體無甚用途。但其化合物則於工業上頗爲重要。

錳鹽及鉻鹽俱如鐵鹽之有二系。但第二錳鹽不安定。故普通之錳鹽皆第一錳鹽。第一鉻鹽易養化。故普通之錳鹽皆第二鉻鹽。如硫酸第一錳 (MnSO_4) Manganese sulphate 及硫酸第二鉻 $(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3)$ Chromium sulphate 是也。

錳及鉻之養化物能與鹼金屬化合而成錳酸鹽及鉻酸鹽。將二養化錳與輕養化鉀及硝酸鉀(養化劑)共融解之。則成綠色之塊。是即錳酸鉀 (K_2MnO_4) Potassium manganate 也。鑑別錳鹽時常用此法。

將此質溶解於水。其溶液亦呈綠色。然加以酸則忽變爲紫色。且生二養化錳之黑色沈澱。是因二價之錳酸伊洪 (MnO_4^{2-}) 遇酸變爲一價之過錳酸伊洪 (MnO_4^-)

而由過錳酸鉀 [KMnO₄] Potassium permanganate 而成過錳酸鉀 [K₂MnO₄] Potassium manganate 也其式如下。



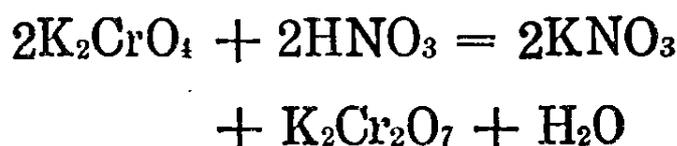
過錳酸鉀乃暗紫色之結晶體。其溶液為養化劑。能養化細菌等有機體而撲滅之。故用為消毒劑。又可以之鑑識水中所含有機物之多寡。

實驗 78 於破裂之坩鍋中盛輕養化鉀四克許。加熱融解之。再加二養化錳一克許。硝酸鉀二克許。而攪拌之。則生綠色之塊。以冷水溶解之。而加硝酸少許。則可見其溶液忽由綠色變為紫色。

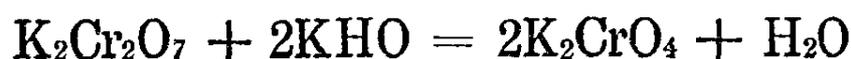
實驗 79 取試驗管二個。一盛蒸餾水。一盛含有有機物之水。（如沼澤或溝渠中之水。又於純水中溶解草酸少許代之亦可。）各加硫酸少許而熱之。乃將過錳酸鉀之溶液徐徐滴入。則在蒸餾水中者不退色。在含有有機物之水中者變為無色。

將鉻鐵礦與碳酸鉀及鎔酸鉀（養化劑）共融解之。則成黃色之塊。是為鉻酸鉀 [K₂CrO₄] Potassium chromate。鑑別鉻鹽時常用此法。

將此質溶解於水其溶液亦呈黃色加硝酸則忽變爲橘紅色是因其成重鉻酸鉀 ($K_2Cr_2O_7$) Potassium bichromate 也式如下。



而於此溶液中加輕養化鹼金屬之溶液則復變黃色即其重鉻酸鉀復變爲鉻酸鉀也式如下。



鉻酸鉀爲黃色之結晶重鉻酸鉀爲紅色之大結晶用於染色術。

實驗 80 取重鉻酸鉀少許以水溶解之而加亞摩尼阿水則忽變爲淡黃色加硝酸則復變爲橘紅色。

鉻錳鐵鈷鎳皆二價及三價之原質其性質相似之處頗多總稱之曰鐵族原質 Elements of iron family。

第七章 錫族原質及其化合物

錫 Tin 之養化物天然產者爲錫石 (SnO_2) Cassi-

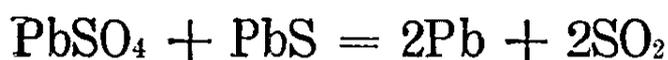
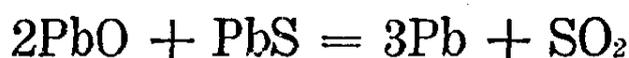
terite。以與木炭共熱之則還原而得錫。

錫爲白色之金屬。比重七·二九。融點二三〇度。富展性而無延性。在常溫度不受空氣及水之作用。故以之敷於銅鐵器之面。可免生鏽。馬口鐵 Tin plate 者即鍍錫之薄鐵片也。

將錫溶解於鹽酸中而蒸發之則得無色之結晶體。是爲綠化第一錫 $[\text{SnCl}_2]$ Stannous chloride。將此質熱之而通過綠氣則成發煙性之液體。是爲綠化第二錫 $[\text{SnCl}_4]$ Stannic chloride。凡陰根之量增加如使綠化第一錫變爲綠化第二錫亦名之曰養化 Oxidation。其減少亦名之曰還原 Reduction。故養化與還原之名稱不僅用於養氣已也。

鉛 Lead 之硫化物天然產者爲方鉛礦 $[\text{PbS}]$ Galena。爲製鉛之重要礦物。由此礦物製鉛之法先在空氣中燒之使其一部分養化而成養化鉛 $[\text{PbO}]$ Lead oxide 及硫酸鉛 $[\text{PbSO}_4]$ Lead sulphate。然後絕空氣

而加熱使之還原則得鉛其反應如下。



鉛爲青白色之金屬。比重一一·三。融點三二五度。質軟。劃之易成痕。在溼空氣中。表面生薄鏽而不侵入內部。遇硫酸亦不易侵蝕。故以之製各種器具。但鉛之化合物有毒。且略能溶解於水。故鉛製之器。不可盛飲料水。

鉛在空氣中熱之。則養化而成養化鉛。乃黃色之粉末。通俗稱曰密陀僧 Litharge。將養化鉛在空氣中加熱至四〇〇度許。則成赤色之粉末。爲養化鉛與過養化鉛之混合物 $(\text{Pb}_3\text{O}_4 = 2\text{PbO} + \text{PbO}_2)$ 。通俗稱之曰鉛丹 Minium。用爲顏料。過養化鉛 (PbO_2) Lead peroxid 乃黑色之粉末。爲養化劑。電氣工業中以製蓄電槽。

碳酸鉛 (PbCO_3) Lead carbonate 之天然產者爲白鉛礦 (PbCO_3) Cerussit 又用爲顏料之鉛粉 White

lead 乃鹽基性碳酸鉛[$Pb_2(OH)_2CO_3$] Basic carbonate of lead 也將養化鉛溶解於醋酸中而通過無水炭酸即成此質。凡鉛之化合物皆有毒。故鉛粉不可以敷面。

錫與鉛皆為二價及四價之原質。有[RO]及[RO₂]之養化物。又其四價之養化物皆能與輕養化鹼金屬合成錫酸鹽及鉛酸鹽。故列為一族。名之曰錫族原質 Elements of tin family。

第八章 銅族原質及其化合物

銅 Copper 雖有天然產之單體。然普通之銅皆自赤銅礦[Cu_2O] Cuprite 黃銅礦[$CuFeS_2$] Chalcopyrite 硫銅礦[Cu_2S] Chalcocite 等礦物製取之。

由赤銅礦製銅之法最為單簡。即與木炭共熱。使之還原而得銅。但在黃銅礦則須先除去其鐵。更使其硫化銅之一部分養化。然後絕空氣而熱之。以使之還原而得銅。

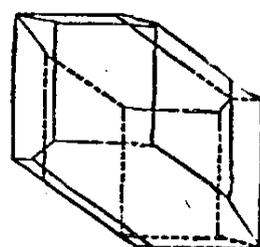
如此所得之銅含不純物頗多。故須用電氣精銅法

Electro-refining of copper 以精製之。即以純粹之銅為陰極。不純之銅為陽極。共置之硫酸銅之溶液中。而通電流。則於陰極上漸積聚純粹之銅。

銅為赤色之金屬。比重八·九。融點一〇六五度。富延性及展性。易傳熱及電氣。在濕空氣中則發生銅綠 Verdigris。此質有毒。故銅器之貯食物者。其內面須以錫鍍之。

銅有鹽基性之養化物二種。即養化第一銅 $[Cu_2O]$ Coprous oxide 及養化第二銅 $[CuO]$ Copric oxide 是也。養化第一銅天然產者即赤銅礦。養化第二銅為黑色之粉末。將銅在空氣中赤熱之而成。至普通之銅鹽。則皆為第二銅鹽。如硫酸銅 $[CuSO_4]$ Copper sulphate 等是也。

硫酸銅由銅在濃硫酸中熱之溶解而成。其結晶體 $[CuSO_4 \cdot 5H_2O]$ 成青色之大塊 (圖68) 通俗之曰稱膽



礬 Blue vitriol。工業中應用甚廣。

硝酸銅 $[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2]$ Copper nitrate 由銅在硝酸中溶解而成。其結晶體及溶液皆為青色。鹽基性碳酸銅 $[\text{CuHOCO}_3]$ Basic carbonate of copper 者。即銅綠是也。其天然產者。又為孔雀石 $[\text{CuCO}_3\text{Cu}(\text{HO})_2]$ Malachite 及藍銅礦 $[2\text{CuCO}_3\text{Cu}(\text{HO})_2]$ Azurite。

汞 Mercury 之單體。通常稱為水銀。雖有天然產者。然普通皆由其硫化物（即辰砂 $[\text{HgS}]$ Cinnabar）製取之。將辰砂之粉末與石灰或鐵屑混合。入鐵製之曲頸甌中蒸餾之。即得汞。

汞為灰白色之液體金屬。比重一三·六。融點零下三九度。沸點三五七度。於常溫度在空氣中不變化。其應用甚廣。

汞之鹽有二系。如綠化第一汞 $[\text{HgCl}]$ Mercurous chloride 及綠化第二汞 $[\text{HgCl}_2]$ Mercuric chloride 是也。綠化第一汞在第一汞鹽之溶液中。加綠化物之溶

液而成。通常稱曰**甘汞** Calomel。不溶解於水中。用爲醫藥。綠化第二汞。通常稱曰**昇汞** Corrosive sublimate。將食鹽與硫酸第二汞之混合物昇華而製得之。有大毒。稍能溶解於水。其溶液能撲滅細菌。故用爲防腐劑及消毒劑。凡蛋白質遇昇汞則凝固。故誤中昇汞之毒者。可服生蛋白或牛乳以解之。

硫化第二汞 (HgS) Mercuric sulphide 天然產者爲辰砂。又**銀硃** Vermilion 者爲人工製之硫化第二汞使之昇華而成。

銀 Silver 之單體雖有天然產者。然其主要之礦物爲**硫銀礦** (Ag₂S) Argentite。又**方鉛礦** (PbS) Galena 中亦每含有微量之銀。

由硫銀礦取銀之法曰**汞膏法** Amalgamation。將此礦物與食鹽共熱之。使成**綠化銀** (AgCl) Silver chloride。以與鐵屑及水銀混和。置之水槽中。急速旋轉之。則成綠化第一鐵。及溶解於水銀中之銀。乃將此混合

物入革囊擠出其銀汞膏而蒸餾之。以去其水銀即得純銀。

由方鉛礦所製之鉛析出其銀之法曰灰吹法 Cupellation。將鉛入大鍋中融解之。加鋅少許則銀與鋅結成較輕之合金浮於鉛之表面。乃取出蒸餾之。以去其鋅。然其銀中尚混有鉛。故須置之於骨灰之爐座上。通空氣熱之。使氧化。則鉛為爐座所吸收而得純銀。

銀為白色之金屬。比重一〇·五七。融點九五四度。富延性及展性。最易傳熱及電氣。不論溫度之高低。俱不與氧氣直接化合。惟遇硫化物。則易成黑色之硫化銀 (Ag_2S) Silver sulphide。

