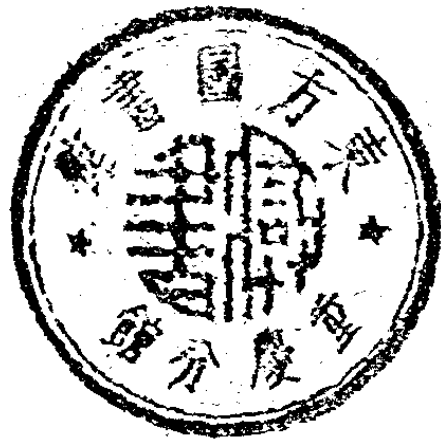


學生化學筆記

舒重則編



商務印書館發行

學生化學筆記

舒重則編

商務印書館發行

編輯大意

1. 本書係據最近教育部審定各書局出版的初高中化學教本編輯而成。供初高中學生及投考者參考，複習之用。
2. 本書共分五編，除第五編為練習問題及答案外，前四編各分數十章。按照各教科書的順序，用歸納的方法，提綱挈領，系統的將化學上的要點，網羅彙集。俾學者可一目瞭然，融會貫通。
3. 本書記述，概採答案體式，詞句簡潔，扼要無遺。不唯便於記憶，又便於學者索解問題。
4. 本書第五編所選百餘則的練習問題，概為化學考試上常出的模式問題。學者如能將解答澈底領悟，則不難收觸類旁通之效。
5. 本書所用名詞，悉遵民國二十一年教育部公布的化學命名原則，間附習用舊名。計算上所用的度量衡，亦悉依國府頒定的標準制。

編者識

目 次

第一編 化學通論

第一章 物質的變化	1
1. 物體與物質 2. 物質的變化 3. 物質變化主要的誘因	
第二章 化學變化的種類	3
4. 化合 5. 分解 6. 複分解 7. 取代 8. 氧化 9. 還元 10. 接觸作用 11. 可逆反應 12. 解離 13. 化學平衡 14. 加水分解	
第三章 化合物·元素	12
15. 化合物 16. 單質 17. 元素 18. 同素異形物 19. 同分異性物	
第四章 昇華·風化·潮解	15
20. 昇華 21. 風化 22. 潮解	
第五章 化學量的定律	17

23. 質量不變定律	24. 定比定律	25. 倍比定律
26. 氣體反應定律		
第六章 波義耳查理定律	20	
27. 波義耳定律	28. 查理定律	29. 波義耳查理定律
30. 標準狀況		
第七章 分子說·原子說	23	
31. 分子說	32. 原子說	33. 阿佛加德羅的假說
第八章 分子量·原子量	25	
34. 分子量	35. 分子量的求法	36. 克分子
37. 原子量	38. 原子量的求法	
第九章 元素符號·化學式	28	
39. 元素符號	40. 實驗式	41. 實驗式的決定法
42. 分子式	43. 分子式的決定法	44. 分子式的應用
第十章 化學方程式	33	
45. 化學方程式	46. 關於化學方程式的計算問題	
第十一章 原子價·構造式	36	
47. 原子價	48. 當量	49. 構造式
50. 基		

第十二章 溶液	39
51. 溶液 52. 濃度 53. 溶解度 54. 溶解度曲線	
第十三章 酸與鹼的定量	43
55. 酸·鹽基的當量 56. 定量法	
第十四章 酸·鹽基·鹽·中和	47
57. 酸 58. 鹽基 59. 鹽 60. 中和 61. 氧化物的 二大類	
第十五章 電解·電離	52
62. 電解質 63. 電離 64. 離子的色 65. 電解的 說明 66. 中和的說明 67. 離化傾向 68. 電 解定律	
第十六章 溶液的沸點·冰點	58
69. 溶液的沸點·冰點 70. 溶液定律 71. 難氣 化物質的分子量測定	
第十七章 膠質	61
72. 膠質 73. 透析 74. 膠溶液的性質	
第十八章 元素的週期律	63
75. 元素的週期律 76. 週期表 77. 原子的構造·	

原子序

第二編 非金屬

第一章 空氣	67
78. 性質 79. 組成 80. 空氣爲氧與氮的混合物之證	
第二章 氧	69
81. 製法 82. 性質 83. 用途	
第三章 燃燒·焰	71
84. 燃燒 85. 火焰的生成 86. 火焰的構造	
87. 火焰的光輝	
第四章 水	73
88. 性質 89. 種類 90. 分解 91. 合成	
92. 組成	
第五章 氫	76
93. 製法 94. 性質 95. 用途	
第六章 碳	78
96. 碳的種類 97. 金剛石 98. 石墨 99. 無定形碳	

第七章 二氧化碳	81
100. 製法 101. 性質 102. 用途	
第八章 一氧化碳	83
103. 製法 104. 性質 105. 用途	
第九章 臭氧	85
106. 製法 107. 性質 108. 用途	
第十章 過氧化氫	87
109. 製法 110. 性質 111. 用途	
第十一章 氯	89
112. 鹵素 113. 製法 114. 性質 115. 用途	
第十二章 氯化氫·鹽酸	91
116. 製法 117. 性質 118. 鹽酸 119. 鹽酸的 用途	
第十三章 溴	93
120. 製法 121. 性質	
第十四章 碘	94
122. 製法 123. 性質	

第十五章	氟·氟化氫	95
	124. 氟 125. 氟化氫 126. 鹵素的通性	
第十六章	硫	97
	127. 製法 128. 性質 129. 硫的同素體 130. 用途	
第十七章	硫化氫	99
	131. 製法 132. 性質 133. 用途	
第十八章	二硫化碳	101
	134. 製法 135. 性質 136. 用途	
第十九章	二氧化硫	102
	137. 製法 138. 性質 139. 用途	
第二十章	三氧化硫	104
	140. 製法 141. 性質	
第二十一章	硫酸	105
	142. 製法 143. 性質 144. 用途	
第二十二章	氮	108
	145. 製法 146. 性質	
第二十三章	氨	109
	147. 製法 148. 性質 149. 用途	

第二十四章 氮的氧化物	111
150. 一氧化二氮 151. 一氧化氮 152. 二氧化氮	
第二十五章 硝酸	113
153. 製法 154. 性質 155. 王水 156. 硝酸的用途	
第二十六章 銨化合物	115
157. 氯化銨 158. 硫酸銨	
第二十七章 磷	117
159. 製法 160. 性質 161. 用途 162. 安全火柴	
第二十八章 磷的化合物	119
163. 五氧化二磷 164. 磷酸 165. 磷酸鈣	
第二十九章 砷及其化合物	121
166. 砷 167. 三氧化二砷 168. 砷化氫	
169. 氮族元素	
第三十章 矽及其化合物	123
170. 矽 171. 二氧化矽 172. 水玻璃 173. 矽酸	
174. 碳化矽(金剛矽) 175. 玻璃	
第三十一章 硼	127

176. 硼 177. 硼酸 178. 硼砂

第三編 金屬

第一章 總說	129
179. 金屬與非金屬 180. 金屬的分類 181. 合金	
第二章 銅族	132
第一節 銅	132
182. 冶金 183. 性質 184. 用途 185. 硫酸銅	
186. 銅鹽的檢出	
第二節 銀	134
187. 性質 188. 用途 189. 硝酸銀 190. 鹵素化	
銀 191. 銀氰化鉀 192. 鍍銀	
第三節 金	137
193. 性質 194. 用途 195. 化合物	
第三章 鉑(白金)	139
196. 性質 197. 用途 198. 化合物	
第四章 鐵族	141
第一節 鐵	141

199. 冶金	200. 銑鐵	201. 鍛鐵	202. 鋼	203. 特種鋼	204. 鐵的氧化物	205. 硫酸亞鐵	206. 三氯化鐵 ^物	207. 鐵離子的性質	
第二節 鈷	.....							146
208. 性質	209. 二氯化鈷								
第三節 鎳	.....							146
210. 鎳	211. 硫酸亞鎳銨	212. 複鹽與錯鹽							
第五章 鉻及錳	.....							149
第一節 鉻	.....							149
213. 鉻	214. 重鉻酸鉀								
第二節 錳	.....							149
215. 錳	216. 二氧化錳	217. 過錳酸鉀							
第六章 錫族	.....							151
第一節 錫	.....							151
218. 冶金	219. 性質	220. 二氯化錫	221. 四氯化錫						
第二節 鉛	.....							152
222. 製法	223. 性質	224. 用途	225. 鉛的氧						

化物 226. 鹼性碳酸鉛 227. 鉛離子

第七章 鋁 155

228. 冶金 229. 性質 230. 用途 231. 三氧化
二鋁 232. 三氫氧化鋁 233. 明礬 234. 陶磁器
235. 水泥

第八章 鋅族 159

第一節 鎂 159

236. 冶金 237. 性質 238. 用途 239. 二氯化
鎂 240. 硫酸鎂

第二節 鋅 160

241. 所在 242. 性質 243. 用途 244. 一氧化鋅
245. 硫酸鋅

第三節 汞 161

246. 冶金 247. 性質 248. 用途 249. 一硫化
汞 250. 二氯化汞 251. 二氯化二汞

第九章 鹼土金屬 164

252. 鈣 253. 碳酸鈣 254. 硬水·軟水 255.

一氧化鈣 256. 氫氧化鈣 257. 漂白粉 258. 硫酸

鈣	259.	鹼土類金屬	
第十章	鹼金屬	.....	168
第一節	鈉	.....	168
260.	鈉	261. 氯化鈉	262. 氫氧化鈉
263.	碳酸鈉	264. 酸性碳酸鈉	265. 硝酸鈉
266.	硫酸鈉	267. 硫硫酸鈉	
第二節	鉀	.....	172
268.	鉀	269. 氫氧化鉀	270. 碳酸鉀
271.	氯酸鉀	272. 硝酸鉀	273. 黑色火藥
274.	鹼金屬		
第十一章	放射性元素	.....	176
275.	鐳	276. 元素的蛻變	277. 鈾

第四編 有機化合物

第一章	烴(碳化氫)	.....	179
278.	烴	279. 甲烷	280. 乙炔
281.	飽和化合物與不飽和化合物	282. 石油	283. 甲烷的衍生物
第二章	醇	.....	183
284.	甲醇	285. 乙醇	286. 甘油
287.	硝化甘油		

第三章 醚·醛	187
288. 乙醚 289. 甲醛 290. 乙醛	
第四章 有機酸	190
291. 木材的乾餾 292. 醋酸 293. 甲酸(蟻酸)	
294. 草酸 295. 酒石酸 296. 檸檬酸(枸橼酸)	
第五章 酯·油脂類	193
297. 酯(亦稱鹽) 298. 乙酸乙酯 299. 油脂 300. 肥皂	
第六章 醣(碳水化合物)	197
301. 醣 302. 葡萄糖 303. 果糖 304. 蔗糖	
305. 乳糖 306. 麥芽糖 307. 澱粉 308. 糊精	
309. 纖維素 310. 硝化纖維素 311. 人造絲	
第七章 煤焦油·苯的衍生物	203
312. 煤的乾餾 313. 煤焦油的分餾 314. 苯	
315. 硝基苯 316. 苯胺 317. 苯酚 318. 苦	
味酸 319. 水楊酸 320. 沒食子酸 321. 鞣酸	
第八章 萘·蒽	208
322. 萘 323. 靛藍 324. 蒽 325. 茜素 326.	
煤焦油染料	

第九章 松油·彈性橡皮·樟腦……………211

327. 松節油 328. 彈性橡皮 329. 樟腦 330.

薄荷腦

第十章 植物鹼…………… 213

331. 植物鹼

第十一章 蛋白質·脲……………214

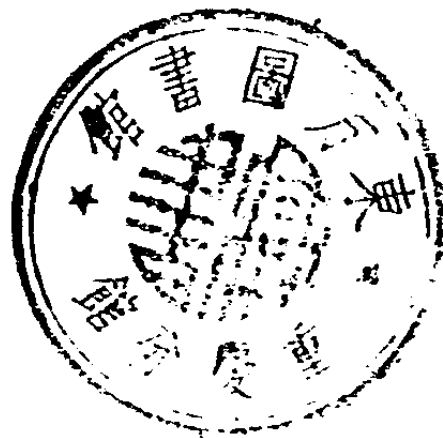
332. 蛋白質 333. 脲

第十二章 食物…………… 216

334. 食物的要素 335. 生活素

第五編 練習問題及答案

題 1.—題 114……………219—261



學生化學筆記

第一編 化學通論

第一章 物質的變化

1. 物體與物質

有形體的稱為物體，構成物體的實質稱為物質。

(例) 玻璃杯為物體，玻璃為物質。

2. 物質的變化

物質的變化，大別有如下二種：

(1) 物理變化 為物質形態的一時的變化，不涉及物質的實質；若去其變化的原因，即復舊狀。

(2) 化學變化 為物質實質的永久的變化，物質經化學變化後，實質完全改變，成為與原有的全不相同的新物質。

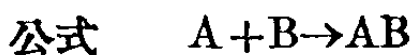
3. 物質變化主要的誘因：

-
- (1) 熱 (例) 物質的燃燒；由氯酸鉀製氧等。
 - (2) 接觸 (例) 氨遇氯化氫成氯化銨；鋅遇稀硫酸生氫等。
 - (3) 電流 (例) 水，食鹽水等的電解。
 - (4) 此外如日光的作用；觸媒的作用；打擊等亦為其誘因。

第二章 化學變化的種類

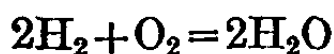
4. 化合

二種以上的物質結合而成一種新物質的化學變化，稱爲化合。

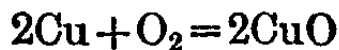


由化合使生新物質，稱爲合成。

(例) (1) 氫與氧化合生水，



(2) 銅在空氣中加熱生一氧化銅。

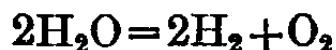


5. 分解

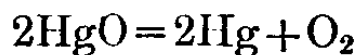
一物質分爲二種以上與其性質相異的新物質的化學變化，稱爲分解。



(例) (1) 將水電解，即生氫與氧。

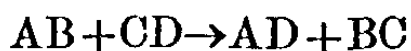
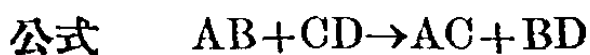


(2) 強熱一氧化汞，即分解而生氧與汞。

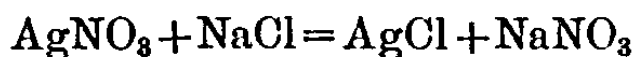


6. 複分解

二種以上的物質，互相交換其成分而生二種以上的新物質的化學變化，稱為複分解。



(例) (1) 由硝酸銀溶液與食鹽水，生氯化銀。

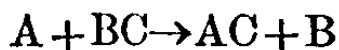
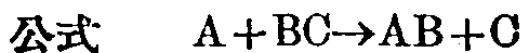


(2) 由食鹽與硫酸，生氯化氫與硫酸鈉。

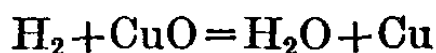


7. 取代

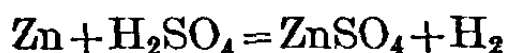
化合物的一成分為他物質所代而成新物質時，稱為取代。



(例) (1) 氫將氧化銅還元。



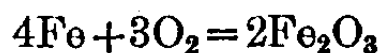
(2) 加稀硫酸於鋅發生氫。



8. 氧化

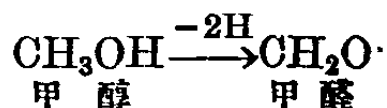
狹義 某物質與氧化合時稱為氧化。

(例) 鐵在空氣中氧化而成氧化鐵。

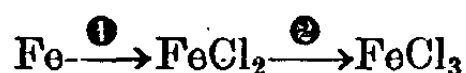


廣義 凡能生與氧作用於某物質時相同的結果的化學作用，統可稱為氧化。

(例) (1) 由氫化合物中奪去氫的一部或全部，

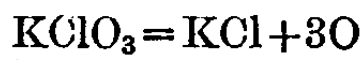


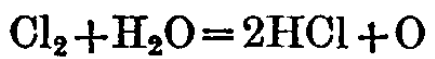
(2) ①金屬原子成陽離子。②增加陽離子的電荷(原子價)。次式即示鐵的氧化：



或 $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{++} \rightarrow \text{Fe}^{+++}$ (同上離子式)

氧化劑 能使他物氧化的物質稱為氧化劑。凡氧化劑概為易放氧或易與氫結合者；且當起氧化作用之際，自身常被還元。





(例) 臭氧(O_3), 氯酸鉀(KClO_3), 硝石(KNO_3), 硝酸(HNO_3), 重鉻酸鉀($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), 過錳酸鉀(KMnO_4), 過氧化氫(H_2O_2), 過氧化鈉(Na_2O_2), 過氧化鉛(PbO_2), 氯(Cl_2), 溴(Br_2), 碘(I_2)。

9. 還元

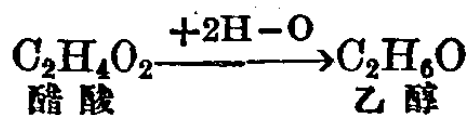
狹義 由某氧化物中奪去其氧的全部或一部的化學變化, 稱為還元。

(例) 通氫於受熱的氧化銅, 則氧化銅還元。

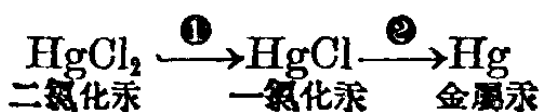


廣義 凡能生與氧化物中的氧被奪時相同結果的化學變化, 統可稱為還元。

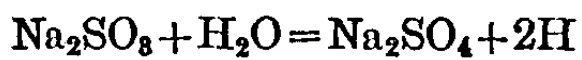
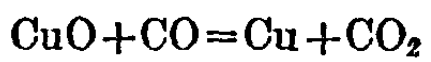
(例) (1) 某物質與氫化合



(2) ①減少陽離子的原子價。②陽離子成單質原子。



還元劑 能將他物質還元的物質稱為還元劑。凡還元劑概為易與氧結合或易將氫放出的物質，且當將他物質還元之際，自身常被氧化。



(例) 氫(H₂), 碳(C), 一氧化碳(CO), 二氧化硫(SO₂), 鈉(Na), 亞硫酸(H₂SO₃), 亞硫酸鈉(Na₂SO₃), 鉀(K), 鎂(Mg), 鋁(Al)。

[注意] 氧化與還元為相逆的化學變化，次式示其一般。即左方的物質成右方的物質為氧化；反之，右方的物質變成左方的物質時，則為還元。



10. 接觸作用，觸媒

自身並不參與化學變化而却能左右他物質的化學變化的物質，稱為觸媒；此種作用稱為接觸作用。

(例) (1) 二氧化錳為由氯酸鉀製氧時的觸媒。

(2) 白金粉為使二氧化硫與氧化合以成三氧化硫時的觸媒。

(3) 麥芽酵素 (diastase) 爲澱粉糖化時的觸媒。

(4) 鐵粉 爲由氮與氫合成氨時的觸媒。

(5) 酸類 爲阻止過氧化氫分解的負觸媒。

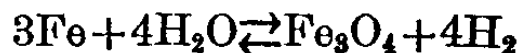
11. 可逆反應

化學反應隨狀況(溫度, 壓力等)的變化而可進可逆者, 稱爲可逆反應。表示可逆反應時, 則以 \rightleftharpoons 代等號=。

(例) (1) 氯化銨的固體加熱, 則分解而成氯化氫與氨; 冷之則復化合而成氯化銨。



(2) 通水蒸氣於赤熱的鐵屑, 則生黑色氧化鐵與氫; 逆之, 通氫於赤熱的黑色氧化鐵, 則生水與鐵。



12. 離解, 熱離解

可逆反應中, 一物質分解成數物質者, 稱爲離解。

即離解爲可逆反應中的分解。由熱而起的離解, 稱

爲熱離解。

(例) (1) 前例的(1) $\text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{HCl}$

(2) 強熱碳酸鈣，則分解而生二氧化碳與生石灰；在低溫度時，則兩者復化合而成碳酸鈣。



13. 化學平衡

可逆反應在某狀況下，正逆皆不進行而呈停止的狀態時，稱爲化學平衡。在平衡狀態中，反應式的兩邊，量的比爲一定。

平衡狀態常受(1)溫度，(2)壓力，(3)濃度(即物質的量)等的影響。即溫度，壓力若變，反應即向正或逆進行；又反應式兩邊任一方的量若被減少，則反應即向被減少之方進行。

14. 加水分解

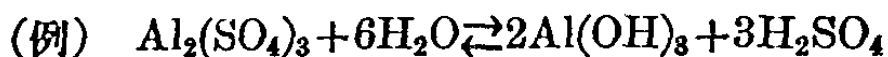
化合物與水作用而分解的化學變化，稱爲加水分解。

有鹽類的加水分解及有機化合物的加水分解等。

(A) 鹽類的加水分解 爲鹽類與水作用分解而成酸與

鹼的化學變化之謂，所生的酸比鹼為強時，溶液呈酸性；反之，若鹼比酸為強時，則溶液呈鹼性。

(1) 溶液為酸性者



即若將硫酸鋁溶解於水，則由加水分解而生的硫酸與氫氧化鋁，一為強酸，一為弱鹼，故液呈酸性，

其他 硫酸鋅 ZnSO_4 、硫酸亞鐵 FeSO_4 、硫酸銅 CuSO_4 等。

(2) 溶液為鹼性者

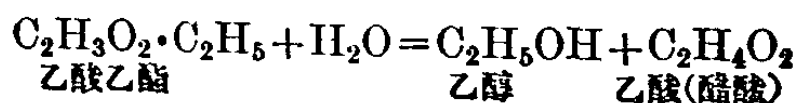


即若將碳酸鈉溶解於水，則其液呈鹼性。此因所生的氫氧化鈉較碳酸為強之故。

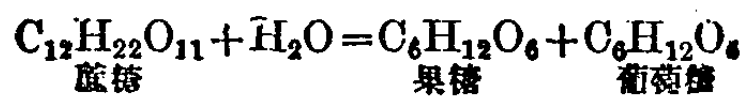
其他 碳酸鉀 K_2CO_3 ，醋酸鈉 $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}$ ，碳酸氫鈉 NaHCO_3 等。

(B) 有機化合物的加水分解

(1) 有機酸酯起加水分解時，生有機酸與醇。



(2) 蔗糖因酵素或稀酸的作用而起加水分解。



第三章 化合物·元素

15. 化合物

由二種以上的物質化合而成，或得以分解為二種以上的成分的純物質，稱為化合物。

(例) (1) 水(H_2O)為氧與氫的化合物。

(2) 氯酸鉀(KClO_3)為鉀·氯·氧的化合物。

16. 單質

不能分解為二種以上的成分，亦不能用二種以上的成分合成的純物質，稱為單質。

(例) 氫(H_2)，氧(O_2)，硫(S)等。

17. 元素

單質所含的假想的素質及化合物所含的得假想為單質的成分，稱為元素。

(例) 氧(O_2)為單質，其所含的氧則為元素。又如水為氧與氫的化合物，含於水中的氧與氫，雖不顯出遊離的氧與氫的任何性質，然若將水

分解，則可得氣狀的氧與氫。此氣狀的氧與氫各為單質，而其為水的成分時，則為元素。

〔注意〕 (1) 單質與元素常視為有相同的意義。

(2) 單質由一種元素而成，化合物由二種以上的元素而成。

(3) 現今所知的元素有八十餘種。

18. 同素異形物

由同一元素構成而性質各殊的單質，稱為同素異形物。同素異形物各一分子中所含的原子數相異。

(例) (1) 氧 O_2 與臭氧 O_3 。(2) 黃磷與赤磷。

(3) 金剛石，石墨與無定形碳(木炭等)。

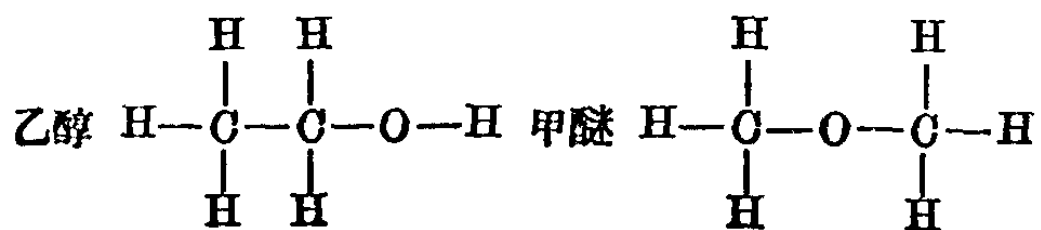
19. 同分異性物

分子式相同而性質不同的化合物，稱為同分異性物。

(例) (1) 乙醇與甲醚 (同為 C_2H_6O)

(2) 果糖與葡萄糖 (同為 $C_6H_{12}O_6$)

異性體的分子式雖互同，而其分子內原子的配列狀況則各異。即構造式不同。



第四章 昇華·風化·潮解

20. 昇華

固體受熱直接變成蒸氣，此蒸氣冷卻復變成固體，此種現象，稱為昇華。

(例) (1) 碘受熱直接變成紫色蒸氣，此蒸氣一觸冷處，便直接結晶。

(2) 其他如萘，樟腦等。

[注意] 昇華可利用之以精製上例物質。

21. 風化

將含有結晶水的結晶放置於空氣中，則徐徐失去其結晶水而變成粉末，此種變化稱為風化或風解。

(例) 結晶碳酸鈉 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

硫酸鈉(芒硝) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

22. 潮解

固體物質放置生空氣中，即由空氣中吸收水分，自成潮濕，稱為潮解。

(例) 氯化鈣 CaCl_2 ，氯化鎂 MgCl_2 ，三氯化鐵

FeCl_3 , 無水碳酸鉀 K_2CO_3 , 氫氧化鉀 KOH
等。

有潮解性的物質可充乾燥劑, 使除去他物質的水分。

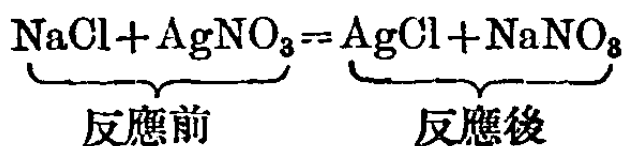
無水氯化鈣等為其最普通者。

第五章 化學量的定律

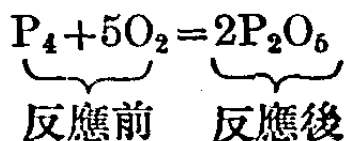
23. 質量不變定律

化學變化中，參與物質的性質雖受變化，但變化前的質量的和，常等於變化後的質量的和。

(例) (1) 於盛有食鹽水的燒瓶中，置入盛有硝酸銀溶液的試管，先行稱量，然後將兩液混和，再稱其量，則前後的重相等。



(2) 投磷於小試管內，吊於燒瓶中，密閉而稱其量，然後將瓶底加熱，使磷燃燒，冷卻後再稱其量，則重與先前無異。



24. 定比定律

參與化學變化的諸物質，其質量間的比，常為一定。

(例) 氧與氫化合而生水時，

(氧) 8 : (氫) 1 : (水) 9

若任何一方的量大於此比例時，則此過餘的量不化合而殘留。

25. 倍比定律

甲乙二元素化合而成二種以上的化合物時，則與甲同一量化合的乙的諸量，其間常成簡單的整數比。

(例) (1) 氧與氫能成如下的二種化合物。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{水 } \text{H}_2\text{O} \cdots \cdots \cdots \text{氫 } 2 \text{ 量與氧 } 16 \text{ 量} \\ \text{過氧化氫 } \text{H}_2\text{O}_2 \cdots \cdots \cdots \text{氫 } 2 \text{ 量與氧 } 32 \text{ 量} \end{array} \right.$$

即與氫 2 量相化合的氧量為 $16 : 32 = 1 : 2$

(2) 碳與氧能成如下的二種化合物。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{一氧化碳 } \text{CO} \cdots \cdots \cdots \text{碳 } 12 \text{ 量與氧 } 16 \text{ 量} \\ \text{二氧化碳 } \text{CO}_2 \cdots \cdots \cdots \text{碳 } 12 \text{ 量與氧 } 32 \text{ 量} \end{array} \right.$$

即與碳 12 量相化合的氧量為 $16 : 32 = 1 : 2$

26. 氣體反應定律

多種氣體相反應時，其體積常成簡單的整數比，又反應生成物如亦爲氣體時，則其體積亦與反應物質的體積成簡單的整數比。

(例) (1) 水的生成

氧(1容) : 氫(2容) → 水蒸氣(2容)

即 1 : 2 : 2

(2) 氯化氫的生成

氯(1容) : 氫(1容) → 氯化氫(2容)

即 1 : 1 : 2

(3) 氨的生成

氮(1容) : 氫(3容) → 氨(2容)

第六章 波義耳查理定律

27. 波義耳定律 (氣體的體積與壓力的關係)

溫度一定時，一定量的氣體體積，與壓力成反比例。

[公式] 設壓力 P 時的體積為 V ，壓力變成 P' 時的體積為 V' 則：

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

或 $PV = P'V' = \text{常數}$

28. 查理定律 (氣體的體積與溫度的關係)

壓力一定時，一定量的氣體，每當溫度上昇1度，

即增其體積在0度時的體積的 $\frac{1}{273}$ 。

[公式] 設在0度時，一定量氣體所占的體積為 V_0 ， t° 時的體積為 V ，則

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

或 $\frac{V}{V_0} = \frac{273+t}{273}$

絕對溫度 0° (攝氏) = 273° (絕對溫度)

t° (攝氏) = $273^{\circ} + t^{\circ} = T$... (絕對溫度)

故查理定律用絕對溫度表述時，則為：氣體的體積，與其絕對溫度成正比例。今設在絕對溫度 T 及 T' 時的體積為 V 及 V' ，則

$$\frac{V'}{V} = \frac{T'}{T}$$

29. 波義耳查理定律

一定質量的氣體，其體積與其絕對溫度成正比例，與壓力成反比例。

[公式] 設氣體在絕對溫度 T ，壓力 P 時的體積為 V ，
在絕對溫度 T' ，壓力 P' 時的體積為 V' ，則

$$V' = V \times \frac{P}{P'} \times \frac{T'}{T}$$

或
$$\frac{V'}{V} = \frac{P}{P'} \times \frac{T'}{T}$$

30. 標準狀況

攝氏 0 度(絕對溫度 273°), 壓力 760 毫米(水銀柱呈 760 毫米時壓力)的狀況。

第七章 分子說·原子說

31. 分子說

(1) 分子 將物質次第細分，假想分至最後，為具有該物質性質的最小微粒子，此微粒子稱為分子。

(2) 分子說 一切物質，皆由分子集合而成，此種假說稱為分子說。分子說的大要如次：

- ① 物質為分子的集合體。
- ② 同一物質的分子，形狀，大小，質量相等。
- ③ 異種物質的分子互異。
- ④ 分子不能用機械的方法再加以細分。
- ⑤ 分子若被破壞，則其物質的特性消失。

32. 原子說

(1) 原子 分子若用化學方法分割，更可分成性質不同的更微粒子，此粒子稱為原子。原子為假想的不能再加分割的最小粒子。

(2) 原子說 分子為由原子而成，此種假說稱為原

子說。原子說的大要如次：

- ① 原子爲由化學方法分割而得的最微粒子。
- ② 同種的元素，爲由性質，形狀，大小，質量相等的原子而成。
- ③ 異種的原子互異。
- ④ 單質的分子，由同種原子而成；化合物的分子，由異種原子集合而成。
- ⑤ 同素體的分子雖爲同種原子而成，然原子數則各異。

33. 阿佛加德羅的假說

一切氣體，在同溫同壓之下，同體積中含有同數的分子。由此假說，得推定下述事項。

- (1) 種種氣體物質同體積重量的比，等於此等氣體的分子每個重量的比。
- (2) 根據此假說，則由氣體反應定律，可知氧·氫·氯等各 1 分子，爲由 2 原子而成。

第八章 分子量·原子量

34. 分子量

分子量為表分子的比較的重量的數，以氧分子的分子量 32 為標準。

35. 分子量的求法

決定氣體物質的分子量的方法如次：

(1) 先求對於同體積的氧的比，然後以 32 倍之。

$$\begin{aligned}\text{分子量} &= \frac{\text{氣體的重量}}{\text{同體積的氧的重量}} \times 32 \\ &= \text{對於氧的比} \times 32\end{aligned}$$

(2) 氧 32 克在標準狀況下占有 22.4 升，故凡表示各種氣體物質在標準狀況下 22.4 升的重的數值，即為該氣體的分子量。此係由阿佛加德羅的假說推得，因同溫同壓下同體積的氣體中含有同數的分子，故其同體積重量的比，即為分子重量的比。

36. 克分子(摩爾)

