

138336

職業教科書委員會審查通過

化學

譚勤餘編著



商務印書館發行



職業學校化學 實價捌角

化 學

譚勤餘編著

商 務 印 書 館 發 行

191

中華民國二十七年十月初版

(52708.1)

職業學校
教科書
化學
一冊

每冊實價國幣捌角

外埠酌加運費匯費

版權所
翻印必究

編著者 譚勤餘

發行人 王雲五
長沙南正路

印刷所 商務印書館
長沙南正路

發行所 商務印書館
各埠

(本書校對者朱仁寶)

*P三四九九

編印職業教科書緣起

我國中等教育，從前側重於學生之升學。但事實上能升學者，究佔少數；大部分不能不從事職業。故現在中等教育之方針，已有漸重職業教育之趨勢。近年教育部除督促各省市教育行政機關擴充中等職教經費，並撥款補助公私立優良職業學校，以資鼓勵外，對於各類職業學校之教學，亦擬有改進辦法。其最重要者，為向各省市職業學校徵集各科自編講義，擇尤刊印教本，供各學校之採用。先後徵得講義二百餘種，委託敝館組織職業教科書委員會，以便甄選印行。敝館編印中小學各級教科書，已歷多年，近復編印大學叢書，供大學教科參考之用。關於職業學校教科書，亦曾陸續出版多種，並擬有通盤整理之計畫。自奉教育部委託，即提前積極進行。經於二十五年春，聘請全國職業教育專家及著名職業學校校長組織職業學校教科書委員會。該會成立後，一面參照教育部印行之職業學校課程表及教材大綱，釐訂簡明目錄，以便各學校之查

考；一面分科審查教育部徵集之講義及敝館已出未出之書稿。一年以來，賴各委員之熱忱贊助，初審複審工作，勉告完成。計教育部徵集之講義，經委員會選定最優者約達百種，自廿六年秋季起，陸續整理印製出版。本館已出各書，則按照審查意見徹底修訂，務臻妥善；其尚未出版者，亦設法徵求佳稿，以求完備。委員會又建議，職業學校之普通學科，內容及分量，均與普通中學不同，亟應於職業學科外，編輯普通學科教本，以應各校教學上之迫切需要。敝館謹依委員會意見，聘請富有教學及編著經驗之專家，分別擔任撰述。每一學科，並分編教本數種，俾各學校得按設科性質，自由選用。惟我國各省職業環境不同，課程科目亦復繁多，編印之教科書，如何方能適應各地需要，如何方能增進教學效率，非與各省實際從事職業教育者通力合作不為功。尚祈全國職業教育專家暨職業學校教師，賜以高見，俾敝館有所遵循，隨時改進。無任企幸之至。

中華民國二十六年七月一日 王雲五

編輯大意

1. 編輯本書的目的，在隨時代的進化，使讀者能領會新文化基礎的化學知識。

2. 本書取材和初中化學相當；凡和化學工業有關係的部分，擇要插入工廠實況，使讀者印象更深。無論農工商等職業學校，都可用作教本。

3. 本書用白話體編成，不必多費解釋，教師可令學生習讀，從旁加以指導，更可就書中教材作示教實驗，使學生認識清楚。

4. 本文分大小二種字體，若鐘點不多，可將小號字部分酌量暫略，很有伸縮餘地。

5. 各章末都有問題，可令學生解答，可以復習兼應用已學過的知識。

6. 書末有漢英對照索引，便於檢查。

民國二十五年

編者謹識

職業學校教科書委員會委員

(以姓名四角號碼爲序)

唐凌閣	唐雄伯	唐志才	章之汶
譚勤餘	王雲五	賈佛如	何清儒
朱博泉	魏元光	吳福禎	潘序倫
李壽恆	蘇繼巖	葛敬中	葛成慧
黃任之	黃紹緒	黃質夫	林美衍
陳 意	陳朱碧輝	周盛唐	周昌壽
鍾道贊	鄭西谷		

目 錄

199¹

緒論	1
1. 化學變化和物理變化 2. 化學的目的	
第一篇 非金屬元素	2
第一章 空氣	2
1. 空氣 2. 空氣的組成	
第二章 氧 氮	4
1. 氧 2. 氧的性質和用途 3. 氮 4. 氮的用途	
第三章 水	8
1. 水 2. 水的清淨法 3. 水的性質 4. 水的分解	
第四章 氫	12
1. 氫的製法 2. 氫的性質和用途 3. 水的合成	
第五章 化合 分解 氧化 燃燒 化學反應	14
1. 化合 2. 分解 3. 氧化 4. 化學反應	
第六章 元素	16

1. 元素 2. 金屬 非金屬

第七章 碳和碳的同素異形物.....17

1. 碳 2. 碳的通性 3. 同素異形物

第八章 碳的氧化物.....21

1. 二氧化碳 2. 二氧化碳的製法和性質
3. 自然界中的二氧化碳 4. 亨利定律
5. 一氧化碳

第九章 焰.....25

1. 焰 2. 焰的構造 3. 焰的光輝
4. 燃燒和溫度

第十章 鹵族元素和鹵族元素的化合物.....28

1. 氯 2. 氯化氫 鹽酸 3. 鹵族元素 4. 溴
5. 碘 6. 氟

第十一章 質量不滅定律 定比定律 倍比定律

氣體反應定律.....34

1. 物質不滅 質量不滅定律 2. 定比定律
3. 倍比定律 4. 氣體反應定律

第十二章 分子說 原子說 分子量 原子量.....37

1. 分子說 原子說 2. 亞佛加德羅假說
3. 分子量 原子量

第十三章 化學式	11
1. 元素的符號 2. 分子式 3. 實驗式	
4. 原子價 5. 結構式 6. 化學方程式	
7. 化學方程式的應用	
第十四章 臭氧 過氧化氫	47
1. 臭氧 2. 過氧化氫	
第十五章 硫和硫的化合物	49
1. 硫 2. 硫化氫 3. 二硫化碳 4. 二氧化硫	
5. 硫酸	
第十六章 氮的化合物	55
1. 氨 2. 硝酸 3. 黑火藥 4. 氮素肥料	
第十七章 磷 磷酸 磷的化合物	60
1. 磷 2. 火柴 3. 磷酸 4. 磷酸的鈣鹽	
第十八章 砷 銻 附氮族元素	63
1. 砷 2. 亞砷酸酐 3. 銻 4. 氮族元素	
第十九章 矽 硼	65
1. 矽 2. 二氧化矽 3. 玻璃 4. 碳化矽	
5. 硼酸和硼砂	
第二十章 酸 鹼 鹽	69
1. 酸 2. 鹼 3. 中和 4. 鹽 5. 酸和鹼	

的定量(容量分析)

第二十一章 溶液.....73

1. 溶液 溶劑 溶質 2. 溶度

第二十二章 可逆反應 分離 平衡.....75

1. 可逆反應 2. 平衡

第二十三章 電解 電離.....77

1. 電解 2. 電離 3. 利用游子來說明化學反應

第二篇 金屬元素.....80

第二十四章 金屬的通性.....80

1. 金屬的物理性質 2. 金屬的化學性質 3. 合金

第二十五章 銅.....83

1. 銅 2. 銅的化合物 銅綠

第二十六章 銀 金 鉑.....85

1. 銀 2. 銀的化合物 硝酸銀 3. 金 4. 鉑

第二十七章 汞.....88

1. 汞 2. 汞的氯化物 3. 銀朱

第二十八章 鋅.....90

1. 鋅 2. 氧化鋅 3. 硫酸鋅

第二十九章 錫 鉛.....92

1. 錫 2. 鉛 3. 鉛的化合物	
第三十章 鋁	94
1. 鋁 2. 氧化鋁 3. 明礬 4. 矽酸鋁	
第三十一章 窯業	97
1. 陶瓷器 2. 磚 瓦 土管 3. 水泥 4. 玻璃	
5. 琺瑯	
第三十二章 鉻 錳 鐵 鈷 鎳	100
1. 鉻 2. 錳 3. 鐵 4. 鐵的種類 5. 鐵的 氧化物 6. 鐵鹽 7. 鈷 8. 鎳	
第三十三章 鈉 鉀	105
1. 鈉 2. 氯化鈉 3. 碳酸鈉 4. 酸性碳酸鈉	
5. 氫氧化鈉 6. 鉀 7. 鉀的鹽類	
第三十四章 鎂 鈣	111
1. 鎂 2. 鈣 3. 鈣的化合物	
第三十五章 稀有元素	116
1. 稀有元素 2. 鈷 3. 鎢 4. 鉬 5. 鈹	
6. 鐳 7. 放射性元素的蛻變	
第三十六章 週期律	119
1. 元素的週期律 2. 依週期律來總括元素 的一切性狀 3. 原子序數 4. 週期表的應用	

第三篇 有機化合物	121
第三十七章 總論	121
1. 有機化合物 2. 有機化合物的成分元素	
3. 有機化合物中的碳素	
第三十八章 碳氫化物	123
1. 碳化氫(燂) 2. 甲烷(沼氣) 3. 甲烷的鹵 素取代物 4. 乙烯	
第三十九章 石油 石炭	128
1. 石油 2. 石油的分餾 3. 石炭 4. 石炭 的乾餾	
第四十章 醇	132
1. 甲醇 2. 乙醇 3. 酒精的性質和用途	
4. 戊醇 雜醇油 5. 甘油 6. 醇的結構式	
第四十一章 醚 酯	136
1. 醚 2. 酯	
第四十二章 醛 酮 酸	138
1. 醛 2. 丙酮 3. 有機酸 4. 脂肪酸	
5. 多鹼度有機酸	
第四十三章 油脂 蠟 肥皂	142

1. 油脂 2. 油脂的性質和用途 3. 油漆	
4. 肥皂 5. 蠟燭 6. 奶油 人造奶油	
第四十四章 醣類	146
1. 醣類 2. 單醣類 3. 式醣類 4. 多醣類	
第四十五章 煤焦油的分餾 苯和苯的衍生物	156
1. 煤焦油的分餾 2. 苯 3. 硝基苯 4. 苯胺	
5. 石炭酸 6. 水楊酸 7. 沒食子酸	
8. 苦味酸	
第四十六章 萘 蒽 萘蒽的衍生物	160
1. 萘 2. 葑藍 3. 蒽 4. 茜素	
第四十七章 生物鹼	162
1. 生物鹼 2. 菸鹼 3. 金雞納 4. 嗎啡	
5. 古柯鹼 茶素 番木鱉鹼 顛茄鹼	
第四十八章 松香油 橡膠 樟腦	164
1. 松香油 2. 橡膠 3. 漆 4. 樟腦	
5. 薄荷腦	
第四十九章 蛋白質	166
1. 蛋白質 2. 動物蛋白質 3. 植物蛋白質	
第五十章 食物	168
1. 食物 2. 各營養素的功用 3. 維生素類	

4. 食物的營養值

第五十一章 物質的循環 171

1. 從無機界到有機界
2. 從植物體到動物體

第五十二章 火藥 毒氣 173

1. 火藥
2. 毒氣
3. 煙幕

職業化學英漢索引

A

acetic acid, 乙酸	133
acetone, 丙酮	138
acetylene, 乙炔	127
acetylene lamp, 乙炔燈	127
acid, 酸	30; 69
acid anhydride, 酸酐	52
acid calcium carbonate, 碳酸氫鈣	112
acid reaction, 酸性反應	30
acid salt, 酸性鹽	70
acid sodium carbonate, 碳酸鈉	109
active carbon, 活性炭	18
ainon, 陰離子	77
alcohol, 酒精, 醇	132
aldehyde, 醛	138
alizarine, 茜素	161
alkali, 鹼	69
alkali reaction, 鹼性反應	55
alkaloid, 生物鹼, 質鹼	162
allotropic substances, 同素異形物	20
alloy, 合金	64
alloy, 齊	81
alum, 明礬	95
alumina, 礬土	95
aluminium, 鋁	94
aluminium oxide, 氧化鋁	95
aluminium silicate, 矽酸鋁	96
amalgam, 汞劑	88
ammonia, 氨	55
ammonia soda process, 氨鹼法	107
ammonium sulfate, 硫酸銨	58
amorphous carbon, 無定形碳	17
amyl alcohol, 戊醇	134
anhydride, 酸酐, 酐	52
aniline, 苯胺	157
animal charcoal, 獸炭	18
anthracene, 蒽	160
antimony, 銻	63
aqua ammonia, 氨水	55

aqua regia, 王水	58
argol, 酒石	141
argon, 氬	3
Arrhenius, 阿勒紐斯	77
arsenic, 砷	63
arsenious anhydride, 亞砷酐	68
arsenious oxide or arsenic trioxide, 三氧化二砷	63
artificial silk or rayon, 人造絲	152
aspirine, 阿司匹靈	158
assimilation, 同化作用	23
atom, 原子	37
atomic number, 原子序數	120
atomic weight, 原子量	39
atropine, 阿託品	163
auric chloride, 氯化金	86
Avogadro's hypothesis, 亞佛加德羅假說	38

B

bakelite, 電木	138
bakelite, 貝克爾膏	158
baking powder, 焙粉, 發酵粉	109
base, 鹼	69
basic lead carbonate, 鹼式碳酸鉛	93
basic salt, 鹼式鹽	70
bauxite, 鋁銻氧石	94
beaker, 燒杯	71
benzene, 苯	130; 156
Bessemer process, 柏塞麥法	101
black ash, 黑灰	107
black powder, 黑火藥	58
blasting explosives, 轟炸藥	173
bleaching powder, 漂白粉	115
blue print, 藍印術	104
blue vitriol, 膽礬	84
Bohemian glass, 波希米亞玻璃	66
boiled oil, 蒸油	143
bond, 鍵	44

bone charcoal, 骨炭	48
borax, 硼砂	68
borax-bead test, 硼砂球試驗	68
boric acid, 硼酸	63
boron, 硼	68
brick, 磚	97
bromine, 溴素	32
burette, 滴定管	71
burnt alum, 燒明礬	95
bursting explosives, 爆破藥	173
butter, 牛油	144
butyric glyceride, 酪酸甘油酯	144

C

caesium, 鉯	116
caffeine, 咖啡鹼	163
calcined plaster or plaster of paris, 燒石膏	115
calcium, 鈣	111
calcium carbonate, 碳酸鈣	111
calcium carbide, 碳化鈣	127
calcium hydroxide, 氫氧化鈣	113
calcium oxide, 氧化鈣	113
calcium phosphates, 磷酸鈣鹽	62
calomel, 甘汞	88
calorie, 卡	170
calorimeter, 卡計	170
camphor, 樟腦	165
cane sugar or saccharose, 蔗糖	147
caoutchouc, 橡皮	164
carbohydrates, 醣類	21; 146
carbolic acid, 石炭酸	130; 158
carbon anhydride, 碳酸氣	21
carbon dioxide, 二氧化碳	21
carbon disulfide, 二硫化碳	51
carbon monoxide, 一氧化碳	23
carbon silicide or carborundum, 碳化矽	67
carbonization, 碳化	129
carboxyl, 羧基	139
casein, 酪素	138
casein, 乾酪素	167
cast iron, 鑄鐵	101
cation, 陽離子	77
caustic soda, 苛性鈉	67; 109
celluloid, 賽璐珞	155
cellulose, 纖維素	150
cement, 水泥	98
ceramic, 窯業	97

chamber process, 鉛室法	52
charcoal, 木炭	17
cheese, 乾酪	167
chemical change, 化學變化	15
chemical equation, 化學方程式	41
chemical formula, 化學式	42
chemical reaction, 化學反應	15
chile saltpeter, 智利硝石	57
chloride, 氯	28
chloroform, 哥羅仿	124
chloropierin, 氯化苦劑	174
chrome, 鉻	100
citric acid, 檸檬酸	141
Claude, 克勞德	56
coal, 煤	19; 129
coal gas, 煤氣	25; 130
coal-tar, 煤焦油	136
cobalt, 鈷	104
cobalt chloride, 氯化鈷	104
cobalt oxide, 氧化鈷	104
cocaine, 古柯鹼	163
coke, 焦煤	19; 130; 131
collodion, 膠棉	152
combination, 化合	14
combustion, 燃燒	14
compound, 化合物	14
compounds of carbon, 碳素的化合物	121
concrete, 混凝土	98
contact process, 觸法	54
converter, 轉動爐	101
copper, 銅	83
copper blue or malachite, 銅綠	83
copper sulfate, 硫酸銅	84
corrosive sublimate, 昇汞	88
crude petroleum, 原油	128
crown glass, 冕牌玻璃	66
crystal glass, 晶玻璃	67
crystalline carbon, 結晶形碳	19
Curie, 居禮	117

D

decomposition, 分解	14
deliquescence, 潮解	106
destructive distillation, 乾餾	130
detonator, 雷管	173
dextrine, 糊精	150
diacid base, 二酸度鹼	69

diamond, 金剛石 19
 diastase, 酵素 141
 dibasic acid, 二鹼度酸 60
 dicarbohydrates, 式糖類 143
 diphenyl chlorarsine, 氯化二
 苯胂 174
 disinfection, 殺菌 117
 dissociation, 解離 75
 distillation, 蒸餾 10
 distilled water, 蒸餾水 10
 double salt, 複鹽 55
 drinking water, 飲料水 8
 dryer, 乾燥劑 54
 drying oil, 乾性油 142
 dyestuff, 染料 89
 dynamite, 炸藥 134; 173

E

ebonite, 硬橡膠 165
 efflorescence, 風化 108
 egg albumine, 卵白素 166
 electrolysis, 電解 11; 77
 electrolyte, 電解質 77
 element, 元素 16
 empirical formula, 實驗式 42
 emulsification, 乳化 144
 enamel, 琺瑯 98
 energy, 能 169
 equilibrium, 平衡 75
 equivalent weight, 當量 43
 ester, 酯 137
 ether, 醚 136
 ethyl alcohol, 乙醇 132
 ethyl dichloride, 二氯乙烷 125
 ethyl ether, 乙醚 136
 ethyl monochloride, 一氯乙
 烷 125
 ethylene, 乙烯 126
 explosives, 爆發藥 173

F

fat, 脂肪 142
 fatty acid, 脂肪酸 139
 fermentation, 發酵 132
 ferric chloride, 氯化鐵 103
 ferric hydroxide, 鐵氧化物 103
 ferric oxide, 氧化鐵 103
 ferric salt, 鐵鹽 103

ferric trichloride, 三氯化鐵 103
 ferrous-ferric oxide, 四氧化三
 鐵 103
 Ferrous salt, 亞鐵鹽 103
 ferrous sulphate, 硫酸亞鐵 103
 fire damp, 火氣 124
 fixation of nitrogen, 氮固定
 法 56
 flame, 焰 25
 flame reaction, 焰色反應 105
 flowers of sulfur, 硫黃華 49
 fluorine, 氟 32
 food, 食物 168
 formaldehyde or formaline,
 甲醛 138
 formic acid, 蟻酸 139
 fractional distillation, 分餾 128
 free state, 遊離狀態 49
 fulminate of mercury, 雷汞 173
 fusel oil, 雜醇油 134

G

gallic acid, 沒食子酸 159
 galvanized iron, 洋鐵皮 91
 gas carbon or carbon black,
 煤氣碳 131
 Gay Lussac's law volumes,
 給呂薩克的容積定律 36
 gelatine, 白明膠 167
 glacial acetic acid, 冰醋酸 140
 glass, 玻璃 66; 98
 glaze, 釉藥 97
 glucose, 葡萄糖 146
 gluten, 麩質 167
 glyceride, 甘油酯 142
 glycerine, 甘油 134
 gold, 金 86
 gram, 克 10
 gram-atom, 克原子 39
 gram equivalent, 克當量 70
 gram-molecule, 克分子 39
 gram-molecular volume, 克
 分子容 40
 graphite, 石墨 19
 green vitriol, 綠礬 103
 group, 族 119
 guano, 鳥糞土 62
 gum, 樹膠 148
 gun cotton, 火藥棉 138; 152

gun powder, 火藥 173
gypsum, 石膏 115

H

Haber, 哈柏 56
Haber process, 哈柏法 56
haemoglobin, 血色素 23
halogens, 鹵族元素 31
hard soap, 硬肥皂 143
hard water, 硬水 113
hexose, 己醣 146
hydrocarbon, 碳氫化合物 123
hydrochloric acid, 鹽酸 30
hydrogen chloride, 氯化氫 30
hydrogen fluoride, 氟化氫 32
hydrogen peroxide, 氧化氫 47
hydrogen sulfide, 硫化氫 51
hydroxide of metal, 金屬之氫
氧化物 69
hydroxyl. OH., 氫氧基 69

I

indicator, 指示葯 71
indigo, 靛藍 160
indigo white, 靛白 160
initiator, 起爆藥 173
inner flame, 內焰 26
inner zone of flame, 焰心 26
invert sugar, 轉化糖 148
iodine, 碘 32
iodoform, 三碘甲烷 124
ion, 游子 77
ionization, 電離 77
iridium, 銻 116
iron, 鐵 100
iron sesquioxide, 三氧化二鐵 103
isomers, 異構物 126

K

ketone, 酮 138

L

lacquer, 漆 165
lamp black, 油煙 18
law of conservation of mass,
質量不減定律 34

law of constant proportion,
定比定律 35
law of gaseous reaction, 氣體
反應定律 36
law of multiple proportion,
倍比定律 35
Le Blanc, 路布蘭 106
Le Blanc process, 路布蘭法 106
lead, 鉛 92
lead monoxide, 一氧化鉛 93
lead oxide, 氧化鉛 92
lead peroxide, 過氧化鉛 93
lead white, 鉛白 93
legumin, 豆素 167
lime-sulfur spray, 石灰硫劑 114
lime water, 石灰水 113
linolic acid, 亞麻油酸 142
liquid air, 液態空氣 2
liter, 立 4; 38; 40
litharge, 密陀僧 93
litmus, 石蕊 71
litmus test paper, 石蕊試紙 30
luminosity of flame, 焰的光
輝 26

M

magnesium, 鎂 111
maltose malt sugar, 麥芽糖 149
manganese, 錳 100
mantle, 心罩 116
margarine, 人造奶油 145
marsh gas, 沼氣 123
match, 火柴 61
menthol, 薄荷腦 165
mercuric chloride, 二氯化汞 88
mercurous chloride, 一氯化汞 88
mercury, 汞 88
metals, 金屬 16
methane, 甲烷 123
methyl alcohol, 甲醇 132
methyl monochloride, 一氯甲
烷 125
milk of lime, 石灰乳 113
milk sugar, 乳糖 149
minium, 鉛丹 93
mixture, 混合物 14
mol, 摩爾 39
molecular formula, 分子式 42
molecular weight, 分子量 38
molecule, 分子 37
molybdenum, 鉬 116

monacid base, 一酸度鹼	69
monobasic acid, 一酸度酸	69
monocarbohydrates, 單醣類	146
monocarboxylic acid, 一羧酸	139
monoclinic sulfur, 單斜硫	49
mordant, 媒染劑	161
morphine, 嗎啡	162
mortar, 灰泥	114

N

naphthalene, 萘	160
nascent state, 初生態	29
natural water, 天然水	8
neutral, 中性	70
neutral salt, 中性鹽	70
neutralization, 中和作用	70
new periodic law, 新週期律	120
nickel, 鎳	104
nicotine, 菸鹼	162
nitro, 硝基	157
nitrocellulose, 硝酸纖維素	151
nitrobenzene, 硝基苯	157
nitrogen, 氮	3
nitroglycerine, 硝酸甘油	134
Nobel, 諾貝爾	173
non-drying oil, 不乾性油	142
non-electrolyte, 非電解質	77
non-metals, 非金屬	16
normal salt, 正鹽	70
normal solution, 規定液	70
nutriment, 營養素	168
nutritive value, 營養值	170

O

oil, 油	142
openhearth furnace, 平爐	102
opium, 鴉片	162
organic acids, 有機酸	138
organic compounds, 有機化合物	121
outer flame, 外焰	25
oxalic acid, 草酸	140
oxidation, 氧化	14
oxidizing flame, 氧化焰	25
oxyacetylene flame, 氧炔焰	127
oxygen, 氧	3
oxyhydrogen blowpipe, 氧氣吹管	13
ozone, 臭氣	47

P

paint, 油漆	91, 143
palmitic acid, 棕櫚酸	142
paraffin, 石蠟	61, 144
pectin, 果膠	148
pentose, 戊糖	146
peppermint oil, 薄荷油	165
period, 週期	119
periodic law of elements, 元素的週期律	119
permanent hard water, 永久硬水	113
petroleum, 煤油	128
phenol, 苯酚	158
phosgen, 光氣	174
phosphoric acid, 磷酸	62
phosphorus, 磷	60
picric acid, 苦味酸	159
pig iron, 鑄鐵	100
pigment, 顏料	89
pipett, 量管	71
pitchblende, 鈾礦	117
plastic sulfur, 彈性硫	50
platinum, 鉑	86
poison gas, 毒氣	174
polycarbohydrates, 多醣類	146
polycarboxylic acids, 多元酸	140
Portland cement, 波特蘭水泥	98
potassium, 鉀	109
potassium chlorate, 氯酸鉀	110
potassium cyanide, 氰化鉀	110
potassium ferrieyanide, 鐵氰化鉀	104
potassium ferrocyanide, 亞鐵氰化鉀	108
potassium hydroxide, 氫氧化鉀	110
potassium nitrate, 硝酸鉀	110
pottery, 陶瓷器	97
prismatic sulfur, 針狀硫	49
propantriol, 丙三醇	134
protein, proteid, 蛋白質	166
propellant, 發射藥	173
Prussian blue, 普魯士藍	104
pulp, 紙料	151
pyroligneous acid, 木醋酸	139

Q

quartz, 石英	65
quartz glass, 石英玻璃	67

quick lime, 生石灰...	113
quinine, 金雞納...	162

R

radioactive elements, 放射性元素...	117
radioactivity, 放射性...	117
radium, 鐳...	117
radon, 氡...	117
rain, 雨水...	8
rare earth elements, 稀土族元素...	116
rare element, 稀有元素...	116
rational for mula, 示性式...	126
red phosphorus, 紅磷...	60
red prussiate of potash, 赤血鹽...	104
reducing agent, 還原劑...	19
reducing flame, 還原焰...	26
reduction, 還原...	19
refractory brick, 耐火磚...	97
retort, 乾餾器...	131
reversible reaction, 可逆反應...	75
rhombic sulfur, 斜方硫...	49
rock crystal, 水晶...	65
rock salt, 石鹽...	106
rouge, 鐵丹...	103
rubber, caoutchouc, 橡皮...	164

S

saccharification, 糖化...	147
safety match, 安全火柴...	61
salicylic acid, 水楊酸...	158
salt, 鹽...	70
salt peter, 硝石...	57; 110
saponification, 皂化...	143
sapphire, 藍寶石...	95
satellite electrons, 遊電子...	120
saturated solution, 飽和溶液...	73
screening smoke, 煙幕...	174
Siemens-Martin process, 西門子馬丁法...	101
silicate, 矽酸鹽...	97
silicate industry, 矽酸工業...	97
silicic anhydride, 矽酐...	65
silicon, 矽...	65
silicon dioxide or silica, 二氧化矽...	65
silver, 銀...	85

silver bromide, 溴化銀...	85
silver chloride, 氯化銀...	85
silver nitrate Ag No. 硝酸銀...	85
simple substance, 單質...	16
slag, 礦渣...	100
slaked lime, 消石灰...	113
smokeless powder, 無煙火藥...	152
soap, 肥皂...	143
soda, 蘇打...	106
sodium, 鈉...	105
sodium bicarbonate, 重碳酸鈉...	109
sodium carbonate, 碳酸鈉...	106
sodium chloride, 氯化鈉...	105
sodium hydrogen carbonate, 碳酸氫鈉...	109
sodium hydroxide, 氫氧化鈉...	109
soft soap, 軟肥皂...	143
soft water, 軟水...	113
solubility, 溶度...	74
solute, 溶質...	73
solution, 溶液...	73
Solvay, 索爾未...	107
Solvay process, 索爾未法...	107
solvent, 溶劑...	73
special steel, 特殊鋼...	102
starch, 澱粉...	149
steel, 鋼...	101
structural formula, 結構式...	44
strychnine, 番木鱉鹼...	103
sublimation, 昇華...	32
substitution product, 取代物...	124
sulfur, 硫...	49
sulfur dioxide, 二氧化硫...	51
sulfuric anhydride, 硫酸酐...	52
sulfuric acid, 硫酸...	52
sulfurous anhydride, 亞硫酸酐...	52
super phosphate of lime, 磷酰石灰...	62
symbol of element, 元素的符號...	41
synthesis, 合成...	13

T

table salt, 食鹽...	105
temporary hard water, 暫時硬水...	113
tank, 煤氣庫...	130
tannic acid, 鞣酸...	159
tannin, 鞣質...	159
terpene, 萜萜...	164

theine, 茶素	...	...	163
theory of ionization, 電離學說	...	...	77
thermite, 熔錫劑	...	...	75
Thomas fertilizer, 托馬斯肥	...	...	102
thorium, 鈾	...	...	116
tile, 瓦	...	...	97
tin, 錫	...	...	92
tincture of iodine, 碘酊	...	...	32
toxic smoke, 毒煙	...	...	175
trinitrophenol, 三硝基苯酚	...	...	159
trinitrotoluene, 三硝基甲苯	...	...	159
triplumbic tetroxide, 四氧化三鉛	...	...	93
tungsten, 鎢	...	...	116
turpentine oil, 松香油	...	...	164

U

uranium, 鈾	116
------------	-----	-----	-----

V

valence, 原子價	...	...	43
vapor, 汽	...	...	49; 136
vermilion, 銀朱	...	...	89
viscose, 纖維膠絲法	...	...	155
vitamine, 維生素	...	...	169

vitamines, 維生素類	...	...	169
volumetric analysis, 容量分析	...	...	71

W

washing soda, 洗濯蘇打	...	...	107
water glass, 水玻璃	...	...	67
white arsenic, 砒霜	...	...	63
white phosphorus or yellow phosphorus, 黃磷	...	...	60
white vitriol, 皓礬	...	...	91
wood pulp, 木紙料	...	...	151
wood spirit, 木精	...	...	132
wrought iron, 鍛鐵	...	...	101

Y

yellow prussiate of potash, 黃血鹽	...	...	103
yperite, mustard gas, 芥子氣	...	...	174

Z

zn, 鋅	...	...	90
zinc oxide, 氧化鋅	...	...	91
zinc sulfate, 硫酸鋅	...	...	91
zinc white, 鋅白	...	...	91

職業學校教科書

化 學

緒 論

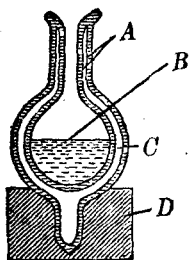
1. 化學變化和物理變化 木炭燃燒，大部分的炭變成碳酸氣飛散了，只剩下少量的灰。把鐵火箸插進炭火中去燒紅，火力強的時候，還可以把牠燒軟，但是取出來放冷了，仍然和原來的火箸是一樣。像木炭燃燒的時候，變成完全不同的物質，稱為化學變化；像火箸燒紅又放冷的時候，前後物質完全是相同的，稱為物理變化。

2. 化學的目的 自然界中所有千變萬化的現象，就是由化學變化和物理變化交互織成的；研究自然界所起現象的物質組成，和物質由化學變化而進行的種種問題，就是化學的目的。

第一篇 非金屬元素

第一章 空氣

1. 空氣 空氣包圍地球，無論何處，無孔不入；對於生物的生活，雖成爲一種要素，一切自然現象，雖和空氣大有關係；但是因爲牠是無色無臭無味的氣體，所以捉不住，看不見，嗅去不臭不香，嘗也無味，好像空虛無物的樣子。然而或成爲



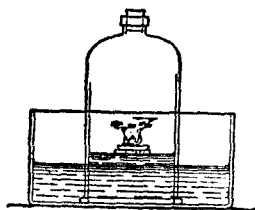
第一圖 杜瓦(Dewar)氏
保溫瓶

A. 鍍銀面； B. 液態空氣；
C. 真空； D. 座。

風，或我們乘腳踏車快跑時，覺得有一種抵抗力，就可以知道空氣的存在。我們用強壓力來壓縮空氣，同時使溫度降低，可使牠變成液態空氣 (liquid air) 供種種的用途。例如把液態空氣裝入保溫瓶中，保存起來，可以冷凍別種物體；或者使牠蒸發，可以分別提取氧素和氮素，是常常利用的方法。

2. 空氣的組成 取小片磷放入小皿中，浮在水面，用一玻璃鐘來罩住，使磷發火燃燒，發生白煙，這白煙緩緩地溶解到水中去，水就上昇到鐘內來。磷燃燒完了的時候，鐘內的空處

比沒有燃燒以前減少，只有原來的 $\frac{4}{5}$ ，其餘 $\frac{1}{5}$ 就是被上昇來的水佔據了。這時候把火插進鐘內去，火即刻熄滅；就是空氣有 $\frac{1}{5}$ 在燃燒時用去了，剩下的 $\frac{4}{5}$ ，和原來的空氣兩樣。燃燒用去了的 $\frac{1}{5}$ 是氧 (oxygen)，剩餘的 $\frac{4}{5}$ 是氮(nitrogen)。空氣就是由1容積的氧和4容積的氮混合成功的。



第二圖 燃燒磷可測知空氣的大略組成

事實上除氧和氮之外，空氣中還有少量的氬(argon)和幾種氣體存在。現在把這等氣體的重量和體積列成一表：

成分	%	體積	重量
氮		78.1	75.5
氧		21.0	23.2
氬氬等		0.9	1.3

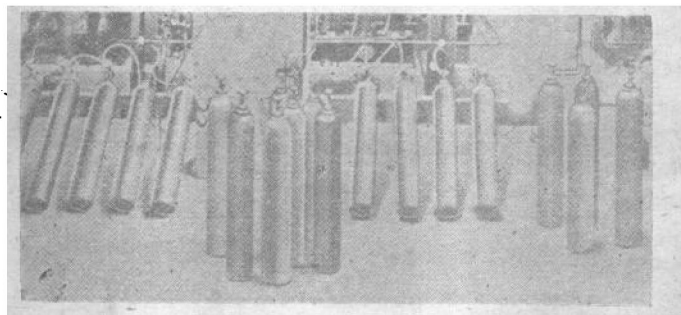
普通的空氣，除上面所說的成分以外，還含有水蒸氣、二氧化碳、或灰塵、細菌等等雜物，但是分量不定也不多。

問題

1. 試舉出三種例來說明物理變化。
2. 試舉出三種例來說明化學變化。
3. 試舉一例說明空氣的存在。
4. 液體空氣是如何造成的？有何用途？
5. 空氣含有甚麼物質，試盡量舉出，並指明何種是主要的成分。

第二章 氧 氮

1. 氧 我們讀過第一章的實驗，可以知道氧的存在，同時知道從液態空氣可以製取多量的氧。這種製氧的方法，是把液態空氣緩緩加溫，氮的沸點比較低，先蒸發出來，液體漸漸變成淡藍；這是液態氧的本色，用強力把這氧壓入鋼筒，就可成為商品。



第三圖 裝入鋼筒中的氧

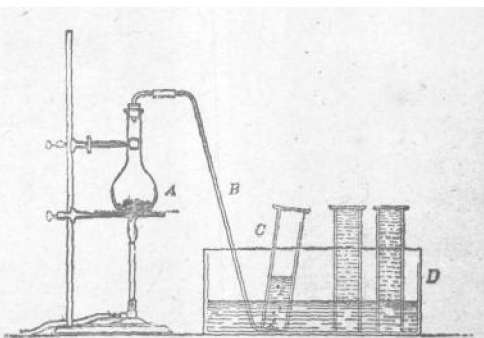
實驗室中要製造少量氧的時候，可用第四圖所示的儀器，把氯酸鉀和二氧化錳混合起來加熱。發生出來的氧，可以用倒立在水中的圓筒收集備用。這種收集氣體的方法，叫做排水集氣法。

2. 氧的性質和用途 氧俗稱養氣，是無色無臭無味的氣體。比空氣重，1立(liter)氧重1.429克。水幾乎不溶解氧，

但是僅僅有少量溶解在水中，已够魚類或藻類在水中生活了。

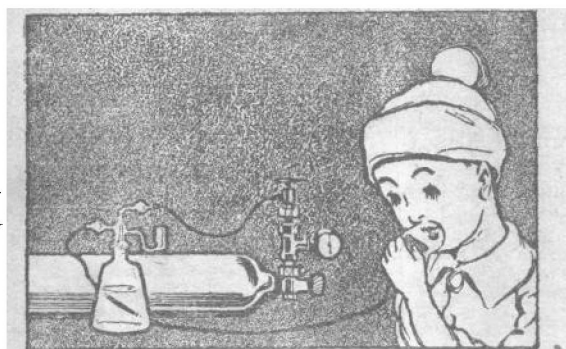
氧支持燃燒的力很強，物質在氧中燃燒的時候，勢很猛烈。燃燒木片所剩的餘燼，或將

熄的火柴插入氧中，可以再發火燃燒，其他各種物質在氧中燃燒時，比在空氣中時更易燃。這因為氧雖有支持燃燒的性質，但是空氣中有 4 倍多的氮不支持燃燒，所以空氣支持物質燃



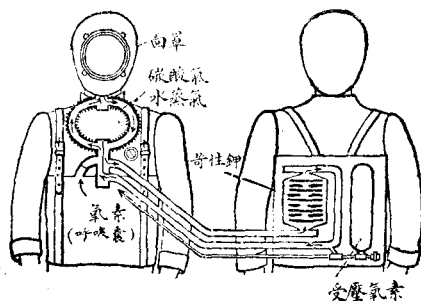
第四圖 實驗室中製造氧的方法

A. 燒瓶中裝氯酸鉀和二氧化錳，由下加熱，氧通過 B 管，進入 C 瓶。D 是水槽。



第五圖 氧的利用(其一)

病人吸氧的狀況



第五圖 氧的利用(其二)