銀之鹽基性氧化物祇一種。其所成之鹽亦祇有一系。

硝酸銀 (AgNO_3) Silver nitrate 者。將銀溶解於硝酸中而成。此質遇有機物而曝之日光中。則還原而成黑色之銀。故為照像術中最重要之藥品。又因其有腐蝕

性故用爲外科之醫藥。

綠化銀 [AgCl] Silver chloride 溴化銀 [AgBr] Silver bromide 及碘化銀 [AgI] Silver iodide 者於硝酸銀之溶液中加綠化物溴化物及碘化物而成皆不溶解於水及酸溶液中故分析術上每用硝酸銀之溶液以識別成鹽原質。又此等銀鹽遇光線則其一部分皆分解而變爲黑色。故照像術利用之。

實驗 81 盛硝酸銀之溶液於試驗管中加少量之亞摩尼阿水再加少量之葡萄糖或酒石酸而熱之則其還原所生之銀集於試驗管之內面而成玻璃鏡。

實驗 82 於井水中滴入硝酸銀之溶液數滴即有白色之綠化銀沈澱置日光中曝之則變爲紫黑色。

銅及汞皆爲一價及二價之原質。銀雖僅有一價之化合物而其化合物之性質頗與第一銅及第一汞相似故爲同族之原質而名之曰銅族原質 Elements of copper family。

第九章 貴金屬原質

金 Gold 者常爲單體而存於巖石中。又由含金之巖石破碎而存於砂中。由此等礦物取金之法。如非砂金則先搗碎之使成砂。而用流水淘汰之。因金比砂重至五倍有餘。故易將砂淘去而取得其金。名曰淘汰法。又將金礦之細粉與水銀相混。如取銀之法取之。名曰汞膏法。又於金礦之細粉中。加衰化鉀 $[K(CN)]$ Potassium cyanide 之溶液。並使遇空氣。則其微細之金能溶解於液中。而成金衰化鉀 $[KAu(CN)_2]$ Potassium gold-cyanide。加鋅而析出其金。名曰衰化法 Cyanide process。

金爲黃色明麗之金屬。比重一九·三。融點一〇六四度。甚富延性及展性。遇養氣及普通之強酸俱不變化。惟將硝酸一分鹽酸三分混和所成之王水 Aqua regia 能溶解之。是因王水中有游離之綠氣。其作用甚劇烈也。將此溶液蒸發之。則得黃色之結晶體 $[HAu$

$\text{Cl}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$] 卽金綠化輕酸 Chlor-auric acid。通俗稱之曰綠化金 Gold chloride。照像術用之。

鉑 Platinum 者普通稱曰白金。往往與銻 Iridium 鈳 Palladium 銻 Osmium 等罕見之金屬成合金而共產出。乃灰白色之金屬。比重二一·四。融點一七七〇度。富展性及延性。遇養氣及普通之強酸俱不變化。且不易融解。故以之製化學器具。

將鉑溶解於王水中而蒸發之。則得赤褐色之結晶體 H_2PtCl_6 。是爲鉑綠化輕酸 Chlor-platinic acid。通俗稱之曰綠化白金 Platinum chloride。於其溶液中加鉀鹽或銻鹽。則生黃色之沈澱。卽鉑綠鉀酸 $[\text{K}_2\text{PtCl}_6]$ Potassium chlor-platinate 或鉑綠酸銻 $[(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6]$ Ammonium chlor-platinate。分析術上每用此以識別鉀鹽或銻鹽。

將鉑綠酸銻熱之。則分解而成海綿狀白金 Spongy platinum。此質能媒助氣體之化合。用以製無水硫酸。

者是也。凡化學中其本體不變化而由其接觸作用以使他物變化者名之曰觸媒 Catalyser。

金爲一價及三價之原質。鉑銻鈀銻爲二價及四價之原質。其單體之比重頗大。且不易與他物化合。產額不多。價格甚貴。故總稱曰貴金屬原質 Noble metals。

第十章 原質之週期律

上述之各種物質每合數種原質爲一族。而其同族之原質皆有相似之性質。然細爲比較則其原子量相近者其性質亦愈相近。如淡族原質中之淡與磷。磷與砷。砷與銻。銻與鉍皆多相似之處。而淡與鉍則頗不相似。又各原質之單體大都原子量愈大則其比重亦愈大。且其沸點及融點愈高。如成鹽原質在常溫度弗與綠爲氣體。溴爲液體。碘爲固體是也。如此則各物質之物理性質。化學性質皆與其原子量有密切之關係。故將各原質依其原子量之次序而排列成表則可得許多賅簡之說明。其所列之表如下。

週期律表

週期	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	
1		Li	Na	K	Rb	Cs	—	—	
2		Be	—	Ca	Sr	Ba	—	Ra	
3		•	稀有金屬	Sc	Yt	La	Yb	—	
4				Ti	Zr	Ce	—	Th	
5				V	Cb	—	Ta	—	
6				Cr	Mo	—	W	U	
7				Mn	—	—	—	—	
8				} Fe Co Ni Cu	Ru	—	Os	主要之重金屬	
1					Ag	—	Au		
2			Mg		Zn	Cd	—		Hg
3	非金屬	B	Al		Ga	In	—		Tl
4		C	Si	Ge	Sn	—	Pb		
5		N	P	As	Sb	—	Bi		
6		O	S	Se	Te	—	—		
7	H	F	Cl	Br	I	—	—		
8	He	Ne	A	Kr	Xe	—	—		
週期	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	

上表係將自原子量最小之輕氣至原子量最大之鈾。所有各原質順次排列。自上而下。復自左而右。其一行名曰一週期。其一排名曰一屬。則可知各種原質之性質。從其原子量之增加。漸漸變化。至隔若干種以後。則復與其若干種以前之原質相似。而為同屬之原質。即表中之各原質。其性質殆係週而復始也。故名之曰**原質之週期律** Periodic law of elements。而本書所列為同族之原質。在表中皆係同屬或同週期之原質。故其性質皆相似。又本書所未述之各原質。亦可覽此表而推知其性質矣。

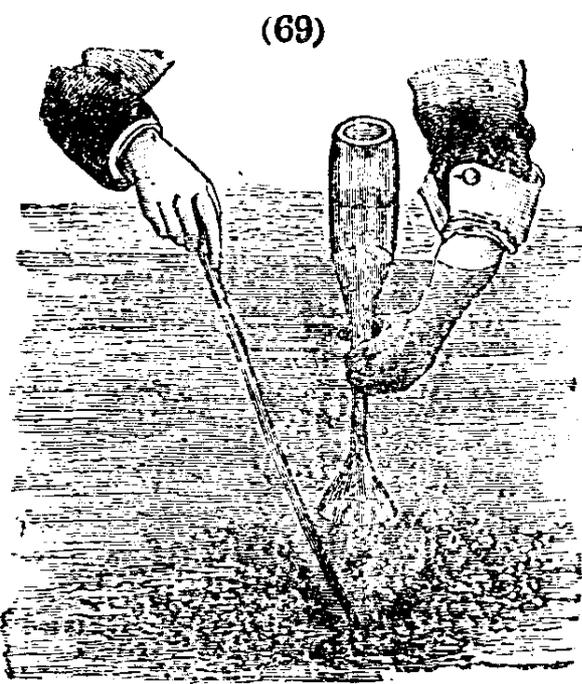
下篇 有機化合物

第一章 巴辣芬系之炭化輕

有機體與無機體之區別於學理不合。前已言之。茲篇所論者。實際皆炭與輕之化合物。及由炭與輕之化合物誘導而成之化合物也。此等化合物中所含之原質。不過三四種（即炭、輕、養及淡。間有含硫者）然其化合物之種類。非常繁曠。其分子式亦非常複雜。茲先就其單簡者論之。

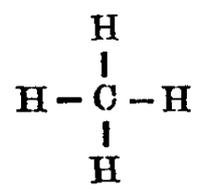
將醋酸鈉 Sodium acetate 與輕養化鈉之混合物熱之。則得無色無臭之氣體。名曰米脫痕 Methane。其分子式爲 CH_4 。點火則放青色之燄而燃燒。其與空氣混和者。遇火亦如輕氣之能爆發。煤礦之中。常有爆發者。即因其生是氣也。植物質在空氣不足之處腐爛。亦生是氣。沼池之底。每有此氣發生。可攪拌水底而取得之（圖69）故又名曰沼氣 Marsh gas。

實驗 83 將乾燥之醋酸
 鈉五克許和以同量之輕養
 化鈉及石灰末少許入堅硬
 之試驗管中熱之則生米脫
 痕可用水槽捕集之而試其
 性質。

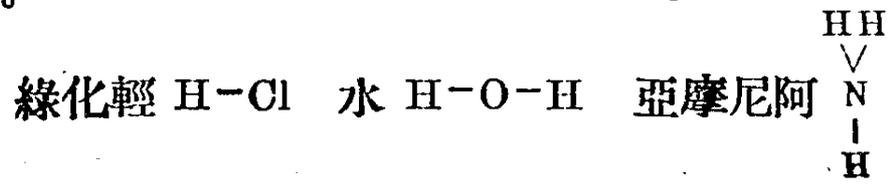


凡炭與輕之化合
 物總稱之曰炭化輕
 Hydrocarbons。米脫

痕者為最單簡之炭化輕。即以四價之炭原子一個結
 合輕氣原子四個也。可以式表之。

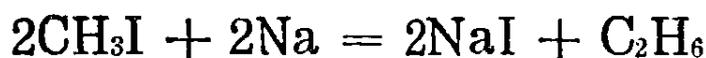


如此將分子中之各原子依其原子價連結所成之
 式名曰構造式 Constitution formula。茲舉數例如下。

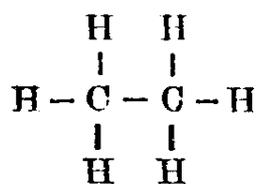


米脫痕之構造式中其輕氣原子之一每可以他原子代之如綠化米脫爾(CH₃Cl)Methyl chloride 碘化米脫爾(CH₃I)Methyl iodide 是也故米脫痕者可視作一價之米脫爾基(CH₃)Methyl radical 與輕氣原子化合之質猶水之爲輕養根與輕氣原子化合之質也。

於碘化米脫爾中加鈉而熱之則生碘化鈉與以脫痕(C₂H₆)Ethane。其反應如下。



以脫痕亦爲無色無臭之氣體點火則發微光而燃燒由前式之反應觀之其構造式如下。



即以脫痕者可視作由二個米脫爾基結合而成而在炭化輕中尙有類此之高級化合物甚多如布路比

痕(C_3H_8) Propane 者可視作由米脫爾基與以脫爾基(C_2H_5) Ethyl radical 各一個結合而成。布脫痕(C_4H_{10}) Butane 者可視作由二個以脫爾基結合而成。此類之化合物皆有 $[C_nH_{2n+2}]$ 之公式。因固體之巴辣芬(即石蠟) Paraffin 即由此等化合物混合而成。故總名之曰巴辣芬系之炭化輕 Hydrocarbons of paraffin group。其米脫爾基以脫爾基等總名之曰阿爾起爾基 Alkyl radical。

石油 Petroleum 主由巴辣芬系之炭化輕混合而成。而此等物質其分子量愈增則其沸點及融點愈高。在常溫度其一分子中含炭原子四個以下者為氣體。含炭原子五個至十六個者為液體。含炭原子十七個以上者為固體。故地中原產之石油必須分餾 Fractional distillation 以分別之。即在三〇度至一五〇度蒸出者曰揮發油 Fusel oil。用為溶媒。一五〇度至三〇〇度蒸出者曰燈油 Burning oil。即普通點燈之煤

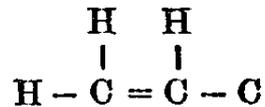
油其炭化輕之分子式在 $[C_9H_{20}]$ 至 $[C_{17}H_{36}]$ 之間在三〇〇度以上蒸出者其最初所得爲器械油 Mechanic oil 次爲番士林 Vaseline 乃糊狀之黏質以製膏藥其後得巴辣芬 Paraffin 乃白色之固體以製洋燭者是也。

