

中學活用課本

陸高誼主編  
龔昂雲編著

現代實用化學

世界書局印行

版權所有  
翻印必究

中華民國三十三年五月三版

現代實用化學  
(全一册)

外埠酌加運費匯費

編者 龔 昂 雲

主編者 陸 高 誼

發行人 陸 高 誼

出版者 世界書局

發行所 上海及各省 世界書局

## 編輯例言

化學爲偏重應用方面之學科，吾人檢點過去之成績，默察今後之環境，覺實用技能之灌輸，必將爲社會人士所迫切需求；因之教科書之編輯自應懲前毖後，力矯過去不能滿足人望之缺點。本書之輯，卽欲適應時代潮流，冀能爲教學雙方勉圖供獻。就其要點，可分數端：

1. 本書依據現行課程標準之精義編輯而成：在形式上採取普通化學之長，而實質上則儘量注重應用化學之材料，全書分爲十章：第一章就化學之基本理論及主要之反應，提綱挈領，擇要敘述，使學者確立化學智識之基礎；其次九章分述無機及有機物質，而包含工業、農業、食品、衛生、醫藥、電氣及國防等與日常生活有關之材料，並努力選取最新之學說，隨處插入適用之教材，使學者讀完本書，不但可得實用之常識，且足爲課外之指歸，苟能由此入門，而進窺應用化學之堂奧，當更不難蔚爲化學之全材也。

2. 本書爲篇幅所限，在理論方面不能不就簡刪繁，祇以能說明化學反應之必要範圍爲度；卽應用方面之教材，亦多斟酌輕重，敘述或有詳略。然化學之範圍極廣，學理與應用不但宏博淵深，抑且日新月異，故爲適合各種需要起見，特就重要之材料，隨時介紹專門

性質之參考文獻，如是教材既有伸縮，學者又便於進修。至於計算之題示與化驗之方法，亦皆應有盡有，無或缺漏，故無論用作教本，或供自修參考，皆可得心應手，而收學以致用之效。

3. 本書編制頗與普通教本不同。關於有機方面之應用教材，在適合學者程度之原則下，不憚反覆說明；且文辭簡明，極易理解。重要之工業製造，並附以簡明切要之插圖；物產方面則注重我國之天然原料，而隨處指示工業建設之途徑。國家建設，需才正殷，而輕工業與小工業之需要尤異常迫切，作者希望讀此書者，於個人有出路以後，再進而為復興國家之工作，則此書之輯，為不虛矣。

以上數點為其犖犖大者，至於排校印刷悉求正確；書末附錄八種亦切實用。惟編制方法尚係剋舉，且編印匆促，魯魚亥豕之病容或難免，尚望海內明達不吝教正，俾得隨時訂正，以期至善，不亦豈乎。

編 者 識



# 目 次

<b>第一章</b>	<b>化學之基本知識</b> .....	<b>1</b>
第一節	緒論 .....	1
第二節	物質 .....	4
第三節	物質之變化.....	16
第四節	基本定律.....	27
第五節	化學式.....	35
第六節	化學品之製煉.....	43
<b>第二章</b>	<b>空氣與水</b> .....	<b>50</b>
第一節	空氣.....	50
第二節	氧.....	53
第三節	氮.....	60
第四節	氫.....	62
第五節	水.....	66
<b>第三章</b>	<b>食鹽及鹵族元素</b> .....	<b>76</b>
第一節	食鹽.....	76
第二節	氯化物及鹽酸.....	79
第三節	氟、溴及碘 .....	88

<b>第四章</b>	<b>硫及硫酸</b> .....	<b>97</b>
第一節	硫 .....	97
第二節	硫酸 .....	100
第三節	硫化物及硫酸鹽 .....	108
<b>第五章</b>	<b>氮化合物及爆炸藥</b> .....	<b>117</b>
第一節	氮之氧化物 .....	117
第二節	氨及硝酸 .....	119
第三節	氰化物及氮質肥料 .....	130
第四節	爆炸藥 .....	134
<b>第六章</b>	<b>磷族元素</b> .....	<b>139</b>
第一節	磷及磷化合物 .....	139
第二節	砷、銻及鉍 .....	145
<b>第七章</b>	<b>矽、硼及鋸業</b> .....	<b>150</b>
第一節	矽及硼 .....	150
第二節	鋸業 .....	156
<b>第八章</b>	<b>鈉、鉀及鈣</b> .....	<b>164</b>
第一節	鈉及蘇打工業 .....	164
第二節	鉀及鉀工業 .....	172
第三節	鈣及石灰工業 .....	176

<b>第九章 金屬及合金</b> .....	183
第一節 金屬 .....	183
第二節 合金 .....	205
第三節 電化學 .....	210
<b>第十章 碳與碳化合物</b> .....	219
第一節 碳與燃料 .....	219
第二節 碳化氫及含氧之碳化物 .....	234
第三節 衣食品 .....	262
<b>附 錄</b>	
一 重要之元素表 .....	293
二 常用單位表 .....	293
三 固體溶解度表 .....	294
四 氣體溶解度表 .....	294
五 水蒸氣壓力表 .....	295
六 重要氣體密度表 .....	295
七 比重及波氏與脫氏度數對照表 .....	296
八 中英名詞對照表 .....	297
1. 中文名詞索引 .....	297
2. 英文名詞索引 .....	316

# 現代實用化學

## 第一章 化學之基本知識<sup>①</sup>

### 第一節 緒論

**化學之演進** 考之我國史乘，有巢氏構木爲巢，燧人氏鑽木取火，神農氏嘗百草，教民種植。至黃帝時代更窳宮室、衣裳、舟車、柞臼、貨幣、陶器等，可見人類自古即能利用天然產物以供其生活之需要；人類愈進化，愈能運用其智能以開闢利源，並窳造器物。故在中古時代，學者研究點石成金之術<sup>②</sup>及長生不老之藥盛極一時，雖未成功，然冶煉金屬之法及藥石療病之功，皆得進展；而化學亦得 (Chemistry) 依附冶金及醫藥而爲世人所注重。十七世紀末葉，英人波義耳<sup>③</sup>更倡導研究化學之態度，於是化學乃獨立而爲自然科學之一科<sup>④</sup>。

---

①本章各節可斟酌情形，分別移後教學。

②稱爲煉金術。研究煉金術者，我國以晉時之葛洪爲著名，著抱朴子一書，歐人以八九世紀時之 Geber 爲最著名。參考中國煉丹術，商務印書館出版。

③波義耳 (1627-1691) 以爲化學之價值在探求真理而不囿於致用；研究方法則須根據實驗而不依於冥想。

④參考史學史話，中正書局出版；化學史通考，商務印書館出版。

**化學與人生** 十九世紀以後，人類努力研究純正科學之結果，更創造應用科學之物質文明，其中尤以化學方面之發展，最為迅速。蓋人類已不但能利用自然，且能運用人工，創造為人生需要之各種資料。舉其著者，如衣服方面之人造絲及人造染料，食物方面之營養素及肥料，居住方面之磚、瓦及水泥，行動方面之汽油及橡膠，以及醫藥用品，炸藥毒氣等幾無一非應用化學之結晶；換言之，現代之物質文明，幾無一不出於應用化學之賜。故化學不但與人生有密切之關係，●即與國家民族之隆替，亦有極重大之影響。化學知識及其運用才能，宜為我所當急切研求也。

**純粹化學與應用化學** 化學對於人生雖有極重要之應用，然尚有其主要之目的。化學為**自然科學**●之一分科，其主要目的為探求  
(Natural science)  
支配自然之律，以竟格物窮理之功。故依化學之性質，可分為**純粹化學**與**應用化學**二部。純粹化學與應用化學相互為用：由研究純粹  
(Pure chemistry)  
化學之結果，乃得應用其原理以資創造或改良物品；因應用化學之範圍日擴，於是純粹化學之問題愈見其多，而自然之真理亦愈能發微知著。近代較大之工廠，多設立研究室，不惜物力，孜孜研究者，其故即在於此。惟應用化學應以純粹化學為基礎，故我人對於純粹化學之原理，先應有明確之理解。

●參考日常化學生活，世界書局出版

●研究自然現象之學問，稱為自然科學。自然科學之範圍甚廣，化學為研究自然現象中物質變化之學科。

**應用化學之範圍** 應用化學之範圍甚廣，茲就主要之部門，列舉數種於後：

1. **工業化學** 為應用物理的或化學的方法，將原料製成有價值物品之化學。其研究之範圍包括無機化學工業及有機化學工業二大門。無機化學工業之主要者如酸、鹼、顏料、黏土、玻璃、火柴、冶金及合金，無機藥品及電解等；有機化學工業之主要者如煤氣、焦煤及其副產物、染料、油脂、製革、橡皮、纖維、釀造及有機藥品等。

2. **農業化學** 為研究化學知識之應用於農業方面之學問，如土壤及肥料之成分及性質，肥料之適當施用方法，及農產物之檢查等，皆為農業化學之主要部分。

3. **生物化學** 為研究化學知識之應用於生物學方面之學問，其主要部分如構成細胞之要素，生物體之組織、成分及生物體內之化學作用等。

4. **營養化學** 為研究各種食品之化學組成及營養價值之學問，亦稱為**食品化學**。其主要部分如營養素及活力素之性質及測定，食品之檢查及改良等。

5. **醫藥化學** 為研究化學知識之應用於醫藥方面之學問。如生理及病理之化學的研究，各種藥劑之成分、性質之測定與製造，及理療（如 X 射線及鐳錠等）之應用等。

此外尚有研究生理作用之**生理化學**；研究電流效應之**電化學**及

(Physiological chemistry) (Electrochemistry)

研究光效應之**光化學**等，亦皆為應用化學之主要部門。本書以實用  
(Pr. tochemistry)

為主，故於敘述各種無機及有機物質時，特注重應用方面之材料。

**現代化學工業之概況** 應用化學之突飛猛晉，肇始於十九世紀之間，至二十世紀而發揚光大。蓋人類盡其天賦之智慧，科學技術日臻完備，凡天然資源之可供利用者幾已無一廢棄，即產量稀少或價值昂貴者，亦能藉化學方法以製造或合成之，如人造絲、人造毛、人造棉、人造象牙及合成氨，合成硝酸，合成燃料等，種類繁多，大都成大量生產，蔚為化學工業之大觀。此種人造或合成品之進展，當年有增加，漫無止境，人類未來之繁榮，有賴於此種化學工業之發達，可無疑也。

## 第二節 物質

**物質** 凡佔空間而有重量者稱為**物質**。木與鐵皆為普通之物質，  
(Matter)

我人一見即能認識之。是因木與鐵皆有其固有之性質，各部分彼此皆同。如木質鬆而輕，能浮水面，遇火則燃；鐵質堅而重，入水即沈，遇磁鐵則被吸引。我人一見即能辨別者，即因對於木與鐵之性質，有豐富之經驗故也。我人憑藉此種經驗，可以認識各種物質之存在，惟為精確起見，通常必就物質之種種性質予以確證，始可決定之。此種性質分為物理性及化學性二種：**物理性**如色、香、味、硬度、比重、展性、延性、**熔解**、蒸發、結晶，及熱與電之傳導等；**化學性**如燃  
(Physical property)  
(Chemical property)

燒、活動性、安定性，對於空氣、光、熱及藥劑之反應等。此種性質非經化學變化決無變更，故即使將木屑與鐵屑混合一起，我人憑藉木與鐵之性質，極易加以鑒別或分離之。

物質之形態分爲固體，液體，氣體與膠體●四種。

(Solid) (Liquid) (Gas) (Colloid)

**混合物** 由二種以上之物質混合而成者稱爲混合物。混合物之

(Mixture)

各部分彼此不同，組成亦無一定，故其一部分之性質恆與其他部分異。但各物質混合時之成分不論多少，必仍保持其固有之性質。是因混合物內各物質之分子雖聚合一起，未嘗有絲毫之結合也。

**化合物** 木與鐵雖皆爲習見之物質，然依化學方法分析之，知鐵爲單質，而木則由數種元素所構成。通常所見之水與食鹽亦然，縱使十分純粹，亦皆非一種單純之物質：即水由氫與氧二元素所構成，食鹽則由鈉與氯二元素所構成。依此由二種以上之元素化合而成之物質稱爲化合物。化合物之各成分有一定組成，且其性質與各

(Compound)

成分之性質迥異，如水由二份氫

(B)與一份氧(A)化合而成(圖1)；

氫與氧爲性質各異之氣態元素，而與其所成之化合物之性質亦絕

不相同。食鹽爲鈉與氯各一份化

合而成；鈉爲有銀色光澤之軟金屬，氯則爲黃綠色之氣體，而其所

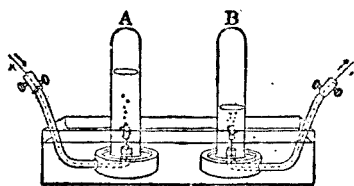


圖 1

●參考普通化學概要，商務印書館出版。



成之化合物則為具有鹹味之固體。水與食鹽既各具有獨特之性質，並可知其各成分之化合狀態非常牢固，非用化學方法決不易將其各成分互相分離。是皆為與混合物之重要區別。

化合物之種類至多，在化學上常分為若干門類，凡屬同類之化合物性質相似，故學者就各類之重要化合物加以透澈研究，即不難窺其門徑而入堂奧也。

**元素** 水由氫與氧二種元素化合而成，而氫與氧則永不能再分為更簡單之物質：故**元素**⊖

(Element)

即指用化學方法不能再分為

更簡單之物質：自然界中之

物質至多，然構成各種物質之元素，就現時所知者不過

九十二種；而其中比較重要者亦不過二十餘種。例如構成

地殼連大氣併計在內不過

由八種元素所成(圖 2)，而

構成人體之元素亦不過十餘種而已。⊖

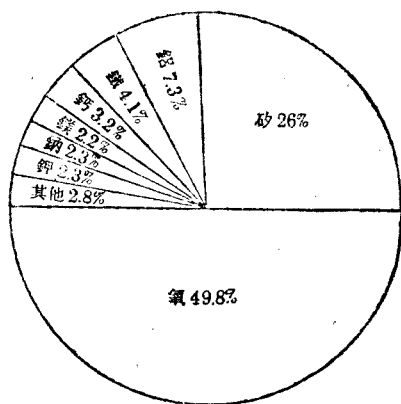


圖 2

⊖ 參考元素之研究，商務印書館出版。

⊖ 據休曼氏研究，人體之平均成分，略如下表：  
(Sherman)

元素	百分比	元素	百分比	元素	百分比	元素	百分比	元素	百分比
氧	65.00	氫	3.00	鉀	2.35	氯	0.15	碘	少許
碳	18.00	鈣	2.00	磷	0.25	鎂	0.05	鈉	少許
氮	10.00	磷	1.00	鈉	0.15	鐵	0.004	矽	少許

元 素 表

元素	英 名	符號	原子序	原子量	元素	英 名	符號	原子序	原子量
錒	Actinium	Ac	89	227 ?	汞	Mercury	Hg	80	200.61
鋁	Aluminium	Al	13	26.97	鉬	Molybdenum	Mo	42	96.0
銻	Antimony	Sb	51	121.77	鐳	Neodymium	Nd	60	144.27
氬	Argon	A	18	39.91	氖	Neon	Ne	10	20.2
砷	Arsenic	As	33	74.96	鎳	Nickel	Ni	28	58.69
鋇	Barium	Ba	56	137.37	氮	Nitrogen	N	7	14.008
鈹	Beryllium	Be	5	9.02	銻	Osmium	Os	76	190.8
鉍	Bismuth	Bi	83	209.00	氧	Oxygen	O	8	16.000
硼	Boron	B	4	10.82	鈷	Palladium	Pd	46	106.7
溴	Bromine	Br	35	79.916	磷	Phosphorus	P	15	31.027
銻	Cadmium	Cd	48	112.41	鉑	Platinum	Pt	78	195.23
鈣	Calcium	Ca	20	40.07	錳	Polonium	Po	84	210.0 ?
碳	Carbon	C	6	12.000	鉀	Potassium	K	19	39.096
鈦	Cerium	Ce	58	140.25	鐳	Praseodymium	Pr	59	140.92
銻	Cesium	Cs	55	132.81	錒	Protoactinium	Pa	91	230. ?
氯	Chlorine	Cl	17	35.457	鐳	Radium	Ra	88	225.95
鉻	Chromium	Cr	24	52.01	釷	Radon	Rn	86	222.
鈷	Cobalt	Co	27	58.94	錒	Rhenium	Re	75	188.7
鈾	Columbium	Cb	41	93.1	銻	Rhodium	Rh	45	102.91
銅	Copper	Cu	29	63.57	銻	Rhodium	Rb	37	85.44
鐳	Dysprosium	Dy	66	162.52	銻	Ruthenium	Ru	44	101.7
銻	Erbium	Er	68	167.7	銻	Samarium	Sm	62	150.43
銻	Eurorium	Eu	63	152.0	銻	Scandium	Sc	21	45.10
氟	Fluorine	F	9	19.00	銻	Selenium	Se	34	79.2
釷	Gadolinium	Gd	64	157.26	矽	Silicon	Si	14	28.06
鋁	Gallium	Ga	31	69.72	銀	Silver	Ag	47	107.880
銻	Germanium	Ge	32	72.60	鈉	Sodium	Na	11	22.997
金	Gold	Au	79	197.2	銻	Strontium	Sr	38	87.63
鈳	Hafnium	Hf	72	178.6	銻	Sulfur	S	16	32.064
氦	Helium	He	2	4.000	銻	Tantalum	Ta	73	181.5
釷	Holmium	Ho	67	163.5	銻	Tellurium	Te	52	127.5
氫	Hydrogen	H	1	1.008	銻	Terbium	Tb	65	159.2
銻	Illium	Il	61	?	銻	Thallium	Tl	81	204.39
銻	Indium	In	49	114.8	銻	Thorium	Th	90	232.15
碘	Iodine	I	53	126.932	銻	Thulium	Tm	69	169.4
銻	Iridium	Ir	77	193.1	銻	Tin	Sn	50	118.70
鐵	Iron	Fe	26	55.84	銻	Titanium	Ti	22	47.90
氬	Krypton	Kr	36	82.9	銻	Tungsten	W	74	184.0
銻	Lanthanum	La	57	138.90	銻	Uranium	U	92	238.17
鉛	Lead	Pb	82	207.22	銻	Vanadium	V	23	50.96
鋰	Lithium	Li	3	6.940	銻	Xenon	Xe	54	130.2
銻	Lutecium	Lu	71	175.0	銻	Ytterbium	Yb	70	173.6
鎂	Magnesium	Mg	12	24.32	銻	Yttrium	Y	39	89.0
錳	Manganese	Mn	25	54.93	銻	Zinc	Zn	30	65.38
銻	Masurium	Ma	43	?	銻	Zirconium	Zr	40	91.22

化學家爲研究便利起見，特採用各元素拉丁名之第一字母，作爲該元素之符號。如氫之符號爲 H，氧之符號爲 O 是。但若第一字母相同者則兼用第二字母或其他字母，如碳之符號爲 C，而氯之符號爲 Cl；氮之符號爲 N，而鈉之符號則爲 Na 是。各種元素及其名稱、符號等見前頁之表。

化合物係由元素化合而成，故亦可用各元素之符號聯合表示之，如水由二份氫與一份氧化合而成，故水之符號爲  $H_2O$ 。

**原子與分子** 化學家爲說明純粹物質所以具同一性質之故，特創立假說。1808 年英人達爾頓 (1766—1844) 首先創立原子說，其  
(Dalton) (Atomic theory)  
要點如下：

1. 各種元素皆由用化學方法不能復分之最小微粒所成，此種微粒稱爲原子。  
(Atom)
2. 同種元素爲由性質、形狀、大小、質量相等之原子所成；異種元素之原子各異。
3. 原子能藉化合力而互相結合；異類原子結合後所成化合物(即分子)中之各  
(Compound atom)

原子數必互成一簡單整數比。

上列假說關於原子與分子之意義稍有混淆，故其後化學家乃以元素之最小微粒，稱爲原子，而由二個以上原子結合而成之微粒，名爲分子。至 1811 年意人亞佛加德羅又創立假說，謂一切氣體在  
(Molecule) (Avogadro)

同溫同壓之下，等體積中皆含有同數之分子。此假說稱爲亞佛加德  
(Avogadro)

羅假說。由此假說，可知氫、氧等氣體各一分子，各由同元素之二原  
hyp. thesis)

子所成。又各種氣體同體積重量之比，等於此種氣體分子每個重量

之比。故將各氣體之**密度**(即單位容積之重量)互相比較,即可得分子之相對重量。茲列表如下:(以氫為標準)

氣 體	密度(每升克數)	分子之相對重量
氫.....	0.09	1
氧.....	1.43	16
氮.....	1.25	14
氯化氫.....	1.64	18.2

又化合物之分子,係由二或二個以上異元素之原子化合所成,如水一分子含有二個氫原子與一個氧原子是。此外尚有少數物質,每一分子祇含一個原子者,如氮及水銀蒸氣等。

**原子量與分子量** 元素中所含之原子渺小異常,故在化學上常用其相對之重量,此種重量即稱為**原子量**。元素之原子量常以氧原子為標準,其值規定為 16.000。● 例如某元素之重與氧原子之重之比,為何數比 16.000,則其原子量即為何數。故氫原子與氧原子之重之比為 1.008 比 16.000,即氫之原子量為 1.008 是。學者參閱前節元素表中原子量之數字,即可知之。又依表知一氧化碳係由 12 分重之碳與 16 分重之氧化合而成,即碳與氧各一原子化合時之重量比為 1:1.33,此數與分析一氧化碳時所得之結果相同。

● 元素之原子量昔時以氫原子為標準,定其值為 1。後因氧能與大多數元素化合,為計算便利起見,乃改用氧原子為標準。依此所得各元素原子量之值,與以氫原子為標準時無大差異。

某物質一分子內所含原子量之總和稱爲該物質之分子量。例如 (Molecular weight)  
 氧一分子含有二原子，故其分子量爲(16.000+16.000) 即 32.000。  
 氫一分子亦含二原子，故其分子量爲(1.008+1.008) 即 2.016。又  
 水一分子含有氫二原子與氧一原子，故其分子量爲 (1.008×2+  
 16.000) 即 18.016。由前知原子量爲各元素一原子與氧原子量相  
 比之重量，故分子量即某物質之一分子與氧之分子量相比之重量。

物質之分子量常用氧分子之分子量即 32.000 爲標準，故氣體物質之分子量，可  
 依下式求之：

$$\begin{aligned} \text{分子量} &= \frac{\text{氣體之重量}}{\text{同體積之氧之重量}} \times 32 \\ &= \text{對於氧之比} \times 32. \end{aligned}$$

克分子量與克分子容積 物質之分子量後若附以重量單位克數  
 時，稱爲該物質之克分子量或稱爲摩爾量。如氧之分子量爲 32，故  
 (Gram molecular weight) (Molar weight)  
 其一克分子量爲 32 克；二克分子量即爲 32×2=64 克。又水之分  
 子量爲 18.016，故其克分子量爲 18.016 克，餘類推。

氧 1 呷之重約爲 1.429 克，故在標準溫度(0°C) 與標準壓力  
 (760 托)時，氧一克分子所佔之容積爲

$$1 \times \frac{32.00}{1.429} = 22.4 \text{ 呷}$$

依此以各種氣體之密度除其克分子量，結果皆爲 22.4 呷。換  
 言之，任何氣體物質在標準溫度與標準壓力下，其一克分子之容積

皆爲 22.4 升，是稱爲克分子容積，此值在計算時常用之。如求氣體物質之分子量時，將一定體積之氣體稱得重量後，化爲標準狀態時之容積，求出其一升之重量，再以 22.4 乘之即得。故任何氣體在標準狀態時，其 22.4 升之克數，即等於其分子量。

元素之蛻變 從前科學家皆認原子爲不可再分之質點，但自 1879 年英人克魯克 (Crookes)

斯發見陰極射線，⊖ 1895 年德人琴琴發見 X 射線，⊖ 1898 年法人居禮夫婦發見 (Cathode rays) (Röntgen) (X-ray) (Curie)

重要之放射元素鐳後，⊖ 學者對於原子之觀念，乃煥然一新：即物質之原子係由帶 (Radioactive element)

陰電之電子與帶陽電之質子所組成。⊕ 更就鐳之放射情形考之，知鐳之化合物能不 (Electron) (Proton)

絕產生氦與氮二種元素，可知此種變化必由鐳原子之本身蛻變而來，即一種元素之原子竟能變成其他二種元素之原子，故元素蛻變之現象，自屬確鑿無疑矣。⊕

⊖ 克魯克斯於試驗真空管放電時，發見陰極放出一種輻射線，其進路能爲磁鐵所吸引，由其彎曲之方向，可知其爲由電子所成，此輻射線即稱爲陰極射線。

⊖ 琴琴於試驗陰極射線時，發見陰極射線與管壁或遮板衝突後，能由衝突而發生另一種輻射線，此線非目力所能見，但能透過尋常光線所不能透過之物質如木片，皮肉及鉛板等，當時因不明其性質，故稱爲 X 射線，今亦稱爲琴琴射線。醫術上常用以檢查人體內傷或攝影。

⊖ 鈾，釷，鐳等能發出射線之元素，稱爲放射元素。鐳能發出  $\alpha$ 、 $\beta$  及  $\gamma$  三種射線： $\alpha$  線成自質子， $\beta$  線成自電子， $\gamma$  線則爲  $\beta$  射線之微粒與周圍物質衝突後所生之波，與琴琴射線相似。鐳之放射線有殺菌除腐之效，故醫學上常用以療病。

⊕ 參考原子構造概論，商務印書館出版。

⊕ 參考原子之變化，科學 18 卷 6 期，中國科學社出版。

**金屬與非金屬** 化學家為研究便利起見，通常將元素分為**金屬** (Metals) 與**非金屬**二類。金屬概有金屬光澤及延展性，善能導電及傳熱等性質，除水銀外通常皆為固體，如金、銀、銅、鐵、錫等。非金屬概無金屬光澤，質脆，性質較為複雜，有成氣體存在者如氫、氧等，有成固體存在者，如硫、碳等，有成液體存在者如溴。

金屬與非金屬元素，通常擇其性質相似者分別合併為**族**，茲就金屬中之各族元素列舉於後：

1. 鹼族元素……鈉、鉀、銣、銣。
2. 鹼土族元素……鈣、鎂、鋇。
3. 鋅族元素……鎂、鋅、鎳、汞。
4. 土族元素……鋁、銻、鉍。
5. 錫族元素……錫、鉛、鉍。
6. 鐵族元素……鐵、鈷、鎳。
7. 銅族元素……銅、銀、金。
8. 鉑族元素……鉑、銻、銱。

非金屬元素亦可分為各族如下：

1. 氧族元素……氧、硫、硒、碲。
2. 氮族元素……氮、磷、砷。
3. 鹵族元素……氟、氯、溴、碘。
4. 碳族元素……碳、矽(矽)。

週 期	類		第一類		第二類		第三類		第四類		第五類		第六類		第七類		第 八 類	
	族	甲族	乙族	甲族	乙族	甲族	乙族	甲族	乙族	甲族	乙族	甲族	乙族	甲族	乙族	類		
第一	短	氫 (4)	氫 (6.9)	銦 (9)	鋁 (10.8)	硼 (12)	鈉 (23)	鎂 (24.3)	鈾 (26.9)	矽 (28)	鈉 (23)	鎂 (24.3)	鋁 (26.9)	鈾 (28)	鈉 (23)	鎂 (24.3)		
第二	短	氦 (20.2)	鈉 (22.9)	鎂 (24.3)	鋁 (26.9)	矽 (28)	鈉 (23)	鎂 (24.3)	鋁 (26.9)	鈾 (28)	鈉 (23)	鎂 (24.3)	鋁 (26.9)	鈾 (28)	鈉 (23)	鎂 (24.3)		
第一	長	系	氫 (39.9)	鈉 (39)	鈣 (40)	鈦 (48)	鈾 (23)	鈣 (40)	鈦 (48)	鈾 (23)	鈉 (51)	鎂 (52)	鋁 (52)	鈾 (51)	鈉 (51)	鎂 (52)	鋁 (52)	鐵 (55.8)
			鈉 (63.6)	鈣 (65.4)	鈦 (68.7)	鈾 (72.6)	鈉 (74.9)	鎂 (78.9)	鋁 (78.9)	鈾 (79.9)	鈉 (79.9)	鎂 (83.7)	鋁 (87.6)	鈾 (91)	鈉 (93)	鎂 (93)	鋁 (93)	鈾 (93)
第二	長	系	鈉 (83.7)	鈣 (85.4)	鈦 (88.9)	鈾 (91)	鈉 (88.9)	鈣 (87.6)	鈦 (88.9)	鈾 (91)	鈉 (93)	鎂 (93)	鋁 (93)	鈾 (93)	鈉 (93)	鎂 (93)	鋁 (93)	鈷 (58.7)
			鈉 (107.9)	鈣 (107.9)	鈦 (114.8)	鈾 (118.7)	鈉 (121.7)	鎂 (127.6)	鋁 (127.6)	鈾 (126.9)	鈉 (126.9)	鎂 (132.9)	鈣 (137.4)	鈦 (139)	鈾 (144)	鈉 (144)	鎂 (144)	鋁 (144)
第三	長	系	鈉 (131.3)	鈣 (132.9)	鈦 (139)	鈾 (175)	鈉 (139)	鈣 (137.4)	鈦 (139)	鈾 (175)	鈉 (181.4)	鎂 (184)	鋁 (184)	鈾 (186.3)	鈉 (186.3)	鎂 (186.3)	鋁 (186.3)	鈷 (58.7)
			鈉 (147.2)	鈣 (147.2)	鈦 (157.4)	鈾 (200.6)	鈉 (200.6)	鎂 (207.2)	鋁 (207.2)	鈾 (207.2)	鈉 (207.2)	鎂 (239)	鈣 (239)	鈦 (239)	鈾 (239)	鈉 (239)	鎂 (239)	鋁 (239)
第四	單	氫 (22)	—	銻 (225.9)	銻 (227?)	銻 (227?)	銻 (225.9)	銻 (227?)	銻 (227?)	銻 (239.1)	銻 (239?)	銻 (239?)	銻 (239.1)	銻 (239?)	銻 (239.1)	銻 (239.1)	銻 (239.1)	銻 (239.1)
氫	物	公式	M <sub>2</sub> O	MO	M <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MO <sub>2</sub>	MO	M <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MO <sub>2</sub>	M <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	M <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	M <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	M <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MO <sub>2</sub>	MO <sub>3</sub>	MO <sub>4</sub>	MO <sub>4</sub>	MO <sub>4</sub>
氫	化	物	MX	MX <sub>2</sub>	MX <sub>3</sub>	MX <sub>4</sub>	MX <sub>3</sub>	MX <sub>3</sub>	MX <sub>4</sub>	MH <sub>3</sub>	MH <sub>2</sub>	MH <sub>3</sub>	MH <sub>2</sub>	MH <sub>3</sub>	MH <sub>2</sub>	MH <sub>3</sub>	MH <sub>3</sub>	MH <sub>3</sub>
氫	化	物	MX	MX <sub>2</sub>	MX <sub>3</sub>	MX <sub>4</sub>	MX <sub>3</sub>	MX <sub>3</sub>	MX <sub>4</sub>	MH <sub>3</sub>	MH <sub>2</sub>	MH <sub>3</sub>	MH <sub>2</sub>	MH <sub>3</sub>	MH <sub>2</sub>	MH <sub>3</sub>	MH <sub>3</sub>	MH <sub>3</sub>

◎表示含有數種元素，其原子量在 139 及 175 之間，然因尚未詳細考察，故其排列法不能一定，依現在之排列法之週期表，殊不合於此等元素之排列。



## 5. 氫族元素……氫、氦、氖、氬、氡。

週期律 1869 年俄人門得雷葉夫察知元素之性質與其原子量有密切關係，即元  
(Mendelejeff)

素之性質，皆依其原子量之漸重而遞變，但每隔若干元素則成一回復是稱為週期律。  
(Periodic law)

氏根據此律，依照各元素原子量之輕重順次排列而成一週期表，其第一、二兩週期中  
(Periodic table)

各元素之排列如下：

氫	銻	鋁	硼	碳	氮	氧	氟
氦	鈉	鎂	鋁	矽	磷	硫	氯

由上表知氫與氦，銻與鈉，鋁與鎂，硼與鋁，碳與矽，氮與磷，氧與硫，氟與氯等之性質皆相似。其他各週期之元素，亦皆依此排列，惟自氫至溴十八元素更分為單系，雙系而並列於一長週期中，而同類之元素亦分為甲乙二族而並列於同一行中。週期表 series)

(見前頁) 中氫之位置未能確定(現列於第一週期前之第一類中)為其缺點。

同族元素之各種性質既有一定遞變之次序，且又彼此相似，則就每一族中之一元素詳細研究後，其他元素之性質亦可推想而知，如此可使研究化學趨於簡易。又由元素之性質，可由其所佔之位置決定之，故不但可預知新的元素，亦可指示性質之差異。化學之發達，週期表之發見實與有功也。

## 摘 要

**物質**——佔空間而有重量者，稱為物質；物質皆具有物理性及化學性；其形態有固體、液體、氣體及膠體四種。

**混合物**——由二種以上之物質混合而成者，稱為混合物；混合物之成分不定，但各成分保持其固有之性質。

**化合物**——由二種以上之元素化合而成之物質，稱為化合物。化合物有一定組成，其性質與各成分之性質迥異。

元素——用化學方法不能再分為更簡單之物質，稱為元素。已知之元素共九十二種。

原子與分子——元素之最小微粒稱為原子。二個以上之原子結合則成分子。亞佛加德羅假說：在同溫同壓下，等體積之氣體中皆含有同數之分子。

原子量與分子量——原子之相對重量，稱為原子量。某物質一分子內所含原子量之總和，稱為分子量。

克分子量與克分子容積——附有克數之分子量稱為克分子量。任何氣體在標準溫度與標準壓力下，其一克分子之容積皆為 22.4 呎，是為克分子容積。

元素之蛻變——由放射元素知一種元素之原子，可變成他二種元素之原子，故元素能蛻變。

金屬與非金屬——金屬元素分鹼族、鹼土族、鋅族、土族、錫族、鐵族、銅族及鉛族等；非金屬元素分氧族、氮族、鹵族、碳族、氫族等。

週期律——元素之性質皆依其原子量之漸重而遞變，但每隔若干元素，則成一回復，是稱為週期律。

## 問 題

1. 混合物與化合物有何區別？
2. 何謂元素？現時已知之元素，有不為元素之可能否？
3. 元素之符號有何功用？
4. 亞佛加德羅假說係根據何種事實？
5. 由本書附錄所載氣體密度表，求一氧化碳（CO）及二氧化碳（CO<sub>2</sub>）之分子量。
6. 試述原子量，分子量，克分子量及克分子容積之意義。

7. 依放射現象，說明原子之構造。
8. 試述金屬與非金屬之區別。

### 第三節 物質之變化

**物質之變化** 物質之變化可分二種：凡形態雖變，而其實質不變者稱為物理學變化，如溶解、蒸發、昇華等。此種變化為暫時的，若去其變化之原因，即可恢復原狀。若形態與實質同時發生變化者則稱為化學變化，如燃燒、發酵、腐敗等。此種變化為永久的，其變化過程為一種或數種物質消失，同時生成一種或數種新物質，並發熱與光。我人日常所見之蠟燭燃燒及廢鐵生銹等現象皆為化學變化之一種，惟蠟燭燃燒時除發熱發光外，其生成之新物質乃為數種氣體，非人目所能見。至廢鐵所生之銹，即鐵經化學變化後所成之新物質，其性質已與鐵之性質完全不同矣。

物質變化之主要誘因大概為熱、接觸及電流作用等；此外如日光、觸媒及打擊等亦為其誘因。又物質之化學變化常隨物理學變化而起，故物質起物理學變化時，須精密觀察有無化學變化發生。

**主要之化學變化** 物質之化學變化，主要者可分為四種：

1. **分解** 一種物質分解為二種或多種物質之化學變化稱為分解 (Decomposition)。將水通以電流，即分解而為氫氧二種氣體；又將氯酸鉀 ( $\text{KClO}_3$ ) 置試管中加熱之，即發生氧氣而殘留氯化鉀 ( $\text{KCl}$ )，是皆為分解之

例。

2. **化合** 二種或多種物質結合而成一種新物質之化學變化稱爲

**化合**。氫氣在氧氣中燃燒即生成水；以硫黃(S)與鐵(Fe)粉混合而  
(Combination)

加熱之，則生成硫化鐵(FeS)，是皆爲化合之例。又藉人工而使各成分化合而成新物質之法，稱爲**合成**。此種方法在近代化學工業中佔  
(Synthesis)

極重要之位置，如合成氨，合成硝酸及合成燃料等。

3. **置換** 化合物中之一元素爲另一元素所替換而另成一新化合

物之化學變化稱爲**置換**。以鋅(Zn)粒投於硫酸( $H_2SO_4$ )中，則鋅即  
(Replacement)

替換硫酸中所含之氫元素，使成氫氣而放出。通常製取氫氣之方法，即應用此種作用。

4. **複分解** 二種化合物相遇後，互換其成分而另成爲二種新化

合物之化學變化稱爲**複分解**。例如食鹽(NaCl)爲鈉與氯之化合物，  
(Double decomposition)

硫酸( $H_2SO_4$ )則爲氫與硫酸根之化合物。食鹽與硫酸起作用時，則食鹽中之鈉與硫酸中之硫酸根化合而成硫酸鈉( $Na_2SO_4$ )，同時食鹽中之氯則與硫酸中之氫化合而成氯化氫(HCl)，是即複分解之一例。

**氧化** 物質與氧化合時所起之變化稱爲**氧化**。物質經氧化後所  
(Oxidation)

成之化合物，稱爲**氧化物**。鐵在空氣中生銹之變化即爲氧化，所成  
(Oxide)

之銹即爲鐵氧化後所成之氧化物。尋常所見木材及煤炭等之燃燒，亦爲氧化之例，惟鐵之氧化非常緩慢，而木材煤炭之燃燒，乃係急

劇之氧化，故能發熱發光，是為二者顯著之區別。各種物質殆皆能與氧化合，惟其氧化之速度，往往隨溫度之升高而增加。磷在常溫中一觸空氣，即劇烈燃燒，是為氧化最快之例。一切生物皆藉空氣中之氧，在其體內氧化食物，並排除廢物，乃得生存。故氧化作用對於人生至關重要。

凡能使他物質起氧化之物質，稱為**氧化劑**。氧化劑概為易放出氧或易與氫結合之物質，如臭氧 ( $O_3$ )、氯酸鉀 ( $KClO_3$ )、硝石 ( $KNO_3$ )、硝酸 ( $HNO_3$ )、過氧化氫 ( $H_2O_2$ )、過氧化鈉 ( $Na_2O_2$ )、過氧化鉛 ( $PbO_2$ )、過錳酸鉀 ( $KMnO_4$ )、重鉻酸鉀 ( $K_2Cr_2O_7$ ) 及氯 ( $Cl_2$ )、溴 ( $Br_2$ )、碘 ( $I_2$ ) 等。

**還原** 氫在高溫度時不但能與氧化合，並能自多種氧化物內奪取氧之全部或一部，此種變化稱為**還原**。例如將氧化銅 ( $CuO$ ) 加熱後，通入氫氣，則氫即奪取氧化銅中全部之氧，化合為水，同時氧化銅還原而為銅。依此變化，可知氫與氧化合，實即氫被氧化，故氧化與還原常相伴而生：即一種物質被還原，同時必有另一種物質被氧化是。

凡一物質能奪取他物質中氧之全部或一部，而自身即與此氧化合者，稱為**還原劑**。還原劑概為易與氧結合或易將氫放出之物質，如氫 ( $H_2$ )、碳 ( $C$ )、一氧化碳 ( $CO$ )、二氧化硫 ( $SO_2$ )、亞硫酸 ( $H_2SO_3$ )、亞硫酸鈉 ( $Na_2SO_3$ )、鈉 ( $Na$ )、鉀 ( $K$ )、鎂 ( $Mg$ )、鋁 ( $Al$ ) 等。

**接觸作用** 凡一物質對於他物質之化學變化，能使其速度發生變化，而自身不起變化者，此作用稱為**接觸作用**。能發生接觸作用之物質稱為**觸媒**。通常以氯酸鉀製取氧氣時若加入二氧化錳( $MnO_2$ )，則可使氯酸鉀之分解加速，故二氧化錳為促進化學變化速度之觸媒，是稱為**正觸媒**。反之如食鹽及砂等對於氯酸鉀能減退其化學變化之速度，故食鹽與砂等稱為**負觸媒**。

(Catalysis)  
(Catalyzer)  
(Positive catalyzer)  
(Negative catalyzer)

接觸作用對於化學工業之關係至大，如製造硫酸時，常用鉑粉為觸媒，使二氧化硫與氧化合而成三氧化硫之變化加速。又製造合成氨時，常用鐵粉為觸媒，使氫與氮之化合加速。故接觸作用可以縮短化學變化所需之時間，而得減省成本也。

**昇華、潮解與風化** 固體物質受熱後直接變為蒸氣，蒸氣冷卻後又直接變成固體之現象稱為**昇華**。碘、萘及樟腦等之精製皆利用其昇華現象，故在工業上頗為重要。

又固體物質放置於空氣中，吸收空氣中之水分，而成潮濕之現象稱為**潮解**。如氯化鈣( $CaCl_2$ )、氯化鎂( $MgCl_2$ )、氫氧化鉀( $KOH$ )、三氯化鐵( $FeCl_3$ )及無水碳酸鉀( $K_2CO_3$ )等。反之，若含有水分之物質放置空氣中，徐徐失去其水分而變成粉末之現象，稱為**風化**。如碳酸鈉( $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ )及硫酸鈉( $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ )等。

有潮解性之物質通常用作乾燥劑，以除去他物質中之水分。

**溶液** 固體物質投於液體中後，其分子散布於液體中而成全部

均勻之液體，此現象稱爲**溶解**，所成之液體稱爲**溶液**。凡能溶解他物質之液體稱爲**溶劑**，如水、酒精、醚及二硫化碳等，亦爲最普通之溶劑。被溶劑所溶解之物質則稱爲**溶質**，液質除固體外，液體與氣體亦皆有溶解於液體中而成溶液之性質，如酒精能溶於水，碳酸氣溶解於飲料中是。通常以水爲溶劑時所成之溶液，稱爲**水溶液**，以酒精爲溶劑時所成之溶液，稱爲**酒精溶液**。

溶質在溶液中雖可以任意之量溶解之，但通常在某溫度下，一定量之溶劑所能溶解溶質之量皆有一定，若過此限度，即不能再溶。此時所成之溶液稱爲**飽和溶液**。若將飽和溶液之溫度增高，則仍能溶解多量之物質，雖冷卻後亦不將過量之物質析出，此時之溶液則稱爲**過飽溶液**。

於一定溫度之下，飽和溶液每溶劑 100 克中所含溶質之量，稱爲該溶質在該溫度時之**溶解度**。各種物質之溶解度皆有一定，但固體物質之溶解度通常隨溫度升高而增大（但消石灰等溫度升高後，溶解度反減小）。氣體物質之溶解度則與溫度升降成反比，與壓力之大小成正比。參看附錄固體與氣體之溶解度表。

溶液中溶劑與溶質之量之比，稱爲**濃度**。濃度之單位，約分三種：

(Concentration)

1. **百分比** 以溶液 100 量中所含溶質之量表之，如糖水 100 克中含糖 10 克，則其濃度爲 10%。

2. **摩爾** 以溶液 1 升中所含溶質之克分子數表之，如稀硫酸中

含硫酸一克分子( $\text{H}_2\text{SO}_4=98$  克)時爲一摩爾,含二克分子( $98 \times 2=196$  克)時爲二摩爾,餘類推。摩爾單位通常用  $M$  表示之。

3. 規定液 化合物對於氫 1 原子量相當之量稱爲 1 當量。當量 (Equivalent weight)

以克表之者,稱爲克當量。溶液 1 呎中含溶質 1 克當量時稱爲一 (Gram-equivalent weight)

規定液<sup>●</sup>; 含  $n$  克當量時,稱爲  $n$  規定液。如鹽酸一規定液,即 1 呎 (Normal solution)

中含氯化氫  $\text{HCl}=36.5$  克; 稀硫酸 1 規定液即 1 呎中含硫酸

$\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4=49$  克; 含  $\text{H}_2\text{SO}_4=98$  克時則爲 2 規定液。又氫氧化

鈉 1 呎中,含氫氧化鈉  $\text{NaOH}=40$  克時,爲 1 規定液,含 20 克

時則爲 0.5 規定液。規定液在分析化學上常用之。通常用  $N$  表示,

若用  $\frac{1}{10}$  濃度之規定液,即以  $\frac{N}{10}$  表示之。

溶劑之沸點與冰點雖皆一定,但若爲溶液時,則其沸點上昇而冰點下降。通常稀溶液之沸點上昇,及冰點下降與其濃度成正比。

酸類、鹼類與鹽類 化合物中含有可與金屬原子取代之氫原子,

其水溶液帶酸味,且呈酸性反應,即能使藍色石蕊質變爲紅色者,此 (Acid reaction)

種化合物稱爲酸類。如鹽酸、硫酸及硝酸等。若含有氫氧二元素結 (Acids)

合而成之原子團,其水溶液具有澀味,觸手滑膩,且呈鹼性反應,即 (Alkaline reaction)

能使紅色石蕊質變爲藍色者稱爲鹽基類。鹽基類之易溶於水而呈 (Bases)

強鹼性反應者,特稱爲鹼類。如氫氧化鈉( $\text{NaOH}$ )、氫氧化鉀( $\text{KOH}$ ) (Alkalies)

及氫氧化鈣( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )等。酸類與鹽基類能迅速作用,此時酸類中

●參考規定溶液。科學：卷 11 期。



氫以外之部分與鹽基類中之金屬部分結合成爲另一種化合物，而呈中性反應（不呈酸性或鹼性），是稱爲鹽類。此種化學變化，稱爲中和。如鹽酸與氫氧化鈉作用而生氯化鈉與水是。

鹽類中若不含可爲金屬取代之氫原子者稱爲正鹽，例如碳酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 及硫酸鉀 ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) 等。若尚含有可爲金屬取代之氫原子者，稱爲酸性鹽，如酸性碳酸鈉 ( $\text{NaHCO}_3$ ) 及酸性硫酸鈉 ( $\text{NaHSO}_4$ ) 等。又若尚含有氫氧原子團者，則稱爲鹽基性鹽，如鹽基性氯化鎂 [ $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ ] 及鹽基性硝酸鉛 [ $\text{Pb}(\text{OH})\text{NO}_3$ ] 等。正鹽、酸性鹽及鹽基性鹽僅爲其分子式上之區別，非示其性質爲中性、酸性或鹼性。惟有若干鹽類溶解於水，即與水化合而分解成鹽基類與酸類。此時若所生之鹽基類較酸類爲強，則其結果呈鹼性；反之所生之酸類較鹽基類爲強，則其結果呈酸性，此種化學變化稱爲水解作用。

**酸與鹼之定量** 利用酸與鹼之中和反應以定量之法，稱爲中和法。凡用鹼之規定液以測定試品中所含酸量之方法稱爲酸定量法；用酸之規定液以測定試品中所含鹼量之方法稱爲鹼定量法。酸定量法與鹼定量法在容量分析中常用之。

法用移液管取體積一定，濃度未知之酸或鹼溶液，注入玻杯中，加入指示劑，更由滴定管滴入濃度已知之鹼或酸溶液，則由指示劑之顏色變化，即可知中和時所需之量，而得計算未知溶液之濃度。

●參考酸質分析，科學 5 卷 9 期；鹼質分析，科學 5 卷 5 期。

因酸與鹼中和時所需之體積，與其濃度成反比。設以  $N$  規定之酸之體積為  $V$ ， $N'$  規定之鹼之體積為  $V'$ ，則中和時之關係可以下式表示之：

$$NV = N'V' \quad \text{或} \quad \frac{N}{N'} = \frac{V'}{V}$$

故設有濃度未知之鹽酸 10cc. 用  $\frac{N}{10}$  之氫氧化鈉溶液 25cc. 即能中和時，則由前式知鹽酸之濃度應為 0.25 規定。

又指示劑常用以指示物質之為酸性、鹼性或中性，故名。通常所 (Indicator) 用之指示劑為石蕊質，此外尚有酚酞及甲基橙等。茲就指示劑對於 (Litmus) (Phenolphthalein) (Methyl orange) 物質之反應列表如下：

指 示 劑	酸 性	鹼 性	中 性
石 蕊 試 液	紅 色	藍 色	無 色
酚 酞 試 液	無 色	紫 紅 色	紫 色
甲 基 橙 試 液	水 紅 色	黃 色	橙 色

**電解與電離** 用電流分解溶液或熔融之物質時，稱為電解。可電 (Electrolysis) 解之物質稱為電解質，如無機酸、鹼類及鹽類等；不能電解之物質稱為非電解質，如蔗糖、澱粉、酒精等各種有機物。電解質在水溶液中 (Non-electrolyte) 其分子能分成二種游子，其性質與原子不同，一帶陽電，一帶陰電。帶陽電者稱為陽游子，帶陰電者稱為陰游子，此作用稱為電離。例 (Positive ion) (Negative ion) (Electrolytic dissociation) 如食鹽溶液電離時，即分成鈉與氯二種游子，鈉游子為陽游子，能在水中存在，不起化學變化，故與普通之鈉不同；氯游子為陰游子，

亦不具氯原子之諸種性質。惟鈉游子與氯游子所帶電量之總和相等，故食鹽溶液呈中和之現象，而不顯電之作用。但若通以電流，則陽游子被陰極吸引，陰游子被陽極吸引，各在極上放電中和，而成普通之單質或化合物而出現。若所成之物質能與電極或水起作用，則復生其結果物。通常將食鹽電解，以製取氯氣及氫氧化鈉，即應用此種原理。

電解質電離時，所生之陰陽游子依物質而定。凡金屬元素、氫基 ( $H^+$ ) 及銨基 ( $NH_4^+$ ) 等皆為陽游子；非金屬元素，氫氧基 ( $OH^-$ )、硝酸基 ( $NO_3^-$ ) 及硫酸基 ( $SO_4^{--}$ ) 等皆為陰游子。+ 為陽游子之記號，- 為陰游子之記號，但有時亦用 · 與 / 區別之，如  $H^+$  與  $Cl^-$  是。

**可逆反應與化學平衡** 碳酸氣 ( $CO_2$ ) 溶解於水，即化合而成碳酸 ( $H_2CO_3$ )，然將碳酸加熱之。則碳酸氣重行逸散，水仍殘留。又氯化銨 ( $NH_4Cl$ ) 加熱後則分解而成氯化氫 ( $HCl$ ) 與氨 ( $NH_3$ )，但冷卻後氯化氫與氨又化合而成氯化銨。可知若干化學變化因溫度，壓力等狀況之不同，得依其相反之方向進行者。此種化學變化稱為

**可逆反應**。可逆反應中作用物質與生成物質達到一定比例，以致正 (Reversible reaction)

逆兩種反應之速度相等，而其作用似呈停止狀態時，稱為**化學平衡**。

(Chemical equilibrium)

例如將水蒸氣密閉於容器內加熱至  $2000^\circ C$ ，則水蒸氣可分解為氫與氧，然氫與氧同時亦化合而成水蒸氣。故溫度一定時，其分解與化合之速度相等而成平衡狀態。

凡由一分子可逆的分解而成數分子之變化稱爲解離<sup>⊙</sup>，因熱而起之解離稱爲熱解離 (Dissociation) (Thermo-dissociation)。如氯化銨因熱而分解爲氯化氫及氨是。

## 摘 要

物質之變化——形態雖變，而其實質不變者，稱爲物理學變化；形態與實質同時變化者，稱爲化學變化。

主要之化學變化——1. 一種物質分解爲二種或多種物質之化學變化，稱爲分解；2. 二種或多種物質結合而成一種新物質之化學變化，稱爲化合；3. 化合物中之一元素爲另一元素所替換，而另成一新化合物之化學變化，稱爲置換；4. 二種化合物相遇後，互換其成分，而另成爲二種新化合物之化學變化，稱爲複分解。

氧化——物質與氧化合時所起之變化，稱爲氧化；物質經氧化後所成之化合物，稱爲氧化物；能使他物質起氧化之物質稱爲氧化劑。

還原——物質能奪取他物質中氧之全部或一部，而自身即與此氧化合者，稱爲還原劑。此變化稱爲還原。

接觸作用——物質對於他物質之化學變化，能使其速度發生變化，而自身不起變化者，此作用稱爲接觸作用。能使他物質發生接觸作用之物質，稱爲觸媒。

昇華、潮解與風化——固體受熱後直接變爲蒸氣，蒸氣遇冷後，又直接變爲固體之現象，稱爲昇華；固體物質放置空氣中，吸收空氣中之水分，而成潮濕之現象，稱爲潮解；含有水分之物質，在空氣中徐徐失去水分而變爲粉末之現象，稱爲風化。

溶液——固體物質投於液體中後，變成全部均勻之液體，此種現象，稱爲溶解，所成之液體稱爲溶液，能溶解他物質之液體稱爲溶劑，被溶解之物質稱爲溶質。

一定量之溶劑所能溶解溶質之量定於一定限度時之溶液，稱爲飽和溶液。於一定

⊙參考電解學說，商務印書館出版。

溫度之下，飽和溶液每溶劑 100 克 中所含溶質之量，稱為該溶質在該溫度時之溶解度。

溶液中溶劑與溶質之量之比，稱為濃度。濃度有百分比、摩爾及規定液三種單位。溶液之沸點上升及冰點下降與濃度成正比。

酸類、鹼類與鹽類——化合物中含有可與金屬原子取代之氫原子，其溶液帶酸味，且呈酸性反應者，稱為酸類；含有氫氧原子團，其溶液帶鹼味，且呈鹼性反應者，稱為鹼類；酸類與鹼類作用後生成另一種呈中性反應之化合物稱為鹽類，此作用稱為中和。

鹽類分正鹽、酸性鹽及鹼性鹽三種。鹽類溶解於水，與水化合而分解為鹼類與酸類之化學變化，稱為水解作用。

酸與鹼之定量——用鹼之規定液，以測定試品中酸量之法稱為酸定量法；用酸之規定液以測定鹼量之法，稱為鹼定量法。

指示劑用以指示物質之為酸性、鹼性或中性。通常之指示劑有石蕊質、酚酞試液及甲基橙等。

電解與電離——用電流分解物質之作用，稱為電解。電解質之分子在水溶液中分成陽游子及陰游子之作用稱為電離。

可逆反應與平衡——因溫度壓力等狀況之不同，得依相反方向進行之化學變化，稱為可逆反應。可逆反應中作用似呈停止狀態時，稱為平衡。

## 問 題

1. 試舉常見之物理學變化及化學變化各五種。
2. 舉例說明物質發生變化之誘因。
3. 分解與複分解有何區別？

4. 金屬表面常塗油漆，何故？
5. 說明氧化對於人生之關係。
6. 說明氧化與還原之關係。
7. 試述接觸作用對於化學工業之功用。
8. 舉例說明溶解度與溫度及壓力之關係。
9. 解釋溶液之沸點升高及冰點降低之理，此現象有何應用？
10. 於鹽酸 20c.c. 中加入指示劑後，用  $\frac{N}{10}$  氫氧化鈉溶液 40c.c. 即能中和，求此鹽酸之濃度。
11. 欲製氫氧化鈉之規定液 1 磅，需氫氧化鈉幾克？
12. 試述醱類與鹼類之區別。
13. 試用電離說說明中和作用。
14. 水解作用與中和有何關係？
15. 電解水時必於水中加氫氧化鈉或硫酸少許，何故？
16. 電解食鹽溶液時，於陽極放出氯氣，陰極放出氫氣，試依電離說說明之。
17.  $\text{Na}$  與  $\text{Na}^+$  及  $\text{Cl}$  與  $\text{Cl}^-$  有何區別？
18. 化學變化之速度與溫度及壓力有何關係？
19. 一切化學變化皆可為可逆反應否？試解釋之。
20. 試述化學平衡之要件。

## 第四節 基本定律

**質量不變定律** 在各個化學變化中，所生新物質質量之和，常等於其原有物質質量之和。換言之，在各種化學變化中，原物質與生

成物之總量恆一定不變，是稱爲質量不變定律。通常將蠟燭或薪炭 (Law of conservation of mass) 等燃燒後，僅留灰燼，質量似有減少；而鐵粉或銅粉露置濕空氣中生銹後，生質量顯有增加，是與質量不變定律似有衝突。實則蠟燭或薪炭燃燒後，大部分變爲碳酸氣及水蒸氣等氣體而逸散，若將此種逸散之物質連同殘留之灰燼并計之，則其質量反較原物質爲多，因燃燒時必須加入氧氣也。銅鐵生銹後增加重量，亦卽此故。質量不變定律經化學家之精密試驗證明其確鑿，故爲化學上之重要定律。

**定比定律** 化合物中各成分重量之比，恆一定不變，是稱爲定比 (Law of definite proportion) 定律。或稱爲定組成定律。例如硫與銅化合而成硫化銅時，硫 32 克與銅 63.6 克，能成硫化銅 95.6 克。卽硫化銅之組成，硫佔  $\frac{32}{95.6}$ ，卽 33.5%，銅佔  $\frac{63.6}{95.6}$ ，卽 66.5%。故硫與銅化合時，若其成分超過此一定之比量，則所餘之量，必不起化合而殘留。

**倍比定律** 同樣元素化合時，有時能生成數種化合物。例如氫二份與氧一份化合則成水，而氫二份與氧二份化合則成過氧化氫 ( $H_2O_2$ )。故氫與氧化合時其重量之比可有 1:8 (水) 與 1:16 (過氧化氫) 二種。同樣，碳與氧化合時，其重量之比有 1:1.33 (一氧化碳 CO) 與 1:2.66 (二氧化碳  $CO_2$ ) 二種，故知與氫化合之氧量，有 16:32 卽 1:2 之簡單整數比；而與碳化合之氧量，亦有 16:32 卽 1:2 之簡單整數比。依此凡甲乙二元素能化合成數種化

合物時，則在此數種化合物中，與一定甲量相化合之數個乙量，必互成一簡單整數比，是稱為倍比定律。

(Law of multiple proportion)

**氣體反應定律** 由實驗知氫 2 體積與氧 1 體積化合，則成水蒸氣 2 體積（指在  $100^{\circ}\text{C}$  時），故氫、氧與水蒸氣三者體積之比為 2:1:2。又氫 1 體積與氮 1 體積化合，則成氯化氫 2 體積，故氫、氧與氯化氫三者體積之比為 1:1:2。氫 3 體積與氮 1 體積化合，則成氨 ( $\text{NH}_3$ ) 2 體積，故氫、氮與氨三者體積之比為 3:1:2。依此在同溫度同壓力之下，氣體與氣體化合時，各氣體之體積與其所生成氣體之體積間，恆互成一簡單整數比，是稱為氣體反應定律，或稱

(Law of gaseous reaction)

為給呂薩克定律。

(Gay-Lussac's law)

**波義耳定律** 大氣之壓力，以水銀柱高 760 耗時為標準，稱為標準壓力。英人波義耳曾研究氣體體積與壓力之關係，知在一定溫度 (Standard pressure) 時，一定量氣體之體積，與所受之壓力成反比例，是稱為波義耳定律。設某氣體在壓力為  $P$  時之體積為  $V$ ，若溫度不變，則壓力為  $2P$  時，其體積當為  $\frac{V}{2}$ ；壓力為  $nP$  時，其體積當為  $\frac{V}{n}$ 。即

(Boyle's law)

$$V: \frac{V}{n} = nP: P$$

設以  $V'$  代  $\frac{V}{n}$ ，以  $P'$  代  $nP$ ，則得

$$V: V' = P': P$$

即

$$PV = P'V'$$



故波義耳定律得另表之，即溫度一定時，一定量氣體之體積與壓力之相乘積為常數。

【例】設某氣體在壓力 750 托時之體積為 1500 c. c. 若溫度不變，壓力改為標準壓力(760 托)時，其體積為若干？

〔解〕依公式  $PV = P'V'$  代入各值，即

$$750 \times 1500 = 760 \times V'$$

故  $V' = 1520 \text{ c. c.}$

**查理定律** 物質受熱則漲，遇冷則縮，氣體之漲縮比固體與液體尤為顯著。法人查理曾發見一切氣體之膨脹率恆為一定，即壓力一定時，溫度每升降  $1^\circ\text{C}$ ，一定量氣體之體積，必增減其在  $0^\circ\text{C}$  時所佔體積之  $\frac{1}{273}$ ，是稱為查理定律。(Charles law) 設某氣體在一定壓力下， $0^\circ\text{C}$  時之體積為  $V_0$ ， $t^\circ\text{C}$  時之體積為  $V$ ，則依查理定律，

$$V = V_0 \left( 1 + \frac{t}{273} \right).$$

依上式，<sup>1/2</sup>氣體溫度在  $0^\circ\text{C}$  以下，則  $t$  為負數；若  $t = -273^\circ\text{C}$ ，則其體積為零，故  $-273^\circ\text{C}$  亦稱為絕對零度。而由絕對零度起，按攝氏度數計算，稱為絕對溫度。故攝氏 0 度即絕對溫度  $273^\circ$ ，而攝氏  $t$  度即絕對溫度  $273^\circ + t^\circ$ ，或  $T$ 。依查理定律，設在絕對溫度  $T$  及  $T'$  時之體積為  $V$  及  $V'$ ，則

$$\frac{V'}{V} = \frac{T'}{T} \quad \text{或} \quad \frac{V}{T} = \frac{V'}{T'}$$

故查理定律用絕對溫度表述時，即壓力一定時，氣體之體積與其絕對溫度成正比例。

又攝氏 0 度，在科學上定為溫度之標準，稱為標準溫度。  
(Standard temperature).

【例 1】某氣體在 0°C 時之體積為 150c.c. 若壓力不變，溫度昇至 25°C 時，其體積為若干？

〔解〕依公式  $V = V_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right)$ ，代入各值，即

$$V = 150 \left(1 + \frac{25}{273}\right) = 161.54c.c.$$

【例 2】某氣體在 15°C 時之體積為 250c.c. 若壓力不變，則在標準溫度時之體積應為若干？

〔解〕依公式得  $250 = V_0 \left(1 + \frac{15}{273}\right)$

故 
$$V_0 = \frac{250 \times 273}{273 + 15} = 236.98c.c.$$

【例 3】某氣體在 15°C 時之體積為 250c.c. 若壓力不變，溫度變為 20°C 時之體積應為若干？

〔解〕依公式  $\frac{V}{T} = \frac{V'}{T'}$ ，代入各值

因  $T = 273 + 15 = 288$ ,  $V = 250$ ,  $T' = 273 + 20 = 293$

故 
$$V' = \frac{250 \times 293}{288} = 254.34c.c.$$

**波義耳查理定律** 氣體體積與壓力及溫度二者合併之關係，由波義耳及查理二定律，亦可求得之。即一定質量之氣體，其體積與絕對溫度成正比例，與壓力成反比例。此關係稱為波義耳查理定律。設  
(Boyle and Charles' law)  
一定質量之氣體在絕對溫度  $T_0$ ，壓力為  $P_0$  時之體積為  $V_0$ ；在

絕對溫度  $T$ ，壓力為  $P$  時之體積為  $V$ ，則依波義耳查理定律，得

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$$

或 
$$PV = \frac{P_0V_0}{T} \cdot T$$

$\frac{P_0V_0}{T_0}$  之值對於一定量之氣體為一常數，通常以  $\gamma$  表之，故上式可改書如下：

$$PV = \gamma T$$

【例 1】某氣體在溫度  $20^\circ\text{C}$ ，壓力 750 耗時之體積為 150c.c. 求標準溫度及標準壓力時之體積。

〔解〕依公式  $\frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$ ，代入各值得

$$\frac{750 \times 150}{293} = \frac{760 \times V_0}{273}$$

$$\therefore V_0 = \frac{750 \times 150 \times 273}{293 \times 760} = 137.92 \text{c.c.}$$

【例 2】某氣體在  $0^\circ\text{C}$  及 760 耗時之體積為 500c.c. 求在  $60^\circ\text{C}$  及 2 氣壓 (1 氣壓 = 76) 耗時之體積。

〔解〕依公式  $\frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$ ，代入各值得

$$\frac{1520 \times V}{323} = \frac{760 \times 500}{273}$$

$$\therefore V = \frac{760 \times 500 \times 323}{1520 \times 273} = 295.79 \text{c.c.}$$

**質量作用定律** 物質間所起之化學變化，實由於分子與分子間

之作用而成，故在一定量中物質之分子愈多，即分子與分子作用之機會愈多時，則其化學變化亦必愈速。由化學平衡之關係觀之，達於平衡狀態之化學變化中，原物質各克分子之濃度，與生成物各克分子之濃度之相乘積之比為一定。故知化學變化之速度，與參加物質之濃度成比例。是稱為質量作用定律，或稱分子濃度定律。●

(Law of mass action) (Law of molecular concentration)

質量作用定律在應用上頗為重要，因各種化學變化，不但應使其速度增大，並須以獲得最多之產量為要。通常溫度增高  $10^{\circ}\text{C}$ ，其作用約可加速二倍，若同時增加一種反應物質之濃度或減少一種生成物質之濃度，則化學變化可以加速而易近於完全，且能達最多產量之效果。

## 摘 要

質量不變定律——各種化學變化中，原物質與生成物之總量恆一定不變。

定比定律——化合物中各成分重量之比，恆一定不變。

倍比定律——甲乙二元素能化合而成之數種化合物中，與一定甲量相化合之數目乙量，必互成一簡單整數比。

氣體反應定律——在同溫同壓下氣體互相化合時，各氣體之體積與其所生成氣體之體積間，恆互成一簡單整數比。

波義耳定律——溫度一定時，一定量氣體之體積與所受之壓力成反比例。

查理定律——壓力一定時，溫度每升降  $1^{\circ}\text{C}$ ，一定量氣體之體積，必增減其在  $0^{\circ}\text{C}$

●此定律中所謂物質之濃度，指同容積中之質量而言，即單位容量中所含克分子量之數。

時所佔體積之 $\frac{1}{273}$ 。或壓力一定時，氣體之體積與其絕對溫度成正比例。

波義耳查理定律——一定質量之氣體，其體積與絕對溫度成正比例，與壓力成反比例。

質量作用定律——化學變化之速度，與參加物質之濃度成正比例。

## 問 題

1. 質量不變定律可稱為化學上最重要定律，何故？
2. 舉例說明定比定律之意義。
3. 試以二氧化硫( $\text{SO}_2$ )及三氧化硫( $\text{SO}_3$ )為例，說明倍比定律。
4. 氫氣 100c.c. 與氧氣 35c.c. 化合，能成水蒸氣若干 c.c.？又化合後有餘剩之氣體否？該氣體有若干 c.c.？
5. 欲使氧氣 100c.c. 完全與氫化合而成水蒸氣，需氫氣若干 c.c.？
6. 設有氧氣 100c.c. 若溫度一定，壓力自 760 耗變為 700 耗，體積應為若干？
7. 某氣體在  $20^\circ\text{C}$  及壓力為 75 耗時之體積為 560c.c. 若壓力為二氣壓時之體積為若干(溫度不變)？
8. 某氣體在  $0^\circ\text{C}$ . 及壓力為 760 耗時之體積為 250c.c. 若壓力不變，溫度升至  $20^\circ\text{C}$  時，體積應為若干？
9. 某氣體在  $15^\circ\text{C}$  時之體積為 200c.c. 若於原壓力下將該氣體加熱，使其體積變為 350c.c. 求其時之溫度。
10. 某氣體在  $15^\circ\text{C}$  及 700 耗時之體積為 500c.c. 問在標準狀態下之體積應為若干？
11. 某氣體在  $15^\circ\text{C}$  時，以 15 氣壓之壓力，壓縮於容積為 50 呎之鋼筒內，今設於  $20^\circ\text{C}$  時，1 氣壓之壓力下突然破裂，問該氣體之體積應為若干呎？

12. 物質之分子，常假定以極大之速度，向各方向作直線運動，是稱爲分子運動說。  
(Kinetic molecular theory)  
試依此說說明波義耳定律及查理定律。
13. 化學反應之速度，何以與參加反應物質之濃度成比例？
14. 說明質量作用定律在工業化學上所以重要之原因。

## 第五節 化學式

**分子式** 各種化合物之組成，皆可用其所含元素之符號並列表示之。如氯化鈉（食鹽）一分子，含有鈉(Na)原子及氯(Cl)原子各一，故氯化鈉之組成，可用 NaCl 表示之。水之一分子，則爲氫(H)二原子與氧(O)一原子化合而成，故水之組成則用  $H_2O$  表示；H 旁之 2 字，乃示氫含二個原子之意。又氫氧化鈣（石灰水）一分子，係由鈣一原子，及氫、氧原子各二，故氫氧化鈣之組成可用  $Ca(OH)_2$  表示。式中之氫氧原子自成一集團，其性質與單獨之原子無異，故另用括號表示，並於括號旁附以 2 字，以表明括號內含有二個原子團。依此凡用元素符號以表明化合物之物質組成及其一分子量之式稱爲分子式。由分子式可知某物質由何種元素所成，及其一分子中所含各元素之原子數。由此更可知各元素之重量之比，而後知某物質之分子量，及其百分組成。

【例】求硫酸之百分組成。

〔解〕硫酸之分子式爲  $H_2SO_4$ ，而 H 之原子量爲 1.008，S 之原子量爲 32.064，O 之原子量爲 16，故硫酸之分子量爲

H <sub>2</sub> 1.008×2).....	2.016
S .....	32.064
O <sub>1</sub> (16×4) .....	64.000
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98.080

由此得硫酸之百分組成如下：

$$\text{氫(H) 佔} \cdots \cdots 100 \times \frac{2}{98} = 2.04\%$$

$$\text{硫(S) 佔} \cdots \cdots 100 \times \frac{32}{98} = 32.65\%$$

$$\text{氧(O) 佔} \cdots \cdots 100 \times \frac{64}{98} = 65.31\%$$

又氣體物質一克分子，在標準狀況下皆佔有 22.4 升，故由氣體之分子式亦可計算該氣體任意體積之重量。

【例】求標準狀況下二氧化碳 1 升之重量。

〔解〕二氧化碳之分子式為 CO<sub>2</sub>，其分子量為 44。即二氧化碳 22.4 升之重為 44 克，而 1 升之重為

$$44 \text{ 克} \div 22.4 = 1.964 \text{ 克。}$$

**原子價** 就氯化氫(HCl)，水(H<sub>2</sub>O)，氨(NH<sub>3</sub>)及甲烷(CH<sub>4</sub>) 四種化合物比較之，知氯一原子僅能與氫一原子相化合，氧一原子則能與氫二原子相化合，氮一原子能與氫三原子相化合，碳一原子能與氫四原子相化合，故與各種元素一原子相化合之氫原子數各有不同。凡某元素之一原子，能與氫化合或取代之氫之原子數稱為該元素之原子價。元素之原子價以氫為標準，即定其原子價為一價。凡 (Valence) (Univalent)

元素之一原子，能與氫一原子相化合或取代者，則該元素之原子價爲一價，如鈉及氯等。氧一原子能與氫二原子相化合而成水，故氧之原子價爲二價。依此氮之原子價爲三價，而碳之原子價爲四價。此外尚有五價、六價等元素，但大多數皆不過四價。通常多於元素之

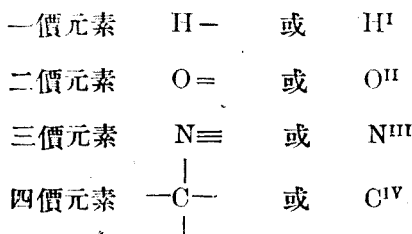
(Bivalent)

(Trivalent)

(Tetravalent)

(Pentavalent)(Hexavalent)

旁附以短線或羅馬數字，以表示各元素之原子價，如



多種元素之原子化合時，有能成原子價不同之數種化合物者，如銅之氧化物有氧化亞銅(Cu<sub>2</sub>O)及氧化銅(CuO)，故銅之原子價有一價，二價兩種。同樣硫之化合物如硫化氫(H<sub>2</sub>S)；二氧化硫(SO<sub>2</sub>)及三氧化硫(SO<sub>3</sub>)，故硫之原子價有二價，四價及六價三種。

又由二種以上之原子結合而成之原子團，其性質與原子相似，特稱爲根；根亦有價，與原子相同，且亦以氫之原子價爲標準，如硝酸(Radical)(HNO<sub>3</sub>)中之硝酸根(NO<sub>3</sub>)爲一價，硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)中之硫酸根(SO<sub>4</sub>)爲二價，磷酸(H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)中之磷酸根(PO<sub>4</sub>)爲三價，矽酸(H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>)中之矽酸根(SiO<sub>4</sub>)爲四價是。

茲就數種重要元素之原子價及根價列表於後：

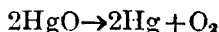


一價	*Cu(Cu <sub>2</sub> O)	CO <sub>3</sub>	Pt
Na	Ca	(SiO <sub>3</sub> )	C
K	Sr	三價	Si
*Cu(Cu <sub>2</sub> O)	Pa	Al	*S(SO <sub>2</sub> )
Ag	Ra	*Cr(CrCl <sub>3</sub> )	(SiO <sub>4</sub> )
Au(AuCl)	Mg	Fe(FeCl <sub>3</sub> )	五價
Hg(HgCl)	Zn	*Co(Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	*N(N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
H	*Hg(HgCl <sub>2</sub> )	*Au(AuCl <sub>3</sub> )	*P(PO <sub>5</sub> )
F	*Sn(SnCl <sub>2</sub> )	B	*As(As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
Cl	*Pb(PbCl <sub>2</sub> )	*N(NH <sub>3</sub> )	六價
Br	*Cr(CrCl <sub>2</sub> )	*P(PCl <sub>3</sub> )	*S(SO <sub>3</sub> )
I	*Mn(MnCl <sub>2</sub> )	*As(AsCl <sub>3</sub> )	W(WCl <sub>3</sub> )
(OH)	*Fe(FeCl <sub>2</sub> )	Bi	*Cr(CrO <sub>3</sub> )
(CN)	*Co(CoCl <sub>2</sub> )	(PO <sub>4</sub> )	七價
(NO <sub>3</sub> )	Ni	四價	*Cl(Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub> )
(ClO <sub>3</sub> )	*S(SH <sub>2</sub> )	*Sn(SnCl <sub>4</sub> )	八價
(MnO <sub>4</sub> )	O	*Pb(PbO <sub>2</sub> )	Os(OsO <sub>4</sub> )
二價	(SO <sub>4</sub> )	*Mn(MnO <sub>2</sub> )	Ru, RuO <sub>7</sub>

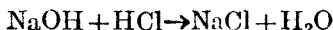
化合物中所含各元素之原子數，依各元素之原子價而定。凡原子價相同之元素化合時，各元素之原子數常相等，如氯化鈉(Na<sup>I</sup>Cl<sup>I</sup>)及氧化銅(Cu<sup>II</sup>O<sup>II</sup>)等。原子價不同之元素化合時，各元素原子價之總數必相等，如水(H<sup>I</sup><sub>2</sub>O<sup>II</sup>)及二氧化碳(C<sup>IV</sup>O<sup>I</sup><sub>2</sub>)等。由於上列關係，若已知二元素之原子價，則在未測定其化合物之組成，即可預知該化合物之分子式。如已知鉀與氯皆為一價元素，故化合後之分子式必為 KCl。又鋁為三價元素，而硫酸根為二價根，故化合後之分子式必為 Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 是。

\* 示該元素之數和原子價。

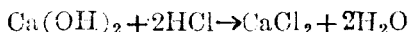
化學方程式 用分子式及化學記號等以表明化學變化之式稱爲化學方程式<sup>●</sup>。如將氧化汞(HgO)加熱後，分解而爲汞與氧之化學(Chemical equation)方程式如下：



上列方程式中→(或=)號之左方爲參加變化之原物質，右方爲經變化後生成之物質；分子式前之係數，係使兩方之原子總數相等。故作化學方程式時，必須知變化前後之物質，然後將兩方分子式之係數修正之。惟由原子價之定義，知同原子價之二元素化合，其原子數常相等，而異原子價之二元素化合，則各元素原子價之總數必相等。故任何化學變化，皆得依此關係而寫出其方程式。如氫氧化鈉(NaOH)與氯化氫(HCl)作用後之方程式應爲



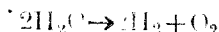
卽一價之鈉與一價之氯化合而成氯化鈉(NaCl)一分子；二價之氧與一價之二個氫原子化合而成水一分子是。又氫氧化鈣[Ca(OH)<sub>2</sub>]與氯化氫(HCl)作用後之方程式應爲



卽二價之鈣與一價之兩個氯原子化合而成氯化鈣(CaCl<sub>2</sub>)，二價之兩個氧原子與一價之四個氫原子化合而成水二分子是。餘類推。但

●參考化學方程式。中國科學公司出版。

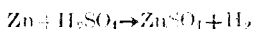
化學變化中參加物質之本身不起變化者，概不列入方程式之內，如溶劑及觸媒等。若參加物質為氣態之元素則必須用分子式表示，如



**化學方程式之應用** 化學方程式不但能表明參與變化之各種物質，且可表明各物質之重量比例及體積，故在化學工業上藉化學方程式不但可知所需原料之量，且可計算生成物之重量或體積。●

【例 1】 鋅 32.7 克，投入稀硫酸中，可生氫幾克？又其體積為若干？

〔解〕 鋅與稀硫酸作用之化學方程式為



檢閱原子量表，知上列方程式中之鋅 65.4 克，與稀硫酸作用，可生氫  $1.008 \times 2 = 2.016$  克，故鋅 32.7 克與稀硫酸作用後所生之氫量，可依下列比例式求之：

$$65.4 : 32.7 = 2.016 : x$$

$$\therefore x = 1.008 \text{ 克}$$

又氫氣 1 克分子在標準狀況下之體積為 22.4 呎，由上列方程式知鋅 65.4 克與稀硫酸作用後所生之氫之體積為 22.4 呎，故鋅 32.7 克與稀硫酸作用後所生之氫之體積，亦可依下列比例式求之：

$$65.4 : 32.7 = 22.4 : x$$

$$\therefore x = 11.2 \text{ 呎}$$

【例 2】 在標準狀況下欲得氧 5 呎，需用氯酸鉀幾克？

〔解〕 氯酸鉀分解時之化學方程式為



檢閱原子量表，知上列方程式中氮重  $2 \times 122.5 = 245$  克，可重氧  $3 \times 22.4 = 67.2$  磅，故欲得氧 5 磅，可依下列比例式求之：

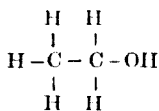
$$245 : x = 67.2 : 5$$

$$\therefore x = 18.2 \text{ 克}$$

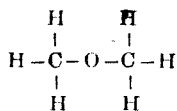
**構造式** 表示物質中各原子結合狀態之式，稱為構造式。作物質之構造式之方法，係於其分子式中各元素符號之旁，附以與各元素原子價相當之短線，使各原子互相連繫即成。如水之分子式為  $H_2O$  其構造式為  $H-O-H$ ；硫酸之分子式為  $H_2SO_4$ ，