炭坑救護隊利用氧的略圖;左:前面;右:背面。

燒的力量比較弱。

氧是生物呼吸所不可缺的物質，但是普通空氣中僅有 $\frac{1}{4}$ 是氧，所以呼吸困難的病人，或疲勞過度的人，可以把氧來使他們直接呼吸，又救護

隊到爆發了的炭坑裏去救人，或飛機師等，在飛行的時候，都要隨身攜帶受壓的氧。這都是常見的利用法。

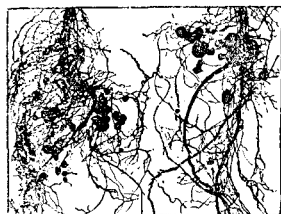
3. 氮 從液態空氣可以製氮，我們已經知道了；又把銅燒熱，使空氣通過熱銅上，氧被吸收去，也可以製得氮。

氮是無色無臭無味的氣體，俗稱為淡氣，性質極鈍，又不能支持燃燒。

4. 氮的用途 氮有不支持燃燒的性質，所以在空氣中有緩和氧的劇烈作用的功效。又因為性質很鈍，不容易和其他物質結合，所以裝入電燈泡中，可以延長燈絲的壽命。

氮所及於人生的影響很大，實在是生物的生命所不可缺的物質。動物喫植物，從植物取得氮；植物又從空氣中或土壤中取來。農作物必定要加肥料，也就是這種原因。

這樣重要的氮素，空氣中含得最多，真有取之不盡，用之不竭的情況。所以現在工業方面用人工固定氮素法，直接用空氣中的氮來造成肥料和有用的物質。又豆科植物等的根上，常有許多根瘤，由根瘤細菌的作用，可直接利用空氣中的氮。



第六圖 豆科植物的根瘤

問 題

1. 試說明排水集氣法的原理。
2. 用甚麼方法可以鑑定氧氣。

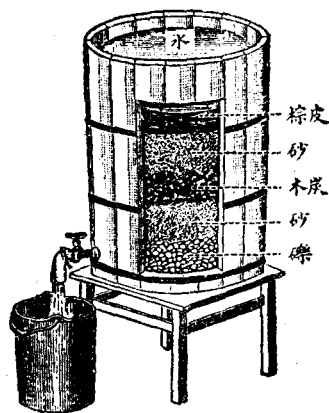
第三章 水

1. 水 水相集成爲泉，成爲河流，成爲湖池，成爲海洋；生物組織中含有水，礦物中也有含結晶水的。空氣中含有水蒸氣，水蒸氣多的時候，就結成雲霧，更變成雨。

水溶解種種物質的性質很強，溶解多量食鹽的時候，成爲海水；礦泉中溶解的物質不同，可分爲硫黃泉，碳酸泉，鐵泉等。

上面所說的海水、湖水、或泉水等，總稱爲天然水(natural water)，天然水中比較純淨的雖是雨水(rain)，但是初落下的雨，含有空氣中的各種氣體和灰塵等，也是不大純淨的。

天然水中所溶解的礦質或有機物不多，無色無臭又帶有清涼味的時候，就可用作飲料水(drinking water)。假若不具備這些條件，就要用濾清和殺菌等方法來使水潔淨，纔可以飲用。比較潔淨的天然水只要煮沸，也可作爲飲料。

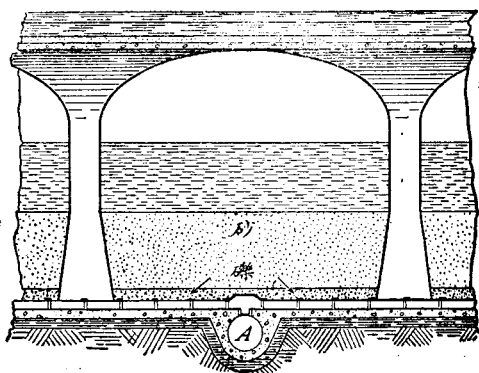


第七圖 家庭濾水法

2. 水的清淨法 家庭中想清淨水來作飲料的時候，可

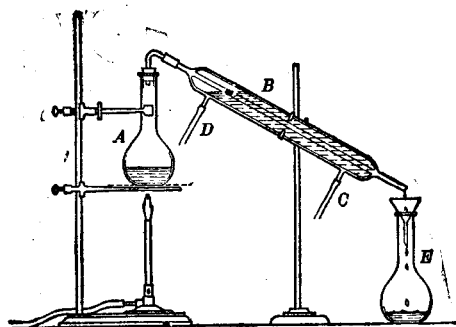
用小規模的濾清法。如第七圖所示，不潔的水通過砂和木炭各層後，水中溶解的物質和色素等概被吸收，一部分細菌也可除去。

都市所用的濾清池，規模很大。先放水流入沈澱池，使浮游雜質沈澱之後，次流入砂濾池濾清。這時候因為水曝露在日光下，又和多量的空氣接觸，大部分的細菌雖可除去，但是普通再用氯或臭氧來殺菌，使牠完全成為無害的淨水。



第八圖 自來水濾池的部分截面，A 是總水管。

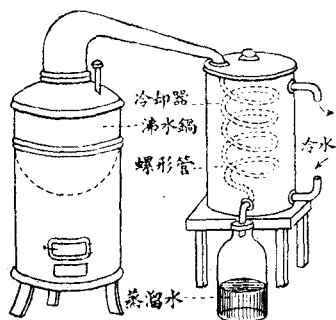
普通的飲料水，照上面所說的淨水法已經够了，但是化學



第九圖 小規模製造蒸餾水

A 是裝水的燒瓶；B 是冷凝器；C 是冷水入口；D 是冷水出口；E 是接收蒸餾水的瓶。

實驗時所用的水，飲料水還嫌不純淨。所以必定要加熱，先把揮發性的夾雜物除去，再把其次蒸餾出來的水蒸氣冷凝成水，然後可用。這種方法稱為



第十圖 規模較大的蒸溜水製法

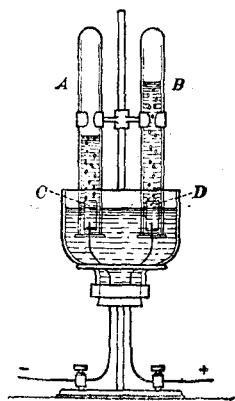
蒸餾(distillation), 所得的水叫做蒸餾水(distilled water) 最為純淨, 化學實驗和種種方面多要用的。

3. 水的性質 純淨的水, 是無色無味的。但是水量多的時候, 多少帶淡藍色。

純淨的水, 熱到 100°C .

(這是表示攝氏溫度計 100 度的符號) 時就沸騰, 冷到 0°C . 時就結冰。水在 4°C . 時候, 牠的密度最大, 這時每 1 立方厘米 (或略寫成 1 c.c.) 水的質量是 1 克(gram)。這個重量, 可以作為其他物質比重的基礎, 在化學上或物理學上的意義是很重要的。至於凝結成冰的水, 雖是固體, 但是體積膨脹, 所以密度反小(冰的比重僅有 0.92)。

4. 水的分解 在水中加少許酸或鹼, 插入兩電極, 通入電流, 兩極就發生出氣體來。這兩種氣體, 用排水集氣法, 收集的時候, 可以看見兩方面的體積成 2:1 的比例, 如第十一圖所示。



第十一圖 水的電解

體積大的方面是氫，小的方面是氧，至於加入的酸或鹼毫沒有變化，這兩種氣體完全是從水來的，就是水可以分解成2容積的氫和1容積的氧：



像這樣用電流使物質分解成原來的成分，叫做電解(electrolysis)。

問 題

1. 試說出水的三態變化和水的用途。
2. 冬天花瓶中的水結冰，有時會把瓶弄破是何理由？又冰常是浮在水面，是何緣故？

第四章 氫

1. 氫的製法 用電解法可以從水製得氫，此外還有種種方法可以製造。

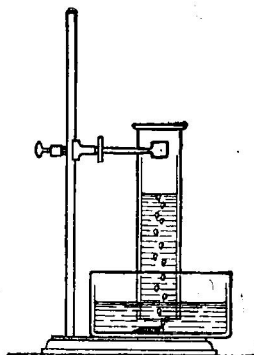
取金屬鈉一小粒投入水中，就發生氣泡，這就是氫。

把鋅粒或鐵屑投入稀硫酸中，也容易生出氫來。

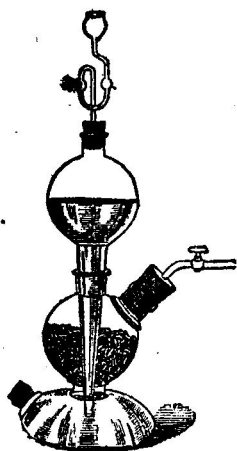
2. 氫的性質和用途 氫是無

色無臭無味的氣體，非常輕，不過僅有空氣的 $\frac{1}{14.4}$ 重，俗稱為輕氣。在我們知道的物質中，沒有比氫更輕的。所以把氫裝進氣囊中，可以做成飛艇或輕氣球。

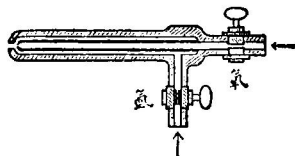
氫在空氣中或氧中可以燃燒，尤其是在氧中燃燒的時候，和氧結合成水，發



第十二圖 鈉入水中可發生氫的實驗（這實驗有爆發的危險宜注意）。



第十三圖 基普氏儀器（製造氫）。



第十四圖 氫氣吹管

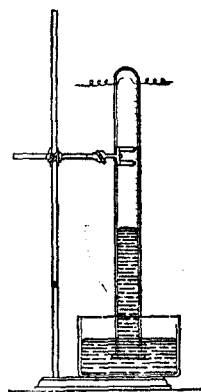
出非常強的熱。氫氧吹管(oxyhydrogen blowpipe)就是利用這種性質,可以熔解白金或石英等物,又用來熔接或截斷鋼鐵等。

3. 水的合成 水由電解可以分成2容積的氫和1容積的氧,反過來,氫和氧也可以合成水。把氫2容積和氧1容積裝進圓筒中,倒立在水銀槽內,圓筒中插有兩電極,通過電火花,這兩種物質即刻化合成水,所以水銀就向上升高。

像這樣使兩成分或幾種成分結合成新物質的方法,叫做合成(synthesis)。

一種物質的成分,由分解及合成兩種方法,就可以決定。合成法在實用方面

的用途很大,許多價值高的天然產物,可以由人工合成,變為價廉的實用品。



第十五圖 水的合成儀器

問 題

1. 燭火插入氫中,何以會熄?
2. 有甚麼實驗法可以證明水是由氫和氧化合成的?
3. 氫對於空氣的比重是 $\frac{1}{14.4} = 0.0694$ 。問氫1立的重量有若干克?

第五章 化合 分解 氧化

燃燒 化學反應

1. 化合 凡幾種物質互相結合成一種新物質，如像氫和氧可以結合成水，這種現象，叫做化合(combination)；生出來的新物質，叫做化合物(compound)。

所以水的合成，換句話說，就是使一定量的氫和一定量的氧互相化合，合成一種化合物，叫做水。若數種物質不拘分量可以混合時，所得的物質叫做混合物(mixture)。

2. 分解 一種物質能夠變成性質完全不同的二種或二種以上的他種物質時，這種變化稱為分解(decomposition)。前章所說水的分解，就是一例。

3. 氧化 氧和其他物質化合的時候，特別叫做氧化(oxidation)；由氧化生成物質，叫做氧化物(oxide)。

氧化的時候，若是作用很猛烈，發熱發光，特別叫做燃燒(combustion)。例如前面所說磷在空氣中燃燒，發生白煙，就是磷起氧化作用，變成磷酐；木炭燃燒，就是木炭和空氣中的氧化合(氧化)，生成碳酸氣。所以燃燒就是發熱發光的氧化作用。

4. 化學反應 一種物質變成性質完全不同的其他物質

時，稱為化學變化 (chemical change) 前面緒言中已經說過了。兩種以上的物質互相作用，發生化學變化時，這種作用特稱為化學反應(chemical reaction)。

問 題

1. 試舉例說明化合現象。
2. 試舉例說明分解現象。
3. 氧化和燃燒有甚麼區別?

第六章 元素

1. 元素 前面說過的水和氯酸鉀等物質，可以用電解或加熱等方法使牠們分解的，叫做化合物；但是如像氧、氫、氮等物質，不能再分解的，叫做元素(element)。僅由一種元素所成的物質，特別稱為單質(simple substance)。

宇宙間所有的物質，雖是多得數不清，但造成所有物質的元素，種類實不多，現在已經發見的不過 92 種，已經確定的不及 90 種。

2. 金屬 非金屬 如像金、銀、銅、鐵、錫等，有所謂金屬光澤，硬而且重，又可以傳導電或熱的物質，叫做金屬(metals)；至於氧、氫、氮等沒有這些性狀的物質，叫做非金屬(non-metals)。

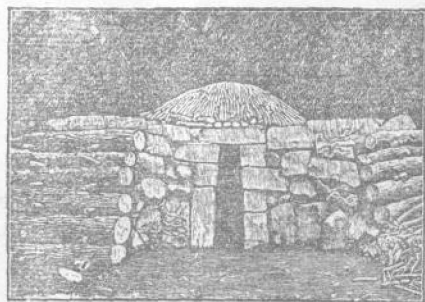
問 題

1. 空氣、水、氫、氧、氮等，什麼是元素，什麼是化合物，什麼是混合物，什麼是單質？
2. 金屬和非金屬的區別如何？

第七章 碳和碳的同素異形物

1. 碳 碳(car-

bon)是一種元素,所以又叫碳素,碳素在天然界常成爲三種同素異形的單質,就是非晶形的各種炭,結晶形的金剛石和石墨三種。



第十六圖 燒木炭的窯(舊式)

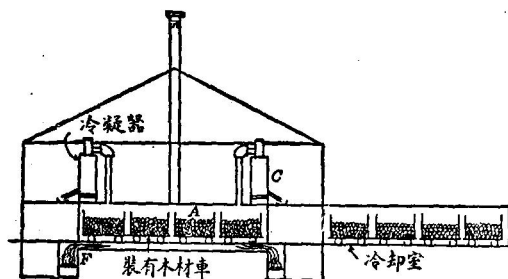
(i) 非晶形碳 非結晶性的碳又叫做無定形碳(amorphous carbon),如像木炭,骨炭、石炭(或稱煤)、油煙、焦煤等

就是的。

木炭 木

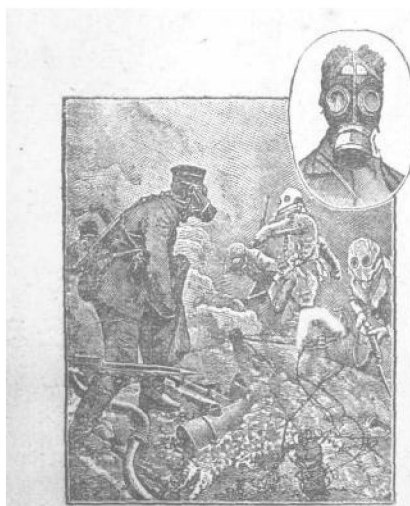
炭(charcoal)

是把木材放在土或石造成的窯中,遮阻了空氣,把牠燃



第十六圖 燒木炭的窯(新式)

燒起來,到了完全變成炭的時候,取出來放冷,就成功了。木炭



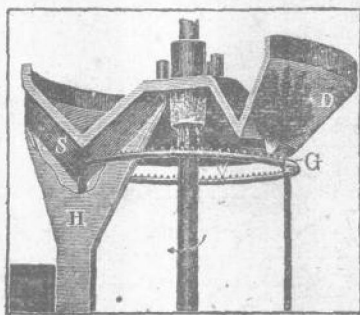
第十七圖 帶了防毒面具在戰場上肉搏的景況。右上角是帶的德國防毒面具。

(bone charcoal), 或稱爲**獸炭**(animal charcoal)。這種炭的吸收力也很強, 可用作去色劑, 如像精製糖的時候就要用骨炭。

油煙 油煙 (lamp black) 是從油或樹脂等含有多量碳素的物質造成用作印刷墨或普通墨的原料。

在空氣中容易燃燒, 又有吸收氣態有機物的性質, 所以可用作防臭劑, 或飲料水的濾清劑等。特別精製的木炭, 吸收作用極強, 稱爲**活性炭** (active carbon); 化學方面的用途很多; 防毒面具也是必要用的。

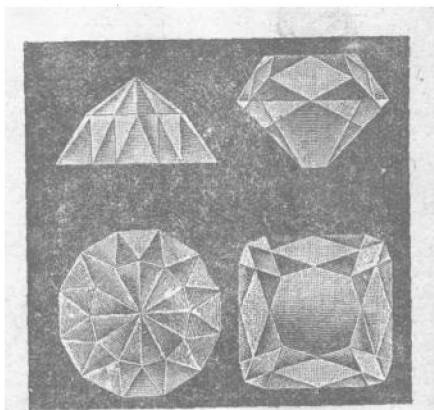
骨炭 把動物的骨血燒蒸成的炭, 叫做骨炭



第十八圖 製造油煙
油類在(G)處點火, D器就有煙附着, 轉動D至S, 煙就被刮落入於H接收器中。

石炭 焦煤 古代植物埋入地中，既不接觸空氣，又受高熱和強壓的作用，就漸漸變成石炭，俗呼為煤 (coal)。我國出產煤的地方很多，尤其是東三省和山西產量最大。把石炭放在乾餾器中乾餾，取去了揮發性成分之後，所得的煤，特別叫做焦煤 (coke)。

(ii) 結晶形碳 金剛石 (diamond) 或石墨 (graphite) 是純碳素結成的晶質，所以使純碳素受強壓和高熱的作用，可以製造金剛石或石墨。這兩種物質，就是結晶形碳 (crystalline carbon)。



第十九圖 琢磨好的金剛石。上是側面，下是頂面。

2. 碳的通性

(i) 碳的耐久性很強，

無論放在空氣中或水中，都不容易變化。(ii) 有奪取他種物質中所含氧的性質。例如鐵冶金時所加的焦煤或木炭，便是除去鐵礦中的氧。像這樣從一種化合物除去氧的作用，稱為還原 (reduction)。鐵冶金的時候，鐵就是被還原，碳就是被氧化。凡是用來使他種物質還原的藥料，叫做還原劑 (reducing agent)。

3. 同素異形物 金剛石、石墨、木炭、石炭等等，雖是由相同的元素生成的，但是性質各不同；像這樣的物質，稱為同素異形物(allotropic substances)。所謂同素異形物，就是指元素相同性質不同的各種單質而言。

問 題

1. 碳的同素異形物有幾種？說出各種實物的名稱。
2. 炭和煤有無區別？
3. 墨繪的畫或寫的字。何故經久不變？
4. 鐵冶金的時候何故需用煤或炭？

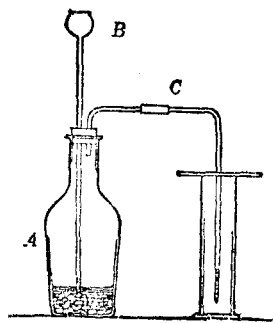
第八章 碳的氧化物

1. 二氧化碳 木炭、石油、石炭等燃燒時候所生的氣體，是二氧化碳 (carbon dioxide)，俗呼碳酸氣 (carbon anhydride)。這是碳的一種氧化物，凡含有碳素的物質燃燒時，必生成這種氣體。

生物呼吸時所吐出來的氣體，也含有多量的二氧化碳。因為生物體內含有多量的醣類 (carbohydrates)，醣類含有碳素，這些碳和吸進去的空氣中的氧化合燃燒，一面發熱，支持生物的生活，一面把燃燒的廢物放出來，所以呼出來的二氧化碳，就是生物體內燃燒的廢物。因為二氧化碳對於生物體沒有用處，所以空氣中所含的二氧化碳若太多了，生物會窒息死的。

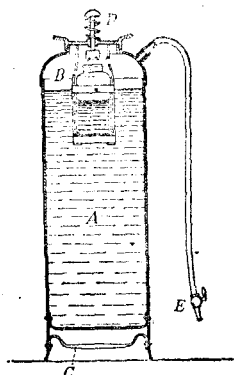
2. 二氧化碳的製法和性質 把大理石或石灰石放在瓶中，加入稀鹽酸，如像第二十圖所示的情況，就可製得二氧化碳。

二氧化碳是碳素被充分氧化所生的物質，不能再燃燒；所



第二十圖 二氧化碳的製法

A 瓶中裝大理石或石灰石，由 B 管加入稀鹽酸，二氧化碳氣就從 C 管出來。



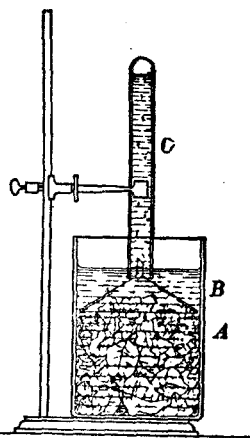
第二十一圖 普通滅火器。B是裝濃硫酸的小瓶，A是酸性碳酸鈉的水溶液。遇着火災的時候，用手提着C，把滅火器倒轉來，敲打D棒，把B瓶打碎，濃硫酸和酸性碳酸鈉溶液化合，就發生二氧化碳氣，這氣鼓動器中的液體，一同從E口噴出來，就可以滅火。

有碳酸氣的時候，人進去是很危險的。要想檢查有無碳酸氣存在，把蠟燭點燃，先放進去，看燭是否熄滅，就可以知道。

3. 自然界中的二氧化碳
 二氧化碳對於動物雖有害無益，但對於植物就是恰

以沒有支持燃燒的性質。把這種氣體散佈在火上，火即刻會熄滅。輕便滅火器，就是利用這種性質做成的，使用的時候，把濃硫酸和酸性碳酸鈉混合起來，就可以發生二氧化碳。

二氧化碳氣有空氣的1.5倍重。所以每停留在低闊的地方，如像古井等停留



第二十二圖 植物吸收碳酸氣放出氧氣的實驗。

恰相反的。植物有所謂同化作用(assimilation),能吸收二氧化碳,藉日光的作用,把牠變成植物所要的養分,反放出氧來。照第二十二圖的方法,在日光下實驗,可以證明這種作用。

所謂山林野外的空氣新鮮,人家的周圍要多栽樹木等等,不外表示二氧化碳對於人和植物的利害關係而已。

4. 亨利定律 二氧化碳能夠溶解到水中去。如像用作清涼飲料的汽水,就是碳酸水。牠溶解的量,有一定變化,溫度愈低,壓力愈大,溶解的量愈多。一般氣體都有這種關係,是亨利(Henry)發見的,所以叫做亨利定律(Henry's law)。

5. 一氧化碳 木炭或煤燃燒時,每每看見火上發藍色焰,這種現象,是燃燒時所生的二氧化碳遇着下部紅熱狀態的炭或煤,被還原變成一氧化碳(carbon monoxide),昇到上部又燃燒起來。

一氧化碳好像是二氧化碳的前身物質,所以有可燃燒的性質。

一氧化碳對於動物有猛烈的毒性,侵害神經系統,吸入肺中時,能和血液中的血色素(haemoglobin)結合,使血色素失掉效用,可以致人的死命。因為血色素在肺中和新鮮空氣接觸,能吸收空氣中的氧,在體內循環的時候,把這氧送給體內的各部組織,所以能夠支持生活;一氧化碳恰恰妨礙這種作用,所

以是極毒的。冬天每每有人中煤氣毒死的，最大原因就是一氧化碳。

問 題

1. 二氧化碳的害處是什麼？
2. 二氧化碳的益處是什麼？
3. 一氧化碳的害處是什麼？
4. 一氧化碳的益處是什麼？

第九章 焰

1. 焰 氣體燃燒時，常發生焰(flame)。如像氫，或煤氣(coal gas)等燃燒的時候，雖有焰發生，但是鐵或焦煤等雖燒成紅熱，也不生焰，這就是鐵或焦煤等不發生氣體的緣故。

蠟燭、木材、石油等雖是固體或液體，但是受強熱的時候，或蒸發，或分解，放出氣體，所以也能够燃燒



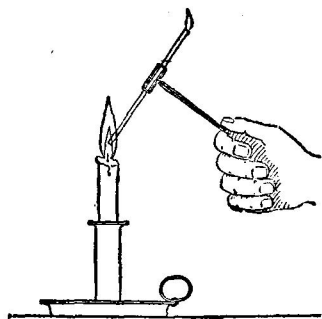
第二十三圖 燭焰的構造

A. 焰心； B. 內焰；
C. 外焰。

發生出焰來。

2. 焰的構造 焰可以分成三部分。現在用蠟燭焰作例，如第二十三及二十四圖所示。

氧化焰(外焰) 焰的最外部分，色很淡，叫做氧化焰(oxidizing flame)或外焰(outer flame)。這部分所受空氣的供給



第二十四圖 燭焰心的氣體可以用管引出來再行燃燒。

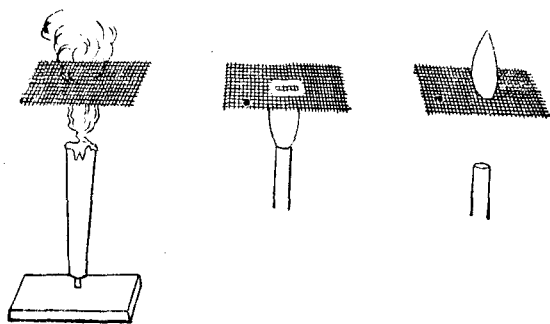
很充足，氣體完全燃燒，溫度最高。所以要熱物體的時候，應該

把物體恰放在氧化焰上，纔容易加熱。

還原焰(內焰) 氧化焰的內部，最有光輝的部分，空氣的供給不很多，氧化也不很完全；所以不容易被氧化，就是具有還原的性質，特別稱為還原焰(reducing flame)或內焰(inner flame)。

焰心 燭心周圍不很明亮的部分，稱為焰心(inner zone of flame)。這是蠟燭受熱變成的氣體，不能接觸空氣，沒有燃燒的部分，溫度最低。我們用第二十四圖所示的實驗，就可以證明焰心是還沒有燃燒的氣體。

3. 焰的光輝 焰的光輝(luminosity of flame)是燃燒

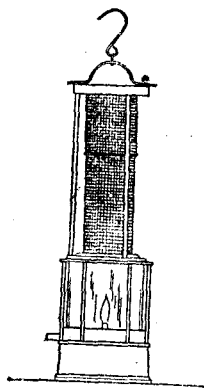


第二十五圖 焰和溫度

- 左：燭焰被鐵絲網隔斷，網上僅發煙不燃燒的狀況。
 中：煤氣燈焰被鐵絲網隔斷的狀況。
 右：把網放在煤氣燈上，然後放出煤氣來，在網上點火，焰只在網上燃燒。

氣體中有固體粒子存在時所起的現象；所以焰光的明暗，是和固體粒子的多少成正比例。空氣的供給若果充足，完全燃燒了，固體粒子就大大的減少，所以光反變弱。又火焰若被固體遮住，固體被燒得極熱，也會發出光輝來。如像煤氣燈的心罩，便是應用這種原理造成的。

4. 燃燒和溫度 一切物質燃燒時，必需要一定的溫度。我們試把鐵絲網放在燭焰上遮住，網上不見焰出來。這因為溫度被鐵絲網傳導降低，網上不能起燃燒的緣故，但稍過一刻，網被燒熱了，燭焰的氣昇到網上面，又遇着高溫度，所以又燃燒起來。礦坑常用的德斐安全燈（如第二十六圖），就是應用這種原理做成的；這燈的外面用銅絲網包住，可以把燈火的熱傳導散開，使周圍的爆發性氣體，遇不到可以燃燒的溫度，所以不會爆發，就能夠避免危險。



第二十六圖 德斐安全燈

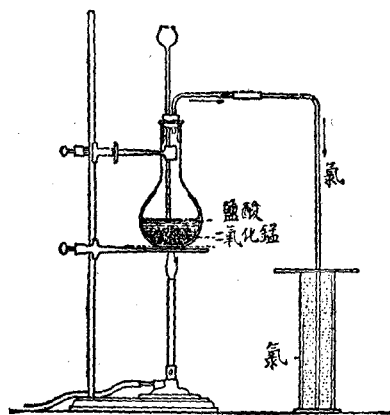
問 題

1. 火焰可分做幾層？各層的名稱如何？
2. 火焰最熱的部分何故光反弱？
3. 化學實驗時，何故用金屬網隔住火焰？

第十章 鹵族元素和鹵族 元素的化合物

1. 氯

〔製法〕 把食鹽和二氧化錳相混，注加濃硫酸；緩緩加熱，



第二十七圖 氯的製法

就發生黃綠色的氣體，有刺戟性臭；這就是氯(chlorine)，俗稱綠氣。又把濃鹽酸和二氧化錳相混合起來加熱，也可以發生氯素。工業方面的製法，是把食鹽來電解。就可造成多量的氯。

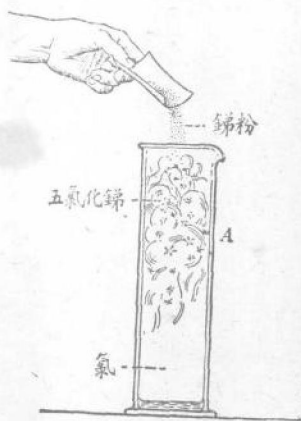
〔性質〕 氯比空氣重，

所以製造氯的時候，不必用排水集氣法，只要把牠引入容器底部，就可把器中的空氣排擠出來，容易達到收集的目的；這種方法叫做下方換氣收集法。

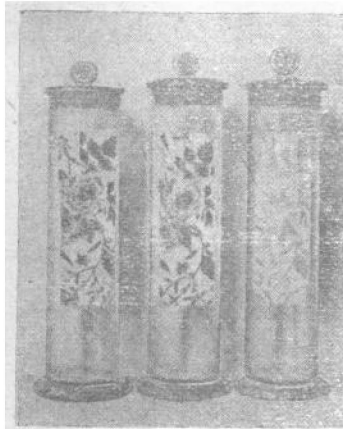
氯和其他元素化合的力量很強，把銅箔或錫粉投進氯中，即刻發光化合，生成氯化銅或氯化錫。這時候的化合作用，也發光發熱，和燃燒的現象一樣，所以單就現象來說，這也可以

稱為燃燒。

就各元素中而言，氯和氫化合的力最大。屢屢把他種化合物中的氫奪取來結成氯化氫。所以有水存在的時候，氯有漂白作用，就是牠把水分解了，和氫化合，放出氧來。這時候放出來的氧和普通的氧不同，氧化力極強，稱為初生態 (nascent



第二十八圖 錫粉在氯中燃燒



A B C

第二十九圖 氯漂花布

A: 乾布; B: 布微潤; C: 濕布。

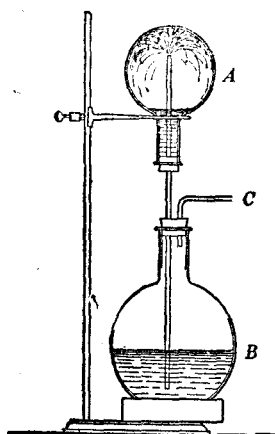
stato) 把色素氧化了，就達漂白目的。事實上漂白物件的時候，是用消石灰吸收氯氣，造成漂白粉(bleaching powder)來應用。

〔用途〕 氯的用途，除上面所說的漂白粉之外，因牠殺滅細菌的力很強，所以自來水等用氯來殺菌。

氯能侵害咽喉，歐洲大戰時，用作毒氣來攻擊敵人，現在軍用毒氣用氯的時候很多；所

以這種元素在國防上有重要的意義。

2. 氯化氫 鹽酸



第三十圖 氯化氫的溶解實驗

A 瓶中裝了乾的氯化氫氣，
B 瓶中裝藍色石蕊溶液，由 C
管輕吹這液昇到中央的管口
上，就見液自然噴出，同時變
成紅色。

食鹽中加濃硫酸，放在火上熱時，發生氣體，就是氯化氫 (hydrogen chloride)。這是有刺戟性臭的氣體，比空氣重，也可用下方換氣法來收集。

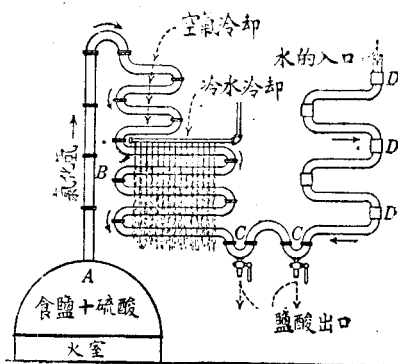
氯化氫極易溶解到水裏去。牠的水溶液叫做鹽酸 (hydrochloric acid)，有酸味，能使藍色石蕊試紙 (litmus test paper) 變紅色。凡是能使藍色石蕊試紙變紅的反應，稱為酸性反應 (acid reaction)；有這種反應的物質，叫做酸 (acid)。

除金、銀、和白金以外，一切金屬，差不多都能夠被鹽酸溶解。人的胃中有微量的鹽酸存在，幫助食物的消化，或者殺滅隨食物進去的細菌。此外醫藥方面和化學工業方面用鹽酸的地方很多。

工業方面製造鹽酸的方法，是把食鹽和濃硫酸裝入大鍋中，加熱就發生氯化氫，使牠被水吸收成為溶液就行了。用食

鹽來造碳酸鈉時，鹽酸成爲副產物，也可以大量的產出。

3. 鹵族元素 溴、碘、氟三元素的化學性質，和氯很相似，也能够和金屬化合，生成各種鹽，好像食鹽的樣子。所



第三十一圖 工業製鹽酸法

以把這等元素歸納成爲一族，統稱爲鹵素或鹵族元素 (halogens)，鹵族元素的通性，如像下面所說的各條：

(i) 依氟、氯、溴、碘的順序，原子量漸漸加重，沸點、熔點、比重也漸漸加大。

(ii) 和氫化合物的力量，是原子量愈輕的愈強。

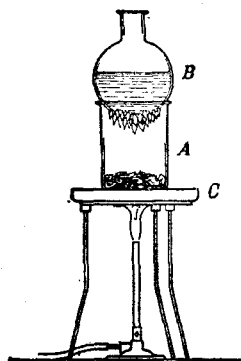
(iii) 有氟化鈉、溴化鈉、碘化鈉等化合物存在，都和氯化鈉（食鹽）相似。

(iv) 有氟化氫、溴化氫、碘化氫等化合物存在，都和氯化氫相似，都是無色的氣體，可溶解到水裏，發生熱。

(v) 在氯化物、溴化物、碘化物的水溶液中加銀鹽的溶液，各生出氯化銀、溴化銀、碘化銀的沈澱來，這等沈澱遇到硫代硫酸鈉的溶液，都能够溶解，又遇着日光會變黑紫色。照相

術就是利用這種性質。

4. 溴 海水或礦泉水中，有溴的化合物存在。



第三十二圖 碘的昇華實驗

A: 玻璃杯中裝有碘; B: 玻璃瓶中裝冷水; C: 砂盤
瓶底附着的東西是碘蒸發上去遇着冷瓶就成結晶。

非金屬元素在常溫時成爲液體的，只有溴素 (bromine) 一種，呈顯紅褐色，比重等於 3。有刺激性惡臭。可用作一種毒氣。

5. 碘 海水中有微量的碘存在，海草攝取海水中的碘，貯蓄在牠的體中，所以燒海草可以製造碘素。

碘 (iodine) 是黑紫色的扁平晶體，有金屬光澤。把碘放在玻璃

杯中加熱，發生紫色氣體；這氣體遇着冷瓶，就成結晶附着瓶底下。這就是純淨的碘。像這樣的固體遇熱，不先熔解，直接變成氣體，冷了又直接變成固體的現象，叫做昇華 (sublimation)。

水雖難溶解碘，但是酒精容易溶解，成爲碘酊 (tincture of iodine)。

6. 氟 純淨的氟 (fluorine) 不易製取，也沒有多大用途；只有氟化氫 (hydrogen fluoride) 是常用的。氟化氫有腐蝕玻璃的特性；所以在玻璃上刻度數或作書畫等，要用氟化氫。

問 題

1. 製造氯所用的原料是什麼？這種原料對於國防有何關係？
2. 氯化氫和鹽酸有何區別？
3. 鹵族元素是那幾種？說出各元素的名稱。何故把牠們歸為一族？

第十一章 質量不滅定律

定比定律 倍比定律 氣體反應定律

1. 物質不滅 質量不滅定律 蠟燭燃燒時，好像不剩留甚麼物質，完全消失了。但是注意觀察起來，可以知道牠是分解成了水蒸氣和二氧化碳氣，並不是完全消滅。

又把鐵或銅在空氣中加熱時，表面發生像銹的薄層，牠們的質量加重了，好像鐵或銅的質量會增加。然而這是空氣中的氧和銅或鐵結合生成的氧化物層，事實上牠們的質量決不會增加的。

像蠟燭燒完了，變成水和碳酸氣；銅鐵在空氣中被熱，略微加重，同時空中的氧就略微減少；所以物質決不會消滅，也不會增加，自然界中的現象雖然是千變萬化，但是物質的總和常是一定不變的。這種事實，叫做物質不滅；物質的量是不生不滅的，叫做質量不滅定律(law of conservation of mass)。

2. 定比定律 使氫和氧化合成水的時候，氫1克和氧8克可生9克水。這時無論氫或氧一方的量比較多，但是結果只有水9克。例如氫有2克，氧有8克；或氫有1克，氧有10克；結果生成的水只有9克；前一例剩1克氫，後一例剩2克氧。

所以把幾種元素混合起來互相化合，無論混合的比例是

多少,所得化合物中各元素的比例量常是一定不變的。這叫做**定比定律**(law of constant proportion)。

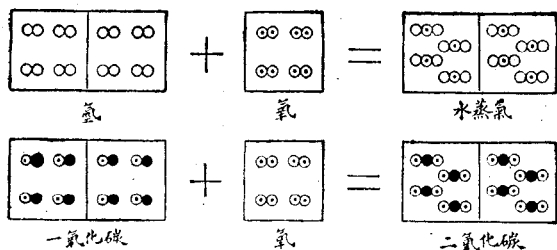
3. **倍比定律** 氧素和碳素化合,能够生成二氧化碳和一氧化碳,現在把這兩種氧化物來比較看看:

二氧化碳 氧 : 碳 = 16 : 6

一氧化碳 氧 : 碳 = 8 : 6

兩種氧化物中的碳常是 6,但是氧成爲 16 : 8 = 2 : 1 的比例。換句話說,二氧化碳中的氧,等於一氧化碳中的氧的 2 倍。概括說起來,同種元素結成兩種以上的化合物時,這等化合物中某種元素的量雖是一定不變,但他種元素的量自己成爲簡單的整數比。這叫做**倍比定律**(law of multiple proportion)。

4. **氣體反應定律** 2 容積的氫和 1 容積的氧化合成 2 容積的水蒸氣; 2 容積的一氧化碳和 1 容積的氧化合成 2 容積的二氧化碳。

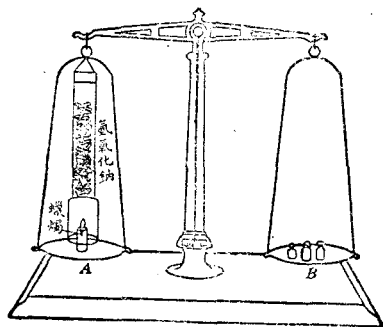


第三十三圖

像這樣氣體和氣體反應生成新氣體的時候，各氣體的容積常成爲簡單的整數比。這稱爲給呂薩克的容積定律 (Gay-Lussac's law of volumes)，或叫做氣體反應定律 (law of gaseous reaction)。

問 題

1. 如圖中 A 和 B 是天平的兩盤，A 盤上放蠟燭，燭上吊玻璃罩，罩上部裝有氫氧化鈉。B 盤上放砝碼，使兩邊相平之後，點燃蠟燭，燭雖漸漸燒去，但是 A 盤反漸漸下垂，表示比 B 盤更重。是何緣故？



2. 舉例說明定比定律。
3. 舉例說明倍比定律。

第十二章 分子說 原子說

分子量 原子量

1. 分子說 原子說 上面所說的各种定律，是根據許多經驗發見的，更從實驗來證明確定的；但是要說明這等定律的關係，非用下面的假說不可。

把一種物質細細的分開來，必定有分到不能再分的細微限度。倘若再分解到這限度以上，就成了完全不同的物質。達到這限度時候的細微粒子，叫做該物質的分子(molecule)；這分子所表示的性質，就是該物質固有的性質。

更用化學方法來使分子再分解的時候，可以得一種或二種以上更細微的粒子，性質和分子的完全不同。這稱為原子(atom)。原子不能再分。無論是分子或原子，極其細微，用顯微鏡也不能看得到。

同一種元素的原子，都有相同的性質；元素的種類不同，原子的性質也各不相同。所以單質的分子，是1個或2個以上同種原子結合成的；化合物的分子，是二種或多種原子結合成的。這就是原子說和分子說。

例如氧分子含有2個氧原子，水分子含有1個氧原子和2個氫原子。

2. 亞佛加德羅假說 一切氣體在同溫度同壓力的時候，等體積中的分子數都是相同的 這叫做亞佛加德羅假說(Avogadro's hypothesis)。例如在某溫度某壓力的時候，1 立 (liter)* 中的氧分子數假定是 n 個；那嗎，只要溫度和壓力都和這時候相同，1 立中的氫分子數也是 n 個。



第三十四圖 亞佛加德羅氏(1776-1856)

3. 分子量 原子量

分子和原子都是極其微小的粒子，上面已經說過了；那嗎，要想直接秤量牠們的重量是不可能的。但是應用亞佛加德羅假說，可以求得各種元素的分子和原子的比較重量。

現在假定氧分子的重量是 32，把這個數目作基礎，來推求其他元素的分子重量，這稱為各元素的**分子量** (molecular weight)。今以式表之如次：

* 1 立即是 1 公升也就是 1000 立方厘米 (cubic centimeter, c.c.)。

$$\frac{\text{氣體的重量}}{\text{同容積氧素的重量}} = \frac{\text{氣體分子的重量}}{\text{氧素分子的重量}}$$

$$\therefore \text{氣體對於氧素之比重} = \frac{\text{氣體之分子量}}{32}$$

〔例〕 在標準狀態(溫度 0°C ., 大氣壓 760 毫米)時, 碳酸氣 300 立方厘米 (c.c.) 的重量有 0.5892 克。問碳酸氣(即二氧化碳氣)的分子量是若干? 但標準狀態時氧素 1 立 (l) 的重量是 1.429 克。

〔解〕 在標準狀態時碳酸氣 1 立的重量是

$$0.5892 \times \frac{1000}{300} = 1.964 \text{ 克}$$

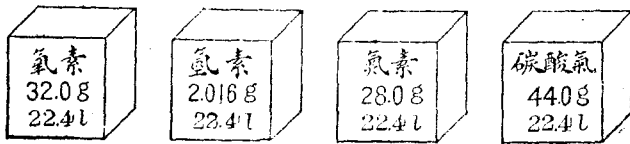
所以碳酸氣的分子量是

$$32 \times \frac{1.964}{1.429} = 43.98 = 44 \dots\dots\dots (\text{答})$$

至於原子量(atomic weight)的意思, 也是各原子的比較重量; 普通把氧的原子量定為 16 (因為氧素 1 分子含有 2 個氧原子, 所以用 2 來除 32 就得 16), 作為基礎, 來推求其他元素的原子量。原子量的推算方法, 比較複雜現在暫略。氫的原子量等於 1.008, 碳等於 12.00, 氮等於 14.008。

分子量和原子量都是不名數, 但實用時常用克作單位。各稱為克分子(gram-molecule), 和克原子(gram-atom); 但克分子又叫做摩爾(mol)。

氧素的 1 克分子是 32 克，在標準狀態時(溫度 0°C ，大氣壓 760 毫米)，佔有 22.4 立(liter)的容積。依據亞佛加德羅假說，一切氣體在標準狀態時，1 克分子概各佔 22.4 立的容積；所以這個數目稱為**克分子容** (gram-molecular volume)。反過來說，在標準狀態時，秤量 22.4 立氣體的重量，就等於牠的分子量。



第 三 十 五 圖

問 題

1. 求氣體對於氧的比重時，何以把同容積的氧的重量和該氣體比較？
2. 氧素的分子量是 32。問在標準狀態時，5 立(l)氧素的重量是若干？
3. 二氧化碳的分子量是 44。問標準狀態時，二氧化碳 11 克的容積是多少？

第十三章 化學式

1. 元素的符號 爲簡單表示元素的名稱起見，常用臘丁文的第一個字母作爲元素的符號(symbol of element)來表示牠，並且必要用大楷字。假若是第一個字母相同的時候，就添其次不相雷同的一個字母來作區別。下面所列的便是幾個例：

元素	<u>臘丁文</u>	符號
氧	Oxygenium	O
氫	Hydrogenium	H
氮	Nitrogenium	N
碳	Carbonium	C
氯	Chlorum	Cl
溴	Bromium	Br
銅	Cuprum	Cu

這等符號不單是代表各元素的名稱而已，同時代表1原子量。例如O是代表氧素，同時又表示牠的1原子量(16)。

2. 分子式 氧、氫、氮等的1分子，各含有2原子。可用 O_2 ， H_2 ， N_2 等符號來表示。就是在元素符號的右下角，添加各分子所含原子的數目，可以表示各元素的分子，同時也表示牠

的分子量。這種符號，稱爲**分子式**(molecular formula)。

物質名稱	分子式	物質名稱	分子式
氧氣	O ₂	水	H ₂ O
氫氣	H ₂	硝酸	HNO ₃
碳素	C	硫酸	H ₂ SO ₄
氯氣	Cl ₂	鹽酸	HCl
臭氧	O ₃	碳酸氣	CO ₂
(以上是單質)		(以上是化合物)	

又分子的個數，可在各分子式的左端寫數字來表示。例如 2 分子的氫，可寫成 2H₂，2 分子的水，可用 2H₂O 來表示。

3. 實驗式 依實驗結果，用元素符號表示物質的組成時所得最簡單的式子，叫做**實驗式**(empirical formula)。

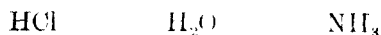
例如有氧與氫的化合物，據分析實驗的結果，知道牠的重量組成是氫有 5.93%，氧有 94.07%，就可以求出實驗式。現在用各元素的原子量來除百分組成，把求得的商來相比，就可以知道該物質中各元素的原子數的比。

$$\frac{5.93}{1.008} : \frac{94.07}{16.000} = 5.88 : 5.88 = 1 : 1$$

所以這物質的實驗式是 HO，但 HO 不能認爲是牠的分子式，牠的分子式要用別種方法來決定。

實驗式和分子式總稱爲**化學式**(chemical formula)。

4. 原子價 我們把氯化氫、水和氨的分子式對照起來看看：




氫、氧、氮各有1原子，但是氫是1, 2, 3的數目。無論甚麼化合物，最少只能有1原子和氫1原子化合，決沒有氫1原子能和其他元素的2原子化合的物質存在；所以把氫作為基礎，定牠為一價元素。凡是和氫1原子化合的元素稱為一價元素；和氫2原子或3原子化合時，各稱為二價元素或三價元素。例如上面所舉的例，氫是一價，氧是二價，氮是三價；表示這等價的數字，稱為原子價(valence)。

不直接和氫化合的元素，必定有和已知原子價的元素結合的時候，可以間接推求牠的原子價來。例如一氧化碳和二氧化碳的分子式是CO，和CO₂，我們看牠所結合的氧原子數，可以知道碳的原子價是二價或四價。同時一種元素的原子價不必只有一種，如像上面所說的碳，就是一個好例。原子價比較小的時候，稱為亞化合物，大的時候，不另加字，便可以區別（但這種區別，在金屬化合物是常見的，到以後便可知道）。

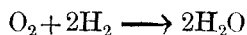
用原子價來除原子量，所得的商，稱為元素的當量(equivalent weight)。所謂當量，就是和氫1原子量化合的量，或是可以取代氫1原子量的量。例如氧8克可與氫1.008克(氫的原子量是1.008)化合，所以氧的當量是8(或者 $\frac{32}{4}=8$)。

5. 結構式 假想各元素的原子，好像各有結合手，結合手的數目和原子價相等；在元素符號的傍邊加短線來表示結

合手，這種短線稱為價標或鍵 (bond)。用這種鍵把化合物 1 分子中所有各原子相聯絡起來，可以表示 1 分子內原子的結合形勢。這稱為結構式 (structural formula)。下面所列的就是結構式的例：

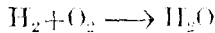
物質名稱	結構式	物質名稱	結構式
氧氣	O=O	鹽酸	H—Cl
臭氧		碳酸氣	O=C=O
水	H—O—H		

6. 化學方程式 用分子式表示化學變化時各物質的關係，這叫做化學方程式 (chemical equation)。例如氧和氫合成水時，可用下面的化學方程式來表示：

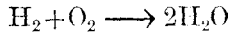


化學方程式的作法 現在把氫在氧中燃燒生水蒸氣來做例。用加號 (+) 表示氫和氧互相作用 ($\text{H}_2 + \text{O}_2$)，用等號 (=) 表示這兩元素反應發生水蒸氣 ($\text{H}_2 + \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$)。但是化學方程式表示的意義很多，用等號容易誤會，所以本書用箭號 (\longrightarrow) 表示反應前後各物質的關係。

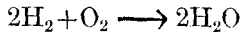
然而根據質量不減定律來說，箭號左右兩邊原子量的和應該相等。現在我們看下面的式：



左邊的 O 是 2，右邊只有 1；所以右邊也非把 O 變成 2 不可，就得下式：

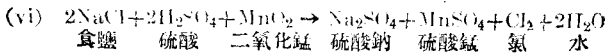
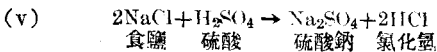
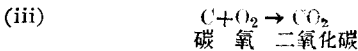
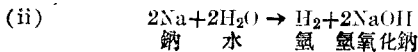
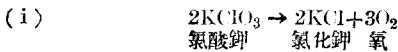


這樣一來，左右兩邊的 H 又不相等了，所以要使兩邊的和相等，必定要作成下式：

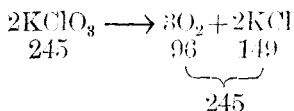


這式的意義，氫 2 分子和氧 1 分子化合得水蒸氣 2 分子。因為氣體每 1 分子的容積都是互相等的，所以上面的式是表示 2 容積的氫和 1 容積的氧化合成 2 容積的水蒸氣。反過來說，由實驗得了這種結果，就可以作成上面的化學方程式。

依照上例，把前面已經學過的化學變化用方程式表示出來，如下面的各式：



7. 化學方程式的應用 從化學方程式，容易知道反應前後各物質所有量的關係。例如氯酸鉀被熱，可得氧素，這種變化的重量關係，就如下式：



所以要想製得 10 克氧，究竟須用若干克氯酸鉀？可用下面的比例式計算出來：

$$96 : 10 = 245 : x$$

$$x = 25.52 \text{ 克}$$

又 3O_2 是表示 3 克分子的氧，就是在標準狀態時佔有 $22.4 \times 3 = 67.2$ 立的容積，所以要想得 10 立的氧，也可用下列比例式來計算需要氯酸鉀的克數：

$$67.2 \text{ 立} : 10 \text{ 立} = 245 \text{ 克} : x \text{ 克}$$

$$x = 36.45 \text{ 克}$$

問 題

1. 鋅 13.08 克完全溶解到硫酸裏去(變成硫酸鋅)，要若干克硫酸？
2. 碳素 9 克完全燃燒了，可生若干克二氧化碳？這二氧化碳氣的體積若在標準狀態時有若干立？但方程式為 $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$
3. 使鋅和稀硫酸相作用，要製成標準狀態時有 10 立的氫。問需用鋅若干克？

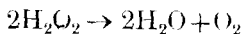
第十四章 臭氧 過氧化氫

1. 臭氧 O_3 在天空落雷的附近，或在發電機開動的時候，常聞着一種臭氣。這是空氣中的氧一部分受放電的作用，發生臭氧 (ozone) 氣體的緣故。臭氧的分子式是 O_3 ，是氧素 3 原子所成的單質。牠的性質比氧更活潑，氧化力很強。所以有漂白和殺菌等性質。

2. 過氧化氫 H_2O_2 過氧化鋇加稀硫酸，發生白色沈澱，把這沈澱濾去，就得過氧化氫 (hydrogen peroxide) 的水溶液：



過氧化氫的性質不穩定，容易分解成水和氧：



所以是強氧化劑，又有漂白和殺菌的性質。凡是他種漂白劑容易傷害的物質 (如象牙，羽毛等)，都可用過氧化氫作漂白劑來漂白，又使皮膚變白和洗淨牙齒的化粧品，也常用過氧化氫來製造。至於外科醫師用牠來洗傷口或作含漱劑等，就是利用牠的殺菌作用。普通藥房中所賣的雙氧水，就是含有 3% 過氧化氫的水溶液。

問 題

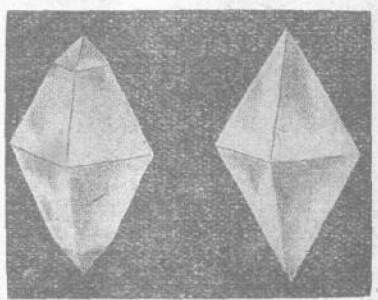
1. 臭氧和氧的區別如何？
2. 由分子式求臭氧對於氧的比重。
3. 試用過氧化氫和水說明倍比定律。

第十五章 硫和硫的化合物

1. 硫 S_x 火山地方多有遊離狀態 (free state) 的硫 (sulfur) 產出; 但硫普通是和金屬結成硫化物或硫酸鹽, 存在礦物界中, 動植物所含的蛋白質, 亦略含有硫。我國湖南江西河南山東都出產硫化金屬的礦物。

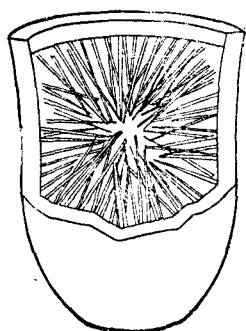
〔硫的精製〕 天然產的硫概不純淨, 所以要用下面的方法來精製。把硫放在鐵蒸餾器 (retort) 中蒸餾, 發出來的汽 (vapor) 引到磚室內, 使牠變冷, 就得細硫粉, 稱為**硫黃華** (flowers of sulfur)。但是四壁的磚漸漸受了熱, 蒸出來的硫不能再冷, 就成為液體, 集在室內底部, 可以流出來, 放進模型內作成棒狀硫, 就是普通的商品。

硫的性質和用途 純淨的硫有三種同素異形物。天然產的是成斜方晶體。稱為**斜方硫** (rhombic sulfur) (如第三十六圖 A)。



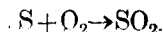
第三十六圖 A 斜方硫

把硫在坩堝中熔解之後, 放冷, 結成針狀晶體, 稱為**針狀硫** (prismatic sulfur) 或**單斜硫** (monoclinic sulfur) (第三十六圖 B)。把熔解了的硫急速



第三十六圖 B 坩堝中生的
針狀硫

藍色焰，生出二氧化硫氣（俗呼
亞硫酸氣）來：



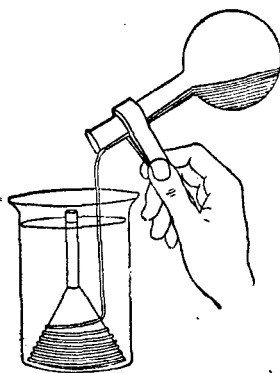
硫在低溫的時候，化合力
雖比較弱，但在高溫時，容易和
其他元素化合，尤其是氫和金
屬更容易。

硫的最大用途在硫酸工業
和橡皮工業，但是硫酸不直接

用硫來製造，橡皮就非直接用硫不可；普通的橡皮，是從橡樹
採取橡樹汁來混加硫黃做成的，看橡皮的用途如何，可以加減
混入硫黃的量。

注入冷水中，可得褐色的硫，有彈
性，稱為彈性硫（plastic sulfur）
（第三十六圖 C）。但是針狀硫放
了若干時候，又漸漸變成斜方硫。
硫的俗名叫做硫黃，牠的性
質和氧相似，所以是同在一族的
元素。

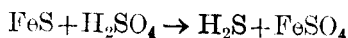
在空氣中或氧氣中燃燒，發



第三十六圖 C 彈性硫

此外如像黑火藥、火柴等要用硫作原料；又殺滅寄生病菌或害蟲等時，常用硫黃華。

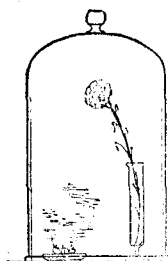
2. 硫化氫 H_2S 硫黃泉和腐敗蛋等所發出的臭氣，就是硫化氫(hydrogen sulfide)。製造硫化氫的方法，使硫化鐵和硫酸作用就得了：



硫化氫是有毒的氣體，容易溶解到水裏，作成硫化氫水。硫化氫能和金屬鹽類化合成硫化金屬的沈澱，各種硫化金屬的色和溶度各不相同，所以在分析化學方面是很重要的一種物質。

3. 二硫化碳 CS_2 把硫汽通過紅熱的木炭上，就可以製得二硫化碳(carbon disulfide)。這是容易揮發的液體，揮發出的汽有毒。利用這種性質可以殺滅倉庫內的細菌，所以穀倉和釀造的倉庫等常用牠去燻蒸殺菌。但是極容易引火，用的時候，要特別小心。

4. 二氧化硫 SO_2 把硫黃燃燒起來，就發生二氧化硫(sulfur dioxide)是一種有惡臭的氣體，容易溶解到水裏，成爲亞硫酸的水溶液，所以俗呼爲亞硫酸氣。亞硫酸被氧化，變成硫酸的性質很強；能够分解水，成爲硫酸，放出氫素。這時候的氫也是初生態，性質很活潑，所以還原力很強，容易漂白物件。



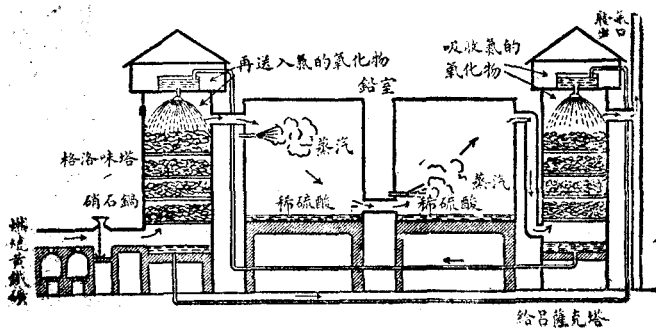
第三十七圖 在玻璃鐘
內燃燒硫黃可以把生
花的色漂白。

利用這種性質，所以毛布、絹絲、麥桿等，常燃燒硫來漂白；又有殺菌力，所以酒庫或果庫等的殺菌要用牠。

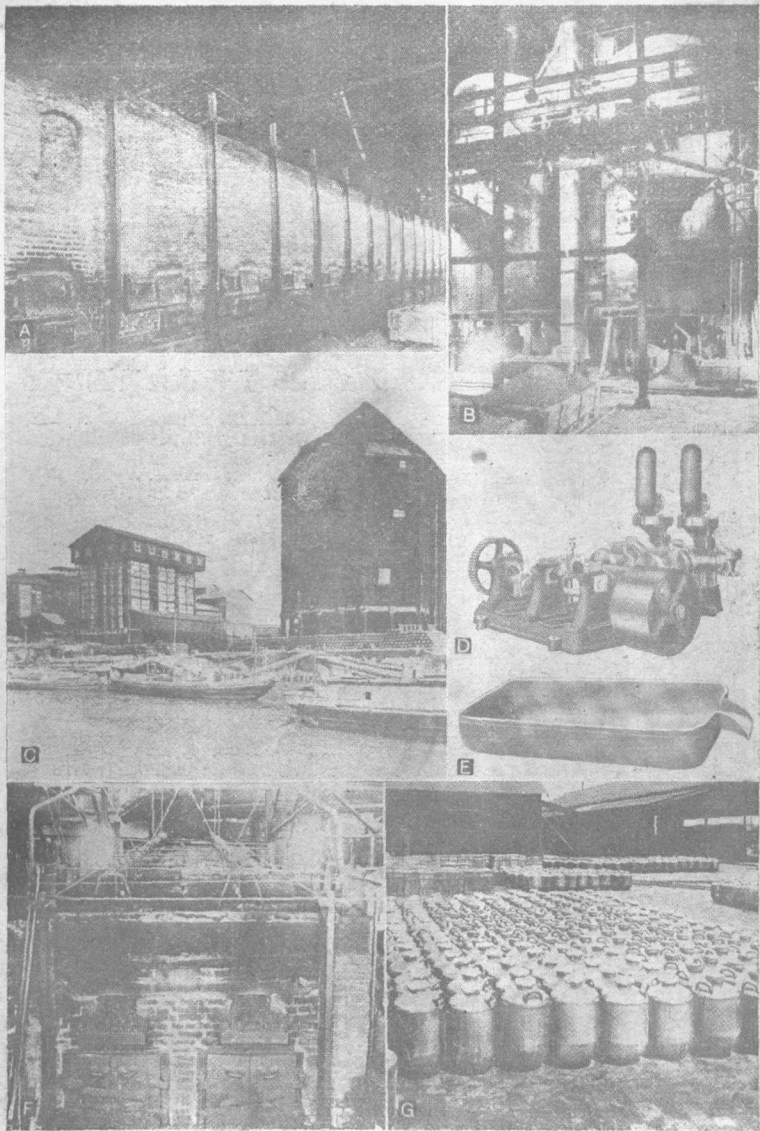
普通氧化物和水作用變成酸的時候，這氧化物特別稱為**酸酐** (acid anhydride)。或簡稱**酐**(anhydride)。所以**二氧化硫**可稱為**亞硫酐** (sulfurous anhydride)。又如前面說過的**二氧化碳**，也可稱為**碳酐**，因為牠溶解到水裏可成為**碳酸**。

5. **硫酸** H_2SO_4 **二氧化硫** SO_2 再氧化，成為**三氧化硫** SO_3 ，更吸收水變成**硫酸** (sulfuric acid)，所以**三氧化硫**又叫做**硫酐**(sulfuric anhydride)。

硫酸的工業製法，分為**鉛室法** (chamber process) 和接



第三十八圖 鉛室製硫酸法

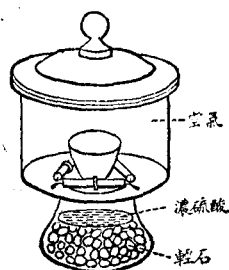


用鉛室法製硫酸的景況

A. 塊磺爐； B. 粉磺爐； C. 塔和鉛室； D. 唧筒；
E. 煮濃硫酸鍋； F. 煮濃硫酸爐； G. 硫酸壘。

觸法 (contact process) 二種。都是先燃燒硫化物，發出二氧化硫，其次用種種方法或接觸劑，使 SO_2 變成 SO_3 ，再和水作用，就得硫酸。

硫酸是無揮發性的重液體，吸收水的力很強，能夠奪取有



第三十九圖 硫酸乾燥器
底部裝濃硫酸。架上放要弄
乾的物體。上面加密蓋。

機物質中的水，使有機物分解。所以皮膚遇著硫酸，好像被火燒傷的樣子，衣服和紙類遇着硫酸，也會漸漸變焦。利用這種性質，可以作為固體的乾燥劑 (dryer)。

稀硫酸和多數金屬作用，放出

氫。在低溫時，遇銅、鉛、汞等均不起作用；要用濃硫酸，並且加強熱，纔

和銅、鉛、汞等化合。但是鉑和金雖遇熱濃硫酸，也不起作用。

濃硫酸和水相混的時候，發生大熱，很有危險，要特別留心。

硫酸在化學工業上極其重要，幾乎一切工業都要用牠。所以看硫酸的消費量，可以知道一國化學工業的盛衰。

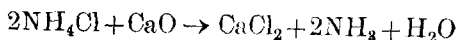
問 題

1. 把硫作例，說明元素，單質，同素異形物。
2. 二氧化硫和硫化氫相遇，硫完全遊離出來，試寫化學方程式來表示。
3. 二氧化硫的漂白作用，和氯的漂白作用同不同？試比較看看。

第十六章 氮的化合物

1. 氨

〔製法〕 把氯化銨和生石灰混合起來，放在瓶中加熱，就發生氨(ammonia)氣；因為氨比空氣稍輕，可以用上方換氣法收集牠。這時的化學方程式如下：

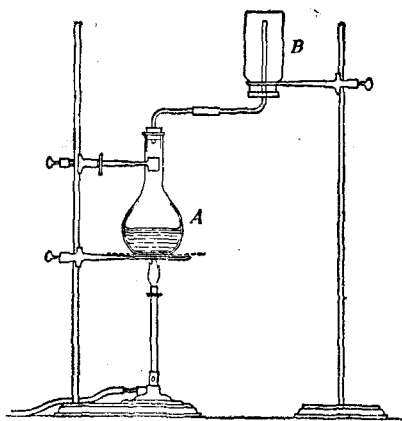


〔性質〕 氨有惡臭，是無色的氣體。糞尿所發生的臭氣，多半是氨，因為糞尿中的物質腐敗了，其中的蛋白質或尿素等分解，生出氨來。

氨受強壓力，容易變成液體，去了壓力，又急速還原變成氣體。這時吸收周圍的熱，周圍

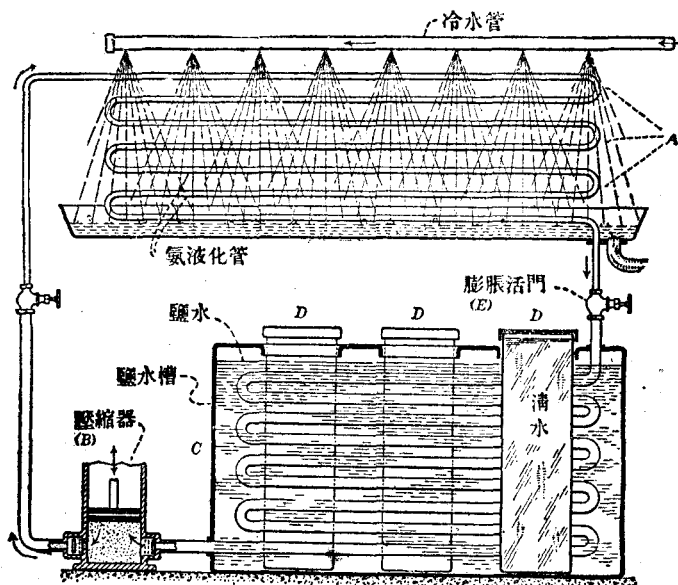
的物體變冷；所以利用這種性質，可以製人造冰。

氨容易溶解到水裏，就得氨水(aqua ammonia)。氨水可使紅石蕊試紙變藍；這稱為鹼性反應(alkali reaction)。



第四十圖 氨的製法

A 瓶中裝氯化銨和生石灰，B 是收集氨的瓶。



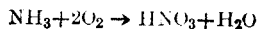
第四十一圖 人造冰的大概情形

氨的用途很多，在醫藥和化學實驗方面是常用的。

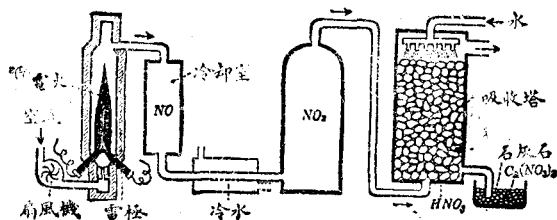
氨的合成 用氨可以製造種種含氮肥料，或使牠氧化變成硝酸，作為火藥的原料，所以是非常重要的。氨中所含的氮，空氣中有無限量的存在，所以各國人早已研究從空氣中取氮的方法。

最初發明空中氮固定法 (fixation of nitrogen) 的人，是德國的哈柏 (Haber)。他把空氣中的氮和另外製出的氫混合起來 (成為 1:3 的比例)，用 200 氣壓的壓力和 600°C . 的溫度，使牠們通過純鐵粉上，就合成了氨。這稱為哈柏法 (Haber process)。後來又經過克勞德 (Claus) 氏等許多的改良，這法大大的成功，現在大工業方面都實用起來了。

從上面的方法合成了氨，使牠混合空氣，通過熱管中的白金海綿上，氨就氧化變成硝酸：



凡是化學反應的時候，用一種物質來幫助反應，但是這物質不起變化，像這樣的物質，稱為接觸劑或催化劑(catalyst)。如上面所說的白金海綿和前面製造氧時所用的二氧化錳，就是接觸劑。

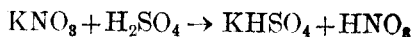


第四十二圖 氮氧化成硝酸法

這圖所示的方法是利用硝酸來製造硝酸鈣，可作肥料。

2. 硝酸 HNO_3

〔製法〕 把硝石(salt peter)(就是硝酸鉀 KNO_3)和濃硫酸放在蒸餾器中蒸餾，就得硝酸(nitric acid)：



南美洲的智利國出產硝酸鈉(NaNO_3)很豐富，價值很廉，稱為智利硝石(Chile salt peter)。工業方面製造硝酸時就是用智利硝石作原料。此外利用空氣中的氮來製造硝酸，是工業方面新興的方法，上節已經說過了。

〔性質〕 純淨的硝酸是無色的，但是普通都多少含有雜質，所以常帶黃色。腐蝕性很大，皮膚遇着濃硝酸，好像被火燒傷的一樣；若是稀硝酸，衣服遇着會變焦，皮膚遇着會變黃。

硝酸是一種強氧化劑。

硝酸溶解金屬的力很強，大多數的金屬都可以溶解，僅有金和白金不溶解。

把濃硝酸1分和濃鹽酸3分混合起來，可以溶解金。所以這種混合液稱為**王水**(aqua regia)。

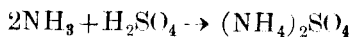
硝酸、鹽酸、和硫酸都是強酸，在化學工業方面，是很重要的物質。尤其是爆發物工業、賽璐珞工業、染料工業等，是決不可缺少的。

3. 黑火藥 把硝石、木炭、硫黃三種物質研成細粉，混合起來，就是**黑火藥**(black powder)。遇着熱的時候，發生大量的熱和大容積的氣體，所以就成爆發的現象，可用下面的化學方程式來表示：



4. 氮素肥料 氮素是植物的一種重要養分，前面已經說過了；所以含氮的物質，可用作肥料；但是氮素肥料又可分為兩大類。就是**氨類氮素肥料**和**硝酸類氮素肥料**。

氨類氮素肥料的代表是**硫酸銨**(ammonium sulfate)，是氨和硫酸的化合物：



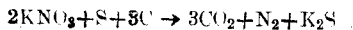
硫酸銨的製法，是用硫酸吸收乾餾煤所得的氨，或固定氮素所

製成的氮就得了。

硝酸類氮素肥料，如像天然產的智利硝石(NaNO_3)或普通硝石(KNO_3)就是的；但是天然的產量有限，所以由合成氮來造硝酸鈣 $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$ 的方法，現在極其盛行。(如第四十二圖就是製造硝酸鈣肥料的大概)。

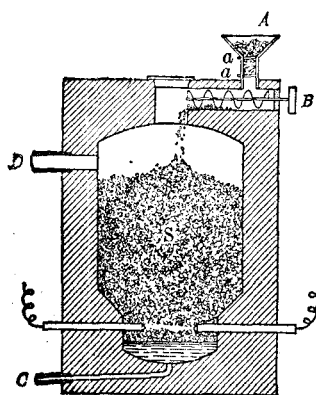
問 題

1. 什麼地方存在的氮最多，天然界如何利用？人工如何利用？
2. 硝酸的製法有幾種？各種的利弊如何？
3. 試舉出下式中各物的名稱，並就此式說明黑火藥的爆發原因：



第十七章 磷 磷酸 磷的化合物

1. 磷 P_4 磷(phosphorus)是一種元素,在空氣中直接



第四十三圖 製造黃磷的概況

A: 裝原料的漏斗; B: 螺旋裝料器;
C: 熔淨出口; D: 硫汽出口,引入水中;
S: 磷礦、焦煤和砂的混合料; 下部二棒表示電極。

起氧化作用,所以自然界沒有遊離的磷存在。動植物體中也含有磷,牠的量雖然微少,但是很有大關係。因為磷存在的部分是動物的骨或腦,植物的果實等,都是極重要的。

磷有二種同素異形物,叫做黃磷(white phosphorus or yellow phosphorus)和紅磷(red phosphorus)。這兩種磷

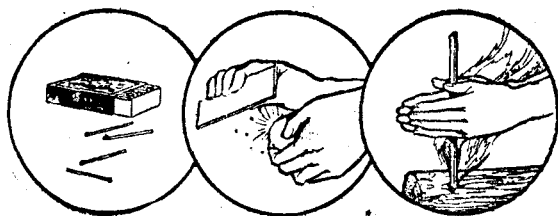
除燃燒時都能變成五氧化二磷

P_2O_5 之外,其餘物理性質和化學性質各不相同,現在把牠們比較如下表所示:

黃磷和紅磷的性狀比較表

名稱	性狀	外觀	氧化和發火	毒性
黃	磷	黃白色的蠟狀塊 在暗處能發光	在空氣中自然氧化 發火溫度 $60^{\circ}C$.	有
紅	磷	黑紅色的粉 在暗處不發光	在空氣中幾不變化 發火溫度 $230^{\circ}C$.	無

2. **火柴** 講到磷的用途，第一想得到的，是日常生活所必須用的**火柴**(match)。火柴的製法，是用白楊木作成火柴幹，浸過石蠟(paraffin)，使牠容易燃燒，再把氯酸鉀、硫黃、二氧化錳、膠，或阿拉伯樹膠等混合起來，作為引火藥，粘到火柴幹的一頭，就成了火柴。另在裝火柴的箱外面塗紅磷合玻璃粉，作為發火藥。把火柴頭的引火藥合箱面的發火藥相摩擦，就發出火來，木幹也隨着燃燒起來了。



第四十四圖 種種發火的方法

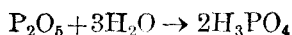
左：火柴； 中：火石； 右：鑽木取火。

舊時的火柴，是把黃磷和氧化劑混合做成的，無論在什麼物體上摩擦，都可以發火，雖是便利，但是黃磷既有毒，又容易引起火災，所以世界各國都禁止用黃磷火柴。

上面所述的紅磷火柴沒有黃磷火柴的弊病，所以稱為**安全火柴**(safety match)。

3. **磷酸** H_3PO_4 磷燃燒時，發生白色粉狀的五氧化二

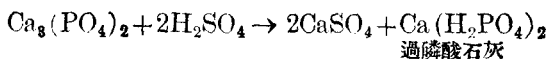
磷 P_2O_5 ，或稱磷酐。磷酐和水作用，生出磷酸(phosphoric acid)來：



五氧化二磷的吸濕性很強，所以用作乾燥劑。

4. 磷酸的鈣鹽 磷酸鹽類中最重要的是磷酸鈣鹽(calcium phosphates)。這等鹽類常存在磷灰石或鳥糞土(guano)等磷礦中，動物的骨中也有這等鹽類存在。植物生長時，必需要磷，所以要把磷酸鹽加到土壤中去補充。

但是磷酸的鈣鹽普通有三種：就是磷酸一氫鈣 $CaHPO_4$ ，二磷酸氫鈣 $Ca(H_2PO_4)_2$ ，磷酸鈣 $Ca_3(PO_4)_2$ ；二磷酸氫鈣可溶到水裏去，植物最容易吸收，所以必定要使磷礦和硫酸作用，變成二磷酸氫鈣之後，纔可用作肥料；磷礦和硫酸作用時所得的是二磷酸氫鈣和硫酸鈣的混合物，俗呼過磷酸石灰(superphosphate of lime)：