第二章 以脫林系及阿西台林系之炭化輕

於酒精 Spirit of wine 中加多量之濃硫酸而熱之。則得無色之氣體是爲以脫林 $[C_2H_4]$ Ethylene 此氣燃之放光輝之火燄其與養氣或空氣之混合物點火則爆發燈用之煤氣中亦含此氣體故其火燄放明光。此氣能與綠氣直接化合而成油狀之液體故有生油氣 Olefiant gas 之名。又將輕氣與此氣之混合物通過海綿狀白金則成以脫痕其式如下。



由此觀之則以脫林之一分子由以脫痕之一分子中減去二個輕氣原子而成而炭爲四價之原子故以脫林之構造式當如下。



是即其二個炭原子之間有二條之結合線而遇他物質則此二結合線之一可解開以直接與他物化合。故如此之化合物名曰不飽和化合物 Unsaturated compound。而如以脫痕等其炭原子之間祇有一條結合線者名曰飽和化合物 Saturated compound。

實驗 84 於燒瓶中盛酒精四十克許混以倍體積之濃硫酸而熱之即生以脫林可於水上捕集之。

實驗 85 於圖 22 所示驗氣器之刻度管中盛等體積之輕氣與以脫痕而將此混合物徐徐通過微熱之白金海綿上俟冷復驗其體積則已減而為半是即輕氣與以脫林已化合為以脫痕故其體積減少也。

以脫林之外尚有 $[\text{C}_3\text{H}_6]$ $[\text{C}_4\text{H}_8]$ 等式之化合物煤氣中往往含其微量此等化合物皆有 $[\text{C}_n\text{H}_{2n}]$ 之公式總名之曰以脫林系之炭化輕 Hydrocarbons of ethylene group。

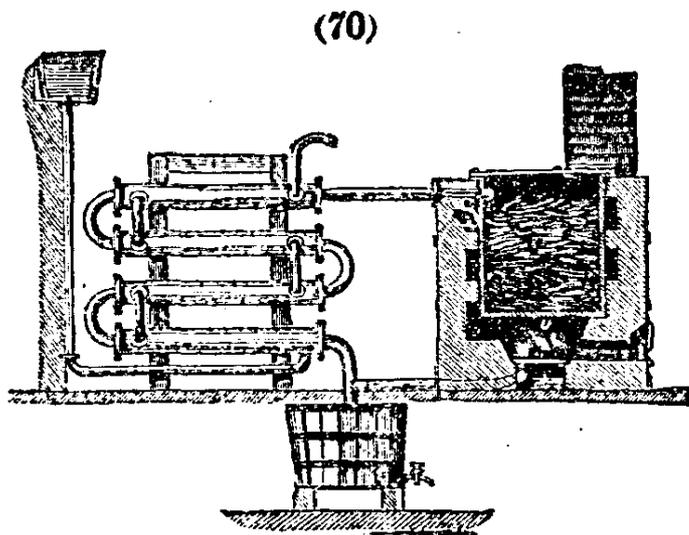
於炭化鈣中加水則生阿西台林 $[C_2H_2]$ Acetylene 爲無色之氣體而有異臭。燃之則放強光。混空氣易成爆烈性之物體。其構造式當如下。



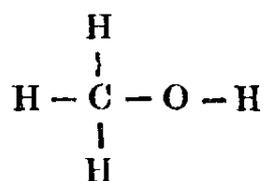
卽其二個炭原子之間有三條之結合線而其能與輕氣化合而成以脫林。猶之以脫林之能與輕氣化合而成以脫痕也。此外尚有 $[C_3H_4]$ $[C_4H_6]$ 等化合物皆有 $[C_nH_{2n-2}]$ 之公式。總名之曰阿西台林系之炭化輕 Hydrocarbons of acetylene group。

第三章 阿爾科爾

鐵甌中置木材熱之則生醋酸木精之混合物。集於冷處而成液體。(圖70)

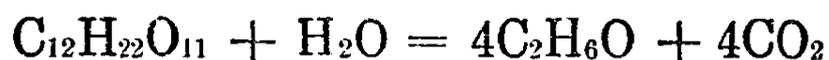
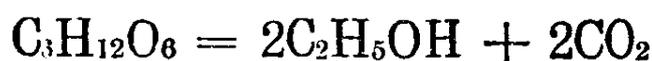


凡將固體之物質熱之以蒸出其中之液體或氣體名之曰乾餾 Dry distillation。乾餾木材所得之液體更混以生石灰而蒸餾之則得木精(CH₄O) Wood spirit。木精者用以製造假漆染料等。學術上名之曰米脫爾阿爾科爾(或稱曰米脫爾醇) Methyl alcohol。即輕養基與米脫爾基之化合物。其構造式如下。



而此質與他物質反應之際亦與此式相符。即將鈉溶解於米脫爾阿爾科爾中則成米脫拉脫鈉 [CH₃O Na] Sodium methyrate 與輕氣。而其中鈉所能置換之輕原子僅有一個。可知此一輕氣原子之結合情狀與其他三輕氣原子之結合情狀不同。而其分子式可以 [HOCH₃] 表之。如此表示物質性質之分子式名之曰示性式。

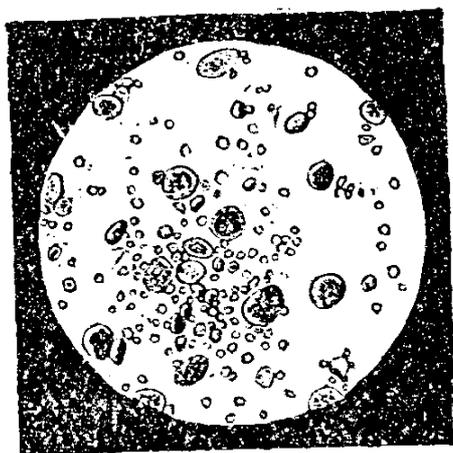
凡輕養基與阿爾起爾基之化合物總稱之曰阿爾科爾(或稱曰醇) Alcohol。米脫爾阿爾科爾爲其最單簡者。至普通所謂醇或阿爾科爾者乃以脫爾基與輕養基之化合物 $[HOC_2H_5]$ 學術上稱之曰以脫爾阿爾科爾 Ethyl alcohol。以脫爾阿爾科爾爲酒類之主成分故又稱曰酒精。製法於葡萄糖 $[C_6H_{12}O_6]$ 或麥芽糖 $[C_{12}H_{22}O_{11}]$ 之水溶液中加入一種菌類則其蕃殖之際生化學變化而使糖類變爲無水炭酸及酒精其反應之式如下。



如此由菌類蕃殖所起之化學變化名曰發酵 Fermentation。其菌類名曰酵母菌 Organised ferment。而釀酒所用之酵母菌有由天然生者如製葡萄酒者利用空氣中之酵母菌是有由人工培養者如製造啤酒者所加之釀母 Yeast (圖71) 是也。

工業中製酒之法不必皆用糖類。凡穀類、馬鈴薯等含澱粉之物質皆可由菌類或無生酵質之作用使變為糖類。而後再由酵母之作用以變為酒精。

(71)



各種酒類所含酒精之多寡由其原料及製法而迥不同。如啤酒(即麥酒) Beer 所含者僅百分之三四。葡萄酒所含者百分之十左右。黃酒所含者百分之十二至十八。至於蒸過之酒如燒酒、白蘭地酒 Brandy 所含者皆在百分之三以上。

酒精為無色之液體。有一種香氣。沸點七八度。然在常溫度亦易揮發。冰點零下一三〇度。比重在十五度時為〇·七九。點火則放青色之燄而成無水炭酸與水。其燃時之溫度頗高。以吹管將空氣吹入燄中則溫度

尤高。故在無煤氣之處。每用酒精爲燃料。

酒精之純者。其吸水之力頗強。普通之酒精中。皆含有水少許。而含水愈多。則其比重愈大。故可由比重以測知其含水之量。由含水較多之酒精。以製純酒精。宜在八十度以下蒸餾之。其蒸出者。更和生石灰而蒸餾之。則水分盡去矣。

酒精能溶解種種有機物。工業上用途甚多。各國於飲用之酒精。皆課重稅。然工業用之酒精。則皆混以少許之石油或木精。使不適於飲料之用。而免除其重稅。

由馬鈴薯及穀類以製酒精。於酒精之外。尚有數種高級之阿爾科爾。同時生成。由穀類以造飲用之酒亦然。此等阿爾科爾之混合物。爲油狀之液體。有一種惡臭。名之曰夫塞爾油 *Fusel oil*。其中之大部分爲阿密爾阿爾科爾 $[C_5H_{11}O]$ *Amyl alcohol*。乃有害於人體之物質。凡飲下等之酒。往往致頭痛眩暈者。卽以其含有夫塞爾油也。

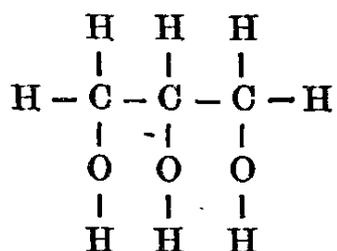
第四章 炭化輕之多價化合物

前述之綠化米脫爾、碘化米脫爾及米脫爾阿爾科爾以脫爾阿爾科爾皆以他原子一個或輕養基一個置換炭化輕中之輕氣原子一個而成而炭化輕中其餘之輕氣原子亦可以他原子或基置換之。茲述其重要者數種。

三綠化米脫爾 $[\text{CHCl}_3]$ Methyl trichloride 又名哥路仿姆 Chloroform 雖可由綠氣與米脫痕直接反應而成而普通皆由漂白粉及酒精之混合物蒸餾得之。乃無色之液體有甘甜爽快之香氣。沸點六十一度。極易揮發。人吸其蒸氣則暫時失去知覺。故外科術用為麻醉劑。又能溶解種種之脂肪。故多用為溶媒。

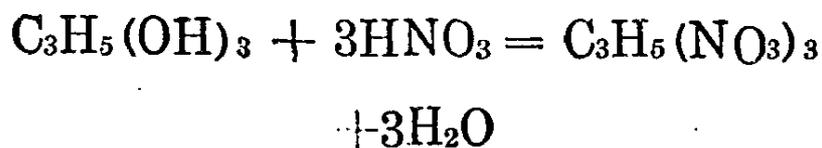
三碘化米脫爾 $[\text{CHI}_3]$ Methyl triiodide 又名海碘仿姆 Iodoform 於炭酸鈉之溶液中加酒精及碘。徐徐熱之而成。乃黃色之結晶體。有特殊之臭氣。外科中用以為防腐劑。

各里司林 [$C_3H_5O_3$] Glycerine 者亦為阿爾科爾之一種。乃以三個輕養基置換布路比痕中之三個輕氣原子而成。其構造式如下。



此質存於牛油猪油等脂肪中。由此等脂肪製造石鹼及洋燭均以此質為副產物。乃無色之黏液體。有甘味。通俗稱曰洋蜜。或稱甘油。由空氣吸收水氣之性甚大。故以之塗於皮膚粗糙之處。又以之製硝酸各里司林。

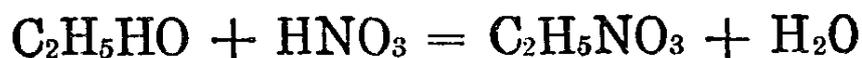
於各里司林中。加入濃硝酸與硫酸之混合物。而微熱之。注入水中。則有油狀之重液體。沈至水底。是即硝酸各里司林。亦稱曰尼脫路各里司林 [$C_3H_5(NO_3)_3$] Nitro-glycerine。其反應如下