於某物質的分子量後附以重量單位克時，稱為該物質的克分子，或稱摩爾。

(例) 氧的分子量為 32，故其 1 克分子 = 32 克。

又其 2 克分子 = $32 \times 2 = 64$ 克。

一切氣體物質的 1 克分子，在標準狀況下皆占有 22.4 升，

37. 原子量

原子量為表原子的比較的重量的數，以氧原子的原子量 16 為標準。

38. 原子量的求法

例如求氧的原子量，可取多數的氧化合物，測其各 1 分子量中氧的含量，求其最大公約數，此公約數即為所求的原子量。

物 質	分 子 量	1 分子量中氧的含量
氧	32	32
水	18	16
一氧化碳	28	16
二氧化碳	44	32

即氧的原子量爲 16。故原子量的定義亦得述之如次：

某元素的原子量，爲含有該元素的諸化合物各 1 分子量中所含該元素的量的最大公約數。

第九章 元素符號·化學式

39. 元素符號

- (1) 爲表元素的名稱及其 1 原子量的記號。
- (2) 採用元素的拉丁文名稱的第一字母。如第一字母相同的元素有二種以上時，則更附拉丁名中的他一字母以區別之。

拉 丁 名	元素符號	符號所表的事項
Hydrogenium	H	氫的 1 量
Oxygenium	O	氧的 16 量
Carbonium	C	碳的 12 量
Chlorum	Cl	氯的 35.5 量

40. 實驗式

爲用元素的符號簡單地表示物質的組成（成分元素及其比例）的式。

- (1) 實驗式亦有與分子式相同的。
- (2) 實驗式爲分子式的約式。
- (3) 實驗式普通用以表難於測定分子量的物質。

(例)

	實 驗 式	分 子 式
水	H ₂ O	H ₂ O
過氧化氫	HO	H ₂ O ₂
苯	CH	C ₆ H ₆

41. 實驗式的決定法

- (1) 先由實驗決定組成。
- (2) 各組成以其原子量除之，將商列成簡單的整數比（原子數的比）。
- (3) 將比數附記於各該元素的符號右下。

〔例題〕 有物質，其組成如次，試求其實驗式。

$$C=40\% \quad H=6.6\% \quad O=53.4\%$$

$$\begin{array}{l}
 \text{碳 (C=12)} \quad \frac{40}{12} = 3.3 \\
 \text{氫 (H=1)} \quad \frac{6.6}{1} = 6.6 \\
 \text{氧 (O=16)} \quad \frac{53.4}{16} = 3.3
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{碳} \\ \text{氫} \\ \text{氧} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{(原子數的比)} \\ \dots\dots 3.3 : 6.6 : 3.3 \\ \qquad \qquad = 1 : 2 : 1 \end{array}$$

$$\therefore \text{實驗式} \quad \underline{\underline{CH_2O}}$$

42. 分子式

爲用元素的符號表物質的組成及其1分子量的式。

(例) 氫 = H_2 氧 = O_2 水 = H_2O 二氧化碳
= CO_2 硫酸 = H_2SO_4 硝酸 = HNO_3

實驗式與分子式，稱爲化學式。

43. 分子式的決定法

- (1) 由實驗決定組成及分子量。
- (2) 由組成求實驗式。
- (3) 以實驗式的諸原子量的和除分子量，更以其商倍實驗式。

〔例題〕 上節的例題，若該物質的分子量爲60，求其分子式。設所求的分子式爲 $(CH_2O)_n$ ，則

$$(CH_2O)_n = (12 + 2 + 16)_n = 30_n$$

$$30_n = 60 \quad n = 2 \quad \therefore \text{分子式 } \underline{C_2H_4O_2}$$

44. 分子式的應用

- (1) 可知其代表物質的成分元素與比例。
- (2) 可計算其代表物質的分子量。即若求分子式中所含元素的原子量和，便得該物質的分子量。

〔例題〕 求硫酸 H_2SO_4 的分子量。

$$\text{H}_2 = 1 \times 2 = 2$$

$$\text{S} = 32$$

$$\text{O}_4 = 16 \times 4 = 64$$

$$\therefore \text{H}_2\text{SO}_4 = 98$$

(3) 可計算其代表物質的百分組成。即將該物質的 100 量配分於式中的各元素。

〔例題〕 求硫酸的百分組成。 $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$

$$\text{氫的量} \quad 100 \times \frac{2}{98} = 2.04\%$$

$$\text{硫的量} \quad 100 \times \frac{32}{98} = 32.65\%$$

$$\text{氧的量} \quad 100 \times \frac{64}{98} = 65.31\%$$

(4) 可計算其所代表的氣體物質的重量。因氣體物質 1 克分子在標準狀況下占有 22.4 升，故由分子量，即可求任意體積的重量。

〔例題〕 求二氧化碳 1 升（標準狀況）的重量。

$$\text{CO}_2 = 12 + 16 \times 2 = 44$$

即 二氧化碳 44 克占有 22.4 升，故其 1 升的
重為：

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

第十章 化學方程式

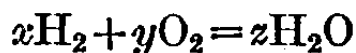
45. 化學方程式

用分子式。實驗式及化學記號等簡明地表示化學變化的式。

(1) 化學方程式所表示的事項：

- ① 表示參與化學反應的物質的名稱。
- ② 表示參與化學反應的物質間的重量比為一定。
(定比定律)
- ③ 表示方程式兩邊的原子數相等。(質量不變定律)
- ④ 反應物質為氣體時，其係數表體積比。(氣體反應定律)

(2) 係數決定法 化學方程式中分子式的係數，可由觀察或用代數的方法決定。例如用代數的方法：



因各原子的數，左右兩邊相等，

故 由H的數 $2x = 2z \dots\dots\dots(1)$

由O的數 $2y = z \dots\dots\dots(2)$

設 $y=1$ 則 $x=z=2$



(若求得的係數為分數時，須改成整數比)

46. 關於化學方程式的計算問題

因化學方程式表示反應前後的質量關係及體積關係，故

(1) 得推定由一定量反應物質所生的物質的質量及氣體的體積。

(2) 得推定欲得一定量的反應生成物及一定體積的氣體時必需的反應物質的量。

氣體 1 克分子在標準狀況下的體積為 22.4 升，必須切記。

〔例題〕 1. 求生成物的量 於稀硫酸中投鋅 32.7 克，可生氫幾克？又其體積如何？但 $\text{Zn} = 65.4$ ， $\text{H} = 1.008$ 。

〔解〕 $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$

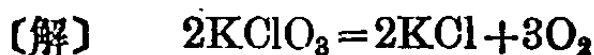
$$65.4 \text{ 克} \longrightarrow 1.008 \times 2 \text{ 克}$$

即由鋅 65.4 克可生氫 1.008×2 克 (即 1 摩爾的體積 22.4 升),

$$\text{故 重量} \cdots \cdots 1.008 \times 2 \times \frac{32.7}{65.4} = 1.008 \text{ 克 (答)}$$

$$\text{體積} \cdots \cdots 22.4 \times \frac{32.7}{65.4} = 11.2 \text{ 升 (答)}$$

[例題] 2. 求原料的量 欲得標準狀況下的氧 10 升, 須用氯酸鉀幾克?



$$2 \times 122.5 \text{ 克} \longrightarrow 3 \times 22.4 = 67.2 \text{ 升}$$

即由氯酸鉀 245 克可生氧 67.2 升。

$$\therefore 245 \times \frac{10}{67.2} = 36.4 \text{ 克 (答)}$$

第十一章 原子價·構造式

47. 原子價

某元素的一原子能與氫化合或取代的氫的原子數，稱為該元素的原子價。

(例) 由 HCl , H_2O , NH_3 , CH_4 (甲烷), 即知 Cl 為 1 價, O 為 2 價, N 為 3 價, C 為 4 價。但同一元素亦有構成原子價相異的化合物, 即同一元素的原子價常有多種。例如(B)。

(A) {	1 價元素	H Na K Ag F Cl Br I
	2 價元素	Mg Ca Zn Ba Pb O S
	3 價元素	Al
	4 價元素	C Si
(B) {	1 價或 2 價	Hg Cu
	1 價或 3 價	Au
	2 價或 3 價	Fe Cr
	2 價或 4 價	Sn Pt
	3 價或 5 價	N P As Sb

48. 當量 (化學當量)

某元素得與氫 1 原子量化合或取代的量，稱為該元素的當量。

$$\text{即} \quad \text{當量} = \frac{\text{原子量}}{\text{原子價}}$$

當量之後附以重量單位克時，稱為克當量。

(例)

物質	原子量	原子價	當量
氫	1.008	1	$1.008 \div 1 = 1.008$
氧	16.00	2	$16.00 \div 2 = 8$
鋅	65.38	2	$65.38 \div 2 = 32.69$
碳	12.00	4	$12.00 \div 4 = 3$

49. 構造式

構造式為表示物質內諸原子結合狀態的式。係於物質的分子式中各元素符號之旁，附以與各該元素原子價相當的若干短線（即鍵），將諸原子互相連絡，以示其相互間的關係的圖式

(例)	物質	分子式	構造式
	水	H_2O	$H-O-H$
	氨	NH_3	$N \begin{array}{l} \diagup H \\ | H \\ \diagdown H \end{array}$
	硝酸	HNO_3	$H-O-N \begin{array}{l} = O \\ || \\ O \end{array}$
	硫酸	H_2SO_4	$\begin{array}{c} H-O \\ H-O \end{array} \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} S \begin{array}{l} \diagdown \\ \diagup \end{array} \begin{array}{l} O \\ O \end{array}$
	碳酸	H_2CO_3	$\begin{array}{c} H-O \\ H-O \end{array} \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} C \begin{array}{l} = O \\ \end{array}$

50. 基(根)

物質分子中，常有數種原子，集成一團，儼如一元素的原子，由一物質移於他物質，參加種種反應，此種原子團稱為基。基亦似原子，有與原子價相當的一定的價。

(例)	{	1 價的基	氫氧基 OH	硝酸基 NO_3	銨基 NH_4
		2 價的基	硫酸基 SO_4	碳酸基 CO_3	
		3 價的基	磷酸基 PO_4		

第十二章 溶液

51. 溶液

物質混於他液體內而成全部均一的液體時的現象，稱為溶解，所成的液體稱為溶液；被溶解的物質（氣體，液體，固體）稱為溶質，用以溶解溶質的液體稱為溶媒或溶劑。

52. 濃度

溶液中，溶媒與溶質的量的比稱為濃度。濃度有如次的數種單位。

(1) 百分比(%) 以溶液 100 量中的溶質的量表之。

(例) 食鹽水 100 克中含食鹽 10 克，即成 10% 的濃度。

(2) 摩爾(mol) 以溶液 1 升中所含溶質的克分子數表之。

(例) 稀硫酸 1 升中含硫酸 $\text{H}_2\text{SO}_4=98$ 克時為 1 摩爾，196 克時(98 克 $\times 2=196$ 克)

即為 2 摩爾。

(3) 規定(Normal 略作 N) 溶液 1 升中含有溶質 1 克當量時，稱為 1 規定液，含有 n 克當量時，稱為 n 規定液。

(例) (關於酸·鹽基的當量，可參照 55.)

a. 鹽酸 1 升中含有氯化氫 HCl 36.5 克者為 1 規定液。

b. 稀硫酸 1 升中含有硫酸 $\text{H}_2\text{SO}_4=98$ 克者為 2 規定液，含有 $\frac{98}{2}=49$ 克者為 1 規定液。

c. 氫氧化鈉溶液 1 升中，含有氫氧化鈉 $\text{NaOH}=40$ 克者為 1 規定液，含有 20 克者為 0.5 規定液。

53. 溶解度

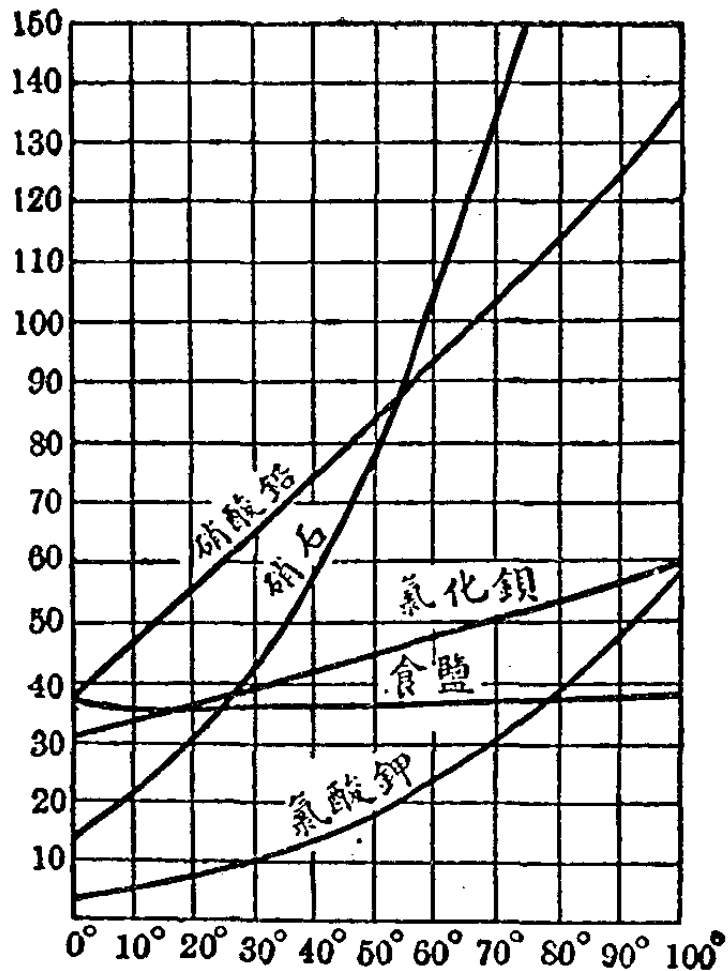
溶液飽和時，溶媒 100 量中所溶解的溶質的量，稱為在該溫度的溶解度。

固體的溶解度，一般隨溫度上昇而增大（亦有反而

減小者，如消石灰)；但氣體則否，其溶解度隨溫度增高而減小，隨壓力加大而與之成正比例。

54. 溶解度曲線

表示物質的溶解度與溫度的關係的曲線，稱為溶解度曲線。



溫度(攝氏) 溶解度曲線

(1) 橫軸表溫度。

(0° , 10° , 20° , 30°)

(2) 縱軸表溶解度。

(0, 10, 20, 30, 40.....)

(3) 觀縱與橫，即可知在某溫度時的溶解度。前

圖為以水為溶媒時的曲線。

第十三章 酸與鹼的定量

55. 酸·鹽基的當量

產生中性鹽所必需的酸與鹽基的量，互稱為當量。

當量以重量單位克表之者，稱為克當量。

一鹽基度酸 (HCl, HNO₃) 或一酸度鹽基 (KOH, NaOH) 的一分子量為 1 當量。二鹽基度酸 (H₂SO₄)，二酸度鹽基 [Ca(OH)₂] 的一分子量各為 2 當量。餘類推。

(例) 鹽酸的 1 當量 HCl = 39.5

硫酸的 1 當量 $\frac{\text{H}_2\text{SO}_4}{2} = \frac{98}{2} = 49$

氫氧化鈉的 1 當量 NaOH = 40

石灰水的 1 當量 $\frac{\text{Ca}(\text{OH})_2}{2} = \frac{74}{2} = 37$

即溶液 1 升中所含溶質的克當量的數值所表示的濃度，為溶液的規定。

56. 定量法

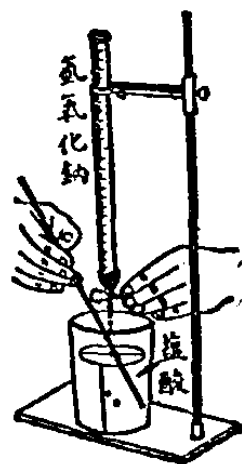
原理 由當量的定義，酸與鹼中和時，其當量數值相等。

今設 N 規定的酸 V cc. 與 N' 規定的鹼 V' cc. 中和時，則得如次的關係式：

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

即中和所需的酸與鹼的體積，與溫度成反比例。

方法 用移液管取一定體積的濃度未知的酸（或鹼）溶液，注入於玻杯中，加入指示藥，更由滴定管滴入濃度已知的鹼（或酸）溶液，則由指示藥的色的變化，便知中和所需的量，從而可計算未知溶液的濃度。凡用鹼的一定規定液測定酸量的方法，稱為酸定量；用酸的一定規定液測定鹼量的方法，稱為鹼定量。



滴定定量

指示藥	對於酸	對於鹼
酚酞(Phenolphthalein)	無色	紅
石蕊	紅	藍
甲基橙	紅	黃

計算

〔例題〕1. 取濃度未知的鹽酸 10 cc., 加入石蕊液作指示藥, 用 $\frac{1}{10}$ 規定的氫氧化鈉溶液 25cc., 即達中和之點, 鹽酸的濃度如何?

〔解〕 $NV = N'V'$

$$N' = \frac{1}{10} \text{ 規定} \quad V' = 25\text{cc.}$$

$$N = x \quad V = 10\text{cc.}$$

$$\therefore 10x = \frac{1}{10} \times 25 \quad x = \underline{0.25} \text{ 規定} \cdots \cdots (\text{答})$$

〔例題〕2. 上題的鹽酸溶液 10 cc. 中, 氯化氫的量如何?

〔解〕 鹽酸 1 升中含有氯化氫 36.5 克時為 1 規定

液，故 0.25 規定液 10 cc. 中的氯化氫的
量爲：

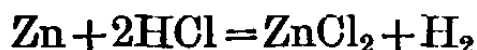
$$36.5 \times 0.25 \times \frac{10}{1000} = 0.09125 \text{ 克} \cdots \cdots (\text{答})$$

第十四章 酸·鹽基·鹽·中和

57. 酸

酸有如下的性質：

- (1) 水溶液有酸味。
- (2) 呈酸性反應。(能使藍色石蕊變紅)
- (3) 含有可與金屬原子取代的氫原子。



(例) 鹽酸 HCl 硝酸 HNO_3 硫酸 H_2SO_4
磷酸 H_3PO_4 硼酸 H_3BO_3

酸的分類 酸由其一分子中所含能為金屬取代的氫原子的數而稱為一鹽基度酸，二鹽基度酸，三鹽基度酸等。

(例) 一鹽基度酸……鹽酸 HCl 硝酸 HNO_3
二鹽基度酸……硫酸 H_2SO_4 碳酸 H_2CO_3
三鹽基度酸……磷酸 H_3PO_4 硼酸 H_3BO_3

酸的強弱 由電離說，酸為在水溶液中能生氫離子 (H^+) 的物質，故同一濃度的酸的溶液，其氫離子

數愈多者，酸性愈強。

(例) 強酸……鹽酸，硝酸，硫酸

弱酸……磷酸，碳酸，醋酸，硫化氫水

58. 鹽基

鹽基有如下的性質：(鹽基中可溶於水者特稱為鹼)

(1) 為金屬的氫氧化物。

(2) 水溶液呈鹼性。(能使紅色石蕊變藍)

(3) 易與酸化合而生鹽與水。

(例) 氫氧化鈉 NaOH 氫氧化鉀 KOH

氫氧化鈣 Ca(OH)_2

鹽基的分類 鹽基由其1分子中所含氫氧基的數，而稱為一酸度鹽基，二酸度鹽基等。

(例) 一酸度鹽基……氫氧化鈉 NaOH 氫氧化鉀 KOH

二酸度鹽基……氫氧化鈣 Ca(OH)_2

三酸度鹽基……三氫氧化鋁 Al(OH)_3

鹽基的強弱 由電離說，鹽基為在水溶液中能生氫氧離子(OH^-)的物質，故同一濃度的鹽基溶液，其

氫氧離子的濃度愈大者，鹽基性愈強。

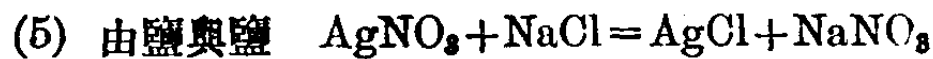
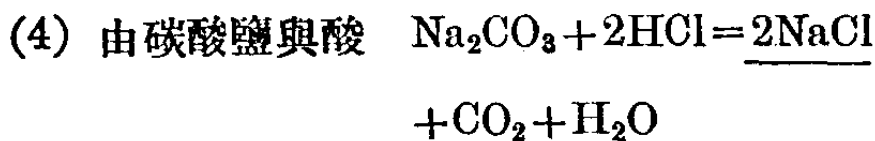
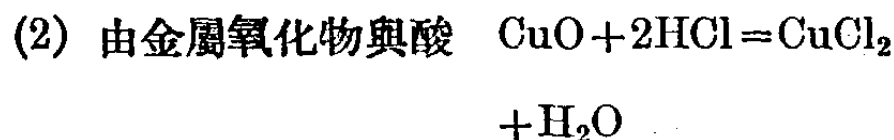
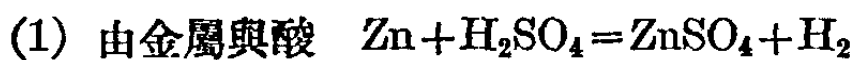
(例) 強鹽基……氫氧化鈉，氫氧化鉀，石灰水
弱鹽基……氨水

59. 鹽

鹽為酸的氫原子的一部或全部為金屬取代而成的物質。

(例) 食鹽 NaCl 硝石 KNO_3 碳酸氫鈉 NaHCO_3

鹽的製法



鹽的種類

(1) 中性鹽(正鹽) 為不含可為金屬取代的氫原子的鹽。

(例) 碳酸鈉 Na_2CO_3 硫酸鉀 K_2SO_4

(2) 酸性鹽(酸式鹽) 為尚含有可為金屬取代的氫原子的鹽。

(例) 酸性硫酸鈉 NaHSO_4 (或硫酸氫鈉)

酸性碳酸鈉 NaHCO_3 (或碳酸氫鈉)

(3) 鹼性鹽(或鹽基性鹽) 為尚含有可為酸基取代的氫氧基的鹽。

(例) 鹼性氯化鎂 $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$, 鹼性硝酸鉛

$\text{Pb}(\text{OH})\text{NO}_3$

中性, 酸性, 鹼性等鹽的分類, 並非示其性質之為中性, 酸性, 鹼性, 僅為其分子式上的區別而已。

60. 中和

酸與鹽基作用而生正鹽與水時的化學變化, 稱為中和。

(例) $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

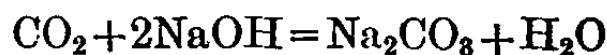
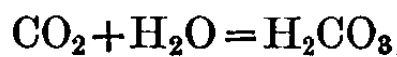
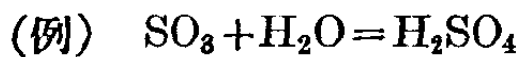
$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

由電離說, 中和亦得稱為酸的氫離子 H^+ 與鹽基的氫氧離子 OH^- 結合而生水的化學變化。

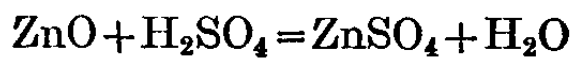


61. 氧化物的二大類

酸性氧化物（酸酐）溶於水中能成酸，或與鹽基中和能成鹽的氧化物稱為酸性氧化物或酸酐。非金屬氧化物多為酸性氧化物。



鹽基性氧化物 能與水化合而成鹽基，或與酸中和而成鹽的氧化物，稱為鹽基性氧化物。金屬氧化物多屬之。



第十五章 電解·電離

62. 電解質

用電流分解溶液或熔融狀態的物質時，稱為電解。

可電解的物質稱為電解質，否則稱為非電解質。

(例) 電解質……酸，鹽基，鹽

非電解質……水及許多有機化合物（砂糖，澱粉，酒精等）

63. 電離

(1) 電解質在水溶液中，常分成二成分，一帶陽電，一帶陰電。如此分離而成帶電的二成分的現象，稱為電離。

(2) 一成分所有的電荷常等於他成分所有的電荷。

(3) 由電離而生的帶電成分稱為離子，帶陽電的稱為陽離子（記號⁺或'），帶陰電的稱為陰離子（記號⁻或'）。

(4) 陰陽離子由物質而定，又所生的電荷與其原子價或根成比例。一般從其原子價的數附記（+）

或(-)於原子記號的右肩。

a. 陽離子……金屬元素，氫基 (H^+)，銨基 (NH_4^+)等。

b. 陰離子……非金屬元素，氫氧基 (OH^-)，硝酸基 (NO_3^-)，硫酸基 (SO_4^{--})等。

(例) 鹽酸 (HCl)，硫酸 (H_2SO_4)，氫氧化鈉 ($NaOH$)的電離以離子式表之如次：



如上所述的假說，稱為電離說 (或離子說)。

64. 離子的色

電解質在水溶液中，能分離而成離子，故溶液的色，多為所生離子的色。

主要的有色離子的色及其性質如次：

離子名	記號	色	性質
過錳酸離子	MnO_4^-	紅紫色	於稀溶液中加有機物而熱之，則失其特有的色。
重鉻酸離子	CrO_7^{--}	橙紅色	加醋酸鉛則生黃色的沈澱

亞鐵離子	Fe ⁺⁺	淡綠色	能使赤血鹽液成深藍色
銅離子	Cu ⁺⁺	青色	加氨水則變紫色
鎳離子	Ni ⁺⁺	青綠色	
鈷離子	Co ⁺⁺	淡桃色	
錳離子	Mn ⁺⁺	肉色	

65. 電解的說明

電解質能在水溶液中生陰陽兩種離子，故若插入電極，通以電流，則陽離子被陰極吸引，陰離子被陽極吸引，各在極上與電中和，成普通的單質或化合物而出現。若所成的為能與電極或水起作用的物質時，則復生其結果物。

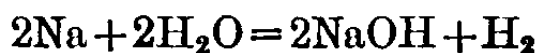
(例) 1. 氯化氫的電解 在水溶中起如次電離：



若通以電流，則 H^+ 被陰極吸引，中和而生氣體氫；氯被陽極吸引，中和而生氣體氯

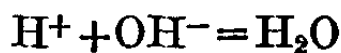
2. 食鹽的電解 $\text{NaCl} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

陽極發生氯，而陰極則因 Na^+ 受電中和，即與水反應而生氫氧化鈉與氫。

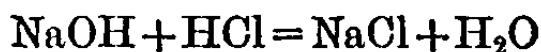


66. 中和的說明

由電離說，中和為酸的 H^+ 與鹽基的 OH^- 結合而生不電離的水 H_2O 的現象；故凡中和，皆可以次式示之：



(例) 氫氧化鈉與鹽酸。



以離子式示之，則為



Na^+, Cl^- 不參與變化，故除去之而為：



67. 離化傾向

凡單質溶於水中時，皆有成離子的傾向，此傾向稱為離化傾向。茲將單質的離化傾向，由大而小順次列之如次：

(1) 金屬的離化傾向的大小：

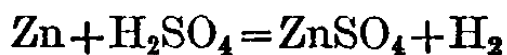


(H) Cu Hg Ag Pt Au

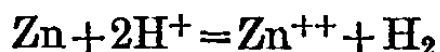
(2) 非金屬的離化傾向的大小：

Cl Br I S

(例) 1. 加鋅於酸則生氫。

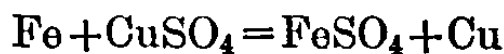


離子式則為：



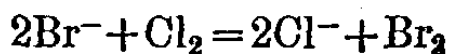
即 Zn 的離化傾向比 H 為大，故鋅的自身成離子而溶解於溶液中，結果氫離子起放電而變成氣體的氫。

2. 加鐵於硫酸銅溶液 則銅析出於鐵的表面，因銅的離化傾向比鐵為小之故。



或 $\text{Fe} + \text{Cu}^{++} = \text{Fe}^{++} + \text{Cu}$

3. 通氯於溴化鉀溶液 則溴遊離。此因氯比溴的離化傾向為大之故。



68. 電解定律（法拉第定律）

- (1) 由電解而析出於電極的物質的量與通過電解質的電量成比例。
- (2) 由一定量的電量而析出於電極的物質的量，與其化學當量成比例。

(例) 通電流於硫酸銅溶液，則陰極有銅 1 克析出，問陽極所生氧的體積如何(標準狀況)?
但 $\text{Cu} = 63.6$ 。

[解] 化學當量 銅為 $\frac{63.6}{2} = 31.8$ 氧為 $\frac{16}{2} = 8$

析出的氧量為 $1 \text{ 克} \times \frac{8}{31.8} = \frac{8}{31.8} \text{ 克}$

∴ 體積為 $22.4 \text{ 升} \times \frac{8}{32 \times 31.8} = 0.176 \text{ 升} \dots (\text{答})$

第十六章 溶液的沸點·冰點

69. 溶液的沸點·冰點

溶媒的沸點·冰點雖各有一定，然若溶有溶質時，則沸點上昇而冰點下降。溶媒與其溶液的沸點的差稱為沸點上昇；冰點的差稱為冰點下降。

70. 溶液定律

關於溶液的沸點·冰點的定律如次：

- (1) 稀溶液的冰點下降及沸點上昇，與其濃度成正比比例。
- (2) 由一定量同一溶媒所溶解諸物質的同克分子的溶液，其冰點下降及沸點上昇，與溶質的種類無關，由溶媒的種類而有一定。

〔例〕 各物質的1克分子溶於 100 克的水中時，其溶液的沸點上昇爲 5.2° ，冰點下降爲 18.5° ，有一定的值。

71. 難氯化物質的分子量測定

由溶液的沸點及冰點所關的定律，測定一定溶媒所

溶解一定量他物質（非電解質）的沸點上昇或冰點下降時，可算出其物質的分子量。

〔公式〕 由定律(1)(2)，設溶質的分子量爲 M ，溶媒（水）100 克中溶質的克數爲 m ，其溶液的沸點上昇爲 t ，冰點下降爲 t' ，則溶質的分子量如次：

沸點上昇 $M : m = 5.2 : t$

$$\therefore M = \frac{5.2m}{t} \dots\dots\dots(1)$$

冰點下降 $M : m = 18.5 : t'$

$$\therefore M = \frac{18.5m}{t'} \dots\dots\dots(2)$$

〔例〕 蔗糖 0.86 克溶於 25 克的水中，測得其冰點下降爲 0.187° ，試定蔗糖的分子量。

$$t' = 0.187^\circ, \quad m = \frac{0.86 \times 100}{25} = 3.44$$

$$\text{代入 } M = \frac{18.5m}{t'} \text{ (公式 2)}$$

$$M = \frac{18.5 \times 3.44}{0.187} = \underline{343} \dots \dots \dots (\text{答})$$

〔注意〕 由沸點上昇法或冰點下降法而得的分子量，並不正確，故須如次而定正確的分子量，例如由分析的結果，得蔗糖的實驗式為 $C_{12}H_{22}O_{11} = 342$ ，因分子式為實驗式的整數倍，故蔗糖的分子量必為與 343 相近的 342。

第十七章 膠質

72. 膠質

溶液的溶質能透過硫酸紙或膀胱膜等者，稱為結晶質（例如食鹽）不能透過的稱為膠質（例如澱粉液）。
膠質的溶液稱為膠溶液。

73. 透析

於硫酸紙或膀胱膜的袋（透析器）中，傾入結晶質與膠質的混合溶液，浸於水中，時時換水，則結晶質漸漸滲出，殘留膠質於器內。此種分離法稱為透析。

74. 膠溶液的性質

- (1) 不能透過動植物性的薄膜。
- (2) 不呈冰點降下，沸點上昇的影響。
- (3) 溫度變化時，亦有凝固的，此凝固物稱為凝膠 (gel)，對於凝膠的膠質溶液稱為溶膠 (sol)。

(例) 石花菜溶液冷卻則成凝膠，卵白受熱亦成凝膠。

- (4) 加適當的電解質則生沈澱。
- (5) 使光線在其橫側通過，則在光線的通路上呈混濁的現象。此現象稱爲丁鐸爾現象 (Tyndall phenomena)。
- (6) 用普通的顯微鏡，雖不能認出其粒子，然由丁鐸爾現象的原理，用超顯微鏡 (ultramicroscope) 觀察時，可見膠質的微粒子，光點閃爍，運動不絕。此稱爲布朗運動 (Brownian movement)。
- (7) 插入電極以作電路時，則從膠質的種類，而依一定的方向被吸引。即膠質粒子帶有一定的電荷。
(膠質粒子的不沈澱原因，可由此帶電狀態與布朗運動等想像之)
- (8) 膠質粒子的吸着性甚強。
- (例) 染料(膠質)的固着於纖維，肥皂的清淨作用等。

第十八章 元素的週期律

75. 元素的週期律

元素的性質，隨其原子量的增加，呈週期的變遷。例如除原子量最小的氫外，自 He 起，由小而大，按原子量順次排列，可見元素的性質逐漸遞變；然經一定的間隔，又回復至有與前相似性質的元素。

即：

He	Li	Be	B	C	N	O	F
Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
A	K	Ca	Sc				