其構造式為  $\begin{array}{c} H-O \\ | \\ H-O \end{array} S \begin{array}{c} O \\ | \\ O \end{array}$  是。構造式在有機化合物中特別重要。因有機化合物中原子數相同而構造不同之異構物甚多，異構物因原子結合狀態不同，致其性質全異，

(Isomers) 如乙醇 ( $C_2H_5OH$ ) 及二甲醚 ( $(CH_3)_2O$ ) 二種物質，皆由碳二原子，氫六原子與氧一原子所成，但其構造式不同如下：



乙醇



二甲醚

構造式乃依實驗上之根據而成，非可任意造作。化學家熟知原子如何結合，即表某種反應，故由物質之構造式即可決定該物質所能發生之反應。

## 摘 要

**分子式**——用元素符號表明化合物之物質組成及其一分子量之式。

**原子價**——與某元素一原子相化合或取代之氫原子數；原子價以氫為標準，定為一價；根之價亦以氫為標準。

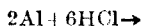
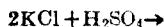
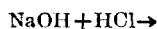
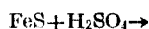
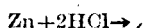
**化學方程式**——用分子式及化學記號等以表明化學變化之式；化學方程式不但表

明參與變化之物質，且能表明各物質之重量比例及體積。

構造式——表示物質中各原子結合狀態之式；由構造式可決定該物質所能發生之反應。

## 問 題

1. 試以硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 為例，列舉其分子式之涵義。
2. 求下列各化合物之百分組成：過氧化氫 ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )，氯酸鉀 ( $\text{KClO}_3$ )，氫氧化銨 ( $\text{NH}_4\text{OH}$ )，碳酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )。
3. 求標準狀況下氯化氫 ( $\text{HCl}$ ) 氣 10 呎之重。
4. 已知銱 ( $\text{Os}$ ) 之氧化物為  $\text{OsO}_4$ ，問銱之原子價為幾價？
5. 試完成下列各方程式：



6. 用鋅與鹽酸製取氫氣 5 克，須用鋅及鹽酸各若干克？
7. 欲製硫化氫 ( $\text{H}_2\text{S}$ ) 5 呎，須用硫化鐵及硫酸各若干克？
8. 用鋅 50 克與硫酸作用，可得氫若干 c.c.？
9. 用氫氧化鈉 ( $\text{NaOH}$ ) 20 克，與鹽酸作用，可成氯化鈉 ( $\text{NaCl}$ ) 若干克？又同時生成之水為若干克？
10. 用食鹽 100 公斤 (1 公斤 = 1000 克) 與硫酸作用以製鹽酸，需硫酸若干公斤？

## 第六節 化學品之製煉

**壓碎** 原料之壓碎，爲製造化學品時重要工程之一。壓碎之方法 (Crushing) 甚多，若質量不多，不妨於鋼砧上用鋼錘擊碎，再於乳鉢中壓成粗粒。但質堅而不易壓碎者，如含砂之石質，可於坩堝中加以高熱，即投入冷水中，使裂成小塊。鉛錫等金屬則先熔融之，再投入冷水內，亦能裂成細粒。實驗室中供壓碎堅硬物質之手搖壓碎機，可向儀器館購得。

**研磨** 原料愈細，則其面積增大，而化學作用所需之時間愈少，且易於完全。故若干原料在處理前皆須研磨成細粉。即使購入之原料已成細粉，亦應重加研磨，使之更細。通常在實驗室中研磨較粗物質時，可用手搖研磨機；若已成粉狀，可於乳鉢中更研之，並用篩篩過，使細粉中確無粗粒存在。

**浸溶** 使溶解性物質與不溶解性或難溶解之物質分離，通常用浸溶之方法。法用木桶數個，下端各裝有孔之假底，先於第一桶中 (Lixiviation) 加入須浸溶之原料及適量之水，以溶出原料中可溶性之部份。然後將其溶液由假底之下端抽出，而導入第二桶假底之上部，使繼續浸溶第二桶中之原料，以增高溶液之濃度。依此繼續將溶液導入第三，第四桶中，其濃度亦逐漸增加，至最後一桶，而達於最高之濃

度。通常將浸溶原料之木桶，連續裝置，成爲一組。溶液經抽出後，應再加入適量之水。

**傾瀉** 物質溶解後，如有**沉澱**發生，可靜置之，使沉澱集於容器之底部，然後用虹吸管吸取其上部澄清之溶液，或用**傾瀉法**將容器傾側，使溶液徐徐流出。虹吸管係一曲玻璃管，可於實驗室中自製。將管之一端插入液中，而於較長之他端吸出管中之空氣，則液即經管中流出。通常汲酒時常用此法，頗爲便利。

**洗滌** 化學品中每含有不純物質，通常不純物質能溶於水者，用**洗滌法**洗淨之。即將物質置容器中加入多量之水，而攪拌之，經靜置後，用傾瀉法除去其不純物所成之液體，繼續數次至不純物除盡爲止。但實驗室中洗滌少量物質時，可用濾紙濾過後，再用洗瓶噴水，充分洗滌之。

**過濾** 欲於溶液中除去其不溶性之懸浮物時，通常用**過濾法**。過濾少量之物質時，可用濾紙置漏斗中將溶液濾過。此時不溶性之物質殘留紙上，而溶液則透過濾紙而滴出。處理較多之物料時可用厚紗布縫成袋形，釘於木框之上，再將溶液濾過即可，其理與用濾紙相同。過濾及洗滌，均以熱液體爲迅速。但濾液若渾濁不清，須仍傾漏斗，重行濾過，至清澈而後已。

工業上處理多量液體時常用**壓力濾器**。此器係用鐵板及張有帆布之框相間並列而成，並用高壓力使液體濾過。

**濃縮** 欲使物質濃縮，通常將溶液加熱以除去溶劑之一部或全部。(Concentration) 礦砂之已除去砂石者，通常亦稱為濃縮。

**蒸發** 使可溶性物質與溶劑分離之法，稱為蒸發。(Evaporation) 蒸發之方法甚多，通常將液體露置空氣中，即能自然蒸發，海水曬鹽，即依此理。在實驗室中每用直接加熱之方法，使液體蒸發。通常將液體置於蒸發皿中，皿底隔以鐵絲網，然後將火焰置於網下，直接加熱即可。在工業上處理多量液體時每用間接加熱之方法。應用最廣之式，為於釜底外部，另製一層，而於此兩層間通以蒸氣，釜中所需之溫度，則可增減蒸氣壓力以調節之。但如製糖等工業中則多用多效式蒸發器。(Multiple-effect evaporator) 此器係用若干真空鍋相連而成，以能節省燃料及時間為其特點。(Vacuum Pan)

**蒸餾** 將液體加熱變為蒸氣，再導入冷凝器中，使復凝為液體，以得純粹物質之方法稱為蒸餾。(Distillation) 實驗室中常用之蒸餾水，即將普通之水經蒸餾而成。但有若干物質用通常蒸餾之方法每易分解，故必須在低壓中使其蒸發。因在低壓中可使其沸點降低，而蒸餾之速度較大也。

物質之沸點各有不同，故若為數種物質之混合物時，則可利用其不同之沸點，用蒸餾法以分離各種物質。此法稱為分餾。(Fractional distillation) 如粗石油係沸點不同之數種碳氫化合物混合而成，故分餾時，各物質隨其沸點之高低，依次分出。



**結晶** 將物質之飽和溶液徐徐蒸發，然後靜置不動，則冷卻後必有有定形之晶體析出。此種晶體質極純粹，故精製化學品時常用此法。稱爲**結晶**。溶液經第一次析出晶體後，若再加蒸發，仍能析出晶體，惟其品質不如初次之純粹。若溶液中含有二種或數種可溶性物質，亦可用結晶方法使其彼此分離，此法稱爲**分晶**。  
(Fractional crystallization)

自溶液中取出晶體之法，通常將液體傾去後取出即可。但若晶體細小者，應先傾入濾器中，俟液體濾過後，乃將濕晶體取出。貯器中殘留之晶體，若爲不易溶解者，可用水洗下；若易溶解者，則須用原液體洗下之。

**乾燥** 欲使物質乾燥，通常用**乾燥箱**或**乾燥劑**。乾燥箱成箱形，用蒸氣加熱，以除去物質之水分。乾燥劑之常用者有生石灰，氯化鈣及濃硫酸等，依物質之性質而選用之。但實驗室中處理少量物質時，不妨將該物鋪於濾紙或素燒瓷板上時加攪拌，或置於溫暖之處均可，惟以該物質不受空氣作用或加熱不致分解者爲限。物質乾燥時，其上均應遮蓋，以免灰塵落入。

**提精** 物質中所含可溶性成分，如植物中所含之香料及油分等，均可用**提精法**提取之。提精法依物質之性狀而異，如樹皮中之鞣質能溶於水，故可用水浸出之。種子中之油分能溶解於二硫化碳( $CS_2$ )，故可用二硫化碳浸出之。香精及油脂工業中大都採用此法。

**比重** 水—立方釐在  $4^{\circ}C$  時恰重 1 克。某液體與其同容積之水

在一定溫度時二者重量之比，即稱為該液體之**比重**。如水銀之比重 (Specific gravity) 為 13.6，即水銀比水重 13.6 倍之重。在化學製造中每項測定液體之比重，因既知液體之比重，即可由該液體之容量，而推算其重量；並可檢查圖表，以計算溶液中所含溶質之量。測定液體比重之法，通常採用**浮表**以取簡便。浮表 (圖 3) 係一長玻璃管，(Hydrometer) B 部膨大，A 端成球形，球內貯鉛粒或水銀，故能直立於液中。玻管之上部附一有刻度之紙，其刻度自最高之線 D 起，愈低愈大，至最低之線 C 為止。在工業上習用者，以波美浮表為最普通，分為輕重二種：輕者適 (Baumé hydrometer) 用於較水為輕之液體，其比重自 0.700—1.000；重者適用於較水為重之液體，其比重自 1.000—2.000。此種比重大數概列於刻度表之右方，其左方即為波美度數，故應用浮表，即可直接讀出其比重，非常便利。波美度數通常以 Bé 為記。

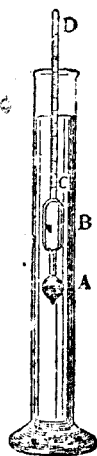


圖 3

此外又有一種稱為**脫氏浮表**者，其刻度與波氏浮表異，但其構造 (Twaddell's hydrometer) 之原理則同。其度數通常以 Tw 為記，在我國工廠中用者較少。此二種浮表之度數比較，參閱附錄之表。

### 摘 要

壓碎——易碎者壓碎之；不易碎者 加酒精後投冷水中碎裂之。

研磨——原料務須使成極細之粉，俾其作用加速，且易完全。

**浸溶**——使溶解性物與不溶解性或難溶解物質分離之法。通常將原料連續浸溶，以增高其溶液之濃度。

**傾瀉**——溶液中沈澱積集後，可用虹吸管或將容器傾斜，使溶液流出。

**洗滌**——原料中若含能溶於水之不純物，應用水充分洗滌之。

**過濾**——除去溶液中不溶性之懸浮物，通常用濾紙或布袋。

**濃縮**——將溶液加熱以除去溶劑之一部或全部。

**蒸發**——使可溶性物質與溶劑分離之法，通常將溶液直接加熱，工業上則用間接加熱法。

**蒸餾**——將液體加熱使成蒸氣，再使蒸氣凝為液體之法，但易於分解之物質，應在真空中蒸餾之。

利用沸點不同，分離數種物質之混合物時，稱為分餾。

**結晶**——使飽和溶液徐徐蒸發，然後靜置冷卻之，則有晶體析出。若溶液中含數種物質時，亦可用此法使其彼此分離，此法稱為分晶。

**乾燥**——除去物質中水分之法；通常用乾燥箱或乾燥劑。

**提精**——依物質之性狀，分別用水，二硫化碳等提取其可溶性成分。

**比重**——某液體與共同容積之水，在一定溫度時，二者重量之比。通常用波氏浮表測定之。

## 問 題

1. 說明原料磨碎後 其化學作用加速，且易完全之理。
2. 試作一浸溶方法之裝置圖。
3. 試述虹吸管之構造原理。
4. 試作一洗瓶裝置，並說明其理。

5. 用間接加熱法使液體蒸發有何利益?
6. 說明用低壓蒸餾之優點.
7. 分餾與分晶有何區別?
8. 提精與濃縮有何區別?
9. 由液體之比重,如何可推算其重量?
10. 試用波氏浮表測定磷酸,氫氧化鈉及酒精之比電.

## 第二章 空氣與水

### 第一節 空氣

**空氣之成分** 包圍於地球周圍之混合氣體稱為大氣 (Atmosphere) 尋常所稱之空氣，乃指大氣之一部份而言。自然界中雖有水分之蒸發，與二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 等種種氣體之生成，不絕逸散於空氣之中，然其固定之成分，大致不變。曠野中之乾燥空氣，每 100 體積中約含氧 21 體積，氮 78 體積，氫 0.94 體積，二氧化碳 0.04 體積，氫、氦、氖、氬微量。都市中之空氣，每混入硫化氫 (H<sub>2</sub>S)、二氧化硫 (SO<sub>2</sub>) 及塵埃等。但此種差異對於全部空氣之組成，並無影響。空氣中雖含有多種氣體，但不成化合狀態，故空氣為混合物而非化合物。

**空氣之性質** 空氣為無色、無味、無臭之氣體，略能溶解於水，在常溫及常壓下，水 100 體積，約能溶解空氣 2 體積，其 1 磅之重為 1.2928 克。空氣既有重量，故其各部分皆保有一定之壓力，是稱氣壓<sup>⊙</sup>。在高山上空氣較稀，故氣壓較小；在地面上空氣較密，故氣壓較大。尋常在海面上之氣壓，每平方呎平均為 1033.6 克，或每平方吋為 15 磅。若用氣壓計量之，其水銀柱之高為 760 耗，是即 Barometer。

⊙參考大氣壓力，商務印書館出版。

稱為標準氣壓或 1 氣壓。我人生活於此氣海之中，所以不覺受壓者，即因體內亦保有相當壓力之故。

**液態空氣** 空氣在低溫時，加以約 200 氣壓之壓力，則可使其變

成液態，稱為液態空氣 ●

(Liquid air)

使空氣液化之裝置如圖 4

所示。空氣藉壓氣唧筒加以壓縮後，乃使其經過各部，以除去熱及不純物質，

而入於膨脹室中。此時因

室中之氣壓較低，故壓縮

空氣經 D 管而出 J 口後，

隨即膨脹，同時吸收多量

之熱，經 E 管而復入於空氣室中。依此繼續數回，終使空氣變成液

態而流於 R 器中。

液態空氣為淡藍色之液體，其中所含之氧與氮因沸點不同，極

易分離。空氣為自然界中取用不竭之原料，故液態空氣已成取氧與

氮之重要來源。通常將氧與氮分別壓入鋼筒中出售，以供工業上之

應用，故液態空氣各國多大規模製造之。

**稀有氣體** 氫、氦、氖、氬、氙五種氣體元素，在空氣中之含量甚

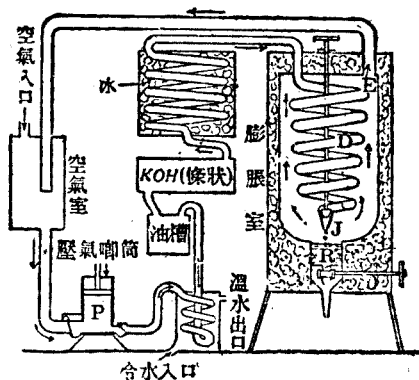


圖 4

●參考氣體工業，最新化學工業大全，第3冊。

微，除氬佔全容積之 0.94% 外，其餘四種合計不過 0.002%，故稱  
(Argon)

為稀有氣體。① 氫為無色、無味、無臭之氣體，性不活潑，故工業上  
(Rare gases)

有時用以封於電燈泡中，以防燈絲之氧化，俗稱氦氣泡。氦亦為無  
(Helium)

② 無味、無臭之氣體，比空氣約輕 7 倍，且無可燃性，故為灌氣球  
或飛艇之最佳氣體，是為氦之主要用途。③ 今惟美國所產之天然氣  
中含之最多，其政府特設廠採煉之。氦、氬、氫三種元素之性質與氫  
及氦相似，亦均不能與他種元素化合。

稀有元素在低壓之管中通以數萬伏特之電壓，多能發出強烈之  
(Volt)

光輝，其中以用氖氣時所發之紅色光輝最為鮮豔，近年都市中廣用  
(Neon)

之，以充廣告之用，稱為氖燈，④ 俗稱年紅燈。氖氣體所發之光，  
(Neon light)

氫為黃色，氬為青白色，氫為弱紫色，惟氦則僅發微光。氖燈所用之  
(Xenon) (Krypton)

管若為黃色玻璃，則呈黃色；若不用氖而用氬氣時，亦呈黃紅色；用  
氫與汞之蒸氣時，則呈藍色。

① 稀有氣體之沸點各異，如氫為  $-186.9^{\circ}$ ，氬為  $-268.5^{\circ}$ ，氦為  $-239^{\circ}$ ，氫為  $-152^{\circ}$ ，  
氫為  $-109^{\circ}$ ，故於液態空氣中除去氧與氮後，可依各氣體之沸點分別提取之，稀有氣體  
之發見，即利用此法。

② 在氫未發見前，皆用氫氣灌充氣球或飛艇，但氫氣易於着火，致屢招不測。歐戰時  
美國完成大規模之製氫方法，於是氫之功用乃著。對於輕於空氣之航空器之發展，影響  
極大。參考氫氣新用途，科學 20 卷 9 期，中國科學社出版。

③ 參考氖燈工業，商務印書館出版。

## ， 摘 要

空氣之成分——每 100 體積中含氧 21 體積，氮 78 體積，氫 0.04 體積，二氧化碳 0.04 體積，其他微量，此成分恆一定。

空氣之性質——無色，無味，無臭之氣體，略溶於水，1 呎重 1.2928 克，在海面上之氣壓每方呎平均為 1033.6 克！

液態空氣——在低溫中將空氣加以 200 氣壓之壓力，則成液態，液態空氣在工業上為取氧與氮之主要來源。

稀有氣體——氦、氖、氬、氪、氙五種，皆為無色，無味，無臭之氣體，性不活潑，封入低壓之管中，通以高電壓皆能發美麗之強光。

## 問 題 能

1. 試述空氣之 **組成** 不變之原因。
2. 空氣何以為混合物而非化合物？試列舉數點證明之。
3. 在高山上煮飯易熟何故？
4. 水棲動物如何取得氧氣？
5. 試述製造液態空氣之原理。
6. 工業上常用液態空氣為取氧與氮之主要來源，試述其分離之理。
7. 試述氮對於國防之關係。
8. 氦燈之裝置若何？

## 第二節 氧

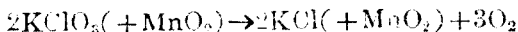
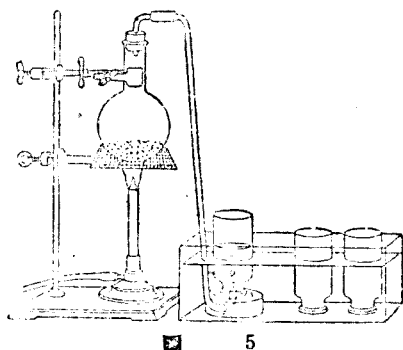
**氧之所在** 氧( $O_2$ )為自然界中散布最廣之一種元素。在空氣中 (Oxygen) 約佔體積五分之一，水中約佔重量 88.8%，人體中約佔 65%，即



泥土砂石中亦含氧達 5%。

氧於 1771 年英人普里斯特利所發見。氏將赤色氧化汞(HgO)加熱，而得一種助燃之氣體，後經法人拉瓦錫證明燃燒與空氣有密切之關係，而將普氏發見之助燃物質定名為氧。●

**氧之製法** 在實驗室中製取氧氣，通常用氯酸鉀(KClO<sub>3</sub>)及二氧化錳(MnO<sub>2</sub>)●混和加熱而成。法將氯酸鉀 4 分，二氧化錳 1 分，分別研細，混合置於裝有導管之燒瓶中，並將導管之一端伸入水槽中滿盛冷水之倒置玻璃瓶內。然後將燒瓶徐徐加熱，即有氧氣發生，集於水槽中之瓶內。(圖 5) 其反應如下：



工業上大都由液態空氣得氧，亦有將水電解而得之者。通常將氧氣用高壓壓於鋼筒中出售，以供各種用途。

●拉瓦錫證明燃燒與空氣有密切關係之前，科學界中多迷信燃素說，謂能燃燒之物(Phlogiston theory)

質皆含燃素。氏推翻舊說，另創燃燒說以解釋物質燃燒時之化學變化，故氧之發見實為(Phlogiston) (Combustion theory)

創立近世化學之基礎，在化學史上非常重要。

●二氧化錳用作觸媒，以促進氯酸鉀之分解，其自身不起變化。

**氧之性質** 氧爲無色、無味、無臭之氣體，在  $0^{\circ}\text{C}$  時 1 坩之重爲 1.429 克，較空氣重 1.105 倍。略能溶解於水，在  $20^{\circ}\text{C}$  時，水 100 體積約能溶解氧 3 體積。將氧氣冷至  $-118^{\circ}\text{C}$ ，同時加以 50 氣壓之壓力，則可使變爲淡青色之液體，稱爲**液態氧**。其沸點爲  $-182.5^{\circ}\text{C}$ 。  
(Liquid oxygen)

氧在高溫時，能直接與許多元素化合。試取燃着之火柴插入氧氣中，則火柴之焰即大放光明。將木炭燃紅而插入氧氣中，則木炭亦急劇燃燒。若將硫黃燃着後，插入氧氣中，則發出藍紫色之火焰而燃燒，甚爲美觀。又用細鐵絲之一端附以火柴，將火柴燃着，而插入氧氣中，鐵絲亦即燃燒，火光四射。可見氧有助燃之性質，且能與若干元素直接化合而成氧化物。

**燃燒** 由氧之性質，知物質在氧氣中燃燒較在空氣中爲劇烈。故  
(Combustion)  
如用煤炭等各種燃料時，必須使氧之供給充足，然後燃燒乃盛。反之，氧之供給斷絕，則火即熄滅。可知物質燃燒，必須有氧參加；換言之，燃燒即急劇之氧化作用，能發光與熱，故與尋常緩慢之氧化不同。但物質開始燃燒時，必先達到一定之溫度，此溫度稱爲**燃點**。  
(Kindling point)  
物質之燃點各有不同，如黃磷之燃點爲  $35^{\circ}\text{C}$ ，故在常溫中亦易燃燒。木材之燃點較高，故必須供給與燃點溫度相當之熱量，始能燃燒。但物質之成小塊或粉狀者，則燃燒較易，是因物質與空氣接觸之表面甚大，達到燃點溫度時所需之熱量較少也。尋常物質如木屑，乾草及油布等堆置一室，每能自起燃燒，乃因此種物質氧化時

所生之熱不能散逸，以致溫度增高，達於燃點，遂起燃燒，此現象稱爲自燃。

(Spontaneous combustion)

由上述現象，可知物質燃燒時，除溫度外並與其面積之大小有關。尋常燃燒之物質，經潑水後即能熄火，因潑水後，不但降低燃燒物質之溫度，且使物質不與空氣中之氧接觸也；用化學品製成之滅火藥劑，其理亦同。

**二氧化碳爲燃燒及呼吸之產物** 燃燒既爲急劇之氧化作用，則物質在空氣中燃燒，必有氧化物生成。由實驗知燃燒之主要產物爲二氧化碳 ( $\text{CO}_2$ )。試以蠟燭置燒瓶中燃燒，不久即熄。取出蠟燭，注 (Carbon dioxide) 入清石灰水 ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) 振盪之，即成白色乳狀之液，是因瓶中有二氧化碳存在，與石灰水作用而成碳酸鈣 ( $\text{CaCO}_3$ ) 之白色沈澱故也。依同樣之理；用玻管呼氣於清石灰水中，則石灰水亦變白色，可知呼吸之主要產物亦爲二氧化碳，正與燃燒後所生者同。空氣中二氧化碳之來源大多由此。

二氧化碳俗稱碳酸氣，爲無色、無臭之氣體，略帶酸味，比空氣約重一倍半，通常以大理石與鹽酸作用，即生此氣。於  $14^\circ\text{C}$  時，能溶於等體積之水中；其一部分與水作用而成碳酸 ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )，使水帶 (Carbonic acid) 爽口之酸味。市售之啤酒及汽水等清涼飲料，大都溶有此氣，故二氧化碳近多用高壓製成液態，儲於鋼筒中出售。又二氧化碳無助燃性，故常利用以滅火。通常以酸性碳酸鈉 ( $\text{NaHCO}_3$ ) 與硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

作用，能生成此氣。普通之滅火器(圖 6)即應用此理製成。

二氧化碳在 36 氣壓下冷至  $0^{\circ}\text{C}$ ，即成液態；液態之二氧化碳若任其在空氣中沸騰，即成雪狀之固體。廣用於冷凍及儲藏，故近年二氧化碳之製造，大見發達。工業上除釀造工場有大量產出者外，大多於焦煤或木炭燃燒時收集之。

二氧化碳除上述之用途外，又可為製造碳酸鈉( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )及碳酸鉛( $\text{PbCO}_3$ )等之原料。又植物生長所需之養料，即由空氣中吸取二氧化碳後藉光化作用在其體內造成之。

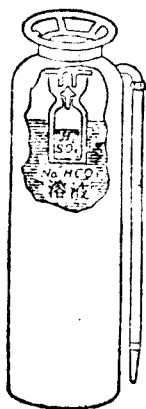


圖 6

**氧之功用** 人類及一切生物皆藉空氣中之氧以維持生命，蓋食物之消化，必須有氧之供給始克完成；同時食物分解後所生之二氧化碳則排出體外，以供植物吸收，在其體內製造必需之養料，但同時又排出氧氣，以供人類及一切動物之需要。故空氣中之氧與二氧化碳在動植物間供求相需，自成循環，對於人生之關係非常密切。我人所居之室宜有適當之通風設備，俾克時時吸取新鮮空氣以增進健康，即因空氣中之氧氣純潔充足之故。氧不但在人體內有氧化食物之功，且有殺菌除污之效，故患貧血、白喉、肺炎及窒息等症者，皆得用純氧治愈。自然界中之屍體及廢物亦皆賴氧之作用，使其分解，轉變為有用之物質；即江河之水亦必藉氧之作

用始得清潔。近代金屬工業發達，氧可與氫(2100°C)，乙炔(2450°C)或煤氣(1800°C)混合而成高熱之焰管，以供熔接或切斷金屬之用。又飛機、潛艇及礦穴中，亦常用純氧以調劑空氣。

**臭氧** 於純氧氣中行無聲放電，則另成一種氣體，稱為**臭氧**( $O_3$ )。  
(Ozone)  
臭氧之性質與氧大異，其色淡藍，且具特臭。1 呎之重為 2.144 克，故較氧約重一倍半。在常溫中性不安定，極易分解，其氧化力較氧為強，如不易氧化之銀，遇臭氧後即變黑褐色。此種強烈之氧化力常利用之以殺滅空氣中及水中之細菌。若干地方自來水之消毒即用此法。又臭氧能消褪植物色質及人造染料之顏色，故又用作漂白劑，以漂白絲綢、象牙等。●

臭氧與氧之形性不同，但皆由氧元素所成。氧吸收相當量之能後即變為臭氧，而臭氧還原為氧時，亦必放出等量之能。故臭氧與氧稱為**同素異形體**。

(Allotropic form)

### 摘 要

氧之所在——空氣中約佔體積五分之一，水、人體及泥土中均含之。

氧之製法——實驗室中用氯酸鉀及二氧化錳混和加熱而得；工業上多由液態空氣或將水電解而得。

氧之性質——無色、無味、無臭之氣體；0°C 時 1 呎重 1.429 克；略溶於水。在低溫中加壓則成液態。在高溫時能與多數元素直接化合。

●參考大氣臭氧。科學 20 卷 5 期。

燃燒——愈劇之氧化作用，能發熱與光，物質開始燃燒時之溫度稱爲燃點。燃燒與溫度及面積之大小有關。

二氧化碳——俗稱碳酸氣，爲燃燒及呼吸之產物，比空氣重，能溶於水，不能助燃，易成爲液態及固態，常用爲清涼飲料、滅火器及碳酸鈣等之原料，用途甚廣。

氧之功用——人類生活及發物腐敗皆藉氧之作用；近代工業上常用氧與氫、乙炔或煤氣等製成高溫焰管；飛機、潛艇等用以調劑空氣。

臭氧——於純氧氣中行無聲放電而成，淡藍色，具特臭，1 呎重 2.144 克，在常溫中極易分解，爲強氧化劑，常用以消毒及漂白。

臭氧與氧爲同素異形物。

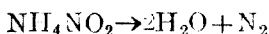
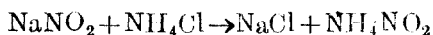
## 問 題

1. 拉瓦錫如何證明燃燒與空氣有密切關係？
2. 用氯酸鉀製取氧氣時，若不用二氧化錳，結果若何？
3. 製取氧氣 5 克，須用氯酸鉀幾克？
4. 試述將水電解以製取氧氣之原理及方法。
5. 試述木炭、硫黃及鐵絲在氧氣中燃燒時之化學變化。
6. 氧化與燃燒有何區別？
7. 使燃燒停止應有何種條件？
8. 試述二氧化碳滅火器之原理。
9. 試述二氧化碳之簡單檢驗法。
10. 說明氧與二氧化碳在動植物間之循環。
11. 試述  $O_2$  與  $O_3$  之區別？
12. 臭氧有何功用？

### 第三節 氮

**氮之所在** 空氣中游離之氮 ( $N_2$ ), 約佔體積 78.122%, 或五分之四, 而與他種元素成化合狀態者, 除生物體內之蛋白質及在礦物界中之硝石外, 其量較少。然氮化合物對於人生之關係則非常重要。關於此點當於第六章中詳論之。

**氮之製法** 空氣中含氮甚多, 故氮可由空氣中製取。法以黃磷小片置於小瓷皿中, 將皿浮於水面, 而急以玻璃鐘罩沒, 然後使黃磷燃燒, 則磷即與鐘內之氧化合, 殘留者幾全為氮氣。實驗室中若欲得純粹之氮, 則常用亞硝酸鈉 ( $NaNO_2$ ) 之濃溶液與氯化銨 ( $NH_4Cl$ ) 混合加熱而成。法用亞硝酸鈉 14 克, 氯化銨 10 克與水 60c.c. 混和而置於燒瓶中。將燒瓶徐熱, 即能發出氮氣, 而依製氧之裝置, 由導管導入水槽中之玻璃瓶內。其反應可分二步如下:



工業上取氮之法, 多用液態空氣或使空氣通入灼熱之銅屑而得。液態氮氣之沸點為  $-195.7^\circ C$ , 故液態空氣中之氧揮發後, 所留者幾已全部為氮。用灼熱之銅屑取氮時, 銅屑與空氣中之氧化合, 殘留之氮即由導管流出。

**氮之性質** 氮亦為無色、無味、無臭之氣體, 在標準境遇時, 一升

之重爲 1.2507 克。難溶於水，於  $15^{\circ}\text{C}$  時，水 100 體積約能溶氮 1.8 體積。在  $-146^{\circ}\text{C}$  及 35 氣壓下，能成無色之液體；更冷之，則凝成白色之固體。氮不能燃，亦無助燃性。在常溫中幾全不與他種物質化合，但在高溫中則能與多種物質化合而成氮化物。又以電花通過氮氧之混合物，則二者能直接化合而成氮之氧化物；若用適宜之觸媒，則在高溫中能與氫直接化合而成氨。此種反應對於現時氮氣工業之發展，非常重要。

**氮之功用** 物質在純氧中燃燒，非常劇烈，故空氣中若無不活潑性之氮，生物必不能維持生命。氮之化合物爲構成生物體之一種要素（蛋白質），故氮化合物之供給，對於人生非常重要。在工業上之應用，通常將氮氣灌入電燈泡中，使燈絲能經久耐用。測高溫（ $300^{\circ}$ — $500^{\circ}\text{C}$ ）之溫度計中，水銀面上亦常灌以高壓之氮氣，使水銀即達沸點，不致沸騰。近來氮之固定法日形發達，空氣中之氮氣常利用以製氨，硝酸及人造肥料等，故氮之功用愈大。

## 摘 要

氮之所在——空氣中約佔五分之四。氮化合物對於人生非常重要。

氮之製法——在實驗室中用黃磷燃燒，或用亞硝酸鈉之濃溶液與氯化銨混合加熱而得；工業上多用液態空氣或將空氣通入灼熱之銅屑而得。

氮之性質——爲無色、無味、無臭之氣體；1 坩重 1.2507 克，難溶於水；不能燃

；無助燃性；在常溫中不活潑。在高溫中能與多種元素化合而成氮化物。



氮之功用——氮有沖淡空氣中氧氣之功，其化合物為生物體之要素，在工業上用  
以灌電燈泡及溫度計等。

### 問 題

1. 用黃磷製取氮氣不能純粹，何故？
2. 試述使空氣通入灼熱銅屑以製氮氣之原理。
3. 氮難溶於水，對於人生有何關係？
4. 氮氣燈泡何以能經久耐用？
5. 何謂氮之固定法？

## 第四節 氫

**氫之所在** 氫( $H_2$ )在自然界中成游離狀態者極少，<sup>⊙</sup>空氣中祇佔體積約五十萬分之一；若干地方所產之天然氣中亦含之。但氫與他種元素成化合狀態者，為量甚多，如組成水之二種元素，其一為前節所述之氧，而另一種即為氫。水中之氫約佔重量百分之十一。此外氫在人體內約佔重量百分之十，生物體內及石油等亦皆含之。

氫為元素，係 1766 年英人卡芬狄希所確定，至 1783 年法人拉瓦錫始定名為氫。  
(Cavendish)

**氫之製法** 在實驗室中製氫之簡單方法，可將鈉之小片置於水中，使鈉與水作用而放出氫氣。但通常多使金屬與酸作用<sup>⊙</sup>而製得

<sup>⊙</sup>最近發現游離之氫中，並混有重氫，是為氫之一種同位素。參考重氫與重水，科學 18 卷 3 期及 20 卷 8 期。  
(Deuterium) (Isotope)

<sup>⊙</sup>金屬與酸作用，能在可燃之氣體，十六世紀時之巴拉塞爾士即已發見。又製氫時，金屬亦可以鎂、鋁、鐵等代用，酸可以稀鹽酸代用。  
(Paracelsus)

之。法於燒瓶 M 中盛鋅粒約 20 克，瓶口插一長頸漏斗 T 及一導管，導管之一端，伸入於水槽內滿盛冷水之倒置玻璃瓶 H 中。然後自漏斗徐徐注入硫酸如 A，則酸即與鋅作用而發出氫氣(圖 7)，其反應如下：

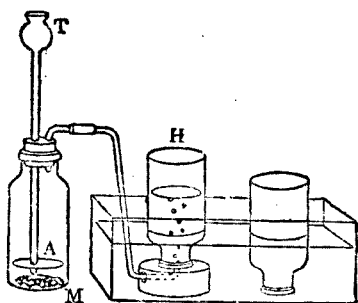
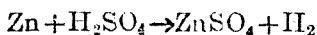


圖 7

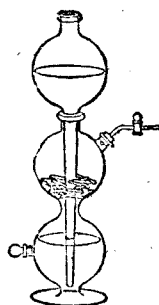


圖 8

用上列裝置製氫，其流出之量不能一定，故以用啓普發生器爲便，其式如圖 8 所示。中部盛以鋅粒，而自器之上部注入硫酸，使酸下流後復升起而與鋅作用，即可自中部之導管導出氫氣，其流出之量，可用活塞調節之，不用時並不致耗費原料。

工業上製氫之法以電解水及自水煤氣分取氫爲最普通。水爲氫氧二元素之化合物，故將水通以電流，即分解而得氫氧二氣。近年氫之用途日廣，因水爲自然界中取用不竭之原料，故工業上現多用多數分解槽將水電解以得氫。自水煤氣分取氫之法，係將水煤氣除去

甲烷( $\text{CH}_4$ )及一氧化碳( $\text{CO}$ )等可資利用之雜質而成;成本較廉,爲其優點。

**氫之性質** 氫爲無色、無味、無臭之氣體,每升重 0.08987 克,爲已知諸元素中之最輕者。難溶於水,於  $15^\circ\text{C}$  時,水 100 體積僅能溶解 1.9 體積。在 20 氣壓之下,溫度達  $-242^\circ\text{C}$  時,則成無色透明之液態氫。若再使其急劇蒸發,則一部分變成無色之固體。

氫在空氣中舉淡色之火焰而燃燒,與氧化合成水,但無助燃性。在常溫下性不活潑,但在適宜狀況之下,能與多數元素化合,如與氧化合而成水,與氮化合而成氨( $\text{NH}_3$ ),與氯化合而成氯化氫( $\text{HCl}$ )等。氫不但能與游離之氧化合,且能奪取金屬氧化物中之氧而與之化合,如以氫通過紅熱之氧化銅( $\text{CuO}$ ),則氫即奪取氧化銅中之氧,與之化合成水,而使銅還原,故氫爲一種重要之還原劑。

不純之氫遇火能起爆炸,故製取氫氣之裝置,附近不可置火;所取之氫應須純淨。

**氫之用途** 氫除用作還原劑外,在工業上用途頗多。氫在氧中燃燒時,能發  $2100^\circ\text{C}$  之高溫,可以用以

切斷鋼板及熔接鉛管等,其裝置稱

爲氫氧吹管(圖 9),所成之焰稱爲

氫氧焰,以氫氧焰射於生石灰上,則

發極強之白光,可供探照燈之用。近

年氫在工業上之應用更形發展,如

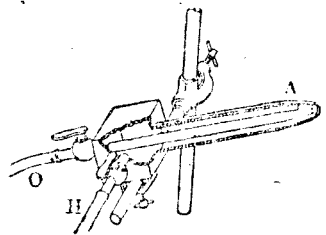
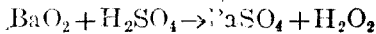


圖 9

以氮與氧直接化合而成合成鹽酸，與氮直接化合而成合成氨，及用增氫法使石油、油脂等硬化而成固體脂肪等，故氫之用途日廣，其 (Hydrogenation) 工業上之價值亦日增矣。

**過氧化氫** 氫氧二元素除化合成水外，能另成一種化合物稱為過氧化氫 ( $H_2O_2$ )。過氧化氫中所含之氧，為水中所含者之一倍，故 (Hydrogen peroxide) 其性質亦與水不同。通常為無色而略帶黏性之液體，在  $0^\circ C$  時之比重為 1.458。市售之品，僅含純液百分之三。通常用冷稀硫酸作用於過氧化鋇 ( $BaO_2$ ) 而成，其反應如下：



將過氧化氫在低溫低壓下蒸餾數次，即得純粹之品。性不安定，極易分解為水與氧，故為一種強氧化劑。凡不能耐強烈漂白劑（如氯）作用之物質，皆可用過氧化氫漂白之，如絲綢，羊毛，毛羽，骨角，象牙等。含有鉛白之圖畫，經久變色後，亦可用過氧化氫漂白之。過氧化氫又為優良之消毒劑及潔淨劑，故外科手術中常用以清潔創口，排出膿污。又牛乳，酒類亦常用以作防腐劑。  
(Preservative)

取澱粉漿及碘化鉀 (KI) 各少許同盛於試驗管中，並加稀硫酸使帶酸性，此溶液遇過氧化氫即變藍色，是為檢定過氧化氫之簡單方法。

毛皮漂白法 以水 3 加侖，過氧化氫 3 磅，過碳酸鉀 6 磅，焦磷酸鈉 5 磅製成溶液，刷於毛皮之上，再用清水洗刷，即可使毛色潔白。

## 摘 要

氫之所在——爲構成水之一要素，自然界中成游離狀態者甚少，但成化合狀態者甚多。

氫之製法——用鈉與水作用或用鋅與硫酸作用而成，工業上多將水電解或自水蒸氣分取。

氫之性質——無色、無味、無臭之氣體，1 磅重 0.08987 克，爲元素中之最輕者，難溶於水，在空氣中能燃燒，既不活潑，但在適宜狀況之下，能與多數元素化合。

氫之用途——用作還原劑，在氧中燃燒，能發高溫，近年多用以製合成鹽酸、合成氫等，及使石油等變爲固體脂肪。

過氧化氫—— $H_2O_2$ ，爲無色帶黏性之液體，通常用冷稀硫酸作用於過氧化鋇而成，爲一強氧化劑，亦用作漂白劑。

## 問 題

試舉所知之氫化合物。

2. 試述鈉與水作用時之化學變化。
3. 啓普發生器之活塞，何以能調節氣流？
4. 氫何以不適用以灌充氣球？
5. 何謂密氫法？
6. 如何鑑別過氧化氫與水？

## 第五節 水

水之所在 水( $H_2O$ )爲日常習見之物質，液態之水，佔地球表面約七分之五。成氣狀者滿布於天空之中，即所稱之水蒸氣是；雲霧雨露概由此種水蒸氣凝縮而成。其成固體狀者，則經年封蓋於高山

之頂及南北極，故水為自然界中最多之物質。在地球表面除江湖池沼之水外，土壤中亦含有相當之水。生物體內含水亦多，如人體內含水約 70%，血液中含水約 90%。故水對於氣候之變遷及動植物之生長，皆有重要關係。使自然界中無水，則一切皆將不能存在也。

**水之性質** 水由 2 分氫與 1 分氧化合而成，純粹者為無臭無味之液體，小量無色，多量則呈深藍色。在  $4^{\circ}\text{C}$  時，水一立方厘米之重為 1 克。在標準氣壓之下，冰點為  $0^{\circ}\text{C}$ ，沸點為  $100^{\circ}\text{C}$ ，若壓力增大，則沸點增高；壓力減小，則沸點降低。水在  $0^{\circ}\text{C}$  結冰及在  $100^{\circ}\text{C}$  汽化之現象，為物質狀態變化之著例。水溶解物質之力甚強，大多數物質幾皆能溶解於水內而成溶液。故任何用途之水，皆須設法清潔之。又水之性質非常安定，即熱至  $2000^{\circ}\text{C}$  之高溫分解甚微，但用電解之法，則可使其分解，近年氫與氧之用途日廣，故水之電解已成為大規模之工業。通常水與非金屬氧化物化合則成酸類，與金屬氧化物化合則成鹼類。

**水之種類** 水因來源不同，可分為河水、海水、井水、泉水及雨水等，<sup>①</sup> 此種水統稱為天然水。<sup>②</sup> 水溶解物質之力甚強，故天然水 (Natural water)

<sup>①</sup> 參考水之分類及用途並工業用水之清潔法，化學工業 2 卷 1 期 中華化學工業會出版。

<sup>②</sup> 最近發見天然水中並混有重水，現時已可以含氫氧化鈉之水溶液電解而得，其性質較普通水為不活潑，參考重氫與重水，科學 18 卷 3 期及 20 卷 8 期。

概不純潔。如河水中多含有礦物及他種雜質；海水中除雜質外並含多量之食鹽；井水、泉水雖較清潔，但含有礦物質較多。惟雨水可稱為比較純潔之水，然亦常含有大氣中之塵埃，微生物及可溶性之氣體等。故絕對純粹之水，在地面上極少存在。

真正之純水須用物理學方法製得之，即所稱之蒸餾水。蒸餾水 (Distilled water) 係將普通之水經蒸餾而成，其中溶解或懸浮之物質已完全除去，故為最純潔之水。在實驗室中製取蒸餾水時，可將普通之水盛於鍋中，將鍋加熱煮沸，則水蒸氣經過冷凝管時，即凝縮而成蒸餾水，而滴入瓶中(圖 10)。工業上之製法，以普通之水盛於汽鍋 A 中，於鍋底加熱煮沸後，所生之水蒸氣即通過 B 管，而入錫製之蛇管 C 中，管外圍以冷水，由 D 管流入，而從 E 管流出，所成之蒸餾水收集於受器 F 中(圖 11)。

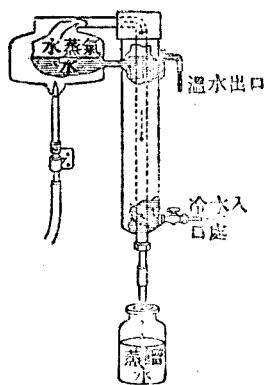


圖 10

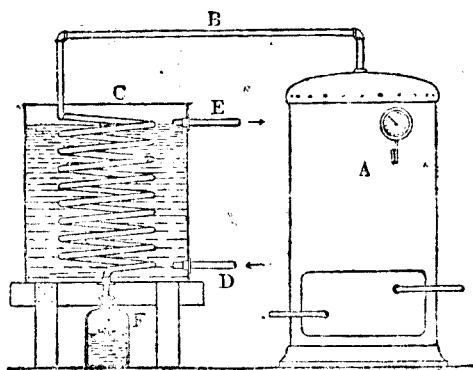


圖 11

蒸餾水雖極純粹，但因不含雜質，故淡而無味，不適於飲用。科學上實驗及調製藥劑等則常用之。

**飲料水** 天然水多不純潔，若適宜之礦物質當為人體所需要，與健康無害；但含有腐敗之有機物，或竟帶有病原細菌時，則不免有引起疾病之危險。故用作飲料之水，必須謹慎清潔，以除去有害之物質。淨水之法約有四種，茲分述於後。

(1) **煮沸法** 將飲料水煮沸約十分鐘，則水中之微生物均被殺死，一部分礦物質亦可洗滌而出，故為簡易有效之淨水法。

(2) **膠結法** 明礬投於水中，生成氫氧化鋁  $[Al(OH)_3]$  之膠狀物，水中之浮游物如泥污及有機物等，即為此膠狀物所黏附而沉降使水澄清。家庭間處理不潔之水每用此法；但用作飲用時仍以煮沸為宜。

(3) **過濾法** 使水通過砂礫之細隙，以除去懸浮於水中之不溶解物質，稱為過濾法。家庭間小規模之過濾，可取一底旁有孔之缸，底部鋪以麻布，布上鋪石礫一層，再上一層細砂，一層炭塊。依此細砂與炭塊分列數層，即可濾水。炭塊能吸水中之臭味及各種氣體，細砂則能阻隔水中之懸浮物質，故不潔之水經過濾後，即變清潔。但細砂與炭塊應隨時取出洗曬，濾過之水用作飲料時亦仍以煮沸為宜。

都市中之自來水，<sup>⊙</sup>亦係用過濾法所成。其濾水池通常用鋼骨水  
(Water supply)

⊙參考自來水。商務印書館出版。



泥造成，池底鋪有石塊，石塊之上則為細砂。將來自水源之水導入池中，令其通過砂石，則懸浮於水中之物質皆為砂石所阻，而濾清之水則流入 A 管(圖 12)。再用壓水機壓至高處之儲水池，而藉水管分送於用戶。自來水中亦常含可溶性之不純物質，故自來水廠除用化學品處理外，通常用噴水池將水噴至空中，使得盡量吸收氧氣，以增多氧化之機會。

(4)化學品處理法 飲料水除用上列數法淨水外，近時多兼用化學品處理法。通常以氯水及次氯酸等少量噴入水中，(圖 13)即可

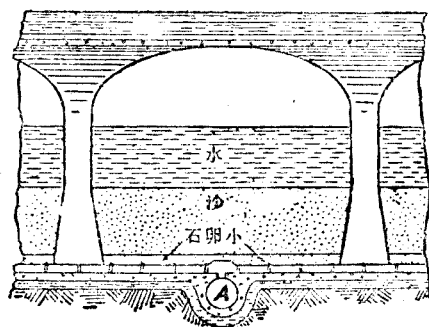


圖 12

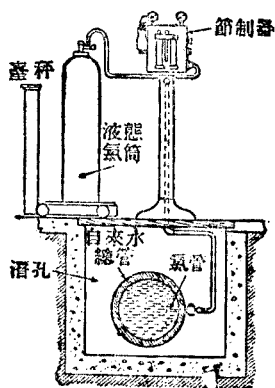


圖 13

收殺菌消毒之效。市肆間有溶解氯氣於自來水之裝置，可使氯氣成細微泡沫而噴射於水中，使用甚為便利。此外有用臭氧消毒，及藉電流淨水之法，在外國亦頗多採用。

**軟水與硬水** 天然水中除雨水外概含有溶解之礦物質，如鈣、鎂或鐵之鹽類。水中含此種礦物質極少量時，稱為軟水，如雨水為良好之軟水，而自地面收集之水，亦概為軟水。反之，水中含此種礦物質較多時，則稱為硬水。硬水可分為二類：凡含酸性碳酸鹽類之水，經煮沸後，酸性碳酸鹽即變為碳酸鹽而沈澱〔例如酸性碳酸鈣  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  之變為碳酸鈣  $\text{CaCO}_3$  及酸性碳酸鎂  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  之變為碳酸鎂  $\text{MgCO}_3$  等〕者，稱為暫硬水。若含硫酸鹽類（如硫酸鈣  $\text{CaSO}_4$ ，及硫酸鎂  $\text{MgSO}_4$  等），則雖經煮沸，亦不能除去者，稱為永硬水。暫硬水及永硬水對於家常及工業俱不適用。例如洗濯時倘用硬水，則肥皂與硬水中之鈣鹽或鎂鹽作用後，即生成不溶性之物質，而使肥皂失其效用。汽鍋中若用硬水，則水中之鹽類日久積聚於鍋層而成鍋垢，不但減少汽鍋之效力，且易遭致破裂之危險。故無論供家庭或工業之用，皆須將硬水先使變為軟水而後可。

暫硬水藉石灰之作用，亦可變為軟水，因暫硬水中所含之酸性碳酸鈣與熟石灰  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$  作用後，即生成碳酸鈣之沈澱也。永硬水雖不能用上列各法使成軟水，但若加入碳酸鈉  $(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  後，水中所含鈣或鎂之硫酸鹽皆能變成碳酸鹽而沈澱，因此永久硬性亦得以消失。實則不論暫硬水或永硬水，皆得適用碳酸鈉以除去硬性，故碳酸鈉為使水軟化之最簡便藥品；但硼砂  $(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7)$  及氫氧化銨  $(\text{NH}_4\text{OH})$  對於軟化硬水亦具碳酸鈉之同樣功用。工業上軟

化大量之硬水，近多使水通過一種人造之軟化劑如沸石<sup>①</sup>等，使水 (Zeolite) 中所含之鈣與鎂，與軟化劑中之鈉交換，以消除水之硬性。其裝置如圖 14 所示。但軟化劑用過 12 小時後，應用 10% 之食鹽水與其充分作用，使軟化劑中之鈣與食鹽中之鈉交換，而再供應用。

**工業用水** 水在工業上之用途甚廣，化學工業中尤多直接用水為原料，故水質之純淨與否，對於工業之成敗，至有關係。普通可供飲料之水，概可認為良好之工業用水；<sup>②</sup>若為硬水，則必先軟化之始可應用。茲就若干重要工業需用之水，分述於後：

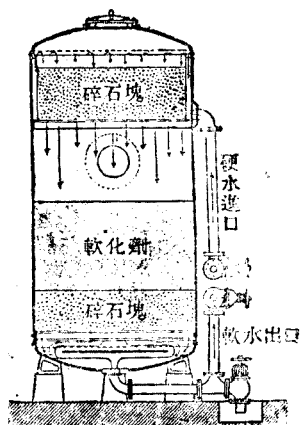


圖 14

1. **汽鍋用水** 以不生鍋垢並不使鐵或他種金屬腐蝕者為宜。硬水中含鈣、鎂等鹽類及硫化物、有機酸等，故除使之軟化外，並須將其他不合宜之夾雜物，用適當方法除去之。河水為一般工廠所採用，但仍以經過澄清及過濾者為宜。

2. **釀造用水** 可充飲用之水，皆可作釀造用。但若非飲用之水，

<sup>①</sup>沸石為礦物之一種，通常用作軟化劑者概為人造沸石，其主成分為  $2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，稱為矽鋁酸鈉。

<sup>②</sup>參考工業用水清潔法，商務印書館出版。

則經淨水消毒後即可應用。但酒類用水須有適宜之硬性，對於酒之品質，至有關係。

3. **洗染用水** 漂洗及染色工場皆須採用軟水。若用硬水，不但耗費肥皂及媒染劑，且使織物發生污斑。

4. **造紙及製革用水** 造紙及製革所需之水量甚多，皆須採用軟水。尋常所用之河水，亦以經淨水者為宜。

工業用水對於工業之關係，極為重要，故水之供給，應為決定工廠位置之重要條件。

**水之簡單檢驗法** 先將欲檢驗之樣水，就其外觀與良水比較，是否無色。次在試管中加熱至  $50^{\circ}\text{C}$  左右，驗其有無臭味。並浸入石蕊試紙而煮沸之，驗其是否中性。再用試管數個，各盛樣水約 20c.c. 取一管先加硝酸數滴，使呈酸性，再加硝酸銀液數滴，倘呈白色，則為含氯化物之證。另取一管加入奈斯婁試藥，倘呈黃色或紅褐色，  
(Nessler reagent)  
則為含氨或銨鹽之證。再取一管，依次加入鹽酸及氯化鉍，倘生白色沈澱，則為含硫酸鹽類之證。若以樣水 1c.c. 滴加於二苯胺之硫酸溶液中，倘呈藍色，則為含硝酸或亞硝酸鹽類之證。再取一管，加稀硝酸 1c.c. 更加過錳酸鉀數滴着色後而煮沸之，倘水褪色，則為含有機物之證，水質不良。

### 摘 要

水之存在——水在自然界中成固體、液體及氣體三種狀態存在。為自然界中極重

要之物質。

水之性質——純粹者為無臭無味之液體，少量無色，多量則呈深藍色，在  $4^{\circ}\text{C}$  時一立方厘米重一克，在一氣壓下，冰點為  $0^{\circ}\text{C}$ ，沸點為  $100^{\circ}\text{C}$ ，水溶解物質之力甚強，性極安定，不易分解。

水之種類——天然水有海水、河水、泉水、井水等；真正純粹之水為蒸餾水，但不適於飲用。

飲料水——飲料水須用下列方法清潔之：

1. 煮沸法——水煮沸後，微生物被殺死，礦物質成沈澱。
2. 膠結法——用明礬投入水中，使成氫氧化鋁之膠狀物而沈降。
3. 過濾法——使水通過砂礫之細隙，以除去水中之懸浮物質；自來水亦應用此理。
4. 化學品處理法——通常用氯水，次氯酸及臭氧等。

軟水與硬水——水中含鈣、鎂、鐵之鹽類極少量時，稱為軟水，含多量時，則稱為硬水。硬水中所含之鹽類為酸性碳酸鹽者，稱為暫硬水；若為硫酸鹽類時，則稱為永硬水。

硬水不適於洗濯及工業上之用，故須軟化之。暫硬水經煮沸或加石灰後即成軟水；永硬水須用碳酸鈉，硼砂或氫氧化鈉處理始能軟化；工廠中多用沸石等之軟化劑。

工業用水——大都須用潔淨之軟水；水之供給為決定工廠位置之要件。

水之簡單檢驗法——檢驗其色，臭及是否含氯化物，鉍鹽，硫酸鹽，硝酸鹽及有機物等。

## 問 題

1. 試述水之狀態變化對於自然界之重要性。

2. 土壤中所含之水分對於生物之影響如何?
3. 冬季或夏季中,水能溶解較多空氣否?
4. 水之性質非常安定,對於自然界有何關係?
5. 雨水何以爲比較的純水?
6. 水經蒸餾後,其雜質何以能除盡?
7. 用煮沸法淨水,有何缺點?
8. 試將各種淨水方法加以比較。
9. 自來水廠設噴水池,將水噴於空中,有何功用?
10. 硬水對於洗濯及工業上皆不適用,何故?
11. 永硬水與暫硬水何以皆適用碳酸鈉以除硬性?
12. 水之供給何以爲決定工廠位置之必要條件?

## 第三章 食鹽及鹵族元素

### 第一節 食鹽

**食鹽之所在** 食鹽<sup>⊙</sup>亦為日常習見之物質，天然間產出者極多，(Common salt)依其來源，可分為海鹽、池鹽、井鹽及岩鹽等類。我國沿海各省皆產海鹽，陝、甘、山西等地多產池鹽，四川、雲南等省多產井鹽，雲南則並產岩鹽。但我國鹽業尚未發達，每年產量雖達四千萬擔，而其品質概極粗劣。故不論為食用或工業用，鹽產之改進，為急當解決之問題也。

**食鹽之製法** 我國所產之鹽，多以海水為原料。製法分為曬法及煎法二種，但亦有兼用二法者。曬法於沿海設置鹽池，池分蓄水池、蒸發池及結晶池三種。先將海水導入蓄水池內，待澄清後乃導入蒸發池中，藉日光及風力之作用，使海水濃縮，至達飽和之點，再導入結晶池內，使其結晶析出。煎法於海濱設鹽田，舖以細砂。然後導水入田，曬以日光，待日落後集成砂堆，至次日再依法重曬，使鹽分濃厚。如是數日至細砂所含之鹽分達適當之程度時，即將砂移置爐上，注以海水，使鹽分流下。最後將所得之鹽液入鐵釜中煎熬，鹽即

⊙參考鹽，商務印書館出版。

結晶析出，但由曬法及煎法所成之鹽，概含鎂、鉀及鈣之鹽類，故不純潔。

池鹽及井鹽亦多用煎法製成，概含雜質。岩鹽往往成岩層，深藏地下，質亦不純，故開採後須加精製。

**食鹽之性質** 食鹽為無色之立方晶體，比重為 2.1—2.3，熔點為  $801^{\circ}\text{C}$ 。熱之，則因晶體中之母液化汽噴出，故爆裂而發爆聲；強熱之，則成苦味之燒鹽。是因鹽中所含之氯化鎂 ( $\text{MgCl}_2$ ) 與水作用而成氧化鎂 ( $\text{MgO}$ ) 之故。氯化鎂之吸濕性甚強，故粗鹽易於潮濕，而燒鹽則否。食鹽易溶於水，在  $0^{\circ}\text{C}$  時，水 100 克能溶食鹽 36 克；但在  $100^{\circ}\text{C}$  時，亦不過能溶 39 克，故食鹽之溶解度對於溫度之影響甚微。此種性質常可利用之以自溶液中分出他種鹽類。

**食鹽溶液之電解** 純粹之食鹽為由鈉 ( $\text{Na}$ ) 與氯 ( $\text{Cl}$ ) 各一原子化合而成，其化學名為氯化鈉 ( $\text{NaCl}$ )。鈉為軟質之金屬，極易與水作用而成氫氧化鈉 ( $\text{NaOH}$ )；氯則為黃綠色氣體，具有特臭。試以食鹽溶液置於電解器中電解之。則食鹽在水溶液中即電離為鈉與氯二種游子。鈉游子為陽游子，故趨附於電解器之陰極，而回復為鈉原子，同時即與水作用而成氫氧化鈉，並放出其一部分之氫氣。氯游子為陰游子，故趨附於陽極後，回復為普通之氯氣而放出。此方法可用以製取氫氧化鈉，氯氣及氫氣，故現時工業上已廣用



之。<sup>①</sup>

**精鹽** 普通之食鹽含有雜質，頗為污濁，故須加精製。通常將普通之食鹽加水溶化，再於溶液中加碳酸鈉，使所含之鎂、鈣等雜質沈澱。過濾後加熱蒸發之，即得潔白之精鹽，可供食用。又於用碳酸鈉處理後之食鹽溶液中，更通入氯化氫氣至飽和，則所得之食鹽晶體非常純潔，可供藥用。

**食鹽之重要** 食鹽為調味必需之品，據估計世界全部產額之三分之二，係供食用及醃藏肉類等食物之用。近年化學工業發達，食鹽為廉價之原料，故除食用外，大部分消費於製鹼及氯氣工業，而其餘如冷凍、油類精製、肥皂、製革及礦石之鹽化焙燒等亦皆需用之。故食鹽之生產及消費，對於一國工業之盛衰，亦至有關係。我國產鹽之區域極廣，而製鹽之方法尚簡，改進之策，自當亟加提倡也。

## 摘 要

食鹽之所在——海鹽、池鹽、岩鹽及井鹽等。

食鹽之製法——海鹽分曬法及煎法二種，池鹽、井鹽多用煎法。岩鹽直接採取再加精製。

食鹽之性質——無色立方晶體，不純者有苦味，易溶於水。

食鹽溶液之電解——工業上常用以製氫氧化鈉，氯氣及氫氣。

精鹽——於食鹽溶液中加碳酸鈉，可得潔白之食鹽。若再通入氯化氫氣，則所得之

①參考電解氯化鈉廠之設計，化學工業，12卷1期。

晶體非常純粹。

食鹽之重要——除食用外，並為製鹼及氯氣工業等之主要原料。

## 問 題

1. 試述海中鹽分之由來。
2. 試就曬法及煎法二者作一比較。
3. 食鹽之溶解度有何特徵？
4. 用何法證明食鹽係由鈉與氯化合而成？
5. 試述精製食鹽之理。

## 第二節 氯化物及鹽酸

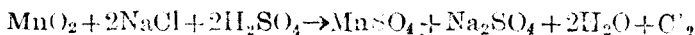
**氯之所在** 氯(Cl)常與鈉、鉀、鎂、鈣等化合而廣存於鹹水及鹽層內，天然間無游離之氯存在。

**氯之製法** 製造氯氣通常皆藉二氧化錳分解鹽酸而得。實驗時，可取二氧化錳 2 克入試管中，再加入濃鹽酸約 5c.c. 於火焰上加熱，即有黃綠色之氯氣發生。其反應如下：



但鹽酸價昂，故上法中之鹽酸，常以食鹽及硫酸代之，因二者作用後，即生鹽酸也。實驗時可取食鹽及二氧化錳各 50 克，研細後，混合置於燒瓶 A 內（圖 15），然後自漏斗徐徐注入稀硫酸約 150 c.c. 並將燒瓶徐徐加熱，即有氯氣發生，經導管 B 通入水洗瓶 C，以除去所雜之氯化氫；再經濃硫酸洗瓶 D，以除去所雜之水分，最

後乃導入於玻璃筒 E 中，即為純粹之氯氣，其反應如下：



又用重鉻酸鉀  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  10 克，加入鹽酸約 60 克，依上法之裝置加熱後，亦可得純粹之氯氣。

工業上製造氯氣，現時多取食鹽電解之法，因食鹽為廉價之原料；而食鹽電解時，除氯

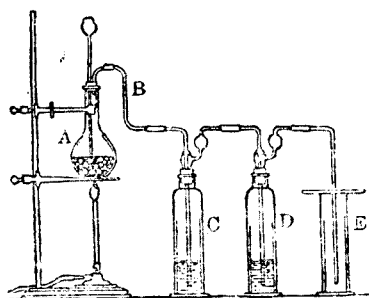


圖 15

外並可得氫氧化鈉及氫之二種重要物質也。通常將製成之氯通過濃硫酸使其乾燥，然後壓縮而冷卻之，使凝成液態，再壓入鋼筒中，以販於市。

**氯之性質** 氯為黃綠色之氣體，有刺鼻之特臭，性甚毒，少吸之似患傷風之症，多吸後即窒息而死。在標準狀況下，1 升之重為 3.1667 克，約比空氣重 2.5 倍。能溶於水、酒精及四氯化碳( $\text{CCl}_4$ )等多數溶劑中，其水溶液稱為氯水。將氯冷至  $-40^\circ\text{C}$ ，即成深黃色之油狀液體；在  $0^\circ\text{C}$  時，加以 4 氣壓即可液化。

氯之化學性甚為活潑，如以氯與氫混合，則雖在暗黑及低溫之處，亦能化合而成氯化氫；倘在日光下，更能急劇化合而致爆炸。又將燭火置氯氣中，氯即奪取燭中所含之氫與之化合，因此燃燒時析出碳

質而盛發黑煙，故氯與氫具有特殊化合力。氯與其他非金屬元素及金屬元素亦多能化合，如磷及砷在氯氣中燃燒而成三氯化磷( $\text{PCl}_3$ )及三氯化砷( $\text{AsCl}_3$ )等；銻粉及銅箔在氯氣中燃燒而成三氯化銻( $\text{SbCl}_3$ )及氯化銅( $\text{CuCl}_2$ )等。

氯漂白物質之力甚強，是因氯與水所成之氯水，實係次氯酸( $\text{HClO}$ )及鹽酸( $\text{HCl}$ )之混合物。次氯酸性不安定，分解後能產生氧化力極強但尚成原子狀態之氧，故能使物質褪色也。此種成原子狀態之元素，稱為初生態之元素。

(Elements in nascent state)

**氯之用途** 氯之漂白力甚強，故現時各國所產氯氣之大部分，皆用以製造漂白粉。除漂白粉外，一切無機氯化物及含氯之有機藥品，無不以氯為原料。其中如化學兵器中之各種毒氣，亦大多以氯為主要成分；●即氯氣本身在歐戰初期即最先用作窒息性之毒氣，中其毒者每致窒息而死，故氯可謂一切毒氣之鼻祖。此外氯殺菌及防腐之力極強，故自來水內常噴射氯水，而農場中常撒布漂白粉，皆為利用氯之殺菌作用之例。

**氯化物** 元素與氯化合而成之化合物稱為氯化物。氯與多數金屬及非金屬元素俱能化合而成氯化物，氯化物與硝酸銀( $\text{AgNO}_3$ )作用後，俱能生成白色凝乳狀之氯化銀( $\text{AgCl}$ )沈澱，其反應甚為靈敏，故藉此可檢查氯化物之存在。

●參考毒氣化學，正中書局出版；化學戰爭及防禦，化學工業，8卷2期及9卷1期

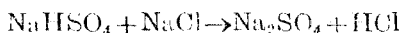
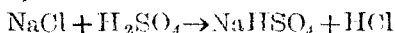
氯化銀爲白色粉末，不溶於水及強酸內，而易溶於硫代硫酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 之溶液中。其感光性極強，遇日光即分解而成紫黑色，故在照相工業中常用以製感光性乳劑，以供製造軟片之用。

氯與汞之化合物有二種，在醫藥上皆爲重要之藥物。試於硝酸亞汞 ( $\text{HgNO}_3$ ) 之溶液中加入鹽酸或可溶性氯化物，則可得氯化亞汞 (Mercurous chloride) ( $\text{HgCl}$ ) 之白色粉末。此物俗稱甘汞，不溶於水，常用爲下劑及利尿劑。又若以汞溶解於硫酸後，以其生成之硫酸汞 ( $\text{HgSO}_4$ ) 與食鹽同熱，可得氯化汞 (Mercuric chloride) ( $\text{HgCl}_2$ ) 之白色晶體，俗名昇汞。此物甚毒，誤食則死。略溶於水，其溶液有殺菌防腐之效，故外科上用以洗滌創口。又與蛋白質相遇，則凝成不溶性之物質，故用蛋白可以解毒。此外如鹽鹵中所含之氯化鎂 (Magnesium chloride) ( $\text{MgCl}_2$ )，爲製造碳酸鎂 ( $\text{MgCO}_3$ ) 及金屬鎂之原料，而在我國爲製造豆腐之凝固劑，爲量尤多。氯化鈣 (Calcium chloride) ( $\text{CaCl}_2$ ) 爲用氨鹼法製造碳酸鈉時之副產物，係無色透明之晶體。熱至  $260^\circ\text{C}$  (By-product) 則成白色多孔性之無水鹽，其吸濕性甚強，故常用爲氣體之乾燥劑。氯化鈣與冰混合，能成  $-55^\circ\text{C}$  之低溫，故可用以製冷劑；現時製冰機用之鹹水，即係氯化鈣之水溶液，用量尤大。又氯與錫化合而成之氯化錫 (Stannic chloride) ( $\text{SnCl}_4$ )，在染織工業上頗爲重要。四氯化錫爲無色透明而有光輝之液體，染色時常用爲臙脂紅等鮮紅色染料之媒染劑。以絹絲浸於四氯化錫之稀溶液中，經取出水洗後再順次浸於磷酸鈉 ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) 溶液及矽酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) 溶液中，即能增加絹絲之重

量，而不損其品質。

鹽酸所成之鹽類特稱為**氯酸鹽**，亦可歸納於氯化物內。如**氯酸鉀** (Chlorate) (Potassium chlorate) ( $\text{KClO}_3$ ) 即為氯酸鹽之一種，係將氯氣通入石灰乳內使成**氯酸鈣** ( $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ )，再加入氯化鉀 ( $\text{KCl}$ ) 而成；但亦有先將食鹽電解，再加適量之氯化鉀後，而析出氯酸鉀之晶體者。通常用以製火柴頭及煙火。

**鹽酸** 將食鹽與硫酸同熱，則得一種有刺激性特臭之無色氣體，稱為**氯化氫** ( $\text{HCl}$ )，其反應分為二步：  
(Hydrogen chloride)



氯化氫極易溶解於水，在  $15^\circ\text{C}$  時，水一體積約能溶解 458 體積，故氯化氫遇濕潤之空氣，能成白霧，是即氯化氫溶解於水蒸氣後所成之小滴也。氯化氫與其溶解後所成之溶液皆甚毒，空氣中若含  $\text{HCl}$  0.004% 時，對於動植物即已有害，故昔時英國政府特立法限令工廠收回製造時發生之氯化氫氣，各工廠乃不得不將氯化氫氣溶解於水中，因此得確立鹽酸工業之基礎。後來鹽酸之用途日廣，製造氯化氫之法乃應用以製造鹽酸，因其原料價廉，而反應後可得二種產物也。

**鹽酸** ( $\text{HCl}$ ) 係由氯化氫溶解於水中而成，其性質與乾燥之氯化氫完全不同。純粹者為無色之液體，約含  $\text{HCl}$  30% 以上，通常含有雜質，故帶黃色。工業上製造鹽酸之法，<sup>⊙</sup> 大多於悶爐中之行。其 (Muffle)

⊙ 參考無機酸工業，最新化學工業大全第 2 冊。

裝置如圖 16 所示。取適量之食鹽及硫酸置於鐵鍋 h 內(圖 16A)，而於 C<sub>5</sub> 處加熱，則食鹽與硫酸作用，先成酸性硫酸鈉 (NaHSO<sub>4</sub>) 與氯化氫氣。此時氯化氫氣即自 l<sub>2</sub> 導於凝縮罐內。待氯化氫之發生將近停止，即將鍋內殘留

之酸性硫酸鈉及食鹽迅速由 K 移於悶爐 e 內，並用鐵杵由 i<sub>1</sub> 口將爐內之混合物加以攪動及平整工作(圖 16B)，使分解完全。此時由 a 處所發之熱，經由 C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub> 各部，使爐內之混合物完全變為硫酸鈉與氯化氫氣，氯化氫氣由 l<sub>1</sub> 導於凝縮罐內。自 a 而

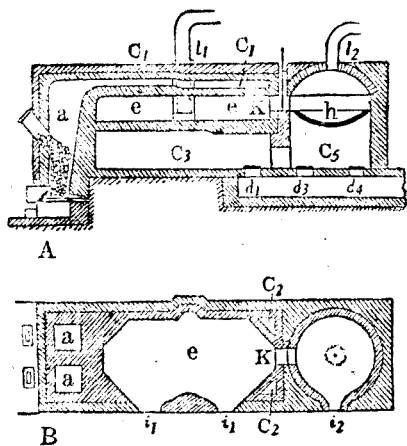


圖 16

來之火焰則由 C<sub>3</sub> 而至 C<sub>5</sub>，使鐵鍋受熱，最後由 d<sub>1</sub>、d<sub>3</sub> 及 d<sub>4</sub> 而逃出於煙突之外。全部反應所需之時間，通常約為二小時。

由 l<sub>1</sub> 及 l<sub>2</sub> 放出之氯化氫氣，經冷却及過濾後，即導入陶器製成之凝縮罐中使氣體凝縮。通常以若干凝縮罐聯合成二組(圖 17)，而將自鐵鍋及悶爐所發之氣體分開，由此再通於滿儲焦煤之吸收塔中；由塔頂噴下冷水，將殘餘氣體吸收淨盡。塔底溢流之酸液，則再導入於凝縮罐中。依此法製成之鹽酸，通常可含 HCl 30% 以上。

鹽酸為強酸之一種，能溶解貴金屬（如金、銀、鉑）以外之多數金屬，而生成氯化物，如與鋅作用則成氯化鋅（ $ZnCl_2$ ）及氫氣是。現時如鋅、錫、鉛、鋇、鉍等氯化物之製造，皆藉鹽酸之作用。又由骨粉提取膠質、磷酸鈣之沈澱、骨炭之清淨，以及染色、印染及銅、鐵板之清淨等亦皆應用之。惟昔時鹽酸之主要用途為製造漂白粉及氯酸鉀等，故由食鹽及硫酸以製鹽酸之法，頗為發達。但近年

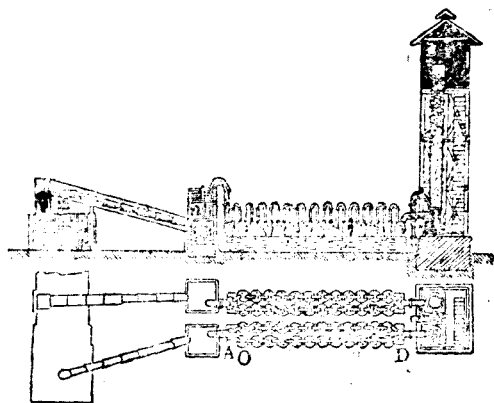


圖 17

因食鹽之電解工業勃興，故已多用電解所得之氫氯二氣為原料，直接化合成鹽酸，稱為合成鹽酸。通常令氫氣自石英管噴出，點火後，（Synthetic hydrochloric acid）使在氯氣中繼續燃燒，即生成濃厚之氯化氫氣。將此氣冷卻後導入吸收器中，即成濃厚之鹽酸。

**漂白粉** 漂白粉係用氯氣與消石灰〔 $Ca(OH)_2$ 〕作用而成，為具有強烈次氯酸臭氣之白色粉狀物。由其作用觀之，漂白粉似由氯化鈣（ $CaCl_2$ ）及次氯酸鈣〔 $Ca(OCl)_2$ 〕所成，其主要成分當為  $CaCl(OCl)$ 。工業上製法，通常於若干鉛或混凝土築成之巨室內舖以消石灰薄



層，(圖 18) 然後於一側送入氯氣，而自他側導出。消石灰充分吸收氯氣後，另以消石灰撒布於其上，繼續通入氯氣。待漂白粉層約

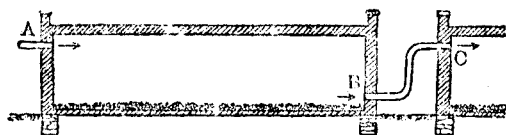


圖 18

達 10 厘米厚後，乃停止送入氯氣，改以空氣代之，以驅出室中殘留之氯氣。最後乃取出裝箱以販於市。通常所含有效之氯，約在 35% 左右。

漂白粉為不安定之物質，在常溫中能起分解，投於水中，則成氯化鈣及次氯酸鈣之混合溶液。因次氯酸之氧化力極強，故次氯酸鈣亦俱有與次氯酸同樣之氧化力；漂白粉之用作漂白劑者，即利用此性。現時如紡織、漂染、造紙及製膠等工業無不需用之。通常漂白布疋之裝置，如圖 19 所示。將布疋 A 交互通過盛漂白粉液(B)及稀硫酸(S)之槽，則纖維間即有次氯酸生成，而發生漂白作用。次使

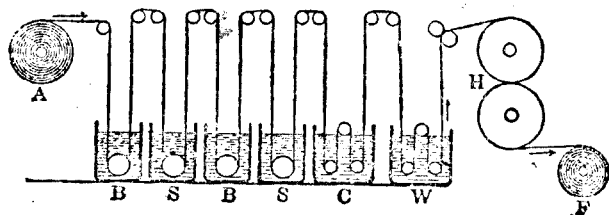


圖 19

布疋經過亞硫酸鈉( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ )之溶液(C),以除去過剩之次氯酸。最後經清水槽(W)洗滌,而於熱圓鐵筒(H)間輾過乾燥後即成。

**漂白劑** 將氯氣通入石灰乳中,以直接製成次氯酸鈣之水溶液,則其效用較漂白粉溶液為高。實驗上可於清水 50 加侖中,溶解碳酸鈉( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 18 磅,苛性鈉( $\text{NaOH}$ ) 8 磅,最後加入液態氯 10 磅即成。若單用苛性鈉,則可於水中溶解苛性鈉 12 磅,再加液態氯 10 磅即可。市肆間又有無氯之漂白粉出售,其配方甚多,茲示一例為過氧化鈉 12.5,檸檬酸 4.17,肥皂粉 33.33,碳酸鈉 41.66 及矽酸鈉 8.34。

**迪金液** 漂白粉 184 克,溶解於蒸餾水 5 呎中;另用無水碳酸鈉 92 克,重碳酸鈉 76 克,亦溶解於蒸餾水 5 呎中,將液混和放置一晝夜,即可應用。此為歐戰時發明之外傷消毒劑,殺菌力甚強。

## 摘 要

氯之所在——廣存於鹹水及鹽層內。

氯之製法——用二氧化錳與食鹽及硫酸作用而得;工業上多電解食鹽溶液而得。

氯之性質——黃綠色有特臭之氣,性毒,能溶於水,易液化,化學性極活潑,與氫之化合力特強,漂白力亦強。

氯之用途——製造漂白粉及為無氯與有機氯化物之原料。

氯化物——氯與多數金屬及非金屬元素皆能化合而成氯化物。

鹽酸——食鹽與硫酸作用後生成之氯化氫氣溶解於水而成。近年多出電解食鹽溶液後所得之氫、氯直接化合而成。為強酸之一,能溶解多數金屬而成氯化物。

漂白粉——氯氣與消石灰作用而成,其主要成分為  $\text{CaCl}(\text{OCl})$ , 為不安定之粉狀物,漂白力甚強。

## 問 題

1. 製取氯氣時常用食鹽與硫酸，何故？
2. 氯能在氯氣中燃燒，是為燃燒之特例，試就此現象加以說明。
3. 氯之漂白力由於何種作用？
4. 初生氫之元素與普通元素有何區別？
5. 試述用硝酸銀檢查氯化物之反應。
6. 甘汞與昇汞有何區別？
7. 乾燥之氯化氫與氯化氫水溶液之性質有何區別？
8. 鹽酸之工業的製法，可適用於實驗室中否？
9. 開濃鹽酸瓶塞後，發煙甚烈，何故？
10. 何謂合成鹽酸？比較舊法製造鹽酸有何優點？
11. 鹽應裝於何種容器內？
12. 試述漂白粉之分解反應。
13. 欲製氯氣 1 呎，須用食鹽若干克？
14. 於標準狀況時，欲製氯化氫 1 呎，須食鹽若干克？
15. 以食鹽 100 克與硫酸作用後生成之氯化氫 於  $15^{\circ}\text{C}$  及 740 耗時量之，其體積為若干？