將此質驟熱之或擊之則爆發甚烈可用為炸藥然因液體不便攜帶故須以矽藻土吸收之名曰代那美脫 Dynamite 為近世最猛烈之炸藥。

第五章 愛司他以脫幾登阿勒弟海特

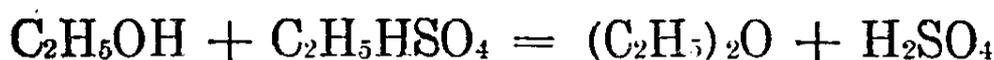
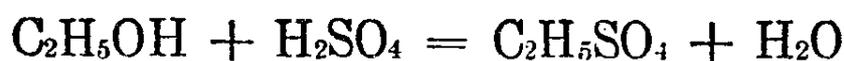
凡阿爾科爾者皆可視作阿爾起爾基之輕養化物。前已言之而此等輕養化物亦可與酸結合而成種種之鹽及水。此等有機鹽總稱之曰愛司他 Ester。如將硝酸與以脫爾阿爾科爾相和則成硝酸以脫爾之愛司他式如下。



硝酸以脫爾 $[\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_3]$ Ethyl nitrate 乃無色之液體有爽快之香氣。又類此之愛司他大都皆有香氣。如亞硝酸以脫爾 $[\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2]$ Ethyl nitrite 為黃色之

液體香氣如蘋果。其酒精溶液。通俗稱曰甜硝以脫酒
Ether nitre spirit。醫藥上用之。又醋酸以脫爾 $(C_2H_5, C_2H_3O_2)$ Ethyl acetate 者為無色之液體而有香氣似
未熟之果實用為飲料中之香料。

將硫酸與以脫爾阿爾科爾相混而熱之則初生酸
性硫酸以脫爾 $(C_2H_5HSO_4)$ Acidic ethylsulphate 此
酸性硫酸以脫爾更與其餘之以脫爾阿爾科爾反應
而成硫酸及以脫爾以脫 $(C_2H_5)_2O$ Ethyl ether。其
式如下。



實驗 86 將等體積之濃硫酸及酒精混合而置入燒瓶中約及瓶
內容積三分之一瓶口用塞嚴杜之塞中插一附有活塞之漏斗寒暑
表及連於冷凝器之玻璃管。冷凝器之他端接於受器。乃熱之約至一
四〇度則其液沸騰而有以脫流出。乃使漏斗中之酒精漸漸流入燒

瓶內則能使

(72)

受器中漸生

以脫不絕。

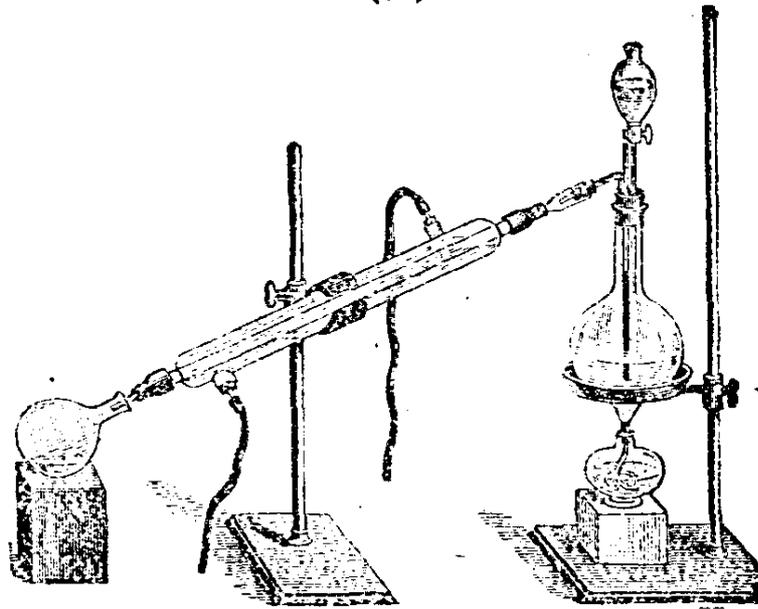
(圖72)

若用米

脫爾阿爾

科爾以代

以脫爾阿



爾科爾則可製成米脫爾以脫 $[(CH_3)_2]$ Methyl ether。又用適當之法。可製成米脫爾以脫爾以脫 $[CH_3C_2H_5O]$ Methyl ethyl ether。故凡以一個氧原子連結二個阿爾起爾基之物質。總稱之曰以脫 Ether。

以脫爾以脫為以脫中之最普通者。故尋常單稱以脫。乃無色之液體。有特殊之香氣。沸點三五度。甚易揮發。又易燃燒。外科術用為麻醉劑。又能溶解種種有機

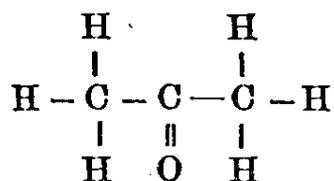
物故多用爲溶媒。

米脫爾以脫爲氣體。其分子式與以脫爾阿爾科爾同爲 $[C_2H_6O]$ 。然其構造式則顯有差異。故其性質大爲不同。茲將二者之構造式列之如下。



如此分子式同而構造不同之物質在有機化合物中非常之多。名之曰異性體 Isomer。

將醋酸鈉乾餾之則得阿西登 $[C_3H_6O]$ Acetone。乃無色之液體。有特殊之香氣。沸點五六度。用以爲有機物之溶媒。其構造式如下。

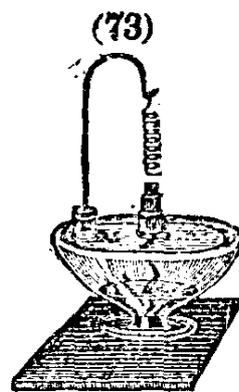


如此以一個 $=C=O$ 基連結二個阿爾起爾基所成之物質。總稱之曰幾登 Ketone。而阿西登者。學術上名

曰米脫爾幾登 Methyl ketone。此外尚有以脫爾幾登 [C₅H₁₀O] Ethyl ketone 等俱為有香氣之液體性質與阿西登相似。

將空氣與酒精蒸氣之混合物通過紅熱之白金絲上則生一種刺激性之異臭。是為以脫爾阿勒弟海特 [CH₃CHO] Ethyl aldehyde。由以脫爾阿爾科爾養化不足而成。此質為揮發性之液體。沸點二一度。甚易養化。故其還原作用頗強。

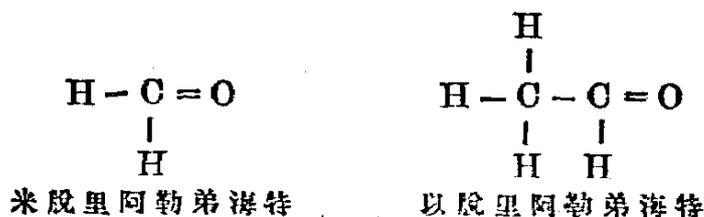
實驗 87 將白金絲尺許捲成螺旋狀在酒精燈上熱之至紅。息其燈火而白金絲仍置原處。則其紅色雖久不退。此時即可聞得阿勒弟海特之臭氣。其白金絲之紅色所以不退者。因其養化時亦生熱故也。(圖73)



又米脫爾阿爾科爾亦可以同法使成米脫里阿勒弟海特 [CH₂O] Methyl aldehyde。米脫爾阿勒弟海特為無色之氣體而有異臭。其殺菌之力甚強。其水溶液

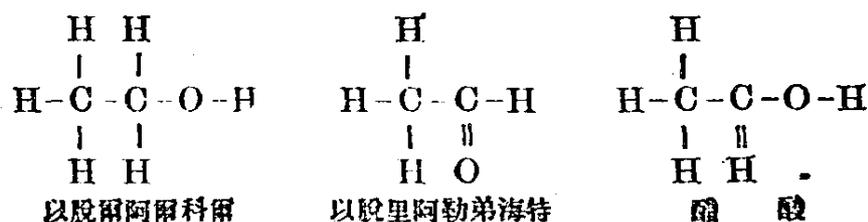
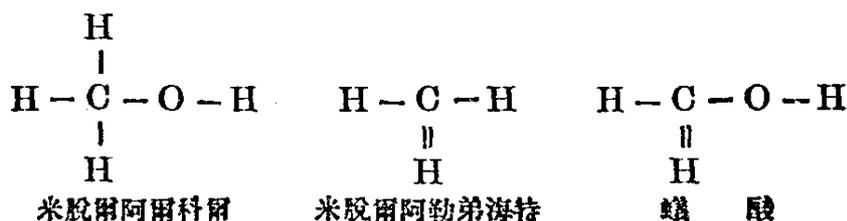
名曰福爾麻林 Formaline。用為防腐劑及消毒劑。其效甚著。

凡阿爾科爾養化不足而減去二個輕原子者。總稱之曰阿勒弟海特(或稱曰醜) Aldehyde。其構造式如下。



幾登及阿勒弟海特之分子中均有 $\begin{array}{c} -\text{C}- \\ || \\ \text{O} \end{array}$ 基名之曰加波奈爾基 Carbonyl radical。加波奈爾基結合輕

養則成 $\begin{array}{c} -\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ || \\ \text{O} \end{array}$ 基名之曰加波格昔爾基 Carboxyl radical。有機酸中大抵含之。而阿爾科爾與阿勒弟海特。所以變為有機酸者。即因其成此基也。其關係表之如下。



第六章 有機酸

第一節 醋酸及蟻酸

將酒類久置於空氣中則帶酸味而漸變為醋。此事為人所熟知。至究其理由則由一種細菌蕃殖時之發酵作用而起。此細菌名曰醋母 *Bacterium aceti*。存於空氣中能令酒類養化而成醋。製醋者每將匏花置入桶中而於其上滴加稀薄之酒類。桶側有小孔甚多。即使之多遇空氣中之醋母。且易吸收養氣也。(圖74)



醋之主成分是為醋酸 $[\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2]$ Acetic

acid。學術上名曰以脫痕酸 Ethanic acid。純粹者爲無色之液體。有刺激性之香氣。其酸味頗強。於一七度以下。則凝爲固體而成冰狀。故有冰形醋酸 Glacial acetic acid 之名。尋常食用之醋。百分中約含醋酸三分至五分。乾餾木材所得之液體中。亦含有醋酸。故燒炭時所生之揮發物。若捕集之。可用以製醋酸。

醋酸之酸性。雖比無機酸爲弱。然亦能施作用於種種金屬而成鹽類。如醋酸鐵 $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2]$ Ferrous acetate 醋酸鋁 $[\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_3]$ Aluminium acetate。皆用爲媒染劑。醋酸鉛 $[\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2]$ Lead acetate 通俗稱曰鉛糖 Sugar of lead。用爲醫藥及製鉛粉 White lead。蟻酸 $[\text{CH}_2\text{O}_2]$ Formic acid 存於赤蟻之體中。故有此名。學術上名曰米脫痕酸 Methanic acid。由米脫爾阿爾科爾養化而成。乃無色之液體。而有刺激性之臭氣。人之皮膚觸之。則腫漲而且痛癢。凡蟻蜂蚊等之毒。大抵係此質。人若爲此等蟲類所螫。可用亞摩尼阿

水洗之。以中和其酸則痛癢即止矣。

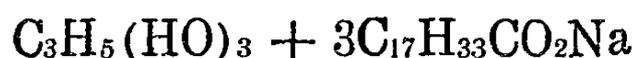
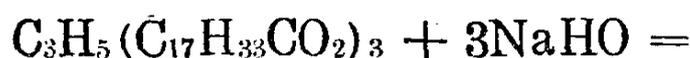
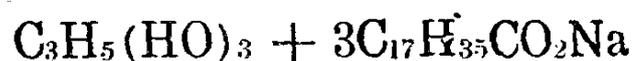
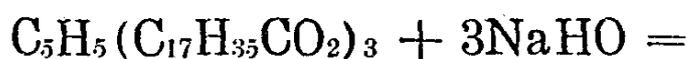
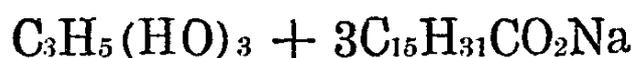
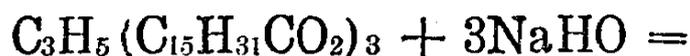
第二節 高級之脂肪酸