此事實稱爲元素的週期律

76. 週期表

依照元素週期律的原理，將所有元素，按其原子量的順序，性質的遞變與週期的類似，排成一總表，稱爲元素的週期表。週期表的應用如次：

- (1) 可爲元素分類的指針。
- (2) 可推定及訂正元素的原子量及性質。

(3) 可為發見新元素的預料。

77. 原子的構造・原子序

(1) 由電子說，原子為由帶陽電的核與迴繞於其周圍的帶陰電的電子而成。

(2) 在週期表中，自原子量小者起，元素的逐個號數稱為原子序。原子核帶有與原子序成正比例的陽電。

(3) 原子核外有與原子序相當的核外電子，此等核外電子，不絕迴繞於核的周圍。

元 素 的 週 期 表

族	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
		1H 1.008								
第一週期	2He 4.00	3Li 6.94	4Be 9.02	5B 10.82	6C 12.000	7N 14.008	8O 16.000	9F 19.00		
第二週期	10Ne 20.2	11Na 22.997	12Mg 24.32	13Al 26.97	14Si 28.08	15P 31.027	16S 32.064	17Cl 35.467	18Ar 39.948	19K 39.098
第三週期	18Ar 39.91	19K 39.098	20Ca 40.07	21Sc 44.96	22Ti 47.88	23V 50.94	24Cr 52.00	25Mn 54.94	26Fe 55.845	27Co 58.933
第四週期	36Kr 83.8	37Rb 85.47	38Sr 87.62	39Y 88.91	40Zr 91.22	41Nb 92.91	42Mo 95.94	43Tc 98.91	44Ru 101.07	45Rh 102.91
第五週期	54Xe 131.3	55Cs 132.91	56Ba 137.33	57La 138.91	58Ce 140.12	59Pr 140.91	60Nd 144.24	61Pm (145)	62Sm 150.35	63Eu 151.96
第六週期	86Rn 222	87Fr (223)	88Ra 226	89Ac (227)	90Th 232	91Pa (231)	92U (238)	93Np (237)	94Pu (244)	95Am (243)
第七週期	118Og (294)	119Nh (293)	120Fl (292)	121Mc (291)	122Lv (290)	123Ts (289)	124Og (288)	125Lr (287)	126Uu (286)	127Uub (285)
原子價	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
化合物		RX	RX ₂	BX ₃	RX ₄ , RH ₄	RH ₅	RH ₆	RII		
高級化合物		R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	R ₂ O ₇	RO ₄	

第二編 非金屬

第一章 空氣

78. 性質

- (1) 爲無色無味無臭的氣體，標準狀況下，1 升的重量爲 1.293 克。
- (2) 由強壓低溫，可液化而成淡青色的液體。若放置之，則液態氮（沸點 -195.7° ）先蒸發而出，其後液態氧（沸點 -183° ）繼之蒸發。
- (3) 能助物質燃燒，供動植物呼吸。

79. 組成

空氣爲氧與氮的混合物，其體積的比約爲 1 : 4，此外尚含有微量的氬(Ar)，氖(Ne)，氦(He)，氙(Kr)，氙(Xe)等稀氣元素及水蒸氣，碳酸氣等。

成分	容積組成	重量組成	效 用
氧	21.00%	23.20%	供呼吸 助燃燒
氮	78.00%	75.50%	緩和氧的作用 肥料
稀氣體	0.90%	1.30%	緩和氧的作用
碳酸氣	0.03%	0.04%	植物體的養分
水蒸氣 及塵埃	不定		水蒸氣能防止植物水分的散失

80. 空氣為氧與氮的混合物之證

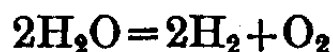
- (1) 空氣的組成常不一定，隨時隨地有異。(化合物的組成一定)
- (2) 空氣的成分，其體積比不成簡單的整數比。(化合物的氣體成分必成簡單的整數比)
- (3) 空氣中的氧與氮，均保有其原有的性質。
- (4) 液態空氣蒸發時，氮先蒸發，其後為氧。

第二章 氧 O_2

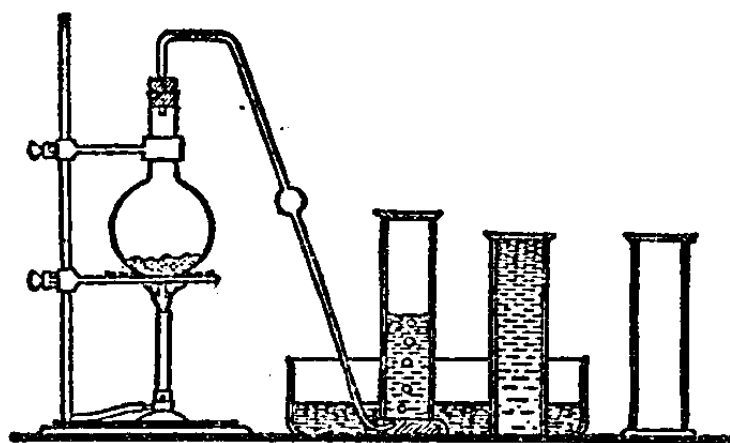
81. 製法

(1) 加熱於氯酸鉀與二氧化錳(觸媒)的混合物, 將發生的氧用排水集氣法捕集。(普通實驗室法)

(2) 水的電解。(工業法)



(3) 利用液態空氣沸點的差, 將氮蒸發除去, 得其餘下的氧。(工業法)



氧 的 捕 集

82. 性質

(1) 爲無色無味無臭的氣體。

(2) 1 升的重為 1.429 克。

(3) 支燃性強。空氣中能燃燒的物質，在氧中燃燒更盛；空氣中難於燃燒的物質，在氧中能燃燒。

(例) a. 餘燼的火柴；點火的硫磺、木炭、磷等，在氧中劇烈燃燒

b. 鐵絲在氧中亦能燃燒，燃時發大光，放火花，燃後留下黑色的氧化鐵 Fe_3O_4 。

83. 用途

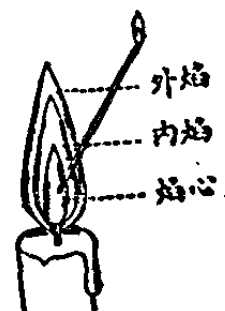
(1) 供病人，過勞者，礦工，潛水夫，高空飛行者呼吸。

(2) 用以發生氫氧焰，氧炔焰等高温焰。

第三章 燃燒·焰

84. 燃燒

物質起化學變化之際，伴以發光放熱的現象，稱為燃燒。欲使物質燃燒，須置物質於發火點以上。



燭焰的構造

85. 火焰的生成

氣體燃燒時發生火焰。

86. 火焰的構造

- (1) 焰心(未燃部)為火焰中心的黑暗部。因可燃氣體未與空氣接觸，燃燒尚未發生，故溫度低。
- (2) 內焰(還元焰)為包圍焰心的圓錐形部分，發光最強。此光輝由於空氣供給不足的碳粒赤熱而發。此赤熱的碳粒的部分，有甚強的還元作用。
- (3) 外焰(氧化焰)為火焰的最外部，空氣供給充足，溫度高而發光弱。因溫度高，空氣供給充足，故氧化作用強。

87. 火焰的光輝

欲使光輝強盛的條件：①焰中須有灼熱的固體存在，
②火焰的溫度必須甚高。

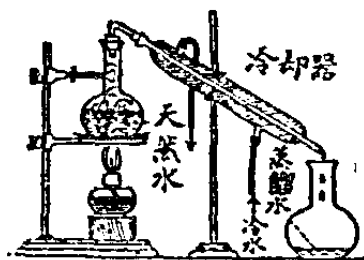
第四章 水 H_2O

88. 性質

- (1) 純粹的水爲無色無味無臭的液體，積層厚則稍呈藍色。
- (2) 攝氏 0 度結冰，100 度沸騰蒸發。
- (3) 攝氏 4 度時有最大的密度。
- (4) 能溶解種種物質。

89. 種類

- (1) 天然水 海水、湖水、井水、泉水、雨水等。
常含有多少的不純物。(如溶解的礦物質，有機質及微生物等)。
- (2) 飲料水 將天然水中的有機質，微生物等，用沈澱法，過濾法等適當的處置除去後而供飲用者。
- (3) 蒸餾水 將天然水蒸發成水蒸氣，使與不揮發性的不純物分離，凝集



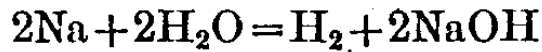
水的蒸餾

精製而成。可供調劑用，化學用。

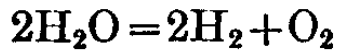
90. 分解

因水為氫與氧化合而成，故：

(1) 投鈉於水，則水分解而生氫。



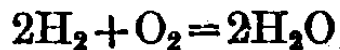
(2) 水中加少量的稀硫酸，通以電流，則陽極發生氧(O₂)，陰極發生容積 2 倍於氧的氫(H₂)。



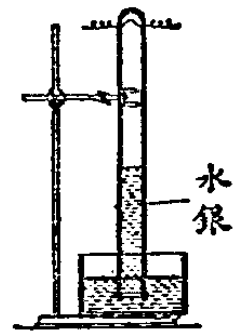
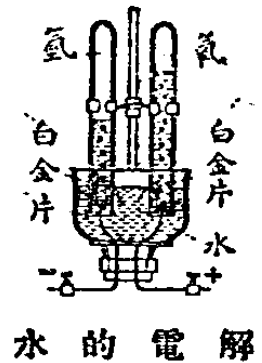
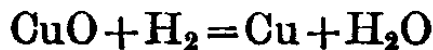
〔註〕 一物質經化學變化後變成二種以上的物質時，稱為分解。

91. 合成

(1) 於刻度玻璃管(eudiometer)中放入體積比為 2 : 1 的氫與氧二種氣體，通以電花，則全部化合成水。



(2) 通水蒸氣於受熱的黑色氧化銅，亦有水生成。



92. 組成

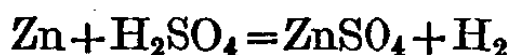
由上述水的分解·合成，得結果如次：

	氫 (H ₂)	氧 (O ₂)	水蒸氣 (H ₂ O)
(1) 體積組成·····	2 容	1 容	2 容
(2) 重量組成·····	1 量	8 量	9 量

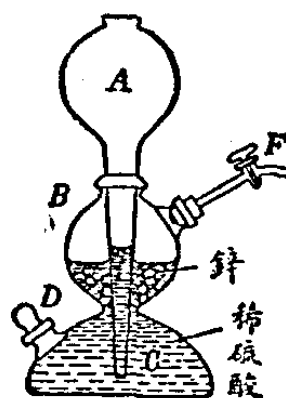
第五章 氫 H_2

93. 製法

- (1) 加稀硫酸於鋅，將發生的氫與取氧的方法同樣用排水集氣法捕集。



(用啓普氣體發生器，製氫極便。右圖D內爲鋅，A與C內爲稀硫酸。開放活塞F，則稀硫酸入D，與鋅相遇而發生氫。不用時閉住F塞，稀硫酸受壓出D，不復與鋅接觸，氫的發生停止)。



啓普氣體發生器

- (2) 由水的電解。(工業法)
 (3) 通水蒸氣於赤熱的鐵屑。(工業法)



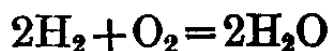
94. 性質

- (1) 爲無色無味無臭的氣體，難溶於水。

(2) 爲諸物質中最輕，約當空氣的 $\frac{7}{100}$ ，1升的重僅

0.09克。

(3) 點火則舉淡色的焰燃燒而生水。火焰的溫度極高。



(4) 還元性甚強。

95. 用途

(1) 用以充輕氣球，飛船等的氣囊。(利用其質輕)

(2) 燃氫氧焰。(焰的溫度高達 2000°C . 可使白金，石英一類難融之物熔融)。

(3) 充還元劑。

第六章 碳 C

96. 碳的種類

碳有種種同素體。

- (1) 成結晶形的如……金剛石，石墨。
- (2) 成無定形的如……木炭、石炭、焦煤、骨炭、油煙等。

97. 金剛石

性質

- (1) 成正八面體的結晶，純粹者無色透明。
- (2) 為萬物中最硬，比重約 3.50—3.55。
- (3) 屈光率甚大。
- (4) 在氧中熱至 800°C. 以上，變成二氧化碳。

人造法 將純碳與鐵粉置坩堝中，投入電爐內，加熱至 3000°C. 急激冷卻，用酸將鐵除去，可得金剛石的細粒。

用途

- (1) 上品的充寶石。

(2) 粗品的用以割劃玻璃，鑽孔，研磨寶石。

98. 石墨

性質

(1) 成六角形的結晶，或成粒狀板狀，有金屬光澤，色灰黑不透明，比重 2.25，質地軟滑。

(2) 耐火性強，為電的良導體。

(3) 在氧中強熱，變成二氧化碳。

人造法 用焦煤置電爐中，阻斷空氣強熱，可以製得。

用途 製鉛筆、坩堝、電極、及充滑潤劑、鐵器防銹等。

99. 無定形碳

(1) 木炭

① 由木材乾餾而製。

② 為多孔質，能吸收種種氣體或有機化合物等，將木炭單獨強熱，或同時通入水蒸氣，則成活性碳，吸收氣體的性質特大，軍事上用以製毒瓦斯的防護面具。

(2) 石炭 由其含碳的量，分爲無烟煤(90%以上)，烟煤(80%)，瀝青煤，褐煤(70%)，泥煤(60%)等。

(3) 骨炭(獸炭)

- ① 由動物的血，骨等阻斷空氣加熱而得。含不純物甚多，碳僅爲 10%。
- ② 吸收有機物的性質甚大，故精製砂糖時，用以除去色素。(脫色)

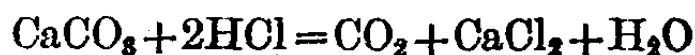
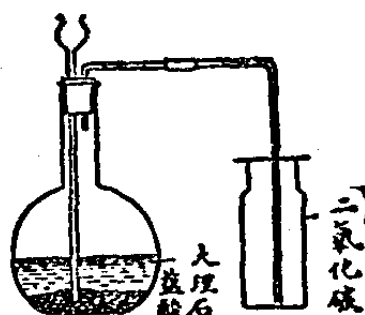
(4) 油烟

- ① 由松脂，油類等空氣供給不充足燃燒而成。
- ② 可供製墨，印刷用油墨，黑色塗料等。

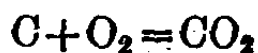
第七章 二氧化碳(碳酸氣)CO₂

100. 製法

- (1) 加稀鹽酸於大理石(CaCO₃), 將發生的氣體用向下置換法捕集。



- (2) 燃碳於空氣中或氧氣中。



101. 性質

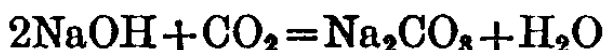
- (1) 為無色無臭的氣體, 比空氣重, 約為空氣的1.5倍。
- (2) 不支他物燃燒, 能使動物窒息。
- (3) 常溫常壓下, 能溶於同體積的水中; 溶液呈弱酸性, 稱為碳酸。



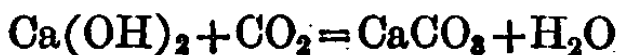
對於水的溶解度: 溫度愈低, 溶解量愈多; 又與壓

力的增大成比例，壓力愈大，溶解量亦愈多。（後半稱為亨利定律）

(4) 易被氫氧化鈉，氫氧化鉀的溶液吸收。



(5) 能使石灰水變成白濁。（為檢驗碳酸氣的方法）

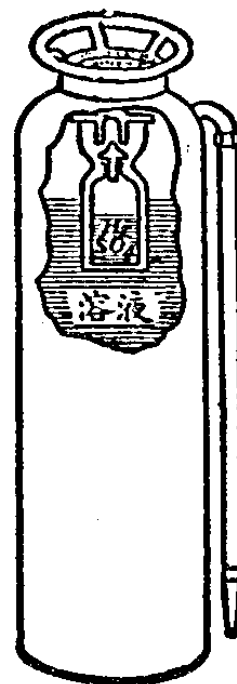


102. 用途

(1) 用以消滅火災。（輕便滅火器係應用硫酸與碳酸氫鈉能急激化合生碳酸氣的原理而成）

(2) 調製清涼飲料水。（汽水，啤酒等係用強壓溶入碳酸氣而成）

(3) 製成固體可供冷藏用。



輕便滅火器

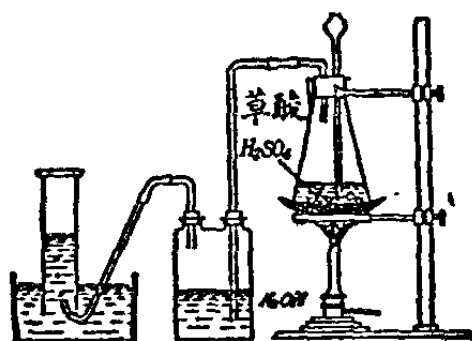
第八章 一氧化碳 CO

103. 製法

- (1) 加濃硫酸（脫水作用）於草酸（白色結晶），
加熱。



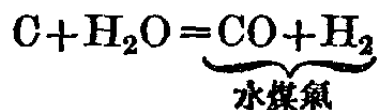
令所生的氣體通過氫氧化鈉的溶液，以除去二氧化碳，用排水集氣法捕集。



一 氧 化 碳 製 取

- (2) 通水蒸氣於赤熱的
焦煤或無烟煤，可

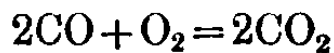
得一氧化碳與氫的混合氣體，稱為水煤氣，可
充燃料。



104. 性質

- (1) 為無色無味無臭的氣體，難溶於水。

(2) 點火則舉藍色的焰燃燒而生二氧化碳。



(3) 還元性強。

(4) 極毒，能與赤血球中的血色素 (hemoglobin)

化合成一種紅色物質，破壞赤血球的機能。

105. 用途

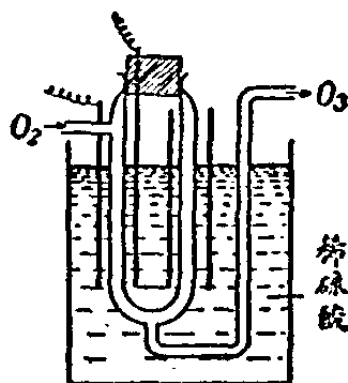
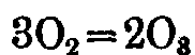
(1) 冶金術上用作金屬氧化物的還元劑。

(2) 水煤氣充燃料。

第九章 臭氧 O_3

106. 製法

於空氣或氧氣中行無聲放電而製。



臭氧的製取

107. 性質

(1) 爲無色的氣體，有特臭，
重爲氧的 1.5 倍。

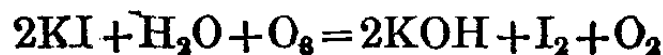
(2) 遇熱易分解。



(3) 氧化力強。因其分解時能放出氧化作用劇烈的初生態氧之故。



(4) 能使無色的碘化鉀澱粉紙變成藍色。此因由於臭氧的氧化作用。



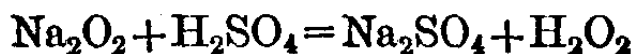
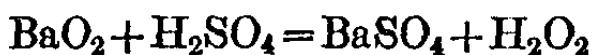
108. 用途

-
- (1) 殺菌作用……飲料水的殺菌，空氣的清淨。
 - (2) 漂白作用……象牙，絲綢等漂白。

第十章 過氧化氫 H_2O_2

109. 製法

使稀硫酸作用於過氧化鋇或過氧化鈉，可得過氧化氫的稀溶液。



市上出售的約為 3% 的水溶液。

110. 性質

- (1) 為無色的液體，比重 1.46。(普通水溶液)。
- (2) 易分解而生水與氧。當分解之際，放出初生態的氧，呈強度的氧化作用。



- (3) 能使碘化鉀澱粉紙變成藍色，此因 H_2O_2 的氧化作用，將 I_2 遊離，此遊離的 I_2 復與澱粉作用，遂變成藍色。



111. 用途

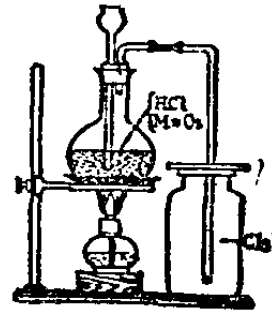
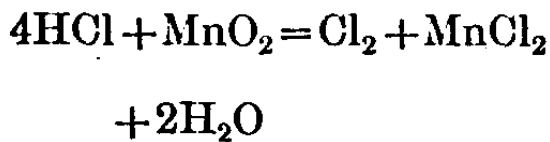
-
- (1) 殺菌作用……傷口的消毒，含嗽劑。
 - (2) 漂白作用……絲綢、象牙、羽毛等的漂白。

第十一章 氯 Cl_2

112. 氯、溴、碘、氟四元素總稱為鹵素，或造鹽元素。

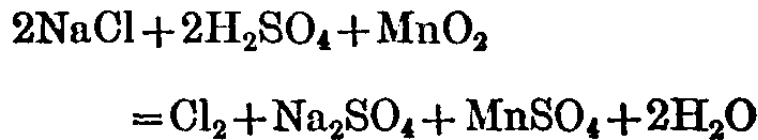
113. 製法

- (1) 加濃鹽酸於二氧化錳，加熱，用向下置換法捕集。



氯的製取

- (2) 混二氧化錳於食鹽與硫酸，加熱。

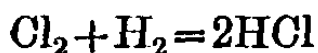


- (3) 食鹽水電解(工業法)，陽極有氯發生。

114. 性質

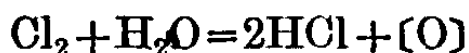
- (1) 為黃綠色有毒的氣體，比空氣重，約為空氣的 2.5 倍。
- (2) 稍易溶於水，水溶液稱為氯水。
- (3) 易與遊離的氫及化合物中的氫化合。例如：

- a. 將點火的氫插入氯氣中，則氯與氫直接化合，繼續燃燒。



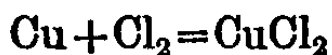
- b. 將點火的蠟燭放入氯氣中，則氯奪去其成分的氫，而將碳放出。

- (4) 呈強度的氧化作用，漂白作用，殺菌作用，此因氯與氫化合，放出初生態氧之故。

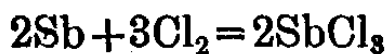


- (5) 能與金屬直接化合生成氯化物。例如：

- a. 銅箔在氯中能自行發火燃燒而生二氯化銅



- b. 銻粉在氯中亦能自行燃燒而成 SbCl_3 ,

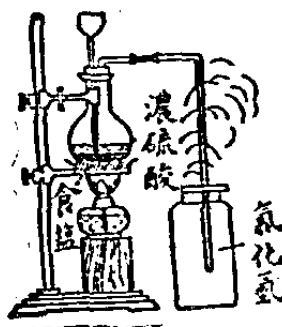


115. 用途 作氧化劑，漂白劑，殺菌劑及充毒瓦斯，製造漂白粉等。

第十二章 氯化氫·鹽酸(皆為 HCl)

116. 製法

加濃硫酸於食鹽，加熱，用向下置換法，可捕集氯化氫。



氯化氫的製取

117. 性質

- (1) 為無色而有刺戟性臭的氣體，比空氣重。
- (2) 遇潮溼的空氣，則發烟霧。
- (3) 極易溶於水，常溫 1 容的水，可溶其 450 容。

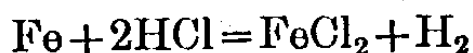
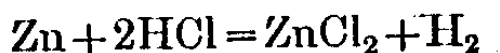
此溶液稱為鹽酸。

- (4) 遇氨則生白烟(氯化銨)。

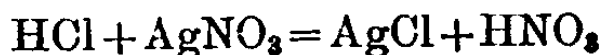
118. 鹽酸(HCl 的水溶液)

- (1) 由氯化氫吸收於水而成。

- (2) 爲無色發烟性的液體，有氯化氫的強臭。
- (3) 呈強酸性反應。(能使藍色石蕊變紅)
- (4) 能溶解鋅、鐵、鋁及其他輕金屬而發生氫。



- (5) 遇硝酸銀溶液則生白色沈澱(氯化銀)。——此爲可溶性氯化物的通性。



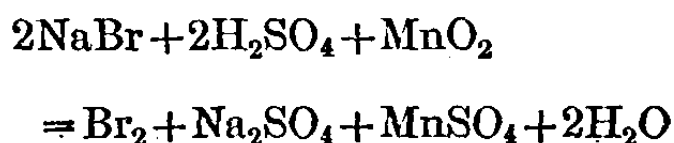
119. 鹽酸的用途

- (1) 作化學試藥、健胃劑、金屬面除銹劑等。
- (2) 與硝酸混合成王水，用以溶解白金，金等。
- (3) 作製氯及染料等的原料。

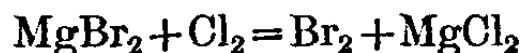
第十三章 溴 Br₂

120. 製法

(1) 加硫酸及二氧化錳於溴化鈉，加熱。



(2) 通氯於溴化鎂(可由斯坦斯弗鹽 Stassfurt salts 製備)的溶液中使溴遊離。



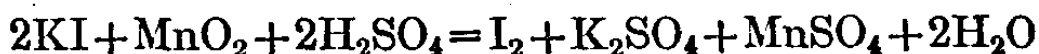
121. 性質

- (1) 暗褐色，在常溫為唯一的液狀非金屬元素。比重約為 3，可溶於水而成溴水。
- (2) 有刺戟性惡臭，有毒。
- (3) 化學作用類似於氯而稍弱，能與氫，金屬等化合成溴化物。亦呈漂白作用，惟較氯作用為弱。

第十四章 碘 I_2

122. 製法

(1) 加二氧化錳，硫酸於碘化鉀，加熱。



(2) 通入氯氣。於海草灰的浸出液(含有 NaI)中，
加熱。



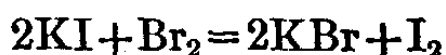
123. 性質

(1) 爲紫黑色板狀結晶，有金屬光澤，有特臭。

(2) 遇熱放紫色蒸氣，冷復結晶，呈昇華現象。

(3) 幾不溶於水，然易溶於酒精中。碘的酒精溶液
稱爲碘酊。

(4) 化學性類似於氯·溴，但作用更弱。例如溴能
使碘化鉀中的碘遊離。



(5) 碘溶液遇澱粉的冷溶液能立呈藍色。

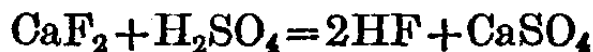
第十五章 氟·氟化氫

124. 氟 F_2

- (1) 加氟化鉀於液狀氟化氫，在銅製器中行電解，則氟生於陽極而氫生於陰極。
- (2) 爲淡黃綠色的氣體，甚毒。
- (3) 化合力極強，幾能與一切單質化合。（對於氧，氮，氯則不起作用）

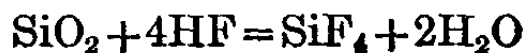
125. 氟化氫 HF

製法 加濃硫酸於螢石 (CaF_2)，置坩堝中加熱。



性質

- (1) 爲無色，劇臭，有毒的液體(沸點 19.4°)，夏季成氣體。
- (2) 能溶於水，溶液稱爲氟化氫酸。
- (3) 能腐蝕石英及玻璃。此因其能分解無水矽酸 SiO_2 以成可溶性的四氟化矽之故。



用途 用以侵蝕玻璃面使生刻痕，模紋等。

126. 鹵素的通性

- (1) 非金屬單質，原子價 1。
- (2) 能與氫直接化合成鹵素化氫。如 HCl, HBr, HI, HF 等。
- (3) 能與金屬化合成鹵素化物。如 AgCl, AgBr, AgI, AgF 等。
- (4) 性質隨其原子量的增加，而逐漸少異。試觀下表：

性質 \ 鹵素	氟	氯	溴	碘
原 子 量	19	35.5	80	127
狀 態 (常溫)	氣 體	氣 體	液 體	固 體
色	淡黃綠	黃 綠	赤 褐	深 紫
化 合 力	最 強	強	稍 強	弱
漂 白 作 用	分解色素	強	弱	無

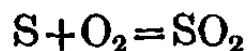
第十六章 硫 S_2 —— S_8

127. 製法

- (1) 將天然硫加熱熔融，使與土砂等分離，製成粗硫，
- (2) 將粗硫置鐵製的曲頸釜中加熱，導其蒸氣入冷却室，製成粉狀硫（硫黃華）或棒狀硫。

128. 性質

- (1) 為黃色脆弱的固體（比重 2.07，熔點 114° ，沸點 445° ），不溶於水，易溶於二硫化碳中。
- (2) 隔絕空氣加熱，則於 114° 熔解而成黃色透明的液體，溫度上昇則漸帶褐色而漸呈粘性，至 200° 時粘性最大，至 300° 復易流動， 445° 氣化。
- (3) 點火則舉淡藍色的焰燃燒而生二氧化硫。



- (4) 能與金屬直接化合成硫化物。

129. 硫的同素體

-
- (1) 斜方狀硫 呈斜方結晶，可由二硫化碳將硫溶解後結晶而得。
 - (2) 針狀硫 呈針狀結晶，由熔融的硫冷卻時而生。
 - (3) 橡皮狀硫 褐色，無定形，有彈性。將熔融硫傾入冷水中時而生。

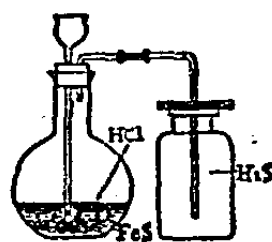
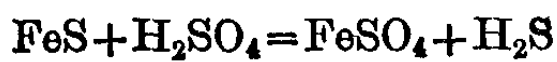
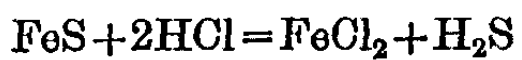
130. 用途

- (1) 製造二氧化硫，硫酸，二硫化碳，火藥，火柴。
- (2) 供製造醫藥（皮膚病），殺蟲劑等。

第十七章 硫化氫 H_2S

131. 製法

加稀鹽酸或稀硫酸於一硫化鐵。



硫化氫的製取

132. 性質

- (1) 為無色，有毒的氣體，有如腐卵的惡臭。
- (2) 稍易溶於水，常溫 1 容的水，約可溶其 3 容。

此水溶液稱為硫化氫水，呈弱酸性。

- (3) 點火則舉藍色的焰而燃。

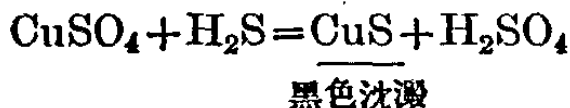


- (4) 能與種種金屬鹽的水溶液作用而生硫化金屬沈

澱。硫化物由金屬的種類而異其色，溶解度，

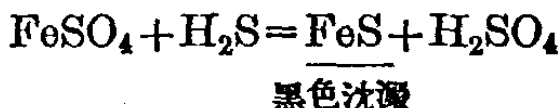
及反應等。硫化物可大別如次：

- a. 由酸性溶液而沈澱者：



硫化銅 CuS (黑色), 硫化鉛 PbS (黑色), 硫化砷 As_2S_3 (黃色)。

b. 由鹼性或中性溶液而沈澱者:



(須待隨生的酸中和時沈澱)

硫化鋅 ZnS (白色), 一硫化鐵 FeS (黑色) 硫化錳 MnS (肉紅色)。

c. 不沈澱者:

硫化鈉 Na_2S (無色), 硫化鉀 K_2S (無色), 硫化鈣 CaS (無色)。

硫化氫能使浸過醋酸鉛溶液的紙片變黑, 故可藉以檢出。

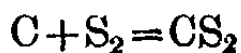
133. 用途

化學分析上用以識別金屬。(利用硫化金屬的溶解度, 性質等的差異)

第十八章 二硫化碳 CS₂

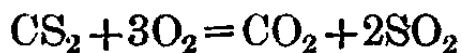
134. 製法

通硫蒸氣於赤熱的木炭(或焦煤)，然後冷卻其所生的氣體。(電爐內)



135. 性質

- (1) 爲甚易揮發無色有毒的液體。(沸點46.5°)
- (2) 比水重(比重 1.3)，不溶於水。
- (3) 甚易引火，燃時舉藍色的焰。



- (4) 易能溶解脂肪、橡皮、硫黃、黃磷、碘等。

136. 用途

- (1) 溶劑(因有引火性，須加注意)
- (2) 可充穀倉內穀類的殺蟲劑及防止蟲害。

第十九章 二氧化硫 SO_2

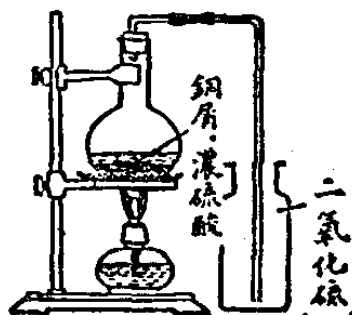
137. 製法

- (1) 注濃硫酸於銅片加熱。



- (2) 燃硫或黃鐵礦(FeS_2)。

(工業法)



138. 性質

- (1) 爲無色有刺戟臭的氣體，比空氣重。(約爲空氣的 2.5 倍)