## 第三節 氟、溴及碘

**鹵族元素** 與氯之化學性質類似之元素，尚有氟、溴及碘三種。氟、溴、碘及氯皆為一價之非金屬元素，每種元素皆能以一原子與氫一原子相化合，而成氣態之化合物，且其化合物又皆易溶解於

水而成酸。此四種元素統稱為鹵族元素。

(Elements of halogen family)

**氟及氟化物** 氟(F)在自然界中多成螢石( $\text{CaF}_2$ )、冰晶石( $3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$ )及氟磷灰石( $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$ )而存於礦物界。其單體之化學性非常活潑，故由其他化合物分離氟素之法，至 1886 年法人莫桑氏電解液態之氟化氫 ( $\text{H}_2\text{F}_2$ )，而始告成功。單體之氟為微黃色之氣體，亦有特臭，性劇毒，有強烈之腐蝕性，皮膚觸之，即起灼傷。其化學性為已知各元素中之最活潑者，除氫等稀有氣體外幾能與全部元素直接化合而成氟化物。與氫之化合力特強，雖在暗處混合，亦起爆炸，故能自氫化物中奪取其氫。如與水相遇，則水即分解而成氟化氫及含多量臭氧之氧氣。

氟與氫化合而成之氟化氫，在工業上之用途甚廣，通常用螢石之粉末及濃硫酸依 1:1.5 之重量比，在有蓋之鐵甌中加熱而成。所得之氣體，經過冷卻及過濾後導入水中，以成無色弱酸性之氟化氫溶液，稱為氫氟酸。其沸點為  $19.4^\circ\text{C}$ ，故極易揮發，在空氣中能生成白煙，性劇毒而有奇臭，皮膚觸之，即能潰爛；若吸入體內，可立致斃命，故製造時須戴防毒面具及樹膠手套等以防損傷。

氫氟酸亦能與金屬、金屬氧化物及氫氧化物相作用而成氟化物；其與玻璃之作用尤為顯著。故工業上常用氫氟酸以雕刻玻璃器皿如溫度計及量杯等。法於玻璃面上塗石蠟少許，熱之使成薄層，然後於蠟面刻畫花紋或文字，深及玻璃之面，乃以氫氟酸塗於凹紋內

部。約經一小時，拭去石蠟，即顯出為酸腐蝕之花紋或文字。但通常多將塗蠟之玻璃，覆蓋於鉛盆之上，盆內盛螢石粉與濃硫酸之混合物，加熱後即發出氟化氫氣，使玻璃面上顯出花紋與文字（圖 20）。

氟化氫除用作玻璃之腐蝕劑外，他如煤炭之除灰，鑄鐵之脫砂等亦皆用之。又氟與鈉化合而成之氟化鈉(NaF)，在工業上廣用作搪瓷原料及木材之防腐劑。



圖 20

**溴及溴化物** 溴 (Br) 多與鈉、鎂等元素化合而廣存於海水、鹽井、或鹽礦中。其單體為暗赤色之液體，在常溫中發出紅褐色之蒸氣，性毒而有特臭，能侵蝕皮膚，並刺激喉鼻之黏膜。眼觸之即疼痛流淚。實驗室製法，以氯氣通入溴化鉀 (KBr) 或溴化鈉 (NaBr)，再將混合液加熱蒸出，待冷收集之即得。工業上多以氯氣通入除去氯化物後之食鹽母液內，使氯與母液中所含之溴化鈉及溴化鎂 (MgBr) 等作用而將溴分離。●

溴之化學性與氯相似而稍弱，遇氫、磷、錫等亦能直接化合而成溴化物。其與氫所成之化合物稱為溴化氫 (HBr)，為一種無色氣體，極易溶解於水，其水溶液稱為氫溴酸 (HBr)，亦為強酸，但比鹽酸易於氧化成水及游離之溴。

溴之用途，除染料及藥品工業上用作氧化劑及溴化劑外，並不甚

●參考從海水提取溴素，化學工業 12 卷，2 期，海水中取溴，科學 18 卷 6 期。

廣，惟溴化物中之溴化鉀(KBr)及溴化鈉(NaBr)，在醫藥上為催眠之鎮靜劑及供製造溴化銀之原料。溴化鉀為白色立方晶體，能溶於水。通常以溴溶解於氫氧化鉀之水溶液中而成；但供醫療用者，必先製成溴化鐵( $Fe_3Br_8$ )，再由溴化鐵製成溴化鉀，則其品質較為純潔。溴化鈉之製法，與溴化鉀相同。又溴化銀(AgBr)係用於硝酸銀溶液中，加入溴化鉀或溴化鈉之溶液而成，為淡黃色之粉末，難溶於水。感光性甚強，故在照相工業中常用以製成乳劑，塗敷於軟片或乾片之上，以供感光之用。

溴有強烈之刺激毒性，空氣中若含溴達萬分之一，即足致人死亡，故近代化學兵器中頗多用為毒氣之原料。此種毒氣概能刺激黏膜，尤能使雙泪流淚失明，故統稱為**催淚性毒氣**。其主要者如溴丙酮(Lachrymator) ( $CH_3COCH_2Br$ )、溴丁酮( $CH_3COC_2H_4Br$ )、溴甲苯( $C_6H_5CH_2Br$ )、溴氰甲苯( $C_6H_5CHCNBr$ )及溴化甲苯( $CH_3C_6H_4CH_2Br$ )等，皆以溴為主要原料。其中如溴甲苯在空氣中含量達百萬分之一，即能生猛烈之催淚作用；若濃度較高，則可使人中毒致死。溴化甲苯之毒性更為凶惡，空氣中即含有微量，亦可使人流淚盲目；其中毒情形比氯氣慘烈。

**碘及碘化物** 碘(I)多成碘化物而存於海草及智利硝石中，是為現時取碘之主要來源。實驗室中之製法，係將碘化物如碘化鉀(KI)或碘化鈉(NaI)與二氧化錳及硫酸混合後加熱而得；又或通氯氣

於碘化物中亦可得碘。工業上製碘多以智利硝石為原料。智利硝石中含碘酸鈉 ( $\text{NaIO}_3$ ) 較多，將碘酸鈉之溶液與酸性亞硫酸鈉 ( $\text{NaHSO}_3$ ) 作用，即有碘沈澱。再將溶液濾去，蒸餾而使其昇華，即成純粹之碘。近年改良之法，係用亞硫酸直接通入碘酸鈉之溶液中而得，故更簡便。惟日本製碘之原料，係採用含碘較多之海藻。先將藻類乾燥，而燃燒之，然後將海藻灰在水槽內浸溶，再將浸出液加熱蒸發，依次析出食鹽及氯化鉀等，使母液中含純粹之碘化物。最後加入適量之二氧化錳及硫酸加熱而成。

碘為紫黑色之片狀晶體，帶金屬光澤，比重為 4.95。性毒，略能溶解於水。在常溫中徐徐發出美麗之紫色蒸氣；蒸氣遇冷，則又直接凝成固體。其化學性較氯及溴不活潑，但在室溫中或加微熱時，亦能與多種非金屬元素直接化合而成碘化物。若與澱粉質相遇，便呈顯明之藍色，此種反應常用以鑑別碘或澱粉。

碘與氫化合而成之碘化氫 (HI)，通常用碘，赤磷及水三者作用而成，易溶解於水 (Hydrogen iodide)

而成氫碘酸，亦為一種優良之氧化劑。 (Hydroiodic acid)

碘之主要用途為製造碘化鉀 (KI)、三碘甲烷 ( $\text{CHI}_3$ ) 及沃度爾 (Potassium iodide) (Iodoform) (Jodol) 等。碘化鉀為重要之藥品，可治療瘰癧及梅毒，攝影術中用為感光劑之碘化銀 ( $\text{AgI}$ ) 即由碘化鉀製成；而在化學分析中亦用為重要之藥品。其製法與溴化鉀相同。三碘甲烷為黃色片狀結晶或粉末，沃度爾為褐色之粉末，二者皆為優良之防腐劑，殺菌力極強。但沃度

爾並無如三碘甲烷之有特臭，亦不致中毒，故用途尤廣。又碘易溶於碘化鉀溶液及酒精等溶劑中，其酒精溶液特稱爲碘酊，碘酊可利 (Iodo-tincture) 用其游離碘之作用，供防腐及消毒之用。

碘油膏 以碘粉 5 分，巴拉芬 5 分，油酸 20 分及石油脂 70 分混和而成。

碘酊 以碘 10 分，碘化鉀 7 分溶解於水 10 分中，再混以 100 分之稀酒精而成，爲暗紅色溶液。若欲製無色之碘酊，可取碘 5 分，碘化鉀 2.5 分，濃氨水 10 分，溶解於水 40 分中，再混以適量之酒精合成 100 分即成。

**照相工業及攝影術** **攝影術**① 係利用感光性物質藉光線而起光 (Photography)

化學變化而成。照相工業中常用之感光性材料爲氯化銀及溴化銀。(Photochemical change)

將溴化銀以膠使其乳化，塗於玻璃板或賽羅珞片之上即成乾片或 (Plate)

軟片。而印像紙上所用之乳劑則主爲氯化銀或爲含氯化銀與溴化 (Film)

銀之膠乳劑。

製造乳劑之重要材料爲膠，溴化鉀，硝酸銀，碘化鉀，氨水及蒸餾水等。其調合方法依使用之目的而異。② 通常將膠投於一定量之水中，使其充分膨脹，乃加入適量之溴化鉀，於  $40^{\circ} - 80^{\circ}\text{C}$  之溫度間充分攪拌，使其溶解，然後在暗室內徐徐加入經氨水處理之硝酸銀液及少量之碘化鉀，（有時並加入微量之碘化銀）仍充分攪拌之，使其完全混合，此時膠中即生成極細微之溴化銀沈澱。待其成

① 參考攝影實習指導書，世界書局出版；今日的攝影術，商務印書館出版。

② 參考光化學工業，最新化學工業大全第 4 冊。



熟而冷却之，使膠凝固。然後切碎水洗，以除去生成之硝酸鉀及過量之溴化物等。次再加熱至約  $40^{\circ}\text{C}$ ，使其熔化，並加入適量之水，即可塗布於乾片或軟片之上。現時乳劑之配合方法，種類頗多，成分不一。又有於乳劑中加入少量之特殊色素後，則除感光外，並能感色者，如加入愛利斯洛新能感黃色與綠色，加入匹那茜諾爾能感橙色及紅色是。至塗布方法現時皆以機械行之，故厚薄均勻，感光後無模糊不清之弊。

將乾片或軟片裝於照相器之暗箱中，使鏡頭對準欲攝之景物而曝光，則片上見光處之溴化銀變為溴化二銀 ( $\text{Ag}_2\text{Br}$ )，同時分出之溴即為動物膠所吸收。然後將已經感光之片浸於用焦性沒食子酸 (Pyrogallol)  $[\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})_3]$  或苯二酚 (Hydroquinone)  $[\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2]$  等還原劑製成之顯影液中，此時溴化二銀即還原為黑褐色之銀粉，沈積於膠中，於是片上遂有影像可見，此手續稱為顯影。大概片上受光部分之溴化銀，還原而成銀之量，與所受光線之強度成正比。故景物最明亮之處，在片上最暗；而景物最幽暗之處，在片上則最白。顯影後之片稱為負片 (Negative) 稱底片。再將底片置於硫代硫酸鈉等製成之定影液中洗滌，則片上未變化之溴化銀完全溶去，然後用清水洗淨，即成見光不變之像片，此手續稱為定影。以上各項手續皆須在暗室中之行，且須嚴守恰當之時間。

顯影液之配方甚多，茲示一種快速之配方如下：

甲液： 密陀爾 5 克，苯二酚 5 克，亞硫酸鈉 100 克，水 1 升。  
(Metol)

乙液： 碳酸鉀 100 克，水 1 升。

將底片先浸於甲液，經一分鐘後，再浸於乙液中約半分鐘即成。

定影液之配方常用者為硫代硫酸鈉 10 分，水 40 分。

經定影之底片，即可覆置於印像紙上，而曝於日光中。印像紙為塗有與底片同樣化合物之感光紙，故曝光時光線即透過底片而達於紙面，因此可得明暗與底片相反之正片。再經顯影及定影等手續，即成像片。有時將像片浸入金鹽或鉑鹽之溶液中，利用銀之置換作用，使金或鉑沈積於片上，因此得調成合宜之色彩，且可保持永久。通常由金鹽調色之像片呈赤褐色，用鉑鹽調成者則呈鋼灰色。

## 摘 要

鹵族元素——氯、氟、溴及碘統稱為鹵族元素。

氟及氟化物——微黃色有特臭之氣體，性劇毒，為已知元素中之最活潑者，幾能與全部元素化合而成氟化物，其與氫化合而成氫氟酸，常用以雕刻玻璃。

溴及溴化物——為暗赤色液體，性毒，亦有特臭，其化學性與氟相似而稍弱。遇氫、磷、銻等亦能直接化合而成溴化物。在軍事上常用溴為製造催淚性毒氣之原料。

碘及碘化物——為紫黑色片狀晶體，在常溫中常發出紫色蒸氣，能與多種非金屬元素直接化合而成碘化物。

照相工業及攝影術 於乾片或軟片塗以感光性物質之溴化銀，經曝光後，溴化銀中之銀還原，留於片上。依光線之強弱 還原之銀量有多少。經顯影後，遂成明暗分明

之像片，再經定影之手續，以除未變化之銀鹽後，即可印於印像紙上。

## 問題

1. 試就鹵族各元素作一比較。
2. 製氯之法，何以發明甚遲？
3. 製取氫氟酸與製他種酸類比較，有何特點？
4. 氫氟酸何以能雕刻玻璃？
5. 試述工業上製溴時所起之反應。
6. 試述製取溴化鈉之方法。
7. 比較各種製碘之方法。
8. 碘或澱粉用何法鑑別之？試述其所起之反應。
9. 何謂光化學變化？
10. 試述溴化銀在照相中之作用。
11. 鹹水之比重為 1.12，其中含溴 0.08%，問製取溴 1 尪，需用鹹水若干尪？
12. 欲使 10c.c. 之碘化鉀克分子溶液中所含之碘完全沈澱，需用硝酸銀若干克？

## 第四章 硫及硫酸

### 第一節 硫

**硫之所在** 硫 (S) 在自然界中多成游離及化合狀態而存在，分  
(Sulphur)  
布極廣。其成游離狀態者，多見於火山區域，以意國之西西利島及  
(sicily)  
美國之路易席安那州等處為最著名。其成化合狀態者，多成硫化物  
(Louisiana)  
及硫酸鹽而廣布於礦物界中。如黃鐵礦 (FeS<sub>2</sub>)，方鉛礦 (PbS) 及  
(Iron pyrite) (Galena)  
閃鋅礦 (ZnS) 等皆為硫化物，石膏 (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) 及重晶石 (BaSO<sub>4</sub>)  
(Zinc blende) (Gypsum) (Barite)  
等皆為硫酸鹽是。

**硫之製煉** 意國所產之硫，係與岩石及土沙混合而存於地面，故  
可將硫之礦石堆置燃燒，使硫成液態而流於底部，以與雜質分離，  
然後將熔融之硫導出使其凝固，即成粗硫。再將粗硫在陶土製成之  
蒸餾器中蒸餾之，而導其蒸氣入磚室內使其凝縮，即成黃色粉狀之  
硫華。其另一部分之蒸氣凝成液體後，流入模型中，即成棒硫。  
(Flower of sulphur) (Roll sulphur)

美國所產硫礦，深藏於地下，故常採用法拉希法提煉之。法於地  
(Frasch method)  
面鑽孔，直達礦藏底部，乃以鐵製之三重套管插入，而用 170°C 之  
熱水從最外之管壓入礦內，使礦中之硫融成液體。另以高壓之熱空  
氣壓入最內層之小管，使熔融之硫由中管上升地面，(圖 21) 而收

集於木製之槽中，待冷凝固成塊，即可出售。品質極純，無須精煉矣。

**硫之性質** 硫為淡黃色之脆硬固體，比水約重二倍，不能溶解於水，但能溶解於二硫化碳 ( $CS_2$ ) 中，熱至  $114^\circ C$  則成淡黃色易流動之液體，溫度漸高，漸變暗褐色，而成不易流動之稠液。至  $235^\circ C$  時幾成黑色，黏性亦最大；但溫度再高，則黏性反減，變為易於流動之液體，至  $445^\circ C$  則沸騰。其化學性頗與氧相似，在高溫度中能與多種非金屬元素化合而成

**硫化物**，如二氧化硫及硫化氫等；多數金

屬與硫混合加熱後，亦能直接化合而成金屬之硫化物，如硫化銅及硫化汞等。●

**硫之同素異形體** 硫有多種同素異形體，試將棒硫少許溶解於二硫化碳 ( $CS_2$ ) 中，再傾入結晶皿內，使二硫化碳徐徐蒸發，則可得成菱形之晶體稱為**菱形硫**，天然產之硫概屬此類。其比重為 2.06，(Rhombic sulphur) 熔點為  $114^\circ C$ ，在常溫中形態甚為安定；若熱至  $96^\circ C$  以上，則漸變成黃色單斜晶形之硫，稱為**單斜形硫**。以棒硫或硫華加熱熔融而

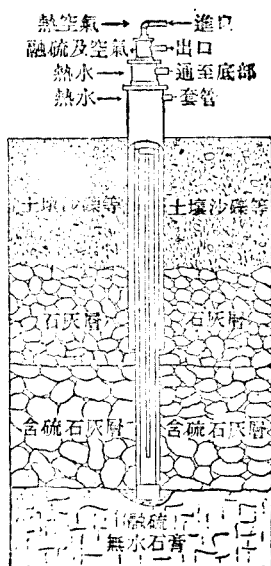


圖 21

冷却之，並將其液面凝成之薄膜刺一小孔，而傾去其餘液，則結成之針狀單斜晶硫更爲完美，其比重爲 1.96，熔點爲  $119^{\circ}\text{C}$ 。又若將棒硫加熱至沸，即徐徐傾入冷水中使其急速冷却，則成帶狀之無定形硫，稱爲彈性硫。此種硫柔韌而有彈性，在常溫中頗不安定，放置數日，即漸變爲菱形硫。菱形硫與單斜形硫皆能溶解於二硫化碳，彈性硫則不溶。

**硫之用途** 硫之用途極廣，單體之硫可用以製火藥，此在古代即已知之。近代則用硫以製造火柴、煙火及含硫橡皮，並將硫製成二氧化硫，以供漂白、消毒及製人造冰等之用。園藝家每用硫與石灰混和，噴灑田園中之蔬果，以除害蟲；在醫藥上亦爲殺菌防腐之要品。惟硫之重要，乃因硫爲硫酸之原料，而硫酸又爲一切化學品之主要原料之故。

硫黃殺菌劑 於硫黃 95% (重量) 中加入硫酸鋁或硫酸鋅 5%，用以噴灑蔬果，其殺菌之力較用硫黃石灰爲優。又以碳酸銅 36，硫酸銅 3，硫黃 58 混合之，亦爲優良之殺菌劑。

硫黃軟膏 以硫華 2 分與豚脂 2 分混和而成。外科上應用於慢性皮膚殺菌防腐之用。

## 摘 要

硫之所在——天然間或游離及化合狀態存在。

硫之製煉——意國所產者多存於地面，可將礦石燃燒，製成粗硫，再加精製而成；美國所產者，多存於地下，常用法亞希法，即以高熱之水使硫溶融，懸於地面，即得純

粹之硫。

硫之性質——淡黃色脆硬固體，能溶於二硫化碳中，化學性與氧相似，在高溫中能與多種非金屬化合而成硫化物。

硫之同素異形體——菱形硫，單斜形硫及彈性硫。

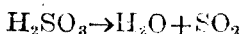
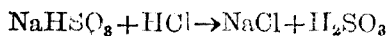
硫之用途——主要用途為製造硫酸。

## 問 題

1. 試就意國製硫之法，作一簡圖，並加說明。
2. 舉例說明硫之化學性與氧相似之點。
3. 硫之同素異形體有何區別？
4. 用何法證明一種黃色粉末為硫？

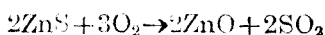
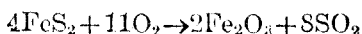
## 第二節 硫酸

**二氧化硫** 硫酸之製造，乃以含硫礦石燃燒時所生之**二氧化硫** (Sulphur dioxide) ( $\text{SO}_2$ ) 為原料。二氧化硫為氧與硫之一種化合物，天然產出者，多存於火山之噴氣中。將硫燃燒，則硫即與空氣中之氧化合而成二氧化硫。都市之工廠每燃燒含硫之煤，故空氣中亦常含有少量。實驗室製法，通常將酸性亞硫酸鈉 ( $\text{NaHSO}_3$ ) 與鹽酸作用而成：



工業上製法，在美國將硫置於鼓式迴轉爐內燃燒而成，在我國則將含硫之礦石如黃鐵礦 ( $\text{FeS}_2$ ) 或閃鋅礦 ( $\text{ZnS}$ ) 在空氣內強熱而

成，其反應如下：



燃燒含硫礦石之爐，稱為燃燒爐。礦石燃燒之前，須先碎裂為適當之塊粒，將爐加熱成赤熱狀態後，然後投入礦石塊粒。礦石開始燃燒後，祇須按時卸灰加礦，無須再自外部加熱。燃燒進行中應不時將爐攪拌，使礦石之燃燒完全，但因此常侵入過多之空氣，致獲得之氣體不能濃厚，且有種種不便，故近年多用機械爐代之。現時製造純粹及液態之二氧化硫，概將爐中發出之氣體，先經焦煤塔，使大部分之二氧化硫為水所吸收，其餘部分則經冷卻及乾燥後，送入壓縮機中，壓縮而成液態之二氧化硫，可供溶解芳香油及精製石油等之用。

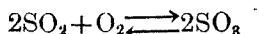
二氧化硫為具有異味及特臭之無色氣體，比空氣重 2 倍餘。在常壓下，冷至  $-8^\circ\text{C}$ ，即凝成液體，故為氣體中最易液化之一種。性易溶解於水，在  $15^\circ\text{C}$  時，水一體積能溶解 47.3 體積。其水溶液呈弱酸性，稱為亞硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ )。亞硫酸極不安定，故不能自其溶液中分離。在空氣中能徐徐吸取氧氣而成硫酸；若與含氧之化合物作用，亦能奪取其中之氧，故為強還原劑。通常用二氧化硫以漂白麥稈、生絲、羊毛等，即利用所生亞硫酸之還原作用，故與氯之漂白作用不同。惟藉此漂白之物件，放置於空氣中，必又漸被氧化而復原。



色，故不能經久。

二氧化硫之主要用途自為製造硫酸，此外亦用以供冷凍、製糖、亞硫酸紙料之蒸餾，及殺蟲、冶金等，用途甚廣。

**三氧化硫** 以二氧化硫與氧共熱，則生成**三氧化硫** ( $\text{SO}_3$ )，此反應非常緩慢。若以鉑粉或鉑石棉<sup>⊙</sup>等觸媒後，則化合甚速，約在  $400^\circ\text{C}$  時幾於完全結合，惟其反應為可逆反應：



此法稱為**接觸法**。三氧化硫為無色之液體，約在  $15^\circ\text{C}$  時凝固，(Contact process)  $46^\circ\text{C}$  時沸騰，在空氣中能發濃煙，若溶解於水，即發大熱而變成硫酸。用接觸法製造三氧化硫之法發明較遲，但對於硫酸工業則非常重要，因可製成不含水分之酸，而無須用蒸發及濃縮等手續也。

**硫酸之製造** 硫酸為一切工業之主要原料，故硫酸工業各國皆極發達。現時通行之製法，有鉛室法及接觸法二種。<sup>⊙</sup>鉛室法使用已久，係利用過氧化氮 ( $\text{NO}_2$ ) 為觸媒，使二氧化硫、氧及水蒸氣在鉛室中化合而成硫酸之法。接觸法則係利用鉑粉或鎳粉為觸媒，使二氧化硫直接化合而成硫酸之法，在歐戰以後始漸盛行。茲分述於後。

⊙以石棉浸於氫氯鉑酸 ( $\text{H}_2\text{PtCl}_6$ ) 之溶液內而加熱之，則鉑附着於石棉上，即成鉑石棉。

⊙參考無機鹽工業、最新化學工業大全第2冊及硫酸製造法，商務印書館出版；硫與硫酸工業之新發展，科學 19卷7期。

鉛室法之裝置如圖 22 所示。先於硫磺燃燒爐中燃燒黃鐵礦或閃鋅礦，所生之二氧化硫經清潔後，混以適量之空氣及氮之氧化物，然後導此混合之氣體，先經格拉味塔冷卻之，再入於鉛室內。此時（Glover tower）並導入水蒸氣使與混合氣體作用，化合而成稀硫酸，集於室底。其

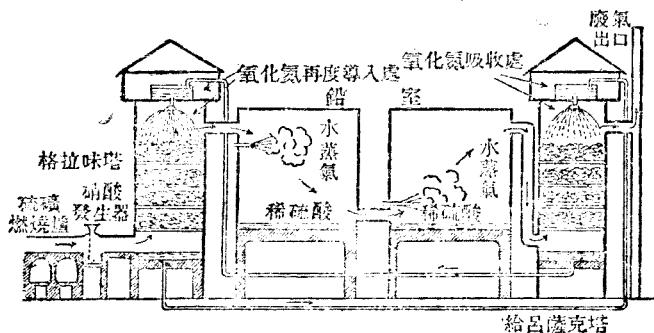


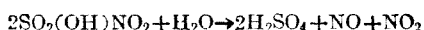
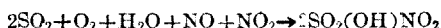
圖 22

殘餘之氣體大部分為氧化氮類，故再導入給呂薩克塔中，塔內滿盛碎石及焦煤等物，塔頂則不絕有濃硫酸噴下，以吸收殘餘氣體中之氧化氮。而塔底所集之濃硫酸，再藉唧筒送至格拉味塔之頂部，加水稀釋後，重行放出其吸收之氧化氮，以與空氣混合，而復成過氧化氮，再供使用。依此在鉛室底部所得之硫酸其濃度約在 60—65% 之間，而在格拉味塔中濃縮之硫酸，其濃度在 75—80% 之間。至硫酸之產量與品質，則因近年來對於鉛室法之製造工程努力改良，故已大為增進。如鉛室中需要之氧化氮，以前由硝石鍋供給，而現時則多改用硝酸為原料，由格拉味塔之頂部注入。鉛室通常有二個至

十個，其形式以前皆成箱形，現時則多採用高聳之圓筒形，而內部構造亦頗多改良。格拉味塔及給呂薩克塔以前皆分列二處，現皆配置於一處，以便將流出之酸，循環流注；至塔內之構造，亦頗多改良。此外之附屬裝置如除塵裝置，通風裝置以及儲酸槽及抽酸機等，皆依式置備，非常周密。

鉛室內之化學作用頗為複雜。混合氣體先化合而成亞硝基磺酸( $\text{SO}_2(\text{OH})\text{NO}_2$ )，  
(Nitrosulphuric acid)

亞硝基磺酸與水蒸氣相過，再分解而成硫酸，其反應如下：



本法中過氧化氮之作用，在使二氧化硫氧化而成三氧化硫，此時過氧化氮還原而為氧化氮，氧化氮接觸空氣後再氧化而為過氧化氮，以供繼續使用。

用鉛室法製成之硫酸，多含雜質，其純酸之含量約祇 60%，即加濃縮，總不能超過 98% 以上，是為鉛室法之缺點。但此法成本較廉，且工業上稀硫酸之需要亦極繁多，故現時仍多採用。惟如需製造濃厚硫酸，則自以採用接觸法為佳。

接觸法之裝置及構造頗多不同，其普通設計大概如圖 23 所示。製造順序先將由燃燒爐發出之二氧化硫混入空氣後，經除塵，洗滌及乾燥，務使其非常純潔。然後藉風扇之作用，將混合氣體送入接觸塔內。接觸塔內所用之觸媒，通常為鉑石棉，惟近年亦有採用鈳化合物者。混合氣體受觸媒之作用，其中之二氧化硫即與氧直接化合而成三氧化硫。惟其時之溫度須常保 400°C 左右，倘較此為低，

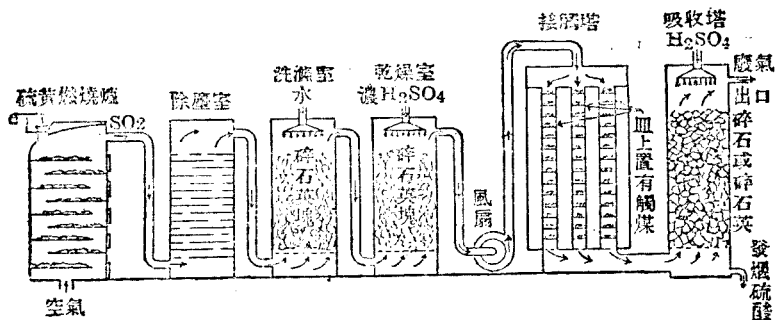


圖 23

則反應遲緩；較此為高，則有可逆反應發生，故必須精密調整之。然後將接觸塔發出之氣體，冷卻至  $40^{\circ}-60^{\circ}\text{C}$  後，再送入吸收塔內，其中之三氧化硫，乃為自塔頂噴下之濃硫酸所吸收而成發煙硫酸 (Fuming sulphuric acid) ( $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$ )。再於發煙硫酸中加水稀釋，則其中之三氧化硫即與水結合而成硫酸。

用接觸法可以製成 100% 之純粹硫酸及各種強度之硫酸，為其最大之優點。但此法中所用之混合氣體，須經清潔及乾燥手續，成本較鉛室法為昂，是為其主要之缺點。總之二法各有特長，故皆不能偏廢也。①

**硫酸之性質** 無水之硫酸為無色透明之油狀液體，比重 1.8384 ( $15^{\circ}\text{C}$ )。市售之品每含雜質，顏色帶黃，其成分與比重(波美度數)之關係，可用下式求之：②

① 參考硫酸與硝酸製造方法之革命，化學工業 12 卷，1 期，2-10 頁

② 參考酸質分析，科學 5 卷 9 期。

$$\text{比重} = \frac{144.3}{144.3 - \text{波美度數}}$$

在常溫中硫酸對於一般非金屬元素不起作用。對於金屬元素如鈉、鎂、鋅、鋁及鐵等，皆能生成硫酸鹽而放出氫氣；與銅、銀、汞、砷及銻等作用，則生成硫酸鹽而放出二氧化硫。硫酸之腐蝕性極強，觸皮膚即被灼傷，而發劇痛。與水泥和時，其容積急起收縮而發大熱，故混和時宜以酸徐徐注入水中，且不絕攪動，以免容器受熱而破裂。若與含水之碳水化合物作用，亦能奪取其中之水分而與之結合，故於蔗糖中加硫酸，即殘留碳質而呈焦黑。此種強大之吸水性稱為脫水作用，在工業上常利用之，如氣體之乾燥及有機物之碳化等。(Dehydration)

**硫酸之用途** 硫酸之用途極廣，嘗被認為工業藥品之王；一國消費硫酸量之多寡，可視為化學工業發達與否之標識。其主要用途為人造肥料之製造，此外在化學藥品、冶金、爆炸物、煤油精煉、染織及人造絲等工業亦皆需用之。凡 60°Bé 以下之硫酸常用以製造各種酸類(如鹽酸、磷酸、硼酸、碳酸、醋酸、草酸等)、硫酸鹽類、過氧化氫、清涼飲料、蓄電池以及鍍錫、鍍鋅鐵板表面之清淨、發酵液之中和、澱粉糖及穀類之糖化等；冶金、染色、織造及皮革工業亦需用之。93% 之硫酸，用於脂肪酸及硝化物之製造、石油、揮發油之精煉及空氣之乾燥等。98—100% 之硫酸則多用於金銀之精煉，及硝化甘油，硝化棉之製造等。至發煙硫酸則多用於靛素染料及氯磺酸

之製造等，用途皆廣。

## 摘 要

二氧化硫——硫或硫磺燃燒時與氧化合而成，爲具異味及特臭之無色氣體，易溶於水，水溶液稱爲亞硫酸。

三氧化硫——以鉛粉爲觸媒，使二氧化硫與氧化合而成，爲無色液體，溶解於水即成硫酸。

硫酸——分爲鉛室法及接觸法二種：(1)鉛室法係使二氧化硫、空氣、水及氮之氧化物先化合而成亞硝基硫酸，再與水蒸氣相遇，分解而成硫酸。(2)將二氧化硫與空氣之混合氣體送入接觸塔中，藉鉛石棉之接觸作用，氧化而成三氧化硫，再送入吸收塔內使爲濃硫酸吸收而成發煙硫酸，再將發煙硫酸加水稀釋，即得硫酸。

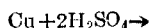
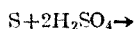
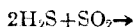
硫酸之性質——無色透明之油狀液體，對於一般非金屬元素不起作用，與鈉、鎂等金屬元素能化合而成硫酸鹽，其腐蝕性及吸水性皆甚強。

硫酸之用途——各種工業多需用之，被認爲工業藥品之王。

## 問 題

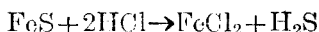
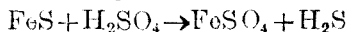
1. 製二氧化硫時混入多量空氣有何妨礙？
2. 亞硫酸之漂白作用與氯之漂白作用有何區別？
3. 試說明亞硫酸有還原作用，而硫酸有氧化作用。
4. 三氧化硫在空氣中何以能發煙？
5. 試就鉛室法與接觸法作一比較，鉛室法何以能存在而不廢？
6. 鉛室法中所用氮之氧化物稱爲氧之傳遞體，其故何在？  
(Carrier)
7. 何謂發煙硫酸？
8. 硫酸觸皮膚或布片木條，即燒灼而變焦黑，試述其故。

9. 用何法決定硫酸之濃淡?
10. 在標準狀況時,用含硫 25% 之黃鐵礦或閃鋅礦 1 噸,可製得二氧化硫若干噸?
11. 依前題同時生成之三氧化二鐵( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )及氧化鋅( $\text{ZnO}$ )各若干克?
12. 用酸性亞硫酸鈉 100 克與鹽酸作用,可得二氧化硫若干噸?
13. 欲製含水 2% 之硫酸 1 噸(2000 磅),需用硫若干噸?
14. 試完成下列各方程式:



### 第三節 硫化物及硫酸鹽

**硫化氫** 以氫徐徐通過熔融之硫,或以硫酸或鹽酸作用於硫化鐵( $\text{FeS}$ ),皆能生成**硫化氫**( $\text{H}_2\text{S}$ ),其反應如下:  
(Hydrogen sulphide)



硫化氫為具有特殊惡臭之無色氣體,在火山噴出氣體及硫黃泉內時有存在;而腐卵之惡臭,即因發生此氣之故。性毒,吸之能致頭痛及嘔吐;吸之多量可致斃命。故用硫化氫作實驗時,必須在通風良好之處行之,以防中毒。硫化氫為不安定之化合物,在高溫度時能分解為硫與氫二元素。性易溶解於水,其水溶液呈弱酸性,稱為

**氫硫酸** 氫硫酸與鹼類中和，則能成水及鹽類。若將氫硫酸置空氣中，(Hydro-sulphuric acid) 則硫化氫中之氫與空氣中之氧化合成水，而析出硫黃。以硫化氫在空氣不足處燃燒時亦然；但在空氣中燃燒時，則成水及二氧化硫。硫化氫不但能與游離之氧化合，亦能奪取氧化劑中之氧而與之化合成水，故硫化氫為一強還原劑。

硫化氫能與數種金屬直接化合而成顏色各異之硫化物，如以硫化氫通入醋酸鉛  $[Pb(C_2H_3O_2)_2]$  之水溶液中，則生硫化鉛 (PbS) 之黑色沈澱；通入三氧化砷  $(As_2O_3)$  之水溶液中，則生三硫化砷  $(As_2S_3)$  之黃色沈澱；通入吐酒石  $(2[K(SbO)C_4H_4O_6] \cdot H_2O)$  則生三硫化銻  $(Sb_2S_3)$  之紅色沈澱。故硫化氫為分析化學中之重要試藥。通常用紙片浸透醋酸鉛溶液，倘變黑色，即為有硫化氫存在之證。

**二硫化碳** 以硫之蒸氣通於熾熱之木炭，則二元素化合而成二硫化碳  $(CS_2)$  之蒸氣，凝縮之，即成二硫化碳之液體。工業上製法，(carbon disulphide) 通常於鑄鐵製之甌中行之。先將甌加以赤熱，乃分別加入木炭及熔融之硫，再將生成之二硫化碳蒸氣導入冷卻器中即得。但在美國亦有利用電爐之熱以製造之者。

二硫化碳為無色之液體，較水為重，沸點  $46^\circ C$ ，易揮發，其蒸氣甚毒。純粹者帶芳香，不純者則常發不快之臭氣。在水中幾不能溶解，但對於油蠟，樹脂及生橡膠之溶解力甚強，即硫、磷、碘等亦皆易溶解，故在工業上為重要之溶劑。二硫化碳在空氣中極易燃燒；



其蒸氣與空氣之混合物，尤易引火爆發，故處置宜慎。二硫化碳除作溶劑外，又為一種人造絲之主要原料，近年人造絲工業頗為發達，故二硫化碳之需要亦大為增加。

**硫酸鹽類** 由硫酸所成之鹽類稱為硫酸鹽類。多數金屬之硫酸鹽類在工業上皆極重要，如硫酸鈣、硫酸鋁、硫酸鐵及硫酸銅等。凡硫酸鹽之晶體，除鈣、鋇、鋇及鉛之硫酸鹽外，俱能溶解於水。若於硫酸或硫酸鹽溶液中，加入氯化鋇 ( $\text{BaCl}_2$ ) 或硝酸鋇 [ $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ] 之溶液，則生白色之硫酸鋇 ( $\text{BaSO}_4$ ) 沈澱。此沈澱不溶於鹽酸或硝酸中，故此反應常用以檢出硫酸或硫酸鹽之存在。

**硫酸鈣** 以氯化鈣與硫酸鈉作用，則得硫酸鈣 ( $\text{CaSO}_4$ ) 之沈澱。  
(Calcium sulphate)  
硫酸鈣之天然產者，稱為石膏，為含有二分子結晶水之無色透明晶體，形式不一。我國山東博山縣所產者成塊狀，湖北孝感縣所產者成纖維狀。將石膏熱至  $110^\circ - 120^\circ\text{C}$  之間，則失其大部分結晶水而成燒石膏；若熱至  $200^\circ - 250^\circ\text{C}$  之間，則成完全無水之過燒石膏。普通之石膏稍能溶解於水，常用為製造水泥及硫酸銨肥料之原料。燒石膏與水化合後，能再變為石膏而硬化，同時容積亦起膨脹。此種性質常利用之以製受範物，如粉筆及石膏像等。

**粉筆** 以碳酸鈣 40 分，燒石膏 60 分，各磨成細粉，然後充分混和。用水 100 分攪和製成糊狀，隨將此糊狀物灌於粉筆模中，即能固結而成粉筆。但模中須預塗以油，而製造時配料亦須適量，以免餘剩而致耗費。

**硫酸鋁** 以黏土（其成分大概為  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）與濃硫酸混合加熱，即生硫酸鋁  $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3]$ ，以水浸出之，蒸發其溶液，  
 (Aluminum sulphate)  
 即得其晶體，含有十八分子結晶水。性易溶解於水，與水作用後，即生成膠狀之氫氧化鋁  $[\text{Al}(\text{OH})_3]$ ，能使濁水中之污質沈降而出，故淨水時常用之。又硫酸鋁之溶液若吸入棉織物中，則生成之氫氧化鋁即沈積於纖維之內，故染色時亦用作媒染劑。

**明礬** 將硫酸鋁及硫酸鉀  $(\text{K}_2\text{SO}_4)$  混合加熱而蒸發之，則成一種八面體之透明無色晶體，即吾人習知之**明礬**  $[\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}]$  是。  
 (Alum)  
 天然產出者，我國以浙江之平陽縣與福建之福鼎縣為最著。味甜而有收斂性，其水溶液之酸性頗強。在空氣中暴露稍久，其表面成不透明。若加熱至  $92.5^\circ\text{C}$ ，則溶解於其結晶水中；更加熱至  $500^\circ\text{C}$ ，則變為多孔性之白色物質，稱為**燒明礬**。  
 (Burnt alum)  
 燒明礬能徐徐溶解於水，通常可供藥用。普通之明礬除用作淨水外，在工業上常用作媒染劑、造紙之防滲料、及防水布之製造等。

與普通明礬相類似之化合物尚有多種。例如以硫酸鋁與硫酸鈉  $(\text{Na}_2\text{SO}_4)$  依上法製得之晶體，其分子式及形性完全與普通之明礬相似，故稱為**鈉明礬**  $[\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}]$ ，而普通之明礬可稱為**鉀明礬**。鈉明礬之價較鉀明礬為廉，故近年漸多採用以代鉀明礬。  
 (Potash alum)  
 此外又有所謂**銨明礬**  $[\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 24\text{H}_2\text{O}]$  及**銨明礬**  $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}]$  者，其製法、性質皆與普通明礬相

仿，故總稱為明礬類。

(Alums)

防水布 防水布之製法甚多，茲舉應用明礬者之一例。法用白明礬 5 磅，牛油肥皂 (Gelatin) 5 磅，溶解於沸水 15 加侖中，另以明礬 7.5 磅溶解於 4 加侖之水中，而將兩液混和，然後將混合液煮沸約半小時後，冷卻至  $104^{\circ}\text{F}$ ，此時即將織物浸漬，取出乾燥後，重行浸漬而乾燥之即成。

硫酸鐵 以鐵或硫化亞鐵 ( $\text{FeS}$ ) 溶解於硫酸中，可得硫酸亞鐵 (Ferrous sulphate) 之晶體 ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )。工業上通常將硫酸注入於鐵屑中，而於反應後取其上層之清液，使之結晶即得；但於製造硫化氫及硫酸銅時，則成多量之副產物而存在。硫酸亞鐵俗稱綠礬或稱皂礬，為淡綠色 (Green vitriol) (Copperas) 之晶體，易溶於水。曝於空氣中，則氧化而成硫酸鐵 ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ) (Ferric sulphate)。但普通所稱之硫酸鐵，多指硫酸亞鐵而言。

硫酸亞鐵遇鞣酸 ( $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_9$ ) 或五倍子酸 ( $\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_3 \cdot \text{COOH}$ )，即生黑色之沈澱，故常用為製造藍黑墨水之原料。此外又用作媒染劑及為製造普魯士藍等顏料之原料。

藍黑墨水 藍黑墨水之製法及配方甚多，茲舉標準之例於後：先將鞣酸 11.7 克，及五倍子酸 3.8 克，在  $50^{\circ}\text{C}$  時溶解於蒸餾水 400c.c. 中，另於熱蒸餾水 200c.c. 中加入適量之鹽酸後，再加硫酸亞鐵 15 克，使其完全溶解。再取藍色顏料 3.5 克溶解於另一 200c.c. 之熱蒸餾水中，然後將三種溶液充分混和，使其全量約為一呎。加入石碳酸 1 克後經數次過濾及靜置，即可應用，依此法製成之墨水，頗能經久，且無沈澱。

●參考墨水工業，最新化學工業大全第 10 冊。

藍黑墨水去漬法 新鮮之墨水污漬，經水洗後即可除去，日久之污漬，因已生成不溶性之羧酸鐵，故必須用草酸銨 $[\text{C}_2\text{O}_4(\text{NH}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$ 或稀薄之草酸 $(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4)$ 液洗擦，使鐵鹽還原為亞鐵鹽後，然後以水洗去之。家常用檸檬汁擦洗亦可奏效。同樣，鐵銹之污漬亦適用此法。

藍黑墨水係利用鞣酸與亞鐵鹽之作用而成，但其他顏色墨水則皆為各種人造色素之水溶液，加入適量之膠及防腐劑而成。茲舉數例於後：

紅墨水 以品紅 2 分溶解於酒精 10 分中，另以阿拉伯樹膠 5 分溶解於水 100 分中，經澄清及過濾後，與酒精溶液混和即成。

打印墨水 將甘油與水之混合液 100 c.c. 煎熱後，溶解可溶性之紅色、紫色或其他色素 5 克，然後靜置數日，加以過濾即成。

顯隱墨水 用氯化鈷或氯化鎳溶液書寫，熱之顯綠色或褐色；用氯化銅溶液書寫，熱之顯黃色，又用亞麻仁油 1 分，氨水 20 分與水 100 分之混和液書寫，浸於水中能顯字跡，乾後復隱。

硫酸銅 以銅溶解於熱濃硫酸中，可得硫酸銅 $(\text{CuSO}_4)$ 之濃藍色晶體。(Cupric sulphate)但工業上通常強熱硫化銅礦，使硫化銅氧化而成。硫酸銅之晶體俗稱膽礬，含有五分子結晶水，能溶於水，其水溶液呈酸性。(Blue vitriol)加熱之，則漸失其結晶水；至  $232^\circ\text{C}$  則成白色之無水物，有吸濕性。

硫酸銅為銅化合物中之最重要者，用途甚多。電鍍銅時常用為電鍍液；印刷版之電鑄亦用此為電解液。染色時用作媒染劑，園藝上可與石灰乳混合以殺蔬果之害蟲，亦可作木材之防腐劑。又在醫藥中為磷中毒之有效解毒劑。

**波爾多殺蟲液** 以硫酸銅 1 磅溶解於 1 加侖之水中(其容器須用木製),再以生

(Bordeaux mixture)

石灰 1 磅徐徐加水 11.5 磅使成石灰乳,再以硫酸銅溶液與石灰乳混和,並充分攪拌之即成。此液之殺蟲力甚強,園藝上常用以噴灑果樹或馬鈴薯等植物。

**硫酸鈉** 由前知用食鹽與硫酸共熱以製氯化氫時,即可得硫酸

(Sodium sulphate,

鈉( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).其晶體含 10 分子結晶水,稱爲芒硝。天然間亦產之,

(Salt cake)

廣存於天然鹹水及岩鹽等礦石內。易溶解於水,在空氣中易風化。市售之品,概爲無水之白色粉末,用途甚廣,製造玻璃、硫化鈉、硫代硫酸鈉、家畜飼料及染色術中皆用之;玻璃工業中需量尤巨。

**酸性亞硫酸鈉** 於碳酸鈉之濃溶液中,通入硫黃燃燒氣至飽和狀態,即得酸性亞硫酸鈉 ( $\text{NaHSO}_3$ )。其晶體無色而有光澤,易溶

(Sodium hydrogen sulphite)

於水。用途甚多,如攝影術中顯影藥、合成染料之製造及絲、毛、麥稈之漂白等。

**亞硫酸鈉** 以酸性亞硫酸鈉用碳酸鈉或苛性鈉中和之,即得亞

硫酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ )。其晶體無色,含七分子結晶水,易溶於水,亦易

(sodium sulphite)

風化,顯影藥品及染料製造均用之,亦可以貯藏食物。

**硫代硫酸鈉** 於亞硫酸鈉之濃溶液中,加過量之硫華而煮沸之,經過濾後,可得硫代硫酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 之晶體。含有五分子結晶

(Sodium thiosulphate)

水,易溶於水,其水溶液有溶解鹵素及鹵化銀之重要特性,故在攝影術中用作定影藥,即俗稱爲大蘇打者是。又在印染工業及色素工

(Hypo)

業上亦常用之。

## 摘 要

硫化氫——氫通過熔融之硫，或以硫酸與硫化鐵作用而成。爲有特臭之無色氣體。性毒。有還原性。與數種金屬化合，成顏色各異之硫化物，爲分析化學中之重要試藥。

二氧化碳——硫之蒸氣通過熾熱之木炭而成。爲無色氣體，工業上用作油脂等之溶劑。

硫酸鹽類——爲由硫酸所成之鹽類。其成晶體者多能溶解於水；常用氯化鉍或碘酸鉍檢出之。

硫酸鈣——氯化鈣與硫酸鈉作用而成。天然產者稱爲石膏。

硫酸鋁——黏土與濃硫酸作用而成。其晶體溶解於水，則成氫氧化鋁，供淨水及媒染劑用。

明礬——硫酸鋁與硫酸鉀作用而成。多天然產出。依其成分，有鉀明礬、鈉明礬、錒明礬及鉍明礬等。

硫酸鐵——鐵或硫化亞鐵溶解於硫酸則成硫酸亞鐵，俗稱綠礬。硫酸亞鐵氧化後，則成硫酸鐵。

硫酸銅——銅溶解於濃硫酸而成。俗稱膽礬。用途甚多。

硫酸鈉——用食鹽與硫酸以製氯化氫時之副產物。天然產者稱爲芒硝。

酸性亞硫酸鈉——碳酸鈉濃溶液中通入硫黃燃燒氣至飽和而成。

亞硫酸鈉——以碳酸鈉或苛性鈉中和酸性亞硫酸鈉而成。

硫代硫酸鈉——亞硫酸鈉之濃溶液中加過量之硫磺煮沸而成。其水溶液有溶解氯化銀之特性。

## 問 題

1. 試就氫硫酸之性質與硫酸作一比較。

2. 舉例說明硫化氫之還原作用。
3. 硫化氫用何法檢出之？試作其反應式。
4. 硫化氫之水溶液放置多時，即有硫黃析出，何故？
5. 列舉二硫化碳之工業的用途。
6. 硫醜鹽用何法檢出之？試作其反應式。
7. 試說明硫醜鋁之淨水作用。
8. 試述明礬類之特徵。
9. 衣服上沾有含鐵之墨水漬，應用何法除去？試說明其作用。
10. 就酸性亞硫酸鈉與亞硫酸之漂白性作一比較。
11. 於  $15^{\circ}\text{C}$  及 740 耗時欲製硫化氫 5 升，需用硫化鐵與稀硫酸各若干克？
12. 在標準狀況時，以比重 1.2，含氯化氫 40% 之鹽酸 500 克與硫化鐵作用，可得硫化氫若干升？
13. 將二硫化碳在空氣中燃燒，倘生成二氧化碳 1 升，問同時應生成二氧化硫若干升？
14. 以無水之氯化鋇( $\text{BaCl}_2$ ) 26 克，與足量之硫酸作用，可得硫酸鋇( $\text{BaSO}_4$ ) 之沈澱若干克？
15. 用純銅 100 克，可製膽礬( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )若干克？

## 第五章 氮化合物及爆炸藥

### 第一節 氮之氧化物

**氮之氧化物** 氮除爲游離之元素，存在於空氣中者外，亦常與他種元素化合而成化合物。氮與氧之主要化合物，有氧化亞氮、氧化氮、過氧化氮、三氧化二氮及五氧化二氮等。

**氧化亞氮** 將硝酸銨( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )加熱至  $200^\circ\text{C}$ ，則分解而成**氧化亞氮** ( $\text{N}_2\text{O}$ ) 及水。實驗時加熱必須均勻，免致爆發；所生之水先 (Nitrous oxide) 使其經受水瓶吸收之。爲無色而有微臭之氣體，略帶甜味。比重(對空氣)爲 1.53，易溶於冷水，而難溶於熱水，故製取時可在熱水中收集之。能維持磷、炭等之燃燒，然微燃之磷入於其中則熄。吸入微量能使人失知覺而失笑，故一名**笑氣**。外科及牙科使用小手術時，昔 (Laughing gas) 常攙和空氣同用，使病人麻醉，但現時用者已鮮。此氣分解時能生氧氣，故爲一氧化劑。性易液化，通常皆裝於鋼筒中出售。

**氧化氮** 以稀硝酸注於銅片上，即生**氧化氮** ( $\text{NO}$ )，爲一種無色 (Nitric oxide) 氣體，幾不溶於水，亦不易液化。在常溫中不能燃燒，亦不助燃，但以燃着之黃磷插入，仍能燃燒，是爲例外。其主要性質，在能與氧化合而成紅褐色之過氧化氮氣體；此反應即在常溫中亦照常進行，故



可與他種氮之氧化物區別。

**過氧化氮** 氧與氧化氮作用即成過氧化氮 ( $\text{NO}_2$ )，但實驗室中 (Nitrogen peroxide) 常強熱硝酸鉛 ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ) 製得之。為一種紅褐色之氣體，性毒，具有惡臭，吸之易致頭痛。在常溫中無助燃性，但以燃着之黃磷插入，亦能燃燒，故為例外。溶解於水，則成硝酸與氧化氮。此氣在溫度低時，其色較淡；溫度高時，其色較濃。熱至  $150^\circ\text{C}$  時，即分解而為氧化氮及氧。此種性質在用鉛室法製造硫酸時常利用之。因其分解後放出之氧，能使二氧化硫氧化而成三氧化硫；而氧化氮一遇空氣，則復取其中之氧，而變為過氧化氮也。

**三氧化二氮** 將亞砷酸 ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ) 與濃硝酸同熱，則得三氧化二氮 (Nitrogen trioxide) ( $\text{N}_2\text{O}_3$ ) 之藍色液體。性不安定，在常溫時易分解為氧化氮及過氧化氮。溶解於水則成亞硝酸。但亞硝酸亦不安定，故亦易分解為氧化氮及過氧化氮。

**五氧化二氮** 以五氧化二磷 ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) 與等量之濃硝酸混合加熱，則得五氧化二氮 ( $\text{N}_2\text{O}_5$ )。蒸餾之，可得無色之晶體。遇熱即昇華，(Nitrogen pentoxide) 於  $40^\circ - 50^\circ\text{C}$  即分解。溶解於水則成硝酸。

## 摘 要

氮之氧化物——氧化亞氮，氧化氮，過氧化氮等。

氧化亞氮——硝酸被加熱分解而成，一名笑氣。用作氧化劑。

氧化氮——稀硝酸與銅作用而成，為無色氣體。能與氧直接化合而成過氧化氮。

過氧化氮——強熱硝酸鉛而成，爲紅褐色之氣體，溶解於水則成硝酸與氧化氮。

三氧化二氮——亞硝酸與濃硝酸同熱而成，易分解爲氧化氮及過氧化氮。

五氧化二氮——五氧化二磷與濃硝酸作用而成，溶解於水亦成硝酸。

## 問 題

1. 說明製取氧化亞氮之方法。
2. 有氧化亞氮與氧化氮各一瓶，問用何法區別之？
3. 試用反應式說明氧化氮與過氧化氮之關係。
4. 鉛室法中，何以用氮之氧化物爲觸媒？
5. 試用化學式表明三氧化二氮之分解反應。
6. 在標準狀況下，欲製氧化氮 1 呷，需銅與稀硝酸各若干克？
7. 欲使氧化氮 1 呷接觸空氣完全變爲過氧化氮，需空氣若干呷？

## 第二節 氨及硝酸

氨 (NH<sub>3</sub>) 爲氮與氫之化合物，空氣及天然水中每含之。廁所 (Ammonia) 附近所聞不快之臭，即因尿液分解時有氨發生之故。氨之用途甚廣，而其化合物對於民生及國防尤爲重要。

氨爲無色之氣體，有刺鼻之特臭。其一呷之重爲 0.7708，比重 (對空氣) 爲 0.5962。在空氣中不能燃燒，但在純氧中能燃燒，而發淡黃色之火焰。性不安定，在 700°C 時能完全分解。對於水之溶解性極強，在 0°C 時，水一體積能溶氨 1300 體積；在 15°C 時，能溶解 800 體積。其水溶液稱爲氨水，其中一部分之氨與水化合而成 (Ammonia water)

**氫氧化銨** ( $\text{NH}_4\text{OH}$ )，故呈鹼性反應，觸手滑膩如皂液。但氫氧化銨 (Ammonium hydroxide)

性不安定，加熱後即能分解為氨及水。氨及氫氧化銨皆能與酸類中和而成鹽類。

氨極易液化，在常溫時僅須加 9 氣壓，而常壓下僅須將溫度降至  $-24^\circ\text{C}$ ，即可變為無色之液體，其沸點為  $-33.5^\circ\text{C}$ 。通常盛於鋼筒中出售，以供應用。至市售之氨水，係將氨溶解於水中而成，通常為 35% 之氨溶液。

氨與銨鹽皆可用**奈斯斐試藥**檢出。法以碘化汞 ( $\text{HgI}_2$ ) 溶解於碘化鉀之溶液中，生成碘鉀化汞 ( $\text{HgI}_2\text{K}_2$ ) 之複鹽，再加氫氧化鉀溶液即成奈斯斐試藥。此試藥與氨或銨鹽作用，即生成褐色之沈澱，頗為敏銳。

**氨之製法** 在實驗室中取氯化銨 ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) 及熟石灰 [ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ] 混合加熱即有氨發生。但最便之法，可將氨水加熱，使其分解而得氨。惟此氣極易溶解於水，故製取時應先使其通過氯化鈣以除去其所雜之水分，且亦不可於水面上收集之。工業上製法，大都由製造煤氣時所得之煤氣液中提取之。煤氣液中含有多量之氨，取出蒸餾而使之溶於水中，即成氨水；市售之氨水，多取給於此。惟近年自空中氮之固定法<sup>●</sup> 成功以後，氨已多直接用以合成硝酸，而氮亦已多用氮與氫直接合成矣。

● 參考空中氮固定工業，最新化學工業大全第 3 冊。

**氮之合成** 在十九世紀之後期，科學家已知利用電弧之作用，可使氮與氫直接化合而成微量之氮，其後幾經改良，至 1908 年乃有德人哈保最先將氮與氫之混合氣體，在高壓及高溫中反復通過觸媒 (Haber) 而製得氮，是為合成氮之始。嗣後氮之合成方法繼起愈多，而合成氮之工業亦日臻發達。現時通行之方法有多種，而仍以經改良之哈保法即稱為哈保波許法者，推為獨步。此法所用之氮、氫二氣皆取給於水煤氣中。水煤氣中所含之一氧化碳及二氧化碳等氣體先設法除淨，然後將氮與氫之混合氣體在 200 氣壓下壓入合成爐中，並藉電流之作用，使其溫度達  $500^{\circ}\text{C}$  左右。爐中盛有多孔之鐵質為觸媒，混合氣體至此藉觸媒之接觸作用，約有 20% 化合成氮。乃送入吸收塔中用水吸收，成為氨水。其未化合之氣體，經用新混合氣體補充後，仍送入合成爐中，繼續前次之反應。再將氨水蒸餾，使與水分離即可得氮。本法之原理，如圖 24 所示。

與哈保波許法之原理相同，而為現時工業界採用較多者為克勞德法。此 (Claude process) 法中所用之壓力為 1000 氣壓，溫度為  $550^{\circ}\text{C}$ ，所用之觸媒亦為鐵粉。

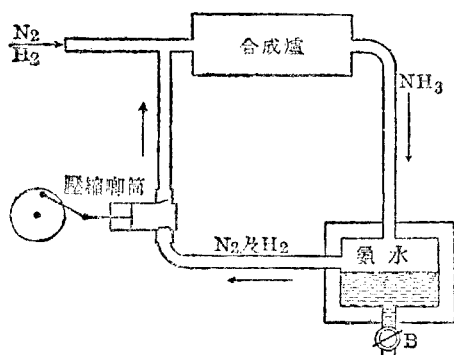


圖 24

製氨之法，尙有所謂氰氨法者，係用氰氨化鈣 ( $\text{CaCN}_2$ ) 在高壓下與水蒸氣作用而  
(Cyanamide process)

成。此法中生成之氰氨化鈣可利用以製造氮質肥料，故在工業上尙有採用之者。

**銨鹽** 氨能與酸類直接化合而成銨鹽。上述之氨氧化銨即為銨  
(Ammonium salt)

鹽之一種。氨氧化銨為不安定之物質，祇存在於水溶液中，但可為  
製造其他銨鹽之原料。試以鹽酸與氨氧化銨中和，再將溶液蒸發乾  
燥，即得類似食鹽之白色晶體，是稱為氯化銨 ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ )，俗稱鹵砂。  
(Ammonium chloride) (Sal ammoniac)

使氨與鹽酸直接化合亦能生成氯化銨；但受熱後能分解而成氨及  
氯化氫，冷卻之則復成氯化銨，故可利用此性加以精製。電池及製  
革工業中常用之，亦可用以製造他種銨鹽。如以石灰石與氯化銨同  
熱，則成碳酸銨 [ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ]。為一種白色之固體，常發出氨臭。熱  
(Ammonium carbonate)

至  $60^\circ\text{C}$  則分解而為二氧化碳，氨及水。又將氨通於硫酸，則成無  
色棱柱狀之固體，稱為硫酸銨 [ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ]，為一種重要之肥料。  
(Ammonium sulphate)

至以硝酸作用於氨氧化銨或碳酸銨所成之無色棱柱狀晶體，則稱  
為硝酸銨 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )，在軍事上用作重要之爆炸物原料。  
(Ammonium nitrate)

**氨之用途** 氨之用途甚廣，氨之水溶液通常為一種鹼類，有除污  
之功，故市上常製成氨水出售，稱為家用氨，可兼為治療昆蟲刺傷之  
(Household ammonia)

用。近年人造冰工業<sup>●</sup>甚為發達，乃利用液態之氨，於壓力減小後  
(Artificial ice)

能重行蒸發，藉此得吸收其周圍之熱而成。其裝置原理，如圖 25 所  
示。將氨氣用唧筒 P 壓縮，使入冷凝管 C 中，管外用冷水冷卻，則

●參考冷凍及冷藏，最新化學工業大全第 13 冊。

氮即在冷凝管中凝成液體。再使液態之氮經膨脹瓣 V 而流入鹽水槽中之粗蛇管，則因壓力驟減，液態

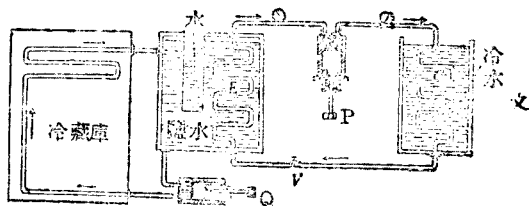


圖 25

之氮即蒸發而成氣態，同時吸收蛇管四周之熱，使鹽水之溫度降至  $-15^{\circ}\text{C}$ 。故用盛滿清水之金屬器皿沒於槽內，經一晝夜後清水即凝結成冰。若將槽中之鹽水用唧筒 Q 壓至冷藏庫或居室，而復歸槽內，則鹽水經流之處，可保持低溫。通常所用之鹽水，多為氯化鈣之溶液，水 1 噸中約含氯化鈣 180 克。

氮之主要用途為製造硝酸。

冷劑 利用固體溶解時吸收熱量之性質，以得低溫之混合物稱爲冷劑。茲示數種 Freezing mixture。

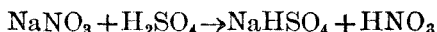
冷劑之配合方法及其所生之低溫列表於下：

配 合 物 質	最 初	最 終
食鹽 33 : 冰 100	$0^{\circ}\text{C}$	$-22^{\circ}\text{C}$
氯化鈣 250 : 冰 100	$+10.8^{\circ}\text{C}$	$-12.4^{\circ}\text{C}$
氯化鈣 150 : 雪 100	$-40^{\circ}\text{C}$	$-58.3^{\circ}\text{C}$
氯化鈣 25 : 雪 100	$0^{\circ}\text{C}$	$-15.4^{\circ}\text{C}$
氯化鈣 30 : 冰 100	$13.3^{\circ}\text{C}$	$-5.1^{\circ}\text{C}$
硝酸鈣 60 : 冰 100	$13.6^{\circ}\text{C}$	$-13.6^{\circ}\text{C}$
硝酸鈣 45 : 雪 100	$0^{\circ}\text{C}$	$-16.7^{\circ}\text{C}$
硝酸鈣 42 : 食鹽 42 : 雪 100		$-31.7^{\circ}\text{C}$

硝酸之製法 以硝酸鈉( $\text{NaNO}_3$ ) 與濃硫酸混合加熱之，即可得

硝酸 ( $\text{HNO}_3$ ) 之蒸氣，將蒸氣凝縮之，即得液態之硝酸。其反應如 (Nitric acid)

下：



工業上製法<sup>●</sup> 向來皆應用上列反應，其裝置形式亦有多種。通常係將硝酸鈉與濃硫酸同盛於鐵甕中 (圖 26)，然後徐加微熱，使硝酸

蒸氣蒸餾而出，再將蒸氣導入冷凝器中，使其凝縮而成硝酸。其一部分氣體並使其通過吸收塔，

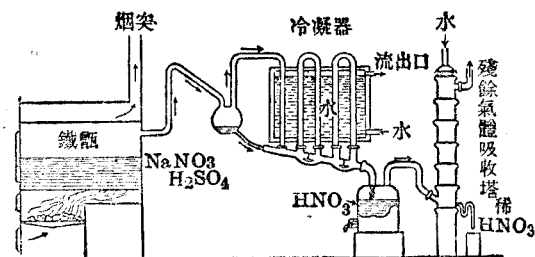


圖 26

即為水吸收而成稀硝酸。

上法中所用硝酸鈉之原料，稱為智利硝石，為南美洲智利國之特產，約含純硝酸鈉 (Chili salt peter)

17—50%。但近年因硝酸之用途日廣，而智利硝石之供給時有斷絕之虞，於是不得不於智利硝石之外，另覓一硝鹽原料之資源。至本世紀初，空中氮之固定法成功後，由氮之合成，更進而為氮之氧化以成硝酸。於是氮氣工業<sup>●</sup>乃得另樹一幟。毋須再仰給智利硝石為原料矣。

**氮之氧化** 氮在高溫度時為過量之空氣所氧化，則生成氧化氮

●參考無機酸工業，最新化學工業大全第 2 冊。

●參考空中氮固定工業，最新化學工業大全第 3 冊；世界氮氣工業概況 化學工業

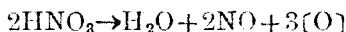
(NO)，而於氣體溫度降低後，再次氧化為過氧化氮 ( $\text{NO}_2$ )，然後為水所吸收，即可成約 40% 之硝酸。● 由氮氧化以製硝酸，即根據此理。但欲製得濃度甚高之硝酸，則必須在高壓下使過氧化氮與水及氧作用始可。現時由氮氧化以製硝酸之法甚多，其較為完善者，氮之氧化在常壓下行之，而過氧化氮之吸收，則利用高壓。其裝置概甚複雜。大概先將氮及空氣與氧之混合物分別濾過，然後將二種氣體在混合機中充分混和之。再將此混合氣體導入置有鉑網之氧化器中，使起氧化。反應氣體出去時，其溫度約為  $900^\circ - 1000^\circ\text{C}$ ，順次通過冷卻器等部，使其溫度降至  $30^\circ\text{C}$  左右。乃將反應氣體加壓至 2 氣壓，並使受冷卻與氧化二種作用後，導入用不銹鋼製成之吸收器內。依此法製得之硝酸，其濃度約達 65%。若欲得更濃之硝酸，則可混加硫酸後蒸餾而得之。

**硝酸之性質** 純粹者為無色液體，具有特臭，比重 1.52，沸點  $86^\circ\text{C}$ 。在空氣中能發濃煙，其蒸氣有吸收水分之性質。曝露於日光下經時稍久，則分解而為水、氧及過氧化氮；若加強熱則分解尤速。硝酸分解後所成之過氧化氮能溶解於硝酸中，使液體呈黃色。其含過氧化氮多量者，稱為發煙硝酸。硝酸能與任意量之水混和，市售 (Fuming nitric acid) 之品，祇含純硝酸約 68%，其比重為 1.41，沸點為  $120.5^\circ\text{C}$ 。

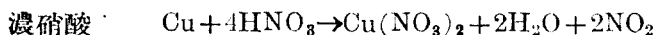
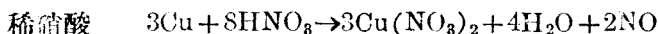
● 過氧化氮為水吸收，生成硝酸及氧化氮。氧化氮為空氣氧化，復成過氧化氮，再與水作用而成硝酸。故有空氣存在時，過氧化氮得完全溶解於水，而成硝酸。



硝酸爲強酸之一種，因其易於分解而生氧，故爲一良好之氧化劑。硝酸用作氧化劑時之反應如下：



上式中所成之初生態氧，隨即與他物質結合，故其氧化力甚強。試以濃硝酸滴於木材、棉布或皮膚上即被灼傷，但與其他許多有機物作用，則能成有用之化合物，此層在有機工業中頗爲重要。硝酸對於金屬之作用與多數酸類不同，其反應之生成物依金屬之種類及酸之濃度而定：如鐵能溶解於稀硝酸中，而鋁則不溶於冷濃硝酸中是。大概除金、鉑等數種元素外，多數金屬皆能爲硝酸氧化而成硝酸鹽，如硝酸與銅作用則成硝酸銅 $[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2]$ ，但稀硝酸與濃硝酸之作用各異，茲示其反應如下：



依上列反應，於硝酸或硝酸鹽之溶液中，加入銅屑而微熱之，然後細心加入濃硫酸數滴，至發出紅褐色之過氧化氮氣體而止。依此方法，可檢出硝酸或硝酸鹽之存在。

硝酸雖不能溶解金及鉑，但以硝酸 1 分與鹽酸 3 分混合之，則鹽酸被硝酸氧化而成水及初生態之氯，故亦能使金、鉑溶解。依此法製成之混合液稱爲王水。

(Aqua regia)

**硝酸之用途** 硝酸之氧化作用，在製造鉛室硫酸、由磷製造磷酸

及由碳水化合物製造草酸等皆利用之，但其主要用途，為製造硝化纖維、硝化甘油及各種人造色料等。此外如金銀之分離、黃銅之著色、鐵及銅面之腐蝕及硝酸鹽之製造等皆為用之。

又上述之硝化纖維及硝化甘油等，皆為近世猛炸藥之原料；而各種炸藥之運用，每能決定其國防之安危。德國於歐戰期中亟亟於完成自氮氧化以製硝酸之法，乃能歷數年而不敗，故硝酸實亦為國防上之重要原料也。

**硝酸鹽** 由硝酸所成之鹽類，稱為**硝酸鹽**，硝酸不但能與金屬作用，亦能與多種金屬氧化物或鹼類中和而成硝酸鹽。如以硝酸與氫氧化鈉(NaOH)作用，則生成**硝酸鈉**( $\text{NaNO}_3$ )。此物在天然間成大礦牀而產於南美洲之智利國，故稱為**智利硝石**，含純硝酸鈉至多約50%。其晶體成斜方六面體，有潮解性。除供製造硝酸外，大部分用作肥料。近年因工業上之用途激增，故用氮之氧化法以製造硝酸時，常加入碳酸鈉( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 溶液於吸收塔中，使其中和而成純粹之**硝酸鈉**，即所謂**合成硝酸鈉**是。

若以智利硝石與氯化鉀混合加熱，則生另一種硝酸鹽，稱為**硝酸鉀** ( $\text{KNO}_3$ )。硝酸鉀在天然間亦產之，俗稱**硝石**，係由含氮之有機物，在地中為硝化細菌氧化而成硝酸，硝酸再與土壤中之鉀鹽化合而成。故昔時每將有機物如尿糞等與混有木灰之泥土混和後，堆積數年而人工製成之。硝酸鉀為一種無色之晶體，無潮解性，其氧化力

甚強，常用爲製造火藥及炸藥之原料。故近年亦常利用氮之固定法製成硝酸，再製成硝石，即因其爲火藥工業之重要原料也。又硝酸與氫氧化銨或碳酸銨 $[(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3]$ 作用而成之**硝酸銨** $(\text{NH}_4\text{NO}_3)$ ，  
(Ammonium nitrate)  
係一種無色柱狀之晶體，易溶於水，亦用爲炸藥之原料。至硝酸與金屬作用後所成之硝酸鹽類甚多，如**硝酸銀** $(\text{AgNO}_3)$ 爲將銀溶解於硝酸中而成，爲無色之晶體，易溶於水，在有光處與有機物相遇，則銀即還原。通常用爲鑑別氯化物之試藥，在醫藥上用爲腐蝕劑及殺菌劑。

## 摘 要

**氮**——爲無色而有特臭之氣體，性不安定，極易溶解於水，亦易液化。氮與銨鹽皆可用奈斯斐試藥檢出之。

**氮之製法**——氯化銨與熟石灰加熱即得。工業上多自煤氣液中提取。近年採用合成法。

**氮之合成**——氮與氫之混合氣體在 200 氣壓及  $500^\circ\text{C}$  下藉觸媒之作成，化合成氮，是爲哈保波許法，克勞德法則用 1000 氣壓及  $550^\circ\text{C}$ ，使氮與氫化合成氮。此外又有用氬氮化鈣在高壓下與水蒸氣作用而成，稱爲氬氮法。

**銨鹽**——氮與酸類化合而成，如氯化銨，碳酸銨，硫酸銨及硝酸銨等。

**氮之用途**——清潔除穢及爲人造冰之原料。但其主要用途爲製造硝酸。

**硝酸之製法**——硝酸鈉與濃硫酸作用而成。

**氮之氧化**——氮在高溫時氧化，生成氧化氮，再於低溫時氧化爲過氧化氮，然後將水吸收而成硝酸。

硝酸之性質——有特臭之無色液體，在空氣中能發煙，其氧化力甚強，硝酸 1 分與鹽酸 3 分所成之混合液稱為王水，能溶解金及鉑等。

硝酸之用途——主用於製造硝化纖維，硝化甘油及人造色料等，與國防上之關係至為密切。

硝酸鹽——硝酸與多數金屬，金屬氧化物及鹼類等化合而成，如硝酸鈉，硝酸鉀，硝酸鈹，硝酸銀等

## 問 題

1. 試繪圖說明製取氮之方法。
2. 人造冰係利用氮之何種性質？
3. 氮氧化鈹何以是鹼類？
4. 氮與鈹有何區別？
5. 試述氮合成法之原理。
6. 試就數種鈹鹽之化學性作一比較。
7. 試述氮氧化以製硝酸之原理。
8. 何謂發煙硝酸？
9. 硝酸何以有強氧化力？
10. 試述硝酸對於國防之關係。
11. 試述製造合成硝酸鈉與合成硝酸鉀之方法。
12. 設用氮通過赤熱之黑色氧化銅，生氮 500c.c.，問需用氮若干磅？
13. 氮水中含氮重 35%，其密度為每立方呎 0.882 克，問氮水 100c.c. 中含氮幾克？
14. 用硝酸鈉及硝酸鉀各 10 克以製硝酸，可各得硝酸幾克？試比較說明之。

### 第三節 氰化物及氮質肥料

**氰** 以硫酸銅與氰化鉀 (KCN) 之混合溶液共熱，或將氰化汞 ( $\text{Hg}(\text{CN})_2$ ) 加熱，皆可得氰 ( $\text{C}_2\text{N}_2$ )，為無色而有特臭之氣體，性劇毒，燃燒時成外緣紫色之火焰，故藉此得檢出其存在。在高溫度時與鉀化合，則成氰化鉀。

**氫氰酸** 以氰化鉀與稀硫酸共蒸餾，則得氰化氫 (HCN)，為一種無色而有特臭之液體，能依任意量與水混合而成**氫氰酸**，其毒性極烈，中其毒者，突然全體麻痺而死。但氫氰酸之用途甚廣，通常除作消毒劑及殺蟲劑外，亦應用於冶金術及攝影術中；又因其能轉變成**氨**，故亦應用於肥料及顏料之製造。在歐戰期中各國曾利用氫氰酸之劇毒作用，以製毒氣。然因氫氰酸之比重甚小（在  $18^\circ\text{C}$  時為 0.6967），沸點甚低（約  $26.5^\circ\text{C}$ ），故多製成混合劑以供施放。其中重要者如劇毒性之**氰甲酸甲酯** ( $\text{CNCOOCH}_3$ )，催淚性之**溴氰甲苯** ( $\text{C}_6\text{H}_5(\text{HCNBr})$ ) 及噴嚏性之**氰化二苯胂** ( $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCN}$ ) 等。

氫氰酸為最弱之一種酸類，極易由其鹽類分解而出，故實驗時應非常謹慎。欲檢驗空氣中有無氫氰酸存在，簡便之法可舉火燃燒，若其火焰帶紅藍色，即為有氫氰酸存在之證。

**氰化鉀及氰化鈉** 將黃血鹽 ( $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ ) 及金屬鈉之混合物強熱熔融之，即可得**氰化鉀** (KCN) 及**氰化鈉** (NaCN) 之混合物。昔時 (Potassium cyanide, (Sodium cyanide))

在工業上不必分開即可應用。現時工業上則常用金屬鉀或鈉及氮與木炭為原料而製成之。氰化鉀及氰化鈉皆為白色而稍具結晶性之固體，有潮解性，能溶於水，其水溶液呈強鹼性。在有空氣存在時，其溶液能溶解黃金，故在冶金術中常用之；而近年氰化鈉之消費量尤巨。在冶金術中，通常將金或銀之礦石碎為適當大小之塊，然後浮游於 0.25—0.5% 之氰化鈉溶液內，並通入空氣之細泡，使完全氧化而溶解；經過濾後即得含金之溶液。再將溶液導入滿盛鋅粒之槽中，使與鋅作用，則金或銀即被析出。此法稱為**氰化法**，在冶金工業上常用之。氰化鉀或氰化鈉在電鍍金、銀時，亦常用為電鍍液。又在農業上亦用作殺菌劑，需量亦多。惟氰化物皆有劇毒，故處理時宜慎。

**黃血鹽與赤血鹽** 於氰化鈉之水溶液中，加入硫酸亞鐵及氯化鉀，使起分解，則得**亞鐵氰化鉀**  $[K_4Fe(CN)_6]$ ；蒸發之，可得其濃黃色之晶體，含三分子結晶水，故俗稱**黃血鹽**。將黃血鹽加入鐵鹽之溶液中，則得**普魯士藍**之沈澱。普魯士藍呈鮮美之深藍色，對於日光與酸均不起作用，故為藍色顏料之用途最廣者。

又以氯通入亞鐵氰化鉀之溫溶液中，則成**鐵氰化鉀**  $[K_3Fe(CN)_6]$ ，蒸發之，可得深紅色不含結晶水之晶體，故俗稱為**赤血鹽**。赤血鹽之水溶液呈濃黃色；受光線之作用，則起分解而成黃血鹽。又赤血鹽與亞鐵鹽之溶液作用，則生藍色之鐵氰化亞鐵  $[Fe_3[Fe(CN)_6]_2]$

之沈澱，是稱爲登帛爾藍，亦爲重要之藍色顏料。

(Turnbull blue)

**氰氨化鈣** 以碳酸鈣( $\text{CaCO}_3$ )或碳化鈣( $\text{CaC}_2$ )在氮氣流中強熱之，則成氰氨化鈣( $\text{CaCN}_2$ )。此反應中所需之氮氣，或由液態空氣(Calcium cyanamide)所分離，或爲除去氧氣後之空氣，或爲鉛室法中給呂薩克塔所生之廢氣等，皆爲廢物之利用。氰氨化鈣大部分用爲氮質肥料，產額甚巨。