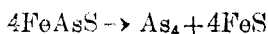


問 題

1. 火柴有幾種，各種的利害如何。
2. 過磷酸石灰是什麼物質？何故可用作肥料？

● 第十八章 砷 銻 附氮族元素

1. 砷 As_4 自然界常有砷 (arsenic) 和硫, 鐵等元素的化合物存在。把硫砷鐵礦在隔絕空氣的器中加熱, 砷就昇華出來:



砷是灰白色的脆性固體, 有金屬光澤。金屬中混加金屬時, 可以增加硬度。例如打獵用的散子彈, 就是在鉛中加少量砷作成的。

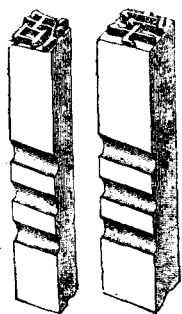
凡砷的化合物都是非常有毒的。

2. 亞砷酸酐 As_2O_3 普通砷的氧化物是亞砷酸酐或簡稱亞砷酐 (arsenious anhydride), 俗呼砒霜 (white arsenic), 牠的化學式是 As_2O_3 , 所以又稱三氧化二砷 (arsenious oxide or arsenic trioxide)。把砷放在空氣中燃燒, 發生白煙, 冷了, 成爲白色粉, 就是亞砷酐。

亞砷酐 (砒霜) 是極毒的物質, 自古有名, 人只要喫了 0.05 克, 就可以死。

除醫藥方面用砷之外, 又用作殺鼠藥, 剝製動物標本時用作防腐劑等。

3. 銻 Sb 銻 (antimony) 常和硫化合生成輝銻礦 Sb_2S_3 ,



第四十五圖 印刷用鉛字

產出在天然界。把輝銻礦和鐵共熔解。銻就遊離出來。我國湖南產銻最多，世界有名。銻是極脆的物質，用來製造種種合金(alloy)。印刷用的鉛字，就是銻(2)，鉛(7.5)，錫(0.5)造成的；這種合金的性質，是容易熔解，凝固時不收縮，硬度又可以增加，恰合印刷術方面鑄造鉛字的需要條件。

4. 氮族元素 氮、磷、砷、銻都是三價的元素，化學性也有共通的地方，所以總稱為氮族元素。

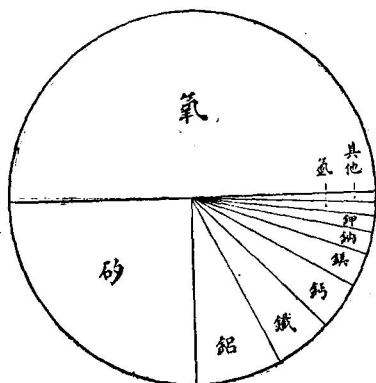
問 題

1. 砷和銻的用途各如何？
2. 說出氮族元素的通性，和各元素的名稱。
3. 硫酸銨和智利硝石都可用作肥料，牠們的肥料價值完全在所含的氮，試就化學式比較牠們的大小。

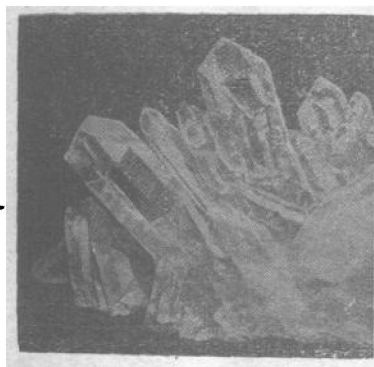
第十九章 矽 硼

1. 矽 Si 地殼中存在的元素，除氧最多之外，其次要算矽 (silicon)。常和氧化合生成二氧化矽，或成爲矽酸鹽，是岩石土壤的主要成分。

2. 二氧化矽 SiO_2
自然界出產的石英 (quartz) 就是二氧化矽 (silicon dioxide or



第四十六圖 地殼中所含各元素的比較圖



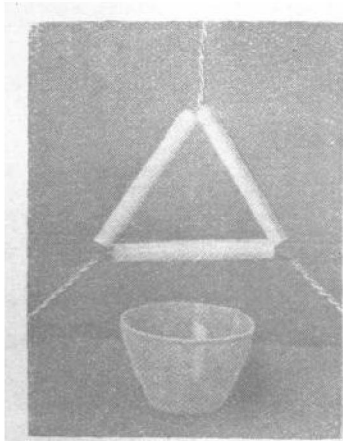
第四十七圖 水晶羣

silica)，或稱矽酐 (silicic anhydride)。最純淨的二氧化矽叫做水晶 (rock crystal)，普通是無色透明的；若稍微含有雜質，就變成紫水晶，煙水晶等。

普通的砂，也是不純淨的二氧化矽；石髓、玻璃、

燧石、矽藻等，是二氧化矽和水結成的。

二氧化矽，除氟化氫以外，一切酸不能溶解。用途極大，如像水晶，瑪瑙，可加工作裝飾品，砂可作玻璃，瓷器的原料。



第四十八圖 石英玻璃的製品，石英管三角和坩堝。

3. 玻璃 玻璃(glass)不是一定的化合物，是矽酸金屬鹽的混合物，可從製品或成分來分類。

從製品分類時，大約有三種：(i)玻璃器類，如玻璃瓶，玻璃杯，玻璃食器類，電用器具，和理化學用玻璃器具等。

(ii)玻璃板類，如窗玻璃，玻璃磚等。(iii)光學玻璃，如顯微鏡，望遠鏡，照相機鏡頭等的透鏡，稜鏡等。

從成分來分類時，除二氧化矽之外，還含有各種矽酸鹽，大約分類如次：

(i)鈣玻璃 這是矽酸鈉或矽酸鉀和矽酸鈣的混合物。是最普通的玻璃，稱為冕牌玻璃(crown glass)或波希米亞玻璃(Bohemian glass)；瓶、杯、窗、和一般玻璃製品之外，光學玻璃也屬於此類。

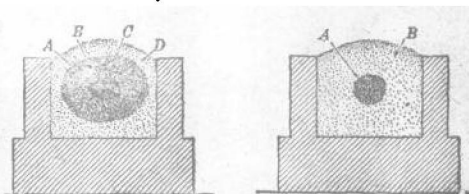
(ii)鉛玻璃 這種玻璃不含矽酸鈣，改用矽酸鉛。普通稱

爲晶玻璃 (crystal glass)；高級器具、理化學用品、裝飾品、光學用玻璃等，都是用這種玻璃造成的。

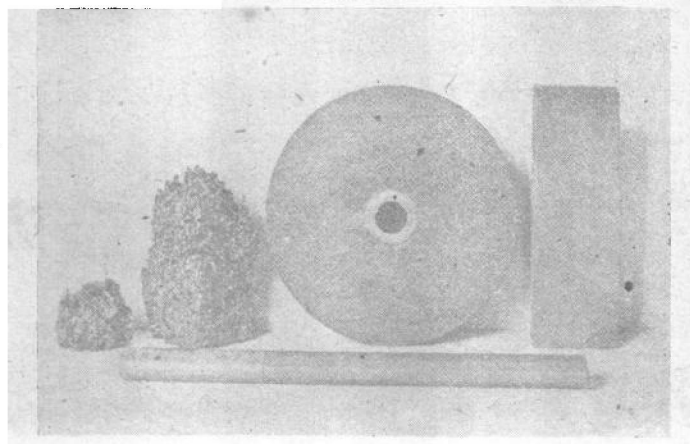
(iii)特種玻璃 如水玻璃 (water glass)、石英玻璃 (quartz)；和其他一般理化學用的特種光學玻璃，皆屬於此類。

4. 碳化矽 SiC 把矽和焦煤的混合物放在電爐中加熱，就可以造成碳化矽 (carbon silicide or carborundum)。

純淨的碳化矽雖是無色透明，但多是含有雜質的，所以呈顯紫黑色。硬度很大，



第四十九圖 用電爐製碳化矽的概況
右是未燒前的截面；左是已燒後的截面。

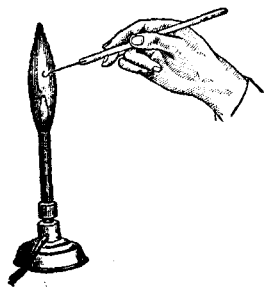


第五十圖 碳化矽
左邊是碳化矽的晶體；右邊和下邊是用碳化矽做成的磨石等。

在金剛石之次。所以用來做研磨布或磨石等。

5. 硼酸和硼砂 硼(boron)的化合物中,比較重要的是

硼酸(boric acid)和硼砂(borax)。



第五十一圖 硼砂球試驗

硼酸 H_3BO_3 硼酸是板狀結晶,水可以稍為溶解。是家庭中常備的一種藥;牠的淡水溶液,可用來洗眼,含漱,和輕微的消毒等。

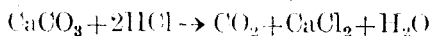
硼砂是硼酸和鈉的化合物,加熱失去結晶水,就得透明的玻璃狀物質。這種物質能夠溶解金屬的氧化物,顯出特別的色,所以利用這性質來鑑定金屬,稱為硼砂球試驗(borax-bead test)。

問 題

1. 試舉二種實物說明砂的存在。
2. 玻璃可分幾種?各種的主要成分是什麼?
3. 硼酸和硼砂的區別如何?

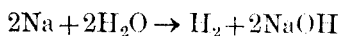
第二十章 酸 鹼 鹽

1. 酸 硫酸和食鹽作用，或鹽酸和大理石作用，可以用下列的方程式來表示：



看這等方程式，可知硫酸或鹽酸的氫，都能夠被金屬元素取代，所以凡化合物呈顯酸性反應，又含有可被金屬取代的氫原子時，總稱為酸(acid)。含有這種性質的氫原子一個時，稱為一鹼度酸(monobasic acid)；含有二個時，稱為二鹼度酸(dibasic acid)。如 HCl, HNO₃ 是一鹼度酸，H₂SO₄ 是二鹼度酸。

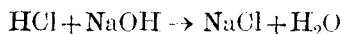
2. 鹼 投鈉到水中時，發生氫，同時生成苛性鈉(caustic soda)。



這苛性鈉，是水所含的氫一原子被鈉驅逐後，和剩下的氫氧基(hydroxyl, OH)結合成的，所以叫做氫氧化鈉；像這樣的化合物稱為金屬的氫氧化物(hydroxide of metal)；或總稱為鹼(base)。能夠溶解到水裏去的，稱為強鹼(alkali)；常有鹼性反應。鹼中含有一個氫氧基(OH)時，稱為一鹼度鹼(monacid base)，含有二個時，稱為二鹼度鹼(diacid base)。例如 NaOH,

NH_4OH 等是一酸度鹼， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 是二酸度鹼， $\text{Al}(\text{OH})_3$ 是三酸度鹼等等。

3. 中和 酸(例如鹽酸)和鹼(例如苛性鈉)混合，若兩方的分量很適當，混合後，不呈酸性，也不呈鹼性，就是成了所謂中性(neutral)：



這作用稱為中和作用(neutralization)，中和了的液體稱為中性液。

中和作用有一定的關係。就是要使一鹼度酸 1 克分子中和時，必定要 1 克分子的一酸度鹼；這時互相成為當量。用克作單位來表示當量時，稱為克當量(gram equivalent)。

4. 鹽 上面所說的中和溶液中剩下的是食鹽。凡像這樣酸中的氫和金屬交換而成的化合物，總稱為鹽(salt)，上面所說的食鹽呈顯中性，稱中和性鹽(neutral salt)。

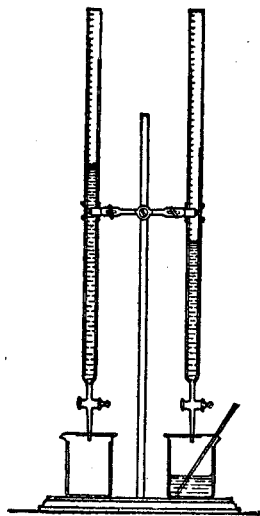
酸中的 H 和鹼中的 OH 完全中和了所得的鹽，稱為正鹽(normal salt)；二鹼度酸以上或二酸度鹼以上的 H 或 OH 不完全中和，還剩下一部分的時候，例如 NaHSO_4 或 $\text{Pb}(\text{OH})\text{NO}_3$ 等，各稱為酸式鹽(acid salt)或鹼式鹽(basic salt)。

5. 酸和鹼的定量(容量分析) 酸或鹼溶液的濃度，用溶液 1 立中所含的克當量來表示時，這稱為規定液(normal solution)。

例如苛性鈉溶液 1 立中含有 1 克當量的氫氧化鈉，就是有 $\text{NaOH} = 40.01$ 克存在時，稱為 1 規定(用 1 N 表示)液；假若 1 立中含有 $\frac{1}{2}$ 克當量，就是 20.005 克的氫氧化鈉時，稱為 $\frac{1}{2}$ 規定液 ($\frac{1}{2}$ N)。1 規定液又稱為 1 摩爾溶液。

溶液中所含之酸量或鹼量不明白時，想測定牠們的量，就要用規定液。這種測定法，稱為容量分析 (volumetric analysis)。

例如有苛性鈉溶液，不知道含有多少苛性鈉，就用量管 (pipett) 取這溶液若干立方厘米 (c.c.)，放在燒杯 (beaker) 中，加石蕊 (litmus) 液數滴作為指示藥 (indicator)；另外作成酸 (例如鹽酸) 的規定液，裝在滴定管 (burette) 中，緩緩滴加到燒杯的苛性鈉液內去中和牠。恰好中和的程度，就是指示藥變色的時候，看這時滴加了若干 c.c. 的規定酸液，就可以算出苛性鈉的量來。



第五十二圖 中和實驗

問 題

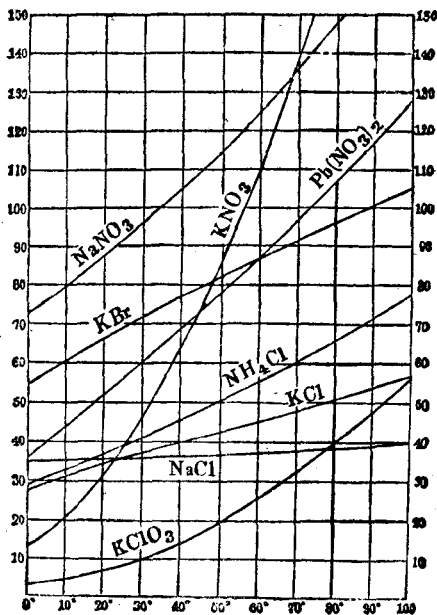
- 1 驗的定義和驗的特殊化學反應如何？

2. 鹼的定義和鹼的特殊化學反應如何？
3. 下列各物的化學名稱如何？並說明屬於何種鹽：
 NaHSO_4 ; Na_2SO_4 ; $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$; $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$;
 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ (這是銅綠的主成分)。
4. 寫出下列各物的反應方程式，並指出各反應生成的共通物質；
消石灰和碳酸；消石灰和硫酸；苛性鉀和硝酸。

第二十一章 溶液

1. 溶液 溶劑 溶質 液體把其他物質溶解了時，所得的液體叫做溶液(solution)。最初的液體叫做溶劑(solvent)；被溶解的物質叫做溶質(solute)。例如食鹽溶解到水裏，食鹽就是溶質，水是溶劑，食鹽水就是溶液。

2. 溶度 溶劑中所溶解溶質的量，隨各溫度的高低，常有變化，溫度一定時，可溶解的溶質量有一定限度。例如在一定量的水中溶解食鹽，最初緩緩加食鹽進去，隨着攪拌，雖可以見牠溶解，濃度漸漸增加，但到了某程度時，雖再加食鹽，只見沈積在水底，不能再溶解。達到這種限度的溶液，稱為飽和溶液(saturated solu-



第五十三圖 普通鹽類的溶度表

tion); 在一定溫度時, 溶劑 100 克成爲飽和溶液時所溶解溶質的克數, 稱爲這溫度時該溶質的溶度 (solubility)。

固體的溶度雖是跟着溫度的增加而上昇, 但是增加的程
度, 各物質大不同。也有少數物質是溫度上昇時溶度反減少的。

問 題

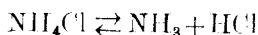
1. 試就下列各物指出何爲溶液? 何爲溶劑? 何爲溶質?

稀鹽酸 氨水 糖水

2. 飽和溶液的定義和製法如何?

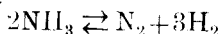
第二十二章 可逆反應 分離 平衡

1. 可逆反應 把氯化銨加熱到高温度的時候，牠就分解成爲氨和氯化氫，但是冷到常溫的時候，又再還原成爲氯化銨。這種反應，可用下式來表示：



就是表示這種反應可以向右進行，也可以反過來向左進行，稱爲可逆反應(reversible reaction)。

氮和氫可合成爲氨，又在氨中通過電火花，可以分解成氫和氮，這也是一種可逆反應：



像這種物質能夠起可逆反應分解的現象，叫做解離或分離(dissociation)。

2. 平衡 可逆反應在某種狀況下，到了一定的程度，就停止進行，好像不向那一邊變化的樣子。這種現象稱爲平衡(equilibrium)。

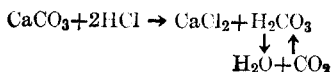
例如在密閉器中混合氮和氫，通入電火花，使牠們合成氨時，到了生成的氨有7%，剩下的氫氮混合氣有93%的時候，就不能再起反應，保持平衡的狀態。這時假若更添加氫，那麼氨的量也增加到一定的程度，又停止反應，保持平衡。

所以可逆反應是達到平衡後，不向那一方進行的現象。所以要想製造那一方面的物質，就利用可逆反應的關係，破壞了一方面的平衡條件，就可達目的。例如合成氨的時候，使生成的氨進入水中被吸收了，常時不能達到平衡的程度，就可以使合成單向一方進行；這是常利用的方法。

問 題

1. 哈柏氏用合成氨法來採取空氣中的氮素，但是僅得到 8% 的氨，不能再多，是何緣故？

2. 用大理石和鹽酸來製造二氧化碳時，何以化學反應單向一方進行？試就下式說明原因：



第二十三章 電解 電離

1. 電解 食鹽的水溶液中通入電流時，電流容易通過溶液，並且起化學變化，陽電極方面發生氯，陰電極方面發生鈉，就是食鹽被分解成原來的二元素。這種分解法稱為電解 (electrolysis)；被電解的物質稱為電解質 (electrolyte)。但是糖的水溶液，既不能使電流通過，又不起電解。像糖這樣的物質，稱為非電解質 (non-electrolyte)。

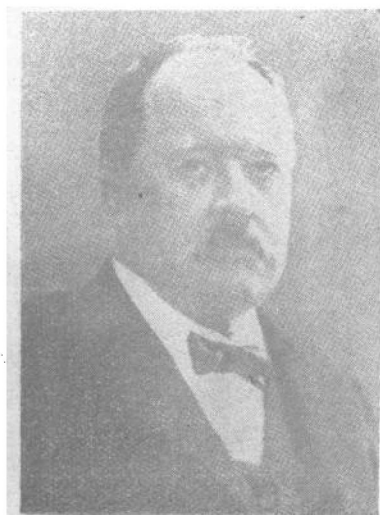
2. 電離 食鹽水溶液能傳導電流，所以想像食鹽在水溶液中分離成為帶電的鈉和氯。這種分離稱為電離 (ionization)；電離了的物質，是帶有電的粒子，稱為游子或離子 (ion)。

由電離作用分離成為游子後，集中在陽極周圍的叫做陽向游子或陰離子 (anion)；集中在陰極周圍的叫做陰向游子或陽離子 (cation)。如像氯游子或氧游子等就是陰游子或陰離子，氫游子或金屬的游子就是陽游子或陽離子。這種假說是阿勒紐斯 (Arrhenius) 氏所提倡的，稱為電離學說 (theory of ionization)。

陽游子的表示法，是在元素符號的右肩加點 (·)，陰游子是在右肩加撇 (') 來表示，也有加正 (+) 負 (-) 號來表示的；

添加這等附屬符號的數目，是隨原子價的多少而定。

例如 H^+ , Ca^{++} , Cl^- , $(SO_4)^{--}$ 等就是的。



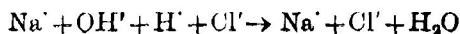
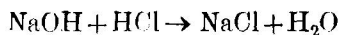
第五十四圖 阿勒紐斯(1859-1927)

3. 利用游子來說明

化學反應 (i) 酸和鹼的強弱 硫酸，鹽酸，硝酸等的水溶液，其所以有共通的酸性反應等性質，就是因為牠們都含有氫游子 $[H^+]$ 的關係；苛性鈉和氨水等有鹼的性質，就是因為牠們含有氫氧基游子 $[OH^-]$ 的關係。又雖同是酸類，但如像硫酸和醋酸

有強弱不同，是因為牠們在溶液中電離出來的游子濃度有大小的緣故。所以酸和鹼的強弱，就是依同濃度同容積的溶液中所含 H^+ 或 OH^- 的多少而定的。

(ii) 中和的現象 鹽酸和苛性鈉的中和現象，可用次式來表示：



就是所謂中和反應，是酸中的 H^+ 和鹼中的 OH^- 化合成不起電離的水。

問 題

1. 食鹽水能够起電解作用，是甚麼理由？
2. 假定下列各物都是游子，試用符號表示出來：

Na ; Ca ; NO_3 ; CO_3 ; PO_4 。

第二篇 金屬元素

第二十四章 金屬的通性

1. 金屬的物理性質

色 光澤 金屬大概是灰白色，但是金和銅是黃色或暗紅色。磨平的金屬面，都能反射，這叫做金屬光澤。

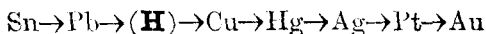
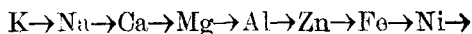
比重 除少數金屬之外，普通概比水重；比重在 4 以下的，稱為輕金屬；在 5 以上的，稱為重金屬。

展性 延性 金屬可以打成薄葉（就是金屬箔），這叫做展性；可以扯成細而長的絲，這叫做延性。

導電性 導熱性 金屬容易傳導熱和電。

2. 金屬的化學性質

電離傾向 各種金屬鹽作成水溶液時，電離的程度不同，輕金屬最容易電離，金屬愈重電離愈難，貴金屬最難起電離作用。主要金屬的電離傾向，又叫做電化元素序 (electro-chemical series) 如面下所列的各種：



這表中的氫是最可以注意的一個元素，在氫以前的金屬比較容易電離，所以把這等金屬投入酸中，都可以把氫驅逐出來；在氫以後的金屬比較難電離，所以遇着酸不溶解，也不發生氫。

鐵比銅容易電離，所以把鐵片插入銅鹽的水溶液中，最初插進去的時候，鐵起電離作用溶解了，把一部分銅趕出來，這銅就吸附到鐵面上去，成了鍍銅的鐵。



第五十五圖 鉛樹

把鋅吊在鉛糖（醋酸鉛）的水溶液中就生成鉛樹來。

金屬的反應力 金屬電離傾向的大小，也就是表示牠們和其他物質化合時反應力的強弱。如像容易電離的鉀或鈉等性質很活潑，難電離化的金和銀等，性質就很鈍。電離傾向大的金屬，在天然界多成爲化合物而存在，電離傾向小的，或成爲遊離狀態，或有非常容易遊離的性質。

3. 合金 就實用方面而言，各種金屬能够互相混合結成合金，或稱爲齊（alloy），是最重要的性質。合金不僅是由二種金屬而成，二種以上的金屬也可任意作成合金。

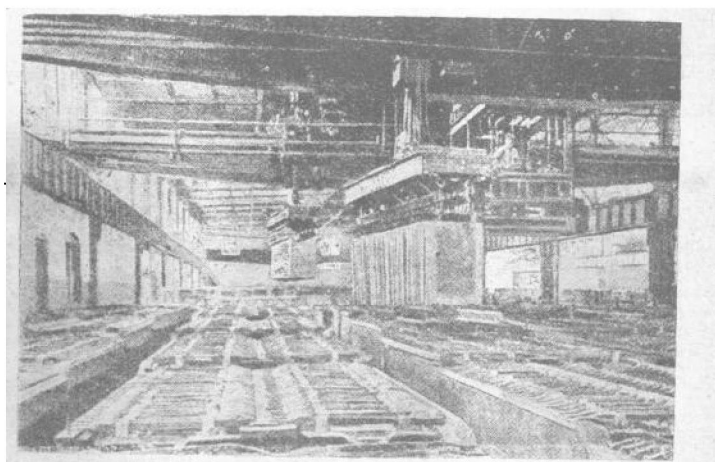
合金的性質，或是在原成分金屬的中間，或是原成分金屬的性質的和，或是變成完全不同的性質，利用的範圍很大。

問 題

1. 在醋酸鉛的水溶液內吊一塊鋅，不久就有鉛漸漸聚集在鋅上，是什麼理由？
2. 製造氫時，可以用銅和硫酸或鹽酸作用嗎？
3. 合金是不是化合物？說明理由。

第二十五章 銅

1. 銅 (Cu) 銅(copper) 在自然界雖有時成爲遊離狀態的銅,但多成爲黃銅礦產出來。我國的產銅區是雲南四川湖北等省。



第五十六圖 銅的電解精製工廠內景
中部所吊的就是取出陰極的純銅。

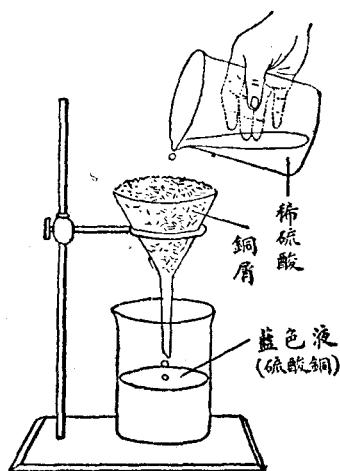
展性和延性很大,所以可作成銅板或銅絲,供日用器具或電線,電器等使用。又能作成多種合金,用途是很大的。

黃銅的成分是銅66—80, 鋅34—20; 鐘銅(青銅)的成分是銅95, 錫4, 鋅1。

2. 銅的化合物 銅綠 把銅放在濕空氣中,漸漸變成鹼性碳酸銅,就是銅綠(copper blue or malachite)。

硫酸銅 硫酸銅(copper sulfate)俗稱膽礬(blue vitriol)。

工業的製法，是把銅屑和硫放在爐中加熱造成的。又把稀硫酸滴加到銅屑中，同時使牠接觸空氣，也可得硫酸銅。



第五十七圖 把稀硫酸加到銅屑中
就可得藍色的硫酸銅溶液。

硫酸銅的用途很多，電池、鍍銅、顏料等要用牠，又可用作殺菌劑，農業園藝方面是很重要的。

硫酸銅普通含有五分子的結晶水($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)，雖是藍色，但若加熱失去了水，就成白色粉。這白色粉一遇着水，即刻又還原成藍色。因

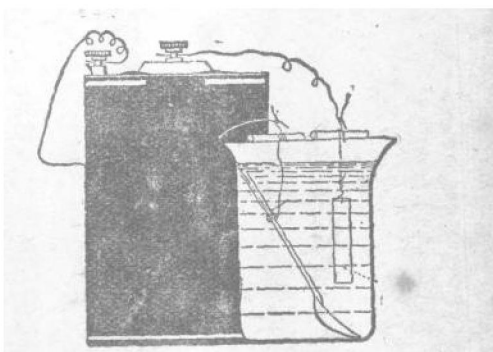
爲牠在水中起電解現象，常發出銅游子特有的綠故。

問 題

1. 銅的用途很大，是利用牠的甚麼性質？
2. 酒精中含有水時用硫酸銅可以檢查出來，是甚麼理由？

第二十六章 銀 金 鉑

1. 銀 銀 (silver) 在天然界常成硫銀礦 (Ag_2S) 而產出。我國的產銀區是熱河察哈爾湖北等省。有美觀的白色金屬光澤，展性、延性很大，放在空氣中難起氧化作用。所以用作貨幣或裝飾品。但是常混和少量的銅，使硬度增加。



第五十六圖 鍍銀法
陰極吊銅匙；陽極吊銀片。

2. 銀的化合物 硝酸銀 把銀溶解到硝酸裏，就得硝酸銀 (silver nitrate, AgNO_3)。

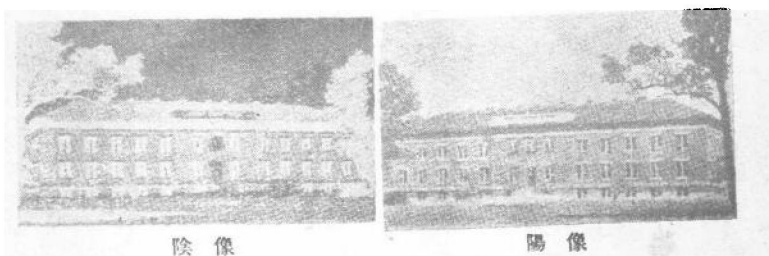
照相和醫藥方面常用牠。

銀的鹵化物 銀鹽的水溶液中加氯化物的溶液，就得白色的氯化銀 (silver chloride) AgCl 沈澱。同樣，也可製得溴化銀 (silver bromide) AgBr 和碘化銀 AgI 等。

這等銀鹽的沈澱遇着日光，就感光分解變成紫色。應用這種性質，可以製造照相的感光片。

水或稀淡的酸不溶解氯化銀或溴化銀等，所以有微少的

銀或鹵素等存在時，可利用這種性質來檢定出來。



第五十九圖 照相片

3. 金 金 (gold) 在自然界常成遊離狀態，混在石英岩中，成爲所謂山金或砂金。我國產金的區域是東三省新疆四川等。

有黃色的金屬光澤，展性和延性，在金屬中最大。在空氣中不起變化。除王水可以溶解之外，一切藥品都不能侵犯牠。

純金的質過軟，所以要加少許銀或銅，纔能合實用。金幣是金和銅的合金。此外用來鍍金，或作金箔，以及各種裝飾品等。

氯化金 把金溶解到王水裏，蒸乾了這溶液，可得黃色針狀晶體，就是氯化金 (auric chloride)。用來作照相片的鍍金。

4. 鉑 鉑 (platinum) 俗稱白金，常和土砂相混而產出。展性和延性大，難熔解，除王水之外，化學藥品不能侵犯。可做成化學實驗用坩堝、蒸發皿、鉑絲等；工業方面用作接觸劑，很

爲重要，又用作裝飾品等。



第六十圖 白金做的器皿

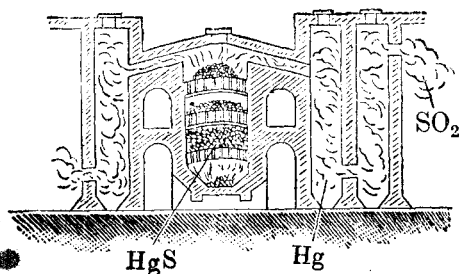
金、銀、鉑等總稱爲貴金屬。

問 題

1. 有銀和銅的合金，用甚麼實驗法可以證明銀和銅的存在？
2. 氯化鈉，氯化鉀，氯化鈣等的水溶液中加硝酸銀的水溶液，都生白色沈澱，是甚麼物質？並用方程式表示牠們的反應。

第二十七章 汞

1. 汞 Hg 汞 (mercury) 俗稱水銀, 普通金屬在常溫



第六十一圖 製造水銀的概況

時惟有汞是液體。

能够溶解多數金

屬, 作成合金特

稱汞齊 (amal-

gam)。天然界成

為辰砂 HgS 而

產出。我國湖南

貴州出產汞。

汞可以用來製造溫度計, 氣壓計等理化儀器, 醫藥方面也

2. 汞的氯化物 一氯化汞或稱氯化亞汞 (mercurous chloride, HgCl), 俗稱甘汞 (calomel)。醫藥方面用作利尿劑或瀉藥。

甘汞遇日光, 慢慢地氧化, 變成二氯化汞 (mercuric chloride, HgCl_2), 俗稱昇汞 (corrosive sublimate)。昇汞的殺菌力很強, 用作消毒劑或防腐劑等。有猛毒, 要特別注意。

3. 銀朱 HgS 把辰砂 (cinnabar, 天然產的硫化汞) 加熱時, 硫化汞

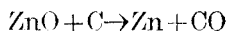
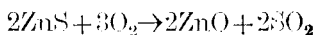
(HgS) 就昇華出來。銀朱 (vermilion) 就是用這物作原料造成的。銀朱是水和油都不溶解的鮮紅色素, 像這樣的色素, 總稱為顏料 (pigment); 和顏料相對, 凡是水可以溶解的色素, 總稱為染料 (dyestuff)。

問 題

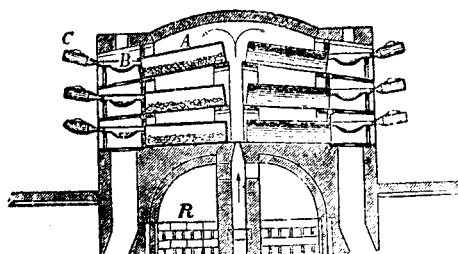
1. 甘汞和昇汞怎樣區別?
2. 金首飾遇水銀會褪色, 銅元遇水銀會變成銀元, 是甚麼緣故?

第二十八章 鋅

1. 鋅 Zn 自然界所產的閃鋅礦(ZnS), 菱鋅礦($ZnCO_3$) 等, 就是含鋅(zinc)的礦物。我國產鋅的區域是湖南雲南浙江 等省。把這等礦物加熱, 變成氧化鋅 ZnO , 更用木炭來還原, 可以得鋅:



鋅在常溫時雖比較脆, 但是熱到 $120^\circ - 150^\circ C.$ 時, 就有展性, 再熱到 $200^\circ - 300^\circ C.$, 又變成脆性。



第六十二圖 煉鋅的爐

A: 蒸餾器長 1.5 米, 裝入氧化鋅和炭粉。200 個以上作成六列放在一爐中; B 爲廢熱利用室, 熱氣上昇經過 R 室, 把氧化鋅燒成白熱狀態。左邊的三列兼表示內容物。

B: 蒸餾的鋅汽冷了時的容器。

C: 在 B 沒有凝固完了的鋅汽又在此處凝固。

鋅在濕空氣中可以生銹, 這銹是鹼性的碳酸鋅, 因爲是極緻密的層, 所以能夠防止內部的變化。用鋅來蓋覆屋頂等, 就是利用這性質。

鋅的熔點比較低, 用來鑄造物件

時，可以把模型的精細部分表示出來，所以用作建築的裝飾品，或作印刷的鋅版等。

把鐵板浸到已熔解的鋅液中，就作成鍍鋅鐵板，俗稱洋鐵皮或白鐵 (galvanized iron)。這種鐵板的表面有鋅包住，可以防止氧化或生銹。

2. 氧化鋅 ZnO 把鋅在空氣中加熱時，可得白色粉，這是氧化鋅 (zinc oxide)，俗稱鋅白或鋅華 (zinc white)。鋅白遇硫化氫時不變色，又無毒，和鉛的化合物不同。所以用作白色顏料，和亞麻仁油相混，就成白油漆 (paint)；又作化粧用的白粉。橡皮製品用鋅華作填充劑，纖維工業的糊用來作防腐劑。

3. 硫酸鋅 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 硫酸鋅 (zinc sulfate) 俗稱皓礬 (white vitriol)，是無色的晶體，用作點眼藥等，其他工業也是重要的。

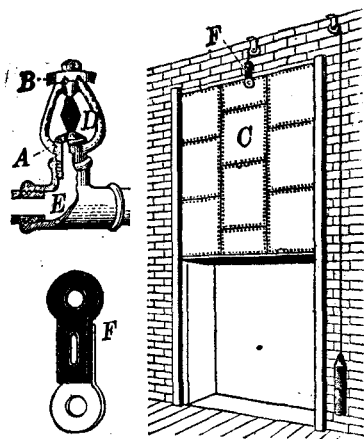
問 題

1. 白鐵是甚麼物質？為甚麼不易生銹？
2. 氧化鋅和硫酸鋅的製法怎樣？各用方程式表示出來。

第二十九章 錫 鉛

1. 錫 Sn 把天然產的錫石 SnO_2 和木炭加熱，就可以還原得錫(tin)。我國產錫的區域是雲南廣西廣東湖南等省。

錫在常溫不和空氣作用，對於稀酸和鹼的抵抗力也強。在銅之次，能成多種合金。錫製的器具多少含有鉛，鉛的量若在5% 以上，就有害衛生，不宜用作裝食物的器具或玩具。



第六十三圖 易融金的應用

左上圖：D是易融金，遇熱熔解，E管中的水就由A口流上，和B衝突，向四方噴出。

左下圖：F是易融金做的掛門套，有火災等時，F熔斷了，C門就落下來把門關住。易融金(fuse)是錫、鎊、鎘的合金。

2. 鉛 Pb 由天然產的方鉛礦可以製得鉛(lead)。我國產鉛的區域是湖南雲南等省。各種藥品都難侵犯牠。所以製造硫酸時所用的鉛室，化學實驗室所用的水溝水槽等，都用鉛來製造。又槍彈、鉛字、鐳藥等，是用鉛的

合金做的，用途很大。

3. 鉛的化合物 氧化鉛 PbO 氧化鉛 (lead oxide) 又名一氧化鉛 (lead

monoxide), 俗稱密陀僧 (litharge)。製造鉛玻璃時用作原料。

把氧化鉛在空氣中強熱, 變成紅色粉, 就是四氧化三鉛 (triplumbic tetroxide), 俗稱鉛丹或光明丹 (minium) Pb_3O_4 , 用作顏料, 塗在鐵管等表面, 可以防銹。

鉛白 (lead white) 就是鹼式碳酸鉛 (basic lead carbonate) $\text{Pb}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{PbCO}_3$, 用作顏料, 古時用作白粉, 但是有毒, 所以現在的白粉不用鉛白, 都改用鋅白了。

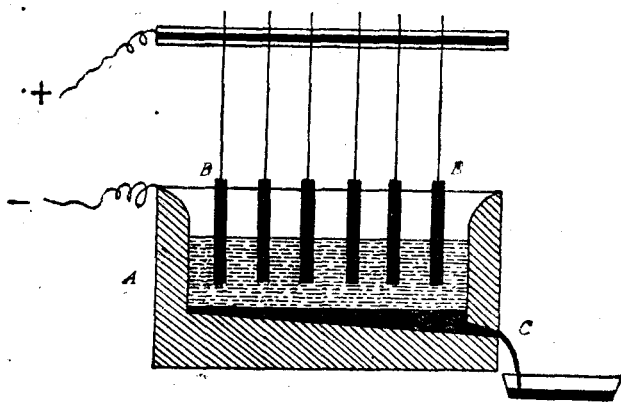
過氧化鉛 PbO_2 過氧化鉛 (lead peroxide) 是鉛蓄電池所需要的原料, 在電化工業方面是很重要的。又可用作氧化劑。

問 題

1. 銅錫鉛三種金屬, 都可用來製造裝食物的器具嗎? 牠們的利害如何?
2. 試比較鉛白和鋅白的優劣。

第三十章 鋁

1. 鋁 Al 地球上的元素,在氧和矽之次,要算鋁(aluminium)分佈很廣,成爲各種化合物存在地球表面,又成矽酸鹽構成大部分的岩石。我國山東博山等地所產的鐵鋁氧石(bauxite),可用作製鋁的原料。



第六十四圖 用電解法製鋁

A: 鐵器,作爲陰極。

B: 碳素棒,作爲陽極。

C: 電解所得熔融狀態的鋁從此流出。

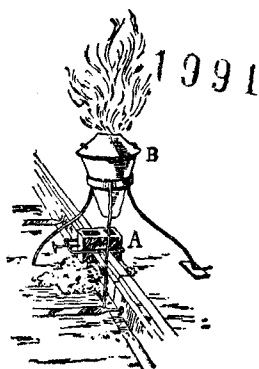
電解液是已熔的冰晶石和氧化鋁。

鋁是銀白色的輕金屬,有展性和延性,水和稀硫酸都難侵犯牠。所以飛機、旅行用具、日常用品用具等,多用鋁製造,牠的用途有漸漸增加的傾向。

鋁的特種用途是熔鋼劑(thermite)；把鋁粉和氧化鐵粉混合起來，燃燒時發生大熱，又有還原作用，所以用來熔鋼鐵或軌道，又可作軍用縱火劑等。鋁粉又作塗料，市上所售的銀粉實在是鋁粉。鋁和銅的合金有美麗的金黃色，不易變化，可以製造裝飾品。

2. 氧化鋁 Al_2O_3 氧化鋁(aluminium oxide) 或稱三氧化二鋁，俗稱礬土(alumina)。天然產無色透明的剛石，就是純淨的氧化鋁；含有少量雜質時，紅色的叫做紅寶石(ruby)，藍色的叫做藍寶石(sapphire)，都可用作珍貴的裝飾品。

3. 明礬 $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 硫酸鋁和硫酸鉀結合成的晶體，叫做明礬(alun)，是一種複鹽(double salt)。雖是無色半透明的物質，但是強熱時，發生水和二氧化硫，變成粗鬆的白色塊，稱為燒明礬或枯礬(burnt alun)，醫藥用作收斂等劑。明礬的用途相當大，如像染色印染時用作媒染劑，可以固定色素；澄清水時用作淨水劑，可使污物沈澱，製紙工業和製造顏料等也要用牠。



第六十五圖 用熔鋼劑熔

接軌道的狀況

A是砂模，套在兩鐵軌的頭上。B是裝熔鋼劑的坩堝。

4. 矽酸鋁 $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ 矽酸鋁(aluminium silicate) 和其他矽酸鹽結合, 成爲多數礦物的成分。陶土所含的矽酸鋁比較純淨; 粘土中混有種種雜質, 都是矽酸鋁的來源。

問 題

1. 鋁是從甚麼原料取出來的? 牠的特性如何?
2. 鋁對於國防的關係如何?