- (2) 1 氣壓零下 8° 液化而成無色的液體。

- (3) 易溶於水，此溶液呈酸性反應，稱爲亞硫酸。



- (4) 有漂白作用。因其與水反應，能放出發生機氫，使色素還元漂白。



- (5) 對於生物有毒，殺菌作用強。

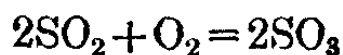
139. 用途

- (1) 藁、絲、毛等的漂白。
- (2) 硫酸製造的原料。

第二十章 三氧化硫 SO_3 (硫酐)

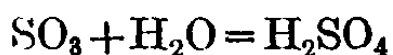
140. 製法

將二氧化硫與空氣混合，加熱至 400° ，令通過白金海綿(觸媒)上。



141. 性質

- (1) 爲白色針狀結晶。
- (2) 在空氣中能吸收濕氣而發烟。投於水中發激烈的音響溶解而生硫酸。



- (3) 發烟硫酸爲將三氧化硫過量溶解而成的硫酸。

第二十一章 硫酸 H_2SO_4

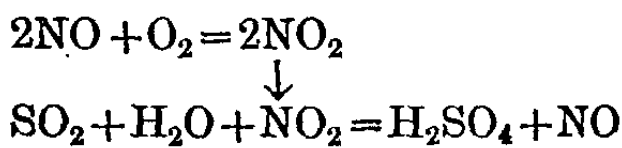
142. 製法

(1) 接觸法 用白金粉爲觸媒，使二氧化硫與氧（空氣）化合成三氧化硫，復令此三氧化硫吸收於濃硫酸使成發煙硫酸，然後加水，便成濃硫酸。

(2) 鉛室法(第一步反應) ①二氧化硫，②硝酸蒸氣；③空氣(氧)；④水蒸氣。將此四種原料送入鉛室內，使作用而相化合。



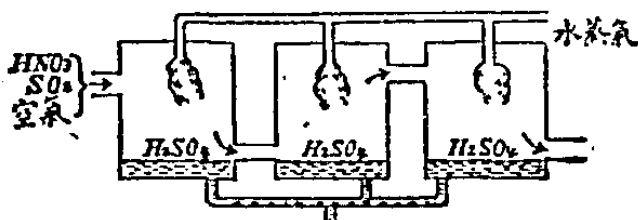
(第二步反應) 上反應中所生的一氧化氮 NO ，與空氣作用而成二氧化氮 NO_2 ，復與 SO_2 ， H_2O 化合而成硫酸。



143. 性質

(1) 爲無色油狀質重的液體，市上出售的濃硫酸，

比重 1.84。



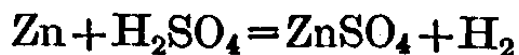
硫酸的鉛室製法

- (2) 沸點甚高，(338°)，不易揮發。
- (3) 濃硫酸極能吸收水分。又遇某種有機物，能吸收其與水的組成相當的所含的氧與氫，使之碳化。

(例) 木材、木棉、紙、砂糖等，經濃硫酸的作用（脫水作用），變成黑色的碳。

- (4) 與水混和時能發熱，水溶液呈強酸性。
- (5) 能溶解鋅，鐵等而發生氫。

(例) 鋅遇稀硫酸發生氫與硫酸鋅。



- (6) 於銅、銀、水銀、鉛等加濃硫酸而加熱，則溶解而生二氧化硫，(例)銅與硫酸：



(7) 遇氯化鋇溶液，則生白色的沈澱（硫酸鋇）。

144. 用途

(1) 化學試藥，乾燥劑(硫酸乾燥器等)

(2) 用以製造鹽酸、硝酸、碳酸鈉、人造肥料、有機色素、火藥等，為化學工業上不可缺的原料。

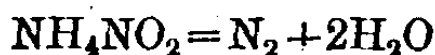
第二十二章 氮 N_2

145. 製法

(1) 通空氣於強熱的銅片上，將氧除去，即可得氮。

惟由此法而得的氮，含有氫等，故質不純。

(2) 亞硝酸銨加熱。



146. 性質

(1) 為無色無味無臭的氣體，無支燃性及自燃性，動植物在其中不能生活。

(2) 常溫幾不能與他物化合。但在高溫度或觸媒存在時，能與種種物質化合。例如：

a. 在空氣中通電花，則生一氧化氮。

b. 於高壓高溫下，用鐵為觸媒，可與氫化合生 NH_3 。

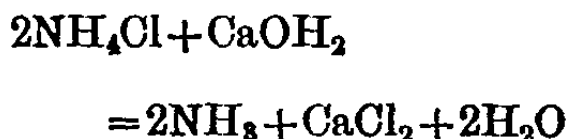
c. 在電爐中強熱，則能與碳化鈣化合而成氮化石灰 $CaCN_2$ (氮氰化鈣)。

如上所舉，使遊離的氮變成化合物，稱為氮素固定。

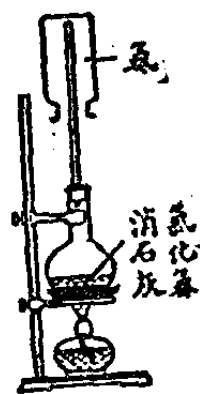
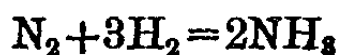
第二十三章 氮 NH_3

147. 製法

- (1) 將氯化銨與消石灰（或生石灰）混合，一同加熱，用向上置換法捕集。



- (2) 加適當的壓力（約 200 氣壓）與溫度（約 500° ）於氮·氫的混合物，用鐵粉等為觸媒，使相化合。（工業法）

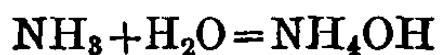


氮的製取

148. 性質

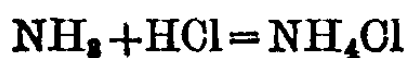
- (1) 為無色有刺戟臭的氣體。比空氣輕。
- (2) 由冷却與加壓，容易液化（沸點 -33° ）蒸發時能吸收多量的熱。（可供冷却用）
- (3) 其易溶於水，常溫 1 容的水可溶其 800 容，此溶液稱為氨水，呈鹼性反應。因其成氫氧化銨

(NH_4OH)之故,



NH_4OH 僅存在於溶液中，受熱則分解生氨與水。

(4) 遇氯化氫則生氯化銨的白煙。



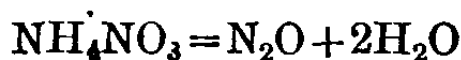
149. 用途

- (1) 製冰及供冷藏。
- (2) 製硫酸銨肥料。(氮質肥料)
- (3) 醫藥。

第二十四章 氮的氧化物

150. 一氧化二氮(笑氣) N_2O

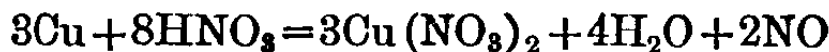
(1) 可由硝酸銨加熱而得。



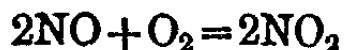
(2) 爲無色，微香的氣體。有麻醉性。吸入之則神經受刺戟而發笑。

151. 一氧化氮 NO

(1) 可由硝酸作用於銅而得。



(2) 爲無色的氣體，遇空氣則變成赤褐色的二氧化氮。

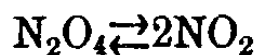
152. 二氧化氮(過氧化氮) NO_2

(1) 可由一氧化氮接觸空氣，或由硝酸鉛固體加熱而得。

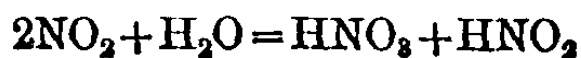


(須用寒劑將 NO_2 液化，使與氧分離)

- (2) 爲赤褐色之氣體，加高溫則變成暗赤色，使之低溫，則成黃色液體或無色結晶 (N_2O_4)。



- (3) 溶於水中成硝酸與亞硝酸。



第二十五章 硝酸 HNO_3

153. 製法

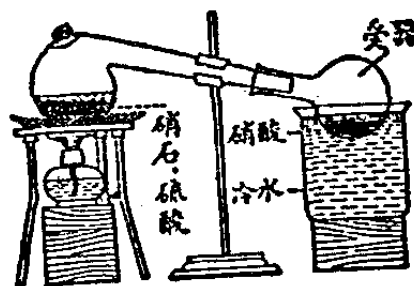
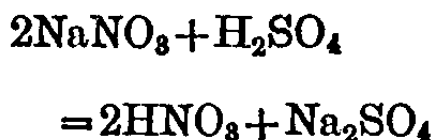
(1) 加濃硫酸於硝酸鉀(硝石)蒸餾。



(2) 工業上用智利硝石

(硝酸鈉) 加熱製

之。

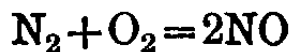


硝酸的製取

(3) 由電氣火花，使空氣中氮與氧結合成一氧化氮

NO ，復令與空氣相遇成二氧化氮 NO_2 ，然後溶

於水中便成硝酸。



154. 性質

- (1) 爲無色發煙性的液體。(沸點 86°)
- (2) 易與水混和，水溶液呈酸性反應。
- (3) 腐蝕性大，能腐蝕皮膚，羽毛等成黃色。
- (4) 爲強氧化劑。加熱或曝於日光，則易分解爲氧，二氧化氮與水。

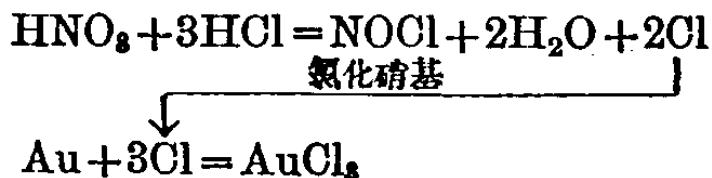


- (5) 能將金，白金以外的金屬溶解成硝酸鹽。



155. 王水

- (1) 濃硝酸 1 容與濃鹽酸 3 容的混合液稱爲王水。
- (2) 能溶解金與白金。因硝酸與鹽酸作用產生初生態氯，此初生態氯能使金或白金成可溶性的氯化物。



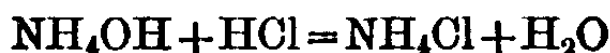
156. 硝酸的用途

- (1) 化學上用作氧化劑與金屬溶劑。
- (2) 工業上用以製造染料、炸藥、賽璐珞等。

第二十六章 銨化合物

157. 氯化銨(鹵砂) NH_4Cl

製法 氯化銨爲氯化氫與氨混合時而生的物質，工業上由製造煤氣時所生的氣液（稀氨液）中加鹽酸中和而得。



性質

- (1) 爲白色的固體，易溶於水。
- (2) 加熱則分解爲氯化氫與氨，冷卻復化合而成氯化銨。



用途 製氨，製乾電池，充金屬鑲接時的除銹劑。

158. 硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

製法 用硫酸中和氨水（煤氣製造時副產物的氨液）。

——工業法



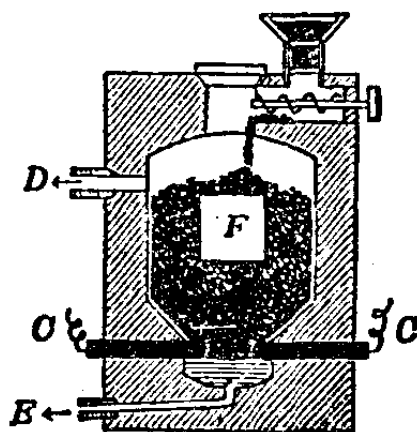
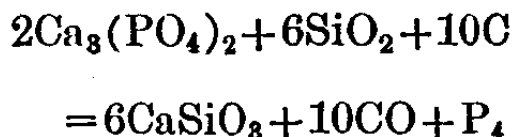
性質 爲易溶於水的白色結晶。

用途 氮質肥料，銨化合物的原料。

第二十七章 磷 P₄

159. 製法

黃磷 將磷酸鈣（骨灰或磷灰石）與焦煤及砂相混，置電爐中強熱，導所生的磷蒸氣於冷水中凝縮而成。



F為磷礦石 C為電極 D為磷蒸氣到水中去的出口 E為熔融的砂酸鹽的出口

紅磷 將黃磷置密閉器中隔斷空氣，長時間加熱可得。（溫度約 250°，如用碘為觸媒則較易變成紅磷）

160. 性質

磷有黃磷紅磷二種同素體，黃磷的性質比紅磷為活潑。二者的比較如下：

		黃 磷	紅 磷
色 比 熔 溶 發 在 毒 化	解 火 空 氣 學 作 用	黃白色蠟狀固體	暗紅色粉末
		1.8	2.1—2.28
	狀 重 點 性 點 中 性 用	44°	約600°(加壓)
		不溶於水，溶於二硫化碳中	皆不溶
		60°	約250°
		受氧化而自行發火，暗處發磷光	不受氧化，不發光
		劇毒	無毒
		強	弱

161. 用途

- (1) 製造火柴。(發火性)
- (2) 殺鼠劑。(毒性)

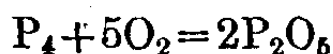
162. 安全火柴

- (1) 軸頭 用氯酸鉀(或重鉻酸鉀, 鉛丹等氧化劑), 硫或硫化銻(燃燒劑)以膠或糊等附着而成。
- (2) 摩擦面 用紅磷粉, 玻璃粉混合以膠附着。
- (3) 發火 軸頭向摩擦面摩擦時, 摩擦面的紅磷受熱發火, 引起藥頭上與氧化劑共存的燃燒劑燃燒。

第二十八章 磷的化合物

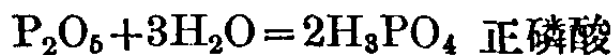
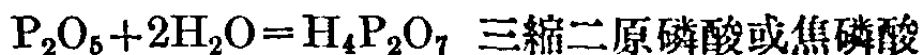
163. 五氧化二磷 (磷酐) P_2O_5

(1) 由磷燃燒於空氣中或氧中而成。



(2) 為吸濕性甚大的白色粉末，可充脫水劑·乾燥劑用。

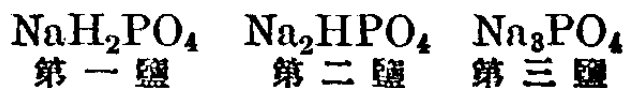
(3) 能與水急激化合(發音)而成三種磷酸。但溶液加熱則悉成正磷酸。



164. 磷酸 H_3PO_4 (正磷酸)

(1) 為無色柱狀的結晶。

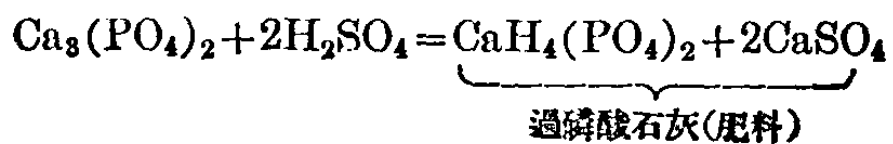
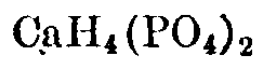
(2) 為三鹽基性酸，故能成三種的鹽。



165. 磷酸鈣 $Ca_3(PO_4)_2$

(1) 為磷灰石，骨灰的主成分。白色塊狀。

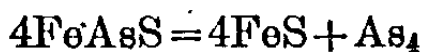
(2) 不溶於水。遇硫酸則成可溶性的酸性磷酸鈣



第二十九章 砷及其化合物

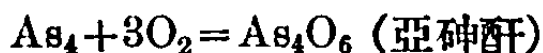
166. 砷 As_4

(1) 可由硫砷鐵礦加熱，將昇華的砷冷卻而得。



(2) 為灰色有金屬光澤的固體。

(3) 熱則昇華。在空氣中加熱，則舉淡青色的焰而燃。



(4) 砷（及其化合物）為極毒的物質，加少量於鉛中，（約 0.5%）能增鉛的硬度，可作氣鎗用的彈丸。

167. 三氧化二砷 As_2O_3 (白砷, 砷霜)

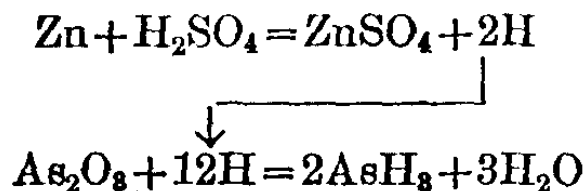
(1) 可由砷或砷礦石在空氣中燃燒而得。

(2) 為白色粉末，有劇毒。

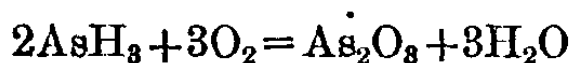
(3) 可作防腐劑，殺蟲劑，殺鼠劑，顏料製造原料，醫藥等。

168. 砷化氫 AsH_3

- (1) 可於稀硫酸與鋅製備氫時的發生器中，加入三氧化二砷的鹽酸溶液而得。



- (2) 爲無色，惡臭，有毒的氣體。在空氣中點火，則舉淡青色的焰燃燒而生三氧化二砷。



- (3) 以磁皿覆於上述的焰上，皿壁卽有黑褐色的光澤斑點發生（遊離的砷），稱爲砷鏡。此反應可利用之以作砷的檢出法。（稱爲馬休氏試驗法 Marsh's test）

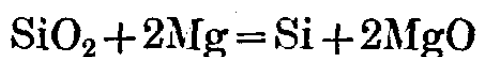
169. 氮族元素

氮 N_2 ，磷 P_4 ，砷 As_4 ，銻 Sb 稱爲氮族元素。各有 3 價及 5 價的原子價，互相類似。

第三十章 矽及其化合物

170. 矽 Si

- (1) 可由矽（主成分為二氧化矽）或石英混合鎂粉點火還元而得。



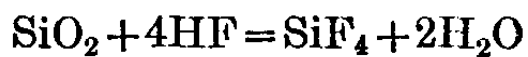
- (2) 有褐色無定形的粉末與金屬光澤的結晶二種同素體。

171. 二氧化矽 SiO_2 (矽酐)

- (1) 天然間有為石英、水晶、瑪瑙、砂等而產出。
(2) 為無色透明的結晶，或白色粉末。
(3) 甚硬，非高溫不能熔融。

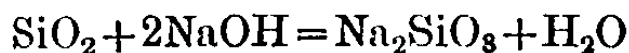
石英玻璃(成分 SiO_2)係用水晶或石英置電爐中熔融而成。

- (4) 能與氟化氫酸作用，但不受他酸侵犯。



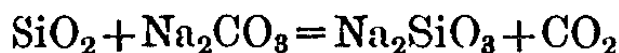
四氟化矽(可溶於水)

- (5) 與鹼一同熔融，則成矽酸鹼。



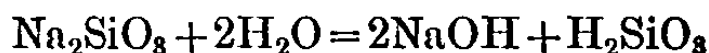
172. 水玻璃 Na_2SiO_3

(1) 可由石英與碳酸鈉共熱而得。



(2) 爲無色透明粘稠狀的液體，乾燥之可成耐火性的皮膜狀物。

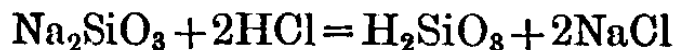
(3) 水溶液起加水分解而呈鹼性。



(4) 可作下等肥皂的混合劑及防火布塗料。

173. 矽酸 H_2SiO_3 , H_2SiO_4

(1) 可由水玻璃的水溶液加鹽酸而得。



(2) 爲膠狀的物質，乾燥之雖仍爲與 H_2SiO_3 相似的物質，但成分不定。熱至 120° 附近，則失水而成二氧化矽。

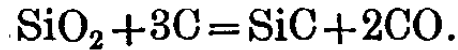
(3) 天然間有成種種的矽酸鹽而產出。

(例) 雲母 $\text{KH}_2\text{Al}_3(\text{SiO}_4)_3$ 正長石 KAlSi_3O_8

陶土 $\text{H}_2\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_2\text{H}_2\text{O}$

174. 碳化矽 SiC (金剛砂)

(1) 可由石英與碳置電爐中強熱而得。



(2) 爲甚硬 (硬度居金剛石的次位) 呈紫黑色的結晶, 可供研磨用。

175. 玻璃

由成分可大別爲鈉玻璃、鉀玻璃、鉛玻璃三類。

a. 鈉玻璃

(1) 原料 砂 SiO_2 , 石灰石 CaCO_3 , 碳酸鈉 Na_2CO_3 混合熔融而成。

(2) 成分 矽酸鈣, 矽酸鈉。

(3) 特性 易熔, 適於加細工。供製造窗玻璃, 瓶等。

b. 鉀玻璃

(1) 原料 砂, 石灰石, 碳酸鉀 K_2CO_3

(2) 成分 矽酸鈣, 矽酸鉀。



(3) 特性 難熔, 能耐多種藥品。供製造化學用具。

c. 鉛玻璃

(1) 原料 砂，氧化鉛 (PbO 或 Pb_3O_4)，碳酸鉀。

(2) 成分 矽酸鉛，矽酸鉀。



(3) 特性 質軟易融，光的屈折率大。供製造光學器械，裝飾品等。

於鉛玻璃加氧化錫，亞砷酸鉛等，則成不透明物，稱為琺瑯。可用以塗敷金屬的表面。

d. 着色玻璃 製造玻璃時，若加入少量的金屬氧化物，則可着成種種的色。例如加氧化鈷可得青色，加二氧化錳可得紫色，加螢石，長石等可得乳白色。

第三十一章 硼 B

176. 硼 B

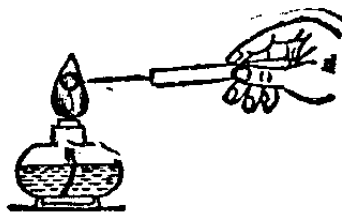
- (1) 天然間成硼酸，硼酸鹽而產出。
- (2) 爲黑褐色的粉末或結晶。

177. 硼酸 H_3BO_3

- (1) 由天然產的硼酸，蒸發結晶精製而得。
- (2) 爲白色板狀有光澤的結晶。
- (3) 稍溶於冷水，呈弱酸性。
- (4) 溶解於酒精中而點火時，則舉硼酸特有的綠色的焰。
- (5) 有防腐，殺菌等作用。可作醫藥（洗眼、含嗽等）用。

178. 硼砂 $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$

- (1) 爲無色的結晶°（含有10分子的結晶水）、
- (2) 加熱，則先失其結晶水而膨大，繼之便成無色



硼砂球的反應

透明的玻璃狀物，稱為硼砂球，融和種種金屬
 化物於硼砂球中，則各呈特有的色。此稱為硼
 砂球反應，利用之以識別金屬。

(例)

金屬氧化物	焰	在 氧 化 焰 中	在 還 元 焰 中
銅		綠(熱)青(冷)	無或赤
鈷		青	青
鉻		綠	綠

第三編 金屬

第一章 總說

179. 金屬與非金屬

	金 屬	非 金 屬
物理性	(1) 常溫爲固體(水銀例外) (2) 有金屬光澤 (3) 富展性·延性 (4) 熱·電的良導體	常溫有固體,液體,氣體 無金屬光澤(碘等例外) 質脆 不良導體(石墨例外)
化學性	(1) 能成鹽基性氧化物 (2) 單獨能成陽離子 (3) 不易與氫化合	能成酸性氧化物 概成陰離子(氫例外) 能與氫成安定的化合物

180. 金屬的分類

- (1) 鹼族 鈉 Na, 鉀 K
- (2) 鹼土族 鈣 Ca, 鐳 Sr, 鋇 Ba
- (3) 鋅族 鎂 Mg, 鋅 Zn, 汞 Hg
- (4) 土族 鋁 Al

- (5) 錫族 錫 Sn, 鉛 Pb, 鉍 Bi
- (6) 鐵族 鐵 Fe, 鈷 Co, 鎳 Ni
- (7) 銅族 銅 Cu, 銀 Ag, 金 Au
- (8) 鉑族 鉑 Pt, 銥 Ir, 銱 Os

181. 合金

由二種以上的金屬融合凝固而成者，稱為合金。合金的通性如次：

- (1) 硬度比成分金屬為大。
- (2) 熔點比成分金屬為低。
- (3) 熱·電的傳導度減弱。
- (4) 展性·延性減小，但變成可鑄性。
- (5) 色多為成分金屬的平均色，但亦有特殊的色。
- (6) 化學的抵抗力增強。

a. 以銅為主成分的合金：

- (1) 黃銅 (銅 70, 鋅 30) 適於鑄造。
- (2) 青銅 (銅 90, 錫 10) 製器具，造銅像。
- (3) 鋁銅 (銅 90, 鋁 10) 有黃色的光澤。
- (4) 白銅 (銅 75, 鎳 25) 呈銀白色。

(5) 洋銀 (銅 60, 鋅 25, 鎳 15) 電阻大。

(6) 赤銅 (銅 95, 銀 1, 金 4)

b. 以鉛爲主成分的合金：

(1) 活字金 (鉛 75, 錫 20, 錫 5) 製造活字。

(2) 白蠟 (鉛 50, 錫 50) 金屬的接合劑。

c. 以鋁爲主成分的合金：

(1) 鎂鋁齊 (鋁 90-97, 鎂 10-3) 光澤美麗, 質強韌, 可製食器, 醫療器等。

(2) 杜鋁(Duralumin) (鋁 95.5, 銅 3, 錳 1, 鎂 0.5) 硬度大, 質輕強韌, 可作飛機製造的材料。

d. 易融金

(1) Rose 金 (鉍 50, 鉛 25, 錫 25) 熔點 94° , 供製安全栓。

(2) Wood 金 (鉍 50, 鉛 25, 錫 12.5, 鎳 12.5) 熔點 60.5° , 用途同上。

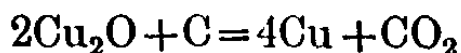
第二章 銅族

第一節 銅 Cu

182. 冶金

(1) 主要的鑛石為黃銅鑛 CuFeS_2 ，赤銅鑛 Cu_2O 。

(2) 由赤銅鑛提取時，加焦煤共熱，使還元。



183. 性質

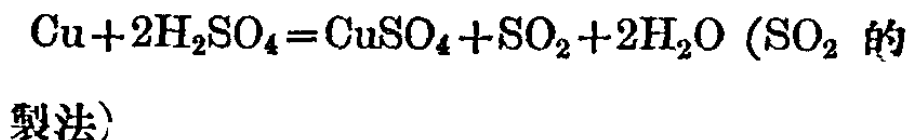
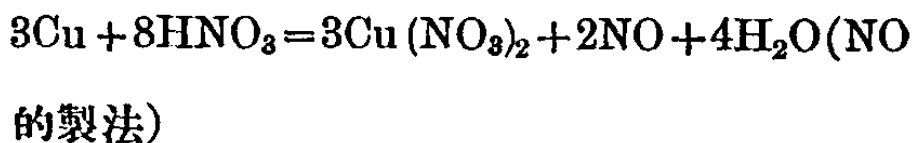
(1) 為富延性·展性的赤色金屬，熱·電的良導體。

(熔點 1082.6°)

(2) 在空氣中強熱，則成一氧化銅 CuO 。



(3) 易溶於硝酸·熱濃硫酸中。



(4) 在濕空氣中則生銅綠。(銅綠的成分為鹽基性

碳酸銅 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$

184. 用途

- (1) 日用器具，電線，電器等。
- (2) 製造種種合金。

185. 硫酸銅 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

製法

- (1) 加濃硫酸於銅而加熱。



- (2) 藉空氣中氧的助，將銅屑溶於稀硫酸中。(工業法)

性質

- (1) 成美麗的藍色結晶 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，稱爲丹礬，失水則成白色粉末。
- (2) 易溶於水，液現藍色，因加水分解的結果而呈酸性反應。



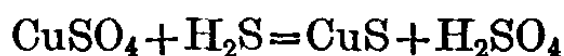
用途

- (1) 殺蟲劑，防腐劑。(利用銅離子的有毒性)

(2) 鍍銅，電池，染色劑，

186. 銅鹽的檢出

- (1) 銅鹽的水溶液呈藍色而有毒。
- (2) 通硫化氫則成黑色的硫化銅而沈澱。



- (3) 遇多量的氨水，則成深藍色的溶液。

第二節 銀 Ag

187. 性質

- (1) 爲白色的金屬，富延性·展性。
- (2) 熱·電的傳導度居金屬第一位。
- (3) 在空氣中不氧化，遇硫，硫化氫等，則成黑色的硫化銀 Ag_2S 。
- (4) 可溶於硝酸及熱濃硫酸中，但對於稀硫酸，鹽酸則頗安定。



- (5) 對於強鹼類亦頗安定。

188. 用途

- (1) 貨幣、裝飾品、鍍銀、照相等。
- (2) 製鹼工業上用以製造蒸發用的銀釜。

189. 硝酸銀 AgNO_3

- (1) 可由銀溶解於硝酸中蒸發結晶而得。



- (2) 爲無色的板狀結晶，易溶於水，有腐蝕性。
- (3) 供醫藥（腐蝕劑，殺菌劑），照相（製造感光版）等用。

190. 鹵素化銀

氯化銀·溴化銀·碘化銀等總稱爲鹵素化銀，有如下的通性：

- (1) 可溶於一硫硫酸鈉 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ （大蘇打）中。
- (2) 有感光性（感光而變成黑紫色）。
- (3) 可供製造照相感光版，感光紙等。

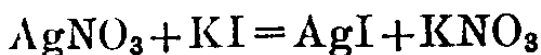
氯化銀 AgCl

於硝酸銀溶液中加食鹽水，可得其白色沈澱。



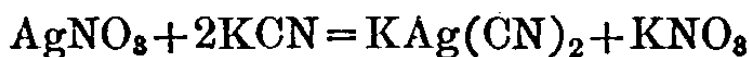
碘化銀 AgI

於硝酸銀溶液中加碘化鉀，
可得其黃色沈澱。

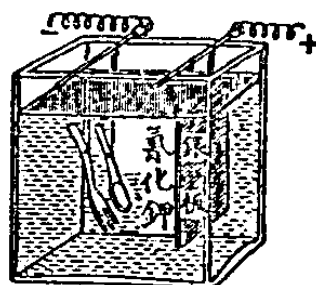


191. 銀氰化鉀 $\text{KAg}(\text{CN})_2$

(1) 由硝酸銀溶液中加過量
的氰化鉀液而成。



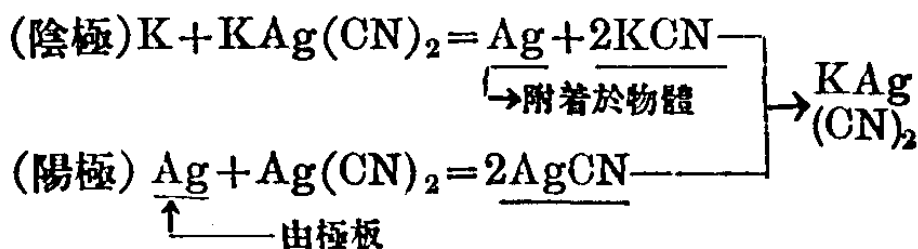
(2) 爲可溶於水的白色結晶。可作鍍銀液。



鍍銀

192. 鍍銀

以銀板爲陽極，被鍍物爲陰極，懸於鍍銀液（銀氰化鉀）中，通以電流，則陰極析出的銀附着於被鍍物上，便達鍍銀的目的。

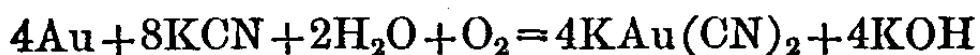


極上所生的 KCN , AgCN 復成 $\text{KAg}(\text{CN})_2$ ，繼續參與電解，

第三節 金 Au

193. 性質

- (1) 爲有光澤的黃色金屬。(比重 19.3)
- (2) 質軟，展性·延性居金屬中第一。
- (3) 爲熱·電的良導體。
- (4) 對於化學的作用頗安定，不關溫度如何，不能使之成氧化物，亦不受單種的酸的作用。
- (5) 可被王水，氯水，氰化鉀溶液等溶解。因氰化鉀受空氣中氧的媒助，能與金成金氰化鉀而溶解。



194. 用途

- (1) 貨幣，裝飾等。(純金太柔，故常與銀，銅等成合金而使用。普通稱純金爲 24 開 (carat) 金。例如 18 開金，意即含純金 $\frac{18}{24}$ 的金)，

- (2) 照相，鍍金。

195. 化合物

a. 金氯氫酸 $\text{HAuCl}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (俗稱氯化金)

(1) 由金溶解於王水中蒸發而得。

(2) 為黃色的針狀結晶，照相及鍍金術上用之。

b. 金氰化鉀 $\text{KAu}(\text{CN})_4$

(1) 可由氰化鉀作用於金化合物而得。

(2) 為無色可溶性鹽，鍍金術上用之。

第三章 鉑(白金) Pt

196. 性質

- (1) 爲富展性·延性的灰白色的金屬。(比重21.5)
- (2) 熔點甚高。(約 1770°)
- (3) 雖在高溫亦不氧化，且不受酸類及其他藥品作用。
- (4) 能徐徐溶解於王水中而成四氯化鉑 PtCl_4 。