**氮質肥料** 肥料爲供給植物營養之質料、植物生長時須加補充(Fertilizer)之要素，有氮、磷酸及鉀三種，因之肥料遂有氮質肥料、磷質肥料及鉀質肥料之分。氮質肥料之種類甚多<sup>●</sup>，前節所述之硫酸銨及硝酸鈉，即爲用途最廣之二種氮質肥料。硫酸銨之製造，通常於浮游石膏粉之水中，送入氨及碳酸氣而不絕攪拌之，然後將所成之溶液加以蒸發，即可得硫酸銨之白色晶體。通常含氮量爲 20.5—21%。此物頗易爲植物所吸收，惟使用多量後，每使土壤成酸性，故須兼用相當量之石灰以中和之。硝酸鈉之主要礦石爲智利硝石，含氮量爲 15.5—16%，依其品質可分多種，皆能依其原形態爲植物所吸收而消化，雖在土壤中之保持力較小，而其肥效最速，故爲最盛用之肥料。現時多用合成方法製造之。又氰氨化鈣與炭及石灰混和，使氰氨化鈣之含量達 60% 左右時，稱爲氮石灰，亦爲重要之氮質肥料。氮石灰在土壤中易受分解，惟其分解之遲速依土壤之性質而

(Nitro lime)

●參考氮質化學肥料與我國農業，化學工業 8 卷 1 期。

異。又因其中含有毒性成分，故施用時須加限制。此外如我國農業上廣用之尿液，實為含氮量極富之氮質肥料。尿液之主成分為**尿素** (Urea)  $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ ，現時可使**氨**及**碳酸氣**作用後轉化而成。其肥效與**硫酸銨**無大差異。

**氮之循環** 蛋白質類為生物體內之重要氮化合物，植物藉氮質肥料之供給，直接或間接變成**硝酸鹽**而吸收之，在其體內構成蛋白質類，以供其生長發育之需要。動物以植物為食料，於是動物體內亦得有蛋白質類生成，同時動植物體內排出之廢物，大都含氮，即在土壤中與他種元素化合而成複雜之氮化合物。更藉土壤中細菌之作用，轉變而為**銨化合物**，銨化合物更由細菌之作用，氧化而成**硝酸鹽**，以再供植物吸收。故氮在動植物間常不絕循環。

## 摘 要

**氮**——**硫酸銅**與**氰化鉀**之混合液加熱而成。為無色而有特臭之氣體，性劇毒。

**氫氰酸**——**氰化鉀**與稀**硫酸**蒸餾而成**氰化氫**，**氰化氫**溶解於水則成**氫氰酸**，應用於冶金、肥料及毒氣等之製造。

**氰化鉀**及**氰化鈉**——將**黃血鹽**及金屬鈉混合熔融而成。其水溶液能溶解金，故應用於冶金術中。

**黃血鹽**與**赤血鹽**——**黃血鹽**係於**氰化鈉**溶液中加入**硫酸亞鐵**及**氰化鉀**分解而成，學名**亞鐵氰化鉀**。**赤血鹽**係於**黃血鹽**溶液中通入**氮氣**而成，學名**鐵氰化鉀**。皆為顏料之原料。

**氮化鈣**——**碳酸鈣**或**碳化鈣**在**氮氣**流中強熱而成，用作肥料。



氮質肥料——硫酸銨、硝酸銨、由氫氣化法、炭與石灰混和之氣石炭及尿液等。

氮之循環——氮質肥料→硝酸鹽→植物蛋白質類→動物蛋白質類→動植物排出之廢物→銨化合物→硝酸鹽。

## 問 題

1. 試作製取氮之反應式。
2. 氫氣酸用何法鑑別之？
3. 何謂氮化法？
4. 試就赤血鹽與黃血鹽之性質加以比較。
5. 就數種氮質肥料，比較其優劣之點。
6. 試作圖說明氮在自然界中之循環。

## 第四節 爆炸藥

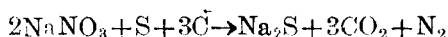
**爆發物** 物體發生急劇之分解時，產出多量熱氣體之作用稱爲爆發。能爆發之物體即稱爲爆發物。爆發物概爲含有可燃性物質或助燃性物質之化合物或混合物，因其在不安定平衡之下結合，故一經擾動，即發生急劇之化學變化，產生多量之氣體及熱量，以致氣體突然膨脹。故變化愈急，產出之氣體及熱量愈多，則其爆發之作用亦愈猛烈。若將爆發物置於狹隘之處，如鎗管炮膛之內，其爆發作用尤爲可驚。●

**黑火藥** 爆發物中最普通之一種爲黑火藥。● 相傳爲吾國所發  
(black gun powder)

● 參考軍用炸藥及炸藥製備實驗法。商務印書館出版。

● 參考火藥及火藥工業。最新化學工業大全第 6 冊。

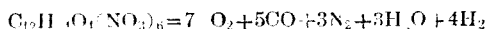
明，其原料為硝石、硫黃及木炭。三者之成分以硝石 75，硫 10，木炭 15 為最優。硝石在我國向用土產之品，近世則多用智利硝石代之，因其需量較少，而效力較強也。硫亦須為精製之品，木炭則以質鬆而少雜質者為佳。將各成分分別研碎，加水為糊，再壓之成粒而乾燥之，即成黑火藥。用火引之，即起爆發，其化學變化大概如下：



黑火藥爆發時，能發生大量之熱，且其所生各氣體之體積常較其原有之體積超過數百倍。黑火藥即利用此種氣體之急劇膨脹，遂成爆發之力。

**火棉** 植物體內皆有纖維素存在，纖維素之最純粹者為棉。將棉 (Cellulose) 之纖維置於純硫酸 3 分與純硝酸 1 分之混合液中，則纖維素即被硝化而成硝化纖維素。硝化纖維素共有多種，依混合液之成分，硝化 (Nitro-cellulose) 之時間及溫度而定。其中爆發力最強之一種稱為火棉。火棉之外形 (Gun-cotton) 與尋常之棉相同，不溶於水、酒精、醚及三氯甲烷，而能溶於丙酮中。輕微擊動之並不爆發，但爆炸時即猛烈爆發。在軍事上常壓成適宜之形狀，以裝於水雷及地雷中。

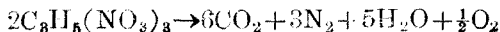
火棉之分子式似為  $(\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{O}_4 \cdot (\text{NO}_2)_6)_n$ ，經爆發分解後之反應如下：



火棉 1 公斤爆發後所得氣體之體積為 982 升，所發之熱為 1074 卡，其時之溫度約  $6500^\circ\text{C}$ 。

**無煙火藥** 黑火藥爆發時能發煙，在軍事上為一重大之缺點，故近世乃有**無煙火藥**之發明。無煙火藥之配製成分亦有多種，然皆以(Smokeless powder)硝化纖維素為基質。通常於硝化纖維中加入適宜之物質，以緩和其燃燒，並使其對於熱與震動不致即起爆發，故無煙火藥皆不易著火，且須經強烈之爆炸，始起爆發。無煙火藥之單用硝化纖維素製成者，係先將硝化纖維素溶解於醚或苯中，然後蒸發其溶劑，則藥上皆附有膠層。有時於溶劑中加入樟腦，則更能使其燃燒緩慢。此外無煙火藥有以硝化纖維素與硝化甘油混用者，其爆炸力更為猛烈。

**硝化甘油** 甘油 100 分以純硝酸 250 分及純硫酸 350 分之混合液處理之，則成**硝化甘油**〔 $C_3H_5(NO_3)_3$ 〕。硝化甘油為淡黃色、微有甜味之油狀液，比重 1.6，不溶於水，而能溶於醚、苯、甲醇及三氯甲烷中。熱至  $180^\circ C$  則爆炸；但為微量時，在空氣中祇起燃燒。若受震動或撞擊，則可立致爆炸，故在製造及運輸時皆極危險。1866 年諾貝爾發明將硝化甘油吸收於矽藻土中，而成**甘油炸藥**，其法至今沿用之，但多吸收於紙粕、木屑、木炭粉之內，而盛於石蠟紙管中，壓成適宜之形式。其爆炸時之反應約如下式：



上式中所生氣體之體積約為黑火藥之六倍。同時溫度約達  $3000^\circ C$ 。故甘油炸藥之爆炸力非常猛烈。

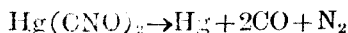
甘油炸藥之種類甚多，近世更有於硝化甘油中，加入硝化纖維素

使成稀薄之膠狀物後，再加入硝石及木粉，而成膠質炸藥者，其用途甚廣。

**苦味酸** 以石炭酸 100 分與硫酸 200—400 分作用，待其作用完全後，再與硝酸 400—450 分作用，則可得黃色針狀之**苦味酸** (Picric acid)  $[C_6H_2(NO_2)_3 \cdot OH]$ 。味苦有毒，易溶解於醚、醇及苯中。發火點為  $300^\circ C$ ，若點火其上，則發多煙之焰而燃，惟並不爆發。對於碰撞、磨擦等機械作用，亦頗遲鈍，然與鉛丹、氧化鐵、氧化銅等混用時，則微加碰撞，即能猛烈爆炸。現時多以紙包裝於彈丸中，及供地雷、水雷等炸藥之用。

**三硝基甲苯** 以硫酸與硝酸混合，分三次處理甲苯  $(C_6H_5CH_3)$ ，使其完全硝化，則成**三硝基甲苯**  $[C_6H_2(NO_2)_3 \cdot CH_3]$ ，為淡黃褐色 (Trinitrotoluol) 之長針狀晶體，對於機械作用較苦味酸為遲鈍，但用作彈丸之炸藥則較為優良，通常供榴彈、地雷及水雷等炸藥之用。

**雷汞** 以硝酸汞  $[Hg(NO_3)_2]$ 、硝酸及乙醇交互作用，則成**雷汞** (Mercury fulminate)  $[Hg(CNO)_2]$ ，為炸藥中最敏感而且最危險之一種。● 純粹者成淡黃白色，略能溶解於水，味甜帶酸，有毒。此物微受碰撞、磨擦或與燃燒體、加熱體接觸，即能發生猛烈爆炸。若裝於閉隘之處，則其炸力更強，其分解時之變化，大概如下：



● 參考需求，化學工業 10 卷 2 期。

雷汞多用以製造雷管，以供爆炸爆藥之用。

(Detonator)

## 摘 要

爆發物——發生急劇分解，產出多量熱氣體而致爆發之物體。

黑火藥——硝石 75，硫 10，木炭 15。爆發時發生大量之熱，所生各氣體之體積常較其原體積超過數百倍。

火棉——棉纖維以硫酸 3 分，純硝酸 1 分之混合液處理，則成硝化纖維素，其中爆發力最強之一種稱為火棉。

無煙火藥——以硝化纖維素為基質，或與硝化甘油混用，爆炸力甚為猛烈。

硝化甘油——甘油 100 分，以純硝酸 250 分，純硫酸 350 分之混合液處理而成。諾貝爾發明以硝化甘油吸收於矽藻土中而成甘油炸藥，其爆炸力非常猛烈。

苦味酸——石炭發與硫酸作用，再以硝酸處理之而成，常與鉛丹，氧化鐵等混用，炸力甚猛。

三硝基甲苯——以硫酸與硝酸之混合液使甲苯硝化而成，適於彈丸、榴彈、地雷等炸藥之用。

雷汞——硝酸汞、硝酸及乙醇交互作用而成，為最敏感而且最危險之一種炸藥，多用以製造雷管。

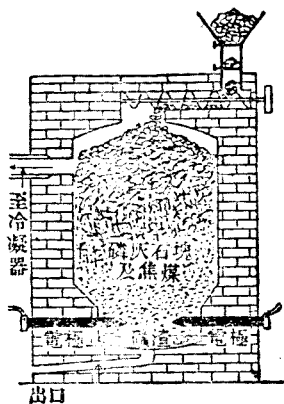
## 問 題

1. 爆發物何以能爆發？
2. 黑火藥中用硝石或智利硝石，以何者為優？
3. 火棉與尋常之棉，區別何在？
4. 無煙火藥與黑火藥有何區別？
5. 諾貝爾發明炸藥之法，有何重要性？
6. 試就苦味酸、三硝基甲苯及雷汞之性質，作一比較。

## 第六章 磷族元素

### 第一節 磷及磷化合物

磷 (P) 在自然界中多成化合物而存在。人體及動物之骨與齒皆含有此種化合物；植物體內亦含之，豆類植物之含量尤富。礦物中有磷礦石之出產，但肥沃之泥土中亦含之。昔時製磷之法，多用含磷之骨灰為原料<sup>●</sup>，但近時多用價廉之磷灰石代之。磷灰石之主成分為磷酸鈣  $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]$ ，北非洲及美洲各地產之較多。將磷灰石與焦煤及二氧化矽之混合物置於適當之電爐中(圖 27)而強熱之，則磷成蒸氣而游離。將蒸氣導入冷凝器中，磷即凝成液體。經再度精製後，即可成條狀之固體，在爐中生成之磷渣，自爐底引出。<sup>●</sup>



黃磷 由上法製成之磷，為淡黃色蠟狀之固體，俗稱黃磷。熔點  $44^{\circ}\text{C}$ ，沸點  $280^{\circ}\text{C}$  (Yellow phosphorus)

圖 27

●此法為 1775 年瑞典人希爾所發明，至此磷始成爲實用之品。  
(Scheele)

●參考黃磷製造問題之研究。科學 19 卷 7 期。

爲  $287^{\circ}\text{C}$ ，不溶於水，而易溶於二硫化碳中。在空氣中雖常溫時亦易與氧、硫及鹵族元素直接化合，在暗處則發着白色之磷光。其燃點甚低 ( $35^{\circ}\text{C}$ )，故必須在水中保存或切取，否則必有發火之危險。此種性質軍事上常利用之，即以黃磷實於炸彈之中，炸彈炸裂後，黃磷即發火燃燒，故稱爲燒夷彈。黃磷燃燒時，與氧化合而成五氧化二磷 ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) 之濃密白霧，故軍事上亦常利用之以造煙幕。又黃磷具有劇毒性，皮膚觸之，能致灼傷；即多吸其蒸氣，亦易患骨疽之病，故處理時務須謹慎。

**赤磷** 將黃磷置於不通氣之器中，密閉加熱，保持  $250^{\circ}\text{C}$  之溫度，則黃磷漸漸變成赤褐色之赤磷。赤磷爲磷之同素體，其性質與黃磷全異。不溶於水及二硫化碳，但能溶於三溴化磷 ( $\text{PBr}_3$ ) 中。在常溫中不起氧化，其燃點爲  $260^{\circ}\text{C}$ 。若於二氧化碳或氮氣中熱至  $300^{\circ}\text{C}$  以上而急冷其蒸氣，則赤磷即變成黃磷。赤磷無毒性，現時常用以製造安全火柴。

**火柴** 黃磷易燃，故舊法製成之火柴，皆以黃磷爲原料。其法將黃磷、樹膠及二氧化鉛 ( $\text{PbO}_2$ ) 等氧化劑混和，製成糊狀，而塗於木桿之一端，乾後再於其表面塗假漆一層，以防黃磷氧化。以此藥頭在粗糙之面上摩擦，則由摩擦所生之熱，即可使黃磷發火燃燒，故稱爲摩擦火柴。但用黃磷製造之火柴，不但有易於發火之危險，且黃磷毒性甚烈，每使製造火柴之工人中毒，故其後乃改用三硫化四磷

( $P_4S_3$ )以代黃磷,不但無毒,且較安全。及至近年又發明更爲安全之火柴,其藥頭用硫或三硫化銻( $Sb_2S_3$ ),而以氯酸鉀、氯酸鈉( $NaClO_3$ )或重鉻酸鉀( $K_2Cr_2O_7$ )爲氧化劑,並加入玻璃粉以增其摩擦。另於盒面上塗以赤磷、三硫化銻及糊精或膠質之混合物。此種火柴必須於盒面摩擦,然後所生之熱使一部分赤磷變成黃磷,更與氯酸鉀及三硫化銻結合,而使藥頭發火,故稱爲**安全火柴**。  
(Safety matches)

火柴 火柴之製法各廠不同 茲舉一例如下:

藥頭 氯酸鉀 5 分,重鉻酸鉀 2 分,玻璃粉 3 分,膠 2 分。

盒面 三硫化銻 5 分,赤磷 3 分,二氧化錫 1.5 分,膠 4 分。

**磷化物** 以黃磷置於氫氧化鉀(KOH)之濃溶液中而煮沸之,則生磷化氫( $PH_3$ ),爲無色而有惡臭之氣體,性極毒,不溶於水,熱之(Phosphine)則易分解而爲磷與氫。純粹之磷化氫在空氣中不能自燃,但在實驗室依上法製取時,每伴生液態之磷化氫( $P_2H_4$ )蒸氣,故觸空氣即發火燃燒,變爲五氧化二磷及水,而成環狀之白煙,頗爲美觀。**五氧化二磷**(Phosphorus pentoxide)可以黃磷在空氣中燃燒而成,係白色粉末,善能吸收水分,故多用爲氣體之乾燥劑。

又以黃磷在氯氣中燃燒,則成**三氯化磷**( $PCl_3$ );再於三氯化磷中(Phosphorus trichloride)通入氯氣,則成**五氯化磷**( $PCl_5$ )。三氯化磷爲無色液體,在空氣中(Phosphorus pentachloride)能發煙。與水久煮,則分解而成磷酸與赤磷。五氯化磷爲黃白色之晶體,有吸濕性,在空氣中發煙甚劇。有機藥品及肥料之合成,常用



此為氯化劑。

**磷酸及磷酸鹽** 使五氧化二磷溶解於沸水，或以赤磷與稀硝酸共煮之，蒸去水分及過量之硝酸後，即可得純粹之磷酸( $H_3PO_4$ )。<sup>●</sup>  
(Phosphoric acid)  
為無色晶體，熔點  $42.2^\circ C$ ，富潮解性，易溶於水。市售之磷酸含有水分，常成稠厚如糖漿狀之液體。通常係將磷灰石置於電爐中，加入二氧化矽及炭，使磷游離。再使磷之蒸氣與空氣作用而成五氧化二磷；溶解於水，即成磷酸。

磷酸為極弱之酸，其所成之鹽類依置換金屬之氫原子數為一、二或三而分為三種：如與鈉所成之鹽類，有磷酸二氫鈉 ( $NaH_2PO_4$ )、磷酸氫二鈉 ( $Na_2HPO_4$ ) 及磷酸鈉 ( $Na_3PO_4$ ) 是。磷酸鹽中之最重要者為磷酸鈣，為磷酸肥料之主成分。

又磷酸鈉之清潔作用甚強，因在水溶液中能起加水分解，而成磷酸氫二鈉及氫氧化鈉，故溶液之鹼性較強，乃能易於除垢也。

清潔粉 供家庭間除污之用，茲示其配方之例如後：

礫砂 24 分，碳酸鈉 50 分，磷酸鈉 24 分，矽酸鈉 2 分。

欲鑑別磷酸或磷酸鹽類，可於鉬酸鉍 [ $(NH_4)_2 MoO_4$ ] 中加濃硝酸而溫熱之，若遇磷酸或磷酸鹽類，則生黃色之沈澱。

●五氧化二磷與水作用後，能成數種磷酸，依五氧化二磷與作用之水分子數而定。其二分子酸縮去一分子之水者，稱為焦磷酸( $H_4P_2O_7$ )，而由磷酸一分子縮去一分子之水，則稱為偏磷酸( $HPO_3$ )。單稱磷酸時，係指正磷酸而言。  
(Metaphosphoric acid) (Orthophosphoric acid)

**磷酸肥料** 磷酸肥料<sup>①</sup>之主要來源為磷灰石，磷灰石之主成分則為磷酸鈣，磷酸鈣不易溶解於水，故近年雖有將礦石粉碎後，直接施肥，使於土壤中為植物根部所分泌之液汁溶解而被吸收，但多數皆將磷酸鈣用硫酸分解，使成可溶性之磷酸二氫鈣 $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]$ ，然後用作肥料，其反應如下：



上列反應中所得硫酸鈣與磷酸二氫鈣之混合物，在商場上稱為**過磷酸石灰**。製造時先將磷灰石磨成細粉，然後加入適量之硫酸，拌成糊狀，使二者間充分作用而成多孔質之固體，再加粉碎而成。此物易溶於水，且能長久保持於土壤中而不致流失，故為優良之速效肥料。近世肥料工業各國皆極發達，故又有利用過磷酸石灰，使與氮化合及用磷酸代替硫酸，以分解磷灰石，而成**重過磷酸石灰**者，  
(Double superphosphate)  
其品質亦極優良。至如**海鳥糞**，在昔時亦嘗用為要重之磷酸肥料，  
(Guano)  
近年則因產量已稀，故用者日少。惟如我國南海諸羣島之鳥糞甚富，則尚有利用之價值也。

## 摘 要

磷——在自然界中多成化合物存在於動植物體內及骨灰、磷灰石等礦物中。

黃磷——黃色蠟狀固體，易溶於二硫化碳，亦易燃燒，性劇毒。

赤磷——黃磷經密閉加熱而成，能溶於三溴化磷中，在常溫不起氧化，亦無毒性。

①參考磷酸肥料製造法，科學 18 卷 1 期。

火柴——昔時多用黃磷為原料，近時用赤磷為原料，非經摩擦不易發火。

磷化物——磷與非金屬元素之化合物，如磷化氫、五氧化二磷及三氯化磷等。

磷酸及磷酸鹽——五氧化二磷溶解於沸水或以赤磷與稀硝酸共煮，則成磷酸。磷酸中之氫原子與金屬置換則成磷酸鹽，如磷酸鈣、磷酸鈉等。磷酸或磷酸鹽可用鉬酸鉍鑑別之。

磷酸肥料——主要者為磷灰石，其主要成分為磷酸鈣。通常將磷酸鈣用硫酸分解而成可溶性之過磷酸石灰，及使過磷酸石灰與氫化銨化合而成重過磷酸石灰者，品質皆優。又海鳥糞亦為重要之磷酸肥料。

## 問 題

1. 鈉須在石油中儲存，而黃磷須儲存於水，何故？
2. 試列表比較黃磷與赤磷之性質。
3. 潮濕天氣中於野外可見磷火，何故？
4. 赤磷何以比黃磷為安全？
5. 用黃磷及赤磷製造火柴，其原理有何不同？
6. 三氯化磷在空氣中何以能發煙？
7. 磷酸何以能成三種鹽類？
8. 試作用鉬酸鉍鑑別磷酸鹽之反應。
9. 過磷酸石灰比磷酸鈣有何優點？
10. 試計算磷酸鈣中磷之百分率。
11. 計算磷化氫 1 呎之重量及其所含磷之重量。
12. 處理磷灰石 1 噸（2000 磅），需用 50% 之硫酸若干？但磷灰石之純度為 60%。

## 第二節 砷、銻及鉍

**砷** 砷(As)有成自然砷而產出者，但大多成化合物而存於礦物界中，如毒砂( $\text{FeAsS}$ )、雄黃( $\text{As}_2\text{S}_3$ )及雌黃( $\text{As}_2\text{S}_2$ )等。我國湖南產毒砂，而川、滇、湘、粵等省則產雄黃及鷄冠石。

砷可由礦石使成單質而採取，即將毒砂在密閉器中隔絕空氣而熱之，則砷成蒸氣而發散，冷卻之即得砷。但通常多以砷之氧化物與木炭屑混合加熱，使其還原而成。為鋼灰色似金屬之物質，其切面有光輝。比重 5.73，熔點  $850^\circ\text{C}$ 。熱至  $450^\circ\text{C}$  則發黃色之煙，具有如大蒜之特臭，性劇毒。其單體除供製造砷化合物外，亦常加入鉛中，以供製造鎗彈之用，因可使鉛之熔點降低，表面張力變大，而質更堅強也。

**砷化合物** 將砷或砷之礦石在空氣中燃燒，則砷與氧化合而成三氧化二砷( $\text{As}_2\text{O}_3$ )。為白色結晶性之固體，俗稱砒霜。性劇毒，服(Arsenic trioxide)微量即可致命。但中其毒者，可亟以新製之氫氧化鐵或鷄蛋白救之，因與砷能成不溶性之砷酸鐵( $\text{FeAsO}_3$ )也。通常用作殺蟲劑及製造玻璃、琺瑯、顏料等之原料。三氧化二砷溶解於水，則成亞砷酸(Arsenious acid)( $\text{H}_3\text{AsO}_3$ )。亞砷酸與硝酸共熱，則成砷酸(Arsenic acid)( $\text{H}_3\text{AsO}_4$ )。砷酸與磷酸相似，熱至  $180^\circ\text{C}$  則成焦砷酸(Pyroarsenic acid)( $\text{H}_4\text{As}_2\text{O}_7$ )；更加強熱，則成偏砷酸(Metarsenic acid)( $\text{HAsO}_3$ )。

以三氧化二砷加於錫與稀鹽酸之混合物中，則砷與所生初生態之氫化合，而成砷化氫 ( $AsH_3$ )，為無色具蒜臭之氣體，性劇毒。在空氣中燃燒，發着白色之火焰，而成三氧化二砷及水；但燃時空氣之供給不足，則砷即遊離。利用此性，於砷化氫燃燒時以冷瓷皿置焰中，則砷游離而成暗褐色之物質，留於皿上；且此物質能溶於次氯酸鈉 ( $NaClO$ ) 之溶液中，故藉此可以檢出砷素。此法稱為馬許檢 (Marsh's)

### 驗法。

test:

砷與硫之化合物，有二硫化二砷 ( $As_2S_2$ ) 及三硫化二砷 ( $As_2S_3$ ) (Arsenic disulphide) (Arsenic trisulphide) 等。二硫化二砷為橘紅色柱狀之晶體，不溶於水，其天然產者稱為雌黃，可用作顏料或製白色煙火。三硫化二砷則為黃色晶體，亦不溶於水，其天然產者，稱為雄黃，亦常用為顏料。

錫 銻 ( $Sb$ ) 常成化合物而存於礦物中，其重要之礦石為輝銻礦 (Antimony) (Stibnite) ( $Sb_2S_3$ )，含銻約 71.8%。通常與黃鐵礦及硫砷鐵礦等相伴產生，為我國著名特產之一，●產區廣布於湘、粵、桂、滇、黔諸省，年產額一萬餘噸，佔全世界總產額 60% 以上，但其大部分產自湖南新化之錫礦山。提煉之法，通常將輝銻礦擊碎，混入鐵屑，而於黑鉛製之坩堝中熱之，銻即成液態而析出。或將輝銻礦在空氣中焙燒，使銻成氧化物後，再與木炭強熱，則銻即還原而出。但由此製得之銻尚含雜質，故須再與硝石等氧化劑同熔，除去雜質，乃得純粹之銻。為

●參考二十年來之銻業，科學 17 卷 1 期。

灰白色有金屬光澤之固體<sup>⊙</sup>，質脆，不易傳熱，熔點  $630^{\circ}\text{C}$ 。通常用以與他種金屬製成合金，如供印刷用之活字金，供機器用之軸墊及炸彈用之銻鉛（含銻 12—13%）等，故在工業及國防上皆極重要。

**銻化合物** 銻在空氣或氧中燃燒，則發光亮之藍色火焰，而成三氧化二銻 ( $\text{Sb}_2\text{O}_3$ )，為白色粉末，難溶於水。將三氧化二銻加於銻與 (Antimony trioxide) 稀鹽酸之混合物中，則生成銻化氫 ( $\text{SbH}_3$ )，亦為有特臭及毒性之 (Stibine) 氣體，性質與砷化氫略似。但以冷瓷皿置於銻化氫之火焰中，則在皿上先成黑煙狀斑紋，不溶於次氯酸鈉之溶液內，故可與砷區別。銻與氯直接化合，或以銻與濃鹽酸作用，皆成三氯化銻 ( $\text{SbCl}_3$ )，為 (Antimony trichloride) 無色結晶狀之物質，熔點  $73^{\circ}\text{C}$ ，軟如牛脂，故亦稱爲蠟脂。若以硫化氫通入三氯化銻之鹽酸溶液中，則得橙黃色之沈澱，稱爲三硫化二銻 ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ )。其天然產出者即輝銻礦，係灰色之針狀晶體，多供製造純銻之用。人造之橙色物質多用作顏料。

**銻 鉍 (Bi)** 除成自然鉍產出外，其主要之礦石尚有輝鉍礦 (Lismuth) ( $\text{Bi}_2\text{S}_3$ ) 及氧鉍礦 ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ) 等。全世界鉍之產額不多，在我國祇在錫礦中產出少量。提煉之法，自然鉍祇須除去雜質即得。輝鉍礦則擊碎後在空氣中煨燒成氧化物，再與木炭共熱，使鉍還原。為淡紅色之金屬，質硬而脆，熔點  $260^{\circ}\text{C}$ 。通常用以與他種金屬製成合金，如

⊙銻之蒸氣驟冷後，即凝縮而成黑色之銻，其比重較小，是為銻之同素體。

易熔金及活字金等。

**鉍化合物** 鉍在空氣中強熱之，則燃燒而成三氧化二鉍 ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ )，  
(Bismuth trioxide)  
為黃色粉末，不溶於水而能溶於酸中，可作顏料。三氧化二鉍與酸類化合則成鉍鹽，如硝酸鉍 [ $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ ] 等。若將硝酸鉍投於水中，則生白色不溶性之鹼性稀酸鉍 ( $\text{BiONO}_3$ )，醫藥上稱為次硝酸鉍，用作收斂藥。

**氮族元素** 氮、磷、砷、銻四元素之性質相似，其化合物之組成，亦多相同，故總稱為氮族元素。氮與磷皆為純粹之非金屬元素，但  
(Elements of nitrogen family)  
氮為氣體，而磷為固體。其氧化物與水結合則皆能成酸。砷、銻二元素則兼具非金屬與金屬之性質，其氧化物與水結合後亦兼具酸與鹼之作用。至鉍則純為金屬，故知氮族元素之性質，依原子量之增加而由非金屬漸變為金屬。

## 摘 要

砷——除自然砷多成化合物產出，為鋼灰色似金屬之物質，具蒜臭，性劇毒。

砷化合物——與氧化合成三氧化二砷，溶於水則成亞砷酸，亞砷酸與硝酸共熱則成砷酸。砷與氫化合則成砷化氫，由此可用馬許檢驗法以檢出砷素。又砷與硫化合則成二硫化二砷及三硫化二砷。

銻——多存於輝銻礦中，我國產之甚多，為灰白色之固體，常用以製造合金。

銻化合物——與氧化合成三氧化二銻，三氧化二銻加於銻與稀鹽酸之混合物中，則成銻化氫，又與氯或硫化合，則成三氯化銻及三硫化二銻。

鉍——多存於輝鉍礦及氧鉍礦等產出，為淡紅色金屬，質硬而脆，多用以製造合金。

鉍化合物——與氧化合成三氧化二鉍，與酸類化合則成鉍鹽。

氮族元素——氮、磷、砷、銻、鉍合稱為氮族元素。

## 問 題

51

1. 砷有何種似金屬之性質？
2. 砷酸與磷酸有何相似之處？
3. 就砷化氫與銻化氫之性質，作一比較。
4. 用何法檢出砷素？
5. 砷化合物與銻化合物用何法區別之？
6. 舉例說明砷與銻之氧化物兼具酸與鹼之作用。
7. 舉例證明三氧化二銻( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ )為鹽基性之物質。
8. 就氮族元素之性質，列表比較之。



## 第七章 矽、硼及鋁業

### 第一節 矽及硼

**矽** 矽 (Si) 在天然間爲次於氧之最多元素，其成游離存在者殊不多見；其氧化物及矽酸鹽則爲多種岩石之主成分，其重約佔地殼之四分之一。但欲由其化合物還原成矽，殊非易事，通常將純粹之二氧化矽與碳同置於電爐內，熱至高溫而還原而得之。

矽有兩種同素異形體：一爲紫色之粉末，稱爲無定形矽；一爲黑色針狀晶體，稱爲晶形矽。矽在常溫中性不活潑，但在高溫中能與多種元素化合而成矽化物。與普通酸類亦皆不起作用，惟氫氟酸能溶解之。與鹼類同煮沸，則溶解而成矽酸鹽，同時發生氫氣。

矽在煉鋼時常用爲脫色劑，又可與鐵製成合金。

**矽土** 矽之最普通化合物爲二氧化矽 ( $\text{SiO}_2$ )，大多成晶體而廣布於自然界中，俗稱矽土。如矽礫及多種出產豐富之礦物，皆由矽土所構成。石英及水晶則爲最純粹之矽土，在天然間皆成精緻透明之晶體產出，而水晶有因含少量雜質之故，其晶體並呈種種色彩，如呈淡紅色之玫瑰晶，呈紫色之紫晶，及帶褐色之墨晶等。此外成非晶形產出者尚有瑪瑙、蛋白石及燧石等，皆爲貴重之寶石。矽土在

植物莖葉二部之纖維中含之亦多，而木材變成之化石，亦即由砂土漸次置換木質纖維而成，此外砂土亦含於海產動物之骨幹內，所謂**砂藻土**，即爲此種動物之遺骸所構成。通常用以除去油類中所含之 (Tripoli) 有色物質，及吸收硝化甘油以製造炸藥。

二氧化矽爲白色脆硬之物質，通常多碎成細粒，以製砂皮。其熔點甚高，近來多藉氫氧焰或電爐以熔成無色透明之石英玻璃，以製試管、燒瓶及坩鍋等化學用具。是因砂土除氫氟酸外，不受普通酸類之侵蝕，且其膨脹率甚小，即驟變其溫度，亦不致破裂也。

**四氯化矽** 取砂土研成細粉，加入木炭粉，用瀝青捏成丸狀而強熱之，並通入氯氣，則得**四氯化矽** ( $\text{SiCl}_4$ ) 之蒸氣，再將此蒸氣於冷凝器中，即凝成液態。在工業上通常以含矽較多之矽鐵爲原料，而以  $350^\circ\text{C}$  以上之溫度強熱之，並通入氯氣而製得之。爲無色之液體，沸點  $56.9^\circ\text{C}$ ，遇濕空氣則盛發白煙；若與氨水混和而放散之，則白煙更密，故在軍事上爲製造煙幕之重要材料。

**矽酸及矽酸鹽** 二氧化矽係一種酸類縮水而成之氧化物。● 此種酸之分子式爲  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ，稱爲**矽酸**。矽酸之酸性極弱，通常由矽酸鹽類與鹽酸作用製取，而不能由二氧化矽溶解於水而得之。但矽酸鹽類在地球表面分布甚廣，地殼之大部分即爲鈣、鎂、鋁、鐵等之矽酸鹽類所構成，如花崗石及其他多種普通岩石，其礦物質即爲複

●此種縮水之氧化物總稱酸酐，簡稱爲酐。  
(Acid anhydride)(Anhydride)

雜之矽酸鹽類。

**水玻璃** 將砂土 100 分及碳酸鈉 56 分分別研成細粉而混合之，  
 ● 同置於熔融爐中以  $1100^{\circ} - 1500^{\circ}\text{C}$  之高溫強熱之，使熔融成均  
 勻透明之玻璃狀物質，稱為**矽酸鈉** ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )。此時加水煮沸，則  
 (Sodium silicate)  
 成黏稠之液體，是稱為**水玻璃**。純粹者無色透明，呈鹼性，在空氣中  
 (Water glass)  
 乾燥後則變成玻璃狀之固體，故常密閉於器中，不使與空氣接觸。  
 通常如玻璃、陶瓷器之接合、高嶺土、石棉及繪畫顏料之捏和，以及  
 肥皂之製造等皆需用之。水玻璃又有充填細隙之性質，故亦為優良  
 之雞蛋保存劑。若塗於木材或布疋上又可防火，故其用途甚廣。

水玻璃與鹽酸作用，則矽酸鉀成膠狀之沈澱，含有不定量之水分。若將沈澱充分加熱，則此膠狀物又失去全部之水而成砂土。

**天然產之矽酸鹽** 天然產之矽酸鹽以黏土、白陶土、滑石及石綿等為最重要。此種鹽類在工業上之消費皆甚巨大，但皆取天然品直接使用，而並不加工。茲分述於下：

(1) **黏土** 其主成分為矽酸鋁及水之礦物聚合體，係由岩石經水及碳酸之風化作用而成。種類甚多，其組成亦皆極複雜。一般將其粉末濕潤後，可塑成任意之形狀，乾後呈剛性；熱至適當之高溫，則成堅固之物質，故常用為陶瓷器之原料。其中最重要者稱為**高嶺土**，  
 (Kaolin)

● 製矽酸鉀則用砂土 100 分，碳酸鉀 66 分；製矽酸鈉與矽酸鉀之混合鹽時，則可用砂土 100 分，碳酸鈉 26 分，碳酸鉀 33 分。

其主成分爲  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ；可塑性雖弱，但燒後之色甚白，故爲瓷器之重要原料。

(2) **白陶土** 其主成分爲矽酸鋁，與普通之黏土及陶土相同，但其色白質細，故名。大多由岩石風化後所成之黏土質隨水漂流，漸次沖積而成。其主要用途爲陶瓷器、耐火磚、白色水泥及釉藥等之原料，橡膠之充填劑、紙及化妝品之混和劑等。

(3) **滑石** 爲矽酸鎂之一種，其成分爲  $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。色白乃至淡綠，半透明，有珍珠光澤，觸之有膩感。通常以其原礦磨成細粉，以供種種用途。如洋紙、色鉛筆、彩色粉筆及油漆等皆用作充填物；化妝品及醫藥上用之亦多。

(4) **石綿** 爲一種質軟之纖維狀礦物，通常裹於岩石中間。將岩石擊碎，取出石綿，再搗散之，入麻袋內於水中漂洗，以除去土砂，乾燥之即可供商用，如製耐火材料之防火布及防火板，以及蒸汽機、冷凍裝置之保溫材料等。

**硼** 硼(B) 在天然間亦少游離狀態，其化合物如硼酸( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )、  
(Boron)  
硼砂( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ )、鈣硼石( $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )及鈣硼砂( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 2\text{CaB}_4\text{O}_7 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ )等則分布甚廣。通常將氧化硼( $\text{B}_2\text{O}_3$ )與鎂粉或鋁粉共熱而成。其單體亦分結晶質與無定形二種。成結晶質者，爲立方形之晶體，有光澤，其硬度及光線折射率均與金剛石相仿。熱之不起氧化，遇酸亦不受侵蝕。無定形者爲褐色粉末，在空氣中熱至

700°C，則燃燒而成氧化硼。通常凡能與砂化合之元素，無定形硼亦皆能與之化合。硼與濃硫酸或硝酸共熱，皆能生成硼酸。

**硼酸** 以硫酸加入硼砂之水溶液中，放置一晝夜，而收集其析出之硼酸晶體，用再結晶法精製之，即得純粹之硼酸( $H_3BO_3$ )。爲白色半透明之片狀晶體，有似珍珠樣光澤，觸之有膩感。其酸性極弱，水溶液雖有過剩之酸，亦呈鹼性。其晶體加熱至100°C以上，則漸失水分，最後其所含之氫全化爲水而飛散，乃成玻璃狀之氧化硼。

硼酸之天然產者，在意國多存於噴氣口所噴出之蒸氣中，在智利硝石產地近旁則有鈣硼砂之產出，而美國西海岸若干區之地層中，則有鈣硼石之產出。現時工業上硼酸之製造，皆以此三者爲原料。

硼酸能溶於水，其水溶液通常用作消毒劑；又因有殺菌之力，故亦有用爲食品之防腐劑者。在工業上之用途，爲陶瓷器之釉藥及其彩色顏料，及光學用之玻璃原料等，此外如肥皂、香料、皮革及油漆等之製造亦皆需用之，故其用途甚廣。

**硼砂** 硼砂 ( $Na_2B_4O_7 \cdot nH_2O$ ) 在天然間多成礦石產出，印度及西藏皆產之。將礦石水洗，蒸發其溶液，則硼砂即結晶而出。但通常亦有用硼酸鈣( $Ca_2B_6O_{11}$ )爲原料，加入碳酸鈉及二氧化碳而製得者。爲白色晶體，通常含10分結晶水。熱之能溶於其自身之結晶水中，至318°C則成多孔之無水鹽，易粉碎，稱爲煨硼砂。更熱至730°C則熔融而成玻璃狀之透明物質，是稱爲硼砂珠。硼砂珠能熔解各種

金屬氧化物而呈特異之焰色，故化學上常利用以鑑別各種金屬，是稱爲**硼砂珠檢驗法**。茲示數種金屬之反應於下：  
(Bora bead test)

金屬氧化物	氧化焰	還原焰
銅	綠(熱)、青(冷)	無色或紅色
鐵	黃(熱)、褐(冷)	橄欖色
鈷	青	青
鎳	紫(熱)、黃褐(冷)	灰色或暗色
鉻	綠	綠
鈦	紫	灰色或暗色

硼砂常用爲陶瓷器之釉藥、搪瓷、特殊玻璃之原料，玻璃室石類之接合劑，媒染劑，布類之防火劑及木質之硬化劑等，用途甚廣。

## 摘 要

矽——爲次於氧之最多元素，有無定形及晶形二種，其化合物爲岩石之主成分。

矽土——即二氧化矽，砂礫等礦石多由矽土構成，最純粹者爲石英及水晶。

四氯化矽——矽與氯化合而成，爲無色液體，用爲製煙幕之原料。

矽酸及矽酸鹽——矽酸鹽與鹽酸作用則成矽酸，矽酸鹽類構成地殼之大部分。

水玻璃——矽土與碳酸鈉強熱而成，其主成分爲矽酸鈉，爲無色透明之黏液體，在空氣中能漸乾燥。

天然產之矽酸鹽——黏土、白陶土、滑石、石棉等。

硼——多成化合物存在，可以氧化硼與鎂粉同熱而成，亦分結晶質及無定形二種。

硼酸——硫酸加入硼砂溶液而成，爲白色晶體，有天然產出，酸性甚弱，用途甚廣。

硼砂——用硼酸鈣與碳酸鈉及二氧化碳作用而成，有天然產出，用途甚廣。

## 問 題

1. 試述砂之特徵。
2. 試述砂土之主要用途。
3. 用石英製造化學用具，有何優點？
4. 四氯化矽遇濕空氣，何以能發白煙？
5. 試述數種重要之矽酸鹽類。
6. 矽與硼有何相似之點？
7. 硼酸與硼砂之水溶液何以呈鹼性？
8. 何謂硼砂珠試驗？

## 第二節 窯業<sup>①</sup>

**土器** 普通之磚瓦，稱為土器，實係不施釉之多孔物質，其坯質 (Earthenware) 係以下等之黏土為原料。調製時混入適量之砂，再加水捏練，壓之成形，乾後置於窯中，以  $800^{\circ}-1000^{\circ}\text{C}$  之高溫強熱之。即成普通之磚瓦。磚瓦之需用甚繁，故多以大規模製造。市售之紅磚，係於原料中加入氧化鐵而成。至器皿之類，則因其質脆異碎，故用途不廣。

**陶器** 以普通之黏土製坯，再於坯上施釉，而以較高之溫度燒之，則成陶器。製坯所用之黏土，有時須加白堊或砂等調和之。所施 (Pottery)

①參考發展中國窯業意見書，化學工業，1卷1期。

之釉多爲鉛釉，其釉式一般爲  $\text{PbO} \cdot 1.5 - 3\text{SiO}_2$ ，但以配加黏土或石灰爲佳。然後置於窯中，以  $1000^\circ - 1300^\circ\text{C}$  之高溫醃熟之，卽成。此種陶器亦爲不透明之多孔物質，顏色帶褐。故稱爲粗陶器，我國宜興所產者多屬此類。近年外國又有精陶器之製造，其色潔白，硬度亦大。其坯質之配合方法，通常用黏土 75-80，煨火石 25-20；或黏土 83，煨火石 16 及康尼希石 1。此種陶器燒成時需用較高之溫度。現時此種陶器，多供電池、過濾器及煙管等之用。

**石器** 以普通之黏土爲原料，在  $1200^\circ\text{C}$  左右燒成不透明，且不吸水之物質，稱爲石器。石器亦分耐酸石器及家用石器等多種。耐酸石器原料之配合，以黏土 25-50%，石英 40-30%，長石 30-20% 所成之耐酸性爲最富。至家用石器之原料，除黏土外有時亦加入耐火黏土，砂及長石等。各種石器成形之法，與製陶器相同。

石器所用之釉，以食鹽釉爲最普通，其化學之組成大概爲  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 0.5 - 1\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2.8 - 5.5\text{SiO}_2$ 。此外又有所謂礦物釉者，其燒成溫度皆高。近時在外國更有精石器之製造，質地細膩，幾與瓷器相仿，其用途甚廣。

**瓷器** 以純白之陶土製坯，並於坯面塗以適宜之釉而燒成之潔白器皿，稱爲瓷器。瓷器之原料，除陶土外並加入長石及石英，惟三者之成分參差各異，如我國之瓷器含石英最多，長石次之，而陶土

●參考陶瓷器工業，最新化學工業大全第 5 冊。



爲最少。調製之法，先將上列成分磨成細粉，秤量配合，加水和成泥狀，次藉陶車旋轉，用手捏成種種器坯；或以此泥狀之混合物傾入石膏型中而成，其法更爲簡便。成形之後，待其完全乾燥，加以修坯，以整其形。然後置於燒瓷窯中，用較低之溫度（約  $500^{\circ}\text{C}$ ）烘熱，則成白色多孔之素瓷。(Biscuit)再於素瓷表面塗長石及砂土之混合物薄層，而重置於窯內經長時間強熱之（約  $1200^{\circ}\text{C}$ ），其塗料即熔融而成釉，釉更與一部分陶土熔和而成玻璃狀之物質，滿被於素瓷表面，即成普通之瓷器。

爲增加瓷器之美觀起見，通常於釉中混入適宜之著色劑，使瓷器呈美麗之色彩。如紅色用氧化銅（ $\text{CuO}$ ）、氧化錫（ $\text{SnO}_2$ ）等；黃色用鈾酸鈉（ $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$ ）及氧化鈾（ $\text{U}_3\text{O}_8$ ）等；藍色用氧化鈷（ $\text{Co}_3\text{O}_4$ ）、碳酸鈷（ $\text{CoCO}_3$ ）等；紫色用二氧化錳（ $\text{MnO}_2$ ）；及黑色用  $\text{Co}_3\text{O}_4$  與  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ， $\text{Cr}_2\text{O}_3$  或  $\text{CuO}$  適量配合。此外又有於釉下或釉上施以彩色者。釉下彩飾通常於彩料漿中混入少量之樹膠，糖密或甘油，然後塗於坯之表面。釉上彩飾之彩料，係以著色劑與熔塊混合製成，而以松節油或丁香油等稀釋，然後用手描繪字畫於釉上。

瓷器與陶器均爲我國著名出品，瓷器之產於江西景德鎮●者尤爲各省之冠。其製法悉用手工，精巧美觀，迥非外國機械製品所可及。惜因技術不知改進，以致出品落入後，故陶瓷工業急宜努力改良也。

●參考景德鎮陶瓷概況，正中書局出版；景德鎮瓷業史，中華書局出版。

**玻璃** 以潔白之細砂，石灰石及碳酸鈉適量混合，而置於高溫之爐中熔融之，則得矽酸鈉( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )、矽酸鈣( $\text{CaSiO}_3$ )及二氧化矽( $\text{SiO}_2$ )之混合液，冷後成均態之無定形透明體，稱為**玻璃**。(Glass) 通常玻璃分為三類：即依上法所成之玻璃，稱為**鈉玻璃**，或稱**軟玻璃**。若以碳酸鉀代碳酸鈉，則所成之玻璃，稱為**鉀玻璃**，或稱**硬玻璃**。若以碳酸鉀代碳酸鈉，更以氧化鉛代石灰石，則所成之玻璃稱為**鉛玻璃**，或稱**火石玻璃**。茲將三類玻璃之成分，性質及用途列表如下：

種類	原料	成分	性質	用途
鈉玻璃 (軟玻璃)	碳酸鈉，石灰石，細砂	矽酸鈉，矽酸鈣，二氧化矽	質軟易融，抵抗藥劑之力弱	鑲窗戶及製造普通器具
鉀玻璃 (硬玻璃)	碳酸鉀，石灰石，細砂	矽酸鉀，矽酸鈣，二氧化矽	質硬難融，抵抗藥劑之力強	製化學器具及裝飾品
鉛玻璃 (火石玻璃)	碳酸鉀，氧化鉛，細砂	矽酸鉀，矽酸鉛，二氧化矽	質最軟，得以研磨，光之折射率大	製光學器械及裝飾品

除上列三類玻璃外，又有稱為**晶質玻璃**者，其組成之種類甚多，性質亦多差異。其中如**波希米**所產之全品質玻璃，係由氧化鉀( $\text{K}_2\text{O}$ )、氧化鈣( $\text{CaO}$ )及二氧化矽( $\text{SiO}_2$ )三種成分所組成，質極純潔，但光澤及折射率則不及鉛玻璃。近時更有以氧化硼( $\text{B}_2\text{O}_3$ )代替

二氧化矽之一部分，則所成之玻璃不但耐熱力增大，且對於水及藥品之抵抗力亦強，如市售之耐熱玻璃，即其一例。依此製成之特種玻璃種類亦多。如含  $\text{Na}_2\text{O}$  10%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  22%、 $\text{SiO}_2$  68% 者，適用以製燈罩，含  $\text{Na}_2\text{O}$  6%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  14%、 $\text{SiO}_2$  80% 者，對於酸之抵抗力甚大，為優良之器皿玻璃。此外在玻璃原料中加入著色劑後，則成種種顏色之玻璃。著色劑之種類甚多，通常所用者為鈷(藍)、鐵(青、黃)、銅(紅)、錳(紫)、鉻(綠)、鉍(黃)等之氧化物及金(金紅)、銀(黃)等；乳白玻璃之著色劑以氧化錫( $\text{SnO}_2$ )為最普通。

製造玻璃須先將所用之原料秤量準確，混合均勻，然後將混合物置於火泥製之坩鍋中，用煤氣焰加熱至極高之溫度（約  $1380^\circ - 1550^\circ\text{C}$ ）。此時欲檢查混合物已否熔融，可以長管卷取少量熔質而引延之，若有半熔物殘留，則玻璃絲中生節，應繼續強熱。同時應注意將反應中所生之氣體驅除淨盡，以免製成之玻璃中現出氣泡及斑痕。至此熔質煮熟，即可供製造各種器皿之用。但若欲著色，則須將適量之著色劑加入熔融之玻質中。普通玻璃常現淡綠色，則因玻璃中含有鐵之氧化物所致。

製造玻璃器皿通常由吹氣而成。其法以中空之長管蘸取熔質少許，隨即夾於模型中吹成種種形式。製窗玻璃時先吹成長圓柱體，隨將其兩端削除，再沿垂直方向切開，乘熱輾成平板。近年大工廠中大多利用機械裝置，藉粗長之吹管，蘸取熔質，而於其自動升高時黏

附熔融之玻璃，同時以一定速度之空氣流吹入管內，以吹成較大之圓柱體，而由此得製成甚大之玻板。但亦有以熔融之玻璃傾注於平台上，而以灼熱之鐵板輾平後待冷磨光而成者。又製造玻管之類，現時亦多將熔質澆注模內，藉機械或人工吹成。至玻璃器面之花紋，通常用金剛砂輪刻鑿，再以極細之磨擦粉磨光而成。

**琺瑯** 以玻璃質之釉塗於鐵器表面而強熱之，則成美觀耐用之器皿，稱為琺瑯。● 琺瑯之製品，在我國發明甚早，古時之景太藍即 (Eumel) 琺瑯之一種，為藝術上之珍品。現時之琺瑯，多以鐵器為坯，再於其表面塗釉。通常如面盆、鍋類等，係用軟鋼板在模中壓之成坯，乃在窯中燒熱以除油垢。再以硫酸或鹽酸洗濯，以去其表面被覆之氧化薄層。最後用水洗滌，並以稀苛性鈉處理，以中和殘留之酸，待乾，即可塗釉。釉之配法甚多，通常分為下釉及上釉二種，其主成分概為矽土、長石、螢石、冰晶石、碳酸鈉、硝石、硼砂及各種金屬之氧化物（着色劑）等。製釉時先將適量之原料混和後，強熱熔融之，然後將所得之熔融物引入水中，使易粉碎，乃與水同入磨碎機中磨成糊狀。然後以清潔之坯，先塗下釉一層，待乾後，入窯中燒之；再取出塗上琺瑯一層，仍於乾後燒之，即成琺瑯器。惟欲製精良之品，須再塗上釉一層，仍依前法處理，則更美觀。琺瑯器之塗釉工作，現時多

● 參考琺瑯鐵器，最新化學工業大全第 5 冊；琺瑯原料之研究，化學工業 3 卷 1 期；琺瑯器皿之製造與化學研究，同前 1 卷 1 期。

藉噴霧機塗布，而表面之字畫花紋，通常用翻印紙翻印於器，再以着色釉填繪之。燒珐瑯器之窯，除電爐外，多用悶爐，但大多不用直接火燒製，其燒成溫度，約在  $800^{\circ}-900^{\circ}\text{C}$  之間。

**耐火物** 於高溫中經長久時間而不起變化之物質，稱為耐火物。

● 耐火物多以高溫燒成，在工業上之用途甚廣，即建築及日用上亦需要之。耐火物通常亦以石英、高嶺土、礬土、苦土及白雲石等為主要原料，其中以黏土質之耐火物為最普通，如耐火之黏土磚，其成分中含鐵，常呈赤色，質甚堅硬，耐熱力亦強，故用途甚廣。若用高嶺土、水礬土等以高溫燒成，則其耐熱力更強，例如燒水泥之窯，大多以此為材料。此外如苦土磚則以苦土為原料，其耐熱力可達  $2000^{\circ}\text{C}$ 。又近年發明柯哈德磚乃以礬土為原料，在電爐中燒成之，  
(Corhart brick)  
其耐熱力高至二千餘度。

**防火液** 以織物浸於氯化銨或碳酸銨 12，硼酸 8，氫氧化銨 8 及水 70 之溶液中，可得防火之效。又紙或木材浸於冰晶石或氟矽酸鈉 1-3，硫酸鋁 1-2，矽酸鈉 3-5 及水 12-24 之溶液中，亦可得防火之效。

## 摘 要

土器——以下等黏土為原料，用高溫燒成之多孔性物質。

陶器——以普通黏土為原料，於表面塗釉，用高溫燒成之多孔物質。其顏色潔白者，稱為精陶器。

● 參考耐火物，最新化學工業大全第 5 冊。

石器——以黏土爲原料在高溫中燒成不吸水之物質，分耐酸石器及家用石器等，其精製者與瓷器相仿。

瓷器——以潔白之陶土爲原料，先用高溫燒成素瓷，塗釉後再燒而成，釉中通常混以着色劑。

玻璃——以潔白之細砂、石灰石及碳酸鈉經高熱熔融而成，分鈉玻璃、鉀玻璃及鉛玻璃三類，此外又有晶質玻璃及耐熱玻璃等，若加着色劑則成顏色玻璃。

琺瑯——以玻璃質之釉塗於鐵器表面強熱而成，釉分下釉及上釉二種；先塗下釉，經熔融後，塗上釉再熔之，釉中加着色劑可得種種色彩。

耐火物——通常以石英、高嶺土、礬土等爲原料，用高溫燒成，耐熱力可高達二千餘度。

## 問 題

1. 土器中何以須混入砂？
2. 何謂鉛釉？
3. 石器與陶器有何區別？
4. 何謂素瓷？有何功用？
5. 釉之色彩用何法造成？
6. 晶質玻璃與普通玻璃有何區別？
7. 耐熱玻璃有何種功用？
8. 普通玻璃呈淡綠色，何故？
9. 玻璃、琺瑯及釉藥有區別否？
10. 耐火物有何功用？

## 第八章 鈉、鉀及鈣

### 第一節 鈉及蘇打工業

**鈉** 鈉 (Na) 常成食鹽 ( $\text{NaCl}$ )、智利硝石 ( $\text{NaNO}_3$ )、天然鹼 (Sodium  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 及芒硝 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) 等廣布於自然界中，其單體多由電解氫氧化鈉 ( $\text{NaOH}$ ) 而得。圖 28 示電解槽之裝置，圓鐵桶 A 中盛氫氧化鈉，B 為鐵質之陰極，C 為數條相連之鎳板，用作陽極。B 與 C 間以金屬網 D 隔離之，其上更有一鎳製之圓筒 E。今於電解槽中通以電流，則由電流所生之熱，使 A 中之氫氧化鈉熔融；同時並燃煤氣燈 G，以助其熱。此時熔融之氫氧化鈉即為電流所分解：陽極發生氧氣，可於 F 口導出；陰極有鈉與氫氣發生，均集於 E 內。氫氣積

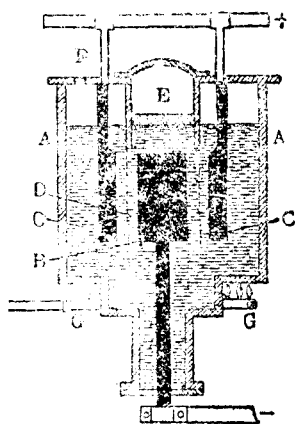


圖 28

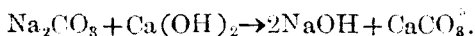
聚過多後，則推開 E 蓋而逃出；所生之鈉，即時刮取之；再熔融而注入模中，即凝成棒狀之鈉。此法稱為**卡斯乃法** (Castner's process)。近年食鹽之電解工業勃興，故製鈉之法，常先將食鹽電解以製氫氧化鈉，再將氫氣

化鈉電解以得鈉。

鈉為質軟如蠟之金屬，其切開面呈銀白色。比重 0.79，熔點 97.6°C。其化學性質極為活潑，在空氣中能起燃燒，直接與氧化合而成過氧化鈉 ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ )。與水相遇，即將水分解，生成氫氧化鈉及氫氣，故鈉須常儲藏於石油中。

鈉可用為還原劑，由鎂、鋁等之氧化物以分析金屬時常用之，又為氰化鈉 ( $\text{NaCN}$ )，過氧化鈉 ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ ) 及染料、藥劑之原料。

**氫氧化鈉** 鈉與水作用，則得氫氧化鈉 ( $\text{NaOH}$ )。氫氧化鈉之製造，舊法係用石灰乳行苛性化而成。即以碳酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 之溶液與石灰乳共煮，即得氫氧化鈉及碳酸鈣 ( $\text{CaCO}_3$ )，其反應如下：



依此法製造氫氧化鈉時，以用 10% 之碳酸鈉溶液為最適當。共煮時應將溶液不絕攪拌，並保持 80°C 之溫度。待苛性化完全以後，將氫氧化鈉液濾出，加以蒸發，即可得固體之氫氧化鈉。此法沿用已久，且自用氨鹼法製造碳酸鈉之工業發達以後，更多以碳酸鈉直接依此法製造純粹之氫氧化鈉，故現時氫氧化鈉之大部分，皆由此法供給。

新法製造氫氧化鈉，係將食鹽溶液電解而成。現時工業上通行之方法有水銀法及隔膜法等。水銀法之裝置如圖 29 所示。方形之電解槽內分成三格；左右兩格各盛食鹽溶液，並置炭極 A 作為陽極。



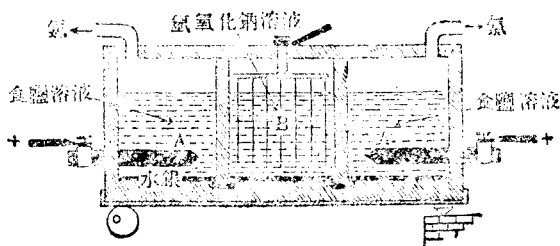


圖 29

中間一格盛清水，並置鐵叉 B 作為陰極。槽底鋪以水銀薄層。此槽藉偏心輪之旋轉，能上下移動，使槽底之水銀亦往返流動於三格之間。通電流以後，食鹽即被分解，氯由頂部之導管導出，鈉則與水銀結合而成鈉汞齊。鈉汞齊流入中格，則鈉即與水作用而成氫氧化鈉。俟其溶液漸濃，即可引出而蒸發之，以成固體之氫氧化鈉。隔膜 (Diaphragm

法之裝置如圖 30 所示。電解槽 A 中，置炭棒 B 為陽極。其外圍以 process)

有孔之鋼板 C 作為陰極。鋼板之內而緊貼石棉隔膜 D 一層，以隔離陰陽二極。製造時先於兩極間注入食鹽溶液，然後通以電流，則陽極即發生氯氣，由 E 管導出。陰極所生之鈉，則與溶液中之水作用，而成氫氧化鈉及氫氣。氫氧化鈉溶液流入 F 中，經取出蒸發，即可得固體之氫氧化鈉。但用水銀法製

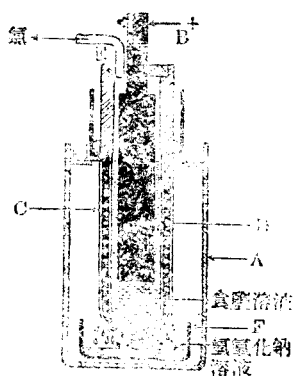


圖 30

成之氫氧化鈉，較用此法製得者為純粹。

用電解法製取氫氧化鈉雖不及苛性法之多，然在電解法中皆能發生氫氣及氯氣。氫氣常用以硬化油脂、合成氨及合成鹽酸等之製造，而氯氣則為漂白粉、鹽酸及氯化物之主要原料，故電解法之前途，大有發展希望。

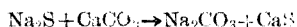
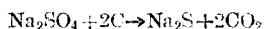
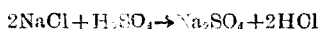
氫氧化鈉俗稱苛性鈉，商業上稱為燒鹼，為白色不透明之羽狀結晶性物質。  
(Caustic soda)  
能溶於水，溶解時發熱，其水溶液呈強鹼性，腐蝕性甚強。在空氣中能吸收水分而潮解。工業上之用途甚廣，如肥皂工業、木材纖維工業、石油及油脂之精煉、以及人造絲工業、染料工業等皆用之。

碳酸鈉 碳酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 為鈉之另一種重要化合物。家用之鹼 (Sodium carbonate) 為我人所習知，其在工業上之需要，為量尤巨。故不論在日用上或工業上，碳酸鈉之供給，皆極重要。碳酸鈉除自然產出者外，昔時多由海草灰中製取，近世則皆以食鹽為原料而製取之。分為路布蘭法及氨鹼法兩種。●

路布蘭法為法人路布蘭所發明。其製造工程可依其順序分為五段：(1) 以等量之食鹽與硫酸作用，使成硫酸鈉與氯化氫。(2) 將所得之硫酸鈉與焦煤、石灰石共置於反射爐或迴轉爐中強熱之，則硫酸鈉先被焦煤還原而成硫化鈉 ( $\text{Na}_2\text{S}$ )，硫化鈉更與石灰石作用，而成碳酸鈉及硫化鈣 ( $\text{CaS}$ )，此外尚含有氧化鈣 ( $\text{CaO}$ ) 及碳酸鈣 ( $\text{CaCO}_3$ )

●參考鹼工業，最新化學工業大全第 2 冊。

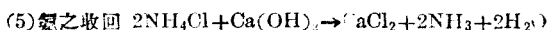
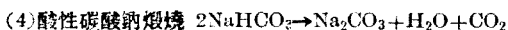
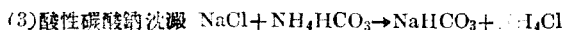
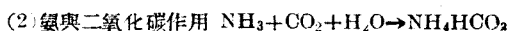
等。此混合物爲呈黑褐色之多孔性物質，稱爲黑灰。(3)將黑灰取出，施行浸出之手續，以浸出其所含之碳酸鈉。此時浸出液中除碳酸鈉外，尚含有氫氧化鈉及硫酸鈉等。(4)於黑灰之浸出液中，吹入二氧化碳或空氣，以除去其不純物，然後置於適宜之鍋中加熱蒸發之，即析出碳酸鈉之晶體 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )。 (5)將碳酸鈉之晶體置於反射爐中煨燒之，即脫水而成無水之碳酸鈉，即俗稱之鈉灰是。(Soda ash) 茲就前後反應列式於後：



上列黑灰之浸出液，經提去碳酸鈉後剩下之母液，尚含有氫氧化鈉甚多，故可用爲製氫氧化鈉之原料。

氨鹼法爲比人蘇爾維改良而成，故亦稱蘇爾維法。其製造工程可 (Ammonia soda process) (Solvay process) 依其順序分爲六段：(1)將石灰石 ( $\text{CaCO}_3$ ) 煨燒，使成生石灰與二氧化碳。(2)於食鹽之濃溶液中，送入乾燥之氨，使成濃度適宜之氨鹽水，此操作通常於吸收塔中行之。(3)將二氧化碳通入氨鹽水中，使成酸性碳酸銨 ( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ) 之溶液，再將此溶液移入沈澱塔中使成酸性碳酸鈉 ( $\text{NaHCO}_3$ ) 之沈澱。(4)將沈澱塔流出之液體通過過濾器，並將酸性碳酸鈉之沈澱充分水洗。(5)經過過濾及水洗之酸性碳酸鈉尚含有氨及二氧化碳等，故應置於適宜之爐中煨燒之，使成純粹之碳酸鈉。(6)上列各段中經分離後之母液，尚含有氨及氨

之化合物如氯化銨( $\text{NH}_4\text{Cl}$ )及硫酸銨 $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ 等。銨可用水蒸氣驅出而收回之，化合物中之銨則須與石灰乳同熱始能收回。茲將其前後反應列式於後：



依蘇法製造碳酸鈉時所需之原料，豐富價廉，而成品則質地純良；反應中之生成物如銨及二氧化碳等又皆可設法收回，操作且較簡便，因之成本亦比路布蘭法製得者為廉。故現時碳酸鈉之大部分，皆由此法製成。但路布蘭法有鹽酸為副產，故至今仍得維持其一部分之地位焉。

碳酸鈉之無水者為白色粉末，易溶於水，其水溶液呈強鹼性<sup>①</sup>。在空氣中其固體及水溶液皆有吸收二氧化碳之性質；若將水溶液煮沸，即起加水分解，而放出二氧化碳。與酸類作用，則生成鹽類及二氧化碳。碳酸鈉之含水者，有  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  及  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  三種。在空氣中皆能風化而成白色粉末，俗稱之晶鹼 (Soda crystal) 即含 10 分子結晶水之一種。

碳酸鈉之鹼性較苛性鈉為溫和，不致損傷皮膚及織物，家庭中洗濯衣物時常用之，故亦稱為洗濯鹼。工業上之主要用途為玻璃及肥

(Washing soda)

① 參考驗質分析，科學 5 卷 5 期。

皂之製造，此外如漂白、造紙及各種鈉鹽之製造亦皆用之。

**酸性碳酸鈉** 以二氧化碳通入碳酸鈉之濃溶液中，則成**酸性碳**  
(Acid sodium

**酸鈉** ( $\text{NaHCO}_3$ )，或稱**碳酸氫鈉**。在氨鹼法中於二氧化碳通入**氨鹽**  
(Sodium hydrogen carbonate)

水後，即有酸性碳酸鈉生成，惟其時生成者係泥漿狀物，故須先溶

解於溫水後，再行析出其晶體。酸性碳酸鈉亦名**重碳酸鈉**，俗稱為**小**  
(Sodium bicarbonate)

**蘇打**，為白色粉狀晶體，難溶於水，其溶液呈弱鹼性，熱之則分解而  
成碳酸鈉、二氧化碳及水。與酸類作用，亦生成鹽類及二氧化碳，故

常用為發生二氧化碳之原料。尋常與硫酸共裝於滅火器及與酒石  
酸混合以製清涼飲料，皆利用此種作用。醫藥上常用以中和胃酸。

**發酵粉** 利用酸性碳酸鈉與酸作用後，發生二氧化碳之作用，亦常用以使生**麩**

酵。發酵粉即以酸性碳酸鈉及弱酸為原料製成，通常更加以澱粉或麩粉，以防變壞，

茲舉數種配方於後：

成 分	I	II	III	IV	V
酸性碳酸鈉	28	35	28	27	27
酸性磷酸鈣	29	36			
硫酸鋁鈉	19	24	28		
酒石				60	45
酒石酸					6
澱粉(黍粉)	24	5	44	13	22

**硫化鈉** 硫酸鈉與焦煤在反射爐中強熱後，即被還原而成**硫化**  
(Sodium

鈉 ( $\text{Na}_2\text{S}$ )，此反應在路布蘭法中為重要之一步。若將熔融物取出  
sulphide)

浸溶，再將浸出液加熱，即可得硫化鈉之無色柱狀晶體，易溶於水及酒精中，其水溶液呈強鹼性。放置空氣中，則氧化而成硫代硫酸鈉。硫化鈉之主要用途為製造硫化染料，他如硝化物之還原，硫代硫酸鈉之製造及獸皮之脫毛等，亦皆需用之。

## 摘 要

鈉——多成食鹽、智利硝石等廣布於自然界中，其單體可電解氫氧化鈉而得，為軟質金屬，化學性甚活潑，可用為還原劑。

氫氧化鈉——鈉與水作用而成。工業上使碳酸鈉與石灰乳作用，或將食鹽溶液電解而成。為白色物質，能溶於水，呈強鹼性。

碳酸鈉——以路布蘭法或氨鹼法製成：(1)路布蘭法係使食鹽與硫酸作用，生成硫酸鈉；再與焦煤與石灰石強熱，則硫酸鈉先還原為硫化鈉，更與石灰石作用而成。(2)氨鹼法係使二氧化碳與氨鹽水作用先成酸性碳酸銨，再成酸性碳酸鈉之沈澱，更將沈澱煨燒而成。現時多用後法，但前法亦有優點。

碳酸鈉為白色粉末，易溶於水，呈強鹼性。其含結晶水之晶體，有 10 分，7 分及 1 分三種。

酸性碳酸鈉——二氧化碳與碳酸鈉作用而成。俗名小蘇打，與酸作用則成鹽類及二氧化碳，常用為發酵粉之原料。

硫化鈉——硫酸鈉用焦煤還原而成。為無色晶體，水溶液呈強鹼性。

## 問 題

1. 製取金屬鈉，可用氯化鈉電解而得否？
2. 鈉何以須藏於石油中？

3. 用石灰乳苛性化以製氫氧化鈉，何以現時仍多採用？
4. 試述水銀法及隔膜法之優點。
5. 路布蘭法有何優點否？
6. 現時何以多用氨鹼法製造碳酸鈉？
7. 鈉之碳酸鹽與酸性碳酸鹽如何鑑別之？
8. 發酵粉中可用何種物質代替酸性碳酸鈉？
9. 碳酸鈉 1 噸 (2000 磅) 用石灰乳行苛性化，可得氫氧化鈉若干？又需用生石灰若干？
10. 用電解法製造氫氧化鈉之工廠，日出氫氧化鈉 5 噸，問同時可得氫氣及氯氣各若干？
11. 用路布蘭法製造碳酸鈉 1 噸，可得氯化鈉若干磅？
12. 滅火器中能容酸性碳酸鈉之溶液 3 磅，若欲使生成之二氧化碳完全放出，問需 98% 之硫酸幾磅？

## 第二節 鉀及鉀工業

**鉀** 鉀 (K) 常成化合狀態而分布於礦物界中，如硝石 ( $\text{KNO}_3$ )、(Potassium) 石鹽 ( $\text{KCl}$ )、砂金石 ( $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) 及鉀硫石鹽 ( $\text{MgSO}_4 \cdot \text{KCl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) 等；植物體中亦含之。其單體之製法與製金屬鈉同，即以電流通於熔融之氫氧化鉀而得；或以木炭粉與氫氧化鉀在鐵鍋內強熱，使氫氧化鉀還原而得鉀。其性質與鈉酷似，但更強烈。為帶蒼色之蠟狀固體，比重 0.87，熱之易熔，其切開面在空氣中即能氧化而成灰色薄層。若投於水，水被分解而成氫氧化鉀及氫，即在水

面上使氫氣發火燃燒，故其作用比鈉為強，通常亦儲藏於石油中。在常溫中亦能與氯急劇化合而成氯化鉀(KCl)。

鉀亦可用於色質之製造及為還原劑，但因其價較昂，故通常多以鈉代用。

**氫氧化鉀** 氫氧化鉀(KOH)或稱苛性鉀，其製法與製氫氧化鈉(Potassium hydroxide) (Caustic potash) 之法完全相同，即以碳酸鉀( $K_2CO_3$ )之溶液與石灰乳共煮，或電解氯化鉀之濃溶液而得。為白色結晶性之固體，有潮解性，能吸收二氧化碳，亦易溶於水，其水溶液呈強鹼性，能腐蝕有機物質。工業上用以供製造軟肥皂及色質之用。

**碳酸鉀** 碳酸鉀( $K_2CO_3$ )常含於陸生植物體中。將植物之灰用(Potassium carbonate)水浸溶，再將其浸出液加熱蒸發，則可得其不純之固體。在路布蘭法發明以前，工業上所需之鹼，幾皆取源於此。嗣後鹼工業發達，乃亦改用路布蘭法<sup>●</sup>。即以氯化鉀與硫酸共熱以製硫酸鉀( $K_2SO_4$ )，次將硫酸鉀混和焦煤及石灰石而強熱熔融之，再將熔融物用水浸溶，而將浸出液加熱蒸發，即得碳酸鉀之白色晶體。稍有潮解性，但在空氣中不起風化，易溶於水，其水溶液呈強鹼性；又易吸收二氧化碳而變為酸性碳酸鉀( $KHCO_3$ )。與酸作用則盛發二氧化碳。

碳酸鉀俗名鉀灰，為製造鉀玻璃，軟肥皂及氫氧化鉀之原料，又(Potash)

●碳酸鉀不能用氨鹼法製造，因二氧化碳通入氯化鉀及氫之溶液後，所生之酸性碳酸鉀( $KHCO_3$ )能溶於氯化銨( $NH_4Cl$ )溶液中，故不能析出。



在照相術及醫藥上亦用之。

**鉀鹽之來源** 鉀廣布於礦物及植物界中，但鉀鹽積聚一處而成大量產出者，除德國之斯塔斯府之鉀鹽礦外殊不多見。斯塔斯府之鉀鹽礦含硫酸鉀 ( $K_2SO_4$ ) 及氯化鉀 (KCl) 甚富，故德國之鉀鹽工業亦最發達。現時不論為肥料或藥品多仰給之。至植物灰之浸出液中，固含有  $K_2CO_3$ 、 $K_2SO_4$  及 KCl 等多種鉀鹽之成分，但欲收集以製鉀殊非易事。近世甜菜糖工業發達，其殘餘之糖蜜，經收回其蔗糖後，亦可提出其所含之鉀鹽。此外製鹽工業中殘餘之滷汁，含有氯化鎂 ( $MgCl_2$ ) 及氯化鉀較多，故亦可為提取鉀鹽之原料。

**鉀質肥料** 鉀化合物亦為植物之主要成分，故亦須充分補充之。鉀質肥料之主要成分為硫酸鉀 ( $K_2SO_4$ )，通常由鉀硫鹽礦等天然鉀鹽中提取之。為無水之斜方形晶體，稍能溶解於水。鉀質肥料中所含之鉀量，通常以所含之氧化二鉀 ( $K_2O$ ) 為計算之標準，稱為純鉀。鉀硫鹽礦以含氧化二鉀 12.4% 為標準品，故鉀硫鹽礦所含之純鉀為 12.4%。在農業上凡缺少鉀化合物之土壤，經施以適量之鉀質肥料後，必可得良好之收穫。舊法每於作物上鋪以草木灰或澆草木灰之浸液，即係此理。惟施用鉀質肥料當視植物之種類及土壤之性質而行之，然後可得實效。

**鹼金屬類** 鈉與鉀皆為一價之元素，能置換酸中之氫而成鹽。遇水則水即被分解而驅出氫氣，同時其自身即變成氫氧化物。氫氧化

物亦易溶解於水，其水溶液皆呈強鹼性反應。其鹽：有碳酸鹽、硫酸鹽、硝酸鹽及氯化物等，亦皆易溶解於水，依此鈉與鉀之化學性質彼此相似，故總稱為**鹼金屬類**。

(Alkali metals)

鹼金屬類中除鈉與鉀外，尚有鋰(Li)，銣(Rb)，及銫(Cs)等。

### 摘 要

鉀——多存於硝石等礦石及植物體中，其單體可電解熔融之氫氧化鉀而得，為帶蒼色之固體，性質與鈉相似，但更烈。

氫氧化鉀——碳酸鉀溶液與石灰乳共煮，或電解氯化鉀之濃溶液而得，為白色固體，水溶液呈強鹼性。

碳酸鉀——將植物灰浸溶或以氯化鉀與硫酸共熱生成硫酸鉀，再將硫酸鉀與焦煤及石灰石熔融即得，為白色晶體，其水溶液亦呈強鹼性。

鉀鹽之來源——以德國斯塔斯府之鉀鹽礦為主，此外植物灰之浸液，甜菜糖工業中殘餘之糖蜜及製鹽工業中殘餘之滷汁中亦可提取。

鉀質肥料——以硫酸鉀為主。

鹼金屬類——鈉、鉀、鋰、銣、銫等元素統稱為鹼金屬類。

### 問 題

1. 鉀與鈉之性質酷似，問用何法鑑別之？
2. 試述將碳酸鉀苛性化以製氫氧化鉀之法。
3. 就氫氧化鉀與氫氧化鈉之性質，作一比較。
4. 試述用路布蘭法製造碳酸鉀之方法，並寫出其主要之反應。
5. 試設計自滷汁中提取鉀鹽。

6. 鉀質肥料之純度以何為標準?