第三十一章 窯業

1. 陶瓷器 陶瓷器、磚瓦、水泥、玻璃等，都是用窯燒成的，所以這等工業稱爲窯業 (ceramic)；又因爲這等物品的主要成分是矽酸鹽 (silicate)，所以也稱爲矽酸工業 (silicate industry)。

陶瓷器 (pottery) 的製造原則，是把陶土、長石、石英等適當混合，搗成細粉，加水調練，做成各種形狀的坯，陰乾後，放在窯中去燒，就得生瓷器；這是多孔質的物件，還要把石英、長石、和各種金屬的氧化物作成釉藥 (glaze) 塗上去，再放進窯內燒，就可得美觀的陶瓷器。

陶器和瓷器沒有嚴格的區別，普通把質粗鬆而有吸水性的，稱爲陶器；否則稱爲瓷器。

2. 磚 瓦 土管 磚 (brick) 或土管是把含有鐵的粘土調練作成坯，放進窯中，用氧化焰來燒成。所呈顯的紅色，就是含有氧化鐵的緣故。

瓦 (tile) 是把粘土作成坯，放在窯中，用松木等柴來燒成的。因受煤煙和還原焰的作用，所以呈顯灰黑色。

耐火磚 (refractory brick) 是用含有二氧化矽的粘土做成的。

3. 水泥 水泥(cement) 又稱為洋灰或水門汀,種類很多,普通知道的叫做波特蘭水泥(Portland cement)。波特蘭水泥的成分有二種:一種的主要成分是二氧化矽、氧化鋁、氧化鐵等混合物;一種是以石灰為主。先把這等混合物燒熱到將近熔解時,冷後,研碎成細粉,就是水泥。

水泥和水相混之後,漸漸變成堅硬的物質,這叫做固化;固化作用,無論在空氣中或水中都可進行,所以建築工程和土木工程等用水泥的地方很多。混凝土(concrete)是水泥和碎石、砂等混合成的,可用來作人造石,或作建築方面的鐵筋混凝土等。

4. 玻璃 玻璃(glass)的種類等,已在矽素章裏說過了,把二氧化矽和各種金屬的矽酸鹽相混來燒熔後,凝結成透明的非晶質,就是玻璃。

製造玻璃的方法,是把各種玻璃所需要的原料研成細粉,燒到 1400° — 1600° C. 的高溫,就熔解成粘飴狀,這時隨便取出來吹成瓶類,或作成種種物品。

在原料中添加少許各種金屬的氧化物,就可使玻璃帶各種顏色。

5. 琺瑯 在鉛玻璃中加氧化錫,變成不透明的物質,叫做琺瑯(enamel);塗在鐵器上面就燒成琺瑯鐵器,俗稱搪瓷,

可以製造各種實用器具。

問 題

1. 窯業和矽酸工業有甚麼區別?是指甚麼製品而言?
2. 陶器和瓷器的區別如何?用甚麼原料?
3. 磚和瓦都是用粘土作原料,何以有紅磚灰瓦之分?
4. 琺瑯和玻璃如何區別?牠們的顏色是如何類物質做成的?

第三十二章 鉻 錳 鐵 鈷 鎳

1. 鉻 Cr 金屬鉻 (chrome) 不容易生銹, 可作白金的代用品, 所以錶鏈等常用鉻造成。鉻的化合物中最重要的是鉻酸鉀 K_2CrO_4 和重鉻酸鉀 K_2CrO_7 ; 重鉻酸鉀多用作氧化劑。

2. 錳 Mn 單質的金屬錳 (manganese) 不十分重要, 牠的化合物, 只有二氧化錳 MnO_2 和高錳酸鉀 $KMnO_4$ 是常用的, 二氧化錳可用來製造氯、氧、火柴等, 高錳酸鉀可用作殺菌劑、防腐劑、氧化劑等。

3. 鐵 Fe 遊離狀態的鐵 (iron), 只有隕石裏含有, 普通是成爲磁鐵礦 Fe_3O_4 或赤鐵礦 Fe_2O_3 而產出, 我們日常所用的鐵, 多是從這等鐵礦製成的。我國產鐵的區域很廣, 長江流域和珠江流域都有出產, 尤其東三省的產量最多。

製法 冶鍊鐵的時候, 先要把礦物燒成氧化鐵, 放在爐中, 混合木炭或焦煤燒熱, 鐵被還原, 放出二氧化碳。實在的方法是從熔礦爐的上部交換投進氧化鐵、石灰石、焦煤, 從爐的下部送入高溫高壓的空氣, 使焦煤燃燒。氧化鐵被碳素還原, 因爲鐵的比重大, 所以沈積在爐底, 其他灰砂等雜物, 就浮在鐵的上面。這等雜物叫做礦鏘 (slag), 遮蔽了鐵的表面, 可防止氧化, 熔解的鐵就從下口流放出來, 這就是銑鐵 (pig iron)。

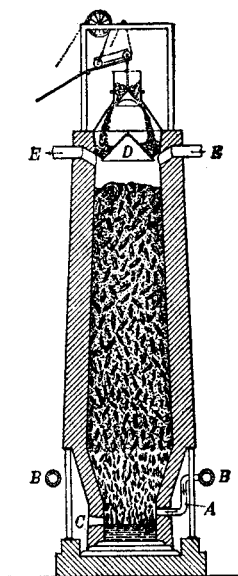
4. 鐵的種類 鐵的分類，是依據牠所含碳素的多少來定的。

銑鐵 銑鐵又稱為鑄鐵 (cast iron)，含有 3—6% 的碳素。容易熔化，硬而且脆，所以宜於鑄造種種器具和機械。

鍛鐵 把銑鐵中的碳和雜質除去，含碳量最少，在 0.5% 以下的，叫做鍛鐵 (wrought iron)。有粘性、硬性、展性、延性等，可鍛鍊或鍛接。

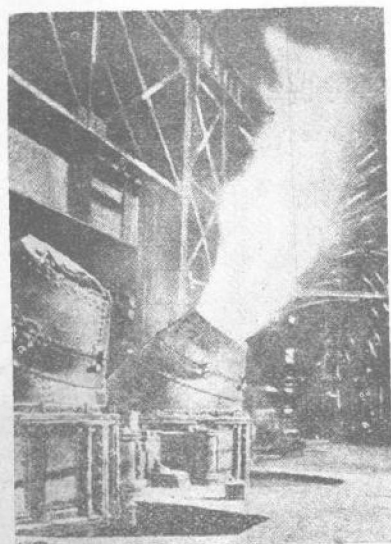
鋼 含碳素的量在銑鐵和鍛鐵中間，性質也兼有這兩種鐵的長處，這就是鋼 (steel)。鋼是工業方面最重要的物質，刀劍、鎗砲、鐵軌、和其他建築材料等，用鋼的地方很多。

鋼的鍊法有兩種；就是柏塞麥法 (Bessemer process) 和西門子·馬丁法 (Siemens-Martin process)。柏塞麥法是把銑鐵裝入轉動爐 (converter)，從爐底送入高壓空氣，除去大部分的碳和雜質之後，再加一種銑鐵，可任意加減鋼所含的碳素量。



第六十六圖 鼓風爐的截面

- A: 小熱風管。
- B: 圍繞爐的大熱風管。
- C: 熔鐵的出口。
- D: 錐形頂蓋。
- E: 廢熱氣出口，這廢熱氣還可以利用。



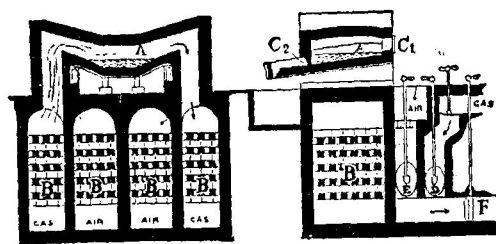
第六十七圖 轉動爐

西門子·馬丁法是把銑鐵裝入平爐(open-hearth furnace)中,又把煤氣混合熱空氣送進去,在爐內燃燒,使銑鐵中所含的碳、磷、硫等等雜質都氧化成爲磷鏷(這種磷鏷可用作肥料,叫做托馬斯肥 Thomas fertilizer)。燃燒過的空氣和煤氣,還要利用來

加熱最初進爐來的氣體之後,纔可以放棄。

特殊鋼
鐵因爲所含的碳素量不同,

所以性質也不同,用處也不一樣。假若同時加入少許其他金屬如鎳、錳、鉻、鎢、鉬等,就各有特殊的性質,有種種特殊的用途,這叫做特殊鋼(special steel)。



第六十八圖 西門子·馬丁平爐鐵道

左:正截面;右:傍截面。

5. 鐵的氧化物 把鐵放在濕空氣中，很容易生銹；這是生成了氫氧化鐵 (ferric hydroxide) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的緣故。所以想防止鐵器不生銹，要把器面的水完全揩乾，再塗油上去就行了。把鐵在空氣中強燒，或使水蒸氣通過燒成紅熱的鐵上，鐵的表面都生出四氧化三鐵 (ferrosoferric oxide)，是有磁性的，磁鐵礦就是含有這種氧化物。表面有這種鐵的氧化物之後，就不會生銹，所以鎊礮等的防銹，就是利用這種方法。

天然產的赤鐵礦，主要的成分是三氧化二鐵 (iron sesquioxide) 或稱氧化鐵 (ferric oxide)，俗稱鐵丹 (rouge)，色紅，可用作顏料，或以研磨玻璃。

6. 鐵鹽 鐵的原子價普通有二價和三價兩種，所以鐵鹽也有兩類存在。二價時稱為亞鐵鹽 (ferrous salt)，三價時稱為鐵鹽 (ferric salt)。

硫酸亞鐵 FeSO_4 硫酸亞鐵 (ferrous sulphate) 是綠色晶體，俗呼綠礬或膽礬 (green vitriol)；墨水和染色術要用牠，粗製品又用作防臭藥和消毒藥等。

氯化鐵 FeCl_3 氯化鐵 (ferric chloride) 或稱三氯化鐵 (ferric trichloride)，是最普通的三價鐵鹽，可用作止血藥。

黃血鹽 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ 黃血鹽 (yellow prussiate of potash) 又名亞鐵氰化鉀 (potassium ferrocyanide)，是淡黃色晶體，

染色術等常用牠。在黃血鹽溶液中加氯化鐵，生出深藍色沈澱，這叫做普魯士藍 (Prussian blue)，用作顏料等。

赤血鹽 $K_3Fe(CN)_6$ 赤血鹽 (red prussiate of potash)，又名鐵氰化鉀 (potassium ferrieyanido)，是紅色晶體，印染術和藍印術 (blue print) 等常用牠。

7. **鈷** Co 金屬鈷 (cobalt) 的用途不多。牠的化合物中，如像氧化鈷 (cobalt oxide) CoO ，可熔混在矽酸鹽裏，呈顯藍色，所以藍色玻璃要用氧化鈷。

氯化鈷 $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ 氯化鈷 (cobalt chloride) 晶體有紅色，但是加熱失掉了結晶水，變成藍色。所謂祕密墨水，就是用氯化鈷的淡溶液寫字在紙上，乾了看不出字跡，要把紙在火上烘，纔顯出藍色字來。

8. **鎳** Ni 金屬鎳 (nickel) 可用來造種種合金，又可用來鍍鎳。現在我國的輔助法幣是用鎳造成的。四川雲南浙江等省，有鎳礦產出。

問 題

1. 鉻和錳的用途如何？牠們的重要化合物是什麼？
2. 鐵有幾種？牠們的區別如何？
3. 防止鐵銹的方法有幾種？各種的作用如何？何故不生銹？
4. 鈷和鎳的用途各如何？

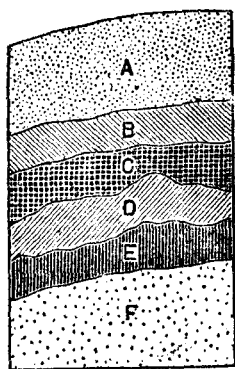
第三十三章 鈉 鉀

1. 鈉 Na 金屬鈉 (sodium) 的性質極活潑,所以天然界沒有單質產生,常是結成各種化合物,地球上到處都有,尤其是海水裏含得多。天然產鈉的化合物,最多的是**食鹽** (table salt)。

鈉在濕空氣中容易氧化。在常溫時遇水,就猛烈化合,放出氫,變成氫氧化鈉,同時發生大熱,是危險的。

用鉑絲蘸少許鈉的化合物(例如食鹽)放在無色焰中燒,焰就變成很明顯的黃色;這是鈉的一種特性,稱為**焰色反應**(flame reaction),常用來鑑定鈉的存在。

2. 氯化鈉(食鹽) NaCl 海水中含的氯化鈉(sodium chloride)最多,約有 2.5%。所以沿海一帶製造食鹽的方法,是把海水引入陸地,利用太陽曬乾,食鹽就剩留在砂土上;把這些砂土收集起來,又用海水把食鹽溶出,作成食鹽的濃溶液,或



第六十九圖 德國斯塔斯福特(Stassfurt)石鹽層截面
A: 砂岩和土砂。B: 光鹼石層($MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$)。C: 石鹽鑛鑾($MgSO_4 \cdot H_2O$)。D: 雜鹼石。E: 無水石膏層。F: 石鹽層(NaCl)。

放到鐵鍋去煎熬，或放入結晶池裏去結晶，就可得食鹽；這種方法叫做鹽田法。

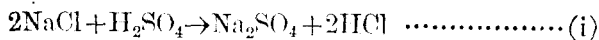
陸地上出產的氯化鈉叫做石鹽舊稱岩鹽 (rock salt)。我國四川、雲南、陝西、甘肅等省都有出產。世界上有名的產地是歐洲的德奧二國，產量既多，質又很純淨。

從海水製得的粗食鹽常混雜有鎂的化合物，所以有苦味，在空氣中吸收濕氣，漸漸溶解，這稱為潮解 (deliquescence)。

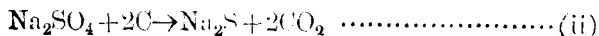
食鹽不單是必要的食料；貯藏食物，工業方面製鈉、氯、和其他種種化合物，都要用食鹽，是極重要的物質，和國防大有關係。

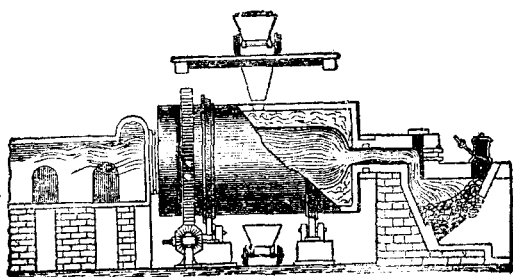
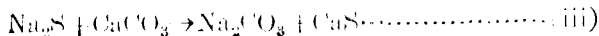
3. 碳酸鈉 Na_2CO_3 市俗所稱的蘇打或碱 (soda) 就是碳酸鈉 (sodium carbonate)。製造法有兩種，都是用食鹽作原料。

路布蘭法 (Le Blanc process) 這法是法國人路布蘭 (Le Blanc) 發明的；先把食鹽和硫酸共熱，如下面(i)式所示的反應，造成硫酸鈉；次加石炭和石灰石，一同燒熔，就起(ii)式和(iii)式的反應，造成碳酸鈉：



這時生成的氯化氫用水來吸收，就得副產物的鹽酸。



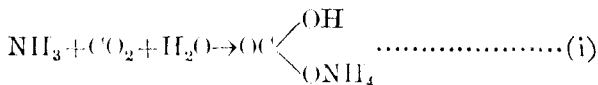


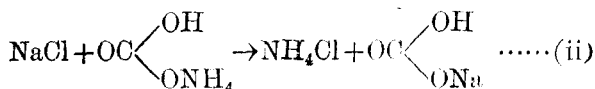
第七十圖 路布爾法的轉動圓爐

三種原料從上部小車裝入，火焰從右邊進來，折向爐內，從左邊出去，強燒爐內的原料。爐被齒車慢慢轉動，使原料充分混合。

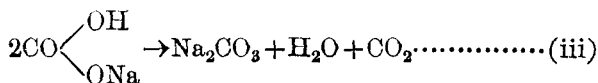
這時造得碳酸鈉是黑色，所以叫做黑灰 (black ash)。用水反復浸洗黑灰，把碳酸鈉溶解出來，蒸發這溶液，就得不純淨的碳酸鈉。再把牠燒成無水的物質，就是所謂蘇打灰 (soda ash)，工業方面用的是這種無水物。再用水來溶解蘇打灰，又使牠再結晶，就得所謂洗濯蘇打 (washing soda) ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)。

索爾未法 (Solvay process) 這法又叫做**氨鹼法 (ammonia soda process)**，是比利時人索爾未 (Solvay) 發明的。在食鹽的濃溶液中壓入多量的氨和二氧化碳氣，就得酸性碳酸鈉和氯化銨：



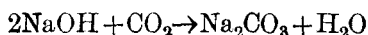


酸性碳酸鈉很難溶解，所以成爲沈澱。把牠濾出來，加熱，就起分解，放出二氧化碳和水蒸氣，就得碳酸鈉：



(ii)式所生的氯化銨，使牠和石灰作用，可以收回銨；(iii)式所生的二氧化碳，再可供(i)式的使用，所以這種方法比較方便又經濟，路布蘭法差不多被這法打倒了。天津永利化學工業公司，就是用這法。

電解製碳酸鈉法 食鹽水裏通過電流，陰極方面生成氫氧化鈉的溶液，通入二氧化碳，就得碳酸鈉，這是近時漸漸實行的方法，可用下面的方程式來表示牠的變化：



碳酸鈉的性質和用途 碳酸鈉的水溶液起加水分解作用，有弱鹼性。牠的晶體含有10分子的結晶水 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ，放在空氣中，結晶水漸漸失散，晶體就崩壞。像這樣含有結晶水的晶體，放在空氣失掉一部分水而晶形崩壞的現象，叫做風化(efflorescence)。

碳酸鈉可用作清淨劑、中和劑等，又用作苛性鈉或其他鈉

鹽的原料，在工業上的用途很大。

4. **酸性碳酸鈉** 碳酸鈉分子中含有一原子氫的時候，叫做**酸性碳酸鈉** (acid sodium carbonate) 或**碳酸氫鈉** (sodium hydrogen carbonate)，舊稱為**重碳酸鈉** (sodium bicarbonate)。有極微弱的鹼性*。胃酸過多時，可用作內服藥；咽喉發炎作痛時，可用來含漱；又用作製麵包時的焙粉 (baking powder) 等。

5. **氫氧化鈉** NaOH 市俗所稱的**苛性鈉** (caustic soda) 就是**氫氧化鈉** (sodium hydroxide)；吸濕性很強，水容易溶解，同時發熱。是一種很強的鹼，工業方面的用途很大。

6. **鉀** K 金屬鉀 (potassium) 也是性質極活潑的元素，牠的單體或化合物的性質，和鈉非常相像。

鉀是正長石等的成分，岩土土壤中概含有鉀的化合物。植物吸收鉀作為養分，所以鉀和氮、磷是肥料的三要素。因為植物含有少量的鉀，所以把植物燒成灰可以提取出鉀來。植物的灰能夠作為肥料，就是這個理由。

鉀的焰色反應是紫色。

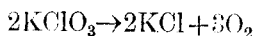
7. **鉀的鹽類** 鉀鹽類的性質和用途等，和鈉鹽類非常

*酸性碳酸鈉的名稱，和此性質稍有衝突，所以我們有時稱為**酸式碳酸鈉**，但**酸性碳酸鈉**是部定名詞，現亦通用。

相像，但是鉀的產量比較少，價值比較貴，所以普通牠的用途不及鈉的廣大。

氫氧化鉀 KOH 氫氧化鉀 (potassium hydroxide) 的製法、性質、用途等，幾乎完全和氫氧化鈉相同。

氯酸鉀 $KClO_3$ 氯酸鉀 (potassium chlorate) 被熱，放出氧氣（在第一篇第二章已經說過）：



氧化力很強，家庭用作含漱藥，製造火柴、煙火、爆發物等是要用的藥料，用途很廣。

硝酸鉀 (硝石) KNO_3 硝酸鉀 (potassium nitrate) 俗稱硝石 (saltpeter)。有強氧化力。黑火藥要用硝酸鉀，前面已經說過了。

氰化鉀 KCN 氰化鉀 (potassium cyanide) 有劇毒，但是電鍍和金銀的冶金時要用的。

問 題

1. 鉀和鈉的化合物都是容易溶解的，不能用沈澱法把牠們分別出來，究竟用何法可以鑑定牠們的存在？
2. 工業方面多用鈉的化合物，不用鉀的化合物，是甚麼緣故？
3. 肥料的三要素是甚麼？何故知道植物中含有鉀？
4. 潮解和風化有甚區別？食鹽何故起潮解現象？
5. 食鹽和國防有甚麼關係？

第三十四章 鎂 鈣

1. 鎂 Mg 鎂 (magnesium) 成爲種種化合物，自然界到處都有，海水裏也含有相當量的鎂。食鹽中常混雜有氯化鎂 $MgCl$ 存在。所謂鹵汁就是這等混合物的濃汁。

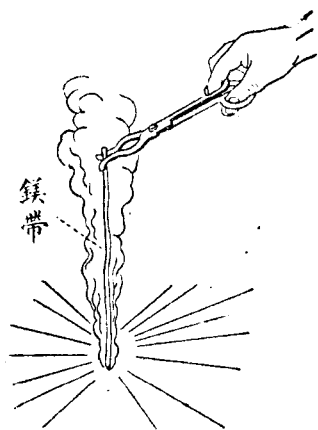
燃燒鎂時，發出極強的光，令人目眩。火花或在暗處照相，就要用鎂。

植物的葉綠素含有鎂，所以鎂對於植物的生理作用有重要關係。

2. 鈣 Ca 地球上到處都有鈣 (calcium) 的化合物存在；又成爲磷酸鈣存在動物的骨中，對於動物的生理作用很是重要。在農業方面，可以改良土壤的狀態，可增高肥料的效力，所以有人把牠和氮、磷、鉀等共稱爲肥料的四要素。

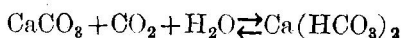
3. 鈣的化合物

碳酸鈣 $CaCO_3$ 天然產的碳酸鈣 (calcium carbonate)，

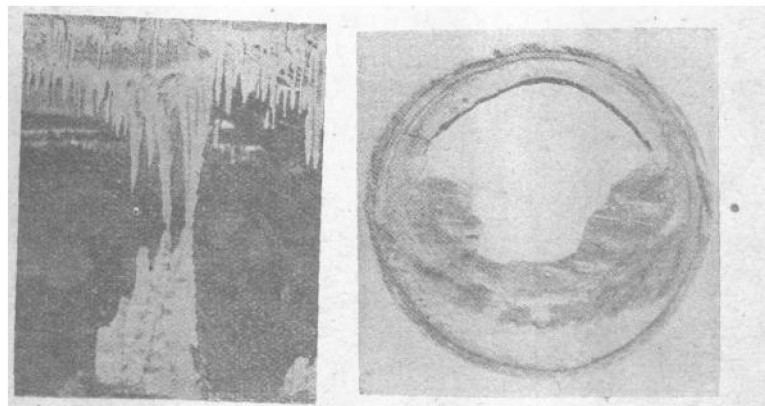


第七十一圖 燃燒鎂帶的實驗

依牠的晶形和純淨不純淨等關係，有方解石，大理石，石灰石，白堊等名稱。鐘乳石、珊瑚、貝殼、蛋殼等，也是碳酸鈣結成的。水雖不溶解碳酸鈣，但是含有二氧化碳的水可以溶解牠，這因為生出**碳酸氫鈣**(acid calcium carbonate)的緣故：



但加熱逐出了二氧化碳，碳酸鈣又再沈澱出。



第七十二圖 鐘乳石、石筍、和鍋垢

左：山洞的縫隙中含有酸性碳酸鈣的水時，這水滴下，過着空氣，放出了二氧化碳，剩下碳酸鈣，就成鐘乳石和石筍。

右：鍋爐用的水假若含有酸性碳酸鈣，蒸汽機內部的管裏就容易結成鍋垢。

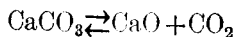
天然水多少含有二氧化碳，所以每每溶解有石灰石。這種水煮沸時，逐出了二氧化碳，碳酸鈣沈澱成爲鍋垢（第七十二圖右）。又地隙中含有酸性碳酸鈣的水滴下時，二氧化碳蒸發

了，就生鐘乳石或石筍（第七十二圖左）。

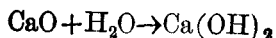
天然水中含有多量的鈣鹽或鎂鹽時，稱為硬水(hard water)；這些鹽的量很少時，稱為軟水(soft water)。

含鈣或鎂的酸性碳酸鹽時，煮沸之後，可以使牠們沈澱出來，所以這種水稱為暫時硬水(temporary hard water)；若含鈣或鎂的硫酸鹽時，雖煮沸也不會變成軟水。這稱為永久硬水(permanent hard water)。

生石灰 消石灰 用火來燒碳酸鈣，就分解成生石灰(quick lime)和二氧化碳：

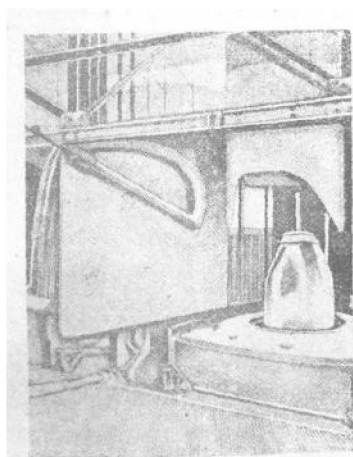


生石灰的學名是氧化鈣(calcium oxide, CaO)，加水，就化合而發熱，變成消石灰(slaked lime)，學名叫做氫氧化鈣(calcium hydroxide, Ca(OH)₂)：

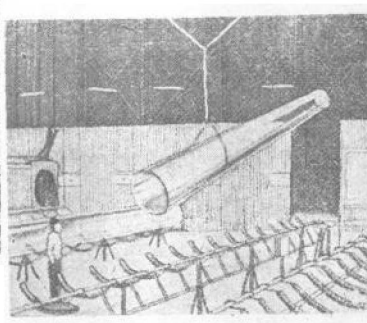


消石灰再加水，攪拌成乳狀物，稱為石灰乳(milk of lime)；更加多量的水，攪拌後，放置不動，上部就成透明的澄清液，這稱為石灰水(lime water)。石灰水可用來消毒和殺菌等。

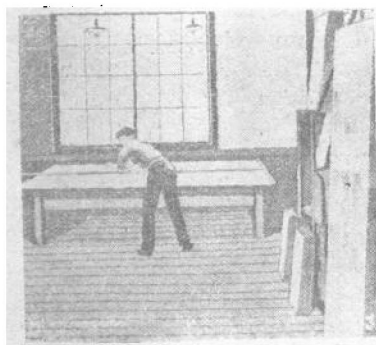
紙筋灰是在消石灰中混合紙筋，或麻屑，或稻草等，再加鹿角菜等膠性水練成的，把牠塗在牆壁上或天花板下，經過若干時間之後，吸收空氣中的二氧化碳，變成碳酸鈣，就硬化了。



2. 用電熱把圓筒切斷成五尺五寸長的幾段後，再剖成兩塊。



玻璃版的製法
1. 最初把材料燒熔後，做成圓筒，長約40尺，直徑約2尺5寸。

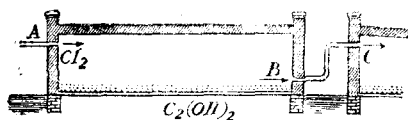


3. 把切斷剖開的玻璃再放進爐中去烘軟，做成長五尺五寸寬五尺的玻璃板，然後取出，隨所要求的大小尺寸再切開。

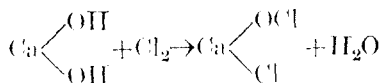
灰泥(mortar)是混合消石灰和砂做成的，因為含有砂，所以是多孔質，吸收二氧化碳很快。

石灰硫劑(limo-sulfur spray)是把石灰乳和硫混合起來煮沸做成的，用作殺蟲劑，噴撒果樹或桑樹等。

漂白粉 使消石灰吸收氯氣，就得漂白粉(bleaching powder)：

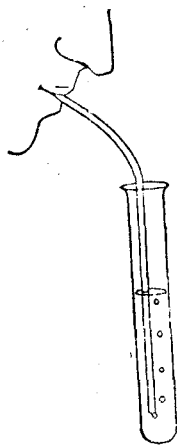


第七十三圖 製造漂白粉的略圖



漂白粉是白色粉狀物，有刺戟性臭氣。紙類或棉類用作漂白劑，井水等又用作殺菌劑，是很重要的藥料。

硫酸鈣 (石膏) CaSO_4 天然產石膏 (gypsum) 含有 2 分子結晶水 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)。慢慢加熱，除去了大部分結晶水之後，就得燒石膏 (calcined plaster or plaster of Paris)。燒石膏加水，再結晶硬化，所以常用來製造模型、塑像、和粉筆等。



問 題

1. 如左圖，用口吹氣入石灰水中，漸漸變成白色乳狀物，是何緣故？用方程式表示這時的反應。
2. 軟水，硬水，暫時硬水，永久硬水的區別如何？
3. 生石灰，消石灰，石灰乳，石灰水的區別如何？
4. 石灰的用途如何？

第三十五章 稀有元素

1. 稀有元素 地球上產量很少的元素，總稱稀有元素 (rare element)。稀有元素，除空氣中含有幾種氣態元素（如氫、氮、氖等，已見前）之外，要算稀有金屬元素的種類很多，比較重要的，如像稀土族元素、鉑族元素、放射性元素、和鉬、鎢等。

2. 釷 Th 銫 Ce 稀土族元素 (rare earth elements) 中釷 (thorium) 和銫 (caesium) 二元素的氧化物，可用作煤氣燈的心罩 (mantle)，被煤氣燒成白熱時，會發強光。

3. 鎢 W 鎢 (tungsten) 是稀有金屬，我國江西、湖南、廣東、河北等省都有出產。質很硬，難熔解，常用作電燈絲。又混入鋼中，可增加硬度。

4. 鉬 Mo 鉬 (molybdenum) 也是稀有金屬，質硬難熔，可用來造特殊鋼。

5. 銱 Ir 銱 (iridium) 屬於鉑族元素。加入鉑中作鉑銱合金時，質很硬，不易磨損，所以用來造度量衡的標準原器和自來水筆尖等。

6. 鐳 Ra 鈾、鈷 (uranium) 等元素和牠們的化合物有一種特別性質，能夠透過黑紙或薄金屬板，使照相感光片感光，

又能使空氣變成可以傳導電的性質。像這樣的特性，稱為放射性 (radioactivity)；帶有這種特性的元素，稱為放射性元素 (radioactive elements)。

這種性質被發見了之後，居禮 (Curie) 夫婦又發見瀝青鈾礦 (pitchblende) 的放射能比純鈾的放射能約大 4 倍。他們認為這種鈾礦中必定有放射能比鈾更大的元素存在，又細心研究，果然發見了新元素鐳 (radium)，放射能有鈾的 300 萬倍。



第七十四圖 居禮夫人(1867—1934)

鐳的放射線又能使動物的細胞感受作用，植物生理也能受牠的大影響，所以醫療、農業等各方面的應用漸漸加大。

7. 放射性元素的蛻變 鈾、釷、鐳等元素的原子，放出射線，自己漸漸崩壞變成他種放射性元素，這種現象，稱為蛻變 (disintegration)。例如鐳是從鈾蛻變來的，鐳又蛻變成射氣氡 (radon) Rn，氡更蛻變成其他元素；最後蛻變成一種元素和鉛相似。自從發見元素蛻變作用之後，以前所謂原子不變

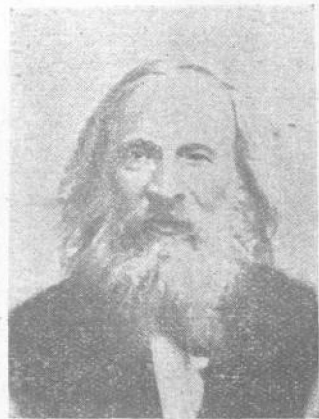
的學說，就不能完全適用了。

問 題

1. 鈦、鎢、鉬、鉍等的用途各如何？
2. 鐳的特性如何？對於原子說有何關係？

第三十六章 週期律

1. **元素的週期律** 按照各元素的原子量，把牠們排起來看，各元素的性質也順次有變化，到了若干個元素之後，有性質和第一個元素相似的元素出來，又按照原子量的順序排列去，性質也順序變化，同時各和上一次各元素的性質相似。像這樣週而復始的關係，稱為**元素的週期律** (periodic law of elements)。是俄國化學家門得雷葉夫 (Mendeleeff) 發見的。照這樣排列的表稱為**元素週期表** (periodic table of elements) (見書末)。



第七十五圖 門得雷葉夫

2. **依週期律來總括元素的一切性狀** 週期表中的橫列，稱為**週期** (period)，直行稱為**族** (group)。族和族的性質，順次漸漸的變化。原子價由 0 到 4，是漸漸加大，由 4 向右更進，反漸漸減小，到了 1 之後，又還原成了最初的零 (0)。但是在 4 價以後到 1 價為止的元素，另外也各有比 4 更大的原子價。

凡在一族中的元素，牠們的原子價、性質、化合物等等，都

是很相像的。

3. 原子序數 從原子的構造研究起來，知道各元素的原子有所謂遊電子 (Satellite electron) 存在，這遊電子的數，和各元素依原子量排列時的順序相等，特稱為原子序數 (atomic number)。據最近研究，知道元素的性質，隨原子序數起變化，這叫做新週期律 (new periodic law)。

4. 週期表的應用 週期表不僅是元素的分類很方便，凡某元素的性質，和牠的上下左右四元素的平均性質大略相同，利用這關係，可以預先推定新元素的通性。門得雷葉夫曾經有預言，說表中的空白，決不是沒有元素存在，是還沒有被我們發見。果然到現在陸續發見新元素，週期表差不多快填滿了。

問 題

1. 元素的週期表是怎樣作成的？
2. 週期表有甚麼用處？

第三篇 有機化合物

第三十七章 總論

1. 有機化合物 碳素的化合物，除第一篇第七章等所說的數種以外，還有無數的碳素化合物存在。除已經說過碳的氧化物，硫化物，碳酸鹽，金屬碳化物之外，一切碳素的化合物，統稱為有機化合物(organic compounds)。