197. 用途

- (1) 化學用具(片，線，坩堝，蒸發皿等)，裝飾品等。
- (2) 白金粉末(白金黑，白金海綿)呈顯著的接觸作用，故化學上常用作觸媒。

198. 化合物

a. 鉑氯氫酸 $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

- (1) 由鉑溶於王水中蒸發而得。
- (2) 爲赤褐色之結晶，照相術上用之。

b. 氯化鉑銨 $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$

-
- (1) 由氯化銨溶液加於鉑氯氫酸溶液中生洗澱而成。
 - (2) 爲黃色粉末。熱之則成白金海綿；若使附着於石綿上而加熱，則成灰黑色的白金石綿。皆可作觸媒用。

第四章 鐵族

第一節 鐵 Fe

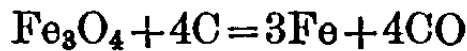
199. 冶金

主要的礦石

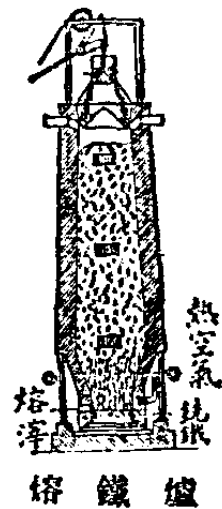
赤鐵礦 Fe_2O_3 磁鐵礦 Fe_3O_4 ，菱鐵礦 FeCO_3

方法

- (1) 由熔鐵爐的上部交互送入礦石（例如磁鐵礦），焦煤，石灰石等，由爐的下部鼓入熱空氣，使焦煤燃燒，則所生的一氧化碳即將鐵還元。



- (2) 集於爐底的熔融的鐵，令流出固結於砂上（銑鐵）。礦石中的土砂與石灰石化合而成鑛滓（矽酸鹽 CaSiO_3 ），覆於熔融的鐵上，可阻止鐵的氧化。



200. 銑鐵（鑄鐵）

-
- (1) 爲由熔鑛爐而得的鐵，含碳甚多（2—6%），且含有少量的矽，錳，磷，硫等。
 - (2) 灰白色，硬而脆，不能鍛接，易熔（熔點 1200° ），適於鑄造。
 - (3) 可爲製鋼的原料，其他如鍋、釜、管、柱等皆用其鑄造。

201. 鍛鐵（熟鐵）

性質

- (1) 由反射爐將銑鐵加熱製成。
- (2) 含碳的量不及 0.5%，富延性·展性，熔點高可以鍛接。
- (3) 爲製鋼原料，並可製造鐵絲、釘、鐵皮等。

202. 鋼

製法

- (1) 西門子馬丁法 混適量的赤鐵鑛，鐵屑等於銑鐵中，置平爐內加熱，可以得鋼。
- (2) 柏塞麥法 於迴轉爐中傾入熔融的銑鐵，由爐的底部送入高壓空氣，將碳燃燒除去，然後再

加入適量的純銑鐵，調節碳的含量。

- (3) 電爐法 於電爐中投入粗製的鋼，通強電流於碳及鐵的電極強熱，除去鋼中的不純物。

性質

- (1) 碳的含量居銑鐵，鍛鐵中間。(0.5—1.7%)
(2) 可以鑄造或鍛接。強熱而急冷(俗稱入火)則硬度增而變脆，徐徐冷卻，(俗稱退火)則變軟而彈性大。
(3) 可製刀，彈簧，鋼軌，諸機械，及作建築材料等。

203. 特種鋼

於鋼中加入適量的鎳、鉻、錳、鎢、鉬等，可增加其強韌性，此等的鋼稱為特種鋼。

(例) 鎳鋼(含鎳 3.5%)用作甲鐵板、鎗、錐等。

高速度鋼(含鎢約 20%，鉻約 3%，及少量的釩)可製金屬切斷機

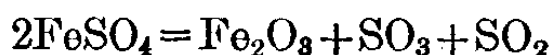
鉻鋼(含鉻 12%)不生銹，可製刀等。

204. 鐵的氧化物

a. 三氧化二鐵 Fe_2O_3

(1) 爲赤鐵礦而產出。爲鐵的赤銹的成分。

(2) 可由綠礬(硫酸亞鐵)燃燒而得。

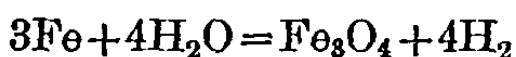
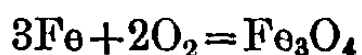


(3) 爲暗赤色粉末，可作顏料。

b. 四氧化三鐵 Fe_3O_4

(1) 爲磁鐵礦而產出。爲鐵的黑銹的主成分。

(2) 可由鐵在空氣中灼熱，或由灼熱的鐵上通水蒸氣而得。



(3) 爲黑色的物質。鐵的表面着生此物時，因其質極緻密，可防鐵面生銹。

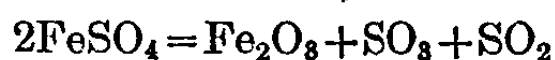
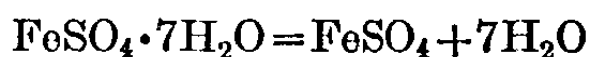
205. 硫酸亞鐵 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (綠礬)

製法 可由鐵溶於稀硫酸中，或由黃鐵礦氧化於空氣中而得。

性質

(1) 爲綠色的結晶，故稱爲綠礬。

(2) 徐徐加熱，則失其結晶水而成白色粉末（無水硫酸亞鐵），更熱之則成三氧化二鐵。



用途

製墨水；充煤染劑，防臭劑，消毒劑。

206. 三氯化鐵 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

(1) 可由二氯化鐵 FeCl_2 通氯而得。



(2) 為黃色的塊狀結晶，易潮解。可作止血藥。

207. 鐵離子的性質

鐵能成 2 價 (Fe^{++}) 與 3 價 (Fe^{+++}) 二系統的鹽，前者稱為亞鐵化合物（第一鐵）後者稱為鐵化合物（第二鐵）。此二者離子色相異，且加入赤血鹽，黃血鹽，硫氰化鉀等時，有生沈澱與否的區別。

	亞鐵離子 Fe^{++}	鐵離子 Fe^{+++}
離子色	淡綠色	淡黃色

赤血鹽 $K_3Fe(CN)_6$	藍色沈澱 Turnbull's blue $Fe_3(Fe(CN)_6)_2$	無沈澱
黃血鹽 $K_4Fe(CN)_6$	白色沈澱 $Fe_2(Fe(CN)_6)_3$ 吸取空氣中的氧變藍	深藍色沈澱 Prussian blue $Fe_4(Fe(CN)_6)_3$
硫氰化鉀 KSCN	無變化	血紅色物質 $Fe(SCN)_3$

第二節 鈷 Co

208. 性質

- (1) 為青白色的堅硬的金屬，呈弱磁性。
- (2) 在空氣中不易變化。

209. 二氯化鈷 $CoCl_2 \cdot 6H_2O$

- (1) 由氧化鈷溶於鹽酸而成。
- (2) 為紅色的柱狀結晶，遇熱則變成藍色的無水物。
- (3) 用二氯化鈷水溶液寫於白紙上，呈極淺的淡黃色，不易明見，如用火烘乾，則藍色出現，字跡分明。(隱顯墨)

第三節 鎳

210. 鎳 Ni

- (1) 爲白色的金屬，質堅硬，呈弱磁性。
- (2) 在空氣中不易生銹，稍溶於鹽酸，硫酸中，且與硝酸易起作用。
- (3) 可鍍於銅器，鐵器面上以防生銹。可製合金(洋銀，白銅等)。

211. 硫酸亞鎳銨 $\text{NiSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

- (1) 可由硫酸亞鎳 NiSO_4 與硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的混合液加熱而得。
- (2) 爲綠色可溶性的結晶，鎳鍍金術上用之。

212. 複鹽與錯鹽

- a. 複鹽爲二種鹽的化合物，含有成分鹽全部的離子，溶於水中則生原成分的二種鹽的離子。

(例) 1. 硫酸亞鎳銨 $\text{NiSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的水溶液含有由硫酸亞鎳及硫酸銨而生的離子 Ni^+ SO_4^- NH_4^+ 而不生新離子。

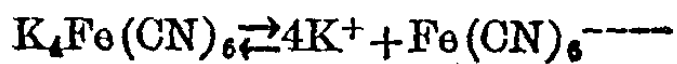
2. 明礬 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

- b. 錯鹽亦爲二種鹽的化合物，但溶於水中時，則生與成分鹽的原離子不同的新離子(錯離子)。

(例) 1. 銀氰化鉀 $KAg(CN)_2$ 爲氰化銀 $AgCN$ 與氰化鉀 KCN 的化合物，其水溶液則生此等爲原成分所不含的離子 $Ag(CN)_2^-$ 。



2. 黃血鹽 $K_4Fe(CN)_6$

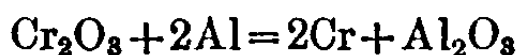


第五章 鉻及錳

第一節 鉻

213. 鉻 Cr

(1) 可由三氧化二鉻 Cr_2O_3 用鋁粉加熱還元而得。



(2) 爲灰白色的金屬，熔點極高。(約 3000°)

(3) 可製鉻鋼，鎳鉻線等。(鎳鉻線由鎳，鉻，鐵的合金製成，可作電熱器的電阻線)。

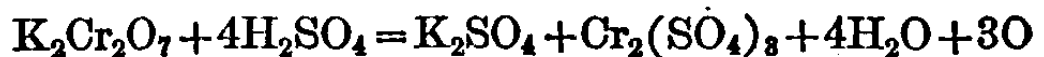
214. 重鉻酸鉀 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

(1) 爲美麗的赤色棱柱狀結晶。

(2) 水溶液生赤色的重鉻酸離子 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{--}$ 。



(3) 酸性溶液呈強度的氧化作用。



(4) 可作氧化劑，電池的消極劑，及製造染料。

第二節 錳

215. 錳 Mn

為帶赤色的堅硬的金屬。(熔點 1230°)其單質幾無用處。

216. 二氧化錳 MnO_2

- (1) 成軟錳礦 MnO_2 而天然產出。
- (2) 黑色粉末。
- (3) 製造氯、溴、碘、火柴用之，製氧時用作觸媒，電池用作消極劑。

217. 過錳酸鉀 KMnO_4

- (1) 為有光澤的紫色結晶。
- (2) 易溶於水，呈過錳酸離子的紅紫色。



- (3) 氧化力大，尤以在酸性溶液時為甚。



- (4) 可作氧化劑，消毒劑，殺蟲劑，防腐劑，及檢查飲料水中的有機物。

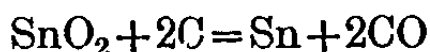
飲料水中加硫酸一滴與過錳酸鉀一滴，熱至數分鐘，若含有有機物時，則過錳酸鉀的紅紫色消失。

第六章 錫族

第一節 錫 Sn

218. 冶金

將錫石 SnO_2 與木炭共熱，使錫石還元。

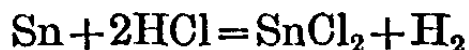


219. 性質

- (1) 爲呈青白色光輝的金屬。(熔點 232°)富展性。
- (2) 常溫在空氣中不生變化；高溫則被氧化，舉白色的焰而燃。
- (3) 可製馬口鐵（將光潔的鐵片在熔融的錫中浸過而成），日用器具，合金（白鐵、青銅、活字金）等。

220. 二氯化錫 SnCl_2

- (1) 可由錫溶解於濃鹽酸中而得。



- (2) 爲白色針狀結晶，稱爲錫晶 ($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)。
- (3) 爲強力的還元劑，自身氧化而成四氯化錫。

(4) 作還元劑，媒染劑等用。

221. 四氯化錫 SnCl_4

(1) 可由錫直接通氯而得。 $\text{Sn} + 2\text{Cl}_2 = \text{SnCl}_4$

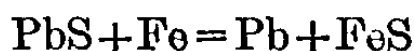
(2) 爲無色發煙性的液體。

(3) 可作媒染劑。

第二節 鉛 Pb

222. 製法

可由方鉛礦 PbS 加鐵屑共熱而得。



223. 性質

(1) 爲青白色柔軟易熔的金屬。(熔點 326°)

(2) 在空氣中加熱，則成黃色的一氧化鉛 PbO 或赤色的四氧化三鉛 Pb_3O_4 。

(3) 幾不受鹽酸，硫酸的作用。但易溶於硝酸，醋酸中而成硝酸鉛 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ，醋酸鉛 $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ 。

224. 用途

(1) 製煤氣管，水管，硫酸製造時的鉛室，蓄電池極板等。

(2) 製合金（白鐵、活字金、鉛彈），鉛白等。

225. 鉛的氧化物

a. 一氧化鉛 PbO （密陀僧）

(1) 可由鉛在空氣中加熱而得。

(2) 為淡黃色的粉末，供製造鉛玻璃，蓄電池等用。

b. 四氧化三鉛 Pb_3O_4

(1) 可由一氧化鉛或鉛白在空氣中強熱而得。

(2) 為赤色的粉末，由稀硝酸的作用，可生黑褐色的過氧化鉛 PbO_2 。

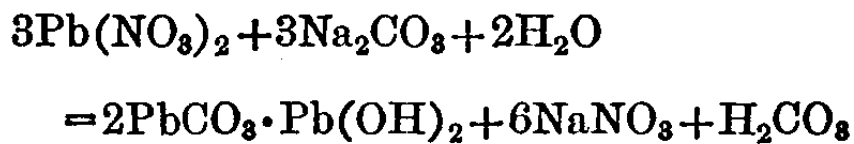
(3) 供製顏料，鉛玻璃，鐵器防銹物等用。

226. 鹼性碳酸鉛 $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ （鉛白）

製法

(1) 可由鉛鹽（硝酸鉛）溶液加碳酸鈉溶液而得。

（實驗室）



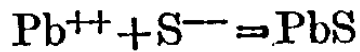
(2) 置鉛板於盛醋的壺中，用炭火長時間加熱。（工業上）

性質及用途

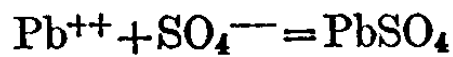
- (1) 爲白色的粉末，可製白色顏料、油漆、白粉等。
- (2) 被覆力雖強，但遇硫化氫則變黑（因生成硫化鉛 PbS ），且稍溶於水而生有毒的鉛離子，故爲其缺點。

227. 鉛離子

- (1) 二價(Pb^{++})，無色而有毒。
- (2) 由硫化氫而生黑色沈澱(硫化鉛)。



- (3) 由硫酸離子而生白色沈澱(硫酸鉛)。



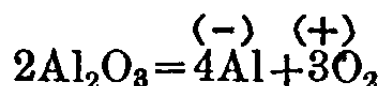
- (4) 由鉻離子而生黃色沈澱(鉻酸鉛)。



第七章 鋁 Al

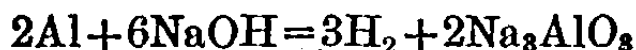
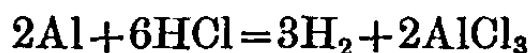
228. 冶金

可將冰晶石 $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$ 置電爐中熔融，再加入三氧化二鋁 Al_2O_3 電解。



229. 性質

- (1) 爲銀白色質輕的金屬。(比重 2.7)
- (2) 富展性·延性，爲熱·電的良導體。
- (3) 不溶於硝酸，但可溶於鹽酸·苛性鹼中而生氫。



- (4) 還元力強，且其際能發強熱。鋁熔接劑 (thermite) 係應用此種作用，由鋁粉與三氧化二鐵的混合物製成。點火時，鋁將鐵還元，由所生的熱(約 3000°)，將鐵熔融，可以熔接鋼軌。



230. 用途

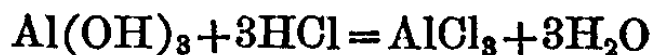
- (1) 可製日用食器等及作飛機、汽車、軍器等之材料。
- (2) 製鋁熔接劑接合鋼鐵。
- (3) 製合金（鋁銅，鋁鎂齊，杜鋁）。

231. 三氧化二鋁 Al_2O_3 （礬土）

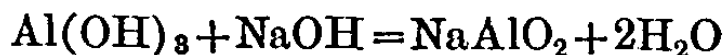
- (1) 爲鋼玉（無色）紅玉（含氧化鉻，赤色），青玉（含氧化鐵·氧化鎳，青色）等而產生。
- (2) 供製裝飾品，研磨用。

232. 三氫氧化鋁 $\text{Al}(\text{OH})_3$

- (1) 爲由鋁鹽之溶液中加氨水而生之白色膠狀之沈澱。
- (2) 爲兩性化合物，呈酸及鹽基之兩種作用，遇強酸則生鋁鹽。



遇強鹼則溶解而生鋁酸鹽。



- (3) 能與種種色素結合而成不溶性美麗之化合物，

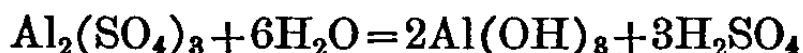
故可作媒染劑。

233. 明礬 $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

製法 於硫酸鋁 $Al_2(SO_4)_3$ 溶液加硫酸鉀 K_2SO_4 溶液，使結晶。

性質 (1) 爲無色正八面體的結晶，熱則失其結晶水而成白色塊狀物，稱爲燒明礬。

(2) 水溶液有澁味而呈酸性，此爲其成分硫酸鋁起加水分解的結果。



用途 作媒染劑、淨水、製革、製藥、製紙等。

234. 陶磁器

(1) 將陶土 $Al_2Si_2O_7 \cdot 2H_2O$ ，長石 $KAlSi_3O_8$ ，石英 SiO_2 等的粉末，加水混和，捏成器物，置蔭處使乾，然後入窯燒成素坯。

(2) 將素坯上釉（長石粉加灰汁混成的液），再入窯強熱，表面便生玻璃狀的皮膜。

(3) 將素坯或已上釉的坯上，用金屬氧化物（例如氧化鈷可得青色，氧化鉻可得綠色，氧化銅可

得紅色，氧化錳可得紫色，氧化銻可得黃色等)

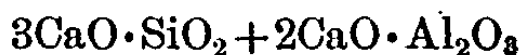
描成種種花紋，再入窯烘燒，便現出種種色彩。

- (4) 陶器質粗鬆有吸水性；磁器質透明無吸水性，而且扣之發金屬音。

235. 水泥

- (1) 將石灰石 CaCO_3 與粘土 $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 相混(約 3:1)，強熱(約 1400°) 後，研成粉末，便成水泥。

- (2) 主成分為矽酸鈣，鋁酸鈣。其組成約為：



- (3) 用水濡濕，經數小時後便硬化。水泥中加入砂，礫等，硬化後稱為混凝土。混凝土中用鐵棒或鐵網為支骨的，稱為鐵筋混凝土。

第八章 鋅族

第一節 鎂 Mg

236. 冶金

將砂金石 (carnallite) $MgKCl_3 \cdot 6H_2O$ 熔融電解。

237. 性質

- (1) 爲銀白色質輕的金屬。
- (2) 點火燃燒，則放強光（富紫外線，化學作用甚強）而生一氧化鎂(MgO)的白色粉末。
- (3) 高溫度中能與氮直接化合而生氮化鎂 Mg_3N_2 。
(不與氫化合)

238. 用途

作夜間攝影的光源，煙火，還元劑，及製合金（鎂鋁齊）。

239. 二氯化鎂 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$

- (1) 含於海水及粗製的食鹽中。
- (2) 爲無色針狀的結晶，潮解性強，溶液有苦味。
- (3) 加熱則變成無苦味無潮解性的一氧化鎂。



粗製的食鹽含有 MgCl_2 ，故有潮解性與苦味，燒後變成燒鹽，此等性質消失，即為此理。

240. 硫酸鎂 $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (瀉鹽)

- (1) 為無色針狀結晶，溶於水而呈苦味。
- (2) 可為下劑。

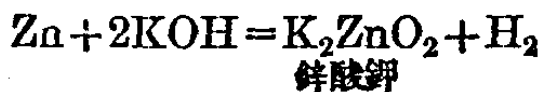
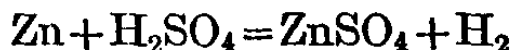
第二節 鋅 Zn

241. 所在

成閃鋅礦 ZnS ，菱鋅礦 ZnCO_3 等而產出。

242. 性質

- (1) 為青白色的金屬，常溫質脆， $100^\circ - 150^\circ$ 時有展性，
- (2) 在潮濕的空氣中，表面能生緻密的鹽基性碳酸鋅 [$\text{ZnCO}_3 \cdot \text{Zn}(\text{OH})_2$] 的薄膜，可保護內部。
- (3) 可溶於酸及鹼中而發生氫。



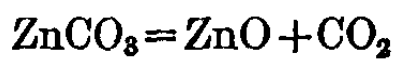
243. 用途

(1) 製氫，作還元劑，製電池的陰極，製合金（黃銅，洋銀）。

(2) 鍍於鐵片（白鐵），鐵絲上可防鐵銹。

244. 一氧化鋅 ZnO （鋅華·鋅白）

(1) 可由碳酸鋅加熱而得。



(2) 爲白色的粉末。（被覆力雖不強，但遇硫化氫不變黑，又無毒性，故多充鉛白的代用品以製顏料等）

(3) 可作白色顏料，橡皮填充劑，醫藥（軟膏·撒布藥等）。

245. 硫酸鋅 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ （皓礬）

(1) 爲無色結晶，有毒。

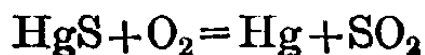
(2) 加硫化鋇(BaS)溶液，則生硫酸鋇($BaSO_4$)與硫化鋅(ZnS)的白色混合物沈澱，可製白色顏料。

(3) 供作媒染劑，醫藥（眼藥）。

第三節 汞 Hg （水銀）

246. 冶金

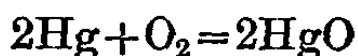
將辰砂 HgS 置爐中加熱，使所生的汞蒸氣凝縮。



247. 性質

(1) 爲常溫中唯一的呈液狀的金屬。(熔點 -39° ，
比重 13.6)

(2) 常溫在空氣中不起變化，熱至高溫，則成赤色
粉末的一氧化汞 HgO 。



(3) 能與鐵，白金以外的金屬成合金。此合金稱爲
汞齊。

248. 用途

(1) 寒暑表，晴雨表用的液體。種種醫藥的原料。

(2) 金·銀的冶金。(利用汞齊)

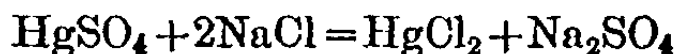
249. 一硫化汞 HgS

(1) 成辰砂而天然產出。

(2) 爲紅色或黑色的粉末，可作銀朱及顏料。

250. 二氯化汞 HgCl_2 (昇汞或猛汞)

(1) 可由食鹽與硫酸汞的混合物加熱而得。



(2) 爲白色針狀結晶，稍溶於水，極毒。加氨水則生白色沈澱。

(3) 供作消毒劑，防腐劑。

251. 二氯化二汞 Hg_2Cl_2 (甘汞)

(1) 可由昇汞水與汞共熱，蒸餾而得。



(2) 爲白色粉末，可溶於水。加氨水則變黑。

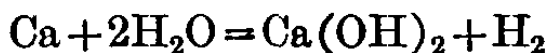
(3) 供作下劑，利尿劑等。

第九章 鹼土金屬

252. 鈣 Ca

(1) 成方解石 CaCO_3 , 石灰石 CaCO_3 , 石膏 CaSO_4 , 磷灰石 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, 螢石 CaF_2 等而產出。

(2) 爲銀白色的金屬，常溫能將水徐徐分解而放氫。



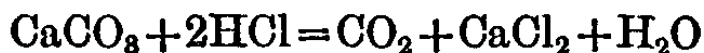
253. 碳酸鈣 CaCO_3

(1) 含於石灰石，方解石（爲純粹的碳酸鈣），大理石，白堊，卵殼，珊瑚等。

(2) 強熱則分解爲一氧化鈣與碳酸氣。



(3) 能溶於酸而生碳酸氣。



(4) 能溶解於含碳酸的水中而成可溶性的酸性碳酸鈣。



此溶液加熱時，則起逆反應生二氧化碳而將碳酸鈣

沈澱。石灰岩洞穴的生成，爲 \rightarrow 反應的結果；鐘乳石，石筍的生成，爲 \leftarrow 反應的結果。

(5) 爲建築上的材料，又爲生石灰，水泥等的原料。

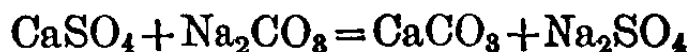
254. 硬水·軟水

含有鈣·鎂等鹽類的水，稱爲硬水，否則稱爲軟水。

硬水的種類

(1) 暫硬水爲含有鈣·鎂等酸性碳酸鹽的水，煮沸後變成軟水。（因成碳酸鹽而沈澱）

(2) 永硬水爲含有鈣·鎂等硫酸鹽的水，可由碳酸鈉而軟化。（因鈣成碳酸鈣而沈澱）

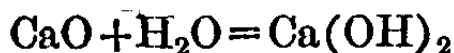


255. 一氧化鈣 CaO （生石灰）

(1) 可由碳酸鈣強熱而得。



(2) 爲白色的固體，甚難熔融。與水作用，則發大熱而生氫氧化鈣（消石灰） $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。

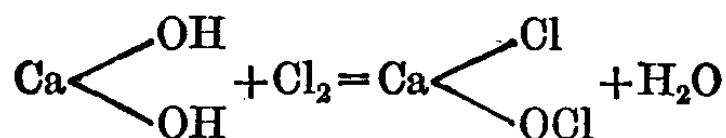


256. 氫氧化鈣 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ （消石灰）

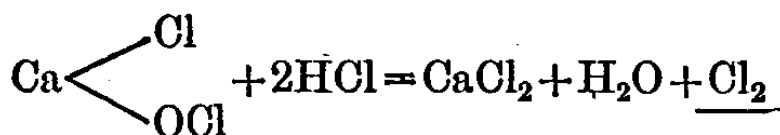
- (1) 爲白色的灰末，稍溶於水，（石灰水），溶液呈鹼性，
- (2) 石灰水遇碳酸氣而生白濁(CaCO_3)。
- (3) 能使生漆硬化（吸收空氣中的碳酸氣）。
- (4) 供製肥料，漂白粉等。

257. 漂白粉 CaOCl_2

- (1) 由通氯於消石灰而成。



- (2) 爲含氯的白色粉末，加酸則氯放出。



故與氯同樣，有氧化，漂白，殺菌等作用。

- (3) 供漂白（製紙材料，木棉等），防腐，殺菌（飲料水）等用。

258. 硫酸鈣 CaSO_4

- (1) 天然爲石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)而產出。
- (2) 爲白色的結晶或粉末，稍溶於水，能使水成永

硬水。加熱（約 107° ）則失其結晶水而成白色粉末，稱為燒石膏（ $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ）。燒石膏加水，則復吸收結晶水而硬化。

(3) 供製型，塑像；作固着劑用。

259. 鹼土類金屬

鈣 Ca, 鐳 Sr, 鋇 Ba 等稱為鹼土類金屬。

(1) 皆為二價元素，其氫氧化物皆能稍溶於水而呈酸性；碳酸鹽則難溶於水。（酸性碳酸鹽可溶）

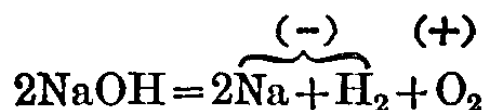
第十章 鹼金屬

第一節 鈉

260. 鈉 Na

(1) 成食鹽 NaCl, 智利硝石 NaNO_3 等而天然產出。

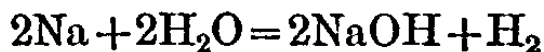
(2) 可由熔融的氫氧化鈉用鐵為電極電解而得。



(3) 為銀白色柔軟的金屬。(可用小刀切割)

(4) 在空氣中則氧化而失其光澤。(須貯藏於石油中)

(5) 能與水起劇烈的作用而放氫與生氫氧化鈉。(氫的製法的一種)



261. 氯化鈉 NaCl (食鹽)

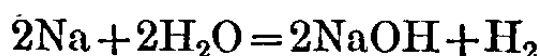
(1) 含於海水中(約 2.5%)及岩鹽中。

(2) 為無色立方體的結晶, 有鹼味。

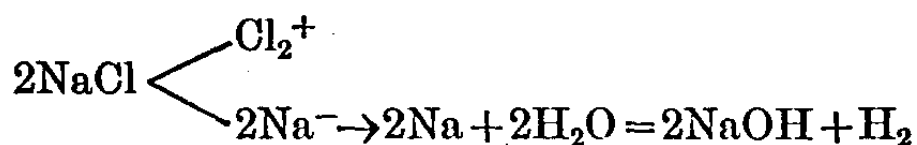
(3) 烹調用，食品貯藏用及供製造碳酸鈉，氫氧化鈉，漂白粉等。

262. 氫氧化鈉 NaOH (苛性鈉)

(1) 可由金屬鈉與水作用而得。



(2) 可由食鹽水電解而得。



(3) 爲白色的固體，有潮解性。易溶於水，溶液呈強鹼性，能腐蝕動植物質。

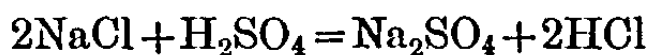
(4) 供製造肥皂、紙、染料、人造絲等。

263. 碳酸鈉 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (蘇打，洗濯蘇打)

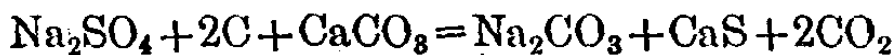
製法 有路布蘭法，索爾未法及電解法等。

(1) 路布蘭法

① 先將食鹽與硫酸共熱，使成硫酸鈉。



② 混入石炭，石灰石於所得的硫酸鈉，加強熱，使成碳酸鈉與硫化鈣的混合物（即黑灰）。



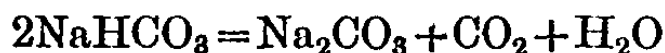
③ 將黑灰用水浸出，使結晶，便得碳酸鈉。

(2) 索爾未法

① 於濃食鹽水中壓入氨與碳酸氣，使成碳酸氫鈉沈澱。

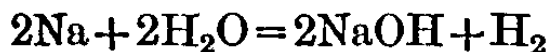
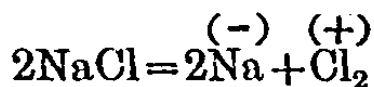


② 將所生的碳酸氫鈉強熱，便得碳酸鈉。

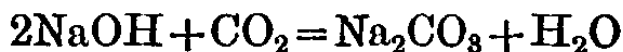


(3) 電解法

① 將食鹽水電解，使陰極所生的鈉直接與水作用以生氫與氫氧化鈉。



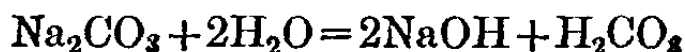
② 於此氫氧化鈉液中通入碳酸氣，便成碳酸鈉。



性質 (1) 爲無色透明的結晶。 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (洗濯蘇打)

(2) 在空氣中漸次失其結晶水而成白色粉末。(風化)

(3) 水溶液起加水分解而呈鹼性反應。



用途

供洗濯用及作鈉化合物，玻璃等製造原料。

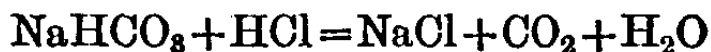
264. 酸性碳酸鈉 NaHCO_3 (碳酸氫鈉)

(1) 爲白色的粉末，稍溶於水，溶液呈弱鹼性。

(2) 遇熱則放出碳酸氣而成碳酸鈉。



(3) 遇酸亦能放碳酸氣。



(4) 供作醫藥，及製麪包焙粉，清涼飲料水等。

265. 硝酸鈉 NaNO_3 (智利硝石)

(1) 爲無色的結晶，潮解性強。

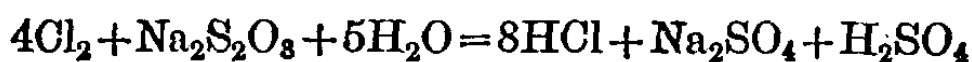
(2) 製造硝石(KNO_3)，硝酸(HNO_3)，充氮素肥料。

266. 硫酸鈉 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (芒硝)

爲無色的結晶，有風化性。供製碳酸鈉，玻璃等。

267. 硫硫酸鈉 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (次亞硫酸鈉)

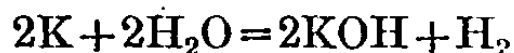
- (1) 爲無色的結晶，有潮解性。
- (2) 水溶液能溶解鹵素化銀。（照相術上用作定影劑）。
- (3) 能與氯作用，（漂白粉使用後，常用以作脫氯劑）。