7. 試述鎂金屬類之通性。

### 第三節 鈣及石灰工業

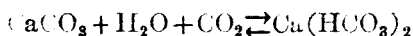
**鈣** 鈣(Ca) 在自然界中皆成化合物而存在，分布極廣，如石灰石、大理石等皆為鈣之碳酸鹽類；石膏為鈣之硫酸鹽類，磷灰石為鈣之磷酸鹽類。動物之骨骼及蛋殼蛤殼等亦皆含碳酸鈣及磷酸鈣。

鈣之單體常電解熔融之氯化鈣而製得之。法將氯化鈣置於石墨鍋內，以鐵棒為陰極，坩鍋為陽極，通電流後，鈣即自陰極分出，成熔融狀態而附着於鐵棒。將鐵棒漸漸提高，鈣亦愈積愈多，故可得多量之鈣。

鈣為銀白色之金屬，比重 1.08，較鉛稍硬。易氧化。在濕空氣中其光澤每消失。強熱之能發強光而燃燒，生成氧化物。投於水，水漸被分解而成氫氧化物，並放出氫氣。與酸類作用，則生成鹽類而放出氫氣。

**碳酸鈣** 天然產之鈣化合物以碳酸鈣(CaCO<sub>3</sub>) 為最多，其在礦石中出產最多者則為石灰石。石灰石為乳白色之塊狀物，質不純粹，係由古代海生動物之介殼層積而成。比較純粹之一種，稱為大理石，係由細小晶體結合而成之塊狀物，色白如雪，我國雲南省產之。其最純粹者稱為冰洲石，則為透明之晶體。

碳酸鈣在實驗室中，可於石灰水中通入二氧化碳而成。不溶於水，與酸類作用，則生二氧化碳，此法在實驗室中亦常應用之，以製二氧化碳。碳酸鈣若與含有二氧化碳之水作用，則成可溶性之酸性碳酸鈣 (Acid calcium carbonate)  $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$ ；若將溶有酸性碳酸鈣之水煮沸，則二氧化碳逸去，而碳酸鈣沈澱，暫硬水之得軟化，即係此理。其反應如下：



在實驗室中以氯化鈣溶液與碳酸鈉作用後，可生成純粹之碳酸鈣，係白色細粉，稱為沈降碳酸鈣。若於石灰乳中通入二氧化碳亦可得之，其法更為經濟。工業上因天然產之碳酸鈣質粗而雜，故常用依化學方法製成之沈降碳酸鈣為原料，以製造牙粉及牙膏等。至天然產之石灰石則常用以煉鐵，製生石灰、二氧化碳、水泥及碳酸鈉等。大理石則為建築用之良材。

**氧化鈣** 將石灰石強熱，則放出二氧化碳而成氧化鈣 (CaO)，俗稱生石灰。工業上製造生石灰，常於特製之石灰窖中行之，其裝置如圖 31 所示。石灰石之碎塊由窖頂加入，此時兩旁之火焰及熱氣即通過石塊，使其溫度達  $700^\circ - 800^\circ\text{C}$ ，石灰石乃完全分解而成生石灰，可由窖底取出；所生之二氧化碳則由爐側之導管不絕排出。通常由數窖合成一組以大規模製造之。

生石灰為白色無定形之固體。在空氣中能漸吸收二氧化碳及水分而成碳酸鈣及氫氧化鈣。遇水則急劇化合而成氫氧化鈣，並發大

熱，故生石灰大都供製造氫氧化鈣之用。又生石灰之熔點甚高，故亦可供耐火物質之用，以製電爐及熔礦爐等。

**氫氧化鈣** 生石灰加水，則發大熱而成**氫氧化鈣**  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ ，俗稱**熟石** (Calcium hydroxide) (Slaked lime)。為白色無定形之固體。在空氣中能漸吸收二氧化碳而變為碳酸鈣，其溶解度甚小，故混以水後，其大部分不溶解而成乳濁狀，稱為**石灰乳**；(Milk of lime) 靜置數時後所成之澄清液，則稱為**石灰水**。石灰 (Lime water) 水之鹼性甚強，因其價廉，故常用為稀鹼溶液之代替品；石灰乳則用以消去皮革之毛。氫氧化鈣為製氨、氯酸鉀、苛性鈉、苛性鉀、漂白粉及三合土等之原料，故用途甚廣。

**三合土與灰泥** 三合土係以熟石灰與泥砂混和後，加入適量之水而成，建築上用以黏合磚石，經久即能固結●。是因泥砂不但能增加三合土之硬度，且由膨鬆多孔之性質，更易於吸收空氣中之二氧化碳，使其一部分氫氧化鈣變為碳酸鈣；而含水之氫氧化鈣則與泥砂錯雜結晶，填充孔內，故日久即變堅硬，使黏合之磚石固結。近時於三合土中並加水泥，其強度更大。又有所謂砂灰磚者，則係於砂

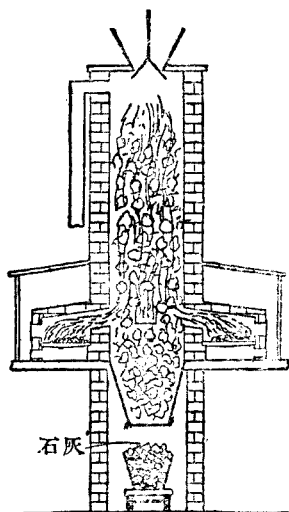


圖 31

●參考三和土，商務印書館出版。

中混和 8% 之熟石灰後加以研壓而碎。

**灰泥** 亦由熟石灰與泥砂混和而成，通常並加入毛髮，其固結作用 (Plaster) 與三合土同。近年改以石灰與水泥混和，而不用毛髮，其固結作用更佳。灰泥將乾燥時，再塗以石灰、燒石膏及膠水之混合物薄層即可。茲示灰泥配方之一例如後：

熟石灰 15—30%，石灰石粉 75—85%，燒石膏 5—15%。

**水泥** 石灰石與黏土之混合物經強熱後所成之物質，與水作用後亦能固結，此種物質稱為**水泥**。水泥固結時不必有二氧化碳存在，(Cement) 又不溶於水，故能在水中固結，是為與三合土之主要區別。因此之故，水泥適用於潮濕之處或水下，且因固結迅速，故在建築上之用途極廣。●

水泥之種類甚多，其中最重要者稱為**波特蘭水泥**；因最初發明之 (Portland cement) 水泥，其形性與英國所產之**波特蘭石**相似，故名。波特蘭水泥所用 (Portland stone) 之原料各有不同，通常為石灰石及黏土，在製造之前須將原料充分研細混和，其操作有**乾法**及**濕法**兩種。乾法係將原料混合研磨，並 (Dry process) (Wet process) 除去水分，即可燒製。濕法係加水研磨，先成泥狀，再加壓縮乾燥而成。經研磨混和後之原料即送入**迴轉爐** (圖 32) 中，同時於爐內通 (Rotary furnace) 入高熱之氣體，使達  $1400^{\circ} - 1600^{\circ}\text{C}$  之高溫，此時混合物成半熔狀態，變為半透明暗綠色之堅塊，稱為**熔渣**。然後將熔渣取出冷卻， (Clink)

●參考水泥及灰泥材料，最新化學工業大全第 5 冊。

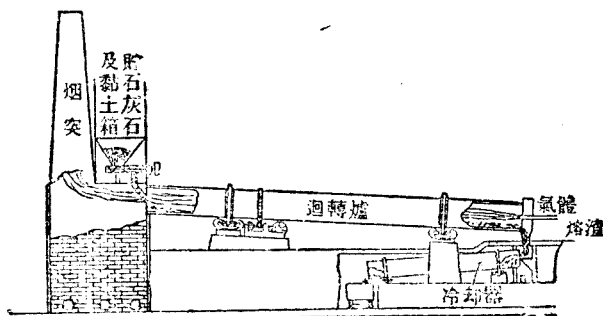


圖 32

再與燒石膏共同研細混和之，即成。

水泥之化學成分為氧化鈣、二氧化矽( $\text{SiO}_2$ )及三氧化二鋁( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )等。其固結原因，大概由於與水作用後生成氫氧化鈣及鈣與矽之化合物所致，前者使水泥凝結，後者使水泥之組織益為堅固。水泥固結時之收縮性甚大，故通常與細砂及碎石混合用之，所成之物稱為**混凝土**。混凝土在二三日內即能固結變硬，其堅強較單用水泥時為甚，故近年各種建築如房屋、道路、橋梁、堤閘等皆採用之，惟水泥對於壓力之抵抗固強，而對於張力之抵抗較弱，故於建築時先造成鐵架，然後以混凝土包被，即能更增其強固，是稱為**鐵筋混凝土**。

(Reinforced concrete)

**碳化鈣** 以生石灰與焦煤之混合物置電爐中強熱之，即生成**碳化鈣** ( $\text{CaC}_2$ )。純粹者為無色之晶體，市售之品俗名**電石** (Calcium carbide) 為暗灰色之硬塊，時時放出磷化氫之惡臭，故有劇毒。與水作用則生成乙

●參考電石工業，商務印書館出版。

炔 ( $C_2H_2$ )，此氣在昔時亦用以點燈，惟近時多用以與氧氣混合燃燒，生成高熱，以供切斷或熔融鋼鐵之用。碳化鈣亦為製造氰氨化鈣之原料，故各國多大量製造之。

**鹼土族元素** 鈣為鹼土族元素之一種，本族元素中尚有鋇 (Ba)  
(Elements of alkaline family) (Barium)

及鐳 (Sr) 二種，在工業上亦皆有重要用途。鋇常成碳酸鋇 ( $BaCO_3$ )  
(Strontium)

及硫酸鋇 ( $BaSO_4$ ) 而產出。其單體為白色金屬，頗易氧化。其氧化

物稱為氧化鋇 ( $BaO$ ) 者，遇水能起劇烈作用，化合而成氫氧化鋇

( $Ba(OH)_2$ )，其性質與氧化鈣及氫氧化鈣相似。鋇之氯化物稱為氯

化鋇 ( $BaCl_2$ ) 為白色晶體，在分析上常用以鑑別硫酸游子。氯化鋇

與硫酸鈉作用則生成硫酸鋇，為白色粉末，常用為白色塗料。此物

與硫化鋅 ( $ZnS$ ) 之混合物亦為白色顏料，稱為鋅鋇白，質細無毒，  
(Lithopone)

且不變色，故用途尤廣。至鐳之天然產者亦有碳酸鐳 ( $SrCO_3$ )、硫酸鐳 ( $SrSO_4$ )、硝酸鐳 [ $Sr(NO_3)_2$ ] 等。通常以硝酸鐳與氰酸鉀及硫等混合，可製紅色煙火。鐳之性質亦與鈣相似。

## 摘 要

鈣——多成化合物而存於礦石中，其單體由電解熔融之氯化鈣而得。為銀白色之金屬，易氧化。與酸類作用則成鹽類。

碳酸鈣——天然產者甚多，如石灰石、大理石、冰晶石等。實驗室中可以二氧化碳通入石灰水而成。與含二氧化碳之水作用則成酸性碳酸鈣，又以氯化鈣與碳酸鈉作用，則成沈降碳酸鈣。



氧化鈣——石灰石強熱而成，為白色無定形固體，在空氣中能漸變為氫氧化鈣。

氫氧化鈣——生石灰加水而成，與水混和，則成石灰乳及石灰水。

三合土與灰泥——熟石灰與泥砂以水混和，則成三合土。若更加毛髮，則成灰泥，但近年多以石灰與水泥混和而成。

水泥——石灰石與黏土混合強熱後所成之物質，與水作用，則生成氫氧化鈣及鈣與矽之化合物而致固結。

碳化鈣——生石灰與焦煤經強熱而成，為無色晶體，時放磷化氫之惡臭，有劇毒。

鹼土族元素——鈣、鎂及鋇等元素統稱為鹼土族元素。

## 問 題

1. 鈣與鈉之化學性有何相似之點？
2. 何謂沈降碳酸鈣？
3. 試述碳酸鈣與酸性碳酸鈣之關係。
4. 生石灰與熟石灰有何區別？
5. 試以氫氧化鈣與氫氧化鈉之化學性作一比較。
6. 三合土與水泥，何以遇水皆能固結？其區別何在？
7. 試述鐵筋混凝土之優點。
8. 碳化鈣有何用途？
9. 試述鹼土族元素之通性。
10. 含 95% 碳酸鈣之石灰石 1 噸，可製成生石灰若干？又使所生之生石灰變為熟石灰，需用水若干？
11. 含 95% 碳酸鈣之石灰石 1 噸，可製 20°C 及 750 耗下之二氧化碳若干磅？
12. 含不純物 30% 之碳化鈣 1 噸，可製乙炔(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) 若干克？(由碳化鈣製乙炔之反應為  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$ )。

## 第九章 金屬及合金

### 第一節 金屬

**金屬之重要** 我人日常習用之器具、建築材料以及一切增進人類文明之機械，無不由各種習見之金屬造成，如銅、鐵、鉛、錫等。●其中鐵與由鐵煉成之鋼，對於人類文明尤為重要，因其價值低廉，且能適合多數用途，故有謂現代為鋼鐵時代，可見鋼鐵已為人生必不可少之金屬矣。近世鋁業發達，用途日廣，對於人類文明之供獻，亦至重要，其前途殊未可限量。此外由金屬造成**合金**，使各種金屬(Alloys)成為切合實用之優美物質，其重要亦不在鐵、鋁之下也。

**冶金** 成游離狀態之金屬，不過銀、銅及金等數種。其大多數金屬皆成氧化物(如磁鐵礦  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、赤銅礦  $\text{Cu}_2\text{O}$ 、水礬土  $\text{Al}_2\text{O}_3$  等)硫化物(如硫銅礦  $\text{Cu}_2\text{S}$ 、黃鐵礦  $\text{FeS}_2$ 、方鉛礦  $\text{PbS}$  等)及鹽類(如菱鐵礦  $\text{FeCO}_3$ 、白鉛礦  $\text{PbCO}_3$ 、滷石  $\text{MgSO}_4$  等)而廣布於礦物界中。故欲提煉金屬，大都須以純粹之金屬化合物為起點。研究提煉金屬之學問稱為**冶金學**。●  
(Metallurgy)

●參考金屬及合金工業，最新化學工業大全第4冊；化工機械材料，化學工業 12卷2期。

●參考冶金學，商務印書館出版。

礦石中所含之金屬化合物，大都雜有岩石及其他不純物質，故欲提煉金屬之前，須經選礦之手續。先將礦石磨碎，分成粗細部分，然後用水激洗，使重者下沉，輕者沖去，以得較純之品。近年處理銅、鋅、鉛等礦石，每將礦粉與廉價之油混和，經攪動後雜質下沉，而礦粉則與油類成泡沫而浮於液面，故甚易掠取以備熔煉。

自礦粉提煉金屬，通常分電解及還原二法。電解法雖可得其純品，而耗電甚多，故祇適用於不使用還原法提煉之金屬，如鋁等。大多數金屬，概以其氧化物用碳或一氧化碳還原而得，但若為硫化物，則須先在空氣中煅燒變為氧化物後，再用還原法提煉之。惟礦粉雖經提選，總不免雜有他種物質。故提煉時必須採用適當之物質，俾在高溫度時得與雜質熔合而成**礦渣**，浮於金屬表面，以便除去。所用之物質稱為**熔劑**。如煉鐵時常用石灰石或砂土為熔劑是。  
(Slag)

以下就重要金屬之提煉方法、性質及用途略述之。

**鐵** 鐵(Fe)成游離狀態者甚少，大都成赤鐵礦( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )、磁鐵礦(Iron) ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )及黃鐵礦( $\text{FeS}_2$ )等分布於礦物界中。我國鐵礦之分布以東北各省為最多，但全國儲量並不豐富，煉鐵事業亦極幼稚。●新式煉鐵之法實為冶金術之模範。●現時礦石為鐵之氧化物者常用焦煤使其還原；若非氧化物，則先在空氣中煅燒之，使成氧化物而還

●我國在四千年前已知用鐵製造武器及用具之法；在唐虞時代並知煉鋼與火候之關係。但現時鋼鐵工業除漢冶萍外幾盡為舊式小廠。

●參考鐵冶金學，商務印書館出版。

原即可。使氧化物還原之法，通常於鼓風爐(圖 33)中行之。法將礦石、焦煤及熔劑之混合物由爐頂加入，然後由風管通入  $600^{\circ}\text{C}$  左右之熱空氣，使焦煤燃燒，則鐵即還原熔融而沈於爐底；礦石中之不純物質則與熔劑熔成礦渣，浮於鐵面。爐中所生之廢熱氣體，由爐頂之導管導出。通常每連合數爐為一組，故得連續冶煉之。

由鼓風爐流出之熔鐵，冷卻後稱為鑄鐵，或稱銍鐵。含有矽、錳、磷、硫及 (Cast iron (Pig iron)) 碳等雜質，其中碳之含量最多，約自 3% 至 5.5%。若將鑄鐵與鐵礦同置反射爐中加熱之，使所含之碳及硫氧化而散逸，磷與矽等亦起氧化而成磷渣，則所成之鐵較為純粹，稱為鍛鐵。(Wrought iron) 鑄鐵含碳約 0.2%，性脆，不適於鍛接，但易於重熔，鑄成隨意之形式，故可供

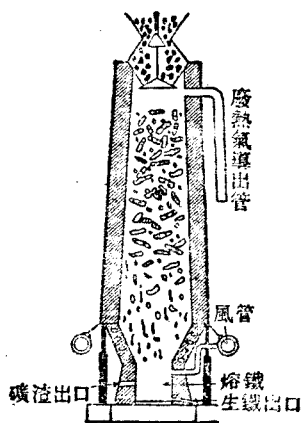


圖 33

製造火爐及機械上之笨重部分等。鍛鐵性極堅韌，且易銲接，故用途尤廣。

鐵中所含之碳，對於鐵之性質影響甚大。若所含之碳介於 0.6—1.5% 之間時，則其質地更為均勻，且更強韌，並可銲接或模製，故性質比鑄鐵及鍛鐵為優，是稱為鋼。鋼之製煉，<sup>⊕</sup> 通常分為：柏塞 (Steel) (Bessemer)

⊕參考關於製煉鋼之近時技術進步觀。化學工業 1 卷 2 期。

麥法及開爐法二種。柏塞麥法之主要部分為迴轉爐(圖 34), 外包鋼殼, 內襯砂土及黏土之混合物, 爐底有許多氣孔。先將爐傾轉, 承受由鼓風爐流出之熔鐵, 再自爐底壓入極熱之空氣, 則鐵中所含碳

矽等雜質悉被氧化。俟碳質完全氧化後, 再加適宜之礦質以調節其碳量, 即可傾入模中而成鋼。但欲煉含磷較多之鑄鐵, 迴轉爐中應以白雲石( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ )為襯壁, 如此可使磷成氧化物而與白雲石結合。此法稱為鹼性柏塞麥法, 而前者稱為酸性柏塞麥法。惟現時

製煉含磷較多, 而不適用酸性柏塞麥法之鑄鐵, 多用開爐法製煉之。開爐之構造如圖 35 所示。此法亦分酸性與鹼性二種: 酸性之

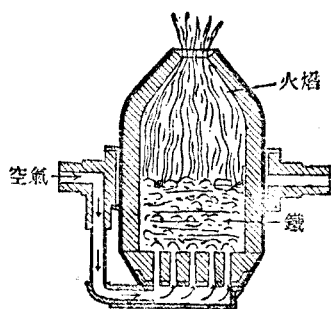


圖 34

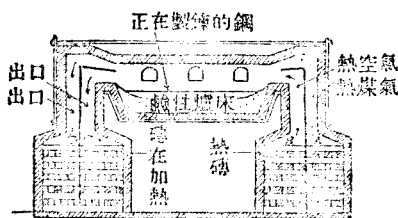


圖 35

爐, 內部塗砂土; 鹼性者則塗白雲石。製煉時將鑄鐵、氧化鐵及石灰之混合物同置於爐床中, 然後由 A 及 B 分別壓入高熱之煤氣與空氣, 使在混合物之上部燃燒, 此時鐵中之碳受氧化鐵之作用而除去, 磷與矽則與石灰結合而成礦渣。待鋼煉成後, 即注入模中, 或乘

熱軋成鋼軌、鋼架及鋼板等物。

含碳約 0.5% 以上之鋼，若熱至  $700^{\circ}-770^{\circ}\text{C}$  以上而突然冷卻之，則可得堅硬而帶脆性之鋼。但再度加熱之，則復變柔軟；再度加熱之，溫度愈高，則所成之鋼愈軟，故可適用於種種用途。茲就鑄鐵、鋼及鍛鐵三者，列表比較如下：

種類	含碳百分數	組織	硬 性	用 途
鍛 鐵	0.05—0.2	纖維狀	軟	鐵絲，水管，煤氣管，鉸釘。
鋼(低碳鋼)	0.05—0.8	粒 狀	柔軟適中	建築鋼，迴轉軸，車軸，釘。
鋼(高碳鋼)	0.08—1.6	粒 狀	淬後變硬	工具，彈簧，及永久磁石。
鑄 鐵	3.00—5.5	結晶性	脆	模造物，基座及鐵柱。

純粹之鐵，為具有銀白色金屬光澤之金屬，熔點  $1525^{\circ}\text{C}$ ，在空氣中不起變化，但遇含有濕氣及二氧化碳之空氣，則表面生成赤褐色之鐵銹，故鐵面常塗塗料或鍍以鋅或錫，以免與空氣接觸。若以水蒸氣通於赤熱之鐵，則成灰黑色之磁性氧化鐵 ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )，同時放出氫氣。鐵為二價及三價之元素，故能成亞鐵化合物及鐵化合物二類，如硫酸亞鐵 ( $\text{FeSO}_4$ ) 及硫酸鐵 [ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ] 等。

**鋁** 鋁 (Al) 為除氧與矽外分布最廣之元素，地面之黏土及長石、雲母等幾皆含鋁質。其重要之礦石為水礬土 ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )、冰晶石 ( $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$ ) 及剛玉 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 等。但製鋁工業直至 1886 年美人霍爾等發明電解法成功以後，乃得發達。現時多以水礬土先煉成 (Hall)

純氧化鋁，再將氧化鋁電解而得之。● 電解槽之裝置如圖 36 所示。槽內襯無定形碳一層，作為陰極；另以鐵棒若干懸置於混合物間作為陽極。電解質經通以電流後，即於陰極附近分出金屬之鋁，成液態而流於槽底而導出之。但依此所得之鋁，尚含雜質，故須再加精煉，而得純度約 98—99.5% 之鋁。

鋁為銀白色之金屬，比重 2.7，熔點  $659^{\circ}\text{C}$ 。通常其表面被有氧化物之薄層，對於大氣、高熱蒸氣、海水及酸之抵抗力皆強，且其質甚堅韌，可製成板、管及線，以供種種用途；汽車、飛機等需用輕金屬之部分，用

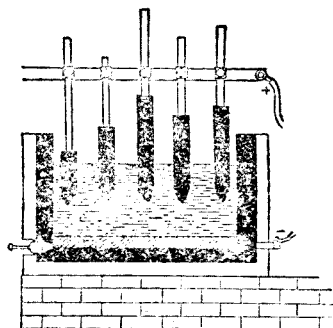


圖 36

鋁尤為適宜。又鋁為一種強還原劑，能與多種金屬氧化物作用而成氧化鋁，同時放出多量之熱。利用此性，以鋁粉與三氧化二鐵之混合物，用鎂帶引火燃燒，能發出  $3000^{\circ}-3500^{\circ}\text{C}$  之高熱，故可用以熔接鐵軌、機軸及其他類似之物，是稱為熔接劑，市肆中可以購得。  
(Thermite)

鋁之化合物甚多，天然產之礬土及明礬，為鋁之重要氧化物及硫酸鹽類。若以氫氧化銨加入鹽溶液中，則生氫氧化鋁  $[\text{Al}(\text{OH})_3]$ ，  
(Aluminum hydroxide)  
為膠狀之沈澱；明礬投水中時亦能生成。此物兼具酸鹼二性，有使色質固着於纖維之功，故為重要之媒染劑。

● 參考礬土煉鋁之估計，化學工業 10 卷 2 期。

**銅**  $\text{Cu}$  (Copper) 成自然銅產出者甚少，其主要礦石為赤銅礦 ( $\text{Cu}_2\text{O}$ )、  
 硫銅礦 ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) 及黃銅礦 ( $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$ ) 等。世界銅產以美國為最多，  
 我國惟川、滇等省產之，其量頗少。銅之冶煉方法，依礦石之種類而  
 異，通常亦分為乾法與濕法二種。乾法適用於含銅較多之礦石。法  
 將礦石磨碎煅燒後，再與熔劑（酸性用石灰石，鹼性用砂土）同熔，  
 先煉成含銅較多之半冶品。再將半冶品置迴轉爐中送入空氣，使其  
 完全焙燒，即成生銅。濕法適用於含銅較少之礦石。法用硫酸、硫  
 酸鐵或氫氧化銨等溶出礦石中之銅質，然後使銅液中之銅沈澱而  
 出，即得生銅。生銅之質不純，通常再用電解法加以精煉。法於電解  
 槽中盛硫酸銅之溶液，另以純銅為陰極，生銅為陽極。通電流後，陽  
 極之銅漸次移附於陰極之上，故經若干時後，陰極成大塊之精銅，  
 其純度可達 99.9%。

銅為帶赤色之金屬，富展性及延性，為除銀外最優良之導電體。  
 在乾燥空氣中不起變化，但通常因受空氣中之水分及二氧化碳之  
 作用，表面每生成綠色之薄層，稱為銅綠。銅除用作導電體及製造  
 器具，又可與他種金屬製成合金，故用途甚廣。其化合物亦分亞銅化  
 合物及銅化合物二類，如硫化亞銅 ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) 及硫化銅 ( $\text{CuS}$ ) 是。  
 (Cuprous) (Cupric)

**鉛**  $\text{Pb}$  (Lead) 常以方鉛礦 ( $\text{PbS}$ )、白鉛礦 ( $\text{PbCO}_3$ ) 及硫酸鉛礦  
 ( $\text{PbSO}_4$ ) 等產出。煉鉛之礦則以方鉛礦為最普通。此礦多與銅礦

●參考製銅工業，商務印書館出版。



或鋅礦等混合出產，如我國湖南常寧水口山所產之方鉛礦約含鉛 67%，含鋅約 10%，此外並含銀少許。●方鉛礦之主成分為鉛之硫化物，故自礦石煉鉛，通常先混以石灰石而煅燒之，使其一部分變成氧化鉛，次與焦煤及熔劑混合，於鼓風爐中熔融還原，即得粗鉛。粗鉛之成分，除鉛外並含鋅、銅、銀、銻、硫等不純物，故須再加精煉。通常將粗鉛熔融，先除銅質。再繼續增高熔鉛之溫度，使成赤熱，則其他雜質先後氧化，乃得全部除去之，而成純鉛。

鉛為白色柔軟之金屬。新切開面之光澤甚強，但不久表面氧化，生成薄層，因此得保護內部不再生鏽。比重 11.34，熔點  $327^{\circ}\text{C}$ ，通常多壓成鉛管，或輾成鉛板，以供種種用途。又因其熔點甚低，故亦用以製造低熔點之合金。

將鉛在空氣中強熱之，則變為一氧化鉛 ( $\text{PbO}$ )，為黃色之粉末，略溶於水。此物別名密陀僧，用途甚廣。製造塗料、假漆、玻璃及其他鉛化合物等皆用之。若與甘油混合，能固結極硬之物質，故為重要之接合劑。將一氧化鉛熱至  $400^{\circ}\text{C}$  左右，則成赤色之四氧化三鉛 ( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ )，俗稱鉛丹，亦稱紅鉛。大都用作紅色顏料，又用作亞麻仁油之催燥劑。

●水口山鉛礦年產鉛六千餘噸，除含鋅外並含銀每噸約二十餘兩。現設煉鉛廠於長沙。此外雲南之會澤，四川之會理亦皆有鉛與鋅之混合礦產出。現時國內需要除國產外，尚須仰給外貨。

鉛及一氧化鉛皆易溶解於硝酸及醋酸中而成**硝酸鉛**〔 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 〕  
(Lead nitrate)

及**醋酸鉛**〔 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2$ 〕。硝酸鉛為白色無水之晶體，易溶於水，  
(Lead acetate)

強熱之，則分解為一氧化鉛及過氧化氮。醋酸鉛亦為易溶於水之白  
色晶體，其溶液有甜味，俗稱**鉛糖**。醫藥上用作收斂劑。又鉛與醋酸、  
(Sugar of lead)

氧氣及二氧化碳相作用，則成**鹽基性碳酸鉛**  $2\text{PbCO}_2 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ 〕。  
(Basic lead carbonate)

工業上製造，通常將盛醋與有孔鉛板之陶器(圖 37)置於馬糞或糞

皮上，密閉一室，約經二月，鉛板上先

生成鹽基性醋酸鉛〔 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2 \cdot$

$\text{Pb}(\text{OH})_2$ 〕，再變成鹽基酸碳酸鉛。此

物俗稱**鉛白**。為質重而不溶於水之白  
(Lead white)

色顏料。惟經久後每與空氣中混雜之

硫化氫作用而變黑色，為其缺點。又硝酸鉛與鉻酸鉀 ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) 作  
用時生成黃色之**鉻酸鉛** ( $\text{PbCrO}_4$ ) 沈澱。此物俗稱**鉻黃**，用作黃色  
(Lead chromate) (Chrome yellow)

顏料。

**錫** (Sn) 之主要礦石為錫石 ( $\text{SnO}_2$ )。我國產地以雲南居首  
(Tin)

位，年產約七千噸，其餘粵、桂、湘三省則產額不多。煉錫所用之錫

石，通常含錫 50—70%。先經選礦以除去其雜質，然後在鼓風爐中

與石灰及木炭，使錫石熔融而還原，即得粗錫。粗錫中亦常含有銅、

鐵、鋁、銻、硫等雜質，故亦須加以精煉。通常將錫置於倒焰爐內或

傾斜之鐵板上，以較  $232^\circ\text{C}$  微高之溫度熱之，錫即溶解分離。又或

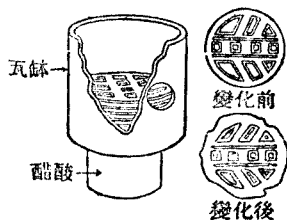


圖 37

於熔融之錫中，插入濕潤之生木，則錫起沸騰，雜質盡成浮渣而升起，亦可得純粹之錫。

錫為青白色之軟金屬，比重 7.3，有展性。在  $100^{\circ}\text{C}$  時韌性最大， $200^{\circ}\text{C}$  時則脆弱而易碎。在空氣中不受水蒸氣及二氧化碳之作用。若強熱之，則燃燒而成**氧化錫**( $\text{SnO}_2$ )。錫在稀酸中溶解甚緩，然

易溶於熱濃鹽酸中。若將其鹽酸溶液蒸發，則成白色針狀之**氯化亞錫**( $\text{SnCl}_2$ )晶體，此物甚易氧化，又善吸收金屬氯化物中之氯，而使

金屬還原。若氯化亞錫中通入氯氣，則得**氯化錫**( $\text{SnCl}_4$ )之無色液

體。此物有發煙性，在軍事上每以此實於手榴彈中以生氯霧。又氯化錫與氯化銨化合則成**粉紅鹽**( $\text{SnCl}_4 \cdot 2\text{NH}_4\text{Cl}$ )，常用作媒染劑。

錫能抵抗空氣之侵蝕，故常用以塗於鐵皮之上，以防生鏽，是稱**馬口鐵**。法將潔淨之薄鐵片浸入熔融之錫中，隨即移入油中冷卻即

成。可以製作各種用具，用途甚廣。又將錫捶擊或壓軋成極薄之片，稱為**錫箔**，常用以包裹食物用品，可免潮濕，用途亦廣。

**鋅** 鋅( $\text{Zn}$ )之主要礦石有赤鋅礦( $\text{ZnO}$ )、閃鋅礦( $\text{ZnS}$ )及菱鋅

礦( $\text{ZnCO}_3$ )等。我國湖南常寧水口山除產鉛外，亦為鋅之主要產地，年產達一萬餘噸；此外川、滇諸省亦有出產。冶煉之法，除赤鋅礦外，均須在空氣中煅燒之，使先成鋅之氧化物。然後與煤及炭混和，同置於陶土製之曲頸甌中熱至  $1100^{\circ}\text{C}$  以上，則鋅即於  $907^{\circ}\text{C}$  時汽化。再導此氣態之鋅於冷凝器，即凝結而成金屬之鋅。但由此所

得之鋅尚含有鉛及鐵等雜質，故亦須加以精煉。近年工業上用電解法精煉者甚多。

鋅為青白色之金屬，比重 7.1。其由液態凝固而成者，性甚脆弱，但熱至  $100^{\circ}\text{C}$  左右則有展性及延性，可以輾成薄板。在乾燥空氣中不起變化，但遇濕空氣則表面生成鹽基性碳酸鋅  $[\text{ZnCO}_3 \cdot \text{Zn}(\text{OH})_2]$  之薄層，可免內部生銹。市售之白鐵，係鐵面上塗有鋅之薄層，即應用此理，用途頗廣。鋅在空氣中熱至  $500^{\circ}\text{C}$ ，則成氧化鋅  $(\text{ZnO})$  之白色粉末，俗稱鋅白。此物難溶於水，常用為白色顏料，遇硫化氫不變黑色，但被覆力則較鉛白為劣。將鋅或氧化鋅溶解於鹽酸中，則得無色之氯化鋅  $(\text{ZnCl}_2)$  晶體。此物易溶於水，其溶液有殺菌性；鐵路枕木每用其溶液浸過可以耐久。又與氧化鋅混合，以水調和，可以補牙。若將鋅或氧化鋅溶解於硫酸中，則得無色之硫酸鋅  $(\text{ZnSO}_4)$  晶體，此物俗稱皓礬，能溶於水，用作媒染劑，又作藥用。

**鎂** 鎂  $(\text{Mg})$  在天然間分布甚廣，主要之礦石有菱鎂礦  $(\text{MgCO}_3)$ 、滷石  $(\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O})$  及砂金石  $(\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O})$  等，海水中則含鎂之氯化物甚多；工業上通常將無水之氯化鎂  $(\text{MgCl}_2)$  電解而得鎂。法將無水之氯化鎂置於鐵製之坩鍋中，即以坩鍋作陰極，炭棒為陽極，通以電流，則氯化物熔融，同時分解而成氯及鎂。氯藉導管導出，鎂則集於鍋壁之四周，可時時杓出之。待冷，擊碎其塊狀物，即得金屬之鎂。但欲得純粹之品，須加熔劑而熔，或用蒸餾法精煉之。

均可。

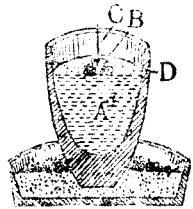
鎂爲銀白色之輕金屬，比重 1.7，熔點  $651^{\circ}\text{C}$ 。在稍低於其熔點之溫度，柔軟而帶黏性，故通常於此溫度時製成線狀或帶狀。性易氧化，在空氣中燃燒則成氧化鎂 ( $\text{MgO}$ ) 之白色粉末，俗稱苦土。  
(Magnesium oxide) (Magnesia)  
 易熔融，故多用以製造火磚或塗布電爐及製煉鋼爐之襯壁。通常於攝影時每燃燒鎂粉能發強光，即因生成之氧化鎂被強熱所致。鎂之易於氧化之性，亦常利用之爲還原劑，如冶煉矽及硼等。鎂又易溶解於酸類中，溶解於鹽酸中則成氯化鎂之無色晶體，此物易於潮解，其水溶液有苦味，製造豆腐時每用此以使豆漿凝固；而在紡織業上每藉此使棉線黏韌，故用之甚多。又鎂溶解於硫酸中則得無色之硫酸鎂 ( $\text{MgSO}_4$ ) 晶體，工業上即用硫酸作用於菱鎂礦而製之。  
(Magnesium sulphate)  
 此物俗稱瀉利鹽，易溶於水，亦帶苦味，醫藥上常用於瀉劑。至菱鎂礦及天然產之白雲石 ( $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ )，其主成分皆爲碳酸鎂  
(Magnesium carbonate)  
 ( $\text{MgCO}_3$ )。碳酸鎂之純粹者爲白色粉末，不溶於水，常用爲製造化妝品之原料。

**鉻** 鉻 ( $\text{Cr}$ ) 在天然間成鉻鐵礦 ( $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ ) 及赤鉻礦 ( $\text{PbCrO}_4$ )  
(Chromium)  
 而產出，通常用鋁還原氧化鉻 ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) 以製取之。法於坩鍋 (圖 38)  
(Chromic oxide)  
 A 中置氧化鉻與鋁之混合物，B 爲過氧化鋇 ( $\text{BaO}_2$ ) 與鋁粉，C 爲鎂帶，D 爲覆蓋之螢石粉。將鎂帶燃燒，火移至下部，鉻即還原。此法稱爲哥德斯密特法，最爲簡便。  
(Goldschmidt process)

鉻為白色之硬金屬，比重 6.8，熔點  $1615^{\circ}\text{C}$

在常溫中不起變化，但在空氣中強熱之，則氧化而成氧化鉻。此物俗稱鉻綠，與酸類不起作用，  
(Chrome green)

常用以製綠色玻璃及為陶瓷器着色之用。若將鉻鐵礦擊碎，與碳酸鉀及石灰石混和而煨燒之，



■ 38

再以水浸溶其煨燒物，則可得鉻酸鉀 ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) 之黃色晶體。再以  
(Potassium chromate)

鉻酸鉀溶液和以適量之硫酸，而加熱蒸發之，則得美麗赤色之重鉻  
(Potassium dichromate)  
酸鉀 ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) 晶體。但重鉻酸鉀溶液與氫氧化鉀等鹼類作用，則

仍變為鉻酸鉀。鉻酸鉀常用以製照相銅板，重鉻酸鉀則用於電池、染色及鞣皮工業中。

照相銅板 以鉻酸鉀混和膠中，塗於平滑銅板面上而乾燥之，再以照相頁片覆於板上而曬於日光中，則在頁片透明之處，因日光作用，使膠中之鉻酸鉀變為不溶性氧化鉻，而頁片不透明處之膠則依然可溶。然後用溫水洗去可溶之膠，而浸入硝酸中以侵蝕其露出之銅，即得表面有凹凸之銅板。

錳 錳 (Mn) 之主要礦石為軟錳礦 ( $\text{MnO}_2$ ) 及菱錳礦 ( $\text{MnCO}_3$ )，  
(Manganese)

我國湖南之湘潭為軟錳礦之主要產地，年產達三萬餘噸。通常將軟錳礦用鋁還原，即可得錳，其法亦稱為哥德斯密特法。●

錳為灰赤色之硬金屬，比重 7，熔點  $1245^{\circ}\text{C}$ ，在濕空氣中能起氧化，亦能溶解於酸中，其主要之氧化物為二氧化錳 ( $\text{MnO}_2$ )，天然  
(Manganese dioxide)

●參考提取錳質新法，科學 20 卷 7 期。

產者即軟錳礦。爲一種強氧化劑，實驗室中常用以與氯酸鉀同熱以製氧，又用以自鹽酸以製氯。工業上多用以製乾電池，及爲黑色塗料之氧化劑。若以二氧化錳與氫氧化鉀及一種氧化劑（如硝酸鉀、氯酸鉀）同熱之，則得暗綠色之錳酸鉀（ $K_2MnO_4$ ）。若以錳酸鉀之溶液，加多量之水稀釋，即變紫色而沈澱二氧化錳。再將此紫色溶液加熱蒸發，則得紫色而有金屬光澤之過錳酸鉀（ $KMnO_4$ ）晶體。錳酸鉀及過錳酸鉀皆爲強氧化劑。過錳酸鉀之殺菌力甚強，故醫藥上常用爲外用藥及消毒藥。

錳之主要用途僅限於製造特種鋼。

**鎢** 鎢(W)之主要礦石爲鎢鐵礦（ $4FeWO_4 \cdot MnWO_4$ ）。我國爲世界主要產鎢國，產區分布於粵、桂、湘、贛諸省間，年產六千餘噸，約佔世界產額之半。

鎢爲白色金屬，熔點甚高（約  $3000^\circ C$ ），可抽成細長之絲，通常供白熱燈泡中燈絲之用，光強省電，故較炭絲爲優。鎢之主要用途爲製造高速鋼。

**鎳及鈷** 鎳(Ni)及鈷(Co)之性質相似，通常皆含於銅硫化礦及硫砷鐵礦中而產出。冶煉之法，先熔融礦石使成粗半冶品，再精煉之而提出鎳或鈷。

鎳爲銀白色之堅硬金屬，有展性，表面光亮，不受濕空氣之作用。除製合金外，又常直接製成各種用具，或電鍍於他種金屬表面，以

防生銹。其主要之化合物爲**硫酸鎳** ( $\text{NiSO}_4$ )，爲綠色之晶體。此物  
(Nickel sulphate)  
與**硫酸銨**所成之**硫酸鎳銨** [ $\text{NiSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ]，亦呈綠色，  
能溶於水，其水溶液常用作**鍍鎳液**。

鈷之金屬與鎳極似，其單體除製合金外，在實用上之用途甚少。其化合物中之氧化物及矽酸鹽可供製造青色玻璃及瓷漆藥之用。又氯化鈷 ( $\text{CoCl}_2$ ) 及硝酸鈷 [ $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ ]，皆爲桃紅色之晶體，可用以製顯隱墨水。

**汞** 汞 ( $\text{Hg}$ ) 俗稱水銀，發見甚古。其主要礦石爲**辰砂** ( $\text{HgS}$ )，俗稱**硃砂** (Mercury)。我國貴州之省溪縣產之甚富，此外湘、桂、川、滇諸省亦有產出。冶煉之法，通常將辰砂直接在空氣中煅燒之，使所含之硫化汞氧化分離爲亞硫酸氣及汞。汞在  $357^\circ\text{C}$  汽化，且與氧之結合力甚弱，故將汽化之汞凝縮之，即可得汞。再經蒸餾精製，即得純粹之汞。

汞爲銀白色之液態金屬，比重 13.6，約在  $-39^\circ\text{C}$  時成銀狀之固體，至  $357^\circ\text{C}$  則沸騰。除鐵及鉑外，各種金屬幾皆能溶解於汞中而成合金，是名**汞齊** (Amalgam)。汞在常溫中不起氧化，但熱至  $300^\circ\text{C}$  以上，則漸變爲赤色之**氧化汞** ( $\text{HgO}$ )，其變化甚緩，故尋常係將**硝酸汞** (Mercuric oxide) [ $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ] 加熱製得之。此物不溶於水，而能溶於酸中。汞之氯化物，即**氯化亞汞** ( $\text{HgCl}$ ) 及**氯化汞** ( $\text{HgCl}_2$ ) 在醫藥上皆有重要用途。汞之硫化物即**硫化汞** ( $\text{HgS}$ )，俗稱**銀硃**，顏色鮮紅，性極安定，爲 (Mercuric sulphide) (Vermilion)



重要之紅色顏料。

汞除作汞齊以供齒科醫療之用外，其大量用以提取金銀。實驗室中之溫度計及氣壓計等亦多以汞製成。又各種氣體皆不溶於汞，故製取易溶於水之氣體，可於汞上收集之。

**銀** (Silver) (Ag) 在天然間多成硫化物而產出，其主要之礦石為輝銀礦 ( $\text{Ag}_2\text{S}$ )、硫銻銀礦 ( $\text{Ag}_3\text{SbS}_3$ ) 及硫砷銀礦 ( $\text{Ag}_3\text{AsS}_3$ ) 等；方鉛礦中亦常含之。世界產銀之國以墨西哥為最著名，我國除熱河、廣西等稍有產出外，他無足數。

冶煉之法通常分下列三種：

(1) **混汞法** 將礦石加水搗成細粉，然後加汞，使成銀之汞齊。再將汞齊取出蒸餾之，即可得銀。此法稱為**混汞法**，應用於冶煉輝銀礦時較為適當。但礦石中若含有砷、銻、鉛等雜質，則須先混和食鹽而焙燒之，使成氯化銀，然後再依前法治煉。  
(Amalgamation process)

(2) **派克法** 由方鉛礦煉得之鉛，每含少量之銀。故於鉛中混入少量之鋅同熔，使銀與鋅成合金而浮於液面，然後杓取其合金而於曲頸甌中蒸餾之，鋅成蒸氣而散逸，銀則殘留。此法稱為**派克法**。  
(Parke's process)

(3) **氰化法** 將礦石搗成粉末，而浸於氰化鉀或氰化鈉之水溶液中，使成銀氰化鉀 [ $\text{KAg}(\text{CN})_2$ ] 或銀氰化鈉 [ $\text{NaAg}(\text{CN})_2$ ] 之溶液，並時時吹入多量之空氣，使反應中生成之硫化鈉 ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) 氧化。最後以鋅加入溶液中，則銀即沈澱。此法稱為**氰化法**。冶煉含銀較少  
(Cyanide process)

之礫石，用此法較宜，惟需時較久。

由以上數法煉得之銀，每含有鉛、金等雜質，故須再精煉之，以得純銀。法將不純之銀置淺皿中，而於開爐中加以灼熱，則銀中之鉛氧化，變為液態而流出，即可得較純之銀。若銀中尚含有少量之金，可將銀投入熱濃硝酸中，則銀與硝酸化合而成硝酸銀，而金則不變。最後以銅板懸於硝酸銀溶液中，即可得純粹之銀。依此法精煉，亦可以熱濃硫酸代硝酸，惟近時精煉純銀多採用電解之法。法於電解槽中，盛硝酸銀( $\text{AgNO}_3$ )之溶液，而以欲精煉之粗銀條為陽極，純銀板為陰極。通以電流後，陽極上之銀，漸漸趨附於陰極之上，可隨時括取之，以得多量之純銀。

銀為白色有光澤之金屬，比重 10.5，熔點  $960.5^\circ\text{C}$ 。富展延性，對於熱及電之傳導性為各金屬冠。在空氣中雖強熱不起氧化，但空氣中若含有硫化氫，則能生成黑色之硫化銀 ( $\text{Ag}_2\text{S}$ )，而使表面變色。銀不溶於稀薄之酸中，而易溶於熱濃硝酸或熱濃硫酸中，而成硝酸銀或硫酸銀 ( $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ )。又對於苛性鹼類亦不受侵蝕，故蒸發苛性鉀或苛性鈉每採用銀鍋。銀具有上列種種優良之性質，故向來廣用之以製銀幣、銀器及飾品。銀之化合物如氯化銀 ( $\text{AgCl}$ ) 及溴化銀 ( $\text{AgBr}$ ) 廣用於照相工業，硝酸銀用作藥劑。

**金** **金** ( $\text{Au}$ ) 多成自然金而產出，與石英等伴生於礦石之中，稱  
(Gold)  
為山金。其中所含之金量通常極少。含金之礦石崩潰後，流至河川，  
(Mountain gold)

而構成合金之地層，則稱爲砂金。砂金中所含之雜質較山金爲少，  
(Placer gold)  
通常成粒狀或粉狀。此外如黃鐵礦、黃銅礦及方鉛礦中亦常含金少量。冶煉之法，依礦石而異，通常分爲四種：

(1) 淘汰法 由砂金取金，常利用金之比重較大，將礦石置於淺盆內，用水淘洗，則較輕之泥砂，隨水沖去，較重之金則沈於盆底。若欲自砂礫內取金，可將礦砂置於底部釘有橫木之長槽內，藉流水下沖，除去雜質，而金屑則爲橫木所截留，此法稱爲淘汰法。

(Concentration process)

(2) 混汞法 由含金較多之礦石取金，可先將礦石搗碎，用水混和，再使在塗汞之銅板上流過，則金與汞結合而成汞齊。其餘雜質，悉被洗去。最後將汞齊刮下，用蒸餾法使汞成蒸氣析出，而金則殘留，此法稱爲混汞法。

(Amalgamation process)

(3) 氰化法 金成細微狀態而存於礦石中，可將礦石搗成細粉，而溶解於氰化鉀或氰化鈉之稀溶液中，使成亞金氰化鉀  $[KAu(CN)_2]$  或亞金氰化鈉  $[NaAu(CN)_2]$  之溶液，再於此溶液中加入鋅，則金即沈澱而出。此法稱爲氰化法。惟近時由亞金氰化鉀或亞金氰化鈉之溶液中取金每用電解法，即於溶液中插入銅條爲陽極，鉛條爲陰極，通電流後，金即趨附於陰極。

(4) 氯化法 金成細微狀態而存於硫化礦中時，可先將礦石粉碎而煅燒之，以除去所含之硫。然後將礦石粉與氯水同置於鐵製或木製之圓筒中，加以攪拌，使金溶解。然後將溶液濾清，而於常溫中通

入硫化氫氣，使成硫化金之沈澱。最後將沈澱濾出而焙燒之，並混以硝石、碳酸鈉及石英粉一同熔融，即可得金。此法稱為**氯化法**。  
(Chlorination process)

由以上數法煉得之金，每含有銀、鉛、鉑等雜質，故亦須精煉之，以得純金。精煉之法有多種，凡含銀較多者可加入硝酸或硫酸，而反復煮沸之，使金中所含之銀成硝酸銀而析出，其法與銀之精煉同。惟近時對於含鉑之粗金，多用電解法精煉。法於電解槽中盛氫氯金酸 ( $\text{HAuCl}_4$ ) 之水溶液為電解液，而以粗金為陽極，純金為陰極。通電流後，則粗金中之銀與鉛成氯化物而沈澱，其他雜質亦皆溶解於電解液中，故在陰極上可得極純粹之金。

金為黃色有光澤之金屬，質極柔軟，富展延性，比重 19.3，熔點  $1065^\circ\text{C}$ ，亦為熱與電之良導體。在空氣中雖加強熱，不起氧化，且各種強酸（如鹽酸、硫酸及硝酸）及強鹼（如苛性鉀、苛性鈉）等皆不能侵蝕之，惟鹽酸與硝酸混合而成之王水，始能溶解之。此種高貴之性質，自古即應用以製貴重之金器、飾物及金幣等。其化合物如**氯化金** ( $\text{AuCl}_3$ ) 為褐色結晶性之物質，易溶於水。氯化金與氯化氫化 (Auric chloride) 合，則成**氫氯金酸** ( $\text{HAuCl}_4$ )，係黃色晶體。此物與其鈉鹽皆供照相術上及鍍金之用。

**鉑** **鉑** (Pt) 在天然間多成自然鉑而與**銱** (Os) 及**銱** (Ir) 混合產生於河流沖積地之砂礫間，俄國之**烏拉爾山** 為其主要產地。冶煉之 (Platinum) (Osmium) (Iridium) (Ural Mountains)

法，頗為煩複，通常分為二步行之。法先以水沖洗礦砂，除去砂土，即得砂鉑。再將砂鉑在王水中煮沸之，使其中之鉑溶解，最後於生成之溶液中加入氯化銨濃溶液而攪拌之，則鉑沈澱。再將此沈澱充分水洗而乾燥之，在石英器中強熱，則成海綿狀鉑，此鉑中每含少許之鐵，可將鉑置鹽酸中煮沸而除去之。

鉑為灰白色之貴金屬，較金、銀稍硬，比重 21.4，熔點  $1755^{\circ}\text{C}$ ，富展延性，亦善導電及熱。鉑與氧及普通酸類亦皆不起作用，惟能溶於王水中。此種耐熱及耐酸之特性在工業上常應用之，以製坩鍋、蒸發皿及電極等。鉑成粉狀者，其吸附氣體之力甚強，故鉑粉、海綿狀鉑及鉑石棉等，在接觸法中常用為接觸劑。鉑之化合物如氫氯鉑酸 (Hydrochloroplatinic acid)  $(\text{H}_2\text{PtCl}_6)$  為將鉑之王水溶液蒸發而得之赤褐色晶體。其鈉鹽供照相術用，銨鹽可供製造海綿狀鉑。

## 摘 要

金屬之重要 —— 習用之器具，建築材料及一切增進人類文明之機械皆用金屬製成。

冶金 —— 先經選礦、磨碎、用水激洗，使金屬下沈；或以礦粉與油混和，使礦粉浮於液面，再用電解或還原法自礦粉提煉金屬。

鐵 —— 多成赤鐵礦、磁鐵礦等產出。冶煉之法若為氧化物，可直接用焦煤還原；非氧化物則先煅燒之使成氧化物。由氧化物還原之法通常在鼓風爐中行之，所得者稱為鑄鐵。再將鑄鐵在反射爐中熔強後，則成鍛鐵。

鐵中含碳介於鑄鐵與鍛鐵之間，則稱為鋼。煉鋼之法通常用柏塞麥法或開爐法。鐵

爲銀白色金屬，其表面常生鏽，其所成之化合物分爲亞鐵及鐵化合物二類。

鋁——天然間多成氧化物及硫酸鹽。通常以水礬士電解而得之。爲銀白色金屬，質輕而堅韌。用途甚廣。

銅——多成赤銅礦、破銅礦等產出。冶煉方法通常分乾法及濕法二種，並用電解法精煉之。爲帶赤色之金屬，其化合物亦分亞銅與銅二類。

鉛——多成方鉛礦等產出。冶煉法通常先混以石灰石煨燒，使成氧化鉛，再與魚煤及熔劑同熔，還原而成粗鉛，更加精煉，卽得純鉛。爲白色軟金屬，其化合物有氧化鉛及硝酸鉛等。

錫——主要礦石爲錫石，冶煉法先選礦，然後用木炭使其還原，使成粗錫；再加精製而成純錫。爲青白色軟金屬，其化合物有氧化錫及氯化錫等。

鋅——多成赤鋅礦、閃鋅礦等產出。冶煉法將其氧化物與煤炭強熱，使鋅氧化，凝縮後卽成粗鋅，再加精煉而成純鋅。爲青白色金屬，其化合物有氧化鋅、氯化鋅及硫酸鋅等。

鎂——多成菱鎂礦等產出。通常將氯化鎂電解，再將所得之鎂精煉之卽成。爲銀白色金屬，其化合物有氧化鎂、硫酸鎂及碳酸鎂等。

鉻——多成鉻鐵礦等產出，通常用鋁還原氧化鉻而成，爲白色硬金屬，其化合物有鉻酸鉀及重鉻酸鉀等。

錳——多成軟錳礦等產出。通常用鋁還原軟錳礦而成，爲灰赤色硬金屬。其化合物有二氧化錳、錳酸鉀及過錳酸鉀等。

鎢——多成鎢鐵礦產出，爲白色金屬，主用以製高速鋼。

鎳及鈷——通常皆含於鎳硫化礦及硫砷鐵礦中，皆爲白色硬金屬，其化合物有硫酸鎳及氯化鈷等。

汞——多成辰砂產出，冶煉法將辰砂煨燒，使汞氧化凝縮之卽得。爲銀白色液體。

屬，幾能溶解各種金屬，其化合物有亞汞及汞二類。

銀——多成輝銀礦產出，冶煉法分混汞法、派克法及氰化法三種，並加以精煉而成。為白色金屬，能溶於硝酸或碳酸中而成鹽類。

金——多成自然金產出，分為山金與砂金二種。由礦石煉金分為淘汰法、混汞法、氰化法及氯化法四種，並加以精製而成。為黃色金屬，能溶於王水中，其化合物有氯化金及氫氯金酸等。

鉑——多成自然鉑產出，冶煉法先以水沖洗礦砂，而成砂鉑，再將砂鉑在王水中煮沸，而於溶液中加入氯化銨攪拌，則鉑沉澱，最後將沉澱水洗後強熱之，即成海綿狀鉑，為灰白色金屬，能溶於王水中，其化合物有氫氯鉑酸等。

## 問 題

1. 試述金屬對於人類文明之供獻。
2. 試述冶金之主要方法。
3. 試述鼓風爐中之主要化學反應。
4. 就鑄鐵、鍛鐵及鋼之性質及用途作一比較。
5. 酸性柏塞麥法與鹼性柏塞麥法有何區別？
6. 試述鋁之重要性質。
7. 試用反應式說明銅綠之生成。
8. 鋁與鉛表面上之薄層如何生成？有何功用？
9. 錫與鋅常用以鍍於鐵片之表面，有何功用？
10. 試就鉛白、鋅白及鋅銀白三種白色顏料加以比較。
11. 試設計由鹽滷提取碳酸鎂之法。
12. 試述哥德斯密特法之優點。

13. 就重鉻酸鉀及過錳酸鉀之化學性作一比較。
14. 鎳及鈷常與鐵合稱為鐵族元素，何故？
15. 汞與鎂之性質有何相似之點否？
16. 銀常與銅列於同族，何故？
17. 混汞法與派克法之原理有何區別？
18. 煉金所用之氯化法，可適用以煉銀否？
19. 金與鉑何以皆列為貴金屬？
20. 試就精煉各種金屬所用之電解法列表比較之。

## 第二節 合金

**鐵碳合金** 普通之鐵概含碳 0.1—1.7%，實為鐵與碳之合金。此種合金依碳之含量分為多種。凡含碳不滿 0.12% 者為極軟鋼，可製鋼絲、蹄鐵等。含碳 0.13—0.2% 者為軟鋼，可製汽鍋及供建築橋梁之用。含碳 0.21—0.3% 者為半軟鋼，可供造船及建築橋梁等之用。含碳 0.36—0.5% 者為半硬鋼，供建築及製機軸之用。含碳 0.6—0.8% 者為硬鋼，可製軸及普通工具之用。含碳 0.8—1.7% 者為最硬鋼，供製造一般工具之用。

**鋼合金** 鋼合金之種類甚多。凡鋼中含鉻 0.5—2% 者稱為鉻鋼，(Chrome steel) 質地強韌，硬度亦大，對於磨滅之抵抗力甚大，故適於製造工具之用。通常彈簧中亦含鉻約 0.7%。若於鉻鋼中加入鈮 0.15—0.2% 者，則稱為鉻鈮鋼，適於製造彈簧、機車及各種工具。鋼中若加入鈮 (Chrome-vanadium steel)



量之鉻與鎳時，稱爲**鎳鉻鋼**，工業上需要強韌鋼之處多使用之。若鋼中祇含鎳者稱爲**鎳鋼**，適於製造汽車附件之用。其含鎳 12—14% 者，稱爲**不銹鋼**，專用以製造刀劍。含鎳約 36% 者稱爲**常度鋼**，在短距離內，無論冷熱皆不起脹縮，故適於製造標準量器及鐘擺之用。若含矽 1—3.5% 者稱爲**矽鋼**，壓之成板，可供製造發電機及變壓器等之用。若含鎢 0.5—6% 者稱爲**鎢鋼**，堅硬強韌，可供製一切工具之用。又鋼內若含有相當量之鎢、鉬或鉻者，皆稱爲**高速鋼**，硬性極大，即強熱至暗赤，亦不稍變，故常用以製造車床及各種高速轉動之機械。

**鋁合金** 鋁中含鎂 0.5—2% 者稱爲**鋁鎂合金**，含鎂約 1% 及銅約 4% 者稱爲**鋁鎂銅合金**，含銅約 3—14% 者稱爲**鋁銅合金**，此種合金皆較單純之鋁爲堅硬，且易施製作，故於飛機及全金屬飛機之製造，應用甚廣。

**銅合金** 銅合金之種類甚多。我人習見之黃銅，即銅與鋅之合金，含鋅 10—45%，其色自紅黃色以至白色，其他性質皆隨鋅量之多少而異。通常製成板或線，以供種種用途。但工業上所用之黃銅，除銅與鋅外，更添加鐵、錳、鉛、錫、鎳等，使其備具種種性質，是稱爲**特殊黃銅**。銅與鋅、鎳所成之合金，則稱爲**德銀**，通常含銅 50—70%，鋅 13—35%，鎳 5—33%。此種合金不受潮濕及化學品之侵蝕，多用以製造家具，機械及電阻線等。又尋常所見之青銅，爲銅與

錫之合金，通常含錫 5—20%。此種合金對於腐蝕，抵抗力較黃銅為強，故在工業上頗為重要。其中含錫 10% 者，稱為**礮銅**，抗張力甚強，可供製造礮身之用。(Gun metal)又於青銅中加入適量之磷，則稱為**磷青銅**，堅硬而不易腐壞，故多用以製造推進機及傳動軸。(Phosphor bronze)

**鉛合金** 鉛合金中以**鉛銻合金**為主要。此合金中含銻 2—3% 者，常用以被覆電纜；含銻 6—8% 者，化學工場中常用以製造活門及管塞等；又含銻 15—20% 者常用以製造承軸及活字等。鉛銻合金之硬度，含銻愈多者愈大。此外鉛中含砷少量時，常用以製造蓄電池板等。

**錫合金** 錫與鉛之合金中，含錫 50% 以下及 80% 以上者用途最廣。其中錫與鉛依 1:1 或 2:1 所成之合金，稱為**白鐵**，常用以銲接金屬。(Pewter)又含錫 80—90%，銻 7—15% 及銅 2—10% 者，稱為**巴比金**，常用以使硬軸得在較軟物質間滑動，俾表面得保持平滑。(Babbitt metal)又含錫 70—80%，銻 24% 以下，銅約 5% 者，稱為**白色金**，多用以製承軸。此外含銻 8—67% 之錫銻合金，常供製造模板及齒科用合金之用。(White metal)

**鋅合金** 鋅中含銅 1—10% 者，可使其組織緻密，而易於鑄造，硬度亦高，常用以製飾品及鑄造品之用。又鍍鋅鐵板時所用之鋅，除含鉛外，通常又含銅、錫、銻、鋁等，其外觀甚佳，但對於腐蝕，抵抗力不及純鋅之強。

**鎂合金** 鎂合金中除與鋁成鋁鎂合金外，又有鎂鋅合金，通常含鋅 0.5—15%。此合金亦可壓延及鍛冶。

**鎳合金** 鎳與銅能依任何比率熔合而成合金。凡含鎳在 40% 以下者，稱為鎳青銅，含鎳約 70% 者稱為蒙銅。鎳青銅之抗張力及耐蝕性均強，電阻亦大，故常用以製電阻線、貨幣、食器及冷凝器管等。蒙銅質極堅韌，耐蝕性亦強，常用以製船舶之推進器及海水唧筒等。又鎳與鐵亦易熔合而成合金，其用途依配合之比率而異：如含鎳 25% 者，供製水雷電機之用；含鎳 30% 者，供製車馬用具或鎳鋼；含鎳 36% 者，供製天平及其他測定器之用；含鎳 42—50% 者，供製各種電阻線之用。

**汞合金** 汞能與銅、鉛、錫、鋅、鎂、鉀、鈉、金、銀等結合而成合金，稱為汞齊。通常先將汞加熱，加入金屬之細粉而成，初甚柔軟，經久後即成硬化，故適於齒科醫療中填充病牙之用。現時齒科通用之汞齊，含銀約 30%，錫約 30%，汞 40%。

**銀合金** 銀通常與他種金屬熔合而成合金，以供製造貨幣及飾品之用，其中最普通者為銀銅合金，含銀 80%，銅 20%；又含銀 60—90% 之合金，亦可供製造器物及飾品之用。銀銅合金中含銀 50% 以上者皆呈白色。又近時有所謂不銹銀者，係不易變色之合金，含銀 50—89.5%，鋅 0.5—20%，錫 10—40%。

**金合金** 金通常亦與銅熔合而成合金，其含金 87—98% 者，供

製貨幣及鑄造之用。金銅合金中加入銀者，常供製造飾品之用，使用甚廣，又於銅 100 分中加入金 15—20 分所成之合金稱為紫金。金中若加入適量之銀，則變成白色，稱為白金。

金銅合金中金之含量以開(K)表示，即以合金之總量為 24，其中金之含量為 14 分者，即稱為 14 開金；為 18 分者，即稱為 18 開金。

人造金 銅 5 磅 10 噸，熔解後依次加入窩婁士 3 噸，(Fuller's earth) 礫砂 7 噸，汞 3 噸，錫 12 噸，氧化鎂 3 噸，酒精 1 噸，將混合物加熱，並不絕攪拌之。待冷即得性質與金相似之人造金，可供製造飾品之用。

鉑合金 鉑中加鈦少許，則硬度增大，此合金對於化學作用抵抗力較鉑為強，通常含鈦約 10% 者，供製飾品之用；含鈦 10—20% 者，供製電極，電氣接觸點及熱電偶等之用；含鈦 25—30% 者供製外科醫具之用。

## 摘 要

鐵碳合金——由含碳量自 0.1—1.7%，分為極軟鋼以至最硬鋼。

鋼合金——鉻鋼、鉻錳鋼、鎳鉻鋼、鎳鋼、常度鋼、矽鋼、錳鋼、高速鋼。

鋁合金——鋁鎂合金、鋁鎂銅合金、鋁銅合金。

銅合金——黃銅、特殊黃銅、德銀、青銅、礮銅、磷青銅。

鉛合金——鉛錫合金。

錫合金——白鐵、巴比金、白色金。

鋅合金——鋅銅合金。

鎂合金——鎂鋅合金。

鍍合金——鍍青銅、蒙銅。

汞合金——各種汞齊。

銀合金——銀銅合金。

金合金——金銅合金。

鉑合金——鉑鈦合金。

### 問 題

1. 就各種鋼合金之性質及用途列表比較之。
2. 鋁合金較單純之鋁有何優點？
3. 就黃銅與青銅之性質及用途加以比較。
4. 塗錫與鍍鋅之鐵板，其結合狀況相同否？
5. 鍍青銅與磷青銅之性質有何不同？
6. 試述汞齊之通性及功用。
7. 金、銀中何一者須攪銅？
8. 試述主要之鉑合金。

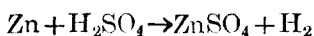
## 第三節 電化學

**電池** **電池**● 為供給電流之重要裝置。近世自發電機發展以後，  
(Electric cell)

電池之需要仍日有增加，如日用之手電筒及電報機、無線電機等皆需用之，因其能供給弱小電流，且移動輕便也。電池可分濕電池及乾電池二類，其主要構造為陰陽兩電極及電解質。試取純粹之鋅板

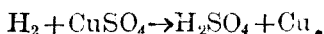
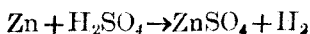
●參考電池及蓄電池，最新化學工業大全第3冊。

及銅板各一片，同置於盛有稀硫酸之杯中，並將鋅板（陰極）及銅板（陽極）用導線聯結（圖 39），即成最簡單之電池。此時銅板面上不絕有氣泡發生。若經時稍久，鋅板顯有減少，但銅板則不起變化。設於導線之間連一安計，即知電流自銅板經導線而流向鋅板，而電流之發生，乃由於鋅與酸類起化學作用所致。即



此時鋅板獲得陰電，銅板獲得陽電，而電流遂不絕在導線上流過，故各種電池皆係直接使化學能變為電能之裝置。茲就數種重要之電池分述於後。

**但尼耳電池** 於陶器或玻璃器中，盛硫酸銅之濃溶液，另以圓筒形之銅板立於器中用作陽極；另置一盛有稀硫酸之生瓷筒於其中，筒中更立一塗汞之鋅棒作為陰極（圖 40）。以導線聯結兩極，即有電流發生。此時鋅與硫酸起作用而成硫酸鋅與氫；氫通過生瓷筒後，復與其外圍之硫酸銅起作用，而成硫酸與銅，銅即附着於陽極之銅板上。其化學反應如下：



此裝置稱為**但尼耳電池**。若將此電池中之生瓷

(Daniell's cell)

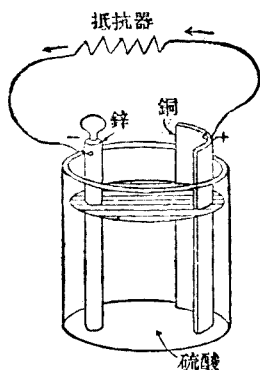


圖 39

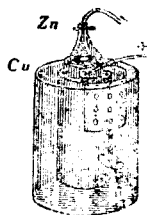


圖 40

筒省去不用，即以硫酸銅之溶液及硫酸銅之晶體同置於圓筒下部，而於其上面注加稀硫酸。銅板在上，鋅板在下，用導線聯結後亦生電流，是稱為**重力電池**。

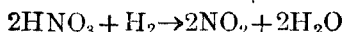
(Gravity cell)

**本生電池** 於盛稀硫酸之器中立一圓筒狀之鋅板作為陰極；鋅板之內插一盛濃硝酸之生瓷筒，筒內立一炭棒，作為陽極（圖 41）。

此裝置稱為**本生電池**。用導線聯結兩極，即有電

(Bunsen cell)

流發生，此時鋅與硫酸作用而發生氫，氫復與瓷筒內之硝酸作用而成過氧化氮及水，其反應如下：



上式中生成之過氧化氮，一部分溶解於硝酸中，餘則散逸。此種電池之電流甚強。

**勒克蘭社電池** 以氯化銨之濃溶液代替本生電池中之稀硫酸，

而以炭粉及二氧化錳混合物代替硝酸。則此裝置稱為**勒克蘭社電池**（圖 42）。此電池亦以炭為

(Leclanche's cell)

陽極，鋅為陰極，用導線聯結兩極即有電流發生。此時鋅與氯化銨作用，生成氯化鋅，氨及氫；

氫更與二氧化錳作用而成水。其反應如下：

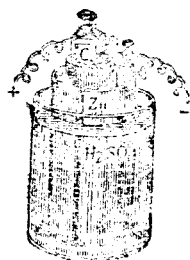
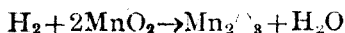
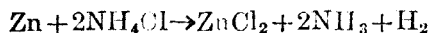


圖 41

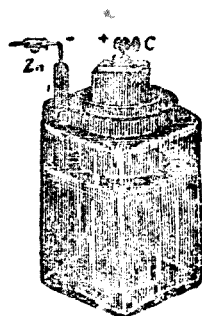


圖 42

**乾電池** 乾電池為應用極廣之電池，其構造原理與勒克蘭社電 (Dry cell)

池相同，即將氯化銨之濃溶液吸收於多孔物質中，俾電池得顛倒放置，以取便利。其主要部分，最外部為鋅圓筒，筒之中央插一炭棒，炭棒之四周填充二氧化錳、石墨粉及氯化銨晶體之配合劑，此配合劑用飽和之氯化銨水溶液搓煉而成。製造時先用強壓將配合劑緊壓，使其固着於炭棒之四周，然後用紗布或紙包紮，而置於鋅圓筒中（圖 43）。但亦有先於圓筒中舖以紙板紙料等，然後插入炭棒及配合劑者。最後在配合劑上部用瀝青或類似之物填充之，即成。此裝置中鋅為陰極，炭棒為陽極。炭棒之上部，通常附以黃銅之螺旋，以便連結導線。製造方法多用手工，但所用材料皆須純粹。●

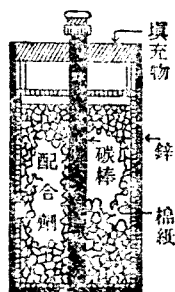


圖 43

**蓄電池** 利用鉛板之化學變化，將電能變為

化學能而儲蓄之裝置，稱為蓄電池。蓄電池之應用最廣者為鉛蓄電池 (Lead storage battery)

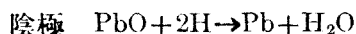
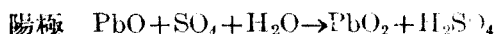
池。取有多數小孔之鉛板二列，其表面皆塗有以硫酸調和之一氧化鉛 (lead storage battery)

鉛，交互排列於盛有稀硫酸之玻璃器或木槽中（圖 44）。此二列鉛板各自連結，一為陽極，一為陰極；（通常亦有陰極板上塗一氧化鉛，而陽極上塗鉛丹  $Pb_3O_4$  者）極板之間並用硬橡皮製之薄板隔離之。所用稀硫酸之濃度，通常為比重 1.15—1.25 ( $15^\circ\text{C}$ )。以強電流通

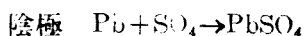
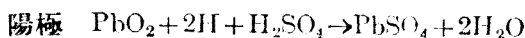
●參考乾電池製造法，商務印書館出版。



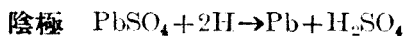
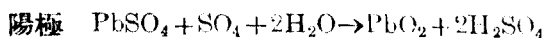
入時，由稀硫酸之電解作用，陽極上之一氧化鉛即氧化而成二氧化鉛；而陰極上之一氧化鉛則還原而成鉛之細粉，其反應如下：



電流通過愈多，則此作用愈增，卒致附着二氧化鉛之鉛板成爲陽極，而他一鉛板成爲陰極。此作用稱爲**充電** (Charging)。使用時以導線聯結蓄電池之兩極，則電流即由陽極經導線而入陰極。同時由硫酸之電解，兩極板又漸次變成硫酸鉛，其反應如下：



上列作用稱爲**放電**。經放電後之蓄電池再行充電時，則陽極再成二氧化鉛，而陰極還原爲鉛，恢復其原來狀態，其反應如下：



蓄電池之構造與形式頗有不同，凡固定而不移動者，其上部開放，若須移動者則用瀝青或硬橡皮封固之。但須另開小孔，以供使用時補充硫酸及水之用。

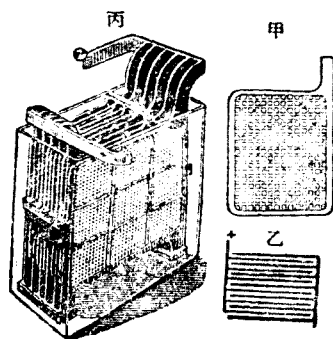


圖 44

蓄電池之用途甚廣，大都市中調節電力，每建築巨大之蓄電池，其他如電話局，及大建築物亦多有大蓄電池之設備。潛艇潛水時皆藉蓄電池供給推進之動力，即汽車、火車及小船等亦皆用之，而汽車上尤不可少。此外如無線電報及無線電廣播及電化工業等，無不需用之。

**電解裝置** 電解裝置之構造頗多不同，但其主要部分不外電解槽、電極及電解質三部。電解槽之材料依電解質之侵蝕性而異，如使用硝酸或鹽酸等侵蝕性之電解質時，用瓷質或搪瓷鐵器；若為硫酸則多用木槽，而內壁襯以鉛板，但電解質為鹼性者，則皆用鐵器。電解槽之形式或為圓筒，或成箱形，皆得任意設計之。電極之材料亦依電解之目的而定，但須導電性良好，且不受溶液之侵蝕為要。通常陰陽二極皆用金屬，惟金屬之電解精煉時，陽極為粗製金屬，陰極則為其同種類之精製金屬；電鍍及電鑄亦採用此同樣之方法。但電極不適用金屬時，亦有用金屬之氧化物或石墨代替者。電極多數時，通常將陰陽二極各自聯結，交互直立，惟亦有成水平平行排列者。至電解質不外酸類、鹼類或鹽類之水溶液，亦依電解之目的而異。

**電鍍** 利用溶液之電解，使金屬被覆於陰極物體表面之方法，稱為電鍍。電鍍之種類甚多，如鍍金及鍍銀為以美觀為目的，鍍鎳鍍鉻既增美觀，又可防銹，而鍍鉻更可增加硬度。鍍鋅可以防銹，鍍鉛可防藥品之腐蝕等。電鍍之前必須將欲鍍物體之表面清淨，即先浸

於鹼性液中以除油脂及垢穢，再浸於酸液中以除去銹，最後用清水洗淨之。然後將物體連於陰極，欲鍍之金屬用作陽極，而同置於盛有電鍍液之電鍍槽中，通以電流，至電鍍金屬在物體上被有均勻密緻之薄層為止。最後將物體取出，清洗乾燥即成。

電鍍時所用電鍍液之成分，依電鍍金屬之種類而異。茲就各種電鍍金屬、電鍍液之成分及電鍍時之溫度列表如下：

電鍍金屬	電 鍍 液 之 成 分	溫 度
金	氰化鉀 (KCN), 金氰化鉀 ( $KAu(CN)_2$ )	60° - 80°C
銀	氰化鈉 (NaCN), 銀氰化鈉 ( $NaAg(CN)_2$ )	15° - 25°C
銅	硫酸銅 ( $CuSO_4$ ), 硫酸 ( $H_2SO_4$ )	25° - 50°C
黃 銅	氰化銅 ( $CuCN$ ), 氰化鋅 ( $Zn(CN)_2$ ) 氰化鈉 (NaCN), 碳酸鈉 ( $Na_2CO_3$ )	40° - 50°C
鋅	硫酸鋅 ( $ZnSO_4$ ), 氯化銨 ( $NH_4Cl$ )	15° - 25°C
鎳	硫酸鎳 ( $NiSO_4$ ), 氯化銨 ( $NH_4Cl$ ), 硼酸 ( $H_3BO_3$ )	20° - 30°C
鈷	硫酸鈷 ( $CoSO_4$ ), 硫酸銨 ( $(NH_4)_2SO_4$ ), 硼酸 ( $H_3BO_3$ )	20° - 30°C
鐵	氯化亞鐵 ( $FeCl_2$ ), 氯化鈣 ( $CaCl_2$ )	90° - 110°C
	硫酸亞鐵 ( $FeSO_4$ ), 硫酸銨 ( $(NH_4)_2SO_4$ )	20° - 30°C
鉛	氟硼化鉛 ( $Pb_2BF_4$ ), 氟硼酸 ( $HFbF_4$ )	20° - 30°C
鉻	三氧化鉻 ( $CrO_3$ ), 硫酸 ( $H_2SO_4$ )	40° - 50°C

通常為使鍍物具有良好之物理性質，每於電鍍液中加入膠、骨膠、樹膠、糖類及酚類等。又為使電鍍物及電鍍金屬層能密合固着，故常先鍍銅，然後再鍍他種金屬。

**電鑄** 利用溶液之電解，以製印刷板或金屬雕刻模型等之法稱為**電鑄**。電鑄之原理與電鍍相同，其法於原型之上，黏以密蠟、地蠟 (Electrotyping) 或樹脂等可塑性物質，或柔軟金屬製成陰型，再於其表面塗以石墨粉，而連於電鍍槽中之陰極上以行電鑄，即可得與原型畢肖之陽型。通常印刷板之電鑄多用銅，其原型為木板，電解液為硫酸銅與硫酸。若欲得堅硬之表面，可再鍍以鎳或鉻。此外留聲機片之鑄模，亦由蠟原板電鑄而成。

**電化學工業** 利用電流之化學效應，或利用電流以生高溫之化學工業稱為**電化學工業**。● 利用電流之化學效應中，以電解工業為 (Electro-chemical industry) 最重要，如電解金屬之水溶液以精煉金、銀、銅、鉛、鋅、錫等，或由粗金屬中抽取之，並可行電鍍及電鑄，以得完美之表面。利用電流以生高溫之工業，如藉電爐以製碳化鈣、人造石墨及高級之耐火物等。電化學工業對於人生及國防皆有密切關係，如銅及鋁等金屬多藉電解法精煉，即其他日用之品亦多直接或間接由電解法製成。惟電化學工業必須有強大而廉價之電源，我國長江、黃河及珠江三大流域水力皆極豐富，電化學工業實大可發展也。

## 摘 要

電池——分為濕電池及乾電池二類，係直接使化學能變為電能之裝置。

但尼爾電池——以銅為陽極，鋅為陰極；鋅與硫酸作用而生氫，氫再與硫酸作用而

●參考電化學工業，最新化學工業大全第3冊。

成硫酸與銅。

本生電池——以炭爲陽極，鋅爲陰極；鋅與硫酸作用而生氫，氫再與硝酸作用而成過氧化氮及水。

勒克蘭社電池——電極與本生電池相同，但以氯化銨溶液代硫酸，以炭粉及二氧化錳之混合物代硝酸。

乾電池——其構造與勒克蘭社電池相同，但以氯化銨溶液吸收於多孔物質中而成。

蓄電池——利用鉛板之化學變化，將電能變爲化學能而儲蓄之之裝置。

電解裝置——由電解槽、電極及電解質構成。

電鍍——利用溶液之電解，使金屬被覆於物體表面之法。

電鑄——利用溶液之電解，以製印刷板及金屬雕刻模型之法。

電化學工業——利用電流之化學效應，或利用電流以生高溫之化學工業，對於人生及國防皆有密切關係。

## 問 題

1. 電池中何以能發生電流？
2. 但尼耳電池與重力電池有何主要區別？
3. 本生電池與勒克蘭社電池之主要區別何在？
4. 乾電池與勒克蘭社電池之構造原理相同否？
5. 蓄電池與普通電池之原理相同否？
6. 試述蓄電池中鉛之作用。
7. 電鍍法係應用何種原理而成？
8. 何謂電鑄？
9. 試述電化學工業對於人生及國防之關係。