蟻酸醋酸等皆有 $[C_nH_{2n+1}CO_2H]$ 之公式。此等之酸總名之曰脂肪酸 Fatty acids。是因此類之高級化合物多存於動植物之脂肪中故也。

酪酸 $[C_4H_8O_2]$ Butyric acid 爲無色之液體。純粹者其臭似醋酸。混有亞摩尼阿之微跡則生不快之劇臭。其各里司林之愛司他存於牛酪(即牛乳油) Butter 中。故有此名。牛酪腐敗則此酸游離而放惡臭。

軟脂酸(巴勒米清酸) $[C_{15}H_{31}CO_2H]$ Palmitic acid 及硬脂酸(司替阿林酸) $[C_{17}H_{35}CO_2H]$ Stearic acid 均爲白色之固體。其形如蠟。油酸(哇勒因酸) $[C_{17}H_{33}CO_2H]$ Oleic acid 爲不飽和酸。乃黃色之液體。比三者之各里司林愛司他常混合而存於動物之脂肪中。如牛油羊油豬油等是也。而牛油含油酸之愛司他較少。故其質較硬。豬油含油酸之愛司他較多。故其質較軟。

石鹼(即肥皂) Soap 即由脂肪與輕養化鈉共煮之而成其變化如下。



如此三種酸所成之鈉鹽即為普通之石鹼也。凡愛司他遇鹼金屬之輕養化物而分解為鹼金屬鹽及阿爾科爾總稱之曰鹼化 Saponification。

脂肪酸為極弱之酸。故將石鹼溶解於水中。則因加水分解而生少許之輕養化鈉。此輕養化鈉能使皮膚或衣服所附污垢中之脂肪質之一部分鹼化而溶解於水中。於是其不溶解之污垢亦盡剝脫而浮游於水中矣。

用苛性曹達以洗滌。則水中之輕養伊洪過多。不免有害於皮膚及衣服。然用石鹼。則其由加水分解所生之輕養化鈉。甚為微少。但於消費以後。則因失其平衡。而復生出。故有徐徐供給輕養伊洪之妙用。而無傷於物質也。

脂肪酸之鈣鹽及鎂鹽。均不溶解於水中。故在硬水中。用石鹼洗滌。則其脂肪酸與鈣伊洪或鎂伊洪化合。而生白色之沈澱。因之石鹼之功效不顯也。

將三百度左右之水蒸氣。通過牛油等固體之脂肪。則其脂肪酸與各里司林分離。而脂肪酸浮於上層。可俟其凝固而取出之。如此所得固形之脂肪酸。更壓榨之。以去其液體之油酸。則成堅結之白色塊。更和以少量之巴辣芬。即成製造司替阿陵燭 Stearin candle 之原料。

植物之脂肪。亦多由此等愛司他而成。如胡麻油。落花生油。棉花子油。菜子油等。大都皆由此三種及其他

同類之愛司他而成。而植物油有乾性不乾性之別。即其含多量之不飽和酸者。能吸收空氣中之養氣而乾涸。故名曰乾油 Drying oils。如亞麻仁油桐油是。至其含不飽和酸少者。則不乾涸。故名曰不乾油 Non-drying oils。如橄欖油菜子油等是。至於蓖麻子油棉花子油等。則介乎二者之間也。

第三節 多價之酸

以上所述之脂肪酸。其分子中皆祇有一個加波格昔爾基。然在有機酸含此基二個以上者。亦頗多。茲舉其重要者如下。

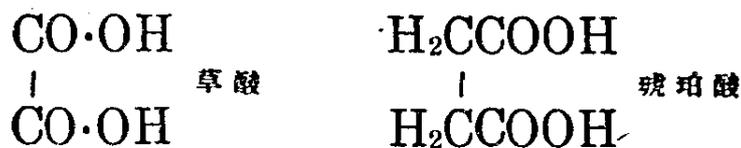
草酸($C_2H_2O_4$) Oxalic acid 之天然生者。散布甚廣。植物中如酸模酢漿草等。皆有酸味。即其含有酸性草酸鉀 Acidic oxalate of potassium 也。又工業中將鋸屑與輕養化鉀或輕養化鈉共熱之。則得草酸鉀或草酸鈉。於此加石灰乳。則其草酸鈣沈澱。更加硫酸。則成沈澱之硫酸鈣。而得草酸之溶液。冷之。則得草酸之結

晶。其組成爲 $[C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O]$ 熱之則失去結晶水。又與硫酸同熱之則成無水炭酸與養化炭。其式如下。



琥珀酸 $[C_4H_6O_4]$ Succinic acid 者天然存於琥珀中。將琥珀乾餾之則得其結晶。

草酸與琥珀酸皆爲二價之酸。俱含有二個加波格昔爾基。其構造式如下。



蘋果酸 $[C_4H_6O_5]$ Malic acid 者含於未熟之蘋果、梅、桃等果實中。其純粹者爲細針形之結晶塊。

酒石酸 $[C_4H_6O_6]$ Tartaric acid 亦存於多種之果實中。而葡萄汁發酵時。每於桶中沈澱白色之結晶體。普通稱之曰**酒石** Tartar。是卽酸性酒石酸鉀也。由此製酒石酸之法。與自草酸鹽製草酸之法略同。酒石酸乃無色之結晶體。易溶解於水。其溶液有爽口之酸

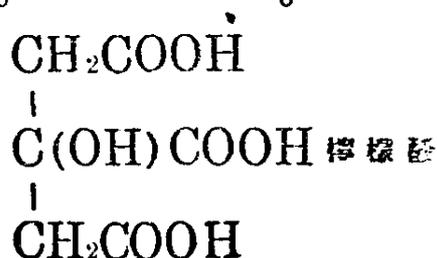
味故製造荷蘭水等飲料用之。

蘋果酸與酒石酸亦皆爲二價之酸由其構造式觀之則蘋果酸乃以一輕養基置換琥珀酸中一輕氣原子而成酒石酸更以一輕養基置換蘋果酸中一輕氣原子而成式如下。



凡有機酸於加波格昔爾基之外並含有輕養基者名之曰哇格息酸 Oxyic acid。

檸檬酸 [C₆H₈O₇] Citric acid 者存於檸檬橙橘柚等之果實中通常由檸檬汁製出之與製草酸及酒石酸之法略同其用途及性質亦均與酒石酸相同檸檬酸乃三價之酸其構造式如下。



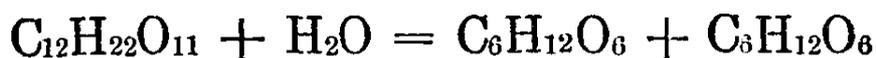
乳酸[C₃H₆O₃] Lactic acid 者由砂糖澱粉等發酵而成。又牛乳腐敗時亦生之。雖爲一價之酸。然以其爲哇格息酸。故不與蟻酸醋酸並列而附記於此。其構造式如下。



第七章 炭水化物

炭水化物 Carbohydrate 廣存於植物界中。如葡萄糖蔗糖澱粉纖維質等。其所含之成分爲炭輕養三種原質。而其輕與養之比。適與水相同。皆有 [C_m(H₂O)_n] 之分子式。故名之曰炭水化物。

葡萄糖 [C₆H₁₂O₆] Grape sugar 者。凡甘味之果實中皆含之甚多。果糖 [C₆H₁₂O₆] Fruit sugar 者。常與葡萄糖並存於果實及蜂蜜中。又將蔗糖與稀硫酸共熱之至沸。則成等量之葡萄糖與果糖。其反應如下。



葡萄糖與果糖。其分子式相同。然其構造式不同。故

性質稍異。即葡萄糖易於結晶。果糖則不易於結晶也。

工業中製葡萄糖之法。將澱粉與稀硫酸共熱之。至沸。則先變為糊精。次變為葡萄糖。然後加碳酸鈣以除去其硫酸。乃將葡萄糖液濾過而蒸發之。即得其結晶體。用此法可以製出其多量。以供釀造及其他種種之用。

葡萄糖及果糖均易溶解於水中。其甘味比蔗糖為遜。

蔗糖 $[C_{12}H_{22}O_{11}]$ Cane sugar 者。即普通所用之砂糖。植物界中含此質者頗多。而甘蔗（圖 75）甜菜等之液汁中。尤含其多。

(75)



量由甘蔗製糖之法。先將甘蔗在二個石軸之間榨出其汁而煮沸之。除去其凝結之蛋白質。並使其水分減少。然後置而冷之。則得褐色結晶之粗糖。更盛入袋中壓榨之。以去所含之糖蜜。即成普通所用之白糖。至近時製糖之大工廠。則用汽機及機械以壓榨甘蔗。其糖液先使通過獸炭之厚層。以除去其顏色。更置入真空鍋中。使其水分在低溫度蒸發。則不生褐色之物。其所得之結晶體。置入旋轉甚速之篩中轉之。則其糖蜜受遠心力之作用而分出。乃得純粹之砂糖。

蔗糖之溶液若徐徐冷之。則成大塊之結晶體。稱曰冰糖。蓋溶液稀薄。且冷之緩者。所生之結晶形皆大。溶液濃厚。且冷之速者。所生之結晶形皆小。各種溶質無不如此也。

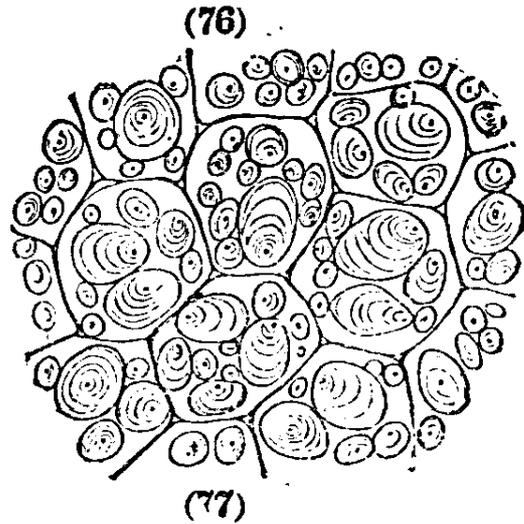
乳糖 [$C_{12}H_{22}O_{11}H_2O$] Milk sugar 者存於哺乳動物之乳中。為白色之結晶體。甘味甚弱。遇細菌之作用。變為乳酸。

麥芽糖 $(C_{12}H_{22}O_{11}H_2O)$ Maltose 者由大麥發芽時其澱粉受一種無生酵質之作用變化而成。錫糖者即麥芽糖與糊精之混合物也。

澱粉 $[(C_6H_{10}O_5)_n]$

Starch 者各種植物體內無不含之。特其果實根莖等部尤為貯蓄澱粉之處。(圖

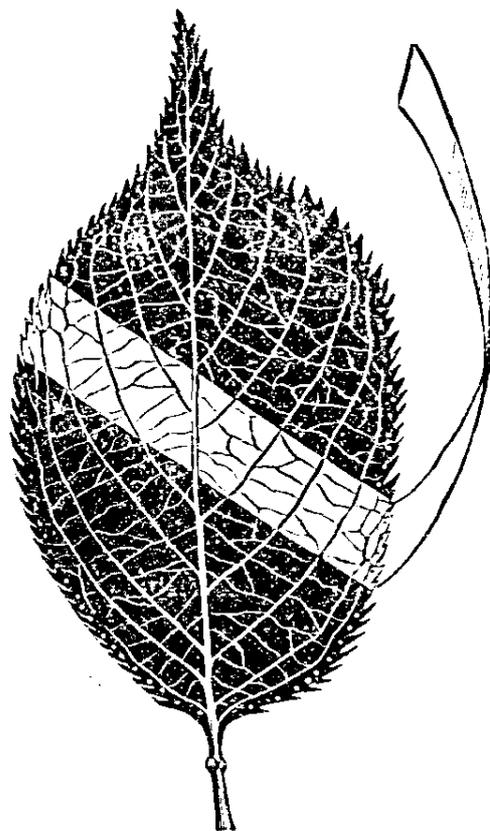
76) 此質由水與炭酸氣在植物之綠葉內受日光之作用變化而成。乃白色之粉末。在顯微鏡下察之。則其微粒之大小形狀由植物而不同。(圖77) 不溶解於冷