有機二字的意義，是從前的學者，以為碳素化合物能夠構成動植物體，或由動植物體生成碳素化合物，都非人力所能辦到，是有生機的物體得到天賦的生活力促成的，所以稱為有機化合物。但是學問進步，漸漸由人力可以合成了許多碳素化合物，所以現在有機二字已經沒有多大意義了。不過為習慣和便利起見，仍用這名稱。嚴格說起來，實在應稱為碳素的化合物(compounds of carbon)。

2. 有機化合物的成分元素 構成有機化合物的元素，種類不多，除碳是最主要的成分之外，氫、氧、氮是多數化合物都含有的，硫和磷也相當多；從生物界所得的有機化合物，還可以發見鹵素或鐵和鎂等。

3. 有機化合物中的碳素 碳是四價元素，可以和四個一價元素結合。牠和四個氫結合時，就是下章所說的甲烷 CH_4 ，和二個氧結合時，就是從前說過的二氧化碳；甲烷是碳素完全還原了的形式，而二氧化碳是完全氧化了的碳素。所以碳素化合物燃燒時，都可以變成二氧化碳氣。

碳素原子又能夠互相結合。所以碳素化合物中，有很多的碳原子結合成種種形式，就成為無數的化合物。這是有機化合物和無機化合物大不同的一點。

問 題

1. 有機化合物和無機化合物怎樣區別？
2. 有機化合物的成分是什麼元素？

第三十八章 碳氫化合物

1. 碳氫化合物(烴) 僅由碳氫二元素結合成的化合物，總稱碳氫化合物或簡稱烴(hydrocarbon)。在有機化合物中，要算這烴類最簡單，可作為其他有機化合物的基礎母體。

碳化氫中的甲烷，分子式是 CH_4 ，可認為碳化氫的單位化合物。

比甲烷多一團 CH_2 的化合物，叫做乙烷(ethane) C_2H_6 ，多二團的叫做丙烷(propane) C_3H_8 ，以上照推；到十個碳素為止，用甲乙丙丁等字加在烷字前作為牠們的名稱，十一以上，就直接把數字加在烷字前，譬如十一烷(undecane $\text{C}_{11}\text{H}_{24}$)，二十烷(eicosane $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$)等就是的。像這樣碳素漸漸加多，就成為極多數的碳化氫，但是牠們的化學性質大致相同，所以統稱為同系物(homologous series)。在同系物中有一個化合物的性質若果明白了，其餘都可以類推。上面所說的各種烴類，總稱為烷屬烴(alkanes)。

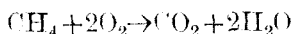
2. 甲烷(沼氣) (CH_4) 用棒攪動沼池的底部，有氣體發生出來，稱為沼氣(marsh gas)，就是甲烷(methane)。凡有機物腐敗時，都生出這種氣體來。食物在腸內腐敗，也發生甲烷，所以屁中也含有這種氣體。

沼氣是無色無臭的氣體，燃燒時發出無光的藍焰。若混合空氣來點火，發生多量的熱，



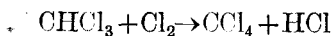
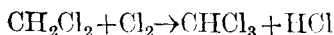
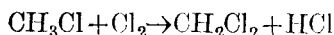
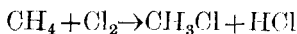
第七十六圖 採取沼氣的情況

會引起猛烈的爆發：



煤坑等內所起的爆發災害，就是這種作用；所以煤坑工人稱牠為火氣或坑氣 (fire damp)。前面說過的安全燈，就是用來預防這種災害的。

3. 甲烷的鹵素取代物 甲烷和氯相混，放在光亮的室中，隨時間的長短，漸漸起下面所列的四步變化：

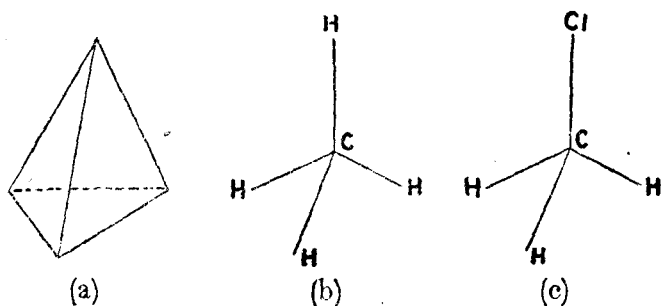


就是甲烷中的四個氫漸漸被氯原子取代了，這種新生成的物質叫做取代物 (substitution product)。

CHCl_3 叫做三氯甲烷，俗稱哥羅仿或氯仿 (chloroform)，外科醫常作麻醉劑。

氯仿的氯若是換成碘，就得碘取代物，稱為三碘甲烷或碘仿 (iodoform) CHI_3 ，用作瘡傷等的防腐劑。

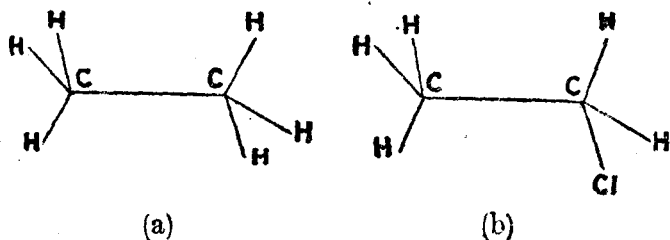
甲烷的結構式 觀察上面所說甲烷的氯素取代物，可以知道四個氫都是用同樣的力量和碳素結合；換句話說，把碳素作中心，同資格的四個氫互相保持等距離，包圍了碳素。所以可想像甲烷是一個四面體，碳素在中心，各角頂點各有一個氫和牠結合，如像第七十七圖中 (a) 和 (b) 的形勢：



第七十七圖 甲烷的結構式

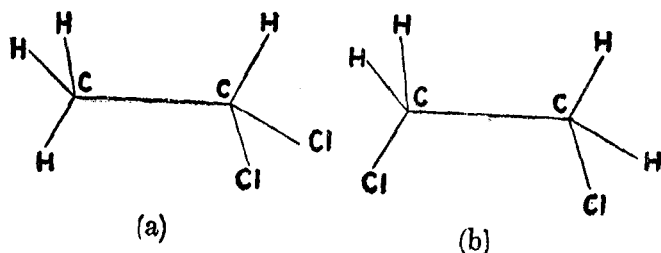
所以其中的一個氫被氯取代時，成爲一氯甲烷 (methyl monochloride) CH_3Cl ，如第七十七圖中的(c)，氯無論取代那一個氫，都只能成一個相同的四面體，所以僅能成一種一氯甲烷。事實上一氯甲烷僅有一種，決無性質不同的第二種發見，所以證明了四個氫完全是相同的。

乙烷的結構式 一氯甲烷和鈉作用，氯遊離而出，剩下 CH_3- 的一團；但這種原子團不能單獨存在，又互相結合起來，成爲 CH_3-CH_3 的形式；這就是**乙烷**。有機化合物的種類所以如此多，原因就是碳素有這種互相結合的性質，前面也曾經說過。乙烷的結構式，可想像如下：



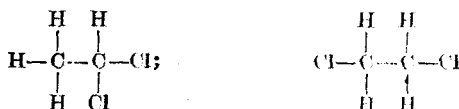
第七十八圖 乙烷的結構式

乙烷的氫有一個被氯取代時，僅能生成一種一氯乙烷 (ethyl monochloride)，如第七十八圖(b)的形式，但是有二個氫被取代時，就可生成兩種二氯乙烷(ethyl dichloride) 如七十九圖的(a)和(b)；這都和事實相符的。



第七十九圖 二氯乙烷的結構式

異構物 上面所說的二種二氯乙烷($C_2H_4Cl_2$)。成分元素的比例和分子量雖是相等，但結構式和性質不同，這稱為異構物(isomers)，凡是異構物，譬如二氯乙烷，僅用分子式 $C_2H_4Cl_2$ ，不能同時把兩種化合物表明，所以有時要寫出結構式纔行。下面的式就可以表明這二種異構物：

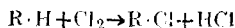


然而這種寫法未免麻煩，所以用下面簡便的式子來表示牠們：



這種式稱為示性式(rational formula)。

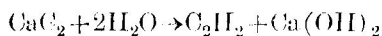
烷基(R) 上面所說一氯甲烷或一氯乙烷的結構式，凡是烷的同系物都可以應用。無論那一種一氯取代物，都是一個氯和一個缺少一原子氫的烴結成的。譬如一氯甲烷是一個氯和甲烷 CH_4 少了一個氫的 CH_3- 團結合；一氯乙烷是一個氯和乙烷 C_2H_6 少了一個氫的 C_2H_5- 團結合。像 CH_3- 、 C_2H_5- 等原子團的性質，凡烷的同系物都是共通的，所以這等原子團統稱為烷基(alkyl)，常用R字來代表。例如烷屬烴的一個氫被一個氯取代時，可用下式來表示：



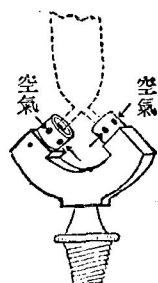
4. 乙炔 C_2H_2 乙炔 C_2H_2 上面說的甲烷乙烷等，統稱為飽和碳化氫。比乙烷少2氫的叫做乙炔(ethylene)，少4

氫的叫做乙炔(acetylene)，總稱為不飽和碳化氫。

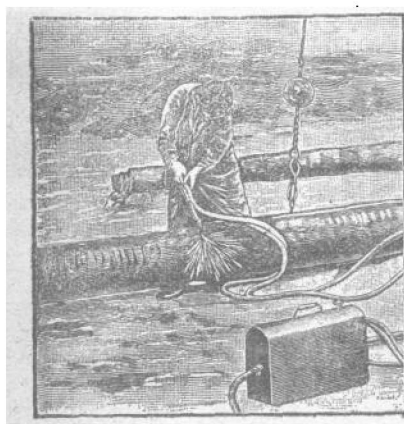
乙炔的製法和用途 把碳化鈣 (calcium carbide) CaC_2 加水，發生乙炔(acetylene)：



乙炔是無色氣體，不純淨時就有臭氣。



第八十圖 乙炔燈



第八十一圖 用氧炔燈截斷鐵管

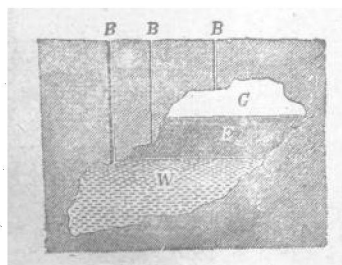
若用適當的火口供給適當的空氣，點火時發出強光，稱為乙炔燈(acetylene lamp)；若混合氧氣來燃燒，能得很高的溫度，可以截斷鐵板等，這稱為氧炔焰(oxyacetylene flame)。

問題

1. 烷烯炔的關係如何？
2. 照第十三章第5節的方法寫出下列各物的結構式：
 - a. 乙烷； b. 乙烯； c. 乙炔； d. 氯仿。

第三十九章 石油 石炭

1. 石油 地中蓄積的脂肪和油等，分解之後，變成易燃性液體，就是石油俗稱煤油或火油(petroleum)。石油常停留



第八十二圖 石油層

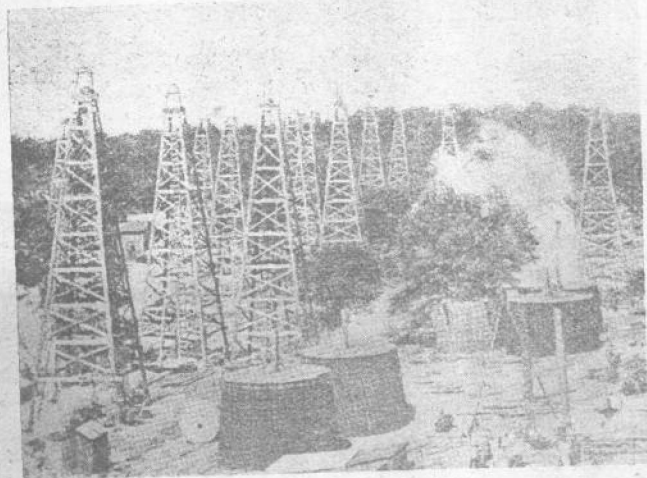
B: 油井孔(井的位置不同採得成分也不同); G: 可燃性氣體; E: 石油層;
W: 鹽水層。

在地層和地層的間隙中，有時自己雖可噴出，但普通是開鑿油井來採取。我國產石油的區域很廣，東三省、蒙古、新疆、陝西、甘肅、四川等省都是的，但是還沒有大規模的開採。

石油的成分，隨產地而不同，但是概為碳化氫的混合物。

2. 石油的分餾 原油(crude petroleum)中混有容易揮發的烴和略帶粘性的烴，所以利用牠們的沸點不同，把牠們分開。就是把原油加熱，沸點低的成分先蒸餾出來，隨各種不同的溫度，收集不同的餾出物。這種方法稱為分餾(fractional distillation)。

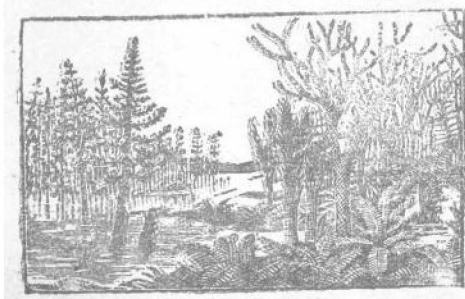
石油被分餾，可得下表所列的各物品，但是初分餾出來的各部分，都含有酸或鹼等雜質，要用硫酸和苛性鈉除去了雜質之後，纔可供實用。



第八十三圖 石油井和油庫

石油	150°C. 爲止的揮發油 (用作溶劑和燃料)	氣體	可作製造冰時氨的代用品
			40°—70° 石油醚 (petroleum ether)
			70°—90° 汽油 (gasoline)
			90°—120° 揮發油 (naphtha)
	120°—150° 石油精 (benzine)		
150°—300° 石油 (燈油) (kerosene) 用作家庭燃料等			
300° 以上			重油 (heavy oil) 用作燃料, 或更分餾製成機械油, 礦脂, 石蠟等。
蒸餾餘滓			石油瀝青 (petroleum pitch)

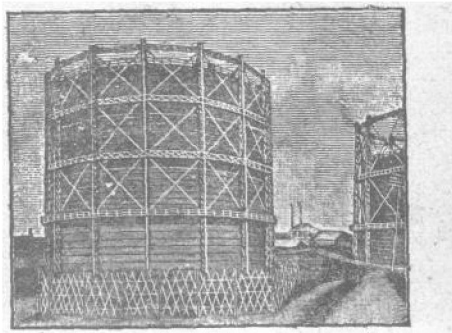
3. 石炭 植物埋入地中, 經過長年累月, 因地熱和地殼變動的影響, 受了強熱和強壓的作用, 漸漸碳化 (carbonization) 了, 就變成石炭, 俗稱爲煤 (coal)。除碳素之外, 還含有



第八十四圖 石炭紀植物的想像圖

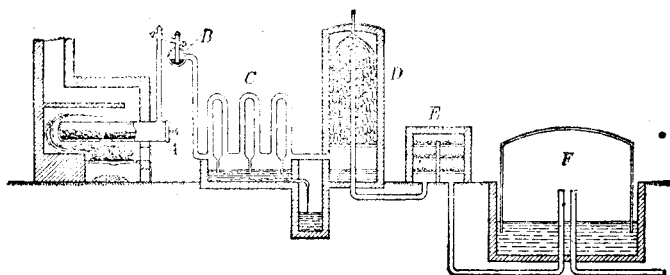
氧、氫、氮等元素的化合物。就碳素的量來說，普通黑煤大約有 80%，無煙煤大約有 90%，褐煤、泥煤等大約不過 60—70% 而已。

4. 石炭的乾餾 石炭的用途，從來直接用作燃料，但近來把牠乾餾 (destructive distillation) 之後，除用作燃料的部分外，又可製得許多重要的化學藥料。乾餾煤時，揮發出煤氣 (coal gas)，氨，和煤焦油 (coal-tar) 等，剩下焦煤 (coke)。煤氣是主要的產物，把牠貯蓄在煤氣庫 (tank) 裏，用管引到各處去作為燃料。氨可製成硫酸銨，用作肥料。煤焦油更可蒸餾，製得石炭酸 (carbolic acid) 和苯 (benzene) 等種種重要物料，可用來製造染料或醫藥等。



第八十五圖 煤氣庫

煤氣 乾餾煤



第八十六圖 製造煤氣的略圖

圖中A是粘土圓形乾餾器，把石炭放進去之後，密蓋起來。發生的煤氣，先進入裝有水的水平大管B（圖中是B管的截面）；經過冷凝器C；進入洗滌塔D，塔中充滿焦煤，有水由上而下流出，將氣洗淨；其次進入E箱，箱中有幾層多孔架，架上有氧化鐵，煤氣和氧化鐵接觸，其中有害的硫黃化合物就被除去；最後進入煤氣庫中，存貯起來，再用鐵管引到各處供人使用。這時大部分的煤焦油留在B管中，其餘小部分混合水液，在C管內，分離而出，流入下部的煤焦油池。至於氨等在D塔內被水溶解，留存在下部水槽（圖中未畫出）中，成為氨液。

時，乾餾器（rotort）的壁上附着極細的碳素，稱為煤氣碳（gas carbon or carbon black），可用來製造電極等。

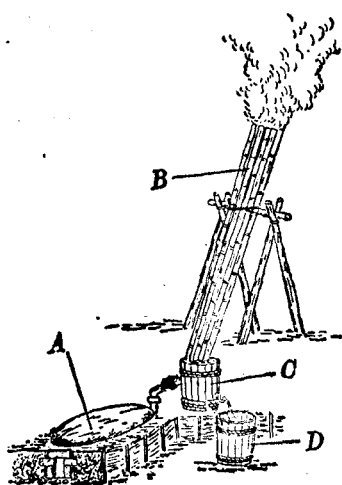
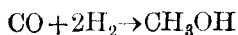
焦煤 乾餾器中剩下的叫做焦煤（coko）。焦煤所含的揮發性物質非常之少，燃燒時發生多量的熱。所以可用作燃料，又冶金等用牠作還原劑。

問 題

1. 石油和石炭的成分是甚麼？
2. 石油，石炭和國防的關係如何？
3. 煤和有機化學工業的關係極大，能夠證明嗎？

第四十章 醇

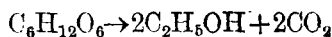
1. 甲醇 CH_3OH 乾餾木材時，可得**甲醇** (methyl alcohol)，俗稱**木精** (wood spirit)，性質和酒精相似，是無色的液體，有毒。不能用作飲料，只有製造假漆或染料等用牠。近年來用氫和一氧化碳作原料，藉接觸劑的作用，可以由人工合成**甲醇**：



第八十七圖 燒木炭時的副產物
A: 炭窯; B: 空氣冷凝器 (若採取丙酮等時, 宜用水冷凝器); C: 裝冷凝液的桶; D: 接收桶。

2. 乙醇 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 酒精 (alcohol) 的主要成分是**乙醇** (ethyl alcohol)，有時單稱為**醇** (alcohol)，或竟稱為**酒精**。

在糖類中加酵母，由酵母的生活作用，就發生酒精和二氧化碳，把牠們蒸餾，就得酒精。

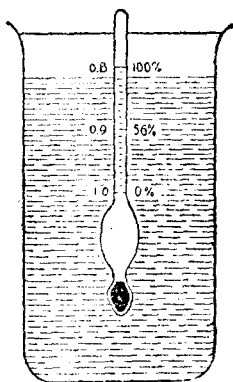


凡由菌類生活所發生的化學變化，稱為**發酵** (fermenta-

tion)。所以酒精是由糖類發酵而成的。

凡是可變成糖類的原料，都可用作酒精發酵的原料，現在舉幾個例來看：(i) 穀類或塊根類等含有澱粉的物質。(ii) 草木等含有纖維素的物質。(iii) 甜菜、糖蜜等含有糖類的物質；都可用作酒精發酵的原料。(iv) 甜酒、葡萄酒等腐敗了的物質，或酒糟等含有酒精的物質，不必再發酵，可直接蒸餾出酒精來。

想測定酒精的濃度，普通是用酒精比重計 (alcoholmeter)。如像第八十八圖，測定酒精的比重，同時可以測定牠的百分率。純酒精在 0°C . 時，比重約為 0.803，而水的比重是 1.0，所以酒精比重計的刻度，是在 0.806—1.0 之間。又酒精的比重，也隨溫度而略有不同，不可不注意。



第八十八圖 酒精的濃度測定法

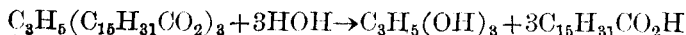
3. 酒精的性質和用途 酒精是無色液體，有芳香氣，沸點是 78°C .，容易揮發。同水可以任意混合，點火燃燒，發生大量的熱。

酒精常用作溶劑，可以製造香水、假漆、碘酊等；又可用作原料，製造三氯甲烷、三碘甲烷、醚、和其他種種有機化合物。

尤其是燃料問題很嚴重的今日，許多人主張用酒精作汽油的代用品，對於國防的關係很大。

4. **戊醇 雜醇油** 蒸餾下等酒時，剩留一種有惡臭的油狀液體，這稱為雜醇油 (fusel oil)，是幾種醇的混合物，主要的成分是戊醇 (amyl alcohol) $C_5H_{11}OH$ ，有害人體，能起頭痛、眩暈等現象。

5. **甘油** ($C_3H_5(OH)_3$) 製造肥皂時，可得副產物的甘油 (glycerine)，學名丙三醇 (propantriol)。用過熱水蒸氣處置脂肪和油，就生甘油：



近來又研究由糖類發酵來製造甘油；歐洲大戰時，德國就是用這種方法來行大規模的製造。

甘油是粘稠性液體，有甜味，用來製造爆發物和醫藥。

把甘油加入濃硝酸和濃硫酸的混合液中，使牠起硝化作用，加水，就有油狀重液體沈降下來。這稱為硝酸甘油或硝化甘油 (nitroglycerine) $C_3H_5(NO_3)_3$ ，是炸藥 (dynamite) 的原料。

6. **醇的結構式** 甲醇和乙醇是烴基和羥基結成的化合物，可用 $CH_3 \cdot OH$ 和 $C_2H_5 \cdot OH$ 示性式來表示。這又可想像是烷屬烴被氧化的生成物。因為只有一個羥基 OH，所以稱為一元醇 (mono-hydric alcohol)。

甘油的結構，可想像為 $HO \cdot CH_2 \cdot \underset{\substack{| \\ OH}}{CH} \cdot CH_2OH$ ，有三個 OH，稱為三元醇 (tri-hydric alcohol)。

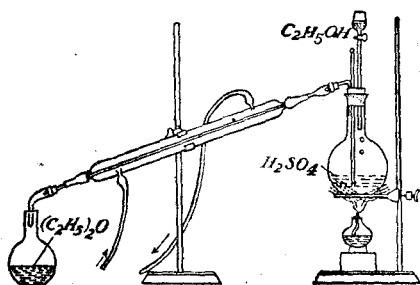
凡是鏈烴中含有 OH 的，統稱為醇 (alcohol)。

問 題

1. 寫出甲醇、乙醇、戊醇、甘油的結構式。
2. 醇類的共通點是甚麼？
3. 酒精的原料有那幾種？
4. 酒精、甘油對於國防有甚麼關係？

第四十一章 醚 酯

1. 醚 普通所謂醚 (ether), 是指乙醚 (ethyl ether) 而言, 有 $C_2H_5 \cdot O \cdot C_2H_5$ 的示性式。看這個式, 可知所謂醚, 是醇中 OH 的 H 被 C_2H_5 取代而成的。就是由二分子乙醇 $2C_2H_5 \cdot OH$ 中除去了 H 和 OH (即 H_2O), 可以得醚。事實上



第八十九圖 製醚法

製造醚時, 就是利用這原理, 在乙醇中加濃硫酸蒸餾。濃硫酸吸收了發生的水, 就蒸出醚來。

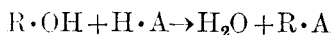
醚是無色液體,

比水輕, 極易揮發。很容易引火, 牠的汽 (vapor) 又比空氣重。所以實驗室裏醚瓶的塞假若沒有塞緊, 醚揮發出來, 擴散在地板上等處, 人們不留心, 儘管在隔醚瓶很遠的地點擦火柴, 竟致有引起火災的危險。

醚有香氣, 外科用作癲醉藥。不能和水相混, 但是容易溶解脂肪、樹脂、和其他種種有機物質, 所以常用作溶劑, 或從水中提取這等物質時也用醚。

2. 酯 醇和醇結合可得醚; 醇和酸作用, 醇中的 OH 和

酸中的 H 結成水，就得酯 (ester)：



式中 R 表示烴基，A 表示酸根，這和無機化學中鹽類的生成一樣。

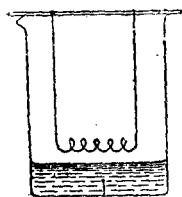
酯有香氣，其中有像果香的很多，所以作為人造果子露，用來造各種清涼飲料。

問 題

1. 醚和無機化合物中的甚麼物質相似？寫出由乙醇製乙醚的方程式。
2. 酯和無機化合物中的甚麼物質相似？寫出由乙醇和硫酸製硫酸乙酯的方程式？
3. 醚和酯的用途各如何？

第四十二章 醛 酮 酸

1. 醛 烴類氧化成醇，醇更氧化就成醛(aldehyde)。醛類的共通結構，是烴基和醛基（又名醛元） $-CHO$ 結成的。



第九十圖 甲醛的簡單製法

醛基的氧化程度，恰在醇和酸的中間，更容易氧化變成酸，所以有還原性。

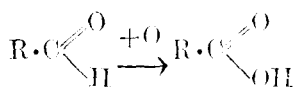
醛類中重要的是甲醛 (formaldehyde or formaline) $H \cdot CHO$ ，使甲醇和空氣的混合物通過紅熱的銅絲螺旋上，銅絲成爲接觸劑，生成甲醛，第九十圖就是這種製法。

病室、蠶室等用作消毒劑，貯藏生物標本等用作防腐劑，此外有使蛋白質凝固的性質，工業方面用來使乾酪素(casein)凝固，製造象牙的類似品，又和石炭酸結合，變成電木 (bakelite)。

2. 丙酮 醛基 $-CHO$ 變成酮基 $>CO$ 時，就稱爲酮(ketone)；最簡單的是丙酮(acetone) $CH_3 \cdot CO \cdot CH_3$ ，俗呼木酮。

丙酮是有特殊香氣的液體，用作多數有機物的溶劑。例如製造無煙火藥時，用來溶解火藥棉(gun cotton)，又製造氯仿或碘仿時，也可用作原料。

3. 有機酸 醛類容易氧化而生有機酸(organic acids)：

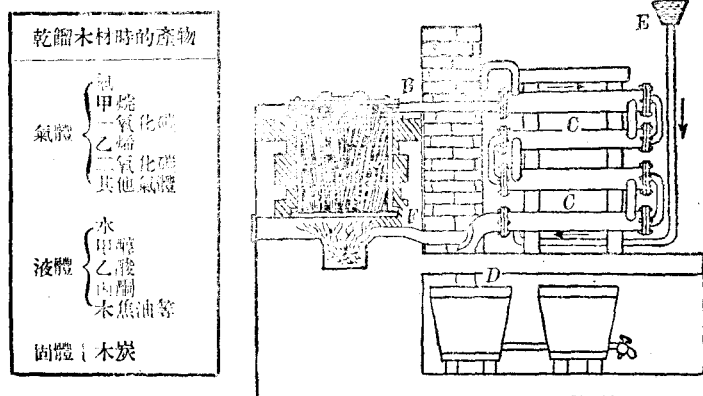


這個 $-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array}$ 或寫成 $-\text{COOH}$ ，凡是有機酸都含有的，特稱爲**羧基** (carboxyl)。這羧基中的氫和無機酸所有的氫是相同的，也可以被金屬取代。所以有機酸的鹼度，要看牠含有 $-\text{COOH}$ 的個數來定，含有一個時，叫做**一鹼度酸**或**一羧酸** (monocarboxylic acid)，有多個時，叫**多鹼度酸**。

4. 脂肪酸 凡是鏈狀醛類氧化而成的酸，總稱**脂肪酸** (fatty acid)，可用通式 $\text{R} \cdot \text{COOH}$ 或 $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$ 來表示。普通或成遊離狀態，或成鹽，或成酯，存在動植物界。尤其是高級脂肪酸常和甘油結成酯，成爲動植物的重要脂油。

甲酸 HCOOH **甲酸**俗稱**蟻酸** (formic acid)，是無色液體，有刺戟性臭氣，皮膚遇着，生水泡，作劇痛。螞蟻口腺和蕁麻刺毛等中有此酸存在。

乙酸 食醋中有**乙酸** (acetic acid) 存在，所以俗稱爲**醋酸**。醋的酸味就是由此而來。使酒精受醋酸菌的作用，就氧化成乙酸。普通是在含有酒精的酒糟裏加醋來造成。又把乾餾木材時所得的液體作原料，加石灰乳，使變成醋酸鈣，分離出來，再加硫酸來蒸餾，就得醋酸，這稱爲**木醋酸** (pyroligneous acid)。



第九十一圖 乾餾木材的概況

A: 乾餾器; B: 導管; C: 冷凝器; D: 接收器。

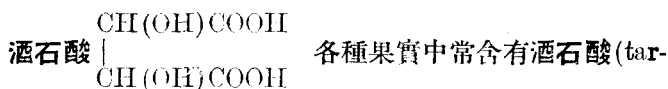
醋酸是無色液體，有刺戟性臭氣，冬天會凝固成冰狀；這稱為冰醋酸 (glacial acetic acid)。醋酸的酸性雖比無機酸弱，但是能和種種金屬結成鹽類。醋酸鐵，醋酸鋁，醋酸鉻等，可用作媒染劑。

5. 多鹼度有機酸 多鹼度有機酸或稱多元酸或多羧酸 (polycarboxylic acids)，每每成爲遊離狀態或成爲鹽，存在植物中。

$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ | \\ \text{草酸} \\ | \\ \text{COOH} \end{array}$
 草酸 (oxalic acid) 存在植物界的範圍很

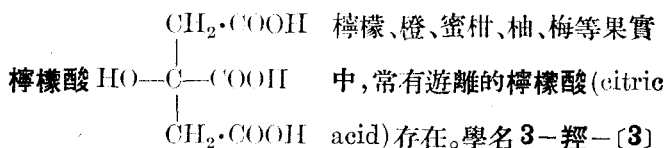
廣，酸模草、醋漿草等的酸味，就是由此酸的酸性鉀鹽而來。工業方面把鋸木屑混合鹼燒熔，就可製得草酸。

草酸學名乙二酸，除染色術有用之外，又利用牠的還原性，可以洗清金屬器具；照相術又用草酸鹽作還原劑。



taric acid)，尤以葡萄中常含有酸性鉀鹽。水難溶解酸性酒石酸鉀，酒精更難溶解，所以釀造葡萄酒時，發酵漸漸進行，酸性酒石酸鉀漸漸沈積到底部，俗稱酒石 (argol)；用作採製酒石酸的原料。

酒石酸學名二羥丁二酸，是無色的硬晶體，有強酸味，水容易溶解。牠的鹽類可作醫藥，可造清涼飲料等。



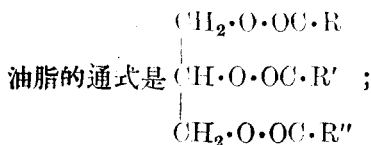
—羧基戊二酸。酸味很強，水易溶解。可造清涼飲料，又可用作媒染劑。

問 題

1. 羧類的共通結構和性質是甚麼？
2. 酮類的共通結構和性質是甚麼？
3. 有機酸的共通結構是甚麼？牠們的強弱，是不是由牠們所含氫原子的多少而定？
4. 寫出次列各物的結構式：
 - a. 甲醛； b. 丙酮； c. 乙酸； d. 草酸。

第四十三章 油脂 蠟 肥皂

1. 油脂 油和脂肪，總稱油脂，是甘油和脂肪酸結成的甘油酯(glyceride)。在常溫時若成固體，稱為脂肪(fat)；若成液體，稱為油(oil)。脂肪大多是飽和脂肪酸和甘油結成的酯。主要的飽和脂肪酸是棕櫚酸(palmitic acid, $C_{15}H_{31}(COOH)$)，脂蠟酸(stearic acid, $C_{17}H_{35}(COOH)$)；不飽和脂肪酸是氫原子比較少的酸，如像油酸(oleic acid, $C_{17}H_{33}(COOH)$)就是的。



R, R', R'' 是相同或不同的烴基。

2. 油脂的性質和用途 油脂或成液體，或成固體，要看其中所含油酸甘油酯的多少而定。牛脂含得很少，所以常是固體；豬脂含得比較多，所以是液體。

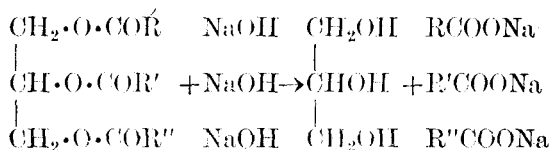
植物油中如像山茶油、橄欖油等；在空氣中不會乾燥的，是多含有油酸甘油酯的成分，稱為不乾性油(non-drying oil)。但是亞麻仁油、荏油、桐油等，因為含亞麻油酸(linolic acid)的酯比較多，所以在空氣中會乾燥，這稱為乾性油(drying oil)，桐油是我國的特產，四川、貴州、湖南、湖北等省是有名

的產區，不單是出口貨的大宗，並且是有家用價值的物質。

脂肪和不乾性油，多用作食料、滑劑、燈的燃料，或肥皂的原料等；乾性油的用途不同，是用來造油漆、印刷油墨、油紙等，

3. 油漆 所謂油漆 (paint)，是在乾性油中加氧化鉛、二氧化錳等促乾劑，熬煎而成熬油 (boiled oil)，再加鉛白、鋅白、硫酸鋁、陶土等固體物質和種種顏料便成功了。把油漆塗在物體表面上，乾了之後，可使變成平滑光亮的美觀表面。

4. 肥皂 把脂肪或油和苛性鈉共熱時，就生成脂肪酸的鹼鹽和甘油，這種鹼鹽，就是肥皂 (soap)。肥皂的生成反應，稱為皂化或鹼化 (saponification)，可用下式來表示：

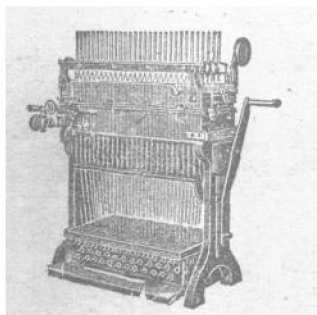


肥皂工業的製法，多是用牛脂作原料，放在皂化鍋裏，加稀淡的苛性鈉溶液，攪拌加熱，就漸成漿糊狀的肥皂。加食鹽水，肥皂就浮到上面來。這是利用食鹽水不溶解肥皂的性質，稱為鹽析 (salting out)。

普通的肥皂雖是脂肪酸的鈉鹽，但是也有用苛性鉀做成的鉀鹽；這稱為鉀肥皂。鉀肥皂又名軟肥皂 (soft soap)；鈉肥皂又名硬肥皂 (hard soap)。

肥皂的洗淨作用 肥皂能够洗淨物件，大部分是機械的作用；例如把肥皂溶液浸透物體的組織或縫隙中，使脂肪質等污垢乳化(emulsification)，吸附了塵埃等物，再用水清洗，就容易把污物等除去。

肥皂遇鈣游子或鎂游子等時，生成不溶於水的沈澱，就妨礙洗淨作用。所以使用肥皂時，必定要用軟水。



第九十二圖 造蠟燭機

最下部前面的小球狀物捲有燭心用的線。線通過中部的細桿，在進入上部的箱中。箱內有金屬製的蠟燭模，把熔蠟注入模中，等凝固了，把燭推出頂上。

的脂肪，除普通脂肪之外，還含有酪酸甘油酯(butyric glyceride)，所以新鮮時有香氣。但陳了時，酯起分解，發生遊離的酪酸，所以放出惡臭。奶油除含有脂肪之外，還含有維生素A (vitamine A)，所以是很好的滋養食物。

5. 蠟燭 用過熱水蒸氣把牛脂等固形脂肪分解了，就得甘油、棕櫚酸、脂蠟酸、油酸等混合物。

壓掉這等酸的混合物，把液狀油酸除去了，可得白色固體。在這固體物質中加石蠟，(paraffin)就可用來造蠟燭。

6. 奶油 人造奶油 奶油又名牛酪 (butter)，是牛奶

近年來有人造奶油 (margarine) 出現，是取牛脂或豬脂的柔軟部分，加入椰子油造成的。人造奶油不含酪酸酯，所以沒有香氣，又不含維生素，所以不及真奶油有價值。

問 題

1. 油，脂，蠟的區別如何？
2. 肥皂是甚麼物質的化合物？牠的洗淨作用如何？
3. 製造油漆是利用那種物料？

第四十四章 醣類

1. 醣類 植物界所含的糖類、澱粉、纖維素等，是由碳、氫、氧三元素組成的，可用通式 $C_n(H_2O)_n$ 來表示，總稱為醣類 (carbohydrates)。每一分子中所含的氫和氧的比例，恰像水 (H_2O) 一樣，所以俗稱為碳水化合物。

醣類的分類，普通是把牠們加水分解所成的物質為根據：

A. 單醣類 (monocarbohydrates) 這種醣類不能起加水分解成更簡單的醣。看分子中所含的碳原子數，又分成各種單醣；最重要的是戊醣 (pentose) $C_5H_{10}O_5$ ，己醣 (hexose) $C_6H_{12}O_6$ 等。

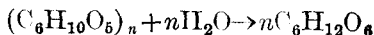
B. 式醣類 (dicarbohydrates) 一分子加水分解，可成二分子單醣類。例如蔗糖、乳糖、麥芽糖等就是的。