## 第十章 碳與碳化合物

### 第一節 碳與燃料

**碳** 碳(C)爲自然界中分布極廣之元素。其單體之成天然產出(Carbon)者有金剛石及石墨二種，常見之木炭爲碳之另一種形式。其成化合物態而存在者，如空氣中之二氧化碳，爲碳與氧之化合物。構成岩層之大理石、石灰石等則爲碳與鈣等所成之鹽類。又動植物體內之碳水化合物，爲碳與水分化合而成，石油及天然煤氣中之碳化氫則爲碳與氫之化合物。

單體之碳皆爲無臭無味之固體，不溶於水或他種溶劑內，亦不與酸或鹼發生作用。在常溫中性不活潑，除氟外，與任何物質皆不起作用。但在高溫中碳能與多種元素直接化合而成化合物，如碳與氧化合而成二氧化碳，與鈣化合而成碳化鈣( $\text{CaC}_2$ )等。其與氧之化合力特強，能自多種金屬氧化物中奪取其所含之氧，故爲一強還原劑，常用以還原銅、鋅、鐵等之礦石。

碳之物理性質依其單體之種類而異，俟後分論之。

**碳之同素異形體** 碳有三種同素異形體，除金剛石及石墨成晶體外，餘皆爲無定形碳，如木炭及骨炭等。  
(Amorphous carbon)

(1) **金鋼石**多產於南非洲及東印度等地之砂礫層中，其天然晶形(Diamond)為八面體，尋常所見之鑽石則為已經琢磨而成。純粹者透明無色，但通常多為帶美麗顏色之晶體，硬度最大，光線之折射率亦大，故為貴重之飾品。帶色之金鋼石俗稱寶石，其呈棕色或黑色者，可供割玻璃或作鑽頭或鑿石器之用。

金鋼石為純粹之碳質，故法人**莫桑**曾將純炭熔融而得金鋼石之微小晶體。(Moissan)近代化學工業日臻發達，金鋼石或寶石皆得用合成方法製成之。

(2) **石墨**別名**黑鉛**，常成塊狀或鱗片狀之晶體產出。色灰黑，有金屬光澤，為熱與電之良導體。故常用為電解槽及電池之電極。耐熱力甚強，通常與黏土混合，以製坩堝；若與黏土混合燒之，可製鉛筆之心，故石墨亦稱**筆鉛**。筆心之軟硬，即依黏土成分之多少配製。石墨質軟而滑，故通常亦用以製造**滑劑**，以使機械潤滑。若以石墨塗於鐵面，則可防止生銹。

石墨之產地甚廣，我國以河南省商城縣產之最多。惟近世電化工業發達，石墨之產地雖廣，各國仍多利用電爐之高溫，以製造之。電爐之裝置如圖 45 所示，其全體為

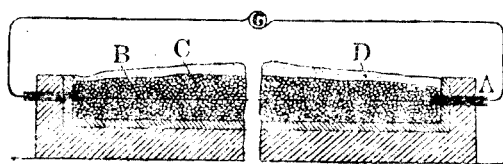


圖 45

一水平之長電阻爐，爐底舖以碳化矽 (SiC) 或無煙煤 (圖中 B)，中有電阻心 (C)，上部用砂與炭之混合物 (D) 覆蓋，以隔絕空氣，將電流自 A 極送入，即藉所生之高溫，使碳中之雜質分解，揮發盡淨，而得人造之石墨。人造石墨質極純粹，故其各種性質均較天然產者為優。

(3) 木炭係將木材置於空氣不流通處燃燒，經放出其揮發性之氣體後，所成黑色多孔性之物質。製造時先將木材堆置於燒炭窯中，

窯外用泥土封固，中央部設一煙道 (圖 46)。將木材引火，因窯內空氣不足，木材不能充分燃燒，此時揮發性之氣體皆由煙道散逸。木材經適當之燃燒以後，即將煙道封

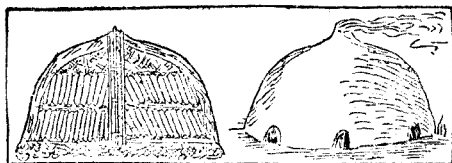


圖 46

閉，使窯內燃燒停止，待冷取出即成木炭。由此法製造木炭時，窯內溫度約在  $500^{\circ}\text{C}$ — $600^{\circ}\text{C}$  之間，表面黑色，易於引火，但保存期不長。若於窯內舖以石層，並於木材炭化進行中，以適當時間在底之通風口上方開鑿若干小孔，以輸入空氣，則溫度可達  $700^{\circ}\text{C}$  以上，炭化更為完全。然後將赤熱之木炭抽出，冷卻後即成堅密帶灰色之木炭，其燃點高而火力強，保存期亦久，故較前法為優。然用上列二法製炭，木材中所含之有用物質，皆揮發逃散，故近世多用乾餾法 (Dry distillation) 製造之。

木炭粗糙多孔，富於吸濕性，工業上常用作脫色劑及脫臭劑，又



其吸附氣體之力甚強，故在防毒面具中常用為吸收劑。

**骨炭** 將動物之骨骼除去油脂而乾餾之，則成一種無定形之粗鬆碳質，稱為骨炭。骨炭為碳質與磷酸鈣及其他鹽類之混合物，有 (Boneblack) 吸收溶液中色質之特性，故糖溶液及甘油、油類、軟脂等精煉時，常用骨炭粉為脫色劑。骨炭經使用若干時，即不能脫色，須用沸水洗淨後，始可復用，又其細粉亦用作黑色顏料。

**活性炭** 活性炭為具有特殊之組織與性質之無定形碳。種類甚多，依其來源分為動物性與植物性二種。動物性活性炭之重要者即骨炭，已述於前。植物性活性炭通常以椰殼製成者，吸附氣體之力極強，故廣用於防毒面具之藥罐中；本節所論，即指此種。通常為粒狀，質甚密緻，比重在 1.8—2 之間，其吸附氣體之力，依原料之種類而異，但以椰殼為原料者最佳。製法甚多，● 通常以 600°C 以下之溫度使椰殼分解，以除去所含不活性之雜質而成。但歐戰中德國所製者多用氯化鋅 (ZnCl<sub>2</sub>) 等藥品滲透於木材後，經炭化而成。在防毒面具之藥罐中，通常用活性炭及鹼石灰交互鋪蓋數層，以供吸附毒氣之用。

德國製造活性炭之法，係將木材先碎為一定之粒狀，乃浸漬於氯化鋅溶液中，半小時後取出，置於爐中加熱約七八小時，至呈淡紅色為止。待冷，用鹽酸洗滌，以除去鋅分 (M. Hille) 再用水洗，以除鹽殘。最後以 70°—80°C 之溫度在真空乾燥器中乾燥之即成。

● 參考活性炭製造之討論，化學工業 11 卷 2 期。

植物性活性炭除供吸附氣體之用外，亦用於糖類及油類等之脫色，且其脫色力較骨炭為強，故糖廠等已多不用骨炭矣。此外活性炭亦供藥用，對於胃腸病及赤痢、傷寒、霍亂等傳染病均有效驗。

**煤** 煤為最重要之固體燃料，係由古代植物質長久埋沒於地下  
(Coal) (Solid fuel)  
漸次煤化而成。其成分以碳為主，此外為少量之氫、氧、氮、硫等，實  
(Coalification)  
係多種複雜之碳化合物混合而成。● 通常依其煤化程度之深淺，分為泥煤、褐煤、煙煤及無煙煤四種。茲分述於下：

(1) 泥煤為煤化程度最低之煤，自褐色至黑色，含碳 50—60%。  
(Peat)  
頗易燃燒，但初採出者含有水分，故須加壓除去之。泥煤以稀鹼溶液處理之，可見有多量之纖維存在。

(2) 褐煤為煤化程度較高之煤，含碳 60—70%，亦易燃燒。其外觀  
(Brown coal)  
有為土狀質及斷口成介殼狀者，顏色自褐色至黑色；但其條痕為褐色。若以苛性鉀溶液煮沸之，則成暗色之溶液，對於酸類則發生氧化作用。

(3) 煙煤為煤化程度更高之煤，含碳 70—90%，色黑有光輝，其  
(Bituminous coal)  
條痕亦為黑色。燃時多煙，發熱較褐煤為多。對於水、酸類及鹼類等無甚作用，為重要之燃料。

(4) 無煙煤俗名白煤，為煤化程度之最高者。含碳 90% 以上。色  
(Anthracite)  
黑，有強烈之光澤，斷口成介殼狀，燃時無煙，發熱甚多。故為優良

● 參考煤之化學研究，化學工業 9 卷 1 期；煤及煤氣，最新化學工業大全第 4 冊。

之燃料。家用及工業上多採用之。

煤為發生熱能<sup>①</sup>之最重要來源。家庭中欲取暖烹飪，工廠中欲開動機械，殆無一不藉煤之燃燒，乃能利用其熱能而成一定之功。故煤與人類物質文明之關係至切。但煤燃燒時必須藉氧之助燃，始能將其所蓄之能完全放出。容量巨大之火爐，每因構造不甚合式，或空氣供給不足，致使煤之燃燒不能完全，其一部分碳質化為煙而逸散。故現時新式工廠皆努力計劃適宜之設備，使煤能完全燃燒，而不致增加其燃料之耗費。

煤除用作燃料外，又為煤氣及焦煤工業之原料，而由煤液化以造液體燃料之法亦已日臻發達，<sup>②</sup>故將來煤之需要日增可以預卜。現時煤之產量，世界上以美國為最多。我國儲量據最近之調查，約為248,287,000,000噸，佔世界產煤國之第三位。但儲量雖大，而產量甚小，且大部分悉依舊法開採，總計全國年產不足三千萬噸。故煤業前途尚須努力發展也。

**焦煤** 將煤於密閉之爐中乾餾<sup>③</sup>，以除去其揮發性物如煤氣及煤焦油等，則成焦煤。製造時先將煤經過水洗，以除雜質，然後傾入焦

(Coke)

①熱非物質，而為能之一種，故稱為熱能。熱能可變換為機械能而成功，是為能之變換之例。能雖可變換，但不能創生，亦不能消滅，此說在科學上稱為能常住定律。

(Energy)

(Mechanical energy) (Transformation of energy)

(Law of conservation of energy)

②參考煤之氫化，科學 18 卷 4 期。

③參考煤之低溫乾餾工業，最新化學工業大全，第 4 冊。

煤爐中乾餾之。約經一晝夜即成堅硬之多孔性物質，是即焦煤。現時有以製煉焦煤為目的，而以煤氣及煤焦油為副產者；亦有以製煉煤氣及煤焦油為目的，而以焦煤為副產者。●其主要用途為冶鐵時用作還原劑，以使礦石中之氧化鐵還原為鐵。大概煉銑鐵 1 噸約需焦煤 1 噸，故冶鐵工業中多兼營焦煤之製煉。此外銅及其他金屬之冶煉、水煤氣及發生爐煤氣之製造亦皆需用之。

**煤氣** 煤為多種複雜之碳化合物混合而成，故將煤在密閉之爐中乾餾，則大部分碳化合物即起分解。其主要之產物即為**煤氣**、**煤焦油**及**焦煤**。製造時，先將煤粉碎，加以適量之水，而置於鐵製之乾餾爐中(圖 47)。由其下部加以約  $1000^{\circ}\text{C}$  之高熱，使由煤分解而成之各種氣體，經

冷凝器及儲有焦煤之洗滌室內，以除去黏稠之煤焦油及氫、硫化氫等氣體，最後

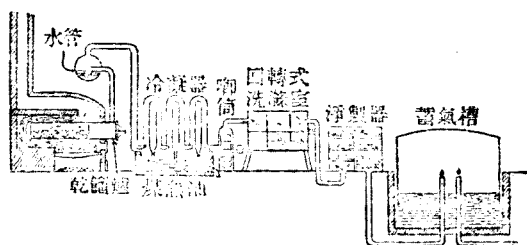


圖 47

通過儲有熟石灰及氧化鐵之淨製器，以除去二氧化碳及其他硫化物。此時所成之煤氣已甚純潔，即導入蓄氣槽中，再通於用戶，以供燃料之用。

●由副產物煉得之焦煤為黑色，俗稱為黑焦煤。其呈白色者，俗稱為白焦煤。

煤氣之成分，除複雜之碳氫化合物外，並含氫及氮化合物、氫及一氧化碳等。此種氣體皆為可燃性，為氣體燃料中之最優者。惟其中若干碳氫化合物及一氧化碳等皆有毒性，故煤氣管之裝置必須嚴密，以免因煤氣洩漏而中毒，或致火患。

**水煤氣** 以水蒸氣通於灼熱之焦煤，●使煤汽化，則成一氧化碳及氫之混合物，稱為水煤氣。其裝置頗不一致，圖 48 為普通之一種。  
(Water gas)

先將焦煤赤熱，然後自爐底通入水蒸氣，使與碳作用，即有水煤氣生成。若爐內溫度漸降，不能發生作用，則可隔斷蒸汽，而通入空氣，則水煤氣即可不絕發生。水煤氣為一氧化碳及氫之混合物，能完全燃燒，發熱量亦大，故為優良之燃料。

然水煤氣燃燒時，不能成明亮之火焰，故為照明用者，須將水煤氣導入增碳器中，使混入由油類分解而成之氣體，最後更入高熱之過熱器，而通至用戶。此種水煤氣稱為增碳水煤氣。

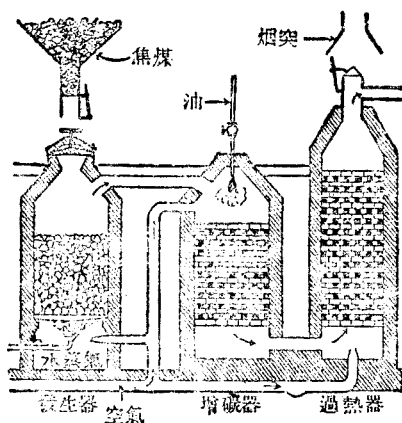


圖 48

然水煤氣燃燒時，不能成明亮之火焰，故為照明用者，須將水煤氣導入增碳器中，使混入由油類分解而成之氣體，最後更入高熱之過熱器，而通至用戶。此種水煤氣稱為增碳水煤氣。

(Carburetted water gas)

**發生爐煤氣** 以空氣與水蒸氣之混合物，通於赤熱之煤或焦煤

●若不用焦煤而用煤，則生成之水煤氣中混有煤氣，是稱為混合煤氣。  
(Mixed gas)

等含碳物質，使起不完全燃燒而生之煤氣，稱為發生爐煤氣。製造此種煤氣之爐稱為發生爐，其構造如圖 49 所示。先將爐中之煤赤熱，然後自爐底通入空氣，此時空氣中之氧完全與碳化合而成一氧化碳。但送入之空氣中須不時混入少量之水蒸氣，使爐內溫度不致過高，而發生之煤氣亦得繼續不絕。此種煤氣之主成分，為氮、一氧化碳及氫，燃燒時之發熱量較小。然人造之氣體燃料以此為最廉，故凡不需用高熱之工業常採用之。

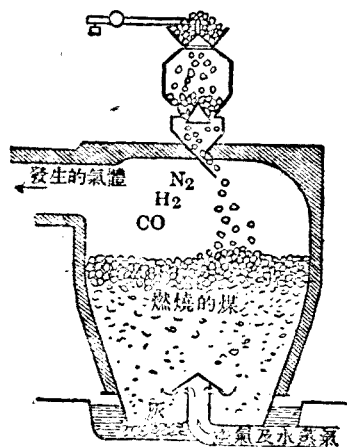


圖 49

煤氣、水煤氣及發生爐煤氣中所含之一氧化碳 (CO) 為無色、無味、無臭之氣體，比空氣稍輕，微溶於水。燃燒時發藍色火焰。在實驗室中通常將蟻酸加熱至  $100^{\circ}\text{C}$ ，再用濃硫酸脫水，即可製得。工業上係將水煤氣液化後，與氫分離而得。通常用作金屬氧化物之還原劑，如冶鐵時利用由焦煤生成之一氧化碳，使鼓風爐中之氧化鐵礦還原是。又一氧化碳之性劇毒，冬夜於室內燃煤，因氧不足，以致發生一氧化碳而中毒者所在多有。此氣在軍事上嘗用作毒氣，而與氯直接化合而成之光氣 ( $\text{COCl}_2$ ) 及以光氣為原料而製成之雙光氣 (Phosgene)

( $\text{COCl}_2$ )<sub>2</sub>等，皆為重要之窒息性毒氣。  
(Asphyxiants)

**天然煤氣** 由地下噴出之可燃氣體稱為**天然煤氣**，天然煤氣通常產於石油礦之附近，故其成因常與石油有關，其主要成分為甲烷 ( $\text{CH}_4$ )，此外為氮及硫化氫等。此種氣體皆能完全燃燒，發熱量亦甚大，故天然煤氣向用為氣體燃料，以供工業上生熱之用。近年則更由其所含之甲烷為原料，以製合成藥品，且有由天然煤氣以製汽油者，故其用途愈廣。現時美國產出最多，我國四川省之自流井亦產之。

**石油** 石油為產於天然界之**礦物油**，其生成原因，學說不一，大概係由古代之海產動物，在地層中起腐敗及發酵作用，致所含之脂肪質漸次變為複雜之碳氫化合物，更由熱與壓力之作用，而變成石油；但組成石油之各個成分，迄今尚未完全明瞭，惟知其主要成分為**碳化氫類**，此外並含氧化物、硫化物、氮化物等少量。通常多以大量存儲於地下，而於地面鑿油井汲出之。初汲出之油稱為**原油**，為茶褐色之濃厚液體，有不快之臭氣，比重自 0.750 至 0.950 不等，依成分而異。原油經汲出後須先貯藏若干時，以除去水分，然後輸送於精煉之所，以行蒸餾之手續。在蒸餾之前，須將原油再行脫水，其方法甚多，通常將原油加熱至  $100^\circ\text{C}$ ，即可使所含之水盡行汽化而散逸。原油經脫水後，即可利用其所含各成分沸點之差異，加以蒸餾，由此乃可分別得揮發油、燈油及重油等數種油類，大概在

150°C 以下之溫度蒸出者為揮發油，在 150°—300°C 間蒸出者為  
(Volatile oil)

燈油，在 300° 以上之溫度蒸出者為重油。若將重油再蒸餾之，更能  
(Kerocene) (Heavy oil)

得機械油、礦脂、石蠟及土瀝青等。茲將原油之主要蒸餾產物列表  
(Mechanic oil)(Vaseline)(Paraffin)(Asphalt)

如下：

種類 (餾出溫度)	成分	性質	用途
揮發油 (150°以下)	石油醚(70°以下) 汽油(70°—90°) 石油腦(90°—120°) 石油精 120°—150°	$C_5H_{12}$ ↓ $C_6H_{10}$	無色流動性液體 易揮發及着火 其汽與空氣混合 能爆炸能溶解樹 脂及脂肪 內燃機燃料及 衣服除垢 溶劑
燈油 (150°—300°)		$C_{10}H_{22}$ ↓ $C_{16}H_{34}$	黃色液體發紫色 螢光 燈用 油機燃料
重油 (300°以上)	機械油 礦脂 石蠟	$C_{17}H_{36}$ ↓	黏稠之液體 滑劑 白色半固體 膏藥，機械油 白色蠟狀固體 燭，蠟紙
土瀝青(殘渣)			黑色固體 燃料，鋪路

由原油蒸餾而得之揮發油、燈油、及重油等皆為重要之液體燃料。現時世界石油之  
(Liquid fuel)

產量以美國為最多，我國山西、陝西、甘肅、四川及貴州等省雖亦有油苗之發見及開  
探，然產量極微，致大部份皆仰求舶來，留心工業及國防者亟應加以開發也。

**汽油** 汽油為將石油蒸餾而得之重要產物，為無色液體，有不快  
之臭氣，沸點約在 60°—222°C 之間，性易揮發，其蒸氣遇火極易燃  
燒，故汽油機關中皆利用之以生動力。其作用係先藉**化油器**將汽油  
(Carburetor)  
化成蒸氣，並混入空氣後，再導入汽缸之內，使其爆發。此時因發熱



極多，於是由爆發而生成之氣體大為膨脹，故得推動機關。現時汽油之產出，除由石油蒸餾而得者外，其由天然煤氣中提取者亦不少。但石油、汽油等液體燃料之消費年有增加，<sup>①</sup>而全世界每年之產量則屬有限，故現時缺乏石油之國家，皆努力於各種人造之方法。<sup>②</sup>其中以使煤、焦煤或重油等在高溫及高壓下與氫作用後所得之液體燃料，最有希望，此法稱為增氫法。此外又有使植物油分解，直接製成汽油者。我國產棉子油極多，故現時作此方面之研究者不少。<sup>③</sup>

**火焰** 氣體物質燃燒時常生成火焰。火焰由焰心、內焰及外焰三部分合成(圖 50)。焰心係由可燃性之氣體所構成，最為暗黑，如蠟燭及燈油等於燃燒時汽化而成之蒸汽是。內焰為包圍焰心之最光亮部分，是因來自焰心之可燃性氣體皆在此部分分解，

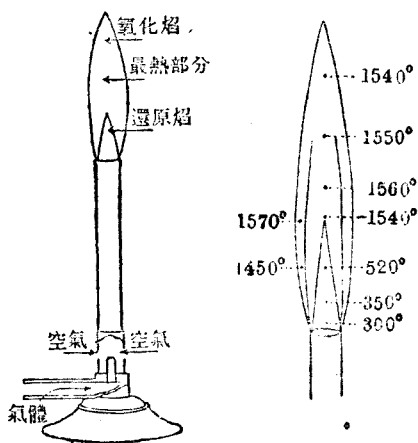


圖 50

①參考發動機燃料問題，化學工業 3 卷 2 期。

②參考液體燃料之合成，最新化學工業大全 第 7 冊。

③參考以油脚製汽油之初試，化學工業 12 卷 2 期；棉子油提煉汽油，科學 19 卷

而其中之碳被灼熱而發光輝所致。內焰因灼熱之碳呈強力之還原作用，故又名爲還原焰。至外焰係屬火焰之最外部分，此部分因空氣之供給充足，所有碳質幾完全燃燒而成二氧化碳，故幾無光輝。此部分有強力之氧化作用，故亦稱爲氧化焰。

(Reducing flame)  
(Oxidizing flame)

火焰光亮之強弱與固體質點之有無有關。如氫之火焰無光，然射於生石灰上能發強光，即因焰中有固體存在之故。水煤氣供照明用者，必須增氫，亦與此同理。火焰之溫度在外焰部分最高，焰心部分最低，如本生燈之外焰溫度最高部達  $1570^{\circ}\text{C}$ ，而焰心溫度祇  $300^{\circ}\text{C}$ 。又本生燈之焰中常通入空氣，故其溫度雖高，但不明亮。

又依礮砂珠試驗，各種金屬在氧化焰及還原焰中所呈之色各異，由此得鑑別各種金屬，參閱第 155 頁礮砂珠檢驗法之表。

**燃燒熱及熱值** 物質燃燒時所生之熱，通常以克卡<sup>●</sup>爲單位，即水 1 克溫度升高  $1^{\circ}\text{C}$  時所需之熱量，是稱爲燃燒熱。燃料燃燒時所生之燃燒熱，通常稱爲熱值。凡固體或液體燃料燃燒時，其 1 尅或 1 磅所生之熱量，以克卡之 1000 倍量即尅卡，或英制之 B. t. u.<sup>⊙</sup> 單位表之；氣體燃料則以其 1 立方米或 1 立方呎所生之熱量，以尅卡或 B. t. u. 表之。茲就重要燃料之熱值，列表於後：

●簡稱爲卡。

⊙即 1 磅之水，溫度升高  $1^{\circ}\text{F}$  時所需之熱量。通常煤 1 磅燃燒時所生之熱，約在 11,000—16,000 B. t. u. 之間。

燃 料	熱 值	燃 料	熱 值
泥煤及褐煤	4000—6000 尅卡/尅	火油	10800 左右 尅卡/尅
煙煤及無煙煤	6000—8000 尅卡/尅	煤氣	4000—5000 尅卡/立方米
木材	1500—3500 尅卡/尅	天然煤氣	7000—16000 尅卡/立方米

## 摘 要

碳之所在 單體有金剛石、石墨、木炭等，化合物則分佈極廣。

碳之性質 常溫中不活潑，高溫中能與多種元素直接化合。

碳之同素異形體 (1)金剛石——硬度最大，光線折射率亦大之無色晶體，但不純者多呈美麗顏色。(2)石墨——灰黑色而有光澤之晶體，為熱與電之良導體，用途甚廣。(3)木炭——為非晶質碳質，常用乾餾法製造，用作燃料。

骨炭 由獸骨乾餾而得，有吸收色質之特性。

活性炭 為無定形碳，有吸附氣體之特性。

煤 (1)泥煤——煤化程度最低，含碳 50—60%；(2)褐煤——煤化程度較高，含碳 60—70%；(3)煙煤——含碳 70—90%，燃時多煙；(4)無煙煤——含碳 90% 以上，燃時無煙，發熱甚多。

焦煤 將煤乾餾而成，為堅硬之多孔性物質，用於冶金中。

煤氣 將煤乾餾而得，為多種碳化氫之混合物，發熱量甚大。

水煤氣 為一氧化碳及氫之混合物；增碳後可供燈用。

發生爐煤氣 其主要成分為氮、一氧化碳及氫，發熱量較小。

天然煤氣 其成分為甲烷、氮及硫化氫等，可充燃料。

石油 其主要成分為碳化氫，最初汲出者為原油，將原油分留之，則得揮發油、燈油

及重油等，皆充燃料。

汽油 石油之餾出物，易燃燒，為重要燃料。

火焰 分焰心、還原焰及氧化焰三部；火焰之強弱與所含之固體質點有關；用焰色試驗可以鑑別金屬。

燃燒值及熱值 燃燒熱以克卡為單位；但燃料之熱值則以呎卡或 B. t. u. 單位表之。

## 問 題

1. 電桿木插入泥中之部分每先燒焦，何故？
2. 如何證明金剛石與石墨皆為碳元素所成？
3. 碳何以常用為還原劑？
4. 用石墨製滑劑，係利用其何種性質？
5. 說明舊法製造木炭之缺點及新法之優點。
6. 骨炭與活性炭具有何種相似之性質？何故？
7. 試述煙之生成及除煙之必要。
8. 煤氣及水煤氣燃燒時皆不發光，但增碳後能大放光明，何故？
9. 煤爐上常發出青色之火焰，何故？試就煤爐中碳之化學反應，用反應式以說明之。
10. 試述石油之產物及於國防之重要性。
11. 還原焰及氧化焰各有何種作用？試舉例說明之。
12. 欲使含碳 95% 之無煙煤 1 噸完全燃燒，需氧若干噸？
13. 欲使黑色氧化銅 10 克，還原為金屬銅，需碳若干克？
14. 含碳 85% 之煙煤 1 呎，燃燒而成二氧化碳，能發熱若干卡？

## 第二節 碳化氫及含氧之碳化物

**碳化氫** 碳能與氫化合而成多數化合物稱為**碳化氫**，或簡稱為**烴**。(Hydrocarbon)。碳化氫為碳化合物中構造較為簡單之一部。據現所知碳化合物之數超過二十萬種，而碳化氫之數亦不下數百種。故於碳化氫中亦依其組成而區分為若干數類屬，其中最簡單者為**烷屬**、**烯屬**及**炔屬**。(Alkanes)(Alkenes)(Alkynes)。石油中所含之碳化氫，大部分為**烷屬**。

烷屬化合物中皆具有  $\text{CH}_3-$  原子團，是稱為**甲烷基**，如甲烷 ( $\text{CH}_4$ ) 是。若二個甲烷基互相結合，則成乙烷 ( $\text{C}_2\text{H}_6$ )；乙烷中含有  $\text{C}_2\text{H}_5-$  原子團，是稱為**乙烷基**。若甲烷基與乙烷基結合，則成丙烷 ( $\text{C}_3\text{H}_8$ )；丙烷中含有  $\text{C}_3\text{H}_7-$  原子團，是稱為**丙烷基**。依次互相結合，可直至含碳最多之六十烷 ( $\text{C}_{60}\text{H}_{122}$ )。茲就烷屬中最前六種碳化氫之名稱及分子式等列表如下：

名 稱	原 名	分 子 式	分 子 量	沸 點 ( $^{\circ}\text{C}$ )
甲 烷	Methane	$\text{CH}_4$	16	$-160^{\circ}$
乙 烷	Ethane	$\text{C}_2\text{H}_6$	30	$-93^{\circ}$
丙 烷	Propane	$\text{C}_3\text{H}_8$	44	$-45^{\circ}$
丁 烷	Butane	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	58	$+1^{\circ}$
戊 烷	Pentane	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	72	$36^{\circ}$
己 烷	Hexane	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	86	$71^{\circ}$

由上表可知相隣兩化合物之分子式皆有  $\text{CH}_2$  之差，而一化合物之氫原子數，必為其碳原子數之二倍加二，故烷屬各化合物之分子式皆可用  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  之公式表示之。各化合物之分子量自甲烷起漸次增加，沸點亦漸次升高。計前四種皆為氣體，其次十種在常溫時為液體；再次各種化合物則皆為固體。

烯屬之最簡化合物為乙烯 ( $\text{C}_2\text{H}_4$ )，由乙烯為起點，又可成丙烯 ( $\text{C}_3\text{H}_6$ )，丁烯 ( $\text{C}_4\text{H}_8$ )，戊烯 ( $\text{C}_5\text{H}_{10}$ )，己烯 ( $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ) 等。其相隣二化合物之分子式亦皆有  $\text{CH}_2$  之差，而氫原子數則常為碳原子數之二倍，故烯屬化合物皆可用  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  之公式表示。炔屬之最簡化合物為乙炔 ( $\text{C}_2\text{H}_2$ )，由乙炔為起點，又可成丙炔 ( $\text{C}_3\text{H}_4$ )，丁炔 ( $\text{C}_4\text{H}_6$ )，戊炔 ( $\text{C}_5\text{H}_8$ )，己炔 ( $\text{C}_6\text{H}_{10}$ ) 等，其相隣二化合物之分子式亦皆有  $\text{CH}_2$  之差，但氫原子數則為碳原子數之二倍減二，故炔屬化合物皆可用  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$  之公式表示之。

碳化合物之範圍極廣，大部分為構成動植物體之物質，如油蠟、皮毛、木材、澱粉等，故向來稱此種物質為有機化合物，而以研究有機化合物之學問稱為有機化學，以 (Organic compounds) (Organic chemistry) 與研究無機化合物，如氧、氫及礦物質等之無機化學相區別。惟有機化合物幾皆由 (Inorganic compounds) (Inorganic chemistry) 碳、氫、氧三元素所構成，(其一小部分含有氮、硫及磷) 且自 1828 年德人阜茲發明 (Wöhler) 由無機化合物之氰酸銨 ( $\text{NH}_4\text{OCN}$ ) 製成有機化合物之脲 ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) 後，有機與無機之界限，已不可分，而所謂有機化學，亦祇可稱為碳化合物之化學矣。 (Chemistry of carbon compounds)

**甲烷** 甲烷 ( $\text{CH}_4$ ) 俗稱沼氣，由於池沼中之植物質腐敗後分解 (Methane) (Marsh gas) 而成。試以竹竿攪動池底，即有沼氣之氣泡發出。在實驗室內可用

無水之醋酸鈉( $\text{CH}_3\text{COONa}$ )及氫氧化鈉混合加熱而成：



甲烷又為天然煤氣之主成分，產石油之區內多含之。又存於煤坑內，由坑中發出之**坑氣**，有時含甲烷達 80—90%；若與空氣相混，  
(Fire damp)  
每致爆炸。通常之煤氣，常含甲烷 24—36%。此氣係無色無臭之氣體，燃燒時呈藍色無光之火焰，性不溶於水，但易溶於酒精中。與硫酸、硝酸及苛性鉀等不起作用，但以甲烷 1 體積與氯 2 體積之混合物曝於直接之日光下，即起爆炸；若在緩和之日光下，則能生成氯化氫及氯甲烷( $\text{CH}_3\text{Cl}$ )、二氯甲烷( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )、三氯甲烷( $\text{CHCl}_3$ )及四氯化碳( $\text{CCl}_4$ )等。此種化合物皆由氯原子取代甲烷中之氫原子而成，故稱為**氯取代物**。甲烷與溴作用時，生成之溴取代物，與氯取代物之構造亦同。

**三氯甲烷**俗稱**氯仿**，通常以漂白粉與乙醇作用而成。為無色透明  
(Trichloromethane)(Chloroform)  
之液體，具有芳香及甜味，不溶於水，但能溶解各種有機物質，故常用為樹膠等之溶劑。其精製之品，醫藥上用作麻醉藥。又與三氯甲烷構造相同之**三碘甲烷** ( $\text{CHI}_3$ )，俗稱**碘仿**，由乙醇或丙酮與碘及  
(Triiodomethane) (Iodoform)  
氫氧化鈉或碳酸鈉之水溶液共熱而成。為黃色粉末，有特臭，不溶於水，而易溶於氯仿及揮發油中。醫藥上用作防腐劑。

**四氯化碳**( $\text{CCl}_4$ )通常用二硫化碳( $\text{CS}_2$ )與氯作用後蒸餾而得。為  
(Carbon tetrachloride)  
無色油狀之液體，具有芳香，沸點  $76.74^\circ\text{C}$ ，不溶於水，但溶解有

機物之力頗強，故常用爲油脂及樹膠等之溶劑。此物不能燃燒，故又爲優良之滅火材料，而於撲滅油類失火尤爲適用，因噴射火上時能生成濃密之蒸氣，使着火物體與空氣隔絕，故得熄滅也。

輕便滅火彈 取用過之電燈泡除去其金屬部分，而將燈泡內之小管在四氯化碳中貫穿之，此時四氯化碳即被吸入泡內。隨將燈泡用蠟封口，以備應用。失火時可將燈泡投射於着火物體之上，使四氯化碳溢散，頗爲簡便。

**乙烯** 乙烯 ( $C_2H_4$ ) 於多種有機物乾餾時生成，煤氣中亦含少量。通常將乙醇與濃硫酸或磷酸共熱而得，或以酒精與濃硫酸之混合物於燒瓶中加熱，將其所生之氣體用水及氫氧化鉀液洗滌後收集而得。爲一種無色氣體，具有甜香之特臭，難溶於水，而易溶於酒精及醚中。燃燒時發光亮之火焰。與空氣混合，遇火即起爆發。此氣能與氯、溴、碘等直接化合；在高溫時則與氫直接化合而成乙烷。毒氣中有所謂芥子氣 [ $(C_2H_4Cl)_2S$ ] 者，即以乙烯通於二氯化二硫 ( $S_2Cl_2$ ) 而成，係無色無臭之油狀液體。放射後能歷久不散，中毒時能使皮肉潰爛，痛苦難堪。是爲最兇惡之糜爛性毒氣，故有毒氣之王之稱。

**乙炔** 乙炔 ( $C_2H_2$ ) 俗名電石氣，通常用碳化鈣與水作用，即放出乙炔。爲一種無色氣體，通常具有如大蒜之特臭，性頗毒，燃燒時能發強光，可供點燈之用，但其主要用途，爲於其焰中鼓入適量之純氧，使起完全燃燒，此時光焰雖弱，而溫度可達  $3000^{\circ}C$  或以上，



是稱爲**氧炔焰**。爲現時最高熱焰之一，常用以切斷或熔接鋼鐵等金屬。  
(Oxyacetylene flame)

通常切斷金屬時宜用過量之氧，而熔接金屬時則氧宜限制。工業上所用**氧炔焰管**之構造與**氫氧吹管**相同。  
(Oxyacetylene torch)

**甲醇** 碳化氫中之一個或數個氫原子，被相當數之氫氧原子團所取代而成之化合物稱爲**醇類**。如甲烷中之一個氫原子爲一個氫  
(Alcohols)

氧原子團取代時則成**甲烷醇**，(CH<sub>3</sub>OH)，簡稱**甲醇**。此化合物爲一  
(Methanol) (Methyl alcohol)

種無色液體，舊法係使木材乾餾後所得之蒸氣凝縮而成，<sup>⊙</sup>故亦稱**木精**。其法將木材或鋸屑置於密閉之鐵甌中加熱之，此時經餾出冷  
(Spirit of wood)

凝之液，含有甲醇、醋酸及焦油等多種雜質，故須用分餾法分離之，可得含甲醇約 80% 之粗製木精。粗製木精常帶褐色，且有惡臭，故須再置於連續蒸餾器中蒸餾之，乃可得無色透明且無惡臭之純良甲醇。但近年純粹之甲醇已多用合成法製造。即以一氧化碳與氫在高溫與高壓之下藉觸媒<sup>⊙</sup>之作用，而得甲醇及他種碳化氫之混合物，再將此混合物分段蒸餾之，可得純度爲 98—99% 之甲醇。

甲醇爲無色流動性之液體，具有酒香，20°C 時之比重爲 0.796。沸點爲 66°C；若冷至 -94°C，則成固體，與水能依任意之比混和，其體積略縮而能發熱，市售之品每攙有水，可由其比重檢定之。燃燒時成淡而無光之焰，其蒸氣與空氣混合，遇火即能爆發。性毒，對

⊙參考木材蒸餾工業，化學工業 1 卷 2 期。

⊙現時所用之觸媒多爲氧化鋅(ZnO)與氧化鉻(Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)之混合物。

眼神經刺激尤烈，故飲少量或多嗅其蒸氣每致失明。其主要用途爲製造蠟醛及染料之原料，又用作溶劑之量亦多；與汽油混和，並可充作汽油機關之燃料。

**乙醇** 醇類中之最重要化合物爲**乙烷醇** ( $C_2H_5OH$ )，簡稱**乙醇**，  
(Ethanol) (Ethyl alcohol)  
乃由乙烷中之一個氫原子爲一個氫氧原子團取代而成。凡屬發酵液中皆含之，爲酒類之主成分，故亦稱爲**酒精**。酒精可以乙烷、乙炔及乙炔爲原料而製得之，但大規模製造則皆用穀類、馬鈴薯及其他富含澱粉之物質爲原料。將原料和水，製成糊狀物，然後加入少量之麥芽，則澱粉即發酵而成糖類；更加入酵母，糖類再分解而成乙醇，同時發生二氧化碳。此二段變化，在前者稱爲糖化發酵，而後者稱爲酒精發酵。發酵之發生，實由於酵母細胞生長時產生一種觸媒而起。此種觸媒稱爲**酵素**。故凡含糖之物質如甜菜根及糖蜜等，皆可用酵母直接發酵以製乙醇。此外如木屑及其他植物纖維，在加壓之下，與鹽酸共熱，可使其一部分變爲糖類，故亦得藉酵母之作用，發酵而成酒精。<sup>②</sup>

由上列各法製成之乙醇，常含雜質，故須用分餾法分離之。將乙醇及水之混合液加熱至  $78^{\circ}C$ ，即開始沸騰。若繼續加熱至  $100^{\circ}C$ ，則依溫度之高低，可將蒸餾液分爲數部：最先所得者含醇最多，最後所得者含醇最少。工業上大規模製造，常用長大之分餾柱及部分

(Fractionating column)(Partial

②參考工業酒精之製造及其用途，化學工業 8卷2期：酒精，商務印書館出版。

冷凝器(圖 51),使蒸氣通過此二器時凝縮而成之水,仍回至蒸餾  
condenser)

器中繼續蒸餾,而揮發性較大之醇,則通至最後之冷凝器。由此法  
蒸餾而得之液體,含醇達 95%,至流回蒸餾器之液體則多半為水。

乙醇為無色流動性之液體,具有快感  
之酒香及焦灼之味,在  $0^{\circ}\text{C}$  時之比重為  
0.8062,沸點  $78^{\circ}\text{C}$ 。易着火燃燒,燃時  
舉淡而無光之火焰。性易揮發,其蒸氣與  
空氣或氧混和,遇火即起爆炸。與水能依  
任意之量混和,通常所稱之無水酒精,亦  
(Absolute alcohol)  
含水約 0.5%,此種酒精係將分餾而得  
之乙醇,再混和新鮮石灰,加熱蒸餾而  
成,但欲完全脫水,終不可得。通常欲檢  
驗酒精中是否含水,可於試料中加入少  
量之無水硫酸銅,若有水存在,則無色之  
粉末必漸變為藍色。但水之含量甚少,則  
檢出較難。

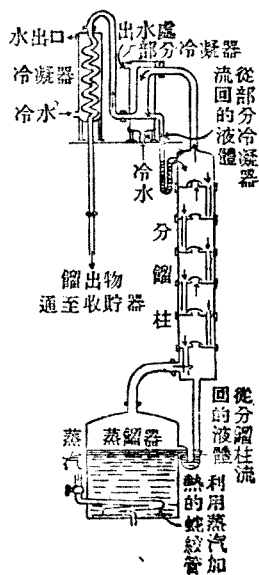


圖 51

乙醇為優良之有機溶劑,如溶解樹脂、樹膠、假漆、塗料以及製造  
假象牙、棉膠、人造絲等皆用之;又多量用於醚、氯仿及染料等之製  
造。醫藥上凡溶解於乙醇而得之溶液稱為酊,普通之香水、花露水  
(Tincture)  
等,實為香料溶解於乙醇而成之酊。惟各國對於純酒精之課稅頗

重，故常於酒精中摻入甲醇及帶惡臭之物質約 10%，是稱爲變性酒精。變性酒精有毒，不能用作飲料；但用作工業原料，則無大影響。

(Denatured alcohol)

**酒精飲料** 用作飲料之酒；其主成分皆爲酒精，故亦稱爲酒精飲料。其種類至多，(Alcoholic liquors)

各依所用之原料而異，如以米爲原料者爲米酒，以大麥爲原料者爲麥酒（俗稱啤酒），

以葡萄汁爲原料者爲葡萄酒等。各種酒中，所含酒精之重量百分率各異，如紹興酒

12%，高粱燒 45%，米燒 40—60%，白蘭地 35%，葡萄酒 7—20%，啤酒 3—7%，

製酒之法大概與製酒精相同。即以含澱粉質之糯米、大麥，或高粱等煮熟後和以酒

麴，使其發酵。糖化後乃移入缸中，和以酵母，使其發酵而成酒膠。再將酒膠蒸餾之，

即可得酒。

**固體酒精** 以酒精 1000c.c. 分作二份，其一溶解硬脂酸 60 克，另一溶解苛性鈉

13.5 克。將二溶液各加熱至 60°C 而混和之，待冷即成固體。

**甘油** 糖類起酒精發酵時，能生成甘油 ( $C_3H_5(OH)_3$ )，是爲醇類之另一種，可視爲丙烷 ( $C_3H_8$ ) 中之三個氫原子，爲三個氫氧原子團取代而成。通常以油脂加水及觸媒共熱後分解而得，故爲肥皂工業之主要副產物。純粹者爲結晶性物質，但通常爲比重約 1.26 之稠液。有甜味，富潮解性，能與水及醇依任意之比混和，但不溶於醚中。其多量用於製造硝化甘油及化妝肥皂，又用以製造合成樹脂及降低汽車冷卻器中水之冰點。醫藥上亦用之，又儲藏食物時亦用作防腐劑，如於牛乳、乳粉、乳油或牛乳製品中加入甘油約 1.5%，即不易腐敗。

**醚** 將乙醇用濃硫酸處理而加熱至 130°—140°C，則乙醇脫水

而成**乙醚**  $(C_2H_5)_2O$ ，簡稱為**醚**。由其分子式觀之，乙醚實由一個  
 (Ethyl ether) (Ether)  
 氧原子連結兩個乙烷基  $(C_2H_5)$  而成。為無色易流動之液體，具有  
 愉快之香氣。比重 0.720(15°C 時)，沸點 34.6°。極易揮發，且易  
 着火，其蒸氣與空氣或氧混和，遇火即起爆發，故製醚之全部裝置，  
 皆須嚴密，以防漏氣。其主要用途為硝化綿火藥、賽瓏珞、假象牙及  
 膠棉等硝酸纖維素之溶劑，而在硝酸纖維素及人造絲工業中用量  
 尤大。通常用作樹脂、脂肪及生物鹼等之溶劑；又在外科術上常用  
 作麻醉劑，較之用氯仿時使人全失和覺者為優。

醚之純度可由其比重檢定之。倘有水或乙醇等混和，則其比重必  
 增加甚著。

**醛** 將乙醇用適宜之氧化劑處理，則因失去氫原子而另成一化  
 合物，稱為**醛**。凡醛類皆具有  $C_nH_{2n}O$  之通式，其重要者有**甲醛**及  
 (Aldehydes)  
**乙醛**等，茲分述於後。

(1)**甲醛** 取甲醇之蒸氣，混以適量之空氣，令其接觸銀或銅等  
 觸媒之表面，而行接觸加熱時，則起氧化作用而生成**甲醛**  $(CH_2O)$ 。  
 (Methaldehyde)  
**甲醛**俗名**蟻醛**，有強還原性。天然間多存於含有葉綠素之植物細胞  
 (Formaldehyde)  
 內。在常溫時為無色之氣體，具有刺鼻之臭，觸皮膚即使之硬化，性  
 頗毒。能溶於水，亦有強烈之刺激臭。市售之**蟻醛液**俗稱**福爾馬林**，  
 (Formalin)  
 為含**甲醛**約 40% 之水溶液。其殺菌力甚強，且有滅臭之效，故常用  
 作防腐劑及消毒劑，其量甚多。**甲醛**與**酚**作用，能生成人造樹膠，俗

稱**電木**，常用爲象牙、骨及琥珀等之代用品。又**甲醛**可使乾酪質、膠(Bakelite)等之塗抹而化硬，故可應用於鞣皮及保存動植物標本。

(2) **乙醛** 將乙醇之蒸氣，與空氣之混合物通於熱至  $250^{\circ} - 350^{\circ}$  之銅上，而使其氧化，則得**乙醛** ( $C_2H_4O$ )。乙醛爲無色流動性之液體，有特異之刺激臭，比重 0.801 ( $0^{\circ}C$ )，沸點  $20.8^{\circ}C$ 。有強還原性，能與水、酒精及醚依任意之比混和。性易揮發，露空氣中則徐徐氧化而成醋酸。若用鈉汞齊與水使乙醛還原，則變成酒精。現時乙醛之主要用途，爲製造醋酸之原料。

**酮** 當木材乾餾時，除產生甲醇外，並得**丙酮** ( $(CH_3)_2CO$ )。丙酮爲酮類之一種，尋常之尿中亦常含有少量。工業上製造，多用醋酸鈣 [ $Ca(CH_3 \cdot COO)_2$ ] 爲原料，乾餾而得；此外亦有將醋酸之蒸氣通於含有熟石灰或氧化鎂之器中而製得者。爲無色流動性之液體，具有特殊之臭。比重 0.792 ( $20^{\circ}C$ )，沸點  $56.5^{\circ}C$ 。能與水、酒精、醚依任意之比混和，對於硝酸纖維素及醋酸纖維素等之溶解力尤大，故工業上製造假象牙、硝化棉及塗料等皆用爲重要之溶劑。醫藥上用以製造氯仿及碘仿等。

**有機酸** 含有  $(-CO \cdot OH)$  原子團<sup>●</sup> 之化合物統稱爲**有機酸**。有機酸概可由相當醇類氧化而得，種類甚多，在天然界中多成游離態或成化合物而存於植物之果實及種子內與動物之脂肪及油類中。

●  $-CO \cdot OH$  原子團稱爲羧基。  
(Carboxyl)

若將此種物質用蒸氣加熱，則有機酸即可析出。有機酸中由烷基與 ( $-CO\cdot OH$ ) 原子團結合而成之一類稱為**脂肪酸類** (Fatty acids) 其中較低級者皆為液體，高級者皆為固體。茲就重要之有機酸分述於後：

(1) **甲酸** 脂肪酸之最低級者稱為**甲酸** ( $H\cdot CO\cdot OH$ )，俗稱**蟻酸** (Formic acid) 天然間存於蕁麻及蜂等有機體內；因蕁麻或蜂刺傷而感痛楚者，即因有甲酸存在之故。通常用鉑黑粉及氧，使甲醇或甲醛氧化而得。為無色流動性之液體，有強烈之刺激臭；觸皮膚則起水腫，而感痛楚。比重 1.241，沸點  $100.8^{\circ}C$ ；在低溫時能固結。能與水及酒精依任意之比混和，呈弱酸性。又能溶解各種金屬氧化物，故其作用與無機酸相似。現時之主要用途為電鍍、鞣革及紡織工業，又用作防腐劑及消毒劑。

(2) **乙酸** 將乙醇或乙醛氧化，則得**乙酸** ( $CH_3\cdot CO\cdot OH$ )，俗稱**醋酸** (Acetic acid) 天然間常與醇類結合而存於植物之揮發性芳香油中，而尋常之食醋中常含 5% 左右。工業上大規模製造，多用木材乾餾而得之**木醋酸** (Pyroligneous acid) 先與石灰乳作用而成醋酸鈣，再由醋酸鈣蒸餾而得。為無色而有強酸性臭氣之液體，吸濕性甚強，能與水、酒精及醚依任意之比混和。其無水者冷至  $16.7^{\circ}C$  即凝固如冰，故亦名**冰醋酸** (Glacial acetic acid) 沸點  $118^{\circ}C$ ，在近沸點時有可燃性。此酸為脂肪酸中之最重要者，用途甚廣，通常為多種有機物之良好溶劑，又因與多種金屬及金屬之氫氧化物能起作用，故多量用作製造**乙酸鹽**之原料，如醋酸鈣

$[\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ 、醋酸鉛  $[\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}]$  及醋酸銅  $[\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$  等。此種鹽類皆由碳酸鹽、氫氧化物等中和乙酸或由複分解製成，多成晶體，易溶於水，用途皆廣。

**醋** 醋由酒類起醋酸發酵而成，實為乙酸之一種稀溶液。我國食醋通常由醱敗之

(Vinegar)

酒在暖室內藉醋母之作用發酵而成，或由造酒所餘之酒粕製造。現時有所謂速成

(Bacterium aceti)

醋者，係將具有假底之木桶，置於溫度適宜之室內，假底上置有山毛櫸木之鉤片，然後以稀酒精液及醋種，徐徐注入桶內，至桶底流出，已發酵而成醋。普通之醋含醋酸

3—5%，為淡黃色之透明液體，有芳香，常用以調味。

(3) **棕櫚酸、脂蠟酸及油酸** 將油脂加水與觸媒共熱，常分解而

成高級之脂肪酸。其重要者為**棕櫚酸** ( $\text{C}_{15}\text{H}_{31} \cdot \text{COOH}$ )、**脂蠟酸**

(Palmitic acid)

(Stearic acid)

( $\text{C}_{17}\text{H}_{33} \cdot \text{COOH}$ ) 及**油酸** ( $\text{C}_{17}\text{H}_{33} \cdot \text{COOH}$ )。棕櫚酸或稱**軟脂酸**，熔

(Oleic acid)

點  $62^\circ\text{C}$ ；脂蠟酸或稱**硬脂酸**，熔點  $69^\circ\text{C}$ 。此二酸皆為無色蠟狀之物質，不溶於水，而能溶於酒精、醚等溶劑中。其鈉鹽或鉀鹽皆為肥皂之主成分，易溶於清潔之水中。至油酸為無臭之油狀液體，不溶於水，工業上之用途亦甚廣。

以上三種有機酸皆存於動植物體之脂肪及油中，脂肪酸之名蓋即由此。至不屬於脂肪酸類之有機酸種類頗多，茲亦擇其重要者分述於後。

(4) **草酸** 乙醇、脂肪等多種有機物為硝酸氧化時，常生成草酸

(Oxalic acid)

( $\text{COOH} \cdot \text{COOH}$ )。草酸常成鉀鹽或鈣鹽而廣布於酢草及大黃等植物體內，工業上多用鋸屑與鹼類共熱而製得之。為含二分子水之柱狀晶體，易溶於水及醇中，熱至  $100^\circ\text{C}$  即熔融而失去其結晶水。



還原性頗強，對於細菌及人體有毒性。其主要用途多在染色及印染工業。通常纖維類及草帽等之漂白亦用之。又因其有溶解氧化鐵為草酸鐵之性質，故凡由鐵所生之污點，皆可用草酸除去之。由草酸所成之鹽類，亦多用於染色，又在攝影術及分析化學中亦用之。

(5) **乳酸** 澱粉、蔗糖等起乳酸發酵，則成**乳酸** ( $\text{CH}_3 \cdot \text{CHOH} \cdot \text{COOH}$ )，(Lactic acid)，酸敗之牛乳中亦常含之，故名。為一種帶酸味之濃液，純粹者可成晶體，熔點  $18^\circ\text{C}$ 。與水、醇及醚能依任意之比混和，其主要用途為媒染劑及鞣皮時之除石灰劑。其鹽類如乳酸鈣及乳酸鐵等在醫藥上用作強壯劑。

(6) **酒石酸** 酒石酸  $(\text{CHOH})_2 \cdot (\text{COOH})_2$  (Tartaric acid) 常成游離狀態或化合物而廣存於植物之果實中，尤以葡萄汁中含之最富。由葡萄汁發酵以製葡萄酒時，每有多量之酒石沈澱；此係酒石酸之一種鹽類。(Argol) 商品之酒石酸即由此鹽製成，為透明之大形晶體，有爽快之酸味，熔點約  $170^\circ\text{C}$ 。易溶於水及醇，而不溶於醚。通常用於印染術中，及為製酸味之清涼飲料。其鹽類中如酒石酸氫鉀 ( $\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_6\text{K}$ ) 俗稱酒石，亦名為**酒石脂**。酒石酸鉀鈉 ( $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6\text{KNa} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) 或稱**洛瑟爾** (Cream of tartar) (Rochelle salt) 者係酒石酸氫鉀之溶液為碳酸鈉中和而成，亦為透明之大形晶體。又有所謂**吐酒石**者，係酒石酸氫鉀與三氧化二銻及水共熱而成。(Tartar emetic) 用途皆甚廣。

(7) **檸檬酸** 檸檬酸  $(\text{CH}_2)_2 \cdot \text{C}(\text{OH}) \cdot (\text{COOH})_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  亦廣布於 (Citric acid)

植物之果實中，在檸檬中含之特富，故通常多用檸檬汁為原料而大規模製造之。為透明之大形晶體，熔點  $100^{\circ}\text{C}$ 。極易溶解於水。通常多用以製酸味之清涼飲料，亦用於印染術中。其鹽類之用途亦廣。

(8) **水楊酸** 水楊酸  $[\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\cdot\text{COOH}]$  多成化合物而存於冬青油中，故通常多用苛性鉀使冬青油起加水分解而製之，但現時亦有合成法製造。為針狀晶體，易溶於熱水，而難溶於冷水，通常多用作防腐劑<sup>●</sup>或消毒劑，又為製造染料及香料等之原料。其乙醯化物俗稱**阿司匹靈**為一種重要之解熱藥。  
(Aspirin)

(9) **安息香酸** 安息香酸  $(\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{COOH})$  俗稱**安息香**，多成游離狀態廣布於安息香膠等樹脂中，通常即將安息香膠加熱而得。為有光輝之晶體，易溶於熱水及有機溶劑中。其蒸氣有特臭，其主要用途為醫藥及香料，又為製造染料之原料。  
(Benzoic acid) (Benzoin)

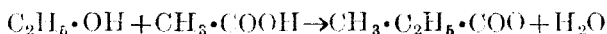
(10) **鞣酸** 鞣酸一稱鞣質，多存於沒食子、茶莢等樹皮中，可用沸水浸出之。為無色無定形之物質，易溶於水，其溶液有強收斂性。遇氯化鐵即成暗藍色溶液，故可用以製墨水。染色術中則常用作媒染劑。又動物之真皮浸於鞣酸之溶液中，即與鞣質結合而成堅韌之革，故在鞣革工業中亦廣用之。  
(Tannic acid)

(11) **沒食子酸** 沒食子酸  $[\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_3\cdot\text{COOH}]$  亦多存於沒食子及茶等植物中，可用鞣酸與稀酸共煮沸而得。為針狀晶體，易溶

●對於心臟有害，故食物中皆禁止添加。

於水，其水溶液遇氯化鐵則生藍黑色之沈澱，故亦用為製墨水之原料。此酸又為一強還原劑，能使金、銀及鉑自其鹽類溶液中析出。

**酯** 有機酸與醇類中和後則成酯類，如乙酸與乙醇作用後，則中和而成乙酸乙酯( $\text{CH}_3 \cdot \text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{COO}$ )及水，其反應如下：



此種反應正與無機酸與鹽基類中和而成鹽類之作用相同，故酯類與鹽類之區別，即為鹽類中之金屬為烴基所取代耳。

酯類多為無色中性之液體，種類至多。大都具有愉快之香氣，植物之花及果實中，每含有酯類；動物之脂肪及油類則為多種酯類之混合物，其重要者為由棕櫚酸所成之**軟脂** [ $\text{C}_3\text{H}_5(\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COO})_3$ ]  
(Palmitin)，由脂蠟酸所成之**硬脂** [ $\text{C}_3\text{H}_5(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_3$ ] 及由油酸所成之**油質** [ $\text{C}_3\text{H}_5(\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO})_3$ ]。尋常之豚脂中含軟脂較多故質軟，牛脂中含硬脂較多故質硬，至油類中則多為油脂。

酯類稍溶於水，或全不溶解，但遇水及各種無機酸或鹼類之水溶液，則易起加水分解。尋常之肥皂，即動物性脂肪為氫氧化鈉所分解而成高級脂肪酸之鈉鹽。

**肥皂** 用鹼金屬化合物如氫氧化鈉等使脂肪起加水分解，生成脂肪酸之鹼金屬鹽及甘油之變化稱為**鹼化**。  
(Saponification) 通常將牛脂及椰子油等鹼化後，所成多種鈉鹽之混合物稱為**肥皂**。肥皂之種類至多，製法不一，通常所用者多為以氫氧化鈉或碳酸鈉使脂肪鹼化而成，皂質

較硬，故稱爲硬肥皂，如化妝皂及洗濯皂等。通常洗濯皂之需量爲各種肥皂之冠，其製造方法先將牛脂、椰子油等原料依適量混合，乃與鹼類同入鐵製巨釜中，用蒸氣加熱數日，並充分攪拌使其鹼化。待鹼化完全後，再漸次加入食鹽溶液，卽有皂質析出，浮於液面，是稱鹽析法。此法可反復行之，使皂質精良，且同時生成之甘油，亦得收獲較多。如是靜置數時間後，將釜底之殘液排出，再行洗濯手續後，任其澄清。此時卽可使皂質直接流於肥皂框內，任其凝固。若欲製優良之肥皂，則須先使之流入混和機中加入水玻璃、松香、色質及香料等充分攪和，經數小時後，乃傾入框中使其凝固。俟達適宜之硬度後，乃切成塊狀而乾燥之，最後置於打印機中打印，卽可運售於市。至化妝皂之製造，通常先將框中取出之肥皂經再三輾練，使成薄片，再入壓縮機中壓成塊狀而成。茲將數種肥皂之配合成分列舉於下：

1. 洗濯皂：(1)牛脂 250 尅，椰子油 375 尅，苛性鈉液(38°Bé) 313 尅，食鹽水(20°Bé) 25 尅。(2)椰子油 235 尅，苛性鈉液(32°Bé) 235 尅，食鹽水(18°Bé) 235 尅，水玻璃(38°Bé) 295 尅。

2. 化妝皂：(1)牛脂 25 尅，椰子油 25 尅，苛性鈉液(38°Bé) 25 尅；(2)牛脂 45 尅，椰子油 15 尅，苛性鈉液(30°Bé) 60 尅，精製松香 20 尅。

⊖一名鈉皂，但由鉀鹽所成之皂，其質較軟，故稱軟皂 或稱鉀皂。  
(Soda soap) (Soft soap) (Potash soap)

⊕參考製造肥皂記錄，化學工業 3 卷 1 期；肥皂製造的實驗，化學工業 5 卷 2 期；

肥皂工業，商務印書館出版。

肥皂能溶於水，因其為多種弱酸之鈉鹽之混合物，故溶解後幾完全水解而成游離之脂肪酸及氫氧化鈉。此種游離之脂肪酸浮游於鹼性之溶液中，遇衣服上之油垢，即與之結合，而牽入於溶液之內，故肥皂有洗淨之功。然用硬水洗衣，則能生成不溶性之物質，故不能洗淨，徒然耗費肥皂。惟尋常之肥皂亦儘有優劣可分，其劣者鹼化不完全，致有過量之鹼或游離之脂肪；此外或含有黏土、澱粉等夾雜物，對於洗濯皆屬無益或有害。可取皂質用酒精溶解，加入氯化汞液少許，倘有黃色或褐色沈澱，為有游離鹼之證；此外如另有不溶解之物，則皆為攪入之夾雜物也。①

**蠟燭** 蠟燭亦為重要之油脂工業，其原料為動植物之油脂及蠟。我國之燭多以柏油製成，外國之燭則以石蠟為主成分。製造方法，我國主用浸製法，即以燭心不絕浸於熔融之原料中，隨浸隨即提起，至達適宜之厚而止，最後再浸於熔融之蠟中即成。石蠟燭通常用燭型之機械製成，型中置棉紗編成之燭心，然後以熔融之原料，注入型中，待其凝固，取出即得。

**煤焦油之產物** 將煤乾餾以製焦煤或煤氣時，皆可得副產物**煤焦油** (Coal tar) ②。煤焦油係多種重要碳化氫之混合物，除可用作防腐劑及油漆之塗料外，又可利用所含各化合物之比重或沸點之差異，藉分餾法分離之。其主要之產物，包括苯及其多種重要衍生物，而由此可

① 參考肥皂之一般分析法，化學工業 4 卷 2 期；肥皂分析，化學工業 6 卷 2 期。

② 參考新法製焦及其副產物，化學工業 2 卷 2 期；煤焦油工業，最新化學工業大全

以製得各種人造染料、醫藥用品及其他日用必需之物質，故煤焦油在最初視同廢物，而在近世則其用途日增。即分餾之最後產物稱為瀝青者，係黑色之塊狀物，在低溫（約  $40^{\circ}-100^{\circ}\text{C}$ ）中多能軟化或熔解，現時亦常用以煉炭、塗料及鋪設道路等，故其用途亦甚廣。茲就煤焦油之分餾產物列表於後：

分餾溫度	分餾產物	百分數	主要成分
$170^{\circ}-180^{\circ}\text{C}$	輕油	2-4%	苯
$240^{\circ}-245^{\circ}\text{C}$	中油	10-12%	萘, 石炭酸
$270^{\circ}-275^{\circ}\text{C}$	重油	8-10%	萘, 石炭酸, 蔥
$300^{\circ}-340^{\circ}\text{C}$	蔥油	18-25%	蔥
—	瀝青	50-60%	瀝青

**苯**  $\text{C}_6\text{H}_6$  俗稱**安息油**，為分餾煤焦油時，所得輕油之主成分，工業上製苯皆取源於此。● 然由煤焦油分餾而得之苯，常混有其他雜質，故須用濃硫酸洗滌或用冷劑使其結晶析出，以得純粹之苯。通常為無色而有焦臭之液體，比重為 0.8799 ( $20^{\circ}\text{C}$ )，熔點  $5.5^{\circ}$ ，易着火，燃時發有光而多煙之焰。性不溶於水，但能與醚及石油等依任意之比混和，在工業上廣用作脂肪、樹脂等之溶劑。但其主要用途為製造硝基苯及染料。試以比重 1.45 之濃硝酸(12 分)及濃硫酸(16 分)之混合物，徐徐加入苯(16 分)中，即可得淡黃色油狀

●在實驗室中可將乙炔加熱至暗紅而合成苯。參考合成苯，化學工業 12 卷 2 期。

之**硝基苯** ( $C_6H_5 \cdot NO_2$ )。硝基苯具有特殊之臭，不溶於水，可用以調味及製香料。但其主要用途為製造**苯胺** ( $C_6H_5 \cdot NH_2$ ) 俗稱**阿尼林**，(Phenylamine) (Aniline) 通常用鐵及鹽酸以還原硝基苯而大量製造之。為油狀之液體，性毒，難溶於水，露於日光及空氣中，則漸漸由黃而褐，終成黑色。現時各種人造染料，多以此為原料，故其需量極大。通常用漂白粉或次氯酸鈉處理苯胺之水溶液則呈濃紫色，是為鑑別苯胺之重要反應。

輕油中除苯外，尚有**甲苯** ( $C_6H_5 \cdot CH_3$ ) 等苯之同系物，其性質與 (Toluene) (Homologues) 苯相似。以濃硝酸與濃硫酸之混合液處理，則得**三硝基甲苯** ( $C_6H_2 \cdot (CH_3)(NO_2)_3$ ) (Trinitrotoluol) 為一稱重要之炸藥。又用以製造各種染料之中間體，故極重要。

**萘** ( $C_{10}H_8$ ) 俗名**焦油腦**，為分餾煤焦油時所得中油之主成分。在分餾之時，中油內已有萘之晶體析出。可取出洗淨，再與少量之濃硫酸共熱，即可得純粹之萘。為有光之片狀晶體，熔點  $80^\circ C$ ，有特臭，易揮發。不溶於水，而易溶於多數有機溶劑中，通常用作消毒劑及防腐劑。市售之**樟腦丸**俗稱為**臭藥**者即其製劑。其主要用途為製造多數衍生物，以供色素之製造。

**蒽** ( $C_{14}H_{10}$ ) 俗稱**綠油腦**，為分餾煤焦油時所得重油與蒽油 (Anthracene) 之主成分，故工業上多由重油及蒽油分離而得之。為無色而有光輝之片狀晶體，呈美麗之藍色螢光，熔點  $213^\circ C$ ，性易揮發，具有特殊

之臭。不溶於水，微溶於酒精及醚，而易溶於苯中。適為製造一種染料稱爲**茜素**者之基本原料，而茜素又可用以製造**土耳其紅**及其他各種染料，故在工業上甚為重要。

**酚** (Phenol) ( $C_6H_5OH$ ) 俗稱**石炭酸**，爲分餾煤焦油時所得中油及重油之主成分。工業上多收集與石炭酸沸點相近之餾出物，用鹼液洗之，再加硫酸於洗液內，濃縮蒸餾之即得。但近年酚之消費日增，故工業上又多用合成法製造。其中應用最廣之法，係將苯用發煙硫酸處理，製成**苯磺酸** ( $C_6H_5 \cdot SO_2 \cdot OH$ )，再以苯磺酸與氫氧化鈉之溶液共熱，即得粗製之酚。更加蒸餾之，即可得純粹之酚。☉ 爲無色柱狀之晶體，有特殊之臭，熔點  $42.5^\circ$ 。性頗毒，對於皮膚有腐蝕作用，能即生水泡。中其毒者，可用亞硫酸鈉解之。通常用作消毒劑，但其主要用途爲製造電木、染料、炸藥及藥品等。

酚易溶於有機液中，而難溶於冷水。其中性之水溶液遇氯化鐵則呈紫色，藉此可鑑別酚之存在。若酚溶解於濃硫酸後，再滴加濃硝酸，則可得**三硝基酚** [ $C_6H_2(NO_2)_3OH$ ] 之黃色晶體，此物一名**苦味酸**，爲重要之炸藥原料。

酚爲酚類中最簡單之一種。其他重要之酚類，如兒茶酚，及樹脂酚多用爲染料之原料。

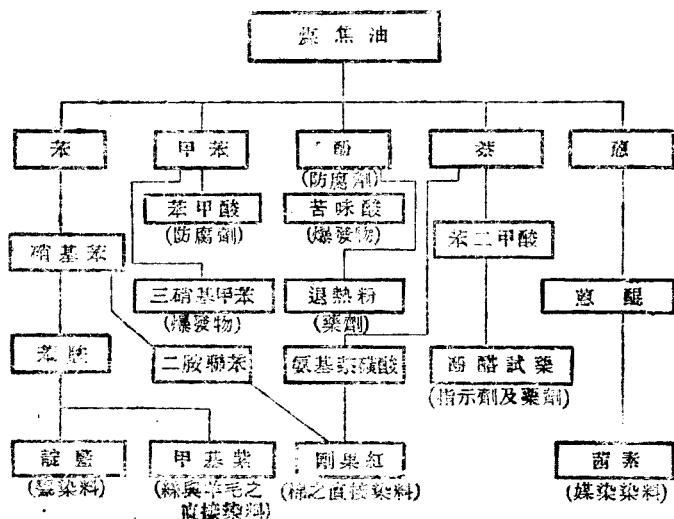
料，**鵝納酚**及**沒食子酚**等亦供藥用。

☉ 工業上合成酚之法，近年頗多採用以氯通入苯中而成之**氯苯** ( $C_6H_5Cl$ ) 與氫氧化鈉同熱而得。



**電木** 酚與甲醛藉鹼類或酸類等觸媒以促進其作用，則能生成一種樹脂質，再經洗滌及蒸溜後加壓使之硬化，即成電木。●電木為似硬橡皮之不透明物質，不易溶融，亦不溶於普通溶劑；富有光澤，通常更加入着色劑，而呈種種美麗之色彩，故多用以製造裝飾用品；又因其對於電有絕緣性，故亦用以供電器及機械之製造。通常將電木之原料，加入色素及石綿、黏土等填充劑，充分混和之，然後納入模型中，置於壓蒸機中加壓硬化，即成種種物品。

**染料** 凡能固着於纖維，或固着後雖經水洗而不易褪色之有色物質稱為染料。古時染料大都採自植物，如藍草、紅花等。至近世色染化學發達以後，各種染料，多用合成法製造<sup>(Dye)</sup>，迄今竟達萬種。然其主要之原料則為煤焦油，故染料亦稱為煤焦油色質。茲先就煤焦油之產物列表如下：



●參考電木與電玉，正中書局出版。

●參考合成染料，化學工業 9 卷 2 期，染料及染色，最新化學工業大全第 6 冊。

染料固着纖維之原因，由於纖維間生成數種不溶性化合物之故。但染料對於纖維之作用不同，故可粗分為二類：其能直接固着於纖維者，稱為**直接染料**，其不能直接固着者，必藉所謂**媒染劑**之助，始能化合而成不溶性之有色物質，而固着於纖維之間，是為**媒染染料**。生成之有色物質，則稱為**沈澱色質**。通常所用之媒染劑，多為鐵、錫、鋁、鉻之無機鹽類。

染料之種類至多，已如前述。其中最為重要者，當推靛藍及茜素二種。**靛藍**( $C_{16}H_{10}O_2N_2$ )昔時多由藍草取得，現時則多用萘為原料，以合成法製成。●為暗藍色之結晶物質，不溶於水，而易溶於熱苯胺液中，遇鹼性還原劑則成可溶性之無色化合物；但經露置空氣中後，則又氧化而成靛藍。此性質在染色上即利用之，以使織物上生成耐久之藍色。**茜素**( $C_{14}H_8O_4$ )昔時皆採自茜草之根，現時則多自葎製得。為深紅色之柱狀晶體，幾不溶於水，而可溶於酒精中。其氫氧化鉍溶液遇鉀明礬，則得紅色之沈澱色質；遇鐵明礬，則得紫黑色之沈澱色質。茜素為重要之媒染染料，即因其遇各種金屬之氫氧化物，能生成各色之沈澱色質之故。但靛藍等有不需媒染劑之優點，故亦為極重要之染料。

將色質染於織物上之方法，稱為**染色術**。●染色術依染料之種類

●參考人造靛青專論，化學工業 10 卷 1 期；人造靛青製造之研究，化學工業 10 卷 2 期。

●參考染色術，商務印書館出版。

而異。凡能溶解於水者，可將布疋浸入此種濃溶液中，即可使染料直接附着於織物上，是稱爲**直接染法**，如將絲或羊毛在苦味酸之溶液煮沸，即可染成淡黃色是。(Direct dyeing)用媒染染料之染色方法：通常染棉時，先將織物浸漬或通過於一種媒染劑之溶液內，然後將織物再通過如氨或石灰之弱鹼溶液、磷酸鈉或砷酸鈉之鹽類溶液內，使在纖維內生成不溶性之有色物質；至絲及羊毛，僅須將此等纖維浸入媒染劑之淡沸溶液內，即可染成各種顏色。

通常欲使織物之一部染色，可先以適宜之媒染劑與染料混和，並加澱粉或樹脂等少量，而印花紋於織物上，最後用水蒸氣蒸熱之即成，是稱爲**印染術**。茜素等染料通常因所用媒染劑不同，而呈各異之色，故將織物依照規定圖案，分別浸於各種媒染劑溶液中使成飽和，然後置於染料內煮沸，則織物上亦能顯出各色之花紋。(Calico printing)

**塗料** 塗料爲於物體表面展成薄層後，發生化學或物理的變化，而於表面上形成連續之皮膜，因此得保護其內部，並顯美觀之物質。其種類甚多。通常以植物性油塗於器物表面，則能氧化而生成堅韌不透水之透明皮膜。此種油類稱爲**乾性油**，其中以亞麻仁油及桐油爲最重要。(Drying oil)亞麻仁油由亞麻之種子榨得，爲深黃色之液體，乾燥性極強，若加入鉛、錳或鈷之有機鹽<sup>●</sup>而製成熟油，則因氧化作用爲其促進，故更易乾燥固化(約 24 小時)。桐油爲我國著名之特

●稱爲乾燥劑，通常以二種或三種同用。  
(Dryer)

產，由油桐之種子榨得。⑤ 爲黃褐色之液體，有特殊之臭，其乾燥性較亞麻仁油更強，除直接用作塗料外，亦用爲假漆之原料。但通常於此種油塗料中，每調入白色而能反光之物質或有色顏料，以調成美觀之色彩。其中尤以用鉛、鋅、錳、鈷等之鹽基性顏料，有促進乾燥之效。

由天然膠及合成樹脂製成之塗料，稱爲洋乾漆及假漆。洋乾漆爲 (Shellac) 熱帶所產榕樹上之小蟲刺破樹皮時流出之液汁凝固而成。能溶解於醇類而成溶液，塗於器物之表面，則因醇類蒸發而殘留洋乾漆之薄層。假漆則爲用柯巴、松香或油溶性之合成樹脂於加熱時與油類 (Varnish) (Copal) 混和而成，塗於器物表面，則亦由氧化作用而致乾燥。假漆中通常亦加入各種顏料，使成種種色彩。

漆爲天然產之重要塗料，亦爲我國之著名特產，⑥ 係由漆樹之分 (Lacquer) 泌液製煉而成。其主成分爲漆酸 ( $C_{21}H_{32}O_2$ )。採製之法，通常於適

---

⑤產於四川、湖南、湖北、貴州及其他南部諸省。其中產於四川秀山者稱爲秀油，產湖南洪江者，稱爲洪油。土法採製係將種子炒熟研粉，再壓榨而得。其由冷壓所得者色淺，稱爲白油；由熱壓所得者色暗，稱爲紅油。參考中國之乾性油，化學工業 1 卷 1, 2 期，及 2 卷 1 期；中國桐油之研究，科學 16 卷 2, 3 期。

⑥我國產漆之區，以湖北、湖南、四川、貴州諸省爲最著。所產漆樹分大木種與小木種二類，採漆時期自七月初至八月末止，年限大樹七年，小樹三年。參考中國漆與改良製漆之研究，化學工業 6 卷 2 期。

當時期，將漆樹之皮斫傷，即有漆液流出，是為生漆。將生漆濾過，並入麻布中絞榨，最後更加熱以除去所含之水分，即成熟漆。生漆與熟漆通常多和以顏料，塗於器物表面，乾燥後頗為光亮美麗，且極牢固。我國漆器之產地以福建為最著名。

塗料中調入之顏料<sup>●</sup>通常為無機物質，如用作白色顏料之鉛白、  
(Pigment)  
鋅白及鋅鋁白等；用作紅色顏料之銀硃及鉛丹等；用作黃色顏料之  
鉻黃；用作綠色顏料之鉻綠；用作藍色顏料之普魯士藍及藍青；用作  
(Ultramarine)  
黑色顏料之燈煤及煤煙等。近世染料工業發達，可由人工製成沈澱  
(Lamp black)(Carbon black)  
色質及有色化合物，不但着色力較強，且色彩亦更鮮豔，因此顏料之  
種類大為增加，且其用途亦日廣，除製塗料外，舉凡印刷油墨、化妝  
品、紙、賽璐珞及食品等製造亦無不需用之。

油墨 製造油墨之法，通常將亞麻仁油煮沸，至呈黏稠狀態後，即調入顏料，充分  
混和即成。茲列數種油墨之配方於後：

黑色：煤煙 20，亞麻仁油 30，松節油 30，鈷(乾燥劑) 10，瀝青 5。

黃色：鉻黃 75，亞麻仁油 25，錳鉛(乾燥劑) 2。

紅色：立多爾紅 45，亞麻仁油 50，乾燥劑 5。  
(Lithol)

## 摘 要

碳化氫 碳與氫之化合物；其中最簡單者為烷屬、烯屬及炔屬。烷屬化合物之公  
式為  $C_nH_{2n+2}$ ，烯屬化合物為  $C_nH_{2n}$ ，炔屬化合物為  $C_nH_{2n-2}$ 。

●參考顏料及塗料，商務印書館出版。

甲烷  $\text{CH}_4$ ，為天然煤氣之主成分，可用醋酸鈉及  $\text{NaOH}$  混合加熱而得。與氯作用能成氯甲烷、二氯甲烷、三氯甲烷及四氯化碳等。

乙炔  $\text{C}_2\text{H}_2$ ，將乙醇與濃硫酸或磷酸共熱而得。能與鹵族元素直接化合。

乙炔  $\text{C}_2\text{H}_2$ ，用碳化鈣與水作用而成。以氧助燃，能生高熱。

甲醇  $\text{CH}_3\text{OH}$ ，由木材乾餾後之蒸氣凝縮後分餾而成，但近年多用一氧化碳為原料，用合成法製得之。用作燃料。

乙醇  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ，由澱粉發酵製得，並用分餾法精製而成。用作溶劑及燃料。

甘油  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ ，由油脂加水與觸媒共熱而成，為肥皂工業之副產。用於硝化甘油、化妝皂等之製造

醚  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ ，為乙醇脫水而成。易燃燒，廣用作溶劑。

醛 (1) 甲醛  $(\text{CH}_2\text{O})$ ，以甲醇之蒸氣與空氣混和行接觸加熱而成。其水溶液稱為福爾馬林，常用作防腐及消毒劑。(2) 乙醛  $(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})$ ，將乙醇之蒸氣行接觸加熱而成，為製造醋酸之原料。