水中。但與水共熱之。則其微粒之膜破裂。而成黏液。即普通所用之漿糊 Starch-paste 是也。

實驗 88 取錫箔或不透明
之厚紙一條。覆於向日光之植
物葉上。至三四小時後。將其葉
採下。先浸於以脫中。以洗去其
綠色。然後浸入碘丁幾中。除日
光被遮之部分。皆現出濃青色。
是因葉上曝露之處。受日光而
成澱粉。故遇碘而呈青色也。(

(78)



糊精 $[(C_6H_{10}O_5)_n]$
Dextrine 者。乃膠狀之
物質。澱粉遇稀硫酸或

受麥芽中無生酵質之作用。皆先變為糊精。而後更變
為糖類。尋常製糊精者。係將澱粉熱之。至二〇〇度。則
變為黃色之粉末。溶解於水中。極似阿拉伯樹膠 Gum

arabic 而價則較廉。故工業中多製之。以代阿拉伯樹膠之用。郵票之背。信封之口。所塗者。皆此物也。

纖維質 $[(C_6H_{10}O_5)_n]$ Cellulose 者。為植物細胞膜之主成分。天然生者極廣。凡麻。苧。棉花等物。以酸類除去其少量之無機物後。殆為純粹之纖維質。此物在通常之溶劑中。俱不溶解。惟濃硫酸能溶解之。於其溶液中加水而煮沸之。則遂變為葡萄糖。更由酵母之作用而變為酒精。應用此理。可由木材廢紙等。以製酒精。

實驗 89 盛濃硫酸少許於玻璃器中。取棉花一小塊置入。以玻璃箸攪拌之。則棉花漸爛。爛盡更添棉花。至成極稠之黏液而止。乃加水而煮沸之。後將碳酸鈣之粉末徐徐加入。至不發氣泡而止。乃濾過之。即得葡萄糖之溶液。嘗之有甘味。（如有酸味。係硫酸未除盡。須再加碳酸鈣）

將棉花浸入硝酸硫酸之混合物中。則成纖維質之硝酸愛司他。其組成由浸時之長短而不同。通稱之曰硝酸纖維質 Nitro-cellulose。棉花火藥 Gun cotton

者即硝酸纖維質之一種。其組成爲 $[C_{12}H_{14}O_4(NO_3)_6]$ 。此物之外形與棉花無異。然點火則起急劇之燃燒。用爲炸藥。又其含有硝酸根 (NO_3) 四個及五個之混合物。能溶解於酒精及以脫之混合液中。其溶液名之曰哥羅定 Collodion。用以製照像玻璃片之膜。又加強壓力。使此等溶液通過毛細管而入水中。則成有光澤之細絲。即人造絲 Artificial silk 是也。

將樟腦與哥羅定混和而壓之。則成半透明之物質。名之曰寫留路以特 Celluloid。熱之則柔軟。冷之則硬。而且有彈性。又可任意染各種顏色。故用以製象牙。玳瑁。珊瑚之模造品。凡假象牙。假玳瑁之梳櫛。洋傘柄等。皆此質所製也。

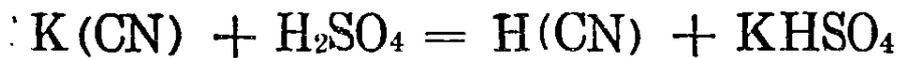
哥羅定及寫留路以特。遇火皆易燃燒。故人造絲及假象牙等所製之品。俱不可以近火。但近時之人造絲。乃於製成後。復浸入硫化鈣之溶液。以除去其硝酸根。故所存之質。非哥羅定。而殆爲純粹之纖維質。

第八章 衰化物 尿質 亞明

炭與淡氣在甚高之溫度化合則成一種氣體其分子式爲 $(\text{CN})_2$ 名之曰衰 Cyanogen。此氣有大毒。點火則生紫色之焰而燃燒。

衰基 (CN) 者與綠氣原子相似。俱由其二個相集而成一分子。又其化合物亦頗與綠化物相似。

將衰化鉀 $(\text{K}(\text{CN}))$ Potassium cyanide 與濃硫酸共熱之則生一種氣體。其臭似杏仁。冷之而成液體。是爲衰化輕 $(\text{H}(\text{CN}))$ Hydrogen cyanide。其反應如下。

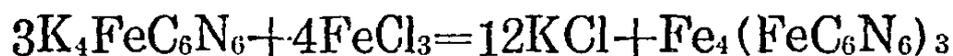


衰化輕爲無色之液體。沸點二七度。易溶解於水中。其蒸氣及水溶液俱有大毒。因其微有酸性。故通常稱之曰衰化輕酸 Hydrocyanic acid。又因其第一鐵及第二鐵之複鹽俱爲青色之沈澱。故又名之曰青酸 Prussic acid。

將含淡之動物質如血液蹄角毛髮等與炭酸鉀及

鐵屑共置入鐵鍋中融解之。取其融塊以水煮之。則有多分溶解於水中。將此溶液冷之。則得黃色之結晶體。通俗稱之曰黃血鹽 Yellow prussiate of potash。即第一鐵衰化鉀 $[K_4Fe(CN)_6]$ Potassium ferrocyanide 也。為製各種衰化物之原料。

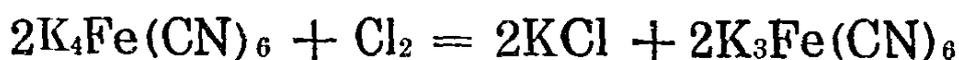
將第一鐵衰化鉀之溶液加入第二鐵鹽之溶液中。則生濃青色之沈澱。是為第一鐵衰化第二鐵 $[Fe_4(FeC_6N_6)_3]$ Ferric ferrocyanide。分析術用此以識別第二鐵。伊洪其反應如下。



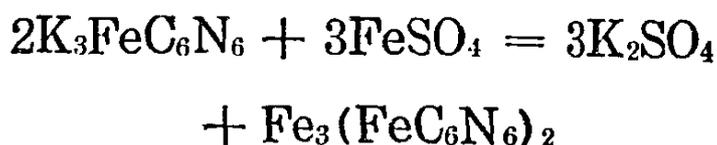
第一鐵衰化第二鐵。普通名之曰伯林青 Prussian blue。用為顏料。

實驗 90 取試驗管二個。一盛第一鐵鹽(硫酸第一鐵)之溶液。一盛第二鐵鹽(綠化第二鐵)之溶液。各注入黃血鹽之溶液。則前者生白色之沈澱。後者生濃青色之沈澱。而白色之沈澱。遇空氣則即變為青色。是因其中第一鐵之一部分氧化而成第二鐵也。

於黃血鹽之溶液中通入綠氣則得暗赤色之結晶體。通俗稱之曰赤血鹽 Red prussiate potash 卽第二鐵衰化鉀 $[K_3Fe(CN)_6]$ Potassium ferricyanide 也。其反應如下。



將第二鐵衰化鉀之溶液加入第一鐵鹽之溶液中則亦生青色之沈澱。是爲第二鐵衰化第一鐵 $[Fe_3(FeC_6N_6)_2]$ Ferrous ferricyanide。分析術用此以識別第一鐵伊洪。其反應如下。



第二鐵衰化第一鐵普通名之曰他痕勃爾青 Turnbull's blue 亦用爲顏料。

實驗 91 同前實驗取試驗管二個分別盛第一鐵鹽第二鐵鹽之溶液而各注入赤血鹽之溶液則前者生青色之沈澱後者惟變褐色不生沈澱。

將黃血鹽強熱之則成衰化鉀炭化鐵與淡氣其變化如下。

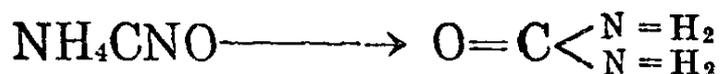


衰化鉀為白色之固體易溶解於水中亦有大毒將金屬之養化物與之共加強熱則還原而成金屬故每用為還原劑又於其溶液中加入金屬鹽之溶液往往成衰化鉀及衰化他金屬之複鹽例如用衰化法取金所得之溶液及電氣鍍銀所用之溶液是也。

實驗 92 於硝酸銀之溶液中徐徐加入衰化鉀之溶液則初生白色之沈澱即為衰化銀 $[\text{AgCN}]$ 。然加之過多則沈澱物復盡溶解是因其變為衰化鉀衰化銀之複鹽復能溶解於水也如此所製者即為電氣鍍銀用之溶液。

將衰化鉀與四三養化鉛 (Pb_3O_4) 即鉛丹 Red lead 同熱之使養化則成衰酸鉀 $[\text{KCNO}]$ Potassium cyanate 於其溶液中加硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 而蒸發之則其所成之衰酸銨 (NH_4CNO) Ammonium cyanate

立即改變其構造而成尿質 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ Urea。式如下。



此法係德人威廉 Wöhler 所創見。人工造成有機物之端。是此而開。故於化學史上甚為著名。

尿質存於人畜之尿中。乃無色之針形結晶體。其純粹之水溶液。不易變化。而在尿中。則因一種細菌之媒介。而成碳酸銨 $[(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3]$ 式如下。



此碳酸銨更分解。則成亞摩尼阿。故小便之所常有亞摩尼阿之臭氣發生也。

尿質中所含之 $[\text{NH}_2]$ 基。名之曰礮基。亦稱曰亞密度基 Amido radical。含此基之物質。可視作以一價之基。置換亞摩尼阿中之一輕氣原子而成。

凡以阿爾起爾基置換亞摩尼阿中之輕氣原子。

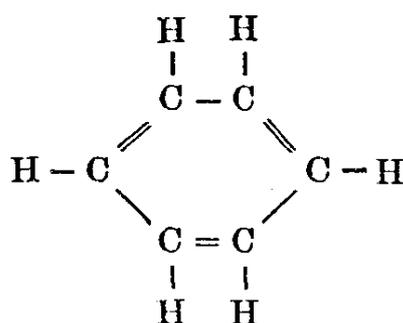
所成之質總稱曰之亞明 Amine。如米脫爾亞明 $[\text{CH}_3\text{NH}_2]$ Methyl amine 以脫爾亞明 $[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2]$ Ethyl amine 等是也。凡亞明均係無色之氣體或液體。而有惡臭。易溶解於水。其溶液呈鹼性反應。與輕養化銨頗為相似。

第九章 徧蘇痕及其誘導體

以上所述之炭化輕。其炭原子之結合皆如鎖鏈之狀。故名之曰鎖狀化合物 Chain compounds。又皆可視作由米脫痕誘導而成。故又名曰米脫痕誘導體 Methane drivative。以下所述之炭化輕。其炭原子之結合皆如環之無端。且與他物化合之際。其環亦不易解開。故名之曰環狀化合物 Cyclic compound。又皆可視作由徧蘇痕誘導而成。故又名曰徧蘇痕誘導體 Benzene drivative。

徧蘇痕 $[\text{C}_6\text{H}_6]$ Benzene 者存於煤黑油中。分餾煤黑油。取其最初所餾出者。精製之。即得徧蘇痕。乃無色。

之液體而有特殊之臭。比重〇·八八。沸點八〇度。用以爲脂肪樹脂之溶媒。及製種種之徧蘇痕誘導體。其構造式如下



即其六個炭原子連結而成環狀。並各與輕原子一個相結合。此等輕原子亦可以他原子或他基置換之。而成種種化合物。

非諾爾 [$\text{C}_6\text{H}_5(\text{OH})$] Phenol 者。學術上名曰羧基徧蘇痕 Oxybenzene。通俗稱之曰石炭酸 Carbonic acid。將煤黑油分餾在一五〇度以上餾出之液體中含有此質。於此液體中加苛性曹達。則成能溶於水之非諾爾鈉 Sodium phenol。更於其水溶液中加酸。即得非諾爾。爲無色之針形結晶體。有特殊之臭氣。難