第二節 鉀

268. 鉀 K

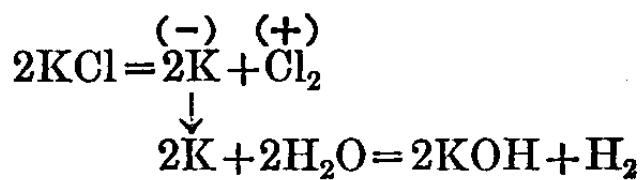
- (1) 成砂金石 $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ，正長石 AlKSi_3O_8 等而產出。
- (2) 可由氫氧化鉀熔融電解而得。
- (3) 爲銀白色柔軟的金屬。（須貯藏於石油中）
- (4) 能與水起激烈的作用放氫而生氫氧化鉀。



鉀的作用酷似於鈉，但比鈉尤烈。例如上述所生的氫，能因鉀與水作用所發的熱，在水面燃燒。（在鈉則否）

269. 氫氧化鉀 KOH (苛性鉀)

(1) 可由氯化鉀溶液電解而製。



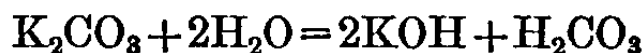
(2) 爲白色的固體，有潮解性。能吸收碳酸氣。

270. 碳酸鉀 K_2CO_3

(1) 含於陸生植物的灰中。(約 10%)

(2) 其無水物爲白色的粉末，有潮解性。(結晶碳酸鈉有風化性)

(3) 水溶液由加水分解而呈鹼性。

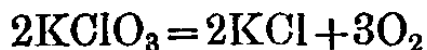
271. 氯酸鉀 KClO_3

(1) 可由電解氯化鉀的熱濃溶液所生的氫氧化鉀使與氯作用而製。



(2) 爲白色板狀的結晶，冷水中稍微溶解。

(3) 加熱(400°)則分解而生氧。(實驗室製氧法)



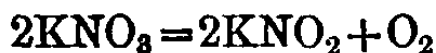
- (4) 與可燃性物質相混而摩擦時，易起爆發。
- (5) 可作氧化劑，醫藥（含嗽劑）及製煙火，爆炸物，火柴等。

272. 硝酸鉀 KNO_3 （硝石）

- (1) 可於智利硝石的濃溶液中加氯化鉀的濃溶液加熱而製。所生的 KNO_3 與 NaCl ，可利用其溶解度的差異而使分離。



- (2) 為白色柱狀的結晶，熱則容易將氧放出。



- (3) 可作氧化劑及製黑色火藥，硝酸等。

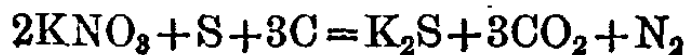
273. 黑色火藥

- (1) 重量成分如次：

硝石(KNO_3) : 硫(S) : 木炭(C) = 75 : 12 : 13

(約)

- (2) 點火則起如下反應而生多量的氣體。



274. 鹼金屬

鉀 K, 鈉 Na, 鋰 Li, 銣 Rb, 銫 Cs 五元素稱爲鹼金屬。其通性如次：

- (1) 皆爲銀白色質輕柔軟的金屬。富反應力，又其化合物對於水幾皆爲可溶，且皆成一價的陽離子。
- (2) 能與水起激烈作用而發生氫。其氫氧化物的水溶液呈強鹼性反應。
- (3) 呈特有的焰色反應。

Li	Na	K	Rb	Cs
紅色	黃色	紫色	赤色	青色

第十一章 放射性元素

275. 鐳 Ra

- (1) 爲白色質重的金屬，在空氣中易氧化。
- (2) 鐳及其鹽皆有放射能，能發 $\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$ 三種射線，使照相片起感光變化，及使空氣有導電性。且對於人體呈特種的生理作用。
- (3) 供射線研究，醫療用。

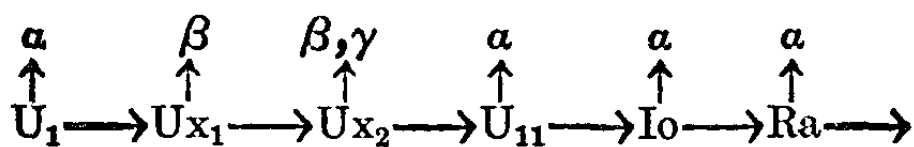
276. 元素的蛻變

鐳放射氦原子 α 射線，即自行蛻變爲氡 Rn。此物更蛻變爲鐳 A，鐳 B，等，終至變爲鐳 G，便不復有放射性，成爲與鉛極相類似的元素。此種現象稱爲元素的蛻變。

鐳 G (原子量 206) 與鉛 (原子量 207.22)，性質全相類似，混之不能分離，此種物質，稱爲同位元素。同位元素爲原子序相同而原子量互異的元素，在週期表上可排成同一位置。有多種元素，係由其同位元素依一定的比例混合而成。

277. 鈾 U

- (1) 爲銀白色質重的金屬。
- (2) 其遊離體及其化合物皆有放射能。鈾放出其射線後，經數次蛻變而成爲錒。



- (3) 化合物發黃綠色的螢光，在玻璃製造時，用作着色劑。

第四編 有機化合物

第一章 烴(碳化氫)

278. 烴(碳化氫)

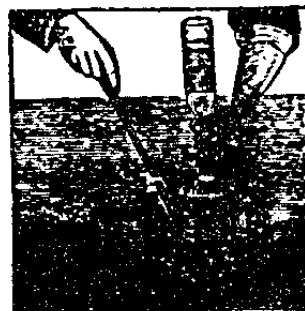
碳與氫的化合物，稱為烴(或碳化氫)。

(例) 甲烷 CH_4 乙烷 C_2H_6 乙炔 C_2H_2

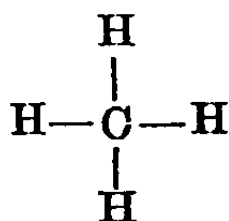
苯 C_6H_6 萘 C_{10}H_8

279. 甲烷 CH_4 (沼氣)

(1) 由植物質在池沼的底部受微生物等自然分解而生。

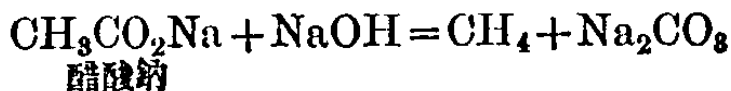


在池沼上捕集甲烷

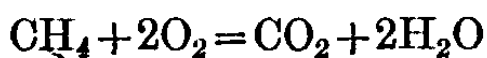


(構造式)

可由醋酸鈉與蘇打石灰〔 NaOH 與 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的混合物〕的混合物加熱而製。



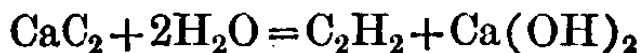
- (2) 爲無色無味無臭的氣體。
- (3) 點火則舉淡藍色的焰而燃，生碳酸氣與水。



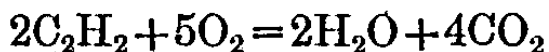
- (4) 與空氣或氧混合而點火時則爆發。煤礦的爆發，大半由於其存在。

280. 乙炔 C_2H_2 (電石氣) [構造式] $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$

- (1) 由碳化鈣 (俗稱電石) 遇水而生。



- (2) 爲無色，惡臭，有毒的氣體。
- (3) 點火則放光而燃。

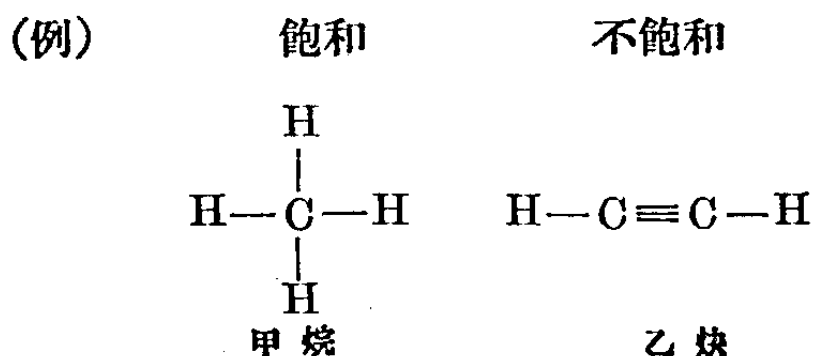


- (4) 與空氣混合點火則爆發。
- (5) 可供燈用。又氧炔焰 (2700°) 可切斷或熔接鋼板。

281. 飽和化合物與不飽和化合物

由構造上說，碳與碳間僅以一短線連結，表示碳的

結合價已飽滿無餘時，此種化合物稱為飽和化合物；若碳與碳間以二重或三重的短線連結，表示碳的結合價尚未滿足時，此種化合物稱為不飽和化合物。



282. 石油 (煤油)

石油由種種碳化氫的混合物而成，經分餾後，可分成如下數種：

- (1) 揮發油 分餾溫度 150° 以下。
- (2) 燈油 分餾溫度 150°—300°。
- (3) 重油 分餾溫度 300° 以上。
- (4) 瀝青 最後的黑色殘留物。

土瀝青 (asphalt) 可視為係石油經自然蒸發後的殘留物，為黑色的半固體狀的物質。

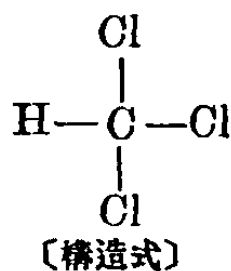
283. 甲烷的衍生物

甲烷的數個氫原子為鹵素原子置換而成的物質，稱為甲烷的衍生物，其主要的如次：

a. 三氯甲烷 CHCl_3 (迷蒙精)

(1) 為無色芳香的液體。(比重 1.5, 沸點 61°)

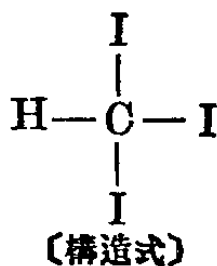
(2) 充麻醉劑, 溶媒。



b. 三碘甲烷 CHI_3 (黃碘)

(1) 為黃色六角形或板狀的結晶體, 有特臭。

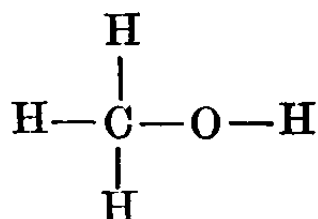
(2) 充防腐劑, 醫藥(塗敷創口)。



第二章 醇

284. 甲醇 CH_3OH (木精)

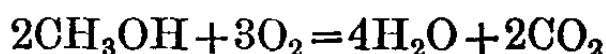
- (1) 由木材乾餾而生的木醋酸液 (含有甲醇與醋酸) 提取而得。



- (2) 爲無色有香氣有毒的液體。 (沸點 66°)

〔構造式〕

- (3) 點火則舉淡藍色的焰而燃。



- (4) 由氧化的程度而變化：



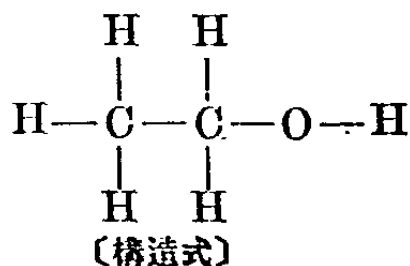
- (5) 供製福摩林液(formalin), 色素, 假漆等。

285. 乙醇 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (醇, 酒精)

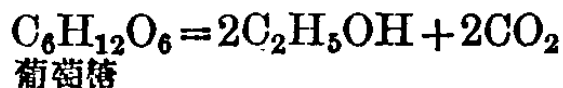
製法

原料爲糖蜜, 澱粉, 木材等。

澱粉由麥芽, 木材由酸, 先使變之爲糖類, 然後加入酵



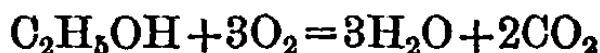
母，使發酵而成酒精（約 10%），再蒸餾使之濃厚。



發酵由酵母的作用而起的化學變化，稱為發酵。酵母為一種微生物，體中含有酵素。發酵可視為由酵素的接觸作用所起。由發酵而生酒精時，稱為酒精發酵。

性質

- (1) 為無色，芳香，醉味的液體，（比重 0.79，沸點 78°）為酒類的主成分。
- (2) 點火則燃燒而發高溫。



- (3) 由氧化的程度而生乙醛，乙酸。



- (4) 能溶解樹脂，香料等有機物及碘等。

用途

- (1) 為乙醚 $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ ，醋酸 CH_3COOH ，迷蒙精 CHCl_3 ，黃碘 CHI_3 等製造原料。

- (2) 製造酊、假漆、香水等。作防腐劑，燃料，飲料。劣酒飲後常起頭暈等症的原因，為其含有有毒的雜醇油(fusel oil, 戊醇 $C_5H_{11}OH$ 為其主要成分)之故。

286. 甘油 $C_3H_5(OH)_3$

- (1) 可由脂肪油製造肥皂時為

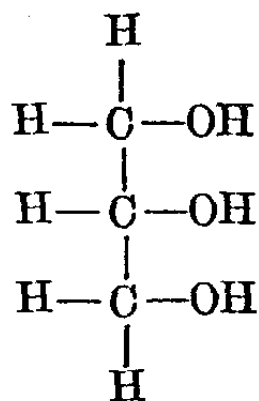
副產物而得之。

- (2) 為無色粘稠的液體，有甘

味，吸濕性大。

- (3) 供製造炸藥、醫藥、化粧品、

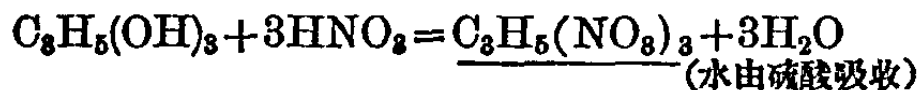
印刷油墨等。



287. 硝化甘油 $C_3H_5(NO_3)_3$

- (1) 於濃硝酸與濃硫酸的混合液(稱為混酸)中，

徐徐加入甘油，則硝化甘油便成油狀而析出。



- (2) 為無色質重(比重 1.6)油狀的液體，遇熱或

受打擊，即猛烈爆炸。

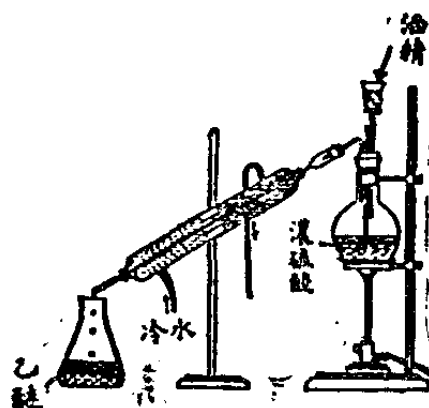
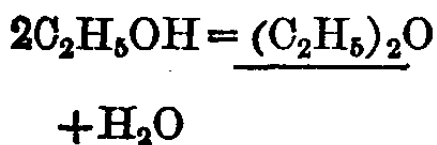
(3) 常使吸收於珪藻土、澱粉、鋸屑等，製成炸藥，以便攜帶。

第三章 醚·醛

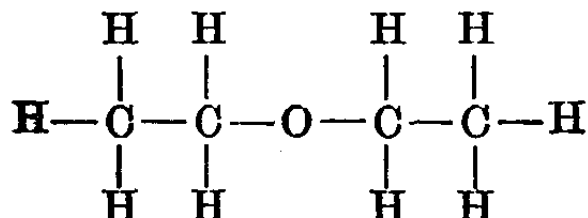
288. 乙醚 (C₂H₅)₂O (醚)

製法

混濃硫酸於乙醇，加熱
蒸餾（濃硫酸用以於脫
水）



乙 醚 的 製 取



性質

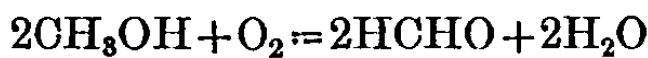
- (1) 爲無色有香氣有揮發性的液體。（比重 0.72，沸點 35°）
- (2) 易引火；其蒸氣與空氣混合時，點火則爆裂。
- (3) 不與水混和。能溶解樹脂，油脂等。
- (4) 吸入其蒸氣，神經即受麻醉。

用途 溶媒，麻醉劑等。

289. 甲醛 HCHO

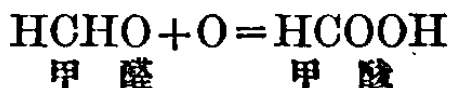
(1) 由甲醇的蒸氣受空氣氧化而成。
$$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$$

(製取時用赤熱的白金為觸媒)

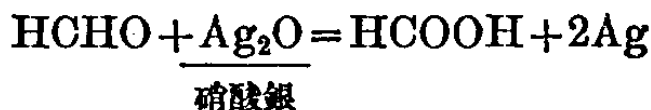


(2) 為無色而有刺戟性臭的氣體。可溶於水，其 40 % 的水溶液稱為福摩林液，可作殺菌劑。

(3) 為強力的還元劑。可由氧化而變成甲酸（蟻酸）。



例如於氨性硝酸銀溶液中加入福摩林液，則還元而生銀鏡。

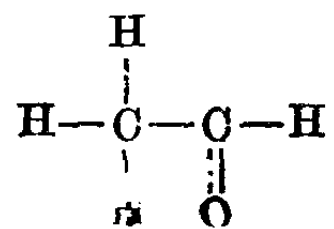


(4) 作消毒劑，防腐劑。

290. 乙醛 CH₃CHO (醛)

(1) 可由乙醇氧化而製。

(2) 爲有刺戟臭無色的液體，作用類似甲醛。



第四章 有機酸

有機酸的分子中皆含有 COOH 的基，此 COOH 稱為羧基。

291. 木材的乾餾

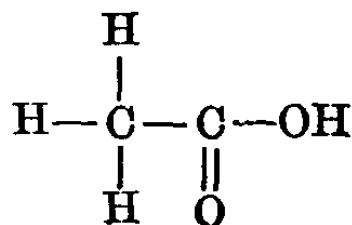
將木材在鐵製的釜中乾餾，可得如下各物質：

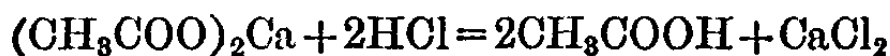
- (1) 木氣 含有氫、甲烷、乙炔、一氧化碳等，可充燃料。
- (2) 木醋酸 混有甲醇（1—2%），醋酸（10%），木酮 $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ （0.5%）等。
- (3) 木焦油 含有石蠟、萘、酚及 guaiacol 等。
- (4) 木炭 供燃料，冶金用。

292. 醋酸 CH_3COOH （乙酸）

製法

- (1) 於木材乾餾時所得的木醋酸液中，加入石灰乳，將所生的醋酸石灰與濃硫酸共熱蒸餾。





(2) 食用的醋為含有 3—5% 醋酸的水溶液，由酒渣或酸敗的酒類攪水加醋而成。



性質

(1) 為有刺戟臭無色的液體，遇冷能凝成冰狀，故又稱為冰醋酸。(熔點 16.7°)

(2) 呈弱酸性反應，能成種種的鹽。其鹽的重要者甚多，例如：

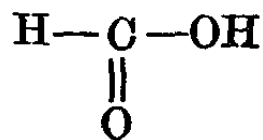
醋酸鋁 $(\text{CH}_3\text{COO})_3\text{Al}$ ……媒染劑。

醋酸鉛 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ ……試藥，醫藥。

(3) 能溶解種種有機化合物。

用途 製造食醋，有機色素，醋酸鹽等及充溶媒。

293. 甲酸 $\text{H}\cdot\text{COOH}$ (蟻酸)



(1) 含於蟻，蜂等的分泌液中。

(2) 為有刺戟臭無色的液體。(沸點 101° ，熔點 8.3°) 觸於皮膚，則起劇痛而生水腫。蜂等的毒，由於此酸。

294. 草酸 $C_2H_2O_4$ (蓆酸)

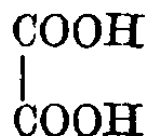
(1) 爲白色針狀的結晶，有毒。

(2) 與濃硫酸共熱，則分解而生

二氧化碳與一氧化碳。



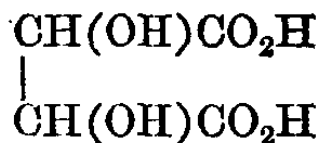
(3) 染色術上用之。

295. 酒石酸 $C_4H_6O_6$

(1) 爲無色透明的結晶，

易溶於水，水溶液有

涼爽的酸味。



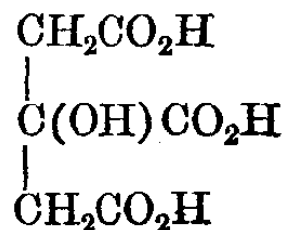
(2) 可用以製造清涼飲料水，媒染劑，麪包焙粉等。

296. 檸檬酸 $C_6H_8O_7$ (枸橼酸)

(1) 含於檸檬，蜜柑等果實中。

(2) 爲無色的結晶，可用以

製清涼飲料水及作媒染劑等。



第五章 酯·油脂類

297. 酯 (亦稱鹽)

- (1) 爲酸 (有機酸或無機酸) 中可爲金屬置換的氫原子被烷基置換而成之物。可由酸加醇而製。
- (2) 有機酸的酯, 可由有機酸使醇作用而得。概爲難溶於水無色的液體, 且多有如果實的芳香。故多用以作飲料水, 糖果等的香料。

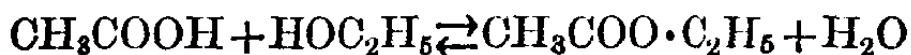
(例) 乙酸乙酯 $\text{CH}_3\text{COO}\cdot\text{C}_2\text{H}_5$ (蘋果香)

乙酸戊酯 $\text{CH}_3\text{COO}\cdot\text{C}_5\text{H}_{11}$ (香蕉香)

丁酸乙酯 $\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}\cdot\text{C}_2\text{H}_5$ (波羅蜜香)

298. 乙酸乙酯 $\text{CH}_3\text{COO}\cdot\text{C}_2\text{H}_5$ (醋酸乙烷)

- (1) 可由加硫酸於醋酸與乙醇蒸餾而製。



(由硫酸的脫水作用, 反應向右進行)

- (2) 爲無色揮發性有芳香的液體, 供作醫藥, 香料等。

299. 油脂

油脂爲由高級的脂肪酸，即：

軟脂酸 $C_{15}H_{31}COOH$ (飽和)

硬脂酸 $C_{17}H_{35}COOH$ (飽和)

油 酸 $C_{17}H_{33}COOH$ (不飽和)

等，與甘油 $C_3H_5(OH)_3$ (爲醇的一種) 化合而成的酯，其成分如下：

油脂的成分

{	$(C_{15}H_{31}CO_2)_3C_3H_5$ (稱爲軟脂，固體)
	$(C_{17}H_{35}CO_2)_3C_3H_5$ (稱爲硬脂，固體)
	$(C_{17}H_{33}CO_2)_3C_3H_5$ (稱爲油，液體)

成固狀的稱爲脂肪，成液狀的稱爲油。

乾性油

(1) 爲含不飽和油酸 $C_{17}H_{31}CO_2H$ 的甘油酯
 $(C_{17}H_{31}CO_2)_3C_3H_5$ ，能由空氣中吸收氧而自行
 乾涸。(如桐油，亞麻仁油等)

(2) 可用以製油漆，印刷油墨，油紙等。

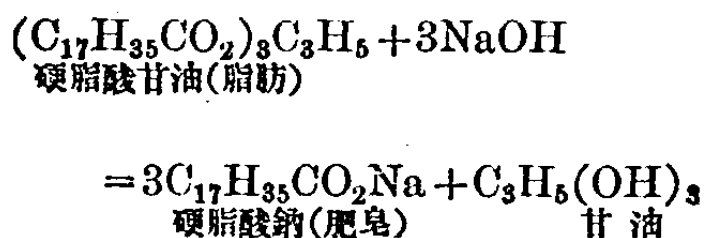
不乾性油

(1) 在空氣中不易乾燥。(如橄欖油，食用油等)

(2) 供食用，燈用，充滑潤劑。

300. 肥皂 (石鹼)

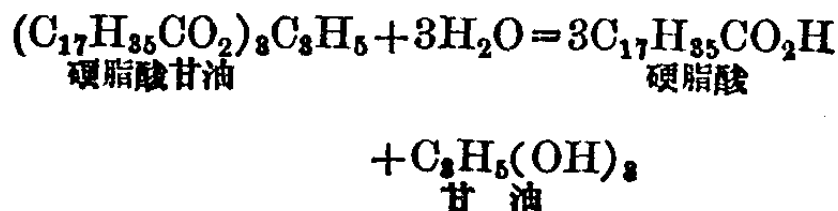
製法 將脂肪或油與氫氧化鈉長時共煮，則脂油中的高級脂肪酸的甘油酯受鹼化而生甘油與高級脂肪酸的鈉鹽。(即肥皂)



加食鹽水於其中，則肥皂即浮出液面(此作用稱為鹽析)。加入香料，壓入模型，便成日用的肥皂。

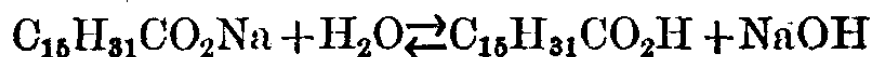
鹼化

- (1) 如上，將酯(脂肪)分解而生鹽(肥皂)與醇(甘油)的變化，稱為鹼化。
- (2) 將脂肪用過熱的水蒸氣分解而生酸與醇的變化，亦稱為鹼化。



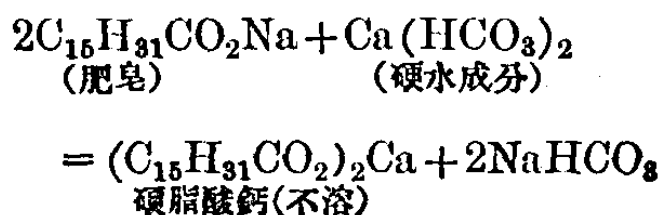
性質

(1) 肥皂的水溶液由加水分解而呈弱鹼性。



(2) 肥皂的清淨作用由於所生的鹼能將脂肪變成微細的顆粒以除去，與由液的變成粘性的膠狀溶液，將脂肪的顆粒及塵埃等吸着成懸浮狀態之故。

(3) 肥皂若使用於硬水中，則生不溶性的脂肪酸的鈣鹽或鎂鹽而減退其洗濯的效果。



第六章 醣(碳水化合物)

301. 醣(碳水化合物) $C_m(H_2O)_n$

醣廣存於植物界中，由碳、氫、氧三元素而成，其氧與氫的含量，適成水的成分比例。



分類 (1) 單醣類 $C_6H_{12}O_6$ 葡萄糖、果糖等。

(2) 二醣類 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 蔗糖、麥芽糖、乳糖等。

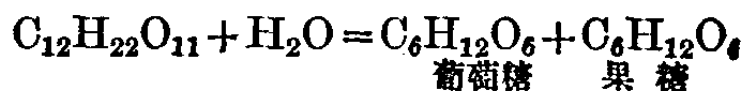
(3) 多醣類 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 澱粉、糊精、纖維素等。

302. 葡萄糖 $C_6H_{12}O_6$

多量含於葡萄等有甘味的果實中。

製法

(1) 將蔗糖與稀硫酸共熱。



(2) 將澱粉與稀硫酸一同煮沸。(工業上)



性質

- (1) 爲易溶於水的白色結晶體。甘味不及於蔗糖。
- (2) 能由釀母菌的作用，變化而生酒精與碳酸氣。

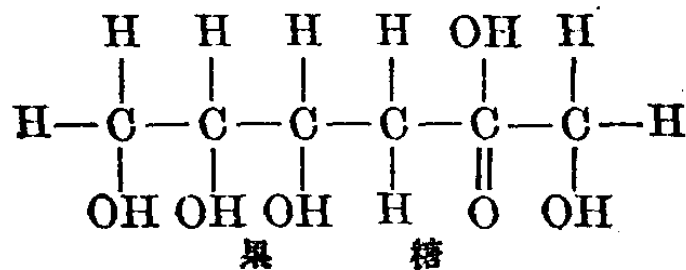
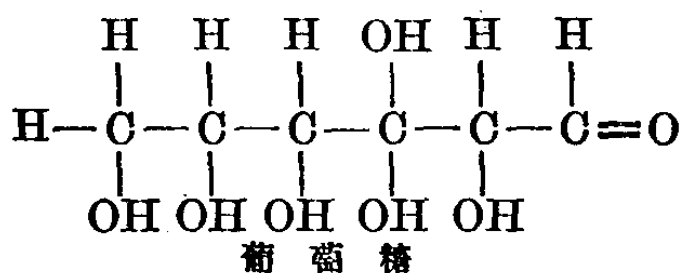


- (3) 富還元性。例如加斐林氏液（加氫氧化鈉溶液於硫酸銅與酒石酸鉀鈉的溶液中而成）而加熱時，則生一氧化二銅 Cu_2O （赤色）或氫氧化銅 $CuOH$ （黃色）的沈澱。

用途 製糖果，調合酒類，充還元劑。

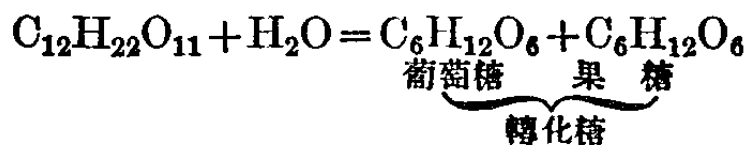
303. 果糖 $C_6H_{12}O_6$

- (1) 含於葡萄等果實中。
- (2) 與葡萄糖爲同分異性體，易溶於水而難使結晶。



304. 蔗糖 $C_{12}H_{22}O_{11}$

- (1) 存於甘蔗，甜菜中。
- (2) 熱至 160° 熔融，至 200° 附近則成褐色的焦糖，更熱則變碳。
- (3) 加稀硫酸熱之，或由酵素（轉化酵素）的作用，則生等量的葡萄糖與果糖。此變化稱為蔗糖的轉化，所生的混合物稱為轉化糖。



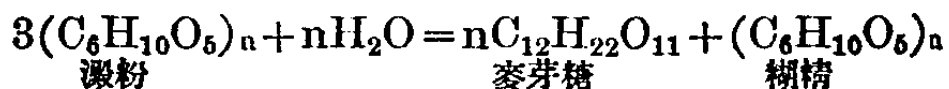
- (4) 蔗糖不能使斐林氏液還元，亦不起酒精發酵。

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

存於乳中，為白色的結晶，甘味甚弱。

306. 麥芽糖 $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$

- (1) 使麥芽酵素作用於澱粉時，則生糊精與麥芽糖。
(此混合物即為飴)



- (2) 為白色的結晶，可由酵母的作用而起酒精發酵。

307. 澱粉 ($C_6H_{10}O_5$)_n

- (1) 存於穀類、馬鈴薯、甘藷、百合等。
- (2) 爲白色的粉末，不溶於冷水；若與水煮沸，則破裂其外皮而成糊液。
- (3) 澱粉糊遇碘則變成深藍色。（可爲澱粉，碘的檢出法）
- (4) 加稀酸煮沸，則成糊精，更成麥芽糖與葡萄糖。

308. 糊精 ($C_6H_{10}O_5$)_n

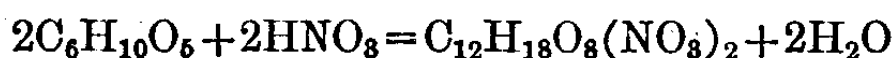
存於飴，糯米等中，可溶於冷水，富粘性，可作糊用。

309. 纖維素 ($C_6H_{10}O_5$)_n

- (1) 爲植物細胞膜的主成分。（綿花，大麻，木材纖維）
- (2) 不溶於普通的溶劑中，濃硫酸則能溶之。於溶液中加水煮沸，則成葡萄糖。故可由木材，紙等製糖，更可使其起酒精發酵以製酒精。
- (3) 可作紙，綿火藥，膠綿，賽璐珞，人造絲等的原料。

310. 硝化纖維素

將纖維素浸入濃硝酸與濃硫酸的混酸中，則隨酸的濃度，時間的長短，溫度的高低等，可得硝化度 2—6 的硝化纖維素。（硫酸爲此時的脫水劑）。



火綿

- (1) 外觀上頗似於綿。(成分)—— $C_{12}H_{14}O_4(NO_3)_6$
- (2) 不溶於酒精與乙醚的混合液中，點火則急劇燃燒而爆炸。可製無煙火藥。



膠綿

- (1) 可由硝化程度較低的硝化纖維素 $C_{12}H_{18}O_8(NO_3)_2$ —— $C_{12}H_{15}O_{15}(NO_3)_5$ 溶解於酒精與乙醚的混合液中而製。
- (2) 爲透明的粘液，乾後能遺留透明的皮膜。可供製造照相感光片、人造絲、賽璐珞等及供醫療上塗敷創口之用。

311. 人造絲

- (1) 將纖維素先用鹼處理，然後令與二硫化碳作用，使變成粘液（膠狀物）。將此粘液由細孔壓出於氯化銨的溶液中，便凝固而成膠狀絲。
- (2) 外觀上頗似天然絲（蠶絲），亦有光澤；但成分則與天然絲全然相異。