酮 丙酮  $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ ，用醋酸鈣乾餾而得，主用作溶劑。

有機酸 含  $(-\text{CO}\cdot\text{OH})$  原子團之化合物。(1) 甲酸  $(\text{H}\cdot\text{CO}\cdot\text{OH})$ ，為由甲醇或甲醛氧化而成，用作防腐及消毒劑。(2) 乙酸  $(\text{CH}_3\cdot\text{CO}\cdot\text{OH})$ ，由木醋酸與石灰乳作用後，再蒸餾而得。其無水者，稱冰醋酸，廣用作溶劑。醋為酒類起醋酸發酵而成。(3) 棕櫚酸、脂鯨酸及油酸，為油脂加熱分解後所成之高級脂肪酸。(4) 草酸  $(\text{COOH}\cdot\text{COOH})$  用鹼類及鋸屑共熱而得，主用於染色及印染工業。(5) 乳酸  $(\text{CH}_3\cdot\text{CH}(\text{OH})\cdot\text{COOH})$ ，牛乳酸敗而成，主用作媒染劑。(6) 酒石酸  $[(\text{CHOH})_2\cdot(\text{COOH})_2]$ ，多存於葡萄汁內，主用於印染術。(7) 檸檬酸  $[(\text{CH}_2)_2\cdot\text{C}(\text{OH})\cdot(\text{COOH})_3\cdot\text{H}_2\text{O}]$  多含於檸檬中，廣用於清涼飲料及印染術。(8) 水楊酸  $[(\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\cdot\text{COOH})]$ ，多存於冬青油中，用作防腐及消毒劑。其乙醚化物為重要解熱藥。(9) 安息香酸  $[\text{C}_6\text{H}_5\cdot$

COOH), 多存於安息香膠中, 且用爲香料及香料。(10) 鞣酸多存於沒食子等樹皮中, 應用於媒染及鞣革工藝。(11) 沒食子酸  $C_6H_2(OH)_3 \cdot COOH$ , 亦多存於沒食子等植物中, 爲製造墨水之原料, 亦用爲還原劑。

**酯** 有機酸與醇類中和而成; 脂肪及油爲硬脂, 軟脂及油脂等多種酯類之混合物。

**肥皂** 脂肪鹼化後所成多種鈉鹽之混合物, 分硬肥皂及軟肥皂二類。製造時大都用鹽析法, 應用於洗濯。

**煤焦油之產物** 輕油、中油、重油、蔥油、瀝青。

**苯**  $C_6H_6$ , 輕油之主成分, 經精煉而成, 用作溶劑及硝基苯等染料之製造, 其同系物有甲苯及三硝基甲苯等。

**萘**  $C_{10}H_8$ , 中油之主成分, 經精煉而成, 用作防腐及消毒劑。

**蔥**  $C_{14}H_{10}$ , 重油與蔥油之主成分, 爲製造靛素之基本原料。

**酚**  $C_6H_5OH$ , 中油及重油之主成分, 工業上多用苯磺酸與氫氧化鈉共熱而製得之, 常用作消毒劑, 又用以製造電木、染料及炸藥等。

**電木** 酚與甲醛藉觸媒之作用而成。

**染料** 多以煤焦油爲主要原料, 有直接染料及媒染染料等多種, 其中最重要之靛藍, 現時多由萘合成, 靛素則由蔥製得。染色法通常用直接染法或先以媒染劑處理再施染色。

**塗料** 兼有裝飾及防止朽腐之效, 通常以乾性油如亞麻仁油及桐油等加入乾燥劑而成, 洋乾漆係將榕樹流出之液汁溶解於醇類而成; 假漆則用樹脂與油類混和而成。漆爲漆樹分泌之液汁製煉而成。

**顏料** 昔時多用無機物質, 近時多用沈澱色質。

## 問 題

1. 試述烷屬、烯屬及炔屬烴之通性，並列表比較之。
2. 試述烷屬化合物之分子量與其物理性之關係。
3. 無機物與有機物之今昔見解，有何不同？
4. 試就甲烷之氯、溴、碘取代物列表比較之。
5. 烷屬化合物與醇類之關係如何？
6. 試就甲醇與乙醇之性質作一比較，用何法區別之？
7. 甲醇多用合成法製造，而乙醇則否，何故？
8. 甘油之用途若何？
9. 試述醚之構造與乙烷基之關係。
10. 醛類之組成與醇類有何關係？
11. 有機酸有何種通性？試就各種酸類之性質列表比較之。
12. 何謂酯？與鹽類之生成有異同否？試舉例說明之。
13. 試述鹽析法之功用。
14. 試述苯及苯之同系物之重要用途。
15. 電木如何製成？
16. 用媒染染料染色之原理若何？
17. 試述製造塗料所用各種重要原料之形性。
18. 燃燒乙醇 100 克，能生成二氧化碳及水各幾克？
19. 碳化鈣 50 克與水作用，在標準狀況下可得乙炔幾升？
20. 設有某種化合物，含碳 54.7%，氫 9.1%，氧 36.2%，對空氣之比電為 3.05。  
求此化合物之分子式。



### 第三節 衣食品

**醣** 有機化合物中除碳化氫外，尚有一大部分由植物之生活作用而產生之醣，如糖類、澱粉及纖維素等，皆為人生需要之物質。此種物質概由碳、氫、氧三元素化合而成，且其中之氫、氧二元素又多依成水之比例而化合，因之其成分似由若干個碳原子與若干個水分子化合而成，故有時亦稱為**碳水化合物**。但此種化合物之組成概甚複雜，且近年此種天然產物之衍生物及其他相關之化合物，已有多種自天然來源取得，或由實驗製成，故現時以此種構造複雜之化合物總稱為**醣**。

**糖類** 糖類廣存於植物界中，由澱粉水解而成，可分為單醣類及二醣類二類。單醣類之分子式，概為 $(C_6H_{12}O_6)$ ，其重要者如葡萄糖及果糖等。

(1) **葡萄糖** 廣存於植物之甜味果實中，葡萄汁中含之最富，故名。通常與果糖共同存在，可將蔗糖用稀酸類分解而得，再將其生成物溶解於酒精中而行再結晶，則可得其純品。工業上則以澱粉在加壓下用稀硫酸或鹽酸同熱，使澱粉分解而得。待其變化完全後，以碳酸鈉中和其酸，而用結晶法精製之，即可得其純品。為無色無臭的晶體，含結晶水一份，味略甜，熱至  $88^{\circ}C$  則液化；至  $100^{\circ}C$  則失去其結晶水。在常溫中能溶於水，但不溶於酒精中。市售之品多成

稠厚之膠狀或塊狀，其價較蔗糖為廉，故常用以代替蔗糖，以製果漿，糖漿及各種糖果，用途甚廣。

(2) 果糖常與葡萄糖同存於甜果之液汁中。此物與氫氧化鈣化 (Fructose) 合，則成難溶於水之化合物，故由此得製成純粹之果糖。亦為無色無臭之晶體，熔點  $95^{\circ}\text{C}$ 。較葡萄糖易溶於水及酒精中，其甜味與葡萄糖相等。但因價貴，用途不廣。

式糖類之分子式概為  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ，其重要者有蔗糖、乳糖及麥芽糖等。

(1) 蔗糖亦廣布於植物界中，成熟之甘蔗及甜菜根中含之較富，(Sucrose) 故現時食用之蔗糖，皆由甘蔗或甜菜根製造。其法將甘蔗用水壓機榨取蔗汁，而以約 1% 之石灰乳共熱，以中和其酸，並使其所含之蛋白質凝固。再於此溶液中通入二氧化碳，使過量之石灰沈澱；更與骨炭煮沸，使其脫色，然後濾過之。再將此糖液移於真空鍋中加熱使其蒸發，<sup>⊙</sup>待達相當濃度，即放置候冷，蔗糖即結晶析出。最後將此種結晶用離心機使其與母液分離，即得粗糖。粗糖顏色帶褐，質不純潔，故須再用水溶解，並用骨炭脫色後，仍入於真空鍋中蒸濃之，並經冷卻、結晶、分離等手續，乃得潔白之精糖。<sup>⊙</sup>

以甜菜為原料而製成之糖，稱為甜菜糖。製造甜菜糖之法，<sup>⊙</sup>先將甜菜根切成薄 (Beet sugar)

⊙糖液在真空鍋中至  $65^{\circ}\text{C}$  即沸騰，因此得防止其分解。

⊙參考甘蔗糖，化學工業 3 卷 2 期；製糖新法及糖業，商務印書館出版。

⊙參考甜菜糖，化學工業 3 卷 1 期。

片，用高散法提中糖液，再依上法製糖，其成品與蔗糖無異。

蔗糖爲白色透明之晶體，熔點  $161^{\circ}\text{C}$ 。在常溫中能溶於  $\frac{1}{3}$  容之水；而難溶於酒精中。熱至  $200^{\circ}-210^{\circ}\text{C}$ ，則失去水分，而漸變爲褐色之焦糖，可供飲料、肉汁等着色之用。蔗糖與稀酸作用，則起加水分解，而成等量之葡萄糖與果糖；但遇熱濃硫酸即被分解而成黑色之物質。

蔗糖爲一種甜味濃之重要食品，每年之銷費量極巨，故各國皆大量製造之。我國閩、粵、贛、川諸省皆產甘蔗，北方諸省可植甜菜，但現時除粵省有新式之蔗糖工廠及魯省之甜菜糖廠外，餘無足數，故我國製糖工業尚亟待建設。至市場間出售之糖精，(Saccharin) 係由純粹之甲苯製成，甜味極濃，但有毒性，故食物中多禁止採用之。

(2) 乳糖僅存於哺乳動物之乳汁中，由乳汁製造乾酪素時，乳糖常存於溶液中，蒸發之，則乳糖即成晶體析出，可使其溶解於水，使其再結晶而得純品。爲含一分子水之無色晶體，熔點  $200^{\circ}\text{C}$ ，能溶於水。甜味甚淡，在空氣中易起乳酸發酵而成乳酸；乳汁變酸，即因此故。

(3) 麥芽糖爲使麥芽與澱粉作用而成。通常將澱粉和水，加熱成漿，然後加入麥芽，則由麥芽中酵素之作用，而變爲麥芽糖。其純粹者爲含一分子水之晶體，易溶於水，具有甜味。在常溫中易爲酵母菌所發酵。與稀硫酸共煮沸，則變爲葡萄糖。

**澱粉** 澱粉爲組成極複雜之物質，其分子式至今未明，通常用 (Starch)

澱粉之組成，似由單醣類或式醣類之數分子互相化合，失去水分而成，故稱此種化合物爲多醣類，糊精與纖維素亦同。  
(Polysaccharides)

$(C_6H_{10}O_5)_n$  表示。此物廣布於植物之各部器官中，米、麥等穀類及甘藷、馬鈴薯等塊莖內皆富含之，成粒狀或塊狀而存在。通常由馬鈴薯製得，法將馬鈴薯洗淨切碎，在細篩內用水浸解，則澱粉即與水一同濾出。然後放置若干時，使澱粉成泥漿狀而沈下，乃用傾瀉法反覆洗過後，徐徐乾燥而成。為一種白色粉末，不溶於冷水。與水共熱，則澱粉粒膨脹破裂而成糊狀。與稀酸共煮沸，則澱粉先變成糊精，再變成葡萄糖；工業上葡萄糖之製造，即依此法。酒精及酒精飲料之製造，亦多用穀類或富含澱粉之物質為原料，即由澱粉糖化後轉變而成，故澱粉之用途甚廣<sup>①</sup>。通常多以澱粉製成糊狀，塗於布上，稱為上漿，其用量亦大。澱粉為人類之主要食品，但含澱粉之物質，應先煮熟，使澱粉粒破裂而成糊狀始易消化。

澱粉遇碘即呈鮮藍色，但受熱後其色即消失；溫度再降，其色復現，是為澱粉之重要鑑別法。

**糊精** 糊精為澱粉變成葡萄糖時之中間生成物，其分子式亦用  $(C_6H_{10}O_5)_n$  表示之。通常將澱粉單獨加熱至  $220^{\circ} - 275^{\circ}C$ ，或以稀酸濕潤後熱至  $100^{\circ} - 150^{\circ}C$  即得。<sup>②</sup>為無色之無定形物質，能溶於水，與稀酸共煮則成葡萄糖。通常用作樹膠之代用品。茲就普通洋漿糊之配方列示二種於下：

① 參考澱粉工業，化學工業 12 卷 1 期。

② 參考製造糊精之試驗，化學工業 11 卷 1 期。

(1) 機精 1 磅, 樹膠 4 噸, 醋酸 4 噸, 水 1 噸, 酒精 4 噸。

(2) 機精 50-90, 明礬 4, 糖 75, 水 120, 丁香油適量。

**纖維素** 纖維素為植物細胞膜及木材之主成分, 故為植物組織 (Cellulose) 之基礎物質。其分子式通常亦用  $(C_6H_{10}O_5)_n$  表示之, 然其組成當較澱粉更為複雜。通常將棉花或其他纖維素物質反復用酸浸洗, 以除去無機物質後, 即成純粹之纖維素, 如脫脂棉及實驗室所用之濾紙是。性不溶於水及一切通常之溶劑, 而能徐徐溶解於濃硫酸中, 若將其溶液用水稀釋而煮沸之, 則先成糊精, 最後成葡萄糖, 故酒精及糖皆可由木材製得。●

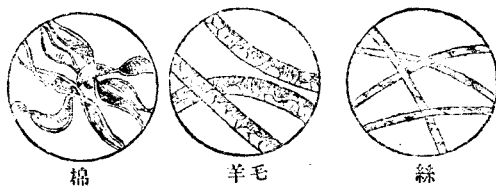
纖維素為織物之原料, 故與人生之關係至切。日用之紙多用木材纖維或棉纖維等製成; 人造絲亦多以木材纖維為原料。軍工業所用之無煙火藥及炸藥係將纖維素用硝酸或硝酸與硫酸之混合物處理後生成之硝化纖維素製成; 以硝化纖維素為原料, 又可製成賽璐珞及假象牙等, 故纖維素之用途至廣。●

**織物纖維** 用作織物之纖維可分植物性與動物性二類: ●植物性纖維以棉為最重要, 係由纖維素構成; 主要之動物性纖維為天然絲及羊毛, 則由蛋白質所構成, 故為複雜之氮化合物。其外觀上之區別, 可藉顯微鏡放大, 如圖 52 所示。棉纖維係由棉種子之表皮細胞凸起而成, 細長扭轉, 表面被有蠟質。通常以纖維較長而扭轉數多者

●參考纖維素製糖之研究, 化學工業 10 卷 2 期。

●參考纖維素在工業上之應用, 化學工業 9 卷 2 期。

●參考紡織品纖維之化學研究法, 化學工業 5 卷 1 期。



棉

羊毛

絲

爲良種。天然絲係由蠶吐出之絲纖維，其外觀爲連續不斷之細管，表面極光滑，絲質之光澤，蓋由此而起。●羊毛乃生長於羊身上之毛，成細長之柱狀，內部由髓質及皮質構成，表面則圍以鱗片，其性質最爲強固。至人造之纖維，現時惟人造絲已蔚爲盛大之工業，雖兼具他種纖維之長，然強度不大，不能耐用，尙爲其主要之缺點耳。我國棉產遍於各省，而江浙之絲●及華北之毛亦皆馳名於世，顯紡織工業較之當世各國則落後殊甚，且近年來人造絲之進口，更有侵佔國內織物市場之勢。此種關係國計民生之工業，國人宜急起直追，努力建設也。

**紙** 纖維素之一種重要用途爲造紙。造紙所用之原料，通常爲木材、竹、蘆葦、桑皮及棉、麻等；但棉麻之價貴，故普通之紙多以針葉樹中之檜、樅等木質纖維爲原料。●製造之法，通常將木材用機械磨碎，然後以酸性亞硫酸鹽或酸性亞硫酸鹽與亞硫酸鹽之混合液處理，加熱至高溫，以除去原料中之樹脂質等不純物質。③乃將原料取出洗滌，必要時並用次氯酸鹽漂白之。此時所得之純粹纖維素稱

●近時將棉布拉長後，用氫氧化鈉處理，然後洗滌乾燥，表面即顯絲光，且較堅牢，稱爲絲光棉。  
(Mercerized cotton)

●參考中國蠶絲，世界書局出版。

●參考造紙原料問題，化學工業 1 卷 1 期。

③或用碳酸鈉或石灰，將原料加熱蒸煮亦可。此法適用於各種纖維原料。

為紙漿 ● 再將紙漿藉機械碎解，使結束之纖維離解為長闊適宜之 (Pulp) 單纖維，同時施以松脂及乾酪等膠料，使其耐水性；更混入白堊等填料，使紙質堅實；倘須着色，更加入適宜之染料，使纖維染色。然後將紙料由手工或機械漉之成紙。機械通常分為濕部及乾部。濕部為使紙料通過漉網，濾去水分，形成紙層。再通過兩滾筒間壓榨之，然後通至乾部，使紙更通過連續之數個鐵製圓筒，內部用蒸氣加熱，使紙乾燥。最後使紙通於研光機上使呈光澤，故紙質光潔堅硬，適於書寫或印刷之用。至用木材纖維以外之纖維為原料時，其製造方法與上述者相似。

我國皖、贛、閩諸省向以造紙著名。● 惟悉用舊法，產量有限，而紙質甚弱。現時世界各國以美國之產量為最多，大部用木漿製造。我國原料豐富，造紙工業亦亟待建設也。

**人造絲** 人造絲為具有天然絲之許多性質，而其組成與天然絲 (Artificial silk) 完全不同之物質，大多由木材纖維製成，故為人造纖維●之一種。現時通用之製造方法，稱為黏膠法。法將亞硫酸紙漿用適量之苛性鈉 (Viscose process) 液處理，使先變為鹼纖維素，然後移置於密閉器中約經二、三日而成熟。乃加入適量之二硫化碳而不絕攪拌之，使起作用而變為黃褐

● 由木材纖維製成之紙漿稱為木漿。凡廉價之紙如報紙等，皆用木漿製成。以苯胺之水溶液試驗即變黃色，但優等之紙則不變。參考紙漿及紙，最新化學工業大全第 11 冊。

● 參考吾國製紙工業之商榷，科學 19 卷 3 期。

● 參考人造絲及其他人造纖維及最新人造絲毛工業，中國科學公司出版。

色之纖維素黃酸鈉。再將纖維素黃酸鈉溶解於水，即成黏稠之溶液，稱為黏膠液。黏膠液經放置約四日而成熟，乃用濾機濾過，並抽除所含之氣泡，即可置於紡絲機中，使由細孔成細流流出，通過由硫酸(11%)，硫酸鈉(24%)及水(65%)混合製成之凝固液，<sup>⊖</sup>即凝成絲狀之纖維素而捲取於絲捲之上，再經洗滌及乾燥等工作，即成人造絲。

人造絲為類似天然絲之物質，其本質實係再生纖維素。唯分子構造與棉、麻等之纖維稍有不同耳。通常為白色之絲狀物，光澤甚強，且易染色，此為優於天然絲之點。然人造絲之強度不大，而伸長度則甚強，故終不能如天然絲之耐用。惟其價值遠較天然絲為廉，致近年幾有侵奪天然絲市場之勢。我國對於此種新興工業，尚極落後，國人亦宜急起建設也。

**賽璐珞** 賽璐珞係用硝化纖維素(約75%)與樟腦(約25%)加熱混和而成。<sup>⊖</sup>試取薄紙或棉毛等纖維原料用硝酸與硫酸之混合物處理使成硝化纖維素，然後煮沸切斷，再行脫水之工作而乾燥之，即可供製造之用。法將精製之硝化纖維素依適量之比，溶解於樟腦之酒精溶液中，使成為固溶體。然後添加顏料染料，並加入適量之蓖麻子油使其軟化，而移置於捏和機中捏和之。最後將捏和之原料

⊖凝固液之配方甚多，此方為價格較廉，應用較多之一種。

⊖參考賽璐珞及受範物工業。最新化學工業大全第11冊。



經壓延及壓榨等工作，然後切斷而乾燥之，更置於研光機中研光，使其光澤，而於常溫或高溫下製成各種用品或玩具。

賽璐珞極易燃燒，故通常製造電影軟片多用醋酸纖維素為原料。醋酸纖維素係將纖維素用醋酸及硫酸之混合液處理，使起醋酸化而成。將醋酸纖維素與磷酸鹽類混和後，以少量之溶劑膠化之，再依次施行捏和、壓延、壓榨及切斷等工程，而製成各種用品。醋酸纖維素亦用為人造絲之原料，惟成本較昂，且製造方法亦尙有待於研究改良。

**樹脂與樹膠** 樹脂為存在於植物細胞組織間之分泌物，將植物 (Resin) 砍傷，則此種分泌物即大量流出。通常與精油混合存在，無特著之臭味，不溶於水，而易溶於酒精、醚、苯及大部分揮發性油類中。加熱之則未達其熔點即軟化。種類甚多，常見之松香係將松柏科植物 (Rosin) 蒸餾，除去松節油後殘留之樹脂。為黃色之無定形物質，性脆，熔點  $90^{\circ} - 100^{\circ}\text{C}$ 。通常用作廉價假漆之添加物，洗濯皂之填充料，及藥用，其消費額甚大。此外樹脂中之重要者尙有柯巴、乳香樹脂及 (Copal) (Mastic) 生達拉克等，皆用於假漆之製造。

(Sandara.)  
樹膠亦廣佈於植物界中，由樹木滲出，概為組成複雜，無色、無味、(Gum) 無臭之無定形固體，能溶於水，而不溶於酒精中。如阿拉伯樹膠即 (Gum arabic) 為最常見之一種，顏色自白色透明至紅褐，廣用於藥劑中；但低等之品，多用作黏膠、印染及織物上膠之用。

黏膠 阿拉伯樹膠 2 磅，水 32 磅，甘油 2 磅，水楊酸 90 釐。

**橡膠** 橡膠亦稱彈性樹膠。●係採集熱帶所產橡樹之乳漿，加熱  
(Rubber) (Caoutchouc) Latex)

至沸，或加入醋酸或蟻酸，使其凝固後再加精煉而成，是為生橡膠，其成分為  $(C_{10}H_{16})_n$ ，為一種無色之無定形膠體，在常溫中質柔軟而有彈性；但加熱至約  $120^{\circ}\text{C}$ ，則失去彈性，至  $150^{\circ}\text{C}$  而熔解，能溶於二硫化碳及氯仿中；置於醚、松節油或苯中則變柔軟。但在空氣中易起氧化而變為酥脆之物質，不適用於多數用途，故通常將生橡膠洗滌精製後，加入硫黃約 10% 及其他各種配合劑捏和，使具有適應各種用途之性質，然後隔絕空氣加熱至  $150^{\circ}\text{C}$  左右，則所成之橡膠之伸張力較生橡膠為強，而其彈性則不因溫度變化而減小。此種方法稱為**硫化**。硫化之橡膠即可製成橡膠板、橡膠管及橡膠布 (Vulcanization) 等，再經加工，則可製成車胎、套鞋等用品。

將生橡膠與硫黃 30—50% 混和，長時間加熱至  $180^{\circ}\text{C}$  左右，則成性質與生橡膠完全不同之角質橡膠稱為**硬橡皮**。通常用為電氣 (Ebonite) 絕緣材料、蓄電池槽、醫療器具及文房用品等。

橡膠之用途甚廣，現代各國除在熱帶地方廣植橡樹以取原料外，又皆努力於合成橡膠，或其代用品之製造。合成橡膠多以丁二烯及 (Butadiene) 二甲基丁二烯等為原料，但因易失彈性，難於捏和，且製造之成本較昂，故尚不能與天然橡膠相抗衡。橡膠之代用品種類亦多，通常以亞麻仁油、蓖麻子油或菜油與硫黃粉混和，而在硫化器中加熱 (Vulcanizer)

●參考橡皮之化學，科學 20 卷 4 期；橡皮工業，最新化學工業大全第 10 冊。

之，即可得類似橡膠之物質，可供製造廉價物品之用。近年又以汽車用過之舊橡皮胎粉碎後，加入適量之氫氧化鈉溶液，而於消硫器 (Devulcanizer) 中用蒸氣加熱之，取出洗滌乾燥，使再經過一組蒸氣圓筒作用，以除淨其所含之雜質，則所得之橡膠，稱為回爐橡膠，可再與新料配合 (Reclaimed rubber) 應用。

**蛋白質類** 蛋白質類為含於動植物細胞中氮化合物之總稱。種類至多，成分皆甚複雜，大都由碳(約 52%)、氫(約 7%)、氧(約 23%)、氮(約 16%)、硫(約 2%) 化合而成，有時並含磷、鐵等。雞卵中之蛋白為常見之一種蛋白質，係無色透明之黏稠液體，能與水混和，在空氣中能速失水分，加熱後，則凝固而成不透明之固體。若與稀酸或鹼類共熱，則分解而成複雜之**蛋白醱類**及**消化蛋白質** (Albumoses) (Peptones) 等，最後更分解而成**氨基酸**等簡單化合物。食物中之蛋白質經消化後之結果，亦與此相同。蛋白質若與硝酸同熱則呈黃色；加入氨則成亮橙色。若加氫氧化鉀溶液後，再滴加 2% 之硫酸銅溶液，則呈美麗之紫色；煮沸之，其色愈濃。此種反應，皆可用以鑑別蛋白質類。

蛋白質類為人類主要營養品，其在工業上之用途亦甚廣。通常將雞卵中之蛋白與蛋黃分開或混合調碎，過濾後，塗於平滑之玻璃板上，入真空罐中用 60°C 以下之溫度乾燥之，經粉碎後則成有光澤而無臭味之蛋粉，可為製造食品、假象牙及塗料等之原料，我國每年輸出甚多。

· 雞卵中之蛋黃，除含蛋白質外並含脂肪，其主要成分為**卵黃素** (Lecithin)

**乾酪素** **乾酪素** 爲存於牛乳中之一種蛋白質。試將牛乳加熱而注加稀醋酸，則乾酪素即成膠狀之沈澱析出。通常用犢胃取得之浸液，以處理牛乳，藉其酵素之作用而製得之。其組成與蛋白質相似，能溶於稀鹼類中，水解後則成氨基酸類。工業上多用於黏料、造紙、假漆、賽瓏珞、橡皮等之製造，故用途甚廣。●市售之品，俗稱膠粉。

**牛乳及其製品**● **牛乳**含有蛋白質、脂肪、醣及無機鹽類，爲一種最完美之營養品。爲白色不透明之液體，比重 1.029—1.033，味微甘，具特臭。煮沸之不起凝固，放置較久，則**乳脂**浮於表面，與乳汁分離，通常藉**離心力分離機**將乳汁與乳脂分離之。牛乳中之蛋白質以乾酪素爲主，用稀酸或犢胃素等皆得凝出之。又牛乳若露置空氣中，則易爲**乳酸**酵母繁殖而變酸，故飲前須經蒸氣消毒。

市售之煉乳，係將牛乳於低溫中蒸發使變稠厚，再加入蔗糖而成。乳粉係將稠厚之牛乳，經乾燥後粉碎而成。乳脂俗名奶油，其主成分爲脂肪。通常由牛乳分離外，近時亦有用椰子油等精製之植物油製造之，稱爲人造乳脂。

**動物膠** **動物膠**或稱白明膠，爲存於動物皮骨中之膠質，其主成分亦爲蛋白質類，通常將動物之皮骨等用稀酸處理，以除去其無機物質，然後在加壓下用水加熱至  $110^{\circ}-120^{\circ}\text{C}$  而濾過之，再將濾液蒸發即得。爲幾近透明之角質狀物質，不溶於冷水、酒精及醚中，

●參考乾酪素之用途，化學工業 5 卷 1 期。

●參考牛乳及其製品，正中書局出版。

而易溶於熱水。與稀酸共熱則生成複雜之化合物，與鞣酸作用則生成不溶性之化合物，鞣革法即利用此性。工業上廣用於火柴、照相乾片及接合劑等之製造。

**皮革** 將動物之生皮，施以鞣製，使成經久耐用之物質稱為革。  
(Leather)

製革之法，① 通常將生皮浸軟，除去污垢，再浸於生石灰及硫化鈉之溶液中，取出脫毛後，用硫酸銨等軟化劑處理，以行脫灰，並將皮面磨擦以除淨其所含之不潔物質，然後可供鞣製。通常所用者為單寧鞣法，即將生皮用鞣酸處理，使皮中之蛋白質凝固脫水而成。近年更有所謂鉻鞣法者，② 係將生皮浸於重鉻酸鉀之溶液中，待其充分滲透，乃取出用硫代硫酸鈉之溶液處理即成。單寧鞣法適用於底革、皮帶革等厚革之製造，鉻鞣法適用於靴面革等薄革之製造。我國生皮之原料甚富，但皮革工業則甚落後，亟宜努力建設。

**豆素** 豆素為豆類中所含之主要蛋白質，大豆中約含 40%。其  
(Legumin)

營養值甚高，故大豆亦為重要之營養品。大豆中除蛋白質外並含脂肪、鹽類及醣等，其成分與牛乳相仿。通常將大豆磨碎後製成豆乳，再加入鹽滷或石膏，則所含之蛋白質即凝固而成豆腐，所含之營養素頗為豐富，為我國發明之優良食品。

●參考製革實驗，化學工業 2 卷 1 期；製革概論，化學工業 9 卷 1 期；最新實用製革學，商務印書館出版。

●參考鉻鞣白色皮革之實驗，化學工業 5 卷 1 期。

**麩質** 麩質爲含於小麥麵粉中之黏着性蛋白質。將小麥粉盛於布袋中，而在水內揉粹，則澱粉與水一同流出，而殘留於袋中之灰色黏塊，卽爲麩素。將麩素用酸處理，則得**麩氨基酸**，此酸亦爲乾酪素水解時之產物，能成輝耀之晶體，在  $20^{\circ}\text{C}$  時分解。通常所用之調味粉，卽爲此酸之鈉鹽。  
(Gourmet powder)

調味粉之製法，①通常將麩質用濃鹽酸處理，而以過熱之蒸氣蒸熱之，使起水解。再經冷凍，則麩氨基酸之鹽類卽結晶析出。然後用離心機使與母液分離，再以氫氧化鈣處理，而得麩氨基酸之鈣鹽。成沈澱析出，更用碳酸鈉處理，而取其母液用骨炭脫色，濃縮之卽得麩氨基酸之鈉鹽，卽成調味粉。

**醬及醬油** 醬及醬油皆以大豆及麥粉等爲原料，經**釀母**之作用發酵而製成。釀母之作用，實由其所含某種**酵素**之接觸作用而起。②  
(Enzyme)  
酵素爲無定形而組成極複雜之含氮物質，種類甚多，如促起澱粉分解，變成葡萄糖及果糖之**糖化酵素**；促起麥芽糖分解，變爲葡萄糖之**麥芽酵素**及使葡萄糖及果糖起酒精發酵之**酒酵素**等。醬及醬油發酵時，亦利用酵素之作用。  
(Diastase)  
(Maltase)  
(Zymase)

製醬之法，③通常將大豆蒸熟，和以麥粉而拌和之，乃置於發酵室中使起發酵。待發酵完畢，乃取出加鹽水煮沸，去其浮污，再加黃

①參考蛋白質中之穀酸與穀酸鈉調味粉，科學 17 卷 7 期。

②參考酵素，科學 18 卷 10 期。

③參考中國醬油製造法，化學工業 2 卷 2 期。

格同置缸中攪成糊狀，經長時間之曝曬，至顏色變黑，即可供食。取其上面澄清之液，即為醬油。但依此法製造醬油需時甚久，故現時有以豆與麥等為原料，用酸等適當處理，使起分解而更成氨基酸之鹽類，再賦與醬油之色與香氣而成所謂速成醬油。近時更有所謂合成醬油者，係用合成方法製造，但市肆間尚少。

**食用油脂** 油脂可分動物性及植物性二類，其主成分為脂肪，亦即多種酯類之混合物，通常含有雜質，故須加硫酸或苛性鈉精煉後，更用水洗滌之。種類甚多，茲就主要之食用油脂分述於後：

(1) **豆油**係將大豆之種子壓榨而得。為黃褐色黏稠之液體，稍具特臭。但精製之品，色淡而無特臭。其主成分為固體脂肪酸酯與液體脂肪酸酯混合而成。除供食用外，亦用作塗料之原料。● 又由壓榨法製豆油時，殘留之豆餅，可供牲畜飼料。

(2) **菜油**係將油菜之種子壓榨而得，其成分亦為脂肪酸酯之混合物。粗製之品帶暗褐色，有不快之臭；精製者其色較淡，除食用外，亦供燈用。榨油時所得之菜餅，亦用作牲畜飼料。

(3) **花生油**係由花生之種子壓榨而得，其成分亦為混合酸酯。係淡黃色至赤褐色之稠液，具有花生之香氣。除食用外又為肥皂之原料。

(4) **麻油**係由芝麻之種子榨得，其成分亦為混合酸酯。通常供食用者，壓榨之前將芝麻炒熟，則所得之油具有特殊香氣。

● 參考豆油及大豆工業之檢討，化學工業 12 卷 2 期；大豆工業，化學工業 2 卷 1 期。

(5) **魚肝油**係由鱈魚之肝臟用水煮或油煎法製得，其主成分為混合脂肪酸酯。優良之品呈淡黃色，有特臭；其中含甲種生活素甚富，故廣用作藥品。低劣之品亦用於製革及肥皂工業中。

魚肝油配方：(甲)阿拉伯樹膠 15 噸，水 38 噸，次磷酸鈣  $\frac{1}{2}$  噸，次磷酸鈉  $\frac{1}{2}$  噸，甘油 4 噸，糖精 .001 噸，魚肝 26 噸，香料適量；(乙)阿拉伯樹膠 225 噸，水 6 噸，甘油 4 噸。將甲、乙二方依次配合即得。

(6) **豚脂**係由豚之脂肪組織採得，其主成分為複雜之脂肪酸酯。(Lard) 通常將脂肪組織用蒸氣加熱而得。色白而微帶透明，熔點甚低 (約  $36^{\circ}-48^{\circ}\text{C}$ )，無臭無味。除直接供食用外，又為人造奶油之原料。

(7) **牛脂**係由牛之脂肪組織用水煮法或油煎法採得，其成分亦為混合酸酯。色自白色至暗棕色。硬度較豚脂為大，熔點  $40^{\circ}-50^{\circ}\text{C}$ 。以鹼類處理之，則水解而成為脂肪酸及甘油，故除食用外，又為肥皂工業之主要原料。

油與脂俱係含氫原子之有機酸化合而成之酯，其主要區別，僅為油類所含之氫原子較少而已。但近年可將油類如豆油、棉子油或亞麻仁油等，以鎳粉或鎳之化合物為觸媒混合加熱，再用氫氣通入混合物中，則由觸媒之作用，氫即被油類所吸收，變成熔點較高之脂肪酸酯。乘熱除去觸媒，待冷即凝固而成與動物脂相似之硬化油。此法稱為**增氫法**。通常為無色無臭之固體，其硬度隨增氫之程度及

●參考硬化油之初步試驗，化學工業 10 卷 1 期；硬化油工業，最新化學工業大全 第 8 冊。



原料之種類而異。可供食用及爲肥皂、蠟燭等之原料，用途甚廣。

食物之營養價值 食物對於人體之主要功用爲構成新組織，補充舊組織，並保持必要之熱量，及供給作工所需之能，就食物之營養價值區別之。①蛋白質對於肌肉組織有補舊生新之功，爲人體不可或缺之營養料，尤以牛肉、鷄肉等之營養價值爲最高，脂肪爲供給體溫及能力之源，亦爲主要之營養品，但其營養價值則甚低，醣類亦能供給體溫及能力，且能助體內脂肪之生成，故亦爲人體所必需。至食物中之無機成分種類甚多，對於生理上尤以磷、鐵、鈣、鉀、鎂、碘等爲重要，但其需求量則皆甚微小。②

食物爲供給人體熱量及能力之源，其功用正與燃料相似，故亦可依測定燃料熱值之方法，以測定食物之熱值。茲就數種主要食物之百分組成及其每磅之熱值（大卡數）列表如下：

食 物	水	醣 類	脂 肪	蛋 白 質	無機成分	熱 值
蘋果……………	84.6	14.2	0.5	0.4	0.3	225
醃肉……………	20.2		64.8	9.9	5.1	2840
香蕉……………	75.3	22.0	0.6	1.3	0.8	447
乾黃豆……………	12.6	59.6	2.9	22.5	3.5	1565
牛肉……………	73.8		7.9	22.1	1.2	694
白麩包……………	35.3	53.1	1.3	9.2	1.1	1199
奶油……………	11.0		85.0	1.0	3.0	3491
玉蜀黍……………	75.4	19.7	1.1	3.1	0.7	455
雞蛋……………	73.7		10.5	14.8	1.0	672
燕麥粉……………	7.3	67.5	7.2	16.1	1.9	1811
馬鈴薯……………	78.3	18.4	0.1	2.2	1.0	374
番茄……………	94.3	3.9	0.4	0.9	0.5	104

①參考營養化學，商務印書館出版；食物和營養 科學 20 卷 11 期。

②人體營養之要素，除蛋白質、脂肪、醣及無機成分外，水爲運輸養料所必需，又爲排泄之媒介，故亦不可缺。

食物之種類至多，其營養價值高低不一，故宜適當配製，務使任何一種營養要素不致缺乏，則對於生長發育必能更為完全。

**生活素** 食物除含主要之營養分外，尚須有生活上必不可少之要素，稱為**生活素**。生活素為支配動物體內新陳代謝之物質，其成分與性質現時尚多未明。●其含量雖微，然若缺少其一種或數種，即可招致病患，或發育不全，故其作用至為重要。但生活素不能在體內自行製造，且在體內起必要之作用後，即被破壞而消失，故不可不時時補充之。茲就主要之數種分述於下：

(1) **甲種生活素**多含於胡蘿蔔、菠菜及魚肝油中，有抗眼炎、衰弱病及軟骨病等之功效，尤以含於魚肝油中者效力更大。通常用鱈魚肝油為原料而製得之，難溶於水，而易溶於脂肪中。

(2) **乙種生活素**多含於米糠、酵母、肝及多種植物中，有抗腳氣病之功效。糙米較精白之米為優，即因此故。現時可自米糠提取，而製得其純品。

(3) **丙種生活素**多含於新鮮之蔬菜及檸檬等果實之液汁中，有抗壞血病之功效，但現時尚未能分離以供實用。

(4) **丁種生活素**多含於魚肝油中，植物性油類中除可可仁油外概缺此素。對於齒與骨之發育最有關係，有抗佝僂病之功效，故以魚肝油作為孩童之營養品最為合宜。

●參考維太命之化學成分，科學 17 卷 12 期；維太命之製造，化學工業 6 卷 1 期。

(5) 戊種生活素多含於麥芽、萵苣及蛋黃中有抗不妊症之功效。  
(Vitamin E)

現時亦可自小麥胚子中提取之。

茲將普通食物中所含之各種生活素列表於下：

	甲種生活素	乙種生活素	丙種生活素	丁種生活素	戊種生活素
牛 油	++++	—	—	++++	++
牛 乳	+++	+++	++	+++	++
牛 肉	++	+	—	++	++++
雞 蛋	++++	++	—	++	++++
肝	+++	++	—	++++	+++
白 麵 粉	—	?	—	—	—
粗 麵 粉	+	+++	—	—	—
白 米	—	—	—	—	—
糙 米	+	+++	—	—	—
黃 豆	+	+++	—	—	—
豆 芽	+	++	++	—	++
白 菜	+++	+++	++++	—	+++
芹 菜	?	+++	?	—	++
菠 菜	+++	+++	+++	—	+++
白 薯	++	++	?	—	?
豬 油	—	—	—	—	—

香料 能發生芳香之物質稱為香料，香料可分為天然香料及人造香料二類，天然香料中又可分為植物性香料與動物性香料二類。各種香料之成分極複雜。

植物性香料係植物體內所含具有特殊芳香之成分，亦稱**香精**，採  
(Essential oil)  
取之法隨所用之原料及香精之性質而異。通常所用者有蒸餾、壓  
榨、浸出及吸收四種。蒸餾法為藉水蒸氣之作用，使所含之芳香成  
分隨同流出，再經冷凝而得，適用於不溶於水之香精。壓榨法係將  
植物中芳香成分不起變化而榨出，適用於檸檬、橙等之原料。浸出  
法係藉揮發性溶劑如酒精、醚及**石油醚**等以浸漬花朵，再將浸出  
(Petrol)  
液蒸餾，除去溶劑而成，適用於玫瑰、素馨等精油之採取。吸收法係  
藉脂肪或脂肪油等不揮發性之溶劑，以吸收花朵中之芳香成分，再  
蒸去溶劑而成，亦適用於玫瑰、素馨等精油之採取。茲就其重要者  
分述於後。

(1) **玫瑰油**係將玫瑰花用蒸餾或浸出法採取，為淡黃色半透明之  
(Rose oil)  
液體，比重 0.849—0.858 (30°C)，香氣極濃。但因產量有限，價值  
極昂。通常供香水及上等化妝品之製造。由蒸餾後所得之水，稱為  
**玫瑰水**，亦用以製化妝水。  
(Rose water)

(2) **桂皮油**係將桂皮蒸餾而得。為黃色之油，比重 1.023—1.040  
(Cinnamon oil)  
(15°C)。通常用為肥皂、口香劑等之香料，亦用作藥劑。

(3) **素馨油**係將素馨花用浸出或吸收法採得。為一種貴重之香  
(Jasmin oil)  
精，常用為上等化妝品之香料。

(4) **牻牛兒草油**係將牻牛兒草之葉用蒸餾法採得。為無色、綠色  
(Geranium oil)

●石油分餾時之廢物，沸點 40°—70°C。

乃至褐色之油，比重  $0.888-0.907$  ( $15^{\circ}\text{C}$ )，其香氣似玫瑰。廣用作化妝品及肥皂之香料。

(5) 橙花油係將苦橙之花朶用蒸餾或浸出法採得。亦為黃色之油，比重  $0.870-0.881$  ( $15^{\circ}\text{C}$ )，香氣甚濃。為香水、化妝品之重要香料。

(6) 樟腦油係用樟樹之枝、葉及根等用蒸餾法採得，將蒸出之油分餾之，在  $200^{\circ}\text{C}$  以下所得者為白油，比重約  $0.890$ ，多用作防臭劑。在  $200^{\circ}-270^{\circ}\text{C}$  所得者為紅油，比重  $0.900-1.035$  ( $15^{\circ}\text{C}$ )，常用為肥皂之香料。在  $270^{\circ}\text{C}$  以上所得者為藍油，用途不多。

蒸餾樟樹之枝葉時，可得樟腦之晶體，無色而有特殊之香氣，熔點  $175^{\circ}\text{C}$ ，沸點  $204^{\circ}\text{C}$ 。在常溫中不易揮發，不溶於水，而易溶於酒精及醚中。用作香料及防腐劑，又為爆發藥及假象牙之原料，用途甚廣。

(7) 薄荷油係將薄荷之花葉蒸餾而得，為黃色或綠色之油，比重  $0.9$ ，易溶於酒精及冰醋酸中。廣用作食品及化妝品之香料或藥劑。薄荷油蒸餾時，可得薄荷腦之無色晶體，亦用作香料或藥劑。

(8) 松節油係將松柏科植物之枝幹乾餾或用水蒸氣蒸餾而得。為無色之液體，比重  $0.640-0.872$ ，具有特殊香氣。不溶於水，而溶於酒精及醚中。在空氣中吸收氧氣，漸變為黃色黏稠之樹脂。燃燒時發黑煙之焰。此油能溶解硫、磷、蠟、樹膠及樹脂等，故常用為塗

料之溶劑，又用作防腐劑。

動物性香料通常多為動物生殖腺之分泌物，本具有強烈之惡臭，但以酒精等稀釋之，則發出不易消散之香氣。其主要者為麝香，係  
(Musk)  
牡鹿陰囊分泌之物質積聚而成，其主成分稱為麝香酮，係無色之液  
(Muscon)  
體，具有強烈之麝香香氣。廣用為化妝品之香料，亦作藥劑。至香氣似麝香之龍涎香，則為鯨之分泌物，為動物性香料中品質最高之一種。  
(Ambergris)

天然香料之產量有限，故近年又盛行人造香料之研究。●人造香料有以天然香料為原料而製成者如合成樟腦等；亦有以煤焦油化合物為原料而製成者，如人造麝香。現時多數香料皆可用人工方法合成，但在使用時，往往配成適宜之混合物，始能發生快感之香氣。

化妝品大都以具有香氣為主要條件，範圍甚廣，●所用之原料亦各不同：有以油脂 (Cosmetics)  
或蠟為主體，有以甘油或酒精為主體；因之其製品或為膠狀物質，或為溶液。茲就數種重要配方之例於下：

牙粉：碳酸鎂 425 喱，沈降碳酸鈣 560 喱，過硼酸鈉 55 喱，重碳酸鈉 45 喱，糖 50 喱，水楊酸甲酯 8c.c.，薄荷腦 1 喱，桂皮油 2c.c.

牙膏：沈降碳酸鈣 160 克，肥皂粉 45 克，澱粉 45 克，香料及色質適量。

香水：(1)香檸檬油 1 克，檸檬油 2½ 克，迷迭香油 1 克，橙花油 1⅓ 克，橙花水 75 克，酒精(96%) 300 克；(2)香檸檬油 3 噸，檸檬油 1 噸，橙花油 ¼ 噸，

●參考人造香料，商務印書館出版。

●參考化妝品製造大全，商務印書館出版。

丁香油  $\frac{1}{4}$  噸, 白檀香油  $\frac{1}{2}$  噸, 酒精 2 箱, 水 3 品脫。

雪花膏: 硬脂酸 1920 克, 甘油 960 克, 碳酸鈉 60 克, 硼砂 840 克, 水 32 噸。

**生物鹼類** 植物中所含鹽基性之含氮物質, 稱為**生物鹼類**。生物  
(Alkaloids)

鹼類之成分極複雜, 大多由碳、氫、氧及氮所構成, 但亦有不含氧者。通常為揮發性液體, 有苦味, 難溶於水, 而易溶於酒精、醚、三氯甲烷及其他有機溶劑中。性劇毒, 能起強烈之生理作用, 醫藥上常用為重要之藥劑, 茲就其重要者分述於後:

(1) **菸鹼** ( $C_{10}H_{14}N_2$ ) 通常與檸檬酸等結合而存於煙草葉中, 可將  
(Nicotine)  
煙草葉連續浸溶後, 用熟石灰或碳酸鈉處理, 使菸鹼成可溶性之鹽, 再用水蒸氣蒸餾, 而將餾出物用醚抽出即得。為無色之油狀液, 具刺戟之臭, 易溶於水及有機溶劑中, 在空氣中即速變褐色。性劇毒, 服二、三滴即可致死。通常用作殺蟲劑。

(2) **顛茄鹼** ( $C_{17}H_{23}O_3N$ ) 由枯死之顛茄製得, 通常成柱狀晶體,  
(Atropine)  
熔點  $115^{\circ}C$ , 不溶於水, 而易溶於酒精、醚及三氯甲烷中。性劇毒, 服微量即足致死。其硫酸鹽能使瞳孔擴大, 故廣用於眼科醫術中。

(3) **古柯鹼** ( $C_{17}H_{21}O_4N$ ) 常存古柯之葉中, 為無色柱狀晶體, 熔  
(Cocaine)  
點  $98^{\circ}C$ , 不溶於水。其硫酸鹽及鹽酸鹽在醫藥上常用為重要之局部麻醉藥<sup>⊖</sup>, 但其性劇毒, 微量即足致死。

(4) **咖啡鹼** ( $C_8H_{10}O_2N_4$ ) 一名**茶鹼**, 常存於咖啡豆及茶葉中。為白  
(Caffeine) (Theine)

●現時多改用一種人造藥奴佛卡因, 功用與古柯鹼相同, 但無不良之副作用。  
(Novocain)

色針狀晶體，熔點  $236.5^{\circ}\text{C}$ ，有苦味，醫藥上用作興奮藥。

(5) 金雞納鹼 ( $\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{O}_2\text{N}_2$ ) 存於金雞納樹之樹皮中，為白色晶體，含水時之熔點為  $57^{\circ}\text{C}$ ，無水者為  $175^{\circ}\text{C}$ 。微溶於水，有苦味，其鹽酸鹽及硫酸鹽在醫藥上用作重要之解熱藥。

(6) 番木鱈鹼 ( $\text{C}_{21}\text{H}_{22}\text{O}_2\text{N}_2$ ) 存於番木鱈子中，為美麗斜方形之晶體，熔點  $245^{\circ}\text{C}$ ，難溶於水，其溶液有濃厚之苦味，性極毒。其鹽類在醫藥上用作興奮劑。

(7) 嗎啡 ( $\text{C}_{17}\text{H}_{19}\text{O}_5\text{N}$ ) 常與樹脂等共存於罌粟果實中，為無色之柱狀晶體，難溶於水及冷酒精中，而易溶於苛性鹼類及石灰水中，味苦，性劇毒，其鹽酸鹽在醫藥上廣用作安眠藥。

將未熟之罌粟果實剖開，則分泌一種液汁，乾後即為鴉片，其中含嗎啡等多種鹼類，亦為劇毒之物質。我國受鴉片及嗎啡之毒禍最烈，亟應努力禁絕。

嗎啡遇氯化鐵則呈深藍色，鴉片遇氯化鐵則呈濃暗紅色。故由其顏色反應可以鑑別嗎啡與鴉片。

**解毒藥** 化學品頗多具有毒性者，倘不幸中毒，除應從速延醫外，同時亦可用解毒藥施以應急處置。凡酸類中毒者，可用鹼類為解毒藥；鹼類中毒者，則可以酸類為解毒藥。中毒者宜先使其嘔吐，然後飲以熱水、濃茶或蛋白等。茲就主要之毒藥及其解毒藥列表如下：



毒 藥	解 毒 藥
鹽酸, 硫酸, 硝酸, 草酸, 醋酸	肥皂水, 苦土水及石灰水
氰化鉀, 普魯士酸	稀銨水化物; 面部澆水; 用硝酸鈷溶液
石炭酸	麵粉及水; 黏汁飲料
苛性鈉, 苛性鉀, 氫	醋, 檸檬汁水
砷, 殺鼠藥, 殺蠅藥, 巴黎綠	牛乳, 蛋白, 石灰水, 麵粉與水, 鐵鹽
鉛, 硝石, 昇汞, 鉛糖, 銅化合物	蛋白或多量牛乳
三氯甲烷, 三氯乙醛, 酚	人工呼吸, 頭胸部澆冷水
碳酸鈉, 鈷及鐵化合物	肥皂水及黏汁飲料
碘, 銻, 鹽類, 吐酒石	澱粉與水, 濃茶
汞及其鹽類	蛋白, 黏汁飲料
鴉片, 嗎啡	濃咖啡, 熱浴, 使患者行動。
銀化合物	鹽水

**毒氣及防毒** ● 毒氣為現代最有威力之化學兵器，肇始於歐戰中施放氯氣。其後各國鉤心鬪角，先後發明而經使用者達百餘種；至歐戰末期，毒氣彈之施放，竟達全部戰爭兵器 8 % 以上。其破壞力之強大，誠足使人驚駭。如窒息性毒氣有氯氣、光氣 ( $\text{COCl}_2$ )、雙光氣 ( $\text{ClCOOCCl}_2$ )、氯化苦劑 ( $\text{CCl}_3\text{NO}_2$ ) 等；催淚性毒氣有溴氯甲苯 (Chloropicrin) (Bromobenzal cyanide) ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHCNBr}$ ) 等；噴嚏性毒氣有氯化二苯胂 ( $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCl}$ ) 及二氯化乙胂 ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{AsCl}_2$ ) 等；劇毒性毒氣有氫氰酸等；糜爛性毒 (Ethyl dichloroarsine)

● 參考化學戰爭及防禦，化學工業 8 卷 2 期及 9 卷 1 期；毒氣防禦及治療法，商務印書館出版。

氣有芥子氣  $[(\text{CH}_2\text{ClCH}_2)_2\text{S}]$  等。就中以芥子氣之毒性最爲兇惡，(Mustard gas) 故有稱爲毒氣之王焉。

通常防禦毒氣之藥品，不外於防毒面具之藥罐中盛吸收劑及中和劑以吸收毒氣或中和毒氣之毒性。茲就重要毒氣之特徵及所用之禦毒藥品列表如下：

毒 氣	色彩(常溫)	嗅 感	禦 毒 藥 品
氯	黃綠	刺戟臭	1. 活性炭 2. 鹼石灰 <sup>⊙</sup> 3. 低亞碳酸鈉
光氣	無色	腐敗肥料臭	1. 活性炭及鹼石灰 2. 優洛托品, <sup>⊙</sup> 硫酸鈉, 硫酸鎳
雙光氣	無色	腐敗肥料臭	1. 活性炭及鹼石灰 2. 優洛托品, 硫酸鈉, 硫酸鎳
氯化苦劑	無色	帶尚香臭	1. 活性炭 2. 苛性鈉, 甘油, 鉍鹽, 酒精
溴氯甲苯	淡黃		活性炭
氯化二苯肼	半透明	韭菜臭	活性炭, 毛氈
二氯化乙肼		熟菓臭	鹼石灰, 活性炭
氫氰酸	無色	苦杏仁臭	1. 醋酸鎳, 甘油, 清水 2. 高錳酸鉀, 甘油
芥子氣	無色	芥子臭	活性炭, 漂白粉溶液, 破肝液 <sup>⊙</sup>

防禦毒氣當以個人之防禦法爲最重要。故於戰爭發生 亟應習知

⊙鹼石灰之成分：消石灰 45%，水泥 15%，矽藻土 6%，苛性鈉 2%，清水 32%。以

上混合應用。

⊙優洛托品爲白色晶體，易溶於水。  
(Urotropin)

⊙破肝液  $(\text{K}_2\text{S}_3 + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3)$  爲消毒劑。  
(Hepatic sulphur)

毒氣及防毒之知識，以便運用。在戰時應於居室備過濾空氣之裝置，夜間應嚴閉窗戶，身體上濕潤之部分敷以滑石粉等吸收劑，並預服食鹽水、碳酸氫鈉等或施行藥劑注射。若遇毒氣侵襲，應力持鎮定，穿戴防毒面具及油布雨衣，依毒氣相反之方向奔避。但穿戴防毒面具之手續，應於事前熟習；而其中之藥品應隨時檢查是否良好。至中毒之一般治療，為靜脈放血（脈搏過速或腫脹時）、注射食鹽水、施行人工呼吸法，內服解毒藥劑及外器官與衣服之消毒等。

## 摘 要

醣 碳、氫、氧之化合物，其中氫、氧二元素多依成水之比例化合。

糖類 分單醣類( $C_6H_{12}O_6$ )及式醣類( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )。

單醣類 { 葡萄糖 —— 多含於葡萄汁，可使蔗糖或澱粉分解而得。味甜，可代蔗糖。  
果糖 —— 多存於甜味果汁中，用途不廣。

式醣類 { 蔗糖 —— 由甘蔗或甜菜根之汁，經蒸發結晶而成。甜味甚濃，為主要之食品。  
乳糖 —— 僅存於乳汁中，在空氣中易變為乳酸。  
麥芽糖 —— 麥芽與澱粉作用而成，與稀酸共熱則成葡萄糖。

澱粉 ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub>，多含於穀類及甘藷等塊莖中，用途甚廣。

糊精 ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub>，澱粉變成葡萄糖時之中間生成物，常用為樹膠代用品。

纖維素 ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub>，通常用棉纖維脫脂而成，與酸類作用，先成糊精，最後成葡萄糖，用途甚廣。

織物纖維 棉、天然絲及羊毛。

**紙** 通常以木質纖維為原料，先製成紙漿，再將紙漿碎解，加入膠料及填料，經乾燥而成。

**人造絲** 通常用黏膠法製造，其程序為

木質纖維→鹼纖維素→纖維素黃酸鈉→黏膠液→紡絲。

**賽環洛** 硝化纖維與樟腦混和而成。

**樹脂與樹膠** 樹脂為植物細胞組織間之分泌物，如松香等。樹膠亦為植物所滲出，如阿拉伯樹膠等。

**橡膠** 橡樹之乳漿用稀酸凝固後則成生橡膠；再經硫化，即可製成日用物品。硬橡皮係於硫化時添加硫黃量而成。現時橡膠之製造頗多用丁二烯及二甲基丁二烯為原料而合成之。

**蛋白質類** 種類至多，如雞卵之蛋白等，分解後則成氨基酸。

**乾酪素** 存於牛乳中之蛋白質，將牛乳加稀醋酸即析出，水解後即成氨基酸類。用途甚廣。

**牛乳及其製品** 含乳脂及乳汁，可分離取得，為重要之營養品。

**動物膠** 存於動物皮、骨中之蛋白質。

**皮革** 生皮鞣製後則成革。鞣法通常分單鞣法及鉻鞣法二種。

**豆素** 豆類中所含之蛋白質。

**麩質** 小麥麵粉中所含之蛋白質，與酸作用則成麩氨基酸，其鈉鹽常用作調味粉。

**醬及醬油** 以大豆及麥粉為原料經發酵而成。近時醬油之製造有速成及合成二法。

**食用油脂** 植物性者有豆油、菜油、花生油、麻油等，動物性者有魚肝油、豚脂及牛腦等。皆為有機酸之酯類混合物，其區別為油中含氫原子較少，近時油脂可用增氫法使其硬化。

食物之營養價值 食物為供給人體熱量及能力之源，其營養價值可由其熱值比較之。

生活素 支配動物體內新陳代謝之物質，應時時補充：

- |     |   |                             |
|-----|---|-----------------------------|
| 生活素 | { | 甲種生活素——多含於胡蘿蔔及魚肝油中，有抗眼炎等之效。 |
|     |   | 乙種生活素——多含於米糠等之中，有抗腳氣病之效。    |
|     |   | 丙種生活素——多含於蔬菜及檸檬中，有抗壞血病之效。   |
|     |   | 丁種生活素——多含於魚肝油中，有抗佝僂病之效。     |
|     |   | 戊種生活素——多含於麥芽、高苜中，有抗不妊症之效。   |

香料 植物體內之香精，通常用蒸餾、壓榨、浸出及吸收法採得，有玫瑰油、桂皮油、索馨油、牻牛兒草油、橙花油、樟腦油、薄荷油、松節油等。動物性香料多為動物生殖腺之分泌物，如麝香、龍涎香等，現時香料多用合成法製造。

生物鹼類 植物中所含鹽基性或鹼性之含氮物質，有菸鹼 ( $C_{10}H_{14}N_2$ )、菸茄鹼 ( $C_{17}H_{23}O_3N$ )、古河鹼 ( $C_{17}H_{21}O_4N$ )、咖啡鹼 ( $C_8H_{10}O_2N_4$ )、金雞納鹼 ( $C_{20}H_{24}O_2N_2$ )、香木鹽鹼 ( $C_{21}H_{22}O_2N_2$ )及嗎啡 ( $C_{17}H_{19}O_2N$ )等。

解毒藥 中毒後速延醫，並用解毒藥施以應急處置。

毒氣及防毒 窒息性毒氣有氯氣、光氣、磷光氣、氯化苦劑等；催淚性毒氣有溴氯甲苯等。噴嚏性毒氣有氯化二苯肼及二氯化乙肼等，劇毒性毒氣有氫氰酸等，腐蝕性毒氣有芥子氣等。防毒面具中之藥劑為活性炭等之吸收劑及鹼石灰等之中和劑。防禦毒氣以個人防禦法為主要。

## 問 題

1. 碳化氫與醴類之組成有何區別？
2. 製造葡萄糖有幾種方法？

3. 蔗糖與葡萄糖有何區別？
4. 製造蔗糖常用真空鍋濃縮，何故？
5. 澱粉分解為葡萄糖經幾個階段？
6. 說明澱粉、糖精及纖維素等係由糖類之分子化合，失去水分而成。
7. 用木屑何以可造酒精？
8. 試述棉、天然絲及羊毛纖維之主要區別。
9. 試述造紙之普通方法。
10. 試述人造絲之構成原理。
11. 橡膠硫化之意義為何？
12. 蛋白質類用何法鑑別之？
13. 試述牛乳變質時所起之化學變化。
14. 用碳酸氫鈉，係利用何種作用？
15. 略述製造調味粉之手續及其變化。
16. 酵素具有何種作用？試就普通之酵素比較說明之。
17. 油與脂有何區別？
18. 試述增鼠法之原理及方法。
19. 鹼與鹼何故可用以精煉油脂？
20. 就食物與燃料之功用作一比較。
21. 生活素對於人體發育何以極重要？
22. 略述採取香精之普通方法。
23. 試述松節油之主要用途。
24. 生物鹼類對於人生有何功用？
25. 嗎啡與鴉片用何法鑑別之？

26. 試述解毒藥之功用。
27. 試述防毒面具中主要之中和劑及其功用。
28. 設有含碳 42.1% 之醚一種，其餘成分爲氫與氧，求其最簡之分子式。

# 附 錄

## 一 重要之元素表

元素名	符 號	原子量 近似值	原 子 價	元素名	符 號	原子量 近似值	原 子 價
鋁	Al	27	III	錳	Mn	55	II IV
銀	Ba	137	II	汞	Hg	200	I II
溴	Br	80	I	鎳	Ni	58.7	II
鈣	Ca	40	II	氮	N	14	III V
碳	C	12	IV	氧	O	16	II
氯	Cl	35.5	I	磷	P	31	III V
鉻	Cr	52	II III VI	鉑	Pt	195	IV
銅	Cu	63.6	I II	鉀	K	39	I
氟	F	19	I	鐳	Ra	226	II
金	Au	197	I III	矽	Si	28	IV
氦	He	4	—	銀	Ag	108	I
氫	H	1	I	鈉	Na	23	I
碘	I	127	I	硫	S	32	II IV VI
鐵	Fe	56	II III	錫	Su	119	II IV
鉛	Pb	207	II IV	鎢	W	184	VI
鎂	Mg	24	II	鋅	Zn	65	II

## 二 常用單位表

10	耗(mm.) = 1 釐(cm.)	1 釐	= 0.3-370 吋
100	釐(cm.) = 1 米 m.	2.54 釐	= 1 吋
1000	立方釐(cc.) = 1 卮(l)	1 立方釐	= 0.0310 立方吋
10	尪(mg.) = 1 (尪)g.)	1 米	= 39.37 吋 = 3.2808 呎
100	尪(g.) = 1 克(g.)	1 卮	= 1.06 夸
1000	克 g.) = 1 尪(kg.)	1 克	= 15.4 喱
		28.35 克	= 1 兩
		1 尪	= 2.205 磅
		水 1 卮約重 1 磅	
		水 1 cc. 在 4°C 時重 1 克	



### 三 固體溶解度表

表內各數係示無水固體在各溫度時溶解於水 100 克內，以成飽和溶液之克數。

物 質	分子式	0°C	10°C	20°C	100°C
氯化銨	$\text{NH}_4\text{Cl}$	29.4	33.3	37.2	77.3
氯化鋇	$\text{BaCl}_2$	31.6	33.3	35.7	58.8
氫氧化鈣	$\text{Ca(OH)}_2$	0.185	0.176	0.165	0.077
硫酸銅	$\text{CuSO}_4$	14.3	17.4	20.7	75.0
氯化鉀	$\text{KCl}$	27.6	31.0	34.0	56.7
硝酸鉀	$\text{KNO}_3$	13.3	20.9	32.0	246.
氯化鈉	$\text{NaCl}$	35.7	35.8	36.0	39.0
蔗糖	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	179.	190.	204.	487.

### 四 氣體溶解度表

溫度 15°C 及壓力 760 托

氣 體 名 稱	水 1 呎所能吸收之容積	
極易溶解		
氨	802.	呎
氯化氫	458.	呎
二氧化碳	47.3	呎
頗能溶解		
氯化氫	3.05	呎
氯	2.63	呎
二氧化碳	1.02	呎
微能溶解		
氧	0.034	呎
氫	0.019	呎
氮	0.018	呎

## 五 水蒸氣壓力表

(單位為水銀柱之毫米)

溫度	壓力	溫度	壓力	溫度	壓力
0°C	4.6 耗	11°C	9.8 耗	22°C	19.8 耗
1°	4.9	12°	10.5	23°	21.0
2°	5.3	13°	11.2	24°	22.3
3°	5.7	14°	12.0	25°	23.7
4°	6.1	15°	12.8	26°	25.1
5°	6.5	16°	13.6	27°	26.7
6°	7.0	17°	14.5	28°	28.3
7°	7.5	18°	15.5	29°	29.9
8°	8.0	19°	16.5	30°	31.7
9°	8.6	20°	17.5	50°	92.3
10°	9.2	21°	18.6	100°	760.0

## 六 重要氣體密度表

(在標準狀態下氣體一升之大概重量)

乙炔(C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	1.16 克
空氣	1.29 克
氫(NH <sub>3</sub> )	0.77 克
二氧化碳(CO <sub>2</sub> )	1.98 克
一氧化碳(CO)	1.25 克
氯(Cl <sub>2</sub> )	3.17 克
氦(He)	0.18 克
氫(H <sub>2</sub> )	0.09 克
氯化氫(HCl)	1.64 克
硫化氫(H <sub>2</sub> S)	1.51 克
甲烷(CH <sub>4</sub> )	0.72 克
氧化氮(NO)	1.31 克
氮(N <sub>2</sub> )	1.25 克
一氧化二氮(N <sub>2</sub> O)	1.98 克
氧(O <sub>2</sub> )	1.43 克
二氧化硫(SO <sub>2</sub> )	2.93 克

## 七 比重及波氏與脫氏度數對照表

比 重	Bé	Tw	比 重	Bé	Tw	比 重	Bé	Tw
1.000	0	.0	1.134	17	26.8	1.309	34	61.8
1.007	1	1.4	1.143	18	28.6	1.321	35	64.2
1.014	2	2.8	1.152	19	30.4	1.334	36	66.8
1.022	3	4.4	1.161	20	32.2	1.346	37	69.2
1.029	4	5.8	1.171	21	34.2	1.359	38	71.8
1.036	5	7.2	1.180	22	36.0	1.372	39	74.4
1.044	6	8.8	1.190	23	38.0	1.384	40	76.8
1.052	7	10.4	1.199	24	39.0	1.398	41	79.6
1.060	8	12.0	1.210	25	42.0	1.412	42	82.4
1.067	9	13.4	1.221	26	44.2	1.426	43	85.2
1.075	10	15.0	1.231	27	46.2	1.440	44	88.0
1.083	11	16.6	1.242	28	48.4	1.454	45	90.8
1.091	12	18.2	1.252	29	50.4	1.470	46	94.0
1.100	13	20.0	1.261	30	52.2	1.485	47	97.0
1.108	14	21.6	1.275	31	55.0	1.501	48	100.2
1.116	15	23.2	1.286	32	57.2	1.516	49	103.2
1.125	16	25.0	1.298	33	59.6	1.532	50	106.4

## 八 中英名詞對照表

### 1. 中文名詞索引

( 數字表頁數 )

#### 一 畫

- 一氧化鉛 Lead monoxide, 190.  
 一氧化碳 Carbon monoxide, 227.  
 一價 Univalent, 36.  
 乙炔 Acetylene, 237.  
 乙烷 Ethane, 234.  
 乙烷基 Ethyl radical, 234.  
 乙醇 Ethanol, 239.  
 乙烯 Ethylene, 237.  
 乙醇 Ethyl alcohol, 239.  
 乙酸 Acetic acid, 244.  
 乙種生活素 Vitamine B, 279.  
 乙醛 Acetaldehyde, 243.  
 乙醚 Ethyl ether, 242.

#### 二 畫

- 丁二烯 Butadiene, 271.  
 丁烷 Butane, 234.  
 丁種生活素 Vitamine D, 279.  
 二甲基丁二烯 Dimethyl butadiene, 271  
 二氧化矽 Silicon dioxide, 150.  
 二氧化硫 Sulphur dioxide, 100.  
 二氧化碳 Carbon dioxide, 56.

- 二氧化錳 Manganese dioxide, 195.  
 二硫化二砷 Arsenic disulphide, 146.  
 二硫化碳 Carbon disulphide, 109.  
 二氯化乙砷 Ethyl dichloroarsine, 286.  
 二價 Bivalent, 37.  
 人造冰 Artificial ice, 122.  
 人造乳脂 Artificial butter, 273.  
 人造絲 Artificial silk, 268.

#### 三 畫

- 三合土 Mortar, 178.  
 三氧化二氮 Nitrogen trioxide, 118.  
 三氧化二砷 Arsenic trioxide, 145.  
 三氧化二鉍 Bismuth trioxide, 148.  
 三氧化二銻 Antimony trioxide, 147.  
 三氧化硫 Sulphur trioxide, 102.  
 三氯化銻 Antimony trichloride, 147.  
 三氯化磷 Phosphorus trichloride,  
 141.  
 三氯甲烷 Trichloromethane, 236.  
 三硝基甲苯 Trinitrotoluenol, 137, 252.  
 三硝基酚 Trinitrophenol, 253.  
 三硫化二砷 Arsenic trisulphide, 146.  
 三硫化二銻 Antimony trisulphide, 147

三碘甲烷 Iodoform, 12.  
 三碘甲烷 Triiodomethane, 236.  
 三價 Trivalent, 57.  
 大氣 Atmosphere, 50.  
 大理石 Marble, 176.  
 大蘇打 Hypo, 114.  
 土耳其紅 Turkey red, 253.  
 土器 Earthenware, 156.  
 土瀝青 Asphalt, 229.  
 山金 Mountain gold, 199.  
 工業化學 Industrial chemistry, 3.  
 己烷 Hexane, 234.

#### 四 畫

不銹銀 Stainless silver, 208.  
 不銹鋼 Stainless steel, 206.  
 中和 Neutralization, 22.  
 中和法 Neutralization process, 22.  
 中性反應 Neutral reaction, 22.  
 五氧化二氮 Nitrogen pentoxide, 118.  
 五氧化二磷 Phosphorus pentoxide,  
 141.  
 五氯化錳 Phosphorus pentachloride,  
 141.  
 五價 Pentavalent, 37.  
 元素 Element, 6.  
 六價 Hexavalent, 37.  
 分子 Molecule, 8.  
 分子式 Molecular formula, 35.  
 分子量 Molecular weight, 10.  
 分子運動說 Kinetic molecular theory,

35.  
 分子濃度定律 Law of molecular concentration, 33.  
 分晶 Fractional crystallization, 46.  
 分解 Decomposition, 16.  
 分餾 Fractional distillation, 45  
 分餾柱 Fractionating column, 239.  
 化合 Combination, 17.  
 化合物 Compound, 5.  
 化合原子 Compound atom, 8.  
 化油器 Carburetor, 229.  
 化妝品 Cosmetics, 283.  
 化學 Chemistry, 1.  
 化學性 Chemical property, 4.  
 化學平衡 Chemical equilibrium, 24  
 化學變化 Chemical change, 16.  
 化學方程式 Chemical equation, 39.  
 天然水 Natural water, 67.  
 天然氣 Natural gas, 62.  
 天然煤氣 Natural gas, 228.  
 巴比金 Babbitt metal, 207.  
 巴拉塞爾士 Paracelsus, 62.  
 匹那茜諾爾 Pinaeyanol, 94.  
 方鉛礦 Galena, 97.  
 木炭 Wood charcoal, 221.  
 木精 Spirit of wood, 238.  
 木漿 Wood pulp, 268.  
 木醋酸 Pyroigneous acid, 244.  
 比重 Specific gravity, 47.  
 水 Water, 66.  
 水泥 Cement, 179.

水晶 Rock crystal, 150.  
 水玻璃 Water glass, 152.  
 水煤氣 Water gas, 63, 226.  
 水溶液 Aqueous solution, 20.  
 水蒸氣 Water vapor, 66.  
 水楊酸 Salicylic acid, 247.  
 水銀法 Mercury process, 165  
 水解作用 Hydrolysis, 22.  
 火石玻璃 Flint glass, 159  
 火柴 Matches, 140.  
 火焰 Flame, 239.  
 火棉 Gun-cotton, 135.  
 牛乳 Milk, 273.  
 牛脂 Tallow, 277.  
 王水 Aqua regia, 126.

五 畫

丙烷 Propane, 234.  
 丙烷基 Propyl radical, 234.  
 丙酮 Acetone, 243.  
 丙種生活素 Vitamine C, 279.  
 功 Work, 224.  
 奴佛卡因 Novocain, 284.  
 古柯鹼 Cocaine, 284.  
 可逆反應 Reversible reaction, 24.  
 四氧化三鉛 Lead tetroxide, 190.  
 四氯化矽 Silicon tetrachloride, 151.  
 四氯化碳 Carbon tetrachloride, 236.  
 四價 Tetravalent, 37.  
 式醣類 Disaccharides, 262.  
 戊烷 Pentane, 234.

戊種生活素 Vitamine E, 280.  
 本生電池 Bunsen cell, 212.  
 本生燈 Bunsen burner, 231.  
 正片 Positive, 95.  
 正磷酸 Orthophosphoric acid, 142.  
 正觸媒 Positive catalyzer, 19.  
 正鹽 Normal salts, 22.  
 永硬水 Permanent hard water, 71.  
 立多利紅 Lithol, 258.  
 甘汞 Calomel, 82.  
 甘油 Glycerine, 136, 241.  
 甘油炸藥 Dynamite, 136.  
 卡本德法 Cavendish, 62.  
 卡斯乃法 Castner's process, 164.  
 生石灰 Quick lime, 177.  
 生活素 Vitamine, 279.  
 生物化學 Biological chemistry, 3.  
 生物鹼類 Alkaloids, 284.  
 生理化學 Physiological chemistry, 3.  
 生達拉克 Sandarac, 270.  
 甲苯 Toluene, 252.  
 甲烷 Methane, 234, 235.  
 甲基基 Methyl radical, 234.  
 甲烷醇 Methanol, 238.  
 甲基橙 Methyl orange, 23.  
 甲種生活素 Vitamine A, 279.  
 甲醇 Methyl alcohol, 238.  
 甲酸 Formic acid, 244.  
 甲醛 Methaldehyde, 242.  
 白色金 White metal, 297.  
 白明膠 Gelatine, 112.

白銀 Pewter, 207.  
 石灰水 Lime water, 178.  
 石灰石 Limestone, 176.  
 石灰乳 Milk of lime, 178.  
 石灰窯 Lime kiln, 177.  
 石英 Quartz, 150.  
 石炭酸 Carboic acid, 253.  
 石油 Petroleum, 228.  
 石油醚 Petrol, 281.  
 石膏 Gypsum, 97, 110.  
 石墨 Graphite, 220.  
 石器 Stoneware, 157.  
 石蕊質 Litmus, 23.  
 石蠟 Paraffin, 229.  
 印染術 Calico printing, 256.

## 六 畫

伏特 Volt, 52.  
 休曼 Sherman, 6.  
 充電 Charging, 214.  
 光化學 Photochemistry, 4.  
 光化學變化 Photochemical change, 93.  
 光氣 Phosgene, 227, 286.  
 冰洲石 Iceland spar, 176.  
 冰醋酸 Glacial acetic acid, 244.  
 合成 Synthesis, 17.  
 合成硝酸鈉 Synthetic sodium nitrate, 127.  
 合成鹽酸 Synthetic hydrochloric acid, 85.  
 合金 Alloys, 183.

同位素 Isotope, 62.  
 同系物 Homologues, 252.  
 同素異形體 Allotropic form, 58.  
 吐酒石 Tartar emetic, 246.  
 回爐橡膠 Reclaimed rubber, 272.  
 安全火柴 Safety matches, 141.  
 安息油 Benzol, 251.  
 安息香 Benzoin, 247.  
 安息香酸 Benzoic acid, 247.  
 多效式蒸發器 Multiple-effect evaporator, 45.  
 多糖類 Polysaccharides, 264.  
 有機化合物 Organic compounds, 235.  
 有機化學 Organic chemistry, 235.  
 有機酸 Organic acid, 243.  
 自來水 Water supply, 69.  
 自然科學 Natural science, 2.  
 自燃 Spontaneous combustion, 56.  
 西西利島 Sicily, 97.  
 灰泥 Plaster, 179.

## 七 畫

但尼耳電池 Daniell's cell, 211.  
 克分子量 Gram molecular weight, 10.  
 克分子容積 Gram molecular volume, 11.  
 克卡 Gram calorie, 231.  
 克勞德法 Claude process, 121.  
 克當量 Gram-equivalent weight, 21.  
 克魯克斯 Crookes, 11.  
 冶金學 Metallurgy, 183.

冷劑 Freezing mixture, 123.  
 坑氣 Fire damp, 236.  
 希爾 Scheele, 139.  
 尿素 Urea, 133.  
 氦 Neon, 7, 52.  
 氖燈 Neon light, 52.  
 氙 Xenon, 7, 52.  
 汞 Mercury, 7, 197.  
 汞齊 Amalgam, 197, 208.  
 沃度爾 Jodol, 92.  
 沈降碳酸鈣 Precipitated chalk, 177.  
 沈澱 Precipitate, 44.  
 沈澱色質 Lakes, 255.  
 沒食子酚 Pyrogallol, 253.  
 沒食子酸 Gallic acid, 247.  
 初生態之元素 Elements in nascent state, 81.  
 皂礬 Copperas, 112.  
 芒硝 Salt cake, 114.  
 豆油 Soya bean oil, 276.  
 豆素 Legumin, 274.  
 赤血鹽 Red prussiate of potash, 131.  
 赤磷 Red phosphorus, 140.  
 防腐劑 Preservative, 65.

## 八 畫

乳香樹脂 Mastic, 270.  
 乳脂 Butter, 273.  
 乳糖 Lactose, 264.  
 乳酸 Lactic acid, 246.  
 乳漿 Latex, 271.

亞佛加德羅 Avogadro, 8.  
 亞佛加德羅假說 Avogadro hypothesis, 8.  
 亞砷酸 Arsenious acid, 145.  
 亞硝基硫酸 Nitrosulphuric acid, 104.  
 亞硫酸 Sulphurous acid, 101.  
 亞硫酸鈉 Sodium sulphite, 114.  
 亞麻仁油 Linseed oil, 256.  
 亞銅 Cuprous, 189.  
 亞鐵 Ferrous, 187.  
 亞鐵氰化鉀 Potassium ferrocyanide, 131.  
 兒茶酚 Catechol, 253.  
 咖啡鹼 Caffeine, 284.  
 固體 Solid, 5.  
 固體燃料 Solid fuel, 223.  
 奈斯斐試藥 Nessler reagent, 73, 120.  
 定比定律 Law of definite proportion, 28.  
 定組成定律 Law of constant composition, 28.  
 定影 Fixing, 94.  
 定影液 Fixer, 94.  
 居禮 Curie, 11.  
 拉瓦錫 Lavoisier, 54.  
 放射元素 Radioactive element, 11.  
 放電 Discharging, 214.  
 昇汞 Corrosive sublimate, 82.  
 昇華 Sublimation, 19.  
 明礬 Alum, 111.  
 明礬類 Alums, 112.



松香 Rosin, 270.  
 松節油 Turpentine oil, 282.  
 果糖 Fructose, 263.  
 毒氣 Poison gas, 81.  
 油質 Olein, 248.  
 油酸 Oleic acid, 245.  
 沼氣 Marsh gas, 235.  
 沸石 Zeolite, 72.  
 法拉希法 Frasch method, 97.  
 波希米 Bohemia, 159.  
 波美浮表 Baumé hydrometer, 47.  
 波特蘭石 Portland stone, 179.  
 波特蘭水泥 Portland cement, 179.  
 波義耳 Robert Boyle, 1.  
 波義耳定律 Boyle's law, 29.  
 波義耳查理定律 Boyle and Charles' law, 31.  
 波爾多殺蟲液 Bordeaux mixture, 114.  
 泥煤 Peat, 223.  
 物理性 Physical property, 4.  
 物理學變化 Physical change, 16.  
 物質 Matter, 4.  
 玫瑰水 Rose water, 281.  
 玫瑰油 Rose oil, 281.  
 直接染法 Direct dyeing, 256.  
 直接染料 Direct dye, 255.  
 矽 Silicon, 7, 159.  
 矽化物 Silicide, 159.  
 矽酸 Silicic acid, 151.  
 矽酸鈉 Sodium silicate, 152.