溶解於水。其溶液用爲消毒劑。

非諾爾由一輕養基置換徧蘇痕中之一輕氣原子而成。其構造雖似阿爾科爾。然其性質則不同。有弱酸性。能與鹼金屬之輕養化物合成鹽類。故有酸之名也。

貝路加路爾 [$C_6H_3(OH)_3$] Pyrogallol。學術上名曰三養基徧蘇痕 Tri-oxy-benzene。通俗稱之曰焦性沒食子酸 Pyrogallic acid。將沒食子酸熱之而放去無水炭酸一分子。則成此質。乃無色之結晶體。其還原性甚強。用爲照像之顯像藥。又於溶液中加輕養化鹼金屬。則吸收養氣甚速。故用以分析氣體。

硝基徧蘇痕 [$C_6H_5(NO_2)$] Nitro benzene 者。卽以一硝基置換徧蘇痕中之一輕氣原子而成。將徧蘇恩加入濃硝酸中。則生此質。爲淡黃色之油狀液體。有揮發性。比重一·二。沸點二一三度。其香氣似苦杏仁油。故工業上多製之。以供香料及製造亞尼林之用。

三硝基非諾爾 [$C_6H_2(NO_2)_3(OH)$] Tri-nitro-

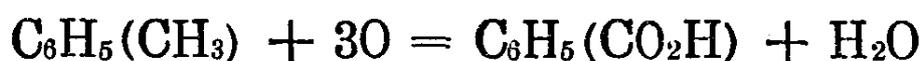
phenol 卽三硝基養基徧蘇痕 Tri-nitro-oxybenzene。通俗稱之曰披克林酸 Picric acid。將石炭酸徐徐加入濃硝酸中而熱之則成此質。乃淡黃色之片狀結晶。體溶解於水。成黃色之溶液。以染生絲羊毛等則呈鮮黃色。故用爲染料。又此質及其所成之鹽類均易爆發。故又用以製炸藥。

亞尼林 [$C_6H_5(NH_2)$] Aniline 者卽鹵基徧蘇痕 Amidobenzene。乃以鐵屑及鹽酸加入硝基徧蘇痕中。使發生輕氣。而硝基徧蘇痕還原。則成此質。乃無色之液體。惟通常皆因空氣及光線之作用。稍呈褐色。有鹽基性能與酸類化合而成鹽。如綠化亞尼林 [$C_6H_5NH_2 \cdot HCl$] Aniline chloride 是也。亞尼林及綠化亞尼林用以作製造種種顏料之原料。

多路痕 [$C_6H_5(CH_3)$] Toluene 者卽米脫爾徧蘇痕 Methyl benzene。由分餾煤黑油而得之。爲無色之液體。與徧蘇痕相似。而其沸點稍高。硝基多路痕 [C_6H_4

(NO₂) (CH₃) Amidotoluene 者即硝基米脫爾偏蘇痕 Nitro-methylbenzene。將多路痕加入濃硝酸中而成硝基多路痕 [C₆H₄(NH₂) (CH₃)] Amidotoluene。即硝基米脫爾偏蘇痕 Amido methylbenzene。又名多路以定 Toluidine。由硝基偏蘇痕受輕氣之作用還原而成。此質亦為製造種種顏料之原料。如品紅 Magenta 者。即由亞尼林與多路以定之混合物養化。更與鹽酸反應所成之鹽類也。

安息酸 [C₆H₅(CO₂H)] Benzoic acid 者。學術上名曰偏蘇痕酸。存於樹脂中。又安息香中含其多量。乃白色之結晶體。用為醫藥。使米脫爾偏蘇恩養化。則成此質式如下。



苦杏仁油 [C₆H₅(CHO)] Oil of bitter almonds 者。學術上名曰偏蘇痕阿勒弟海特 Benzoic-aldehyde。為有香氣之液體。用為醫藥及香料。

水楊酸 $[C_6H_4(OH)(CO_2H)]$ Salicylic acid 者學術上名曰養基徧蘇痕酸 Oxybenzoic acid 使非諾爾鈉受無水碳酸之作用則成此質之鈉鹽式如下。



將此鈉鹽溶解於水中而加鹽酸則水楊酸游離而可得其結晶此酸無臭而防腐力甚強故用以貯藏食物。

沒食子酸 $[C_6H_2(OH)_3(CO_2H)]$ Gallic acid 者學術上名曰三養基徧蘇痕酸 Trioxybenzoic acid 存於沒食子之果實中又與單寧酸共存於多種之植物中。乃針形之結晶體遇第二鐵鹽則生青黑色之沈澱。

單寧酸 Tannic acid 者其組成爲 $[(C_6H_2)_2(OH)_6(CO_2H)(CO_2)]$ 乃由二分子之沒食子酸失去一分子之水而成故有重沒食子酸 Digallic acid 之名常與沒食子酸共存於沒食子及檲櫟等種種之樹皮中。可以水浸出之純粹之單寧酸爲黃色之無定形粉澀。

味甚強。遇第二鐵鹽則生青黑色之沈澱。故用以製造洋墨水。又能與多數之染料成不溶性之化合物。故用為媒染劑。又將動物之皮革浸入單寧酸中。則其膠質蛋白質悉與單寧酸化合而成堅固之熟皮。故鞣皮術用之甚廣。

實驗 93 將五倍子之煎汁與硫酸第一鐵相和而書字於紙上。則其色甚淡。然經一二日。則變為青色。是因其第一鐵氧化而成第二鐵。故與單寧酸等化合而呈黑色也。普通之洋墨水其製法即如是。

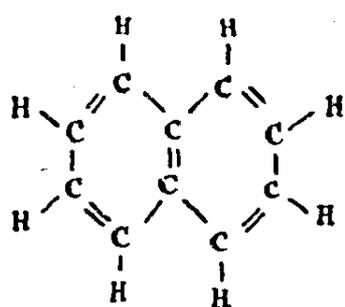
將單寧酸與稀硫酸共煮之。則因加水分解而成沒食子酸。又將沒食子酸脫去其水分。則復成單寧酸。故二者之性質至為相近。

凡植物體中所存與單寧酸相近之化合物甚多。其種種反應亦俱相似。總稱之曰單寧 Tannin。

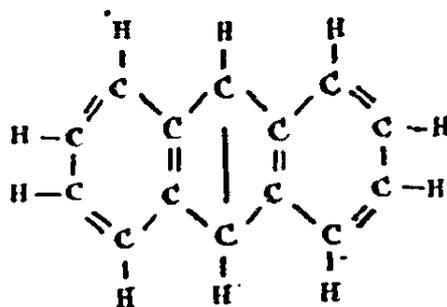
第十章 那夫他林安特辣生 及其誘導體

分餾煤黑油在一七〇度至二三〇度之間得那夫

他林 [C₁₀H₈] Naphthalene 在二七〇度以上得安特
 辣生 [C₁₄H₁₀] Anthracene 二者皆為重要之炭化輕。
 其構造式如下。



那夫他林



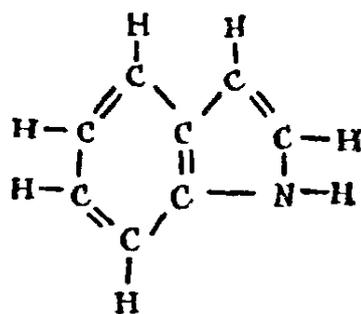
安特辣生

那夫他林(俗呼洋樟腦)為無色之結晶體。有特殊
 之臭氣。用為防腐劑及驅蟲劑。又為製造顏料之原料。

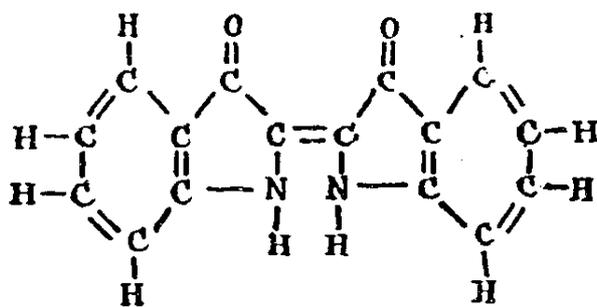
靛青 [C₁₆H₁₀N₂O₂] Indigo blue 者由藍草(圖 79)
 之葉所製。以水漬藍草而發酵。則成黃色之液。觸空氣
 則沈澱而為靛青。此為天然產之品。至近日則因靛青
 之構造式業已確定。於是可由那夫他林誘導而成印
 度爾 [C₈H₇N] Indol 由印度爾誘導而成靛青。茲將

印度爾與靛青之構造式列之如下

(79)



印度爾



靛青

即印度爾者以一 (NH) 基置換那夫他林中之二個 (CH) 基而成。靛青者以一養氣原子置換印度爾

之二個輕氣原子且令其二個分子於炭原子之間生二價之結合線也。

靛青不溶解於水中惟遇鹼性之還原劑則變為靛白 $[C_{16}H_{12}N_2O_2]$ Indigo white 而溶解於水中其溶液遇空氣則復養化而成靛青染色術俱利用此反應以使靛青沈澱於布帛之纖維間而不易脫色也。

實驗 94 取靛青之粉末約十克置入玻璃器中和以熟石灰及鋅之粉末各六克再加微溫之水約六百克拌之甚勻而置之片時俟其青色盡去乃將綿布少許浸入此溶液中更取出絞之而曝於空氣中則現青色但欲其色深須反覆染至數回而後可。

安特辣生乃無色之結晶體用為製造茜根質之原料。

茜根質 $[C_{14}H_8O_4 = C_6H_4 \langle \begin{smallmatrix} CO \\ CO \end{smallmatrix} \rangle C_6H_2(HO)_2]$ Alizarine 古來由洋茜根製之以為染料近時由構造式發見其與安特辣生之關係遂由人工製成此質因之培養茜草者殆已絕跡此質為赤色之結晶體溶解於輕

養化鹼金屬之溶液中而呈赤紫色又能與種種金屬之養化物化合而呈各種美麗之顏色故為貴重之染料。

第十一章 脫爾賓類之化合物

由松杉等針葉樹所生之樹脂與水蒸氣共蒸餾之則得脫爾賓油 Turpentine oil 俗稱之曰松香油此油乃脫爾賓類 $[C_{10}H_{16}]$ Terpene 之混合物其溶解樹脂脂肪等物之性甚大故以供製造假漆顏料之用。

凡植物之花與果實所生之香氣皆為其含有之脫爾賓類可以蒸餾壓榨浸出諸法取出之而供種種香料之用如玫瑰油檸檬油丁香油等皆是也。

彈性像皮 $[(C_5H_8)_x]$ Caoutchouc 者乃產於熱帶之數種植物所滲出之液質乾之而成水及鹼類酸類之溶液俱不溶解且富彈性能隨意屈伸故其用途甚廣惟遇寒冷則變硬而易折故須和以少量之硫黃則雖冷不脆如此之像皮名之曰含硫像皮 Vulcanized

caoutchouc 普通所用之像皮管即此物也。又將彈性像皮與多量之硫黃共熱之。則成黑色之堅塊。名之曰硬像皮 Ebonite。用為電氣之絕緣體。又以製鈕釦梳櫛等。

格搭伯查 $[(C_5H_8)_x]$ Gutta percha 亦自植物內取得。此質在常溫度為堅固之塊。略有彈性。然置入熱水中。則柔軟。可隨意擗成何種形狀。故用以製造模型。又可用為電氣之絕緣體。