C. 多醣類 (polycarbohydrates) 每一分子含有二分子以上的單醣時，總稱為多醣類，其實式醣類也可歸入此類中。例如澱粉、纖維素、糊精、獸臟粉、土木香粉等是的。

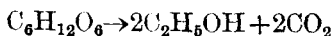
2. 單醣類

葡萄糖 (glucose) $C_6H_{12}O_6$ 植物的果實其所以有甜味，就是含有葡萄糖和果糖 (fructose) 的緣故。葡萄糖的甜味雖不及蔗糖，但是有一種特殊風味，可用來造點心和人造蜂蜜等。

多種式醣類或多醣類，都可加水分解而生葡萄糖。事實上因多醣類容易起加水分解作用，所以無論用蔗糖、乳糖、澱粉或糊精，都可以造葡萄糖。又因澱粉的產量很豐富，製造工程比較簡易，所以工業方面常用澱粉來製。這時的作用，稱為糖化 (saccharification)



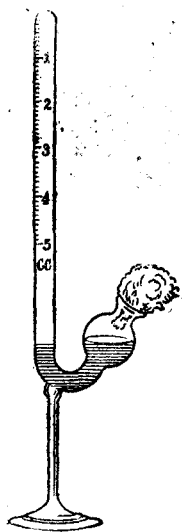
葡萄糖受酵母的作用，可發酵而生酒精和二氧化碳。凡製造酒精，釀造酒類，都是以葡萄糖的發酵為基礎的工業。



3. 式醣類

(i) 蔗糖 (cane sugar or saccharose) $C_{12}H_{22}O_{11}$ 各種植物中每每含有蔗糖，尤以甘蔗、甜菜中含得多，所以壓搾甘蔗或甜菜，取其液汁，煮沸，除去雜質；可得蔗糖，俗又稱砂糖或白糖。

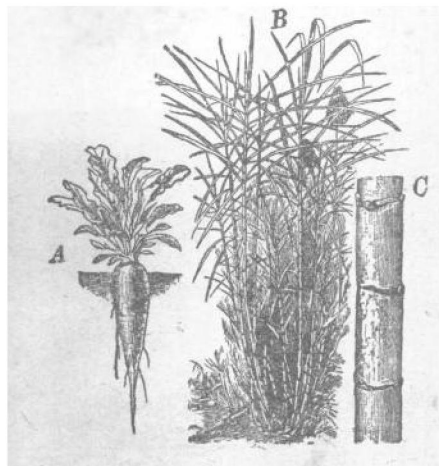
蔗糖的製法 含有蔗糖的植物種類雖然很多，然工業的製法，要原料豐富和經濟有利，所以現在採製蔗糖，是用甘蔗和甜菜作主要的原料。現在僅把用甘蔗作原料的採製法，略



第九十三圖 用酵母使葡萄糖液發酵

爲說說。

先割去甘蔗幹，用滾子壓搾機搾出液汁，加石灰乳，使其中的蛋白質、果膠 (pectin)、樹膠 (gum)、色素、浮游物等大



第九十四圖 蔗糖的原料

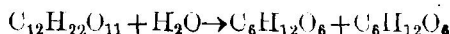
A:甜菜; B:甘蔗; C:甘蔗幹。

部分雜質沈澱，濾去了這等沈澱物，蒸發濾液，使牠變濃。這時用三重器在減壓下蒸發，較爲便利。蒸發變濃了的液汁，裝入結晶器中，更在低壓力下煮濃，就得紅褐色晶體。這晶體和母液（糖蜜）的混合物，叫做混蜜糖。把混蜜糖

放在離心分離機中，除去糖蜜，就得粗糖。

用水溶解粗糖，再加石灰乳使牠澄清後，用骨炭濾清，除去雜色，就得無色的糖汁。再行蒸發、離心分離等工程，除去其餘的糖蜜，就得精糖，例如車糖等就是的。

蔗糖溶液中加稀鹽酸，溫熱之後，就變成葡萄糖和果糖（這是葡萄糖的異構物）；這稱爲轉化糖 (invert sugar)：

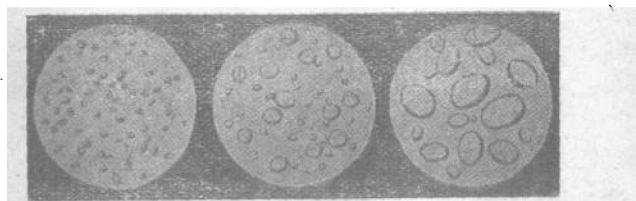
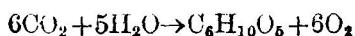


(ii) 乳糖 (milk sugar) $C_{12}H_{22}O_{11}$ 人乳或牛乳中都含有乳糖，是白色的晶體。由發酵作用，可生乳酸。牛乳會變酸腐敗，就是這種原因。

(iii) 麥芽糖 (maltose, malt sugar) $C_{12}H_{22}O_{11}$ 用水濕潤大麥，使牠發芽，就生出糖化酵素 (diastase) 來，這酵素和其中的澱粉作用，就生麥芽糖。

4. 多醣類

(i) 澱粉 (starch) $(C_6H_{10}O_5)_m$ 澱粉是植物由同化作用，使水和二氧化碳在牠的體中合成的：



第九十五圖 澱粉粒

各植物所含的澱粉粒形狀各不同，所以把澱粉粒在顯微鏡下檢查，可以區別是那種植物的澱粉。

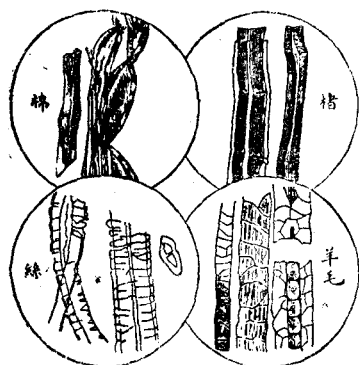
1: 米粉; 2: 小麥粉; 3: 馬鈴薯。

植物合成了澱粉之後，把牠貯蓄在果實（穀類）、根（甘藷）、莖（馬鈴薯）等中。

澱粉的細胞有一種特別形狀，而牠的形狀和大小，又隨植物的種類而不同。

水不能溶解澱粉，但加水共熱，粒子膨脹，細胞膜破裂，變成可溶性的糊。加碘到這溶液中，立刻變成深藍色，所以檢出澱粉的方法就利用這種變色反應。

(ii) 纖維素 (cellulose) $(C_6H_{10}O_5)_n$ 纖維素是構成植物細胞膜的物質，日常用的棉麻等物，幾乎是純淨的纖維素。



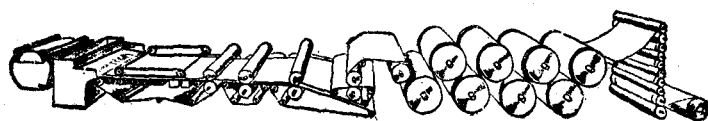
第九十六圖 各種動植纖維

普通的植物纖維含有種種雜質，可用稀酸、稀鹼洗淨。

水或酒精雖不溶解纖維素，但若加濃硫酸，就慢慢溶解。把這溶液煮沸時，先變成糊精 (dextrine)，後變成葡萄糖。

纖維素的用途很大，現在把主要的工業製品列舉如下：

〔紙〕 取楮或黃瑞香等樹皮作原料，用各種物理法和化學法搗碎漂白，加水調成漿，用竹簣撈取出來，加可溶性糊液，



第九十七圖 造紙機略圖

使牠凝固，就成爲紙，這是土法。至於大規模工廠，是用造紙機來製造。

用木材、稻草稈、檣稜等製得的纖維素，通稱爲紙漿或紙料(pulp)，由木製的有時特稱木紙料(wood pulp)，西洋紙都是用這等紙料造成的。西洋紙中除紙料外，還加有不溶性的糊液，使紙凝固緊密；又加陶土、澱粉作填充劑增加重量；更加樹膠、肥皂、明礬等，便於用墨水寫字；或施種種染色，供各種用途。

〔衣服材料〕衣服所用的材料，是用動植物纖維造成的，主要的動植物纖維是：棉、麻、蠶絲、羊毛等。人造絲雖是重要的原料，但也是由植物纖維改造而成的。植物纖維的主要成分是纖維素，動物纖維是由含氮的化合物（一種蛋白質）而成。就性質而言，植物纖維概不耐酸而耐鹼，動物纖維恰成反對（但絲也不耐酸的侵犯）；又燃燒時，毛和絲放一種臭氣，棉類不臭。

〔硝化纖維素〕把棉浸入濃硝酸和濃硫酸的混合物中，就生成種種硝酸化合物。這叫做硝化纖維素或硝酸纖維素(nitro-celluloso) 或稱硝化棉。



第九十八圖 棉

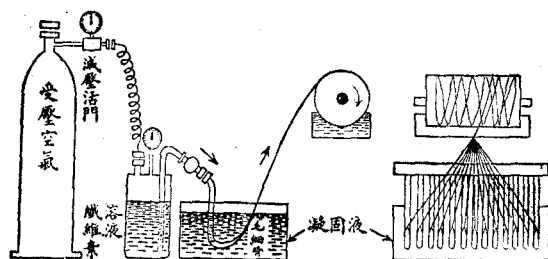
左：棉果；右：棉果開裂露出棉花的情狀。

(a) 火藥棉

$C_{12}H_{14}O_4(NO_3)_6$ 六硝化纖維素，外觀好像棉，稱為火藥棉 (gun cotton)。點火時急速燃燒。用丙酮把火藥棉膠化了，加入硝酸甘油，造成紐帶狀或管狀，乾後就得無煙火藥 (smokeless powder)。

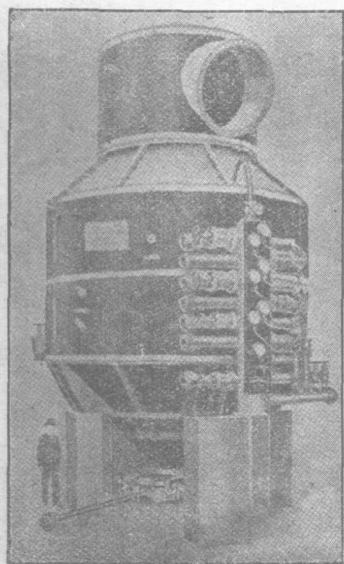
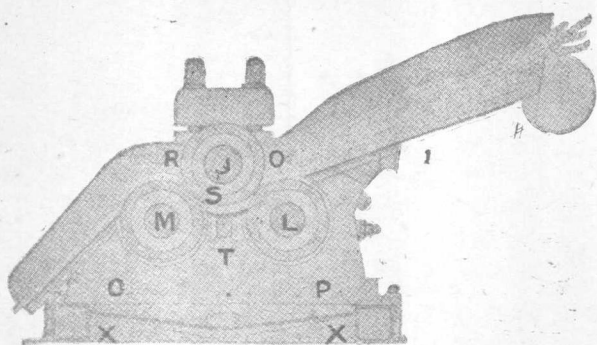
(b) 膠棉 硝化纖維的硝化度比較低時，如像四硝化纖維素 $C_{12}H_{16}O_6(NO_2)_4$ 或五硝化纖維素 $C_{12}H_{15}O_6(NO_2)_5$ 等，可被酒精醚的混合液溶解，就得膠棉 (collodion)。這種溶液乾燥很快，乾後，剩下一層薄膜，所以照相術用來造感光片，外科醫用來塗傷口。

(c) 人造絲 把棉、紙料等作原料，用化學方法使其中的纖維素溶解到水裏，或溶解到適當的溶劑裏，把這種溶液由細孔壓出，浸入凝固劑中，就得人造絲 (artificial silk or rayon)。

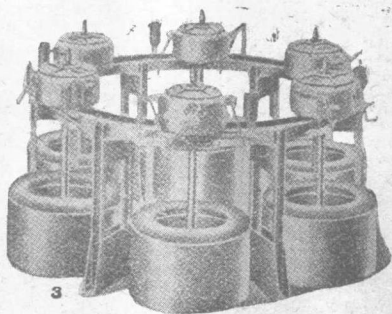


第九十九圖 製造人造絲的概況

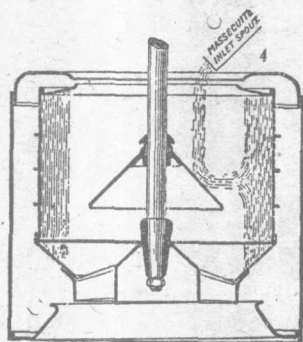
使左方的受壓空氣，經過減壓活門，調節成適當的壓力，進入纖維素溶液器內，壓溶液通過多數毛細管，進入凝固液（稀硫酸）中，凝固了，集合若干絲捲在框上，紡成絲線。（左方的圖僅表示傍面的截面，右方表示凝固槽和紡絲框的正方。）



2

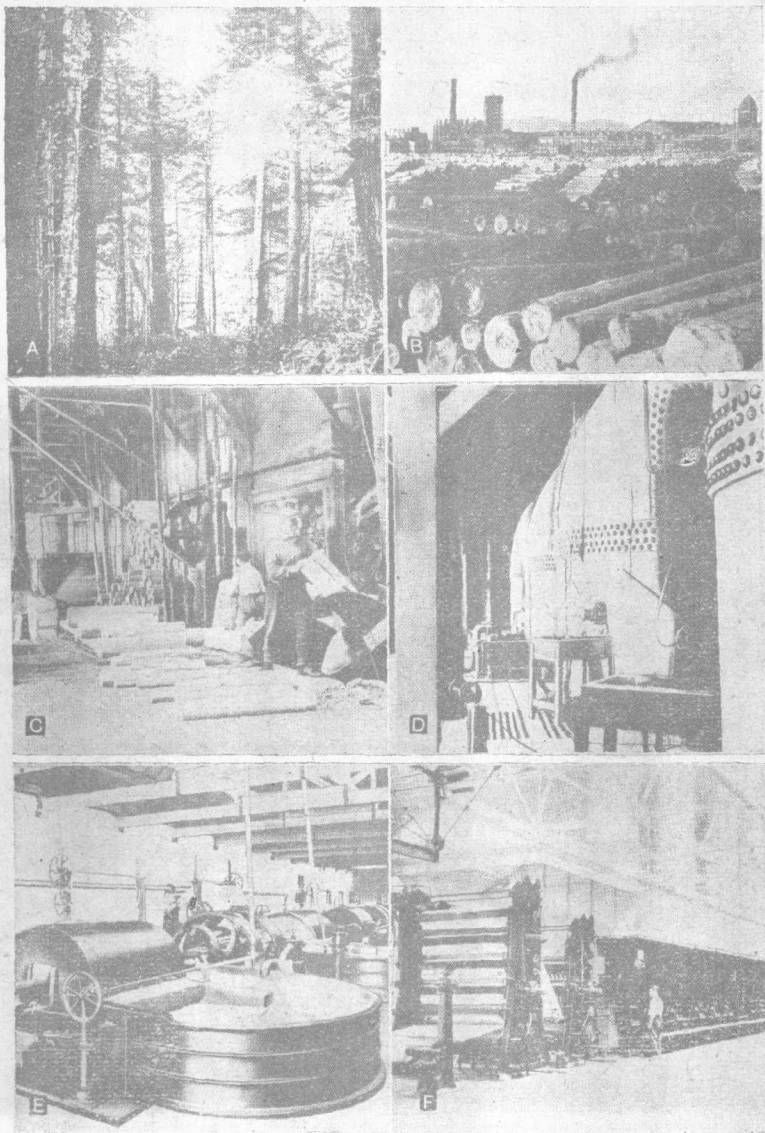


3



1. 壓榨器：甘蔗(I)通過三滾子(J, M, L)間榨出液汁來。
2. 真空蒸發器：把榨汁放在減壓的器中蒸發。
3. 糖蜜分離器：利用離心力把混蜜糖中的蜜除去。
4. 糖蜜分離器的截面。

造 紙 概 視



A: 森林； B: 由森林伐取之木材； C: 木材切成碎片；
D: 木片蒸解器； E: 叩解機； F: 乾燥機和壓光機。

人造絲的製造法有硝化纖維素法，纖維膠絲法(viscose)，醋酸纖維素法，銅氨絲法等，現在比較盛行的是纖維膠絲法。

人造絲的原料是纖維素，和天然蠶絲（主要成分是蛋白質）完全不同，不過外觀好像蠶絲，所以有這個名稱。牠的外觀雖美，但是也有缺點，如像光太強，容易燃燒，遇水濕易斷等，大有研究改良的必要。不過價值很廉，所以用途很大。

(d)賽璐珞 把硝化程度低的硝化纖維素和樟腦作原料，混合均勻後，壓榨就成賽璐珞 (celluloid)。遇稍高的溫度，質變柔軟，冷了又變硬而帶有彈性；又可加入種種顏料，可以製造玩具、梳類、照相感光膜等日用品。但因為是用硝化纖維素作原料，所以非常容易燃燒是一大缺點。

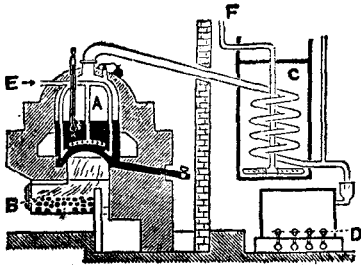
近來有不燃性的賽璐珞出現，是醋酸纖維素造成的。

問 題

1. 醃類的共通點是甚麼？何以分爲單醃類，式醃類，多醃類？
2. 由澱粉或纖維素都可以造酒精，是甚麼理由？
3. 牛奶中混有澱粉時，有甚麼方法可以檢查出來？
4. 紙，人造絲，無煙火藥，賽璐珞等的主要原料是甚麼？

第四十五章 煤焦油的分餾

苯和苯的衍生物



圖一百 煤焦油的分餾概況

A:煤焦油; B:爐; C:冷水; D:收容器;
E:蒸汽入口,在蒸餾將完時,噴入器內,
代攪拌的作用; F:也是蒸汽入口,蒸餾
將完時,送入蒸汽,使冷凝管內的物質不
致凝固閉塞。

1. 煤焦油的分餾

第三十九章曾經說過
石炭乾餾時,可得煤焦
油,更把煤焦油來分餾,
依溫度的差,可得種種
物質。現在把這些物質
列成一表。

2. 苯 C_6H_6 苯

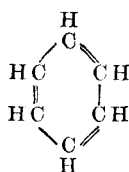
(benzene)是無色液體,
有揮發性,容易燃燒,不

分餾煤焦油時所得的產物

分餾物 的名稱	輕油 (或稱粗 揮發油)	中油 (或稱石炭 酸油)	重油 (或稱煤餾 油)	蔥油 (或稱綠 油)	瀝 青
餾 出 溫 度	170°C. 止	170°—230°C.	230°—270°C.	270°C. 以上	餘滓(無揮 發性)
主要成分 和用途	苯, 甲苯, 製 造粗揮發油	萘, 石炭酸等	石炭酸, 萘, 蔥 等的混合物。 鐵路枕木和電 柱等用作防腐 劑。	蔥(用作染 料的原料)	黑色粘塊, 作 土瀝青的代用 品或金屬、木 材等的塗料, 又混煤粉來煉 成煉炭, 用作 燃料。

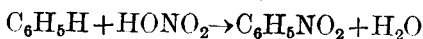
能和水混合。能够溶解樹脂、脂肪等，所以常用作溶劑；又製造染料所用的苯胺，是用苯作原料，所以是很重要的物質。

〔苯的結構式〕 從煤魚油分餾而得的碳素化合物，牠們的結構式和以前所說的碳化氫、脂肪氫、醣類等全然不同。以前所說的碳素化合物都是結成鏈狀(chain)的形式；但苯等碳素化合物所有的碳素，是結成環狀(ring)的。苯就是環狀碳化氫的代表，和甲烷的資格相同，牠的氫原子被取代了，就生成許多種化合物。下面六角形的圖，就是苯的想像結構式：



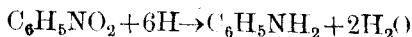
式中的氫不僅是可被取代，而且幾個六角形互相結合起來，就成爲萘和蒽等（萘和蒽詳見下章）。

3. 硝基苯 $C_6H_5NO_2$ 苯的一氫原子被硝基(nitro) NO_2 取代時就是硝基苯 (nitrobenzene)；把苯和濃硫酸濃硝酸作用，就生此物：



硝基苯是淡黃色油狀液體，可用來造香料或苯胺。

4. 苯胺 $C_6H_5NH_2$ 用鐵和鹽酸把硝基苯中硝基的 O_2 還原了，而且代入 H_2 ，就是苯胺(aniline)：



純淨的苯胺是無色液體，但是在空氣中漸漸變成褐色。

所謂苯胺染料，就是用苯胺作原料造成的。

5. 石炭酸 C_6H_5OH 苯的一氫原子被羥基 OH 取代時，就是石炭酸 (carbolic acid)，學名爲苯酚或簡稱酚 (phenol)。是無色的針狀晶體，有特殊臭氣。溶在 20 倍的水中，用作殺菌劑和消毒劑。

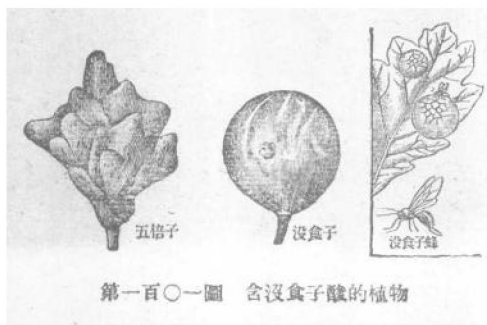
石炭酸和甲醛化合，可以造成貝克蘭膏 (bakelite)，俗呼電木。電木是琥珀狀的物質，用作電的絕緣材料，是很重要的。

6. 水楊酸 $C_6H_4 \begin{cases} OH \\ COOH \end{cases}$ 使石炭酸變成鈉鹽 (即苯

酚鈉)，再與二氧化碳作用，就生水楊酸 (salicylic acid)。是針狀晶體，有強腐蝕性，所以不宜混入食物中。

水楊酸或水楊酸的衍生物，如像阿司匹靈 (aspirine)

$C_6H_4 \begin{cases} OCOCH_3 \\ COOH \end{cases}$ 或薩羅爾 (salol) $C_6H_4 \begin{cases} OH \\ COOC_6H_5 \end{cases}$ 等，都是



第一百〇一圖 含沒食子酸的植物

醫藥方面常用的。

7. 沒食子酸 苯核和一個羧基 $-COOH$ 三個羥基 OH 結合時，就是沒食子

酸(gallic acid)。這是鞣質(tannin)的主要成分,事實上想像鞣質是沒食子酸和葡萄糖結合成的。

鞣質又名鞣酸(tannic acid),俗稱丹寧,鞣皮和製造墨水等是要用的藥料。


8. 苦味酸 三硝基甲苯 用濃硝酸和濃硫酸處理苯酚和甲苯,各生苦味酸(picric acid) $C_6H_2(NO_2)_3OH$ 和三硝基甲苯(trinitrotoluene, T. N. T.) $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$ 。苦味酸的學名是三硝基苯酚(trinitrophenol),成爲黃色晶體。牠的溶液可以染絲或毛成黃色;又常用來製造爆發藥。

三硝基甲苯簡稱 T. N. T., 是一種爆炸藥,比苦味酸或其他爆發藥優良,所以很可珍貴。就爆發藥而言,無煙火藥是發射藥,而三硝基甲苯是炸藥。

問 題

1. 煤焦油所含的成分是甚麼?
2. 由苯製苯胺的手續如何?
3. 製硝基苯時何故用濃硫酸?

第四十六章 萘 蒽 萘蒽的衍生物

1. 萘  兩個苯核駢合就成萘 (naphthalene), 所以又名駢苯。分餾煤焦油時, 在中油內有此物存在, 是有光輝的白色晶體, 有一種臭氣。


用作防蟲劑和染料的原料, 俗呼的洋樟腦丸, 其實不是樟腦, 是把萘製成的小丸。



第一百〇二圖 藍草

2. 靛藍 ($C_{16}H_{10}N_2O_2$) 靛藍 (indigo) 是有名的藍色染料, 水不溶解。古時是從藍草葉採製而得, 現在是用萘或苯胺等由人工合成, 品質既純淨, 產量又多, 所以天然的靛藍漸漸被淘汰了。

用靛藍染色時, 先用鋅粉和苛性鈉, 還原成爲可溶性的靛白 (indigo white)。把這鹼性溶液浸染布疋, 取出放在空氣中, 又氧化復原成爲靛藍, 就可染成藍布。

3. 蒽  三個苯核相併, 就成爲蒽 (anthracene)。分餾煤焦油所得的蒽油, 含有此物, 是無色晶體, 用作

茜素的原料。

4. 茜素 茜素(alizarine)是美麗的紅色晶體。古時是從茜草根採製而得,現在是用蔥來造成。能够和鐵或鋁等金屬的氧化物結成美麗的各種顏色,又是水不溶解的化合物,所以染色術方面用這些金屬氧化物作媒染劑(mordant),就可達染色的目的。



第一百〇三圖 茜草

問 題

1. 用靛藍可以直接染色嗎?何故要把他還原成無色的靛白?
2. 試寫蒽和蔥的結構式。

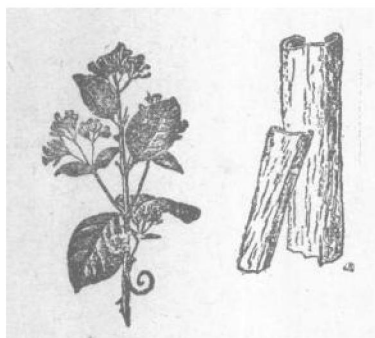
第四十七章 生物鹼

1. **生物鹼** 植物中常含有鹼性的有機化合物，概含有氮素，總稱爲生物鹼(alkaloid)。化學結構和苯不同，是非常複雜的環狀化合物。又稱腐鹼。

生物鹼的生理作用很重要，大多有毒，但是用法若果得當，各有特效的藥劑，醫學方面是很可貴的物質。

2. **菸鹼** 煙草葉中有種種鹽存在。都有猛烈的毒，雖用極微量，也可以把生物毒死。普通煙草葉中含有1—8%的菸鹼(nicotine)。

3. **金雞納** 印度、南美等地方出產金雞納樹，從這樹皮



第一百〇四圖 金雞納樹和金雞納皮

可製得金雞納(quinine)，俗稱金雞納霜。製成鹽酸鹽或硫酸鹽，用作解熱藥。是醫治瘧疾的特效藥。

4. **嗎啡** 割傷未熟的罌粟果皮，就滲出乳狀的液

體。乾了就成爲鴉片(opium)，大約含有10%的嗎啡(morphine)，又含有他種生物鹼數十種。嗎啡是無色的針狀晶體，製成鹽酸鹽，用作鎮痛劑或催眠

劑等。



第一百〇五圖 割傷罌粟
果皮滲出乳汁的形狀



第一百〇六圖 古柯樹

5. 古柯鹼 茶素 番木鱈鹼 顛茄鹼 南美產的古柯樹葉中，含有古柯鹼(cocaine)。製成鹽酸鹽，用作局部麻醉劑。

茶素(theine)又名咖啡鹼(caffeine)，存在茶和咖啡中。有興奮神經和利尿等作用。

番木鱈鹼(strychnine)是東印度產番木鱈果實中所含的生物鹼。有劇毒，可起激烈的痙攣。

顛茄鹼又名阿託品(atropine)，是從歐洲產的顛茄中取得的。製成硫酸鹽，眼科醫用作瞳孔擴大藥。

問 題

1. 生物鹼的通性是甚麼？
2. 夜間飲茶過多時，不易睡眠是何緣故？

第四十八章 松香油 橡膠 樟腦

1. 松香油 松、杉、樅等松柏科植物的樹幹常分泌出一種樹脂，取這等樹脂來用蒸汽蒸餾，就得松香油 (turpentine oil)，又稱松節油。是這烯萜 (terpene) 類的混合物，有一種香氣，容易溶解樹脂和脂肪等。製造油漆假漆等時，用作溶劑。

植物的花果等有芳香氣，多是由烯萜類而來。可以提製出來，製造玫瑰油和薄荷油等香料藥品。

2. 橡膠 熱帶地方出產橡樹，割橡樹皮使牠分泌出橡汁來，採取橡汁使牠凝固，就成為橡膠或彈性橡膠，俗呼橡皮

(rubber; caoutchouc)。橡膠是烯萜類的聚合物；水、鹼、酸等不能溶解，又不容易傳電，所以用途極廣。



第一百〇七圖 橡樹和採取橡汁的情況

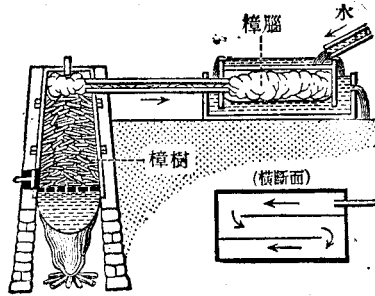


第一百〇八圖 取橡汁放在火上烘熱使牠凝固

生橡膠遇寒冷會變脆，並且硬化，所以要加硫來防止這等弊病，稱為加硫法。所加的硫若多，就成硬橡膠 (ebonite)，用作電的絕緣材料，或製造自來水筆幹、梳、釧等。

3. 漆 我國陝西、貴州、福建等省都產漆。漆的採法：刺傷漆樹幹，從傷口分泌出乳狀液來，就可以製成漆 (lacquer)。若有適當的濕度和溫度，漆吸收空氣中的氧，凝固起來，以後不再變化。塗在物體表面，既美觀，又耐用，是漆的特長。

4. 樟腦 取樟樹的幹、根、枝、葉等切細後，用水蒸汽蒸餾，就可製得樟腦 (camphor)。是白色晶體，有香氣，用作防腐劑、殺菌劑等，又可用來造賽璐珞。



第一百〇九圖 蒸餾樟腦的略圖

5. 薄荷腦 用水蒸汽蒸餾薄荷葉，就得薄荷油 (peppermint oil)。結成無色的針狀晶體，就是薄荷腦 (menthol)。有刺戟性香氣，用作醫藥或清涼劑、香料等。

問 題

1. 橡膠的用途很大，是甚麼緣故？
2. 漆是很有用的物料，是甚麼緣故？

第四十九章 蛋白質

1. 蛋白質 動植細胞原形質的主要成分是**蛋白質** (protein; proteid), 所以可說蛋白質是生命的根源。

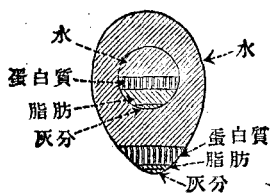
動物體中含蛋白質最多的部分是肌肉、卵白等; 植物體中含蛋白質最多的部分是種子。分析元素的結果, 知道蛋白質的平均成分是氮 16%, 碳 50%, 氫 7%, 氧 25%, 硫 1%; 特殊蛋白質還含有少量的磷。蛋白質的化學結構, 現在還不明瞭, 但是有學者主張蛋白質大約是從 20 種氨基酸結合成的化合物。所以就生理作用而言, 或就食物的價值而言, 要看構成牠的氨基酸的種類和量纔能決定。所以天然界的蛋白質, 有毛髮、爪蹄、絲、卵白等之分, 也就是這種緣故。

普通的蛋白質, 可分成動植兩類如下:

2. 動物蛋白質

(i) 卵白素 卵白素 (egg albumine) 是蛋白的主要成分,

熱到 57°C . 就凝固; 在常溫時, 遇着酒精、硝酸、鞣酸等, 也可以凝固。能够和昇汞、硫酸銅等重金屬鹽類結成不溶性化合物, 所以誤喫了昇汞等毒質時, 立刻喫蛋



第一百十圖 雞卵的組成比例圖

白，可以解毒。

(ii) 乾酪素 牛乳中加酸，或牛乳腐敗時生乳酸；其中有白色沈澱，就是乾酪素 (casein)，是含有磷的蛋白質。乾酪 (cheese) 就是從這種沈澱造成的。

(iii) 動物膠 動物膠又名白明膠 (gelatine)，把動物的皮或骨等混水煎熬就得。乾後是無色透明的固體，溫水可以溶解，冷了又復凝固。普通木匠等所用的膠，是含有雜質的白明膠，所以不是白色透明的。白明膠可用作食料，可用來凝固點心，製造照相乾片等。

3. 植物蛋白質

(i) 豆素 豆類中含有多量的蛋白質，稱為豆素 (legumin)。把黃豆混水磨成漿，熱成乳狀液體，加鹵汁或醋等物質，使豆素凝結沈澱，就是豆腐。

(ii) 麩質 小麥粉中含有一種蛋白質，稱為麩質 (gluten)，水不能溶解。把小麥粉裝在布袋裏，放在水中揉壓，澱粉浸出來，剩下淡黃色的粘塊，就是麩質，俗稱麵筋，可用來造味精等調味料。

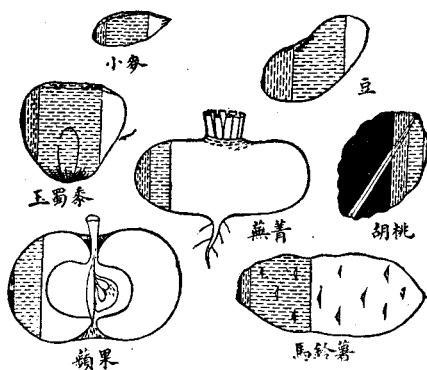
問 題

1. 舉出含有蛋白質的動物質 4 種。
2. 舉出含有蛋白質的植物質 4 種。
3. 味精是不是魚肉或魚汁做的？

第五十章 食物

1. 食物 我們平常所喫的食物 (food), 主要成分是蛋白質、脂肪、醣類、無機質和水。這等物質特稱為營養素 (nutriment), 要含有營養素的物品, 纔能用作食物。這五種營養素中, 無機質和水, 無論何種食物, 大概都含有的, 所以不必特別考慮, 所宜注意者, 是蛋白質、脂肪、醣類, 和以後所說的維生素類, 是缺一不可的。

2. 各營養素的功用 食物在人體內的變化很複雜, 要想明白牠們的真正功效, 不是容易的事情, 現在把牠們的大概關係說明如下。



第一百十一圖 各種食物所含營養素的比例

黑色部分表示蛋白質 縱線表示脂肪 橫線表示醣類 白色部分表示水

(i) **蛋白質的功用** 動物身體的組織,大部分是含有氮素的有機物;蛋白質就是這等含氮物質的主要成分;所以可說動物體是蛋白質構成的。

(ii) **脂肪和醣類的功用** 脂肪和醣類是發生體溫,供給能 (energy) 的源泉,因為牠們在體內和氧素化合成水和二氧化碳,發生熱的緣故,這種變化,也叫做燃燒。假若牠們的分量過多的時候,都變成脂肪,貯蓄在體內備用。

(iii) **無機質的功用** 無機質的功用,多半是構成動物的骨骼。

(iv) **水的功用** 各種物質在體內流通,全靠水來運輸。

3. **維生素類 (vitamines)** 食物中所含的營養素,除上述五種之外,還有分量少而功用大的要素,就是所謂**維生素 (vitamine)**,或稱**生活素**,**活力素**,**維他命**等;縱令五要素都備,假若不含維生素,也難完全發揮牠們的功用。因為食物的消化和吸收等,維生素大有關係,又有抵抗各種疾病的效力。維生素的性質和效用等已經確定的,現在只有次述五種:

維生素 A (vitamine A) 牛奶、奶油、蛋黃、魚肝油等動物脂肪中含有維生素 A;和油脂的新陳代謝有關係;假若食物中缺少此物,就容易發生眼病。

維生素 B (vitamine B) 新鮮的蔬菜、牛奶、蛋黃、豆類、

米糠、米麥的胚芽和酵母等，含有維生素 B；和醱類的新陳代謝似有關係；假若缺少此物，食慾減退，並且發生腳氣病。

維生素 C(vitamine C) 新鮮的甘藍（俗呼卷心菜）、蘿蔔、番茄、和果汁中含有維生素 C；假若缺少此物，會發生危險的壞血病。

維生素 D(vitamine D) 維生素 D 多半和維生素 A 同時存在，肝油中比較含得多；假若缺少此物，骨的發育不完全，會成佝僂病的。

維生素 E(vitamine E) 小麥胚子中含有維生素 E；和動物的生育繁殖大有關係。

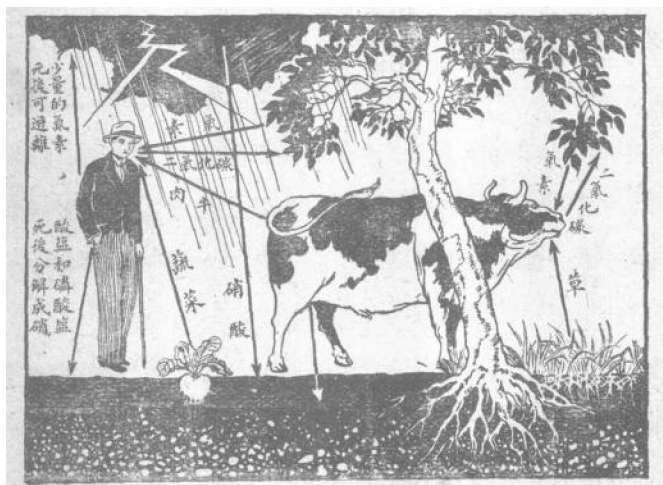
4. 食物的營養值 食物在體內燃燒發熱而供給能，所以燃燒時所生的熱量，就可作為食物的營養值，簡稱營養值 (nutritive value)。測定營養值的方法，是把食物放在卡計 (calorimeter) 中燃燒，測牠發生熱量的卡 (calorie) 數就可以知道。

問 題

1. 食物的要素是甚麼？
2. 食物不可偏喫一種，要喫種種混合物，是甚麼理由？
3. 常喫純淨的精白米，有甚麼害處？
4. 永遠不喫蔬菜，僅喫肉類和白米，有甚麼害處？

第五十一章 物質的循環

1. 從無機界到有機界 自然界所有的元素，從無機界進入有機界，又從有機界進入無機界，常是循環不絕的。但是動物體不能直接把無機物合成有機物，所以動物體所需要的有機物質，是植物先取無機物來合成之後，動物喫植物，纔能攝取的。植物的根從土中吸取水、氮、磷、鉀等各種無機物質，牠的葉又從空氣中吸取二氧化碳，藉日光的作用，同化成爲澱粉、蛋白質、油脂等。