矽鋼 Silicon steel, 206.  
 矽藻土 Tripoli, 151.  
 炔屬 Alkynes, 234.  
 空氣 Air, 50.  
 肥皂 Soap, 248.  
 肥料 Fertilizer, 132.  
 花生油 Arachis oil, 276.  
 芥子氣 Mustard gas, 237, 287.  
 金 Gold, 7, 199.  
 金剛石 Diamond, 220.  
 金屬 Metals, 12.  
 金鷄納鹼 Quinine, 285.  
 門得雷業夫 Mendelejeff, 14.  
 阜婁 Wöhler, 235.  
 阿尼林 Aniline, 252.  
 阿司匹靈 Aspirin, 247.  
 阿拉伯樹膠 Gum arabic, 270.  
 青銅 Bronze, 206.  
 非金屬 Non-metals, 12.  
 非電解質 Non-electrolyte, 23.

## 九 畫

哈保 Haber, 121.  
 哈保波許法 Haber-Bosch process, 121.  
 耐熱玻璃 Pyrex glass, 160.  
 指示劑 Indicator, 23.  
 柯巴 Copal, 257, 270.  
 柯哈德磚 Cornhart brick, 162.  
 柏塞麥法 Bessemer process, 186.  
 查理 Charles, 30.  
 查理定理 Charles law, 30.

染料 Dye, 254.  
 染色術 Dyeing, 235.  
 氟 Fluorine, 7, 89.  
 氟化物 Fluoride, 89.  
 氟化氫 Hydrogen fluoride, 89.  
 洗滌 Washing, 44.  
 洗濯鹼 Washing soda, 169.  
 洛瑟爾鹽 Rochelle salt, 246.  
 洋乾漆 Shellac, 257.  
 活性炭 Activated carbon, 222.  
 派克法 Park's process, 193.  
 玻璃 Glass, 159.  
 研磨 Grinding, 43.  
 砂灰磚 Sand-lime brick, 178.  
 砂金 Placer gold, 200.  
 紅鉛 Red lead, 190.  
 苛性化 Caustification, 165.  
 苛性鈉 Caustic soda, 167.  
 苛性鉀 Caustic potash, 173.  
 苦土 Magnesia, 194.  
 苦味酸 Picric acid, 137, 253.  
 苯 Benzene, 251.  
 苯二酚 Hydroquinone, 94.  
 苯胺 Picnylamine, 252.  
 苯磺酸 Benzenesulphonic acid, 253.  
 負片 Negative, 94.  
 負觸媒 Negative catalyzer, 19.  
 酈 Tincture, 240.  
 重力電池 Gravity cell, 212.  
 重水 Heavy water, 67.  
 重油 Heavy oil, 229.

重晶石 Barite, 97.  
 重氫 Deuterium, 62.  
 重碳酸鈉 Sodium bicarbonate, 170.  
 重鉻酸鉀 Potassium dichromate, 195.  
 重過磷酸石灰 Double superphosphate, 143.  
 鈦 Yttrium, 7.  
 革 Leather, 274.  
 風化 Efflorescence, 19.  
 食鹽 Common salt, 76.  
 香精 Essential oil, 281.

## 十 畫

姪卡 Kilogram calorie, 231  
 倍比定律 Law of multiple proportion, 29.  
 原子 Atom, 8.  
 原子說 Atomic theory, 8.  
 原子量 Atomic weight, 9.  
 原子價 Valence, 36.  
 原油 Crude oil, 228.  
 哥德斯密特法 Goldschmidt process, 194.  
 家用氨 Household ammonia, 122.  
 容量分析 Volumetry, 22.  
 根 Radical, 37.  
 桐油 Tung oil, 256.  
 桂皮油 Cinnamon oil, 281.  
 格連味塔 Glover tower, 103.  
 氣體 Gas, 5.  
 氣體反應定律 Law of gaseous react-

- ion, 29.
- 氣體燃料 Gas fuel, 226.
- 氣壓 Atmospheric pressure, 50.
- 氣壓計 Barometer, 50.
- 氧 Oxygen, 7, 53.
- 氧化 Oxidation, 17.
- 氧化汞 Mercuric oxide, 197.
- 氧化物 Oxide, 17.
- 氧化亞氮 Nitrous oxide, 117.
- 氧化焰 Oxidizing flame, 231.
- 氧化氮 Nitric oxide, 117.
- 氧化鈣 Calcium oxide, 177.
- 氧化鋅 Zinc oxide, 193.
- 氧化鉻 Chromic oxide, 194.
- 氧化鎂 Magnesium oxide, 194.
- 氧化錫 Stannic oxide, 192.
- 氧化劑 Oxidizing agent, 18.
- 氧炔焰 Oxyacetylene flame, 238.
- 氧炔焰管 Oxyacetylene torch, 238.
- 氨 Ammonia, 119.
- 氨水 Ammonia water, 119.
- 氨基酸 Amino acid, 272.
- 氨鹼法 Ammonia soda process, 168.
- 氦 Helium, 7, 52.
- 消化蛋白質 Peptones, 272.
- 消硫器 Devulcanizer, 272.
- 浮表 Hydrometer, 47.
- 浸滲 Lixiviation, 43.
- 酒石 Argol, 246.
- 酒石脂 Cream of tartar, 246.
- 酒石酸 Tartaric acid, 246.
- 酒酵素 Zymase, 275.
- 酒精 Spirit of wine, 239.
- 酒精溶液 Alcoholic solution, 20.
- 酒精飲料 Alcoholic liquors, 241.
- 海鳥糞 Guano, 143.
- 特殊黃銅 Special brass, 206.
- 真空鍋 Vacuum pan, 45.
- 砷 Arsenic, 7, 145.
- 砷化氫 Arsine, 146.
- 砷酸 Arsenic acid, 145.
- 笑氣 Laughing gas, 117.
- 純粹化學 Pure chemistry, 2.
- 純鉀 Pure potash, 174.
- 紙 Paper, 267.
- 紙漿 Pulp, 268.
- 素瓷 Bisuit, 158.
- 素馨油 Jasmin oil, 281.
- 粉紅鹽 Pink salt, 192.
- 能 Energy, 224.
- 能之變換 Transformation of energy, 224.
- 能常住定律 Law of conservation of energy, 224.
- 脂肪 Fat, 276.
- 脂肪酸類 Fatty acids, 244.
- 脂蠟酸 Stearic acid, 245.
- 臭氧 Ozone, 58.
- 茜素 Alizarin, 253, 255.
- 草酸 Oxalic acid, 245.
- 茶鹼 Theine, 284.
- 迴轉爐 Rotary furnace, 179.

迴轉爐 Converter, 186.  
 酞 Anhydride, 151.  
 針 Polonium, 7.  
 鈳 Ruthenium, 7.  
 閃鋅礦 Zinc blende, 97.  
 高速鋼 High speed steel, 206.  
 高嶺土 Kaolin, 152.  
 馬口鐵 Tin plate, 192.  
 馬許檢驗法 Marsh's test, 146.  
 烏拉爾山 Ural Mountains, 201.  
 骨灰 Bone ash, 139.  
 骨炭 Boneblack, 222.

十 一 畫

乾片 Plate, 93.  
 乾法 Dry process, 179.  
 乾性油 Drying oil, 256.  
 乾電池 Dry cell, 213.  
 乾燥箱 Drying oven, 46.  
 乾燥劑 Drying agent, 46; Dryer, 256.  
 乾酪素 Casein, 273.  
 乾餾法 Dry distillation, 221.  
 假漆 Varnish, 257.  
 偏砷酸 Metarsenic acid, 145.  
 偏磷酸 Metaphosphoric acid, 142.  
 副產物 By-product, 82.  
 勒克蘭社電池 Leclanche's cell, 212.  
 動物膠 Gelatine, 273.  
 密度 Density, 9.  
 密陀僧 Litharge, 190.  
 康尼希石 Cornish stone, 157.

常度鋼 Invar, 206.  
 接觸法 Contact process, 102.  
 接觸作用 Catalysis, 19.  
 啓普發生器 Kipp's generator, 63.  
 族 Family, 12.  
 氫 Hydrogen, 7, 62.  
 氫氧化鈉 Sodium hydroxide, 165.  
 氫氧化鉀 Potassium hydroxide, 173.  
 氫氧化鈣 Calcium hydroxide, 178.  
 氫氧化銨 Ammonium hydroxide, 120.  
 氫氧化鋁 Aluminum hydroxide, 188.  
 氫氧吹管 Oxyhydrogen blowpipe, 64.  
 氫氧焰 Oxyhydrogen flame, 64.  
 氫氟酸 Hydrofluoric acid, 89.  
 氫碘酸 Hydroiodic acid, 92.  
 氫硫酸 Hydrosulphuric acid, 109.  
 氫溴酸 Hydrobromic acid, 90.  
 氫氰酸 Hydrocyanic acid, 130.  
 氫氯金酸 Hydrochlorauric acid, 201.  
 氫氯鉑酸 Hydrochloroplatinic acid, 202.  
 氬 Krypton, 7, 52.  
 液態氧 Liquid oxygen, 55.  
 液態空氣 Liquid air, 51.  
 液體 Liquid, 5.  
 液體燃料 Liquid fuel, 229.  
 淘汰法 Concentration process, 200.  
 混合物 Mixture, 5.  
 混合煤氣 Mixed gas, 226.  
 混汞法 Amalgamation process, 198 200.

混凝土 Concrete, 180.  
 烷類 Alkanes, 231.  
 烯類 Alkenes, 234.  
 牻牛兒苗油 Geranium oil, 281.  
 硒 Selenium, 7.  
 瓷器 Porcelain, 157.  
 甜菜糖 Beet sugar, 263.  
 窒息性毒氣 Asphyxiants, 228.  
 脫氏浮表 Twaddell's hydrometer, 47.  
 脫水作用 Dehydration, 106.  
 莫桑 Moissan, 220.  
 蛋白質類 Proteins, 272.  
 蛋白醣類 Albumoses, 272.  
 蛋黃素 Lecithin, 272.  
 規定液 Normal solution, 21.  
 豚脂 Lard, 277.  
 軟水 Soft water, 71.  
 軟片 Film, 93.  
 軟皂 Soft soap, 249.  
 軟玻璃 Soft glass, 159.  
 軟脂 Palmitin, 248.  
 部分冷凝器 Partial condenser, 240.  
 酚 Phenol, 253.  
 酚類 Phenols, 253.  
 酚醯 Phenolphthalein, 23.  
 鈾 Samarium, 7.  
 鈷 Thorium, 7.  
 鈮 Vanadium, 7.  
 釷 Neodymium, 7.  
 陰遊子 Negative ion, 23.  
 陰極射線 Cathode rays, 11.

陶器 Pottery, 156.  
 魚肝油 Cod liver oil, 277.  
 鹵族元素 Elements of halogen family, 89.  
 麥芽糖 Maltose, 264.  
 麥芽酵素 Maltase, 275.  
 麻油 Sesam oil, 276.

## 十 二 畫

單系 Odd series, 14.  
 單斜形硫 Monoclinic sulphur, 98.  
 單醣類 Monosaccharides, 262.  
 媒染染料 Mordant dye, 255.  
 媒染劑 Mordant, 255.  
 富莫土 Fuller's earth, 209.  
 提煉法 Extraction, 46.  
 揮發油 Volatile oil, 229.  
 斯塔斯府 Stassfurt, 174.  
 普利斯特利 Priestley, 54.  
 智利硝石 Chili saltpeter, 124.  
 普魯士藍 Prussian blue, 131.  
 晶形矽 Crystallized silicon, 150.  
 晶質玻璃 Crystalline glass, 159.  
 晶體 Crystal, 46.  
 晶鹼 Soda crystal, 169.  
 棒硫 Roll sulphur, 97.  
 棕櫚酸 Palmitic acid, 245.  
 氮 Nitrogen, 7, 60.  
 氮之固定法 Fixation of nitrogen, 61,  
 120.  
 氮化物 Nitrides, 61.

- 氮石灰 Nitro lime, 132.  
 氮族元素 Elements of nitrogen family 148.  
 氯 Chlorine, 7, 79.  
 氯水 Chlorine water, 80.  
 氯化二苯砷 Diphenylchloroarsine, 286.  
 氯化法 Chlorination process, 201.  
 氯化汞 Mercuric chloride, 82, 197.  
 氯化物 Chloride, 81.  
 氯化金 Auric chloride, 201.  
 氯化苦劑 Chloropicrin, 286.  
 氯化亞汞 Mercurous chloride, 82, 197.  
 氯化亞錫 Stannous chloride, 192.  
 氯化氫 Hydrogen chloride, 83.  
 氯化鈉 Sodium chloride, 77.  
 氯化鈣 Calcium chloride, 82.  
 氯化銨 Ammonium chloride, 122.  
 氯化銀 Silver chloride, 81.  
 氯化鋅 Zinc chloride, 193.  
 氯化錫 Stannic chloride, 82, 192.  
 氯化鎂 Magnesium chloride, 82, 193.  
 氯仿 Chloroform, 236.  
 氯苯 Chlorobenzene, 253.  
 氯酸鉀 Potassium chlorate, 83.  
 氯酸鹽 Chlorate, 83.  
 氡 Radon, 7.  
 氰 Cyanogen, 130.  
 氰化法 Cyanide process, 131, 198, 200.  
 氰化氫 Hydrogen cyanide, 130.  
 氰化鈉 Sodium cyanide, 130.  
 氰化鉀 Potassium cyanide, 130.  
 氰氨化鈣 Calcium cyanamide, 132.  
 氰氨法 Cyanamide process, 122.  
 氬 Argon, 7, 52.  
 無水酒精 Absolute alcohol, 240.  
 無定形矽 Amorphous silicon, 150.  
 無定形碳 Amorphous carbon, 219.  
 無煙煤 Anthracite, 223.  
 無煙火藥 Smokeless powder, 136.  
 無機化合物 Inorganic compounds, 235.  
 無機化學 Inorganic chemistry, 235.  
 焦性沒食子酸 Pyrogallol, 94.  
 焦砷酸 Pyroarsenic acid, 145.  
 焦煤 Coke, 224.  
 焦糖 Caramel, 264.  
 焦磷酸 Pyrophosphoric acid, 142.  
 琺瑯 Enamel, 161.  
 異構物 Isomers, 41.  
 番木鱉鹼 Strychnine, 285.  
 登帛爾藍 Turnbull blue, 132.  
 發生爐 Producer, 227.  
 發生爐煤氣 Producer gas, 227.  
 發煙硝酸 Fuming nitric acid, 125.  
 發煙硫酸 Fuming sulphuric acid, 105.  
 發酵 Fermentation, 239.  
 硝化甘油 Nitroglycerine, 136.  
 硝石 Saltpeter, 127.  
 硝石鍋 Nitre pot, 103.  
 硝化纖維素 Nitro-cellulose, 135.

- 硝基苯 Nitro-benzene, 252.  
 硝酸 Nitric acid, 124.  
 硝酸鈉 Sodium nitrate, 127.  
 硝酸鉀 Potassium nitrate, 127.  
 硝酸鉛 Lead nitrate, 191.  
 硝酸銨 Ammonium nitrate, 122, 128.  
 硝酸銀 Silver nitrate, 128.  
 硝酸鹽 Nitrate, 127.  
 硫 Sulphur, 7, 97.  
 硫化 Vulcanization, 271.  
 硫化汞 Mercuric sulphide, 197.  
 硫化物 Sulphide, 98.  
 硫化氫 Hydrogen sulphide, 108.  
 硫化鈉 Sodium sulphide, 170.  
 硫化器 Vulcanizer, 271.  
 硫代硫酸鈉 Sodium thiosulphate, 114.  
 硫肝液 Hepatic sulphur, 287.  
 硫華 Flower of sulphur, 97.  
 硫酸亞鐵 Ferrous sulphate, 112.  
 硫酸鈉 Sodium sulphate, 114.  
 硫酸鉀 Potassium sulphate, 174.  
 硫酸鈣 Calcium sulphate, 110.  
 硫酸銅 Cupric sulphate, 113.  
 硫酸銨 Ammonium sulphate, 122.  
 硫酸鋁 Aluminium sulphate, 111.  
 硫酸鋅 Zinc sulphate, 193.  
 硫酸鎂 Magnesium sulphate, 194.  
 硫酸鎳 Nickel sulphate, 197.  
 硫酸鐵 Ferric sulphate, 112.  
 硫酸鹽類 Sulphate, 110.  
 硬水 Hard water, 71.  
 硬化油 Hardened oil, 277.  
 硬肥皂 Hard soap, 249.  
 硬脂 Stearin, 248.  
 硬玻璃 Hard glass, 159.  
 硬橡皮 Ebonite, 271.  
 礬沙 Sal ammoniac, 122.  
 稀有氣體 Rare gases, 52.  
 皓礬 White vitriol, 193.  
 筆鉛 Plumbago, 220.  
 給呂薩克定律 Gay-Lussac's law, 29.  
 給呂薩克塔 Gay-Lussac tower, 103.  
 結晶 Crystallization, 46.  
 絕對溫度 Absolute temperature, 30.  
 絕對零度 Absolute zero, 30.  
 絲光棉 Mercerized cotton, 267.  
 菸鹼 Nicotine, 284.  
 菜油 Rape oil, 276.  
 菱形硫 Rhombic sulphur, 98.  
 萘 Naphthalene, 252.  
 週期表 Periodic table, 14.  
 週期律 Periodic law, 14.  
 鈦 Titanium, 7.  
 釷 Scandium, 7.  
 釹 Holmium, 7.  
 鈀 Palladium, 7.  
 鈉 Sodium, 7, 164.  
 鈉灰 Soda ash, 168.  
 鈉皂 Soda soap, 249.  
 鈉明礬 Soda alum, 111.  
 鈉玻璃 Soda glass, 159.

鍺 Ilinium, 7.  
 鈣 Calcium, 7, 176.  
 開 開 Carat, 209.  
 開爐法 Open-hearth process, 186.  
 悶爐 Muffle, 83, 222.  
 陽游子 Positive ion, 23.  
 雄黃 Orpiment, 146.  
 黃血鹽 Yellow prussiate of potash,  
 131.  
 黃銅 Brass, 206.  
 黃磷 Yellow phosphorus, 139.  
 黃鐵礦 Iron pyrite, 97.  
 黑火藥 Black gun powder, 134.  
 黑灰 Black ash, 168.  
 黑鉛 Black lead, 220.

### 十三畫

傾瀉 Decantation, 44.  
 傳遞體 Carrier, 107.  
 催淚性毒氣 Lachrymators, 91.  
 嗎啡 Morphine, 285.  
 塗料 Paints, 256.  
 愛利斯洛新 Erythrosin, 94.  
 溶質 Solute, 20.  
 溶液 Solution, 20.  
 溶解 Dissolution, 20.  
 溶解度 Solubility, 20.  
 溶劑 Solvent, 20.  
 溴 Bromine, 7, 90.  
 溴化物 Bromide, 90.  
 溴化氫 Hydrogen bromide, 90.

溴瓊甲苯 Bromobenzaldehyde, 286.  
 滑劑 Lubricant, 220.  
 煤 Coal, 223.  
 煤化 Coalification, 223.  
 煤氣 Coal gas, 225.  
 煤煙 Carbon black, 258.  
 煤焦油 Coal tar, 225, 250.  
 煤焦油色質 Coal tar colours, 254.  
 煙煤 Bituminous coal, 223.  
 煉金術 Alchemy, 1.  
 硼硼砂 Borax usta, 154.  
 當量 Equivalent weight, 21.  
 硼 Boron, 7, 153.  
 硼砂 Borax, 154.  
 硼砂珠 Borax bead, 154.  
 硼砂珠檢驗法 Borax bead test, 155.  
 硼酸 Boric acid, 154.  
 碘 Iodine, 7, 91.  
 碘化物 Iodide, 92.  
 碘化氫 Hydrogen iodide, 92.  
 碘化鉀 Potassium iodide, 92.  
 碘仿 Iodoform, 236.  
 碘酊 Iodo-tincture, 93.  
 置換 Replacement, 17.  
 羧基 Carboxyl, 243.  
 羣青 Ultramarine, 258.  
 葡萄糖 Glucose, 262.  
 解毒藥 Antidote, 285.  
 解離 Dissociation, 25.  
 路布蘭法 LeBlanc process, 167.  
 路易席安那 Louisiana, 97.



農業化學 Agricultural chemistry, 3.  
 達金液 Dakin solution, 87.  
 達爾頓 Dalton, 8.  
 過氧化氫 Hydrogen peroxide, 65.  
 過氧化氮 Nitrogen peroxide, 118.  
 過濾法 Filtration, 44.  
 過飽溶液 Supersaturated solution, 20.  
 過錳酸鉀 Potassium permanganate, 196.  
 過磷酸石灰 Superphosphate of lime, 143.  
 酮類 Ketones, 243.  
 酯類 Esters, 248.  
 鈰 Cerium, 7.  
 鉛 Lead, 7, 189.  
 鉛白 Lead white, 191.  
 鉛丹 Minium, 190.  
 鉛糖 Sugar of lead, 191.  
 鉛玻璃 Lead glass, 159.  
 鉛室法 Chamber process, 103.  
 鉛蓄電池 Lead storage battery, 213.  
 鈷 Cobalt, 7, 186.  
 鈳 Columbian, 7.  
 鈾 Uranium, 7.  
 鈷 Tantalum, 7.  
 鉈 Thallium, 7.  
 鉀 Potassium, 7, 172.  
 鉀灰 Potash, 173.  
 鉀皂 Potash soap, 249.  
 鉀明礬 Potash alum, 111.  
 鉀玻璃 Potash glass, 159.

鉀硫酸鹽 Kamite, 174.  
 鉑 Platinum, 7, 201.  
 鈹 Beryllium, 7.  
 鉍 Bismuth, 7, 147.  
 鉬 Molybdenum, 7.  
 隔膜法 Diaphragm process, 166.  
 電子 Electron, 11.  
 電木 Bakelite, 243, 254.  
 電化學 Electrochemistry, 3.  
 電化學工業 Electro-chemical industry, 217.  
 電池 Electric cell, 210.  
 電解 Electrolysis, 23.  
 電解質 Electrolyte, 23.  
 電鍍 Electroplating, 215.  
 電離 Electrolytic dissociation, 23.  
 電鑄 Electrotyping, 217.  
 雷汞 Mercury fulminate, 137.  
 雷管 Detonator, 138.  
 雌黃 Realgar, 146.  
 鼓風爐 Blast furnace, 185.

#### 十 四 畫

構造式 Structural formula, 41.  
 漂白粉 Bleaching powder, 85.  
 漆 Lacquer, 257.  
 熔渣 Clink, 179.  
 熔劑 Flux, 184.  
 熔接劑 Thermite, 188.  
 碲 Tellurium, 7.  
 碳 Carbon, 7, 219.

碳化合物之化學 Chemistry of carbon compounds, 235.  
 碳化氫 Hydrocarbons, 228, 234.  
 碳化鈣 Calcium carbide, 180.  
 碳酸 Carbonic acid, 56.  
 碳酸鈉 Sodium carbonate, 167.  
 碳酸氫鈉 Sodium hydrogen carbonate, 170.  
 碳酸鉀 Potassium carbonate, 173.  
 碳酸鈣 Calcium carbonate, 176.  
 碳酸銨 Ammonium carbonate, 122.  
 碳酸鎂 Magnesium carbonate, 194.  
 福爾馬林 Formalin, 242.  
 綠礬 Green vitriol, 112.  
 蒙銅 Monel metal, 208.  
 蒸發 Evaporation, 45.  
 蒸餾 Distillation, 45.  
 蒸餾水 Distilled water, 68.  
 蔥 Anthracene, 252.  
 蓄電池 Storage battery, 213.  
 酵素 Enzyme, 239, 275.  
 酸定量法 Acidimetry, 22.  
 酸性反應 Acid reaction, 21.  
 酸性亞碳酸鈉 Sodium hydrogen sulphite, 114.  
 酸性柏塞麥法 Acid Bessemer, 186.  
 酸性碳酸鈉 Acid sodium carbonate, 170.  
 酸性碳酸鈣 Acid calcium carbonate, 177.  
 酸性鹽 Acid salts, 22.  
 酸酐 Acid anhydride, 151.

酸類 Acids, 21.  
 銑鐵 Pig iron, 185.  
 銻 Thulium, 7.  
 銻 Rhodium, 7.  
 銻 Rhobidium, 7.  
 銻 Hafnium, 7.  
 銻 Indium, 7.  
 銻 Cæsium, 7.  
 銻 Erbium, 7.  
 銻 Europium, 7.  
 銅 Copper Cupric, 7, 189.  
 銅綠 Blue verditer, 189.  
 銀 Silver, 7, 198.  
 銀硃 Vermilion, 197.  
 鉻 Chromium, 7, 194.  
 鉻明礬 Chrome alum, 111.  
 鉻黃 Chrome yellow, 191.  
 鉻綠 Chrome green, 195.  
 鉻鈎鋼 Chrome-vanadium steel, 205.  
 鉻鋼 Chrome steel, 205.  
 鉻鉀鉀 Potassium chromate, 195.  
 鉻酸鉛 Lead chromate, 191.  
 銱 Iridium, 7, 201.  
 銱明礬 Ammonium alum, 111.  
 銱鹽 Ammonium salt, 122.  
 飽和溶液 Saturated solution, 20.

## 十五書

增氣法 Hydrogenation, 65, 230, 277.  
 增碳水煤氣 Carburetted water gas, 226.  
 彈性硫 Plastic sulphur, 99.

彈性樹膠 Caoutchouc, 271.  
 德銀 German silver, 206.  
 摩爾 Mol, 21.  
 摩爾量 Molar weight, 10.  
 摩擦火柴 Friction matches 140.  
 暫硬水 Temporary hard water, 71.  
 標準溫度 Standard temperature, 31.  
 標準壓力 Standard pressure, 29.  
 樟腦 Camphor, 282.  
 樟腦油 Camphor oil, 282.  
 潮解 Deliquescence, 19.  
 熟石灰 Slaked lime, 178.  
 熱能 Heat energy, 224.  
 熱值 Calorific value, 231.  
 熱解離 Thermo-dissociation, 25.  
 糊精 Dextrin, 265.  
 膠體 Colloid, 5.  
 蔗糖 Sucrose, 263.  
 複分解 Double decomposition, 17.  
 褐煤 Brown coal, 223.  
 調羹粉 Gourmet powder, 275.  
 質子 Proton, 11.  
 質量不變定律 Law of conservation of mass, 28.  
 質量作用定律 Law of mass action, 33.  
 輝銻礦 Stibnite, 146.  
 醇類 Alcohols, 238.  
 醋 Vinegar, 245.  
 醋母 Bacterium aceti, 245.  
 醋酸鉛 Lead acetate, 191.  
 醋酸纖維素 Cellulose acetate, 270.

銮 Zirconium, 7.  
 鋰 Lithium, 7.  
 鋁 Aluminum, 7, 187.  
 鋁銅合金 Aluminum bronze, 206.  
 鋁鎂合金 Magnalium, 206.  
 鋁錫銅合金 Duralumin, 206.  
 鋅 Zinc, 7, 192.  
 鋅白 Zinc white, 193.  
 鋅銀白 Lithopone, 181.  
 銻 Antimony, 7, 146.  
 銻化氫 Stibine, 147.  
 銻脂 Antimony batter, 147.  
 銪 Barium, 7, 181.  
 銱 Osmium, 7, 201.  
 鴉片 Opium, 255.  
 麩質 Gluten, 275.  
 麩氨酸 Glutamic acid, 275.

## 十 六 畫

樹脂 Resin, 270.  
 樹脂酚 Resorcinol, 253.  
 樹膠 Gum, 270.  
 機械油 Mechanic oil, 229.  
 機械能 Mechanical energy, 224.  
 橙花油 Neroli oil 282.  
 橡膠 Rubber, 271.  
 澱粉 Starch, 264.  
 濃度 Concentration, 20.  
 濃縮 Concentration, 45.  
 燃素 Phlogiston, 51.  
 燃素說 Phlogiston theory, 54.

燃燒 Combustion, 55.  
 燃燒說 Combustion theory, 54.  
 燃燒熱 Heat of combustion, 231.  
 燃點 Kindling point, 55.  
 燒石膏 Plaster of Paris, 110.  
 燒明礬 Burnt alum, 111.  
 燈油 Kerosene, 229.  
 燈煤 Lamp black, 258.  
 糖化酵素 Diastase, 275.  
 糖精 Saccharin, 264.  
 糖類 Sugars, 262.  
 諾貝爾 Nobel, 136.  
 鋼 Steel, 185.  
 銻 Rhenium, 7.  
 錒 Actinium, 7.  
 鎢 Germanium, 7.  
 釷 Gadolinium, 7.  
 錫 Tin, 7, 191.  
 錫箔 Tin foil, 192.  
 錳 Manganese, 7, 195.  
 錳酸鉀 Potassium manganate, 196.  
 霍爾 Hall, 187.  
 靛藍 Indigo, 255.  
 龍涎香 Ambergris, 283.

### 十七畫

優洛托品 Urotropin, 287.  
 壓力濾器 Filter press, 44.  
 壓碎 Crushing, 43.  
 應用化學 Applied chemistry, 2.  
 濕法 Wet process, 179.

營養化學 Chemistry of nutrition, 3.  
 磷 Phosphorus, 7, 139.  
 磷化氫 Phosphine, 141.  
 磷灰石 Apatite, 139.  
 磷青銅 Phosphor bronze, 207.  
 磷酸 Phosphoric acid, 142.  
 糜爛性毒劑 Vesicants, 237.  
 膽礬 Blue vitriol, 113.  
 薄荷油 Peppermint oil, 282.  
 薄荷腦 Menthol, 282.  
 賽璐珞 Celluloid, 269.  
 還原 Reduction, 18.  
 還原焰 Reducing flame, 231.  
 還原劑 Reducing agent, 18.  
 醛 Aldehydes, 242.  
 醚 Ether, 242.  
 醣 Carbohydrates, 262.  
 錒 Protoactinium, 7.  
 錒 Lutecium, 7.  
 錒 Masurium, 7.  
 鎂 Magnesium, 7, 193.  
 鋇 Strontium, 7, 181.  
 鍋垢 Boiler scale, 71.  
 鍛鐵 Wrought iron, 185.  
 黏膠法 Viscose process, 268.  
 黏膠液 Viscoso, 269.

### 十八畫

檸檬酸 Citric acid, 246.  
 瀉利鹽 Epsom salt, 194.  
 醫藥化學 Medical and pharmaceu-

tical chemistry, 3.

鎘 Cadmium, 7.

鎢 Tungsten, 7, 196.

鎢鋼 Tungsten steel, 206.

鎳 Nickel, 7, 196.

鎳青銅 Nickel bronze, 208.

鎳鉻鋼 Nickel chrome steel, 206.

鎳鋼 Nickel steel, 206.

銻 Gallium, 7.

雙光氣 Diphosgene, 227, 286.

雙系 Even series, 14.

顏料 Pigment, 258.

鞣酸 Tannic acid, 247.

## 十九畫

瀝青 Pitch, 261.

爆發 Explosion, 134.

爆發物 Explosive, 134.

蟻醛 Formaldehyde, 242.

蟻醛液 Formalin, 242.

鎢 Lysprosium, 7.

離心力分離機 Centrifugal separator,  
273.

阿托品 Atropine, 284.

## 二十畫

礦物油 Mineral oil, 228.

礦渣 Slag, 139, 184.

礦脂 Vaseline, 229.

蘇爾維法 Solvay process, 168.

觸媒 Catalyzer, 19.

銻 Praseodymium, 7.

## 二十一畫

攝影術 Photography, 93.

擊鋼 Gun metal, 207.

纖維素 Cellulose, 135, 266.

蠟燭 Candle, 250.

鐵 Iron, 7, 184; Ferric, 187.

鐵氰化鉀 Potassium ferricyanide, 131.

鐵筋混凝土 Reinforced concrete, 180.

鐳 Ytterbium, 7.

鐳 Radium, 7.

錫納酚 Quinol, 253.

麝香 Musk, 283.

麝香酮 Muscon, 283.

## 二十二畫

鑄鐵 Cast iron, 185.

## 二十三畫

變性酒精 Denatured alcohol, 241.

顯影 Röntgen, 11.

顯影射線 Röntgen rays, 11.

顯影 Developing, 94.

顯影液 Developer, 94.

## 二十四畫

鐳 Lanthanum, 7.

釀母 Yeast, 275.

鹼土族元素 Elements of alkaline  
family, 181.

鹼化 Saponification, 248.  
鹼石灰 Nitro-lime, 287.  
鹼定量法 Alkalimetry, 22.  
鹼性反應 Alkaline reaction, 21.  
鹼性柏塞麥法 Basic Bessemer, 186.  
鹼金屬類 Alkali metals, 175.  
鹼類 Alkalies, 21.  
鹽析法 Salting out, 249.  
鹼性碳酸鉛 Basic lead carbonate,

191.

鹽基性鹽 Basic salts, 22.  
鹽基類 Bases, 21.  
鹽酸 Hydrochloric acid, 83.  
鹽類 Salts, 22.

### 外來字

X 射線 X-ray, 11.

## 2. 英文名詞索引

(數字表頁數)

## A

- Absolute alcohol 無水酒精, 240.  
 Absolute temperature 絕對溫度, 30.  
 Absolute zero 絕對零度, 30.  
 Acetaldehyde 乙醛, 243.  
 Acetic acid 乙酸, 244.  
 Acetone 丙酮, 243.  
 Acetylene 乙炔, 237.  
 Acid anhydride 酸酐, 151.  
 Acid Bessemer 酸性柏塞麥法, 186.  
 Acid calcium carbonate 酸性碳酸鈣, 177.  
 Acid reaction 酸性反應, 21.  
 Acid salts 酸性鹽, 22.  
 Acid sodium carbonate 酸性碳酸鈉, 170.  
 Acidimetry 酸定量法, 22.  
 Acids 酸類, 21.  
 Actinium 錒, 7.  
 Activated carbon 活性炭, 222.  
 Agricultural chemistry 農業化學, 3.  
 Air 空氣, 50.  
 Albumoses 蛋白醣類, 272.  
 Alchemy 煉金術, 1.  
 Alcoholic liquors 酒精飲料, 241.  
 Alcoholic solution 酒精溶液, 20.  
 Alcohols 醇類, 238.  
 Aldehydes 醛, 242.  
 Alizarin 茜素, 253, 255.  
 Alkali metals 鹼金屬類, 175.  
 Alkalies 鹼類, 21.  
 Alkalimetry 鹼定量法, 22.  
 Alkaline reaction 鹼性反應, 21.  
 Alkaloids 生物鹼類, 284.  
 Alkanes 烷屬, 234.  
 Alkenes 烯屬, 234.  
 Alkynes 炔屬, 234.  
 Allotropic form 同素異形體, 58.  
 Alloys 合金, 183.  
 Alum 明礬, 111.  
 Alums 明礬類, 112.  
 Aluminum 鋁, 7, 187.  
 Aluminum bronze 鋁銅合金, 206.  
 Aluminium hydroxide 氫氧化鋁, 188.  
 Aluminum sulphate 硫酸鋁, 111.  
 Amalgam 汞齊, 197, 208.  
 Amalgamation process 混汞法, 198, 200.  
 Ambergris 龍涎香, 283.

Amino acid 氨基酸, 272.  
 Ammonia 氨, 119.  
 Ammonia soda process 氨鹼法, 168.  
 Ammonia water 氨水, 119.  
 Ammonium alum 鋁明礬, 111.  
 Ammonium carbonate 碳酸銨, 122.  
 Ammonium chloride 氯化銨, 122.  
 Ammonium hydroxide 氫氧化銨, 120.  
 Ammonium nitrate 硝酸銨, 122, 123.  
 Ammonium salt 銨鹽, 122.  
 Ammonium sulphate 硫酸銨, 122.  
 Amorphous carbon 無定形碳, 219.  
 Amorphous silicon 無定形矽, 150.  
 Anhydride 酐, 151.  
 Aniline 阿尼林, 252.  
 Anthracene 蒽, 252.  
 Anthracite 無煙煤, 223.  
 Antidote 解毒藥, 285.  
 Antimony 銻, 7, 146.  
 Antimony butter 銻脂, 147.  
 Antimony trichloride 三氯化銻, 147.  
 Antimony trioxide 三氧化二銻, 147.  
 Antimony trisulphide 三硫化二銻, 147.  
 Apatite 磷灰石, 139.  
 Applied chemistry 應用化學, 2.  
 Aqua regia 王水, 126.  
 Aqueous solution 水溶液, 20.  
 Arachis oil 花生油, 276.  
 Argol 酒石, 246.  
 Argon 氬, 7, 52.

Arsenic 砷, 7, 145.  
 Arsenic acid 砷酸, 145.  
 Arsenic disulphide 二硫化二砷, 146.  
 Arsenic trioxide 三氧化二砷, 145.  
 Arsenic trisulphide 三硫化二砷, 146.  
 Arsenious acid 亞砷酸, 145.  
 Arsine 砷化氫, 146.  
 Artificial butter 人造乳脂, 273.  
 Artificial ice 人造冰, 122.  
 Artificial silk 人造絲, 288.  
 Asphalt 土瀝青, 129.  
 Asphyxiants 窒息性毒氣, 228.  
 Aspirin 阿司匹靈, 247.  
 Atmosphere 大氣, 50.  
 Atmospheric pressure 氣壓, 50.  
 Atom 原子, 8.  
 Atomic theory 原子說, 8.  
 Atomic weight 原子量, 9.  
 Atropine 顛茄鹼, 184.  
 Auric chloride 氯化金, 201.  
 Avogadro 亞佛加德羅, 8.  
 Avogadro hypothesis 亞佛加德羅假說, 8.

## B

Babbitt metal 巴比金, 207.  
 Bacterium aceti 醋母, 245.  
 Bakelite 電木, 243, 254.  
 Barite 重晶石, 97.  
 Barium 鋇, 7, 181.  
 Barometer 氣壓計, 50.



- Baes 鹽基類, 21.  
 Basic Bessemer 鹼性柏塞麥法, 186.  
 Basic lead carbonate 鹽基性碳酸鉛, 191.  
 Basic salts 鹽基性鹽, 22.  
 Baumé hydrometer 波美浮表, 47.  
 Beet sugar 甜菜糖, 263.  
 Benzene 苯, 251.  
 Benzene sulphonic acid 苯磺酸, 253.  
 Benzoic acid 安息香酸, 247.  
 Benzoin 安息香, 247.  
 Benzol 安息油, 251.  
 Beryllium 鉍, 7.  
 Bessemer process 柏塞麥法, 186.  
 Biological chemistry 生物化學, 3.  
 Biscuit 素瓷, 158.  
 Bismuth 鉍, 7, 147.  
 Bismuth trioxide 三氧化二鉍, 148.  
 Bituminous coal 煙煤, 223.  
 Bivalent 二價, 37.  
 Black ash 黑灰, 168.  
 Black lead 黑鉛, 290.  
 Black gun powder 黑火藥, 134.  
 Blast furnace 鼓風爐, 185.  
 Bleaching powder 漂白粉, 85.  
 Blue verditer 銅綠, 189.  
 Blue vitriol 膽礬, 113.  
 Bohemia 波希米, 159.  
 Boiler scale 鍋垢, 71.  
 Bone ash 骨灰, 139.  
 Boneblack 骨炭, 222.  
 Borax 硼砂, 154.  
 Borax bead 硼砂珠, 154.  
 Borax bead test 硼砂珠檢驗法, 155.  
 Borax usta 煨硼砂, 154.  
 Bordeaux mixture 波爾多殺蟲液, 113.  
 Boric acid 硼酸, 154.  
 Boron 硼, 7, 153.  
 Boyle and Charle's law 波義耳查理定律, 31.  
 Boyle, Robert 波義耳, 1.  
 Boyle's law 波義耳定律, 29.  
 Brass 黃銅, 206.  
 Bromide 溴化物, 90.  
 Bromine 溴, 7, 90.  
 Bromobenzaldehyde 溴氫甲苯, 286.  
 Bronze 青銅, 206.  
 Brown coal 褐煤, 223.  
 Bunsen burner 本生燈, 231.  
 Bunsen cell 本生電池, 212.  
 Burnt alum 燒明礬, 111.  
 Butadiene 丁二烯, 271.  
 Butane 丁烷, 234.  
 Butter 乳脂, 273.  
 By-product 副產物, 82.
- C**
- Cadmium 鎘, 7.  
 Caesium 銫, 7.  
 Caffeine 咖啡鹼, 284.  
 Calcium 鈣, 7, 176.  
 Calcium carbide 碳化鈣, 180.

- Calcium carbonate 碳酸鈣, 176.  
 Calcium chloride 氯化鈣, 82.  
 Calcium cyanamide 氮氯化鈣, 132.  
 Calcium hydroxide 氫氧化鈣, 178.  
 Calcium oxide 氧化鈣, 177.  
 Calcium sulphate 硫酸鈣, 110.  
 Calico printing 印染術, 256.  
 Calomel 甘汞, 82.  
 Calorific value 熱值, 231.  
 Camphor 樟腦, 282.  
 Camphor oil 樟腦油, 282.  
 Candle 蠟燭, 250.  
 Caoutchouc 彈性樹膠, 271.  
 Carat 開, 204.  
 Caramel 蔗糖, 264.  
 Carbohydrates 醣, 262.  
 Carbolic acid 石炭酸, 253.  
 Carbon 碳, 7, 219.  
 Carbon black 煤煙, 258.  
 Carbon dioxide 二氧化碳, 56.  
 Carbon disulphide 二硫化碳, 109.  
 Carbon monoxide 一氧化碳, 227.  
 Carbon tetrachloride 四氯化碳, 236.  
 Carbonic acid 碳酸, 56.  
 Carboxyl 羧基, 243.  
 Carburetor 化油器, 229.  
 Carburetted water gas 增碳水煤氣, 226.  
 Carrier 傳遞體, 107.  
 Casein 乾酪素, 273.  
 Cast iron 鑄鐵, 185.  
 Castner's process 卡斯乃法, 164.  
 Catalysis 接觸作用, 19.  
 Catalyzor 觸媒, 19.  
 Catechol 兒茶酚, 253.  
 Cathode rays 陰極射線, 11.  
 Caustic potash 苛性鉀, 173.  
 Caustic soda 苛性鈉, 167.  
 Caustification 苛性化, 165.  
 Cavendish 卡芬狄希, 62.  
 Celluloid 賽璐珞, 269.  
 Cellulose 纖維素, 135, 266.  
 Cellulose acetate 醋酸纖維素, 270.  
 Cement 水泥, 179.  
 Centrifugal separator 離心力分離機, 273.  
 Cerium 鈰, 7.  
 Chamber process 鉛室法, 103.  
 Charging 充電, 214.  
 Charles 查理, 30.  
 Charles law 查理定律, 30.  
 Chemical change 化學變化, 16.  
 Chemical equation 化學方程式, 39.  
 Chemical equilibrium 化學平衡, 24.  
 Chemical property 化學性, 4.  
 Chemistry 化學, 1.  
 Chemistry of carbon compounds 碳化合物之化學, 235.  
 Chemistry of food 食品化學, 3.  
 Chemistry of nutrition 營養化學, 3.  
 Chili saltpeter 智利硝石, 124.  
 Chlorate 氯酸鹽, 83.

- Chloride 氯化物, 81.  
 Chlorination process 氯化法, 231.  
 Chlorine 氯, 7, 79.  
 Chlorine water 氯水, 80.  
 Chlorobenzene 氯苯, 253.  
 Chloroform 氯仿, 236.  
 Chloropicrin 氯化苦劑, 286.  
 Chrome alum 鉻明礬, 111.  
 Chrome green 鉻綠, 195.  
 Chrome steel 鉻鋼, 205.  
 Chrome yellow 鉻黃, 191.  
 Chrome-vanadium steel 鉻釩鋼, 205.  
 Chromic oxide 氧化鉻, 194.  
 Chromium 鉻, 7, 194.  
 Cinnamon oil 桂皮油, 281.  
 Citric acid 檸檬酸, 246.  
 Claude process 克勞德法, 121.  
 Clink 熔渣, 179.  
 Coal 煤, 223.  
 Coal gas 煤氣, 225.  
 Coal tar 煤焦油, 225, 250.  
 Coal tar colours 煤焦油色質, 254.  
 Coalification 煤化, 223.  
 Cobalt 鈷, 7, 196.  
 Cocaine 古柯鹼, 284.  
 Cod liver oil 魚肝油, 277.  
 Coke 焦炭, 224.  
 Colloid 膠體, 5.  
 Columbium 鈮, 7.  
 Combination 化合, 17.  
 Combustion 燃燒, 55.  
 Combustion theory 燃燒說, 54.  
 Common salt 食鹽, 76.  
 Compound 化合物, 5.  
 Compound atom 化合原子, 8.  
 Concentration 濃度, 20.  
 Concentration 濃縮, 45.  
 Concentration process 淘汰法, 200.  
 Concrete 混凝土, 180.  
 Contact process 接觸法, 102.  
 Converter 迴轉爐, 186.  
 Copal 柯巴, 257, 270.  
 Copper 銅, 7, 189.  
 Copperas 皂礬, 112.  
 Corhart brick 柯哈德磚, 162.  
 Cornish stone 康尼希石, 157.  
 Corrosive sublimate 昇汞, 82.  
 Cosmetics 化妝品, 283.  
 Cream of tartar 酒石脂, 246.  
 Crookes 克魯克斯, 11.  
 Crude oil 原油, 228.  
 Crushing 壓碎, 43.  
 Crystal 晶體, 46.  
 Crystalline glass 晶質玻璃, 159.  
 Crystallization 結晶, 46.  
 Crystallized silicon 晶形矽, 150.  
 Cupric 銅, 189.  
 Cupric sulphate 硫酸銅, 113.  
 Cuprous 亞銅, 189.  
 Curie 居禮, 11.  
 Cyanamide process 氰氨法, 122.

Cyanide process 氰化法, 131, 198, 200.

Cyanogen 氰, 130.

## D

Dakin solution 達金液, 87.

Dalton 達爾頓, 8.

Daniell's cell 但尼耳電池, 211.

Decantation 傾瀉, 44.

Decomposition 分解, 16.

Dehydration 脫水作用, 106.

Deliquescence 潮解, 19.

Denatured alcohol 變性酒精, 241.

Density 密度, 9.

Detonator 雷管, 138.

Deuterium 重氫, 62.

Developer 顯影液, 94.

Developing 顯影, 94.

Devulcanizer 消硫器, 272.

Dextrin 糊精, 265.

Diamond 金剛石, 220.

Diaphragm process 隔膜法, 166.

Diastase 糖化酵素, 275.

Dimethyl butadiene 二甲基丁二烯, 271.

Diphenylchloroarsine 氯化二苯砷, 286.

Diphosgene 雙光氣, 227, 286.

Direct dye 直接染料, 155.

Direct dyeing 直接染法, 256.

Disaccharides 式糖類, 262.

Discharging 放電, 214.

Dissociation 解離, 25.

Dissolution 溶解, 20.

Distillation 蒸餾, 45.

Distilled water 蒸餾水, 68.

Double decomposition 複分解, 17.

Double superphosphate 重過磷酸石灰, 143.

Dry cell 乾電池, 213.

Dry distillation 乾餾法, 221.

Dry process 乾法, 179.

Dryer 乾燥劑, 256.

Drying agent 乾燥劑, 46.

Drying oil 乾性油, 256.

Drying oven 乾燥箱, 46.

Duralumin 鋁鎂銅合金, 106.

Dye 染料, 154.

Dyeing 染色術, 255.

Dynamite 甘油炸藥, 136.

Dysprosium 鐳, 7.

## E

Earthenware 土器, 156.

Ebonite 硬橡皮, 271.

Efflorescence 風化, 19.

Electric cell 電池, 210.

Electro-chemical industry 電化學工業, 217.

Electrochemistry 電化學, 3.

Electrolysis 電解, 23.

Electrolyte 電解質, 23.

Electrolytic dissociation 電離, 23.  
 Electron 電子, 11.  
 Electroplating 電鍍, 215.  
 Electrotyping 電鑄, 217.  
 Element 元素, 6.  
 Elements in nascent state 初生態之元素, 81.  
 Elements of alkaline family 鹼土族元素, 181.  
 Elements of halogen family 鹽族元素, 89.  
 Elements of nitrogen family 氮族元素, 148.  
 Enamel 琺瑯, 161.  
 Energy 能, 224.  
 Enzyme 酵素, 239, 275.  
 Epsom salt 瀉利鹽, 194.  
 Equivalent weight 當量, 21.  
 Erbium 鐳, 7.  
 Erythrosin 愛利斯洛新, 94.  
 Essential oil 香精, 281.  
 Esters 酯類, 248.  
 Ethane 乙烷, 234.  
 Ethanol 乙醇, 239.  
 Ether 醚, 242.  
 Ethyl alcohol 乙醇, 239.  
 Ethyl ether 乙醚, 242.  
 Ethyl radical 乙烷基, 234.  
 Ethyldichlorarsine 二氯化乙腓, 286.  
 Ethylene 乙烯, 237.  
 Europium 鎳, 7.

Evaporation 蒸發, 45.  
 Even series 雙系, 14.  
 Explosion 爆發, 134.  
 Explosive 爆發物, 134.  
 Extraction 提精法, 46.

## F

Family 族, 12.  
 Fat 脂肪, 276.  
 Fatty acids 脂肪酸類, 244.  
 Fermentation 發酵, 239.  
 Ferric 鐵, 187.  
 Ferric sulphate 硫酸鐵, 112.  
 Ferrous 亞鐵, 187.  
 Ferrous sulphate 硫酸亞鐵, 112.  
 Fertilizer 肥料, 132.  
 Film 軟片, 93.  
 Filter press 壓力濾器, 44.  
 Filtration 過濾法, 44.  
 Fire damp 坑氣, 236.  
 Fixation of nitrogen 氮之固定法, 61, 120.  
 Fixer 定影液, 94.  
 Fixing 定影, 94.  
 Flame 火焰, 230.  
 Flint glass 火石玻璃, 159.  
 Flower of sulphur 硫華, 97.  
 Fluoride 氟化物, 89.  
 Fluorine 氟, 7, 89.  
 Flux 熔劑, 184.  
 Formaldehyde 蟻醛, 242.

Formalin 蟻醛液, 242.  
 Formic acid 甲酸, 244.  
 Fractional crystallization 分晶, 46.  
 Fractional distillation 分餾, 45.  
 Fractionating column 分餾柱, 239.  
 Frasch method 法拉希法, 97.  
 Freezing mixture 冷劑, 123.  
 Friction matches 摩擦火柴, 140.  
 Fructose 果糖, 263.  
 Fuller's earth 富婁土, 209.  
 Fuming nitric acid 發煙硝酸, 125.  
 Fuming sulphuric acid 發煙硫酸, 105.  
 Gadolinium 釷, 7.  
 Galena 方鉛礦, 97.  
 Gallic acid 沒食子酸, 247.  
 Gallium 銻, 7.  
 Gas 氣體, 5.  
 Gas fuel 氣體燃料, 226.  
 Gay-Lussac tower 給呂薩克塔, 103.  
 Gay-Lussac's law 給呂薩克定律, 29.  
 Gelatine 動物膠, 273.  
 Gelatine 白明膠, 112.  
 Geranium oil 牻牛兒草油, 281.  
 German silver 德銀, 206.  
 Germanium 銻, 7.  
 Glacial acetic acid 冰醋酸, 244.  
 Glass 玻璃, 159.  
 Glover tower 格拉味塔, 103.

Glucose 葡萄糖, 262.  
 Glutamic acid 穀氨酸, 275.  
 Gluten 麩質, 275.  
 Glycerine 甘油, 136, 244.  
 Gold 金, 7, 199.  
 Goldschmidt process 哥德斯密特法, 194.  
 Gourmet powder 調味粉, 275.  
 Gram calorie 克卡, 231.  
 Gram molecular volume 克分子容積, 11.  
 Gram molecular weight 克分子量, 10.  
 Gram-equivalent weight 克當量, 21.  
 Graphite 石墨, 220.  
 Gravity cell 重力電池, 212.  
 Green vitriol 綠礬, 112.  
 Grinding 研磨, 43.  
 Guano 海鳥糞, 143.  
 Gum 樹膠, 270.  
 Gum arabic 阿拉伯樹膠, 270.  
 Gun-cotton 火棉, 135.  
 Gun metal 鐵銅, 207.  
 Gypsum 石膏, 97, 110.

## H

Haber 哈保, 121.  
 Haber-Bosch process 哈保波許法, 121.  
 Hafnium 銩, 7.  
 Hall 霍爾, 187.

Hard glass 硬玻璃, 159.  
 Hard soap 硬肥皂, 249.  
 Hard water 硬水, 71.  
 Hardened oil 硬化油, 277.  
 Heat energy 熱能, 224.  
 Heat of combustion 燃燒熱, 231.  
 Heavy oil 重油, 229.  
 Heavy water 重水, 67.  
 Helium 氦, 7, 52.  
 Hepatic sulphur 硫肝液, 287.  
 Hexane 己烷, 234.  
 Hexavalent 六價, 37.  
 High speed steel 高速鋼, 206.  
 Holmium 銩, 7.  
 Homologues 同系物, 252.  
 Household ammonia 家用氨, 122.  
 Hydrobromic acid 氫溴酸, 90.  
 Hydrocarbons 碳化氫, 228, 234.  
 Hydrochlorauric acid 氫氯金酸, 201.  
 Hydrochloric acid 鹽酸, 83.  
 Hydrochloroplatinic acid 氫氯鉑酸, 202.  
 Hydrocyanic acid 氫氰酸, 130.  
 Hydrofluoric acid 氫氟酸, 89.  
 Hydrogen 氫, 7, 62.  
 Hydrogen bromide 溴化氫, 90.  
 Hydrogen chloride 氯化氫, 83.  
 Hydrogen cyanide 氰化氫, 130.  
 Hydrogen fluoride 氟化氫, 89.  
 Hydrogen iodide 碘化氫, 92.  
 Hydrogen peroxide 過氧化氫, 65.

Hydrogen sulphide 硫化氫, 108.  
 Hydrogenation 增氫法, 65, 230, 277.  
 Hydroiodic acid 氫碘酸, 92.  
 Hydrolysis 水解作用, 22.  
 Hydrometer 浮表, 47.  
 Hydroquinone 苯二酚, 94.  
 Hydrosulphuric acid 氫硫酸, 109.  
 Hypo 大蘇打, 114.

## I

Iceland spar 冰洲石, 176.  
 Illinium 銻, 7.  
 Indicator 指示劑, 23.  
 Indigo 靛藍, 255.  
 Indium 銻, 7.  
 Industrial chemistry 工業化學, 3.  
 Inorganic chemistry 無機化學, 235.  
 Inorganic compound, 無機化合物, 235.  
 Invar 常度鋼, 206.  
 Iodide 碘化物, 92.  
 Iodine 碘, 7, 90.  
 Iodoform 碘仿, 236.  
 Iodoform 三碘甲烷, 92.  
 Iodo-tincture 碘酊, 93.  
 Iridium 銥, 7, 201.  
 Iron 鐵, 7, 184.  
 Iron pyrite 黃鐵礦, 97.  
 Isomers 異構物, 41.  
 Isotope 同位素, 62.

## J

Jasmin oil 茉莉油, 281.

Jodol 沃度爾, 92.

## K

Kainite 鉀磺鹽礦, 174.

Kaolin 高嶺土, 152.

Kerosena 燈油, 229.

Ketones 酮類, 243.

Kilogram calorie 尅卡, 231.

Kindling point 燃點, 55.

Kinetic molecular theory 分子運動說, 35.

Kipp's generator 啓普發生器, 63.

Krypton 氬, 7, 52.

## L

Lachrymators 催淚性毒氣, 91.

Lacquer 漆, 257.

Lactic acid 乳酸, 246.

Lactose 乳糖, 264.

Lakes 沈澱色質, 255.

Lamp black 燈煤, 258.

Lanthanum 鐳, 7.

Lard 豚脂, 277.

Latex 乳漿, 271.

Laughing gas 笑氣, 117.

Lavoisier 拉瓦錫, 54.

Law of conservation of energy 能常住定律, 224.

Law of conservation of mass 質量不變定律, 28.

Law of constant composition 定組成定律, 28.

Law of definite proportion 定比定律, 28.

Law of gaseous reaction 氣體反應定律, 29.

Law of mass action 質量作用定律, 33.

Law of molecular concentration 分子濃度定律, 33.

Law of multiple proportion 倍比定律, 29.

Lead 鉛, 7, 189.

Lead acetate 醋酸鉛, 191.

Lead chromate 鉻酸鉛, 191.

Lead glass 鉛玻璃, 159.

Lead monoxide 一氧化鉛, 190.

Lead nitrate 硝酸鉛, 191.

Lead storage battery 鉛蓄電池, 213.

Lead tetroxide 四氧化三鉛, 190.

Lead white 鉛白, 191.

Leather 革, 274.

LeBlanc process 路布蘭法, 167.

Leclanche's cell 勒克蘭社電池, 212.

Lecithin 蛋黃素, 272.

Legumin 豆素, 274.

Lime kiln 石灰窯, 177.

Limestone 石灰石, 176.

Lime water 石灰水, 178.

Linseed oil 亞麻仁油, 256.



Liquid 液體, 5.  
 Liquid air 液態空氣, 51.  
 Liquid fuel 液體燃料, 220.  
 Liquid oxygen 液態氧, 55.  
 Litharge 密陀僧, 190.  
 Lithium 鋰, 7.  
 Lithol 立多爾紅, 258.  
 Lithopone 鋅銀白, 181.  
 Litmus 石蕊質, 23.  
 Lixiviation 浸溶, 43.  
 Louisiana 路易席安那, 97.  
 Lubricant 滑劑, 220.  
 Lutecium 鐳, 7.

## M

Magnalium 鋁鎂合金, 206.  
 Magnesia 苦土, 194.  
 Magnesium 鎂, 7, 193.  
 Magnesium carbonate 碳酸鎂, 194.  
 Magnesium chloride 氯化鎂, 82, 193.  
 Magnesium oxide 氧化鎂, 194.  
 Magnesium sulphate 硫酸鎂, 194.  
 Maltase 麥芽酵素, 275.  
 Maltose 麥芽糖, 264.  
 Manganese 錳, 7, 195.  
 Manganese dioxide 二氧化錳, 195.  
 Marble 大理石, 176.  
 Marsh gas 沼氣, 235.  
 Marsh's test 馬許檢驗法, 146.  
 Mastic 乳香樹脂, 270.  
 Masurium 鐳, 7.

Matches 火柴, 140.  
 Matter 物質, 4.  
 Mechanic oil 機械油, 220.  
 Mechanical energy 機械能, 224.  
 Medical and pharmaceutical chemistry 醫藥化學, 3.  
 Mendelejeff 門得雷業夫, 14.  
 Menthol 薄荷腦, 282.  
 Mercerized cotton 絲光棉, 267.  
 Mercuric chloride 氯化汞, 82, 197.  
 Mercuric oxide 氧化汞, 197.  
 Mercuric sulphide 硫化汞, 197.  
 Mercurous chloride 氯化亞汞, 82, 197.  
 Mercury 汞, 7, 197.  
 Mercury fulminate 雷汞, 137.  
 Mercury process 水銀法, 165.  
 Metallurgy 冶金學, 183.  
 Metals 金屬, 12.  
 Metaphosphoric acid, 偏磷酸, 142.  
 Metarsenic acid 偏砷酸, 145.  
 Methaldehyde 甲醛, 242.  
 Methane 甲烷, 234, 235.  
 Methanol 甲烷醇, 238.  
 Methyl alcohol 甲醇, 238.  
 Methyl orange 甲基橙, 23.  
 Methyl radical 甲烷基, 234.  
 Metol 密陀爾, 95.  
 Milk 牛乳, 273.  
 Milk of lime 石灰乳, 178.  
 Mineral oil 礦物油, 228.

Minium 鉛丹, 190.  
 Mixed gas 混合煤氣, 226.  
 Mixture 混合物, 5.  
 Moissan 莫桑, 220.  
 Mol 摩爾, 21.  
 Molar weight 摩爾量, 10.  
 Molecular formula 分子式, 35.  
 Molecular weight 分子量, 10.  
 Molecule 分子, 8.  
 Molybdenum 鉬, 7.  
 Monel metal 蒙銅, 208.  
 Monoclinic sulphur 單斜形硫, 98.  
 Monosaccharides 單醣類, 262.  
 Mordant 媒染劑, 255.  
 Mordant dye 媒染染料, 255.  
 Morphine 嗎啡, 285.  
 Mortar 三合土, 178.  
 Mountain gold 山金, 199.  
 Muffle 悶爐, 83, 222.  
 Multiple-effect evaporator 多效式蒸發器, 45.  
 Muscon 麝香酮, 283.  
 Musk 麝香, 2 3.  
 Mustard gas 芥子氣, 237, 287.

## N

Naphthalene 萘, 252.  
 Natural gas 天然氣, 62.  
 Natural gas 天然煤氣, 223.  
 Natural science 自然科學, 2.  
 Natural water 天然水, 67.

Negative 負片, 94.  
 Negative catalyzer 負觸媒, 19.  
 Negative ion 陰游子, 23.  
 Neodymium 釹, 7.  
 Neon 氖, 7, 52.  
 Neon light 氖燈, 52.  
 Neroli oil 橙花油, 282.  
 Nessler reagent 奈斯麥試藥, 73, 120.  
 Neutral reaction 中性反應, 22.  
 Neutralization 中和, 22.  
 Neutralization process 中和法, 22.  
 Nickel 鎳, 7, 196.  
 Nickel bronze 鎳青銅, 208.  
 Nickel chrome steel 鎳鉻鋼, 206.  
 Nickel steel 鎳鋼, 206.  
 Nickel sulphate 硫酸鎳, 197.  
 Nicotine 菸鹼, 284.  
 Nitrate 硝酸鹽, 127.  
 Nitre pot 硝石鍋, 103.  
 Nitric acid 硝酸, 124.  
 Nitric oxide 氧化氮, 117.  
 Nitrides 氮化物, 61.  
 Nitro-benzene 硝基苯, 252.  
 Nitro-cellulose 硝化纖維素, 135.  
 Nitro lime 氮石灰, 132.  
 Nitro lime 鹼石灰, 287.  
 Nitrogen 氮, 7, 60.  
 Nitrogen pentoxide 五氧化二氮, 118.  
 Nitrogen peroxide 過氧化氮, 118.  
 Nitrogen trioxide 三氧化二氮, 118.  
 Nitroglycerine 硝化甘油, 136.

Nitrosulphuric acid 亞硝基硫酸, 104.

Nitrous oxide 氧化亞氮, 117.

Noel 諾貝爾, 136.

Non-electrolyte 非電解質, 23.

Non-metals 非金屬, 12.

Normal salts 正鹽, 22.

Normal solution 規定液, 21.

Novocain 奴佛卡因, 284.

## O

Odd series 單系, 14.

Oleic acid 油酸, 245.

Olein 油質, 248.

Open-hearth process 開爐法, 186.

Opiu 鴉片, 285.

Organic acid 有機酸, 243.

Organic chemistry 有機化學, 235.

Organic compound 有機化合物, 235.

Opimen 雄黃, 146.

Orthophosphoric acid 正磷酸, 142.

Osmium 銻, 7, 201.

Oxalic acid 草酸, 245.

Oxidation 氧化, 17.

Oxide 氧化物, 17.

Oxidizing agent 氧化劑, 18.

Oxidizing flame 氧化焰, 231.

Oxyacetylene torch 氧炔焰管, 238.

Oxyacetylene flame 氧炔焰, 238.

Oxygen 氧, 7, 53.

Oxyhydrogen blowpipe 氫氧吹管, 64.

Oxyhydrogen flame 氫氧焰, 64.

Ozone 臭氧, 58.

## P

Paints 塗料, 256.

Palladium 鉑, 7.

Palmitic acid 棕櫚酸, 245.

Palmitin 軟脂, 248.

Paper 紙, 267.

Paracelsus 巴拉塞爾士, 62

Paraffin 石蠟, 229.

Parke's process 派克法, 198

Partial condenser 部分冷凝器, 240

Peat 泥煤, 223.

Pentane 戊烷, 234.

Penta-alent 五價, 37.

Peppermint oil 薄荷油, 282.

Peptonos 消化蛋白質, 272.

Periodic law 週期律, 14.

Periodic table 週期表, 14.

Permanent hard water 永硬水, 71.

Petrol 石油, 281.

Petroleum 石油, 223.

Pewter 白鐵, 207.

Phenol 酚, 253.

Phenols 酚類, 253.

Phenolphthalein 酚酞, 23.

Phenylamine 苯胺, 252.

Phlogiston 燃素, 54.

Phlogiston theory 燃素說, 54.

Phosgene 光氣, 227, 236.

Phosphine 磷化氫, 141.

- Phosphor bronze 磷青銅, 207.
- Phosphoric acid 磷酸, 142.
- Phosphorus 磷, 7, 139.
- Phosphorus pentachloride 五氯化磷, 141.
- Phosphorus pentoxide 五氧化二磷, 141.
- Phosphorus trichloride 三氯化磷, 141.
- Photochemical change 光化學變化, 93.
- Photochemistry 光化學, 4.
- Photography 攝影術, 93.
- Physical change 物理學變化, 16.
- Physical property 物理性, 4.
- Physiological chemistry 生理化學, 3.
- Picric acid 苦味酸, 137, 253.
- Pigment 顏料, 258.
- Pig iron 銑鐵, 185.
- Pinacyanol 匹那茜諾爾, 94.
- Pink salt 粉紅鹽, 192.
- Pitch 瀝青, 251.
- Placer gold 砂金, 200.
- Plaster 灰泥, 179.
- Plaster of Paris 燒石膏, 110.
- Plastic sulphur 彈性硫, 99.
- Plate 乾片, 93.
- Platinum 鉑, 7, 201.
- Plumbago 筆鉛, 220.
- Poison gas 毒氣, 81.
- Polonium 鉈, 7.
- Polysaccharides 多糖類, 264.
- Porcelain 瓷器, 157.
- Portland cement 波特蘭水泥, 179.
- Portland stone 波特蘭石, 179.
- Positive 正片, 95.
- Positive catalyzer 正觸媒, 19.
- Positive ion 陽游子, 23.
- Potash 鉀灰, 173.
- Potash alum 鉀明礬, 111.
- Potash glass 鉀玻璃, 159.
- Potash soap 鉀皂, 249.
- Potassium 鉀, 7, 172.
- Potassium carbonate 碳酸鉀, 173.
- Potassium chlorate 氯酸鉀, 83.
- Potassium chromate 鉻酸鉀, 195.
- Potassium cyanide 氰化鉀, 130.
- Potassium dichromate 重鉻酸鉀, 195.
- Potassium ferricyanide 鐵氰化鉀, 131.
- Potassium ferrocyanide 亞鐵氰化鉀, 131.
- Potassium hydroxide 氫氧化鉀, 173.
- Potassium iodide 碘化鉀, 92.
- Potassium manganate 錳酸鉀, 196.
- Potassium nitrate 硝酸鉀, 127.
- Potassium permanganate 過錳酸鉀, 196.
- Potassium sulphate 硫酸鉀, 174.
- Pottery 陶器, 156.
- Praseodymium 鐳, 7.
- Precipitate 沈澱, 44.

Precipitated chalk 沈降碳酸鈣, 177.  
 Preservative 防腐劑, 65.  
 Priestley 普里斯特利, 54.  
 Producer 發生爐, 227.  
 Producer gas 發生爐煤氣, 227.  
 Propane 丙烷, 231.  
 Propyl radical 丙烷基, 234.  
 Proteins 蛋白質類, 272.  
 Protoactinium 錒, 7.  
 Proton 質子, 11.  
 Prussian blue 普魯士藍, 131.  
 Pulp 紙漿, 268.  
 Pure chemistry 純粹化學, 2.  
 Pure potash 純鉀, 174.  
 Pyrex glass 耐熱玻璃, 160.  
 Pyroarsenic acid 焦砷酸, 145.  
 Pyrogallol 焦性沒食子酸, 94.  
 Pyrogallol 沒食子酚, 253.  
 Pyroligneous acid 木醋酸, 244.  
 Pyrophosphoric acid 焦磷酸, 142.

## Q

Quartz 石英, 150.  
 Quick lime 生石灰, 177.  
 Quinine 金鷄納鹼, 285.  
 Quinol 鷄納酚, 253.

## R

Radical 根, 37.  
 Radioactive element 放射元素, 10.  
 Radium 鐳, 7.

Radon 釷, 7.  
 Rape oil 菜油, 276.  
 Rare gases 稀有氣體, 52.  
 Realgar 雌黃, 146.  
 Reclaimed rubber 回爐橡膠, 272.  
 Red lead 紅鉛, 190.  
 Red phosphorus 赤磷, 140.  
 Red prussiate of potash 赤血鹽, 131.  
 Reducing agent 還原劑, 18.  
 Reducing flame 還原焰, 231.  
 Reduction 還原, 18.  
 Reinforced concrete 鐵筋混凝土, 180.  
 Replacement 置換, 17.  
 Resin 樹脂, 270.  
 Resorcinol 樹脂酚, 253.  
 Reversible reaction 可逆反應, 24.  
 Rhenium 銻, 7.  
 Rhobidium 鉀, 7.  
 Rhodium 銻, 7.  
 Rhombic sulphur 菱形硫, 98.  
 Rock crystal 水晶, 150.  
 Rochelle salt 洛瑟爾鹽, 246.  
 Roll sulphur 棒硫, 97.  
 Röntgen 鑷琴, 11.  
 Röntgen ray 鑷琴射線, 11.  
 Rose oil 玫瑰油, 281.  
 Rose water 玫瑰水, 281.  
 Rosin 松香, 270.  
 Rotary furnace 迴轉爐, 179.  
 Rubber 橡膠, 271.  
 Ruthenium 鈳, 7.

## S

- Saccharin 糖精, 261.  
 Safety matches 安全火柴, 141.  
 Sal ammoniac 硝砂, 122.  
 Salicylic acid 水楊酸, 247.  
 Salt cake 芒硝, 114.  
 Salting out 鹽析法, 249.  
 Saltpeter 硝石, 127.  
 Salts 鹽類, 22.  
 Samarium 鈔, 7.  
 Sandarac 生達拉克, 270.  
 Sand-lime brick 砂灰磚, 178.  
 Saponification 鹼化, 248.  
 Saturated solution 飽和溶液, 20.  
 Scandium 鈦, 7.  
 Scheele 希爾, 139.  
 Selenium 硒, 7.  
 Sesame oil 麻油, 276.  
 Shellac 洋乾漆, 257.  
 Sherman 休曼, 6.  
 Sicily 西西利島, 97.  
 Silica 砂土, 150.  
 Silicic acid 矽酸, 151.  
 Silicide 矽化物, 150.  
 Silicon 矽, 7, 150.  
 Silicon dioxide 二氧化矽, 150.  
 Silicon steel 矽鋼, 206.  
 Silicon tetrachloride 四氯化矽, 151.  
 Silver 銀, 7, 198.  
 Silver chloride 氯化銀, 91.  
 Silver nitrate 硝酸銀, 128.  
 Slag 礦渣, 139, 184.  
 Slaked lime 熟石灰, 178.  
 Smokeless powder 無煙火藥, 136.  
 Soap 肥皂, 248.  
 Soda alum 鈉明礬, 111.  
 Soda ash 鈉灰, 168.  
 Soda crystal 晶鹼, 169.  
 Soda glass 鈉玻璃, 159.  
 Soda soap 鈉皂, 249.  
 Sodium 鈉, 7, 164.  
 Sodium bicarbonate 重碳酸鈉, 170.  
 Sodium carbonate 碳酸鈉, 167.  
 Sodium chloride 氯化鈉, 77.  
 Sodium cyanide 氰化鈉, 130.  
 Sodium hydrogen carbonate 碳酸氫鈉, 170.  
 Sodium hydrogen sulphite 酸性亞硫酸鈉, 114.  
 Sodium hydroxide 氫氧化鈉, 165.  
 Sodium nitrate 硝酸鈉, 127.  
 Sodium silicate 矽酸鈉, 152.  
 Sodium sulphate 硫酸鈉, 114.  
 Sodium sulphide 硫化鈉, 170.  
 Sodium sulphite 亞硫酸鈉, 114.  
 Sodium thiosulphate 硫代硫酸鈉, 114.  
 Soft glass 軟玻璃, 159.  
 Soft soap 軟皂, 249.  
 Soft water 軟水, 71.  
 Solid 固體, 5.  
 Solid fuel 固體燃料, 223.

- Solubility 溶解度, 20.  
 Solute 溶質, 10.  
 Solution 溶液, 20.  
 Solvay process 蘇爾維法, 168.  
 Solvent 溶劑, 20.  
 Soya bean oil 豆油, 276.  
 Special brass 特殊黃銅, 203.  
 Specific gravity 比重, 47.  
 Spirit of wine 酒精, 239.  
 Spirit of wood 木精, 233.  
 Spontaneous combustion 自燃, 53.  
 Stainless silver 不銹銀, 208.  
 Stainless steel 不銹鋼, 206.  
 Standard pressure 標準壓力, 29.  
 Standard temperature 標準溫度, 31.  
 Stannic chloride 氯化錫, 82, 192.  
 Stannic oxide 氧化錫, 192.  
 Stannous chloride 氯化亞錫, 192.  
 Starch 澱粉, 264.  
 Stassfort 斯塔斯府, 174.  
 Stearic acid 脂蠟酸, 245.  
 Stearin 硬脂, 248.  
 Steel 鋼, 185.  
 Stibine 錫化氫, 147.  
 Stibnite 輝錫礦, 146.  
 Stoneware 石器, 157.  
 Storage battery 蓄電池, 213.  
 Strontium 銨, 7, 181.  
 Structural formula 構造式, 41.  
 Strychnine 番木鱉鹼, 285.  
 Sublimation 昇華, 19.  
 Sucrose 蔗糖, 163.  
 Sugar of lead 鉛糖, 191.  
 Sugars 糖類, 162.  
 Sulphate 硫酸鹽類, 110.  
 Sulphide 硫化物, 98.  
 Sulphur 硫, 7, 97.  
 Sulphur dioxide 二氧化硫, 100.  
 Sulphur trioxide 三氧化硫, 102.  
 Sulphurous acid 亞硫酸, 101.  
 Super-phosphate of lime 過磷酸石灰, 143.  
 Super-saturated solution 過飽溶液, 20.  
 Synthesis 合成, 17.  
 Synthetic hydrochloric acid 合成鹽酸, 85.  
 Synthetic sodium nitrate 合成硝酸鈉, 127.
- ### T
- Tallow 牛脂, 277.  
 Tannic acid 鞣酸, 247.  
 Tantalum 鉭, 7.  
 Tartar emetic 吐酒石, 246.  
 Tartaric acid 酒石酸, 246.  
 Tellurium 碲, 7.  
 Temporary hard water 暫硬水, 71.  
 Terbium 鉕, 7.  
 Tetravalent 四價, 37.  
 Thallium 鉍, 7.  
 Theine 茶鹼, 284.  
 Thermit 熔接劑, 188.

Thermo-dissociation 熱解離, 25.  
 Thulium 銻, 7.  
 Tin 錫, 7. 191.  
 Tin foil 錫箔, 192.  
 Tin plate 馬口鐵, 192.  
 Tincture 酏, 240.  
 Tlitanium 鈦, 7.  
 Toluene 甲苯, 252.  
 Transformation of energy 能之變換,  
 224  
 Trichloromethane 三氯甲烷, 236.  
 Triiodomethane 三碘甲烷, 233.  
 Trinitrophenol 三硝基酚, 253.  
 Trinitrotoluol 三硝基甲苯, 137, 252.  
 Tripoli 矽藻土, 151.  
 Trivalent 三價, 37.  
 Tung oil 桐油, 256.  
 Tungsten 鎢, 7. 196.  
 Tungsten steel 鎢鋼, 206.  
 Turkey red 土耳其紅, 253.  
 Turnbull blue 登鼎藍, 132.  
 Turpentine oil 松節油, 282.  
 Twaddell's hydrometer 脫氏浮表, 47.

## U

Ultramarine 羣青, 258.  
 Univalent 一價, 36.  
 Ural Mountains 烏拉爾山, 201.  
 Uranium 鈾, 7.  
 Urea 尿素, 133.  
 Urotropin 優洛托品, 287.

## V

Vacuum pan 真空鍋, 45.  
 Valence 原子價, 36.  
 Vanadium 釩, 7.  
 Varnish 假漆, 257. W  
 Vaseline 礦脂, 229.  
 Vermilion 銀硃, 147.  
 Vesicants 糜爛性毒氣, 237.  
 Vinegar 醋, 245.  
 Viscose 黏膠液, 269.  
 Viscose process 黏膠法, 268.  
 Vitamine 生活素, 279.  
 Vitamine A 甲種生活素, 279.  
 Vitamine B 乙種生活素, 279.  
 Vitamine C 丙種生活素, 279.  
 Vitamine D 丁種生活素, 279.  
 Vitamine E 戊種生活素, 280.  
 Volatile oil 揮發油, 229.  
 Volumetry 容量分析, 22.  
 Volt 伏特, 52.  
 Vulcanization 硫化, 271.  
 Vulcanizer 硫化器, 271.

## W

Washing 洗滌, 44.  
 Washing soda 洗濯鹼, 169.  
 Water 水, 66.  
 Water gas 水煤氣, 63, 226.  
 Water glass 水玻璃, 152.  
 Water supply 自來水, 69.



Water vapor 水蒸氣, 66.  
 Wet process 濕法, 179.  
 White metal 白色金, 207.  
 White vitriol 皓礬, 193.  
 Wöhler 阜婁, 235.  
 Wood charcoal 木炭, 221.  
 Wood pulp 木漿, 268.  
 Work 功, 224.  
 Wrought iron 鍛鐵, 185.

**X**

X-rays X-射線, 11  
 Xenon 氙, 7, 52.

**Y**

Yeast 酵母, 275.

Yellow phosphorus 黃磷, 13.  
 Yellow prussiate of potash 黃血鹽,  
 131.  
 Ytterbium 鐳, 7.  
 Yttrium 釷, 7.

**Z**

Zeolite 沸石, 72.  
 Zinc 鋅, 7, 192.  
 Zinc blende 閃鋅礦, 97.  
 Zinc chloride 氯化鋅, 193.  
 Zinc oxide 氧化鋅, 193.  
 Zinc sulphate 硫酸鋅, 193.  
 Zinc white 鋅白, 193.  
 Zirconium 鈳, 7.  
 Zymase 酒酵素, 275.