樟腦 $(C_{10}H_{16}O)$ Camphor 者。自其成分觀之。可知係由脫爾賓養化而成。將樟樹之根幹枝葉切成細片。與水蒸氣共蒸餾之。則得此質。乃無色之結晶體。用為醫藥及驅蟲劑。又以供製造寫留路以特之用。

龍腦 $(C_{10}H_{18}O)$ Borneol 通俗稱曰冰片。其組成比樟腦多輕氣二原子。可由樟腦還原而得之。天然產者。存於婆羅洲蘇門答臘等處之一種樹內。故有婆羅洲樟腦 Borneocamphor 之名。亦無色之結晶體。惟其

香氣與樟腦稍異用爲香料及醫藥。

薄荷腦 [$C_{10}H_{20}O$] Menthol 者存於薄荷之葉中將薄荷葉與水蒸氣共蒸餾之則得薄荷油 Peppermint oil 冷之則其一部分成無色之針狀結晶體是即薄荷腦也其香味甚烈用爲醫藥。

第十二章 植物鹽基

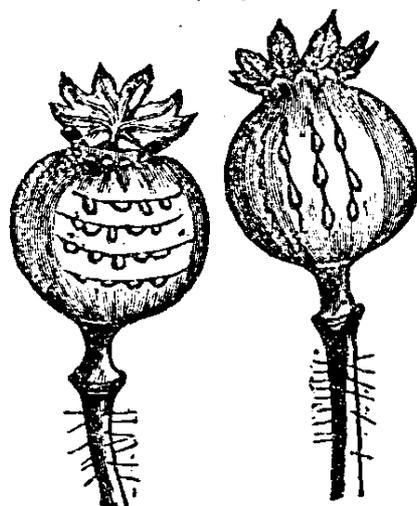
植物鹽基 Vegetable bases 者又名亞爾加路以特 Alkaloids 皆存於植物體中而爲含淡氣之鹽基性有機物可與酸類結合而成鹽其中多極毒之物又多貴重之藥劑。

菸質 [$C_{10}H_{14}N_2$] Nicotine 亦名**尼古丁**其蘋果酸鹽或檸檬酸鹽存於煙草之葉中乃無色之液體遇空氣則變褐色有劇毒飲數滴即死普通之煙葉百分中約含此質一分至八分。

茶質 [$C_8H_{10}N_4O_2$] Theine 又名**加非質** Caffeine 存於茶葉及加非中此等飲料所以有興奮作用者即

因其含此質也。

莫非恩 [$C_{17}H_{19}NO_3$] Morphine 者存於罌粟之未熟果實中。將果實割之則於傷處滲出乳形之液(圖80)乾之即為鴉片。內含數種植物鹽基而莫非恩之量最多。約居百分之十。其鹽酸鹽用為鎮痛劑及催眠劑。



可加因 [$C_{17}H_{21}NO_4$] Cocaine 存於南美洲所產可加樹 Coca 之葉中。其鹽酸鹽用為局部之麻醉劑。

莨菪精 [$C_{17}H_{23}NO_3$] Atropine 亦名阿刀邊存於莨菪曼陀羅華等數種茄科植物中。其硫酸鹽用以放大瞳孔。眼科上使用之。

雞那 [$C_{20}H_{24}N_2O_2$] Quinine 存於印度錫蘭南美洲等處所產雞那樹之皮中。其鹽酸鹽或硫酸鹽用為解熱劑。

番木鱈精 [$C_{21}H_{22}N_2O_2$] Strychnine 亦名司脫立格寧。存於番木鱈之果實中有劇毒。服少許即起痙攣。

安的必林 [$C_{11}H_{12}N_2O$] Antipyrine 無天然存在者。乃人造之亞爾加路以特。為無色之結晶體。用為解熱劑。可代雞那。

第十三章 蛋白質

蛋白質 Proteids 者為類似蛋白之物質。乃動物營養所不可缺。存於動植物之體中者甚廣。動物體除水、脂肪、無機物以外。殆皆為蛋白質所構成云。

蛋白質無一定之形狀。其分子式極為複雜。尙未能判定其百分組成如下。

炭	五〇至五五	輕	六至七
淡	一五至一八	養	一九至二四
硫	〇·三至二·四		

蛋白 Egg albumin 者存於鳥類之卵中。可為各種蛋白質之標本。熱至七五度則凝固。又在常溫度遇酒

精單寧硝酸等亦凝固。在低溫度乾之則成淡黃色無定形之塊易溶解於水中。

實驗 95 取潔淨之玻璃片一小塊。注蛋白少許於其上。俟其半乾。乃浸之於五倍子之煎汁中。則蛋白凝固。而可揭下。復置之水中。亦不溶解。鞣皮術即應用此變化也。

乾酪質 Casein 存於哺乳動物之乳汁中。為乳汁中最滋養之部分。新鮮之乳。此質與少許之鹽基化合。而可溶解於水中。雖熱之亦不凝固。惟加酸類及乳汁腐敗而生乳酸。則此質忽凝固。

豆質 Legumin 存於豆科植物之種子中。其成分頗與乾酪質相似。吾人所食之豆腐。即其遇綠化鎂（即鹽滷）而凝固者也。故豆腐之滋養力。實不亞於牛乳。

麩筋質 Gluten 存於小麥之種子中。將小麥粉（麩粉）置入水中。洗去其澱粉。則得此質。即吾人所食之麩筋是也。

膠質 Gelatin 存於動物之皮。腱。軟骨中。將此等物

體在水中久煮。則得膠質之溶液。精製之而成膠質。乃類似蛋白之物質也。遇單寧則亦凝固。

第十四章 結 論

化學變化之大概。本書已略為敘述。顧宇宙間之物體至繁。且無一物常存不變。吾人於此等無窮之變化。雖經多數學者之研究。知其大概。而未窺見之事實。究屬尙多。即如有機化合物。近年以來。所已知者已有數萬種之多。而猶日日發見新化合物。他如動植物之生活作用。亦無在非化學變化。而吾人迄未能悉知其底蘊。不特有機化合物而已。即單簡之無機物。亦未敢謂其變化悉已盡知。及所知者之必無謬誤也。茲舉一事以證明之。

昔人研究週期表最後之原質鈷 (Th) Thorium 與鈾 (U) Uranium。知其單體及化合物。俱生一種放射綫 Ray。此等放射綫。人目雖不能見。然能通過黑紙及薄金屬片。以使照像。用之銀鹽玻璃片起變化。又能使

空氣有導電性。又遇鉑衰化鋇 $[\text{BaPt}(\text{CN})_4]$ Barium
platinocyanide 則生微光。即其性質多與物理學中所
論之 X 放射綫 X Ray 相似也。

至近年法人苦利 Curie 又於含鈾之礦物中發見
一種放射性最強之原質名之曰銻 [Ra] Radium。其
原子量爲二二五。其化學上之性質與鋇相似。故以之
列入週期表中第七週期之上方第二屬。此質之單體
及化合物。生放射綫所發出之能力 Energy 甚多。同
時又起物質之變化。先成數種不安定之物質（即類
於氫族原質之物質）終則變而爲氦 Helium。嗣知
銻與鈾亦有如是之變遷。但其變遷極緩耳。

據此則昔時以爲原子之不可復分及原質之不可
改變。其說已全破。是以近時復創電子 Electron 之假
說。以濟其窮。謂原子者。係無數電子所合成。由電子以
合成原子。須附與多量之能力。由原子而散爲電子。亦
發出多量之能力。故原子雖非不可復分。特其分開頗

爲不易也。然此假說之有當與否。今日實未易判定。

要之深奧之化學現象。在今日尙多未窺見之處。而習見之事實。則已無可復疑。是在學者由已知之事實。潛心探索。以啓宇宙間之祕蘊耳。

————→(全)←————

洋 裝
一 冊

分 析 化 學 實 驗 書

一 元
五 角

是書首列六卷。除第五卷外。為
高級生徒相當之學程。第五卷

為 醫 師 藥 劑 師 機 械

師 之 用。第 六 卷 中。詳 列 各

表 用 之 可 應 各 大 學 校

各 化 學 會 定 性 分 析 之 考

驗 第 七 卷。論 試 驗 室 之 建

築 法 與 布 置 法 兼 列 器

械 試 品 藥 品 各 表。極 便

研 究 之 用。

丙(896)

新 撰 實 驗 定 性 分 析 化 學

洋 裝 一 冊 定 價 八 角

是書專就分析化學中定性一部分。
陳述其試驗方法。編纂之目的。在供
中學教員及學生參考之用。故凡複
雜試驗。高深理論。概從簡略。全書分
五編。一編、記分析術及試藥。二三編、
記鹽基及酸類之反應。四編、記未知
體之定性分析。五編、記植物鹼類之
試藥及反應。解說平易。條理清晰。俾
閱者易於領悟。

● 商 務 印 書 館 出 版

丙(895)

商 務 印 書 館 出 版

最 新 穎 最 適 用

共 和 國 教 科 書

(中) (師)
(學) (範)

注 重 實 用 主 義 各 科 互 相 聯 絡

教 育 部 審 定

又 東 亞 各 國 史 考 書	又 參 考 書	本 國 史	又 問 題 詳 解	平 三 角 大 要	立 體 幾 何	平 面 幾 何	代 數	算 術	又 參 考 書	中 國 文 學 史	文 法 要 略	又 參 考 書	文 字 源 流	國 文 讀 本 評 註	國 文 讀 本	修 身 要 義	
一 冊	一 冊	卷 一 各 三 冊	二 冊	一 冊	一 冊	一 冊	一 冊	一 冊	一 冊	一 冊	二 冊	一 冊	一 冊	二 冊	四 冊	二 冊	
一 元	三 角 半	一 元 八 角	各 冊 半	三 角 半	三 角	二 角 半	六 角	六 角 半	七 角	八 角	五 角	各 六 角	四 角	三 角	四 角 七 分	各 三 角 半	
兵 式 教 練	普 通 體 操	用 器 圖 式	用 器 圖 式	經 濟 大 概	法 制 要 要	化 學 學 要	物 理 學 要	生 物 學 要	礦 物 學 要	動 物 學 要	植 物 學 要	人 文 地 理	自 然 地 理	外 國 地 理	又 參 考 書	本 國 地 理	西 洋 史
一 冊	一 冊	一 冊	一 冊	一 冊	一 冊	一 冊	一 冊	一 冊	一 冊	一 冊	一 冊	一 冊	二 冊	下 冊	上 冊	下 冊	上 冊
六 角	一 元	五 角	五 角	三 角	三 角	七 角	七 角	九 角	六 角	九 角	七 角	三 角	三 角 半	各 五 角	八 角	六 角	九 角 半
角 一 洋 加 價 定 面 紙 照 者 面 布 購 欲 如 君 諸 (意 注)																	

確 合 部 頒 新 章 羅 列 東 西 學 說

教育部審定批語

中 學 校 共 和 國 教 科 書
化 學

詞 旨 明 晰
所 取 教 材
分 量 亦 多
寡 適 中 深
合 中 學 程
度 之 用

部(4)

Republican Series
C h e m i s t r y
for Middle Schools
Approved by the Board of Education
Commercial Press, Limited
All rights reserved

中華民國十二年九月初版

(共和國
教科書
化 學 一 冊)

(軟布面每册定價大洋捌角)
(紙面每册定價大洋柒角)
(外埠酌加運費匯費)

編 纂 者 吳 縣 王 季 烈

發 行 者 商 務 印 書 館

印 刷 所 上海北河南路北首寶山路
商 務 印 書 館

總 發 行 所 上海棋盤街中市
商 務 印 書 館

分 售 處 北京天津保定奉天吉林龍江
濟南東昌太原開封洛陽西安
南京杭州蘭谿安慶蕪湖南昌
漢口長沙常德衡州成都重慶
連縣福州廣州潮州香港桂林
梧州雲南貴陽張家口新嘉坡

此書有著作權翻印必究

中華民國十二年十月七日稟部註冊十一月四日領到文字第一百二十一號執照

五〇〇三張