第一百十二圖 物質的循環

空氣中的氮和氧，有小部分藉空中雷電的作用，變成氧化氮，又和雨水結成硝酸，降到地上，變成硝酸鹽，便成爲植物的養分。

所以構成植物體的蛋白質、脂肪、澱粉等，是直接從無機界而來的。

2. 從植物體到動物體 動物恰與植物相反，把上述植物所合成的物質分解了，供自己活動的能；又把醣類變成脂肪，貯蓄起來；或把植物的蛋白質分解而合成己身的組織。所以動植物的生理作用，根本不同。

動物死後，身體分解成種種物質，進入礦物界，再被植物吸收，又供其他生存的動物食用；循環不絕，永無止境。

問 題

1. 試用物質不滅定律說明物質的循環。
2. 動物為甚麼必須喫植物？

第五十二章 火藥 毒氣

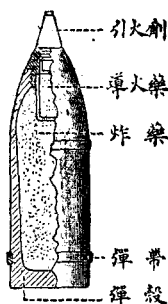
1. 火藥 有某類物質受微小的刺戟或化學作用，忽然起激烈的變化，發生多量的熱和多量的氣體，演成爆發的現象，這等物質，總稱為火藥或爆發藥(powder; 或 explosives)。就用途說，火藥又分四種如下：

(i) 發射藥(propellant) 黑火藥和無煙火藥就是主要的發射藥，是發射礮彈或鎗彈用的。

(ii) 爆破藥(bursting explosives) 這是用來炸破礮彈、水雷、地雷等用的；主要的是苦味酸和三硝基甲苯(T. N. T.)，都是黃色晶體，所以又稱為黃色火藥。

(iii) 轟炸藥(blasting explosives) 這是軍事，礦山，土木工程等用來炸破橋樑岩石等用的；主要的就是諾貝爾(Nobel)發明的炸藥(dynamite)。

(iv) 起爆藥(initiator) 這是引起爆炸作用的火藥；主要的就是雷酸汞($\text{Hg}(\text{CNO})_2$)，簡稱雷汞(fulminate of mercury)。雷汞的製法：用硝酸溶解水銀，加入酒精就得，是針狀晶體。受敲打或摩擦，都會爆發，很危險的。所謂雷管(detona-



第一百十三圖 榴彈的截面

tor), 就是裝有這種火藥的器具, 專供引起爆炸用的。

2. 毒氣 所謂毒氣(poison gas), 在戰爭時可用來攻擊敵人, 在平時可作倉庫, 輪船, 森林等的消毒和除害蟲等。種類很多, 主要的如下:

(i) 光氣(phosgen) COCl_2 使一氧化碳和氯通過活性炭上, 可以製成。容易液化。是無色的重氣體, 吸入肺中, 可以窒息而死, 所以叫窒息性毒氣。牠的毒性比氯強 25 倍。

(ii) 氯化苦劑(chloropicrin) CCl_3NO_2 使苦味酸和漂白粉作用, 可製得氯化苦劑。是無色液體, 牠的蒸氣刺戟眼睛, 出許多淚, 所以叫催淚性毒氣。平時可用來驅倉庫中的害蟲。

(iii) 芥子氣(yperite, mustard gas) $(\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl})_2\text{S}$ 這是最可怕的一種毒氣, 皮膚遇着, 就起泡腐爛, 所以叫糜爛性毒氣。其實不是氣體, 是沸點很高有 217°C . 的液體, 放射出去, 可以保持毒性作用幾星期。牠的製法, 是使二氯化硫和乙烯作用即可。

(iv) 氯化二苯胂(diphenyl chlorarsine) $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCl}$ 這種毒氣又叫二苯氯胂; 製法比較複雜, 使三苯胂和三氯化砷作用, 可以製成。刺戟咽喉等部, 發生噴嚏, 所以叫噴嚏性毒氣。是白色固體, 熔點 44°C ., 沸點 383°C .; 常和別種毒氣混用(但不可混合氯氣恐失效用)。

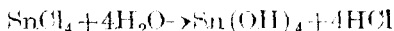
3. 煙幕(screening smoke) 用種種化學物質放散在

空中成煙霧，遮蔽軍隊的行動，或遮蔽城市軍艦等，免受敵人攻擊，這稱為煙幕；若所放的煙霧有毒，使敵人遇着就受傷害，這稱為毒煙 (toxic smoke) 種類很多，主要的如下：

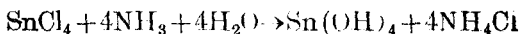
(i) 磷 磷(1分)氧(1.3分)水(0.9分)相混，發生磷酸煙幕：



(ii) 四氯化錫 四氯化錫遇水可生煙：



或遇氨和濕氣就生濃煙：



(iii) 六氯乙烷混合劑 這是用鋅粉，六氯乙烷，熔鋼劑，氯化銨等配合成的，是我國軍政部理化研究所的方法。

(iv) 毒煙劑 無機化合物中可用作毒煙劑的，如氯化砷 ($AsCl_3$)，溴化砷 ($AsBr_3$)，氯化汞 ($HgCl_2$) 等；有機化合物中可用作毒煙劑的，如氯化二苯胂 [$(C_6H_5)_2AsCl$]，氰化二苯胂 [$(C_6H_5)_2AsCN$] 等。

問 題

1. 火藥的主要種類是那幾種？
2. 毒氣的主要種類是那幾種？
3. 毒氣和煙幕有甚麼分別？
4. 四氯化錫單遇水時所發的煙不及遇氨和濕氣時濃厚，是甚麼緣故？

萬國原子量表

1937

元素名	符號	原子序數	原子量	元素名	符號	原子序數	原子量		
鋁	Aluminium	Al	13	26.97	鉬	Molybdenum	Mo	42	96.0
銻	Antimony	Sb	51	121.76	釷	Neodymium	Nd	60	144.27
氬	Argon	A	18	39.944	氖	Neon	Ne	10	20.183
砷	Arsenic	As	33	74.91	鎳	Nickel	Ni	28	58.69
鋇	Barium	Ba	56	137.36	氮	Nitrogen	N	7	14.008
鈹	Beryllium	Be	4	9.02	銻	Osmium	Os	76	191.5
鉍	Bismuth	Bi	83	209.00	氧	Oxygen	O	8	16.0000
硼	Boron	B	5	10.82	鈀	Palladium	Pd	46	106.7
溴	Bromine	Br	35	79.916	磷	Phosphorus	P	15	31.02
鎘	Cadmium	Cd	48	112.41	鉑	Platinum	Pt	78	195.23
鈣	Calcium	Ca	20	40.08	鉀	Potassium	K	19	39.096
碳	Carbon	C	6	12.01	鐳	Praseodymium	Pr	59	140.92
鈰	Cerium	Ce	58	140.13	鐳	Protoactinium	Pa	91	231
銫	Cesium	Cs	55	132.91	鐳	Radium	Ra	88	226.05
氯	Chlorine	Cl	17	35.457	鐳	Radon	Rn	86	222
鉻	Chromium	Cr	24	52.01	銨	Rhenium	Re	75	186.31
鈷	Cobalt	Co	27	58.94	銨	Rhodium	Rh	45	102.91
鈷	Columbium	Cb	41	92.91	銨	Rubidium	Rb	37	85.48
銅	Copper	Cu	29	63.57	銨	Ruthenium	Ru	44	101.7
鐳	Dysprosium	Dy	66	162.46	釷	Samarium	Sm	62	150.43
鐳	Erbium	Er	68	167.64	釷	Scandium	Sc	21	45.10
鐳	Europium	Eu	63	152.0	釷	Selenium	Se	34	78.96
氟	Fluorine	F	9	19.00	釷	Silicon	Si	14	28.06
釷	Gadolinium	Gd	64	156.9	釷	Silver	Ag	47	107.860
鋁	Gallium	Ga	31	69.72	釷	Sodium	Na	11	22.997
銩	Germanium	Ge	32	72.60	釷	Strontium	Sr	38	87.63
金	Gold	Au	79	197.2	釷	Sulfur	S	16	32.06
鈷	Hafnium	Hf	72	178.6	釷	Tantalum	Ta	73	180.88
氦	Helium	He	2	4.002	釷	Tellurium	Te	52	127.61
釷	Holmium	Ho	67	163.5	釷	Terbium	Tb	65	169.2
氫	Hydrogen	H	1	1.0078	釷	Thallium	Tl	81	204.39
銩	Indium	In	49	114.76	釷	Thorium	Th	90	232.12
碘	Iodine	I	53	126.92	釷	Thulium	Tu	69	169.4
銨	Iridium	Ir	77	193.1	釷	Tin	Sn	50	118.70
鐵	Iron	Fe	26	55.84	釷	Titanium	Ti	22	47.90
氪	Krypton	Kr	36	83.7	釷	Tungsten	W	74	184.0
釷	Lanthanum	La	57	138.92	釷	Uranium	U	92	238.07
鉛	Lead	Pb	82	207.21	釷	Vanadium	V	23	50.95
鋰	Lithium	Li	3	6.940	釷	Xenon	Xe	54	131.3
鐳	Lutecium	Lu	71	175.0	釷	Ytterbium	Yb	70	173.04
鎂	Magnesium	Mg	12	24.32	釷	Yttrium	Y	39	88.92
錳	Manganese	Mn	25	54.93	釷	Zinc	Zn	30	65.38
汞	Mercury	Hg	80	200.81	釷	Zirconium	Zr	40	91.22

四角號碼索引

說明

- (1) 本單名表各本各四雲
- (2) 索引除第第二三四五
- (3) 按第四二三兩本碼辭
- (4) 王角一上字上面檢字
- (5) 雲號字取仍端單字
- (6) 五碼四上依首字法
- (7) 氏及角二號尾
- (8) 之附號角碼所
- (9) 四角碼之順注
- (10) 角之已號序號
- (11) 號號見碼排碼
- (12) 檢於名本但本
- (13) 碼碼該於列係
- (14) 字本詞條之注
- (15) 排字上之號碼
- (16) 列上單字用~記號代
- (17) 排字上之號碼
- (18) 起訖中間所注
- (19) 王雲五大辭典或王

第二次改訂四角號碼檢字法

王雲五發明

第一條 筆畫分為十種，各以號碼代表之如下：

號碼	筆名	筆形	舉例	說明	注
0	頭	一	言 全 戶 尸	獨立之點與獨立之橫相結合	0156789各
1	橫	一 八 八	天 土 地 江 元 風	包括橫勾與右鈎	僅均由數字合為一
2	垂	丨 丨 丨	山 月 千 則	包括直撇與左鈎	每筆一檢至時還筆
3	點	、 丶	六 半 一 么 之 衣	包括點與捺	筆與提筆並列，應
4	叉	十 义	草 杏 皮 刈 丈 符	兩筆相叉	儘量取流筆；如
5	插	才	才 戈 中 文	一筆通過兩筆以上	作0不作3，才作
6	方	口	國 鳴 目 四 甲 由	四邊齊整之形	4不作2，厂作7
7	角	丿 丨 丨 丨	押 証 驗 雪 衣 學 字	橫與垂相接之處	不作2，㇇作8不
8	八	八 ㇇ 人 ㇇	分 頁 羊 余 炎 余 况 字	八字形與其變形	作32，㇇作9不
9	小	小 ㇇ ㇇ ㇇ ㇇	尖 糸 岸 呆 推	小字形與其變形	作33。

第二條 每字祇取四角之筆，其順序：

(一)左上角 (二)右上角 (三)左下角 (四)右下角

(例) (一)左上角 (二)右上角
(三)左下角 (四)右下角

檢查時按四角之筆形及順序，每字得四碼：

(例) 瀕 截 際

第三條 字之上部或下部，祇有一筆或一視筆時，無論在何地位均作左角，其右角作0。

(例) 豈 直 首 彖 巢 宗 母

每筆用過後，如再化他角，亦作0。

(例) 半 之 持 排 波 米 巢 詩

第四條 由整個口門所成之字，其下角取內部之筆，但上下左起有化筆時，不在此例。

(例) 國 關 關

國 關

0010₈ 立	
~Liter	4; 38; 40
0020₇ 亨	
22~利定律 Henry's law ...	23
0022₃ 齊	
~Alloy	81
0022₇ 膺	
28~鹼 Alkaloid	162
0025₂ 摩	
10~爾 Mol	39
0091₄ 雜	
10~醇油 Fusel oil	134
0128₆ 顏	
94~料 Pigment	89
0292₁ 新	
37~週期律 New periodic law	120
0466₄ 諾	
60~貝爾 Nobel	173
0823₄ 族	
~Group	119
0824₀ 放	
24~射性 Radioactivity ...	117
~射性元素 Radioactive elements...	117
1000₀ 一	
13~酸度鹼 Monacid base ...	69
28~鹼度酸 Monobasic acid...	69

80~氯乙烷 Ethyl monochloride	125
~氯化汞 Mercurous chloride HgCl... ..	88
~氯甲烷 Methyl monochloride... ..	125
~氧化碳 Carbon monoxide	23
~氧化鉛 Lead monoxide...	93
83~Monocarboxylic acid ...	139

1010₀ 二

10~硫化碳 Carbon disulfide	51
13~酸度鹼 Diacid base... ..	69
27~氯化汞 Mercuric chloride HgCl	88
28~鹼度酸 Dibasic acid ...	69
80~氯乙烷 Ethyl dichloride	125
~氧化硫 Sulfur dioxide ...	51
~氧化碳 Carbon dioxide...	21
~氧化矽 Silicon dioxide or silica	65

1010₁ 三

15~碘甲烷 Iodoform	124
19~硝基苯酚 Trinitrophenol	159
~硝基甲苯 Trinitrotoluene	159
80~氯化鐵 Ferric trichloride	103
~氧化二砷 Arsenious oxide or arsenic trioxide ...	63
~氧化二鐵 Iron sesquioxide	103

正

78~鹽 Normal salt	70
-------------------------	----

1010₄ 王

12~水 Aqua regia	58
------------------------	----

1010₇ 亞

00~麻油酸 Linolic acid ...	142
10~硫酐 Sulfurous anhydride	52
15~砷酐 Arsenious anhydride	63
25~佛加德羅假說 Avogadro's hypothesis	38
83~鐵鹽 Ferrous salt	103
~鐵氰化鉀 Potassium ferrocyanide... ..	103

1010₈ 豆	
80~素 Legumin	167
1021₁ 元	
50~素 Element	16
~素的週期律 Periodic law of elements	119
~素的符號 Symbol of element	41
1022₇ 丙	
10~三醇 Propantriol	134
17~酮 Acetone	138
雨	
12~水 Rain	8
1023₂ 汞	
~Mercury	88
00~劑 Amalgam	88
1040₉ 平	
21~衡 Equilibrium	75
91~爐 Openhearth furnace	102-
1043₀ 天	
23~然水 Natural water ...	8
1060₀ 石	
00~膏 Gypsum	115
22~炭酸 Carboic acid	130; 158
44~蕊 Litmus... ..	71
~蕊試紙 Litmus test paper	30
~英 Quartz	65
~英玻璃 Quartz glass ...	67
52~蠟 Paraffin	61; 144
60~墨 Graphite	19
71~灰硫劑 Lime-sulfur spray	114
~灰水 Lime water	113
~灰乳 Milk of lime	113
78~鹽 Rock salt	106

西	
77~門子馬丁法 Siemens-Martin process	101
1060₃ 雷	
10~汞 Fulminate of mercury	173
88~管 Detonator	173
1061₃ 硫	
~Sulfur	49
11~酞 Sulfuric anhydride ...	52
13~酸 Sulfuric acid	52
~酸亞鐵 Ferrous sulphate	103
~酸鋅 Zinc sulfate	91
~酸銨 Ammonium sulfate	58
~酸銅 Copper sulfate ...	84
24~化氫 Hydrogen sulfide ...	51
44~黃華 Flowers of sulfur ...	49
1062₀ 可	
38~逆反應 Reversible reaction	75
1062₁ 哥	
60~羅仿 Chloroform	124
1064₇ 醇	
~Alcohol	132
1066₇ 醣	
91~類 Carbohydrates ...	21; 146
1068₈ 礦	
83~鏽 Slag	100
1071₀ 電	
00~離 Ionization	77
~離學說 Theory of Ionization	77

27~解 Electrolysis 11; 77
 ~解質 Electrolyte 77
 40~木 Bakelite 138

1071₇ 瓦

~Tile 97

1090₀ 不

48~乾性油 Non-drying oil ... 142

1090₁ 示

95~性式 Rational for nula 126

1111₁ 非

10~電解質 Non-electrolyte... 77

80~金屬 Non-metals 16

1161₀ 砒

10~霜 White arsenic 63

1164₀ 酏

~Anhydride 52

1164₀ 硬

12~水 Hard water 113

47~橡膠 Ebonite 165

77~肥皂 Hard soap 143

1166₁ 酯

~Ester 137

1223₀ 水

14~玻璃 Water glass 67

37~泥 Cement 98

46~楊酸 Salicylic acid ... 158

60~晶 Rock crystal 65

1224₇ 發

14~酵 Fermentation 132

24~射藥 Propellant 173

1268₉ 碳

13~酸氫鈣 Acid calcium carbonate 112

~酸氫鈉 Sodium hydrogen carbonate... .. 109

~酸氣 Carbon anhydride gas 21

~酸鈣 Calcium carbonate 111

~酸鈉 Sodium carbonate 106

24~化 Carbonization 129

~化矽 Carbon silicide or carborundum 67

~化鈣 Calcium carbide ... 127

50~素的化合物 Compounds of carbon 121

80~氫化物 Hydrocarbon ... 123

1323₀ 強

28~鹼 Alkali 69

1364₇ 酸

~Acid 30; 69

11~酏 Acid anhydride ... 52

43~式碳酸鈉 Acid sodium carbonate... .. 109

~式鹽 Acid salt 70

95~性反應 Acid reaction ... 30

1413₁ 珉

17~瑯 Enamel 98

1414₇ 玻

10~璃 Glass 66; 98

1420₀ 耐

90~火磚 Refractory brick ... 97

1461₄ 醃

~Aldehyde 138

1464₇ 酵

50~素 Diastase 149

1560₆ 砷		1766₁ 醃	
~Arsenic	63	13~ 醃甘油酯 Butyric glyceride	144
1564₃ 磚		50~ 素 Casein	138
~Brick	97	1771₀ 乙	
1568₁ 碘		10~ 醇 Ethyl alcohol	132
~Iodine	32	13~ 酸 Acetic acid	139
11~ 酏 Tincture of iodine ...	32	19~ 醃 Ethyl ether	136
1625₆ 彈		94~ 烯 Ethylene	126
95~ 性硫 Plastic sulfur... ..	50	95~ 炔 Acetylene	127
1713₆ 蛋		~ 炔燈 Acetylene lamp ...	127
26~ 白質 Protein, proteid ...	166	1771₇ 己	
1714₀ 取		10~ 醃 Hexose... ..	146
23~ 代物 Substitution product	124	1962₇ 硝	
1762₀ 酮		10~ 石 Saltpeter	57; 110
~Ketone	188	13~ 醃纖維素 Nitrocellulose	151
矽		~ 醃甘油 Nitroglycerine ...	134
~Silicon	65	~ 醃鉀 Potassium nitrate	110
11~ 酏 Silicic anhydride ...	65	~ 醃銀 Silver nitrate AgNo	85
13~ 醃工業 Silicate industry	97	44~ 基 Nitro	157
~ 醃鹽 Silicate	97	~ 基苯 Nitrobenzene... ..	157
~ 醃鋁 Aluminium silicate	96	1963₉ 醃	
硼		~ Ether	136
~Boron... ..	68	1965₉ 磷	
13~ 酸 Boric acid	68	~ Phosphorus	60
19~ 砂 Borax	68	13~ 酸 Phosphoric acid ...	62
~ 砂球試驗 Borax-bead test	68	~ 酸石灰 Super phosphate of lime	62
		~ 酸鈣鹽 Calcium phosphates	62
		2010₄ 重	
		12~ 碳酸鈉 Sodium bicarbonate	109

2026₁ 倍	2294₀ 紙
21~比定律 Law of multiple proportion 36	94~料 Pulp 151
2033₁ 焦	2320₀ 外
94~煤 Coke 19; 130; 131	92~焰 Outer flame 25
2060₀ 番	2395₀ 纖
49~木龍鹼 Strychnine... .. 163	20~維素 Cellulose 150 ~維膠絲法 Viscose 155
2091₁ 維	2421₀ 化
25~生素 A Vitamine A. ... 169 ~生素 B Vitamine B. ... 169 ~生素 C Vitamine C. ... 170 ~生素 D Vitamine D. ... 170 ~生素 E Vitamine E. ... 170 ~生素類 Vitamines 169	77~學方程式 Chemical equation 44 ~學變化 Chemical change 15 ~學式 Chemical formula... .. 42 ~學反應 Chemical reaction 15 80~合 Combination 14 ~合物 Compound 14
2121₁ 能	2454₁ 特
~ Energy 169	15~殊鋼 Special steel 102
2123₁ 卡	2466₁ 皓
~ Calorie 170 04~計 Calorimeter 170	44~礬 White vitriol 91
2160₀ 鹵	2492₇ 稀
08~族元素 Halogens 31	40~土族元素 Rare earth elements... .. 116 ~有元素 Rare element ... 116
2191₀ 紅	2496₁ 結
19~磷 Red phosphorus ... 60	45~構式 Structural formula 44 60~晶形碳 Crystalline Carbon 19
2241₀ 乳	2500₀ 牛
24~化 Emulsification 144 90~糖 Milk sugar 149	17~酪 Butter 144

2510₀ 生	2896₁ 給
10~石灰 Quick lime 113	80~呂薩克的容積定律 Gay Lussac's law volumes ... 30
27~物鹼 Alkaloid 162	3012₇ 滴
2596₀ 釉	30~定管 Burette 71
44~藥 Glaze 97	3014₇ 液
2600₀ 白	21~態空氣 Liquid air 2
67~明膠 Gelatine 167	3023₂ 永
2643₀ 臭	27~久硬水 Permanent hard water 113
80~氧 Ozone 47	3040₄ 安
2671₄ 皂	80~全火柴 Safety match ... 61
24~化 Saponification 143	3060₈ 容
2710₀ 血	60~量分析 Volumetric analysis 71
27~色素 Haemoglobin... .. 23	3077₂ 密
2720₇ 多	73~陀僧 Litharge 93
10~元酸 Polycarboxylic acids 140	審
~醣類 Polycarbohydrates 146	32~業 Ceramic 97
2725₂ 解	3080₁ 定
00~離 Dissociation 75	21~比定律 Law of constant proportion 35
2732₇ 烏	3080₆ 實
90~糞土 Guano 62	78~驗式 Empirical formula 42
2793₂ 綠	賽
44~礬 Green vitriol 103	17~露珞 Celluloid 155
2868₆ 鹼	
~ Base 69	
43~式碳酸鉛 Basic lead carbonate 93	
~式鹽 Basic salt 70	
95~性反應 Alkali reaction... 55	

3116₀ 酒

10~石 Argol 141
95~精 Alcohol 132

3119₁ 漂

26~白粉 Bleaching powder 29; 115

3213₀ 冰

14~醋酸 Glacial acetic acid 140

3216₄ 活

95~性炭 Active carbon ... 18

3300₀ 心

60~罩 Mantle 116

3316₈ 溶

00~度 Solubility 74
02~劑 Solvent... .. 73
30~液 Solution 73
72~質 Solute 73

3411₁ 洗

37~灑蘇打 Washing soda ... 107

3413₂ 漆

~ Lacquer 165

3414₇ 波

24~特蘭水泥 Portland ce-
ment 98
40~希米亞玻璃 Bohemian
glass 66

3490₄ 染

94~料 Dyestuff 89

2516₀ 油

~ Oil 142
34~漆 Paint 91; 143
91~煙 Lamp black 18

3611₁ 混

37~凝土 Concrete 98
80~合物 Mixture 14

3613₄ 溴

24~化銀 Silver bromide ... 85
50~素 Bromine 32

3630₃ 還

71~原 Reduction 19
~原劑 Reducing agent ... 19
~原焰 Reducing flame ... 26

3712₀ 潮

27~解 Deliquescence 106

3714₇ 沒

80~食子酸 Gallic acid 159

澱

98~粉 Starch 149

3716₂ 沼

80~氣 Marsh gas 123

3722₀ 初

25~生態 Nascent state... .. 29

3730₂ 過

80~氧化氫 Hydrogen pero-
xide 47
~氧化鉛 Lead peroxide ... 93

3730₂ 週		有	
47~期 Period 119		42~機酸 Organic acids... .. 138	
3811₇ 汽		~機化合物 Organic compounds 121	
~ Vapor 49; 136		4033₁ 赤	
3814₇ 游		27~血鹽 Red prussiate of potash 104	
17~子 Ion 77		4060₆ 古	
3815₁ 洋		41~柯鹼 Cocaine 163	
83~鐵皮 Galvanized iron ... 91		4090₀ 木	
3824₇ 複		14~醋酸 Pyrolygneous acid 139	
78~鹽 Double salt... .. 95		22~炭 Charcoal 17	
3830₄ 遊		~紙料 Wood pulp 151	
90~離狀態 Free state 49		95~精 Wood spirit 132	
10~電子 Satellite electrons 120		4090₃ 索	
3912₇ 消		10~爾未 Solvay 107	
10~石灰 Slaked lime 113		~爾未法 Solvay process ... 107	
4020₇ 麥		4094₆ 樟	
44~芽糖 Maltose malt sugar 149		72~腦 Camphor 165	
4021₆ 克		4310₀ 式	
~ Gram 10		10~醱類 Dicarbohyd.ates ... 145	
71~原子 Gram-atom 39		4392₁ 檸	
80~分子 Gram-molecule ... 39		44~檸檬 Citric acid 141	
~分子容 Gram-molecular volume 40		4399₁ 棕	
90~當量 Gram equivalent ... 70		47~欄酸 Palmitic acid... .. 142	
99~勞德 Claude 56		4410₇ 藍	
4022₇ 內		30~寶石 Sapphire 95	
92~焰 Inner flame... .. 26		77~印術 Blue print 104	

4414₂ 薄	4460₁ 茜
44~荷油 Peppermint oil ... 165	50~素 Alizarine 161
~荷腦 Menthol 165	
4422₇ 葡	礬
44~葡糖 Glucose 146	40~土 Alumina 95
4422₈ 芥	4460₄ 苦
17~子氣 Yperite, mustard gas 174	65~味酸 Picric acid 159
4423₁ 蔗	4462₁ 苛
10~醣類 Cane sugar or saccharose 147	95~性鈉 Caustic soda ... 69; 109
4423₈ 菸	4477₀ 甘
28~鹼 Nicotine 162	10~汞 Calomel 88
4423₄ 苯	35~油 Glycerine 134
~Benzene 130; 156	~油酯 Glycaride 142
18~酚 Phenol... .. 158	4480₈ 黃
73~胺 Aniline 157	19~磷 White phosphorus or yellow phosphorus ... 60
4433₁ 蒸	27~血鹽 Yellow prussiate of potash 103
87~餾 Distillation 10	4490₀ 樹
~餾水 Distilled water ... 10	77~膠 Gum 148
4433₈ 蔥	4490₁ 萘
~Anthracene 160	~Naphthalene 160
4439₄ 蘇	4490₄ 茶
51~打 Soda 106	50~素 Theine 163
4440₈ 草	4524₃ 麩
13~酸 Oxalic acid... .. 140	72~質 Gluten 167
4449₄ 媒	4690₀ 柏
34~染劑 Mordant 161	30~塞麥法 Bessemer process 161

4759₄ 鬆	5201₄ 托
13~酸 Tannic acid 159	71~馬斯肥 Thomas fertilizer 102
72~質 Tannin... .. 159	5260₂ 暫
4780₁ 起	64~時硬水 Temporary hard water... .. 113
96~爆藥 Initiator 173	5320₆ 戊
4793₂ 橡	10~醇 Amyl alcohol 134
40~皮 Rubber, caoutchouc 164	~醣 Pentose 146
4841₇ 乾	5328₁ 靛
17~酪 Cheese 167	26~白 Indigo white 160
~酪素 Casein 167	44~藍 Indigo 160
87~餾 Destructive distillation 130	5504₃ 轉
~餾器 Retort 131	24~動爐 Converter 101
95~性油 Drying oil 142	~化糖 Invert sugar 148
96~燥劑 Dryer 51	5601₀ 規
4893₂ 松	30~定液 Normal solution ... 70
20~香油 Turpentine oil ... 164	5708₂ 軟
5000₆ 中	12~水 Soft water 113
26~和作用 Neutralization ... 70	77~肥皂 Soft soap... .. 143
~和性鹽 Neutral salt ... 70	5811₆ 蛻
95~性 Neutral 70	22~變 Disintegration 117
5004₄ 接	5815₃ 蟻
26~觸法 Contact process ... 54	13~酸 Formic acid 139
5050₇ 毒	5833₄ 熬
80~氣 Poison gas 174	35~油 Boiled oil 143
91~煙 toxic smoke 175	6010₄ 量
5055₆ 轟	88~管 Pipett 71
98~炸藥 Blasting explosives 173	
5106₁ 指	
10~示葯 Indicator... .. 71	

6021₀ 四	6363₄ 獸
80~氧化三鐵 Ferrosiferic oxide 103	22~炭 Animal charcoal ... 18
~氧化三鉛 Triplumbic tetroxide 93	6600₀ 咖
6033₁ 黑	61~啡鹼 Caffeine 163
71~灰 Black ash 107	6650₆ 單
90~火藥 Black powder... .. 58	10~醣類 Monocarbohydrates 146
6041₆ 冕	72~質 Simple substance ... 16
26~牌玻璃 Crown glass ... 66	84~斜硫 Monoclinic sulfur 49
6044₀ 昇	6702₀ 明
10~汞 Corrosive sublimate 88	44~礬 Alum 95
44~華 Sublimation 32	6716₄ 路
6050₀ 甲	40~布蘭 Le Blanc 106
10~醇 Methyl alcohol... .. 132	~布蘭法 Le Blanc process 106
14~醛 Formaldehyde or formaline 138	6806₁ 哈
93~烷 Methane 123	46~柏 Haber 56
6066₀ 晶	~柏法 Haber process ... 56
14~玻璃 Crystal glass 67	7122₀ 阿
6080₀ 貝	02~託品 Atropine 163
40~克爾青 Bakelite 158	17~司匹靈 Aspirine 158
6080₁ 異	44~勒紐斯 Arrhenius 77
45~構物 Isomers 126	7126₁ 脂
6090₄ 果	70~肪 fat... .. 142
77~膠 Pectin 148	~肪酸 Fatty acid 139
6102₇ 嗎	7128₉ 灰
61~啡 Morphine 162	37~泥 Mortar... .. 114

7129₆ 原	7726₄ 居
17~子 Atom 37	35~禮 Curie 117
~子序數 Atomic number 120	7772₀ 卵
~子價 Valence 43	26~白素 Egg albumine ... 166
~子量 Atomic weight ... 39	7810₇ 鹽
35~油 Crude petroleum ... 128	~Salt 70
7280₆ 質	13~酸 Hydrochloric acid ... 30
60~量不減定律 Law of conservation of mass 34	42~析 Salting out... .. 143
7622₇ 陽	7823₁ 陰
00~離子 Cation 77	00~離子 Anion 77
7721₀ 風	8000₀ 人
24~化 Efflorescence 108	34~造絲 Artificial silk or rayon... .. 152
7721₇ 肥	~造奶油 Margarine 145
26~皂 Soap 143	8010₉ 金
7722₀ 同	~Gold 86
24~化作用 Assimilation ... 23	20~雞納 Quinine 162
50~素異形物 Allotropic substances 20	72~剛石 Diamond... .. 19
陶	77~屬 Metals 16
57~瓷器 Pottery 97	~屬之氫氧化物 Hydroxide of metal 69
7722₂ 膠	8011₇ 氯
46~棉 Collodion 152	~Argon 3
7722₇ 骨	氣
92~炭 Bone charcoal 18	~Chlorine 28
鴉	13~酸鉀 Potassium chlorate 110
22~片 Opium 162	24~化二苯胍 Diphenyl chlorarsine 174
7726₁ 膽	~化苦劑 Chloropicrin ... 174
44~礬 Blue vitriol 81	~化金 Auric chloride ... 86
	~化氫 Hydrogen chloride 30
	~化鐵 Ferric chloride ... 103
	~化鈉 Sodium chloride ... 105
	~化鈷 Cobalt chloride ... 104
	~化銀 Silver chloride ... 85

8011₇ 氫

80~氧化鐵 Ferric hydroxide	103
~氧化鈣 Calcium hydroxide	113
~氧化鈉 Sodium hydroxide	109
~氧化鉀 Potassium hydroxide	110
~氫基 Hydroxyl, OH ...	69
~氧吹管 Oxyhydrogen blowpipe	13

8013₂ 銻

~Iridium	116
-----------------	-----

8014₁ 銻

~Zn	90
26~白 Zinc white	91

8021₇ 氫

24~化鉀 Potassium cyanide	110
-------------------------	-----

8022₇ 分

17~子 Molecule	37
~子式 Molecular formula	42
~子量 Molecular weight...	38
27~解 Decomposition	14
87~餾 Fractional distillation	128

8031₇ 氫

~Radon	117
---------------	-----

8033₁ 無

30~定形碳 Amorphous carbon	17
91~煙火藥 Smokeless powder	152

8041₇ 氮

~Ammonia	55
12~水 Aqua ammonia... ..	55
13~碱法 Ammonia soda process	107

8051₇ 氟

~Fluorine	32
24~化氫 Hydrogen fluoride	32

氧

~Oxygen	3
24~化 Oxidation	14
~化物 Oxide	14
~化銻 Zinc oxide	91
~化鈣 Calcium oxide	113
~化鐵 Ferric oxide	103
~化鈷 Cobalt oxide	104
~化鋁 Aluminium oxide...	95
~化鉛 Lead oxide	92
~化焰 Oxidizing flame	25
95~炔焰 Oryacetylene flame	127

8060₁ 合

53~成 Synthesis	13
80~金 Alloy	64

普

27~魯士鹽 Prussian blue ...	104
--------------------------	-----

8073₂ 食

27~物 Food	168
78~鹽 Table salt	105

8081₇ 氮

~Nitrogen	3
60~固定法 Fixation of nitrogen	56

8091₇ 氣

75~體反應定律 Law of gaseous reaction	36
---	----

8112₇ 鈣	8514₀ 銻
~ Calcium 111	~ Bond 44
8116₃ 錒	8516₀ 鈰
~ Radium 117	~ Uranium 116
8315₀ 鐵	10 ~ 礦 Pitchblende 117
~ Iron 100	8610₀ 鉑
77 ~ 丹 Rouge 103	~ Platinum 86
78 ~ 鹽 Ferric salt 103	鉬
80 ~ 氰化鉀 Potassium ferri- cyanide 104	~ Molybdenum 116
86 ~ 鋁氧石 Bauxite 94	8612₇ 錫
8354₇ 銻	~ Tin 92
44 ~ 基 Carboxyl 139	8615₀ 鉀
8410₀ 針	~ Potassium 109
23 ~ 狀硫 Prismatic sulfur ... 49	8616₀ 鋁
8411₀ 鈳	~ Aluminium 94
~ Thorium 116	8619₄ 鎳
8411₁ 銑	~ Nickel 104
83 ~ 鐵 Pig iron 100	8660₀ 智
8412₇ 鈉	22 ~ 利硝石 Chile saltpeter ... 57
~ Sodium 105	8711₇ 鈹
8414₁ 鎳	~ Caesium 116
83 ~ 鐵 Cast iron 101	錒
8416₀ 鈳	~ Manganese 100
~ Cobalt 104	8712₀ 鋼
8490₀ 斜	~ Steel 101
00 ~ 方硫 Rhombic sulfur ... 49	

8712₀ 銅		9022₇ 常	
~Copper 83		12~發生焰 Flame 25	
27~綠 Copper blue or malachite 83		9060₆ 當	
8712₇ 鎢		60~量 Equivalent weight ... 43	
~Tungsten 116		9080₆ 火	
8713₂ 銀		21~藥 Match 81	
~Silver... .. 85		41~藥 Powder... .. 173	
25~朱 Vermilion 89		~藥棉 Gun cotton ... 138; 152	
8714₇ 鍛		80~氣 Fire damp 124	
83~鐵 Wrought iron 101		9086₁ 焙	
8716₁ 鉛		98~粉 Baking powder 109	
~Lead 92		9096₇ 糖	
26~白 Lead white... .. 93		24~化 Saccharification ... 147	
30~室法 Chamber process ... 52		9181₄ 煙	
77~丹 Minium 93		44~幕 Screening smoke ... 174	
8716₄ 銻		9287₇ 焰	
~Chrome 100		27~的光輝 Laminosity of flame 26	
8771₂ 飽		~色反應 Flame reaction... 105	
26~和溶液 Saturated solution 73		33~心 Inner zone of flame... 26	
8778₂ 飲		9383₃ 燃	
94~料水 Drinking water ... 8		94~燒 Combustion 14	
8812₇ 銻		9386₃ 熔	
~Antimony... .. 63		87~鋼劑 Thermite... .. 95	
8813₄ 鎂		9481₁ 燒	
~Magnesium 111		10~石膏 Calcined plaster or plaster of paris 115	
9021₁ 光		41~杯 Beaker... .. 71	
80~氣 Phosgen 174		67~明礬 Burnt alum 95	

9482₇ 烯

44~萜 Terpene 164

9489₄ 煤

~Coal 19; 129
 20~焦油 Coal-tar 130
 35~油 Petroleum 128
 80~氣 Coal gas 25; 130
 ~氣庫 Tank... .. 130
 ~氣碳 Gas carbon or carbon black.. 131

9683₂ 爆

12~發藥 Explosives 173
 14~破藥 Bursting explosives 173

9792₀ 糊

95~精 Dextrine 159

9881₁ 炸

44~藥 Dynamite 134; 173

9960₆ 營

80~養值 Nutritive value ... 170
 ~養素 Nutriment 168