第七章 煤焦油·苯的衍生物

312. 煤（亦稱石炭）的乾餾

將煤用密閉器隔絕空氣加熱，可得下列各種乾餾生成物：

(1) 氣體 煤氣，其成分為氫(48%)，甲烷(32%)，一氧化碳(8%)等，可供燃料。

(2) 液體 氨液，其主成分為氨，供製造氨，硫酸銨（肥料）等。

煤焦油 可作防腐劑用，其分餾生成物為染料，藥品等的原料。

(3) 固體 焦煤，為殘留於密閉器中的碳，供燃料，冶金用。

煤氣碳精 (gas carbon) 為附着於密閉器內壁的碳，可製電極。

313. 煤焦油的分餾

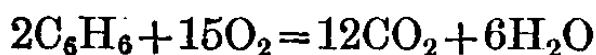
煤焦油為黑褐色粘稠性的液體，其分餾生成物如下：

品類	分餾溫度	主成分	用途
輕油	170° 止	苯, 甲苯等	溶劑, 染料製造
中油	170° - 230°	苯酚, 萘等	防腐, 消毒, 製染料
重油	230° - 270°	苯酚, 萘, 蒽等	木材防腐劑
綠油	270° 以上	蒽	製造色素
瀝青	渣滓	黑色粘塊	作防水塗料

314. 苯 C_6H_6

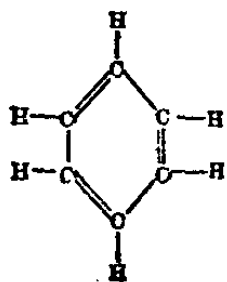
(1) 為無色有特異臭的氣體。(沸點 80° , 熔點 5.4°)

(2) 易燃燒, 燃時發生多量的黑煙。



(3) 能溶解脂肪, 樹脂, 橡皮, 碘等。可作溶媒, 清淨劑(脫去油污), 及染料的原料。

(4) 其構造式如下:

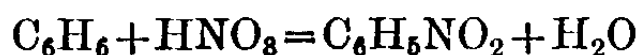


略之為



315. 硝基苯 $C_6H_5NO_2$

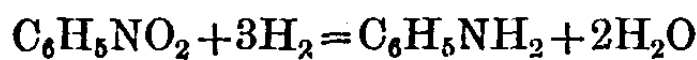
(1) 可由濃硝酸與濃硫酸（脫水劑）作用於苯而製。



(2) 為淡黃色油狀的液體，可用以製香料，苯胺等。

316. 苯胺 $C_6H_5NH_2$

製法 用鐵粉與鹽酸（發生氫）將硝基苯還元。



性質 (1) 為無色油狀的液體，能因光或空氣而變成赤褐色。

(2) 有弱鹽基性，能與酸化合而生鹽。例如鹽酸苯胺 $C_6H_5NH_2 \cdot HCl$ 。

用途 製造各種苯胺染料。

317. 苯酚 C_6H_5OH (石炭酸)

(1) 可由煤焦油分餾而得。

(2) 為無色而有特臭的針狀結晶，置空氣中則漸變紅色。



- (3) 稍溶於水，呈弱酸性。
- (4) 有強度的腐蝕，殺菌性。可作假琥珀（為福摩林液與石炭酸的縮合體），水楊酸，苦味酸等的製造原料，及作消毒劑。

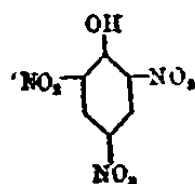
318. 苦味酸 $C_6H_2(NO_2)_3OH$ (三硝基苯)

- (1) 可由濃硫酸與濃硝酸作用於苯酚而製。



- (2) 為淡黃色有毒的結晶，有爆炸性

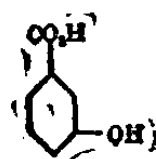
- (3) 可溶於水，能將絲，羊毛等直接染成黃色。



- (4) 可作染料，炸藥的原料。但苦味酸(黃色炸藥)為酸性物，能侵蝕金屬，故近時多採用三硝基甲苯 $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$ 。(為黃色的粉末，有極大的炸力，普通稱為 T.N.T [炸藥])

319. 水楊酸 $C_6H_4(OH)CO_2H$

- (1) 為無色針狀的結晶，可用作防腐劑，醫藥等



- (2) 水楊酸鈉及阿司匹林(為水楊酸

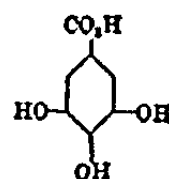
的衍生物，可由水楊酸與醋酸而製。

$C_6H_4 \cdot OCH_3CO \cdot COOH$) 皆為著名的解熱劑。

320. 沒食子酸 $C_6H_2(OH)_3CO_2H$

(1) 含於茶及五倍子中。

(2) 為針狀的結晶，能與鐵鹽作用而生藍黑色的沈澱。(洋藍墨水即應用此理製造)



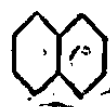
321. 鞣酸 $C_{14}H_{10}O_9$ (單寧)

- (1) 與沒食子酸同含於五倍子中，為淡黃色的粉末。
- (2) 水溶液有強度的澁味，亦能與鐵鹽作用而生藍黑色的沈澱。(藍黑墨水)
- (3) 能與膠，蛋白質等成不溶性化合物。(用以鞣皮)

第八章 萘·蔥

322. 萘 $C_{10}H_8$

(1) 與苯酚同含於由煤焦油分餾而得的中油中。



(2) 爲白色有特臭的結晶，(熔點 80°)

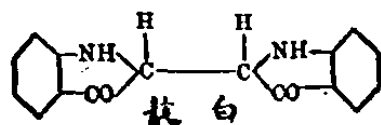
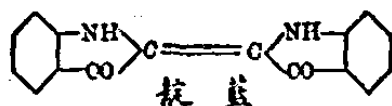
(3) 易揮發，殺菌力強。可作防腐劑及染料的原料。

323. 靛藍 $C_{16}H_{10}N_2O_2$

(1) 存於蓼藍的葉中。可由萘與醋酸用人工製造。

(2) 爲藍白色的粉末，難溶於溶媒中。但若令其還元(用鋅粉與氫氧化鈉)，則成可溶於鹼的靛白 $C_{16}H_{12}N_2O_2$ 。

(3) 將布浸濕靛白的鹼溶液，曝於空氣中，則靛白氧化而復成靛藍，固着於布。



324. 蒽 $C_{14}H_{10}$

(1) 煤焦油中約含有 0.5%。

(2) 爲無色板狀的結晶。爲茜素染料
的原料。



325. 茜素 $C_{14}H_8O_4$

(1) 含於茜草的根中，可由蒽用人工合成。

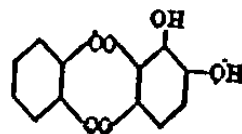
(2) 爲美麗的紅色結晶。（市上販賣的爲不純物，
成黃色泥狀）

(3) 不溶於水，可溶於鹼中而成紅紫色的溶液。於
此溶液中加入他種金屬鹽的溶液，則生美麗的
沈澱（不溶），稱爲沈澱色素，其色由金屬的
種類而異。

金 屬 鹽	沈 澱 色 素
鋁 鹽	紅 色
第 二 鐵 鹽	暗 紫 色
鉻 鹽	茶 色

如上所舉的金屬鹽類能將可溶性的色素變成不溶性
而使固着於纖維，此種媒介作用的物質稱爲媒染劑。

如茜素等須有媒染劑的作用始染着的染料，稱為媒染染料。茜素為主要的媒染染料。



326. 煤焦油染料

由煤焦油分餾的生成物，尤其由苯胺合成的染料，稱為煤焦油染料，或稱苯胺染料。

品 類	用 途
洋 紅	絲,羊毛等直接染紅,木棉用媒染劑染紅。
孔 雀 石 綠	與洋紅同,染藍。
紫 粉	與洋紅同,染紫。
人 造 靛	染黑。
人 造 茜 素	由媒染劑染成種種的色

第九章 松油·彈性橡皮·樟腦

327. 松節油

- (1) 通式爲 $C_{10}H_{16}$ 的碳氫，總稱爲松油類。其主要者爲松節油，可由松，杉等的樹脂通水蒸氣蒸餾而製。
- (2) 爲無色油狀有特殊氣味的液體，能溶解樹脂，脂肪，橡皮等；露置於空氣中，則吸收氧而變成粘質的固體。
- (3) 供製洋漆及調和油畫的繪料等。

328. 彈性橡皮 $(C_{10}H_{16})_n$

- (1) 可由橡樹的汁液凝固而製。
- (2) 無色·透明·有彈性。可溶於二硫化碳，松節油等中。
- (3) 於彈性橡皮中混入硫約 12—15%，便成日用的橡皮，有彈性，不溶於二硫化碳及松節油中。如於彈性橡皮中混硫 30—50%，則成硬橡皮，爲電的絕緣體，可製鈕扣，自來墨水筆桿等。

329. 樟腦 $C_{10}H_{16}O$

(1) 含於樟腦樹中。為揮發性無色的柱狀結晶。供製香料，醫藥，防蟲劑，賽璐珞等。

(2) 可以松油精為原料用人工製造。

330. 薄荷腦 $C_{10}H_{20}O$

(1) 含於薄荷葉中。

(2) 為無色針狀的結晶，有刺戟性的香氣與清涼的味感。

第十章 植物鹼

331. 植物鹼為植物體中含有氮的鹽基性有機物的總稱。

有苦味呈劇烈的生理作用，為貴重的藥劑。其主要的如下數種：

- (1) 菸鹼 $C_{10}H_{14}N_2$ 含於煙草的葉中，為無色無臭的液體。
- (2) 金雞納霜（規寧） $C_{20}H_{24}N_2O_2$ 含於雞納樹的皮中，為有光輝的結晶，可作解熱劑。
- (3) 嗎啡 $C_{17}H_{19}NO_3 \cdot H_2O$ 含於未熟的罌粟的果皮中，為無色的結晶，可作鎮痛劑。

第十一章 蛋白質·脲

332. 蛋白質

組成 蛋白質為動物體的主成分，其組成如次：

碳	50—55%	氫	6.5—7.3%
氮	15—17.6%	氧	19—24%
硫	0.3—2.4%		

性質 主要反應如下：

- (1) 遇熱凝固；遇苦味酸，鞣酸，酒精，昇汞，硫酸銅等則生白色沈澱。
- (2) 遇濃硝酸變成黃色。
- (3) 加以含有亞硝酸的硝酸汞溶液（米隆氏試液）而熱之，則變固而呈紅色。
- (4) 加以氫氧化鈉溶液，復滴入硫酸銅溶液，則呈紫色或紅色。

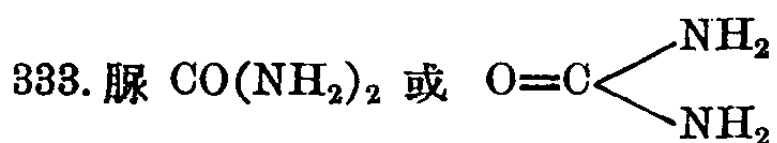
蛋白質的主要者如次：

- (1) 卵蛋白 雞卵等的卵白，為卵蛋白的水溶液。
- (2) 酪素 含於哺乳動物的乳中。

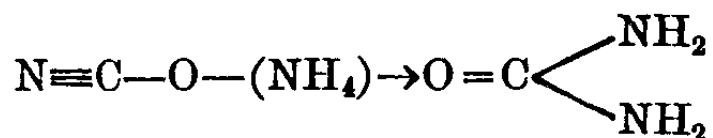
(3) 明膠 可由動物的皮，骨等加水共煮而製。可供食用，製造照相乾板。

(4) 荳素 存於豆類中。為豆腐的主成分。

(5) 麩素 存於小麥中。加濃硫酸煮沸，則分解而生麩酸 $\text{CO}_2\text{H}\cdot\text{CH}(\text{NH}_2)\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CO}_2\text{H}$ 。市上出售的調味粉（如味精，味母等），係由麩酸的鈉鹽製成。



(1) 含於動物的尿中。若將氰酸銨的溶液加熱，則變化其構造而生脲。或稱尿素。



(2) 為無色針狀的結晶，分解則生氨與碳酸氣。



第十二章 食物

334. 食物的要素（營養素）

吾人食品中所含的營養素，有如下的六大類。

- (1) 碳水化物（米，麥）
- (2) 脂 肪（大豆，肉類）
- (3) 蛋 白 質（大豆，肉類，魚類）
- (4) 鑛 物 質（食鹽，鈣鹽，鐵鹽）
- (5) 水
- (6) 生 活 素（含於肝油，米糠，新鮮的野菜中）

335. 生活素（維他命）

生活素含於食品中，爲量甚少，然對於吾人的健康與發育有重要的關係。其已確定的有下列五種：

- (1) 生活素 A（脂溶性）含於肝油，牛乳，牛脂中。缺乏之，則妨礙成長及起某種眼病。
- (2) 生活素 B（水溶性）含於米糠，釀母菌等中。缺乏之，則易起腳氣病。
- (3) 生活素 C（水溶性）含於新鮮的野菜，橙類

的汁中。缺乏之，則易起壞血病。

(4) 生活素 D (脂溶性) 與生活素 A 共存於肝油中。對於佝僂病甚有效用。

(5) 生活素 E (脂溶性) 含於穀類的胚子，植物的綠葉中。缺乏之，則妨礙繁殖力。

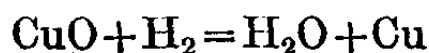
第五編 練習問題及答案

- (1) 試述物理變化與化學變化的區別。(參照 1.2.)
- (2) 試舉例說明化學變化與物理變化常相伴而生。

〔解〕 物理變化發生時，不必定有化學變化伴之而生；然在化學變化發生之際，則物理變化必伴之而起。例如蠟燭燃燒時，先液化，次氣化，熱至發火點始舉焰而燃。

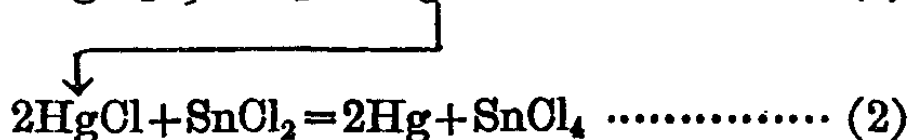
- (3) 試舉物質變化的誘因。(參照 3.)
- (4) 試舉例說明取代與複分解的區別。(參照 6.7.)
- (5) 試舉主要的氧化劑及還元劑各五種，記其名稱及化學式。(8.9.)
- (6) 試舉例說明氧化與還元常相伴而起。

〔解〕 例 1. 通氫於加熱的黑色一氧化銅時，則起如次反應：(狹義的)



即汞被氧化，同時銅被還元。

例 2. 於昇汞水中滴入二氯化錫的溶液時，先生白色沈澱(甘汞 HgCl)，繼生灰黑色沈澱(水銀 Hg 遊離)。即其反應如次：(廣義的)

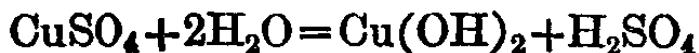


(1) 式水銀被還元為 $\text{HgCl}_2 \rightarrow \text{HgCl}$ ，同時錫被氧化為 $\text{SnCl}_2 \rightarrow \text{SnCl}_4$ 。

(2) 式水銀被還元為 $\text{HgCl} \rightarrow \text{Hg}$ ，同時錫被氧化為 $\text{SnCl}_2 \rightarrow \text{SnCl}_4$ 。

(7) 硫酸銅及碳酸鈉的溶液為酸性抑或鹼性？述其理由。

[解] 硫酸銅呈酸性，碳酸鈉則呈鹼性。因硫酸銅的一部與水作用而起如次的加水分解：



此生成的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 為極弱的鹼，而 H_2SO_4 則為強酸，故因 H_2SO_4 的存在，溶液的全體便呈酸性。

關於碳酸鈉可參照 14.(A)(2)的例。

(8) 試述化合物與混合物的區別。

〔解〕	化合物	混合物
1.	成分元素的比例一定不變。	比例任意。
2.	有一定的性質，與成分元素的性質全異。	有混合成分的共有性質，且此性質隨成分的比例而異。
3.	成分元素非由化學的方法，不能使之分離。	可利用沸點的差及比重等的物理性，使其分離。

(9) 試述昇華的定義，並舉例說明利用昇華可精製物質。(參照 20.)

(10) 將固體的氫氧化鈉，氫氧化鉀及結晶的碳酸鈉等放置於空氣中，則起如何變化？

〔解〕1. 氫氧化鈉一面漸漸潮解，一面由空氣中吸收碳酸氣，逐漸變成白色粉末狀的碳酸鈉。

2. 氫氧化鉀亦一面漸漸潮解，一面則由空氣

中吸收碳酸氣而變成碳酸鉀。此所生的碳酸鉀亦有潮解性，故終至變成液狀。

3. 結晶的碳酸鈉則風化而成粉末狀物。

(11) 用下列分析的結果，試說明倍比定律。

	(氧)	(碳)
二氧化碳	72.73%	27.27%
一氧化碳	57.15%	42.85%

〔解〕 對於碳 1 的氧量：

$$\text{在二氧化碳中爲 } \frac{72.73}{27.27} = 2.66$$

$$\text{在一氧化碳中爲 } \frac{57.15}{42.85} = 1.33$$

∴ 氧的比爲 2.66:1.33 = 2:1 (成簡單的整數比)

(12) 試由下列的百分組成，說明倍比定律。

(a) 氧 36.4 氮 63.6

(b) 氧 53.3 氮 46.7

(c) 氧 69.6 氮 30.4

〔解〕 對於氧 1 的氮量：

$$(a) \text{ 爲 } \frac{63.6}{36.4} = 1.75 \dots\dots\dots 4$$

$$(b) \text{ 爲 } \frac{46.7}{53.3} = 0.875 \dots\dots\dots 2$$

$$(c) \text{ 爲 } \frac{30.4}{69.6} = 0.437 \dots\dots\dots 1$$

即與氧的同一量 1 相化合的氮量的比為 4 : 2 : 1,
成簡單的整數比。

(13) 壓力 776 毫米, 溫度 20 度時為 500 cc. 的氣體, 問在標準狀況時為幾 cc.?

(解)	(壓力)	(溫度)	(絕對溫度)	(體積)
	776 毫米	20°	273° + 20°	500 cc.
	↓	↓	↓	↓
	760 毫米	0°	273°	V

故由波以耳查理定律:

$$V = 500 \times \frac{776}{760} \times \frac{273^\circ}{273^\circ + 20^\circ} = 476 \text{ cc. } \dots\dots\dots (\text{答})$$

(14) 壓力 70 厘米, 溫度 27°時, 測定一定量氫的體積為 200 cc., 試換算為標準狀況時的體積。

$$[\text{解}] \quad 200 \times \frac{70}{76} \times \frac{273}{273 + 27} = 164 \text{ cc. } \dots\dots\dots (\text{答})$$

- (15) 在攝氏 20° ，壓力 2 氣壓之下，試算出氣體氨 1 升的重

〔解〕 $\text{NH}_3 = 17$ ，即標準狀況下，氨 17 克的體積為 22.4 升。故氨 17 克在所設的狀況下的體

積為 $22.4 \times \frac{1}{2} \times \frac{273+20}{273}$ (升) 故所求 1 升的

體積為：

$$17 \div \left(22.4 \times \frac{1}{2} \times \frac{273+20}{273} \right) = 1.4 \text{ 克} \dots\dots(\text{答})$$

- (16) 氧的一分子係由氧的二原子而成，試述其理由。

〔解〕 氫 2 體積與氧 1 體積化合則生水蒸氣 2 體積。

由阿佛加德羅的假說，即氫 2 分子與氧 1 分子可生水 2 分子，故水 1 分子中，至少含有氧原子 1 個，即氧 1 分子可分割成氧原子 2 個。故氧 1 分子可認為係由氧 2 原子而成。

- (17) 試述分子量與氣體比重的關係。

〔解〕 各氣體 1 克分子在標準狀況下的體積為 22.4 升，故用重量單位克所表示的分子量，若以

22.4 升除之，即得該氣體 1 升的重量。

- (18) 標準狀況下體積為 8.2 升，重量為 16.1 克的氣體，其分子量如何？

〔解〕 同體積氧的重為 $\frac{32}{22.4} \times 8.2$ (克)

$$\text{故所求的分子量} = \frac{16.1}{\frac{32}{22.4} \times 8.2} \times 32 = 44 \dots (\text{答})$$

〔別法〕 該氣體 22.4 升的重為：

$$\frac{16.1}{8.2} \times 22.4 = 44 \text{ 克} \quad \therefore \text{分子量} = 44 \dots \dots (\text{答})$$

- (19) 某氣體在標準況下 5 升的重為 8.145 克，試求其分子量。

〔解〕 22.4 升的重量為：

$$8.145 \times \frac{22.4}{5} = 36.48 \text{ 克}$$

$$\therefore \text{分子量} = 36.48 \dots \dots \dots (\text{答})$$

- (20) 某有機化合物 0.1502 克，燃燒後生水 0.1052 克及碳酸氣 0.5077 克。試求該物質的分子式。

但其分子量為 78。

〔解〕1. 決定組成：

$$\begin{aligned} \text{水 } 0.1502 \text{ 克中氫的量} &= 0.1502 \times \frac{2}{2+16} \\ &= 0.0117 \text{ 克} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{碳酸氣 } 0.5077 \text{ 克中碳的量} &= 0.5077 \times \frac{12}{12+32} \\ &= 0.1385 \text{ 克} \end{aligned}$$

$$\text{氫與碳的量} = 0.0117 + 0.1385 = 0.1502 \text{ 克}$$

故知該有機化合物僅由碳與氫二者而成。

2. 決定實驗式：

$$\left. \begin{array}{l} \text{氫} \cdots \cdots \frac{0.0117}{1} = 0.0117 \\ \text{碳} \cdots \cdots \frac{0.1385}{12} = 0.0115 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{(原子數的比)} \\ \cdots \cdots \cdots 1 : 1 \end{array}$$

∴ 實驗式為 CH

3. 決定分子式：

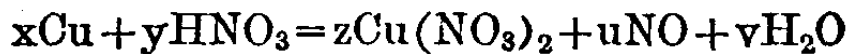
$$(\text{CH})_n = (12+1) \times n = 78 \quad \therefore n = 6$$

∴ 分子式爲 $(\text{CH})_6$ 即 C_6H_6(答)

- (21) 標準狀況下，空氣 1 升的重爲 1.293 克。試求下列各氣體對於空氣的比重。(a) 沼氣，(b) 氯，(c) 過氧化氮，(d) 碳酸氣。

〔解〕 各氣體的分子式爲：(a) CH_4 (b) Cl_2 (c) NO_2 (d) CO_2 將此等各一克分子以 22.4 升除之，即得各 1 升的重。故各 1 升的重以 1.293 除之，即得各該氣體的比重。

- (22) 使硝酸作用於銅屑，則依下式而反應。試作各分子式的係數。



〔解〕 因方程式兩邊同原子的數相等，故：

$$\text{Cu 的數 } x = z \text{ (1)}$$

$$\text{H 的數 } y = 2v \text{ (2)}$$

$$\text{N 的數 } y = 2z + u \text{ (3)}$$

$$\text{O 的數 } 3y = 6z + u + v \text{ (4)}$$

$$\text{由(2) } v = \frac{y}{2} \text{ (5)}$$

$$(3) \times 3 - (4) \quad 2u = v \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{由(5), (6)} \quad y = 4u \dots\dots\dots (7)$$

故設, $u = 1$, 則由(6) $v = 2$, 由(7) $y = 4$

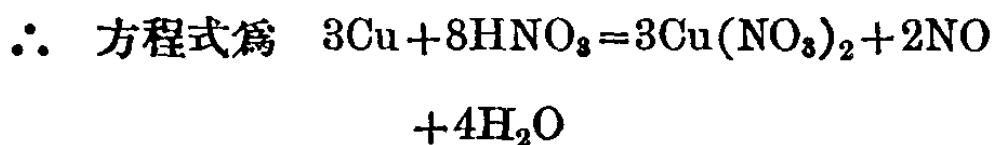
於(3)代入 $y = 4$, $u = 1$, 得 $z = \frac{3}{2}$

$$\text{由(1)得} \quad x = z = \frac{3}{2}$$

$$\therefore x = \frac{3}{2}, y = 4, z = \frac{3}{2}, u = 1, v = 2$$

各係數以 2 倍之使成整數:

$$x = 3, y = 8, z = 3, u = 2, v = 4$$

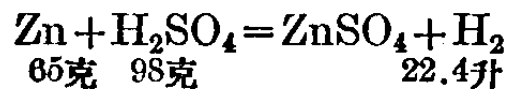


(23) 於 18 度, 769 毫米的狀況下, 欲製氫 5 升, 須用鋅及硫酸各幾克?

〔解〕 18 度, 769 毫米狀況下 5 升的氫, 換算爲標準狀況下則爲:

$$5 \text{ 升} \times \frac{273}{273+18} \times \frac{760}{769} = 4.75 \text{ 升}$$

由鋅與硫酸製氫的方程式為：

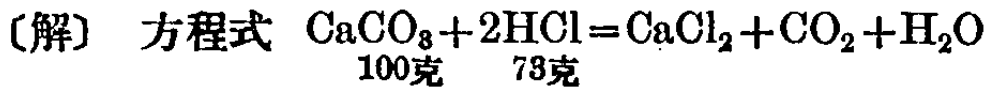


設所求的鋅及硫酸的重量為 x 克及 y 克，得

$$x = \frac{65 \times 4.75}{22.4} \text{ 克} = 13.84 \text{ 克} \dots\dots\dots(\text{答})$$

$$y = \frac{98 \times 4.75}{22.4} \text{ 克} = 20.34 \text{ 克} \dots\dots\dots(\text{答})$$

- (24) 欲以含有 20% 的 HCl 的鹽酸使 100 克的大理石完全分解，須用此種鹽酸幾何？但 $\text{Ca} = 40$ ， $\text{C} = 12$ ， $\text{Cl} = 35.5$ ， $\text{H} = 1$



即欲使大理石（碳酸鈣）100 克完全分解，須用 HCl 73 克，故含有 HCl 73 克的 20% 鹽酸的量為：

$$73 \times \frac{100}{20} \text{ 克} = 365 \text{ 克} \dots\dots\dots(\text{答})$$

(25) 試舉例示推定元素的原子價的方法

- 〔解〕1. 能與氫直接成化合物的元素，可由所化合的氫的原子數直接決定其原子價。例如由： HCl ， H_2O ， H_2S ， NH_3 ， CH_4 等，可定 Cl 爲 1 價，O 與 S 爲 2 價，N 爲 3 價，C 爲 4 價。
2. 能與原子價已知的元素成化合物者，其原子價可由已知的原子價間接推定。例如： NaCl ， KCl ， CaCl_2 ， AuCl_3 等，因 Cl 已知爲 1 價，故 Na, K 亦爲 1 價，Ca 爲 2 價，Au 爲 3 價。
3. 能與氫原子取代者的原子價，可由被取代的氫的原子數決定之。例如在 $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$ 中，因 Zn 能與 H 的 2 原子取代，故 Zn 爲 2 價元素。

(26) 投鋅 20 克於鹽酸中，在溫度 12°C . 壓力 748 毫米的狀況下，生氫 7.28 升，試求鋅的當量。

〔解〕 所生的氫，在標準狀況下所占的體積爲。

$$7.28 \times \frac{273}{273+12} \times \frac{748}{760} = 6.83 \text{ 升}$$

$$\text{所生的氫的重量爲 } \frac{2 \times 6.83}{22.4} = 0.61 \text{ 克}$$

由題意，知鋅 20 克能與氫 0.61 克取代。

故鋅的當量（即能與氫 1.008 取代的鋅的量）為：

$$\frac{20 \times 1.008}{0.61} = 32.8 \dots \dots \dots (\text{答})$$

- (27) 有食鹽水 20 cc. 其含有的食鹽量為 2.34 克，問該食鹽水為幾摩爾的溶液？

〔解〕 食鹽 1 摩爾為 $\text{NaCl} = 23 + 35.5 = 58.5$ 克。

$$\begin{aligned} \text{又該食鹽水 1 升中的食鹽量爲 } & 2.34 \times \frac{1000}{20} \\ & = 117 \text{ 克} \end{aligned}$$

$$\text{故其濃度爲 } \frac{117}{58.5} = 2 \text{ 摩爾}$$

- (28) 30% 的氫氧化鈉溶液，其濃度為幾摩爾？但該溶液的比重為 1.332。

〔解〕 比重 1.332 的溶液，其 1 升的重為 $1.332 \times 1000 = 1332$ 克。

故 1 升中的氫氧化鈉的量為：

$$1332\text{克} \times \frac{30}{100} = 399.6\text{克}$$

然氫氧化鈉 NaOH 的 1 摩爾為 $23+16+1=40$ 克

$$\therefore \text{濃度爲} \frac{399.6\text{克}}{40\text{克}} = 9.99\text{摩爾} \dots\dots\dots (\text{答})$$

(29) 20% 的鹽酸的比重為 1.10, 試算出其濃度。

〔解〕 此種鹽酸溶液 1 升的重為 1000×1.1 克

且其 1 升中所含氯化氫的量為 $1000 \times 1.1 \times$

$$\frac{20}{100} = 220 \text{ 克}$$

$$\text{HCl} = 1 + 35.5 = 36.5$$

故所求的濃度為 $220 \div 36.5 = 6.0$ 摩爾 $\dots\dots\dots$ (答)

鹽酸為一鹽基度酸, 故其 1 摩爾溶液即為 1 規定液。

從而所求的濃度亦可作為 6 規定。

(30) 中和濃度不明的氫氧化鈉溶液 50 cc. 費去 5 規定的硫酸 30 cc.。試求此氫氧化鈉液的濃度及含有的氫氧化鈉的量。

〔解〕 設所求的氫氧化鈉液的濃度為 x 規定, 則

$$50x = 5 \times 30 \quad \therefore x = 3 \dots\dots\dots (\text{答})$$

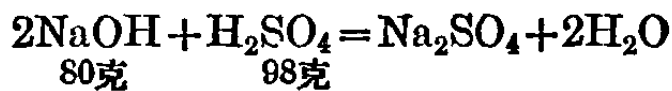
又 NaOH = 40 克，故 3 規定氫氧化鈉液 1 升中含有氫氧化鈉 40 × 3 克。從而其 50 cc. 中所含的量為：

$$40 \text{克} \times 3 \times \frac{50}{1000} = 6 \text{克} \dots\dots\dots (\text{答})$$

(31) 於氫氧化鈉 1 規定液 100 cc. 中，加入石蕊為指示藥，若滴入 6% 的稀硫酸 100 克時，石蕊能否變赤？試由計算說明之。

〔解〕 氫氧化鈉的 1 規定液 100 cc. 中所含氫氧化鈉的量為：

$$40 \times \frac{100}{1000} = 4 \text{克}$$



中和 4 克氫氧化鈉所需的硫酸量為 $4 \text{克} \times \frac{98}{80} = 4.9 \text{克}$

又 6% 的稀硫酸 100 克中所含的硫酸量為

$$100 \times \frac{6}{100} = 6 \text{克}$$

滴入的硫酸量超過中和所需的硫酸量 6克 - 4.9 克 = 1.1克，故石蕊變赤。

(32) 欲中和濃度 10% 的氫氧化鈉溶液 8 克，須用 $\frac{1}{2}$ 規

定的鹽酸幾 cc.？但 Na = 23, Cl = 35.5。

【解】 10% 氫氧化鈉溶液 8 克中所含的氫氧化鈉量為：

$$8 \times \frac{10}{100} = 0.8 \text{克}$$

將此換算為當量，則得 NaOH = 40

$$0.8 \div 40 = 0.02 \text{ 當量}$$

$\frac{1}{2}$ 規定鹽酸溶液的 1 cc. 中含有 $\frac{1}{2 \times 100}$ 當量的氯

化氫。故設所求的體積為 Vcc.，則因

$$V \times \frac{1}{2 \times 100} = 0.02, \quad \therefore V = 40 \text{cc.} \dots \dots (\text{答})$$

(33) 欲中和氫氧化鉀 180克，試計算所需的氯化氫的重量。



設所求氯化氫的量爲 x 克，則

$$56 : 180 = 36.5 : x$$

$$x = \frac{180 \times 36.5}{56} = 117.3 \text{克} \dots\dots\dots (\text{答})$$

(34) 欲中和 10%的鹽酸 20克，須用氫氧化鈉幾克？



10%的鹽酸 20克中含有氯化氫的量爲

$$20 \text{克} \times \frac{10}{100} = 2 \text{克。}$$

故設欲中和 2 克氯化氫所需的氫氧化鈉爲 x 克，則

$$36.5 : 2 = 40 : x$$

$$x = \frac{2 \times 40}{36.5} \text{克} = 2.2 \text{克} \dots\dots\dots (\text{答})$$

(35) 欲中和 100 分中含有 21 分的 H_2SO_4 的稀硫酸

(比重 1.155) 10 cc. 須用氫氧化鈉幾何?

〔解〕 此稀硫酸 1 cc. 中所含的硫酸量為:

$$1.155 \text{ 克} \times 10 \times \frac{21}{100} = 2.4 \text{ 克}$$



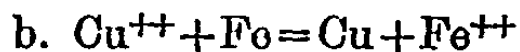
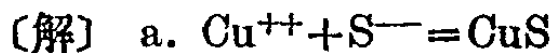
故設能中和硫酸 2.4 克的氫氧化鈉的量為 x 克, 則

$$98 : 2.4 = 80 : x$$

$$x = \frac{2.4 \times 80}{98} = 2 \text{ 克} \dots\dots\dots (\text{答})$$

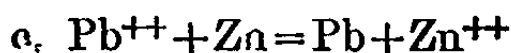
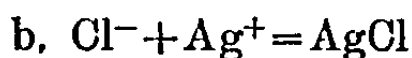
(36) 下列各情形的化學變化, 試以離子式示之。

- 通硫化氫於硫酸銅的水溶液。
- 投摩擦光潔的鐵釘於硫酸銅的水溶液中。
- 加氫氧化鉀的水溶液於三氯化鐵的水溶液中。



(37) 試說明下列各離子式的意義。





【解】 a. 表示食鹽的電離。即若將食鹽溶於水中，則其一部分離而成鈉離子與氯離子，若水溶液的濃度一定，則 $\text{NaCl}, \text{Na}^+, \text{Cl}^-$ 的比例一定而保持平衡。

b. 表示如將含有銀離子 Ag^+ 的液（如硝酸銀，硫酸銀等）混入含有氯離子 Cl^- 的液（如鹽酸，食鹽水等）中時，則生氯化銀 AgCl 的沈澱。

c. 表示如於含有鉛離子 Pb^{++} 的液（如醋酸鉛的水溶液）中懸以鋅塊，則鋅成離子 Zn^{++} 而溶於液中，鉛則為金屬而析出。

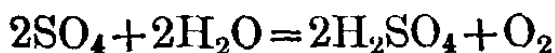
d. 表示如於含有硫酸離子 SO_4^{--} 的水溶液中，加入含有鋇離子 Ba^{++} 的水溶液時，則生硫酸鋇的沈澱。

(38) 於硫酸銅的水溶液中插入白金極，通以電流時，則

起如何的變化？

〔解〕 硫酸銅液 $\text{CuSO}_4 \rightleftharpoons \text{Cu}^{++} + \text{SO}_4^-$

(+)極板生 $\text{SO}_4^- \rightarrow \text{SO}_4$ ，復與水作用而生硫酸與氧。



(-)極板 $\text{Cu}^{++} \rightarrow \text{Cu}$ 有銅析出。

(39) 試以離子說說明水的電解。

〔解〕 水的電解與稀硫酸的電解同理。即加入的稀硫酸有將水分解的作用。



(-) 2H^+ 放電而成氫 H_2 ，由陰極放出。

(+) SO_4^- 放電而成 SO_4 ，與水作用而生氧，由陽極放出。



此時所生的 H_2SO_4 復如上繼續電離，水亦繼續被分解而生氫與氧。

而所生的氫與氧的原子比，因有如上 2:1 的關係，故各聚合而成分子，其比仍為 2:1。結局發生的氫

氧二氣的體積比亦成 2:1。

- (40) 水 150 克中溶解硼酸 6.6 克時，則其沸點上昇爲 0.363° 。試求硼酸的分子量。

〔解〕 由公式 $M = \frac{5.2m}{t}$ (參照 71.)

$$t = 0.363^{\circ} \quad m = \frac{6.6 \times 100}{150}$$

$$\therefore M = \frac{5.2 \times 6.6 \times 100}{0.363 \times 150} = 63 \text{ (所求的... (答) 分子量)}$$

- (41) 何謂元素的週期律？其效用如何？(參照 75.76.)
- (42) 氫的原子量及原子序如何？且其意義如何？(參照 77. 及週期表)
- (43) 試述原子的構造。(參照 77.)
- (44) 水爲由氫氧二元素化合而成，試述證明此言的試驗方法。(參照 90.91.)
- (45) 於測氣管 (eudiometer) 中放入氧 15 cc. 與氫 55 cc. 通以電花，則殘留者爲何種氣體？其體積如何？

〔解〕 氧 15 cc. 與氫 30 cc. 化合。故氫 25 cc. 殘留。

(46) 欲製氧 30 升，須用氯酸鉀幾克？但氯酸鉀放氧的量，適為其重量的 39.2%。

〔解〕 氧 1 升的重為 1.429 克，故 30 升的重為 1.429×30 克。

故設所需的氯酸鉀量為 x 克，則

$$39.2 : 1.429 \times 30 = 100 : x$$

$$x = \frac{1.429 \times 30 \times 100}{39.2} = 109.2 \text{ 克} \dots (\text{答})$$

(47) 投鋅 50 克於稀硫酸中，問由此而生的氫，在溫度 17°C . 壓力 750 毫米時，所占的體積如何？

〔解〕 方程式 $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$
 65.4克 22.4升

設由 50 克的鋅所生的氫在標準狀況下的體積為 x 升，則

$$65.4 : 50 = 22.4 : x$$

$$x = \frac{50 \times 22.4}{65.4} = 17.1 \text{ (升)}$$

由波以耳查理定律，此 17.1 升的氫，在所設狀況下的體積則為：

$$17.1 \times \frac{750}{760} \times \frac{290}{275} = 17.9 \text{ 升} \dots\dots\dots (\text{答})$$

(48) 試述天然存在的碳的三態。並說明此等為同一物質的理由。

〔解〕 金剛石，石墨，木炭，為天然存在的碳的三態。燃燒後皆能生二氧化碳。金剛石及石墨，可由木炭等的無定形碳製成。又若將金剛石隔絕空氣適宜加熱，可變成石墨。

(49) 試述使二氧化碳與氮的混合氣體分離的方法。

〔解〕 令混合氣體通過氫氧化鉀的溶液中，則二氧化碳被液吸收，氮可由此而得。次於氫氧化鉀液中加入鹽酸，則可使二氧化碳遊離而出。

(50) 試比較二氧化碳與一氧化碳的性質。(參照 101. 104.)

(51) 在零度 1 氣壓的狀況下，於氫 400 cc. 與一氧化碳 600 cc. 的混合氣體中，加入氧 550 cc.，令

其燃燒，則冷却至原狀況時，其體積如何？

〔解〕 由 a. $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$, b. $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$

氫 400 cc. 完全燃燒，需氧 200 cc.；又一氧化

碳 600 cc. 燃燒，需氧 300 cc. 故殘留的氧

爲：

$$550 \text{ cc.} - (200 \text{ cc.} + 300 \text{ cc.}) = 50 \text{ cc.} \dots (\text{答})$$

(52) 於 1000 cc. 的氧中行無聲放電後，在同溫同壓之下，其體積縮至 990 cc. 問有多少的氧變成臭氧？

〔解〕 由方程式 $3\text{O}_2 = 2\text{O}_3$ ，知 3 體積的氧可生 2 體積的臭氧。故設發生變化的氧的體積爲 x cc.，則殘餘的氧爲 $(1000 - x)$ cc.，生成的臭氧爲

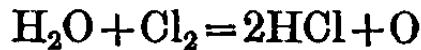
$$\frac{2}{3}x \text{ cc.}$$

$$(1000 - x) + \frac{2}{3}x = 990$$

$$\frac{1}{3}x = 1000 - 990, \quad x = 30 \text{ cc.} \dots \dots \dots (\text{答})$$

(53) 氯的漂白作用何故稱為係氧化的漂白作用？

〔解〕 如下式所示，有水存在時，氯能將水分解，放出初生態的氧。由此初生態的氧的氧化作用，始生漂白作用。



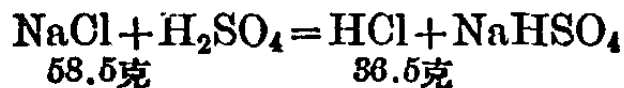
(54) 瓶中充有氯化氫時，可由何法知之？

〔解〕 1. 瓶口發生煙霧，
2. 使浸濕的藍色石蕊試紙變紅，
3. 用玻棒沾氨水接近之，則生白煙。

(55) 欲得含有 40% 的 HCl 的鹽酸 14.6 仟克，須用食鹽幾克製備？

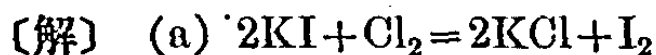
〔解〕 此鹽酸中所含 HCl 的量為 14.6 仟克 ×

$$\frac{40}{100} = 5.84 \text{ 仟克。}$$



$$\therefore 58.5 \text{ 克} \times \frac{5840}{36.5} = 9390 \text{ 克} \dots\dots\dots (\text{答})$$

(56) 通氯於(a)碘化鉀溶液中時，(b)溴化鉀溶液中時，試示其反應。



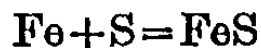
(57) 將下列各物質置入試管中而加熱時，則呈如何的現象？

(a) 碘 (b) 氯化銨 (c) 硫

〔解〕 (a) 昇華而生碘的紫色蒸氣。(b) 離解而分爲氨與氯化氫，但遇冷則復結合。(c) 先熔解成液狀，終至沸騰而變成褐色的蒸氣。

(58) 用硫以製硫化氫的方法，試以化學方程式說明之。但製造時所需的裝置及藥品可隨意。

〔解〕 用鐵粉與硫相混加熱，先製成一硫化鐵。



次於生成物中加稀鹽酸或稀硫酸（參照 131.）

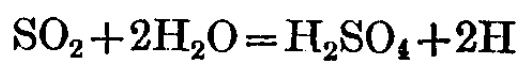
(59) 試舉用濃硫酸作用於銅屑時的方程式。

〔解〕 濃硫酸加於銅屑時，須加熱始起作用。（須注意此時並無氫發生）

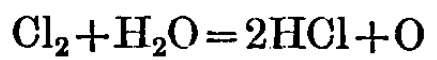


(60) 試比較二氧化硫與氯的漂白作用。

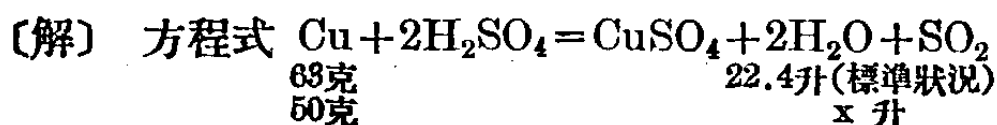
〔解〕 二氧化硫的漂白作用，由於初生態氫的還元作用。



氯的漂白作用，則由於初生態氧的氧化作用。



(61) 加適量的濃硫酸於 50 克的銅屑中而加熱時，試計算其所生的氣體在攝氏 20 度 1 氣壓下時的體積。



$$\therefore x = 22.4 \times \frac{50}{63}$$

$$22.4 \times \frac{50}{63} \times \left(\frac{273+20}{273} \right) = 19.1 \text{升} \dots (\text{答})$$

(62) 硫酸廣用於工業上，係基於其何種性質？

〔解〕 (1) 因其為強酸，(2) 因其較他酸不易揮發，

(3) 因其吸水性強，(4) 因其價廉。

(63) 三試管中分別盛有硝酸，鹽酸及硫酸，試各述其識別的方法。

〔解〕 取液的一部加入氯化鋇而生白色的沈澱者為硫酸；加入硝酸銀而生白色的沈澱者為鹽酸；加入銅屑而稍熱之，生褐色的氣體（ NO_2 ，如生 NO 時，遇空氣亦成 NO_2 ）者為硝酸。

(64) 由含硫 42% 黃鐵礦 1 噸（2240 磅），可製鉛室硫酸幾噸（硫酸的含量設為 60%）？

〔解〕 黃鐵礦 1 噸中所含的硫為

$$2240 \times \frac{42}{100} = 940.8 \text{ 磅}$$

由此硫可得的硫酸為 $98 \times \frac{940.8}{32}$ 磅

故 60% 的鉛室硫酸為

$$98 \times \frac{940.8}{32} \times \frac{100}{60} = 4802 \text{ 磅} \dots\dots\dots (\text{答})$$

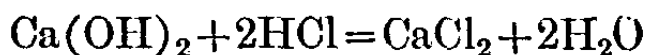
(65) 加熱於氯化銨一物，即能生氮，為何在製氮時必

加生石灰於氯化銨而加熱？試述其故。

〔解〕 氯化銨遇熱雖能分解而生氨與氯化氫，但冷則即起逆反應而復相結合。



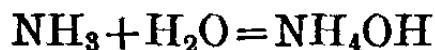
然若在遇熱分解之際，加入消石灰，則可除去氯化氫而得氨。



(66) 標準狀況下 50 升的氨，其重為幾克？且用此氨可製含有 20% 的氫氧化銨的氨水幾克？但 N=14, H=1.

〔解〕 氨 $\text{NH}_3 = 14 + 3 = 17$ 克的體積為 22.4 升(標準狀況)，

故 50 公升的重為 $50 \times \frac{17}{22.4} = 38$ 克……………(答)



17公分——→35克

38公分——→x克 ∴ $x = \frac{35 \times 38}{17}$

$$\frac{35 \times 38}{17} \times \frac{100}{20} = 391 \text{克} \dots\dots\dots (\text{答})$$

(67) 試舉例說明空中氮的固定。

〔解〕 將遊離的氮變成化合物，稱為氮的固定。例如使氫與氮化合成氨，（參照 146.）又如於空氣中放電，將生成物溶解於水以得硝酸（參照 153.）等皆是。

(68) 燃黃磷 15.5 克，生磷酐 35.5 克，試由此求磷酐的化學式。但 $O=16$ ， $P=31$ 。

〔解〕 與磷 15.5 克結合的氧量為 $35.5 - 15.5 = 20$ 克磷酐中磷與氧的原子數的比為：

$$\frac{15.5}{31} : \frac{20}{16} = 0.5 : 1.25 = 2 : 5 \quad \therefore P_2O_5 \dots\dots (\text{答})$$

(69) 試述水晶與玻璃在化學上的異點。

〔解〕 水晶的成分為二氧化矽 SiO_2 。（參照 171. 175.）

(70) 不受鹼的作用的玻璃及能耐高熱的玻璃，其成分與普通玻璃有何差異？

〔解〕 普通玻璃係由鈉及鈣的矽酸鹽與矽酐（大體為 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot \text{CaSiO}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$ ）而成。不受鹼的作用的玻璃為鉀玻璃，由鉀代普通玻璃中的鈉而成。能耐高熱的玻璃為石英玻璃，由矽酐（ SiO_2 ）而成。

(71) 試述合金的通性，並舉下列各合金的成分。（參照 181.）

白鐵，青銅，洋銀，活字金，黃銅，鋁銅。

(72) 將銀與銅的合金 5 克，溶解於硝酸中，加入食鹽水，得氯化銀 5.315 克。求銀與銅的百分率。

〔解〕 氯化銀 ($\text{AgCl} = 143.5$) 5.315 克中所含銀的量為：

$$5.315 \times \frac{108}{143.5} = 4 \text{克}$$

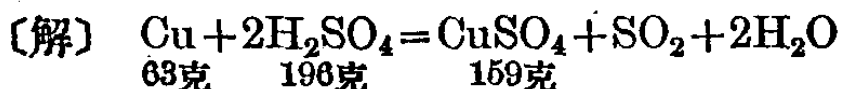
故合金中銀的百分率為 $\frac{4}{5} \times 100 = 80\%$
銅的百分率為 $100 - 80 = 20\%$ } (答)

(73) 試就硫酸銅解答下列各事項：

(a) 結晶及水溶液的色, (b) 將結晶加熱使成粉末時的變化, (c) 加水於由 B 而得的粉末時的變化, (d) 通硫化氫於水溶液時的變化, (e) 水溶液中投入磨光的鐵片時的變化。

[解] (a), (b), (c) 參照 185. (d) 參照 132, (e) 鐵溶解而銅則析出於鐵面。

(74) 欲得膽礬 10 仟克, 須用銅屑與硫酸各幾仟克製備?



$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 249$ (膽礬的分子量)

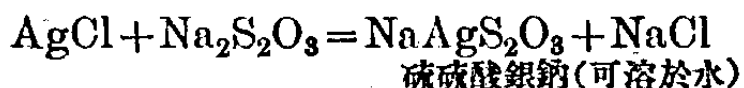
$$\left. \begin{array}{l} \text{銅屑的量} = 10 \times \frac{63}{249} = 2.53 \text{ 仟克} \\ \text{硫酸的量} = 10 \times \frac{196}{249} = 7.87 \text{ 仟克} \end{array} \right\} \dots\dots\dots \text{(答)}$$

(75) 下列三物質常被用於照相術上, 係基於其何種特性? 且各物質的色, 形態, 分子式如何?

(a) 溴化銀, (b) 氯化銀, (c) 硫硫酸鈉

[解] (a) 及 (b) 有感光性, 且能溶解於硫硫酸鈉中。

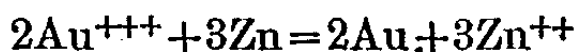
(c) 能將前二者的未感光部分溶解。即：



(a) AgBr 黃色粉末, (b) AgCl 白色粉末, (c) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 無色的結晶。

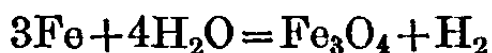
(76) 投鋅屑於金鹽的水溶液中, 則起如何的變化?

〔解〕 鋅的離化傾向較金為大, 故鋅溶解而金遊離。

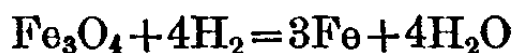


(77) 通水蒸氣於受熱的鐵屑上, 則生氫與 Fe_3O_4 又將此氧化鐵加熱而通以氫, 則生鐵與水蒸氣。試說明之。

〔解〕 通水蒸氣於受熱的鐵屑上, 則



反應之所以完全向右進行, 由於水蒸氣的氣流能將所生的氫帶去。又逆而通氫於受熱的 Fe_3O_4 上, 則



由於氫的氣流能將反應生成物的 H_2O 帶去, 使鐵完全還元。故此種變化, 可以可逆反應的理說明之。

(78) 試述防止鐵銹的方法。

〔解〕 鐵銹由於鐵接觸於空氣，水分，碳酸氣而生，故欲防銹，令鐵不與此等物質接觸即可，其法即：（使鐵面生保護被膜）

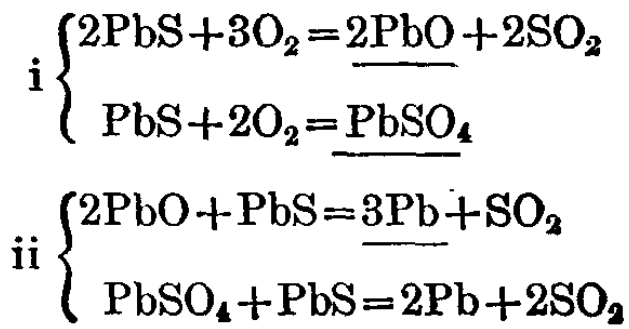
①鐵面塗油，油漆，石墨等。②鐵面鍍錫，鋅，鉛，鎳等。③鐵面使着生四氧化三鐵。

(79) 過錳酸鉀及重鉻酸鉀的用途如何？係基於其何種的化學作用？

〔解〕 此等皆被用作強氧化劑，其故由於其能放出初生態的氧。（參照 214.217.）

(80) 試舉鉛的(a)鑛石，(b)製法，(c)性質，(d)合金，(e)氧化物三種的名稱及分子式。

〔解〕 (a)方鉛鑛 PbS 。(b) i 先將鑛石燒灼，使成氧化物及硫酸鹽；ii 次隔絕空氣，使與原鑛的一部作用。



(e) PbO , Pb_3O_4 , PbO_2 (過氧化鉛)。(參照 222. 223. 225.)

(81) 用作白色顏料的鋅華與鉛白，試比較其優劣。

〔解〕 鋅華的被覆力不及鉛白，但遇硫化氫不變色，且無毒性。(鉛有毒性)。

(82) 試述燒鹽無潮解性的理由。(參照 239.)

(83) 將鎂 0.029 克溶解於稀硫酸中，在溫度 27°C . 壓力 750 毫米的狀況下，得氫 30.4 cc.。試求鎂的化學當量。

〔解〕 所發生的氫在標準狀況下的體積為：

$$30.4 \times \frac{750}{760} \times \frac{273}{273+27} = 27.3 \text{ cc.}$$

此氫的重量為 (氫 2 克的體積為 22.4 升)

$$2 \times \frac{27.3}{22400} \text{ 克}$$

故對於氫 1 的鎂量即所求的當量為：

$$0.029 \div \left(2 \times \frac{27.3}{22400} \right) = 12 \dots \dots \dots \text{ (答)}$$

(84) 試舉鋅華及鉛白的分子式並其化學識別的方法。

〔解〕 鋅華 ZnO , 鉛白 $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$

溶於硝酸中(加氨水使呈鹼性), 通以硫化氫。若為鋅華, 則生白色沈澱(硫化鋅 ZnS); 若為鉛白, 則生黑色沈澱(硫化鉛 PbS)。

(85) 將 54.6 克的一氧化汞分解, 在溫度 24 度, 氣壓 770 毫米下時, 可得氧幾升?

〔解〕 方程式 $2\text{HgO} = 2\text{Hg} + \text{O}_2$
 $\begin{array}{ccc} & & \\ & 432\text{克} & 22.4\text{升} \end{array}$

標準狀況下氧的體積為 $22.4 + \frac{54.6}{432}$ 升

$$\therefore 22.4 \times \frac{54.6}{432} \times \frac{760}{770} \times \frac{273+24}{273} = 3.04\text{升} \dots (\text{答})$$

(86) 試述硬水與軟水的區別及硬水軟化法。

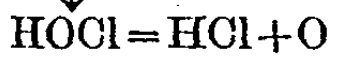
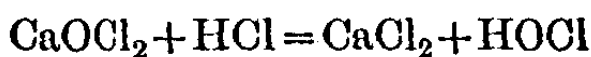
〔解〕 若暫硬水, 則祇須煮沸, Ca^{++} 即沈澱(CaCO_3),

可以除去。若永硬水, 則可加碳酸鈉使軟化。

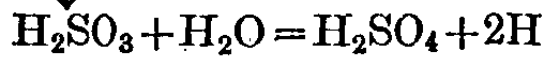
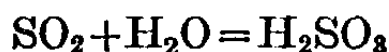
(參照 254.)

(87) 試比較漂白粉與二氧化硫的漂白作用。

〔解〕 漂白粉與酸作用能生氯或次氯酸 (HOCl)，
後者更分解而放初生態的氧。即漂白由於氧化
作用。



二氧化硫溶解於水成亞硫酸，更由水吸收氧而放出
初生態的氫。即漂白由於還元作用。



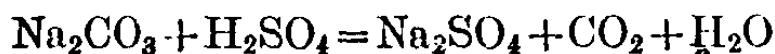
又將兩式相併視為 $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \underline{2\text{H}}$ 亦
可。

(88) 試就洗濯蘇打，解答下列各問。

- a. 放置於乾燥的空氣中，有何變化？
- b. 加熱有何變化？
- c. 水溶液對於石蕊有何反應？
- d. 水溶液中加硫酸有何變化？

〔解〕 a. 風化。 b. 失去結晶水而變成白色粉末。

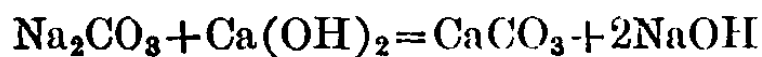
c. 因加水分解而呈鹼性。d. 放出碳酸氣。



(89) 欲使下列的變化能順次進行，須用如何的方法？

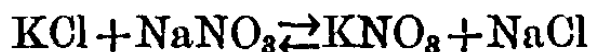
食鹽 → 氫氧化鈉 → 碳酸鈉 → 氫氧化鈉 → 金屬鈉

〔解〕 將食鹽電解則生氫氧化鈉，於其水溶液中通入碳酸氣則生碳酸鈉，加入氫氧化鈣則復生氫氧化鈉。



由此可製成固體的氫氧化鈉，熔融而電解之，便得金屬鈉。

(90) 下列的反應為可逆反應，不能由此而生硝石，但事實上却被利用之為硝石的製法，其理何在？

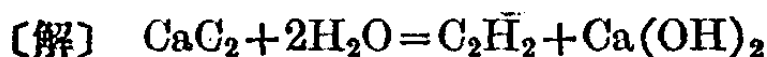


〔解〕 利用硝石（硝酸鉀）與食鹽溶解度的差。（見54. 溶解度曲線）在沸騰的溫度中，可令溶解度較小的 NaCl 析出，（可取去之）使反應向右進行；冷卻之，則在低溫度中，溶解度較小的 KNO₃ 沈澱，由此可將其製出。（此稱為

分別結晶法)

(91) 煤礦爆炸的慘禍因何而起? 試舉其主因物質的名稱及化學式(參照 279.)

(92) 將碳化鈣 32 克投於水中, 在標準狀況下, 可得乙炔幾升?

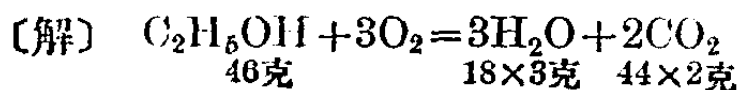


$$\left. \begin{array}{l} 64 \text{ 克} \quad 22.4 \text{ 升} \\ 32 \text{ 克} \quad x \text{ 升} \end{array} \right\} x = 22.4 \times \frac{32}{64} = 11.2 \text{ 升} \dots (\text{答})$$

(93) 試以酒精為例, 說明實驗式, 示性式, 及構造式的意義。

[解] 實驗式 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (與分子式一致), 示性式 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (示酒精為由乙烷基 C_2H_5 與氫氧基 OH 化合而成的物質。如此凡含基而兼表其組成及一分子量的式, 稱為示性式)。構造式參照 285.。

(94) 試舉酒精 5 克燃燒後所生的物質的名稱及其重量。



$$\left. \begin{array}{l} \text{所生的水的重量}(18 \times 3) \times \frac{5}{46} = \underline{5.37 \text{克}} \\ \text{二氧化碳的重量}(44 \times 2) \times \frac{5}{46} = \underline{9.57 \text{克}} \end{array} \right\} \dots\dots\dots (\text{答})$$

(95) 試述由木材乾餾而得的有機物的名稱，性質及其主要用途。(參照 291.)

(96) 試比較有機酸與無機酸的類似點及異點。

〔解〕 有機酸

①含有羧基 COOH 。

②電離度一般小而酸性弱。

無機酸

①含有可為金屬取代的氫原子。

②電離度一般大而酸性強。

(97) 欲中和食醋 30 cc. 須用 $\frac{1}{2}$ 規定的氫氧化鈉溶

液 42 cc.。問此食醋 1 升中所含的醋酸量為幾克?

〔解〕 設食醋中所含醋酸的濃度為 n 規定，則

$$30n = 42 \frac{1}{2} \quad n = 0.7 \text{規定}$$

醋酸 ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}=60$) 的 1 規定液的 1 升中，含有醋酸 60 克。故所求醋酸的量為：

$$60 \times 0.7 = 42 \text{ 克} \dots\dots\dots (\text{答})$$

(98) 試舉鹽與酯的最大的類似點與相異點。

〔解〕 類似點 皆由酸與氫氧化物作用而生，且同時有水伴之而生。

(金屬的氫氧化物) + (酸) = (鹽) + 水

(烷基的氫氧化物) (酸) = (酯) + 水

相異點 (a) 鹽由金屬與酸根而成，酯則由烷基與酸根而成。

(b) 酯的生成為可逆反應，故須加脫水劑；鹽的生成則否。

(c) 鹽多為不揮發性的結晶；酯則多為揮發性的液體。

(d) 鹽多能溶解於水，且可電離；酯則難溶於水，且不電離。

(99) 何謂鹼化作用？試舉例說明。(參照 300.)

(100) 試述肥皂的製法及其洗滌作用。(參照 300.)

- (101) 何謂轉化？試舉例說明。(參照 304.)
- (102) 試述纖維素的化學性及其在工業上的主要用途。(參照 309.)
- (103) 試述由纖維素以製酒精的方法。(參照 309.)
- (104) 試舉炸藥三種，記其主成分的名稱。
- 〔解〕 黑色火藥 ($2\text{KNO}_3 + \text{S} + 3\text{C}$)， 硝化甘油
 $\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3$ ，火綿(硝化纖維素) $\text{C}_{12}\text{H}_{14}\text{O}_4(\text{NO}_3)_6$
- (105) 試舉煤焦油分餾時所生的主要的化合物的名稱，
分子式，及其用途。(參照 313.)
- (106) 試述由苯製苯胺的方法，並用化學方程式記其變化。(參照 335. 316.)
- (107) 試述苯酚(石碳酸)的製法，成分，性質，及用途。
(參照 317.)
- (108) 試記苦味酸的分子式，製法(及反應式)，性質，
及用途。(參照 318.)
- (109) 試述下列各人造染料的原料，性質及染色法。(參照 318. 323. 325.)

苦味酸 藍靛 茜素

(110) 試舉對於防腐消毒有效的物質 5 種並記其分子式。

〔解〕 食鹽 NaCl , 砂糖 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, 醋 CH_3COOH ,
水楊酸 $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$, 酒精 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, 甘
油 $\text{C}_8\text{H}_5(\text{OH})_8$ 。

(111) 何謂植物鹼？試舉例三種。(參照 331.)

(112) 試就卵白作下列的實驗而記其結果。(參照 332.)

- a. 加熱時。
- b. 加酒精時。
- c. 加鞣酸的水溶液時，
- d. 加昇汞水時。
- e. 加硝酸時。

(113) 試舉吾人營養上所必需的六要素。(參照 334.)

(114) 試略述生活素。(參照 335.)

主要原子量表

符號	元 素 名	原 子 量(概數)	原 子 價
Ag	銀 Silver	108	1
Al	鋁 Aluminum	27	3
As	砷 Arsenic	75	3,5
Au	金 Gold	197.2	1,3
B	硼 Boron	11	3
Ba	鋇 Barium	137.4	2
Br	溴 Bromine	80	1
C	碳 Carbon	12	4
Ca	鈣 Calcium	40	2
Cl	氯 Chlorine	35.5	1
Co	鈷 Cobalt	58.9	2
Cr	鉻 Chromium	52	3
Cu	銅 Copper	64	1,2
F	氟 Fluorine	19	1
Fe	鐵 Iron	56	2,3
H	氫 Hydrogen	1	1
Hg	汞 Mercury	200	1,2
I	碘 Iodine	127	1
K	鉀 Potassium	39	1
Mg	鎂 Magnesium	24	2
Mn	錳 Manganese	55	2,4
N	氮 Nitrogen	14	3,5
Na	鈉 Sodium	23	1
Ni	鎳 Nickel	58.7	2
O	氧 Oxygen	16	2
P	磷 Phosphorus	31	3,5
Pb	鉛 Lead	207	2
Pt	鉑 Platinum	195	2,4
Ra	鐳 Radium	226	2
S	硫 Sulfur	32	2
Sb	銻 Antimony	122	3,5
Si	矽 Silicon	28	4
Sn	錫 Tin	118.7	2,4
W	鎢 Tungsten	184	6
Zn	鋅 Zinc	65	2

主要元素的週期表

	氫族	鹼金屬族	銅族	鹼土族	鋅族	土金屬族	碳族	氮族	氧族	鹵族	鐵族	鉑族
週期	0	I	II		III	IV	V	VI	VII	VIII.		
		H 1.008										
1	He 4	Li 6.94			B 11	C 12	N 14	O 16	F 19			
2	Ne 20.2	Na 23		Mg 24.32	Al 27	Si 28	P 31	S 32	Cl 35.5			
3	Ar 39.94	←K 39.1 Cu 63.57	Ca 40		Zn 65.38			As 74.96	Cr 52	Mn 54.93 Br 79.9	Fe 55.84 Co 58.94 Ni 58.69	
4	Kr 82.9	Rb 85.45 Ag 107.88	Sr 87.63			Sn 118.7	Sb 121.76			I 126.93		
5	X 130.2	Cs 132.81 Au 197.2	Ba 137.36		Hg 200.6	Pb 207.2	Bi 209	W 184.0			Pt 195.2	
6			Ra 225.95					U 238.14				
原子價	0	1	2	3	4	5 及 3	6 及 2	7 及 1	8			
鹵, 氫化合物	無	RX	RX ₂	RX ₃	RX ₄ RH ₄	RH ₃	RH ₂	RH				
高級氧化物	無	R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₃	RO ₃	R ₂ O ₇	RO ₄			

中華民國二十五年十月初版

(57226)

學生化學筆記一冊

每冊實價國幣陸角伍分
外埠酌加運費匯費

編纂者 舒重則

發行人 王雲五
上海河南路

印刷所 商務印書館
上海河南路

發行所 商務印書館
上海及各埠

版 翻
權 印
所 必
有 究

(本書校對者施伯朱)

0226A

